Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨ

(ਬਾਰ੍ਹਵੀਂ ਸ਼੍ਰੇਣੀ ਲਈ ਪਾਠ ਪੁਸਤਕ)

ਭਾਗ-I

[illegible]
Bilga Daiwan, Miles Chowk,
Jalandhar (Punjab)

ਪੰਜਾਬ ਸਕੂਲ ਸਿੱਖਿਆ ਬੋਰਡ
ਸਾਹਿਬਜ਼ਾਦਾ ਅਜੀਤ ਸਿੰਘ ਨਗਰ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਪੰਜਾਬ ਸਰਕਾਰ

ਪਹਿਲਾ ਐਡੀਸ਼ਨ 2017.............. 5,000 ਕਾਪੀਆਂ

[This book has been adopted with the kind permission of the National Council on
Educational Research and Training, New Delhi]
All rights, including those of translation, reproduction
and annotation etc., are reserved by the
Punjab Government

ਸੰਯੋਜਕ : ਉਪਨੀਤ ਕੌਰ ਗਰੇਵਾਲ, (ਵਿਸ਼ਾ ਮਾਹਿਰ)
ਪੰਜਾਬ ਸਕੂਲ ਸਿੱਖਿਆ ਬੋਰਡ
ਅਨੁਵਾਦਕ :
ਚਿੱਤਰਕਾਰ : ਮਨਜੀਤ ਸਿੰਘ ਢਿੱਲੋਂ, ਪ.ਸ.ਸ.ਬ

ਚੇਤਾਵਨੀ

1. ਕੋਈ ਵੀ ਏਜੰਸੀ-ਹੋਲਡਰ ਵਾਧੂ ਪੈਸੇ ਵਸੂਲਣ ਦੇ ਮੰਤਵ ਨਾਲ ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕਾਂ ਤੇ ਜਿਲਦ-ਸਾਜ਼ੀ ਨਹੀਂ ਕਰ ਸਕਦਾ। (ਏਜੰਸੀ-ਹੋਲਡਰਾਂ ਨਾਲ ਹੋਏ ਸਮਝੌਤੇ ਦੀ ਧਾਰਾ ਨੰ. 7 ਅਨੁਸਾਰ)
2. ਪੰਜਾਬ ਸਕੂਲ ਸਿੱਖਿਆ ਬੋਰਡ ਦੁਆਰਾ ਛਪਵਾਈਆਂ ਅਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਤ ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕਾਂ ਦੇ ਜਾਅਲੀ ਨਕਲੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਨਾਂ (ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕਾਂ) ਦੀ ਛਪਾਈ, ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਨ, ਸਟਾਕ ਕਰਨਾ, ਜਮ੍ਹਾਂ-ਖੋਰੀ ਜਾਂ ਵਿਕਰੀ ਆਦਿ ਕਰਨਾ ਭਾਰਤੀ ਦੰਡ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਦੇ ਅੰਤਰਗਤ ਫ਼ੌਜਦਾਰੀ ਜੁਰਮ ਹੈ।

(ਪੰਜਾਬ ਸਕੂਲ ਸਿੱਖਿਆ ਬੋਰਡ ਦੀਆਂ ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕਾਂ ਬੋਰਡ ਦੇ 'ਵਾਟਰ ਮਾਰਕ' ਵਾਲੇ ਕਾਗਜ਼ ਉੱਪਰ ਹੀ ਛਪਵਾਈਆਂ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ।)

ਮੁੱਲ : 187/- ਰੁਪਏ

ਸਕੱਤਰ, ਪੰਜਾਬ ਸਕੂਲ ਸਿੱਖਿਆ ਬੋਰਡ, ਵਿੱਦਿਆ ਭਵਨ, ਫੇਜ਼-8 ਸਾਹਿਬਜ਼ਾਦਾ ਅਜੀਤ ਸਿੰਘ ਨਗਰ-160062 ਰਾਹੀਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਤ ਅਤੇ ਵਿਸ਼ਾਲ ਕੁਆਲਟੀ ਪ੍ਰਿੰਟਰ, ਮਿਲਾਪ ਭਵਨ, ਜਲੰਧਰ-144008 ਰਾਹੀਂ ਛਾਪੀ ਗਈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਦੋ ਸ਼ਬਦ

ਪੰਜਾਬ ਸਕੂਲ ਸਿੱਖਿਆ ਬੋਰਡ ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕਾਂ ਅਤੇ ਪਾਠ-ਕ੍ਰਮ ਨੂੰ ਸੋਧਣ ਅਤੇ ਤਿਆਰ ਕਰਨ ਦੇ ਕੰਮ ਵਿੱਚ ਜੁੱਟਿਆ ਹੋਇਆ ਹੈ। ਅੱਜ ਜਿਸ ਦੌਰ ਵਿੱਚੋਂ ਅਸੀਂ ਲੰਘ ਰਹੇ ਹਾਂ, ਉਸ ਵਿੱਚ ਬੱਚਿਆਂ ਨੂੰ ਸਹੀ ਵਿੱਦਿਆ ਦੇਣਾ ਮਾਪਿਆਂ ਅਤੇ ਅਧਿਆਪਕਾਂ ਦੀ ਸਾਂਝੀ ਜ਼ਿੰਮੇਵਾਰੀ ਬਣਦੀ ਹੈ। ਇਸੇ ਜ਼ਿੰਮੇਵਾਰੀ ਅਤੇ ਵਿੱਦਿਅਕ ਜ਼ਰੂਰਤਾਂ ਨੂੰ ਸਮਝਦਿਆਂ ਵਿਗਿਆਨ ਵਿਸ਼ੇ ਦੀਆਂ ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕਾਂ ਅਤੇ ਪਾਠ-ਕ੍ਰਮ ਵਿੱਚ ਨੈਸ਼ਨਲ ਕਰੀਕੁਲਮ ਫਰੇਮਵਾਰਕ 2005 ਅਨੁਸਾਰ ਕੁਝ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਪਰਿਵਰਤਨ ਕੀਤੇ ਗਏ ਹਨ।

ਸਕੂਲ ਕਰੀਕੁਲਮ ਵਿੱਚ ਵਿਗਿਆਨ ਵਿਸ਼ੇ ਦਾ ਯੋਗਦਾਨ ਬਹੁਤ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦੇ ਲੋੜੀਂਦੇ ਨਤੀਜੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ ਚੰਗੀ ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕ ਦਾ ਹੋਣਾ ਪਹਿਲੀ ਜ਼ਰੂਰਤ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕ ਵਿੱਚ ਵਿਸ਼ਾ ਸਮੱਗਰੀ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਥਾਪਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ਜਿਸ ਨਾਲ ਵਿਦਿਆਰਥੀਆਂ ਦੀ ਤਰਕ ਸ਼ਕਤੀ ਤਾਂ ਪ੍ਰਫੁਲਿਤ ਹੋਵੇਗੀ ਹੀ ਸਗੋਂ ਵਿਸ਼ੇ ਨੂੰ ਸਮਝਣ ਦੀ ਯੋਗਤਾ ਵਿੱਚ ਵੀ ਵਾਧਾ ਹੋਵੇਗਾ। ਅਭਿਆਸ ਦੇ ਪ੍ਰਸ਼ਨ ਵਿਦਿਆਰਥੀਆਂ ਦੇ ਮਾਨਸਿਕ ਪੱਧਰ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਤਿਆਰ ਕੀਤੇ ਗਏ ਹਨ। ਇਹ ਪੁਸਤਕ ਰਾਸ਼ਟਰੀ ਵਿੱਦਿਆ ਖੋਜ ਅਤੇ ਸਿਖਲਾਈ ਸੰਸਥਾ (ਐਨ.ਸੀ.ਈ.ਆਰ.ਟੀ) ਵੱਲੋਂ ਬਾਰ੍ਹਵੀਂ ਸ਼੍ਰੇਣੀ ਲਈ ਤਿਆਰ ਕੀਤੀ ਗਈ ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨ ਵਿਸ਼ੇ ਦੀ ਪੁਸਤਕ ਦੀ ਅਨੁਮਾਨਤਾ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਕਦਮ ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਇਕਸਾਰਤਾ ਲਿਆਉਣ ਲਈ ਚੁੱਕਿਆ ਗਿਆ ਹੈ ਤਾਂ ਜੋ ਵਿਦਿਆਰਥੀਆਂ ਨੂੰ ਰਾਸ਼ਟਰੀ ਪੱਧਰ ਦੇ ਇਮਤਿਹਾਨ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਵੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀ ਔਕੜ ਨਾ ਆਵੇ।

ਇਸ ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕ ਨੂੰ ਵਿਦਿਆਰਥੀਆਂ ਅਤੇ ਅਧਿਆਪਕਾਂ ਦੇ ਲਈ ਵੱਧ ਤੋਂ ਵੱਧ ਉਪਯੋਗੀ ਬਣਾਉਣ ਦਾ ਭਰਪੂਰ ਯਤਨ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਪੁਸਤਕ ਨੂੰ ਹੋਰ ਚੰਗੇਰਾ ਬਣਾਉਣ ਲਈ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚੋਂ ਆਏ ਸੁਝਾਵਾਂ ਦਾ ਸਤਿਕਾਰ ਕੀਤਾ ਜਾਵੇਗਾ।

Vishal Quality Printers, Milap Bhawan, Milap Chowk, Jalandhar (Punjab)

ਚੇਅਰਮੈਨ

ਪੰਜਾਬ ਸਕੂਲ ਸਿੱਖਿਆ ਬੋਰਡ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕ ਵਿਕਾਸ ਸੰਮਤੀ/ਕਮੇਟੀ

ਪ੍ਰਧਾਨ, ਵਿਗਿਆਨ ਅਤੇ ਗਣਿਤ ਪਾਠ ਪੁਸਤਕਾਂ ਦੀ ਸਲਾਹਕਾਰ ਕਮੇਟੀ।

- ਜੇ.ਵੀ. ਕਾਰਲੀਕਰ, ਇਮੈਰਿਟਅਸ *ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ*, ਅੰਤਰ-ਵਿਸ਼ਵਵਿਦਿਆਲਿਆ ਕੇਂਦਰ : ਖ਼ਗੋਲ-ਵਿਗਿਆਨ ਅਤੇ ਖ਼ਗੋਲ ਭੌਤਕੀ (ਆਈ.ਯੂ.ਸੀ.ਏ.ਏ), ਗਣੇਸ਼ ਖਿੰਡ, ਪੂਨੇ ਵਿਸ਼ਵਵਿਦਿਆਲਿਆ ਕੈਂਪਸ, ਪੂਨੇ।

ਮੁੱਖ ਸਲਾਹਾਕਾਰ

- ਏ.ਡਬਲਿਊ. ਜੋਸ਼ੀ, ਔਨਰੇਰੀ ਵਿਜ਼ਿੰਟਿਗ ਸਾਇੰਟਿਸਟ, ਐਨ.ਸੀ.ਆਰ.ਏ., ਪੂਨੇ ਵਿਸ਼ਵਵਿਦਿਆਲਿਆ ਕੈਂਪਸ, ਪੂਨੇ।

ਮੈਂਬਰ/ਸਦੱਸ

- ਏ.ਕੇ.ਘਟਕ, *ਇਮੈਰਿਟਅਸ ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ*, ਭੌਤਕੀ ਵਿਭਾਗ, ਭਾਰਤੀ ਪ੍ਰਦਯੋਗਕੀ ਸੰਸਥਾਨ, ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।
- ਅਲਕਾ ਖਰੇ, *ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ*, ਭੌਤਕੀ ਵਿਭਾਗ, ਭਾਰਤੀ ਪ੍ਰਦਯੋਗੀ ਸੰਸਥਾਨ, ਗੁਵਾਹਾਟੀ।
- ਅੰਜਲੀ ਕਸ਼ੀਰ ਸਾਗਰ, *ਰੀਡਰ*, ਭੌਤਕੀ ਵਿਭਾਗ, ਪੂਨੇ ਵਿਸ਼ਵ ਵਿਦਿਆਲਿਆ, ਪੂਨੇ।
- ਅਨੁਰਾਧਾ ਮਾਥੁਰ, *ਪੀ.ਜੀ.ਟੀ.*, ਮਾਡਰਨ ਸਕੂਲ, ਬਸੰਤ ਵਿਹਾਰ, ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।
- ਅਤੁਲ ਮੋਦੀ, *ਲੈਕਚਰਾਰ* (ਐਸ.ਜੀ.) ਵੀ.ਈ.ਐਸ. ਕਲਾ, ਵਿਗਿਆਨ ਅਤੇ ਕਾਮਰਸ ਮਹਾਂਵਿਦਿਆਲਿਆ, ਮੁੰਬਈ।
- ਬੀ.ਕੇ.ਸ਼ਰਮਾ, *ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ*, ਡੀ.ਈ.ਐਸ.ਐਮ., ਐਨ.ਸੀ.ਈ.ਆਰ.ਟੀ., ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।
- ਚਿੱਤਰਾ ਗੋਇਲ, *ਪੀ.ਜੀ.ਟੀ.*, ਰਾਜਕੀ ਪ੍ਰਤਿਭਾ ਵਿਕਾਸ ਵਿਦਿਆਲਿਆ, ਤਿਆਗਰਾਜ ਨਗਰ, ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।
- ਐਚ.ਸੀ. ਪ੍ਰਧਾਨ, *ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ*, ਹੋਮੀ ਭਾਵਾ ਵਿਗਿਆਨ ਸਿਖਿਆ ਕੇਂਦਰ (ਟੀ.ਆਈ.ਐਫ.ਆਰ.), ਮੁੰਬਈ।
- ਐਨ ਪੰਚਾਪਕੇਸ਼ਨ *ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ* (*ਸੇਵਾ ਮੁਕਤ*), ਭੌਤਕੀ ਅਤੇ ਖਗੋਲ-ਭੌਤਕੀ ਵਿਭਾਗ, ਦਿੱਲੀ ਵਿਸ਼ਵ-ਵਿਦਿਆਲਿਆ, ਦਿੱਲੀ।
- ਆਰ.ਜੋਸ਼ੀ, *ਲੈਕਚਰਾਰ* (ਐਸ.ਜੀ.) ਡੀ.ਈ.ਐਸ.ਐਮ., ਐਨ.ਸੀ.ਈ.ਆਰ.ਟੀ., ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।
- ਐਸ.ਕੇ.ਦਾਸ਼. *ਰੀਡਰ*, ਡੀ.ਈ.ਐਸ.ਐਮ., ਐਨ.ਸੀ.ਈ.ਆਰ.ਟੀ., ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

- ਐਸ.ਰਾਇ ਚੌਧਰੀ, *ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ*, ਭੌਤਕੀ ਅਤੇ ਖਗੋਲ ਭੌਤਕੀ ਵਿਗਿਆਨ ਵਿਭਾਗ., ਦਿੱਲੀ ਵਿਸ਼ਵ-ਵਿਦਿਆਲਿਆ, ਦਿਲੀ।
- ਐਸ.ਕੇ.ਉਪਾਧਿਆਇ, *ਪੀ.ਜੀ.ਟੀ.*, ਜਵਾਹਰ ਨਵੋਦਿਆ ਵਿੱਦਿਆਲਿਆ, ਮੁਜ਼ਫਰਨਗਰ।
- ਐਸ.ਐਨ. ਪ੍ਰਭਾਕਰ, *ਪੀ.ਜੀ.ਟੀ.*, ਡੀ.ਐਮ. ਸਕੂਲ, ਖੇਤਰੀ ਸਿੱਖਿਆ ਸੰਸਥਾਨ, ਐਨ.ਸੀ.ਈ.ਆਰ.ਟੀ., ਮੈਸੂਰ।
- ਵੀ.ਐਚ. ਰਾਇਬਾਗਕਰ, *ਰੀਡਰ*, ਨੌਵਰੋਸਜੀ ਵਾਡੀਆ ਮਹਾਂਵਿਦਿਆਲਿਆ, ਪੂਨੇ।
- ਵਿਸ਼ਵਜੀਤ ਕੁਲਕਰਨੀ, *ਟੀਚਰ* (*ਗ੍ਰੇਡ-1*), ਹਾਇਰ ਸੈਕੰਡਰੀ ਵਿਭਾਗ, ਸ੍ਰੀਮਤੀ ਪਾਰਵਤੀ ਬਾਈ ਚੌਗੁਲੇ ਮਹਾਂਵਿਦਿਆਲਿਆ, ਮੜਗਾਓ, ਗੋਆ।

ਮੈਂਬਰ ਸੰਯੋਜਕ (ਅੰਗ੍ਰੇਜ਼ੀ ਸੰਸਕਰਣ)

- ਵੀ.ਪੀ. ਸ੍ਰੀਵਾਸਤਵ, *ਰੀਡਰ*, ਡੀ.ਈ. ਐਸ.ਐਮ., ਐਨ.ਸੀ.ਈ.ਆਰ.ਟੀ., ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।

ਹਿੰਦੀ ਅਨੁਵਾਦ

- ਆਰ.ਐਸ.ਦਾਸ (*ਰਿਟਾਇਰਡ*) *ਉੱਪ ਪ੍ਰਧਾਨਾਚਾਰਿਯ*, ਬਲਵੰਤ ਰਾਇ ਮਹਿਤਾ ਵਿਦਿਆ ਭਵਨ ਸੀਨੀਅਰ ਸੈਕੰਡਰੀ ਸਕੂਲ, ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।
- ਕਨਹੀਆ ਲਾਲ (*ਰਿਟਾਇਰਡ*) *ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ*, ਸਿੱਖਿਆ, ਨਿਰਦੇਸ਼ਆਲਿਆ ਰਾਜਧਾਨੀ ਖੇਤਰ, ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।
- ਜੇ.ਪੀ.ਅਗਰਵਾਲ *ਰਿਟਾਇਰਡ ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ*, ਸਿੱਖਿਆ-ਨਿਰਦੇਸ਼ਆਲਿਆ ਰਾਸ਼ਟਰੀ ਰਾਜਧਾਨੀ ਖੇਤਰ, ਦਿੱਲੀ।
- ੀ ਪ੍ਰਭਾ, *ਲੈਕਚਰਾਰ*, ਡੀ.ਈ.ਐਸ.ਐਮ. ਐਨ.ਸੀ.ਈ.ਆਰ.ਟੀ., ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।

ਯੋਜਕ

- ਗਨ ਗੁਪਤਾ, *ਰੀਡਰ*, ਡੀ.ਈ.ਐਸ.ਐਮ., ਐਨ.ਸੀ.ਈ.ਆਰ.ਟੀ., ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।
- ੀ.ਪੀ. ਸ੍ਰੀ ਵਾਸਤਵ, *ਰੀਡਰ*, ਡੀ.ਈ.ਐਸ.ਐਮ., ਐਨ.ਸੀ.ਈ.ਆਰ.ਟੀ., ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਪੰਜਾਬ ਸਕੂਲ ਸਿੱਖਿਆ ਬੋਰਡ ਦੀ 10+2 ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨ ਦੀ ਅਨੁਵਾਦਕ ਅਤੇ ਸੋਧਕ ਕਮੇਟੀ।

1. ਸ਼੍ਰੀ ਯੋਗੇਸ਼ ਕੁਮਾਰ (ਲੈਕਚਰਾਰ ਫਿਜਿਕਸ) ਸ.ਕੰ.ਸੀ.ਸੈ.ਸ. ਅਲਾਵਲਪੁਰ (ਜਲੰਧਰ)
2. ਸ਼੍ਰੀ ਪਰਮਜੀਤ ਸਿੰਘ (ਲੈਕਚਰਾਰ ਫਿਜਿਕਸ ਸ.ਕੰ.ਸੀ.ਸੈ.ਸ., ਫਿਲੌਰ (ਜਲੰਧਰ)
3. ਸ਼੍ਰੀ ਮਨਦੀਪ ਸਿੰਘ ਕਾਹਲੋਂ (ਲੈਕਚਰਾਰ ਫਿਜਿਕਸ ਸ.ਕੰ.ਸ.ਸੈ.ਸ., ਨਕੋਦਰ (ਜਲੰਧਰ)
4. ਸ਼੍ਰੀ ਸੰਦੀਪ ਸਾਗਰ (ਲੈਕਚਰਾਰ ਫਿਜਿਕਸ) ਸ.ਸ.ਸ.ਸ., ਆਦਮਪੁਰ (ਜਲੰਧਰ)
5. ਸ਼੍ਰੀ ਉਦਯ ਠਾਕੁਰ 509, ਗਲੀ ਨੰ. 07, ਤਾਰਾ ਸਿੰਘ ਐਵੇਨਿਉ, ਬਸਤੀ ਬਾਵਾਂ ਖੇਲ, (ਜਲੰਧਰ)

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਵਿਸ਼ਾ ਸੂਚੀ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਅਧਿਆਇ-1

ਬਿਜਲਈ ਚਾਰਜ ਅਤੇ ਖੇਤਰ (ELECTRIC CHARGES AND FIELDS)

1.1. ਭੂਮਿਕਾ (INTRODUCTION)

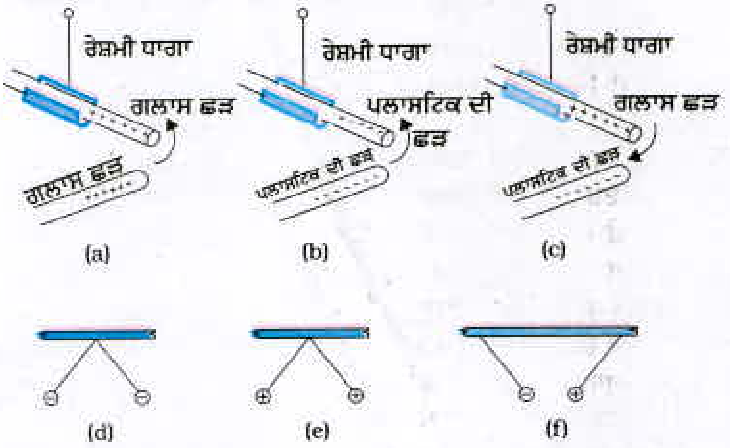
ਸਾਨੂੰ ਸਭ ਨੂੰ, ਵਿਸ਼ੇਸ਼ਕਰ ਖੁਸ਼ਕ ਮੌਸਮ ਵਿਚ, ਸਵੈਟਰ ਅਤੇ ਸਿੰਨਥੈਟਿਕ ਕੱਪੜਿਆਂ ਨੂੰ ਸ਼ਰੀਰ ਤੋਂ ਉਤਾਰਦੇ ਸਮੇਂ ਚੱੜ-ਚੱੜ ਦੀ ਧੁਨੀ ਸੁਣਨ ਅਤੇ ਚਿੰਗਾਰੀਆਂ ਵੇਖਣ ਦਾ ਅਨੁਭਵ ਹੋਵੇਗਾ। ਔਰਤਾਂ ਦੇ ਕੱਪੜੀਆਂ ਜਿਵੇਂ ਪੋਲੀਸਟਰ ਸਾੜੀ ਦੇ ਨਾਲ ਤਾਂ ਇਹ ਘਟਨਾ ਹੋਣਾ ਲਾਜ਼ਮੀ ਹੈ। ਕੀ ਤੁਸੀਂ ਕਦੇ ਇਸ ਪਰਿਘਟਨਾ ਦਾ ਸਪਸ਼ਟੀਕਰਨ ਖੋਜਨ ਦਾ ਯਤਨ ਕੀਤਾ ਹੈ? ਬਿਜਲਈ ਡਿਸਚਾਰਜ ਦਾ ਇੱਕ ਆਮ ਹੋਰ ਉਦਾਹਰਣ ਆਸਮਾਨ ਵਿੱਚ ਤੂਫਾਨ ਸਮੇਂ ਬਿਜਲੀ ਚਮਕਦੀ ਵਿਖਾਈ ਦੇਣਾ ਹੈ। ਬਿਜਲੀ ਦੇ ਝੱਟਕੇ ਦਾ ਅਨੁਭਵ ਸਾਨੂੰ ਉਸ ਸਮੇਂ ਵੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦ ਅਸੀਂ ਕਾਰ ਦਾ ਦਰਵਾਜ਼ਾ ਖੋਲਦੇ ਹਾਂ ਅਤੇ ਜਦ ਅਸੀਂ ਆਪਣੀ ਬਸ ਦੀ ਸੀਟ ਤੋਂ ਖਿਸਕਨ ਦੇ ਬਾਅਦ ਉਸ ਵਿੱਚ ਲੱਗੀ ਲੋਹੇ ਦੀ ਛੜ ਨੂੰ ਫੜਦੇ ਹਾਂ। ਇਹਨਾਂ ਅਨੁਭਵਾਂ ਦੇ ਹੋਣ ਦਾ ਕਾਰਣ ਸਾਡੇ ਸਰੀਰ ਵਿੱਚੋਂ ਦੀ ਹੋਕੇ ਉਹਨਾਂ ਬਿਜਲਈ ਚਾਰਜਾਂ ਦਾ ਡਿਸਚਾਰਜ ਹੋਣਾ ਹੈ ਜੋ ਬਿਜਲ-ਰੋਧੀ ਛੜ ਤੇ ਰਗੜ ਕਾਰਣ ਇਕੱਠੇ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਤੁਸੀਂ ਇਹ ਵੀ ਸੁਣਿਆ ਹੋਵੇਗਾ ਕਿ ਇਹ ਸਥਿਰ-ਬਿਜਲੀ (static electricity) ਦੇ ਉਤਪੰਨ ਹੋਣ ਕਾਰਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪਾਠ ਅਤੇ ਅਗਲੇ ਪਾਠ ਵਿੱਚ ਵੀ ਅਸੀਂ ਇਸ ਵਿਸ਼ੇ ਤੇ ਚਰਚਾ ਕਰਾਂਗੇ। ਸਥਿਰ ਤੋਂ ਮਤਲਬ ਹੈ ਉਹ ਸਬ ਕੁਝ ਜੋ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਅਤੇ ਗਤੀਮਾਨ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ (static electricity) ਦੇ ਅੰਤਰਗਤ ਅਸੀਂ ਸਥਿਰ ਚਾਰਜਾਂ ਦੁਆਰਾ ਉਤਪੰਨ ਬਲਾਂ, ਖੇਤਰਾਂ ਅਤੇ ਪੂਟੈਂਸ਼ਲ (potential) ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿਚ ਅਧਿਐਨ ਕਰਦੇ ਹਾਂ।

1.2. ਬਿਜਲਈ ਚਾਰਜ (ELECTRIC CHARGE)

ਇਤਿਹਾਸ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਲਗਭਗ 600 ਈ. ਪੂਰਵ ਇਸ ਤੱਥ ਦੀ ਖੋਜ ਦਾ ਸਿਹਰਾ, ਕਿ ਉੱਨੀ ਅਤੇ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com



ਚਿੱਤਰ 1.1 - ਛੜਾਂ ਅਤੇ ਸਰਕੰਡੇ ਦੀਆਂ ਗੋਲੀਆਂ: ਸਮਾਨ ਚਾਰਜ ਅਪਕਰਸ਼ਿਤ ਅਤੇ ਅਸਮਾਨ ਚਾਰਜ ਅਪਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ।

ਰੇਸ਼ਮੀ ਕੱਪੜੀਆਂ ਨਾਲ ਰਗੜਿਆ ਗਿਆ ਅੰਬਰ (amber) ਹਲਕੀਆਂ ਵਸਤੂਆਂ ਨੂੰ ਅਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ, ਗ੍ਰੀਸ ਦੇਸ਼ ਦੇ ਮਿਲੇਟਸ ਦੇ ਨਿਵਾਸੀ ਥੇਲੇਸ (Thales) ਨੂੰ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। 'Electricity' ਸ਼ਬਦ ਵੀ ਗ੍ਰੀਸ ਦੀ ਭਾਸ਼ਾ ਦੇ ਸ਼ਬਦ 'electron' ਤੋਂ ਉਤਪੰਨ ਹੋਇਆ ਹੈ ਜਿਸਦਾ ਅਰਥ 'amber' ਹੈ। ਉਸ ਸਮੇਂ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੇ ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਜੋੜੇ ਗਿਆਤ ਸੀ ਜੋ ਪਰਸਪਰ ਰਗੜੇ ਜਾਣ ਤੇ ਘਾਹ ਦੇ ਤਿਣਕੇ, ਸਰਕੰਡੇ ਦੀਆਂ ਗੋਲੀਆਂ (pith balls) ਅਤੇ ਕਾਗਜ ਦੇ ਟੁਕੜਿਆਂ ਵਰਗੀਆਂ ਹਲਕੀਆਂ ਵਸਤੂਆਂ ਨੂੰ ਅਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰ ਲੈਂਦੇ ਸਨ। ਤੁਸੀਂ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦਾ ਅਨੁਭਵ ਆਪਣੇ ਘਰ ਵਿੱਚ ਹੇਠਾਂ ਦਿੱਤੀ ਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਕਰ ਕੇ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹੋ। ਸਫੇਦ ਕਾਗਜ ਦੀਆਂ ਲੰਬੀਆਂ ਪਤਲੀਆਂ ਪੱਟੀਆਂ ਕੱਟ ਕੇ ਉਹਨਾਂ ਤੇ ਹੌਲੀ ਹੌਲੀ ਇਸਤਰੀ ਕਰੋ। ਇਹਨਾਂ ਪੱਟੀਆਂ ਨੂੰ ਟੀ.ਵੀ. ਦੇ ਪਰਦੇ ਜਾਂ ਕੰਪਿਊਟਰ ਦੇ ਮਾਨੀਟਰ ਦੇ ਨੇੜੇ ਲਿਆਓ। ਤੁਸੀਂ ਵੇਖੋਂਗੇ ਕਿ ਪੱਟੀਆਂ ਪਰਦੇ ਵੱਲ ਅਕਰਸ਼ਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ। ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਇਹ ਕੁਝ ਸਮੇਂ ਲਈ ਪਰਦੇ ਤੇ ਚਿਪਕੀਆਂ ਰਹਿੰਦੀਆਂ ਹਨ।

ਇਹ ਵੀ ਵੇਖਿਆ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਉੱਨ ਅਤੇ ਰੇਸ਼ਮੀ ਕੱਪੜੇ ਨਾਲ ਰਗੜੀਆਂ ਗਈਆਂ ਦੋ ਕੱਚ ਦੀਆਂ ਛੜਾਂ ਨੂੰ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਦੇ ਨੇੜੇ ਲਿਆਉਣ ਤੇ ਇਹ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਨੂੰ ਅਪਕਰਸ਼ਿਤ (repel) ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ। [ਚਿੱਤਰ 1.1(a)] ਉੱਨ ਦੀਆਂ ਉਹ ਲੜੀਆਂ ਅਤੇ ਰੇਸ਼ਮ ਦੇ ਕੱਪੜੇ ਦੇ ਉਹ ਟੁਕੜੇ ਜਿਹਨਾਂ ਨਾਲ ਇਹਨਾਂ ਛੜਾ ਨੂੰ ਰਗੜਿਆ ਗਿਆ ਸੀ, ਉਹ ਵੀ ਪਰਸਪਰ ਇਕ-ਦੂਜੇ ਨੂੰ ਅਪਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਪਰੰਤੂ ਕੱਚ ਦੀ ਛੜ ਅਤੇ ਉੱਨ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਨੂੰ ਅਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਬਿੱਲੀ ਦੀ ਖੱਲ ਨਾਲ ਰਗੜੀਆਂ ਹੋਈਆਂ ਦੋ ਪਲਾਸਟਿਕ ਦੀਆਂ ਛੜਾਂ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਨੂੰ ਅਪਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ [ਚਿੱਤਰ 1.1(b)] ਪਰ ਖੱਲ ਨੂੰ ਆਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਸ ਤੋਂ ਉਲਟ ਪਲਾਸਟਿਕ ਦੀ ਛੜ ਕੱਚ ਦੀ ਛੜ ਨੂੰ ਅਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੀ ਹੈ। [ਚਿੱਤਰ 1.1(c)] ਅਤੇ ਸਿੱਲਕ ਜਾਂ ਉੱਨ ਜਿਹਨਾਂ ਨਾਲ ਕੱਚ ਦੀਆਂ ਛੜਾਂ ਨੂੰ ਰਗੜਿਆ ਗਿਆ ਸੀ, ਨੂੰ ਅਪਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ। ਕੱਚ ਦੀ ਛੜ ਫਰ ਨੂੰ ਅਪਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੀ ਹੈ।

ਜੇ ਫਰ ਨਾਲ ਰਗੜੀ ਹੋਈ ਕਿਸੇ ਪਲਾਸਟਿਕ ਦੀ ਛੜ ਨੂੰ ਰੇਸ਼ਮ ਜਾਂ ਨਾਈਲਾਨ ਦੇ ਧਾਗਿਆ ਤੋਂ ਲਟਕੀਆਂ ਹੋਈਆਂ ਦੋ ਛੋਟੀਆਂ ਸਰਕੰਡਿਆਂ ਦੀਆਂ ਗੋਲੀਆਂ (ਅੱਜਕੱਲ ਅਸੀਂ ਪੋਲੀਐਸਟਰੀਨ ਦੀਆਂ ਗੋਲਿਆਂ ਵੀ ਉਪਯੋਗ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ) ਤੇ ਸਪਰਸ਼ ਕਰਾ ਦੇਈਏ, ਤਾਂ ਇਹ ਗੋਲੀਆਂ ਇਕ-ਦੂਸਰੇ ਨੂੰ ਅਪਰਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੀਆਂ ਹੈ। [ਚਿੱਤਰ 1.1(d)] ਅਤੇ ਆਪ ਛੜ ਤੋਂ ਅਪਕਰਸ਼ਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਹੀ ਪ੍ਰਭਾਵ ਉਸ ਵੇਲੇ ਵੀ ਦਿਸਦਾ ਹੈ ਜਦ ਸਰਕੰਡੇ ਦੀਆਂ ਗੋਲੀਆਂ ਨੂੰ ਰੇਸ਼ਮ ਨਾਲ ਰਗੜੀ ਕੱਚ ਦੀ ਛੜ ਤੋਂ ਸੱਪਰਸ਼ ਕਰਾਉਂਦੇ ਹਾਂ [ਚਿੱਤਰ 1.1(e)]। ਇਹ ਇੱਕ ਨਾਟਕੀ ਵਰਤਾਰਾ ਹੈ ਕਿ ਕੱਚ ਦੀ ਛੜ ਨਾਲ ਸਪਰਸ਼ ਹੋਈਆਂ ਸਰਕੰਡੇ ਦੀਆਂ ਗੋਲੀਆਂ ਦੂਸਰੀ ਪਲਾਸਟਿਕ ਛੜ੍ਹ ਨਾਲ ਸਪਰਸ਼ ਕੀਤੀਆਂ ਗਈਆਂ ਸਰਕੰਡੇ ਦੀਆਂ ਗੋਲੀਆਂ ਨੂੰ ਅਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ। [ਚਿੱਤਰ 1.1(f)]।

ਸਾਲਾਂ ਦੇ ਯਤਨਾਂ ਅਤੇ ਸਾਵਧਾਨੀ ਨਾਲ ਕੀਤੇ ਗਏ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਵਿਸ਼ਲੇਸ਼ਣਾਂ ਦੁਆਰਾ ਸੋਖੇ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਇਹ ਤੱਥ ਸਥਾਪਿਤ ਹੋ ਸਕੇ ਹਨ। ਵੱਖ-ਵੱਖ ਵਿਗਿਆਨਕਾਂ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤੇ ਗਏ ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਸਾਵਧਾਨੀਪੂਰਨ ਅਧਿਅਨਾਂ ਦੇ ਬਾਅਦ ਇਹ ਸਿੱਟਾ ਨਿਕਲਿਆ ਹੈ ਕਿ ਇਕ ਰਾਸ਼ੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਜਿਸ ਨੂੰ '*ਬਿਜਲਈ ਚਾਰਜ*' ਆਖਦੇ ਹਾਂ। ਇਸ ਰਾਸ਼ੀ ਦੇ ਕੇਵਲ ਦੋ ਪ੍ਰਕਾਰ ਹੀ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਅਸੀਂ ਕਹਿੰਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਪਲਾਸਟਿਕ ਅਤੇ ਕੱਚ ਦੀ ਛੜ, ਰੇਸ਼ਮ, ਫਰ, ਸਰਕੰਡੇ ਦੀਆਂ ਗੋਲੀਆਂ ਆਦਿ ਪਿੰਡ ਚਾਰਜਿਤ ਹੋ ਗਏ ਹਨ। ਰਗੜਣ ਤੇ ਇਹ ਬਿਜਲਈ ਚਾਰਜ ਹਾਸਲ ਕਰ ਲੈਂਦੇ ਹਨ। ਸਰਕੰਡੇ ਦੀਆਂ ਗੋਲੀਆਂ ਤੇ ਕੀਤੇ ਗਏ ਇਹ ਪ੍ਰਯੋਗ ਇਹ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ ਕੀ ਚਾਰਜ ਦੋ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਅਸੀਂ ਇਹ ਵੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ (i) *ਸਮਾਨ ਚਾਰਜ* ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਨੂੰ ਅਪਕਰਸ਼ਿਤ (repel) ਅਤੇ (ii) *ਅਸਮਾਨ ਚਾਰਜ* ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਨੂੰ ਅਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਪ੍ਰਯੋਗ ਇਹ ਵੀ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ

Interactive animation on simple electrostatic experiments:
http://ephysics.physics.ucla.edu/travoltage/HTML/staticElectricity.htm

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਕਿ ਸਪਰਸ਼ ਕਰਨ ਤੇ, ਚਾਰਜ ਛੱੜ ਤੋਂ ਸਰਕੰਡੇ ਦੀ ਗੋਲੀ ਵਿਚ ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਸਰਕੰਡੇ ਦੀਆਂ ਗੋਲੀਆਂ ਸਪਰਸ਼ ਦੁਆਰਾ ਚਾਰਜਿਤ (electrified) ਜਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰੀਫਾਈਡ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਉਹ ਗੁਣ ਜੋ ਦੋ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਚਾਰਜਾਂ ਵਿੱਚ ਭੇਦ ਕਰਦਾ ਹੈ, *ਚਾਰਜ ਦੀ ਧਰੁਵਤਾ* (polarity) ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ।

ਜੋਦ ਕੱਚ ਦੀ ਛੱੜ ਨੂੰ ਰੇਸ਼ਮ ਨਾਲ ਰਗੜਦੇ ਹਾਂ ਤਾ ਛੱੜ ਇੱਕ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦਾ ਚਾਰਜ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਲੈਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਰੇਸ਼ਮ ਦੂਸਰੇ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦਾ ਚਾਰਜ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਉਹਨਾਂ ਸਾਰੀਆਂ ਵਸਤੂਆਂ ਦੇ ਜੋੜੀਆਂ ਲਈ ਸਹੀ ਹੈ ਜੋ ਚਾਰਜਿਤ ਹੋਣ ਲਈ ਆਪਸ ਵਿੱਚ ਰਗੜੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਹੁਣ ਜੇ ਚਾਰਜਿਤ ਕੱਚ ਦੀ ਛੜ ਨੂੰ ਉਸੇ ਰੇਸ਼ਮ ਦੇ ਸੰਪਰਕ ਵਿੱਚ ਲਿਆਂਦੇ ਹਾਂ ਜਿਸ ਨਾਲ ਉਸਨੂੰ ਰਗੜਿਆ ਗਿਆ ਸੀ, ਤਾਂ ਉਹ ਇਕ-ਦੂਸਰੇ ਨੂੰ ਅਕਰਸ਼ਿਤ ਨਹੀਂ ਕਰਦੇ। ਇਹ ਹੁਣ ਹੋਰ ਹਲਕੀਆਂ ਵਸਤੂਆਂ ਨੂੰ ਵੀ ਅਕਰਸ਼ਿਤ ਜਾਂ ਅੱਪ-ਕਰਸ਼ਿਤ ਨਹੀਂ ਕਰਦੇ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਇਹ ਚਾਰਜਿਤ ਹੋਣ ਤੇ ਕਰ ਰਹੇ ਸੀ।

ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ, ਰਗੜਨ ਦੇ ਬਾਅਦ ਵਸਤੂਆਂ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਚਾਰਜ, ਚਾਰਜਿਤ ਵਸਤੂਆਂ ਨੂੰ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਸੰਪਰਕ ਵਿੱਚ ਲਿਆਉਣ ਤੇ ਲੁੱਪਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਪ੍ਰੇਖਣਾ ਤੋਂ ਤੁਸੀਂ ਕੀ ਸਿੱਟਾ ਕੱਢਦੇ ਹੋ? ਇਹ ਤਾਂ ਸਿਰਫ ਇਹ ਦਸਦਾ ਹੈ ਕਿ ਵਸਤੂਆਂ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਅਸਮਾਨ ਚਾਰਜ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਨੂੰ ਸਮਾਪਤ ਕਰ ਦਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਅਮਰੀਕੀ ਵਿਗਿਆਨੀ ਬੈਂਜਾਮਿਨ ਫਰੈਂਕਲੀਨ (Benjamin Franklin) ਨੇ ਚਾਰਜਾਂ ਨੂੰ *ਧਨਾਤਮਕ ਅਤੇ ਰਿਣਾਤਮਕ* ਕਿਹਾ। ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਜਦੋਂ ਅਸੀਂ ਕਿਸੇ ਧਨਾਤਮਕ ਸੰਖਿਆ ਨੂੰ ਉਸੀ ਪਰਿਮਾਣ ਦੀ ਰਿਣਾਤਮਕ ਸੰਖਿਆਂ ਨਾਲ ਜੋੜਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਯੋਗਫਲ ਸਿਫਰ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਚਾਰਜਾਂ ਨੂੰ ਧਨਾਤਮਕ ਜਾਂ ਰਿਣਾਤਮਕ ਨਾਮ ਦੇਣ ਦੇ ਪਿੱਛੇ ਵੀ ਇਹੀ ਤਰਕ ਰਿਹਾ ਹੋਵੇਗਾ। ਦਸਤੂਰ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਕੱਚ ਦੀ ਛੜ ਅਤੇ ਬਿੱਲੀ ਦੇ ਫਰ ਤੇ ਚਾਰਜ ਧਨਾਤਮਕ ਕਹਿਲਾਉਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਪਲਾਸਟਿਕ-ਛੱੜ ਜਾਂ ਰੇਸ਼ਮ ਤੇ ਚਾਰਜ ਰਿਣਾਤਮਕ ਕਹਿਲਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਜਦ ਕੋਈ ਵਸਤੂ ਤੇ ਕੋਈ ਚਾਰਜ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉਹ ਵਸਤੂ ਚਾਰਜਿਤ ਜਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰੀਫਾਈਡ ਕਹੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਉਸ ਤੇ ਕੋਈ ਚਾਰਜ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਤਦ ਉਸਨੂੰ ਅਣ-ਚਾਰਜਿਤ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

ਬਿਜਲਈ ਕਰਨ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕਤਾ ਦਾ ਏਕੀਕਰਨ UNIFICATION OF ELECTRICITY AND MAGNETISM

ਪ੍ਰਾਚੀਨ ਸਮੇਂ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ (electricity) ਅਤੇ ਚੁੰਬਕਤਾ (magnetism) ਵੱਖ ਵਿਸ਼ੇ ਸਮਝੇ ਜਾਂਦੇ ਸੀ। ਬਿਜਲੀ ਦੇ ਅੰਤਰਗਤ ਕਚ ਦੀਆਂ ਛੜਾਂ, ਬਿੱਲੀ ਦੀ ਫਰ, ਬੈਟਰੀ, ਬਿਜਲੀ ਚਮਕਣ ਆਦੀ ਦੇ ਚਾਰਜਾਂ ਤੇ ਚਰਚਾ ਹੁੰਦੀ ਸੀ ਜਦਕਿ ਚੁੰਬਕਤਾ ਦੇ ਅੰਤਰਗਤ ਚੁੰਬਕਾਂ, ਲੋਹ-ਛੀਲਣਾਂ (iron fillings), ਚੁੰਬਕੀ ਕੰਪਾਸ ਆਦਿ ਵਿੱਚ ਪਰਸਪਰ ਕਿਰਿਆ ਦਾ ਵਰਣਨ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਸੀ। ਸੰਨ 1920 ਈ. ਵਿਚ ਡੈਨਮਾਰਕ ਦੇ ਵਿਗਿਆਨੀ ਔੱਸਟੇਡ (Oersted) ਨੇ ਇਹ ਵੇਖਿਆ ਕਿ ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ ਦੇ ਨੇੜੇ ਰੱਖੇ ਤਾਰ ਤੋਂ ਬਿਜਲੀ ਧਾਰਾ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਕਰਨ ਤੇ ਸੂਈ ਵਿਖੇਪਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਐਮਪੀਅਰ (Ampere) ਅਤੇ ਫੈਰਾਡੇ (Faraday) ਨੇ ਇਸ ਪ੍ਰੇਖਣ ਦਾ ਇਹ ਕਹਿੰਦੇ ਪੋਸ਼ਣ ਕੀਤਾ ਕਿ ਗਤੀਸ਼ੀਲ ਚਾਰਜ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਉਤਪੰਨ ਕਰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਗਤੀਸ਼ੀਲ ਚੁੰਬਕ ਬਿਜਲੀ ਧਾਰਾ ਉਤਪੰਨ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕਤਾ ਵਿੱਚ ਏਕੀਕਰਨ ਤਦ ਸਥਾਪਿਤ ਹੋਇਆ ਜਦ ਸਕਾਟਲੈਂਡ ਦੇ ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨੀ ਮੈਕਸਵੈਲ (Maxwell) ਅਤੇ ਹਾਲੈਂਡ ਦੇ ਭੌਤਿਕ ਸ਼ਾਸਤਰੀ ਲੋਰੇਂਜ (Lorentz) ਨੇ ਇੱਕ ਸਿਧਾਂਤ ਦਿੱਤਾ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਦਰਸਾਇਆ ਕਿ ਇਹ ਦੋਨੇ ਵਿਸ਼ੇ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਹਨ। ਇੱਸ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕਤਾ (electromagnetism) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਸਾਡੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਜ਼ਿਆਦਾਤਰ ਪਰਿਘਟਨਾਵਾਂ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕਤਾ ਦੇ ਅੰਤਰਗਤ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਉਹ ਸਾਰੇ ਬਲ ਜਿਹਨਾਂ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਵਿਚਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ, ਜਿਵੇਂ ਰਗੜ, ਰਸਾਇਣਿਕ ਬਲ ਜੋ ਮਾਦੇ ਨੂੰ ਸੰਯੋਜਿਤ ਰੱਖਣ ਲਈ ਮਾਦੇ ਦੇ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਵਿਚਕਾਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਇਥੋਂ ਤਕ ਕਿ ਸਜੀਵਾਂ ਦੀਆਂ ਕੋਸ਼ਿਕਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਹੋਣ ਵਾਲੀਆਂ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਬਲਾਂ ਦੀ ਉੱਤਪਤੀ ਵੀ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਬਲਾਂ ਨਾਲ ਹੀ ਹੋਈ ਹੈ। ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਬਲ ਕੁਦਰਤ ਦੇ ਮੂਲ ਬਲਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਇੱਕ ਹੈ।

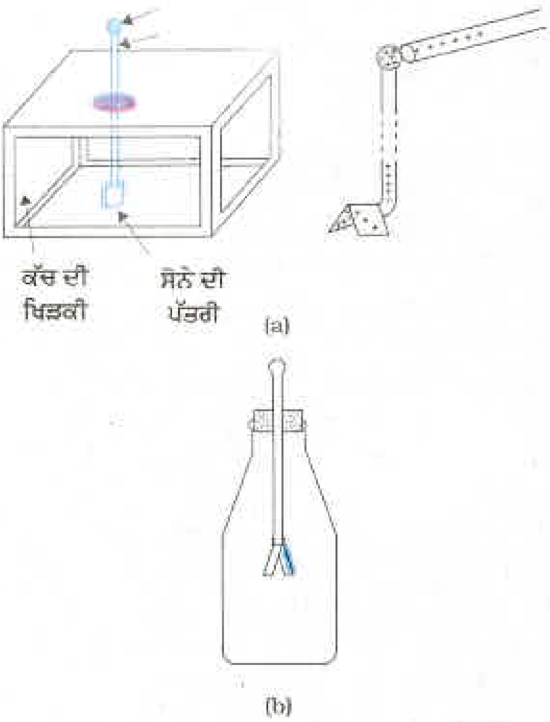
ਮੈਕਸਵੈਲ ਨੇ ਚਾਰ ਸਮੀਕਰਣ ਪੇਸ਼ ਕੀਤੇ ਜਿਹਨਾਂ ਦੀ ਕਲਾਸਕਲ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕਤਾ ਵਿੱਚ ਉਹੀ ਭੂਮਿਕਾ ਹੈ ਜੋ ਯੰਤਰਿਕੀ (Mechanics) ਵਿੱਚ ਨਿਊਟਨ ਦੀ ਗਤੀ ਦੀਆਂ ਸਮੀਕਰਨਾਂ ਅਤੇ ਗੁਰੁਤਾਕਰਸ਼ਣ ਨਿਯਮ ਦੀ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਨੇ ਇਹ ਵੀ ਪ੍ਰਮਾਣਿਤ ਕੀਤਾ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਪ੍ਰਕ੍ਰਿਤੀ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦੀ ਚਾਲ ਕੇਵਲ ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਮਾਪਾਂ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਇਹ ਵੀ ਦਾਅਵਾ ਕੀਤਾ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਕੀ ਦੇ ਵਿਗਿਆਨ ਅਤੇ ਬਿਜਲੀਕਰਣ ਅਤੇ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਚੁੰਬਕਤਾ ਵਿੱਚ ਗਹਿਰਾ ਸੰਬੰਧ ਹੈ। ਬਿਜਲਈ-ਕਰਨ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕਣ ਦਾ ਵਿਗਿਆਨ ਆਧੁਨਿਕ ਟੈਕਨਾਲੋਜੀਕਲ ਸੱਭਿਅਤਾ ਦੀ ਨੀਂਵ ਹੈ। ਬਿਜਲਸ਼ਕਤੀ, ਦੂਰ-ਸੰਚਾਰ, ਰੇਡੀਓ ਅਤੇ ਟੈਲੀਵਿਜ਼ਨ ਅਤੇ ਰੋਜ਼ ਦੇ ਜੀਵਨ ਵਿੱਚ ਉਪਯੋਗ ਹੋਣ ਵਾਲੀਆਂ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਤਰਾਂ ਦੀਆਂ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਯੁਕਤੀਆਂ ਇਸੇ ਵਿਗਿਆਨ ਦੇ ਸਿੱਧਾਂਤਾ ਤੇ ਆਧਾਰਿਤ ਹੈ। ਭਾਵੇਂ ਗਤੀਸ਼ੀਲ ਚਾਰਜਿਤ ਕਣ ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਦੋਵੇਂ ਬਲ ਆਰੋਪਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ, ਐਪਰ ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਨਿਰਦੇਸ਼ ਫਰੇਮ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਸਾਰੇ ਚਾਰਜ ਵਿਰਾਮ ਵਿੱਚ ਹੋਣ, ਆਰੋਪਿਤ ਬਲ ਕੇਵਲ ਬਿਜਲਈ ਬਲ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਤੁਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹੋ ਕਿ ਗੁਰੂਤਾਕਰਸ਼ਣ ਬਲ ਲੰਬੀ-ਰੇਂਜ (long range) ਦੇ ਬਲ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਸਦਾ ਪ੍ਰਭਾਵ ਉੱਥੇ ਵੀ ਅਨੁਭਵ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਜਿਥੇ ਪਰਸਪਰ ਕਿਰਿਆ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਕਣਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਦੀ ਦੂਰੀ ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਇਹ ਬਲ ਪਰਸਪਰ ਕਿਰਿਆ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਪਿੰਡਾ ਦੇ ਵਿੱਚ ਦੀ ਦੂਰੀ ਦੇ ਵਰਗ ਦੇ ਉਲਟ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਅਧਿਆਇ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਇਹ ਸਿੱਖਾਂਗੇ ਕਿ ਬਿਜਲਈ ਬਲ ਵੀ ਬਰਾਬਰ ਹੀ ਵਿਆਪਕ ਹੈ ਅਤੇ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਗੁਰੂਤਾਕਰਸ਼ਣ ਬਲ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਇਸਦੇ ਪਰਿਮਾਣ (magnitude) ਦੀ ਕੋਟੀ (order) ਕਈ ਗੁਣਾ ਵੱਧ ਹੈ। [ਭੌਤਿਕੀ ਪਾਠਪੁਸਤਕ ਜਮਾਤ-11 ਦਾ ਅਧਿਆਇ-1 ਵੇਖੋ]

ਚਾਰਜਾਂ ਦੀ ਉਪਸਥਿਤੀ ਨੂੰ ਪਰਖਣ ਲਈ ਇਕ ਸਰਲ ਉਪਕਰਨ ਸਵਰਣ ਪੱਤਰ *ਬਿਜਲਦਰਸ਼ੀ* (*gold leaf electroscope*) ਹੈ [ਚਿੱਤਰ (1.2]। ਇੱਸ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਬਾਕਸ ਵਿੱਚ ਧਾਤ ਦੀ ਇਕ ਖੜਵੀ ਛੜ ਲੱਗੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਸਦੇ ਨਿਚਲੇ ਸਿਰੇ ਤੇ ਸੋਨੇ ਦੇ ਵਰਕ ਦੀ ਦੋ ਪੱਤੀਆਂ ਬਣੀਆਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਜਦ ਕੋਈ ਚਾਰਜਿਤ ਵਸਤੂ ਛੜ ਦੇ ਉਪਰੀ ਸਿਰੇ ਨਾਲ ਛੋਹ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਛੜ ਤੋਂ ਹੁੰਦਾ ਹੋਇਆ ਚਾਰਜ ਸੋਨੇ ਦੇ ਵਰਕ ਤੇ ਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਇੱਕ-ਦੂਸਰੇ ਤੋਂ ਦੂਰ ਹਟ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਚਾਰਜ ਜਿਨਾਂ ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਵਰਕਾਂ ਦੇ ਨਿਚਲੇ ਸਿਰਿਆਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਉਂਨੀ ਹੀ ਵੱਧ ਦੂਰੀ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 1.2 (a) ਸੋਨੇ ਦੀ ਪੱਤਰੀ ਵਾਲਾ ਬਿਜਲੀਦਰਸ਼ੀ
(b) ਸਰਲ ਬਿਜਲੀਦਰਸ਼ੀ ਦੀ ਰੂਪਰੇਖਾ

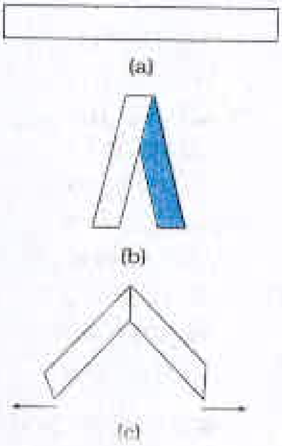
ਵਿਦਿਆਰਥੀ ਹੇਠਾਂ ਦੱਸੇ ਅਨੁਸਾਰ ਸਰਲ ਬਿਜਲਦਰਸ਼ੀ ਬਣਾ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਚਿੱਤਰ [1.2(b)]। ਪਰਦੇ ਲਟਕਾਉਣ ਵਾਲੀ ਐਲੂਮੀਨਿਅਮ ਦੀ ਬਰੀਕ ਛੜ ਲਓ ਜਿਸਦੇ ਦੋਵੇਂ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਗੋਲੇ ਜੁੜੇ ਹੋਣ। ਇਸਦਾ ਲਗਭਗ 20cm ਲੰਬਾ ਇਕ ਟੁਕੜਾ ਇੱਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੱਟੋ ਜਿਸ ਨਾਲ ਛੜ ਦਾ ਇੱਕ ਸਿਰਾ ਚਪਟਾ ਅਤੇ ਦੂਜਾ ਸਿਰਾ ਗੋਲੇ ਵਾਲਾ ਬਣ ਜਾਵੇ। ਇੱਕ ਲੰਬੀ ਬੋਤਲ ਲਓ ਜਿਸਦੇ ਮੂੰਹ ਤੇ ਕਾਰਕ ਲਗਾਕੇ ਉਸ ਕਾਰਕ ਵਿੱਚ ਛੇਕ ਕਰਕੇ ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਇਸ ਛੜ ਨੂੰ ਫਿੱਟ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕੇ। ਛੜ ਦਾ ਗੋਲੇ ਵਾਲਾ ਸਿਰਾ ਬੋਤਲ ਦੇ ਬਾਹਰ ਅਤੇ ਕਟਿਆ ਸਿਰਾ ਬੋਤਲ ਦੇ ਅੰਦਰ ਰੱਖਣਾ ਚਾਹਿਦਾ ਹੈ। ਲੰਬੀ ਪਤਲੀ ਅਲੂਮੀਨਿਅਮ ਪੱਤੀ (ਲਗਭਗ 6cm) ਲੈਕੇ ਇਸਨੂੰ ਵਿਚਕਾਰ ਤੋਂ ਮੋੜੋ ਅਤੇ ਇਸੇ ਛੜ ਦੇ ਚਪਟੇ ਸਿਰੇ ਸੈਲੂਲਾਸ ਟੇਪ ਦੇ ਨਾਲ ਜੋੜੋ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਆਪਦੇ ਬਿਜਲਦਰਸ਼ੀ ਦੇ ਪੱਤੇ ਬਣ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਹੁਣ ਕਾਰਕ (cork) ਨੂੰ ਬੋਤਲ ਵਿੱਚ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਫਿਟ ਕਰੋ ਕਿ ਛੜ ਦਾ ਗੋਲੇ ਵਾਲਾ ਸਿਰਾ ਕਾਰਕ ਤੋਂ ਲਗਭਗ 5cm ਬਾਹਰ ਨੂੰ ਨਿਕਲਿਆ ਰਹੇ। ਬੋਤਲ ਦੇ ਅੰਦਰ ਇੱਕ ਕਾਗਜ ਦਾ ਸਕੇਲ ਪੱਤੀਆਂ ਦੇ ਵਖਰੇਵੇਂ ਨੂੰ ਮਾਪਣ ਲਈ ਲਗਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਪੱਤੀਆਂ ਦੇ ਵਖਰੇਵੇਂ ਤੋਂ ਬਿਜਲਦਰਸ਼ੀ ਤੇ ਚਾਰਜ਼ਾਂ ਦੀ ਮਾਤਰਾ ਦਾ ਇੱਕ ਮਾਪ ਪਤਾ ਲਗਦਾ ਹੈ।

ਇਹ ਸਮਝਣ ਲਈ ਕਿ ਬਿਜਲਦਰਸ਼ੀ ਕਿਵੇਂ ਕੰਮ ਕਰਦਾ ਹੈ ਸਫੇਦ ਕਾਗਜ ਦੀਆਂ ਉਹ ਪੱਟੀਆਂ ਲਓ ਜਿਹਨਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਅਸੀਂ ਚਾਰਜਿਤ ਵਸਤੂਆਂ ਦੁਆਰਾ ਅਕਰਸ਼ਣ ਵੇਖਣ ਲਈ ਕੀਤਾ ਸੀ। ਪੱਟੀ ਨੂੰ ਅੱਧਾ ਮੋੜੋ ਤਾਂ ਜੋ ਪੱਟੀ ਤੇ ਮੋੜ ਦਾ ਨਿਸ਼ਾਨ ਬਣ ਜਾਂਦੇ। ਪੱਟੀ ਨੂੰ ਖੋਲੋ ਅਤੇ ਚਿੱਤਰ 1.3 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਪਹਾੜੀ ਮੋੜ ਬਣਾਕੇ ਹਲਕੀ ਪ੍ਰੈਸ ਕਰੋ। ਇਸਨੂੰ ਮੋੜ ਤੋਂ ਚੁਟਕੀ ਭਰਕੇ (pinching) ਫੜੋ। ਤੁਸੀਂ ਵੇਖੋਗੇ ਕਿ ਦੋਵੇਂ ਅੱਧੇ ਹਿੱਸੇ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਤੋਂ ਦੂਰ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਦਰਸਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰੈਸ ਕਰਨ ਤੇ ਪੱਟੀ ਚਾਰਜ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਲੈਂਦੀ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਤੁਸੀਂ ਪੱਟੀ ਨੂੰ ਅੱਧਾ ਮੋੜਦੇ ਹੋ ਤਾਂ ਦੋਵੇ ਅੱਧੇ ਭਾਗਾਂ ਤੇ ਸਮਾਨ ਚਾਰਜ ਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਇਸ ਕਾਰਣ ਉਹ ਇਕ ਦੂਸਰੇ ਨੂੰ ਅਪਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਸੋਨ ਪਤਰੀ ਬਿਜਲਦਰਸ਼ੀ ਵਿੱਚ ਵੀ ਇਹ ਪ੍ਰਭਾਵ ਵਿਖਾਈ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਪਰਦੇ ਦੀ ਛੜ ਦੇ ਗੋਲੇ ਨੂੰ ਚਾਰਜਿਤ ਵਸਤੂ ਤੋਂ ਸਪਰਸ਼ ਕਰਾਉਣ ਤੇ ਪਰਦੇ ਦੀ ਛੜ ਤੇ ਚਾਰਜ ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ ਹੋਕੇ ਉਸਦੇ ਦੂਸਰੇ ਸਿਰੇ ਤੇ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਜੁੜੇ ਅਲੂਮੀਨੀਅਮ ਦੀ ਪੱਤੀਆਂ ਤਕ ਪੁੱਜ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਪੱਤੀ ਦੇ ਅੱਧੇ ਹਿਸੇ ਸਮਾਨ ਚਾਰਜ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਨੂੰ ਅਪਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਪੱਤੀਆਂ ਦੀ ਅਪਸਾਰਿਤਾ (divergence) ਦੁਆਰਾ ਉਹਨਾਂ ਤੇ ਚਾਰਜ ਦੀ ਮਾਤਰਾ ਸੁਨਿਸ਼ਚਿਤ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਆਓ ਹੁਣ ਪਹਿਲਾਂ ਇਹ ਸਮਝਿਏ ਕੀ ਪਦਾਰਥਕ ਵਸਤੂਆਂ ਚਾਰਜਿਤ ਕਿਉਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ।



ਚਿੱਤਰ 1.3 ਕਾਗਜ਼ ਪੱਟੀ ਪ੍ਰਯੋਗ

ਸਾਰੇ ਪਦਾਰਥ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਅਤੇ/ਜਾਂ ਅਣੂਆ ਤੋਂ ਬਣੇ ਹਨ। ਭਾਵੇਂ ਵਸਤੂਆਂ ਸਾਧਾਰਨ ਤੋਰ ਤੇ ਉਦਾਸੀਨ (electrically neutral) ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ, ਉਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜ ਤਾਂ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਪਰ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਇਹ ਚਾਰਜ ਠੀਕ-ਠੀਕ ਸੰਤੁਲਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਅਣੂਆਂ ਨੂੰ ਸੰਭਾਲਣ ਵਾਲਾ ਰਸਾਇਣਿਕ ਬਲ, ਠੋਸਾਂ ਵਿੱਚ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਨੂੰ ਇਕੱਠੇ ਰਖਣ ਵਾਲੇ ਬਲ, ਗੂੰਦ ਦਾ ਆਸੰਜਕ (adhesive) ਬਲ, ਸਤਹਿ ਤਣਾਵ (surface tension) ਤੋਂ ਸੰਬੰਧਿਤ ਬਲ-ਇਹਨਾਂ ਸਾਰੇ ਬਲਾਂ ਦੀ ਮੂਲ ਪ੍ਰਕ੍ਰਿਤੀ ਬਿਜਲਈ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਚਾਰਜਿਤ ਕਣਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਲਗਣ ਵਾਲੇ ਬਿਜਲਈ ਬਲਾਂ ਤੋਂ ਉਤਪੰਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਤਰਾਂ, ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਬਲ ਸਰਵਵਿਆਪੀ ਹਨ ਅਤੇ ਇਹ ਸਾਡੇ ਜੀਵਨ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਹਰੇਕ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਸ਼ਾਮਿਲ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਇਹ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ ਕਿ ਅਸੀਂ ਇਸ ਤਰਾਂ ਦੇ ਬਲ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਤੇ ਹੋਰ ਜਾਣਕਾਰੀ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰੀਏ। ਕਿਸੇ ਉਦਾਸੀਨ ਵਸਤੂ ਨੂੰ ਚਾਰਜਿਤ ਕਰਨ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਉਸਤੋਂ ਇਕ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਚਾਰਜ ਨੂੰ ਜੋੜਨ ਜਾਂ ਹਟਾਉਣ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਅਸੀਂ ਕਹਿੰਦੇ ਹਾ ਕਿ ਕੋਈ ਵਸਤੂ ਚਾਰਜਿਤ ਹੈ ਤਾਂ ਅਸੀਂ ਹਮੇਸ਼ਾਂ ਹੀ ਇਸ ਚਾਰਜ ਦੀ ਅਧਿਕਤਾ ਜਾਂ ਘਾਟ ਦਾ ਉਲੇਖ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਠੋਸਾਂ ਵਿੱਚ ਕੁਝ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪਰਮਾਣੂ ਨਾਲ ਘੱਟ ਕੱਸਕੇ ਬੰਨ੍ਹੇ ਹੋਣ ਕਾਰਣ, ਉਹ ਚਾਰਜ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜੋ ਇਕ ਵਸਤੂ ਤੋਂ ਦੂਸਰੀ ਵਸਤੂ ਵਿੱਚ ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੋਈ ਵਸਤੂ ਆਪਣੇ ਕੁਝ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਖੋ ਕੇ ਧਨ ਚਾਰਜਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਿਸੇ ਵਸਤੂ ਨੂੰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਕੇ ਰਿਣਾਤਮਕ ਵੀ ਬਣਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਅਸੀਂ ਕੱਚ ਦੀ ਛੜ ਨੂੰ ਰੇਸ਼ਮ ਨਾਲ ਰਗੜਦੇ ਹਾਂ ਛੜ ਦੇ ਕੁਝ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਰੇਸ਼ਮ ਦੇ ਕੱਪੜੇ ਤੇ ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਤਰਾਂ ਛੜ ਧਨ-ਚਾਰਜਿਤ ਅਤੇ ਰੇਸ਼ਮ ਰਿਣ-ਚਾਰਜਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਰਗੜਨ ਦੀ ਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਨਵਾਂ ਚਾਰਜ ਉਤਪੰਨ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਨਾਲ ਹੀ ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਵਸਤੂ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਬਹੁਤ ਛੋਟਾ ਅੰਸ਼ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਅਤੇ ਸਿਰਫ ਵਸਤੂ ਦੇ ਘੱਟ ਕਸਕੇ ਬੰਧਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਹੀ ਰਗੜ ਨਾਲ ਇਕ ਵਸਤੂ ਤੋਂ ਦੂਜੀ ਵਸਤੂ ਵਿੱਚ ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ ਕੀਤੇ ਜਾ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਜਦੋਂ ਕਿਸੇ ਵਸਤੂ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਹੋਰ ਵਸਤੂ ਨਾਲ ਰਗੜਿਆਂ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਵਸਤੂਆਂ ਚਾਰਜਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹੀ ਕਾਰਣ ਹੈ ਕਿ ਰਗੜ ਦੁਆਰਾ ਵਸਤੂਆਂ ਤੇ ਆਏ ਚਾਰਜ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਣ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੇ ਕੁਝ ਖਾਸ ਜੋੜਿਆਂ ਤੱਕ ਹੀ ਅਟਕੇ ਰਹਿਣਾ ਪੈਂਦਾ ਹੈ।

1.3. ਚਾਲਕ ਅਤੇ ਬਿਜਲ-ਰੋਧੀ

(CONDUCTORS AND INSULATORS)

ਹੱਥ ਵਿੱਚ ਫੜੀ ਧਾਤ ਦੀ ਛੜ ਉੱਨ ਨਾਲ ਰਗੜੇ ਜਾਣ ਤੇ ਚਾਰਜਿਤ ਹੋਣ ਦਾ ਕੋਈ ਸੰਕੇਤ ਨਹੀਂ ਦਰਸਾਉਂਦੀ ਹੈ ਪਰ ਜੇ ਧਾਤ ਦੀ ਛੜ ਤੇ ਲਕੜੀ ਜਾਂ ਪਲਾਸਟਿਕ ਦਾ ਹੈਂਡਲ ਲੱਗਿਆ ਹੈ ਅਤੇ ਉਸਦੇ ਧਾਤ ਦੇ ਭਾਗ ਨੂੰ ਸਪਰਸ਼ ਨਹੀਂ ਕੀਤਾ ਗਿ ਆ ਤਾਂ ਉਹ ਚਾਰਜਿਤ ਹੋਣ ਦਾ ਸੰਕੇਤ ਦੇ ਦਿੰਦੀ ਹੈ। ਮੰਨ ਲਓ ਅਸੀਂ ਕਿਸੇ ਤਾਂਬੇ ਦੇ ਤਾਰ ਦੇ ਇਕ ਸਿਰੇ ਨੂੰ ਉਦਾਸੀਨ ਸਰਕੰਡੇ ਦੀ ਗੋਲੀ (pithball) ਨਾਲ ਜੋੜ ਦਿੰਦੇ ਹਾਂ ਅਤੇ ਦੂਜੇ ਸਿਰੇ ਨੂੰ ਰਿਣ-ਚਾਰਜਿਤ ਪਲਾਸਟਿਤ ਛੜ ਨਾਲ ਜੋੜ ਦਿੰਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਅਸੀਂ ਵੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਸਰਕੰਡੇ ਦੀ ਗੋਲੀ ਰਿਣਚਾਰਜਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਜੇ ਇਸੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਨੂੰ ਨਾਈਲਾਨ (nylon) ਦੇ ਧਾਗੇ ਜਾਂ ਰੱਬੜ ਦੇ ਛੱਲੇ ਦੇ ਨਾਲ ਦੁਹਰਾਈਏ ਤਾਂ ਪਲਾਸਟਿਕ-ਛੜ ਤੋਂ ਸਰਕੰਡੇ ਦੀ ਗੋਲੀ ਤੇ ਕੋਈ ਚਾਰਜ ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਛੜ ਤੋਂ ਗੋਲੀ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜ ਦੇ ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ ਨਾ ਹੋਣ ਦੇ ਕੀ ਕਾਰਨ ਹਨ?

ਕੁੱਝ ਪਦਾਰਥ ਤੁਰੰਤ ਹੀ ਆਪਣੇ ਵਿੱਚੋਂ ਦੀ ਬਿਜਲੀਧਾਰਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੋਣ ਦਿੰਦੇ ਹਨ ਜਦਕੀ ਕੁਝ ਇੰਝ ਨਹੀਂ ਕਰਦੇ। ਜੋ ਪਦਾਰਥ ਆਸਾਨੀ ਨਾਲ ਆਪਣੇ ਵਿੱਚੋਂ ਦੀ ਬਿਜਲੀ-ਧਾਰਾ ਨੂੰ ਵਹਿਣ ਦਿੰਦੇ ਹਨ ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਚਾਲਕ (conductors) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਉਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲਈ ਚਾਰਜ (ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ) ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜੋ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਅੰਦਰ ਗਤੀ ਦੇ ਲਈ ਤੁਲਨਾਤਮਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸੁਤੰਤਰ ਹੁੰਦੇ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਹਨ। ਧਾਤਾਂ, ਮਾਨਵ ਅਤੇ ਜੰਤੂ ਸ਼ਰੀਰ ਅਤੇ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਚਾਲਕ ਹਨ। ਕੱਚ, ਪੋਰਸੀਲੇਨ, ਪਲਾਸਟਿਕ, ਨਾਈਲਾਨ ਅਤੇ ਲਕੜੀ ਵਰਗੀਆਂ ਜ਼ਿਆਦਾਤਰ ਅਧਾਤਾਂ ਆਪਣੇ ਵਿੱਚੋਂ ਦੀ ਵਹਿਣ ਵਾਲੀ ਬਿਦਲੀ-ਧਾਰਾ ਤੇ ਉੱਚ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਲਗਾਉਂਦੀਆਂ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ *ਬਿਜਲਰੋਧੀ* (*insulators*) ਆਖਦੇ ਹਨ। ਵਧੇਰੇ ਕਰਕੇ ਪਦਾਰਥ ਉਪਰ ਵਰਣਿਤ ਇਹਨਾਂ ਦੋ ਵਰਗਾਂ ਵਿਚੋਂ ਕਿਸੇ ਇੱਕ ਵਿੱਚ ਆਉਂਦੇ ਹਨ।*

ਜਦ ਕੁੱਝ ਚਾਰਜ ਕਿਸੇ ਚਾਲਕ ਤੇ ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉਹ ਛੇਤੀਂ ਹੀ ਉਸ ਚਾਲਕ ਦੀ ਸਾਰੀ ਸਤਹਿ ਤੇ ਫੈਲ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਉਲਟ ਜੇ ਕੁਝ ਚਾਰਜ ਕਿਸੇ ਬਿਲਜਰੋਧੀ ਨੂੰ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਉਹ ਉੱਥੇ ਹੀ ਸਥਿਰ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਿਉਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਇਹ ਅਸੀਂ ਅਗਲੇ ਪਾਠ ਵਿੱਚ ਸਿੱਖਾਂਗੇ।

ਚਾਰਜਾਂ ਦਾ ਇਹ ਗੁਣ ਸਾਨੂੰ ਦਸਦਾ ਹੈ ਕਿ ਸੁੱਕੇ ਵਾਲਾਂ ਵਿੱਚ ਕੰਘੀ ਕਰਨ ਜਾਂ ਰਗੜਨ ਤੇ ਨਾਈਲਾਨ ਜਾਂ ਪਲਾਸਟਿਕ ਦੀ ਕੰਘੀ ਕਿਉਂ ਚਾਰਜਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ, ਪਰ ਧਾਤ ਦੀਆਂ ਵਸਤਾਂ ਜਿਵੇਂ ਚੱਮਚ ਚਾਰਜਿਤ ਕਿਉਂ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ? ਧਾਤਾਂ ਵਿਚੋਂ ਚਾਰਜ ਦਾ ਖੇ ਸਾਡੇ ਸ਼ਰੀਰ ਵਿਚੋਂ ਹੋ ਕੇ ਧਰਤੀ ਵਿਚ ਚਲਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਅਜਿਹਾ ਹੋਣ ਦਾ ਕਾਰਨ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਸਾਡਾ ਸ਼ਰੀਰ ਅਤੇ ਧਾਤ ਦੋਵੇਂ ਬਿਜਲੀ ਦੇ ਵਧੀਆ ਚਾਲਕ ਹਨ।

ਜਦ ਅਸੀਂ ਕਿਸੇ ਚਾਰਜਿਤ ਵਸਤੂ ਨੂੰ ਧਰਤੀ ਦੇ ਸੰਪਰਕ ਵਿੱਚ ਲਿਆਂਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਉਸਦਾ ਵਾਧੂ ਚਾਰਜ ਜੋੜਨ ਵਾਲੇ ਚਾਲਕ (ਜਿਵੇਂ ਸਾਡਾ ਸਰੀਰ) ਵਿੱਚੋਂ ਦੀ ਹੁੰਦੇ ਹੋਏ ਛਿੱਣ ਸਥਾਈ ਬਿਜਲ ਧਾਰਾ ਉਤਪੰਨ ਕਰਕੇ ਧਰਤੀ ਵਿੱਚ ਚਲਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਚਾਰਜਾਂ ਦੀ ਧਰਤੀ ਦੇ ਨਾਲ ਵੰਡ ਦੀ ਇੱਸ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਨੂੰ *ਭੂ-ਸੰਪਰਕਣ* (*grounding or earthing*) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਭੂ-ਸੰਪਰਕਣ ਬਿਜਲੀ ਸਰਕਟਾਂ ਅਤੇ ਉਪਕਰਨਾਂ ਦੀ ਸੁਰੱਖਿਆ ਦੇ ਲਈ ਕਿਤੀ ਗਈ ਵਿਵਸਥਾ ਹੈ। ਧਾਤ ਦੀ ਇੱਕ ਮੋਟੀ ਪਲੇਟ ਧਰਤੀ ਵਿੱਚ ਗਹਿਰਾਈ ਤਕ ਗੱਡੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਪਲੇਟ ਵਿਚੋਂ ਮੋਟੀਆਂ ਤਾਰਾਂ ਨੂੰ ਕੱਡਕੇ ਇਮਾਰਤਾਂ ਵਿੱਚ ਇਹਨਾਂ ਤਾਰਾ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਮੇਨ-ਸਪਲਾਈ ਦੇ ਨਿਕਟ ਭੂ-ਸੰਪਰਕਣ ਦੇ ਲਈ ਕਿਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਸਾਡੇ ਘਰਾਂ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਦੀ ਆਪੂਰਤੀ ਲਈ ਤਿੰਨ ਤਾਰਾਂ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤੀਆਂ ਜਾਂਦੀ ਹਨ।

ਬਿਜਲਈ ਤਾਰ (live wire), ਉਦਾਸੀਨ ਤਾਰ (neutral wire) ਅਤੇ ਭੁਸੰਪਰਕ ਤਾਰ (earth wire)। ਇਹਨਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਪਹਿਲੇ ਦੋ ਤਾਰ ਬਿਜਲੀ ਧਾਰਾਂ ਨੂੰ ਸ਼ਕਤੀ ਸਟੇਸ਼ਨ ਨਾਲ ਅਤੇ ਤੀਸਰੀ ਤਾਰ ਭੂਮੀ ਵਿੱਚ ਗੱਡੀ ਧਾਤ ਦੀ ਪਲੇਟ ਨਾਲ ਜੁੜੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਬਿਜਲੀ ਦੇ ਉਪਕਰਨਾਂ ਜਿਵੇਂ, ਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਪ੍ਰੈਸ, ਰੈਫ੍ਰੀਜਿਰੇਟਰ, ਟੈਲੀਵਿਜ਼ਨ ਦੇ ਧਾਤੂ ਦੇ ਆਵਰਣ ਭੁਸੰਪਰਕ ਤਾਰ ਨਾਲ ਜੁੜੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਦੋਸ਼ ਹੋਣ ਤੇ ਜਾਂ ਬਿਜਲਈ ਤਾਰ ਦੇ ਧਾਤੂ ਦੇ ਆਵਰਨ ਨਾਲ ਸੰਪਰਕ ਹੋਣ ਤੇ ਸਾਰਾ ਚਾਰਜ ਧਰਤੀ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਉਪਕਰਨਾਂ ਨੂੰ ਕੋਈ ਨੁਕਸਾਨ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਅਤੇ ਮਨੁੱਖਾਂ ਨੂੰ ਵੀ ਕੋਈ ਹਾਨੀ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ, ਜੇ ਭੂ-ਸੰਪਰਕ ਤਾਰ ਨਾ ਹੋਵੇ ਤਾ ਨੁਕਸਾਨ ਹੋਣਾ, ਦੁਰਘਟਨਾ ਹੋਣਾ ਲਾਜ਼ਮੀ ਹੋ ਜਾਵੇਗਾ ਕਿਉਂਕਿ ਮਨੁੱਖੀ ਸਰੀਰ ਬਿਜਲੀ ਦਾ ਚੰਗਾ ਚਾਲਕ ਹੈ।

1.4 ਪ੍ਰੇਰਣ ਦੁਆਰਾ ਚਾਰਜਿਤ ਹੋਣਾ

(CHARGING BY INDUCTION)

ਜਦ ਅਸੀਂ ਕਿਸੇ ਸਰਕੰਡੇ ਦੀ ਗੋਲੀ ਨਾਲ ਕਿਸੇ ਚਾਰਜਿਤ ਪਲਾਸਟਿਕ-ਛੜ ਨੂੰ ਸਪਰਸ਼ ਕਰਾਉਂਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਛੜ ਦਾ ਕੁਝ ਚਾਰਜ ਸਰਕੰਡੇ ਦੀ ਗੋਲੀ ਵਿੱਚ ਚਲਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਉਹ ਚਾਰਜਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਰਕੰਡੇ ਦੀ ਗੋਲੀ ਸੰਪਰਕ ਦੁਆਰਾ ਚਾਰਜਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਤਦ ਇਹ ਪਲਾਸਟਿਕ ਦੀ ਛੜ ਤੋਂ ਅਪ-ਕਰਸ਼ਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਕੱਚ ਦੀ ਛੱੜ ਜੋ ਉਲਟ-ਚਾਰਜਿਤ ਹੈ, ਦੇ ਵੱਲ ਅਕਰਸ਼ਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਪਰ ਕੋਈ ਚਾਰਜਿਤ ਛੜ ਹਲਕੀ ਵਸਤੂਆਂ ਨੂੰ ਕਿਉਂ ਅਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੀ ਹੈ, ਅਜੇ ਇਸ ਪ੍ਰਸ਼ਨ ਦਾ ਉੱਤਰ ਨਹੀਂ ਮਿਲਿਆ ਹੈ। ਆਓ ਅਸੀਂ ਇਹ ਸਮਝਣ ਦਾ ਯਤਨ ਕਰੀਏ ਕਿ ਹੇਠਾਂ ਲਿਖੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਨੂੰ ਕਰਨ ਤੇ ਕੀ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ।

(i) ਬਿਜਲਰੋਧੀ ਸਟੈਂਡ ਤੇ ਰੱਖੇ ਧਾਤੂ ਦੇ ਦੋ ਗੋਲੇ A ਅਤੇ B ਨੂੰ ਚਿੱਤਰ 1.4(a) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਸੰਪਰਕ ਵਿੱਚ ਲਿਆਓ।

---

* ਇਕ ਤੀਸਰੀ ਕਿਸਮ ਜਿਸਨੂੰ ਅਰਧ ਚਾਲਕ (semiconductors) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਚਾਰਜਾਂ ਦੀ ਗਤੀ ਵਿੱਚ ਅਵਰੋਧ ਉਤਪੰਨ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਅਵਰੋਧ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਚਾਲਕਾਂ ਅਤੇ ਬਿਜਲਰੋਧੀ ਤੇ ਵਿਚਕਾਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

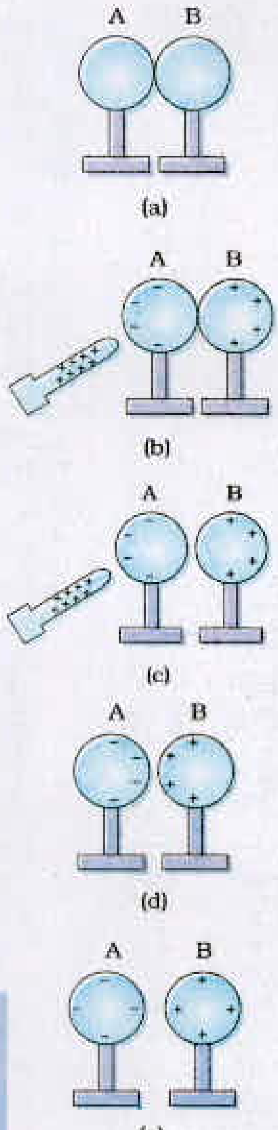
(ii) ਇਕ ਧਨ-ਚਾਰਜਿਤ ਛੜ ਇਹਨਾਂ ਗੋਲੇਆਂ ਵਿਚੋਂ ਕਿਸੇ ਇੱਕ (ਮੰਨ ਲਓ A) ਦੇ ਨਿਕਟ ਲਿਆਓ ਅਤੇ ਇਹ ਸਾਵਧਾਨੀ ਰਖੋ ਕਿ ਛੜ ਗੋਲੇ ਨੂੰ ਸੱਪਰਸ਼ ਨਾ ਕਰੇ। ਗੋਲੇ ਦੇ ਸੁਤੰਤਰਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਛੜ ਵੱਲ ਆਕਰਸ਼ਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਗੋਲੇ B ਦੇ ਪਿਛਲੇ ਪਾਸੇ ਧਨ ਚਾਰਜ ਦੀ ਅਧਿਕਤਾ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਦੋਨਾਂ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਚਾਰਜ ਧਾਤ ਦੇ ਗੋਲੇ ਵਿੱਚ ਬੰਧਿਤ ਰਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਪਲਾਇਨ ਨਹੀਂ ਕਰ ਪਾਂਦੇ। ਇਸਲਈ ਇਹ ਧਾਤੂ ਦੀ ਸਤਹਿ ਦੇ ਹੀ ਚਿੱਤਰ [1.4(b)] ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਰਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਗੋਲੇ A ਦੇ ਖੱਬੇ ਪਾਸੇ ਤੇ ਰਿਣਾਤਮਕ ਚਾਰਜ ਦੀ ਅਧਿਕਤਾ ਅਤੇ ਗੋਲੇ ਦੇ ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ ਦੀ ਸਤਹਿ ਦੇ ਧਨ ਚਾਰਜ ਦੀ ਅਧਿਕਤਾ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਐਪਰ ਗੋਲੇ ਦੇ ਸਾਰੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਗੋਲੇ A ਦੇ ਖੱਬੀ ਸਤਹਿ ਤੇ ਇਕੱਠੇ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੇ ਕਿਉਂਕੀ ਜਿਵੇਂ ਹੀ ਗੋਲੇ A ਦੇ ਖੱਬਿ ਪਾਸੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਇਕੱਠੇ ਹੋਣਾ ਸ਼ੁਰੂ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਹੋਰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਇਹਨਾਂ ਦੁਆਰਾ ਅਪਕਰਸ਼ਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਕੁਝ ਹੀ ਪਲਾਂ ਵਿੱਚ ਛੜ ਦੇ ਅਕਰਸ਼ਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਅਤੇ ਇਕੱਠੇ ਹੋਏ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਅਪ-ਕਰਸ਼ਣ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਸਮਤੋਲ (equilibrium) ਸਥਾਪਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 1.4(b) ਸਮਤੋਲ ਅਵਸਥਾ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਨੂੰ 'ਚਾਰਜ਼ਾਂ ਦਾ ਪ੍ਰੇਰਣ' (Induction of charge) ਆਖਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਹ ਲਗਭਗ ਤਤਕਾਲੀ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਤਕ ਕੱਚ ਦੀ ਛੜ ਗੋਲੇ ਦੇ ਨਿਕਟ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ ਤਦੋਂ ਤਕ ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਇਕੱਠਾ ਹੋਇਆ ਚਾਰਜ ਸਤਹਿ ਤੇ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਅਸੀਂ ਛੜ ਨੂੰ ਹਟਾ ਲੈਂਦੇ ਹਾਂ ਚਾਰਜ਼ਾ ਦੇ ਕੋਈ ਬਾਹਰੀ ਬਲ ਕਾਰਜ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ ਅਤੇ ਉਹ ਆਪਣੀ ਉਦਾਸੀਨ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਵਾਪਿਸ ਪਰਤ ਆਂਦੇ ਹਨ।

(iii) ਚਿੱਤਰ [1.4(c)] ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਕੱਚ ਦੀ ਛੜ ਨੂੰ ਖੱਬੇ ਗੋਲੇ ਦੇ ਨੇੜੇ ਰੱਖਦੇ ਹੋਏ ਦੋਨਾਂ ਗੋਲਿਆਂ ਨੂੰ ਇਕ ਦੂਸਰੇ ਤੋਂ ਵੱਖ ਕਰੋ। ਇੰਝ ਕਰਨ ਨਾਲ ਦੋਵੇਂ ਗੋਲੇ ਅਸਮਾਨ ਚਾਰਜ ਦੁਆਰਾ ਚਾਰਜਿਤ ਹੋਕੇ ਇਕ-ਦੂਸਰੇ ਨੂੰ ਅਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ।

(iv) ਛੜ ਨੂੰ ਹਟਾ ਲਓ। ਗੋਲੇ ਦੇ ਚਾਰਜ ਚਿੱਤਰ [1.4(d)] ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਖ਼ੁਦ ਨੂੰ ਆਪ ਹੀ ਪੁਨਰ ਵਿਵਸਥਿਤ ਕਰ ਲੈਂਦੇ ਹਨ। ਹੁਣ ਦੋਨੋ ਗੋਲਿਆਂ ਦੇ ਵਿਚ ਦੂਰੀ ਵਧਾਈਏ, ਇੰਝ ਕਰਨ ਤੇ, ਚਿੱਤਰ 1.4(e) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਚਾਰਜ ਗੋਲਿਆਂ ਤੇ ਇਕ-ਸਮਾਨ ਰੂਪ ਨਾਲ ਵਿਤਰਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਇਸ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਧਾਤ ਦੇ ਗੋਲੇ ਚਾਰਜਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਪਰ-ਚਾਰਜਿਤ ਕੱਚ ਦੀ ਛੜ ਦੇ ਚਾਰਜ ਦੀ ਕੋਈ ਹਾਨੀ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ ਜੋ ਕਿ ਸੰਪਰਕ ਦੁਆਰਾ ਚਾਰਜਿਤ ਕਰਨ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਦੇ ਉਲਟ ਹੈ।

ਜਦ ਕਿਸੇ ਚਾਰਜਿਤ ਛੜ ਨੂੰ ਹਲਕੀ ਵਸਤੂਆਂ ਦੇ ਨੇੜੇ ਲੈ ਕੇ ਜਾਂਦੇ ਹਾ ਤਾਂ ਇਹੀ ਪ੍ਰਭਾਵ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਛੜ ਵਸਤੂਆਂ ਦੇ ਨੇੜੇ ਵਾਲੇ ਪਾਸੇ ਤੇ ਅਸਮਾਨ ਚਾਰਜ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਕਰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਸਮਾਨ ਚਾਰਜ, ਵਸਤੂਆਂ ਦੇ ਦੂਰ ਵਾਲੇ ਭਾਗ ਤਕ ਪਹੁੰਚ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। [ਇਹੋ ਜਿਹਾ ਤਦ ਵੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਹਲਕੀ ਵਸਤੂ ਚਾਲਕ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ]। ਇਹ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਕਿਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਇਸਦਾ ਸਪਸ਼ਟੀਕਰਣ ਬਾਅਦ ਵਿੱਚ ਅਨੁਲਾਗ 1.10 ਅਤੇ 2.10 ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ।] ਦੋਵੇਂ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਕੇਂਦਰਾ ਵਿੱਚ ਕੁੱਝ ਦੂਰੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਸਮਾਨ ਚਾਰਜ਼ਾਂ ਵਿਚ ਅਕਰਸ਼ਣ ਅਤੇ ਅਸਮਾਨ ਚਾਰਜ਼ਾਂ ਵਿੱਚ ਅਪਕਰਸ਼ਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਪਰ ਬਲ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਚਾਰਜ਼ਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਦੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਨ ਕਾਰਨ ਆਕਰਸ਼ਣ ਬਲ, ਅਪਕਰਸ਼ਣ ਬਲ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ, ਕਾਗਜ਼ ਦੇ ਟੁਕੜੇ, ਸਰਕੰਡੇ ਦੀ ਗੋਲੀ ਆਦਿ ਹਲਕੇ ਹੋਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਛੜ ਵੱਲ ਖਿੱਚੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ।



ਚਿੱਤਰ 1.4 ਦੇ ਗੋਲਿਆਂ ਦੇ ਨਾਲ ਪ੍ਰੇਰਣਾ ਦੁਆਰਾ ਚਾਰਜਿਤ ਹੋਣਾ।

ਉਦਾਹਰਨ 1.1. ਤੁਸੀਂ ਕਿਸੇ ਧਾਤ ਦੇ ਗੋਲੇ ਨੂੰ ਸਪਰਸ਼ ਕੀਤੇ ਬਿਨਾ ਧਨ-ਚਾਰਜਿਤ ਕਿਵੇਂ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹੋ?

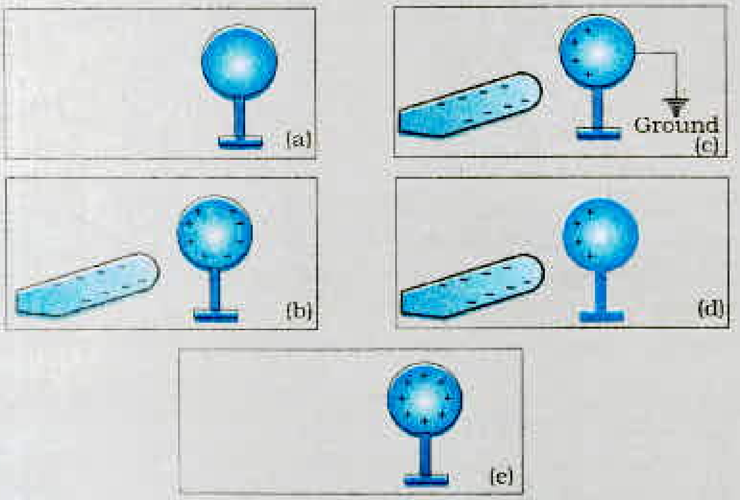
ਹਲ— ਚਿੱਤਰ 1.5 (a) ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਬਿਜਲਰੋਧੀ ਧਾਤ ਦੇ ਸਟੈਂਡ ਤੇ ਕੋਈ ਧਨ ਚਾਰਜਿਤ ਧਾਤ ਦਾ ਗੋਲਾ ਰਖਿਆ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 1.5 (b) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਇਸ ਗੋਲੇ ਦੇ ਨੇੜੇ ਕੋਈ ਰਿਣ ਚਾਰਜਿਤ ਛੜ ਲਿਆਓ। ਗੋਲੇ ਦੇ ਮੁਕਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਪਕਰਸ਼ਣ ਕਾਰਨ ਦੂਰ ਜਾਕਰ ਦੂਰ ਸਥਿਤ ਸਿਰੇ ਤੇ ਇਕੱਠੇ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਨੇੜੇ ਦਾ ਸਿਰਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਕਮੀ ਕਾਰਨ ਧਨ ਚਾਰਜਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਗੋਲੇ ਦੀ ਧਾਤ ਦੇ ਮੁਕਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਤੇ ਲਗਨ ਵਾਲਾ ਕੁਲ ਬਲ ਸਿਫਰ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਚਾਰਜ਼ਾਂ ਦੇ ਵਿਤਰਨ ਦੀ ਇਹ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਬੰਦ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਚਾਲਕ ਤਾਰ ਦੁਆਰਾ ਗੋਲੇ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਉਦਾਹਰਣ 1.1

ਨੂੰ ਭੂ-ਸੰਪਰਕਿਤ (earth) ਕਰੋ। ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਧਰਤੀ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੋ ਜਾਣਗੇ ਜਦਕੀ ਨੇੜੇ ਦੇ ਸਿਰੇ ਦਾ ਧੰਨਚਾਰਜ, ਛੜ ਦੇ ਰਿਣ ਚਾਰਜ ਦੇ ਆਕਰਸ਼ਣ ਬਲ ਕਾਰਨ ਚਿੱਤਰ 1.5 (c) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਬੰਧਿਤ ਰਹੇਗਾ। ਗੋਲ ਦਾ ਭੂ-ਸੰਪਰਕ ਤੋੜ ਦਿਉ। ਨੇੜੇ ਦੇ ਸਿਰੇ ਤੇ ਧਨ-ਚਾਰਜ ਦੀ ਬੰਧਤਾ ਬਣੀ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ। [ਚਿੱਤਰ 1.5(d)] ਚਾਰਜਿਤ ਛੜ ਨੂੰ ਹਟਾ ਲਓ। ਚਿੱਤਰ 1.5(e) ਵਿਚ ਦਰਸ਼ਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਧਨ ਚਾਰਜ ਗੋਲੇ ਦੀ ਸਤਹਿ ਤੇ ਇਕਸਮਾਨ ਰੂਪ ਨਾਲ ਫੈਲ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 1.5

ਇਸ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ ਧਾਤ ਦਾ ਗੋਲਾ ਪ੍ਰੇਰਣ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਦੁਆਰਾ ਚਾਰਜਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਛੜ ਅਪਣਾ ਕੋਈ ਚਾਰਜ ਨਹੀਂ ਖੋਂਦੀ।

ਪ੍ਰੇਰਣ ਦੁਆਰਾ ਧਾਤ ਦੇ ਗੋਲੇ ਨੂੰ ਰਿਣ-ਚਾਰਜਿਤ ਕਰਨ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਦੇ ਵੀ ਇਹੀ ਪਗ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਇਸ ਵਿੱਚ ਧਨ ਚਾਰਜਿਤ ਛੜ ਗੋਲੇ ਦੇ ਸਮੀਪ ਲਿਆਂਦੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਧਰਤੀ ਤੋਂ ਗੋਲੇ ਵਿੱਚ ਉਸ ਸਮੇਂ ਤਬਦੀਲ (ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ) ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜਦੋਂ ਤਾਰ ਦੁਆਰਾ ਗੋਲੇ ਨੂੰ ਭੂ-ਸੰਪਰਕਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕਿ ਤੁਸੀਂ ਇਸਦਾ ਕਾਰਣ ਸਪੱਸ਼ਟ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹੋ?

Interactive animation on charging a two-sphere system by induction:
http://www.physicsclassroom.com/mmedia/estatics/itsr.cfm

1.5 ਬਿਜਲਈ ਚਾਰਜ ਦੇ ਮੂਲ ਗੁਣ
(BASIC PROPERTIES OF ELECTRIC CHARGE)

ਅਸੀਂ ਇਹ ਵੇਖਿਆ ਹੈ ਕਿ ਚਾਰਜ ਦੋ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ-ਧਨ ਚਾਰਜ ਅਤੇ ਰਿਣ ਚਾਰਜ ਅਤੇ ਇਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਨੂੰ ਖ਼ਤਮ ਕਰਨ ਦੀ ਪ੍ਰਵਿਰਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਹੁਣ, ਅਸੀਂ ਇਥੇ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਹੋਰ ਗੁਣਾਂ ਬਾਰੇ ਵਰਣਨ ਕਰਾਂਗੇ।

ਜੇ ਚਾਰਜਿਤ ਵਸਤੂਆਂ ਦਾ ਸਾਈਜ਼ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੀ ਦੂਰੀ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਅਸੀਂ ਉਸਨੂੰ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜ (point charge) ਮੰਨਦੇ ਹਾਂ। ਇਹ ਮੰਨ ਲਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਵਸਤੂ ਦਾ ਸੰਪੂਰਨ ਚਾਰਜ ਪੁਲਾੜ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਕੇਂਦ੍ਰਿਤ ਹੈ।

1.5.1 ਚਾਰਜਾਂ ਦੀ ਜੋੜਕਤਾ (Additivity of charges)

ਅਜੇ ਤਕ ਅਸੀਂ ਚਾਰਜ ਦੀ ਪਰਿਮਾਣਾਤਮਕ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਨਹੀਂ ਦਿੱਤੀ ਹੈ। ਇਸਨੂੰ ਅਸੀਂ ਅਗਲੇ ਅਨੁਭਾਗ ਵਿੱਚ ਸਮਝਾਂਗੇ। ਅੰਤਰਿਮ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਇਹ ਮੰਨਾਂਗੇ ਕਿ ਇਸ ਤਰਾਂ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਫਿਰ ਅਸੀਂ ਅੱਗੇ ਵੱਧਾਂਗੇ। ਜੇ ਕਿਸੇ ਸਿਸਟਮ ਵਿੱਚ ਦੋ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜ q_1 ਅਤੇ q_2 ਹਨ ਤਾਂ ਸਿਸਟਮ ਦਾ ਕੁੱਲ ਚਾਰਜ q_1 ਅਤੇ q_2 ਨੂੰ ਬੀਜਗਣਿਤਕ (algebraically) ਰੀਤ ਨਾਲ ਜੋੜਨ ਤੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਭਾਵ ਕਿ ਚਾਰਜਾਂ ਨੂੰ ਵਾਸਤਵਿਕ ਸੰਖਿਆਵਾਂ ਦੇ ਵਾਂਗ ਜੋੜਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਜਾਂ ਚਾਰਜ ਪੁੰਜ ਦੀ ਭਾਂਤੀ ਅਦਿਸ਼ (scalar) ਰਾਸ਼ੀ ਹੈ। ਜੇ ਕਿਸੇ ਸਿਸਟਮ ਵਿੱਚ n ਚਾਰਜ, q_1, q_2, q_3, ... q_n ਹਨ ਤਾਂ ਸਿਸਟਮ ਦਾ ਕੁੱਲ ਚਾਰਜ $q_1 + q_2 + q_3 + ... + q_n$ ਹੈ। ਚਾਰਜ ਦਾ ਪੁੰਜ ਵਾਂਗ ਹੀ ਪਰਿਮਾਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਦਿਸ਼ਾ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ। ਹੈ ਪਰ ਚਾਰਜ ਅਤੇ ਪੁੰਜ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਅੰਤਰ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਕਿਸੇ ਵਸਤੂ ਦਾ ਪੁੰਜ ਹਮੇਸ਼ਾ ਧਨਾਤਮਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦਕਿ ਕੋਈ ਚਾਰਜ ਜਾਂ ਤਾਂ ਧਨਾਤਮਕ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ ਜਾਂ ਰਿਣਾਤਮਕ। ਕਿਸੇ ਸਿਸਟਮ ਦੇ ਚਾਰਜ ਦਾ ਜੋੜ ਕਰਦੇ ਸਮੇਂ ਉਸਦੇ ਢੁਕਵੇਂ ਨਿਸ਼ਾਨ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਨਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ ਕਿਸੇ ਸਿਸਟਮ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਆਪਮਤੇ ਮਾਤ੍ਰਕ ਨਾਲ ਮਾਪੇ ਗਏ ਪੰਜ ਚਾਰਜ +1, +2,-3, +4 ਅਤੇ −5 ਹਨ, ਤਦ ਉਸੇ ਮਾਤ੍ਰਕ ਵਿੱਚ ਸਿਸਟਮ ਦਾ ਕੁੱਲ ਚਾਰਜ (+1) + (+2) +(-3) + (+4) + (-5) = -1 ਹੈ।

1.5.2 ਬਿਜਲਈ ਚਾਰਜ ਸੁਰਖਿਅਤ ਹੈ (Charge is conserved)

ਅਸੀਂ ਇਸ ਤੱਥ ਵਲ ਪਹਿਲੇ ਹੀ ਸੰਕੇਤ ਦੇ ਚੁਕੇ ਹਾਂ ਕਿ ਜਦੋਂ ਵਸਤੂਆਂ ਰਗੜਨ ਤੇ ਚਾਰਜਿਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਤਾਂ ਇੱਕ ਵਸਤੂ ਤੋਂ ਦੂਸਰੀ ਵਸਤੂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦਾ ਸਥਾਨਾਂਤਰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਕੋਈ ਨਵਾਂ ਚਾਰਜ ਪੈਦਾ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਅਤੇ ਨਾ ਹੀ ਚਾਰਜ ਨਸ਼ਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਬਿਜਲਈ ਚਾਰਜਯੁਕਤ ਕਣਾਂ ਨੂੰ ਦ੍ਰਿਸਟੀ ਵਿੱਚ ਲਿਆਈਏ ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਚਾਰਜ ਦੇ ਸੁਰਖਿਅਣ ਦੀ ਧਾਰਨਾ ਸਮਝ ਆਵੇਗੀ। ਜਦੋਂ ਅਸੀਂ ਦੋ ਵਸਤੂਆਂ ਨੂੰ ਇਕ ਦੂਜੇ ਨਾਲ ਰਗੜਦੇ ਹਾਂ ਤਾ ਇਕ ਵਸਤੂ ਜਿਹਨਾਂ ਚਾਰਜ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੀ ਹੈ ਦੂਜੀ ਵਸਤੂ ਉਨ੍ਹਾਂ ਹੀ ਚਾਰਜ ਗਵਾਉਂਦੀ ਹੈ। ਬਹੁਤ ਸਾਰੀਆਂ ਚਾਰਜਿਤ ਵਸਤੂਆਂ ਦੇ ਕਿਸੇ ਜੁਦਾ ਸਿਸਟਮ (Isolated System) ਦੇ ਅੰਦਰ, ਵਸਤੂਆਂ ਦੀ ਆਪਸੀ ਕਿਰਿਆ ਕਾਰਨ, ਚਾਰਜ ਦੁਬਾਰਾ ਵਿਤਰਿਤ ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ, ਪਰ ਇਹ ਵੇਖਿਆ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ 'ਜੁਦਾ ਸਿਸਟਮ ਦਾ ਕੁੱਲ ਚਾਰਜ ਹਮੇਸ਼ਾਂ ਸੁਰਖਿਅਤ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਚਾਰਜ ਸੁਰਖਿਅਣ ਨੂੰ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸਥਾਪਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਚੁਕਿਆ ਹੈ।

ਭਾਵੇਂ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਵਿਚ ਚਾਰਜਵਾਹੀ ਕਣ ਪੈਦਾ ਜਾਂ ਨਸ਼ਟ ਕੀਤੇ ਜਾ ਸਕਦੇ ਹਨ, ਪਰ ਕਿਸੇ ਜੁਦਾ ਸਿਸਟਮ ਦੇ ਕੁੱਲ ਚਾਰਜ ਨੂੰ ਪੈਦਾ ਕਰਨਾ ਜਾਂ ਨਸ਼ਟ ਕਰਨਾ ਸੰਭਵ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਕਦੇ-ਕਦੇ ਕੁਦਰਤ ਚਾਰਜਿਤ ਕਣ ਪੈਦਾ ਕਰਦੀ ਹੈ : ਕੋਈ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ, ਇਕ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਅਤੇ ਇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵਿੱਚ ਰੂਪਾਂਤਰਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਪੈਦਾ ਹੋਏ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਅਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਤੇ, ਪਰਿਮਾਣ ਦੇ ਸਮਾਨ ਅਤੇ ਉਲਟ ਚਾਰਜ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸ ਰਚਨਾ ਤੋਂ ਪਹਿਲੇ ਅਤੇ ਬਾਅਦ ਦਾ ਕੁੱਲ ਚਾਰਜ ਸਿਫਰ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ।

1.5.3 ਬਿਜਲਈ ਚਾਰਜ ਦਾ ਕੁਆਂਟੀਕਰਣ (Quantisation of charge)

ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਹ ਸਥਾਪਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਸਾਰੇ ਮੁਕਤ ਚਾਰਜ ਪਰਿਮਾਣ ਵਿਚ ਚਾਰਜ ਦੀ ਮੂਲ ਇਕਾਈ, ਜਿਸਨੂੰ e ਦੁਆਰਾ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਦੇ ਪੂਰਨਾਂਕੀ ਗੁਣਜ ਹਨ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਕਿਸੇ ਵਸਤੂ ਦੇ ਚਾਰਜ q ਨੂੰ ਹਮੇਸ਼ਾ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ :-

$$q = ne$$

ਇੱਥੇ n ਕੋਈ ਧਨਾਤਮਕ ਜਾਂ ਰਿਣਾਤਮਕ ਪੂਰਨ ਅੰਕ ਹੈ। ਚਾਰਜ ਦੀ ਇਹ ਮੂਲ ਇਕਾਈ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਜਾਂ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦੇ ਚਾਰਜ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਹੈ। ਦਸਤੂਰ ਅਨੁਸਾਰ, ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਚਾਰਜ ਨੂੰ ਰਿਣਾਤਮਕ ਮੰਨਦੇ ਹਨ, ਇਸਲਈ ਕਿਸੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਤੇ ਚਾਰਜ e ਅਤੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਤੇ ਚਾਰਜ $+e$ ਦੁਆਰਾ ਵਿਅਕਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ।

ਬਿਜਲਈ ਚਾਰਜ ਹਮੇਸ਼ਾ e ਦਾ ਪੂਰਣਾਂਕ (integral multiple) ਗੁਣਜ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤੱਥ ਨੂੰ *ਚਾਰਜ ਦਾ ਕੁਆਂਟਾਈਜੇਸ਼ਨ* (*quantisation of charge*) ਆਖਦੇ ਹਨ। ਭੌਤਿਕੀ ਵਿੱਚ ਇਹੋ ਜਿਹੀ ਬਹੁਤ ਸਾਰੀਆਂ ਸਥਿਤੀਆਂ ਹਨ ਜਿੱਥੇ ਕੁਝ *ਭੌਤਿਕ ਰਾਸ਼ੀਆਂ ਕੁਆਂਟੀਕ੍ਰਿਤ* ਹਨ। ਚਾਰਜ ਦੇ ਕੁਆਂਟੀਕਰਨ ਦਾ ਸੁਝਾਅ ਸਭ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਅੰਗ੍ਰੇਜ਼ ਪ੍ਰਯੋਗਕਰਤਾ ਫੈਰਾਡੇ ਦੁਆਰਾ ਖੋਜੇ ਗਏ ਬਿਜਲ ਅਪਘਟਨ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਨਿਯਮਾਂ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਇਆ ਸੀ। ਸਾਲ 1912 ਵਿੱਚ ਮਿਲੀਕਨ ਨੇ ਇਸਨੂੰ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਰੂਪ ਨਾਲ ਨਿਰਦੇਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਸੀ।

ਮਾਤਰਕਾਂ ਦੀ ਅੰਤਰਾਸ਼ਟਰੀ ਪ੍ਰਣਾਲੀ (SI) ਵਿਚ ਚਾਰਜ ਦਾ ਮਾਤ੍ਰਕ ਕੂਲਾਮ (*coulomb*) ਹੈ, ਜਿਸਦਾ ਪ੍ਰਤੀਕ C ਹੈ। ਇੱਕ ਕੂਲਾਮ ਨੂੰ ਬਿਜਲੀ ਧਾਰਾ ਦੇ ਮਾਤ੍ਰਕ ਦੇ ਪਦਾਂ ਵਿੱਚ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਅਸੀ ਅਗਲੇ ਅਧਿਆਇ ਵਿੱਚ ਸਿਖਾਂਗੇ। ਇਸ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਅਨੁਸਾਰ ਕੂਲਮ ਉਹ ਚਾਰਜ ਹੈ ਜੋ ਕਿਸੇ ਤਾਰ ਵਿੱਚੋਂ 1A (ਐਮਪੀਅਰ) ਧਾਰਾ 1 ਸੈਕੰਡ ਤੱਕ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। [ਭੌਤਿਕੀ ਦੀ ਪਾਠ ਪੁਸਤਕ ਜਮਾਤ-11, ਭਾਗ 1 ਦਾ ਅਧਿਆਇ 2 ਵੇਖੋ]। ਇਸ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਵਿੱਚ, ਚਾਰਜ ਦੀ ਮੂਲ ਇਕਾਈ ਹੈ :—

$$e = 1.602192 \times 10^{-19}\ C$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ, –1C ਚਾਰਜ ਵਿੱਚ ਲਗਭਗ 6×10^{18} ਇਲੈੱਕਟ੍ਰਾਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਵਿਗਿਆਨ ਵਿੱਚ ਇੰਨੇ ਵੱਡੇ ਪਰਿਮਾਣ ਦੇ ਚਾਰਜ਼ਾਂ ਨਾਲ ਕਦੇ-ਕਦੇ ਹੀ ਸਾਮਨਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਲਈ ਅਸੀਂ ਇਸਦੇ ਛੋਟੇ ਮਾਤ੍ਰਕਾ 1 μC (ਮਾਈਕ੍ਰੋਕੁਲਮ) 10^{-6} C ਅਤੇ 1 mC (ਮਿਲੀਕੁਲਮ) = 10^{-3} C ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਦੇ ਹਾਂ।

ਜੇ ਸਿਰਫ ਇਲੈੱਕਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਹੀ ਵਿਸ਼ਵ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜ ਦੇ ਮੂਲ ਮਾਤਰਕ ਹਨ ਤਾਂ ਸਾਰੀ ਚਾਰਜਿਤ ਵਸਤੂਆਂ ਨੂੰ e ਦਾ ਪੂਰਣਾਂਕ ਗੁਣਜ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਇਸ਼ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜੇ ਕਿਸੇ ਵਸਤੂ ਵਿੱਚ n_1 ਇਲੈੱਕਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ n_2 ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਹਨ ਤਾਂ ਉਸ ਵਸਤੂ ਤੇ ਕੁੱਲ ਚਾਰਜ $n_2 \times e + n_1 \times (-e) = (n_2 - n_1)\, e$ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ n_1 ਅਤੇ n_2 ਪੂਰਨਾਂਕ ਹਨ, ਇਹਨਾਂ ਦਾ ਅੰਤਰ ਵੀ ਪੂਰਨਾਂਕ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਕਿਸੇ ਵਸਤੂ ਦੇ ਚਾਰਜ਼ ਹਮੇਸ਼ਾ e ਦਾ ਪੂਰਨਾਂਕ ਗੁਣਜ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸਨੂੰ e ਦੇ ਚਰਣਾਂ ਵਿੱਚ ਹੀ ਘਟਾਇਆ ਜਾਂ ਵਧਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਪਰ, ਮੂਲ ਮਾਤ੍ਰਕ e ਦਾ ਸਾਈਜ ਬਹੁਤ ਛੋਟਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਵੱਡੇ ਪੱਧਰ ਤੇ ਅਸੀਂ ਕੁਝ μC ਦੇ ਚਾਰਜਾਂ ਨੂੰ ਇਸਤੇਮਾਲ ਵਿਚ ਲਿਆਂਦੇ ਹਾਂ, ਇਸ ਪੈਮਾਨੇ ਤੇ ਇਹ ਤੱਥ (ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਗੋਚਰ) ਨਹੀਂ ਲਗਦਾ ਕਿ ਕਿਸੇ ਵਸਤੂ ਦਾ ਚਾਰਜ e ਦੇ ਮਾਤ੍ਰਕਾਂ, ਵਿੱਚ ਘੱਟ ਜਾਂ ਵੱਧ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਚਾਰਜ ਦੀ ਕਣ ਵਾਲੀ ਪ੍ਰਕ੍ਰਿਤੀ ਲੁੱਪਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਨਿਰੰਤਰ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਬਿੰਦੂ ਅਤੇ ਰੇਖਾ ਦੀ ਜਿਆਮਿਤੀ ਵਾਲੀਆਂ ਪਰਿਕਲਪਨਾਵਾਂ ਨਾਲ ਕਿਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਦੂਰ ਤੋਂ ਵੇਖਣ ਤੇ ਕੋਈ ਬਿੰਦੂਕ੍ਰਿਤ (dotted) ਰੇਖਾ ਸਾਨੂੰ ਨਿਰੰਤਰ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਐਪਰ ਉਹ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਨਿਰੰਤਰ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ। ਜਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਕ-ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਬਹੁਤ ਨੇੜੇ ਦੇ ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਬਿੰਦੂ ਸਾਨੂੰ ਨਿਰੰਤਰ ਰੇਖਾ ਦਾ ਅਭਾਸ ਕਰਾਂਦੇ ਹਨ, ਉਸੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇੱਕ ਸਾਥ ਲੈਣ ਤੇ ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਛੋਟੇ ਚਾਰਜਾਂ ਦਾ ਸੰਕਲਨ ਵੀ ਨਿਰੰਤਰ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਣ ਵਰਗਾ ਵਿਖਾਈ ਦਿੰਦਾ ਹੈ।

ਵੱਡੇ ਪੱਧਰ ਤੇ ਅਸੀਂ ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਚਾਰਜ਼ਾਂ ਨਾਲ ਵਿਵਹਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਜੋ ਇਲੈੱਕਟ੍ਰਾਨ e ਦੇ ਚਾਰਜ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਪਰਿਮਾਣ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਵਿਸ਼ਾਲ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਕਿਉਂਕਿ $e = 1.6 \times 10^{-19}$ C, ਪਰਿਮਾਣ ਵਿੱਚ 1 μC ਚਾਰਜ਼ ਵਿੱਚ ਇਕ ਇਲੈੱਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਚਾਰਜ ਦਾ ਲਗਭਗ 10^{13} ਗੁਣਾਂ ਚਾਰਜ਼ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪੈਮਾਨੇ ਤੇ, ਇਹ ਤੱਥ ਕਿ ਕਿਸੇ ਵਸਤੂ ਵਿਚ ਚਾਰਜ ਦੀ ਕਮੀ ਜਾਂ ਬੜੋਤਰੀ ਸਿਰਫ਼ e ਦੇ ਮਾਤ੍ਰਕਾਂ ਵਿਚ ਹੀ ਹੋ ਸਕਦੀ ਹੈ, ਇਸ ਕਥਨ ਤੋਂ ਬਿਲਕੁਲ ਵੱਖ ਨਹੀਂ ਹੈ ਕਿ ਚਾਰਜ ਨਿਰੰਤਰ ਕੁਝ ਮਾਣ ਗ੍ਰਹਿਣ ਕਰ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ, ਵੱਡੇ ਪੱਧਰ ਤੇ ਚਾਰਜ ਦੇ ਕਵਾਂਟਰੀਕਰਨ ਦਾ ਕੋਈ ਵਿਵਹਾਰਿਕ ਮਹੱਤਵ ਨਹੀਂ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦੀ ਨਜ਼ਰ ਅੰਦਾਜ਼ੀ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਸੁਖਮ ਪੱਧਰ ਤੇ ਜਿੱਥੇ ਚਾਰਜ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ e ਦੇ ਕੁਝ ਦਸ਼ਕ ਅਤੇ ਕੁਝ ਸ਼ਤਕ ਦਰਜੇ ਦੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਭਾਵ ਕੀ ਜਿਹਨਾਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ, ਇੱਥੇ ਚਾਰਜ ਖੰਡਿਤ (discrete) ਗੰਢ ਵਾਂਗ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਚਾਰਜ ਦੇ ਕੁਆਂਟੀਕਰਨ ਨੂੰ ਨਜ਼ਰ ਅੰਦਾਜ਼ ਨਹੀਂ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ। ਇਸ ਲਈ ਇਹ ਜਾਣਨਾ ਬੜਾ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ ਕਿ ਕਿਹੜੇ ਪਰਿਮਾਣ ਦੇ ਚਾਰਜ ਦੀ ਗੱਲ ਕੀਤੀ ਜਾ ਰਹੀ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਣ 1.2

ਉਦਾਹਰਨ 1.2— ਜੇ ਕਿਸੇ ਪਿੰਡ ਵਿਚੋਂ ਇੱਕ ਸੈਕੰਡ ਵਿੱਚ 10^9 ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਕਿਸੇ ਹੋਰ ਪਿੰਡ ਵਿੱਚ ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਤਾਂ 1C ਚਾਰਜ ਦੇ ਸਥਾਨਾਂਤਰਨ ਲਈ ਕਿੰਨਾ ਸਮਾ ਲੱਗੇਗਾ?

ਹੱਲ— 1 ਸੈਕੰਡ ਵਿੱਚ ਪਿੰਡ ਵਿੱਚੋਂ 10^9 ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨਿਕਲਦੇ ਹਨ, ਇਸ ਲਈ ਪਿੰਡ ਦੁਆਰਾ 1 s ਵਿੱਚ ਦਿੱਤਾ ਜਾਣ ਵਾਲਾ ਚਾਰਜ $1.6 \times 10^{-19} \times 10^9 C = 1.6 \times 10^{-10}$ C ਤਦ 1 C ਚਾਰਜ ਦੇ ਸੰਚਿਤ ਹੋਣ ਦੇ ਸਮੇਂ ਦਾ ਆਕਲਨ $1\ C \div (1.6 \times 10^{10}\ C/s) = 6.25 \times 10^9\ s = 6.25 \times 10^9 \div (365 \times 24 \times 3600)$ ਸਾਲ = 198 ਸਾਲ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜਿਹੜੇ ਪਿੰਡ ਤੋਂ 10^9 ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪ੍ਰਤੀ ਸੈਕੰਡ ਦਾ ਉਤਸਰਜਣ ਹੋ ਰਿਹਾ ਹੈ, ਉਸਤੋਂ 1 C ਚਾਰਜ਼ ਸੰਚਿਤ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਲਗਭਗ 200 ਸਾਲ ਲਗਣਗੇ। ਇਸ ਲਈ ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਵਿਵਹਾਰਿਕ ਕਾਰਜ਼ਾਂ ਦੀ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਤੋਂ ਇਕ ਕੁਲਮ ਚਾਰਜ ਦਾ ਇਕ ਬਹੁਤ ਵੱਡਾ ਮਾਤ੍ਰਕ ਹੈ।

ਇਹ ਜਾਣਨਾ ਵੀ ਬੜਾ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੇ ਪਦਾਰਥ ਦੇ 1 ਘਣ ਸੈਂਟੀਮੀਟਰ ਟੁਕੜੇ ਵਿੱਚ ਲਗਭਗ ਕਿੰਨੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। 1 cm ਭੁਜਾ ਦੇ ਤਾਂਬੇ ਦੇ ਘਣ ਵਿੱਚ ਲਗਭਗ 2.5×10^{24} ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਉਦਾਹਰਣ 1.3

ਉਦਾਹਰਨ 1.3 ਇਕ ਕਪ ਜਲ ਵਿੱਚ ਕਿੰਨੇ ਧਨ ਅਤੇ ਰਿਣ ਚਾਰਜ ਹੁੰਦੇ ਹਨ?

ਹੱਲ— ਮੰਨ ਲਓ ਇਕ ਕੱਪ ਪਾਣੀ ਦਾ ਪੁੰਜ 250 g ਹੈ। ਪਾਣੀ ਦਾ ਅਣੂ ਪੁੰਜ 18g ਹੈ ਇਕ ਮੋਲ (= 6.02 × 10^{23} ਅਣੂ) ਪਾਣੀ ਦਾ ਪੁੰਜ 18 g ਹੈ। ਇਸ਼ ਲਈ ਇਕ ਕੱਪ ਪਾਣੀ ਵਿੱਚ ਅਣੂਆ ਦੀ ਸੰਖਿਆ (250/18) × 6.02 × 10^{23} ਹੈ।

ਪਾਣੀ ਦੇ ਹਰੇਕ ਅਣੂ ਵਿਚ ਦੋ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਪਰਮਾਣੂ ਅਤੇ ਇੱਕ ਆਕਸੀਜਨ ਪਰਮਾਣੂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਮਤਲਬ 10 ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ 10 ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ਼ ਲਈ ਕੁੱਲ ਧਨ ਅਤੇ ਰਿਣ ਚਾਰਜ ਪਰਿਮਾਣ ਵਿੱਚ ਸਮਾਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਚਾਰਜ ਦੇ ਇਹ ਪਰਿਮਾਣ = (250/18) × 6.02 × 10^{23} × 10 × 1.6 × 10^{19} C

$$= 1.34 \times 10^7 \text{ C}$$

1.6 ਕੁਲਮ ਦਾ ਨਿਯਮ (COULOMB S LAW)

ਕੁਲਮ ਦਾ ਨਿਯਮ ਦੋ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਲੱਗੇ ਬਲ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਮਾਤਰਾਤਮਕ ਕਥਣ ਹੈ। ਜਦ ਚਾਰਜਿਤ ਵਸਤੂਆਂ ਦੇ ਸਾਈਜ਼ ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਵੱਖ ਕਰਨ ਵਾਲੀ ਦੂਰੀ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਤਾਂ ਇਹੋ ਜਿਹੀਆਂ ਚਾਰਜਿਤ ਵਸਤੂਆਂ ਦੇ ਸਾਈਜ਼ ਦੀ ਨਜ਼ਰ ਅੰਦਾਜੀ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਬਿਦੂ ਚਾਰਜ (point charge) ਮੰਨਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਕੁਲਮ ਨੇ ਦੋ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚਕਾਰ ਲੱਗਣ ਵਾਲੇ ਬਲ ਦਾ ਮਾਪ ਕੀਤਾ ਅਤੇ ਇਹ ਵੇਖਿਆ ਕਿ ਇਹ ਬਲ ਦੋਨਾਂ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣਾ ਦੇ ਗੁਣਨਫਲ ਦੇ ਸਿੱਧੇ ਅਨੁਪਾਤੀ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਦੀ ਦੂਰੀ ਦੇ ਵਰਗ ਦੇ ਉਲਟ-ਅਨੁਪਾਤੀ (*inversely proportional*) ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਦੋਨਾਂ ਚਾਰਜਾਂ ਨੂੰ ਮਿਲਾਉਣ ਵਾਲੀ ਰੇਖਾ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜੇ ਦੋ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜਾਂ q_1 ਅਤੇ q_2 ਦੇ ਵਿੱਚ ਨਿਰਵਾਯੂ ਵਿੱਚ ਦੂਰੀ r ਹੈ, ਤਾਂ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਲੱਗੇ ਬਲ (**F**) ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਹੈ

$$F \quad k \frac{|q_1 \times q_2|}{r^2} \tag{1.1}$$

ਆਪਣੇ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਤੋਂ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਲਮ ਇਸ ਨਿਯਮ ਤਕ ਪਹੁੰਚੇ? ਕੁਲਮ ਨੇ ਧਾਤ ਦੇ ਦੋ ਚਾਰਜਿਤ ਗੋਲੇਆਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਲੱਗੇ ਬਲ ਦੀ ਮਾਪ ਲਈ ਐਂਠਨ ਤੁਲਾ* (torsion balance) ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ। ਜਦੋਂ ਦੋ ਗੋਲੇਆਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੂਰੀ ਹਰੇਕ ਗੋਲੇ ਦੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਤਾਂ ਹਰੇਕ ਚਾਰਜਿਤ ਗੋਲੇ ਨੂੰ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜ ਮੰਨਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਪਰ ਸ਼ੁਰੂ ਵਿੱਚ ਗੋਲੇਆਂ ਤੇ ਚਾਰਜ ਅਗਿਆਤ ਸੀ। ਤਦ ਉਹ ਕਿਵੇਂ ਸਮੀਕਰਣ (1.1) ਵਰਗੇ ਸਬੰਧ ਨੂੰ ਖੋਜ ਪਾਏ? ਕੁਲਮ ਨੇ ਨਿਮਨ-ਲਿਖਤ ਸਰਲ ਉਪਾਅ ਸੋਚਿਆ :— ਮੰਨ ਲਓ ਧਾਤ ਦੇ ਗੋਲੇ ਤੇ ਚਾਰਜ q ਹੈ। ਜੇ ਇਸ ਗੋਲੇ ਨੂੰ ਇਸਦੇ ਵਰਗੇ ਕਿਸੇ ਹੋਰ ਅਣਚਾਰਜਿਤ ਗੋਲੇ ਦੇ ਸੰਪਰਕ ਵਿੱਚ ਰੱਖ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਚਾਰਜ q ਦੋਨਾਂ ਗੋਲੇਆ ਤੇ ਫੈਲ ਜਾਵੇਗਾ। ਸਮਮਿਤੀ ਅਨੁਸਾਰ ਹਰੇਕ ਗੋਲੇ ਤੇ $q/2$** ਚਾਰਜ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਦੁਹਰਾਉਣ ਨਾਲ ਅਸੀਂ $q/2$. $q/4$ ਆਦਿ ਚਾਰਜ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ।

ਕੁਲਮ ਨੇ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਖਾਸ ਜੋੜਿਆਂ ਦੇ ਲਈ ਦੂਰੀਆਂ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਕਰਕੇ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਦੂਰੀਆਂ ਲਈ ਬਲ ਦਾ ਮਾਪ ਕੀਤਾ। ਉਸਦੇ ਬਾਅਦ ਹਰੇਕ ਜੋੜੇ ਲਈ ਦੂਰੀ ਸਥਿਰ ਰੱਖਕੇ ਜੋੜੀਆਂ ਦੇ ਚਾਰਜਾਂ ਵਿਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਕੀਤਾ। ਵੱਖ-ਵੱਖ ਦੂਰੀਆਂ ਤੇ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਜੋੜੀਆਂ ਲਈ ਬਲਾਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਕਰਕੇ ਕੁਲਮ ਸਮੀਕਰਨ (1.1) ਦੇ ਸਬੰਧ ਤੱਕ ਪੁਜ ਪਾਏ।

ਕੁਲਮ ਨਿਯਮ ਜੋ ਕਿ ਇਕ ਸਰਲ ਗਣਿਤਕ ਕਥਨ ਹੈ, ਉਸ ਤੱਕ ਸ਼ੁਰੂ ਵਿੱਚ ਉਤੇ ਵਰਣਿਤ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਹੀ ਪੁੱਜਿਆ ਗਿਆ। ਭਾਵੇਂ ਇਹਨਾਂ ਮੂਲ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਨੇ ਇਸਨੂੰ ਵੱਡੇ ਪੱਧਰ ਤੇ ਸਥਾਪਿਤ ਕੀਤਾ, ਪਰਮਾਣਵਿਕ ਪੱਧਰ (r ~ 10^{-10} m) ਤੱਕ ਵੀ ਇਸਨੂੰ ਸਥਾਪਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਚੁਕਿਆ ਹੈ।

---

* ਐਂਠਨ ਤੁਲਾ ਬਲ ਮਾਪਨ ਦੀ ਇਕ ਸੰਵੇਦਨਸ਼ੀਲ ਯੁਕਤੀ ਹੈ ਇਸ ਤੁਲਾ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਬਾਅਦ ਵਿੱਚ ਕੈਵੇਂਡਿਸ ਨੇ ਦੋ ਪਿੰਡਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਲੱਗੇ ਗੁਰੂਤਾਕਰਸ਼ਣ ਬਲ ਦੇ ਮਾਪ ਲਈ ਵੀ ਕਰਕੇ ਨਿਊਟਨ ਦੇ ਗੁਰੂਤਾਕਰਸ਼ਣ ਨਿਯਮ ਨੂੰ ਸਚ ਸਾਬਿਤ ਕੀਤਾ।

** ਇਸ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜਾਂ ਦੀ ਯੋਜਸ਼ੀਲਤਾ ਅਤੇ ਚਾਰਜਾਂ ਦੀ ਸੁਰਖਿਅਣ ਅਵਧਾਰਣਾਵਾਂ ਅੰਤਰਨਿਹਿਤ ਹਨ। ਦੋ ਚਾਰਜਾਂ (ਹਰੇਕ $q/2$) ਦੇ ਸੰਯੋਜਨ ਨਾਲ ਕੁਲ ਚਾਰਜ q ਬਣਦਾ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਚਾਰਲਸ ਔਗਸਟਿਨ ਡੇ ਕੂਲਮ (1736–1806)

ਚਾਰਲਸ ਔਗਸਟਿਨ ਡੇ ਕੂਲਮ Charles Augustin de Coulomb (1736 1806) ਫ੍ਰਾਂਸੀਸੀ ਭੌਤਿਕਸ਼ਾਸਤਰੀ ਕੂਲਮ ਨੇ ਵੈਸਟ ਇੰਡੀਜ਼ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਫੌਜੀ ਇੰਜੀਨੀਅਰ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਆਪਣੇ ਕੈਰੀਅਰ ਦੀ ਸ਼ੁਰੂਆਤ ਕੀਤੀ। ਸੰਨ 1776 ਵਿੱਚ ਉਹ ਪੈਰਿਸ ਪਰਤੇ ਅਤੇ ਇੱਕ ਛੋਟੀ ਜਿਹੀ ਜਾਇਦਾਦ ਬਣਾ ਕੇ ਇਕਾਂਤ ਵਿੱਚ ਆਪਣਾ ਸ਼ੋਧ ਕਾਰਜ ਕਰਨ ਲੱਗੇ। ਬਲ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ ਨੂੰ ਮਾਪਣ ਲਈ ਇਹਨਾਂ ਨੇ ਐਂਠਨ ਤੁਲਾ (torsional balance) ਦਾ ਅਵਿਸ਼ਕਾਰ ਕੀਤਾ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਉਪਯੋਗ ਇਹਨਾਂ ਨੇ ਛੋਟੇ ਚਾਰਜਿਤ ਗੋਲਿਆਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਲੱਗਣ ਵਾਲੇ ਆਕਰਸ਼ਣ ਜਾਂ ਅਪ-ਕਰਸ਼ਣ ਬਲਾਂ ਨੂੰ ਗਿਆਤ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ, ਸੰਨ 1785 ਵਿੱਚ ਉਲਟ ਵਰਗ ਨਿਯਮ (inverse square law) ਨੂੰ ਖੋਜ ਪਾਏ ਜਿਸਨੂੰ ਅੱਜ ਕੂਲਮ ਦਾ ਨਿਯਮ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਨਿਯਮ ਦਾ ਪੂਰਵ ਅਨੁਮਾਨ ਪ੍ਰਿਸਟਲੇ (Priestley) ਅਤੇ ਕੈਵੇਂਡਿਸ਼ (Cavendish) ਨੇ ਲਗਾ ਲਿਆ ਸੀ ਪਰ ਕੈਵੇਂਡਿਸ਼ ਨੇ ਆਪਣੇ ਨਤੀਜੇ ਕਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਤ ਨਹੀਂ ਕੀਤੇ। ਕੂਲਮ ਨੇ ਸਮਾਨ ਅਤੇ ਅਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਧਰੁਵਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਲੱਗਣ ਵਾਲੇ ਉਲਟ ਵਰਗ ਨਿਯਮ ਦਾ ਵੀ ਪਤਾ ਲਗਾਇਆ ਸੀ।

ਕੂਲਮ ਨੇ ਆਪਣੇ ਨਿਯਮ ਦੀ ਖੋਜ ਬਿਨਾਂ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣਾਂ ਦੇ ਸਹੀ ਗਿਆਨ ਦੇ, ਕੀਤੀ ਸੀ। ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਇਸ ਨੂੰ ਉਲਟ ਅਨੁਪ੍ਰਯੋਗ ਲਈ ਵਰਤਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ– ਕੂਲਮ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਚਾਰਜ ਦੇ ਮਾਤਰਕ ਨੂੰ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰਨ ਲਈ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਸਮੀਕਰਨ (1.1) ਦੇ ਸਬੰਧ ਵਿੱਚ ਹੁਣ ਤਕ k ਦਾ ਮਾਨ ਜੋ ਮਰਜ਼ੀ (arbitrary) ਹੈ। ਅਸੀਂ k ਲਈ ਕਿਸੇ ਵੀ ਧਨਾਤਮਕ ਮਾਣ ਦੀ ਚੋਣ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। k ਦੀ ਚੋਣ ਚਾਰਜ ਦੇ ਮਾਤਰਕ ਦਾ ਸਾਇਜ਼ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕਰਦੀ ਹੈ। SI ਮਾਤਰਕਾਂ ਵਿੱਚ k ਦਾ ਮਾਣ ਲਗਭਗ 9×10^9 ਹੈ। ਇਸ ਚੋਣ ਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਚਾਰਜ ਦਾ ਜੋ ਮਾਤਰਕ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਉਸਨੂੰ ਕੂਲਮ (coulomb) ਆਖਦੇ ਹਨ ਜਿਸਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਅਸੀਂ ਪਹਿਲੇ ਅਨੁਲਗ 1.4 ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੀ ਸੀ ਸਮੀਕਰਨ (1.1) ਵਿੱਚ k ਦਾ ਇਹ ਮਾਣ ਰੱਖਣ ਨਾਲ ਅਸੀਂ ਵੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ $q_1 = q_2 = 1$ C ਅਤੇ $r = 1$ m ਦੇ ਲਈ

$$F = 9 \times 10^9 \text{ N}$$

ਭਾਵ ਕਿ 1 C ਉਹ ਚਾਰਜ ਹੈ ਜੋ ਨਿਰਵਾਯੂ ਵਿੱਚ 1 m ਦੂਰੀ ਦੇ ਰੱਖੇ ਇਸੇ ਪਰਿਮਾਣ ਦੇ ਕਿਸੇ ਹੋਰ ਸਮਾਨ ਚਾਰਜ ਨੂੰ 9×10^9 ਨਿਊਟਨ ਬਲ ਨਾਲ ਅਪਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰੇ। ਸਪੱਸ਼ਟ ਰੂਪ ਨਾਲ, 1 C ਵਿਵਹਾਰਿਕ ਕਾਰਜਾਂ ਲਈ ਚਾਰਜ ਦਾ ਬਹੁਤ ਵੱਡਾ ਮਾਤਰਕ ਹੈ। ਸਥਿਰ ਬਿਜਲਈ ਵਿਗਿਆਨ ਵਿੱਚ, ਵਿਵਹਾਰ ਵਿਚ ਇਸਦੇ ਛੋਟੇ ਮਾਤਰਕ ਜਿਵੇਂ 1 mC ਅਤੇ 1 μC ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਬਾਅਦ ਦੀ ਸੁਵਿਧਾ ਲਈ ਸਮੀਕਰਨ (1.1) ਦੇ ਸਥਿਰਾਂਕ k ਨੂੰ $k = 1/4\pi\varepsilon_0$ ਲਿਖਦੇ ਹਾਂ, ਜਿਸ ਨਾਲ ਕੂਲਮ ਨਿਯਮ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰਾਂ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ

$$F \quad \frac{1}{4\,\pi\varepsilon_0} \quad \frac{|q_1\,q_2|}{r^2} \tag{1.2}$$

ε_0 ਨੂੰ ਮੁਕਤ ਸਥਾਨ (*free space*) ਜਾਂ ਨਿਰਵਾਯੂ ਦੀ ਬਿਜਲਸ਼ੀਲਤਾ ਜਾਂ ਪਰਾਬਿਜਲਾਂਕ ਜਾਂ ਪਰਮੀਟੀਵੀਟੀ (*permittivity*) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। SI ਮਾਤਰਕਾਂ ਵਿੱਚ ε_0 ਦਾ ਮਾਨ ਹੈ

$$\varepsilon_0 = 8.854 \times 10^{12} \ \text{C}^2 \text{N}^1 \text{m}^2$$

ਬਲ ਇਕ ਸਦਿਸ਼ ਰਾਸ਼ੀ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਕੂਲਮ ਨਿਯਮ ਨੂੰ ਸਦਿਸ਼ ਸੰਕੇਤਨਾ ਵਿੱਚ ਲਿਖਣਾ ਉਤਮ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਮੰਨ ਲਓ q_1 ਅਤੇ q_2 ਚਾਰਜਾਂ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਸਦਿਸ਼ ਜਾਂ ਸਥਿਤੀ ਵੈਕਟਰ : $\mathbf{r}_1$ ਅਤੇ $\mathbf{r}_2$ ਹੈ ਚਿੱਤਰ [1.6(a) ਵੇਖੋ]। ਅਸੀਂ q_2 ਦੁਆਰਾ q_1 ਤੇ ਆਰੋਪਿਤ ਬਲ ਨੂੰ $\mathbf{F}_{12}$ ਅਤੇ q_1 ਦੁਆਰਾ q_2 ਤੇ ਆਰੋਪਿਤ ਬਲ ਨੂੰ $\mathbf{F}_{21}$ ਦੁਆਰਾ ਵਿਅਕਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਦੋ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜਾਂ q_1 ਅਤੇ q_2 ਨੂੰ ਸੁਵਿਧਾ ਲਈ 1 ਅਤੇ 2 ਅੰਕ ਦੁਆਰਾ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਨਾਲ ਹੀ 1 ਤੋਂ 2 ਵੱਲ ਜਾਂਦੇ ਵੈਕਟਰ ਨੂੰ $\mathbf{r}_{21}$ ਦੁਆਰਾ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ–

$$\mathbf{r}_{21} = \mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_1$$

ਇਸੇ ਤਰਾਂ 2 ਤੋਂ 1 ਵੱਲ ਜਾਂਦੇ ਵੈਕਟਰ ਨੂੰ $\mathbf{r}_{12}$ ਦੁਆਰਾ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ

$$\mathbf{r}_{12} = \mathbf{r}_1 - \mathbf{r}_2 = -\mathbf{r}_{21}$$

ਵੈਕਟਰ $\mathbf{r}_{21}$ ਅਤੇ $\mathbf{r}_{12}$ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ ਦਾ ਸੰਕੇਤਨ ਕ੍ਰਮਵਾਰ : $\mathbf{r}_{21}$ ਅਤੇ $\mathbf{r}_{12}$ ਦੁਆਰਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ($r_{12} = r_{21}$)। ਕਿਸੇ ਸਦਿਸ਼ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦਾ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਉੱਲੇਖ ਉਸ ਸਦਿਸ਼ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਇਕਾਈ ਸਦਿਸ਼ (unit vector) ਦੁਆਰਾ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

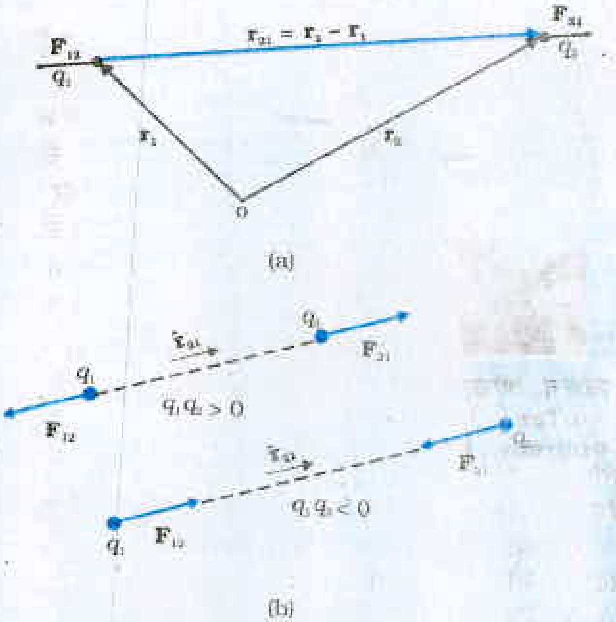
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਬਿੰਦੂ 1 ਤੋਂ 2 ਵੱਲ (ਜਾਂ 2 ਤੋਂ 1 ਵੱਲ) ਸੰਕੇਤ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਇਕਾਈ ਵੈਕਟਰ ਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਅਸੀਂ ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ—

$$\hat{\mathbf{r}}_{21} = \frac{\mathbf{r}_{21}}{r_{21}}, \quad \hat{\mathbf{r}}_{12} = \frac{\mathbf{r}_{12}}{r_{12}}, \quad \hat{\mathbf{r}}_{21} = -\hat{\mathbf{r}}_{12}$$

$\mathbf{r}_1$ ਅਤੇ $\mathbf{r}_2$ ਤੇ ਪਏ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜਾਂ q_1 ਅਤੇ q_2 ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਲੱਗੇ ਕੁਲਮ ਬੱਲ ਦੇ ਨਿਯਮ ਨੂੰ ਤਦ ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ

$$\mathbf{F}_{21} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r_{21}^2} \hat{\mathbf{r}}_{21} \qquad (1.3)$$



ਚਿੱਤਰ : 1.6(a) ਜਿਆਮਿਤੀ ਅਤੇ (b) ਚਾਰਜਾਂ ਵਿਚਕਾਰ ਆਰੋਪਿਤ ਬੱਲ

ਸਮੀਕਰਨ (1.3) ਦੇ ਸਬੰਧ ਵਿਚ ਕੁਝ ਟਿੱਪਣੀਆਂ ਪ੍ਰਾਸੰਗਿਕ ਹਨ :-

- ਸਮੀਕਰਨ (1.3) q_1 ਅਤੇ q_2 ਦੇ ਕਿਸੇ ਵੀ ਚਿੰਨ, ਧਨਾਤਮਕ ਜਾਂ ਰਿਣਾਤਮਕ ਦੇ ਲਈ ਸਹੀ ਹੈ। ਜੇ q_1 ਅਤੇ q_2 ਸਮਾਨ ਚਿੰਨ੍ਹਾ ਦੇ ਹਨ (ਜਾਂ ਤਾਂ ਦੋਵੇਂ ਹੀ ਧਨਾਤਮਕ ਜਾਂ ਦੋਵੇਂ ਹੀ ਰਿਣਾਤਮਕ) ਤੱਦ $\mathbf{F}_{21}$, $\hat{\mathbf{r}}_{21}$ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਹੈ, ਜੋ ਅਪਕਰਸ਼ਣ ਨੂੰ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਸਮਾਨ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਲਈ ਹੋਣਾ ਹੀ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਜੇ q_1 ਅਤੇ q_2 ਦੇ ਵਿਪਰੀਤ ਚਿੰਨ੍ਹ ਹਨ ਤਦ $\mathbf{F}_{21}$, $-\hat{\mathbf{r}}_{21}$ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹੈ, ਜੋ ਆਕਰਸ਼ਣ ਨੂੰ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਅਸਮਾਨ ਚਾਰਜ ਲਈ ਅਸੀਂ ਇਸੇ ਦੀ ਆਸ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਇਸ ਤਰਾਂ ਸਾਨੂੰ ਹੁਣ ਸਮਾਨ ਅਤੇ ਅਸਮਾਨ ਚਾਰਜਾਂ ਲਈ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਸਮੀਕਰਨ ਲਿਖਣ ਦੀ ਲੋੜ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਸਮੀਕਰਨ (1.3) ਦੋਵੇਂ ਹੀ ਕੇਸਾਂ ਨੂੰ ਸਹੀ-ਸਹੀ ਪ੍ਰਕਟ ਕਰ ਦਿੰਦੀ ਹੈ। [ਚਿੱਤਰ 1.6(b) ਵੇਖੋ]।
- q_2 ਦੇ ਕਾਰਨ q_1 ਤੇ ਲੱਗਿਆ ਬੱਲ $\mathbf{F}_{12}$ ਨੂੰ ਸਮੀਕਰਨ (1.3) ਵਿੱਚ 1 ਅਤੇ 2 ਵਿਚ ਸਰਲ ਅੰਤਰ ਪਰਿਵਰਤਨ ਕਰਕੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ, ਯਾਨਿ ਕਿ

$$\mathbf{F}_{12} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} \hat{\mathbf{r}}_{12} = -\mathbf{F}_{21}$$

ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ, ਕੁਲਮ ਨਿਯਮ ਨਿਊਟਨ ਦੇ ਗਤੀ ਦੇ ਤੀਜੇ ਨਿਯਮ ਦੇ ਅਨੁਰੂਪ ਹੀ ਹੈ।

- ਕੁਲਮ ਨਿਯਮ (ਸਮੀਕਰਨ 1.3) ਤੋਂ ਨਿਰਵਾਯੂ ਵਿੱਚ ਸਥਿਤ ਦੋ ਚਾਰਜਾਂ q_1 ਅਤੇ q_2 ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਲੱਗਿਆ ਬੱਲ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਚਾਰਜ ਕਿਸੇ ਪਦਾਰਥ ਵਿੱਚ ਸਥਿਤ ਹਨ ਅਤੇ ਦੋਵੇਂ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਖਾਲੀ ਪਏ ਸਥਾਨ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਪਦਾਰਥ ਭਰਿਆ ਹੋਇਆ ਹੈ, ਤਦ ਇਸ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਚਾਰਜਿਤ ਅਵਯਵਾਂ ਕਾਰਨ ਸਥਿਤੀ ਜਟਿਲ ਬਣ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਅਗਲੇ ਅਧਿਆਇ ਵਿਚ ਅਸੀ ਇਸ ਪਦਾਰਥ ਵਿੱਚ ਸਥਿਰਬਿਜਲੀ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਾਂਗੇ।

ਉਦਾਹਰਨ 1.4— ਦੋ ਚਾਰਜਾਂ ਵਿਚਕਾਰ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲਈ ਬਲ ਦੇ ਲਈ ਕੁਲਮ ਨਿਯਮ ਅਤੇ ਦੋ ਸਥਿਰ ਬਿੰਦੂ ਪੁੰਜਾ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਗੁਰੁਤਾਕਰਸ਼ਣ ਬਲ ਦੇ ਲਈ ਨਿਊਟਨ ਦਾ ਨਿਯਮ ਦੋਵੇ ਹੀ ਬਲ ਚਾਰਜਾਂ/ਪੁੰਜਾ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੀ ਦੂਰੀ ਦੇ ਵਰਗ ਦੇ ਉਲਟ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ (a) ਇਹਨਾ ਦੋਵੇ ਬਲਾਂ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ ਗਿਆਤ ਕਰਕੇ ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਬਲਤਾ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਕਰੋ (b) ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਵਿੱਚ ਪਰਸਪਰ ਆਕਰਸ਼ਣ ਦੇ ਬਿਜਲਈ ਬਲ ਦੇ ਕਾਰਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਵਿਚ ਆਪਸੀ ਆਕਰਸ਼ਣ ਦੇ ਬਿਜਲਈ ਬਲ ਦੇ ਕਾਰਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦੇ ਪ੍ਰਵੇਗ ਗਿਆਤ ਕਰੋ ਜਦੋਂ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੂਰੀ 1 Å (= 10^{-10} m) ਹੈ।
($m_p = 1.67 \times 10^{-27}$ kg, $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$ kg)

ਹੱਲ—

(i) ਇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਇਕ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਬਿਜਲਈ ਬਲ ਜਦੋਂ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੂਰੀ r ਹੈ—

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

$$F_e = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{e^2}{r^2}$$

ਇਥੇ ਰਿਣਾਤਮਕ ਚਿੰਨ੍ਹ ਆਕਰਸ਼ਣ ਬਲ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਅਨੁਰੂਪੀ ਗੁਰੂਤਾਕਰਸ਼ਣ ਬਲ (ਜੋ ਹਮੇਸ਼ਾ ਧਨਾਤਮਕ ਹੈ) :

$$F_G = -G\frac{m_p \ m_e}{r^2}$$

ਜਿਥੇ m_p ਅਤੇ m_e ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਅਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਪੁੰਜ ਹਨ

$$\left|\frac{F_e}{F_G}\right| = \frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 G m_p m_e} = 2.4 \times 10^{39}$$

(ii) ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ, r ਦੂਰੀ ਤੇ ਸਥਿਤ ਦੋ ਪ੍ਰੋਟਾਨਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਬਿਜਲਈ ਬਲ ਅਤੇ ਗੁਰੂਤਾਕਰਸ਼ਣ ਬਲ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣਾ ਦਾ ਅਨੁਪਾਤ—

$$\left|\frac{F_e}{F_G}\right| = \frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 G m_p m_p} = 1.3 \times 10^{36}$$

ਇੱਥੇ ਇਹ ਦੱਸਣਾ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ ਕਿ ਇੱਥੇ ਦੋ ਬਲਾਂ ਦੇ ਚਿੰਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਅੰਤਰ ਹੈ ਦੋ ਪ੍ਰੋਟਾਨਾਂ ਦੇ ਲਈ ਗੁਰੂਤਾਰਸ਼ਣ ਬਲ ਆਕਰਸ਼ੀ ਹੈ ਅਤੇ ਕੂਲਮ ਬਲ ਅਪਕਰਸ਼ੀ ਹੈ। ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਅੰਦਰ ਇਹਨਾਂ ਬਲਾਂ ਦੇ ਵਾਸਤਵਿਕ ਮਾਨ (ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਅੰਦਰ ਦੋ ਪ੍ਰੋਟਾਨਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੂਰੀ ~ 10^{-15} m ਹੈ) :-

F_e ~ 230 N ਹੈ ਜਦਕਿ F_G ~ 1.9×10^{-34} N ਹਨ।

ਇਹਨਾਂ ਦੋਨਾਂ ਬਲਾ ਦਾ (ਵਿਮਾ ਰਹਿਤ) ਅਨੁਪਾਤ ਇਹ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਗੁਰੂਤਾਕਰਸ਼ਣ ਬਲ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਬਿਜਲਈ ਬਲ ਬਹੁਤ ਪ੍ਰਬਲ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

(b) ਇਕ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦੁਆਰਾ ਇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਤੇ ਲਗਾਇਆ ਬਿਜਲਈ ਬਲ ਪਰਿਮਾਣ ਵਿੱਚ ਇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੁਆਰਾ ਇਕ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਤੇ ਲੱਗੇ ਬਲ ਸਮਾਨ ਹਨ, ਪਰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦੇ ਪੁੰਜ ਭਿੰਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਬਲ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਹੈ—

$$|\mathbf{F}| = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{e^2}{r^2} = 8.987 \times 10^9 \ \mathrm{Nm^2/C^2} \times (1.6 \times 10^{-19} \mathrm{C})^2 \ / \ (10^{-10} \mathrm{m})^2$$

$$= 2.3 \times 10^{-8} \ \mathrm{N}$$

ਨਿਊਟਨ ਦੇ ਗਤੀ ਦੇ ਦੂਸਰੇ ਨਿਯਮ $F = ma$ ਅਨੁਸਾਰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵੇਗ

$a = 2.3 \times 10^{-8}$ N / 9.11×10^{-31} kg = 2.5×10^{22} m/s^2 ਹੈ

ਇਸਦੀ ਗੁਰੂਤਵੀ ਪ੍ਰਵੇਗ ਨਾਲ ਤੁਲਨਾ ਕਰਨ ਤੇ ਅਸੀਂ ਇਹ ਨਿਸ਼ਕਰਸ਼ ਕਢ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਗਤੀ ਤੇ ਗੁਰੂਤਵੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਅਸਰ ਨਿਗੂਣਾ ਹੈ ਅਤੇ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਅਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਤੇ ਲੱਗੇ ਕੂਲਮ ਬਲ ਦੀ ਕਿਰਿਆ ਦੇ ਅਧੀਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵਿੱਚ ਪੈਦਾ ਪ੍ਰਵੇਗ ਵੱਧ ਹੈ।

ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਵੇਗ ਦਾ ਮਾਨ

2.3×10^{-8} N / 1.67×10^{-27} kg = 1.4×10^{19} m/s^2 ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਣ 1.4

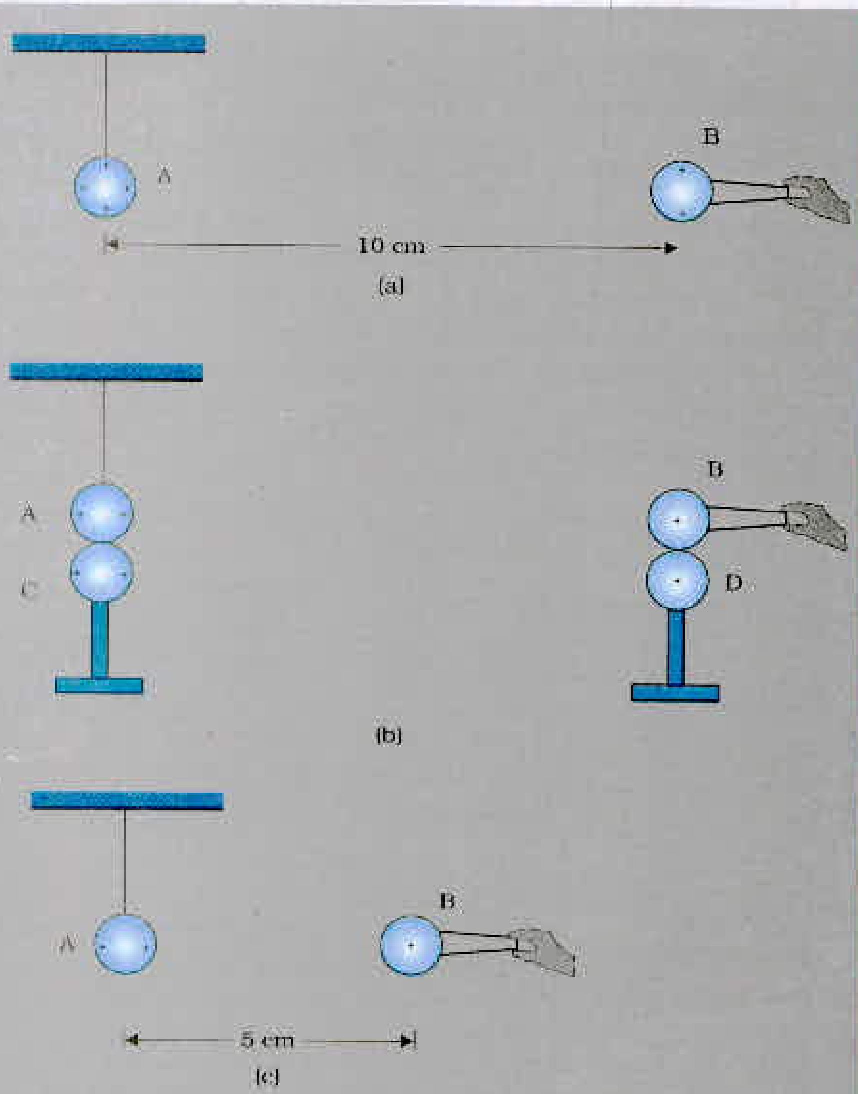
ਉਦਾਹਰਨ 1.5— ਧਾਤ ਦਾ ਚਾਰਜਿਤ ਗੋਲਾ A ਨਾਈਲਨ ਦੇ ਧਾਗੇ ਨਾਲ ਲਟਕਿਆ ਹੈ। ਬਿਜਲਰੋਧੀ ਹੈਂਡਲ ਦੁਆਰਾ ਕਿਸੇ ਹੋਰ ਧਾਤ ਦੇ ਚਾਰਜਿਤ ਗੋਲੇ B ਨੂੰ A ਦੇ ਇੰਨੇ ਨੇੜੇ ਲਿਆਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ [ਚਿੱਤਰ 1.7(a) ਵਿਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ] ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਕੇਂਦਰਾ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੂਰੀ 10 cm ਹੈ। ਗੋਲੇ A ਦੇ ਅਪਕਰਸ਼ਨ ਨੂੰ ਨੋਟ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ (ਉਦਾਹਰਣ ਲਈ— ਗੋਲੇ ਤੇ ਚਮਕੀਲਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪਾ ਕੇ ਅਤੇ ਪਰਦੇ ਤੇ ਬਣੀ ਇਸਦੀ ਛਾਇਆ ਦਾ ਵਿਖੇਪਣ ਮਾਪਕੇ) A ਅਤੇ B ਗੋਲਿਆਂ ਨੂੰ ਚਿੱਤਰ 1.7(b) ਵਿੱਚ ਦਰਸ਼ਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਅਣਚਾਰਜਿਤ ਗੋਲਿਆਂ C ਅਤੇ D ਨਾਲ ਸਪਰਸ਼ ਕਰਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਉਸ ਦੇ ਬਾਅਦ ਚਿੱਤਰ 1.7(c) ਵਿਚ ਦਰਸ਼ਾਏ ਅਨੁਸਾਰ C ਅਤੇ D ਨੂੰ ਹਟਾਕੇ B ਨੂੰ A ਦੇ ਇੰਨੇ ਨੇੜੇ ਲਿਆਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਕੇਂਦਰਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੂਰੀ 5.0 cm ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਕੂਲਮ ਨਿਯਮ ਅਨੁਸਾਰ A ਦਾ ਕਿੰਨਾ ਅਪਕਰਸ਼ਣ ਬਲ ਹੈ? ਗੋਲੇ A ਅਤੇ ਗੋਲੇ C ਅਤੇ ਗੋਲੇ B ਅਤੇ D ਦੇ ਸਾਈਜ਼ ਸਮਾਨ ਹਨ। A ਅਤੇ B ਦੇ ਕੇਂਦਰਾ ਦੀ ਵਿਚਕਾਰ ਦੂਰੀ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਸਾਈਜ਼ ਨਿਗੂਣੇ ਮੰਨੋ।

Interactive animation on Coulomb's law:
http://webphysics.davidson.edu/physlet_resources/dav_semester2/menu_semester2.html

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਉਦਾਹਰਣ 1.5



ਚਿੱਤਰ 1.7

ਹੱਲ— ਮਨ ਲਓ ਗਲੇ A ਤੇ ਮੂਲ ਚਾਰਜ q ਅਤੇ ਗੋਲੇ B ਤੇ ਮੂਲ ਚਾਰਜ q' ਹੈ। ਦੋਨੋਂ ਗੋਲਿਆਂ ਦੇ ਕੇਂਦਰਾ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੀ ਦੂਰੀ r ਤੇ, ਹਰੇਕ ਤੇ ਲਗੇ ਬਿਜਲਈ ਬਲ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਹੈ

$$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{qq'}{r^2}$$

ਇਥੇ r ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਗਲੇ A ਅਤੇ B ਦੇ ਸਾਈਜ ਨਿਗੁਣੇ ਹਨ। ਜਦੋਂ ਕੋਈ ਸਮਾਣ ਅਣਚਾਰਜਿਤ ਗੋਲਾ C ਗੋਲੇ A ਨੂੰ ਸਪਰਸ਼ ਕਰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ A ਅਤੇ C ਤੇ ਚਾਰਜ ਦਾ ਮੁੜ ਵਿਤਰਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਸਮਮਿਤੀ ਦੁਆਰਾ ਹਰੇਕ ਗੋਲੇ ਤੇ ਚਾਰਜ $q/2$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ B ਅਤੇ D ਦੇ ਸਪਰਸ਼ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਇਹਨਾਂ ਹਰੇਕ ਦੇ ਮੁੜ ਵਿਤਰਿਤ ਚਾਰਜ $q'/2$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਹੁਣ ਜੇ A ਅਤੇ B ਦੀ ਦੂਰੀ ਅੱਧੀ ਰਹਿ ਜਾਵੇ ਤਾ ਹਰੇਕ ਦਾ ਸਖਿਰ ਬਿਜਲਈ ਬਲ

$$F' = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{(q/2)(q'/2)}{(r/2)^2} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{(qq')}{r^2} = F$$

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ B ਦੇ ਕਾਰਨ A ਤੇ ਸਖਿਰ ਬਿਜਲਈ ਬਲ ਅਪਰਿਵਰਤਿਤ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

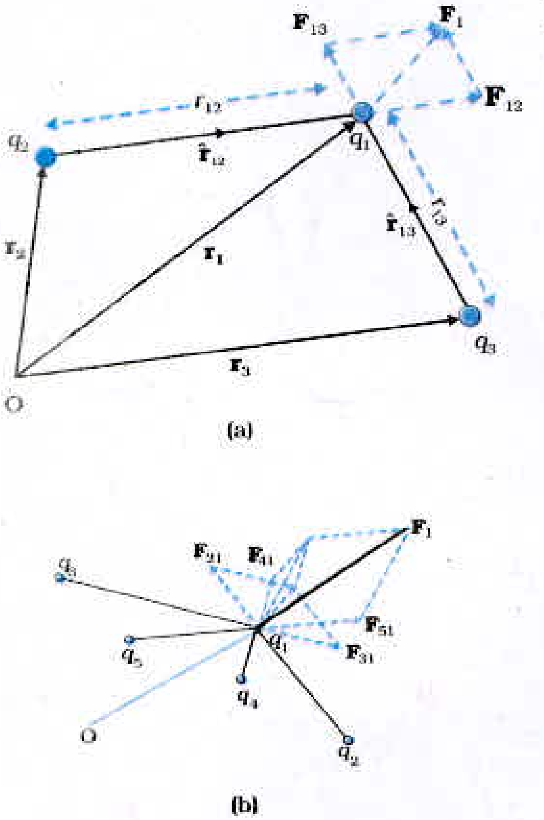
1.7 ਬਹੁਤੇ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਬਲ

FORCES BETWEEN MULTIPLE CHARGES

ਦੋ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਪਰਸਪਰ ਬਿਜਲਈ ਬਲ ਕੁਲਮ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਉਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿਚ ਕਿਸੇ ਚਾਰਜ ਤੇ ਲਗਦੇ ਬਲ ਦਾ ਪਰਿਕਲਨ ਕਿਵੇਂ ਕਰੀਏ, ਜਿਥੇ ਉਸਦੇ ਨੇੜੇ ਇਕ ਚਾਰਜ ਨਾ ਹੋਕੇ ਉਸਨੂੰ ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਚਾਰਜਾਂ ਨੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸਿਆਂ ਤੋਂ ਘੇਰਿਆ ਹੋਵੇ? ਨਿਰਵਾਯੂ ਵਿਚ ਸਥਿਤ n ਸਥਿਰ ਚਾਰਜਾਂ q_1, q_2, q_3, ..., q_n ਦੇ ਸਿਸਟਮ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ। q_1 ਤੇ q_2, q_3, ... q_n ਕਾਰਨ ਕਿੰਨਾ ਬਲ ਲਗਦਾ ਹੈ? ਇਸਦਾ ਉੱਤਰ ਦੇਣ ਲਈ ਕੁਲਮ ਨਿਯਮ ਕਾਫ਼ੀ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਯਾਦ ਕਰੋ, ਯੰਤਰਿਕ ਮੂਲ ਦੇ ਬਲਾਂ ਦਾ ਸੰਯੋਜਨ ਵੈਕਟਰਾਂ ਦੇ ਸੰਯੋਜਨ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਚਤੁਰਭੁਜ ਨਿਯਮ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕੀ ਇਹੀ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਮੂਲ ਦੇ ਬਲਾ ਤੇ ਵੀ ਲਾਗੂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ?

ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਦੁਆਰਾ ਇਹ ਸੱਚ ਸਾਬਿਤ ਹੋ ਚੁਕਿਆ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੇ ਚਾਰਜ ਤੇ ਕਈ ਹੋਰ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਲ ਉਸ ਚਾਰਜ ਤੇ ਲੱਗੇ ਉਹਨਾਂ ਸਾਰੇ ਬਲਾਂ ਦੇ ਵੈਕਟਰ ਯੋਗ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਇਹਨਾਂ ਚਾਰਜਾਂ ਦੁਆਰਾ ਇਸ ਚਾਰਜ ਤੇ ਇੱਕ-ਇੱਕ ਕਰ ਲਗਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਇਕ ਚਾਰਜ ਦੁਆਰਾ ਲਗਾਇਆ ਗਿਆ ਵਿਸ਼ਿਸਟ ਬਲ ਹੋਰ ਚਾਰਜਾਂ ਦੀ ਉਪਸਥਿਤੀ ਦੇ ਕਾਰਣ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਇਸਨੂੰ ਸੁਪਰਪੋਜੀਸ਼ਨ ਦਾ ਸਿਧਾਂਤ (Principle of Superposition) ਆਖਦੇ ਹਨ।

ਇਸ ਅਵਧਾਰਨਾ ਨੂੰ ਭਲੀ ਭਾਂਤੀ ਸਮਝਣ ਲਈ ਤਿੰਨ ਚਾਰਜ q_1, q_2 ਅਤੇ q_3 ਦੇ ਸਿਸਟਮ, ਜਿਸਨੂੰ ਚਿੱਤਰ 1.8(a) ਵਿਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ। ਕਿਸੇ ਇਕ ਚਾਰਜ, ਜਿਵੇਂ q_1 ਤੇ ਹੋਰ ਦੋ ਚਾਰਜਾਂ q_2 ਅਤੇ q_3 ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਲ ਨੂੰ ਇਹਨਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਦੀ ਹਰੇਕ ਚਾਰਜ ਦੇ ਕਾਰਨ ਲਗੇ ਬਲਾਂ ਦਾ ਵੈਕਟਰ ਜੋੜ ਕਰਕੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਜੇ q_2 ਦੇ ਕਾਰਣ q_1 ਤੇ ਬਲ ਨੂੰ $\mathbf{F}_{12}$ ਦੁਆਰਾ ਦਰਸ਼ਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ, $\mathbf{F}_{12}$ ਸਮੀਕਰਨ (1.3) ਦੁਆਰਾ ਹੋਰ ਚਾਰਜਾਂ ਦੀ ਉਪਸਿਥਿਤੀ ਹੁੰਦੇ ਹੋਏ ਵੀ ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ :



ਚਿੱਤਰ 1.8(a) ਤਿੰਨ ਚਾਰਜ (b) ਬਹੁਤੇ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਸਿਸਟਮ

$$\mathbf{F}_{12} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1q_2}{r_{12}^2}\hat{\mathbf{r}}_{12}$$

ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ q_3 ਦੇ ਕਾਰਨ q_1 ਤੇ ਲਗਿਆ ਕੁਲਮ ਬਲ ਜਿਸਨੂੰ $\mathbf{F}_{13}$ ਦੁਆਰਾ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ

$$\mathbf{F}_{13} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{qq_3}{r_{13}^2}\hat{\mathbf{r}}_{13}$$

ਇਹ ਵੀ q_3 ਦੇ ਕਾਰਨ q_1 ਤੇ ਲਗਿਆ ਕੁਲਮ ਬਲ ਹੀ ਹੈ ਜਦਕਿ ਹੋਰ ਚਾਰਜ q_2 ਉਪਸਥਿਤ ਹਨ।

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ q_1 ਤੇ ਦੋ ਚਾਰਜਾਂ q_2 ਅਤੇ q_3 ਦੇ ਕਾਰਨ ਕੁੱਲ ਬਲ $\mathbf{F}_1$ ਹੈ।

$$\mathbf{F}_1 = \mathbf{F}_{12} + \mathbf{F}_{13} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1q_2}{r_{12}^2}\hat{\mathbf{r}}_{12} + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{qq_3}{r_{13}^2}\hat{\mathbf{r}}_{13} \quad (1.4)$$

ਚਿੱਤਰ 1.8(b) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਤਿੰਨ ਤੋਂ ਜ਼ਿਆਦਾ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਸਿਸਟਮ ਲਈ ਉਪਰੋਕਤ ਪਰਿਕਲਨ ਦਾ ਵਿਆਪੀਕਰਨ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਸੁਪਰਪੋਜੀਸ਼ਨ ਦੇ ਸਿਧਾਂਤ ਅਨੁਸਾਰ q_1, q_2, ..., q_n ਦੇ ਕਿਸੇ ਸਿਸਟਮ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜ q_1 ਤੇ q_2 ਦੁਆਰਾ ਲੱਗਿਆ ਬਲ ਕੁਲਮ ਨਿਯਮ ਦੁਆਰਾ ਲੱਗੇ ਬਲ ਦੇ ਸਮਾਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਮਤਲਬ ਇਹ ਹੋਰ ਚਾਰਜਾਂ q_3, q_4, ..., q_n ਦੀ ਉਪਸਥਿਤੀ ਤੋਂ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਚਾਰਜ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

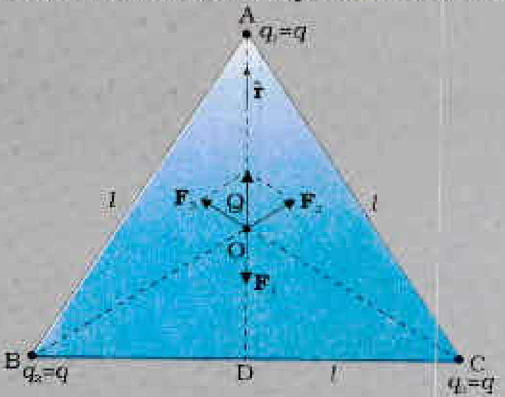
q_1 ਤੇ ਸਾਰੇ ਚਾਰਜਾਂ ਦੁਆਰਾ ਲੱਗਿਆ ਕੁੱਲ ਬਲ $\mathbf{F}_1$ ਤੱਦ $\mathbf{F}_{12}$, $\mathbf{F}_{13}$, ... $\mathbf{F}_{1n}$ ਦਾ ਵੈਕਟਰ ਜੋਗ ਹੋਵੇਗਾ ਇਸਲਈ

$$\mathbf{F}_1 = \mathbf{F}_{12} + \mathbf{F}_{13} + ...+ \mathbf{F}_{1n} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{q_1 q_2}{r_{12}^2}\hat{\mathbf{r}}_{12} + \frac{q_1 q_3}{r_{13}^2}\hat{\mathbf{r}}_{13} + ... + \frac{q_1 q_n}{r_{1n}^2}\hat{\mathbf{r}}_{1n}\right]$$

$$= \frac{q_1}{4\pi\varepsilon_0}\sum_{i=2}^{n}\frac{q_i}{r_{1i}^2}\hat{\mathbf{r}}_{1i} \qquad (1.5)$$

ਵੈਕਟਰ ਜੋੜ, ਵੈਕਟਰ ਜੋੜ ਦੀ ਸਮਾਂਤਰ ਚਤੁਰਭੁਜ ਨਿਯਮ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਮੂਲ ਰੂਪ ਵਿਚ ਸਾਰੇ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲਈ ਕੂਲਮ ਨਿਯਮ ਅਤੇ ਸੁਪਰਪੋਜੀਸ਼ਨ ਦੇ ਸਿਧਾਂਤ ਦਾ ਇੱਕ ਨਤੀਜਾ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 1.6 — ਤਿੰਨ ਚਾਰਜਾਂ, q_1, q_2, q_3 ਦੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ ਜਿਸ ਵਿਚ ਹਰੇਕ q ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੋ ਅਤੇ l ਭੁਜਾ ਵਾਲੇ ਸਮ ਤ੍ਰਿਭੁਜ ਦੇ ਸ਼ੀਰਸ਼ਾ ਤੇ ਸਥਿਤ ਹਨ। ਤ੍ਰਿਭੁਜ ਦੇ ਕੇਂਦਕ (centroid) ਤੇ ਚਿਤਰ 1.9 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਸਥਿਤ ਚਾਰਜ Q (ਜੋ q ਦਾ ਸਮਜਾਤੀ ਹੈ) ਤੇ ਕਿਨਾ ਪਰਿਣਾਮੀ ਬਲ ਲਗ ਰਿਹਾ ਹੈ?



ਚਿੱਤਰ 1.9

ਹੱਲ— ਦਿੱਤੇ ਗਏ l ਭੁਜਾ ਦੇ ਸਮਤ੍ਰਿਭੁਜ ABC ਵਿਚ ਜੇ ਆਧਾਰ ਭੁਜਾ BC ਤੇ AD ਲੰਬ ਖਿੱਚਿਏ ਤਾਂ AD = AC cos 30° = ($\sqrt{3}/2$) l ਅਤੇ A ਦੀ ਕੇਂਦਰਕ ਤੋਂ ਦੂਰੀ AD = (1 / $\sqrt{3}$) l ਸਮਮਿਤੀ ਨਾਲ AO = BO = CO

A ਤੇ ਸਥਿਤ ਚਾਰਜ q ਦੇ ਕਾਰਨ Q ਤੇ ਬਲ, $\mathbf{F}_1 = \frac{3}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Qq}{l^2}$ AO ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ

B ਤੇ ਸਥਿਤ ਚਾਰਜ q ਦੇ ਕਾਰਨ Q ਤੇ ਬਲ, $\mathbf{F}_2 = \frac{3}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Qq}{l^2}$ BO ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ

C ਤੇ ਸਥਿਤ ਚਾਰਜ q ਦੇ ਕਾਰਨ Q ਤੇ ਬਲ, $\mathbf{F}_3 = \frac{3}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Qq}{l^2}$ CO ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ

ਬਲਾਂ $\mathbf{F}_2$ ਅਤੇ $\mathbf{F}_3$ ਦਾ ਪਰਿਣਾਮੀ ਸਮਾਂਤਰ ਚਤੁਰਭੁਜ ਨਿਯਮ ਅਨੁਸਾਰ $\frac{3}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Qq}{l^2}$, OA ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਹੈ।

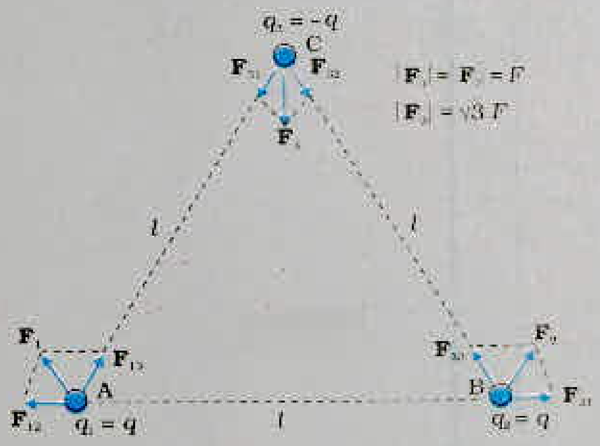
ਇਸਲਈ, Q ਤੇ ਕੁਲ ਬਲ = $\frac{3}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Qq}{l^2}(\hat{\mathbf{r}} - \hat{\mathbf{r}}) = 0$, ਇੱਥੇ $\hat{\mathbf{r}}$, OA ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਇਕਾਈ ਵੈਕਟਰ (unit vector) ਹੈ।

ਸਮਮਿਤੀ ਦੁਆਰਾ ਵੀ ਇਹ ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ ਇਹਨਾਂ ਤਿੰਨਾ ਦਾ ਯੋਗ ਸਿਫਰ ਹੋਵੇਗਾ।
ਮੰਨ ਲਓ ਕੁੱਲ ਬਲ ਸਿਫਰ ਨਹੀਂ ਸੀ ਅਤੇ ਕਿਸੇ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਸੀ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ ਕੀ ਹੋਇਆ ਹੁੰਦਾ ਜੇ ਇੱਸ ਸਿਸਟਮ ਨੂੰ O ਦੇ ਦੁਆਲੇ 60° ਤੇ ਘੁਮਾਇਆ ਜਾਂਦਾ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਉਦਾਹਰਨ 1.7— ਚਿੱਤਰ 1.10 ਵਿਚ ਦਰਸ਼ਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਕਿਸੇ ਸਮ ਤ੍ਰਿਭੁਜ ਦੇ ਸ਼ੀਰਸ਼ ਤੇ ਸਥਿਤ ਚਾਰਜਾਂ, q, q, ਅਤੇ q ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ। ਹਰੇਕ ਚਾਰਜ ਤੇ ਕਿੰਨਾ ਬਲ ਲਗ ਰਿਹਾ ਹੈ?



ਚਿੱਤਰ 1.10

ਹੱਲ— ਚਿੱਤਰ 1.10 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ, A ਤੇ ਸਥਿਤ ਚਾਰਜ q ਤੇ ਹੋਰ ਚਾਰਜ ਜਿਵੇਂ B ਤੇ ਸਥਿਤ q ਚਾਰਜ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਲ $\mathbf{F}_{12}$ BA ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਅਤੇ C ਤੇ ਸਥਿਤ $-q$ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਲ $\mathbf{F}_{13}$ AC ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਹੈ। ਸਮਾਂਤਰ ਚਤੁਰਭੁਜ ਨਿਯਮ ਅਨੁਸਾਰ A ਤੇ ਸਥਿਤ ਚਾਰਜ q ਤੇ ਕੁੱਲ ਬਲ $\mathbf{F}_1$ ਹੈ। $\mathbf{F}_1 = F\,\hat{\mathbf{r}}_1$ ਵਿਖੇ $\hat{\mathbf{r}}_1$ BC ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਇਕਾਈ ਵੈਕਟਰ ਹੈ। ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਹਰੇਕ ਜੋੜੇ ਲਈ ਅਕਰਸ਼ਣ ਅਤੇ ਅਪਕਰਸ਼ਣ ਬਲਾਂ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ $\mathbf{F}$ ਸਮਾਨ ਹੈ ਅਤੇ $F = \dfrac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 l^2}$

ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ B ਤੇ ਸਥਿਤ ਚਾਰਜ q ਤੇ ਕੁੱਲ ਬਲ $\mathbf{F}_2 = F\,\hat{\mathbf{r}}_2$ ਇੱਥੇ $\hat{\mathbf{r}}_2$ AC ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਇਕਾਈ ਵੈਕਟਰ ਹੈ।

ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ, C ਤੇ ਸਥਿਤ ਚਾਰਜ q ਤੇ ਕੁੱਲ ਬਲ $\mathbf{F}_3 = \sqrt{3}\,F\,\hat{\mathbf{n}}$ ਹੈ। ਇਥੇ $\hat{\mathbf{n}}$ ਇਕਾਈ ਵੈਕਟਰ ਹੈ ਜਿਸਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ∠BCA ਨੂੰ ਸਮਦੁਭਾਜਿਤ ਕਰਨ ਵਾਲੀ ਰੇਖਾ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਹੈ। ਇੱਥੇ ਰੋਚਕ ਗੱਲ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਤਿੰਨਾ ਚਾਰਜਾਂ ਤੇ ਲਗ ਰਹੇ ਬਲਾਂ ਦਾ ਯੋਗ ਸਿਫਰ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ

$\mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_2 + \mathbf{F}_3 = 0$

ਇਹ ਨਤੀਜਾ ਹੈਰਾਨ ਕਰਨ ਵਾਲਾ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਇਹ ਇਸ ਤੱਥ ਦਾ ਅਨੁਸਰਨ ਕਰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਕੁਲਮ ਨਿਯਮ ਅਤੇ ਨਿਯਮ ਦੇ ਤੀਜੇ ਗਤੀ ਨਿਯਮ ਦੀ ਵਿਚਕਾਰ ਤਾਲਮੇਲ ਹੈ। ਇਸ ਕਥਨ ਦੀ ਪੁਸ਼ਟੀ ਤੁਹਾਡੇ ਅਭਿਆਸ ਲਈ ਛੱਡੀ ਜਾ ਰਹੀ ਹੈ।

1.8 ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ (ELECTRIC FIELD)

ਮੰਨ ਲਓ ਨਿਰਵਾਯੂ ਵਿੱਚ ਇਕ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜ Q ਮੂਲ ਬਿੰਦੂ O ਤੇ ਰਖਿਆ ਹੋਇਆ ਹੈ। ਜੇ ਇੱਕ ਹੋਰ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜ q ਬਿੰਦੂ P ਤੇ ਰੱਖਿਆ ਜਾਵੇ ਜਿਥੇ $\mathbf{OP} = \mathbf{r}$ ਹੈ, ਤਾਂ ਚਾਰਜ Q, q ਤੇ ਕੁਲਮ ਨਿਯਮ ਅਨੁਸਾਰ ਬਲ ਲਗਾਏਗਾ। ਅਸੀਂ ਇਹ ਪ੍ਰਸ਼ਨ ਪੁੱਛ ਸਕਦੇ ਹਾਂ : ਜੇ ਚਾਰਜ q ਨੂੰ ਹਟਾ ਲਿਆ ਜਾਵੇ ਤਾਂ Q ਦੇ ਪਰਿਵੇਸ਼ ਵਿੱਚ ਕਿ ਬਚੇਗਾ? ਕੀ ਕੁਝ ਵੀ ਨਹੀਂ ਬਚੇਗਾ। ਜੇ ਇੰਝ ਹੈ ਤਾਂ P ਤੇ ਚਾਰਜ q ਰੱਖਣ ਤੇ ਇਸ ਤੇ ਬਲ ਕਿਵੇਂ ਲਗਦਾ ਹੈ? ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਪ੍ਰਸ਼ਨਾਂ ਦੇ ਉੱਤਰ ਦੇਣ ਲਈ ਸ਼ੁਰੂਆਤੀ ਵਿਗਿਆਨੀਆਂ ਨੇ ਖੇਤਰ (field) ਦੀ ਅਵਧਾਰਣਾ ਪ੍ਰਸਤੁਤ ਕੀਤੀ। ਇਸਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਅਸੀਂ ਕਹਿੰਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਚਾਰਜ Q ਆਪਣੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਉਤਪੰਨ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਇਸ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਹੋਰ ਚਾਰਜ q ਬਿੰਦੂ P ਤੇ ਰਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਸਦਾ ਖੇਤਰ ਇਸ ਤੇ ਬਲ ਲਗਾਉਂਦਾ ਹੈ।

ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ $\mathbf{r}$ ਤੇ ਚਾਰਜ Q ਦੁਆਰਾ ਉਤਪੰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ

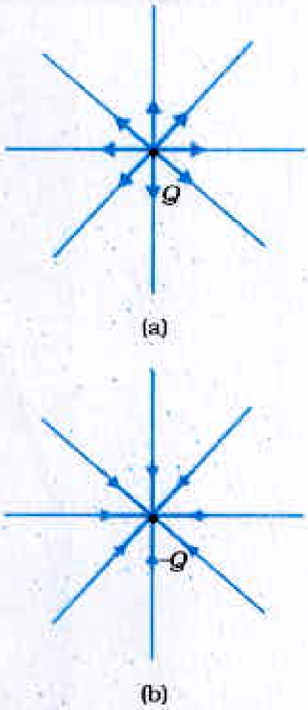
$$\mathbf{E}(\mathbf{r}) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r^2}\hat{\mathbf{r}} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r^2}\hat{\mathbf{r}} \tag{1.6}$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਇੱਥੇ $\hat{\mathbf{r}} = \mathbf{r}/r$ ਮੂਲ ਬਿੰਦੂ O ਤੋਂ ਬਿੰਦੂ P ਤੱਕ ਦਾ ਇਕਾਈ ਵੈਕਟਰ ਹੈ। ਸਮੀਕਰਨ (1.6) ਸਥਿਤੀ ਵੈਕਟਰ $\mathbf{r}$ ਦੇ ਹਰੇਕ ਮਾਨ ਦੇ ਲਈ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦਾ ਸੰਗਤ ਮਾਨ ਦਸਦੀ ਹੈ। ਸ਼ਬਦ 'ਖੇਤਰ' ਇਹ ਦਸਦਾ ਹੈ ਕਿ ਕਿਵੇਂ ਕੋਈ ਵਿਪਰੀਤ ਰਾਸ਼ੀ (ਜੋ ਸੱਕੇਲਰ ਜਾਂ ਵੈਕਟਰ ਹੋ ਸਕਦੀ ਹੈ) ਸਥਿਤੀ ਦੇ ਨਾਲ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਚਾਰਜ ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਨੂੰ ਬਿਲਜਈ ਖੇਤਰ ਦੇ ਅਸਤਿਤਵ ਵਿੱਚ ਸਮਾਵਿਸ਼ਟ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਚਾਰਜ Q ਦੁਆਰਾ ਚਾਰਜ q ਤੇ ਲਗਾਇਆ ਬਲ $\mathbf{F}$ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ–

$$\mathbf{F} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Qq}{r^2}\hat{\mathbf{r}} \qquad (1.7)$$



ਚਿੱਤਰ 1.11(a)
(a) ਚਾਰਜ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ (b) ਚਾਰਜ Q ਕਾਰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ

ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਚਾਰਜ q ਵੀ ਚਾਰਜ Q ਤੇ ਪਰਿਮਾਣ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਉਲਟ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਵਿਪਰੀਤ ਬਲ ਲਗਾਉਂਦਾ ਹੈ। Q ਅਤੇ q ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲਈ ਬਲ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਚਾਰਜ q ਅਤੇ Q ਦੇ ਬਿਜਲ ਖੇਤਰ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਪਰਸਪਰ ਕਿਰਿਆ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸਮਝ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਜੇ ਅਸੀਂ ਚਾਰਜ q ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਨੂੰ ਵੈਕਟਰ $\mathbf{r}$ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰੀਏ ਤਾਂ ਇਹ q ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਤੇ ਇਕ ਬਲ $\mathbf{F}$ ਦਾ ਅਨੁਭਵ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਚਾਰਜ q ਅਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ $\mathbf{F}$ ਦੇ ਗੁਣਨਫਲ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ

$$\mathbf{F}(\mathbf{r}) = q\,\mathbf{E}(\mathbf{r}) \qquad (1.8)$$

ਸਮੀਕਰਨ (1.8) ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੇ SI ਇਕਾਈ ਨੂੰ N/C* ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇੱਥੇ ਕੁਝ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਟਿੱਪਣੀਆਂ ਕੀਤੀਆ ਜਾ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ :

(i) ਸਮੀਕਰਨ (1.8) ਤੋਂ ਇਹ ਨਤੀਜਾ ਨਿਕਲਦਾ ਹੈ ਜੇ q ਇਕਾਈ ਹੈ ਤਾਂ ਚਾਰਜ Q ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦਾ ਆਂਕਿਕ ਮਾਣ ਇਸ ਦੁਆਰਾ ਲਗਾਏ ਬਲ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ– ਸਥਾਨ ਵਿਚ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਚਾਰਜ Q ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਉਸ ਬਲ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਜਿਸਨੂੰ ਕੋਈ ਇਕਾਈ ਧਨਚਾਰਜ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਰਖੇ ਜਾਣ ਤੇ ਅਨੁਭਵ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਉਹ ਚਾਰਜ Q ਜੋ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਉਤਪੰਨ ਕਰ ਰਿਹਾ ਹੈ ਸ੍ਰੋਤ ਚਾਰਜ (source charge) ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਚਾਰਜ q ਜੋ ਸ੍ਰੋਤ ਚਾਰਜ ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਨੂੰ ਮਹਿਸੂਸ ਕਰਦਾ ਹੈ ਨੂੰ ਟੈਸਟ ਚਾਰਜ (test charge) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਸ੍ਰੋਤ ਚਾਰਜ ਨੂੰ ਆਪਣੀ ਮੂਲ ਸਥਿਤੀ ਤੇ ਹੀ ਰਹਿਣਾ ਚਾਹਿਦਾ ਹੈ। ਪਰ, ਜੇ ਕਿਸੇ ਚਾਰਜ q ਨੂੰ Q ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਤੋਂ ਕਿਤੇ ਲਿਆਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ Q ਆਪ ਵੀ ਚਾਰਜ q ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲਈ ਬਲ ਦਾ ਅਨੁਭਵ ਕਰਨ ਲਈ ਪ੍ਰਤਿਬੱਧ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਵਿਚ ਗਤੀ ਕਰਨ ਦੀ ਪ੍ਰਵਿਰਤੀ ਹੋਵੇਗੀ। ਇਸ ਤੋਂ ਮੁਕਤੀ ਦਾ ਕੇਵਲ ਇੱਕ ਹੀ ਉਪਾਅ ਹੈ ਕਿ ਅਸੀਂ q ਨੂੰ Q ਦੇ ਮੁਕਾਬਲੇ ਕਾਫ਼ੀ ਛੋਟਾ ਬਣਾ ਦਇਏ, ਤਾਂ ਬਲ $\mathbf{F}$ ਵੀ ਕਾਫ਼ੀ ਛੋਟਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਪਰ ਅਨੁਪਾਤ $\mathbf{F}/q$ ਇਕ ਸੀਮਿਤ ਰਾਸ਼ੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰਦੀ ਹੈ–

$$\mathbf{E} = \lim_{q\to 0}\left(\frac{\mathbf{F}}{q}\right) \qquad (1.9)$$

ਇਸ ਸਮਸਿਆ (ਚਾਰਜ Q ਨੂੰ ਚਾਰਜ q ਦੀ ਉਪਸਥਿਤੀ ਕਾਰਨ ਅਸ਼ਾਂਤ ਨਾ ਹੋਣ ਦੇਣਾ) ਤੋਂ ਮੁਕਤੀ ਦਾ ਇਕ ਵਿਵਹਾਰਿਕ ਉਪਾਅ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਚਾਰਜ Q ਦੀ ਕਿਸੇ ਅਨਿਸ਼ਚਿਤ ਬਲਾਂ ਦੁਆਰਾ ਉਹੀ ਸਥਿਤੀ ਬਣਾਈ ਰਖੀ ਜਾਵੇ। ਇਹ ਅਜੀਬ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ, ਪਰੰਤੂ ਵਿਵਹਾਰ ਵਿੱਚ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜਦ ਅਸੀਂ ਚਾਰਜਿਤ ਸਮਤਲ ਸ਼ੀਟ ਜਾਂ ਚਾਦਰ (Charged Planar Sheet) ਦੇ ਕਾਰਨ ਟੈਸਟ ਚਾਰਜ q ਤੇ ਲੱਗੇ ਬਿਜਲਈ ਬਲ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ (ਅਨੁਲਾਗ 1.15), ਤਦ ਸ਼ੀਟ ਤੇ ਚਾਰਜ, ਸ਼ੀਟ ਦੇ ਅੰਤਰ ਅਨਿਸ਼ਚਿਤ ਚਾਰਜਿਤ ਸੰਘਟਕਾ ਦੁਆਰਾ ਲੱਗੇ ਬਲਾਂ ਕਾਰਨ ਆਪਣੀ ਉਹੀ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਹੀ ਬਣੇ ਰਹਿੰਦੇ ਹਨ।

---

* ਅਗਲੇ ਅਧਿਆਇ ਵਿਚ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੇ ਲਈ ਇੱਕ ਹੋਰ ਵੈਕਲਪਿਕ ਇਕਾਈ V/m ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕੀਤਾ ਜਾਵੇਗਾ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

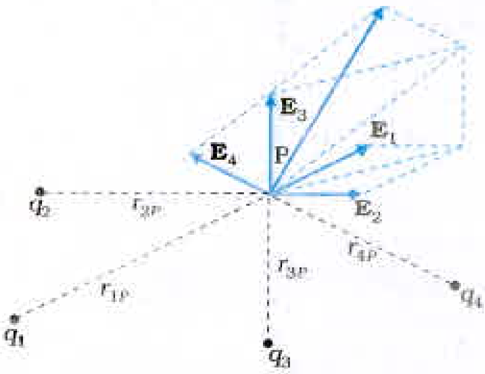
(ii) ਧਿਆਨ ਦਿਓ, ਚਾਰਜ Q ਦੇ ਕਾਰਣ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ **E** ਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਭਾਵੇ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਟੈਸਟ ਚਾਰਜ q ਦੇ ਪਦਾਂ ਵਿੱਚ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ, ਅਤੇ ਇਹ q ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦੀ। ਇਸਦਾ ਕਾਰਣ ਹੈ ਕਿ ਬਲ **F** ਚਾਰਜ q ਦੇ ਸਿੱਧਾ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਅਨੁਪਾਤ $\mathbf{F}/q$ ਚਾਰਜ q ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ ਹੈ। Q ਦੇ ਕਾਰਣ q ਤੇ ਬਲ ਚਾਰਜ q ਦੀ ਕਿਸੇ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਸਥਿਤੀ ਤੋਂ ਚਾਰਜ Q ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਦੇ ਸਥਾਨ ਵਿੱਚ ਕਿਤੇ ਵੀ ਹੋ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ Q ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ **E** ਨਿਰਦੇਸ਼ਾਂਕ ਸਥਾਨ **r** ਤੇ ਵੀ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਸਾਰੇ ਸਥਾਨ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜ ਦੀ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਸਥਿਤੀਆਂ ਦੇ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ **E** ਦੇ ਵੱਖ ਮਾਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦਾ ਅਸਤਿਤਵ ਤ੍ਰੀਆਯਾਮੀ ਸਥਾਨ ਦੇ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

(iii) ਧਨਚਾਰਜ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਚਾਰਜ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਵੱਲ (radially outwards) ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਵਿਪਰੀਤ ਜੇ ਸ੍ਰੋਤ ਚਾਰਜ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੈ ਤਾਂ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਵੈਕਟਰ, ਹਰ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਅੰਦਰ ਵੱਲ (radially inwards) ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

(iv) ਕਿਉਂਕਿ ਚਾਰਜ Q ਦੇ ਕਾਰਣ ਆਵੇਸ਼ q ਤੇ ਲੱਗੇ ਬਲ **F** ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਕੇਵਲ ਚਾਰਜ Q ਤੋਂ ਚਾਰਜ q ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੀ ਦੂਰੀ r ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ, ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ **E** ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਵੀ ਸਿਰਫ ਦੂਰੀ r ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰਾਂ, ਚਾਰਜ Q ਤੋਂ ਸਮਾਨ ਦੂਰੀਆਂ ਤੇ ਇਸਦੇ ਕਾਰਨ ਉਤਪੰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ **E** ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਸਮਾਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਕਿਸੇ ਗੋਲੇ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੇ ਸਥਿਤ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜ ਦੇ ਕਾਰਣ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ **E** ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਉਸਦੇ ਪਰਿਪੇਖ ਦੇ ਹਰ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਸਮਾਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਦੂਸਰੇ ਸ਼ਬਦਾਂ ਵਿਚ, ਇਹ ਖੇਤਰ ਦੀ ਗੋਲਾਕਾਰ ਸਮਮਿਤੀ (spherical symmetry) ਹੈ।

1.8.1 ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਸਿਸਟਮ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ (Electric field due to a system of charges)

ਆਓ, $q_1, q_2, \ldots, q_n$ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਇੱਕ ਸਿਸਟਮ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਜਿਹਨਾਂ ਦੇ ਕਿਸੇ ਮੂਲ ਬਿੰਦੂ O ਦੇ ਸਾਪੇਖੀ ਸਥਿਤੀ ਵੈਕਟਰ ਕ੍ਰਮਵਾਰ : $\mathbf{r}_1, \mathbf{r}_2, \ldots, \mathbf{r}_n$ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਇਕੱਲੇ ਚਾਰਜ ਦੇ ਕਾਰਨ ਸਥਾਨ ਦੇ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਰਖੇ ਕਿਸੇ ਇਕਾਈ ਧਨ ਚਾਰਜ ਦੁਆਰਾ ਅਨੁਭਵ ਕੀਤੇ ਜਾਣ ਵਾਲੇ ਬਲ ਦੁਆਰਾ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇੱਥੇ ਇਹ ਮੰਨਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਇਕਾਈ ਚਾਰਜ ਦੇ ਕਾਰਨ $q_1, q_2, \ldots, q_n$ ਚਾਰਜਾਂ ਦੀ ਮੂਲ ਸਥਿਤੀਆਂ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਬਿੰਦੂ P ਜਿਸਨੂੰ ਸਥਿਤੀ ਵੈਕਟਰ **r** ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕਰਨ ਲਈ ਅਸੀਂ ਕੂਲਮ ਨਿਯਮ ਅਤੇ ਸੁਪਰਪੋਜੀਸ਼ਨ ਦੇ ਸਿਧਾਂਤ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਦੇ ਹਾਂ।



ਚਿੱਤਰ 1.12 ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਸਿਸਟਮ ਦੇ ਕਾਰਨ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰਾਂ ਦੇ ਵੈਕਟਰ ਯੋਗ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

$\mathbf{r}_1$ ਤੇ ਸਥਿਤ ਚਾਰਜ q_1 ਦੇ ਕਾਰਨ ਸਥਿਤੀ **r** ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ $\mathbf{E}_1$ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

$$\mathbf{E}_1 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1}{r_{1P}^2}\hat{\mathbf{r}}_{1P}$$

ਇਥੇ ਚਾਰਜ q_1 ਤੋਂ P ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਇਕਾਈ ਵੈਕਟਰ ਹੈ ਅਤੇ r_{1P} ਚਾਰਜ q_1 ਅਤੇ P ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੀ ਦੂਰੀ ਹੈ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ $\mathbf{r}_2$ ਤੇ ਸਥਿਤ ਚਾਰਜ q_2 ਦੇ ਕਾਰਨ ਸਥਿਤੀ **r** ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ $\mathbf{E}_2$ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਅਕਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ।

$$\mathbf{E}_2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_2}{r_{2P}^2}\hat{\mathbf{r}}_{2P}$$

ਇੱਥੇ $\hat{\mathbf{r}}_{2P}$ ਚਾਰਜ q_2 ਤੋਂ P ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਇਕਾਈ ਸਦਿਸ਼ ਹੈ ਅਤੇ r_{2P} ਚਾਰਜ q_2 ਅਤੇ P ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੀ ਦੂਰੀ ਹੈ। ਇਸੇ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਵਿਅੰਜਕ $q_3, q_4, \ldots, q_n$ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰਾਂ $\mathbf{E}_3, \mathbf{E}_4, \ldots, \mathbf{E}_n$ ਲਿਖੇ ਜਾ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਸੁਪਰਪੋਜੀਸ਼ਨ ਸਿਧਾਂਤ ਦੁਆਰਾ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਸਿਸਟਮ ਦੇ ਕਾਰਨ **r** ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ (ਚਿੱਤਰ 1.12 ਵਿਚ ਦਰਸਾਏ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਅਨੁਸਾਰ) ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ–

$$\mathbf{E}(\mathbf{r}) = \mathbf{E}_1(\mathbf{r}) + \mathbf{E}_2(\mathbf{r}) + \quad + \quad \mathbf{E}_n(\mathbf{r})$$

$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1}{r_{1P}^2}\hat{\mathbf{r}}_{1P} + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_2}{r_{2P}^2}\hat{\mathbf{r}}_{2P} + \ldots + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_n}{r_{nP}^2}\hat{\mathbf{r}}_{nP}$$

$$\mathbf{E}(\mathbf{r}) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\sum_{i=1}^{n}\frac{q_i}{r_{iP}^2}\hat{\mathbf{r}}_{iP} \tag{1.10}$$

E ਇੱਕ ਵੈਕਟਰ ਰਾਸ਼ੀ ਹੈ ਜਿਸਦਾ ਮੁੱਲ ਸਪੇਸ ਵਿੱਚ ਇਕ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਦੂਸਰੇ ਬਿੰਦੂ ਤੱਕ ਜਾਣ ਤੇ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਸ੍ਰੋਤ ਚਾਰਜਾਂ ਦੀ ਸਥਿਤੀਆਂ ਤੋਂ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

1.8.2 ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੀ ਭੌਤਿਕ-ਮਹੱਤਤਾ (Physical significance of electric field)

ਤੁਹਾਨੂੰ ਹੈਰਾਨੀ ਹੋ ਸਕਦੀ ਹੈ ਕਿ ਸਾਨੂੰ ਇੱਥੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੀ ਧਾਰਨਾ ਤੋਂ ਪਰਿਚਿਤ ਕਿਉਂ ਕਰਵਾਇਆ ਜਾ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਵੈਸੇ ਵੀ, ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਕਿਸੇ ਵੀ ਸਿਸਟਮ ਦੇ ਲਈ ਮਾਪਣ ਯੋਗ ਰਾਸ਼ੀ ਕਿਸੇ ਚਾਰਜ ਤੇ ਲਗਿਆ ਬਲ ਹੈ ਜਿਸਨੂੰ ਕੂਲਮ ਨਿਯਮ ਅਤੇ ਸੁਪਰਪੋਜ਼ੀਸਨ ਸਿਧਾਂਤ ਦੁਆਰਾ (ਸਮੀਕਰਣ 1.5) ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਫਿਰ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਨਾਮ ਦੀ ਇਸ ਮੱਧਵਰਤੀ ਰਾਸ਼ੀ ਨੂੰ ਕਿਉ ਪ੍ਰਸਤਾਵਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਰਿਹਾ ਹੈ?

ਸਥਿਰ ਬਿਜਲਈ ਦੇ ਲਈ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੀ ਧਾਰਨਾ ਸੌਖੀ ਤੇ ਹੈ ਪਰ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਜ਼ਰੂਰੀ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਕਿਸੇ ਸਿਸਟਮ ਦੇ ਬਿਜਲਈ ਵਾਤਾਵਰਣ ਨੂੰ ਵਧੀਆ ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਨ ਦਾ ਉਪਾਅ ਹੈ। ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਸਿਸਟਮ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਦੇ ਸਪੇਸ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਕੋਈ ਇਕਾਈ ਧਨਾਤਮਕ ਟੈਸਟ ਚਾਰਜ ਰੱਖੀਏ ਤਾਂ ਉਹ ਕਿੰਨਾ ਬਲ ਅਨੁਭਵ ਕਰੇਗਾ। ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਸਿਸਟਮ ਦੀ ਇਕ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ਤਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਨਿਰਧਾਰਣ ਲਈ ਆਪ ਦੁਆਰਾ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਰੱਖੇ ਜਾਣ ਵਾਲੇ ਟੈਸਟ ਚਾਰਜ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ। ਭੌਤਿਕੀ ਵਿੱਚ ਖੇਤਰ ਸ਼ਬਦ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਵਿਆਪਕ ਰੂਪ ਨਾਲ ਉਸ ਰਾਸ਼ੀ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਣ ਲਈ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਜੋ ਸਥਾਨ ਦੇ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕੇ ਅਤੇ ਇਕ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਦੂਸਰੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੋਵੇ। ਕਿਉਂਕੀ ਬਲ ਇਕ ਵੈਕਟਰ ਰਾਸ਼ੀ ਹੈ, ਇਸਲਈ ਬਿਜਲੀ ਦਾ ਖੇਤਰ ਇਕ ਵੈਕਟਰ ਰਾਸ਼ੀ ਹੈ।

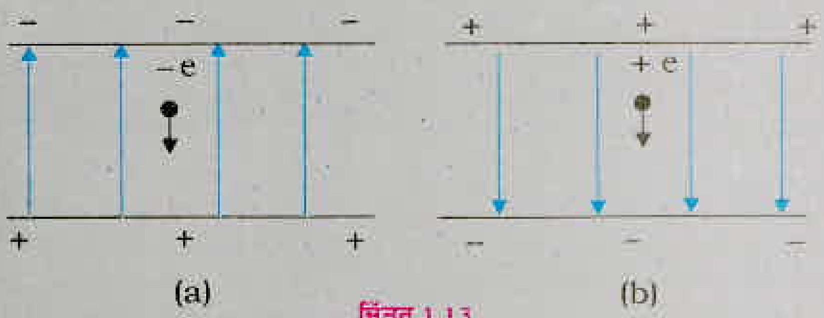
ਪਰ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੀ ਅਵਧਾਰਨਾ ਦੀ ਅਸਲ ਭੌਤਿਕ ਸਾਰਥਕਤਾ ਤਦ ਪ੍ਰਕਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਦੋਂ ਅਸੀਂ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲਦੇ, ਸਮੇਂ ਨਿਰਭਰ ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀ ਪਰਿਵਘਟਨਾਵਾਂ ਨਾਲ ਵਿਵਹਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਮੰਨ ਲਓ ਅਸੀਂ ਪ੍ਰਵੇਗਿਤ ਗਤੀ ਨਾਲ ਗਤੀਮਾਨ ਦੋ ਦੂਰ ਪਏ ਚਾਰਜਾਂ q_1 ਅਤੇ q_2 ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਲੱਗੇ ਬੱਲ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਹੁਣ, ਉਹ ਅਧਿਕਤਮ ਚਾਲ ਜਿਸ ਨਾਲ ਕੋਈ ਸੰਕੇਤ ਜਾਂ ਸੂਚਨਾ ਇਕ ਸਥਾਨ ਤੋਂ ਦੂਸਰੇ ਸਥਾਨ ਤਕ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ, ਉਹ ਪਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ c ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ q_2 ਤੇ q_1 ਦੀ ਕਿਸੇ ਗਤੀ ਦਾ ਪ੍ਰਭਾਵ ਉਸੇ ਸਮੇਂ ਪੈਦਾ ਨਹੀਂ ਹੋ ਸਕਦਾ। ਕਾਰਨ (q_1ਦੀ ਗਤੀ) ਅਤੇ ਪ੍ਰਭਾਵ (q_2 ਤੇ ਬਲ) ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਕੁਝ ਨਾ ਕੁਝ ਕਾਲ ਦਾ ਵਿਲੰਬ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਥੇ ਹੀ ਸਾਰਥਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ (ਸਹੀ ਅਰਥਾਂ ਵਿਚ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ) ਦੀ ਅਵਧਾਰਨਾ ਸੁਭਾਵਿਕ ਅਤੇ ਬੜੀ ਉਪਯੋਗੀ ਹੈ। ਖੇਤਰ ਦਾ ਚਿੱਤਰਣ ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਹੈ– ਚਾਰਜ q_1 ਦੀ ਪ੍ਰਵੇਗਿਤ ਗਤੀ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਉਤਪੰਨ ਕਰਦੀ ਹੈ, ਜੋ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਨਾਲ ਫੈਲਕੇ q_2 ਤੱਕ ਪਹੁੰਚਦੀ ਹੈ ਅਤੇ q_2 ਤੇ ਬਲ ਲਗਾਉਂਦੀ ਹੈ। ਖੇਤਰ ਦੀ ਅਵਧਾਰਨਾ ਕਾਲ ਵਿਲੰਬ ਦਾ ਸੁਚਾਰੂ ਰੂਪ ਨਾਲ ਸਪਸ਼ਟੀਕਰਨ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਤਰਾਂ, ਬੇਸ਼ਕ ਬਿਜਲਈ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਬਲਾਂ ਦੀ ਡਿਟੈਕਸ਼ਨ (detection) ਸਿਰਫ ਚਾਰਜਾਂ ਤੇ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵ (ਬਲਾਂ) ਦੁਆਰਾ ਹੀ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ, ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਭੌਤਿਕ ਸਚ ਮੰਨਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਇਹ ਸਿਰਫ ਗਣਿਤਕ ਰਚਨਾਵਾਂ ਹੀ ਨਹੀਂ ਹਨ। ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਆਪਣੀ ਵੱਖ ਸੁਤੰਤਰ ਗਤਿਕੀ (independent dynamics) ਹੈ, ਯਾਨਿ ਕਿ ਇਹ ਆਪਣੇ ਨਿਯਮਾਂ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਵਿਕਸਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਊਰਜਾ ਦਾ ਪਰਿਵਹਨ ਵੀ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਾਲ-ਆਸ਼ਰਿਤ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰਾਂ ਦਾ ਕੋਈ ਸ੍ਰੋਤ ਜਿਸਨੂੰ ਸੰਖੇਪ ਵਿਚ ਖੋਲਿਆ ਅਤੇ ਬੰਦ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ, ਊਰਜਾ ਪਰਿਵਹਿਨ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰਾਂ ਨੂੰ ਪਿੱਛੇ ਛੱਡ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਖੇਤਰ ਦੀ ਅਵਧਾਰਨਾ ਸਭ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਫੈਰਾਡੇ ਨੇ ਪੇਸ਼ ਕੀਤੀ ਸੀ ਜੋ ਕਿ ਭੌਤਿਕੀ ਦੀ ਪ੍ਰਮੁੱਖ ਅਵਧਾਰਣਾਵਾਂ ਵਿਚ ਸਥਾਨ ਰੱਖਦੀ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 1.8— ਕੋਈ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ 2.0×10^4 N C^{-1} ਪਰਿਮਾਣ ਦੇ ਇੱਕ-ਸਮਾਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਵਿਚ 1.5 cm ਦੂਰੀ ਤੱਕ ਡਿਗਦਾ ਹੈ। [ਚਿੱਤਰ 1.13(a)] । ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਸਮਾਨ ਰਖਦੇ ਹੋਏ ਇਸਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਪਲਟ ਦਿੱਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਹੁਣ ਕੋਈ ਹੋਰ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਇਸ ਖੇਤਰ ਵਿਚ ਉੱਨੀ ਹੀ ਦੂਰੀ ਤੱਕ ਡਿਗਦਾ ਹੈ [ਚਿੱਤਰ (1.13(b)] ਦੋਵੇ ਕੇਸਾਂ ਵਿਚ ਡਿੱਗਨ ਵਿਚ ਲੱਗੇ ਸਮੇਂ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰੋ। ਇਸ ਪਰਿਸਥਿਤੀ ਦੀ ਗੁਰੂਤਾ ਦੇ ਅਧੀਨ ਮੁਕਤ ਪਤਨ (free fall under gravity) ਨਾਲ ਤੁਲਨਾ ਕਰ।



ਚਿੱਤਰ 1.13

ਹੱਲ— ਚਿੱਤਰ 1.13(a) ਵਿੱਚ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਉੱਪਰ ਵੱਲ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਰਿਣਚਾਰਜਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ eE ਪਰਿਮਾਣ ਦਾ ਥੱਲੇ ਵਲ ਦਾ ਬਲ ਅਨੁਭਵ ਕਰਦਾ ਹੈ, ਇਥੇ E, ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਪ੍ਰਵੇਗ

$$a_e = eE/m_e$$

ਇੱਥੋ m_e ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਪੁੰਜ ਹੈ।

ਵਿਰਾਮ ਅਵਸਥਾ ਤੋਂ ਸ਼ੁਰੂ ਕਰਕੇ, ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਮੁਕਤ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਦੂਰੀ h ਤੱਕ ਡਿੱਗਨ ਵਿਚ ਲੱਗਿਆ

ਸਮਾਂ $t_e = \sqrt{\frac{2h}{a_e}} = \sqrt{\frac{2hm_e}{eE}}$

$e = 1.6 \times 10^{-19}$C, $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$ kg.

$E = 2.0 \times 10^4$ N/C^1, $h = 1.5 \times 10^{-2}$m

$t_e = 2.9 \times 10^{-9}$s

ਚਿੱਤਰ 1.13(b) ਵਿੱਚ ਖੇਤਰ ਥੱਲੇ ਵਲ ਨੂੰ ਹੈ। ਇਸਲਈ ਧਨ-ਚਾਰਜਿਤ ਪ੍ਰੋਟਾਨ eE ਪਰਿਮਾਣ ਦਾ ਹੇਠਾਂ ਵਲ ਨੂੰ ਬਲ ਅਨੁਭਵ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦਾ ਪ੍ਰਵੇਗ

$$a_p = eE/m_p$$

ਇਥੇ m_p ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦਾ ਪੁੰਜ ਹੈ $m_p = 1.67 \times 10^{27}$ kg ਇਸ ਲਈ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦੁਆਰਾ ਡਿਗਨ ਵਿਚ

ਲਗਿਆ ਸਮਾਂ $t_p = \sqrt{\frac{2h}{a_p}} = \sqrt{\frac{2hm_p}{eE}} = 1.3 \quad 10^{-7}$ s

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਮਾਨ ਦੂਰੀ ਤੇ ਡਿਗਨ ਤੇ ਭਾਰੀ ਕਣ (ਪ੍ਰੋਟਾਨ) ਅਧਿਕ ਸਮਾਂ ਲੈਂਦਾ ਹੈ। ਗੁਰੂਤਾ ਦੇ ਅਧੀਨ ਮੁਕਤ ਪਤਨ, ਅਤੇ ਇਸ ਪਤਨ ਵਿੱਚ ਏਹੀ ਮੂਲ ਵਿਸ਼ਮਤਾ ਹੈ ਕਿਉਂਕੀ ਗੁਰੂਤਾ ਦੇ ਅਧੀਨ ਪਤਨ ਵਿੱਚ ਸਮਾਂ ਵਸਤੂ ਦੇ ਪੁੰਜ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ। ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਇਥੇ ਅਸੀਂ ਪਤਨ ਦਾ ਸਮਾਂ ਪਰਿਕਲਿਤ ਕਰਦੇ ਸਮੇਂ ਗੁਰੂਤਵੀ ਪ੍ਰਵੇਗ ਨੂੰ ਨਿਗੁਣਾ ਮੰਨਿਆ ਹੈ। ਇਹ ਵੇਖਣ ਲਈ ਕਿ ਇਹ ਸਹੀ ਹੈ, ਆਓ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਵਿਚ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦਾ ਪ੍ਰਵੇਗ ਪਰਿਕਲਿਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ—

ਉਦਾਹਰਨ 1.8

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਉਦਾਹਰਣ 1.8

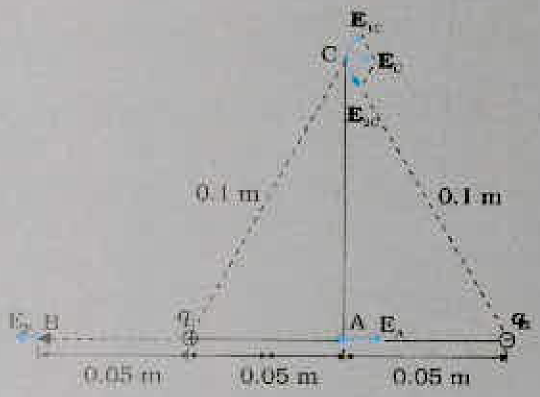
$$a_p = \frac{eE}{m_p}$$

$$= \frac{(1.6 \times 10^{-19}\ \text{C}) \times (2.0 \times 10^{4}\ \text{N C}^{-1})}{1.67 \times 10^{-27}\ \text{kg}}$$

$$= 1.9 \times 10^{12}\ \text{m s}^{-2}$$

ਇਹ ਪ੍ਰਵੇਗ, ਗੁਰੂਤਵੀ ਪ੍ਰਵੇਗ ($9.8\ \text{m s}^{-2}$) ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਕਾਫ਼ੀ ਅਧਿਕ ਹੈ। ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਪ੍ਰਵੇਗ ਤਾਂ ਇਸ ਪ੍ਰਵੇਗ ਤੋਂ ਵੀ ਵੱਧ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ, ਇਸ ਉਦਾਹਰਨ ਵਿੱਚ ਗੁਰੂਤਵੀ ਪ੍ਰਵੇਗ ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੀ ਨਜ਼ਰਅੰਦਾਜ਼ੀ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 1.9 ਦੋ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜ q_1 ਅਤੇ q_2 ਜਿਹਨਾਂ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ ਕ੍ਰਮਵਾਰ : $+10^{-8}$ C ਅਤੇ 10^{-8} C ਹੈ ਇਕ ਦੂਸਰੇ ਤੋਂ 0.1 m ਦੂਰੀ ਤੇ ਰੱਖੇ ਹਨ। ਚਿਤਰ 1.14 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਬਿੰਦੂਆਂ A, B ਅਤੇ C ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਪਰਿਕਲਿਤ ਕਰੋ।



ਚਿਤਰ 1.14

ਹੱਲ— ਧਨਚਾਰਜ q_1 ਦੇ ਕਾਰਨ A ਤੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਵੈਕਟਰ $\mathbf{E}_{1A}$ ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦਾ

ਪਰਿਮਾਣ $E_{1A} = \dfrac{(9 \times 10^{9}\text{Nm}^2\text{C}^{-2})\ (10^{-8}\text{C})}{(0.05\,\text{m})^2} = 3.6 \times 10^{4}\ \text{N C}^{-1}$ ਹੈ।

ਰਿਣ ਚਾਰਜ q_2 ਦੇ ਕਾਰਨ A ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ $\mathbf{E}_{2A}$ ਵੀ ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਵੀ $\mathbf{E}_{1A}$ ਦੇ ਸਮਾਨ ਹੈ।

ਇਸ ਲਈ A ਤੇ ਕੁੱਲ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ $\mathbf{E}_A$ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ

$E_A = E_{1A} + E_{2A} = 7.2 \times 10^{4}\ \text{NC}^{-1}$ (ਇਹ ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹਨ)

ਧਨਚਾਰਜ q_1 ਦੇ ਕਾਰਨ B ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਵੈਕਟਰ ਖੱਬੇ ਪਾਸੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਪਰਿਮਾਣ

$$E_{1A} = \frac{(9 \times 10^{9}\text{Nm}^2\text{C}^{-2}) \times (10^{-8}\text{C})}{(0.05\text{m})^2} = 3.6 \times 10^{4}\ \text{N C}^{-1}$$

ਰਿਣ ਚਾਰਜ q_2 ਦੇ ਕਾਰਨ B ਤੇ ਬਿਜਲ ਖੇਤਰ ਵੈਕਟਰ $\mathbf{E}_{2B}$ ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਪਰਿਮਾਣ

$$E_{2B} = \frac{(9 \times 10^{9}\text{Nm}^2\text{C}^{-2}) \times (10^{-8}\text{C})}{(0.15\text{m})^2} = 4 \times 10^{3}\ \text{N C}^{-1}$$

ਉਦਾਹਰਣ 1.9

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਉਦਾਹਰਣ 1.9

B ਤੇ ਕੁਲ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ

$E_B = E_{1B} - E_{2B} = 3.2 \times 10^4$ N C^{-1} (ਇਹ ਖੱਬੇ ਪਾਸੇ ਵਲ ਹੈ)

q_1 ਅਤੇ q_2 ਵਿੱਚੋਂ ਹਰੇਕ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿੰਦੂ C ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਵੈਕਟਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਸਮਾਨ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ

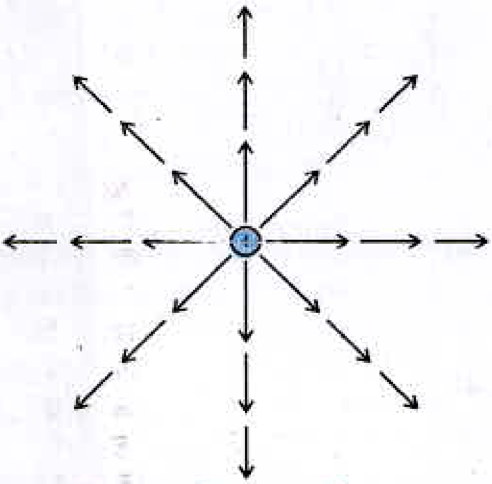
$$E_{1C} = E_{2C} = \frac{(9\times10^9\,\text{Nm}^2\text{C}^{-2})\times(10^{-8}\text{C})}{(0.10\text{m})^2} = 9\times10^3\ \text{N C}^{-1}$$

ਇਹਨਾਂ ਦੋਨਾਂ ਸਦਿਸ਼ਾਂ ਦੀਆਂ ਦਿਸ਼ਾਵਾਂ ਚਿੱਤਰ 1.14 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਈਆਂ ਗਈਆਂ ਹਨ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਵੈਕਟਰਾਂ ਦੇ ਪਰਿਣਾਮੀ ਸਦਿਸ਼ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ

$$E_C = E_1 \cos\frac{\pi}{3} + E_2 \cos\frac{\pi}{3} = 9\times10^3\ \text{N C}^{-1}$$

E_C ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹੈ।

1.9 ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ (ELECTRIC FIELD LINES)



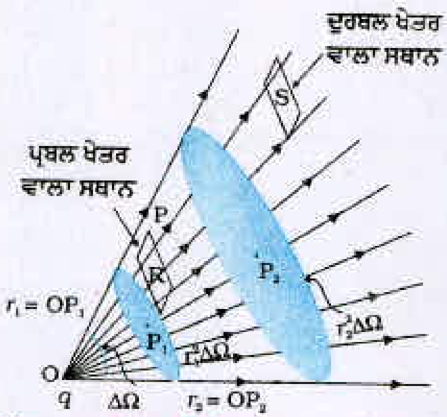
ਚਿੱਤਰ 1.15 ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜ ਦਾ ਖੇਤਰ

ਪਿਛਲੇ ਭਾਗ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦਾ ਅਧਿਅਨ ਕੀਤਾ। ਇਹ ਇੱਕ ਵੈਕਟਰ ਰਾਸ਼ੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਨੂੰ ਅਸੀਂ ਵੈਕਟਰਾਂ ਦੀ ਭਾਂਤੀ ਹੀ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਾ। ਆਓ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜ ਦੇ ਕਾਰਨ **E** ਨੂੰ ਚਿੱਤਰਾਤਮਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਨ ਦਾ ਯਤਨ ਕਰੀਏ। ਮੰਨ ਲਓ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜ ਮੂਲ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਸਥਿਤ ਹੈ। ਹਰੇਕਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ ਖੇਤਰ ਦੀ ਤੀਵਰਤਾ ਦੀ ਅਨੁਪਾਤਕ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਵੈਕਟਰ ਖਿੱਚੋ। ਕਿਉਂਕਿ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਚਾਰਜ ਤੋਂ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਦੀ ਦੂਰੀ ਦੇ ਵਰਗ ਦੇ ਉਲਟ ਅਨੁਪਾਤ ਰਾਹੀਂ ਘਟਦਾ ਹੈ, ਮੂਲ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਦੂਰ ਜਾਣ ਤੇ ਵੈਕਟਰ ਦੀ ਲੰਬਾਈ ਲਗਾਤਾਰ ਘੱਟਦੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਹਮੇਸ਼ਾਂ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵੱਲ ਬਾਹਰ ਵੱਲ (radially outwards) ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 1.15 ਇਸ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇੱਸ ਚਿੱਤਰ ਵਿਚ ਹਰੇਕ ਤੀਰ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਜਾਂ ਉਸ ਤੀਰ ਦੀ ਪੂਛ ਤੇ ਸਥਿਤ ਇਕਾਈ ਧਨ ਚਾਰਜ ਤੇ ਲਗਨ ਵਾਲਾ ਬਲ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇੱਕੋ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਸੰਕੇਤ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਤੀਰਾਂ ਨੂੰ ਮਿਲਾਉਣ ਤੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਪਰਿਣਾਮੀ ਚਿੱਤਰ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾ ਨੂੰ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਾਨੂੰ ਬਹੁਤ ਸਾਰੀਆਂ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਜਿਹੜੀਆਂ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਵੱਲ ਸੰਕੇਤ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ। ਕੀ ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੀ ਤੀਵਰਤਾ ਅਤੇ ਪਰਿਮਾਣ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਦੀ ਜਾਣਕਾਰੀ ਨਸ਼ਟ ਕਰ ਦਿੱਤੀ ਹੈ, ਕਿਉਂਕਿ ਉਹ ਤੀਰ ਦੀ ਲੰਬਾਈ ਵਿੱਚ ਸਮਾਈ ਹੋਈ ਸ।(ਨਹੀਂ, ਹੁਣ ਖੇਤਰ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ ਨੂੰ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੇ ਘਣਤਾ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਦਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਚਾਰਜ ਦੇ ਨਿਕਟ **E** ਪ੍ਰਬਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਚਾਰਜ ਦੇ ਨਿਕਟ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਘਣਤਾ ਵੱਧ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਸੰਘਣੀਆਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਚਾਰਜ ਤੋਂ ਦੂਰ ਜਾਣ ਤੇ ਖੇਤਰ ਕਮਜ਼ੋਰ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਘਣਤਾ ਘੱਟ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਜਿਸਦੇ ਕਾਰਨ ਰੇਖਾਵਾਂ ਵੀ ਦੂਰ-ਦੂਰ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਕੋਈ ਵਿਅਕਤੀ ਵੱਧ ਰੇਖਾਵਾਂ ਖਿੱਚ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਪਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਅਸੀਮਿਤ ਰੇਖਾਵਾਂ ਖਿੱਚੀਆਂ ਜਾ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਸਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਖੇਤਰਾਂ ਵਿੱਚ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਸਾਪੇਖੀ ਘਣਤਾ ਕੀ ਹੈ?



ਚਿੱਤਰ 1.16 ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਪ੍ਰਬਲਤਾ ਦੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰਤਾ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਨਾਲ ਸਬੰਧ

ਅਸੀਂ ਕਾਗਜ ਦੇ ਤਲ ਤੇ ਚਿੱਤਰ ਖਿੱਚਦੇ ਹਾਂ ਮਤਲਬ ਅਸੀਂ ਦੋ-ਆਯਾਮੀ ਚਿੱਤਰ ਖਿੱਚਦੇ ਹਾਂ, ਪਰ ਅਸੀ ਤਿੰਨ ਵਿਮਾਂ ਵਿੱਚ ਰਹਿੰਦੇ ਹਾਂ। ਇਸ ਲਈ ਜੇ ਸਾਨੂੰ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਘਣਤਾ ਦਾ ਆਕਲਨ ਕਰਨਾ ਹੈ ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਇਹਨਾਂ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਅਨੁਪ੍ਰਸਥ ਕਾਟ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਈ ਖੇਤਰਫਲ ਵਿੱਚ ਖੇਤਰ-ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਨਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜ ਤੋਂ ਦੂਰੀ ਦੇ ਵਰਗ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਘੱਟਦਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਚਾਰਜ ਨੂੰ ਪਰਿਬੱਧ ਕਰਨ ਵਾਲਾ ਖੇਤਰ ਦੂਰੀ ਦੇ ਵਰਗ ਅਨੁਸਾਰ ਵੱਧਦਾ ਹੈ, ਪਰਿਬੱਧ ਖੇਤਰ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲੀਆਂ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਹਮੇਸ਼ਾਂ ਸਥਿਰ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ, ਭਾਵੇ ਚਾਰਜ ਤੋਂ ਉਸ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦੂਰੀ ਕੁਝ ਵੀ ਹੋਵੇ।

ਅਸੀਂ ਸ਼ੁਰੂਆਤ ਵਿੱਚ ਕਿਹਾ ਸੀ ਕਿ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਸਪੇਸ ਦੇ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਬਿੰਦੂਆਂ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਸੂਚਨਾਵਾਂ ਦਿੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਕੁਝ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦਾ ਇਕੱਠ ਖਿੱਚਣ ਤੇ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਬਿੰਦੂਆਂ ਤੇ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਸਾਪੇਖੀ ਸੰਖਿਆ ਘਣਤਾ (ਮਤਲਬ ਬਹੁਤ ਅਧਿਕ ਨਿਕਟਤਾ) ਉਹਨਾਂ ਬਿੰਦੂਆਂ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੀ ਸਾਪੇਖੀ ਪ੍ਰਬਲਤਾ ਦਰਸਾਉਂਦੀ ਹੈ। ਜਿਥੇ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਸੰਘਣੀਆਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਉਥੇ ਖੇਤਰ ਪ੍ਰਬਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਜਿੱਥੇ ਦੂਰ-ਦੂਰ ਹੁੰਦਿਆ ਹਨ ਉਥੇ ਦੁਰਬਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 1.16 ਵਿੱਚ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦਾ ਇਕੱਠ ਦਰਸ਼ਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਬਿੰਦੂਆਂ R ਅਤੇ S ਤੇ ਉਥੋਂ ਦੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੇ ਅਭਿਲੰਬਵਤ ਦੋ ਸਮਾਨ ਅਤੇ ਛੋਟੇ ਖੇਤਰ ਅਵਯਵਾਂ (elements) ਦੀ ਕਲਪਨਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਸਾਡੇ ਚਿੱਤਰਨ ਵਿਚ ਇਹਨਾਂ ਖੇਤਰ ਅਵਯਵਾਂ ਨੂੰ ਕੱਟਣ ਵਾਲੀਆਂ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਇਹਨਾਂ ਬਿੰਦੂਆਂ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣਾਂ ਦੇ ਉਲਟ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੈ। ਚਿੱਤਰਨ ਇਹ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਬਿੰਦੂ R ਤੇ ਖੇਤਰ, ਬਿੰਦੂ S ਤੇ ਖੇਤਰ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਵੱਧ ਪ੍ਰਬਲ ਹੈ।

ਖੇਤਰਫਲ ਤੇ ਜਾਂ ਖੇਤਰ ਅਵਯਵਾਂ ਦੁਆਰਾ ਅੰਤਰਿਤ ਘਣ ਕੋਣ (*solid angle*)* ਤੇ, ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਨਿਰਭਰਤਾ ਨੂੰ ਸਮਝਣ ਲਈ ਆਓ ਅਸੀਂ ਖੇਤਰਫਲ ਅਤੇ ਘਣ ਕੋਣ (ਜੋ ਕੋਣ ਦਾ ਤਿੰਨ ਵਿਮਾਵਾ ਵਿੱਚ ਵਿਆਪੀਕਰਨ ਹੈ) ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਸਬੰਧ ਸਥਾਪਿਤ ਕਰਨ ਦਾ ਯਤਨ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਯਾਦ ਕਰੋ ਦੋ ਵਿਮਾਂ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ (ਸਮਤਲ) ਕੋਣ ਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਕਿਵੇਂ ਦਿੱਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਮੰਨ ਲਓ ਕੋਈ ਛੋਟਾ ਅਨੁਪ੍ਰਸਥ (transverse) ਰੇਖਾ ਅਵਯਵ Δl ਬਿੰਦੂ O ਤੋਂ r ਦੂਰੀ ਤੇ ਰਖਿਆ ਹੋਇਆ ਹੈ। ਤਦ O ਤੇ Δl ਦੁਆਰਾ ਬਣਾਇਆ ਕੋਣ ਲਗਭਗ $\Delta\theta = \Delta l/r$ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਟ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ, ਤਿੰਨ ਵਿਮਾਂ (dimensions) ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਛੋਟੇ ਲੰਬਵਤ ਖੇਤਰ ΔS ਦੁਆਰਾ ਦੂਰੀ r ਤੇ ਬਣਾਏ ਘਣ ਕੋਣ* ਨੂੰ $\Delta\Omega = \Delta S/r^2$ ਦੁਆਰਾ ਦਰਸ਼ਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਕਿਸੇ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਘਣ ਕੋਣ ਵਿੱਚ ਰੇਡਿਅਲ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਸਮਾਨ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 1.16 ਵਿੱਚ ਚਾਰਜ ਤੇ r_1 ਅਤੇ r_2 ਦੂਰੀਆਂ ਤੇ ਸਥਿਤ ਦੋ ਬਿੰਦੂਆਂ P_1 ਅਤੇ P_2 ਦੇ ਲਈ ਘਣ ਕੋਣ $\Delta\Omega$ ਦੁਆਰਾ P_1 ਤੇ ਬਣਾਏ ਖੇਤਰ ਅਵਯਵ $r_2^2\,\Delta\Omega$ ਅਤੇ P_2 ਦੇ ਬਣਾਏ ਖੇਤਰ ਅਵਯਵ $r_2^2\,\Delta\Omega$ ਹੈ।

---

* ਘਣ ਕੋਣ ਸ਼ੰਕੂ ਦੀ ਇੱਕ ਮਾਪ ਹੈ। R ਅਰਧਵਿਆਸ ਵਾਲੇ ਗੋਲੇ ਨਾਲ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਸ਼ੰਕੂ ਦੀ ਕਾਟ (intersection) ਵਾਰੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ। ਸ਼ੰਕੂ ਦੇ ਘਣ ਕੋਣ $\Delta\Omega$ ਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਇਸ ਨੂੰ $\Delta S/R^2$ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਮੰਨਕੇ ਕਰਦੇ ਹਾਂ, ਇਥੇ ΔS ਸ਼ੰਕੂ ਦੁਆਰਾ ਗੋਲੇ ਤੇ ਕਟਿਆ ਗਿਆ ਖੇਤਰਫਲ ਹੈ।

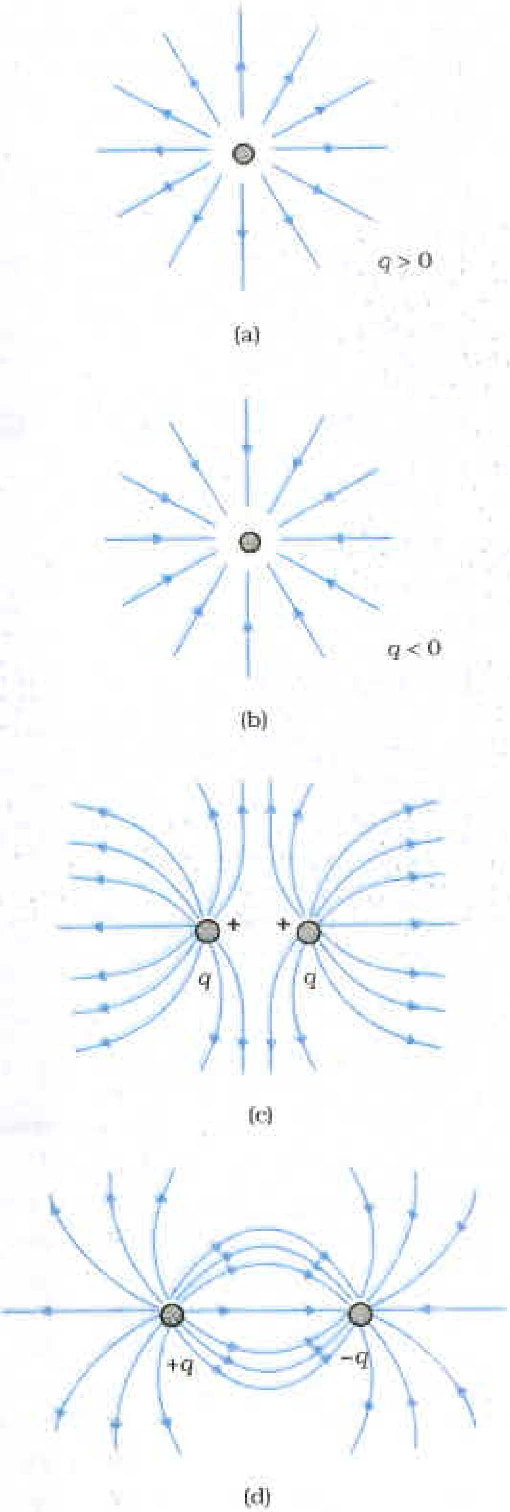
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਇਹਨਾਂ ਖੇਤਰ ਅਵਯਵਾਂ ਨੂੰ ਕੱਟਣ ਵਾਲੀ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ (ਮੰਨ ਲਓ) ਸਮਾਨ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਇਕਾਈ ਖੇਤਰ ਅਵਯਵ ਨੂੰ ਕੱਟਣ ਵਾਲੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆਂ P_1 ਤੇ $n/(r_1^2\Delta\Omega)$ ਅਤੇ P_2 ਤੇ $n/(r_2^2\Delta\Omega)$ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਾਫ਼ ਹੈ ਕਿ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਅਤੇ ਖੇਤਰ ਪ੍ਰਬਲਤਾ ਸਪੱਸ਼ਟ ਰੂਪ ਨਾਲ $1/r^2$ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਹੈ।

ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੇ ਚਿਤਰਨ ਦੀ ਖੋਜ ਫੈਰਾਡੇ ਨੇ ਚਾਰਜਿਤ ਬਣਤਰਾਂ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦਾ ਅਣ-ਗਣਿਤਕ ਸਪਸ਼ਟ ਚਿੱਤਰਨ ਕਰਨ ਲਈ ਕੀਤਾ ਸੀ। ਫੈਰਾਡੇ ਨੇ ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਬਲ ਰੇਖਾਵਾਂ *(lines of force) ਕਿਹਾ ਸੀ। ਇਹ ਪਦ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ਕਰ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰਾਂ ਦੇ ਸੰਦਰਭ ਵਿੱਚ ਕੁਝ ਭ੍ਰਾਮਕ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਲਈ ਹੋਰ ਉਚਿਤ ਪਦ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ (ਬਿਜਲਈ ਜਾਂ ਚੁੰਬਕੀ) ਹੈ ਜਿਸਨੂੰ ਅਸੀਂ ਇਸ ਪੁਸਤਕ ਵਿਚ ਅਪਣਾਇਆ ਹੈ।*

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਚਾਰਜਿਤ ਬਣਤਰਾਂ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦਾ ਚਿੱਤਰਾਤਮਕ ਨਿਰੂਪਣ ਕਰਨ ਦਾ ਉਪਾਅ ਹੈ। ਵਿਆਪਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲਈ ਬਲ ਰੇਖਾ ਇੱਕ ਇਹੋ ਜਿਹੀ ਵਕਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਜਿਸਦੇ ਕਿਸੇ ਵੀ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਖਿੱਚੀ ਗਈ ਸਪਰਸ਼ ਰੇਖਾ (tangent) ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਲੱਗੇ ਕੁੱਲ ਬਲ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਕ ਵਕਰ ਦੇ ਕਿਸੇ ਵੀ ਬਿੰਦੂ ਤੇ, ਸਪਰਸ਼ੀ ਰੇਖਾ ਦੁਆਰਾ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੀਆਂ ਦੋ ਸੰਭਾਵਿਤ ਦਿਸ਼ਾਵਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਦੀ ਕੋਈ ਇੱਕ ਦਿਸ਼ਾ ਦਰਸਾਉਣ ਲਈ ਵਕਰ ਤੇ ਤੀਰ ਦਾ ਚਿੰਨ੍ਹ ਅੰਕਿਤ ਕਰਨਾ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ। ਖੇਤਰ ਰੇਖਾ ਇਕ ਖਲਾਹ ਵਕਰ ਮਤਲਬ ਤਿੰਨ-ਆਯਾਮੀ (3-D) ਵਕਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 1.16 ਵਿੱਚ ਕੁਝ ਸਰਲ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨਾਂ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦਰਸ਼ਾਈਆਂ ਗਈਆਂ ਹਨ। ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਪਹਿਲਾ ਹੀ ਦੱਸਿਆ ਗਿਆ ਹੈ, ਇਹ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਤਿੰਨ ਆਯਾਮੀ ਸਪੇਸ ਵਿੱਚ ਹਨ ਭਾਵੇਂ ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਕੇਵਲ ਇਕ ਤਲ ਵਿੱਚ ਦਰਸ਼ਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਕਾਈ ਧਨ ਚਾਰਜ ਦੇ ਕਾਰਨ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਬਾਹਰ ਵੱਲ (ਅਰੀਅ) (radially outwards) ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਜਦਕਿ ਇਕਾਈ ਰਿਣ ਚਾਰਜ ਕਾਰਨ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਅੰਦਰ ਵੱਲ ਵੀ (ਅਰੀਅ) (radially inwards) ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਦੋ ਧਨਚਾਰਜ



ਚਿੱਤਰ 1.17 ਵੱਖ ਵੱਖ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨਾਂ ਕਾਰਨ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

$(q. q)$ ਦੇ ਸਿਸਟਮ ਦੇ ਚਾਰੋ ਪਾਸੇ ਦੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਪਰਸਪਰ ਅਪ-ਕਰਸ਼ਣ ਦਾ ਇਕ ਸਜੀਵ ਚਿੱਤਰਣ ਪੇਸ਼ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ ਜਦਕਿ ਪਰਿਮਾਣ ਵਿੱਚ ਸਮਾਨ ਦੋ ਅਸਮਾਨ ਚਾਰਜ (q, q) ਦੇ ਸਿਸਟਮ ਲਈ ਜਾਂ ਕਿਸੇ ਡਾਈਪੋਲ (dipole) ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਸਪਸ਼ਟ ਆਪਸੀ ਆਕਰਸ਼ਣ ਦਰਸਾਉਂਦੀ ਹੈ। ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਕੁਝ ਮਹੱਤਪੂਰਨ ਆਮ ਗੁਣਾਂ ਦਾ ਪਾਲਣ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ।

(i) ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਧਨਚਾਰਜ ਤੋਂ ਸ਼ੁਰੂ ਹੋ ਕੇ ਰਿਣ ਚਾਰਜ ਤੇ ਖ਼ਤਮ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਜੇ ਚਾਰਜ ਇਕਾਈ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਅਨੰਤ ਤੋਂ ਸ਼ੁਰੂ ਅਤੇ ਅਨੰਤ ਦੇ ਖ਼ਤਮ ਹੋ ਸਕਦੀ ਹਨ।

(ii) ਕਿਸੇ ਚਾਰਜ ਮੁਕਤ ਖੇਤਰ ਵਿਚ, ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਨੂੰ ਅਖੰਡ (continuous) ਵਕਰ ਮੰਨਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਜੋ ਕਦੇ ਵੀ ਨਹੀਂ ਟੁਟਦੇ।

(iii) ਦੋ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਇਕ ਦੂਸਰੇ ਨੂੰ ਕਦੇ ਵੀ ਨਹੀਂ ਕਟਦੀਆਂ (ਜੇ ਉਹ ਇੰਝ ਕਰਨ ਤਾਂ ਕਾਟ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਖੇਤਰ ਦੀ ਸਿਰਫ਼ ਇੱਕ ਦਿਸ਼ਾ ਨਹੀਂ ਹੋਵੇਗੀ ਜੋ ਨਿਰਅਰਥਕ ਹੈ।

(iv) ਸਥਿਰ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਬੰਦ ਵਕਰ ਨਹੀਂ ਬਣਾਉਂਦੀਆਂ। ਇਹ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੀ ਸੁਰਖਿਅਣ ਪ੍ਰਕ੍ਰਿਤੀ ਨਾਲ ਅਨੁਸ਼ਾਸਿਤ ਹਨ।

1.10 ਬਿਜਲਈ ਫਲੱਕਸ (ELECTRIC FLUX)

ਕਿਸੇ dS ਖੇਤਰਫਲ ਦੇ ਛੋਟੇ ਭਾਗ ਤੇ ਉਸਦੇ ਅਭਿਲੰਬ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ $\mathbf{v}$ ਵੇਗ ਨਾਲ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਕਿਸੇ ਦ੍ਰਵ ਦੇ ਪ੍ਰਵਾਹ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ। ਦ੍ਰਵ ਦੇ ਪ੍ਰਵਾਹ ਦੀ ਦਰ ਇੱਸ ਖੇਤਰ ਤੋਂ ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਈ ਸਮੇਂ ਤੇ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲੇ ਆਇਤਨ $v\,dS$ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਉਸ ਤਲ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲੇ ਦ੍ਰਵ ਦੇ ਫਲਕਸ ਨੂੰ ਪਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਜੇ ਇਸ ਤਲ ਤੇ ਅਭਿਲੰਬ ਦ੍ਰਵ ਦੇ ਪ੍ਰਵਾਹ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ, ਮਤਲਬ $\mathbf{v}$ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਨਹੀਂ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ θ ਕੋਣ ਬਣਦਾ ਹੈ ਤਾਂ $\mathbf{v}$ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਤਲ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਖੇਪਿਤ ਖੇਤਰਫਲ $v\,dS\cos\theta$ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਸ ਲਈ ਤਲ dS ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਜਾਣ ਵਾਲਾ ਫਲਕਸ $\mathbf{v}\cdot\mathbf{n}\,dS$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੇ ਸੰਦਰਭ ਵਿਚ, ਅਸੀਂ ਇਕ ਸਮਤੁਲ ਰਾਸ਼ੀ ਨੂੰ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਅਤੇ ਇਸਨੂੰ *ਬਿਜਲਈ ਫਲਕਸ* (*electric flux*) ਆਖਦੇ ਹਾਂ।

ਪਰ ਸਾਨੂੰ ਇਹ ਧਿਆਨ ਰਖਣਾ ਚਾਹਿਦਾ ਹੈ ਕਿ ਦ੍ਰਵ-ਪ੍ਰਵਾਹ ਦੇ ਸੰਦਰਭ ਦੇ ਉਲਟ ਇੱਥੇ ਕੁਦਰਤੀ ਨਿਯਮਾਂ ਅਨੁਸਾਰ ਪ੍ਰੇਖਣ ਯੋਗ ਰਾਸ਼ੀ ਦਾ ਕੋਈ ਪ੍ਰਵਾਹ ਨਹੀਂ ਹੈ।

ਉਪਰੋਕਤ ਦੱਸੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੇ ਚਿਤਰਣ ਤੋਂ ਅਸੀਂ ਵੇਖਿਆ ਕਿ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਖੇਤਰ ਦੇ ਅਭਿਲੰਬ ਵਿੱਚ ਰੱਖੇ ਇਕਾਈ ਖੇਤਰਫਲ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲੀਆਂ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੀ ਤੀਵਰਤਾ ਦਾ ਮਾਪ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਸਤੋਂ ਅਰਥ ਹੈ ਕਿ ਜੇ ਅਸੀਂ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ $\mathbf{E}$ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਕੋਈ ΔS ਖੇਤਰਫਲ ਦਾ ਛੋਟਾ ਸਮਤਲੀ ਅਵਯਵ ਰਖਿਏ ਤਾਂ ਇਸ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲੀਆਂ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ $E\,\Delta S$ ਦੇ ਸਿੱਧਾ ਅਨੁਪਾਤੀ* ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਹੁਣ ਮੰਨ ਲਓ ਅਸੀਂ ਖੇਤਰਫਲ ਅਵਯਵ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਕੋਣ θ ਤੇ ਝੁਕਾਅ ਦਿੰਦੇ ਹਾਂ। ਸਪੱਸ਼ਟ ਹੈ ਹੁਣ ਇਸ ਖੇਤਰਫਲ ਅਵਯਵ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲੀਆਂ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਘੱਟ ਜਾਵੇਗੀ ਕਿਉਂਕਿ $\mathbf{E}$ ਦੇ ਅਭਿਲੰਬ ਵਿੱਚ ਖੇਤਰਫਲ ਅਵਯਵ ΔS ਦਾ ਕੰਪੋਨੈਂਟ $E\,\Delta S\ \cos\theta$ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ΔS ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ $E\,\Delta S\cos\theta$ ਦੇ ਸਿੱਧਾ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੈ। ਜਦੋਂ $\theta = 90°$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ΔS ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਹੋ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸਤੋਂ ਕੋਈ ਵੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾ ਨਹੀਂ ਗੁਜਰਦੀ ਹੈ। (ਚਿੱਤਰ 1.18 ਦੇਖੋ)।

ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਸੰਦਰਭਾਂ ਵਿੱਚ ਖੇਤਰਫਲ ਅਵਯਵ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ ਦੇ ਨਾਲ-ਨਾਲ ਉਸਦਾ ਦਿਸ਼ਾਮਾਨ (orientation) ਵੀ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ ਕਿਸੇ ਜਲ-ਪ੍ਰਵਾਹ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਰਿੰਗ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲੇ ਜਲ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਸੁਭਾਵਿਕ ਰੂਪ ਨਾਲ ਇਸ ਗੱਲ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਤੁਸੀਂ

---

[*] ਇਹ ਕਹਿਣਾ ਉਚਿਤ ਨਹੀਂ ਹੈ ਕਿ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ $E\Delta S$ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ। ਵਾਸਤਵ ਵਿੱਚ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਇਹੋ ਜਿਹਾ ਵਿਸ਼ਾ ਹੈ ਜੋ ਅਸੀਂ ਕਿੰਨੀਆਂ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਖਿੱਚਣ ਦੀ ਚੋਣ ਕਰਦੇ ਹਾਂ, ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਬਿੰਦੂਆਂ ਤੇ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਖੇਤਰਫਲ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲੀਆਂ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਉਮੀਦਨ ਸੰਖਿਆ ਦੇ ਪਤਾ ਹੋਣ ਤੇ ਹੀ ਇਸਦੀ ਭੌਤਿਕ ਸਾਰਥਕਤਾ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਜਲ ਧਾਰਾ ਵਿੱਚ ਇਸਨੂੰ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਫੜਿਆ ਹੋਇਆ ਹੈ। ਜੇਕਰ ਤੁਸੀਂ ਇਸਨੂੰ ਜਲ ਪ੍ਰਵਾਹ ਦੇ ਅਭਿਲੰਬਵਤ ਰੱਖਦੇ ਹੋ ਤਾਂ ਹੋਰ ਸਾਰੇ ਦਿਸ਼ਾਮਾਨਾਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਇਸ ਝੁਕਾਅ ਵਿੱਚ ਰਿਂਗ (ਗੋਲ ਛੱਲੇ) ਤੋਂ ਅਧਿਕਤਮ ਜਲ ਗੁਜ਼ਰੇਗਾ। ਇਸਤੋਂ ਇਹ ਨਤੀਜਾ ਨਿਕਲਦਾ ਹੈ ਕਿ ਖੇਤਰਫ਼ਲ ਅਵਯਵ ਨੂੰ ਵੈਕਟਰ ਦੇ ਸਮਾਨ ਮੰਨਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਵਿੱਚ ਪਰਿਮਾਣ ਦੇ ਨਾਲ ਦਿਸ਼ਾ ਵੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਸਮਤਲ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਕਿਵੇਂ ਪ੍ਰਦਸ਼ਿਤ ਕੀਤੀ ਜਾਵੇ? ਸਪੱਸ਼ਟ ਰੂਪ ਵਿਚ ਤਲ ਤੇ ਅਭਿਲੰਬ ਤਲ ਦਾ ਦਿਸ਼ਾਮਾਨ ਪ੍ਰਦਸ਼ਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਮਤਲੀ ਖੇਤਰ ਵੈਕਟਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਇਸਦੇ ਅਭਿਲੰਬ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਕਿਸੇ ਵਕਰਿਤ ਤਲ ਦੇ ਖੇਤਰਫ਼ਲ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਵੈਕਟਰ ਨਾਲ ਕਿਵੇਂ ਜੋੜਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ? ਅਸੀਂ ਇਹ ਕਲਪਨਾ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਵਕਰਿਤ ਤਲ ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਛੋਟੇ-ਛੋਟੇ ਖੇਤਰਫ਼ਲ ਅਵਯਵਾਂ ਵਿੱਚ ਵਿਭਾਜਿਤ ਹੈ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਹਰੇਕ ਛੋਟਾ ਖੇਤਰਫ਼ਲ ਅਵਯਵ ਸਮਤਲੀ ਮੰਨਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਪਹਿਲੇ ਸਪੱਸ਼ਟੀਕਰਨ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਇਸ ਨਾਲ ਵੈਕਟਰ ਜੋੜਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

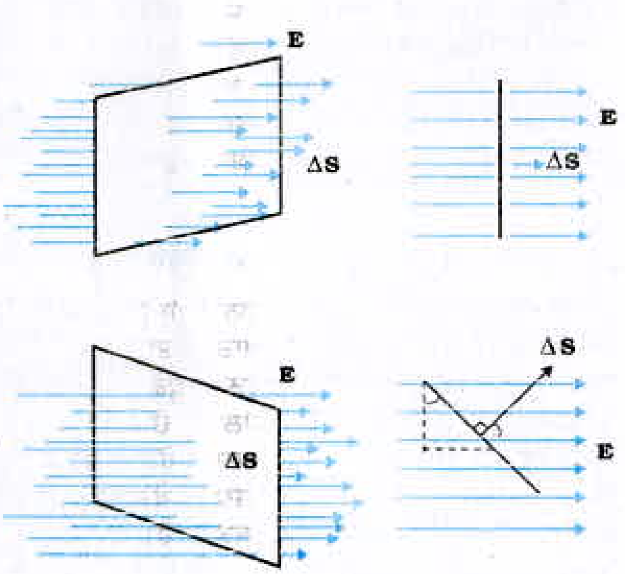
ਇੱਥੇ ਇੱਕ ਅਸਪੱਸ਼ਟਾ ਤੇ ਧਿਆਨ ਦਿਓ। ਕਿਸੇ ਖੇਤਰਫ਼ਲ ਅਵਯਵ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਉਸਦੇ ਅਭਿਲੰਬ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਐਪਰ ਅਭਿਲੰਬ ਦੋ ਦਿਸ਼ਾਵਾਂ ਵਿਚ ਸੰਕੇਤ ਕਰ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਖੇਤਰਫ਼ਲ ਅਵਯਵ (element) ਤੋਂ ਸੰਬੰਧਿਤ ਵੈਕਟਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦਾ ਚੁਣਾਵ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ? ਇਸ ਸਮੱਸਿਆ ਦਾ ਹੱਲ ਇਸ ਸੰਦਰਭ ਵਿੱਚ ਉਚਿਤ ਕੁੱਝ ਮਾਨਤਾਵਾਂ ਦੇ ਨਿਰਧਾਰਨ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਬੰਦ ਸਤ੍ਹਾਂ ਦੇ ਕੇਸ ਵਿੱਚ ਇਹ ਮਾਨਤਾ ਬਹੁਤ ਸਰਲ ਹੈ। ਇਸੇ ਬੰਦ ਸਤ੍ਹਾਂ ਦੇ ਹਰੇਕ ਖੇਤਰਫਲ ਖੰਡ ਤੋਂ ਸੰਬੰਧਿਤ ਵੈਕਟਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਬਾਹਰਮੁੱਖੀ ਅਭਿਲੰਬ (*outward*) ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਮੰਨੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਮਾਨਤਾ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਚਿੱਤਰ 1.19 ਵਿੱਚ ਕੀਤੀ ਗਈ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਿਸੇ ਬੰਦ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਖੇਤਰਫ਼ਲ ਖੰਡ ਵੈਕਟਰ $\Delta \mathbf{S}$ ਦਾ ਮਾਨ $\Delta S\ \hat{\mathbf{n}}$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਜਿੱਥੇ ΔS ਖੇਤਰਫ਼ਲ ਵੈਕਟਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਅਤੇ $\hat{\mathbf{n}}$ ਇਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਾਹਰਮੁੱਖੀ ਅਭਿਲੰਬ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਇਕਾਈ ਵੈਕਟਰ ਹੈ।

ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਬਿਜਲਈ ਫਲਕਸ ਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਤੇ ਆਉਂਦੇ ਹਾਂ, ਕਿਸੇ ਖੇਤਰਫ਼ਲ ਖੰਡ $\Delta \mathbf{S}$ ਤੋਂ ਗੁਜ਼ਰਨ ਵਾਲੇ ਬਿਜਲਈ ਫਲਕਸ $\Delta\phi$ ਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਰਦੇ ਹਾਂ :-

$$\Delta\phi = \vec{\mathbf{E}} \cdot \Delta \vec{\mathbf{S}} = E\,\Delta S\ \cos\theta \qquad (1.11)$$

ਜੋ ਪਹਿਲਾਂ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਸ਼ ਖੇਤਰਫ਼ਲ ਖੰਡ ਨੂੰ ਕੱਟਣਵਾਲੀਆਂ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਦੇ ਸਿੱਧਾ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੈ। ਇੱਥੇ θ ਖੇਤਰ ਖੰਡ $\Delta \mathbf{S}$ ਭਾਵ $\mathbf{E}$ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਕੋਣ ਹੈ। ਉਪਰੋਕਤ ਮਾਨਤਾ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਬੰਦ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਲਈ θ ਖੇਤਰਖੰਡ ਤੇ ਬਾਹਰਮੁਖੀ ਅਭਿਲੰਬ ਅਤੇ $\mathbf{E}$ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦਾ ਕੋਣ ਹੈ। ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਅਸੀਂ ਵਿਅੰਜਕ $E\,\Delta S\ \cos\theta$ ਤੇ ਦੋ ਪ੍ਰਕਾਰ ਨਾਲ ਵਿਚਾਰ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ : $\mathbf{E}\ (\Delta S \cos\theta)$ ਭਾਵ $\mathbf{E}$ ਉੱਤੇ ਖੇਤਰ ਅਭਿਲੰਬ ਦੇ ਪਰਖੇਪ ਦਾ $\mathbf{E}$ ਗੁਣਾ ਜਾਂ $E_{\perp}\ \Delta S$ ਅਰਥਾਤ ਖੇਤਰ ਖੰਡ ਤੇ ਅਭਿਲੰਬ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ $\mathbf{E}$ ਦਾ ਘਟਕ ਗੁਣਾ ਖੇਤਰ ਖੰਡ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ। ਬਿਜਲੀ ਫਲਕਸ ਦੀ ਇਕਾਈ $NC^{-1}m^2$ ਹੈ।

ਸਮੀਕਰਨ (1.11) ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਬਿਜਲਈ ਫਲਕਸ ਦੀ ਮੂਲ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਨੂੰ ਸਿਧਾਂਤਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਦਿੱਤੀ ਹੋਈ ਸਤ੍ਹਾ



ਚਿੱਤਰ 1.18 E ਅਤੇ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ∠θ ਤੇ ਫਲਕਸ ਦੀ ਨਿਰਭਰਤਾ

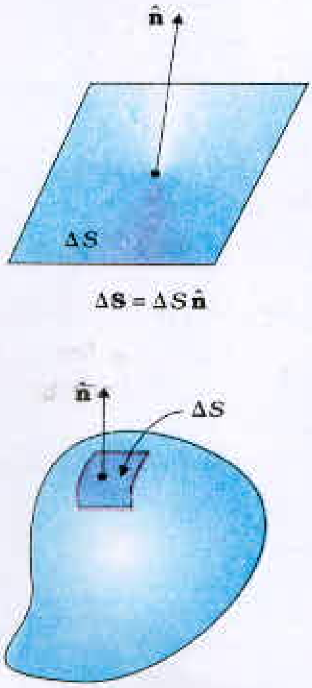
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਵਿਚੋਂ ਲੰਘਣ ਵਾਲੇ ਕੁੱਲ ਫਲਕਸ ਨੂੰ ਪਰਿਕਲਤ ਕਰਨ ਲਈ ਵਰਤ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਇਸਦੇ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਇਹ ਕਰਨਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਅਸੀਂ ਪਹਿਲਾਂ ਸਤ੍ਹਾ ਨੂੰ ਛੋਟੇ-ਛੋਟੇ ਖੇਤਰਫਲ ਖੰਡਾਂ ਵਿੱਚ ਵਿਭਾਜਿਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਅਤੇ ਫਿਰ ਹਰੇਕ ਖੰਡ ਲਈ ਫਲਕਸ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰਕੇ ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਜੋੜ ਕੇ ਕੁੱਲ ਫਲਕਸ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਲੈਂਦੇ ਹਾਂ। ਇਸ ਲਈ ਸਤ੍ਹਾ S ਵਿਚੋਂ ਗੁਜ਼ਰਨ ਵਾਲਾ ਕੁੱਲ ਫਲਕਸ ϕ ਹੈ :-

$$\phi \simeq \Sigma\, \mathbf{E} \cdot \Delta \mathbf{S} \qquad (1.12)$$

ਇੱਥੇ ਅਨੁਮਾਨਿਤ-ਚਿੰਨ੍ਹ ਲਗਾਉਣ ਦਾ ਕਾਰਨ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਅਸੀਂ ਛੋਟੇ ਖੇਤਰਫਲ ਖੰਡ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ **E** ਨੂੰ ਸਥਿਰ ਮੰਨਿਆ ਹੈ। ਗਣਿਤਕ ਰੂਪ ਵਿਚ ਇਹ ਸਿਰਫ਼ ਉਦੋਂ ਹੀ ਉਚਿਤ ਹੈ ਜਦੋਂ ਤੁਸੀਂ ਸੀਮਾ $\Delta S \to 0$ ਲਵੋ ਅਤੇ ਸਮੀਕਰਨ (1.12) ਵਿੱਚ ਜੋੜ (Σ) ਨੂੰ ਸਮਾਕਲਨ ($\int$) ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵਿਅਕਤ ਕਰੋ।



ਚਿੱਤਰ 1.19 ਅਭਿਲੰਬ n̂ ਅਤੇ ΔS ਨੂੰ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਕਰਨ ਦੀ ਧਾਰਨਾ।

1.11 ਬਿਜਲਈ ਡਾਈਪੋਲ

ELECTRIC DIPOLE

ਪਰਿਮਾਣ ਵਿੱਚ ਸਮਾਨ ਅਤੇ ਵਿਖਮਜਾਤੀ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜਾਂ q ਅਤੇ $-q$ ਦਾ ਕੋਈ ਜੋੜਾ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਵਿਚਕਾਰ ਦੂਰੀ $2a$ ਹੈ, ਬਿਜਲਈ ਡਾਈਪੋਲ ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਦੋਨੋ ਚਾਰਜਾਂ ਨੂੰ ਸੰਯੋਜਿਤ ਕਰਨ ਵਾਲੀ ਰੇਖਾ ਸਪੇਸ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਦਿਸ਼ਾ ਨੂੰ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਮਾਨਤਾ ਅਨੁਸਾਰ $-q$ ਤੋਂ $+q$ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਡਾਈਪੋਲ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਕਹਾਉਂਦੀ ਹੈ। $-q$ ਅਤੇ $+q$ ਦੀਆਂ ਸਥਿਤੀਆਂ ਦਾ ਮੱਧ ਬਿੰਦੂ ਡਾਈਪੋਲ ਦਾ ਕੇਂਦਰ ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ।

ਸਿੱਧੇ ਤੋਰ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਡਾਈਪੋਲ ਦਾ ਕੁੱਲ ਚਾਰਜ ਸਿਫਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਐਪਰ ਇਸਦਾ ਇਹ ਅਰਥ ਨਹੀਂ ਹੈ ਕਿ ਡਾਈਪੋਲ ਦਾ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਸਿਫਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਚਾਰਜ q ਅਤੇ $-q$ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਥੋੜੀ ਦੂਰੀ ਹੈ, ਇਸਦੇ ਕਾਰਨ ਜਦੋਂ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਜੋੜੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਤਦ ਇਹ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਨੂੰ ਅਸਲ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਖਾਰਜ ਨਹੀਂ ਕਰਦੇ। ਐਪਰ ਜੇ ਡਾਈਪੋਲ ਬਣਾਉਣ ਵਾਲੇ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੀ ਦੂਰੀ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਪੋਜੀਸ਼ਨ ਵੈਕਟਰ ਦੂਰੀ ਅਧਿਕ ਹੈ ($r >> 2a$) ਤਾਂ q ਅਤੇ $-q$ ਦੇ ਕਾਰਨ ਖੇਤਰ ਲਗਭਗ ਖਾਰਜ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਵੱਧ ਦੂਰੀਆਂ ਤੇ ਕਿਸੇ ਬਿਜਲਈ ਡਾਈਪੋਲ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ $1/r^2$ ਇਕਹਿਰਾ ਚਾਰਜ q ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੀ r ਤੇ ਨਿਰਭਰਤਾ ਤੋਂ ਵੀ ਵੱਧ ਗਤੀ ਨਾਲ ਘੱਟ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਗੁਣਾਤਮਕ ਧਾਰਨਾ ਹੇਠਾਂ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਸਪਸ਼ਟ ਪਰਿਕਲਨ ਤੋਂ ਉਤਪੰਨ ਹੋਈ ਹੈ :

1.11.1 ਬਿਜਲਈ ਡਾਈਪੋਲ ਕਾਰਨ ਖੇਤਰ (The field of an electric dipole)

ਚਾਰਜਾ ਦੇ ਜੋੜੇ ($-q$ ਅਤੇ q) ਦੇ ਕਾਰਨ ਸਪੇਸ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਕੁਲਮ ਨਿਯਮ ਅਤੇ ਸੁਪਰ ਪੋਜਿਸ਼ਨ ਸਿੱਧਾਂਤ ਤੋਂ ਗਿਆਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਨਿਮਨਲਿਖਿਤ ਦੋ ਕੇਸਾ ਦੇ ਨਤੀਜੇ ਸਰਲ ਹਨ :— (i) ਜਦੋਂ ਬਿੰਦੂ ਡਾਈਪੋਲ ਦੇ ਧੂਰੇ ਤੇ ਹੈ (ii) ਜਦ ਬਿੰਦੂ ਡਾਈਪੋਲ ਦੇ ਵਿਸ਼ੁਵਤੀ ਤਲ (*equatorial plane*) ਭਾਵ ਡਾਈਪੋਲ ਧੁਰੇ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲੇ ਡਾਈਪੋਲ ਧੁਰੇ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਤਲ ਵਿੱਚ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ P ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ, ਚਾਰਜ $-q$ ਦੇ ਕਾਰਨ P ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ $\mathbf{E}_{-q}$ ਅਤੇ ਚਾਰਜ $+q$ ਕਾਰਨ P ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ $\mathbf{E}_{+q}$ ਨੂੰ ਵੈਕਟਰਾਂ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਚਤੁਰਭੁਜ ਨਿਯਮ ਦੁਆਰਾ ਜੋੜ ਕੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

(i) ਧੁਰੇ ਦੇ ਸਥਿਤ ਬਿੰਦੂਆਂ ਲਈ

ਮੰਨ ਲਓ ਬਿੰਦੂ P ਡਾਈਪੋਲ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ q ਦੇ ਵੱਲ ਚਿੱਤਰ (1.20(a)) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

r ਦੂਰੀ ਤੇ ਹੈ;

$$\mathbf{E}_{-q} = -\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 (r+a)^2}\hat{\mathbf{p}} \qquad [1.13(a)]$$

ਇੱਥੋ $\mathbf{p}$ ਡਾਈਪੋਲ ਧੁਰੇ ($-q$ ਤੋਂ $+q$ ਵੱਲ) ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਈਕਾਈ ਵੈਕਟਰ ਹੈ। ਨਾਲ ਹੀ

$$\mathbf{E}_{+q} = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 (r-a)^2}\hat{\mathbf{p}} \qquad [1.13(b)]$$

P ਤੇ ਕੁਲ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ

$$\vec{\mathbf{E}} = \vec{\mathbf{E}}_{+q} + \vec{\mathbf{E}}_{-q} = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{1}{(r-a)^2} - \frac{1}{(r+a)^2}\right]\hat{\mathbf{p}}$$

$$= \frac{q}{4\pi\varepsilon_o}\frac{4\,ar}{(\,r^2 - a^2)^2}\hat{\mathbf{p}} \qquad (1.14)$$

$r >> a$ ਲਈ

$$\vec{\mathbf{E}} = \frac{4qa}{4\pi\varepsilon_0 r^3}\hat{\mathbf{p}} \qquad (r >> a) \qquad (1.15)$$

(ii) **ਵਿਸ਼ੁਵਤੀ ਤਲ ਤੇ ਸਥਿਤ ਬਿੰਦੂਆਂ ਲਈ ਦੋ ਚਾਰਜਾਂ $+q$ ਅਤੇ $-q$ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰਾਂ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ**

$$E_{+q} = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{r^2+a^2} \qquad [1.16(a)]$$

$$E_{-q} = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{r^2+a^2} \qquad [1.16(b)]$$

ਸਮਾਨ ਹਨ।

$\mathbf{E}_{+q}$ ਅਤੇ $\mathbf{E}_{-q}$ ਦੀਆਂ ਦਿਸ਼ਾਵਾਂ ਚਿੱਤਰ [1.20(b)] ਵਿੱਚ ਦਰਸ਼ਾਈਆਂ ਗਈਆਂ ਹਨ। ਸਾਫ਼ ਹੈ ਕਿ ਡਾਈਪੋਲ ਧੁਰੇ ਦੇ ਅਭਿਲੰਬਵਤ ਘਟਕ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਨੂੰ ਖਾਰਜ ਕਰ ਦਿੰਦੇ ਹਨ। ਡਾਈਪੋਲ ਧੁਰੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਘਟਕ ਸੰਯੋਜਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਕੁਲ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ $\hat{\mathbf{p}}$ ਦੇ ਉਲਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ :

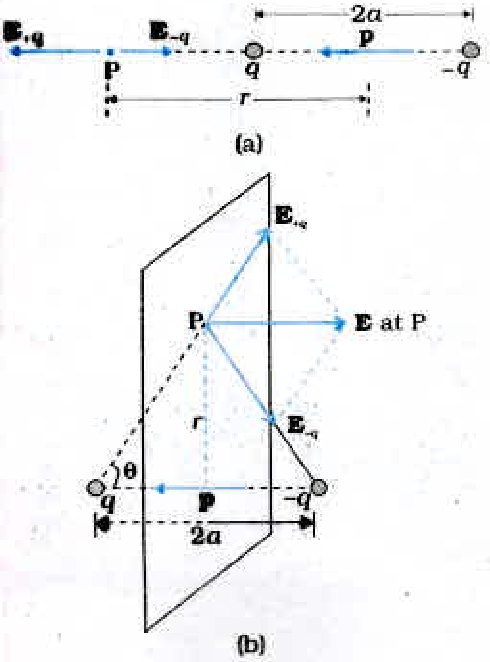
$$\mathbf{E} = -(E_{+q} + E_{-q})\cos\theta\ \hat{\mathbf{p}}$$

$$= -\frac{2qa}{4\pi\varepsilon_o (r^2+a^2)^{3/2}}\hat{\mathbf{p}} \qquad (1.17)$$

ਵੱਧ ਦੂਰੀਆਂ ($r >> a$) ਤੇ

$$\mathbf{E} = -\frac{2\,qa}{4\pi\varepsilon_o r^3}\hat{\mathbf{p}} \qquad (r >> a) \qquad (1.18)$$

ਸਮੀਕਰਨ (1.15) ਅਤੇ (1.18) ਤੋਂ ਸਾਫ ਹੈ ਕਿ ਵੱਧ ਦੂਰੀਆਂ ਤੇ ਡਾਈਪੋਲ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ q ਅਤੇ a ਵੱਖ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸ਼ਾਮਿਲ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੇ; ਇਹ ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਸੰਯੁਕਤ ਗੁਣਨਫਲ qa ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਨਾਲ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ (*dipole moment*) ਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਦਾ ਸੰਕੇਤ ਮਿਲਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਬਿਜਲਈ



ਚਿੱਤਰ 1.20(a) ਧੁਰੇ ਤੇ ਸਥਿਤ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ (b) ਡਾਈਪੋਲ ਦੇ ਵਿਸ਼ੁਵਤ ਤਲ ਤੇ ਸਥਿਤ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਡਾਈਪੋਲ ਦਾ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ। ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ ਵੈਕਟਰ ਜਿਸਦਾ ਪਰਿਮਾਣ $p = q \times 2a$ ਹੈ ਅਤੇ ਦਿਸ਼ਾ q ਤੋਂ $+q$ ਵੱਲ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਡਾਈਪੋਲ ਦੇ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ ਵੇਕਟਰ $\vec{\mathbf{p}}$ ਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ :

$$\vec{\mathbf{p}} = q \times 2a\,\hat{\mathbf{p}} \qquad (1.19)$$

ਭਾਵ ਇਹ ਇੱਕ ਵੈਕਟਰ ਹੈ ਜਿਸਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਚਾਰਜ q ਅਤੇ ਦੂਰੀ $2a$ (ਚਾਰਜਾਂ $-q, +q$ ਦੇ ਜੋੜੇ ਦੇ ਵਿੱਚਕਾਰ ਦੀ ਦੂਰੀ) ਅਤੇ ਦਿਸ਼ਾ $-q$ ਤੋਂ $+q$ ਵੱਲ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। $\mathbf{p}$ ਦੇ ਪਦਾ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਡਾਈਪੋਲ ਦਾ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਵੱਧ ਦੂਰੀਆਂ ਤੇ ਇੱਕ ਸਰਲ ਰੂਪ ਲੈ ਲੈਂਦਾ ਹੈ।

ਡਾਈਪੋਲ ਧੁਰੇ ਤੇ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ

$$\mathbf{E} = \frac{2\mathbf{p}}{4\pi\varepsilon_o r^3} \qquad (r >> a) \qquad (1.20)$$

ਵਿਸ਼ੁਵਤੀ ਤਲ ਦੇ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ

$$\mathbf{E} = -\frac{\mathbf{p}}{4\pi\varepsilon_o r^3} \qquad (r >> a) \qquad (1.21)$$

ਇਸ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਤੱਥ ਤੇ ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ ਡਾਈਪੋਲ ਖੇਤਰ ਵੱਧ ਦੂਰੀ ਤੇ $1/r^2$ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਨਹੀਂ ਪਰ $1/r^3$ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਘੱਟਦਾ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਇਲਾਵਾ ਡਾਈਪੋਲ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਤੇ ਦਿਸ਼ਾ ਸਿਰਫ਼ ਦੂਰੀ r ਤੇ ਹੀ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਪਰ ਇਹ ਵੈਕਟਰ r ਅਤੇ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ $\mathbf{p}$ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੇ ਕੋਣ ਤੇ ਵੀ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੇ ਹਨ।

ਅਸੀਂ ਉਸ ਬਾਰੇ ਸੋਚ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਜਦ ਡਾਈਪੋਲ ਦਾ ਸਾਇਜ਼ $2a$ ਸਿਫ਼ਰ ਵੱਲ ਵੱਧਦਾ ਹੈ, ਤਦੋਂ ਚਾਰਜ q ਅਨੰਤ ਦੇ ਵੱਲ ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਵੱਧਦਾ ਹੈ ਕਿ ਗੁਣਣਫਲ $p = q \times 2a$ ਇੱਕ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਸੀਮਿਤ ਸੰਖਿਆ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਡਾਈਪੋਲ ਨੂੰ ਬਿੰਦੂ ਡਾਈਪੋਲ ਆਖਦੇ ਹਨ। ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਡਾਈਪੋਲ ਲਈ ਸਮੀਕਰਨ (1.20) ਅਤੇ (1.21) r ਦੇ ਸਾਰੇ ਮਾਨਾਂ ਦੇ ਲਈ ਸੱਚ ਤੇ ਯਥਾਰਥ ਹੈ।

1.11.2 ਡਾਈਪੋਲ ਦੀ ਭੌਤਿਕ ਸਾਰਥਕਤਾ (Physical significance of dipoles)

ਜਿਆਦਾਤਰ ਅਣੂਆਂ ਵਿਚ ਧਨ ਚਾਰਜਾਂ ਅਤੇ ਰਿਣਚਾਰਜਾਂ* ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਇੱਕ ਹੀ ਸਥਾਨ ਤੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ (CO_2 ਅਤੇ CH_4 ਅਣੂ ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਹਨ) ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਲੈਜਾਣ ਤੇ ਇਹ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ ਵਿਕਸਿਤ ਕਰ ਲੈਂਦੇ ਹਨ। ਕੁਝ ਅਣੂਆਂ ਵਿੱਚ ਧਨਚਾਰਜਾਂ ਅਤੇ ਰਿਣ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਸਮਪਾਤੀ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੇ। ਇਸ ਲਈ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਅਣਹੋਂਦ ਵਿੱਚ ਹੀ ਇਹਨਾਂ ਦਾ ਆਪਣਾ ਸਥਾਈ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਅਣੂਆਂ ਨੂੰ ਧਰੁਵਿਤ ਅਣੂ (POLAR MOLECULES) ਆਖਦੇ ਹਨ। ਜਲ ਦਾ ਅਣੂ H_2O ਇਸੇ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਅਣੂਆਂ ਦਾ ਇੱਕ ਉਦਾਹਰਣ ਹੈ। ਵਿਭਿੰਨ ਪਦਾਰਥ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਉਪਸਥਿਤੀ ਜਾਂ ਅਣਉਪਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਰੋਚਕ ਗੁਣ ਅਤੇ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਕਾਰਜਸ਼ੀਲਤਾ ਦਿਖਾਉਂਦੇ ਹਨ।

ਉਦਾਹਰਣ 1.10

ਉਦਾਹਰਨ 1.10— ±10 μC ਦੇ ਦੋ ਚਾਰਜ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਤੋਂ 5.0 mm ਦੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਸਥਿਤ ਹਨ। (a) ਇਸ ਡਾਈਪੋਲ ਦੇ ਧੁਰੇ ਤੇ ਇਸਦੇ ਕੇਂਦਰ O ਤੋਂ ਚਿੱਤਰ 1.21(a) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ, ਧਨਚਾਰਜ ਵਲ 15 cm ਦੂਰੀ ਤੇ ਸਥਿਤ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ P ਤੇ ਅਤੇ (b) ਡਾਈਪੋਲ ਦੇ ਧੁਰੇ ਦੇ ਅਭਿਲੰਬਵਤ O ਤੋਂ ਚਿੱਤਰ 1.21(b) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲੀ ਰੇਖਾ ਤੋਂ 15 cm ਦੂਰੀ ਤੇ ਸਥਿਤ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ Q ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਪਤਾ ਕਰੋ।

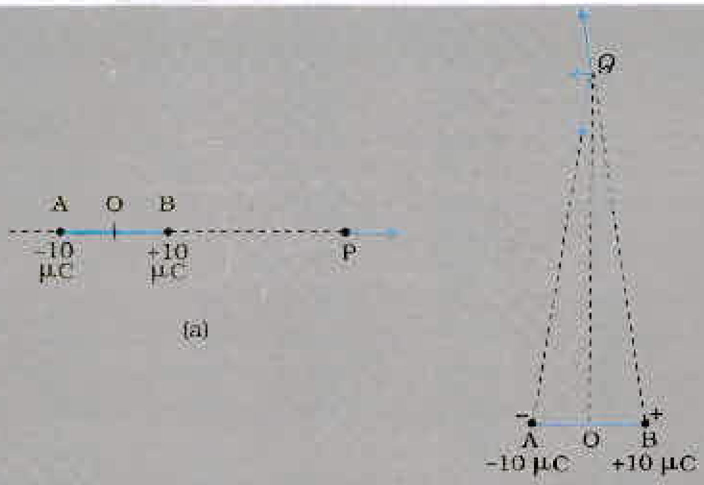
---

* ਧਨਾਤਮਕ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਸੰਗ੍ਰਹਿ ਨੂੰ ਕੇਂਦਰ ਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਪੁੰਜ ਕੇਂਦਰ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੀ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਅਨੁਸਾਰ

$$\boldsymbol{r}_{cm} = \frac{\sum_i q_i \boldsymbol{r}_i}{\sum_i q_i}$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com



(a) (b)

ਚਿੱਤਰ 1.21

ਹੱਲ— (a) ਬਿੰਦੂ P ਤੇ ਚਾਰਜ +10 μC ਦੇ ਕਾਰਨ ਖੇਤਰ

$$= \frac{10^{-5}\,\mathrm{C}}{4\pi(8.854\times10^{-12}\,\mathrm{C^2\,N^{-1}\,m^{-2}})} \times \frac{1}{(15-0.25)^2\times10^{-4}\,\mathrm{m^2}}$$

$= 4.13 \times 10^6$ N C^{-1}, BP ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ

ਬਿੰਦੂ P ਤੇ ਚਾਰਜ −10μC ਦੇ ਕਾਰਨ ਖੇਤਰ

$$= \frac{10^{-5}\,\mathrm{C}}{4\pi(8.854\times10^{-12}\,\mathrm{C^2\,N^{-1}\,m^{-2}})} \times \frac{1}{(15+0.25)^2\times10^{-4}\,\mathrm{m^2}}$$

$= 3.86 \times 10^6$ N C^{-1}, PA ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ

A ਅਤੇ B ਤੇ ਸਥਿਤ ਦੋ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਕਾਰਨ P ਤੇ ਪਰਿਣਾਮੀ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ= 2.7×10^5 N C^{-1} BP ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ

ਇਸ ਉਦਾਹਰਨ ਵਿੱਚ ਅਨੁਪਾਤ OP/OB ਬਹੁਤ ਅਧਿਕ (= 60) ਹੈ। ਇਸ ਲਈ, ਕਿਸੇ ਡਾਈਪੋਲ ਦੇ ਧੁਰੇ ਤੇ ਬਹੁਤ ਅਧਿਕ ਦੂਰੀ ਤੇ ਸਥਿਤ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਪਤਾ ਕਰਨ ਲਈ ਸਿੱਧੇ ਹੀ ਸੂਤਰ ਦੇ ਉਪਯੋਗ ਦੁਆਰਾ ਅਸੀਂ ਇਸ ਦੇ ਨਿਕਟ ਦੇ ਨਤੀਜੇ ਦੀ ਆਸ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। $2a$ ਦੂਰੀ ਦੇ $\pm q$ ਚਾਰਜਾਂ ਤੋਂ ਬਣੇ ਡਾਈਪੋਲ ਦੇ ਲਈ ਡਾਈਪੋਲ ਦੇ ਧੁਰੇ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ (r) ਦੂਰੀ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਣਾਮ

$$E = \frac{2p}{4\pi\varepsilon_0 r^3} \qquad (r/a >> 1)$$

ਇੱਥੇ $p = 2a\,q$ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਹੈ।

ਡਾਈਪੋਲ ਧੁਰੇ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਹਮੇਸ਼ਾਂ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ ਵੈਕਟਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ (ਭਾਵ q ਤੋਂ $+q$ ਵੱਲ) ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਇੱਥੇ $p = 10^{-5}\,\mathrm{C} \times 5 \times 10^{-3}\,\mathrm{m} = 5 \times 10^{-8}\,\mathrm{C\,m}$

ਇਸ ਲਈ

$$E = \frac{2\times5\times10^{-8}\,\mathrm{C\,m}}{4\pi(8.854\times10^{-12}\,\mathrm{C^2N^{-1}m^{-2}})} \times \frac{1}{(15)^3\times10^{-6}\,\mathrm{m^3}} = 2.6 \times 10^5\ \mathrm{NC^{-1}}$$

ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ AB ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹੈ, ਅਤੇ ਨਤੀਜਾ ਪਹਿਲੇ ਨਤੀਜੇ ਦੇ ਕਾੱਫੀ ਨੇੜੇ ਹੈ।

(b) ਬਿੰਦੂ B ਤੇ ਸਥਿਤ + 10 μC ਚਾਰਜ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿੰਦੂ Q ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ

$$= \frac{10^{-5}\,\mathrm{C}}{4\,\pi\,(8.854\times10^{-12}\,\mathrm{C^2\,N^{-1}\,m^{-2}})} \times \frac{1}{[15^2+(0.25)^2]\times10^{-4}\,\mathrm{m^2}}$$

$= 3.99 \times 10^6$ NC^{-1} BQ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਉਦਾਹਰਣ 1.10

ਬਿੰਦੂ A ਤੇ ਸਥਿਤ 10 µC ਚਾਰਜ ਕਾਰਨ Q ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ

$$= \frac{10^{-5}\,\text{C}}{4\pi(8.854\times10^{-12}\,\text{C}^2\,\text{N}^{-1}\,\text{m}^{-2})} \times \frac{1}{[15^2 + (0.25)^2]\times10^{-4}\,\text{m}^2}$$

$= 3.99 \times 10^6\ \text{NC}^{-1}$ QA ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ

ਸਾਫ਼ ਹੈ ਕਿ ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੋ ਬਰਾਬਰ ਪਰਿਮਾਣਾ ਦੇ ਬਲਾਂ ਦੇ OQ ਦਿਸ਼ਾ ਵੱਲ ਘਟਕ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਨੂੰ ਖਾਰਿਜ ਕਰਦੇ ਹਨ ਔਪਰ BA ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ ਘਟਕ ਸੰਯੋਜਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ A ਅਤੇ B ਤੇ ਸਥਿਤ ਦੋ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਕਾਰਨ Q ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ

$$= 2 \times \frac{0.25}{\sqrt{15^2 + (0.25)^2}} \times 3.99 \times 10^6\,\text{N C}^{-1}$$ BA ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵੱਲ

$= 1.33 \times 10^5\ \text{NC}^{-1}$ BA ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵੱਲ

(a) ਦੀ ਹੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਡਾਈਪੋਲ ਦੇ ਧੁਰੇ ਦੇ ਅਭਿਲੰਬਵਤ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਡਾਈਪੋਲ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਸਿੱਧੇ ਹੀ ਸੂਤਰ ਦੇ ਉਪਯੋਗ ਦੁਆਰਾ ਅਸੀਂ ਇਸ ਨਤੀਜੇ ਦੀ ਆਸ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ–

$$E = \frac{p}{4\pi\varepsilon_0 r^3} \qquad (r/a >> 1)$$

$$= \frac{5\times10^{-8}\,\text{C m}}{4\pi(8.854\times10^{-12}\,\text{C}^2\,\text{N}^{-1}\,\text{m}^{-2})} \times \frac{1}{(15)^3\times10^{-6}\,\text{m}^3}$$

$= 1.33 \times 10^5\ \text{NC}^{-1}$.

ਇਸ ਕੇਸ ਵਿਚ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੰਟ ਵੈਕਟਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਉਲਟ ਹੈ। ਇਸਲਈ ਪ੍ਰਾਪਤ ਨਤੀਜੇ ਪਹਿਲਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਨਤੀਜੇ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਹਨ।

1.12 ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਡਾਈਪੋਲ

DIPOLE IN A UNIFORM EXTERNAL FIELD

ਚਿੱਤਰ 1.22 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ **E** ਵਿੱਚ ਰਖੇ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੰਟ **p** ਦੇ ਸਥਾਈ ਡਾਈਪੋਲ (ਸਥਾਈ ਡਾਈਪੋਲ ਤੋਂ ਸਾਡਾ ਅਰਥ ਇਹ ਹੈ ਕਿ **p** ਦੀ **E** ਤੋਂ ਸੁਤੰਤਰ ਹੋਂਦ ਹੈ, ਇਹ **E** ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਨਹੀਂ ਹੋਇਆ ਹੈ) ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ।

ਚਿੱਤਰ 1.22 ਇੱਕਸਮਾਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਵਿਚ ਡਾਈਪੋਲ

ਇੱਥੇ ਚਾਰਜ q ਤੇ $q\mathbf{E}$ ਅਤੇ $-q$ ਤੇ $-q\mathbf{E}$ ਬਲ ਲਗ ਰਹੇ ਹਨ। ਕਿਉਂਕਿ **E** ਇਕ ਸਮਾਨ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਡਾਈਪੋਲ ਤੇ ਕੁੱਲ ਬਲ ਸਿਫਰ ਹੈ। ਔਪਰ ਚਾਰਜਾਂ ਵਿਚਕਾਰ ਦੂਰੀ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਬਲ ਵੱਖ ਬਿੰਦੂਆਂ ਤੇ ਲੱਗੇ ਹਨ, ਜਿਸਦੇ ਕਾਰਨ ਡਾਈਪੋਲ ਤੇ ਬਲ ਮੋਮੰਟ (ਟੋਰਕ) ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਨੈਟ ਬਲ ਸਿਫਰ ਹੈ ਤਾਂ ਟੋਰਕ (ਬਲ ਯੁਗਮ) ਮੂਲ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ। ਇਸਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਹਰੇਕ ਬਲ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ ਅਤੇ ਬਲ-ਯੁਗਮ ਦੀ ਭੁਜਾ (ਦੋ ਪ੍ਰਤੀ ਸਮਾਂਤਰ (antiparallel) ਬਲਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਲੰਬਵਤ ਦੂਰੀ) ਦੇ ਗੁਣਨਫਲ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਟੋਰਕ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ = $q\,E \times 2\,a\sin\theta = 2\,q\,a\,E\sin\theta$

ਇਸਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਕਾਰਜ ਦੇ ਤਲ ਦੇ ਅਭਿਲੰਬਵਤ ਇਸਤੋਂ ਬਾਹਰ ਵਲ ਹੈ।

$\mathbf{p} \times \mathbf{E}$ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਵੀ $p\,E\sin\theta$ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਕਾਰਜ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਅਭਿਲੰਬਵਤ ਬਾਹਰ ਵੱਲ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ

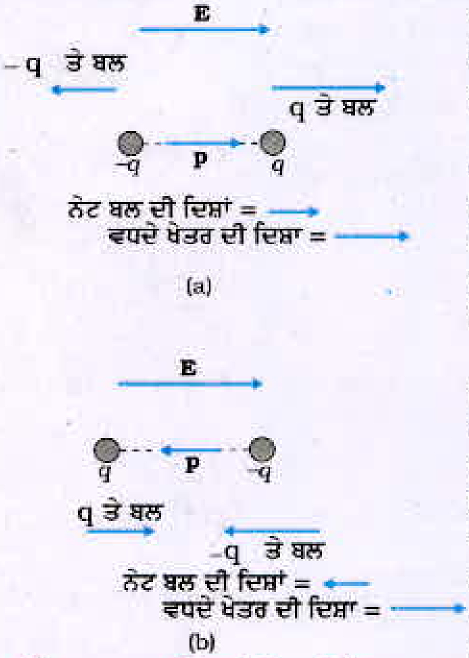
$$\boldsymbol{\tau} = \mathbf{p} \times \mathbf{E} \qquad (1.22)$$

ਇਹ ਟੋਰਕ ਡਾਈਪੋਲ ਨੂੰ ਖੇਤਰ **E** ਦੇ ਨਾਲ ਸੰਰੇਖਿਤ (align) ਕਰਨ ਦੀ ਕੋਸ਼ਿਸ਼ ਕਰੇਗਾ ਜਦੋਂ **p** ਖੇਤਰ **E** ਦੇ ਨਾਲ ਸੰਰੇਖਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਟੋਰਕ ਸਿਫ਼ਰ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਜਦੋਂ ਖੇਤਰ ਇਕ ਸਮਾਨ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਦ ਕੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ? ਸਾਫ਼ ਹੈ, ਉਸ ਕੇਸ ਵਿਚ ਨੈਟ ਬਲ ਸਿਫ਼ਰ ਨਹੀਂ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਸ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ, ਵਿਆਪਕ ਰੂਪ ਨਾਲ ਸਿਸਟਮ ਤੇ ਪਹਿਲਾਂ ਹੀ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇੱਕ ਟਾਰਕ ਕਾਰਜ ਕਰੇਗਾ। ਇਥੇ ਵਿਆਪਕ ਕੇਸ ਅਨੁਸਾਰ, ਆਓ ਇਹੋ ਜਿਹੀ ਸਰਲ ਸਥਿਤੀ ਤੇ ਵਿਚਾਰ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com



ਚਿੱਤਰ 1.23 ਡਾਈਪੋਲ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਬੱਲ (a) **p** ਖੇਤਰ **E** ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ (b) **p** ਖੇਤਰ **E** ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਸਮਾਂਤਰ

ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਜਿੱਥੇ **p** ਖੇਤਰ **E** ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਜਾਂ ਪ੍ਰਤੀਸਮਾਂਤਰ ਹੈ। ਦੋਨਾਂ ਹੀ ਕੇਸਾਂ ਵਿਚ ਨੈਟ ਟੋਰਕ (torque) ਤਾਂ ਸਿਫ਼ਰ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਪਰ ਜੇ **E** ਇਕ ਸਮਾਨ ਨਹੀਂ ਹੈ ਤਾ ਡਾਈਪੋਲ ਤੇ ਨੈਟ ਬਲ ਲੱਗਦਾ ਹੈ।

ਚਿੱਤਰ 1.23 ਆਪ ਹੀ ਸਪਸ਼ਟੀਕਰਨ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸਨੂੰ ਆਸਾਨੀ ਨਾਲ ਵੇਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ ਜਦੋਂ **p** ਖੇਤਰ **E** ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਹੈ ਤਾਂ ਡਾਈਪੋਲ ਤੇ ਵਧਦੇ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਇਕ ਨੈਟ ਬਲ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ **p** ਖੇਤਰ **E** ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਸਮਾਂਤਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਡਾਈਪੋਲ ਤੇ ਘੱਟਦੇ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਨੈਟ ਬਲ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਵਿਆਪਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਬਲ, ਖੇਤਰ **E** ਦੇ ਸਾਪੇਖ **p** ਦੇ ਦਿਸ਼ਾਮਾਨ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ।

ਇਸਤੋਂ ਸਾਡਾ ਧਿਆਨ ਰਗੜ ਬਿਜਲੀ ਦੇ ਆਮ ਪ੍ਰੇਖਣਾ ਤੇ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਖ਼ੁਸ਼ਕ ਵਾਲਾਂ ਵਿੱਚ ਫੇਰੀ ਗਈ ਕੰਘੀ ਰਗੜ ਦੁਆਰਾ ਚਾਰਜ ਅਰਜਿਤ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਪਰ ਕਾਗਜ਼ ਚਾਰਜਿਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਤਾਂ ਫਿਰ ਆਕਰਸ਼ਕ ਬਲਾਂ ਦਾ ਸਪਸ਼ਟੀਕਰਨ ਕਿਵੇਂ ਕਰੀਏ? ਪਿਛਲੀ ਚਰਚਾ ਤੋਂ ਸੰਕੇਤ ਪਾਕੇ ਅਸੀਂ ਕਹਿ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਚਾਰਜਿਤ ਕੰਘੀ ਕਾਗਜ਼ ਦੇ ਟੁਕੜਿਆਂ ਨੂੰ ਧਰੁਵਿਤ ਕਰ ਦਿੰਦੀ ਹੈ, ਭਾਵ ਕਾਗਜ ਦੇ ਟੁਕੜਿਆਂ ਦੇ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਨੈਟ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੰਟ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਕਰ ਦਿੰਦੀ ਹੈ। ਇਸਤੋਂ ਇਲਾਵਾ ਕੰਘੀ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਇਕ ਸਮਾਨ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਇਹ ਆਸਾਨੀ ਨਾਲ ਵੇਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ ਕਾਗਜ਼ ਦੇ ਟੁਕੜੇ ਕੰਘੀ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ ਗਤੀ ਕਰਦੇ ਹਨ।

1.13 ਨਿਰੰਤਰ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨ

CONTINUOUS CHARGE DISTRIBUTION

ਹੁਣ ਤੱਕ ਅਸੀਂ ਖੰਡਿਤ ਚਾਰਜਾਂ q_1, q_2, ..., q_n ਦੇ ਚਾਰਜ ਸਵਰੂਪਾਂ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿਚ ਚਰਚਾ ਕੀਤੀ ਹੈ ਇਸਦਾ ਕਾਰਨ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਸਰੂਪਾਂ ਦੇ ਲਈ ਗਣਿਤਕ ਪਰਿਕਲਨ ਸਰਲ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਕਲਨ (calculus) ਦੀ ਲੋੜ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ। ਨਾਲ ਹੀ, ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਕਾਰਜਾਂ ਲਈ ਖੰਡਿਤ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਪਦਾਂ ਵਿੱਚ ਕਾਰਜ ਕਰਨਾ ਵਿਵਹਾਰਿਕ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਅਤੇ ਸਾਨੂੰ ਨਿਰੰਤਰ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨ ਦੀ ਲੋੜ ਪੈਂਦੀ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ, ਕਿਸੇ ਚਾਰਜਿਤ ਚਾਲਕ ਦੀ ਸਤਹਿ ਤੇ ਸੂਖਮ ਚਾਰਜਿਤ ਹਿੱਸਿਆਂ ਦੀਆਂ ਸਥਿਤੀਆਂ ਦੇ ਪਦਾਂ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨ ਦਾ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਉਲੇਖ ਕਰਨਾ ਵਿਵਹਾਰਿਕ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਚਾਲਕ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਕਿਸੇ ਖੇਤਰਫਲ ਖੰਡ ΔS (ਜੋ ਵੱਡੇ ਪੱਧਰ ਤੇ ਬਹੁਤ ਛੋਟਾ ਹੈ ਪਰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਵੱਡੀ ਸੰਖਿਆ ਨੂੰ ਸ਼ਾਮਿਲ ਕਰਨ ਲਈ ਕਾਫੀ ਹੈ, ਵੇਖੋ ਚਿੱਤਰ 1.24) ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿਚ ਵਿਚਾਰ ਕਰਕੇ ਉਸ ਖੰਡ ਤੇ ਚਾਰਜ ΔQ ਦਾ ਵੱਖ ਵੱਖ ਉਲੇਖ ਕਰਨਾ ਵੱਧ ਉਪਯੁਕਤ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਬਾਅਦ ਅਸੀਂ ਖੇਤਰਫਲ ਖੰਡ ਤੇ ਸਤਹੀ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨ (*surface charge distribution*) σ ਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ–

$$\sigma = \frac{\Delta Q}{\Delta S} \qquad (1.23)$$

ਇਹੋ ਜਿਹਾ ਅਸੀਂ ਚਾਲਕ ਦੀ ਸਤਹਿ ਦੇ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਬਿੰਦੂਆਂ ਤੇ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਅਤੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇੱਕ ਅਖੰਡ ਫਲਨ σ (ਜਿਸਨੂੰ ਸਤਹੀ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ (surface charge density) ਕਹਿੰਦੇ

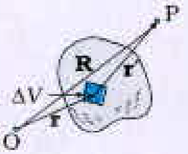
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਹਨ) ਤੱਕ ਪਹੁੰਚਦੇ ਹਾਂ। ਇਸ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵਰਣਿਤ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ σ ਚਾਰਜ ਦੀ ਕੁਆਂਟਾਈਜੇਸ਼ਨ (quantisation) ਅਤੇ ਸੁਖਮ ਪੱਧਰ* (microscopic scale) ਤੇ ਚਾਰਜ ਦੇ ਖੰਡਿਤ ਵਿਤਰਨ ਦੀ ਉਪੇਖਿਆ ਕਰਦਾ ਹੈ। σ ਵੱਡੇ ਪੱਧਰ ਤੇ ਸਤੀ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ ਹੈ ਜੋ ਇਕ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਾਲ, ਸੁਖਮ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵੱਡੇ ਪੱਧਰ ਤੇ ਛੋਟੇ ਖੇਤਰ ਖੰਡ ΔS ਤੇ ਸੂਖਮ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ ਹੈ। σ ਦੀ ਇਕਾਈ C/m^2 ਹੈ।

ਰੇਖੀ ਚਾਰਜ $\Delta Q = \lambda \Delta l$

ਸਤਹਿ ਚਾਰਜ $\Delta Q = \sigma \Delta S$



ਆਇਤਨੀ ਚਾਰਜ $\Delta Q = \rho \Delta V$

ਚਿੱਤਰ 1.24 ਰੇਖੀ, ਸਤਹਿ, ਆਇਤਨੀ ਘਣਤਾਵਾਂ ਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ। ਹਰੇਕ ਕੇਸ ਵਿਚ ਚੁਣੇ ਗਏ ਘਟਕਾਂ (Δl, ΔS, ΔV) ਸਥੂਲਦਰਸ਼ੀ ਪੱਧਰ ਤੇ ਛੋਟੇ ਹਨ ਪਰ ਇਹਨਾਂ ਵਿਚ ਸੁਖਮ ਪੱਧਰ ਤੇ ਘੱਟਕਾਂ ਦੀ ਇੱਕ ਵਿਸ਼ਾਲ ਗਿਣਤੀ ਸ਼ਾਮਿਲ ਹੈ।

ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀਕੋਣ ਰੈਖੀ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨਾਂ ਅਤੇ ਆਇਤਨੀ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨਾਂ ਤੇ ਵੀ ਲਾਗੂ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਕਿਸੇ ਤਾਰ ਦੀ ਰੈਖੀ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ λ ਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ

$$\lambda = \frac{\Delta Q}{\Delta l} \tag{1.24}$$

ਦੁਆਰਾ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇੱਥੇ Δl ਸੂਖਮ ਪੱਧਰ ਤੇ ਤਾਰ ਦਾ ਰੇਖੀ ਖੰਡ ਹੈ। ਪਰ ਸੂਖਮ ਚਾਰਜਿਤ ਖੰਡਾ ਦੀ ਵਿਸ਼ਾਲ ਸੰਖਿਆ ਇਸ ਵਿੱਚ ਸ਼ਾਮਿਲ ਹੈ ਅਤੇ ΔQ ਇਸੇ ਰੇਖੀ ਖੰਡ ਵਿੱਚ ਸਮਾਏ ਚਾਰਜ ਹਨ। λ ਦੀ ਇਕਾਈ C/m ਹੈ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਾਲ ਆਇਤਨੀ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ (ਸਰਲ ਸ਼ਬਦਾਂ ਵਿੱਚ ਜਿਸਨੂੰ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ ਵੀ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ) ਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਵੀ

$$\rho = \frac{\Delta Q}{\Delta V} \tag{1.25}$$

ਦੁਆਰਾ ਕਿਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇੱਥੇ ΔQ ਵੱਡੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਛੋਟੇ ਆਇਤਨ ਖੰਡ ΔV ਵਿੱਚ ਸਮਾਏ ਉਹ ਚਾਰਜ ਹਨ ਜੋ ਸੁਖਮ ਚਾਰਜਿਤ ਖੰਡਾਂ ਦੀ ਵਿਸ਼ਾਲ ਸੰਖਿਆ ਨੂੰ ਸ਼ਾਮਿਲ ਕਰਦੇ ਹਨ। ρ ਦੀ ਇਕਾਈ C/m^3 ਹੈ।

ਇੱਥੇ ਨਿਰੰਤਰ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨ ਦੀ ਸਾਡੀ ਧਾਰਨਾ ਯੰਤ੍ਰਿਕੀ ਵਿੱਚ ਸਾਡੇ ਦੁਆਰਾ ਅਪਨਾਈ ਗਈ ਨਿਰੰਤਰ ਪੁੰਜ ਵਿਤਰਨ ਦੀ ਧਾਰਨਾ ਦੇ ਹੀ ਸਮਾਨ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਅਸੀਂ ਕਿਸੇ ਦ੍ਰਵ ਦੇ ਘਣਤਾ ਦਾ ਉਲੇਖ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਉਸ ਸਮੇਂ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਉਸਦੇ ਸਥੂਲ ਘਣਤਾ ਦਾ ਹੀ ਉੱਲੇਖ ਕਰ ਰਹੇ ਹੁੰਦੇ ਹਾਂ। ਅਸੀਂ ਦ੍ਰਵ ਨੂੰ ਇੱਕ ਅਖੰਡ ਤਰਲ ਮੰਨ ਲੈਂਦੇ ਹਾਂ ਅਤੇ ਉਸਦੀ ਖੰਡਿਤ ਆਣਵਿਕ ਰਚਨਾ ਦੀ ਉਪੇਖਿਆ ਕਰ ਦਿੰਦੇ ਹਾਂ।

ਖੰਡਿਤ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਸਿਸਟਮ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ [ਸਮੀਕਰਨ (1.10)] ਦੀ ਹੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਲਗਭਗ ਇਸੇ ਢੰਗ ਨਾਲ ਅਖੰਡ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਮੰਨ ਲਓ ਕਿਸੇ ਦਿਸ਼ਾਮਾਨ ਵਿੱਚ ਅਖੰਡ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨ ਦੀ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ ρ ਹੈ। ਕੋਈ ਸੁਵਿਧਾਜਨਕ ਮੂਲ ਬਿੰਦੂ O ਚੁਣੋ ਅਤੇ ਮੰਨ ਲਓ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਦਾ ਵੈਕਟਰ $\mathbf{r}$ ਹੈ। ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ ρ ਇਕ, ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਦੂਸਰੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਵੱਖ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਭਾਵ ਇਹ $\mathbf{r}$ ਦਾ ਫਲਨ ਹੈ। ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨ ਨੂੰ ΔV ਸਾਈਜ਼ ਦੇ ਛੋਟੇ ਆਇਤਨ ਖੰਡਾਂ ਵਿੱਚ ਵਿਭਾਜਿਤ ਕਰੋ। ਆਇਤਨ ਖੰਡ ΔV ਵਿਚ ਚਾਰਜ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ $\rho \Delta V$ ਹੈ।

ਹੁਣ ਸਥਿਤੀ ਵੈਕਟਰ $\mathbf{R}$ ਦੇ ਨਾਲ ਕਿਸੇ ਵੀ ਵਿਆਪਕ ਬਿੰਦੂ P (ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨ ਦੇ ਅੰਦਰ ਅਤੇ ਬਾਹਰ) ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ। ਚਿੱਤਰ (1.24)। ਕੁਲਮ ਨਿਯਮ ਦੁਆਰਾ ਚਾਰਜ $\rho \Delta V$ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ

$$\Delta \mathbf{E} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{\rho\,\Delta V}{r'^2} \hat{\mathbf{r}}' \tag{1.26}$$

ਇਥੇ r' ਚਾਰਜਖੰਡ ਅਤੇ P ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੀ ਦੂਰੀ ਹੈ, ਅਤੇ $\hat{\mathbf{r}}'$ ਚਾਰਜਖੰਡ ਤੋਂ P ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਯੂਨਿਟ ਵੈਕਟਰ ਹੈ। ਸੁਪਰਪੋਜ਼ੀਸ਼ਨ ਸਿਧਾਂਤ ਦੁਆਰਾ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਕੁਲ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਆਇਤਨ ਖੰਡਾਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰਾਂ ਦਾ ਜੋੜ ਕਰਨ ਤੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

$$\mathbf{E} \cong \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \sum_{\text{ਸਾਰੇ } \Delta V} \frac{\rho\,\Delta V}{r'^2} \hat{\mathbf{r}}' \tag{1.27}$$

---

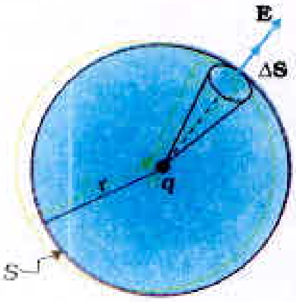
* ਸੁਖਮ ਪੱਧਰ ਤੇ, ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨ ਲਗਾਤਾਰ ਜਾਂ ਨਿਰੰਤਰ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਵਖਰੇ ਵਖਰੇ ਚਾਰਜ ਇੱਕ ਚਾਰਜ ਰਹਿਤ ਮੱਧਵਰਤੀ ਸਥਾਨ ਦੁਆਰਾ ਵਖਰੇ-ਵਖਰੇ ਕੀਤੇ ਗਏ ਹਨ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਧਿਆਨ ਦਿਓ ρ, r', $\hat{\mathbf{r}}'$ ਸਾਰਿਆਂ ਦੇ ਮਾਨ ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਦੂਜੇ ਤੇ ਪਰਵਰਤਿਤ ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਅਸਲ ਗਣਿਤਿਕ ਵਿਧੀ ਵਿੱਚ ਸਾਨੂੰ $\Delta V \to 0$ ਲੈਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਫਿਰ ਇਹ ਯੋਗ ਸਮਾਕਲਨ (integral) ਬਣ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ ਸਰਲਤਾ ਦੀ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਨਾਲ ਇਸ ਚਰਚਾ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਇੱਥੇ ਹੀ ਛੱਡ ਰਹੇ ਹਾਂ। ਸੰਖੇਪ ਵਿੱਚ ਕੂਲਮ ਨਿਯਮ ਅਤੇ ਸੁਪਰਪੋਜ਼ੀਸ਼ਨ ਸਿਧਾਂਤ ਦੇ ਉਪਯੋਗ ਦੁਆਰਾ ਕਿਸੇ ਵੀ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨ ਦੇ ਲਈ ਭਾਵ ਉਹ ਖੰਡਿਤ ਹੋਵੇ ਜਾਂ ਅਖੰਡਿਤ ਅਤੇ ਅੰਸ਼ਿਕ ਖੰਡਿਤ ਜਾਂ ਅੰਸ਼ਿਕ ਅਖੰਡਿਤ ਹੋਵੇ, ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਗਿਆਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

1.14 ਗੱਸ ਨਿਯਮ GAUSS S LAW



ਚਿੱਤਰ 1.25 ਉਸ ਗੋਲੇ ਤੋਂ ਲੰਘਣ ਵਾਲਾ ਫਲਕਸ ਜਿਸਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੇ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜ q ਸਥਿਤ ਹੈ।

ਬਿਜਲਈ ਫਲੱਕਸ ਦੀ ਅਵਧਾਰਨਾ ਦੇ ਸਰਲ ਅਨੁਪ੍ਰਯੋਗ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਆਓ ਕਿਸੇ r ਅਰਧਵਿਆਸ ਦੇ ਇੱਕ ਗੋਲੇ ਜਿਸਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੇ ਕੋਈ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜ q ਸਥਿਤ ਹੈ, ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲੇ ਕੁਲ ਫਲਕਸ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੀਏ। ਚਿੱਤਰ 1.25 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਇਸ ਗੋਲੇ ਨੂੰ ਛੋਟੇ ਖੇਤਰਫ਼ਲ ਖੰਡਾਂ ਵਿੱਚ ਵਿਭਾਜਿਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ।

ਖੇਤਰਫ਼ਲ ਖੰਡ $\Delta\mathbf{S}$ ਤੋਂ ਗੁਜ਼ਰਨ ਵਾਲਾ ਫਲਕਸ

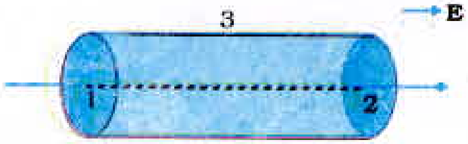
$$\Delta\phi = \mathbf{E}\cdot\Delta\,\mathbf{S} = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\,\hat{\mathbf{r}}\cdot\Delta\mathbf{S} \qquad (1.28)$$

ਇੱਥੇ ਅਸੀਂ ਇਕਾਈ ਚਾਰਜ q ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੇ ਲਈ ਕੂਲਮ ਨਿਯਮ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਹੈ। ਯੂਨਿਟ ਵੈਕਟਰ $\hat{\mathbf{r}}$ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ ਖੇਤਰਖੰਡ ਵੱਲ ਅਰਧਵਿਆਸ ਵੈਕਟਰ (radius vector) ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵੱਲ ਹੈ। ਹੁਣ ਕਿਉਂਕਿ ਗੋਲੇ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਕਿਸੇ ਵੀ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਅਭਿਲੰਬ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਰੇਖਾ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵੱਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਖੇਤਰਖੰਡ $\Delta\mathbf{S}$ ਅਤੇ $\hat{\mathbf{r}}$ ਦੋਨੋ ਇੱਕ ਹੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ

$$\Delta\phi = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0\ r^2}\Delta S \qquad (1.29)$$

ਕਿਉਂਕਿ ਯੂਨਿਟ ਵੈਕਟਰ r ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ 1 ਹੈ।

ਗੋਲੇ ਤੋਂ ਗੁਜ਼ਰਨ ਵਾਲਾ ਕੁੱਲ ਫਲੱਕਸ ਸਾਰੇ ਖੇਤਰ ਖੰਡਾਂ ਤੋਂ ਗੁਜ਼ਰਨ ਵਾਲੇ ਫਲੱਕਸਾਂ ਦਾ ਜੋੜ ਕਰਨ ਤੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 1.26 ਸਿਲੰਡਰ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਲੰਘਣ ਵਾਲੇ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਫਲਕਸ ਦਾ ਪਰਿਕਲਨ

$$\phi = \sum_{\text{ਸਾਰੇ }\Delta S} \frac{q}{4\,\pi\,\varepsilon_0\ r^2}\Delta S$$

ਕਿਉਂਕਿ ਗੋਲੇ ਦਾ ਹਰੇਕ ਖੇਤਰਖੰਡ ਚਾਰਜ ਤੋਂ ਸਮਾਨ ਦੂਰੀ ਤੇ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ

$$\phi = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0\ r^2}\sum_{\text{ਸਾਰੇ }\Delta S}\Delta S = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0\ r^2}S$$

ਹੁਣ, ਕਿਉਂਕਿ ਗੋਲੇ ਦਾ ਕੁਲ ਸਹਿਤ ਖੇਤਰ $S = 4\pi r^2$ ਹੈ ਇਸ ਲਈ

$$\phi = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0\ r^2}\times 4\pi r^2 = \frac{q}{\varepsilon_0} \qquad (1.30)$$

ਸਮੀਕਰਨ (1.30) ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਵਿਗਿਆਨ ਦੇ ਵਿਆਪਕ ਨਤੀਜੇ ਜਿਸਨੂੰ ਗੱਸ ਨਿਯਮ (Gausss Law) ਆਖਦੇ ਹਨ ਦਾ ਇੱਕ ਸਰਲ ਨਮੂਨਾ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਬਿਨ੍ਹਾਂ ਸਬੂਤ ਦੇ ਗੱਸ ਨਿਯਮ ਦਾ ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਉਲੇਖ ਕਰਦੇ ਹਾਂ :–

ਕਿਸੇ ਬੰਦ ਸਤ੍ਹਾ S ਤੋਂ ਗੁਜ਼ਰਨ ਵਾਲਾ ਬਿਜਲਈ ਫਲਕਸ

$$= q/\varepsilon_0 \qquad (1.31)$$

ਇੱਥੇ q ਸਤ੍ਹਾ S ਦੁਆਰਾ ਘੇਰਿਆ ਕੁੱਲ ਚਾਰਜ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਇਸ ਨਿਯਮ ਤੋਂ ਇਹ ਗਿਆਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਜੇ ਕਿਸੇ ਬੰਦ ਸਤ੍ਹਾ ਦੁਆਰਾ ਕੋਈ ਚਾਰਜ ਘੇਰਿਆ ਨਹੀਂ ਗਿਆ ਹੈ ਤਾਂ ਉਸ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਗੁਜ਼ਰਨ ਵਾਲਾ ਕੁੱਲ ਫਲਕਸ ਸਿਫ਼ਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸਨੂੰ ਅਸੀਂ ਚਿੱਤਰ (1.26) ਦੀ ਸਰਲ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਸਾਫ਼ ਦੇਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ।

ਇੱਥੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਹੈ ਅਤੇ ਅਸੀਂ ਇੱਕ ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਬੰਦ ਬੇਲਨਾਕਾਰ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਵਿਚਾਰ ਕਰ ਰਹੇ ਹਾਂ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਬੇਲਣ ਦਾ ਧੁਰਾ ਇਕ ਸਮਾਨ ਖੇਤਰ **E** ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਹੈ। ਇਸਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਗੁਜ਼ਰਨ ਵਾਲਾ ਕੁੱਲ ਫਲਕਸ ϕ ਹੈ। $\phi = \phi_1 + \phi_2 + \phi_3$ ਇੱਥੇ ϕ_1 ਅਤੇ ϕ_2 ਸਿਲੰਡਰ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ 1 ਅਤੇ 2 ਤੋਂ ਗੁਜ਼ਰਨ ਵਾਲੇ ਫਲਕਸ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ। ϕ_1 ਅਤੇ ϕ_2 ਬੰਦ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਵਕਰਿਤ ਭਾਗ ਤੋਂ ਗੁਜ਼ਰਨ ਵਾਲੇ ਫਲਕਸ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਸਤ੍ਹਾ 3 ਦੇ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਅਭਿਲੰਬ **E** ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਫਲਕਸ ਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ $\phi_3 = 0$ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਇਲਾਵਾ ਸਤ੍ਹਾ 2 ਤੇ ਬਾਹਰਮੁੱਖੀ ਅਭਿਲੰਬ **E** ਦੇ ਦਿਸ਼ਾ ਵੱਲ ਹੈ ਅਤੇ ਸਤ੍ਹਾ 1 ਤੇ ਬਾਹਰਮੁੱਖੀ ਅਭਿਲੰਬ **E** ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਵਿਪਰੀਤ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ

$$\phi_1 = \ E\,S_1, \quad \phi_2 = +E\,S_2$$

$$S_1 = S_2 = S$$

ਇੱਥੇ S ਗੋਲਾਕਾਰ ਕਾਟ-ਖੰਡ (cross-section) ਦਾ ਖੇਤਰਫ਼ਲ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੁੱਲ ਫਲਕਸ ਸਿਫ਼ਰ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਗੱਸ ਨਿਯਮ ਤੋਂ ਸੰਭਾਵਿਤ ਸੀ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜਦੋਂ ਤੁਸੀਂ ਪਾਓ ਕਿ ਇੱਕ ਬੰਦ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਅੰਦਰ ਕੁਲ ਬਿਜਲੀ ਫਲਕਸ ਸਿਫ਼ਰ ਹੈ ਤਾਂ ਅਸ਼ੀਂ ਇਸ ਨਤੀਜੇ ਤੇ ਪਹੁੰਚਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਬੰਦ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਅੰਦਰ ਕੁੱਲ ਚਾਰਜ ਸਿਫ਼ਰ ਹੈ।

ਗੱਸ ਨਿਯਮ ਸਮੀਕਰਨ (1.31) ਦਾ ਬਹੁਤ ਜਿਆਦਾ ਮਹੱਤਵ ਇਸ ਕਾਰਨ ਤੋਂ ਵੀ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਵਿਆਪਕ ਰੂਪ ਤੇ ਸੱਚ ਹੈ ਅਤੇ ਸਿਰਫ਼ ਉਹਨਾਂ ਸਰਲ ਕੇਸਾਂ ਤੇ ਹੀ ਲਾਗੂ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਜਿਸ ਤੇ ਅਸੀਂ ਉੱਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕੀਤੇ ਸੀ। ਪਰ ਸਾਰੇ ਕੇਸਾਂ ਵਿੱਚ ਇਸਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਨਿਯਮ ਦੇ ਬਾਰੇ ਵਿਚ, ਆਓ ਕੁੱਝ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਤੱਥਾਂ ਤੇ ਧਿਆਨ ਦਈਏ—

(i) ਗੱਸ ਨਿਯਮ ਹਰੇਕ ਬੰਦ ਸਤ੍ਹਾ ਭਾਵੇਂ ਉਸਦਾ ਅਕਾਰ ਤੇ ਮਾਪ ਕੁੱਝ ਵੀ ਹੋਵੇ, ਦੇ ਲਈ ਸੱਚ ਹੈ।

(ii) ਗੱਸ ਨਿਯਮ ਸਮੀਕਰਨ (1.31) ਦੇ ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ ਦੇ ਪਦ q ਵਿੱਚ ਸਤ੍ਹਾ ਦੁਆਰਾ ਘੇਰੇ ਸਾਰੇ ਚਾਰਜਾਂ ਦਾ ਜੋੜ ਸ਼ਾਮਿਲ ਹੈ। ਇਹ ਚਾਰਜ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਅੰਦਰ ਕਿਤੇ ਵੀ ਸਥਿਤ ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ।

(iii) ਉਹਨਾਂ ਪਰਿਸਥਿਤੀਆਂ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਇਹੋ ਜਿਹੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦੀ ਚੋਣ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਕਿ ਕੁੱਝ ਚਾਰਜ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਅੰਦਰ ਅਤੇ ਕੁੱਝ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਬਾਹਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ [ਜਿਸਦਾ ਫਲਕਸ ਸਮੀਕਰਨ 1.31 ਦੇ ਖੱਬੇ ਪਾਸੇ ਤੋਂ ਨਜ਼ਰ ਆਉਂਦਾ ਹੈ] S ਦੇ ਅੰਦਰ ਅਤੇ ਬਾਹਰ ਸਥਿਤ ਸਾਰੇ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਗੱਸ ਨਿਯਮ ਦੇ ਸਮੀਕਰਨ ਦੇ ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ ਦੇ ਪਦ q ਸਿਰਫ਼ S ਦੇ ਅੰਦਰ ਦੇ ਕੁੱਲ ਚਾਰਜਾਂ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ।

(iv) ਗੱਸ ਨਿਯਮ ਦੇ ਅਨੁਪ੍ਰਯੋਗ ਦੇ ਲਈ ਚੁਣੀ ਜਾਣ ਵਾਲੀ ਸਤ੍ਹਾ ਨੂੰ ਗੱਸ ਸਤ੍ਹਾ (Gaussian surface) ਆਖਦੇ ਹਨ। ਤੁਸੀਂ ਕਿਸੇ ਵੀ ਗੱਸ ਸਤ੍ਹਾ ਦੀ ਚੋਣ ਕਰਕੇ ਗੱਸ ਨਿਯਮ ਲਾਗੂ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹੋ। ਪਰ ਸਾਵਧਾਨ ਰਹੋ ਗੱਸ ਸਤ੍ਹਾ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਵੀ ਖੰਡਿਤ ਚਾਰਜ ਤੋਂ ਨਹੀਂ ਗੁਜ਼ਰਨਾ ਚਾਹੀਦਾ। ਇਸਦਾ ਕਾਰਨ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਖੰਡਿਤ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਸਿਸਟਮ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਵੀ ਚਾਰਜ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਤੇ ਭਲੀਭਾਂਤੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਨਹੀਂ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ (ਜਿਵੇਂ ਹੀ ਤੁਸੀਂ ਕਿਸੇ ਚਾਰਜ ਦੇ ਨਿਕਟ ਜਾਂਦੇ ਹੋ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਸਾਰੀਆਂ ਹੱਦਾਂ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਵਿਕਸਿਤ ਹੁੰਦਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ) ਐਪਰ ਗੱਸ ਸਤ੍ਹਾ ਅਖੰਡ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨ ਤੋਂ ਲੰਘ ਸਕਦਾ ਹੈ।

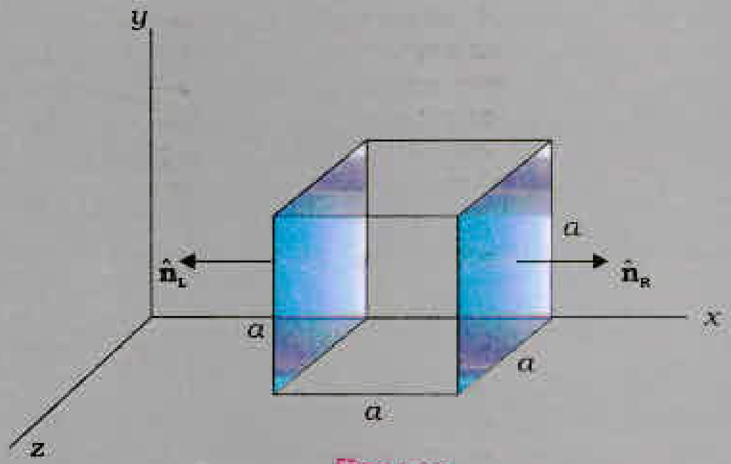
(v) ਜਦੋਂ ਸਿਸਟਮ ਵਿੱਚ ਕੁਝ ਸਮਮਿਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਪਰਿਕਲਨ ਨੂੰ ਵੱਧ ਅਸਾਨ ਬਣਾਉਣ ਲਈ ਗੱਸ ਨਿਯਮ ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਉਪਯੋਗੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਉਚਿਤ ਗੱਸ ਸਤ੍ਹਾ ਦੀ ਚੋਣ, ਇਸਨੂੰ ਸੁਵਿਧਾਜਨਕ ਬਣਾ ਦਿੰਦੀ ਹੈ।

(vi) ਅੰਤ ਵਿੱਚ ਗੱਸ ਨਿਯਮ ਕੂਲਮ ਨਿਯਮ ਦੇ ਦੂਰੀ ਦੇ ਉੱਲਟ ਵਰਗ ਨਿਰਭਰਤਾ (inverse square dependence) ਤੇ ਅਧਾਰਿਤ ਹੈ। ਗੱਸ ਨਿਯਮ ਦੀ ਕੋਈ ਵੀ ਉਲੰਘਣਾ ਇਸ ਉਲਟ ਵਰਗ ਨਿਯਮ ਤੋਂ ਵਿਚਲਨ ਦਾ ਸੰਕੇਤ ਕਰੇਗਾ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਉਦਾਹਰਨ 1.11— ਚਿੱਤਰ 1.27 ਵਿੱਚ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਖੰਡ $E_x = \alpha x^{1/2}$, $E_y = E_z = 0$, ਜਿਸ ਵਿੱਚ $\alpha = 800$ N/C m$^{1/2}$ (a) ਘਣ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲਾ ਫਲਕਸ ਅਤੇ (b) ਘਣ ਦੇ ਅੰਦਰ ਚਾਰਜ ਪਰਿਕਲਨ ਕਰੋ। $a = 0.1$ m ਮੰਨ ਲਓ।



ਚਿੱਤਰ 1.27

ਹੱਲ—

(a) ਕਿਉਂਕੀ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੇ ਸਿਰਫ਼ x ਖੰਡ ਹੀ ਹੈ, x ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਫਲਕਾਂ ਦੇ ਲਈ, **E** ਅਤੇ $\Delta\mathbf{S}$ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੇ ਕੋਣ $\pm\pi/2$ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਫਲਕਸ $\phi = \mathbf{E}.\Delta\mathbf{S}$ ਘਣ ਦੇ ਸਿਰਫ਼ ਦੋ ਛਾਇਆ ਅੰਕਿਤ ਫਲਕਾਂ ਨੂੰ ਛੱਡਕੇ ਬਾਕੀ ਸਾਰੇ ਫਲਕਾਂ ਦੇ ਲਈ ਵੱਖ ਵੱਖ ਰੂਪ ਤੋਂ ਸਿਫਰ ਹੈ। ਹੁਣ, ਖੱਬੇ ਫਲਕ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ

$E_L = \alpha x^{1/2} = \alpha a^{1/2}$

(ਕਿਉਂਕੀ ਖੱਬੇ ਫਲਕ ਤੇ $x = a$).

ਸੱਜੇ ਫਲਕ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ

$E_R = \alpha\, x^{1/2} = \alpha\,(2a)^{1/2}$

(ਕਿਉਂਕੀ ਸੱਜੇ ਫਲਕ ਤੇ $x = 2a$).

ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਫਲਕਸ ਹਨ

$\phi_L = \mathbf{E}_L\cdot\Delta\mathbf{S} = \Delta S\,\mathbf{E}_L\cdot\hat{\mathbf{n}}_L = E_L\,\Delta S\cos\theta = \ \ E_L\,\Delta S$, ਕਿਉਂਕੀ $\theta = 180°$

$= -E_L a^2$

$\phi_R = \mathbf{E}_R\cdot\Delta\mathbf{S} = E_R\,\Delta S\cos\theta\ = E_R\,\Delta S$, ਕਿਉਂਕਿ $\theta = 0°$

$= E_R a^2$

ਘਣ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲਾ ਕੁੱਲ ਫਲਕਸ

$= \phi_R + \phi_L = E_R a^2 - E_L a^2 = a^2\,(E_R - E_L) = \alpha a^2\,[(2a)^{1/2} - a^{1/2}]$

$= \alpha a^{5/2}\left(\sqrt{2}-1\right)$

$= 800\,(0.1)^{5/2}\left(\sqrt{2}-1\right)$

$= 1.05$ N m^2 C^{-1}

(b) ਅਸੀਂ ਘਣ ਦੇ ਅੰਦਰ ਕੁੱਲ ਚਾਰਜ q ਨੂੰ ਪਤਾ ਕਰਨ ਲਈ ਗਾਊਸ ਨਿਯਮ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ $\phi = q/\varepsilon_0$ ਅਤੇ $q = \phi\varepsilon_0$, ਇਸ ਲਈ

$q = 1.05 \times 8.854 \times 10^{-12}$ C $= 9.27 \times 10^{-12}$ C.

ਉਦਾਹਰਨ 1.11

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਉਦਾਹਰਨ 1.12— ਕੋਈ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਧਨਾਤਮਕ x ਲਈ, ਧਨਾਤਮਕ x ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਹੈ ਅਤੇ ਉਸੇ ਪਰਿਮਾਣ ਦੇ ਨਾਲ ਪਰ ਰਿਣਾਤਮਕ x ਲਈ, ਰਿਣਾਤਮਕ x ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਇਕ ਸਮਾਨ ਹੈ। ਇੱਥੇ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ $\mathbf{E} = 200\ \hat{\mathbf{i}}$ N/C ਜਦੋਂ ਕੀ $x < 0$ ਅਤੇ $\mathbf{E} = -200\hat{\mathbf{i}}$ N/C ਅਤੇ $x < 0$ ਹੈ। 20 cm ਲੰਬੇ 5 cm ਅਰਧਵਿਆਸ ਦੇ ਕਿਸੇ ਲੰਬ ਵ੍ਰਿਤੀ ਸਿਲੰਡਰ ਦਾ ਕੇਂਦਰ ਮੂਲ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਧੁਰਾ x ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੈ ਕਿ ਇਸਦਾ ਇਕ ਫਲਕ ਚਿੱਤਰ 1.28 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ $x = +10$ cm ਅਤੇ ਦੂਸਰਾ ਫਲਕ $x = -10$ cm ਤੇ ਹੈ। (a) ਹਰੇਕ ਚਪਟੇ ਫਲਕ ਤੋਂ ਗੁਜ਼ਰਨ ਵਾਲਾ ਕੁੱਲ ਬਾਹਰਮੁਖੀ ਫਲਕਸ ਕਿੰਨ੍ਹਾ ਹੈ? (b) ਸਿਲੰਡਰ ਦੇ ਬਾਹਰ ਤੋਂ ਗੁਜ਼ਰਨ ਵਾਲਾ ਫਲਕਸ ਕਿੰਨ੍ਹਾ ਹੈ? (c) ਸਿਲੰਡਰ ਤੋਂ ਗੁਜ਼ਰਨ ਵਾਲਾ ਕੁਲ ਬਾਹਰਮੁਖੀ ਫਲਕਸ ਕਿੰਨਾ ਹੈ? (d) ਸਿਲੰਡਰ ਦੇ ਅੰਦਰ ਕੁੱਲ ਚਾਰਜ ਕਿੰਨਾ ਹੈ?

ਹੱਲ—

(a) ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਇਹ ਵੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਖੱਬੇ ਫਲਕ ਤੇ **E** ਅਤੇ $\Delta\mathbf{S}$ ਸਮਾਂਤਰ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਬਾਹਰ ਮੁਖੀ ਫਲਕਸ ਹੈ।

$$\phi_L = \mathbf{E}\cdot\Delta\mathbf{S} = -200\ \hat{\mathbf{i}}\cdot\Delta\mathbf{S}$$

$= +200\ \Delta S$, ਕਿਉਂਕਿ $\hat{\mathbf{i}}\cdot\Delta\mathbf{S} = -\Delta S$

$= +200 \times \pi\ (0.05)^2 = +1.57\ \text{N m}^2\ \text{C}^{-1}$

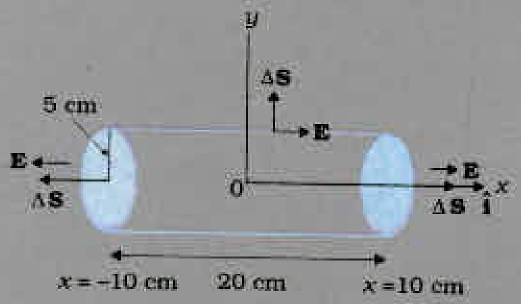
ਸੱਜੇ ਫਲਕ ਤੇ **E** ਅਤੇ $\Delta\mathbf{S}$ ਸਮਾਂਤਰ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ

$$\phi_R = \mathbf{E}\cdot\Delta\mathbf{S} = +1.57\ \text{N m}^2\ \text{C}^{-1}$$

(b) ਸਿਲੰਡਰ ਦੇ ਬਾਹਰ ਕਿਸੇ ਵੀ ਬਿੰਦੂ ਤੇ **E** ਖੇਤਰ ਖੰਡ $\Delta\mathbf{S}$ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਹੈ ਇਸ ਲਈ $\mathbf{E}\cdot\Delta\mathbf{S} = 0$ ਇਸ ਲਈ ਸਿਲੰਡਰ ਦੇ ਬਾਹਰ ਫਲਕਸ ਸਿਫ਼ਰ ਹੈ।

(c) ਸਿਲੰਡਰ ਤੋਂ ਹੋਕੇ ਕੁੱਲ ਬਾਹਰ ਮੁਖੀ ਫਲਕਸ

$$\phi = 1.57 + 1.57 + 0 = 3.14\ \text{N m}^2\ \text{C}^{-1}$$



ਚਿੱਤਰ 1.28

(d) ਸਿਲੰਡਰ ਦੇ ਅੰਦਰ ਕੁਲ ਚਾਰਜ ਦਾ ਮਾਣ ਗੌਸ ਨਿਯਮ ਦੁਆਰਾ ਪਤਾ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਜਿਸਤੋਂ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

$$q = \varepsilon_0\phi$$

$= 3.14 \times 8.854 \times 10^{-12}$ C

$= 2.78 \times 10^{-11}$ C

1.15 ਗੌਸ ਨਿਯਮ ਦੇ ਅਨੁਪ੍ਰਯੋਗ

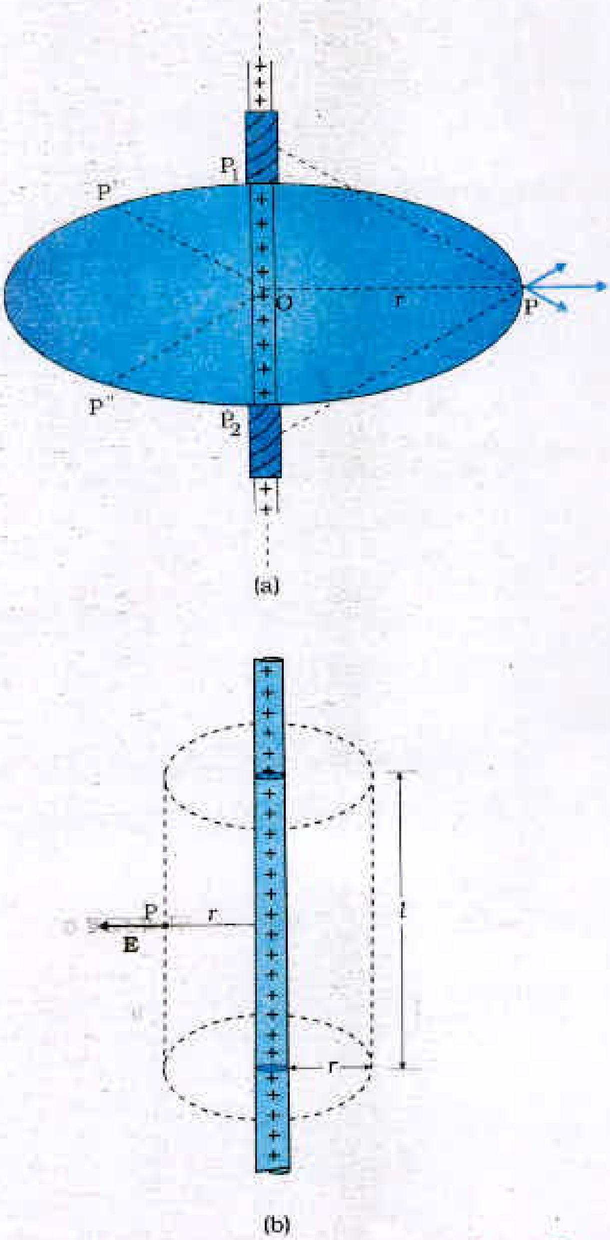
APPLICATIONS OF GAUSS S LAW

ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਅਸੀਂ ਉੱਤੇ ਚਰਚਾ ਕਰ ਚੁਕੇ ਹਾਂ ਕਿ ਕਿਸੇ ਵਿਆਪਕ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਸਮੀਕਰਨ (1.27) ਦੁਆਰਾ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕੁਝ ਖਾਸ ਕੇਸਾਂ ਨੂੰ ਛੱਡ ਕੇ, ਵਿਵਹਾਰ ਵਿੱਚ, ਇਸ ਸਮੀਕਰਨ ਵਿੱਚ ਸ਼ਾਮਿਲ ਸੰਕਲਨ (ਜਾਂ ਸਮਾਕਲਨ) ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਸਪੇਸ ਦੇ ਸਾਰੇ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਬਿੰਦੂਆਂ ਦੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ, ਵਰਤੋਂ ਵਿੱਚ ਨਹੀਂ ਲਿਆਈ ਜਾ ਸਕਦੀ। ਪਰ ਕੁਛ ਸਮਮਿਤ ਚਾਰਜ ਵੰਡਾਂ ਲਈ ਗੌਂਸ ਨਿਯਮ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਤੋਂ ਸਰਲ ਢੰਗ ਨਾਲ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨਾ ਸੰਭਵ ਹੈ। ਕੁਛ ਉਦਾਹਰਨਾਂ ਤੋਂ ਇਸਨੂੰ ਆਸਾਨੀ ਨਾਲ ਸਮਝਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 1.29(a) ਅਨੰਤ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਇਕ ਸਮਾਨ ਚਾਰਜਿਤ ਪਤਲੇ ਸਿੱਧੇ ਤਾਰ ਦੇ ਕਾਰਨ ਖੇਤਰ ਰੇਡੀਅਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।
(b) ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਰੇਖੀ ਚਾਰਜ ਘਣਤਵ ਦੇ ਲੰਬੇ ਪਤਲੇ ਤਾਰ ਲਈ ਗੌਂਸ ਸਤਹਿ।

1.15.1 ਅਨੰਤ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਇਕ ਸਮਾਨ ਚਾਰਜਿਤ ਸਿੱਧੇ ਤਾਰ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ

Field due to an infinitely long straight uniformly charged wire

ਕਿਸੇ ਅਨੰਤ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਇਕ ਸਮਾਨ ਰੇਖੀ ਚਾਰਜ ਘਣਤਵ λ ਦੇ ਸਿੱਧੇ ਪਤਲੇ ਤਾਰ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਕੇ। ਸਪਸ਼ਟ ਰੂਪ ਨਾਲ ਇਹ ਤਾਰ ਇੱਕ ਸਮਮਿਤ ਧੁਰਾ ਹੈ। ਮੰਨ ਲਓ ਅਸੀਂ O ਤੋਂ P ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਰੇਡੀਅਲ ਵੈਕਟਰ ਲੈਕੇ ਇਸਨੂੰ ਤਾਰ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਵਲ ਘੁਮਾਂਦੇ ਹਾਂ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਬਿੰਦੂ P, P', P'' ਚਾਰਜਿਤ ਤਾਰ ਦੇ ਕੇਸ ਵਿਚ ਸੰਪੂਰਨ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਬਰਾਬਰ ਹੈ। ਇਸ ਤੋਂ ਇਹ ਪਤਾ ਲਗਦਾ ਹੈ ਕਿ ਇਹਨਾਂ ਬਿੰਦੂਆਂ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਬਰਾਬਰ ਹੋਣਾ ਚਾਹਿਦਾ ਹੈ। ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਰੇਡੀਅਲ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ। (ਜੇ $\lambda > 0$ ਤਾਂ ਬਾਹਰਮੁਖੀ ਅਤੇ ਜੇ $\lambda < 0$ ਤਾਂ ਅੰਤਰਮੁਖੀ)। ਇਹ ਚਿੱਤਰ 1.29 ਤੋਂ ਸਾਫ਼ ਹੈ।

ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਤਾਰ ਦੇ ਰੇਖੀ ਖੰਡਾ P_1 ਅਤੇ P_2 ਦੇ ਜੋੜੇ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ। ਇਸ ਜੋੜੇ ਦੇ ਦੋ ਖੰਡਾ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰਾਂ ਨੂੰ ਸੰਕਲਿਤ ਕਰਨ ਤੇ ਪ੍ਰਾਪਤ। ਪਰਿਣਾਮੀ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਰੇਡੀਅਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। [ਰੇਡੀਅਲ ਵੈਕਟਰ ਦੇ ਅਭਿਲੰਬਵਤ ਖੰਡ ਇਕ ਦੂਸਰੇ ਨੂੰ ਖਾਰਜ ਕਰ ਦਿੰਦੇ ਹਨ] ਇਹ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਸਾਰਿਆ ਜੋੜਿਆਂ ਦੇ ਲਈ ਸੱਚ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਕਿਸੇ ਵੀ ਬਿੰਦੂ P ਤੇ ਕੁਲ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਰੇਡੀਅਲ ਹੈ। ਅੰਤ ਵਿੱਚ, ਕਿਉਂਕੀ ਤਾਰ ਅਨੰਤ ਹੈ, ਤਾਰ ਦੀ ਲੰਬਾਈ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵੱਲ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਬਿੰਦੂ P ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ ਸੰਖੇਪ ਵਿੱਚ, ਤਾਰ ਨੂੰ ਅਭਿਲੰਬਵਤ ਕੱਟਨ ਵਾਲੇ ਤਲ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਹਰ ਸਥਾਨ ਤੇ ਰੇਡੀਅਲ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਸਿਰਫ਼ ਰੇਡੀਅਲ ਦੂਰੀ r ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ।

ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਪਰਿਕਲਿਤ ਕਰਨ ਲਈ ਚਿੱਤਰ 1.29(b) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਕਿਸੇ ਵੇਲਨਾਕਾਰ ਗੌਸੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦੀ ਕਲਪਨਾ ਕਰੋ। ਕਿਉਂਕੀ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਹਰ ਸਥਾਨ ਤੇ ਰੇਡੀਅਲ ਹੈ, ਬੇਲਨਾਕਾਰ ਗੌਸੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਦੋ ਸਿਰਿਆਂ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲਾ ਫਲਕਸ ਸਿਫ਼ਰ ਹੈ। ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਬੇਲਨਾਕਾਰ ਭਾਗ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ **E** ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਹਰ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਅਭਿਲੰਬਵਤ ਹੈ ਅਤੇ ਸਿਰਫ਼ r ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਹੋਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਇਸਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਸਥਿਰ ਹੈ। ਵਕਰਿਤ ਭਾਗ ਦਾ ਸਤਹਿ ਖੇਤਰਫਲ $2\pi rl$ ਹੈ। ਇੱਥੇ l ਬੇਲਨ ਦੀ ਲੰਬਾਈ ਹੈ।

ਗੌਸੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਗੁਜ਼ਰਨ ਵਾਲਾ ਫਲਕਸ

= ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਵਕਰਿਤ (curved) ਭਾਗ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲਾ ਫਲਕਸ

$$= E \times 2\pi rl$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਸਤਹਿ ਵਿੱਚ $\lambda\, l$ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਚਾਰਜ, ਸ਼ਾਮਿਲ ਹੈ। ਤਦ ਗੱਸ ਨਿਯਮ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ
$E \times 2\pi r l = \lambda l/\varepsilon_0$

ਜਾਂ $E = \dfrac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r}$

ਵੈਕਟਰ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਵੀ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ **E** ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ

$$\mathbf{E} = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r}\ \hat{\mathbf{n}} \qquad (1.32)$$

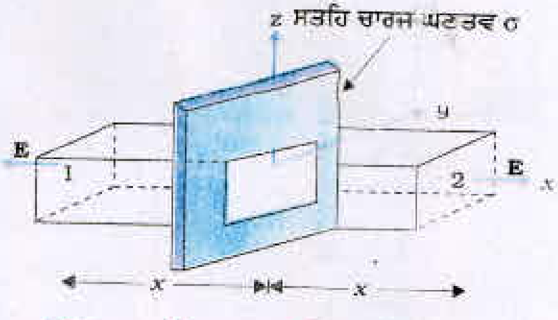
ਇੱਥੇ $\hat{\mathbf{n}}$ ਤਾਰ ਦੇ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਦੇ ਅਭਿਲੰਬਵਤ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲੇ ਤਲ ਵਿੱਚ ਰੇਡੀਅਲ ਯੂਨਿਟ ਵੈਕਟਰ ਹੈ। ਜਦੋਂ λ ਧਨਾਤਮਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ **E** ਬਾਹਰਮੁਖੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਜਦੋਂ λ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ, ਇਹ ਅੰਤਰ ਮੁਖੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਧਿਆਨ ਦਿਓ, ਜਦੋਂ ਅਸੀਂ ਵੈਕਟਰ **A** ਨੂੰ ਯੂਨਿਟ ਵੈਕਟਰ ਤੋਂ ਗਣਿਤ ਅਦਿਸ਼ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ, ਭਾਵ $\mathbf{A} = A\ \hat{\mathbf{a}}$ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਲਿਖਦੇ ਹਾਂ ਤਾ ਅਦਿਸ਼ **A** ਇਕ ਬੀਜਗਣਿਤਕ ਸੰਖਿਆ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਧਨਾਤਮਕ ਵੀ ਹੋ ਸਕਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਰਿਣਾਤਮਕ ਵੀ। ਜੇ $A > 0$ ਹੈ ਤਾਂ **A** ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਯੂਨਿਟ ਵੈਕਟਰ ਦੇ ਸਮਾਣ ਹੋਵੇਗੀ ਅਤੇ ਜੇ $A < 0$ ਹੈ ਤਾਂ **A** ਦੀ ਦਿਸ਼ਾਂ $\hat{\mathbf{a}}$ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਉਲਟ ਹੋਵੇਗੀ। ਜਦੋਂ ਅਸੀਂ ਰਿਣਾਤਮਕ ਮਾਨਾਂ ਤਕ ਸੀਮਿਤ ਰਹਿਣਾ ਚਾਹਿਦੇ ਹਾਂ ਤਾ ਅਸੀਂ ਪ੍ਰਤੀਕ $|\mathbf{A}|$ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਅਤੇ **A** ਦਾ ਮਾਡਿਊਲਸ (ਮਾਪਾਂਕ) ਆਖਦੇ ਹਾਂ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ $|\mathbf{A}| \geq 0$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।
ਇਹ ਵੀ ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ ਉਪਰੋਕਤ ਚਰਚਾ ਵਿੱਚ ਭਾਵੇਂ ਸਤ੍ਹਾਂ (λl) ਦੁਆਰਾ ਘਿਰੇ ਚਾਰਜ ਨੂੰ ਹੀ ਸ਼ਾਮਿਲ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਸੀ, ਪਰ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ **E** ਪੂਰੇ ਤਾਰ ਤੇ ਚਾਰਜ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੈ। ਨਾਲ ਹੀ ਇਹ ਮੰਨ ਲੈਣਾ ਕਿ ਤਾਰ ਦੀ ਲੰਬਾਈ ਅਨੰਤ ਹੈ ਇਸ ਕਲਪਨਾ ਦੇ ਬਿਨਾਂ ਅਸੀਂ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ **E** ਨੂੰ ਬੇਲਨਾਕਾਰ ਗੱਸੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਅਭਿਲੰਬਵਤ ਨਹੀਂ ਲੈ ਸਕਦੇ। ਪਰ, ਲੰਬੇ ਤਾਰ ਦੇ ਬੇਲਨਾਕਾਰ ਭਾਗਾਂ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਜਿੱਥੇ ਅੰਤ ਪ੍ਰਭਾਵ (end effects) ਦੀ ਉਪੇਖਿਆ ਦੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੇ ਲਈ ਸਮੀਕਰਨ (1.32) ਬਹੁਤ ਨਿਕਟ ਤਕ ਸਹੀ ਹੈ।

1.15.2 ਇਕ ਸਮਾਨ ਚਾਰਜਿਤ ਅਨੰਤ ਚਾਦਰ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ
Field due to a uniformly charged infinite plane sheet

ਮੰਨ ਲਓ ਕਿਸੇ ਅਨੰਤ ਸਮਤਲ ਚਾਦਰ (ਚਿੱਤਰ 1.30) ਦੀ ਇਕ ਸਮਾਨ ਸਤਹੀ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ σ ਹੈ। ਅਸੀਂ x-ਧੁਰੇ ਨੂੰ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਤਲ ਦੇ ਅਭਿਲੰਬਵਤ ਮੰਣਦੇ ਹਾਂ। ਸਮਮਿਤੀ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ y ਅਤੇ z ਨਿਰਦੇਸ਼ਕਾਂ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰੇਗਾ ਅਤੇ ਇਸਦੀ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਦਿਸ਼ਾ x-ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ।

ਅਸੀਂ ਗੱਸੀ ਸਤ੍ਹਾ ਨੂੰ ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਦਰਸ਼ਾਏ ਅਨੁਸਾਰ A ਕੱਟ ਖੰਡ ਖੇਤਰਫਲ ਦੇ ਆਇਤਾਕਾਰ ਸਮਾਂਤਰ ਛੇ ਫਲਕ ਵਰਗਾ ਲੈ ਸਕਦੇ ਹਾਂ (ਵੈਸੇ ਤਾਂ ਬੇਲਨਾਕਾਰ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਵੀ ਇਹ ਕਾਰਜ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ)। ਜਿਵੇਂ ਚਿੱਤਰ ਦੇ ਨਜ਼ਰ ਆਉਂਦਾ ਹੈ, ਸਿਰਫ ਦੋ ਫਲਕ 1 ਅਤੇ 2 ਹੀ ਫਲਕਸ ਵਿੱਚ ਯੋਗਦਾਨ ਦੇਣਗੇ, ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਹੋਰ ਫਲਕਾਂ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸ ਲਈ ਕੁਲ ਫਲਕਸ ਵਿੱਚ ਯੋਗਦਾਨ ਨਹੀਂ ਦਿੰਦੀਆਂ।



ਚਿੱਤਰ 1.30 ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਚਾਰਜਿਤ ਅਨੰਤ ਚਾਰਜ ਚਾਦਰ ਦੇ ਲਈ ਗੱਸੀ ਸਤਹ

ਸਤ੍ਹਾ 1 ਦੇ ਅਭਿਲੰਬਵਤ ਯੂਨਿਟ ਵੈਕਟਰ $-x$ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਹੈ ਜਦੋਂਕਿ ਸਤ੍ਹਾ 2 ਦੇ ਅਭਿਲੰਬਵਤ ਯੂਨਿਟ ਵੈਕਟਰ $+x$ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ, ਦੋਨੋਂ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਗੁਜ਼ਰਨ ਵਾਲੇ ਫਲਕਸ $\mathbf{E}.\Delta\mathbf{S}$ ਬਰਾਬਰ ਹਨ ਅਤੇ ਸੰਯੋਜਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਗੱਸੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲਾ ਕੁੱਲ ਫਲੱਕਸ $2\ EA$ ਹੈ। ਸਤ੍ਹਾ ਦੁਆਰਾ ਘੇਰਿਆ ਚਾਰਜ σA ਹੈ। ਇਸਲਈ ਗੱਸ ਨਿਯਮ ਦੁਆਰਾ ਸਾਨੂੰ ਇਹ ਪ੍ਰਬੰਧ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ–

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

$2\ EA = \sigma A/\varepsilon_0$

or, $E = \sigma/2\varepsilon_0$

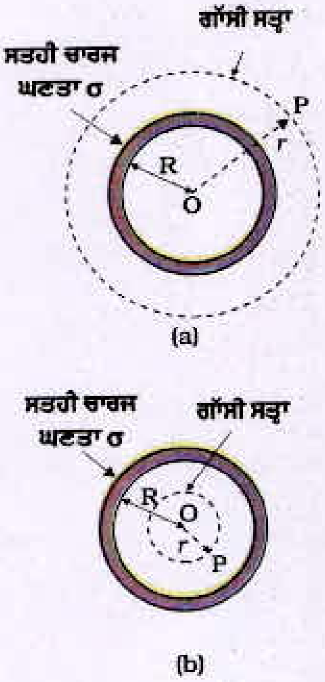
ਵੈਕਟਰ ਰੂਪ ਵਿਚ

$$\mathbf{E} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\hat{\mathbf{n}} \qquad (1.33)$$

ਇਥੇ $\hat{\mathbf{n}}$ ਤਲ ਦੇ ਅਭਿਲੰਬਵਤ ਅਤੇ ਇਸਤੋਂ ਦੂਰ ਜਾਂਦਾ ਹੋਇਆ ਯੂਨਿਟ ਵੈਕਟਰ ਹੈ।

ਜੇ σ ਧਨਾਤਮਕ ਹੈ ਤਾਂ **E** ਤਲ ਤੋਂ ਬਾਹਰਮੁਖੀ ਅਤੇ ਜੇ σ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੈ ਤਾਂ **E** ਤਲ ਤੋਂ ਅੰਤਰਮੁਖੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਗੱਸ ਨਿਯਮ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ ਸਾਨੂੰ ਇੱਕ ਹੋਰ ਤੱਥ ਇਹ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿ **E**, x ਤੇ ਵੀ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਹੈ।

ਕਿਸੇ ਸਿਮਿਤ ਵੱਡੀ ਸਮਤਲੀ ਚਾਦਰ ਦੇ ਲਈ ਸਮੀਕਰਨ (1.33), ਸਿਰਿਆਂ ਤੋਂ ਦੂਰ ਸਮਤਲੀ ਚਾਦਰ ਤੇ ਮੱਧਵਰਤੀ ਖੇਤਰਾਂ ਵਿੱਚ ਲਗਭਗ ਸਚ ਹੈ।



(a)

(b)

ਚਿੱਤਰ 1.31 ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਲਈ ਜੋ (a) $r > R$, (b) $r < R$ ਤੇ ਹੈ, ਗੌਂਸੀ ਸਤ੍ਹਾ

1.15.3 ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਚਾਰਜਿਤ ਪਤਲੇ ਗੋਲਾਕਾਰ ਖੋਲ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ Field due to a uniformly charged thin spherical shell

ਮੰਨ ਲਓ R ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦੇ ਪਤਲੇ ਗੋਲਾਕਾਰ ਖੋਲ (shell) ਦੀ ਇਕ ਸਮਾਨ ਸਤਹੀ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ σ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 1.31)। ਸਾਫ਼ ਤੌਰ ਤੇ ਇਸ ਵਿਚ ਗੋਲਾਕਾਰ ਸਮਮਿਤੀ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ P ਤੇ ਭਾਵੇਂ ਉਹ ਅੰਦਰ ਹੈ ਜਾਂ ਬਾਹਰ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਸਿਰਫ਼ r ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇੱਥੇ r ਖੋਲ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੱਕ ਦੀ ਰੇਡੀਅਲ ਦੂਰੀ ਹੈ) ਅਤੇ ਇਸ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਰੇਡੀਅਲ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ।

(i) ***ਖੋਲ ਦੇ ਬਾਹਰ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ***-ਖੋਲ ਦੇ ਬਾਹਰ ਰੇਡੀਅਸ ਵੈਕਟਰ **r** ਦੇ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ P ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ। ਬਿੰਦੂ P ਤੇ **E** ਦਾ ਪਰਿਕਲਨ ਕਰਨ ਲਈ ਅਸੀਂ ਕੇਂਦਰ O ਅਤੇ ਰੇਡੀਅਸ r ਦੇ ਬਿੰਦੂ P ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲੇ ਗੋਲੇ ਨੂੰ ਗੌਂਸੀ ਸਤ੍ਹਾ ਮੰਨਦੇ ਹਾਂ। ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨ ਦੇ ਸਾਪੇਖੀ ਇਸ ਗੋਲੇ ਤੇ ਸਥਿਤ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਸਮਾਨ ਹੈ। (ਗੋਲਾਕਾਰ ਸਮਮਿਤੀ ਤੋਂ ਸਾਡਾ ਇਹੀ ਭਾਵ ਹੈ) ਇਸ ਲਈ ਗੌਂਸੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦਾ ਸਮਾਨ ਪਰਿਮਾਣ ਹੈ ਅਤੇ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਰੇਡੀਅਲ ਵੈਕਟਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਤੇ **E** ਅਤੇ $\Delta\mathbf{S}$ ਸਮਾਂਤਰ ਹਨ ਅਤੇ ਹਰੇਕ ਖੰਡ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲਾ ਫਲਕਸ $E\,\Delta S$ ਹੈ। ਸਾਰੇ ΔS ਦਾ ਸੰਕਲਨ ਕਰਨ ਤੇ ਗੌਂਸੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲਾ ਫਲਕੱਸ $E \times 4\,\pi\, r^2$ ਹੈ। ਘੇਰਿਆ ਚਾਰਜ $\sigma \times 4\,\pi\, R^2$ ਹੈ। ਗੱਸ ਨਿਯਮ ਤੋਂ –

$$E \times 4\,\pi\, r^2 = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\,4\,\pi\, R^2$$

ਜਾਂ $E = \dfrac{\sigma\, R^2}{\varepsilon_0\, r^2} = \dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$

ਇੱਥੇ $q\ =\ 4\,\pi R^2\,\sigma$ ਗੋਲਾਕਾਰ ਖੋਲ ਦਾ ਕੁੱਲ ਚਾਰਜ ਹੈ

ਵੈਕਟਰ ਰੂਪ ਵਿੱਚ,

$$\mathbf{E} = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0\, r^2}\hat{\mathbf{r}} \qquad (1.34)$$

ਜੇ $q > 0$ ਹੈ ਤਾਂ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਬਾਹਰਮੁਖੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਜੇ $q < 0$ ਹੈ ਤਾਂ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਅੰਤਰਮੁਖੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਐਪਰ, ਇਹ ਖੋਲ ਦੇ ਕੇਂਦਰ O ਤੇ ਸਥਿਤ ਚਾਰਜ q ਦੁਆਰਾ ਉਤਪੰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਖੋਲ ਦੇ ਬਾਹਰ ਸਥਿਤ ਬਿੰਦੂਆਂ ਤੇ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਚਾਰਜਿਤ ਗੋਲਾਕਾਰ ਖੋਲ ਦੇ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਕਾਰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਖੋਲ ਦਾ ਸਾਰਾ ਚਾਰਜ ਉਸਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੇ ਸਥਿਤ ਹੈ।

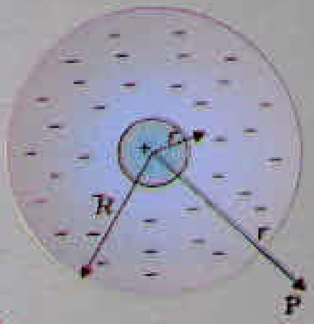
(ii) ਖੋਲ ਦੇ ਅੰਦਰ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ— ਚਿੱਤਰ 1.31(b) ਵਿੱਚ ਬਿੰਦੂ P ਖੋਲ ਦੇ ਅੰਦਰ ਹੈ। ਇਸ ਕੇਸ ਵਿਚ ਵੀ ਗੌਂਸੀ ਸਤਹਿ P ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲਾ ਉਹ ਗੋਲਾ ਹੈ ਜਿਸਦਾ ਕੇਂਦਰ O ਹੈ। ਪਹਿਲਾਂ ਕੀਤੇ ਗਏ ਪਰਿਕਲਨਾਂ ਦੀ ਹੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਗੌਂਸੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲਾ ਫਲਕੱਸ $E \times 4 \pi r^2$ ਹੈ। ਪਰ ਇਸ ਕੇਸ ਵਿੱਚ, ਗੌਂਸੀ ਸਤਹਿ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਚਾਰਜ ਘਿਰਿਆ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਤੱਦ ਗੌਂਸ ਦੇ ਨਿਯਮ ਅਨੁਸਾਰ

$$E \times 4 \pi r^2 = 0$$

ਜਾਂ $$E = 0 \qquad (r < R) \tag{1.35}$$

ਭਾਵ ਇਕ ਸਮਾਨ ਚਾਰਜਿਤ ਪਤਲੇਂ ਗੋਲਾਕਾਰ ਖੋਲ* ਦੇ ਕਾਰਨ ਉਸਦੇ ਅੰਦਰ ਸਥਿਤ ਸਾਰੇ ਬਿੰਦੂਆਂ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਸਿਫਰ ਹੈ। ਇਹ ਜ਼ਰੂਰੀ ਨਤੀਜਾ ਗੌਂਸ ਨਿਯਮ ਦਾ ਸਿੱਧਾ ਸਿੱਟਾ ਹੈ ਜੋ ਕੂਲਮ ਨਿਯਮ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹਇਆ ਹੈ। ਇਸ ਨਿਯਮ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਸੱਚਾਈ ਕੂਲਮ ਨਿਯਮ ਵਿੱਚ $1/r^2$ ਦੀ ਨਿਰਭਰਤਾ ਦੀ ਪੁਸ਼ਟੀ ਕਰਦਾ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 1.13— ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਸ਼ੁਰੂਆਤੀ ਪ੍ਰਤੀਰੂਪ ਵਿਚ ਇਹ ਮੰਨਿਆ ਗਿਆ ਸੀ ਕਿ ਚਾਰਜ Ze ਦਾ ਬਿੰਦੂ ਮਾਪ ਦਾ ਧਨਾਤਮਕ ਨਾਭਿਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਰੇਡੀਅਸ R ਤਕ ਇੱਕਸਮਾਨ ਘਣਤਾ ਦੇ ਰਿਣਚਾਰਜ ਨਾਲ ਘਿਰਿਆ ਹੋਇਆ ਹੈ। ਪਰਮਾਣੂ ਪੂਰਨ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਉਦਾਸੀਨ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਤੀਰੂਪ ਲਈ ਨਾਭਿਕ ਤੋਂ r ਦੂਰੀ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਕਿੰਨਾ ਹੈ?



ਚਿੱਤਰ 1.32 ਪਰਮਾਣੂ ਦਾ ਸ਼ੁਰੂਆਤੀ ਪ੍ਰਤੀਰੂਪ

ਹੱਲ— ਚਿੱਤਰ 1.32 ਵਿੱਚ ਇੱਸ ਪ੍ਰਤੀਰੂਪ ਦਾ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਪਰਮਾਣੂ ਉਦਾਸੀਨ (ਨਾਭਿਕ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜ Ze + ਰਿਣ ਚਾਰਜ) ਹੈ, ਇਸ ਲਈ R ਰੇਡੀਅਸ ਦੇ ਇੱਕਸਮਾਨ ਗੋਲਾਕਾਰ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨ ਵਿੱਚ ਕੁਲ ਰਿਣਾਤਮਕ ਚਾਰਜ $-Ze$ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਇਸਤੋਂ ਸਾਨੂੰ ਤੁਰੰਤ ਹੀ ਰਿਣਾਤਮਕ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ ρ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਸਾਡੇ ਕੋਲ ਕੁਲ ਸਿਫਰ ਚਾਰਜ ਹੋਣਾ ਚਾਹਿਦਾ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ

$$\frac{4\pi R^3}{3} \rho = 0 - Ze$$

ਜਾਂ $$\rho = -\frac{3 Ze}{4 \pi R^3}$$

ਨਾਭਿਕ ਤੋਂ r ਦੂਰੀ ਤੇ ਸਥਿਤ ਬਿੰਦੂ P ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ **E(r)** ਪਤਾ ਕਰਨ ਲਈ ਅਸੀਂ ਗੌਂਸ ਨਿਯਮ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨ ਦੀ ਗੋਲਾਕਾਰ ਸਮਮਿਤੀ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ **E(r)** ਦਾ ਨਤੀਜਾ ਕੇਵਲ ਰੇਡੀਅਲ ਦੂਰੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ, ਇੱਥੇ **r** ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦਾ ਕੋਈ ਅਰਥ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਇਸਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਮੂਲ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ P ਵਲ ਰੇਡੀਅਲ ਵੈਕਟਰ **r** ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ (ਜਾਂ ਵਿਪਰੀਤ) ਹੈ। ਸਪਸ਼ਟ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਸ ਕੇਸ ਵਿੱਚ ਗੌਂਸੀ ਸਤ੍ਹਾ ਇੱਕ ਗੋਲਾਕਾਰ ਸਤ੍ਹਾ ਹੈ ਜਿਸਦਾ ਕੇਂਦਰ ਨਾਭਿਕ ਹੈ। ਇੱਥੇ ਅਸੀਂ ਦੋ ਸਥਿਤੀਆਂ $r < R$ ਅਤੇ $r > R$ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ।

(i) $r < R$: ਗੋਲਾਕਾਰ ਸਤਹਿ ਦੁਆਰਾ ਘਿਰਿਆ ਬਿਜਲਈ ਫਲਕੱਸ

$$\varphi = E(r) \times 4 \pi r^2$$

ਉਦਾਹਰਨ 1.13

---

* ਇਸਦੀ ਤੁਲਨਾ ਭੌਤਿਕੀ ਪਾਠ ਪੁਸਤਕ ਜਮਾਤ 11 ਦੇ ਸੈਕਸ਼ਨ 8.5 ਵਿਚ ਵਰਣਿਤ ਇਕਸਮਾਨ ਪੁੰਜ ਵਾਲੇ ਖੋਲ ਨਾਲ ਕਰੋ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਇੱਥੇ $E(r)$, r ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਹੈ। ਇਸਦਾ ਕਾਰਨ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਗੋਲਾਕਾਰ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਕਿਸੇ ਵੀ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਸਤਹਿ ਦੇ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਅਭਿਲੰਬਵਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਸਤਹਿ ਦੇ ਸਾਰੇ ਬਿੰਦੂਆਂ ਤੇ ਸਮਾਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਇੱਥੇ ਗੌਸੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦੁਆਰਾ ਘਿਰਿਆ ਚਾਰਜ q ਧਨਾਤਮਕ ਨਾਭਿਕੀ ਚਾਰਜ ਅਤੇ r ਰੇਡੀਅਸ ਦੇ ਗੋਲੇ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਰਿਣਾਤਮਕ ਚਾਰਜ ਹੈ

$$q = Ze + \frac{4\pi r^3}{3}\rho$$

ਪਹਿਲੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ ρ ਦਾ ਮਾਣ ਪ੍ਰਤੀਸਥਾਪਿਤ ਕਰਨ ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ

$$q = Ze - Ze\frac{r^3}{R^3}$$

ਤਦ ਗੌਸ ਨਿਯਮ ਤੋਂ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ–

$$E(r) = \frac{Ze}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{r^2} - \frac{r}{R^3}\right); \quad r < R$$

ਇੱਥੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ, ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵੱਲ ਬਾਹਰ ਵੱਲ ਹੈ।

(ii) $r > R$: ਇਸ ਕੇਸ ਵਿਚ, ਕਿਉਂਕਿ ਪਰਮਾਣੂ ਉਦਾਸੀਨ ਹੈ, ਗੋਲਾਕਾਰ ਗੌਸੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦੁਆਰਾ ਘਿਰਿਆ ਚਾਰਜ ਸਿਫ਼ਰ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਗੌਸ ਨਿਯਮ ਤੋਂ

$E(r) \times 4\pi r^2 = 0$ or $E(r) = 0$; $r > R$

At $r = R$, ਤੇ ਦੋਨੋਂ ਕੇਸਾਂ ਤੋਂ ਬਰਾਬਰ ਨਤੀਜਾ $E = 0$ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਸਮਮਿਤੀ ਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿਚ ON SYMMETRY OPERATIONS

ਭੌਤਿਕੀ ਤੋਂ ਸਾਡਾ ਵੱਖ ਵੱਖ ਸਮਮਿਤੀ ਦੇ ਸਿਸਟਮਾਂ ਤੋਂ ਸਾਡਾ ਸਾਮਨਾ ਹੁੰਦਾ ਹੀ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਸਮਮਿਤੀਆ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਨਾ ਸਿੱਧੇ-ਸਿੱਧੇ ਪਰਿਕਲਨਾ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਕਿਤੇ ਵੱਧ ਤੇਜੀ ਨਾਲ ਨਤੀਜੇ ਤਕ ਪਹੁੰਚਨੇ ਵਿੱਚ ਸਹਾਈ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਣ ਲਈ y-z ਤਲ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਅਨੰਤ ਲੰਬਾਈ ਦੀ ਚਾਰਜ ਦੀ ਇੱਕਸਮਾਨ ਚਾਦਰ (ਸਤਹੀ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ σ) ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ। ਇਹ ਸਿਸਟਮ ਅਪਰਿਵਰਤਿਤ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ ਜੇ (a) y-z ਤਲ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਕਿਸੇ ਵੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। (b) x-ਧੁਰੇ ਵੱਲ ਕਿਸੇ ਵੀ ਕੋਣ ਤੇ ਘੁਮਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ ਇਹ ਸਿਸਟਮ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀ ਸਮਮਿਤੀ ਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦੇ ਅਧੀਨ ਅਪਰਿਵਰਤਿਤ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਸਦੇ ਗੁਣਧਰਮ ਵੀ ਅਪਰਿਵਰਤਿਤ ਰਹਿਣੇ ਚਾਹਿਦੇ ਹਨ। ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਰੂਪ ਵਿਚ, ਇਸ ਉਦਾਹਰਨ ਵਿਚ, ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ **E** ਅਪਰਿਵਰਤਿਤ ਹੋਣਾ ਚਾਹਿਦਾ ਹੈ।

y-ਧੁਰੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ ਸਥਾਨਾਂਤਰੀ n ਸਮਿਤੀ ਇਹ ਦਰਸਾਉਂਦੀ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ $(0, y_1, 0)$ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ $(0, y_2, 0)$ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੇ ਸਮਾਨ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ z-ਧੁਰੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵੱਲ ਸਥਾਨਾਂਤਰੀ ਸਮਮਿਤੀ ਇਹ ਦਰਸਾਉਂਦੀ ਹੈ ਕਿ ਦੋ ਬਿੰਦੂਆਂ $(0, 0, z_1)$ ਅਤੇ $(0, 0, z_2)$ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਬਰਾਬਰ ਹੋਣਾ ਚਾਹਿਦਾ ਹੈ। x-ਧੁਰੇ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਰੋਟੇਸ਼ਨ ਸਮਮਿਤੀ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਅਸੀਂ ਇਹ ਨਤੀਜਾ ਕੱਢ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ **E** y-z ਤਲ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਹੋਣਾ ਚਾਹਿਦਾ ਹੈ ਭਾਵ ਇਹ x-ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਹੋਣਾ ਚਾਹਿਦਾ ਹੈ।

ਹੁਣ ਕਿਸੇ ਇਹੋ ਜਿਹੀ-ਸਮਮਿਤੀ ਨੂੰ ਸੋਚਨ ਦਾ ਯਤਨ ਕਰੋ ਜੋ ਤੁਹਾਨੂੰ ਇਹ ਦੱਸੇ ਕਿ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਇਕ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਹੈ, ਜੋ x-ਨਿਰਦੇਸ਼ਾਂਕ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਹ ਕਿਹਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੇ ਅਨੰਤ ਲੰਬਾਈ ਦੀ ਇਕ ਸਮਾਨ ਚਾਲਕ ਚਾਦਰ ਦੇ ਕਾਰਨ ਉਤਪੰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਸਪੇਸ ਵਿਚ ਹਰ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਐਪਰ ਚਾਦਰ ਦੇ ਦੋਨੋ ਪਾਸੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਇੱਕ-ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਉਲਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਇਸਦੀ ਤੁਲਨਾ ਉਹਨਾ ਨਤੀਜਿਆਂ ਤੋ ਕਰੋ ਜੋ ਕੂਲਮ ਨਿਯਮ ਦੇ ਉਪਯੋਗ ਦੁਆਰਾ ਸਿੱਧੇ ਪਰਿਕਲਨ ਕਰਕੇ ਨਤੀਜੇ ਤਕ ਪਹੁੰਚਨ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੋਵੇ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਵਿਚਾਰਨਯੋਗ ਵਿਸ਼ੇ (POINTS TO PONDER)

1. ਤੁਹਾਨੂੰ ਇਹ ਹੈਰਾਨੀ ਹੋ ਸਕਦੀ ਹੈ ਕਿ ਨਾਭਿਕ ਵਿਚ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਤੇ ਧਨ ਚਾਰਜ ਹੈ, ਸਾਰੇ ਇੱਕ ਸਾਰ ਕੱਸੇ ਹੋਏ ਕਿਵੇਂ ਸਮਾਏ ਹਨ। ਉਹ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਤੋਂ ਦੂਰ ਕਿਉਂ ਨਹੀਂ ਉੱਡ ਜਾਂਦੇ? ਤੁਸੀਂ ਇਹ ਸਿੱਖੋਗੇ ਕਿ ਇੱਕ ਤੀਜੇ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦਾ ਮੂਲ ਬਲ ਵੀ ਹੈ, ਜਿਸਨੂੰ ਸਟਰਾਂਗ ਫੋਰਸ (Strong Force) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਹੀ ਬਲ ਪ੍ਰੋਟਾਨਾਂ ਨੂੰ ਇੱਕ ਸਾਥ ਬੰਨੀ ਰੱਖਦਾ ਹੈ, ਪਰੰਤੂ ਦੂਰੀ ਦੀ ਉਹ ਰੇਂਜ (range) ਜਿਸ ਵਿਚ ਇਹ ਬਲ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਬਹੁਤ ਛੋਟੀ -10^{-14} m ਮੀ. ਹੈ। ਅਸਲੀ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਹ ਹੀ ਨਾਭਿਕ ਦਾ ਸ਼ਾਇਜ਼ ਹੈ। ਨਾਲ ਹੀ ਕਵਾਂਟਮ ਮਕੈਨਿਕਸ ਦੇ ਨਿਯਮਾਂ ਅਨੁਸਾਰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰੋਟਾਨਾਂ ਦੇ ਸ਼ੀਰਸ਼ ਤੇ ਭਾਵ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਅੰਦਰ ਬੈਠਣ ਦੀ ਵੀ ਅਨੁਮਤੀ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਇਸੇ ਨਾਲ ਪ੍ਰਮਾਣੂਆਂ ਨੂੰ ਉਹਨਾਂ ਦੀ ਰਚਨਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੈ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਦੀ ਕੁਦਰਤ ਵਿੱਚ ਹੋਂਦ ਹੈ।
2. ਕੂਲਮ ਬਲ ਅਤੇ ਗਰੂਤਾ ਆਕਰਸ਼ਨ ਬਲ ਸਮਾਨ ਉੱਲਟ ਵਰਗ ਨਿਯਮ (Inverse-Square Law) ਦਾ ਪਾਲਨ ਕਰਦੇ ਹਨ, ਪਰ ਗਰੂਤਾ ਆਕਸ਼ਨ ਬਲ ਦਾ ਸਿਰਫ਼ ਇੱਕ ਹੀ ਚਿੰਨ੍ਹ (ਹਮੇਸ਼ਾ ਆਕਰਸ਼ੀ) ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂਕਿ ਕੂਲਮ ਬਲ ਦੇ ਦੋਵੇ ਚਿੰਨ੍ਹ (ਆਕਰਸ਼ੀ ਤੇ ਪ੍ਰਤੀਕਰਸ਼ੀ) ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ, ਜਿਸ ਨਾਲ ਬਿਜਲੀ ਬਲਾਂ ਦਾ ਖਾਰਜਪਨ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਹੀ ਕਾਰਨ ਹੈ ਕਿ ਬਹੁਤ ਦੁਰਬਲ ਬਲ ਹੋਣ ਤੇ ਵੀ ਗੁਰਤਾ ਬਲ ਵੀ ਇੱਕ ਪ੍ਰਬਲ ਅਤੇ ਹੋ ਵਿਆਪਕ ਬਲ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ।
3. ਜੇ ਚਾਰਜ ਦੇ ਮਾਤਰਕ ਨੂੰ ਕੂਲਮ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰਨਾ ਹੈ ਤਾਂ ਕੂਲਮ ਦੇ ਨਿਯਮ ਵਿੱਚ ਅਨੁਪਾਤਕਤਾ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਦੀ ਇਕ ਚੋਣ ਦਾ ਵਿਸ਼ਾ ਹੈ, ਪਰ SI ਮਾਤਰਕਾਂ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲਈ ਧਾਰਾ ਦੇ ਮਾਤਰਕ ਐਮਪੀਅਰ (A) ਨੂੰ ਉਸੇ ਦੇ ਚੁੰਬਕ ਪ੍ਰਭਾਵ (ਐਮਪੀਅਰ ਨਿਯਮ) ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਚਾਰਜ ਦੇ ਮਾਤਰਕ (ਕੂਲਮ) ਨੂੰ ਸਿਰਫ਼ (1C = 1 A s) ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਕੇਸ ਵਿੱਚ k ਦਾ ਮਾਨ ਮਨਮਾਨਾ ਨਹੀਂ ਹੈ ਅਤੇ ਲਗਪਗ 9×10^9 N m^2 C^{-2} ਹੈ।
4. ਸਥਿਰ ਅੰਕ k ਦਾ ਬਹੁਤ ਅਧਿਕ ਮਾਨ ਭਾਵ ਬਿਜਲੀ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੀ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਤੋਂ ਚਾਰਜ ਦੇ ਮਾਤਰਕ (1C) ਦਾ ਵੱਡਾ ਅਕਾਰ (ਮਾਨ) ਇਸ ਕਾਰਨ ਤੋਂ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ (ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਬਿੰਦੂ ਤਿੰਨ ਤੇ ਉਲੇਖ ਕੀਤਾ ਜਾ ਚੁੱਕਾ ਹੈ) ਚਾਰਜ ਦੇ ਮਾਤਰਕ ਨੂੰ ਚੁੰਬਕੀ ਬਲਾਂ (ਬਿਜਲੀ ਵਾਰੀ ਤਾਰਾਂ ਤੇ ਲੱਗੇ ਬਲਾਂ) ਦੇ ਪਦਾਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ, ਜੋ ਕਿ ਵਿਆਪਕ ਰੂਪ ਤੋਂ ਬਿਜਲਈ ਬਲਾਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਬਹੁਤ ਦੁਰਬਲ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਹੀ ਕਾਰਨ ਹੈ ਕਿ ਇੱਕ ਐਮਪੀਅਰ ਚੁੰਬਕੀ ਪ੍ਰਭਾਵਾਂ ਲਈ ਯੁਕਤੀ ਸੰਗਤਮਾਤਰਕ ਹੈ। 1 C = 1 As ਬਿਜਲੀ ਪ੍ਰਭਾਵਾਂ ਦੇ ਲਈ ਇਕ ਅਤਿਅੰਤ ਵੱਡਾ ਮਾਤਰਕ ਹੈ।
5. ਚਾਰਜ ਦਾ ਜੋੜ ਗੁਣਧਰਮ ਕੋਈ ਸਿੱਧਾ ਸਪੱਸ਼ਟ ਗੁਣਧਰਮ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਇਹ ਇਸ ਤੱਤ ਤੋਂ ਸਬੰਧਿਤ ਹੈ ਕਿ ਬਿਜਲਈ ਚਾਰਜ ਤੋਂ ਕੋਈ ਦਿਸ਼ਾ ਸੰਬੰਧਿਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ। ਚਾਰਜ ਇੱਕ ਅਦਿਸ਼ ਰਾਸ਼ੀ ਹੈ।
6. ਚਾਰਜ ਸਿਰਫ਼ ਰੋਟੇਸ਼ਨ ਦੇ ਅੰਤਰਗਤ ਹੀ ਅਦਿਸ਼ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਇਹ ਉਮੀਦਨ ਗਤੀ ਵਿੱਚ ਵੀ ਨਿਰਦੇਸ਼ ਫਰੇਮਾਂ ਲਈ ਵੀ ਅਚਰ ਹੈ। ਇਹ ਕਥਨ ਹਰੇਕ ਆਦਿ ਦੇ ਲਈ ਹਮੇਸ਼ਾ ਸੱਚ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਰੋਟੇਸ਼ਨ ਦੇ ਅੰਤਰਗਤ ਅਦਿਸ਼ ਹੈ ਪਰ ਇਹ ਉਮੀਦਨ ਗਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਨਿਰਦੇਸ਼ ਫਰੇਮਾਂ ਦੇ ਲਈ ਅਚਰ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਜਾਂ ਇਸ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਤੋਂ ਪੁੰਜ ਵੀ ਅਚਰ ਨਹੀਂ ਹੈ।
7. ਕਿਸੇ ਆਈਸੋਲੇਟਿਡ ਸਿਸਟਮ ਦੇ ਕੁੱਲ ਚਾਰਜ ਦਾ ਸੁਰੱਖਿਅਣ ਇੱਕ ਇਹੋ ਜਿਸ ਗੁਣਧਰਮ ਹੈ ਜੋ ਬਿੰਦੂ 6 ਦੇ ਅੰਤਰਗਤ ਚਾਰਜ ਦੀ ਅਦਿਸ਼ ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ। ਸੁਰੱਖਿਅਣ ਕਿਸੇ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਨਿਰਦੇਸ਼ ਫਰੇਮ ਵਿੱਚ ਸਮੇਂ ਦੀ ਅਪਰਵਰਤਨਸ਼ੀਲਤਾ ਵੱਲ ਸੰਕੇਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਕੋਈ ਰਾਸ਼ੀ ਅਦਿਸ਼ ਹੁੰਦੇ ਹੋਏ ਵੀ ਸੁਰੱਖਿਅਤ ਨਹੀਂ ਹੋ ਸਕਦੀ। ਇਸਦੇ ਉਲਟ ਸਦਿਸ਼ ਰਾਸ਼ੀ ਦਾ ਸੁਰੱਖਿਅਣ ਵੀ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ। (ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ ਕਿਸੇ ਆਈਸੋਲੇਟਿਡ ਸਿਸਟਮ ਦਾ ਕੋਈ ਸੰਵੇਗ ਸੁਰੱਖਿਅਣ।
8. ਬਿਜਲਈ ਚਾਰਜ ਕਵਾਂਟੀਕਰਨ ਕੁਦਰਤ ਦਾ ਮੂਲ ਨਿਯਮ ਹੈ, ਜਿਸਦੀ ਅਜੇ ਤੱਕ ਵਿਆਖਿਆ ਨਹੀਂ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਰੋਚਿਕ ਤੱਤ ਹਿ ਹੈ ਕਿ ਪੁੰਜ ਦੇ ਕਵਾਂਟੀਕਰਨ ਦਾ ਕੋਈ ਅਨੁਰੂਪ ਨਿਯਮ ਨਹੀਂ ਹੈ।
9. ਸੁਪਰ ਪੁਜ਼ੀਸ਼ਨ ਸਿਧਾਂਤ ਨੂੰ ਬਿਲਕੁਲ ਸਪੱਸ਼ਟ ਨਹੀਂ ਮੰਨਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਅਤੇ ਇਸਨੂੰ ਵੈਕਟਰਾਂ ਦੇ ਜੋੜ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦੇ ਸਮਾਨ ਨਹੀਂ ਮੰਨਦਾ ਚਾਹੀਦਾ। ਇਹ ਸਿਧਾਂਤ ਦੋ ਗੱਲਾਂ ਦੱਸਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਚਾਰਜ ਤੇ ਦੂਜੇ ਚਾਰਜ ਕਾਰਨ ਬਲ ਕਿਸੇ ਹੋਰ ਚਾਰਜਾਂ ਦੀ ਉਪਸਿਥਿਤੀ ਦੇ ਕਾਰਨ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਅਤੇ ਇਹ ਕੋਈ ਅਤਿਰਿਕਤ ਤਿੰਨ ਪਿੰਡੀ, ਚਾਰ ਪਿੰਡੀ ਆਦਿ ਬਲ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੇ ਜੋ ਸਿਰਫ਼ ਤਦੋਂ ਉਤਪੰਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜਦੋਂ ਦੋ ਤੋਂ ਵੱਧ ਚਾਰਜ ਹੋਣ।
10. ਕਿਸੇ ਖੰਡਿਤ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਖੰਡਿਤ ਚਾਰਜਾਂ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਪ੍ਰਭਾਸ਼ਿਤ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਅਖੰਡ ਆਇਤਨ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨ ਦੇ ਲਈ ਇਹ ਵਿਤਰਨ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਵੀ ਬਿੰਦੂ ਤੇ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਪ੍ਰਭਾਸ਼ਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਸਤਹੀ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨ ਲਈ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਆਰ-ਪਾਰ ਖੰਡਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

11. ਕਿਸੇ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਕੁੱਲ ਚਾਰਜ ਸਿਫ਼ਰ ਹੈ ਦੇ ਕਾਰਨ ਸਾਰੇ ਬਿੰਦੂਆਂ ਤੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਸਿਫ਼ਰ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ; ਉਹਨਾਂ ਦੂਰੀਆਂ ਦੇ ਲਈ ਜੋ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨ ਦੇ ਅਕਾਰ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਵੱਡੀ ਹੈ, ਇਸਦੇ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਕਮੀ $1/r^2$ ਤੋਂ ਵੀ ਵੱਧ ਤੀਬਰ ਗਤੀ ਨਾਲ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਜੋ ਕਿ ਕਿਸੇ ਇਕਾਈ ਚਾਰਜ ਦੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੀ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ਤਾ ਹੈ। ਇੱਕ ਬਿਜਲਈ ਡਾਈਪੋਲ ਇਸ ਤੱਥ ਦਾ ਇੱਕ ਸਰਲਤਮ ਉਦਾਹਰਨ ਹੈ।

ਸਾਰ (SUMMARY)

1. ਬਿਜਲਈ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਬਲ ਪਰਮਾਣੂਆਂ, ਅਣੂਆਂ ਅਤੇ ਸਥੂਲ ਮਾਦੇ (bulk matter) ਦਾ ਨਿਰਧਾਰਣ ਕਰਦੇ ਹਨ।
2. ਰਗੜ ਬਿਜਲੀ ਦੇ ਸਰਲ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਇਹ ਨਤੀਜਾ ਕੱਢਿਆ ਦਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ ਕੁਦਰਤ ਵਿੱਚ ਦੋ ਤਰਾਂ ਦੇ ਚਾਰਜ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਸਮਾਨ ਚਾਰਜਾਂ ਵਿੱਚ ਅਪਕਰਸ਼ਣ ਅਤੇ ਅਸਮਾਨ ਚਾਰਜ ਵਿੱਚ ਅਕਰਸ਼ਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪਰੰਪਰਾ ਅਨੁਸਾਰ, ਰੇਸ਼ਮ ਨਾਲ ਰਗੜਨ ਤੇ ਕੱਚ ਦੀ ਛੜ ਉੱਤੇ ਧਨਚਾਰਜ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਫਰ ਨਾਲ ਰਗੜਨ ਤੇ ਪਲਾਸਟਿਕ ਦੀ ਛੜ ਤੇ ਰਿਣਚਾਰਜ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।
3. ਚਾਲਕ ਆਪਣੇ ਵਿੱਚ ਕੀ ਹੋਕੇ ਸਰਲਤਾ ਨਾਲ ਬਿਜਲਈ ਚਾਰਜ ਦੀ ਗਤੀ ਹੋਣ ਦਿੰਦੇ ਹਨ ਜਦੋਂਕਿ ਬਿਲਜ-ਰੋਧੀ ਇਹੋ ਜਿਹਾ ਨਹੀਂ ਕਰਦੇ। ਧਾਤਾਂ ਵਿੱਚ ਗਤੀਸ਼ੀਲ ਚਾਰਜ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ; ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟਸ (electrolytes) ਵਿੱਚ ਧਨਚਾਰਜ ਅਤੇ ਰਿਣਚਾਰਜ ਦੋਵੇ ਹੀ ਗਤੀ ਕਰਦੇ ਹਨ।
4. ਬਿਜਲਈ ਚਾਰਜ ਦੇ ਤਿੰਨ ਗੁਣਧਰਮ ਹੁੰਦੇ ਹਨ : ਕਵਾਂਟਮੀਕਰਨ, ਜੋੜਤਾ ਅਤੇ ਸੁਰਖਿਅਣ।

   ਬਿਜਲਈ ਚਾਰਜ ਦੇ ਕਵਾਂਟੀਕਰਨ ਤੋਂ ਭਾਵ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੇ ਵਸਤੂ ਦਾ ਕੁੱਲ ਚਾਰਜ (q) ਹਮੇਸ਼ਾਂ ਹੀ ਚਾਰਜ ਦੇ ਇੱਕ ਮੂਲ ਕਵਾਂਟਮ (e) ਦੇ ਪੂਰਨ ਅੰਕੀ ਗੁਣਜ ਭਾਵ $q = n\,e$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜਿੱਥੇ $n = 0, \pm1, \pm2, \pm3$ ਹੈ। ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਅਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਤੇ ਲੜੀਵਾਰ $+e$ ਅਤੇ $-e$ ਚਾਰਜ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਸਥੂਲ ਚਾਰਜਾਂ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਲਈ n ਇੱਕ ਬਹੁਤ ਵੱਡੀ ਸੰਖਿਆ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਵਿੱਚ ਚਾਰਜ ਦੇ ਕਵਾਂਟੀਕਰਨ ਦੀ ਉਪੇਖਿਆ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ।

   ਬਿਜਲੀ ਚਾਰਜਾਂ ਦੀ ਜੋੜਤਾ ਤੋਂ ਸਾਡਾ ਭਾਵ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੇ ਸਿਸਟਮ ਦਾ ਕੁੱਲ ਚਾਰਜ ਉਸ ਸਿਸਟਮ ਦੇ ਸਾਰੇ ਇਕਾਈ ਚਾਰਜਾਂ ਦਾ ਬੀਜ ਗਣਿਤਿਕ ਜੋੜ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

   ਬਿਜਲੀ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਸੁਰੱਖਿਅਣ ਤੋਂ ਸਾਡਾ ਭਾਵ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੇ ਆਈਸੋਲੇਟਿਡ (isolated system) ਦਾ ਕੁਲ ਚਾਰਜ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਅਪਰਵਰਤਿਤ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਇਸਦਾ ਅਰਥ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਜਦੋਂ ਰਗੜ ਦੁਆਰਾ ਵਸਤੂਆਂ ਚਾਰਜਿਤ ਕੀਤੀਆਂ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ ਤਾਂ ਚਾਰਜਾਂ ਦਾ ਇੱਕ ਵਸਤੂ ਤੋਂ ਦੂਜੀ ਵਸਤੂ ਵਿੱਚ ਸਥਾਨਾਂਤਰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪਰ ਇਸ ਪ੍ਰੀਕਿਆ ਵਿੱਚ ਨਾ ਤਾਂ ਕੋਈ ਚਾਰਜ ਉਤਪੰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਨਾ ਹੀ ਨਸ਼ਟ ਹੁੰਦਾ।
5. *ਕੂਲਮ ਨਿਯਮ* : ਦੋ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜਾਂ q_1 ਅਤੇ q_2 ਦੇ ਵਿੱਚਕਾਰ ਪਰਸਪਰ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲਈ ਬਲ, ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਗੁਣਨਫਲ q_1q_2 ਦੇ ਸਿੱਧਾ ਅਨੁਪਾਤੀ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੀ ਦੂਰੀ r_{21} ਦੇ ਵਰਗ ਦੇ ਉਲਟ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਗਣਿਤਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ

   $\mathbf{F}_{21} = q_2$ ਤੇ q_1 ਕਾਰਨ ਲੱਗਣ ਵਾਲਾ ਬਲ $q_1 = \dfrac{k\ (q_1q_2)}{r_{21}^2}\ \hat{\mathbf{r}}_{21}$

   ਇੱਥੇ $\hat{\mathbf{r}}_{21}$ ਚਾਰਜ q_1 ਤੋਂ q_2 ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਯੂਨਿਟ ਵੈਕਟਰ ਹੈ ਅਤੇ $k = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}$

   ਅਨੁਪਾਤਕਤਾ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਹੈ। SI ਇਕਾਈ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜ ਦੀ ਇਕਾਈ ਕੂਲਮ ਹੈ ਸਥਿਰ ਅੰਕ
   $\varepsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12}\ \mathrm{C^2\ N^{-1}\ m^{-2}}$
   k ਦਾ ਨਿਕਟ ਮਾਨ $k = 9 \times 10^9\ \mathrm{N\ m^2\ C^{-2}}$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।
6. ਕਿਸੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਅਤੇ ਕਿਸੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਬਿਜਲਈ ਬਲ ਤੇ ਗਰੁਤਾਆਕਸ਼ਨ ਬਲ ਦਾ ਅਨੁਪਾਤ ਹੈ

$$\frac{ke^2}{G\ m_e m_p} \cong 2.4 \times 10^{39}$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

7. *ਸੁਪਰ-ਪੋਜ਼ੀਸ਼ਨ ਸਿਧਾਂਤ*— ਇਹ ਸਿਧਾਂਤ ਇਸ ਗੁਣਧਰਮ ਤੇ ਅਧਾਰਿਤ ਹੈ ਕਿ ਦੋ ਚਾਰਜਾਂ ਵਿਚਕਾਰ ਲੱਗਣ ਵਾਲੇ ਅਕਰਸ਼ੀ ਅਤੇ ਅਪਕਰਸ਼ੀ ਬਲ ਕਿਸੇ ਤੀਸਰੇ (ਜਾਂ ਹੋਰ) ਚਾਰਜ ਦੀ ਉਪਸਥਿਤੀ ਤੋਂ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੇ। ਚਾਰਜਾਂ $q_1, q_2, q_3, \ldots$ ਦੇ ਕਿਸੇ ਸਮੂਹ ਦੇ ਲਈ ਕਿਸੇ ਚਾਰਜ ਜਿਵੇਂ (q_1) ਤੇ ਬਲ, q_1 ਤੇ q_2 ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਲ q_1 ਤੇ q_1 ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਲ ਆਦਿ ਦੇ ਵੈਕਟਰ ਜੋੜ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਹਰੇਕ ਜੋੜੇ ਦੇ ਲਈ ਇਹ ਬਲ ਪਹਿਲੇ ਦੱਸੇ ਦੋ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਲਈ ਕੂਲਮ ਨਿਯਮ ਦੁਆਰਾ ਹੀ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।
8. ਕਿਸੇ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ **E** ਕਿਸੇ ਛੋਟੇ ਧਨਾਤਮਕ ਪ੍ਰੀਖਣ ਚਾਰਜ (Test Charge) q ਨੂੰ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਰੱਖਣ ਤੇ ਉਸ ਦੁਆਰਾ ਅਨੁਭਵ ਕੀਤੇ ਜਾਣ ਵਾਲੇ ਬਲ ਨੂੰ ਉਸ ਚਾਰਜ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ ਦੁਆਰਾ ਵਿਭਾਜਿਤ ਕਰਨ ਤੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸੇ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜ q ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਕੋਈ ਪਰਿਮਾਣ $|q|/4\pi\varepsilon_0 r^2$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ; ਜੇਕਰ q ਧਨਾਤਮਕ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਖੇਤਰ ਰੇਡੀਅਲ ਬਾਹਰਮੁੱਖੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਜੇ q ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਰੇਡੀਅਲ ਅੰਤਰਮੁੱਖੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕੂਲਮ ਬਲ ਦੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਵੀ ਸੁਪਰਪੁਜ਼ੀਸ਼ਨ ਸਿਧਾਂਤ ਨੂੰ ਸੰਤੁਸ਼ਟ ਕਰਦਾ ਹੈ।
9. ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾ ਇਹੋ ਜਿਹਾ ਵਕਰ ਹੈ, ਜਿਸਦੇ ਕਿਸੇ ਵੀ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਖਿਚਿਆ ਗਿਆ ਸਪਰਸ਼ੀ (Tangent) ਵਕਰ ਦੇ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੱਸਦਾ ਹੈ। ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਸਪੇਖਿਕ ਸੰਘਣਤਾ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਬਿੰਦੂਆਂ ਤੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਸਾਪੇਖਿਕ ਤੀਬਰਤਾ ਦਰਸਾਉਂਦੀ ਹੈ। ਤੀਬਰ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਰੇਖਾਵਾਂ ਨੇੜੇ ਅਤੇ ਦੁਰਬਲ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਇਹ ਇਕ ਦੂਜੇ ਤੋਂ ਕਾਫੀ ਦੂਰ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਜਾਂ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਤੋਂ ਇਕ ਸਮਾਨ ਦੂਰੀ ਤੇ ਸਮਾਂਤਰ ਸਰਲ ਰੇਖਾਵਾਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ।
10. ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀਆਂ ਕੁੱਝ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ਤਾਵਾਂ ਹਨ (i) ਚਾਰਜ ਮੁਕਤ ਸਪੇਸ ਵਿੱਚ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਅਖੰਡ ਵਕਰ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਜੋ ਕਦੇ ਨਹੀਂ ਟੁੱਟਦੀ (ii) ਦੋ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਨੂੰ ਕਦੇ ਵੀ ਨਹੀਂ ਕੱਟ ਸਕਦੀਆਂ (iii) ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਧਨ ਚਾਰਜ ਤੋਂ ਆਰੰਭ ਹੋ ਕੇ ਰਿਣ ਚਾਰਜ ਤੇ ਸਮਾਪਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਹ ਬੰਦ ਲੂਪ ਨਹੀਂ ਬਣਾ ਸਕਦੀਆਂ।
11. ਬਿਜਲਈ ਡਾਈਪੋਲ ਪਰਿਮਾਣ ਵਿੱਚ ਸਮਾਨ ਵਿਜਾਤੀ ਦੋ ਚਾਰਜਾਂ q ਤੇ q ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਵਿਚਕਾਰ ਦੂਰੀ $2a$ ਹੋਵੇ ਦਾ ਜੁਗਮ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੰਟ ਵੈਕਟਰ **p** ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ $2qa$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਡਾਈਪੋਲ ਧੁਰੇ q ਤੋਂ q ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵੱਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।
12. ਕਿਸੇ ਬਿਜਲੀ ਡਾਈਪੋਲ ਦਾ ਇਸਦੇ ਵਿਸ਼ੁਵਤੀ ਸਮਤਲ (ਭਾਵ ਇਸਦੇ ਧੁਰੇ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਅਤੇ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ ਗੁਜ਼ਰਨ ਵਾਲੇ ਸਮਤਲ) ਤੇ ਇਸਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ r ਦੂਰੀ ਤੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ

$$\mathbf{E} = \frac{-\mathbf{p}}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{(a^2+r^2)^{3/2}}$$

$$\cong \frac{-\mathbf{p}}{4\pi\varepsilon_0 r^3}, \text{ (} r >> a \text{ ਦੇ ਲਈ)}$$

ਡਾਈਪੋਲ ਧੁਰੇ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ r ਦੂਰੀ ਤੇ ਡਾਈਪੋਲ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ

$$\mathbf{E} = \frac{2\mathbf{p}r}{4\pi\varepsilon_0(r^2-a^2)^2}$$

$$\cong \frac{2\mathbf{p}}{4\pi\varepsilon_0 r^3} \text{ (} r >> a \text{ ਦੇ ਲਈ)}$$

ਇਸ ਤੱਥ ਤੇ ਧਿਆਨ ਦੇਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੇ ਡਾਈਪੋਲ ਦਾ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ $1/r^3$ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂਕਿ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ $1/r^2$ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ।

13. ਕਿਸੇ ਇੱਕਸਮਾਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ $\vec{\mathbf{E}}$ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਬਿਜਲਈ ਡਾਈਪੋਲ ਇੱਕ ਟੌਰਕ τ ਦਾ ਅਨੁਭਵ ਕਰਦਾ ਹੈ।

$$\vec{\tau} = \vec{\mathbf{p}} \times \vec{\mathbf{E}}$$

ਪਰ ਕਿਸੇ ਨੇਟ ਬਲ ਦਾ ਅਨੁਭਵ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ।

14. ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ **E** ਦਾ ਕਿਸੇ ਲਘੂ ਖੇਤਰਫਲ-ਖੰਡ $\Delta\mathbf{S}$ ਤੋਂ ਗੁਜ਼ਰਨ ਵਾਲਾ ਫਲਕਸ $\Delta\phi = \vec{\mathbf{E}} \cdot \Delta\vec{\mathbf{S}}$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਵੈਕਟਰ ਖੇਤਰਫਲ ਖੰਡ $\Delta \vec{\mathbf{S}} = \Delta S\ \hat{\mathbf{n}}$

ਇੱਥੇ $\Delta \mathbf{S}$ ਖੇਤਰਫਲ-ਖੰਡ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਅਤੇ $\hat{\mathbf{n}}$ ਖੇਤਰਫਲ x-ਖੰਡ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਰੇਡੀਅਲ ਯੂਨਿਟ ਵੈਕਟਰ ਹੈ ਜਿਸਨੂੰ ਕਾੱਫੀ ਛੋਟੇ ਖੇਤਰ ਲਈ ਸਮਤਲੀ ਮੰਨਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਬੰਦ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਖੇਤਰਫਲ ਖੰਡ ਲਈ, $\hat{\mathbf{n}}$ ਨੂੰ ਪਰੰਪਰਾ ਅਨੁਸਾਰ ਬਾਹਰ ਮੁਖੀ ਅਭਿਲੰਬ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵੱਲ ਮੰਨਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

15. *ਗੱਸ ਨਿਯਮ* : ਕਿਸੇ ਬੰਦ ਸਤ੍ਹਾ S ਤੋਂ ਹੋਕੇ ਗੁਜ਼ਰਨ ਵਾਲੇ ਕਿਸੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦਾ ਫਲਕਸ ਉਸ ਸਤ੍ਹਾ S ਦੁਆਰਾ ਘੇਰਿਆ ਕੁੱਲ ਚਾਰਜ ਦਾ $1/\varepsilon_0$ ਗੁਣਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਨਿਯਮ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੇ ਨਿਰਧਾਰਨ ਵਿੱਚ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਤਦੋਂ-ਉਪਯੋਗੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨ ਵਿੱਚ ਸਰਲ ਸਮਮਿਤੀ ਹੋਵੇ।

(i) ਇੱਕਸਮਾਨ ਰੇਖੀ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ λ ਦਾ ਪਤਲਾ ਅਨੰਤ ਲੰਬਾਈ ਦਾ ਸਿੱਧਾ ਤਾਰ

$$\mathbf{E} = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r}\ \hat{\mathbf{n}}$$

ਜਿੱਥੇ r ਬਿਂਦੂ ਦੀ ਤਾਰ ਤੋਂ ਲੰਬਵਤ ਦੂਰੀ ਹੈ ਅਤੇ $\hat{\mathbf{n}}$ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਗੁਜ਼ਰਨ ਵਾਲੇ ਤਾਰ ਦੇ ਅਭਿਲੰਬਵਤ ਤਲ ਵਿੱਚ ਰੇਡੀਅਲ ਯੂਨਿਟ ਵੈਕਟਰ ਹੈ।

(*ii*) *ਇੱਕਸਮਾਨ ਸਤਹੀ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ σ ਦੀ ਪਤਲੀ ਸਮਤਲ ਚਾਦਰ* , $\mathbf{E} = \dfrac{\sigma}{2\ \varepsilon_0}\hat{\mathbf{n}}$

ਇੱਥੇ $\mathbf{n}$ ਸਮਤਲ ਦੇ ਅਭਿਲੰਬਵਤ ਪਾਸੇ ਦੇ ਦੋਨੋਂ ਪਾਸੇ ਬਾਹਰ ਮੁਖੀ ਯੂਨਿਟ ਵੈਕਟਰ ਹੈ।

(iii) ਇੱਕਸਮਾਨ ਸਤਹੀ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ σ ਦੇ ਪਤਲੇ ਗੋਲਾਕਾਰ ਖੋਲ ਕਾਰਨ

$$\mathbf{E} = \frac{q}{4\ \pi\varepsilon_0\ r^2}\ \hat{\mathbf{r}} \qquad (r \geq R)$$

$$\mathbf{E} = 0 \qquad (r < R)$$

ਇੱਥੇ r ਗੋਲਾਕਾਰ ਖੋਲ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ ਬਿਂਦੂ ਦੀ ਦੂਰੀ ਅਤੇ R ਖੋਲ ਦਾ ਅਰਧਵਿਆਸ ਹੈ। ਖੋਲ ਦਾ ਕੁਲ ਚਾਰਜ q ਹੈ। ਜਿੱਥੇ $q = 4\pi R^2\sigma$ ਹੈ। ਖੋਲ ਦੇ ਬਾਹਰ ਕਿਸੇ ਬਿਂਦੂ ਤੇ ਚਾਰਜਿਤ ਖੋਲ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਕੀ ਸਾਰਾ ਚਾਰਜ ਖੋਲ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੇ ਹੀ ਕੇਂਦ੍ਰਿਤ ਹੈ। ਇਹੀ ਨਤੀਜੀ ਕਿਸੇ ਇੱਕਸਮਾਨ ਆਇਤਨ, ਚਾਰਜ ਘਣਤਵ ਦੇ ਠੋਸ ਗੋਲੇ ਦੇ ਲਈ ਵੀ ਸੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਖੋਲ ਦੇ ਅੰਦਰ ਸਾਰੀ ਬਿਂਦੂਆਂ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਸਿਫ਼ਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

TABLE

ਭੌਤਿਕ ਰਾਸ਼ੀ	ਪ੍ਰਤੀਕ	ਵਿਮਾਵਾਂ Dimensions	ਮਾਤ੍ਰਕ	ਟਿੱਪਣੀ
ਵੈਕਟਰ ਖੇਤਰਫਲ ਖੰਡ	$\Delta\mathbf{S}$	$[L^2]$	m^2	$\Delta\mathbf{S} = \Delta S\ \hat{\mathbf{n}}$
ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ	$\mathbf{E}$	$[MLT^{-3}A^{-1}]$	$V\ m^{-1}$	
ਬਿਜਲਈ ਫਲਕਸ	ϕ	$[ML^3T^{-3}A^{-1}]$	$V\ m$	$\Delta\phi = \mathbf{E}\cdot\Delta\mathbf{S}$
ਡਾਈਪੋਲ ਮੁਮੈਂਟ	$\mathbf{p}$	$[LTA]$	$C\ m$	ਰਿਣਚਾਰਜ ਤੋਂ ਧਨਚਾਰਜ ਵੱਲ ਵੈਕਟਰ
ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ				
ਰੇਖੀ	λ	$[L^{-1}\ TA]$	$C\ m^{-1}$	ਚਾਰਜ/ਲੰਬਾਈ
ਸਤਹਿ	σ	$[L^{-2}\ TA]$	$C\ m^{-2}$	ਚਾਰਜ/ਖੇਤਰਫਲ
ਆਇਤਨ	ρ	$[L^{-3}\ TA]$	$C\ m^{-3}$	ਚਾਰਜ/ਖੇਤਰਫਲ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਅਭਿਆਸ (EXERCISES)

1.1 ਵਾਯੂ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਤੋਂ 30 cm ਦੂਰੀ ਤੇ ਰਖੇ ਦੋ ਛੋਟੇ ਚਾਰਜਿਤ ਗੋਲਿਆਂ ਤੇ ਲੜੀਵਾਰ : 2×10^{-7}C ਅਤੇ 3×10^{-7}C ਚਾਰਜ ਹੈ। ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਕਿੰਨਾ ਬਲ ਹੈ?

1.2 0.4 μC ਚਾਰਜ ਦੇ ਕਿਸੇ ਛੋਟੇ ਗੋਲੇ ਤੇ ਕਿਸੇ ਹੋਰ ਛੋਟੇ ਚਾਰਜਿਤ ਗੋਲੇ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹਵਾ ਵਿੱਚ 0.2 N ਬਲ ਲਗਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਦੂਸਰੇ ਗੋਲੇ ਤੇ 0.8 μC ਚਾਰਜ ਹੋਵੇ ਤਾ (a) ਦੋਨੋ ਗੋਲਿਆਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਕਿੰਨੀ ਦੂਰੀ ਹੈ? (b) ਦੂਸਰੇ ਗੋਲੇ ਤੇ ਪਹਿਲੇ ਗੋਲੇ ਦੇ ਕਾਰਨ ਕਿੰਨਾ ਬੱਲ ਲਗਦਾ ਹੈ?

1.3 ਜਾਂਚ ਦੁਆਰਾ ਸੁਨਿਸ਼ਚਿਤ ਕਰੋ ਕਿ $ke^2/G\,m_e m_p$ ਵਿਸਾਹੀਨ ਹੈ। ਭੌਤਿਕ ਸਥਿਰ ਅੰਕਾ ਦੀ ਸਾਰਣੀ ਵੇਖਕੇ ਇਸ ਅਨੁਪਾਤ ਦਾ ਮਾਨ ਗਿਆਤ ਕਰੋ। ਇਹ ਅਨੁਪਾਤ ਕੀ ਦਸਦਾ ਹੈ?

1.4 (a) "ਕਿਸੇ ਵਸਤੂ ਦਾ ਬਿਜਲਈ ਚਾਰਜ ਕਵਾਂਟੀਕ੍ਰਿਤ ਹੈ" ਇਸ ਕਥਨ ਦਾ ਕੀ ਮਤਲਬ ਹੈ?

(b) ਵੱਡੇ ਪੈਮਾਨੇ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਚਾਰਜਾਂ ਨਾਲ ਵਿਵਹਾਰ ਕਰਦੇ ਸਮੇਂ ਅਸੀਂ ਬਿਜਲਈ ਚਾਰਜ ਦੇ ਕਵਾਂਟੀਕਰਨ ਦੀ ਉਪੇਖਿਆ ਕਿਵੇਂ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ?

1.5 ਜਦੋਂ ਕੱਚ ਦੀ ਛੜ ਨੂੰ ਰੇਸ਼ਮ ਦੇ ਟੁਕੜੇ ਨਾਲ ਰਗੜਦੇ ਹਾਂ ਦੋਨਾਂ ਤੇ ਚਾਰਜ ਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀ ਪਰੀਘਟਨਾ ਦਾ ਵਸਤੂਆਂ ਦੇ ਹੋਰ ਜੋੜੀਆਂ ਵਿਚ ਵੀ ਪ੍ਰੇਖਣ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਸਪਸ਼ਟ ਕਰੋ ਕਿ ਇਹ ਪ੍ਰੇਖਣ ਚਾਰਜ ਸੁਰਖਿਅਣ ਨਿਯਮ ਤੇ ਕਿਵੇਂ ਤਾਲਮੇਲ ਰੱਖਦਾ ਹੈ।

1.6 ਚਾਰ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜ $q_A = 2$ μC, $q_B = -5$ μC, $q_C = 2$ μC, $q_D = -5$ μC 10 cm ਭੁਜਾ ਵਾਲੇ ਕਿਸੇ ਵਰਗ ABCD ਦੇ ਸ਼ੀਰਸ਼ਾਂ ਤੇ ਸਥਿਤ ਹਨ। ਵਰਗ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੇ ਰਖੇ ਚਾਰਜ ਤੇ ਲੱਗਣ ਵਾਲਾ ਬਲ ਕਿੰਨਾ ਹੈ?

1.7 (a) ਸਥਿਰਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾ ਇਕ ਅਖੰਡ ਵਕਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਭਾਵ ਕੋਈ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾ ਇੱਕਾਇਕ ਨਹੀਂ ਟੁੱਟ ਸਕਦੀ ਕਿਉਂ।

(b) ਸਪਸ਼ਟ ਕਰੋ ਕਿ ਦੋ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਕਦੇ ਵੀ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਨੂੰ ਕਿਉਂ ਨਹੀਂ ਕੱਟਦੀ?

1.8 ਦੋ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜ $q_A = 3$ μC ਅਤੇ $q_B = -3$ μC ਨਿਰਵਾਯੂ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਤੋਂ 20 cm ਦੂਰੀ ਤੇ ਸਥਿਤ ਹੈ।

(a) ਦੋਨਾਂ ਚਾਰਜਾਂ ਨੂੰ ਮਿਲਾਉਣ ਵਾਲੀ ਰੇਖਾ AB ਦੇ ਮੱਧ ਬਿੰਦੂ O ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਕਿੰਨਾ ਹੈ?

(b) ਜੇ 1.5×10^{-9}C ਪਰਿਮਾਣ ਦਾ ਕੋਈ ਰਿਣਾਤਮਕ ਪਰੀਖਣ ਚਾਰਜ ਇੱਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਰਖਿਆ ਜਾਵੇ ਤਾ ਇਹ ਪਰੀਖਣ ਚਾਰਜ ਕਿੰਨਾ ਬਲ ਅਨੁਭਵ ਕਰੇਗਾ?

1.9 ਕਿਸੇ ਸਿਸਟਮ ਵਿੱਚ ਦੋ ਚਾਰਜ $q_A = 2.5 \times 10^{-7}$C ਅਤੇ $q_B = -2.5 \times 10^{-7}$ C ਲੜੀਵਾਰ ਦੋ ਬਿੰਦੂਆਂ A: (0, 0,-15 cm) ਅਤੇ B: (0,0, +15 cm) ਤੇ ਸਥਿਤ ਹਨ। ਸਿਸਟਮ ਦਾ ਕੁੱਲ ਚਾਰਜ ਅਤੇ ਬਿਜਲਈ ਡਾਈਪੋਲ ਮੁਮੰਟ ਕਿੰਨਾ ਹੈ?

1.10 4×10^{-9} Cm ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ ਦਾ ਕੋਈ ਬਿਜਲਈ ਡਾਈਪੋਲ 5×10^4 NC^{-1}ਪਰਿਮਾਣ ਦੇ ਕਿਸੇ ਇਕ ਸਮਾਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਤੋਂ 30° ਤੇ ਹੈ। ਡਾਈਪੋਲ ਤੇ ਕਾਰਜਸ਼ੀਲ ਬੱਲ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਪਤਾ ਕਰੋ।

1.11 ਉੱਨ ਤੋਂ ਰਗੜਨੇ ਤੇ ਕੋਈ ਪੋਲੀਥੀਨ ਦਾ ਟੁਕੜਾ 3×10^{-7}C ਦੇ ਰਿਣਚਾਰਜ ਨਾਲ ਚਾਰਜਿਤ ਪਾਇਆ ਗਿਆ।

(a) ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ (ਕਿਹੜੇ ਪਦਾਰਥ ਤੋਂ ਕਿਹੜੇ ਪਦਾਰਥ ਵਿੱਚ) ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਪਤਾ ਕਰੋ।

(b) ਕਿ ਉੱਨ ਤੋਂ ਪਾਲੀਥੀਨ ਵਿੱਚ ਪੁੰਜ ਦਾ ਸਥਾਨਾਂਤਰਨ ਵੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ?

1.12 (a) ਦੋ ਬਿਜਲਰੋਧੀ ਚਾਰਜਿਤ ਤਾਂਬੇ ਦੇ ਗੋਲੇ A ਅਤੇ B ਦੇ ਕੇਂਦਰਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੀ ਦੂਰੀ 50 cm ਹੈ। ਜੇ ਦੋਨੋ ਗੋਲੇ ਵੱਖ ਵੱਖ ਚਾਰਜ 6.5×10^{-7}C ਹੈ, ਤਾ ਇਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਪਰਸਪਰ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲਈ ਬਲ ਕਿੰਨਾ ਹੈ? ਗੋਲਿਆ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੀ ਦੂਰੀ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਗੋਲੇ A ਅਤੇ B ਦੀ ਰੇਡੀਅਸ ਨਿਗੁਣੀ ਹੈ।

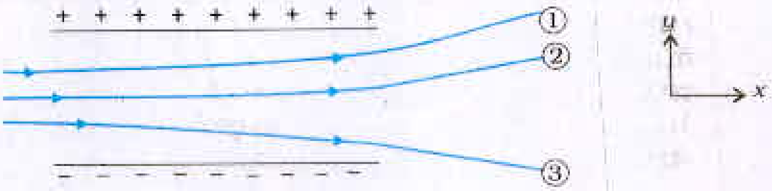
(b) ਜੇ ਹਰੇਕ ਗੋਲੇ ਤੇ ਚਾਰਜ ਦੀ ਮਾਤਰਾ ਦੋ ਗੁਣੀ ਅਤੇ ਗੋਲਿਆਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੀ ਦੂਰੀ ਅੱਧੀ ਕਰ ਦਿੱਤੀ ਜਾਵੇ ਤਾ ਹਰੇਕ ਗੋਲੇ ਤੇ ਕਿੰਨਾ ਬਲ ਲੱਗੇਗਾ?

1.13 ਮੰਨ ਲਓ ਅਭਿਆਸ 1.2 ਵਿਚ ਗੋਲੇ A ਅਤੇ B ਸਾਈਜ਼ ਵਿਚ ਸਰਵਸਮ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸੇ ਸਾਈਜ਼ ਦਾ ਕੋਈ ਤੀਸਰਾ ਅਣਚਾਰਜਿਤ ਗੋਲਾ ਪਹਿਲਾਂ ਤੋਂ ਪਹਿਲੇ ਗੋਲੇ ਦੇ ਸੰਪਰਕ, ਬਾਅਦ ਵਿੱਚ ਦੂਸਰੇ ਗੋਲੇ ਦੇ ਸੰਪਰਕ ਵਿਚ ਲਿਜ਼ਾਕੇ, ਅੰਤ ਵਿਚ ਦੋਨਾ ਤੋਂ ਹੀ ਹਟਾ ਲਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਹੁਣ A ਅਤੇ B ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਨਵਾਂ ਅਪਕਰਸ਼ਣ ਬਲ ਕਿੰਨਾ ਹੈ?

1.14 ਚਿੱਤਰ 1.33 ਵਿਚ ਕਿਸੇ ਇਕਸਮਾਨ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਤਿੰਨ ਚਾਰਜਿਤ ਕਣਾਂ ਦੇ ਪਥਚਿਨ੍ਹ (tracks) ਦਰਸ਼ਾਏ ਗਏ ਹਨ। ਤਿੰਨਾ ਚਾਰਜ ਦੇ ਸੰਕੇਤ ਲਿਖੋ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਵਿਚੋਂ ਕਿਹੜੇ ਕਣ ਦਾ ਚਾਰਜ-ਪੁੰਜ ਅਨੁਪਾਤ (q/m) ਅਧਿਕਤਮ ਹੈ?

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com



ਚਿੱਤਰ 1.33

1.15 ਇੱਕਸਮਾਨ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ **E** = 3 × 10^3 **î** N/C ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ।

(a) ਇਸ ਖੇਤਰ ਦਾ 10 cm ਭੁਜਾ ਦੇ ਵਰਗ ਦੇ ਉਸ ਪਾਸੇ ਤੇ, ਜਿਸਦਾ ਤਲ *yz* ਤਲ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਹੈ, ਗੁਜਰਨ ਵਾਲਾ ਫਲਕਸ ਕੀ ਹੈ?

(b) ਇਸੇ ਵਰਗ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲਾ ਫਲਕਸ ਕਿੰਨਾ ਹੈ ਜੇ ਇਸਦੇ ਤਲ ਦਾ ਅਭਿਲੰਬ *x*-ਧੁਰੇ ਤੇ 60° ਦਾ ਕੋਣ ਬਨਾਉਂਦਾ ਹੈ?

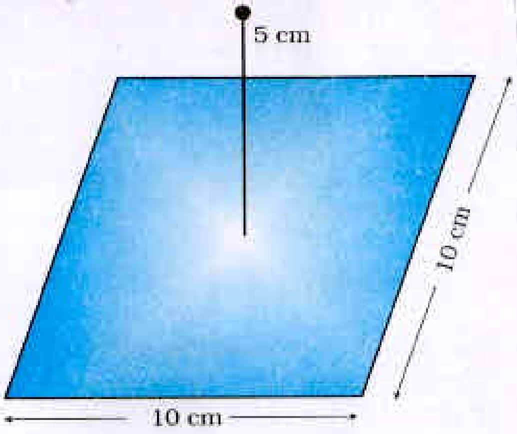
1.16 ਅਭਿਆਸ 1.15 ਦੇ ਇਕਸਮਾਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦਾ 20 cm ਭੁਜਾ ਦੇ ਕਿਸੇ ਘਣ ਤੋਂ ਕਿੰਨਾ ਕੁੱਲ ਫਲਕਸ ਗੁਜਰੇਗਾ।

1.17 ਕਿਸੇ ਕਾਲੇ ਬਕਸੇ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੀ ਸਾਵਧਾਨੀਪੂਰਣ ਮਾਪ ਇਹ ਸੰਕੇਤ ਕਰਦੀ ਹੈ ਕਿ ਬਕਸੇ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲਾ ਕੁੱਲ ਫਲਕਸ 8.0 × 10^3 Nm^2/C ਹੈ।

(a) ਬਕਸੇ ਦੇ ਅੰਦਰ ਕੁੱਲ ਚਾਰਜ ਕਿੰਨਾ ਹੈ?

(b) ਜੇ ਬਕਸੇ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਕੁੱਲ ਬਾਹਰ ਮੁਖੀ ਫਲਕਸ ਸਿਫ਼ਰ ਹੈ ਤਾਂ ਕਿ ਤੁਸੀਂ ਇਹ ਨਤੀਜਾ ਕੱਢੋਗੇ ਕਿ ਬਕਸੇ ਦੇ ਅੰਦਰ ਕੋਈ ਚਾਰਜ ਨਹੀਂ ਹੈ? ਕਿਉਂ ਜਾਂ ਕਿਉਂ ਨਹੀਂ?

1.18 ਚਿੱਤਰ 1.34 ਵਿਚ ਦਰਸ਼ਾਏ ਅਨੁਸਾਰ 10 cm ਭੁਜਾ ਦੇ ਕਿਸੇ ਵਰਗ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ ਠੀਕ 5 cm ਉਚਾਈ ਤੇ ਕੋਈ +10 μC ਚਾਰਜ ਰੱਖਿਆ ਹੈ। ਇਸ ਵਰਗ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲੇ ਬਿਜਲਈ ਫਲਕਸ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਕੀ ਹੈ? (ਸੰਕੇਤ : ਵਰਗ ਨੂੰ 10 cm ਕਿਨਾਰੇ ਦੇ ਕਿਸੇ ਘਣ ਦਾ ਇੱਕ ਫਲਕ ਮਨ ਲਓ।



ਚਿੱਤਰ 1.34

1.19 2.0 μC ਦਾ ਕੋਈ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜ ਕਿਸੇ ਕਿਨਾਰੇ ਤੇ 9.0 cm ਕਿਨਾਰੇ ਵਾਲੇ ਕਿਸੇ ਘਣਾਕਾਰ ਗੱਾਸੀ ਸਤਹਿ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੇ ਸਥਿਤ ਹੈ। ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲਾ ਕੁੱਲ ਫਲਕਸ ਕੀ ਹੈ?

1.20 ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜ ਦੇ ਕਾਰਨ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਨੂੰ ਕੇਂਦਰ ਮੰਨਦੇ ਖਿੱਚੇ ਗਏ 10 cm ਰੇਡੀਅਸ ਤੇ ਗੋਲਾਕਾਰ ਗੱਾਸੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਫਲੱਕਸ −1.0 × 10^{3}Nm^2/C। (a) ਜੇ ਗੱਾਸੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦੀ ਰੇਡੀਅਸ ਦੋ ਗੁਣੀ ਕਰ ਦਿੱਤੀ ਜਾਵੇ ਤਾ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਕਿੰਨਾ ਫਲਕਸ ਗੁਜਰੇਗਾ (b) ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜ ਦਾ ਮਾਨ ਕੀ ਹੈ?

1.21 10 cm ਰੇਡੀਅਸ ਦੇ ਚਾਲਕ ਗੋਲੇ ਤੇ ਅਗਿਆਤ ਪਰਿਮਾਣ ਦਾ ਚਾਰਜ ਹੈ। ਜੇ ਗੋਲੇ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ 20 cm ਦੂਰੀ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ 1.5 × 10^3 N/C ਰੇਡੀਅਲੀ ਅੰਤਰਮੁਖੀ ਹੈ ਤਾਂ ਗੋਲੇ ਤੇ ਕੁੱਲ ਚਾਰਜ ਕਿੰਨਾ ਹੈ?

1.22 2.4 m ਵਿਆਸ ਦੇ ਕਿਸੇ ਇੱਕਸਮਾਨ ਚਾਰਜਿਤ ਚਾਲਕ ਗੋਲੇ ਦੀ ਸਤਹੀ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ 80.0 μC/m^2 ਹੈ।

(a) ਗੋਲੇ ਤੇ ਚਾਰਜ ਗਿਆਤ ਕਰੋ।

(b) ਗੋਲੇ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਨਿਕਲਣ ਵਾਲਾ ਕੁਲ ਫਲੱਕਸ ਕੀ ਹੈ?

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

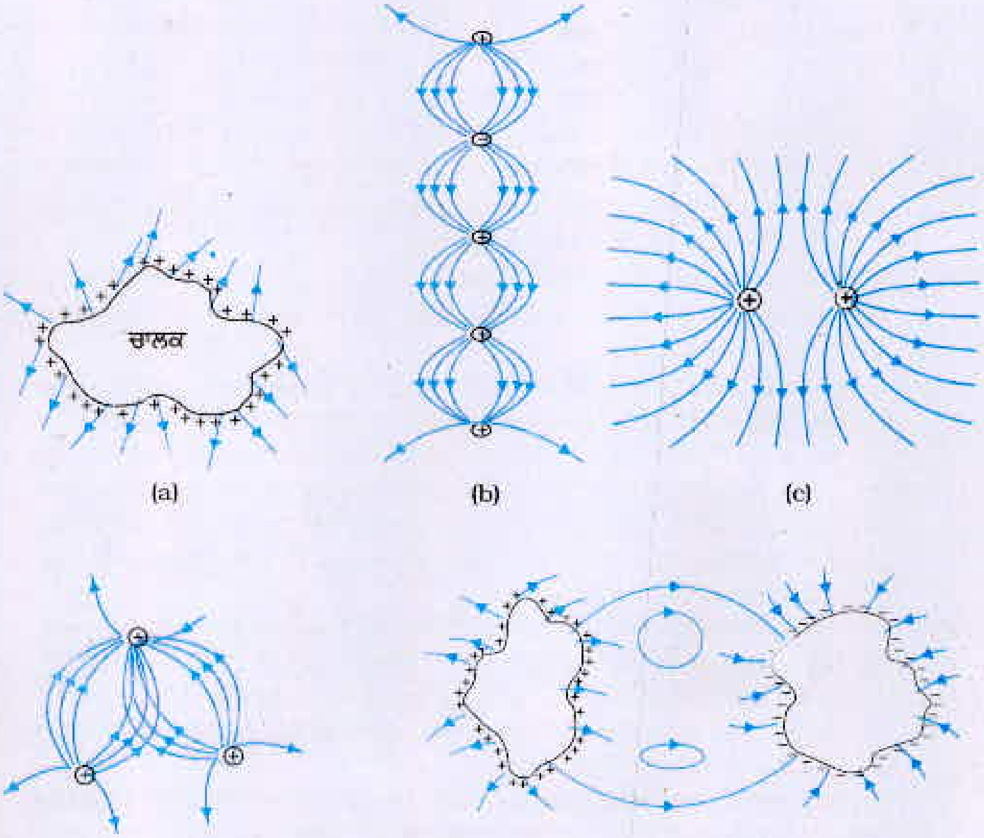
1.23 ਕੋਈ ਅਨੰਤ ਰੇਖੀ ਚਾਰਜ 2 cm ਦੂਰੀ ਤੇ 9×10^4 N/C ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਉਤਪੰਨ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਰੇਖੀ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ ਪਤਾ ਕਰੋ।

1.24 ਦੋ ਵੱਡੀ, ਪਤਲੀ ਧਾਤ ਦੀ ਪਲੇਟਾਂ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਅਤੇ ਨਿਕਟ ਹਨ। ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਅੰਦਰੂਨੀ ਫਲਕਾਂ ਤੇ ਪਲੇਟਾਂ ਦੇ ਸਤਹਿ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ ਦੇ ਚਿਨ੍ਹ ਉਲਟ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਪਰਿਮਾਣ 17.0×10^{-22} C/m^2 ਹੈ। (a) ਪਹਿਲੇ ਪੱਲੇਟ ਦੇ ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ (b) ਦੂਸਰੀ ਪੱਲੇਟ ਦੇ ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਅਤੇ (c) ਪੱਲੇਟਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ **E** ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਪਰਿਕਲਿਤ ਕਰੋ।

ਹੋਰ ਅਭਿਆਸ ADDITIONAL EXERCISES

1.25 ਮਿਲੀਕਨ ਤੇਲ ਬੂੰਦ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ 2.55×10^4 NC^{-1} ਦੇ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਵਿੱਚ 12 ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵੱਧੇਰੇ ਦੀ ਕੋਈ ਤੇਲ ਬੂੰਦ ਸਥਿਰ ਰੱਖੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਤੇਲ ਦਾ ਘਣਤਾ 1.26 g cm^{-3} ਹੈ। ਬੂੰਦ ਦੀ ਰੇਡੀਅਸ ਦਾ ਮਾਨ ਪਤਾ ਕਰੋ। ($g = 9.81$ m s^{-2}; $e = 1.60 \times 10^{-19}$ C)।

1.26 ਚਿੱਤਰ 1.35 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਗਏ ਵਕਰਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਕਿਹੜਾ ਸੰਭਾਵਿਤ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਨਿਰੂਪਿਤ ਨਹੀਂ ਕਰਦੇ?



(a) (b) (c) (d) (e)

ਚਿੱਤਰ : 1.35

1.27 ਸਪੇਸ ਦੇ ਕਿਸੇ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ, ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਸਾਰੇ ਸਥਾਨਾਂ ਤੇ z-ਦਿਸ਼ਾ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹੈ। ਪਰ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਸਥਿਰ ਨਹੀਂ ਹੈ, ਇਸਦੇ ਇਕਸਮਾਨ ਰੂਪ ਨਾਲ z-ਦਿਸ਼ਾ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵੱਲ 10^5 NC^{-1} ਪ੍ਰਤੀ ਮੀਟਰ ਦੀ ਦਰ ਨਾਲ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਉਹ ਸਿਸਟਮ ਜਿਸਦਾ ਰਿਣਾਤਮਕ z-ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਕੁੱਲ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੇਂਟ 10^{-7} Cm ਹੈ। ਕਿਨਾ ਬਲ ਅਤੇ ਟੌਰਕ ਅਨੁਭਵ ਕਰਦਾ ਹੈ?

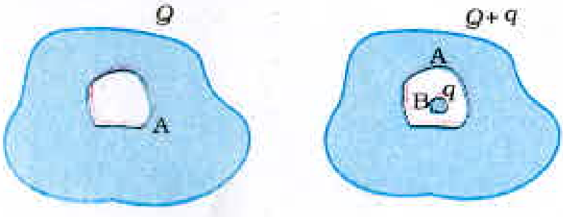
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

1.28 (a) ਕਿਸੇ ਚਾਲਕ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਚਿੱਤਰ 1.36(a) ਵਿੱਚ ਦਰਸ਼ਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਕੋਈ ਖੋੜ (cavity) ਹੈ, ਨੂੰ Q ਚਾਰਜ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਹ ਦਰਸਾਓ ਕਿ ਸਾਰੇ ਚਾਰਜ ਚਾਲਕ ਦੀ ਬਾਹਰੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਇਸਦੇ ਹੋਣੇ ਚਾਹਿਦੇ ਹਨ।

(b) ਕੋਈ ਹੋਰ ਚਾਲਕ B ਜਿਸ ਤੇ ਚਾਰਜ q ਹੈ ਨੂੰ ਖੋੜ (cavity) ਵਿੱਚ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਧੱਸਾ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਚਾਲਕ B ਚਾਲਕ A ਤੋਂ ਬਿਜਲ ਰੋਧੀ ਰਹੇ। ਇਹ ਦਰਸਾਓ ਕਿ ਚਾਲਕ A ਦੇ ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ ਤੇ ਕੁਲ ਚਾਰਜ $Q + q$ ਹੈ [ਚਿੱਤਰ 1.36(b)]

(c) ਕਿਸੇ ਸੰਵੇਦੀ ਉਪਕਰਨ ਨੂੰ ਉਸਦੇ ਵਾਤਾਵਰਨ ਦੇ ਤੀਵਰ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰਾਂ ਤੋਂ ਪਰੇ ਕੀਤਾ ਜਾਣਾ ਹੈ ਸੰਭਾਵਿਤ ਉਪਾਅ ਦੱਸੋ।



(a) (b)

ਚਿੱਤਰ 1.36

1.29 ਕਿਸੇ ਖੋਖਲੇ ਚਾਰਜਿਤ ਚਾਲਕ ਵਿੱਚ ਉਸਦੇ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਕੋਈ ਛੇਕ ਬਣਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਹ ਦਰਸਾਓ ਕਿ ਛੇਕ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ $(\sigma/2\varepsilon_0)$ $\mathbf{\hat{n}}$ ਹੈ, ਜਿੱਤੇ ਅਭਿਲੰਬਵਤ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਬਾਹਰਮੁਖੀ ਯੁਨਿਟ ਵੈਕਟਰ ਹੈ ਅਤੇ σ ਛੇਕ ਦੇ ਨਿਕਟ ਸਤਹਿ ਚਾਰਜ ਘਣਤਵ ਹੈ।

1.30 ਗੱਸ ਨਿਯਮ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤੇ ਬਿਨਾਂ ਕਿਸੇ ਇੱਕਸਮਾਨ ਰੇਖੀ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ λ ਦੇ ਲੰਬੇ ਪਤਲੇ ਤਾਰ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੇ ਲਈ ਸੂਤਰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰੋ। [ਸੰਕੇਤ : ਸਿੱਧੇ ਹੀ ਕੁਲਮ ਨਿਯਮ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਜ਼ਰੂਰੀ ਸਮਾਕਲਨ ਦਾ ਮਾਨ ਕੱਢੋ]।

1.31 ਹੁਣ ਇਹ ਵਿਸ਼ਵਾਸ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਆਪ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਅਤੇ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ (ਜੋ ਸਾਧਾਰਨ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਨਾਭਿਕਾ ਦਾ ਨਿਰਮਾਣ ਕਰਦੇ ਹਨ) ਹੋਰ ਵੱਧ ਮੂਲ ਇਕਾਈਆ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਕੱਵਾਰਕ (Quarks) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਦੇ ਬਣੇ ਹਨ। ਹਰੇਕ, ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਅਤੇ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਤਿੰਨ ਕਵਾਰਕਾਂ ਤੋਂ ਮਿਲਕੇ ਬਣਿਆ ਹੈ। ਦੋ ਤਰਾਂ ਦੇ ਕਵਾਰਕ ਹੁੰਦੇ ਹਨ— 'ਅੱਪ' ਕਵਾਰਕ (u) ਜਿਹਨਾਂ ਤੇ + (2/3) e ਚਾਰਜ ਅਤੇ ਡਾਊਨ ਕਵਾਰਕ (d) ਜਿਹਨਾਂ ਤੇ (−1/3)e ਚਾਰਜ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨਾਲ ਮਿਲਕੇ ਸਾਧਾਰਨ ਮਾਦਾ ਬਣਾਉਂਦੇ ਹਨ। (ਕੁਝ ਹੋਰ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਕਵਾਰਕ ਵੀ ਪਾਏ ਗਏ ਹਨ ਜੋ ਵੱਖ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦਾ ਅਸਾਧਾਰਨ ਮਾਦਾ ਬਣਾਉਂਦੇ ਹਨ।) ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਅਤੇ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਸੰਭਾਵਿਤ ਕਵਾਰਕ ਸੰਘਟਨ ਸੁਝਾਓ।

1.32 (a) ਕਿਸੇ ਮਨਮਾਨਾ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਵਿਤਰਨ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ। ਇਸ ਵਿਤਰਨ ਦੀ ਕਿਸੇ ਸਿਫ਼ਰ-ਬਿੰਦੂ (null point) ਸਥਿਤੀ ਤੇ (ਜਿੱਥੇ $\mathbf{E} = 0$) ਕੋਈ ਛੋਟਾ ਪਰੀਖਣ ਚਾਰਜ (test charge) ਰੱਖਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਹ ਦਰਸਾਓ ਕਿ ਪਰੀਖਣ ਚਾਰਜ ਦਾ ਸੰਤੁਲਨ ਜ਼ਰੂਰੀ ਰੂਪ ਨਾਲ ਅਸਥਾਈ ਹੈ।

(b) ਇਸ ਨਤੀਜੇ ਦਾ ਸਮਾਨ ਪਰਿਮਾਣ ਅਤੇ ਚਿਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਦੋ ਚਾਰਜਾ (ਜੋ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਤੋਂ ਕਿਸੇ ਦੂਰੀ ਤੇ ਰੱਖੇ ਹਨ) ਦੇ ਸਰਲ ਵਿਤਰਨ ਲਈ ਸੱਚ ਸਿੱਧ ਕਰੋ।

1.33 ਸ਼ੁਰੂ ਵਿੱਚ x-ਧੁਰੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ v_x ਚਾਲ ਨਾਲ ਗਤੀ ਕਰਦੀ ਹੋਈ ਦੋ ਚਾਰਜਿਤ ਪਲੇਟਾਂ ਦੇ ਮੱਧ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ m ਪੁੰਜ ਅਤੇ $(-q)$ ਚਾਰਜ ਦਾ ਇੱਕ ਕਣ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 1.33 ਵਿੱਚ ਕਣ 1 ਦੇ ਸਮਾਨ) ਪੱਲੇਟਾਂ ਦੀ ਲੰਬਾਈ L ਹੈ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੋਨਾਂ ਪਲੇਟਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚਕਾਰ ਇਕਸਮਾਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ E ਬਣਾਏ ਰਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਦਰਸਾਓ ਕਿ ਪੱਲੇਟ ਦੇ ਅੰਤਿਮ ਕਿਨਾਰੇ ਤੇ ਕਣ ਦਾ ਲੰਬਵਤ ਵਿਖੇਪ (vertical deflection) $qEL^2/(2m\,v_x^2)$ ਹੈ। (*ਜਮਾਤ 11 ਦੀ ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕ ਦੇ ਅਨੁਭਾਗ 4.10 ਵਿਚ ਵਰਣਿਤ ਗੁਰੂਤਾਕਰਸ਼ਣ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਖੇਪ (projectile) ਦੀ ਗਤੀ ਨਾਲ ਇਸ ਕਣ ਦੀ ਗਤੀ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਕਰੋ।*)

1.34 ਅਭਿਆਸ 1.33 ਵਿੱਚ ਵਰਣਿਤ ਕਣ ਦੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕਲਪਨਾ ਕਰੋ ਜਿਸਨੂੰ $v_x = 2.0 \times 10^6$ m s^{-1} ਦੇ ਨਾਲ ਪ੍ਰਖੇਪਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿ 0.5 cm ਦੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਰੱਖੀ ਪਲੇਟਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ E ਦਾ ਮਾਨ 9.1×10^2 N/C ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਉਪਰੀ ਪਲੇਟ ਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਕਿੱਥੇ ਟਕਰਾਏਗਾ? ($|e| = 1.6 \times 10^{-19}$ C, $m_e = 9.1 \times 10^{-31}$ kg.)

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਅਧਿਆਇ-2

ਸਥਿਰ ਬਿਜਲਈ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅਤੇ ਧਾਰਣਤਾ

(ELECTROSTATIC POTENTIAL AND CAPACITANCE)

2.1. ਭੂਮਿਕਾ (INTRODUCTION)

ਅਧਿਆਇ 6 ਅਤੇ 8 (ਜਮਾਤ 11) ਵਿੱਚ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦੀ ਧਾਰਣਾ ਨਾਲ ਤੁਹਾਨੂੰ ਜਾਣੂ ਕਰਵਾਇਆ ਗਿਆ ਸੀ। ਜਦੋਂ ਕੋਈ ਬਾਹਰੀ ਬੱਲ ਕਿਸੇ ਵਸਤੂ ਨੂੰ ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਦੂਸਰੇ ਬਿੰਦੂ ਤੱਕ, ਕਿਸੇ ਹੋਰ ਬੱਲ; ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਸਪਰਿੰਗ ਬੱਲ, ਗੁਰਤਾਕਰਸ਼ਣ ਬੱਲ ਅਤੇ ਹੋਰ ਦੇ ਵਿਪਰੀਤ ਲੈ ਕੇ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਤਾਂ ਉਸ ਬੱਲ ਵਲੋਂ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕਾਰਜ ਉਸ ਵਸਤੂ ਵਿੱਚ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸੰਚਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਬਾਹਰੀ ਬੱਲ ਹਟਾ ਲਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਵਸਤੂ ਗਤੀ ਕਰਣ ਲੱਗ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਕੁੱਝ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਲੈਂਦੀ ਹੈ, ਅਤੇ ਉਸ ਵਸਤੂ ਦੀ ਉਨੀਂ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਘੱਟ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਸਤੂ ਦੀ ਗਤਿਜ ਅਤੇ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦਾ ਜੋੜ ਸੁਰੱਖਿਅਤ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਬੱਲ ਨੂੰ ਸੁਰੱਖਿਅਤ ਬੱਲ (Conservative Forces) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਸਪਰਿੰਗ ਅਤੇ ਗੁਰਤਾਕਰਸ਼ਣ ਬੱਲ ਸੁਰੱਖਿਅਤ ਬੱਲਾਂ ਦੇ ਉਦਾਹਰਣ ਹਨ।

ਗੁਰਤਾਕਰਸ਼ਣ ਬੱਲ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੋ ਸਥਿਰ ਆਵੇਸ਼ਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਲਗਣ ਵਾਲਾ ਕੁੱਲਮ (Coulomb) ਬਲ ਵੀ ਸੁਰੱਖਿਅਤ ਬੱਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਕੋਈ ਹੈਰਾਣੀ ਦੀ ਗੱਲ ਨਹੀਂ ਕਿਉਂਕਿ ਗਣਿਤਿਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਹ ਬੱਲ ਗੁਰਤਾਕਰਸ਼ਣ ਬਲ ਦੇ ਸਮਾਨ ਹੈ: ਦੋਨਾਂ ਵਿੱਚ ਦੂਰੀ ਦੀ ਉਲਟ ਵਰਗ (Inverse Square) ਨਿਰਭਰਤਾ ਹੈ ਅਤੇ ਪ੍ਰਮੁੱਖ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਅਨੁਪਾਤੀ ਸਥਿਰਅੰਕਾਂ ਵਿੱਚ ਭਿੰਨਤਾ ਹੈ। ਗੁਰਤਾਕਰਸ਼ਣ ਨਿਯਮ ਵਿੱਚ ਪੁੰਜਾਂ ਦੀ ਥਾਂ ਤੇ ਕੂਲਮ ਨਿਯਮ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜਾਂ ਨੂੰ ਰੱਖ ਲਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ, ਗੁਰਤਵੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਪੁੰਜਾਂ ਦੀ ਸਥਿਤਿੱਜ ਊਰਜਾ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੀ ਅਸੀਂ ਕਿਸੇ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜ ਦੀ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਊਰਜਾ ਨੂੰ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ।

ਚਾਰਜ ਤਰਤੀਬ (configuration) ਦੇ ਕਾਰਨ ਕਿਸੀ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ $\mathbf{E}$ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ। ਸਰਲਤਾ ਦੇ ਲਈ ਪਹਿਲੇ ਮੂਲ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਸਥਿਤ ਕਿਸੇ ਚਾਰਜ Q ਦੇ ਕਾਰਨ ਖੇਤਰ $\mathbf{E}$ ਤੇ ਵਿਚਾਰ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਚਿੱਤਰ 2.1 ਇੱਕ ਟੈਸਟ ਚਾਰਜ q (> 0) ਮੂਲ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਸਥਿਤ ਚਾਰਜ Q (> 0) ਦੇ ਕਾਰਣ ਉਸ ਤੇ ਲਗੇ ਪ੍ਰਤਿਕਰਸ਼ੀ ਬੱਲ ਦੇ ਉਲਟ ਬਿੰਦੂ R ਤੋਂ ਬਿੰਦੂ P ਤਕ ਲੈ ਜਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਕਲਪਨਾ ਕਰੋ ਕਿ ਅਸੀਂ ਕੋਈ ਟੈਸਟ ਚਾਰਜ q ਨੂੰ ਚਾਰਜ Q ਦੇ ਕਾਰਨ ਚਾਰਜ q ਤੇ ਲਗੇ ਪ੍ਰਤਿਕਰਸ਼ੀ ਬੱਲ ਦੇ ਉਲਟ, ਬਿੰਦੂ R ਤੋਂ ਬਿੰਦੂ P ਤੱਕ ਲੈ ਜਾਂਦੇ ਹਾਂ। ਚਿੱਤਰ 2.1 ਤੋਂ ਇਹ ਉਦੋਂ ਹੀ ਸੰਭਵ ਹੈ ਜਦੋਂ Q ਅਤੇ q ਦੋਨੋਂ ਧਨਾਤਮਕ ਹੋਣ ਜਾਂ ਦੋਵੇਂ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੋਣ। ਪੱਕਾ ਕਰਣ ਲਈ ਅਸੀਂ ਮੰਨਦੇ ਹਾਂ $Q.\ q > 0$

ਇੱਥੇ ਦੋ ਗੱਲਾਂ ਕੀਤੀਆਂ ਜਾ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ। ਪਹਿਲੀ ਅਸੀ ਮੰਨਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਟੇਸਟ ਆਵੇਸ਼ q ਇਨਾਂ ਛੋਟਾ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਮੁੱਢਲੀ ਤਰਤੀਬ, ਮਤਲਬ ਕਿ ਮੂਲ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਸਥਿਤ ਚਾਰਜ q ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਹਲਚੱਲ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ। (ਜਾਂ ਅਸੀਂ ਹੋਰ ਕਿਸੇ ਬੱਲ ਨਾਲ ਚਾਰਜ Q ਨੂੰ ਮੂਲ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਸਥਿਰ ਰਖਿਏ), ਦੂਜੀ ਗੱਲ ਚਾਰਜ q ਨੂੰ R ਤੋਂ P ਤੱਕ ਲੈ ਜਾਣ ਲਈ ਅਸੀਂ ਇੱਕ ਬਾਹਰੀ ਬੱਲ $\mathbf{F}_{ext}$ ਲਾਉਂਦੇ ਹਾਂ ਜੋ ਕਿ ਪ੍ਰਤਿਕਰਸ਼ੀ ਬਿਜਲੀ ਬੱਲ $\mathbf{F}_E$ (ਮਤਲਬ $\mathbf{F}_{ext} = -\mathbf{F}_E$) ਨੂੰ ਪ੍ਰਭਾਵਹੀਨ ਕਰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਇਸਦਾ ਅਰਥ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਜਦੋਂ ਕਿਸੇ ਚਾਰਜ q ਨੂੰ R ਤੋਂ P ਤੱਕ ਲੈ ਕੇ ਆਉਂਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਉਸ ਤੇ ਕੋਈ ਨੇਟ ਬੱਲ ਜਾਂ ਫੇਰ ਸੰਵੇਗ ਕੰਮ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ ਇਸ ਨੂੰ ਬਹੁਤ ਹੀ ਹੋਲੀ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਚਾਲ ਨਾਲ ਲਿਆਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ, ਬਾਹਰੀ ਬੱਲ ਵਲੋਂ ਆਵੇਸ਼ ਤੇ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕੰਮ ਬਿਜਲੀ ਬੱਲ ਵਲੋਂ ਕੀਤੇ ਗਏ ਕੰਮ ਦਾ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਅਤੇ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਾਲ ਚਾਰਜ q ਦੀ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸੰਚਿਤ ਹੋ ਜਾਣਾ ਹੈ। ਜੇਕਰ P ਤੇ ਪਹੁੰਚ ਕੇ ਬਾਹਰੀ ਬਲ ਨੂੰ ਹੱਟਾ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਬਾਹਰੀ ਬਲ ਚਾਰਜ q ਨੂੰ Q ਤੋਂ ਦੂਰ ਭੇਜ ਦੇਵੇਂਗਾ। P ਤੇ ਸੰਚਿਤ ਊਰਜਾ (ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ) ਚਾਰਜ q ਨੂੰ ਗਤਿ ਦੇਣ ਵਿੱਚ ਖਰਚ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਇਸ ਢੰਗ ਨਾਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਅਤੇ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦਾ ਜੋੜ ਸੰਰਖਿਅਤ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ।

ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਬਾਹਰੀ ਬਲ ਵਲੋਂ ਕਿਸੇ ਚਾਰਜ q ਨੂੰ ਬਿੰਦੂ R ਤੋਂ P ਤੱਕ ਲੈ ਜਾਣ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕੰਮ

$$W_{RP} = \int_R^P \mathbf{F}_{ext} \cdot d\mathbf{r}$$

$$= -\int_R^P \mathbf{F}_E \cdot d\mathbf{r} \qquad (2.1)$$

ਇਹ ਕਾਰਜ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਪ੍ਰਤਿਕਰਸ਼ੀ ਬਿਜਲੀ ਬਲ ਦੇ ਉਲਟ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸੰਚਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਤੇ q ਆਵੇਸ਼ ਦੇ ਕਿਸੇ ਕਣ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਪੱਕੀ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਕਣ ਤੇ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਇਹ ਕਾਰਜ ਇਸ ਦੀ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਵਿੱਚ ਇਨਾਂ ਵਾਧਾ ਕਰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ ਜੋ R ਅਤੇ P ਬਿੰਦੂਆਂ ਦੇ ਵਿਚਲੀ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ, ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਅੰਤਰ

$$\Delta U = U_P - U_R = W_{RP} \qquad (2.2)$$

(ਧਿਆਨ ਦਿਉ, ਇਥੇ ਇਹ ਵਿਸਥਾਪਣ ਬਿਜਲੀ ਬੱਲ ਦੇ ਵਿਪਰੀਤ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਵਲੋਂ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕਾਰਜ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੈ, ਮਤਲਬ $-W_{RP}$)

ਇਸ ਲਈ ਦੋ ਬਿੰਦੂਆਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਅੰਤਰ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ- ਕਿਸੇ ਆਰਬਿਟਰੈਰੀ (arbitrary) ਚਾਰਜ ਤਰਤੀਬ (configuration) ਦੇ ਬਿਜਲੀ ਬਲ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਇਹ ਅੰਤਰ, ਚਾਰਜ q ਨੂੰ ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਦੂਸਰੇ ਤੱਕ (ਬਿਨਾ ਸੰਵੇਗ ਕੀਤੇ) ਲੈ ਜਾਣ ਦੇ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਬਾਹਰੀ ਬਲ ਵੱਲੋਂ ਕੀਤੇ ਜਾਣ ਵਾਲੇ ਘੱਟ ਘੱਟ ਬਲ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਇਸ ਘਟਣਾਕ੍ਰਮ ਵਿੱਚ ਦੋ ਜ਼ਰੂਰੀ ਗੱਲਾਂ ਕੀਤੀਆਂ ਜਾ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ।

(i) ਸਮੀਕਰਣ (2.2) ਦਾ ਖੱਬਾ ਪਾਸਾ ਚਾਰਜ ਦੀ ਕੇਵਲ ਸ਼ੁਰੂਆਤੀ ਅਤੇ ਆਖਰੀ ਸਥਿਤੀ ਤੇ ਹੀ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸਦਾ ਮਤਲਬ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੀ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਵੱਲੋਂ ਕਿਸੇ ਚਾਰਜ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਨੂੰ ਇਕ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਦੂਸਰੇ ਬਿੰਦੂ ਤੱਕ ਲੈ ਜਾਣ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕੰਮ ਕੇਵਲ ਸ਼ੁਰੂਆਤੀ ਅਤੇ ਆਖਰੀ ਸਥਿਤੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ, ਉਸ ਪੱਥ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ ਜਿਸ ਤੋਂ ਹੋ ਕੇ ਉਹ ਚਾਰਜ ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਦੂਸਰੇ ਬਿੰਦੂ ਤੱਕ ਜਾਂਦਾ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 2.2)। ਇਹ ਕਿਸੇ ਸੁਰੱਖਿਅਤ ਬਲ ਦਾ ਮੁੱਢਲਾ ਸੁਭਾਅ ਹੈ। ਜੇਕਰ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕਾਰਜ ਪੱਥ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਹੋ ਜਾਏਗਾ ਤਾਂ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦੀ ਧਾਰਣਾ ਦਾ ਕੋਈ ਅਰਥ ਨਹੀਂ ਰਹੇਗਾ। ਕਿਸੀ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਵੱਲੋਂ ਕੀਤੇ ਗਏ ਕਾਰਜ ਦਾ ਪੱਥ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਾ ਹੋਣਾ ਕੂਲਮ (coulomb) ਦੇ ਨਿਯਮ ਤੋਂ ਸਿੱਧ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਦਾ ਸਬੂਤ ਅਸੀਂ ਇੱਥੇ ਛੱਡ ਦਿੰਦੇ ਹਾਂ।

(ii) ਸਮੀਕਰਣ (2.2) ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਅੰਤਰ ਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਨੂੰ ਭੌਤਿਕੀ ਦੇ ਨਿਯਮਾਂ ਅਨੁਸਾਰ ਇਕ ਅਰਥਪੂਰਣ ਰਾਸ਼ੀ ਕਾਰਜ ਦੇ ਪਦਾਂ ਵਿੱਚ ਦੱਸਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਸਪੱਸ਼ਟ ਹੈ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਕਿਸੀ ਜੋੜਾਤਮਕ ਸਥਿਰਅੰਕ ਦੇ ਅੰਤਰਗਤ ਅਨਿਸ਼ਚਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸਦਾ ਇਹ ਅਰਥ ਹੈ ਕਿ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦਾ ਵਾਸਤਵਿਕ ਮਾਨ ਭੌਤਿਕ ਰੂਪ ਵਿਚ ਮਹੱਤਵਪੂਰਣ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ; ਕੇਵਲ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦਾ ਅੰਤਰ ਹੀ ਮਹੱਤਵਪੂਰਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਹਮੇਸ਼ਾ ਹੀ ਕੋਈ ਆਰਬਿਟਰੇਰੀ (arbitrary) ਸਿਥਰਅੰਕ α ਹਰ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦੇ ਨਾਲ ਜੋੜ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਕਿਉਂਕੀ ਇਸ ਨਾਲ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਅੰਤਰ ਦੇ ਮਾਨ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਪਰਿਵਰਤਨ ਨਹੀਂ ਹੋਵੇਗਾ।

$$(U_P+\alpha)-(U_R+\alpha)=U_P-U_R$$

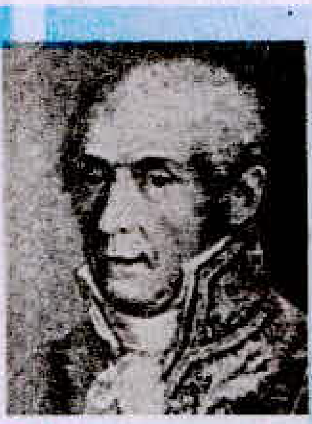
ਇਸ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵੀ ਦੱਸ ਸਕਦੇ ਹਾਂ : ਕਿ ਜਿੱਥੇ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਸਿਫਰ ਹੈ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਦੀ ਚੋਣ ਦੀ ਆਜ਼ਾਦੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇੱਕ ਸੁਵਿਧਾਜਨਕ ਚੋਣ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਅਸੀਂ ਅਨੰਤ ਤੇ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਨੂੰ ਸਿਫਰ ਮੰਨ ਲੈਂਦੇ ਹਾਂ। ਇਸ ਚੋਣ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਜੇਕਰ ਅਸੀਂ ਕਿਸੀ ਬਿੰਦੂ R ਨੂੰ ਅਨੰਤ ਤੇ ਮੰਨੀਏ, ਤਾਂ ਸਮੀਕਰਣ (2.2) ਤੋਂ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

$$W_{\infty P}=U_P-U_{\infty}=U_P \tag{2.3}$$

ਕਿਉਂਕਿ ਬਿੰਦੂ P ਆਰਬਿਟਰੇਰੀ (arbitrary) ਹੈ, ਸਮੀਕਰਣ (2.3) ਤੋਂ ਅਸੀਂ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਚਾਰਜ q ਦੀ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ (ਕਿਸੇ ਚਾਰਜ ਤਰਤੀਬ ਦੇ ਕਾਰਣ ਖੇਤਰ ਦੀ ਉਪਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ) ਬਾਹਰੀ ਬਲ (ਬਿਜਲੀ ਬਲ ਦੇ ਸਮਾਨ ਅਤੇ ਉਲਟ) ਵਲੋਂ ਚਾਰਜ q ਨੂੰ ਅਨੰਤ ਤੋਂ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੱਕ ਲੈ ਜਾਣ ਵਿੱਚ ਕੀਤੇ ਗਏ ਕਾਰਜ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

2.2 ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ
ELECTROSTATIC POTENTIAL

ਕਿਸੇ ਵਿਆਪਕ ਸਥਿਰ ਚਾਰਜ ਤਰਤੀਬ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ। ਅਸੀਂ ਕਿਸੇ ਟੇਸਟ ਚਾਰਜ q ਦੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਊਰਜਾ ਨੂੰ q ਤੇ ਕੀਤੇ ਗਏ ਕਾਰਜ ਦੇ ਪਦਾਂ ਵਿੱਚ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਸੀ। ਇਹ ਕਾਰਜ ਸਪਸ਼ਟ ਰੂਪ ਵਿੱਚ q ਦੇ ਸਮਾਨ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੈ, ਕਿਉਂਕਿ q ਤੇ ਕਿਸੇ ਵੀ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬੱਲ $q\mathbf{E}$ ਲਗਦਾ ਹੈ, ਜਿੱਥੇ $\mathbf{E}$ ਚਾਰਜ ਤਰਤੀਬ ਕਾਰਣ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਹੋਣ ਵਾਲਾ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਕੀਤੇ ਗਏ ਕਾਰਜ ਨੂੰ ਚਾਰਜ ਨਾਲ ਭਾਗ ਕਰਨਾ ਸੁਵਿਧਾਜਣਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਕਿਉਂਕਿ ਪਰਿਣਾਮ ਵਿੱਚ ਜੋ ਰਾਸ਼ੀ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਉਹ q ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦੀ। ਦੂਜੇ ਸ਼ਬਦਾਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤਿ ਯੂਨਿਟ ਟੈਸਟ ਚਾਰਜ ਤੇ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕਾਰਜ ਚਾਰਜ ਤਰਤੀਬ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਮੁੱਢਲਾ ਗੁਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤੋਂ ਸਾਨੂੰ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਚਾਰਜ ਤਰਤੀਬ ਦੇ ਕਾਰਨ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਦੀ ਜਾਣਕਾਰੀ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।



ਕਾਊਂਟ ਅਲੈਸੈਂਨਡਰੋ ਵੋਲਟਾ (1745-1827)
(Count Alessandro Volta) ਇਟਾਲਿਅਨ ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਆਨੀ, ਪਾਵਿਆ (Pavia) ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ ਸੀ। ਵੋਲਟਾ ਨੇ ਇਹ ਸਿੱਧ ਕੀਤਾ ਕਿ ਲੂਇਗੀ ਗੈਲਵਨੀ (1937–1798) ਵੱਲੋਂ ਦੋ ਵਖਰੀਆਂ ਧਾਤਾਂ ਦੇ ਸੰਪਰਕ ਵਿੱਚ ਡੱਡੂ ਦੀਆਂ ਮਾਸਪੇਸ਼ੀਆ ਦੇ ਟਿਸ਼ੂ ਵਿੱਚ ਦਿਖਾਈ ਗਈ ਜੈਵਿਕ ਬਿਜਲੀ ਜੈਵਿਕ ਟਿਸ਼ੂ ਦਾ ਕੋਈ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਗੁਣ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਇਹ ਉਦੋਂ ਵੀ ਪੈਦਾ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕੋਈ ਗਿੱਲੀ ਵਸਤੂ ਦੋ ਅਸਮਾਨ ਧਾਤੂਆਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਰੱਖੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਨਾਲ ਉਨ੍ਹਾਂ ਨੇ ਪਹਿਲੇ ਵੋਲਟਾਇਕ ਪਾਈਲ (Pile), ਜਾਂ ਬੈਟਰੀ ਦਾ ਵਿਕਾਸ ਕੀਤਾ, ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਧਾਤੂ ਦੀਆਂ ਡਿੱਸਕਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਗੱਤੇ ਦੀਆਂ ਗਿੱਲੀਆਂ ਡਿਸਕਾਂ ਰੱਖ ਕੇ ਇੱਕ ਵੱਡਾ ਪੁੰਜ ਬਣਾਇਆ ਗਿਆ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

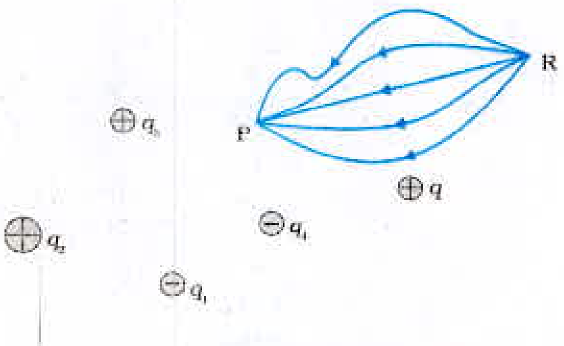
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਸਮੀਕਰਣ 2.1 ਤੋਂ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ :

ਬਾਹਰੀ ਬੱਲ ਵੱਲੋਂ ਕਿਸੇ ਯੂਨਿਟ ਧਨਚਾਰਜ ਨੂੰ ਬਿੰਦੂ R ਤੋਂ P ਤੱਕ ਲਿਆਉਣ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕਾਰਜ

$$= V_P - V_R \left(= \frac{U_P - U_R}{q} \right) \qquad (2.4)$$

ਇਥੇ V_P ਅਤੇ V_R ਬਿੰਦੂ P ਅਤੇ R ਤੇ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਹੈ। ਧਿਆਨ ਦਿਉ ਕਿ ਇਥੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਦਾ ਅਸਲ ਮੁੱਲ ਉਨਾਂ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਨਹੀਂ ਹੈ ਜਿਨਾਂ ਕਿ ਭੌਤਿਕ ਨਿਯਮਾਂ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਹੈ। ਜੇਕਰ ਪਹਿਲੇ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਅਸੀਂ ਅਨੰਤ ਤੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਸਿਫ਼ਰ ਮਨ ਲਈਏ ਤਾਂ ਸਮੀਕਰਨ (2.4) ਤੋਂ ਇਹ ਪਤਾ ਲੱਗਦਾ ਹੈ ਕਿ-



ਚਿੱਤਰ 2.2 ਕਿਸੇ ਚਾਰਜ ਤਰਤੀਬ ਦੇ ਕਾਰਣ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਵੱਲੋਂ ਟੈਸਟ ਚਾਰਜ *q* ਤੇ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕਾਰਜ ਪੱਥ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ, ਇਹ ਕੇਵਲ ਅੰਤਿਮ ਅਤੇ ਆਰੰਭਿਕ ਸਥਿਤਿਆਂ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ।

ਬਾਹਰੀ ਬਲ ਦੁਆਰਾ ਕਿਸੇ ਯੂਨਿਟ ਧਨਚਾਰਜ ਨੂੰ ਅਨੰਤ ਤੋਂ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੱਕ ਲਿਆਉਣ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕਾਰਜ = ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ (V)।

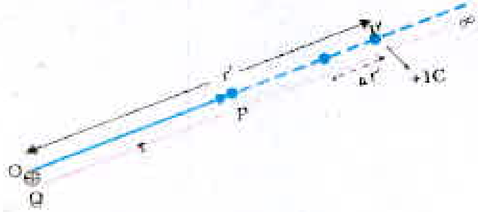
ਦੂਸਰੇ ਸ਼ਬਦਾਂ ਵਿੱਚ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਪ੍ਰਦੇਸ਼ ਦੇ ਕਿਸੀ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ (V) ਉਹ ਘਟ ਘੱਟ ਕਾਰਜ ਹੈ ਜੋ ਕਿਸੇ ਯੂਨਿਟ ਧਨਚਾਰਜ ਨੂੰ ਅਨੰਤ ਤੋਂ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੱਕ ਲਿਆਉਣ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਸਥਿਤਿਜ ਉਰਜਾ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਪਹਿਲਾਂ ਕੀਤੀ ਗਈ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਟਿਪਣੀ ਪੁਟੈਂਸਲ ਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਤੇ ਵੀ ਲਾਗੂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਪ੍ਰਤਿ ਯੂਨਿਟ ਟੈਸਟ ਚਾਰਜ ਤੇ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕਾਰਜ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ, ਅਸੀਂ ਬਹੁਤ-ਬਹੁਤ-ਬਹੁਤ ਛੋਟਾ (infinitesimally small) ਟੈਸਟ ਆਵੇਸ਼ δq ਲੈਂਣਾ ਹੈ, ਇਸ ਨੂੰ ਅਨੰਤ ਤੋਂ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੱਕ ਲਿਉਣ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕਾਰਜ δW ਪਤਾ ਕਰਕੇ $\delta W/\delta q$ ਦਾ ਅਨੁਮਾਨ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕਰਨਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਨਾਲ ਹੀ ਪੱਥ ਦੇ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਲਗਣ ਵਾਲਾ ਬਾਹਰੀ ਬੱਲ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਰੱਖੇ ਟੈਸਟ ਚਾਰਜ ਤੇ ਲਗਣ ਵਾਲੇ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਬਲ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਅਤੇ ਉਲਟ ਹੋਣਾ ਚਾਹਿਦਾ ਹੈ।

2.3 ਬਿੰਦੂ ਆਵੇਸ਼ ਦੇ ਕਾਰਣ ਪੁਟੈਂਸਲ

POTENTIAL DUE TO A POINT CHARGE

ਮੂਲ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਸਥਿਤ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜ Q ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ (ਚਿੱਤਰ 2.3)। ਸਪਸ਼ਟਤਾ ਦੇ ਲਈ Q ਨੂੰ ਧਨਾਤਮਕ ਮੰਨ ਲੈਂਦੇ ਹਾਂ। ਅਸੀਂ ਬਿੰਦੂ P ਤੇ ਜਿਸ ਦਾ ਪੋਜਿਸ਼ਨ ਸਦਿਸ਼ **r** ਹੈ ਪੁਟੈਂਸਲ ਪਤਾ ਕਰਨਾ ਚਾਹੁੰਦੇ ਹਾਂ। ਇਸ ਦੇ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਯੂਨਿਟ ਧਨਚਾਰਜ ਨੂੰ ਅਨੰਤ ਤੋਂ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਲਿਆਉਣ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕਾਰਜ ਪਤਾ ਕਰਨਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ $Q > 0$ ਤਾਂ, ਪ੍ਰਤਿਕਰਸ਼ੀ ਬਲ ਵਲੋਂ ਟੈਸਟ ਆਵੇਸ਼ ਤੇ ਕੀਤਾ ਕਾਰਜ ਧਨਾਤਮਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕਾਰਜ ਪੱਥ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ, ਅਸੀਂ ਅਨੰਤ ਤੋਂ ਬਿੰਦੂ P ਤੱਕ ਰੇਡਿਅਲ (radial) ਦਿਸ਼ਾ ਵੱਲ ਇੱਕ ਸੁਵਿਧਾਜਨਕ ਪੱਥ ਚੁਣਦੇ ਹਾਂ। ਪੱਥ ਦੇ ਕਿਸੇ ਵਿਚਲੇ ਬਿੰਦੂ P′ ਤੇ, ਕਿਸੇ ਯੂਨਿਟ ਧਨਚਾਰਜ ਤੇ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਬਲ



ਚਿੱਤਰ 2.3 ਚਾਰਜ Q ਦੇ ਕਾਰਣ ਬਿੰਦੂ P ਤੇ ਪੁਅਟੈਂਸਲ, ਚਾਰਜ Q ($Q > 0$) ਦੇ ਪ੍ਰਤਿਕਰਸ਼ੀ ਬੱਲ ਦੇ ਉਲਟ ਯੂਨਿਟ ਧਨਾਤਮਕ ਟੈਸਟ ਚਾਰਜ ਨੂੰ ਅਨੰਤ ਤੋਂ ਬਿੰਦੂ P ਤੇ ਲਿਉਣ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕਾਰਜ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

$$\frac{Q \times 1}{4\pi\varepsilon_0 r'^2}\hat{\mathbf{r}}' \qquad (2.5)$$

ਜਿਥੇ $\hat{\mathbf{r}}'$, OP′ ਵੱਲ ਇੱਕ ਯੂਨਿਟ ਸਦਿਸ਼ ਹੈ, $\hat{\mathbf{r}}'$ ਤੋਂ $\mathbf{r}' + \Delta\mathbf{r}'$ ਤੱਕ ਯੂਨਿਟ ਧਨਚਾਰਜ ਨੂੰ ਲੈ ਜਾਣ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕਾਰਜ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

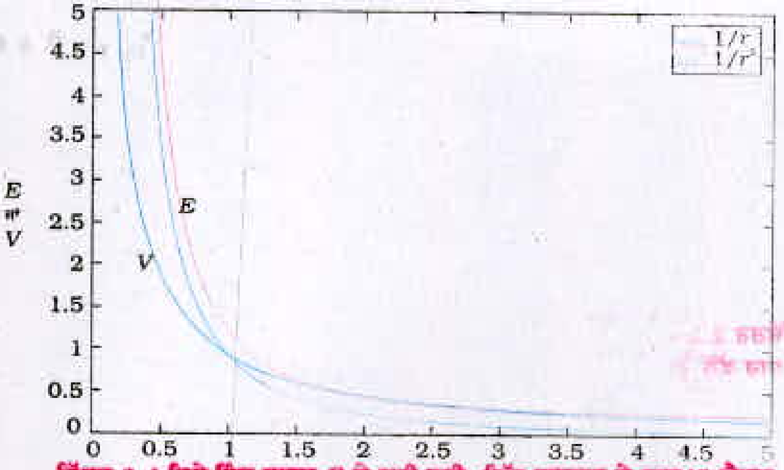
$$\Delta W = -\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r'^2}\Delta r' \qquad (2.6)$$

ਇਥੇ ਰਿਣਾਤਮਕ ਨਿਸ਼ਾਨ ਇਹ ਦਿਖਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ $\Delta r' < 0$ ਅਤੇ ΔW ਧਨਾਤਮਕ ਹੈ। ਸਮੀਕਰਣ (2.6) ਨੂੰ $r' = \infty$ ਤੋਂ $r' = r$ ਤਕ ਇੰਟੇਗ੍ਰੇਟ (Integrate) ਕਰਨ ਤੇ ਬਾਹਰੀ ਬਲ ਵੱਲੋਂ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕੁੱਲ ਕਾਰਜ (W) ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ।

$$W = -\int_{\infty}^{r} \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r'^2} dr' = \left.\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r'}\right|_{\infty}^{r} = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r} \qquad (2.7)$$

ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਇਹ ਚਾਰਜ Q ਦੇ ਕਾਰਨ P ਤੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਹੈ ਇਸਲਈ

$$V(r) = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r} \qquad (2.8)$$



ਚਿੱਤਰ 2.4 ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜ Q ਦੇ ਲਈ ਦੂਰੀ r ਵਿੱਚ ਬਦਲਾਵ ਦੇ ਨਾਲ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਵਿੱਚ ਬਦਲਾਵ [$(Q/4\pi\varepsilon_0)$ m^{-1} ਦੇ ਮਾਤਰਕਾ ਵਿੱਚ] (ਨੀਲਾ ਪੱਧ) ਅਤੇ ਦੂਰੀ r ਵਿੱਚ ਬਦਲਾਵ ਦੇ ਨਾਲ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ [$(Q/4\pi\varepsilon_0)$ m^{-2} ਦੇ ਮਾਤਰਕਾ ਵਿੱਚ] (ਕਾਲਾ ਪੱਧ)

ਸਮੀਕਰਣ (2.8) Q ਦੇ ਕਿਸੇ ਵੀ ਨਿਸ਼ਾਨ ਲਈ ਸਹੀ ਹੈ, ਪਰ ਇਸ ਨਤੀਜੇ ਤੇ ਪਹੁੰਚਣ ਲਈ ਅਸੀਂ ਮੰਨਿਆ ਹੈ ਕਿ $Q > 0$ ਜੇਕਰ $Q < 0$ ਤਾਂ $V < 0$, ਮਤਲਬ ਕੀ ਯੂਨਿਟ ਧਨਾਤਮਕ ਟੈਸਟ ਚਾਰਜ ਨੂੰ ਅਨੰਤ ਤੋਂ ਬਿੰਦੂ ਤੱਕ ਲਿਉਣ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕਾਰਜ (ਬਾਹਰੀ ਬੱਲ ਦੁਆਰਾ) ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵੀ ਕਹਿ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਯੂਨਿਟ ਧਨ ਚਾਰਜ ਨੂੰ ਅਨੰਤ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ P ਤੱਕ ਲਿਆਉਣ ਵਿੱਚ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਬਲ ਵੱਲੋਂ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕਾਰਜ ਧਨਾਤਮਕ ਹੈ। ਇਹ ਅਜਿਹਾ ਹੈ ਜਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਸ ਨੂੰ ਹੋਣਾ ਚਾਹਿਦਾ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ $Q < 0$ ਦੇ ਲਈ ਯੂਨਿਟ ਧਨ ਟੈਸਟ ਚਾਰਜ ਤੇ ਬਲ ਆਕਰਸ਼ੀ ਹੈ, ਇਸਲਈ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਬਲ ਅਤੇ ਵਿਸਥਾਪਨ (ਅਨੰਤ ਤੋਂ P ਤੱਕ) ਦੋਨੋਂ ਇੱਕ ਹੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹਨ। ਅੰਤ ਵਿੱਚ ਜੇਕਰ ਅਸੀਂ ਸਮੀਕਰਣ 2.8 ਤੇ ਧਿਆਨ ਦੇਈਏ, ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਪਤਾ ਲਗ ਜਾਵੇਗਾ ਕਿ ਇਹ ਸਮੀਕਰਣ ਸਾਡੀ ਉਸ ਚੋਣ ਨਾਲ ਮੇਲ ਖਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਅਨੰਤ ਤੇ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਨੂੰ ਸਿਫਰ ਮੰਨਦੇ ਹਾਂ।

ਚਿੱਤਰ 2.4 ਵਿੱਚ ਇਹ ਦਰਸ਼ਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ($\propto 1/r$) ਅਤੇ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ($\propto 1/r^2$) ਦੂਰੀ r ਦੇ ਨਾਲ ਬਦਲਦੇ ਹਨ।

ਉਦਾਹਰਣ 2.1

(a) ਚਾਰਜ 4×10^{7} C ਦੇ ਕਾਰਨ ਇਸ ਤੋਂ 9 cm ਦੂਰੀ ਤੇ ਸਥਿਤ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ P ਤੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਪਤਾ ਕਰੋ।

(b) ਹੁਣ, ਚਾਰਜ 2×10^{9} C ਨੂੰ ਅਨੰਤ ਤੋਂ ਬਿੰਦੂ P ਤੱਕ ਲਿਆਉਣ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕਾਰਜ ਪਤਾ ਕਰੋ। ਕਿ ਉੱਤਰ ਇਸ ਗੱਲ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਚਾਰਜ ਨੂੰ ਕਿਸ ਪੱਥ ਤੇ ਲਿਆਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।

ਉੱਤਰ—

(a) $V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r} = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \times \frac{4 \times 10^{-7}\text{ C}}{0.09 \text{ m}} = 4 \times 10^4 \text{ V}$

(b) $W = qV = 2 \times 10^{-9}\text{C} \times 4 \times 10^4\text{V} = 8 \times 10^{-5}$ J

ਨਹੀਂ ਕਾਰਜ ਪੱਥ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰੇਗਾ। ਕੋਈ ਵੀ ਆਰਬਿਟਰੇਰੀ ਇਨਫਿਨਟੇਸਮਲ (arbitrary Infinitesimal) ਪੱਥ ਦੇ ਲੰਬ ਵਿਸਥਾਪਨਾਂ ਵਿਚ (Resolve) ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਕ r ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਅਤੇ ਦੂਸਰਾ r ਦੇ ਲੰਬ। ਬਾਅਦ ਦੇ ਹਿੱਸੇ ਲਈ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕਾਰਜ ਸਿਫ਼ਰ ਹੋਵੇਗਾ।

ਉਦਾਹਰਣ 2.1

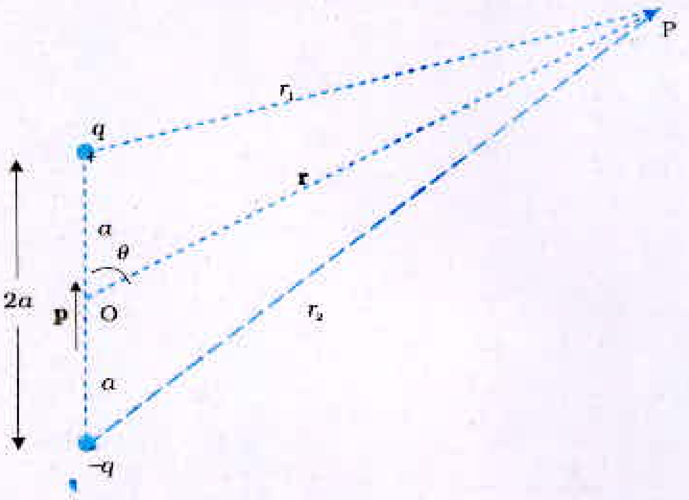
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

2.4 ਬਿਜਲੀ ਡਾਇਪੋਲ ਦੇ ਕਾਰਣ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ

POTENTIAL DUE TO AN ELECTRIC DIPOLE

ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਅਸੀਂ ਪਿਛਲੇ ਅਧਿਆਇ ਵਿੱਚ ਜਾਣ ਚੁਕੇ ਹਾਂ ਕਿ ਬਿਜਲੀ ਡਾਇਪੋਲ (Dipole) ਦੋ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜਾ q ਅਤੇ q ਤੋਂ ਮਿੱਲਕੇ ਬਣਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਨ੍ਹਾਂ ਚਾਰਜਾ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੂਰੀ $2a$ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਦਾ ਕੁੱਲ ਚਾਰਜ ਸਿਫ਼ਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਦੋ ਧਰੁਵ ਸਦਿਸ਼ **p** ਜਿਸਦਾ ਪਰਿਮਾਣ $q \times 2a$ ਅਤੇ ਦਿਸ਼ਾ q ਤੋਂ q ਵੱਲ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਮੁੱਢਲੇ ਗੁਣ ਨਾਲ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 2.5)। ਅਸੀਂ ਇਹ ਵੀ ਦੇਖਿਆ ਹੈ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਿਜਲੀ ਦੋ ਧਰੁਵ ਦਾ ਪੋਜਿਸ਼ਨ ਸਦਿਸ਼ $\vec{\mathbf{r}}$ ਸਹਿਤ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਸਿਰਫ਼ **r** ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ ਤੇ ਹੀ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ। ਪਰ $\vec{\mathbf{r}}$ ਅਤੇ $\vec{\mathbf{p}}$ ਦੇ ਵਿਚਲੇ ਕੋਣ ਤੇ ਵੀ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਨਾਲ ਹੀ ਵੱਧ ਦੂਰੀਆਂ ਤੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ $1/r^2$ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਨਹੀਂ ਘਟਦਾ (ਜੋ ਯੂਨਿਟ ਆਵੇਸ਼ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਲਈ ਹੈ) ਬਲਕਿ $1/r^3$ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਘੱਟਦੀ ਹੈ। ਇਥੇ ਅਸੀਂ ਦੋ ਧਰੁਵ ਦੇ ਕਾਰਣ ਬਿਜਲੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਦਾ ਪਤਾ ਕਰਾਂਗੇ ਅਤੇ ਇਸ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਇਕ ਆਵੇਸ਼ ਦੇ ਕਾਰਣ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਨਾਲ ਕਰਾਂਗੇ।



ਚਿੱਤਰ 2.5- ਦੋ ਧਰੁਵ ਦੇ ਕਾਰਣ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਦੀ ਗਣਨਾ ਦੇ ਵਿੱਚ ਸ਼ਾਮਿਲ ਰਾਸ਼ੀਆਂ

ਪਹਿਲੇ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਅਸੀਂ, ਦੋ ਧਰੁਵ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਨੂੰ ਮੂਲ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਰੱਖਦੇ ਹਾਂ। ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਉੱਪਰ ਸਥਾਪਨ ਸਿਧਾਂਤ (superposition principle) ਦਾ ਪਾਲਣ ਕਰਦੇ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਪੁਟੈਸ਼ਲ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਵਲੋਂ ਕੀਤੇ ਗਏ ਕਾਰਜ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਹੈ, ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਪੁਟੈਂਸਲ ਵੀ ਉਪਰ-ਸਥਾਪਨ ਸਿਧਾਂਤ ਦਾ ਪਾਲਣ ਕਰਦਾ ਹੈ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਿਸੇ ਬਿਜਲੀ ਦੋ ਧਰੁਵ ਦੇ ਕਾਰਣ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ q ਅਤੇ $-q$ ਦੇ ਕਾਰਣ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਦਾ ਯੋਗ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

$$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{q}{r_1} - \frac{q}{r_2}\right) \tag{2.9}$$

ਇਥੇ r_1 ਅਤੇ r_2 ਬਿੰਦੂ P ਤੋਂ q ਅਤੇ q. ਤੋਂ ਦੂਰੀਆਂ ਹਨ। ਹੁਣ ਜਿਆਮਤੀ (Geometry) ਤੋਂ

$$r_1^2 = r^2 + a^2 - 2ar\cos\theta$$

$$r_2^2 = r^2 + a^2 + 2ar\cos\theta \tag{2.10}$$

ਅਸੀਂ r ਨੂੰ a ਦੇ ਮੁਕਾਬਲੇ ਬਹੁਤ ਵੱਡਾ ($r \equiv a$) ਮੰਨਦੇ ਹਾਂ ਅਤੇ ਕੇਵਲ a/r ਦੇ ਪਹਿਲੇ ਕੋਟਿ ਦੇ ਪਦਾਂ ਨੂੰ ਹੀ ਸ਼ਾਮਿਲ ਕਰਦੇ ਹਾਂ :

$$r_1^2 = r^2\left(1 - \frac{2a\cos\theta}{r} + \frac{a^2}{r^2}\right)$$

$$\cong r^2\left(1 - \frac{2a\cos\theta}{r}\right) \tag{2.11}$$

ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ

$$r_2^2 \cong r^2\left(1 + \frac{2a\cos\theta}{r}\right) \tag{2.12}$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਬਾਇਨੋਮੀਅਲ ਥਿਓਰਮ (Binomial Theorem) ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰਕੇ a/r ਦੇ ਪਹਿਲੀ ਕੋਟਿ ਦੇ ਪਦਾਂ ਨੂੰ ਸ਼ਾਮਿਲ ਕਰਨ ਤੇ

$$\frac{1}{r_1} \cong \frac{1}{r}\left(1 - \frac{2a\cos\theta}{r}\right)^{-1/2} \cong \frac{1}{r}\left(1 + \frac{a}{r}\cos\theta\right) \qquad [2.13(a)]$$

$$\frac{1}{r_2} \cong \frac{1}{r}\left(1 + \frac{2a\cos\theta}{r}\right)^{-1/2} \cong \frac{1}{r}\left(1 - \frac{a}{r}\cos\theta\right) \qquad [2.13(b)]$$

ਸਮੀਕਰਣ (2.9) ਅਤੇ (2.13) ਅਤੇ $p = 2qa$ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਨ ਤੇ,

$$V = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\frac{2a\cos\theta}{r^2} = \frac{p\cos\theta}{4\pi\varepsilon_0 r^2} \qquad (2.14)$$

ਅਤੇ $p\cos\theta = \mathbf{p}\ \mathbf{r}$

ਜਿੱਥੇ $\hat{\mathbf{r}}$. **OP** ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵੱਲ ਯੂਨਿਟ ਸਦਿਸ਼ ਹੈ। ਤਾਂ ਕਿਸੇ ਦੋਧਰੁਵ ਦਾ ਬਿਜਲੀ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ

$$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\mathbf{p}\cdot\hat{\mathbf{r}}}{r^2}; \qquad (r >> a) \qquad (2.15)$$

ਜਿਦਾਂ ਕਿ ਇਸ਼ਾਰਾ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ, ਸਮੀਕਰਣ (2.15) ਕੇਵਲ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੂਰੀਆਂ ਦੇ ਲਈ ਹੈ ਜੋ ਦੋ ਧਰੁਵ ਦੇ ਅਕਾਰ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਵੱਡੀ ਹੈ। ਜਿਸਦੇ ਕਾਰਣ a/r ਦੇ ਵੱਡੀ ਸ਼ਕਤੀ ਦੇ ਪਦਾਂ ਨੂੰ ਨਿਗੂਣਾ ਮੰਨ ਕੇ ਛੱਡ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਦੋ ਧਰੁਵ **p** ਦੇ ਲਈ ਜੋ ਮੂਲ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਹੈ ਸਮੀਕਰਣ (2.15) ਸੱਚ ਹੈ।

ਸਮੀਕਰਣ (2.15) ਤੋਂ ਦੋ ਧਰੁਵੀ ਧੁਰੇ ($\theta = 0, \pi$) ਤੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

$$V = \pm \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{p}{r^2} \qquad (2.16)$$

(ਧਨਾਤਮਕ ਚਿੰਨ੍ਹ $\theta = 0$ ਦੇ ਲਈ ਅਤੇ ਰਿਣਾਤਮਕ ਚਿੰਨ੍ਹ $\theta = \pi$ ਦੇ ਲਈ ਹੈ)। ਇਕੁਟੋਰਿਅਲ (Equatorial) ਸਮਤਲ ($\theta = \pi/2$) ਦੇ ਲਈ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਸਿਫ਼ਰ ਹੈ।

ਕਿਸੇ ਦੋ ਧਰੁਵ ਦੇ ਬਿਜਲੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅਤੇ ਯੂਨਿਟ ਆਵੇਸ਼ ਦੇ ਬਿਜਲੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਦੇ ਤੁਲਨਾਤਮਕ ਮਹੱਤਵਪੂਨ ਗੁਣ ਸਮੀਕਰਣਾਂ (2.8) ਅਤੇ (2.15) ਤੋਂ ਸਪਸ਼ਟ ਹਨ।

(i) ਕਿਸੇ ਬਿਜਲੀ ਦੋ ਧਰੁਵ ਦੇ ਕਾਰਣ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਕੇਵਲ ਦੂਰੀ **r** ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ, ਬਲਕਿ ਸਥਿਤੀ (position) ਸਦਿਸ਼ **r** ਅਤੇ ਦੋ ਧਰੁਵ **P** ਦੇ ਵਿਚਲੇ ਕੋਣ ਤੇ ਵੀ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। (ਫਿਰ ਵੀ ਇਹ **P** ਦੇ ਐਕਸ਼ੀਅਲੀ (axially) ਸਮਰੂਪਿਤ (symmetric) ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਜੇਕਰ ਤੁਸੀਂ **p** ਦੇ ਆਲੇ ਦੁਆਲੇ ਪੋਜਿਸ਼ਨ ਸਦਿਸ਼ **r** , θ ਸਥਿਰ ਰੱਖਦੇ ਹੋਏ ਘੁੰਮਦੇ ਹੋ, ਤਾਂ ਬਿੰਦੂ **p** ਦੇ ਅਨੁਸਾਰੀ (corresponding) ਘੁੰਮਣ ਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਬਣੇ ਸ਼ੰਕੂ ਦੇ ਬਿੰਦੂਆਂ ਤੇ ਉਹੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਹੋਵੇਗਾ ਜੋ ਬਿੰਦੂ **p** ਤੇ ਹੈ।

(ii) ਜ਼ਿਆਦਾ ਦੂਰਿਆ ਤੇ ਬਿਜਲੀ ਦੋ ਧਰੁਵ ਦੇ ਕਾਰਣ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ $1/r^2$ ਦੇ ਅਨੁਪਾਤ ਵਿੱਚ ਘੱਟਦਾ ਹੈ, ਨਾ ਕਿ $1/r$ ਦੇ ਅਨੁਪਾਤ ਵਿੱਚ, ਜੋ ਕਿ ਯੂਨਿਟ ਆਵੇਸ਼ ਦੇ ਕਾਰਣ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਦਾ ਇੱਕ ਮੁੱਢਲਾ ਗੁਣ ਹੈ। (ਇਸਦੇ ਲਈ ਅਸੀਂ ਚਿੱਤਰ 2.4 ਵਿੱਚ ਦਿਖਾਏ **r** ਤੇ $1/r^2$ ਅਤੇ $1/r$ ਤੇ **r** ਦੇ ਵਿੱਚ ਪੱਥਾਂ ਦਾ ਜ਼ਿਕਰ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਹੋਰ ਕੰਮ ਲਈ ਖਿਚਿਆ ਗਿਆ ਸੀ।

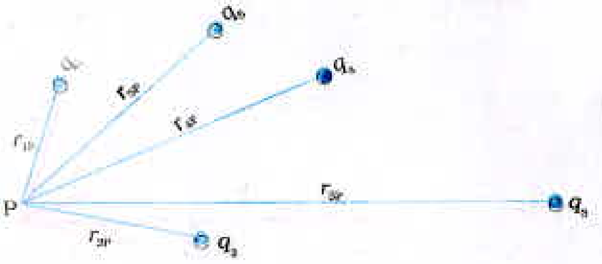
2.5 ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਸਿਸਟਮ ਦੇ ਕਾਰਣ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ

POTENTIAL DUE TO A SYSTEM OF CHARGES

ਕਿਸੇ ਚਾਰਜਾਂ $q_1, q_2, ..., q_n$ ਦੇ ਅਜਿਹੇ ਸਿਸਟਮ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਕਿਸੇ ਮੂਲ ਬਿੰਦੂ ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਪੋਜਿਸ਼ਨ ਸਦਿਸ਼ $\mathbf{r}_1, \mathbf{r}_2, ..., \mathbf{r}_n$ ਹੋਣ (ਚਿੱਤਰ (2.6)) ਬਿੰਦੂ P ਤੇ ਚਾਰਜ q_1 ਦੇ ਕਾਰਣ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com



ਚਿੱਤਰ 2.6— ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਸਿਸਟਮ ਦੇ ਕਾਰਣ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਇਕਲੇ ਇਕਲੇ ਚਾਰਜ ਦੇ ਕਾਰਣ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲਾ ਦੇ ਜੋੜ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

$$V_1 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1}{r_{1P}}$$

ਇਥੇ r_{1P} ਬਿੰਦੂ P ਅਤੇ ਚਾਰਜ q_1 ਦੇ ਵਿਚਲੀ ਦੂਰੀ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਬਿੰਦੂ P ਤੇ ਚਾਰਜ q_2 ਦੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ V_2 ਅਤੇ q_3 ਦੇ ਕਾਰਣ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ V_3 ਨੂੰ ਲਿਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ।

$$V_2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_2}{r_{2P}}, \; V_3 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_3}{r_{3P}}$$

ਜਿੱਥੇ r_{2P} ਅਤੇ r_{3P} ਬਿੰਦੂ P ਦੀਆਂ ਪਰਸਪਰ q_2 ਅਤੇ q_3 ਤੋਂ ਦੂਰੀਆਂ ਹਨ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਅਸੀਂ ਹੋਰ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿੰਦੂ P ਤੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਲਿੱਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਉੱਪਰ ਸਥਾਪਣ ਸਿਧਾਂਤ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਸਾਰੀ ਚਾਰਜ ਤਰਤੀਬ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿੰਦੂ P ਤੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ V, ਤਰਤੀਬ ਦੇ ਇਕਲੇ-ਇਕਲੇ ਚਾਰਜ ਦੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਦੇ ਬੀਜਗਣਿਤਿਕ ਜੋੜ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੋਵੇਗਾ।

$$V = V_1 + V_2 + \ldots + V_n \qquad (2.17)$$

$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{q_1}{r_{1P}} + \frac{q_2}{r_{2P}} + \ldots\ldots + \frac{q_n}{r_{nP}}\right) \qquad (2.18)$$

ਜੇਕਰ ਸਾਡੇ ਕੋਲ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ 'ρ' ਦੇ ਮੁੱਢਲੇ ਗੁਣ ਦਾ ਕੋਈ ਨਿਰੰਤਰ (continuous) ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਣ ਹੈ ਤਾਂ ਪਹਿਲਾਂ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਉਸ ਨੂੰ ਅਸੀਂ Δv ਅਕਾਰ ਦੇ ਅਤੇ $\rho\Delta v$ ਚਾਰਜ ਦੇ ਛੋਟੇ ਛੋਟੇ ਆਇਤਨ ਅੰਸ਼ਾਂ ਵਿੱਚ ਵੰਡ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਫਿਰ ਅਸੀਂ ਹਰੇਕ ਆਇਤਨ ਚਾਰਜ ਕਾਰਣ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕਰਕੇ ਅਤੇ ਸਾਰੇ ਅੰਸ਼ਾਂ ਦਾ ਜੋੜ ਕਰਕੇ (ਸਹੀ ਸ਼ਬਦਾਂ ਵਿੱਚ ਸਮਾਕਲਨ (Integrate) ਕਰਕੇ) ਸਾਰੀ ਚਾਰਜ ਤਰਤੀਬ ਕਰਕੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਪਤਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ।

ਅਸੀਂ ਅਧਿਆਇ 1 ਵਿੱਚ ਦੇਖਿਆ ਹੈ ਕਿ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਆਵੇਸ਼ਿਤ ਗੋਲ ਖੋਲ ਦੇ ਕਾਰਣ ਕਿਸੇ ਬਾਹਰੀ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਮੰਨ ਲਉ ਖੋਲ ਦਾ ਸਾਰਾ ਚਾਰਜ ਉਸ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੇ ਕੇਂਦਰਿਤ ਹੈ। ਇਸਲਈ ਖੋਲ ਦੇ ਬਾਹਰ ਸਥਿਤ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਚਾਰਜਿਤ ਖੋਲ ਦੇ ਕਾਰਨ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ

$$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r} \quad (r \geq R) \qquad [2.19(a)]$$

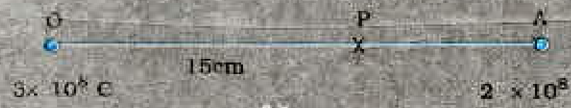
ਇਥੇ q ਗੋਲ ਖੋਲ ਤੇ ਸਾਰਾ ਚਾਰਜ ਅਤੇ R ਗੋਲ ਖੋਲ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਹੈ। ਖੋਲ ਦੇ ਅੰਦਰ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਸਿਫ਼ਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤੋਂ ਇਹ ਪਤਾ ਲੱਗਦਾ ਹੈ (ਦੇਖੋ ਅਨੁਭਾਗ 2.6) ਕਿ ਖੋਲ ਦੇ ਅੰਦਰ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਸਥਿਰ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ (ਕਿਉਂਕਿ ਖੋਲ ਦੇ ਅੰਦਰ ਚਾਰਜ ਨੂੰ ਗਤਿ ਕਰਵਾਉਣ ਨਾਲ ਕੋਈ ਕਾਰਜ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ) ਇਸਲਈ ਇਹ ਖੋਲ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਦੇ ਸਮਾਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

$$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{R} \qquad [2.19(b)]$$

ਉਦਾਹਰਣ 2.2

ਉਦਾਹਰਣ 2.2— ਦੋ ਚਾਰਜ 3×10^{-8} C ਅਤੇ 2×10^{-8} ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਤੋਂ 15 cm ਦੂਰੀ ਤੇ ਰੱਖੇ ਹੋ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੋਵਾਂ ਚਾਰਜਾਂ ਨੂੰ ਮਿਲਾਉਣ ਵਾਲੀ ਰੇਖਾ ਦੇ ਕਿਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਿਜਲੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਸਿਫ਼ਰ ਹੈ। ਅਨੰਤ ਤੇ ਬਿਜਲੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਸਿਫ਼ਰ ਲਵੋ।

ਹੱਲ— ਮੰਨ ਲਉ ਧਨ ਚਾਰਜ ਮੂਲ ਬਿੰਦੂ O ਤੇ ਰੱਖਿਆ ਹੈ। ਦੋਨਾਂ ਚਾਰਜਾਂ ਨੂੰ ਮਿਲਾਉਣ ਵਾਲੀ ਰੇਖਾ x ਧੁਰਾ ਹੈ। ਅਤੇ ਰਿਣਚਾਰਜ ਮੂਲ ਬਿੰਦੂ ਦੇ ਖਬੇ ਪਾਸੇ ਪਿਆ ਹੈ। (ਚਿੱਤਰ 2.7)



ਚਿੱਤਰ 2.7

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਮੰਨ ਲਉ x ਧੁਰੇ ਤੇ ਉਹ ਲੋੜੀਂਦਾ ਬਿੰਦੂ P ਹੈ ਜਿਥੇ ਬਿਜਲੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਸਿਫ਼ਰ ਹੈ। ਜੇਕਰ ਬਿੰਦੂ P ਦਾ x ਨਿਰਦੇਸ਼ਅੰਕ x ਹੈ, ਤੇ ਸਪਸ਼ਟ ਰੂਪ ਵਿੱਚ x ਧਨਾਤਮਕ ਹੋਣਾ ਚਾਹਿਦਾ ਹੈ। ($x < 0$ ਦੇ ਲਈ ਇਹ ਸੰਭਵ ਨਹੀਂ ਹੋ ਸਕਦਾ ਕਿ ਦੋ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਕਾਰਣ ਬਿਜਲੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਸਿਫ਼ਰ ਹੋ ਜਾਵੇ) ਜੇਕਰ x ਮੂਲ ਬਿੰਦੂ O ਅਤੇ A ਦੇ ਵਿੱਚ ਕਿਤੇ ਸਥਿਤ ਹੈ, ਤਾਂ

$$\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{3\times10^{-8}}{x\times10^{-2}}-\frac{2\times10^{-8}}{(15-x)\times10^{-2}}\right]=0$$

ਜਿੱਥੇ x ਨੂੰ *cm* ਵਿੱਚ ਲਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਮਤਲਬ $\frac{3}{x}-\frac{2}{15-x}=0$

ਜਾਂ ਫੇਰ $x = 9$ cm.

ਜੇਕਰ ਬਿੰਦੂ x ਵੱਧੀ ਹੋਈ ਰੇਖਾ OA ਤੇ ਹੈ, ਤਾਂ ਲੋੜੀਂਦੀ ਸ਼ਰਤ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ $\frac{3}{x}-\frac{2}{15-x}=0$

ਜਾਂ $x = 45$ cm

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਧਨ ਚਾਰਜ ਤੇ 9 cm ਅਤੇ 45 cm ਦੂਰ ਰਿਣਚਾਰਜ ਦੇ ਵੱਲ ਬਿਜਲੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਸਿਫ਼ਰ ਹੈ। ਧਿਆਨ ਦਿਉ ਇਥੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਦੀ ਗਣਨਾ ਲਈ ਇਸਤੇਮਾਲ ਕੀਤੇ ਸੂਤਰ ਵਿੱਚ ਅਨੰਤ ਤੇ ਬਿਜਲੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਸਿਫ਼ਰ ਮੰਨਣਾ ਲੋੜਿਦਾ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਣ 2.2

ਉਦਾਹਰਣ 2.3— ਚਿੱਤਰ 2.3(a) ਅਤੇ (b) ਵਿੱਚ ਯੂਨਿਟ ਧਨ ਅਤੇ ਰਿਣ ਚਾਰਜਾਂ ਦੀਆਂ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦਿਖਾਈਆਂ ਗਈਆਂ ਹਨ।

ਚਿੱਤਰ 2.8

(a) ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ $V_P - V_Q$; $V_B - V_A$ ਦੇ ਚਿੰਨ੍ਹ ਦੱਸੋ।
(b) ਬਿੰਦੂ Q ਅਤੇ P; A ਅਤੇ B ਦੇ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਛੋਟੇ ਰਿਣ ਚਾਰਜ ਦੀ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦਾ ਚਿੰਨ੍ਹ ਦਸੋ।
(c) Q ਤੋਂ P ਤੱਕ ਇੱਕ ਛੋਟੇ ਧਨਚਾਰਜ ਨੂੰ ਲੈ ਜਾਣ ਵਿੱਚ ਖੇਤਰ ਵੱਲੋਂ ਕੀਤੇ ਗਏ ਕਾਰਜ ਦਾ ਚਿੰਨ੍ਹ ਦੱਸੋ।
(d) B ਤੋਂ A ਤੱਕ ਇੱਕ ਛੋਟੇ ਰਿਣ ਆਵੇਸ਼ ਨੂੰ ਲੈ ਜਾਣ ਵਿੱਚ ਬਾਹਰੀ ਸਾਧਨ ਵੱਲੋਂ ਕੀਤੇ ਕਾਰਜ ਦਾ ਚਿੰਨ੍ਹ ਦੱਸੋ।
(e) B ਤੋਂ A ਤੱਕ ਜਾਣ ਵਿੱਚ ਕਿ ਇੱਕ ਛੋਟੇ ਰਿਣ ਚਾਰਜ ਦੀ ਊਰਜਾ ਵਧੇਗੀ ਜਾਂ ਘਟੇਗੀ?

ਹੱਲ—

(a) ਕਿਉਂਕਿ $V \propto \frac{1}{r}$, $V_P > V_Q$ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ $(V_P - V_Q)$, ਧਨਾਤਮਕ ਹੈ ਅਤੇ V_A ਤੋਂ V_B ਘੱਟ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੈ। ਇਸਲਈ $V_B > V_A$ ਜਾਂ ਫੇਰ $(V_B - V_A)$ ਧਨਾਤਮਕ।

(b) ਕੋਈ ਛੋਟਾ ਰਿਣਚਾਰਜ ਧਨਚਾਰਜ ਦੇ ਵੱਲ ਆਕਰਸ਼ਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਰਿਣਚਾਰਜ ਸਥਿਤਿਜ ਵੱਧ ਊਰਜਾ ਤੋਂ ਘੱਟ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦੇ ਵੱਲ ਗਤਿ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ Q ਅਤੇ P ਦੇ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਛੋਟੇ ਰਿਣ ਚਾਰਜ ਦੀ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦੇ ਅੰਤਰ ਦਾ ਚਿੰਨ੍ਹ ਧਨਾਤਮਕ ਹੈ।
ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ, (ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ)$_A$ > (ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ)$_B$ ਹੈ। ਇਸਲਈ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਅੰਤਰ ਦਾ ਚਿੰਨ੍ਹ ਧਨਾਤਮਕ ਹੈ।

(c) ਕਿਸੇ ਛੋਟੇ ਧਨਚਾਰਜ ਨੂੰ Q ਤੋਂ P ਤੱਕ ਲੈ ਜਾਣ ਵਿੱਚ ਸਾਹਰੀ ਅਜੇਂਸੀ ਨੂੰ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਉਲਟ ਕੰਮ ਕਰਨਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸਲਈ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਵੱਲੋਂ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕਾਰਜ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੈ।

(d) ਕਿਸੇ ਲਘੂ ਰਿਣਾਤਮਕ ਚਾਰਜ ਨੂੰ B ਤੋਂ A ਤੱਕ ਲੈ ਜਾਣ ਵਿੱਚ ਬਾਹਰੀ ਅਜੇਂਸੀ ਨੂੰ ਕਾਰਜ ਕਰਨਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਧਨਾਤਮਕ ਹੈ।

(e) ਰਿਣਚਾਰਜ ਤੇ ਪ੍ਰਤਿਕਰਸ਼ੀ ਬੱਲ ਲਗਣ ਦੇ ਕਾਰਣ ਵੇਗ ਘੱਟਦਾ ਹੈ ਇਸਲਈ B ਤੋਂ A ਤੇ ਲੈ ਜਾਣ ਵਿੱਚ ਉਸ ਦੀ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਘੱਟ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਣ 2.3

PHYSICS

Electric potential, equipotential surfaces:
http://video.mit.edu/watch/4-electrostatic-potential-electric-energy-ev-conservative-field-equipotential-sufaces-12584/

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਚਿੱਤਰ 2.9— ਕਿਸੇ ਯੂਨਿਟ ਆਵੇਸ਼ q ਦੇ ਲਈ (a) ਸਮ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਸਤ੍ਹਾ ਸਮਕੇਂਦਰੀ ਗੋਲਾਕਾਰ ਸਤ੍ਹਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੇ ਆਵੇਸ਼ ਸਥਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ (b) ਜੇਕਰ $q > 0$ ਹੈ, ਤਾਂ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਆਵੇਸ਼ ਤੋਂ ਸ਼ੁਰੂ ਹੋਣ ਵਾਲੀਆਂ ਰੇਡੀਅਲ (Radial) ਰੇਖਾਵਾਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ।

2.6 ਸਮ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਸਤ੍ਹਾ EQUIPOTENTIAL SURFACES

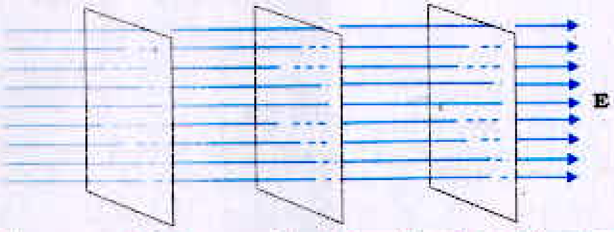
ਕੋਈ ਸਮ-ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਸਤ੍ਹਾ ਅਜਿਹੀ ਸਤ੍ਹਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਹਰ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਸਥਿਰ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਯੂਨਿਟ ਚਾਰਜ ਦੇ ਲਈ ਸਮੀਕਰਣ (2.8) ਤੋਂ ਬਿਜਲੀ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ

$$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r}$$

ਇਸ ਤੋਂ ਇਹ ਪ੍ਰਕਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਜੇਕਰ r ਸਥਿਰ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ V ਵੀ ਸਥਿਰ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਿਸੇ ਯੂਨਿਟ ਚਾਰਜ ਦੇ ਲਈ ਸਮ-ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਸਤ੍ਹਾ ਸਮਕੇਂਦਰੀ ਗੋਲੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੇ ਉਹ ਚਾਰਜ ਸਥਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

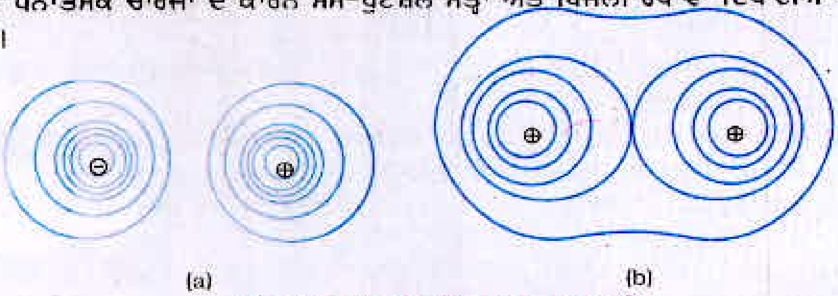
ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਯੂਨਿਟ ਚਾਰਜ q ਦੇ ਲਈ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਚਾਰਜ ਤੋਂ ਸ਼ੁਰੂ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਜਾਂ ਉਸ ਚਾਰਜ ਤੇ ਸਮਾਪਤ ਹੋਣ ਵਾਲੀ (ਇਹ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਚਾਰਜ q ਧਨਾਤਮਕ ਹੈ ਜਾਂ ਰਿਣਾਤਮਕ) ਰੇਡੀਅਲ ਰੇਖਾਵਾਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ, ਕਿਸੇ ਸਮ-ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਕਿਸੇ ਵੀ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਸਦਾ ਹੀ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਲੰਬ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਵਿਆਪਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸੱਚ ਹੈ: *ਕਿਸੇ ਵੀ ਆਵੇਸ਼ ਤਰਤੀਬ ਦੇ ਲਈ ਕਿਸੇ ਵੀ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲੀ ਸਮ ਪੁਟੈਂਸਲ ਸਤ੍ਹਾ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਜੋ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਹੈ ਉਸ ਦੇ ਲੰਬ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਕਥਨ ਦਾ ਸਬੂਤ ਸਰਲ ਹੈ।*

ਜੇਕਰ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਸਮ-ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਲੰਬ ਨਹੀਂ ਹੈ; ਤਾਂ ਇਸ ਸਤ੍ਹਾ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵੱਲ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਕੋਈ ਘਟਕ ਹੋਵੇਗਾ। ਕਿਸੇ ਯੂਨਿਟ ਟੈਸਟ ਚਾਰਜ ਨੂੰ ਖੇਤਰ ਦੇ ਇਸ ਘੱਟਕ ਦੀ ਉਲਟ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਗਤਿ ਕਰਨ ਲਈ ਕੁਝ ਕਾਰਜ ਕਰਨਾ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ ਇਹ ਕਿਸੇ ਸਮ-ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਸਤ੍ਹਾ ਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਦੇ ਉਲਟ ਹੈ : ਸਮਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਕਿਸੇ ਦੋ ਵਿਦਿਆ ਦੇ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਅਤੇ ਇਸ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਕਿਸੇ ਟੈਸਟ ਚਾਰਜ ਨੂੰ ਗੰਤਿ ਕਰਾਨ ਦੇ ਲਈ ਕੋਈ ਕਾਰਜ ਕਰਨਾ ਜ਼ਰੂਰੀ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਇਸਲਈ ਕਿਸੇ ਸਮ-ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਸਾਰੇ ਬਿੰਦੂਆਂ ਤੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਲੰਬ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸਮ-ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਸਤ੍ਹਾ ਕਿਸੇ ਚਾਰਜ ਤਰਤੀਬ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸਿਆਂ ਦੀ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੇ ਦ੍ਰਿਸ਼ਾਂ ਤੋਂ ਵੱਖ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਪੇਸ਼ ਕਰਦਾ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 2.10 ਕਿਸੇ ਇਕ ਸਮਾਨ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਲਈ ਸਮ-ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਸਤ੍ਹਾ।

ਕਿਸੇ ਧੁਰੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ, ਮਨ ਲੋ x -ਧੁਰੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਇੱਕ ਸਮਾਨ (Uniform) ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ **E** ਦੇ ਕਈ, ਸਮ-ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਸਤ੍ਹਾ x -ਧੁਰੇ ਦੇ ਲੰਬ ਮਤਲਬ y-z ਤੱਲ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਤਲ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। (ਚਿੱਤਰ 2.10)। ਚਿੱਤਰ 2.11 ਵਿੱਚ (a) ਕਿਸੇ ਬਿਜਲੀ ਦੇ ਧਰੁਵ ਅਤੇ (b) ਵਿੱਚ ਦੋ ਇਕੋ ਜਿਹੇ ਧਨਾਤਮਕ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਸਮ-ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਸਤ੍ਹਾ ਅਤੇ ਬਿਜਲੀ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦਿਖਾਈਆਂ ਗਈਆਂ ਹਨ।



ਚਿੱਤਰ 2.11 (a) ਕਿਸੇ ਬਿਜਲੀ ਦੇ ਧਰੁਵ ਅਤੇ
(b) ਦੋ ਇਕ ਸਮਾਨ ਧਨਚਾਰਜਾ ਦੇ ਖੇਤਰ ਦੇ ਲਈ ਸਮ-ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਸਤ੍ਹਾ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

2.6.1 ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਅਤੇ ਬਿਜਲੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਵਿੱਚ ਸੰਬੰਧ

Relation between Electric field and potential

ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਲਾਗੇ ਰੱਖੀਆਂ ਦੋ ਸਮ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਸਤ੍ਹਾਵਾਂ A ਅਤੇ B (ਚਿੱਤਰ 2.12) ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਦਾ ਮਾਨ V ਅਤੇ $V + \delta V$ ਹੈ, ਇੱਥੇ δV ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ **E** ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ V ਚ ਹੋਇਆ ਪਰਿਵਰਤਨ ਹੈ। ਮੰਨ ਲਉ ਸਤ੍ਹਾ B ਤੇ ਕੋਈ ਬਿੰਦੂ P ਹੈ ਅਤੇ ਸਤ੍ਹਾ B ਦੀ ਬਿੰਦੂ P ਤੋਂ ਲੰਬਾਤਮਕ ਦੂਰੀ δl ਹੈ। ਇਹ ਵੀ ਮੰਨ ਲਉ ਕਿ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਉਲਟ ਕੋਈ ਯੂਨਿਟ ਧਨ ਚਾਰਜ ਇਸ ਲੰਬ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਸਤ੍ਹਾ B ਤੋਂ ਸਤ੍ਹਾ A ਸਤ੍ਹਾ A ਤੱਕ ਲੈ ਜਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕਾਰਜ $|\vec{\mathbf{E}}|\,\delta l$ ਹੈ।

ਇਹ ਕਾਰਜ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ $V_A - V_B$ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ।

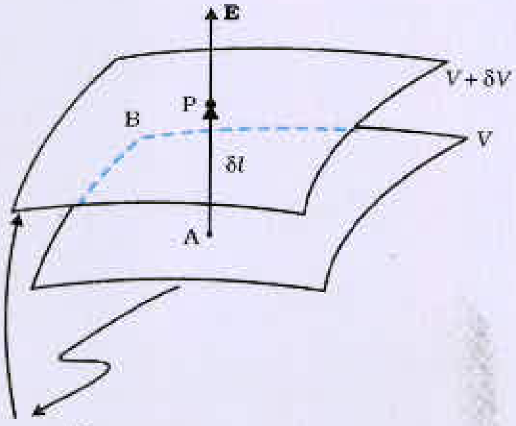
ਇਸ ਤਰਾਂ

$$|\mathbf{E}|\,\delta l = V - (V + \delta V) = -\delta V$$

ਮਤਲਬ $$|\mathbf{E}| = -\frac{\delta V}{\delta l} \qquad (2.20)$$

ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕੀ δV ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੈ $\delta V = \ |\delta V|$ ਅਸੀਂ ਸਮੀਕਰਣ (2.20) ਨੂੰ ਦੁਬਾਰਾ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਲਿਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ

$$|\mathbf{E}| = -\frac{\delta V}{\delta l} = +\frac{|\delta V|}{\delta l} \qquad (2.21)$$



ਚਿੱਤਰ 2.12 ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਤੋਂ ਖੇਤਰ ਤੱਕ

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਅਸੀਂ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਅਤੇ ਬਿਜਲੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਦੋ *ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਨਤੀਜਿਆਂ* ਤੇ ਪਹੁੰਚਦੇ ਹਾਂ।

(i) *ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਉਸ ਦਿਸ਼ਾ ਵੱਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਹੜੇ ਪਾਸੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਵਿੱਚ ਸੱਬ ਤੋਂ ਜ਼ਿਆਦਾ ਹਾਨੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।*

(ii) *ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਣਾਮ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਸਮ-ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਲੰਬ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤਿ ਯੂਨਿਟ ਵਿਸਥਾਪਣ ਬਦਲਾਵ ਨਾਲ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।*

2.7 ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਸਿਸਟਮ ਦੀ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ

POTENTIAL ENERGY OF A SYSTEM OF CHARGES

ਪਹਿਲਾਂ ਅਸੀਂ ਇਕ ਸਰਲ ਅਵਸਥਾ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਮੂਲ ਬਿੰਦੂ ਦੇ ਸਾਪੇਖ $\mathbf{r}_1$ ਅਤੇ $\mathbf{r}_2$ ਪੋਜਿਸ਼ਨ ਸਦਿਸ਼ਾਂ ਵਾਲੇ ਦੋ ਚਾਰਜ q_1 ਅਤੇ q_2 ਹਨ। ਆਉ ਇਸ ਤਰਤੀਬ ਦੀ ਬਣਤਰ ਵਿੱਚ ਕੀਤੇ ਗਏ ਕਾਰਜ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰੀਏ। ਇਸ ਦਾ ਮਤਲਬ ਹੈ ਕਿ ਪਹਿਲਾਂ ਆਰੰਭ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਦੋਵੇਂ ਚਾਰਜਾਂ q_1 ਅਤੇ q_2 ਨੂੰ ਅਨੰਤ ਤੇ ਮੰਨਦੇ ਹਾਂ ਅਤੇ ਬਾਅਦ ਵਿੱਚ ਬਾਹਰੀ ਏਜੰਸੀ ਵਲੋਂ ਉਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਆਪਣੀ ਵਰਤਮਾਨ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਮਉਣ ਵਿੱਚ ਕੀਤੇ ਕਾਰਜ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰੀਏ। ਮੰਨ ਲਉ, ਅਸੀਂ ਪਹਿਲਾਂ ਆਵੇਸ਼ q_1 ਨੂੰ ਅਨੰਤ ਤੋਂ ਬਿੰਦੂ $\mathbf{r}_1$ ਤਕ ਲੈ ਕੇ ਆਉਂਦੇ ਹਾਂ। ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿਚ ਕੋਈ ਬਾਹਰੀ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਜਿਸ ਦੇ ਉਲਟ ਕਾਰਜ ਕਰਨ ਦੀ ਲੋੜ ਪਵੇ, ਇਸ ਲਈ q_1 ਨੂੰ ਅਨੰਤ ਤੋਂ $\mathbf{r}_1$ ਤੱਕ ਲਿਆਉਣ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕਾਰਜ ਸਿਫਰ ਹੈ। ਇਹ ਚਾਰਜ ਦਿੱਤੇ ਸਥਾਨ ਤੇ ਇੱਕ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ।

$$V_1 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1}{r_{1P}}$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਜਿਥੇ r_{1P} ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ P ਦੀ ਬਿੰਦੂ q_1 ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਤੋਂ ਦੂਰੀ ਹੈ। ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਤੋਂ, ਚਾਰਜ q_2 ਨੂੰ ਅਨੰਤ ਤੋਂ ਬਿੰਦੂ $\vec{\mathbf{r}}_2$ ਤਕ ਲੈ ਕੇ ਆਣ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਕਾਰਜ $\mathbf{r}_2$ ਤੇ q_1 ਵੱਲੋਂ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਦਾ q_2 ਨਾਲ ਗੁਣਨਫਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

$$q_2 \text{ ਤੇ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕਾਰਜ} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{qq_2}{r_{12}}$$

ਚਿੱਤਰ 2.13 ਚਾਰਜਾਂ q_1 ਅਤੇ q_2 ਦੇ ਸਿਸਟਮ ਦੀ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਗੁਣਨਫਲ ਦੇ ਅਨੁਪਾਤੀ ਅਤੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਵਿਚਲੀ ਦੂਰੀ ਦੇ ਉਲਟ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਇਥੇ r_{12} ਬਿੰਦੂ 1 ਅਤੇ 2 ਦੀ ਵਿਚਲੀ ਦੂਰੀ ਹੈ।

ਕਿਉਂਕਿ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਬਲ ਸੁਰੱਖਿਅਤ ਹੈ, ਇਹ ਕਾਰਜ ਸਿਸਟਮ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਜਮ੍ਹਾਂ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸਲਈ ਦੋ ਚਾਰਜਾ q_1 ਅਤੇ q_2 ਦੇ ਸਿਸਟਮ ਦੀ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ

$$U = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1q_2}{r_{12}} \tag{2.22}$$

ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ ਜੇਕਰ ਪਹਿਲਾਂ q_2 ਨੂੰ ਉਸਦੀ ਵਰਤਮਾਣ ਸਥਿਤੀ ਤੇ ਲੈ ਕੇ ਆਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਉਸ ਤੋਂ ਬਾਅਦ q_1 ਨੂੰ ਲੈ ਕੇ ਆਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਤਾਂ ਵੀ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ U ਹੀ ਹੋਵੇਗੀ। ਅਧਿਕ ਵਿਆਪਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸਮੀਕਰਣ (2.22) ਵਿੱਚ ਦਰਸ਼ਾਈ ਗਈ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦੇ ਲਈ ਵਿਅੰਜਕ ਹਮੇਸ਼ਾਂ ਹੀ ਨਾ ਬਦਲਣ ਯੋਗ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਚਾਹੇ ਦਿੱਤੇ ਸਥਾਨਾਂ ਤੇ ਚਾਰਜਾਂ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਵੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਲਗਾਇਆ ਜਾਵੇ। ਇਹ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਬਲਾਂ ਦੇ ਲਈ ਕਾਰਜ ਦੇ ਪੱਥ ਤੇ ਨਾ ਨਿਰਭਰ ਕਰਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੈ।

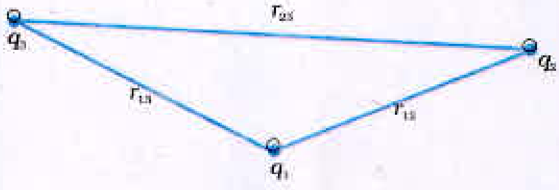
ਸਮੀਕਰਣ (2.22) q_1 ਅਤੇ q_2 ਦੇ ਕਿਸੇ ਵੀ ਚਿਨ੍ਹ ਦੇ ਲਈ ਸੱਚ ਹੈ। ਜੇਕਰ $q_1q_2 > 0$ ਤਾਂ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਧਨਾਤਮਕ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਆਪੇਕਸ਼ਿਤ ਵੀ ਹੈ, ਕਿਉਂਕਿ ਇਕੋ ਚਿੰਨ੍ਹ ਵਾਲੇ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਲਈ (q_1 $q_2 > 0$), ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਬਲ ਪ੍ਰਤਿਕਰਸ਼ੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਆਵੇਸ਼ਾਂ ਨੂੰ ਅਨੰਤ ਤੋਂ ਕਿਸੇ ਸੀਮਿਤ ਦੂਰੀ ਤੱਕ ਇਸ ਪ੍ਰਤਿਕਰਸ਼ੀ ਬਲ ਦੇ ਉਲਟ ਧਨਾਤਮਕ ਕਾਰਜ ਕਰਨਾ ਪੈਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਦੇ ਉਲਟ ਦੋ ਵੱਖਰੇ ਚਿੰਨ੍ਹ ਵਾਲੇ ਚਾਰਜਾਂ (q_1 $q_2 < 0$) ਦੇ ਲਈ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਬੱਲ ਆਕਰਸ਼ੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜਾਂ ਨੂੰ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੀਆਂ ਸਥਿਤਿਆਂ ਤੋਂ ਅਨੰਤ ਤੱਕ ਇਸ ਆਕਰਸ਼ੀ ਬਲ ਦੇ ਉਲਟ ਲੈ ਜਾਣ ਵਿੱਚ ਧਨਾਤਮਕ ਕਾਰਜ ਕਰਨਾ ਪੈਂਦਾ ਹੈ। ਦੂਸਰੇ ਸ਼ਬਦਾਂ ਵਿੱਚ, ਉਲਟ ਪੱਥ (ਅਨੰਤ ਤੋਂ ਵਰਤਮਾਨ ਸਥਿਤੀਆਂ ਤੱਕ) ਦੇ ਲਈ ਕਾਰਜ ਦੇ ਰਿਣਾਤਮਕ ਪਰਿਮਾਣ ਦੀ ਜ਼ਰੂਰਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਜਿਸਦੇ ਕਾਰਨ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਸਮੀਕਰਣ (2.22) ਨੂੰ ਅਸਾਨੀ ਨਾਲ ਚਾਰਜਾਂ ਦੀ ਕਿਸੇ ਵੀ ਸੰਖਿਆ ਦੇ ਸਿਸਟਮ ਲਈ ਵਿਆਪਕ ਬਣਾਈਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਆਉ ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਤਿੰਨ ਚਾਰਜਾਂ q_1, q_2 ਅਤੇ q_3 ਜੋ ਪਰਸਪਰ $\mathbf{r}_1$, $\mathbf{r}_2$ ਅਤੇ $\mathbf{r}_3$ ਤੇ ਸਥਿਤ ਹਨ, ਦੇ ਸਿਸਟਮ ਦੀ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰਕੇ ਦੇਖੀਏ। ਪਹਿਲਾਂ q_1 ਨੂੰ ਅਨੰਤ ਤੋਂ $\mathbf{r}_1$ ਤੱਕ ਲੈ ਕੇ ਆਉਣ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਕਾਰਜ ਨਹੀਂ ਹੋਇਆ। ਉਸ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਅਸੀਂ q_2 ਨੂੰ ਅਨੰਤ ਤੋਂ $\mathbf{r}_2$ ਤੱਕ ਲੈ ਕੇ ਆਉਂਦੇ ਹਾਂ। ਪਹਿਲਾਂ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕਾਰਜ

$$q_2V_1(\mathbf{r}_2) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{qq_2}{r_{12}} \tag{2.23}$$

ਚਾਰਜ q_1 ਅਤੇ q_2 ਆਪਣੇ ਚਾਰੋ ਪਾਸੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਪੈਦਾ ਕਰਦੇ ਹਨ, ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ P ਤੇ ਇਹ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ

$$V_{1,2} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{q_1}{r_{1P}} + \frac{q_2}{r_{2P}}\right) \tag{2.24}$$



ਚਿੱਤਰ 2.14 ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਸੰਕੇਤਾਂ ਸਹਿਤ ਸਮੀਕਰਣ (2.26) ਵਿੱਚ ਤਿੰਨ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਸਿਸਟਮ ਦੀ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦਿੱਤੀ ਗਈ ਹੈ।

ਚਾਰਜ q_3 ਨੂੰ ਅਨੰਤ ਤੋਂ ਬਿੰਦੂ $\mathbf{r}_3$ ਤੱਕ ਲੈ ਕੇ ਆਉਣ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕਾਰਜ $\mathbf{r}_3$ ਤੇ $V_{1,\,2}$ ਦਾ q_3 ਗੁਣਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

$$\text{ਇਸਲਈ } q_3V_{1,2}(\mathbf{r}_3) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{q_1q_3}{r_{13}} + \frac{q_2q_3}{r_{23}}\right) \tag{2.25}$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

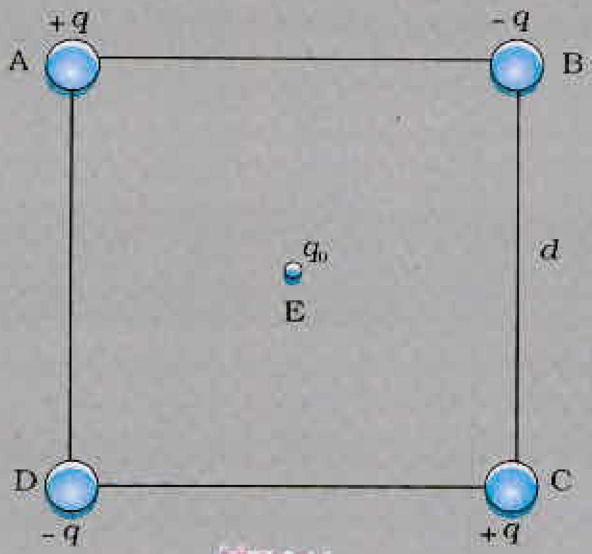
ਚਾਰਜਾਂ ਨੂੰ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੀਆਂ ਦਿੱਤੀਆ ਗਈਆਂ ਸਥਿਤੀਆਂ ਤੇ ਇੱਕਤਰ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕੁੱਲ ਕਾਰਜ ਅਲਗ-ਅਲਗ ਸਥਿਤਿਆਂ ਵਿੱਚ [ਸਮੀਕਰਣ (2.23) ਅਤੇ ਸਮੀਕਰਣ (2.25)] ਵਿੱਚ ਕੀਤੇ ਗਏ ਕਾਰਜਾਂ ਦਾ ਜੋੜ ਕਰਨ ਤੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

$$U = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{q_1q_2}{r_{12}} + \frac{q_1q_3}{r_{13}} + \frac{q_2q_3}{r_{23}}\right) \qquad (2.26)$$

ਇਥੇ ਫਿਰ ਸਥਿਰਬਿਜਲੀ ਬਲ ਦੇ ਸੁਰੱਖਿਅਤ ਹੋਣ ਦੇ ਕਾਰਣ (ਜਾਂ ਫੇਰ ਸਮਕਾਲੀ ਰੂਪ ਵਿੱਚ, ਕਾਰਜ ਦੀ ਪੱਥ ਅਜ਼ਾਦੀ) ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ U ਦਾ ਅੰਤਿਮ ਵਿਅੰਜਕ (ਸਮੀਕਰਮ 2.26), ਚਾਰਜ ਤਰਤੀਬ ਨੂੰ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਰੱਚਿਆ ਗਿਆ ਹੈ ਉਸ ਦੇ ਕੰਮ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ।

ਸਥਿਰ ਊਰਜਾ ਤਰਤੀਬ ਦੀ ਵਰਤਮਾਨ ਸਥਿਤੀ ਦਾ ਮੁਢਲਾ ਗੁਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਇਸ ਗੱਲ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ ਕਿ ਇਸ ਤਰਤੀਬ ਨੂੰ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ।

ਉਦਾਹਰਣ 2.4— ਚਿੱਤਰ 2.15 ਵਿੱਚ ਦਿਖਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਚਾਰ ਚਾਰਜ ਭੁਜਾ d ਵਾਲੇ ਕਿਸੇ ਵਰਗ ABCD ਦੇ ਸਿਖਰਾਂ ਤੇ ਰੱਖੇ ਗਏ ਹਨ। (a) ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਨੂੰ ਇੱਕ ਸਾਰ ਬਣਨ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕਾਰਜ ਪੱਤਾ ਕਰੋ (b) ਕੋਈ ਚਾਰਜ q_0 ਵਰਗ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਵਿੱਚ E ਤੱਕ ਲੈ ਕੇ ਆਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਚਾਰੇ ਚਾਰਜ ਸਿਖਰਾਂ ਤੇ ਸਥਿਰ ਰਹਿੰਦੇ ਹੈ ਇਹ ਕਰਨ ਲਈ ਕਿੰਨਾ ਹੋਰ ਕਾਰਜ ਕਰਨਾ ਪਵੇਗਾ।



ਚਿੱਤਰ 2.15

ਹੱਲ—

(a) ਕਿਉਂਕਿ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕਾਰਜ ਚਾਰਜਾਂ ਦੀ ਅੰਤਿਮ ਸਥਿਤੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ, ਇਸ ਗੱਲ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ ਕਿ ਇਹ ਚਾਰਜ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਰੱਖੇ ਗਏ। ਅਸੀਂ ਚਾਰਜਾ ਨੂੰ A, B, C ਅਤੇ D ਤੇ ਰੱਖਣ ਦੇ ਇੱਕ ਤਰੀਕੇ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਕਾਰਜ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰਾਂਗੇ। ਮੰਨ ਲਉ ਪਹਿਲੇ q ਨੂੰ A ਤੇ ਰਖਿਆ ਗਿਆ, ਉਸ ਤੋਂ ਬਾਅਦ $-q$, $+q$ ਅਤੇ $-q$ ਨੂੰ ਪਰਸਪਰ B, C ਅਤੇ D ਤੇ ਲਿਆ ਕੇ ਰਖਿਆ ਗਿਆ। ਕੀਤੇ ਗਏ ਕੁੱਲ ਕਾਰਜ ਦੀ ਗਣਨਾ ਹੇਠ ਦਿੱਤੇ ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ।

(i) ਚਾਰਜ $+q$ ਨੂੰ A ਤੇ ਲਿਆਉਣ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕਾਰਜ ਜਦੋਂ ਕੋਈ ਵੀ ਚਾਰਜ ਨਹੀਂ ਹੈ : ਇਹ ਸਿਫਰ ਹੈ।

(ii) ਚਾਰਜ $-q$ ਨੂੰ B ਤੇ ਲਿਆਨ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕਾਰਜ ਜਦੋਂ $+q$ ਸਿਖਰ A ਤੇ ਹੈ। ਇਹ (B ਤੇ ਚਾਰਜ) × (A ਤੇ ਚਾਰਜ $+q$ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿੰਦੂ B ਤੇ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ)

$$= -q \times \left(\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 d}\right) = -\frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 d}$$

ਉਦਾਹਰਣ 2.4

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(iii) ਚਾਰਜ $+q$ ਨੂੰ C ਤੇ ਲਿਆਉਣ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕਾਰਜ ਜੱਦ $+q$ ਸ਼ਿਖਰ A ਤੇ ਅਤੇ q ਸ਼ਿਖਰ B ਤੇ ਹੈ। ਇਹ (C ਤੇ ਚਾਰਜ) × (A ਅਤੇ B ਤੇ ਚਾਰਜਾ ਕਾਰਣ C ਤੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ

$$= +q\left(\frac{+q}{4\pi\varepsilon_0 d\sqrt{2}} + \frac{-q}{4\pi\varepsilon_0 d}\right)$$

$$= \frac{-q^2}{4\pi\varepsilon_0 d}\left(1 - \frac{1}{\sqrt{2}}\right)$$

(iv) ਚਾਰਜ q ਨੂੰ D ਤੇ ਲਿਆਉਣ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕਾਰਜ ਜਦੋਂ $+q$ ਸ਼ਿਖਰ A, q ਸ਼ਿਖਰ B ਤੇ ਅਤੇ $+q$ ਸ਼ਿਖਰ C ਤੇ ਹੈ। ਇਹ (D ਤੇ ਚਾਰਜ) × (A, B ਅਤੇ C ਤੇ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਕਾਰਨ D ਤੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ)

$$= -q\left(\frac{+q}{4\pi\varepsilon_0 d} + \frac{-q}{4\pi\varepsilon_0 d\sqrt{2}} + \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 d}\right)$$

$$= \frac{-q^2}{4\pi\varepsilon_0 d}\left(2 - \frac{1}{\sqrt{2}}\right)$$

ਸਟੈਪਸ (i), (ii), (iii) ਅਤੇ (iv) ਦੇ ਕਾਰਜਾਂ ਨੂੰ ਜੋੜਣ ਤੇ ਕੁੱਲ ਕਾਰਜ

$$= \frac{-q^2}{4\pi\varepsilon_0 d}\left\{(0) + (1) + \left(1 - \frac{1}{\sqrt{2}}\right) + \left(2 - \frac{1}{\sqrt{2}}\right)\right\}$$

$$= \frac{-q^2}{4\pi\varepsilon_0 d}\left(4 - \sqrt{2}\right)$$

ਇਹ ਕਾਰਜ ਕੇਵਲ ਚਾਰਜਾਂ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ, ਇਸ ਗੱਲ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ ਕਿ ਇਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਕਿੰਦਾ ਇਕਠਾ ਕੀਤਾ ਗਿਆ। ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਇਹ ਚਾਰਜਾਂ ਦੀ ਕੁੱਲ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਊਰਜਾ ਹੈ। (ਵਿਦਿਆਰਥੀ ਅਪਣੀ ਇੱਛਾ ਅਨੁਸਾਰ ਚਾਰਜਾਂ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਵੀ ਹੋਰ ਕ੍ਰਮ ਵਿੱਚ ਲੈ ਕੇ ਇਸ ਕਾਰਜ/ਊਰਜਾ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰਨ ਦਾ ਯਤਨ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਦੇਖ ਕੇ ਸਿੱਧ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹੈ ਕਿ ਹਰ ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਊਰਜਾ ਸਮਾਨ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ।

(b) ਜਦਕਿ ਚਾਰੇ ਚਾਰਜ A, B, C ਅਤੇ D ਤੇ ਹੈ, ਚਾਰਜ q_0 ਨੂੰ ਬਿੰਦੂ E ਤੇ ਲਿਉਣ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕਾਰਜ q_0 × (A, B, C ਅਤੇ D ਤੇ ਪਏ ਚਾਰਜਾ ਦੇ ਕਾਰਨ E ਤੇ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਸਿਫਰ ਹੈ, ਕਿਉਂਕਿ A ਅਤੇ C ਤੇ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਕਾਰਣ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ B ਅਤੇ D ਵੱਲੋਂ ਨਿਰਸਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਬਿੰਦੂ E ਤੱਕ ਕਿਸੇ ਵੀ ਚਾਰਜ ਨੂੰ ਲਿਆਉਣ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਕਾਰਜ ਨਹੀਂ ਕਰਨਾ ਪੈਂਦਾ।

2.8 ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ

POTENTIAL ENERGY IN EXTERNAL FIELD

2.8.1 Potential energy of a single charge

ਸੈਕਸ਼ਨ 2.7 ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਸੋਮੇ ਦਾ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਵਿਆਖਿਆਨ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ਚਾਰਜ ਅਤੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੀਆਂ ਸਥਿਤਿਆਂ ਅਤੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਸਿਸਟਮ ਦੀ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕੀਤੀ ਗਈ ਹੈ। ਇਸ ਸੈਕਸ਼ਨ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਇਸ ਦੇ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਪਰੰਤੂ ਅਲਗ ਪ੍ਰਸ਼ਨ ਪੁਛਾਂਗੇ। ਕਿਸੇ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਚਾਰਜ q ਦੀ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਕੀ ਹੋਵੇਗੀ? ਵਾਸਤਵ ਵਿੱਚ ਇਹ ਪ੍ਰਸ਼ਣ ਆਰੰਭਿਕ ਬਿੰਦੂ ਸੀ ਜੋ ਸਾਨੂੰ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਦੀ ਧਾਰਨਾ ਦੇ ਵੱਲ ਲੈ ਕੇ ਗਿਆ ਸੀ। (ਦੇਖੋ ਸੈਕਸ਼ਨ 2.1 ਅਤੇ 2.2) ਪਰੰਤੂ ਇਹੀ ਪ੍ਰਸ਼ਨ ਅਸੀਂ ਫਿਰ ਦੁਬਾਰਾ ਇਹ ਸਪਸ਼ਟ ਕਰਣ ਲਈ ਪੁੱਛ ਰਿਹੇ ਹਾਂ ਕਿ ਕਿਸ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਹ ਸੈਕਸ਼ਨ 2.7 ਵਿੱਚ ਕੀਤੀ ਗਈ ਚਰਚਾ ਤੋਂ ਅਲਗ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਇਥੇ ਮੁੱਖ ਅੰਤਰ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਇਥੇ ਕਿਸੇ ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜ (ਜਾ ਚਾਰਜਾਂ ਦੀ) ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਚਰਚਾ ਕਰ ਰਿਹੇ ਹਾਂ। ਇਸ ਵਿੱਚ ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ **E** ਉਨ੍ਹਾਂ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਚਾਰਜਾਂ ਵੱਲੋਂ ਪੈਦਾ ਨਹੀਂ ਕਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਜਿਨ੍ਹਾ ਦੀ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦੀ ਅਸੀਂ ਗਣਨਾ ਕਰਨੀ ਚਾਹੁੰਦੇ ਹਾਂ। ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ **E** ਉਸ ਸੋਮੇ ਵੱਲੋਂ ਪੈਦਾ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜੋ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਚਾਰਜ (ਜਾਂ ਚਾਰਜਾਂ) ਦੀ ਨਜ਼ਰ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਬਾਹਰੀ ਸੋਮੇ ਦਾ ਪਤਾ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ ਪਰ ਜ਼ਿਆਦਾਤਰ ਇਹ ਸੋਮਾ ਅਗਿਆਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਾਂ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਜੋ ਕੁਛ ਵੀ ਇਥੇ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਉਹ ਹੈ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ **E** ਜਾਂ ਬਾਹਰੀ ਸੋਮੇ ਦੇ ਕਾਰਨ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ V। ਅਸੀਂ ਇਹ ਸੁਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਚਾਰਜ q ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ ਪੈਦਾ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਸੋਮੇ ਨੂੰ ਸਹੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਾਲ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ ਜੇਕਰ q ਬਹੁਤ ਛੋਟਾ ਹੈ, ਤਾਂ ਇਹ ਸੱਚ ਹੈ ਨਹੀਂ ਤਾਂ ਕੁਝ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਨਾਂ ਕੀਤੇ ਬਲਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਵਿੱਚ ਬਾਹਰੀ ਸੋਮਿਆਂ ਨੂੰ ਸਥਿਰ ਰੱਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਜੇਕਰ q ਸੀਮਿਤ ਹੈ ਤਾਂ ਵੀ ਇਸ ਦੇ ਬਾਹਰੀ ਸੋਮਿਆਂ ਤੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੀ ਉਨ੍ਹਾਂ ਸਥਿਤਿਆਂ ਵਿੱਚ ਉਪੇਖਿਆ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ, ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਦੂਰ ਅਨੰਤ ਤੇ ਸਥਿਤ ਬਹੁਤ ਜ਼ਿਆਦਾ ਤਗੜਾ ਸੋਮਾ ਸਾਡੀ ਰੁਚੀ ਦੇ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਇਕ ਸੀਮਿਤ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਫਿਰ ਧਿਆਨ ਦਿਉ ਕਿ ਸਾਡੀ ਰੁਚੀ ਚਾਰਜ q (ਅਤੇ ਬਾਅਦ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਸਿਸਟਮ) ਦੀ ਬਾਹਰੀ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਊਰਜਾ ਪਤਾ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਹੈ। ਸਾਡੀ ਰੁਚੀ ਉਨ੍ਹਾਂ ਸੋਮਿਆਂ ਦੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਊਰਜਾ ਵਿੱਚ ਨਹੀਂ ਹੈ ਜੋ ਕੀ ਬਾਹਰੀ ਬਿਜਲੀ ਦੀ ਖੇਤਰ ਪੈਦਾ ਕਰਦੇ ਹੈ।

ਬਾਹਰੀ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ **E** ਅਤੇ ਉਸਦੇ ਸਮਰੂਪੀ ਬਾਹਰੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ V ਦਾ ਮਾਨ ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਦੂਸਰੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਜਾਣ ਵਿੱਚ ਬਦਲੀ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ, ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ P ਤੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ V ਯੂਨਿਟ ਧਨ ਚਾਰਜ ਨੂੰ ਅਨੰਤ ਤੋਂ ਉਸ ਬਿੰਦੂ P ਤੱਕ ਲੈ ਕੇ ਆਉਣ ਵਿੱਚ ਕੀਤੇ ਗਏ ਕਾਰਜ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। (ਅਸੀਂ ਹਮੇਸ਼ਾਂ ਹੀ ਅਨੰਤ ਤੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਸਿਫਰ ਮਣਦੇ ਹਾਂ) ਇਸਲਈ ਕਿਸੇ ਚਾਰਜ q ਨੂੰ ਅਨੰਤ ਤੋਂ ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ P ਤੱਕ ਲੈ ਜਾਣ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕਾਰਜ qV ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਕਾਰਜ ਚਾਰਜ q ਵਿੱਚ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਕੱਠਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜੇਕਰ P ਬਿੰਦੂ ਦਾ ਕਿਸੇ ਮੂਲ ਬਿੰਦੂ ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਕੋਈ ਪੋਜਿਸ਼ਨ ਸਦਿਸ਼ **r** ਹੈ ਤਾਂ ਅਸੀਂ ਲਿਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ :

ਕਿਸੇ ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜ q ਦੀ **r** ਤੇ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ

$$= qV(\mathbf{r}) \tag{2.27}$$

ਇਥੇ $V(\mathbf{r})$ ਬਿੰਦੂ **r** ਤੇ ਬਾਹਰੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਹੈ।

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਅਸੀਂ ਚਾਰਜ $q = e = 1.6\times10^{-19}$ C ਦੇ ਕਿਸੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਕਿਸੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ $\Delta V = 1$ ਦੇ ਨਾਲ ਸੰਵੇਗ ਕਰਵਾਈਏ ਤਾਂ ਉਹ ਊਰਜਾ $q\Delta V = 1.6 \times 10^{-19}$J ਇਕੱਠੀ ਕਰ ਲੈਂਦਾ ਹੈ। ਊਰਜਾ ਦੇ ਇਸ ਮਾਤਰਕ ਨੂੰ 1 ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵੋਲਟ ਜਾਂ 1eV = 1.6×10^{-19}J ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। eV ਤੇ ਆਧਾਰਿਤ ਮਾਤਰਕਾਂ ਦਾ ਸੱਭ ਤੋਂ ਜ਼ਿਆਦਾ ਉਪਯੋਗ, ਨਾਭਿਕ ਅਤੇ ਕਣ (Particle) ਭੌਤਿਕੀ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। (1 keV = 10^3eV = 1.6×10^{-16}J, 1 MeV = 10^6eV = 1.6×10^{-13}J, 1 GeV = 10^9eV = 1.6×10^{-10}J ਅਤੇ 1 TeV = 10^{12}eV = 1.6×10^{-7}J) [ਇਸ ਨੂੰ ਭੌਤਿਕੀ ਭਾਗ 1 ਕਲਾਸ 11 ਸਾਰਣੀ 6.1 ਵਿੱਚ ਪਹਿਲੇ ਹੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਚੁੱਕਾ ਹੈ।]

2.8.2 ਕਿਸੇ ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਦੋ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਸਿਸਟਮ ਦੀ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ Potential energy of a system of two charges in an external field

ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਇਹ ਪੁਛਦੇ ਹਾਂ : ਕਿਸੀ ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਪਰਸਪਰ $\mathbf{r}_1$ ਅਤੇ $\mathbf{r}_2$ ਤੇ ਸਥਿਤ ਦੋ ਚਾਰਜਾਂ q_1 ਅਤੇ q_2 ਦੀ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਕੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ? ਇਸ ਤਰਤੀਬ ਦੀ ਉਸਾਰੀ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਕੀਤੇ ਗਏ ਕਾਰਜ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਆਓ ਇਹ ਕਲਪਨਾ ਕਰਿਏ ਕਿ ਪਹਿਲਾਂ ਅਸੀਂ ਚਾਰਜ q ਨੂੰ ਅਨੰਤ ਤੋਂ **r** ਤੱਕ ਲੈ ਕੇ ਆਏ ਹਾਂ। ਸਮੀਕਰਣ 2.27 ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ, ਇਸ ਸਟੇਪ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਗਿਆ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਕਾਰਜ $q_1 V(\mathbf{r}_1)$ ਹੈ। ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਚਾਰਜ q_2 ਨੂੰ $\mathbf{r}_2$ ਤੱਕ ਲੈ ਕੇ ਆਉਣ ਵਿੱਚ ਕੀਤੇ ਗਏ ਕਾਰਜ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਇਸ ਸਟੈਪ ਵਿੱਚ ਕੇਵਲ ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ **E** ਦੇ ਉਲਟ ਹੀ ਕਾਰਜ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ, ਬਲਕਿ q_1 ਦੇ ਕਾਰਨ ਖੇਤਰ ਦੇ ਉਲਟ ਵੀ ਕਾਰਜ ਕਰਨਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ q_2 ਤੇ ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਉਲਟ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕਾਰਜ = $q_2 V(\mathbf{r}_2)$

$$q_2 \text{ ਤੇ } q_1 \text{ ਦੇ ਕਾਰਣ ਖੇਤਰ ਦੇ ਉਲਟ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕਾਰਜ } = \frac{q_1 q_2}{4\pi\varepsilon_o r_{12}}$$

ਇਥੇ r_{12} ਚਾਰਜਾਂ q_1 ਅਤੇ q_2 ਦੇ ਵਿਚਲੀ ਦੂਰੀ ਹੈ। ਉਤੇ ਅਸੀਂ ਸਮੀਕਰਣ (2.27) ਅਤੇ (2.22) ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਹੈ। ਖੇਤਰਾਂ ਦੇ ਲਈ ਉਪਰ ਸਥਾਪਨ ਸਿਧਾਂਤ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ ਅਸੀਂ q_2 ਤੇ (**E** ਅਤੇ q_1 ਦੇ ਕਾਰਣ ਖੇਤਰ) ਦੇ ਉਲਟ ਕਾਰਜਾ ਨੂੰ ਜੋੜਦੇ ਹਾਂ ਇਸਲਈ

$$q_2 \text{ ਨੂੰ } \mathbf{r}_2 \text{ ਤੱਕ ਲਿਉਣ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕਾਰਜ } = q_2 V(\mathbf{r}_2) + \frac{q_1 q_2}{4\pi\varepsilon_o r_{12}} \qquad (2.28)$$

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ, ਸਿਸਟਮ ਦੀ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ

= ਸਿਸਟਮ ਦੇ ਨਿਰਮਾਣ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕਾਰਜ

$$= q_1 V(\mathbf{r}_1) + q_2 V(\mathbf{r}_2) + \frac{q_1 q_2}{4\pi\varepsilon_0 r_{12}} \qquad (2.29)$$

ਉਦਾਹਰਣ 2.5

(a) ਦੋ ਚਾਰਜਾਂ 7 μC ਅਤੇ -2 μC ਜੋ 9 cm, 0, 0) ਅਤੇ (9 cm, 0, 0) ਤੇ ਸਥਿਤ ਹੈ, ਦੇ ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਸਿਸਟਮ (ਜਿਸ ਤੇ ਕੋਈ ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ ਨਹੀਂ ਹੈ) ਦੀ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਪਤਾ ਕਰੋ।

(b) ਦੋ ਚਾਰਜਾਂ ਨੂੰ ਇਕ ਦੂਸਰੇ ਤੋ ਅਨੰਤ ਦੂਰੀ ਤੱਕ ਅਲਗ ਕਰਣ ਲਈ ਕਿੰਨੇ ਕਾਰਜ ਦੀ ਲੋੜ ਹੋਵੇਗੀ?

(c) ਮੰਨ ਲਉ ਕਿ ਹੁਣ ਇਸ ਚਾਰਜ ਸਿਸਟਮ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਬਾਹਰੀ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ $E = A\,(1/r^2)$; $A = 9 \times 10^5 \text{ C m}^2$ ਵਿੱਚ ਰਖਿਆ ਗਿਆ। ਇਸ ਸਿਸਟਮ ਦੀ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਊਰਜਾ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰੋ।

ਉੱਤਰ—

(a) $U = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r} = 9 \times 10^9 \times \frac{7 \times (-2) \times 10^{-12}}{0.18} = -0.7 \text{ J}.$

(b) $W = U_2 - U_1 = 0 - U = 0 - (0.7) = 0.7 \text{ J}.$

(c) ਦੋ ਚਾਰਜਾਂ ਦੀ ਆਪਸੀ ਇੰਟਰੈਕਸ਼ਨ (interaction) ਊਰਜਾ ਦਾ ਬਦਲਣ ਯੋਗ ਹੈ। ਨਾਲ ਹੀ ਇੱਥੇ ਦੋ ਚਾਰਜਾਂ ਦੀ ਬਾਹਰੀ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਨਾਲ ਇੰਟਰੈਕਸ਼ਨ ਕਿਰਿਆ ਦੀ ਊਰਜਾ ਵੀ ਹੈ।

$$q_1 V(\mathbf{r}_1) + q_2 V(\mathbf{r}_2) + \frac{q_1 q_2}{4\pi\varepsilon_0 r_{12}} = A\frac{7\,\mu\text{C}}{0.09\,\text{m}} + A\frac{-2\,\mu\text{C}}{0.09\,\text{m}} - 0.7\text{J}$$

$$= 70 - 20 - 0.7 = 49.3 \text{ J}$$

ਉਦਾਹਰਣ 2.5

2.8.3 ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਦੋ-ਧਰੁਵ ਦੀ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ

Potential energy of a dipole in an external field

ਚਿੱਤਰ 2.16 ਵਿੱਚ ਦਰਸ਼ਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਕਿਸੇ ਇਕਸਮਾਨ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਰੱਖੇ ਚਾਰਜਾਂ $q_1 = +q$ ਅਤੇ $q_2 = -q$ ਦੇ ਦੋ-ਧਰੁਵ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ।

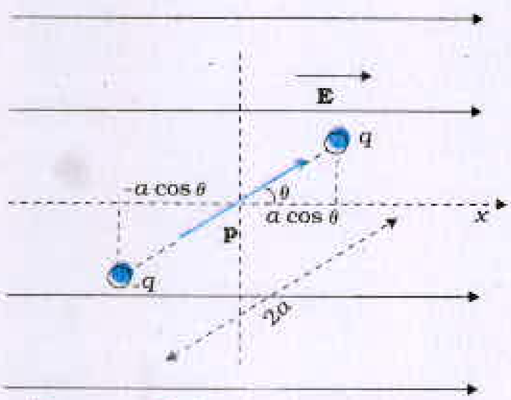
ਜਿਵੇਂ ਕੀ ਅਸੀ ਪਿਛਲੇ ਅਧਿਆਇ ਵਿੱਚ ਦੇਖਿਆ ਹੈ, ਇਕ ਸਮਾਨ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਦੋ-ਧਰੁਵ ਕਿਸੇ ਨੈੱਟ ਬਲ ਦਾ ਅਨੁਭਵ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ; ਪਰ ਇਕ ਬਲ ਟੋਰਕ (Torque) ਦਾ ਅਨੁਭਵ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੈ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

$$\tau = \mathbf{p} \times \mathbf{E} \tag{2.30}$$

ਇਹ ਟੋਰਕ ਇਸ ਨੂੰ ਘੁਮਾਵੇਗਾ (ਜੇਕਰ **p** ਅਤੇ **E** ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਜਾਂ (ਉਲਟ ਸਮਾਂਤਰ ਨਹੀਂ ਹੈ) ਮੰਨ ਲਉ ਕਿ ਕੋਈ ਬਾਹਰੀ ਟੋਰਕ τ_{ext} ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਲੱਗਦਾ ਹੈ ਕਿ ਉਹ ਇਸ ਟੋਰਕ ਬੱਲ ਨੂੰ ਉਦਾਸੀਨ ਕਰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਨੂੰ ਕਾਗਜ ਦੇ ਤੱਲ ਵਿੱਚ ਬਿਨਾਂ ਕਿਸੇ ਕੋਣੀ ਸੰਵੇਗ ਦੇ ਬਹੁਤ ਹੀ ਘੱਟ ਕੋਣੀ ਚਾਲ ਨਾਲ ਕੋਣ θ_0 ਤੋਂ ਕੋਣ θ_1 ਤਕ ਘੁੰਮਾ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਬਾਹਰੀ ਟੋਰਕ ਵੱਲੋਂ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕਾਰਜ



ਚਿੱਤਰ 2.16 ਕਿਸੇ ਬਿਜਲੀ ਦੋ-ਧਰੁਵ ਦੀ ਇਕ ਸਮਾਨ ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ

$$W = \int_{\theta_0}^{\theta_1} \tau_{ext}(\theta) d\theta = \int_{\theta_0}^{\theta_1} pE \sin\theta \, d\theta$$

$$= pE(\cos\theta_0 - \cos\theta_1) \tag{2.31}$$

ਇਹ ਕਾਰਜ ਸਿਸਟਮ ਵਿੱਚ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਕੱਠਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਉਦੋਂ ਅਸੀਂ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਊਰਜਾ $U(\theta)$ ਦਾ ਦੋ ਧਰੁਵ ਦੇ ਇਨਕਲੀਨੇਸ਼ਨ (inclination) θ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧ ਪਤਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਹੋਰ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾਵਾਂ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਥੇ ਸਾਨੂੰ ਉਸ ਕੋਣ ਦੀ ਚੋਣ ਕਰਨ ਦੀ ਅਜ਼ਾਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਤੇ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ U ਨੂੰ ਸਿਫ਼ਰ ਮੰਨਿਆ ਜਾਵੇ। ਪ੍ਰਕਿਰਤਿਕ ਚੋਣ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ $\theta_0 = \pi / 2$ ਲਿਆ ਜਾਣਾ ਚਾਹਿਦਾ ਹੈ। (ਇਸ ਦਾ ਸਪਸ਼ਟੀਕਰਨ ਚਰਚਾ ਦੇ ਅੰਤ ਵਿੱਚ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ)। ਉਦੋਂ ਅਸੀਂ ਇਹ ਲਿਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ

$$U(\theta) = pE\left(\cos\frac{\pi}{2} - \cos\theta\right) = -pE\cos\theta = -\mathbf{p}\cdot\mathbf{E} \tag{2.32}$$

ਦੂਸਰੇ ਰੂਪ ਨਾਲ ਇਸ ਵਿਅੰਜਕ ਨੂੰ ਸਮੀਕਰਣ (2.29) ਤੋਂ ਵੀ ਸਮਝਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਸਮੀਕਰਣ (2.29) ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੋ ਚਾਰਜਾਂ $+q$ ਅਤੇ $-q$ ਦੇ ਵਰਤਮਾਨ ਸਿਸਟਮ ਦੇ ਲਈ ਵੀ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਫੇਰ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦੇ ਵਿਅੰਜਕ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਲਿਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ

$$U'(\theta) = q[V(\mathbf{r}_1) - V(\mathbf{r}_2)] - \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 \times 2a} \tag{2.33}$$

ਇਥੇ $\mathbf{r}_1$ ਅਤੇ $\mathbf{r}_2$ ਦੇ ਚਾਰਜਾ $+q$ ਅਤੇ $-q$ ਦੀ ਪੋਜੀਸ਼ਨ ਸਦਿਸ਼ਾਂ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹੈ। ਹੁਣ $\mathbf{r}_1$ ਅਤੇ $\mathbf{r}_2$ ਦੇ ਵਿੱਚ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਯੂਨਿਟ ਧਨ-ਚਾਰਜ ਨੂੰ ਖੇਤਰ ਦੇ ਉਲਟ $\mathbf{r}_2$ ਤੋਂ $\mathbf{r}_1$ ਤੱਕ ਲੈ ਕੇ ਆਉਣ ਵਿੱਚ ਕੀਤੇ ਗਏ ਕਾਰਜ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ। ਬਲ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਵਿਸਥਾਪਣ $2a \cos\theta$ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ $[V(\mathbf{r}_1) - V(\mathbf{r}_2)] = -E \times 2a\cos\theta$ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

$$U'(\theta) = -pE\cos\theta - \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 \times 2a} = -\mathbf{p}\cdot\mathbf{E} - \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 \times 2a} \tag{2.34}$$

ਧਿਆਨ ਦਿਉ ਕਿ $U'(\theta)$ ਅਤੇ $U(\theta)$ ਵਿੱਚ ਇਕ ਰਾਸ਼ੀ ਦਾ ਅੰਤਰ ਹੈ ਜੋ ਕਿਸੇ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਦੋ-ਧਰੁਵ ਲਈ ਇੱਕ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਹੈ। ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਲਈ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਜ਼ਰੂਰੀ ਨਹੀਂ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਸਮੀਕਰਣ (2.34) ਵਿੱਚੋਂ ਅਸੀਂ ਦੂਸਰਾ ਭਾਗ ਛੱਡ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਹ ਸਮੀਕਰਣ (2.32) ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਸਮਝ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਅਸੀਂ $\theta_0 = \pi/2$ ਕਿਉਂ ਲਿਆ ਸੀ। ਇਸ ਸਟੇਪ ਵਿੱਚ $+q$ ਅਤੇ $-q$ ਨੂੰ ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ **E** ਦੇ ਉਲਟ ਲਿਆਉਣ ਵਿੱਚ ਕੀਤੇ ਗਏ ਕਾਰਜ ਸਮਾਨ ਅਤੇ ਉਲਟ ਹੈ ਅਤੇ ਉਦਾਸੀਨ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹੈ, ਮਤਲਬ $q[V(\mathbf{r}_1) - V(\mathbf{r}_2)] = 0$.

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਉਦਾਹਰਣ 2.6

ਉਦਾਹਰਣ 2.6— ਇੱਕ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਅਣੂ ਵਿਚ 10^{-29} C m ਦਾ ਸਥਾਈ ਦੋ ਧਰੁਵ ਮੋਮੈਂਟ (moment) ਹੈ। 10^6 Vm^{-1} ਪਰਿਮਾਣ ਦੇ ਇਕ ਸ਼ਕਤੀਸ਼ਾਲੀ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਲਗਾਕੇ ਇਸ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਇੱਕ ਮੋਲ (mole) (ਘੱਟ ਤਾਪ ਤੇ) ਦਾ ਧਰੁਵੀਕਰਣ ਕੀਤਾ ਗਿਆ। ਅਚਾਨਕ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ 60° ਕੋਣ ਤੇ ਬਦਲ ਦਿੱਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਖੇਤਰ ਦੀ ਨਵੀਂ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਦੋ ਧਰੁਵਾਂ ਨੂੰ ਇੱਕ ਰੇਖਾ ਵਿੱਚ ਕਰਨ ਚ ਕਿੰਨੀ ਊਰਜਾ ਨਿਕਲਦੀ ਹੈ (Release) ਪਤਾ ਕਰੋ। ਆਸਾਨੀ ਦੇ ਲਈ ਨਮੂਨੇ ਦਾ ਧਰੁਵੀਕਰਣ 100% ਮੰਨਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਹੱਲ— ਹਰੇਕ ਅਣੂ ਦਾ ਦੋ ਧਰੁਵ ਮੋਮੈਂਟ (moment) $= 10^{-29}$ C m

ਕਿਉਂਕਿ ਕਿਸੇ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਇਕ ਮੋਲ ਵਿੱਚ 6×10^{23} ਅਣੂ ਹੁੰਦੇ ਹੈ, ਇਸਲਈ ਸਾਰੇ ਆਣੂਆ ਦਾ ਕੁੱਲ ਦੋ ਧਰੁਵੀ ਮੋਮੈਂਟ $p = 6 \times 10^{23} \times 10^{-29}$ C m $= 6 \times 10^{-6}$ C m

ਆਰੰਭਿਕ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ $U_i = -pE \cos \theta = -6\times10^{-6} \times10^6 \cos 0° = 6$ J

ਅੰਤਿਮ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ (ਜਦੋਂ $\theta = 60°$), $U_f = -6 \times 10^{-6} \times 10^6 \cos 60° = -3$ J

ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਵਿੱਚ ਅੰਤਰ $= -3$ J$-(-6$J$) = 3$ J

ਇਸਲਈ ਇੱਥੇ ਊਰਜਾ ਦੀ ਹਾਨੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਪਦਾਰਥ ਵੱਲੋਂ ਦੋ-ਧਰੁਵਾਂ ਨੂੰ ਇੱਕ ਰੇਖਾ ਵਿਚ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ ਗਰਮੀ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਨਿਕਲਦੀ ਹੈ।

2.9 ਚਾਲਕਾਂ ਦੀ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ

ELECTROSTATICS OF CONDUCTORS

ਅਧਿਆਇ 1 ਵਿੱਚ ਚਾਲਕਾਂ ਅਤੇ ਬਿਜਲੀ ਰੋਧੀ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦਾ ਸੰਖੇਪ ਬਖਾਨ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਚਾਲਕਾਂ ਵਿੱਚ ਗਤੀਸ਼ੀਲ ਚਾਰਜ ਕੈਰਿਅਰ ਵਾਹਕ (Carrier) ਹੁੰਦੇ ਹੈ। ਧਾਤੂ (Metallic) ਚਾਲਕਾਂ ਵਿੱਚ ਇਹ ਵਾਹਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਹੁੰਦੇ ਹੈ। ਧਾਤੂਆਂ ਵਿੱਚ ਬਾਹਰੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਆਪਣੇ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਤੋਂ ਅਲਗ ਹੋਕੇ ਗਤੀਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਅਜਾਦ ਹੁੰਦੇ ਹੈ ਪਰੰਤੂ ਧਾਤੂ ਤੋਂ ਮੁਕਤ ਨਹੀਂ ਹੋ ਸਕਦੇ। ਇਹ ਮੁਕਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਇੱਕ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੀ ਗੈਸ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਆਪਸ ਵਿੱਚ ਪਰਸਪਰ ਅਤੇ ਆਇਨਾਂ (Ions) ਨਾਲ ਟਕਰਾਉਂਦੇ ਹਨ ਅਲੱਗ-ਅਲੱਗ ਦਿਸ਼ਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਬੇਤਰਤੀਬੀ ਗਤੀ ਕਰਦੇ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਬਾਹਰੀ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਇਹ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਉਲਟ ਵਹਿੰਦੇ ਹੈ। ਨਾਭਿਕਾਂ (nuclei) ਤੋਂ ਬਣੇ ਧਨ ਆਇਨ ਅਤੇ ਬੱਝੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਆਪਣੀਆਂ ਸਥਿਰ ਸਥਿਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਰਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਇਟ (ELectrolyte) ਚਾਲਕਾਂ ਵਿੱਚ ਧਨ ਅਤੇ ਰਿਣ ਆਇਨ ਦੋਨੋਂ ਹੀ ਚਾਰਜ ਵਾਹਕ ਹੁੰਦੇ ਹਨ— ਚਾਰਜ ਵਾਹਕਾਂ ਦੀ ਗਤੀ ਬਾਹਰੀ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਨਾਲ-ਨਾਲ ਰਸਾਇਣਿਕ ਬਲਾਂ (ਅਧਿਆਇ 3 ਦੇਖੋ) ਵੱਲੋਂ ਵੀ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇੱਥੇ ਅਸੀਂ ਅਪਣੀ ਚਰਚਾ ਠੋਸ ਧਾਤਵਿਕ ਚਾਲਕਾਂ ਲਈ ਹੀ ਕਰਾਂਗੇ। ਆਓ ਚਾਲਕ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਕੁੱਝ ਮਹੱਤਵਪੂਰਣ ਪਰਿਣਾਮਾਂ ਤੇ ਧਿਆਨ ਦੇਈਏ।

1. ਚਾਲਕ ਦੇ ਅੰਦਰ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਸਿਫਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

Inside a conductor, electrostatic field is zero

ਕਿਸੇ ਨਿਰਪਖ ਜਾਂ ਚਾਰਜਿਤ ਚਾਲਕ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ। ਇਥੇ ਕੋਈ ਬਾਹਰੀ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਵੀ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਸਟੈਟਿਕ (Static) ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਜਦੋਂ ਚਾਲਕ ਦੇ ਅੰਦਰ ਜਾ ਉਸਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਕੋਈ ਬਿਜਲੀ ਧਾਰਾ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ, ਉਦੋਂ ਚਾਲਕ ਦੇ ਅੰਦਰ ਹਰ ਜਗ੍ਹਾ ਤੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਸਿਫਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤੱਥ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਚਾਲਕ ਨੂੰ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰਣ ਦੇ ਗੁਣ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਮੰਨਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਚਾਲਕ ਵਿੱਚ ਸੁਤੰਤਰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਜਦੋਂ ਤੱਕ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਸਿਫ਼ਰ ਨਹੀਂ ਹੈ ਸੁਤੰਤਰ ਚਾਰਜ ਵਾਹਕ ਇੱਕ ਬੱਲ ਦਾ ਅਨੁਭਵ ਕਰੇਗਾ ਅਤੇ ਉਸ ਵਿੱਚ ਬਹਾਵ ਹੋਵੇਗਾ। ਸਟੈਟਿਕ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਸੁਤੰਤਰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਆਪਣੇ-ਆਪ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਤਰਿਤ ਕਰ ਲੈਂਦੇ ਹੈ ਕਿ ਚਾਲਕ ਦੇ ਅੰਦਰ ਹਰ ਜਗ੍ਹਾ ਤੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਸਿਫਰ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਚਾਲਕ ਦੇ ਅੰਦਰ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਸਿਫਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

2. ਚਾਰਜ ਹੋਏ ਚਾਲਕ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ, ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਲੰਬ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ।

At the surface of a charged conductor, electrostatic field must be normal to the surface at every point

ਜੇਕਰ $\mathbf{E}$ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਲੰਬ ਨਹੀਂ ਹੈ ਤਾਂ ਉਸ ਦਾ ਸਤ੍ਹਾ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵੱਲ ਕੋਈ ਸਿਫਰ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ ਘੱਟਕ ਹੋਵੇਗਾ। ਉਦੋਂ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਸੁਤੰਤਰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਕਿਸੇ ਬਲ ਦਾ ਅਨੁਭਵ ਕਰਨਗੇ ਅਤੇ ਗਤੀ ਕਰਨਗੇ। ਇਸ ਲਈ ਸਟੈਟਿਕ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ $\mathbf{E}$ ਦਾ ਕੋਈ ਸਪਰਸ਼ ਰੇਖੀ ਘਟਕ ਨਹੀਂ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਿਸੇ ਚਾਰਜਿਤ ਚਾਲਕ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਹਰ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਲੰਬ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। (ਕਿਸੇ ਚਾਲਕ ਦੇ ਲਈ ਜਿਸ ਤੇ ਕੋਈ ਸਤਹੀ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ ਨਹੀਂ ਹੈ, ਉਸ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਵੀ ਖੇਤਰ ਸਿਫਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।) (ਪਰਿਣਾਮ 5 ਵੇਖੋ)

3. ਸਟੈਟਿਕ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਚਾਰਜ ਦੇ ਅੰਦਰ ਕੋਈ ਵਾਧੂ ਚਾਰਜ ਨਹੀਂ ਹੋ ਸਕਦਾ

The interior of a conductor can have no excess charge in the static situation

ਕਿਸੇ ਉਦਾਸੀਨ ਚਾਲਕ ਦੇ ਹਰੇਕ ਛੋਟੇ ਆਇਤਨ ਜਾ ਸਤਹੀ ਹਿੱਸੇ ਵਿੱਚ ਧਨਾਤਮਕ ਜਾ ਰਿਣਾਤਮਕ ਚਾਰਜ ਸਮਾਨ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੇ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਕਿਸੇ ਚਾਲਕ ਨੂੰ ਚਾਰਜਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਤਾਂ ਸਟੈਟਿਕ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਵਾਧੂ ਚਾਰਜ ਕੇਵਲ ਉਸ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਹੀ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਗਾਸ (Gauss) ਦੇ ਨਿਯਮ ਤੋਂ ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਚਾਲਕ ਦੇ ਅੰਦਰ ਕਿਸੇ ਆਰਬਿਟਰੇਰੀ ਆਇਤਨ ਐਲੀਮੈਂਟ v ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ। ਆਇਤਨ ਐਲੀਮੈਂਟ ਨੂੰ ਪ੍ਰਤਿਬੰਧ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਕਿਸੇ ਬੰਦ ਸਤ੍ਹਾ S ਤੇ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਸਿਫ਼ਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ S ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲਾ ਕੁੱਲ ਫਲਕਸ ਸਿਫਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਗਾਸ ਨਿਯਮ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ S ਤੇ ਪ੍ਰਤਿਬੰਧ ਕੋਈ ਨੈੱਟ ਚਾਰਜ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ ਸਤ੍ਹਾ S ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਛੋਟਾ ਚਾਹੀਏ ਉਨਾਂ ਛੋਟਾ ਬਣਾ ਸਕਦੇ ਹਾਂ, ਮਤਲਬ ਆਇਤਨ v ਨੂੰ ਅਲੋਪ ਹੋਣ ਦੀ ਸੀਮਾ ਤੱਕ ਛੋਟਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਇਸ ਦਾ ਮਤਲਬ ਇਹ ਹੋਇਆ ਕਿ ਚਾਲਕ ਦੇ ਅੰਦਰ ਕੋਈ ਨੈੱਟ ਚਾਰਜ ਨਹੀਂ ਹੈ ਜੇਕਰ ਕੋਈ ਵਾਧੂ ਚਾਰਜ ਹੈ ਤਾਂ ਉਹ ਉਸ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਹੈ।

4. ਚਾਲਕ ਦੀ ਸਾਰੇ ਆਇਤਨ ਵਿੱਚ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਸਥਿਰ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਦਾ ਮਾਨ ਇਸ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਵੀ ਸਮਾਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

Electrostatic potential is constant throughout the volume of the conductor and has the same value (as inside) on its surface

ਇਹ ਨਤੀਜਾ 1 ਅਤੇ 2 ਤੋਂ ਸਿੱਧ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਚਾਲਕ ਦੇ ਅੰਦਰ $\mathbf{E} = 0$ ਅਤੇ ਇਸਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਕੋਈ ਸਪਰਸ਼ ਰੇਖੀ ਘੱਟਕ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਦੇ ਅੰਦਰ ਅਤੇ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਕਿਸੇ ਛੋਟੇ ਟੇਸਟ ਚਾਰਜ ਨੂੰ ਗਤੀਕਰਨ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਕਾਰਜ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਮਤਲਬ ਚਾਲਕ ਦੇ ਅੰਦਰ ਅਤੇ ਉਸ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਦੋ ਬਿੰਦੂਆਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਇਹੀ ਲੋੜੀਂਦਾ ਪਰਿਣਾਮ ਹੈ। ਜੇਕਰ ਚਾਲਕ ਚਾਰਜਿਤ ਹੈ ਤਾਂ ਚਾਲਕ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਲੰਬ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ; ਇਸ ਦਾ ਮਤਲਬ ਹੈ ਕਿ ਚਾਲਕ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਦਾ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਚਾਲਕ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਨੇੜਲੇ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਪੁਟੈਂਸਲ ਅਲੱਗ ਹੋਵੇਗਾ।

ਕਿਸੇ ਆਰਬਿਟਰੇਰੀ ਆਕਾਰ, ਸ਼ਕਲ ਅਤੇ ਚਾਰਜ ਤਰਤੀਬ ਦੇ ਚਾਲਕਾਂ ਦੇ ਸਿਸਟਮ ਵਿੱਚ ਹਰੇਕ ਚਾਲਕ ਦਾ ਅਪਣੇ ਇਕ ਸਥਿਰ ਮਾਨ ਦਾ ਮੁਢਲਾ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਹੋਵੇਗਾ, ਪਰੰਤੂ ਇਹ ਸਥਿਰ ਮਾਨ ਇੱਕ ਚਾਲਕ ਤੋਂ ਦੂਸਰੇ ਚਾਲਕ ਦਾ ਅਲਗ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

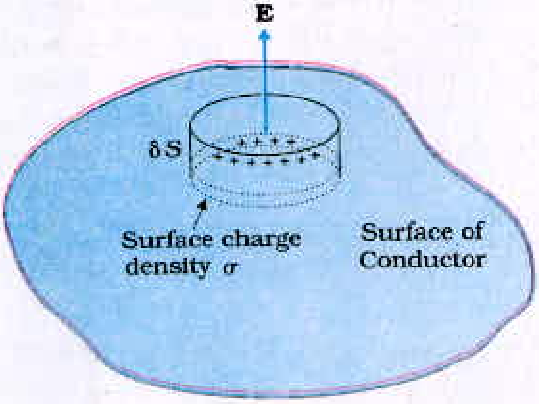
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

5. ਚਾਰਜ ਹੋਏ ਚਾਲਕ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ
Electric field at the surface of a charged conductor

$$\mathbf{E} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\hat{\mathbf{n}} \tag{2.35}$$

ਇਥੇ σ ਸਤਹੀ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ ਅਤੇ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਲੰਬ ਬਾਹਰੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਇਕ ਯੂਨਿਟ ਸਦਿਸ਼ ਹੈ।

ਇਸ ਪਰਿਣਾਮ ਨੂੰ ਪਤਾ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ, ਕੋਈ ਡਿੱਬਾ (ਇੱਕ ਛੋਟਾ ਬੇਲਨਾਕਾਰ ਖੋਖਲਾ ਬਰਤਨ) ਚਿੱਤਰ 2.17 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ, ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ P ਦੇ ਆਲੇ-ਦੁਆਲੇ ਗੌਸ਼ਿਅਨ (Gaussian) ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਚੁਣੋ। ਇਸ ਡਿੱਬੇ ਦਾ ਕੁੱਝ ਭਾਗ ਚਾਲਕ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਬਾਹਰ ਅਤੇ ਕੁੱਝ ਭਾਗ ਚਾਲਕ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਅੰਦਰ ਹੈ ਇਸ ਦੀ ਦੂਸਰ ਕਾਟ ਦਾ ਖੇਤਰਫਲ δS ਅਤੇ ਬਹੁਤ ਛੋਟਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਦੀ ਉਚਾਈ ਵੀ ਨਾਮ ਮਾਤਰ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 2.17 ਕਿਸੇ ਚਾਰਜਿਤ ਚਾਲਕ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਲਈ ਸਮੀਕਰਣ (2.35) ਸਿੱਧ ਕਰਨ ਲਈ ਚੁਣੀ ਗਈ ਗੌਸ਼ਿਅਨ ਸਤ੍ਹਾ

ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਬਿਲਕੁਲ ਲਾਗੇ ਅੰਦਰਲੇ ਪਾਸੇ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਸਿਫਰ ਹੈ; ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਬਿਲਕੁਲ ਲਾਗੇ ਬਾਹਰਲੇ ਪਾਸੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਲੰਬ ਹੈ। ਇਸਲਈ ਡਿੱਬੇ ਵਿਚੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲਾ ਕੁੱਲ ਫਲਕਸ ਕੇਵਲ ਡਿੱਬੇ ਦੀ ਬਾਹਰੀ (ਚੱਕਰੀ) ਦੂਸਾਰ ਕਾਟ ਵਿੱਚੋਂ ਆਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ $\pm E\delta S$ ($\sigma > 0$ ਦੇ ਲਈ ਧਨਾਤਮਕ, $\sigma < 0$ ਦੇ ਲਈ ਰਿਣਾਤਮਕ), ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ, ਇਸਲਈ ਚਾਲਕ ਦੇ ਛੋਟੇ ਖੇਤਰ δS ਤੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ E ਨੂੰ ਸਥਿਰ ਮੰਨਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਨਾਲ ਹੀ E ਅਤੇ δS ਸਮਾਂਤਰ ਜਾਂ ਉਲਟ ਸਮਾਂਤਰ ਹਨ। ਡਿੱਬੇ ਵੱਲੋਂ ਪ੍ਰਤਿਬੱਧ, ਚਾਰਜ $\sigma\delta S$ ਹੈ। ਗਾਸ ਨਿਯਮ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ

$$E\delta S = \frac{|\sigma|\delta S}{\varepsilon_0}$$

$$E = \frac{|\sigma|}{\varepsilon_0} \tag{2.36}$$

ਇਸ ਤੱਥ ਨੂੰ ਮੰਨਦੇ ਹੋਏ ਕਿ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਲੰਬ ਹੈ, ਸਾਨੂੰ ਸਮੀਕਰਨ (2.35) ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸਦਿਸ਼ ਸੰਬੰਧ ਮਿਲਦਾ ਹੈ। ਧਿਆਨ ਦਿਉ ਸਮੀਕਰਣ (2.35) ਚਾਰਚ ਘਣਤਾ σ ਦੇ ਦੋਵੇਂ ਨਿਸ਼ਾਨਾਂ ਦੇ ਲਈ ਸੱਚ ਹੈ। $\sigma > 0$, ਦੇ ਲਈ, ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਬਾਹਰੀ ਪਾਸੇ ਲੰਬ ਹੈ ਅਤੇ $\sigma < 0$ ਦੇ ਲਈ, ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਅੰਦਰਲੇ ਪਾਸੇ ਲੰਬ ਹੈ।

2.9. ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਸ਼ੀਲਡਿੰਗ (Electrostatic shielding)

ਕਿਸੇ ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਚਾਲਕ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿਚ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਕੈਵੀਟੀ (cavity) ਹੋਵੇ ਅਤੇ ਉਸ ਕੈਵੀਟੀ ਦੇ ਅੰਦਰ ਕੋਈ ਚਾਰਜ ਨਾ ਹੋਵੇ। ਇੱਕ ਅਸਾਧਾਰਣ ਪਰਿਣਾਮ ਇਹ ਦੇਖਣ ਨੂੰ ਮਿਲੇਗਾ ਕਿ ਚਾਹੇ ਕੈਵੀਟੀ ਦੀ ਕੋਈ ਵੀ ਬਨਾਵਟ ਜਾਂ ਅਕਾਰ ਕਿਉਂ ਨਾ ਹੋਵੇ, ਜਾਂ ਉਸ ਚਾਲਕ ਤੇ ਕਿੰਨੇ ਵੀ ਪਰਿਮਾਣ ਦਾ ਚਾਰਜ ਹੋਵੇ ਅਤੇ ਕਿੰਨੀ ਵੀ ਤੀਬਰਤਾ ਦੇ ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਉਸ ਨੂੰ ਕਿਉਂ ਨਾ ਰਖਿਆ ਹੋਵੇ, ਕੇਵਟੀ ਦੇ ਅੰਦਰ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਸਿਫਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪਰਿਣਾਮ ਦੇ ਇੱਕ ਸਰਲ ਸਟੇਪ ਨੂੰ ਅਸੀਂ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਉਦਾਹਰਣ 2.17

ਉੱਤਰ—

(a) ਇਸਦਾ ਕਾਰਨ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਕੰਘਾ ਰਗੜ ਕਾਰਣ ਚਾਰਜ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਲੈਂਦਾ ਹੈ। ਚਾਰਜਿਤ ਕੰਘੇ ਦੇ ਕਾਰਨ ਪੇਪਰ ਦੇ ਕਣ ਚਾਰਜ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ, ਜਿਸ ਪਰਿਣਾਮ ਵਜੋਂ ਇੱਕ ਨੇਟ ਆਕਰਸ਼ੀ ਬੱਲ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜੇਕਰ ਬਾਲਾਂ ਵਿੱਚ ਨਮੀ ਹੈ ਤਾਂ ਬਾਲਾਂ ਦੇ ਵਿਚ ਰਗੜ ਘੱਟ ਹੋਵੇਗਾ ਅਤੇ ਕੰਘਾ ਚਾਰਜ ਨਹੀਂ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਸ ਲਈ ਇਹ ਕਾਗਜ ਦੇ ਟੁਕੜਿਆਂ ਨੂੰ ਆਕਰਸ਼ਿਤ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ।

(b) ਜਿਸ ਦੇ ਕਾਰਨ ਪੈਦਾ ਹੋਏ ਚਾਰਦ ਦਾ ਧਰਤੀ ਵੱਲ ਚਲਨਾ ਹੋ ਸਕੇ। ਕਿਉਂਕਿ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਚਾਰਜ ਵੱਧ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਟਾਇਰਾਂ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਇਕੱਠਾ ਹੋ ਕੇ ਚੰਗਾਰੀ ਪੈਦਾ ਕਰ ਸਕਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨਾਲ ਅੱਗ ਲੱਗ ਸਕਦੀ ਹੈ।

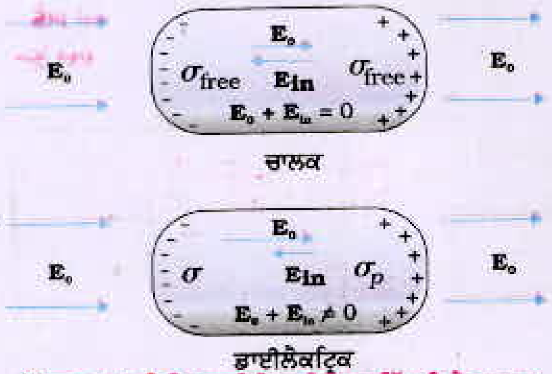
(c) ਕਾਰਣ (b) ਦੇ ਸਮਾਨ ਹੈ।

(d) ਬਿਜਲੀ ਧਾਰਾ ਉਦੋਂ ਹੀ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਦੋਂ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

2.10 ਡਾਈਲੈਕਟ੍ਰਿਕਸ ਅਤੇ ਪੋਲਰਾਈਜ਼ੇਸ਼ਨ

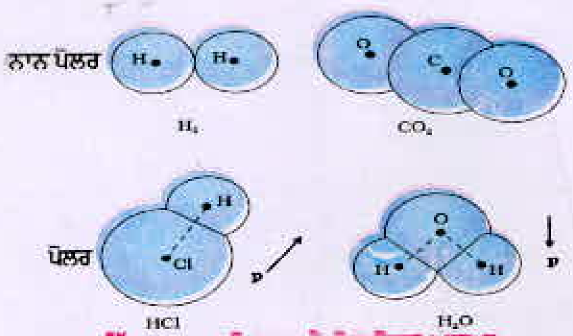
DIELECTRICS AND POLARISATION

ਡਾਈਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਕੁਚਾਲਕ ਪਦਾਰਥ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਚਾਲਕਾਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਇਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਚਾਰਜ ਵਾਹਕ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਸੈਕਸ਼ਨ 2.9 ਨੂੰ ਯਾਦ ਕਰੋ, ਕੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿਸੇ ਚਾਲਕ ਨੂੰ ਬਾਹਰੀ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਰੱਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਸੁਤੰਤਰ ਚਾਰਜ ਕੈਰੀਅਰ ਗਤੀ ਕਰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਚਾਰਜ ਤਰਤੀਬ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਸੰਯੋਜਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ ਕਿ ਪਰੇਰਿਤ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਵਿਰੋਧ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਉਦੋਂ ਤੱਕ ਹੁੰਦਾ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਤੱਕ ਕੀ ਸਥਿਰ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਦੋਨੋ ਖੇਤਰ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਨੂੰ ਖਤਮ ਨਹੀਂ ਕਰ ਦਿੰਦੇ ਅਤੇ ਚਾਲਕ ਦੇ ਅੰਦਰ ਨੇਟ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਬੱਲ ਸਿਫਰ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਡਾਈਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜ ਦੀ ਇਹ ਸੁਤੰਤਰ ਗਤੀ ਸੰਭਵ ਨਹੀਂ। ਫੇਰ ਵੀ ਇਹ ਪਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕੀ ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਕੁਝ ਚਾਰਜ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਕਰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਇਕ ਅਜਿਹਾ ਖੇਤਰ ਪੈਦਾ ਕਰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਵਿਰੋਧ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ ਚਾਲਕ ਨੂੰ ਅਲਗ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਖਤਮ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ। ਇਹ ਕੇਵਲ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਘੱਟਾ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦਾ ਵਿਸਤਾਰ ਡਾਈਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਭਾਵ ਨੂੰ ਸਮਝਣ ਲਈ ਕਿਸੇ ਡਾਈਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਪਦਾਰਥ ਵਿੱਚ ਅਣਵਿਕ ਪਧਰ ਤੇ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਣ ਦੇ ਅਧਿਅਨ ਦੀ ਜ਼ਰੂਰਤ ਹੋਵੇਗੀ।



ਚਿੱਤਰ 2.20 ਕਿਸੇ ਬਾਹਰੀ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਚਾਲਕ ਅਤੇ ਡਾਈਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਦੇ ਵਰਤਾਰੇ ਵਿੱਚ ਅੰਤਰ

ਕਿਸੇ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਅਣੂ ਪੋਲਰ ਜਾਂ ਨਾਨ ਪੋਲਰ ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਕਿਸੇ ਨਾਲ ਪੋਲਰ ਅਣੂ ਵਿੱਚ ਧਨਚਾਰਜ ਅਤੇ ਰਿਣਚਾਰਜ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਸੰਪਾਤੀ ਹੁੰਦੇ ਹੈ। ਉਦੋਂ ਅਣੂ ਦਾ ਕੋਈ ਸਥਾਈ (ਜਾ ਆਂਤਰਿਕ) ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੰਟ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। O_2 ਆਕਸੀਜਨ ਅਤੇ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ (H_2) ਅਣੂ ਨਾਲ ਪੋਲਰ ਅਣੂਆਂ ਦੇ ਉਦਾਹਰਣ ਹਨ, ਜਿਨ੍ਹਾ ਵਿੱਚ ਸਮਮਿਤੀ ਦੇ ਕਾਰਨ ਕੋਈ ਡਾਇਪੋਲ ਮੋਮੰਟ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਦੂਸਰੇ ਪਾਸੇ ਪੋਲਰ ਅਣੂ ਉਹ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਧਨ ਚਾਰਜ ਅਤੇ ਰਿਣ ਚਾਰਜ ਦਾ ਕੇਂਦਰ ਅਲਗ-ਅਲਗ (ਉਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿਚ ਵੀ ਜਦੋਂ ਕੋਈ ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ ਨਾ ਹੋਵੇ) ਹੁੰਦੇ ਹੈ। ਅਜਿਹੇ ਅਣੂਆਂ ਵਿੱਚ ਸਥਾਈ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੰਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। HCl ਵਰਗਾ ਆਈਨੀ (ionic) ਅਣੂ ਜਾਂ ਜਲ (H_2O) ਦਾ ਕੋਈ ਅਣੂ ਪੋਲਰ ਅਣੂਆ ਦੇ ਉਦਾਹਰਣ ਹਨ।



ਚਿੱਤਰ 2.21 ਪੋਲਰ ਅਤੇ ਨੋਨ ਪੋਲਰ ਅਣੂਆ ਦੇ ਉਦਾਹਰਣ

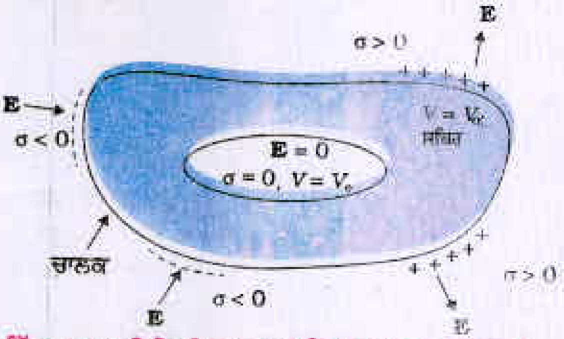
ਕਿਸੀ ਬਾਹਰੀ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਨਾਨ ਪੋਲਰ ਅਣੂ ਦੇ ਧਨਚਾਰਜ ਅਤੇ ਰਿਣਚਾਰਜ ਉਲਟ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਵਿਸਥਾਪਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਵਿਸਥਾਪਣ ਉਦੋਂ ਰੁਕਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਅਣੂ ਦੇ ਘਟਕ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

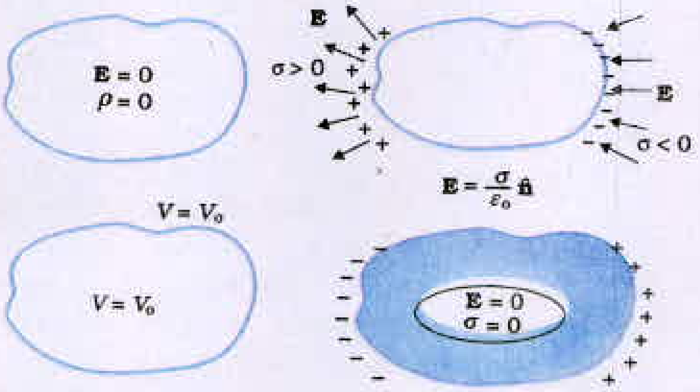
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਪਹਿਲਾਂ ਵੀ ਸਿੱਧ ਕਰ ਚੁਕੇ ਹਾ : ਕਿਸੇ ਚੱਕਰੀ ਖੋਲ ਦੇ ਅੰਦਰ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਸਿਫਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਖੋਲ ਦੇ ਲਈ ਪਰਿਣਾਮ ਸਿੱਧ ਕਰਨ ਵਾਸਤੇ ਅਸੀਂ ਖੋਲ ਦੀ ਚੱਕਰੀ ਸਮਮਿਤੀ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਸੀ। (ਅਧਿਆਈ 1 ਦੇਖੋ) ਪਰੰਤੂ ਕਿਸੇ ਚਾਲਕ ਦੀ (ਚਾਰਜ ਰਹਿਤ) ਕੈਵੀਟੀ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਵਿਲੋਪਣ ਜਿਦਾਂ ਕਿ ਪਹਿਲਾਂ ਦਸਿਆ ਹੈ, ਇੱਕ ਬਹੁਤ ਹੀ ਵਿਆਪਕ ਪਰਿਣਾਮ ਹੈ। ਇਸ ਦੇ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਇੱਕ ਹੋਰ ਪਰਿਣਾਮ ਇਹ ਵੀ ਹੈ ਕਿ ਜੇਕਰ ਚਾਲਕ ਚਾਰਜਿਤ ਵੀ ਹੈ, ਜਾਂ ਫੇਰ ਕਿਸੇ ਬਾਹਰੀ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਵਲੋਂ ਉਦਾਸੀਨ ਚਾਲਕ ਚਾਰਜ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਕਿਉਂ ਨਾ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੋਵੇ, ਸਾਰਾ ਚਾਰਜ ਕੇਵਲ ਚਾਲਕ ਕੈਵੀਟੀ ਸਮੇਤ ਉਸ ਦੀ ਬਾਹਰੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ।

ਚਿੱਤਰ 2.18 ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਨਤੀਜੇ ਇੱਥੇ ਸਿੱਧ ਨਹੀਂ ਕੀਤੇ ਗਏ। ਬਾਹਰ ਚਾਹੇ ਜੋ ਵੀ ਚਾਰਜ ਜਾਂ ਚਾਰਜ ਤਰਤੀਬ ਹੋਵੇ, ਚਾਲਕ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਵੀ ਕੈਵੀਟੀ ਬਾਹਰੀ ਬਿਜਲੀ ਤੋਂ ਬਚੀ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ; ਕੈਵੀਟੀ ਦੇ ਅੰਦਰ ਖੇਤਰ ਹਮੇਸ਼ਾ ਸਿਫਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਸ਼ੀਲਡਿੰਗ ਕਹਿੰਦੇ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਸੰਵੇਦਨਸ਼ੀਲ ਉਪਕਰਣਾਂ ਨੂੰ ਬਾਹਰੀ ਬਿਜਲੀ ਪ੍ਰਭਾਵਾਂ ਤੋਂ ਬਚਾਉਣ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 2.19 ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਚਾਲਕ ਦੇ ਜ਼ਰੂਰੀ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਗੁਣਾਂ ਦਾ ਸਾਰਾਂਸ਼ ਦਿੱਤਾ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 2.18 ਕਿਸੇ ਵੀ ਚਾਲਕ ਦੀ ਕੈਵੀਟੀ ਦੇ ਅੰਦਰ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਸਿਫਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਚਾਲਕ ਦਾ ਸਾਰਾ ਚਾਰਜ ਕੈਵੀਟੀ ਸਮੇਤ ਉਸ ਚਾਲਕ ਦੀ ਕੇਵਲ ਬਾਹਰੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। (ਕੈਵੀਟੀ ਦੇ ਅੰਦਰ ਕੋਈ ਚਾਰਜ ਨਹੀਂ ਹੈ।)



ਚਿੱਤਰ 2.19 ਕਿਸੇ ਚਾਲਕ ਦੇ ਕੁਝ ਮਹੱਤਵਪੂਰਣ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਗੁਣ

ਉਦਾਹਰਣ 2.7

(a) ਸੁੱਕੇ ਬਾਲਾਂ ਵਿੱਚ ਕੰਘਾ ਘੁਮਾਣ ਦੇ ਬਾਅਦ ਉਹ ਕਾਗਜ ਦੇ ਟੁਕੜਿਆਂ ਨੂੰ ਆਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰ ਲੈਂਦਾ ਹੈ, ਕਿਉਂ?
ਜੇਕਰ ਬਾਲ ਗਿੱਲੇ ਹੋਣ ਜਾ ਬਾਰਿਸ਼ ਦਾ ਦਿਨ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਕਿ ਹੋਵੇਗਾ (ਧਿਆਨ ਰਿਹੇ ਕਾਗਜ ਬਿਜਲੀਚਾਲਕ ਨਹੀਂ ਹੈ)

(b) ਸਾਧਾਰਣ ਰਬੜ ਬਿਜਲੀ ਰੋਧੀ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ ਹਵਾਈ ਜਹਾਜ ਦੇ ਚਕੇ ਹਲਕੇ ਚਾਲਕ ਬਣਾਏ ਜਾਂਦੇ ਹੈ। ਇਹ ਕਿਉਂ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ।

(c) ਜੋ ਵਾਹਨ ਜਲਨ ਵਾਲਾ ਪਦਾਰਥ ਲੈ ਕੇ ਜਾਂਦੇ ਹੈ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੀਆਂ ਧਾਤੂ ਦੀਆਂ ਰਸੀਆਂ (ਜੰਜੀਰਾਂ) ਵਾਹਨ ਦੀ ਗਤੀ ਵਿੱਚ ਹੋਣ ਤੇ ਵੀ ਧਰਤੀ ਨੂੰ ਛੂੰਦੀਆਂ ਰਹਿੰਦੀਆਂ ਹਨ, ਕਿਉਂ

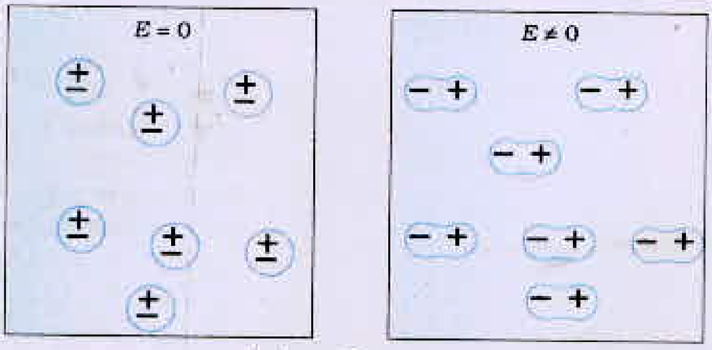
(d) ਇੱਕ ਚਿੜੀ ਇੱਕ ਹਾਈ ਪਾਵਰ ਬਿਜਲੀ ਦੇ ਤਾਰ ਤੇ ਬੈਠੀ ਹੈ, ਪਰ ਉਸ ਨੂੰ ਕੁੱਝ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਧਰਤੀ ਤੇ ਖੜਾ ਇੱਕ ਬੰਦਾ ਉਸ ਨੂੰ ਸੰਪਰਸ਼ ਕਰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉਸ ਨੂੰ ਘਾਤਕ ਝਟਕਾ ਲੱਗਦਾ ਹੈ। ਕਿਉਂ?

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

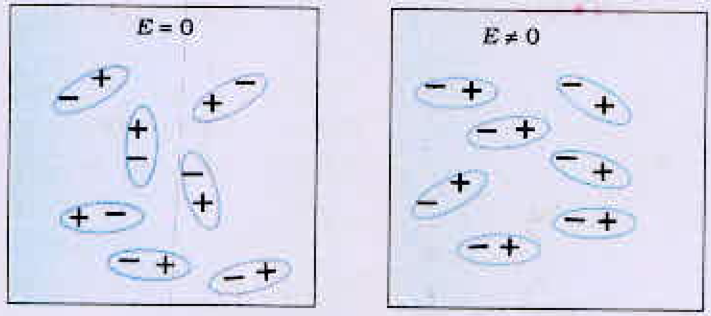
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਚਾਰਜਾਂ ਤੇ ਬਾਹਰੀ ਬਲ ਰਿਸਟੋਰਿੰਗ (Restoring) ਬਲ (ਅਣੂ ਦੇ ਅੰਦਰੂਨੀ ਖੇਤਰਾਂ ਦੇ ਕਾਰਨ) ਵੱਲੋਂ ਸੰਤੁਲਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਨਾਨ ਪੋਲਰ ਅਣੂ ਇੱਕ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਡਾਇਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ (Dipole moment) ਪੈਦਾ ਕਰ ਲੈਂਦਾ ਹੈ। ਉਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਨੂੰ ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ ਵੱਲੋਂ ਪੋਲਰਾਇਜਡ (Polarised) ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਅਸੀਂ ਕੇਵਲ ਉਸ ਸਰਲ ਸਥਿਤੀ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਾਂਗੇ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਡਾਇਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਖੇਤਰ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਦੀ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। (ਪਦਾਰਥ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਲਈ ਇਹ ਧਾਰਨਾ ਸਹੀ ਹੈ ਉਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ *ਰੇਖੀ ਆਈਸੋਟਰੋਪਿਕ* (isotropic) *ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ* ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ)। ਅਲਗ-ਅਲਗ ਅਣੂਆ ਦੇ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਡਾਇਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਨਾਲ ਜੁੜ ਕੇ ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਹਾਜ਼ਰੀ ਵਿੱਚ ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਦਾ ਨੇਟ ਡਾਇਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦਾ ਹੈ।



(a) ਨਾਨ ਪੋਲਰ ਅਣੂ



(b) ਪੋਲਰ ਅਣੂ

ਚਿੱਤਰ 2.22 ਕਿਸੀ ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇੱਕ ਨੇਟ ਡਾਇਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ ਵਿਕਸਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। (a) ਨਾਨ ਪੋਲਰ ਅਣੂ (b) ਪੋਲਰ ਅਣੂ

ਪੋਲਰ ਅਣੂਆਂ ਦਾ ਕੋਈ ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਕਿਸੇ ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਨੈੱਟ ਡਾਇਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ ਵੀ ਪੈਦਾ ਕਰ ਲੈਂਦਾ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ ਇਸ ਦਾ ਕਾਰਨ ਅਲੱਗ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਬਾਹਰੀ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਨਾ ਹੋਣ ਦੀ ਸੂਰਤ ਵਿੱਚ, ਤਾਪ ਊਰਜਾ ਦੇ ਕਾਰਣ ਅਲਗ-ਅਲਗ ਸਥਾਈ ਡਾਇਪੋਲ ਬੇਤਰਤੀਬੀ ਨਾਲ ਲੱਗੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ; ਇਸ ਲਈ ਉਨਾਂ ਦਾ ਕੁੱਲ ਡਾਇਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ ਸਿਫ਼ਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਕੋਈ ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ ਲਗਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਕੱਲਾ-ਇਕੱਲਾ ਡਾਇਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ ਆਪਣੇ ਆਪ ਨੂੰ ਉਸ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਰੱਖਣ ਦੀ ਕੋਸ਼ਿਸ਼ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਸਾਰੇ ਅਣੂਆਂ ਦਾ ਡਾਇਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ ਮਿਲਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਇਕ ਨੈੱਟ ਡਾਇਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ ਮਿਲਦਾ ਹੈ। ਮਤਲਬ ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਪੋਲਰਾਲਿਜਡ (Polarised) ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਪੋਲਰਾਇਜੇਸ਼ਨ ਦੀ ਸੀਮਾ ਦੋ ਪਰਸਪਰ ਉਲਟ ਕਾਰਕਾਂ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ ਜੋ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹਨ : ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਡਾਇਪੋਲ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਜੋ ਡਾਇਪੋਲ ਨੂੰ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਰਖਣ ਦਾ ਯਤਨ ਕਰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਤਾਪ ਊਰਜਾ ਜੋ ਡਾਇਪੋਲ ਨੂੰ ਬੇਤਰਤੀਬੀ ਨਾਲ ਘੁਮਾਉਣ ਦਾ ਯਤਨ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ ਨਾਨ ਪੋਲਰ ਅਣੂਆਂ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਥੇ ਵੀ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਡਾਇਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ ਦਾ ਪ੍ਰਭਾਵ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ, ਪਰੰਤੂ ਵਿਆਪਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪੋਲਰ ਅਣੂਆਂ ਲਈ ਇਕ ਰੇਖਾ ਵਿੱਚ ਰਹਿਣ ਦਾ ਪ੍ਰਭਾਵ ਜ਼ਿਆਦਾ ਮਹੱਤਵਪੂਰਣ ਹੈ।

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੋਵਾਂ ਸਥਿਤਿਆ ਵਿੱਚ ਚਾਹੇ ਪੋਲਰ ਹੋ ਜਾਂ ਨਾਨ ਪੋਲਰ, ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਕਿਸੇ ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਹਾਜਰੀ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਨੈੱਟ ਡਾਇਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ ਪੈਦਾ ਕਰ ਲੈਂਦਾ ਹੈ। ਡਾਇਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ ਪ੍ਰਤਿ ਯੂਨਿਟ ਆਇਤਨ ਪੋਲਰਾਇਜੇਸ਼ਨ *(Polarisation)* ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ **P** ਨਾਲ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਰੇਖੀ ਆਇਸੋਟਰੋਪਿਕ ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਲਈ

$$\mathbf{P} = \chi_e \mathbf{E} \qquad (2.37)$$

ਇਥੇ χ_e ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਦਾ ਸਥਿਰ ਮੁੱਢਲਾ ਗੁਣ ਹੈ। ਜਿਸ ਨੂੰ ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਮਾਧਿਅਮ ਦੀ ਬਿਜਲੀ ਸੁਸੇਪਟੀਬਿਲਟੀ *(Susceptibility)* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

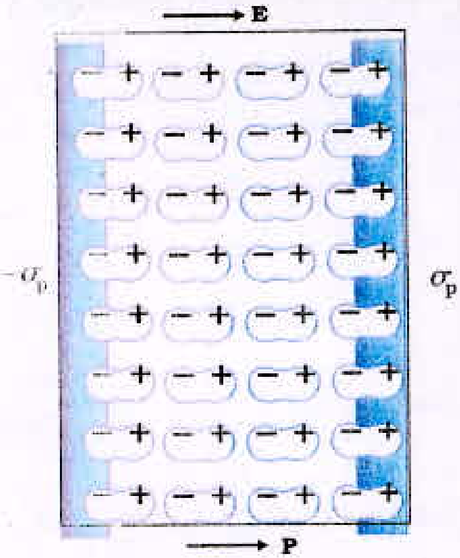
ਇਥੇ χ_e ਨੂੰ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਅਣਵਿਕ ਗੁਣ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਕਰਨਾ ਸੰਭਵ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ ਅਸੀਂ ਇਥੇ ਇਸ ਤੇ ਚਰਚਾ ਨਹੀਂ ਕਰਾਂਗੇ।

ਹੁਣ ਸਵਾਲ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਕੋਈ ਪੋਲਰ ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਆਪਣੇ ਅੰਦਰ ਕਿਸੇ ਮੂਲ ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਬਦਲਦਾ ਹੈ? ਸਰਲਤਾ ਦੇ ਲਈ ਅਸੀਂ ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਆਯਤਾਕਾਰ ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਗੁਟਕੇ ਤੇ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

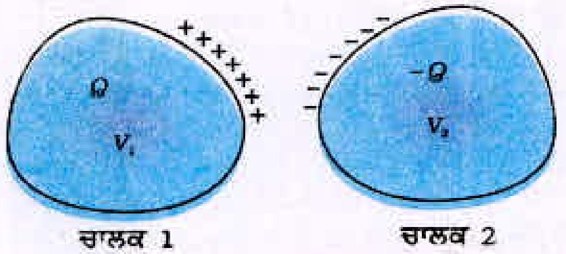
ਵਿਚਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਜੋ ਕਿਸੇ ਇਕ ਸਮਾਨ ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ $\mathbf{E}_0$ ਵਿੱਚ ਰੱਖਿਆ ਹੈ, ਜੋ ਗੁਟਕੇ ਦੇ ਦੋ ਫਲਕਾਂ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਹੈ। ਖੇਤਰ ਦੇ ਕਾਰਨ ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਵਿੱਚ ਇਕਸਮਾਨ ਪੋਲਾਰਾਇਜ਼ੇਸ਼ਨ **P** ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਗੁਟਕੇ ਦੇ ਹਰੇਕ ਆਇਤਨ ਅੰਸ਼ $\Delta \upsilon$ ਦੇ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਡਾਇਪੋਲ ਮੋਮੰਟ $\mathbf{P}\,\Delta \upsilon$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਵਡੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਆਇਤਨ ਅੰਸ਼ $\Delta \upsilon$ ਛੋਟਾ ਹੈ, ਪਰੰਤੂ ਇਸ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਆਣਵਿਕ ਡਾਇਪੋਲ ਹੁੰਦੇ ਹੈ। ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਦੇ ਅੰਦਰ ਕਿਸੇ ਵੀ ਸਥਾਨ ਤੇ ਆਇਤਨ ਅੰਸ਼ $\Delta \upsilon$ ਤੇ ਕੋਈ ਨੈੱਟ ਚਾਰਜ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ (ਪਰ ਇਸਦਾ ਨੇਟ ਡਾਇਪੋਲ ਮੋਮੰਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ) ਇਸਦਾ ਕਾਰਣ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਇੱਕ ਡਾਇਪੋਲ ਦਾ ਧਨ ਚਾਰਜ ਆਪਣੇ ਨਾਲ ਦੇ ਡਾਇਪੋਲ ਦੇ ਰਿਣ ਚਾਰਜ ਦੇ ਲਾਗੇ ਹੁੰਦੇ ਹੈ। ਪਰ ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਅਤੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਤੇ ਲੰਬ ਕੋਈ ਨਾ ਕੋਈ ਨੇਟ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਜਿਦਾਂ ਕਿ ਚਿੱਤਰ 2-23 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਖੱਬੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਡਾਇਪੋਲ ਦੇ ਧਨਾਤਮਕ ਸਿਰੇ ਅਤੇ ਸੱਜੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਡਾਇਪੋਲ ਦੇ ਰਿਣਾਤਮਕ ਸਿਰੇ ਬਿਨਾ ਚਾਰਜ (unneutrialised) ਰਹਿ ਜਾਂਦੇ ਹੈ। ਅਸੰਤੁਲਿਤ ਚਾਰਜ ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ ਕਾਰਨ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਚਾਰਜ ਹੁੰਦੇ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 2.23 ਕਿਸੇ ਇਕ ਜਿਹੇ ਪੋਲਰਾਇਜ਼ਡ ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਸਤ੍ਹਾ ਚਾਰਜ ਸੰਘਣਤਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਪਰ ਕੋਈ ਆਇਤਨ ਚਾਰਜ ਸੰਘਣਤਾ ਨਹੀਂ।

ਇਸਲਈ ਪੋਲਰਾਜਿਡ ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਦੋ ਚਾਰਜ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਸਤ੍ਹਾ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ σ_p ਅਤੇ $-\sigma_p$ ਹੈ। ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ ਇਨ੍ਹਾਂ ਸਤ੍ਹਾ ਚਾਰਜ ਵੱਲੋਂ ਪੈਦਾ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਵਿਰੋਧ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਡਾਲਿਕਟ੍ਰਿਕ ਵਿੱਚ ਕੁੱਲ ਖੇਤਰ, ਉਸ ਸਟੇਪ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਨਹੀਂ ਹੈ ਘੱਟ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਥੇ ਧਿਆਨ ਦੇਣ ਵਾਲੀ ਗੱਲ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਸਤ੍ਹਾ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ $\pm\sigma_p$ ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਵਿੱਚ ਸੁਤੰਤਰ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਨਹੀਂ ਪਰ ਬਾਉਂਡ (Bound) ਚਾਰਜਾਂ ਤੋਂ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

2.11 ਧਾਰਕ ਅਤੇ ਧਾਰਕਤਾ CAPACITORS AND CAPACITANCE



ਚਿੱਤਰ 2.24 ਕੁਚਲਕ ਵੱਲੋਂ ਅਲਗ ਕੀਤੇ ਦੋ ਚਾਲਕਾ ਦਾ ਸਿਸਟਮ ਜੋ ਇੱਕ ਕੁਚਾਲਕ ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ।

ਕੋਈ ਧਾਰਕ ਕੁਚਾਲਕ ਵੱਲੋਂ ਅਲੱਗ ਕੀਤੇ ਦੋ ਚਾਲਕਾਂ ਦਾ ਸਿਸਟਮ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। (ਚਿੱਤਰ 2.24). ਚਾਲਕਾਂ ਤੇ ਚਾਰਜ Q_1 ਅਤੇ Q_2 ਅਤੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ V_1 ਅਤੇ V_2 ਹਨ। ਜ਼ਿਆਦਾਤਰ; ਦੋ ਚਾਲਕਾਂ ਤੇ ਚਾਰਜ $+Q$ ਅਤੇ $-Q$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ $V = V_1 - V_2$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਸਿਰਫ ਧਾਰਕ ਦੀ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀ ਚਾਰਜ ਤਰਤੀਬ ਬਾਰੇ ਗੱਲ ਕਰਾਂਗੇ। (ਇੱਕ ਇਕੱਲੇ ਚਾਲਕ ਨੂੰ ਵੀ ਧਾਰਕ ਮਨ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਜੇਕਰ ਦੂਸਰੇ ਚਾਲਕ ਨੂੰ ਅਨੰਤ ਤੇ ਮੰਨੀਏ। ਦੋਨਾਂ ਚਾਲਕਾ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਬੈਟਰੀ ਦੇ ਦੋ ਟਰਮਿਨਲਾਂ ਨਾਲ ਜੋੜ ਕੇ ਚਾਰਜ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। Q ਨੂੰ ਧਾਰਕ ਦਾ ਚਾਰਜ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਜਦੋਂ ਕਿ ਤੱਥ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਇੱਕ ਧਾਰਕ ਦਾ ਚਾਰਜ ਹੈ ਅਤੇ ਧਾਰਕ ਦਾ ਕੁੱਲ ਚਾਰਜ ਸਿਫਰ ਹੈ।

ਚਾਲਕਾਂ ਦੇ ਵਿਚਲਾ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਚਾਰਜ Q ਦੇ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੈ। ਮਤਲਬ ਜੇਕਰ ਧਾਰਕ ਤੇ ਚਾਰਜ ਦੁੱਗਣਾ ਕਰ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਹਰ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੋਗੁਣਾ ਹੋ ਜਾਵੇਗਾ। (ਇਹ ਕੁਲਮ ਦੇ ਨਿਯਮ ਅਤੇ ਉਪਰ ਸਥਾਪਨ ਸਿਧਾਂਤ ਤੋ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਅਤੇ ਚਾਰਜ ਦੀ ਅਨੁਪਾਤਕਤਾ ਤੋਂ ਸਿੱਧ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਹੁਣ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ V ਕਿਸੇ ਛੋਟੇ ਟੈਸਟ ਚਾਰਜ ਨੂੰ ਖੇਤਰ ਦੇ ਉੱਲਟ ਚਾਲਕ 2 ਤੋਂ 1 ਤੱਕ ਲੈ ਜਾਣ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤਿ ਯੂਨਿਟ ਧਨ ਚਾਰਜ ਵੱਲੋਂ ਕੀਤੇ ਗਏ ਕਾਰਜ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵੱਜੋਂ V ਵੀ Q ਦੇ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੈ ਅਤੇ ਅਨੁਪਾਤ Q ਇੱਕ ਸਿਥਰਅੰਕ ਹੈ-

$$C = \frac{Q}{V} \tag{2.38}$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਇੱਥੇ C ਇੱਕ ਸਥਿਰਅੰਕ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਧਾਰਕ ਦੀ *ਧਾਰਕਤਾ* (Capacity) ਕਹਿੰਦੇ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਪਹਿਲਾਂ ਦੱਸਿਆ ਜਾ ਚੁੱਕਾ ਹੈ। ਧਾਰਕਤਾ C ਚਾਰਜ Q ਅਤੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ V ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦੀ। ਧਾਰਕਤਾ C ਕੇਵਲ ਦੋ ਚਾਲਕਾਂ ਦੇ ਸਿਸਟਮ ਦੇ ਜਿਆਮਿਤੀ ਸਿਸਟਮ (ਅਕਾਰ, ਬਣਾਵਟ ਅਤੇ ਦੂਰੀ) ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ। [ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਅਸੀਂ ਅੱਗੇ ਦੇਖਾਂਗੇ, ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੋਨਾਂ ਚਾਲਕਾ ਨੂੰ ਅਲਗ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਮਾਧਿਅਮਾਂ ਮਤਲਬ ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਧਾਰਕਤਾ ਦਾ SI ਮਾਤਰਕ 1 ਫੈਰਡ (farad) =1 ਕੁਲਮ ਪ੍ਰਤਿ ਵੋਲਟ ਜਾਂ $1 \text{ F} = 1 \text{ C V}^{-1}$ ਹੈ। ਸਥਿਰ ਧਾਰਕਤਾ ਦੇ ਧਾਰਕ ਦਾ ਚਿੰਨ੍ਹ ┤├, ਜਦਕਿ ਬਦਲਦੀ ਧਾਰਕਤਾ ਦੇ ਧਾਰਕ ਦਾ ਚਿੰਨ੍ਹ ⫳ ਹੈ।

ਸਮੀਕਰਣ 2.38 ਇਹ ਦਰਸਾਉਂਦੀ ਹੈ ਕਿ ਵੱਡੇ C ਦੇ ਲਈ ਜੇਕਰ Q ਸਥਿਰ ਹੈ ਤਾਂ V ਘੱਟ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਸਦਾ ਅਰਥ ਹੈ ਕਿ ਵੱਡੀ ਧਾਰਕਤਾ ਵਾਲਾ ਧਾਰਕ ਘੱਟ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਤੇ ਜ਼ਿਆਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਦਾ ਚਾਰਜ ਧਾਰਣ ਕਰ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਦੀ ਵਿਹਾਰਿਕ ਮਹੱਤਤਾ ਹੈ। ਵੱਡੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਤੇ ਚਾਲਕ ਦੇ ਚਾਰੋ ਪਾਸੇ ਤਗੜਾ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕੋਈ ਤਗੜਾ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਚਾਰੋ ਪਾਸੇ ਦੀ ਹਵਾ ਨੂੰ ਆਯੋਨਾਇਜ (ionise) ਕਰਕੇ ਚਾਰਜਾਂ ਨੂੰ ਸੰਵੇਗਿਤ ਕਰ ਸਕਦਾ ਹੈ ਜੋ ਉਲਟ ਧਾਰਕ ਪਲੇਟਾਂ ਤੇ ਪਹੁੰਚ ਕੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਨਿਰਪੱਖ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਦੂਸਰੇ ਸ਼ਬਦਾਂ ਵਿੱਚ ਧਾਰਕ ਦਾ ਚਾਰਜ ਉਸ ਦੇ ਵਿਚਲੇ ਮਾਧਿਅਮ ਦੀ ਸ਼ਕਤੀ ਦੇ ਘਟਣ ਕਰਕੇ ਲੀਕ (Leak) ਕਰ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਉਹ ਵੱਧ ਤੋਂ ਵੱਧ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਜਿਸ ਨੂੰ ਕੋਈ ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਬਿਨਾਂ ਬਰੇਕ ਡਾਉਨ (Break down) ਹੋਏ ਸਹਿਨ ਕਰ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਡੋਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਸਾਮਰਥ (Dielectric Strength) ਕਹਿਲਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਵਾਯੂ ਦੇ ਲਈ ਇਹ ਲਗਭਗ $3 \times 10^6 \text{ Vm}^{-1}$ ਹੈ। ਦੋ ਚਾਲਕਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ1 cm ਦੀ ਦੂਰੀ ਲਈ ਇਹ 3×10^4 V ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਦੇ ਸਮਾਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਕਿਸੇ ਧਾਰਕ ਨੂੰ ਬਿਨਾ ਲੀਕ (Leak) ਕੀਤੇ ਵੱਧ ਚਾਰਜ ਸਟੋਰ ਕਰਨ ਲਈ ਆਪਣੀ ਧਾਰਕਤਾ ਨੂੰ ਇਨ੍ਹਾਂ ਕੁ ਵਧਾਉਣਾ ਪਵੇਗਾ ਕਿ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਪਲੇਟਾਂ ਵਿੱਚਲਾ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਅਤੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ, ਬਰੇਕ ਡਾਉਨ ਸੀਮਾ ਤੋਂ ਨਾ ਲੰਘੇ। ਇਸ ਨੂੰ ਵਖਰੇ ਸ਼ਬਦਾਂ ਵਿੱਚ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵੀ ਕਹਿ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਕਿਸੇ ਧਾਰਕ ਦੀ ਬਿਨਾਂ ਲੀਕ ਕੀਤੇ ਚਾਰਜ ਧਾਰਨ ਕਰਣ ਦੀ ਇੱਕ ਸੀਮਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਵਿਵਹਾਰ ਵਿਚ 1 ਫੈਰਡ, ਧਾਰਕਤਾ ਦਾ ਬਹੁਤ ਵੱਡਾ ਮਾਤਰਕ ਹੈ ਆਮਤੌਰ ਤੇ ਇਸ ਮਾਤਰਕ ਦੇ ਗੁਣਜ ਇਸਤੇਮਾਲ ਕੀਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ $1 \mu\text{F} = 10^{-6}$ F, $1 \text{ nF} = 10^{-9}$ F, $1 \text{ pF} = 10^{-12}$ F, ਅਤੇ ਹੋਰ। ਚਾਰਜਾਂ ਨੂੰ ਇਕੱਠਾ ਕਰਨ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ ਧਾਰਕ ਏ.ਸੀ. ਸੱਰਕਟਾਂ ਦਾ ਇੱਕ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹਿੱਸਾ ਹੈ ਜੋ ਕਿ ਅਧਿਆਇ 7 ਵਿੱਚ ਦੱਸਿਆ ਗਿਆ ਹੈ।

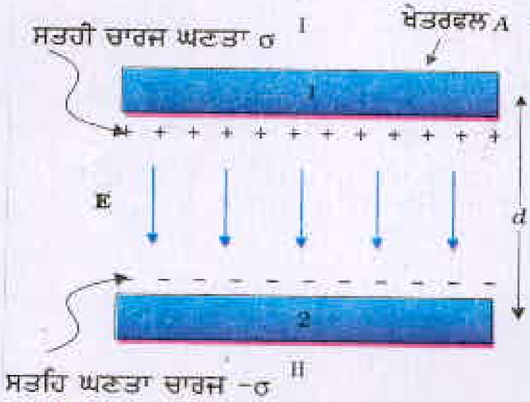
2.12 ਸਮਾਂਤਰ ਪਲੇਟਾਂ ਵਾਲਾ ਧਾਰਕ

THE PARALLEL PLATE CAPACITOR

ਕਿਸੇ ਸਮਾਂਤਰ ਪਲੇਟ ਧਾਰਕ ਵਿੱਚ ਦੋ ਵੱਡੀਆਂ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਚਾਲਕ ਪਲੇਟਾਂ ਹੁੰਦਿਆਂ ਹਨ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਦੂਰੀ ਘੱਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ (2.25)। ਅਸੀਂ ਪਹਿਲਾਂ ਦੋਨਾਂ ਪਲੇਟਾਂ ਵਿੱਚਲੇ ਮਾਧਿਅਮ ਨੂੰ ਖਲਾਅ ਲੈ ਲੈਂਦੇ ਹਾਂ। ਅਗਲੇ ਸੈਕਸ਼ਨ ਚ ਪਲੇਟਾਂ ਵਿੱਚਕਾਰ ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਮਾਧਿਅਮ ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦਾ ਜਿਕਰ ਕਰਾਂਗੇ। ਮੰਨ ਲਉ ਹਰੇਕ ਪਲੇਟ ਦਾ ਖੇਤਰਫਲ A ਅਤੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਵਿਚਲੀ ਦੂਰੀ d ਹੈ। ਦੋਨਾਂ ਪਲੇਟਾਂ ਤੇ ਚਾਰਜ Q ਅਤੇ $-Q$ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਪਲੇਟਾਂ ਦੇ ਰੇਖੀ ਆਯਾਮਾਂ ਦੇ ਮੁਕਾਬਲੇ ਵਿੱਚ d ਬਹੁਤ ਛੋਟਾ ਹੈ ($d^2 << A$), ਅਸੀਂ ਅਨੰਤ ਫੈਲੀ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਸਤ੍ਹਾਈ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ ਵਾਲੀ ਪਲੇਟ ਦੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਨਤੀਜਾ ਇਸਤੇਮਾਲ ਕਰਾਂਗੇ। (ਸੈਕਸ਼ਨ 1.15) ਪਲੇਟ 1 ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ$\sigma = Q/A$ ਅਤੇ ਪਲੇਟ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ $-\sigma$ ਸਮੀਕਰਣ (1.33) ਨੂੰ ਇਸਤੇਮਾਲ ਕਰਨ ਤੇ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਖੇਤਰਾਂ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ

ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ I (ਪਲੇਟ 1 ਦਾ ਉਤਲਾ ਖੇਤਰ)

$$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} - \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} = 0 \qquad (2.39)$$



ਚਿੱਤਰ 2.25 ਸਮਾਂਤਰ ਪਲੇਟਾਂ ਵਾਲਾ ਧਾਰਕ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ II (ਪਲੇਟ 2 ਦਾ ਹੇਠਲਾ ਖੇਤਰ)

$$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} - \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} = 0 \qquad (2.40)$$

ਪਲੇਟ 1 ਅਤੇ 2 ਦਾ ਵਿੱਚਲਾ ਖੇਤਰ, ਦੋਨਾਂ ਚਾਰਜ ਪਲੇਟਾਂ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਜੁੜ ਜਾਂਦੇ ਹਨ

$$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} + \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} = \frac{Q}{\varepsilon_0 A} \qquad (2.41)$$

ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਧਨਾਤਮਕ ਪਲੇਟ ਤੋਂ ਰਿਣਾਤਮਕ ਪਲੇਟ ਵੱਲ ਹੋਵੇਗੀ।

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਪਲੇਟਾਂ ਦੇ ਵਿਚਲਾ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਸਥਾਨਿਕ (localised) ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇੱਕ ਸਿਰੇ ਤੋਂ ਦੂਸਰੇ ਸਿਰੇ ਤੱਕ ਇਕ ਸਮਾਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸੀਮਿਤ ਖੇਤਰ ਦੀਆਂ ਪਲੇਟਾਂ ਦੇ ਲਈ, ਇਹ ਪਲੇਟਾਂ ਦੀਆਂ ਬਾਹਰੀ ਸੀਮਾਵਾਂ ਲਈ ਸਹੀ ਨਹੀਂ ਹੋਵੇਗਾ। ਪਲੇਟਾਂ ਦੇ ਕਿਨਾਰਿਆ ਤੇ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਬਾਹਰ ਨੂੰ ਮੁੜ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਸ ਪ੍ਰਭਾਵ ਨੂੰ- ਖੇਤਰ ਦੀ ਫਰਿੰਜਿੰਗ fringing of field ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤੋਂ ਇਹ ਇਸ਼ਾਰਾ ਮਿਲਦਾ ਹੈ ਕਿ ਸਾਰੀ ਪਲੇਟ ਤੇ ਸਤ੍ਹਾਈ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ σ ਵਿਵਹਾਰਿਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ। [E ਅਤੇ σ ਸਮੀਕਰਣ (2.35) ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਨਾਲ ਇਕ ਦੂਜੇ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਤ ਹਨ] ਇਸਲਈ $d^2 << A$ ਦੇ ਲਈ ਇਹ ਪ੍ਰਭਾਵ ਕਿਨਾਰਿਆਂ ਤੋਂ ਕਾਫ਼ੀ ਦੂਰ ਦੇ ਖੇਤਰਾਂ ਲਈ ਨਾਮ ਮਾਤਰ ਹੈ ਅਤੇ ਉਥੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਸਮੀਕਰਣ (2.41) ਨਾਲ ਦਿੱਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਹੁਣ ਇਕਸਮਾਨ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰਾਂ ਦੇ ਲਈ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ, ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਅਤੇ ਪਲੇਟਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚਲੀ ਦੂਰੀ ਦੇ ਗੁਣਨਫਲ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਮਤਲਬ

$$V = E d = \frac{1}{\varepsilon_0}\frac{Qd}{A} \qquad (2.42)$$

ਉਦੋਂ ਸਮਾਂਤਰ ਪਲੇਟ ਧਾਰਕ ਦੀ ਧਾਰਕਤਾ C

$$C = \frac{Q}{V} = = \frac{\varepsilon_0 A}{d} \qquad (2.43)$$

ਜੋ ਕਰ, ਸੋਚੇ ਅਨੁਸਾਰ, ਸਿਸਟਮ ਦੀ ਜਿਆਮਿਤੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਮਿਸਾਲੀ ਤੌਰ ਤੇ $A = 1\ \text{m}^2$, $d = 1$ mm. ਦੇ ਲਈ

$$C = \frac{8.85\times10^{-12}\text{C}^2\text{N}^{-1}\text{m}^{-2}\times1\text{m}^2}{10^{-3}\text{m}} = 8.85\times10^{-9}\text{F} \qquad (2.44)$$

[ਤੁਸੀਂ ਇਹ ਜਾਂਚ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹੋ ਕਿ $1\text{F} = 1\text{C V}^{-1} = 1\text{C (NC}^{-1}\text{m)}^{-1} = 1\ \text{C}^2\text{ N}^{-1}\text{ m}^{-1}$] ਇਸਤੋਂ ਇਹ ਪਤਾ ਲਗਦਾ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਪਹਿਲਾਂ ਦਸਿਆ ਜਾ ਚੁਕਿਆ ਹੈ ਕਿ 1F ਵਿਵਹਾਰਿਕ ਤੌਰ ਤੇ ਧਾਰਕਤਾ ਦੀ ਬਹੁਤ ਵੱਡੀ ਯੂਨਿਟ ਹੈ। 1F ਦੀ ਵਿਸ਼ਾਲਤਾ ਨੂੰ ਦੇਖਣ ਦਾ ਇੱਕ ਤਰੀਕਾ ਹੋਰ ਵੀ ਹੈ ਕਿ ਅਸੀਂ ਇਹ ਪਤਾ ਕਰੀਏ ਕਿ 1F ਧਾਰਕਤਾ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਪਲੇਟ ਧਾਰਕ ਦੀ ਪਲੇਟਾਂ ਦਾ ਖੇਤਰਫਲ, ਜੇਕਰ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਵਿਚਲੀ ਦੂਰੀ 1 cm ਹੋਵੇ, ਤਾਂ ਕਿੰਨਾ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਹੁਣ ਕਿਉਂਕਿ

$$A = \frac{Cd}{\varepsilon_0} = \frac{1\text{F}\times10^{-2}\text{m}}{8.85\times10^{-2}\text{C}^2\text{N}^{-1}\text{m}^{-2}} = 10^9\text{m}^2 \qquad (2.45)$$

ਮਤਲਬ ਪਲੇਟ ਦੀ ਲੰਬਾਈ ਅਤੇ ਚੌੜਾਈ 30 km ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ।

2.13 ਧਾਰਕਤਾ ਤੇ ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਦਾ ਅਸਰ

EFFECT OF DIELECTRIC ON CAPACITANCE

ਕਿਸੇ ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਦੇ ਵਰਤਾਅ ਬਾਰੇ ਜਾਣਕਾਰੀ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਆਉ ਅਸੀਂ ਹੁਣ ਇਹ ਦੇਖੀਏ ਕਿ ਕਿਸੇ ਸਮਾਂਤਰ ਪਲੇਟ ਧਾਰਕ ਦੀ ਧਾਰਕਤਾ ਕਿਸੇ ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਦੀ ਹਾਜਰੀ ਨਾਲ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਬਦਲੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਪਹਿਲਾਂ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਥੇ ਵੀ ਸਾਡੇ ਕੋਲ ਦੋ ਵੱਡੀਆ ਪਲੇਟਾਂ ਹਨ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਹਰੇਕ ਦਾ ਖੇਤਰਫਲ A ਹੈ। ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਤੋਂ d ਦੂਰੀ ਤੋਂ ਅਲਗ ਹੈ। ਪਲੇਟਾਂ ਤੇ ਚਾਰਜ $\pm Q$ ਹੈ, ਜੋ ਕਿ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ $\pm\sigma$ (ਜਿਥੇ $\sigma = Q/A$) ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਹੈ। ਜੱਦ ਦੋ ਪਲੇਟਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਖਲਾਅ ਹੋਵੇ, ਉਦੋ

$$E_0 = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$$

ਅਤੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ V_0 ਹੈ।

$$V_0 = E_0 d$$

ਇਸ ਸਟੇਪ ਵਿੱਚ ਧਾਰਕਤਾ C_0 ਹੈ

$$C_0 = \frac{Q}{V_0} = \varepsilon_0 \frac{A}{d} \tag{2.46}$$

ਇਸ ਦੇ ਬਾਅਦ ਅਸੀਂ ਉਸ ਸਟੇਪ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਦੋ ਪਲੇਟਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਦੇ ਸਾਰੇ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਨਾਲ ਭਰ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੋਵੇ। ਖੇਤਰ ਕਾਰਨ ਸਾਰਾ ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਪੋਲਰਾਇਜਡ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਜਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਉੱਤੇ ਸਪਸ਼ਟ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ, ਇਹ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੋਂ ਚਾਰਜ ਪਲੇਟਾਂ (ਡਾਈਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਖੇਤਰ ਦੇ ਲੰਬ) ਦੇ ਸਮਾਨ ਹੈ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ σ_p ਅਤੇ $-\sigma_p$ ਹੈ। ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਉਸ ਸਟੇਪ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਰਨਾ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਪਲੇਟਾਂ ਤੇ ਨੈੱਟ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ $\pm(\sigma - \sigma_p)$ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਮਤਲਬ

$$E = \frac{\sigma - \sigma_P}{\varepsilon_0} \tag{2.47}$$

ਅਤੇ ਪਲੇਟਾਂ ਦੇ ਸਿਰਿਆ ਤੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ

$$V = E d = \frac{\sigma - \sigma_P}{\varepsilon_0} d \tag{2.48}$$

ਰੇਖੀ ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਦੇ ਲਈ, ਅਸੀਂ ਆਸ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਕਿ σ_p, E_0, ਅਤੇ σ ਦੇ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੋਵੇ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ $(\sigma - \sigma_p)$, σ ਦੇ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੈ ਅਤੇ ਅਸੀਂ ਲਿਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕੀ

$$\sigma - \sigma_P = \frac{\sigma}{K} \tag{2.49}$$

ਇਥੇ K ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਦਾ ਇਕ ਸਥਿਰ ਮੁੱਢਲਾ ਗੁਣ ਹੈ। ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ $K > 1$, ਉਦੋਂ

$$V = \frac{\sigma d}{\varepsilon_0 K} = \frac{Q d}{A \varepsilon_0 K} \tag{2.50}$$

ਪਲੇਟਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਹੋਣ ਤੇ ਧਾਰਕਤਾ C

$$C = \frac{Q}{V} = \frac{\varepsilon_0 K A}{d} \tag{2.51}$$

ਗੁਣਨਫਲ $\varepsilon_0 K$ ਨੂੰ ਮਾਧਿਅਮ ਦੀ ਪਰਮਿਟੀਵਿਟੀ *(Permittivity)* ਕਹਿੰਦੇ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਨੂੰ ε ਦੇ ਨਾਲ ਲਿਖਦੇ ਹੈ।

$$\varepsilon = \varepsilon_0 K \tag{2.52}$$

ਖਲਾਅ ਦੇ ਲਈ $K = 1$, ਅਤੇ $\varepsilon = \varepsilon_0$; ε_0 ਨੂੰ ਖਲਾਅ ਦੀ ਪਰਮਿਟੀਵਿਟੀ *(Permittivity)* ਕਹਿੰਦੇ ਹੈ। K ਬਿਨਾ ਇਸ ਦਾ ਅਨੁਪਾਤ ਹੈ

$$K = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} \tag{2.53}$$

PHYSICS

Factors affecting capacitance, capacitors in action
Interactive Java tutorial
http://micro.magnet.fsu.edu/electromag/java/capacitance/

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਇਸ ਨੂੰ ਪਦਾਰਥ ਦਾ ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਸਥਿਰਅੰਕ ਕਹਿੰਦੇ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਪਹਿਲਾਂ ਦੱਸਿਆ ਜਾ ਚੁਕਿਆ ਹੈ। ਸਮੀਕਰਣ 2.49 ਤੋਂ ਇਹ ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ $K = 1$ ਮਤਲਬ K ਦਾ ਮਾਨ 1 ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੈ। ਸਮੀਕਰਣ (2.46) ਅਤੇ (2.51) ਤੋਂ

$$K = \frac{C}{C_0} \tag{2.54}$$

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਿਸੇ ਪਦਾਰਥ ਦਾ ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਸਥਿਰਅੰਕ ਇੱਕ ਕਾਰਕ (>1) ਹੈ ਜਿਸ ਵੱਲੋ ਜਦੋਂ ਕਿਸੇ ਧਾਰਕ ਦੀਆਂ ਪਲੇਟਾਂ ਦੀ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਭਰ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਉਸ ਦੇ ਧਾਰਕਤਾ ਦੇ ਮਾਨ ਵਿੱਚ ਖਲਾਅ ਸਮੇਂ ਜੋ ਮਾਨ ਸੀ ਉਸ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਸਮਾਂਤਰ ਪਲੇਟ ਧਾਰਕ ਦੇ ਵਿੱਚ ਸਮੀਕਰਣ (2.54) ਤੇ ਪਹੁੰਚੇ ਹਾਂ, ਪਰ ਇਹ ਹਰ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਧਾਰਕਾਂ ਤੇ ਲਾਗੂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਵਿਵਹਾਰਿਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਸ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਸਥਿਰਅੰਕ ਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵੀ ਦੇਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਬਿਜਲੀ ਵਿਸਥਾਪਨ ELECTRIC DISPLACEMENT

ਅਸੀਂ ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਦੀ ਧਾਰਨਾ ਤੋਂ ਤੁਹਾਨੂੰ ਜਾਣੂ ਕਰਵਾਇਆ ਹੈ ਅਤੇ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ σ_p ਅਤੇ ਪੋਲਰਾਇਜੇਸ਼ਨ **P** ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਸਹੀ ਸੰਬੰਧ ਦੱਸੇ ਬਿਨਾਂ ਹੀ ਸਮੀਕਰਣ 2.54 ਤੱਕ ਪਹੁੰਚੇ ਹਾਂ।

ਅਸੀਂ ਸਿੱਧ ਕੀਤੇ ਬਿਨਾਂ ਇਹ ਨਤੀਜਾ ਲਵਾਂਗੇ।

$$\sigma_p = \mathbf{P}\cdot\hat{\mathbf{n}}$$

ਇਥੇ $\hat{\mathbf{n}}$ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਬਾਹਰੀ ਪਾਸੇ ਨੂੰ ਲੰਬ ਵੱਲ ਯੂਨਿਟ ਸਦਿਸ਼ ਹੈ। ਉੱਤੇ ਦਿੱਤਾ ਸਮੀਕਰਣ ਵਿਆਪਕ ਹੈ, ਇਹ ਸਾਰੀ ਆਕ੍ਰਿਤਿਆਂ ਦੇ ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕਾਂ ਤੇ ਲਾਗੂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 2.23 ਵਿੱਚ ਗੁਟਕੇ ਦੇ ਲਈ **P** ਖੱਬੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ $\hat{\mathbf{n}}$ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵੱਲ ਹੈ ਅਤੇ ਸਹੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ $\hat{\mathbf{n}}$ ਦੇ ਉਲਟ ਹੈ। ਇਸਲਈ ਖੱਬੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਪ੍ਰਰਿਤ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ ਧਨਾਤਮਕ ਅਤੇ ਸੱਜੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੈ, ਜਿੰਦਾ ਕੀ ਅਸੀਂ ਪਹਿਲੇ ਹੀ ਰਿਣਾਤਮਕ (Qualitative) ਚਰਚਾ ਵਿੱਚ ਅਨੁਮਾਨ ਲਗਾ ਚੁਕੇ ਹਾਂ। ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਸਦਿਸ਼ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸਮੀਕਰਣ ਲਿਖਣ ਤੇ

$$\mathbf{E}\cdot\hat{\mathbf{n}} = \frac{\sigma - \mathbf{P}\cdot\hat{\mathbf{n}}}{\varepsilon_0}$$

ਜਾਂ $(\varepsilon_0 \mathbf{E} + \mathbf{P})\cdot\hat{\mathbf{n}} = \sigma$

ਰਾਸ਼ੀ $\varepsilon_0 \mathbf{E} + \mathbf{P}$ ਨੂੰ ਬਿਜਲੀ ਵਿਸਥਾਪਣ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸ ਨੂੰ **D** ਨਾਲ ਲਿਖਦੇ ਹੈ। **D** ਇਕ ਸਦਿਸ਼ ਰਾਸ਼ੀ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ

$$\mathbf{D} = \varepsilon_0 \mathbf{E} + \mathbf{P},\ \mathbf{D}\cdot\hat{\mathbf{n}} = \sigma,$$

D ਦੀ ਸਾਰਥਕਤਾ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਖਲਾਅ ਵਿੱਚ **E** ਸੁਤੰਤਰ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ σ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਕੋਈ ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਮਾਧਿਅਮ ਹੋਵੇ ਤਾਂ **E** ਦੀ ਜਗ੍ਹਾ **D** ਵਲੋਂ ਲੈ ਲਈ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਕਿਸੀ ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਮਾਧਿਅਮ ਦੇ ਲਈ ਸੁਤੰਤਰ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ σ ਨਾਲ **D** ਦਾ ਸਿੱਧਾ ਸੰਬੰਧ ਹੈ , **E** ਨਾਲ ਨਹੀਂ। ਕਿਉਂਕਿ **P** ਅਤੇ **E** ਦੀਆਂ ਦਿਸ਼ਾਵਾਂ ਸਮਾਨ ਹੈ, ਤਿੰਨਾਂ ਸਦਿਸ਼ਾਂ **P**, **E** ਅਤੇ **D** ਇਕ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਹੈ।

D ਅਤੇ **E** ਦੇ ਪਰਿਮਾਣਾਂ ਦਾ ਅਨੁਪਾਤ

$$\frac{D}{E} = \frac{\sigma\varepsilon_0}{\sigma - \sigma_P} = \varepsilon_0 K$$

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ

$$\mathbf{D} = \varepsilon_0 K \mathbf{E}$$

ਅਤੇ $\mathbf{P} = \mathbf{D}\ \ \varepsilon_0\mathbf{E} = \varepsilon_0 (K-1)\mathbf{E}$

ਇਸ ਸਮੀਕਰਣ (2.37) ਵਿੱਚ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਬਿਜਲੀ ਸਸੇਪਟੇਬਿਲਟੀ χ_e ਦਾ ਮੁਲ ਦਸਦਾ ਹੈ।

$$\chi_e = \varepsilon_0 (K-1)$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਉਦਾਹਰਣ 2.8

ਉਦਾਹਰਣ 2.8— K ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਸਥਿਰਅੰਕ ਵਾਲੇ ਇੱਕ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਕਿਸੇ ਗੁਟਕੇ ਦਾ ਖੇਤਰਫਲ ਸਮਾਂਤਰ ਪਲੇਟ ਧਾਰਕ ਦੀਆਂ ਪਲੇਟਾਂ ਦੇ ਖੇਤਰਫਲ ਦੇ ਸਮਾਨ ਹੈ ਪਰੰਤੂ ਗੁਟਕੇ ਦੀ ਲੰਬਾਈ $(3/4d)$ ਹੈ। ਇਥੇ d ਪਲੇਟਾਂ ਦੇ ਵਿਚਲੀ ਦੂਰੀ ਹੈ। ਪਲੇਟਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਗੁਟਕੇ ਨੂੰ ਰੱਖਣ ਤੇ ਧਾਰਕ ਦੀ ਧਾਰਕਤਾ ਵਿੱਚ ਕੀ ਬਦਲਾਵ ਹੋਵੇਗਾ।

ਉੱਤਰ— ਮੰਨ ਲੋ ਜਦੋਂ ਪਲੇਟਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਕੋਈ ਡਾਈਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਨਹੀਂ ਹੈ ਤਾਂ ਪਲੇਟਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ $E_0 = V_0/d$ ਹੈ ਅਤੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ V_0 ਹੈ। ਜੇਕਰ ਹੁਣ ਕੋਈ ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਪਦਾਰਥ ਰੱਖ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ $E = E_0/K$ ਹੋਵੇਗਾ। ਉਸ ਵੇਲੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਹੋਵੇਗਾ

$$V = E_0(\frac{1}{4}d) + \frac{E_0}{K}(\frac{3}{4}d)$$

$$= E_0 d(\frac{1}{4} + \frac{3}{4K}) = V_0 \frac{K+3}{4K}$$

ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ $(K + 3)/4K$ ਦੇ ਗੁਣਨ ਨਾਲ ਘੱਟ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਦਕਿ ਪਲੇਟਾਂ ਤੇ ਚਾਰਜ Q_0 ਨਹੀਂ ਬਦਲਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਧਾਰਕ ਦੀ ਧਾਰਕਤਾ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

$$C = \frac{Q_0}{V} = \frac{4K}{K+3}\frac{Q_0}{V_0} = \frac{4K}{K+3}C_0$$

2.14 ਧਾਰਕਾਂ ਦਾ ਇਕੱਠ (COMBINATION OF CAPACITORS)

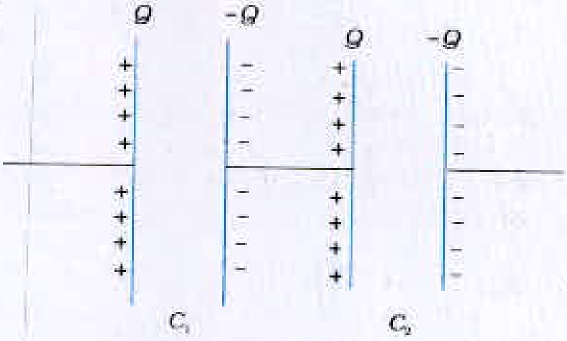
ਅਸੀਂ ਕਈ ਧਾਰਕਾਂ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਧਾਰਕਤਾਂ C_1, C_2..... C_n ਹੈ, ਦੇ ਇਕੱਠ ਨਾਲ ਇਕ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਧਾਰਕਤਾ C ਦਾ ਸਿਸਟਮ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਇਹ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਧਾਰਕਤਾ ਉਸ ਤਰੀਕੇ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਧਾਰਕਾ ਨੂੰ ਇਕੱਠੇ ਜੋੜਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਦੋ ਸਰਲ ਤਰੀਕੇ ਜਿਸ ਨਾਲ ਧਾਰਕਾਂ ਨੂੰ ਇਕੱਠਾ ਕੀਤਾ ਹੈ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹਨ।

2.14.1 ਧਾਰਕਾਂ ਦਾ ਲੜੀਬੱਧ ਇਕੱਠ
(Capacitors in series)

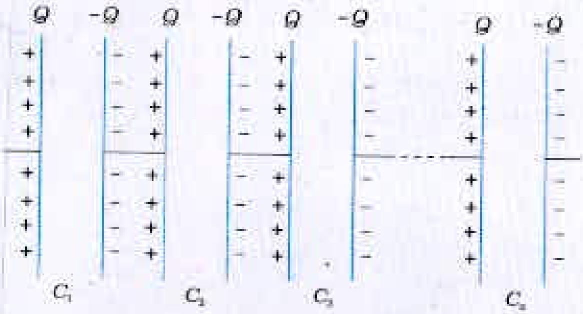
ਚਿੱਤਰ 2.26 ਵਿੱਚ ਦੋ ਧਾਰਕ ਲੜੀਬੱਧ (series) ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਇਕੱਠੇ ਦਿਖਾਏ ਗਏ ਹਨ।

C_1 ਦੀ ਸੱਜੀ ਅਤੇ C_2 ਦੀ ਖੱਬੀ ਪਲੇਟ ਬੈਟਰੀ ਦੇ ਦੋ ਟਰਮੀਨਲਾਂ ਨਾਲ ਜੋੜੀ ਗਈ ਹੈ ਅਤੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਤੇ Q ਅਤੇ $-Q$ ਚਾਰਜ ਹੈ। ਇਸਦਾ ਮਤਲਬ ਇਹ ਹੈ ਕਿ C_1 ਦੀ ਖੱਬੀ ਪਲੇਟ ਤੇ $-Q$ ਅਤੇ C_2 ਦੀ ਸੱਜੀ ਪਲੇਟ ਤੇ $+Q$ ਚਾਰਜ ਹੈ। ਜੇਕਰ ਇਦਾਂ ਨਹੀਂ ਹੈ, ਤੇ ਧਾਰਕ ਦੀਆਂ ਦੋਨਾਂ ਪਲੇਟਾਂ ਤੇ ਨੇਟ ਚਾਰਜ ਸਿਫਰ ਨਹੀਂ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਸਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵੱਜੋਂ C_1 ਅਤੇ C_2 ਨੂੰ ਇਕੱਠਾ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਚਾਲਕ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਹੋਵੇਗਾ ਅਤੇ C_1 ਅਤੇ C_2 ਵਿੱਚ ਚਾਰਜ ਉਸ ਸਮੇਂ ਤੱਕ ਵਹਿੰਦਾ ਰਹੇਗਾ, ਜੱਦ ਤੱਕ ਦੀ ਹਰੇਕ ਧਾਰਕ C_1 ਅਤੇ C_2 ਨੂੰ ਇਕੱਠਾ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਚਾਲਕ ਵਿਚ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਸਿਫਰ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਇਸ ਲਈ ਲੜੀਬੱਧ ਇਕੱਠ ਵਿੱਚ ਹਰੇਕ ਧਾਰਕ ਦੀਆ ਦੋਵਾਂ ਪਲੇਟਾਂ ਤੇ ਚਾਰਜ ($\pm Q$) ਸਮਾਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਧਾਰਕਾਂ ਦੇ ਇਕੱਠ ਦੇ ਦੁਆਲੇ ਕੁੱਲ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਡਰਾਪ (Drop) V ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਡਰਾਪ V_1 ਅਤੇ V_2 ਜੋ ਕਿ C_1 ਅਤੇ C_2 ਦੇ ਦੁਆਲੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਹੈ ਦੇ ਜੋੜ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ।

$$V = V_1 + V_2 = \frac{Q}{C_1} \quad \frac{Q}{C_2} \qquad (2.55)$$



ਚਿੱਤਰ 2.26 ਦੋ ਧਾਰਕਾ ਦਾ ਲੜੀਬੱਧ ਇਕੱਠ



ਚਿੱਤਰ 2.27 ਧਾਰਕਾਂ ਦਾ ਲੜੀਬੱਧ ਇਕੱਠ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

$$\frac{V}{Q}=\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}, \tag{2.56}$$

ਅਸੀਂ ਇਸ ਇਕੱਠ ਨੂੰ ਇਕ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਧਾਰਕ ਮੰਨ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਜਿਸ ਤੇ ਚਾਰਜ Q ਅਤੇ ਜਿਸ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ V ਹੋਵੇ। ਉਸ ਵੇਲੇ ਇਕੱਠ ਦੀ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਧਾਰਕਤਾ

$$C=\frac{Q}{V} \tag{2.57}$$

ਸਮੀਕਰਣ (2.57) ਦੀ ਸਮੀਕਰਣੀ (2.56) ਨਾਲ ਤੁਲਨਾ ਕਰਨ ਤੇ ਅਸੀਂ ਹੇਠ ਲਿਖਿਆ ਸੰਬੰਧ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹੈ।

$$\frac{1}{C}=\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2} \tag{2.58}$$

ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਇਹ ਸਬੂਤ ਕਿੰਨੇ ਵੀ ਧਾਰਕਾਂ ਲਈ ਸਹੀ ਹੈ ਜੋ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਕੱਠੇ ਕੀਤੇ ਗਏ ਹਨ। n ਧਾਰਕਾਂ ਲਈ ਸਮੀਕਰਣ (2.55) ਦਾ ਵਿਆਪੀਕਰਣ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ

$$V=V_1+V_2+\ldots+V_n=\frac{Q}{C_1}+\frac{Q}{C_2}+\ldots+\frac{Q}{C_n} \tag{2.59}$$

$$\frac{1}{C}=\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}+\frac{1}{C_3}+\ldots+\frac{1}{C_n} \tag{2.60}$$

2.14.2 ਧਾਰਕਾਂ ਦਾ ਸਮਾਂਤਰ ਇਕੱਠ (Capacitors in parallel)

ਚਿੱਤਰ 2.28 (a) ਵਿੱਚ ਦੋ ਧਾਰਕਾਂ ਦਾ ਸਮਾਂਤਰ ਇਕੱਠ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਸ ਸਟੇਪ ਵਿੱਚ ਦੋਨੋਂ ਧਾਰਕਾਂ ਤੇ ਸਮਾਨ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਲਗਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ ਧਾਰਕ 1 ਦੀਆਂ ਪਲੇਟਾ ਤੇ ਚਾਰਜ ($\pm Q_1$) ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਧਾਰਕ 2 ਦੀਆਂ ਪਲੇਟਾ ਤੇ ਚਾਰਜ $\pm Q_2$) ਦੇ ਸਮਾਨ ਹੋਣਾ ਜ਼ਰੂਰੀ ਨਹੀਂ ਹੈ

$$Q_1=C_1V,\ Q_2=C_2V \tag{2.61}$$

ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੋਨਾਂ ਧਾਰਕਾਂ ਦੇ ਸਮਾਨ ਕਿਸੇ ਧਾਰਕ ਤੇ ਚਾਰਜ

$$Q=Q_1+Q_2 \tag{2.62}$$

ਅਤੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ V ਹੈ :

$$Q=CV=C_1V+C_2V \tag{2.63}$$

ਤਾਂ ਸਮੀਕਰਣ 2.63 ਤੋਂ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਧਾਰਕਤਾ C

$$C=C_1+C_2 \tag{2.64}$$

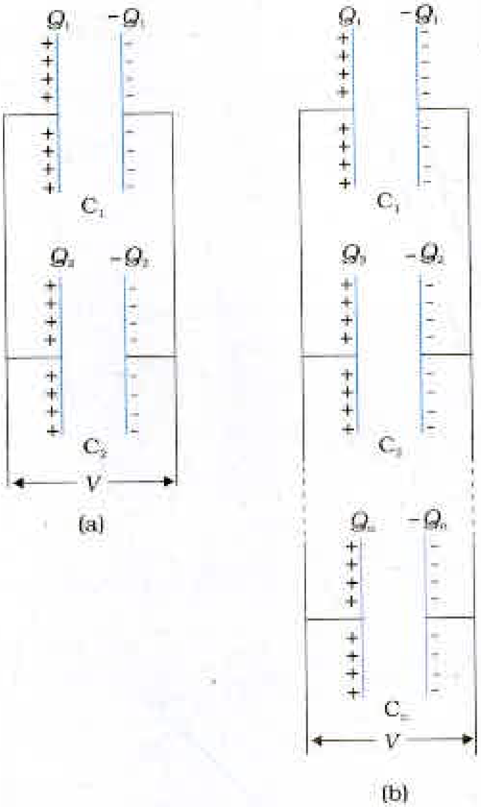
n ਧਾਰਕਾਂ ਦੇ .... ਇਕੱਠ ਲਈ ਅਸਰਦਾਰ ਧਾਰਕਤਾ C ਦੇ ਲਈ ਵਿਆਪਕ ਸੂਤਰ, ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ

$$Q=Q_1+Q_2+\ldots+Q_n \tag{2.65}$$

ਮਤਲਬ $CV=C_1V+C_2V+\ldots C_nV$ (2.66)

ਇਸਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ

$$C=C_1+C_2+\ldots C_n \tag{2.67}$$

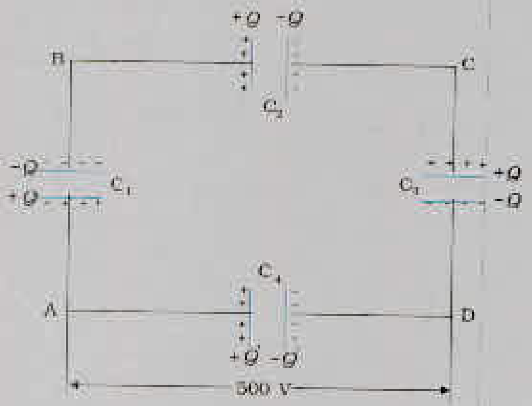


ਚਿੱਤਰ 2.28 (a) ਦੇ ਧਾਰਕ
(b) n ਧਾਰਕਾਂ ਦਾ ਸਮਾਂਤਰ ਇਕੱਠ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਉਦਾਹਰਣ 2.9— ਚਿੱਤਰ 2.29 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ 10 μF ਦੇ ਚਾਰ ਧਾਰਕਾਂ ਦੇ ਕਿਸੇ ਨੈੱਟਵਰਕ ਨੂੰ 500 V ਦੇ ਸੋਮੇ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆਂ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। (a) ਨੈੱਟਵਰਕ ਦੀ ਕੁੱਲ ਧਾਰਕਤਾ ਅਤੇ (b) ਹਰੇਕ ਧਾਰਕ ਤੇ ਚਾਰਜ ਪਤਾ ਕਰੋ। (ਨੋਟ : ਕਿਸੇ ਧਾਰਕ ਤੇ ਚਾਰਜ ਉਨ੍ਹਾਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਕਿ ਉਸ ਦੀ ਉਸ ਪਲੇਟ ਤੇ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਦਾ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਉਹ ਚਾਰਜ ਘੱਟ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਵਾਲੀ ਪਲੇਟ ਤੇ ਜੋ ਚਾਰਜ ਹੈ ਉਸ ਦੇ ਸਮਾਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।)



ਚਿੱਤਰ 2.29

ਉੱਤਰ—

(a) ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਨੈੱਟਵਰਕ ਵਿੱਚ ਨੈੱਟਵਰਕ ਵਿੱਚ ਤਿੰਨ ਧਾਰਕ C_1, C_2 ਅਤੇ C_3 ਲੜੀਬੱਧ ਲਗਾਏ ਗਏ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਤਿੰਨ ਧਾਰਕਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਧਾਰਕਤਾ C' ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦਿੱਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$ $C_1 = C_2 = C_3 = 10\ \mu F$. $C' = (10/3)\ \mu F$. ਨੈਟਵਰਕ ਵਿੱਚ C_4 ਨੂੰ C' ਸਮਾਂਤਰ ਲਗਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਸ ਸਮਸਤ ਨੈਟਵਰਕ ਦੀ ਕੁੱਲ ਧਾਰਕਤਾ

$$C = C' + C_4 = \left(\frac{10}{3} + 10\right)\ \mu F = 13.3 \mu F$$

(b) ਚਿੱਤਰ ਤੋਂ ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ C_1, C_2 ਅਤੇ C_3 ਹਰੇਕ ਤੇ ਸਮਾਨ ਚਾਰਜ ਹੈ ਮੰਨ ਲਓ Q. ਮੰਨ ਲਓ C_4 ਤੇ ਚਾਰਜ Q' ਹੈ। ਹੁਣ ਕਿਉਂਕਿ AB ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ Q/C_1, BC ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ Q/C_2 ਅਤੇ CD ਦੇ ਸਿਰਿਆ ਤੇ Q/C_3 ਹੈ ਇਸਲਈ

$$\frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} + \frac{Q}{C_3} = 500 V \text{ ਅਤੇ } Q'/C_4 = 500\ V.$$

ਇਸ ਤੋਂ ਸਾਨੂੰ ਧਾਰਕਾਂ ਦੀ ਅਲਗ ਧਾਰਕਤਾ ਦੇ ਦਿੱਤੇ ਮਾਨਾਂ ਦੇ ਲਈ

$$Q = 500\ V \times \frac{10}{3} \mu F = 1.7 \times 10^{-3} C \text{ ਅਤੇ}$$

$$Q' = 500\ V \times 10 \mu F = 5.0 \times 10^{-3}\ C$$

ਉਦਾਹਰਣ 2.9

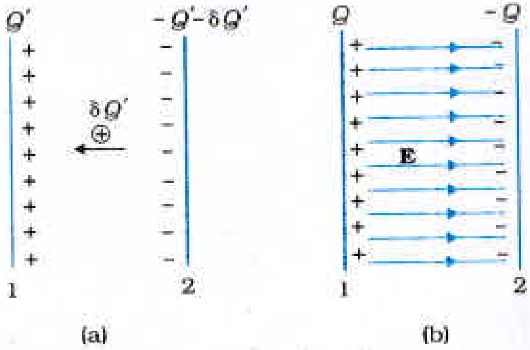
2.15 ਧਾਰਕ ਵਿੱਚ ਸੰਚਿਤ ਊਰਜਾ

ENERGY STORED IN A CAPACITOR

ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਅਸੀਂ ਉੱਤੇ ਦਿੱਤੀ ਚਰਚਾ ਵਿੱਚ ਅਧਿਐਨ ਕੀਤਾ ਹੈ, ਧਾਰਕ ਦੇ ਚਾਲਕਾਂ ਦਾ ਅਜਿਹਾ ਸਿਸਟਮ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਤੇ ਚਾਰਜ $+Q$ ਅਤੇ $-Q$ ਹੁੰਦੇ ਹੈ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਕੁਝ ਦੂਰੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਸਿਸਟਮ ਵੱਚ ਇਕੱਠੀ ਊਰਜਾ ਪਤਾ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਸ਼ੁਰੂ ਵਿੱਚ ਦੋਨਾਂ ਚਾਰਜ ਚਾਲਕ 1 ਅਤੇ 2 ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ। ਹੁਣ ਚਾਲਕ 2 ਤੋਂ ਚਾਲਕ 1 ਤੇ ਚਾਰਜ ਨੂੰ ਛੋਟੇ ਛੋਟੇ ਹਿੱਸਿਆ ਵਿੱਚ ਲੈ ਕੇ ਆਉ, ਤਾਕਿ ਅੰਤ ਵਿੱਚ ਚਾਲਕ 1 ਤੇ Q ਚਾਰਜ ਆ ਜਾਏ। ਚਾਰਜ ਸੁਰਖਿਅਨ *(Conservation)* ਨਿਯਮ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਅੰਤ ਵਿੱਚ ਚਾਲਕ 2 ਤੇ $-Q$ ਚਾਰਜ ਹੋਵੇਗਾ (ਚਿੱਤਰ 2.30)।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com



ਚਿੱਤਰ 2.30 (a) ਚਾਲਕ 1 ਤੇ Q''ਤੋਂ $Q''+\delta Q''$ ਚਾਰਜ ਇਕੱਠਾ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਕਾਰਜ (b) ਧਾਰਕ ਨੂੰ ਚਾਰਜ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਕੁਲ ਕਾਰਜ ਧਾਰਕ ਦੀਆਂ ਪਲੇਟਾ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਕੱਠਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਚਾਰਜ ਨੂੰ 2 ਤੋਂ 1 ਤੇ ਲਿਆਉਣ ਲਈ ਬਾਹਰੀ ਕਾਰਜ ਕਰਨਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਹਰ ਸਟੈਪ ਤੇ ਚਾਲਕ 2 ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਚਾਲਕ 1 ਤੇ ਜ਼ਿਆਦਾ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕੁੱਲ ਕਾਰਜ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ, ਪਹਿਲੇ ਅਸੀਂ ਛੋਟੇ ਛੋਟੇ ਸਟੈਪਾਂ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਪਲੇਟ ਤੋਂ ਦੂਸਰੀ ਪਲੇਟ ਤੇ ਭੇਜੇ ਗਏ ਚਾਰਜ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰਾਂਗੇ। ਉਸ ਵਿੱਚਲੀ ਸਥਿਤੀ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ ਜਿੱਸ ਵਿੱਚ ਚਾਲਕ 1 ਅਤੇ 2 ਤੇ ਚਾਰਜ Q' ਅਤੇ $-Q'$ ਹੈ। ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਚਾਲਕ 1 ਅਤੇ 2 ਦੇ ਵਿੱਚ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ $V' = Q'/C$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਇਥੇ C ਸਿਸਟਮ ਦੀ ਧਾਰਕਤਾ ਹੈ। ਹੁਣ ਇਹ ਕਲਪਨਾ ਕਰੋ ਕਿ ਲਾਗੂ ਚਾਰਜ $\delta Q'$ ਚਾਲਕ 2 ਤੋਂ 1 ਤੇ ਭੇਜਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਸਟੈਪ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕਾਰਜ $(\delta W')$ ਜਿਸਦੇ ਪਰਿਣਾਮ ਵਿੱਚ ਚਾਲਕ 1 ਤੇ ਚਾਰਜ Q' ਤੋਂ ਵੱਧਕੇ $Q'+\delta Q'$ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਲਿਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ

$$\delta W = V'\delta Q' = \frac{Q'}{C}\delta Q' \tag{2.68}$$

ਕਿਉਂਕਿ $\delta Q'$ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਚਾਹੇ ਛੋਟਾ ਬਣਾ ਸਕਦੇ ਹਾਂ, ਸਮੀਕਰਣ (2.68) ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਲਿਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ।

$$\delta W = \frac{1}{2C}[(Q'+\delta Q')^2 - Q'^2] \tag{2.69}$$

ਸਮੀਕਰਣ (2.69) ਵਿੱਚ $\delta Q'$, ਦੇ ਦੂਜੀ ਸ਼ਕਤੀ ਦੇ ਪਦ $\delta Q'^2/2C$ ਦੀ$\delta Q'$ ਦੇ ਆਰਬਿਟਰੇਰੀ ਛੋਟੇ ਹੋਣ ਦੇ ਕਾਰਣ ਨਾ ਮਾਤਰ ਮੰਨ ਕੇ ਛੱਡ ਦਿੱਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹੈ। ਇਸਲਈ ਸਮੀਕਰਣ (2.68) ਅਤੇ (2.69) ਇਕੋ ਜਿਹੇ ਹੈ। ਕੁੱਲ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕਾਰਜ (W) ਚਾਰਜ Q' ਨੂੰ ਸਿਫਰ ਤੋਂ Q ਤੱਕ ਵਿਧਾਨ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਚਰਣਾਂ ਵਿੱਚ ਕੀਤੇ ਗਏ ਲਘੂ ਕਾਰਜਾਂ (δW) ਦਾ ਯੋਗ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

$$W \ast \sum_{\text{ਸਾਰੇ ਸਟੈਪਾ ਦਾ ਜੋੜ}} \delta W$$

$$= \sum_{\text{ਸਾਰੇ ਸਟੈਪਾ ਦਾ ਜੋੜ}} \frac{1}{2C}[(Q'+\delta Q')^2 - Q'^2] \tag{2.70}$$

$$= \frac{1}{2C}[\{\delta Q'^2 - 0\} + \{(2\delta Q')^2 - \delta Q'^2\} + \{(3\delta Q')^2 - (2\delta Q')^2\} + \dots$$

$$+\{Q^2 - (Q-\delta Q)^2\}] \tag{2.71}$$

$$= \frac{1}{2C}[Q^2 - 0] = \frac{Q^2}{2C} \tag{2.72}$$

ਇਹ ਪਰਿਣਾਮ ਸਿੱਧੇ ਹੀ ਸਮੀਕਰਣ (2.68) ਤੋਂ ਇੰਟੇਗ੍ਰੇਟ (Integrate) ਕਰਕੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ

$$W = \frac{Q^2}{2C} = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2}QV \tag{2.73}$$

ਕਿਉਂਕਿ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਬਲ ਸੁਰੱਖਿਅਤ ਹੈ, ਇਹ ਕਾਰਜ ਸਿਸਟਮ ਵਿੱਚ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਕੱਠੀ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਹੀ ਕਾਰਣ ਹੈ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦਾ ਆਖਿਰੀ ਪਰਿਣਾਮ, ਸਮੀਕਰਣ (2.73), ਜਿਸ ਢੰਗ ਨਾਲ ਧਾਰਕ ਦੀ ਚਾਰਜ ਤਰਤੀਬ ਬਣਦੀ ਹੈ। ਉਸ ਢੰਗ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ। ਜਦੋਂ ਕੋਈ ਧਾਰਕ ਚਾਰਜ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉਸ ਤੇ ਇਕੱਠੀ ਉਰਜਾ ਆਜ਼ਾਦ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਧਾਰਕ ਦੀਆਂ ਪਲੇਟਾ ਦੇ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਕੱਠੀ ਹੋਈ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਨੂੰ ਸਮਝਣਾ ਸੌਖਾ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਦੇਖਣ ਲਈ ਸਰਲ ਤਰੀਕਾ ਇਹ ਹੈ, ਕਿ ਕਿਸੀ ਸਮਾਂਤਰ ਪਲੇਟ (ਹਰੇਕ ਦਾ ਖੇਤਰਫਲ A)

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਧਾਰਕ ਜਿਸ ਦੀਆਂ ਪਲੇਟਾ ਦੇ ਵਿੱਚ ਦੂਰੀ d ਹੈ, ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ।

ਧਾਰਕ ਵਿੱਚ ਇਕੱਠੀ ਊਰਜਾ

$$= \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C} = \frac{(A\sigma)^2}{2} \times \frac{d}{\varepsilon_0 A} \qquad (2.74)$$

ਸਤ੍ਹਾ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ σ ਪਲੇਟਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ E ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਹੈ।

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} \qquad (2.75)$$

ਸਮੀਕਰਣਾ (2.74) ਅਤੇ (2.75) ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ

ਧਾਰਕ ਵਿੱਚ ਇਕੱਠੀ ਊਰਜਾ

$$U = (1/2)\varepsilon_0 E^2 \times Ad \qquad (2.76)$$

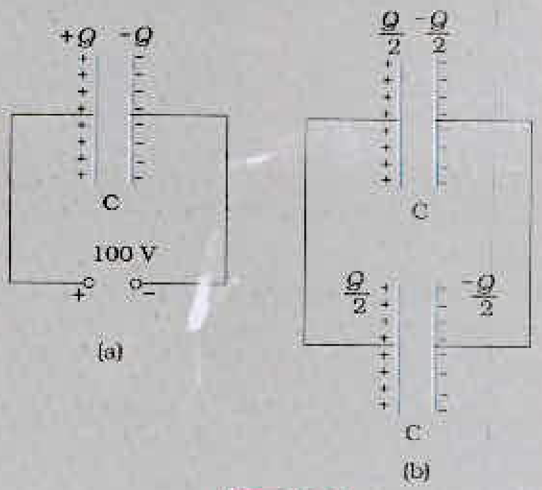
ਧਿਆਨ ਦਿਉ, Ad ਦੋਵਾਂ ਪਲੇਟਾ ਦੇ ਵਿਚਲੇ ਖੇਤਰ ਦਾ ਆਇਤਨ ਹੈ। ਜੇਕਰ ਅਸੀਂ ਊਰਜਾ ਘਣਤਾ ਨੂੰ ਖਲਾਅ ਦੇ ਪ੍ਰਤਿ ਯੂਨਿਟ ਆਇਤਨ ਵਿੱਚ ਇਕੱਠੀ ਹੋਈ ਊਰਜਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰੀਏ, ਤਾਂ ਸਮੀਕਰਣ 2.76 ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ

ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਊਰਜਾ ਘਣਤਾ

$$u = (1/2)\varepsilon_0 E^2 \qquad (2.77)$$

ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਸਮੀਕਰਣ (2.77) ਸਮਾਂਤਰ ਪਲੇਟ ਧਾਰਕ ਦੇ ਲਈ ਸਿੱਧ ਕੀਤਾ ਹੈ, ਕਿਸੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਊਰਜਾ ਘਣਤਾ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਪਰਿਣਾਮ ਵਾਸਤਵ ਵਿੱਚ, ਬਹੁਤ ਵਿਆਪਕ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਕਿਸੇ ਵੀ ਚਾਰਜ ਤਰਤੀਬ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਤੇ ਲਾਗੂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਣ 2.10 : 900 pF ਕਿਸੇ ਧਾਰਕ ਨੂੰ 100 V ਬੈਟਰੀ ਨਾਲ ਚਾਰਜ ਕੀਤਾ ਗਿਆ [ਚਿੱਤਰ 2.31(a)] ਧਾਰਕ ਵਿੱਚ ਇਕੱਠੀ ਕੁੱਲ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਊਰਜਾ ਕਿੰਨੀ ਹੈ? (b) ਇਸ ਧਾਰਕ ਨੂੰ ਬੈਟਰੀ ਤੋਂ ਹੱਟਾ ਕੇ ਕਿਸੇ ਹੋਰ 900 pF ਦੇ ਧਾਰਕ ਨਾਲ ਜੋੜ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ। ਸਿਸਟਮ ਵੱਲੋਂ ਇਕੱਠੀ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਊਰਜਾ ਕਿੰਨੀ ਹੈ?



ਚਿੱਤਰ 2.31

ਹੱਲ—

(a) ਧਾਰਕ ਤੇ ਚਾਰਜ

$$Q = CV = 900 \times 10^{-12}\ \text{F} \times 100\ \text{V} = 9 \times 10^{-8}\ \text{C}$$

ਧਾਰਕ ਵੱਲੋਂ ਇਕੱਠੀ ਊਰਜਾ

$$= (1/2)\ CV^2 = (1/2)\ QV$$

$$= (1/2) \times 9 \times 10^{8}\ \text{C} \times 100\ \text{V} = 4.5 \times 10^{-6}\ \text{J}$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਉਦਾਹਰਣ 2.10

(b) ਸਥਾਈ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ, ਦੋਨੋਂ ਧਾਰਕਾਂ ਦੀਆਂ ਧਨਾਤਮਕ ਪਲੇਟਾ ਸਮਾਨ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਤੇ ਹੈ; ਅਤੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੀਆਂ ਰਿਣਾਤਮਕ ਪਲੇਟਾ ਉਸੇ ਸਮਾਨ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਤੇ ਹੈ। ਮੰਨ ਲਉ ਸਾਝਾਂ (Common) ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ V' ਹੈ। ਉਦੋਂ ਹਰੇਕ ਧਾਰਕ ਤੇ ਚਾਰਜ $Q' = CV'$ । ਚਾਰਜ ਸੁਰਖਿਅਣ ਨਾਲ $Q' = Q/2$ ਇਸ ਤੋਂ ਇਹ ਪਤਾ ਲੱਗਦਾ ਹੈ $V' = V/2$ 'ਉਦੋਂ ਸਿਸਟਮ ਦੀ ਕੁੱਲ ਊਰਜਾ

$$= 2 \times \frac{1}{2} Q' V' = \frac{1}{4} QV = 2.25 \times 10^{-6}\,\mathrm{J}$$

ਇਸਲਈ (a) ਤੋਂ (b) ਵਿੱਚ ਜਾਨ ਤੇ ਚਾਰਜ ਦੀ ਕੋਈ ਹਾਨੀ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ, ਫੇਰ ਵੀ ਅੰਤਿਮ ਊਰਜਾ ਸ਼ੁਰੂਆਤੀ ਊਰਜਾ ਦੀ ਕੇਵਲ ਅੱਧੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਫੇਰ ਬਾਕੀ ਊਰਜਾ ਕਿੱਥੇ ਚਲੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ? ਸਿਸਟਮ ਨੂੰ ਸਥਿਤੀ (b) ਵਿੱਚ ਆਉਣ ਵਿੱਚ ਕੁੱਝ ਸਮਾਂ ਲੱਗਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਸਮੇਂ ਵਿੱਚ ਪਹਿਲੇ ਧਾਰਕ ਤੋਂ ਦੂਜੇ ਧਾਰਕ ਤੱਕ ਇੱਕ ਅਸਥਾਈ ਧਾਰਾ ਵਹਿੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਸਮੇਂ ਵਿੱਚ ਗਰਮੀ ਅਤੇ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਵਿਕਿਰਣਾਂ (radiation) ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕੁੱਝ ਊਰਜਾ ਹਾਨੀ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

2.16 ਵੈਨ ਡੀ ਗਰਾਫ ਜੇਨਰੇਟਰ VAN DE GRAAFF GENERATOR

Van de Graaff generator, principle and demonstration:
http://www.physics.gla.ac.uk/~kskeldon/PubSci/exhibits/E10/

ਇਹ ਇੱਕ ਅਜਿਹੀ ਮਸ਼ੀਨ ਹੈ ਜੋ ਕੁੱਝ ਮਿਲਿਅਨ ਵੋਲਟ ਦੀ ਸ਼ਕਤੀ ਦੀ ਵੋਲਟਤਾ ਪੈਦਾ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਵੋਲਟਤਾਵਾਂ ਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵੱਜੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਬਹੁਤ ਵੱਡੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰਾਂ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਚਾਰਜ ਕਣਾਂ (ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ, ਪ੍ਰੋਟਾਨ, ਆਯਨ) ਨੂੰ ਪ੍ਰਵੇਗਿਤ ਕਰਕੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੀਆਂ ਊਰਜਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਬਹੁਤ ਜ਼ਿਆਦਾ ਊਰਜਾ ਵਾਲੇ ਚਾਰਜ ਕਣਾਂ ਦੀ ਜ਼ਰੂਰਤ ਛੋਟੇ ਪੱਧਰ ਤੇ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਸੰਰਚਨਾ ਦੇ ਟੈਸਟ ਵਿੱਚ ਕੀਤੇ ਜਾਣ ਵਾਲੇ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਮਸ਼ੀਨ ਦੇ ਕਾਰਜ ਕਰਨ ਦੇ ਸਿਧਾਂਤ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਅਨੁਸਾਰ ਹੈ।

ਮੰਨ ਲਉ ਸਾਡੇ ਕੋਲ R ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦਾ ਇੱਕ ਵੱਡਾ ਗੋਲ ਚਾਲਕ ਖੋਲ ਹੈ ਜਿਸਨੂੰ ਅਸੀਂ Q ਚਾਰਜ ਦਿੱਤਾ ਹੈ। ਇਹ ਚਾਰਜ ਆਪ ਹੀ ਗੋਲੇ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਇਕ ਸਮਾਨ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਫੈਲ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ ਕੀ ਅਸੀਂ ਸੈਕਸ਼ਨ 1.14 ਵਿੱਚ ਦੇਖ ਚੁੱਕੇ ਹਾਂ, ਗੋਲੇ ਦੀ ਬਾਹਰ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਠੀਕ ਇਹੋ ਜਿਹਾ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਕੀ ਗੋਲੇ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੇ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜ Q ਦੇ ਕਾਰਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਜਦਕਿ ਗੋਲੇ ਦੇ ਅੰਦਰ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਖ਼ਤਮ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਗੋਲੇ ਦੇ ਬਾਹਰ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜ ਦਾ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਗੋਲੇ ਦੇ ਅੰਦਰ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਸਥਿਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਮਤਲਬ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਦਾ ਮਾਨ ਅਰਧ ਵਿਆਸ R ਤੇ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸਲਈ

ਚਾਰਜ Q ਵਾਲੇ ਅਤੇ R ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਗੋਲੇ ਚਾਲਕ ਖੋਲ ਦੇ ਅੰਦਰ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਸਥਿਰ ਹੈ ਇਸਦਾ ਮਾਨ ਹੈ।

$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{R} \tag{2.78}$$

ਹੁਣ ਜਿਵੇਂ ਚਿੱਤਰ 2.32 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ, ਅਸੀ ਇਹ ਮੰਨਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਕਾਰ ਨਾਲ ਚਾਰਜ q ਵਾਲਾ ਅਤੇ r ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਛੋਟਾ ਗੋਲਾ ਗੋਲੇ ਦੇ ਅੰਦਰ ਉਸਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੇ ਰੱਖ ਦਿੰਦੇ ਹਾਂ। ਹੁਣ ਸਪਸ਼ਟ ਰੂਪ ਨਾਲ ਇਸ ਨਵੇਂ ਚਾਰਜ q ਦੇ ਕਾਰਣ ਚਿੱਤਰ ਦਰਸਾਏ ਗਏ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਤੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲਾਂ ਦੇ ਹੇਠ ਦਿੱਤੇ ਮਾਨ ਹੋਣਗੇ

q ਚਾਰਜ ਅਤੇ r ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦੇ ਛੋਟੇ ਗੋਲੇ ਦੇ ਕਾਰਣ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ

$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r} \text{ ਛੋਟੇ ਗੋਲੇ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ}$$

$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{R} \text{ ਅਰਧ ਵਿਆਸ } R \text{ ਦੇ ਵੱਡੇ ਗੋਲੇ ਤੇ} \tag{2.79}$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

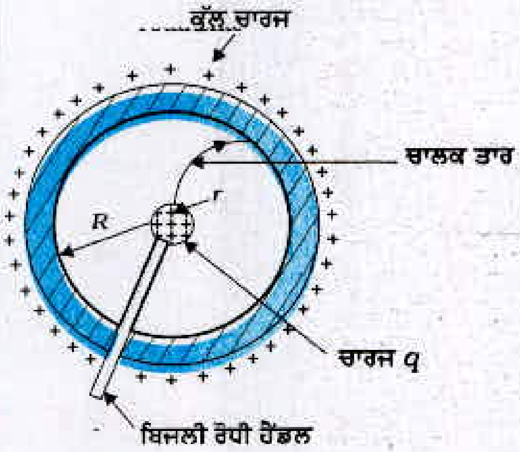
q ਅਤੇ Q ਦੋਨਾਂ ਚਾਰਜਾ ਨੂੰ ਧਿਆਨ ਵਿੱਚ ਰੱਖਦੇ ਹੋਏ ਸਾਨੂੰ ਕੁੱਲ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ V ਅਤੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਦੇ ਮਾਨ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੇ ਹੈ

$$V(R)=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{Q}{R}+\frac{q}{R}\right)$$

$$V(r)=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{Q}{R}+\frac{q}{r}\right)$$

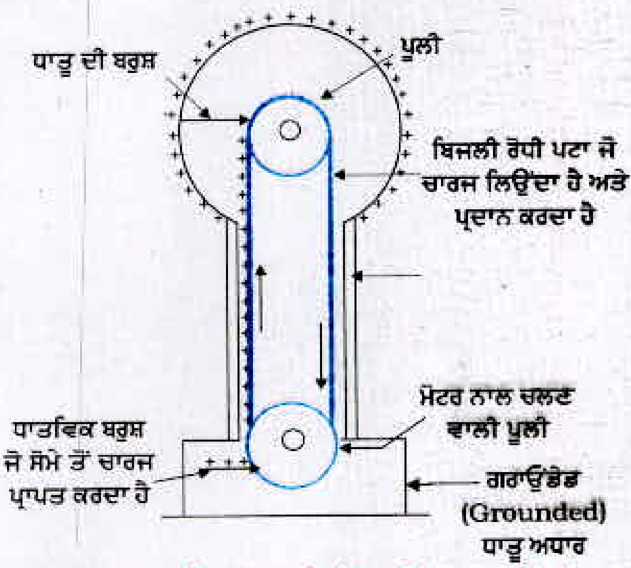
$$V(r)-V(R)=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{r}-\frac{1}{R}\right) \qquad (2.80)$$

ਹੁਣ ਇਹ ਮੰਨੋ q ਧਨਾਤਮਕ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਇਹ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਚਾਹੇ ਵੱਡੇ ਖੋਲ ਤੇ ਕਿੰਨਾ ਵੀ ਚਾਰਜ ਇਕੱਠਾ ਕਿਉਂ ਨਾ ਹੋ ਜਾਵੇ ਅਤੇ ਜੇਕਰ ਉਹ ਧਨਾਤਮਕ ਵੀ ਹੈ, ਤਾਂ ਵੀ ਅੰਦਰ ਵਾਲਾ ਗੋਲਾ ਹਮੇਸ਼ਾ ਵੱਧ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਤੇ ਹੁੰਦਾ ਹੈ $V(r)-V(R)$ ਅੰਤ ਹਮੇਸ਼ਾ ਧਨਾਤਮਕ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। Q ਦੇ ਕਾਰਨ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅਰਧ ਵਿਆਸ R ਤੱਕ ਸਥਿਰ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ, ਇਸਲਈ ਅੰਤਰ ਕਰਦੇ ਵੇਲੇ ਉਹ ਖ਼ਤਮ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 2.32 ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਜੈਨਰੇਟਰ ਦੇ ਸਿਧਾਂਤ ਦਾ ਸਪਸ਼ਟੀਕਰਣ

ਇਸਦਾ ਮਤਲਬ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਜੇਕਰ ਛੋਟੇ ਅਤੇ ਵੱਡੇ ਗੋਲੇ ਨੂੰ ਤਾਰ ਨਾਲ ਜੋੜ ਦਵਾਂਗੇ, ਤਾਂ ਉਸੇ ਵੇਲੇ ਚਾਰਜ ਛੋਟੇ ਗੋਲੇ ਤੋਂ ਵੱਡੇ ਗੋਲੇ ਵਿੱਚ ਵਹਿ ਜਾਵੇਗਾ ਭਾਵੇ ਚਾਰਜ Q ਦਾ ਮਾਨ ਕਾਫੀ ਵੱਧ ਹੈ। ਧਨ ਚਾਰਜ ਆਪਣੀ ਪਰਕਿਰਤੀ ਦੇ ਕਾਰਣ ਵੱਧ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਤੋਂ ਘੱਟ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਵੱਲ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਬਸ਼ਰਤੇ ਅਸੀਂ ਕਿਸੇ ਵੀ ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਛੋਟੇ ਚਾਰਜ ਗੋਲੇ ਨੂੰ ਵੱਡੇ ਗੋਲੇ ਦੇ ਅੰਦਰ ਰੱਖਣ ਵਿੱਚ ਸਫਲ ਹੋ ਜਾਈਏ, ਅਸੀਂ ਇਸ ਤਰੀਕੇ ਵੱਡੇ ਗੋਲੇ ਤੇ ਚਾਰਜ ਦਾ ਅੰਬਾਰ ਲਗਾ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਸਮੀਕਰਨ (2.78) ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਬਾਹਰੀ ਗੋਲੇ ਤੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਵੀ ਵੱਧਦਾ ਜਾਵੇਗਾ ਅਤੇ ਇਸ ਵਿੱਚ ਘੱਟ ਤੋਂ ਘੱਟ ਉਸ ਸਮੇਂ ਤੱਕ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੀ ਰਹੇਗਾ, ਜਦੋਂ ਤੱਕ ਅਸੀਂ ਹਵਾ ਦੇ ਬਰੇਕਡਾਊਨ ਖੇਤਰ ਤੱਕ ਨਹੀਂ ਪਹੁੰਚਦੇ ਇਹੀ ਵਾਨ ਡੀ ਗ੍ਰਾਫ (Van de Graaff) ਜੈਨਰੇਟਰ ਦਾ ਸਿਧਾਂਤ ਹੈ ਇਹ ਇੱਕ ਅਜਿਹੀ ਮਸ਼ੀਨ ਹੈ ਜਿਸਦੇ ਨਾਲ ਕਈ ਮਿਲੀਅਨ ਵੋਲਟ ਦਾ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਅਤੇ ਹਵਾ ਦੇ ਬਰੇਕਡਾਊਨ (Break-down) ਵੋਲਟੇਜ ਦੇ ਲਗਭਗ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਪੈਦਾ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 2.33 ਵਿੱਚ ਵੈਨ ਡੀ ਗ੍ਰਾਫ ਦੀ ਬਣਤਰ ਆਲੇਖ ਰਾਹੀਂ ਦਰਸਾਈ ਗਈ ਹੈ। ਕਈ ਮੀਟਰ ਉੱਚਾ ਇਕ ਬਿਜਲੀ ਰੋਧੀ ਸਤੰਭ ਇੱਕ ਵਿਸ਼ਾਲ ਚਾਲਕ ਖੋਲ (ਜਿਸਦਾ ਅੱਰਧ ਵਿਆਸ ਕਈ ਮੀਟਰ ਹੈ) ਨੂੰ ਸੰਭਾਲ ਕੇ ਰੱਖਦਾ ਹੈ ਇਸ ਵਿੱਚ ਦੋ ਪੁਲੀਆਂ ਹਨ ਜਿਸ ਵਿੱਚੋਂ ਇਕ ਪੂਲੀ ਖੋਲ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੇ ਅਤੇ ਦੂਸਰੀ ਫਰਸ਼ ਤੇ ਹੈ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੋਨਾਂ ਤੋਂ ਹੋ ਕੇ ਇਕ ਲੰਬਾ ਪਤਲਾ, ਬਿਨਾ ਸਿਰੇ ਵਾਲਾ, ਬਿਜਲੀ ਰੋਧੀ ਪਦਾਰਥ ਜਿਵੇਂ ਕੀ (ਰਬੜ ਜਾਂ ਰੇਸ਼ਮ) ਦਾ ਪੱਟਾ ਗੁਜ਼ਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪੱਟੇ ਨੂੰ ਹੇਠਲੀ ਪੂਲੀ ਨਾਲ ਜੁੜੀ ਇੱਕ ਮੋਟਰ ਨਾਲ ਲਗਾਤਾਰ ਘੁਮਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਇਹ ਪੱਟਾ ਹਮੇਸ਼ਾ ਹੀ ਉਸ ਚਾਰਜ ਨੂੰ ਜੋ ਹੇਠ ਲੱਗੇ ਬਰੁਸ਼ ਨਾਲ ਪੱਟੇ ਤੇ ਛਿੜਕਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਉੱਤੇ ਲੈ ਕੇ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਥੇ ਇਹ ਆਪਣੇ ਧਨ ਚਾਰਜ ਨੂੰ ਵੱਡੇ ਖੋਲ ਨਾਲ ਜੋੜੇ ਦੂਸਰੇ ਚਾਲਕ ਬਰੁਸ਼ ਨੂੰ ਦੇ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਧਨ ਚਾਰਜ ਬਾਹਰੀ ਖੋਲ ਤੇ ਜਾ ਕੇ ਉਸਦੀ ਬਾਹਰ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਇਕ ਸਮਾਨ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਫੈਲ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ, ਇਸ ਢੰਗ ਨਾਲ 6 ਜਾਂ 8 ਮਿਲਿਯਨ ਵੋਲਟ ਤੱਕ ਦਾ ਉਚ ਵੋਲਟਤਾ ਦਾ ਅੰਤਰ ਬਣਾਕੇ ਰਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 2.33 ਵੈਨ ਡੀ ਗ੍ਰਾਫ ਜੈਨਰੇਟਰ ਦੀ ਬਣਤਰ ਦਾ ਸਿਧਾਂਤ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਸਾਰ (SUMMARY)

1. ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਬੱਲ ਇੱਕ ਸੰਰਿਖਤ ਬੱਲ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਬਾਹਰੀ ਬੱਲ (ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਬੱਲ ਦੇ ਸਮਾਨ ਅਤੇ ਉਲਟ) ਵੱਲੋਂ ਚਾਰਜ q ਨੂੰ ਬਿੰਦੂ R ਤੋਂ ਬਿੰਦੂ P ਤੱਕ ਲਿਆਣ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕਾਰਜ $V_P - V_R$, ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਜੋ ਕਿ ਅੰਤਿਮ ਬਿੰਦੂ ਅਤੇ ਆਰੰਭਿਕ ਬਿੰਦੂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜ ਦੀ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾਵਾਂ ਦਾ ਅੰਤਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

2. ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ (ਕਿਸੇ, ਬਾਹਰੀ ਅਜੰਸੀ) ਪਰੰਤੂ ਯੂਨਿਟ ਧਨਚਾਰਜ ਤੇ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਉਹ ਕਾਰਜ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਉਸ ਚਾਰਜ ਨੂੰ ਅਨੰਤ ਤੋਂ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਲਿਆਉਣ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਕਿਸੇ ਜੋੜਾਤਮਕ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਦੇ ਹੇਠਾਂ ਆਰਬਿਟਰੇਰੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਕਿਉਂਕਿ ਜੋ ਰਾਸ਼ੀ ਭੌਤਿਕ ਰੂਪ ਤੋਂ ਮਹੱਤਵਪੂਰਣ ਹੈ ਉਹ ਦੋ ਬਿੰਦੂਆਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਹੈ। ਜੇਕਰ ਅਨੰਤ ਤੇ ਕਿਸੇ ਚਾਰਜ ਦੇ ਕਾਰਣ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਨੂੰ ਜ਼ਿਫਰ ਮੰਨੀਏ ਤਾਂ ਮੂਲ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਰਖੇ ਕਿਸੇ ਚਾਰਜ Q ਦੇ ਕਾਰਣ ਸਥਿਤੀ ਸਦਿਸ਼ $\mathbf{r}$ ਵਾਲੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਿਜਲੀ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ

$$V(\mathbf{r}) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_o}\frac{Q}{r}$$

3. ਮੂਲ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਸਥਿਤ ਬਿੰਦੂ ਡਾਇਪੋਲ ਦੇ ਡਾਇਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ $\mathbf{p}$ ਦੇ ਕਾਰਣ ਸਦਿਸ਼ $\mathbf{r}$ ਦੇ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ

$$V(\mathbf{r}) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_o}\frac{\mathbf{p}\cdot\hat{\mathbf{r}}}{r^2}$$

ਇਹ ਪਰਿਣਾਮ ਕਿਸੇ ਡਾਇਪੋਲ (ਜਿਸ ਦੇ ਚਾਰਜ $-q$ ਅਤੇ q ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਤੋਂ $2a$ ਦੂਰੀ ਤੇ ਹੋ)

4. ਸਥਿਤੀ ਸਦਿਸ਼ $\mathbf{r}_1, \mathbf{r}_2, \ldots \mathbf{r}_n$ ਦੇ ਚਾਰਜਾ $q_1, q_2, \ldots. q_n$ ਦੇ ਚਾਰਜ ਦਾ ਉਪਰ ਸਥਾਪਣ ਸਿਧਾਂਤ ਨਾਲ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ P ਤੇ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ

$$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{q_1}{r_{1P}} + \frac{q_2}{r_{2P}} + \ldots + \frac{q_n}{r_{nP}}\right)$$

5. ਸਮ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਸਤ੍ਹਾ ਇੱਕ ਏਸੀ ਸਤ੍ਹਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਦੇ ਸਾਰੇ ਬਿੰਦੂਆਂ ਤੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਸਮਾਨ ਮਾਨ ਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜ ਦੇ ਲਈ, ਉਸ ਚਾਰਜ ਨੂੰ ਕੇਂਦਰ ਮੰਨ ਕੇ ਖਿਚੇ ਗਏ ਸਮਕੇਂਦਰੀ ਗੋਲੇ ਸਮਾਨ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਹੁੰਦੇ ਹੈ। ਸਮ-ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ $\mathbf{E}$ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਲੰਬ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। $\mathbf{E}$ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਉਹੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਤੇਜੀ ਨਾਲ ਘੱਟਦਾ ਹੈ।

6. ਕਿਸੇ ਚਾਰਜਾ ਦੇ ਸਿਸਟਮ ਵਿੱਚ ਇਕੱਠੀ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ (ਕਿਸੇ ਬਾਹਰੀ ਬੱਲ ਵੱਲੋਂ) ਚਾਰਜਾ ਨੂੰ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੀਆਂ ਸਥਿਤਿਆਂ ਤੇ ਲਿਆਕੇ ਇਕੱਠਾ ਕੀਤੇ ਜਾਣ ਵਾਲੇ ਕਾਰਜ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਦੋ ਚਾਰਜਾ q_1 ਅਤੇ q_2 ਦੀ $\mathbf{r}_1$ ਅਤੇ $\mathbf{r}_2$ ਤੇ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ

$$U = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r_{12}}$$

ਇਥੇ r_{12} ਦੋ ਚਾਰਜਾ q_1 ਅਤੇ q_2 ਦੇ ਵਿਚਲੀ ਦੂਰੀ ਹੈ।

7. ਕਿਸੇ ਬਾਹਰੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ $V(\mathbf{r})$ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜ q ਦੀ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ $qV(\mathbf{r})$ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਕਸਮਾਨ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ $\mathbf{E}$ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਡਾਈਪੋਲ $\mathbf{p}$ ਦੀ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ $-\mathbf{p}\cdot\mathbf{E}$ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

8. ਕਿਸੇ ਚਾਲਕ ਦੇ ਅੰਦਰ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ $\mathbf{E}$ ਜ਼ਿਫਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਚਾਰਜ ਚਾਲਕ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਲਾਗੇ ਬਾਹਰਲੇ ਪਾਸੇ $\mathbf{E}$ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਲੰਬ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

   $\mathbf{E} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\hat{\mathbf{n}}$, ਇਥੇ $\hat{\mathbf{n}}$ ਬਾਹਰਲੇ ਪਾਸੇ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਲੰਬ ਯੂਨਿਟ ਸਦਿਸ਼ ਹੈ ਅਤੇ σ ਸਤ੍ਹਾ ਚਾਰਜ ਸੰਘਣਤਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਚਾਲਕ ਤੇ ਚਾਰਜ ਉਸ ਦੀ ਸਤਾ ਤੇ ਹੀ ਰਹਿ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਚਾਲਕ ਦੇ ਅੰਦਰ ਅਤੇ ਉਸ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਹਰ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਸਥਿਰ ਹੈ। ਚਾਲਕ ਦੇ ਅੰਦਰ ਕਿਸੇ ਕੈਵਿਟੀ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਜ਼ਿਫਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

9. ਧਾਰਕ ਦੋ ਏਸੇ ਚਾਲਕਾ ਦਾ ਸਿਸਟਮ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਕਿਸੇ ਬਿਜਲੀ ਰੋਧੀ ਨਾਲ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਤੋਂ ਅਲੱਗ ਰਹਿੰਦੇ ਹੈ। ਇਸ ਦੀ ਧਾਰਕਤਾ C ਨੂੰ $C = Q/V$ ਨਾਲ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਥੇ Q ਅਤੇ $-Q$ ਇਸਦੇ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਦੋ ਚਾਲਕਾ ਤੇ ਚਾਰਜ ਅਤੇ V ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੋਨਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਹੈ। ਚਾਲਕ ਦੇ ਅੰਦਰ C ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਾਲ ਚਾਲਕ ਦੀ ਜਿਆਮਿਤੀ ਆਕ੍ਰਿਤੀ, ਅਕਾਰ, ਤੇ ਦੋ ਚਾਲਕਾ ਦੀ ਆਪਸੀ ਸਥਿਤੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਧਾਰਕਤਾ ਦੀ ਯੂਨਿਟ ਫੈਰਡ ਹੈ : 1F = 1 C V^{-1} ਕਿਸੇ ਸਮਾਂਤਰ ਪਲੇਟ ਧਾਰਕ ਦੇ ਲਈ (ਪਲੇਟਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਖਲਾਅ)

$$C = \varepsilon_0 \frac{A}{d}$$

10. ਜੇਕਰ ਕਿਸੇ ਧਾਰਕ ਦੀਆਂ ਦੋ ਪਲੇਟਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਬਿਜਲਈਰੋਧੀ ਪਦਾਰਥ (ਡਾਈਲੈਕਟ੍ਰਿਕ) ਰੱਖਿਆ ਹੈ, ਤਾਂ ਚਾਰਜ ਪਲੇਟਾਂ ਦੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਕਾਰਣ ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਵਿੱਚ ਨੈੱਟ ਡਾਇਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਨਾਲ ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਦੇ ਵਿੱਚ ਨੈੱਟ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਅਤੇ ਇਸਲਈ ਪਲੇਟਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਘੱਟ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਧਾਰਕ ਦੀ ਧਾਰਕਤਾ C_1,C_0 (ਜਦਕਿ ਪਲੇਟਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਮਾਧਿਅਮ ਨਹੀਂ ਮਤਲਬ ਖਲਾਹ ਹੈ) ਨਾਲ ਵੱਧ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

    $C = KC_0$ ਜਿਥੇ K ਬਿਜਲੀ ਰੋਧੀ ਪਦਾਰਥ ਦਾ ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਹੈ।

11. ਧਾਰਕਾ ਦੇ ਲੜੀ ਬੱਧ ਇਕੱਠ ਦੇ ਲਈ ਕੁਲ ਧਾਰਕਤਾ C ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਸੰਬੰਧ ਨਾਲ ਦਰਸ਼ਾਈ ਜਾਂਦੀ ਹੈ

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \ldots$$

    ਸਮਾਂਤਰ ਇਕੱਠ ਦੇ ਲਈ ਕੁੱਲ ਧਾਰਕਤਾ C ਹੁੰਦੀ ਹੈ

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + \ldots$$

12. ਚਾਰਜ Q, ਵੋਲਟਤਾ V ਅਤੇ ਧਾਰਕਤਾ C ਦੇ ਕਿਸੇ ਧਾਰਕ ਵਿੱਚ ਇਕੱਠੀ ਊਰਜਾ E ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਸੰਬੰਧਾਂ ਨਾਲ ਦਿੱਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

$$U = \frac{1}{2}QV = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$$

    ਕਿਸੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਸਥਾਨ ਤੇ ਬਿਜਲੀ ਚਾਰਜ ਸੰਘਣਤਾ (ਪ੍ਰਤਿ ਯੂਨਿਟ ਆਇਤਨ ਊਰਜਾ) $(1/2)\varepsilon_0 E^2$ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

13. ਵੈਨ ਡੀ ਗ੍ਰਾਫ ਜੈਨੇਰੇਟਰ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਵਿਸ਼ਾਲ ਗੋਲ ਚਾਲਕ ਖੋਲ (ਕੁਛ ਮੀਟਰ ਵਿਆਸ) ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇੱਕ ਗਤੀਸ਼ੀਲ ਬਿਜਲੀ ਰੋਧੀ ਪਲੇਟ ਅਤੇ ਉਚਿਤ ਬਰੁਸ਼ ਦੀ ਸਹਾਇਤਾ ਨਾਲ ਖੋਲ ਤੇ ਨਿਰੰਤਰ ਚਾਰਜ ਸਥਾਂਨਾਂਰਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਕਈ ਮੀਲੀਅਨ ਵੋਲਟ ਕੋਟੀ ਦਾ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਬਣ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸਦੀ ਵਰਤੋਂ ਚਾਰਜਿਤ ਕਣਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਵੇਗਿਤ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

ਭੌਤਿਕ ਰਾਸ਼ੀ	ਪ੍ਰਤੀਕ	ਵਿਮਾ	[illegible]	ਟਿੱਪਣੀ
ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ (Potential)	ϕ ਜਾਂ V	$[M^1L^2T^{-3}A^{-1}]$	V	ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਭੌਤਿਕ ਨਜ਼ਰੀਏ ਤੋਂ ਜਰੂਰੀ ਹੈ
ਧਾਰਕਤਾ	C	$[M^{-1}L^{2}T^{-4}A^{2}]$	F	
ਪੋਲਰਾਇਜੇਸ਼ਨ (Polarisation)	**P**	$[L^{-2}AT]$	C m^{-2}	ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ ਪ੍ਰਤੀ ਯੂਨਿਟ ਆਇਤਨ
ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਸਥਿਰਅੰਕ	K	[ਵਿਮਹੀਨ]		

ਵਿਚਾਰਨ ਯੋਗ ਵਿਸ਼ਾ (POINTS TO PONDER)

1. ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਵਿੱਚ ਸਥਿਰ ਚਾਰਜਾ ਦੇ ਵਿੱਚ ਲਗਣ ਵਾਲੇ ਬੱਲ ਦਾ ਅਧਿਅਨ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਪਰ ਜਦੋਂ ਕਿਸੇ ਚਾਰਜ ਤੇ ਬੱਲ ਲੱਗ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉਹ ਅਰਾਮ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਕਿਵੇਂ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ? ਜਦੋਂ ਦੋ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਲਗਣ ਵਾਲੇ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਬੱਲ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਚਰਚਾ ਕਰਦੇ ਹਾਂ, ਇਹ ਸਮਝ ਜਾਣਾ ਚਾਹੀਦਾ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਹੈ ਕੀ ਹਰੇਕ ਚਾਰਜ ਕੁਝ ਨਾ ਜ਼ਰੂਰੀ ਬੱਲਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ, ਜੋ ਉਸ ਚਾਰਜ ਤੇ ਲਗੇ ਨੈੱਟ ਕੂਲਮ ਬੱਲ ਦਾ ਵਿਰੋਧ ਕਰਦੇ ਹੈ, ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਵਿੱਚ ਅਰਾਮ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਹੈ।

2. ਕੋਈ ਧਾਰਕ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਤਰਤੀਬਵਾਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਉਹ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਨੂੰ ਇਕ ਛੋਟੇ ਖੇਤਰ ਤੱਕ ਸੀਮਿਤ ਕਰੀ ਰੱਖਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾ, ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਕਾਫੀ ਵੱਡਾ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ ਧਾਰਕ ਦੀਆਂ ਪਲੇਟਾਂ ਵਿੱਚ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

3. ਕਿਸੇ ਗੋਲ ਚਾਰਜ ਖੋਲ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਆਰ ਪਾਰ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਡਿਸਕੰਟੀਨਯੂਸ (discontinous) ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਗੋਲੇ ਦੇ ਅੰਦਰ ਇਹ ਸਿਫਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਬਾਹਰ $\frac{\sigma}{\varepsilon_0}\hat{\mathbf{n}}$ ਪਰੰਤੂ ਬਿਜਲੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਆਰ ਪਾਰ ਕੰਟਿਨਯੂਸ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਇਸ ਦਾ ਮਾਨ $q/4\pi\varepsilon_0 R$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

4. ਕਿਸੇ ਡਾਇਪੋਲ ਤੇ ਲੱਗਾ ਟੋਰਕ $\mathbf{p} \times \mathbf{E}$ ਇਸ ਨੂੰ $\mathbf{E}$. ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵੱਲ ਡੋਲਣ ਕਰਵਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਕੇਵਲ ਉਦੋਂ ਹੀ ਜਦੋਂ ਮੈਕਾਨਿਜ਼ਮ (Mechanism) ਖੋਕਾਰੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਡੋਲਣ ਵਾਪੰਡ (Damped) ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਡਾਇਪੋਲ $\mathbf{E}$ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵੱਲ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

5. ਕਿਸੇ ਚਾਰਜ q ਦੇ ਕਾਰਣ ਆਪਣੀ ਸਥਿਤੀ ਤੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ -ਇਹ ਅਨੰਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

6. ਕਿਸੇ ਚਾਰਜ q ਦੀ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦੇ ਵਿਅੰਜਕ $qV(\mathbf{r})$ ਵਿੱਚ, $V(\mathbf{r})$ ਬਾਹਰੀ ਚਾਰਜਾ ਦੇ ਕਾਰਣ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਹੈ ਅਤੇ q ਦੇ ਕਾਰਣ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਜਿਦਾ ਕੀ ਬਿੰਦੂ 5 ਵਿੱਚ ਦੇਖਿਆ ਗਿਆ ਹੈ, ਇਹ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਉਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਜਦੋਂ $V(\mathbf{r})$ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜ q ਦੇ ਕਾਰਣ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਹੋਵੇ।

7. ਕਿਸੇ ਚਾਲਕ ਦੇ ਅੰਦਰ ਕੈਵਿਟੀ ਬਾਹਰੀ ਬਿਜਲੀ ਪ੍ਰਭਾਵ ਤੋਂ ਬਚੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇੱਥੇ ਇਹ ਗੱਲ ਧਿਆਨ ਦੇਣ ਵਾਲੀ ਹੈ ਕਿ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਸ਼ੀਲਡਿੰਗ (sheilding) ਉਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਨਹੀਂ ਰਹਿੰਦੀ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਕੈਵਿਟੀ ਦੇ ਅੰਦਰ ਚਾਰਜ ਰੱਖ ਦਿੰਦੇ ਹਾਂ, ਉਦੋਂ ਤਾ ਚਾਲਕ ਦਾ ਬਾਹਰੀ ਭਾਗ ਅੰਦਰ ਦੇ ਚਾਰਜਾ ਦੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਤੋਂ ਸੁਰੱਖਿਅਤ ਨਹੀਂ ਰਹਿੰਦਾ।

ਅਭਿਆਸ (EXERCISES)

2.1 5×10^{-8}C ਅਤੇ-3×10^{-8} C ਦੇ ਦੋ ਚਾਰਜ 16 cm ਦੂਰੀ ਤੇ ਸਥਿਤ ਹੈ। ਦੋਨਾਂ ਚਾਰਜਾ ਨੂੰ ਮਿਲਾਉਣ ਵਾਲੀ ਰੇਖਾ ਦੇ ਕਿਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਿਜਲੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਸਿਫਰ ਹੋਵੇਗਾ? (ਅਨੰਤ ਤੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਸਿਫਰ ਲਵੋ)

2.2 10ਸਮ ਭੁਜਾ ਵਾਲੇ ਇੱਕ ਸਮ ਛੇ ਭੁਜ ਦੇ ਹਰੇਕ ਸਿਖਰ ਤੇ 5 μC ਦੇ ਚਾਰਜ ਹੈ। ਛੇ ਭੁਜ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰੋ।

2.3 6 cm ਦੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਸਥਿਤ ਦੋ ਬਿੰਦੂਆਂ A ਅਤੇ B ਤੇ ਦੋ ਚਾਰਜ 2 μC ਅਤੇ –2 μC ਰੱਖੇ ਹੈ।

(a) ਸਿਸਟਮ ਦੇ ਸਮਾਨ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਸਤ੍ਹਾ ਦੀ ਪਹਿਚਾਣ ਕਰੋ।

(b) ਇਸ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਕੀ ਹੈ?

2.4 12 cm ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਵਾਲੇ ਇੱਕ ਗੋਲ ਚਾਲਕ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ 1.6×10^{-7}C ਦਾ ਚਾਰਜ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵੰਡਿਆ ਹੈ।

(a) ਗੋਲੇ ਦੇ ਅੰਦਰ

(b) ਗੋਲੇ ਦੇ ਠੀਕ ਬਾਹਰ

(c) ਗੋਲੇ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ 18 cm ਤੇ ਰੱਖੇ, ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਕੀ ਹੋਵੇਗਾ?

2.5 ਇੱਕ ਸਮਾਂਤਰ ਪਲੇਟ ਧਾਰਕ, ਜਿਸ ਦੀਆਂ ਪਲੇਟਾ ਦੇ ਵਿੱਚ ਹਵਾ ਹੈ, ਦੀ ਧਾਰਕਤਾ 8 pF ($1\text{pF} = 10^{-12}$ F) ਹੈ। ਜੇਕਰ ਪਲੇਟਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਦੀ ਦੂਰੀ ਨੂੰ ਅੱਧਾ ਕਰ ਦਿੱਤਾ ਜਾਏ ਅਤੇ ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ 6 ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਦਾ ਇੱਕ ਪਦਾਰਥ ਭਰ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇ ਤਾ ਇਸ ਦੀ ਧਾਰਕਤਾ ਕੀ ਹੋਵੇਗੀ?

2.6 9 pF ਧਾਰਕਤਾ ਵਾਲੇ ਤਿੰਨ ਧਾਰਕਾਂ ਨੂੰ ਲੜੀਵਾਰ ਜੋੜਿਆ ਗਿਆ ਹੈ।

(a) ਇਕੱਠ ਦੀ ਕੁੱਲ ਧਾਰਕਤਾ ਕੀ ਹੈ?

(b) ਜੇਕਰ ਇਕੱਠ ਨੂੰ 120 V ਦੀ ਸਪਲਾਈ ਨਾਲ ਜੋੜ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਹਰੇਕ ਧਾਰਕ ਦਾ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਕੀ ਹੋਵੇਗਾ?

2.7 2 pF, 3 pF ਅਤੇ 4 pF ਧਾਰਕਤਾ ਵਾਲੇ ਤਿੰਨ ਧਾਰਕ ਸਮਾਂਤਰ ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਜੋੜੇ ਗਏ ਹੈ।

(a) ਇੰਨਾ ਦੀ ਕੁੱਲ ਧਾਰਕਤਾ ਪਤਾ ਕਰੋ।

(b) ਜੇਕਰ ਇੰਨਾ ਨੂੰ 100 V ਦੀ ਸਪਲਾਈ ਨਾਲ ਜੋੜ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਹਰੇਕ ਧਾਰਕ ਦਾ ਚਾਰਜ ਪਤਾ ਕਰੋ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

2.8 ਪਲੇਟਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਹਵਾ ਵਾਲੇ ਇੱਕ ਸਮਾਂਤਰ ਪਲੇਟ ਧਾਰਕ ਦੀ ਹਰੇਕ ਪਲੇਟ ਦਾ ਖੇਤਰਫਲ 6×10^{-3} m^2 ਅਤੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਵਿਚਲੀ ਦੂਰੀ 3 mm ਹੈ। ਧਾਰਕ ਦੀ ਧਾਰਕਤਾ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰੋ। ਜੇਕਰ ਇਸ ਧਾਰਕ ਨੂੰ 100 V ਦੀ ਸਪਲਾਈ ਨਾਲ ਜੋੜ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਧਾਰਕ ਦੀ ਹਰੇਕ ਪਲੇਟ ਤੇ ਕਿੰਨਾ ਚਾਰਜ ਹੋਵੇਗਾ?

2.9 ਅਭਿਆਸ 2.8 ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਧਾਰਕ ਦੀਆਂ ਪਲੇਟਾ ਦੇ ਵਿੱਚ ਜੇਕਰ 3 mm ਮੋਟੀ ਮਾਈਕਾ (mica) ਦੀ ਸ਼ੀਟ (ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਸਥਿਰ ਅੰਕ = 6) ਰੱਖ ਦਿੱਤੀ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਸਪਸ਼ਟ ਕਰੋ ਕਿ ਕੀ ਹੋਵੇਗਾ ਜਦੋਂ।

(a) ਵੋਲਟੇਜ ਸਪਲਾਈ ਜੁੜੀ ਹੀ ਰਹੇਗੀ।

(b) ਸਪਲਾਈ ਹਟਾ ਲਈ ਜਾਵੇਗੀ।

2.10 12pF ਦਾ ਇੱਕ ਧਾਰਕ 50V ਦੀ ਬੈਟਰੀ ਨਾਲ ਜੁੜਿਆ ਹੈ। ਧਾਰਕ ਵਿੱਚ ਕਿੰਨੀ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਊਰਜਾ ਇਕੱਠੀ ਹੋਵੇਗੀ?

2.11 200 ਵੋਲਟ ਸਪਲਾਈ ਨਾਲ ਇੱਕ 600pF ਦਾ ਧਾਰਕ ਚਾਰਜ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਫਿਰ ਇਸ ਨੂੰ ਸਪਲਾਈ ਤੋਂ ਹਟਾ ਕੇ ਇੱਕ ਹੋਰ 600 pF ਵਾਲੇ ਚਾਰਜ ਧਾਰਕ ਨਾਲ ਜੋੜ ਦਿੰਦੇ ਹੈ। ਇਸ ਕੰਮ ਵਿੱਚ ਕਿੰਨੀ ਊਰਜਾ ਦੀ ਹਾਨੀ ਹੋਵੇਗੀ?

ਹੋਰ ਅਭਿਆਸ (ADDITIONAL EXERCISES)

2.12 ਮੂਲ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਇੱਕ 8 mC ਦਾ ਚਾਰਜ ਰੱਖਿਆ ਹੈ। 2×10^{-9} C ਦੇ ਇੱਕ ਛੋਟੇ ਚਾਰਜ ਨੂੰ ਬਿੰਦੂ P (0, 0, 3 cm) ਤੋਂ ਬਿੰਦੂ R (0, 6 cm, 9 cm) ਤੋਂ ਹੋਕੇ, ਬਿੰਦੂ Q (0, 4 cm, 0) ਤੱਕ ਲੈ ਕੇ ਜਾਣ ਵਿੱਚ ਕੀਤੇ ਕਾਰਜ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰੋ।

2.13 b ਭੁਜਾ ਵਾਲੇ ਇੱਕ ਘਣ ਦੀ ਹਰੇਕ ਸਿਖਰ ਤੇ q ਚਾਰਜ ਹੈ। ਇਸ ਚਾਰਜ ਤਰਤੀਬ ਦੇ ਕਾਰਣ ਘਣ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੇ ਬਿਜਲੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅਤੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਪਤਾ ਕਰੋ।

2.14 1.5 μC ਅਤੇ 2.5 μC ਚਾਰਜ ਵਾਲੇ ਦੋ ਛੋਟੇ ਗੋਲੇ 30 cm ਦੂਰ ਹਨ।

(a) ਦੋਨਾਂ ਚਾਰਜਾ ਨੂੰ ਮਿਲਾਣ ਵਾਲੀ ਰੇਖਾ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਅਤੇ

(b) ਕੇਂਦਰ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਹੋ ਕੇ ਜਾਣ ਵਾਲੀ ਰੇਖਾ ਦੇ ਲੰਬ ਤੱਲ ਵਿੱਚ 10 cm ਦੂਰ ਸਥਿਤ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅਤੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਪੱਤਾ ਕਰੋ।

2.15 ਅੰਦਰੂਨੀ ਅਰਧ ਵਿਆਸ r_1 ਅਤੇ ਬਾਹਰੀ ਅਰਧ ਵਿਆਸ r_2 ਵਾਲੇ ਇੱਕ ਗੋਲ ਚਾਲਕ ਖੋਲ ਤੇ Q ਚਾਰਜ ਹੈ।

(a) ਖੋਲ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੇ ਇੱਕ ਚਾਰਜ q ਰਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਖੋਲ ਦੀ ਅੰਦਰੂਨੀ ਅਤੇ ਬਾਹਰੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਸਤ੍ਹਾ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ ਕੀ ਹੈ?

(b) ਕਿ ਕਿਸੇ ਕੈਵਿਟੀ (ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜ ਨਹੀਂ ਹੈ) ਦੇ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਸਿਫਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਚਾਹੇ ਖੋਲ ਗੋਲ ਨਾ ਹੋਕਰ ਕਿਸੇ ਵੀ ਅਨਿਯਮਿਤ ਅਕਾਰ ਦਾ ਹੋਵੇ? ਸਪਸ਼ਟ ਕਰੋ।

2.16 (a) ਦਰਸਾਓ ਕੀ ਚਾਰਜ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਇਕ ਪਾਸੇ ਤੋਂ ਦੂਸਰੇ ਪਾਸੇ ਤੇ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਲੰਬ ਘੱਟਕ ਡਿਸਕੰਟੀਨੂਯਸ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

$$(\mathbf{E}_2 - \mathbf{E}_1) \cdot \hat{\mathbf{n}} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$$

ਨਾਲ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜਿਥੇ **n** ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਲੰਬ ਇਕ ਯੂਨਿਟ ਸਦਿਸ਼ ਹੈ ਅਤੇ σ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਸਤ੍ਹਾ ਆਵੇਸ਼ ਘਣਤਾ ਹੈ, ($\hat{\mathbf{n}}$ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਪਾਸੇ 1 ਤੋਂ ਦੂਜੇ ਪਾਸੇ ਦੇ ਵੱਲ ਹੈ।

(b) ਦਰਸਾਓ ਕਿ ਚਾਰਜ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਇੱਕ ਪਾਸੇ ਤੋਂ ਦੂਜੇ ਪਾਸੇ ਤੇ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਸਪਰਸ਼ ਘਟਕ ਕੰਟਿਨਿਊਸ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

2.17 ਰੇਖੀ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ λ ਵਾਲਾ ਇੱਕ ਲੰਬਾ ਚਾਰਜ ਬੇਲਨ ਇੱਕ ਖੋਖਲੇ ਕੋ-ਐਕਸ਼ੀਅਲ (axial) ਚਾਰਜ ਬੇਲਨ ਵੱਲੋਂ ਘਿਰਿਆ ਹੈ। ਦੋਨਾਂ ਬੇਲਨਾ ਦੇ ਵਿੱਚ ਦੇ ਸਥਾਨ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਕਿੰਨਾ ਹੈ?

2.18 ਇੱਕ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਪਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨ 0.53 Å ਦੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਬਾਊਂਡ (Bound) ਹਨ।

(a) ਸਿਸਟਮ ਦੀ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦੀ eV ਵਿੱਚ ਗਣਨਾ ਕਰੋ। ਜਦੋਂ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਤੋਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ ਅਨੰਤ ਦੂਰੀ ਤੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਸਿਫਰ ਮੰਨਿਆ ਹੋਵੇ।

(b) ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨੂੰ ਸੁਤੰਤਰ ਕਰਨ ਲਈ ਕਿੰਨਾ ਘੱਟ ਤੋਂ ਘੱਟ ਕਾਰਜ ਕਰਨਾ ਪਵੇਗਾ, ਜੇਕਰ ਇਹ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ਤਾਂ ਇਸ ਦੇ ਪੱਥ ਵਿੱਚ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ (a) ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਾਪਤ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦੀ ਅੱਧੀ ਹੈ।

(c) ਜੇਕਰ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਨੂੰ 1.06 Å ਦੂਰੀ ਤੇ ਸਿਫਰ ਲੈ ਲਿਆ ਜਾਵੇ ਤਾਂ, ਉੱਤੇ ਦਿੱਤੇ (a) ਅਤੇ (b) ਦੇ ਉਤਰ ਕੀ ਹੋਣਗੇ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

2.19 ਜੇਕਰ H_2 ਅਣੂ ਦੇ ਵਿੱਚੋਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨੂੰ ਹਟਾ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਅਸੀਂ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਆਣਵਿਕ ਆਯਨ (H_2^+) ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਾਂਗੇ। (H_2^+) ਦੀ ਗ੍ਰਾਊਂਡ (Ground) ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦੇ ਵਿੱਚਲੀ ਦੂਰੀ ਲਗਭਗ 1.5 Å ਹੈ ਅਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਹਰੇਕ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਤੋਂ 1 Å ਦੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਹੈ। ਸਿਸਟਮ ਦੀ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਪਤਾ ਕਰੋ। ਸਿਸਟਮ ਦੀ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰੋ। ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦੀ ਸਿਫ਼ਰ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਦੀ ਚੋਣ ਦਾ ਜਿਕਰ ਕਰੋ।

2.20 a ਅਤੇ b ਦੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਵਾਲੇ ਦੋ ਚਾਰਜ ਚਾਲਕ ਗੋਲੇ ਇੱਕ ਤਾਰ ਨਾਲ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਨਾਲ ਜੋੜੇ ਗਏ ਹੇ। ਦੋਨਾਂ ਗੋਲਿਆਂ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰਾਂ ਵਿੱਚ ਕੀ ਅਨੁਪਾਤ ਹੈ? ਪ੍ਰਾਪਤ ਨਤੀਜੇ ਨੂੰ ਇਹ ਸਮਝਾਉਣ ਵਿੱਚ ਇਸਤੇਮਾਲ ਕਰੋ ਕਿ ਕਿਸੇ ਇਕ ਚਾਲਕ ਦੇ ਤਿੱਖੇ ਅਤੇ ਨੋਕਿਲੇ ਸਿਰਿਆ ਤੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਚਪਟੇ ਭਾਗਾਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਜ਼ਿਆਦਾ ਕਿਉਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

2.21 ਬਿੰਦੂ (0, 0, $-a$) ਅਤੇ (0, 0, a) ਤੇ ਦੋ ਚਾਰਜ $-q$ ਅਤੇ $+q$ ਸਥਿਰ ਹੇ।

(a) ਬਿੰਦੂਆਂ (0, 0, z) ਅਤੇ (x, y, 0) ਤੇ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਕੀ ਹੈ?

(b) ਮੂਲ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਦੀ ਦੂਰੀ r ਤੇ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਦੀ ਨਿਰਭਰਤਾ ਪਤਾ ਕਰੋ ਜਦ ਕਿ $r/a >> 1$ ਹੈ।.

(c) x-ਧੁਰੇ ਤੇ ਬਿੰਦੂ (5,0,0) ਤੋਂ ਬਿੰਦੂ (−7,0,0) ਤੱਕ ਇੱਕ ਟੈਸਟ ਚਾਰਜ ਨੂੰ ਲੈ ਕੇ ਜਾਨ ਵਿੱਚ ਕਿੰਨਾ ਕਾਰਜ ਕਰਨਾ ਹੋਵੇਗਾ? ਜੇਕਰ ਟੈਸਟ ਚਾਰਜ ਨੂੰ ਉਨ੍ਹਾਂ ਬਿੰਦੂਆਂ ਦੇ ਵਿੱਚ x-ਧੁਰੇ ਤੋਂ ਹੋ ਕੇ ਨਾਂ ਲੈ ਕੇ ਜਾਈਏ ਤਾਂ ਕੀ ਉੱਤਰ ਬਦਲ ਜਾਵੇਗਾ।

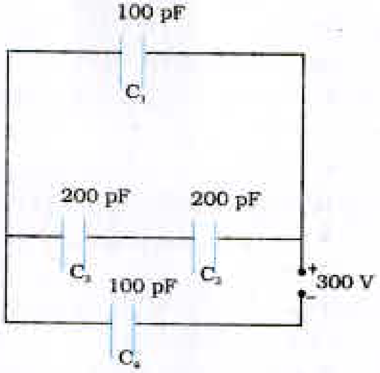
2.22 ਹੇਠਾਂ ਦਿੱਤੇ ਚਿੱਤਰ 2.34 ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਚਾਰਜ ਸਿਸਟਮ ਜਿਸ ਨੂੰ ਬਿਜਲੀ ਕੁਆਡਰੋਪੋਲ (*quadrupole*) ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਦਰਸ਼ਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਕੁਆਡਰੋਪੋਲ ਦੇ ਧੁਰੇ ਤੇ ਸਥਿਤ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਦੇ ਲਈ r ਤੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਦੀ ਨਿਰਭਰਤਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰੋ ਜਿਥੇ $r/a >> 1$ ਆਪਣੇ ਪਰਿਣਾਮ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਇੱਕ ਬਿਜਲੀ ਡਾਇਪੋਲ ਅਤੇ ਬਿਜਲੀ ਮੋਨੋਪੋਲ (monopole) ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਾਪਤ ਪਰਿਣਾਮਾ ਨਾਲ ਕਰੋ।

ਚਿੱਤਰ 2.34

2.23 ਇੱਕ ਬਿਜਲੀ ਟੈਕਨੀਸ਼ਿਅਨ ਨੂੰ 1 kV ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਦੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ 2 μF ਧਾਰਕ ਦੀ ਜ਼ਰੂਰਤ ਹੈ। 1 μF ਦੇ ਧਾਰਕ ਉਸ ਨੂੰ ਵੱਡੀ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਮਿਲਦੇ ਹਨ ਜੋ 400 V ਤੋਂ ਅਧਿਕ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਸਹਿਨ ਨਹੀਂ ਕਰ ਸਕਦੇ। ਕੋਈ ਸੰਭਵ ਤਰਤੀਬ ਸਮਝਾਓ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਘੱਟ ਤੋਂ ਘੱਟ ਧਾਰਕਾਂ ਦੀ ਜ਼ਰੂਰਤ ਹੋਵੇ।.

2.24 2 F ਵਾਲੇ ਇੱਕ ਸਮਾਂਤਰ ਪਲੇਟ ਧਾਰਕ ਦੀ ਪਲੇਟਾਂ ਦਾ ਖੇਤਰਫਲ ਕੀ ਹੈ। ਜਦਕਿ ਪਲੇਟਾਂ ਦੀ ਦੂਰੀ 0.5 cm ਹੈ। [ਆਪਣੇ ਉਤਰ ਤੋਂ ਅਸੀਂ ਇਹ ਸਮਝ ਜਾਵਾਂਗੇ ਕਿ ਆਮਤੌਰ ਤੇ ਧਾਰਕ μF ਜਾਂ ਘੱਟ ਮਾਨ ਦੇ ਕਿਉਂ ਹੁੰਦੇ ਹੋ? ਫੇਰ ਵੀ, ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਇਟ (Electrolytic) ਧਾਰਕਾਂ ਦੀ ਕਿੱਤੇ ਵੱਧ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। (0.1 F) ਕਿਉਂਕਿ ਚਾਲਕਾਂ ਦੀ ਵਿੱਚਲੀ ਦੂਰੀ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

2.25 ਚਿੱਤਰ 2.35 ਦੇ ਨੈਟਵਰਕ (ਜਾਲ) ਦੀ ਕੁੱਲ ਧਾਰਕਤਾ ਪਤਾ ਕਰੋ। 300 V ਸਪਲਾਈ ਦੇ ਨਾਲ ਹਰੇਕ ਧਾਰਕ ਦਾ ਚਾਰਜ ਅਤੇ ਉਸ ਦੀ ਵੋਲਟਤਾ ਪੱਤਾ ਕਰੋ।



ਚਿੱਤਰ 2.35

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

2.26 ਕਿਸੇ ਸਮਾਂਤਰ ਪਲੇਟ ਧਾਰਕ ਦੀ ਹਰੇਕ ਪਲੇਟ ਦਾ ਖੇਤਰਫਲ 90 cm^2 ਹੈ ਅਤੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਵਿਚਲੀ ਦੂਰੀ 2.5 mm ਹੈ। 400 V ਸਪਲਾਈ ਨਾਲ ਧਾਰਕ ਨੂੰ ਚਾਰਜ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ।

(a) ਧਾਰਕ ਕਿੰਨੀ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਊਰਜਾ ਇਕੱਠੀ ਕਰਦਾ ਹੈ।

(b) ਇਸ ਊਰਜਾ ਨੂੰ ਪਲੇਟਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਇਕੱਠੀ ਸਮਝ ਕੇ ਪ੍ਰਤਿ ਯੂਨਿਟ ਆਇਤਨ ਊਰਜਾ u ਪਤਾ ਕਰੋ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ E ਦੇ ਪਰਿਣਾਮ ਅਤੇ u ਵਿੱਚ ਸੰਬੰਧ ਪਤਾ ਕਰੋ।

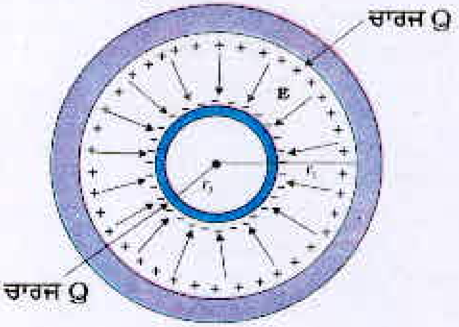
2.27 ਇੱਕ 4 μF ਦੇ ਧਾਰਕ ਨੂੰ 200 V ਸਪਲਾਈ ਨਾਲ ਚਾਰਜ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਫਿਰ ਸਪਲਾਈ ਹਟਾ ਕੇ ਇਸ ਨੂੰ ਇਕ ਹੋਰ ਚਾਰਜ 2 μF ਦੇ ਧਾਰਕ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਪਹਿਲੇ ਧਾਰਕ ਦੀ ਕਿੰਨੀ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਊਰਜਾ ਦੀ ਗਰਮੀ ਅਤੇ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਵਿਕਿਰਣ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਹਾਨੀ ਹੋਵੇਗੀ।

2.28 ਦਰਸਾਓ ਕਿ ਇੱਕ ਸਮਾਂਤਰ ਪਲੇਟ ਧਾਰਕ ਦੀ ਹਰੇਕ ਪਲੇਟ ਤੇ ਬੱਲ ਦਾ ਪਰਿਣਾਮ (½) QE ਹੈ ਜਿਥੇ Q ਧਾਰਕ ਦਾ ਚਾਰਜ ਹੈ ਅਤੇ E ਪਲੇਟਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਹੈ। ਘੱਟਕ ½ ਦੇ ਮੂਲ ਨੂੰ ਸਮਝਾਓ।

2.29 ਜੋ ਸਮਕੇਂਦਰੀ ਗੋਲ ਚਾਲਕ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਸਹੀ ਬਿਜਲੀ ਰੋਧੀ ਸਹਾਰੇ ਨਾਲ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਰੱਖਿਆ ਗਿਆ ਹੈ ਦੇ ਨਾਲ ਮਿਲਕੇ ਇੱਕ ਗੋਲਾ ਧਾਰਕ ਬਣਿਆ ਹੈ। (ਚਿੱਤਰ 2.36) ਵਿੱਚ ਦਰਸ਼ਾਏ ਗਏ ਗੋਲ ਧਾਰਕ ਦੀ ਧਾਰਕਤਾ C ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦਿੱਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

$$C = \frac{4\pi\varepsilon_0\, r_1 r_2}{r_1 - r_2}$$

ਇਥੇ r_1 ਅਤੇ r_2 ਬਾਹਰੀ ਅਤੇ ਅੰਦਰੂਨੀ ਗੋਲਿਆਂ ਦੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 2.36

2.30 ਇੱਕ ਗੋਲ ਧਾਰਕ ਦੇ ਅੰਦਰੂਨੀ ਗੋਲੇ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ 12 cm ਅਤੇ ਬਾਹਰੀ ਗੋਲੇ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ 13 cm ਹੈ। ਬਾਹਰੀ ਗੋਲੇ ਦੀ ਅਰਥਿੰਗ (Earthing) ਕੀਤੀ ਗਈ ਹੈ ਅਤੇ ਅੰਦਰੂਨੀ ਗੋਲੇ ਤੇ 2.5 μF ਦਾ ਚਾਰਜ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਸਮਕੇਂਦਰੀ ਗੋਲਿਆਂ ਦੇ ਵਿੱਚ 32 ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਸਥਿਰਅੰਕ ਦਾ ਪਦਾਰਥ ਭਰਿਆ ਹੈ।

(a) ਧਾਰਕ ਦੀ ਧਾਰਕਤਾ ਪੱਤਾ ਕਰੋ।

(b) ਅੰਦਰੂਨੀ ਗੋਲੇ ਦਾ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਕੀ ਹੈ?

(c) ਇਸ ਧਾਰਕ ਦੀ ਧਾਰਕਤਾ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਇਕ 12 cm ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਵਾਲੇ ਆਇਸੋਲੇਟਿਡ (Isolated) ਗੋਲੇ ਦੀ ਧਾਰਕਤਾ ਨਾਲ ਕਰੋ ਦੱਸੋ ਕੀ ਗੋਲੇ ਦੀ ਧਾਰਕਤਾ ਇਨੀ ਘੱਟ ਕਿਉਂ ਹੈ।

2.31 ਸਾਵਧਾਨੀ ਪੂਰਵਕ ਉੱਤਰ ਦੋ :

(a) ਦੋ ਵੱਡੇ ਚਾਲਕ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਤੇ ਚਾਰਜ Q_1 ਅਤੇ Q_2 ਹੈ, ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਕੋਲ ਲੈ ਕੇ ਆਏ ਜਾਂਦੇ ਹੈ ਕਿ ਇਨਾ ਦੇ ਵਿੱਚ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਬੱਲ ਦਾ ਪਰਿਣਾਮ $Q_1\ Q_2/4\pi\varepsilon_0 r^2$ ਨਾਲ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਇਥੇ r ਇਨ੍ਹਾਂ ਕੇਂਦਰਾਂ ਦੇ ਬਿਜਲੀ ਦੂਰੀ ਹੈ।

(b) ਜੇਕਰ ਕੂਲਮ ਦੇ ਨਿਯਮ ਵਿੱਚ $1/r^3$ ਦੀ ਨਿਰਭਰਤਾ ਹੋਵੇ ($1/r^2$ ਦੀ ਥਾਂ) ਤਾਂ ਕੀ ਗੋਸ ਦਾ ਨਿਯਮ ਹਾਲੇ ਵੀ ਸੱਚ ਹੋਵੇਗਾ।

(c) ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਤਰਤੀਬ ਵਿੱਚ ਇਕ ਛੋਟਾ ਟੈਸਟ ਚਾਰਜ ਕਿਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਸਥਿਰ ਛੱਡਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕਿ ਇਹ ਉਸ ਖੇਤਰ ਤੋਂ ਹੋ ਕੇ ਜਾਣ ਵਾਲੀ ਰੇਖਾ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਚਲੇਗਾ?

(d) ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵੱਲੋਂ ਇੱਕ ਗੋਲ ਪੱਧ ਪੂਰਾ ਕਰਣ ਵਿੱਚ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਖੇਤਰ ਵੱਲੋ ਕਿੰਨਾ ਕਾਰਜ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ? ਜੇਕਰ ਪੱਥ ਦੀਰਘ ਗੋਲਾਕਾਰ ਹੋਵੇਗਾ ਤਾਂ ਕਿੰਨਾ ਕਾਰਜ ਹੋਵੇਗਾ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(e) ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਇਕ ਗੋਲ ਚਾਲਕ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਆਰ ਪਾਰ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਡਿਸਕੰਟਿਨਿਉਸ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕੀ ਉਥੇ ਬਿਜਲੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਵੀ ਡਿਸਕੰਟਿਨੀਉਸ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

(f) ਕਿਸੇ ਯੂਨਿਟ ਚਾਲਕ ਦੀ ਧਾਰਕਤਾ ਤੋਂ ਤੁਹਾਡਾ ਕੀ ਮਤਲਬ ਹੈ?

(g) ਇੱਕ ਸੰਭਾਵਿਤ ਉਤਰ ਦੀ ਕਲਪਨਾ ਕਰੋ ਕਿ ਪਾਨੀ ਦਾ ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ (= 80), ਮਾਇਕੇ (mica) ਦਾ ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ (= 6) ਤੋਂ ਵੱਧ ਕਿਉਂ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ?

2.32 ਇੱਕ ਬੇਲਨਾਕਾਰ ਧਾਰਕ ਵਿੱਚ 15 cm ਲੰਬਾਈ ਅਤੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ 1.5 cm ਅਤੇ 1.4 cm ਦੇ ਕੋ-ਏਕਸੀਅਲ (Co-axial) ਬੇਲਣ ਹੈ। ਬਾਹਰੀ ਬੇਲਣ ਦੀ ਅਰਥਿੰਗ ਹੈ ਅਤੇ ਅੰਦਰੂਨੀ ਬੇਲਣ ਨੂੰ 3.5 μC ਦਾ ਚਾਰਜ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਸਿਸਟਮ ਦੀ ਧਾਰਕਤਾ ਅਤੇ ਅੰਦਰੂਨੀ ਬੇਲਣ ਦਾ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਪਤਾ ਕਰੋ। (ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੇ ਮੁੜਨ) ਨੂੰ ਨਾਮਮਾਤਰ (Neglect) ਮੰਨ ਸਕਦੇ ਹੋ।

2.33 3 ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਅਤੇ 10^7 Vm^{-1} ਦੀ ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਤੀਬਰਤਾ (Strength) ਵਾਲੇ ਇੱਕ ਪਦਾਰਥ ਤੋਂ 1 kV ਵੋਲਟਤਾ ਰੇਟਿੰਗ (Rating) ਇਕ ਸਮਾਂਤਰ ਪਲੇਟ ਧਾਰਕ ਦੀ ਕਲਪਨਾ ਕਰੋ। [ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਤੀਬਰਤਾ ਉਹ ਵੱਧ ਤੋਂ ਵੱਧ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਕੋਈ ਪਦਾਰਥ ਬਿਨਾ ਬਰੇਕਡਾਉਨ (Breakdown) ਹੋਵੇ ਸਹਿ ਸਕਦਾ ਹੈ] ਸੁਰੱਖਿਆ ਦੇ ਨਜ਼ਰੀਏ ਤੋਂ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਵੀ ਡਾਈਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਤੀਬਰਤਾ 10% ਤੋਂ ਵੱਧ ਨਹੀਂ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ। 50 pF ਧਾਰਕਤਾ ਦੇ ਲਈ ਪਲੇਟਾਂ ਦਾ ਕਿਨ੍ਹਾਂ ਘੱਟ ਤੋਂ ਘੱਟ ਖੇਤਰਫਲ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ?

2.34 ਸਕਿਮੈਟੀਕਲੀ (Schematically) ਹੇਠ ਲਿਖਿਆਂ ਵਿੱਚ ਸੰਗਤ ਸਮਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਸਤ੍ਹਾ ਦਾ ਬਖਾਣ ਕਰੋ।

(a) z-ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ।

(b) ਇੱਕ ਖੇਤਰ ਜੋ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵੱਧ ਦਾ ਹੈ। ਪਰ ਇੱਕ ਹੀ ਦਿਸ਼ਾ (ਮਨ ਲੋ z-ਦਿਸ਼ਾ) ਵਿੱਚ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ।

(c) ਮੂਲ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਕੋਈ ਯੂਨਿਟ ਧਨ ਆਵੇਸ਼ ਅਤੇ

(d) ਇੱਕ ਸਮਤਲ ਵਿੱਚ ਸਮਾਨ ਦੂਰੀ ਤੇ ਸਮਾਂਤਰ ਲੰਬ ਚਾਰਜ ਤਾਰਾ ਤੋਂ ਬਣਿਆ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਜਾਲ।

2.35 ਕਿਸੇ ਵੈਨ ਡੀ ਗ੍ਰਾਫ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਜੈਨਰੇਟਰ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਗੋਲ ਧਾਤੂ ਖੋਲ 15×10^6 V ਦਾ ਇੱਕ ਇਲੈਕਟਰੋਡ (Electrode) ਬਣਾਉਨਾ ਹੈ। ਇਲੈਕਟਰੋਡ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਦੀ ਗੈਸ ਦਾ ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਤੀਬਰਤਾ 5×10^7 Vm^{-1} ਹੈ। ਗੋਲ ਖੋਲ ਦਾ ਜ਼ਰੂਰੀ ਘੱਟ ਤੋਂ ਘੱਟ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਕੀ ਹੈ। (ਇਸ ਅਭਿਆਸ ਤੋਂ ਸਾਨੂੰ ਇਹ ਪੱਤਾ ਹੋਵੇਗਾ ਕਿ ਇੱਕ ਛੋਟੇ ਗੋਲ ਖੋਲ ਤੋਂ ਅਸੀਂ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਜੈਨਰੇਟਰ, ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਵੱਧ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ ਘੱਟ ਚਾਰਜ ਦੀ ਜ਼ਰੂਰਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਨਹੀਂ ਬਣਾ ਸਕਦੇ।)

2.36 r_1 ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਅਤੇ q_1 ਚਾਰਜ ਵਾਲਾ ਇੱਕ ਛੋਟਾ ਗੋਲਾ, r_2 ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਅਤੇ q_2 ਚਾਰਜ ਦੇ ਗੋਲ ਖੋਲ ਤੋਂ ਘਿਰਿਆ ਹੈ। ਦਰਸਾਉ ਜੇਕਰ ਧਨਾਤਮਕ ਹੈ ਤਾਂ (ਜਦੋਂ ਦੋਨਾਂ ਨੂੰ ਇਕ ਤਾਰ ਨਾਲ ਜੋੜ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇ) ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ ਕਿ ਚਾਰਜ ਗੋਲੇ ਤੋਂ ਖੋਲ ਵੱਲ ਹੀ ਵਹਿੰਦਾ ਹੋਵੇਗਾ, ਚਾਹੇ ਖੋਲ ਤੇ ਚਾਰਜ q ਕੁਝ ਵੀ ਹੋਵੇ।

2.37 ਹੇਠ ਲਿਖਿਆਂ ਦੇ ਉੱਤਰ ਦੇ।

(a) ਧਰਦੀ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਵਾਯੂਮੰਡਲ ਦੀ ਉਪਰੀ ਪਰਤ ਲਗਭਗ 400 kV ਤੇ ਹੈ। ਜਿਸ ਦਾ ਸੰਗਤ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਉਚਾਈ ਵੱਧਣ ਨਾਲ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਧਰਤੀ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਕਰੀਬ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਲਗਭਗ 100 Vm^{-1} ਹੈ। ਤਾਂ ਫੇਰ ਜਦੋਂ ਅਸੀਂ ਘਰ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਖੁੱਲੇ ਵਿੱਚ ਜਾਂਦੇ ਹਾਂ, ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਬਿਜਲੀ ਦਾ ਝੱਟਕਾ ਕਿਉਂ ਨਹੀਂ ਲੱਗਦਾ? (ਘਰ ਨੂੰ ਲੋਹੇ ਦਾ ਪਿੰਜਰਾ ਮੰਨ ਲਉ, ਅਤੇ ਇਸ ਦੇ ਅੰਦਰ ਕੋਈ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਨਹੀਂ ਹੈ)

(b) ਇੱਕ ਇਨਸਾਨ ਸ਼ਾਮ ਦੇ ਸਮੇਂ ਘਰ ਦੇ ਬਾਹਰ 2m ਉੱਚੇ ਇੰਸੂਲੇਟਿੰਗ (Insulating) ਸਲੈਬ ਤੇ ਖੜਾ ਹੈ ਜਿਸਦੇ ਸਿਖਰ ਤੇ $1m^2$ ਖੇਤਰਫਲ ਦੀ ਇੱਕ ਵੱਡੀ ਏਲੂਮਿਨਿਅਮ (aluminium) ਦੀ ਚਾਦਰ ਹੈ। ਅਗਲੀ ਸਵੇਰ ਉਹ ਜੇਕਰ ਧਾਤੂ ਦੀ ਚਾਦਰ ਨੂੰ ਛੋਹਦਾਂ ਹੈ ਤਾਂ ਕੀ ਉਸਨੂੰ ਬਿਜਲੀ ਦਾ ਝਟਕਾ ਲਗੇਗਾ?

(c) ਹਵਾ ਦੀ ਥੋੜੀ ਜਿਹੀ ਚਾਲਕਤਾ ਦੇ ਕਾਰਨ ਸਾਰੇ ਸੰਸਾਰ ਵਿੱਚ ਔਸਤਨ ਵਾਯੂਮੰਡਲ ਡਿਸਚਾਰਜਿੰਗ (Discharging) ਧਾਰਾ (ਕਰੰਟ) 1800 A ਮੰਨੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਫੇਰ ਉਸ ਸਮੇਂ ਵਾਤਾਵਰਣ ਆਪ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਾਲ ਨਿਰਪਖ ਹੋ ਕੇ ਨਿਊਟ੍ਰਲ (Neutral) ਕਿਉ ਨਹੀਂ ਹੋ ਜਾਂਦੀ। ਦੂਸਰੇ ਸ਼ਬਦਾਂ ਵਿੱਚ ਵਾਤਾਵਰਣ ਨੂੰ ਕੋਨ ਚਾਰਜ ਰੱਖਦਾ ਹੈ?

(d) ਬਿਜਲੀ ਡਿਗਣ ਦੇ ਵੇਲੇ ਵਾਤਾਵਰਣ ਦੀ ਬਿਜਲੀ ਉਰਜਾ, ਉਰਜਾ ਦੇ ਕਿਨ੍ਹਾਂ ਰੂਪਾਂ ਵਿੱਚ ਖੇ ਹੋਦੀ ਹੈ?

(ਸੰਕੇਤ : ਸਤ੍ਹਾ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ = 10^{-9} C m^{-2} ਦੇ ਵਾਂਗੂ ਧਰਤੀ ਦੀ (ਸਤ੍ਹਾ) ਤੇ ਹੇਠਾਂ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਲਗਭਗ 100 Vm^{1} ਦਾ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਲਗਭਗ 50 km ਉਚਾਈ ਤੱਕ (ਜਿਸ ਦੇ ਬਾਹਰ ਇਹ ਚੰਗਾ ਚਾਲਕ ਹੈ) ਵਾਤਾਵਰਣ ਦੀ ਥੋੜੀ ਜਿਹੀ ਚਾਲਕਤਾ ਦੇ ਕਾਰਣ ਲਗਭਗ + 1800 C ਦਾ ਚਾਰਜ ਪ੍ਰਤੀ ਸੇਕੰਡ ਧਰਤੀ ਤੋਂ ਪੰਪ ਹੁੰਦਾ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਫੇਰ ਵੀ ਧਰਤੀ ਚਾਰਜ ਵਹੀਨ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ, ਕਿਉਂਕਿ ਸੰਸਾਰ ਵਿੱਚ ਹਰ ਸਮੇਂ ਲਗਾਤਾਰ ਤੂਫਾਨ (Thunderstorm) ਅਤੇ ਬਿਜਲੀ ਡਿਗਣ ਦਾ ਕੰਮ ਹੁੰਦਾ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਸਮਾਨ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਰਿਣ ਚਾਰਜ ਧਰਤੀ ਚ ਪੰਪ ਕਰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ)

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਅਧਿਆਇ-3

ਕਰੰਟ/ਧਾਰਾ ਬਿਜਲੀ

(CURRENT ELECTRICITY)

3.1 ਭੂਮਿਕਾ (INTRODUCTION)

ਪਾਠ 1 ਵਿੱਚ ਸਾਰੇ ਚਾਰਜਾਂ ਨੂੰ ਬੇਸ਼ਕ ਉਹ ਸੁਤੰਤਰ ਹੋਣ ਜਾਂ ਬੰਨ੍ਹੇ ਹੋਏ, ਵਿਰਾਮ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਮੰਨਿਆ ਗਿਆ ਸੀ। ਗਤੀ ਕਰਦੇ ਚਾਰਜ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਪੈਦਾ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਅਜਿਹੇ ਕਰੰਟ, ਕੁਦਰਤ ਵਿੱਚ ਕਈ ਸਥਿਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਮਿਲਦੇ ਹਨ। ਆਸਮਾਨੀ ਬਿਜਲੀ ਦਾ ਲਿਸ਼ਕਣਾ ਇੱਕ ਅਜਿਹਾ ਹੀ ਵਰਤਾਰਾ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜ ਬਦਲਾਂ ਤੋਂ ਧਰਤੀ ਤੱਕ ਵਾਯੂਮੰਡਲ ਤੋਂ ਹੋ ਕੇ ਪੁੱਜਦਾ ਹੈ, ਜਿਹਨਾਂ ਦਾ ਨਤੀਜਾ ਕਈ ਵਾਰ ਬੜਾ ਖ਼ਤਰਨਾਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਆਸਾਮਾਨੀ ਬਿਜਲੀ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜ ਦਾ ਪ੍ਰਵਾਹ ਸਥਾਈ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ, ਪਰ ਅਸੀਂ ਆਪਣੇ ਰੋਜ਼ਾਨਾ ਜੀਵਨ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਸਾਰੀਆਂ ਯੁਕਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜਾਂ ਨੂੰ ਉਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਗਦਾ ਦੇਖਦੇ ਹਾਂ ਜਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਦੀਆਂ ਵਿੱਚ ਪਾਣੀ ਵਗਦਾ ਹੈ। ਟਾਰਚ ਅਤੇ ਸੈਲ ਨਾਲ ਚਲਨ ਵਾਲੀ ਘੜੀ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀ ਯੁਕਤੀ ਦੇ ਉਦਾਹਰਨ ਹਨ। ਇਸ ਪਾਠ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਅਪਰਤਵੇਂ ਜਾਂ ਸਥਾਈ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ (steady electric currents) ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਕੁਝ ਮੂਲ ਨਿਯਮਾਂ ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਕਰਾਂਗੇ।

3.2 ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ (ELECTRIC CURRENT)

ਚਾਰਜ ਦੇ ਵਗਣ ਦੀ ਗਤੀ ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ ਇੱਕ ਲਘੂ ਖੇਤਰਫਲ ਦੀ ਕਲਪਨਾ ਕਰੋ। ਇਸ ਖੇਤਰ ਤੋਂ ਹੋ ਕੇ ਧਨਾਤਮਕ ਅਤੇ ਰਿਣਾਤਮਕ ਦੋਨੋਂ ਹੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਚਾਰਜ ਅਗਾਂਹ ਅਤੇ ਪਿਛਾਂਹ ਵਲ ਵਗਦੇ ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਮੰਨ ਲਓ, ਕਿਸੇ ਸਮਾਂ ਅੰਤਰਾਲ t ਵਿੱਚ ਇਸ ਖੇਤਰ ਵਿਚੋਂ ਵਗਦੇ ਨੇਟ ਅਗਾਂਹ ਵਲ ਨੂੰ ਗਤੀ ਵਿੱਚ ਧਨ ਚਾਰਜ q_+ (ਭਾਵ ਅਗਾਂਹ ਅਤੇ ਪਿਛਾਂਹ ਵਲ ਗਤੀ ਕਰਦੇ ਚਾਰਜਾਂ ਦਾ ਅੰਤਰ) ਹੈ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ, ਮੰਨ ਲਓ ਕਿਸੇ ਖੇਤਰ ਤੋਂ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਨੇਟ ਅਗਾਂਹ ਵਲ ਗਤੀ ਕਰਦੇ ਰਿਣ ਚਾਰਜ q ਹਨ। ਤਾਂ ਇਸ ਸਮਾਂ ਅੰਤਰਾਲ t ਵਿਚ ਇਸ ਖੇਤਰ ਤੋਂ ਵਗਦੇ ਨੇਟ ਚਾਰਜ $q = q_+ - q_-$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਹਨ। ਸਥਾਈ ਕਰੰਟ ਦੇ ਲਈ ਇਹ t ਦੇ ਉਲਟ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹਨ ਅਤੇ ਭਾਗਫਲ

$$I = \frac{q}{t} \tag{3.1}$$

ਖੇਤਰ ਤੋਂ ਹੋ ਕੇ ਅਗਾਂਹ ਵਲ ਵਗਦੇ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। (ਜੇ ਇਹ ਸੰਖਿਆ ਰਿਣਾਤਮਕ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਇਸ ਤੋਂ ਇਹ ਸੰਕੇਤ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਪਿਛਾਂਹ ਵਲ ਨੂੰ ਹੈ)

ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਸਦਾ ਇਕ ਦਿਸ਼ਾਵੀ ਤੇ ਸਥਿਰ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ, ਇਸ ਲਈ ਵਧੇਰੇ ਵਿਆਪਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਬਿਜਲਈ ਧਾਰਾ ਨੂੰ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਅਨੁਸਾਰ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਮੰਨ ਲਓ ਸਮਾਂ-ਅੰਤਰਾਲ Δt [ਜਾਂ ਸਮਾਂ t ਅਤੇ $(t + \Delta t)$ ਦੇ ਵਿੱਚ] ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਚਾਲਕ ਦੇ ਕ੍ਰਾਸ ਸੈਕਸ਼ਨ ਵਿਚੋਂ ਵਗਦਾ ਨੇਟ ਚਾਰਜ ΔQ ਹੈ। ਤਾਂ ਸਮਾਂ t ਤੇ ਚਾਲਕ ਦੇ ਇਸ ਕ੍ਰਾਸ-ਸੈਕਸ਼ਨ ਵਿਚੋਂ ਵਗਦੇ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ΔQ ਅਤੇ Δt ਦੇ ਅਨੁਪਾਤ ਦੇ ਮਾਨ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ Δt ਦੀ ਸੀਮਾ ਸਿਫਰ ਤੱਕ ਪੁੱਜਣ ਦੀ ਕੋਸ਼ਿਸ਼ ਵਿਚ ਹੈ, (tending to zero).

$$I(t) = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta Q}{\Delta t} \tag{3.2}$$

SI ਮਾਤਰਕਾਂ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਦਾ ਮਾਤਰਕ ਐਮਪੀਅਰ (ampere) ਹੈ। ਇਕ ਐਮਪੀਅਰ ਨੂੰ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੁਆਰਾ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸਦਾ ਅਸੀਂ ਅਗਲੇ ਪੈਰੇ ਵਿੱਚ ਅਧਿਐਨ ਕਰਾਂਗੇ। ਘਰੇਲੂ ਬਿਜਲਈ-ਉਪਕਰਨਾਂ ਵਿਚੋਂ ਵਗਣ ਵਾਲੇ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਰੂਪੀ ਪਰਿਮਾਣ ਦਾ ਆਰਡਰ ਇਕ ਐਮਪੀਅਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜਿੱਥੇ ਇੱਕ ਪਾਸੇ ਕਿਸੇ ਔਸਤ ਆਸਮਾਨੀ ਬਿਜਲੀ ਵਿੱਚ ਹਜ਼ਾਰਾਂ ਐਮਪੀਅਰ ਆਰਡਰ ਦਾ ਕਰੰਟ ਵਗ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਉਥੇ ਦੂਜੇ ਪਾਸੇ ਸਾਡੀਆਂ ਤੰਤਰੀਕਾਵਾਂ (nerves) ਵਿਚੋਂ ਵਗਣ ਵਾਲਾ ਕਰੰਟ ਸਿਰਫ ਕੁਝ ਮਾਈਕ੍ਰੋਐਮਪੀਅਰ ਆਰਡਰ ਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

3.3 ਚਾਲਕਾਂ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ (ELECTRIC CURRENTS IN CONDUCTORS)

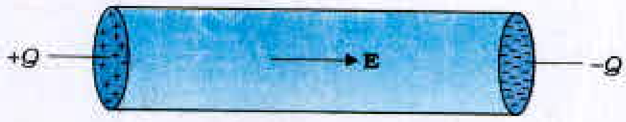
ਜੇ ਕਿਸੇ ਬਿਜਲਈ ਚਾਰਜ ਤੇ ਕੋਈ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਇਸਤੇਮਾਲ ਕੀਤਾ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਉਹ ਇਕ ਬਲ ਦਾ ਅਨੁਭਵ ਕਰੇਗਾ। ਜੇ ਇਹ ਗਤੀ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਸੁਤੰਤਰ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਵੀ ਗਤੀ ਵਿੱਚ ਆ ਜਾਵੇਗਾ ਅਤੇ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਪੈਦਾ ਕਰੇਗਾ। ਵਾਯੂਮੰਡਲ ਦੀਆਂ ਉਪਰਲੀਆਂ ਪਰਤਾਂ ਜਿਸ ਨੂੰ *ਆਇਨਮੰਡਲ (ionosphere)* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੁਦਰਤ ਵਿੱਚ ਮੁਕਤ ਚਾਰਜਤ ਕਣ ਮਿਲਦੇ ਹਨ। ਬੇਸ਼ਕ, ਅਣੂਆਂ ਅਤੇ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਵਿੱਚ ਰਿਣ ਚਾਰਜਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਧਨ ਚਾਰਜਿਤ ਕੇਂਦਰਕ (nucleus) ਇਕ ਦੂਸਰੇ ਨਾਲ ਬੰਨ੍ਹੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਸਥੂਲ ਪਦਾਰਥ (Bulk matter) ਅਨੇਕ ਅਣੂਆਂ ਤੋਂ ਬਣਿਆਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ, ਇੱਕ ਗ੍ਰਾਮ ਪਾਣੀ ਵਿੱਚ ਲਗਭਗ 10^{22} ਅਣੂ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਅਣੂ ਇੰਨੀ ਨੇੜੇ-ਨੇੜੇ ਕਸਕੇ ਪੈਕ ਕੀਤੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਕਿ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਹੁਣ ਇੱਕ ਨਾਭਿਕ ਜਾਂ ਕੇਂਦਰਕ ਦਾ ਨਿਜੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨਹੀਂ ਰਹਿੰਦਾ। ਕੁਝ ਪਦਾਰਥਾਂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਜੇ ਵੀ ਬੰਨ੍ਹੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਭਾਵ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਇਸਤੇਮਾਲ ਕਰਨ ਤੇ ਵੀ ਪ੍ਰਵੇਗਿਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੇ। ਕੁਝ ਦੂਸਰੇ ਪਦਾਰਥਾਂ ਵਿੱਚ ਖਾਸ ਕਰਕੇ ਧਾਤਾਂ ਵਿੱਚ ਕੁਝ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸਥੂਲ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਅੰਦਰ ਅਸਲ ਰੂਪ ਵਿੱਚ, ਗਤੀ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਸੁਤੰਤਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਹਨਾਂ ਪਦਾਰਥਾਂ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਆਮ ਕਰਕੇ ਚਾਲਕ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਵਿੱਚ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਇਸਤੇਮਾਲ ਕਰਨ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਪੈਦਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਜੇ ਅਸੀਂ ਠੋਸ ਚਾਲਕ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੀਏ ਤਾਂ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਇਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਪਰਮਾਣੂ ਆਪਸ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਨੇੜੇ, ਕਸ ਕੇ ਜੁੜੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜਿਸ ਕਾਰਨ ਰਿਣ ਚਾਰਜਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਦੇ ਵਾਹਕ (Carrier) ਬਣਦੇ ਹਨ। ਬੇਸ਼ਕ, ਹੋਰ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਚਾਲਕ ਵੀ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜਿਵੇਂ ਬਿਜਲਈ ਅਪਘਟਨ ਘੋਲ ਜਿਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਧਨ ਚਾਰਜ ਅਤੇ ਰਿਣ ਚਾਰਜ ਦੋਨੋਂ ਗਤੀ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਅਸੀਂ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਆਪਣੀ ਚਰਚਾ ਨੂੰ ਠੋਸ ਚਾਲਕਾਂ ਤੇ ਹੀ ਕੇਂਦਰਿਤ ਰਖਾਂਗੇ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਸਥਿਰ ਧਨ ਆਇਨਾਂ ਦੀ ਪਿੱਠ ਭੂਮੀ ਵਿੱਚ ਰਿਣ ਚਾਰਜਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਦੇ ਵਾਹਕ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

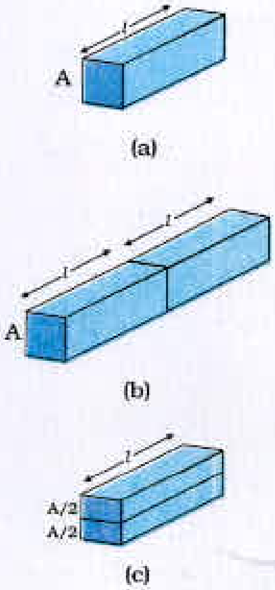


ਚਿੱਤਰ 3.1 ਧਾਤ ਦੇ ਬੇਲਨ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਰਖੇ $+Q$ ਅਤੇ Q ਚਾਰਜ। ਚਾਰਜਾਂ ਨੂੰ ਉਦਾਸੀਨ ਕਰਨ ਲਈ ਪੈਦਾ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੇ ਕਾਰਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਡ੍ਰਿਫਟ ਕਰਨਗੇ। ਜੇ ਚਾਰਜ $+Q$ ਅਤੇ Q ਦੀ ਮੁੜ ਪੂਰਤੀ ਲਗਾਤਾਰ ਨਾ ਕੀਤੀ ਗਈ ਤਾਂ ਕੁਝ ਦੇਰ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਦਾ ਵਗਣਾ ਸਮਾਪਤ ਹੋ ਜਾਵੇਗਾ।

ਪਹਿਲਾਂ ਅਸੀਂ ਅਜਿਹੀ ਸਥਿਤੀ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਜਿਥੇ ਕੋਈ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਮੌਜੂਦ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਤਾਪੀ ਗਤੀ (thermal motion) ਕਰਦੇ ਸਮੇਂ ਇੱਕ ਜਗ੍ਹਾ ਟਿਕੇ ਜਾਂ ਬੱਝੇ ਆਇਨਾਂ ਨਾਲ ਟੱਕਰਾਂ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਟੱਕਰਾਂ ਤੋਂ ਬਾਦ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਚਾਲ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਅੰਤਰ ਨਹੀਂ ਆਉਂਦਾ। ਇਸ ਲਈ ਟਕਰਾਉਣ ਤੋਂ ਬਾਦ ਚਾਲ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਕਿਸੇ ਵੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਦਿੱਤੇ ਹੋਏ ਸਮੇਂ ਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਚਾਲ ਦੀ ਕਿਸੇ ਵੀ ਦਿਸ਼ਾ ਨੂੰ ਕੋਈ ਤਰਜੀਹ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ। ਇਸਲਈ ਔਸਤ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਇੱਕ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਗਤੀ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ, ਉਸ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਠੀਕ ਉਲਟ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਗਤੀ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ਦੇ ਠੀਕ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸਲਈ ਕੋਈ ਨੇਟ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਨਹੀਂ ਹੋਵੇਗਾ।

ਆਓ, ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਇਹ ਦੇਖੀਏ ਕਿ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਚਾਲਕ ਦੇ ਕਿਸੇ ਟੁਕੜੇ ਤੇ ਕੋਈ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਇਸਤੇਮਾਲ ਕਰਨ ਤੇ ਕੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਆਪਣੇ ਵਿਚਾਰਾਂ ਨੂੰ ਕੇਂਦਰਿਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ R ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦੇ ਬੇਲਨਾਕਾਰ ਚਾਲਕ ਦੀ ਕਲਪਨਾ ਕਰੋ (ਚਿੱਤਰ 3.1)। ਮੰਨ ਲਉ ਪਰਾ-ਬਿਜਲਈ (dielectric) ਪਦਾਰਥ ਦੀਆਂ ਬਣੀਆਂ ਦੋ ਪਤਲੀਆਂ ਚੱਕਰ ਆਕਾਰ ਦੀਆਂ ਡਿਸਕਾਂ ਲੈਂਦੇ ਹਾਂ ਜਿਹਨਾਂ ਦੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਚਾਲਕ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹਨ ਅਤੇ ਜਿਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਧਨ ਚਾਰਜ $+Q$ ਅਤੇ ਦੂਸਰੇ ਤੇ ਰਿਣ ਚਾਰਜ $-Q$ ਇਕ ਸਮਾਨ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵੰਡੇ ਹਨ। ਇਹਨਾਂ ਦੋਨਾਂ ਡਿਸਕਾਂ ਨੂੰ ਬੇਲਨ ਦੀਆਂ ਦੋ ਚਪਟੀਆਂ ਸਤ੍ਹਾਵਾਂ ਨਾਲ ਜੋੜ ਦਿੰਦੇ ਹਾਂ। ਅਜਿਹਾ ਕਰਨ ਤੇ ਇੱਕ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਪੈਦਾ ਹੋ ਜਾਵੇਗਾ ਜਿਸਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਧਨ ਚਾਰਜ ਤੋਂ ਰਿਣ ਚਾਰਜ ਵਲ ਹੋਵੇਗੀ। ਇਸ ਖੇਤਰ ਦੇ ਕਾਰਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ $+Q$ ਵਲ ਪ੍ਰਵੇਗਿਤ ਹੋਣਗੇ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਹ ਚਾਰਜਾਂ ਨੂੰ ਉਦਾਸੀਨ ਕਰਨ ਲਈ ਗਤੀ ਕਰਣਗੇ। ਜਦੋਂ ਤੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਪ੍ਰਵਾਹ ਬਣਿਆ ਰਹੇਗਾ, ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਬਣਿਆ ਰਹੇਗਾ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਚਾਰ ਅਧੀਨ ਹਾਲਤਾਂ ਵਿੱਚ ਘਟ ਸਮੇਂ ਦੇ ਲਈ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਵਗੇਗਾ ਅਤੇ ਬਾਦ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਕਰੰਟ ਨਹੀਂ ਹੋਵੇਗਾ।

ਅਸੀਂ ਅਜਿਹੀਆਂ ਯੁਕਤੀਆਂ ਦੀ ਵੀ ਕਲਪਨਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਜੋ ਬੇਲਨ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ, ਚਾਲਕ ਦੇ ਅੰਦਰ ਗਤੀ ਕਰਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੁਆਰਾ ਉਦਾਸੀਨ ਸਾਰੇ ਚਾਰਜਾਂ ਦੀ ਨਵੇਂ ਚਾਰਜਾਂ ਨਾਲ ਮੁੜ ਪੂਰਤੀ ਕਰਵਾਉਣ। ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਚਾਲਕ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਸਥਾਈ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਸਥਾਪਿਤ ਹੋ ਜਾਵੇਗਾ, ਜਿਸਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਜੋ ਕਰੰਟ ਪੈਦਾ ਹੋਵੇਗਾ ਉਹ ਘਟ ਸਮੇਂ ਲਈ ਨਾ ਹੋ ਕੇ, ਲਗਾਤਾਰ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਥਾਈ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਪੈਦਾ ਕਰਨ ਵਾਲੀਆਂ ਯੁਕਤੀਆਂ ਬਿਜਲੀ ਸੈਲ ਜਾਂ ਬੈਟਰੀਆਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਜਿਹਨਾਂ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਇਸ ਅਧਿਆਇ ਵਿੱਚ ਅੱਗੇ ਅਧਿਐਨ ਕਰਾਂਗੇ। ਅਗਲੇ ਸੈਕਸ਼ਨਾਂ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਚਾਲਕਾਂ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਸਥਾਈ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਕਰਾਂਗੇ।



(a)

(b)

(c)

ਚਿੱਤਰ 3.2 ਲੰਬਾਈ l ਅਤੇ ਕ੍ਰਾਸ ਸੈਕਸ਼ਨ ਖੇਤਰਫਲ A ਦੀ ਆਇਤਾਕਾਰ ਸਿੱਲੀ ਦੇ ਸੰਬੰਧ $R = \rho l/A$ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਣ ਲਈ ਚਿੱਤਰ

3.4 ਓਹਮ ਦਾ ਨਿਯਮ (Ohm's Law)

ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਦੇ ਵਗਨ ਲਈ ਜ਼ਿੰਮੇਵਾਰ ਭੌਤਿਕ ਯੁਕਤੀਆਂ ਦੀ ਖੋਜ ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਪਹਿਲਾਂ ਜੀ.ਐਸ. ਓਹਮ ਨੇ ਸਾਲ 1828 ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਦੇ ਵਗਣ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਤ ਇੱਕ ਮੂਲ ਨਿਯਮ ਦੀ ਖੋਜ ਕਰ ਲਈ ਸੀ। ਇੱਕ ਚਾਲਕ ਦੀ ਕਲਪਨਾ ਕਰੋ ਜਿਸ ਵਿਚੋਂ ਕਰੰਟ I ਲੰਘ ਰਿਹਾ ਹੈ ਅਤੇ ਮੰਨ ਲਓ V, ਚਾਲਕ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਹੈ। ਤਾਂ ਓਹਮ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦਾ ਕਥਨ ਹੈ ਕਿ

$$V \propto I$$

ਜਾਂ $V = RI$ (3.3)

ਇਥੇ ਅਨੁਪਾਤ ਲਈ ਸਥਿਰ ਅੰਕ R, ਚਾਲਕ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ (Resistance) ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਜਾਰਜ ਸਾਈਮਨ ਓਹਮ (17871854)

ਜਾਰਜ ਸਾਈਮਨ ਓਹਮ Georg Simon Ohm (17871854) ਜਰਮਨ ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨੀ, ਮਿਊਨਿਖ (Munich) ਵਿਚ ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ ਸਨ। ਓਹਮ ਨੂੰ ਆਪਣੇ ਨਿਯਮ ਦੀ ਖੋਜ ਤਾਪ-ਚਾਲਨ ਦੀ ਤਰਜ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਕੀਤੀ। ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਤਾਪਮਾਨ ਗ੍ਰੇਡੀਐਂਟ (temperature gradient) ਦੇ ਤੁੱਲ ਹੈ ਅਤੇ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਤਾਪ ਊਰਜਾ ਦੇ ਪ੍ਰਵਾਹ ਦੇ।

ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਦਾ SI ਮਾਤਰਕ ਓਹਮ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਨੂੰ ਚਿੰਨ੍ਹ Ω ਦੁਆਰਾ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ R ਚਾਲਕ ਦੇ ਸਿਰਫ ਪਦਾਰਥ ਤੇ ਹੀ ਨਹੀਂ ਬਲਕਿ ਚਾਲਕ ਦੇ ਵਿਸਤਾਰ ਤੇ ਵੀ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਦੀ ਚਾਲਕ ਦੇ ਵਿਸਤਾਰ ਤੇ ਨਿਰਭਰਤਾ ਹੇਠਾਂ ਦਿੱਤੇ ਅਨੁਸਾਰ ਸੌਖਿਆਂ ਪਤਾ ਲਗਾਈ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ।

ਲੰਬਾਈ l ਅਤੇ ਕ੍ਰਾਸ ਸੈਕਸ਼ਨ ਖੇਤਰਫਲ A ਦੀ ਕਿਸੇ ਆਇਤਾਕਾਰ ਸਿੱਲੀ (slab) ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ ਜੋ ਸਮੀਕਰਨ (3.3) ਨੂੰ ਸੰਤੁਸ਼ਟ ਕਰਦਾ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 3.2)। ਕਲਪਨਾ ਕਰੋ ਅਜਿਹੀਆਂ ਦੋ ਸਰਬਸਮ ਸਿੱਲੀਆਂ ਸਿਰੇ ਨਾਲ ਸਿਰੇ ਨੂੰ ਮਿਲਾ ਕੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਰੱਖੀਆਂ ਹਨ ਕਿ ਸੰਯੋਜਨ ਦੀ ਲੰਬਾਈ $2l$ ਹੋ ਜਾਵੇ। ਇਸ ਸੰਯੋਜਨ ਵਿਚੋਂ ਓਨਾਂ ਹੀ ਕਰੰਟ ਵਗੇਗਾ ਜਿਨਾਂ ਕਿ ਦੋਵਾਂ ਵਿਚੋਂ ਕਿਸੇ ਇਕ ਸਿੱਲੀ ਵਿੱਚ ਵਗਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਪਹਿਲੀ ਸਿੱਲੀ ਦੇ ਸਿਰਿਆ ਵਿਚਕਾਰ ਪ੍ਰੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ V ਹੈ, ਤਾਂ ਦੂਸਰੀ ਸਿੱਲੀ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਵੀ ਪ੍ਰੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ V ਹੋਵੇਗਾ, ਕਿਉਂਕਿ ਦੂਸਰੀ ਸਿੱਲੀ ਪਹਿਲੀ ਦੇ ਸਮਾਨ ਹੈ ਅਤੇ ਦੋਨਾਂ ਵਿੱਚ ਸਮਾਨ ਕਰੰਟ ਲੰਘਦਾ ਹੈ। ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ ਸੰਯੋਜਨ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਵਿਚਕਾਰ ਪ੍ਰੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਦੋ ਵਖੋ-ਵਖਰੀਆਂ ਸਿੱਲੀਆਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਪ੍ਰੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਦਾ ਜੋੜ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ $2V$ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ। ਸੰਯੋਜਨ ਵਿਚੋਂ ਹੋਕੇ ਵਗਦਾ ਕਰੰਟ I ਹੈ ਤਾਂ ਸਮੀਕਰਨ (3.3) ਤੋਂ ਸੰਯੋਜਨ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ R_C

$$R_C = \frac{2V}{I} = 2R \tag{3.4}$$

ਕਿਉਂਕਿ $V/I = R$, ਦੋਨਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਕਿਸੇ ਇੱਕ ਸਿੱਲੀ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਚਾਲਕ ਦੀ ਲੰਬਾਈ ਦੋਗੁਣੀ ਕਰਨ ਤੇ ਇਸ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਦੋ ਗੁਣਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਤਦ ਵਿਆਪਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਸਿੱਧਾ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ

$$R \propto l \tag{3.5}$$

ਇਸਦੇ ਬਾਦ ਸਿੱਲੀ ਨੂੰ ਲੰਬਾਈ ਵਿੱਚ ਦੋ ਸਮਾਨ ਭਾਗਾਂ ਵਿੱਚ ਵੰਡ ਕਰਨ ਦੀ ਕਲਪਨਾ ਕਰੋ ਜਿਸ ਨਾਲ ਕਿ ਸਿੱਲੀ ਨੂੰ ਲੰਬਾਈ l ਦੀਆਂ ਦੋ ਸਰਬ ਸਮ ਸਿੱਲੀਆਂ ਜਿਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਹਰੇਕ ਦਾ ਕ੍ਰਾਸ ਸੈਕਸ਼ਨ ਖੇਤਰਫਲ $A/2$ ਹੈ, ਦੇ ਸੰਯੋਜਨ ਵਰਗਾ ਸਮਝਿਆ ਜਾ ਸਕੇ (ਚਿੱਤਰ 3.2(c)].

ਸਿੱਲੀ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਵਿਚਕਾਰ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਪ੍ਰੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ V ਦੇ ਲਈ ਜੇ ਪੂਰੀ ਸਿੱਲੀ ਵਿੱਚੋਂ ਲੰਘਦਾ ਕਰੰਟ I ਹੈ ਤਾਂ ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ ਹਰੇਕ ਅੱਧੀ ਸਿੱਲੀ ਵਿੱਚੋਂ ਲੰਘਣ ਵਾਲਾ ਕਰੰਟ $I/2$ ਹੋਵੇਗਾ। ਕਿਉਂਕਿ ਅੱਧੀ ਸਿੱਲੀ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਪ੍ਰੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ V ਹੈ, ਅਰਥਾਤ ਓਨਾ ਹੀ ਹੈ ਜਿਨਾਂ ਕਿ ਪੂਰੀ ਸਿੱਲੀ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਵਿਚਕਾਰ ਪ੍ਰੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਹੈ, ਇਸਲਈ ਹਰੇਕ ਅੱਧੀ ਸਿੱਲੀ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ R_1 ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

$$R_1 = \frac{V}{(I/2)} = 2\frac{V}{I} = 2R. \tag{3.6}$$

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਚਾਲਕ ਦੇ ਕ੍ਰਾਸ ਸੈਕਸ਼ਨ ਖੇਤਰਫਲ ਨੂੰ ਅੱਧਾ ਕਰਨ ਤੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਦੋ ਗੁਣਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਵਿਆਪਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਤਦ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ R, ਕ੍ਰਾਸ ਸੈਕਸ਼ਨ ਖੇਤਰਫਲ A ਦੇ ਉਲਟ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਭਾਵ ਹੈ ਕਿ

$$R \propto \frac{1}{A} \tag{3.7}$$

ਸਮੀਕਰਣ (3.5) ਅਤੇ (3.7) ਨੂੰ ਮਿਲਾ ਕੇ

$$R \propto \frac{1}{A} \tag{3.8}$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਇਸਲਈ ਕਿਸੇ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਚਾਲਕ ਲਈ

$$R=\rho\,\frac{l}{A} \qquad (3.9)$$

ਇਥੇ ρ ਇੱਕ ਅਨੁਪਾਤਿਕ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਹੈ ਜੋ ਚਾਲਕ ਦੇ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ, ਇਸਦੇ ਵਿਸਤਾਰ ਤੇ ਨਹੀਂ। ρ ਨੂੰ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ (resistivity) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

ਸਮੀਕਰਨ (3.9) ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਨ ਤੇ, ਓਹਮ ਦੇ ਨਿਯਮ ਨੂੰ ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

$$V=I\times R=\frac{I\rho l}{A} \qquad (3.10)$$

ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਈ ਖੇਤਰਫਲ (ਕਰੰਟ ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ ਲਿਆ ਗਿਆ) I/A *ਕਰੰਟ ਘਣਤਾ (Current density)* ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ j ਦੁਆਰਾ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕਰੰਟ ਘਣਤਾ ਦਾ SI ਮਾਤਰਕ A/m^2 ਹੈ। ਇਸਦੇ ਇਲਾਵਾ ਜੇ ਇਕ ਸਮਾਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ E ਦੇ ਕਿਸੇ ਚਾਲਕ ਦੀ ਲੰਬਾਈ l ਹੈ ਤਾਂ ਇਸ ਚਾਲਕ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਦੇ ਵਿਚ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ El ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਨ ਤੇ ਸਮੀਕਰਨ (3.10) ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਅਕਤ ਕਰਦੇ ਹਨ

$$E\,l=j\,\rho\,l$$

ਜਾਂ $$E=j\,\rho \qquad (3.11)$$

E ਅਤੇ ***j*** ਦੇ ***ਪਰਿਮਾਣ*** ਦੇ ਲਈ ਉਪਰੋਕਤ ਸਮੀਕਰਨ ਨੂੰ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੀ *ਸਦਿਸ਼* ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਕਰੰਟ ਘਣਤਾ (ਜਿਸ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਕਰੰਟ ਦੇ *ਲੰਬਰੂਪ ਪ੍ਰਤੀ* ਇਕਾਈ ਖੇਤਰਫਲ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਹੈ) ਵੀ **E** ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਹੈ ਅਤੇ $\mathbf{j}$ $(=j\,\mathbf{E}/E)$ ਇੱਕ ਸਦਿਸ਼ ਵੀ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਮੀਕਰਨ (3.11) ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਅਕਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ

$$\mathbf{E}=\mathbf{j}\rho \qquad (3.12)$$

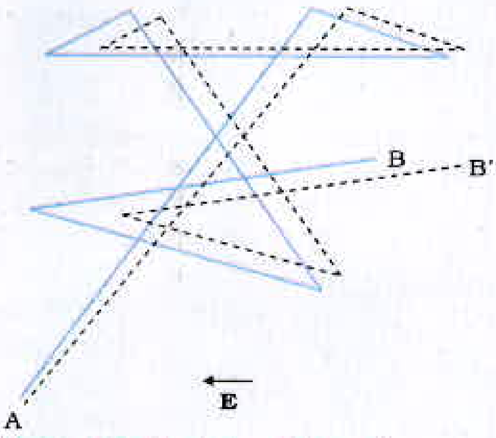
ਜਾਂ $$\mathbf{j}=\sigma\,\mathbf{E} \qquad (3.13)$$

ਜਿਥੇ $\sigma=1/\rho$ ਨੂੰ ***ਚਾਲਕਤਾ (Conductivity)*** ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਓਹਮ ਦੇ ਨਿਯਮ ਨੂੰ ਅਕਸਰ ਸਮੀਕਰਨ (3.3) ਦੇ ਇਲਾਵਾ ਸਮੀਕਰਨ (3.13) ਦੁਆਰਾ ਵੀ ਸਮਤੁੱਲ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਅਗਲੇ ਪੈਰੇ ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਓਹਮ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦੇ ਉਦਗਮ (Origin) ਨੂੰ ਇਸ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸਮਝਣ ਦੀ ਕੋਸ਼ਿਸ਼ ਕਰਾਂਗੇ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਇਹ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਡ੍ਰਿਫਟ ਦੇ ਲਛਣਾਂ ਤੋਂ ਪੈਦਾ ਹੋਇਆ ਹੈ।

3.5 ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਡ੍ਰਿਫਟ ਅਤੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ ਦਾ ਉਦਗਮ (DRIFT OF ELECTRONS AND THE ORIGIN OF RESISTIVITY)

ਅਸੀਂ ਪਹਿਲਾਂ ਇਹ ਦੇਖਿਆ ਹੈ ਕਿ ਜਦੋਂ ਕੋਈ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਕਿਸੇ ਭਾਰੀ ਆਇਨ ਨਾਲ ਟੱਕਰ ਕਰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਟੱਕਰ ਦੇ ਬਾਅਦ ਉਸੇ ਚਾਲ ਨਾਲ ਚਲਦਾ ਹੈ ਪਰ ਇਸ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਜੋ ਮਰਜ਼ੀ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਜੇ ਅਸੀਂ ਸਾਰੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੀਏ ਤਾਂ ਉਹਨਾਂ ਦਾ ਔਸਤ ਵੇਗ ਸਿਫਰ ਹੋਵੇਗਾ, ਕਿਉਂਕਿ ਉਹਨਾਂ ਦੀਆਂ ਦਿਸ਼ਾਵਾਂ ਜੋ ਮਰਜ਼ੀ ਹਨ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ i ਵੇਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ (i = 1, 2, 3, ...N) ਦਾ ਵੇਗ ਕਿਸੇ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਸਮੇਂ ਵਿੱਚ $\mathbf{v}_i$, ਹੋਵੇ ਤਾਂ

$$\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\mathbf{v}_i=0 \qquad (3.14)$$



ਚਿੱਤਰ 3.3 ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ A ਤੋਂ ਦੂਸਰੇ ਬਿੰਦੂ B ਤੱਕ ਬਾਰ ਬਾਰ ਟੱਕਰਾਂ ਦੁਆਰਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਗਤੀ ਅਤੇ ਟਕਰਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਰੇਖੀ ਗਤੀ ਦਾ ਆਰੇਖੀ ਚਿੱਤਰਣ (ਪੂਰੀਆਂ ਰੇਖਾਵਾਂ)। ਜੇ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਕੋਈ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਲਗਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ B' ਤੇ ਰੁਕ ਜਾਂਦਾ ਹੈ (ਟੁੱਟਵੀਆਂ ਰੇਖਾਵਾਂ)। ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੇ ਉਲਟ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਮਾਮੂਲੀ ਡ੍ਰਿਫਟ ਦਿਖਾਈ ਦੇ ਰਿਹਾ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

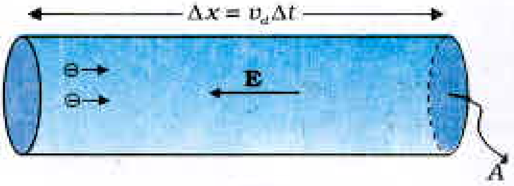
ਹੁਣ ਅਜਿਹੀ ਸਥਿਤੀ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੀਏ ਜਦੋਂ ਇਹ ਚਾਲਕ ਕਿਸੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਹੈ। ਇਸ ਖੇਤਰ ਦੇ ਕਾਰਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵੇਗ ਪੈਦਾ ਹੋਵੇਗਾ

$$\mathbf{a} = \frac{-e\,\mathbf{E}}{m} \qquad (3.15)$$

ਜਿਥੇ $-e$ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਚਾਰਜ ਹੈ ਅਤੇ m ਇਸਦਾ ਪੁੰਜ ਹੈ। ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਸਮੇਂ t ਵਿਚ i ਵੇਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਤੇ ਮੁੜ ਵਿਚਾਰ ਕਰੀਏ। ਇਹ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ t ਤੋਂ ਕੁਝ ਸਮਾਂ ਪਹਿਲਾਂ ਆਖਰੀ ਟੱਕਰ ਕਰੇਗਾ ਅਤੇ ਮੰਨ ਲਓ, t_i ਇਸਦੇ ਆਖਰੀ ਟੱਕਰ ਦੇ ਬਾਅਦ ਬਤੀਤ ਸਮਾਂ ਹੈ। ਜੇ $\mathbf{v}_i$ ਆਖਰੀ ਟੱਕਰ ਦੇ ਤੁਰੰਤ ਬਾਅਦ ਦਾ ਵੇਗ ਸੀ ਤਾਂ ਸਮਾਂ t ਤੇ ਇਸਦਾ ਵੇਗ

$$\mathbf{V}_i = \mathbf{v}_i - \frac{e\,\mathbf{E}}{m} t_i \qquad (3.16)$$

ਕਿਉਂਕਿ ਆਪਣੀ ਆਖਰੀ ਟੱਕਰ ਤੋਂ ਸ਼ੁਰੂ ਕਰਨ ਦੇ ਬਾਅਦ ਇਹ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਕਿਸੇ ਸਮਾਂ ਅੰਤਰਾਲ t_i ਦੇ ਲਈ ਸਮੀਕਰਨ (3.15) ਦੁਆਰਾ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਪ੍ਰਵੇਗ ਦੇ ਨਾਲ ਪ੍ਰਵੇਗਿਤ ਹੋਇਆ ਸੀ। ਸਾਰੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦਾ ਸਮੇਂ t ਤੇ ਔਸਤ ਵੇਗ ਸਾਰੀਆਂ $\mathbf{V}_i$ ਦਾ ਔਸਤ ਹੈ। $\mathbf{v}_i$ ਦਾ ਔਸਤ ਸਿਫਰ ਹੈ [ਸਮੀਕਰਨ (3.14)] ਕਿਉਂਕਿ ਟੱਕਰ ਦੇ ਤੁਰੰਤ ਬਾਅਦ ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਵੇਗ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਕੁਝ ਵੀ (random) ਹੋ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀਆਂ ਟੱਕਰਾਂ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਸਮਾਂ ਅੰਤਰਾਲਾਂ ਤੇ ਨਾ ਹੋ ਕੇ ਜੋ ਮਰਜ਼ੀ ਸਮੇਂ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਜੇ ਲਗਾਤਾਰ (ਕ੍ਰਮਵਾਰ) ਟਕਰਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਔਸਤ ਸਮੇਂ ਨੂੰ ਅਸੀਂ τ ਨਾਲ ਦਰਸਾਈਏ ਤਾਂ ਕਿਸੇ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਸਮੇਂ ਵਿੱਚ ਕੁਝ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ τ ਤੋਂ ਜ਼ਿਆਦਾ ਅਤੇ ਕੁਝ τ ਤੋਂ ਘਟ ਸਮਾਂ ਬਤੀਤ ਕਰਦੇ ਹੋਣਗੇ। ਦੂਸਰੇ ਸ਼ਬਦਾਂ ਵਿੱਚ, ਜਿਵੇਂ-ਜਿਵੇਂ ਅਸੀਂ $i = 1, 2 \ldots\ldots N$ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਮਾਨ ਦਿੰਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਸਮੀਕਰਨ (3.16) ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਸਮਾਂ t_i ਦੇ ਮਾਨ ਕੁਝ ਦੇ ਲਈ τ ਤੋਂ ਵੱਧ ਅਤੇ ਕੁਝ ਲਈ τ ਤੋਂ ਘੱਟ ਹੋਣਗੇ। ਤਦ t_i ਦਾ ਔਸਤ ਮਾਨ τ ਹੋਵੇਗਾ (ਜਿਸ ਨੂੰ ***ਰਿਲੈਕਸੇਸ਼ਨ ਸਮਾਂ* (relaxation time)** ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ)। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਿਸੇ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਸਮੇਂ t ਤੇ N ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਲਈ ਸਮੀਕਰਨ (3.16) ਦਾ ਔਸਤ ਲੈਣ ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਔਸਤ ਵੇਗ $\mathbf{v}_d$ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ



ਚਿੱਤਰ 3.4 ਧਾਤਵੀ ਚਾਲਕ ਵਿਚ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ। ਧਾਤ ਵਿਚ ਕਰੰਟ ਘਣਤਾ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਇਕਾਈ ਖੇਤਰਫਲ ਅਤੇ v_d ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਬੇਲਨ ਵਿੱਚ ਸਮਾਏ ਹੋਏ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ।

$$\mathbf{v}_d = (\mathbf{V}_i)_{\text{ਔਸਤ}} = (\mathbf{v}_i)_{\text{ਔਸਤ}} - \frac{e\,\mathbf{E}}{m}(t_i)_{\text{ਔਸਤ}}$$

$$= 0 - \frac{e\,\mathbf{E}}{m}\tau = -\frac{e\,\mathbf{E}}{m}\tau \qquad (3.17)$$

ਇਹ ਆਖਰੀ ਨਤੀਜਾ ਹੈਰਾਨ ਕਰਨ ਵਾਲਾ ਹੈ। ਇਹ ਸਾਨੂੰ ਦਸਦਾ ਹੈ ਕਿ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ, ਬੇਸ਼ਕ ਪ੍ਰਵੇਗਿਤ ਹੈ, ਇਕ ਔਸਤ ਵੇਗ ਨਾਲ ਗਤੀ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਜੋ ਸਮੇਂ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਵਰਤਾਰਾ *ਡ੍ਰਿਫਟ* (*drift*) ਹੈ ਅਤੇ ਸਮੀਕਰਨ (3.17) ਦਾ ਵੇਗ $\mathbf{v}_d$ ***ਡ੍ਰਿਫਟ ਵੇਗ*** ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ।

ਡ੍ਰਿਫਟ ਦੇ ਕਾਰਨ, ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ **E** ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ ਕਿਸੇ ਖੇਤਰ ਵਿਚੋਂ ਹੋਕੇ ਚਾਰਜਾਂ ਦੀ ਨੇਟ ਆਵਾਜਾਈ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਚਾਲਕ ਦੇ ਅੰਦਰ ਇਕ ਸਮਤਲ ਖੇਤਰ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ ਜੋ ਕਿ **E** ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਖੇਤਰ ਤੇ ਲੰਬਰੂਪ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 3.4)। ਤਦ ਡ੍ਰਿਫਟ ਦੇ ਕਾਰਨ, ਬਹੁਤ ਹੀ ਘਟ ਸਮੇਂ Δt ਵਿਚ, ਖੇਤਰ ਦੇ ਖੱਬੇ ਪਾਸੇ ਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਨੇ $|\mathbf{v}_d|\Delta t$ ਦੂਰੀ ਪਾਰ ਕਰ ਲਈ ਹੋਵੇਗੀ। ਜੇ ਚਾਲਕ ਵਿਚ ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਈ ਆਇਤਨ ਵਿੱਚ ਮੁਕਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ n ਹੈ ਤਾਂ $n\,\Delta t\;|\mathbf{v}_d|A$ ਅਜਿਹੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਹੋਣਗੇ। ਕਿਉਂਕਿ ਹਰੇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਤੇ ਚਾਰਜ $-e$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, Δt ਸਮੇਂ ਵਿੱਚ ਖੇਤਰ A ਦੇ ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ ਗਿਆ ਕੁੱਲ ਚਾਰਜ $-ne\,A|\mathbf{v}_d|\Delta t.$ ਹੈ। **E** ਖੱਬੇ ਪਾਸੇ ਵਲ ਨੂੰ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਖੇਤਰ ਤੋਂ ਹੋਕੇ **E** ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਵਗਦਾ ਕੁਲ ਚਾਰਜ ਇਸਦੇ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੋਵੇਗਾ। ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਅਨੁਸਾਰ (ਸਮੀਕਰਨ (3.2)) ਖੇਤਰ A ਨੂੰ ਸਮੇਂ Δt ਵਿਚ ਪਾਰ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਚਾਰਜ $I\,\Delta t$ ਹੋਣਗੇ, ਇਥੇ I ਕਰੰਟ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਹੈ। ਇਸਲਈ

$$I\,\Delta t = -ne\,A\,|\mathbf{v}_d|\,\Delta t \qquad (3.18)$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

$|\mathbf{v}_d|$ ਦੇ ਮਾਨ ਨੂੰ ਸਮੀਕਰਨ (3.17) ਵਿੱਚ ਰਖਣ ਤੇ

$$I\,\Delta t = \frac{e^2A}{m}\tau\, n\,\Delta t\,|\mathbf{E}| \qquad (3.19)$$

ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਅਨੁਸਾਰ, ਕਰੰਟ ਘਣਤਾ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ $|\mathbf{j}|$ ਨਾਲ I ਸੰਬੰਧਿਤ ਹੈ

$$I = |\mathbf{j}|\,A \qquad (3.20)$$

ਇਸ ਲਈ ਸਮੀਕਰਨ (3.19) ਅਤੇ (3.20) ਤੋਂ

$$|\mathbf{j}| = \frac{ne^2}{m}\tau\,|\mathbf{E}| \qquad (3.21)$$

ਸਦਿਸ਼ $\mathbf{j}$, $\mathbf{E}$ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਹੈ, ਇਸਲਈ ਅਸੀਂ ਸਮੀਕਰਨ (3.21) ਨੂੰ ਸਦਿਸ਼ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਲਿਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ

$$\mathbf{j} = \frac{ne^2}{m}\tau\mathbf{E} \qquad (3.22)$$

ਜੇ ਅਸੀਂ ਚਾਲਕਤਾ σ ਦੀ ਪਛਾਣ ਇਸਤਰ੍ਹਾਂ ਕਰੀਏ

$$\sigma = \frac{ne^2}{m}\tau \qquad (3.23)$$

ਤਾਂ ਸਮੀਕਰਨ (3.13) ਨਾਲ ਤੁਲਨਾ ਕਰਨ ਤੇ ਇਹ ਪਤਾ ਲਗਦਾ ਹੈ ਕਿ ਸਮੀਕਰਨ (3.22) ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਓਹਮ ਦਾ ਨਿਯਮ ਹੀ ਹੈ। ਜੇ ਅਸੀਂ ਚਾਲਕਤਾ ਨੂੰ σ ਦੁਆਰਾ ਦਰਸਾਈਏ ਤਾਂ

$$\sigma = \frac{ne^2}{m}\tau$$

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਅਸੀਂ ਦੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਬਿਜਲਈ ਚਾਲਕਤਾ ਦਾ ਇਹ ਬਹੁਤ ਸਰਲ ਚਿੱਤਰਣ ਓਹਮ ਦੇ ਨਿਯਮ ਨੂੰ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੀ ਇਹ ਮੰਨ ਲਿਆ ਹੈ ਕਿ τ ਅਤੇ n ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਹਨ। ਅਗਲੇ ਪੈਰੇ ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਓਹਮ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦੀਆਂ ਸੀਮਾਵਾਂ ਦਾ ਵਿਵੇਚਨ ਕਰਾਂਗੇ।

ਉਦਾਹਰਨ 3.1 (a) 1.0×10^{-7} m^2 ਕ੍ਰਾਸ ਸੈਕਸ਼ਨ ਖੇਤਰਫਲ ਵਾਲੇ ਤਾਂਬੇ ਦੀ ਤਾਰ ਵਿੱਚ 1.5 A ਕਰੰਟ ਵਗ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਇਸ ਵਿਚ ਚਾਲਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਔਸਤ ਡ੍ਰਿਫਟ ਚਾਲ ਦਾ ਪਤਾ ਕਰੋ। ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ ਤਾਂਬੇ ਦਾ ਹਰੇਕ ਪਰਮਾਣੂ ਕਰੰਟ ਦੇ ਵਗਣ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਚਾਲਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਯੋਗਦਾਨ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਤਾਂਬੇ ਦੀ ਘਣਤਾ 9.0×10^3 kg/m^3 ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਪਰਮਾਣੂ ਪੁੰਜ 63.5 u ਹੈ। (b) ਉੱਪਰ ਪਤਾ ਕੀਤੀ ਗਈ ਡ੍ਰਿਫਟ ਚਾਲ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਹੇਠ ਲਿਖੀਆਂ ਉਦਾਹਰਨਾਂ ਨਾਲ ਕਰੋ। (i) ਸਾਧਾਰਨ ਤਾਪਮਾਨ ਤੇ ਤਾਂਬੇ ਦੇ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੀ ਤਾਪੀ ਚਾਲ (ii) ਚਾਲਕ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੇ ਸੰਚਾਰ ਦੀ ਚਾਲ ਜੋ ਡ੍ਰਿਫਟ ਗਤੀ ਪੈਦਾ ਕਰਦੀ ਹੈ।

ਹੱਲ—

(a) ਚਾਲਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਡ੍ਰਿਫਟ ਵੇਗ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਉਲਟ ਹੈ ਅਰਥਾਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵਧਦੇ ਹੋਏ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਡ੍ਰਿਫਟ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਡ੍ਰਿਫਟ ਚਾਲ v_d ਸਮੀਕਰਨ (3.18) ਨਾਲ ਵਿਅਕਤ ਹੋਵੇਗੀ।

$v_d = (I/neA)$

ਹੁਣ $e = 1.6 \times 10^{-19}$ C, $A = 1.0 \times 10^{-7}$m^2, $I = 1.5$ A ਹੈ। ਚਾਲਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਘਣਤਾ, n ਪ੍ਰਤੀ ਘਣ ਮੀਟਰ ਵਿੱਚ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ (ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ ਪ੍ਰਤੀ ਤਾਂਬਾ ਪਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਚਾਲਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਹੈ ਜੋ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਗਿਣਤੀ 1 ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਠੀਕ ਹੈ)। ਇੱਕ ਘਣ ਮੀਟਰ ਤਾਂਬੇ ਦਾ ਪੁੰਜ 9.0×10^3 kg ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ 6.0×10^{23} ਤਾਂਬੇ ਤੇ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦਾ ਪੁੰਜ 63.5 g ਹੈ, ਇਸਲਈ

$$n \quad \frac{6.0 \quad 10^{23}}{63.5} \quad 9.0 \quad 10^{6} = 8.5 \times 10^{28}\ \mathrm{m}^{-3}$$

ਉਦਾਹਰਨ 3.1

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਜਿਸ ਤੋਂ ਸਾਨੂੰ ਡ੍ਰਿਫਟ ਚਾਲ ਦਾ ਨਿਮਨ ਮਾਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ :

$$v_d \quad \frac{1.5}{8.5\times10^{-28} \quad 1.6\times10^{-19} \quad 1.0\times10^{7}} = 1.1\times10^{-3}\ \text{m s}^{-1} = 1.1\ \text{mm s}^{-1}$$

(b) (i) ਤਾਪਮਾਨ T ਤੇ M ਪੁੰਜ ਦੇ ਤਾਂਬੇ ਦੇ ਇੱਕ ਪਰਮਾਣੂ ਦੀ ਤਾਪੀ ਚਾਲ* (thermal speed) $\sqrt{k_B T/M}$ ਦੇ ਆਰਡਰ ਦੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਜਿਸ ਨੂੰ $[<(1/2)\ Mv^2> = (3/2)\ k_B T]$ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਜਿਥੇ k_B ਬੋਲਟਜਮੈਨ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਹੈ। 300 K ਤੇ ਤਾਂਬੇ ਦੇ ਲਈ ਇਹ ਲਗਭਗ 2×10^2 m/s ਹੈ। ਇਹ ਕਿਸੇ ਚਾਲਕ ਵਿਚ ਤਾਂਬੇ ਦੇ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੀ ਜੋ ਮਰਜ਼ੀ ਕੰਪਨ ਚਾਲ ਵਲ ਇਸ਼ਾਰਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਡ੍ਰਿਫਟ ਚਾਲ ਬਹੁਤ ਘਟ ਹੈ। ਸਾਧਾਰਨ ਤਾਪਮਾਨ ਤੇ ਇਹ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਰੂਪੀ ਤਾਪੀ ਚਾਲ ਦੀ ਲਗਭਗ 10^{-5}ਗੁਣਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

(ii) ਚਾਲਕ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਗਤੀ ਕਰਦੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੀ ਚਾਲ ਕਿਸੇ ਬਿਜਲ-ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗ ਦੀ ਚਾਲ ਅਰਥਾਤ 3.0×10^8 m s^{-1} ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ (ਇਸਦੇ ਨਿਯਮ ਤੁਸੀਂ ਪਾਠ 8 ਵਿੱਚ ਪੜੋਂਗੇ) ਇਸ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਡ੍ਰਿਫਟ ਚਾਲ ਬਹੁਤ ਹੀ ਘਟ ਹੈ, 10^{-11}ਗੁਣਕ ਦੁਆਰਾ ਘਟ।

ਉਦਾਹਰਨ 3.2

(a) ਉਦਾਹਰਣ 3.1 ਵਿੱਚ ਕੁਝ ਐਮਪੀਅਰ ਕਰੰਟ ਦੀ ਰੇਂਜ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਡ੍ਰਿਫਟ ਗਤੀ ਸਿਰਫ ਕੁਝ mm s^{-1} ਹੀ ਪਤਾ ਕੀਤੀ ਗਈ ਹੈ। ਤਾਂ ਸਰਕਟ ਬੰਦ ਕਰਦੇ ਹੀ ਲਗਭਗ ਉਸੇ ਛਿਣ ਕਰੰਟ ਕਿਵੇਂ ਸਥਾਪਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ?

(b) ਕਿਸੇ ਚਾਲਕ ਦੇ ਅੰਦਰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਡ੍ਰਿਫਟ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਵਿਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੁਆਰਾ ਮਹਿਸੂਸ ਕੀਤੇ ਗਏ ਬਲ ਦੇ ਕਾਰਨ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪਰ ਬਲ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਵੇਗ ਪੈਦਾ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਤਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸਥਾਈ ਔਸਤ ਡ੍ਰਿਫਟ ਵੇਗ ਕਿਉਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਲੈਂਦੇ ਹਨ?

(c) ਜੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਡ੍ਰਿਫਟ ਵੇਗ ਇਨ੍ਹਾਂ ਘਟ ਹੈ ਅਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਚਾਰਜ ਵੀ ਘੱਟ ਹੈ ਤਾਂ ਫਿਰ ਕਿਸੇ ਚਾਲਕ ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਵਧ ਮਾਤਰਾ ਵਿਚ ਕਰੰਟ ਕਿਵੇਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ?

(d) ਜੇ ਕਿਸੇ ਧਾਤ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਘਟ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਤੋਂ ਵੱਧ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਵਲ ਡ੍ਰਿਫਟ ਕਰਦੇ ਹਨ ਤਾਂ ਕੀ ਇਸਦਾ ਭਾਵ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਧਾਤ ਵਿੱਚ ਸਾਰੇ ਮੁਕਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਇੱਕ ਹੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਗਤੀਮਾਨ ਹਨ?

(e) ਕੀ ਲਗਾਤਾਰ ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਟੱਕਰਾਂ (ਧਾਤ ਦੇ ਧਨ ਆਇਨਾਂ ਦੇ ਨਾਲ) ਦੇ ਵਿਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਰਸਤੇ (i) ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੀ ਗੈਰ ਮੌਜੂਦਗੀ ਵਿੱਚ (ii) ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੀ ਮੌਜੂਦਗੀ ਵਿੱਚ ਸਰਲ ਰੇਖੀ ਹੈ?

ਹੱਲ—

(a) ਪੂਰੇ ਸਰਕਟ ਵਿਚ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਲਗਭਗ ਤਤਕਾਲ ਸਥਾਪਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ (ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਵੇਗ ਨਾਲ) ਜੋ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਤੇ *ਸਥਾਨਿਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ (local electron)* ਡ੍ਰਿਫਟ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਸਰਕਟ ਵਿਚ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਸਥਾਪਿਤ ਹੋਣ ਦੇ ਲਈ ਇਹ ਉਡੀਕ ਨਹੀਂ ਕਰਨੀ ਪੈਂਦੀ ਕਿ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਚਾਲਕ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਸਿਰੇ ਤੋਂ ਦੂਸਰੇ ਸਿਰੇ ਤੱਕ ਜਾਣਗੇ। ਫਿਰ ਵੀ, ਕਰੰਟ ਸਥਾਈ ਮਾਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਵਿਚ ਸਮਾਂ ਤਾਂ ਲੈਂਦਾ ਹੈ ਜੋ ਕਿ ਬਹੁਤ ਹੀ ਜ਼ਿਆਦਾ ਘਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

(b) ਹਰੇਕ ਮੁਕਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪ੍ਰਵੇਗਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨਾਲ ਉਸ ਦੀ ਡ੍ਰਿਫਟ ਚਾਲ ਉਦੋਂ ਤੱਕ ਵੱਧਦੀ ਹੈ ਜਦੋਂ ਤੱਕ ਉਹ ਧਾਤ ਦੇ ਧਨ ਆਇਨਾਂ ਨਾਲ ਟੱਕਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ। ਟੱਕਰਾਂ ਦੇ ਬਾਅਦ ਇਹ ਆਪਣੀ ਡ੍ਰਿਫਟ ਚਾਲ ਗੁਆ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਪਰ ਇਹ ਮੁੜ ਪ੍ਰਵੇਗਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਮੁੜ ਇਸਦੇ ਡ੍ਰਿਫਟ ਵੇਗ ਵਿੱਚ ਉਦੋਂ ਤੱਕ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਇਹ ਮੁੜ ਟੱਕਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ ਅਤੇ ਇਹ ਕ੍ਰਮ ਚਲਦਾ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਔਸਤਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸਿਰਫ ਡ੍ਰਿਫਟ ਚਾਲ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਪਾਂਦਾ ਹੈ।

(c) ਸਰਲ ਹੈ, ਕਿਉਂਕਿ ਚਾਲਕ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸੰਖਿਆ ਘਣਤਾ ਸਭ ਤੋਂ ਵੱਧ ($\sim10^{29}$ m^{-3} ਹੈ)।

(d) ਕਿਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਹੀਂ। ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਡ੍ਰਿਫਟ ਚਾਲ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਵੱਧ ਤੋਂ ਵੱਧ ਜੋ ਮਰਜ਼ੀ ਵੇਗ ਤੇ ਸੁਪਰਇੰਮਪੋਜ਼ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

(e) ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੀ ਗੈਰ ਮੌਜੂਦਗੀ ਵਿੱਚ ਰਸਤਾ ਸਰਲ ਰੇਖੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੀ ਮੌਜੂਦਗੀ ਵਿਚ ਰਸਤਾ ਵਿਆਪਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵਕ੍ਰੀ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

---

* ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨ ਦੀ ਪਾਠ ਪੁਸਤਕ, ਕਲਾਸ 11, ਪਾਠ 13 ਦਾ ਸਮੀਕਰਨ (13.23.) ਦੇਖੋ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

3.5.1 ਗਤੀਸ਼ੀਲਤਾ (MOBILITY)

ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਅਸੀਂ ਦੇਖ ਚੁਕੇ ਹਾਂ, ਚਾਲਕਤਾ (Conductivity) ਗਤੀ ਮਾਨ ਚਾਰਜ ਵਾਹਕਾ ਤੋਂ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਧਾਤਾਂ ਵਿਚ ਇਹ ਗਤੀਮਾਨ ਚਾਰਜ-ਵਾਹਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਹਨ। ਆਇਨਤ ਗੈਸ ਵਿਚ ਇਹ ਚਾਰਜ-ਵਾਹਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਧਨ ਚਾਰਜਿਤ ਆਇਨ ਹਨ, ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟ (Electrolyte) ਵਿਚ ਇਹ ਧਨ ਆਇਨ ਅਤੇ ਰਿਣ ਆਇਨ ਦੋਨੋਂ ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ।

ਇੱਕ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਰਾਸ਼ੀ *ਗਤੀਸ਼ੀਲਤਾ (mobility)* μ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਈ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੇ ਡ੍ਰਿਫਟ ਵੇਗ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ

$$\mu = \frac{|\mathbf{v}_d|}{E} \tag{3.24}$$

ਗਤੀਸ਼ੀਲਤਾ ਦਾ SI ਮਾਤਰਕ m^2/Vs ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਮਾਤਰਕ (cm^2/Vs) ਦਾ 10^4 ਗੁਣਾ ਹੈ। ਗਤੀਸ਼ੀਲਤਾ ਧਨਾਤਮਕ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਸਮੀਕਰਨ 3.17 ਵਿੱਚ

$$v_d = \frac{e\,\tau\,E}{m}$$

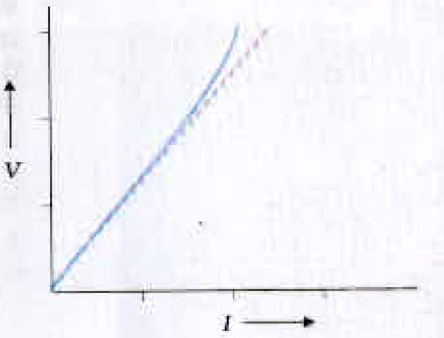
ਇਸਲਈ

$$\mu = \frac{v_d}{E} = \frac{e\tau}{m} \tag{3.25}$$

ਜਿਥੇ τ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਲਈ ਟਕਰਾਂ ਵਿਚਲਾ ਔਸਤ ਸਮਾਂ ਹੈ।

3.6 ਓਹਮ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦੀਆਂ ਸੀਮਾਵਾਂ

LIMITATIONS OF OHM S LAW

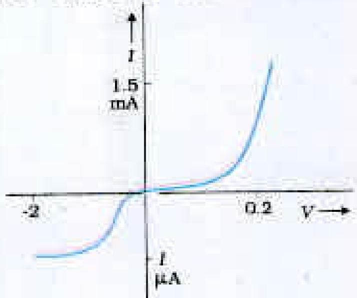


ਚਿੱਤਰ 3.5 ਡਾਟਡ ਰੇਖਾ ਰੇਖੀ ਓਹਮ ਨਿਯਮ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦੀ ਹੈ। ਲਗਾਤਾਰ ਪੂਰੀ ਰੇਖਾ ਵਧੀਆ ਚਾਲਕ ਦੇ ਲਈ V ਅਤੇ I ਦੇ ਸੰਬੰਧ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦੀ ਹੈ।

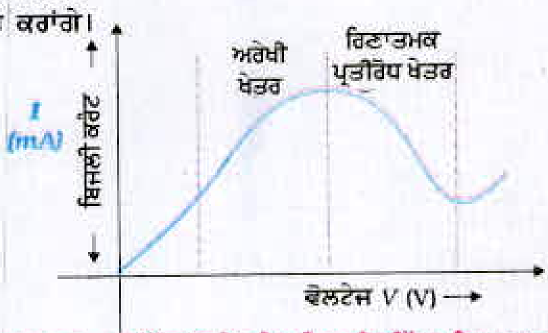
ਜਦਕਿ ਓਹਮ ਦਾ ਨਿਯਮ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੇ ਵਿਸਤ੍ਰਿਤ ਵਰਗ ਦੇ ਲਈ ਸਵਿਕਾਰਤ ਹੈ, ਬਿਜਲਈ ਸਰਕਟਾਂ ਵਿੱਚ ਉਪਯੋਗ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਕੁਝ ਅਜਿਹੇ ਪਦਾਰਥ ਅਤੇ ਯੁਕਤੀਆਂ ਮੌਜੂਦ ਹਨ ਜਿੱਥੇ V ਅਤੇ I ਦੀ ਅਨੁਪਾਤਿਕਤਾ ਲਾਗੂ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਮੋਟੇ ਤੌਰ ਤੇ, ਇਹ ਵਿਚਲਨ (deviations) ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਵਿਚੋਂ ਇੱਕ ਜਾਂ ਵੱਧ ਕਿਸਮ ਦਾ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ।

(a) V ਦੀ I ਤੋਂ ਅਨੁਪਾਤਿਕਤਾ ਸਮਾਪਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 3.5)

(b) V ਅਤੇ I ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਸੰਬੰਧ V ਦੇ ਚਿੰਨ੍ਹ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਦੂਸਰੇ ਸ਼ਬਦਾਂ ਵਿੱਚ ਜੇ ਕਿਸੇ V ਦੇ ਲਈ ਕਰੰਟ I ਹੈ, ਤਾਂ V ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਸਥਿਰ ਰੱਖ ਕੇ ਇਸਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਬਦਲਣ ਤੇ, ਉਲਟ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ I ਦੇ ਸਮਾਨ ਪਰਿਮਾਣ ਦਾ ਕਰੰਟ ਪੈਦਾ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 3.6)। ਉਦਾਹਰਨ ਦੇ ਲਈ, ਡਾਇਓਡ ਵਿੱਚ ਅਜਿਹਾ ਹੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸਦਾ ਅਧਿਐਨ ਅਸੀਂ ਪਾਠ 14 ਵਿੱਚ ਕਰਾਂਗੇ।



ਚਿੱਤਰ 3.6 ਡਾਇਓਡ ਦਾ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਕ ਵਕ੍ਰ। ਵੋਲਟੇਜ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਦੇ ਰਿਣ ਅਤੇ ਧਨ ਮਾਨਾਂ ਦੇ ਲਈ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਪੈਮਾਨਿਆਂ ਨੂੰ ਨੋਟ ਕਰੋ।



ਚਿੱਤਰ 3.7 GaAs ਵਿੱਚ ਵੋਲਟੇਜ ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(c) V ਅਤੇ I ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਇਕੋ ਇੱਕ ਸੰਬੰਧ ਨਹੀਂ ਹੈ ਭਾਵ ਉਸ ਹੀ ਕਰੰਟ I ਦੇ ਲਈ V ਦੇ ਇੱਕ ਤੋਂ ਵੱਧ ਮਾਨ ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ (ਚਿੱਤਰ 3.7)

ਪਦਾਰਥ ਅਤੇ ਯੁਕਤੀਆਂ ਜੋ ਸਮੀਕਰਨ (3.3) ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਓਹਮ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦਾ ਪਾਲਨ ਨਹੀਂ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ, ਅਸਲ ਵਿੱਚ, ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਿਕ ਸਰਕਟਾਂ ਵਿੱਚ ਵੱਡੇ ਪੱਧਰ ਤੇ ਵਰਤੀਆਂ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ। ਬੇਸ਼ਕ, ਇਸ ਪਾਠ ਅਤੇ ਹੋਰ ਅਗਲੇ ਪਾਠਾਂ ਵਿੱਚ, ਅਸੀਂ ਉਸ ਪਦਾਰਥ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਕਰਾਂਗੇ ਜੋ ਓਹਮ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦਾ ਪਾਲਨ ਕਰਦੇ ਹਨ।

3.7 ਵੱਖ-ਵੱਖ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ (RESISTIVITY OF VARIOUS MATERIALS)

ਵੱਖ ਵੱਖ ਸਧਾਰਨ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ ਸਾਰਨੀ 3.1 ਵਿਚ ਸੂਚੀ ਵਧ ਹੈ। ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ ਤੇ ਨਿਰਭਰਤਾ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਵਧਦੇ ਹੋਏ ਮਾਨਾਂ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦਾ ਵਰਗੀਕਰਨ ਚਾਲਕ, ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਅਤੇ ਬਿਜਲੀ ਰੋਧੀ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਧਾਤਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ $10^{-8}\,\Omega$m ਤੋਂ $10^{-6}\,\Omega$m ਦੀ ਰੇਂਜ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।ਇਸਦੇ ਉਲਟ ਸਿਰਾਮਿਕ (Ceramic), ਰਬੜ ਅਤੇ ਪਲਾਸਟਿਕ ਵਰਗੇ ਬਿਜਲੀ ਰੋਧੀ ਪਦਾਰਥ ਵੀ ਹਨ ਜਿਹਨਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ, ਧਾਤਾਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾਂ ਵਿੱਚ 10^{18} ਗੁਣੀ ਜਾਂ ਵੱਧ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਦੋਨਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਅਰਧਚਾਲਕ ਹਨ। ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ, ਬੇਸ਼ਕ ਤਾਪਮਾਨ ਵਧਾਉਣ ਤੇ ਘੱਟਦੀ ਹੈ। ਅਰਧਚਾਲਕ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ ਅਸ਼ੁੱਧੀਆਂ ਦੀ ਘੱਟ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦਗੀ ਨਾਲ ਵੀ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਆਖਰੀ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ਤਾ ਦਾ ਲਾਭ, ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਿਕ ਯੁਕਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਉਪਯੋਗ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਅਰਧਚਾਲਕਾਂ ਦੇ ਨਿਰਮਾਣ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ?

TABLE 3.1 ਕੁੱਝ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ RESISTIVITIES OF SOME MATERIALS

ਪਦਾਰਥ (Material)	ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ (Resistivity), ρ (Ω m) at 0°C	ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ ਦਾ ਤਾਪ ਗੁਣਾਂਕ (Temperature coefficient of resistivity), α (°C)^{1} $\frac{1}{\ }\ \frac{d}{dT}$ at 0 C
ਚਾਲਕ (Conductors)		
ਚਾਂਦੀ (Silver)	1.6×10^{-8}	0.0041
ਤਾਂਬਾ (Copper)	1.7×10^{-8}	0.0068
ਐਲੂਮੀਨੀਅਮ (Aluminium)	2.7×10^{-8}	0.0043
ਟੰਗਸਟਨ (Tungsten)	5.6×10^{-8}	0.0045
ਲੋਹਾ (Iron)	10×10^{-8}	0.0065
ਪਲਾਟੀਨਮ (Platinum)	11×10^{-8}	0.0039
ਪਾਰਾ (Mercury)	98×10^{-8}	0.0009
ਨਾਈਕ੍ਰੋਮ (Nichrome) (Ni, Fe, Cr ਦੀ ਮਿਸ਼ਰਧਾਤੂ)	$\sim 100 \times 10^{-8}$	0.0004
ਮੈਂਗਾਨੀਨ (Manganin (ਮਿਸ਼ਰਧਾਤੂ)	48×10^{-8}	0.002×10^{-3}
ਅਰਧ ਚਾਲਕ (Semiconductors)		
ਕਾਰਬਨ (ਗ੍ਰੇਫਾਈਟ) (Carbon (graphite)	3.5×10^{-5}	0.0005
ਜਰਮੇਨੀਅਮ (Germanium)	0.46	0.05
ਸੀਲੀਕਾਨ (Silicon)	2300	0.07
ਬਿਜਲੀ ਰੋਧੀ (Insulators)		
ਸ਼ੁਧ ਪਾਣੀ (Pure Water)	2.5×10^{5}	
ਕੱਚ (ਗਲਾਸ) (Glass)	$10^{10} - 10^{14}$	
ਕਠੋਰ ਰਬੜ (Hard Rubber)	$10^{13} - 10^{16}$	
ਨਮਕ (NaCl)	$\sim 10^{14}$	
ਫਿਊਜ਼ਡ ਕੁਆਰਟਜ਼ (Fused Quartz)	$\sim 10^{16}$	

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

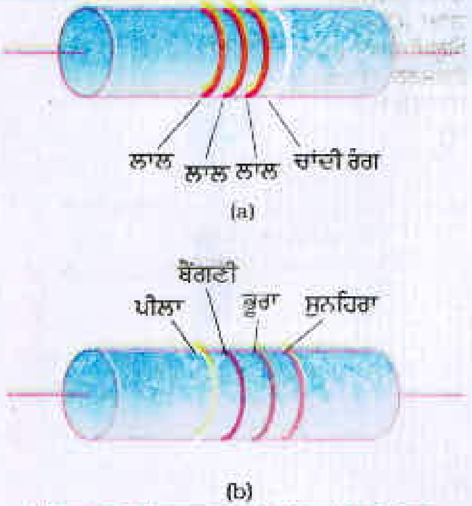
ਘਰੇਲੂ ਜਾਂ ਪ੍ਰਯੋਗਸ਼ਾਲਾ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਯੋਗ ਲਈ ਵਪਾਰਿਕ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀਕੋਣ ਤੋਂ ਬਣਾਏ ਜਾਣ ਵਾਲੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਮੁੱਖ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਦੋ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ- *ਤਾਰ ਨੂੰ ਬੰਨ੍ਹ ਕੇ ਬਣਾਏ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ* (Wire wound resistors) ਅਤੇ *ਕਾਰਬਨ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ* (Carbon resistors)। ਤਾਰ ਨੂੰ ਬੰਨ੍ਹ ਕੇ ਬਣਾਏ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਕਿਸੇ ਮਿਸ਼ਰਤ ਧਾਤੂ ਜਿਵੇਂ ਮੈਂਗਨਿਨ, ਕਾਨਸਟੇਨਟਨ, ਨਾਈਕ੍ਰੋਮ ਜਾਂ ਉਹਨਾਂ ਵਰਗੀਆਂ ਤਾਰਾਂ ਨੂੰ ਲਪੇਟ ਕੇ ਬਣਾਏ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਬਹੁਤੀ ਵਾਰ ਇਹਨਾਂ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੀ ਚੋਣ ਇਸ ਤੱਥ ਤੇ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਕਿ ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ ਤੇ ਤਾਪਮਾਨ ਦਾ ਪ੍ਰਭਾਵ ਨਿਗੁਣਾ ਹੈ।

ਇਹਨਾਂ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਾਂ ਦੀ ਰੇਂਜ ਇਕ ਓਹਮ ਦੇ ਕਿਸੇ ਅੰਸ਼ ਤੋਂ ਲੈ ਕੇ ਕੁਝ ਸੌ ਓਹਮ ਤੱਕ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਵੱਧ ਰੇਂਜ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਮੁਖ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕਾਰਬਨ ਤੋਂ ਬਣਾਏ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਕਾਰਬਨ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਆਕਾਰ ਵਿੱਚ ਛੋਟੇ ਅਤੇ ਸਸਤੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਿਕ ਸਰਕਟਾਂ ਵਿੱਚ ਵੱਡੇ ਪੱਧਰ ਤੇ ਵਰਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਕਾਰਬਨ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਦਾ ਆਕਾਰ ਛੋਟਾ ਹੋਣ ਕਾਰਨ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਮੁੱਲ ਕਲਰ ਕੋਡ ਦੁਆਰਾ ਦਰਸਾਏ ਕੀਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ।

ਸਾਰਨੀ 3.2 ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਰੰਗ ਕੋਡ (RESISTOR COLOUR CODES)

ਰੰਗ (Colour)	ਅੰਕ (Number)	ਗੁਣਕ (Multiplier)	ਟਾਲਰੈਂਸ (%) (Tolera
ਕਾਲਾ (Black)	0	1	
ਭੂਰਾ (Brown)	1	10^1	
ਲਾਲ (Red)	2	10^2	
ਸੰਤਰੀ (Orange)	3	10^3	
ਪੀਲਾ (Yellow)	4	10^4	
ਹਰਾ (Green)	5	10^5	
ਨੀਲਾ (Blue)	6	10^6	
ਬੈਂਗਨੀ (Violet)	7	10^7	
ਗ੍ਰੇ (Grey)	8	10^8	
ਸਫੇਦ (White)	9	10^9	
ਸੁਨਿਹਰਾ (Golden)		10^{-1}	5
ਚਾਂਦੀ ਰੰਗ (Silver)		10^{-2}	10
ਰੰਗਹੀਣ (No Colour)			20

ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ 'ਤੇ ਸਮਾਨ ਧੁਰੇ ਵਾਲੇ ਰੰਗੀਨ ਚੱਕਰਾਂ ਦੇ ਸਮੂਹ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜਿਹਨਾਂ ਦਾ ਮਹੱਤਵ ਸਾਰਨੀ 3.2 ਵਿੱਚ ਸੂਚੀ ਵੱਧ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਸਿਰੇ ਤੋਂ ਪਹਿਲੀਆਂ ਦੋ ਧਾਰੀਆਂ ਓਹਮ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਦੇ ਪਹਿਲੇ ਦੋ ਸਾਰਥਕ ਅੰਕਾਂ ਨੂੰ ਦਸਦੀਆਂ ਹਨ ਤੀਸਰੀ ਧਾਰੀ ਦਸ਼ਮਲਵ ਗੁਣਕ ਨੂੰ ਦਸਦੀ ਹੈ (ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਸਾਰਣੀ 3.2 ਵਿੱਚ ਸੂਚੀ ਦਿੱਤੀ ਹੈ) ਅਤੇ ਆਖਰੀ ਧਾਰੀ ਟਾਲਰੈਂਸ ਜਾਂ ਦਸੇ ਮਾਨ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਸ਼ਤ ਵਿੱਚ ਸੰਭਾਵਿਤ ਵਿਚਲਨ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦੀ ਹੈ। ਕਦੇ-ਕਦੇ ਇਹ ਆਖਰੀ ਧਾਰੀ ਨਹੀਂ ਵੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਦਾ ਭਾਵ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਟਾਲਰੈਂਸ 20% ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 3.8)। ਉਦਾਹਰਨ ਦੇ ਲਈ, ਜੇ ਚਾਰ ਰੰਗ ਸੰਤਰੀ, ਨੀਲਾ, ਪੀਲਾ ਅਤੇ ਸੁਨਹਿਰੀ ਹੈ ਤਾਂ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਦਾ ਮਾਨ 5% ਟਾਲਰੈਂਸ ਮਾਨ ਦੇ ਨਾਲ $36 \times 10^4\ \Omega$ ਹੋਵੇਗਾ।



ਚਿੱਤਰ 3.8 ਰੰਗਦਾਰ ਧਾਰੀਆਂ ਲਗਾ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ
(a) $(22 \times 10^2\ \Omega) \pm 10\%$.
(b) $(47 \times 10\ \Omega) \pm 5\%$.

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

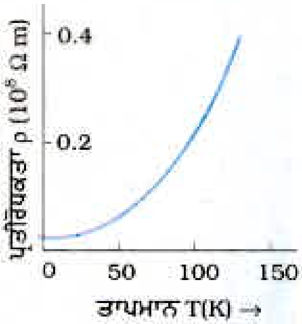
3.8 ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ ਦੀ ਤਾਪਮਾਨ ਤੇ ਨਿਰਭਰਤਾ
TEMPERATURE DEPENDENCE OF RESISTIVITY

ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ ਦੀ ਤਾਪਮਾਨ ਤੇ ਨਿਰਭਰਤਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਵੱਖ-ਵੱਖ ਪਦਾਰਥ ਇਕੋ ਜਿਹੀ ਨਿਰਭਰਤਾ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਨਹੀਂ ਕਰਦੇ। ਇੱਕ ਸੀਮਤ ਤਾਪਮਾਨ ਰੇਂਜ ਵਿੱਚ, ਜੋ ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ, ਕਿਸੇ ਧਾਤਵੀ ਚਾਲਕ ਦੀ ਲਗਭਗ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ

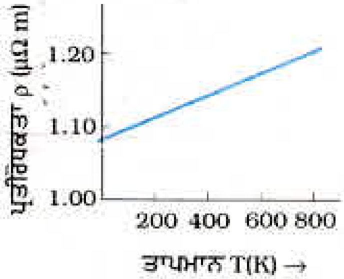
$$\rho_T = \rho_0 \,[1 + \alpha\,(T - T_0)] \tag{3.26}$$

ਇਥੇ ρ_T, ਤਾਪਮਾਨ T ਤੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ ਹੈ ਅਤੇ ρ_0, ਸੰਦਰਭ ਤਾਪਮਾਨ T_0 ਤੇ ਇਸਦਾ ਮਾਪ ਹੈ। α ਨੂੰ *ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ ਤਾਪਮਾਨ ਗੁਣਾਂਕ* (temperature coefficient of resistance) ਅਤੇ ਸਮੀਕਰਨ (3.26) ਤੋਂ α ਦੀਆਂ ਵਿਮਾਂ (ਤਾਪਮਾਨ)$^{-1}$ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀਆ ਹਨ। ਧਾਤਾਂ ਦੇ ਲਈ α ਦਾ ਮਾਨ ਧਨਾਤਮਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ T_0 = 0°C ਤੇ ਧਾਤਾਂ ਦੇ ਲਈ α ਦਾ ਮਾਨ ਸਾਰਨੀ 3.1 ਵਿਚ ਦਿੱਤਾ ਹੈ।

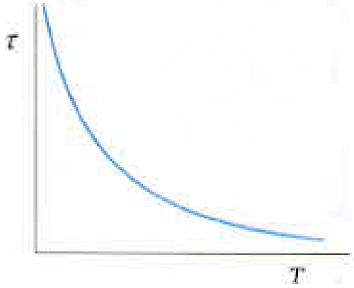
ਸਮੀਕਰਨ (3.26) ਦੇ ਸੰਬੰਧ ਤੋਂ ਇਹ ਪਤਾ ਲੱਗਦਾ ਹੈ ਕਿ T ਅਤੇ ρ_T ਦੇ ਵਿੱਚ ਗ੍ਰਾਫ਼ ਇਕ ਸਰਲ ਰੇਖਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਬੇਸ਼ਕ, 0°C ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਤਾਪਮਾਨਾਂ ਤੇ, ਗ੍ਰਾਫ ਇੱਕ ਸਰਲ ਰੇਖਾ ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਵਿਚਲਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 3.9 ਤਾਪਮਾਨ T ਦੇ ਫਲਨ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਤਾਂਬੇ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ ρ_T



ਚਿੱਤਰ 3.10 ਪਰਮ ਤਾਪਮਾਨ T ਦੇ ਫਲਨ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਨਾਈਕ੍ਰੋਮ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ



ਚਿੱਤਰ 3.11 ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ ਦੀ ਤਾਪਮਾਨ ਨਿਰਭਰਤਾ

ਇਸ ਲਈ ਸਮੀਕਰਨ (3.26) ਦੀ, ਕਿਸੇ ਸੰਦਰਭ ਤਾਪਮਾਨ T_0 ਦੀ, ਲਗਭਗ ਕਿਸੇ ਸੀਮਿਤ ਰੇਂਜ ਵਿੱਚ, ਵਰਤੋਂ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਜਿਥੇ ਗ੍ਰਾਫ ਲਗਭਗ ਇੱਕ ਸਰਲ ਰੇਖਾ ਹੋਵੇਗਾ।

ਕੁਝ ਪਦਾਰਥ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਨਾਈਕ੍ਰੋਮ (ਜੋ ਕਿ ਨੀਕਲ, ਲੋਹਾ ਅਤੇ ਕ੍ਰੋਮੀਅਮ ਦੀ ਮਿਸ਼ਰਤ ਧਾਤ ਹੈ) ਬਹੁਤ ਕਮਜ਼ੋਰ ਤਾਪਮਾਨ ਨਿਰਭਰਤਾ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। (ਚਿੱਤਰ 3.10)। ਮੈਂਗਨੀਨ ਅਤੇ ਕਾਂਸਟੇਂਟਨ ਵਿਚ ਵੀ ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਗੁਣ ਹਨ। ਕਿਉਂਕਿ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਦੀ ਤਾਪਮਾਨ ਤੇ ਨਿਰਭਰਤਾ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੈ ਇਸਲਈ ਇਹ ਪਦਾਰਥ ਤਾਰ ਬੰਨ੍ਹ ਕੇ ਬਣਾਏ ਮਿਆਰੀ (Standard) ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਾਂ ਦੇ ਨਿਰਮਾਣ ਵਿੱਚ ਵਿਆਪਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਸਤੇਮਾਲ ਕੀਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ।

ਧਾਤਾਂ ਦੇ ਉਲਟ, ਅਰਧਚਾਲਕਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ ਤਾਪਮਾਨ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਹੋਣ ਤੇ ਘੱਟ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਨਿਰਭਰਤਾ ਨੂੰ ਚਿੱਤਰ 3.11 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।

ਅਸੀਂ ਸਮੀਕਰਨ (3.23) ਵਿੱਚ ਵਿਉਤਪਨ ਪਰਿਣਾਮਾਂ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ ਦੀ ਤਾਪਮਾਨ ਨਿਰਭਰਤਾ ਨੂੰ ਗੁਣਾਤਮਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸਮਝ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਇਸ ਸਮੀਕਰਨ ਦੁਆਰਾ ਕਿਸੇ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ ਦਰਸਾਈ ਜਾਂਦੀ ਹੈ

$$\rho = \frac{1}{\sigma} = \frac{m}{ne^2\tau} \tag{3.27}$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਕਿਸੇ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਈ ਆਇਤਨ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ਅਤੇ ਉਸ ਵਿੱਚ ਹੋਣ ਵਾਲੀਆਂ ਟੱਕਰਾਂ ਤੇ ਉਲਟਕ੍ਰਮ ਢੰਗ (reciprocal) ਨਾਲ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ-ਜਿਵੇਂ ਅਸੀਂ ਤਾਪਮਾਨ ਵਧਾਉਂਦੇ ਹਾਂ, ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਪੈਦਾ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਔਸਤ ਚਾਲ ਵਧਦੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਜਿਸਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਟੱਕਰਾਂ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਵੀ ਵੱਧਦੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਟੱਕਰਾਂ ਦਾ ਔਸਤ ਸਮਾਂ τ, ਤਾਪਮਾਨ ਦੇ ਨਾਲ ਘੱਟਦਾ ਹੈ।

ਧਾਤਾਂ ਵਿੱਚ n ਦੀ ਤਾਪਮਾਨ ਨਿਰਭਰਤਾ ਉਪੇਖਿਤ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ, ਇਸਲਈ ਤਾਪਮਾਨ ਵਧਨ ਨਾਲ τ ਦੇ ਮਾਨ ਦੇ ਘਟਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ρ ਵੱਧਦਾ ਹੈ, ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਅਸੀਂ ਪ੍ਰੇਖਣ ਕੀਤਾ ਹੈ।

ਬੇਸ਼ਕ ਬਿਜਲੀ ਰੋਧੀ ਅਤੇ ਅਰਧਚਾਲਕਾਂ ਵਿੱਚ ਤਾਪਮਾਨ ਵਿੱਚ ਵਾਧੇ ਦੇ ਨਾਲ n ਵਿੱਚ ਵੀ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਵਾਧਾ ਸਮੀਕਰਨ (3.23) ਵਿੱਚ τ ਵਿੱਚ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਕਿਸੇ ਵੀ ਕਮੀ ਤੋਂ ਵੀ ਵੱਧ ਦਾ ਘਾਟਾ ਪੂਰਾ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਅਜਿਹੇ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ ρ ਦਾ ਮਾਨ ਤਾਪਮਾਨ ਦੇ ਨਾਲ ਘੱਟ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 3.3— ਕਿਸੇ ਬਿਜਲੀ ਟੋਸਟਰ ਵਿੱਚ ਨਾਈਕ੍ਰੋਮ ਦੇ ਬਣੇ ਹੀਟੀਂਗ ਐਲੀਮੇਂਟ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਦੋਂ ਇਸ ਵਿੱਚ ਇਕ ਬਹੁਤ ਹੀ ਘੱਟ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਲੰਘਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਕਮਰੇ ਦੇ ਤਾਪਮਾਨ ਤੇ (27.0 °C) ਇਸਦਾ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ 75.3 Ω ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਇਸ ਟੋਸਟਰ ਨੂੰ 230 V ਸਪਲਾਈ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਕੁਝ ਸੈਕੰਡ ਵਿਚ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ 2.68 A ਦਾ ਸਥਾਈ ਕਰੰਟ ਸਥਾਪਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਨਾਈਕ੍ਰੋਮ-ਐਲੀਮੇਂਟ ਦਾ ਸਥਾਈ ਤਾਪਮਾਨ ਕੀ ਹੈ? ਨਾਈਕ੍ਰੋਮ ਦਾ ਵਰਤੋਂ ਵਿੱਚ ਆਈ ਤਾਪਮਾਨ ਰੇਂਜ ਵਿੱਚ ਔਸਤ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਤਾਪ ਗੁਣਾਂਕ 1.70×10^{-4} °C^{-1} ਹੈ।

ਹੱਲ— ਜਦੋਂ ਐਲੀਮੇਂਟ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੈ ਤਾਂ ਤਾਪੀ ਪ੍ਰਭਾਵਾਂ ਦੀ ਉਪੇਖਿਆ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਤਦ ਐਲੀਮੇਂਟ ਦਾ ਤਾਪਮਾਨ T_1 ਕਮਰੇ ਦੇ ਤਾਪਮਾਨ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਟੋਸਟਰ ਨੂੰ ਸਪਲਾਈ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਤਾਂ ਆਰੰਭਿਕ ਕਰੰਟ ਸਥਾਈ ਮਾਨ 2.68 A ਤੋਂ ਕੁਝ ਵੱਧ ਹੋ ਜਾਵੇਗਾ ਪਰ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਦੇ ਤਾਪੀ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੇ ਕਾਰਨ ਤਾਪਮਾਨ ਵਧੇਗਾ। ਇਹ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਨੂੰ ਵਧਾਏਗਾ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਕੁਝ ਕਮੀ ਆਵੇਗੀ। ਕੁਝ ਸੈਕੰਡ ਵਿੱਚ ਸਥਾਈ ਅਵਸਥਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋ ਜਾਵੇਗੀ ਅਤੇ ਤਾਪਮਾਨ ਹੋਰ ਨਹੀਂ ਵਧੇਗਾ। ਐਲੀਮੇਂਟ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਅਤੇ ਸਪਲਾਈ ਤੋਂ ਲਿਆ ਗਿਆ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਦੋਨੋਂ ਹੀ ਸਥਾਈ ਮਾਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਲੈਣਗੇ ਤਾਂ ਸਥਾਈ ਤਾਪਮਾਨ T_2 ਤੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ R_2 ਦਾ ਮਾਨ

$$R_2 = \frac{230\text{V}}{2.68\text{A}} = 85.8\ \Omega$$

ਸੰਬੰਧ $R_2 = R_1 [1 + \alpha (T_2 - T_1)]$ ਦੀ ਵਰਤੋਂ, ਸੰਬੰਧ

$\alpha = 1.70 \times 10^{-4}$ °C^{-1}, ਦੇ ਨਾਲ ਕਰਨ ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ

$$T_2 \quad T_1 = \frac{(85.8 - 75.3)}{(75.3) \times 1.70 \times 10^{-4}} = 820\ °\text{C}$$

ਅਰਥਾਤ $T_2 = (820 + 27.0)$ °C = 847 °C

ਇਸ ਤਰਾਂ, ਹੀਟਿੰਗ ਐਲੀਮੇਂਟ ਦਾ ਤਾਪਮਾਨ (ਜਦੋਂ ਕਰੰਟ ਦੇ ਕਾਰਨ ਤਾਪੀ ਪ੍ਰਭਾਵ ਆਲੇ ਦੁਆਲੇ ਵਿੱਚ ਹੋਏ ਤਾਪ ਊਰਜਾ ਦੇ ਪੈ ਕੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ) 847 °C ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 3.3

ਉਦਾਹਰਨ 3.4— ਪਲਾਟੀਨਮ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਤਾਪਮਾਪੀ ਦੇ ਪਲਾਟੀਨਮ ਦੇ ਤਾਰ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਬਰਫ਼ ਦੇ ਜਮਣ ਤਾਪਮਾਨ ਤੇ 5 Ω ਹੈ ਅਤੇ ਭਾਫ਼ ਬਿੰਦੂ ਤੇ 5.23 Ω ਹੈ। ਜਦੋਂ ਤਾਪਮਾਪੀ (ਥਰਮਾਮੀਟਰ) ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਹੌਟ ਬਾਥ (hot bath) ਵਿਚ ਪਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਪਲਾਟੀਨਮ ਦੇ ਤਾਰ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ 5.795 Ω ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਬਾਥ ਦਾ ਤਾਪਮਾਨ ਪਤਾ ਕਰੋ।

ਹੱਲ— $R_0 = 5\ \Omega$, $R_{100} = 5.23\ \Omega$ ਅਤੇ $R_t = 5.795\ \Omega$

ਹੁਣ, $$t = \frac{R_t - R_0}{R_{100} - R_0} \times 100, \qquad R_t = R_0 (1 + \alpha t)$$

ਉਦਾਹਰਨ 3.4

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

$$= \frac{5.795-5}{5.23-5} \times 100$$

$$= \frac{0.795}{0.23} \times 100 = 345.65\ ^{\circ}\text{C}$$

3.9 ਬਿਜਲਈ ਊਰਜਾ, ਸ਼ਕਤੀ (ELECTRICAL ENERGY, POWER)

ਕਿਸੇ ਚਾਲਕ AB ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ ਜਿਸ ਵਿੱਚ A ਤੋਂ B ਵੱਲ I ਕਰੰਟ ਵਗ ਰਿਹਾ ਹੈ। A ਅਤੇ B ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਕ੍ਰਮਵਾਰ V(A) ਅਤੇ V(B) ਨਾਲ ਦਰਸਾਏ ਗਏ ਹਨ। ਕਿਉਂਕਿ ਕਰੰਟ A ਤੋਂ B ਵਲ ਵਗਦਾ ਪਿਆ ਹੈ, $V(A) > V(B)$ (V_A ਦਾ ਮੁੱਲ V_B ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੈ) ਅਤੇ ਚਾਲਕ AB ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਦੇ ਵਿਚ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ $V = V(A) - V(B) > 0$ ਹੈ।

Δt ਸਮਾਂ ਅੰਤਰਾਲ ਵਿੱਚ, ਚਾਰਜ ਦੀ ਇੱਕ ਮਾਤਰਾ $\Delta Q = I\,\Delta t$ A ਤੋਂ B ਵਲ ਚਲਦੀ ਹੈ। ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਅਨੁਸਾਰ ਬਿੰਦੂ A ਤੇ ਚਾਰਜ ਦੀ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ $Q\ V(A)$ ਸੀ ਅਤੇ ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਬਿੰਦੂ B ਤੇ ਚਾਰਜ ਦੀ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ $Q\ V(B)$ ਹੈ। ਇਸਲਈ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਵਿੱਚ ਇਹ ਪਰਿਵਰਤਨ ΔU_{pot} ਹੈ

$$\begin{aligned}\Delta U_{pot} &= \text{ਅੰਤਿਮ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ} - \text{ਆਰੰਭਿਕ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ} \\ &= \Delta Q[(V(B) - V(A)] = -\Delta Q\ V \\ &= -I\ V\Delta t < 0 \end{aligned} \tag{3.28}$$

ਜੇ ਚਾਰਜ ਚਾਲਕ ਦੇ ਅੰਦਰ ਬਿਨਾਂ ਟੱਕਰ ਕੀਤੇ ਗਤੀਮਾਨ ਹਨ ਤਾਂ ਉਹਨਾਂ ਦੀ ਗਤੀਜ ਊਰਜਾ ਵੀ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਨਾਲ ਕਿ ਸਾਰੀ ਊਰਜਾ ਅਪਰਵਰਤਿਤ ਰਹੇ। ਸਾਰੀ ਊਰਜਾ ਦੇ ਸੁਰਖਿਅਣ ਤੋਂ ਇਹ ਪਰਿਣਾਮ ਨਿਕਲਦਾ ਹੈ ਕਿ

$$\Delta K = -\Delta U_{pot} \tag{3.29}$$

ਜਾਂ

$$\Delta K = I\ V\Delta t > 0 \tag{3.30}$$

ਇਸ ਲਈ ਚਾਲਕ ਦੇ ਅੰਦਰ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਕਾਰਨ ਜੇ ਚਾਰਜ ਮੁਕਤ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਗਤੀਸ਼ੀਲ ਰਹਿੰਦੇ ਹਨ ਤਾਂ ਉਹਨਾਂ ਦੀ ਗਤੀਜ਼ ਊਰਜਾ ਵਧ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਬੇਸ਼ਕ, ਅਸੀਂ ਪਹਿਲਾਂ ਸਮਝਿਆ ਹੈ ਕਿ ਆਮ ਕਰਕੇ, ਚਾਰਜ ਪ੍ਰਵੇਗਿਤ ਗਤੀ ਨਾਲ ਨਹੀਂ ਚਲਦੇ ਬਲਕਿ ਅਪਰਿਵਰਤੀ ਡ੍ਰਿਫਟ ਵੇਗ ਨਾਲ ਚਲਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਲੰਘਣ ਦੇ ਸਮੇਂ ਦੌਰਾਨ ਆਇਨਾਂ ਅਤੇ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਨਾਲ ਟੱਕਰਾਂ ਕਾਰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਟੱਕਰਾਂ ਦੇ ਸਮੇਂ ਚਾਰਜਾਂ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤੀ ਗਈ ਊਰਜਾ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੇ ਨਾਲ ਆਪਸ ਵਿੱਚ ਵੰਡ ਲਈ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਪਰਮਾਣੂ ਵਧੇਰੇ ਪ੍ਰਬਲ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕੰਪਨ ਕਰਦੇ ਹਨ ਭਾਵ ਚਾਲਕ ਗਰਮ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਕ ਅਸਲੀ ਚਾਲਕ ਵਿੱਚ ਸਮਾਂ ਅੰਤਰਾਲ Δt ਵਿਚ ਤਾਪ ਊਰਜਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਖੈ ਊਰਜਾ ਦੀ ਮਿਕਦਾਰ

$$\Delta W = I\ V\Delta t \tag{3.31}$$

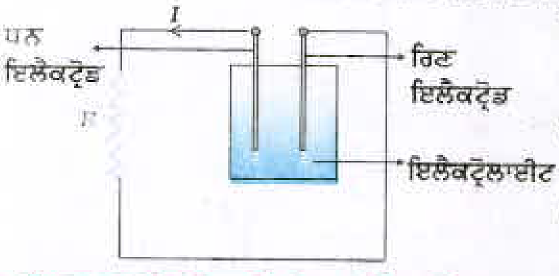
ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਈ ਸਮੇਂ ਵਿੱਚ ਖੈ ਹੋਈ ਊਰਜਾ ਖੈ ਹੋਈ ਸ਼ਕਤੀ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ $P = \Delta W/\Delta t$ ਅਤੇ ਅਸੀਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ

$$P = I\ V \tag{3.32}$$

ਓਹਮ ਦੇ ਨਿਯਮ $V = IR$ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਨ ਤੇ ਅਸੀਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ

$$P = I^2\ R = V^2/R \tag{3.33}$$

ਜੋ ਕਿ R ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਦੇ ਚਾਲਕ ਜਿਸ ਵਿਚੋਂ I ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਲੰਘ ਰਿਹਾ ਹੈ, ਵਿਚ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਸ਼ਕਤੀ ਦਾ ਖੈ (ਓਹਮੀ ਖੈ) ਹੈ। ਇਹ ਓਹੀ ਸ਼ਕਤੀ ਹੈ ਜੋ, ਉਦਾਹਰਨ ਦੇ ਲਈ ਕਿਸੇ ਤਾਪਦੀਪਤ (Incandescence) ਬਿਜਲਈ ਬਲਬ ਦੀ ਕੁੰਡਲੀ ਨੂੰ ਰੋਸ਼ਨ ਕਰਦੀ ਹੈ, ਜਿਸ ਕਾਰਨ ਉਹ ਤਾਪ ਊਰਜਾ ਅਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਵਿਕਿਰਣ ਕਰਦਾ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 3.12 ਸੈਲ ਦੇ ਟਰਮੀਨਲਾਂ ਨਾਲ ਜੋੜੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ R ਵਿੱਚ ਤਾਪ ਊਰਜਾ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ R ਵਿੱਚ ਖੈ ਹੋਈ ਊਰਜਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟ ਦੀ ਰਸਾਇਣਿਕ ਊਰਜਾ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਇਹ ਸ਼ਕਤੀ ਕਿਥੋਂ ਆਉਂਦੀ ਹੈ? ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਅਸੀਂ ਪਹਿਲਾਂ ਹੀ ਸਪਸ਼ਟ ਕਰ ਚੁਕੇ ਹਾਂ ਕਿ ਕਿਸੇ ਚਾਲਕ ਵਿਚ ਸਥਾਈ ਕਰੰਟ ਦਾ ਪ੍ਰਵਾਹ ਬਣਾਏ ਰੱਖਣ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਇੱਕ ਬਾਹਰੀ ਸ੍ਰੋਤ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਸਪਸ਼ਟ ਤੌਰ ਤੇ ਇਹੀ ਸ੍ਰੋਤ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਇਸ ਸ਼ਕਤੀ ਦੀ ਪੂਰਤੀ ਕਰਨੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ (3.12) ਵਿੱਚ ਬਿਜਲਈ ਸੈਲ ਦੇ ਨਾਲ ਦਰਸਾਏ ਗਏ ਇੱਕ ਸਰਲ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਇਹ ਸੈਲ ਦੀ ਹੀ ਰਸਾਇਣਿਕ ਊਰਜਾ ਹੈ ਜੋ ਇਸ ਸ਼ਕਤੀ ਦੀ ਪੂਰਤੀ ਜਦੋਂ ਤੱਕ ਕਰ ਸਕੇ, ਕਰਦੀ ਹੈ।

ਸਮੀਕਰਨਾਂ (3.32) ਅਤੇ (3.33) ਵਿੱਚ ਸ਼ਕਤੀ ਨੂੰ ਲਈ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਵਿਅੰਜਕ ਤੋਂ ਇਹ ਸਾਫ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ R ਵਿੱਚ ਖੈ ਹੋਈ ਸ਼ਕਤੀ ਉਸ ਚਾਲਕ ਵਿਚੋਂ ਲੰਘਦੇ ਕਰੰਟ ਅਤੇ ਉਸਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਦੀ ਵੋਲਟੇਜ ਤੇ ਕਿਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ।

ਸਮੀਕਰਨ (3.33) ਦਾ ਬਿਜਲੀ ਸ਼ਕਤੀ ਸੰਚਾਰ ਵਿੱਚ ਮਹੱਤਵਪੂਰਣ ਇਸਤੇਮਾਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਬਿਜਲਈ ਸ਼ਕਤੀ ਦਾ ਸੰਚਾਰ ਪਾਵਰ ਸਟੇਸ਼ਨ ਤੋਂ ਘਰਾਂ ਅਤੇ ਕਾਰਖਾਨਿਆਂ ਵਿੱਚ ਸੰਚਾਰ, ਕੇਬਲ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜੋ ਕਿ ਸੈਂਕੜੇ ਮੀਲ ਦੂਰ ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਸਾਫ਼ ਹੈ ਕਿ ਅਸੀਂ ਪਾਵਰ ਸਟੇਸ਼ਨਾਂ ਤੋਂ ਘਰਾਂ ਅਤੇ ਕਾਰਖਾਨਿਆਂ ਨਾਲ ਜੋੜਨ ਵਾਲੇ ਸੰਚਾਰ ਕੇਬਲ ਵਿੱਚ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਸ਼ਕਤੀ ਖੈ ਨੂੰ ਨਿਊਨਤਮ ਕਰਨਾ ਚਾਹਾਂਗੇ। ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਸਮਝਾਂਗੇ ਕਿ ਇਸ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਫਲ ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਇੱਕ ਯੁਕਤੀ R ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੀਏ ਜਿਸ ਵਿੱਚ R_c ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਵਾਲੀ ਸੰਚਾਰ ਕੇਬਲ ਵਿੱਚੋਂ ਹੋਕੇ ਸ਼ਕਤੀ P ਨੂੰ ਪਹੁੰਚਾਉਂਣਾ ਹੈ, ਜਿਸ ਨੇ ਆਖਿਰ ਵਿਚ ਖੈ ਹੋਣਾ ਹੈ ਜੇ R ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਵਿੱਚ ਵੋਲਟੇਜ V ਹੈ ਅਤੇ ਉਸ ਵਿਚੋਂ I ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੋ ਰਿਹਾ ਹੈ ਤਾਂ

$$P = VI \tag{3.34}$$

ਪਾਵਰ ਸਟੇਸ਼ਨ ਨਾਲ ਯੁਕਤੀ ਨੂੰ ਜੋੜਨ ਵਾਲੀਆਂ ਸੰਜੋਜੀ ਤਾਰਾਂ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਸੀਮਿਤ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ R_c ਹੈ। ਸੰਯੋਜਕ ਤਾਰਾਂ ਵਿਚ ਊਰਜਾ ਖੈ P_c ਜੋ ਕਿ ਫਾਲਤੂ ਵਿੱਚ ਹੀ ਖਰਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

$$P_c = I^2 R_c$$

$$\frac{P^2 R_c}{V^2} \tag{3.35}$$

ਸਮੀਕਰਨ (3.32) ਤੋਂ। ਇਸਲਈ ਸ਼ਕਤੀ P ਦਾ ਕਿਸੇ ਯੁਕਤੀ ਨੂੰ ਸੰਚਾਲਿਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ, ਸੰਯੋਜਕ ਤਾਰ ਵਿੱਚ ਸ਼ਕਤੀ ਦੀ ਹਾਨੀ V^2 ਦੇ ਉਲਟ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੈ। ਪਾਵਰ ਸਟੇਸ਼ਨ ਤੋਂ ਆਉਣ ਵਾਲੀਆਂ ਸੰਚਾਰ ਕੇਬਲਾਂ ਸੈਂਕੜਿਆਂ ਮੀਲ ਲੰਬੀਆਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ R_c ਕਾਫੀ ਜ਼ਿਆਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸੰਚਾਰ ਵਿੱਚ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਸ਼ਕਤੀ ਖੈ P_c ਨੂੰ ਘੱਟ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਇਹਨਾਂ ਬਿਜਲੀ ਵਾਹੀ ਤਾਰਾਂ ਵਿਚੋਂ ਵੱਡੇ ਮਾਨ ਵਾਲੀ ਵੋਲਟੇਜ V ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਭੇਜਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਹੀ ਕਾਰਨ ਹੈ ਕਿ ਇਹਨਾਂ ਸ਼ਕਤੀ ਸੰਚਾਰ ਲਾਈਨਾਂ ਤੇ ਉੱਚ ਵੋਲਟੇਜ ਦੇ ਖਤਰੇ ਦਾ ਚਿੰਨ੍ਹ ਬਣਿਆ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਜੋ ਕਿ ਆਬਾਦੀ ਵਾਲੇ ਖੇਤਰ ਤੋਂ ਦੂਰ ਜਾਣ ਤੇ ਇੱਕ ਆਮ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਹੈ। ਇਨ੍ਹੀ ਉੱਚ ਵੋਲਟੇਜ ਤੇ ਬਿਜਲੀ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਸੁਰੱਖਿਅਤ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਕਰੰਟ ਦੀ ਵੋਲਟੇਜ ਨੂੰ ਵਰਤੋਂ ਲਈ ਢੁਕਵੇਂ ਮਾਨ ਤੱਕ ਇੱਕ ਯੁਕਤੀ ਦੁਆਰਾ ਜਿਸ ਨੂੰ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਘਟ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

3.10 ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਾਂ ਨੂੰ ਜੋੜਨਾ-ਲੜੀਵੱਧ ਅਤੇ ਸਮਾਂਤਰ

(COMBINATION OF RESISTORS SERIES AND PARALLEL)

ਓਹਮ ਦੇ ਨਿਯਮ ਤੋਂ, ਇੱਕ ਇਕੱਲੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ R ਜਿਸਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਵਿਚਕਾਰ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ V ਹੈ, ਵਿਚੋਂ ਵਗਦੇ ਕਰੰਟ ਨੂੰ $I = V/R$ ਨਾਲ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਕਦੇ-ਕਦੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਨਾਲ ਜੁੜੇ ਰਹਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜੁੜੇ ਹੋਏ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਾਂ ਦੇ ਤੁੱਲ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਦਾ ਪਤਾ ਕਰਨ ਲਈ ਕੁਝ ਸਰਲ ਨਿਯਮ ਹਨ।

ਚਿੱਤਰ 3.13 ਦੋ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਾਂ R_1 ਅਤੇ R_2 ਨੂੰ ਲੜੀਵੱਧ ਜੋੜਨਾ।

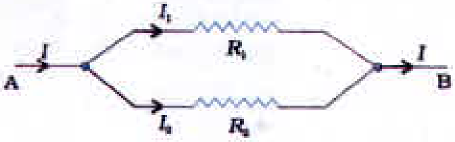
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਦੋ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ *ਲੜੀਵੱਧ ਜੁੜੇ* ਕਹੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਜਦੋਂ ਉਹਨਾਂ ਦਾ ਸਿਰਫ ਇੱਕ ਸਿਰਾ ਹੀ ਆਪਸ ਵਿੱਚ ਜੋੜਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 3.13)। ਜੇ ਇੱਕ ਤੀਸਰਾ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ, ਦੋਨਾਂ ਨਾਲ ਲੜੀ ਵਿੱਚ ਜੋੜਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 3.14) ਤਾਂ ਤਿੰਨੇ ਲੜੀ ਵੱਧ ਜੁੜੇ ਕਹੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ ਇਸ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਦਾ ਵਿਸਤਾਰ ਕਈ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਾਂ ਨੂੰ ਲੜੀ ਵਿੱਚ ਜੋੜਨ ਲਈ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ।

ਚਿੱਤਰ 3.14 ਤਿੰਨ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਾਂ R_1, R_2 ਅਤੇ R_3 ਨੂੰ ਲੜੀਵੱਧ ਜੋੜਨਾ।

ਦੋ ਜਾਂ ਵੱਧ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਸਮਾਂਤਰ ਵਿੱਚ ਜੁੜੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜੇ ਸਾਰੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਾਂ ਦਾ ਇੱਕ ਸਿਰਾ ਆਪਸ ਵਿੱਚ ਜੁੜਿਆ ਹੋਵੇ ਤੇ ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਾਰੇ ਦੂਸਰੇ ਸਿਰੇ ਵੀ ਆਪਸ ਵਿੱਚ ਜੁੜੇ ਹੋਣ (ਚਿੱਤਰ 3.15)



ਚਿੱਤਰ 3.15 ਦੋ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਾਂ R_1 ਅਤੇ R_2 ਨੂੰ ਸਮਾਂਤਰ ਵਿੱਚ ਜੋੜਨਾ।

ਦੋ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਾਂ R_1 ਅਤੇ R_2 ਦੇ ਲੜੀਵੱਧ ਜੋੜਨ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਜੋ ਚਾਰਜ R_1 ਵਿਚੋਂ ਜਾ ਰਿਹਾ ਹੈ ਉਸ ਨੂੰ R_2 ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਨਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ, ਚਾਰਜ ਦੇ ਵਗਣ ਦੀ ਦਰ ਦਾ ਮਾਪ ਹੈ ਇਸ ਦਾ ਅਰਥ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਕਰੰਟ R_1 ਅਤੇ R_2 ਤੋਂ ਹੋਕੇ ਲੰਘ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਓਹਮ ਦੇ ਨਿਯਮ ਤੋਂ–

R_1 ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਵਿਚਕਾਰ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ = $V_1 = I R_1$, ਅਤੇ

R_2 ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਵਿਚਕਾਰ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ = $V_2 = I R_2$.

ਜੋੜਨ ਤੋਂ ਬਾਦ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ V, V_1+V_2 ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ, ਇਸਲਈ

$$V = V_1 + V_2 = I(R_1 + R_2) \tag{3.36}$$

ਇਹ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਜੋੜਨ ਦੇ ਬਾਦ ਤੁੱਲ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ R_{eq} ਹੁੰਦਾ, ਜੋ ਕਿ ਓਹਮ ਦੇ ਨਿਯਮ ਤੋਂ

$$R_{eq} \equiv \frac{V}{I} = (R_1 + R_2) \tag{3.37}$$

ਜੇ ਸਾਡੇ ਕੋਲ ਤਿੰਨ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਲੜੀਵੱਧ ਜੁੜੇ ਹਨ ਤਾਂ ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ

$$V = I R_1 + I R_2 + I R_3 = I(R_1 + R_2 + R_3). \tag{3.38}$$

ਸਾਫ਼ ਤੌਰ ਤੇ ਇਸ ਨੂੰ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਾਂ ਦੀ ਕਿਸੇ ਵੀ ਸੰਖਿਆ n, R_1, R_2 ...... R_n ਦੇ ਲੜੀਵੱਧ ਜੋੜਾਂ ਲਈ ਵਿਸਤਾਰਿਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਤੁੱਲ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ R_{eq} ਹੋਵੇਗਾ।

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + \ldots + R_n \tag{3.39}$$

ਹੁਣ ਦੋ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਾਂ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਜੁੜਨ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ (ਚਿੱਤਰ 3.15)। ਜੋ ਚਾਰਜ, A ਦੇ ਖੱਬੇ ਪਾਸੇ ਤੋਂ ਅੰਦਰ ਲੰਘਦਾ ਹੈ, ਉਸ ਦਾ ਕੁਝ ਅੰਸ਼ R_1 ਵਿਚੋਂ ਅਤੇ ਕੁਝ ਅੰਸ਼ R_2 ਵਿਚੋਂ ਹੋਕੇ ਬਾਹਰ ਵਗ ਜਾਵੇਗਾ। ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ I, I_1, I_2 ਦਰਸਾਏ ਬਿੰਦੂਆਂ ਤੇ ਚਾਰਜ ਦੇ ਵਗਣ ਦੀ ਦਰ ਹਨ। ਇਸਲਈ

$$I = I_1 + I_2 \tag{3.40}$$

R_1 ਤੇ ਓਹਮ ਦਾ ਨਿਯਮ ਲਾਗੂ ਕਰਨ ਤੇ, A ਅਤੇ B ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ

$$V = I_1 R_1 \tag{3.41}$$

ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ, R_2 ਤੇ ਓਹਮ ਦਾ ਨਿਯਮ ਲਾਗੂ ਕਰਨ ਤੇ

$$V = I_2 R_2 \tag{3.42}$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

$$\therefore I = I_1 + I_2 = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} = V\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) \qquad (3.43)$$

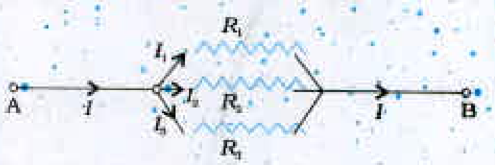
ਜੇ ਜੋੜ ਨੂੰ ਇੱਕ ਤੁੱਲ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ R_{eq} ਨਾਲ ਬਦਲਿਆ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਓਹਮ ਦੇ ਨਿਯਮ ਤੋਂ ਅਸੀਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਾਂਗੇ

$$I = \frac{V}{R_{eq}} \qquad (3.44)$$

ਇਸਲਈ

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} \quad \frac{1}{R_2} \qquad (3.45)$$

ਅਸੀਂ ਸੌਖਿਆਂ ਹੀ ਇਹ ਸਮਝ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਤਿੰਨ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਾਂ ਨੂੰ ਸਮਾਂਤਰ ਜੋੜਨ ਤੇ ਇਸ ਨੂੰ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਸਤਾਰਿਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ (ਚਿੱਤਰ 3.16)।



ਠੀਕ ਪਹਿਲਾਂ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ

$$I = I_1 + I_2 + I_3 \qquad (3.46)$$

ਅਤੇ R_1, R_2 ਅਤੇ R_3 ਤੇ ਓਹਮ ਦਾ ਨਿਯਮ ਲਾਗੂ ਕਰਨ ਤੇ ਅਸੀਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ

$$V = I_1 R_1,\ V = I_2 R_2,\ V = I_3 R_3 \qquad (3.47)$$

ਜਿਸ ਤੋਂ ਕਿ

$$I = I_1 + I_2 + I_3 = V\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right) \qquad (3.48)$$

ਇੱਕ ਸਮਤੁਲ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ R_{eq} ਜੋ ਕਿ ਜੋੜੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਾਂ ਦੀ ਥਾਂ ਲੈ ਲਵੇ ਤਾਂ

$$I = \frac{V}{R_{eq}} \qquad (3.49)$$

ਇਸ ਲਈ

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \qquad (3.50)$$

ਸਮਾਂਤਰ ਵਿੱਚ ਜੁੜੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਾਂ ਦੀ ਕੋਈ ਵੀ ਸੰਖਿਆ ਦੇ ਲਈ ਇਸੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਅਸੀਂ ਵਿਅੰਜਕ ਲਿਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਸਮਾਂਤਰ ਵਿਚ ਜੁੜੇ n ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਾਂ R_1, R_2 . . . .R_n ਦਾ ਤੁੱਲ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਹੈ

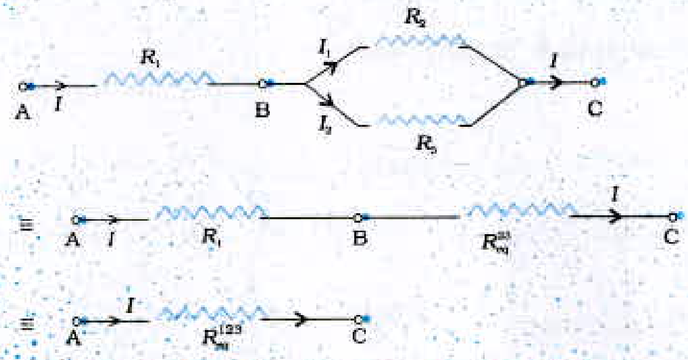
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \ldots + \frac{1}{R_n} \qquad (3.51)$$

ਤੁੱਲ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਾਂ ਦੇ ਇਹਨਾਂ ਸੂਤਰਾਂ [ਸਮੀਕਰਨ (3.39) ਅਤੇ ਸਮੀਕਰਨ (3.51) ਨੂੰ ਵੱਧ ਗੁੰਝਲਦਾਰ ਸਰਕਟਾਂ ਦੇ ਕਰੰਟ ਅਤੇ ਵੋਲਟੇਜ ਪਤਾ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਵਰਤਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ ਚਿੱਤਰ (3.17) ਦੇ ਸਰਕਟ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ, ਜਿਥੇ ਤਿੰਨ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ] R_1, R_2

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਅਤੇ R_3 ਹਨ। R_2 ਅਤੇ R_3 ਸਮਾਂਤਰ ਵਿਚ ਜੁੜੇ ਹਨ, ਇਸਲਈ ਅਸੀਂ ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਬਿੰਦੂਆਂ B ਅਤੇ C ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਇੱਕ ਤੁੱਲ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ R_{eq}^{23} ਨਾਲ ਬਦਲ ਸਕਦੇ ਹਾਂ।



ਚਿੱਤਰ 3.17 ਤਿੰਨ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਾਂ R_1, R_2 ਅਤੇ R_3 ਨੂੰ ਜੋੜਨਾ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ R_1 ਦੇ ਨਾਲ ਲੜੀਵਧ ਢੰਗ ਨਾਲ ਜੁੜੇ R_2 ਅਤੇ R_3 ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਦਾ ਤੁੱਲ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ
ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਾਂ R_1, R_2 ਅਤੇ R_3 ਦਾ ਤੁੱਲ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ

$$\frac{1}{R_{eq}^{23}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\text{or, } R_{eq}^{23} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} \qquad (3.52)$$

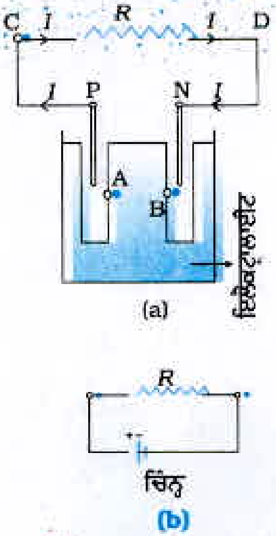
ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਹੁਣ R_1 ਅਤੇ R_{eq}^{23} ਲੜੀਵੱਧ ਵਿੱਚ ਹਨ, ਇਸ ਲਈ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਜੋੜ ਨੂੰ ਇੱਕ ਤੁੱਲ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ R_{eq}^{123} ਨਾਲ ਬਦਲ ਸਕਦੇ ਹਾਂ

$$R_{eq}^{123} = R_{eq}^{23} + R_1 \qquad (3.53)$$

ਜੇ A ਅਤੇ C ਵਿਚਕਾਰ ਵੋਲਟੇਜ V ਹੈ ਤਾਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਦਾ ਮਾਨ

$$I = \frac{V}{R_{eq}^{123}} = \frac{V}{R_1 + \left[R_2 R_3 / (R_2 + R_3)\right]}$$

$$= \frac{V(R_2 + R_3)}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3} \qquad (3.54)$$



ਚਿੱਤਰ 3.18 (a) ਧਨਾਤਮਕ ਟਰਮੀਨਲ P ਅਤੇ ਰਿਣਾਤਮਕ ਟਰਮੀਨਲ N ਦੇ ਨਾਲ ਇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲੀਟੀਕ ਸੈਲ ਦਾ ਰੇਖਾ ਚਿੱਤਰ। ਸਪਸ਼ਟਤਾ ਦੇ ਲਈ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਡਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੂਰੀ ਵਧਾਈ ਗਈ ਹੈ। ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟ ਵਿੱਚ A ਅਤੇ B ਬਿੰਦੂ P ਅਤੇ N ਦੇ ਨੇੜੇ ਹਨ (b) ਇੱਕ ਸੈਲ ਦਾ ਸੰਕੇਤ + ਚਿੰਨ੍ਹ P ਨੂੰ ਅਤੇ – ਦਾ ਚਿੰਨ੍ਹ N ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਡ ਨੂੰ ਦੱਸਦਾ ਹੈ। ਸੈਲ ਦੇ ਨਾਲ ਬਿਜਲਈ ਜੋੜ P ਅਤੇ N ਨਾਲ ਬਣਾਏ ਜਾਂਦੇ ਹਨ।

3.11 ਸੈਲ, ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਬਲ (EMF), ਅੰਤਰਿਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ (CELLS, EMF, INTERNAL RESISTANCE)

ਅਸੀਂ ਪਹਿਲਾਂ ਹੀ ਦਸਿਆ ਹੈ ਕਿ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲੀਟੀਕ ਸੈਲ (Electrolytic Cell) ਬਿਜਲਈ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਸਥਾਈ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਬਣਾਈ ਰੱਖਣ ਲਈ ਸਰਲ ਯੁਕਤੀ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਚਿੱਤਰ 3.18 ਵਿੱਚ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ, ਮੂਲ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਕ ਸੈਲ ਦੇ ਦੋ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਡ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜੋ ਕਿ ਧਨਾਤਮਕ (P) ਅਤੇ ਰਿਣਾਤਮਕ (N) ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟ (Electrolyte) ਵਿੱਚ ਡੁਬੇ ਰਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਘੋਲ ਵਿੱਚ ਡੁਬੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਡ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟ ਦੇ ਨਾਲ ਚਾਰਜਾਂ ਦੀ ਅਦਲਾ-ਬਦਲੀ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਧਨਾਤਮਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਡ ਦੇ ਬਿਲਕੁਲ ਨੇੜੇ ਬਿਜਲਈ ਅਪਘਟਨੀ ਘੋਲ ਦੇ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ A ਤੇ [ਚਿੱਤਰ (3.18(a)] ਅਤੇ ਇਸ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਡ ਦੇ ਵਿਚ ਇੱਕ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ V_+ ($V_+ > 0$) ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਰਿਣਾਤਮਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਡ ਆਪਣੇ ਬਿਲਕੁਲ ਨੇੜੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟ (Electrolyte) ਦੇ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ B ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਇੱਕ ਰਿਣਾਤਮਕ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ–(V_-) ($V_- \geq 0$) ਤੇ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਕੋਈ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਨਹੀਂ ਲੰਘ ਰਿਹਾ ਹੁੰਦਾ ਤਾਂ ਸਾਰਾ ਬਿਜਲਈ ਅਪਘਟਨੀ ਘੋਲ ਦਾ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਜਿਸ ਨਾਲ P ਅਤੇ N ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ $V_+ - (-V) = V_+ + V_-$ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਅੰਤਰ ਨੂੰ ਸੈਲ ਦਾ *ਬਿਜਲਈ ਵਾਹਕ ਬਲ (electromotive force* (emf)) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸ ਨੂੰ ε ਨਾਲ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ

$$\varepsilon = V_+ + V_- > 0 \qquad (3.55)$$

ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ ε ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਹੈ, ਬਲ ਨਹੀਂ। ਬੇਸ਼ਕ, ਇਸਦੇ ਨਾਮ ਦੇ ਲਈ ਬਿਜਲਈ ਵਾਹਕ ਬਲ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਇਤਿਹਾਸਿਕ ਕਾਰਨ ਕਰਕੇ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਇਹ ਨਾਮ ਉਸ ਸਮੇਂ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਸੀ ਜਦੋਂ ਇਹ ਵਰਤਾਰਾ ਸਹੀ ਢੰਗ ਨਾਲ ਸਮਝਿਆ ਨਹੀਂ ਗਿਆ ਸੀ।

ε ਦਾ ਮਹੱਤਵ ਸਮਝਣ ਦੇ ਲਈ, ਸੈਲ ਨਾਲ ਜੁੜੇ ਇੱਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ R ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ (ਚਿੱਤਰ 3.18)। R ਵਿਚੋਂ ਲੰਘਕੇ ਇੱਕ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ C ਤੋਂ D ਵੱਲ ਵਗਦਾ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਪਹਿਲਾਂ ਵਿਆਖਿਆ ਕੀਤੀ ਜਾ ਚੁਕੀ ਹੈ। ਇਕ ਸਥਾਈ ਕਰੰਟ ਬਣਾ ਕੇ ਰਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਕਿਉਂਕਿ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟ ਵਿਚੋਂ ਲੰਘਕੇ N ਤੋਂ P ਵਲ ਵਗਦਾ ਹੈ। ਸਾਫ ਹੈ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟ ਵਿਚੋਂ ਲੰਘਕੇ ਇਹ ਕਰੰਟ N ਤੋਂ P ਵੱਲ ਵਗਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂਕਿ R ਵਿਚੋਂ ਲੰਘਕੇ ਇਹੀ ਕਰੰਟ P ਤੋਂ N ਵੱਲ ਵਗਦਾ ਹੈ।

ਜਿਸ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟ ਵਿਚੋਂ ਦੀ ਕਰੰਟ ਲੰਘਦਾ ਹੈ ਉਸਦਾ ਇੱਕ ਸੀਮਿਤ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ r ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਜਿਸ ਨੂੰ ਸੈਲ ਦਾ *ਅੰਤਰਿਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ* (internal resistance) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਪਹਿਲਾਂ ਅਸੀਂ ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੀਏ ਜਦੋਂ R ਅਨੰਤ ਹੈ ਜਿਸ ਨਾਲ ਕਿ $I = V/R = 0$, ਜਿਥੇ V, P ਅਤੇ N ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਹੈ। ਹੁਣ

V = P ਅਤੇ A ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ
+ A ਅਤੇ B ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ
+ B ਅਤੇ N ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ
$= \varepsilon$ (3.56)

ਇਸ ਲਈ ਬਿਜਲਈ ਵਾਹਕ ਬਲ ε ਇੱਕ ਖੁਲੇ ਸਰਕਟ ਵਿਚ (ਅਰਥਾਤ ਜਦੋਂ ਸੈਲ ਵਿਚੋਂ ਦੀ ਕਰੰਟ ਨਾ ਲੰਘਦਾ ਹੋਵੇ) ਧਨਾਤਮਕ ਅਤੇ ਰਿਣਾਤਮਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਡ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਹੈ

ਬੇਸ਼ਕ, R ਸੀਮਿਤ ਹੈ ਤਾਂ I ਸਿਫਰ ਨਹੀਂ ਹੋਵੇਗਾ। ਉਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ P ਅਤੇ N ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ

$$V = V_+ + V_- - I\,r$$

$$= \varepsilon - I\,r \tag{3.57}$$

A ਅਤੇ B ਵਿਚਕਾਰ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਦੇ ਲਈ ਵਿਅੰਜਕ ($I\,r$) ਵਿੱਚ ਰਿਣਾਤਮਕ ਚਿੰਨ੍ਹ ਤੇ ਧਿਆਨ ਦਿਓ। ਇਹ ਇਸਲਈ ਹੈ ਕਿ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟ ਵਿਚ ਕਰੰਟ I, B ਤੋਂ A ਵਲ ਵਗਦਾ ਹੈ।

ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਗਣਨਾਵਾਂ ਤੋਂ, ਜਦੋਂ ਕਰੰਟ I ਅਜਿਹਾ ਹੈ ਕਿ $\varepsilon >> I\,r$, ਤਾਂ ਸਰਕਟ ਵਿਚ ਸੈਲ ਦੇ ਅੰਤਰਿਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਨੂੰ ਨਿਗੁਣਾ ਮੰਨਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਸੈਲ ਦੇ ਅੰਤਰਿਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਦੇ ਅਸਲ ਮਾਨ, ਵੱਖ-ਵੱਖ ਸੈਲਾਂ ਦੇ ਲਈ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਬੇਸ਼ਕ, ਸੁੱਕੇ ਸੈਲ (dry cell) ਦੇ ਲਈ ਅੰਤਰਿਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ, ਆਮ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲੀਟੀਕ ਸੈਲ ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਜ਼ਿਆਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਅਸੀਂ ਇਹ ਵੀ ਪੜਚੋਲ ਕੀਤੀ ਹੈ ਕਿ ਜਦੋਂ R ਵਿਚੋਂ I ਕਰੰਟ ਲੰਘਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਸਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ V ਹੈ ਤਾਂ ਓਹਮ ਦੇ ਨਿਯਮ ਤੋਂ

$$V = I\,R \tag{3.58}$$

ਸਮੀਕਰਨ (3.57) ਅਤੇ (3.58) ਨੂੰ ਮਿਲਾ ਕੇ

$$I\,R = \varepsilon - I\,r$$

ਜਾਂ $$I = \frac{\varepsilon}{R \quad r} \tag{3.59}$$

$R = 0$ ਦੇ ਲਈ ਸੈਲ ਦਾ ਵੱਧ ਤੋਂ ਵੱਧ (ਅਧਿਕਤਮ, maximum) ਕਰੰਟ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। $I_{\text{maximum}} = \varepsilon/r$. ਬੇਸ਼ਕ ਵਧੇਰੇ ਸੈਲਾਂ ਵਿੱਚ ਅਧਿਕਤਮ ਸਵਿਕਾਰਤ ਕਰੰਟ ਇਸ ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਘਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨਾਲ ਸੈਲ ਨੂੰ ਸਥਾਈ ਹਾਨੀ ਤੋਂ ਬਚਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਬੱਦਲਾਂ ਵਿਚ ਚਾਰਜ CHARGES IN CLOUDS

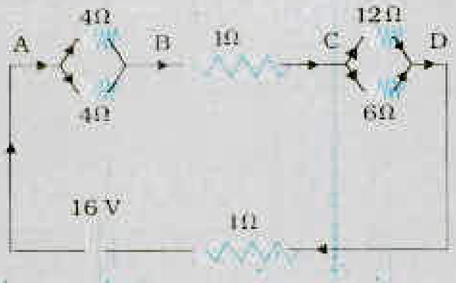
ਪੁਰਾਤਣ ਕਾਲ ਵਿੱਚ ਆਸਮਾਨੀ ਬਿਜਲੀ (lightning) ਨੂੰ ਅਲੌਕਿਕ ਉਦਗਮ ਦੀ ਵਾਯੂਮੰਡਲੀ ਕੁਝ ਛਿਣਾਂ ਦੀ ਚਮਕ ਸਮਝਿਆ ਗਿਆ। ਇਸ ਨੂੰ ਰੱਬ ਦਾ ਮਹਾਨ ਹਥਿਆਰ ਮੰਨਿਆ ਗਿਆ। ਪਰ ਅੱਜ ਆਸਮਾਨੀ ਬਿਜਲੀ ਦੇ ਵਰਤਾਰੇ ਦੀ, ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨ ਦੇ ਮੁੱਢਲੇ ਸਿਧਾਂਤਾਂ ਦੁਆਰਾ, ਵਿਗਿਆਨਿਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵਿਆਖਿਆ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ।

ਵਾਯੂਮੰਡਲੀ ਬਿਜਲੀ, ਬਿਜਲਈ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਵਖ ਹੋਣ ਕਾਰਨ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਆਇਨਮੰਡਲ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕ ਮੰਡਲ ਵਿੱਚ ਸੂਰਜ ਅਤੇ ਧਰਤੀ ਦੀ ਆਪਸੀ ਕਿਰਿਆ ਨਾਲ ਤੇਜ਼ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਹੇਠਲੇ ਵਾਯੂਮੰਡਲ ਵਿਚ ਕਰੰਟ ਕਮਜ਼ੋਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਬੱਦਲਾਂ ਦੇ ਗਰਜਨ ਨਾਲ ਬਿਜਲੀ ਚਮਕਦੀ ਹੈ।

ਬੱਦਲਾਂ ਵਿਚ ਬਰਫ ਦੇ ਕਣ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਜੋ ਵੱਡੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਟਕਰਾਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਟੁਕੜੇ-ਟੁਕੜੇ ਹੋ ਕੇ ਵਖਰੇ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਛੋਟੇ ਵਾਲੇ ਕਣ ਧਨਾਤਮਕ ਚਾਰਜ ਅਤੇ ਵੱਡੇ ਵਾਲੇ ਰਿਣਾਤਮਕ ਚਾਰਜ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਚਾਰਜਿਤ ਕਣ ਬੱਦਲਾਂ ਦੀ ਉਪਰ ਵਲ ਨੂੰ ਡ੍ਰਿਫਟ ਅਤੇ ਧਰਤੀ ਦੀ ਖਿਚ ਕਾਰਨ ਵੱਖਰੇ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਬੱਦਲਾਂ ਦੇ ਉਪਰਲੇ ਹਿੱਸੇ ਤੇ ਧਨਾਤਮਕ ਅਤੇ ਮੱਧ ਭਾਗ ਤੇ ਰਿਣਾਤਮਕ ਚਾਰਜ ਪੈਦਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜਿਸ ਕਾਰਕ ਦੋਧਰੁਵੀ ਰਚਨਾ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਕਦੇ-ਕਦੇ ਬੱਦਲਾਂ ਦੇ ਤਲ ਤੇ ਇੱਕ ਬਹੁਤ ਹੀ ਕਮਜ਼ੋਰ ਚਾਰਜ ਪੈਦਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਬੱਦਲਾਂ ਦੀ ਗਰਜਨਾਂ ਅਤੇ ਬਿਜਲਈ ਦੀ ਚਮਕ ਸਮੇਂ ਧਰਤੀ ਧਨ ਚਾਰਜਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਨਾਲ ਹੀ, ਕਾਸਮਿਕ (Cosmic) ਅਤੇ ਰੇਡੀਓਐਕਟੀਵ ਵਿਕਿਰਣਾਂ ਹਵਾ ਨੂੰ ਧਨ ਅਤੇ ਰਿਣ ਆਇਨਾਂ ਵਿੱਚ ਆਇਨਤ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ ਅਤੇ ਹਵਾ ਬਿਜਲਈ ਚਾਲਕ (ਕਮਜ਼ੋਰ ਰੂਪ ਵਿੱਚ) ਬਣ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਧਰਤੀ ਅਤੇ ਬੱਦਲਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਫਾਲਤੂ ਚਾਰਜਾਂ ਦਾ ਵਖਰੇਵਾਂ ਬੱਦਲਾਂ ਦੇ ਅੰਦਰ ਵੀ ਵੱਡੀ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲਈ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਦਸ ਲੱਖੀ ਵੋਲਟਤਾ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਆਖਿਰ ਵਿੱਚ ਹਵਾ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲਈ ਪਤੀਰੋਧ, ਭੰਗ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਆਸਮਾਨੀ ਬਿਜਲੀ ਦੀ ਚਮਕ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਤੇ ਹਜ਼ਾਰਾਂ ਐਮਪੀਅਰ ਕਰੰਟ ਵਗਦਾ ਹੈ। ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ 10^5 V/m ਦੇ ਆਰਡਰ ਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇੱਕ ਵਾਰ ਦੀ ਬਿਜਲੀ ਦੀ ਚਮਕ ਔਸਤ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਚਾਰ ਸਟ੍ਰੋਕਾਂ ਦੀਆਂ ਲੜੀਆਂ ਵਿਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਹਰੇਕ ਚਮਕ ਜਾ ਲਿਸ਼ਕ ਨੂੰ ਲਗਿਆ ਸਮਾਂ ਲਗਭਗ 30 seconds ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਹਰੇਕ ਸਟ੍ਰੋਕ ਦੀ ਔਸਤ ਸ਼ੀਰਸ਼ ਸਮਰਥਾ ਲਗਭਗ 10^{12} watts ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਸੁੱਕੇ ਮੌਸਮ ਵਿੱਚ ਵੀ ਵਾਯੂਮੰਡਲ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਖੁਸ਼ਕ ਮੌਸਮ ਦਾ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ, ਆਇਨਮੰਡਲ ਤੋਂ ਧਰਤੀ ਦੀ ਸਤਹਿ ਤੇ ਕਰੰਟ ਪ੍ਰਵਾਹ (ਜੋ ਕਿ ਪੀਕੋਐਮਪੀਅਰ ਪ੍ਰਤੀ ਵਰਗ ਮੀਟਰ ਆਰਡਰ ਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ) ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ ਧਰਤੀ ਦੀ ਸਤਹਿ ਤੇ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ ਦੀ ਹੋਂਦ ਅਤੇ ਵਾਯੂਮੰਡਲੀ ਚਾਲਕਤਾ ਦੇ ਕਾਰਨ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਧਰਤੀ ਦਾ ਸਤਹੀ ਚਾਰਜ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਹੇਠਾਂ ਵਲ ਨਿਰਦੇਸ਼ਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਧਰਤੀ ਤੇ ਔਸਤ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਲਗਭਗ 120 V/m ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ -1.2×10^{-9} C/m^2 ਸਤਹਿ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ ਦੇ ਸੰਗਤ ਹੈ। ਧਰਤੀ ਦੀ ਸਮੁਚੀ ਸਤਹਿ ਤੇ, ਕੁਲ ਰਿਣਾਤਮਕ ਚਾਰਜ ਦੀ ਮਾਤਰਾ ਲਗਭਗ 600 kC ਹੈ। ਵਾਯੂਮੰਡਲ ਵਿੱਚ ਬਰਾਬਰ ਮਾਤਰਾ ਵਿਚ ਧਨਾਤਮਕ ਚਾਰਜ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਆਪਣੇ ਰੋਜ਼ਾਨਾ ਜੀਵਨ ਵਿੱਚ ਅਨੁਭਵ ਨਹੀਂ ਕਰ ਪਾਂਦੇ। ਇਸਦਾ ਕਾਰਨ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਸਾਡੇ ਸ਼ਰੀਰ ਸਹਿਤ, ਸਾਰੀਆਂ ਵਸਤੂਆਂ ਹਵਾ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਚਾਲਕ ਹਨ।

ਉਦਾਹਰਨ 3.5 ਚਿੱਤਰ 3.17 ਵਿਚ ਦਿਖਾਏ ਗਏ ਅਨੁਸਾਰ 1Ω ਅੰਤਰਿਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਦੇ 16 V ਦੀ ਇੱਕ ਬੈਟਰੀ ਨਾਲ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਾਂ ਦੇ ਇੱਕ ਨੈਟਵਰਕ ਨੂੰ ਜੋੜਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। (a) ਨੈਟਵਰਕ ਦੇ ਤੁੱਲ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਪਤਾ ਕਰੋ। (b) ਹਰੇਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਵਿਚ ਕਰੰਟ ਦਾ ਮਾਨ ਪਤਾ ਕਰੋ ਅਤੇ (c) ਵੋਲਟੇਜ ਡ੍ਰਾਪ V_{AB}, V_{BC} ਅਤੇ V_{CD} ਪਤਾ ਕਰੋ।



ਚਿੱਤਰ 3.18

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਹੱਲ—

(a) ਨੈਟਵਰਕ ਲੜੀਵੱਧ ਅਤੇ ਸਮਾਂਤਰ ਵਿੱਚ ਜੁੜੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਾਂ ਦਾ ਸਰਲ ਸਰਕਟ ਹੈ। ਪਹਿਲਾਂ 4Ω ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਵਿਚਲੇ ਦੋ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਾਂ ਦੇ ਸਮਤੁੱਲ ਪ੍ਰਤੀਰਧ = [(4 × 4)/(4 + 4)] Ω = 2 Ω ਹੈ।
ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ, 12 Ω ਅਤੇ 6 Ω ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਵਿਚ ਜੁੜੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਾਂ ਦਾ ਸਮਤੁਲ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਹੈ
[(12 × 6)/(12 + 6)] Ω = 4 Ω.
ਇਹਨਾਂ ਦੋਨਾਂ ਤੁੱਲ ਪ੍ਰਤੀਰਧਾਂ (2 Ω ਅਤੇ 4 Ω) ਨੂੰ 1 Ω ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਦੇ ਨਾਲ ਲੜੀ ਵਿਚ ਜੋੜ ਕੇ ਨੈਟਵਰਕ ਦੇ ਸਮਤੁੱਲ ਪ੍ਰਤੀਰਧ R ਪਤਾ ਕਰ ਲੈਂਦੇ ਹਾਂ, ਅਰਥਾਤ
$R = 2\ \Omega + 4\ \Omega + 1\ \Omega = 7\ \Omega$.

(b) ਸਰਕਟ ਵਿਚ ਕੁਲ ਕਰੰਟ

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r} = \frac{16\,V}{(7+1)\,\Omega} = 2\text{A}$$

A ਅਤੇ B ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਪ੍ਰਤੀਰਧਕਾਂ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ। ਜੇ 4 Ω ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਾਂ ਵਿਚ ਕਿਸੇ ਇੱਕ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ I_1 ਹੈ ਅਤੇ ਦੂਸਰੇ ਵਿੱਚ I_2 ਹੈ ਤਾਂ
$I_1 \times 4 = I_2 \times 4$
ਅਰਥਾਤ $I_1 = I_2$ ਜੋ ਭੁਜਾਵਾਂ ਦੀ ਸਮਮਿਤੀ ਤੋਂ ਵੀ ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ। ਪਰ $I_1 + I_2 = I = 2$ A। ਇਸਲਈ $I_1 = I_2 = 1$ A ਅਰਥਾਤ ਹਰੇਕ 4 Ω ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਵਿਚ ਕਰੰਟ 1 A ਹੈ। ਬਿੰਦੂਆਂ B ਅਤੇ C ਵਿਚਕਾਰ ਜੁੜੇ 1 Ω ਤੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਵਿਚੋਂ ਲੰਘਦੇ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਕਰੰਟ ਦਾ ਮਾਨ 2 A ਹੈ।

ਮੁੜ C ਅਤੇ D ਵਿਚਕਾਰ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਾਂ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ। ਜੇ 12 Ω ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਵਿਚ ਕਰੰਟ I_3 ਅਤੇ 6 Ω ਪ੍ਰਤੀਰਧਕ ਵਿਚ ਕਰੰਟ I_4 ਹੋਵੇ, ਤਾਂ
$I_3 \times 12 = I_4 \times 6$, ਜਾਂ $I_4 = 2I_3$
ਪਰ2 A $\quad I_3 + I_4 = I = 2$ A

$$\text{ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ } I_3 = \left(\frac{2}{3}\right)\text{A},\ I_4 = \left(\frac{4}{3}\right)\ \text{A}$$

ਭਾਵ 12 Ω ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਵਿਚ ਕਰੰਟ (2/3) A ਜਦੋਂ ਕਿ 6 Ω ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਵਿਚ ਕਰੰਟ (4/3) A ਹੈ।

(c) AB ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਵੋਲਟੇਜ ਡ੍ਰਾਪ

$V_{AB} = I_1 \times 4\ \Omega = 1\ \text{A} \times 4\ \Omega = 4$ V.

ਜਿਸ ਨੂੰ A ਅਤੇ B ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਕੁਲ ਕਰੰਟ ਨੂੰ A ਅਤੇ B ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਸਮਤੁੱਲ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਦੇ ਗੁਣਨਫਲ ਤੋਂ ਵੀ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਅਰਥਾਤ

$V_{AB} = 2\ \text{A} \times 2\ \Omega = 4$ V

BC ਵਿਚਕਾਰ ਵੋਲਟੇਜ ਡ੍ਰਾਪ

$V_{BC} = 2\ \text{A} \times 1\ \Omega = 2$ V

ਅੰਤ ਵਿਚ, CD ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਵੋਲਟੇਜ ਡ੍ਰਾਪ

$$V_{CD} = 12\ \Omega \times I_3 = 12\ \Omega \times \left(\frac{2}{3}\right)\text{A} = 8\ \text{V}.$$

ਜਿਸ ਨੂੰ C ਅਤੇ D ਵਿਚਕਾਰ ਕੁਲ ਕਰੰਟ ਨੂੰ C ਅਤੇ D ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਸਮਤੁੱਲ ਪ੍ਰਤੀਰਧ ਦੇ ਗੁਣਨਫਲ ਤੋਂ ਵੀ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਅਰਥਾਤ

$V_{CD} = 2\ \text{A} \times 4\ \Omega = 8$ V

ਧਿਆਨ ਦਿਉ ਕਿ AD ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਕੁਲ ਵੋਲਟੇਜ ਡ੍ਰਾਪ 4 V + 2 V + 8 V = 14 V ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਬੈਟਰੀ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਵਿਚ ਵੋਲਟੇਜ 14 V ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਬਲ 16 V ਹੈ। ਵੋਲਟੇਜ ਵਿਚ ਹਾਨੀ (= 2 V) ਬੈਟਰੀ ਦੇ ਅੰਤਰਿਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ = 1 Ω ਦੁਆਰਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, 2 A × 1 Ω = 2 V.

ਉਦਾਹਰਣ 3.5

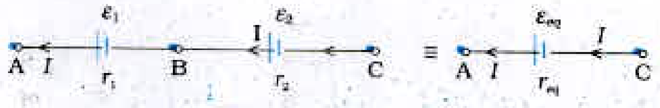
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

3.12 ਲੜੀਵੱਧ ਅਤੇ ਸਮਾਂਤਰ ਵਿੱਚ ਸੈਲ

CELLS IN SERIES AND IN PARALLEL

ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਾਂ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ, ਬਿਜਲਈ ਸਰਕਟਾਂ ਵਿਚ ਸੈਲਾਂ ਨੂੰ ਵੀ ਜੋੜਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਾਂ ਦੀ ਹੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਰਕਟ ਵਿਚ ਕਰੰਟ ਅਤੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਪਤਾ ਕਰਨ ਲਈ ਸੈਲਾਂ ਦੇ ਜੋੜਾਂ ਨੂੰ ਇੱਕ ਤੁੱਲ ਸੈਲ ਨਾਲ ਬਦਲਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 3.20 ਬਿਜਲਈ ਵਾਹਕ ਬਲ ε_1 ਅਤੇ ε_2 ਦੇ ਦੋ ਸੈਲ ਲੜੀਵੱਧ ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਜੋੜੇ ਗਏ ਹਨ। r_1 ਅਤੇ r_2 ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਅੰਤਰਿਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਹਨ। A ਅਤੇ C ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਸੰਪਰਕ ਬਣਾਉਣ ਲਈ ਸੰਯੋਜਨ ਨੂੰ ਬਿਜਲਈ ਵਾਹਕ ਬਲ ε_{eq} ਅਤੇ ਅੰਤਰਿਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ r_{eq} ਦੇ ਇੱਕ ਸੈਲ ਦੁਆਰਾ ਸਮਝਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਪਹਿਲਾਂ ਲੜੀਵੱਧ ਤਰੀਕੇ ਵਿਚ ਜੁੜੇ ਦੋ ਸੈਲਾਂ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੀਏ (ਚਿੱਤਰ 3.20), ਜਿਥੇ ਹਰੇਕ ਦੇ ਇੱਕ ਟਰਮੀਨਲ ਨੂੰ ਖੁਲਾ ਛੱਡਕੇ ਦੋਨੋ ਸੈਲਾਂ ਦੇ ਇੱਕ ਟਰਮੀਨਲ ਨੂੰ ਇਕ ਦੂਸਰੇ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਹੈ। ε_1, ε_2 ਦੋਨੋਂ ਸੈਲਾਂ ਦੇ ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਬਲ ਹਨ, ਅਤੇ r_1, r_2 ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਅੰਤਰਿਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਹਨ।

ਚਿੱਤਰ 3.20 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਮੰਨ ਲਓ ਬਿੰਦੂ A, B ਅਤੇ C ਤੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਕ੍ਰਮਵਾਰ V (A), V (B) ਅਤੇ V (C) ਹੈ। ਤਦ V (A) – V (B) ਪਹਿਲੇ ਸੈਲ ਦੇ ਧਨਾਤਮਕ ਅਤੇ ਰਿਣਾਤਮਕ ਟਰਮੀਨਲ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਹੈ। ਸਮੀਕਰਨ (3.57) ਵਿਚ ਇਸ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਪਹਿਲਾਂ ਹੀ ਪਤਾ ਕਰ ਲਿਆ ਹੈ, ਇਸਲਈ

$$V_{AB} \equiv V(A) - V(B) = \varepsilon_1 - I r_1 \tag{3.60}$$

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ

$$V_{BC} \equiv V(B) - V(C) = \varepsilon_2 - I r_2 \tag{3.61}$$

ਇਸ ਲਈ ਸੰਯੋਜਨ ਦੇ ਟਰਮੀਨਲ A ਅਤੇ C ਵਿਚਕਾਰ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ

$$V_{AC} \equiv V(A) - V(C) = \left[V(A) - V(B)\right] + \left[V(B) - V(C)\right]$$

$$= (\varepsilon_1 + \varepsilon_2) - I(r_1 + r_2) \tag{3.62}$$

ਜਦੋਂ ਅਸੀਂ ਸੰਯੋਜਨ ਨੂੰ A ਅਤੇ C ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਕਿਸੇ ਇਕੱਲੇ ਸੈਲ ਨਾਲ ਬਦਲਣਾ ਚਾਹੁੰਦੇ ਹਾਂ ਜਿਸਦਾ ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਬਲ ε_{eq} ਅਤੇ ਅੰਤਰਿਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ r_{eq} ਹੋਵੇ, ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ,

$$V_{AC} = \varepsilon_{eq} - I\, r_{eq} \tag{3.63}$$

ਸਮੀਕਰਨਾਂ (3.62) ਅਤੇ (3.63) ਨੂੰ ਸੰਯੋਜਿਤ ਕਰਨ ਤੇ

$$\varepsilon_{eq} = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 \tag{3.64}$$

ਅਤੇ $r_{eq} = r_1 + r_2$ (3.65)

ਚਿੱਤਰ 3.20 ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਪਹਿਲਾਂ ਸੈਲ ਦੇ ਰਿਣਾਤਮਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਡ ਨੂੰ ਦੂਸਰੇ ਸੈਲ ਦੇ ਧਨਾਤਮਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਡ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਸਥਾਨ ਤੇ ਜੇ ਅਸੀਂ ਦੋਨਾਂ ਸੈਲਾਂ ਦੇ ਰਿਣਾਤਮਕ ਟਰਮੀਨਲਾਂ ਨੂੰ ਜੋੜੀਏ ਤਾਂ ਸਮੀਕਰਨ (3.61) ਤੋਂ $V_{BC} = -\varepsilon_2 - Ir_2$ ਅਤੇ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ :

$$\varepsilon_{eq} = \varepsilon_1 - \varepsilon_2 \qquad (\varepsilon_1 > \varepsilon_2) \tag{3.66}$$

ਸਾਫ ਹੈ ਲੜੀਵੱਧ ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਜੋੜ ਦੇ ਨਿਯਮ ਨੂੰ ਸੈਲਾਂ ਦੀ ਕਿਸੇ ਵੀ ਸੰਖਿਆ ਦੇ ਲਈ ਵਿਸਤਾਰਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ

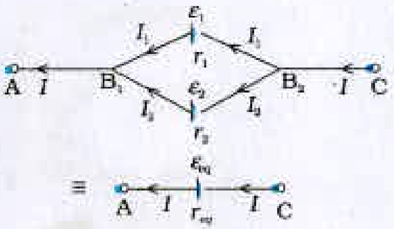
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(i) n ਸੈਲਾਂ ਦੇ ਲੜੀਵੱਧ ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਸੰਯੋਜਨ ਦਾ ਤੁੱਲ ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਬਲ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਨਿਜੀ ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਬਲਾਂ ਦਾ ਜੋੜ ਹੈ ਅਤੇ

(ii) n ਸੈਲਾਂ ਦੇ ਲੜੀ ਵੱਧ ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਸੰਯੋਜਨ ਦਾ ਤੁੱਲ ਅੰਤਰਿਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਅੰਤਰਿਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਾਂ ਦਾ ਜੋੜ ਹੈ।

ਅਜਿਹਾ ਤਦ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਰੰਟ ਹਰੇਕ ਸੈਲ ਦੇ ਧਨਾਤਮਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਡ ਤੋਂ ਨਿਕਲਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਇਸ ਸੰਯੋਜਨ ਵਿਚ ਕਰੰਟ ਕਿਸੇ ਸੈਲ ਦੇ ਰਿਣਾਤਮਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਡ ਵਿਚੋਂ ਨਿਕਲੇ ਤਾਂ ε_{eq} ਦੇ ਵਿਅੰਜਕ ਵਿਚ ਸੈਲ ਦਾ ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਬਲ ਰਿਣਾਤਮਕ ਚਿੰਨ੍ਹ ਦੇ ਨਾਲ ਸ਼ਾਮਿਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਸਮੀਕਰਨ (3.66) ਵਿਚ ਹੋਇਆ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 3.21 ਦੋ ਸੈਲਾਂ ਦਾ ਸਮਾਂਤਰ ਜੋੜ A ਅਤੇ C ਦੇ ਵਿਚ ਇਸ ਸੰਯੋਜਨ ਨੂੰ ਅੰਤਰਿਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ r_{eq} ਅਤੇ ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਬਲ ε_{eq} (ਜਿਹਨਾਂ ਦੇ ਮਾਨ ਸਮੀਕਰਨ (3.65) ਅਤੇ (3.66) ਵਿਚ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਹਨ) ਦੇ ਕਿਸੇ ਇਕੱਲੇ ਸੈਲ ਨਾਲ ਬਦਲ ਸਕਦੇ ਹਾਂ

ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਸੈਲਾਂ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਸੰਯੋਜਨ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। I_1 ਅਤੇ I_2 ਸੈਲ ਦੇ ਧਨਾਤਮਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਡ ਤੋਂ ਨਿਕਲਣ ਵਾਲੇ ਕਰੰਟ ਹਨ। ਦੋ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ I_1 ਅਤੇ I_2 ਬਿੰਦੂ B ਵਿਚ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਦੇ ਹਨ ਜਦੋਂ ਕਿ ਇਸ ਬਿੰਦੂ ਵਿਚੋਂ I ਕਰੰਟ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲਦਾ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਓਨੇ ਹੀ ਚਾਰਜ ਅੰਦਰ ਲੰਘਦੇ ਹਨ ਜਿਨੇ ਕਿ ਬਾਹਰ, ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ

$$I = I_1 + I_2 \tag{3.67}$$

ਮੰਨ ਲਉ ਬਿੰਦੂ B_1 ਅਤੇ B_2 ਤੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਕ੍ਰਮਵਾਰ $V(B_1)$ ਅਤੇ $V(B_2)$ ਹਨ। ਤਾਂ ਪਹਿਲੇ ਸੈਲ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਨ ਤੇ ਇਸਦੇ ਟਰਮੀਨਲਾਂ ਵਿਚਕਾਰ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ $V(B_1)$ $V(B_2)$ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਸ ਲਈ ਸਮੀਕਰਨ (3.57) ਤੋਂ

$$V \equiv V(B_1) - V(B_2) = \varepsilon_1 - I_1 r_1 \tag{3.68}$$

ਬਿੰਦੂ B_1 ਅਤੇ B_2 ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਠੀਕ-ਠੀਕ ਦੂਸਰੇ ਸੈਲਾਂ ਨਾਲ ਵੀ ਜੁੜੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਇਥੇ ਦੂਸਰੇ ਸੈਲ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਨ ਤੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ

$$V \equiv V(B_1) - V(B_2) = \varepsilon_2 - I_2 r_2 \tag{3.69}$$

ਪਿਛਲੇ ਤਿੰਨੇ ਸਮੀਕਰਨਾਂ ਨੂੰ ਮਿਲਾਉਣ ਤੇ

$$I = I_1 + I_2$$

$$= \frac{\varepsilon_1 - V}{r_1} + \frac{\varepsilon_2 - V}{r_2} = \left(\frac{\varepsilon_1}{r_1} + \frac{\varepsilon_2}{r_2}\right) - V\left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}\right) \tag{3.70}$$

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ V ਦਾ ਮਾਨ ਹੈ

$$V = \frac{\varepsilon_1 r_2 + \varepsilon_2 r_1}{r_1 + r_2} - I\frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2} \tag{3.71}$$

ਜੇ ਸੈਲਾਂ ਦੇ ਇਸ ਸੰਯੋਜਨ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਬਿੰਦੂ B_1 ਅਤੇ B_2 ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਕਿਸੇ ਅਜਿਹੇ ਇੱਕਲੇ ਸੈਲ ਨਾਲ ਬਦਲ ਦਿੰਦੇ ਹਾਂ ਜਿਸਦਾ ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਬਲ ε_{eq} ਅਤੇ ਅੰਤਰਿਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ r_{eq} ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ

$$V = \varepsilon_{eq} - I r_{eq} \tag{3.72}$$

ਸਮੀਕਰਨ (3.71) ਅਤੇ (3.72) ਬਰਾਬਰ ਹੋਣੇ ਚਾਹੀਦੇ ਹਨ ਇਸਲਈ

$$\varepsilon_{eq} = \frac{\varepsilon_1 r_2 + \varepsilon_2 r_1}{r_1 + r_2} \tag{3.73}$$

$$r_{eq} \quad \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2} \tag{3.74}$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਗੁਸਤਾਵ ਰਾਬਰਟ ਕਿਰਚੋਫ Gustav Robert Kirchhoff (1824 1887) ਜਰਮਨੀ ਦੇ ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨੀ ਹੀਡਲਬਰਗ ਅਤੇ ਬਰਲਿਨ ਵਿਚ ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ ਰਹੇ। ਮੁਖ ਰੂਪ ਵਿਚ ਸਪੈਕਟ੍ਰੋਸਕੋਪੀ ਦੇ ਵਿਕਾਸ ਲਈ ਜਾਣੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਗਣਿਤਕ ਭੌਤਿਕੀ ਵਿਚ ਵੀ ਬਹੁਤ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਯੋਗਦਾਨ ਪਾਇਆ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਸਰਕਟਾਂ ਦੇ ਲਈ ਪਹਿਲੇ ਅਤੇ ਦੂਸਰੇ ਨਿਯਮ ਸ਼ਾਮਿਲ ਹਨ।

ਗੁਸਤਾਵ ਰਾਬਰਟ ਕਿਰਚੋਫ (1824 1887)

ਇਹਨਾਂ ਸਮੀਕਰਨਾਂ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਹੋਰ ਸਰਲ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਲਿਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ

$$\frac{1}{r_{eq}}=\frac{1}{r_1}+\frac{1}{r_2} \tag{3.75}$$

$$\frac{\varepsilon_{eq}}{r_{eq}}=\frac{\varepsilon_1}{r_1}+\frac{\varepsilon_2}{r_2} \tag{3.76}$$

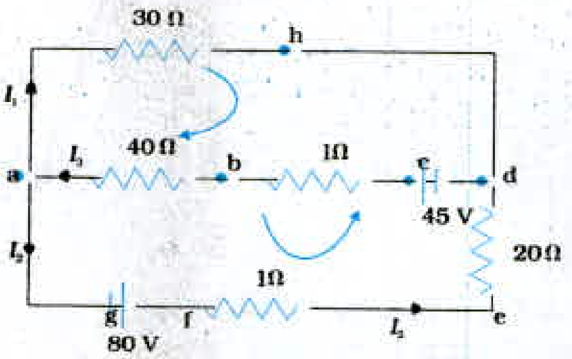
ਚਿੱਤਰ (3.21) ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਦੋਨਾਂ ਟਰਮੀਨਲਾਂ ਨੂੰ ਨਾਲੋ ਨਾਲ ਅਤੇ ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੋਨੋਂ ਰਿਣ ਟਰਮੀਨਲਾਂ ਨੂੰ ਵੀ ਨਾਲ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਹੈ ਜਿਸ ਨਾਲ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ I_1 ਅਤੇ I_2 ਧਨ ਟਰਮੀਨਲਾਂ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲਦੇ ਹਨ। ਜੇ ਦੂਸਰੇ ਦਾ ਰਿਣ ਟਰਮੀਨਲ ਪਹਿਲੇ ਦੇ ਧਨ ਟਰਮੀਨਲ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਵੀ ਸਮੀਕਰਨ (3.75) ਅਤੇ (3.76) $\varepsilon_2 \rightarrow -\varepsilon_2$ ਦੇ ਨਾਲ ਸਵਿਕਾਰਿਤ ਹੋਣਗੇ।

ਸਮੀਕਰਨ (3.75) ਅਤੇ (3.76) ਨੂੰ ਸੌਖਿਆਂ ਹੀ ਵਿਸਤਾਰਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਸਾਡੇ ਕੋਲ n ਸੈਲ ਹਨ ਜਿਹਨਾਂ ਦੇ ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਬਲ $\varepsilon_1, \varepsilon_2 \ldots \varepsilon_n$ ਅਤੇ ਅੰਤਰਿਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ $r_1, \ldots r_n$ ਹਨ ਅਤੇ ਉਹ ਸਮਾਂਤਰ ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਜੁੜੇ ਹਨ ਤਾਂ ਇਹ ਸੰਯੋਜਨ ਉਸ ਇਕੱਲੇ ਸੈਲ ਦੇ ਤੁੱਲ ਹੋਵੇਗਾ ਜਿਸਦਾ ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਬਲ ε_{eq} ਅਤੇ ਅੰਤਰਿਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ r_{eq} ਹੈ ਜਿਸ ਤੋਂ ਕਿ

$$\frac{1}{r_{eq}}=\frac{1}{r_1}+\cdots+\frac{1}{r_n} \tag{3.77}$$

$$\frac{\varepsilon_{eq}}{r_{eq}}=\frac{\varepsilon_1}{r_1}+\cdots+\frac{\varepsilon_n}{r_n} \tag{3.78}$$

3.10 ਕਿਰਚੋਫ ਦੇ ਨਿਯਮ (Kirchhoff's Rules)



ਬਿਜਲੀ ਸਰਕਟਾਂ ਵਿਚ ਕਦੇ-ਕਦੇ ਕਈ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਅਤੇ ਸੈਲ ਗੁੰਝਲਦਾਰ ਢੰਗ ਨਾਲ ਜੁੜੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਲੜੀ ਵੱਧ ਅਤੇ ਸਮਾਂਤਰ ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਜੁੜਿਆਂ ਲਈ ਜੋ ਸੂਤਰ ਅਸੀਂ ਪਹਿਲਾਂ ਵਿਉਤਪੰਨ ਕੀਤੇ ਹਨ, ਉਹ ਸਰਕਟ ਦੇ ਸਾਰੇ ਕਰੰਟਾਂ ਅਤੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰਾਂ ਦੇ ਲਈ ਹਮੇਸ਼ਾਂ ਕਾਫੀ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੇ। ਦੋ ਨਿਯਮ, ਜਿਹਨਾਂ ਨੂੰ ਕਿਰਚੋਫ ਦੇ ਨਿਯਮ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਬਿਜਲੀ ਸਰਕਟਾਂ ਦੇ ਵਿਸ਼ਲੇਸ਼ਨ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਉਪਯੋਗੀ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਹਰੇਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਵਿੱਚ ਲੰਘਦੇ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਤੀਕ ਜਿਵੇਂ I ਨਾਲ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹੋਏ ਅਤੇ ਤੀਰ ਦੇ ਚਿੰਨ੍ਹ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਵਿਚੋਂ ਲੰਘਦੇ ਕਰੰਟ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਾਂ। ਜੇ ਆਖਿਰ ਵਿਚ I ਧਨਾਤਮਕ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਦੀ ਅਸਲੀ ਦਿਸ਼ਾ, ਤੀਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਹੈ। ਜੇ ਇਹ ਰਿਣਾਤਮਕ ਨਿਕਲਦਾ ਹੈ, ਤਾਂ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਤੀਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਉਲਟ ਵੱਗਦਾ ਹੈ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹਰੇਕ ਸ੍ਰੋਤ (ਅਰਥਾਤ ਸੈਲ ਜਾਂ ਬਿਜਲੀ ਸ਼ਕਤੀ ਦਾ ਕੋਈ ਦੂਸਰਾ ਸ੍ਰੋਤ) ਦੇ ਲਈ ਧਨਾਤਮਕ ਅਤੇ ਰਿਣਾਤਮਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਡ ਨੂੰ, ਸੈਲ ਵਿਚੋਂ ਲੰਘਦੇ ਕਰੰਟ ਦੇ ਸੰਕੇਤ ਦੇ ਇਲਾਵਾ ਇੱਕ ਨਿਰਦੇਸ਼ਿਤ ਤੀਰ ਦੇ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਚਿੰਨ੍ਹ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਸਾਨੂੰ ਧਨਾਤਮਕ ਟਰਮੀਨਲ P ਅਤੇ ਰਿਣਾਤਮਕ ਟਰਮੀਨਲ N ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਦਸੇਗਾ, $V = V(P) - V(N) = \varepsilon - I\,r$ [ਸਮੀਕਰਨ (3.57) I ਇਥੇ ਸੈਲ ਦੇ ਅੰਦਰ N ਤੋਂ ਹੋ ਕੇ P ਵਲ ਵਗਣ ਵਾਲਾ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਹੈ]। ਜੇ ਸੈਲ ਤੋਂ ਹੋ ਕੇ ਵਗਣ ਵਾਲੇ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹੋਏ ਅਸੀਂ P ਤੋਂ N ਵਲ ਵੱਧਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ

$$V = \varepsilon + I\,r \tag{3.79}$$

ਚਿਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਬਣਾਉਣ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਸਪਸ਼ਟ ਕਰਨ ਦੇ ਬਾਦ ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਨਿਯਮਾਂ ਅਤੇ ਪਰੂਫਾਂ ਬਾਰੇ ਦਸਾਂਗੇ :

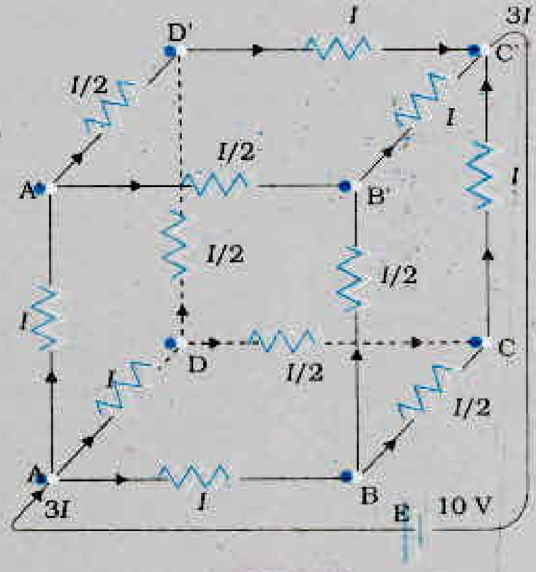
(a) *ਜੰਕਸ਼ਨ ਨਿਯਮ : ਕਿਸੇ ਜੰਕਸ਼ਨ ਤੇ ਜੰਕਸ਼ਨ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟਾਂ ਦਾ ਜੋੜ ਇਸ ਜੰਕਸ਼ਨ ਵਿਚੋਂ ਨਿਕਲਨ ਵਾਲੇ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟਾਂ ਦੇ ਜੋੜਾਂ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 3.22)।*

ਇਸ ਨਿਯਮ ਦਾ ਪ੍ਰਮਾਣ ਇਸ ਤੱਥ ਤੋਂ ਸਮਝਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਜਦੋਂ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਸਥਾਈ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਕਿਸੇ ਜੰਕਸ਼ਨ ਜਾਂ ਚਾਲਕ ਦੇ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਚਾਰਜ ਇਕੱਠਾ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਸਾਰੇ ਕਰੰਟ (ਜੋ ਕਿ ਜੰਕਸ਼ਨ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜ ਦੇ ਪ੍ਰਵਾਹ ਦੀ ਦਰ ਹੈ) ਬਾਹਰ ਨਿਕਲਣ ਵਾਲੇ ਕੁੱਲ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟਾਂ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

(b) *ਲੂਪ ਨਿਯਮ : ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਾਂ ਅਤੇ ਸੈਲਾਂ ਵਿਚ ਸ਼ਾਮਿਲ ਕਿਸੇ ਬੰਦ ਲੂਪ ਦੇ ਚਾਰੋਂ ਪਾਸੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਵਿਚ ਪਰਿਵਰਤਨਾ ਦਾ ਬੀਜਗਣਿਤਕ ਜੋੜ ਸਿਫਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 3.22)।*

ਇਹ ਨਿਯਮ ਵੀ ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ, ਕਿਉਂਕਿ ਬਿਜਲਈ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਬਿੰਦੂ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਚਲ ਕੇ ਜੇ ਅਸੀਂ ਵਾਪਿਸ ਉਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਆਉਂਦੇ ਹਾਂ, ਤਾਂ ਕੁੱਲ ਪਰਿਵਰਤਨ ਸਿਫਰ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਇੱਕ ਬੰਦ ਲੂਪ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਆਰੰਭਿਕ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਪਰਤ ਆਉਂਦੇ ਹਾਂ ਇਹ ਨਿਯਮ ਇਸ ਲਈ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 3.6 10 V ਅਤੇ ਨਿਗੁਣੇ ਅੰਤਰਿਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਦੀ ਬੈਟਰੀ ਇੱਕ ਘਣ ਆਕਾਰ ਦੇ ਸਰਕਟ ਜਾਲ (ਨੈਟਵਰਕ) ਦੇ ਵਿਕਰਨੀ ਆਮ੍ਹਨੇ-ਸਾਮ੍ਹਣੇ ਕੋਨਿਆਂ ਨਾਲ ਜੁੜੀ ਹੈ। ਸਰਕਟ ਜਾਲ ਵਿੱਚ 1 Ω ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਦੇ 12 ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਹਨ (ਚਿੱਤਰ 3.23)। ਸਰਕਟ ਜਾਲ ਦਾ ਸਮਤੁਲ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਅਤੇ ਘਣ ਦੇ ਹਰੇਕ ਕਿਨਾਰੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਪਤਾ ਕਰੋ।



ਚਿੱਤਰ 3.23

ਹੱਲ ਸਰਕਟ ਜਾਲ ਨੂੰ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਾਂ ਦੇ ਸਰਲ ਲੜੀ ਵੱਧ ਤਰੀਕੇ ਅਤੇ ਸਮਾਂਤਰ ਸੰਯੋਜਨ ਵਿਚ ਬਦਲਿਆ ਨਹੀਂ ਜਾ ਸਕਦਾ। ਪਰ, ਫਿਰ ਵੀ, ਪ੍ਰਸ਼ਨ ਵਿੱਚ ਸਪਸ਼ਟ ਸਮਮਿਤੀ ਹੈ ਜਿਸਦੀ ਵਰਤੋਂ ਦੁਆਰਾ ਸਰਕਟ ਜਾਲ ਦੇ ਸਮਤੁੱਲ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਨੂੰ ਪਤਾ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 3.6

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਉਦਾਹਰਨ 3.6

AA′, AD ਅਤੇ AB ਰਸਤਿਆਂ ਨੂੰ ਸਰਕਟ ਜਾਲ ਵਿੱਚ ਸਮਮਿਤੀ ਵਿਧੀ ਵਿੱਚ ਰਖਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਸਲਈ ਹਰੇਕ ਵਿਚ ਬਰਾਬਰ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ, ਮੰਨ ਲਓ I ਵਗਦਾ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ A′, B ਅਤੇ D ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਆਏ ਕਰੰਟ I ਨੂੰ ਦੋ ਬਰਾਬਰ ਆਊਟਪੁਟ ਸ਼ਾਖਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਟੁੱਟਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਘਣ ਦੇ ਸਾਰੇ 12 ਕਿਨਾਰਿਆਂ ਵਿਚ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਸੰਖਿਆਂ I ਦੇ ਪਦ ਵਿੱਚ ਲਿਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਇਸ ਵਿਚ ਕਿਰਚੋਫ ਦੇ ਪਹਿਲੇ ਨਿਯਮ ਅਤੇ ਪ੍ਰਸ਼ਨ ਦੀ ਸਮਮਿਤੀ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਦੇ ਹਾਂ।

ਅੱਗੇ ਇਕ ਬੰਦ ਲੂਪ ਜਿਵੇਂ ABCC′EA ਲਉ ਅਤੇ ਉਸ ਤੇ ਕਿਰਚੋਫ ਦਾ ਦੂਸਰਾ ਨਿਯਮ ਲਾਗੂ ਕਰੋ

$$-IR-(1/2)\ IR-IR+\varepsilon=0$$

ਜਿਥੇ ਹਰੇਕ ਕਿਨਾਰੇ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ R ਹੈ ਅਤੇ ਬੈਟਰੀ ਦਾ ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਬਲ ε ਹੈ।

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ,

$$\varepsilon=\frac{5}{2}IR$$

ਸਰਕਟ ਜਾਲ (ਨੈਟਵਰਕ) ਦਾ ਸਮਤੁੱਲ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ R_{eq} ਹੈ

$$R_{eq}=\frac{\varepsilon}{3I}=\frac{5}{6}R$$

$R=1\ \Omega$ ਦੇ ਲਈ $R_{eq}=(5/6)\ \Omega$ ਅਤੇ $\varepsilon=10\ \text{V}$ ਦੇ ਲਈ, ਸਰਕਟ ਜਾਲ (ਨੈਟਵਰਕ) ਵਿਚ ਕੁੱਲ ਕਰੰਟ ਹੈ

$$3I=10\ \text{V}/(5/6)\ \Omega=12\ \text{A}\ \text{ਅਰਥਾਤ}\ I=4\ \text{A}$$

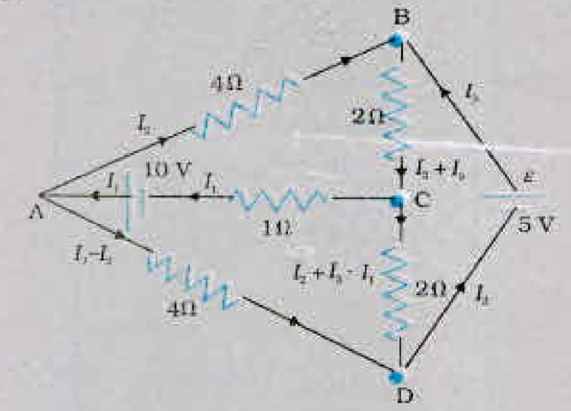
ਹਰੇਕ ਕਿਨਾਰੇ ਵਿਚੋਂ ਲੰਘਦੇ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਹੁਣ ਚਿੱਤਰ 3.23 ਤੋਂ ਜਾਣਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਇਸ ਗਲ ਤੇ ਧਿਆਨ ਦੇਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਕਿ ਸਰਕਟ ਨੈਟਵਰਕ ਦੀ ਸਮਮਿਤੀ ਦੇ ਕਾਰਨ ਉਦਾਹਰਨ 3.6 ਵਿੱਚ ਕਿਰਚੋਫ ਦੇ ਨਿਯਮਾਂ ਦੀ ਵਿਸ਼ਾਲ ਸ਼ਕਤੀ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਨਹੀਂ ਕੀਤੀ ਗਈ ਹੈ। ਇੱਕ ਸਾਧਾਰਨ ਸਰਕਟ ਨੈਟਵਰਕ ਵਿੱਚ ਸਮਮਿਤੀ ਦੇ ਕਾਰਨ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦਾ ਸਰਲੀਕਰਨ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਇਸ ਲਈ ਜੰਕਸ਼ਨਾਂ ਅਤੇ ਬੰਦ ਲੂਪਾਂ ਵਿੱਚ (ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਓਨੀ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਜਿਨੀਆਂ ਕਿ ਨੈਟਵਰਕ ਵਿੱਚ ਅਗਿਆਤ ਰਾਸ਼ੀਆਂ ਹਨ) ਕਿਰਚੋਫ ਦੇ ਨਿਯਮਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਦੁਆਰਾ ਸਮਸਿਆ ਨੂੰ ਹਲ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਇਸ ਨੂੰ ਉਦਾਹਰਨ 3.7 ਵਿੱਚ ਸਪਸ਼ਟ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ।

Simulation for application of Kirchhoff's rules:
http://www.phys.hawaii.edu/~teb/optics/java/kirch3/

ਉਦਾਹਰਨ 3.7

ਉਦਾਹਰਨ 3.7 ਚਿੱਤਰ 3.24 ਵਿਚ ਦਿਖਾਏ ਗਏ ਨੈਟਵਰਕ ਦੀ ਹਰੇਕ ਸ਼ਾਖਾ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਪਤਾ ਕਰੋ।



ਚਿੱਤਰ 3.24

ਹੱਲ:— ਨੈਟਵਰਕ ਦੀ ਹਰੇਕ ਸ਼ਾਖਾ ਦੇ ਲਈ ਅਗਿਆਤ ਕਰੰਟ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਕਿਰਚੋਫ ਦੇ ਨਿਯਮ ਨੂੰ ਲਾਗੂ ਕਰਕੇ ਗਿਆਤ ਕਰਨਾ ਹੈ। ਸ਼ੁਰੂ ਵਿਚ ਹੀ ਅਗਿਆਤਾਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ਘੱਟ ਕਰਨ ਲਈ ਹਰੇਕ ਸ਼ਾਖਾ ਵਿਚ ਅਗਿਆਤ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਪਤਾ ਕਰਨ ਲਈ ਕਿਰਚੋਫ ਦੇ ਪਹਿਲੇ ਨਿਯਮ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਦੇ ਹਾਂ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਉਦਾਹਰਨ 3.7

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਾਡੇ ਕੋਲ ਤਿੰਨ ਅਗਿਆਤ ਕਰੰਟ I_1, I_2 ਅਤੇ I_3 ਹਨ ਜਿਹਨਾਂ ਨੂੰ ਤਿੰਨ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਲੂਪਾਂ ਵਿੱਚ ਕਿਰਚੋਫ ਦੇ ਦੂਸਰੇ ਨਿਯਮ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ ਪਤਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ

ਬੰਦ ਲੂਪ ADCA ਵਿਚ ਕਿਰਚੋਫ ਦੇ ਦੂਸਰੇ ਨਿਯਮ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ ਸਾਨੂੰ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਵਿਅੰਜਕ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ—

$$10-4\,(I_1-I_2)+2(I_2+I_3-I_1)-I_1=0 \qquad [3.80(a)]$$

ਅਰਥਾਤ $7I_1-6I_2-2I_3=10$

ਬੰਦ ਲੂਪ ABCA, ਲਈ ਅਸੀਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ

$$10-4I_2-2\,(I_2+I_3)-I_1=0$$

ਅਰਥਾਤ $I_1+6I_2+2I_3=10$ $\qquad [3.80(b)]$

ਬੰਦ ਲੂਪ BCDEB, ਕੀ ਅਸੀਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ

$$5-2\,(I_2+I_3)-2\,(I_2+I_3-I_1)=0$$

ਅਰਥਾਤ $2I_1-4I_2-4I_3=-5$ $\qquad [3.80(c)]$

ਸਮੀਕਰਨ (a), (b) ਅਤੇ (c) ਤਿੰਨ ਸਮਕਾਲੀ ਸਮੀਕਰਨ ਹਨ ਜਿਹਨਾਂ ਵਿਚ ਤਿੰਨ ਰਾਸ਼ੀਆਂ ਅਗਿਆਤ ਹਨ, ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਆਮ ਵਿਧੀ ਨਾਲ ਹਲ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ

$$I_1=2.5\text{A},\quad I_2=\frac{5}{8}\ \text{A},\quad I_3=1\frac{7}{8}\ \text{A}$$

ਸਰਕਟ ਜਾਲ ਦੀਆਂ ਵੱਖ ਵੱਖ ਸ਼ਾਖਾਵਾਂ ਵਿਚ ਕਰੰਟ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੈ :

$$\text{AB}:\ \frac{5}{8}\ \text{A},\quad \text{CA}:\qquad \text{A},\quad \text{DEB}:\ 1\frac{7}{8}\ \text{A}$$

$$\text{AD}:\ 1\frac{7}{8}\ \text{A},\quad \text{CD}:\ 0\ \text{A},\quad \text{BC}:\ 2\frac{1}{2}\ \text{A}$$

ਇਹ ਸੌਖਿਆਂ ਸਾਬਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ ਜੇ ਕਿਰਚੋਫ ਦੇ ਨਿਯਮ ਨੂੰ ਵਰਤਿਆ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਕੋਈ ਹੋਰ ਸੁਤੰਤਰ ਸਮੀਕਰਨ ਨਹੀਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ ਅਰਥਾਤ ਕਰੰਟਾਂ ਦੇ ਉਪਰੋਕਤ ਮਾਨ ਨੈੱਟਵਰਕ ਦੇ ਹਰ ਬੰਦ ਲੂਪ ਲਈ ਦੂਸਰੇ ਨਿਯਮ ਨੂੰ ਸੰਤੁਸ਼ਟ ਕਰਣਗੇ। ਉਦਾਹਰਨ ਦੇ ਤੌਰ ਤੇ ਬੰਦ ਸਰਕਟ BADEB ਦੇ ਲਈ ਕੁਲ ਵੋਲਟੇਜ ਡ੍ਰਾਪ

$$5\ \text{V}+\left(\frac{5}{8}\times 4\right)\text{V}-\left(\frac{15}{8}\times 4\right)\text{V}$$

ਸਿਫ਼ਰ ਹੋਵੇਗਾ, ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਕਿਰਚੋਫ ਦੇ ਦੂਸਰੇ ਨਿਯਮ ਦੁਆਰਾ ਲੋੜੀਂਦਾ ਹੈ।

3.14 ਵ੍ਹੀਟਸਟੋਨ ਬ੍ਰਿਜ (WHEATSTONE BRIDGE)

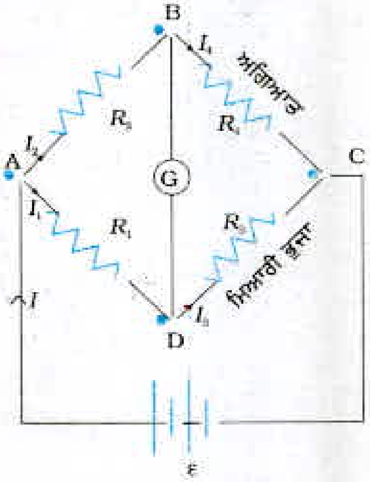
ਕਿਰਚੋਫ ਦੇ ਨਿਯਮਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਲਈ ਚਿੱਤਰ 3.25 ਵਿਚ ਦਿਖਾਏ ਸਰਕਟ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ, ਜੋ ਕਿ ਵ੍ਹੀਟਸਟੋਨ ਬ੍ਰਿਜ ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਬ੍ਰਿਜ ਵਿਚ ਚਾਰ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ R_1, R_2, R_3 ਅਤੇ R_4 ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਵਿਕਰਣ ਦੇ ਆਮ੍ਹਣੇ ਸਾਹਮਣੇ (diagonally opposite) ਵਾਲੇ ਬਿੰਦੂਆਂ (ਚਿੱਤਰ ਵਿਚ A ਅਤੇ C) ਦੇ ਇੱਕ ਜੋੜੇ ਨਾਲ ਕੋਈ ਬਿਜਲਈ ਸ੍ਰੋਤ ਜੋੜਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ (ਭਾਵ AC) ਨੂੰ ਬੈਟਰੀ ਭੁਜਾ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਦੂਸਰੇ ਦੋ ਸ਼ੀਰਸ਼ ਬਿੰਦੂਆਂ, B ਅਤੇ D ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਇਕ ਗੈਲਟੇਨੋਮੀਟਰ (ਜੋ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਦੀ ਭਾਲ ਦੀ ਇੱਕ ਯੁਕਤੀ ਹੈ) ਜੋੜਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਲਾਈਨ, ਜਿਸ ਨੂੰ ਚਿੱਤਰ ਵਿਚ BD ਨਾਲ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ, ਗੈਲਵੇਨੋਮੀਟਰ ਭੁਜਾ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਸਰਲਤਾ ਲਈ ਅਸੀਂ ਕਲਪਨਾ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਸੈੱਲ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਅੰਤਰਿਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਆਮ ਕਰਕੇ G ਵਿਚੋਂ ਹੋ ਕੇ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ I_g ਅਤੇ ਸਾਰੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਾਂ ਵਿਚੋਂ ਹੋ ਕੇ ਵੀ ਕਰੰਟ ਲੰਘਦਾ ਹੋਵੇਗਾ। ਉਸ ਸੰਤੁਲਿਤ ਬ੍ਰਿਜ ਦਾ ਉਦਾਹਰਨ ਇੱਕ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਮਹੱਤਵ ਰੱਖਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਅਜਿਹੇ ਹੋਣ ਕਿ $I_g = 0$। ਅਸੀਂ ਆਸਾਨੀ ਨਾਲ [illegible]

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਜਿਸ ਨਾਲ G ਵਿਚੋਂ ਹੋਕੇ ਕੋਈ ਕਰੰਟ ਨਹੀਂ ਲੰਘਦਾ। ਅਜਿਹੇ ਮਾਮਲੇ ਵਿੱਚ, ਜੰਕਸ਼ਨ D ਅਤੇ B ਦੇ ਲਈ (ਚਿੱਤਰ ਦੇਖੋ) ਕਿਰਚੋਫ ਦੇ ਜੰਕਸ਼ਨ ਨਿਯਮ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ ਸਾਨੂੰ ਸੰਬੰਧ $I_1 = I_3$ ਅਤੇ $I_2 = I_4$ ਤੁਰੰਤ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਉਸਦੇ ਬਾਦ, ਅਸੀਂ ਬੰਦ ਲੂਪਾਂ ADBA ਅਤੇ CBDC ਤੇ ਕਿਰਚੋਫ ਦੇ ਲੂਪ ਨਿਯਮ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਪਹਿਲੇ ਲੂਪ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।



$$-I_1 R_1 + 0 + I_2 R_2 = 0 \qquad (I_g = 0) \tag{3.81}$$

ਅਤੇ $I_3 = I_1$, $I_4 = I_2$ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਨ ਤੇ ਦੂਸਰੇ ਲੂਪ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ

$$I_2 R_4 + 0 - I_1 R_3 = 0 \tag{3.82}$$

ਸਮੀਕਰਨ (3.81) ਤੋਂ ਅਸੀਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

ਜਦੋਂ ਕਿ ਸਮੀਕਰਨ (3.82) ਤੋਂ ਅਸੀਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_4}{R_3}$$

ਇਸਲਈ ਅਸੀਂ ਇਹ ਸ਼ਰਤ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ

$$\frac{\mathrm{R}_2}{\mathrm{R}_1} = \frac{\mathrm{R}_4}{\mathrm{R}_3} \qquad [3.83(a)]$$

ਚਾਰ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਾਂ ਵਿਚ ਸੰਬੰਧ ਦਿਖਾਉਣ ਵਾਲੇ ਸਮੀਕਰਨ [3.83(a)] ਨੂੰ ਗੈਲਵੈਨੋਮੀਟਰ ਵਿੱਚ ਸਿਫ਼ਰ ਜਾਂ ਨਿਗੁਣੇ ਵਿਚਲਨ ਦੇ ਲਈ *ਸੰਤੁਲਨ ਸ਼ਰਤ (Balanced Condition)* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

ਵ੍ਹੀਟਸਟੋਨ ਬ੍ਰਿਜ ਅਤੇ ਇਸਦੀ ਸੰਤੁਲਨ *ਸ਼ਰਤ* ਅਗਿਆਤ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ ਦੇ ਨਿਰਧਾਰਨ ਦੇ ਲਈ ਇੱਕ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਵਿਧੀ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਕਲਪਨਾ ਕਰੋ ਕਿ ਸਾਡੇ ਕੋਲ ਕੋਈ ਅਗਿਆਤ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਚੌਥੀ ਭੁਜਾ ਵਿਚ ਲਗਾਉਂਦੇ ਹਾਂ; ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ R_4 ਗਿਆਤ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਗਿਆਤ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਾਂ R_1 ਅਤੇ R_2 ਨੂੰ ਬ੍ਰਿਜ ਦੀ ਪਹਿਲੀ ਅਤੇ ਦੂਸਰੀ ਭੁਜਾ ਵਿਚ ਰਖਦੇ ਹੋਏ, ਅਸੀਂ R_3 ਨੂੰ ਉਦੋਂ ਤੱਕ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਕਰਦੇ ਜਾਂਦੇ ਹਾਂ ਜਦੋਂ ਤੱਕ ਗੈਲਵੈਨੋਮੀਟਰ ਨਿਗੁਣੇ ਵਿਚਲਨ ਨਹੀਂ ਦਿਖਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਬ੍ਰਿਜ ਤਦ ਸੰਤੁਲਿਤ ਹੈ ਅਤੇ ਸੰਤੁਲਨ ਸ਼ਰਤ ਤੋਂ ਅਗਿਆਤ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ R_4 ਦਾ ਮਾਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ,

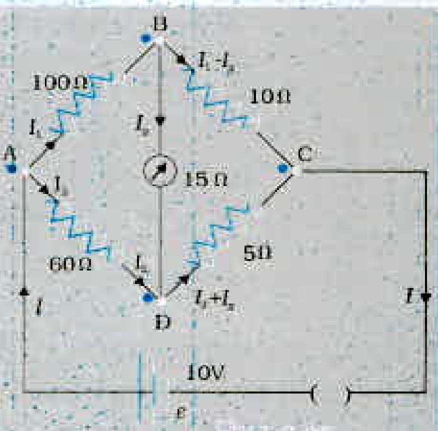
$$R_4 = R_3 \frac{R_2}{R_1} \qquad [3.83(b)]$$

ਇਸ ਸਿਧਾਂਤ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਨ ਵਾਲੀ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਯੁਕਤੀ ਮੀਟਰ ਬ੍ਰਿਜ ਕਹਾਉਂਦੀ ਹੈ। ਇਸਦੀ ਵਿਵੇਚਨਾ ਅਗਲੇ ਪੈਰੇ ਵਿਚ ਕੀਤੀ ਜਾਵੇਗੀ।

ਉਦਾਹਰਨ 3.8 ਵ੍ਹੀਟਸਟੋਨ ਬ੍ਰਿਜ ਦੀਆਂ ਚਾਰ ਭੁਜਾਵਾਂ (ਚਿੱਤਰ 3.26) ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਇਸਤਰ੍ਹਾਂ ਹਨ–

AB = 100Ω, BC = 10Ω, CD = 5Ω, ਅਤੇ DA = 60Ω.

15Ω ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਦੇ ਇੱਕ ਗੈਲਵੈਨੋਮੀਟਰ ਨੂੰ BD ਦੇ ਵਿਚ ਜੋੜਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਗੈਲਵੈਨੋਮੀਟਰ ਵਿਚੋਂ ਲੰਘਦੇ ਕਰੰਟ ਦਾ ਪਤਾ ਕਰੋ। AC ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ 10 V ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਹੈ।



Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਲੂਪ BADB ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਨ ਤੇ

$$100I_1 + 15I_g - 60\ I_2 = 0$$

ਜਾਂ $20I_1 + 3I_g - 12\ I_2 = 0$ [3.84(a)]

ਲੂਪ BCDB, ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਨ ਤੇ

$$10\ (I_1 - I_g) - 15I_g - 5\ (I_2 + I_g) = 0$$

$$10I_1 - 30\ I_g - 5\ I_2 = 0$$

$$2I_1 - 6I_g - I_2 = 0 \qquad [3.84(b)]$$

ਲੂਪ ADCEA, ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਨ ਤੇ

$$60I_2 + 5\ (I_2 + I_g) = 10$$

$$65I_2 + 5I_g = 10$$

$$13I_2 + I_g = 2 \qquad [3.84(c)]$$

ਸਮੀਕਰਨ (3.84b) ਨੂੰ 10 ਨਾਲ ਗੁਣਾ ਕਰਨ ਤੇ

$$20I_1 - 60I_g - 10I_2 = 0 \qquad [3.84(d)]$$

ਸਮੀਕਰਨਾਂ (3.84(d)) ਅਤੇ (3.84(a)) ਤੋਂ ਸਾਨੂੰ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਵਿਅੰਜਕ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ

$$63I_g - 2I_2 = 0$$

$$I_2 = 31.5I_g \qquad [3.84(c)]$$

I_2 ਦੇ ਮਾਨ ਨੂੰ ਸਮੀਕਰਨ [3.84(c)] ਵਿਚ ਭਰਨ ਤੇ

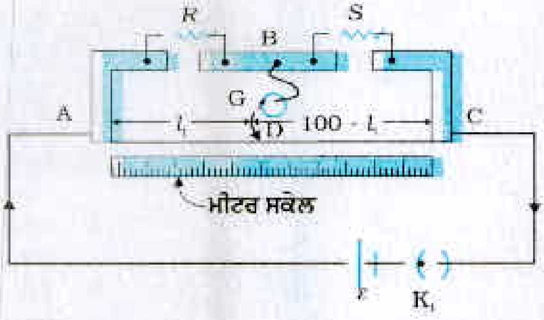
$$13\ (31.5I_g) + I_g = 2$$

$$410.5\ I_g = 2$$

$$I_g = 4.87\ \text{mA}.$$

[illegible] (Metre Bridge)

ਮੀਟਰ ਬ੍ਰਿਜ ਨੂੰ ਚਿੱਤਰ 3.27 ਵਿਚ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਹ ਇਕ ਮੀਟਰ ਲੰਬੇ ਇਕ-ਸਮਾਨ ਕ੍ਰਾਸ ਸੈਕਸ਼ਨ ਖੇਤਰਫਲ ਵਾਲੇ ਤਾਰ ਤੋਂ ਬਣਿਆ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਲੰਬੇ ਦਾਅ ਧਾਤ ਦੀਆਂ ਦੋ ਮੋਟੀਆਂ ਪੱਤੀਆਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਕਸ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਧਾਤਵਿਕ ਪੱਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਦੋ ਖਾਲੀ ਥਾਵਾਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਜਿਹਨਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਾਂ ਨੂੰ ਜੋੜਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਅੰਤਲੇ ਬਿੰਦੂ ਜਿਥੇ ਤਾਰ ਕਸੇ ਰਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਇਕ ਕੁੰਜੀ ਦੁਆਰਾ ਸੈਲ ਨਾਲ ਜੁੜੇ ਰਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਗੈਲਵੈਨੋਮੀਟਰ ਦਾ ਇਕ ਸਿਰਾ ਖਾਲੀ ਥਾਵਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਵਿੱਚੋ ਵਿੱਚ ਧਾਤਵੀ ਪੱਤੀ ਨਾਲ ਜੁੜਿਆ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਗੈਲਵੈਨੋਮੀਟਰ ਦਾ ਦੂਸਰਾ ਸਿਰਾ ਜੌਕੀ ਨਾਲ ਜੁੜਿਆ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਜੌਕੀ, ਅਸਲ ਵਿਚ ਇਕ ਧਾਤਵਿਕ ਛੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਦਾ ਇਕ ਸਿਰਾ ਚਾਕੂ ਦੀ ਧਾਰ ਵਰਗਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਜਿਸ ਨੂੰ ਬਿਜਲਈ ਸੰਯੋਜਨ ਬਣਾਉਣ ਲਈ ਤਾਰ ਤੇ ਉਪਰ ਸਰਕਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।



[illegible]

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

R ਇੱਕ ਅਗਿਆਤ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਹੈ ਜਿਸਦਾ ਮਾਨ ਅਸੀਂ ਪਤਾ ਲਗਾਉਣਾ ਚਾਹੁੰਦੇ ਹਾਂ। ਇਸ ਨੂੰ ਦੋਨਾਂ ਵਿਚੋਂ ਕਿਸੇ ਇੱਕ ਖਾਲੀ ਥਾਂ ਵਿੱਚ ਜੋੜਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਦੂਸਰੀ ਖਾਲੀ ਥਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਇੱਕ ਮਿਆਰੀ ਗਿਆਤ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ S ਜੋੜਦੇ ਹਾਂ। ਜੌਕੀ ਨੂੰ ਤਾਰ ਤੇ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ D ਜੋ ਕਿ ਸਿਰੇ A ਤੋਂ l cm ਦੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਹੈ, ਸਪਰਸ਼ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਜੌਕੀ ਨੂੰ ਤਾਰ ਦੇ ਨਾਲ ਨਾਲ ਸਰਕਾ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਤਾਰ ਦੇ AD ਭਾਗ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ $R_{cm}l$ ਹੈ ਜਿਥੇ R_{cm} ਤਾਰ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਈ cm ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਹੈ। ਇੰਸ ਪ੍ਰਕਾਰ DC ਭਾਗ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ R_{cm} (100-l) ਹੈ।

ਚਾਰ ਭੁਜਾਵਾਂ AB, BC, DA ਅਤੇ CD [ਜਿਹਨਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਕ੍ਰਮਵਾਰ R, S, $R_{cm}\,l$ ਅਤੇ R_{cm}(100-l) ਹਨ] ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ AC ਬੈਟਰੀ ਭੁਜਾ ਅਤੇ BD ਗੈਲਵੈਨੋਮੀਟਰ ਭੁਜਾ ਦੇ ਨਾਲ ਇੱਕ ਵ੍ਹੀਟਸਟੋਨ ਬ੍ਰਿਜ ਦਾ ਨਿਰਮਾਣ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਜੇ ਜੌਕੀ ਨੂੰ ਤਾਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਨਾਲ-ਨਾਲ ਸਰਕਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇੱਕ ਸਥਾਨ (ਸੰਤੁਲਨ ਬਿੰਦੂ) ਅਜਿਹਾ ਆਵੇਗਾ ਜਿਥੇ ਗੈਲਵੈਨੋਮੀਟਰ ਕੋਈ ਕਰੰਟ ਨਹੀਂ ਦਰਸਾਏਗਾ। ਮੰਨ ਲਉ ਕਿ ਸੰਤੁਲਨ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਸਿਰੇ ਤੋਂ ਜੌਕੀ ਦੀ ਦੂਰੀ $l = l_1$ ਹੈ। ਤਾਂ ਸੰਤੁਲਨ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬ੍ਰਿਜ ਦੇ ਚਾਰ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਾਂ ਦੇ ਮਾਨ R, S, $R_{cm}\,l_1$ ਅਤੇ $R_{cm}(100-l_1)$ ਹਨ। ਸੰਤੁਲਨ ਸ਼ਰਤ ਦੇ ਲਈ ਸਮੀਕਰਨ [3.83(a)] ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ

$$\frac{R}{S}=\frac{R_{cm}\,l_1}{R_{cm}\,(100-l_1)}=\frac{l_1}{100-l_1} \qquad (3.85)$$

ਇਸਲਈ ਜਿਵੇਂ ਹੀ ਅਸੀਂ l_1 ਦਾ ਮਾਨ ਪਤਾ ਕਰਦੇ ਹਾਂ, ਮਿਆਰੀ ਗਿਆਤ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ S ਦੇ ਪਦਾਂ ਵਿੱਚ ਅਗਿਆਤ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ R ਦਾ ਮਾਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ

$$R=S\,\frac{l_1}{100-l_1} \qquad (3.86)$$

S ਦੇ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਮਾਨਾਂ ਦੀ ਚੋਣ ਕਰਨ ਤੇ ਅਸੀਂ l_1 ਦੇ ਵੱਖ ਵੱਖ ਮਾਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਅਤੇ ਹਰ ਵਾਰ R ਦਾ ਪਤਾ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਬੇਸ਼ਕ l_1 ਦੇ ਮਾਪਣ ਵਿੱਚ ਤਰੁੱਟੀ ਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ R ਵਿਚ ਤਰੁੱਟੀ ਆ ਜਾਵੇਗੀ। ਇਹ ਦਿਖਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ ਸੰਤੁਲਨ ਬਿੰਦੂ ਨੂੰ ਬ੍ਰਿਜ ਦੇ ਤਾਰ ਦੇ ਮੱਧ ਦੇ ਨੇੜੇ ਅਰਥਾਤ l_1 ਨੂੰ 50 cm ਦੇ ਨੇੜੇ ਰਖਕੇ ਸਮਾਯੋਜਨ ਕਰਨ ਨਾਲ (ਇਸ ਦੇ ਲਈ S ਦੀ ਉਚਿਤ ਚੋਣ ਕਰਨੀ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ) R ਵਿਚ ਪ੍ਰਤੀਸ਼ਤ ਤਰੁੱਟੀ ਨੂੰ ਘਟ ਤੋਂ ਘੱਟ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 3.9

ਉਦਾਹਰਨ 3.9 ਚਿੱਤਰ 3.27 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਗਏ ਮੀਟਰ ਬ੍ਰਿਜ ਵਿਚ ਬਿੰਦੂ A ਤੋਂ 33.7 cm ਦੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਸਿਫਰ ਬਿੰਦੂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। S ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਵਿੱਚ 12Ω ਦਾ ਇੱਕ ਹੋਰ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਸੰਯੋਜਿਤ ਕਰਨ ਤੇ ਸਿਫਰ ਬਿੰਦੂ 51.9 cm ਦੂਰੀ ਤੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। R ਅਤੇ S ਦੇ ਮਾਨ ਪਤਾ ਕਰੋ।

ਹੱਲ—ਪਹਿਲੇ ਸਿਫ਼ਰ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ :

$$\frac{R}{S}=\frac{33.7}{66.3} \qquad (3.87)$$

ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ S ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਵਿਚ 12Ω ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਸੰਯੋਜਿਤ ਕਰਨ ਤੇ ਕੁਲ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ S ਤੋਂ S_{eq} ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜਿਥੇ

$$S_{eq}=\frac{12S}{S+12}$$

ਅਤੇ ਨਵੇਂ ਸੰਤੁਲਨ ਪ੍ਰਤੀਬੰਧ ਤੋਂ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ

$$\frac{51.9}{48.1}=\frac{R}{S_{eq}}=\frac{R(S+12)}{12S} \qquad (3.88)$$

ਸਮੀਕਰਨ (3.87) ਤੋਂ R/S ਦਾ ਮਾਨ ਰੱਖਣ ਤੇ

$$\frac{51.9}{48.1}=\frac{S+12}{12}\,\mathrm{g}\,\frac{33.7}{66.3}$$

S = 13.5Ω ਸਮੀਕਰਨ (3.87) ਵਿੱਚ S ਦਾ ਮਾਨ ਰੱਖਣ ਤੇ, R = 6.86 Ω.

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

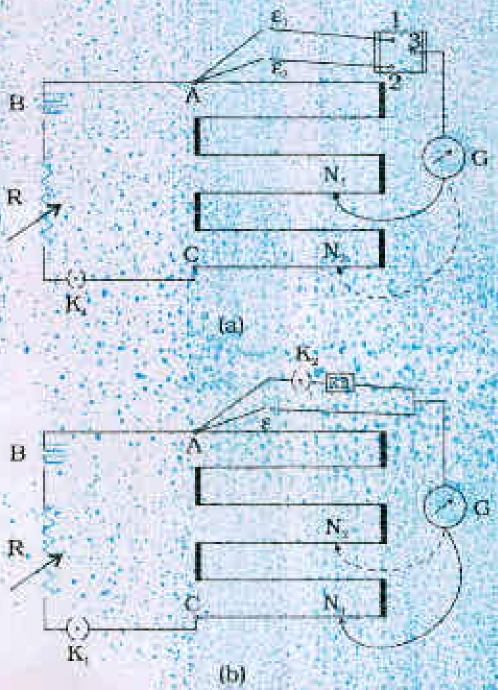
3.16 ਪੌਟੈਂਸ਼ਿਓਮੀਟਰ (POTENTIOMETER)

ਇਹ ਇੱਕ ਬਹੁਮੁਖੀ ਉਪਕਰਨ ਹੈ। ਮੌਲਿਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਹ ਇਕਸਮਾਨ ਤਾਰ ਦਾ ਇਕ ਲੰਬਾ ਟੁਕੜਾ ਹੈ, ਬਹੁਤੀ ਵਾਰ ਤਾਰ ਦੀ ਲੰਬਾਈ ਕੁਝ ਮੀਟਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਮਿਆਰੀ ਸੈਲ (B) ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਅਸਲ ਬਨਾਵਟ ਵਿਚ ਤਾਰ ਨੂੰ ਕਦੇ-ਕਦੇ ਨਾਲੋ-ਨਾਲ ਅਗਲ-ਬਗਲ ਰਖ ਕੇ ਕਈ ਟੁਕੜਿਆਂ ਵਿਚ ਕੱਟ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਇੱਕ ਮੋਟੀ ਧਾਤ ਦੀ ਪੱਤੀ ਜੋੜ ਦਿੱਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 3.28)। ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਤਾਰ A ਤੋਂ C ਤੱਕ ਫੈਲੀ ਹੋਈ ਹੈ। ਛੋਟਾ ਖੜ੍ਹਵਾਅ ਹਿਸਾ ਧਾਤ ਦੀ ਮੋਟੀ ਪੱਤੀ ਹੈ ਜੋ ਤਾਰ ਦੇ ਵੱਖ ਵੱਖ ਹਿੱਸਿਆਂ ਨੂੰ ਜੋੜਦੀ ਹੈ।

ਤਾਰ ਵਿੱਚੋਂ ਲੰਘ ਦੇ ਕੋਈ ਕਰੰਟ I ਵਗਦਾ ਹੈ ਜਿਸਨੂੰ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਕਰੰਟ ਨਿਯੰਤਰਕ ਦੁਆਰਾ ਬਦਲਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਤਾਰ ਇਕ ਸਮਾਨ ਹੈ ਇਸਲਈ ਅੰਤ A ਅਤੇ A ਤੋਂ l ਦੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਸਥਿਤ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ

$$\varepsilon(l)=\phi l \tag{3.89}$$

ਜਿਥੇ ϕ, ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਈ ਲੰਬਾਈ ਵੋਲਟੇਜ ਡ੍ਰਾਪ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 3.28 ਇੱਕ ਪੌਟੈਂਸ਼ਿਓਮੀਟਰ, G ਇੱਕ ਗੈਲਵੈਨੋਮੀਟਰ ਅਤੇ R ਇੱਕ ਕਰੰਟ ਨਿਯੰਤਰਕ ਹੈ। 1, 2, 3 ਦੋ ਮਾਰਗੀ ਕੁੰਜੀ ਦੇ ਸਿਰੇ ਹਨ। (a) ਦੋ ਸੈਲ ਦੇ ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਬਲਾਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਦੇ ਲਈ ਸਰਕਟ (b) ਸੈਲ ਦਾ ਅੰਤਰਿਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਗਿਆਤ ਕਰਨ ਲਈ ਸਰਕਟ।

ਚਿੱਤਰ 3.28 (a) ਦੋ ਸੈਲਾਂ ਦੇ ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਬਲ ε_1 ਅਤੇ ε_2 ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਦੇ ਲਈ ਪੁਟੈਂਸ਼ਿਓਮੀਟਰ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਦਿਖਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਬਿੰਦੂ 1, 2, 3 ਦੋ ਮਾਰਗੀ ਕੁੰਜੀ ਦੀ ਰਚਨਾ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਪਹਿਲਾਂ ਕੁੰਜੀ ਦੀ ਉਸ ਸਥਿਤੀ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੀਏ ਜਿਥੇ 1 ਅਤੇ 3 ਸੰਯੋਜਿਤ ਹਨ ਜਿਸ ਨਾਲ ਕਿ ਗੈਲਵੇਨੋਮੀਟਰ ε_1 ਨਾਲ ਜੁੜਿਆ ਹੈ। ਜੌਕੀ ਨੂੰ ਤਾਰ ਦੇ ਨਾਲ-ਨਾਲ ਉਦੋਂ ਤੱਕ ਸਰਕਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਤੱਕ A ਤੋਂ l_1 ਦੀ ਦੂਰੀ ਤੇ, ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ N_1 ਤੇ, ਗੈਲਵੇਨੋਮੀਟਰ ਵਿਚ ਕੋਈ ਵਿਚਲਨ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਬੰਦ ਲੂਪ AN_1G31A ਤੇ ਕਿਰਚੋਫ ਦਾ ਨਿਯਮ ਲਾਗੂ ਕਰਨ ਤੇ ਅਸੀਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ

$$\phi\, l_1 + 0 - \varepsilon_1 = 0 \tag{3.90}$$

ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜੇ ਦੂਸਰੇ ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਬਲ ε_2 ਦੇ ਲਈ ਤਾਰ ਦੀ ਲੰਬਾਈ $(AN_2) = l_2$ ਤੇ ਸੰਤੁਲਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ

$$\phi\, l_2 + 0 - \varepsilon_2 = 0 \tag{3.91}$$

ਪਿਛਲੇ ਦੋ ਸਮੀਕਰਨਾਂ ਤੋਂ

$$\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}=\frac{l_1}{l_2} \tag{3.92}$$

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀ ਸਰਲ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਵਿਵਸਥਾ ਤੋਂ ਦੋ ਸ੍ਰੋਤਾਂ $(\varepsilon_1, \varepsilon_2)$ ਦੇ ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਬਲ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਵਿਵਹਾਰ ਵਿਚ, ਦੋਨਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਇੱਕ ਸੈਲ ਦੀ ਚੋਣ ਮਿਆਰੀ ਸੈਲ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਮਿਆਰੀ ਸੈਲ ਦਾ, ਜਿਸਦਾ ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਬਲ ਉੱਚ ਕੋਟੀ ਦੀ ਸ਼ੁਧਦਾ ਨਾਲ ਪਤਾ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਤਾਂ ਸਮੀਕਰਨ (3.92) ਤੋਂ ਦੂਸਰੇ ਸੈਲ ਦੇ ਬਿਜਲਈ ਵਾਹਕ ਬਲ ਨੂੰ ਆਸਾਨੀ ਨਾਲ ਪਤਾ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਪੋਟੈਂਸ਼ਿਓਮੀਟਰ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਕਿਸੇ ਸੈਲ ਦੇ ਅੰਤਰਿਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਦੇ ਮਾਪਣ ਦੇ ਲਈ ਵੀ ਵਰਤ ਸਕਦੇ ਹਾਂ [ਚਿੱਤਰ 3.28 (b)]। ਇਸਦੇ ਲਈ ਸੈਲ (emf ε), ਜਿਸਦਾ ਅੰਤਰਿਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ (r) ਗਿਆਤ ਕਰਨਾ ਹੈ, ਨੂੰ ਇੱਕ ਕੁੰਜੀ K_2 ਨੂੰ ਖੁਲਾ ਰੱਖ ਕੇ, ਲੰਬਾਈ $AN_1 = l_1$ ਤੇ ਸੰਤੁਲਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਤਾਂ,

$$\varepsilon = \phi\, l_1 \tag*{[3.93(a)]}$$

ਜਦੋਂ K_2 ਨੂੰ ਬੰਦ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਸੈਲ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਬੌਕਸ (R) ਤੋਂ ਹੋਕੇ ਇੱਕ ਕਰੰਟ I ਭੇਜਦਾ ਹੈ। ਜੇ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

V ਸੈਲ ਦਾ ਟਰਮੀਨਲ ਪੁਟੈਂਸਲ ਅੰਤਰ ਹੈ ਅਤੇ ਸੰਤੁਲਨ ਬਿੰਦੂ ਲੰਬਾਈ $AN_2 = l_2$ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ,

$$V = \phi\, l_2 \qquad [3.93(b)]$$

ਇਸ ਲਈ ਅਸੀਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ $\varepsilon/V = l_1/l_2$ [3.94(a)]

ਪਰ $\varepsilon = I\,(r + R)$ ਅਤੇ $V = IR$. ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ

$$\varepsilon/V = (r+R)/R \qquad [3.94(b)]$$

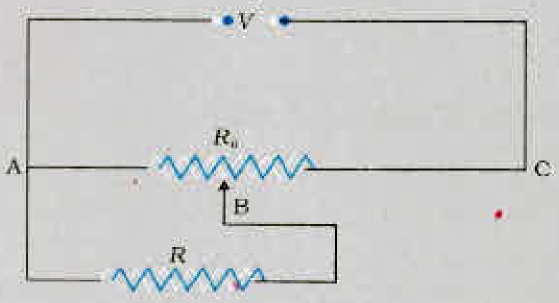
ਸਮੀਕਰਨ [3.94(a)] ਅਤੇ [3.94(b)] ਤੋਂ ਅਸੀਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ

$$(R+r)/R = l_1/l_2$$

$$r = R\left(\frac{l_1}{l_2} - 1\right) \qquad (3.95)$$

ਸਮੀਕਰਨ (3.95) ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ ਅਸੀਂ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਸੈਲ ਦੇ ਅੰਤਰਿਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਗਿਆਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਪੋਟੈਂਸ਼ਿਓਮੀਟਰ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਨ ਦਾ ਇੱਕ ਲਾਭ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਮਾਪੇ ਜਾ ਰਹੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਸ੍ਰੋਤ ਨਾਲ ਕੋਈ ਕਰੰਟ ਪ੍ਰਾਪਤ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸਲਈ ਇਸ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤੇ ਗਏ ਮਾਪ ਸ੍ਰੋਤ ਦੇ ਅੰਤਰਿਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੇ।

ਉਦਾਹਰਨ 3.10 $R\,\Omega$ ਦਾ ਕੋਈ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਇੱਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਇੱਕ ਪੋਟੈਂਸ਼ਿਓਮੀਟਰ ਨਾਲ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਪੋਟੈਂਸ਼ਿਓਮੀਟਰ ਦਾ ਕੁੱਲ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ $R_0\,\Omega$ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 3.29)। ਪੋਟੈਂਸ਼ਿਓਮੀਟਰ ਨੂੰ ਵੋਲਟੇਜ V ਦੀ ਸਪਲਾਈ ਕੀਤੀ ਗਈ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਸਲਾਈਡਿੰਗ ਸੰਪਰਕ ਪੋਟੈਂਸ਼ਿਓਮੀਟਰ ਦੇ ਤਾਰ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਹੋਵੇ ਤਾਂ R ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਵੋਲਟੇਜ ਦੇ ਲਈ ਵਿਅੰਜਕ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰੋ।



ਚਿੱਤਰ 3.29

ਹੱਲ ਜਦੋਂ ਜੌਕੀ ਪੋਟੈਂਸ਼ਿਓਮੀਟਰ ਦੀ ਤਾਰ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਹਨ ਤਾਂ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀ ਅੱਧੀ ਲੰਬਾਈ ਦਾ ਕੁੱਲ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ $(R_0/2)$ ਹੋਵੇਗਾ। ਹੁਣ ਕਿਉਂਕਿ A ਅਤੇ B ਦੇ ਵਿਚ R_0 ਅਤੇ R ਸਮਾਂਤਰ ਵਿਚ ਹਨ, ਇਸ ਲਈ ਉਹਨਾਂ ਵਿਚ ਦਾ ਤੁੱਲ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ R_1 ਬਿੰਦੂਆਂ A ਅਤੇ B ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਸਿਰਫ ਉਸਦੇ ਅੱਧੇ ਵਿਚ ਦਾ ਕੁੱਲ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ $(R_0/2)$ ਹੋਵੇਗਾ। R_1 ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਵਿਅੰਜਕ ਦੁਆਰਾ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇਗਾ।

$$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{R} + \frac{1}{(R_0/2)}$$

$$R_1 = \frac{R_0 R}{R_0 + 2R}$$

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ A ਅਤੇ C ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਕੁੱਲ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ A ਅਤੇ B ਦੇ ਵਿਚ ਅਤੇ B ਅਤੇ C ਦੇ ਵਿਚ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਦੇ ਜੋੜ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੋਵੇਗਾ, ਅਰਥਾਤ $R_1 + R_0/2$ ਹੋਵੇਗਾ

∴ ਪੋਟੈਂਸ਼ਿਓਮੀਟਰ ਵਿਚੋਂ ਲੰਘਦਾ ਕਰੰਟ ਹੋਵੇਗਾ

$$I = \frac{V}{R_1 + R_0/2} = \frac{2V}{2R_1 + R_0}$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਉਦਾਹਰਨ 3.10

ਪੋਟੈਂਸ਼ਿਓਮੀਟਰ ਤੋਂ ਲਈ ਗਈ ਵੋਲਟੇਜ V_1 ਕਰੰਟ I ਅਤੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ R_1 ਦੇ ਗੁਣਨਫਲ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

$$V_1 = I R_1 = \left(\frac{2V}{2R_1 + R_0}\right) \times R_1$$

R_1 ਦਾ ਮਾਨ ਰੱਖਣ ਤੇ ਹੇਠ ਲਿਖਿਆ ਮਾਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ

$$V_1 = \frac{2V}{2\left(\frac{R_0 \times R}{R_0 + 2R}\right) + R_0} \times \frac{R_0 \times R}{R_0 + 2R}$$

$$V_1 = \frac{2VR}{2R + R_0 + 2R}$$

ਜਾਂ $$V_1 = \frac{2VR}{R_0 + 4R}$$

ਸਾਰ (SUMMARY)

1. ਕਿਸੇ ਚਾਲਕ ਦੇ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਖੇਤਰਫਲ ਵਿਚੋਂ ਲੰਘਦਾ ਕਰੰਟ *(Current)* ਉਸ ਖੇਤਰਫਲ ਤੋਂ ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਈ ਸਮੇਂ ਵਿਚ ਲੰਘਣ ਵਾਲਾ ਨੇਟ ਚਾਰਜ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।
2. ਇਕ ਸਥਾਈ ਕਰੰਟ ਬਣਿਆ ਰਹੇ ਇਸ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਇੱਕ ਬੰਦ ਸਰਕਟ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿਚ ਇਕ ਬਾਹਰੀ ਸ੍ਰੋਤ ਬਿਜਲਈ ਚਾਰਜ ਨੂੰ ਨਿਮਨ ਤੋਂ ਉੱਚ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਵਲ ਭੇਜਦਾ ਹੈ। ਚਾਰਜ ਨੂੰ ਨਿਮਨ ਤੋਂ ਉੱਚ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ (ਅਰਥਾਤ ਸ੍ਰੋਤ ਦੇ ਇੱਕ ਟਰਮੀਨਲ ਤੋਂ ਦੂਸਰੇ ਤੱਕ) ਵਲ ਲੈ ਜਾਣ ਵਿੱਚ ਸ੍ਰੋਤ ਦੁਆਰਾ ਇਕਾਈ ਚਾਰਜ ਤੇ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕਾਰਜ ਸ੍ਰੋਤ ਦਾ ਬਿਜਲਈ ਵਾਹਕ ਬਲ *(electro motive force)* ਜਾਂ *emf* ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ emf ਇਕ ਬਲ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਬਲਕਿ ਇਹ ਖੁਲੇ ਸਰਕਟ ਵਿਚ ਸ੍ਰੋਤ ਦੇ ਦੋਨੋਂ ਟਰਮੀਨਲਾਂ ਦੇ ਵਿਚ ਵੋਲਟੇਜ ਦਾ ਅੰਤਰ ਹੈ।
3. *ਓਹਮ ਦਾ ਨਿਯਮ* : ਕਿਸੇ ਚਾਲਕ ਵਿਚੋਂ ਵਗਦਾ ਕਰੰਟ I ਉਸਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਵਿਚ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ V ਦੇ ਸਿੱਧਾ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੈ ਅਰਥਾਤ $V \propto I$ ਜਾਂ $V = RI$, ਜਿਥੇ R ਨੂੰ ਚਾਲਕ ਦਾ *ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ (Resistance)* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਦਾ ਮਾਤਰਕ ਓਹਮ ਹੈ— $1\Omega = 1 \text{ V A}^{-1}$.
4. ਚਾਲਕ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ R, ਦੀ ਨਿਰਭਰਤਾ ਇਸਦੀ ਲੰਬਾਈ l ਅਤੇ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਕ੍ਰਾਸ ਸੈਕਸ਼ਨਲ ਖੇਤਰਫਲ A ਤੇ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਅਨੁਸਾਰ ਹੈ

   $$R = \frac{\rho l}{A}$$

   ਜਿਥੇ ρ, ਨੂੰ *ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ (resistivity)* ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਪਦਾਰਥ ਦਾ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਗੁਣ ਹੈ ਅਤੇ ਤਾਪਮਾਨ ਅਤੇ ਦਬਾਉ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਹੈ।
5. ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੀ ਬਿਜਲਈ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ ਵਿਸਤਾਰਿਤ ਰੇਂਜ ਵਿਚ ਬਦਲ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਧਾਤਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ ਘਟ (10^{-8} Ωm ਤੋਂ 10^{-6} Ωm ਰੇਂਜ ਵਿਚ) ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਬਿਜਲੀ ਰੋਧੀ ਪਦਾਰਥ ਜਿਵੇਂ ਕੱਚ ਜਾਂ ਰਬੜ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ 10^{22} ਤੋਂ 10^{24} ਗੁਣਾਂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਲਾਗਰਿਥਮਿਕ ਪੈਮਾਨੇ ਤੇ, ਅਰਧਚਾਲਕਾਂ ਜਿਵੇਂ Si ਅਤੇ Ge ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ ਉਸਦੇ ਵਿਚਕਾਰਲੀ ਰੇਂਜ ਵਿਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।
6. ਵਧੇਰੇ ਪਦਾਰਥਾਂ ਵਿਚ ਕਰੰਟ ਦੇ ਵਾਹਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਕੁਝ ਸਥਿਤੀਆਂ ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ, ਆਇਨੀ ਕ੍ਰਿਸਟਲਾਂ ਅਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲੀਟਿਕ ਘੋਲ, ਵਿਚ ਕਰੰਟ ਵਗਣ ਲਈ ਜ਼ਿੰਮੇਵਾਰ ਧਨ ਆਇਨ ਅਤੇ ਰਿਣ ਆਇਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।
7. *ਕਰੰਟ ਘਣਤਾ (Current density)* $\mathbf{j}$ ਪ੍ਰਤੀ ਸੈਕੰਡ ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਈ ਵਗਣ ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ, ਖੇਤਰਫਲ ਵਿਚੋਂ ਵਗਦੇ ਚਾਰਜਾਂ ਦੀ ਮਾਤਰਾ ਦਿੰਦਾ ਹੈ

   $\mathbf{j} = nq\,\mathbf{v}_d$

   ਜਿਥੇ n ਚਾਰਜ ਵਾਹਕਾਂ, ਜਿਹਨਾਂ ਵਿਚ ਹਰੇਕ ਦਾ ਚਾਰਜ q ਹੈ, ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਘਣਤਾ (ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਈ ਆਇਤਨ ਵਿਚ ਸੰਖਿਆ) ਅਤੇ ਚਾਰਜ ਵਾਹਕਾਂ ਦਾ *ਡ੍ਰਿਫਟ ਵੇਗ* $\mathbf{v}_d$ ਹੈ। ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਲਈ $q = e$ ਹੈ। ਜੇ $\mathbf{j}$ ਇਕ ਕ੍ਰਾਸ ਸੈਕਸ਼ਨ $\mathbf{A}$ ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ ਹੈ ਅਤੇ ਖੇਤਰਫਲ ਤੇ ਇਕਸਮਾਨ ਹੈ ਤਾਂ ਖੇਤਰਫਲ ਵਿਚ ਕਰੰਟ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ I $(= nev_d A)$ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

8. $E = V/l$, $I = nev_d A$. ਅਤੇ ਓਹਮ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਦੇ ਹੋਏ ਨਿਮਨ ਵਿਅੰਜਕ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

$$\frac{eE}{m} = \rho \frac{ne^2}{m} v_d$$

ਜੇ ਅਸੀਂ ਮੰਨ ਲਈਏ ਕਿ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਧਾਤ ਦੇ ਆਇਨਾਂ ਨਾਲ ਟੱਕਰਾਂ ਕਰਦੇ ਹਨ ਜੋ ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਕੋਈ ਵੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਵਿਖੇਪਿਤ ਕਰ ਦਿੰਦੀਆਂ ਹਨ ਤਾਂ ਬਾਹਰੀ ਬਲ E ਦੇ ਕਾਰਨ ਧਾਤ ਵਿਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਤੇ ਲਗਣ ਵਾਲੇ ਬਲ eE ਅਤੇ ਡ੍ਰਿਫਟ ਵੇਗ v_d (ਪ੍ਰਵੇਗ ਨਹੀਂ) ਵਿਚ ਅਨੁਪਾਤਿਕਤਾ ਨੂੰ ਸਮਝਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਅਜਿਹੀਆਂ ਟੱਕਰਾਂ ਔਸਤ ਸਮਾਂ ਅੰਤਰਾਲ τ ਵਿਚ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਤਾਂ

$$v_d = a\tau = eE\tau/m$$

ਜਿਥੇ a ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਪ੍ਰਵੇਗ ਹੈ। ਇਸਲਈ

$$\rho = \frac{m}{ne^2\tau}$$

9. ਉਸ ਤਾਪਮਾਨ ਰੇਂਜ ਜਿਸ ਵਿਚ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ ਤਾਪਮਾਨ ਦੇ ਨਾਲ ਰੇਖੀ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵੱਧਦੀ ਹੈ, *ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ ਦੇ ਤਾਪ ਗੁਣਾਂਕ* α ਨੂੰ ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਈ ਤਾਪਮਾਨ ਵਾਧੇ ਨਾਲ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ ਵਿਚ ਭਿੰਨਾਤਮਕ ਵਾਧੇ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

10. ਓਹਮ ਤੇ ਨਿਯਮ ਦਾ ਪਾਲਨ ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਪਦਾਰਥ ਕਰਦੇ ਹਨ ਪਰੰਤੂ ਇਹ ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ ਦਾ ਮੂਲਭੂਤ ਨਿਯਮ ਨਹੀਂ ਹੈ ਇਹ ਅਸਫਲ ਹੈ ਜੇ

    (a) V ਅਰੇਖੀ ਰੂਪ ਵਿਚ I ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਹੈ।

    (b) V ਦੇ ਉਸੇ ਪਰਮ ਮਾਨ ਦੇ ਲਈ V ਅਤੇ I ਵਿਚ ਸੰਬੰਧ V ਦੇ ਚਿੰਨ੍ਹ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਹੈ।

    (c) V ਅਤੇ I ਵਿਚ ਸੰਬੰਧ ਵਿਲੱਖਣ ਨਹੀਂ ਹੈ।

    (a) ਦਾ ਇੱਕ ਉਦਾਹਰਨ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਜਦੋਂ ρ, I ਦੇ ਨਾਲ ਵਧਦਾ ਹੈ (ਜੇ ਤਾਪਮਾਨ ਨੂੰ ਸਥਿਰ ਰੱਖਦੇ ਹਾਂ) ਇਕ ਰੇਕਟੀਫਾਈਅਰ (rectifier) (a) ਅਤੇ (b) ਲਛਣਾਂ ਨੂੰ ਸੰਯੋਜਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। GaAs (c) ਲਛਣ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ।

11. ਜਦੋਂ ε ਬਿਜਲਈ ਵਾਹਕ ਬਲ ਦੇ ਇੱਕ ਸ੍ਰੋਤ ਨੂੰ ਬਾਹਰੀ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ R ਵਿਚ ਸੰਯੋਜਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ R ਤੇ ਵੋਲਟੇਜ $V_{\text{ਬਾਹਰੀ}}$ ਨਿਮਨ ਦੁਆਰਾ ਦਿੱਤੀ ਜਾਂਦਾ ਹੈ

$$V_{\text{ਬਾਹਰੀ}} = IR = \frac{\varepsilon}{R+r}R$$

ਜਿਥੇ r, ਸ੍ਰੋਤ ਦਾ ਅੰਤਰਿਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਹੈ।

12. (a) ਲੜੀ ਵਧ ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਜੁੜੇ n ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਾਂ ਦਾ ਕੁਲ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ R

$$R = R_1 + R_2 + \ldots\ldots + R_n$$

    (b) ਸਮਾਂਤਰ ਵਿਚ ਜੁੜੇ n ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਾਂ ਦਾ ਕੁਲ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ R

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \ldots\ldots + \frac{1}{R_n}$$

    ਦੁਆਰਾ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ

13. ਕਿਰਚੋਫ ਦੇ ਨਿਯਮ—

    (a) *ਪਹਿਲਾ ਨਿਯਮ (ਜੰਕਸ਼ਨ ਨਿਯਮ)* : ਸਰਕਟ ਦੇ ਘਟਕਾਂ ਦੇ ਕਿਸੇ ਜੰਕਸ਼ਨ ਤੇ ਆ ਰਹੇ ਕਰੰਟ ਦਾ ਜੋੜ, ਆਉਟਪੁਟ ਕਰੰਟਾਂ ਦੇ ਜੋੜ ਦੇ ਤੁੱਲ ਹੋਣੇ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ।

    (b) *ਦੂਸਰਾ ਨਿਯਮ (ਲੂਪ ਨਿਯਮ)* : ਕਿਸੇ ਬੰਦ ਲੂਪ ਦੇ ਚਾਰੋਂ ਪਾਸੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਵਿਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਦਾ ਬੀਜਗਣਿਤਕ ਜੋੜ ਸਿਫਰ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ।

14. ਵ੍ਹੀਟਸਟੋਨ ਬ੍ਰਿਜ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਪਾਠ ਪੁਸਤਕ ਵਿਚ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ, ਚਾਰ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਾਂ – R_1, R_2, R_3, R_4 ਦੀ ਵਿਵਸਥਾ ਹੈ ਅਤੇ ਸਿਫਰ ਵਿਖੇਪ ਅਵਸਥਾ ਵਿਚ

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$$

ਹੋਵੇਗਾ। ਜੇ ਤਿੰਨ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਪਤਾ ਹੋਣ ਤਾਂ ਚੌਥੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਦਾ ਮਾਨ ਪਤਾ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

15. *ਪੋਟੈਂਸ਼ਿਓਮੀਟਰ* ਪੁਟੈਂਸ਼ਲਾਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਕਰਨ ਵਾਲੀ ਇੱਕ ਯੁਕਤੀ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਇਸ ਵਿਧੀ ਵਿਚ ਕੋਈ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਕਰੰਟ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਨਾ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਸਥਿਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਇਹ ਯੁਕਤੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਮਾਪਣ; ਕਿਸੇ ਸੈਲ ਦਾ ਅੰਤਰਿਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਮਾਪਣ ਅਤੇ ਦੋ ਸ੍ਰੋਤਾਂ ਦੇ ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਬਲਾਂ emf ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਕਰਨ ਲਈ ਇਸਤੇਮਾਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਭੌਤਿਕ ਰਾਸ਼ੀ Physical Quantity	ਸੰਕੇਤ Symbol	ਵਿਮ Dimensions	ਇਕਾਈ Unit	ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਕਥਨ Remark
ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ (Electric current)	I	[A]	A	SI ਆਧਾਰੀ ਮਾਤਰਕ
ਚਾਰਜ (Charge)	Q, q	[T A]	C	
ਵੋਲਟੇਜ, ਬਿਜਲਈ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ (Voltage, Electric potential difference)	V	$[M\,L^2\,T^{-3}\,A^{-1}]$	V	ਕਾਰਜ/ਚਾਰਜ
ਬਿਜਲਈ ਵਾਹਕ ਬਲ (Electromotive force)	ε	$[M\,L^2\,T^{-3}\,A^{-1}]$	V	ਕਾਰਜ/ਚਾਰਜ
ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ (Resistance)	R	$[M\,L^2\,T^{-3}\,A^{-2}]$	Ω	$R = V/I$
ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ (Resistivity)	ρ	$[M\,L^3\,T^{-3}\,A^{-2}]$	Ω m	$R = \rho l/A$
ਬਿਜਲਈ ਚਾਲਕਤਾ (Electrical conductivity)	σ	$[M^{-1}\,L^{-3}\,T^{3}\,A^{2}]$	S	$\sigma = 1/\rho$
ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ (Electric field)	**E**	$[M\,L\,T^{-3}\,A^{-1}]$	V m^{-1}	$\frac{\text{ਬਿਜਲਈ ਬਲ}}{\text{ਚਾਰਜ}}$
ਡ੍ਰਿਫਟ ਵੇਗ (Drift speed)	v_d	$[L\,T^{-1}]$	m s^{-1}	$v_d = \frac{e E \tau}{m}$
ਰਿਲੇਕਸੇਸ਼ਨ ਸਮਾਂ (Relaxation time)	τ	[T]	s	
ਕਰੰਟ ਘਣਤਾ (Current density)	**j**	$[L^{-2}\,A]$	A m^{-2}	ਕਰੰਟ/ਖੇਤਰਫਲ
ਗਤੀਸ਼ੀਲਤਾ (Mobility)	μ	$[M\,L^3\,T^{-4}\,A^{-1}]$	m^{2}V^{-1}s^{-1}	v_d / E

ਵਿਚਾਰਣਯੋਗ ਵਿਸ਼ੇ (POINTS TO PONDER)

1. ਕਰੰਟ ਇੱਕ ਸਕੇਲਰ ਰਾਸ਼ੀ ਹੈ ਬੇਸ਼ਕ ਅਸੀਂ ਕਰੰਟ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਨੂੰ ਸਰਕਟ ਵਿਚ ਤੀਰ ਨਾਲ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਾਂ। ਕਰੰਟ ਸਦਿਸ਼ ਜੋੜ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦਾ ਪਾਲਨ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ। ਕਰੰਟ ਇੱਕ ਅਦਿਸ਼ ਹੈ, ਇਸ ਨੂੰ ਇਸਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਤੋਂ ਵੀ ਸਮਝ ਸਕਦੇ ਹਾਂ : ਕਿਸੇ ਕ੍ਰਾਸ ਸੈਕਸ਼ਨ ਵਿਚੋਂ ਲੰਘਦੇ ਕਰੰਟ I ਨੂੰ ਦੋ ਸਦਿਸ਼ਾਂ ਦੇ ਅਦਿਸ਼ ਗੁਣਨਫਲ ਦੁਆਰਾ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ

   $$I = \mathbf{j} \cdot \Delta \mathbf{S}$$

   ਜਿਥੇ **j** ਅਤੇ Δ**S** ਸਦਿਸ਼ ਹਨ।

2. ਪਾਠ ਵਿਚ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਅਤੇ ਕਿਸੇ ਡਾਇਓਡ ਦੇ V-I ਵਕ੍ਰ ਤੇ ਧਿਆਨ ਦਿਓ। ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਓਹਮ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦਾ ਪਾਲਨ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂਕਿ ਡਾਇਓਡ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਕਹਿਣਾ ਕਿ $V = IR$ ਓਹਮ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦਾ ਕਥਨ ਹੈ, ਸਚ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਇਹ ਸਮੀਕਰਨ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਨੂੰ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਨੂੰ ਸਾਰੀਆਂ ਚਾਲਕ ਯੁਕਤੀਆਂ ਵਿਚ ਵਰਤਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਚਾਹੇ ਉਹ ਓਹਮ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦਾ ਪਾਲਨ ਕਰਦੀ ਹੈ ਜਾਂ ਨਹੀਂ। ਓਹਮ ਦਾ ਨਿਯਮ ਦਾਵਾ ਕਰਦਾ ਹੈ ਕਿ V ਅਤੇ I ਦੇ ਵਿਚ ਗ੍ਰਾਫ ਰੇਖੀ ਹੈ ਅਰਥਾਤ R, V ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਓਹਮ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦਾ ਸਮੀਕਰਨ

   $$\mathbf{E} = \rho \mathbf{j}$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਓਹਮ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦੇ ਦੂਸਰੇ ਕਥਨ ਵਲ ਲੈ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਅਰਥਾਤ ਕੋਈ ਚਾਲਕ ਪਦਾਰਥ ਓਦੋਂ ਹੀ ਓਹਮ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦਾ ਪਾਲਨ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਉਸ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ ਲਗਾਏ ਗਏ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ ਅਤੇ ਦਿਸ਼ਾ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀ ਕਰਦੀ।

3. ਸਮਅੰਗੀ ਚਾਲਕ ਜਿਵੇਂ ਸਿਲਵਰ ਜਾਂ ਅਰਧਚਾਲਕ ਜਿਵੇਂ ਸ਼ੁਧ ਜਰਮੇਨੀਅਮ ਜਾਂ ਅਸ਼ੁਧੀ ਵਾਲਾ ਜਰਮੇਨੀਅਮ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਮਾਨ ਦੀ ਕੁਝ ਰੇਂਜ ਵਿਚ ਓਹਮ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦਾ ਪਾਲਨ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਜੇ ਖੇਤਰ ਬਹੁਤ ਪ੍ਰਬਲ ਹੋ ਤਾਂ ਸਾਰੀਆਂ ਉਦਾਹਰਨਾਂ ਵਿਚ ਓਹਮ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦਾ ਪਾਲਨ ਨਹੀਂ ਹੋਵੇਗਾ।

4. ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ **E** ਵਿਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਗਤੀ (i) ਕਿਸੇ ਵੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਟੱਕਰਾਂ ਦੇ ਕਾਰਨ (ii) **E** ਦੇ ਕਾਰਨ ਪੈਦਾ ਗਤੀਆਂ ਦੇ ਜੋੜ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ। ਜਿਸ ਕਿਸ ਵੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਟੱਕਰਾਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਗਤੀ ਦਾ ਔਸਤ ਸਿਫਰ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ v_d (ਡ੍ਰਿਫਟ ਵੇਗ) ਵਿੱਚ ਯੋਗਦਾਨ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ (ਦੇਖੋ ਪਾਠ 11, ਕਲਾਸ XI ਦੀ ਪਾਠ ਪੁਸਤਕ)। ਇਸ਼ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਡ੍ਰਿਫਟ ਵੇਗ v_d ਸਿਰਫ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਤੇ ਲਗਾਏ ਗਏ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੀ ਹੈ।

5. ਸੰਬੰਧ $\mathbf{j} = \rho\,\mathbf{v}$ ਹਰੇਕ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਚਾਰਜ ਵਾਹਕ ਤੇ ਵੱਖੋ ਵੱਖ ਵਰਤਿਆ ਜਾਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਚਾਲਕ ਤਾਰ ਵਿਚ ਕੁੱਲ ਕਰੰਟ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਘਣਤਾ ਧਨ ਅਤੇ ਰਿਣ ਦੋਨੋਂ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਚਾਰਜਾਂ ਤੋਂ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ

   $\mathbf{j} = \rho_+ \mathbf{v}_+ + \rho_- \mathbf{v}_-$

   ਇੱਕ ਉਦਾਸੀਨ ਤਾਰ ਜਿਸ ਵਿਚ ਕਰੰਟ ਲੰਘ ਰਿਹਾ ਹੈ, ਵਿਚ

   $\rho_+ = -\rho_-$

   ਇਸਤੋਂ ਇਲਾਵਾ $v_+ \sim 0$ ਹੈ ਜਿਸਦੇ ਕਾਰਨ ਅਸੀਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ

   $\rho = 0$

   $\mathbf{j} = \rho_-\,\mathbf{v}$

   ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸੰਬੰਧ $\mathbf{j} = \rho\,\mathbf{v}$ ਕੁਲ ਕਰੰਟ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ ਤੇ ਲਾਗੂ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ।

6. ਕਿਰਚੋਫ ਦਾ ਜੰਕਸ਼ਨ ਨਿਯਮ ਚਾਰਜ ਸੁਰਖਿਅਨ ਨਿਯਮ ਤੇ ਆਧਾਰਿਤ ਹੈ : ਕਿਸੇ ਜੰਕਸ਼ਨ ਤੇ ਆਉਟਪੁਟ ਕਰੰਟ ਦਾ ਜੋੜ ਜੰਕਸ਼ਨ ਤੇ ਆ ਰਹੇ ਕਰੰਟਾਂ ਦੇ ਜੋੜ ਦੇ ਤੁੱਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਤਾਰਾਂ ਨੂੰ ਮੋੜਨ ਜਾ ਮੁੜ ਵਿਵਸਥਿਤ ਕਰਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਕਿਰਚੋਫ ਦੇ ਜੰਕਸ਼ਨ ਨਿਯਮ ਦੀ ਮਾਨਤਾ ਨਹੀਂ ਬਦਲਦੀ।

ਅਭਿਆਸ (EXERCISES)

3.1 ਕਿਸੇ ਕਾਰ ਦੀ ਸਟੋਰੇਜ਼ ਬੈਟਰੀ ਦਾ ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਬਲ 12 V ਹੈ। ਜੇ ਬੈਟਰੀ ਦਾ ਅੰਤਰਿਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ 0.4 Ω ਹੋਵੇ, ਤਾਂ ਬੈਟਰੀ ਤੋਂ ਲਏ ਜਾਣ ਵਾਲੇ ਵੱਧ ਤੋਂ ਵੱਧ ਕਰੰਟ ਦਾ ਮਾਨ ਪਤਾ ਕਰੋ।

3.2 10 V ਬਿਜਲਈ ਵਾਹਕ ਬਲ ਵਾਲੀ ਬੈਟਰੀ ਜਿਸਦਾ ਅੰਤਰਿਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ 3 Ω ਹੈ, ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਨਾਲ ਜੁੜੀ ਹੈ। ਜੇ ਸਰਕਟ ਵਿਚ ਕਰੰਟ ਦਾ ਮਾਨ 0.5 A ਹੋਵੇ, ਤਾਂ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਕੀ ਹੈ? ਜਦੋਂ ਸਰਕਟ ਬੰਦ ਹੈ ਤਾਂ ਸੈਲ ਦੀ ਟਰਮੀਨਲ ਵੋਲਟੇਜ ਕੀ ਹੋਵੇਗੀ?

3.3 (a) 1 Ω, 2 Ω, ਅਤੇ 3 Ω ਦੇ ਤਿੰਨ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਲੜੀਵੱਧ ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਜੁੜੇ ਹਨ। ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਾਂ ਦੇ ਜੋੜ ਦਾ ਕੁਲ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਕੀ ਹੈ?

(b) ਜੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਾਂ ਦਾ ਸੰਯੋਜਨ ਕਿਸੇ 12 V ਦੀ ਬੈਟਰੀ ਜਿਸਦਾ ਅੰਤਰਿਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਨਿਗੁਣਾ ਹੈ, ਨਾਲ ਕੀਤਾ ਹੈ ਤਾਂ ਹਰੇਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਵੋਲਟੇਜ ਪਤਾ ਕਰੋ।

3.4 (a) 2 Ω, 4 Ω ਅਤੇ 5 Ω ਦੇ ਤਿੰਨ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਸਮਾਂਤਰ ਵਿਚ ਜੁੜੇ ਹਨ। ਸੰਯੋਜਨ ਦਾ ਕੁੱਲ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਕੀ ਹੋਵੇਗਾ?

(b) ਜੇ ਸੰਯੋਜਨ ਨੂੰ 20 V ਦੇ ਬਿਜਲਈ ਵਾਹਕ ਬਲ ਦੀ ਬੈਟਰੀ ਜਿਸਦਾ ਅੰਤਰਿਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਨਿਗੁਣਾ ਹੈ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਤਾਂ ਹਰੇਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਵਿਚੋਂ ਲੰਘਣ ਵਾਲੇ ਕਰੰਟ ਅਤੇ ਬੈਟਰੀ ਤੋਂ ਲਿਆ ਗਿਆ ਕੁੱਲ ਕਰੰਟ ਦਾ ਮਾਨ ਪਤਾ ਕਰੋ।

3.5 ਕਮਰੇ ਦੇ ਤਾਪਮਾਨ (27.0 °C) ਤੇ ਕਿਸੇ ਤਾਪਨ ਐਲੀਮੈਂਟ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ 100 Ω ਹੈ। ਜੇ ਤਾਪਨ ਐਲੀਮੈਂਟ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ 117 Ω ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਐਲੀਮੈਂਟ ਦਾ ਤਾਪਮਾਨ ਕੀ ਹੋਵੇਗਾ? ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਦੇ ਪਦਾਰਥ ਦਾ ਤਾਪ-ਗੁਣਾਂਕ 1.70×10^{-4} °C^{-1} ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

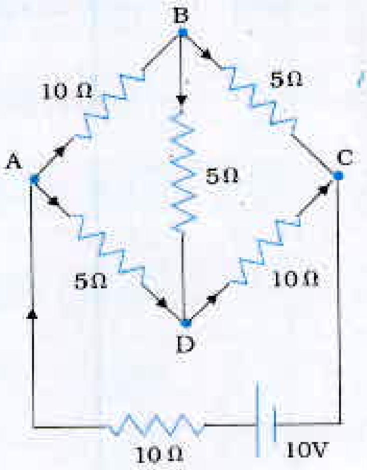
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

3.6 15 ਮੀਟਰ ਲੰਬੇ ਅਤੇ 6.0×10^{-7} m^2 ਕ੍ਰਾਸ ਸੈਕਸ਼ਨ ਵਾਲੇ ਤਾਰ ਵਿਚੋਂ ਉਪੇਖਿਤ ਕਰੰਟ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ 5.0 Ω ਮਾਪਿਆ ਗਿਆ। ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਤਾਪਮਾਨ ਤੇ ਤਾਰ ਦੇ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ ਕੀ ਹੋਵੇਗੀ?

3.7 ਚਾਂਦੀ ਦੇ ਕਿਸੇ ਤਾਰ ਦਾ 27.5 °C ਤੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ 2.1 Ω ਅਤੇ 100 °C ਤੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ 2.7 Ω ਹੈ। ਚਾਂਦੀ ਦੀ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧਕਤਾ ਤਾਪ ਗੁਣਾਂਕ ਪਤਾ ਕਰੋ।

3.8 ਨਾਈਕ੍ਰੋਮ ਦਾ ਇੱਕ ਤਾਪਨ-ਐਲੀਮੈਂਟ 230 V ਦੀ ਸਪਲਾਈ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਹੈ ਅਤੇ 3.2 A ਦਾ ਆਰੰਭਿਕ ਕਰੰਟ ਲੈਂਦਾ ਹੈ ਜੋ ਕੁਝ ਸੈਕੰਡ ਵਿਚ 2.8 A ਤੇ ਸਥਾਈ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਕਮਰੇ ਦਾ ਤਾਪਮਾਨ 27.0 °C ਹੈ ਤਾਂ ਤਾਪਨ-ਐਲੀਮੈਂਟ ਦਾ ਸਥਾਈ ਤਾਪਮਾਨ ਕੀ ਹੋਵੇਗਾ? ਦਿੱਤੀ ਗਈ ਤਾਪਮਾਨ ਰੇਂਜ ਵਿਚ ਨਾਈਕ੍ਰੋਮ ਦਾ ਔਸਤ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਦਾ ਤਾਪ ਗੁਣਾਂਕ 1.70×10^{-4} °C^{-1} ਹੈ।

3.9 ਚਿੱਤਰ 3.30 ਵਿਚ ਦਰਸਾਏ ਨੈਟਵਰਕ ਦੀ ਹਰੇਕ ਸ਼ਾਖਾ ਵਿਚੋਂ ਲੰਘਦੇ ਕਰੰਟ ਦਾ ਪਤਾ ਕਰੋ।



ਚਿੱਤਰ 3.30

3.10 (a) ਕਿਸੇ ਮੀਟਰ-ਬ੍ਰਿਜ ਵਿਚ (ਚਿੱਤਰ 3.27) ਜਦੋਂ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ S = 12.5 Ω ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਸੰਤੁਲਨ ਬਿੰਦੂ, ਸਿਰੇ A ਤੋਂ 39.5 cm ਦੀ ਲੰਬਾਈ ਤੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। *R* ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਪਤਾ ਕਰੋ। ਵ੍ਹੀਟਸਟੋਨ ਬ੍ਰਿਜ ਜਾਂ ਮੀਟਰ ਬ੍ਰਿਜ ਵਿਚ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਾਂ ਦੇ ਸੰਯੋਜਨ ਦੇ ਲਈ ਮੋਟੀਆਂ ਕਾਪਰ ਦੀਆਂ ਪੱਤੀਆਂ ਕਿਉਂ ਵਰਤੀਆਂ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ?

(b) *R* ਅਤੇ S ਨੂੰ ਆਪਸ ਵਿਚ ਬਦਲ ਕੇ ਉਪਰੋਕਤ ਬ੍ਰਿਜ ਦਾ ਸੰਤੁਲਨ ਬਿੰਦੂ ਪਤਾ ਕਰੋ।

(c) ਜੇ ਬ੍ਰਿਜ ਦੇ ਸੰਤੁਲਨ ਦੀ ਅਵਸਥਾ ਵਿਚ ਗੈਲਵੈਨੋਮੀਟਰ ਅਤੇ ਸੈਲ ਨੂੰ ਆਪਸ ਵਿਚ ਬਦਲ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਕੀ ਗੈਲਵੈਨੋਮੀਟਰ ਕੋਈ ਕਰੰਟ ਦਰਸਾਏਗਾ?

3.11 8V ਬਿਜਲਈ ਵਾਹਕ ਬਲ ਦੀ ਇੱਕ ਸਟੋਰੇਜ ਬੈਟਰੀ ਜਿਸਦਾ ਅੰਤਰਿਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ 0.5 Ω ਹੈ, ਨੂੰ ਲੜੀ ਵਧ ਤਰੀਕੇ ਵਿਚ 15.5 Ω ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ 120 V ਦੇ dc ਸੋਮੇ ਦੁਆਰਾ ਚਾਰਜ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਚਾਰਜ ਹੁੰਦੇ ਸਮੇਂ ਬੈਟਰੀ ਦੀ ਟਰਮੀਨਲ ਵੋਲਟੇਜ ਕਿੰਨੀ ਹੋਵੇਗੀ? ਚਾਰਜਿੰਗ ਸਰਕਟ ਵਿਚ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਨੂੰ ਲੜੀ ਵੱਧ ਤਰੀਕੇ ਵਿੱਚ ਜੋੜਨ ਦਾ ਕੀ ਉਦੇਸ਼ ਹੈ।

3.12 ਕਿਸੇ ਪੋਟੈਂਸ਼ ਮੀਟਰ ਵਿਵਸਥਾ ਵਿਚ, 1.25 V ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਬਲ ਦੇ ਇਕ ਸੈਲ ਦਾ ਸੰਤੁਲਨ ਬਿੰਦੂ ਤਾਰ ਦੇ 35.0 cm ਲੰਬਾਈ ਤੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਇਸ ਸੈਲ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਹੋਰ ਸੈਲ ਦੁਆਰਾ ਬਦਲ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਸੰਤੁਲਨ ਬਿੰਦੂ 63.0 cm ਤੇ ਚਲਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਦੂਸਰੇ ਸੈਲ ਦਾ ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਬਲ ਕੀ ਹੈ?

3.13 ਕਿਸੇ ਤਾਂਬੇ ਦੇ ਚਾਲਕ ਵਿਚ ਮੁਕਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਘਣਤਾ ਉਦਾਹਰਨ 3.1 ਵਿਚ 8.5×10^{28} m^{-3} ਪਤਾ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। 3 m ਲੰਬੇ ਤਾਰ ਦੇ ਇੱਕ ਸਿਰੇ ਤੋਂ ਦੂਸਰੇ ਸਿਰੇ ਤੱਕ ਡ੍ਰਿਫਟ ਕਰਨ ਵਿਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਕਿਨ੍ਹਾਂ ਸਮਾਂ ਲੈਂਦਾ ਹੈ? ਤਾਰ ਦਾ ਕ੍ਰਾਸ ਸੈਕਸ਼ਨ 2.0×10^{-6} m^2 ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਵਿਚ 3.0 A ਕਰੰਟ ਲੰਘ ਰਿਹਾ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਹੋਰ ਅਭਿਆਸ (ADDITIONAL EXERCISES)

3. 14 ਧਰਤੀ ਦੀ ਸਤਹਿ ਤੇ ਰਿਣ ਸਤਹਿ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ $10^{-9}\ \mathrm{C\ m^{-2}}$ ਹੈ। ਵਾਯੂਮੰਡਲ ਦੇ ਉਪਰਲੇ ਭਾਗ ਅਤੇ ਧਰਤੀ ਦੇ ਸਤਹਿ ਦੇ ਵਿਚ 400 kV ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ (ਹੇਠਲੇ ਵਾਯੂਮੰਡਲ ਦੀ ਘਟ ਚਾਲਕਤਾ ਦੇ ਕਾਰਨ) ਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਸਮੁਚੀ ਧਰਤੀ ਤੇ ਸਿਰਫ 1800 A ਦਾ ਕਰੰਟ ਹੈ। ਜੇ ਵਾਯੂਮੰਡਲੀ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਬਣਾਈ ਰਖਣ ਲਈ ਕੋਈ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਨਾ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਧਰਤੀ ਦੀ ਸਤਹਿ ਨੂੰ ਉਦਾਸੀਨ ਕਰਨ ਲਈ (ਲਗਭਗ) ਕਿੰਨ੍ਹਾਂ ਸਮਾਂ ਲਗੇਗਾ? (ਵਿਵਹਾਰਿਕ ਰੂਪ ਵਿਚ ਇਹ ਕਦੇ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਕਿਉਂਕਿ ਬਿਜਲਈ ਚਾਰਜਾਂ ਦੀ ਮੁੜ ਪੂਰਤੀ ਦੀ ਇੱਕ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਹੈ ਅਤੇ ਧਰਤੀ ਦੇ ਵੱਖ ਵੱਖ ਭਾਗਾਂ ਵਿਚ ਲਗਾਤਾਰ ਬਿਜਲੀ ਚਮਕਦੀ ਤੇ ਬੱਦਲ ਗਰਜਦੇ ਹਨ)। (ਧਰਤੀ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ = 6.37×10^{6} m.)

3.15 (a) ਛੇ ਲੇਡ ਐਸਿਡ ਸਟੋਰੇਜ ਸੈਲਾਂ ਨੂੰ ਜਿਹਨਾਂ ਵਿਚ ਹਰਕੇ ਦਾ ਬਿਜਲਈ ਵਾਹਕ ਬਲ 2 V ਅਤੇ ਅੰਤਰਿਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ 0.015 Ω ਹੈ, ਦੇ ਸੰਯੋਜਨ ਨਾਲ ਇੱਕ ਬੈਟਰੀ ਬਣਾਈ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਬੈਟਰੀ ਦੀ ਵਰਤੋਂ 8.5 Ω ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਜੋ ਇਸ ਨਾਲ ਲੜੀ ਵੱਧ ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਜੁੜਿਆ ਹੈ, ਵਿਚ ਕਰੰਟ ਦੀ ਸਪਲਾਈ ਲਈ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਬੈਟਰੀ ਵਿਚੋਂ ਕਿਨ੍ਹਾਂ ਕਰੰਟ ਲਿਆ ਗਿਆ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦੀ ਟਰਮੀਨਲ ਵੋਲਟੇਜ ਕਿੰਨੀ ਹੈ?

(b) ਇੱਕ ਲੰਬੇ ਸਮੇਂ ਤੱਕ ਵਰਤੋਂ ਵਿਚ ਲਿਆਏ ਗਏ ਸਟੋਰੇਜ ਸੈਲ ਦਾ ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਬਲ 1.9 V ਅਤੇ ਜ਼ਿਆਦਾ ਅੰਤਰਿਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ 380 Ω ਹੈ। ਸੈਲ ਤੋਂ ਕਿੰਨਾ ਵਧ ਤੋਂ ਵਧ ਕਰੰਟ ਲਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ? ਕੀ ਸੈਲ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਇਹ ਕਰੰਟ ਕਿਸੇ ਕਾਰ ਦੀ ਸਟਾਰਟਿੰਗ ਮੋਟਰ ਨੂੰ ਚਾਲੂ ਕਰਨ ਦੇ ਸਮਰਥ ਹੈ?

3.16 ਦੋ ਬਰਾਬਰ ਲੰਬਾਈ ਦੀਆਂ ਤਾਰਾਂ ਵਿਚ ਇੱਕ ਐਲੂਮੀਨੀਅਮ ਦੀ ਅਤੇ ਦੂਸਰੀ ਕਾਪਰ ਦੀ ਬਣੀ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਬਰਾਬਰ ਹਨ? ਦੋਨਾਂ ਤਾਰਾਂ ਵਿਚੋਂ ਕਿਹੜੀ ਹਲਕੀ ਹੈ? ਇਸ ਲਈ ਸਮਝਾਓ ਕਿ ਉਪਰੋਂ ਜਾਣ ਵਾਲੀਆਂ ਬਿਜਲੀ ਕੇਬਲਾਂ ਵਿਚ ਐਲਮੀਨੀਅਮ ਦੀਆਂ ਤਾਰਾਂ ਨੂੰ ਕਿਉਂ ਪਸੰਦ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ? ($\rho_{Al} = 2.63 \times 10^{-8}\ \Omega\,\mathrm{m}$, $\rho_{Cu} = 1.72 \times 10^{-8}\ \Omega\,\mathrm{m}$, Al ਦੀ ਸਾਪੇਖੀ ਘਣਤਾ = 2.7, ਕਾਪਰ ਦੀ ਸਾਪੇਖੀ ਘਣਤਾ = 8.9.)

3.17 ਮਿਸ਼ਰਤ ਧਾਤੂ ਮੈਂਗਨਿਨ ਦੇ ਬਣੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਤੇ ਲਏ ਗਏ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਪ੍ਰੇਖਣਾਂ ਤੋਂ ਤੁਸੀਂ ਕੀ ਸਿੱਟਾ ਕਢ ਸਕਦੇ ਹੋ?

ਕਰੰਟ A	ਵੋਲਟੇਜ V	ਕਰੰਟ A	ਵੋਲਟੇਜ V
0.2	3.94	3.0	59.2
0.4	7.87	4.0	78.8
0.6	11.8	5.0	98.6
0.8	15.7	6.0	118.5
1.0	19.7	7.0	138.2
2.0	39.4	8.0	158.0

3.18 ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਪ੍ਰਸ਼ਨਾਂ ਦੇ ਉਤਰ ਦਿਓ—

(a) ਕਿਸੇ ਅਸਮਾਨ ਕ੍ਰਾਸ ਸੈਕਸ਼ਨ ਕਾਟ ਵਾਲੇ ਧਾਤਵੀ ਚਾਲਕ ਤੋਂ ਇਕ ਸਮਾਨ ਕਰੰਟ ਲੰਘ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਵਿਚੋਂ ਚਾਲਕ ਵਿਚ ਕੀ ਸਥਿਰ ਹੈ- ਕਰੰਟ, ਕਰੰਟ ਘਣਤਾ, ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ, ਡ੍ਰਿਫਟ ਚਾਲ।

(b) ਕੀ ਸਾਰੇ ਸਰਕਟ ਐਲੀਮੈਂਟਾਂ ਦੇ ਲਈ ਓਹਮ ਦਾ ਨਿਯਮ ਸਰਬ ਵਿਆਪਕ ਰੂਪ ਵਿਚ ਲਾਗੂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ? ਜੇ ਨਹੀਂ, ਤਾਂ ਉਹਨਾਂ ਐਲੀਮੈਂਟਾਂ ਦੇ ਉਦਾਹਰਨ ਦਿਓ ਜੋ ਓਹਮ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦਾ ਪਾਲਨ ਨਹੀਂ ਕਰਦੇ।

(c) ਕਿਸੇ ਨਿਮਨ ਵੋਲਟੇਜ ਸਪਲਾਈ ਜਿਸ ਤੋਂ ਉੱਚ ਕਰੰਟ ਲੈਣਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਦਾ ਅੰਤਰਿਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਬਹੁਤ ਘਟ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ, ਕਿਉਂ?

(d) ਕਿਸੇ ਉੱਚ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ (HT) ਸਪਲਾਈ, ਮੰਨ ਲਉ 6 kV, ਦਾ ਅੰਤਰਿਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਬਹੁਤ ਜ਼ਿਆਦਾ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ, ਕਿਉਂ?

3.19 ਸਹੀ ਵਿਕਲਪ ਚੁਣੋ—

(a) ਮਿਸ਼ਰਤ ਧਾਤਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ ਆਮ ਕਰਕੇ ਉਹਨਾਂ ਵਿਚਲੀਆਂ ਘਟਕ ਧਾਤਾਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ (ਵੱਧ/ਘਟ) ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

(b) ਆਮਤੌਰ ਤੇ ਮਿਸ਼ਰਤਧਾਤਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਦਾ ਤਾਪ ਗੁਣਾਂਕ, ਸ਼ੁਧ ਧਾਤਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਦੇ ਤਾਪ-ਗੁਣਾਂਕ ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਘਟ/ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

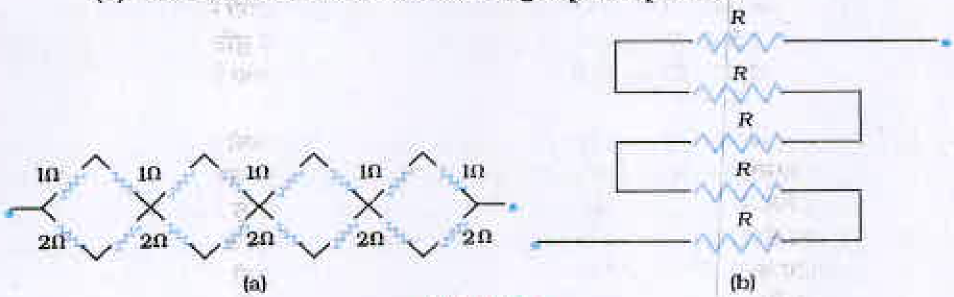
(c) ਮਿਸ਼ਰਤ ਧਾਤ ਮੈਂਗਨੀਨ ਦੀ ਪਤੀਰੋਧਕਤਾ ਤਾਪਮਾਨ ਵਿਚ ਵਾਧੇ ਦੇ ਨਾਲ ਲਗਭਗ (ਸੁਤੰਤਰ ਹੈ/ ਤੇਜੀ ਨਾਲ ਵਧਦੀ ਹੈ)

(d) ਕਿਸੇ ਨਮੂਨੇ ਦੇ ਬਿਜਲੀ ਰੋਧੀ (ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ, ਐਂਬਰ) ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ ਕਿਸੇ ਧਾਤ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ($10^{22}/10^{23}$) ਆਰਡਰ ਦੇ ਗੁਣਾਂਕ ਤੋਂ ਵੱਡੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

3.20 (a) ਤੁਹਾਨੂੰ R ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਵਾਲੇ n ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਹਨ (i) ਵਧ ਤੋਂ ਵਧ (ii) ਘਟ ਤੋਂ ਘੱਟ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ ਤੁਸੀਂ ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸੰਯੋਜਿਤ ਕਰੋਗੇ? ਵਧ ਤੋਂ ਵਧ ਅਤੇ ਘੱਟ ਤੋਂ ਘੱਟ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਾਂ ਦਾ ਅਨੁਪਾਤ ਕੀ ਹੋਵੇਗਾ?

(b) ਜੇ 1 Ω, 2 Ω, 3 Ω ਦੇ ਤਿੰਨ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਹੋਣ ਤਾਂ ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਤੁਸੀਂ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜੋੜੋਗੇ ਕਿ ਪ੍ਰਾਪਤ ਤੁੱਲ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੋਣ : (i) (11/3) Ω (ii) (11/5) Ω, (iii) 6 Ω, (iv) (6/11) Ω?

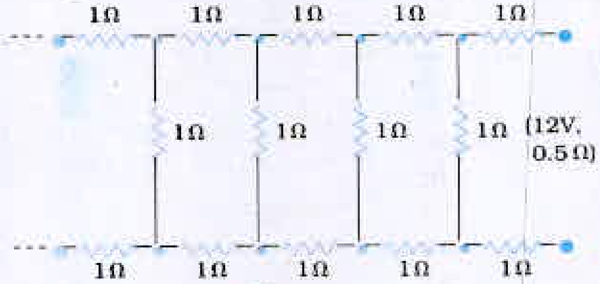
(c) ਚਿੱਤਰ 3.31. ਵਿਚ ਦਿਖਾਏ ਨੈਟਵਰਕਾਂ ਦਾ ਤੁੱਲ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰੋ।



(a) (b)

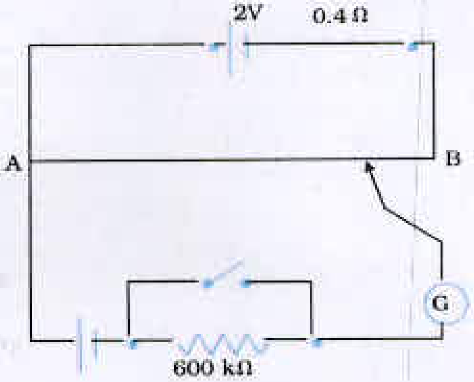
ਚਿੱਤਰ 3.31

3.21 ਕਿਸੇ 0.5Ω ਅੰਤਰਿਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਵਾਲੇ 12V ਦੀ ਇੱਕ ਸਪਲਾਈ ਤੋਂ ਚਿੱਤਰ 3.32 ਵਿਚ ਦਰਸਾਏ ਗਏ ਅਨੰਤ ਨੈਟਵਰਕ ਦੁਆਰਾ ਲਏ ਗਏ ਕਰੰਟ ਦਾ ਮਾਨ ਪਤਾ ਕਰੋ। ਹਰੇਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਦਾ ਮਾਨ 1Ω ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 3.32

3.22 ਚਿੱਤਰ 3.33 ਵਿਚ ਇੱਕ ਪੋਟੈਂਸ਼ਿਓਮੀਟਰ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਇੱਕ 2.0 V ਅਤੇ ਅੰਤਰਿਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ 0.40 Ω ਦਾ ਕੋਈ ਸੈਲ, ਪੋਟੈਂਸ਼ਿਓਮੀਟਰ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਤਾਰ AB ਤੇ ਵੋਲਟੇਜ ਡ੍ਰਾਪ ਬਣਾਏ ਰਖਦਾ ਹੈ। ਕੋਈ ਮਿਆਰੀ ਸੈਲ ਜੋ 1.02 V ਦਾ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲਈ ਵਾਹਕ ਬਲ ਬਣਾਏ ਰੱਖਦਾ ਹੈ (ਕੁਝ mA



ਚਿੱਤਰ 3.33

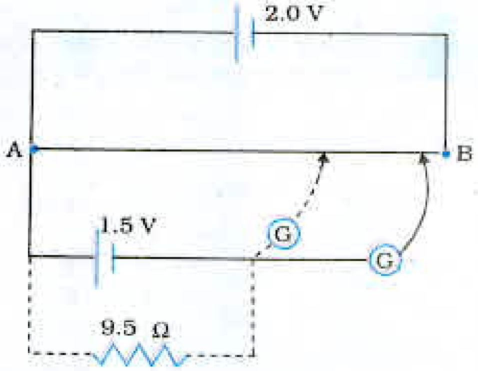
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਤੱਕ ਦੇ ਮਾਨਾਂ ਵਾਲੇ ਮਾਡਰੇਟ (Moderate) ਕਰੰਟ) ਤਾਰ ਦੀ 67.3 cm ਲੰਬਾਈ ਤੇ ਸੰਤੁਲਨ ਬਿੰਦੂ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਮਿਆਰੀ ਸੈਲ ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਘਟ ਕਰੰਟ ਲੈਣਾ ਯਕੀਨੀ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਇਸਦੇ ਨਾਲ ਸਰਕਟ ਵਿਚ ਲੜੀਵੱਧ 600 kΩ ਦਾ ਇੱਕ ਬਹੁਤ ਉੱਚ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਇਸਦੇ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਜਿਸ ਨੂੰ ਸੰਤੁਲਨ ਬਿੰਦੂ ਦੇ ਨੇੜੇ ਸ਼ਾਰਟ ਕਰ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਦੇ ਬਾਅਦ ਮਿਆਰੀ ਸੈਲ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਅਗਿਆਤ ਬਿਜਲਈ ਵਾਹਕ ਬਲ ε ਦੇ ਸੈਲ ਨਾਲ ਬਦਲ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨਾਲ ਸੰਤੁਲਨ ਬਿੰਦੂ ਤਾਰ ਦੀ 82.3 cm ਲੰਬਾਈ ਤੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

(a) ε ਦਾ ਮਾਨ ਕੀ ਹੈ ?
(b) 600 kΩ ਦੇ ਉੱਚ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਦਾ ਕੀ ਮੰਤਵ ਹੈ?
(c) ਕੀ ਇਸ ਉੱਚ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਨਾਲ ਸੰਤੁਲਨ ਬਿੰਦੂ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ?
(d) ਉਪਰੋਕਤ ਸਥਿਤੀ ਵਿਚ ਜੇ ਪੋਟੈਂਸ਼ਿਓਮੀਟਰ ਦਾ ਓਪਰੇਟਿੰਗ ਸੈਲ ਦਾ ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਬਲ 2.0V ਦੇ ਸਥਾਨ ਤੇ 1.0V ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਕੀ ਇਹ ਤਰੀਕਾ ਫਿਰ ਵੀ ਸਫਲ ਰਹੇਗਾ?
(e) ਕੀ ਇਹ ਸਰਕਟ ਕੁਝ mV ਦੇ ਆਰਡਰ ਦੇ ਬਹੁਤ ਘਟ ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਬਲਾਂ (ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਕਿਸੇ ਨਮੂਨੇ ਦੇ ਥਰਮੋਕਪਲ ਦਾ ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਬਲ) ਦੇ ਨਿਰਧਾਰਨ ਵਿਚ ਸਫਲ ਹੋਵੇਗਾ? ਜੇ ਨਹੀਂ ਤਾਂ ਤੁਸੀਂ ਇਸ ਵਿਚ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸੋਧ ਕਰੋਗੇ?

3.23 ਚਿੱਤਰ 3.34 ਵਿਚ ਕਿਸੇ 1.5 V ਦੇ ਸੈਲ ਦਾ ਅੰਤਰਿਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਮਾਪਣ ਦੇ ਲਈ ਇੱਕ 2.0 V ਦਾ ਪੋਟੈਂਸ਼ਿਓਮੀਟਰ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਖੁਲ੍ਹੇ ਸਰਕਟ ਵਿਚ ਸੈਲ ਦਾ ਸੰਤੁਲਨ ਬਿੰਦੂ 76.3 cm ਤੇ ਮਿਲਦਾ ਹੈ। ਸੈਲ ਦੇ ਬਾਹਰੀ ਸਰਕਟ ਵਿਚ 9.5 Ω ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਦਾ ਇੱਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਜੋੜਨ ਤੇ ਸੰਤੁਲਨ ਬਿੰਦੂ ਪੋਟੈਂਸ਼ਿਓਮੀਟਰ ਦੇ ਤਾਰ ਵੀ 64.8 cm ਲੰਬਾਈ ਤੇ ਪੁੱਜ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਸੈਲ ਦੇ ਅੰਤਰਿਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਦਾ ਮਾਨ ਪਤਾ ਕਰੋ।



ਚਿੱਤਰ 3.34

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਅਧਿਆਇ-4

ਗਤੀਮਾਨ ਚਾਰਜ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕਤਾ (MOVING CHARGES AND MAGNETISM)

4.1 ਭੂਮਿਕਾ (INTRODUCTION)

2000 ਸਾਲ ਤੋਂ ਵੀ ਪਹਿਲਾਂ ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕਤਾ ਦੋਨਾਂ ਦੇ ਬਾਰੇ ਹੀ ਲੋਕਾਂ ਨੂੰ ਗਿਆਨ ਸੀ। ਫਿਰ ਵੀ ਲਗਭਗ 200 ਸਾਲ ਪਹਿਲਾਂ, 1820 ਵਿੱਚ* ਇਹ ਸਪਸ਼ਟ ਅਨੁਭਵ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕਿ ਦੋਨਾਂ ਵਿੱਚ ਅਟੁੱਟ ਸੰਬੰਧ ਹੈ। 1820 ਦੀਆਂ ਗਰਮੀਆਂ ਵਿਚ ਡੱਚ ਵਿਗਿਆਨੀ ਹੈਂਸ ਕ੍ਰਿਸ਼ਚੀਅਨ ਆਰਸਟੇਡ (Hans Christian Oersted) ਨੇ ਆਪਣੇ ਇੱਕ ਭਾਸ਼ਨ ਦੌਰਾਨ ਪ੍ਰਯੋਗ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹੋਏ ਦੇਖਿਆ ਕਿ ਇੱਕ ਸਿੱਧੀ ਤਾਰ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਕਰਨ ਤੇ ਨੇੜੇ ਰੱਖੀ ਹੋਈ ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ ਵਿੱਚ ਸਪਸ਼ਟ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸੂਈ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਬਦਲਦੀ ਦੇਖੀ। ਉਸਨੇ ਇਸ ਵਰਤਾਰੇ ਤੇ ਸੋਧ ਸ਼ੁਰੂ ਕੀਤੀ। ਉਸਨੇ ਪਤਾ ਲਗਾਇਆ ਕਿ ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ ਤਾਰ ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ ਤਲ ਵਿੱਚ ਤਾਰ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਨੂੰ ਕੇਂਦਰ ਵਿਚ ਮੰਨ ਕੇ ਬਣਾਏ ਕਲਪਿਤ ਚੱਕਰ ਦੀ ਸਪਰਸ਼ ਰੇਖਾ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ। [ਚਿੱਤਰ 4.1(b)]. ਤਾਰ ਵਿਚ ਕਰੰਟ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਵਧਾਉਣ ਜਾਂ ਸੂਈ ਨੂੰ ਤਾਰ ਦੇ ਨੇੜੇ ਲਿਆਉਣ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਘੁੰਮਣ ਦੇ ਕੋਣ ਵਿਚ ਵੀ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਤਾਰ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਜੇ ਲੋਹੇ ਦਾ ਚੂਰਣ ਛਿੜਕੀਏ ਤਾਂ ਇਸਦੇ ਕਣ ਤਾਰ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਸਮਕੇਂਦਰੀ ਚੱਕਰਾਂ ਵਿਚ ਵਿਵਸਥਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ [ਚਿੱਤਰ 4.1(c)]। ਇਸ ਵਰਤਾਰੇ ਤੋਂ ਆਰਸਟੇਡ ਨੇ ਸਿੱਟਾ ਕਢਿਆ ਕਿ *ਗਤੀਮਾਨ ਚਾਰਜ (ਕਰੰਟ) ਆਪਣੇ ਚਾਰੋਂ ਪਾਸੇ ਇੱਕ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਪੈਦਾ ਕਰਦੇ ਹਨ।*

ਇਸ ਤੋਂ ਬਾਦ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਦੀ ਗਤੀ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਹੋਇਆ। ਸਾਲ 1864 ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕਤਾ ਦੇ ਸਵਿਕਾਰਿਤ ਨਿਯਮਾਂ ਦਾ ਜੇਮਸ ਮੈਕਸਵੈੱਲ (James Maxwell) ਨੇ ਏਕੀਕਰਨ ਕਰਕੇ ਨਵੇਂ ਨਿਯਮ ਬਣਾਏ ਅਤੇ ਇਹ ਸਪਸ਼ਟ ਅਨੁਭਵ ਕੀਤਾ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲਈ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਹਨ। ਹਰਟਜ਼ (Hertz) ਨੇ ਰੇਡਿਓ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਖੋਜ ਕੀਤੀ ਅਤੇ 19ਵੀਂ ਸਦੀ ਦੇ ਅੰਤ ਤੱਕ ਸਰ

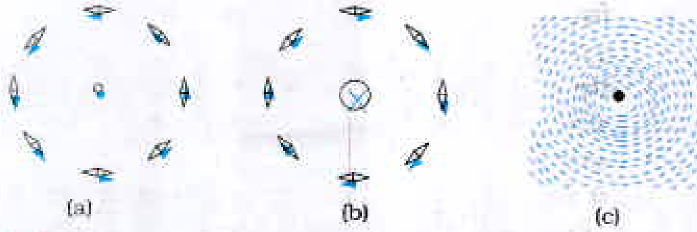
---

* ਪਾਠ-1 ਵਿਚ ਬਾਕਸ ਦੇਖੋ 'ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕਤਾ ਦਾ ਏਕੀਕਰਨ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਜੇ.ਸੀ ਬੋਸ (Sir J.C.Bose) ਅਤੇ ਜੀ.ਮਾਰਕੋਨੀ (G. Marconi) ਨੇ ਇਹਨਾਂ ਤਰਗਾਂ ਨੂੰ ਪੈਦਾ ਕੀਤਾ। 20ਵੀਂ ਸਦੀ ਵਿੱਚ ਵਿਗਿਆਨ ਅਤੇ ਤਕਨੀਕੀ ਵਿਚ ਹੈਰਾਨੀਜਨਕ ਪੱਧਰ ਤੇ ਉੱਨਤੀ ਹੋਈ। ਇਹ ਉੱਨਤੀ ਸਾਡੇ ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕਤਾ ਦੇ ਸਾਡੇ ਵੱਧਦੇ ਗਿਆਨ ਅਤੇ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਨੂੰ ਪੈਦਾ ਕਰਨ, ਐਮਪਲੀਫਾਈ ਕਰਨ, ਟਰਾਂਸਮਿਟ ਕਰਨ ਅਤੇ ਸੰਸੂਚਨ (detection) ਕਰਨ ਵਾਲੀਆਂ ਯੁਕਤੀਆਂ ਦੀ ਖੋਜ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੋਈ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 4.1 ਇੱਕ ਸਿੱਧੇ ਲੰਬੇ ਕਰੰਟਵਾਹੀ ਤਾਰ ਦੇ ਕਾਰਨ ਪੈਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ। ਤਾਰ, ਕਾਗਜ਼ ਦੇ ਤਲ ਤੇ ਲੰਬਰੂਪ ਹੈ। ਤਾਰ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈਆਂ ਦਾ ਇੱਕ ਚੱਕਰ ਬਣਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈਆਂ ਦੀ ਵਿਵਸਥਾ (a) ਜਦੋਂ ਕਰੰਟ ਕਾਗਜ ਦੇ ਤਲ ਦੇ ਬਾਹਰ ਵਗਦਾ ਹੈ। (b) ਜਦੋਂ ਕਰੰਟ ਕਾਗਜ ਦੇ ਤਲ ਦੇ ਅੰਦਰ ਵਲ ਵਗਦਾ ਹੈ। (c) ਲੋਹੇ ਦੇ ਚੂਰਣ ਦੇ ਕਣਾਂ ਦੀ ਤਾਰ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਵਿਵਸਥਾ। ਸੂਈਆਂ ਦੇ ਕਾਲੇ ਸਿਰੇ ਉੱਤਰੀ ਧਰੁਵ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਥੇ ਭੂਮੀ ਚੁੰਬਕਤਾ ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੀ ਉਪੇਖਿਆ ਕੀਤੀ ਗਈ ਹੈ।

⊗

ਹੰਸ ਕ੍ਰਿਸ਼ਚੀਅਨ ਆਰਸਟੇਡ **Hans Christian Oersted (1777 1851)** ਡੇਨਮਾਰਕ ਦੇ ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨੀ ਅਤੇ ਰਸਾਇਣਿਕ ਸ਼ਾਸ਼ਤਰੀ, ਕਾਪੇਨਹੇਗਨ ਵਿਚ ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ ਸਨ। ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਇਹ ਦੇਖਿਆ ਕਿ ਕਿਸੇ ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ ਨੂੰ ਜਦੋਂ ਇੱਕ ਅਜਿਹੀ ਤਾਰ ਦੇ ਨੇੜੇ ਰਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿਚ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਲੰਘਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉਹ ਇੱਕ ਪਾਸੇ ਨੂੰ ਘੁੰਮ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਖੋਜ ਨੇ ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਮਾਮਲਿਆਂ ਵਿੱਚ ਸੰਬੰਧ ਦਾ ਪਹਿਲਾ ਅਨੁਭਾਵਿਕ ਸਬੂਤ (emperical evidence) ਪੇਸ਼ ਕੀਤਾ।

HANS CHRISTIAN OERSTED (1777–1851)

ਇਸ ਪਾਠ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਦੇਖਾਂਗੇ ਕਿ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਚਾਰਜਿਤ ਕਣਾਂ; ਜਿਵੇਂ- ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ, ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਅਤੇ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਵਾਹਕ ਤਾਰਾਂ ਤੇ ਬਲ ਲਗਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਅਸੀਂ ਇਹ ਵੀ ਸਿਖਾਂਗੇ ਕਿ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਇਹ ਦੇਖਾਂਗੇ ਕਿ ਸਾਈਕਲੋਟ੍ਰੋਨ (Cyclotron) ਵਿੱਚੋਂ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਣਾਂ ਨੂੰ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਬਹੁਤ ਹੀ ਉੱਚ ਊਰਜਾਵਾਂ ਤੱਕ ਪ੍ਰਵੇਗਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਗੈਲਵੈਨੋਮੀਟਰ ਦੁਆਰਾ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਅਤੇ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਦੇ ਸੰਸੂਚਨ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਵੀ ਅਧਿਐਨ ਕਰਾਂਗੇ।

ਇਸ ਪਾਠ ਅਤੇ ਅੱਗੇ ਆਉਣ ਵਾਲੇ ਚੁੰਬਕਤਾ ਵਾਲੇ ਪਾਠਾਂ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਨਿਮਨਲਿਖਤ ਕਸੌਟੀ ਨੂੰ ਅਪਣਾਵਾਂਗੇ। ਕਾਗਜ ਦੇ ਤਲ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਵਲ ਆ ਰਹੇ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਜਾਂ ਖੇਤਰ (ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ) ਨੂੰ ਇਕ ਬਿੰਦੂ (⊙) ਦੁਆਰਾ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕਾਗਜ਼ ਦੇ ਤਲ ਦੇ ਅੰਦਰ ਵਲ ਜਾਂਦੇ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਜਾਂ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਇਕ ਕ੍ਰਾਂਸ(⊗)• ਦੁਆਰਾ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 4.1(a) ਅਤੇ 4.1(ਬ) ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਇਹਨਾਂ ਦੋ ਸਥਿਤੀਆਂ ਦੇ ਸੰਗਤ ਹੈ।

4.2 ਚੁੰਬਕੀ ਬਲ MAGNETIC FORCE

4.2.1 ਸ੍ਰੋਤ ਅਤੇ ਖੇਤਰ (Sources and field)

ਕਿਸੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ **B** ਦੀ ਸੰਕਲਪਨਾ ਨੂੰ ਪ੍ਰਸਤਾਵਿਤ ਕਰਨ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਅਸੀਂ ਸੰਖੇਪ ਵਿਚ ਇਹ ਦੋਹਰਾਵਾਂਗੇ ਕਿ ਅਸੀਂ ਪਾਠ 1 ਦੇ ਤਹਿਤ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ **E** ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਕੀ ਸਿਖਿਆ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਇਹ ਦੇਖਿਆ ਹੈ ਕਿ ਦੋ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਵਿਚ ਆਪਸੀ ਕ੍ਰਿਆ ਤੇ ਦੋ ਚਰਨਾਂ ਵਿਚ ਵਿਚਾਰ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਚਾਰਜ Q ਜੋ ਕਿ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਸ੍ਰੋਤ ਹੈ ਇੱਕ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ **E** ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ–

• ਕੋਈ ਡਾਟ (ਬਿੰਦੂ) ਤੁਹਾਡੀ ਵਲ ਇਸ਼ਾਰਾ ਕਰਦੇ ਤੀਰ ਦੀ ਨੋਕ ਵਰਗਾ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਕ੍ਰਾਸ ਕਿਸੇ ਤੀਰ ਦੇ ਪੰਖਾਂ ਵਾਲੀ ਪੂਛਲ ਵਰਗਾ ਲੱਗਦਾ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

$$\mathbf{E} = Q\, \hat{\mathbf{r}} \,/\, (4\pi\varepsilon_0) r^2 \qquad (4.1)$$

ਇਥੇ $\hat{\mathbf{r}}$, $\mathbf{r}$ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਇਕਾਈ ਸਦਿਸ਼ ਹੈ ਅਤੇ ਖੇਤਰ $\mathbf{E}$ ਇੱਕ ਸਦਿਸ਼ ਖੇਤਰ ਹੈ। ਕੋਈ ਚਾਰਜ q ਇਸ ਖੇਤਰ ਨਾਲ ਪਰਸਪਰ ਕਿਰਿਆ ਕਰਕੇ ਇੱਕ ਬਲ $\mathbf{F}$ ਦਾ ਅਨੁਭਵ ਕਰਦਾ ਹੈ

$$\mathbf{F} = q\, \mathbf{E} = q\, Q\, \hat{\mathbf{r}} \,/\, (4\pi\varepsilon_0)\, r^2 \qquad (4.2)$$

ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਪਾਠ 1 ਵਿਚ ਦਸਿਆ ਜਾ ਚੁੱਕਾ ਹੈ ਕਿ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ $\mathbf{E}$ ਸਿਰਫ਼ ਕਲਾ-ਕ੍ਰਿਤ ਹੀ ਨਹੀਂ ਹੈ ਪਰੰਤੂ ਇਸਦੀ ਭੌਤਿਕ ਭੂਮਿਕਾ ਵੀ ਹੈ। ਇਹ ਊਰਜਾ ਅਤੇ ਸੰਵੇਗ ਦਾ ਸੰਚਾਰ ਕਰ ਸਕਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਝਟਪਟ ਹੀ ਸਥਾਪਿਤ ਨਹੀਂ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਬਲਕਿ ਇਸਦੇ ਫੈਲਨ ਨੂੰ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਸਮਾਂ ਲਗਦਾ ਹੈ। ਖੇਤਰ ਦੀ ਅਵਧਾਰਨਾ ਨੂੰ ਫੈਰਾਡੇ ਦੁਆਰਾ ਖਾਸ ਮਹੱਤਵ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਅਤੇ ਮੈਕਸਵੇਲ ਨੇ ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕਤਾ ਦੇ ਏਕੀਕਰਨ ਵਿੱਚ ਇਸ ਅਵਧਾਰਨਾ ਨੂੰ ਸੰਮਿਲਿਤ ਕੀਤਾ। ਸਪੇਸ ਵਿੱਚ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਹੋਣ ਦੇ ਨਾਲ-ਨਾਲ ਇਹ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਵੀ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ, ਭਾਵ, ਇਹ ਸਮੇਂ ਦਾ ਫਲਨ ਹੈ। ਇਸ ਪਾਠ ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਆਪਣੀ ਚਰਚਾ ਵਿੱਚ, ਇਹ ਮੰਨਾਂਗੇ ਕਿ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ।

ਕਿਸੇ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਇੱਕ ਜਾਂ ਵੱਧ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਇੱਕ ਤੋਂ ਵੱਧ ਚਾਰਜ ਹਨ ਤਾਂ ਉਸ ਕਾਰਨ ਪੈਦਾ ਸਦਿਸ਼ ਰੂਪ ਵਿਚ ਸੰਯੋਜਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਤੁਸੀਂ ਪਹਿਲੇ ਪਾਠ ਵਿਚ ਇਹ ਸਿੱਖ ਹੀ ਚੁੱਕੇ ਹੋ ਕਿ ਇਸ ਨੂੰ ਸੁਪਰਪੋਜੀਸ਼ਨ ਦਾ ਸਿਧਾਂਤ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇੱਕ ਵਾਰ ਜੇ ਖੇਤਰ ਪਤਾ ਹੈ ਤਾਂ ਪਰੀਖਣ ਚਾਰਜ (test charge) ਤੇ ਬਲ ਨੂੰ ਸਮੀਕਰਨ (4.2) ਦੁਆਰਾ ਗਿਆਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਜਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਥਿਰ ਚਾਰਜ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ, ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਜਾਂ ਗਤੀਮਾਨ ਚਾਰਜ (ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਨਾਲ-ਨਾਲ) ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਪੈਦਾ ਕਰਦੇ ਹਨ ਜਿਸ ਨੂੰ $\mathbf{B}$ $(\mathbf{r})$ ਦੁਆਰਾ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਵੀ ਇੱਕ ਸਦਿਸ਼ ਖੇਤਰ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਸਮਰੂਪ ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਮੂਲ ਗੁਣ ਹਨ ਇਸ ਨੂੰ ਸਪੇਸ ਦੇ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ (ਅਤੇ ਨਾਲ ਹੀ ਸਮੇਂ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰ ਸਕਦਾ ਹੈ)। ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਦੁਆਰਾ ਇਹ ਮਿਲਦਾ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਸੁਪਰਪੋਜੀਸ਼ਨ ਦੇ ਸਿਧਾਂਤ ਦਾ ਪਾਲਨ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਸੁਪਰਪੋਜ਼ੀਸ਼ਨ ਦਾ ਸਿਧਾਂਤ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੈ- *ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਸ੍ਰੋਤਾਂ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਹਰੇਕ ਇਕੱਲੇ ਸ੍ਰੋਤ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰਾਂ ਦਾ ਸਦਿਸ਼ ਯੋਗ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।*

HENDRIK ANTOON LORENTZ (1853 – 1928)

ਹੈਂਡ੍ਰਿਕ ਐਂਟੂਨ ਲੋਰੇਂਜ਼ Hendrik Antoon Lorentz (1853-1928) ਡੈਨਮਾਰਕ ਦੇ ਸਿਧਾਂਤਕ ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨੀ, ਲਿਡੇਨ ਵਿਚ ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ ਸਨ। ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਬਿਜਲੀ, ਚੁੰਬਕਤਾ ਅਤੇ ਯੰਤਰਿਕੀ ਵਿਚ ਸੰਬੰਧ ਦੀ ਖੋਜ ਕੀਤੀ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਉਤਸਰਜਕਾਂ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿਚ ਪ੍ਰੇਖਤ ਪ੍ਰਭਾਵਾਂ (ਜੀਮਾਨ ਪ੍ਰਭਾਵ) ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਇਹਨਾਂ ਨੇ ਪਰਮਾਣੂ ਵਿਚ ਬਿਜਲੀ ਚਾਰਜਾਂ ਦੀ ਹੋਂਦ ਦੀ ਮਨੌਤ ਪੇਸ਼ ਕੀਤੀ। ਇਸਦੇ ਲਈ ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ 1902 ਵਿਚ ਨੋਬਲ ਪੁਰਸਕਾਰ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕੀਤਾ ਗਿਆ। ਇਹਨਾਂ ਨੇ ਕੁਝ ਗੁੰਝਲਦਾਰ ਉਲਝਣਾਂ ਭਰੇ ਗਣਿਤਕ ਤਰਕਾਂ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਕੁਝ ਰੂਪਾਂਤਰਣ ਸਮੀਕਰਨਾਂ ਦਾ ਇੱਕ ਸਮੂਹ ਵਿਉਤਪੰਨ ਕੀਤਾ ਜਿਹਨਾਂ ਨੂੰ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਨਾਂ ਤੇ ਲੋਰੇਂਜ਼ ਰੂਪਾਂਤਰਨ ਸਮੀਕਰਨ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਸਮੀਕਰਨਾਂ ਨੂੰ ਵਿਉਤਪੰਨ ਕਰਦੇ ਸਮੇਂ ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਇਸ ਤੱਥ ਦੀ ਜਾਣਕਾਰੀ ਨਹੀਂ ਸੀ ਕਿ ਇਹ ਸਮੀਕਰਨ ਸਮੇਂ ਅਤੇ ਸਥਾਨ ਦੀ ਨਵੀਂ ਸੰਕਲਪਨਾ ਤੇ ਅਧਾਰਿਤ ਸਨ।

4.2.2 ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ, ਲੋਰੇਂਜ ਬਲ
(Magnetic Field, Lorentz Force)

ਮੰਨ ਲਉ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ $\mathbf{E}$ $(\mathbf{r})$ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ $\mathbf{B}$ $(\mathbf{r})$ ਦੋਨਾਂ ਦੀ ਮੌਜੂਦਗੀ ਵਿਚ ਕੋਈ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜ q (ਵੇਗ $\mathbf{v}$ ਨਾਲ ਗਤੀਮਾਨ ਅਤੇ ਕਿਸੇ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਸਮੇਂ t ਤੇ $\mathbf{r}$ ਤੇ ਸਥਿਤ) ਮੌਜੂਦ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਚਾਰਜ q ਤੇ ਇਹਨਾਂ ਦੋਨਾਂ ਖੇਤਰਾਂ ਦੁਆਰਾ ਲਗਾਏ ਬਲ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ-

$$\mathbf{F} = q\,[\,\mathbf{E}\,(\mathbf{r}) + \mathbf{v} \times \mathbf{B}\,(\mathbf{r})] = \mathbf{F}_{\text{ਬਿਜਲੀ}} + \mathbf{F}_{\text{ਚੁੰਬਕੀ}} \qquad (4.3)$$

ਇਸ ਬਲ ਨੂੰ ਸਭ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਐਚ.ਏ.ਲੋਰੇਂਜ ਨੇ ਐਮਪੀਅਰ ਅਤੇ ਹੋਰ ਵਿਗਿਆਨੀਆਂ ਦੁਆਰਾ ਵਿਸਤਾਰਿਤ ਪੈਮਾਨੇ ਤੇ ਕੀਤੇ ਗਏ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਦੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਸੀ। ਇਸ ਬਲ ਨੂੰ ਹੁਣ ਲੋਰੇਂਜ ਬਲ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਕਾਰਨ ਲਗਣ ਵਾਲੇ ਬਲਾਂ ਦੇ ਬਾਰੇ ਵਿੱਚ ਤੁਸੀਂ ਵਿਸਤਾਰ ਨਾਲ ਅਧਿਐਨ ਕਰ ਹੀ ਚੁੱਕੇ ਹੋ। ਜੇ ਅਸੀਂ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਨਾਲ ਪਰਸਪਰ ਕਿਰਿਆ ਤੇ ਧਿਆਨ ਦੇਈਏ ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਹੇਠ ਲਿਖੀਆਂ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ਤਾਵਾਂ ਮਿਲਦੀਆਂ ਹਨ-

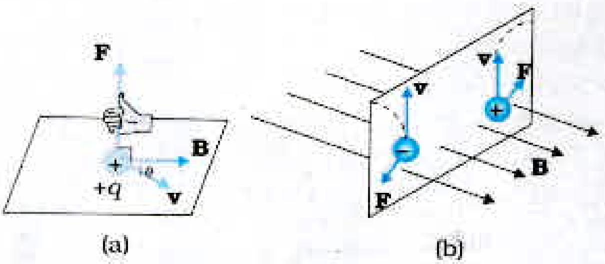
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(i) ਇਹ q, **v** ਅਤੇ **B** (ਕਣ ਦੇ ਚਾਰਜ, ਵੇਗ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ) ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। *ਰਿਣ ਚਾਰਜ ਤੇ ਲਗਣ ਵਾਲਾ ਧਨ ਚਾਰਜ ਤੇ ਲਗਣ ਵਾਲੇ ਬਲ ਦੇ ਉਲਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।*

(ii) ਚੁੰਬਕੀ ਬਲ $q\,[\mathbf{v} \times \mathbf{B}]$ ਵੇਗ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਇੱਕ ਸਦਿਸ਼ ਗੁਣਨਫਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸਦਿਸ਼ ਗੁਣਨਫਲ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਲ ਨੂੰ ਸਮਾਪਤ (ਸਿਫਰ) ਕਰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਉਦੋਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਬਲ, ਵੇਗ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੋਨਾਂ ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ ਹੁੰਦਾ ਹੈ (ਕਿਸੇ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ)। ਜਦੋਂ ਵੇਗ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਜਾਂ ਪ੍ਰਤੀਸਮਾਂਤਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਸਦਿਸ਼ ਗੁਣਨਫਲ (ਕ੍ਰਾਸ ਗੁਣਨਫਲ) ਦੇ ਲਈ ਚਿੱਤਰ 4.2. ਵਿਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਪੇਚ ਨਿਯਮ ਜਾਂ ਸੱਜੇ ਹੱਥ ਨਿਯਮ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੰਦੀ ਹੈ।

(iii) ਜੇ ਚਾਰਜ ਗਤੀਮਾਨ ਨਹੀਂ ਹੈ (ਤਾਂ $|\mathbf{v}| = 0$), ਤਾਂ ਚੁੰਬਕੀ ਬਲ ਜ਼ੀਰੋ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸਿਰਫ ਗਤੀਮਾਨ ਚਾਰਜ ਹੀ ਬਲ ਦਾ ਅਨੁਭਵ ਕਰਦਾ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 4.2 ਚਾਰਜਿਤ ਕਣਾਂ ਤੇ ਲਗੇ ਬਲ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ (a) ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ **B** ਨਾਲ θ ਕੋਣ ਬਣਾਂਦੇ ਹੋਏ **v** ਵੇਗ ਨਾਲ ਗਤੀਮਾਨ ਕੋਈ ਧਨ ਚਾਰਜਿਤ ਕਮ ਬਲ ਦਾ ਅਨੁਭਵ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਿਸਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਸੱਜੇ ਹੱਥ ਨਿਯਮ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। (b) ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਮੌਜੂਦਗੀ ਵਿੱਚ ਗਤੀਸ਼ੀਲ ਚਾਰਜਿਤ ਕਣ ਦੇ ਵਿਖੇਪ q ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ - q ਦੇ ਵਿਖੇਪ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਉਲਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਲਈ ਵਿਅੰਜਕ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਮਾਤਰਕ ਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਦੇਣ ਵਿਚ ਸਾਡੀ ਸਹਾਇਤਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਬਲ ਦੇ ਸਮੀਕਰਨ ਵਿਚ ਹਲ q, **F** ਅਤੇ **v** ਸਾਰਿਆਂ ਦਾ ਮਾਨ ਇਕਾਈ ਮੰਨੀਏ ਤਾਂ $\mathbf{F} = q\,[\mathbf{v} \times \mathbf{B}] = q\,v\,B \sin\theta\,\hat{\mathbf{n}}$, ਇਥੇ θ ਵੇਗ **v** ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ **B** ਦਾ ਕੋਣ ਹੈ [ਚਿੱਤਰ 4.2 (a) ਦੇਖੋ]. ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ B ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ 1 SI ਮਾਤਰਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਜਦੋਂ ਕਿ ਕਿਸੇ ਇਕਾਈ ਚਾਰਜ (1 C), ਜੋ ਕਿ **B** ਦੇ ਲੰਬ ਰੂਪ 1m/s ਵੇਗ **v** ਨਾਲ ਗਤੀਮਾਨ ਹੈ ਤੇ ਲਗਿਆ ਬਲ 1 ਨਿਊਟਨ ਹੋਵੇ।

ਵਿਮੀ ਰਿਤੀ ਤੋਂ ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ $[B] = [F/qv]$ ਅਤੇ **B** ਦਾ ਮਾਤਰਕ ਨਿਊਟਨ ਸੈਕੰਡ/ਕੁਲਾਮ ਮੀਟਰ ਹੈ। ਇਸ ਮਾਤਰਕ ਨੂੰ *ਟੇਸਲਾ* (T) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਜਿਸ ਨੂੰ ਨਿਕੋਲਾ ਟੇਸਲਾ (Nicola Tesla) (1856 – 1943) ਦੇ ਨਾਮ ਤੇ ਰਖਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਟੇਸਲਾ ਇਕ ਵੱਡਾ ਮਾਤਰਕ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਇੱਕ ਛੋਟੇ *ਮਾਤਰਕ ਗਾਉਸ* ($=10^{-4}$ ਟੇਸਲਾ) ਦੀ ਆਮ ਕਰਕੇ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਵਿਸ਼ਵ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਵਿਸਤਾਰਿਤ ਰੇਂਜ ਨੂੰ ਸਾਰਣੀ 4.1 ਵਿਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।

ਸਾਰਣੀ 4.1 ਵੱਖ-ਵੱਖ ਭੌਤਿਕ ਹਾਲਤਾਂ ਵਿਚ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰਾਂ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣਾਂ ਦਾ ਆਰਡਰ
Order of Magnitudes of Magnetic Fields in a Variety of Physical Situations

ਭੌਤਿਕ ਹਾਲਤ (Physical situation)	B ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ (ਟੇਸਲਾ, T ਵਿੱਚ) Magnitude of B (in tesla)
ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਤਾਰੇ ਦੀ ਸਤਹਿ (Surface of a neutron star)	10^8
ਪ੍ਰਯੋਗਸ਼ਾਲਾ ਵਿਚ ਪ੍ਰਤੀਨਿਧਕ ਉੱਚ ਖੇਤਰ (Typical large field in a laboratory)	1
ਛੋਟੇ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਨੇੜੇ (Near a small bar magnet)	10^{-2}
ਧਰਤੀ ਦੀ ਸਤਹਿ ਤੇ (On the earths surface)	10^{-5}
ਮਨੁੱਖੀ ਤੰਤਰਿਕਾ ਤੰਤੂ (Human nerve fibre)	10^{-10}
ਅੰਤਰਾ ਤਾਰਕੀ ਸਪੇਸ (Intersteller space)	10^{-12}

4.2.3 ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਵਾਹਕ ਚਾਲਕ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਬਲ (Magnetic force on a current-carrying conductor)

ਅਸੀਂ ਕਿਸੇ ਇਕੱਲੇ ਗਤੀਮਾਨ ਚਾਰਜ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੁਆਰਾ ਲਗੇ ਬਲ ਦੇ ਵਿਸ਼ਲੇਸ਼ਨ ਦਾ ਵਿਸਤਾਰ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਵਾਹਕ ਸਿੱਧੀ ਛੜ ਦੇ ਲਈ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਲੰਬਾਈ l ਅਤੇ ਇੱਕ ਸਮਾਨ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਕ੍ਰਾਸ ਸੈਕਸ਼ਨ A ਦੀ ਕਿਸੇ ਛੜ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਅਸੀਂ ਕਿਸੇ ਚਾਲਕ (ਜਿਸ ਵਿਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਗਤੀਸ਼ੀਲ ਵਾਹਕ ਹਨ) ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਕ ਹੀ ਕਿਸਮ ਦੇ ਗਤੀਸ਼ੀਲ ਵਾਹਕ ਮਨਾਂਗੇ। ਮੰਨ ਲਓ ਇਹਨਾਂ ਗਤੀਸ਼ੀਲ ਚਾਰਜ ਵਾਹਕਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਘਣਤਾ n ਹੈ ਤਾਂ ਚਾਲਕ ਵਿੱਚ ਕੁਲ ਗਤੀਸ਼ੀਲ ਚਾਰਜ ਵਾਹਕਾਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ nlA ਹੋਵੇਗੀ। ਇਸ ਚਾਲਕ ਛੜ ਵਿੱਚ ਅਪਰਿਵਰਤੀ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ I ਦੇ ਲਈ ਅਸੀਂ ਇਹ ਮੰਨ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਹਰੇਕ ਗਤੀਸ਼ੀਲ ਵਾਹਕ ਦਾ ਡ੍ਰਿਫਟ ਵੇਗ $\mathbf{v}_d$ ਹੈ। (ਪਾਠ 3 ਦੇਖੋ)। ਕਿਸੇ ਬਾਹਰੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ $\mathbf{B}$ ਦੀ ਮੌਜੂਦਗੀ ਵਿਚ ਇਹਨਾਂ ਵਾਹਕਾਂ ਤੇ ਬਲ

$$\mathbf{F} = (nlA)q\,\mathbf{v}_d \times \mathbf{B}$$

ਇਥੇ q ਕਿਸੇ ਵਾਹਕ ਦੇ ਚਾਰਜ ਦਾ ਮਾਨ ਹੈ। ਹੁਣ ਇਥੇ $nq\mathbf{v}_d$ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਘਣਤਾ $\mathbf{j}$ ਅਤੇ $|(nq\,\mathbf{v}_d)|A$ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ I ਹੈ। (ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਅਤੇ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਘਣਤਾ ਤੇ ਚਰਚਾ ਦੇ ਲਈ ਪਾਠ 3 ਦੇਖੋ) ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ

$$\mathbf{F} = [(nq\mathbf{v}_d)lA] \times \mathbf{B} = [\,\mathbf{j}Al\,] \times \mathbf{B}$$
$$= I\mathbf{l} \times \mathbf{B} \tag{4.4}$$

ਜਿਥੇ $\mathbf{l}$ ਇੱਕ ਸਦਿਸ਼ ਹੈ ਜਿਸਦਾ ਪਰਿਮਾਣ l ਹੈ ਜੋ ਕਿ ਛੜ ਦੀ ਲੰਬਾਈ ਹੈ, ਅਤੇ ਇਸਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ I ਦੇ ਸਰਬਸਮ ਹੈ। ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਸਦਿਸ਼ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਸਮੀਕਰਨ (4.4) ਦੇ ਅੰਤਿਮ ਚਰਨ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਸਦਿਸ਼ ਚਿੰਨ੍ਹ ਨੂੰ $\mathbf{j}$ ਤੋਂ $\mathbf{l}$ ਵਿੱਚ ਬਦਲਿਆ ਹੈ।

ਸਮੀਕਰਨ (4.4) ਸਿੱਧੀ ਛੜ ਤੇ ਲਾਗੂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਸਮੀਕਰਨ ਵਿਚ $\mathbf{B}$ ਬਾਹਰੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਹੈ। ਇਹ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਵਾਹੀ ਛੜ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਖੇਤਰ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਜੇ ਤਾਰ ਦੀ ਜਿਸ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀ ਵੀ ਆਕ੍ਰਿਤੀ ਹੋਵੇ, ਤਾਂ ਅਸੀਂ ਇਸ ਤੇ ਲਾਰੇਂਜ਼ ਬਲ ਦੀ ਗਣਨਾ, ਇਸ ਨੂੰ ਰੇਖੀ ਪੱਟੀਆਂ $\mathrm{d}\mathbf{l}_j$ ਦਾ ਸਮੂਹ ਮੰਨ ਕੇ ਅਤੇ ਜੋੜ ਕਰਕੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ।

$$\mathbf{F} = \sum_j I\mathrm{d}\mathbf{l}_j \times \mathbf{B}$$

ਵਧੇਰੇ ਮਾਮਲਿਆਂ ਵਿਚ ਜੋੜ ਨੂੰ ਸਮਾਕਲਨ (integration) ਵਿੱਚ ਬਦਲ ਲਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਪਰਾਬਿਜਲੀਅੰਕ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕਸ਼ੀਲਤਾ (ON PERMITTIVITY AND PERMEABILITY)

ਗੁਰੂਤਾਕਰਸ਼ਨ ਦੇ ਸਰਬ ਵਿਆਪਕ ਨਿਯਮ ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਇਹ ਕਹਿੰਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਦੋ ਬਿੰਦੂ ਪੁੰਜ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਤੇ ਬਲ ਲਗਾਉਂਦੇ ਹਨ ਜੋ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਪੁੰਜਾਂ m_1, m_2 ਦੇ ਗੁਣਨਫਲ ਦੇ ਸਿੱਧਾ ਅਨੁਪਾਤੀ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਵਿਚਲੀ ਦੂਰੀ r ਦੇ ਵਰਗ ਦੇ ਉਲਟ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ $F = Gm_1m_2/r^2$ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ, ਇਥੇ G ਸਰਬ ਵਿਆਪੀ ਗੁਰੂਤਾਕਰਸ਼ਨ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਹੈ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਵਿੱਚ ਕੁਲਾਮ ਦੇ ਨਿਯਮ ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਦੋ ਬਿਜਲੀ ਚਾਰਜਾਂ q_1, q_2, ਜਿਹਨਾਂ ਵਿਚਲੀ ਦੂਰੀ r ਹੈ, ਲਗਣ ਵਾਲੇ ਬਲ ਨੂੰ $F = kq_1q_2/r^2$ ਦੁਆਰਾ ਵਿਅਕਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ, ਜਿਥੇ k ਇੱਕ ਅਨੁਪਾਤੀ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਹੈ। SI ਮਾਤਰਕਾਂ ਵਿੱਚ $k = 1/4\pi\varepsilon$ ਹੈ, ਜਿਥੇ ε ਮਾਧਿਅਮ ਦਾ ਪਰਾ ਬਿਜਲੀ ਅੰਕ ਜਾਂ ਬਿਜਲੀਸ਼ੀਲਤਾ (permittivity) ਹੈ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਚੁੰਬਕਤਾ ਵਿਚ ਵੀ ਸਾਨੂੰ ਇੱਕ ਹੋਰ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। SI ਮਾਤਰਕਾਂ ਵਿਚ ਇਹ ਸਥਿਰ ਅੰਕ $\mu/4\pi$ ਹੈ, ਜਿਥੇ μ ਮਾਧਿਅਮ ਦੀ ਚੁੰਬਕਸ਼ੀਲਤਾ ਹੈ।

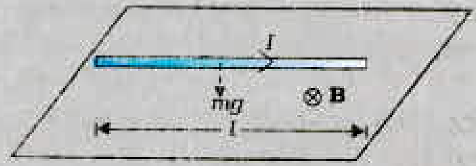
ਜਦਕਿ G, ε ਅਤੇ μ ਅਨੁਪਾਤੀ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਹਨ, ਪਰ ਗੁਰੂਤਾਕਰਸ਼ਨ ਬਲ ਅਤੇ ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀ ਬਲ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਅੰਤਰ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਕਿ ਗੁਰੂਤਾਕਰਸ਼ਨ ਬਲ ਦੋ ਵਸਤੂਆਂ ਦੇ ਵਿਚਲੇ ਮਾਧਿਅਮ ਦੇ ਸੁਭਾਅ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ, ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਬਲ, ਦੋ ਚਾਰਜਾਂ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕਾਂ ਦੇ ਵਿਚਲੇ ਮਾਧਿਅਮ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ G ਇੱਕ ਸਰਬ ਵਿਆਪੀ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਹੈ, ε ਅਤੇ μ ਮਾਧਿਅਮ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਮਾਧਿਅਮਾਂ ਦੇ ਲਈ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਮਾਨ ਹਨ। ਗੁਣਨਫਲ $\varepsilon\mu$ ਦਾ ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀ ਵਿਕਿਰਣਾਂ ਦੀ ਚਾਲ v ਨਾਲ ਇੱਕ ਸੰਬੰਧ $\varepsilon\mu = 1/\ v^2$ ਹੈ।

ਬਿਜਲੀ ਪਰਾਬਿਜਲਈ ਅਤੇ ε ਇੱਕ ਭੌਤਿਕ ਰਾਸ਼ੀ ਹੈ ਜੋ ਇਹ ਸਾਫ਼ ਕਰਦੀ ਹੈ ਕਿ ਕੋਈ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਮਾਧਿਅਮ ਕਿਸੇ ਹੋਰ ਮਾਧਿਅਮ ਦੁਆਰਾ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤੇ ਉਸਨੂੰ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸਦਾ ਨਿਰਧਾਰਣ ਲਗਾਏ ਗਏ ਖੇਤਰ ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਕਾਰਨ ਮਾਧਿਅਮ ਦੇ ਧਰੁਵੀਕਰਨ ਹੋਣ ਦੇ ਗੁਣ, ਜਿਸ ਦੁਆਰਾ ਇਹ ਕਿਸੇ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਅੰਦਰ ਪੈਦਾ ਹੋਏ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਅੰਸ਼ਿਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਘੱਟ ਕਰਦਾ ਹੈ, ਦੁਆਰਾ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਚੁੰਬਕੀ ਚੁੰਬਕਸ਼ੀਲਤਾ (permeability) μ ਕਿਸੇ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਚੁੰਬਕੀ-ਗੁਣ (magnetisation) ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਦੀ ਸਮਰਥਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰਾਂ ਦੁਆਰਾ ਪਦਾਰਥ ਨੂੰ ਭੇਦਣ ਦੀ (penetrate) ਸੀਮਾ ਦਾ ਮਾਪ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਉਦਾਹਰਨ 4.1 200 ਗਰਾਮ ਪੁੰਜ ਅਤੇ 1.5 m ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਕਿਸੇ ਸਿੱਧੇ ਤਾਰ ਵਿਚੋਂ 2 A ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੋ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਇਹ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਖਿਤਜੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ **B** (ਚਿੱਤਰ 4.3) ਕਾਰਨ ਹਵਾ ਵਿਚ ਲਟਕ ਰਹੀ ਹੈ। ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਪਤਾ ਕਰੋ।



ਚਿੱਤਰ 4.3

ਹੱਲ— ਸਮੀਕਰਨ (4.4) ਅਨੁਸਾਰ ਤਾਰ ਹਵਾ ਵਿਚ ਲਟਕਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਦੇ ਲਟਕਦੇ ਰਹਿਣ ਲਈ ਇਸ ਉਪਰ ਖੜੇਦਾਅ ਉਪਰ ਵਲ ਬਲ **F** ਜਿਸਦਾ ਪਰਿਮਾਣ IlB ਹੈ ਲਗਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਜੋ ਇਸ ਦੇ ਭਾਰ mg ਨੂੰ ਸੰਤੁਲਿਤ ਕਰ ਸਕੇ। ਇਸਲਈ

$$mg = IlB$$

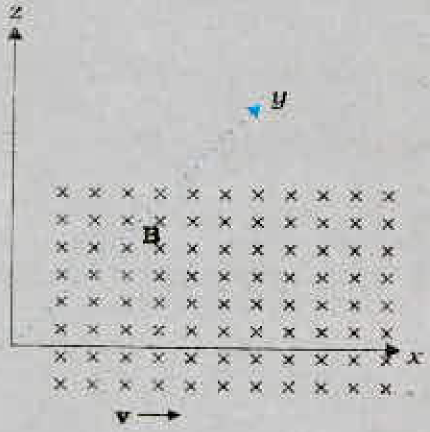
$$B = \frac{mg}{Il}$$

$$= \frac{0.2\times 9.8}{2\times 1.5} \quad 0.65 \text{ T}$$

ਧਿਆਨ ਦਿਓ, ਇਥੇ m/l ਭਾਵ ਭਾਰ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਈ ਲੰਬਾਈ ਪੁੰਜ ਦਸਣਾ ਕਾਫੀ ਹੈ। ਧਰਤੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਮਾਨ ਲਗਭਗ 4×10^{-5} T ਹੈ ਜਿਸਦੀ ਅਸੀਂ ਇਥੇ ਉਪੇਖਿਆ ਕੀਤੀ ਹੈ।

Charged particles moving in a magnetic field. Interactive demonstration: (ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜਿਤ ਕਣ–ਆਪਸੀ ਕਿਰਿਆ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਨ)

ਉਦਾਹਰਨ 4.2 ਜੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਧਨਾਤਮਕ y-ਧੁਰੇ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਹੈ ਅਤੇ ਚਾਰਜਿਤ ਕਣ ਧਨਾਤਮਕ x-ਧੁਰੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਗਤੀਮਾਨ ਹਨ (ਚਿੱਤਰ 4.4), ਤਾਂ ਲੋਰੇਂਜ ਬਲ ਕਿਸ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਲਗੇਗਾ ਜਦੋਂ ਕਿ ਗਤੀਮਾਨ ਕਣ (a) ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ (ਰਿਣ ਚਾਰਜ) (b) ਪ੍ਰੋਟਾਨ (ਧਨ ਚਾਰਜ) ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 4.4

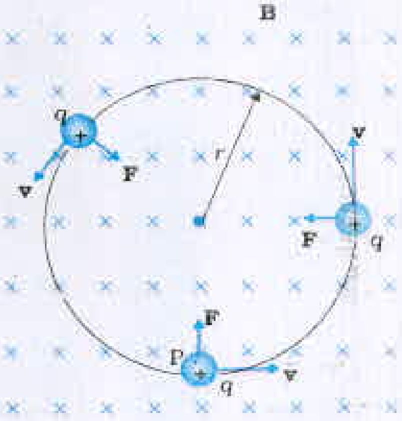
ਹੱਲ— ਕਣ ਦੇ ਵੇਗ **v** ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ x-ਧੁਰੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ **B** ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ y-ਧੁਰੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਲੋਰੇਂਜ ਬਲ **v × B** ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ z-ਧੁਰੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ (ਪੇਚ ਨਿਯਮ ਜਾਂ ਸੱਜੇ ਹੱਥ ਦੇ ਅੰਗੂਠੇ ਦਾ ਨਿਯਮ) ਹੈ। ਇਸਲਈ (a) ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਲਈ ਇਹ ਬਲ, $-z$ ਧੁਰੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਅਤੇ (b) ਧਨ ਚਾਰਜ (ਪ੍ਰੋਟਾਨ) ਲਈ, $+z$ ਧੁਰੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

4.3 ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿਚ ਗਤੀ (MOTION IN A MAGNETIC FIELD)

ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਹੋਰ ਵਧੇਰੇ ਵਿਸਤਾਰ ਨਾਲ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਗਤੀਸ਼ੀਲ ਚਾਰਜ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਅਧਿਐਨ ਕਰਾਂਗੇ। ਅਸੀਂ ਯੰਤਰਿਕੀ (ਕਲਾਸ 11 ਦੀ ਪਾਠ ਪੁਸਤਕ ਪਾਠ 16 ਦੇਖੋ) ਵਿੱਚ ਇਹ ਸਿਖਿਆ ਹੈ ਕਿ ਜੇ ਕਿਸੇ ਬਲ ਦਾ ਕਣ ਦੀ ਗਤੀ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ (ਜਾਂ ਉਸਦੇ ਉਲਟ) ਕੋਈ ਕੰਪੋਨੈਂਟ ਹੇ ਤਾਂ ਉਹ ਬਲ ਉਸ ਕਣ ਤੇ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿਚ ਚਾਰਜ ਦੀ ਗਤੀ ਦੇ ਮਾਮਲੇ ਵਿਚ, ਚੁੰਬਕੀ ਬਲ ਕਣ ਦੇ ਵੇਗ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਲੰਬ ਰੂਪ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਕੋਈ ਕਾਰਜ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ (ਜਦੋਂਕਿ ਸੰਵੇਗ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ। (ਧਿਆਨ ਦਿਓ, ਇਸ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਲ, $q\mathbf{E}$, ਤੋਂ ਵੱਖ ਹੈ, ਜਿਸਦਾ ਗਤੀ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ (ਜਾਂ ਪ੍ਰਤੀ ਸਮਾਂਤਰ (antiparallel) ਕੰਪੋਨੈਂਟ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸੰਵੇਗ ਦੇ ਨਾਲ ਨਾਲ ਊਰਜਾ ਨੂੰ ਵੀ ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ ਕਰ ਸਕਦਾ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 4.5 ਚੱਕਰੀ ਗਤੀ

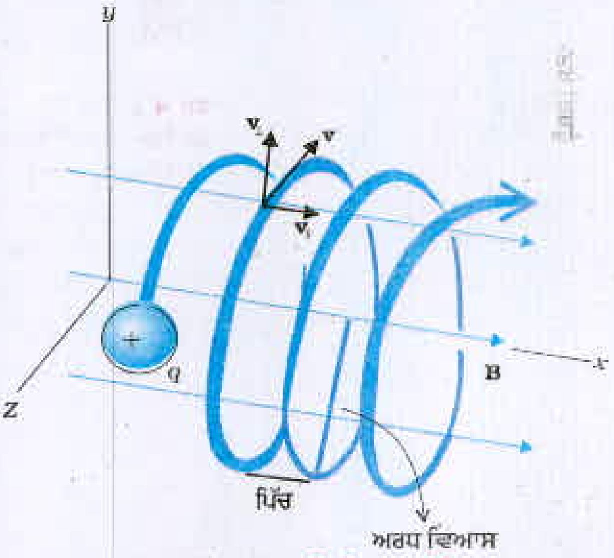
ਅਸੀਂ ਕਿਸੇ *ਇਕਸਮਾਨ* ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿਚ ਚਾਰਜਿਤ ਕਣ ਦੀ ਗਤੀ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਾਂਗੇ। ਪਹਿਲਾਂ ਉਸ ਸਥਿਤੀ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ ਜਿਸ ਵਿਚ ਵੇਗ $\mathbf{v}$ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ $\mathbf{B}$ ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ ਹੈ। ਲੰਬਰੂਪ ਬਲ $q\ \mathbf{v} \times \mathbf{B}$ ਅਭਿਕੇਂਦਰੀ ਬਲ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ ਚੱਕਰੀ ਗਤੀ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਜੇ $\mathbf{v}$ ਅਤੇ $\mathbf{B}$ *ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ ਹੋਣ, ਤਾਂ ਕਣ ਚੱਕਰੀ ਗਤੀ ਕਰੇਗਾ* (ਚਿੱਤਰ 4.5).

ਜੇ ਵੇਗ $\mathbf{v}$ ਦਾ ਕੋਈ ਕੰਪੋਨੈਂਟ $\mathbf{B}$ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਹੈ ਤਾਂ ਇਸ ਕੰਪੋਨੈਂਟ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਬਦਲਾਵ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਕਿਉਂਕਿ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹੋ ਰਹੀ ਗਤੀ ਨੂੰ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ। $\mathbf{B}$ ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ ਕਿਸੇ ਤਲ ਵਿੱਚ ਗਤੀ, ਪਹਿਲਾਂ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੀ, ਚੱਕਰੀ ਗਤੀ ਹੈ ਜਿਸ ਕਾਰਨ ਇਹ ਕੰਪੋਨੈਂਟ *ਹੈਲੀਕਲ ਗਤੀ (helical motion)* ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 4.6)।

ਤੁਸੀਂ ਪਿਛਲੀ ਕਲਾਸ ਵਿਚ ਇਹ ਸਿੱਖ ਲਿਆ ਹੈ (ਦੇਖੋ ਪਾਠ 4 ਕਲਾਸ 11) ਕਿ ਜੇ ਕਿਸੇ ਕਣ ਦੇ ਚੱਕਰ ਆਕਾਰ ਦੇ ਰਸਤੇ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ r ਹੈ ਤਾਂ ਉਸ ਕਣ ਤੇ ਇੱਕ ਬਲ $m\,v^2\,/\,r$ ਚੱਕਰ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ ਅਤੇ ਰਸਤੇ ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਅਭਿਕੇਂਦਰੀ ਬਲ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਜੇ ਵੇਗ $\mathbf{v}$ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ $\mathbf{B}$ ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਅਭਿਕੇਂਦਰੀ ਬਲ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਸਦਾ ਪਰਿਮਾਣ $q\,v\,B$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਦੋਨੋਂ ਅਭਿਕੇਂਦਰੀ ਬਲਾਂ ਦੇ ਵਿਅੰਜਕਾਂ ਨੂੰ ਸਮੀਕਰਨ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਲਿਖਣ ਤੇ

$$m\,v^2/r = q\,v\,B,$$

$$r = m\,v\,/\,qB \tag{4.5}$$



ਚਿੱਤਰ 4.6 ਹੈਲੀਕਲ ਗਤੀ

ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਵੱਧ ਸੰਵੇਗ ਹੋਵੇਗਾ ਓਨਾਂ ਹੀ ਵਡੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਵਾਲਾ ਚੱਕਰ ਹੋਵੇਗਾ ਅਤੇ ਬਣਿਆ ਚੱਕਰ ਵੀ ਵੱਡਾ ਹੋਵੇਗਾ। ਜੇ ਕੋਈ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ω ਹੈ ਤਾਂ $v = \omega\ r$ ਇਸ ਲਈ

$$\omega = 2\pi\,\nu = q\,B/\,m \tag{4.6(a)}$$

ਕੋਈ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ω ਵੇਗ ਜਾਂ ਊਰਜਾ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦੀ। ਇਥੇ ν ਘੁੰਮਣ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਹੈ। ν ਦਾ ਊਰਜਾ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਾ ਕਰਨਾ, ਸਾਈਕਲੋਟ੍ਰਾਨ (cyclotron) ਦੇ ਡਿਜ਼ਾਇਨ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਭੂਮਿਕਾ ਨਿਭਾਉਂਦਾ ਹੈ। (ਸੈਕਸ਼ਨ 4.4.2 ਦੇਖੋ)।

ਇੱਕ ਪਰਿਕਰਮਾ ਪੂਰੀ ਕਰਨ ਵਿਚ ਲਗਿਆ ਸਮਾਂ $T = 2\pi/\omega \equiv 1/\nu$, ਜੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਵੇਗ ਦਾ ਕੋਈ ਕੰਪੋਨੈਂਟ ($v_{||}$ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਗਟ ਕੀਤਾ) ਹੈ, ਕਣ ਦਾ ਰਸਤਾ ਹੈਲੀਕਲ ਵਰਗਾ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਹੋਵੇਗਾ। (ਚਿੱਤਰ 4.6)। ਇੱਕ ਚੱਕਰ ਵਿੱਚ ਕਣ ਦੁਆਰਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਤੈਅ ਕੀਤੀ ਗਈ ਦੂਰੀ ਨੂੰ ਪਿੱਚ ਜਾਂ ਚੂੜੀ ਅੰਤਰਾਲ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਸਮੀਕਰਨ [4.6 (a)] ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਨ ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ

$$p = v_{\parallel} T = 2\pi m \, v_{\parallel} / qB \qquad [4.6(b)]$$

ਗਤੀ ਦੇ ਚੱਕਰੀ ਘੱਟਕ ਦੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਨੂੰ *ਹੈਲੀਕਸ* (*helix*) ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

ਉਦਾਹਰਨ 4.3 6×10^{-4} T ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ 3×10^{7} m/s ਦੀ ਚਾਲ ਨਾਲ ਗਤੀਮਾਨ ਕਿਸੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ (ਪੁੰਜ 9×10^{-31} kg ਅਤੇ ਚਾਰਜ 1.6×10^{-19} C) ਦੇ ਰਸਤੇ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਕੀ ਹੈ? ਇਸਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਕੀ ਹੋਵੇਗੀ? ਇਸਦੀ ਊਰਜਾ keV ਵਿਚ ਪਤਾ ਕਰੋ। ($1\text{eV} = 1.6 \times 10^{-19}$ J).

ਹੱਲ— ਸਮੀਕਰਨ (4.5) ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਨ ਤੇ

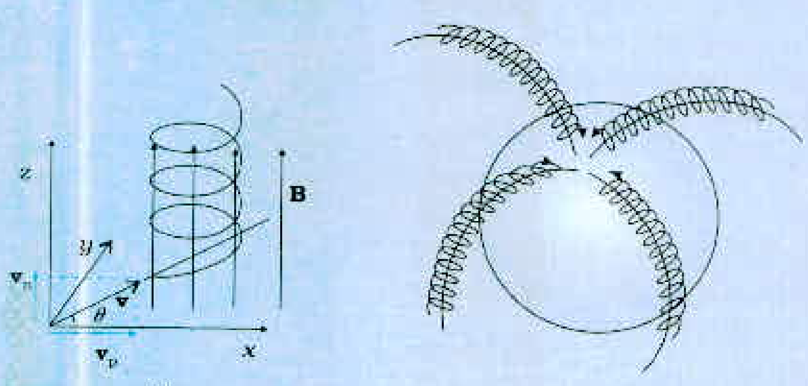
$$r = mv / (qB) = 9 \times 10^{-31}\ \text{kg} \times 3 \times 10^{7}\ \text{m s}^{-1} / (1.6 \times 10^{-19}\,\text{C} \times 6 \times 10^{-4}\,\text{T})$$
$$= 26 \times 10^{-2}\ \text{m} = 26\ \text{cm}$$
$$\nu = v / (2\pi r) = 2 \times 10^{6}\ \text{s}^{-1} = 2 \times 10^{6}\ \text{Hz} = 2\ \text{MHz}.$$
$$E = (½)mv^2 = (½)\,9 \times 10^{-31}\ \text{kg} \times 9 \times 10^{14}\ \text{m}^2/\text{s}^2 = 40.5 \times 10^{-17}\ \text{J}$$
$$4 \times 10^{-16}\ \text{J} = 2.5\ \text{KeV}.$$

ਉਦਾਹਰਨ 4.1

ਚਾਰਜਿਤ ਕਣਾਂ ਦੀ ਹੇਲੀਕਲ ਗਤੀ ਅਤੇ ਉੱਤਰੀ ਧਰੁਵ ਦੀ ਜੋਤੀ (HELICAL MOTION OF CHARGED PARTICLES AND AURORA BOREALIS)

ਧਰੁਵੀ ਖੇਤਰਾਂ ਜਿਵੇਂ ਅਲਾਸਕਾ ਅਤੇ ਉੱਤਰੀ ਕਨਾਡਾ ਵਿਚ ਆਕਾਸ਼ ਵਿੱਚ ਰੰਗਾਂ ਦਾ ਬਹੁਤ ਹੀ ਆਲੀਸ਼ਾਨ ਨਜ਼ਾਰਾ ਦਿਖਾਈ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਨਾਚ ਕਰਦੀ ਹਰੀ ਗੁਲਾਬੀ ਰੋਸ਼ਨੀ ਦਾ ਨਜ਼ਾਰਾ ਮਨਮੋਹਣਾ ਅਤੇ ਦਿਲ ਖਿਚਵਾਂ ਹੈ ਓਨਾ ਹੀ ਉਲਝਣ ਭਰਿਆ ਹੈ। ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨ ਵਿਚ ਹੁਣ ਇਸ ਵਰਤਾਰੇ ਦਾ ਸਪਸ਼ਟੀਕਰਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋ ਗਿਆ ਹੈ ਜਿਸਦਾ ਇਸ ਪਾਠ ਦੇ ਅੰਤਰਗਤ ਅਧਿਐਨ ਕਰ ਰਹੇ ਹਾਂ ਉਸ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧ ਰੱਖਦਾ ਹੈ।

ਮੰਨ ਲਉ ਪੁੰਜ m ਅਤੇ ਚਾਰਜ q ਦਾ ਕੋਈ ਕਣ ਅਰੰਭਿਕ ਵੇਗ **v** ਨਾਲ ਕਿਸੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ **B** ਵਿਚ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਮੰਨ ਲਉ ਇਸ ਵੇਗ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਘਟਕ $\mathbf{v}_p$ ਅਤੇ ਇਸ ਖੇਤਰ ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ ਘਟਕ $\mathbf{v}_n$ ਹੈ। ਚਾਰਜਿਤ ਕਣ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਕੋਈ ਬਲ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਵੇਗ $\mathbf{v}_p$ ਨਾਲ ਇਹ ਕਣ ਲਗਾਤਾਰ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਗਤੀਮਾਨ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਕਣ ਤੇ ਲਗਦੇ ਵੇਗ ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ ਘਟਕ ਦੇ ਕਾਰਨ ਇਸ ਤੇ ਲੋਰੇਂਜ਼ ਬਲ ($\mathbf{v}_n \times \mathbf{B}$) ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਿਸਦੀ ਦਿਸ਼ਾ $\mathbf{v}_n$ ਅਤੇ **B** ਦੋਨਾਂ ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਸੈਕਸ਼ਨ 4.3.1 ਵਿਚ ਦੇਖ ਚੁੱਕੇ ਹਾਂ, ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਣ ਵਿੱਚ ਚੱਕਰੀ ਗਤੀ ਕਰਨ ਦੀ ਪ੍ਰਵਿਰਤੀ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਚੱਕਰੀ ਗਤੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ ਤਲ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਇਹ



(a) (b)

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਗਤੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਕਣ ਦੀ ਗਤੀ ਨਾਲ ਕਪਲ (couple) ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਪਰਿਣਾਮੀ ਪ੍ਰਖੇਪ ਪਥ, ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਹੈਲੀਕਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਇਥੇ ਚਿੱਤਰ (a) ਵਿਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਜੇ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਮੁੜ ਵੀ ਜਾਣ ਤਾਂ ਵੀ ਹੈਲੀਕਲ ਪਥ ਤੇ ਗਤੀਸ਼ੀਲ ਕਣ ਲੂਪ ਵਿਚ ਫਸ ਕੇ (trapped) ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਚਾਰੋਂ ਪਾਸੇ ਗਤੀ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਮਜਬੂਰ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਲੋਰੇਂਜ਼ ਬਲ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਵੇਗ ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ ਹੈ, ਖੇਤਰ ਕਣ ਤੇ ਕੋਈ ਕਾਰਜ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ ਅਤੇ ਵੇਗ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਬਰਾਬਰ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ।

ਸੋਲਰ ਫਲੇਅਰ (solar flare) ਦੇ ਸਮੇਂ ਸੂਰਜ ਵਿੱਚੋਂ ਬਹੁਤ ਵੱਡੀ ਸੰਖਿਆ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲਦੇ ਹਨ। ਉਹਨਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਕੁਝ ਧਰਤੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਲੂਪ ਵਿੱਚ ਫਸ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀਆਂ ਦਿਸ਼ਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਹੈਲੀਕਲ ਪਥ ਤੇ ਗਤੀ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਧਰਤੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀਆਂ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਚੁੰਬਕੀ ਧਰੁਵਾਂ ਤੇ ਬਹੁਤ ਨੇੜੇ-ਨੇੜੇ ਆ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ। (ਦੇਖੋ ਚਿੱਤਰ (b)) ਇਸ ਲਈ ਧਰੁਵਾਂ ਦੇ ਨੇੜੇ ਚਾਰਜਾਂ ਦੀ ਘਣਤਾ ਵੱਧ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਚਾਰਜਿਤ ਕਣ ਵਾਯੂਮੰਡਲ ਦੇ ਅਣੂਆਂ ਨਾਲ ਅਤੇ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਨਾਲ ਟਕਰਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਉਤੇਜਿਤ ਆਕਸੀਜਨ ਪਰਮਾਣੂ ਹਰੀ ਰੋਸ਼ਨੀ (ਪ੍ਰਕਾਸ਼) ਪੈਦਾ ਕਰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਉਤੇਜਿਤ ਨਾਈਟ੍ਰੋਜਨ ਪਰਮਾਣੂ ਗੁਲਾਬੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੈਦਾ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨ ਵਿਚ ਇਸ ਵਰਤਾਰੇ ਨੂੰ *ਉੱਤਰ ਧਰੁਵੀ ਜੋਤੀ* (*Aurora Borealis*) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

4.4 ਸੰਯੁਕਤ ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰਾਂ ਵਿੱਚ ਗਤੀ (MOTION IN COMBINED ELECTRIC AND MAGNETIC FIELDS)

4.4.1 ਵੇਗ ਸਿਲੈਕਟਰ (Velocity selector)

ਤੁਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹੋ ਕਿ ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਦੋਵਾਂ ਖੇਤਰਾਂ ਦੀ ਮੌਜੂਦਗੀ ਵਿਚ **v** ਵੇਗ ਨਾਲ ਗਤੀਮਾਨ q ਚਾਰਜ ਦੇ ਕਣ ਤੇ ਸਮੀਕਰਨ (4.3) ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਇੱਕ ਬਲ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

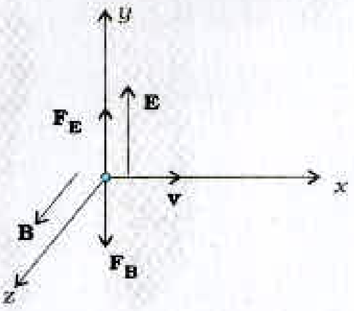
$$\mathbf{F} = q\,(\mathbf{E} + \boldsymbol{v} \times \mathbf{B}) = \mathbf{F}_E + \mathbf{F}_B$$

ਅਸੀਂ ਇਥੇ ਚਿੱਤਰ 4.7 ਵਿਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਇੱਕ ਸਰਲ ਸਥਿਤੀ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਾਂਗੇ ਜਿਸ ਵਿਚ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ ਹਨ ਅਤੇ ਕਣ ਦਾ ਵੇਗ ਇਹਨਾਂ ਦੋਨਾਂ ਖੇਤਰਾਂ ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ ਹੈ। ਤੱਦ

$$\mathbf{E} = E\,\hat{\mathbf{j}},\ \mathbf{B} = B\,\hat{\mathbf{k}},\ \mathbf{v} = v\,\hat{\mathbf{i}}$$

$$\mathbf{F}_E = q\mathbf{E} = qE\,\hat{\mathbf{j}},\ \mathbf{F}_B = q\mathbf{v} \times \mathbf{B},\ = q\left(v\,\hat{\mathbf{i}} \times B\hat{\mathbf{k}}\right) = -qB\,\hat{\mathbf{j}}$$

ਇਸਲਈ



ਚਿੱਤਰ 4.7

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਚਿੱਤਰ ਵਿਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਬਿਜਲੀ ਬਲ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਬਲ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਉਲਟ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਹਨ। ਮੰਨ ਲਓ ਅਸੀਂ **E** ਅਤੇ **B** ਦੇ ਮਾਨਾਂ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਮਾਯੋਜਿਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਇਹਨਾਂ ਬਲਾਂ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ ਬਰਾਬਰ ਹੋ ਜਾਣ ਤਾਂ ਚਾਰਜ ਤੇ ਕੁੱਲ ਬਲ ਸਿਫ਼ਰ ਹੋ ਜਾਵੇਗਾ ਅਤੇ ਚਾਰਜ ਇਹਨਾਂ ਖੇਤਰਾਂ ਵਿੱਚ ਬਿਨਾਂ ਵਿਖੇਪਿਤ ਹੋਏ ਗਤੀ ਕਰੇਗਾ। ਇਹ ਤਦ ਹੋਵੇਗਾ ਜਦੋਂ

$$qE = qvB \text{ ਜਾਂ } v = \frac{E}{B} \tag{4.7}$$

ਇਸ ਸ਼ਰਤ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਵੱਖ ਵੱਖ ਗਤੀ ਨਾਲ ਗਤੀਮਾਨ ਚਾਰਜਾਂ (ਬੇਸ਼ਕ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਚਾਰਜ ਅਤੇ ਪੁੰਜ ਕੁਝ ਵੀ ਹੋਣ) ਦੇ ਪੁੰਜ ਵਿਚੋਂ ਕਿਸੇ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਵੇਗ ਨਾਲ ਚਾਰਜਿਤ ਕਣਾਂ ਨੂੰ ਚੁਣਨ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਕ੍ਰਾਸ ਕਰਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਅਤੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ *ਵੇਗ ਸਿਲੈਕਟਰ* (*Velocity Selector*) ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਾਰਜ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਸਿਰਫ E/B ਦੀ ਚਾਲ ਵਾਲੇ ਕਣ ਹੀ ਇਸ ਕ੍ਰਾਸ ਕਰਦੇ ਖੇਤਰਾਂ ਵਾਲੇ ਸਥਾਨ ਤੋਂ ਬਿਨਾਂ ਵਿਖੇਪਿਤ ਹੋਏ ਲੰਘਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਵਿਧੀ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਸਾਲ 1897 ਵਿੱਚ ਜੇ.ਜੇ. ਥਾਮਸਨ ਨੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਚਾਰਜ-ਪੁੰਜ ਅਨੁਪਾਤ (e/m) ਮਾਪਣ ਵਿਚ ਕੀਤਾ ਸੀ। ਇਸ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਸਿਧਾਂਤ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਪੁੰਜ ਸਪੈਕਟ੍ਰੋਮੀਟਰ (Mass Spectrometer) ਵਿਚ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਅਜਿਹੀ ਯੁਕਤੀ ਹੈ ਜੋ ਚਾਰਜਿਤ ਕਣਾਂ ਨੂੰ ਆਮ ਕਰਕੇ ਆਇਨਾਂ ਨੂੰ, ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਚਾਰਜ-ਪੁੰਜ ਅਨੁਪਾਤ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਵੱਖ ਕਰਦੀ ਹੈ।

4.4.2 ਸਾਈਕਲੋਟ੍ਰਾਨ (Cyclotron)

Cyclotron
Interactive demonstration:
http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?topic=33.0

ਸਾਈਕਲੋਟ੍ਰਾਨ ਚਾਰਜਿਤ ਕਣਾਂ ਜਾਂ ਆਇਨਾਂ ਨੂੰ ਉੱਚ ਊਰਜਾਵਾਂ ਤੱਕ ਪ੍ਰਵੇਗਿਤ ਕਰਨ ਵਾਲਾ ਯੰਤਰ ਹੈ। ਇਸਦੀ ਖੋਜ ਨਾਭਿਕੀ ਸੰਰਚਨਾ ਦੀ ਤਫ਼ਤੀਸ਼ ਦੇ ਲਈ ਸਾਲ 1934 ਵਿਚ ਈ.ਓ. ਲਾਰੈਂਸ (E.O. Lawrence) ਅਤੇ ਐਮ.ਐਸ. ਲਿਵਿੰਗਸਟੋਨ (M.S. Livingston) ਨੇ ਕੀਤਾ ਸੀ। ਚਾਰਜਿਤ ਕਣਾਂ ਦੀ ਊਰਜਾ ਵਿਚ ਵਾਧਾ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਸਾਈਕਲੋਟ੍ਰਾਨ ਵਿੱਚ ਸੰਯੁਕਤ ਰੂਪ ਵਿਚ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੋਨਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਇਹ ਦੋਨੋਂ ਖੇਤਰ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ ਲਗਾਏ ਜਾਂਦੇ ਹਨ, ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ *ਕ੍ਰਾਸਡ ਖੇਤਰ (crossed fields)* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਸਾਈਕਲੋਟ੍ਰਾਨ ਵਿਚ ਇਸ ਤਥ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਕਿ "ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਪਰਿਕਰਮਾ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਚਾਰਜਿਤ ਕਣਾਂ ਦੀ ਪਰਿਕ੍ਰਮਾ ਕਰਨ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ (frequency of revolution) ਕਣ ਦੀ ਊਰਜਾ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦੀ।" ਕਣ ਵਧੇਰੇ ਸਮੇਂ ਲਈ ਦੋ ਅੱਧ ਚੱਕਰੀ ਆਕਾਰ ਦੀਆਂ ਚੱਕਰੀ ਵਰਗੀਆਂ ਧਾਤਾਂ ਦੇ ਪਾਤਰਾਂ, D_1 ਅਤੇ D_2 ਦੇ ਵਿੱਚ ਗਤੀ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਹਨਾਂ ਧਾਤ ਦੇ ਪਾਤਰਾਂ ਨੂੰ '*ਡੀਜ਼*' *(Dees)* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਕਿਉਂਕਿ ਇਹ ਅੰਗ੍ਰੇਜ਼ੀ ਦੀ ਵਰਣਮਾਲਾ ਦੇ ਅਖਰ 'D' ਵਰਗੀਆਂ ਦਿਖਾਈ ਦਿੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਚਿੱਤਰ 4.8 ਵਿੱਚ ਸਾਈਕਲੋਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਵਿਵਸਥਾ ਆਰੇਖ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਧਾਤ ਦੇ ਬਕਸਿਆਂ ਦੇ ਅੰਦਰ ਕਣ ਓਟ ਵਿੱਚ ਰਹਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਹਨਾਂ ਤੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਕਾਰਜ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ। ਬੇਸ਼ਕ ਕਣ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਕਾਰਨ ਉਹ ਇੱਕ 'ਡੀ' ਦੇ ਅੰਦਰ ਚੱਕਰੀ ਗਤੀ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਹਰ ਵਾਰ ਜਦੋਂ ਕਣ ਇੱਕ 'ਡੀ' ਤੋਂ ਦੂਸਰੀ 'ਡੀ' ਵਿਚ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਹਰ ਵਾਰ ਉਸ ਤੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਚਿੰਨ੍ਹ ਵਾਰੀ-ਵਾਰੀ ਬਦਲਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਬਦਲਾਵ ਕਣ ਦੀ ਚੱਕਰੀ ਗਤੀ ਦੇ ਨਾਲ ਮੇਲ ਖਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤੋਂ ਇਹ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਕਣ ਸਦਾ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਵੇਗਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਹਰ ਵਾਰ ਪ੍ਰਵੇਗ ਨਾਲ ਕਣ ਦੀ ਊਰਜਾ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ-ਜਿਵੇਂ ਊਰਜਾ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਉਸਦੇ ਚੱਕਰ ਅਕਾਰ ਪੱਥ ਦੇ ਅਰਧਵਿਆਸ ਵਿੱਚ ਵੀ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਕਣ ਦਾ ਰਸਤਾ ਚੱਕਰਦਾਰ (spiral) ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਇਸ ਸਾਰੇ ਸੰਯੋਜਨ ਨੂੰ ਹਵਾ ਰਹਿਤ (evacuated) ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਕਿ ਆਇਨਾਂ ਅਤੇ ਹਵਾ ਦੇ ਅਣੂਆਂ ਵਿਚਲੀਆਂ ਟੱਕਰਾਂ ਘੱਟ ਤੋਂ ਘੱਟ ਹੋ ਜਾਣ। ਡੀਜ਼ ਤੇ ਇੱਕ ਉੱਚ ਮਾਨ ਵਾਲੀ ਪਰਤਵੀਂ ਵੋਲਟੇਜ (alternate voltage) ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 4.8 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਗਏ ਆਰੇਖ ਵਿੱਚ ਧਨ ਆਇਨ ਜਾਂ ਧਨ ਚਾਰਜਿਤ ਕਣ (ਕਣ ਪ੍ਰੋਟਾਨ) ਕੇਂਦਰ P ਤੇ ਮੁਕਤ ਕੀਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਕਿਸੇ ਇੱਕ 'ਡੀ' ਵਿੱਚ ਅੱਧੇ ਚੱਕਰ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਰਸਤਾ ਤੈਅ ਕਰਦੇ ਹੋਏ $T/2$ ਸਮਾਂ ਅੰਤਰਾਲ ਵਿਚ ਦੋਵਾਂ ਡੀਜ਼ ਦੇ ਵਿਚਲੀ ਖਾਲੀ ਥਾਂ ਤੇ ਪੁੱਜਦੇ ਹਨ। ਇਥੇ T ਪਰਿਕ੍ਰਮਾ ਪੂਰੀ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਲਗਿਆ ਸਮਾਂ (period of revolution) ਹੈ। ਜਿਸਦਾ ਮਾਨ ਸਮੀਕਰਨ (4.6) ਅਨੁਸਾਰ

$$T = \frac{1}{\nu_c} = \frac{2\pi m}{qB}$$

$$\text{ਜਾਂ} \quad \nu_c = \frac{qB}{2\pi m} \tag{4.8}$$

ਸਪਸ਼ਟ ਤਰਕਾਂ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਇਸ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਨੂੰ *ਸਾਈਕਲੋਟ੍ਰਾਨ ਆਵ੍ਰਿਤੀ (cyclotron frequency)* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸ ਨੂੰ ν_c ਦੁਆਰਾ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਸਾਈਕਲੋਟ੍ਰਾਨ ਵਿਚ ਇਸਤੇਮਾਲ ਵੋਲਟੇਜ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ν_a ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਮਾਯੋਜਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਜਿੰਨੇਂ ਸਮੇਂ ਵਿਚ ਆਇਨ ਆਪਣਾ ਅੱਧਾ ਚੱਕਰ ਪੂਰਾ ਕਰਦਾ ਹੈ ਓਨੇ ਹੀ ਸਮੇਂ ਵਿਚ ਡੀਜ਼ ਦੀ ਧਰੁਵਤਾ ਬਦਲ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਸ਼ਰਤ $\nu_a = \nu_c$ ਨੂੰ ਅਨੁਨਾਦ *(resonance)* ਦੀ ਸ਼ਰਤ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਸ੍ਰੋਤ ਦਾ ਕਲਾ ਦਾ ਸਮਾਯੋਜਨ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਜਦੋਂ ਧਨ ਆਇਨ D_1 ਦੇ ਸਿਰੇ ਤੇ ਪੁੱਜਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉਸ ਸਮੇਂ D_2 ਘੱਟ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਤੇ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

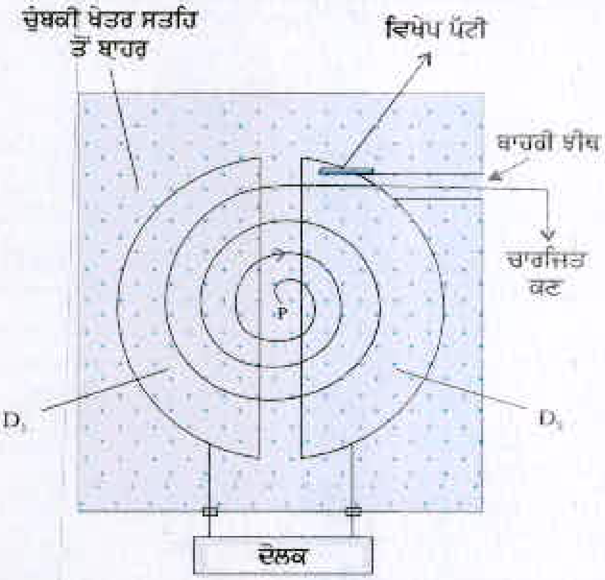
ਆਇਨ ਇਸ ਖਾਲੀ ਥਾਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵੇਗਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਡੀਜ਼ ਦੇ ਅੰਦਰ ਕਣ ਅਜਿਹੇ ਖੇਤਰ ਵਿਚ ਗਤੀ ਕਰਦੇ ਹਨ ਜਿਥੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਹਰ ਵਾਰ ਕਣ ਇੱਕ ਡੀ ਤੋਂ ਦੂਸਰੀ ਡੀ ਤੇ ਜਾਣ ਵਿਚ ਕਣ ਦੀ ਊਰਜਾ ਵਿਚ qV ਦਾ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ (ਜਿਥੇ V ਡੀਜ਼ ਦੇ ਵਿਚਲੀ ਉਸ ਸਮੇਂ ਦੀ ਵੋਲਟੇਜ ਹੈ।) ਸਮੀਕਰਨ (4.5) ਤੋਂ ਇਹ ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ ਕਣਾਂ ਦੇ ਰਸਤਿਆਂ ਦੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਵਿੱਚ ਹਰ ਵਾਰ, ਗਤਿਜ ਊਰਜਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਹੋਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਆਇਨ ਡੀਜ਼ ਦੇ ਵਿੱਚ ਵਾਰ-ਵਾਰ ਉਸ ਸਮੇਂ ਤੱਕ ਪ੍ਰਵੇਗਿਤ ਹੁੰਦੇ ਰਹਿੰਦੇ ਹਨ ਜਦੋਂ ਤੱਕ ਕਿ ਲਗਭਗ ਡੀਜ਼ ਦੇ ਅਰਧਵਿਆਸ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਅਰਧਵਿਆਸ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਊਰਜਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਨਹੀਂ ਕਰ ਲੈਂਦੇ। ਉਸ ਸਮੇਂ ਫਿਰ ਤੋਂ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੁਆਰਾ ਵਿਖੇਪਿਤ ਹੋਕੇ ਬਾਹਰੀ ਸ਼ੀਥ ਦੁਆਰਾ ਸਿਸਟਮ ਵਿਚੋਂ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਸਮੀਕਰਨ (4.5) ਤੋਂ, ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ-

$$v = \frac{qBR}{m} \tag{4.9}$$

ਇਥੇ R ਨਿਰਗਮ (ਬਾਹਰ, exit) ਤੇ ਪ੍ਰਖੇਪ ਦਾ ਅਰਧਵਿਆਸ ਤੇ ਅਤੇ ਇਹ ਡੀਜ਼ ਦੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ।

ਇਸ ਲਈ ਆਇਨਾਂ ਦੀ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{q^2B^2R^2}{2m} \tag{4.10}$$



ਚਿੱਤਰ 4.8 ਸਾਈਕਲੋਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਵਿਵਸਥਾ ਆਰੇਖ। ਬਿੰਦੂ P ਤੇ ਚਾਰਜਿਤ ਕਣ ਜਾਂ ਆਇਨਾਂ ਦਾ ਸਰੋਤ ਹੈ। ਇਹ ਚਾਰਜਿਤ ਕਣ ਜਾਂ ਆਇਨ ਇਕ ਸਮਾਨ ਲੰਬਰੂਪ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ **B** ਦੇ ਕਾਰਨ D_1 ਅਤੇ D_2 ਡੀਜ਼ ਦੇ ਅੰਦਰ-ਚੱਕਰ ਅਕਾਰ ਰਸਤੇ ਤੇ ਚਲਦੇ ਹਨ। ਇਕ ਪਰਤਵੀਂ ਵੋਲਟੇਜ ਦਾ ਸ੍ਰੋਤ ਇਹਨਾਂ ਚਾਰਜਿਤ ਕਣਾਂ ਨੂੰ ਉੱਚ ਚਾਲਾਂ ਤੱਕ ਪ੍ਰਵੇਗਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਚਾਰਜਿਤ ਕਣ ਬਾਹਰੀ ਸ਼ੀਥ ਵਿੱਚੋਂ ਕੱਢ ਦਿੱਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ।

ਸਾਈਕਲੋਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਪ੍ਰਚਾਲਨ (operation) ਇਸ ਤੱਥ ਤੇ ਆਧਾਰਿਤ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੇ ਆਇਨ ਦੇ ਇੱਕ ਪਰਿਕਰਮਾ ਪੂਰੀ ਕਰਨ ਦਾ ਸਮਾਂ ਆਇਨ ਦੀ ਚਾਲ ਜਾਂ ਕਕਸ਼ਾ (orbit) ਦੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਸਾਈਕਲੋਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਇਸਤੇਮਾਨ ਇਸ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵੇਗਿਤ ਊਰਜਾ ਯੁਕਤ ਕਣਾਂ ਦੁਆਰਾ ਨਾਭਿਕ ਤੇ ਬੰਬਾਰੀ (Bombard) ਕਰਕੇ ਪਰਿਣਾਮੀ ਨਾਭਿਕੀ ਕ੍ਰਿਆਵਾਂ ਦੇ ਅਧਿਐਨ ਕਰਨ ਲਈ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸਦੀ ਵਰਤੋਂ ਠੋਸਾਂ ਵਿੱਚ ਆਇਨਾਂ ਨੂੰ ਫਿੱਟ ਕਰਕੇ (implant) ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਗੁਣਾਂ ਵਿੱਚ ਸੁਧਾਰ ਕਰਨ ਅਤੇ ਇੱਥੋਂ ਤੱਕ ਕਿ ਨਵੇਂ ਪਦਾਰਥਾਂ ਨੂੰ ਸੰਸ਼ਲੇਸ਼ਿਤ (synthesise) ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਵੀ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸਦਾ ਉਪਯੋਗ ਰੇਡਿਓਐਕਟਿਵ ਪਦਾਰਥਾਂ ਨੂੰ ਪੈਦਾ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਰੇਡਿਓਐਕਟਿਵ ਪਦਾਰਥਾਂ ਨੂੰ ਹਸਪਤਾਲਾਂ ਵਿੱਚ ਰੋਗੀਆਂ ਦੀ ਜਾਂਚ ਅਤੇ ਉਪਚਾਰ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 4.4 ਸਾਈਕਲੋਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਆਸੀਲੇਟਰ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ 10 MHz ਹੈ। ਪ੍ਰੋਟਾਨਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਵੇਗਿਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਓਪਰੇਟਿੰਗ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਮਾਨ ਕਿੰਨਾਂ ਹੋਵੇਗਾ। ਜੇ ਡੀਜ਼ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ 60 cm ਹੈ ਤਾਂ ਐਕਸਲਰੇਟਰ (accelerator) ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਪੁੰਜ ਦੀ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ MeV ਵਿੱਚ ਪਤਾ ਕਰੋ। (e =1.60 × 10^{-19} C, m_p = 1.67 × 10^{-27} kg, 1 MeV = 1.6 × 10^{-13} J).

ਹੱਲ— ਆਸੀਲੇਟਰ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ, ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦੀ ਸਾਈਕਲੋਟ੍ਰਾਨ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ ਸਮੀਕਰਨਾਂ (4.5) ਅਤੇ [4.6(a)] ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਨ ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

$B = 2\pi\, m\, v/q = 6.3 \times 1.67 \times 10^{-27} \times 10^7 / (1.6 \times 10^{-19}) = 0.66$ T

ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦਾ ਅੰਤਮਿ ਵੇਗ

$v = r \times 2\pi\, v = 0.6$ m × $6.3 \times 10^7 = 3.78 \times 10^7$ m/s.

$E = ½\, mv^2 = 1.67 \times 10^{-27} \times 14.3 \times 10^{14} / (2 \times 1.6 \times 10^{-13}) = 7$ MeV.

ਉਦਾਹਰਨ 4.4

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਭਾਰਤ ਵਿਚ ਪ੍ਰਵੇਗਕ (ACCELERATORS IN INDIA)

ਭਾਰਤ ਪ੍ਰਵੇਗਕ-ਆਧਾਰਿਤ ਖੋਜ ਦੇ ਖੇਤਰ ਵਿਚ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਨ ਵਾਲਾ ਮੋਹਰੀ ਦੇਸ਼ ਹੈ। ਡਾ. ਮੇਘਨਾਦ ਸਾਹਾ ਦੀ ਦੂਰਦਰਸ਼ਿਤਾ ਕਾਰਨ ਸਾਲ 1953 ਵਿਚ ਕੋਲਕਾਤਾ ਦੇ ਸਾਹਾ ਨਾਭਿਕੀ ਭੌਤਿਕ ਸੰਸਥਾਨ ਨੇ 37" ਸਾਈਕਲੋਟ੍ਰਾਨ ਸਥਾਪਿਤ ਕਰ ਲਿਆ ਸੀ। ਇਸ ਤੋਂ ਬਾਦ ਤਾਂ ਜਲਦੀ ਹੀ ਭਾਰਤ ਦੇ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਸੰਸਥਾਨਾਂ; ਜਿਵੇਂ- ਟਾਟਾ ਇੰਸਟੀਚਿਊਟ ਆਫ ਫੰਡਾਮੈਂਟਲ ਰਿਸਰਚ (TIFR), ਮੁੰਬਈ; ਅਲੀਗੜ ਮੁਸਲਿਮ ਵਿਸ਼ਵਵਿਦਿਆਲਿਆ, ਅਲੀਗੜ; ਬੋਸ ਇੰਸਟੀਚਿਊਟ, ਕੋਲਕਾਤਾ ਅਤੇ ਆਂਧਰਾ ਵਿਸ਼ਵਵਿਦਿਆਲਿਆ, ਵਾਲਟੇਅਰ ਵਿਚ ਕੋਕਰੋਫਟ-ਵਾਲਟਨ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਕਈ ਪ੍ਰਵੇਗਕ ਸਥਾਪਿਤ ਹੋ ਗਏ।

ਸੱਠ ਦੇ ਦਸ਼ਕ ਵਿੱਚ ਤਾਂ ਕਈ ਵਾਨ ਡੀ ਗ੍ਰਾਫ਼ ਪ੍ਰਵੇਗਕ ਸਥਾਪਿਤ ਹੋਏ-5.5 MV ਟਰਮੀਨਲ ਮਸ਼ੀਨ ਭਾਭਾ ਪਰਮਾਣੂ ਖੋਜ ਕੇਂਦਰ (BARC), ਮੁੰਬਈ (1963); 2 MV ਟਰਮੀਨਲ ਮਸ਼ੀਨ ਭਾਰਤੀ ਤਕਨੀਕੀ ਸੰਸਥਾਨ ਕਾਨਪੁਰ; 400 kV ਟਰਮੀਨਲ ਮਸ਼ੀਨ ਬਨਾਰਸ ਹਿੰਦੂ ਵਿਸ਼ਵਵਿਦਿਆਲਿਆ, ਵਾਰਾਨਸੀ ਅਤੇ ਪੰਜਾਬੀ ਵਿਸ਼ਵਵਿਦਿਆਲਿਆ, ਪਟਿਆਲਾ। ਅਮਰੀਕਾ ਦੇ ਰੋਸ਼ੇਸਟਰ ਵਿਸ਼ਵਵਿਦਿਆਲਿਆ ਦੁਆਰਾ ਦਿੱਤੇ ਗਏ 66 cm ਸਾਈਕਲੋਟ੍ਰਾਨ ਨੂੰ ਪੰਜਾਬ ਵਿਸ਼ਵਵਿਦਿਆਲਿਆ, ਚੰਡੀਗੜ ਵਿਖੇ ਸਥਾਪਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ। ਇੱਕ ਲਘੂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪ੍ਰਵੇਗਕ ਪੂਨਾ ਵਿਸ਼ਵਵਿਦਿਆਲਿਆ, ਪੂਨੇ ਵਿੱਚ ਸਥਾਪਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ।

ਸੱਤ੍ਰ ਅਤੇ ਅੱਸੀ ਦੇ ਦਹਾਕੇ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਪ੍ਰਮੁੱਖ ਸੂਤਰਪਾਤ ਪਰਿਵਰਤੀ ਊਰਜਾ ਸਾਈਕਲੋਟ੍ਰਾਨ ਕੇਂਦਰ (VECC) ਕੋਲਕਾਤਾ ਦੁਆਰਾ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਭਾਰਤੀ ਸੰਸਾਧਨਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ ਪਰਿਵਰਤੀ ਊਰਜਾ ਸਾਇਕਲੋਟ੍ਰਾਨ ਬਣਾ ਕੇ ਕੀਤਾ ਗਿਆ, ਭਾਭਾ ਪਰਮਾਣੂ ਖੋਜ ਕੇਂਦਰ (BARC) ਮੁੰਬਈ ਨੇ 2 MV ਟੈਂਡਮ (Tandem) ਵਾਨ ਡੀ ਗ੍ਰਾਫ਼ ਪ੍ਰਵੇਗਕ ਵਿਕਸਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਅਤੇ ਬਣਾਇਆ ਗਿਆ ਅਤੇ ਟਾਟਾ ਇੰਸਟੀਚਿਊਟ ਆਫ ਫੰਡਾਮੈਂਟਲ ਰਿਸਰਚ ਵਿਚ 14 MV ਟੈਂਡਮ ਪੈਲੇਟ੍ਰਾਨ ਪ੍ਰਵੇਗਕ ਸਥਾਪਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ।

ਇਸਤੋਂ ਬਾਅਦ ਜਲਦੀ ਹੀ ਯੂਨੀਵਰਸਟੀ ਗਰਾਂਟ ਕਮੀਸ਼ਨ (UGC), ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ ਨੇ ਅੰਤਰ ਵਿਸ਼ਵਵਿਦਿਆਲਿਆ ਸਹੂਲਤ ਲਈ ਅੰਤਰਵਿਸ਼ਵਵਿਦਿਆਲਿਆ ਪ੍ਰਵੇਗਕ ਕੇਂਦਰ (IUAC), ਨਵੀਂ ਦਿਲੀ ਵਿਚ 15MV ਟੈਂਡਮ ਪੈਲੇਟ੍ਰਾਨ; ਭੌਤਿਕੀ ਸੰਸਥਾਨ, ਭੁਵਨੇਸ਼ਵਰ ਵਿੱਚ ਇੱਕ 3 MV ਟੈਂਡਮ ਪੈਲੇਟ੍ਰਾਨ; ਐਟੋਮਿਕ ਮਿਨਰਲ ਡਾਇਰੈਕਟੋਰੇਟ ਫਾਰ ਐਨਸਪਲੋਰੇਸ਼ਨ ਐਂਡ ਰਿਸਰਚ, ਹੈਦਰਾਬਾਦ ਅਤੇ ਇੰਦਰਾ ਗਾਂਧੀ ਪਰਮਾਣੂ ਖੋਜ ਕੇਂਦਰ, ਕਲਪੱਕਮ ਵਿਚ ਦੋ 1.7 MV ਟੈਂਡੇਟ੍ਰਾਨ ਸਥਾਪਿਤ ਕਰਵਾਏ। TIFR ਅਤੇ IUAC ਦੋਵੇਂ ਹੀ ਆਪਣੀਆਂ ਸੁਵਿਧਾਵਾਂ, ਅਤਿਚਾਲਕ (superconducting) LINAC ਮਾਡਿਊਲਬ ਜਿਹਨਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਆਇਨਾਂ ਨੂੰ ਉੱਚ ਊਰਜਾਵਾਂ ਤੱਕ ਪ੍ਰਵੇਗਿਤ ਕਰਨ ਵਿਚ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਦੇ ਨਾਲ ਅੱਗੇ ਵਧਾ ਰਹੇ ਹਨ।

ਇਹਨਾਂ ਪ੍ਰਵੇਗਕਾਂ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ ਪਰਮਾਣੂ ਊਰਜਾ ਵਿਭਾਗ ਨੇ ਵੀ ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪ੍ਰਵੇਗਕ ਵਿਕਸਿਤ ਕੀਤੇ ਹਨ। ਰਾਜਾ ਰੱਮਨਾ ਸੈਂਟਰ ਫਾਰ ਐਡਵਾਂਸ ਟੈਕਨਾਲਾਜੀ, ਇੰਦੋਰ ਵਿੱਚ ਇੱਕ 2 GeV ਸਿੰਕ੍ਰੋਟ੍ਰਾਨ ਵਿਕਿਰਣ ਸ੍ਰੋਤ ਬਣਾਇਆ ਜਾ ਰਿਹਾ ਹੈ।

ਪਰਮਾਣੂ ਊਰਜਾ ਵਿਭਾਗ ਭਵਿਖ ਵਿਚ ਵਿਕਲਪ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸ਼ਕਤੀ ਉਤਪਦਾਨ ਅਤੇ ਵਿਖੰਡਨਸ਼ੀਲ ਪਦਾਰਥ ਪੈਦਾ ਕਰਨ ਲਈ ਪ੍ਰਵੇਗਕ ਚਾਲਿਤ ਪ੍ਰਣਾਲੀਆਂ (ADS) ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰ ਰਿਹਾ ਹੈ।

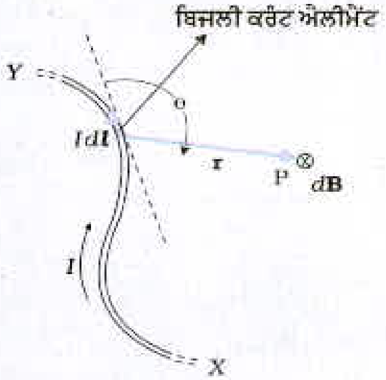
4.5 ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ-ਐਲੀਮੈਂਟ ਦੇ ਕਾਰਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ, ਬਾਯੋ-ਸਾਵਰਟ ਨਿਯਮ (MAGNETIC FIELD DUE TO A CURRENT ELEMENT, BIOT-SAVART LAW)

ਜਿੰਨੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਸਾਨੂੰ ਪਤਾ ਹਨ ਉਹ ਸਾਰੇ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟਾਂ (ਜਾਂ ਗਤੀਸ਼ੀਲ ਚਾਰਜਾਂ) ਅਤੇ ਕਣਾਂ ਦੇ ਨਿਜੀ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟਾਂ (intrinsic magnetic moments) ਦੇ ਕਾਰਨ ਪੈਦਾ ਹੋਏ ਹਨ। ਇਥੇ ਅਸੀਂ ਹੁਣ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਅਤੇ ਉਸ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਵਿੱਚ ਸੰਬੰਧ ਬਾਰੇ ਅਧਿਐਨ ਕਰਾਂਗੇ। ਇਹ ਸੰਬੰਧ ਬਾਯੋ-ਸਾਵਰਟ ਨਿਯਮ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 4.9 ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਚਾਲਕ XY ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ, ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ I ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੋ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਚਾਲਕ ਦੇ ਬਹੁਤ ਹੀ ਛੋਟੇ ਐਲੀਮੈਂਟ dl ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ। ਮੰਨ ਲਉ ਅਸੀਂ ਇਸ ਐਲੀਮੈਂਟ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਦੁਆਰਾ ਇਸ ਤੋਂ **r** ਦੂਰੀ ਤੇ ਸਥਿਤ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ P ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ d**B** ਦਾ ਮਾਨ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕਰਨਾ ਹੈ। ਮੰਨ ਲਓ ਵਿਸਥਾਪਨ ਸਦਿਸ਼ **r** ਅਤੇ d**l** ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ θ ਕੋਣ ਬਣਦਾ ਹੈ। ਤਦ ਬਾਯੋ-ਸਾਵਰਟ ਨਿਯਮ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ d**B** ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ I, ਲੰਬਾਈ ਐਲੀਮੈਂਟ $|d\mathbf{l}|$ ਦੇ ਸਿੱਧਾ ਅਨੁਪਾਤੀ ਅਤੇ ਦੂਰੀ r ਦੇ ਵਰਗ ਦੇ ਉਲਟ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੈ। ਇਸ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ d**l** ਅਤੇ **r** ਦੇ ਤਲਾਂ ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ ਹੋਵੇਗੀ। ਇਸ ਲਈ ਸਦਿਸ਼ ਸੰਕੇਤ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਵਿਚ



ਚਿੱਤਰ 4.9 ਬਾਯੋ-ਸਾਵਰਟ ਨਿਯਮ ਦਾ ਚਿੱਤਰਣ। ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ-ਐਲੀਮੈਂਟ $I\,d\mathbf{l}$, r ਦੂਰੀ ਤੇ ਸਥਿਤ ਬਿਂਦੂ ਤੇ ਖੇਤਰ d**B** ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ⊗ ਚਿੰਨ੍ਹ ਇਹ ਦੱਸਦਾ ਹੈ ਕਿ ਖੇਤਰ ਕਾਗਜ਼ ਦੇ ਤਲ ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ ਅੰਦਰ ਵਲ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਹੈ।

$$d\mathbf{B} \propto \frac{I\,d\mathbf{l}\times\mathbf{r}}{r^3}$$

$$= \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I d\,\mathbf{l}\times\mathbf{r}}{r^3} \qquad [4.11(a)]$$

ਇਥੇ $\mu_0/4\pi$ ਅਨੁਪਾਤਿਕ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਹੈ। ਉਪਰੋਕਤ ਸਮੀਕਰਨ ਤਦ ਲਾਗੂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ ਮਾਧਿਅਮ ਨਿਰਵਾਯੂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ

ਇਸ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ

$$|d\mathbf{B}| = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I\,dl\sin\theta}{r^2} \qquad [4.11(b)]$$

ਇਥੇ ਅਸੀਂ ਸਦਿਸ਼ ਗੁਣਨਫਲ ਦੇ ਗੁਣਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਹੈ। ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਲਈ ਸਮੀਕਰਨ [4.11 (a)] ਮੂਲ ਸਮੀਕਰਨ ਹੈ। ਅਨੁਪਾਤਿਕ ਸਥਿਰ ਅੰਕ $\frac{\mu_0}{4\pi}$ ਦਾ ਯਥਾਰਤ ਮਾਨ ਹੈ–

$$\frac{\mu_0}{4\pi} = 10^{-7}\,\mathrm{Tm/A} \qquad [4.11(c)]$$

ਰਾਸ਼ੀ μ_0 ਨੂੰ ਮੁਕਤ ਅਕਾਸ਼ (ਜਾਂ ਨਿਰਵਾਯੂ) ਦੀ *ਚੁੰਬਕਸ਼ੀਲਤਾ ਸਥਿਰ ਅੰਕ (permeability)* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਬਾਯੋ-ਸਾਵਰਟ ਨਿਯਮ ਅਤੇ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਦੇ ਕੁਲਾਮ ਨਿਯਮ ਵਿੱਚ ਕੁੱਝ ਸਮਾਨਤਾਵਾਂ ਹਨ ਅਤੇ ਕੁਝ ਅਸਮਾਨਤਾਵਾਂ। ਇਸ ਵਿਚੋਂ ਕੁਝ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਅਨੁਸਾਰ ਹਨ-

(i) ਦੋਨਾਂ ਦੀ ਰੇਂਜ ਦੂਰ ਤੱਕ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਕਿਉਂਕਿ ਦੋਨੋਂ ਹੀ ਸ੍ਰੋਤ ਤੋਂ ਪਰੀਖਣ ਬਿੰਦੂ ਤੱਕ ਦੀ ਦੂਰੀ ਦੇ ਵਰਗ ਦੇ ਉਲਟ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਦੋਨਾਂ ਹੀ ਖੇਤਰਾਂ ਤੇ ਸੁਪਰਪੋਜੀਸ਼ਨ (superposition) ਸਿਧਾਂਤ ਲਾਗੂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। [ਇਸ ਸੰਬੰਧ ਵਿਚ ਇਹ ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ *ਸ੍ਰੋਤ (source)* $I\,d\mathbf{l}$ ਵਿਚ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ *ਰੇਖੀ* (*linear*) ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਆਪਣੇ ਸ੍ਰੋਤ ਬਿਜਲੀ ਚਾਰਜ ਵਿਚ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖੀ ਹੈ।

(ii) ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਅਦਿਸ਼ ਸ੍ਰੋਤ, ਜਿਵੇਂ ਬਿਜਲੀ ਚਾਰਜ, ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਇੱਕ ਸਦਿਸ਼ ਸ੍ਰੋਤ ਜਿਵੇਂ, $I\,d\mathbf{l}$ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

(iii) ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਸ੍ਰੋਤ ਨੂੰ ਖੇਤਰ ਦੇ ਬਿੰਦੂ ਨਾਲ ਮਿਲਾਉਣ ਵਾਲੇ ਵਿਸਥਾਪਨ ਸਦਿਸ਼ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿਸਥਾਪਨ ਸਦਿਸ਼ **r** ਅਤੇ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਐਲੀਮੈਂਟ $I\,d\mathbf{l}$ ਦੋਨਾਂ ਦੇ ਤਲਾਂ ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

(iv) ਬਾਯੋ-ਸਾਵਰਟ ਨਿਯਮ ਵਿਚ ਕੋਣ ਤੇ ਨਿਰਭਰਤਾ ਹੈ ਜੋ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਚਿੱਤਰ 4.9 ਵਿੱਚ, ਦਿਸ਼ਾ d**l** (ਡੈਸ਼ ਵਾਲੀ ਰੇਖਾ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਵੀ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਸਿਫ਼ਰ ਹੈ। ਇਸ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ $\theta = 0$, $\sin\theta = 0$ ਅਤੇ ਸਮੀਕਰਨ [4.11(a)], $|d\mathbf{B}| = 0$.

$d\mathbf{l}\times\mathbf{r}$ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਸੱਜੇ ਹੱਥ ਪੇਚ ਨਿਯਮ ਦੁਆਰਾ ਵੀ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। d**l** ਅਤੇ **r** ਦੇ ਤਲਾਂ ਨੂੰ ਦੇਖੋ। ਕਲਪਨਾ ਕਰੋ ਕਿ ਤੁਸੀਂ ਪਹਿਲੇ ਸਦਿਸ਼ ਤੋਂ ਦੂਸਰੇ ਸਦਿਸ਼ ਵਲ ਜਾਂਦੇ ਹੋ। ਇਹ ਗਤੀ ਐਂਟੀਕਲਾਕਵਾਈਜ (anticlockwise) ਹੈ ਤਾਂ ਪਰਿਣਾਮੀ (Resultant) ਤੁਹਾਡੇ ਵਲ ਸੰਕੇਤ ਕਰੇਗਾ। ਜੇ ਇਹ ਕਲਾਕਵਾਈਜ਼ ਹੈ ਤਾਂ ਪਰਿਣਾਮੀ ਤੁਹਾਡੇ ਤੋਂ ਪਰਾਂ ਵਲ ਹੋਵੇਗਾ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

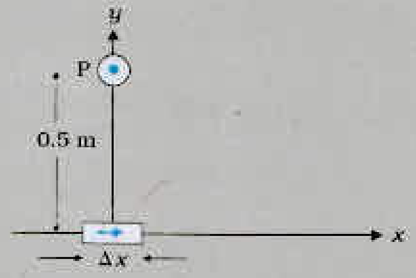
ਮੁਕਤ ਸਪੇਸ ਦੀ ਬਿਜਲੀਸ਼ੀਲਤਾ, ਮੁਕਤ ਸਪੇਸ ਦੀ ਚੁੰਬਕਸ਼ੀਲਤਾ ਅਤੇ ਨਿਰਵਾਯੂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਵੇਗ ਵਿਚ ਇੱਕ ਰੋਚਕ ਸੰਬੰਧ ਹੈ।

$$\varepsilon_0\mu_0 = (4\pi\varepsilon_0)\left(\frac{\mu_0}{4\pi}\right) = \left(\frac{1}{9\times10^9}\right)(10^{-7}) = \frac{1}{(3\times10^8)^2} = \frac{1}{c^2}$$

ਇਸ ਸੰਬੰਧ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਪਾਠ ਵਿੱਚ ਚਰਚਾ ਕਰਾਂਗੇ। ਕਿਉਂਕਿ ਨਿਰਵਾਯੂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਵੇਗ ਨਿਯਤ ਹੈ, ਗੁਣਨਫਲ $\mu_0\varepsilon_0$ ਪਰਿਮਾਣ ਵਿੱਚ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਹੈ। ε_0 ਅਤੇ μ_0 ਵਿਚੋਂ ਕਿਸੇ ਵੀ ਇੱਕ ਮਾਨ ਦੀ ਚੋਣ ਕਰਨ ਤੇ ਹੋਰ ਦਾ ਮਾਨ ਖੁਦ ਹੀ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। SI ਮਾਤਰਕਾਂ ਵਿਚ μ_0 ਦਾ ਇੱਕ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਪਰਿਮਾਣ $4\pi \times 10^{-7}$ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 4.5

ਉਦਾਹਰਨ 4.5 ਕੋਈ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਐਲੀਮੈਂਟ $\Delta \mathbf{l} = \Delta x\,\hat{\mathbf{i}}$ ਜਿਸ ਵਿਚੋਂ ਇੱਕ ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਮਾਨ ਵਾਲਾ ਕਰੰਟ I = 10 A ਲੰਘ ਰਿਹਾ ਹੈ, ਮੂਲ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਸਥਿਤ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 4.10), y-ਧੁਰੇ ਤੇ 0.5 m ਦੂਰੀ ਤੇ ਸਥਿਤ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਇਸਦੇ ਕਾਰਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਕੀ ਮਾਨ ਹੈ। Δx = 1 cm.



ਚਿੱਤਰ 4.10

ਹੱਲ—

$$|\mathbf{dB}| = \frac{\mu_0}{4\pi}\,\frac{I\,dl\,\sin\theta}{r^2}$$ [ਸਮੀਕਰਨ (4.11) ਦੁਆਰਾ]

$dl = \Delta x = 10^{-2}$ m , I = 10 A, r = 0.5 m = y, $\mu_0/4\pi = 10^{-7}\,\frac{\mathrm{Tm}}{\mathrm{A}}$

$\theta = 90^\circ$; $\sin\theta = 1$

$$|\mathbf{dB}| \quad \frac{10^{-7}\times\ 10\times10^{-2}}{25\times10^{-2}} = 4\times10^{-8}\ \mathrm{T}$$

ਇਸ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ +z-ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਹੈ। ਇਸਦਾ ਕਾਰਨ ਇਹ ਹੈ ਕਿ

$$d\mathbf{l}\times\mathbf{r} = \Delta x\,\hat{\mathbf{i}}\times y\,\hat{\mathbf{j}} = y\,\Delta x\left(\hat{\mathbf{i}}\times\hat{\mathbf{j}}\right) = y\,\Delta x\,\hat{\mathbf{k}}$$

ਇਥੇ ਅਸੀਂ ਤੁਹਾਨੂੰ ਸਦਿਸ਼ ਗੁਣਨਫਲਾਂ ਦੇ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਚੱਕਰੀ ਗੁਣ ਨੂੰ ਯਾਦ ਕਰਵਾਉਂਦੇ ਹਾਂ।

$$\hat{\mathbf{i}}\times\hat{\mathbf{j}} = \hat{\mathbf{k}};\ \hat{\mathbf{j}}\times\hat{\mathbf{k}} = \hat{\mathbf{i}};\ \hat{\mathbf{k}}\times\hat{\mathbf{i}} = \hat{\mathbf{j}}$$

ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਇਸ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਘੱਟ ਹੈ।

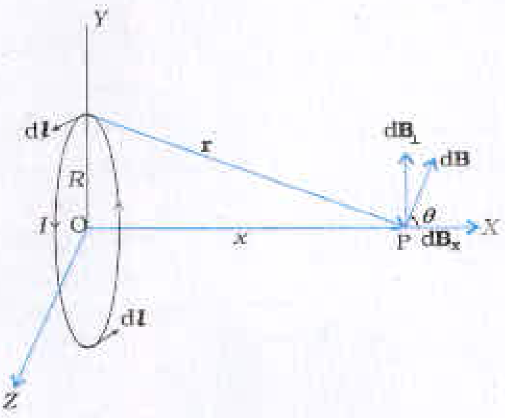
ਅਗਲੇ ਸੈਕਸ਼ਨ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਚੱਕਰ ਅਕਾਰ ਦੇ ਲੂਪ ਦੇ ਕਾਰਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਪਤਾ ਕਰਨ ਲਈ ਬਾਯੋ ਸਾਵਰਟ ਨਿਯਮ ਦਾ ਇਸਤੇਮਾਲ ਕਰਾਂਗੇ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

4.6 ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਵਾਹਕ ਚੱਕਰ ਅਕਾਰ ਦੇ ਲੂਪ ਦੇ ਧੁਰੇ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ (MAGNETIC FIELD ON THE AXIS OF A CIRCULAR CURRENT LOOP)

ਇਸ ਸੈਕਸ਼ਨ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਵਾਹਕ ਚੱਕਰ ਅਕਾਰ ਲੂਪ ਦੇ ਕਾਰਨ ਉਸਦੇ ਧੁਰੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਮੁਲਾਂਕਨ ਕਰਾਂਗੇ। ਇਸ ਮੁਲਾਂਕਨ ਵਿੱਚ ਪਿਛਲੇ ਸੈਕਸ਼ਨ ਵਿੱਚ ਵਰਣਿਤ ਬਹੁਤ ਹੀ ਛੋਟੇ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਐਲੀਮੇਂਟਸ (I d**l**) ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵਾਂ ਨੂੰ ਜੋੜਿਆ ਜਾਵੇਗਾ। ਅਸੀਂ ਇਹ ਮੰਨਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਵਗ ਰਿਹਾ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਅਪਰਿਵਰਤੀ (direct) ਹੈ ਅਤੇ ਮੁਲਾਂਕਨ ਮੁਕਤ ਸਪੇਸ (ਨਿਰਵਾਤ) ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 4.11 ਅਰਧ ਵਿਆਸ R ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਵਾਹਕ ਲੂਪ ਦੇ ਧੁਰੇ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ। ਇਸ ਚਿੱਤਰ ਵਿਚ ਰੇਖਾ ਐਲੀਮੇਂਟ d**l** ਦੇ ਕਾਰਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ d**B** ਅਤੇ ਧੁਰੇ ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ ਕਾਰਜ ਕਰ ਰਹੇ ਇਸਦੇ ਐਲੀਮੇਂਟਸ ਨੂੰ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।

ਚਿੱਤਰ 4.11 ਵਿੱਚ ਚੱਕਰ ਅਕਾਰ ਦੇ ਲੂਪ ਵਿਚੋਂ ਸਥਾਈ ਬਿਜਲੀ ਧਾਰਾ I ਲੰਘਦੀ ਹੋਈ ਦਰਸਾਈ ਗਈ ਹੈ। ਲੂਪ ਨੂੰ ਮੂਲ ਬਿੰਦੂ ਤੇ xy ਤਲ ਵਿਚ ਸਥਿਤ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਅਤੇ ਲੂਪ ਦਾ ਅਰਧਵਿਆਸ R ਹੈ। x-ਧੁਰਾ ਹੀ ਲੂਪ ਦਾ ਧੁਰਾ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਇਸੇ ਧੁਰੇ ਦੇ ਬਿੰਦੂ P ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਪਤਾ ਕਰਨਾ ਹੈ, ਮੰਨ ਲਓ ਬਿੰਦੂ P ਲੂਪ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ x ਦੂਰੀ ਤੇ ਸਥਿਤ ਹੈ।

ਲੂਪ ਦੇ ਚਾਲਕ ਐਲੀਮੇਂਟ d**l** ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ, ਇਸ ਨੂੰ ਚਿੱਤਰ 4.11 ਵਿਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। d**l** ਦੇ ਕਾਰਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਬਾਯੋ-ਸਾਵਰਟ ਨਿਯਮ [ਸਮੀਕਰਨ 4.11(a)] ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I\left|d\mathbf{l}\,\mathbf{x}\mathbf{r}\right|}{r^3} \qquad (4.12)$$

ਹੁਣ $r^2 = x^2 + R^2$। ਨਾਲ ਹੀ, ਲੂਪ ਦਾ ਕੋਈ ਵੀ ਐਲੀਮੇਂਟ, ਇਸ ਐਲੀਮੇਂਟ ਤੋਂ ਧੁਰੇ ਦੇ ਬਿੰਦੂ ਦੇ ਵਿਸਥਾਪਨ ਸਦਿਸ਼ ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ ਹੋਵੇਗਾ। ਉਦਾਹਰਣ ਲਈ ਚਿੱਤਰ 4.11 ਵਿੱਚ ਐਲੀਮੇਂਟ d**l** y-z ਤਲ ਵਿੱਚ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ ਵਿਸਥਾਪਨ ਸਦਿਸ਼ **r** ਐਲੀਮੇਂਟ d**l** ਤੋਂ ਧੁਰੇ ਤੇ ਬਿੰਦੂ P ਤਕ x-y ਤਲ ਵਿੱਚ ਹੈ। ਇਸਲਈ $|d\mathbf{l} \times \mathbf{r}| = r\,dl$, ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{Idl}{\left(x^2 + R^2\right)} \qquad (4.13)$$

d**B** ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਚਿੱਤਰ 4.11 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਈ ਗਈ ਹੈ। ਇਹ d**l** ਅਤੇ **r** ਦੁਆਰਾ ਬਣੇ ਤਲ ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ ਹੈ। ਇਸਦਾ ਇੱਕ x-ਘਟਕ d$\mathbf{B}_x$ ਅਤੇ x-ਧੁਰੇ ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ ਘਟਕ d$\mathbf{B}_\perp$ ਹੈ। ਜਦੋਂ x-ਧੁਰੇ ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ ਘਟਕਾਂ ਨੂੰ ਜੋੜਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉਹ ਇਕ ਦੂਸਰੇ ਨੂੰ ਨਿਰਸਤ ਕਰ ਦਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਸਿਫਰ ਪਰਿਣਾਮ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਣ ਵੇ ਲਈ, ਚਿੱਤਰ 4.11 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ d**l** ਦੇ ਕਾਰਨ ਘਟਕ d$\mathbf{B}_\perp$ ਇਸਦੇ ਡਾਇਆਮੀਟ੍ਰੀਕਲੀ ਉਲਟ d**l** ਘਟਕ ਦੇ ਕਾਰਨ ਯੋਗਦਾਨ ਦੁਆਰਾ ਕੈਂਸਲ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਿਰਫ x-ਘਟਕ ਹੀ ਬਣਦਾ ਹੈ। x-ਦਿਸ਼ਾ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਨੇਟ ਯੋਗਦਾਨ ਲੂਪ ਦੇ ਉਪਰ $dB_x = dB\cos\theta$ ਨੂੰ ਸਮਾਕਲਿਤ ਕਰਕੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਚਿੱਤਰ 4.11 ਦੇ ਲਈ

$$\cos\theta = \frac{R}{(x^2 + R^2)^{1/2}} \qquad (4.14)$$

ਸਮੀਕਰਨਾਂ (4.13) ਅਤੇ (4.14) ਤੋਂ

$$dB_x = \frac{\mu_0 Idl}{4\pi}\frac{R}{\left(x^2 + R^2\right)^{3/2}}$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਸਮੁੱਚੇ ਲੂਪ ਤੇ dl ਐਲੀਮੇਂਟਸ ਦਾ ਜੋੜ, $2\pi R$ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਲੂਪ ਦਾ ਘੇਰਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ

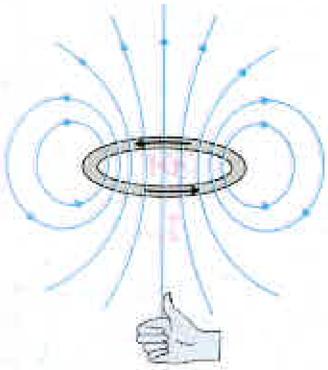
$$\mathbf{B} = B_x\mathbf{i} = \frac{\mu_0 IR^2}{2\left(x^2 + R^2\right)^{3/2}}\mathbf{i} \tag{4.15}$$

ਉਪਰੋਕਤ ਪਰਿਣਾਮ ਦੀ ਇਕ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਸਥਿਤੀ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਲੂਪ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਥੇ $x = 0$, ਅਤੇ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ,

$$\mathbf{B}_0 = \frac{\mu_0 I}{2R}\mathbf{i} \tag{4.16}$$

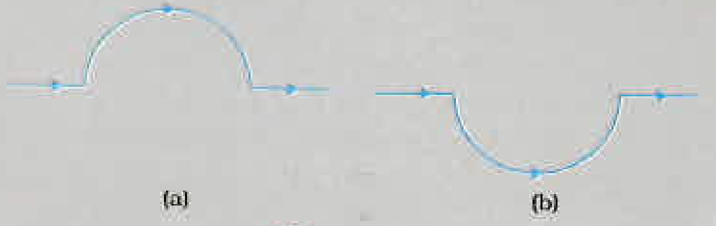
ਚੱਕਰ ਅਕਾਰ ਦੀ ਤਾਰ ਦੇ ਕਾਰਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਬੰਦ ਚੱਕਰ ਅਕਾਰ ਦੇ ਲੂਪ ਬਣਾਉਂਦੀਆਂ ਹਨ। ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਚਿੱਤਰ 4.12 ਵਿਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ (ਇੱਕ ਹੋਰ) *ਸੱਜੇ ਹੱਥ ਦੇ ਅੰਗੂਠੇ ਦੇ ਨਿਯਮ* ਦੁਆਰਾ ਦੱਸੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਨਿਯਮ ਹੇਠਾਂ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ,

ਚੱਕਰ ਅਕਾਰ ਦੀ ਤਾਰ ਦੇ ਚਾਰੋਂ ਪਾਸੇ ਆਪਣੇ ਸੱਜੇ ਹੱਥ ਦੀ ਹਥੇਲੀ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਮੋੜੋ ਕਿ ਉਂਗਲੀਆਂ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ ਸੰਕੇਤ ਕਰਨ, ਅਤੇ ਇਸ ਹੱਥ ਦਾ ਫੈਲਿਆ ਹੋਇਆ ਅੰਗੂਠਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦਸਦਾ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 4.12 ਕਿਸੇ ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਲੂਪ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ। ਪਾਠ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਸਤੂ ਵਿਚ ਵਰਣਿਤ ਸੱਜੇ ਦੇ ਅੰਗੂਠੇ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਲੂਪ ਦੇ ਉਪਰਲੇ ਪਾਸੇ ਨੂੰ ਉੱਤਰੀ ਧਰੁਵ ਅਤੇ ਹੇਠਲੇ ਪਾਸੇ ਨੂੰ ਦੱਖਣ ਧਰੁਵ ਮੰਨਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 4.6 ਚਿੱਤਰ 4.13 ਵਿਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਕਿਸੇ ਸਿੱਧੇ ਤਾਰ ਜਿਸ ਵਿਚ 12 A ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਲੰਘਦਾ ਹੈ, ਨੂੰ 2.0 cm ਅਰਧਵਿਆਸ ਦੇ ਅੱਧੇ ਚੱਕਰ ਅਕਾਰ ਚਾਪ ਵਿਚ ਮੋੜਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਸ ਚਾਪ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ **B** ਮੰਨੋ।



ਚਿੱਤਰ 4.13

(a) ਸਿੱਧੇ ਖੰਡਾਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਕਿੰਨਾਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ?
(b) ਕਿਸ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਅਰਧ ਚੱਕਰ ਦੁਆਰਾ **B** ਨੂੰ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਯੋਗਦਾਨ ਚੱਕਰ ਅਕਾਰ ਲੂਪ ਦੇ ਯੋਗਦਾਨ ਤੋਂ ਵੱਖ ਹੈ ਅਤੇ ਕਿਸ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਹ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹਨ।
(c) ਕੀ ਤੁਹਾਡੇ ਉੱਤਰ ਵਿਚ ਕੋਈ ਪਰਿਵਰਤਨ ਹੋਵੇਗਾ ਜੇ ਤਾਰ ਨੂੰ ਉਸੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦੇ ਅਰਧ ਚੱਕਰ ਵਿੱਚ ਪਹਿਲਾਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ 4.13(b) ਅਨੁਸਾਰ ਉਲਟੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਮੋੜ ਦੇਈਏ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਹੱਲ—

(a) ਸਿੱਧੇ ਖੰਡਾਂ ਦੇ ਹਰੇਕ ਘਟਕ ਦੇ ਲਈ $d\mathbf{l}$ ਅਤੇ $\mathbf{r}$ ਸਮਾਂਤਰ ਹਨ। ਇਸਲਈ $d\mathbf{l} \times \mathbf{r} = 0$। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਿੱਧੇ ਖੰਡ $|\mathbf{B}|$ ਨੂੰ ਕੋਈ ਯੋਗਦਾਨ ਨਹੀਂ ਦਿੰਦੇ।

(b) ਅਰਧ ਚੱਕਰ ਅਕਾਰ ਚਾਪ ਦੇ ਸਾਰੇ ਖੰਡਾਂ ਦੇ ਲਈ, $d\mathbf{l} \times \mathbf{r}$ ਸਾਰੇ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਹਨ (ਕਾਗਜ਼ ਦੇ ਤਲ ਵਿਚ ਅੰਦਰ ਜਾਂਦੇ ਹੋਏ) ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਸਾਰੇ ਯੋਗਦਾਨ ਪਰਿਮਾਣ ਵਿੱਚ ਜੁੜ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਅਰਧ ਚੱਕਰ ਅਕਾਰ ਚਾਪ ਦੇ ਲਈ **B** ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਸੱਜੇ ਹੱਥ ਨਿਯਮ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਚੱਕਰ ਅਕਾਰ ਲੂਪ ਦੇ ਲਈ **B** ਦਾ ਅੱਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ **B** ਦਾ ਮਾਨ 1.9×10^{-4} T ਹੈ ਅਤੇ ਦਿਸ਼ਾ ਕਾਗਜ਼ ਦੇ ਤਲ ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ ਉਸਦੇ ਅੰਦਰ ਜਾਂਦੇ ਹੋਈ ਹੈ।

(c) **B** ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਤਾਂ ਉਹੀ ਹੈ ਜੋ (b) ਵਿੱਚ ਹੈ ਪਰ ਦਿਸ਼ਾ ਉਲਟ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 4.6

ਉਦਾਹਰਨ 4.7 10 cm ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦੀ 100 ਕਸਕੇ ਲਪੇਟੇ ਗਏ ਫੇਰਿਆਂ ਦੀ ਕਿਸੇ ਕੁੰਡਲੀ (coil) ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ ਜਿਸ ਵਿਚੋਂ 1 A ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਲੰਘ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਕੁੰਡਲੀ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਕੀ ਹੈ?

ਹੱਲ— ਕਿਉਂਕਿ ਕੁੰਡਲੀ ਕਸਕੇ ਲਪੇਟੀ ਗਈ ਹੈ ਇਸਲਈ ਅਸੀਂ ਹਰੇਕ ਚੱਕਰ ਅਕਾਰ ਦੇ ਐਲੀਮੈਂਟ ਦੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ $R = 10$ cm $= 0.1$ m ਮੰਨ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਫੇਰਿਆਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ $N = 100$ ਹੈ, ਇਸਲਈ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ

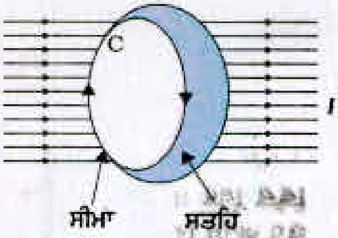
$$B = \frac{\mu_0 NI}{2R} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 10^2 \times 1}{2 \times 10^{-1}} = 2\pi \times 10^{-4} = 6.28 \times 10^{-4}\ \text{T}$$

ਉਦਾਹਰਨ 4.7

4.7 ਐਮਪੀਅਰ ਦਾ ਸਰਕਟ ਦਾ ਨਿਯਮ

(AMPERE S CIRCUITAL LAW)

ਬਾਯੋ ਸਾਵਰਟ ਨਿਯਮ ਨੂੰ ਵਿਅਕਤ ਕਰਨ ਦਾ ਇੱਕ ਹੋਰ ਵਿਕਲਪਿਕ ਅਤੇ ਰੁਚੀ ਭਰਪੂਰ ਉਪਾਅ ਵੀ ਹੈ। ਐਮਪੀਅਰ ਦੇ ਸਰਕਟ ਦੇ ਨਿਯਮ ਵਿਚ ਕਿਸੇ ਖੁਲੀ ਸਤਹਿ ਜਿਸਦੀ ਕੋਈ ਸੀਮਾ ਹੋਵੇ (ਚਿੱਤਰ 4.14) ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਸਤਹਿ ਵਿਚੋਂ ਕਰੰਟ ਗੁਜ਼ਰਦਾ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਇਹ ਵਿਚਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਸੀਮਾ ਰੇਖਾ ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਛੋਟੇ ਰੇਖਾ ਐਲੀਮੇਂਟਸ ਤੋਂ ਮਿਲ ਕੇ ਬਣੀ ਹੈ। ਅਜਿਹੇ ਇੱਕ ਰੇਖਾ ਐਲੀਮੇਂਟ dl ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ। ਅਸੀਂ ਇਸ ਐਲੀਮੇਂਟ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਸਪਰਸ਼ਰੇਖੀ ਘਟਕ $\mathbf{B}_t$ ਦਾ ਮਾਨ ਲਵਾਂਗੇ ਅਤੇ ਇਸ ਨੂੰ ਐਲੀਮੇਂਟ $d\mathbf{l}$ ਦੀ ਲੰਬਾਈ ਨਾਲ ਗੁਣਾ ਕਰਾਂਗੇ। [ਧਿਆਨ ਦਿਓ $B_t dl = \mathbf{B}\cdot d\mathbf{l}$]। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਸਾਰੇ ਗੁਣਨਫਲ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਨਾਲ ਜੋੜ ਦਿੱਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਅਸੀਂ ਸੀਮਾ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਕਿਉਂਕਿ ਜਿਵੇਂ-ਜਿਵੇਂ ਐਲੀਮੇਂਟਸ ਦੀ ਲੰਬਾਈ ਘਟਦੀ ਹੈ ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ਵੱਧਦੀ ਹੈ। ਤਦ ਇਹਨਾਂ ਦਾ ਜੋੜ ਇਕ ਸਮਾਕਲਨ ਬਣ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਐਮਪੀਅਰ ਦਾ ਨਿਯਮ ਇਹ ਕਹਿੰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਸਮਾਕਲਨ ਸਤਹਿ ਵਿਚੋਂ ਲੰਘਣ ਵਾਲੇ ਕੁੱਲ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਦਾ μ_0 ਗੁਣਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਅਰਥਾਤ



ਚਿੱਤਰ 4.14

$$\oint \mathbf{B}\cdot d\mathbf{l} = \mu_0 I \qquad [4.17(a)]$$

ਇਥੇ I ਸਤਹਿ ਵਿਚੋਂ ਲੰਘਣ ਵਾਲਾ ਕੁੱਲ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਹੈ। ਇਸ ਸਮਾਕਲਨ ਨੂੰ ਸਤਹਿ ਦੀ ਸੀਮਾਰੇਖਾ C ਦੇ ਸਹਿਵਰਤੀ ਬੰਦ ਲੂਪ ਦੇ ਉਪਰ ਲਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਉਪਰੋਕਤ ਸੰਬੰਧ ਵਿੱਚ ਦਿਸ਼ਾ ਸ਼ਾਮਿਲ ਹੈ ਜੋ ਸੱਜੇ ਹੱਥ ਦੇ ਨਿਯਮ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਆਪਣੇ ਸੱਜੇ ਹੱਥ ਦੀਆਂ ਉਂਗਲੀਆਂ ਨੂੰ ਉਸ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਮੋੜੋ ਜਿਸ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਲੂਪ ਸਮਾਕਲ $\oint \mathbf{B}\cdot d\mathbf{l}$ ਵਿੱਚ ਸੀਮਾ ਰੇਖਾ ਮੁੜੀ ਹੈ। ਤਾਂ ਅੰਗੂਠੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਉਸ ਦਿਸ਼ਾ ਨੂੰ ਦਸਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਧਨਾਤਮਕ ਮੰਨਿਆ ਗਿਆ ਹੈ।

ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਇਸਤੇਮਾਲਾਂ ਲਈ ਸਮੀਕਰਨ [4.17(a)] ਦਾ ਕਿਤੇ ਵਧੇਰੇ ਸਰਲ ਰੂਪ ਕਾਫੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਇਹ ਮਨਾਂਗੇ ਕਿ, ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਮਾਮਲਿਆਂ ਵਿੱਚ ਅਜਿਹੇ ਲੂਪ (ਜਿਸ ਨੂੰ ਐਮਪੀਅਰ ਲੂਪ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।) ਦੀ ਚੋਣ ਸੰਭਵ ਹੈ ਜੋ ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਹੈ ਕਿ ਲੂਪ ਦੇ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਜਾਂ ਤਾਂ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(i) **B** ਲੂਪ ਦੇ ਸਪਰਸ਼ਰੇਖੀ ਹੈ ਅਤੇ ਨਾਨ-ਜ਼ੀਰੋ ਸਥਿਰ ਅੰਕ B ਹੈ, ਜਾਂ

(ii) **B** ਲੂਪ ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ ਹੈ, ਜਾਂ

(iii) **B** ਨਸ਼ਟ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਹੁਣ ਮੰਨ ਲਓ L ਲੂਪ ਦੀ ਉਹ ਲੰਬਾਈ (ਭਾਗ) ਹੈ ਜਿਸਦੇ ਲਈ **B** ਸਪਰਸ਼ ਰੇਖੀ ਹੈ। ਮੰਨ ਲਓ ਲੂਪ ਦੁਆਰਾ ਘੇਰਿਆ ਹੋਇਆ (enclosed) ਕਰੰਟ I_e ਹੈ। ਤਾਂ ਸਮੀਕਰਨ (4.17) ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਅਕਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ

$$BL = \mu_0 I_e \qquad [4.17(b)]$$

ਜਦੋਂ ਕਿਸੇ ਸਿਸਟਮ ਵਿੱਚ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀ ਸਮਮਿਤੀ (symmetry) ਹੋਵੇ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਚਿੱਤਰ 4.15 ਵਿੱਚ ਸਿੱਧੇ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਵਾਹਕ ਅਨੰਤ ਤਾਰ ਦੇ ਲਈ ਹੈ, ਤਾਂ ਐਮਪੀਅਰ ਦਾ ਨਿਯਮ ਸਾਨੂੰ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਇੱਕ ਸਰਲ ਮੁਲਾਂਕਨ ਕਰਨ ਯੋਗ ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ ਜੋ ਠੀਕ ਉਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੈ ਜਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਗਾਉਸ ਨਿਯਮ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕਰਨ ਵਿਚ ਸਾਡੀ ਸਹਾਇਤਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਹੇਠਾਂ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਉਦਾਹਰਨ 4.9 ਵਿਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਲੂਪ ਦੀ ਸੀਮਾ ਰੇਖਾ ਦੀ ਚੋਣ ਇੱਕ ਚੱਕਰ ਹੈ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਚੱਕਰ ਦੇ ਘੇਰੇ ਦੇ ਸਪਰਸ਼ ਰੇਖੀ ਹੈ। ਸਮੀਕਰਨ [4.17 (b)] ਦੇ ਖੱਬੇ ਪਾਸੇ ਦੇ ਲਈ ਇਸ ਨਿਯਮ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਮਾਨ B. $2\pi r$ ਹੈ। ਸਾਨੂੰ ਇਹ ਮਿਲਦਾ ਹੈ ਕਿ ਤਾਰ ਦੇ ਬਾਹਰ r ਦੂਰੀ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਸਪਰਸ਼ਰੇਖੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

$$B \times 2\pi r = \mu_0 I$$

$$B = \mu_0 \; I/\,(2\pi r) \qquad (4.18)$$

ਉਪਰੋਕਤ ਪਰੀਣਾਮ ਅਨੰਤ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਤਾਰ ਲਈ ਹੈ ਜੋ ਕਈ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀਕੋਣਾਂ ਤੋਂ ਰੋਚਕ ਹੈ-

(i) ਇਸ ਤੋਂ ਇਹ ਪਤਾ ਲਗਦਾ ਹੈ ਕਿ r ਅਰਧ-ਵਿਆਸ ਦੇ ਚੱਕਰ ਦੇ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਤੇ (ਤਾਰ ਨੂੰ ਧੁਰੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਰਖਦੇ ਹੋਏ) ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਬਰਾਬਰ ਹੈ। ਦੂਸਰੇ ਸ਼ਬਦਾਂ ਵਿਚ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿਚ *ਬੇਲਨਾਕਾਰ ਸਮਤਾ (cylindrical symmetry)* ਹੈ ਜੋ ਖੇਤਰ ਆਮ ਕਰਕੇ ਤਿੰਨ ਨਿਰਦੇਸ਼ ਅੰਕਾਂ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰ ਸਕਦਾ ਹੈ ਸਿਰਫ ਇੱਕ ਹੀ ਨਿਰਦੇਸ਼ ਅੰਕ r ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਹੈ। ਜਿਥੇ ਕਿਤੇ ਵੀ ਸਮਤਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਸਮਸਿਆਵਾਂ ਦੇ ਹਲ ਸਰਲ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ।

(ii) ਇਸ ਚੱਕਰ ਦੇ ਕਿਸੇ ਵੀ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਇਸਦੇ ਸਪਰਸ਼ਰੇਖੀ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀਆਂ ਸਥਿਰ ਮਾਨ ਦੀਆਂ ਰੇਖਾਵਾਂ ਸਾਂਝੇ ਕੇਂਦਰ ਵਾਲੇ ਚੱਕਰ (concentric circles) ਬਣਾਉਂਦੀਆਂ ਹਨ। ਹੁਣ ਚਿੱਤਰ 4.1(c) ਤੇ ਧਿਆਨ ਦਿਓ, ਲੋਹੇ ਦਾ ਚੂਰਣ ਸਾਂਝੇ ਕੇਂਦਰਾਂ ਵਾਲੇ ਚੱਕਰਾਂ ਵਿਚ ਵਿਵਸਥਿਤ ਹੋਇਆ ਹੈ। ਇਹ ਰੇਖਾਵਾਂ ਜਿਹਨਾਂ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਬੰਦ ਲੂਪ ਬਣਾਉਂਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਹ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਤੋਂ ਵੱਖ ਹਨ। ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਧਨ ਚਾਰਜਾਂ ਤੋਂ ਸ਼ੁਰੂ ਅਤੇ ਰਿਣ ਚਾਰਜਾਂ ਤੇ ਸਮਾਪਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਸਿੱਧੇ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਵਾਹਕ ਚਾਲਕ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਲਈ ਵਿਅੰਜਕ ਓਰਸਟਡ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦਾ ਸਿਧਾਂਤਿਕ ਸਪਸ਼ਟੀਕਰਨ ਕਰਦਾ ਹੈ।

(iii) ਇੱਕ ਹੋਰ ਧਿਆਨ ਦੇਣ ਯੋਗ ਰੋਚਕ ਗਲ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਜਦੋਂ ਕਿ ਤਾਰ ਅਨੰਤ ਲੰਬਾਈ ਦੀ ਹੈ, ਬੇਸ਼ਕ ਨਾਨ ਜ਼ੀਰੋ ਦੂਰੀ ਤੇ ਇਸ ਕਾਰਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਅਨੰਤ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਇਹ ਸਿਰਫ ਤਾਰ ਦੇ ਬਹੁਤ ਹੀ ਨੇੜੇ ਆਉਣ ਤੇ ਵਿਸਫੋਟਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਖੇਤਰ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਦੇ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੈ ਅਤੇ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਸਰੋਤ (ਅਨੰਤ ਲੰਬਾਈ ਦੇ) ਤੋਂ ਦੂਰੀ ਦੇ ਉਲਟ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੈ।

ANDRE AMPERE (1775 1836)

ਆਂਦਰੇ ਐਮਪੀਅਰ (1775 1836) ਆਂਦਰੇ ਮੇਰੀ ਐਮਪੀਅਰ ਇੱਕ ਫਰਾਂਸੀਸੀ ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨੀ, ਗਣਿਤ ਮਾਹਿਰ ਅਤੇ ਰਸਾਇਨ ਵਿਗਿਆਨੀ ਸੀ ਜਿਹਨਾਂ ਨੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਡਾਇਨਾਮਿਕਸ (electrodynamics) ਦੀ ਨੀਹ ਰਖੀ। ਐਮਪੀਅਰ ਇੱਕ ਬਾਲ ਪ੍ਰਤੀਭਾ (Child prodigy) ਸੀ ਜਿਸਨੇ 12 ਸਾਲ ਦੀ ਉਮਰ ਵਿਚ ਉੱਚ ਗਣਿਤ ਵਿਚ ਮਹਾਰਤ ਹਾਸਿਲ ਕਰ ਲਈ ਸੀ। ਐਮਪੀਅਰ ਨੇ ਆਰਸਟੇਡ ਦੀ ਖੋਜ ਦੀ ਮਹੱਤਾ ਨੂੰ ਸਮਝਿਆ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕਤਾ ਵਿਚ ਸੰਬੰਧ ਖੋਜਣ ਲਈ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਦੀ ਇਕ ਲੰਬੀ ਲੜੀ ਪਾਰ ਕੀਤੀ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਖੋਜਾਂ ਦੀ ਸਿਖਰ 1827 ਵਿਚ, *Mathematical Theory of Electrodynamic Phenomena Deduced Solely from Experiments* ਨਾਮਕ ਪੁਸਤਕ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਨ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਹੋਈ। ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਪਰਿਕਲਪਨਾ ਕੀਤੀ ਕਿ ਸਾਰੇ ਚੁੰਬਕੀ ਮਾਮਲੇ, ਚੱਕਰ ਵਿਚ ਘੁੰਮਦੇ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਐਮਪੀਅਰ ਸੁਭਾਅ ਵਿਚ ਬਹੁਤ ਹੀ ਨਰਮ ਅਤੇ ਭੁਲਕੜ ਸਨ। ਇੱਕ ਵਾਰ ਉਹ ਸਮਰਾਟ ਨੈਪੋਲੀਅਨ ਦਾ ਰਾਤ ਦੇ ਭੋਜਨ ਦਾ ਸੱਦਾ ਵੀ ਭੁੱਲ ਗਏ ਸਨ। 61 ਸਾਲ ਦੀ ਉਮਰ ਵਿਚ ਨਿਉਮੋਨੀਆ ਨਾਲ ਉਹਨਾਂ ਦੀ ਮੌਤ ਹੋ ਗਈ। ਉਹਨਾਂ ਦੀ ਕਬਰ ਦੇ ਪਥਰ ਤੇ ਇਹ ਸਮਾਧੀ ਲੇਖ ਉਕਰਿਆ ਹੋਇਆ ਹੈ- *Tandem Felix* (ਅੰਤ ਵਿਚ ਖੁਸ਼)

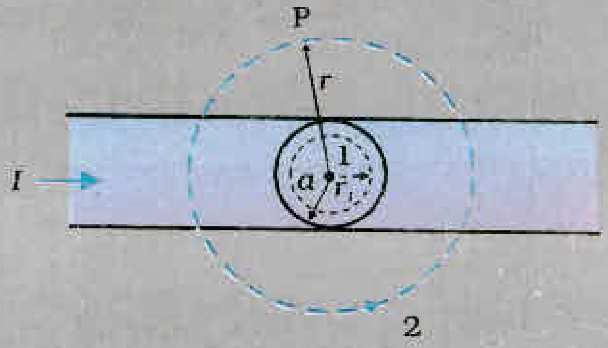
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(iv) ਲੰਬੇ ਤਾਰ ਦੇ ਕਾਰਨ ਪੈਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਨੂੰ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕਰਨ ਦਾ ਇੱਕ ਸਰਲ ਨਿਯਮ ਹੈ। ਇਸ ਨਿਯਮ ਨੂੰ ਸੱਜਾ ਹੱਥ ਨਿਯਮ* *(right-hand rule)* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੈ *ਤਾਰ ਨੂੰ ਆਪਣੇ ਸੱਜੇ ਹੱਥ ਵਿਚ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਫੜੋ ਕਿ ਤੁਹਾਡਾ ਤਣਿਆ ਹੋਇਆ ਅੰਗੂਠਾ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ ਸੰਕੇਤ ਕਰੇ। ਤਾਂ ਤੁਹਾਡੀਆਂ ਉਂਗਲੀਆਂ ਦੇ ਮੁੜਨ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਹੋਵੇਗੀ।*

ਐਮਪੀਅਰ ਦਾ ਸਰਕਟ ਦਾ ਨਿਯਮ ਬਾਯੋ-ਸਾਵਰਟ ਨਿਯਮ ਤੋਂ ਵੱਖ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਦੋਨੋਂ ਹੀ ਨਿਯਮ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਸੰਬੰਧ ਵਿਅਕਤ ਕਰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਦੋਨੋਂ ਹੀ ਸਥਾਈ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੀ ਭੌਤਿਕ ਪਰਿਣਾਮਾਂ ਨੂੰ ਵਿਅਕਤ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਜੋ ਸੰਬੰਧ ਐਮਪੀਅਰ ਦੇ ਨਿਯਮ ਅਤੇ ਬਾਯੋ-ਸਾਵਰਟ ਨਿਯਮ ਦੇ ਵਿੱਚ ਹੈ ਠੀਕ ਉਹੀ ਸੰਬੰਧ ਗਾਉਸ ਨਿਯਮ ਅਤੇ ਕੂਲਾਮ ਨਿਯਮ ਵਿਚ ਵੀ ਹੈ। ਐਮਪੀਅਰ ਦਾ ਨਿਯਮ ਅਤੇ ਗਾਉਸ ਦਾ ਨਿਯਮ ਦੋਨੋਂ ਹੀ ਸੀਮਾਰੇਖਾ ਜਾਂ ਸੀਮਾ ਸਤਹਿ (boundary or periphery) ਤੇ ਕਿਸੇ ਭੌਤਿਕ ਰਾਸ਼ੀ (ਚੁੰਬਕੀ ਜਾਂ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ) ਦਾ ਸੰਬੰਧ ਕਿਸੇ ਹੋਰ ਭੌਤਿਕ ਰਾਸ਼ੀ ਵਰਗੇ ਅੰਤਰਿਕ ਖੇਤਰ ਵਿਚ ਮੌਜੂਦ ਸ੍ਰੋਤ (ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਜਾਂ ਚਾਰਜ) ਦੇ ਵਿੱਚ ਸੰਬੰਧ ਵਿਅਕਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਇਥੇ ਧਿਆਨ ਯੋਗ ਗਲ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਐਮਪੀਅਰ ਦਾ ਸਰਕਟ ਦਾ ਨਿਯਮ ਸਿਰਫ ਉਹਨਾਂ ਸਥਾਈ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟਾਂ ਤੇ ਲਾਗੂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਬਦਲਦੇ ਨਹੀਂ ਹਨ। ਹੇਠ ਲਿਖੀ ਉਦਾਹਰਨ ਸਾਨੂੰ ਘੇਰੇ ਹੋਏ *(enclosed)* ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਦਾ ਅਰਥ ਸਮਝਣ ਵਿੱਚ ਸਹਾਇਤਾ ਕਰੇਗੀ।

ਉਦਾਹਰਨ 4.8 ਚਿੱਤਰ 4.15 ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਲੰਬਾ ਸਿੱਧਾ ਚਕਰ ਅਕਾਰ ਦੇ ਕ੍ਰਾਸ ਸੈਕਸ਼ਨ (ਜਿਸਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ a ਹੈ) ਦਾ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਵਾਹੀ ਤਾਰ ਜਿਸ ਵਿਚੋਂ ਸਥਾਈ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ I ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੋ ਰਿਹਾ ਹੈ, ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਸਥਾਈ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਇਸ ਕ੍ਰਾਸ ਸੈਕਸ਼ਨ ਤੇ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਰੂਪ ਵਿਚ ਵੰਡਿਆ ਹੈ। ਖੇਤਰਾਂ $r < a$ ਅਤੇ $r > a$ ਵਿੱਚ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰੋ।



ਚਿੱਤਰ 4.15

ਹੱਲ— (a) ਕੇਸ $r > a$ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ। ਜਿਸ ਲੂਪ ਤੇ 2 ਲਿਖਿਆ ਹੈ ਉਹ ਕ੍ਰਾਸ ਸੈਕਸ਼ਨ ਦੇ ਨਾਲ ਸਾਂਝੇ ਕੇਂਦਰ ਵਾਲੇ ਚੱਕਰ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਐਮਪੀਅਰ ਲੂਪ ਹੈ। ਇਸ ਲੂਪ ਲਈ

$L = 2\pi r$

I_e = ਲੂਪ ਦੁਆਰਾ ਘੇਰਿਆ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ = I

ਇਹ ਪਰਿਣਾਮ ਕਿਸੇ ਸਿੱਧੇ ਲੰਬੇ ਤਾਰ ਲਈ ਜਾਣੇ-ਪਛਾਣੇ ਵਿਅੰਜਕ ਹਨ।

$B\,(2\pi r) = \mu_0 I$

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \qquad [4.19(a)]$$

---

* ਕ੍ਰਿਪਾ ਧਿਆਨ ਦਿਓ- ਦੋ ਸਪਸ਼ਟ (ਵਖੋ-ਵੱਖ) ਨਿਯਮ ਹਨ ਜਿਹਨਾਂ ਨੂੰ *ਸੱਜੇ ਹੱਥ ਦਾ ਨਿਯਮ* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਹਨਾਂ ਵਿਚੋਂ ਇੱਕ ਨਿਯਮ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਲੂਪ ਦੇ ਧੁਰੇ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ **B** ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦਸਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਦੂਸਰਾ ਸਿੱਧੇ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਵਾਹਕ ਚਾਲਕ ਤਾਰ ਦੇ ਲਈ **B** ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਨਿਯਮਾਂ ਵਿਚ ਅੰਗੂਠੇ ਅਤੇ ਉਂਗਲੀਆਂ ਦੀ ਵਖਰੀ ਭੂਮਿਕਾ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਉਦਾਹਰਣ 4.8

$$B \propto \frac{1}{r} \quad (r > a)$$

(b) ਕੇਸ $r < a$ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ। ਇਸ ਦੇ ਲਈ ਐਮਪੀਅਰ ਲੂਪ ਦਾ ਚੱਕਰ ਹੈ ਜਿਸ ਤੇ 1 ਲਿਖਿਆ ਹੈ। ਇਸ ਲੂਪ ਲਈ ਚੱਕਰ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ r ਲੈਣ ਤੇ

$$L = 2\pi r$$

ਹੁਣ ਇਥੇ ਘੇਰੇ ਹੋਏ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ I_e ਦਾ ਮਾਨ I ਨਹੀਂ ਹੈ ਪਰ ਇਹ ਇਸ ਮਾਨ ਤੋਂ ਘੱਟ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਦੀ ਵੰਡ ਇੱਕਸਮਾਨ ਹੈ, ਘੇਰੇ ਗਏ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਦੇ ਅੰਸ਼ ਦਾ ਮਾਨ

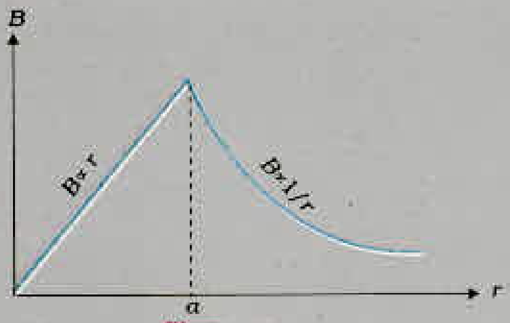
$$I_e = I\left(\frac{\pi r^2}{\pi a^2}\right) = \frac{Ir^2}{a^2}$$

ਐਮਪੀਅਰ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਨ ਤੇ

$$B(2\pi r) = \mu_0 \frac{Ir^2}{a^2}$$

$$B = \left(\frac{\mu_0 I}{2\pi a^2}\right)r \qquad [4.19(b)]$$

$$B \propto r \quad (r < a)$$



ਚਿੱਤਰ 4.16

ਚਿੱਤਰ (4.16) ਵਿਚ **B** ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ ਅਤੇ ਤਾਰ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ ਦੂਰੀ r ਦੇ ਵਿਚ ਗ੍ਰਾਫ਼ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਆਪਣੇ-ਆਪਣੇ ਚੱਕਰ ਅਕਾਰ ਲੂਪਾਂ (1 ਅਤੇ 2) ਦੇ ਸਪਰਸ਼ਰੇਖੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਇਸੇ ਸੈਕਸ਼ਨ ਵਿਚ ਪਹਿਲਾਂ ਵਰਣਨ ਕੀਤੇ ਜਾ ਚੁੱਕੇ ਸੱਜੇ ਹੱਥ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦੁਆਰਾ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕੀਤੀ ਗਈ ਹੈ। ਇਸ ਉਦਾਹਰਨ ਵਿੱਚ ਜ਼ਰੂਰੀ ਸਮਤਾ ਮੌਜੂਦ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਇਸ਼ ਤੇ ਐਮਪੀਅਰ ਦਾ ਨਿਯਮ ਸੌਖਿਆਂ ਲਾਗੂ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਇਥੇ ਧਿਆਨ ਦੇਣ ਯੋਗ ਗਲ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਜਦੋਂ ਕਿ ਐਮਪੀਅਰ ਦੇ ਸਰਕਟ ਦੇ ਨਿਯਮ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਵੀ ਲੂਪ ਤੇ ਲਾਗੂ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਪਰ ਇਹ ਹਰੇਕ ਕੇਸ ਵਿਚ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਮੁਲਾਂਕਨ ਸਦਾ ਹੀ ਸੌਖਾ ਨਹੀਂ ਬਣਾਉਂਦਾ। ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ ਸੈਕਸ਼ਨ 4.6 ਵਿੱਚ ਵਰਣਨ ਕੀਤੇ ਗਏ ਚੱਕਰ ਅਕਾਰ ਦੇ ਲੂਪ ਦੇ ਕੇਸ ਵਿੱਚ, ਇਸ ਨੂੰ ਸਰਲ ਵਿਅੰਜਕ $B = \mu_0 I/2R$ [ਸਮੀਕਰਨ (4.16)] ਨੂੰ, ਜੋ ਕਿ ਲੂਪ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਲਈ ਹੈ, ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਲਾਗੂ ਨਹੀਂ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ। ਬੇਸ਼ਕ ਅਜਿਹੀਆਂ ਬਹੁਤ ਸਾਰੀਆਂ ਹਾਲਤਾਂ ਹਨ ਜਿਹਨਾਂ ਵਿਚ ਉੱਚ ਸਮਤਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਨਿਯਮ ਨੂੰ ਸੌਖਿਆਂ ਲਾਗੂ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਅਗਲੇ ਸੈਕਸ਼ਨ ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਇਸਦੀ ਵਰਤੋਂ ਦੇ ਆਮ ਵਰਤੋਂ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਬਹੁਤ ਹੀ ਉਪਯੋਗੀ ਚੁੰਬਕੀ ਸਿਸਟਮਾਂ-*ਸੌਲੇਨਾਈਡ* ਅਤੇ *ਟੋਰਾਈਡ* ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰਾਂ ਨੂੰ ਪਰੀਕਲਿਤ ਕਰਨ ਵਿਚ ਕਰਾਂਗੇ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

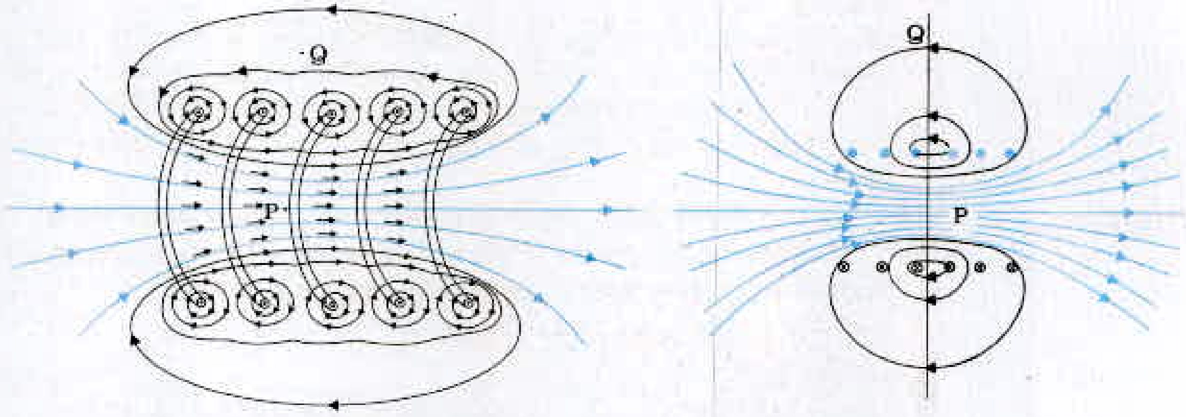
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

4.8 ਸੋਲੇਨਾਈਡ ਅਤੇ ਟੋਰਾਈਡ (THE SOLENOID AND THE TOROID)

ਸੋਲੇਨਾਈਡ ਅਤੇ ਟੋਰਾਈਡ ਅਜਿਹੇ ਦੋ ਉਪਕਰਨ ਹਨ ਜੋ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਪੈਦਾ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਟੈਲੀਵੀਜ਼ਨ ਵਿੱਚ ਲੋੜੀਂਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਪੈਦਾ ਕਰਨ ਲਈ ਸੋਲੇਨਾਈਡ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਸਿੰਕ੍ਰੋਟ੍ਰਾਨ ਵਿੱਚ ਲੋੜੀਂਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਪੈਦਾ ਕਰਨ ਲਈ ਇਹਨਾਂ ਦੋਨਾਂ ਦਾ ਸੰਯੁਕਤ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਸੋਲੇਨਾਈਡ ਅਤੇ ਟੋਰਾਈਡ ਦੋਨਾਂ ਵਿੱਚ ਹੀ ਸਾਨੂੰ ਵੱਡੇ ਪੱਧਰ ਤੇ ਸਮਤਾ ਦੀ ਅਜਿਹੀ ਸਥਿਤੀ ਦੇਖਣ ਨੂੰ ਮਿਲਦੀ ਹੈ ਜਿਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਐਂਮਪੀਅਰ-ਨਿਯਮ ਆਸਾਨੀ ਨਾਲ ਲਾਗੂ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

4.8.1 ਸੋਲੇਨਾਈਡ (The Solenoid)

ਅਸੀਂ ਇੱਕ ਲੰਬੇ ਸੋਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿਚ ਚਰਚਾ ਕਰਾਂਗੇ। ਲੰਬੇ ਸੋਲੇਨਾਈਡ ਤੋਂ ਸਾਡਾ ਭਾਵ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਸੋਲੇਨਾਈਡ ਦੀ ਲੰਬਾਈ ਉਸਦੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਵੱਧ ਹੈ। ਸੋਲੇਨਾਈਡ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਲੰਬਾ ਤਾਰ ਹੈਲੀਕਸ ਦੇ ਆਕਾਰ ਵਿੱਚ ਲਪੇਟਿਆ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਹਰੇਕ ਫੇਰਾ ਆਪਣੇ ਨੇੜੇ ਦੇ ਫੇਰੇ ਦੇ ਨਾਲ ਚੰਗੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜੁੜਿਆ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹਰੇਕ ਫੇਰੇ ਨੂੰ ਇੱਕ ਚੱਕਰ ਅਕਾਰ ਦਾ ਲੂਪ ਮੰਨਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਸੋਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਸਾਰੇ ਫੇਰਿਆਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਪੈਦਾ ਕੁੱਲ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਹਰੇਕ ਫੇਰੇ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰਾਂ ਦਾ ਸਦਿਸ਼ ਯੋਗ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸੋਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਲਪੇਟਨ ਦੇ ਲਈ ਇਨੈਮਲ ਲੱਗੀਆਂ ਤਾਰਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਤਾਂਕਿ ਫੇਰੇ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਤੋਂ ਬਿਜਲੀ ਰੋਧੀ ਰਹਿਣ।



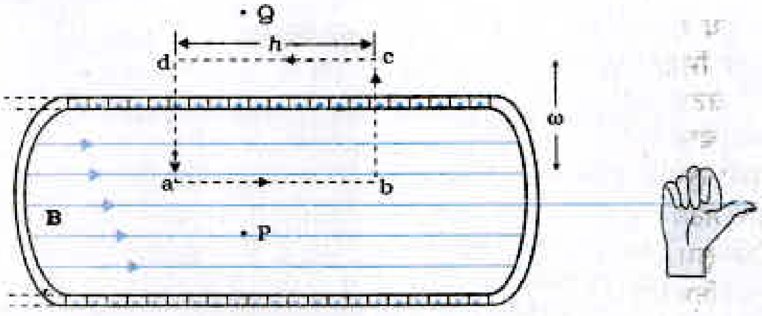
(a) (b)

ਚਿੱਤਰ 4.17 (a) ਸੋਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਕਿਸੇ ਭਾਗ ਜਿਸ ਨੂੰ ਸਪਸ਼ਟਤਾ ਦੀ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਖਿਚਿਆ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ, ਦੇ ਕਾਰਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ। ਸਿਰਫ ਬਾਹਰੀ ਅਰਧ ਚੱਕਰ-ਅਕਾਰ ਭਾਗ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਧਿਆਨ ਨਾਲ ਦੇਖੋ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨੇੜ-ਨੇੜੇ ਸਥਿਤ ਫੇਰਿਆਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਨੂੰ ਕੈਂਸਲ ਕਰ ਦਿੰਦੇ ਹਨ। (b) ਕਿਸੇ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਸੋਲੇਨਾਈਡ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ।

ਚਿੱਤਰ 4.17 ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਸੋਲੇਨਾਈਡ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 4.17(a). ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਇਸ ਸੋਨੇਲਾਈਡ ਦੇ ਇੱਕ ਖੰਡ ਨੂੰ ਵਿਸਤਾਰਿਤ ਕਰਕੇ ਦਿਖਾਇਆ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 4.17(b) ਵਿੱਚ ਚੱਕਰ ਅਕਾਰ ਲੂਪ ਤੋਂ ਇਹ ਸਾਫ਼ ਹੈ ਕਿ ਦੋ ਨੇੜੇ-ਨੇੜੇ ਦੇ ਫੇਰਿਆਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਨਸ਼ਟ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 4.17(b) ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਇਹ ਦੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਅੰਦਰਲੇ ਭਾਗ ਦੇ ਮੱਧ ਬਿੰਦੂ P ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਇੱਕ ਸਮਾਨ, ਪ੍ਰਬਲ ਅਤੇ ਸੋਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਧੁਰੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹੈ। ਬਾਹਰੀ ਭਾਗ ਦੇ ਮੱਧ ਬਿੰਦੂ Q ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੁਰਬਲ ਹੈ ਅਤੇ ਨਾਲ ਹੀ ਇਹ ਸੋਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਧੁਰੇ ਦੀ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com



ਚਿੱਤਰ 4.18 ਬਹੁਤ ਲੰਬੇ ਸੋਲੇਨਾਈਡ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ। ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕਰਨ ਲਈ ਅਸੀਂ ਇੱਕ ਆਇਤਾਕਾਰ ਐਮਪੀਅਰ–ਲੂਪ a, b, c, d ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ।

ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਲੰਬਰੂਪ ਜਾਂ ਕੋਈ ਲੰਬਰੂਪ ਘਟਕ ਵੀ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ-ਜਿਵੇਂ ਸੋਲੇਨਾਈਡ ਦੀ ਲੰਬਾਈ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਉਹ ਲੰਬੀ ਵੇਲਨ ਅਕਾਰ ਧਾਤ ਦੀ ਸ਼ੀਟ ਵਰਗਾ ਦਿਖਾਈ ਦੇਣ ਲਗਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 4.18 ਵਿੱਚ ਇਸ ਦਾ ਆਦਰਸ਼ ਚਿਤਰਣ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਸੋਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਬਾਹਰ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਜ਼ੀਰੋ ਹੋਣ ਲਗਦਾ ਹੈ। ਸੋਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਅੰਦਰ ਹਰ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਧੁਰੇ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਕਿਸੇ ਆਇਤਾਕਾਰ ਐਮਪੀਅਰ ਲੂਪ abcd ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ। ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਉਪਰ ਤਰਕ ਦਿੱਤਾ ਜਾ ਚੁੱਕਾ ਹੈ cd ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਖੇਤਰ ਸਿਫ਼ਰ ਹੈ। ਟਰਾਂਸਵਰਸ ਖੰਡਾਂ bc ਅਤੇ ad ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਘਟਕ ਜ਼ੀਰੋ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਹ ਦੋਨੋਂ ਖੰਡ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਯੋਗਦਾਨ ਨਹੀਂ ਦਿੰਦੇ। ਮੰਨ ਲਓ ab ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ B ਹੈ, ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਐਮਪੀਅਰ ਲੂਪ ਦੀ ਪ੍ਰਸੰਗਿਕ ਲੰਬਾਈ $L = h$ ਹੈ।

ਮੰਨ ਲਓ ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਈ ਲੰਬਾਈ ਫੇਰਿਆਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ n ਹੈ, ਤਾਂ ਫੇਰਿਆਂ ਦੀ ਕੁੱਲ ਸੰਖਿਆ nh ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਘੇਰਿਆ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਹੈ $I_e = I\,(n\,h)$, ਇਥੇ ਸੋਲੇਨਾਈਡ ਵਿਚ ਵਗਦਾ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ I ਹੈ। ਐਮਪੀਅਰ ਦੇ ਸਰਕਟ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ (ਸਮੀਕਰਨ 4.17 (b) ਤੋਂ]

$$BL = \mu_0 I_e, \quad B\,h = \mu_0 I\,(n\,h)$$

$$B = \mu_0\, n\, I \tag{4.20}$$

ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਸੱਜੇ ਹੱਥ ਨਿਯਮ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਸੋਲੇਨਾਈਡ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਆਮ ਕਰਕੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਅਗਲੇ ਪਾਠ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਇਹ ਦੇਖਾਂਗੇ ਕਿ ਸੋਲੇਨਾਈਡ ਵਿਚ ਅੰਦਰ ਨਰਮ ਲੋਹੇ ਦੀ ਕੋਰ ਰੱਖਕੇ ਵਿਸ਼ਾਲ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਪੈਦਾ ਕਰਨਾ ਸੰਭਵ ਹੈ।

4.8.2 ਟੋਰਾਈਡ (The Toroid)

ਇਹ ਇੱਕ ਚੱਕਰਅਕਾਰ ਖੋਖਲਾ ਛੱਲਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਤੇ ਕਿਸੇ ਤਾਰ ਦੇ ਬਹੁਤ ਜ਼ਿਆਦਾ ਫੇਰੇ ਨੇੜੇ-ਨੇੜੇ ਜੋੜ ਕੇ ਲਪੇਟੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਨੂੰ ਇੱਕ ਅਜਿਹੀ ਸੋਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵੀ ਦੇਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਬੰਦ ਕਰਨ ਲਈ ਚੱਕਰ ਅਕਾਰ ਵਿੱਚ ਮੋੜ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਚਿੱਤਰ 4.19(a) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਸ ਵਿਚੋਂ I ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੋ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਇਹ ਦੇਖਾਂਗੇ ਕਿ ਟੋਰਾਈਡ ਦੇ ਅੰਦਰ ਖੁਲੇ ਸਥਾਨ ਵਿਚ (ਬਿੰਦੂ P) ਅਤੇ ਟੋਰਾਈਡ ਦੇ ਬਾਹਰ (ਬਿੰਦੂ Q) ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਸਿਫ਼ਰ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਆਦਰਸ਼ ਟੋਰਾਈਡ ਜਿਸਦੇ ਫੇਰੇ ਨਾਲ-ਨਾਲ ਜੋੜ ਦੇ ਲਪੇਟੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਦੇ ਲਈ ਟੋਰਾਈਡ ਦੇ ਅੰਦਰ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ **B** ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ।

ਚਿੱਤਰ 4.19(b) ਵਿਚ ਟੋਰਾਈਡ ਦੀ ਸੈਕਸ਼ਨਲ ਕਾਟ ਦਰਸਾਈ ਗਈ ਹੈ। ਚੱਕਰ ਅਕਾਰ ਦੇ ਲੂਪਾਂ ਦੇ ਲਈ ਸੱਜੇ ਹੱਥ ਨਿਯਮ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਟੋਰਾਈਡ ਦੇ ਅੰਦਰ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਕਲਾਸਵਾਈਜ਼ ਹੈ। ਡਾਟਡ ਰੇਖਾਵਾਂ ਜਿਹਨਾਂ ਤੇ 1, 2, 3 ਲਿਖਿਆ ਹੈ, ਇਸਦੇ ਤਿੰਨ ਐਮਪੀਅਰ ਲੂਪ ਹਨ। ਸਮਤਾ ਅਨੁਸਾਰ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਇਹਨਾਂ ਲੂਪਾਂ ਵਿੱਚ ਹਰੇਕ ਦੇ ਸਪਰਸ਼ ਰੇਖੀ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਅਤੇ ਹਰੇਕ ਲੂਪ ਦੇ ਲਈ ਇਸਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਚੱਕਰ ਅਕਾਰ ਖੇਤਰ ਜਿਹਨਾਂ ਨੂੰ ਲੂਪ 2 ਅਤੇ ਲੂਪ 3 ਦੁਆਰਾ ਘੇਰਿਆ ਗਿਆ ਹੈ ਟੋਰਾਈਡ ਨੂੰ ਕਟਦੇ ਹਨ : ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਵਾਹਕ ਤਾਰ ਨੂੰ ਲੂਪ 2 ਦੁਆਰਾ ਇਕ ਵਾਰ ਅਤੇ ਲੂਪ 3 ਦੁਆਰਾ ਦੋ ਵਾਰ ਕਟਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਮੰਨ ਲਉ ਲੂਪ 1 ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ B_1 ਹੈ ਤਾਂ ਐਮਪੀਅਰ ਦੇ ਸਰਕਟ ਦੇ ਨਿਯਮ ਵਿਚ [ਸਮੀਕਰਨ 4.17(a)] $L = 2\pi\, r_1$.
ਕਿਉਂਕਿ ਇਸ ਲੂਪ ਦੁਆਰਾ ਕਿਸੇ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਘੇਰਿਆ ਨਹੀਂ ਗਿਆ, ਇਸ ਲਈ $I_e = 0$। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ

$$B_1\,(2\,\pi\, r_1) = \mu_0(0), \quad B_1 = 0$$

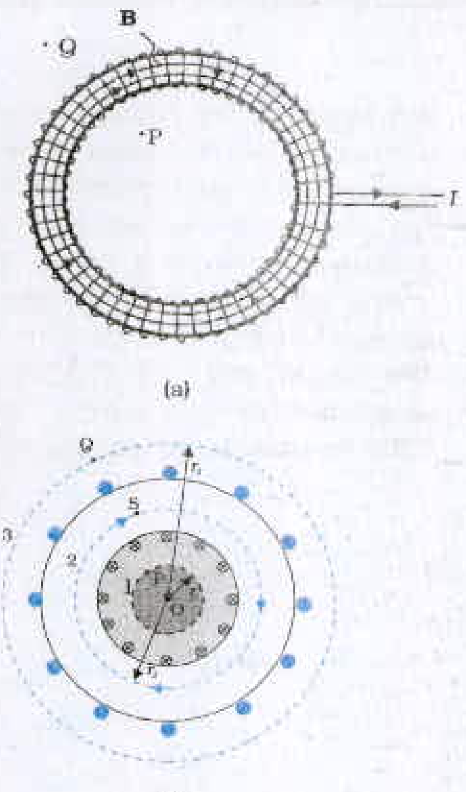
ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਟੋਰਾਈਡ ਦੇ ਅੰਦਰ ਖੁੱਲੇ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਵੀ ਬਿੰਦੂ P ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਜ਼ੀਰੋ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਦਰਸਾਵਾਂਗੇ ਕਿ ਇਸੇ ਪ੍ਰਕਾਰ Q ਤੇ ਵੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਸਿਫਰ ਹੈ। ਮੰਨ ਲਉ ਲੂਪ 3 ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ B_3 ਹੈ। ਇੱਕ ਵਾਰ ਫਿਰ ਐਮਪੀਅਰ ਦੇ ਨਿਯਮ ਅਨੁਸਾਰ $L = 2\,\pi\, r_3$, ਸੈਕਸ਼ਨਲ ਕਾਟ ਤੋਂ ਅਸੀਂ ਇਹ ਦੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਕਾਗਜ਼ ਦੇ ਤਲ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲਦਾ ਕਰੰਟ ਕਾਗਜ ਦੇ ਤਲ ਦੇ ਅੰਦਰ ਜਾਂਦੇ ਕਰੰਟ ਨਾਲ ਠੀਕ-ਠੀਕ ਕੈਂਸਲ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸਲਈ $I_e = 0$, ਅਤੇ $B_3 = 0$। ਮੰਨ ਲਓ ਟੋਰਾਈਡ ਦੇ ਅੰਦਰ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ B ਹੈ। ਹੁਣ ਅਸੀਂ S ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਬਾਰੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਾਂਗੇ। ਇੱਕ ਵਾਰ ਫਿਰ ਅਸੀਂ ਐਮਪੀਅਰ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦੀ ਵਰਤੋਂ (ਸਮੀਕਰਨ [4.17 (a)] ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਅਸੀਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ $L = 2\pi\, r$.

ਘੇਰੇ ਗਏ ਕਰੰਟ I_e ਦਾ ਮਾਨ (ਟੋਰਾਈਡ ਕੁੰਡਲੀ ਦੇ N ਫੇਰਿਆਂ ਲਈ) $N\,I$ ਹੈ।

$$B\,(2\pi r) = \mu_0 NI$$

$$B = \frac{\mu_0 NI}{2\pi r} \qquad (4.21)$$



ਚਿੱਤਰ 4.19 (a) ਟੋਰਾਈਡ ਵਿਚੋਂ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ I ਲੰਘਦਾ ਹੋਇਆ (b) ਟੋਰਾਈਡ ਦੀ ਸੈਕਸ਼ਨਲ ਕਾਟ ਦਾ ਦ੍ਰਿਸ਼। ਐਮਪੀਅਰ ਦੇ ਸਰਕਟ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦੁਆਰਾ ਟੋਰਾਇਡ ਦੇ ਕੇਂਦਰ O ਤੋਂ ਕਿਸੇ ਵੀ ਦੂਰੀ r ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। 1, 2, 3 ਦੁਆਰਾ ਦਰਸਾਈਆਂ ਡਾਟਡ ਰੇਖਾਵਾਂ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਚੱਕਰ ਅਕਾਰ ਐਮਪੀਅਰ-ਲੂਪ ਹਨ।

ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਟੋਰਾਈਡ ਅਤੇ ਸੋਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਾਪਤ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਪਰਿਣਾਮਾਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਕਰਾਂਗੇ। ਅਸੀਂ ਸਮੀਕਰਨ (4.21) ਦੇ ਵਿਅੰਜਕ ਦੇ ਸੋਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਲਈ ਸਮੀਕਰਨ (4.20) ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਵਿਅੰਜਕ ਨਾਲ ਤੁਲਨਾ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਸਮੀਕਰਨ (4.21) ਨੂੰ ਦੁਬਾਰਾ ਨਵੇਂ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵਿਅਕਤ ਕਰਾਂਗੇ। ਮੰਨ ਲਓ ਟੋਰਾਈਡ ਦਾ ਔਸਤ ਅਰਧ ਵਿਆਸ r ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਵਿਚ ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਈ ਲੰਬਾਈ ਫੇਰਿਆਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆਂ n ਹੈ, ਤਾਂ

$N = 2\pi r\, n$ = ਟੋਰਾਈਡ ਦਾ (ਔਸਤ) ਘੇਰਾ
× ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਈ ਲੰਬਾਈ ਫੇਰਿਆਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆਂ

ਅਤੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ

$$B = \mu_0\, n\, I, \qquad (4.22)$$

ਅਰਥਾਤ, ਇਹੀ ਪਰਿਣਾਮ ਸਾਨੂੰ ਸੋਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਇਆ ਸੀ।

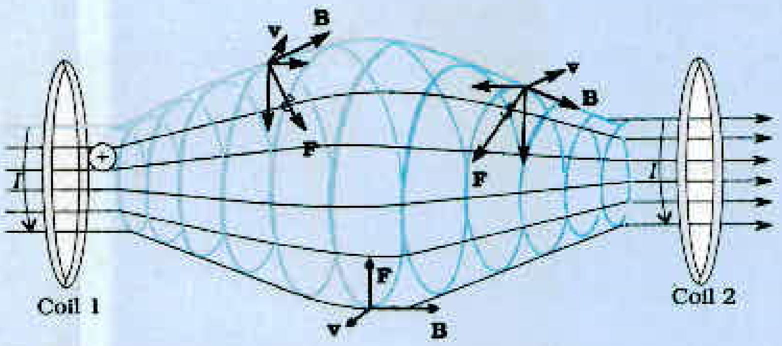
ਆਦਰਸ਼ ਟੋਰਾਇਡ ਵਿਚ ਕੁੰਡਲੀਆਂ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਚੱਕਰ ਆਕਾਰ ਦੀਆਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਅਸਲ ਵਿਚ ਟੋਰਾਈਡ ਦੇ ਫੇਰੇ ਹੇਲੀਕਸ ਬਣਾਉਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸਦੇ ਬਾਹਰ ਸਦਾ ਹੀ ਇਕ ਖੀਣ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਪਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਚੁੰਬਕੀ ਕੈਦ (MAGNETIC CONFINEMENT)

ਅਸੀਂ ਸੈਕਸ਼ਨ 4.3 ਵਿੱਚ ਇਹ ਦੇਖਿਆ ਹੈ (ਇਸ ਪਾਠ ਦੇ ਸ਼ੁਰੂ ਵਿਚ ਬਾਕਸ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜਿਤ ਕਣਾਂ ਦੀ ਹੈਲੀਕਲ ਗਤੀ ਦਾ ਜ਼ਿਕਰ ਹੈ ਨੂੰ ਦੇਖੋ) ਕਿ ਚਾਰਜਿਤ ਕਣਾਂ ਦੀਆਂ ਕਕਸ਼ਾਵਾਂ ਹੈਲੀਕਲ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਜੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਅਸਮਾਨ ਹੈ, ਪਰ ਇੱਕ ਚੱਕਰੀ ਕਕਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਇਸਦੇ ਮਾਨ ਵਿੱਚ ਵਧੇਰੇ ਪਰਿਵਰਤਨ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਹੈਲੀਕਸ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਪ੍ਰਬਲ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਨ ਤੇ ਘਟੇਗਾ ਅਤੇ ਦੁਰਬਲ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਨ ਤੇ ਵਧੇਗਾ। ਅਸੀਂ ਦੋ ਸੋਲੇਨਾਈਡਾਂ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਜੋ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਤੋਂ ਕੁਝ ਦੂਰੀ ਤੇ ਹਨ ਅਤੇ ਨਿਰਵਾਯੂ ਪਾਤਰ ਵਿਚ ਬੰਦ ਹਨ। (ਹੇਠਾਂ ਦਿੱਤੇ ਚਿੱਤਰ ਨੂੰ ਦੇਖੋ ਜਿਸ ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਪਾਤਰ ਨੂੰ ਨਹੀਂ ਦਰਸਾਇਆ ਹੈ)। ਸੋਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਮੱਧ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਗਤੀ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਚਾਰਜਿਤ ਕਣ ਆਪਣੀ-ਆਪਣੀ ਗਤੀ ਛੋਟੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਤੋਂ ਸ਼ੁਰੂ ਕਰਣਗੇ। ਜਿਵੇਂ ਹੀ ਖੇਤਰ ਘੱਟ ਹੋਵੇਗਾ, ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਹੋਵੇਗਾ ਅਤੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਵਿੱਚ ਫਿਰ ਕਮੀ ਹੋਵੇਗੀ ਜਦੋਂ ਸੋਲੇਨਾਈਡ 2 ਦੇ ਕਾਰਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਹੋਵੇਗਾ। ਸੋਲੇਨਾਈਡ ਦਰਪਣ ਜਾਂ ਪਰਾਵਰਤਕ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ [ਜਿਵੇਂ ਹੀ ਕਣ ਸੋਲੇਨਾਈਡ 2 ਵਲ ਪੁੱਜਦਾ ਹੈ ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਬਲ **F** ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇਖੋ। ਇਸਦਾ ਖਿਤਿਜ ਘਟਕ ਅੱਗੇ ਵਲ ਗਤੀ ਦੇ ਉਲਟ ਹੈ।) ਜਿਸ ਕਾਰਨ ਕਣ ਦੂਸਰੀ ਸੋਲੇਨਾਈਡ 2 ਦੇ ਨੇੜੇ ਪੁੱਜਦੇ ਹੀ ਵਾਪਸ ਭੇਜ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀ ਵਿਵਸਥਾ ਇੱਕ *ਚੁੰਬਕੀ ਬੋਤਲ* ਜਾਂ ਚੁੰਬਕੀ ਪਾਤਰ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਾਰਜ ਕਰੇਗੀ। ਕਣ ਪਾਤਰ ਦੇ ਦੋਨੋਂ ਪਾਸੇ ਦੀਆਂ ਸੀਮਾਵਾਂ ਨੂੰ ਕਦੇ ਸਪਰਸ਼ ਨਹੀਂ ਕਰੇਗਾ। ਅਜਿਹੀ ਚੁੰਬਕੀ ਬੋਤਲ ਸੰਯੋਜਨ (fusion) ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਵਿਚ ਬਹੁਤ ਜ਼ਿਆਦਾ ਵੱਧ ਊਰਜਾ 'ਪਲਾਜਮਾ' (Plasma) ਨੂੰ ਕੈਦ ਕਰਨ ਵਿਚ ਬਹੁਤ ਉਪਯੋਗੀ ਹੈ। ਆਪਣੇ ਉੱਚ ਤਾਪਮਾਨ ਦੇ ਕਾਰਨ 'ਪਲਾਜ਼ਮਾ' ਕਿਸੇ ਵੀ ਪਦਾਰਥ ਦੀਆਂ ਹੋਰ ਅਵਸਥਾਵਾਂ (states of matter) ਨੂੰ ਨਸ਼ਟ ਕਰ ਦੇਵੇਗਾ। ਇੱਕ ਹੋਰ ਉਪਯੋਗੀ ਪਾਤਰ ਟੋਰਾਈਡ ਹੈ। ਟੋਕਾਮੈਕ (Tokamak) ਵਿੱਚ ਟੋਰਾਈਡ ਦੀ ਮੁੱਖ ਭੂਮਿਕਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਟੋਕਾਮੈਕ ਸੰਯੋਜਕ (fusion) ਸ਼ਕਤੀ ਰਿਐਕਟਰਾਂ ਵਿੱਚ ਪਲਾਜਮਾ ਨੂੰ ਕੈਦ ਕਰਨ ਲਈ ਵਰਤਿਆ ਜਾਂਦਾ ਉਪਕਰਨ ਹੈ। ਇਥੇ ਇੱਕ ਅੰਤਰਰਾਸ਼ਟਰੀ ਸਹਿਯੋਗ ਅੰਤਰਰਾਸ਼ਟਰੀ ਤਾਪਨਾਭਿਕੀ ਪ੍ਰਯੋਗਾਤਮਕ ਰਿਐਕਟਰ (ITER) ਨਿਯੰਤਰਿਤ ਸੰਯੋਜਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ ਫਰਾਂਸ ਵਿੱਚ ਸਥਾਪਿਤ ਹੋ ਰਿਹਾ ਹੈ ਜਿਸਦਾ ਭਾਰਤ ਇੱਕ ਸਹਿਯੋਗੀ ਰਾਸ਼ਟਰ ਹੈ। ITER ਵਿੱਚ ਸਹਿਯੋਗ ਅਤੇ ਪਰਿਯੋਜਨਾ ਸੰਬੰਧੀ ਵਿਸਤਾਰਪੂਰਵਕ ਜਾਣਕਾਰੀ ਦੇ ਲਈ ਦੇਖੋ http://www.iter.org.



ਉਦਾਹਰਨ 4.9

ਉਦਾਹਰਨ 4.9 ਕੋਈ ਸੋਲੇਨਾਈਡ ਜਿਸਦੀ ਲੰਬਾਈ 0.5 m ਅਤੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ 1 cm ਹੈ, ਵਿਚ 500 ਲਪੇਟੇ ਜਾਂ ਫੇਰੇ ਹਨ। ਇਸ ਵਿੱਚ 5 A ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਲੰਘ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਸੋਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਅੰਦਰ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਕੀ ਹੈ?

ਹੱਲ— ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਈ ਲੰਬਾਈ ਫੇਰਿਆਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ

$$n = \frac{500}{0.5} = 1000 \text{ ਫੇਰੇ ਪ੍ਰਤੀ ਮੀਟਰ}$$

ਲੰਬਾਈ $l = 0.5$ m ਅਤੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ $r = 0.01$ m. ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ $l/a = 50$ ਜਾਂ $l >> a$.
ਇਸ ਲਈ ਅਸੀਂ ਲੰਬੇ ਸੋਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਸੂਤਰ [ਸਮੀਕਰਨ (4.20)] ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ

$$B = \mu_0 n I$$
$$= 4\pi \times 10^{-7} \times 10^3 \times 5$$
$$= 6.28 \times 10^{-3} \text{ T}$$

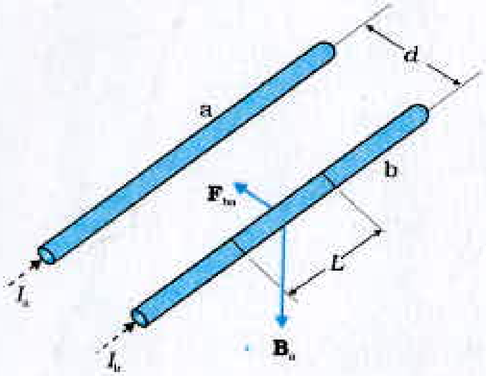
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

4.9 ਦੋ ਸਮਾਂਤਰ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟਾਂ ਵਿਚਕਾਰ ਬਲ, ਐਮਪੀਅਰ (ਕਰੰਟ ਦਾ ਮਾਤਰਕ)

(FORCE BETWEEN TWO PARALLEL CURRENTS, THE AMPERE)

ਅਸੀਂ ਇਹ ਸਿੱਖ ਚੁੱਕੇ ਹਾਂ ਕਿ ਕਿਸੇ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਵਾਹਕ ਚਾਲਕ ਦੇ ਕਾਰਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਬਾਯੋ ਸਾਵਰਟ ਨਿਯਮ ਦਾ ਪਾਲਨ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਨਾਲ ਹੀ ਅਸੀਂ ਇਹ ਵੀ ਸਿੱਖਿਆ ਹੈ ਕਿ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਵਾਹਕ ਚਾਲਕ ਤੇ ਬਾਹਰੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੁਆਰਾ ਬਲ ਲਗਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਲੋਰੇਂਜ ਬਲ ਸੂਤਰ ਦੁਆਰਾ ਵਿਅਕਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਇਹ ਆਸ਼ਾ ਕਰਨਾ ਤਰਕ ਸੰਗਤ ਹੈ ਕਿ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਨੇੜੇ ਸਥਿਤ ਦੋ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਵਾਹਕ ਚਾਲਕ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਤੇ (ਚੁੰਬਕੀ) ਬਲ ਲਗਾਉਣਗੇ। ਸਾਲ 1820-25 ਦੌਰਾਨ ਐਮਪੀਅਰ ਨੇ ਇਸ ਚੁੰਬਕੀ ਬਲ ਦੇ ਸੁਭਾਅ, ਇਸ ਦੇ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ ਚਾਲਕ ਦੀ ਆਕ੍ਰਿਤੀ ਅਤੇ ਸਾਈਜ਼ ਤੇ ਨਿਰਭਰਤਾ ਦੇ ਨਾਲ ਇਹਨਾਂ ਚਾਲਕਾਂ ਵਿਚਲੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰਤਾ ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਕੀਤਾ। ਇਸ ਸੈਕਸ਼ਨ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਦੋ ਸਮਾਂਤਰ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਵਾਹਕ ਚਾਲਕਾਂ ਦੇ ਸਰਲ ਉਦਾਹਰਨ ਤੇ ਹੀ ਚਰਚਾ ਕਰਾਂਗੇ ਜੋ ਸ਼ਾਇਦ ਐਮਪੀਅਰ ਦੀ ਸਖਤ ਮਿਹਨਤ ਪ੍ਰਤੀ ਸਤਿਕਾਰ ਦਰਸਾਉਣ ਵਿਚ ਸਾਡੀ ਸਹਾਇਤਾ ਕਰਣਗੇ।



ਚਿੱਤਰ 4.20 ਦੋ ਲੰਬੇ ਸਿੱਧੇ, ਸਮਾਂਤਰ ਚਾਲਕ ਜਿਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਸਥਿਰ ਕਰੰਟ I_a ਅਤੇ I_b ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੋ ਰਿਹਾ ਹੈ ਅਤੇ ਜੋ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਤੋਂ d ਦੂਰੀ ਤੇ ਰਖੇ ਹਨ। ਚਾਲਕ a ਦੇ ਕਾਰਨ ਚਾਲਕ b ਤੇ ਪੈਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ $\mathbf{B}_a$ ਹੈ।

ਚਿੱਤਰ 4.20 ਵਿੱਚ ਦੋ ਲੰਬੇ ਸਮਾਂਤਰ ਚਾਲਕ a ਅਤੇ b ਦਰਸਾਏ ਗਏ ਹਨ ਜਿਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਦੂਰ d ਹੈ ਅਤੇ ਜਿਹਨਾਂ ਵਿਚੋਂ (ਸਮਾਂਤਰ) ਕ੍ਰਮਵਾਰ I_a ਅਤੇ I_b ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੋ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਚਾਲਕ 'a' ਚਾਲਕ 'b' ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ $\mathbf{B}_a$ ਲਗਾ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਤਦ ਸੱਜੇ ਹੱਥ ਨਿਯਮ ਅਨੁਸਾਰ ਇਸ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਖੜੇਦਾਅ ਹੇਠਾਂ ਵਲ (ਜਦੋਂ ਚਾਲਕ ਖਿਤਿਜ ਰਖਿਆ ਹੁੰਦਾ ਹੈ) ਹੈ। ਐਮਪੀਅਰ ਦੇ ਸਰਕਟ ਦੇ ਨਿਯਮ ਜਾਂ [ਸਮੀਕਰਨ [4.19(a)] ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਇਸ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ

$$B_a = \frac{\mu_0 I_a}{2\pi d}$$

ਚਾਲਕ 'b' ਜਿਸ ਵਿੱਚੋਂ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ I_b ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੋ ਰਿਹਾ ਹੈ $\mathbf{B}_a$ ਦੇ ਕਾਰਨ ਪਾਸੇ ਵੱਲ ਨੂੰ ਇੱਕ ਬਲ ਦਾ ਅਨੁਭਵ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਬਲ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਚਾਲਕ 'a' ਵਲ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। (ਤੁਸੀਂ ਇਸ ਦੀ ਪੁਸ਼ਟੀ ਖੁਦ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹੋ) ਅਸੀਂ ਇਸ ਬਲ ਨੂੰ $\mathbf{F}_{ba}$ ਦੁਆਰਾ ਵਿਅਕਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ, ਜੋ ਕਿ a ਦੇ ਕਾਰਨ b ਦੇ ਖੰਡ L ਤੇ ਲਗਿਆ ਬਲ ਹੈ। ਸਮੀਕਰਨ (4.4) ਤੋਂ ਇਸ ਬਲ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ

$$F_{ba} = I_b L B_a$$

$$= \frac{\mu_0 I_a I_b}{2\pi d} L \tag{4.23}$$

ਅਸਲ ਵਿਚ 'b' ਦੇ ਕਾਰਨ 'a' ਤੇ ਬਲ ਦਾ ਪਤਾ ਕਰਨਾ ਸੰਭਵ ਹੈ। ਜਿਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਅਸੀਂ ਉਪਰ ਵਿਚਾਰ ਕੀਤਾ ਸੀ ਉਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਵਿਚਾਰਾਂ ਦੁਆਰਾ ਅਸੀਂ 'b' ਵਿਚ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਦੇ ਕਾਰਨ a ਦੇ ਖੰਡ L ਤੇ ਲਗਿਆ ਬਲ ਜੋ $\mathbf{F}_{ab}$ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ ਅਤੇ 'b' ਵਲ ਨੂੰ ਹੈ ਤਾ ਪਤਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਇਹ ਪਰਿਮਾਣ ਵਿਚ $\mathbf{F}_{ba}$ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਅਤੇ 'b' ਵਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ

$$\mathbf{F}_{ba} = -\mathbf{F}_{ab} \tag{4.24}$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਧਿਆਨ ਦਿਓ, ਇਹ ਨਿਊਟਨ ਦੇ ਤੀਸਰੇ ਨਿਯਮ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਅਸੀਂ ਸਮਾਂਤਰ ਚਾਲਕਾਂ ਅਤੇ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟਾਂ ਦੇ ਲਈ ਇਹ ਦਰਸਾ ਚੁੱਕੇ ਹਾਂ ਕਿ ਬਾਯੋ-ਸਾਵਰਤ ਨਿਯਮ ਅਤੇ ਲੌਰੇਂਜ ਬਲ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਪਰਿਣਾਮ ਨਿਊਟਨ ਦੇ ਗਤੀ ਦੇ ਤੀਸਰੇ ਨਿਯਮ ਦੇ ਅਨੁਰੂਪ ਹੈ।*

ਅਸੀਂ ਉੱਪਰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਪਰਿਣਾਮਾਂ ਤੋਂ ਇਹ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਹੈ ਕਿ ਇਕੋ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਨੂੰ ਆਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਅਸੀਂ ਇਹ ਵੀ ਦਰਸਾ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਉਲਟ ਦਿਸ਼ਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਨੂੰ ਅਪਕਰਸ਼ਤ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ

ਸਮਾਂਤਰ ਕਰੰਟ ਆਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਪ੍ਰਤੀਸਮਾਂਤਰ ਕਰੰਟ ਅਪਕਰਸ਼ਤ ਕਰਦੇ ਹਨ।

ਇਹ ਨਿਯਮ ਉਸ ਨਿਯਮ ਦੇ ਉਲਟ ਹੈ ਜਿਸ ਦਾ ਅਸੀਂ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਚਾਰਜ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਪਾਠ ਵਿੱਚ ਅਧਿਐਨ ਕੀਤਾ ਸੀ-

"ਸਜਾਤੀ (ਇਕੋ ਚਿੰਨ੍ਹ ਵਾਲੇ) ਚਾਰਜਾਂ ਵਿੱਚ ਅਪਕਰਸ਼ਨ ਅਤੇ ਗੈਰ ਜਾਤੀ ਚਾਰਜਾਂ ਵਿੱਚ ਆਕਰਸ਼ਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।" ਪਰ ਸਜਾਤੀ (ਸਮਾਂਤਰ) ਕਰੰਟ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਨੂੰ ਆਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ।

ਮੰਨ ਲਉ f_{ba} ਬਲ $\mathbf{F}_{ba}$ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਈ ਲੰਬਾਈ ਤੇ ਲੱਗੇ ਬਲ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ ਨੂੰ ਪ੍ਰਗਟ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਤਾਂ ਸਮੀਕਰਨ (4.23) ਤੋਂ,

$$f_{ba}=\frac{\mu_0 I_a I_b}{2\pi d} \tag{4.25}$$

ਉਪਰੋਕਤ ਵਿਅੰਜਕ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਦੇ ਮਾਤਰਕ ਐਮਪੀਅਰ (A) ਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਸੱਤ SI ਮੂਲ ਮਾਤਰਕਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਇੱਕ ਹੈ।

ਇੱਕ *ਐਮਪੀਅਰ* ਉਹ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਹੈ ਜੋ ਦੋ ਲੰਬੇ, ਸਿੱਧੇ, ਨਿਗੁਣੇ ਕ੍ਰਾਸ ਸੈਕਸ਼ਨ ਵਾਲੇ ਸਮਾਂਤਰ ਚਾਲਕਾਂ, ਜੋ ਨਿਰਵਾਯੂ ਵਿਚ 1m ਦੂਰੀ ਤੇ ਸਥਿਤ ਹਨ ਵਿਚੋਂ ਲੰਘ ਰਿਹਾ ਹੈ, ਤਾਂ ਇਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਹਰੇਕ ਚਾਲਕ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀ ਮੀਟਰ ਲੰਬਾਈ ਤੇ 2×10^{-7} N ਦਾ ਬਲ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਐਮਪੀਅਰ ਦੀ ਇਹ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਸਾਲ 1946 ਵਿਚ ਅਪਨਾਈ ਗਈ ਸੀ। ਇਹ ਸਿਧਾਂਤਿਕ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਹੈ। ਵਿਵਹਾਰ ਵਿਚ ਸਾਨੂੰ ਧਰਤੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਨੂੰ ਖਤਮ ਕਰਨਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਬਹੁਤ ਲੰਬੀਆਂ ਤਾਰਾਂ ਦੀ ਥਾਂ ਤੇ ਢੁੱਕਵੀਂ ਜਿਆਮਤੀ ਦੇ ਬਹੁਤੇ ਫੇਰਿਆਂ ਵਾਲੀਆਂ ਕੁੰਡਲੀਆਂ (coils) ਲੈਣੀਆਂ ਚਾਹੀਦੀਆਂ ਹਨ। ਇੱਕ ਉਪਕਰਨ, ਜਿਸ ਨੂੰ 'ਕਰੰਟ ਤੁਲਾ' ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਇਸ ਯੰਤਰਿਕ ਬਲ ਦੀ ਮਾਪ ਦੇ ਲਈ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਚਾਰਜ ਦੇ SI ਮਾਤਰਕ, ਜਾਂ ਕੂਲਾਮ ਨੂੰ ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਐਮਪੀਅਰ ਦੇ ਪਦਾਂ ਚਿ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ।

ਜਦੋਂ ਕਿਸੇ ਚਾਲਕ ਵਿਚ 1A ਦਾ ਸਥਿਰ ਕਰੰਟ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉਸ ਦੇ ਕ੍ਰਾਸ ਸੈਕਸ਼ਨ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਸੈਕੇਤ ਵਿਚ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਚਾਰਜਾਂ ਦੀ ਮਾਤਰਾ ਇੱਕ ਕੂਲਾਮ (1C) ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਸਮਾਂਤਰ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਦੇ ਵਿਚ ਆਕਰਸ਼ਨ ਦੇ ਲਈ ਰਾਗੇਟ ਦਾ ਸਪਾਇਰਲ
(ROGET'S SPIRAL FOR ATTRACTION BETWEEN PARALLEL CURRENTS)

ਚੁੰਬਕੀ ਪ੍ਰਭਾਵ ਆਮ ਕਰਕੇ ਬਿਜਲੀ ਪ੍ਰਭਾਵਾਂ ਤੋਂ ਘੱਟ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟਾਂ ਵਿੱਚ ਬਲ, ਕਾਰਕ μ ਦੇ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਮੁਲ ਕਾਰਨ, ਘੱਟ ਪਰਿਮਾਣ ਦੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਆਕਰਸ਼ਨ ਜਾਂ ਅਪਕਰਸ਼ਨ ਦੇ ਬਲਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਨਾ ਮੁਸ਼ਕਲ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹਰੇਕ ਤਾਰ ਵਿਚੋਂ 5 A ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਅਤੇ 1cm ਦੂਰੀ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਤੀ ਮੀਟਰ ਬਲ 5×10^{-4} N ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਕਿ ਲਗਭਗ 50 mg ਭਾਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੋਵੇਗਾ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਕਿਸੇ ਘਿਰਣੀ ਵਿੱਚੋਂ ਡੋਰੀ ਦੁਆਰਾ ਲਟਕਿਆ 50 mg ਭਾਰ ਉਸ ਡੋਰੀ ਨਾਲ ਬੰਨ੍ਹੀ ਤਾਰ ਨੂੰ ਖਿੱਚ ਰਿਹਾ ਹੋਵੇ। ਇਸ ਭਾਰ ਦੇ ਕਾਰਨ ਤਾਰ ਵਿੱਚ ਹੋਇਆ ਵਿਸਥਾਪਨ ਲਗਭਗ ਅਦ੍ਰਿਸ਼ ਹੋਵੇਗਾ।

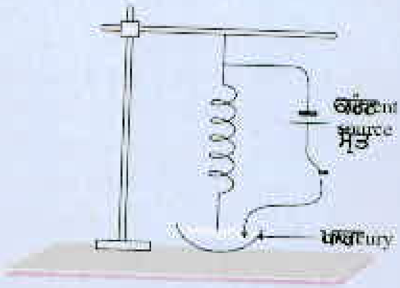
---

* ਇਸਦਾ ਇਹ ਅਰਥ ਨਿਕਲਦਾ ਹੈ ਕਿ ਜਦੋਂ ਸਾਡੇ ਕੋਲ ਸਮੇਂ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਜਾਂ ਗਤੀਸ਼ੀਲ ਚਾਰਜ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਤਾਂ ਚਾਰਜਾਂ/ਚਾਲਨਾਂ ਦੇ ਵਿਚ ਬਲਾਂ ਦੇ ਲਈ ਨਿਊਟਨ ਦਾ ਤੀਸਰਾ ਨਿਯਮ ਲਾਗੂ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਨਿਊਟਨ ਦੇ ਤੀਸਰੇ ਨਿਯਮ ਦਾ ਜ਼ਰੂਰੀ ਨਤੀਜਾ ਯੰਤਰਿਕੀ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਆਈਸੋਲੇਟਡ (isolated) ਸਿਸਟਮ ਦੇ ਸੰਵੇਗ ਦਾ ਸੁਰਖਿਅਣ ਹੈ। ਬੇਸ਼ਕ ਇਹ ਬਿਜਲੀ-ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿਚ ਸਮੇਂ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਸਥਿਤੀਆਂ ਦੇ ਮਾਮਲਿਆਂ ਤੇ ਲਾਗੂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਪਰ ਇਸ ਸ਼ਰਤ ਦੇ ਨਾਲ ਕਿ ਖੇਤਰਾਂ ਦੁਆਰਾ ਵਹਿਣ ਸੰਵੇਗ ਨੂੰ ਵੀ ਸ਼ਾਮਿਲ ਕੀਤਾ ਜਾਵੇ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਕੋਮਲ ਕਮਾਨੀ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ ਅਸੀਂ ਸਮਾਂਤਰ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਲੰਬਾਈ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਅਤੇ ਪਾਰੇ (mercury) ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ ਅਸੀਂ ਕੁੱਝ ਮਿਲੀਮੀਟਰ ਦੇ ਵਿਸਥਾਪਣਾਂ ਨੂੰ ਵੀ ਪ੍ਰਭਾਵਸ਼ਾਲੀ ਢੰਗ ਨਾਲ ਪ੍ਰੇਖਣੀ ਬਣਾ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਤੁਹਾਨੂੰ ਅਜਿਹੇ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਦੀ ਸਪਲਾਈ ਦੀ ਲੋੜ ਵੀ ਹੋਵੇਗੀ ਜੋ ਲਗਭਗ 5 A ਦਾ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰੇ।



ਇੱਕ ਅਜਿਹੀ ਕੋਮਲ ਕਮਾਨੀ ਲਉ ਜਿਸਦਾ ਪ੍ਰਕਿਰਤਕ ਡੋਲਨ ਕਾਲ 0.5 – 1s ਹੋਵੇ। ਇਸ ਨੂੰ ਖੜੇਦਾਅ ਲਟਕਾ ਕੇ ਇਸ ਦੇ ਹੇਠਲੇ ਸਿਰੇ ਤੇ ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਇਕ ਨੋਕ ਜੋੜੋ। ਪਿਆਲੀ ਵਿੱਚ ਥੋੜਾ ਪਾਰਾ ਲਉ ਅਤੇ ਕਮਾਨੀ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਮਾਯੋਜਿਤ ਕਰੋ ਕਿ ਇਸਦੀ ਨੋਕ ਪਾਰੇ ਦੀ ਸਤਹਿ ਦੇ ਠੀਕ ਉਪਰ ਹੋਵੇ। ਇਕ ਦਿਸ਼ਾਵੀ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ. (DC ਸ੍ਰੋਤ) ਸ੍ਰੋਤ ਲੈਕੇ ਇਸ ਦੇ ਇਕ ਟਰਮੀਨਲ ਨੂੰ ਕਮਾਨੀ ਦੇ ਉਪਰੀ ਸਿਰੇ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਦੂਸਰੇ ਟਰਮੀਨਲ ਨੂੰ ਮਰਕਰੀ (ਪਾਰੇ) ਵਿਚ ਡੁਬੋਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਕਮਾਨੀ ਦੀ ਨੋਕ ਮਰਕਰੀ ਨੂੰ ਸਪਰਸ਼ ਕਰਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਪਾਰੇ ਵਿੱਚੋਂ ਲੰਘਦੇ ਹੋਏ ਬਿਜਲੀ ਸਰਕਟ ਪੂਰਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਮੰਨ ਲਉ ਸ਼ੁਰੂ ਵਿਚ DC ਸ੍ਰੋਤ 'ਔਫ' ਹੈ। ਮੰਨ ਲਓ ਕਮਾਨੀ ਦੀ ਨੋਕ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜੋੜੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਕਿ ਉਹ ਮਰਕਰੀ ਦੀ ਸਤਹਿ ਨੂੰ ਸਪਰਸ਼ ਕਰ ਰਹੀ ਹੈ ਹੁਣ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਸ੍ਰੋਤ ਨੂੰ 'ਆਨ' ਕਰੋ ਅਤੇ ਮਨਮੋਹਕ ਨਤੀਜਾ ਦੇਖੋ। ਕਮਾਨੀ ਇਕ ਝਟਕੇ ਨਾਲ ਸੁੰਗੜਦੀ ਹੈ, ਨੋਕ ਮਰਕਰੀ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਆ ਜਾਂਦੀ ਹੈ (ਲਗਭਗ 1mm), ਸਰਕਟ ਟੁੱਟ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੋਣਾ ਰੁੱਕ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਕਮਾਨੀ ਸਿਥਲ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਆਪਣੀ ਮੂਲ ਸਥਿਤੀ ਵਿਚ ਆਉਣ ਦੀ ਕੋਸ਼ਿਸ਼ ਕਰਦੀ ਹੈ, ਕਮਾਨੀ ਦੀ ਨੋਕ ਮੁੜ ਮਰਕਰੀ ਦੀ ਸਤਹਿ ਨੂੰ ਸਪਰਸ਼ ਕਰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਸਰਕਟ ਵਿਚ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੋਣ ਲਗਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਚੱਕਰ ਟਿਕ, ਟਿਕ, ਟਿਕ ਦੇ ਨਾਲ ਚਲਦਾ ਹੈ। ਤੁਹਾਨੂੰ ਵਧੀਆ ਪ੍ਰਭਾਵ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ ਸ਼ੁਰੂ ਵਿਚ ਕੁੱਝ ਸਮਾਯੋਜਨ ਕਰਨ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਕਿਉਂਕਿ ਮਰਕਰੀ ਦੇ ਵਾਸ਼ਪ ਜ਼ਹਿਰੀਲੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਇਸ ਲਈ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰਦੇ ਸਮੇਂ ਆਪਣਾ ਚਿਹਰਾ ਮਰਕਰੀ ਤੋਂ ਦੂਰ ਰਖੋ। ਕਾਫੀ ਸਮੇਂ ਤੱਕ ਮਰਕਰੀ ਦੇ ਵਾਸ਼ਪ ਦੇ ਨੇੜੇ ਸਾਹ ਨਾ ਖਿਚੋ।

ਉਦਾਹਰਨ 4.10 ਕਿਸੇ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਸਥਾਨ ਤੇ ਧਰਤੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਖਿਤਿਜੀ ਘਟਕ 3.0×10^{-5} T ਹੈ, ਅਤੇ ਇਸ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਭੂਗੋਲਿਕ ਦੱਖਣ ਤੋਂ ਭੂਗੋਲਿਕ ਉੱਤਰ ਵੱਲ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਬਹੁਤ ਲੰਬੇ ਸਿੱਧੇ ਚਾਲਕ ਵਿੱਚੋਂ 1A ਦਾ ਸਥਿਰ ਕਰੰਟ ਲੰਘ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਇਸ ਤਾਰ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਖਿਤਿਜ ਮੇਜ਼ ਤੇ ਰੱਖਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਦੇ ਪ੍ਰਵਾਹ ਦੀਆਂ ਦਿਸ਼ਾਵਾਂ (a) ਪੂਰਵ ਤੋਂ ਪਛਮ ਵਲ; (b) ਦੱਖਣ ਤੋਂ ਉੱਤਰ ਵਲ ਹੈ ਤਾਂ ਤਾਰ ਦੀ ਹਰੇਕ ਇਕਾਈ ਲੰਬਾਈ ਤੇ ਬਲ ਕਿੰਨਾ ਹੋਵੇਗਾ?

ਹੱਲ— $\mathbf{F} = I\mathbf{l} \times \mathbf{B}$

$F = IlB \sin\theta$

ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਈ ਲੰਬਾਈ ਤੇ ਬਲ

$f = F/l = I B \sin\theta$

(a) ਜਦੋਂ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਪੂਰਵ ਤੋਂ ਪਛੱਮ ਵਲ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਤਾਂ

$\theta = 90°$

ਇਸ ਲਈ

$f = I\,\mathrm{B}$

$= 1 \times 3 \times 10^{-5} = 3 \times 10^{-5}\ \mathrm{N\ m^{-1}}$

ਇਹ ਐਮਪੀਅਰ ਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਵਿਚ ਵਰਣਿਤ ਬਲ ਦੇ ਮਾਨ $2 \times 10^{-7}\ \mathrm{Nm^{-1}}$ ਤੋਂ ਵੱਡਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਐਮਪੀਅਰ ਦਾ ਮਾਣਕੀਕਰਨ ਕਰਨ ਲਈ ਧਰਤੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਅਤੇ ਹੋਰ ਭੁੱਲੇ-ਭਟਕੇ ਖੇਤਰਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵਾਂ ਨੂੰ ਸਮਾਪਤ ਕਰਨਾ ਮਹਤੱਵਪੂਰਨ ਹੈ। ਬਲ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਖੜੇਦਾਅ ਹੇਠਾਂ ਵਲ ਹੈ।

ਇਸ ਦਿਸ਼ਾ ਨੂੰ 'ਸਦਿਸ਼ਾਂ ਦੇ ਸਦਿਸ਼ ਗੁਣਨਫਲ' ਦੇ ਦਿਸ਼ਾ ਵਾਲੇ ਗੁਣ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

(b) ਜਦੋਂ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਦੇ ਪ੍ਰਵਾਹ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੱਖਣ ਤੋਂ ਉੱਤਰ ਵਲ ਹੈ, ਤਾਂ

$\theta = 0°$

$f = 0$

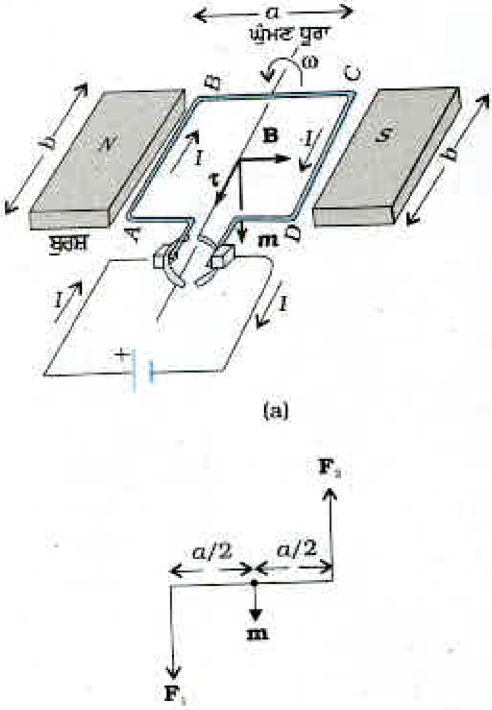
ਇਸ ਲਈ ਚਾਲਕ ਤੇ ਕੋਈ ਬਲ ਕਾਰਜ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

4.10 ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਲੂਪ ਤੇ ਟਾਰਕ, ਚੁੰਬਕੀ ਦੋ-ਧਰੁਵ (TORQUE ON CURRENT LOOP, MAGNETIC DIPOLE)

4.10.1 ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿਚ ਆਇਤਾਕਾਰ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਲੂਪ ਤੇ ਟਾਰਕ (Torque on a rectangular current loop in a uniform magnetic field)



(a)

(b)

ਚਿੱਤਰ 4.21 (a) ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਸਥਿਤ ਕੋਈ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਵਾਹਕ ਆਇਤਾਕਾਰ ਕੁੰਡਲੀ। ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ **m** ਖੜ੍ਹੇਦਾਅ ਹੇਠਾਂ ਵਲ ਨੂੰ ਸੰਕੇਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਟਾਰਕ τ ਧੁਰੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦੀ ਪ੍ਰਵਿਰਤੀ ਕੁੰਡਲੀ ਨੂੰ ਐਂਟੀਕਲਾਕਵਾਈਜ਼ ਘੁਮਾਉਣ ਦੀ ਹੈ। (b) ਕੁੰਡਲੀ ਤੇ ਬਲ ਯੁਗਮ (couple) ਲਗਦਾ ਹੋਇਆ।

ਹੁਣ ਤੁਸੀਂ ਤੁਹਾਨੂੰ ਇਹ ਦਿਖਾਵਾਂਗੇ ਕਿ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਸਥਿਤ ਕੋਈ ਆਇਤਾਕਾਰ ਲੂਪ ਜਿਸ ਵਿਚੋਂ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ I ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੋ ਰਿਹਾ ਹੈ ਇੱਕ ਟਾਰਕ ਦਾ ਅਨੁਭਵ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤੇ ਕੋਈ ਨੇਟ ਬਲ ਨਹੀਂ ਲਗਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਵਿਵਹਾਰ ਉਸ ਦੋ ਧਰੁਵੀ (dipole) ਦੇ ਵਿਵਹਾਰ ਦੇ ਸਮਰੂਪ ਹੈ ਜੋ ਇੱਕ-ਸਮਾਨ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਵਿਚ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। (ਸੈਕਸ਼ਨ 1.10 ਦੇਖੋ).

ਪਹਿਲਾਂ ਅਸੀਂ ਉਸ ਸਰਲ ਮਾਮਲੇ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਜਿਸ ਵਿੱਚ (ਜੋੜਾ) ਆਇਤਾਕਾਰ ਲੂਪ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਥਿਤ ਹੈ ਕਿ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ **B** ਲੂਪ ਦੇ ਤਲ ਵਿੱਚ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਚਿੱਤਰ 4.21(a) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।

ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਲੂਪ ਦੀਆਂ ਦੋਨੋਂ ਭੁਜਾਵਾਂ AD ਅਤੇ BC ਤੇ ਕੋਈ ਬਲ ਨਹੀਂ ਲਗਾਉਂਦਾ। ਇਹ ਲੂਪ ਦੀ ਭੁਜਾ AB ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਤੇ ਬਲ $\mathbf{F}_1$ ਲਗਦਾ ਹੈ ਜਿਸਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਲੂਪ ਦੇ ਤਲ ਅੰਦਰ ਵਲ ਹੈ। ਇਸ ਬਲ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਹੈ।

$$F_1 = I\,b\,B$$

ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ, ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਭੁਜਾ CD ਤੇ ਇੱਕ ਬਲ F_2 ਲਗਦਾ ਹੈ ਜੋ ਲੂਪ ਦੇ ਤਲ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਵਲ ਹੈ। ਇਸ ਬਲ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਹੈ :

$$F_2 = I\,b\,B = F_1$$

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਲੂਪ ਤੇ ਲਗਿਆ ਨੇਟ ਬਲ ਜ਼ੀਰੋ ਹੈ। ਬਲਾਂ $\mathbf{F}_1$ ਅਤੇ $\mathbf{F}_2$ ਦੇ ਜੋੜਿਆਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਲੂਪ ਤੇ ਇੱਕ ਟਾਰਕ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 4.21(b) ਵਿੱਚ AD ਸਿਰੇ ਤੇ ਲੂਪ ਦਾ ਇੱਕ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਹ ਸਪਸ਼ਟ ਕਰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਟਾਰਕ ਲੂਪ ਵਿਚ ਐਂਟੀ ਕਲਾਕਵਾਈਜ਼ ਘੁੰਮਣ ਦੀ ਪ੍ਰਵਿਰਤੀ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਟਾਰਕ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਹੈ :

$$\tau = F_1\frac{a}{2} + F_2\frac{a}{2}$$

$$= IbB\frac{a}{2} + IbB\frac{a}{2} = I(ab)B$$

$$= I\,A\,B \tag{4.26}$$

ਇਥੇ $A = ab$ ਆਇਤ ਦਾ ਖੇਤਰਫਲ ਹੈ।

ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਅੱਗੇ ਉਸ ਮਾਮਲੇ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਾਂਗੇ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਲੂਪ ਦਾ ਤਲ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਨਹੀਂ ਹੈ, ਪਰ ਇਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਕੋਣ ਬਣਦਾ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ B ਅਤੇ ਕੁੰਡਲੀ ਤੇ ਲੰਬ ਦੇ ਵਿਚ ਕੋਣ θ ਲੈਂਦੇ ਹਾਂ (ਪਹਿਲਾ ਮਾਮਲਾ $\theta = \pi/2$ ਦੇ ਸੰਗਤ ਹੈ)। ਚਿੱਤਰ 4.22 ਵਿੱਚ ਇਹ ਮਾਮਲਾ ਵਿਆਪਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।

ਭੁਜਾਵਾਂ BC ਅਤੇ DA ਤੇ ਲਗਦੇ ਬਲ ਪਰਿਮਾਣ ਵਿਚ ਸਮਾਨ, ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਉਲਟ ਅਤੇ ਕੁੰਡਲੀ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਦੇ ਧੁਰੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਕਾਰਜ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਬਲ BC ਅਤੇ DA ਦੇ ਪੁੰਜ ਕੇਂਦਰਾਂ ਨੂੰ ਜੋੜਦੇ ਹਨ। ਧੁਰੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਸਮਰੇਖੀ (Collinear) ਹੋਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਇਹ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਨੂੰ ਕੈਂਸਲ ਕਰਦੇ ਹਨ, ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਕੋਈ ਨੇਟ ਬਲ ਜਾਂ ਟਾਰਕ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਭੁਜਾਵਾਂ AB ਅਤੇ CD ਤੇ ਕਾਰਜ ਕਰਦੇ ਬਲ $\mathbf{F}_1$ ਅਤੇ $\mathbf{F}_2$ ਹਨ। ਇਹ ਵੀ ਪਰਿਮਾਣ ਸਮੇਤ ਸਮਾਨ ਅਤੇ ਉਲਟ ਹਨ।

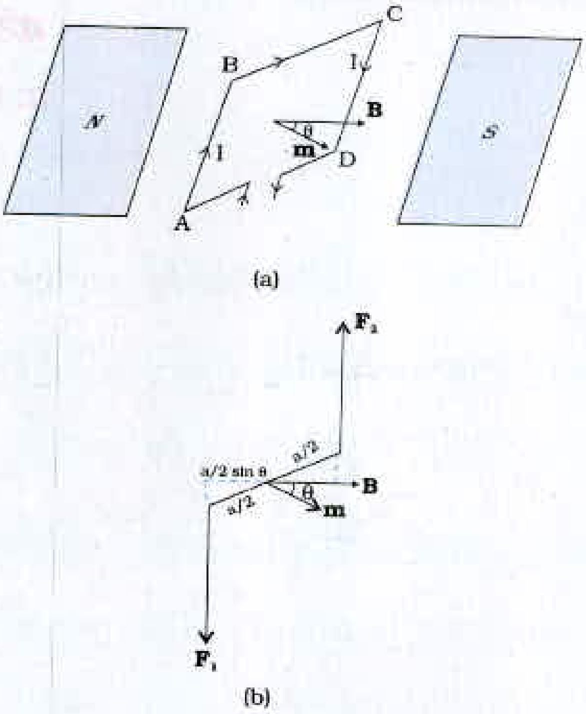
$$F_1 = F_2 = I\,b\,B$$

ਪਰ ਇਹ ਸਮਰੇਖੀ (collinear) ਨਹੀਂ ਹਨ। ਇਸ ਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇੱਕ ਬਲ-ਜੋੜਾ (Couple) ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਬੇਸ਼ਕ ਪਿਛਲੇ ਮਾਮਲਿਆਂ ਵਿੱਚ ਲੂਪ ਦਾ ਤਲ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਸੀ, ਇਸਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਟਾਰਕ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਹੁਣ ਘੱਟ ਹੈ। ਇਸ ਦਾ ਕਾਰਨ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਬਲ-ਜੋੜੇ ਬਣਾਉਣ ਵਾਲੇ ਬਲਾਂ ਦੇ ਵਿਚਲੀ ਲੰਬਰੂਪ ਦੂਰੀ ਘੱਟ ਹੋ ਗਈ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 4.22(b) ਵਿੱਚ ਸਿਰੇ AD ਤੋਂ ਇਸ ਵਿਵਸਥਾ ਦਾ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਸ ਵਿੱਚ ਇਹ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਦੋ ਬਲ ਇੱਕ ਬਲ-ਜੋੜਾ ਬਣਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਲੂਪ ਤੇ ਟਾਰਕ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਹੈ :

$$\tau = F_1 \frac{a}{2}\sin\theta + F_2 \frac{a}{2}\sin\theta$$

$$= I\,ab\,B\sin\theta$$

$$= I\,A\,B\sin\theta \qquad (4.27)$$



(a)

(b)

ਚਿੱਤਰ 4.22 (a) ਲੂਪ ABCD ਦਾ ਖੇਤਰ ਸਦਿਸ਼ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਨਾਲ ਕੋਈ ਵੀ ਕੋਣ θ ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ। (b) ਲੂਪ ਦਾ ਉਪਰਲੀ ਦ੍ਰਿਸ਼। ਭੁਜਾਵਾਂ AB ਅਤੇ CD ਤੇ ਲਗੇ ਬਲ $\mathbf{F}_1$ ਅਤੇ $\mathbf{F}_2$ ਦਰਸਾਏ ਗਏ ਹਨ।

ਜਿਵੇਂ-ਜਿਵੇਂ $\theta \to 0$, ਬਲ-ਜੋੜੇ ਦੇ ਬਲਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਲੰਬਰੂਪ ਦੂਰੀ ਵੀ ਜ਼ੀਰੋ ਵਲ ਵੱਧਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਨਾਲ ਬਲ ਸਮਰੇਖੀ ਬਣ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਨੇਟ ਬਲ ਅਤੇ ਟਾਰਕ ਜ਼ੀਰੋ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਸਮੀਕਰਨਾਂ (4.26) ਅਤੇ (4.27) ਦੇ ਟਾਰਕਾਂ ਨੂੰ ਕੁੰਡਲੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਸਦਿਸ਼ ਗੁਣਨਫਲ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵਿਅਕਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਲੂਪ ਦੇ *ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ* ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ

$$\mathbf{m} = I\mathbf{A} \qquad (4.28)$$

ਇਥੇ ਖੇਤਰ ਸਦਿਸ਼ **A** ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਸੱਜੇ ਹੱਥ ਦੇ ਅੰਗੂਠੇ ਦੇ ਨਿਯਮ ਅਨੁਸਾਰ ਕਾਗਜ ਦੇ ਤਲ ਦੇ ਅੰਦਰ ਵਲ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 4.21 ਦੇਖੋ) ਕਿਉਂਕਿ **m** ਅਤੇ **B** ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਕੋਣ θ ਹੈ, ਸਮੀਕਰਨਾਂ (4.26) ਅਤੇ (4.27) ਨੂੰ ਸਿਰਫ ਇੱਕ ਵਿਅੰਜਕ ਦੁਆਰਾ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

$$\boldsymbol{\tau} = \mathbf{m} \times \mathbf{B} \qquad (4.29)$$

ਇਹ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਦੇ ਮਾਮਲੇ ਵਰਗਾ ਹੈ। (ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ **E** ਵਿਚ ਦੋ ਧਰੁਵੀ ਮੋਮੈਂਟ $\mathbf{p}_e$ ਦਾ ਬਿਜਲਈ ਦੋ ਧਰੁਵ).

$$\boldsymbol{\tau} = \mathbf{p}_e \times \mathbf{E}$$

ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਸਮੀਕਰਨ (4.28) ਤੋਂ ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ, ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀਆਂ ਵਿਮਾਂ $[AL^2]$ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਮਾਤਰਕ Am^2 ਹੈ।

ਸਮੀਕਰਨ (4.29) ਤੋਂ ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ ਜਦੋਂ **m** ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ **B** ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਜਾਂ ਪ੍ਰਤੀ ਸਮਾਂਤਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਟਾਰਕ τ ਲੁਪਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਕੁੰਡਲੀ ਤੇ ਟਾਰਕ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਤਾਂ ਇਹ ਸੰਤੁਲਿਤ ਅਵਸਥਾ ਵਲ ਇਸ਼ਾਰਾ ਕਰਦਾ ਹੈ (ਇਹ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ **m** ਦੀ ਕਿਸੇ ਵਸਤੂ ਤੇ ਵੀ ਲਾਗੂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ)। ਜਦੋਂ **m** ਅਤੇ **B** ਸਮਾਂਤਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਤਾਂ ਸੰਤੁਲਿਤ ਅਵਸਥਾ ਸਥਾਈ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਵੀ ਘੁੰਮਣ ਗਤੀ ਹੋਣ ਤੇ ਇੱਕ ਟਾਰਕ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਇਸ ਘੁੰਮਣ ਗਤੀ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਕਰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਇਸ ਟਾਰਕ ਦੀ ਮੌਜੂਦਗੀ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੀ ਛੋਟੇ ਚੁੰਬਕੀ ਜਾਂ ਕੋਈ ਚੁੰਬਕੀ ਡਾਈਪੋਲ ਬਾਹਰੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਨਾਲ ਖੁਦ ਨੂੰ ਸਮਰੇਖਿਤ ਕਰ ਲੈਂਦਾ ਹੈ।

ਜੇ ਲੂਪ ਦੇ ਨੇੜੇ-ਨੇੜੇ ਜੁੜੇ ਹੋਏ N ਫੇਰੇ ਹਨ ਤਾਂ ਟਾਰਕ ਦੇ ਲਈ ਵਿਅੰਜਕ, ਸਮੀਕਰਨ (4.29) ਹੁਣ ਵੀ ਲਾਗੂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਤਦ ਇਹ ਵਿਅੰਜਕ ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ

$$\mathbf{m} = N I \mathbf{A} \tag{4.30}$$

ਉਦਾਹਰਨ 4.11 10cm ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦੀ ਕਿਸੇ ਕੁੰਡਲੀ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਨੇੜੇ-ਨੇੜੇ ਜੋੜੇ ਹੋਏ 100 ਫੇਰੇ ਹਨ, ਵਿੱਚ 3.2 A. ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੋ ਰਿਹਾ ਹੈ। (a) ਕੁੰਡਲੀ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਕਿੰਨਾਂ ਹੈ? (b) ਇਸ ਕੁੰਡਲੀ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ ਕੀ ਹੈ?

ਇਹ ਕੁੰਡਲੀ ਖੜੇਦਾਅ ਉੱਪਰ ਵਾਲੇ ਤਲ ਵਿੱਚ ਰੱਖੀ ਹੈ ਅਤੇ ਕੋਈ ਖਿਤਿਜੀ ਧੁਰਾ ਜੋ ਉਸ ਦੇ ਵਿਆਸ ਦੇ ਸਮਰੇਖੀ ਹੈ ਦੇ ਆਲੇ ਦੁਆਲੇ ਘੁੰਮਣ ਗਤੀ ਕਰਨ ਲਈ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇੱਕ 2T ਦਾ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਖਿਤਿਜੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹੈ ਜੋ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੈ ਕਿ ਸ਼ੁਰੂ ਵਿੱਚ ਕੁੰਡਲੀ ਦਾ ਧੁਰਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹੈ। ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਵਿੱਚ ਕੁੰਡਲੀ 90° ਦੇ ਕੋਣ ਤੇ ਘੁੰਮ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। (c) ਆਰੰਭਿਕ ਅਤੇ ਅੰਤਿਮ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਕੁੰਡਲੀ ਤੇ ਟਾਰਕ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ ਕੀ ਹਨ? (d) 90° ਤੇ ਘੁੰਮਣ ਦੇ ਬਾਦ ਕੁੰਡਲੀ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੋਣੀ ਚਾਲ ਕਿੰਨੀ ਹੈ? ਕੁੰਡਲੀ ਦਾ ਜੜਤਾ ਮੋਮੈਂਟ (moment of inertia) 0.1 kg m^2 ਹੈ।

ਹੱਲ—

(a) ਸਮੀਕਰਨ (4.16) ਤੋਂ

$$B = \frac{\mu_0 N I}{2R}$$

ਇਥੇ $N = 100$; $I = 3.2$ A. ਅਤੇ $R = 0.1$ m. ਇਸ ਲਈ

$$B = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 10^{2} \times 3.2}{2 \times 10^{-1}} = \frac{4 \times 10^{-5} \times 10}{2 \times 10^{-1}}$$ ($\pi \times 3.2 = 10$ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਨ ਤੇ)

$$= 2 \times 10^{-3}\ \text{T}$$

B ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਸੱਜੇ ਹੱਥ ਅੰਗੂਠੇ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

(b) ਸਮੀਕਰਨ (4.30) ਤੋਂ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ

$$m = N I A = N I \pi r^2 = 100 \times 3.2 \times 3.14 \times 10^{-2} = 10\ \text{A m}^2$$

ਇਸ ਵਾਰ ਵੀ ਦਿਸ਼ਾ ਸੱਜੇ ਹੱਥ ਦੇ ਅੰਗੂਠੇ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

(c) $\tau = |\mathbf{m} \times \mathbf{B}|$ [ਸਮੀਕਰਨ (4.29) ਤੋਂ]

$$= mB \sin\theta$$

ਸ਼ੁਰੂ ਵਿਚ $\theta = 0$, ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਅਰੰਭਿਕ ਟਾਰਕ $\tau_i = 0$, ਅੰਤ ਵਿੱਚ $\theta = \pi/2$ (ਜਾਂ 90°) ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਅੰਤਿਮ ਟਾਰਕ $\tau_f = m B = 10 \times 2 = 20$ N m.

(d) ਨਿਊਟਨ ਦੇ ਦੂਸਰੇ ਨਿਯਮ ਤੋਂ

$$\mathcal{I} \frac{d\omega}{dt} = mB \sin\theta$$

ਜਿਥੇ $\mathcal{I}$ ਕੁੰਡਲੀ ਦਾ ਜੜਤਾ ਮੋਮੈਂਟ ਹੈ। ਲੜੀ ਨਿਯਮ (Chain rule) ਤੋਂ

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{d\omega}{d\theta}\frac{d\theta}{dt} = \frac{d\omega}{d\theta}\omega$$

ਇਸ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਨ ਤੇ

$$\mathcal{I}\,\omega\, d\omega = mB \sin\theta\, d\theta$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

$\theta = 0$ to $\theta = \pi/2$ ਤੱਕ ਸਮਾਕਲਨ ਕਰਨ ਤੇ

$$g\int_0^{\omega_f}\omega\,d\omega = mB\int_0^{\pi/2}\sin\theta\,d\theta$$

$$g\frac{\omega_f^2}{2} = -mB\cos\theta\Big|_0^{\pi/2} = mB$$

$$\omega_f = \left(\frac{2mB}{g}\right)^{1/2} = \left(\frac{2\times20}{10^{-1}}\right)^{1/2} = 20\text{s}^{-1}$$

ਉਦਾਹਰਨ 4.12

(a) ਕਿਸੇ ਚਿਕਣੇ ਖਿਤਿਜੀ ਤਲ ਤੇ ਕੋਈ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਵਾਹਕ ਚੱਕਰ ਅਕਾਰ ਲੂਪ ਰੱਖਿਆ ਹੈ। ਕੀ ਇਸ ਲੂਪ ਦੇ ਚਾਰੋਂ ਪਾਸੇ ਅਜਿਹਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਸਥਾਪਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਲੂਪ ਆਪਣੇ ਧੁਰੇ ਦੇ ਚਾਰੋਂ ਪਾਸੇ ਖੁਦ ਚੱਕਰ ਲਗਾਏ (ਅਰਥਾਤ ਖੜੇਦਾਅ ਧੁਰੇ ਦੇ ਚਾਰੋਂ ਪਾਸੇ)

(b) ਕੋਈ ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਚੱਕਰ ਆਕਾਰ ਲੂਪ ਕਿਸੇ ਇੱਕ-ਸਮਾਨ ਬਾਹਰੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਸਥਿਤ ਹੈ। ਜੇ ਇਹ ਲੂਪ ਘੁੰਮਣ ਲਈ ਮੁਕਤ ਹੈ, ਤਾਂ ਇਸ ਦੇ ਸਥਾਈ ਸੰਤੁਲਨ ਦੀ ਓਰੀਐਂਟੇਸ਼ਨ (Orientation) ਕੀ ਹੋਵੇਗੀ। ਇਹ ਦਰਸਾਓ ਕਿ ਇਸ ਵਿੱਚ ਕੁੱਲ ਖੇਤਰ (ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ + ਲੂਪ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਖੇਤਰ) ਦਾ ਫਲਕਸ ਅਧਿਕਤਮ ਹੋਵੇਗਾ।

(c) ਬੇਤਰਤੀਬ ਆਕ੍ਰਿਤੀ ਦਾ ਕੋਈ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਵਾਹਕ ਲੂਪ ਕਿਸੇ ਬਾਹਰੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਸਥਿਤ ਹੈ। ਜੇ ਤਾਰ ਲਚਕੀਲਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਚੱਕਰ ਅਕਾਰ ਆਕ੍ਰਿਤੀ ਕਿਉਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਲੈਂਦਾ ਹੈ?

ਹੱਲ—

(a) ਨਹੀਂ, ਕਿਉਂਕਿ ਇਸ ਦੇ ਲਈ ਖੜੇਦਾਅ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਟਾਰਕ τ ਦੀ ਲੋੜ ਹੋਵੇਗਾ। ਪਰ $\tau = I\,\mathbf{A}\times\mathbf{B}$ ਅਤੇ ਕਿਉਂਕਿ ਖਿਤਿਜੀ ਲੂਪ ਦਾ ਖੇਤਰਫਲ ਸਦਿਸ਼ **A** ਖੜੇਦਾਅ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹੈ, τ ਨੂੰ **B** ਦੇ ਕਿਸੇ ਮਾਨ ਦੇ ਲਈ ਲੂਪ ਦੇ ਤਲ ਵਿਚ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ।

(b) ਸਥਾਈ ਸੰਤੁਲਨ ਵਾਲੀ ਓਰੀਐਂਟੇਸ਼ਨ ਉਹ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿਚ ਲੂਪ ਦਾ ਖੇਤਰਫਲ ਸਦਿਸ਼ **A** ਬਾਹਰੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਓਰੀਐਂਟੇਸ਼ਨ ਵਿੱਚ ਲੂਪ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹੀ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ, ਦੋਨੋਂ ਖੇਤਰ ਲੂਪ ਦੇ ਤਲ ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ ਹੋਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਕੁੱਲ ਖੇਤਰ ਦਾ ਅਧਿਕਤਮ ਫਲਕਸ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦਾ ਹੈ।

(c) ਇਹ ਖੇਤਰ ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ ਤਲ ਵਿੱਚ ਚੱਕਰ ਅਕਾਰ ਲੂਪ ਦਾ ਰੂਪ ਇਸ ਲਈ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਲੈਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਕਿ ਇਸ ਵਿੱਚੋਂ ਹੋ ਕੇ ਅਧਿਕਤਮ ਫਲਕਸ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੋ ਸਕੇ। ਕਿਉਂਕਿ ਕਿਸੇ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਘੇਰੇ ਲਈ ਚੱਕਰ ਦਾ ਖੇਤਰਫਲ ਕਿਸੇ ਵੀ ਹੋਰ ਆਕ੍ਰਿਤੀ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਅਧਿਕਤਮ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

4.10.2 ਚੱਕਰ ਅਕਾਰ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਲੂਪ ਚੁੰਬਕੀ ਡਾਈਪੋਲ (Circular current loop as a magnetic dipole)

ਇਸ ਸੈਕਸ਼ਨ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਮੁਢਲੇ ਚੁੰਬਕੀ ਤੱਤ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਲੂਪ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਵਿਚਾਰ ਕਰਾਂਗੇ। ਅਸੀਂ ਇਹ ਦਰਸਾਵਾਂਗੇ ਕਿ ਚੱਕਰ ਅਕਾਰ ਦੇ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਲੂਪ ਦੇ ਕਾਰਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ (ਵੱਧ ਦੂਰੀਆਂ ਤੇ) ਦਾ ਵਿਵਹਾਰ ਬਿਜਲੀ ਡਾਈਪੋਲ ਦੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਨਾਲ ਬਹੁਤ ਹਦ ਤਕ ਮੇਲ ਖਾਂਦਾ ਹੈ। ਸੈਕਸ਼ਨ 4.6 ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ R ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦੇ ਚੱਕਰ ਅਕਾਰ ਲੂਪ ਜਿਸ ਵਿੱਚੋਂ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ I ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੋ ਰਿਹਾ ਹੈ, ਦੇ ਕਾਰਨ ਲੂਪ ਦੇ ਧੁਰੇ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਮੁਲਾਂਕਨ ਕੀਤਾ ਸੀ। ਇਸ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ [(ਸਮੀਕਰਨ (4.15)],

$$B = \frac{\mu_0 I R^2}{2\left(x^2 + R^2\right)^{3/2}}$$

ਅਤੇ ਇਸ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਧੁਰੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਸੀ ਜਿਸ ਨੂੰ ਸੱਜੇ ਹੱਥ ਦੇ ਅੰਗੂਠਾ ਨਿਯਮ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਾਪਤ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਸੀ (ਚਿੱਤਰ 4.12)। ਇਥੇ x ਲੂਪ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ ਉਸਦੇ ਧੁਰੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਦੂਰੀ ਹੈ। ਜੇ $x >> R$ ਹੈ, ਤਾਂ ਅਸੀਂ ਉਪਰੋਕਤ ਵਿਅੰਜਕ ਦੇ ਹਰ ਵਿੱਚ R^2 ਦੀ ਉਪੇਖਿਆ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ

$$B = \frac{\mu_0 R^2}{2x^3}$$

ਧਿਆਨ ਦਿਉ ਲੂਪ ਦਾ ਖੇਤਰਫਲ $A = \pi R^2$, ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ

$$B = \frac{\mu_0 IA}{2\pi x^3}$$

ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਪਹਿਲਾਂ ਅਸੀਂ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ $\mathbf{m}$ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ ਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ
$\mathbf{m} = I\,\mathbf{A}$ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕੀਤੀ ਸੀ

$$\mathbf{B} = \frac{\mu_0 \mathbf{m}}{2\pi x^3}$$

$$= \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2\mathbf{m}}{x^3} \qquad [4.31(a)]$$

ਸਮੀਕਰਨ [4.31(a)] ਦਾ ਇਹ ਵਿਅੰਜਕ ਕਿਸੇ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲਈ ਡਾਈਪੋਲ ਦੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਲਈ ਪਹਿਲਾਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤੇ ਜਾ ਚੁਕੇ ਵਿਅੰਜਕ ਨਾਲ ਕਾਫੀ ਮੇਲ ਖਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਸਮਾਨਤਾ ਨੂੰ ਦੇਖਣ ਲਈ ਅਸੀਂ ਪ੍ਰਤਿਸਥਾਪਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ

$\mu_0 \to 1/\varepsilon_0$

$\mathbf{m} \to \mathbf{p}_e$ (ਸਥਿਰ ਬਿਜਲਈ ਡਾਈਪੋਲ)

$\mathbf{B} \to \mathbf{E}$ (ਸਥਿਰ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ)

ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ,

$$\mathbf{E} = \frac{2\mathbf{p}_e}{4\pi\varepsilon_0 x^3}$$

ਜੋ ਕਿ ਯਥਾਰਥ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਬਿਜਲੀ ਡਾਈਪੋਲ ਦਾ ਉਸਦੇ ਧੁਰੇ ਤੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਹੈ। ਇਸ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਪਾਠ 1 ਸੈਕਸ਼ਨ 1.10 [ਸਮੀਕਰਨ (1.20)] ਵਿੱਚ ਅਧਿਐਨ ਕੀਤਾ ਸੀ।

ਇਹ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ ਉਪਰੋਕਤ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟਾਂਤ ਨੂੰ ਅੱਗੇ ਵੀ ਲੈ ਜਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਇਹ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਸੀ ਕਿ ਡਾਈਪੋਲ ਦੇ ਲੰਬ ਸਮਦੋਭਾਜਕ (perpendicular bisector) ਤੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ (ਸਮੀਕਰਨ (1.21) ਦੇਖੋ]

$$\mathbf{E} \approx \frac{\mathbf{p}_e}{4\pi\varepsilon_0 x^3}$$

ਇਥੇ x ਡਾਈਪੋਲ ਤੋਂ ਦੂਰੀ ਹੈ। ਜੇ ਅਸੀਂ ਉਪਰੋਕਤ ਸੰਬੰਧ ਵਿੱਚ $\mathbf{p} \to \mathbf{m}$ ਅਤੇ $\mu_0 \to 1/\varepsilon_0$ ਨਾਲ ਪ੍ਰਤਿਸਥਾਪਿਤ ਕਰੀਏ ਤਾਂ ਅਸੀਂ *ਲੂਪ ਦੇ ਤਲ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ* ਜਿਸ ਦੀ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ ਦੂਰੀ x ਹੈ, ਦੇ ਲਈ $\mathbf{B}$ ਦੇ ਪਰਿਣਾਮ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ। $x >> R$ ਦੇ ਲਈ

$$\mathbf{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{\mathbf{m}}{x^3}; \qquad x >> R \qquad [4.31(b)]$$

ਕਿਸੇ *ਬਿੰਦੂ ਚੁੰਬਕੀ ਡਾਈਪੋਲ* ਦੇ ਲਈ ਸਮੀਕਰਨਾਂ [4.31(a)] ਅਤੇ [4.31(b)] ਦੁਆਰਾ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਪਰਿਣਾਮ ਯਥਾਰਥ ਬਣ ਜਾਂਦੇ ਹਨ

ਉਪਰੋਕਤ ਪਰਿਣਾਮ ਕਿਸੇ ਵੀ ਸਮਤਲ ਲੂਪ ਤੇ ਲਾਗੂ ਹੁੰਦੇ ਦਰਸਾਏ ਜਾ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਸਮਤਲ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

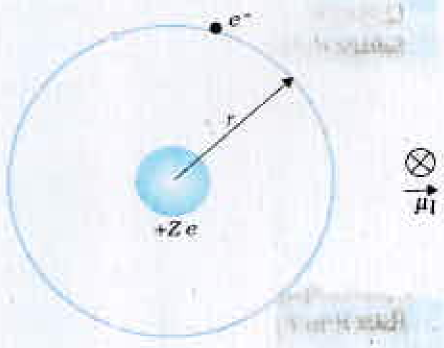
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਲੂਪ ਕਿਸੇ ਚੁੰਬਕੀ ਡਾਈਪੋਲ ਦੇ ਤੁੱਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ $\mathbf{m} = I\mathbf{A}$. ਹੈ। ਜੋ ਕਿ ਬਿਜਲੀ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ $\mathbf{p}$ ਦੇ ਸਦ੍ਰਿਸ਼ ਹੈ। ਧਿਆਨ ਦਿਓ, ਇਨਾ ਹੁੰਦੇ ਹੋਏ ਵੀ ਇੱਕ ਮੂਲ ਅੰਤਰ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਕੋਈ ਬਿਜਲਈ ਡਾਈਪੋਲ ਦੋ ਮੂਲ ਇਕਾਈਆਂ- ਚਾਰਜਾਂ (ਜਾਂ ਬਿਜਲੀ ਮੋਨੋਪੋਲ) ਤੋਂ ਮਿਲਕੇ ਬਣਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਕਿ ਚੁੰਬਕਤਾ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਚੁੰਬਕੀ ਡਾਈਪੋਲ (ਜਾਂ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਲੂਪ) ਇੱਕ ਬਹੁਤ ਹੀ ਮੂਲ ਤੱਤ ਹੈ। ਚੁੰਬਕਤਾ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਸਮਤੁੱਲ ਜਾਂ ਚੁੰਬਕੀ ਇੱਕ ਧਰੁਵਾਂ ਦੀ ਹੋਂਦ ਅਜੇ ਤੱਕ ਨਹੀਂ ਸਾਬਿਤ ਹੋਈ ਹੈ।

ਅਸੀਂ ਇਹ ਦਰਸਾਇਆ ਕਿ ਕੋਈ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਲੂਪ (i) ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 4.12 ਦੇਖੋ) ਅਤੇ ਵੱਧ ਦੂਰੀਆਂ ਤੇ ਇੱਕ ਚੁੰਬਕੀ ਡਾਈਪੋਲ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਵਹਾਰ ਕਰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ (ii) ਤੇ ਇੱਕ ਟਾਰਕ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ। ਇਸ ਦੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਐਮਪੀਅਰ ਨੇ ਇਹ ਸੁਝਾਅ ਦਿੱਤਾ ਸੀ ਕਿ ਸਮੂਚੀ ਚੁੰਬਕਤਾ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਕਰੰਟ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੈ। ਇਹ ਅੰਸ਼ਿਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸੱਚ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਹੁਣ ਤੱਕ ਕੋਈ ਵੀ ਚੁੰਬਕੀ ਇਕ ਧਰੁਵ ਨਹੀਂ ਦੇਖਿਆ ਜਾ ਸਕਿਆ ਹੈ। ਬੇਸ਼ਕ ਮੂਲ ਕਣ ਜਿਵੇਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਜਾਂ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦੇ ਵੀ ਨਿਜੀ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ ਹਨ ਜੋ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟਾਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਨਹੀਂ ਹਨ।

4.10.3 ਪਰਕਰਮਾ ਕਰਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ (The magnetic dipole moment of a revolving electron)

ਪਾਠ 12 ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਅਧਿਐਨ ਕਰਾਂਗੇ। ਸ਼ਾਇਦ ਤੁਸੀਂ ਇਸ ਮਾਡਲ ਬਾਰੇ ਸੁਣਿਆ ਹੋਵੇਗਾ। ਜਿਸ ਨੂੰ ਡੇਨਮਾਰਕ ਦੇ ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨੀ ਨੀਲ ਬੋਹਰ (Niels Bohr) ਨੇ ਸਾਲ 1911 ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਸਤਾਵਿਤ ਕੀਤਾ ਸੀ ਅਤੇ ਜੋ ਨਵੇਂ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੀ ਯੰਤਰਿਕੀ ਜਿਸ ਨੂੰ ਕਵਾਂਟਮ ਯੰਤਰਿਕੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਦੇ ਲਈ ਮੀਲ ਦਾ ਪੱਥਰ ਸੀ। ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਵਿੱਚ, ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ (ਇਕ ਰਿਣ ਚਾਰਜਿਤ ਕਣ) ਕਿਸੇ ਧਨ ਚਾਰਜਿਤ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਚਾਰੋਂ ਪਾਸੇ ਠੀਕ ਉਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪਰਕਰਮਾ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੋਈ ਗ੍ਰਹਿ ਸੂਰਜ ਦੀ ਪਰਕਰਮਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਮਾਮਲੇ ਵਿੱਚ ਬਲ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ (ਕੁਲਾਮ ਬਲ) ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ ਸੂਰਜ ਗ੍ਰਹਿ ਮਾਮਲੇ ਵਿੱਚ ਇਹ ਗੁਰੂਤਾਕਰਸ਼ਨ ਬਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 4.23 ਵਿੱਚ ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 4.23 ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਵਰਗੇ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਵਿੱਚ ਰਿਣ ਚਾਰਜ ਵਾਲੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਕੇਂਦਰ ਤੇ ਧਨ ਚਾਰਜ (+Z e) ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਇਕ-ਸਮਾਨ ਚਾਲ ਨਾਲ ਘੁੰਮ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਇਕ ਸਮਾਨ ਚੱਕਰੀ ਗਤੀ ਇੱਕ ਕਰੰਟ ਲੂਪ ਬਣਾਉਂਦੀ ਹੈ। ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਕਾਗਜ਼ ਦੇ ਤਲ ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ ਅੰਦਰ ਵਲ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਨੂੰ ਵਖਰੇ ਚਿੰਨ੍ਹ ⊗ ਦੁਆਰਾ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।

ਕਿਸੇ ਸਥਿਰ ਭਾਰੀ ਨਾਭਿਕ ਜਿਸਦਾ ਚਾਰਜ $+Ze$ ਹੈ, ਦੇ ਚਾਰੋਂ ਪਾਸੇ $(-e)$ ਚਾਰਜ ਦਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ $(e = + 1.6 \times 10^{-19}\,\text{C})$ ਇਕਸਮਾਨ ਚੱਕਰੀ ਗਤੀ ਕਰਦਾ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤੋਂ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ I ਬਣਦਾ ਹੈ। ਇਥੇ

$$I = \frac{e}{T} \tag{4.32}$$

ਇਥੇ T ਪਰਕਰਮਾ ਵਿੱਚ ਲਗਿਆ ਆਵਰਤ ਕਾਲ ਹੈ। ਜੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਕਕਸ਼ਾ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ r ਅਤੇ ਕਕਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਇਸ ਦੀ ਚਾਲ v ਹੈ, ਤਾਂ

$$T = \frac{2\pi r}{v} \tag{4.33}$$

ਸਮੀਕਰਨ ਵਿਚ T ਦਾ ਮਾਨ ਪ੍ਰਤਿਸਥਾਪਤ ਕਰਨ ਤੇ $I = ev/2\pi r$.

ਇਸ ਘੁੰਮਣ ਵਾਲੇ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਦੇ ਨਾਲ ਇੱਕ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ ਸੰਬੰਧਤ ਹੋਵੇਗਾ ਜਿਸ ਨੂੰ ਆਮ ਕਰਕੇ μ_l ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਗਟ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਸਮੀਕਰਨ (4.28) ਵਿੱਚ ਇਸ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਹੈ $\mu_l = I\pi r^2 = evr/2$..

ਚਿੱਤਰ 4.23. ਵਿੱਚ ਇਸ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਕਾਗਜ਼ ਦੇ ਤਲ ਵਿੱਚ ਅੰਦਰ ਵਲ ਹੈ। [ਇਸ ਪਰਿਣਾਮ ਤੇ ਅਸੀਂ ਪਹਿਲਾਂ ਵਰਣਨ ਕੀਤੇ ਜਾ ਚੁੱਕੇ ਸੱਜੇ ਹੱਥ ਨਿਯਮ ਅਤੇ ਇਸ ਤੱਥ ਦੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਪਹੁੰਚੇ ਹਾਂ ਕਿ ਰਿਣ ਚਾਰਜਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਐਂਟੀਕਲਾਕਵਾਈਜ ਗਤੀ ਕਰ ਰਿਹਾ ਹੈ ਜਿਸ ਦੇ ਨਤੀਜੇ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਵਜੋਂ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਕਲਾਕਵਲਾਈਜ਼ ਹੈ।] ਉਪਰੋਕਤ ਵਿਅੰਜਕ ਦੇ ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ ਨੂੰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਪੁੰਜ m_e ਨਾਲ ਗੁਣਾ ਅਤੇ ਭਾਗ ਕਰਨ ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ

$$\mu_l = \frac{e}{2m_e}(m_e v r)$$

$$= \frac{e}{2m_e} l \qquad [4.34(a)]$$

ਇਥੇ, l ਕੇਂਦਰੀ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਆਲੇ ਦੁਆਲੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਕੋਣੀ ਸੰਵੇਗ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਹੈ। ਸਦਿਸ਼ ਰੂਪ ਵਿੱਚ

$$\mu_l = -\frac{e}{2m_e}\mathbf{l} \qquad [4.34(b)]$$

ਇਥੇ ਰਿਣਾਤਮਕ ਚਿੰਨ੍ਹ ਇਥੇ ਇਹ ਸੰਕੇਤ ਦਿੰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਕੋਣੀ ਸੰਵੇਗ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਉਲਟ ਹੈ। ਜੇ ਅਸੀਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ (ਜਿਸ ਤੇ ਚਾਰਜ (e) ਹੈ) ਦੇ ਸਥਾਨ ਤੇ $(+q)$ ਚਾਰਜ ਦਾ ਕੋਈ ਕਣ ਲਿਆ ਹੁੰਦਾ ਤਾਂ ਕੋਣੀ ਸੰਵੇਗ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ ਦੋਨੋ ਇੱਕ ਹੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਅਨੁਪਾਤ

$$\frac{\mu_1}{l} = \frac{e}{2m_e} \qquad (4.35)$$

ਇਸ ਨੂੰ *ਜਾਈਰੋਮੈਗਨੇਟਿਕ ਅਨੁਪਾਤ (gyromagnetic ratio)* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਹ ਇੱਕ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਹੈ। ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਲਈ ਇਸ ਅਨੁਪਾਤ ਦਾ ਮਾਨ 8.8×10^{10} C /kg ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਦੁਆਰਾ ਸਿੱਧ ਕੀਤਾ ਜਾ ਚੁੱਕਾ ਹੈ।

ਇਹ ਤੱਥ ਕਿ ਪਰਮਾਣਵੀ ਪੱਧਰ ਤੱਕ ਵੀ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ ਮੌਜੂਦ ਹੈ ਪਰਮਾਣਵੀ ਮੋਮੈਂਟ ਸੰਬੰਧੀ ਐਮਪੀਅਰ ਦੀ ਸਾਹਸੀ ਪਰਿਕਲਪਨਾ ਦੀ ਪੁਸ਼ਟੀ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਐਮਪੀਅਰ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ, ਇਹ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਗੁਣਾਂ ਨੂੰ ਚੰਗੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਪਸ਼ਟ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਸਹਾਇਕ ਹੈ। ਕੀ ਅਸੀਂ ਉਸ ਪਰਮਾਣਵੀ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ ਨੂੰ ਕੋਈ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਮਾਨ ਦੇ ਸਕਦੇ ਹਾਂ? ਇਸ ਦਾ ਉੱਤਰ ਹੈ- ਹਾਂ। ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਦੇ ਘੇਰੇ ਵਿੱਚ ਅਜਿਹਾ ਕੀਤਾ ਜਾਣਾ ਸੰਭਵ ਹੈ। ਬੋਹਰ ਨੇ ਇਹ ਪਰਿਕਲਪਨਾ ਕੀਤੀ ਸੀ ਕਿ ਕੋਣੀ ਸੰਵੇਗ ਇੱਕ ਡਿਸਕ੍ਰੀਟ ਮਾਨਾਂ ਦਾ ਸਮੂਹ ਹੀ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਅਰਥਾਤ

$$l = \frac{nh}{2\pi} \qquad (4.36)$$

ਇਥੇ n ਇੱਕ ਪ੍ਰਕਿਰਤਕ ਸੰਖਿਆ, n = 1, 2, 3, ... ਅਤੇ h ਇੱਕ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਵਿਗਿਆਨੀ ਮੈਕਸ ਪਲਾਂਕ ਦੇ ਨਾਮ ਤੇ (ਪਲਾਂਕ ਸਥਿਰ ਅੰਕ) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸ ਦਾ ਮਾਨ $h = 6.626 \times 10^{-34}$ J s ਹੈ। ਕੋਣੀ ਵੇਗ ਦੀ ਡਿਸਕ੍ਰੀਟਨੈਸ ਸੰਬੰਧੀ ਸ਼ਰਤ ਨੂੰ *ਬੋਹਰ ਕਵਾਂਟੀਕਰਨ ਸ਼ਰਤ (Bohr quantisation condition)* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਪਾਠ 12 ਵਿੱਚ ਵਿਸਤਾਰ ਵਿੱਚ ਚਰਚਾ ਕਰਾਂਗੇ। ਇਥੇ ਸਾਡਾ ਉਦੇਸ਼ ਸਿਰਫ਼ ਮੁਢਲੇ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ ਦਾ ਮਾਨ ਪਤਾ ਕਰਨ ਲਈ ਇਸ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਨੀ ਹੈ। n = 1 ਲੈਣ ਤੇ ਸਮੀਕਰਨ (4.34) ਤੋਂ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ,

$$(\mu_l)_{min} = \frac{e}{4\pi m_e} h$$

$$= \frac{1.60 \times 10^{-19} \times 6.63 \times 10^{-34}}{4 \times 3.14 \times 9.11 \times 10^{-31}}$$

$$= 9.27 \times 10^{-24} \text{ Am}^2 \qquad (4.37)$$

Conversion of galvanometer into ameter and voltmeter:
ਗੈਲਵੈਨੋਮੀਟਰ ਦਾ ਐਮੀਟਰ ਜਾਂ ਵੋਲਟਮੀਟਰ ਵਿਚ ਰੂਪਾਂਤਰ
www.citycollegiate.com/galvanometer_XIIa.htm

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਇਥੇ ਪੈਰ ਵਿੱਚ ਲਿਖੇ min ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਘੱਟ ਤੋਂ ਘੱਟ ਲਈ ਕੀਤੀ ਗਈ ਹੈ। ਇਸ ਨਿਊਨਤਮ ਮਾਨ ਨੂੰ *ਬੋਹਰ ਮੈਗਨੇਟਾਨ (Bohr magneton)* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਚੱਕਰੀ ਗਤੀ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਹਰੇਕ ਚਾਰਜ ਦੇ ਕੋਲ ਕੋਈ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੀ ਸੰਬੰਧਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਸਮੀਕਰਨ (4.34) ਦੇ ਸਮਾਨ ਕਿਸੇ ਵਿਅੰਜਕ ਨਾਲ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ ਨੂੰ *ਆਰਬੀਟਲ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ (orbital magnetic moment)* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ μ_l ਵਿੱਚ ਪੈਰ ਵਿਚ '*l*' ਲਗਿਆ ਹੈ। ਆਰਬੀਟਲ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਇੱਕ ਨਿਜੀ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ ਵੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਦਾ ਅੰਕਿਕ ਮਾਨ ਉਹੀ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਸਮੀਕਰਨ (4.37) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਸ ਮੋਮੈਂਟ ਨੂੰ *ਸਪਿਨ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ (spin magnetic moment)* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਪਰੰਤੂ ਅਸੀਂ ਜਲਦੀ ਹੀ ਇਹ ਸਪਸ਼ਟ ਕਰ ਦੇਣਾ ਚਾਹੁੰਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਇਸ ਦਾ ਇਹ ਅਰਥ ਨਹੀਂ ਹੈ ਕਿ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਘੁੰਮਣ ਗਤੀ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਇੱਕ ਮੂਲ ਕਣ ਹੈ ਅਤੇ ਘੁੰਮਦੇ ਹੋਏ ਲਾਟੂ (top) ਜਾਂ ਧਰਤੀ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਸ ਦਾ ਆਪਣਾ ਕੋਈ ਘੁੰਮਣ ਧੁਰਾ ਨਹੀਂ ਹੈ ਜਿਸ ਤੇ ਇਹ ਘੁੰਮ ਸਕੇ। ਇਨਾ ਹੋਣ ਤੇ ਵੀ ਇਸ ਦਾ ਇੱਕ ਨਿਜੀ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਲੋਹੇ ਅਤੇ ਹੋਰ ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥਾਂ ਵਿੱਚ ਚੁੰਬਕਨ ਦੀਆਂ ਸੂਖਮ ਜੜਾਂ ਇਸੇ ਨਿਜੀ ਸਪਿਨ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ ਵਿੱਚੋਂ ਨਿਕਲਦੀਆਂ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ।

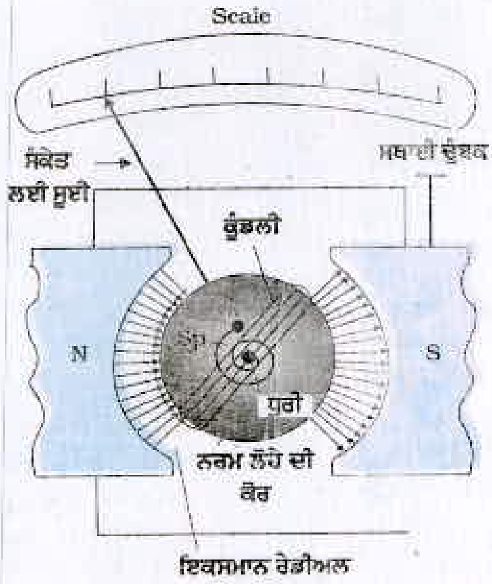
4.11 ਚਲ ਕੁੰਡਲੀ ਗੈਲਵੇਨੋਮੀਟਰ (THE MOVING COIL GALVANOMETER)

ਪਾਠ 3 ਦੇ ਤਹਿਤ ਬਿਜਲੀ ਸਰਕਟਾਂ ਵਿੱਚ ਵਗਦੇ ਕਰੰਟਾਂ ਅਤੇ ਵੋਲਟੇਜਾਂ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਵਿਸਤਾਰ ਨਾਲ ਚਰਚਾ ਕੀਤੀ ਜਾ ਚੁੱਕੀ ਹੈ। ਪਰ ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਮਾਪਦੇ ਹਾਂ। ਅਸੀਂ ਇਹ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਹਿ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਕਿਸੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ 1.5 A ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੋ ਰਿਹਾ ਹੈ ਜਾਂ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧਕ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਵਿੱਚ 1.2 V ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 4.24 ਵਿੱਚ ਇਸੇ ਉਦੇਸ਼ ਲਈ ਵਰਤਿਆ ਜਾਣ ਵਾਲਾ ਉਪਯੋਗੀ ਉਪਕਰਣ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ *ਚਲ ਕੁੰਡਲੀ ਗੈਲਵੇਨੋਮੀਟਰ (moving coil galvanometer* – MCG) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਇੱਕ ਅਜਿਹੀ ਯੁਕਤੀ ਹੈ ਜਿਸ ਦੇ ਸਿਧਾਂਤ ਨੂੰ ਸਾਡੇ ਦੁਆਰਾ ਸੈਕਸ਼ਨ 4.10 ਵਿੱਚ ਕੀਤੀ ਗਈ ਚਰਚਾ ਦੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਸਮਝਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਚਲ ਕੁੰਡਲੀ ਗੈਲਵੇਨੋਮੀਟਰ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਇਕਸਮਾਨ ਅਰਧ ਵਿਆਸ (ਰੇਡੀਅਲ, radial) ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਧੁਰੇ ਤੇ ਘੁੰਮਣ ਗਤੀ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਅਨੇਕ ਫੇਰਿਆਂ ਵਾਲੀ ਇੱਕ ਕੁੰਡਲੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। (ਚਿੱਤਰ 4.24)। ਇਸ ਕੁੰਡਲੀ ਦੇ ਅੰਦਰ ਇੱਕ ਵੇਲਨ ਅਕਾਰ ਨਰਮ ਲੋਹੇ ਦੀ ਕੋਰ ਜੋ ਸਿਰਫ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਰੇਡੀਅਲ ਹੀ ਨਹੀਂ ਬਣਾਉਂਦਾ ਬਲਕਿ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਪ੍ਰਬਲਤਾ ਵਿੱਚ ਵੀ ਵਾਧਾ ਕਰ ਦਿੰਦੀ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਇਸ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਲੰਘਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਸ ਤੇ ਇੱਕ ਟਾਰਕ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਸਮੀਕਰਨ (4.26) ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਇਸ ਟਾਰਕ τ ਦਾ ਮਾਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ

$$\tau = NI\,AB$$

ਇਥੇ, ਭੌਤਿਕ ਰਾਸ਼ੀਆਂ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਕਾਂ ਦੇ ਆਪਣੇ ਸਾਧਾਰਨ ਅਰਥ ਹਨ। ਕਿਉਂਕਿ ਡਿਜਾਈਨ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਡੀਅਲ ਹੈ, ਅਸੀਂ ਟਾਰਕ ਦੇ ਲਈ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਉਪਰੋਕਤ ਵਿਅੰਜਕ ਵਿੱਚ $\sin\theta = 1$ ਲਿਆ ਹੈ। ਇਹ ਚੁੰਬਕੀ ਟਾਰਕ $NIAB$ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਘੁੰਮਣ ਦੀ ਪ੍ਰਵਿਰਤੀ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਕੁੰਡਲੀ ਆਪਣੇ ਧੁਰੇ ਤੇ ਘੁੰਮਣ ਗਤੀ ਕਰ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਕੁੰਡਲੀ ਨਾਲ ਜੁੜੀ ਕਮਾਨੀ S_p ਵਿੱਚ ਕੁੰਡਲੀ ਦੇ ਘੁੰਮਣ ਗਤੀ ਦੇ ਵਿਰੋਧ ਵਿੱਚ ਟਾਰਕ $k\phi$ ਪੈਦਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜੋ ਕੁੰਡਲੀ ਦੇ ਟਾਰਕ $NIAB$ ਨੂੰ ਸੰਤੁਲਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ;



ਚਿੱਤਰ 4.24 ਚਲ ਕੁੰਡਲੀ ਗੈਲਵੇਨੋਮੀਟਰ। ਇਸਦੇ ਹਿੱਸਿਆਂ ਦਾ ਵਰਣਨ ਪਾਠ ਵਿਚ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਲੋੜ ਅਨੁਸਾਰ ਇਸ ਉਪਕਰਨ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਅਸੀਂ ਕਰੰਟ ਦਾ ਪਤਾ ਲਗਾਉਣ ਜਾ ਕਰੰਟ (ਐਮੀਟਰ), ਜਾਂ ਫਿਰ ਵੋਲਟੇਜ (ਵੋਲਟਮੀਟਰ) ਦਾ ਮਾਨ ਪਤਾ ਕਰਨ ਲਈ ਕਰਦੇ ਹਨ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

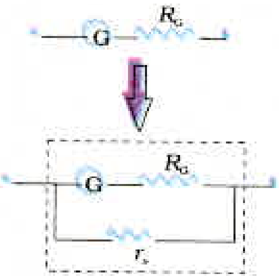
ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ϕ ਕੋਣ ਦਾ ਸਥਾਈ ਕੋਣੀ ਵਿਖੇਪ ਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਸੰਤੁਲਿਤ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ

$$k\phi = NI\,AB$$

ਜਿਥੇ k ਕਮਾਨੀ ਦਾ ਟੋਰਜਨਲ (torsional, ਏਂਠਨ ਜਾਂ ਵਟ) ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਹੈ, ਅਰਥਾਤ ਰਿਸਟੋਰਿਗ ਟਾਰਕ ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਈ ਟਵਿਸਟ (Restoring torque per unit twist) ਹੈ। ਵਿਖੇਪ ϕ ਦੀ ਪੜ੍ਹਤ (reading) ਕਮਾਨੀ ਨਾਲ ਜੁੜੀ ਸੰਕੇਤਕ ਸੂਈ ਦੁਆਰਾ ਸਕੇਲ ਤੇ ਲਈ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਉਪਰੋਕਤ ਵਿਅੰਜਕ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ϕ ਦਾ ਮਾਨ ਹੈ

$$\phi = \left(\frac{NAB}{k}\right)I \tag{4.38}$$

ਬ੍ਰੈਕਟ ਦੀ ਰਾਸ਼ੀ ਦਾ ਮਾਨ ਕਿਸੇ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਗੈਲਵੇਨੋਮੀਟਰ ਦੇ ਲਈ ਇੱਕ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਅੰਕ ਹੈ। ਗੈਲਵੇਨੋਮੀਟਰ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਨਾਲ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਇੱਕ ਸੰਸੂਚਕ (detector) ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਹ ਪਤਾ ਕਰਨ ਲਈ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੋ ਰਿਹਾ ਹੈ ਜਾਂ ਨਹੀਂ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਅਸੀਂ ਵਹੀਟਸਟੋਨ ਬਰੀਜ਼ ਵਿਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਕੀਤੀ ਸੀ। ਜਦੋਂ ਗੈਲਵੇਨੋਮੀਟਰ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਸੰਸੂਚਕ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਇਸ ਦੀ ਸੰਕੇਤਕ ਸੂਈ ਸੰਤੁਲਤ ਅਵਸਥਾ (ਜ਼ੀਰੋ ਵਿਖੇਪ ਸਥਿਤੀ ਜਾਂ ਜਦੋਂ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ) ਸਕੇਲ ਦੇ ਵਿੱਚ ਕਾਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਨਾ ਕਿ ਖੱਬੇ ਪਾਸੇ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਚਿੱਤਰ 4.24 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਗੈਲਵੇਨੋਮੀਟਰ ਦੀ ਸੰਕੇਤਕ ਸੂਈ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਅਨੁਸਾਰ ਸੱਜੇ ਜਾਂ ਖੱਬੇ ਵਲ ਵਿਖੇਪਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।



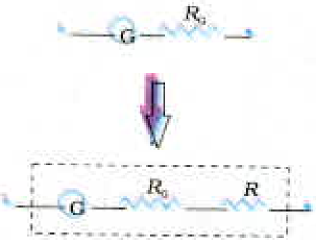
ਚਿੱਤਰ 4.25 ਇੱਕ ਬਹੁਤ ਹੀ ਘੱਟ ਮਾਨ ਦਾ ਸ਼ੰਟ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ r_s ਸਮਾਂਤਰ ਵਿਚ ਲਗਾਕੇ ਕਿਸੇ ਗੈਲਵੇਨੋਮੀਟਰ (G) ਨੂੰ ਐਮਮੀਟਰ (A) ਵਿਚ ਰੂਪਾਂਤਰਿਤ ਕਰਨਾ।

ਗੈਲਵੇਨੋਮੀਟਰ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਿਸੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਮਾਪਣ ਦੇ ਲਈ ਐਮਮੀਟਰ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਹੀਂ ਕਰ ਸਕਦੇ। ਇਸ ਦੇ ਦੋ ਕਾਰਨ ਹਨ (i) ਗੈਲਵੇਨੋਮੀਟਰ ਇੱਕ ਬਹੁਤ ਹੀ ਸੰਵੇਦਨਸ਼ੀਲ (sensitive) ਯੁਕਤੀ ਹੈ, ਇਹ μA ਆਰਡਰ ਦੇ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਦੇ ਲਈ ਪੂਰਣ ਪੈਮਾਨਾ ਵਿਖੇਪ ਦਿੰਦਾ ਹੈ (ii) ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਮਾਪਣ ਲਈ ਗੈਲਵੇਨੋਮੀਟਰ ਨੂੰ ਸਰਕਟ ਵਿਚ ਲੜੀਵੱਧ ਢੰਗ ਨਾਲ ਜੋੜਨਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਇਸ ਦਾ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਵੱਗਦੇ ਕਰੰਟ ਦੇ ਮਾਨ ਨੂੰ ਬਦਲ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪਰੇਸ਼ਾਨੀ ਨੂੰ ਦੂਰ ਕਰਨ ਲਈ ਇੱਕ ਘੱਟ ਮਾਨ ਵਾਲੇ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ r_s ਜਿਸ ਨੂੰ ਸ਼ੰਟ (*shunt*) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਗੈਲਵੇਨੋਮੀਟਰ ਦੀ ਕੁੰਡਲੀ ਨਾਲ ਸਮਾਂਤਰ ਵਿੱਚ ਜੋੜਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਧੇਰੇ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਇਸ ਵਿਚੋਂ ਹੀ ਲੰਘ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀ ਵਿਵਸਥਾ ਦਾ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ ਹੇਠ ਅਨੁਸਾਰ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ-

$$R_G\, r_s \,/\, (R_G + r_s) \;\simeq\; r_s \qquad \text{if} \quad R_G >> r_s$$

ਜੇ ਸਰਕਟ ਦੇ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ R_c ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ r_s ਦਾ ਮਾਨ ਘੱਟ ਹੈ ਤਾਂ ਮਾਪਕ ਯੰਤਰ ਨੂੰ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਜੋੜਨ ਦਾ ਪ੍ਰਭਾਵ ਵੀ ਘੱਟ ਹੋਵੇਗਾ। ਜਿਸਦੀ ਉਪੇਖਿਆ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਵਿਵਸਥਾ ਦਾ ਇੱਕ ਯੋਜਨਾ ਆਰੇਖ ਚਿੱਤਰ 4.25 ਵਿਚ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਬਣੇ ਐਮਮੀਟਰ ਦੇ ਪੈਮਾਨੇ ਦਾ ਅੰਸ਼ ਅੰਕਨ ਕਰ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਕਿ ਸੰਖਿਆਂ ਕਰੰਟ ਦਾ ਮਾਨ ਪੜਿਆ ਜਾ ਸਕੇ। ਐਮਮੀਟਰ ਦੀ ਸੰਵੇਦਨਸ਼ੀਲਨਾ ਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਅਸੀਂ ਵਿਖੇਪ ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਈ ਕਰੰਟ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਸਮੀਕਰਨ (4.38) ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਕਰੰਟ ਸੰਵੇਦਨਸ਼ੀਲਨਾ (Current sensitivity) ਹੈ,

$$\frac{\phi}{I} = \frac{NAB}{k} \tag{4.39}$$



ਚਿੱਤਰ 4.26 ਲੜੀਵਾਰ ਢੰਗ ਨਾਲ ਇੱਕ ਵੱਡੇ ਮੁੱਲ ਦੇ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ R ਨੂੰ ਗੈਲਵੇਨੋਮੀਟਰ (G) ਨਾਲ ਜੋੜ ਕੇ ਵੋਲਟਮੀਟਰ (V) ਵਿਚ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਕਰਨਾ।

ਕਿਸੇ ਵੀ ਉਤਪਾਦਕ ਦੇ ਲਈ ਗੈਲਵੇਨੋਮੀਟਰ ਦੀ ਸੰਵੇਦਨਸ਼ੀਲਨਾ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਕਰਨ ਦਾ ਸਰਲ ਉਪਾਅ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਉਹ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿਚ ਫੇਰਿਆਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ N ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਕਰ ਦੇਦਾਂ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਆਪਣੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੀ ਲੋੜ ਅਨੁਸਾਰ ਗੈਲਵੇਨੋਮੀਟਰ ਦੀ ਚੋਣ ਕਰਦੇ ਹਾਂ।

ਕਰੰਟਮਾਪਕ ਯੰਤਰ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਸਰਕਟ ਦੇ ਕਿਸੇ ਅੰਸ਼ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਵਿੱਚ ਪੂਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਪਤਾ ਕਰਨ ਲਈ ਵੋਲਟੇਜ ਮਾਪਕ ਯੰਤਰ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਹੋ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਉਦੇਸ਼ ਦੇ ਲਈ ਇਸ ਨੂੰ ਸਰਕਟ ਦੇ ਉਸ ਅੰਸ਼ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਵਿੱਚ ਲਗਾਉਣਾ ਹੋਵੇਗਾ। ਅਤੇ ਫਿਰ, ਇਸ ਵਿੱਚੋਂ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਕਰੰਟ ਲੰਘਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ, ਨਹੀਂ ਤਾਂ ਵੋਲਟੇਜ ਦਾ ਮਾਪ, ਮੂਲ ਵਿਵਸਥਾ ਨੂੰ ਬੁਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਕਰ ਦੇਵੇਗਾ। ਆਮ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਕਰਕੇ ਅਸੀਂ ਮਾਪਕ ਯੰਤਰਾਂ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਡਿਸਟਰਬੈਂਸ ਨੂੰ ਇੱਕ ਪ੍ਰਤਿਸ਼ਤ ਤੋਂ ਘੱਟ ਰਖਦੇ ਹਨ। ਮਾਪ ਦੀ ਸ਼ੁਧਤਾ ਨੂੰ ਬਣਾਈ ਰੱਖਣ ਲਈ, ਗੈਲਵੇਨੋਮੀਟਰ ਦੇ ਲੜੀਵਧ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਵੱਡਾ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ R ਜੋੜਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਵਿਵਸਥਾ ਦਾ ਯੋਜਨਾ ਆਰੇਖ ਚਿੱਤਰ 4.26 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ ਹੁਣ ਵੋਲਟਮੀਟਰ ਦਾ ਕੁੱਲ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ,

$R_G + R \simeq R$: ਅਰਥਾਤ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ ਬਹੁਤ ਜ਼ਿਆਦਾ ਹੈ।

ਵੋਟਮੀਟਰ ਦੀ ਸਕੇਲ ਦਾ ਅੰਸ਼ ਅੰਕਨ ਕਰ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾ ਕਿ ਸੰਖਿਆਂ ਵੋਲਟੇਜ ਦਾ ਮਾਨ ਪੜਿਆ ਜਾ ਸਕੇ। ਕਿਸੇ ਵੋਲਟਮੀਟਰ ਦੀ ਵੋਲਟੇਜ ਸੰਵੇਦਨਸ਼ੀਲਤਾ ਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਅਸੀਂ ਵਿਖੇਪ ਪ੍ਰਤਿ ਇਕਾਈ ਵੋਲਟੇਜ ਨਾਲ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਸਮੀਕਰਨ (4.38) ਤੋਂ

$$\frac{\phi}{V} = \left(\frac{NAB}{k}\right)\frac{I}{V} = \left(\frac{NAB}{k}\right)\frac{1}{R} \qquad (4.40)$$

ਇਥੇ ਇਹ ਰੋਚਕ ਤੱਥ ਧਿਆਨ ਦੇਣ ਯੋਗ ਹੈ ਕਿ ਕਰੰਟ ਸੰਵੇਦਨਸ਼ੀਲਤਾ ਵਿਚ ਵਾਧਾ ਕਰਨ ਤੇ ਇਹ ਜ਼ਰੂਰੀ ਨਹੀਂ ਹੈ ਕਿ ਵੋਲਟੇਜ ਸੰਵੇਦਨਸ਼ੀਲਤਾ ਵਿਚ ਵੀ ਵਾਧਾ ਹੋ ਜਾਵੇਗਾ। ਆਓ ਸਮੀਕਰਨ (4.39) ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੀਏ ਜੋ ਕਰੰਟ ਸੰਵੇਦਨਸ਼ੀਲਤਾ ਦਾ ਮਾਪ ਦਸਦੀ ਹੈ। ਜੇ $N \to 2N$ ਭਾਵ ਜੇ ਫੇਰਿਆਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਦੋ ਗੁਣਾਂ ਕਰ ਦਿੱਤੀ ਜਾਵੇ, ਤਾਂ

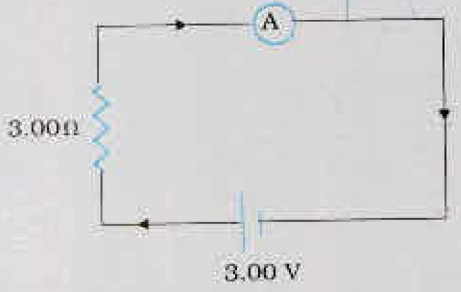
$$\frac{\phi}{I} \to 2\frac{\phi}{I}$$

ਅਰਥਾਤ ਕਰੰਟ ਸੰਵੇਦਨਸ਼ੀਲਤਾ ਵੀ ਦੋ ਗੁਣੀ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਪਰ, ਗੈਲਵੇਨੋਮੀਟਰ ਦਾ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ ਵੀ ਦੋ ਗੁਣਾ ਹੋ ਜਾਣ ਦੀ ਸੰਭਾਵਨਾ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਇਹ ਤਾਰ ਦੀ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਸਿੱਧਾ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੈ। ਸਮੀਕਰਨ (4.40) ਵਿੱਚ $N \to 2N$ ਅਤੇ $R \to 2R$. ਇਸ ਲਈ ਵੋਲਟੇਜ ਸੰਵੇਦਨਸ਼ੀਲਤਾ,

$$\frac{\phi}{V} \to \frac{\phi}{V}$$

ਵਿੱਚ ਬਦਲਾਵ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਇਸ ਲਈ ਵਿਆਪਕ ਰੂਪ ਵਿਚ ਗੈਲਵੇਨੋਮੀਟਰ ਤੋਂ ਐਮਮੀਟਰ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਇਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਵਖਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀ ਸੋਧ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 4.13 ਹੇਠਾਂ ਦਿਖਾਏ ਗਏ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਦਾ ਮਾਨ ਕੀ ਹੈ ਜੇ ਵਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਐਮਮੀਟਰ, (a) R_G = 60.00 Ω ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ ਦਾ ਗੈਲਵੇਨੋਮੀਟਰ ਹੈ। (b) ਭਾਗ (a) ਵਿਚ ਦਸਿਆ ਗਿਆ ਗੈਲਵੇਨੋਮੀਟਰ ਹੀ ਹੈ ਪਰ ਇਸਨੂੰ r_s = 0.02 Ω ਦਾ ਸ਼ੰਟ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ ਲਗਾ ਕੇ ਐਮਮੀਟਰ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। (c) ਜ਼ੀਰੋ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ ਦਾ ਇੱਕ ਆਦਰਸ਼ ਐਮਮੀਟਰ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 4.27

ਹੱਲ—

(a) ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕੁੱਲ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਹੈ

$R_G + 3 = 63\Omega$. ਇਸਲਈ $I = 3/63 = 0.048$ A.

ਉਦਾਹਰਨ 4.13

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(b) ਐਮਮੀਟਰ ਵਿੱਚ ਬਦਲਨ ਤੇ ਗੈਲਵੇਨੋਮੀਟਰ ਦਾ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ

$$\frac{R_G\, r_s}{R_G + r_s} = \frac{60 \quad \Omega \times 0.02\Omega}{(60 + 0.02)\Omega} = 0.02\ \Omega$$

ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕੁੱਲ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ

$0.02\Omega + 3\Omega = 3.02\,\Omega$ ਇਸਲਈ $I = 3/3.02 = 0.99$ A.

(c) ਸਿਫਰ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਦੇ ਆਦਰਸ਼ ਐਮਮੀਟਰ ਦੇ ਲਈ

$I = 3/3 = 1.00$ A

ਸਾਰ (SUMMARY)

1. ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ **B** ਤੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ **E** ਦੀ ਮੌਜੂਦਗੀ **v** ਵੇਗ ਨਾਲ ਗਤੀਮਾਨ ਕਿਸੇ ਚਾਰਜ q ਤੇ ਲਗਣ ਵਾਲੇ ਕੁੱਲ ਬਲ ਨੂੰ ਲੋਰੇਂਜ ਬਲ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਨੂੰ ਹੇਠਾਂ ਦਿੱਤੇ ਵਿਅੰਜਕ ਦੁਆਰਾ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

   $\mathbf{F} = q\,(\mathbf{v} \times \mathbf{B} + \mathbf{E})$

   ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ $q\,(\mathbf{v} \times \mathbf{B})$, **v** ਲੰਬਰੂਪ ਹੈ ਅਤੇ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕਾਰਜ ਸਿਫਰ ਹੈ।
2. l ਲੰਬਾਈ ਤੇ ਕਿਸੇ ਸਿੱਧੇ ਚਾਲਕ ਜਿਸ ਵਿੱਚੋਂ ਸਥਾਈ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ I ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੋ ਰਿਹਾ ਹੈ, ਕਿਸੇ ਇਕਸਮਾਨ ਬਾਹਰੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਬਲ **F** ਦਾ ਅਨੁਭਵ ਕਰਦਾ ਹੈ,

   $\mathbf{F} = I\,\mathbf{l} \times \mathbf{B}$

   ਜਿਥੇ $|\mathbf{l}| = l$ ਅਤੇ **l** ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੁਆਰਾ ਦੱਸੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।
3. ਕਿਸੇ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ, ਕੋਈ ਚਾਰਜ q, **B** ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ ਤਲ ਵਿੱਚ ਚੱਕਰ ਅਕਾਰ ਆਰਬਿਟ ਵਿਚ ਗਤੀਮਾਨ ਹੈ। ਇਸ ਦੀ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਚੱਕਰੀ ਗਤੀ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਨੂੰ *ਸਾਈਕਲੋਟ੍ਰਾਨ ਆਵ੍ਰਿਤੀ (cyclotron frequency)* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਜਿਸ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ-

   $$\nu_c = \frac{qB}{2\pi m}$$

   ਇਹ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਕਣ ਦੀ ਚਾਲ ਅਤੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦੀ। ਇਸ ਤੱਥ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਸਾਈਕਲੋਟ੍ਰਾਨ ਨਾਮਕ ਮਸ਼ੀਨ ਵਿੱਚ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਜੋ ਚਾਰਜਿਤ ਕਣਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਵੇਗਿਤ ਕਰਨ ਲਈ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।
4. ਬਾਯੋ-ਸਾਵਰਟ ਨਿਯਮ ਅਨੁਸਾਰ $d\mathbf{l}$ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਕਿਸੇ ਐਲੀਮੈਂਟ ਜਿਸ ਵਿੱਚੋਂ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ I ਲੰਘ ਰਿਹਾ ਹੈ, ਦੇ ਕਾਰਨ r ਸਦਿਸ਼ ਦੂਰੀ ਤੇ ਸਥਿਤ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ P ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ $d\mathbf{B}$ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ-

   $$d\mathbf{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} I \frac{d\mathbf{l} \times \mathbf{r}}{r^3}$$

   P ਤੇ ਕੁੱਲ ਖੇਤਰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਇਸ ਸਦਿਸ਼ ਵਿਅੰਜਕ ਨੂੰ ਚਾਲਕ ਦੀ ਸਮੁਚੀ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਲਈ ਸਮਾਕਲਿਤ ਕਰਨਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ।
5. ਅਰਧ ਵਿਆਸ R ਦੀ ਚੱਕਰ ਅਕਾਰ ਕੁੰਡਲੀ ਜਿਸ ਵਿੱਚੋਂ I ਕਰੰਟ ਲੰਘ ਰਿਹਾ ਹੈ, ਦੇ ਕਾਰਨ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ ਧੁਰੇ ਵੱਲ ਦੂਰੀ x ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ

   $$B = \frac{\mu_0\, IR^2}{2(x^2 + R^2)^{3/2}}$$

   ਕੁੰਡਲੀ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੇ ਇਸ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ

   $$B = \frac{\mu_0 I}{2R}$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

6. *ਐਮਪੀਅਰ ਦਾ ਸਰਕਟ ਦਾ ਨਿਯਮ* : ਮੰਨ ਲਓ ਕੋਈ ਖੁਲੀ ਸਤਹਿ S ਕਿਸੇ ਲੂਪ C ਦੁਆਰਾ ਘੇਰਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਤਾਂ ਐਮਪੀਅਰ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ $\oint_C \mathbf{B}\cdot d\mathbf{l} = \mu_0 I$ ਜਿਥੇ I ਸਤਹਿ S ਵਿੱਚੋਂ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਹੈ। I ਦਾ ਚਿੰਨ੍ਹ ਸੱਜੇ ਹੱਥ ਨਿਯਮ ਦੁਆਰਾ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਇਥੇ ਇਸ ਨਿਯਮ ਦੇ ਸੌਖੇ ਰੂਪ ਦੀ ਚਰਚਾ ਕੀਤੀ ਹੈ। ਜੇ **B** ਬੰਦ ਵਕ੍ਰ ਦਾ ਘੇਰਾ L ਦੇ ਹਰ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਸਪਰਸ਼ੀ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹੈ ਤਾਂ ਘੇਰੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਇਸ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਹੈ ਤਾਂ

$BL = \mu_0 I_e$

ਜਿਥੇ I_e ਬੰਦ ਸਰਕਟ ਦੁਆਰਾ ਘੇਰਿਆ ਨੇਟ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਹੈ।

7. ਕਿਸੇ ਲੰਬੇ ਸਿੱਧੇ ਤਾਰ ਜਿਸ ਵਿੱਚੋਂ I ਕਰੰਟ ਲੰਘ ਰਿਹਾ ਹੈ, ਤੋਂ R ਦੂਰੀ ਤੇ ਸਥਿਤ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi R}$$

ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਤਾਰ ਦੇ ਨਾਲ ਸਾਂਝੇ ਕੇਂਦਰ ਵਾਲੇ ਚੱਕਰ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ।

8. ਕਿਸੇ ਲੰਬੇ ਸੋਲੇਨਾਈਡ ਜਿਸ ਵਿੱਚ I ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਵਗ ਰਿਹਾ ਹੈ, ਦੇ ਅੰਦਰ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ B ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ

$B = \mu_0 nI$

ਇਥੇ n ਸੋਲੇਨਾਈਡ ਦੀ ਪ੍ਰਤਿ ਇਕਾਈ ਲੰਬਾਈ ਵਿੱਚ ਫੇਰਿਆਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਟੋਰਾਈਡ ਦੇ ਲਈ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ B ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ

$$B \quad \frac{\mu_0 NI}{2\pi r}$$

ਇਥੇ N ਫੇਰਿਆਂ ਦੀ ਕੁੱਲ ਸੰਖਿਆ ਅਤੇ r ਔਸਤ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਹੈ।

9. ਸਮਾਂਤਰ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਆਕਰਸ਼ਿਤ ਅਤੇ ਪ੍ਰਤਿਸਮਾਂਤਰ ਕਰੰਟ ਅਪਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ।

10. ਬਹੁਤ ਨੇੜੇ ਲਪੇਟੇ N ਫੇਰਿਆਂ ਅਤੇ A ਖੇਤਰਫਲ ਦੇ ਸਮਤਲੀ ਲੂਪ ਜਿਸ ਵਿੱਚੋਂ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ I ਲੰਘ ਰਿਹਾ ਹੈ ਦਾ ਇੱਕ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ **m** ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

$\mathbf{m} = N I \mathbf{A}$

ਅਤੇ **m** ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਸੱਜੇ ਹੱਥ ਅੰਗੂਠੇ ਨਿਯਮ ਨਾਲ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਨਿਯਮ ਅਨੁਸਾਰ, "ਆਪਣੇ ਸੱਜੇ ਹੱਥ ਦੀ ਹਥੇਲੀ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਲੂਪ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਮੋੜੋ ਕਿ ਉਂਗਲੀਆਂ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਸੰਕੇਤ ਕਰਨ ਤਾਂ, ਬਾਹਰ ਵਲ ਖਿਚਿਆ ਅੰਗੂਠਾ **m** (ਅਤੇ **A**) ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦਸਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਇਹ ਲੂਪ ਕਿਸੇ ਇਕਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ **B** ਵਿੱਚ ਰਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਸ ਤੇ ਲਗਿਆ ਬਲ

$F = 0$

ਅਤੇ ਇਸ ਤੇ ਟਾਰਕ

$\boldsymbol{\tau} = \mathbf{m} \times \mathbf{B}$

ਕਿਸੇ ਚਲ ਕੁੰਡਲੀ ਗੈਲਵੇਨੋਮੀਟਰ ਵਿੱਚ ਇਸ ਟਾਰਕ ਨੂੰ ਕਮਾਨੀ ਦੁਆਰਾ ਲਗਾਏ ਪ੍ਰਤਿਟਾਰਕ ਦੁਆਰਾ ਸੰਤੁਲਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਤੇ ਅਸੀਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ

$k\phi = NI\,AB$

ਜਿਥੇ ϕ ਸੰਤੁਲਿਨ ਵਿਖੇਪ ਹੈ ਅਤੇ k ਕਮਾਨੀ ਦਾ ਟਾਰਜਨ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਹੈ

11. ਕੇਂਦਰੀ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਆਲੇ ਦੁਆਲੇ ਘੁੰਮਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ μ_l ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੈ-

$$\mu_l = \frac{e}{2m} l$$

ਜਿਥੇ l, ਕੇਂਦਰੀ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਆਲੇ ਦੁਆਲੇ ਚੱਕਰੀ ਗਤੀ ਕਰਕੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਕੋਣੀ ਸੰਵੇਗ ਹੈ। μ_l ਦੇ ਨਿਊਨਤਮ ਮਾਨ ਨੂੰ ਬੋਹਰ ਮੈਗਨੇਟਾਨ μ_B ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ $\mu_B = 9.27 \times 10^{-24}$ J/T

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

12. ਇੱਕ ਚਲ ਕੁੰਡਲੀ ਗੈਲਵੇਨੋਮੀਟਰ ਨੂੰ ਐਮਮੀਟਰ ਵਿੱਚ ਬਦਲਨ ਲਈ ਇਸ ਦੇ ਸਮਾਂਨਤਰ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਸ਼ੰਟ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ r_s ਜੋੜਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਦਾ ਮਾਨ ਬਹੁਤ ਹੀ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਵੋਲਟਮੀਟਰ ਵਿੱਚ ਵੀ ਬਦਲਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਗੈਲਵੇਨੋਮੀਟਰ ਦੇ ਨਾਲ ਲੜੀਵੱਧ ਉੱਚ ਮਾਨ ਵਾਲਾ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ ਜੋੜਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਭੌਤਿਕ ਰਾਸ਼ੀ (Physical Quantity)	ਸੰਕੇਤ (Symbol)	ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ (Nature)	ਵਿਮਾਂ (Dimensions)	ਮਾਤਰਕ (Units)	ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਟਿੱਪਣੀ (Remarks)
ਮੁਕਤ ਸਪੇਸ ਦੀ ਚੁੰਬਕਸ਼ੀਲਤਾ (Permeability of free space)	μ_0	ਸਕੇਲਰ	$[MLT^{-2}A^{2}]$	$T\ m\ A^{-1}$	$4\pi \times 10^{-7}\ T\ m\ A^{-1}$
ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ (Magnetic Field)	**B**	ਵੈਕਟਰ	$[M\ T^{-2}A^{1}]$	T (telsa)	
ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ (Magnetic Moment)	**m**	ਵੈਕਟਰ	$[L^{2}A]$	$A\ m^{2}$ or J/T	
ਟਾਰਜਨ ਸਥਿਰ ਅੰਕ (Torsion Constant)	k	ਸਕੇਲਰ	$[M\ L^{2}T^{-2}]$	$N\ m\ rad^{-1}$	MCG ਵਿਚ ਵਰਤੋਂ

ਵਿਚਾਰਣਯੋਗ ਵਿਸ਼ੇ (POINTS TO PONDER)

1. ਸਥਿਰ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਧਨ ਚਾਰਜ ਤੋਂ ਸ਼ੁਰੂ ਹੋ ਕੇ ਰਿਣ ਚਾਰਜ ਤੇ ਸਮਾਪਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ ਪਰ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਸਦਾ ਬੰਦ ਲੂਪ ਬਣਾਉਂਦੀਆਂ ਹਨ।
2. ਇਸ ਪਾਠ ਵਿੱਚ ਸਿਰਫ ਸਥਿਰ ਕਰੰਟਾਂ ਬਾਰੇ ਚਰਚਾ ਕੀਤੀ ਗਈ ਹੈ ਜੋ ਸਮੇਂ ਨਾਲ ਬਦਲਦੇ ਨਹੀਂ ਹਨ। ਜਦੋਂ ਕਰੰਟ ਸਮੇਂ ਨਾਲ ਬਦਲਦੇ ਹਨ ਤਾਂ ਨਿਊਟਨ ਦਾ ਤੀਸਰਾ ਨਿਯਮ ਤਾਂ ਹੀ ਲਾਗੂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੇ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਸੰਵੇਗ ਨੂੰ ਵੀ ਵਿਚਾਰਿਆ ਜਾਵੇ।
3. ਲੋਰੇਂਜ ਬਲ ਦੇ ਵਿਅੰਜਕ ਨੂੰ ਯਾਦ ਕਰੋ,

   $$\mathbf{F} = q\,(\mathbf{v} \times \mathbf{B} + \mathbf{E})$$

   ਇਸ ਵੇਗ ਤੇ ਨਿਰਭਰਤਾ ਰਖਦੇ ਬਲ ਨੇ ਕਈ ਮਹਾਨ ਵਿਗਿਆਨਿਕ ਵਿਚਾਰਕਾਂ ਦਾ ਧਿਆਨ ਖਿਚਿਆ। ਜੇ ਕੋਈ ਪ੍ਰੇਖਕ ਇਕ ਅਜਿਹੇ ਫਰੇਮ ਵਿੱਚ ਪੁਜ ਜਾਵੇ ਜਿਥੇ ਉਸ ਦਾ ਤੱਤਕਾਲੀ ਵੇਗ **v** ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਬਲ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਭਾਗ ਸਿਫਰ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਤਾਂ ਚਾਰਿਜਤ ਕਣ ਦੀ ਗਤੀ ਇਹ ਮੰਨ ਕੇ ਸਮਝਾਈ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ ਕਿ ਇਸ ਨਵੇਂ ਫਰੇਮ ਵਿੱਚ ਇਕ ਢੁਕਵਾਂ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਮੌਜੂਦ ਹੈ। ਇਸ ਯੰਤਰਿਕੀ ਦੇ ਵਿਸਤਾਰ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਨਹੀਂ ਜਾਵਾਂਗੇ। ਇਸ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਤੁਸੀਂ ਅਗਲੀਆਂ ਕਲਾਸਾਂ ਵਿੱਚ ਪੜ੍ਹੋਗੇ। ਪਰ ਇਸ ਗਲ ਤੇ ਜ਼ੋਰ ਦੇਣਾ ਚਾਹਾਂਗੇ ਕਿ ਇਸ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਭਾਗ ਦਾ ਸਮਾਧਾਨ ਇਸ ਤੱਥ ਵਿੱਚ ਲੁਕਿਆ ਹੈ ਕਿ ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕਤਾ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਨਾਲ ਜੁੜੇ ਮਾਮਲੇ ਹਨ (ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕਤਾ) ਅਤੇ ਲੋਰੇਂਜ ਬਲ ਦਾ ਵਿਅੰਜਕ, ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਸਰਬਵਿਆਪਕ ਤਰਜੀਹੀ ਸੰਦਰਭ ਫਰੇਮ ਵਿੱਚ ਸ਼ਾਮਿਲ ਨਹੀਂ ਹੈ।
4. ਐਮਪੀਅਰ ਦਾ ਸਰਕਟ ਦਾ ਨਿਯਮ ਬਾਯੋ-ਸਾਵਰਤ ਨਿਯਮ ਤੋਂ ਵੱਖ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਇਹ ਬਾਯੋ ਸਾਵਰਟ ਨਿਯਮ ਤੋਂ ਵਿਉਤਪੰਨ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸਦਾ ਬਾਯੋ ਸਾਵਰਟ ਨਿਯਮ ਨਾਲ ਉਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦਾ ਸੰਬੰਧ ਹੈ ਜਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦਾ ਗਾਉਸ ਨਿਯਮ ਦਾ ਕੁਲਾਮ ਨਿਯਮ ਨਾਲ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਅਭਿਆਸ (EXERCISES)

4.1 ਤਾਰ ਦੀ ਇੱਕ ਚੱਕਰ ਅਕਾਰ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ 100 ਲਪੇਟੇ ਹਨ, ਹਰੇਕ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ 8.0 cm ਹੈ ਅਤੇ ਇਹਨਾਂ ਵਿਚੋਂ 0.40 A ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਵਗ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਕੁੰਡਲੀ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਕੀ ਹੈ?

4.2 ਇੱਕ ਲੰਬੇ, ਸਿੱਧੇ ਤਾਰ ਵਿੱਚ 35 A ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਲੰਘ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਤਾਰ ਵਿੱਚੋਂ 20 cm ਦੂਰੀ ਤੇ ਸਥਿਤ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਕੀ ਹੈ?

4.3 ਖਿਤਿਜੀ ਤਲ ਵਿੱਚ ਰੱਖੇ ਇੱਕ ਲੰਬੇ ਸਿੱਧੇ ਤਾਰ ਵਿੱਚ 50 A ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਉੱਤਰ ਤੋਂ ਦੱਖਣ ਵਲ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੋ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਤਾਰ ਦੇ ਪੂਰਵ ਵਿੱਚ 2.5 m ਦੂਰੀ ਤੇ ਸਥਿਤ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ **B** ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਅਤੇ ਉਸਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਪਤਾ ਕਰੋ।

4.4 ਉਚਾਈ ਤੇ ਖਿਚੀ ਖਿਤਿਜੀ ਬਿਜਲੀ ਦੀ ਤਾਰ ਵਿਚ 90 A ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਪੂਰਵ ਤੋਂ ਪੱਛਮ ਵਲ ਵਗ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਤਾਰ ਦੇ 1.5 m ਹੇਠਾਂ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਕਾਰਨ ਪੈਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਅਤੇ ਦਿਸ਼ਾ ਕੀ ਹੈ?

4.5 ਇਕ ਤਾਰ ਜਿਸ ਵਿਚ 8 A ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੋ ਰਿਹਾ ਹੈ, 0.15 T ਦੇ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ, ਖੇਤਰ ਨਾਲ 30° ਦਾ ਕੋਣ ਬਣਾਉਂਦੇ ਹੋਏ ਰੱਖਿਆ ਹੈ। ਇਸ ਦੀ ਇਕਾਈ ਲੰਬਾਈ ਤੇ ਲਗਣ ਵਾਲੇ ਬਲ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਅਤੇ ਇਸ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਕੀ ਹੈ?

4.6 ਇਕ 3.0 cm ਲੰਬਾ ਤਾਰ ਜਿਸ ਵਿੱਚ 10 A ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਲੰਘ ਰਿਹਾ ਹੈ, ਇੱਕ ਸੋਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਅੰਦਰ ਉਸਦੇ ਧੁਰੇ ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ ਰਖਿਆ ਹੈ। ਸੋਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਅੰਦਰ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਮਾਨ 0.27 T ਹੈ। ਤਾਰ ਤੇ ਲਗਣ ਵਾਲਾ ਚੁੰਬਕੀ ਬਲ ਕੀ ਹੈ?

4.7 ਇਕ ਦੂਸਰੇ ਤੋਂ 4.0 cm ਦੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਰਖੇ ਦੋ ਲੰਬੇ, ਸਿੱਧੇ, ਸਮਾਂਤਰ ਤਾਰਾਂ A ਅਤੇ B ਵਿੱਚੋਂ ਕ੍ਰਮਵਾਰ 8.0 A ਅਤੇ 5.0 A ਦੇ ਕਰੰਟ ਇੱਕ ਹੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਵਗ ਰਹੇ ਹਨ। ਤਾਰ A ਦੇ 10 cm ਖੰਡ ਤੇ ਬਲ ਪਤਾ ਕਰੋ।

4.8 ਨੇੜੇ-ਨੇੜੇ ਜੁੜੇ ਫੇਰਿਆਂ ਵਾਲੇ ਇੱਕ ਸੋਲੇਨਾਈਡ ਦੀ ਲੰਬਾਈ 80 cm ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਵਿੱਚ 5 ਪਰਤਾਂ ਹਨ ਜਿਹਨਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਹਰੇਕ ਵਿੱਚ 400 ਫੇਰੇ ਹਨ। ਸੋਲੇਨਾਈਡ ਦਾ ਵਿਆਸ 1.8 cm ਹੈ। ਜੇ ਇਸ ਵਿੱਚੋਂ 8.0 A ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਲੰਘਦਾ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਸੋਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਅੰਦਰ ਕੇਂਦਰ ਦੇ ਨੇੜੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ **B** ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ ਦਾ ਪਤਾ ਕਰੋ।

4.9 ਇਕ ਵਰਗ ਅਕਾਰ ਕੁੰਡਲੀ ਜਿਸ ਦੀ ਹਰੇਕ ਭੁਜਾ 10 cm ਹੈ, ਵਿੱਚ 20 ਫੇਰੇ ਹਨ ਅਤੇ ਉਸ ਵਿੱਚੋਂ 12 A ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਲੰਘ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਕੁੰਡਲੀ ਖੜੇਦਾਅ ਲਟਕੀ ਹੋਈ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦੇ ਤਲ ਤੇ ਖਿਚਿਆ ਗਿਆ ਲੰਬ 0.80 T ਦੇ ਇਕਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਨਾਲ 30° ਦਾ ਕੋਣ ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਕੁੰਡਲੀ ਤੇ ਲਗਣ ਵਾਲੇ ਕਪਲ (Couple) ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਕੀ ਹੈ?

4.10 ਦੋ ਚਲ ਕੁੰਡਲੀ ਗੈਲਨੇਂਵੋਮੀਟਰਾਂ M_1 ਅਤੇ M_2 ਦੇ ਵੇਰਵੇ ਅੱਗੇ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਹਨ :

$R_1 = 10\ \Omega,\ \ N_1 = 30,$

$A_1 = 3.6 \times 10^{-3}\ \text{m}^2,\ B_1 = 0.25\ \text{T}$

$R_2 = 14\ \Omega,\ \ N_2 = 42,$

$A_2 = 1.8 \times 10^{-3}\ \text{m}^2,\ B_2 = 0.50\ \text{T}$

(ਦੋਨੋ ਮੀਟਰਾਂ ਲਈ ਸਪਰਿੰਗ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਬਰਾਬਰ ਹਨ)।

(a) M_2 ਅਤੇ M_1 ਦੀ ਕਰੰਟ-ਸੰਵੇਦਨਸ਼ੀਲਤਾਵਾਂ, (b) M_2 ਅਤੇ M_1 ਦੀ ਵੋਲਟੇਜ-ਸੰਵੇਦਨਸ਼ੀਲਤਾ ਦਾ ਅਨੁਪਾਤ ਪਤਾ ਕਰੋ।

4.11 ਇੱਕ ਚੈਂਬਰ ਵਿੱਚ 6.5 G ($1\ \text{G} = 10^{-4}\ \text{T}$) ਦਾ ਇਕ ਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਬਣਾ ਕੇ ਰਖਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਸ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ $4.8 \times 10^{6}\ \text{m s}^{-1}$ ਦੇ ਵੇਗ ਨਾਲ ਖੇਤਰ ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ ਭੇਜਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਵਿਆਖਿਆ ਕਰੋ ਕਿ ਇਸ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਰਸਤਾ ਚੱਕਰ ਅਕਾਰ ਕਿਉਂ ਹੋਵੇਗਾ? ਚੱਕਰ ਅਕਾਰ ਕਕਸ਼ਾ (orbit) ਦਾ ਅਰਧਵਿਆਸ ਪਤਾ ਕਰੋ।($e = 1.6 \times 10^{-19}$ C, $m_e = 9.1 \times 10^{-31}$ kg)

4.12 ਪ੍ਰਸ਼ਨ 4.11 ਵਿੱਚ, ਚੱਕਰ ਅਕਾਰ ਕਕਸ਼ਾ ਵਿਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਪਰਕਰਮਾ ਕਰਨ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰੋ। ਕੀ ਇਹ ਉੱਤਰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਵੇਗ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ? ਵਿਆਖਿਆ ਕਰੋ।

4.13 (a) 30 ਫੇਰਿਆਂ ਵਾਲੀ ਇੱਕ ਚੱਕਰ ਅਕਾਰ ਕੁੰਡਲੀ ਜਿਸ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ 8.0 cm ਹੈ ਅਤੇ ਜਿਸ ਵਿੱਚ 6.0 A ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਲੰਘ ਰਿਹਾ ਹੈ, 1.0 T ਦੇ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਖਿਤਿਜੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਖੜੇਦਾਅ ਲਟਕੀ ਹੈ। ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਕੁੰਡਲੀ ਦੇ ਨਾਲ 60° ਦਾ ਕੋਣ ਬਣਾਉਂਦੀ ਹੈ। ਕੁੰਡਲੀ ਨੂੰ ਘੁਮਾਉਣ ਤੋਂ ਰੋਕਣ ਲਈ ਜੋ ਪ੍ਰਤਿਟਾਰਕ (counter torque) ਲਗਾਇਆ ਜਾਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਉਸਦੇ ਪਰਿਮਾਣ ਪਤਾ ਕਰੋ।

(b) ਜੇ (a) ਵਿੱਚ ਦਸੀ ਗਈ ਚੱਕਰ ਅਕਾਰ ਕੁੰਡਲੀ ਨੂੰ ਉਸ ਖੇਤਰਫਲ ਦੀ ਅਨਿਸ਼ਚਿਤ ਆਕ੍ਰਿਤੀ ਦੀ ਸਮਤਲੀ ਕੁੰਡਲੀ ਨਾਲ ਪ੍ਰਤਿਸਥਾਪਿਤ ਕਰ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇ (ਬਾਕੀ ਸਾਰੇ ਵੇਰਵੇ ਉਹੀ ਹਨ) ਤਾਂ ਕੀ ਤੁਹਾਡਾ ਉੱਤਰ ਬਦਲ ਜਾਵੇਗਾ?

ਹੋਰ ਅਭਿਆਸ (ADDITIONAL EXERCISES)

4.14 ਦੋ ਸਮਕੇਂਦਰੀ ਚੱਕਰਅਕਾਰ ਕੁੰਡਲੀਆਂ X ਅਤੇ Y ਜਿਹਨਾਂ ਦੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਕ੍ਰਮਵਾਰ 16 cm ਅਤੇ 10 cm ਹਨ, ਉੱਤਰ ਦਖਣ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਬਰਾਬਰ ਖੜੇਦਾਅ ਤਲ ਵਿੱਚ ਰਖੀਆਂ ਹਨ। ਕੁੰਡਲੀ X ਵਿੱਚ 20 ਲਪੇਟੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸ ਵਿੱਚੋਂ 16 A ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਲੰਘ ਰਿਹਾ ਹੈ, ਕੁੰਡਲੀ Y ਵਿੱਚ 25 ਫੇਰੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸ ਵਿੱਚ 18 A ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਲੰਘ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਪਛੱਮ ਵਲ ਮੂੰਹ ਕਰਕੇ ਖੜਾ ਇੱਕ ਪ੍ਰੇਖਕ ਦੇਖਦਾ ਹੈ ਕਿ X ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਪ੍ਰਵਾਹ ਐਂਟੀਕਲਾਕਵਾਈਜ਼ ਹੈ ਅਤੇ Y ਵਿੱਚ ਕਲਾਕਵਾਈਜ਼ ਹੈ। ਕੁੰਡਲੀਆਂ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੇ, ਉਹਨਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਦੇ ਕਾਰਨ ਪੈਦਾ ਕੁੱਲ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਅਤੇ ਦਿਸ਼ਾ ਪਤਾ ਕਰੋ।

4.15 10 cm ਲੰਬਾਈ ਅਤੇ 10^{-3} m^{-2}ਕ੍ਰਾਸ ਸੈਕਸ਼ਨ ਦੇ ਇੱਕ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ 100 G (1 G = 10^{-4} T) ਦਾ ਇਕ ਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਜਿਸ ਤਾਰ ਨਾਲ ਸੋਲੇਨਾਈਡ ਬਣਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਉਸ ਵਿੱਚ ਅਧਿਕਤਮ 15 A ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਲੰਘ ਸਕਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਕੋਰ ਤੇ ਅਧਿਕਤਮ 1000 ਫੇਰੇ ਪ੍ਰਤੀ ਮੀਟਰ ਲਪੇਟੇ ਜਾ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਉਦੇਸ਼ ਲਈ ਸੋਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਨਿਰਮਾਣ ਦਾ ਵੇਰਵਾ ਸੁਝਾਓ। ਇਹ ਮੰਨ ਲਉ ਕਿ ਕੋਰ ਲੋਹ ਚੁੰਬਕੀ ਨਹੀਂ ਹੈ।

4.16 *I* ਕਰੰਟ ਵਾਹਕ, *N* ਫੇਰਿਆਂ ਅਤੇ *R* ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਵਾਲੀ ਚੱਕਰ ਅਕਾਰ ਕੁੰਡਲੀ ਦੇ ਲਈ, ਇਸਦੇ ਧੁਰੇ ਤੇ, ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ *x* ਦੂਰੀ ਤੇ ਸਥਿਤ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਲਈ ਹੇਠ ਲਿਖਿਆ ਵਿਅੰਜਕ ਹੈ।

$$B = \frac{\mu_0 IR^2 N}{2\left(x^2 + R^2\right)^{3/2}}$$

(a) ਸਪਸ਼ਟ ਕਰੋ, ਇਸ ਵਿੱਚ ਕੁੰਡਲੀ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਲਈ ਜਾਣਿਆ ਪਛਾਣਿਆ ਪਰਿਣਾਮ ਕਿਵੇਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

(b) ਬਰਾਬਰ ਅਰਧਵਿਆਸ *R*, ਅਤੇ ਫੇਰਿਆਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ *N*, ਵਾਲੀਆਂ ਦੋ ਚੱਕਰ ਅਕਾਰ ਕੁੰਡਲੀਆਂ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਤੋਂ *R* ਦੂਰੀ ਤੇ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ, ਧੁਰੇ ਮਿਲਾ ਕੇ ਰੱਖੀਆਂ ਗਈਆਂ ਹਨ। ਦੋਨਾਂ ਵਿਚ ਬਰਾਬਰ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਇੱਕ ਹੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਵਗ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਦਰਸਾਓ ਕਿ ਕੁੰਡਲੀ ਦੇ ਧੁਰੇ ਦੇ ਲਗਭਗ ਮੱਧ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਖੇਤਰ ਇੱਕ ਬਹੁਤ ਛੋਟੀ ਦੂਰੀ ਦੇ ਲਈ ਜੋ ਕਿ *R* ਤੋਂ ਘੱਟ ਹੈ, ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਖੇਤਰ ਦਾ ਲਗਭਗ ਮਾਨ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਅਨੁਸਾਰ ਹੈ

$$B = 0.72\frac{\mu_0 NI}{R}$$

(ਬਹੁਤ ਛੋਟੇ ਜਿਹੇ ਖੇਤਰ ਤੇ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਪੈਦਾ ਕਰਨ ਲਈ ਬਣਾਈ ਗਈ ਉਪਰ ਦਸੀ ਗਈ ਵਿਵਸਥਾ ਨੂੰ *ਹੇਲਮਹੋਲਟਜ਼ ਕੁੰਡਲੀਆਂ* ਦੇ ਨਾਂ ਨਾਲ ਜਾਣਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ)

4.17 ਇੱਕ ਟੋਰਾਈਡ (ਅਲੌਹ ਚੁੰਬਕੀ) ਕੋਰ ਦਾ ਅੰਤਰਿਕ ਅਰਧ ਵਿਆਸ 25 cm ਅਤੇ ਬਾਹਰੀ ਅਰਧ ਵਿਆਸ 26 cm ਹੈ। ਇਸ ਦੇ ਉਪਰ ਕਿਸੇ ਤਾਰ ਦੇ 3500 ਫੇਰੇ ਲਪੇਟੇ ਗਏ ਹਨ। ਜੇ ਤਾਰ ਵਿੱਚ ਲੰਘਦਾ ਕਰੰਟ 11 A ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਮਾਨ ਕੀ ਹੋਵੇਗਾ (i) ਟੋਰਾਈਡ ਦੇ ਬਾਹਰ (ii) ਟੋਰਾਈਡ ਦੇ ਕੋਰ ਵਿੱਚ (iii) ਟੋਰਾਈਡ ਦੁਆਰਾ ਘੇਰੀ ਹੋਈ ਖਾਲੀ ਜਗ੍ਹਾ ਵਿੱਚ।

4.18 ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਪ੍ਰਸ਼ਨਾਂ ਦੇ ਉੱਤਰ ਦਿਓ।

(a) ਕਿਸੇ ਚੈਂਬਰ ਵਿੱਚ ਇਕ ਅਜਿਹਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਸਥਾਪਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ਜਿਸ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਤਾਂ ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਦਲਦਾ ਹੈ, ਪਰ ਦਿਸ਼ਾ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ (ਪੂਰਵ ਤੋਂ ਪੱਛਮ)। ਇਸ ਚੈਂਬਰ ਵਿੱਚ ਇੱਕ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਚਾਰਜਿਤ ਕਣ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਬਿਨਾਂ ਕਿਸੇ ਵਿਚਲਨ ਦੇ ਇੱਕ ਸਰਲ ਰੇਖਾ ਵਿੱਚ ਅਚਲ ਵੇਗ ਨਾਲ ਚਲਦਾ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਤੁਸੀਂ ਕਣ ਦੇ ਅਰੰਭਿਕ ਵੇਗ ਬਾਰੇ ਕੀ ਕਹਿ ਸਕਦੇ ਹੋ?

(b) ਇੱਕ ਚਾਰਜਿਤ ਕਣ, ਇੱਕ ਅਜਿਹੇ ਸ਼ਕਤੀਸ਼ਾਲੀ ਅਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਅਤੇ ਦਿਸ਼ਾ ਦੋਨੋਂ ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਦੂਸਰੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਦਲਦੇ ਹਨ, ਇੱਕ ਗੁੰਝਲਦਾਰ ਰਸਤੇ ਤੇ ਚਲਦੇ ਹੋਏ ਇਸ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਇਹ ਮੰਨ ਲਈਏ ਕਿ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਇਸਦੀ ਕਿਸੇ ਵੀ ਦੂਸਰੇ ਕਣ ਨਾਲ ਟੱਕਰ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ ਤਾਂ ਕੀ ਇਸ ਦੀ ਅੰਤਿਮ ਚਾਲ, ਅਰੰਭਿਕ ਚਾਲ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੋਵੇਗੀ?

(c) ਪੱਛਮ ਤੋਂ ਪੂਰਵ ਵਲ ਚਲਦਾ ਹੋਇਆ ਇੱਕ ਇਲੈੱਕਟ੍ਰਾਨ ਇੱਕ ਅਜਿਹੇ ਚੈਂਬਰ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਉੱਤਰ ਤੋਂ ਦਖਣ ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ ਇਕ ਸਮਾਨ ਇਕ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਹੈ। ਉਹ ਦਿਸ਼ਾ ਦਸੋ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਇਕ ਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਸਥਾਪਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਵੇ ਤਾਂਕਿ ਇਲੈੱਕਟ੍ਰਾਨ ਨੂੰ ਆਪਣੇ ਸਰਲ ਰੇਖੀ ਰਸਤੇ ਤੋਂ ਵਿੱਚਲਿਤ ਹੋਣ ਤੋਂ ਰੋਕਿਆ ਜਾ ਸਕੇ।

4.19 ਤਾਪਿਤ ਕੈਥੋਡ ਤੋਂ ਉਤਸਰਜਿਤ ਅਤੇ 2.0 kV ਦੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਦੇ ਪ੍ਰਵੇਗਿਤ ਇੱਕ ਇਲੈੱਕਟ੍ਰਾਨ 0.15T ਦੇ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਲੈੱਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਟ੍ਰੈਜੇਕਟਰੀ ਪਤਾ ਕਰੋ ਜੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ (a) ਅਰੰਭਿਕ ਵੇਗ ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ ਹੈ (b) ਅਰੰਭਿਕ ਵੇਗ ਦੀ ਵਿਸ਼ਾ ਨਾਲ 30° ਦਾ ਕੋਣ ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ।

4.20 ਪ੍ਰਸ਼ਨ 4.16 ਵਿੱਚ ਵਰਣਿਤ ਹੇਲਮਹੋਲਟਜ਼ ਕੁੰਡਲੀਆਂ ਦਾ ਇਸਤੇਮਾਲ ਕਰਕੇ ਕਿਸੇ ਛੋਟੇ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ 0.75 T ਦਾ ਇਕ ਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਸਥਾਪਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਸ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਇਕ ਸਮਾਨ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਕੁੰਡਲੀਆਂ ਦੇ ਸਾਂਝੇ ਧੁਰੇ ਦੇ ਲੰਬ ਰੂਪ ਲਗਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। (ਇਕ ਹੀ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ) ਚਾਰਜਿਤ ਕਣਾ ਦਾ 15 kV ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਤੇ ਪ੍ਰਵੇਗਿਤ ਇਕ ਸੰਕੀਰਣ ਕਿਰਣ ਪੁੰਜ ਇਸ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਦੋਨਾਂ ਕੁੰਡਲੀਆਂ ਦੇ ਧੁਰਿਆਂ ਅਤੇ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਲੰਬ ਦਿਸ਼ਾ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਇਹ ਕਿਰਣ ਪੁੰਜ 9.0×10^{-5} V m^{-1} ਸਥਿਰ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਅਵਿਖੇਪਿਤ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਅੰਦਾਜਾ ਲਗਾਓ ਕਿ ਕਿਰਣ ਪੁੰਜ ਵਿੱਚ ਕਿਹੜੇ ਕਣ ਹਨ। ਇਸ ਸਪਸ਼ਟ ਕਰੋ ਕਿ ਇਹ ਉੱਤਰ ਇੱਕ ਮਾਤਰ ਉੱਤਰ ਕਿਉਂ ਨਹੀਂ ਹੈ।

4.21 ਇੱਕ ਸਿੱਧੀ, ਖਿਤਿਜੀ ਚਾਲਕ ਛੜ ਜਿਸ ਦੀ ਲੰਬਾਈ 0.45 m ਅਤੇ ਪੁੰਜ 60 g ਹੈ ਇਹ ਆਪਣੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਜੁੜੇ ਦੋ ਖੜੋਦਾਅ ਤਾਰਾਂ ਤੇ ਲਟਕੀ ਹੋਈ ਹੈ। ਤਾਰਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਹੋ ਕੇ ਛੜ ਵਿੱਚ 5.0 A ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਵੱਗ ਰਿਹਾ ਹੈ।

(a) ਚਾਲਕ ਦੇ ਲੰਬ ਰੂਪ ਕਿੰਨਾਂ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਲਗਾਇਆ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਕਿ ਤਾਰਾਂ ਵਿੱਚ ਤਨਾਅ ਸਿਫਰ ਹੋਵੇ।

(b) ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਨਾ ਬਦਲਕੇ ਜੇ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਉਲਟੇ ਪਾਸੇ ਕਰ ਦਿੱਤੀ ਜਾਵੇ ਤਾਰਾਂ ਵਿੱਚ ਕੁੱਲ ਕਿੰਨਾਂ ਤਣਾਵ ਹੋਵੇਗਾ? (ਤਾਰਾਂ ਦੇ ਪੁੰਜ ਦੀ ਉਪੇਖਿਆ ਕਰੋ) $g = 9.8 \text{ m s}^{-2}$.

4.22 ਇੱਕ ਸਵੈਚਾਲਿਤ ਵਾਹਨ ਦੀ ਬੈਟਰੀ ਨਾਲ ਇਸਦੀ ਮੋਟਰ ਨੂੰ ਜੋੜਨ ਵਾਲੀਆਂ ਤਾਰਾਂ ਵਿੱਚ 300 A ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ (ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਸਮੇਂ ਲਈ) ਵਗਦਾ ਹੈ। ਤਾਰਾਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤਿ ਇਕਾਈ ਲੰਬਾਈ ਤੇ ਕਿੰਨਾਂ ਬਲ ਲਗਦਾ ਹੈ ਜੇ ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਲੰਬਾਈ 70 cm ਅਤੇ ਵਿਚਲੀ ਦੂਰੀ 1.5 cm ਹੋਵੇ। ਇਹ ਬਲ ਅਪਕਰਸ਼ਨ ਬਲ ਹੈ ਜਾਂ ਆਕਰਸ਼ਨ ਬਲ?

4.23 1.5 T ਦਾ ਇੱਕ ਇਕ ਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ 10.0 cm ਅਰਧਵਿਆਸ ਦੇ ਵੇਲਨਅਕਾਰ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਹੈ। ਇਸਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਧੁਰੇ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਪੂਰਵ ਤੋਂ ਪੱਛਮ ਵਲ ਹੈ। ਇੱਕ ਤਾਰ ਜਿਸ ਵਿਚ 7.0 A ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਵਗ ਰਿਹਾ ਹੈ ਇਸ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚੋਂ ਹੋ ਕੇ ਉੱਤਰ ਤੋਂ ਦਖਣ ਵਲ ਲੰਘਦਾ ਹੈ। ਤਾਰ ਤੇ ਲਗਣ ਵਾਲੇ ਬਲ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਅਤੇ ਦਿਸ਼ਾ ਕੀ ਹੈ, ਜੇ

(a) ਤਾਰ ਧੁਰੇ ਨੂੰ ਕਟਦੀ ਹੈ,

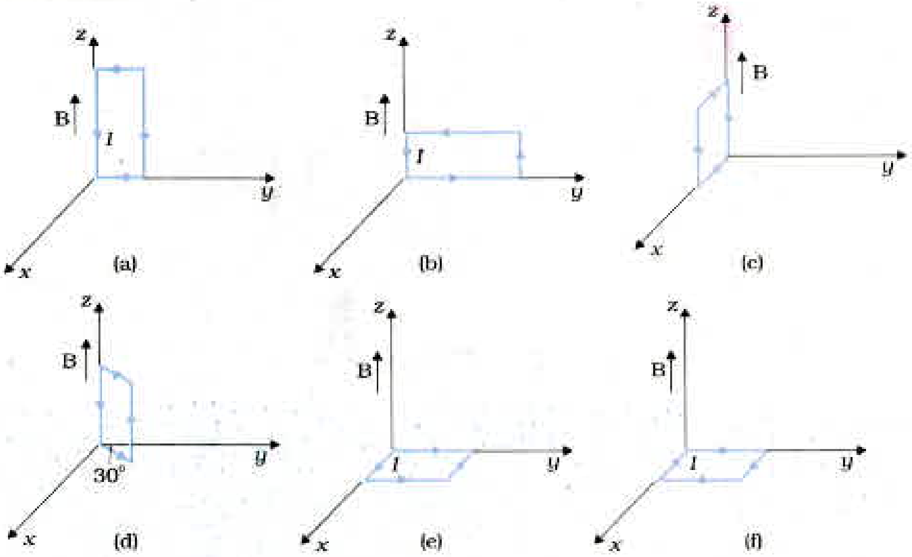
(b) ਤਾਰ N-S ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚੋਂ ਘੁਮਾਕੇ ਉੱਤਰ, ਪੂਰਵ-ਉੱਤਰ, ਪੱਛਮ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਕਰ ਦਿੱਤੀ ਜਾਵੇ।

(c) N-S ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਰਖਦੇ ਹੋਏ ਹੀ ਤਾਰ ਨੂੰ ਧੁਰੇ ਤੋਂ 6.0 cm ਹੇਠਾਂ ਉਤਾਰ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇ।

4.24 ਧਨਾਤਮਕ z-ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ 3000 G ਦਾ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਲਗਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇੱਕ ਆਇਤਾਕਾਰ ਲੂਪ ਜਿਸਦੀਆਂ ਭੁਜਾਵਾਂ 10 cm ਅਤੇ 5 cm ਅਤੇ ਜਿਸ ਵਿੱਚੋਂ 12 A ਕਰੰਟ ਵਗ ਰਿਹਾ ਹੈ ਇਸ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਰਖਿਆ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 4.28 ਵਿੱਚ ਦਿਖਾਈ ਗਈ ਲੂਪ ਦੀਆਂ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਸਥਿਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਇਸ ਤੇ ਲਗਣ ਵਾਲਾ ਬਲ-ਜੋੜੇ ਮੋਮੈਂਟ ਕੀ ਹੈ? ਹਰੇਕ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਬਲ ਕਿੰਨਾਂ ਹੈ? ਸਥਾਈ ਸੰਤੁਲਨ ਵਾਲੀ ਸਥਿਤੀ ਕਿਹੜੀ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com



ਚਿੱਤਰ 4.28

4.25 ਇੱਕ ਚਕਰਅਕਾਰ ਕੁੰਡਲੀ ਜਿਸ ਵਿੱਚ 20 ਫੇਰੇ ਹਨ ਅਤੇ ਜਿਸ ਦਾ ਅਰਧਵਿਆਸ 10 cm ਹੈ ਇਕ ਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਰਖੀ ਹੈ ਜਿਸਦਾ ਪਰਿਮਾਣ 0.10 T ਅਤੇ ਜੋ ਕੁੰਡਲੀ ਦੇ ਤਲ ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ ਹੈ। ਜੇ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ 5.0 A ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਲੰਘ ਰਿਹਾ ਹੋਵੇ ਤਾਂ

(a) ਕੁੰਡਲੀ ਤੇ ਲਗਣ ਵਾਲਾ ਕੁੱਲ ਬਲ ਜੋੜਾ ਮੋਮੈਂਟ ਕੀ ਹੈ?

(b) ਕੁੰਡਲੀ ਤੇ ਲਗਣ ਵਾਲਾ ਕੁੱਲ ਪਰਿਣਾਮੀ ਬਲ ਕੀ ਹੈ?

(c) ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਕਾਰਨ ਕੁੰਡਲੀ ਦੇ ਹਰੇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਤੇ ਲਗਣ ਵਾਲਾ ਕੁੱਲ ਔਸਤ ਬਲ ਕੀ ਹੈ?

(ਕੁੰਡਲੀ 10^{-5} m^2 ਕ੍ਰਾਸ ਸੈਕਸ਼ਨ ਖੇਤਰ ਵਾਲੇ ਤਾਂਬੇ ਦੇ ਤਾਰ ਤੋਂ ਬਣੀ ਹੈ ਅਤੇ ਤਾਂਬੇ ਵਿੱਚ ਮੁਕਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਘਣਤਾ 10^{29} m^{-3} ਦਿੱਤੀ ਗਈ ਹੈ।

4.26 ਇਕ ਸੋਲੇਨਾਈਡ ਜੋ 60 cm ਲੰਬਾ ਹੈ, ਜਿਸ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ 4.0 cm ਹੈ ਅਤੇ ਜਿਸ ਵਿੱਚ 300 ਫੇਰਿਆਂ ਵਾਲੀਆਂ 3 ਪਰਤਾਂ ਲਪੇਟੀਆਂ ਗਈਆਂ ਹਨ। ਇਸ ਦੇ ਅੰਦਰ ਇਕ 2.0 cm ਲੰਬਾ, 2.5 g ਪੁੰਜ ਦਾ ਤਾਰ ਇਸ ਦੇ (ਕੇਂਦਰ ਦੇ ਨੇੜੇ) ਧੁਰੇ ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ ਰੱਖਿਆ ਹੈ। ਤਾਰ ਅਤੇ ਸੋਲੇਨਾਈਡ ਦਾ ਧੁਰਾ ਦੋਨੋਂ ਖਿਤਿਜੀ ਤਲ ਵਿੱਚ ਹਨ। ਤਾਰ ਨੂੰ ਸੋਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਦੋ ਵਾਹੀ ਸੰਯੋਜਕਾ ਦੁਆਰਾ ਇਕ ਬਾਹਰੀ ਬੈਟਰੀ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਗਿਆ ਹੈ ਜੋ ਇਸ ਵਿਚ 6.0 A ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਕਿਸ ਮਾਨ ਦਾ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ (ਵਗਣ ਦੀ ਉਚਿਤ ਦਿਸ਼ਾ ਨਾਲ) ਇਸ ਸੋਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਫੇਰਿਆਂ ਵਿੱਚ ਵਗਣ ਤੇ ਤਾਰ ਦਾ ਭਾਰ ਸੰਭਾਲ ਸਕੇਗੀ? $g = 9.8\ m\ s^{-2}$.

4.27 ਕਿਸੇ ਗੈਲਵੇਨੋਮੀਟਰ ਦੀ ਕੁੰਡਲੀ ਦਾ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ 12 Ω ਹੈ। 4 mA ਦੇ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਵਗਣ ਤੇ ਇਹ ਪੂਰਣ ਸਕੇਲ ਵਿਖੇਪ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਗੈਲਵੇਨੋਮੀਟਰ ਨੂੰ 0 ਤੋਂ 18 V ਰੇਂਜ ਵਾਲੇ ਵੋਲਟਮੀਟਰ ਵਿਚ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਬਦਲਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ?

4.28 ਕਿਸੇ ਗੈਲਵੇਨੋਮੀਟਰ ਦੀ ਕੁੰਡਲੀ ਦਾ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ 15 Ω ਹੈ। 4 mA ਦੇ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਵਗਣ ਤੇ ਇਹ ਪੂਰਣਸਕੇਲ ਵਿਖੇਪ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਤੁਸੀਂ ਇਸ ਗੈਲਵੇਨੋਮੀਟਰ ਨੂੰ 0 ਤੋਂ 6 A ਰੇਂਜ ਵਾਲੇ ਐਮਮੀਟਰ ਵਿੱਚ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਬਦਲੋਗੇ?

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਅਧਿਆਇ-5

ਚੁੰਬਕਤਾ ਅਤੇ ਮਾਦਾ (MAGNETISM AND MATTER)

5.1 ਭੂਮਿਕਾ (INTRODUCTION)

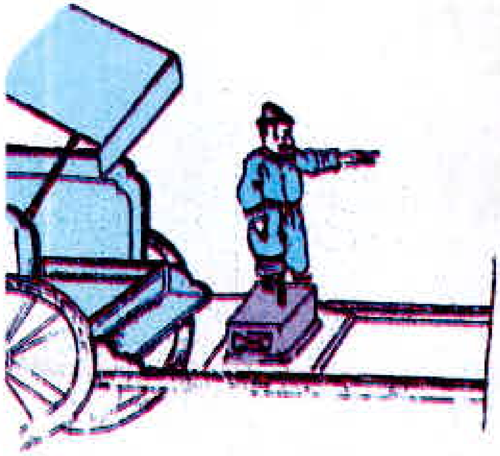
ਚੁੰਬਕੀ ਵਰਤਾਰਾ ਕੁਦਰਤ ਵਿੱਚ ਸਰਵ-ਵਿਆਪੀ ਹੈ। ਵਿਸ਼ਾਲ ਦੂਰੀ ਤੇ ਸਥਿਤ ਗਲੈਕਸੀਆਂ, ਅਤਿ-ਸੁਖਮ ਅਦ੍ਰਿਸ਼ ਪਰਮਾਣੂ, ਮਨੁੱਖ ਅਤੇ ਜਾਨਵਰ, ਸਾਰੀਆਂ ਵਿੱਚ ਵੱਖ ਵੱਖ ਸੋਮਿਆਂ ਤੋਂ ਉਤਪੰਨ ਵੱਖ ਵੱਖ ਤਰਾਂ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿਆਪਤ ਹਨ। ਭੂ-ਚੁੰਬਕਤਾ (earth's magnetism) ਮਨੁੱਖੀ ਵਿਕਾਸ ਤੋਂ ਵੀ ਪਹਿਲੇ ਦੀ ਹੋਂਦ ਵਿੱਚ ਹੈ। 'ਚੁੰਬਕ' ਸ਼ਬਦ ਯੂਨਾਨ ਦੇ ਇੱਕ ਟਾਪੂ ਮੈਗਨੇਸ਼ੀਆ (Magnesia) ਦੇ ਨਾਮ ਤੋਂ ਉਪਜਿਆ ਹੈ, ਜਿੱਥੇ ਬਹੁਤ ਪਹਿਲਾਂ 600 ਈਸਾ ਪੂਰਵ ਚੁੰਬਕੀ ਅਯਸਕਾਂ ਦੇ ਭੰਡਾਰ ਮਿਲੇ ਸੀ। ਇਸ ਟਾਪੂ ਦੇ ਆਜੜੀਆਂ ਨੇ ਸ਼ਿਕਾਇਤ ਕੀਤੀ ਕਿ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਲਕੜੀ ਦੇ ਬੂਟ (ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਵਿਚ ਮੇਖਾ ਲੱਗੀ ਹੋਇਆਂ ਸੀ), ਕਈ ਬਾਰ ਜਮੀਨ ਨਾਲ ਚਿਪਕ ਜਾਂਦੇ ਸੀ। ਲੋਹੇ ਦੀ ਟੋਪੀ ਚੜੀ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਲੱਠ ਵੀ ਕਈ ਬਾਰ ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਹੁੰਦੀ ਸੀ। ਚੁੰਬਕਾਂ ਦੇ ਇਸ ਅਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਗੁਣ ਨੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦਾ ਘੁੰਮਣਾ ਫਿਰਣਾ ਮੁਮਕਿਤ ਕਰ ਦਿੱਤਾ ਸੀ।

ਚੁੰਬਕਾਂ ਦਾ ਦਿਸ਼ਾ ਦਰਸ਼ਾਓ ਗੁਣ (directive property) ਵੀ ਪੁਰਾਣੇ ਸਮੇਂ ਤੋਂ ਪਤਾ ਸੀ। ਚੁੰਬਕ ਦਾ ਇੱਕ ਪਤਲਾ ਲੰਬਾ ਟੁਕੜਾ, ਸੁਤੰਤਰ ਲਟਕਾਏ ਜਾਣ ਤੇ ਹਮੇਸ਼ਾ ਉੱਤਰ-ਦੱਖਣ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਠਹਿਰਦਾ ਸੀ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦਾ ਵਿਵਹਾਰ ਉਦੋਂ ਵੀ ਵੇਖਣ ਨੂੰ ਮਿਲਦਾ ਸੀ ਜਦੋਂ ਇਸਨੂੰ ਇਕ ਕਾਰਕ ਦੇ ਉੱਤੇ ਰਖ ਕੇ, ਉਸਨੂੰ ਖੜੇ ਪਾਣੀ ਵਿਚ ਤਾਰਿਆ ਜਾਂਦਾ ਸੀ। ਕੁਦਰਤੀ ਰੂਪ ਵਿਚ ਪਾਏ ਜਾਣ ਵਾਲੇ ਲੋਹੇ ਦੇ ਅਯਸਕ (Ore) ਮੈਗਨੇਟਾਈਟ (magnetite) ਦਾ ਇਕ ਨਾਮ ਲੋਡਸਟੋਨ (Loadstone) ਹੈ, ਜਿਸਦਾ ਅਰਥ ਲੀਡਿੰਗ ਸਟੋਨ ਭਾਵ ਮਾਰਗਦਰਸ਼ਕ ਪੱਥਰ ਹੈ। ਇਸ ਗੁਣ ਦੇ ਤਕਨੀਕੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦਾ ਸਿਹਰਾ ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਚੀਨੀਆਂ ਨੂੰ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। 400 ਈਸਾ ਪੂਰਵ ਦੀ ਚੀਨੀ ਪਾਠ ਪੁਸਤਕਾਂ ਵਿੱਚ ਕਿਸ਼ਤੀ ਚਲਾਉਣ ਵਿੱਚ ਦਿਸ਼ਾ ਗਿਆਨ ਲਈ ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ ਦੇ ਉਪਯੋਗ ਦਾ ਜ਼ਿਕਰ ਹੈ। ਗੋਬੀ ਰੇਗਿਸਤਾਨ ਨੂੰ ਪਾਰ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਕਾਫਿਲੇ ਵੀ ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈਆ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਦੇ ਸੀ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਇੱਕ ਚੀਨੀ ਦੰਤਕਥਾ ਵਿਚ ਜੋ ਕਿ ਲਗਭਗ 4000 ਸਾਲ ਪੁਰਾਣੀ ਹੈ, ਰਾਜਾ ਹਵੇਂਗ-ਤੀ (Huang-ti) ਦੀ ਵਿਜੇ--ਗਾਥਾ ਹੈ, ਜਿਸ ਵਿਚ ਉਸਨੂੰ ਆਪਣੇ ਸ਼ਿਲਪਕਾਰਾਂ (ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਅੱਜ ਦੀ ਭਾਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਇੰਜੀਨੀਅਰ ਆਖਦੇ ਹਨ) ਦੇ ਕਾਰਨ ਜਿੱਤ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਈ ਸੀ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਇੰਜੀਨੀਅਰਾਂ ਨੇ ਕਿ ਰੱਥ ਬਣਾਇਆ ਸੀ ਜਿੱਸ ਉੱਤੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਨੇ ਚੁੰਬਕ ਦੀ ਬਣੀ ਇੱਕ ਮੂਰਤੀ ਲਗਾਈ ਸੀ, ਜਿਸਦਾ ਇੱਕ ਹੱਥ ਬਾਹਰ ਫੈਲਿਆ ਹੋਇਆ ਸੀ। ਚਿੱਤਰ 5.1 ਵਿੱਚ ਇਸ ਰੱਥ ਦਾ ਇੱਕ ਚਿੱਤਰਕਾਰ ਦੁਆਰਾ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਵਿਵਰਨ ਹੈ। ਰੱਥ ਤੇ ਲੱਗੀ ਹੋਇ ਮੂਰਤੀ ਇੱਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਘੁੰਮ ਜਾਂਦੀ ਸੀ ਕਿ ਉਸਦੀ ਉਂਗਲੀ ਹਮੇਸ਼ਾ ਦੱਖਣ ਵੱਲ ਸੰਕੇਤ ਕਰੇ। ਇੱਸ ਰਥ ਦੇ ਸਹਾਰੇ, ਸੰਘਣੇ ਕੋਹਰੇ ਵਿੱਚ ਹਵੇਂਗ-ਤੀ ਦੀਆਂ ਫੌਜਾ ਦੁਸ਼ਮਣ ਕੋਲ ਪਹੁੰਚ ਗਈਆਂ ਅਤੇ ਹਮਲਾ ਕਰਕੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਹਰਾ ਦਿੱਤਾ।



ਚਿੱਤਰ 5.1 ਰੱਥ ਤੇ ਸਥਾਪਿਤ ਮੂਰਤੀ ਦਾ ਹੱਥ ਹਮੇਸ਼ਾ ਦੱਖਣ ਵੱਲ ਸੰਕੇਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਇਕ ਕਲਾਕਾਰ ਦੁਆਰਾ ਬਣਾਇਆ ਗਿਆ ਚਿੱਤਰ ਹੈ, ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਇਕ ਪੁਰਾਤਨ ਗਿਆਤ ਕੰਪਾਸ ਵਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਜੋ ਹਜਾਰੇ ਸਾਲ ਪੁਰਾਣਾ ਹੈ।

ਪਿਛਲੇ ਅਧਿਆਇ ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਸਿੱਖਿਆ ਕਿ ਗਤੀਸ਼ੀਲ ਚਾਰਜ ਯਾ ਬਿਜਲੀ ਧਾਰਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਉਤਪੰਨ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਖੋਜ ਜੋ 19ਵੀਂ ਸ਼ਤਾਬਦੀ ਦੀ ਸ਼ੁਰੂਆਤ ਵਿਚ ਕੀਤੀ ਗਈ ਸੀ, ਇਸਦਾ ਸਿਹਰਾ ਔਰਟੈਡ (Oersted), ਐਮਪੀਅਰ (Ampere), ਬਾਇਟ (Biot) ਅਤੇ ਸੈਵਾਰ (Savart) ਆਦਿ ਲੋਕਾਂ ਨੂੰ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਇਸ ਅਧਿਆਇ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਚੁੰਬਕਤਾ ਤੇ ਇੱਕ ਸੁਤੰਤਰ ਵਿਸ਼ੇ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਰੋਸ਼ਨੀ ਪਾਵਾਂਗੇ।

ਚੁੰਬਕਤਾ ਸੰਬੰਧੀ ਕੁਝ ਆਮ ਵਿਚਾਰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹਨ—

(i) ਧਰਤੀ ਇੱਕ ਚੁੰਬਕ ਵਾਂਗ ਵਿਵਹਾਰ ਕਰਦੀ ਹੈ, ਜਿਸਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਲਗਭਗ ਭੂਗੋਲਿਕ ਦੱਖਣ ਤੋਂ ਉੱਤਰ ਵਲ ਸੰਕੇਤ ਕਰਦਾ ਹੈ।

(ii) ਜਦੋਂ ਇੱਕ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਨੂੰ ਸੁਤੰਤਰ ਰੂਪ ਵਿਚ ਲਟਕਾਇਆ ਜਾਂ ਸ਼ਾਂਤ ਪਾਣੀ ਵਿਚ ਤੈਰਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉਹ ਉੱਤਰ ਦੱਖਣ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਠਹਿਰਦਾ ਹੈ। ਇਸਦਾ ਉਹ ਸਿਰਾ ਜੋ ਭੂਗੋਲਿਕ ਉੱਤਰ ਵੱਲ ਸੰਕੇਤ ਕਰਦਾ ਹੈ, ਉੱਤਰੀ ਧਰੁਵ ਅਤੇ ਜੋ ਭੂਗੋਲਿਕ ਦੱਖਣ ਵਲ ਸੰਕੇਤ ਕਰਦਾ ਹੈ, ਚੁੰਬਕ ਦਾ ਦੱਖਣੀ ਧਰੁਵ ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ।

(iii) ਦੋ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਚੁੰਬਕਾ ਦੇ ਦੋ ਉੱਤਰੀ ਧਰੁਵ (ਯਾ ਦੋ ਦੱਖਣੀ ਧਰੁਵ) ਜਦੋ ਨੇੜੇ-ਨੇੜੇ ਲਿਆਏ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਤਾ ਉਹ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਨੂੰ ਅਪਕਰਸ਼ਿਤ (repel) ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਸਦੇ ਉਲਟ ਇਕ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਉੱਤਰ ਅਤੇ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਦੱਖਣੀ ਧਰੁਵ ਇਕ ਦੂਸਰੇ ਨੂੰ ਅਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ।

(iv) ਕਿਸੇ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਉੱਤਰ ਅਤੇ ਦੱਖਣੀ ਧਰੁਵ ਨੂੰ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਨਹੀਂ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ। ਜੇ ਕਿਸੇ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਦੋ ਭਾਗਾਂ ਨੂੰ ਵੱਖ ਕੀਤਾ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਦੋ ਛੋਟੇ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਮਿਲ ਜਾਣਗੇ। ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਚੁਬਕਤਾ ਘੱਟ ਹੋਵੇਗੀ। ਬਿਜਲਈ ਚਾਰਜਾਂ ਵਾਂਗ, ਇਕੱਲੇ ਚੁੰਬਕੀ ਉੱਤਰੀ ਅਤੇ ਦੱਖਣੀ ਧਰੁਵਾਂ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਚੁੰਬਕੀ ਇੱਕ ਧਰੁਵ (magnetic monopole) ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਦੀ ਹੋਂਦ ਨਹੀਂ ਹੈ।

(v) ਲੋਹੇ ਅਤੇ ਇਸਦੀ ਮਿਸ਼ਰਿਤ ਧਾਤਾਂ (alloys) ਤੋਂ ਚੁੰਬਕ ਬਣਾਉਣੇ ਸੰਭਵ ਹਨ। ਇਸ ਅਧਿਆਇ ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਇਕ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਅਤੇ ਇਕ ਬਾਹਰੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿਚ ਇਸਦੇ ਵਰਤਾਰੇ ਦੇ ਵਰਣਤ ਤੋਂ ਸ਼ੁਰੂਆਤ ਕਰਾਂਗੇ। ਇਸਤੋਂ ਬਾਅਦ ਇਹ ਦੱਸਾਂਗੇ ਕਿ ਚੁੰਬਕੀ ਗੁਣਾਂ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦਾ ਵਰਗੀਕਰਨ ਕਿਵੇਂ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸਤੋਂ ਬਾਅਦ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਵਿਵਰਣ ਦੇਵਾਂਗੇ ਅਤੇ ਫਿਰ ਅਨੁਚੰਬਕਤਾ (dia magnetism), ਪ੍ਰਤੀਚੁੰਬਕਤਾ (Paramagnetism) ਅਤੇ ਲੋਹਚੁੰਬਕਤਾ (ferromagnetism) ਦਾ ਵਰਣਨ ਕਰਾਂਗੇ ਅਤੇ ਅੰਤ ਵਿਚ ਬਿਜਲਈ ਚੁੰਬਕ ਅਤੇ ਸਥਾਈ ਚੁੰਬਕਾ ਤੇ ਇਕ ਅਨੁਭਾਗ ਦੇ ਨਾਲ ਇਸਦੀ ਸਮਾਪਤੀ ਕਰਾਂਗੇ।

5.2 ਛੜ-ਚੁੰਬਕ (BAR MAGNET)

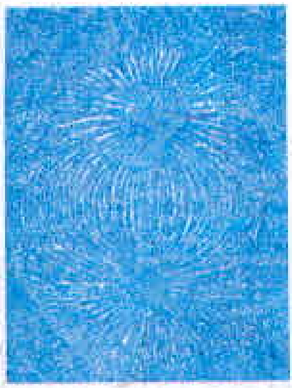
ਮਸ਼ਹੂਰ ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨੀ ਐਲਬਰਟ ਆਈਸੰਟਾਈਨ ਦੇ ਅਤੀ ਸ਼ੁਰੂਆਤੀ ਬਚਪਨ ਦੀ ਯਾਦਾਂ ਵਿਚੋਂ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਇੱਕ ਚੁੰਬਕ ਤੋਂ ਜੁੜੀ ਸੀ, ਜੋ ਉਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਇਕ ਰਿਸ਼ਤੇਦਾਰ ਨੇ ਭੇਂਟ ਕੀਤਾ ਸੀ। ਆਈਂਸਟਾਈਨ ਇਸਤੋਂ ਹੈਰਾਨ ਹੋ ਗਏ ਸੀ ਅਤੇ ਇਸ ਨਾਲ਼ ਖੇਲਦੇ ਥਕਦੇ ਨਹੀਂ ਸੀ। ਉਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਹੈਰਾਨੀ ਹੁੰਦੀ ਸੀ ਕਿ ਕਿਵੇਂ ਇੱਕ ਚੁੰਬਕ ਮੇਖਾਂ ਅਤੇ ਪਿੰਨਾ ਨੂੰ ਆਪਣੇ ਵੱਲ ਖਿੱਚ ਲੈਂਦਾ ਸੀ, ਜੋ ਉਸਤੇ ਦੂਰ ਰੱਖੇ ਸੀ ਅਤੇ ਕਿਸੇ ਸੱਪਰਿੰਗ ਯਾਂ ਧਾਗੇ ਨਾਲ ਉਸ ਨਾਲ ਜੁੜੇ ਵੀ ਨਹੀਂ ਸੀ।

ਅਸੀਂ ਆਪਣੇ ਅਧਿਆਈ ਦੀ ਸ਼ੁਰੂਆਤ ਲੋਹ ਚੂਰਨ (iron filings) ਤੋਂ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਜੋ ਕਿ ਇੱਕ ਛੋਟੇ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਉੱਤੇ ਰੱਖੀ ਕੱਚ ਦੀ ਸ਼ੀਟ ਤੇ ਵਿਖੇਰਿਆ ਹੋਇਆ ਹੈ। ਲੋਹ ਚੂਰਨ ਦੀ ਇਹ ਵਿਵਸਥਾ ਚਿੱਤਰ 5.2 ਵਿੱਚ ਦਰਸ਼ਾਈ ਗਈ ਹੈ।



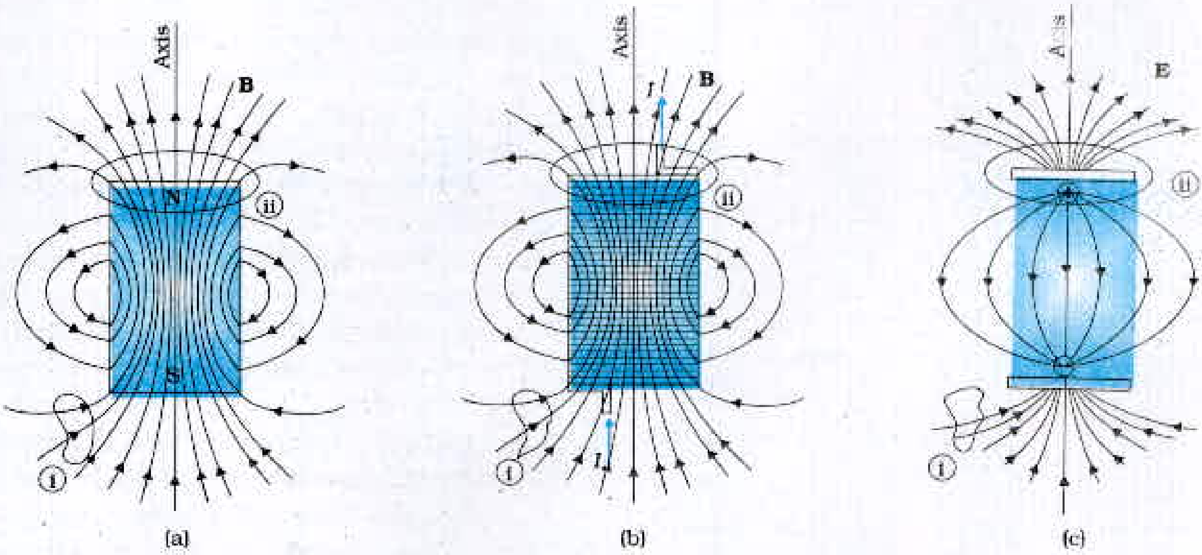
ਚਿੱਤਰ 5.2 ਇੱਕ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਇਰਦ-ਗਿਰਦ ਲੋਹ ਚੂਰਣ ਦੀ ਵਿਵਸਥਾ। ਇਹ ਪੈਟਰਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਨਕਲ ਹੈ। ਇਹ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ ਕਿ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਇੱਕ ਚੁੰਬਕੀ ਡਾਈਪੋਲ ਹੈ।

ਲੋਹ ਚੂਰਨ ਦਾ ਪੈਟਰਨ ਇਹ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਦੋ ਧਰੁਵ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਉਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜਿਵੇਂ ਬਿਜਲਈ ਡਾਈਪੋਲ ਦੇ ਧਨਾਤਮਕ ਅਤੇ ਰਿਣਾਤਮਕ ਚਾਰਜ। ਜਿਵੇਂ ਕੀ ਪਹਿਲਾ ਭੂਮਿਕਾ ਵਿਚ ਦੱਸਿਆ ਜਾ ਚੁਕਿਆ ਹੈ ਕਿ ਇਕ ਧਰੁਵ ਨੂੰ ਉੱਤਰ ਅਤੇ ਦੂਜੇ ਨੂੰ ਦੱਖਣੀ, ਧਰੁਵ ਆਖਦੇ ਹਨ। ਜਦੋਂ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਨੂੰ ਸੁਤੰਤਰ ਲਟਕਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਧਰੁਵ ਲੜੀਵਾਰ ਲਗਭਗ ਭੂਗੋਲਿਕ ਉੱਤਰੀ ਅਤੇ ਦੱਖਣੀ ਧਰੁਵਾਂ ਵਲ ਸੰਕੇਤ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਲੋਹ ਚੂਰਨ ਦਾ ਇਸ ਨਾਲ ਮਿਲਦਾ-ਜੁਲਦਾ ਪੈਟਰਨ ਇਕ ਬਿਜਲੀ ਧਾਰਾ ਵਾਲੇ ਸੋਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਆਲੇ-ਦੁਆਲੇ ਵੀ ਬਣਦਾ ਹੈ।

5.2.1 ਚੁੰਬਕੀ-ਖੇਤਰ-ਰੇਖਾਵਾਂ (The magnetic field lines)

ਲੋਹ ਚੂਰਣ ਤੋਂ ਬਣੇ ਪੈਟਰਨ ਦੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਅਸੀਂ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ* ਖਿੱਚ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਚਿੱਤਰ 5.3 ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਅਤੇ ਸਾਲੇਨਾਈਡ (ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ) ਦੋਨਾਂ ਦੇ ਲਈ ਕੀਤਾ ਹੈ। ਤੁਲਨਾ ਲਈ ਅਧਿਆਈ ਇੱਕ ਦੇ ਚਿੱਤਰ 1.17(d) ਵੇਖੋ। ਬਿਜਲਈ ਡਾਈਪੋਲ ਦੀ ਬਿਜਲਈ ਬਲ ਰੇਖਾਵਾਂ ਚਿੱਤਰ 5.3(c) ਵਿੱਚ ਵੀ ਦਰਸ਼ਾਈ ਗਈ ਹਨ। ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ, ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਅਵਲੋਕਨ ਪ੍ਰਸਤੁਤ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਗੁਣ ਹਨ :-

(i) ਕਿਸੇ ਚੁੰਬਕ (ਯਾ ਬਿਜਲਈ ਸੱਲੇਨਾਈਡ) ਦੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਅਖੰਡ ਬੰਦ ਲੂਪ ਬਣਾਉਂਦੀਆਂ



(a) (b) (c)

ਚਿੱਤਰ 5.3 ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ (a) ਇੱਕ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਦੀ (b) ਇੱਕ ਸੀਮਿਤ ਅਕਾਰ ਵਾਲੇ ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਸੱਲੇਨਾਈਡ ਦੀ, ਅਤੇ (c) ਇੱਕ ਬਿਜਲਈ ਡਾਈਪੋਲ ਦੀ ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਦੂਰੀ ਤੇ ਤਿਨੋ ਰੇਖਾਵਾਂ ਸਮਾਨ ਹਨ। (i) ਅਤੇ (ii) ਅੰਕਿਤ ਵਕਰ, ਬੰਦ ਗੌਸੀ ਸਤ੍ਹਾ ਹਨ।

---

* ਕੁਝ ਪਾਠ ਪੁਸਤਕਾਂ ਵਿੱਚ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਨੂੰ ਚੁੰਬਕੀ ਬਲ ਰੇਖਾਵਾਂ ਕਿਹਾ ਗਿਆ ਹੈ, ਇਸ ਨਾਮਕਰਨ ਤੋਂ ਬਚਣਾ ਉਚਿਤ ਹੋਵੇਗਾ ਕਿਉਂਕਿ ਇਹ ਭਰਮ ਪੈਦਾ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਸਥਿਰ ਬਿਜਲਈ ਦੇ ਉਲਟ ਚੁੰਬਕਤਾ ਵਿਚ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਗਤੀਮਾਨ ਚਾਰਜ ਤੇ ਬਲ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੀ ਸੂਚਕ ਨਹੀਂ ਹਨ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਹਨ। ਇਹ ਬਿਜਲਈ-ਡਾਈਪੋਲ ਦੇ ਵਰਗੀ ਨਹੀਂ ਹਨ, ਜਿੱਥੇ ਇਹ ਰੇਖਾਵਾਂ ਧੰਨਚਾਰਜ ਤੋਂ ਸ਼ੁਰੂ ਹੋਕੇ ਰਿਣ ਚਾਰਜ ਤੇ ਖ਼ਤਮ ਹੁੰਦੀ ਸੀ। [ਚਿੱਤਰ 5.3(c) ਵੇਖੋ] ਯਾ ਫਿਰ ਅਨੰਤ ਵਲ ਚਲੀ ਜਾਂਦੀ ਹਨ।

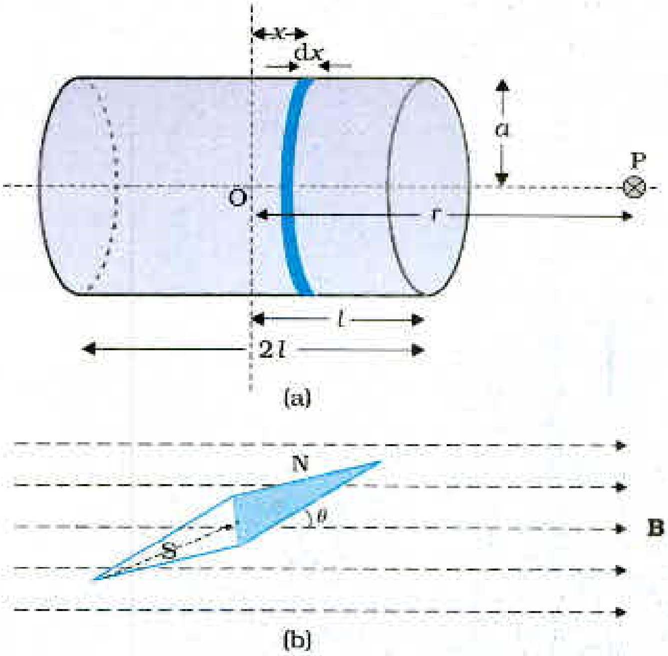
(ii) ਖੇਤਰ ਰੇਖਾ ਦੇ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਖਿੱਚੀ ਗਈ ਸਪਰਸ ਰੇਖਾ (tangent) ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਪਰਿਮਾਣੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ **B** ਦੀ ਦਿਸਾ ਦਸਦੀ ਹਨ।

(iii) ਖੇਤਰ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਰੱਖੇ ਗਏ ਤਲ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਈ ਖੇਤਰਫਲ ਤੋਂ ਜਿੰਨੀ ਵੱਧ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਗੁਜਰਦੀ ਹਨ, ਉਨ੍ਹਾਂ ਹੀ ਵੱਧ ਉਸ ਸਥਾਨ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ **B** ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 5.3(a) ਵਿਚ, ਖੇਤਰ, (ii) ਦੇ ਆਸਪਾਸ **B** ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਖੇਤਰ ① ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਵੱਧ ਹੈ।.

(iv) ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਨੂੰ ਕੱਟਦੀ ਨਹੀਂ ਹਨ। ਇਹੋ ਜਿਹਾ ਇਸ ਲਈ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿਚ ਕਾਟ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸਾ ਇਕ ਨਹੀਂ ਰਹਿੰਦੀ।

ਤੁਸੀਂ ਚਾਹੇ ਤਾਂ ਕਈ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਾਲ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਖਿਚ ਸਕਦੇ ਹੋ। ਇਕ ਤਰੀਕਾ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਸਥਾਨਾਂ ਤੇ ਇੱਕ ਛੋਟੀ ਚੁੰਬਕੀ ਕੰਪਾਸ ਸੂਈ ਰੱਖੋ ਅਤੇ ਇਸਦੇ ਦਿਸ਼ਾਮਾਣ ਨੂੰ ਅੰਕਿਤ ਕਰੋ। ਇਸ ਤਰਵਾਂ ਤੁਸੀਂ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਆਸ-ਪਾਸ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਬਿੰਦੂਆਂ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਜਾਣ ਸਕੋਗੇ।

5.2.2 ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਦਾ ਇਕ ਬਿਜਲਈ ਸਾਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਵਾਂਗ ਵਿਵਹਾਰ (Bar magnet as an equivalent current carrying solenoid)



ਚਿੱਤਰ 5.4 (a) ਇਕ ਸੀਮਿਤ ਸੌਂਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਐਕਸੀਅਲ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਕਲਨ ਤਾ ਜੋਂ ਇਸਦੀ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਤੋਂ ਸਮਾਨਤਾ ਵਿਖਾਈ ਜਾ ਸਕੇ। (b) ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ **B** ਤੇ ਰਖੀ ਗਈ ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ ਇਹ ਪ੍ਰਬੰਧ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ **B** ਯਾ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੇਂਟ **m** ਦਾ ਆਕਲਨ ਕਰਨ ਵਿਚ ਸਹਾਈ ਹਨ।

ਪਿਛਲੇ ਅਧਿਆਈ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਇਹ ਸਮਝਾਇਆ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇੱਕ ਬਿਜਲਈ ਕੁੰਡਲ ਇੱਕ ਚੁੰਬਕੀ ਡਾਈਪੋਲ ਵਾਂਗ ਵਿਵਹਾਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। (ਅਨੁਭਾਗ 4.10 ਵੇਖੋ)। ਅਸੀਂ ਐਮਪੀਅਰ ਦੀ ਇਸ ਪਰਿਕਲਪਨਾ ਦਾ ਜਿਕਰ ਵੀ ਕੀਤਾ ਸੀ ਕਿ ਸਾਰੀ ਚੁੰਬਕੀ ਪਰਿਘਟਨਾਵਾਂ ਨੂੰ ਗਸ਼ਤੀ ਬਿਜਲੀ (Circulating Current) ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵਾਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸਮਝਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਯਾਦ ਕਰੋ ਕਿ ਕਿਸੇ ਬਿਜਲਈ ਕੁੰਡਲ ਨਾਲ ਜੁੜੇ ਚੁੰਬਕੀ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੇਂਟ **m** ਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ $\mathbf{m} = NI\mathbf{A}$ ਨਾਲ ਦਿੱਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ, ਜਿੱਥੇ N ਕੁੰਡਲ ਵਿਚ ਫੇਰਿਆਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ, I ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ, **A** ਖੇਤਰਫਲ-ਵੇਕਟਰ ਹੈ [ਸਮੀਕਰਨ 4.30 ਵੇਖੋ]।

ਇੱਕ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਦੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ, ਇੱਕ ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਸਾਲੇਨਾਈਡ ਦੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਨਾਲ ਸਮਾਨਤਾ ਇਹ ਦਰਸ਼ਾਉਂਦੀ ਹੈ ਕਿ ਜਿਵੇਂ ਸੌਂਲੇਨਾਈਡ ਬਹੁਤ-ਸਾਰੀ ਗਸ਼ਤੀ ਬਿਜਲੀ ਦਾ ਯੋਗ ਹੈ ਉਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਵੀ ਬਹੁਤ ਸਾਰੀ ਗਸ਼ਤੀ ਬਿਜਲੀ ਦਾ ਯੋਗ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇੱਕ ਛੜ੍ਹ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਦੋ ਬਰਾਬਰ ਟੁਕੜੇ ਕਰਨਾ ਉਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਇਕ ਸਾਲੇਨਾਈਡ ਨੂੰ ਕੱਟਣਾ। ਜਿਸ ਨਾਲ ਸਾਨੂੰ ਛੋਟੀ ਸਾਲੇਨਾਈਡ ਮਿਲ ਜਾਂਦੀ ਹੈ, ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਤੁਲਨਾਤਮਕ ਕਮਜ਼ੋਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਅਖੰਡ ਬਣੀ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ, ਇੱਕ ਸਿਰੇ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਦੂਸਰੇ ਸਿਰੇ ਤੋਂ ਅੰਦਰ ਵਲ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇੱਕ ਛੋਟੀ ਚੁੰਬਕੀ ਕੰਪਾਸ ਸੂਈ ਨੂੰ ਇੱਕ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਅਤੇ ਇਕ ਬਿਜਲੀ ਵਾਹੀ ਸੌਂਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਨੇੜੇ ਇਕ ਥਾਂ ਤੋਂ ਦੂਜੀ ਥਾਂ ਲੈ ਜਾ ਕੇ ਇਹ ਵੇਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ ਦੋਨਾਂ ਦੇ ਲਈ ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ ਵਿੱਚ ਵਿਖੇਪਣ ਇਕੋ ਵਰਗਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਸ ਸਮਾਨਤਾ ਦਾ ਪਰੀਖਣ ਸੋਖੇ ਹੀ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਇਸ ਸਮਾਨਤਾ ਨੂੰ ਹੋਰ ਵੱਧ ਪੱਕਾ ਕਰਨ ਲਈ ਅਸੀਂ ਚਿੱਤਰ 5.4 (a) ਵਿੱਚ ਦਰਸ਼ਾਈ ਗਈ ਸੀਮਿਤ ਸਾਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਧੁਰੇ ਖੇਤਰ (axial field) ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਅਸੀਂ ਇਹ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਾਂਗੇ ਕਿ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਦੂਰੀ ਤੇ ਇਹ ਧੁਰਾ ਖੇਤਰ (ਐਕਸੀਅਲ ਖੇਤਰ) ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਐਕਸੀਅਲ ਖੇਤਰ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੀ ਹੈ।

ਮੰਨਿਆ ਕਿ ਚਿੱਤਰ 5.4(a) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਈ ਗਈ ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਸਾਲੇਨਾਈਡ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਈ ਲੰਬਾਈ ਵਿਚ n ਫੇਰੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ 'a' ਹੈ। ਮੰਨਿਆ ਇਸਦੀ ਲੰਬਾਈ $2l$ ਹੈ। ਸਾਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ r ਦੂਰੀ ਤੇ (ਬਿੰਦੂ P) ਅਸੀਂ ਐਕਸੀਅਲ ਖੇਤਰ ਪਤਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਇਹ ਕਰਨ ਲਈ, ਸਾਲੇਨਾਈਡ ਦਾ ਇਕ ਛੋਟਾ ਗੋਲਾਕਾਰ ਅੰਸ਼ dx ਮੋਟਾਈ ਦਾ ਲੈਂਦੇ ਹਾਂ ਜੋ ਇਸਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ x ਦੂਰੀ ਤੇ ਹੈ। ਇਸ ਵਿੱਚ ndx ਫੇਰੇ ਹਨ। ਮੰਨਿਆ ਕਿ ਸੌਲੇਨਾਈਡ ਵਿਚ I ਕਰੰਟ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੋ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਪਿਛਲੇ ਅਧਿਆਇ ਦੇ ਅਣੁਭਾਗ 4.6 ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਇੱਕ ਗੋਲਾਕਾਰ ਕੁੰਡਲ ਦੇ ਧੁਰੇ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕੀਤੀ ਸੀ। ਸਮੀਕਰਨ (4.17) ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਗੋਲਾਕਾਰ ਅੰਸ਼ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿੰਦੂ p ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ

$$dB = \frac{\mu_0 ndxIa^{\ 2}}{2[(r-x)^2+a^2]^{3/2}}$$

ਕੁਲ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਸਾਰੇ ਅੰਸ਼ਾ ਦੇ ਯੋਗਦਾਨ ਜੋੜਾਂਗੇ। ਦੂਸਰੇ ਸ਼ਬਦਾਂ ਵਿੱਚ $x = -l$ ਤੋਂ $x = +l$ ਤਕ ਸਮਾਕਲਨ *(Integration)* ਕਰਨਾ ਪਵੇਗਾ।

$$B = \frac{\mu_0 nIa^2}{2} \int_{-l}^{l} \frac{dx}{[(r-x)^2+a^2]^{3/2}}$$

ਇਹ ਸਮਾਕਲਨ ਤ੍ਰਿਕੋਣਮਿਤੀ ਪ੍ਰਤੀਸਥਾਪਨ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ, ਸਾਡਾ ਉਦੇਸ਼ ਪੂਰਾ ਕਰਨ ਲਈ ਇਹ ਕਰਨਾ ਜ਼ਰੂਰੀ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ x ਦੀ ਸੀਮਾ $-l$ ਤੋਂ $+l$ ਤਕ ਹੈ। ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਸਾਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਬਹੁਤ ਦੂਰ ਸਥਿਤ ਪੂਰੇ ਖੇਤਰ ਲਈ $r >> a$ ਅਤੇ $r >> l$ ਹੈ। ਤਦੋਂ ਹਰ ਦਾ ਮਾਨ ਹੋਵੇਗਾ

$$[(r-x)^2+a^2]^{3/2} = r^3$$

ਅਤੇ $B = \frac{\mu_0 nIa^{\ 2}}{2r^3} \int_{-l}^{l} dx$

$$= \frac{\mu_0 nI}{2} \frac{2la^{\ 2}}{r^3} \qquad (5.1)$$

ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਸਾਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ $m = n\,(2l)\,I\,(\pi a^2)$ [ਭਾਵ ਕੁਲ ਫੇਰਿਆਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ × ਕਰੰਟ × ਅਣਪ੍ਰਮਖ ਕਾਟ ਖੇਤਰਫਲ]। ਇਸ ਲਈ

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2m}{r^3} \qquad (5.2)$$

ਇਹੀ ਸਮੀਕਰਨ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਧੁਰੇ ਤੇ ਦੂਰ ਸਥਿਤ ਬਿੰਦੂ ਲਈ ਵੀ ਹੈ ਜਿਸਨੂੰ ਕੋਈ ਵੀ ਪ੍ਰਯੋਗਾਤਮਕ ਵਿਧੀ ਨਾਲ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਅਤੇ ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਸਾਲੇਨਾਈਡ ਇੱਕੋ ਜਿਹਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਪੈਦਾ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਇੱਕ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ, ਬਰਾਬਰ ਹੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਪੈਦਾ ਕਰਨ ਵਾਲੀ ਸਮਤੁਲ ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਸਾਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਚੁੰਬਕ ਮੋਮੈਂਟ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ।

ਕੁਝ ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕਾਂ $2l$ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਇੱਕ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਉਤਰ ਧਰੁਵ ਲਈ ਇੱਕ ਚੁੰਬਕੀ ਚਾਰਜ $+q_m$ ਅਤੇ ਦਖਣੀ ਧਰੁਵ ਲਈ $+q_m(2l)$, ਨਿਯਤ ਕਰਦੀ ਹਨ। r ਦੂਰੀ ਤੇ q_m ਦੇ ਕਾਰਨ ਖੇਤਰ ਦੀ ਤੀਵਰਤਾ $\mu_0 q_m/4\pi r^2$ ਹੋਵੇਗੀ ਅਤੇ ਤਦੋਂ ਐਕਸੀਅਲ ਅਤੇ ਅਨੁਪ੍ਰਮਖ ਦੋਨੋਂ ਸਥਿਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਇਸ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਕਾਰਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਉਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪਤਾ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਬਿਜਲਈ ਡਾਈਪੋਲ ਲਈ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਸੀ। (ਵੇਖੋ ਅਧਿਆਇ 1)। ਇਹ ਤਰੀਕਾ ਸਰਲ ਵੀ ਹੈ ਅਤੇ ਅਕਰਸ਼ਕ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਵੀ ਪਰੰਤੂ, ਚੁੰਬਕੀ ਇੱਕ ਧਰੁਵਾ ਦੀ ਹੋਂਦ ਤੇ ਹੁੰਦੀ ਨਹੀਂ, ਇਸ ਲਈ ਅਸੀਂ ਇਸ ਪ੍ਰਸਤੁਤੀ-ਵਿਧੀ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਨਹੀਂ ਕੀਤਾ ਹੈ।

5.2.3 ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਡਾਈਪੋਲ

(The dipole in uniform magnetic field)

ਲੋਹ-ਚੂਰਨ ਤੋਂ ਬਣੇ ਪੈਟਰਨ ਭਾਵ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਸਾਨੂੰ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ **B** ਦਾ ਇੱਕ ਕੁੱਲ ਮਾਨ ਦਸਦੀਆਂ ਹਨ। ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਸਾਨੂੰ **B** ਦਾ ਸਹੀ-ਸਹੀ ਮਾਨ ਜਾਣਨ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਅਸੀ ਇੱਕ ਪਤਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ ਦਾ, ਜਿਸਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ **m** ਅਤੇ ਜੜਤਾ ਮੋਮੈਂਟ (moment of inertia) $\mathcal{I}$ ਗਿਆਤ ਹੋਵੇ ਇਸ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿਚ ਕੰਪਣ (oscillation) ਕਰਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਵਿਵਸਥਾ ਚਿੱਤਰ 5.4(b) ਵਿੱਚ ਦਰਸ਼ਾਈ ਗਈ ਹੈ।

ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ ਤੇ ਬਲ ਮੋਮੈਂਟ (torque) [ਸਮੀਕਰਣ (4.29) ਵੇਖੋ]

$$\boldsymbol{\tau} = \mathbf{m} \times \mathbf{B} \tag{5.3}$$

ਜਿਸਦਾ ਪਰਿਮਾਣ $\tau = mB \sin\theta$

ਇੱਥੇ τ ਰਿਸਟੋਰਿਂਗ ਟੋਰਕ ਹੈ ਅਤੇ ਕੋਣ θ, **m** ਅਤੇ **B** ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦਾ ਕੋਣ ਹੈ

ਇਸ ਲਈ ਸੰਤੁਲਨ-ਅਵਸਥਾ ਵਿਚ $\mathcal{I}\dfrac{d^2\theta}{dt^2} = -mB\sin\theta$

$mB \sin\theta$ ਦੇ ਨਾਲ ਰਿਣਾਤਮਕ ਨਿਸ਼ਾਨ ਇਹ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਰਿਸਟੋਰਿਂਗ ਟੋਰਕ ਵਿਸਥਾਪਨਕਾਰੀ ਮੋਮੈਂਟ ਦੇ ਉਲਟ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਹੈ। ਰੇਡੀਅਨ ਵਿਚ ਬਹੁਤ ਛੋਟੇ ਕੋਣ ਲਈ ਅਸੀਂ $\sin\theta \approx \theta$ ਲੈਂਦੇ ਹਾਂ। ਇਸ ਲਈ

$$\mathcal{I}\frac{d^2\theta}{dt^2} \approx -mB\theta$$

ਜਾਂ $\dfrac{d^2\theta}{dt^2} = -\dfrac{mB}{\mathcal{I}}\theta$

ਇਹ ਸਰਲ ਆਵਰਤੀ ਗਤੀ (SHM) ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਜਿਸਦੇ ਲਈ ਕੋਣੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ (angular frequency) ਦਾ ਵਰਗ $\omega^2 = mB/\mathcal{I}$ ਅਤੇ ਸਮਾ ਕਾਲ (Time period) ਹੈ

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\mathcal{I}}{mB}} \tag{5.4}$$

ਜਾਂ $$B = \frac{4\pi^2\mathcal{I}}{mT^2} \tag{5.5}$$

ਚੁੰਬਕੀ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਲਈ ਵਿਅੰਜਕ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ ਅਸੀਂ ਉਸ ਵਿਧੀ ਦੀ ਨਕਲ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਜੋ ਅਸੀਂ ਬਿਜਲੀ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦਾ ਵਿਅੰਜਕ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ ਅਪਣਾਈ ਸੀ। ਕਿਸੇ ਚੁੰਬਕੀ ਡਾਈਪੋਲ ਦੀ ਚੁੰਬਕੀ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ U_m ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਹੈ

$$\begin{aligned} U_m &= \int \tau(\theta)d\theta \\ &= \int mB\sin\theta\, d\theta = -mB\cos\theta \\ &= -\mathbf{m}\cdot\mathbf{B} \end{aligned} \tag{5.6}$$

ਇਸ ਗੱਲ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਪਹਿਲੇ ਵੀ ਕਾਫ਼ੀ ਜ਼ੋਰ ਦੇ ਕੇ ਕਿਹਾ ਸੀ ਕਿ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦਾ ਸਿਫ਼ਰ ਅਸੀਂ ਅਪਣੀ ਸੁਵਿਧਾ ਅਨੁਸਾਰ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਸਮਾਕਲਨ ਨਿਯਤਾਂਕ ਨੂੰ ਸਿਫਰ ਲੈਣ ਦਾ ਅਰਥ ਹੈ ਕਿ ਅਸੀਂ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦਾ ਸਿਫਰ $\theta = 90°$ ਤੇ, ਭਾਵ ਉਸ ਸਥਿਤੀ ਨੂੰ ਲੈ ਲਿਆ ਹੈ ਜਿਸ ਤੇ ਸੂਈ ਖੇਤਰ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਹੈ। ਸਮੀਕਰਨ (5.6) ਇਹ ਦਰਸਾਉਂਦੀ ਹੈ ਕਿ ਨਿਊਨਤਮ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ (= −mB) (ਭਾਵ ਸਰਵਾਧਿਕ ਸਥਾਈ ਅਵਸਥਾ) at $\theta = 0°$ ਤੇ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਅਧਿਕਤਮ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ (= +mB) (ਭਾਵ ਅਧਿਕਤਮ ਅਸਥਾਈ ਅਵਸਥਾ) $\theta = 180°$ 'ਤੇ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 5.1 ਚਿੱਤਰ 5.4(b) ਵਿਚ, ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ 6.7×10^{-2} Am^2 ਅਤੇ ਜੜਤਾ ਮੋਮੈਂਟ $\mathcal{I} = 7.5 \times 10^{-6}$ kg m^2. ਇਹ 6.70 s ਵਿਚ 10 ਪੂਰੇ ਡੋਲਨ ਪੂਰੇ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਕੀ ਹੈ?

ਹੱਲ— ਡੋਲਨਕਾਲ ਯਾ ਆਵਰਤ ਕਾਲ

$$T = \frac{6.70}{10} = 0.67s$$

ਸਮੀਕਰਨ (5.5) ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ

$$B = \frac{4\pi^2 \mathcal{I}}{mT^2}$$

$$= \frac{4 \times (3.14)^2 \times 7.5 \times 10^{-6}}{6.7 \times 10^{-2} \times (0.67)^2}$$

$= 0.01$ T

ਉਦਾਹਰਨ 5.2 ਇਕ ਛੋਟੇ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਨੂੰ ਜਦੋਂ 800 G ਦੇ ਬਾਹਰੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਰੱਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਧੁਰਾ ਖੇਤਰ ਨਾਲ 30° ਦਾ ਕੋਣ ਬਣਾਏ, ਤਾਂ ਇਹ 0.016 Nm. ਦਾ ਟਾਰਕ ਅਨੁਭਵ ਕਰਦਾ ਹੈ। (a) ਚੁੰਬਕ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ ਕਿੰਨਾ ਹੈ? (b) ਸਰਵਾਧਿਕ ਸਥਾਈ ਸਥਿਤੀ ਤੋਂ ਸਰਵਾਧਿਕ ਅਸਥਾਈ ਸਥਿਤੀ ਤੱਕ ਇਸਨੂੰ ਘੁੰਮਾਉਣ ਵਿਚ ਕਿੰਨਾ ਕਾਰਜ ਕਰਨਾ ਪਵੇਗਾ। (c) ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਨੂੰ ਜੇ ਇੱਕ ਸਾਲੇਨਾਇਡ ਨਾਲ ਬਦਲੀਏ ਜਿਸ ਵਿਚ ਹਜ਼ਾਰ ਫੇਰੇ ਹੋਣ, ਜਿਸਦੇ ਅਨੁਪ੍ਰਸਤ ਕਾਟ ਦਾ ਖੇਤਰਫਲ 2×10^{-4} ਮੀ^{2} ਹੋਵੇ, ਅਤੇ ਜਿਸਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ ਉਨ੍ਹਾਂ ਹੀ ਹੋਵੇ ਜਿੰਨਾ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਸਾਲੇਨਾਇਡ ਵਿੱਚ ਵਹਿਣ ਵਾਲਾ ਕਰੰਟ ਪਤਾ ਕਰੋ?

ਹੱਲ—

(a) ਸਮੀਕਰਨ (5.3) ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ $\tau = m\,B \sin\theta$, $\theta = 30°$, ਇਸ ਲਈ $\sin\theta = 1/2$.

ਇਸ ਲਈ, $0.016 = m \times (800 \times 10^{-4}\,\text{T}) \times (1/2)$

$m = 160 \times 2/800 = 0.40$ A m^2

(b) ਸਮੀਕਰਨ (5.6) ਅਨੁਸਾਰ ਸਰਵਾਧਿਕ ਸਥਾਈ ਸਥਿਤੀ ਤਦੋਂ ਹੈ ਜਦੋਂ $\theta = 0°$ ਅਤੇ ਸਰਵਾਧਿਕ ਅਸਥਾਈ ਸਥਿਤੀ ਤਦੋਂ ਹੈ ਜਦੋਂ $\theta = 180°$

$W \quad U_m(\theta = 180) \quad U_m(\theta = 0)$

$= 2\,m\,B = 2 \times 0.40 \times 800 \times 10^{4} = 0.064$ J

(c) ਸਮੀਕਰਨ (4.30) ਅਨੁਸਾਰ $m_s = NIA$ ਭਾਗ (a) ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਗਿਆਤ ਕੀਤਾ ਹੈ ਕਿ

$m_s = 0.40$ A m^2

$0.40 = 1000 \times I \times 2 \times 10^{-4}$

$I = 0.40 \times 10^{4}/(1000 \times 2) = 2$A

ਉਦਾਹਰਨ 5.3

(a) ਕੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਇੱਕ ਚੁੰਬਕ ਨੂੰ ਦੋ ਖੰਡਾਂ ਵਿੱਚ ਵਿਭਾਜਿਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ (i) ਇਸਦੀ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਲੰਬਵਤ (ii) ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਅਨੁਦਿਸ਼

(b) ਇਕ ਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਰੱਖੀ ਗਈ ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ ਤੇ ਟਾਰਕ ਤਾਂ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਹੋਦਾ ਹੈ, ਪਰੰਤੂ ਇਸ ਤੇ ਕੋਈ ਪ੍ਰਣਾਮੀ ਬਲ ਨਹੀਂ ਲੱਗਦਾ ਹੈ ਪਰ ਇੱਕ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਨੇੜੇ ਰੱਖੀ ਲੋਹੇ ਦੀ ਕਿੱਲ ਤੇ ਟਾਰਕ ਦੇ ਨਾਲ-ਨਾਲ ਪ੍ਰਣਾਮੀ ਬਲ ਵੀ ਲੱਗਦਾ ਹੈ ਕਿਉਂ?

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(c) ਕੀ ਹਰੇਕ ਚੁੰਬਕੀ ਬਣਤਰ ਦਾ ਇੱਕ ਉੱਤਰੀ ਅਤੇ ਇੱਕ ਦੱਖਣੀ ਧਰੁੱਵ ਹੋਣਾ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ? ਇੱਕ ਟੋਰਾਈਡ (Torroid) ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਸੰਬੰਧ ਵਿੱਚ ਇਸ ਵਿਸ਼ੇ ਤੇ ਆਪਣੀ ਟਿੱਪਣੀ ਦਿਓ।

(d) ਦੋ ਇੱਕੋ ਜਿਹੀ ਦਿਖਾਈ ਦੇਣ ਵਾਲੀਆਂ ਛੜਾਂ (a) ਅਤੇ (b) ਦਿੱਤੀਆਂ ਗਈਆਂ ਹਨ। ਜਿਸ ਵਿਚੋਂ ਕੋਈ ਇੱਕ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਰੂਪ ਤੋਂ ਚੁੰਬਕੀ ਹੈ, ਇਹ ਪਤਾ ਹੈ (ਪਰੰਤੂ ਕਿਹੜੀ ਇਹ ਪਤਾ ਨਹੀਂ ਹੈ?) ਤੁਸੀਂ ਇਹ ਕਿਵੇਂ ਸੁਨਿਸ਼ਚਿਤ ਕਰੋਗੇ ਕਿ ਦੋਵੇ ਛੜਾਂ ਚੁੰਬਕਤ ਹਨ ਜਾਂ ਸਿਰਫ਼ ਇੱਕ? ਅਤੇ ਜੇ ਸਿਰਫ਼ ਇਕ ਛੜ ਚੁੰਬਕਤ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਕਿਵੇਂ ਪਤਾ ਲਗਾਓਗੇ ਕਿ ਉਹ ਕਿਹੜੀ ਹੈ। [ਤੁਹਾਨੂੰ ਛੜਾਂ a ਅਤੇ b ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ ਹੋਰ ਕੋਈ ਚੀਜ਼ ਪ੍ਰਯੋਗ ਨਹੀਂ ਕਰਨੀ ਹੈ।]

ਹੱਲ—

(a) ਦੋਨਾਂ ਹੀ ਕੇਸਾਂ ਵਿੱਚ ਤੁਹਾਨੂੰ ਦੋ ਚੁੰਬਕ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਜਿਸ ਵਿੱਚੋਂ ਹਰੇਕ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਉੱਤਰੀ ਅਤੇ ਇੱਕ ਦੱਖਣੀ ਧੁਰਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

(b) ਜੇ ਖੇਤਰ ਇੱਕਸਮਾਨ ਹੋਣ ਸਿਰਫ਼ ਤਦੋਂ ਚੁੰਬਕ ਤੇ ਕੋਈ ਬਲ ਨਹੀ ਲੱਗਦਾ ਪਰੰਤੂ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਕਾਰਨ ਕਿੱਲ ਤੇ ਅਸਮਾਨ ਖੇਤਰ ਲੱਗਦਾ ਹੈ, ਜਿਸਦੇ ਕਾਰਨ ਕਿੱਲ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਮੂਵਮੈਂਟ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਤੇ ਪ੍ਰਣਾਮੀ ਬਲ ਵੀ ਲੱਗਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਟਾਰਕ ਵੀ। ਪ੍ਰਣਾਮੀ ਬਲ ਆਕਰਸ਼ਣ ਬਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਕਿੱਲ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਦੱਖਣੀ ਧੁਰਾ ਇਸ ਵਿਚ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਉੱਤਰੀ ਧੁਰੇ ਦੇ ਨਾਲੋਂ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਵੱਧ ਨੇੜੇ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

(c) ਜ਼ਰੂਰੀ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਇਹ ਤਦੋਂ ਸੱਚ ਹੋਵੇਗਾ ਜਦੋਂ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਸੋਮੇ ਦਾ ਪ੍ਰਣਾਮੀ ਚੁੰਬਕੀ ਮੂਵਮੈਂਟ ਸਿਫਰ ਨਹੀਂ ਹੋਵਗਾ। ਟਾਰਾਇਡ ਜਾਂ ਅਨੰਤ ਲੰਬਾਈ ਦੀ ਸਾਲੇਨਾਇਡ ਦੇ ਲਈ ਇੰਝ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ।

(d) ਚੁੰਬਕਾਂ ਦੇ ਵੱਖ-2 ਸਿਰਿਆ ਨੂੰ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਦੇ ਨੇੜੇ ਲਿਆਉਣ ਦੀ ਕੋਸ਼ਿਸ਼ ਕਰੋ। ਜੇ ਕਿਸੇ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਅਪਕਰਸ਼ਣ ਬਲ ਦਾ ਅਨੁਭਵ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਦੋਵੇ ਛੜਾਂ ਚੁੰਬਕਤ ਹਨ। ਜੇ ਹਮੇਸ਼ਾ ਆਕਰਸ਼ਣ ਬਲ ਹੀ ਲੱਗੇ ਤਾਂ ਉਹਨਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਇਕ ਛੜ ਚੁੰਬਕਤ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਇਹ ਵੇਖਣ ਲਈ ਕਿ ਕਿਹੜੀ ਛੜ ਚੁੰਬਕਤ ਹੈ, ਇਕ ਛੜ A ਮੰਨ ਲਓ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਇੱਕ ਸਿਰਾ ਥੱਲੇ ਕਰੋ, ਪਹਿਲੇ ਦੂਸਰੀ ਛੜ B ਦੇ ਸਿਰੇ ਦੇ ਨੇੜੇ ਲਿਆਓ ਅਤੇ ਫਿਰ ਵਿਚਕਾਰ ਜੇ ਤੁਸੀਂ ਪਾਓ ਕਿ B ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਛੜ A ਆਕਰਸ਼ਣ ਬਲ ਅਨੁਭਵ ਨਹੀਂ ਕਰਦੀ ਤਾਂ B ਚੁੰਬਕਤ ਹੈ। ਅਤੇ ਜੇ ਤੁਸੀਂ ਪਾਓ ਕਿ ਸਿਰੇ ਤੇ ਅਤੇ ਵਿਚਕਾਰ ਆਕਰਸ਼ਣ ਬਲ ਬਰਾਬਰ ਹੈ ਤਾਂ ਛੜ A ਚੁੰਬਕਿਤ ਹੈ।

5.2.4 ਸਥਿਰ ਬਿਜਲਈ ਅਨੁਰੂਪ The electrostatic analog

ਸਮੀਕਰਨ (5.2), (5.3) ਅਤੇ (5.4) ਦੇ ਸੰਗਤ ਬਿਜਲਈ ਡਾਈਪੋਲ ਦੇ ਸਮੀਕਰਨਾ (ਅਧਿਆਇ 1ਨੂੰ ਵੇਖੋ) ਨਾਲ ਤੁਲਨਾ ਕਰਨ ਤੇ ਅਸੀਂ ਇਸ ਨਤੀਜੇ ਤੇ ਪੁੱਜਦੇ ਹਾਂ ਕਿ **m** ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੰਟ ਵਾਲੇ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ, ਇਸ ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਦੂਰੀ ਤੇ ਸਥਿਤ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਪਤਾ ਕਰਨ ਲਈ, ਅਸੀਂ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੰਟ ਵਾਲੇ ਬਿਜਲਈ ਡਾਈਪੋਲ ਦੇ ਕਾਰਨ ਉਪਨੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੇ ਸਮੀਕਰਨ ਵਿਚ ਸਿਰਫ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਪ੍ਰਤੀਸਥਾਪਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨੇ ਹੋਣਗੇ—

$$\mathbf{E} \rightarrow \mathbf{B} \cdot \mathbf{p} \rightarrow \mathbf{m} \cdot \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \rightarrow \frac{\mu_0}{4\pi}$$

ਜਿਆਦਾਤਰ : r ਦੂਰੀ ($r >> l$) ਲਈ, ਜਿੱਥੇ l ਚੁੰਬਕ ਦੀ ਲੰਬਾਈ ਹੈ) ਤੇ ਇਕ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਦਾ ਵਿਸ਼ੁਵਤੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ (equitorial field)

$$\mathbf{B}_E = -\frac{\mu_0 \mathbf{m}}{4\pi r^3} \tag{5.7}$$

ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ, r ਦੂਰੀ ($r >> l$ ਲਈ) ਤੇ ਇੱਕ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਦਾ ਐਕਸੀਅਲ ਖੇਤਰ

$$\mathbf{B}_A = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2\mathbf{m}}{r^3} \tag{5.8}$$

ਸਮੀਕਰਨ (5.8) ਸਮੀਕਰਨ (5.2) ਦਾ ਸਦਿਸ਼ ਰੂਪ ਹੈ। ਸਾਰਣੀ 5.1 ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਡਾਈਪੋਲਾ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਸਮਾਨਤਾ ਦਰਸ਼ਾਉਂਦੀ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਸਾਰਣੀ 5.1 ਡਾਈਪੋਲਾਂ ਦੀ ਸਮਾਨਤਾ

	ਸਥਿਰ ਬਿਜਲਈ	ਚੁੰਬਕੀ
	$1/\varepsilon_0$	μ_0
ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੰਟ	$\mathbf{p}$	$\mathbf{m}$
ਵਿਸ਼ੁਵਤੀ ਖੇਤਰ	$-\mathbf{p}\ /4\pi\varepsilon_0 r^3$	$-\mu_0\,\mathbf{m}\ /\ 4\pi\, r^3$
ਐਕਸੀਅਲ ਖੇਤਰ	$2\mathbf{p}/4\pi\varepsilon_0 r^3$	$\mu_0\, 2\mathbf{m}\ /\ 4\pi\, r^3$
ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ–ਟਾਰਕ	$\mathbf{p}\times\mathbf{E}$	$\mathbf{m}\times\mathbf{B}$
ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ–ਊਰਜਾ	$-\mathbf{p}\cdot\mathbf{E}$	$-\mathbf{m}\cdot\mathbf{B}$

ਉਦਾਹਰਨ 5.4 5 cm ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ 50 cm ਦੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਸਥਿਤ ਬਿੰਦੂ, ਤੇ ਵਿਸ਼ੁਵਤੀ ਅਤੇ ਐਕਸੀਅਲ ਸਥਿਤੀਆਂ ਲਈ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਕਲਨ ਕਰੋ। ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੰਟ 0.40 A $m^2$0 ਹੈ। ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਉਦਾਹਰਨ 5.2 ਵਿਚ ਹੈ

ਹੱਲ— ਸਮੀਕਰਨ (5.7) ਅਨੁਸਾਰ

$$B_E = \frac{\mu_0 m}{4\pi r^3} = \frac{10^{-7}\times 0.4}{(0.5)^3} = \frac{10^{-7}\times 0.4}{0.125} = 3.2\times 10^{-7}\ \mathrm{T}$$

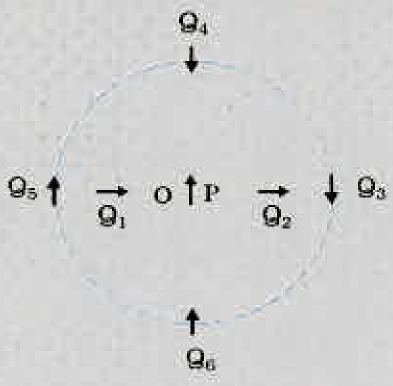
ਸਮੀਕਰਨ (5.8), ਅਨੁਸਾਰ $B_A = \dfrac{\mu_0 2m}{4\pi r^3} = 6.4\times 10^{-7}\ \mathrm{T}$

ਉਦਾਹਰਨ 5.5 ਚਿੱਤਰ 5.5 ਵਿਚ O ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਰਖੀ ਗਈ ਇਕ ਛੋਟੀ ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ P ਵਿਖਾਈ ਗਈ ਹੈ। ਤੀਰ ਇਸਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੰਟ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਹੋਰ ਤੀਰ, ਦੂਸਰੀ ਸਮਰੂਪ ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ Q ਦੀ ਵੱਖ ਸਥਿਤੀਆਂ (ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੰਟ ਦੇ ਦਿਸ਼ਾਮਾਣਾਂ) ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ।

(a) ਕਿਸ ਬਣਤਰ ਵਿੱਚ ਇਹ ਸਿਸਟਮ ਸੰਤੁਲਿਤ ਨਹੀਂ ਹੋਵੇਗਾ?

(b) ਕਿਸ ਬਣਤਰ ਵਿੱਚ ਸਿਸਟਮ (i) ਸਥਾਈ (ii) ਅਸਥਾਈ ਸੰਤੁਲਨ ਵਿੱਚ ਹੋਣਗੇ?

(c) ਵਿਖਾਏ ਗਈ ਸਾਰੀ ਬਣਤਰਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਕਿਸਦੀ ਨਿਊਨਤਮ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਹੈ?



ਚਿੱਤਰ 5.5

ਹੱਲ—

ਕਿਸੇ ਬਣਤਰ ਦੀ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ, ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਡਾਈਪੋਲ (ਮੰਨਿਆ Q) ਦੀ, ਦੂਸਰੇ ਚੁੰਬਕੀ ਡਾਈਪੋਲ (ਮੰਨਿਆ P) ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਕਾਰਨ ਉਤਪੰਨ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਹੈ। ਤੁਸੀਂ ਸਮੀਕਰਨ (5.7) ਅਤੇ (5.8) ਦੁਆਰਾ ਵਿਅਕਤ ਹੇਠਾਂ ਲਿਖੇ ਪਰਿਣਾਮ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿਚ ਲਿਆ ਸਕਦੇ ਹੋ।

$$\mathbf{B}_P = -\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{\mathbf{m}_P}{r^3}$$ (ਲੰਬ ਸਮਦੋਭਾਜਕ ਤੇ)

$$\mathbf{B}_P = \frac{\mu_0 2}{4\pi}\frac{\mathbf{m}_P}{r^3}$$ (ਧੁਰੇ ਤੇ)

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਉੱਤਰ 5.5

ਜਿਥੇ $\mathbf{m}_P$ ਡਾਈਪੋਲ P ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ ਹੈ
ਸੰਤੁਲਨ ਤਦੋਂ ਸਥਾਈ ਹੋਵੇਗਾ ਜਦੋਂ $\mathbf{m}_Q$ ਅਤੇ $\mathbf{B}_P$ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਹੋਣਗੇ ਅਤੇ ਸੰਤੁਲਨ ਅਸਥਾਈ ਤਦੋਂ ਹੋਵੇਗਾ ਜਦੋਂ ਵੀ ਪ੍ਰਤੀ ਸਮਾਂਤਰ ਹੋਣਗੇ।
ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ, ਬਣਤਰ Q_3 ਵਿਚ, ਜਿਸਦੇ ਲਈ Q ਡਾਈਪੋਲ P ਦੇ ਲੰਬ ਸਮਦੁਭਾਜਕ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਹੈ, Q ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ, ਸਥਿਤੀ 3 ਵਿਚ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ Q_3 ਸਥਾਈ ਹੈ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ

(a) PQ_1 ਅਤੇ PQ_2

(b) (i) PQ_3, PQ_6 (ਸਥਾਈ); (ii) PQ_5, PQ_4 (ਅਸਥਾਈ)

(c) PQ_6

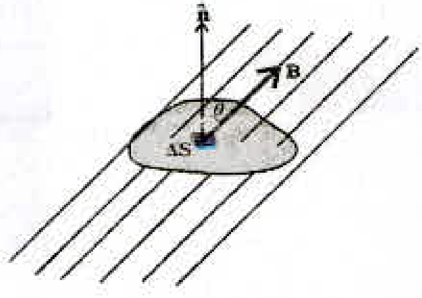
5.3 ਚੁੰਬਕਤਵ ਅਤੇ ਗੌਸ ਨਿਯਮ (MAGNETISM AND GAUSS S LAW)

KARL FRIEDRICH GAUSS (1777 – 1855)

ਕਾਰਲ ਫਰੈਡਰਿਕ ਗੌਸ (1777 1855) ਇਹ ਇੱਕ ਵਿਲੱਖਣ ਬਾਲ-ਪ੍ਰਤਿਭਾ ਸੀ। ਗਣਿਤ, ਭੌਤਿਕੀ, ਇੰਜੀਅਰਿੰਗ, ਖਗੋਲਸ਼ਾਸਤਰ ਅਤੇ ਇੱਥੇ ਤਕ ਕਿ ਭੂ-ਸਰਵੇਖਣ ਵਿੱਚ ਵੀ ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਮਹਾਰਤ ਹਾਸਿਲ ਸੀ। ਸੰਖਿਆਵਾਂ ਦੇ ਗੁਣ ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਲੁਭਾਂਦੇ ਸੀ ਅਤੇ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਕਾਰਜ ਵਿਚ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਬਾਅਦ ਆਉਣ ਵਾਲੇ ਜ਼ਮਾਨੇ ਦੇ ਪ੍ਰਮੁੱਖ ਗਣਿਤਕ ਵਿਕਾਸ ਦਾ ਪੂਰਵ ਅਭਾਸ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। 1833 ਵਿਚ ਵਿਲਹੇਮ ਵੈਲਸਰ ਨਾਲ ਮਿਲਕੇ ਇਹਨਾਂ ਨੇ ਪਹਿਲਾ ਬਿਜਲੀ ਟੈਲੀਗ੍ਰਾਫ ਬਣਾਇਆ ਵਕਰ ਪ੍ਰਿਸ਼ਠਾਂ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਗਣਿਤਕ ਸਿਧਾਂਤ ਨੇ ਬਾਦ ਵਿਚ ਸੀ ਮਨ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤੇ ਗਏ ਕਾਰਜ ਦਾ ਨੀਹ-ਪੱਥਰ ਰਖਿਆ।

ਅਧਿਆਇ 1 ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਲਈ ਗੌਸ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਕੀਤਾ ਸੀ। ਚਿੱਤਰ 5.3(c) ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਵੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ (i) ਦੁਆਰਾ ਅੰਕਿਤ ਬੰਦ ਗੌਸੀ ਸਤਹਿ ਤੋਂ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਜਿੰਨੀ ਸੰਖਿਆ ਬਾਹਰ ਆਉਂਦੀ ਹੈ, ਉਨੀ ਹੀ ਅੰਦਰ ਪ੍ਰਵੇਸ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਗੱਲ ਦੀ ਇਸ ਤੱਥ ਨਾਲ ਸੰਗਤੀ ਬੈਠਦੀ ਹੈ ਕਿ ਸਤਹਿ ਦੁਆਰਾ ਘੇਰਿਆ ਕੁਲ ਚਾਰਜ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਸਿਫਰ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ, ਉਸੇ ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ, ਬੰਦ ਸਤਹਿ (ii) ਜੋ ਕਿਸੇ ਧੰਨ ਚਾਰਜ ਨੂੰ ਘੇਰਦੀ ਹੈ, ਦੇ ਲਈ ਪਰਿਣਾਮੀ ਬਾਹਰੀ ਫਲਕਸ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਇਹ ਸਥਿਤੀ ਉਹਨਾਂ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰਾਂ ਦੇ ਲਈ ਬਿਲਕੁਲ ਵੱਖ ਹੈ, ਜੋ ਅਖੰਡ ਹਨ ਅਤੇ ਬੰਦ ਲੂਪ ਬਣਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਚਿੱਤਰ 5.3(a) ਯਾ 5.3(b) ਵਿਚ (i) ਯਾ (ii) ਦੁਆਰਾ ਅੰਕਿਤ ਗੌਸੀ ਸਤਹਿ ਦਾ ਨਿਰੀਖਣ ਕਰੋ। ਤੁਸੀਂ ਪਾਓਗੇ ਕਿ ਸਤਹਿ ਤੇ ਬਾਹਰ ਆਉਣ ਵਾਲੀ ਬਲ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆਂ ਇਸਦੇ ਅੰਦਰ, ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਨ ਵਾਲੀ ਸੰਖਿਆ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ। ਦੋਨਾਂ ਹੀ ਸਤ੍ਹਾਂ ਲਈ ਕੁਲ ਚੁੰਬਕੀ ਫਲਕਸ ਸਿਫਰ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਗੱਲ ਕਿਸੇ ਵੀ ਬੰਦ ਸਤ੍ਹ ਲਈ ਸੱਚ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 5.6

ਕਿਸੇ ਬੰਦ ਸਤ੍ਹਾ S ਦਾ ਇਕ ਛੋਟਾ ਸਦਿਸ਼ ਖੇਤਰਫਲ ਖੰਡ $\Delta\mathbf{S}$ ਲਓ। ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਚਿੱਤਰ 5.6 ਵਿੱਚ ਦਰਸ਼ਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ΔS ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲਾ ਚੁੰਬਕੀ ਫਲਕਸ $\Delta\phi_B = \mathbf{B}\cdot\Delta\mathbf{S}$, ਜਿੱਥੇ **B**, $\Delta\mathbf{S}$ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਹੈ। ਅਸੀਂ S ਨੂੰ ਕਈ ਛੋਟੇ-ਛੋਟੇ ਖੰਡਾਂ ਵਿੱਚ ਵੰਡ ਲੈਂਦੇ ਹਾ ਅਤੇ ਇਨ੍ਹਾਂ ਵਿਚੋਂ ਹਰੇਕ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲਾ ਫਲਕਸਾ ਦਾ ਮਾਣ ਅਲਗ-ਅਲਗ ਕੱਢਦੇ ਹਾਂ। ਤਦੋਂ ਕੁਲ ਫਲਕਸ ϕ_B ਦਾ ਮਾਨ ਹੈ,

$$\phi_B = \sum_{\text{ਸਾਰੇ}} \phi_B = \sum_{\text{ਸਾਰੇ}} \mathbf{B}\cdot\Delta\mathbf{S} = 0 \quad (5.9)$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਜਿੱਥੇ ਸਾਰੇ ਦਾ ਅਰਥ ਹੈ ਸਾਰੇ ਖੇਤਰਫਲ ਖੰਡ $\Delta\mathbf{S}'$ ਇਸਦੀ ਤੁਲਨਾ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਤੇ ਗੌਸ ਨਿਯਮ ਨਾਲ ਕਰੋ। ਜਿੱਥੇ ਇਕ ਬੰਦ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲਾ ਫਲਕਸ

$$\sum \mathbf{E}\cdot\Delta\mathbf{S} = \frac{q}{\varepsilon_0}$$

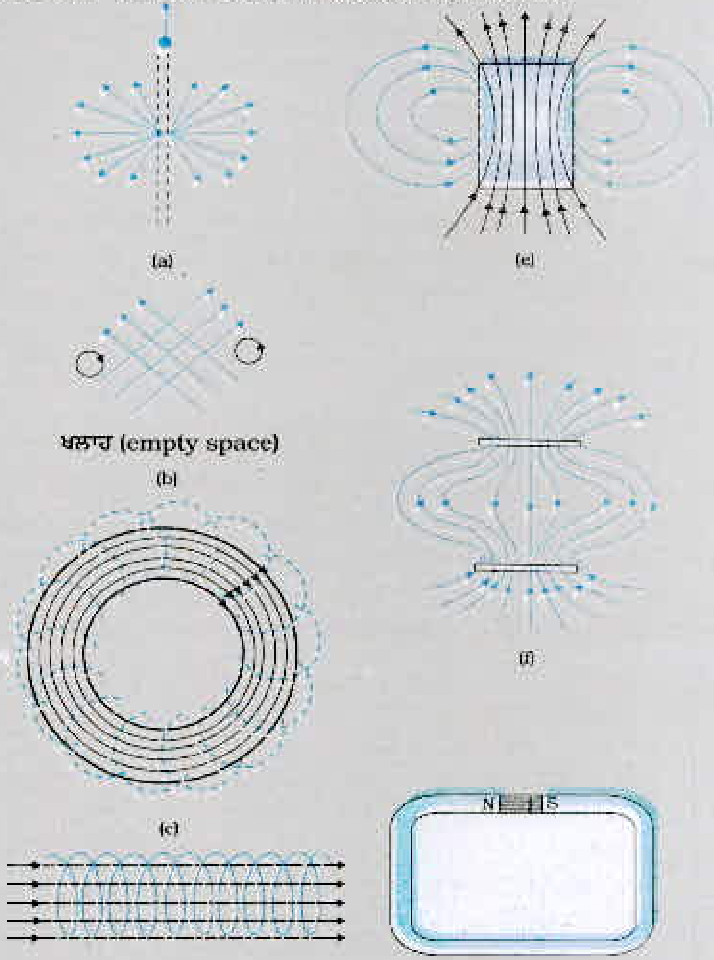
ਜਿੱਥੇ q ਬੰਦ ਸਤ੍ਹਾ ਦੁਆਰਾ ਘਿਰਿਆ ਚਾਰਜ ਹੈ।

ਚੁੰਬਕਤਵ ਅਤੇ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਦੇ ਗੌਸ ਨਿਯਮ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦਾ ਅੰਤਰ ਇਸੇ ਤੱਥ ਦੀ ਅਭਿਵਿਅਕਤੀ ਹੈ ਕਿ ਵੱਖ ਚੁੰਬਕੀ ਧਰੁਵਾਂ (Isolated magnetic poles) (ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਇਕ ਧਰੁਵ (monopoles) ਵੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ) ਦੀ ਹੋਂਦ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ। B ਦਾ ਕੋਈ ਸ੍ਰੋਤ ਅਤੇ ਸਿੰਕ (Sink) ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਸਰਲਤਮ ਚੁੰਬਕੀ ਖੰਡ ਇਕ ਡਾਈਪੋਲ ਯਾ ਬਿਜਲੀ ਲੂਪ ਹੈ। ਸਾਰੀ ਚੁੰਬਕੀ ਪਰਿਘਟਨਾਵਾਂ ਇਕ ਬਿਜਲਈ ਲੂਪ ਅਤੇ ਯਾ ਡਾਈਪੋਲ ਵਿਵਸਥਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਸਮਝਾਈ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ।

ਚੁੰਬਕਤਵ ਲਈ ਗਾਉਸ ਦਾ ਨਿਯਮ ਹੈ—

ਕਿਸੇ ਵੀ ਬੰਦ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲਾ ਕੁਲ ਚੁੰਬਕੀ ਫਲਕਸ ਹਮੇਸ਼ਾ ਜ਼ਿਫਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 5.6 ਹੇਠਾਂ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਚਿੱਤਰ, ਵਿੱਚੋਂ ਦੀ ਕਈ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਗਲਤ ਦਰਸ਼ਾਈ ਗਈ ਹਨ [ਚਿੱਤਰ ਵਿਚ ਮੋਟੀ ਰੇਖਾਵਾਂ] ਪਹਿਚਾਨੋ ਕਿ ਉਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਕੀ ਗਲਤੀ ਹੈ? ਇਨ੍ਹਾਂ ਵਿਚੋਂ ਕੁਝ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਠੀਕ-ਠਾਕ ਦਰਸ਼ਾਈ ਗਈ ਹੈ। ਦੱਸੋ, ਉਹ ਕਿਹੜੇ ਚਿੱਤਰ ਹਨ?



(a) (e)

ਖਲਾਹ (empty space)

(b)

(c) (f)

(d) (g)

ਚਿੱਤਰ 5.7

ਉਦਾਹਰਨ 5.6

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਹੱਲ—

(a) *ਗਲਤ ਹੈ।* ਚੁੰਬਕੀ ਬਲ ਰੇਖਾਵਾਂ ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਹੀਂ ਨਿਕਲ ਸਕਦੀ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਵਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਬੰਦ ਸਤ੍ਹਾਂ ਤੇ **B** ਦਾ ਕੁਲ ਫਲਕਸ ਹਮੇਸ਼ਾ ਸਿਫਰ ਹੀ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਭਾਵ, ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਜਿੰਨਿਆਂ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਸਤ੍ਹਾ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਦੀ ਹਨ ਉਨਿਆਂ ਹੀ ਇਸਤੋਂ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲਣੀਆਂ ਚਾਹੀਦੀਆਂ ਹਨ। ਵਿਖਾਈ ਗਈ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ, ਅਸਲ ਵਿੱਚ, ਇੱਕ ਲੰਬੇ ਧਨ-ਚਾਰਜਿਤ ਤਾਰ ਦਾ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦਰਸਾਉਂਦੀ ਹਨ। ਸਹੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਅਧਿਆਇ 4 ਵਿਚ ਦੱਸਿਆ ਗਿਆ ਹੈ, ਸਿੱਧੇ ਤਾਰਾਂ ਨੂੰ ਚਾਰਾਂ ਪਾਸੇ ਘੇਰਨ ਵਾਲੇ ਗੋਲੇ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਹੈ।

(b) *ਗਲਤ ਹੈ।* ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ (ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਵਾਂਗ) ਕਦੇ ਵੀ ਇਕ ਦੂਸਰੇ ਨੂੰ ਕੱਟਦੀ ਨਹੀਂ। ਕਿਉਂਕੀ, ਨਹੀਂ ਤਾਂ ਕਾਟ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੁਅਰਥੀ ਹੋ ਜਾਵੇਗੀ। ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਇਕ ਗਲਤੀ ਹੋਰ ਵੀ ਹੈ। ਸਥਿਰ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਮੁਕਤ ਅਕਾਸ਼ ਵਿੱਚ ਕਦੇ ਵੀ ਬੰਦ ਵੱਕਰ ਨਹੀਂ ਬਣਾ ਸਕਦੀ। ਸਥਿਰ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਂ ਦੇ ਬੰਦ ਲੂਪ ਨੂੰ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਰੂਪ ਨਾਲ ਇਕ ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਪ੍ਰਦੇਸ਼ ਨੂੰ ਘੇਰਨਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚੋਂ ਦੀ ਹੋਕੇ ਬਿਜਲੀ ਵਗ ਰਹੀ ਹੈ। [ਇਸਦੇ ਉਲਟ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਕਦੇ ਵੀ ਬੰਦ ਲੂਪ ਨਹੀਂ ਬਣਾ ਸਕਦੀ, ਨਾ ਤਾ ਮੁਕਤ ਆਕਾਸ਼ ਵਿੱਚ ਅਤੇ ਨਾ ਹੀ ਤਦੋਂ ਜਦੋਂ ਲੂਪ ਚਾਰਜ ਨੂੰ ਘੇਰਦੇ ਹਨ।]

(c) *ਠੀਕ ਹੈ।* ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਕ ਟਾਈਰਾਈਡ ਵਿਚ ਸਮਾਈ ਹੋਈ ਹੈ। ਇਥੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੁਆਰਾ ਬੰਦ ਲੂਪ ਬਣਾਉਣ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਗਲਤੀ ਨਹੀਂ ਹੈ, ਕਿਉਂਕਿ ਹਰੇਕ ਲੂਪ ਇਕ ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਘੇਰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚੋਂ ਦੀ ਹੋਕੇ ਬਿਜਲੀ ਗੁਜਰਦੀ ਹੈ। ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ ਚਿੱਤਰ ਵਿਚ ਸਪਸ਼ਟਤਾ ਲਿਆਉਣ ਲਈ ਹੀ, ਟਾਰਾਈਡ ਦੇ ਅੰਦਰ ਸਿਰਫ ਕੁਝ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦਰਸ਼ਾਈ ਗਈ ਹਨ। ਤੱਥ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਟਾਰਾਈਡ ਦੇ ਫੇਰਿਆ ਦੇ ਅੰਦਰ ਦੇ ਪੂਰੇ ਭਾਰ ਵਿੱਚ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਮੌਜੂਦ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ।

(d) *ਗਲਤ ਹੈ।* ਸਾਲੇਨਾਈਡ ਦੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ, ਇਸਦੇ ਸਿਰਿਆ ਤੇ ਅਤੇ ਇਸਦੇ ਬਾਹਰ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਿੱਧੀ ਅਤੇ ਮਿਸਟੀ ਹੋਈ ਨਹੀਂ ਹੋ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਇੰਝ ਹੋਣ ਤੇ ਐਂਪੀਅਰ ਦਾ ਨਿਯਮ ਭੰਗ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਰੇਖਾਵਾਂ ਸਿਰਿਆ ਤੇ ਗੋਲਾਕਾਰ ਹੋ ਜਾਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹਨ ਅਤੇ ਅੰਤ ਵਿੱਚ ਮਿਲ ਕੇ ਬੰਦ ਵਕਰ ਬਣਾਉਣੇ ਚਾਹੀਦੇ ਹਨ।

(e) *ਸਹੀ ਹੈ।* ਇੱਕ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਅੰਦਰ ਅਤੇ ਬਾਹਰ ਦੋਨੋ ਪਾਸੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਅੰਦਰ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਤੇ ਚੰਗੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਧਿਆਨ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇ। ਸਾਰੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਉੱਤਰ ਧਰੁਵ ਤੋਂ ਨਹੀਂ ਨਿਕਲਦੀ (ਅਤੇ ਨਾ ਹੀ ਦੱਖਣੀ ਧਰੁਵ ਤੇ ਖ਼ਤਮ ਹੁੰਦੀ ਹੈ) N-ਧਰੁਵ ਅਤੇ S-ਧਰੁਵ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਖੇਤਰ ਦੇ ਕਾਰਣ ਕੁਲ ਫਲਕਸ ਸਿਫਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

(f) *ਗਲਤ ਹੈ।* ਸੰਭਾਵਨਾ ਇਹੀ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਨਹੀਂ ਦਰਸਾਉਂਦੀ। ਉੱਪਰੀ ਭਾਗ ਨੂੰ ਵੇਖੋ। ਸਾਰੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਸੇਡਿਡ (Shaded) ਪਲੇਟ ਤੋਂ ਨਿਕਲਦੀ ਜਾਪਦੀ ਹਨ। ਇਸ ਪਲੇਟ ਨੂੰ ਘੇਰਨ ਵਾਲੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲੇ ਖੇਤਰ ਦਾ ਕੁਲ ਫਲਕਸ ਸਿਫਰ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਸੰਦਰਭ ਵਿੱਚ ਇਹੋ ਜਿਹਾ ਹੋਣਾ ਸੰਭਵ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਦਿਖਾਈ ਗਈ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ, ਅਸਲ ਵਿੱਚ, ਧੰਨਚਾਰਿਜਤ ਉਪਰੀ ਪਲੇਟ ਅਤੇ ਰਿਣ ਚਾਰਜਿਤ ਨਿਚਲੀ ਪਲੇਟ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਹਨ। [ਚਿੱਤਰ 5.7(e) ਅਤੇ (f)] ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੇ ਅੰਤਰ ਨੂੰ ਧਿਆਨ ਨਾਲ ਗ੍ਰਹਿਣ ਕਰਨਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ।

(g) *ਗਲਤ ਹੈ।* ਦੋ ਧਰੁਵਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ, ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ, ਠੀਕ ਸਰਲ ਰੇਖਾਵਾਂ ਨਹੀਂ ਹੋ ਸਕਦੀ। ਰੇਖਾਵਾਂ ਵਿਚ ਕੁਝ ਫੈਲਾਵ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ ਨਹੀਂ ਤਾਂ ਐਂਪੀਅਰ ਦਾ ਨਿਯਮ ਭੰਗ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਇਹ ਗੱਲ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਲਈ ਵੀ ਲਾਗੂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 5.7

(a) ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ (ਹਰ ਬਿੰਦੂ ਤੇ) ਉਹ ਦਿਸ਼ਾ ਦਸਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ (ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਰਖੀ) ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ ਸੰਕੇਤ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਕਿ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਗਤੀਮਾਨ ਚਾਰਜਿਤ ਕਣ ਤੇ ਆਰੋਪਿਤ ਬਲ ਰੇਖਾਵਾਂ ਵੀ ਹਨ?

(b) ਇੱਕ ਟਾਰਾਈਡ ਵਿੱਚ ਤਾਂ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੋਰ ਦੇ ਅੰਦਰ ਸੀਮਿਤ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ, ਪਰੰਤੂ ਸਾਲੇਨਾਈਡ ਵਿਚ ਇੰਝ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਕਿਓਂ?

(c) ਜੇ ਚੁੰਬਕੀ ਇਕਲੇ ਧਰੁਵਾਂ ਦੀ ਹੋਂਦ ਹੁੰਦੀ ਤਾਂ ਚੁੰਬਕਤਵ ਸੰਬੰਧੀ ਗੌਸ ਨਿਯਮ ਕੀ ਰੂਪ ਲੈਂਦਾ?

(d) ਕੀ ਕੋਈ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਆਪਣੇ ਖੇਤਰ ਦੀ ਵਜ੍ਹਾ ਨਾਲ ਆਪਣੇ ਉੱਤੇ ਟਾਰਕ ਆਰੋਪਿਤ ਕਰਦੀ ਹੈ? ਕਿ ਕਿਸੇ ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਤਾਰ ਦਾ ਇੱਕ ਖੰਡ ਉਸੇ ਤਾਰ ਦੇ ਦੂਸਰੇ ਖੰਡ ਤੇ ਬਲ ਆਰੋਪਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ।

(e) ਗਤੀਮਾਨ ਚਾਰਜਾ ਦੇ ਕਾਰਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਉਤਪੰਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਕਿ ਕੋਈ ਇਹੋ ਜਿਹੀ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਹੈ ਜਿਸਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੰਟ ਹੋਵੇਗਾ, ਭਾਵੇ ਉਸਦਾ ਕੁਲ ਚਾਰਜ ਸਿਫਰ ਹੈ?

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਉਦਾਹਰਨ 5.7

ਹੱਲ—

(a) ਨਹੀਂ, ਚੁੰਬਕੀ ਬਲ ਹਮੇਸ਼ਾ **B** ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਚੁੰਬਕੀ ਬਲ $= q\mathbf{v} \times \mathbf{B}$) ਇਸ ਲਈ **B** ਦੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਨੂੰ ਬਲ ਰੇਖਾਵਾਂ ਕਹਿਣਾ ਭਰਮ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ।

(b) ਜੇ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਸਿਰਫ ਸਿੱਧੀ ਸਾਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਦੋ ਸਿਰਿਆ ਦੇ ਵਿੱਚ ਸੀਮਿਤ ਹੋਂਦੀ ਤਾਂ ਹਰੇਕ ਸਿਰੇ ਦੇ ਅਨੁਪ੍ਰਸਥ ਕਾਟ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲਾ ਫਲਕਸ ਸਿਫਰ ਨਾ ਹੋਂਦਾ। ਪਰੰਤੂ, ਖੇਤਰ **B** ਦਾ ਕਿਸੇ ਬੰਦ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲਾ ਫਲਕਸ ਤਾ ਹਮੇਸ਼ਾ ਸਿਫਰ ਹੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਟਾਰਾਈਡ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਇਹ ਸਮਸਿਆ ਹੀ ਖੜੀ ਨਹੀਂ ਹੋਂਦੀ ਕਿਉਂਕਿ ਇਸਦੇ ਕੋਈ ਸਿਰੇ ਨਹੀਂ ਹੋਦੇਂ।

(c) ਚੁੰਬਕਤਵ ਸੰਬੰਧੀ ਗੌਸ ਦਾ ਨਿਯਮ ਇਹ ਕਹਿੰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਖੇਤਰ **B** ਦੇ ਕਾਰਨ ਕਿਸੇ ਬੰਦ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲਾ ਫਲਕਸ ਹਮੇਸ਼ਾ ਸਿਫ਼ਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿਸੇ ਬੰਦ ਸਤ੍ਹਾ ਲਈ $\int_S \mathbf{B}\cdot d\mathbf{s} = 0$.

ਜੇ ਇਕੱਲੇ ਧਰੁਵਾਂ ਦੀ ਹੋਂਦ ਹੁੰਦੀ ਤਾ (ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਦੇ ਗੌਸ ਨਿਯਮ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ) ਸਮੀਕਰਨ ਦੇ ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ ਸਤ੍ਹਾ S ਤੋਂ ਘਿਰੇ ਇਕੱਲੇ ਧਰੁਵ (ਚੁੰਬਕੀ ਚਾਰਜਾਂ) q_m ਦਾ ਜੋੜ ਆਉਂਦਾ। ਭਾਵ ਸਮੀਕਰਨ ਦਾ ਰੂਪ ਹੁੰਦਾ $\int_S \mathbf{B}\cdot d\mathbf{s} = \mu_0 q_m$ ਜਿਥੇ q_m, S ਤੋਂ ਘਿਰਿਆ ਚੁੰਬਕੀ (ਇਕੱਲਾ ਧਰੁਵ) ਹੈ।

(d) ਨਹੀਂ। ਤਾਰ ਦੇ ਛੋਟੇ ਖੰਡ ਦੁਆਰਾ ਉਤਪੰਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਕਾਰਨ ਇਸਦੇ ਆਪਣੇ ਉੱਤੇ ਕੋਈ ਬਲ ਯਾ ਟਾਰਕ ਨਹੀਂ ਲਗਦਾ। ਪਰੰਤੂ ਇਸਦੇ ਕਾਰਨ ਉਸੇ ਤਾਰ ਦੇ ਦੂਸਰੇ ਛੋਟੇ ਖੰਡ ਤੇ ਬਲ (ਯਾ ਟਾਰਕ) ਲਗਦਾ ਹੈ। (ਸਿੱਧੇ ਤਾਰ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਮਾਮਲੇ ਵਿੱਚ, ਇਹ ਬਲ ਸਿਫ਼ਰ ਹੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।)

(e) ਹਾਂ। ਸੰਪੂਰਨ ਵਿਵਸਥਾ ਨੂੰ ਵੇਖਿਏ ਤਾ ਸਾਰੇ ਚਾਰਜਾ ਦਾ ਔਸਤ ਸਿਫਰ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਫਿਰ ਵੀ, ਇਹ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਲੂਪਾਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਉਤਪੰਨ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੰਟ ਦਾ ਔਸਤ ਸਿਫ਼ਰ ਨਾ ਹੋਵੇ। ਸਾਡੇ ਸਾਹਮਣੇ ਅਨੁਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥਾ ਦੇ ਕੇਸ ਵਿਚ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਕਈ ਉਦਾਹਰਨ ਆਉਣਗੇ ਜਿੱਥੇ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦਾ ਚਾਰਜ ਸਿਫਰ ਹੈ ਪਰੰਤੂ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦਾ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੰਟ ਸਿਫਰ ਨਹੀਂ ਹੈ।

5.4 ਭੂ-ਚੁੰਬਕਤਵ (THE EARTH S MAGNETISM)

ਅਸੀਂ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਜ਼ਿਕਰ ਪਹਿਲਾ ਵੀ ਕੀਤਾ ਹੈ। ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਇਸਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਵੱਖ-2 ਸਥਾਨਾਂ ਤੇ ਵੱਖਰੀ-ਵੱਖਰੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਪਰ ਇਸਦਾ ਮਾਨ 10^{-5}T ਦੀ ਕੋਟੀ ਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਕਾਰਨ ਕੀ ਹੈ, ਇਹ ਬਹੁਤ ਸਾਫ਼ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਸ਼ੁਰੂ ਵਿੱਚ ਇਹ ਸੋਚਿਆ ਗਿਆ ਕਿ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਇਸਦੇ ਅੰਦਰ ਬਹੁਤ ਗਹਿਰਾਈ ਵਿਚ ਰੱਖੇ ਇਕ ਵਿਸ਼ਾਲ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੈ ਜੋ ਲਗਪਗ ਘੁੰਮਣ ਧੁਰੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ ਇਹ ਸਰਲ ਚਿੱਤਰ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਰੂਪ ਨਾਲ ਸਹੀ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਹੁਣ ਇਹ ਮੰਨਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਇਸਦੇ ਬਾਹਰੀ ਕੋਰ ਦੇ ਧਾਤਵਿਕ ਤਰਲਾਂ (ਜੋ ਜ਼ਿਆਦਾਤਰ ਪਿਘਲਿਆ ਲੋਹਾ ਤੇ ਨਿਕਲ ਹੈ) ਦੀ ਸੰਵਾਹਿਕ ਗਤੀ ਦੇ ਕਾਰਨ ਉਤਪੰਨ ਬਿਜਲੀ ਧਾਰਾਵਾਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੋਂਦ ਵਿਚ ਆਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਸਨੂੰ ਡਾਈਨੇਮੋ ਪ੍ਰਭਾਵ (DYNAMO EFFECT) ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੇ ਰੱਖੇ (ਕਾਲਪਨਿਕ) ਚੁੰਬਕੀ ਡਾਈਪੋਲ ਦੇ ਵਰਗੀ ਹੀ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਸ ਡਾਈਪੋਲ ਦਾ ਧੁਰਾ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਘੁੰਮਣ ਧੁਰੇ ਦੇ ਸੰਪਾਤੀ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸਗੋਂ ਵਰਤਮਾਨ ਵਿਚ ਇਸ ਤੋਂ ਲਗਪਗ 11.3° ਤੇ ਝੁਕਿਆ ਹੋਇਆ ਹੈ। ਇਸ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਤੋਂ ਦੇਖੀਏ ਤਾਂ ਚੁੰਬਕੀ ਧਰੁੱਵ ਉੱਥੇ ਸਥਿਤ ਹੈ, ਜਿੱਥੇ ਚੁੰਬਕੀ ਬਲ ਰੇਖਾਵਾਂ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਵਿਚ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ ਜਾਂ ਇਸਤੋਂ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲਦੀਆਂ ਹਨ। ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਉੱਤਰੀ ਚੁੰਬਕੀ ਧਰੁੱਵ ਦੀ ਸਥਿਤੀ 179.74° N ਅਕਸਾਂਸ ਅਤੇ 71.8° W ਦਿਸ਼ਾਂਤਰ ਤੇ ਹੈ। ਇਹ ਸਥਾਨ ਉੱਤਰੀ ਕੈਨੇਡਾ ਵਿੱਚ ਹੈ। ਚੁੰਬਕੀ ਦੱਖਣੀ ਧਰੁੱਵ ਆਂਟਾਰਟਿਕਾ ਵਿਚ, 79.74° S ਅਕਸਾਂਸ ਅਤੇ 108.22° E ਦਿਸ਼ਾਂਤਰ ਤੇ ਹੈ।

ਉਹ ਧਰੁੱਵ ਜੋ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਭੂਗੋਲਿਕ ਉੱਤਰੀ ਧਰੁੱਵ ਦੇ ਨਿਕਟ ਹੈ, ਉੱਤਰੀ ਚੁੰਬਕੀ ਧਰੁੱਵ ਕਹਿਲਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਭੂਗੋਲਿਕ ਦੱਖਣੀ ਧਰੁੱਵ ਦੇ ਨਿਕਟ ਸਥਿਤ ਧਰੁੱਵ ਦੱਖਣੀ ਚੁੰਬਕੀ ਧਰੁੱਵ ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਧਰੁਵਾਂ ਦੇ ਨਾਮਕਰਨਾਂ ਦੇ ਸੰਬੰਧ ਵਿੱਚ ਕੁੱਝ ਭਰਮ ਹਨ। ਜੇ ਤੁਸੀਂ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੀਆਂ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਨੂੰ ਵੇਖੋ। (ਚਿੱਤਰ 5.8) ਤਾ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਉੱਲਟ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਉੱਤਰੀ

PHYSICS

Geomagnetic field frequently asked questions
http://www.ngdc.noaa.gov/geomag/

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਚੁੰਬਕੀ ਧਰੁੱਵ (N_m) ਤੋਂ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਅੰਦਰ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ ਅਤੇ ਦੱਖਣੀ ਚੁੰਬਕੀ ਧਰੁੱਵ (S_m) ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਆਉਂਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਹ ਪਰੰਪਰਾ ਇਸ ਲਈ ਸ਼ੁਰੂ ਹੋਈ ਕਿਉਂਕਿ ਚੁੰਬਕੀ ਉੱਤਰ ਉਹ ਦਿਸ਼ਾ ਸੀ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ ਦਾ ਉੱਤਰੀ ਸਿਰਾ ਸੰਕੇਤ ਕਰਦਾ ਸੀ; ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਧਰੁੱਵ ਨੂੰ ਉਤਰੀ ਧਰੁੱਵ ਇਸ ਲਈ ਕਿਹਾ ਗਿਆ ਕਿਉਂਕਿ ਉਹ ਉੱਤਰ ਦਿਸ਼ਾ ਦਾ ਗਿਆਨ ਕਰਾਉਣ ਵਿੱਚ ਸਹਾਇਕ ਸੀ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਾਸਤਵ ਵਿੱਚ ਉੱਤਰੀ ਚੁੰਬਕੀ ਧਰੁੱਵ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਅੰਦਰ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਦੱਖਣੀ ਧਰੁੱਵ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਵਹਾਰ ਕਰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਦੱਖਣੀ ਚੁੰਬਕੀ ਧਰੁੱਵ ਇਸ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਉੱਤਰੀ ਧਰੁੱਵ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ।

ਉਦਾਹਰਨ 5.8

ਉਦਾਹਰਨ 5.8 ਵਿਸ਼ੁਵਤ ਰੇਖਾ ਤੇ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਲਗਭਗ 0.4 G ਹੈ। ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰੋ।

ਹੱਲ— ਸਮੀਕਰਨ (5.7) ਅਨੁਸਾਰ ਵਿਸ਼ੁਵਤੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ

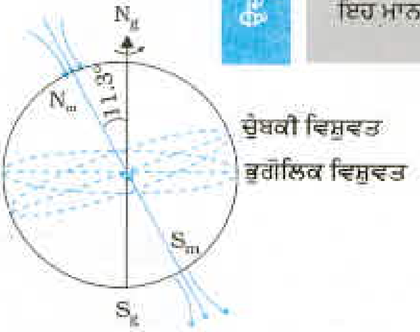
$$B_E = \frac{\mu_0 m}{4\pi r^3}$$

ਦਿੱਤਾ ਹੈ; $B_E = 0.4 \text{ G} = 4 \times 10^{-5} \text{T}$, r ਇੱਥੇ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਹੈ, 6.4×10^6 m. ਇਸ ਲਈ

$$m = \frac{4 \times 10^{-5} \times (6.4 \times 10^6)^3}{\mu_0/4\pi} = 4 \times 10^2 \times (6.4 \times 10^6)^3 \quad (\mu_0/4\pi = 10^{-7})$$

$$= 1.05 \times 10^{23} \text{ A m}^2$$

ਇਹ ਮਾਨ ਭੂ-ਚੁੰਬਕਤਵ ਸੰਬੰਧੀ ਪੁਸਤਕਾਂ ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਮਾਣ 8×10^{22} A m^2 ਦੇ ਬਹੁਤ ਨਿਕਟ ਹੈ।

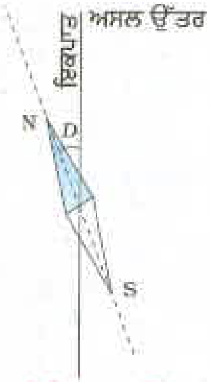


ਚਿੱਤਰ 5.8 ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਇਕ ਵਿਸ਼ਾਲ ਚੁੰਬਕੀ ਡਾਈਪੋਲ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ

5.4.1 ਚੁੰਬਕੀ ਇਕਪਾਤ ਅਤੇ ਡਿਪ

(Magnetic declination and dip)

ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਕੋਈ ਬਿੰਦੂ ਲਓ। ਇਸ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲਾ ਦੇਸ਼ਾਂਤਰ ਵ੍ਰਿਤ ਭੂਗੋਲਿਕ ਉੱਤਰ-ਦੱਖਣ ਦਿਸ਼ਾ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਜਿਸਦੀ ਉੱਤਰੀ ਧਰੁਵ ਵੱਲ ਜਾਣ ਵਾਲੀ ਰੇਖਾ ਯਥਾਰਤ ਉੱਤਰ ਵੱਲ ਇਸ਼ਾਰਾ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਦਿਸ਼ਾਂਤਰ ਗੋਲੇ ਅਤੇ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਘੁੰਮਣ ਧੁਰੇ ਤੋਂ ਗੁਜ਼ਰਨ ਵਾਲਾ ਲੰਬਵੱਤ ਤਲ ਭੂਗੋਲਿਕ ਮੈਰੀਡੀਅਨ (Geographic Meridian) ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਤੁਸੀਂ ਕਿਸੇ ਸਥਾਨ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਮੈਰੀਡੀਅਨ (Magnetic Meridian) ਵੀ ਉਸ ਸਥਾਨ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਉੱਤਰੀ ਤੇ ਦੱਖਣੀ ਧਰੁੱਵਾਂ ਨੂੰ ਮਿਲ ਜਾਣ ਵਾਲੀ ਕਾਲਪਨਿਕ ਰੇਖਾ ਤੋਂ ਗੁਜ਼ਰਨ ਵਾਲੇ ਲੰਬਵਤ ਤਲ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਇਹ ਤਲ ਵੀ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਦਿਸ਼ਾਂਤਰ ਵਰਗੇ ਹੀ ਇਕ ਗੋਲੇ ਵਿੱਚ ਕੱਟੇਗਾ। ਇੱਕ ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ ਜੋ ਖਿਤਿਜ ਤਲ (Horizontal) ਵਿੱਚ ਘੁੰਮਣ ਲਈ ਸੁਤੰਤਰ ਹੈ, ਤਦੋਂ ਚੁੰਬਕੀ ਮੈਰੀਡੀਅਨ ਵਿਚ ਰਹੇਗੀ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਉੱਤਰੀ ਧਰੁੱਵ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਉੱਤਰੀ ਧਰੁੱਵ ਵਲ ਸੰਕੇਤ ਕਰੇਗਾ। ਕਿਉਂਕਿ ਚੁੰਬਕੀ ਧਰੁੱਵਾਂ ਨੂੰ ਮਿਲਾਉਣ ਵਾਲੀ ਰੇਖਾ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਭੂਗੋਲਿਕ ਧੁਰੇ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਕਿਸੇ ਕੋਣ ਤੇ ਝੁੱਕੀ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ, ਕਿਸੇ ਸਥਾਨ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਮੈਰੀਡੀਅਨ, ਭੂਗੋਲਿਕ ਮੈਰੀਡੀਅਨ ਨਾਲ ਇੱਕ ਕੋਣ ਬਣਾਉਂਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਉਹੀ ਕੋਣ ਹੈ, ਜੋ ਯਥਾਰਥ ਭੂਗੋਲਿਕ ਉੱਤਰ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ ਦੁਆਰਾ ਦਰਸ਼ਾਏ ਉੱਤਰ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਬਣਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਕੋਣ ਨੂੰ ਚੁੰਬਕੀ ਇਕਪਾਤ (magnetic declination) ਅਤੇ ਕੇਵਲ ਇਕਪਾਤ (declination) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। (ਚਿੱਤਰ 5.9)



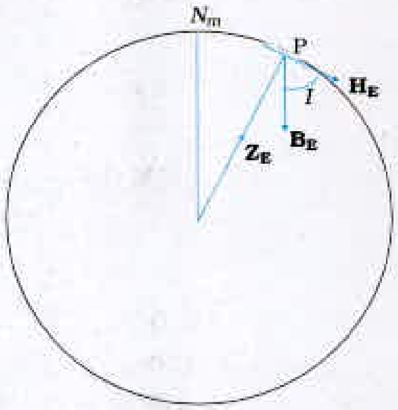
ਚਿੱਤਰ 5.9 ਖਿਤਿਜ ਤਲ ਵਿੱਚ ਘੁੰਮਣ ਲਈ ਸੁਤੰਤਰ ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ, ਚੁੰਬਕੀ ਉੱਤਰ-ਦੱਖਣ ਦਿਸ਼ਾ ਦਾ ਇਸ਼ਾਰਾ ਕਰਦੀ ਹੈ।

ਇਕਪਾਤ ਉਚਤਰ ਅਕਸਾਸ਼ਾਂ ਤੇ ਵੱਧ ਅਤੇ ਵਿਸ਼ੁਵਤ ਰੇਖਾ ਦੇ ਨੇੜੇ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਭਾਰਤ ਵਿਚ ਇਕਪਾਤ ਦਾ ਮਾਣ ਘੱਟ ਹੈ। ਇਹ ਦਿੱਲੀ ਵਿਚ 0°41′ E ਅਤੇ ਮੁੰਬਈ ਵਿਚ 0°58′ W ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਦੋਨਾਂ ਹੀ ਸਥਾਨਾਂ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ ਕਾਫ਼ੀ ਹੱਦ ਤੱਕ ਸਹੀ ਉੱਤਰ ਦਿਸ਼ਾ ਦਰਸਾਉਂਦੀ ਹੈ।

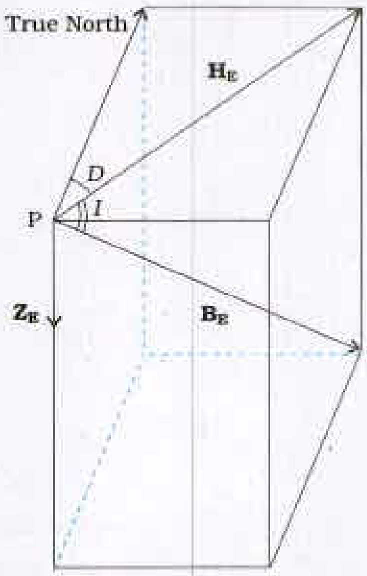
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਇੱਕ ਹੋਰ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਰਾਸ਼ੀ ਵੀ ਹੈ, ਜਿਸ ਵਿਚ ਤੁਹਾਡੀ ਰੁਚੀ ਹੋ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਜੇਕਰ ਕੋਈ ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ ਖਤਿਜ ਤਲ ਤੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪੂਰਨ ਸਤੁੰਲਨ ਵਿੱਚ ਹੋਵੇ ਕਿ ਚੁੰਬਕੀ ਮੇਰੀਡੀਅਨ ਦੇ ਤਲ ਵਿੱਚ ਘੁੰਮ ਸਕੇ ਤਾਂ ਇਹ ਸੂਈ ਖਤਿਜ ਨਾਲ ਇੱਕ ਕੋਣ ਬਣਾਏਗੀ। (ਚਿੱਤਰ 5.10) ਇਹ ਨਮਨ ਕੋਣ ਜਾਂ ਡਿਪਕੋਣ (angle of dip) ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਡਿਪ ਕੋਣ ਉਹ ਕੋਣ ਹੈ, ਜੋ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦਾ ਕੁੱਲ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ $\mathbf{B}_E$ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾਂ ਦੇ ਨਾਲ ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ। (ਚਿੱਤਰ 5.11) ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ P ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਮੇਰੀਡੀਅਨ ਤਲ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਤਲ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਤੋਂ ਗੁਜ਼ਰਨ ਵਾਲਾ ਇੱਕ ਖੰਡ ਹੈ। ਬਿੰਦੂ P ਤੇ ਕੁੱਲ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਇੱਕ ਖਤਿਜ $\mathbf{H}_E$ ਅਤੇ ਇਕ ਲੰਬਵੇਤ ਖੰਡ $\mathbf{Z}_E$ ਵਿੱਚ ਵਿਭਾਜਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। $\mathbf{B}_E$, $\mathbf{H}_E$ ਦੇ ਨਾਲ ਜੋ ਕੋਣ ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ, ਉਹੀ ਡਿਪ ਕੋਣ I ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 5.10 ਵਿਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਗੋਲਾ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਤੋਂ ਗੁਜ਼ਰਨ ਵਾਲਾ ਚੁੰਬਕੀ ਮੈਰੀਡੀਅਨ ਦਾ ਖੰਡ ਹੈ। B_E ਅਤੇ ਖਤਿਜ ਖੰਡ H_E ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਬਣਿਆ ਕੋਣ ਡਿਪ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 5.11 ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ $\mathbf{B}_E$ ਅਤੇ ਇਸਦੇ ਖਤਿਜ ਅਤੇ ਲੰਬਵਤ ਖੰਡ $\mathbf{H}_E$ ਅਤੇ $\mathbf{Z}_E$ ਇਕਪਾਤ ਕੋਣ D ਅਤੇ ਡਿਪਕੋਣ I ਵੀ ਦਰਸਾਏ ਗਏ ਹਨ।

ਜ਼ਿਆਦਾਤਰ ਉੱਤਰੀ ਗੋਲਾਰਥ ਵਿੱਚ ਨਮਨ ਗੋਲੇ ਦੀ ਸੂਈ ਦਾ ਉੱਤਰੀ ਧਰੁੱਵ ਹੇਠਾਂ ਵੱਲ ਝੁਕਿਆ ਹੋਇਆ ਹੈ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜ਼ਿਆਦਾਤਰ ਦੱਖਣੀ ਗੋਲਾਰਥ ਵਿੱਚ ਨਮਨ ਸੂਈ ਦਾ ਦੱਖਣੀ ਧਰੁੱਵ ਹੇਠਾਂ ਝੁੱਕਦਾ ਹੈ।

ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਸਥਿਤ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾ ਦੱਸਣ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਤਿੰਨ ਰਾਸ਼ੀਆਂ ਦਾ ਵਿਵਰਨ ਦੇਣਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਹਨ :- ਇਕਪਾਤ ਕੋਣ D, ਨਮਨ ਜਾਂ ਡਿਪ ਕੋਣ I ਅਤੇ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਖਤਿਜ ਖੰਡ H_E। ਇਹ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਘਟਕ ਕਹਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਇੱਥੇ ਲੰਬਵਤ ਘਟਕ

$$Z_E = B_E \sin I \qquad [5.10(a)]$$

ਖਤਿਜ ਘਟਕ

$$H_E = B_E \cos I \qquad [5.10(b)]$$

ਜਿਸਤੋਂ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

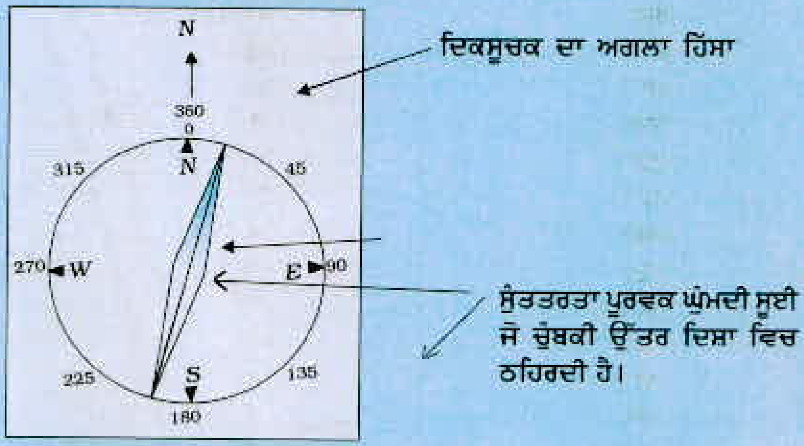
$$\tan I = \frac{Z_E}{H_E} \qquad [5.10(c)]$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਧਰੁੱਵਾਂ ਤੇ ਸਾਡੀ ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ ਨੂੰ ਕੀ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ?
WHAT HAPPENS TO MY COMPASS NEEDLES AT THE POLES?

ਚੁੰਬਕੀ ਦਿਸ਼ਾ ਸੂਚਕ ਵਿੱਚ ਇਕ ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ, ਇੱਕ ਧੁਰੀ ਤੇ ਸੁਤੰਤਰਤਾ ਪੂਰਵਕ ਘੁੰਮ ਸਕਦੀ ਹੈ, ਜਦੋਂ ਦਿਸ਼ਾ ਸੂਚਕ ਨੂੰ ਸਮਤਲ ਵਿਚ ਰੱਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਸਦੀ ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ ਉਸ ਸਥਾਨ ਤੇ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਖਤਿਜ ਖੰਡ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਠਹਿਰਦੀ ਹੈ। ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਕੁੱਝ ਸਥਾਨਾਂ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖਣਿਜਾਂ ਦੇ ਭੰਡਾਰ ਪਾਏ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਜਿਸਦੇ ਕਾਰਨ ਦਿਸ਼ਾ ਸੂਚਕ ਸੂਈ, ਚੁੰਬਕੀ ਮੈਰੀਡੀਅਨ ਤੋਂ ਹੱਟ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਸਥਾਨ ਤੇ ਇਕਪਾਤ ਦਾ ਗਿਆਨ ਸਾਨੂੰ ਉਸ ਸਥਾਨ ਤੇ ਇਕਸੂਚਕ ਸੂਈ ਦੇ ਮਾਨ ਵਿੱਚ ਸ਼ੋਧ ਕਰਕੇ ਯਥਾਰਤ ਉੱਤਰ ਦਿਸ਼ਾ ਜਾਨਣ ਵਿਚ ਸਹਾਇਤਾ ਕਰਦਾ ਹੈ।



ਇਸ ਲਈ ਚੁੰਬਕੀ ਸੁਈ ਨੂੰ ਧਰੁੱਵਾਂ ਤੇ ਲੈ ਜਾਣ ਤੇ ਕੀ ਪ੍ਰਣਾਮ ਹੋਵੇਗਾ। ਧਰੁੱਵ ਤੇ ਜਾਂ ਤਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਲੰਬਵਤ ਅਭਿਸ਼ਰਿਤ (converging) ਹੋਣਗੀਆਂ ਜਾਂ ਅਪਸ਼ਰਿਤ (diverging) ਹੋਣਗੀਆਂ, ਇਸ ਨਾਲ ਖਤਿਜ ਘਟਕ ਦਾ ਮਾਨ ਨਾ ਬਰਾਬਰ ਹੋਵੇਗਾ। ਜੇ ਸੂਈ ਸਿਰਫ ਖਤਿਜ ਤਲ ਵਿਚ ਹੀ ਘੁੰਮਣ ਲਈ ਸੁਤੰਤਰ ਹੋਵੇਗੀ ਤਾਂ ਇਹ ਕਿਸੇ ਵੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਸੰਕੇਤ ਕਰ ਸਕਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਕਾਰਨ ਇਕ ਸੂਚਕ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਸਦੀ ਕੋਈ ਉਪਯੋਗਤਾ ਨਹੀਂ ਰਹਿ ਜਾਵੇਗੀ। ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿਚ ਜਿਸ ਵਸਤੂ ਦੀ ਸਾਨੂੰ ਲੋੜ ਹੈ ਉਹ ਹੈ ਨਮਨ ਦਰਸ਼ੀ ਸੂਈ, ਜੋ ਇੱਕ ਐਸੀ ਦਿੱਕ ਸੂਚਕ ਸੂਈ ਹੈ, ਜਿਸਨੂੰ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਨਾਲ ਯੁਕਤ ਲੰਬਵਤ ਤਲ ਵਿੱਚ ਘੁੰਮਣ ਲਈ ਧੁਰੀ ਤੇ ਰੱਖਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਤਦੋਂ ਇਸ ਦਿੱਕ ਸੂਚਕ ਦੀ ਸੂਈ, ਉਹ ਕੋਣ ਦਰਸਾਉਂਦੀ ਹੈ, ਜੋ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਲੰਬਵਤ ਤਲ ਨਾਲ ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਚੁੰਬਕੀ ਧਰੁਵਾਂ ਤੇ ਇਹ ਸੂਈ ਸਿੱਧੇ ਹੇਠਾਂ ਵੱਲ ਇਸ਼ਾਰਾ ਕਰਦੀ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 5.9 ਕਿਸੇ ਸਥਾਨ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਮੈਰੀਡੀਅਨ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਖਿਤਿਜ ਖੰਡ 0.26G ਹੈ ਅਤੇ ਨਮਨ ਕੋਣ 60° ਹੈ। ਇਸ ਸਥਾਨ ਤੇ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਕੀ ਹੈ?

ਹੱਲ—

ਇਹ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ $H_E = 0.26$ G, ਚਿੱਤਰ 5.11 ਤੋਂ ਅਸੀਂ ਪਾਉਂਦੇ ਹਾਂ–

$$\cos 60^0 = \frac{H_E}{B_E}$$

$$B_E = \frac{H_E}{\cos 60^0}$$

$$= \frac{0.26}{(1/2)} \quad 0.52\text{G}$$

ਉਦਾਹਰਨ 5.9

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ (EARTH S MAGNETIC FIELD)

ਇਹ ਨਹੀਂ ਮਣਨਾ ਚਾਹੀਦਾ ਕਿ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਅੰਦਰ ਕੋਈ ਵਿਸ਼ਾਲ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਰਖਿਆ ਹੈ ਜੋ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਲਈ ਉਤਰਦਾਈ ਹੈ। ਭਾਵੇ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਅੰਦਰ ਲੋਹੇ ਦੇ ਭਰਪੂਰ ਭੰਡਾਰ ਹਨ ਪਰੰਤੂ ਇਸਦੀ ਸੰਭਾਵਨਾ ਬਹੁਤ ਹੀ ਘੱਟ ਹੈ ਕਿ ਲੋਹੇ ਦਾ ਕੋਈ ਵਿਸ਼ਾਲ ਠੋਸ ਖੰਡ ਚੁੰਬਕੀ ਉੱਤਰੀ ਧਰੁਵ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਦੱਖਣੀ ਧਰੁਵ ਤਕ ਫੈਲਿਆ ਹੋਵੇ। ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦਾ ਕੋਰ ਬਹੁਤ ਗਰਮ ਅਤੇ ਪਿਘਲੀ ਹੋਈ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਹੈ ਅਤੇ ਲੋਹੇ ਅਤੇ ਨਿਕਲ ਦੇ ਆਇਣ (ion) ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਲਈ ਉੱਤਰਦਾਈ ਹੈ। ਇਹ ਪਰਿਕਲਪਨਾ ਸੰਭਾਵਿਤ ਲਗਦੀ ਹੈ। ਚੰਨ ਜਿਥੇ ਕੋਈ ਪਿਘਲਿਆ ਕੋਰ ਨਹੀਂ ਹੈ, ਇਸ਼ਦਾ ਕੋਈ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵੀ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਸ਼ੁਕਰ ਗ੍ਰਹਿ ਜਿਸਦੀ, ਘੁੰਮਣ ਗਤੀ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੈ ਇਸਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵੀ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੈ, ਜਦਕਿ ਬ੍ਰਿਹਿਸਪਤੀ, ਜਿਸਦੀ ਘੁੰਮਣ ਗਤੀ ਗ੍ਰਿਹਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਸਭ ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੈ, ਇਸਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵੀ ਬਹੁਤ ਪ੍ਰਭਾਵਸ਼ਾਲੀ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ ਇਨ੍ਹਾਂ ਪਰਿਵਾਹੀ ਧਾਰਵਾਂ ਦੀ ਉਤਪਤੀ ਦੇ ਸਹੀ ਕਾਰਨ ਅਤੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਬਣਾਏ ਰੱਖਣ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਊਰਜਾ ਆਦਿ ਨੂੰ ਬੜੀ ਚੰਗੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਾਲ ਸਮਝਿਆ ਨਹੀਂ ਜਾ ਸਕਿਆ ਹੈ। ਇਹ ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਪ੍ਰਸ਼ਨ ਹਨ ਜੋ ਨਿਰੰਤਰ ਸ਼ੋਧ ਦੇ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਖੇਤਰ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦੇ ਹਨ।

ਸਥਾਨ ਪਰਿਵਰਨ ਦੇ ਨਾਲ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿਚ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਪਰਿਵਰਤਨ ਵੀ ਅਧਿਐਨ ਦਾ ਰੋਚਕ ਵਿਸ਼ਾ ਹੈ। ਸੂਰਜ ਤੋਂ ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਚਾਰਜਿਤ ਕਣ ਇੱਕ ਪ੍ਰਵਾਹ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਵੱਲ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਜਿਸਨੂੰ ਸੌਰ ਪਵਨ (Solar wind) ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਕਣਾ ਦੀ ਗਤੀ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਨਾਲ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਆਪ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿਵਸਥਾ ਵਿਚ ਬਦਲਾਵ ਲਿਆ ਦਿੰਦੇ ਹਨ। ਧਰੁਵਾਂ ਦੇ ਨਿਕਟ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਸੰਰਚਨਾ ਹੋਰ ਭਾਗਾਂ ਤੋਂ ਬਿਲਕੁੱਲ ਵੱਖ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਪਰਿਵਰਤਨ ਵੀ ਕੋਈ ਘੱਟ ਮਨ ਲੁਭਾਵਨੇ ਨਹੀਂ ਹਨ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਵਿਚ ਅਲਪ ਸਮੇਂ ਦੇ ਪਰਿਵਰਤਨ ਵੀ ਸ਼ਾਮਿਲ ਹਨ, ਜੋ ਸ਼ਤਾਬਦੀਆਂ ਤੋਂ ਨਜ਼ਰ ਆਉਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਦੀਰਘਕਲੀ ਪਰਿਵਰਤਨ ਵੀ ਜੋ ਲੱਖਾਂ ਸਾਲਾ ਵਿੱਚ ਨਜ਼ਰ ਆਉਂਦੇ ਹਨ। ਗਿਆਤ ਸ੍ਰੋਤਾਂ ਅਨੁਸਾਰ, 1580 ਈ. ਤੋਂ 1820 ਈ. ਦੇ ਵਿੱਚਕਾਰ ਦੇ 240 ਸਾਲਾਂ ਦੇ ਸਮੇਂ ਕਾਲ ਵਿੱਚ ਲੰਦਨ ਵਿੱਚ ਚੁੰਬਕੀ ਇਕਪਾਤ ਦੇ ਮਾਣ ਵਿੱਚ 3.5° ਦਾ ਅੰਤਰ ਰਿਕਾਰਡ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਜਿਸਤੋਂ ਇਹ ਸੰਕੇਤ ਮਿਲਦਾ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਬਦਲਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਪਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ 10 ਲੱਖ ਸਾਲਾਂ ਵਿਚ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਉਲਟ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਬਸਾਲਟ, (Basalt) ਵਿੱਚ ਲੋਹਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਜਵਾਲਾਮੁਖੀ ਵਿਸਫੋਟ ਵਿਚ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਇਹ ਠੰਡਾ ਹੋਕੇ ਠੋਸ ਵਿਚ ਬਦਲਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਸਦੇ ਅੰਦਰ ਦੇ ਛੋਟੇ-ਛੋਟੇ ਲੋਹ-ਚੁੰਬਕ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਸਮਰੇਖਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰਾਂ ਨਾਲ ਯੁਕਤ ਬਸਾਲਟ ਭੰਡਾਰਾਂ ਦੇ ਭੂ-ਵਿਗਿਆਨਿਕ ਅਧਿਅਨ ਨਾਲ ਇਸ ਗੱਲ ਦੇ ਸਬੂਤ ਮਿਲੇ ਹਨ ਕਿ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਅਤੀਤ ਵਿੱਚ ਕਈ ਵਾਰ ਉਲਟ ਚੁੱਕੀ ਹੈ।

5.5 ਚੁੰਬਕੀਕਰਨ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਤੀਵਰਤਾ

(MAGNETISATION AND MAGNETIC INTENSITY)

ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਤਤਾਂ ਅਤੇ ਯੋਗਿਕਾਂ ਦੀ ਵਿਸਮੈਕਾਰੀ ਭਿੰਨਤਾਵਾਂ ਨਾਲ ਭਰੀ ਹੈ ਇਸਤੋਂ ਇਲਾਵਾ, ਅਸੀਂ ਨਵੇਂ-ਨਵੇਂ ਮਿਸ਼ਰਧਾਤ, ਯੋਗਿਕ, ਇੱਥੋਂ ਤਕ ਕੀ ਤੱਤ ਵੀ ਸੰਸਲੇਸ਼ਿਤ ਕਰੀ ਜਾ ਰਹੇ ਹਾਂ। ਤੁਸੀਂ ਇਨ੍ਹਾਂ ਸਾਰੇ ਪਦਾਰਥਾ ਨੂੰ ਚੁੰਬਕੀ ਗੁਣਾ ਦੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਵਰਗੀਕ੍ਰਿਤ ਕਰਨਾ ਚਾਹੋਗੇ। ਪ੍ਰਸਤੁਤ ਅਨੁਭਾਗ ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਕੁਝ ਪਦਾਂ ਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਦਵਾਂਗੇ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਬਾਰੇ ਸਮਝਾਵਾਂਗੇ ਜੋ ਇਸ ਵਰਗੀਕਰਨ ਵਿੱਚ ਸਾਡੀ ਸਹਾਇਤਾ ਕਰਣਗੇ।

ਅਸੀਂ ਵੇਖ ਚੁਕੇ ਹਾਂ ਕਿ ਪਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਘੁਸਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਇੱਕ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੰਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਕਿਸੇ ਵੱਡੇ ਟੁਕੜੇ ਵਿਚ ਇਹ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੰਟ ਸਦਿਸ਼ ਰੂਪ ਨਾਲ ਸਮਾਕਲਿਤ ਹੋਕੇ ਨਾਨ ਜੀਰੋ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੰਟ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਕਿਸੇ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਨਮੂਨੇ ਦਾ ਚੁੰਬਕਨ (Magnetisation) M ਅਸੀਂ ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਉਤਪੰਨ ਹੋਏ ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਈ ਆਇਤਨ ਪਰਿਣਾਮੀ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੰਟ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ,

$$\mathbf{M} = \frac{\mathbf{m}_{\text{ਨੇਟ}}}{V} \qquad (5.11)$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

M ਇੱਕ ਸਦਿਸ਼ ਰਾਸ਼ੀ ਹੈ ਜਿਸਦਾ ਵਿਮੀ ਸੂਤਰ L^{-1} A ਅਤੇ ਮਾਤ੍ਰਕ A m^{-1} ਹੈ।

ਇੱਕ ਲੰਬੀ ਸਾਲੇਨਾਈਡ ਲਓ ਜਿਸਦੀ ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਈ ਲੰਬਾਈ ਵਿਚ n ਫੇਰੇ ਹੋਣ, ਅਤੇ ਜਿਸ ਵਿਚ I ਕਰੰਟ ਵਗ ਰਿਹਾ ਹੋਵੇ। ਇਸ ਸਾਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਅੰਦਰ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਹੈ,

$$\mathbf{B}_0 = \mu_0 \, nI \tag{5.12}$$

ਜੇ ਸਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਅੰਦਰ ਨਾਨ-ਜ਼ੀਰੋ ਚੁੰਬਕਨ ਦਾ ਕੋਈ ਪਦਾਰਥ ਭਰਿਆ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਇੱਥੇ ਖੇਤਰ $\mathbf{B}_0$ ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੋਵੇਗਾ। ਸਾਨੇਲਾਈਡ ਦੇ ਅੰਦਰ ਪਰਿਮਾਣੀ ਖੇਤਰ **B** ਨੂੰ ਲਿਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ।

$$\mathbf{B} = \mathbf{B}_0 + \mathbf{B}_m \tag{5.13}$$

ਜਿੱਥੇ $\mathbf{B}_m$ ਕੋਰ ਦੇ ਪਦਾਰਥ ਦੁਆਰਾ ਉਤਪੰਨ ਖੇਤਰ ਹੈ। ਇਹ ਪਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਅਤਿਰਿਕਤ ਖੇਤਰ $\mathbf{B}_m$ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਚੁੰਬਕਨ **M** ਦੇ ਸਿੱਧਾ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਨੂੰ ਅਸੀਂ ਵਿਅਕਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ

$$\mathbf{B}_m = \mu_0 \mathbf{M} \tag{5.14}$$

ਜਿੱਥੇ μ_0 ਉਹੀ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਹੈ (ਨਿਰਵਾਯੂ ਦੀ ਪਰਮਿਟਿਵਿਟੀ) ਜੋ ਬਾਓ-ਸੈਵਾਰ (Biot-Savart) ਦੇ ਨਿਯਮ ਵਿੱਚ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਸੀ।

ਸੁਵਿਧਾ ਲਈ ਅਸੀਂ ਇਕ ਹੋਰ ਸਦਿਸ਼ ਖੇਤਰ **H** ਦੀ ਗੱਲ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਜਿਸਨੂੰ ਚੁੰਬਕੀ ਤੀਵਰਤਾ *(magnetic intensity)* ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸਨੂੰ ਹੇਠਾਂ ਲਿਖੇ ਸਮੀਕਰਨ ਦੁਆਰਾ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ

$$\mathbf{H} = \frac{\mathbf{B}}{\mu_0} - \mathbf{M} \tag{5.15}$$

ਜਿੱਥੇ **H** ਦੀ ਵਿਮਾਵਾਂ (dimensions) ਉਹੀ ਹਨ ਜੋ **M** ਦੀ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਮਾਤ੍ਰਕ ਵੀ A m^{-1} ਹੀ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਕੁਲ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ **B** ਨੂੰ ਲਿਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ

$$\mathbf{B} = \mu_0 \, (\mathbf{H} + \mathbf{M}) \tag{5.16}$$

ਉਪਰੋਕਤ ਵਿਵਰਨ ਵਿੱਚ ਆਏ ਪਦਾਂ ਨੂੰ ਵਿਉਤਪੰਨ ਕਰਨ ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਜਿਸ ਪੱਧਤੀ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤਾ ਹੈ ਉਸਨੂੰ ਦੋਹਰਾਂਦੇ ਹਾਂ। ਸਾਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਅੰਦਰ ਕੁਲ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਦੋ ਵੱਖ ਵੱਖ ਯੋਗਦਾਨਾਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਸਤੁਤ ਕੀਤਾ-ਪਹਿਲਾ ਬਾਹਰੀ ਕਾਰਕ, ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਸਾਲੇਨਾਈਡ ਵਿਚ ਵਗਣ ਵਾਲੇ ਕਰੰਟ ਦਾ ਯੋਗਦਾਨ ਇਹ **H** ਦੁਆਰਾ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ; ਅਤੇ ਦੂਸਰਾ ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ ਦੇ ਕਾਰਨ ਭਾਵ **M**। ਬਾਅਦ ਵਾਲੀ ਰਾਸ਼ੀ (**M**) ਬਾਹਰੀ ਕਾਰਕਾਂ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਪ੍ਰਭਾਵ ਅਸੀਂ ਗਿਣਤਕ ਰੂਪ ਨਾਲ ਅਸੀਂ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਅਕਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ

$$\mathbf{M} = \chi \, \mathbf{H} \tag{5.17}$$

ਜਿੱਥੇ χ ਇੱਕ ਵਿਮਾਹੀਨ ਰਾਸ਼ੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਨੂੰ ਚੁੰਬਕੀ ਪ੍ਰਵਿਰਤੀ *(magnetic susceptibility)* ਆਖਦੇ ਹਾਂ। ਇਹ ਕਿਸੇ ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਬਾਹਰੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦਾ ਮਾਪ ਹੈ। ਸਾਰਣੀ 5.2 ਵਿੱਚ ਕੁਝ ਤੱਤਾਂ ਦੀ ਚੁੰਬਕੀ ਪ੍ਰਵਿਰਤੀ ਨੂੰ ਸੂਚੀਬੱਧ ਕੀਤਾ ਹੋਇਆ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਦੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ χ ਬਹੁਤ ਛੋਟੇ ਪਰਿਮਾਣ ਵਾਲੀ ਰਾਸ਼ੀ ਹੈ। ਕੁਝ ਪਦਾਰਥਾਂ ਲਈ ਇਸਦਾ ਮਾਣ ਛੋਟਾ ਅਤੇ ਧਣਾਤਮਕ ਹੈ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਅਨੁਚੁੰਬਕੀ *(paramagnetic)* ਪਦਾਰਥ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਕੁਝ ਪਦਾਰਥਾਂ ਲਈ ਇਸਦਾ ਮਾਣ ਛੋਟਾ ਅਤੇ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੈ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਤੀ ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ *(diamagnetic substances)* ਆਖਦੇ ਹਾਂ। ਪ੍ਰਤੀ ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥਾਂ ਵਿਚ **M** ਅਤੇ **H** ਉਲਟ ਦਿਸ਼ਾਵਾ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਸਮੀਕਰਨ (5.16) ਅਤੇ (5.17) ਤੋਂ ਅਸੀਂ ਪਾਉਂਦੇ ਹਾਂ

$$\mathbf{B} = \mu_0 (1 + \chi) \mathbf{H} \tag{5.18}$$

$$= \mu_0 \mu_r \, \mathbf{H}$$

$$= \mu \, \mathbf{H} \tag{5.19}$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਜਿੱਥੇ $\mu_r = 1 + \chi$ ਇੱਕ ਵਿਮਾਹੀਨ ਰਾਸ਼ੀ ਹੈ ਜਿਸਨੂੰ ਅਸੀਂ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਸਾਪੇਖੀ ਚੁੰਬਕਸ਼ੀਲਤਾ ਯਾ ਸਾਪੇਖੀ ਚੁੰਬਕੀ ਪਾਰਗਮਤਾ *(relative magnetic permeability)* ਕਹਿੰਦੇ ਹਾਂ। ਇਹ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਦੇ ਡਾਈਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਸਥਿਰਾਂਕ (dielectric constant) ਦੇ ਸਮਤੁਲ ਰਾਸ਼ੀ ਹੈ। ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਚੁੰਬਕਸ਼ੀਲਤਾ *(permeability)* μ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦੀ ਵਿਮਾਵਾਂ ਅਤੇ ਇਕਾਈ ਉਹੀ ਹਨ ਜੋ μ_0 ਦੇ ਹਨ।

$$\mu = \mu_0 \mu_r = \mu_0 (1+\chi).$$

χ, μ_r ਅਤੇ μ ਵਿੱਚ ਤਿੰਨ ਰਾਸ਼ਿਆਂ ਸੰਬੰਧਿਤ ਹਨ। ਜੇ ਇਨ੍ਹਾਂ ਵਿਚੋਂ ਕਿਸੇ ਇੱਕ ਦਾ ਮੁੱਲ ਪਤਾ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਬਾਕੀ ਦੋਨਾ ਦਾ ਮੁਲ ਪਤਾ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਸਾਰਣੀ 5.2 3000 K ਤੇ ਕੁਝ ਤਤਾਂ ਦੀ ਚੁੰਬਕੀ ਪ੍ਰਵਿਰਤੀ

ਪ੍ਰਤੀ ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ	χ	ਅਨਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ	χ
ਬਿਸਮਥ	1.66×10^{-5}	ਐਲੂਮੀਨਿਅਮ	2.3×10^{-5}
ਤਾਂਬਾ	9.8×10^{-6}	ਕੈਲਸ਼ੀਅਮ	1.9×10^{-5}
ਹੀਰਾ	2.2×10^{-5}	ਕ੍ਰੋਮਿਅਮ	2.7×10^{-4}
ਸੋਨਾ	3.6×10^{-5}	ਲੀਥੀਅਮ	2.1×10^{-5}
ਸੀਸਾ	1.7×10^{-5}	ਮੈਗਨੀਸ਼ੀਅਮ	1.2×10^{-5}
ਪਾਰਾ	2.9×10^{-5}	ਨਿਓਬਿਅਮ	2.6×10^{-5}
ਨਾਈਟ੍ਰੋਜਨ (STP)	5.0×10^{-9}	ਆਕਸੀਜਨ (STP)	2.1×10^{-6}
ਚਾਂਦੀ	2.6×10^{-5}	ਪਲੈਟਿਨਮ	2.9×10^{-4}
ਸਿਲਿਕਾਨ	4.2×10^{-6}	ਟੰਗਸਟਨ	6.8×10^{-5}

ਉਦਾਹਰਣ 5.10 ਇੱਕ ਸਾਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਕੋਰ ਵਿਚ ਭਰੇ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਆਪੇਖੀ ਚੁੰਬਕਸ਼ੀਲਤਾ μ_r, 400 ਹੈ। ਸਾਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਰੋਧਕ ਫੇਰਿਆ ਵਿਚ 2A ਕਰੰਟ ਵਗ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਜੇ ਇਸਦੀ ਪ੍ਰਤੀ ਮੀਟਰ ਲੰਬਾਈ ਵਿਚ ਫੇਰਿਆ ਦੀ ਸੰਖਿਆ 1000 ਹੈ ਤਾਂ (a) H, (b) M, (c) B ਅਤੇ (d) ਚੁੰਬਕ ਕਾਰੀ ਕਰੰਟ I_m ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰੋ

ਹੱਲ—

(a) ਖੇਤਰ H ਕੋਰ ਦੇ ਪਦਾਰਥ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦੇ ਲਈ ਸੂਤਰ ਹੈ

$$H = nI = 1000 \times 2.0 = 2 \times 10^{3}\ \text{Am}^{-1}$$

(b) ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ B ਦੇ ਲਈ ਸੂਤਰ ਹੈ

$$B = \mu_r \mu_0 \text{H}$$
$$= 400 \times 4\pi \times 10^{7}\ (\text{N/A}^2) \times 2 \times 10^{3}\ (\text{A/m})$$
$$= 1.0\ \text{T}$$

(c) ਚੁੰਬਕਨ

$$M = (B - \mu_0 H)/\mu_0$$
$$= (\mu_r \mu_0 H\ \mu_0 H)/\mu_0 = (\mu_r\ 1)\ H = 399 \times H$$
$$= 8 \times 10^{5}\ \text{A/m}$$

ਉਦਾਹਰਣ 5.10

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(d) ਚੁੰਬਕਨ ਕਰੰਟ I_M ਉਹ ਅਤਿਰਿਕਤ ਧਾਰਾ ਹੈ ਜੋ ਕੋਰ ਦੀ ਅਣ-ਉਪਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਸਾਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਫੇਰਿਆਂ ਵਿਚ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਕਿਤੇ ਜਾਣ ਤੇ ਇਸਦੇ ਅੰਦਰ ਉਨਾਂ ਹੀ ਖੇਤਰ B ਉਤਪੰਨ ਕਰੇਗੀ ਜਿੰਨਾ ਕੋਰ ਦੀ ਉਪਸਥਿਤੀ ਵਿਚ ਹੁੰਦਾ ਇਸ ਲਈ : $B = \mu_r n_0 (I + I_M)$ ਲੈਣ ਤੇ $I = 2A$, $B = 1$ T, ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ $I_M = 794$ A.

5.6 ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਗੁਣ

(MAGNETIC PROPERTIES OF MATTER)

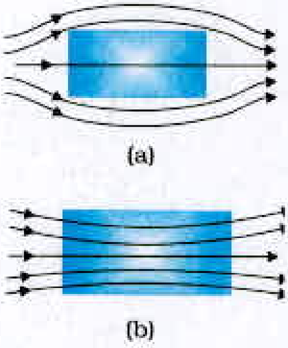
ਪਿਛਲੇ ਅਨੁਭਾਗ ਵਿੱਚ ਵਰਣਿਤ ਵਿਚਾਰ ਸਾਨੂੰ ਪਦਾਰਥਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਤੀ ਚੁੰਬਕੀ, ਅਨੁਚੁੰਬਕੀ ਅਤੇ ਲੋਹ ਚੁੰਬਕੀ ਸ਼੍ਰੇਣਿਆਂ ਵਿੱਚ ਵਰਗੀਕ੍ਰਿਤ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਸਹਾਇਤਾ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦੇ ਹੈ। ਚੁੰਬਕੀ ਪ੍ਰਵਿਰਤੀ χ ਦੀ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਤੋਂ ਵੇਖਿਏ ਤਾ ਕੋਈ ਪਦਾਰਥ ਪ੍ਰਤੀਚੁੰਬਕੀ ਹੈ ਜੇ ਇਸਦੇ ਲਈ χ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੈ, ਅਨੁਚੁੰਬਕੀ ਹੋਵੇਗਾ ਜੇχ ਧਣਾਤਮਕ ਅਤੇ ਅਲਪ ਮੁੱਲ ਵਾਲਾ ਹੈ ਅਤੇ ਲੋਹਚੁੰਬਕੀ ਹੋਵੇਗਾ ਜੇχ ਧਣਾਤਮਕ ਅਤੇ ਅਧਿਕ ਮੁਲ ਵਾਲਾ ਹੈ।

ਸਾਰਣੀ 5.3 ਤੇ ਇਕ ਨਜ਼ਰ ਸਾਨੂੰ ਇਨ੍ਹਾਂ ਪਦਾਰਥਾਂ ਬਾਰੇ ਇਕ ਵਧਿਆ ਅਨੁਭਵ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਜਿੱਥੇ ϵ ਇੱਕ ਛੋਟੀ ਧੰਨ ਸੰਖਿਆ ਹੈ ਜੋ ਅਨੁਚੁੰਬਕਤਵ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਗਈ ਹੈ। ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਇਹਨਾਂ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੇ ਬਾਰੇ ਕੁਝ ਵਿਸਥਾਰ ਨਾਲ ਚਰਚਾ ਕਰਾਂਗੇ।

ਸਾਰਣੀ 5.3

ਪ੍ਰਤੀਚੁੰਬਕੀ	ਅਨੁਚੁੰਬਕੀ	ਲੋਹਚੁੰਬਕੀ
$-1 \leq \chi < 0$	$0 < \chi < \varepsilon$	$\chi >> 1$
$0 \leq \mu_r < 1$	$1 < \mu_r < 1 + \varepsilon$	$\mu_r >> 1$
$\mu < \mu_0$	$\mu > \mu_0$	$\mu >> \mu_0$

5.6.1 ਪ੍ਰਤੀ ਚੁੰਬਕਤਵ (Diamagnetism)


(a)

(b)

ਚਿੱਤਰ 5.12
(a) ਇੱਕ ਪ੍ਰਤੀ ਚੁੰਬਕੀ
(b) ਇਕ ਅਨੁਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਨਿਕਟ ਕਿਸੇ ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਕਾਰਣ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦਾ ਵਿਵਹਾਰ।

ਪ੍ਰਤੀ ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ ਉਹ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਵਿਚ ਬਾਹਰੀ ਚੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਅਧਿਕ ਤੀਵਰਤਾ ਵਾਲੇ ਭਾਗ ਤੋਂ ਘੱਟ ਤੀਵਰਤਾ ਵਾਲੇ ਭਾਗ ਵੱਲ ਜਾਣ ਦੀ ਪਰਵਿਰਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਦੂਸਰੇ ਸ਼ਬਦਾਂ ਵਿੱਚ ਕਹਿਏ ਤਾਂ ਚੁੰਬਕ ਲੋਹੇ ਵਰਗੀ ਧਾਤਾਂ ਨੂੰ ਤਾਂ ਆਪਣੇ ਵੱਲ ਅਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ, ਪਰੰਤੂ ਇਹ ਪ੍ਰਤੀਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥਾਂ ਨੂੰ ਅਪਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰੇਗਾ।

ਚਿੱਤਰ 5.12(a) ਬਾਹਰੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਰਖੀ ਪ੍ਰਤੀਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਇੱਕ ਛੱੜ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਏ ਅਪ-ਕਰਸ਼ਿਤ, ਹੁੰਦੀ ਹਨ ਯਾ ਦੂਰ ਹਟਦੀ ਹਨ ਇਸਲਈ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਅੰਦਰ ਖੇਤਰ ਘੱਟ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਸਾਰਣੀ (5.2) ਤੋਂ ਇਹ ਸਾਫ਼ ਹੈ ਕਿ ਜ਼ਿਆਦਾਤਰ ਮਾਮਲਿਆਂ ਵਿੱਚ ਖੇਤਰ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਵਿੱਚ ਇਹ ਕਮੀ ਅਤੀ ਅਲਪ ਹੁੰਦੀ ਹੈ (10^5 ਭਾਗਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਇਕ ਭਾਗ) ਛੜ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਅਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਰਖਣ ਤੇ ਇਸਦੀ ਪ੍ਰਵਿਰਤੀ ਵੱਧ ਖੇਤਰ ਤੋਂ ਘੱਟ ਖੇਤਰ ਵੱਲ ਜਾਣ ਦੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਪ੍ਰਤੀਚੁੰਬਕਤਵ ਦੀ ਸਰਲਤਮ ਵਿਆਖਿਆ ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਹੈ- ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਚਾਰੋ ਪਾਸੇ ਘੁੰਮਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਕਾਰਣ ਔਰਬਿਟਲ ਕੋਣੀ ਸੰਵੇਗ (orbital angular momentum) ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਚੱਕਰ ਲਾਉਂਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਇਕ ਬਿਜਲਈ ਲੂਪ ਦੇ ਸਮਤੁਲ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸ ਕਾਰਣ ਇੰਨ੍ਹਾਂ ਦਾ ਆਰਬਿਟਲ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੰਟ (orbital magnetic moment) ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪ੍ਰਤੀ ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ ਉਹ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਪਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਪਰਿਣਾਮੀ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੰਟ ਸਿਫਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਕੋਈ ਬਾਹਰੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਲਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਆਰਬਿਟਲ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੰਟ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵੱਲ ਹੰਦੇ ਹਨ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਗਤੀ ਧੀਮੀ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੰਟ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਵੱਲ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਗਤੀ ਵੱਧ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਹੋ ਜਿਹਾ ਲੈਂਜ ਨਿਯਮ (Lenz Law) ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਕਰੰਟ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਤੁਸੀਂ ਅਧਿਆਇ 6 ਵਿਚ ਅਧਿਅਨ ਕਰੋਗੇ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪਦਾਰਥ ਵਿੱਚ ਪਰਿਣਾਮੀ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ ਲਗਾਏ ਗਏ ਖੇਤਰ ਦੇ ਉਲਟ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਵਿਕਸਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਕਾਰਨ ਇਹ ਅਪਕਰਸ਼ਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਕੁਝ ਪ੍ਰਤੀ ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ ਹਨ :- ਬਿਸਮਥ, ਤਾਂਬਾ, ਸੀਮਾ, ਸਿਲੀਕਾਨ, ਨਾਈਟ੍ਰੋਜਨ (STP ਤੇ), ਪਾਣੀ ਅਤੇ ਸੋਡੀਅਮ ਕਲੋਰਾਈਡ। ਪ੍ਰਤੀ ਚੁੰਬਕਤਵ ਸਾਰੇ ਪਦਾਰਥਾਂ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ, ਜ਼ਿਆਦਾਤਰ ਪਦਾਰਥਾ ਲਈ ਇਹ ਇਨ੍ਹਾਂ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਅਨੁਚੁੰਬਕਤਵ ਅਤੇ ਲੋਹਚੁੰਬਕਤਵ ਵਰਗੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਇਸ ਤੇ ਹਾਵੀ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ।

ਸਭ ਤੋਂ ਵੱਧ ਵੱਖ ਪ੍ਰਤੀਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ ਹਨ- ਅਤੀ ਚਾਲਕ ਯਾ ਸੁਪਰ ਕੰਡਕਟਰ *(superconductors)*। ਇਹ ਇਹੋ ਜਿਹੀਆਂ ਧਾਤਾਂ ਹਨ, ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਜੇ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਤਾਪ ਤਕ ਠੰਡਾ ਕਰ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਇਹ ਪੂਰਨ ਚਾਲਕਤਾ ਅਤੇ ਪੂਰਨ ਪ੍ਰਤੀ ਚੁੰਬਕਤਤਾ ਦੋਨੋ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ। ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇੰਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਬਾਹਰ ਰਹਿੰਦੀ ਹਨ, $\chi = 1$ ਅਤੇ $\mu_r = 0$। ਇੱਕ ਅਤੀਚਾਲਕ, ਇੱਕ ਚੁੰਬਕ ਨੂੰ ਅਪਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰੇਗਾ ਅਤੇ (ਨਿਊਟਨ ਦੇ ਤੀਜੇ ਨਿਯਮਾਨੁਸਾਰ) ਆਪ ਇਸਤੋਂ ਅਪਕਰਸ਼ਿਤ ਹੋਵੇਗਾ। ਅਤੀਚਾਲਕਾਂ ਵਿਚ ਪੂਰਨ ਪ੍ਰਤੀਚੁੰਬਕਤਵ ਦੀ ਇਹ ਪਰਿਘਟਨਾ ਇਸਦੇ ਅਵਿਸ਼ਕਾਰਕ ਦੇ ਨਾਂ ਤੇ ਮਾਈਸਨਰ ਪ੍ਰਭਾਵ *(Meissner effect)* ਕਹਾਉਂਦੀ ਹੈ। ਅਨੇਕ ਵੱਖ ਪਰਿਸਥਿਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਜਿਵੇਂ ਕਿ, ਚੁੰਬਕੀਕ੍ਰਿਤ ਅਪਰਗਾਮੀ (magnetically levitated) ਬਹੁਤ ਤੇਜ ਰੇਲਗੱਡੀਆਂ ਨੂੰ ਚਲਾਉਣ ਲਈ ਅਤੀਚਾਲਕ ਚੁੰਬਕਾਂ ਦਾ ਲਾਭ ਉਠਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

Magnetic materials, domain, etc.:
http://www.ndt-ed.org/EducationResources/CommunityCollege/MagParticle/Physics/MagneticMatls.htm

5.6.2 ਅਨੁਚੁੰਬਕਤਾ (Paramagnetism)

ਅਨੁਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ ਇਹੋ ਜਿਵੇਂ ਪਦਾਰਥ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜੋ ਬਾਹਰੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਰੱਖੇ ਜਾਣ ਤੇ ਥੋੜਾ ਚੁੰਬਕਤਵ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਲੈਂਦੇ ਹਨ। ਉਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਥੋੜ੍ਹਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਤੋਂ ਵੱਧ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵੱਲ ਜਾਣ ਦੀ ਪ੍ਰਵਿਰਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਭਾਵ ਇਹ ਚੁੰਬਕ ਵੱਲ ਥੋੜੇ ਬੱਲ ਦੁਆਰਾ ਅਕਰਸ਼ਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

ਕਿਸੇ ਅਨੁਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਪਰਮਾਣੂਆਂ (ਯਾ ਆਇਣਾ ਯਾ ਅਣੂਆਂ) ਦਾ ਆਪਣਾ ਆਪ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੀ ਅਖੰਡ ਰੈਂਡਮ ਤਾਪੀ ਗਤੀ ਕਾਰਨ ਕੋਈ ਪਰਿਣਾਮੀ ਚੁੰਬਕੀਕਰਨ ਨਜ਼ਰ ਨਹੀਂ ਆਉਂਦਾ। ਪੂਰੇ ਸ਼ਕਤੀਸ਼ਾਲੀ ਬਾਹਰੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ $\mathbf{B}_0$ ਦੀ ਉਪਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਅਤੇ ਹੇਠਲੇ ਤਾਪਾਂ ਤੇ ਵੱਖ ਵੱਖ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੇ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ ਸਰਲ ਰੇਖਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਅਤੇ $\mathbf{B}_0$ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਖਿੱਚੇ ਜਾ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਚਿੱਤਰ 5.12(b) ਬਾਹਰੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਰੱਖੀ ਹੋਈ ਅਨੁਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਛੜ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਅੰਦਰ ਸੰਕੇਂਦ੍ਰਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹਨ ਅਤੇ ਅੰਦਰ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵੱਧ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜ਼ਿਆਦਾਤਰ ਮਾਮਲਿਆਂ ਵਿੱਚ ਜਿਵੇਂ ਸਾਰਣੀ 5.2 ਤੋਂ ਸਾਫ਼ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਬੜੋਤਰੀ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੈ, 10^5 ਭਾਗਾ ਵਿੱਚੋਂ ਇਕ ਭਾਗ। ਅਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਰਖਣ ਤੇ ਇਹ ਛੜ ਨਿਮਨ ਖੇਤਰ ਤੋਂ ਉੱਚ ਖੇਤਰ ਵਲ ਜਾਣ ਦੀ ਚੇਸ਼ਟਾ ਕਰੇਗੀ।

ਕੁਝ ਅਨੁਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ ਹਨ- ਐਲੂਮੀਨਿਅਮ, ਸੋਡੀਅਮ, ਕੈਲਸ਼ੀਅਮ, ਆਕਸੀਜਨ (STP ਤੇ) ਅਤੇ ਕਾਪਰ ਕਲੋਰਾਈਡ। ਪ੍ਰਯੋਗਾਤਮਕ ਰੂਪ ਤੋਂ ਕਿਸੇ ਅਨੁਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ ਦਾ ਚੁੰਬਕਨ ਲਗਾਏ ਗਏ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਸਿੱਧਾ ਅਨੁਪਾਤੀ ਅਤੇ ਪਰਮ ਤਾਪ T ਦੇ ਉਲਟ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ

$$M = C\frac{B_0}{T} \qquad [5.20(a)]$$

ਯਾ ਦੂਸਰੇ ਸਮਤੁਲ ਰੂਪ ਵਿੱਚ, ਸਮੀਕਰਨ (5.12) ਅਤੇ (5.17) ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਤੋਂ

$$\chi = C\frac{\mu_0}{T} \qquad [5.20(b)]$$

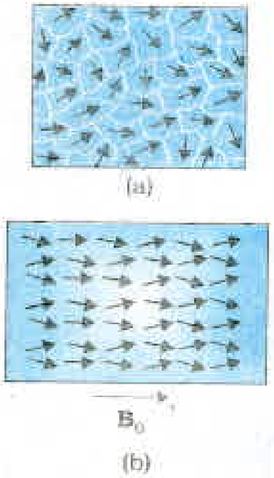
ਇਹ ਇਸਦੇ ਸ਼ੋਧਕਰਤਾ ਪਿਅਰੇ ਕਿਊਰੀ (Pieree Curie, 1859-1906) ਦੇ ਸਮਾਨ ਵਿੱਚ ਕਿਊਰੀ ਦਾ ਨਿਯਮ ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਸਥਿਰ ਅੰਕ C ਨੂੰ ਕਿਊਰੀ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਕਿਸੇ ਅਨੁਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਲਈ χ ਅਤੇ μ_r ਦੋਨਾਂ ਦਾ ਮਾਣ ਨਾ ਸਿਰਫ ਪਦਾਰਥ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਹੈ, ਪਰ (ਇਕ ਸਰਲ ਰੂਪ ਵਿੱਚ) ਇਸਦੇ ਤਾਪ ਤੇ ਵੀ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਬਹੁਤ ਉੱਚੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰਾਂ ਵਿੱਚ ਯਾ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਤਾਪ ਤੇ, ਚੁੰਬਕਨ ਆਪਣਾ ਅਧਿਕਤਮ ਮਾਣ ਗ੍ਰਹਿਣ ਕਰਨ ਲੱਗ ਪੈਂਦਾ ਹੈ, ਜਦੋਂਕਿ ਸਾਰੇ ਪਰਮਾਣਵੀ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਸੰਰੇਖਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਸੰਤ੍ਰਿਪਤ ਚੁੰਬਕਨ ਮਾਨ M_s ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਪਰੇ, ਕਿਊਰੀ ਦਾ ਨਿਯਮ (ਸਮੀਕਰਨ 5.20) ਸਹੀ ਨਹੀਂ ਰਹਿ ਜਾਂਦਾ।

5.6.3 ਲੋਹ ਚੁੰਬਕਤਵ (Ferromagnetism)



ਚਿੱਤਰ 5.13
(a) ਰੈਂਡਮ ਡੋਮੇਨ
(b) ਸੰਰੇਖਿਤ ਡੋਮੇਨ

ਲੋਹ ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਪਦਾਰਥ ਹਨ ਜੋ ਬਾਹਰੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਰੱਖੇ ਜਾਣ ਤੇ ਸ਼ਕਤੀਸ਼ਾਲੀ ਚੁੰਬਕ ਬਣ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਉਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਕਮਜ਼ੋਰ ਭਾਗ ਤੋਂ ਸ਼ਕਤੀਸ਼ਾਲੀ ਭਾਗ ਵੱਲ ਚਲਣ ਦੀ ਤੇਜ ਪ੍ਰਵਿਰਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਭਾਵ ਉਹ ਚੁੰਬਕ ਵੱਲ ਤੇਜ਼ ਆਕਰਸ਼ਣ ਦਾ ਅਨੁਭਵ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਕਿਸੇ ਲੋਹ ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਏਕਲ ਪਰਮਾਣੂਆਂ (ਯਾ ਆਈਨਾ ਯਾ ਅਣੂਆਂ) ਦਾ ਵੀ ਅਨੁਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥਾਂ ਵਾਂਗ ਹੀ ਚੁੰਬਕੀ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ ਇਹ ਇਕ ਦੂਸਰੇ ਨਾਲ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਿਰਿਆ ਕਰਦੇ ਹਨ ਕਿ ਇਕ ਸਥੂਲ ਆਇਤਨ ਵਿੱਚ (ਜਿਸਨੂੰ ਡੋਮੇਨ (Domain) ਆਖਦੇ ਹਨ, ਸਾਰੇ ਇੱਕ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਸੰਰੇਖਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਸਹਕਾਰੀ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਲਈ ਕੁਆਂਟਮ ਮੈਕੇਨਿਕਸ (Quantum Mechanics) ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜੋ ਇਸ ਪਾਠ ਪੁਸਤਕ ਦੇ ਖੇਤਰ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਹੈ। ਹਰੇਕ ਡੋਮੇਨ ਦਾ ਆਪਣਾ ਪਰਿਣਾਮੀ ਚੁੰਬਕਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਡੋਮੇਨ ਦਾ ਆਕਾਰ 1mm ਹੈ ਅਤੇ ਇੱਕ ਡੋਮੇਨ ਵਿੱਚ ਲਗਭਗ 10^{11} ਪਰਮਾਣੂ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਪਹਿਲੀ ਨਜ਼ਰ ਵਿੱਚ ਚੁੰਬਕਣ ਇਕ ਡੋਮੇਨ ਤੋਂ ਦੂਜੀ ਡੋਮੇਨ ਤੱਕ ਜਾਣ ਤੇ ਬੇਤਰਤੀਬੀ ਢੰਗ ਨਾਲ ਬਦਲਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਕੁਲ ਪਦਾਰਥ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਚੁੰਬਕਣ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਇਹ ਚਿੱਤਰ 5.13(a) ਵਿੱਚ ਵਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਅਸੀਂ ਬਾਹਰੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ $\mathbf{B}_0$ ਲਗਾਉਂਦੇ ਹਨ ਤਾਂ ਡੋਮੇਨ $\mathbf{B}_0$ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਖੜੇ ਹੋਣ ਲਗ ਪੈਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਨਾਲ ਹੀ ਉਹ ਡੋਮੇਨ ਜੋ $\mathbf{B}_0$ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹਨ, ਸਾਈਜ਼ ਵਿੱਚ ਵਧਣ ਲੱਗ ਪੈਂਦੇ ਹਨ। ਡੋਮੇਨਾ ਦੀ ਹੋਂਦ ਅਤੇ $\mathbf{B}_0$ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਗਤੀ ਕੇਵਲ ਅਨੁਮਾਨ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਲੋਹ ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਪਾਊਡਰ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਦ੍ਵ ਵਿੱਚ ਛਿੜਕ ਤੇ ਉਸਦੇ ਨਿਲੰਬਨ ਨੂੰ ਸੂਖਮਦਰਸੀ ਦੁਆਰਾ ਉਸਦੀ ਬੇਤਰਤੀਬੀ ਗਤੀ ਨੂੰ ਵੇਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 5.12(b) ਉਹ ਸਥਿਤੀ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਸਾਰੇ ਡੋਮੇਨ ਲੜੀਬੱਧ ਹੋ ਗਏ ਨੇ ਅਤੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਨੇ ਰਲ-ਮਿਲਕੇ ਇਕ ਇਕੱਲਾ ਵਿਸ਼ਾਲ ਡੋਮੇਨ ਬਣਾ ਲਿਆ ਹੈ।

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਕ ਲੋਹ ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ ਵਿੱਚ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਸੰਕੇਂਦ੍ਰਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹਨ। ਇੱਕ ਅਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਇਸ ਪਦਾਰਥ ਦਾ ਨਮੂਨਾ ਵੱਧ ਸ਼ਕਤੀਸ਼ਾਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਾਲੇ ਹਿੱਸੇ ਵਲ ਚਲਣ ਲਈ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਇਹ ਸੋਚ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ ਹਟਾ ਲੈਣ ਤੇ ਕੀ ਹੋਵੇਗਾ। ਕੁਝ ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥਾਂ ਵਿੱਚ ਚੁੰਬਕਨ ਬਣਿਆ ਰਹਿ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਪਦਾਰਥਾਂ ਨੂੰ ਕਠੋਰ ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ ਯਾ ਕਠੋਰ ਲੋਹ ਚੁੰਬਕ *(hard ferromagnets)* ਯਾ *(hard magnetic materials)* ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਐਲਨਿਕੋ ਐਲੂਮੀਨੀਅਮ, ਨਿਕਲ, ਕੋਬਾਲਟ ਅਤੇ ਤਾਂਬੇ ਦੀ ਇੱਕ ਮਿਸ਼ਰ ਧਾਤ) ਇਹੋ ਜਿਹਾ ਹੀ ਇਕ ਪਦਾਰਥ ਹੈ ਅਤੇ ਕੁਦਰਤੀ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਉਪਲਬਧ ਲੋਡਸਟੋਨ ਦੂਸਰਾ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਪਦਾਰਥਾਂ ਤੋਂ ਸਥਾਈ ਚੁੰਬਕ ਬਣਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਨ੍ਹਾਂ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ ਬਣਾਉਣ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ ਹੋਰ ਕਾਰਜਾਂ ਵਿੱਚ ਵੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਦੂਸਰੇ ਪਾਸੇ ਲੋਹ ਚੁੰਬਕ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੀ ਇਹੋ ਜਿਹੀ ਇਕ ਜਮਾਤ ਹੈ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਦਾ ਚੁੰਬਕਣ ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਹਟਾਉਣ ਤੇ ਹੀ ਖ਼ਤਮ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਨਰਮ ਲੋਹਾ (soft iron) ਇਹੋ ਜਿਹਾ ਹੀ ਇੱਕ ਪਦਾਰਥ ਹੈ। ਸਹੀ ਰੂਪ ਨਾਲ ਹੀ, ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਪਦਾਰਥਾਂ ਨੂੰ ਨਰਮ ਲੋਹ ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ (Soft ferromagnetic materials) ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਤੱਤ ਲੋਹ ਚੁੰਬਕੀ ਹਨ : ਜਿਵੇਂ ਲੋਹਾ, ਕੋਬਾਲਟ, ਨਿਕਲ, ਗੈਡੋਲੀਨੀਅਮ, ਆਦਿ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਸਾਪੇਖੀ ਚੁੰਬਕਸੀਲਤਾ 1000 ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੈ।

ਲੋਹ ਚੁੰਬਕੀ ਗੁਣ ਤਾਪ ਤੇ ਵੀ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਕਾਫੀ ਉੱਚ ਤਾਪ ਤੇ ਇੱਕ ਲੋਹ ਚੁੰਬਕ, ਅਨੁਚੁੰਬਕ ਬਣ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਤਾਪ ਵਧਾਉਣ ਤੇ ਡੋਮੇਨ ਸੰਰਚਨਾਵਾਂ ਵਿਘਟਿਤ ਹੋਣ ਲਗ ਪੈਂਦੀ ਹਨ। ਤਾਪ ਵਧਣ ਤੇ ਚੁੰਬਕਨ ਦਾ ਵਿਲੋਪਨ ਹੋਲੀ-ਹੋਲੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਇਕ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦਾ ਪ੍ਰਾਵਸਥਾ (phase) ਪਰਿਵਰਨ ਹੈ ਉਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜਿਵੇਂ ਕਿਸੇ ਠੋਸ ਰਵੇ (crystal) ਦਾ ਪਿਘਲਣਾ। ਉਹ ਤਾਪ ਮਾਨ ਜਿਸ ਤੇ ਕੋਈ ਲੋਹ ਚੁੰਬਕ, ਅਨੁਚੁੰਬਕ ਵਿਚ ਬਦਲ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿਊਰੀ ਤਾਪਮਾਨ (T_c) ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਸਾਰਣੀ 5.4 ਕੁਝ ਲੋਹ ਚੁੰਬਕਾ ਦੇ ਕਿਊਰੀ ਤਾਪਮਾਨ ਦਰਸਾਊਂਦੀ ਹੈ। ਕਿਊਰੀ ਤਾਪਮਾਨ ਤੋਂ ਉੱਚੇ ਤਾਪਮਾਨ ਤੇ ਭਾਵ ਅਨੁਚੁੰਬਕੀ ਪ੍ਰਾਵਸਥਾ ਵਿੱਚ, ਚੁੰਬਕੀ ਪ੍ਰਵਿਰਤੀ,

$$\chi = \frac{C}{T - T_c} \quad (T > T_c) \tag{5.21}$$

Hysteresis in magnetic materials:
http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/solids/hyst.html

ਸਾਰਣੀ 5.4 ਕੁਝ ਲੋਹ ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੇ ਕਿਊਰੀ ਤਾਪਮਾਨ (T_c)

ਪਦਾਰਥ ਦਾ ਨਾਂ	T_c (K)
ਕੋਬਾਲਟ	1394
ਲੋਹਾ	1043
Fe_2O_3	893
ਨਿਕਲ	631
ਗੈਡੋਲੀਨੀਅਮ	317

ਉਦਾਹਰਨ 5.11 ਲੋਹ ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ ਲੋਹੇ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਡੋਮੇਨ 10^{6} m ਭੁਜਾ ਵਾਲੇ ਘਣ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਹੈ। ਡੋਮੇਨ ਵਿੱਚ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ, ਅਧਿਕਤਮ ਸੰਭਾਵਿਤ ਚੁੰਬਕੀ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ ਅਤੇ ਇਸਦੇ ਚੁੰਬਕਨ ਦਾ ਮੁਲ ਪਤਾ ਕਰੋ। ਲੋਹੇ ਦਾ ਪਰਮਾਣੂ ਪੁੰਜ 55 g/mole ਅਤੇ ਇਸਦੀ ਘਣਤਾ 7.9 g/cm^3 ਹੈ। ਇਹ ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ ਹਰੇਕ ਲੋਹ ਪਰਮਾਣੂ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ 9.27×10^{24} A m^2 ਹੈ।

ਹੱਲ— ਘਣ ਡੋਮੇਨ ਦਾ ਆਇਤਨ ਹੋਵੇਗਾ

$V = (10^{-6} \text{ m})^3 = 10^{-18} \text{ m}^3 = 10^{-12} \text{ cm}^3$

ਇਸਦਾ ਪੁੰਜ = ਆਇਤਨ × ਘਣਤਾ = $7.9 \text{ g cm}^{-3} \times 10^{-12} \text{ cm}^3 = 7.9 \times 10^{-12}$ g

ਇਹ ਦਿੱਤਾ ਹੋਇਆ ਹੈ ਕਿ ਐਵਾਗੇਡਰੋ ਸੰਖਿਆ (6.023×10^{23}) ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਲੋਹ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦਾ ਪੁੰਜ 55 g ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਪਰਮਾਣੂਆ ਦੀ ਸੰਖਿਆ

$$N = \frac{7.9 \times 10^{-12} \times 6.023 \times 10^{23}}{55}$$

$= 8.65 \times 10^{10}$ ਪਰਮਾਣੂ

ਅਧਿਕਤਮ ਸੰਭਾਵਿਤ ਚੁੰਬਕੀ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ m_{max} ਤਦੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ (ਭਾਵੇ ਇਹ ਇਕ ਕਾਲਪਨਿਕ ਸਥਿਤੀ ਹੈ) ਜਦੋਂ ਸਾਰੇ ਪਰਮਾਣਵੀ ਮੋਮੈਂਟ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਲੜੀਬੱਧ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ, ਇਸ ਲਈ

$m_{max} = (8.65 \times 10^{10}) \times (9.27 \times 10^{-24})$

$= 8.0 \times 10^{-13}$ A m^2

ਪਰਿਣਾਮੀ ਚੁੰਬਕਣ ਦਾ ਮਾਨ

$M_{max} = m_{max}/$ *ਡੋਮੇਨ ਆਇਤਨ*

$= 8.0 \times 10^{-13} \text{Am}^2 / 10^{-18} \text{m}^3$

$= 8.0 \times 10^{5} \text{ Am}^{-1}$

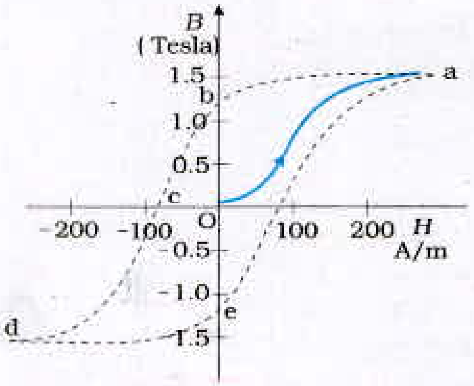
EXAMPLE 5.11

ਲੋਹ ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥਾਂ ਵਿੱਚ **B** ਅਤੇ **H** ਦਾ ਸੰਬੰਧ ਬਹੁਤ ਜਟਿਲ ਹੈ। ਸਾਧਾਰਨ ਤੌਰ ਤੇ ਇਹ ਸੰਬੰਧ ਰੇਖੀ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਅਤੇ ਨਮੂਨੇ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਅਤੀਤ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 5.14 ਚੁੰਬਕਣ ਦੇ ਇੱਕ ਚੱਕਰ ਵਿੱਚ ਪਦਾਰਥ ਦਾ ਵਿਵਹਾਰ ਚਿਤਰਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਮੰਨਿਆ ਕਿ ਪਦਾਰਥ ਸ਼ੁਰੂ ਵਿੱਚ ਬਿਲਕੁਲ [illegible]

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਦਾ ਮਾਨ ਵਧਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਪਦਾਰਥ ਵਿੱਚ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ *B* ਦਾ ਮਾਨ ਵੱਧਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਅੰਤ ਵਿੱਚ ਸੰਤ੍ਰਿਪਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਵਕਰ Oa ਵਿੱਚ ਵਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਹ ਵਿਵਹਾਰ ਦਰਸ਼ਾਉਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਡੋਮੇਨ ਤਦੋਂ ਤਕ ਲੜੀਬੱਧ ਅਤੇ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਵਿੱਚ ਸਮਾਂਦੇ ਰਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਜਦੋਂ ਤਕ ਕਿ ਅੱਗੇ ਵਡੋਤਰੀ ਅਸੰਭਵ ਨਾ ਹੋ ਜਾਏ। ਇਸਤੋਂ ਅੱਗੇ ਕਰੰਟ (ਅਤੇ ਇਸ ਕਾਰਨ ਚੁੰਬਕੀ ਤੀਵਰਤਾ *H*) ਨੂੰ ਵਧਾਉਣ ਦਾ ਕੋਈ ਉਪਯੋਗ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਫਿਰ, ਅਸੀਂ *H* ਨੂੰ ਘਟਾਉਂਦੇ ਹੋਏ ਸਿਫਰ ਤੇ ਲੈ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। $H = 0$ ਤੇ $B \neq 0$ ਹੈ। ਇਹ ਵਕਰ ab ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਹੈ। $H = 0$ ਤੇ *B* ਦਾ ਮੁੱਲ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਚੁੰਬਕੀ ਧਾਰਣਸ਼ੀਲਤਾ ਯਾ ਚੁੰਬਕਤਵ ਅਵਸ਼ੇਸ਼ *(retentivity or remanance)* ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 5.14 ਵਿੱਚ $B_R \sim 1.2$ T ਹੈਂ, ਜਿੱਥੇ ਸਬ ਸਕ੍ਰਿਪਟ *R* ਧਾਰਨਸ਼ੀਲਤਾ ਨੂੰ ਇਸ਼ਾਰਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਬਾਹਰੀ ਚੁੰਬਕਨਕਾਰੀ ਖੇਤਰ ਹਟਾ ਲੈਣ ਤੇ ਵੀ ਡੋਮੇਨ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਬੇਤਰਤੀਬ ਦਿਸ਼ਾ ਗ੍ਰਹਿਣ ਨਹੀਂ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਹੁਣ, ਸਾਲੇਨਾਈਡ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਉਲਟ ਦਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਹੋਲੀ ਹੋਲੀ ਇਸਦਾ ਮੁਲ ਵਧਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਕੁਝ ਡੋਮੇਨ ਪਲਟਕੇ ਅਪਣੀ ਦਿਸ਼ਾ ਬਦਲ ਲੈਂਦੇ ਹਨ, ਜਦੋਂ ਤਕ ਕਿ ਅੰਦਰ ਪਰਿਣਾਮੀ ਖੇਤਰ ਸਿਫਰ ਨਾ ਹੋ ਜਾਵੇ। ਇਹ ਵਕਰ bc ਦੁਆਰਾ ਦਰਸ਼ਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। C ਬਿੰਦੂ ਤੇ *H* ਦਾ ਮਾਨ, ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਕੋਸਰਵਿਟੀ (Coercivity) ਕਹਾਉਂਦੀ ਹੈ ਚਿੱਤਰ 5.14 ਵਿੱਚ, $H_c \sim 90$ A m^{-1} । ਉਲਟ ਕਰੰਟ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਵਧਾਉਂਦੇ ਜਾਣ ਤੇ ਅਸੀਂ ਇਕ ਬਾਰ ਫਿਰ ਸੰਤ੍ਰਿਪਤਾ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਲੈਂਦੇ ਹਾਂ ਵਕਰ cd ਇਹੀ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਸੰਤ੍ਰਿਪਤ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ $B_s \sim 1.5$ T ਹੈ। ਇੱਕ ਬਾਰ ਫਿਰ, ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਘੱਟ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। (ਵਕਰ de) ਅਤੇ ਫਿਰ ਉਲਟਾ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। (ਵਕਰ ea)। ਇਹ ਚੱਕਰ ਦੋਹਰਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ ਇਸ ਵਿਸ਼ੇ ਤੇ ਅਸੀਂ ਨਿਮਨ ਲਿਖਿਤ ਨਤੀਜੇ ਲੈਂਦੇ ਹਨ। (1) ਜਦੋਂ *H* ਨੂੰ ਘੱਟ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਤਾ ਵਕਰ Oa ਦੁਬਾਰਾ ਅਨੁਰੇਖਿਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। *H* ਦੇ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਮੁਲ ਲਈ, *B* ਦਾ ਕੋਈ ਇਕ ਖਾਸ (unique) ਮਾਨ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ, ਸਗੋਂ ਇਹ ਨਮੂਨੇ ਦੇ ਪੂਰਵ ਇਤਿਹਾਸ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਪਰਿਘਟਨਾ ਹਿਸਟੇਰੇਸਿਸ *(Hysteresis)* ਕਹਾਉਂਦੀ ਹੈ। ਸ਼ਬਦ ਹਿਸਟੇਰੇਸਿਸ ਦਾ ਅਰਥ ਪਿਛੜ ਜਾਨਾ ਹੈ (ਇਤਿਹਾਸ ਨਹੀਂ)।



ਚਿੱਤਰ 5.14 ਚੁੰਬਕੀ ਹਿਸਟੇਰੇਸਿਸ ਵਕਰ ਲੋਹ ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥਾਂ ਲਈ B-H ਵਕਰ ਹੈ।

ਚਿੱਤਰ 5.15 ਇਕ ਲੁਹਾਰ, ਉੱਤਰ ਦੱਖਣ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਰੱਖੀ ਇਕ ਲਾਲ ਗਰਮ ਲੋਹੇ ਦੀ ਛੜ ਨੂੰ ਹਥੌੜੇ ਤੋਂ ਕੁੱਟ ਕੇ ਬਦਲਦੇ ਹੋਏ। ਇਹ ਚਿੱਤਰ ਸਨ 1600 ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਤ ਡਾ. ਵਿਲਿਅਮ ਗਿਲਬਰਟ (ਜੋ ਇੰਗਲੈਂਡ ਦੀ ਮਹਾਰਾਣੀ ਦੇ ਸ਼ਾਹੀ ਚਕਿਤਸਕ ਸੀ) ਦੀ ਪੁਸਤਕ), ਡੇ-ਮੈਗਨੇਟੇ (De Magnete) ਤੋਂ ਹੈ।

5.7 ਸਥਾਈ ਚੁੰਬਕ ਅਤੇ ਬਿਜਲ-ਚੁੰਬਕ

(PERMANENT MAGNETS AND ELECTROMAGNETS)

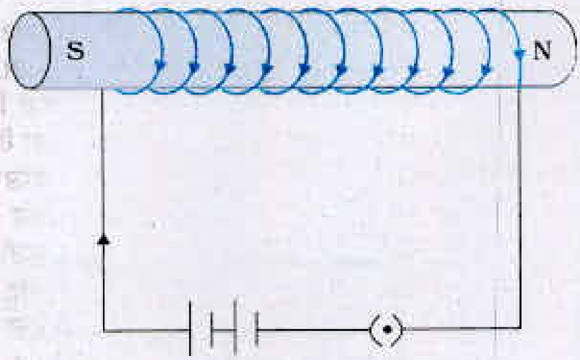
ਉਹ ਪਦਾਰਥ ਜੋ ਕਮਰੇ ਦੇ ਤਾਪ ਤੇ ਆਪਣੇ ਲੋਹ-ਚੁੰਬਕੀ ਗੁਣ ਲੰਬੇ ਸਮੇਂ ਲਈ ਬਣਾਏ ਰੱਖ ਸਕਦੇ ਹੋਣ ਸਥਾਈ ਚੁੰਬਕ ਕਹਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਸਥਾਈ ਚੁੰਬਕ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਤਰੀਕਿਆਂ ਤੋਂ ਬਣਾਏ ਜਾ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਲੋਹੇ ਦੀ ਇੱਕ ਛੜ ਨੂੰ ਉੱਤਰ-ਦੱਖਣ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਰੱਖਕੇ ਬਾਰ-ਬਾਰ ਇਸਤੇ ਹਥੌੜੇ ਮਾਰਨ ਨਾਲ ਇਹ ਚੁੰਬਕ ਬਣ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਵਿਧੀ ਚਿੱਤਰ 5.15 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਈ ਗਈ ਹੈ। ਇਹ ਚਿੱਤਰ ਇੱਕ ਚਾਰ ਸੌ ਸਾਲ ਪੁਰਾਣੀ ਪੁਸਤਕ ਤੋਂ ਇਹ ਦਰਸਾਉਣ ਲਈ ਲਿਆ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਸਥਾਈ ਚੁੰਬਕ ਬਣਾਉਣ ਦੀ ਕਲਾ ਕਾਫ਼ੀ ਪੁਰਾਣੀ ਹੈ। ਸਥਾਈ ਚੁੰਬਕ ਬਣਾਉਣ ਦੇ ਲਈ ਇੱਕ ਸਟੀਲ ਦੀ ਛੜ ਨੂੰ ਫੜ੍ਹ ਕੇ ਉਸਦੇ ਉੱਤੇ ਕਿਸੇ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਦਾ ਇੱਕ ਸਿਰਾ ਇੱਕ ਪਾਸੇ ਤੋਂ ਦੂਜੇ ਪਾਸੇ ਸਪਰਸ਼ ਕਰਾਉਂਦੇ ਹੋਏ ਵਾਰ-ਵਾਰ ਲਾਏ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਸਥਾਈ ਚੁੰਬਕ ਬਣਾਉਣ ਦਾ ਇੱਕ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਤਰੀਕਾ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੇ ਸਾਲੇਨਾਇਡ ਦੇ ਅੰਦਰ ਇੱਕ ਲੋਹ-ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਛੜ ਰੱਖੀ ਜਾਵੇ ਤੇ ਉਸ ਸਾਲੇਨਾਇਡ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਵੇ। ਸਾਲੇਨਾਇਡ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਛੜ ਨੂੰ ਚੁੰਬਕਿਤ ਕਰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਹਿਸਟੈਰੇਸਿਸ ਵਕਰ (ਚਿੱਤਰ 5.14) ਸਾਨੂੰ ਸਥਾਈ ਚੁੰਬਕਾ ਲਈ ਉਚਿਤ ਪਦਾਰਥ ਚੁਨਣ ਲਈ ਸਹਾਇਤਾ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਸ਼ਕਤੀਸ਼ਾਲੀ ਚੁੰਬਕ ਬਣਾਉਣ ਲਈ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਉੱਚ ਚੁੰਬਕੀ ਧਾਰਨਸ਼ੀਲਤਾ ਅਤੇ ਉੱਚ ਕੋਐਰਸੀਵੀਟੀ (High Coercivity) ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਜੋ ਇੱਧਰ ਉੱਧਰ ਦੇ ਚੰਬਕੀ ਖੇਤਰਾਂ ਜਾਂ ਤਾਪੀ ਉਤਾਅ-ਚੜ੍ਹਾਵਾਂ ਜਾਂ ਛੋਟੀ ਯਾਂਤਰਿਕ ਹਾਨੀਆਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਇਸਦਾ ਚੁੰਬਕਤਵ ਅਸਾਨੀ ਨਾਲ ਖ਼ਤਮ ਨਾ ਹੋ ਜਾਵੇ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਇਸਦੇ ਇਲਾਵਾ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਉੱਚ ਚੁੰਬਕਸ਼ੀਲਤਾ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ। ਸਟੀਲ ਇਹੋ ਜਿਹਾ ਹੀ ਇੱਕ ਪਦਾਰਥ ਹੈ, ਇਸਦੀ ਧਾਰਨਸ਼ੀਲਤਾ ਨਰਮ ਲੋਹੇ ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੈ ਪਰ ਨਰਮ ਲੋਹੇ ਦੀ ਕੋਐਰਸੀਟੀਵੀ ਇੰਨ੍ਹੀ ਘੱਟ ਹੈ ਕਿ ਸਾਰੇ ਗੁਣਾਂ ਨੂੰ ਸੋਚੀਏ ਤਾਂ ਸਥਾਈ ਚੁੰਬਕ ਬਣਾਉਣ ਲਈ ਸਟੀਲ ਨਰਮ ਲੋਹੇ ਤੋਂ ਬਿਹਤਰ ਹੈ। ਸਥਾਈ ਚੁੰਬਕਾਂ ਲਈ ਉਪਯੋਗਤ ਹੋਰ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੇ ਨਾਮ ਹਨ- ਐਲਨੀਕੋ (ਲੋਹੇ, ਐਲੂਮੀਨੀਅਮ, ਨਿੱਕਲ, ਕੋਬਾਲਟ ਅਤੇ ਤਾਂਬੇ ਦੀ ਇੱਕ ਮਿਸ਼ਰਿਤ ਧਾਤੂ) ਕੋਬਾਲਟ- ਸਟੀਲ ਅਤੇ ਟੀਕੋਨਲ।

ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕ ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਲੋਹ-ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥਾਂ ਤੋਂ ਬਣੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਚੁੰਬਕਸ਼ੀਲਤਾ ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਅਤੇ ਧਾਰਨਸ਼ੀਲਤਾ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਨਰਮ ਲੋਹਾ ਬਿਜਲ-ਚੁੰਬਕਾਂ ਲਈ ਇੱਕ ਉਪਯੁਕਤ ਪਦਾਰਥ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਸਾਲੇਨਾਇਡ ਦੇ ਅੰਦਰ ਨਰਮ ਲੋਹੇ ਦੀ ਛੜ ਰੱਖ ਕੇ ਜਦੋਂ ਅਸੀਂ ਉਸ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਤਾ ਸਾਲੇਨਾਇਡ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਹਜ਼ਾਰ ਗੁਣਾ ਵੱਧ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਅਸੀਂ ਸਾਲੇਨਾਇਡ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਕਰਨਾ ਬੰਦ ਕਰ ਦਿੰਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵੀ ਸਮਾਪਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਨਰਮ ਲੋਹੇ ਵਾਲੇ ਕੋਰ ਦੀ ਚੁੰਬਕੀ ਧਾਰਨਸ਼ੀਲਤਾ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੈ। ਇਹ ਸਥਿਤੀ ਚਿੱਤਰ 5.16 ਵਿੱਚ ਦਰਸ਼ਾਈ ਗਈ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 5.16 ਇੱਕ ਨਰਮ ਲੋਹੇ-ਦੀ ਕੋਰ ਯੁਕਤ ਸਾਲੇਨਾਈਡ ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕ ਵਾਂਗ ਵਿਵਹਾਰ ਕਰਦੀ ਹੈ।

ਕੁੱਝ ਅਨੁਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਵਿੱਚ ਪਦਾਰਥ ਇੱਕ ਲੰਬੇ ਸਮੇਂ ਤੱਕ ਚੁੰਬਕਨ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀ ਆਵਰਤੀ ਚੱਕਰ ਤੋਂ ਗੁਜ਼ਰਦਾ ਹੈ। ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ ਦੇ ਕੋਰ ਅਤੇ ਟੈਲੀਫੋਨ ਦੇ ਡਾਈਫਰਾਮ ਵਿੱਚ ਇਹੋ ਜਿਹਾ ਹੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਵਿੱਚ ਵਰਤੇ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੇ ਹਿਸਟੇਰੇਸਿਸ ਵਕਰ ਸੰਕੀਰਨ ਹੋਣੇ ਚਾਹੀਦੇ ਹਨ। ਨਤੀਜਨ ਇਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਊਸ਼ਮਾ ਖੈ ਅਤੇ ਤਾਪ ਵਾਧਾ ਘੱਟ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ ਵੀ ਘੱਟ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਜੋ ਐਡੀ-ਕਰੰਟਾਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਊਰਜਾ ਖੈ ਵਿੱਚ ਕਮੀ ਰਹੇ। ਐਡੀ-ਕਰੰਟਾਂ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਅਧਿਆਇ 6 ਵਿੱਚ ਜ਼ਿਕਰ ਕਰਾਂਗੇ। ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕਾਂ ਦਾ ਅਨੁਪ੍ਰਯਗ ਬਿਜਲ ਘੰਟੀਆ, ਧੁਨੀ ਵਿਸਤਾਰਿਕ ਅਤੇ ਦੂਰ-ਭਾਸ਼ ਯੰਤਰਾਂ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਵਿਸ਼ਾਲ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕਾਂ ਦਾ ਕਰੇਨਾਂ ਵਿੱਚ ਮਸ਼ੀਨਾਂ ਜਾਂ ਲੋਹੇ ਅਤੇ ਸਟੀਲ ਦੀਆਂ ਭਾਰੀਆਂ ਵਸਤੂਆਂ ਚੁੱਕਣ ਲਈ ਇਸਤੇਮਾਲ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਭਾਰਤ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਮਾਨ-ਚਿਤਰਨ (MAPPING INDIA S MAGNETIC FIELD)

ਅਨਵੇਸ਼ਨ, ਸੰਚਾਰ ਅਤੇ ਨਾਵਕੀ ਵਿੱਚ ਵਿਵਹਾਰਿਕ ਅਨੁਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਦੁਨੀਆਂ ਦੇ ਜ਼ਿਆਦਾਤਰ ਦੇਸ਼ਾ ਨੇ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਨਕਸ਼ੇ ਬਣਾਏ ਹਨ, ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਪਸ਼ੁਧਤਾ ਭੂਗੋਲਿਕ ਨਕਸ਼ਿਆਂ ਦੇ ਨਾਲ ਤੁਲਨਾਯੋਗ ਹੈ। ਭਾਰਤ ਦੇ ਦੱਖਣ ਵਿੱਚ ਤ੍ਰੀਵੇਂਦਰਮ ਤੋਂ ਉੱਤਰ ਦੇ ਗੁਲਮਾਰਗ ਤੱਕ ਇੱਕ ਦਰਜਨ ਤੋਂ ਅਧਿਕ ਵੇਦਸ਼ਾਲਾਵਾਂ (Observatories) ਹਨ। ਇਹ ਵੇਦਸ਼ਾਲਾਵਾਂ ਮੁੰਬਈ ਦੇ ਕੋਲਾਬਾ ਵਿੱਚ ਸਥਿਤ ਭਾਰਤੀ ਭੂ-ਚੁੰਬਕਤਵ ਸੰਸਥਾਨ (IIG) ਦੇ ਅਧੀਨ ਕਾਰਜ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ। ਭਾਰਤੀ ਭੂ-ਚੁੰਬਕਤਵ ਸੰਸਥਾਨ, ਕੋਲਾਬਾ ਅਤੇ ਅਲੀਬਾਗ ਵੇਦਸ਼ਾਲਾਵਾਂ ਦੇ ਵਿਸਥਾਰ ਸਰੂਪ, ਉਪਚਾਰਿਕ ਰੂਪ ਤੋਂ 1971 ਵਿੱਚ ਸਥਾਪਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ। ਭਾਰਤੀ ਭੂ-ਚੁੰਬਕਤ ਸੰਸਥਾਨ ਆਪਣੇ ਦੇਸ਼ ਵਿਆਪੀ ਵੇਦਸ਼ਾਲਾਵਾਂ ਦੇ ਮਾਧਿਅਮ ਤੋਂ ਭੂ-ਸਮੁੰਦਰਤਲ ਅਤੇ ਪੁਲਾੜ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਉਤਾਰ-ਚੜ੍ਹਾਵਾਂ ਤੇ ਨਿਗਾਹ ਰੱਖਦਾ ਹੈ। ਇਸਦੀਆਂ ਸੀਮਾਵਾਂ ਤੇਲ ਅਤੇ ਕੁਦਰਤੀ ਗੈਸ ਆਯੋਗ (ONGC), ਰਾਸ਼ਟਰੀ ਸਮੁੰਦਰ ਵਿਗਿਆਨ ਸੰਸਥਾਨ (NIO) ਅਤੇ ਭਾਰਤੀ ਪੁਲਾੜ ਅਨੁਸੰਧਾਨ ਸੰਗਠਨ (ISRO) ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤੀਆਂ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਹ ਉਸ ਵਿਸ਼ਵ ਵਿਆਪੀ ਵਿਵਸਥਾਂ ਦਾ ਅੰਗ ਹੈ ਜੋ ਲਗਾਤਾਰ ਯਤਨਪੂਰਵਕ ਭੂ-ਚੁੰਬਕੀ ਅੰਕੜਿਆਂ ਨੂੰ ਸੁਧਾਰਦੀ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ। ਹੁਣ ਭਾਰਤ ਕੋਲ ਇੱਕ ਸਥਾਈ ਕੇਂਦਰ ਹੈ, ਜਿਸਦਾ ਨਾਮ ਗੰਗੋਤਰੀ ਹੈ।

PHYSICS

India's Magnetic Field:
http://www.iigm.res.in

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਸਾਰ (SUMMARY)

1. ਚੁੰਬਕਤਵ ਵਿਗਿਆਨ ਇਕ ਪੁਰਾਤਨ ਵਿਗਿਆਨ ਹੈ। ਇਹ ਕਾਫੀ ਪੁਰਾਣੇ ਸਮੇਂ ਤੋਂ ਗਿਆਤ ਸੀ ਕਿ ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥਾਂ ਵਿੱਚ ਉੱਤਰ-ਦੱਖਣ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਸੰਕੇਤ ਕਰਨ ਦੀ ਪ੍ਰਵਿਰਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਸਮਾਨ ਧਰੁਵ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਨੂੰ ਅਪਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਅਸਮਾਨ ਅਕਰਸ਼ਿਤ। ਕਿਸੇ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਨੂੰ ਕੱਟਕੇ ਦੋ ਭਾਗਾਂ ਵਿੱਚ ਵੰਡਿਏ ਤਾਂ ਦੋ ਛੋਟੇ ਚੁੰਬਕ ਬਣ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਧਰੁਵ ਵੱਖ ਨਹੀਂ ਕੀਤੇ ਜਾ ਸਕਦੇ।
2. ਜਦੋਂ **m** ਚੁੰਬਕੀ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ ਵਾਲੇ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਨੂੰ ਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ **B** ਵਿੱਚ ਰਖਦੇ ਹਾਂ ਤੇ
   (a) ਇਕ ਤੇ ਲਗਣ ਵਾਲਾ ਕੁਲ ਬਲ ਸਿਫਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।
   (b) ਟਾਰਕ $\mathbf{m} \times \mathbf{B}$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।
   (c) ਇਸਦੀ ਸਥਿਤਿਜ ਉਰਜਾ $-\mathbf{m}\cdot\mathbf{B}$ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਜਿਥੇ ਅਸੀਂ ਸਿਫਰ, ਉਰਜਾ ਉਸ ਕੇਸ ਵਿੱਚ ਲਿਆ ਹੈ ਜਦੋਂ **m** ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ **B** ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਹੈ।
3. ਲੰਬਾਈ l ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ **m** ਦਾ ਇੱਕ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਲਓ। ਇਸਦੇ ਮੱਧ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ r ਦੂਰੀ ਤੇ, ਜਿੱਥੇ $r >> l$ ਇਸ ਛੜ ਦੇ ਕਾਰਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ **B** ਦਾ ਮੁਲ ਹੋਵੇਗਾ

$$\mathbf{B} = \frac{\mu_0 \mathbf{m}}{2\pi r^3} \quad \text{(ਧੁਰੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ)}$$

$$= -\frac{\mu_0 \mathbf{m}}{4\pi r^3} \quad \text{(ਵਿਸ਼ੁਵਤ ਧੁਰੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ)}$$

4. ਚੁੰਬਕਤਵ ਸੰਬੰਧੀ ਗੌਸ ਦੇ ਨਿਯਮ ਅਨੁਸਾਰ, ਕਿਸੇ ਬੰਦ ਸਤ੍ਹਾ ਵਿਚੋਂ ਦੀ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲਾ ਕੁੱਲ ਚੁੰਬਕੀ ਫਲਕਸ ਹਮੇਸ਼ਾ ਸਿਫਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ

$$\phi_B = \sum_{\substack{\text{ਸਾਰੇ ਖੇਤਰ ਅੰਸ਼} \\ \Delta\mathbf{S}\ \text{ਦੇ ਲਈ}}} \mathbf{B}\cdot\Delta\mathbf{S} = 0$$

5. ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ, ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੇ ਰੱਖੇ-ਇੱਕ ਚੁੰਬਕੀ ਡਾਈਪੋਲ (ਪਰਿਕਲਪਿਤ) ਦੇ ਸਮਤੁਲ ਹੈ। ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਭੂਗੋਲਿਕ ਉੱਤਰੀ ਧਰੁਵ ਦੇ ਨਜ਼ਦੀਕ ਦੇ ਧਰੁਵ ਨੂੰ ਉੱਤਰੀ ਚੁੰਬਕੀ ਧਰੁਵ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਭੂਗੋਲਿਕ ਦੱਖਣੀ ਧਰੁਵ ਦੇ ਨੇੜੇ ਦੇ ਧਰੁਵ ਨੂੰ ਦੱਖਣੀ ਚੁੰਬਕੀ ਧਰੁਵ ਆਖਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਡਾਈਪੋਲ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਘੁੰਮਣ ਧੁਰੇ ਤੋਂ ਇਕ ਛੋਟਾ ਕੋਣ ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ $\approx 4 \times 10^{-5}$ T ਹੈ।
6. ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਇਸਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਵਿਵਰਨ ਦੇਣ ਲਈ ਤਿੰਨ ਰਾਸ਼ੀਆਂ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ- ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਖਿਤਿਜ ਖੰਡ, ਚੁੰਬਕੀ ਇਕਪਾਤ ਅਤੇ ਨਮਨ ਕੋਣ। ਇਹ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਅਵਯਵ ਹਨ।
7. ਮੰਨਿਆ ਕਿ ਕੋਈ ਪਦਾਰਥ ਇਕ ਬਾਹਰੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ $\mathbf{B}_0$ ਵਿੱਚ ਰਖਿਆ ਹੈ। ਚੁੰਬਕੀ ਤੀਵਰਤਾ ਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਹੈ,

$$\mathbf{H} = \frac{\mathbf{B}_0}{\mu_0}$$

ਪਦਾਰਥ ਦਾ ਚੁੰਬਕਣ **M** ਇਸਦਾ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਈ ਆਇਤਨ ਹੈ। ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਅੰਦਰ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ

$\mathbf{B} = \mu_0 (\mathbf{H} + \mathbf{M})$

8. ਰੇਖੀ ਪਦਾਰਥ ਲਈ $\mathbf{M} = \chi \mathbf{H}$ ਜਿਸ ਤੋਂ ਕਿ $\mathbf{B} = \mu \mathbf{H}$ ਅਤੇ χ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਚੁੰਬਕੀ ਪ੍ਰਵਿਰਤੀ ਕਹਾਉਂਦੀ ਹੈ। ਰਾਸ਼ੀਆਂ χ, ਆਪੇਖੀ ਚੁੰਬਕਸ਼ੀਲਤਾ μ_r ਅਤੇ ਚੁੰਬਕਸ਼ੀਲਤਾ μ ਵਿੱਚੇ ਨਿਮਨਲਿਖਿਤ ਸੰਬੰਧ ਹੈ-

$\mu = \mu_0\, \mu_r$

$\mu_r = 1 + \chi$

9. ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥਾਂ ਨੂੰ ਮੋਟੇ ਤੌਰ ਤੇ ਤਿੰਨ ਜਮਾਤਾਂ ਵਿੱਚ ਵਿਭਾਜਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ :- ਪ੍ਰਤੀ ਚੁੰਬਕੀ, ਅਨੁਚੁੰਬਕੀ ਅਤੇ ਲੋਹ ਚੁੰਬਕੀ। ਪ੍ਰਤੀ ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥਾਂ ਲਈ χ ਦਾ ਮੁਲ ਰਿਣਾਤਮਕ ਅਤੇ ਜਿਆਦਾਤਰ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਅਨੁਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥਾਂ ਲਈ χ ਧੰਨਾਤਮਕ ਅਤੇ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੈ। ਲੋਹ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਚੁੰਬਕਾਂ ਲਈ χ ਧੰਨਾਤਮਕ ਅਤੇ ਬਹੁਤ ਜ਼ਿਆਦਾ ਮੁਲ ਵਾਲਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ **B** ਅਤੇ **H** ਦੇ ਰੇਖੀ ਸੰਬੰਧਾਂ ਨਾਲ ਵੀ ਪਹਿਚਾਨੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਹਿਸਟੈਰੇਸਿਸ ਦਾ ਗੁਣ ਵੀ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ।

10. ਉਹ ਪਦਾਰਥ ਜੋ ਸਾਧਾਰਣ ਤੌਰ ਤੇ ਲੰਬੇ ਸਮੇਂ ਲਈ ਲੋਹ ਚੁੰਬਕੀ ਗੁਣ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ, ਸਥਾਈ ਚੁੰਬਕ ਕਹਾਉਂਦੇ ਹਨ।

	ਭੌਤਿਕ ਰਾਸ਼ੀ	ਪ੍ਰਤੀਕ	ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ	ਵਿਮਾਵਾਂ	ਮਾਤ੍ਰਕ	ਟਿੱਪਣੀ
1.	ਨਿਰਵਾਯੂ ਦੀ ਚੁੰਬਕਸ਼ੀਲਤਾ	μ_0	ਸਕੇਲਰ	$[MLT^{-2}A^{-2}]$	T m A^{-1}	$\mu_0/4\pi = 10^{-7}$
2.	ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ; ਚੁੰਬਕੀ ਪ੍ਰੇਰਣ; ਚੁੰਬਕੀ ਫਲਕਸ ਘਣਤਾ	**B**	ਵੈਕਟਰ	$[MT^{-2}A^{-1}]$	T (ਟੇਸਲਾ)	10^4 G (ਗੌਸ) = 1 T
3.	ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ	**m**	ਵੈਕਟਰ	$[L^{-2}A]$	A m^2	
4.	ਚੁੰਬਕੀ ਫਲਕਸ	ϕ_B	ਵੈਕਟਰ	$[ML^2T^{-2}A^{-1}]$	W (ਵੇਬਰ)	W = T m^2
5.	ਚੁੰਬਕਣ	**M**	ਵੈਕਟਰ	$[L^{-1}A]$	A m^{-1}	$\frac{\text{ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ}}{\text{ਆਇਤਨ}}$
6.	ਚੁੰਬਕੀ ਤੀਵਰਤਾ; ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਸਮਰਥਾ	**H**	ਵੈਕਟਰ	$[L^{-1}A]$	A m^{-1}	$\mathbf{B} = \mu_0 (\mathbf{H} + \mathbf{M})$
7.	ਚੁੰਬਕੀ ਪ੍ਰਵਿਰਤੀ	χ	ਸਕੇਲਰ	-	-	$\mathbf{M} = \chi \mathbf{H}$
8.	ਆਪੇਖੀ ਚੁੰਬਕਸੀਲਤਾ	μ_r	ਸਕੇਲਰ	-	-	$\mathbf{B} = \mu_0 \mu_r \mathbf{H}$
9.	ਚੁੰਬਕਸ਼ੀਲਤਾ	μ	ਸਕੇਲਰ	$[MLT^{-2}A^{-2}]$	T m A^{-1} N A^{-2}	$\mu = \mu_0 \mu_r$ $\mathbf{B} = \mu \mathbf{H}$

ਵਿਚਾਰਣਯੋਗ ਵਿਸ਼ੇ (POINTS TO PONDER)

1. ਗਤੀਮਾਨ ਚਾਰਜਾਂ/ਕਰੰਟਾਂ ਦੇ ਮਾਧਿਅਮ ਤੋਂ ਚੁੰਬਕੀ ਵਰਤਾਰਿਆ ਦੀ ਸੰਤੋਸ਼ਜਨਕ ਸਮਝ ਸੰਨ 1800 ਈ ਦੇ ਬਾਅਦ ਪੈਦਾ ਹੋਈ। ਪਰੰਤੂ ਚੁੰਬਕਾਂ ਦੇ ਦਿਸ਼ਾ ਗੁਣਾਂ ਦਾ ਤਕਨੀਕੀ ਉਪਯੋਗ ਇਸ ਵਿਗਿਆਨਕ ਸਮਝ ਤੋਂ 2000 ਸਾਲ ਪਹਿਲਾਂ ਹੀ ਸ਼ੁਰੂ ਹੋ ਗਿਆ ਸੀ। ਇਸ ਲਈ ਵਿਗਿਆਨਕ ਸਮਝ ਇੰਜੀਨੀਅਰਿੰਗ ਉਪਯੋਗਾਂ ਲਈ ਕੋਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਸ਼ਰਤ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਆਦਰਸ਼ ਤੌਰ ਤੇ ਵਿਗਿਆਨ ਅਤੇ ਇੰਜੀਨੀਅਰਿੰਗ ਵਿਚੋਂ ਕਦੇ ਵਿਗਿਆਨ ਇੰਜੀਨੀਅਰਿੰਗ ਤੋਂ ਅੱਗੇ ਵੱਧਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਕਦੇ ਇੰਜੀਨੀਅਰਿੰਗ ਵਿਗਿਆਨ ਤੋਂ।
2. ਇਕੱਲੇ ਚੁੰਬਕੀ ਧਰੁਵਾਂ ਦੀ ਹੋਂਦ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ। ਜੇ ਤੁਸੀਂ ਇਕ ਚੁੰਬਕ ਨੂੰ ਕੱਟ ਕੇ ਦੋ ਟੁਕੜੇ ਕਰਦੇ ਹੋ ਤਾਂ ਤੁਹਾਨੂੰ ਦੋ ਛੋਟੇ ਚੁੰਬਕ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਸਦੇ ਉਲਟ ਇਕੱਲੇ ਧਨਾਤਮਕ ਅਤੇ ਰਿਣਾਤਮਕ ਬਿਜਲਈ ਚਾਰਜਾਂ ਦੀ ਹੋਂਦ ਹੈ। ਇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਤੇ ਚਾਰਜ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ $|e| = 1.6 \times 10^{-19}$C ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜੋ ਚਾਰਜ ਦਾ ਸਭ ਤੋਂ ਛੋਟਾ ਮਾਨ ਹੈ। ਹੋਰ ਸਾਰੇ ਚਾਰਜ ਇਸ ਨਿਊਨਤਮ ਇਕਾਈ ਚਾਰਜ ਦੇ ਪੂਰਨ ਗੁਣਅੰਕ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਦੂਜੇ ਸ਼ਬਦਾਂ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜ ਕੁਆਂਟੀਕ੍ਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸਾਨੂੰ ਪਤਾ ਨਹੀਂ ਹੈ ਕਿ ਇਕੱਲੇ ਚੁੰਬਕੀ ਧਰੁੱਵ ਦੀ ਹੋਂਦ ਕਿਉਂ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਜਾਂ ਬਿਜਲੀ ਚਾਰਜ ਕੁਆਂਟਕ੍ਰਿਤ ਕਿਉਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।
3. ਇਸ ਤੱਥ ਦਾ ਕਿ ਇਕੱਲੇ ਚੁੰਬਕੀ ਧਰੁੱਵਾਂ ਦੀ ਹੋਂਦ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ ਦਾ ਇੱਕ ਨਤੀਜਾ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਅਖੰਡਿਤ ਹਨ ਅਤੇ ਬੰਦ ਲੂਪ ਬਣਾਉਂਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਸ ਦੇ ਉਲਟ ਬਿਜਲੀ ਬਲ ਰੇਖਾਵਾਂ ਧੰਨ ਚਾਰਜ ਤੋਂ ਸ਼ੁਰੂ ਹੋ ਕੇ ਰਿਣ ਚਾਰਜ ਤੇ ਸਮਾਪਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ (ਜਾਂ ਅਨੰਤ ਵਿਚ ਲੁਪਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ)।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

4. ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਇਸਦੇ ਅੰਦਰ ਰੱਖੇ ਇੱਕ ਵਿਸ਼ਾਲ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਕਾਰਨ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦਾ ਕੋਰ ਗਰਮ ਅਤੇ ਪਿਘਲੀ ਹੋਈ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਹੈ। ਸ਼ਾਇਦ ਇਸ ਕੋਰ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਸੰਵਹਿਣ ਧਾਰਾਵਾਂ ਹੀ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਲਈ ਜ਼ਿੰਮੇਵਾਰ ਹਨ। ਅਸੀਂ ਨਹੀਂ ਜਾਣਦੇ ਕਿ ਉਹ ਕਿਹੜਾ ਡਾਈਨਾਮੋ (Dynamo) ਪ੍ਰਭਾਵ ਹੈ। ਜੋ ਇਨ੍ਹਾਂ ਧਾਰਾਵਾਂ ਨੂੰ ਬਣਾਈ ਰੱਖਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਲਗਪਗ ਹਰ ਦਸ ਲੱਖ ਸਾਲਾਂ ਬਾਅਦ ਆਪਣੀ ਧਰੁੱਵਤਾ ਕਿਉਂ ਉੱਲਟ ਲੈਂਦਾ ਹੈ।

5. ਚੁੰਬਕੀ ਪ੍ਰਵਿਰਤੀ χ ਦੇ ਮੁੱਲ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਛੋਟੇ ਅੰਤਰ ਤੋਂ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਵਰਤਾਰੇ ਵਿੱਚ ਅੰਤਰ ਪਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਜਿਵੇਂ ਪ੍ਰਤੀਚੁੰਬਕ ਅਤੇ ਅਨੁ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਵਿਵਹਾਰਾਂ ਵਿੱਚ ਅੰਤਰ। ਪ੍ਰਤੀਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥਾਂ ਲਈ $\chi = -10^{-5}$ ਜਿੱਥੇ $\chi = +10^{-5}$ ਅਨੁੰਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੇ ਲਈ ਹੈ।

6. ਅਤਿਚਾਲਕ (super Conductor) ਪਰਿਪੂਰਨ ਚੁੰਬਕ (perfect diamagnetic) ਵੀ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਸਦੇ ਲਈ $\chi = -1, \mu_r = 0, \mu = 0$ ਹੈ। ਬਾਹਰੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਸਦੇ ਬਾਹਰ ਹੀ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਇੱਕ ਮੰਨੋਰੰਜਕ ਤੱਤ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਪਦਾਰਥ ਇੱਕ ਪਰਿਪੂਰਨ ਚਾਲਕ ਵੀ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ ਇਹੋ ਜਿਹਾ ਕੋਈ ਪੁਰਾਣਾ ਸਿਧਾਂਤ ਨਹੀਂ ਹੈ ਜੋ ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੋਨਾਂ ਗੁਣਾਂ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਸੂਤਰਤਾ ਲਿਆਂ ਸਕੇ। ਬਾਰਡੀਨ (Bardeen), ਕੂਪਰ (Cooper) ਅਤੇ ਸ਼ਰੀਵਰ (Schrieffer) ਨੇ ਇੱਕ ਕੁਆਂਟਮ ਯਾਂਤਰਿਕ ਸਿਧਾਂਤ (B.C.S.) ਦਿੱਤਾ ਹੈ ਜੋ ਇਨ੍ਹਾਂ ਪ੍ਰਭਾਵਾਂ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕਰ ਸਕਦਾ ਹੈ। BCS ਸਿਧਾਂਤ 1957 ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਸਤਾਵਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਸੀ ਅਤੇ ਬਾਅਦ ਵਿੱਚ 1970 ਵਿੱਚ ਭੌਤਿਕੀ ਦੇ ਨੋਬਲ ਪੁਰਸਕਾਰ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਸਨੂੰ ਮਾਨਤਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਈ।

7. ਹਿਸਟੇਰੇਸਿਸ ਦੀ ਪਰਿਘਟਨਾ, ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਆਸਥਤਤਾ ਸੰਬੰਧੀ ਮਿਲਦੇ ਜੁਲਦੇ ਵਿਵਹਾਰ ਦੀ ਯਾਦ ਦਿਲਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ, ਪ੍ਰਤੀਬਲ, ਵਿਕ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਉੱਲਟ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੋਣਾ ਜ਼ਰੂਰੀ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਉਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੀ ਇੱਥੇ *H* ਅਤੇ *B* (ਜਾਂ *M*) ਵਿੱਚ ਰੇਖੀ ਸੰਬੰਧ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਪ੍ਰਤੀਬਲ ਵਿਕ੍ਰਿਤੀ ਵਕਰ ਹਿਸਟੇਰੇਸਿਸ ਦਾ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਨ ਕਰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਤੋਂ ਘਿਰਿਆ ਹੋਇਆ ਖੇਤਰਫਲ ਪ੍ਰਤੀਇਕਾਈ ਆਇਤਨ ਵਿੱਚ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਊਰਜਾ ਖੈ ਨੂੰ ਵਿਅਕਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। *B-H* ਹਿਸਟੇਰੇਸਿਸ ਵਕਰ ਦੀ ਵੀ ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਆਖਿਆ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ।

8. ਪ੍ਰਤੀਚੁੰਬਕਤਵ ਸਰਵਵਿਆਪੀ ਹੈ। ਇਹ ਸਭ ਪਦਾਰਥਾਂ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਹੈ, ਪਰੰਤੂ ਅਨੁਚੁੰਬਕੀ ਅਤੇ ਲੋਹ-ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥਾਂ ਵਿੱਚ ਇਹ ਬਹੁਤ ਹੀ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ਼ਦਾ ਪਤਾ ਲਗਾਉਣਾ ਬਹੁਤ ਕਠਿਨ ਹੈ।

9. ਅਸੀਂ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਚੁੰਬਕੀ, ਅਨੁਚੁੰਬਕੀ ਅਤੇ ਲੋਹ-ਚੁੰਬਕੀ ਰੂਪਾਂ ਵਿੱਚ ਵਰਗੀਕਰਨ ਕੀਤਾ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦਾ ਇਨ੍ਹਾਂ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ ਵੀ ਕੁੱਝ ਹੋਰ ਪ੍ਰਕਾਰ ਹਨ, ਜਿਵੇਂ- ਲਗੂ ਲੋਹ ਚੁੰਬਕੀ, (Ferrimagnetic) ਪ੍ਰਤੀਲੋਹ ਚੁੰਬਕੀ (Anti-ferromagnetic), ਸਪਿੰਨ ਕੱਚ ਆਦਿ, ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਗੁਣ ਬਹੁਤ ਹੀ ਵੱਖ-2 ਤੇ ਭੇਦ ਭਰੇ ਹਨ।

ਅਭਿਆਸ (EXERCISES)

5.1 ਭੂਚੁੰਬਕਤਵ ਸਬੰਧੀ ਨਿਮਨਲਿਖਤ ਪ੍ਰਸ਼ਨਾਂ ਦੇ ਉੱਤਰ ਦਿਓ—

(a) ਇਕ ਸਦਿਸ਼ ਨੂੰ ਪੂਰਨ ਰੂਪ ਨਾਲ ਵਿਅਕਤ ਕਰਨ ਲਈ ਤਿੰਨ ਰਾਸ਼ੀਆਂ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਉਨ੍ਹਾਂ ਤਿੰਨ ਸੁਤੰਤਰ ਰਾਸ਼ੀਆਂ ਦੇ ਨਾਮ ਲਿਖੋ ਜੋ ਪਰੰਪਰਾਗਤ ਰੂਪ ਨਾਲ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਵਿਅਕਤ ਕਰਨ ਲਈ ਪ੍ਰਯੁਕਤ ਹੁੰਦੀ ਹਨ।

(b) ਦੱਖਣ ਭਾਰਤ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਸਥਾਨ ਤੇ ਨਮਨ ਕੋਣ ਦਾ ਮਾਨ ਲਗਭਗ 18° ਹੈ। ਬ੍ਰਿਟੇਨ ਵਿੱਚ ਤੁਸੀਂ ਇਸਤੋਂ ਵੱਧ ਨਮਨ ਕੋਣ ਦੀ ਆਸ ਕਰੋਗੇ ਜਾ ਘੱਟ ਦੀ?

(c) ਜੇ ਤੁਸੀਂ ਆਸਟ੍ਰੇਲੀਆ ਦੇ ਮੇਲਬਾਰਨ ਸ਼ਹਿਰ ਵਿਚ ਭੂ-ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦਾ ਨਕਸ਼ਾ ਬਣਾਓ ਤਾਂ ਇਹ ਰੇਖਾਵਾਂ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਅੰਦਰ ਜਾਣਗੀ ਯਾ ਬਾਹਰ ਆਉਣਗੀਆਂ?

(d) ਇਕ ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ ਜੋ ਲੰਬਵਤ ਤਲ ਵਿੱਚ ਘੁੰਮਣ ਲਈ ਸੁਤੰਤਰ ਹੈ, ਜੇ ਭੂ-ਚੁੰਬਕੀ ਉੱਤਰ ਯਾ ਦੱਖਣ ਵਿੱਚ ਰੱਖੀ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਇਹ ਕਿਸ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਸੰਕੇਤ ਕਰੇਗੀ?

(e) ਇਹ ਮੰਨਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਲਗਭਗ ਇੱਕ ਚੁੰਬਕੀ ਡਾਈਪੋਲ ਦੇ ਖੇਤਰ ਵਰਗਾ ਹੈ ਜੋ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੇ ਰਖਿਆ ਹੈ ਅਤੇ ਜਿਸਦਾ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੰਟ $8 \times 10^{22}\ J\ T^{-1}$ ਹੈ। ਕੋਈ ਤਰੀਕਾ ਦੱਸੋ ਜਿਸ ਨਾਲ ਇਸ ਸੰਖਿਆ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ ਦੀ ਕੋਟੀ ਦੀ ਜਾਂਚ ਕਿਤੀ ਜਾ ਸਕੇ।

(f) ਭੂ-ਗਰਭ ਸ਼ਾਸ਼ਤਰੀਆਂ ਦਾ ਮੰਣਨਾ ਹੈ ਕਿ ਮੁਖ N-S ਚੁੰਬਕੀ ਧਰੁਵਾਂ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ, ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਕਈ ਹੋਰ ਸਥਾਨੀ ਧਰੁਵ ਵੀ ਹਨ, ਜੋ ਵੱਖ ਵੱਖ ਦਿਸ਼ਾਵਾ ਵਿੱਚ ਝੁਕੇ ਹਨ। ਇਹੋ ਜਿਹਾ ਹੋਣਾ ਕਿਵੇਂ ਸੰਭਵ ਹੈ?

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

5.2 ਨਿਮਨਲਿਖਿਤ ਪ੍ਰਸ਼ਨਾਂ ਦੇ ਉੱਤਰ ਦਿਓ—

(a) ਇਕ ਸਥਾਨ ਤੋਂ ਦੂਸਰੇ ਸਥਾਨ ਤੇ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਬਦਲਦਾ ਹੈ? ਕਿ ਇਹ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਵੀ ਬਦਲਦਾ ਹੈ? ਜੇ ਹਾਂ, ਤਾਂ ਕਿੰਨੇ ਸਮੇਂ ਬਾਅਦ ਇਸ ਵਿੱਚ ਢੁਕਵੇਂ ਪਰਿਵਰਨ ਆਉਂਦੇ ਹਨ?

(b) ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਕੋਰ ਵਿੱਚ ਲੋਹਾ ਹੈ ਇਹ ਪਤਾ ਹੈ। ਫਿਰ ਵੀ ਭੂ-ਗਰਭ ਸ਼ਾਸਤਰੀ ਇਸਨੂੰ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਸੋਮਾ ਨਹੀਂ ਮੰਨਦੇ। ਕਿਓ?

(c) ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਕੋਰ ਦੇ ਬਾਹਰੀ ਚਾਲਕ ਭਾਗ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਚਾਰਜ ਧਾਰਾਵਾਂ ਭੂ-ਚੁੰਬਕਤਵ ਲਈ ਉੱਤਰਦਾਈ ਮੰਨੀਆਂ ਜਾਂਦੀ ਹਨ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਧਾਰਾਵਾਂ ਨੂੰ ਬਣਾਏ ਰੱਖਣ ਵਾਲੀ ਬੈਟਰੀ (ਊਰਜਾ ਸ੍ਰੋਤ) ਕਿ ਹੋ ਸਕਦੀ ਹੈ?

(d) ਆਪਣੇ 45 ਅਰਬ ਸਾਲਾਂ ਦੇ ਇਤਿਹਾਸ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਆਪਣੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਕਈ ਬਾਰ ਉਲਟ ਚੁਕੀ ਹੋਵੇਗੀ। ਭੂ-ਗਰਭਸ਼ਾਸਤਰੀ ਇੰਨੇ ਦੂਰ ਅਤੀਤ ਦੇ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਬਾਰੇ ਵਿੱਚ ਕਿਵੇਂ ਜਾਨ ਪਾਉਂਦੇ ਹਨ?

(e) ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਦੂਰੀਆਂ ਤੇ (30,000 km ਤੋਂ ਵੱਧ) ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦਾ ਚੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਆਪਣੀ ਦੋ ਧਰੁਵੀ ਆਕ੍ਰਿਤੀ ਤੋਂ ਕਾਫੀ ਵੱਖ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕਿਹੜੇ ਕਾਰਕ ਇਸ ਵਿਗਾੜ ਲਈ ਉੱਤਰਦਾਈ ਹਨ?

(f) ਪੁਲਾੜ ਵਿੱਚ 10^{12} T ਦੀ ਕੋਟਿ ਦਾ ਬਹੁਤ ਹੀ ਘੱਟ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕਿ ਇਸ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਵੀ ਕੁਝ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਨਤੀਜੇ ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ? ਸਮਝਾਓ।

[ਟਿੱਪਣੀ : ਪ੍ਰਸ਼ਨ 5.2 ਦਾ ਉਦੇਸ਼ ਮੁਖਤੌਰ ਤੇ ਜਿਗਿਆਸਾ ਜਗਾਉਣਾ ਹੈ ਉਪਰੋਕਤ ਕਈ ਪ੍ਰਸ਼ਨਾਂ ਦੇ ਉੱਤਰ ਯਾ ਤਾ ਕੱਮ ਚਲਾਓ ਹਨ ਯਾ ਅਗਿਆਤ ਹਨ ਜਿੰਨਾ ਵੀ ਸੰਭਵ ਹੋ ਸੱਕਿਆ, ਪ੍ਰਸ਼ਨਾਂ ਦੇ ਉੱਤਰ ਪੁਸਤਕ ਦੇ ਅੰਤ ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੇ ਹਨ। ਵਿਸਤਾਰ ਉਤਰਾ ਲਈ ਤੁਹਾਨੂੰ ਭੂ-ਚੁੰਬਕਤਵ ਦੀ ਕੋਈ ਵਧਿਆ ਪਾਠ ਪੁਸਤਕ ਵੇਖਣੀ ਪਵੇਗੀ।

5.3 ਇਕ ਛੋਟਾ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਜੋ ਇਕ ਸਮਾਨ ਬਾਹਰੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ 0.25 T ਦੇ ਨਾਲ 30° ਦਾ ਕੋਣ ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ, ਤੇ 4.5×10^{-2} J ਦਾ ਟਾਰਕ ਲੱਗਦਾ ਹੈ। ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੰਟ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਕੀ ਹੈ?

5.4 ਚੁੰਬਕੀ ਮੁਮੈਂਟ $m = 0.32 \text{ JT}^{-1}$ ਵਾਲਾ ਇਕ ਛੋਟਾ ਛੜ ਚੁੰਬਕ, 0.15 T ਦੇ ਇਕਸਮਾਨ ਬਾਹਰੀ ਚੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਰੱਖਿਆ ਹੈ, ਜੇ ਇਹ ਛੜ ਖੇਤਰ ਦੇ ਤਲ ਵਿੱਚ ਘੁੰਮਣ ਲਈ ਸੁਤੰਤਰ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਖੇਤਰ ਦੇ ਕਿਸ ਝੁਕਾਅ ਤੇ ਇਹ (i) ਸਥਾਈ ਸੰਤੁਲਨ (ii) ਅਸਥਾਈ ਸੰਤੁਲਨ ਵਿੱਚ ਹੋਵੇਗਾ? ਹਰੇਕ ਸਥਿਤੀ ਵਿਚ ਚੁੰਬਕ ਦੀ ਸਥਿਤਜ ਊਰਜਾ ਦਾ ਮਾਣ ਦੱਸੋ।

5.5 ਇੱਕ ਸਾਲੈਨਾਇਡ ਵਿੱਚ ਨੇੜੇ ਨੇੜੇ ਲਪੇਟੇ ਗਏ 800 ਫੇਰੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਲੰਬਵਤ ਕਾਟ ਦਾ ਖੇਤਰਫਲ $2.5 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਵਿੱਚ 3.0 A ਕਰੰਟ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੋ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਸਮਝਾਓ ਕਿ ਕਿਸ ਅਰਥ ਵਿੱਚ ਇਹ ਸਾਲੈਨਾਇਡ ਇਕ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਵਾਂਗ ਵਿਵਹਾਰ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਨਾਲ ਜੁੜਿਆ ਹੋਇਆ ਚੁੰਬਕੀ ਮੁਮੈਂਟ ਕਿੰਨਾ ਹੈ?

5.6 ਜੇ ਪ੍ਰਸ਼ਨ 5.5 ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੀ ਹੋਈ ਸਾਲੈਨਾਇਡ ਲੰਬਵਤ ਦਿਸ਼ਾ ਵੱਲ ਘੁੰਮਣ ਲਈ ਅਜ਼ਾਦ ਹੋਵੇ ਅਤੇ ਇਸਤੇ ਖਤਿਜ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਇੱਕ 0.25 T ਦਾ ਇਕਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਲਗਾਇਆ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਇਸ ਸਾਲੈਨਾਇਡ ਤੇ ਲੱਗਣ ਵਾਲੇ ਟਾਰਕ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਉਸ ਸਮੇਂ ਕੀ ਹੋਵੇਗਾ ਜਦੋਂ ਇਸਦਾ ਧੁਰਾ ਲਗਾਏ ਗਏ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਨਾਲ 30° ਦਾ ਕੋਣ ਬਣਾ ਰਿਹਾ ਹੋਵੇ।

5.7 ਇੱਕ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਜਿਸਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਮੁਮੈਂਟ 1.5 J T^{-1} ਹੈ, 0.22 T ਦੇ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਰੱਖਿਆ ਹੈ।

(a) ਇਹ ਬਾਹਰੀ ਟਾਰਕ ਕਿੰਨਾ ਕਾਰਜ ਕਰੇਗਾ ਜੇ ਇਹ ਚੁੰਬਕ ਨੂੰ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ (i) ਲੰਬਵਤ (ii) ਉੱਲਟ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਸੰਰੇਖਿਤ ਕਰਨ ਲਈ ਘੁੰਮਾ ਦੇਵੇ।

(b) ਸਥਿਤੀ (i) ਅਤੇ (ii) ਵਿੱਚ ਚੁੰਬਕ ਤੇ ਕਿੰਨਾ ਟਾਰਕ ਲੱਗਦਾ ਹੈ

5.8 ਇਕ ਸਾਲੇਨਾਇਡ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਨੇੜੇ ਨੇੜੇ 200 ਫੇਰੇ ਲਪੇਟੇ ਗਏ ਹਨ ਅਤੇ ਜਿਸਦੇ ਲੰਬਵਤ ਕਾਟ ਦਾ ਖੇਤਰਫਲ $1.6 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ ਹੈ ਅਤੇ ਜਿਸ ਵਿੱਚ 4.0 A ਦਾ ਕਰੰਟ ਵੱਗ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਲਟਕਾਈ ਗਈ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਇੱਕ ਖਤਿਜ ਤਲ ਵਿੱਚ ਘੁੰਮ ਸਕੇ।

(a) ਸਾਲੈਨਾਇਡ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਮੁਮੈਂਟ ਦਾ ਮਾਨ ਕੀ ਹੈ?

(b) ਸਾਲੈਨਾਇਡ ਤੇ ਲੱਗਣ ਵਾਲਾ ਬਲ ਅਤੇ ਟਾਰਕ ਕੀ ਹੈ, ਜੇ ਇਸਦੇ ਧੁਰੇ ਨਾਲ 30° ਦਾ ਕੋਣ ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੋਇਆ 7.5×10^{-2} T ਦਾ ਇਕ ਸਮਾਨ ਖਤਿਜੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਲਗਾਇਆ ਜਾਵੇ?

5.9 ਇੱਕ ਗੋਲਾਕਾਰ ਕੁੰਡਲੀ ਜਿਸ ਵਿੱਚ 16 ਫੇਰੇ ਹਨ। ਜਿਸਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ 10 ਸੈਂ.ਮੀ. ਹੈ ਅਤੇ ਜਿਸ ਵਿੱਚ 0.75 A ਕਰੰਟ ਵੱਗ ਰਿਹਾ ਹੈ, ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਰੱਖੀ ਹੈ ਕਿ ਇਸਦਾ ਤਲ 5.0×10^{-2} T ਪਰਿਮਾਣ ਵਾਲੇ ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਹੈ। ਕੁੰਡਲੀ, ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਅਤੇ ਇਸਦੇ ਆਪਣੇ ਤਲ ਵਿੱਚ ਸਥਿਤ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਇੱਕ ਧੁਰੇ ਦੇ ਚਾਰੋ ਪਾਸੇ ਘੁੰਮਣ ਲਈ ਸੁਤੰਤਰ ਹੈ। ਜੇ ਕੁੰਡਲੀ ਨੂੰ ਜ਼ਰ੍ਹਾ ਕੁ ਘੁੰਮਾ ਕੇ ਛੱਡ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਇਹ ਆਪਣੀ ਸਥਾਈ ਸੰਤੁਲਨ ਅਵਸਥਾ ਦੇ ਇੱਧਰ ਉੱਧਰ 2.0 s^{-1} ਦੀ ਆਵਿਰਤੀ ਨਾਲ ਡੋਲਨ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਕੁੰਡਲੀ ਦਾ ਆਪਣੇ ਘੁੰਮਣ ਧੁਰੇ ਵੱਲ ਜੜ੍ਹਤਾ ਮੁਮੈਂਟ ਕੀ ਹੈ?

5.10 ਇਕ ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ ਚੁੰਬਕੀ ਮੈਰੀਡੀਅਨ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਇਕ ਲੰਬਵਤ ਤਲ ਵਿੱਚ ਘੁੰਮਣ ਲਈ ਸੁਤੰਤਰ ਹੈ। ਇਸਦਾ ਉੱਤਰੀ ਧਰੁੱਵ ਖਤਿਜ ਨਾਲ 22° ਕੋਣ ਤੇ ਹੇਠਾਂ ਵੱਲ ਝੁਕਿਆ ਹੈ। ਇਸ ਸਥਾਨ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਤੇ ਖਤਿਜ ਖੰਡ ਦਾ ਮਾਣ 0.35 G ਹੈ। ਜਿਸ ਸਥਾਨ ਤੇ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਗਿਆਤ ਕਰੋ?

5.11 ਦੱਖਣ ਅਫਰੀਕਾ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਸਥਾਨ ਤੇ ਇੱਕ ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ ਭੂਗੋਲਿਕ ਉੱਤਰ ਨਾਲ 12° ਪੱਛਮ ਵੱਲ, ਸੰਕੇਤ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਚੁੰਬਕੀ ਮੈਰੀਡੀਅਨ ਵਿੱਚ ਸੰਰੇਖਿਤ ਨਮਨ ਵਕਰ ਦੀ ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ ਦਾ ਉੱਤਰੀ ਧਰੁੱਵ ਖਤਿਜ ਤੋਂ 60° ਉੱਤਰ ਵੱਲ ਸੰਕੇਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਖਤਿਜ ਖੰਡ ਮਾਪਣ ਤੇ 0.16 G ਪਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਸਥਾਨ ਤੇ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਅਤੇ ਦਿਸ਼ਾ ਦੱਸੋ?

5.12 ਕਿਸੇ ਛੋਟੇ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਮੁਮੈਂਟ 0.48 $J\,T^{-1}$ ਹੈ। ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ 10 cm ਦੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਸਥਿਤ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਇਸਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਤੇ ਦਿਸ਼ਾ ਦੱਸੋ? ਜੇ ਇਹ ਬਿੰਦੂ (i) ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਧੁਰੇ ਤੇ ਸਥਿਤ ਹੋਵੇ (ii) ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਅਭਿਲੰਬ ਸਮਦੁਭਾਜਕ ਤੇ ਸਥਿਤ ਹੋਵੇ।

5.13 ਖਿਤਿਜ ਤਲ ਵਿੱਚ ਰੱਖੇ ਇੱਕ ਛੋਟੇ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਦਾ ਧੁਰਾ, ਚੁੰਬਕੀ ਉੱਤਰ ਦੱਖਣ ਦਿਸ਼ਾ ਵੱਲ ਹੈ। ਸੰਤੁਲਨ ਬਿੰਦੂ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਧੁਰੇ ਤੋਂ ਇਸਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ 14 cm ਦੂਰ ਸਥਿਤ ਹੈ। ਇਸ ਸਥਾਨ ਤੇ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ 0.36 G ਅਤੇ ਨਮਨ ਕੋਣ 0 ਹੈ। ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਅਭਿਲੰਬ ਸਮਦੁਭਾਜਕ ਤੇ ਇਸਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ ਉਨ੍ਹੀ ਹੀ ਦੂਰ (14 cm) ਸਥਿਤ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਪਰਿਣਾਮੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਕੀ ਹੋਵੇਗਾ।

5.14 ਜੇਕਰ ਪ੍ਰਸ਼ਨ 5.13 ਵਿੱਚ ਵਰਨਿਤ ਚੁੰਬਕ ਨੂੰ 180° ਨਾਲ ਘੁੰਮਾ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਸੰਤੁਲਨ ਬਿੰਦੂਆਂ ਦੀ ਨਵੀਂ ਸਥਿਤੀ ਕੀ ਹੋਵੇਗੀ।

5.15 ਇੱਕ ਛੋਟਾ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਜਿਸਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਮੁਮੈਂਟ $5.25 \times 10^{-2}\,J\,T^{-1}$ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਰੱਖਿਆ ਹੈ ਕਿ ਇਸਦਾ ਧੁਰਾ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸਾ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਹੈ। ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ ਕਿੰਨੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਪਰਿਣਾਮੀ ਖੇਤਰ, ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਨਾਲ 45° ਦਾ ਕੋਣ ਬਣਾਏਗਾ। (a) ਜੇ ਅਭਿਲੰਬ ਸਮਦੁਭਾਜਕ ਤੇ ਵੇਖੀਏ (b) ਧੁਰੇ ਤੇ ਵੇਖੀਏ? ਇਸ ਸਥਾਨ ਤੇ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ 0.42 G ਹੈ। ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤੀਆਂ ਦੂਰੀਆਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਚੁੰਬਕ ਦੀ ਲੰਬਾਈ ਦੀ ਅਣਦੇਖੀ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ।

ਹੋਰ ਅਭਿਆਸ (ADDITIONAL EXERCISES)

5.16 ਨਿਮਨ ਲਿਖਿਤ ਪ੍ਰਸ਼ਨਾਂ ਦੇ ਉੱਤਰ ਦਿਓ—

(a) ਠੰਢਾ ਕਰਨ ਤੇ ਕਿਸੇ ਅਨੁਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ ਦਾ ਨਮੂਨਾ ਵੱਧ ਚੁੰਬਕਨ ਕਿਉਂ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਨ ਕਰਦਾ ਹੈ। (ਇਕ ਹੀ ਚੁੰਬਕਕਾਰੀ ਖੇਤਰ ਲਈ)

(b) ਅਨੁਚੁੰਬਕਤਵ ਦੇ ਉੱਲਟ ਪ੍ਰਤੀਚੁੰਬਕਤਵ ਤੇ ਤਾਪ ਦਾ ਪ੍ਰਭਾਵ ਲਗਭਗ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਕਿਉਂ?

(c) ਜੇ ਇੱਕ ਟਾਰਰਾਇਡ ਵਿੱਚ ਬਿਸਮਥ ਦਾ ਕੋਰ ਲਗਾਇਆ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਇਸਦੇ ਅੰਦਰ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ, ਉਸ ਸਥਿਤੀ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਘੱਟ ਹੋਵੇਗਾ, ਜਾਂ ਵੱਧ ਹੋਵੇਗਾ, ਜਦੋਂ ਕੋਰ ਖਾਲੀ ਹੋਵੇ।

(d) ਕੀ ਕਿਸੇ ਲੋਹ-ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਚੁੰਬਕਸ਼ੀਲਤਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ ਜੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਉੱਚ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰਾਂ ਲਈ ਇਸਦਾ ਮਾਣ ਘੱਟ ਹੋਵੇਗਾ ਜਾਂ ਵੱਧ।

(e) ਕਿਸੇ ਲੋਹ ਚੁੰਬਕ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਹਮੇਸ਼ਾ ਲੰਬਵਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਕਿਉਂ? (ਇਹ ਤੱਥ ਉਹਨਾਂ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੇ ਸਮਾਨ ਹੈ, ਜੋ ਕਿ ਚਾਲਕ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਹਰੇਕ ਬਿਦੂ ਤੇ ਲੰਬਵਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ।

(f) ਕਿ ਕਿਸੇ ਅਨੁਚੁੰਬਕੀ ਨਮੂਨੇ ਦਾ ਅਧਿਕਤਮ ਸੰਭਵ ਚੁੰਬਕਣ, ਲੋਹ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਚੁੰਬਕਣ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ ਦੀ ਕੋਟੀ ਦਾ ਹੋਵੇਗਾ?

5.17 ਨਿਮਨਲਿਖਿਤ ਪ੍ਰਸ਼ਨ ਦੇ ਉੱਤਰ ਦਿਓ—

(a) ਲੋਹ-ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਚੁੰਬਕਣ ਵਕਰ ਦੀ ਉੱਲਟਤਾ ਡੋਮੇਨਾਂ ਦੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਗੁਣਾਤਮਕ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀਕੋਣ ਨਾਲ ਸਮਝਾਓ।

(b) ਨਰਮ ਲੋਹੇ ਦੇ ਇੱਕ ਟੁਕੜੇ ਦੇ ਹਿਸਟੇਰੇਸਿਸ ਲੂਪ ਦਾ ਖੇਤਰ ਕਾਰਬਨ-ਸਟੀਲ ਦੇ ਟੁਕੜੇ ਦੇ ਹਿਸਟੇਰੇਸਿਸ ਲੂਪ ਦੇ ਖੇਤਰਫਲ ਤੋਂ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਪਦਾਰਥ ਨੂੰ ਵਾਰ ਵਾਰ ਚੁੰਬਕਣ ਚੱਕਰ ਤੋਂ ਗੁਜ਼ਾਰਿਆ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਕਿਹੜਾ ਟੁਕੜਾ ਵੱਧ ਊਸ਼ਮਾ ਊਰਜਾ ਉਤਪੰਨ ਕਰੇਗਾ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(c) ਲੋਹ-ਚੁੰਬਕ ਵਰਗਾ ਹਿਸਟੇਰੇਸਿਸ ਲੂਪ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਨ ਕਰਨ ਵਾਲੀ ਕੋਈ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਸਮਰਿਤੀ ਸੰਗ੍ਰਹਿਣ ਦੀ ਯੁਕਤੀ ਹੈ। ਇਸ ਕਥਨ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕਰੋ?

(d) ਕੈਸਿਟ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਫੀਤਿਆਂ ਤੇ ਪਰਤ ਚੜ੍ਹਾਉਣ ਲਈ ਜਾਂ ਆਧੁਨਿਕ ਕੰਪਿਊਟਰਾਂ ਵਿੱਚ ਸਮਰਿਤੀ ਸੰਗ੍ਰਹਿਣ ਲਈ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਲੋਹ-ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦਾ ਇਸਤੇਮਾਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

(e) ਕਿਸੇ ਸਥਾਨ ਨੂੰ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਤੋਂ ਸੁਰੱਖਿਅਤ ਰੱਖਣਾ ਹੈ? ਕੋਈ ਵਿਧੀ ਸੁਝਾਓ?

5.18 ਇੱਕ ਲੰਬੇ, ਸਿੱਧੇ, ਖਤਿਜ ਕੇਬਲ ਵਿੱਚ 2.5 A ਕਰੰਟ 10° ਦੱਖਣ ਪੱਛਮ ਤੋਂ 10° ਉੱਤਰ ਪੂਰਵ ਵੱਲ ਵੱਗ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਇਸ ਸਥਾਨ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਮੇਰੀਡੀਅਨ ਭੂਗੋਲਿਕ ਮੇਰੀਡੀਅਨ ਦੇ 10° ਪੱਛਮ ਦੇ ਵਿੱਚ ਹੈ। ਇੱਥੇ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ 0.33 G ਅਤੇ ਨਮਨ ਕੋਣ ਸਿਫ਼ਰ ਹੈ। ਉਦਾਸੀਨ ਬਿੰਦੂਆਂ ਦੀ ਰੇਖਾ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕਰੋਂ (ਕੇਬਲ ਦੀ ਮੋਟਾਈ ਨੂੰ ਨਜ਼ਰ ਅੰਦਾਜ਼ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹੋ)। (ਉਦਾਸੀਨ ਬਿੰਦੂਆਂ ਤੇ ਕਰੰਟ ਵਾਹਕ ਕੇਬਲ ਦੁਆਰਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਖਤਿਜ ਘਟਕ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਸਮਾਨ ਅਤੇ ਉੱਲਟ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ)

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਅਧਿਆਇ-6

ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਪ੍ਰੇਰਣ (ELECTROMAGNETIC INDUCTION)

6.1 ਭੂਮਿਕਾ (INTRODUCTION)

ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕਤਾ ਕਾਫੀ ਸਮੇਂ ਤੱਕ ਅਲਗ-ਅਲਗ ਅਤੇ ਬਿਨਾ ਸੰਬੰਧ ਵਾਲੀਆਂ ਘਟਨਾਵਾਂ ਮੰਨੀਆਂ ਜਾਂਦੀਆਂ ਰਹੀਆਂ ਹਨ। ਉਨ੍ਹੀਵੀਂ ਸਦੀ ਦੇ ਆਰੰਭਿਕ ਦਹਾਕਿਆਂ ਵਿੱਚ ਆਸਟਰਡ (Oersted), ਐਂਮਪੀਅਰ ਅਤੇ ਕੁਛ ਹੋਰ ਵਿਗਿਆਨਿਕਾਂ ਵੱਲੋਂ ਬਿਜਲੀ ਧਾਰਾ ਤੇ ਕੀਤੇ ਗਏ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਨੇ ਇਹ ਪ੍ਰਮਾਣਿਤ ਕੀਤਾ ਕਿ ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕਤਾ ਦਾ ਆਪਸੀ ਸੰਬੰਧ ਹੈ। ਉਨ੍ਹਾਂ ਨੇ ਇਹ ਪਤਾ ਕੀਤਾ ਕਿ ਗਤੀ ਕਰਦਾ ਬਿਜਲੀ ਚਾਰਜ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਣ ਦੇ ਲਈ ਬਿਜਲੀ ਧਾਰਾ ਆਪਣੇ ਕੋਲ ਰੱਖੀ ਇੱਕ ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਬੱਦਲ ਦਿੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਤੋਂ ਇੱਕ ਸਵਾਭਾਵਿਕ ਪ੍ਰਸ਼ਨ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕੀ ਇਸਦਾ ਉੱਲਟ ਸਿੱਟਾ ਵੀ ਸੰਭਵ ਹੈ? ਕੀ ਗਤੀ ਕਰਦੇ ਚੁੰਬਕ ਬਿਜਲੀ ਧਾਰਾ ਪੈਦਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹੈ? ਕੀ ਪ੍ਰਕਰਿਤੀ ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕਤਾ ਦੇ ਵਿੱਚ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਸੰਬੰਧ ਦੀ ਛੋਟ ਦਿੰਦੀ ਹੈ? ਇਸ ਦਾ ਉਤਰ ਇੱਕ ਪੱਕੀ ਹਾਂ ਹੈ। ਲਗਭਗ ਸਨ 1830 ਵਿੱਚ ਮਾਈਕਲ ਫੈਰਾਡੇ (Micheal Faraday) ਵੱਲੋਂ ਇੰਗਲੈਂਡ ਵਿੱਚ ਅਤੇ ਜੋਸੇਫ ਹੈਨਰੀ ਵੱਲੋਂ ਅਮਰੀਕਾ ਵਿੱਚ ਕੀਤੇ ਗਏ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਨੇ ਇਹ ਸਪਸ਼ਟ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਕਿ ਬਦਲਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਬੰਦ ਕੁੰਡਲੀ (Coil) ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਧਾਰਾ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਅਧਿਆਇ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਬਦਲਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਘਟਨਾਵਾਂ ਦੇ ਬਾਰੇ ਵਿੱਚ ਅਧਿਅਨ ਕਰਾਂਗੇ ਅਤੇ ਇਸ ਵਿੱਚ ਸ਼ਾਮਿਲ ਸਿਧਾਂਤਾ ਨੂੰ ਸਮਝਾਂਗੇ। ਉਹ ਵਰਤਾਰਾ (Phenomenon) ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰਾਂ ਵੱਲੋਂ ਬਿਜਲੀ ਧਾਰਾ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਉਸ ਨੂੰ ਸਹੀ ਢੰਗ ਨਾਲ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਪ੍ਰੇਰਣ (Electromagnetic Induction) ਕਹਿੰਦੇ ਹੈ।

ਜਦੋਂ ਫੈਰਾਡੇ (Faraday) ਨੇ ਪਹਿਲੀ ਵਾਰ ਆਪਣੀ ਖੋਜ ਨੂੰ ਜਨਤਕ ਕੀਤਾ ਕਿ 'ਚਾਲਕ ਤਾਰ ਨਾਲ ਬਣੇ ਲੂਪ ਵਿੱਚ ਅਤੇ ਬਾਰ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਵਿੱਚ ਸਾਪੇਖ ਗਤੀ ਕਰਵਾਉਣ ਤੇ ਲੂਪ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਥੋੜੀ ਧਾਰਾ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਉਦੋਂ ਉਸ ਤੋਂ ਪੁਛਿਆ ਗਿਆ ਇਸਦਾ ਕੀ ਫਾਇਦਾ ਹੈ? ਫੈਰਾਡੇ ਦਾ ਜਵਾਬ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਸੀ ਨਵੇਂ ਜਨਮੇਂ ਬੱਚੇ ਦਾ ਕੀ ਫਾਇਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ? ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਪ੍ਰੇਰਣ ਨਿਰਾ ਸਿਧਾਂਤਿਕ ਜਾ ਅਕਾਦਮਿਕ ਰੂਪ ਨਾਲ ਹੀ ਫਾਇਦੇਮੰਦ ਨਹੀਂ ਬਲਕਿ ਪ੍ਰੈਕਟੀਕਲੀ ਵੀ ਫਾਇਦੇਮੰਦ ਹੈ। ਇੱਕ ਐਸੀ ਦੁਨੀਆਂ ਦੀ ਕਲਪਨਾ ਕਰੋ ਜਿਥੇ ਨਾ ਤਾਂ ਬਿਜਲੀ ਹੈ, ਨਾਂ ਲਾਇਟਾਂ, ਨਾਂ ਟ੍ਰੇਨ, ਨਾਂ ਟੈਲੀਫੋਨ ਅਤੇ ਨਾਂ ਹੀ ਕੰਪਿਊਟਰ। ਫੈਰਾਡੇ ਅਤੇ ਹੈਨਰੀ ਦੇ ਇੰਨਾ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਦੇ ਕਾਰਣ ਹੀ ਜਨਰੇਟਰ ਅਤੇ ਟ੍ਰਾਂਸਫਾਰਮਾਂ ਦਾ ਵਿਕਾਸ ਸੰਭਵ ਹੋਇਆ। ਅੱਜ ਦੀ ਸਭਿਅਤਾ ਦੇ ਵਿਕਾਸ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਪਰੇਰਣ ਨੇ ਇੱਕ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਭੂਮਿਕਾ ਨਿਭਾਈ।

JOSEPH HENRY (1797 1858)

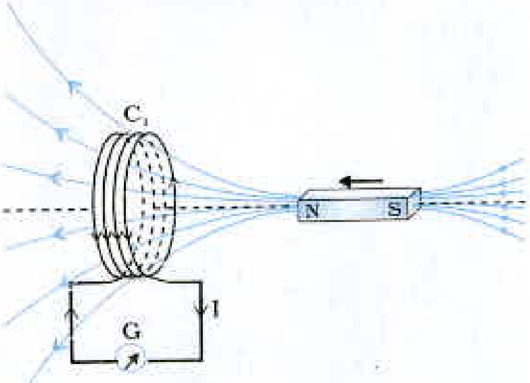
ਜੋਸੇਫ ਹੈਨਰੀ Josheph Henry [1797 1858] ਜੋਸੇਫ ਹੈਨਰੀ ਇੱਕ ਅਮਰੀਕੀ ਪ੍ਰਯੋਗੀ ਭੌਤਿਕ-ਸ਼ਾਤਰੀ ਪ੍ਰਿਸਟਨ ਵਿਸ਼ਵਵਿਦਿਆਲਯ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ ਅਤੇ ਸਮਿਥਸੋਨਿਯਨ (Smithsonian) ਇੰਸਟੀਚਿਊਟ ਦਾ ਪਹਿਲਾ ਡਾਇਰੈਕਟਰ ਸੀ। ਉਸਦੇ ਲੋਹੇ ਦੇ ਪੋਲ (Pole) ਹਿਸਿਆਂ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਤਾਰ ਦੀਆਂ ਕੁੰਡਲੀਆਂ ਲਪੇਟ ਕੇ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕਤਾ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਵੱਡਾ ਸੁਧਾਰ ਕੀਤਾ ਅਤੇ ਇੱਕ ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਟਰ ਅਤੇ ਇੱਕ ਟੈਲੀਗ੍ਰਾਫ ਦੀ ਕਾਢ ਕੱਢੀ ਉਸਨੇ ਸੈਲਫ ਪ੍ਰੇਰਣ ਦੀ ਖੋਜ ਕੀਤੀ ਅਤੇ ਇਸ ਗੱਲ ਦਾ ਪੱਤਾ ਲਗਾਇਆ ਕਿ ਕਿਵੇਂ ਇੱਕ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਧਾਰਾ ਦੂਸਰੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਧਾਰਾ ਪੈਦਾ ਕਰਦੀ ਹੈ।

6.2 ਫੈਰਾਡੇ ਅਤੇ ਹੈਨਰੀ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗ (THE EXPERIMENTS OF FARADAY AND HENRY)

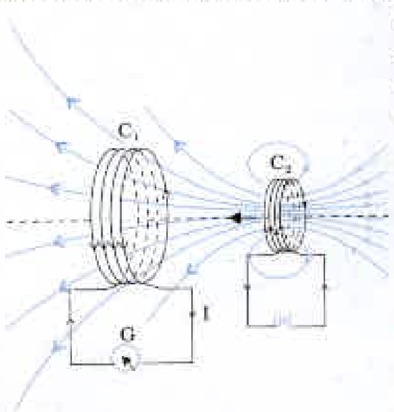
ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਪ੍ਰੇਰਣ ਦੀ ਖੋਜ ਅਤੇ ਉਸਦੀ ਸਮਝ ਫੈਰਾਡੇ ਅਤੇ ਹੈਨਰੀ ਵੱਲੋਂ ਕੀਤੇ ਗਏ ਅਨੇਕ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਤੇ ਆਧਾਰਿਤ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਉਨ੍ਹਾਂ ਵਿਚੋਂ ਕੁਛ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਦਾ ਜ਼ਿਕਰ ਇਥੇ ਕਰਾਂਗੇ।

ਪ੍ਰਯੋਗ 6.1 (EXPERIMENT 6.1)

ਚਿੱਤਰ 6.1 ਵਿੱਚ ਗੈਲਵੇਨੋਮੀਟਰ G ਨਾਲ ਜੁੜੀ ਹੋਈ ਕੁੰਡਲੀ C_1 ਦਿਖਾਈ ਗਈ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਇੱਕ ਬਾਰ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਉੱਤਰੀ ਧਰੁਵ ਨੂੰ ਕੁੰਡਲੀ ਦੇ ਵੱਲ ਲੈ ਕੇ ਜਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਗੈਲਵੇਨੋਮੀਟਰ ਦੀ ਸੂਈ ਦਿਸ਼ਾ ਬਦਲਦੀ ਹੈ। ਜੋ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਧਾਰਾ ਦੀ ਹਾਜਰੀ ਦਿਖਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਸੂਈ ਦਾ ਦਿਸ਼ਾ ਬਦਲਨਾ ਉਸ ਵੇਲੇ ਤੱਕ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਤੱਕ ਬਾਰ ਚੁੰਬਕ ਗਤੀ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਚੁੰਬਕ ਸਥਿਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਗੈਲਵੇਨੋਮੀਟਰ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਬਦਲਾਵ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਜਦੋਂ ਚੁੰਬਕ ਨੂੰ ਕੁੰਡਲੀ ਤੋਂ ਦੂਰ ਲੈ ਕੇ ਜਾਂਦੇ ਹੋ ਤਾਂ ਗੈਲਵੇਨੋਮੀਟਰ ਦੀ ਸੂਈ ਉਲਟ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਜੋ ਧਾਰਾ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਉਲਟ ਹੋਣ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ ਜਦੋਂ ਬਾਰ ਚੁੰਬਕ ਦਾ ਦੱਖਣੀ ਧਰੁਵ ਕੁੰਡਲੀ ਦੇ ਵੱਲ ਜਾਂ ਇਸ ਤੋਂ ਦੂਰ ਲੈ ਕੇ ਜਾਂਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਗੈਲਵੇਨੋਮੀਟਰ ਦੀ ਸੂਈ ਦੇ ਵਿੱਚ ਦਿਸ਼ਾ ਦਾ ਬਦਲਾਵ ਉਲਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ ਦਿਸ਼ਾ ਬਦਲਣਾ (ਅਤੇ ਧਾਰਾ) ਵੱਧ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਦੋਂ ਬਾਰ ਚੁੰਬਕ ਕੁੰਡਲੀ ਵੱਲ ਜਾਂ ਕੁੰਡਲੀ ਤੋਂ ਦੂਰ ਵੱਲ ਗਤੀ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ ਜੇਕਰ ਬਾਰ ਚੁੰਬਕ ਨੂੰ ਸਥਿਰ ਰੱਖ ਕੇ ਕੁੰਡਲੀ ਨੂੰ ਚੁੰਬਕ ਵੱਲ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕ ਤੋਂ ਦੂਰ ਗਤੀ ਕਰਵਾਈ ਜਾਵੇ ਤਾਂ, ਉੱਤੇ ਦਿੱਤੇ ਹੋਏ ਸਾਰੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦਿਖਾਈ ਦਿੰਦੇ ਹੈ। ਇਸ ਤੋਂ ਪੱਤਾ ਲੱਗਦਾ ਹੈ ਚੁੰਬਕ ਅਤੇ ਕੁੰਡਲੀ ਦੇ ਵਿੱਚ ਸਾਪੇਖ ਗਤੀ ਹੋਣਾ ਹੀ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਧਾਰਾ ਪੈਦਾ ਹੋਣ ਦਾ ਕਾਰਣ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 6.1 ਜਦੋਂ ਇੱਕ ਬਾਰ ਚੁੰਬਕ ਨੂੰ ਕੁੰਡਲੀ ਵੱਲ ਧਕੇਲਿਆਂ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਗੈਲਵੇਨੋਮੀਟਰ ਸੂਈ G



ਚਿੱਤਰ 6.2 ਜੇਕਰ ਕੁੰਡਲੀ C_2 ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਧਾਰਾ ਵਹਿੰਦੀ ਹੈ ਨੂੰ C_1 ਵੱਲ ਗਤੀ ਕਰਵਾਈ ਜਾਵੇ ਤਾਂ C_1 ਵਿੱਚ ਧਾਰਾ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

ਪ੍ਰਯੋਗ 6.2 (EXPERIMENT 6.2)

ਚਿੱਤਰ 6.2 ਵਿੱਚ ਬਾਰ ਚੁੰਬਕ ਦੀ ਥਾਂ ਤੇ ਇੱਕ ਹੋਰ ਕੁੰਡਲੀ C_2 ਨੂੰ ਜੋ ਕਿ ਬੈਟਰੀ ਨਾਲ ਜੁੜੀ ਹੈ ਲਈ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। C_2 ਦੇ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਸਥਿਰ ਧਾਰਾ ਇਸ ਵਿਚ ਇੱਕ ਸਥਿਰ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਪੈਦਾ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਜੇਕਰ C_2 ਨੂੰ C_1

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

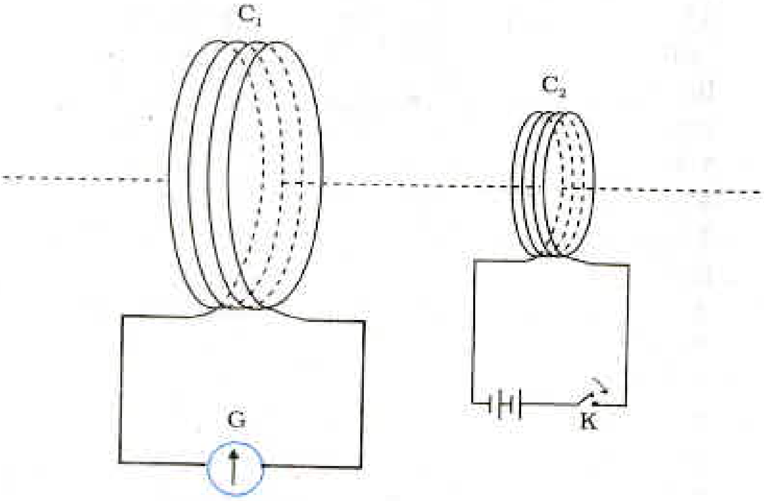
ਵੱਲ ਗਤੀ ਕਰਵਾਈ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਗੇਲਵੇਨੋਮੀਟਰ ਦੀ ਸੂਈ ਗਤੀ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਦਿਖਾਉਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਕੁੰਡਲੀ C_1 ਵਿੱਚ ਧਾਰਾ ਪੈਦਾ ਹੋਈ ਹੈ। ਜਦੋਂ C_2, C_1 ਤੋਂ ਦੂਰ ਗਤੀ ਕਰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਗੇਲਵੇਨੋਮੀਟਰ ਫੇਰ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਬਦਲਾਵ ਦਿਖਾਉਂਦਾ ਹੈ ਪਰ ਇਸ਼ ਵਾਰ ਉਲਟ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ। ਜਦੋਂ C_2 ਨੂੰ ਸਥਿਰ ਰੱਖ ਕੇ C_1 ਨੂੰ ਗਤੀ ਕਰਵਾਈ ਜਾਂਦੀ ਹੈ, ਫੇਰ ਉਹੀ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦਿਖਦੇ ਹੈ। ਇਸ ਤੋਂ ਫੇਰ ਪੱਤਾ ਲਗਦਾ ਹੈ ਕਿ ਦੋ ਕੁੰਡਲੀਆਂ ਵਿੱਚ ਸਾਪੇਖ ਗਤੀ ਬਿਜਲੀ ਧਾਰਾ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਕਰਦੀ ਹੈ।

Interactive animation on Faraday's experiments and Lenz's law:
http://micro.magnet.fsu.edu/electromagnet/java/faraday

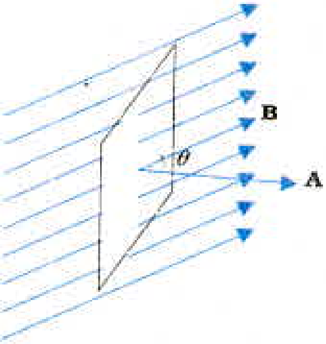
ਪ੍ਰਯੋਗ 6.3 (EXPERIMENT 6.3)

ਉੱਤੇ ਦਿੱਤੇ ਦੋਵਾਂ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਵਿੱਚ ਚੁੰਬਕ ਅਤੇ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਅਤੇ ਦੋ ਕੁੰਡਲੀਆਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਸਾਪੇਖ ਗਤੀ ਸ਼ਾਮਿਲ ਹੈ। ਇਕ ਹੋਰ ਪ੍ਰਯੋਗ ਨਾਲ ਫੈਰਾਡੇ ਨੇ ਇਹ ਦਿਖਾਇਆ ਕਿ ਸਾਪੇਖ ਗਤੀ ਕੋਈ ਬਹੁਤ ਜ਼ਰੂਰੀ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਕੁੰਡਲੀ C_1 ਨੂੰ ਇਕ ਗੇਲਵੇਨੋਮੀਰ (G) ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਜਦਕਿ ਦੂਸਰੀ ਕੁੰਡਲੀ C_2 ਨੂੰ ਇੱਕ ਟੇਪਿੰਗ (Tapping) ਹੁੰਦੀ K ਤੋਂ ਹੋ ਕੇ ਇੱਕ ਬੈਟਰੀ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਇਹ ਦੇਖਿਆ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਟੇਪਿੰਗ ਕੁੰਜੀ K ਨੂੰ ਜੋੜਨ ਤੇ ਗੇਲਵੇਨੋਮੀਟਰ ਦੀ ਸੂਈ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਛਿਣਕ ਦਿਸ਼ਾ ਬਦਲਾਵ ਆਉਂਦਾ ਹੈ। ਗੇਲਵੇਨੋਮੀਟਰ ਦੀ ਸੂਈ ਇਕਦਮ ਫੇਰ ਸਿਫਰ ਤੇ ਆ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਕੁੰਜੀ ਨੂੰ ਛੱਡਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਗੇਲਵੇਨੋਮੀਟਰ ਵਿੱਚ ਫੇਰ ਇੱਕ ਛਿਣਕ ਬਦਲਾਅ ਦਿਖਦਾ ਹੈ ਪਰ ਉਲਟ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ। ਇਹ ਵੀ ਦੇਖਿਆ ਗਿਆ ਹੈ ਦਿਸ਼ਾ ਬਦਲਾਵ ਅਚਾਨਕ ਹੀ ਵੱਧ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਇਕ ਲੋਹੇ ਦੀ ਛੜ ਨੂੰ ਰੱਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 6.3 ਪ੍ਰਯੋਗ 6.3 ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਯੋਗਆਤਮਕ ਬਣਤਰ



ਚਿੱਤਰ 6.4 ਇਕਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ **B** ਵਿੱਚ ਰਖੀ **A** ਖੇਤਰਫਲ ਵਾਲੀ ਇੱਕ ਸਮਤਲ ਸਤ੍ਹਾ।

6.3 ਚੁੰਬਕੀ ਫਲਕਸ (MAGNETIC FLUX)

ਫੈਰਾਡੇ ਦੀ ਵੱਡੀ ਅੰਤਰਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਦੇ ਕਾਰਣ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਪ੍ਰੇਰਣ ਤੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਵੱਲੋਂ ਕੀਤੇ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਦੀ ਲੜੀ ਦਾ ਬਖਾਨ ਕਰਣ ਵਾਲੇ ਇਕ ਸੋਖੇ ਗਣਿਤਿਕ ਸੰਬੰਧ ਦੀ ਖੋਜ ਕਰਨਾ ਸੰਭਵ ਹੋਇਆ। ਪਰ ਇਸ ਤੋਂ ਪਹਿਲੇ ਕੀ ਅਸੀਂ ਉਹ ਨਿਯਮ ਦਸੀਏ ਅਤੇ ਫੈਰਾਡੇ ਦੀ ਵਡਿਆਈ ਵਿੱਚ ਕੁਛ ਕਹਿਏ, ਸਾਨੂੰ ਚੁੰਬਕੀ ਫਲਕਸ Φ_B ਦੀ ਧਾਰਣਾ ਤੋਂ ਜਾਣੂ ਹੋ ਜਾਣਾ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ। ਚੁੰਬਕੀ ਫਲਕਸ ਨੂੰ ਵੀ ਠੀਕ ਉਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਬਿਜਲੀ ਫਲਕਸ ਨੂੰ ਅਧਿਆਇ 1 ਵਿੱਚ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਜੇਕਰ ਖੇਤਰਫਲ A ਵਾਲੇ ਕਿਸੇ ਸਮਤਲ ਨੂੰ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ (ਚਿੱਤਰ 6.4) ਵਿੱਚ ਰਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਚੁੰਬਕੀ ਫਲਕਸ ਨੂੰ ਲਿਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ

$$\Phi_B = \mathbf{B} \cdot \mathbf{A} = BA \cos \theta \tag{6.1}$$

ਜੇਕਰ ਚਿੱਤਰ 6.5 ਵਿੱਚ ਦਰਸ਼ਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਕਿਸੇ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਅਲੱਗ ਅਲੱਗ ਭਾਗਾਂ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

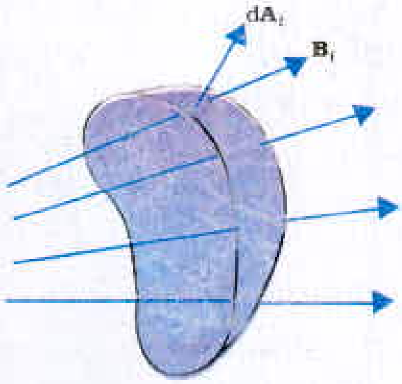
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ ਅਤੇ ਦਿਸ਼ਾਵਾਂ ਅਲੱਗ-ਅਲੱਗ ਹੋਣ ਤਾਂ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਹੋ ਕੇ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲਾ ਫਲਕਸ ਹੋਵੇਗਾ

$$\Phi_B = \mathbf{B}_1 \cdot d\mathbf{A}_1 + \mathbf{B}_2 \cdot d\mathbf{A}_2 + \cdots = \sum_{all} \mathbf{B}_i \cdot d\mathbf{A}_i \quad (6.2)$$

ਜਿੱਥੇ ਸਾਰੇ ਦਾ ਮਤਲਬ ਹੈ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਸਾਰੇ ਛੋਟੇ-ਛੋਟੇ ਹਿੱਸਿਆਂ ਦਾ ਜੋੜ ਅਤੇ $\mathbf{B}_i$ ਸਤ੍ਹਾ ਹਿੱਸੇ $d\mathbf{A}_i$ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਹੈ। ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ SI ਮਾਤਰਕ ਵੇਬਰ (Wb) ਜਾ ਟੇਸਲਾ ਵਰਗ ਮੀਟਰ (T m^2) ਹੈ। ਚੁੰਬਕੀ ਫਲਕਸ ਇੱਕ ਆਦਿਸ਼ ਰਾਸ਼ੀ ਹੈ।

6.4 ਫੈਰਾਡੇ ਪ੍ਰੇਰਣ ਦੇ ਨਿਯਮ (FARADAY S LAW OF INDUCTION)



ਚਿੱਤਰ 6.5 $d\mathbf{A}_i$, i^{th} ਵੇ ਖੇਤਰ ਦਾ ਖੇਤਰਫਲ ਸਦਿਸ਼ ਹੈ ਅਤੇ $\mathbf{B}_i$ ਉਸ ਖੇਤਰਫਲ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਹੈ

ਪ੍ਰਯੋਗੀ ਪ੍ਰੇਖਣਾਂ ਦੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਫੈਰਾਡੇ ਇਸ ਨਤੀਜੇ ਤੇ ਪਹੁੰਚਿਆ ਕਿ ਜਦੋਂ ਕੋਈ ਕੁੰਡਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਫਲਕਸ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਬਦਲਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਈ.ਐਮ.ਐਫ (emf) ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸੈਕਸ਼ਨ 6.2 ਵਿੱਚ ਮਸ਼ਹੂਰ ਪ੍ਰਯੋਗੀ ਪ੍ਰੇਖਣਾ ਦੀ ਇਸ ਧਾਰਣਾ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਬਖਾਣ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ।

ਪ੍ਰਯੋਗ 6.1 ਵਿੱਚ ਕੁੰਡਲੀ C_1 ਦੇ ਵੱਲ ਅਤੇ ਇਸਤੋਂ ਦੂਰ ਚੁੰਬਕ ਦੀ ਗਤੀ ਅਤੇ ਪ੍ਰਯੋਗ 6.2 ਵਿੱਚ ਕੁੰਡਲੀ C_1 ਦੇ ਵੱਲ ਜਾਂ ਇਸ ਤੋਂ ਦੂਰ ਇਕ ਧਾਰਾ ਵਾਹਕ ਕੁੰਡਲੀ C_2 ਦੀ ਗਤੀ, ਕੁੰਡਲੀ C_1 ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਚੁੰਬਕੀ ਫਲਕਸ ਵਿੱਚ ਬਦਲਾਵ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਚੁੰਬਕੀ ਫਲਕਸ ਵਿੱਚ ਬਦਲਾਵ ਨਾਲ ਕੁੰਡਲੀ C_1 ਵਿੱਚ ਈ.ਐਮ.ਐਫ. (emf) ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਈ.ਐਮ.ਐਫ. ਦੇ ਕਾਰਣ ਕੁੰਡਲੀ C_1 ਅਤੇ ਗੇਲਵੇਨੋਮੀਟਰ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਧਾਰਾ ਵਹਿੰਦੀ ਹੈ। ਪ੍ਰਯੋਗ 6.3 ਵਿੱਚ ਕੀਤੇ ਗਏ ਪ੍ਰੇਖਣਾ ਦਾ ਇੱਕ ਸਹੀ ਸਪਸ਼ਟੀਕਰਣ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੈਂ- ਜਦੋਂ ਟੇਪਿੰਗ ਕੁੰਜੀ K ਨੂੰ ਦਬਾਂਦੇ ਹੈ ਤਾਂ ਕੁੰਡਲੀ C_2 ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਧਾਰਾ (ਅਤੇ ਇਸ ਦੇ ਕਾਰਣ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ) ਕੁਛ ਸਮੇਂ ਤੱਕ ਸਿਫ਼ਰ ਤੋਂ ਵੱਧ ਮਾਣ ਤੱਕ ਵੱਧ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਨਾਲ ਦੀ ਕੁੰਡਲੀ C_1 ਵਿੱਚ ਵੀ ਚੁੰਬਕੀ ਫਲਕਸ ਵੱਧ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕੁੰਡਲੀ C_1 ਵਿੱਚ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਇਸ ਚੁੰਬਕੀ ਫਲਕਸ ਦੇ ਬਦਲਾਵ ਕਾਰਣ C_1 ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਈ.ਐਮ.ਐਫ. ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਕੁੰਜੀ ਨੂੰ ਦੱਬਾ ਕੇ ਰਖੋ ਤਾਂ, C_2 ਵਿੱਚ ਧਾਰਾ ਸਥਿਰ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ ਇਸ ਲਈ C_1 ਵਿੱਚ ਚੁੰਬਕੀ ਫਲਕਸ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਬਦਲਾਵ ਨਹੀਂ ਆਉਂਦਾ ਅਤੇ C_1 ਵਿੱਚ ਧਾਰਾ ਸਿਫ਼ਰ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਕੁੰਜੀ ਨੂੰ ਛੱਡਦੇ ਹੈ, C_2 ਵਿੱਚ ਧਾਰਾ ਅਤੇ ਨਤੀਜਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵੱਧ ਮਾਣ ਤੋਂ ਘੱਟ ਕੇ ਥੋੜੇ ਸਮੇਂ ਵਿੱਚ ਸਿਫਰ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਕਾਰਣ C_1 ਵਿੱਚਲਾ ਚੁੰਬਕੀ ਫਲਕਸ ਘੱਟ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਲਈ ਕੁੰਡਲੀ C_1 • ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਧਾਰਾ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਨਾ ਸਾਰਿਆਂ ਵਿੱਚ ਇਕ ਸਾਂਝਾ ਬਿੰਦੂ ਇਹ ਹੈ ਕੀ ਕਿਸੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਚੁੰਬਕੀ ਫਲਕਸ ਦੀ ਬਦਲਾਵ ਦਰ ਦੇ ਕਾਰਣ ਈ.ਐਮ.ਐਫ (e.m.f.) ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਫੈਰਾਡੇ ਨੇ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਪ੍ਰੇਖਣਾ ਨੂੰ ਇੱਕ ਨਿਯਮ ਵਿੱਚ ਦਿੱਤਾ ਜਿਸ ਨੂੰ ਫੈਰਾਡੇ ਦਾ ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀ ਪ੍ਰੇਰਣ ਦਾ ਨਿਯਮ ਕਹਿੰਦੇ ਹੈ।

ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਈ.ਐਮ.ਐਫ. ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਚੁੰਬਕੀ ਫਲਕਸ ਵਿੱਚ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਬਦਲਾਵ ਦੀ ਦਰ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਗਣਿਤਿਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਈ.ਐ. .ਐਫ. (e.m.f.) ਨੂੰ ਦਿੰਦੇ ਹਾਂ

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi_B}{dt} \quad (6.3)$$

ਰਿਣ ਨਿਸ਼ਾਨ ε ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਅਤੇ ਨਤੀਜਤਨ ਬੰਦ ਲੂਪ ਵਿੱਚ ਧਾਰਾ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੱਸਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਦੀ ਪੂਰੀ ਚਰਚਾ ਅਸੀਂ ਅਗਲੇ ਸੈਕਸ਼ਨ ਵਿੱਚ ਕਰਾਂਗੇ।

ਲਾਗੇ ਲਾਗੇ ਲਪੇਟੇ ਹੋਏ N ਚੱਕਰਾਂ ਵਾਲੀ ਕਿਸੇ ਕੁੰਡਲੀ ਦੇ ਹਰੇਕ ਚੱਕਰ ਨਾਲ ਫਲਕਸ ਇੱਕੋ ਸਮਾਨ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਬਦਲੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਕੁੱਲ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਈ.ਐਮ.ਐਫ. ਦਾ ਵਿਅੰਜਕ ਹੋਵੇਗਾ-

---

• ਧਿਆਨ ਦੇ ਸੰਵੇਦਨਸ਼ੀਲ ਬਿਜਲੀ ਉਪਕਰਣ ਜੋ ਕੀ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਲਾਗੇ ਹੁੰਦੇ ਹੈ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕ ਨੂੰ ਆਨ ਆਫ ਕਰਣ ਤੇ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਈ.ਐਮ.ਐਫ ਦੇ ਕਾਰਣ ਖਰਾਬ ਹੋ ਸਕਦੇ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

MICHAEL FARADAY (1791–1867)

ਮਾਈਕਲ ਫੈਰਾਡੇ Michael Faraday [1791–1867] ਮਾਈਕਲ ਫੈਰਾਡੇ ਨੇ ਵਿਗਿਆਨ ਦੇ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਕਾਫੀ ਜ਼ਰੂਰੀ ਯੋਗਦਾਨ ਕੀਤਾ, ਉਦਾਹਰਣ ਦੇ ਲਈ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਪ੍ਰੇਰਣ ਦੀ ਖੋਜ, ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲੀਸੇਸ (Electrolysis) ਦੇ ਨਿਯਮ, ਬੇਨਜ਼ੀਨ (Benzene) ਅਤੇ ਇਹ ਤੱਥ ਕਿ ਪੋਲਰਾਇਜੇਸ਼ਨ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਰੋਟੇਸ਼ਨ ਕਰ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਬਿਜਲੀ ਮੋਟਰ, ਬਿਜਲੀ ਜੇਨਰੇਟਰ ਅਤੇ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ ਦੀ ਖੋਜ ਦਾ ਸਿਹਰਾ ਵੀ ਫੈਰਾਡੇ ਦੇ ਸਿਰ ਹੀ ਹੈ। ਉਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਉਨ੍ਹੀਵੀਂ ਸਦੀ ਦਾ ਮਹਾਨ ਪ੍ਰਯੋਗੀ ਵਿਗਿਆਨਿਕ ਮੰਨਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

$$\varepsilon = -N\frac{d\Phi_B}{dt} \tag{6.4}$$

ਬੰਦ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਚੱਕਰਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ N ਵੱਧਾ ਕੇ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਈ.ਐਮ.ਐਫ. ਨੂੰ ਵਧਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਸਮੀਕਰਣ (6.1) ਅਤੇ (6.2), ਤੋਂ ਸਾਨੂੰ ਇਹ ਪੱਤਾ ਲਗਦਾ ਹੈ ਕਿ ਫਲਕਸ ਬਦਲਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਜੇਕਰ ਅਸੀਂ **B**, **A** ਅਤੇ θ ਵਿੱਚੋਂ ਕੋਈ ਇੱਕ ਜਾਂ ਇੱਕ ਤੋਂ ਵੱਧ ਚੀਜਾਂ ਨੂੰ ਬਦਲੀਏ। ਸੈਕਸ਼ਨ 6.2 ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ 6.1 ਅਤੇ 6.2 ਵਿੱਚ ਫਲਕਸ ਵਿੱਚ ਬਦਲਾਵ **B** ਨੂੰ ਬਦਲ ਕੇ ਲਿਆਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਫਲਕਸ ਵਿੱਚ ਬਦਲਾਵ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਕੁੰਡਲੀ ਦਾ ਅਕਾਰ ਬਦਲ ਕੇ ਵੀ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। (ਕੁੰਡਲੀ ਨੂੰ ਦਬਾ ਕੇ ਜਾਂ ਵੱਧਾ ਕੇ) ਜਾਂ ਫੇਰ ਕੁੰਡਲੀ ਨੂੰ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਘੁਮਾ ਕੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵੀ **B** ਅਤੇ **A** ਦੇ ਵਿੱਚਲਾ ਕੋਣ ਬਦਲੀ ਹੁੰਦਾ ਰਿਹਾ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਸਾਰੇ ਕੇਸਾਂ ਵਿੱਚ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਈ.ਐਮ.ਐਫ. ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਣ 6.1

ਉਦਾਹਰਣ 6.1 ਪ੍ਰਯੋਗ 6.2. ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ। (a) ਗੇਲਵੇਨੋਮੀਟਰ ਵਿੱਚ ਵੱਧ ਬਦਲਾਵ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ ਤੁਸੀਂ ਕੀ ਕਰੋਗੇ (b) ਜੇਕਰ ਗੇਲਵੇਨੋਮੀਟਰ ਨਾਂ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਤੁਸੀਂ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਧਾਰਾ ਦੀ ਹਾਜਰੀ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦਰਸਾਓਗੇ?

ਹੱਲ—

(a) ਵੱਧ ਡਿਫਲੈਕਸ਼ਨ (Deflection) ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਣ ਲਈ ਹੇਠ ਲਿਖਿਆ ਵਿੱਚੋਂ ਇੱਕ ਜਾਂ ਵੱਧ ਉਪਾਅ ਕੀਤੇ ਜਾ ਸਕਦੇ ਹੋ। (i) ਕੁੰਡਲੀ C_2 ਦੇ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਨਰਮ ਲੋਹੇ ਦੀ ਛੜ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰੋ (ii) ਕੁੰਡਲੀ ਨੂੰ ਇੱਕ ਵੱਧ ਸ਼ਖਤੀ ਦੀ ਬੈਟਰੀ ਨਾਲ ਜੋੜੋ (iii) ਟੇਸਟ ਕੁੰਡਲੀ C_1 ਦੇ ਵੱਲ ਸਾਰੇ ਸੈਟ ਅਪ ਨੂੰ ਵੱਧ ਤੇਜੀ ਨਾਲ ਲੈ ਕੇ ਜਾਉ।

(b) ਗੇਲਵੇਨੋਮੀਟਰ ਨੂੰ ਟਾਰਚ ਵਿੱਚ ਇਸਤੇਮਾਲ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਛੋਟੇ ਬੱਲਬ ਨਾਲ ਬਦਲ ਦੋ। ਦੋਨਾਂ ਕੁੰਡਲੀਆਂ ਵਿੱਚ ਸਾਪੇਖ ਗਤੀ ਨਾਲ ਬੱਲਬ ਛਿਣਕ ਸਮੇਂ ਲਈ ਚਮਕੇਗਾ ਜੋ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਧਾਰਾ ਦੇ ਪੈਦਾ ਹੋਣ ਦਾ ਸਬੂਤ ਹੈ।

ਪ੍ਰਯੋਗਾਤਮਕ ਭੌਤਿਕੀ ਵਿੱਚ ਸਾਨੂੰ ਸੁਧਾਰ ਲਿਆਉਣ ਲਈ ਕੰਮ ਕਰਨਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਉੱਚੇ ਸਤੱਰ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗੀ ਵਿਗਿਆਨਿਕ ਮਾਇਕਲ ਫੈਰਾਡੇ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਵਿੱਚ ਬਦਲਾਵ ਕਰਣ ਲਈ ਮਸ਼ਹੂਰ ਸੀ।

ਉਦਾਹਰਣ 6.2

ਉਦਾਹਰਣ 6.2 ਇੱਕ ਵਰਗਅਕਾਰ ਲੂਪ ਜਿਸਦੀ ਇੱਕ ਭੁਜਾ 10 cm ਲੰਬੀ ਹੈ ਅਤੇ ਜਿਸਦਾ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧਕ (Resistance) 0.5 Ω ਹੈ। ਪੁਰਬੀ-ਪੱਛਮੀ ਤੱਲ ਵਿੱਚ ਵਰਟੀਕਲੀ ਰਖਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। 0.10 T ਦੇ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਉਤਰ ਪੂਰਬ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਤਲ ਦੇ ਆਰ-ਪਾਰ ਸਥਾਪਿਤ ਕੀਤਾ ਹੈ। ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਦਰ ਨਾਲ 0.70 s ਵਿੱਚ ਘਟਾਕੇ ਸਿਫਰ ਤੱਕ ਲੈ ਕੇ ਆਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਸਮੇਂ ਅੰਤਰਾਲ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਈ.ਐਮ.ਐਫ. ਅਤੇ ਧਾਰਾ ਦਾ ਮਾਨ ਪਤਾ ਕਰੋ।

ਹੱਲ— ਕੁੰਡਲੀ ਦੇ ਸਤ੍ਹਾ ਸਦਿਸ਼ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਕੋਣ 45° ਹੈ, ਸਮੀਕਰਣ (6.1), ਵਿੱਚੋਂ ਸ਼ੁਰੂਆਤੀ ਚੁੰਬਕੀ ਫਲਕਸ਼ ਹੈ

$$\Phi = BA\cos\theta$$

$$= \frac{0.1 \times 10^{2}}{\sqrt{2}}\,\text{Wb}$$

ਨਤੀਜਨ ਫਲਕਸ $\Phi_{min} = 0$

ਫਲਕਸ ਵਿੱਚ ਇਹ ਬਦਲਾਵ 0.70 s ਵਿੱਚ ਹੋਇਆ ਹੈ। ਸਮੀਕਰਣ (6.3) ਤੋਂ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਈ.ਐਮ.ਐਫ ਦਾ ਮਾਣ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

$$\varepsilon = \frac{|\Delta\Phi_B|}{\Delta t} = \frac{|(\Phi - 0)|}{\Delta t} = \frac{10^{-3}}{\sqrt{2} \times 0.7} = 1.0\,\text{mV}$$

ਅਤੇ ਧਾਰਾ ਦਾ ਮਾਣ ਹੈ

$$I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{10^{-3}\,\text{V}}{0.5\Omega} = 2\,\text{mA}$$

ਧਿਆਨ ਦੋ ਕਿ ਧਰਤੀ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵੀ ਲੂਪ ਵਿੱਚ ਫਲਕਸ਼ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਪਰ ਇਹ ਇੱਕ ਸਥਿਰ ਖੇਤਰ ਹੈ (ਜੋ ਪ੍ਰਯੋਗੀ ਸਮੇਂ ਵਿੱਚ ਨਹੀਂ ਬਦਲਦਾ) ਅਤੇ ਇਸ ਕਰਕੇ ਕੋਈ ਈ.ਐਮ.ਐਫ ਨਹੀਂ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਕਰਦਾ।

ਉਦਾਹਰਣ 6.3

10 cm ਅਰਧ ਵਿਆਸ, 500 ਚੱਕਰ ਅਤੇ 2 Ω ਪ੍ਰਤਿਰੋਧਕ ਦੀ ਇੱਕ ਚੱਕਰਾਕਾਰ ਕੁੰਡਲੀ ਨੂੰ ਇਸ ਦੇ ਲੰਬ ਧਰਤੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਹੋਰੀਜੋਨਟਲ (Horizontal) ਘੱਟਕ ਵਿੱਚ ਰਖਿਆ ਗਿਆ। ਇਸ ਨੂੰ ਆਪਣੇ ਲੰਬਾਕਾਰ ਵਿਆਸ ਦੇ ਦੁਆਲੇ 0.25 s ਵਿੱਚ 180° ਤੱਕ ਘੁਮਾਇਆ ਗਿਆ। ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਈ.ਐਮ.ਐਫ. ਅਤੇ ਬਿਜਲੀ ਧਾਰਾ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰੋ। ਦਿੱਤੀ ਗਈ ਜਗ੍ਹਾ ਤੇ ਧਰਤੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਹੋਰੀਜੋਨਟਲ ਘੱਟਕ ਹੈ 3.0×10^{-5} T.

ਹੱਲ—

ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚੋਂ ਆਰੰਭਿਕ ਫਲਕਸ

$$\Phi_{B\,(\text{initial})} = BA \cos\theta$$

$$= 3 \times 10^{-5} \times (\pi \times 10^{-2}) \times \cos 0°$$

$$= 3\pi \times 10^{-7}\,\text{Wb}$$

ਘੁਮਣ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਆਖਰੀ ਫਲਕਸ

$$\Phi_{B\,(\text{ਆਖਰੀ})} = 3.0 \times 10^{-5} \times (\pi \times 10^{-2}) \times \cos 180°$$

$$= 3\,\pi \times 10^{-7}\,\text{Wb}$$

ਇਸਲਈ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਈ.ਐਮ.ਐਫ. ਦਾ ਅੰਦਾਜਨ ਮੂਲ

$$\varepsilon = N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

$$= 500 \times (6\pi \times 10^{-7})/0.25$$

$$= 3.8 \times 10^{-3}\,\text{V}$$

$$I = \varepsilon/R = 1.9 \times 10^{-3}\text{A}$$

ਧਿਆਨ ਦੋ ਇਹ ε ਅਤੇ I ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ ਅੰਦਾਜਨ ਹਨ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਦਾ ਇੰਸਟੈਨਟੇਨਿਅਸ (Instantaneous) ਮੂਲ ਅਲੱਗ ਹੈ ਅਤੇ ਉਹ ਕਿਸੇ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਸਮੇਂ ਤੇ ਘੁੰਮਣ ਗਤੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ।

6.5 ਲੈਂਜ ਦਾ ਨਿਯਮ ਅਤੇ ਊਰਜਾ ਸੁਰਖਿਅਣ

(LENZ S LAW AND CONSERVATION OF ENERGY)

ਸੰਨ 1834 ਵਿੱਚ ਜਰਮਨ ਵਿਗਿਆਨੀ ਹੈਨਰੀ ਫ੍ਰੇਡਰਿਚ ਲੇਂਜ (1804-1865) ਨੇ ਇਕ ਨਿਯਮ ਦਿੱਤਾ ਜਿਸ ਨੂੰ ਲੇਂਜ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦੇ ਨਾਂ ਨਾਲ ਜਾਣਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਨਿਯਮ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਈ.ਐਮ.ਐਫ. ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦਾ ਸਪਸ਼ਟ ਅਤੇ ਪੂਰਣ ਰੂਪ ਨਾਲ ਬਖਾਨ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਨਿਯਮ ਕਹਿੰਦਾ ਹੈ-

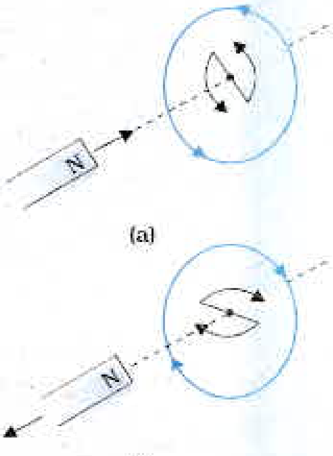
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਈ.ਐਮ.ਐਫ. ਦੀ ਧਰੁਵਤਾ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਕਿ ਉਹ ਉਸ ਦਿਸ਼ਾ ਵੱਲ ਕਰੰਟ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਉਸ ਨੂੰ ਪੈਦਾ ਕਰਣ ਵਾਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਫਲਕਸ ਦਾ ਵਿਰੋਧ ਕਰੇ।

ਸਮੀਕਰਣ (6.3) ਵਿੱਚ ਰਿਣ ਚਿੰਨ੍ਹ ਇਸ ਗੱਲ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਸੈਕਸ਼ਨ 6.2.1. ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗ 6.1 ਦਾ ਨਿਰੀਖਣ ਕਰਕੇ ਅਸੀਂ ਲੈਂਜ ਦੇ ਨਿਯਮ ਨੂੰ ਸਮਝ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਚਿੱਤਰ 6.1 ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਦੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਬਾਰ ਚੁੰਬਕ ਦਾ ਉਤਰੀ ਧਰੁਵ ਬੰਦ ਕੁੰਡਲੀ ਵੱਲ ਲੈ ਕੇ ਜਾਇਆ ਜਾ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਬਾਰ ਚੁੰਬਕ ਦਾ ਉਤਰੀ ਧਰੁਵ ਕੁੰਡਲੀ ਵੱਲ ਗਤੀ ਕਰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਚੁੰਬਕੀ ਫਲਕਸ ਵੱਧਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਧਾਰਾ ਐਸੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਦੇ ਨਾਲ ਇਹ ਫਲਕਸ ਦੇ ਵਧਨ ਤੇ ਉਲਟ ਹੋਵੇ। ਇਹ ਉਦੋਂ ਹੀ ਸੰਭਵ ਹੈ ਜਦੋਂ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਵੱਲ ਖੜੇ ਓਬਸਰਵਰ (Observer) ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਧਾਰਾ ਘੜੀ ਦੀ ਉਲਟ ਦਿਸ਼ਾ ਵੱਲ ਹੋਵੇ। ਧਿਆਨ ਦੇ ਇਸ ਧਾਰਾ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ ਦੀ ਪੋਲਾਰਟੀ (Polarity) ਉੱਤਰੀ ਹੈ। ਜਦ ਕੀ ਇਸ ਦੇ ਵੱਲ ਚੁੰਬਕ ਦਾ ਉੱਤਰੀ ਧਰੁਵ ਆ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ, ਜੇਕਰ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਚੁੰਬਕੀ ਫਲਕਸ ਘਟੇਗਾ, ਚੁੰਬਕੀ ਫਲਕਸ ਦੇ ਇਸ ਘਟਣ ਦੇ ਉਲਟ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਧਾਰਾ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਕਿ ਦੂਰ ਜਾਂਦੇ ਉਤਰੀ ਪੋਲ ਦੇ ਉਲਟ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਦਖਣੀ ਧਰੁਵ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਦੇ ਨਤੀਜਨ ਇਕ ਆਕਰਸ਼ਨ ਬੱਲ ਕੰਮ ਕਰੇਗਾ ਜੋ ਚੁੰਬਕ ਦੀ ਗਤੀ ਅਤੇ ਇਸਦੇ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਫਲਕਸ ਦੇ ਘੱਟਣ ਦਾ ਵਿਰੋਧ ਕਰੇਗਾ।

ਉੱਪਰ ਦਿੱਤੇ ਉਦਾਹਰਣ ਵਿੱਚ ਜੇਕਰ ਬੰਦ ਲੂਪ ਦੀ ਜਗ੍ਹਾ ਇੱਕ ਖੁਲਾ ਲੂਪ ਉਪਯੋਗ ਵਿੱਚ ਲਿਆ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਕੀ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਸ ਦਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਵੀ, ਲੂਪ ਦੇ ਖੁਲੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੋਂ ਇੱਕ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਈ.ਐਮ.ਐਫ. ਪੈਦਾ ਹੋਵੇਗਾ। ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਈ.ਐਮ. ਐਫ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਲੈਂਜ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰਕੇ ਪਤਾ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 6.6 (a) ਅਤੇ (b) ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ। ਇਹ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਧਾਰਾਵਾਂ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਨੂੰ ਸਮਝਣ ਦੇ ਲਈ ਇੱਕ ਅਸਾਨ ਤਰੀਕਾ ਦੱਸਦਾ ਹੈ। ਧਿਆਨ ਦੋ ਕਿ ਅਤੇ ⇄ ਵੱਲੋ ਦਿਖਾਈਆਂ ਗਈਆਂ ਦਿਸ਼ਾਵਾ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਧਾਰਾਵਾਂ ਦੀਆਂ ਦਿਸ਼ਾਵਾ ਦਸਦੀਆਂ ਹਨ।



(a)

(b)

ਚਿੱਤਰ 6.6 ਲੈਂਜ ਦੇ ਨਿਯਮਾਂ ਦਾ ਚਿੱਤਰ

ਇਸ ਵਿਸ਼ੇ ਤੇ ਥੋੜੇ ਗੰਭੀਰ ਸੋਚੀਏ ਤਾਂ ਅਸੀਂ ਲੈਂਜ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦੀ ਸਚਾਈ ਨੂੰ ਮਨ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਮਨ ਲੋ ਕਿ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਬਿਜਲੀ ਧਾਰਾ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਚਿੱਤਰ Fig. 6.6(a) ਵਿੱਚ ਦਰਸ਼ਾਈ ਗਈ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਉਲਟ ਹੈ। ਉਸ ਦਸ਼ਾ ਵਿੱਚ, ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਧਾਰਾ ਦੇ ਕਾਰਣ ਦੱਖਣੀ ਧਰੁਵ ਲਾਗੇ ਆਏ ਹੋਏ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਉਤਰੀ ਧਰੁਵ ਵੱਲ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਸ਼ਦੇ ਕਾਰਣ ਬਾਰ ਚੁੰਬਕ ਕੁੰਡਲੀ ਦੇ ਵੱਲ ਲਗਾਤਾਰ ਵੱਧਦੇ ਹੋਏ ਪ੍ਰਵੇਗ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਚੁੰਬਕ ਨੂੰ ਦਿੱਤਾ ਇੱਕ ਹਲਕਾ ਜਿਹਾ ਧੱਕਾ ਇਸ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਸ਼ੁਰੂ ਕਰ ਦੇਵੇਗਾ ਅਤੇ ਬਿਨਾ ਕਿਸੇ ਊਰਜਾ ਦੇ ਇਸ ਦਾ ਵੇਗ ਅਤੇ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਵੱਧਦੀ ਜਾਵੇਗੀ। ਜੇਕਰ ਇਸ ਤਰਾਂ ਹੋ ਸਕੇ ਤਾਂ ਸਹੀ ਪ੍ਰਬੰਧ ਨਾਲ ਇੱਕ ਪ੍ਰਪੇਚੁਲ ਮੋਸ਼ਨ ਮਸ਼ੀਨ (perpetual motion machine) ਦਾ ਨਿਰਮਾਣ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਊਰਜਾ ਦੇ ਸੰਰਖਣ ਨਿਯਮ ਦੇ ਉਲਟ ਹੈ ਇਸਲਈ ਇੱਦਾਂ ਨਹੀਂ ਹੋ ਸਕਦਾ।

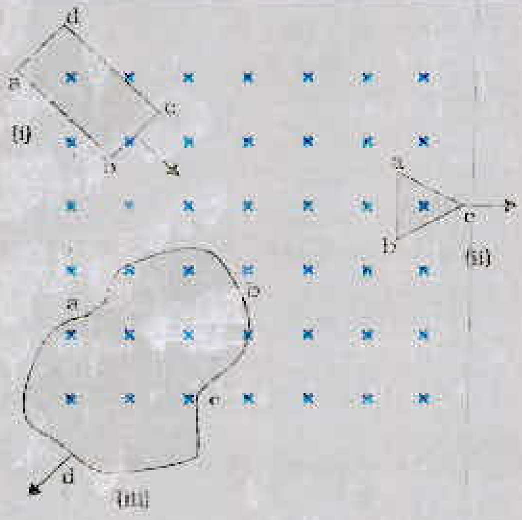
ਹੁਣ ਚਿੱਤਰ 6.6(a) ਵਿੱਚ ਦਰਸ਼ਾਈ ਗਈ ਸਹੀ ਸਥਿਤੀ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ। ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਬਾਰ ਚੁੰਬਕ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਬਿਜਲੀ ਧਾਰਾ ਦੇ ਕਾਰਣ ਇਕ ਪ੍ਰਤਿਕਰਸ਼ੀ ਬੱਲ ਨੂੰ ਮਹਿਸੂਸ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸਲਈ ਚੁੰਬਕ ਨੂੰ ਗਤਿ ਦੇਨ ਦੇ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਕਾਰਜ ਕਰਨਾ ਪਵੇਗਾ। ਸਾਡੇ ਵੱਲੋਂ ਖਰਚ ਕੀਤੀ ਗਈ ਊਰਜਾ ਕਿੱਥੇ ਗਈ? ਉਹ ਊਰਜਾ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਧਾਰਾ ਵੱਲੋਂ ਪੈਦਾ ਮੂਲ ਊਰਜਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਨਸ਼ਟ ਹੋ ਗਈ।

ਉਦਾਹਰਣ 6.4

ਚਿੱਤਰ 6.7 ਵਿੱਚ ਅਲੱਗ-ਅਲੱਗ ਅਕਾਰ ਦਾ ਸਮਤਲ ਲੂਪ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਜਾ ਰਿਹਾ ਜਾਂ ਖੇਤਰ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲ ਰਿਹਾ, ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਲੂਪ ਦੇ ਤੱਲ ਦੇ ਲੰਬ ਪਰ ਅਬਜ਼ਰਵਰ (Observer) ਤੋਂ ਦੂਰ ਜਾਂਦੇ ਹੋਏ ਹੈ। ਲੈਂਜ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਦੇ ਹੋਏ ਹਰੇਕ ਲੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਬਿਜਲੀ ਧਾਰਾ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਪੱਤਾ ਕਰੋ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com



ਚਿੱਤਰ 6.7

ਹੱਲ—

(i) ਆਇਤਾਕਾਰ ਲੂਪ abcd ਵਿੱਚ ਚੁੰਬਕੀ ਫਲਕਸ, ਲੂਪ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਭਾਗ ਦੇ ਵੱਲ ਗਤੀ ਕਰਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਵੱਧਦਾ ਹੈ। ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਧਾਰਾ ਪੱਥ bcdab ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵੱਲ ਹੋਣੀ ਚਾਹਿਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਦੇ ਨਾਲ ਇਹ ਵਧਦੇ ਹੋਏ ਫਲਕਸ ਦਾ ਵਿਰੋਧ ਕਰ ਸਕੇ।

(ii) ਬਾਹਰ ਦੇ ਵੱਲ ਗਤੀਕਰਨ ਦੇ ਕਾਰਨ, ਤ੍ਰਿਭੁਜਾਕਾਰ ਲੂਪ abc ਵਿੱਚ ਚੁੰਬਕੀ ਫਲਕਸ ਘੱਟਦਾ ਹੈ ਜਿਸਦੇ ਕਾਰਨ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਧਾਰਾ bacb ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਵਹਿੰਦੀ ਹੈ। ਜਿਸ ਦੇ ਨਾਲ ਕੀ ਇਹ ਫਲਕਸ ਵਿੱਚੋਂ ਬਦਲਾਵ ਦੇ ਉਲਟ ਹੋਵੇ।

(iii) ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਦੇ ਵੱਲ ਗਤੀ ਕਰਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਅਨਿਯਮਿਤ ਅਕਾਰ ਦੇ ਲੂਪ abcd ਵਿੱਚ ਚੁੰਬਕੀ ਫਲਕਸ ਘੱਟਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਦੇ ਕਾਰਨ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਧਾਰਾ cdabc ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵੱਲ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।
ਨੋਟ ਕਰੋ ਕਿ ਜਦੋਂ ਤੱਕ ਲੂਪ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਾਲ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਅੰਦਰ ਜਾਂ ਇਸ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਕੋਈ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਧਾਰਾ ਪੈਦਾ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ।

ਉਦਾਹਰਨ 6.4

ਉਦਾਹਰਨ 6.5

(a) ਇਕ ਬੰਦ ਲੂਪ ਦੇ ਸਥਿਰ ਰਖੇ ਗਏ ਸਥਾਈ ਚੁੰਬਕਾਂ ਦੇ ਉੱਤਰ ਅਤੇ ਦੱਖਣ ਧਰੁਵਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਸਥਿਰ ਰੱਖਿਆ ਹੈ। ਕਿ ਅਸੀਂ ਬਹੁਤ ਤਾਕਤਵਰ ਚੁੰਬਕਾਂ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਲੂਪ ਵਿੱਚ ਧਾਰਾ ਪੈਦਾ ਕਰਨ ਦੀ ਆਸ਼ਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ।

(b) ਇੱਕ ਬੰਦ ਲੂਪ ਵੱਡੇ ਧਾਰਕ ਦੀਆਂ ਪਲੇਟਾਂ ਦੇ ਮੱਧ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਲੰਬ ਗਤੀ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਕੀ ਲੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਧਾਰਾ ਪੈਦਾ ਹੋਵੇਗੀ?
(i) ਜਦੋਂ ਲੂਪ ਧਾਰਕ ਦੀਆਂ ਪਲੇਟਾਂ ਦੇ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਅੰਦਰ ਹੋਵੇ।
(ii) ਜਦੋਂ ਲੂਪ ਥੋੜਾ ਜਿਹਾ ਪਲੇਟਾਂ ਦੇ ਬਾਹਰ ਹੋਵੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਲੂਪ ਦੇ ਤਲ ਦੇ ਲੰਬ ਹੈ।

(c) ਇੱਕ ਆਇਤਾਕਾਰ ਲੂਪ ਅਤੇ ਇੱਕ ਗੋਲਾਕਾਰ ਲੂਪ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ (ਚਿੱਤਰ 6.8) ਖਿਲਾ ਖੇਤਰ ਵਾਲੇ ਭਾਗ ਚੋਂ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਵੇਗ v ਨਾਲ ਨਿਕਲ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਚੋਂ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲਦੇ ਸਮੇਂ, ਤੁਸੀਂ ਕਿਸ ਲੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਈ ਐਮ ਐਫ ਦੇ ਸਥਿਰ ਹੋਣ ਦੀ ਉਮੀਦ ਕਰਦੇ ਹੋ? ਖੇਤਰ ਤਲ ਦੇ ਲੂਪਾਂ ਦੇ ਲੰਬ ਹੈ।

ਚਿੱਤਰ 6.8

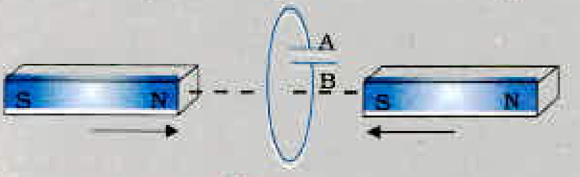
ਉਦਾਹਰਨ 6.5

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਉਦਾਹਰਨ 6.5

(d) ਚਿੱਤਰ 6.9 ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੀ ਸਥਿਤੀ ਦੇ ਲਈ ਧਰੁਵਤਾ ਦਾ ਅੰਦਾਜਾ ਲਗਾਉ।



ਚਿੱਤਰ 6.9

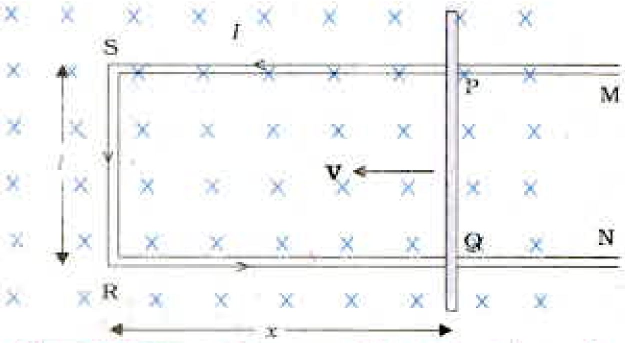
ਹੱਲ—

(a) ਨਹੀਂ। ਚੁੰਬਕ ਚਾਹੇ ਕਿੰਨਾ ਵੀ ਤਗੜਾ ਹੋਵੇ, ਪਰੇਰਿਤ ਧਾਰਾ ਤਾਂ ਹੀ ਪੈਦਾ ਹੋਵੇਗੀ ਜੇਕਰ ਲੂਪ ਵਿਚੋਂ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਬਦਲਦਾ ਹੈ।

(b) ਨਹੀਂ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਬਦਲਣ ਕਰਕੇ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਧਾਰਾ ਨਹੀਂ ਪੈਦਾ ਹੋ ਸਕਦੀ।

(c) ਆਇਤਾਕਾਰ ਲੂਪ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਈ.ਐਮ.ਐਫ. ਦੇ ਸਥਿਰ ਰਹਿਣ ਬਾਰੇ ਸੋਚਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਗੋਲਾਕਾਰ ਲੂਪ ਵਿੱਚ ਖੇਤਰ ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲਦੇ ਸਮੇਂ ਲੂਪ ਦੇ ਖੇਤਰਫਲ ਦੇ ਬਦਲਣ ਦੀ ਦਰ ਸਥਿਰ ਨਹੀਂ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਈ.ਐਮ.ਐਫ. ਉਸ ਹਿਸਾਬ ਨਾਲ ਬਦਲੇਗਾ।

6.6 ਗਤਿਜ ਈਲੈਕਟ੍ਰੋਮੋਟੀਵ ਫੋਰਸ (ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਬਲ) (MOTIONAL ELECTROMOTIVE FORCE)



ਚਿੱਤਰ FIGURE 6.10 ਭੁਜਾ PQ ਖੱਬੇ ਪਾਸੇ ਵੱਲ ਗਤਿਮਾਨ ਹੈ ਜਿਸਦੇ ਨਾਲ ਆਇਤਾਕਾਰ ਲੂਪ ਦਾ ਖੇਤਰਫਲ ਘੱਟ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਗਤੀ ਦੇ ਕਾਰਨ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਧਾਰਾ I ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਕਿਸੇ ਇਕਸਮਾਨ, ਸਮੇਂ ਤੋਂ ਸੁਤੰਤਰ (time- independent) ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਇਕ ਗਤੀਮਾਨ ਚਾਲਕ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ। ਚਿੱਤਰ 6.10 ਵਿੱਚ ਇਕ ਆਇਤਾਕਾਰ ਚਾਲਕ PQRS ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ PQRS ਸੁਤੰਤਰ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਗਤੀ ਕਰ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਛੜ PQ ਨੂੰ ਸਥਿਰ ਵੇਗ **v** ਨਾਲ ਖੱਬੇ ਪਾਸਿਓ ਚਲਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਮਨ ਲੋ ਕਿ ਘਰਸ਼ਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੀ ਊਰਜਾ ਦਾ ਖੈ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। PQRS ਇੱਕ ਬੰਦ ਸਰਕਟ ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਘੇਰਿਆਂ ਖੇਤਰਫਲ PQ ਦੀ ਗਤੀ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਦਲੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਇਕ ਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ **B** ਵਿਚ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਰਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕੀ ਇਸ ਦਾ ਤੱਲ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਲੰਬ ਹੋਵੇ। ਜੇਕਰ ਲੰਬਾਈ RQ = x ਅਤੇ RS = l, ਤਾਂ ਲੂਪ PQRS ਦੇ ਵਿੱਚ ਚੁੰਬਕੀ ਫਲਕਸ Φ_B ਹੋਵੇਗਾ

$$\Phi_B = Blx$$

ਕਿਉਂਕਿ x ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਬਦਲ ਰਿਹਾ ਹੈ, ਫਲਕਸ Φ_B ਬਦਲਣ ਦੀ ਦਰ ਦੇ ਕਾਰਨ ਇਕ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਈ.ਐਮ.ਐਫ. ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜਿਸ ਦਾ ਮਾਨ ਹੋਵੇਗਾ

$$\varepsilon = \frac{-\mathrm{d}\Phi_B}{\mathrm{d}t} = -\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}(Blx)$$

$$= -Bl\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t} = Blv \tag{6.5}$$

ਜਿੱਥੇ ਅਸੀਂ $\mathrm{d}x/\mathrm{d}t = -v$ ਲਿਆ ਹੈ ਜੋ ਕੀ ਚਾਲਕ PQ ਦੀ ਚਾਲ ਹੈ। ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਬੱਲ Blv ਨੂੰ ਗਤਿਜ ਈ.ਐਮ.ਐਫ. ਕਹਿੰਦੇ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਅਸੀਂ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਬਦਲਣ ਦੀ ਜਗ੍ਹਾ ਕਿਸੇ ਚਾਲਕ ਨੂੰ ਗਤੀਮਾਨ ਕਰਕੇ ਕਿਸੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਈ.ਐਮ.ਐਫ. ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਸਮੀਕਰਨ (6.5) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਗਏ ਗਤਿਜ ਈ.ਐਮ.ਐਫ. ਦੇ ਵਿਅੰਜਕ ਨੂੰ ਚਾਲਕ PQ ਦੇ ਸੁਤੰਤਰ ਚਾਰਜਾਂ ਤੇ ਕੀਤੇ ਕਾਰਜ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਲੋਰੇਂਜ ਬੱਲ ਦੀ ਮਦਦ ਨਾਲ ਸਮਝਣਾ ਸੰਭਵ ਹੈ। ਚਾਲਕ PQ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਆਰਬਿਟਰੇਰੀ ਚਾਰਜ q ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ। ਜਦੋਂ ਛੜ ਚਾਲ v ਨਾਲ ਗਤੀ ਕਰਦੀ ਹੈ ਤੇ ਚਾਰਜ ਵੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ **B** ਵਿੱਚ ਚਾਲ v ਨਾਲ ਗਤਿ ਕਰੇਗਾ, ਇਸ ਚਾਰਜ ਤੇ ਲੋਰੇਂਜ ਬੱਲ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ qvB ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ Q ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵੱਲ ਹੋਵੇਗੀ।

ਹਰੇਕ ਚਾਰਜ PQ ਵਿੱਚ ਅਪਣੀ ਸਥਿਤੀ ਤੇ ਨਾ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੇ ਹੋਏ ਪਰਿਮਾਣ ਅਤੇ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਇਕ ਸਮਾਨ ਬੱਲ ਮਹਿਸੂਸ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਚਾਰਜ ਨੂੰ P ਤੋਂ Q ਤੱਕ ਲੈ ਜਾਣ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਕਾਰਜ

$$W = qvBl$$

ਕਿਉਂਕਿ ਈ.ਐਮ.ਐਫ. ਪ੍ਰਤਿ ਯੂਨਿਟ ਚਾਰਜ ਤੇ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕਾਰਜ ਹੈ

$$\varepsilon = \frac{W}{q} = Blv$$

ਇਹ ਸਮੀਕਰਨ ਛੜ PQ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਹੋਏ ਈ.ਐਮ.ਐਫ. ਦਾ ਮਾਨ ਦਸਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਸਮੀਕਰਨ (6.5) ਦੇ ਸਮਾਨ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਇਸ ਗੱਲ ਤੇ ਜੋਰ ਦੇ ਕੇ ਕਹਿਣਾ ਚਾਹੁੰਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਸਾਡੀ ਇਹ ਪ੍ਰੇਜੈਂਟੇਸ਼ਨ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਾਲ ਸਹੀ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਪਰ ਇਹ ਕਿਸੇ ਇਕੋ ਜਿਹੇ ਅਤੇ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਨਾ ਬਦਲਣ ਵਾਲੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਗਤਿਮਾਨ ਚਾਲਕ ਦੇ ਲਈ ਫੈਰਾਡੇ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਸਮਝਨ ਵਿੱਚ ਸਾਡੀ ਮਦਦ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਦੂਸਰੇ ਪਾਸੇ ਇਹ ਸਪਸ਼ਟ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਜਦੋਂ ਚਾਲਕ ਸਥਿਰ ਹੋਵੇ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਬਦਲੀ ਨਾਂ ਹੋ ਰਿਹਾ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਇਸ ਵਿੱਚ ਉਰਜਾ ਕਿਵੇਂ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਜੋ ਇੱਕ ਐਸਾ ਤੱਥ ਹੈ ਜੋ ਫੈਰਾਡੇ ਦੇ ਅਨੇਕ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਨਾਲ ਸਿੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸਥਿਰ ਚਾਲਕ ਲਈ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਚਾਰਜਾ ਤੇ ਲਗਣ ਵਾਲਾ ਵੱਲ,

$$\mathbf{F} = q\,(\mathbf{E} + \mathbf{v} \times \mathbf{B}) = q\mathbf{E} \tag{6.6}$$

ਕਿਉਂਕਿ $\mathbf{v} = 0$ ਹੈ, ਇਸਲਈ ਚਾਰਜ ਤੇ ਲਗਣ ਵਾਲਾ ਕੋਈ ਵੀ ਬੱਲ ਕੇਵਲ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ **E** ਦੇ ਕਾਰਣ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਸਲਈ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਈ.ਐਮ.ਐਫ. ਜਾ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਧਾਰਾ ਦੀ ਹੋਂਦ ਦਾ ਬਖਾਣ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਇਹ ਮਨ ਲੈਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਕਿ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਬਦਲੀ ਹੋਣ ਵਾਲਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਇੱਕ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਵੀ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਪਰ, ਨਾਲ ਹੀ ਅਸੀਂ ਇਹ ਵੀ ਕਹਿਣਾ ਚਾਹੁੰਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਚਾਰਜਾਂ ਵੱਲੋ ਪੈਦਾ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਬਦਲਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰਾਂ ਵੱਲੋਂ ਪੈਦਾ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰਾਂ ਤੋਂ ਅਲੱਗ ਗੁਣ ਰੱਖਦੇ ਹਨ। ਅਧਿਆਇ 4 ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਦੇਖਿਆ ਹੈ ਕਿ ਗਤਿਮਾਨ ਚਾਰਜ (ਬਿਜਲੀ ਧਾਰਾ) ਸਥਿਰ ਚੁੰਬਕ ਤੇ ਬਲ ਟੋਰਕ (Torque) ਲਗਾਂ ਸਕਦੇ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਉਲਟ ਇੱਕ ਗਤੀਮਾਨ ਬਾਰ ਚੁੰਬਕ (ਜਾ ਹੋਰ ਵਿਆਪਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕਹਿੰਦੇ ਤਾਂ ਇੱਕ ਬਦਲਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ) ਸਥਿਰ ਚਾਰਜ ਤੇ ਇੱਕ ਬੱਲ ਪੈਦਾ ਕਰ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਹੀ ਫੈਰਾਡੇ ਦੀ ਖੋਜ ਦੀ ਇੱਕ ਮੁੱਢਲੀ ਮਹੱਤਤਾ ਹੈ। ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕਤਾ ਆਪਸ ਵਿੱਚ ਸੰਬੰਧਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

ਉਦਾਹਰਣ 6.6 ਇਕ ਮੀਟਰ ਲੰਬੀ ਧਾਤੂ ਦੀ ਇਕ ਛੜ ਨੂੰ 50 ਚੱਕਰ/ਸੈਕੰਡ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਨਾਲ ਘੁਮਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਛੜ ਦਾ ਇੱਕ ਸਿਰਾ ਗੋਲਾਕਾਰ ਮੈਟਾਲਿਕ (Metallic) ਚੱਕਰ ਜਿਸਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ 1 ਮੀਟਰ ਹੈ, ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੇ ਅਤੇ ਦੂਸਰਾ ਸਿਰਾ ਚੱਕਰ ਦੇ ਪਰਿਮਾਪ ਤੇ ਕੱਬਜੇ ਨਾਲ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜੁੜਿਆ ਹੈ ਕਿ ਛੜ ਦੀ ਗਤੀ ਚੱਕਰ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ ਜਾਣ ਵਾਲੇ ਅਤੇ ਚੱਕਰ ਦੇ ਤੱਲ ਦੇ ਲੰਬ ਦੇ ਵੱਲ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। (ਚਿੱਤਰ 6.11)। ਧੁਰੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵੱਲ ਇਕ ਸਥਿਰ ਅਤੇ ਇਕ ਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ 1 T ਹਮੇਸ਼ਾ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਕੇਂਦਰ ਅਤੇ ਧਾਤਵਿਕ (Metallic) ਚੱਕਰ ਦੇ ਵਿੱਚ ਈ.ਐਮ.ਐਫ. ਪਤਾ ਕਰੋ?

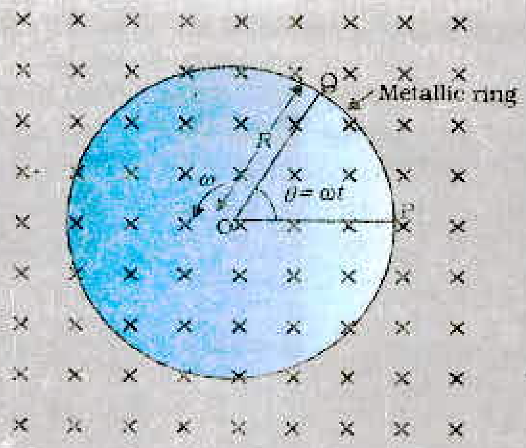
ਉਦਾਹਰਣ 6.6

PHYSICS

Interactive animation on motional emf:
http://ngsir.netfirms.com/englishhtm/Induction.htm
http://webphysics.davidson.edu/physlet_resources/bu_semester2/index.html

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com



ਚਿੱਤਰ 6.11

ਹੱਲ— ਪਹਿਲਾ ਤਰੀਕਾ-

ਜਦੋਂ ਘੁੰਮਦੀ ਹੋਈ ਛੜ ਵਿੱਚ ਸੁਤੰਤਰ ਇਲੈੱਕਟ੍ਰਾਨ ਲੋਰੰਜ ਬਲ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਾਹਰੀ ਸਿਰੇ ਦੇ ਵੱਲ ਗਤੀ ਕਰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਚੱਕਰ ਦੇ ਉੱਤੇ ਵਿਤਰਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ, ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਪਰਿਣਾਮੀ ਬਿਖਰਾਵ ਦੇ ਕਾਰਨ ਛੜ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਈ.ਐਮ.ਐਫ. ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਈ.ਐਮ.ਐਫ ਦੇ ਕਿਸੇ ਇਕ ਮਾਨ ਦੇ ਲਈ ਇਲੈੱਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦਾ ਹੋਰ ਵੱਧ ਪ੍ਰਵਾਹ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਅਤੇ ਇਕ ਸਥਾਈ ਦਸ਼ਾ ਪਹੁੰਚ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਸਮੀਕਰਨ (6.5) ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਨ ਤੇ, ਜਦੋਂ ਛੜ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਲੰਬਾਕਾਰ ਗਤੀਮਾਨ ਹੋ ਤਾਂ ਇਸਦੀ ਲੰਬਾਈ dr ਦੇ ਆਰ-ਪਾਰ ਪੈਦਾ ਈ.ਐਮ.ਐਫ ਦਾ ਮਾਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ

$d\varepsilon = Bv\,dr$ ਇਸਲਈ

$$\varepsilon = \int d\varepsilon = \int_0^R Bv\,dr = \int_0^R B\omega r\,dr = \frac{B\omega R^2}{2}$$

ਨੋਟ ਕਰੋ ਕਿ ਅਸੀਂ $v = \omega r$ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਹੈ। ਇਸ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ

$$\varepsilon = \frac{1}{2} \times 1.0 \times 2\pi \times 50 \times (1^2)$$

$$= 157 \text{ V}$$

ਦੂਜਾ ਤਰੀਕਾ-

ਈ.ਐਮ.ਐਫ. ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਅਸੀਂ ਇੱਕ ਬੰਦ ਲੂਪ OPQ ਦੀ ਕਲਪਨਾ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਬਿੰਦੂ O ਅਤੇ P ਨੂੰ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ R ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਗਿਆ ਹੈ ਅਤੇ OQ ਘੁੰਮਦੀ ਹੋਈ ਛੜ ਹੈ। ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ ਦੇ ਆਰ–ਪਾਰ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਪਰੇਰਿਤ ਈ.ਐਮ.ਐਫ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੋਵੇਗਾ ਅਤੇ ਇਹ $B \times$ (ਲੂਪ ਦੇ ਖੇਤਰਫਲ ਪਰਿਵਰਤਨ ਦੀ ਦਰ) ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੋਵੇਗਾ। ਜੇਕਰ t ਸਮੇਂ ਤੇ ਛੜ ਅਤੇ P ਤੇ ਚੱਕਰ ਦੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦੇ ਵਿੱਚਲਾ ਕੋਣ θ ਹੋ, ਤਾਂ ਖੰਡ OPQ ਦਾ ਖੇਤਰਫਲ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ

$$\pi R^2 \times \frac{\theta}{2\pi} = \frac{1}{2} R^2 \theta$$

ਜਿੱਥੇ R ਚੱਕਰ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਹੈ। ਇਸਲਈ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਈ.ਐਮ.ਐਫ.

$$\varepsilon = B \times \frac{d}{dt}\left[\frac{1}{2} R^2 \theta\right] = \frac{1}{2} B R^2 \frac{d\theta}{dt} = \frac{B\omega R^2}{2}$$

ਨੋਟ ਕਰੋ : $\frac{d\theta}{dt} = \omega = 2\pi\nu$

ਇਹ ਵਿਅੰਜਕ ਪਹਿਲੀ ਵਿਧੀ ਵੱਲੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਵਿਅੰਜਕ ਦੇ ਸਮਾਨ ਹੀ ਹੈ ਅਤੇ ਸਾਨੂੰ ε ਦਾ ਸਮਾਨ ਮਾਨ ਮਿਲਦਾ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਣ 6.6

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਉਦਾਹਰਣ 6.7

ਇੱਕ ਪਹਿਏ ਜਿਸ ਵਿੱਚ 0.5 m ਲੰਬੇ 10 ਧਾਤਵਿਕ ਸਪੋਕ (Spokes) ਹਨ, ਨੂੰ 120 ਚੱਕਰ ਪ੍ਰਤਿ ਮਿੰਟ ਦੀ ਦਰ ਨਾਲ ਘੁਮਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਪਹਿਏ ਦਾ ਘੁੰਮਣ ਵਾਲਾ ਤਲ ਉਸ ਜਗ੍ਹਾ ਤੇ ਧਰਤੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਹੋਰੀਜੋਂਟਲ (Horizontal) ਘੱਟਕ H_E ਦੇ ਲੰਬ ਹੈ। ਉਸ ਜਗ੍ਹਾ ਤੇ ਜੇਕਰ $H_E = 0.4$ G ਹੈ ਤਾਂ ਪਹਿਏ ਦੀ ਧੁਰੀ (axle) ਅਤੇ ਰਿਮ ਦੇ ਵਿੱਚ ਸਥਾਪਿਤ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਈ.ਐਮ.ਐਫ. ਦਾ ਮਾਨ ਕੀ ਹੋਵੇਗਾ? ਨੋਟ ਕਰੋ G = 10^{-4}T.

ਹੱਲ—

ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਈ.ਐਮ.ਐਫ. $= (1/2)\ \omega B R^2$

$$= (1/2) \times 4\pi \times 0.4 \times 10^{-4} \times (0.5)^2$$

$$= 6.28 \times 10^{-5}\,\text{V}$$

ਕਿਉਂਕਿ ਸਪੋਕ ਦੇ ਆਰਪਾਰ ਈ.ਐਮ.ਐਫ. ਸਮਾਂਤਰ ਹੈ ਇਸਲਈ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਦਾ ਕੋਈ ਪ੍ਰਭਾਵ ਨਹੀਂ ਪੈਂਦਾ।

6.7 ਊਰਜਾ ਸੋਚ ਵਿਚਾਰ : ਇੱਕ ਪਰਿਮਾਣਾਤਮਕ ਅਧਿਐਨ

(ENERGY CONSIDERATION: A QUANTITATIVE STUDY)

ਸੈਕਸ਼ਨ 6.5 ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਗੁਣਾਤਮਕ ਚਰਚਾ ਨਾਲ ਇਹ ਦਰਸਾਇਆ ਕੀ ਲੈਂਜ ਦਾ ਨਿਯਮ ਊਰਜਾ ਸੰਰਖਿਅਣ ਸਿਧਾਂਤ ਦੇ ਸਮਾਨ ਜਾ ਸੰਗਤ ਹੈ। ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਇਸੇ ਗੱਲ ਨੂੰ ਵੱਧ ਠੋਸ ਉਦਾਹਰਣ ਰਾਹੀਂ ਦੇਖਾਂਗੇ।

ਮੰਨ ਲੋ ਕਿ ਚਿੱਤਰ 6.10 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਆਇਤਾਕਾਰ ਚਾਲਕ ਦੀ ਚੱਲ ਭੁਜਾ (movable arm) PQ ਦਾ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ r ਹੈ। ਅਸੀਂ ਇਹ ਮੰਨ ਲਿਆ ਕਿ ਹੋਰ ਭੁਜਾਵਾਂ QR, RS ਅਤੇ SP ਦਾ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ r ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਨਾਮਾਤਰ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਆਇਤਾਕਾਰ ਲੂਪ ਦਾ ਨੇਟ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ r ਹੋਵੇਗਾ ਅਤੇ PQ ਦੀ ਗਤੀ ਤੋਂ ਵੀ ਇਹ ਨਹੀਂ ਬਦਲੇਗਾ। ਲੂਪ ਵਿੱਚ ਧਾਰਾ I ਹੈ।

$$I = \frac{\varepsilon}{r}$$

$$= \frac{Blv}{r} \qquad (6.7)$$

ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਹਾਜਰੀ ਦੇ ਕਾਰਣ, ਭੁਜਾ PQ ਤੇ ਇੱਕ ਬੱਲ ਕਾਰਜ ਕਰੇਗਾ। ਇਹ ਬੱਲ $I\,(\mathbf{l} \times \mathbf{B})$, ਛੜ ਦੇ ਵੇਗ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਉਲਟ ਬਾਹਰ ਵੱਲ ਨੂੰ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਸ ਬੱਲ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਹੈ

$$F = I\,l\,B = \frac{B^2 l^2 v}{r}$$

ਇਥੇ ਅਸੀਂ ਸਮੀਕਰਣ (6.7) ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਹੈ। ਨੋਟ ਕਰੋ ਕਿ ਇਹ ਬੱਲ ਛੜ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵੱਲ (ਧਾਰਾ ਲਈ ਜ਼ਿੰਮੇਵਾਰ) ਚਾਰਜਾਂ ਦੀ ਡਰਿਫਟ ਵੇਗ (Drift Velocity) ਅਤੇ ਉਨ੍ਹਾ ਤੇ ਲਗਦੇ ਲੋਰੇਂਜ ਬੱਲ ਦੇ ਕਾਰਣ ਹੈ।

ਕਿਉਂਕਿ ਭੁਜਾ PQ ਨੂੰ ਇੱਕ ਸਥਿਰ ਚਾਲ v ਨਾਲ ਧਕੇਲਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ,

$$P = F v$$

$$= \frac{B^2 l^2 v}{r} \qquad (6.8)$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਇਸ ਕਾਰਜ ਨੂੰ ਕਰਨ ਵਾਲਾ ਏਜੰਟ ਯਾਂਤਰਿਕ ਹੈ। ਇਸ ਯਾਂਤਰਿਕ ਊਰਜਾ ਦਾ ਕੀ ਹੋਇਆ? ਉਤਰ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਯਾਂਤਰਿਕ ਊਰਜਾ ਜੂਲ ਊਰਜਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਨਸ਼ਟ ਹੋ ਗਈ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਮਾਨ ਹੈ

$$P_J = I^2 r = \left(\frac{Blv}{r}\right)^2 r = \frac{B^2 l^2 v^2}{r}$$

ਜੋ ਸਮੀਕਰਣ (6.8) ਦੇ ਸਮਾਨ ਹੈ।

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਭੁਜਾ PQ ਨੂੰ ਚਲਾਉਣ ਵਿੱਚ ਇਸਤੇਮਾਲ ਹੋਈ ਯਾਂਤਰਿਕ ਊਰਜਾ ਬਿਜਲੀ ਊਰਜਾ ਵਿੱਚ ਬਦਲੀ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ (ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਈ.ਐਮ.ਐਫ) ਅਤੇ ਇਸਲਈ ਊਸ਼ਮਾ ਊਰਜਾ ਵਿੱਚ ਬਦਲ ਗਈ।

ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜ ਪ੍ਰਵਾਹ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਫਲਕਸ ਦੇ ਬਦਲਾਵ ਵਿੱਚ ਵੀ ਇੱਕ ਰੋਚਕ ਸੰਬੰਧ ਹੈ। ਫੈਰਾਡੇ ਦੇ ਨਿਯਮ ਤੋਂ, ਅਸੀਂ ਸਿਖਿਆ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਈ.ਐਮ.ਐਫ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਹੈ

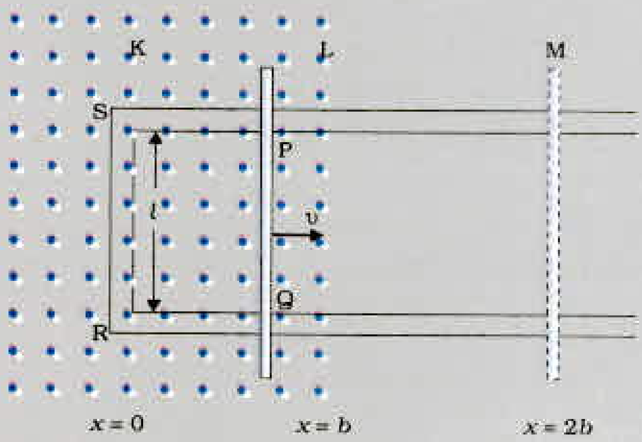
$$|\varepsilon| = \frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}$$

ਪਰੰਤੂ $|\varepsilon| = Ir = \frac{\Delta Q}{\Delta t} r$

ਇਸਲਈ

$$\Delta Q = \frac{\Delta\Phi_B}{r}$$

ਉਦਾਹਰਣ 6.8 ਚਿੱਤਰ 6.12(a) ਨੂੰ ਦੇਖੋ। ਆਇਤਾਕਾਰ ਚਾਲਕ ਦੀ ਭੁਜਾ PQ ਨੂੰ $x = 0$ ਤੋਂ ਖੱਬੇ ਪਾਸੇ ਵੱਲ ਨੂੰ ਚਲਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਇਕ ਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਤੱਲ ਦੇ ਲੰਬ ਹੈ ਅਤੇ $x = 0$ ਤੋਂ $x = b$ ਤੱਕ ਫੈਲਿਆ ਹੈ ਅਤੇ $x > b$ ਦੇ ਲਈ ਸਿਫ਼ਰ ਹੈ। ਕੇਵਲ ਭੁਜਾ PQ ਵਿੱਚ ਹੀ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ r ਹੈ। ਉਸ ਸਥਿਤੀ ਦੀ ਕਲਪਨਾ ਕਰੋ ਜਦੋਂ ਭੁਜਾ PQ ਨੂੰ $x = 0$ ਤੋਂ $x = 2b$ ਤੱਕ, ਬਾਹਰ ਦੇ ਵੱਲ ਖਿਚਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਫਿਰ ਸਥਿਰ ਚਾਲ v ਨਾਲ $x = 0$ ਤੱਕ ਵਾਪਸ ਲੈ ਜਾਂਦੇ ਹੋ। ਫਲਕਸ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਈ.ਐਮ.ਐਫ, ਭੁਜਾ ਨੂੰ ਖਿਚੱਣ ਦੇ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਬੱਲ ਅਤੇ ਜੂਲ ਊਰਜਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਖੇ ਸ਼ਕਤੀ ਦੇ ਲਈ ਵਿਅੰਜਕ ਪਤਾ ਕਰੋ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਰਾਸ਼ੀਆਂ ਵਿੱਚ ਦੂਰੀ ਦੇ ਨਾਲ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਬਦਲਾਵ ਦਾ ਗਰਾਫ ਵੀ ਖਿੱਚੋ।



(a)

ਚਿੱਤਰ 6.12

ਹੱਲ— ਸੱਭ ਤੋਂ ਪਹਿਲੇ ਅਗ੍ਹਾਂ ਵਾਲੀ ਗਤੀ $x = 0$ ਤੋਂ $x = 2b$ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ।

EXAMPLE 6.8

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਸਰਕਟ SPQR ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਤ ਫਲਕਸ ਹੈ

$$\Phi_B = Blx \qquad 0 \le x < b$$

$$= Blb \qquad b \le x < 2b$$

ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਈ.ਐਮ.ਐਫ. ਹੈ

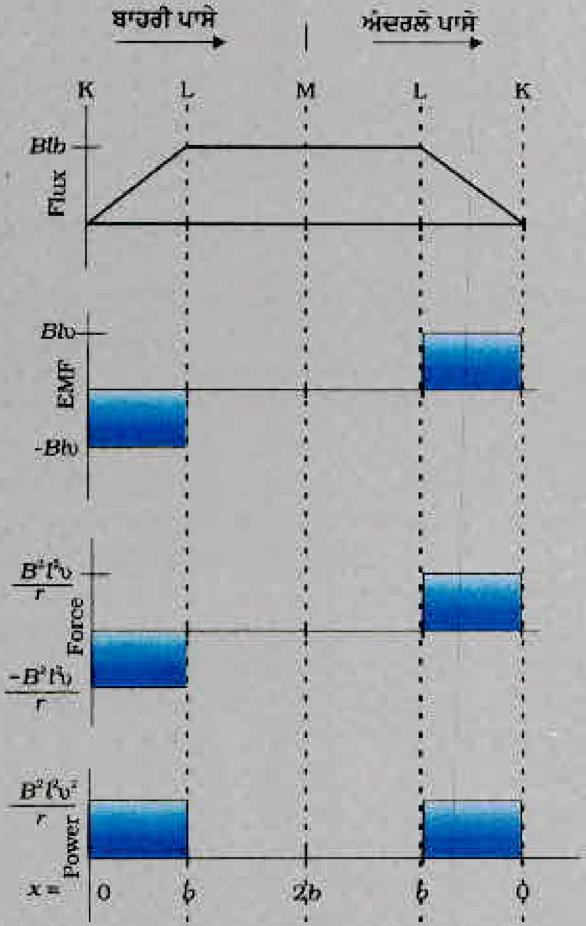
$$\varepsilon = -\frac{d\Phi_B}{dt}$$

$$= -Blv \qquad 0 \le x < b$$

$$= 0 \qquad b \le x < 2b$$

ਜਦੋਂ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਈ.ਐਮ.ਐਫ. (emf) ਸਿਫਰ ਨਹੀਂ ਹੈ, ਉਦੋਂ ਧਾਰਾ I (ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ)

$$I = \frac{Blv}{r}$$



(b)

ਚਿੱਤਰ 6.12

ਭੁਜਾ PQ ਨੂੰ ਸਥਿਰ ਗਤੀ ਦੇਣ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਬੱਲ IlB ਹੋਵੇਗਾ, ਇਸ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਖੱਬੇ ਪਾਸੇ ਹੋਵੇਗੀ। ਇਸਦਾ ਪਰਿਮਾਣ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

$$F = \frac{B^2l^2v}{r} \qquad 0 \le x < b$$
$$= 0 \qquad b \le x < 2b$$

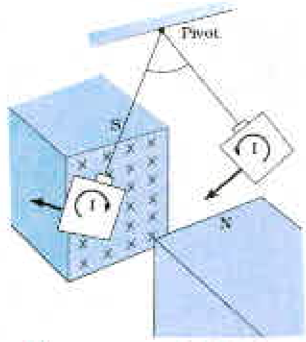
ਜੂਲ ਊਸ਼ਮਾ ਖੇ ਹੈ

$$P_J = I^2r$$
$$= \frac{B^2 l^2 v^2}{r} \qquad 0 \le x < b$$
$$= 0 \qquad b \le x < 2b$$

ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦਾ ਵਿਅੰਜਕ ਭੁਜਾ PQ ਦੇ ਵੱਲ ਅਤੇ $x = 2b$ ਤੋਂ $x = 0$ ਤੱਕ ਦੀ ਗਤਿ ਦੇ ਲਈ ਮਿਲਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 6.12(b) ਵਿਚ ਦਿੱਤੀਆਂ ਅਲੱਗ-ਅਲੱਗ ਰਾਸ਼ੀਆਂ ਦੇ ਆਲੇਖ ਨੂੰ ਦੇਖਕੇ ਕੋਈ ਸਾਰੀ ਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਸਮਝ ਸਕਦਾ ਹੈ।

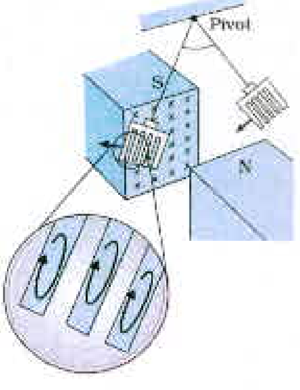
6.8 ਐਡੀ (ਭੰਵਰ) ਕਰੰਟ (EDDY CURRENTS)

ਹਾਲੇ ਤੱਕ ਚਾਲਕਾਂ ਤੋਂ ਬਣੇ ਚੱਕਰਾਕਾਰ ਲੂਪਾਂ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਪੱਖਾਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਹੋਈ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਜਾਣਿਆ ਹੈ। ਪਰ ਜਦੋਂ ਚਾਲਕਾ ਦੇ ਸਥੂਲ ਟੁਕੜਿਆਂ ਨੂੰ ਬਦਲਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਫਲਕਸ ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਵਿੱਚ ਰੱਖਦੇ ਹਾਂ ਤਾ ਉਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਵੀ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਕਰੰਟ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੇ ਹੈ। ਪਰ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਬਹਾਵ ਦਾ ਪੈਟਰਨ ਪਾਣੀ ਵਿੱਚ ਚੱਕਰ ਖਾਂਦੇ ਭਵਰਾ ਨਾਲ ਮਿਲਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਭਾਵ ਨੂੰ ਭੌਤਿਕਵਾਦੀ ਫੋਕੋਲਟ (Faucault 1819-1868) ਨੇ ਖੋਜਿਆ ਸੀ ਅਤੇ ਇਹਨਾ ਕਰੰਟਾਂ ਨੂੰ ਐਡੀ ਕਰੰਟ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।



ਚਿੱਤਰ 6.13 ਤਾਂਬੇ ਦੀ ਪਲੇਟ ਜਦੋਂ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਅੰਦਰ-ਬਾਹਰ ਆਈ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਇਸ ਵਿੱਚ ਐਡੀ ਕਰੰਟ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੇ ਹੈਂ

ਚਿੱਤਰ 6.13 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਉਪਕਰਮ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ। ਇਸ ਵਿੱਚ ਇਕ ਤਾਂਬੇ ਦੀ ਪਲੇਟ ਨੂੰ ਇੱਕ ਸ਼ਕਤੀਸ਼ਾਲੀ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਧਰੁਵਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਸਰਲ ਡੋਲਕ ਵਾਂਗੂ ਦੋਲਨ ਕਰਾਉਂਦੇ ਹੈ। ਇਹ ਦੇਖਿਆ ਗਿਆ ਹੈ ਕੀ ਪਲੇਟ ਦੀ ਗਤਿ ਡੈਮਪਡ (Damped) ਹੈ ਅਤੇ ਕੁਛ ਹੀ ਛਿਣਾ ਵਿੱਚ ਉਹ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਅਰਾਮ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਆ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਵਰਤਾਰੇ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਅਸੀਂ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਪ੍ਰੇਰਣ ਦੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਜਦੋਂ ਪਲੇਟ ਚੁੰਬਕੀ ਧਰੁਵਾਂ ਦੇ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਅੰਦਰ ਅਤੇ ਬਾਹਰ ਗਤੀ ਕਰਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਪਲੇਟ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਚੁੰਬਕੀ ਫਲਕਸ ਬਦਲੀ ਹੁੰਦਾ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਫਲਕਸ ਵਿੱਚ ਬਦਲਾਵ ਪਲੇਟ ਵਿੱਚ ਐਡੀ ਕਰੰਟ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਪਲੇਟ ਡੋਲਨ ਕਰਦੇ ਹੋਏ ਧਰੁਵਾਂ ਦੇ ਖੇਤਰ ਦੇ ਵਿੱਚ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਜਦੋਂ ਇਹ ਉਸ ਖੇਤਰ ਚੋ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਐਡੀ ਕਰੰਟ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਉਲਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 6.14 ਤਾਂਬੇ ਦੀ ਪਲੇਟ ਵਿੱਚ ਕੱਟ ਲਾਉਣ ਤੇ ਐਡੀ ਕਰੰਟ ਦਾ ਪ੍ਰਭਾਵ ਘੱਟ ਜਾਂਦਾ ਹੈ

ਜੇਕਰ ਤਾਂਬੇ ਦੀ ਪਲੇਟ ਵਿੱਚ 6.14 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਆਇਤਾਕਾਰ ਖਾਨੇ ਬਣਾਏ ਜਾਂਦੇ ਹੈ ਤਾਂ ਐਡਿ ਕਰੰਟ ਦੇ ਪ੍ਰਵਾਹ ਦੇ ਲਈ ਮਿਲਦਾ ਖੇਤਰਫਲ ਘੱਟ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਡੋਲਕ ਪਲੇਟ ਵਿੱਚ ਛੇਦ ਜਾ ਖਾਨੇ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਡੈਮਪਨਿੰਗ (Dampening) ਨੂੰ ਘੱਟ ਕਰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਅਤੇ ਪਲੇਟ ਵੱਧ ਸੁਤੰਤਰਤਾ ਨਾਲ ਦੋਲਨ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਨੋਟ ਕਰੋ ਕਿ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਕਰੰਟ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ (moment) (ਜੋ ਗਤੀ ਦੇ ਉਲਟ ਹੈ) ਕਰੰਟ ਵੱਲੋ ਘੇਰੇ ਖੇਤਰਫਲ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। (ਅਧਿਆਇ 4 ਵਿੱਚ ਸਮੀਕਰਨ $\mathbf{m} = I\mathbf{A}$ ਨੂੰ ਯਾਦ ਕਰੋ)।

ਇਹ ਤੱਲ ਟ੍ਰਾਸਫਾਰਮਾ ਦੀ ਮੇਟਾਲਿਕ ਕੋਰ ਵਿੱਚ, ਬਿਜਲੀ ਮੋਟਰਾਂ ਅਤੇ ਦੂਸਰੀ ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਹੋਰ ਯੰਤਰਾ ਉੱਤੇ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਮੇਟਾਲਿਕ ਕੋਰ ਤੇ ਕੁੰਡਲੀ ਨੂੰ ਲਿਪੇਟਨਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਐਡੀ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਘੱਟ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਸਹਾਇਕ ਹੋਦਾ ਹੈ। ਐਡੀ ਕਰੰਟ ਲੋੜੀਂਦਾ ਨਹੀਂ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਇਹ ਕੋਰ ਨੂੰ ਗਰਮ ਕਰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਬਿਜਲੀ ਊਰਜਾ ਦਾ ਉਸ਼ਮਾ ਦੇ ਵਿੱਚ ਨਸ਼ਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਐਡੀ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਘੱਟ ਕਰਣ ਲਈ ਧਾਤੂ ਨੂੰ ਲੈਮੀਨੇਟ (Laminate) ਕਰਦੇ ਧਾਤੂ ਦਾ ਕੋਰ ਬਣਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਲੈਮੀਨੇਸ਼ਨਾ ਨੂੰ ਕੁਚਾਲਕ ਲੈਕਰ (Lacquer) ਦਾ ਇਸਤੇਮਾਲ ਕਰਕੇ ਅਲੱਗ ਰੱਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਲੇਮਿਨੇਸ਼ਨਾ ਦੇ ਤਲ ਨੂੰ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਕਰਨਾ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ ਜਿਸ ਦੇ ਨਾਲ ਕੀ ਐਡੀ ਕਰੰਟ ਦੇ ਪੱਥਾਂ ਨੂੰ ਆਰਪਾਰ ਕਟ ਸਕੇ। ਇਹ ਬਣਤਰ ਐਡੀ ਕਰੰਟ ਦੀ ਸ਼ਕਤੀ ਨੂੰ ਘਟਾ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਬਿਜਲੀ ਊਰਜਾ ਦਾ ਊਸ਼ਮਾ ਦੇ ਵਿੱਚ ਨਸ਼ਟ ਹੋਣਾ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਦੇ ਵਰਗ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਹੈ ਇਸਲਈ ਊਸ਼ਮਾ ਹਾਨੀ ਘੱਟ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਐਡਿ ਕਰੰਟ ਦੇ ਕੁਝ ਉਪਯੋਗ :

(i) *ਰੇਲਗਡੀ ਵਿੱਚ ਚੁੰਬਕੀ ਬਰੇਕਾਂ* : ਕੁਝ ਬਿਜਲੀ ਨਾਲ ਚੱਲਣ ਵਾਲੀਆਂ ਰੇਲਗੱਡੀਆਂ ਵਿੱਚ ਪਟੱਰੀਆਂ ਦੇ ਉੱਤੇ ਤੱਕੜੇ ਚੁੰਬਕ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਜਦੋਂ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕਾ ਨੂੰ ਐਕਟੀਵੇਟ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਪਟੱਰੀਆਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਐਡਿ ਕਰੰਟ ਰੇਲਗੱਡੀ ਦੀ ਗਤਿ ਦਾ ਵਿਰੋਧ ਕਰਦੇ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਇਥੇ ਕੋਈ ਯਾਂਤਰਿਕ ਜੋੜ ਨਹੀਂ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਬਰੇਕ ਦੇ ਕਾਰਣ ਝੱਟਕਾ ਨਹੀਂ ਲਗੇਗਾ।

(ii) *ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਡੈਂਮਪਿੰਗ* : ਕੁਝ ਗੇਲਵੇਨੋਮੀਟਰ (Galvanometer) ਦੀ ਕੋਰ ਸਥਿਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਨੋਨ ਚੁੰਬਕੀ ਮੇਟਾਲਿਕ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੀ ਬਣੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਕੁੰਡਲੀ ਦੋਲਨ ਕਰਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਕੋਰ ਵਿੱਚ ਪੈਦਾ ਹੋਣ ਵਾਲੀਆਂ ਐਡਿ ਕਰੰਟ ਇਸ ਦੀ ਗਤੀ ਦੇ ਉਲਟ ਹੁੰਦੇ ਹੈ ਅਤੇ ਕੁੰਡਲੀ ਨੂੰ ਤੇਜੀ ਨਾਲ ਆਰਾਮ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਲੈ ਆਂਦੇ ਹੈ।

(iii) *ਇੰਡਕਸ਼ਨ ਭੱਠੀ* : ਇੰਡਕਸ਼ਨ ਭੱਠੀ ਵੀ ਵੱਧ ਤਾਪ ਪੈਦਾ ਕਰਨ ਲਈ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਧਾਤੂਆਂ ਨੂੰ ਪਿਘਲਾ ਕੇ ਮਿਸ਼ਰਤ ਧਾਤੂ ਤਿਆਰ ਕਰਣ ਦੇ ਕੰਮ ਆ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਇੱਕ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਵੱਧ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦਾ ਅਲਟਰਨੇਟਿੰਗ ਕਰੰਟ ਪ੍ਰਵਾਹ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਕੁੰਡਲੀ ਉਨ੍ਹਾਂ ਧਾਤੂਆਂ ਨੂੰ ਘੇਰ ਲੈਂਦੀ ਹੈ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਪਿਘਲਾਨਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਧਾਤੂਆਂ ਵਿੱਚ ਪੈਦਾ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਐਡੀ ਕਰੰਟ ਵੱਧ ਵੱਧ ਤਾਪ ਪੈਦਾ ਕਰਦੇ ਹੈ। ਜੋ ਉਨ੍ਹਾਂ ਧਾਤੂਆਂ ਨੂੰ ਪਿਘਲਾਉਣ ਲਈ ਪੂਰਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

(iv) *ਬਿਜਲੀ ਸ਼ਕਤੀ ਮੀਟਰ* : ਬਿਜਲੀ ਸ਼ਕਤੀ ਮੀਟਰ ਵਿੱਚ ਇਕ ਧਾਤੂ ਦੀ ਚਮਕਦਾਰ ਡਿੱਸਕ ਐਡਿ ਕਰੰਟ ਦੇ ਕਾਰਣ ਹੀ ਘੁੰਮਦੀ ਹੈ। ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਸਾਨੂਮੋਅਡਲੀ (Sinusoidally) ਬਦਲਦੇ ਕਰੰਟ ਤੋਂ ਪੈਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰਾਂ ਤੋਂ ਡਿੱਸਕ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਬਿਜਲੀ ਧਾਰਾ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।
ਤੁਸੀਂ ਆਪਣੇ ਘਰ ਵਿੱਚ ਘੁੰਮਦੀ ਚਮਕਦਾਰ ਡਿਸਕ ਨੂੰ ਦੇਖ ਸਕਦੇ ਹੋ।

ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਡੈਮਪਿੰਗ (ELECTROMAGNETIC DAMPING)

ਐਲੂਮਿਨਿਅਮ ਅਤੇ ਪੀ.ਵੀ.ਸੀ. (PVC) ਦੇ ਬਣੇ ਸਮਾਨ ਅੰਦਰੂਨੀ ਅੱਰਧ ਵਿਆਸਾਂ ਦੇ ਦੋ ਪਤਲੇ ਖੋਖਲੇ ਬੇਲਨਾਕਾਰ ਪਾਇਪ ਲੋ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਕਲੈਂਪ ਦੀ ਮਦਦ ਨਾਲ ਰਿਟਾਰਟ ਸਟੈਂਡ ਤੇ ਸਿੱਧੇ ਲਗਾਉ। ਇੱਕ ਛੋਟਾ ਬੇਲਨਾਕਾਰ ਚੁੰਬਕ ਲੋ ਜਿਸਦਾ ਵਿਆਸ ਪਾਇਪਾਂ ਦੇ ਅੰਦਰੂਨੀ ਵਿਆਸ ਤੋਂ ਥੋੜ੍ਹਾ ਘੱਟ ਹੋਵੇ। ਇਸ ਨੂੰ ਹਰੇਕ ਪਾਇਪ ਚੋਂ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸੁਟੋ ਕੀ ਡਿਗਦੇ ਸਮੇਂ ਚੁੰਬਕ ਪਾਇਪਾਂ ਦੀਆਂ ਕੰਧਾਂ ਨੂੰ ਨਾ ਛੂ ਪਾਏ। ਨੋਟ ਕਰੋ ਕੀ ਹਰੇਕ ਦਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਪਾਇਪ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਆਣ ਵਿੱਚ ਇਹ ਕਿੰਨਾਂ ਸਮਾਂ ਲਵੇਗਾ। ਤੁਸੀਂ ਦੇਖੋਗੇ ਕੀ ਪੀ.ਵੀ.ਸੀ. ਦੇ ਬਣੇ ਪਾਇਪ ਵਿੱਚ ਡਿੱਗਦੇ ਵੇਲੇ ਚੁੰਬਕ ਪਾਇਪ ਚੋਂ ਬਾਹਰ ਆਣ ਵਿੱਚ ਉਨ੍ਹਾਂ ਹੀ ਟਾਇਮ ਲਵੇਗਾ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਉਹ ਉਸ ਉਚਾਈ ਤੋਂ ਬਿਨਾਂ ਪਾਇਪ ਦੇ ਡਿਗਦੇ ਸਮੇਂ ਲੈਂਦਾ ਹੈ। ਤੁਸੀਂ ਇਹ ਵੀ ਦੇਖੋਗੇ ਕਿ ਐਲੂਮਿਨਿਅਮ ਦੇ ਪਾਇਪ ਵਿੱਚੋਂ ਡਿਗਦੇ ਸਮੇਂ ਚੁੰਬਕ ਸੋਚ ਤੋਂ ਕਾਫ਼ੀ ਵੱਧ ਟਾਇਮ ਲੈਂਦਾ ਹੈ। ਇੱਦਾ ਕਿਉਂ ਹੈ? ਇਹ ਉਨ੍ਹਾਂ ਐਡੀ ਕਰੰਟ ਦੇ ਕਾਰਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਕਿ ਐਲੂਮਿਨਿਯਮ ਦੇ ਪਾਇਪ ਵਿੱਚ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਉਹ ਚੁੰਬਕੀ ਫਲਕਸ ਦੇ ਵਿੱਚ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਬਦਲਾਵ ਦੇ ਉਲਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਮਤਲਬ ਕੀ ਚੁੰਬਕ ਦੀ ਗਤੀ ਦੇ ਉਲਟ। ਐਡੀ ਕਰੰਟ ਦੇ ਕਾਰਣ ਪੈਦਾ ਡੈਮਪਿੰਗ ਬੱਲ ਚੁੰਬਕ ਦੀ ਗਤੀ ਦਾ ਵਿਰੋਧ ਕਰਦੇ ਹੈ। ਇਸ਼ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਵਰਤਾਰੇ ਨੂੰ ਚੁੰਬਕੀ ਡੈਂਮਪਿੰਗ ਕਹਿੰਦੇ ਹੈ। ਨੋਟ ਕਰੋ ਕਿ ਪੀ.ਵੀ.ਸੀ. (PVC) ਪਾਇਪ ਵਿੱਚ ਐਡੀ ਕਰੰਟ ਪੈਦਾ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਕਿਉਂਕਿ ਇਸਦਾ ਪਦਾਰਥ ਬਿਜਲੀ ਰੋਧੀ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ ਐਲੂਮਿਨਿਅਮ ਦਾ ਚਾਲਕ।

6.9 ਇੰਡਕਟੈਂਸ (ਪ੍ਰੇਰਕਤਾ) (INDUCTANCE)

ਕਿਸੇ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਉਸ ਦੇ ਲਾਗੇ ਕਿਸੇ ਹੋਰ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਫਲਕਸ ਬਦਲੀ ਕਰਕੇ ਜਾਂ ਫੇਰ ਉਸੇ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਫਲਕਸ ਬਦਲੀ ਕਰਕੇ, ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਪੈਦਾ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਅਗਲੇ ਦੋ ਸਬ ਸੈਕਸ਼ਨਾ ਵਿੱਚ ਵਖਰੇ ਤੌਰ ਤੇ ਵਿਚਾਰਿਆ ਜਾਵੇਗਾ। ਪਰ, ਦੋਨਾਂ ਹੀ ਸਥਿਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਕੁੰਡਲੀ ਦੇ ਵਿਚਲਾ ਫਲਕਸ ਉਸ ਦੇ ਕਰੰਟ ਦੇ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੈ। ਮਤਲਬ ਕਿ

$$\phi_B \alpha \ I.$$

ਅਗੇ ਜੇਕਰ ਕੁੰਡਲੀ ਦੀ ਜਿਆਮਿਤੀ ਸਮੇਂ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਨਾਂ ਬਦਲੇ ਫੇਰ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

$$\frac{d\Phi_B}{dt} \propto \frac{dI}{dt}$$

ਲਾਗੇ ਲਾਗੇ ਲਪੇਟੇ N ਘੇਰਿਆਂ ਵਾਲੀ ਕੁੰਡਲੀ ਦੇ ਸਾਰੇ ਘੇਰਿਆਂ ਵਿੱਚ ਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਫਲਕਸ ਸੰਬੰਧਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚੋਂ ਫਲਕਸ Φ_B ਬਦਲੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਹਰੇਕ ਘੇਰਾ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਈ.ਐਮ.ਐਫ. ਵਿੱਚ ਯੋਗਦਾਨ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਇੱਕ ਪਦ ਫਲਕਸ ਲਿੰਕੇਜ *(Linkage)* ਵਰਤਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜੋ ਕੀ $N\Phi_B$ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਲਈ ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ

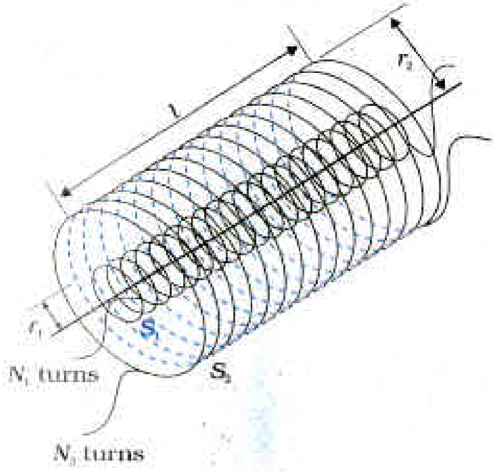
$$N\Phi_B \propto I$$

ਇਸ ਸੰਬੰਧ ਵਿੱਚ ਸਮਾਨਅਨੁਪਾਤੀ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਨੂੰ ਇੰਡਕਟੇਂਸ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਅਸੀਂ ਦੇਖਾਂਗੇ ਕੀ ਇੰਡਕਟੈਂਸ ਦਾ ਮਾਣ ਕੁੰਡਲੀ ਦੀ ਜਿਆਮਿਤੀ ਅਤੇ ਉਸਦੇ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਅੰਦਰੂਣੀ ਗੁਣਾ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਸਿੱਟਾ ਧਾਰਕ ਦੀ ਪ੍ਰਕਰਿਤੀ ਦੇ ਸਮਾਨ ਹੈ ਜੋ ਸਮਾਂਤਰ ਪਲੇਟ ਧਾਰਕ ਦੇ ਲਈ ਪਲੇਟ ਦੇ ਖੇਤਰਫਲ ਅਤੇ ਪਲੇਟ ਦੂਰੀ (ਜਿਆਮਿਤੀ) ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਹਾਜਰ ਮਾਧਿਅਮ ਦੇ ਡਾਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਸਥਿਰਅੰਕ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ।

ਇੰਡਕਟੇਸ ਇੱਕ ਸਥਿਰ ਰਾਸ਼ੀ ਹੈ। ਇਸ ਦੀਆਂ ਵਿਮਾ ਹਨ $[\mathrm{M\,L^2\,T^{-2}\,A^{-2}}]$ ਜੋ ਕੀ ਫਲਕਸ ਦੀਆਂ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਦੀਆਂ ਵਿਸ਼ਾ ਦੇ ਅਨੁਪਾਤ ਨਾਲ ਦਿਤੀਆਂ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ। ਇੰਡਕਟੈਂਸ ਦਾ SI ਮਾਤਰਕ ਹੈਨਰੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਨੂੰ H ਨਾਲ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹੈ। ਇਹ ਨਾਮ ਜੋਸੇਫ ਹੈਨਰੀ ਦੇ ਮਾਨ ਵਿੱਚ ਰਖਿਆ ਗਿਆ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਨੇ ਇੰਗਲੈਂਡ ਦੇ ਵਿਗਆਨੀ ਫੈਰਾਡੇ ਤੋਂ ਅਲਗ ਅਮੇਰਿਕਾ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਪ੍ਰੇਰਣ ਦੀ ਖੋਜ ਕੀਤੀ ਸੀ।

6.9.1 ਮਿਊਚੂਅਲ ਇੰਡਕਟੈਸ (ਆਪਸੀ ਪ੍ਰੇਰਕਤਾ) (Mutual inductance)

ਚਿੱਤਰ 6.15 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਈ ਗਈ ਦੋ ਲੰਬੀ ਕੋਐਕਸਿਲ (Coaxial) ਸੋਲੀਨੋਐਡ (Solenoid) ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਹਰੇਕ ਦੀ ਲੰਬਾਈ l ਹੈ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ। ਅਸੀਂ ਅੰਦਰੂਨੀ ਸੋਲੀਨੋਐਡ S_1 ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ r_1 ਅਤੇ ਉਸਦੀ ਯੂਨਿਟ ਲੰਬਾਈ ਵਿੱਚ ਚੱਕਰਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ n_1 ਨਾਲ ਲਿਖਦੇ ਹਾਂ। ਬਾਹਰੀ ਸੋਈਨੋਅਡ S_2 ਦੇ ਲਈ ਸੰਗਤ ਰਾਸ਼ੀਆ r_2 ਅਤੇ n_2 ਹੈ। ਮੰਨ ਲੋ N_1 ਅਤੇ N_2 ਕੁੰਡਲੀਆ S_1 ਅਤੇ S_2 ਵਿੱਚ ਚੱਕਰਾ ਦੀ ਕੁੱਲ ਸੰਖਿਆ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 6.15 ਸਮਾਨ ਲੰਬਾਈ l ਦੇ ਦੋ ਸਮਾਨ ਲੰਬੇ ਸੋਲੀਨੋਐਡ

ਜਦੋਂ S_2 ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ I_2 ਵਹਿੰਦਾ ਹੈ ਤਾ ਇਹ S_1 ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਚੁੰਬਕੀ ਫਲਕਸ ਸਥਾਪਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਇਸ ਨੂੰ Φ_1 ਨਾਲ ਲਿਖਦੇ ਹਾਂ। ਸੋਲਿਨੋਐਡ S_1 ਵਿੱਚ ਫਲਕਸ ਲਿੰਕੇਜ

$$N_1\Phi_1 = M_{12}I_2 \tag{6.9}$$

M_{12} ਨੂੰ ਸੋਲਿਨੋਐਡ S_1 ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਮਯੂਚੁਅਲ ਇੰਡਕਟੈਂਸ ਕਹਿੰਦੇ ਹੈ।

ਇਹਨਾਂ ਅਸਾਨ ਕੋਐਕਸਿਲ ਸੋਲੀਨੌਂਡ ਲਈ M_{12} ਦੀ ਗਣਨਾ ਸੰਭਵ ਹੈ। ਸੋਲੀਨੋਅਡ S_2 ਵਿੱਚ ਸਥਾਪਿਤ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ I_2 ਵਲੋਂ ਪੈਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਹੈ $\mu_0 n_2 I_2$। ਕੁੰਡਲੀ S_1 ਦੇ ਨਾਲ ਨਤੀਜਨ ਫਲਕਸ ਲਿੰਕੇਜ ਹੈ

$$N_1\Phi_1 = (n_1 l)\left(\pi r_1^2\right)(\mu_0 n_2 I_2)$$

$$= \mu_0 n_1 n_2 \pi r_1^2 l\, I_2 \tag{6.10}$$

ਜਿੱਥੇ $n_1 l$ ਸੋਲਿਨੋਐਡ S_1 ਵਿੱਚ ਕੁਲ ਘੇਰਿਆਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ, ਸਮੀਕਰਣ (6.9) ਅਤੇ ਸਮੀਕਰਣ (6.10) ਤੋਂ

$$M_{12} = \mu_0 n_1 n_2 \pi r_1^2 l \tag{6.11}$$

ਧਿਆਨ ਦੇ ਕਿ ਅਸੀਂ ਇਥੇ ਏਜ਼ (Edge) ਪ੍ਰਭਾਵਾਂ ਨੂੰ ਨਾਮ ਮਾਤਰ ਮਨ ਲਿਆ ਹੈ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ $\mu_0 n_2 I_2$ ਨੂੰ ਸੋਲੀਨੋਐਡ S_2 ਦੀ ਲੰਬਾਈ ਅਤੇ ਚੌੜਾਈ ਸਾਰੀ ਜਗ੍ਹਾ ਇਕ ਸਮਾਨ ਮਨੀਆ ਹੈ ਇਹ ਧਿਆਨ ਵਿੱਚ ਰੱਖਦੇ ਹੋਏ ਕੀ ਸੋਲੀਨੋਅਡ ਲੰਬੀ ਹੈ ਇਸਦਾ ਮਤਲਬ $l >> r_2$ ਇਹ ਇੱਕ ਵਧੀਆ ਅੰਦਾਜਾ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਉਲਟੀ ਸਥਿਤੀ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਸੋਲੀਨੋਅਡ S_1 ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ I_1 ਵਹਿੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਸੋਲੀਨੋਅਡ S_2 ਵਿੱਚ ਫਲਕਸ ਲਿੰਕੇਜ ਹੈ

$$N_2\Phi_2 = M_{21}\, I_1 \qquad (6.12)$$

M_{21} ਨੂੰ ਸੋਲੀਨੋਅਡ S_2 ਦਾ ਸੋਲੀਨੋਅਡ S_1 ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਮਿਊਚੂਅਲ ਇੰਡਕਟੈਂਸ ਕਹਿੰਦੇ ਹੈ।

S_1 ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ I_1 ਦੇ ਕਾਰਣ ਫਲਕਸ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ S_1 ਦੇ ਅੰਦਰ ਸੀਮਿਤ ਮੰਨਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿਉਂਕੀ ਸੋਲੀਨੋਅਡ ਬਹੁਤ ਲੰਬਾ ਹੈ। ਇਸਲਈ ਸੋਲੀਨੋਅਡ S_2 ਦੇ ਨਾਲ ਫਲਕਸ ਲਿੰਕੇਜ ਹੈ

$$N_2\Phi_2 = (n_2 l)\left(\pi r_1^2\right)(\mu_0 n_1 I_1)$$

ਇੱਥੇ $n_2 l$ ਵਿੱਚ ਘੇਰਿਆਂ ਦੀ ਕੁੱਲ ਸੰਖਿਆ ਹੈ। ਸਮੀਕਰਣ (6.12) ਤੋਂ

$$M_{21} = \mu_0 n_1 n_2 \pi r_1^2 l \qquad (6.13)$$

ਸਮੀਕਰਣ (6.11) ਅਤੇ (6.12) ਇਸਤੇਮਾਲ ਕਰਣ ਤੇ, ਸਾਨੂੰ ਮਿਲਦਾ ਹੈ

$$M_{12} = M_{21} = M \text{ (ਮੰਨ ਲੋ)} \qquad (6.14)$$

ਅਸੀਂ ਇਹ ਸਮਾਨਤਾ ਲੰਬੀ ਕੋ ਐਕਸਿਲ ਸੋਲੀਨੋਅਡ ਦੇ ਲਈ ਦਰਸ਼ਾਈ ਹੈ। ਪਰ, ਇਹ ਸੰਬੰਧ ਵਿਆਪਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸਹੀ ਹੈ। ਨੋਟ ਕਰੋ ਕਿ ਜੇਕਰ ਅੰਦਰੂਨੀ ਸੋਲੀਨੋਅਡ ਬਾਹਰੀ ਸੋਲੀਨੋਅਡ ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਛੋਟੀ ਹੋਵੇ (ਅਤੇ ਬਾਹਰੀ ਸੋਲੀਨੋਅਡ ਵਿੱਚ ਠੀਕ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਾਲ ਅੰਦਰ ਰੱਖੀ ਹੋਵੇ) ਤਾਂ ਵੀ ਅਸੀਂ ਫਲਕਸ ਲਿੰਕੇਜ $N_1\Phi_1$ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ, ਕਿਉਂਕਿ ਅੰਦਰੂਨੀ ਸੋਲੀਨੋਅਡ ਬਾਹਰੀ ਸੋਲੀਨੋਅਡ ਦੇ ਕਾਰਣ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਢੰਗ ਨਾਲ ਇੱਕਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ M_{12} ਦੀ ਗਣਨਾ ਅਸਾਨ ਹੈ। ਪਰ, ਬਾਹਰੀ ਸੋਲੀਨੋਅਡ ਨਾਲ ਲਿੰਕੇਜ ਫਲਕਸ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰਨਾ ਬਹੁਤ ਮੁਸ਼ਕਿਲ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਅੰਦਰੂਨੀ ਸੋਲੀਨੋਅਡ ਦੇ ਕਾਰਣ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਬਾਹਰੀ ਸੋਲੀਨੋਅਡ ਦੀ ਲੰਬਾਈ ਅਤੇ ਨਾਲ ਹੀ ਨਾਲ ਦੁਸਾਰ ਕਟ ਦੇ ਆਰ-ਪਾਰ ਬਦਲੀ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਇਸਲਈ ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ M_{21} ਦੀ ਗਣਨਾ ਬਹੁਤ ਮੁਸ਼ਕਿਲ ਹੈ। ਐਸੀ ਸਥਿਤੀਆਂ ਵਿੱਚ $M_{12} = M_{21}$ ਜੈਸੀ ਸਮਾਨਤਾ ਬਹੁਤ ਲਾਭਕਾਰੀ ਹੋਵੇਗੀ।

ਉਤੇ ਦਿੱਤੇ ਉਦਾਹਰਣ ਦਾ ਬਖਾਣ ਅਸੀਂ ਇਹ ਮਨ ਕੇ ਕੀਤਾ ਹੈ ਕਿ ਸੋਲੀਨੋਅਡ ਦੇ ਅੰਦਰ ਮਾਧਿਅਮ ਹਵਾ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਸਥਾਨ ਤੇ ਜੇਕਰ μ_r ਸਾਪੇਖ ਪਰਮੀਐਬੀਲਟੀ ਦਾ ਮਾਧਿਅਮ ਮੋਜੂਦ ਹੁੰਦਾ ਤਾਂ ਮਯੂਚੁਅਲ ਇੰਡਕਟੈਂਸ ਦਾ ਮਾਨ ਹੋਵੇਗਾ

$$M = \mu_r\, \mu_0\, n_1 n_2 \pi\, r_1^2\, l$$

ਇਹ ਜਾਣਨਾ ਵੀ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ ਕੀ ਕੁੰਡਲੀ ਸੋਲੀਨੋਅਡ ਵਗੈਰਾ ਦਾ ਮਯੂਚੁਅਲ ਇੰਡਕਟੈਂਸ਼ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਦੂਰੀ ਅਤੇ ਨਾਲ ਹੀ ਔਰਿਐਂਟੇਸ਼ਨ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਣ 6.9 ਦੋ ਸਮਕੇਂਦਰੀ ਚੱਕਰੀ ਕੁੰਡਲੀਆਂ, ਇਕ ਘੱਟ ਅਰਧ ਵਿਆਸ r_1 ਅਤੇ ਦੂਸਰੀ ਵੱਧ ਅਰਧ ਵਿਆਸ r_2 ਦੀ ($r_1 << r_2$), ਕੋਐਕਸਲੀ ਰੱਖੀ ਹੈ ਅਤੇ ਦੋਨਾਂ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਸਮਪਾਤੀ ਹੈ। ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਦੇ ਲਈ ਮਯੂਚੁਅਲ ਇੰਡਕਟੈਂਸ ਪਤਾ ਕਰੋ।

ਹੱਲ— ਮੰਨਿਆ ਕੀ ਬਾਹਰੀ ਚਕਰਾਕਾਰ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚੋਂ I_2 ਕਰੰਟ ਵਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਕੁੰਡਲੀ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ $B_2 = \mu_0 I_2 / 2r_2$ ਕਿਉਂਕਿ ਦੂਸਰੀ ਕੋਐਕਸਲ ਕੁੰਡਲੀ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਬਹੁਤ ਛੋਟਾ ਹੈ, ਉਸਦੀ ਦੂਸਰਾ ਕਾਟ ਦੇ ਖੇਤਰਫਲ ਤੇ B_2 ਦਾ ਮਾਨ ਸਥਿਰ ਮੰਨਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸਲਈ

$$\Phi_1 = \pi r_1^2 B_2$$

$$= \frac{\mu_0 \pi r_1^2}{2r_2} I_2$$

$$= M_{12}\, I_2$$

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ

$$M_{12} = \frac{\mu_0 \pi r_1^2}{2r_2}$$

ਉਦਾਹਰਣ 6.9

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਉਦਾਹਰਣ 6.9

ਸਮੀਕਰਣ (6.14) ਤੋਂ

$$M_{12} = M_{21} = \frac{\mu_0 \pi r_1^2}{2 r_2}$$

ਧਿਆਨ ਦੋ ਕਿ ਅਸੀਂ M_{12} ਦੀ ਗਣਨਾ ਦੇ ਐਪਰੋਕਸੀਮੇਟ ਮਾਨ ਤੋਂ ਇਹ ਮੰਨਦੇ ਹੋਏ ਕਿ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ B_2 ਦਾ ਮਾਨ ਖੇਤਰਫਲ πr_1^2 ਤੇ ਇਕਸਮਾਨ ਹੈ। ਐਪਰ ਅਸੀਂ ਇਸ ਮਾਨ ਨੂੰ ਸਵੀਕਾਰ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹੋ ਕਿਉਂਕਿ $r_1 << r_2$.

ਹੁਣ ਇੱਕ ਵਾਰੀ ਫੇਰ ਸੈਕਸ਼ਨ 6.2 ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਯੋਗ 6.3 ਬਾਰੇ ਸੋਚੋ। ਉਸ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ ਕੁੰਡਲੀ C_1 ਵਿੱਚ ਈ.ਐਮ.ਐਫ. ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਵੀ C_2 ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਕਰੰਟ ਬਦਲੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਮੰਨ ਲੋ C_1 (ਜਿਸ ਵਿੱਚ N ਘੇਰੇ ਹਨ) ਵਿੱਚ Φ_1 ਫਲਕਸ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕੀ ਕੁੰਡਲੀ C_2 ਵਿੱਚ I_2 ਕਰੰਟ ਹੈ।

ਇਸਲਈ ਸਮੀਕਰਣ (6.9) ਤੋਂ ਸਾਨੂੰ ਮਿਲਦਾ ਹੈ

$$N_1 \Phi_1 = M I_2$$

ਜਿਹੜੇ ਕਰੰਟ ਟਾਇਮ ਨਾਲ ਬਦਲਦੇ ਹੈ

$$\frac{\mathrm{d}(N_1\Phi_1)}{\mathrm{d}t} = \frac{\mathrm{d}(MI_2)}{\mathrm{d}t}$$

ਕਿਉਂਕਿ C_1 ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਈ.ਐਮ.ਐਫ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ

$$\varepsilon_1 = -\frac{\mathrm{d}(N_1\Phi_1)}{\mathrm{d}t}$$

ਸਾਨੂੰ ਮਿਲਦਾ ਹੈ,

$$\varepsilon_1 = -M\frac{\mathrm{d}I_2}{\mathrm{d}t}$$

ਇਸ ਤੋਂ ਇਹ ਮਿਲਦਾ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੇ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਬਦਲਦੇ ਕਰੰਟ ਨਾਲ ਦੀ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਈ.ਐਮ.ਐਫ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਕਰਦੇ ਹੈ। ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਈ.ਐਮ.ਐਫ ਦਾ ਮਾਨ ਦੋਨਾਂ ਕੁੰਡਲੀਆਂ ਦੇ ਮਯੂਚੁਅਲ ਇੰਡਕਟੈਂਸ ਅਤੇ ਇੱਕ ਕੁੰਡਲੀ ਦੀ ਕਰੰਟ ਦੀ ਬਦਲਣ ਦਰ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ।

6.9.2 ਸੈਲਫ ਇੰਡਕਟੈਂਸ (ਸਵੈ-ਪ੍ਰੇਰਕਤਾ) (Self-inductance)

ਪਿਛਲੇ ਸੈਕਸ਼ਨ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਮੰਨਿਆ ਕਿ ਇੱਕ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਫਲਕਸ ਦੂਸਰੀ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਦੇ ਕਾਰਣ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਇਕੱਲੀ ਵੱਖਰੀ ਪਈ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਵੀ ਉਸ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਬਦਲਣ ਦੇ ਕਾਰਣ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਫਲਕਸ ਬਦਲਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਕਾਰਣ ਉਸ ਵਿੱਚ ਈ.ਐਮ.ਐਫ. ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਕਰਨਾ ਸੰਭਵ ਹੈ। ਇਸ ਘਟਨਾ ਨੂੰ ਸੈਲਫ ਇੰਡਕਸ਼ਨ ਕਹਿੰਦੇ ਹੈ। ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ N ਘੇਰਿਆ ਵਾਲੀ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਫਲਕਸ ਲਿੰਕੇਜ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਵਹਿਣ ਵਾਲੇ ਕਰੰਟ ਦੇ ਸਮਾਨਅਨੁਪਾਤੀ ਹੈ ਇਸ ਨੂੰ ਲਿੱਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ

$$N\Phi_B \propto I$$

$$N\Phi_B = L\,I \tag{6.15}$$

ਇੱਥੇ ਸਮਾਨਅਨੁਪਤੀ ਸਥਿਰਅੰਕ L ਨੂੰ ਕੁੰਡਲੀ ਦਾ ਸੈਲਫ ਇੰਡਕਟੈਨਸ ਕਹਿੰਦੇ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਕੁੰਡਲੀ ਦਾ ਕੋ ਐਫੀਸ਼ੈਂਟ ਆਫ ਸੈਲਫ ਇੰਡਕਸ਼ਨ ਵੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਕਰੰਟ ਬਦਲਦਾ ਹੈ ਕੁੰਡਲੀ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਫਲਕਸ ਵੀ ਬਦਲਦਾ ਹੈ। ਸਮੀਕਰਣ (6.15) ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰਨ ਤੇ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਈ.ਐਮ.ਐਫ. ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ

$$\varepsilon = -\frac{\mathrm{d}(N\Phi_B)}{\mathrm{d}t}$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

$$\varepsilon = -L\frac{dI}{dt} \tag{6.16}$$

ਇਸ ਲਈ, ਸੈਲਫ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਈ.ਐਮ.ਐਫ. ਕੁੰਡਲੀ ਵਿਚਲੇ ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਹੋ ਰਿਹੇ ਬਦਲਾਵ (ਵਾਧਾ ਜਾ ਘਾਟੇ) ਦਾ ਹਮੇਸ਼ਾ ਵਿਰੋਧ ਕਰਦਾ ਹੈ।

ਸਰਲ ਜਿਆਮਿਤੀ ਵਾਲੇ ਸਰਕਟ ਦੇ ਸੈਲਫ ਇੰਡਕਟੈਂਸ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰਨਾ ਅਸਾਨ ਹੈ। ਆਉ ਅਸੀਂ ਇੱਕ ਲੰਬੇ ਸੋਲੀਨੋਅਡ ਦੇ ਸੈਲਫ ਇੰਡਕਟੈਂਸ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰੀਏ, ਜਿਸਦੀ ਦੁਸਾਰ ਕਾਟ ਦਾ ਖੇਤਰਫਲ A ਅਤੇ ਲੰਬਾਈ l ਹੈ, ਅਤੇ ਇਸਦੀ ਯੂਨਿਟ ਲੰਬਾਈ ਵਿੱਚ ਘੇਰਿਆਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ n ਹੈ। ਸੋਲੀਨੋਅਡ ਵਿੱਚ ਵਹਿੰਨ ਵਾਲੇ ਕਰੰਟ I ਦੇ ਕਾਰਣ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ $B = \mu_0 \, n \, I$ (ਇਸ ਪ੍ਰਭਾਵਾਂ ਨੂੰ ਨਾਮ ਮਾਤਰ ਮੰਨਦੇ ਹੋਏ)। ਸੋਲੀਨੋਅਡ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਕੁਲ ਫਲਕਸ ਹੈ

$$N\Phi_B = (nl)(\mu_0 n\, I)(A)$$

$$= \mu_0 n^2 A l I$$

ਜਿੱਥੇ nl ਘੇਰਿਆਂ ਦੀ ਕੁੱਲ ਸੰਖਿਆ ਹੈ। ਇਸਲਈ ਸੈਲਫ ਇੰਡਕਟੈਂਸ ਹੈ

$$L = \frac{N\Phi_B}{I}$$

$$= \mu_0 n^2 A l \tag{6.17}$$

ਜੇਕਰ ਅਸੀਂ ਸੋਲੀਨੋਅਡ ਦੇ ਅੰਦਰਲੇ ਹਿੱਸੇ ਨੂੰ ਰਿਲੇਟਿਵ ਪਰਮੀਐਬਿਲਟੀ μ_r (ਉਦਾਹਰਣ ਦੇ ਲਈ ਨਰਮ ਲੋਹਾ ਜਿਸ ਦੀ ਰਿਲੇਟਿਵ ਪਰਮੀਐਬੀਲਟੀ ਵੱਧ ਹੈ) ਨਾਲ ਭਰ ਦਿੱਤਾ (ਦੇਈਏ) ਤਾਂ

$$L = \mu_r \, \mu_0 \, n^2 A l \tag{6.18}$$

ਕੁੰਡਲੀ ਦਾ ਸੈਲਫ ਇੰਡਕਟੈਂਸ ਉਸਦੀ ਜਿਆਮੀਤੀ, ਬਣਤਰ ਅਤੇ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਪਰਮੀਏਬੀਲੀਟੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਹੈ।

ਸੈਲਫ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਈ.ਐਮ.ਐਫ. ਨੂੰ ਵਿਰੋਧੀ *(back)* ਈ.ਐਮ.ਐਫ ਵੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਇਹ ਪੱਥ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਵੀ ਕਰੰਟ ਬਦਲਾਵ ਦਾ ਵਿਰੋਧ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਭੌਤਿਕ ਤੌਰ ਤੇ ਸੇਲਫ ਇੰਡਕਟੇਂਸਲ ਇੰਡਕਟੇਸ ਜੜਤਵ *(Inertia)* ਦਾ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਮੇਕੈਨਿਕਸ (mechanics) ਵਿੱਚ ਇਹ ਜੜਤਵ ਦਾ ਰੂਪ ਹੈ। ਇਸਲਈ ਕਰੰਟ ਸਥਾਪਿਤ ਕਰਨ ਲਈ; ਬੈਕ ਈ.ਐਮ.ਐਫ (ε) ਦੇ ਉਲਟ ਕਾਰਜ ਕਰਨਾ ਪੈਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕਾਰਜ ਚੁੰਬਕੀ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਕੱਠਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਪੱਥ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਛਿਣ ਕਰੰਟ I ਦੇ ਲਈ ਕਾਰਜ ਕਰਨ ਦੀ ਦਰ ਹੈ,

$$\frac{dW}{dt} = |\varepsilon| I$$

ਜੇਕਰ ਅਸੀਂ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧੀ ਖੇ ਨੂੰ ਨਾਮਾਤਰ ਮਨ ਲਈਏ ਅਤੇ ਕੇਵਲ ਇੰਡਟਿਵ ਪ੍ਰਭਾਵ ਹੀ ਮੰਨਿਏ ਤਾਂ ਸਮੀਕਰਣ (6.16) ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਨ ਤੇ

$$\frac{dW}{dt} = L\, I\frac{dI}{dt}$$

ਧਾਰਾ I ਸਥਾਪਿਤ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕੁੱਲ ਕਾਰਜ ਹੈ

$$W = \int dW = \int_0^I L\, I\, dI$$

ਇਸਲਈ ਕਰੰਟ I ਸਥਾਪਿਤ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਜ਼ਰੂਰੀ ਊਰਜਾ ਹੋਵੇਗੀ

$$W = \frac{1}{2}LI^2 \tag{6.19}$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਇਹ ਵਿਅੰਜਕ ਸਾਨੂੰ m ਪੁੰਜ ਦੇ ਕਿਸੇ ਕਣ ਦੀ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ (ਯਾਂਤਰਿਕ) ਦੇ ਵਿਅੰਜਕ $mv^2/2$ ਦੀ ਯਾਦ ਦਿਲਾ ਦਿੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ ਕਿ L, m ਦੇ ਸਮਾਨ ਹੈ (ਮਤਲਬ L ਬਿਜਲੀ ਜੜਤਵ ਹੈ ਅਤੇ ਕਿਸੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਦੇ ਵੱਧਣ ਅਤੇ ਘੱਟਣ ਦਾ ਵਿਰੋਧ ਕਰਦਾ ਹੈ)।

ਦੋ ਲਾਗੇ ਰਖੀਆਂ ਕੁੰਡਲੀਆਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਕਰੰਟ ਦੀ ਆਮ ਸਥਿਤੀ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ। ਇੱਕ ਕੁੰਡਲੀ ਨਾਲ ਦੇ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਤ ਫਲਕਸ, ਸੁਤੰਤਰ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਦੋ ਫਲਕਸਾਂ ਦੇ ਜੋੜ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੋਵੇਗਾ। ਸਮੀਕਰਣ (6.9) ਹੇਠ ਦਿੱਤੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਬੱਦਲੀ ਹੋ ਜਾਵੇਗੀ।

$$N_1\Phi_1 = M_{11}\,I_1 + M_{12}\,I_2$$

ਜਿੱਥੇ M_{11} ਸੈਲਫ ਇੰਡਕਟੈਂਸ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਲਈ ਫੈਰਾਡੇ ਨਿਯਮ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰਕੇ।

$$\varepsilon_1 = -M_{11}\frac{\mathrm{d}I_1}{\mathrm{d}t} - M_{12}\frac{\mathrm{d}I_2}{\mathrm{d}t}$$

M_{11} ਸੈਲਫ ਇੰਡਕਟੇਸ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਨੂੰ L_1 ਨਾਲ ਲਿਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸਲਈ

$$\varepsilon_1 = -L_1\frac{\mathrm{d}I_1}{\mathrm{d}t} - M_{12}\frac{\mathrm{d}I_2}{\mathrm{d}t}$$

ਉਦਾਹਰਣ 6.10 (a) ਸੋਲੀਨੋਅਡ ਵਿੱਚ ਇਕੱਠੀ ਚੁੰਬਕੀ ਊਰਜਾ ਦਾ ਵਿਅੰਜਕ ਸੋਲੀਨੋਅਡ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ B, ਖੇਤਰਫਲ A ਅਤੇ ਲੰਬਾਈ l ਦੇ ਪੱਦਾ ਵਿੱਚ ਪੱਤਾ ਕਰੋ। (b) ਇਹ ਚੁੰਬਕੀ ਊਰਜਾ ਅਤੇ ਧਾਰਕ ਵਿੱਚ ਇਕੱਠੀ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਊਰਜਾ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਕਰੋ?

ਹੱਲ—

(a) ਸਮੀਕਰਣ (6.19) ਤੋਂ, ਚੁੰਬਕੀ ਊਰਜਾ ਹੈ

$$U_B = \frac{1}{2}LI^2$$

$$= \frac{1}{2}L\left(\frac{B}{\mu_0 n}\right)^2 \qquad \text{(ਕਿਉਂਕਿ ਸੋਲੀਨੋਅਡ ਲਈ } B = \mu_0 nI\text{)}$$

$$= \frac{1}{2}(\mu_0 n^2 Al\ )\left(\frac{B}{\mu_0 n}\right)^2 \qquad \text{[ਸਮੀਕਰਣ (6.17) ਤੋਂ]}$$

$$= \frac{1}{2\mu_0}B^2Al$$

(b) ਪ੍ਰਤਿ ਯੂਨਿਟ ਆਇਤਨ ਚੁੰਬਕੀ ਊਰਜਾ ਹੈ

$$u_B = \frac{U_B}{V} \qquad \text{(ਜਿੱਥੇ } V \text{ ਉਹ ਆਇਤਨ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਫਲਕਸ ਹੈ)}$$

$$= \frac{U_B}{Al}$$

$$= \frac{B^2}{2\mu_0} \qquad (6.20)$$

ਅਸੀਂ ਪਹਿਲੇ ਹੀ ਸਮਾਂਤਰ ਪਲੇਟ ਧਾਰਕ ਦੇ ਯੂਨਿਟ ਆਇਤਨ ਵਿੱਚ ਇਕੱਠੀ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਊਰਜਾ ਦਾ ਸੰਬੰਧ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਚੁੱਕੇ ਹਾਂ (ਅਧਿਆਇ 2 ਸਮੀਕਰਣ 2.77 ਦੇਖੋ)

$$u_E = \frac{1}{2}\varepsilon_0 E^2 \qquad (2.77)$$

Interactive animation on ac generator:
http://micro.magnet.fsu.edu/electromag/java/generator/ac.html

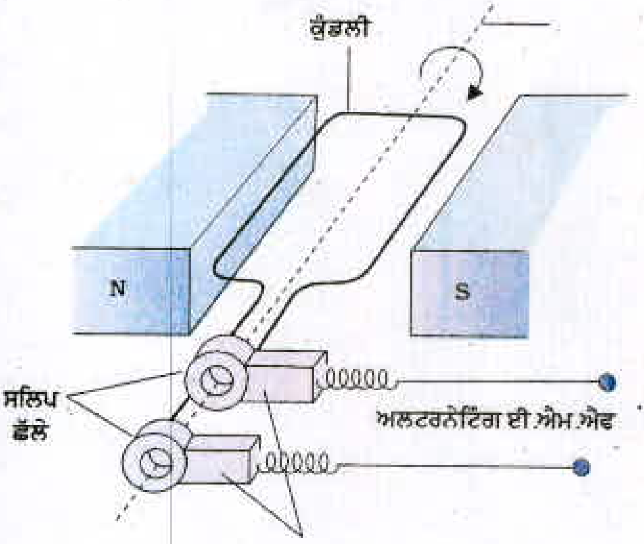
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਦੋਨਾਂ ਸਥਿਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ ਖੇਤਰ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਦੇ ਸਮਾਨਅਨੁਪਾਤੀ ਹੈ। ਸਮੀਕਰਣ (6.20) ਅਤੇ (2.77) ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਸਥਿਤੀਆਂ ਇੱਕ ਸੋਲਿਨੋਆਡ ਅਤੇ ਇੱਕ ਸਮਾਂਤਰ ਪਲੇਟ ਧਾਰਕ ਦੇ ਲਈ ਸਿੱਧ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਪਰ ਉਹ ਵਿਆਪਕ ਹੈ ਅਤੇ ਵਿਸ਼ਵ ਦੇ ਕਿੱਸੇ ਵੀ ਐਸੇ ਸਥਾਨ ਦੇ ਲਈ ਸੱਚ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਜਾਂ ਹੋਰ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਹਾਜਰ ਹੈ।

6.10 ਏ.ਸੀ. ਜੈਨਰੇਟਰ (AC GENERATOR)

ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਪ੍ਰੇਰਣ ਦੇ ਵਰਤਾਰੇ ਦਾ ਟੈਕਨੋਲੋਜਿਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕਈ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਾਲ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਇੱਕ ਅਸਾਧਾਰਣ ਅਤੇ ਜ਼ਰੂਰੀ ਉਪਯੋਗ ਅਲਟਰਨੇਟਿੰਗ ਕਰੰਟ ਪੈਦਾ ਕਰਨਾ ਹੈ। 100 MW ਸ਼ਕਤੀ ਦਾ ਆਧੁਨਿਕ ਅਲਟਰਨੇਟਿੰਗ ਕਰੰਟ ਜੈਨਰੇਟਰ ਇਕ ਬਹੁਤ ਵਿਕਸਿਤ ਮਸ਼ੀਨ ਹੈ। ਇਸ ਸੈਕਸ਼ਨ ਵਿੱਚ, ਅਸੀਂ ਇਸ ਮਸ਼ੀਨ ਦੇ ਮੁੱਢਲੇ ਸਿਧਾਂਤਾ ਦਾ ਬਖਾਨ ਕਰਾਂਗੇ। ਇਸ ਮਸ਼ੀਨ ਦੇ ਵਿਕਾਸ ਦਾ ਸਿਹਰਾ ਯੂਗੋਸਲਾਵ ਵਿਗਿਆਨਿਕ ਨਿਕੋਲਾ ਟੇਸਲਾ ਨੂੰ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ ਕੀ ਸੈਕਸ਼ਨ 6.3 ਵਿੱਚ ਇਸ਼ਾਰਾ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਸੀ, ਕਿਸੇ ਲੂਪ (loop) ਵਿੱਚ ਈ.ਐਮ.ਐਫ. ਜਾ ਕਰੰਟ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ, ਇੱਕ ਤਰੀਕਾ ਹੈ ਕਿ ਲੂਪ ਦੀ ਔਰਿਐਂਟੇਸ਼ਨ (Orientation) ਜਾਂ ਇਸਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਖੇਤਰਫਲ ਵਿੱਚ ਬਦਲਾਵ ਕੀਤਾ ਜਾਵੇ। ਜਦੋਂ ਕੁੰਡਲੀ ਇੱਕ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਘੁਸਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਲੂਪ ਦਾ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਖੇਤਰਫਲ (ਖੇਤਰ ਦੇ ਲੰਬ) $A \cos \theta$ ਹੈ, ਇਥੇ θ, **A** ਅਤੇ **B** ਦੇ ਵਿੱਚਲਾ ਕੋਣ ਹੈ। ਫਲਕਸ ਬਦਲਾਵ ਕਰਣ ਦਾ ਇੱਕ ਤਰੀਕਾ ਇੱਕ ਆਮ ਅਲਟਰਨੇਟਿੰਗ ਕਰੰਟ ਜੈਨਰੇਟਰ ਦਾ ਕਾਰਜ ਸਿਧਾਂਤ ਹੈ। ਜੈਨਰੇਟਰ ਯਾਂਤਰਿਤ ਊਰਜਾ ਨੂੰ ਬਿਜਲੀ ਊਰਜਾ ਵਿੱਚ ਬਦਲਦਾ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 6.16 ਏ.ਸੀ. ਜੈਨਰੇਟਰ

ਅਲਟਰਨੇਟਿੰਗ ਕਰੰਟ ਜੈਨਰੇਟਰ ਦੇ ਮੁੱਢਲੇ ਹਿੱਸੇ ਚਿੱਤਰ 6.16 ਵਿੱਚ ਦਰਸ਼ਾਏ ਗਏ ਹੈ। ਇਸ ਵਿੱਚ ਇਕ ਕੁੰਡਲੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜੋ ਰੋਟਰ ਸਾਫਟ (Roter Shaft) ਤੇ ਲੱਗੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਕੁੰਡਲੀ (ਜਿਸ ਨੂੰ ਆਰਮੇਚਰ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ) ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਬਾਹਰੀ ਸਾਧਨ ਨਾਲ ਯਾਂਤਰਿਕ ਵਿਧੀ ਨਾਲ ਘੁਮਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕੁੰਡਲੀ ਦੇ ਘੁਮੰਣ ਨਾਲ ਇਸਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਫਲਕਸ ਬਦਲੀ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਜਿਸਦੇ ਨਾਲ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਈ.ਐਮ.ਐਫ. ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕੁੰਡਲੀ ਦੇ ਸਿਰਿਆ ਨੂੰ ਸਲਿਪ ਛੱਲੇ ਅਤੇ ਬਰੁਸ਼ਾ ਦੇ ਨਾਲ ਬਾਹਰੀ ਸਰਕਟ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਜਦੋਂ ਕੁੰਡਲੀ ਨੂੰ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਕੋਣੀ ਚਾਲ ω ਨਾਲ ਘੁਮਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਸਦਿਸ਼ **B** ਅਤੇ ਖੇਤਰਫਲ ਸਦਿਸ਼ **A** ਦੇ ਵਿਚਲੇ ਕੋਣ θ ਦਾ ਮਾਨ ਕਿੱਸੇ ਸਮੇਂ t ਤੇ $\theta = \omega t$ ਹੈ, (ਇਹ ਮੰਨਦੇ ਹੋਏ ਕਿ ਜਦੋਂ $t = 0$, $\theta = 0°$) ਹੈ। ਨਤੀਜਤਨ ਕੁੰਡਲੀ ਦਾ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਖੇਤਰਫਲ ਜਿਸ ਵਿੱਚੋਂ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਹੋ ਕੇ ਗੁਜਰਦੀ ਹਨ, ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਬੱਦਲੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸਮੀਕਰਣ (6.1) ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਕਿਸੇ ਸਮੇਂ t ਤੇ ਫਲਕਸ

$$\Phi_B = BA \cos \theta = BA \cos \omega t$$

ਫੈਰਾਡੇ ਦੇ ਨਿਯਮ ਤੋਂ, N ਘੇਰਿਆਂ ਵਾਲੀ ਘੁੰਮਦੀ ਕੁੰਡਲੀ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਈ.ਐਮ.ਐਫ. ਹੋਵੇਗਾ

$$\varepsilon = -N\frac{\mathrm{d}\Phi_B}{\mathrm{d}t} = -NBA\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}(\cos \omega t)$$

ਇਸਲਈ ਈ.ਐਮ.ਐਫ. ਦਾ ਇੰਸਟੇਨਟੈਨਿਅਸ (Instantaneous) ਮਾਨ ਹੈ

$$\varepsilon = NBA\omega \sin \omega t \tag{6.21}$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਜਿੱਥੇ $NBA\omega$ ਈ.ਐਮ.ਐਫ. ਦਾ ਸੱਭ ਤੋਂ ਵੱਧ ਮਾਨ ਹੈ, ਜੋ $\sin \omega t = \pm 1$ ਤੇ ਮਿਲਦਾ ਹੈ। ਜੇਕਰ ਅਸੀਂ $NBA\omega$ ਨੂੰ ε_0 ਨਾਲ ਦਰਸਾਇਆ ਤਾਂ

$$\varepsilon = \varepsilon_0 \sin \omega t \qquad (6.22)$$

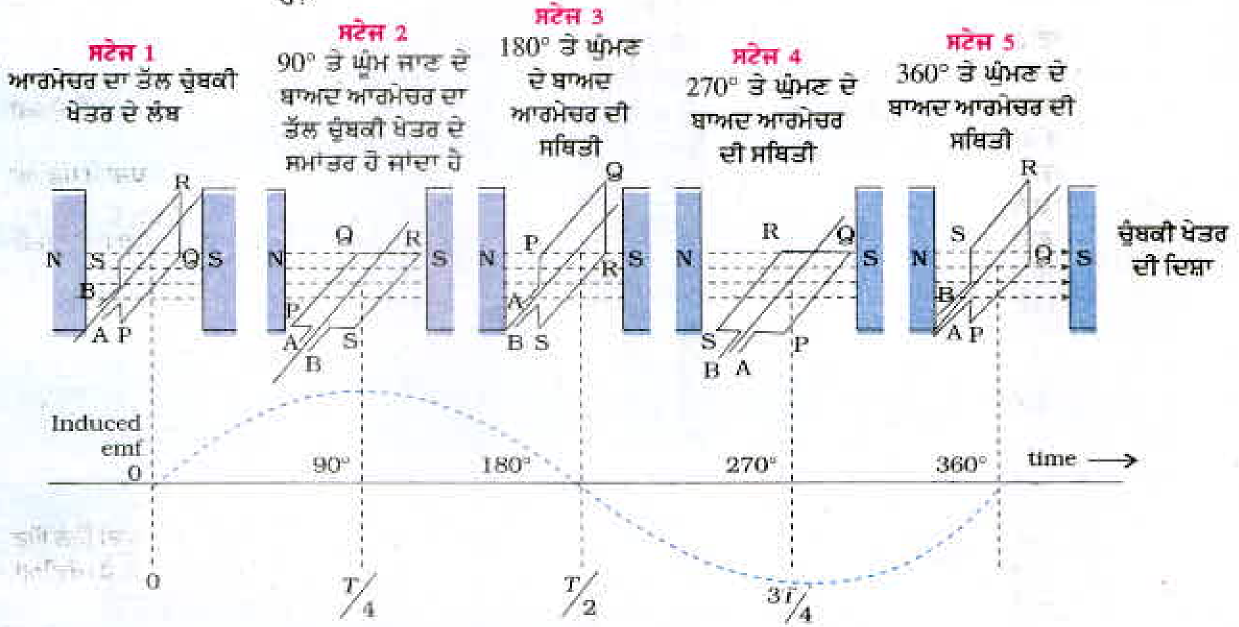
ਕਿਉਂਕਿ ਸਾਇਨ ਫਲਨ (sine function) ਦਾ ਮਾਨ +1 ਤੋਂ –1 ਦੇ ਵਿੱਚ ਬਦਲਦਾ ਹੈ, ਈ.ਐਮ.ਐਫ. ਦਾ ਨਿਸ਼ਾਨ ਅਤੇ ਧਰੁਵਤਾ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਬਦਲਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 6.17 ਤੋਂ ਨੋਟ ਕਰੋ ਕਿ ਜਦੋਂ $\theta = 90°$ ਜਾਂ $\theta = 270°$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਈ.ਐਮ.ਐਫ. ਅਪਣੇ ਵੱਧ ਤੋਂ ਵੱਧ ਮਾਨ ਤੇ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਇਨ੍ਹਾਂ ਬਿਦੂਆਂ ਤੇ ਫਲਕਸ ਵਿੱਚ ਬਦਲਾਵ ਸੱਭ ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੈ।

ਕਿਉਂਕਿ ਕਰੰਟ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਬਦਲੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਇਸਲਈ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਅਲਟਰਨੇਟਿੰਗ ਕਰੰਟ ਕਹਿੰਦੇ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ $\omega = 2\pi\nu$ ਸਮੀਕਰਣ (6.22) ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਾਲ ਲਿਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ

$$\varepsilon = \varepsilon_0 \sin 2\pi\, \nu\, t \qquad (6.23)$$

ਇੱਥੇ ν ਜੇਨਰੇਟਰ ਦੀ ਕੁੰਡਲੀ (ਆਰਮੇਚਰ) ਦੀ ਘੁੰਮਣ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਹੈ।

ਧਿਆਨ ਦੋ ਕੀ ਸਮੀਕਰਣ (6.22) ਅਤੇ (6.23) ਈ.ਐਮ.ਐਫ ਦਾ ਇੰਸਟੇਨਟੇਨੀਅਸ ਮੁੱਲ ਦਿੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ε, $+\varepsilon_0$ ਅਤੇ ε_0 ਵਿੱਚ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਬਦਲਦਾ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਅਗਲੇ ਅਧਿਆਇ ਵਿੱਚ ਸਿਖਾਂਗੇ ਕੀ ਐਲਟਰਨੇਟਿੰਗ (Alternating) ਵੋਟੇਜ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਦਾ ਟਾਈਮ ਮੁੱਲ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪੱਤਾ ਕਰਨਾ ਹੈ?



ਚਿੱਤਰ 6.17 ਇਕ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿਚ ਘੁੰਮਦੇ ਹੋਏ ਤਾਰ ਦੇ ਲੂਪ ਵਿੱਚ ਇਕ ਅਲਟਰਨੇਟਿੰਗ ਈ.ਐਮ.ਐਫ. ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਵਯਵਸਾਇਕ ਜੇਨਰੇਟਰਾਂ ਵਿੱਚ, ਆਰਮੇਚਰ ਨੂੰ ਘੁਮਾਣ ਦੇ ਲਈ ਜਰੂਰੀ ਯੰਤਰਿਕ ਊਰਜਾ ਉਚਾਈ ਤੋਂ ਡਿਗਦੇ ਹੋਏ ਪਾਣੀ ਨਾਲ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ, ਉਦਾਹਰਣ ਦੇ ਲਈ, ਬੰਧਾਂ (DAM) ਤੋਂ ਇਹਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਜੱਲ ਬਿਜਲੀ ਜੇਨਰੇਟਰ ਕਹਿੰਦੇ ਹੈ। ਕੋਲੇ (Coal) ਅਤੇ ਹੋਰ ਸੋਮਿਆ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਪਾਣੀ ਨੂੰ ਗਰਮ ਕਰਕੇ ਤਾਪ ਪੈਦਾ ਕਰਦੇ ਹੈ। ਵੱਧ ਦਾਬ ਤੇ ਤਾਪ ਨੂੰ ਆਰਮੇਚਰ ਨੂੰ ਘੁਮਾਣ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ ਲਿਆਉਂਦੇ ਹਨ। ਇਹਨਾ ਨੂੰ ਤਾਪ ਜੇਨਰੇਟਰ (Thermal generator) ਕਹਿੰਦੇ ਹੈ। ਕੌਇਲੇ ਦੀ ਜਗ੍ਹਾ ਤੇ ਜੇਕਰ ਨਾਭਿਕੀ ਫਯੂਲ (Fuel) ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਨਾਭਿਕੀ ਸ਼ਕਤੀ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਆਧੁਨਿਕ ਜੈਨਰੇਟਰ 500 MW ਬਿਜਲੀ ਸ਼ਕਤੀ ਪੈਦਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹੈ, ਮਤਲਬ ਇਸ ਦੇ ਨਾਲ 100 W ਦੇ 50 ਲੱਖ ਬੱਲਬ ਇੱਕ ਵਾਰ ਜਗਾਏ ਜਾ ਸਕਦੇ ਹੈ। ਜ਼ਿਆਦਾਤਰ ਜੈਨਰੇਟਰਾਂ ਵਿੱਚ ਕੁੰਡਲੀਆਂ ਨੂੰ ਸਟੇਸ਼ਨਰੀ ਰੱਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕਾਂ ਨੂੰ ਘੁਮਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਭਾਰਤ ਵਿੱਚ ਜੈਨਰੇਟਰਾਂ ਦੇ ਘੁੰਮਣ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ 50 Hz ਹੈ। ਕੁਝ ਦੇਸ਼ਾਂ ਵਿੱਚ ਜਿਵੇਂ ਕਿ USA ਵਿੱਚ ਇਹ 60 Hz ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਉਦਾਹਰਣ 6.11 ਕਮਲਾ ਇੱਕ ਸਥਿਰ ਸਾਈਕਲ ਦੇ ਪੈਡਲ ਘੁਮਾਂਦੀ ਹੈ। ਪੈਡਲ ਦਾ ਸੰਬੰਧ 100 ਘੇਰਿਆਂ ਅਤੇ 0.10 m^2 ਖੇਤਰਫਲ ਵਾਲੀ ਇੱਕ ਕੁੰਡਲੀ ਨਾਲ ਹੈ। ਕੁੰਡਲੀ ਪ੍ਰਤਿ ਸੈਕੇਂਡ ਅੱਧਾ ਚੱਕਰ ਕਰ ਸਕਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਇੱਕ 0.01 T ਤੀਬਰਤਾ ਵਾਲੇ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਹੈ, ਜੋ ਕੁੰਡਲੀ ਦੇ ਘੁੰਮਣ ਧੁਰੇ ਦੇ ਲੰਬ ਹੈ। ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਪੈਦਾ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਵੱਧ ਤੋਂ ਵੱਧ ਵੋਲਟਤਾ ਕੀ ਹੋਵੇਗੀ?

ਹੱਲ— ਇੱਥੇ $f = 0.5$ Hz; $N = 100$, $A = 0.1\ m^2$ ਅਤੇ $B = 0.01$ T ਸਮੀਕਰਣ (6.21) ਲਗਾਉਣ ਤੇ $\varepsilon_0 = NBA\ (2\ \pi\ v)$

$$= 100 \times 0.01 \times 0.1 \times 2 \times 3.14 \times 0.5$$

$$= 0.314\ V$$

ਵੱਧ ਤੋਂ ਵੱਧ ਵੋਲਟਤਾ 0.314 ਹੈ।

ਅਸੀਂ ਤੁਹਾਨੂੰ ਗੁਜਾਰਿਸ਼ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਕੀ ਬਿਜਲੀ ਸ਼ਕਤੀ ਉਤਪਾਦਨ ਦੇ ਲਈ ਵੱਖਰੀ ਵੱਖਰੀ ਸੰਭਾਵਨਾ ਦਾ ਪਤਾ ਲਗਾਉ।

ਉਦਾਹਰਣ 6.11

ਪੰਛੀਆਂ ਦੀ ਮਾਈਗਰੇਸ਼ਣ (MIGRATION OF BIRDS)

ਪੰਛੀਆ ਦਾ ਮਾਈਗਰੇਸ਼ਨ (Migration) ਪੈਟਰਨ ਜੀਵ ਵਿਗਿਆਨ ਦੇ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਹੋਰ ਵਾਸਤਵ ਵਿੱਚ ਵਿਗਿਆਨ ਦੇ ਸਾਰੇ ਖੇਤਰਾਂ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਰਹਿਸ ਬਣਿਆ ਹੋਇਆ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਣ ਦੇ ਲਈ, ਹਰੇਕ ਸਰਦੀ ਵਿੱਚ ਸਾਈਬੇਰਿਆ ਤੋਂ ਪੰਛੀ ਭਾਰਤੀ ਉਪਮਹਾਦੀਪ ਦੇ ਜਲ-ਸਥਲਾ ਵਿੱਚ ਬਿਨਾ ਕੋਈ ਗਲਤੀ ਕੀਤੇ ਉੱਡਦੇ ਹੋਏ ਪਹੁੰਚ ਜਾਂਦੇ ਹੈ। ਕੁੱਝ ਚਿੰਤਕਾ ਨੇ ਸੁਝਾ ਦਿੱਤਾ ਹੈ ਕਿ ਇਸ ਮਾਈਗਰੇਸ਼ਣ ਪੈਟਰਨ ਦੇ ਲਈ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਪ੍ਰੇਰਣ ਜ਼ਿੰਮੇਵਾਰ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ ਧਰਤੀ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਧਰਤੀ ਦੇ ਵਿਕਾਸ ਦੇ ਇਤਿਹਾਸ ਵਿੱਚ ਹਮੇਸ਼ਾ ਹਾਜਰ ਮੰਨਿਆ ਜਾਂਦਾ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਮਾਈਗਰੇਸ਼ਨ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਪੰਛੀਆਂ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਪਤਾ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਬਹੁਤ ਲਾਭਕਾਰੀ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਜਿੱਥੇ ਤੱਕ ਸਾਨੂੰ ਪਤਾ ਹੈ ਪੰਛੀਆਂ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਲੋਹ ਚੁੰਬਕੀ (ਫੈਰੋਮੈਗਨੇਟਿਕ ਪਦਾਰਥ) ਪਾਏ ਜਾਣ ਦੀ ਪੁਸ਼ਟੀ ਨਹੀਂ ਹੋਈ ਹੈ। ਇਸਲਈ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਪ੍ਰੇਰਣ ਹੀ ਮਾਈਗਰੇਸ਼ਨ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਪੱਤਾ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਸਹੀ ਤਰੀਕਾ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇੱਕ ਔਪਟੀਮਲ (Optimal) ਸਥਿਤੀ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ ਮੰਨਿਆ ਪੰਛਿਆ ਦੇ ਰਾਸਤੇ ਰਸਤੇ ਵਿੱਚ ਧਰਤੀ ਦੀ ਚੁੰਬਕਤਾ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ **B** ਹੈ, ਪੰਛੀ ਦੀ ਗਤਿ **v** ਹੈ ਅਤੇ ਪੰਛੀ ਦੇ ਸ਼ਰੀਰ ਵਿੱਚ ਦੋ ਰੇਲੇਵੇਂਟ (Relevant) ਬਿੰਦੂਆਂ ਦੀ ਦੂਰੀ l ਹੈ, ਇਹ ਤਿੰਨੋ ਸਦਿਸ਼ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਲੰਬ ਹਨ। ਤਾਂ ਗਤਿਜ ਈ.ਐਮ.ਐਫ. ਦੇ ਸਮੀਕਰਣ (6.5) ਤੋਂ

$$\varepsilon = Blv$$

ਹੁਣ $B = 4 \times 10^{-5}$ T, $l = 2$ cm ਚੋੜਾਈ, $v = 10$ m/s ਲੈਣ ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ

$$\varepsilon = 4 \times 10^{-5} \times 2 \times 10^{-2} \times 10\ V = 8 \times 10^{6}\ V$$

$$= 8\ \mu V$$

ਇਹ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਪੁਟੇਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਦੱਸਦਾ ਹੈ ਕਿ ਸਾਡੀ ਕਲਪਨਾ ਦੀ ਸਚਾਈ ਸ਼ੰਕਾ ਪੂਰਣ ਹੈ। ਕੁਝ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੀਆਂ ਮੱਛਲੀਆਂ ਜ਼ਰੂਰੀ ਇਨੇ ਘੱਟ ਪੁਟੇਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਮਹਿਸੂਸ ਕਰ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ। ਪਰ, ਇੰਨਾ ਮੱਛਲੀਆਂ ਵਿੱਚ ਕੁਝ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਸੈਲ (Cell) ਦੀ ਪਹਿਚਾਣ ਕੀਤੀ ਗਈ ਹੈ। ਪੰਛੀਆਂ ਵਿੱਚ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਸੈਲਾਂ ਦੀ ਪਹਿਚਾਣ ਨਹੀਂ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ। ਇਸਲਈ ਪੰਛੀਆਂ ਵਿੱਚ ਮਾਈਗਰੇਸ਼ਣ ਅੱਜ ਵੀ ਇੱਕ ਸਵਾਲ ਹੈ।

ਸਾਰ (SUMMARY)

1. ਖੇਤਰਫਲ **A** ਦੀ ਕਿਸੇ ਸਤ੍ਹਾ ਨੂੰ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ **B** ਵਿੱਚ ਰੱਖਣ ਤੇ ਉਸ ਵਿਚੋਂ ਹੋ ਕੇ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲੇ ਚੁੰਬਕੀ ਫਲਕਸ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ

   $$\Phi_B = \mathbf{B \cdot A} = BA \cos\theta$$

   ਜਿੱਥੇ θ, **B** ਅਤੇ **A** ਦੇ ਵਿੱਚਲਾ ਕੋਣ ਹੈ।
2. ਫੈਰਾਡੇ ਦੇ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਪ੍ਰੇਰਣ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ N ਘੇਰੇ ਵਾਲੀ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਈ.ਐਮ.ਐਫ. ਉਸ ਵਿੱਚੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲੇ ਚੁੰਬਕੀ ਫਲਕਸ ਦੇ ਬਦਲਣ ਦੀ ਦਰ ਦੇ ਸਮਾਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

$$\varepsilon = - N \frac{d\Phi_B}{dt}$$

ਇਥੇ Φ_B ਇੱਕ ਘੇਰੇ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਚੁੰਬਕੀ ਫਲਕਸ ਹੈ। ਜੇਕਰ ਸਰਕਟ ਇੱਕ ਬੰਦ ਸਰਕਟ ਹੈ ਤਾਂ ਉਸ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ $I = \varepsilon/R$ ਪੈਦਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿੱਥੇ R ਸਰਕਟ ਦਾ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ ਹੈ।

3. ਲੈਂਜ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ, ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਈ.ਐਮ.ਐਫ. ਦੀ ਧਰੁਵਤਾ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਕਿ ਉਹ ਉਸ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਕਰੇ, ਜੋ ਉਸ ਬਦਲਾਵ ਦਾ ਵਿਰੋਧ ਕਰੇ ਜਿਸ ਦੇ ਕਾਰਣ ਉਹ ਪੈਦਾ ਹੋਇਆ ਸੀ। ਫੈਰਾਡੇ ਵਲੋਂ ਵਿਅੰਜਕ ਵਿੱਚ ਰਿਣਾਤਮਕ ਨਿਸ਼ਾਨ ਇਸ ਗੱਲ ਦਾ ਸਮਰਥਕ ਹੈ।
4. ਜੇਕਰ l ਲੰਬਾਈ ਦੀ ਇੱਕ ਮੈਟਾਲਿਕ ਛੜ ਨੂੰ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਲੰਬ ਰਖਿਏ ਅਤੇ ਇਸੇ ਖੇਤਰ ਦੇ ਲੰਬ v ਗਤੀ ਨਾਲ ਚਲਾਈਏ ਤਾਂ ਇਸ ਦੇ ਸਿਰਿਆ ਦੇ ਵਿਚ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਈ.ਐਮ.ਐਫ. (ਜਿਸ ਨੂੰ ਗਤਿਜ ਈ.ਐਮ.ਐਫ. ਕਹਿੰਦੇ ਹੈ) ਦਾ ਮਾਨ ਹੈ

   $$\varepsilon = Blv$$

5. ਬਦਲਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਲਾਗੇ ਸਥਿਤ ਧਾਤੂ (ਕੋਈ ਚਾਲਕ) ਦੀਆਂ ਵਸਤੂਆਂ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਲੂਪ ਸਥਾਪਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਲੂਪਾਂ ਵਿੱਚ ਗਰਮੀ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਊਰਜਾ ਨਸ਼ਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਏਸੇ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਈ.ਐਮ.ਐਫ. ਕਹਿੰਦੇ ਹੈ।
6. ਇੰਡਕਟੈਂਸ, ਫਲਕਸ ਲਿੰਕੇਜ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਦਾ ਅਨੁਪਾਤ ਹੈ ਇਸਦਾ ਮਾਨ $N\Phi/I$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।
7. ਕਿਸੇ ਕੁੰਡਲੀ (ਕੁੰਡਲੀ 2) ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਬਦਲਾਵ ਨੇੜੇ ਸਥਿਤ ਕੁੰਡਲੀ (ਕੁੰਡਲੀ 1) ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਈ.ਐਮ.ਐਫ ਪੈਦਾ ਕਰ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਸੰਬੰਧ ਨੂੰ

   $$\varepsilon_1 = - M_{12} \frac{dI_2}{dt}$$

   ਨਾਲ ਦੇ ਸਕਦੇ ਹੈ। ਇਥੇ ਰਾਸ਼ੀ M_{12} ਕੁੰਡਲੀ 1 ਦਾ ਕੁੰਡਲੀ 2 ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਮਯੂਚੁਅਲ ਇੰਡਕਟੈਂਸ ਹੈ। M_{21} ਨੂੰ ਵੀ ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਤਾ ਹੈ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੋ ਇੰਡਕਟੈਂਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਸਾਧਾਰਣ ਸਮਾਨਤਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ

   $$M_{12} = M_{21}$$

8. ਜਦੋਂ ਕਿਸੇ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਬਦਲਾਵ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉਹ ਬਦਲਾਵ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਉਲਟ ਈ.ਐਮ.ਐਫ ਨੂੰ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ ਇਸ ਸੈਲਫ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਈ.ਐਮ.ਐਫ. ਦਾ ਮਾਨ ਹੇਠ ਦਿੱਤੇ ਸਮੀਕਰਣ ਨਾਲ ਦਿੱਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

   $$\varepsilon = - L \frac{dI}{dt}$$

   ਇੱਥੇ L ਕੁੰਡਲੀ ਦਾ ਸੈਲਫ ਇੰਡਕਟੈਂਸ ਹੈ। ਇਹ ਕੁੰਡਲੀ ਦੀ ਜੜਤਾ ਦਾ ਮਾਪ ਹੈ ਜੋ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਵੀ ਕਰੰਟ ਬਦਲਾਵ ਦਾ ਵਿਰੋਧ ਕਰਦਾ ਹੈ।
9. ਕਿਸੇ ਲੰਬੇ ਸੋਲੀਨੋਇਡ (Solenoid) ਜਿਸਦਾ ਕੋਰ μ_r ਚੁੰਬਕਤਾ ਦਾ ਪਦਾਰਥ ਹੈ, ਦਾ ਸੈਲਫ ਇੰਡਕਟੈਂਸ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਸਮੀਕਰਣ ਨਾਲ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

   $$L = \mu_r \mu_0 n^2 A l$$

   ਇੱਥੇ A ਸੋਈਨੋਇਡ ਦੀ ਦੁਸਾਰ ਕਾਟ, l ਉਸਦੀ ਲੰਬਾਈ ਅਤੇ n ਉਸਦੀ ਯੂਨਿਟ ਲੰਬਾਈ ਵਿੱਚ ਘੇਰਿਆਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਹੈ।
10. ਕਿਸੇ ਏ.ਸੀ. (ac) ਕਰੰਟ ਜੇਨਰੇਟਰ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਪ੍ਰੇਰਣ ਵੱਲੋ ਯਾਂਤਰਿਕ ਊਰਜਾ ਨੂੰ ਬਿਜਲੀ ਊਰਜਾ ਵਿੱਚ ਬਦਲੀ ਕਰਦੇ ਹੈ। ਜੇਕਰ N ਘੇਰਿਆ ਵਾਲੀ ਅਤੇ A ਦੁਸਾਰ ਕਾਟ ਵਾਲੀ ਕੁੰਡਲੀ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ B ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤਿ ਸੈਕੰਡ v ਚੱਕਰ ਲਗਾਏ ਤਾ ਗਤਿਜ ਈ.ਐਮ.ਐਫ ਦਾ ਮਾਨ

    $$\varepsilon = NBA\ (2\pi v)\ \sin\ (2\pi vt)$$

    ਨਾਲ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇੱਥੇ ਅਸੀਂ ਮੰਨ ਲਿਆ ਹੈ ਕਿ $t = 0$ s, ਤੇ ਕੁੰਡਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਲੰਬ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

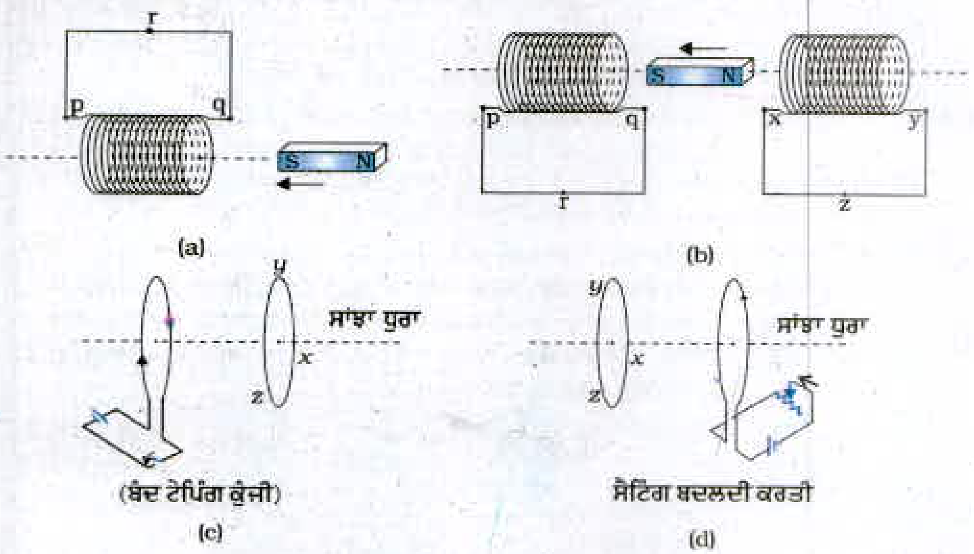
ਰਾਸ਼ੀ	ਪ੍ਰਤੀਕ	ਮਾਤਰਕ	ਵਿਸ਼ਾ	ਸਮੀਕਰਣ
ਚੁੰਬਕੀ ਫਲਕਸ	Φ_B	Wb (ਵੇਬਰ)	$[M L^2 T^{-2} A^{-1}]$	$\Phi_B = \mathbf{B} \cdot \mathbf{A}$
ਈ ਐਮ ਐਫ	ε	V (ਵੋਲਟ)	$[M L^2 T^{-3} A^{-1}]$	$\varepsilon = -d(N\Phi_B)/dt$
ਮਯੂਚੁਅਲ ਇੰਡਕਟੈਂਸ	M	H (ਹੇਨਰੀ)	$[M L^2 T^{-2} A^{-2}]$	$\varepsilon_1 = -M_{12}(dI_2/dt)$
ਸੈਲਫ ਇੰਡਕਟੈਂਸ	L	H (ਹੇਨਰੀ)	$[M L^2 T^{-2} A^{-2}]$	$\varepsilon = -L(dI/dt)$

ਵਿਚਾਰਯੋਗ ਵਿਸ਼ਾ (POINTS TO PONDER)

1. ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕਤਾ ਦਾ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਨਾਲ ਗੂੜ੍ਹਾ ਸੰਬੰਧ ਹੈ। ਉਨੀਵੀਂ ਸਦੀ ਦੇ ਸ਼ੁਰੂ ਵਿੱਚ ਆਰਸਟੇਡ (Oersted) ਐਮਪਿਅਰ (Ampere) ਅਤੇ ਹੋਰਾ ਵੱਲੋਂ ਕੀਤੇ ਗਏ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਨੇ ਸਿੱਧ ਕਰ ਦਿੱਤਾ ਕਿ ਗਤੀਮਾਨ ਚਾਰਜ (ਕਰੰਟ) ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਤੋਂ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕੁਝ ਸਮੇਂ ਬਾਅਦ ਸੰਨ 1830 ਦੇ ਲਾਗੇ ਫੈਰਾਡੇ ਅਤੇ ਹੈਨਰੀ ਵੱਲੋਂ ਕੀਤੇ ਗਏ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਨੇ ਸਪਸ਼ਟ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸਿੱਧ ਕੀਤਾ ਕਿ ਗਤੀਮਾਨ ਚੁੰਬਕ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਪ੍ਰੇਰਿਤ (ਪੈਦਾ ਕਰਦੇ ਹੈ) ਗੁਰਤਵਾਕਰਸ਼ਣ, ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕਤਾ, ਵੀਕ (Weak) ਅਤੇ ਸਟ੍ਰਾਂਗ ਨਾਭਿਕੀ ਬੱਲ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਹਨ?
2. ਕਿਸੇ ਬੰਦ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ, ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਜਿਸ ਤੋਂ ਇਹ ਬਦਲਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਫਲਕਸ ਦੇ ਉਲਟ ਹੋ ਸਕੇ। ਇਹ ਊਰਜਾ ਸਿਧਾਂਤ ਨੂੰ ਮੰਨਦਾ ਹੈ। ਪਰ, ਖੁਲੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਦੋਵਾਂ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਈ.ਐਮ.ਐਫ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਫਲਕਸ ਬਦਲਾਵ ਨਾਲ ਕਿਵੇਂ ਸੰਬੰਧਤ ਹੈ?
3. ਸੈਕਸ਼ਨ 6.5 ਵਿੱਚ ਜਿਸ ਗਤਿਜ ਈ.ਐਮ.ਐਫ ਦੀ ਚਰਚਾ ਕੀਤੀ ਗਈ ਹੈ, ਉਸ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਗਤੀਮਾਨ ਚਾਰਜ ਤੇ ਲੱਗਣ ਵਾਲੇ ਲੋਰੇਂਜ ਬੱਲ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰਦੇ ਹੋਏ ਫੈਰਾਡੇ ਦੇ ਨਿਯਮਾਂ ਤੋਂ ਸੁਤੰਤਰਤਾ ਪੂਰਵਕ ਵੀ ਸਮਝਾ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਐਪਰ ਜੇਕਰ ਚਾਰਜ ਸਥਿਰ ਹੈ (ਅਤੇ ਲੋਰੇਂਜ ਬੱਲ ਦਾ $q(\mathbf{v} \times \mathbf{B})$ ਪਦ ਔਪਰੇਟਿਵ ਨਹੀਂ ਹੈ) ਤਾਂ ਵੀ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਬਦਲਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਕਾਰਣ ਇੱਕ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਈ.ਐਮ.ਐਫ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਸਥਿਰ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਗਤੀਮਾਨ ਚਾਰਜ ਅਤੇ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਬਦਲਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਸਥਿਰ ਚਾਰਜ ਫੈਰਾਡੇ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦੇ ਲਈ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਬਦਲਦੇ ਦਿਖਦੇ ਹਨ।
4. ਜਦੋਂ ਇੱਕ ਤਾਂਬੇ ਦੀ ਪਲੇਟ ਨੂੰ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਧਰੁਵਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਡੋਲਨ ਕਰਵਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਪਲੇਟ ਦੀ ਗਤੀ ਡੈਮਪਡ (Damped) ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਕਰੰਟ ਵਲੋਂ ਡੈਮਪਡ (Damped) ਬੱਲ ਕਿਵੇਂ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ?

ਅਭਿਆਸ (EXERCISES)

6.1 ਹੇਠ ਦਿਤੀਆਂ ਸਥਿਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਕਰੰਟ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਪਤਾ ਕਰੋ ਚਿੱਤਰ 6.18(a) ਤੋਂ (f)।



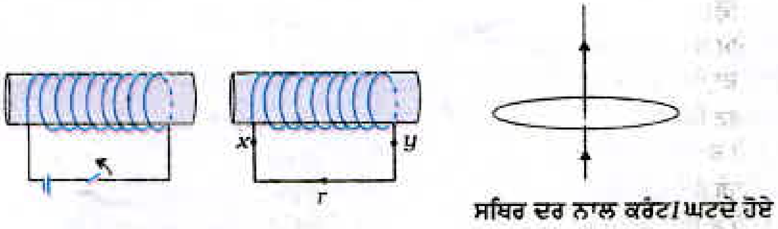
(a) (b)

(ਬੰਦ ਟੇਪਿੰਗ ਕੁੰਜੀ)
(c)

ਸੈਟਿੰਗ ਬਦਲਦੀ ਕਰਤੀ
(d)

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com



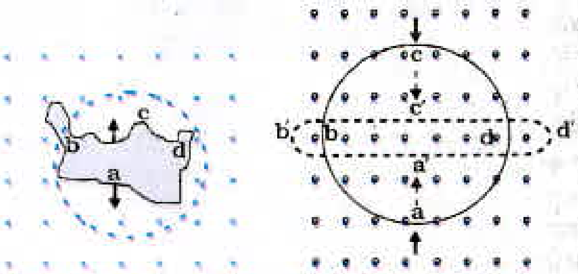
(e) (f)

ਚਿੱਤਰ 6.18

6.2 ਚਿੱਤਰ 6.19 ਵਿੱਚ ਦੱਸੀਆ ਸਥਿਤੀਆਂ ਦੇ ਲਈ ਲੇਂਜ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਦੇ ਹੋਏ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਪਤਾ ਕਰੋ।

(a) ਜਦੋਂ ਅਨਿਯਮਿਤ ਅਕਾਰ ਦਾ ਤਾਰ ਲੂਪ ਵਿੱਚ ਬਦਲ ਰਿਹਾ ਹੋਵੇ।

(b) ਜਦੋਂ ਇੱਕ ਗੋਲਾਕਾਰ ਲੂਪ ਇੱਕ ਸਿੱਧੇ ਬਾਰੀਕ ਤਾਰ ਵਿੱਚ ਬਦਲੀ ਕੀਤਾ ਜਾ ਰਿਹਾ ਹੋਵੇ।



(a) (b)

ਚਿੱਤਰ 6.19

6.3 ਇੱਕ ਲੰਬੀ ਸੋਲੀਨੋਅਡ ਦੀ ਯੂਨਿਟ ਸੈਂਟੀਮੀਟਰ ਲੰਬਾਈ ਵਿੱਚ 15 ਘੇਰੇ ਹੈ। ਉਸਦੇ ਅੰਦਰ 2.0 cm^2 ਦਾ ਇੱਕ ਛੋਟਾ ਜਿਹਾ ਲੂਪ ਸੋਲੀਨੋਅਡ ਦੇ ਧੁਰੇ ਦੇ ਲੰਬ ਰੱਖਿਆ ਹੈ। ਜੇਕਰ ਸੋਲੀਨੋਅਡ ਵਿੱਚ ਵਹਿਨ ਵਾਲੇ ਕਰੰਟ ਦਾ ਮਾਨ 2.0 A ਤੋਂ 4.0 A, 0.1 s ਵਿੱਚ ਕਰ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਕਰੰਟ ਬਦਲਾਵ ਦੇ ਸਮੇਂ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਈ.ਐਮ.ਐਫ. ਕਿੰਨਾ ਹੋਵੇਗਾ?

6.4 ਇੱਕ ਆਇਤਾਕਾਰ ਲੂਪ ਜਿਸ ਦੀਆਂ ਭੁਜਾਵਾਂ 8 cm ਅਤੇ 2 cm ਹੈ, ਇੱਕ ਸਥਾਨ ਤੋਂ ਥੋੜਾ ਕੱਟਿਆ ਹੋਇਆ ਹੈ। ਇਹ ਲੂਪ ਅਪਣੇ ਤੱਲ ਦੇ ਲੰਬ 0.3 T ਦੇ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਦੇ ਵੱਲ ਨਿਕਲ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਜੇਕਰ ਲੂਪ ਦੇ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲਨ ਦਾ ਵੇਗ 1 cm s^{-1} ਹੈ ਤਾਂ ਕਟੇ ਭਾਗ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਪੈਦਾ ਈ.ਐਮ.ਐਫ ਕਿੰਨਾ ਹੋਵੇਗਾ ਜਦੋਂ ਲੂਪ ਦੀ ਗਤੀ ਲੰਬ ਹੋਵੇ (a) ਲੂਪ ਦੀ ਲੰਬੀ ਭੁਜਾ ਦੇ (b) ਲੂਪ ਦੀ ਛੋਟੀ ਭੁਜਾ ਦੇ। ਹਰੇਕ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਪੈਦਾ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਵੋਲਟਤਾ ਕਿੰਨੇ ਸਮੇਂ ਤੱਕ ਟਿਕੇਗੀ।

6.5 1.0 m ਲੰਬੀ ਧਾਤੂ ਦੀ ਛੜ ਉਸਦੇ ਇੱਕ ਸਿਰੇ ਤੋਂ ਜਾਣ ਵਾਲੇ ਲੰਬ ਧੁਰੇ ਦੇ ਵੱਲ 400 rad s^{-1} ਦੇ ਕੋਣੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਨਾਲ ਘੁੰਮਦੀ ਹੈ। ਧਾਤੂ ਦਾ ਦੂਜਾ ਸਿਰਾ ਇੱਕ ਗੋਲਾਕਾਰ ਧਾਤਵਿਕ ਛੱਲੇ ਨਾਲ ਜੁੜਿਆ ਹੈ। ਧੁਰੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਸਾਰੀ ਜਗ੍ਹਾ 0.5 T ਦਾ ਇਕਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਹਾਜਰ ਹੈ। ਛੱਲੇ ਅਤੇ ਧੁਰੇ ਦੇ ਵਿੱਚ ਸਥਾਪਿਤ ਈ.ਐਮ.ਐਫ. ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰੋ।

6.6 ਇੱਕ ਗੋਲਾਕਾਰ ਕੁੰਡਲੀ ਜਿਸਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ 8.0 cm ਅਤੇ ਘੇਰਿਆ ਦੀ ਸੰਖਿਆ 20 ਹੈ ਆਪਣੇ ਵਰਟਿਕਲ (Vertical) ਵਿਆਸ ਦੇ ਵੱਲ 50 rad s^{-1} ਦੀ ਕੋਣੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਨਾਲ 3.0×10^{-2} T ਦੇ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਘੁੰਮਦਾ ਹੈ। ਜੇਕਰ ਕੁੰਡਲੀ 10 Ω ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ ਦਾ ਇੱਕ ਬੰਦ ਲੂਪ ਬਣਾਵੇ ਤਾ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਦੇ ਵੱਧ ਤੋਂ ਵੱਧ ਮਾਨ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰੋ। ਜੂਲ ਊਸ਼ਮਾ ਦੇ ਕਾਰਣ ਖੇ ਔਸਤ ਸ਼ਕਤੀ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰੋ। ਇਹ ਸ਼ਕਤੀ ਕਿੱਥੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ?

6.7 ਪੂਰਵ ਤੋਂ ਪੱਛਮ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਫੈਲਿਆ 10 m ਲੰਬਾ ਸਿੱਧਾ ਤਾਰ 0.30×10^{-4} Wb m^{-2} ਤੀਬਰਤਾ ਵਾਲੇ ਧਰਤੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਹੋਰਿਜੋਂਟਲ (Horizontal) ਘੱਟਕ ਦੇ ਲੰਬ 5.0 m s^{-1} ਦੇ ਨਾਲ ਡਿੱਗ ਰਿਹਾ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(a) ਤਾਰ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਇੰਸਟੇਨਟੇਨਿਅਸ (Instantaneous) ਦੇ ਈ.ਐਮ.ਐਫ ਦਾ ਮਾਨ ਕੀ ਹੋਵੇਗਾ?
(b) ਈ.ਐਮ.ਐਫ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਕੀ ਹੈ?
(c) ਤਾਰ ਦਾ ਕਿਹੜਾ ਸਿਰਾ ਵੱਧ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਤੇ ਹੈ।

6.8 ਕਿਸੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ 0.1 s ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ 5.0 A ਤੋਂ 0.0 A ਤਕ ਘੱਟਦਾ ਹੈ। ਜੇਕਰ ਔਸਤ ਈ.ਐਮ.ਐਫ. 200 V ਹੈ ਤਾਂ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਸੈਲਫ ਇੰਡਕਟੇਂਸ ਦਾ ਮਾਨ ਪੱਤਾ ਕਰੋ।

6.9 ਲਾਗੇ-ਲਾਗੇ ਰੱਖੇ ਕੁੰਡਲੀਆ ਦੇ ਇੱਕ ਜੋੜੇ ਦਾ ਮਯੂਚੁਅਲ ਇੰਡਕਟੇਂਸ 1.5 H ਹੈ। ਜੇਕਰ ਇੱਕ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ 0.5 s ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ 0 ਤੋਂ 20 A ਬਦਲੀ ਹੋਵੇ, ਤਾਂ ਦੂਸਰੀ ਕੁੰਡਲੀ ਦਾ ਫਲਕਸ ਲਿੰਕੇਜ ਕਿੰਨਾ ਬਦਲੀ ਹੋਵੇਗਾ?

6.10 ਇੱਕ ਜੇਟ ਪਲੇਨ ਪੱਛਮ ਦੇ ਵੱਲ 1800 km/h ਦੀ ਗਤੀ ਨਾਲ ਗਤੀਮਾਨ ਹੈ। ਪਲੇਨ ਦੇ ਪੰਖ 25 m ਲੰਬੇ ਹੈ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਸਿਰਿਆ ਤੇ ਕਿੰਨਾ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਪੈਦਾ ਹੋਵੇਗਾ? ਧਰਤੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਮਾਨ ਉਸ ਸਥਾਨ ਤੇ 5×10^{-4}T ਅਤੇ ਛਿੱਪ ਕੋਣ 30° ਹੈ।

ਹੋਰ ਅਭਿਆਸ (ADDITIONAL EXERCISES)

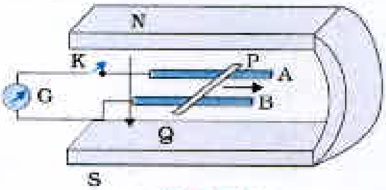
6.11 ਮੰਨ ਲੋ ਕਿ ਅਭਿਆਸ 6.4 ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੇ ਲੂਪ ਸਥਿਰ ਹਨ ਪਰ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਪੈਦਾ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਦਾ ਮਾਨ ਘੱਟ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸਦੇ ਨਾਲ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਮਾਨ ਆਪਣੇ ਆਰੰਭਿਕ ਮਾਨ 0.3 T ਤੋਂ 0.02 T s^{-1} ਦੀ ਦਰ ਨਾਲ ਘੱਟਦਾ ਹੈ। ਹੁਣ ਜੇਕਰ ਲੂਪ ਦਾ ਕੱਟਿਆ ਭਾਗ ਜੋੜ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇ ਜਿਸ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਬੰਦ ਲੂਪ ਦਾ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ 1.6 Ω ਹੋਏ ਤਾ ਇਸ ਲੂਪ ਵਿੱਚ ਉਸ਼ਮਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸ਼ਕਤੀ ਦਾ ਸੋਮਾ ਕੀ ਹੈ?

6.12 12 cm ਭੁਜਾ ਵਾਲਾ ਵਰਗਾਕਾਰ ਲੂਪ ਜਿਸਦੀਆਂ ਭੁਜਾਵਾਂ X ਅਤੇ Y ਧੁਰਿਆਂ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਹੈ, X ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ 8 cm s^{-1} ਦੀ ਗਤੀ ਨਾਲ ਚੱਲਿਆ ਜਾ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਲੂਪ ਅਤੇ ਉਸਦੀ ਗਤੀ ਦਾ ਆਲਾ-ਦੁਆਲਾ ਧਨਾਤਮਕ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਹੈ। ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਨਾਂ ਤਾਂ ਇਕ ਸਮਾਨ ਹੈ ਅਤੇ ਨਾਂ ਹੀ ਸਮੇਂ ਦਾ ਨਾਲ ਸਥਿਰ ਹੈ। ਇਸ ਖੇਤਰ ਦੀ ਰਿਣਾਤਮਕ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਗਰੇਡਿਐਂਟ (Gradient) 10^{-3}T s^{-1} ਹੈ (ਮਤਲਬ ਰਿਣਾਤਮਕ x-ਧੁਰੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਯੂਨਿਟ ਸੈਂਟੀਮੀਟਰ ਦੂਰੀ ਤੇ ਖੇਤਰ ਦਾ ਮਾਨ 10^{-3} T cm^{-1} ਦਾ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ) ਅਤੇ ਖੇਤਰ ਦੇ ਮਾਨ ਵਿੱਚ 10^{-3} Ts^{-1} ਦੀ ਦਰ ਨਾਲ ਕਮੀ ਵੀ ਹੋ ਰਹੀ ਹੈ। ਜੇਕਰ ਕੁੰਡਲੀ ਦਾ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ 4.50 mΩ ਹੈ ਤਾਂ ਕਰੰਟ ਦਾ ਪਰਿਣਾਮ ਅਤੇ ਦਿਸ਼ਾ ਪਤਾ ਕਰੋ।

6.13 ਇੱਕ ਸ਼ਕਤੀਸ਼ਾਲੀ ਲਾਊਡਸਪੀਕਰ ਦੇ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਧਰੁਵਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਦੇ ਪਰਿਣਾਮ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਦੇ ਲਈ ਇੱਕ ਛੋਟੀ ਚੱਪਟੀ 2 cm^2 ਖੇਤਰਫਲ ਦੀ ਸੱਰਚ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਲਾਗੇ-ਲਾਗੇ ਲਪੇਟੇ 25 ਘੇਰੇ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਲੰਬ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ਅਤੇ ਫੇਰ ਇਸ ਨੂੰ ਤੇਜ ਗਤੀ ਨਾਲ ਖੇਤਰ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਕੱਢਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਇਸ ਦੇ ਵਾਂਗੂ ਇੱਕ ਹੋਰ ਤਰੀਕੇ ਵਿੱਚ ਸੱਰਚ ਕੁੰਡਲੀ ਨੂੰ 90° ਤੇ ਤੇਜੀ ਨਾਲ ਘੁਮਾ ਦਿੰਦੇ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਕੁੰਡਲੀ ਦਾ ਤੱਲ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੋਵਾਂ ਘਟਨਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਵਿੱਚ ਕੁੱਲ 7.5 mC ਚਾਰਜ ਦਾ ਪ੍ਰਵਾਹ ਹੁੰਦਾ ਹੈ (ਜਿਸ ਨੂੰ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਬਲੇਸਟਿੱਕ ਗੇਲਵੇਨੋਮੀਟਰ ਲਗਾ ਕੇ ਪੱਤਾ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ) ਕੁੰਡਲੀ ਅਤੇ ਗੇਲਵੇਨੋਮੀਟਰ ਦਾ ਕੁੱਲ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ 0.50 Ω ਹੈ। ਚੁੰਬਕ ਦੀ ਖੇਤਰ ਤੀਬਰਤਾ ਦਾ ਪੱਤਾ ਲਗਾਉ।

6.14 ਚਿੱਤਰ 6.20 ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਧਾਤੂ ਦੀ ਛੜ ਨੂੰ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਜੋ ਪਟਰੀਆਂ AB ਤੇ ਰਖੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇੱਕ ਸਥਾਈ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਧਰੁਵਾਂ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਵਿੱਚ ਸਥਿਤ ਹੈ। ਪਟਰੀਆਂ ਛੜ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਆਪ ਵਿੱਚ ਬੰਦ ਦਿਸ਼ਾਵਾ ਵਿੱਚ ਹਨ। ਇੱਕ ਗੇਲਵੇਨੋਮੀਟਰ (G) ਨੂੰ ਪਟਰੀਆਂ ਵਿੱਚੋਂ ਇੱਕ ਸਵਿੱਚ K ਦੀ ਮਦਦ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਛੜ ਦੀ ਲੰਬਾਈ = 15 cm, B = 0.50 T ਅਤੇ ਪਟਰਿਆਂ, ਛੜ ਅਤੇ ਗੇਲਵੇਨੋਮੀਟਰ ਨਾਲ ਬਣੇ ਬੰਦ ਲੂਪ ਦਾ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ = 9.0 mΩ ਹੈ। ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਮਨ ਲੋ।

(a) ਮਨ ਲੋ ਕੁੰਜੀ K ਖੁਲੀ (open) ਹੈ ਅਤੇ ਛੜ 12 cm s^{-1} ਦੀ ਚਾਲ ਨਾਲ ਦਰਸਾਈ ਗਈ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਗਤੀਮਾਨ ਹੈ। ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਈ.ਐਮ.ਐਫ ਦਾ ਮਾਨ ਅਤੇ ਧਰੁਵਤਾ (Polarity) ਦੱਸੋ।



ਚਿੱਤਰ 6.20

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(b) ਕੀ ਕੁੰਜੀ K ਖੁਲੀ ਹੋਣ ਤੇ ਛੜ ਦੇ ਸਿਰਿਆ ਤੇ ਚਾਰਜ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਹੋ ਜਾਵੇਗਾ? ਕੀ ਹੋਵੇਗਾ ਜੇਕਰ ਕੁੰਜੀ K ਬੰਦ (Close) ਕਰ ਦਿੱਤੀ ਜਾਵੇ।

(c) ਜਦੋਂ ਕੁੰਜੀ K ਖੁੱਲੀ ਹੈ ਅਤੇ ਛੜ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਵੇਗ ਨਾਲ ਗਤੀ ਵਿੱਚ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਵੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਤੇ ਕੋਈ ਨਤੀਜਤਨ ਬੱਲ ਕਾਰਜ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ ਬਲਕਿ ਉਨ੍ਹਾਂ ਤੇ ਛੜ ਦੀ ਗਤੀ ਦੇ ਕਾਰਣ ਚੁੰਬਕੀ ਬੱਲ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਕਾਰਣ ਸਪਸ਼ਟ ਕਰੋ।

(d) ਕੁੰਜੀ ਬੰਦ ਹੋਣ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਛੜ ਤੇ ਲਗਣ ਵਾਲਾ ਡੈਮਪਨਿੰਗ ਮਾਨ ਦਾ ਬੱਲ ਕੀ ਹੋਵੇਗਾ?

(c) ਕੁੰਜੀ ਬੰਦ ਹੋਣ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਛੜ ਨੂੰ ਉਸੇ ਚਾਲ (12 cm s^{-1}) ਨਾਲ ਚਲਾਣ ਲਈ ਕਿੰਨੀ ਸ਼ਕਤੀ ਦੀ ਜ਼ਰੂਰਤ ਹੋਵੇਗੀ?

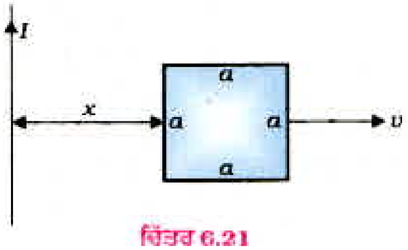
(f) ਬੰਦ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਿੰਨੀ ਸ਼ਕਤੀ ਊਸ਼ਮਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਨਸ਼ਟ ਹੋਵੇਗੀ? ਇਸ ਸ਼ਕਤੀ ਦਾ ਸ੍ਰੋਮਾ ਕੀ ਹੈ?

(g) ਗਤੀਮਾਨ ਛੜ ਵਿੱਚ ਪੈਦਾ ਈ.ਐਮ.ਐਫ. ਦਾ ਮਾਨ ਕੀ ਹੋਵੇਗਾ ਜੇਕਰ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਪਟਰਿਆਂ ਦੇ ਲੰਬ ਹੋਣ ਦੀ ਬਜਾਏ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਹੋਵੇ।

6.15 ਹਵਾ ਦੇ ਕੋਰ ਵਾਲੀ ਇੱਕ ਸੋਲਿਨੋਰਡ ਵਿੱਚ, ਜਿਸਦੀ ਲੰਬਾਈ 30 cm ਅਤੇ ਦੋਸਾਰ ਕਾਟ ਦਾ ਖੇਤਰਫਲ 25 cm^2 ਅਤੇ ਕੁਲ ਘੇਰੇ 500 ਹੈ, 2.5 A ਕਰੰਟ ਵੈਹਿਦਾ ਹੈ। ਕਰੰਟ ਨੂੰ 10 s ਦੇ ਥੋੜੇ ਜਿਹੇ ਸਮੇਂ ਵਿੱਚ ਅਚਾਨਕ ਬੰਦ ਕਰ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਸਵਿੱਚ ਦੇ ਖੁਲੇ ਸਿਰਿਆ ਦੇ ਵਿੱਚ ਪੈਦਾ ਔਸਤ ਈ.ਐਮ.ਐਫ ਦਾ ਮਾਨ ਕੀ ਹੋਵੇਗਾ? ਸੋਲੀਨੋਅਡ ਦੇ ਸਿਰਿਆ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਬਦਲਾਵ ਨੂੰ ਨਕਾਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ।

6.16 (a) ਚਿੱਤਰ 6.21 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਇੱਕ ਲੰਬੇ, ਸਿੱਧੇ, ਤਾਰ ਅਤੇ ਇੱਕ ਵਰਗਾਕਾਰ ਲੂਪ ਜਿਸਦੀ ਭੁਜਾ ਦੀ ਲੰਬਾਈ l ਹੈ, ਦੇ ਲਈ ਮਯੂਚੂਅਲ ਇੰਡਕਟੇਂਸ ਦਾ ਵਿਅੰਜਕ ਪਤਾ ਕਰੋ।

(b) ਹੁਣ ਮੰਨ ਲੋ ਕਿ ਸਿੱਧੇ ਤਾਰ ਵਿੱਚ 50 A ਦਾ ਕਰੰਟ ਵਹਿੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਲੂਪ ਇੱਕ ਸਥਿਰ ਵੇਗ $v = 10$ m/s ਨਾਲ ਖੱਬੇ ਪਾਸੇ ਨੂੰ ਗਤੀ ਕਰ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਲੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਈ.ਐਮ.ਐਫ ਦੀ ਗਣਨਾ ਉਸ ਛਿਣ ਤੇ ਕਰੋ ਜਦੋਂ $x = 0.2$ m ਹੋਵੇ। ਲੂਪ ਦੇ ਲਈ $a = 0.1$ m ਲੋ ਅਤੇ ਇਹ ਮੰਨ ਲੋ ਕਿ ਉਸਦਾ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਹੈ।



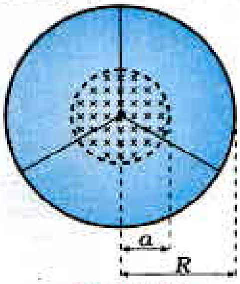
ਚਿੱਤਰ 6.21

6.17 ਕਿਸੇ μ ਪੁੰਜ ਅਤੇ R ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਵਾਲੇ ਇੱਕ ਪਈਏ ਦੇ ਕਿਨਾਰੇ ਤੇ ਇੱਕ ਰੇਖੀ ਚਾਰਜ ਸਥਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਜਿਸਦੀ ਪ੍ਰਤੀ ਯੂਨਿਟ ਲੰਬਾਈ ਤੇ ਚਾਰਜ ਦਾ ਮਾਨ λ ਹੈ। ਪਈਏ ਦੇ ਸਪੋਕ ਹਲਕੇ ਅਤੇ ਕੁਚਾਲਕ ਹੈ ਅਤੇ ਉਹ ਆਪਣੇ ਧੁਰੇ ਦੇ ਦੁਆਲੇ ਘਰਸ਼ਣ ਰਹਿਤ ਘੁੰਮਣ ਲਈ ਸੁਤੰਤਰ ਹਨ ਜਿੰਦਾ ਕੀ ਚਿੱਤਰ 6.22 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਈਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਪਈਏ ਦੇ ਚੱਕਰੀ ਭਾਗ ਤੇ, ਰਿਮ ਦੇ ਅੰਦਰ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਫੈਲਿਆ ਹੈ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ।

$$\mathbf{B} = B_0 \mathbf{k} \qquad (r \le a;\ a < R)$$

$$= 0 \qquad \text{(ਬਾਕੀਆਂ ਲਈ)}$$

ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਅਚਾਨਕ ਆਫ (Off) ਕਰਨ ਦੇ ਬਾਅਦ ਪਈਏ ਦਾ ਕੋਣੀ ਵੇਗ ਪੱਤਾ ਕਰੋ।



ਚਿੱਤਰ 6.22

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਅਧਿਆਇ-7

ਪ੍ਰਤੀਵਰਤੀ ਬਿਜਲੀ ਧਾਰਾ (ALTERNATING CURRENT)

7.1 ਭੂਮਿਕਾ (INTRODUCTION)

ਹੁਣ ਤੱਕ ਅਸੀਂ ਡਾਇਰੈਕਟ ਕਰੰਟ (dc) ਸੋਮੇ ਅਤੇ ਡਾਇਰੈਕਟ ਕਰੰਟ ਸੋਮਿਆਂ ਵਾਲੇ ਸਰਕਟਾਂ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕੀਤਾ ਹੈ। ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਇਸ ਕਰੰਟ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਬਦਲਾਵ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਪਰ, ਸਮੇਂ ਨਾਲ ਬਦਲੀ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਕਰੰਟ ਅਤੇ ਵੋਲਟਤਾ ਦਾ ਮਿਲਣਾ ਇੱਕ ਆਮ ਗੱਲ ਹੈ। ਸਾਡੇ ਘਰਾਂ, ਦਫਤਰਾਂ ਵਿੱਚ ਪਾਈ ਜਾਣ ਵਾਲੀ ਮੇਨ ਬਿਜਲੀ ਸਪਲਾਈ ਇੱਕ ਅਜਿਹੀ ਵੋਲਟਤਾ ਦਾ ਸੋਮਾ ਹੈ, ਜੋ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਸਾਇਨ (Sine) ਫਲਨ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਬਦਲੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਅਜਿਹੀ ਵੋਲਟਤਾ ਨੂੰ ਪਰਤਵੀਂ ਵੋਲਟਤਾ (Alternating Voltage) ਅਤੇ ਕਿਸੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਇਸ ਦੇ ਵੱਲੋਂ ਪੈਦਾ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਅਲਟਰਨੇਟਿੰਗ ਕਰੰਟ (ac)* ਆਖਦੇ ਹਨ। ਅੱਜ ਕੱਲ ਜਿਹੜੇ ਬਿਜਲੀ ਯੰਤਰਾਂ ਦਾ ਅਸੀਂ ਉਪਯੋਗ ਕਰਦੇ ਹਾਂ, ਉਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਜ਼ਿਆਦਾਤਰ ਲਈ ਏ.ਸੀ. ਵੋਲਟਜ਼ ਦੀ ਹੀ ਜ਼ਰੂਰਤ ਹੋਵੇਗੀ। ਇਹੀ ਮੁੱਖ ਕਾਰਣ ਹੈ ਕਿ ਜ਼ਿਆਦਾਤਰ ਬਿਜਲੀ ਕੰਪਨੀਆਂ ਵੱਲੋਂ ਵੇਚੀ ਜਾ ਰਹੀ ਬਿਜਲੀ ਊਰਜਾ ਅਲਟਰਨੇਟਿੰਗ ਕਰੰਟ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਟਰਾਂਸਮਿਟ ਅਤੇ ਵਿਤਰਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। dc ਨੂੰ ac ਤੋਂ ਵੱਧ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤੇ ਜਾਣ ਦਾ ਮੁੱਖ ਕਾਰਣ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ac ਵੋਲਟਤਾ ਨੂੰ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ (Transformer) ਵੱਲੋਂ ਸੌਖੇ ਅਤੇ ਵਧੀਆ ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਇੱਕ ਵੋਲਟਤਾ ਤੋਂ ਦੂਜੀ ਵੋਲਟਤਾ ਵਿੱਚ ਬਦਲਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ ac ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਲੰਬੀ ਦੂਰੀ ਤੱਕ ਬਿਜਲੀ ਊਰਜਾ ਦਾ ਟਰਾਂਸਮਿਸ਼ਨ ਵੀ ਦੂਜੇ ਦੇ ਮੁਕਾਬਲੇ ਘੱਟ ਖਰਚੀਲਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਅਲਟਰਨੇਟਿੰਗ ਸਰਕਟ ਅਜਿਹੇ ਲੱਛਣ ਦਿਖਾਉਂਦਾ ਹੈ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਰੋਜ਼ਾਨਾ ਜੀਵਨ ਵਿੱਚ

---

* *ac* ਵੋਲਟਤਾ ਅਤੇ *ac* ਕਰੰਟ, ਇਹ ਵਾਕ ਅਸੰਗਤ ਅਤੇ ਗੱਲਤ ਹੈ, ਕਿਉਂਕਿ ਇਸ ਦਾ ਅਰਥ ਹੈ ਅਲਟਰਨੇਟਿੰਗ ਕਰੰਟ ਵੋਲਟਤਾ ਅਤੇ ਅਲਟਰਨੇਟਿੰਗ ਕਰੰਟ। ਤਾਂ ਵੀ *ac* ਸਮੇਂ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਅਸਾਨ ਹਾਰਮੋਨਿਕ ਤਰੀਕੇ ਵਿੱਚ ਬਦਲੀ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਬਿਜਲੀ ਰਾਸ਼ੀ ਨੂੰ ਵਿਅਕਤ ਕਰਨ ਲਈ ਇਸਦੀ ਸਰਵ ਵਿਆਪੀ ਸਹਿਮਤੀ ਪਾ ਚੁੱਕਾ ਹੈ ਕਿ ਇਸਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਅਸੀਂ ਸਾਰੇ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਇਸ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ, ਸਾਧਾਰਣ ਤੌਰ ਤੇ ਇਸਤੇਮਾਲ ਹੋਣ ਵਾਲਾ ਸ਼ਬਦ ਵੋਲਟਤਾ ਦਾ ਮਤਲਬ ਹੈ ਦੋ ਬਿੰਦੂਆਂ ਵਿੱਚ ਪੂਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

NICOLA TESLA (1836–1943)

ਨਿਕੋਲਾ ਟੇਸਲਾ **Nicola Tesla (1836–1943)** ਯੂਗੋਸਲਾਵਿਆ ਦਾ ਵਿਗਿਆਨੀ, ਖੋਜਕਰਤਾ ਅਤੇ ਪ੍ਰਤਿਭਾਸ਼ਾਲੀ ਇਨਸਾਨ। ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਘੁਮਾਉਣ ਦਾ ਉਸਦਾ ਵਿਚਾਰ ਹੀ ਪ੍ਰੈਕਟੀਕੱਲ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸੱਭ ਅਲਟਰਨੇਟਿੰਗ ਕਰੰਟ ਸੋਮਿਆਂ ਦਾ ਅਧਾਰ ਬਣਿਆ ਜਿਸਦੇ ਕਾਰਣ ਬਿਜਲੀ ਸ਼ਕਤੀ ਦੇ ਯੁੱਗ ਵਿੱਚ ਦਾਖਿਲ ਹੋਇਆ ਜਾ ਸਕਿਆ। ਹੋਰ ਵਸਤੂਆਂ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ, ਪ੍ਰੇਰਣ ਮੋਟਰ, ac ਸ਼ਕਤੀ ਦੀ ਬਹੁ ਫੇਜ਼ ਪ੍ਰਣਾਲੀ, ਰੇਡਿਉ, ਟੈਲੀਵਿਜ਼ਨ ਅਤੇ ਹੋਰ ਬਿਜਲੀ ਉਪਕਰਣਾਂ ਤੇ ਲੱਗਣ ਵਾਲੀ ਵੱਧ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਪ੍ਰੇਰਣ ਕੁੰਡਲੀ (ਟੇਸਲਾ ਕੁੰਡਲੀ ਦੀ ਕਾਢ ਵੀ ਉਨ੍ਹਾਂ ਕੀਤੀ। ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ SI ਮਾਤਰਕ ਦਾ ਨਾ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਸਨਮਾਨ ਵਿੱਚ ਰੱਖਿਆ ਗਿਆ।

ਕੰਮ ਆਉਣ ਵਾਲੇ ਕਈ ਯੰਤਰਾਂ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਣ ਲਈ ਜਦੋਂ ਅਸੀਂ ਆਪਣੇ ਰੇਡਿਉ ਨੂੰ ਆਪਣੇ ਮਨਪਸੰਦ ਸਟੇਸ਼ਨ ਲਈ ਟਯੂਨ (tune) ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਅਸੀਂ ac ਸਰਕਟਾਂ ਦੇ ਇੱਕ ਗੁਣ ਦਾ ਲਾਭ ਲੈਂਦੇ ਹਾਂ। ਇਹ ਉਨ੍ਹਾਂ ਅਨੇਕ ਗੁਣਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਇੱਕ ਹੈ ਜੋ ਅਸੀਂ ਇਸ ਅਧਿਆਇ ਵਿੱਚ ਪੜ੍ਹਾਂਗੇ।

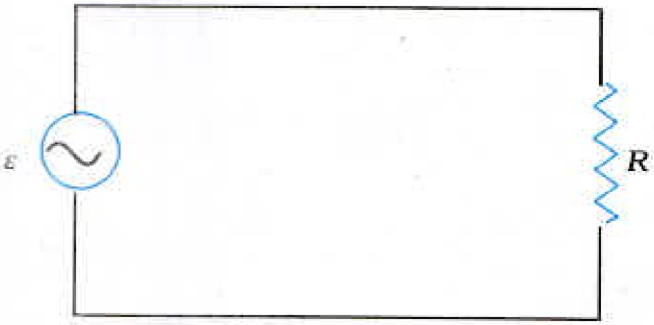
7.2 ਪ੍ਰਤਿਰੋਧਕ ਤੇ ਲੱਗੀ AC ਵੋਲਟਤਾ

(AC VOLTAGE APPLIED TO A RESISTOR)

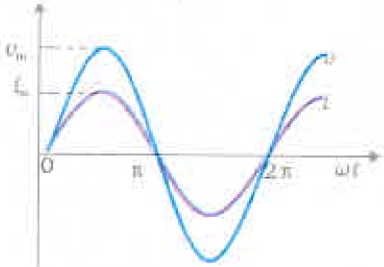
ਚਿੱਤਰ 7.1 ਵਿੱਚ ਵੋਲਟਤਾ ਸੋਮਾ ε ਨਾਲ ਜੁੜਿਆ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧਕ R ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਸਰਕਟ ਆਲੇਖ ਵਿੱਚ ac ਸੋਮੇ ਦਾ ਸੰਕੇਤ ਚਿੰਨ੍ਹ ⊝ ਹੈ। ਇਥੇ ਅਸੀਂ ਇੱਕ ਅਜਿਹੇ ਸੋਮੇ ਦੀ ਗੱਲ ਕਰ ਰਹੇ ਹਾਂ ਜੋ ਆਪਣੇ ਸਿਰਿਆ ਦੇ ਵਿੱਚ ਸਾਇਨੋਸਾਈਡਲ (Sinusoidal) ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਬਦਲਦਾ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ ਇਹ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਜਿਸ ਨੂੰ ac ਵੋਲਟਤਾ ਵੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹੈ, ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਵੀ ਲਿਖਿਆਂ ਜਾਂਦਾ ਹੈ

$$v = v_m \sin \omega t \tag{7.1}$$

ਜਿਥੇ v_m ਔਸੀਲੇਟਿੰਗ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਦਾ ਆਯਾਮ ਅਤੇ ω ਇਸ ਦੀ ਕੋਣੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 7.1 ਪ੍ਰਤਿਰੋਧਕ ਤੇ ਲਗੀ AC ਵੋਲਟਤਾ



ਚਿੱਤਰ 7.2 ਸ਼ੁੱਧ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧਕ ਵਿੱਚ ਵੋਲਟਤਾ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਇੱਕ ਹੀ ਫੇਜ਼ ਵਿੱਚ ਹਨ। ਨਿਮਨਤਮ (minima), ਸਿਫਰ ਅਤੇ ਉਚਤੱਮ (maxima) ਇੱਕ ਹੀ ਸਮੇਂ ਦੌਰਾਨ ਬਣਦੇ ਹਨ

ਪ੍ਰਤਿਰੋਧਕ ਵਿੱਚ ਵਹਿਣ ਵਾਲੇ ਕਰੰਟ ਦਾ ਮਾਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਤੇ ਅਸੀ ਚਿੱਤਰ 7.1 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਸਰਕਟ ਤੇ ਕਿਰਚੋਫ (Kirchhoffs) ਦਾ ਲੂਪ ਨਿਯਮ $\sum \varepsilon(t) = 0$ ਲਾਗੂ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਜਿਸ ਤੋਂ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ

$$v_m \sin \omega t = i R$$

ਜਾਂ $\quad i = \dfrac{v_m}{R} \sin \omega t$

ਕਿਉਂਕਿ R ਇਕ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਹੈ। ਅਸੀ ਇਸ ਸਮੀਕਰਣ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਲਿੱਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ

$$i = i_m \sin \omega t \tag{7.2}$$

ਇਥੇ ਕਰੰਟ ਆਯਾਮ i_m ਲਈ ਸੂਤਰ ਹੈ

$$i_m = \frac{v_m}{R} \tag{7.3}$$

ਸਮੀਕਰਣ (7.3) ਸਿਰਫ ਓਹਮ (Ohm) ਦਾ ਨਿਯਮ ਹੈ ਜੋ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧਕਾਂ ਦੇ ਲਈ ac ਅਤੇ dc

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਦੋਵਾਂ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀਆਂ ਵੋਲਟਤਾਵਾਂ ਲਈ ਸਮਾਨ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਲਾਗੂ ਹੈ। ਸਮੀਕਰਣ (7.1) ਅਤੇ ਸਮੀਕਰਣ (7.2) ਵੱਲੋਂ ਦਿੱਤੇ ਕਿਸੇ ਸ਼ੁੱਧ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧਕ ਦੇ ਸਿਰਿਆ ਦੇ ਵਿੱਚ ਲਗਾਈ ਗਈ ਵੋਲਟਤਾ ਅਤੇ ਇਸ ਵਿੱਚ ਵਹਿਣ ਵਾਲੇ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਚਿੱਤਰ 7.2. ਵਿੱਚ ਸਮੇਂ ਦੇ ਫਲਨ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਆਲੇਖਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਸ ਤੱਥ ਤੇ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ v ਅਤੇ i ਦੋਨੋ ਸਿਫ਼ਰ ਅਤੇ ਘੱਟ ਤੋਂ ਘੱਟ ਅਤੇ ਵੱਧ ਤੋਂ ਵੱਧ ਮਾਨਾਂ ਦੀਆਂ ਸਥਿਤੀਆਂ ਵੇਲੇ ਹੀ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ ਵੋਲਟਤਾ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਨਾਲ ਸਮਾਨ ਫੇਜ਼ ਵਿੱਚ ਹਨ।

ਅਸੀਂ ਦੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਲਾਗੂ ਕੀਤੀ ਵੋਲਟਤਾ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੀ ਕਰੰਟ ਵੀ ਸਾਈਨੋਸੋਈਡਲ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਬਦਲੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਹੀ ਧਨਾਤਮਕ ਅਤੇ ਰਿਣਾਤਮਕ ਮਾਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਇੱਕ ਸੰਪੂਰਣ ਚੱਕਰ ਵਿੱਚ ਤਤਕਾਲੀਨ (Instantaneous) ਕਰੰਟ ਮਾਨਾ ਦਾ ਜੋੜ ਸਿਫ਼ਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਔਸਤ ਕਰੰਟ ਸਿਫ਼ਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪਰ ਔਸਤ ਕਰੰਟ ਸਿਫ਼ਰ ਹੈ, ਇਸ ਤੱਥ ਦਾ ਮਤਲਬ ਇਹ ਨਹੀਂ ਹੈ ਕਿ ਇਸਤੇਮਾਲ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਔਸਤ ਸ਼ਕਤੀ ਵੀ ਸਿਫ਼ਰ ਹੈ ਅਤੇ ਬਿਜਲੀ ਊਰਜਾ ਦਾ ਖੈ ਨਹੀਂ ਹੋ ਰਿਹਾ। ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਤੁਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹੋ ਜੂਲ i^2R ਨਾਲ ਵਿਅਕਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ i^2 (ਜੋ ਕੀ ਹਮੇਸ਼ਾ ਧਨਾਤਮਕ ਹੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਚਾਹੇ i ਧਨਾਤਮਕ ਹੋਵੇ ਜਾ ਰਿਣਾਤਮਕ) ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ, ਨਾ ਕਿ i ਤੇ। ਇਸ ਲਈ ਜਦੋਂ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧਕ ਵਿੱਚੋ ac ਕਰੰਟ ਵੱਗਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਜੂਲ ਤਾਪ ਅਤੇ ਬਿਜਲੀ ਊਰਜਾ ਦਾ ਖੈ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਪ੍ਰਤਿਰੋਧਕਤਾ ਦੇ ਖੈ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਤਤਕਾਲੀਨ (Instantaneous) ਸ਼ਕਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ

$$p = i^2R = i_m^2 R\sin^2 \omega t \qquad (7.4)$$

ਇੱਕ ਸਮੇਂ ਚੱਕਰ ਵਿੱਚ p ਦਾ ਔਸਤ ਮਾਨ ਹੈ*

$$\overline{p} = < i^2R > = < i_m^2 R\sin^2 \omega t > \qquad [7.5(a)]$$

ਜਿਥੇ ਕਿਸੇ ਅੱਖਰ ਦੇ ਉੱਤੇ ਲੱਗੀ ਰੇਖਾ (ਇਥੇ p) ਉਸਦਾ ਔਸਤ ਮਾਨ ਦੱਸਦੀ ਹੈ ਅਤੇ <......> ਇਹ ਦੱਸਦਾ ਹੈ ਕਿ ਬਰੈਕਟ ਦੇ ਅੰਦਰ ਦੀ ਰਾਸ਼ੀ ਦਾ ਔਸਤ ਲਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ i_m^2 ਅਤੇ R ਸਥਿਰ ਰਾਸ਼ੀਆਂ ਹਨ।

$$\overline{p} = i_m^2 R < \sin^2 \omega t > \qquad [7.5(b)]$$

ਤਿਕੋਣਮਿਤਾਈ ਆਈਡੇਂਟੀਟੀ $\sin^2 \omega t = 1/2\ (1 \cos 2\ \omega t)$, ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਨ ਤੇ $< \sin^2 \omega t > = (1/2)\ (1 < \cos 2\ \omega t >)$ ਅਤੇ ਕਿਉਂਕਿ $< \cos 2\omega t > = 0$**, 7.4 ਇਸਲਈ

$$< \sin^2 \omega t > = \frac{1}{2}$$

ਇਸਲਈ

$$\overline{p} = \frac{1}{2} i_m^2 R \qquad [7.5(c)]$$

ac ਸ਼ਕਤੀ ਨੂੰ ਉਸੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਦੇਣ ਲਈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ dc ਸ਼ਕਤੀ ($P = I^2R$) ਨੂੰ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਰੰਟ ਦੇ ਇੱਕ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਮਾਨ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਰੂਟ ਔਸਤ ਮੂਲ (rms) ਜਾਂ ਪ੍ਰਭਾਵੀ *(effective)* ਕਰੰਟ (ਚਿੱਤਰ 7.3) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸ ਨੂੰ I_{rms} ਜਾਂ I ਨਾਲ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।

---

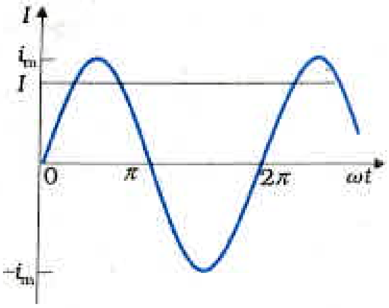
* ਕਿਸੇ ਫਲਨ $F(t)$ ਦੀ ਕਿਸੇ ਸਮੇਂ ਅੰਤਰਾਲ T ਵਿੱਚ ਔਸਤ ਮਾਨ ਪਤਾ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਸੂਤਰ ਹੈ

$$\langle F(t) \rangle = \frac{1}{T}\int_0^T F(t)\,dt$$

** $$< \cos 2\omega t > = \frac{1}{T}\int_0^T \cos 2\omega t\, dt = \frac{1}{T}\left[\frac{\sin 2\omega t}{2\omega}\right]_0^T = \frac{1}{2\omega T}\left[\sin 2\omega T - 0\right] = 0$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com



ਚਿੱਤਰ 7.3 rms ਕਰੰਟ I, ਸਿਖਰ ਕਰੰਟ (peak current) i_m ਦੇ ਮੁਤਾਬਕ $I = i_m / \sqrt{2} = 0.707\ i_m$.

ਇਸ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ

$$I = \sqrt{\overline{i^2}} = \sqrt{\frac{1}{2} i_m^2} = \frac{i_m}{\sqrt{2}}$$

$$= 0.707\ i_m \qquad (7.6)$$

I ਦੇ ਪਦਾ ਵਿੱਚ, ਔਸਤ ਸ਼ਕਤੀ P ਨਾਲ ਦਿੱਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ

$$P = \overline{p} = \frac{1}{2} i_m^2 R = I^2 R \qquad (7.7)$$

ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ, ਅਸੀਂ *rms* ਵੋਲਟਤਾ ਅਤੇ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਵੋਲਟਤਾ ਨੂੰ ਦੱਸ ਸਕਦੇ ਹਾਂ

$$V = \frac{v_m}{\sqrt{2}} = 0.707\ v_m \qquad (7.8)$$

ਸਮੀਕਰਣ (7.3) ਤੋਂ, ਸਾਨੂੰ ਮਿਲਦਾ ਹੈ

$$v_m = i_m R$$

ਜਾਂ, $\dfrac{v_m}{\sqrt{2}} = \dfrac{i_m}{\sqrt{2}} R$

ਜਾਂ, $V = IR$ (7.9)

ਸਮੀਕਰਣ (7.9) ac ਕਰੰਟ ਅਤੇ ac ਵੋਲਟਤਾ ਦੇ ਵਿੱਚ ਸੰਬੰਧ ਦੱਸਦਾ ਹੈ ਜੋ dc ਵਿੱਚ ਇਹਨਾਂ ਰਾਸ਼ੀਆਂ ਦੇ ਸਮਾਨ ਹੀ ਹੈ। ਇਹ rms ਮਾਨਾਂ ਦੀ ਧਾਰਣਾ ਦੇ ਲਾਭ ਦਰਸਾਉਂਦੀ ਹੈ। rms ਮਾਨਾਂ ਦੇ ਪਦਾ ਵਿੱਚ, ac ਸਰਕਟਾਂ ਦੇ ਲਈ ਸ਼ਕਤੀ ਦਾ ਸਮੀਕਰਣ (7.7) ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਅਤੇ ਵੋਲਟਤਾ ਦਾ ਸੰਬੰਧ ਉਹੀ ਹੈ ਜੋ dc ਲਈ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਪਰੰਪਰਾ ਹੈ ਕਿ ac ਰਾਸ਼ੀਆਂ ਨੂੰ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੇ rms ਮਾਨਾਂ ਦੇ ਪਦਾ ਵਿੱਚ ਮਾਪਿਆ ਅਤੇ ਦੱਸਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਣ ਲਈ ਘਰੇਲੂ ਪੂਰਤੀ ਵਿੱਚ 220 V ਵੋਲਟਤਾ ਦਾ rms ਮਾਨ ਹੈ ਜਿਸਦਾ ਸਿਖਰ ਮਾਨ

$$v_m = \sqrt{2}\ V = (1.414)(220\ \text{V}) = 311\ \text{V}$$

ਅਸਲ ਵਿੱਚ, I ਜਾਂ rms ਕਰੰਟ ਉਸ dc ਕਰੰਟ ਦੇ ਸਮਾਨ ਹੈ ਜੋ ਉਹੀ ਔਸਤ ਸ਼ਕਤੀ ਨਸ਼ਟ ਕਰੇਗੀ ਜੋ ਪਰਤਵਾਂ (Alternating) ਕਰੰਟ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਸਮੀਕਰਣ (7.7) ਨੂੰ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਲਿਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ।

$$P = V^2 / R = I\,V \quad (\text{ਕਿਉਂਕਿ } V = I\,R)$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਉਦਾਹਰਨ 7.1

ਉਦਾਹਰਨ 7.1 ਇਕ ਬਿਜਲੀ ਬੱਲਬ 220 V ਸਪਲਾਈ ਤੋਂ 100W ਸ਼ਕਤੀ ਦੇਣ ਲਈ ਬਣਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। (a) ਬਲਬ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ (b) ਸੋਮੇ ਦੀ ਸਿਖਰ (peak) ਵੋਲਟਤਾ ਅਤੇ (c) ਬਲਬ ਵਿੱਚ ਵੱਗਣ ਵਾਲਾ rms ਕਰੰਟ ਪਤਾ ਕਰੋ।

ਹੱਲ—

(a) ਦਿੱਤਾ ਹੈ $P = 100$ W ਅਤੇ $V = 220$ V। ਬਲਬ ਦਾ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ ਹੈ

$$R = \frac{V^2}{P} = \frac{(220V)^2}{100W} = 484\Omega$$

(b) ਸੋਮੇ ਦੀ ਸਿਖਰ ਵੋਲਟਤਾ

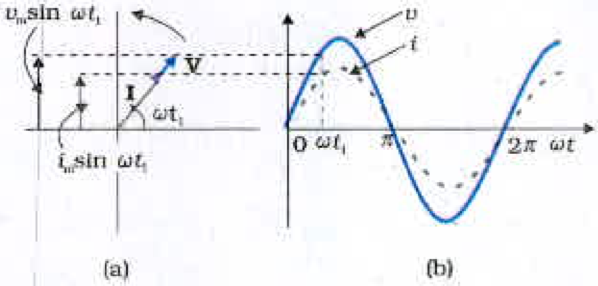
$$v_m = \sqrt{2}V = 311V$$

(c) ਕਿਉਂਕਿ $P = I\,V$

$$I = \frac{P}{V} = \frac{100W}{220V} = 0.450A$$

7.3 AC ਕਰੰਟ ਅਤੇ ਵੋਲਟਤਾ ਨੂੰ ਘੁੰਮਦੇ ਸਦਿਸ਼ ਨਾਲ ਦਰਸਾਉਣਾ — (ਫੇਜਰਸ) (REPRESENTATION OF AC CURRENT AND VOLTAGE BY ROTATING VECTORS — PHASORS)

ਪਿਛਲੇ ਹਿੱਸੇ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਦੇਖਿਆ ਕਿ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧਕ ਵਿੱਚ ਵਹਿਣ ਵਾਲਾ ਕਰੰਟ ਅਤੇ ac ਵੋਲਟਤਾ ਸਮਾਨ ਫੇਜ਼ ਵਿੱਚ ਰਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਪਰੰਤੂ ਇੰਡਕਟਰ, ਧਾਰਕ ਅਤੇ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਦੋਵੇ ਇਕੱਠੇ ਹੋਣ ਉਨ੍ਹਾਂ ਸਰਕਟਾਂ ਵਿੱਚ ਅਜਿਹਾ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ac ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਅਤੇ ਵੋਲਟਤਾ ਦੇ ਵਿੱਚ ਫੇਜ ਸੰਬੰਧ ਦਰਸਾਉਣ ਲਈ ਅਸੀਂ ਫੇਜਰ ਦੀ ਧਾਰਣਾ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਾਂਗੇ। ਫੇਜ਼ਰ ਚਿੱਤਰ ਦੇ ਉਪਯੋਗ ਨਾਲ ac ਸਰਕਟ ਦਾ ਬਿਊਰਾ ਸਰਲਤਾ ਪੂਰਵਕ ਦਿੱਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਫੇਜਰ* ਜਿਵੇਂ ਕੀ ਚਿੱਤਰ 7.4 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ, ਇਕ ਸਦਿਸ਼ ਹੈ ਜੋ ਕੀ ਮੂਲ ਬਿੰਦੂ ਦੇ ਆਲੇ ਦੁਆਲੇ ਕੋਣੀ ਵੇਗ ω ਨਾਲ ਘੁੰਮਦਾ ਹੈ। ਫੇਜ਼ਰ **V** ਅਤੇ **I** ਦੇ ਵਰਟਿਕੱਲ ਘੱਟਕ ਸਾਈਨੋਸੋਇਡਲ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਬਦਲਦੀਆਂ ਰਾਸ਼ੀਆਂ v ਅਤੇ i ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਫੇਜਰਸ **V** ਅਤੇ **I** ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੀਆਂ ਦੋਲਿਤ ਰਾਸ਼ੀਆਂ ਦੇ ਆਯਾਮ (amplitude) ਅਤੇ ਸਿਖਰ (peak) ਮੂਲ v_m ਅਤੇ i_m ਨਾਲ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਚਿੱਤਰ 7.4(a) ਚਿੱਤਰ 7.1 ਦੇ ਸੰਗਤ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧਕ ਦੇ ਸਿਰਿਆ ਨਾਲ ਜੁੜੀ ac ਵੋਲਟਤਾ ਦੀ, ਕਿਸੇ ਸਮੇਂ t_1 ਤੇ, ਵੋਲਟਤਾ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਦੇ ਫੇਜਰਸ ਅਤੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦਾ ਆਪਸੀ ਸੰਬੰਧ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਵੋਲਟਤਾ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਦੇ ਵਰਟਿਕੱਲ (Vertical) ਧੁਰੇ ਤੇ ਪ੍ਰੋਜੈਕਸ਼ਨ (projection) ਮਤਲਬ v_m



ਚਿੱਤਰ 7.4 (a) ਚਿਤਰ 7.1. ਵਿੱਚ ਦਰਸ਼ਾਏ ਗਏ ਸਰਕਟ ਦੇ ਲਈ ਫੇਜਰ (b) v ਅਤੇ i ਦਾ ωt ਦੇ ਵਿੱਚ ਆਲੇਖ

---

* ਜਦੋਂਕਿ ac ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਵੋਲਟਤਾ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਘੁੰਮਦੇ ਸਦਿਸ਼ ਨਾਲ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਪਰ ਇਹ ਸਦਿਸ਼ ਨਹੀਂ ਹਨ। ਇਹ ਅਦਿਸ਼ ਰਾਸ਼ੀਆ ਹਨ। ਹੁੰਦਾ ਇਹ ਹੈ, ਕਿ ਹਾਰਮੋਨਿਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਬਦਲੀ ਹੁੰਦੇ ਅਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਫੇਜ ਅਤੇ ਆਯਾਮ ਗਣਿਤਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਉਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜੁੜਦੇ ਹਨ ਜਿਵੇਂ ਕੀ ਉਸੇ ਪਰਿਮਾਣ ਅਤੇ ਦਿਸ਼ਾ ਵਾਲੇ ਘੁੰਮਦੇ ਸਦਿਸ਼ਾ ਦੀਆਂ ਪਰੋਜੈਕਸ਼ਨਾਂ (Projetion) ਹਾਰਮੋਨਿਕ (Harmonic) ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਬਦਲੀ ਹੋਣ ਵਾਲੀਆਂ ਅਦਿਸ਼ ਰਾਸ਼ੀਆਂ ਨੂੰ, ਘੁੰਮਦੇ ਸਦਿਸ਼ਾ ਨਾਲ ਦਰਸਾਉਣ ਤੇ ਅਸੀਂ ਇਨ੍ਹਾਂ ਰਾਸ਼ੀਆ ਦਾ ਜੋੜ, ਪਹਿਲੇ ਤੋਂ ਪਤਾ ਇੱਕ ਨਿਯਮ ਦੇ ਨਾਲ ਅਸਾਨੀ ਨਾਲ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

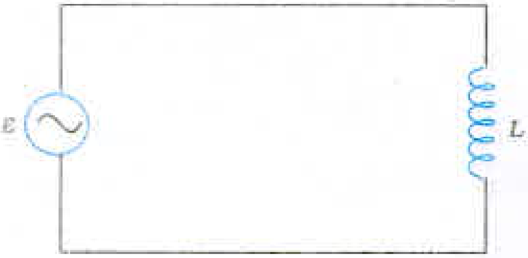
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

sinωt ਅਤੇ i_m sinωt, ਉਸ ਸਮੇਂ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਤੇ ਵੋਲਟਤਾ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਦੇ ਮਾਨ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ-ਜਿਵੇਂ ਇਹ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ω, ਨਾਲ ਘੁੰਮਦੀ ਹੈ ਚਿੱਤਰ 7.4(b) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਗਏ ਵਕਰ ਵਰਗੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

ਚਿੱਤਰ 7.4(a) ਤੋਂ ਅਸੀਂ ਇਹ ਸਮਝ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧਕ ਦੇ ਲਈ ਫੇਜਰਸ **V** ਅਤੇ **I** ਇੱਕ ਹੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਅਜਿਹਾ ਹਰ ਸਮੇਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸਦਾ ਮਤਲਬ ਹੈ ਕਿ ਵੋਲਟਤਾ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਫੇਜ਼ ਕੋਣ ਸਿਫ਼ਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

7.4 ਇੰਡਕਟਰ ਨੂੰ ਲਗਾਈ ਗਈ AC ਵੋਲਟਤਾ

AC VOLTAGE APPLIED TO AN INDUCTOR



ਚਿੱਤਰ 7.5 ਇੰਡਕਟਰ ਨਾਲ ਇਕ ac ਸੋਮਾ

ਚਿੱਤਰ 7.5 ਵਿੱਚ ਇਕ ਇੰਡਕਟਰ ਦੇ ਸਿਰਿਆ ਤੇ ਲਗਾ ਇੱਕ ac ਸੋਮਾ ਦਰਸਾਇਆ ਹੈ। ਆਮਤੌਰ ਤੇ ਇੰਡਕਟਰ ਦੀਆਂ ਲਪੇਟਾਂ ਵਿੱਚ ਲਗੀ ਤਾਰ ਦਾ ਇੱਕ ਚੰਗਾ ਖਾਸਾ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਪਰ ਇੱਥੇ ਅਸੀਂ ਇਹ ਮੰਨਾਂਗੇ ਕਿ ਇਸ ਇੰਡਕਟਰ ਦਾ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ ਨਾਮਾਤਰ ਹੈ। ਇਸਲਈ ਇਹ ਸਰਕਟ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਾਲ ਇੰਡਕਟਿਵ ac ਸਰਕਟ ਹੈ। ਮੰਨਿਆ ਕਿ ਸੋਮੇ ਦੇ ਸਿਰਿਆ ਦੇ ਵਿੱਚ ਵੋਲਟਤਾ $v = v_m$ sinωt ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਕਿਰਚੋਫ (Kirchhoff) ਲੂਪ ਨਿਯਮ $\sum \varepsilon(t) = 0$ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਨ ਦੇ

$$v - L\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} = 0 \qquad (7.10)$$

ਇਹ ਸਮੀਕਰਣ ਦਾ ਦੂਸਰਾ ਪਦ, ਇੰਡਕਟਰ ਵਿੱਚ ਸੈਲਫ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਫੈਰਾਡੇ emf ਹੈ; ਅਤੇ L ਇੰਡਕਟਰ ਦਾ ਸੈਲਫ ਇੰਡਕਟੈਂਸ ਹੈ। ਰਿਣਾਤਮ ਚਿੰਨ੍ਹ ਲੇਨਜ (Lenz) ਦੇ ਨਿਯਮ ਤੋਂ ਆਇਆ ਹੈ (ਅਧਿਆਇ 6)। ਸਮੀਕਰਣ (7.1) ਅਤੇ (7.10) ਨੂੰ ਜੋੜਨ ਤੇ

$$\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} = \frac{v}{L} = \frac{v_m}{L}\sin\omega t \qquad (7.11)$$

ਸਮੀਕਰਣ (7.11) ਤੋਂ ਇਹ ਪਤਾ ਲੱਗਦਾ ਹੈ ਕਿ ਕਰੰਟ $i(t)$ ਦੇ ਲਈ ਸਮੀਕਰਣ ਸਮੇਂ ਦਾ ਐਸਾ ਫਲਨ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਕਿ ਇਸਦਾ ਸਲੋਪ (slope) di/dt ਇਕ ਸਾਈਨੋਸੋਅਡਲ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਬਦਲਣ ਵਾਲੀ ਰਾਸ਼ੀ ਹੋਵੇ, ਜੋ ਸੋਮੇ ਦੇ ਨਾਲ ਸਮਾਨ ਫੇਜ਼ ਵਿੱਚ ਰਹਿੰਦੀ ਹੋਵੇ ਅਤੇ ਜਿਸ ਦਾ ਆਯਾਮ v_m/L ਨਾਲ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕਰੰਟ ਦਾ ਮਾਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਣ ਦੇ ਲਈ ਅਸੀਂ di/dt ਸਮੇਂ ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਇੰਟੀਗਰੇਟ ਕਰਦੇ ਹਾਂ।

$$\int \frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t}\mathrm{d}t = \frac{v_m}{L}\int \sin(\omega t)\mathrm{d}t$$

ਇਸ ਤੋਂ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ :

$$i = -\frac{v_m}{\omega L}\cos(\omega t) + \text{ਸਥਿਰ ਅੰਕ}$$

ਇਥੇ ਇੰਟੀਗਰੇਸ਼ਨ (ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਦੀਆਂ ਵਿਮਾ, ਕਰੰਟ ਦੀਆਂ ਵਿਮਾ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਅਤੇ ਇਹ ਸਮੇਂ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦੀਆਂ। ਕਿਉਂਕਿ ਸੋਮੇ ਦਾ emf ਸਿਫ਼ਰ ਦੇ ਦੁਆਲੇ ਸਮਮਿਤੀ (symmetric) ਰੂਪ ਨਾਲ ਡੋਲਨ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਉਹ ਕਰੰਟ ਜੋ ਇਸਦੇ ਕਾਰਣ ਵੱਗਦਾ ਹੈ, ਵੀ ਸਮਮਿਤੀ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਡੋਲਨ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਨਾ ਤਾਂ ਕਰੰਟ ਦਾ ਕੋਈ ਸਥਿਰ, ਨਾ ਹੀ ਸਮੇਂ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਨ ਵਾਲਾ ਕੋਈ ਭਾਗ (Component) ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਇੰਟੀਗਰੇਟ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਦਾ ਮਾਨ ਸਿਫ਼ਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ

$-\cos(\omega t) = \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$, ਲਿਖੀਏ ਤਾਂ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

$$i = i_m \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) \qquad (7.12)$$

ਇਥੇ $i_m = \frac{v_m}{\omega L}$ ਕਰੰਟ ਦਾ ਆਯਾਮ (amplitude) ਹੈ। ਰਾਸ਼ੀ ωL ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਵਰਗੀ ਹੈ ਇਸ ਨੂੰ ਪ੍ਰੇਰਕਤਾ *(inductive reactance)* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ X_L ਨਾਲ ਲਿਖਦੇ ਹਨ।

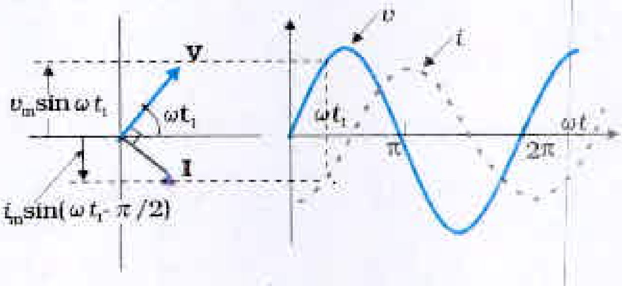
$$X_L = \omega L \qquad (7.13)$$

ਇਸ ਲਈ, ਕਰੰਟ ਦਾ ਆਯਾਮ (amplitude) ਹੈ

$$i_m = \frac{v_m}{X_L} \qquad (7.14)$$

ਇੰਡਕਟਿਵ ਰਿਐਕਟੈਂਸ ਦੀਆਂ ਵਿਮਾ ਉਹੀ ਹਨ ਜੋ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ ਦੀਆਂ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸਦਾ SI ਮਾਤਰਕ ਔਮੇਗਾ (Omega) (Ω) ਹੈ। ਇੰਡਕਟਿਵ ਰਿਐਕਟੈਂਸ ਇੱਕ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਾਲ ਇੰਡਕਟਿਵ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਉਵੇਂ ਹੀ ਕੰਟਰੋਲ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ ਇੱਕ ਸ਼ੁੱਧ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧਕ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ। ਇੰਡਕਟਿਵ ਰਿਐਕਟੈਂਸ, ਇੰਡਕਟੈਂਸ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਸਮਾਨਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਸਮੀਕਰਣ (7.1) ਅਤੇ (7.12) ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਕਰਨ ਤੇ ਇਹ ਪਤਾ ਲੱਗਦਾ ਹੈ ਕਿ ਕਰੰਟ ਵੋਲਟਤਾ ਤੋਂ π/2 ਜਾਂ (1/4) ਚੱਕਰ ਪਿੱਛੇ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 7.6 (a) ਕਿਸੇ ਸਮੇਂ t_1 ਤੇ ਵੋਲਟਤਾ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਫੇਜ਼ਰ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਕਰੰਟ ਫੇਜ਼ਰ **I** ਵੋਲਟਤਾ ਫੇਜ਼ਰ **V** ਤੋਂ $\pi/2$ ਪਿੱਛੇ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਉਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ω ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਨਾਲ ਉੱਲਟੇ ਪਾਸੇ ਵਿੱਚ ਘੁਮਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਤਾਂ ਇਹ ਵੋਲਟਤਾ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਸਮੀਕਰਣ (7.1) ਅਤੇ (7.12) ਨਾਲ ਦੱਸਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਨੂੰ ਚਿੱਤਰ 7.6(b) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।



(a) (b)

ਚਿੱਤਰ 7.6 (a) ਚਿੱਤਰ 7.5 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਗਏ ਸਰਕਟ ਦਾ ਫੇਜ਼ਰ ਆਲੇਖ (b) v ਅਤੇ i ਦਾ ωt ਨਾਲ ਆਲੇਖ।

ਅਸੀਂ ਦੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕੀ ਕਰੰਟ, ਵੋਲਟਤਾ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਇਕ ਚੌਥਾਈ ਪੀਰਿਅਡ $\left[\frac{T}{4} = \frac{\pi/2}{\omega}\right]$ ਦੇ ਬਾਅਦ ਆਪਣੇ ਵੱਧ ਮਾਨ ਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਤੁਸੀਂ ਦੇਖਿਆ ਕਿ ਇੱਕ ਇੰਡਕਟਰ ਦਾ ਰਿਐਕਟੈਂਸ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਉਸੇ ਤ੍ਰਰਾਂ ਕੰਟਰੋਲ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧਕ dc ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ। ਕਿ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧਕ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਸ ਵਿੱਚ ਵੀ ਸ਼ਕਤੀ ਖੈ ਹੁੰਦਾ ਹੈ?

ਆਓ ਇਸ ਦਾ ਪਤਾ ਲਗਾਉਣ ਦੀ ਕੋਸ਼ਿਸ਼ ਕਰੀਏ?

$$p_L = i\,v = i_m \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) \times v_m \sin(\omega t)$$

$$= -i_m v_m \cos(\omega t)\sin(\omega t)$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

$$= -\frac{i_m v_m}{2}\sin(2\omega t)$$

ਇਸ ਲਈ ਪੂਰੇ ਚੱਕਰ ਵਿੱਚ ਔਸਤ ਸ਼ਕਤੀ

$$P_L = \left\langle -\frac{i_m v_m}{2}\sin(2\omega t)\right\rangle$$

$$= -\frac{i_m v_m}{2}\langle\sin(2\omega t)\rangle = 0,$$

ਕਿਉਂਕਿ ਪੂਰੇ ਚੱਕਰ ਵਿੱਚ sin $(2\omega t)$ ਦਾ ਔਸਤ ਜ਼ਿਫ਼ਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਇਸਲਈ ਇੱਕ ਪੂਰੇ ਚੱਕਰ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਇੰਡਕਟਰ ਨੂੰ ਸਪਲਾਈ ਕੀਤੀ ਔਸਤ ਸ਼ਕਤੀ ਵੀ ਜ਼ਿਫ਼ਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਚਿੱਤਰ 7.7 ਵਿੱਚ ਇਸ ਨੂੰ ਵਿਸਤਾਰ ਨਾਲ ਸਮਝਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 7.2

ਉਦਾਹਰਨ 7.2 25.0 mH ਦਾ ਇਕ ਸ਼ੁੱਧ ਇੰਡਕਟਰ 220 V ਦੇ ਇਕ ਸੋਮੇ ਨਾਲ ਜੁੜਿਆ ਹੈ। ਜੇਕਰ ਸੋਮੇ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ 50 Hz ਹੈ ਤਾਂ ਸਰਕਟ ਦਾ ਇੰਡਕਟਿਵ ਰਿਐਕਟੈਂਸ ਅਤੇ rms ਕਰੰਟ ਪਤਾ ਕਰੋ।

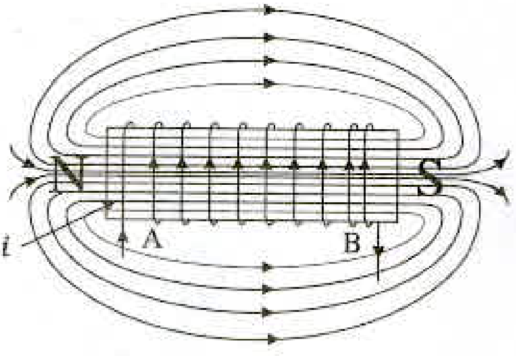
ਹੱਲ— ਇੰਡਕਟਿਵ ਰਿਐਕਟੈਂਸ

$$X_L = 2\pi\nu L = 2\times 3.14\times 50\times 25\times 10^{-3}\ \text{W}$$

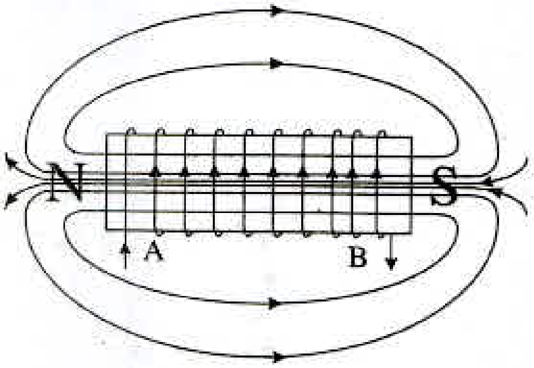
$$= 7.85\Omega$$

ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ rms ਕਰੰਟ

$$I = \frac{V}{X_L} = \frac{220\ \text{V}}{7.85\Omega} = 28\text{A}$$



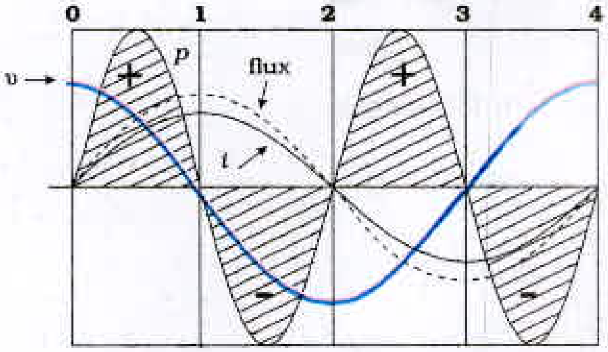
0-1 ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਵਹਿਣ ਵਾਲੇ ਕਰੰਟ i, ਜੋ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਬਿੰਦੂ A ਤੋਂ ਅੰਦਰ ਆਉਂਦਾ ਹੈ, ਜ਼ਿਫ਼ਰ ਤੋਂ ਵੱਧ ਮਾਨ ਤੱਕ ਵੱਧਦਾ ਹੈ। ਫਲਕਸ ਰੇਖਾਵਾਂ ਸਥਾਪਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਭਾਵ ਕੋਰ ਵਿੱਚ ਚੁੰਬਕਤਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਦਰਸਾਈ ਗਈ ਧਰੁਵ ਸਥਿਤੀ ਦੇ ਲਈ, ਵੋਲਟਤਾ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਦੋਵੇ ਹੀ ਧਨਾਤਮਕ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਇਸਲਈ ਇਸਦਾ ਗੁਣਨਫਲ p ਧਨਾਤਮਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸੋਮੇ ਵਿੱਚੋਂ ਊਰਜਾ ਸੋਖੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ



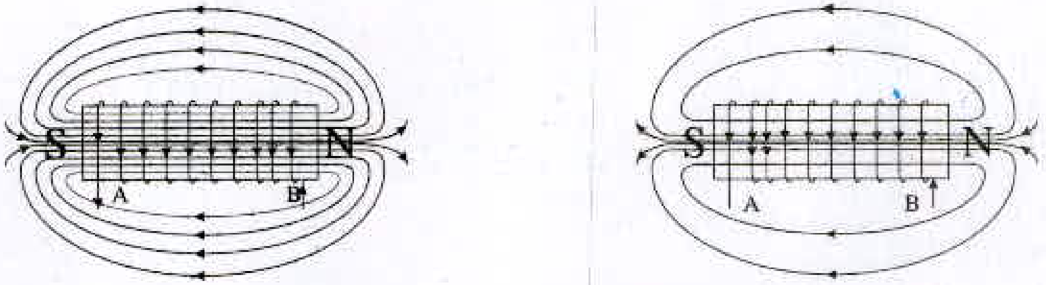
1-2 ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਵਹਿਣ ਵਾਲਾ ਕਰੰਟ ਹਾਲੇ ਵੀ ਧਨਾਤਮਕ ਹੈ ਪਰ ਘੱਟ ਹੋ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਅੱਧੇ ਚੱਕਰ ਦੇ ਅੰਤ ਵਿੱਚ ਕੋਰ ਵਿਚੋਂ ਚੁੰਬਕਤਾ ਖਤਮ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਕੁੱਲ ਫਲਕਸ ਜ਼ਿਫ਼ਰ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਵੋਲਟਤਾ v ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੈ (ਕਿਉਂਕਿ di/dt ਦਾ ਮਾਨ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ) ਵੋਲਟਤਾ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਦਾ ਗੁਣਨਫਲ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਊਰਜਾ ਸੋਮੇ ਨੂੰ ਵਾਪਿਸ ਦਿੱਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com



ਵੋਲਟਤਾ/ਕਰੰਟ ਦਾ ਇੱਕ ਪੂਰਾ ਚੱਕਰ ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ ਕਰੰਟ ਵੋਲਟਤਾ ਦੇ ਪਿੱਛੇ ਹੈ।



2-3 ਕਰੰਟ *i* ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਭਾਵ ਇਹ ਬਿੰਦੂ B ਵਿੱਚ ਅੰਦਰ ਆ ਕੇ A ਵਿੱਚੋਂ ਬਾਹਰ ਆਉਂਦੀ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਕਰੰਟ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਬਦਲ ਗਈ ਹੈ, ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਧਰੁਵ ਬਦਲ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਕਰੰਟ ਅਤੇ ਵੋਲਟਤਾ ਦੋਵੇ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹਨ। ਉਨ੍ਹਾਂ ਦਾ ਗੁਣਨਫਲ *p* ਧਨਾਤਮਕ ਹੈ। ਊਰਜਾ ਸੋਖੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

3-4 ਕਰੰਟ *i* ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ 4 ਤੇ ਕਰੰਟ ਸਿਫ਼ਰ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। 4 ਤੇ ਕੋਰ ਦੀ ਚੁੰਬਕਤਾ ਖ਼ਤਮ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਵੋਲਟਤਾ ਧਨਾਤਮਕ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਸ਼ਕਤੀ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੈ। ਜੋ ਊਰਜਾ 2-3 ਚੌਥਾਈ ਚੱਕਰ ਦੇ ਦੌਰਾਨ ਸੋਖੀ ਹੋਈ ਸੀ, ਊਰਜਾ ਸੋਮੇ ਨੂੰ ਵਾਪਸ ਦੇ ਦਿੱਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

ਚਿੱਤਰ 7.7

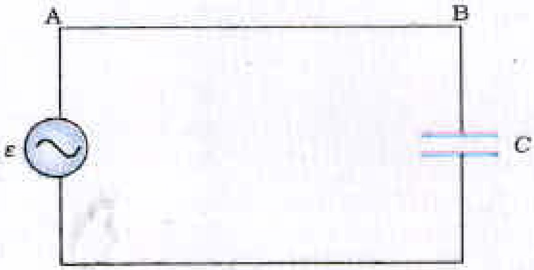
7.5 ਧਾਰਕ ਤੇ ਅਪਲਾਈ ਕੀਤੀ AC ਵੋਲਟਤਾ

(AC VOLTAGE APPLIED TO A CAPACITOR)

ਚਿੱਤਰ 7.8 ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਧਾਰਕ ਨੂੰ ac ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਕੇਵਲ ਇੱਕ ਧਾਰਕ ਅਜਿਹੇ ac ਸੋਮੇ ε ਨਾਲ ਜੁੜਿਆ ਹੈ ਜੋ ਵੋਲਟਤਾ $v = v_m \sin \omega t$ ਦਿੰਦਾ ਹੈ।

ਜਦੋਂ dc ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਵੋਲਟਤਾ ਸੋਮੇ ਨਾਲ ਕਿਸੇ ਧਾਰਕ ਨੂੰ ਜੋੜਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਸ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ, ਉਸ ਘੱਟ ਸਮੇਂ ਲਈ ਵਹਿੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਧਾਰਕ ਦੀਆਂ ਪਲੇਟਾਂ ਤੇ ਇਕੱਠਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਵੱਧਦਾ ਹੈ, ਜੋ ਕਰੰਟ ਦੇ ਉਲਟ ਹੈ। ਮਤਲਬ dc ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਜਿਵੇਂ-ਜਿਵੇਂ ਧਾਰਕ ਚਾਰਜ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਇਹ ਸਰਕਟ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਸੀਮਿਤ ਕਰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ ਮਤਲਬ ਉਸ ਦੇ ਵੱਗਣ ਦਾ ਵਿਰੋਧ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਧਾਰਕ ਪੂਰਾ ਚਾਰਜ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਘੱਟ ਕੇ ਸਿਫ਼ਰ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਜਦੋਂ ਧਾਰਕ ਨੂੰ ac ਸੋਮੇ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਚਿੱਤਰ 7.8 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਕੰਟਰੋਲ ਤਾਂ ਕਰਦਾ ਹੈ, ਪਰ ਚਾਰਜ ਦੇ ਵੱਗਣ ਨੂੰ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਰੋਕਦਾ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਕਰੰਟ ਹਰੇਕ ਅਰਧ ਚੱਕਰ ਵਿੱਚ ਉਲਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਧਾਰਕ ਵੀ ਅਲਟਰਨੇਟਿਵ (alternatively) ਚਾਰਜ ਜਾਂ ਅਨਚਾਰਜ (Uncharge) ਹੁੰਦਾ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 7.8 ਇੱਕ ਧਾਰਕ ਨਾਲ ਜੁੜੀ ਵੋਲਟਤਾ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਮੰਨਿਆ ਕਿ ਕਿਸੇ ਸਮੇਂ t ਤੇ ਧਾਰਕ ਤੇ ਚਾਰਜ q ਹੈ। ਤਾਂ ਧਾਰਕ ਦੇ ਸਿਰਿਆ ਦੇ ਵਿੱਚ ਤਤਕਾਲੀਨ ਵੋਲਟਤਾ ਹੈ

$$v = \frac{q}{C} \tag{7.15}$$

ਕਿਰਚੋਫ ਦੇ ਲੂਪ ਦੇ ਨਿਯਮ ਅਨੁਸਾਰ, ਸ੍ਰੋਤ ਅਤੇ ਧਾਰਕ ਦੇ ਸਿਰਿਆ ਦੇ ਵਿੱਚ ਵੋਲਟਤਾਵਾਂ ਸਮਾਨ ਹਨ, ਇਸ ਲਈ :

$$v_m \sin\omega t = \frac{q}{C}$$

ਕਰੰਟ ਦਾ ਮਾਨ ਪਤਾ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਅਸੀਂ ਸੰਬੰਧ $i = \frac{dq}{dt}$ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਦੇ ਹਾਂ

$$i = \frac{d}{dt}(v_m C \sin\omega t) = \omega C v_m \cos(\omega t)$$

ਸੰਬੰਧ $\cos(\omega t) = \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$, ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਨ ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਮਿਲਦਾ ਹੈ

$$i = i_m \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) \tag{7.16}$$

ਇੱਥੇ ਔਸੀਲੇਟਿੰਗ (Oscillating) ਕਰੰਟ ਦਾ ਆਯਾਮ $i_m = \omega C v_m$ ਹੈ। ਇਸਨੂੰ ਅਸੀਂ

$$i_m = \frac{v_m}{(1/\omega C)}$$

ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਲਿਖੀਏ ਅਤੇ ਸ਼ੁੱਧ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸੂਤਰ $i_m = v_m/R$ ਨਾਲ ਤੁਲਨਾ ਕਰਨ ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਮਿਲਦਾ ਹੈ ਕਿ $(1/\omega C)$ ਦੀ ਭੂਮਿਕਾ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ ਵਰਗੀ ਹੈ ਇਸ ਨੂੰ ਧਾਰਕ ਰਿਐਕਟੇਂਸ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ X_c ਨਾਲ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ।

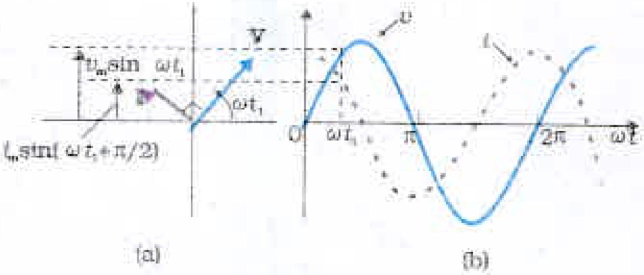
$$X_c = 1/\omega C \tag{7.17}$$

ਇਸਲਈ ਕਰੰਟ ਦਾ ਆਯਾਮ ਹੈ

$$i_m = \frac{v_m}{X_C} \tag{7.18}$$

ਕਪੇਸਟਿਵ ਰਿਐਕਟੇਂਸ (Capacitive reactance) ਦੀਆਂ ਵਿਮਾ ਉਹੀ ਹਨ ਜੋ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ ਦੀਆਂ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸਦਾ SI ਮਾਤਰਕ ਔਮ (Ω) ਹੈ। ਕਪੇਸਟਿਵ ਰਿਐਕਟੇਂਸ ਉਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸ਼ੁੱਧ ਕਪੇਸਟਿਵ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਕੰਟਰੋਲ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਕੀ ਸ਼ੁੱਧ ਰਿਜਿਸਟਿਵ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ। ਪ੍ਰੰਤੂ ਇਸ ਦਾ ਮਾਨ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਅਤੇ ਧਾਰਕਤਾ ਦੇ ਉਲਟ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਸਮੀਕਰਣ (7.16) ਦੀ ਸ੍ਰੋਤ ਵੋਲਟਤਾ ਦੀ ਸਮੀਕਰਣ (7.1) ਨਾਲ ਤੁਲਨਾ ਕਰਨ ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਪਤਾ ਲੱਗਦਾ ਹੈ ਕੀ ਕਰੰਟ, ਵੋਲਟਤਾ ਤੋਂ π/2 ਅਗਾਂਹ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 7.9(a) ਕਿਸੇ ਸਮੇਂ t_1 ਤੇ ਫੇਜ਼ਰ **V** ਤੋਂ π/2 ਕੋਣ ਅਗਾਂਹ ਹੈ ਜਦੋਂ ਉਹ ਘੜੀ ਦੀ ਉਲਟ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਘੁੰਮਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 7.9(b) ਵੋਲਟਤਾ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਹੋਣ ਵਾਲਾ ਬਦਲਾਵ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਦੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਕਰੰਟ, ਵੋਲਟਤਾ ਦੀ



ਚਿੱਤਰ 7.9 (a) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਗਏ ਸਰਕਟ ਦਾ ਫੇਜ਼ਰ ਆਲੇਖ (b) v ਅਤੇ i ਦਾ ਸਮੇਂ ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਗਰਾਫ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਚੋਥਾਈ ਟਾਈਮ ਪੀਰੀਅਡ ਤੋਂ ਪਹਿਲੇ ਵੱਧ ਮਾਨ ਹਾਸਲ ਕਰਦਾ ਹੈ।

ਧਾਰਕ ਨੂੰ ਸਪਲਾਈ ਕੀਤੀ ਇੰਸਟੇਨਟੇਨਿਅਸ ਸ਼ਕਤੀ

$$p_c = i\,v = i_m \cos(\omega t) v_m \sin(\omega t)$$

$$= i_m v_m \cos(\omega t) \sin(\omega t)$$

$$\frac{i_m v_m}{2} \sin(2\omega t) \qquad (7.19)$$

ਇਸ ਲਈ ਧਾਰਕ ਦੇ ਸੰਬੰਧ ਵਿੱਚ ਔਸਤ ਸ਼ਕਤੀ

$$P_C = \left\langle \frac{i_m v_m}{2} \sin(2\omega t) \right\rangle = \frac{i_m v_m}{2} \langle \sin(2\omega t) \rangle = 0$$

ਕਿਉਂਕਿ ਇੱਕ ਪੂਰੇ ਚੱਕਰ ਤੇ $<\sin(2\omega t)> = 0$ ਚਿੱਤਰ 7.10 ਇਸਦੀ ਵਿਸਤਾਰ ਨਾਲ ਵਿਆਖਿਆ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਅਸੀਂ ਦੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਇੰਡਕਟਰ ਦੇ ਸੰਬੰਧ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਵੋਲਟਤਾ, ਤੋਂ π/2 ਕੋਣ ਪਿੱਛੇ ਅਤੇ ਧਾਰਕ ਦੇ ਕੇਸ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ, ਵੋਲਟਤਾ ਤੋਂ π/2 ਕੋਣ ਅਗਾਂਹ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 7.3 ਇੱਕ ਲੈਂਪ ਕਿਸੇ ਧਾਰਕ ਦੇ ਨਾਲ ਲੜੀਬੱਧ ਜੁੜਿਆ ਹੈ। dc ਅਤੇ ac ਕਨੇਕਸ਼ਨਾਂ ਦੇ ਲਈ ਆਪਣੇ ਪ੍ਰੇਖਣਾ ਦਾ ਅੰਦਾਜ਼ਾ ਲਗਾਉ। ਹਰੇਕ ਕੇਸ ਵਿੱਚ ਦੱਸੋ ਕੀ ਧਾਰਕ ਦੀ ਧਾਰਕਤਾ ਘੱਟ ਕਰਨ ਦਾ ਕੀ ਪ੍ਰਭਾਵ ਹੋਵੇਗਾ?

ਹੱਲ— ਜਦੋਂ ਧਾਰਕ ਦੇ ਨਾਲ ਕਿਸੇ dc ਸੋਮੇ ਨੂੰ ਜੋੜਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਧਾਰਕ ਚਾਰਜ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਉਸਦੇ ਪੂਰਨ ਚਾਰਜ ਦੇ ਬਾਅਦ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਕਰੰਟ ਨਹੀਂ ਵੱਗਦਾ ਅਤੇ ਲੈਂਪ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਇਸ ਮਾਮਲੇ ਵਿੱਚ C ਨੂੰ ਘੱਟ ਕਰਨ ਤੇ ਕੋਈ ਬਦਲਾਵ ਨਹੀਂ ਆਵੇਗਾ। ac ਸੋਮੇ ਦੇ ਨਾਲ ਧਾਰਕ $(1/\omega C)$ ਕਪੇਸਟਿਵ ਰਿਐਕਟੈਂਸ ਲਗਾਉਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਵੱਗਦਾ ਹੈ। ਨਤੀਜਤਨ ਲੈਂਪ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇਵੇਗਾ। C ਨੂੰ ਘੱਟ ਕਰਨ ਤੇ ਰਿਐਕਟੈਂਸ ਵੱਧੇਗਾ ਅਤੇ ਲੈਂਪ ਪਹਿਲੇ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਘੱਟ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਰੇਗਾ।

ਉਦਾਹਰਨ 7.3

ਉਦਾਹਰਨ 7.4 15.0 μF ਦਾ ਇੱਕ ਧਾਰਕ 220 V, 50 Hz ਸੋਮੇ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਹੈ। ਸਰਕਟ ਦਾ ਕਪੇਸਟਿਵ ਰਿਐਕਟੈਂਸ ਅਤੇ ਇਸ ਵਿੱਚ ਵੱਗਣ ਵਾਲੀ (rms ਅਤੇ ਸਿੱਖਰ ਕਰੰਟ ਦਾ ਮਾਨ ਪਤਾ ਕਰੋ। ਜੇਕਰ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਨੂੰ ਦੁੱਗਣਾ ਕਰ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਕਪੇਸਟਿਵ ਰਿਐਕਟੈਂਸ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਦੇ ਮਾਨ ਤੇ ਕੀ ਪ੍ਰਭਾਵ ਹੋਵੇਗਾ?

ਹੱਲ— ਕਪੇਸਟਿਵ ਰਿਐਕਟੈਂਸ ਹੈ,

$$X_C = \frac{1}{2\pi\nu C} = \frac{1}{2\pi(50\text{Hz})(15.0\times10^{-6}\text{F})} = 212\,\Omega$$

rms ਕਰੰਟ ਹੈ

$$I = \frac{V}{X_C} = \frac{220\text{ V}}{212\,\Omega} = 1.04\text{ A}$$

ਸਿਖਰ ਕਰੰਟ ਹੈ

$$i_m = \sqrt{2}I = (1.41)(1.04\,A) = 1.47\,A$$

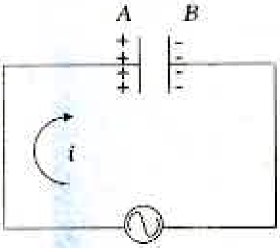
ਇਹ ਕਰੰਟ +1.47A ਅਤੇ −1.47 A ਦੇ ਵਿੱਚ ਡੋਲਨ ਕਰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਵੋਲਟਤਾ ਤੋਂ π/2 ਕੋਣ ਅਗਾਂਹ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਜੇਕਰ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੁਗਣੀ ਹੋ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਕਪੇਸਟਿਵ ਰਿਐਕਟੈਂਸ ਅੱਧਾ ਰਹਿ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਨਤੀਜਤਨ ਕਰੰਟ ਦੁਗਨਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

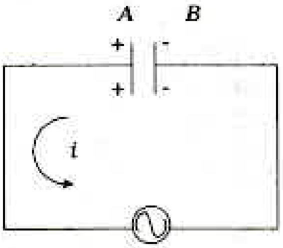
ਉਦਾਹਰਨ 7.4

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

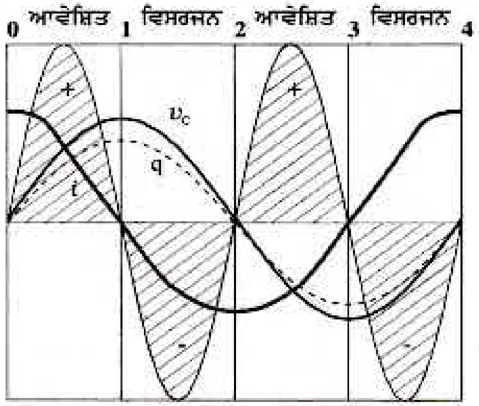
Downloaded from https:// www.studiestoday.com



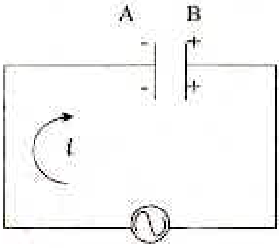
0-1 ਕਰੰਟ i ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਵੱਗਦਾ ਹੈ ਅਤੇ 0 ਤੇ ਵੱਧ ਤੋਂ ਵੱਧ ਮਾਨ ਤੋਂ 1 ਤੇ ਸਿਫ਼ਰ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਪਲੇਟ A ਤੇ ਧਨ ਚਾਰਜ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦਕਿ ਪਲੇਟ B ਤੇ ਰਿਣਾਤਮਕ ਚਾਰਜ q ਵੱਧਦਾ ਹੈ ਜੋ 1 ਤੋਂ ਸੱਭ ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿੱਥੇ ਕਰੰਟ ਸਿਫ਼ਰ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਵੋਲਟਤਾ $v_c = q/C$ ਚਾਰਜ q ਦੇ ਨਾਲ ਸਮਾਨ ਫੇਜ਼ ਵਿੱਚ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ 1 ਤੇ ਸਿਫ਼ਰ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕਰੰਟ ਅਤੇ ਵੋਲਟਤਾ ਦੋਵੇ ਧਨਾਤਮਕ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਸਲਈ $p = v_c i$ ਧਨਾਤਮਕ ਹੈ। ਇੱਕ ਚੌਥਾਈ ਵਿੱਚ ਜਦੋਂ-ਜੱਦੋਂ ਧਾਰਕ ਚਾਰਜ ਹੁੰਦਾ ਹੈ; ਇਹ ਸੋਮੇ ਤੋਂ ਚਾਰਜ ਸੋਖਦਾ ਹੈ।



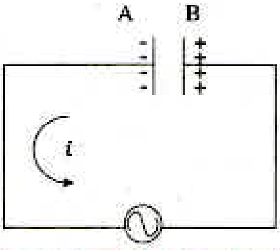
1-2 ਕਰੰਟ i ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਉਲਟ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਕੱਠਾ ਹੋਇਆ ਚਾਰਜ ਸਮਾਪਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਮਤਲਬ ਧਾਰਕ ਇੱਕ ਚੌਥਾਈ ਚੱਕਰ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜ ਛੱਡ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਵੋਲਟਤਾ ਘੱਟ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਪਰ ਧਨਾਤਮਕ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ। ਕਰੰਟ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਸ਼ਕਤੀ ਜੋ ਇਸਦਾ ਗੁਣਨਫਲ ਹੈ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। 0-1 ਚੌਥਾਈ ਵਿੱਚ ਸੋਖੀ ਊਰਜਾ ਇੱਕ ਚੌਥਾਈ ਵਿੱਚ ਵਾਪਸ ਮਿਲ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।



ਵੋਲਟਤਾ/ਕਰੰਟ/ਚਾਰਜ/ਸ਼ਕਤੀ ਦਾ ਇੱਕ ਪੂਰਾ ਚੱਕਰ। ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ ਕਰੰਟ ਵੋਲਟਤਾ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਅਗਾਂਹ ਹੈ।



2-3 ਕਿਉਂਕਿ ਕਰੰਟ i A ਤੋਂ B ਦੇ ਵੱਲ ਵਹਿੰਦਾ ਹੈ, ਧਾਰਕ ਉਲਟ ਧਰੁਵਤਾ ਦੇ ਨਾਲ ਚਾਰਜ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਭਾਵ ਪਲੇਟ B ਤੇ ਧਨਾਤਮਕ ਅਤੇ ਪਲੇਟ A ਰਿਣਾਤਮਕ ਚਾਰਜ ਲੱਗਦਾ ਹੈ। ਕਰੰਟ ਅਤੇ ਵੋਲਟਤਾ ਦੋਨੋਂ ਹੀ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਉਨ੍ਹਾਂ ਦਾ ਗੁਣਨਫਲ ਧਨਾਤਮਕ ਹੈ। ਇਸ ਚੌਥਾਈ ਚੱਕਰ ਵਿੱਚ ਧਾਰਕ ਊਰਜਾ ਸੋਖਦਾ ਹੈ।



3-4 ਬਿੰਦੂ 3 ਤੇ ਕਰੰਟ i ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਉਲਟ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ B ਤੋਂ A ਵੱਲ ਵਹਿਣ ਲੱਗ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਕੱਠਾ ਹੋਇਆ ਚਾਰਜ ਖ਼ਤਮ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਵੋਲਟਤਾ v_c ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਘੱਟ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ 4 ਤੇ ਧਾਰਕ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਚਾਰਜ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ v_c ਦਾ ਮਾਨ ਸਿਫ਼ਰ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਸ਼ਕਤੀ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ 2-3 ਵਿੱਚ ਸੋਖੀ ਊਰਜਾ ਸੋਮੇ ਨੂੰ ਵਾਪਸ ਦੇ ਦਿੱਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਕੁਲ ਸੋਖੀ ਊਰਜਾ ਸਿਫ਼ਰ ਹੈ।

ਚਿੱਤਰ 7.10

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਉਦਾਹਰਨ 7.5 ਇੱਕ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬੱਲਬ ਅਤੇ ਇੱਕ ਸਰਲ ਕੁੰਡਲੀ ਇੰਡਕਟਰ, ਇੱਕ ਕੁੰਜੀ ਸਹਿਤ, ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ, ਇੱਕ ac ਸੋਮੇ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਸਵਿਚ ਨੂੰ ਬੰਦ ਕਰ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ਅਤੇ ਕੁੱਝ ਸਮੇਂ ਬਾਅਦ ਇੱਕ ਲੋਹੇ ਦੀ ਛੜ ਇੰਡਕਟਰ ਕੁੰਡਲੀ ਦੇ ਅੰਦਰ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਵਾਈ ਗਈ। ਛੜ ਨੂੰ ਅੰਦਰ ਕਰਾਉਂਦੇ ਸਮੇਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਲਬ ਦੀ ਚਮਕ

ਚਿੱਤਰ 7.11

(a) ਵੱਧਦੀ ਹੈ (b) ਘੱਟਦੀ ਹੈ (c) ਬਦਲੀ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ। ਕਾਰਨ ਨਾਲ ਜਵਾਬ ਦਿਓ।

ਹੱਲ— ਜਿਵੇਂ-ਜਿਵੇਂ ਲੋਹੇ ਦੀ ਛੜ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਅੰਦਰ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਇੱਸ ਨੂੰ ਚੁੰਬਕਤਾ ਦਿੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਦੇ ਨਾਲ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵੱਧ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸਲਈ ਕੁੰਡਲੀ ਦਾ ਇੰਡਕਟੇਂਸ ਵੱਧ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਨਤੀਜਤਨ ਕੁੰਡਲੀ ਦਾ ਇੰਡਕਟਿਵ ਇੰਡਕਟੇਂਸ ਵੱਧ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਸਤੇਮਾਲ ac ਵੋਲਟਤਾ ਦਾ ਜ਼ਿਆਦਾ ਭਾਗ ਇੰਡਕਟਰ ਦੇ ਸਿਰਿਆ ਦੇ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਬਲਬ ਦੇ ਸਿਰਿਆ ਦੇ ਵਿੱਚ ਵੋਲਟਤਾ ਘੱਟ ਰਹਿ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਇਸਲਈ ਬਲਬ ਦੀ ਚਮਕ ਘੱਟ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 7.5

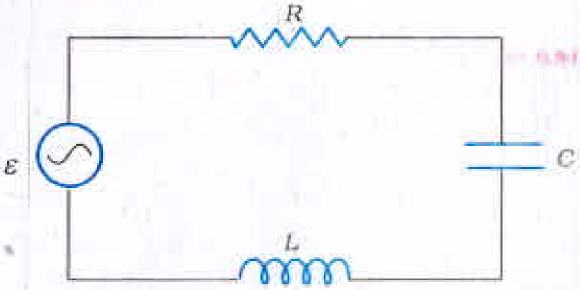
7.6 ਲੜੀਬੱਧ LCR ਸਰਕਟ ਤੇ ਅਪਲਾਈ AC ਵੋਲਟਤਾ

AC VOLTAGE APPLIED TO A SERIES LCR CIRCUIT

ਚਿੱਤਰ 7.12, ac ਸੋਮੇ ε ਨਾਲ ਜੁੜਿਆ ਲੜੀਵਾਰ LCR ਸਰਕਟ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਪਹਿਲੇ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਅਸੀਂ ac ਸੋਮੇ ਦੀ ਵੋਲਟਤਾ $v = v_m \sin \omega t$ ਲੈਂਦੇ ਹਾਂ।

ਜੇਕਰ ਧਾਰਕ ਤੇ ਚਾਰਜ q ਅਤੇ ਕਿਸੇ ਸਮੇਂ t ਤੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਵਹਿੰਦਾ ਕਰੰਟ i ਹੈ ਤਾਂ ਕਿਰਚੋਫ ਦੇ ਲੂਪ ਨਿਯਮ ਤੋਂ

$$L\frac{di}{dt}+iR+\frac{q}{C}=v \tag{7.20}$$



ਚਿੱਤਰ 7.12 ਕਿਸੇ ac ਸੋਮੇ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆਂ ਲੜੀਵਾਰ LCR ਸਰਕਟ

ਅਸੀਂ ਤਤਕਾਲੀਨ (Instantaneous) ਕਰੰਟ i ਅਤੇ ਇਸਤੇਮਾਲ ਵੋਲਟਤਾ v ਦੇ ਨਾਲ ਇਸਦਾ ਫੇਜ ਸੰਬੰਧ ਪਤਾ ਕਰਨਾ ਚਾਹੁੰਦੇ ਹਾਂ। ਅਸੀਂ ਇਸ ਮੁਸ਼ਕਲ ਦਾ ਹੱਲ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਦੋ ਤਰੀਕਿਆਂ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਾਂਗੇ। ਪਹਿਲਾ ਤਰੀਕਾ ਅਸੀਂ ਫੇਜਰ ਤਕਨੀਕ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਾਂਗੇ, ਦੂਜਾ ਤਰੀਕਾ ਅਸੀਂ ਸਮੀਕਰਣ ਨੂੰ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਹੱਲ ਕਰਕੇ i ਦੀ ਸਮੇਂ ਤੇ ਨਿਰਭਰਤਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਾਂਗੇ।

7.6.1 ਫੇਜ਼ਰ ਆਲੇਖ ਰਾਹੀਂ ਹੱਲ (Phasor-Diagram Solution)

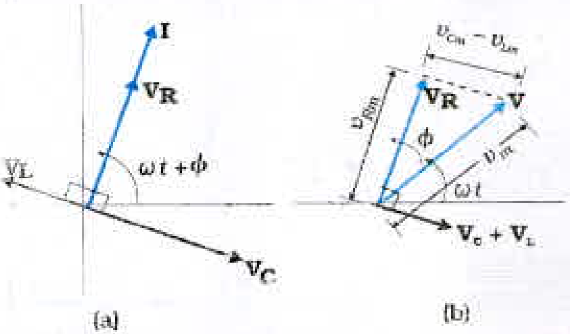
ਚਿੱਤਰ 7.12 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਗਏ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧਕ, ਇੰਡਕਟਰ ਅਤੇ ਧਾਰਕ ਲੜੀਵਾਰ ਜੁੜੇ ਹੈ। ਇਸਲਈ ਕਿਸੇ ਸਮੇਂ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਤੇ ਸਰਕਟ ਦੇ ਹਰ ਘਟਕ ਵਿੱਚ ac ਕਰੰਟ, ਉਸਦੇ ਆਯਾਮ (Amplitude) ਅਤੇ ਫੇਜ਼ ਦੇ ਸਮਾਨ ਹੈ। ਮੰਨ ਲਉ ਕੀ

$$i = i_m \sin(\omega t+\phi) \tag{7.21}$$

ਇਥੇ ϕ ਸੋਮੇ ਦੀ ਵੋਲਟਤਾ ਅਤੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਵਹਿਣ ਵਾਲੇ ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਫੇਜ਼ ਅੰਤਰ ਹੈ। ਪਿਛਲੇ ਹਿੱਸਿਆਂ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਜੋ ਸਿੱਖਿਆ ਉਸਦੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਅਸੀਂ ਇਥੇ ਕਰੰਟ ਦਾ ਇੱਕ ਫੇਜ਼ਰ ਆਲੇਖ ਬਣਾਵਾਂਗੇ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com



ਚਿੱਤਰ 7.13 (a) ਫੇਜ਼ਰ $\mathbf{V}_L$, $\mathbf{V}_R$, $\mathbf{V}_C$, ਅਤੇ I ਦੇ ਵਿੱਚ ਪਰਸਪਰਿਕ ਸੰਬੰਧ (b) ਫੇਜ਼ਰ $\mathbf{V}_L$, $\mathbf{V}_R$, ਅਤੇ $(\mathbf{V}_L + \mathbf{V}_C)$ ਦੇ ਵਿੱਚ 7.11 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਗਏ ਸਰਕਟ ਲਈ ਸੰਬੰਧ

ਮੰਨ ਲਓ ਸਮੀਕਰਣ (7.21) ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੇ ਸਰਕਟ ਦੇ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਫੇਜ਼ਰ **I** ਨਾਲ ਵਿਅਕਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਅਤੇ ਇੰਡਕਟਰ, ਪ੍ਰਤਿਰੋਧਕ, ਧਾਰਕ ਅਤੇ ਸ੍ਰੋਮੇ ਦੇ ਸਿਰਿਆ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਵੋਲਟਤਾ ਨੂੰ $\mathbf{V}_L$, $\mathbf{V}_R$, $\mathbf{V}_C$ ਅਤੇ **V** ਨਾਲ ਲਿਖਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਪਿਛਲੇ ਭਾਗ ਤੋਂ ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ $\mathbf{V}_R$, **I** ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਹੈ, $\mathbf{V}_C$ ਕਰੰਟ **I** ਤੋਂ π/2 ਰੇਡਿਅਨ ਪਿੱਛੇ ਹੈ ਅਤੇ $\mathbf{V}_L$, **I** ਤੋਂ π/2 ਰੇਡਿਅਨ ਅੱਗੇ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 7.13(a) ਵਿੱਚ $\mathbf{V}_L$, $\mathbf{V}_R$, $\mathbf{V}_C$ ਅਤੇ **I** ਨੂੰ ਸਾਰੇ ਫੇਜ ਸੰਬੰਧਾਂ ਦੇ ਨਾਲ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।

ਇਨ੍ਹਾਂ ਫੇਜ਼ਰਸ ਦੀ ਲੰਬਾਈ ਮਤਲਬ $\mathbf{V}_R$, $\mathbf{V}_C$ ਅਤੇ $\mathbf{V}_L$ ਦਾ ਆਯਾਮ (amplitude) ਹੈ :

$$v_{Rm} = i_m R,\ v_{Cm} = i_m X_C,\ v_{Lm} = i_m X_L \qquad (7.22)$$

ਸਰਕਟ ਦੇ ਲਈ ਸਮੀਕਰਣ (7.20) ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਲਿਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

$$v_L + v_R + v_C = v \qquad (7.23)$$

ਉਹ ਫੇਜ਼ਰ ਸੰਬੰਧ ਜਿਸਦੇ ਲੰਬਕਾਰੀ (Vertical) ਘੱਟਕਾ ਵੱਲੋਂ ਉੱਤੇ ਦਿੱਤਾ ਸਮੀਕਰਣ ਬਣਦਾ ਹੈ, ਉਹ ਹੈ

$$\mathbf{V}_L + \mathbf{V}_R + \mathbf{V}_C = \mathbf{V} \qquad (7.24)$$

ਇਸ ਸੰਬੰਧ ਨੂੰ ਚਿੱਤਰ 7.13(b) ਵਿੱਚ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ $\mathbf{V}_C$ ਅਤੇ $\mathbf{V}_L$ ਹਮੇਸ਼ਾ ਇੱਕ ਸਰਲ ਰੇਖਾ ਵਿੱਚ ਅਤੇ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਉਲਟ ਦਿਸ਼ਾਵਾ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਉਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਇੱਕ ਇਕੱਲੇ ਫੇਜ਼ਰ $(\mathbf{V}_C + \mathbf{V}_L)$ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਕੱਠੇ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਜਿਸਦਾ ਪਰਿਮਾਣ $|v_{Cm} \quad v_{Lm}|$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ **V** ਉਸ ਸਮਕੋਣ ਤ੍ਰਿਭੁਜ ਦੇ ਕਰਨ ਨਾਲ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਜਿਸ ਦੀਆਂ ਭੁਜਾਵਾਂ $\mathbf{V}_R$ ਅਤੇ $(\mathbf{V}_C + \mathbf{V}_L)$ ਹਨ, ਪਾਈਥਾਗੋਰਸ (Pythagoras) ਥਿਉਰਮ ਵੱਲੋ

$$v_m^2 = v_{Rm}^2 + \left(v_{Cm} - v_{Lm}\right)^2$$

ਸਮੀਕਰਣ (7.22) ਤੋਂ, v_{Rm}, v_{Cm}, ਅਤੇ v_{Lm} ਦੇ ਮਾਨ ਹਰੇਕ ਸਮੀਕਰਣ ਵਿੱਚ ਰੱਖਣ ਤੇ

$$v_m^2 = (i_m R)^2 + (i_m X_C - i_m X_L)^2$$

$$= i_m^2 \left[R^2 + (X_C - X_L)^2\right]$$

ਅਤੇ $$i_m = \frac{v_m}{\sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2}} \qquad [7.25(a)]$$

ਕਿਸੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਵਾਂਗ ਅਸੀਂ ac ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤਿਬਾਧਾ (Impedance) Z ਨੂੰ ਉਪਯੋਗ ਵਿੱਚ ਲਿਆਵਾਂਗੇ, ਤਾਂ

$$i_m = \frac{v_m}{Z} \qquad [7.25(b)]$$

ਇੱਥੇ $$Z = \sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2} \qquad (7.26)$$

ਕਿਉਂਕਿ ਫੇਜ਼ਰ **I** ਹਮੇਸ਼ਾ ਫੇਜ਼ਰ $\mathbf{V}_R$ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਫੇਜ ਕੋਣ ϕ, $\mathbf{V}_R$ ਅਤੇ **V** ਦੇ ਵਿੱਚ ਬਣਿਆ ਕੋਣ ਹੈ ਅਤੇ ਚਿੱਤਰ 7.14 ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਇਸਦਾ ਮਾਨ ਪਤਾ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ

$$\tan\phi = \frac{v_{Cm} - v_{Lm}}{v_{Rm}}$$

ਸਮੀਕਰਣ (7.22) ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਨ ਤੇ,

$$\tan\phi = \frac{X_C - X_L}{R} \qquad (7.27)$$

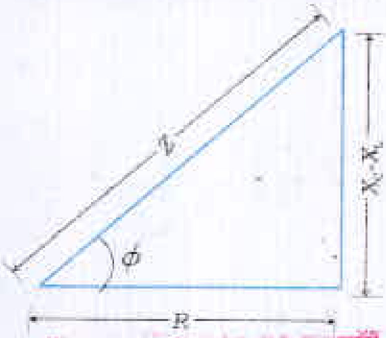
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਸਮੀਕਰਣ (7.26) ਅਤੇ (7.27) ਨੂੰ ਚਿੱਤਰ (7.14) ਵਿੱਚ ਆਲੇਖਿਤ ਕੀਤਾ ਹੈ। ਇਹ ਪ੍ਰਤਿਬਾਧਾ (Impedance) ਆਲੇਖ ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਇੱਕ ਸਮਕੋਣ ਤ੍ਰਿਭੁਜ ਹੈ ਜਿਸਦਾ ਕਰਨ Z ਹੈ।

ਸਮੀਕਰਣ 7.25(a) ਕਰੰਟ ਦਾ ਆਯਾਮ ਦੱਸਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਸਮੀਕਰਣ (7.27) ਤੋਂ ਫੇਜ਼ ਕੋਣ ਦਾ ਮਾਨ ਪਤਾ ਲੱਗਦਾ ਹੈ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਨਾਲ ਮਿਲਕੇ ਸਮੀਕਰਣ (7.21) ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਅੱਕਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

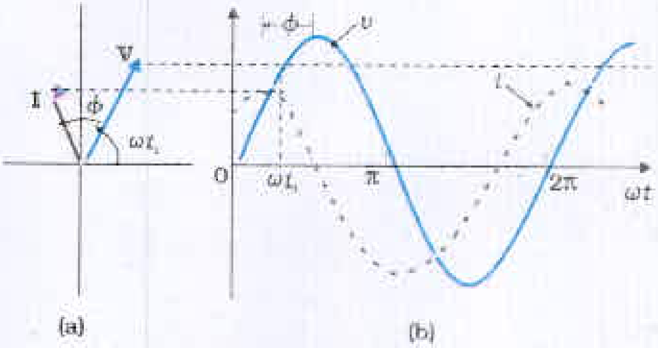
ਜੇਕਰ $X_C > X_L$, ϕ ਧਨਾਤਮਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਸਰਕਟ ਕਪੈਸਟਿਵ (Capacitive) ਹੈ। ਨਤੀਜਤਨ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਸੋਮਾ ਵੋਲਟਤਾ ਤੋਂ ਅੱਗੇ ਹੋਵੇਗਾ। ਜੇਕਰ $X_C < X_L$, ϕ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਸਰਕਟ ਇੰਡਕਟਿਵ (Inductive) ਹੈ। ਨਤੀਜਤਨ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਸੋਮਾ ਵੋਲਟਤਾ ਤੋਂ ਪਿੱਛੇ ਹੋਵੇਗਾ।



ਚਿੱਤਰ 7.14 ਇੰਮਪੀਡੇਂਸ ਆਲੇਖ

ਚਿੱਤਰ 7.15 $X_C > X_L$ ਦੇ ਲਈ ਫੇਜ਼ ਆਲੇਖ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ωt ਦੇ ਨਾਲ v ਅਤੇ i ਵਿੱਚ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਬਦਲਾਵ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ।

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਫੇਜ਼ਰ ਤਕਨੀਕ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ, ਅਸੀਂ ਲੜੀਵਾਰ LCR ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਦਾ ਆਯਾਮ ਅਤੇ ਫੇਜ਼ ਪਤਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਪਰ ac ਸਰਕਟ ਨੂੰ ਘੋਖਣ ਦਾ ਇਹ ਤਰੀਕਾ ਕਈ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀਆਂ ਖਾਮੀਆਂ ਨਾਲ ਭਰਿਆ ਹੈ। ਪਹਿਲਾ ਫੇਜ਼ਰ ਆਲੇਖ ਸ਼ੁਰੂਆਤੀ ਹਾਲਤ ਬਾਰੇ ਕੁੱਝ ਨਹੀਂ ਕਹਿੰਦਾ। t ਦੇ ਕਿਸੇ ਇਖਤਿਆਰੀ ਮੂਲ ਨੂੰ ਲੈ ਕੇ (ਮੰਨ ਲਓ t_1, ਜਿਵੇਂ ਕੀ ਅਸੀਂ ਪਹਿਲੇ ਕੀਤਾ ਹੈ) ਵੱਖ ਵੱਖ ਫੇਜ਼ਰ ਖਿੱਚੋ ਜੋ ਕੀ ਇਹਨਾਂ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਫੇਜ਼ਰਾ ਵਿੱਚ ਸਾਪੇਖੀ ਕੋਣ ਦਿਖਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਾਲ ਪਤਾ ਕੀਤੇ ਹਲ ਨੂੰ ਸਥਾਈ ਅਵਸਥਾ ਹਲ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਕੋਈ ਵਿਆਪਕ ਹੱਲ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਇਸ ਦੇ ਨਾਲ ਸਾਡੇ ਕੋਲ ਚਲਣਹਾਰ ਹਲ ਵੀ ਹੈ ਜੋ ਕੀ $v = 0$ ਲਈ ਵੀ ਹੈ। ਵਿਆਪਕ ਹਲ ਚਲਣਹਾਰ ਹੱਲ ਅਤੇ ਸਥਾਈ ਹਲ ਦਾ ਜੋੜ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇੱਕ ਵੱਡੇ ਸਮੇਂ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਚੱਲਣਹਾਰ ਹਲ ਖੱਤਮ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਸਰਕਟ ਦਾ ਹਲ ਸਟੇਡੀ ਸਟੇਟ ਹੱਲ ਨਾਲ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 7.15 (a) **V** ਅਤੇ **I** ਦਾ ਫੇਜ਼ਰ ਆਲੇਖ
(b) ਲੜੀਵਾਰ LCR ਸਰਕਟ ਜਿੱਥੇ $X_C > X_L$ ਹੈ ਦੇ ਲਈ v ਅਤੇ i ਦਾ ωt ਦੇ ਨਾਲ ਆਲੇਖ

7.6.2 ਵਿਸ਼ਲੇਸ਼ੀ ਹੱਲ (Analytical solution)

ਸਰਕਟ ਕੇ ਲਈ ਵੋਲਟਤਾ ਸਮੀਕਰਣ

$$L\frac{di}{dt} + Ri + \frac{q}{C} = v$$

$$= v_m \sin \omega t$$

ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕੀ $i = dq/dt$. ਇਸਲਈ, $di/dt = d^2q/dt^2$ q ਦੇ ਪਦਾ ਵਿੱਚ ਵੋਲਟਤਾ ਸਮੀਕਰਣ ਬਣ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

$$L\frac{d^2q}{dt^2} + R\frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} = v_m \sin \omega t \qquad (7.28)$$

ਇਹ ਕਿਸੇ ਜਬਰੀ ਅਣਮੰਦਿਤ ਡੋਲਕ (forced damped oscillator) ਵਰਗਾ ਸਮੀਕਰਣ ਹੈ [ਵੇਖੋ ਸਮੀਕਰਣ {14.37(b)} ਜਮਾਤ XI ਭੌਤਿਕੀ ਪਾਠ ਪੁਸਤਕ]। ਮੰਨ ਲਓ ਇਸਦਾ ਇਕ ਹਲ ਹੈ–

$$q = q_m \sin (\omega t + \theta) \qquad [7.29(a)]$$

$$\text{ਤਾਂ ਜੋ } \frac{dq}{dt} = q_m \omega \cos(\omega t + \theta) \qquad [7.29(b)]$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਅਤੇ $$\frac{d^2q}{dt^2} = -q_m\omega^2 \sin(\omega t + \theta) \qquad [7.29(c)]$$

ਇਨ੍ਹਾਂ ਮਾਨਾਂ ਨੂੰ ਸਮੀਕਰਣ (7.28) ਵਿੱਚ ਰੱਖਣ ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

$$q_m\omega\left[R\cos(\omega t + \theta) + (X_C - X_L)\sin(\omega t + \theta)\right] = v_m \sin\omega t \qquad (7.30)$$

ਇਥੇ ਅਸੀਂ $X_c = 1/\omega C$ ਅਤੇ $X_L = \omega L$ ਸੰਬੰਧਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਹੈ, ਸਮੀਕਰਣ (7.30) ਦੇ ਨਾਮ ਪੱਖ ਨੂੰ $Z = \sqrt{R^2 + (X_c - X_L)^2}$ ਤੇ ਗੁਣਾ ਅਤੇ ਵਿਭਾਜਿਤ ਕਰਨ ਤੇ,

$$q_m\omega Z\left[\frac{R}{Z}\cos(\omega t + \theta) + \frac{(X_C - X_L)}{Z}\sin(\omega t + \theta)\right] \qquad (7.31)$$

ਹੁਣ ਮੰਨਿਆ ਕਿ

ਅਤੇ $$\frac{(X_C - X_L)}{Z} = \sin\phi$$

ਤਾਂ ਜੋ $$\phi = \tan^{-1}\frac{X_C - X_L}{R} \qquad (7.32)$$

ਸਮੀਕਰਣ (7.31) ਵਿੱਚ ਇਹ ਮਾਨ ਪ੍ਰਤੀਸਥਾਪਿਤ ਕਰਕੇ ਸਰਲੀਕਰਣ ਕਰਨ ਤੇ,

$$q_m\omega Z\cos(\omega t + \theta - \phi) = v_m \sin\omega t \qquad (7.33)$$

ਇਸ ਸਮੀਕਰਣ ਦੇ ਦੋਨਾਂ ਪੱਖ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਕਰਨ ਤੇ ਅਸੀਂ ਵੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ

$$v_m = q_m\,\omega Z = i_m Z$$

ਇਥੇ

$$i_m = q_m\,\omega \qquad [7.33(a)]$$

ਅਤੇ $\theta - \phi = -\frac{\pi}{2}$ ਜਾਂ $\theta = -\frac{\pi}{2} + \phi$ [7.33(b)]

ਇਸ ਲਈ ਪਰਿਪੱਥ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਦਾ ਸੰਬੰਧ ਹੈ

$$i = \frac{dq}{dt} = q_m\,\omega\cos(\omega t + \theta)$$

$$= i_m \cos(\omega t + \theta)$$

ਜਾਂ $$i = i_m\sin(\omega t + \phi) \qquad (7.34)$$

ਇਥੇ $$i_m = \frac{v_m}{Z} = \frac{v_m}{\sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2}} \qquad [7.34(a)]$$

ਅਤੇ $$\phi = \tan^{-1}\frac{X_C - X_L}{R}$$

ਇਸ ਲਈ ਪਰਿਪਥ ਜਾਂ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਦੇ ਆਯਾਮ (amplitude) ਅਤੇ ਕਲਾ (phase) ਦੇ ਲਈ ਵਿਸਲੇਸ਼ਨਾਤਮਕ ਹਲ ਫੇਜ਼ਰ ਤਕਨੀਕ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹਲ ਨਾਲ ਮੇਲ ਖਾਂਦਾ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

7.6.3 ਅਨੁਨਾਦ (Resonance)

ਲੜੀਬੱਧ *RLC* ਸਰਕਟ ਦਾ ਇੱਕ ਰੋਚਕ ਅਭਿਲੱਖਣ ਅਨੁਨਾਦ ਦਾ ਵਰਤਾਰਾ ਹੈ। ਅਨੁਨਾਦ ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਸਾਰੇ ਸਿਸਟਮਾਂ ਦੀ ਇੱਕ ਆਮ ਪਰਿਘਟਨਾ ਹੈ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਖਾਸ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਤੇ ਡੋਲਨ ਕਰਨ ਦੀ ਪਰਵਿਰਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਉੱਸ ਸਿਸਟਮ ਦੀ ਕੁਦਰਤੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ (natural frequency) ਕਹਾਉਂਦੀ ਹੈ। ਜੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦਾ ਕੋਈ ਸਿਸਟਮ ਕਿਸੇ ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਉਰਜਾ ਸੋਮੇ ਦੁਆਰਾ ਸੰਚਾਲਿਤ ਹੋਵੇ ਜਿਸਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਸਿਸਟਮ ਦੀ ਕੁਦਰਤੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਨੇੜੇ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਸਿਸਟਮ ਬਹੁਤ ਅਧਿਕ ਆਯਾਮ ਦੇ ਨਾਲ ਡੋਲਨ ਕਰਦਾ ਪਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸਦਾ ਇੱਕ ਸੌਖਾ ਉਦਾਹਰਣ ਝੂਲੇ ਤੇ ਬੈਠਿਆ ਹੋਇਆ ਬੱਚਾ ਹੈ। ਝੂਲੇ ਦੀ ਪੈਂਡੂਲਮ ਵਾਂਗ ਮੂਲ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਇਧਰ-ਉੱਧਰ ਡੋਲਨ ਕਰਨ ਦੀ ਕੁਦਰਤੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਜੇ ਬੱਚਾ ਰੱਸੀ ਨੂੰ ਨਿਯਮਿਤ ਸਮਾਂ ਅੰਤਰਾਲਾਂ ਤੇ ਖਿਚਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਖਿੱਚਣ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਲਗਭਗ ਝੂਲੇ ਦੇ ਡੋਲਨਾਂ ਦੀ ਕੁਦਰਤੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਝੂਲਣ ਦਾ ਆਯਾਮ ਵੱਧ ਹੋਵੇਗਾ (ਵੇਖੋ ਜਮਾਤ XI ਦਾ ਅਧਿਆਇ 14)।

v_m ਆਯਾਮ ਅਤੇ ω ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੀ ਵੋਲਟੇਜ ਦੁਆਰਾ ਸੰਚਾਲਿਤ *RLC* ਸਰਕਟ ਦੇ ਲਈ ਅਸੀਂ ਵੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਕਰੰਟ ਆਯਾਮ

$$i_m = \frac{v_m}{Z} = \frac{v_m}{\sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2}}$$

ਇੱਥੇ $X_c = 1/\omega C$ ਅਤੇ $X_L = \omega L$ ਇਸ ਲਈ ਜੇ ω ਨੂੰ ਬਦਲਿਆ ਜਾਵੇ ਤਾ ਇੱਕ ਖਾਸ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ω_0 ਤੇ $X_c = X_L$ ਅਤੇ ਇੰਪੀਡੇਂਸ (impedance) Z ਦਾ ਮਾਨ ਨਿਊਨਤਮ $\left(Z = \sqrt{R^2 + 0^2} = R\right)$ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਅਨੁਨਾਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ (*resonance frequency*) ਕਹਾਉਂਦੀ ਹੈ :

$$X_c = X_L \text{ ਜਾਂ } \frac{1}{\omega_0 C} = \omega_0 L$$

$$\text{ਜਾਂ} \quad \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \tag{7.35}$$

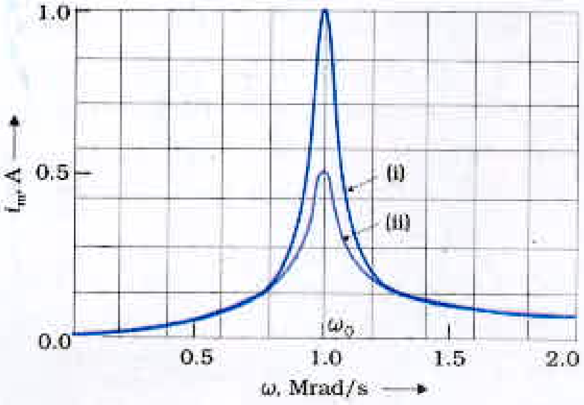
ਅਨੁਨਾਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਤੇ ਕਰੰਟ ਦਾ ਆਯਾਮ ਅਧਿਕਤਮ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਮਾਨ ਹੈ, $i_m = v_m/R$.

ਚਿੱਤਰ 7.16 ਕਿਸੇ *RLC* ਲੜੀਬੱਧ ਸਰਕਟ ਲਈ ω ਦੇ ਨਾਲ i_m ਦਾ ਪਰਿਵਰਤਨ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇੱਥੇ L = 1.00 mH, C = 1.00 nF ਹੈ ਅਤੇ R ਦੇ ਦੋ ਵੱਖ ਵੱਖ ਮਾਨ (i) R = 100 Ω ਅਤੇ (ii) R = 200 Ω ਲਏ ਗਏ ਹਨ। ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤੇ ਸੋਮੇ ਲਈ v_m = 100 V, ਇਸ ਸੰਬੰਧ ਵਿੱਚ

$$\omega_0 = \left(\frac{1}{\sqrt{LC}}\right) = 1.00\times10^6$$

rad/s.

ਅਸੀਂ ਵੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਅਨੁਨਾਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਤੇ ਕਰੰਟ ਦਾ ਆਯਾਮ ਅਧਿਕਤਮ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ $i_m = v_m / R$ ਅਨੁਨਾਦ ਦੀ ਸਥਿਤੀ



ਚਿੱਤਰ 7.16 ਦੋ ਕੇਸਾਂ (i) R = 100 Ω ਅਤੇ (ii) R = 200 Ω ਲਈ, ω ਦੇ ਨਾਲ i_m ਦਾ ਪਰਿਵਰਤਨ। ਦੋਨਾਂ ਕੇਸਾਂ ਵਿੱਚ L = 1.00 mH

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਵਿੱਚ ਕੇਸ (i) ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਕੇਸ (ii) ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਤੋਂ ਕਰੰਟ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ ਨਾਲ ਦੋਗੁਣਾ ਹੈ।

ਅਨੁਨਾਦੀ ਸਰਕਟਾਂ ਦੇ ਤਰ੍ਹਾਂ-ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਅਨੁ ਪ੍ਰਯੋਗ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਉਦਾਹਰਣ ਲਈ ਰੇਡੀਓ ਅਤੇ ਟੀ.ਵੀ. ਸੈਟ ਦੇ ਟਿਊਨਿੰਗ ਦੀ ਵਿਧੀ। ਕਿਸੇ ਰੇਡਿਓ ਦਾ ਐਂਟੀਨਾ (antenna) ਅਨੇਕ ਪ੍ਰਸਾਰਕ ਸਟੇਸ਼ਨਾਂ ਦੇ ਸੰਕੇਤਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਐਂਟੀਨਾ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਸੰਕੇਤ, ਰੇਡਿਓ ਦੇ ਟਿਊਨਿੰਗ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਸ੍ਰੋਤ ਦਾ ਕਾਰਜ ਕਰਦੇ ਹਨ, ਇਸ ਲਈ ਸਰਕਟ ਅਨੇਕ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਤੇ ਚਲਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਪਰੰਤੂ ਕਿਸੇ ਖਾਸ ਰੇਡਿਓ ਸਟੇਸ਼ਨ ਨੂੰ ਸੁਣਨ ਲਈ ਅਸੀਂ ਰੇਡਿਓ ਨੂੰ ਟਿਊਨ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਟਿਊਨਿੰਗ ਲਈ ਅਸੀਂ ਟਿਊਨਿੰਗ ਸਰਕਿਟ ਵਿੱਚ ਲੱਗੇ ਕਪੈਸਿਟਰ ਦੀ ਕਪੈਸਿਟੈਂਸ ਨੂੰ ਬਦਲ ਕੇ ਸਰਕਟ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਨੂੰ ਬਦਲ ਕੇ ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਲੈ ਕੇ ਆਉਂਦੇ ਹਨ ਕਿ ਉਸਦੀ ਅਨੁਨਾਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਪ੍ਰਾਪਤ ਰੇਡਿਓ ਸੰਕੇਤਾਂ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੋ ਜਾਵੇ। ਜਦੋਂ ਇਹੋ ਜਿਹਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਉਸ ਖਾਸ ਰੇਡਿਓ ਸਟੇਸ਼ਨ ਤੋਂ ਆਉਣ ਵਾਲੇ ਸੰਕੇਤਾਂ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਕਰੰਟ ਦਾ ਆਯਾਮ ਅਧਿਕਤਮ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਇੱਕ ਜਰੂਰੀ ਅਤੇ ਧਿਆਨ ਦੇਣ ਯੋਗ ਤੱਥ ਹੈ ਕਿ ਅਨੁਵਾਦ ਦੀ ਪਰਿਘਟਨਾ ਸਿਰਫ ਉਨ੍ਹਾਂ ਸਰਕਟਾਂ ਦੁਆਰਾ ਦਿਖਾਈ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ L ਅਤੇ C ਦੋਨੇ ਸ਼ਾਮਿਲ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਕਿਉਂਕਿ ਸਿਰਫ ਉਦੋਂ ਹੀ L ਅਤੇ C ਦੇ ਦੋ ਸਿਰਿਆ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਵੋਲਟੇਜ (ਵਿਪਰੀਤ ਫੇਜ ਵਿੱਚ ਹੋਣ ਕਾਰਨ) ਇਕ ਦੂਸਰੇ ਨੂੰ ਨਿਰਸਤ ਕਰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਆਯਾਮ v_m/R ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਕੁਲ ਸ੍ਰੋਤ ਵੋਲਟੇਜ R ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਹੀ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਪਾਈ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸਦਾ ਅਰਥ ਇਹ ਹੋਇਆ ਕਿ RL ਜਾਂ RC ਪਰਿਪਥ ਵਿਚ ਅਨੁਨਾਦ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ।

ਅਨੁਨਾਦ ਦੀ ਤੀਵਰਤਾ *(Sharpness of resonance)*

ਲੜੀਬੱਧ LCR ਸਰਕਿਟ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਦਾ ਆਯਾਮ

$$i_m = \frac{v_m}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}}$$

ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਮਾਨ ਅਧਿਕਤਮ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਜਦੋਂ $\omega = \omega_0 = 1/\sqrt{LC}$. ਅਤੇ ਇਹ ਅਧਿਕਤਮ ਮਾਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ $i_m^{max} = v_m / R$

ω ਦੇ ω_0 ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ ਸਾਰੇ ਮਾਨਾਂ ਲਈ ਕਰੰਟ ਦਾ ਆਯਾਮ, ਇਸਦੇ ਅਧਿਕਤਮ ਮਾਨ ਤੋਂ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ ਅਸੀਂ ω ਦਾ ਇਕ ਇਹੋ ਜਿਹਾ ਮਾਨ ਚੁਣਦੇ ਹਾਂ ਜਿਸਦੇ ਲਈ ਕਰੰਟ ਆਯਾਮ, ਅਧਿਕਤਮ ਮਾਨ ਦਾ $1/\sqrt{2}$ ਗੁਣਾ ਹੈ ਇਸ ਮਾਨ ਦੇ ਲਈ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਹੋਣ ਵਾਲਾ ਸ਼ਕਤੀ ਖੈ ਅੱਧਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ (7.16) ਦੇ ਵਕਰ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਵੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ω ਦੇ ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਦੋ ਮਾਨ ਹਨ, ω_1 ਅਤੇ ω_2, ਜਿਸ ਵਿਚੋਂ, ਇੱਕ ω_0 ਤੋਂ ਘੱਟ ਹੈ ਅਤੇ ਦੂਸਰਾ ω_0 ਤੋਂ ਵੱਧ। ਇਹੋ ਦੋਨੋ ਮਾਨ ω_0 ਦੇ ਇੱਧਰ-ਉੱਧਰ ਇੱਕੋ ਦੂਰੀ ਨਾਲ ਸਥਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਅਸੀਂ ਲਿਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ :-

$$\omega_1 = \omega_0 + \Delta\omega$$

$$\omega_2 = \omega_0 - \Delta\omega$$

ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੋਨਾਂ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦਾ ਅੰਤਰ $\omega_1 - \omega_2 = 2\Delta\omega$ ਸਰਕਟ ਦਾ ਬੈਂਡ-ਵਿਸਤਾਰ *(bandwidth)* ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਰਾਸ਼ੀ $(\omega_0 / 2\Delta\omega)$ ਨੂੰ ਅਨੁਨਾਦ ਦੀ ਤੀਵਰਤਾ ਦਾ ਮਾਪ ਮੰਨਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। $\Delta\omega$ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਛੋਟਾ ਹੋਵੇਗਾ, ਅਨੁਨਾਦ ਉਨ੍ਹਾਂ ਹੀ ਤੀਬਰ ਜਾਂ ਤਿੱਖਾ ਹੋਵੇਗਾ

$\Delta\omega$ ਦੇ ਲਈ ਵਿਅੰਜਕ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ, ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ ਕਰੰਟ-ਆਯਾਮ $i_m = \left(1/\sqrt{2}\right) i_m^{max}$ ਉਦੋਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦ $\omega_1 = \omega_0 + \Delta\omega$. ਇਸ ਲਈ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

at ω_1, ਤੇ $i_m = \dfrac{v_m}{\sqrt{R^2 + \left(\omega_1 L - \dfrac{1}{\omega_1 C}\right)^2}}$

$$= \frac{i_m^{\max}}{\sqrt{2}} = \frac{v_m}{R\sqrt{2}}$$

ਜਾਂ $\sqrt{R^2 + \left(\omega_1 L - \dfrac{1}{\omega_1 C}\right)^2} = R\sqrt{2}$

ਜਾਂ $R^2 + \left(\omega_1 L - \dfrac{1}{\omega_1 C}\right)^2 = 2R^2$

$$\omega_1 L - \frac{1}{\omega_1 C} = R$$

ਜਿਸਨੂੰ ਲਿੱਖ ਸਕਦੇ ਹਾ

$$(\omega_0 + \Delta\omega) L - \frac{1}{(\omega_0 + \Delta\,\omega) C} = R$$

$$\omega_0 L \left(1 + \frac{\Delta\omega}{\omega_0}\right) - \frac{1}{\omega_0 C\left(1 + \dfrac{\Delta\omega}{\omega_0}\right)} = R$$

ਖੱਬੇ ਪਾਸੇ ਦੇ ਦੂਸਰੇ ਪੱਦ ਵਿੱਚ $\omega_0^2 = \dfrac{1}{LC}$ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਨ ਤੇ

$$\omega_0 L \left(1 + \frac{\Delta\omega}{\omega_0}\right) - \frac{\omega_0 L}{\left(1 + \dfrac{\Delta\omega}{\omega_0}\right)} = R$$

ਕਿਉਂਕਿ $\dfrac{\Delta\omega}{\omega_0} << 1$, $\left(1 + \dfrac{\Delta\omega}{\omega_0}\right)^{-1}$ ਦਾ ਨੇੜੇ ਦਾ ਮਾਨ $\left(1 - \dfrac{\Delta\omega}{\omega_0}\right)$ ਰੱਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ,

ਇਸ ਲਈ $\omega_0 L \left(1 + \dfrac{\Delta\omega}{\omega_0}\right) - \omega_0 L \left(1 - \dfrac{\Delta\omega}{\omega_0}\right) = R$

ਜਾਂ $\omega_0 L \dfrac{2\Delta\omega}{\omega_0} = R$

$$\Delta\omega = \frac{R}{2L} \qquad [7.36(a)]$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਇਸ ਲਈ ਅਨੁਨਾਦ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ

$$\frac{\omega_0}{2\Delta\omega} = \frac{\omega_0 L}{R} \qquad [7.36(b)]$$

ਅਨੁਪਾਤ $\frac{\omega_0 L}{R}$ ਨੂੰ ਸਰਕਟ ਦਾ ਗੁਣਵੱਤਾ ਗੁਣਾਂਕ (*quality factor*), Q ਵੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ,

$$Q = \frac{\omega_0 L}{R} \qquad [7.36(c)]$$

ਸਮੀਕਰਣ [7.36 (b)] ਅਤੇ [7.36 (c)] ਤੋਂ ਅਸੀਂ ਵੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ $2\Delta\omega = \frac{\omega_0}{Q}$ ਇਸ ਲਈ Q ਦਾ ਮਾਨ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਵੱਧ ਹੋਵੇਗਾ, $2\Delta\omega$ ਭਾਵ ਬੈਂਡ ਵਿਸਤਾਰ ਦਾ ਮਾਨ ਉਨ੍ਹਾਂ ਹੀ ਘੱਟ ਹੋਵੇਗਾ ਅਤੇ ਅਨੁਨਾਦ ਉਨ੍ਹਾਂ ਹੀ ਤਿੱਖਾ ਹੋਵੇਗਾ। $\omega_0^2 = 1/LC$ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਸਮੀਕਰਣ [7.36(c)] ਨੂੰ ਸਮਤੁਲਤਾ ਨਾਲ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਅਕਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ $Q = 1/\omega_0 CR$.

ਚਿੱਤਰ 7.15 ਤੋਂ ਅਸੀਂ ਵੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਜੇ ਅਨੁਨਾਦ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਘੱਟ ਹੋਵੇ ਤਾ ਨਾ ਸਿਰਫ ਅਧਿਕਤਮ ਕਰੰਟ ਦਾ ਮਾਨ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਸਰਕਟ ਹੋਰ ਵੱਡੇ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਖੇਤਰ $\Delta\omega$ ਲਈ ਅਨੁਨਾਦ ਦੇ ਨੇੜੇ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਲਈ ਸਰਕਟ ਦੀ ਟਿਊਨਿੰਗ ਚੰਗੀ ਨਹੀਂ ਹੋ ਸਕੇਗੀ। ਇਸ ਲਈ ਅਨੁਨਾਦ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਘੱਟ ਤਿੱਖਾ ਹੋਵੇਗਾ ਸਰਕਟ ਦੀ ਚੋਣ ਯੋਗਤਾ ਉਨੀ ਹੀ ਘੱਟ ਹੋਵੇਗੀ। ਇਸਦੇ ਉਲਟ ਜੇ ਅਨੁਨਾਦ ਤਿੱਖਾ ਹੈ ਤਾਂ ਸਰਕਟ ਦੀ ਚੋਣ ਯੋਗਤਾ ਵੀ ਵੱਧ ਹੋਵੇਗੀ। ਸਮੀਕਰਣ (7.36) ਤੋਂ ਅਸੀਂ ਵੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਜੇ ਗੁਣਵੱਤਾ ਗੁਣਾਂਕ ਵੱਧ ਹੈ ਭਾਵ R ਘੱਟ ਜਾਂ L ਵੱਧ ਹੈ ਤਾਂ ਸਰਕਟ ਦੀ ਚੋਣ ਯੋਗਤਾ ਵੱਧ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 7.6

ਉਦਾਹਰਨ 7.6 ਇੱਕ 200 Ω ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਅਤੇ ਇਕ 15.0 μF ਦਾ ਕਪੈਸਿਟਰ, ਕਿਸੇ 220 V, 50 Hz ac ਸ੍ਰੋਤ ਨਾਲ ਲੜੀ ਵਿੱਚ ਜੁੜੇ ਹਨ। (a) ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰੋ; (b) ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਅਤੇ ਕਪੈਸਿਟਰ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਵਿੱਚਕਾਰ (rms) ਵੋਲਟੇਜ ਪਤਾ ਕਰੋ। ਕਿ ਇਨ੍ਹਾਂ ਵੋਲਟੇਜਾਂ ਦਾ ਬੀਜਗਣਿਤਕ ਜੋੜ-ਸ੍ਰੋਤ ਵੋਲਟੇਜ ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੈ? ਜੇ ਹਾਂ, ਤਾਂ ਇਸ ਵਿਰੋਧਾਭਾਸ ਨੂੰ ਦੂਰ ਕਰੋ।

ਹੱਲ—

ਦਿੱਤਾ ਹੈ

$R = 200\,\Omega,\ C = 15.0\,\mu\text{F} = 15.0\times10^{-6}\,\text{F}$

$V = 220\,\text{V},\ \nu = 50\,\text{Hz}$

(a) ਕਰੰਟ ਪਤਾ ਕਰਨ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਸਰਕਟ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਬਾਧਾ (Z) ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2} = \sqrt{R^2 + (2\pi\nu\ C)^{-2}}$$

$$= \sqrt{(200\,\Omega)^2 + (2\times3.14\times50\times10^{-6}\,\text{F})^{-2}}$$

$$= \sqrt{(200\,\Omega)^2 + (212\,\Omega)^2}$$

$$= 291.5\,\Omega$$

ਇਸ ਲਈ ਸਰਕਿਟ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਹੈ,

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{220\,\text{V}}{291.5\,\Omega} = 0.755\,\text{A}$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਉਦਾਹਰਣ 7.6

(b) ਕਿਉਂਕਿ ਸਾਰੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਸਮਾਨ ਕਰੰਟ ਵਗ ਰਿਹਾ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ

$$V_R = I R = (0.755\,\mathrm{A})(200\,\Omega) = 151\,\mathrm{V}$$

$$V_C = I X_C = (0.755\,\mathrm{A})(212.3\,\Omega) = 160.3\,\mathrm{V}$$

ਦੋਨਾਂ ਵੋਲਟੇਜ V_R ਅਤੇ V_C ਦਾ ਬੀਜਗਣਿਤਕ ਜੋੜ 311.3 V ਹੈ ਜੋ ਸ੍ਰੋਤ ਵੋਲਟੇਜ 220 V ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੈ। ਇਸ ਵਿਰੋਧਾਭਾਸ ਨੂੰ ਕਿਵੇਂ ਦੂਰ ਕੀਤਾ ਜਾਵੇ? ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਤੁਸੀਂ ਪਾਠ ਵਿੱਚ ਪੜ੍ਹਿਆ ਹੈ ਦੋਨਾਂ ਵੋਲਟੇਜ ਸਮਾਨ ਫੇਜ਼ ਵਿੱਚ ਨਹੀਂ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਇਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਆਮ ਸੰਖਿਆਵਾਂ ਵਾਂਗ ਨਹੀਂ ਜੋੜਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਵੋਲਟੇਜਾਂ ਵਿੱਚ 90° ਦਾ ਫੇਜ਼ ਅੰਤਰ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਇਨ੍ਹਾਂ ਦਾ ਜੋੜ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਪਾਈਥਾਗੋਰਸ ਦੇ ਪ੍ਰੇਖਣਾਂ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ

$$V_{R+C} = \sqrt{V_R^2 + V_C^2} = \sqrt{(151)^2 \times (160.3)^2}$$

$$= 220\ \mathrm{V}$$

ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ, ਜੇ ਦੋ ਵੋਲਟੇਜਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚਕਾਰ ਦੇ ਫੇਜ਼-ਅੰਤਰਾ ਨੂੰ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ ਲਿਆਂਦੇ ਹੋਏ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਅਤੇ ਕਪੈਸਿਟਰ ਦੇ ਸਿਰਿਆ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਕੁਲ ਵੋਲਟੇਜ ਪਤਾ ਕੀਤੀ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਇਹ ਸ੍ਰੋਤ ਵੋਲਟੇਜ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੀ ਪਾਈ ਜਾਵੇਗੀ।

7.7 AC ਸਰਕਟਾਂ ਵਿੱਚ ਸ਼ਕਤੀ : ਸ਼ਕਤੀ ਗੁਣਾਂਕ

POWER IN AC CIRCUIT: THE POWER FACTOR

$= VI\ \cos\phi$

ਅਸੀਂ ਵੇਖ ਚੁਕੇ ਹਾਂ ਕਿ ਲੜੀਬੱਧ *RLC* ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਵੋਲਟੇਜ $v = v_m \sin\omega t$ ਇਸ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ $i = i_m \sin(\omega t + \phi)$ ਪ੍ਰਵਾਹ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇੱਥੇ,

$$i_m = \frac{v_m}{Z} \text{ ਅਤੇ } \phi = \tan^{-1} \frac{X_C - X_L}{R}$$

ਇਸ ਲਈ ਸ੍ਰੋਤ ਦੁਆਰਾ ਰਸਦ ਕੀਤੀ ਤੱਤਕਾਲਿਕ ਸਕਤੀ p ਹੈ

$$p = vi = (v_m \sin\omega t) \times [i_m \sin(\omega t + \phi)]$$

$$= \frac{v_m i_m}{2}[\cos\phi - \cos(2\omega t + \phi)] \tag{7.37}$$

ਇੱਕ ਪੂਰੇ ਚੱਕਰ ਵਿੱਚ ਔਸਤ ਸ਼ਕਤੀ, ਸਮੀਕਰਨ (7.37) ਦੇ ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ ਦੇ ਦੋਨਾਂ ਪਦਾ ਦੀ ਔਸਤ ਲੈਣ ਨਾਲ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਵਿੱਚ ਸਿਰਫ ਦੂਸਰਾ ਪਦ ਹੀ ਸਮੇਂ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦੀ ਔਸਤ ਸਿਫਰ ਹੈ (ਕੋਸਾਈਨ, Cosine) ਦਾ ਧਨਾਤਮਕ ਅੱਧਾ ਇਸਦੇ ਰਿਣਾਤਮਕ ਅੱਧੇ ਨੂੰ ਰੱਦ ਕਰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ,

$$P = \frac{v_m i_m}{2}\cos\phi = \frac{v_m}{\sqrt{2}}\frac{i_m}{\sqrt{2}}\cos\phi$$

$$= VI\ \cos\phi \tag{7.38(a)}$$

ਇਸਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵੀ ਲਿਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ

$$P = I^2 Z \cos\phi \tag{7.38(b)}$$

ਇਸ ਲਈ ਔਸਤ ਖਪਤ ਸ਼ਕਤੀ, ਸਿਰਫ ਵੋਲਟੇਜ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ ਸਗੋਂ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਕਲਾ ਕੋਣ (phase angle) ਦੇ ਕੋਸਾਈਨ (cosine) ਤੇ ਵੀ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਰਾਸ਼ੀ $\cos\phi$ ਨੂੰ ਸ਼ਕਤੀ ਗੁਣਾਂਕ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਆਓ ਹੇਠਾਂ ਲਿਖੀਆਂ ਸਥਿਤੀਆਂ ਤੇ ਚਰਚਾ ਕਰੀਏ :

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਕੇਸ (i) *ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕੀ ਸਰਕਟ (Resistive circuit)* : ਜੇ ਸਰਕਿਟ ਵਿੱਚ ਸਿਰਫ ਸ਼ੁੱਧ R ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਸਰਕਟ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕੀ ਸਰਕਟ ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਸਰਕਟ ਲਈ $\phi = 0$, $\cos \phi = 1$। ਇਸ ਵਿਚ ਅਧਿਕਤਮ ਸ਼ਕਤੀ ਦੀ ਖਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਕੇਸ (ii) *ਸ਼ੁੱਧ ਇੰਡਕਟਿਵ ਜਾ ਸ਼ੁੱਧ ਕੈਪੇਸਿਟੇਟਿਵ ਸਰਕਟ (Purely inductive or capacitive circuit)* : ਜੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਸਿਰਫ ਇਕ ਇੰਡਕਟਰ ਜਾ ਕੈਪੇਸਿਟਰ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਕਰੰਟ ਅਤੇ ਵੋਲਟੇਜ ਵਿੱਚਕਾਰ ਕਲਾ ਅੰਤਰ $\pi/2$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ $\cos\phi = 0$ ਅਤੇ ਇਸ ਲਈ ਭਾਵੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਵੱਗਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਵੀ ਕੋਈ ਸ਼ਕਤੀ ਖਪਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ। ਇਸ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਕਦੇ ਕਦੇ ਵਾਟਲੈਸ ਕਰੰਟ (wattless current) ਵੀ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਕੇਸ (iii) *ਲੜੀਬੱਧ LCR ਸਰਕਟ* : ਕਿਸੇ LCR ਸਰਕਿਟ ਵਿੱਚ ਸ਼ਕਤੀ ਖਪਤ ਸਮੀਕਰਨ (7.38) ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇੱਥੇ $\phi = \tan^{-1} (X_c - X_L)/ R$। ਇਸ ਲਈ ਕਿਸੇ RL ਜਾ RC ਜਾ RCL ਸਰਕਿਟ ਵਿੱਚ ϕ ਸਿਫਰ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ ਇਨ੍ਹਾਂ ਸਰਕਟਾਂ ਵਿੱਚ ਵੀ ਸ਼ਕਤੀ ਸਿਰਫ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਵਿੱਚ ਹੀ ਖਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਕੇਸ (iv) *LCR ਸਰਕਿਟ ਵਿੱਚ ਅਨੁਨਾਦ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਸ਼ਕਤੀ ਖਪਤ* : ਅਨੁਨਾਦ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ $X_c - X_L = 0$ ਅਤੇ $\phi = 0$ ਇਸਲਈ $\cos\phi = 1$ ਅਤੇ $P = I^2Z = I^2 R$ ਭਾਵ ਸਰਕਟ ਵਿਚ ਵੱਧ ਤੋਂ ਵੱਧ ਸ਼ਕਤੀ (R ਦੇ ਮਾਧਿਅਮ ਨਾਲ) ਅਨੁਨਾਦ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਇਕ ਖਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 7.7 (a) ਬਿਜਲਈ ਸ਼ਕਤੀ ਦੇ ਪਰਿਵਹਨ ਲਈ ਪ੍ਰਯੋਗ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਸਰਕਟਾਂ ਵਿਚ ਨਿਮਨ ਸ਼ਕਤੀ ਗੁਣਾਂਕ, ਸੰਚਾਰ ਵਿੱਚ ਵੱਧ ਊਰਜਾ ਦੀ ਖਪਤ ਹੋਵੇਗੀ, ਇਹ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਸਦਾ ਕਾਰਨ ਸਮਝਾਓ।

(b) ਸਰਕਿਟ ਦਾ ਸ਼ਕਤੀ ਗੁਣਾਂਕ, ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਸਰਕਟ ਵਿਚ ਉਪਮੁਕਤ ਮਾਨ ਦੇ ਕੈਪੇਸਿਟਰ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਸੁਧਾਰਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਤੱਥ ਸਮਝਾਓ।

ਹੱਲ— (a) ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ $P = I\,V \cos\phi$ ਜਿੱਥੇ $\cos\phi$ ਸ਼ਕਤੀ ਗੁਣਾਂਕ ਹੈ ਦਿੱਤੀ ਹੋਈ ਵੋਲਟੇਜ ਤੇ ਲੋੜੀਂਦੀ ਸ਼ਕਤੀ ਦੀ ਪੂਰਤੀ ਲਈ ਜੇ $\cos\phi$ ਦਾ ਮਾਨ ਘੱਟ ਹੋਵੇਗਾ ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਉਸੇ ਅਨੁਪਾਤ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਦਾ ਮਾਨ ਵੱਧਾਣਾ ਪਵੇਗਾ। ਪਰੰਤੂ ਇਸ ਨਾਲ ਸੰਚਾਰ ਵਿਚ ਵੱਧ ਸ਼ਕਤੀ ਖਪਤ (I^2R) ਹੋਵੇਗੀ।

(b)ਮੰਨਿਆ ਕਿ ਕਿਸੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ I ਵੋਲਟੇਜ ਤੋਂ ϕ ਕੋਣ ਪਿਛੇ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਇਸ ਸਰਕਟ ਲਈ $\cos\phi = R/Z$.

ਅਸੀਂ ਸ਼ਕਤੀ ਗੁਣਾਂਕ ਦਾ ਸੁਧਾਰ ਕਰਕੇ ਇਸਦਾ ਮਾਨ 1 ਵੱਲ ਕਰਵਾ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਜਿਸ ਲਈ Z ਦਾ ਮਾਨ R ਹੋਵੇ ਇਹ ਯਤਨ ਕਰਨਾ ਪਵੇਗਾ। ਇਹ ਉਪਲੱਬਧੀ ਕਿਵੇਂ ਹੋ ਸਕਦੀ ਹੈ, ਆਓ ਚਿੱਤਰ ਦੁਆਰਾ ਇਸ ਨੂੰ ਸਮਝਨ ਦਾ ਯਤਨ ਕਰੀਏ। ਕਰੰਟ $\mathbf{I}$ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਦੋ ਘਟਕਾਂ ਵਿੱਚ ਵਿਭਾਜਿਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ– $\mathbf{I}_p$ ਵੋਲਟੇਜ $\mathbf{V}$ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਅਤੇ $\mathbf{I}_q$ ਵੋਲਟੇਜ ਦੀ ਲੰਬਵਤ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ, ਜਿਵੇਂ ਤੁਸੀਂ ਅਨੁਭਾਗ 7.7 ਵਿੱਚ ਪੜ ਚੁਕੇ ਹੋ, ਵਾਟਲੈਸ ਘਟਕ ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਕਰੰਟ ਦੇ ਇਸ ਘਟਕ ਦੇ ਸੰਗਤ ਕੋਈ ਸ਼ਕਤੀ ਦੀ ਖਪਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ। $\mathbf{I}_p$ ਨੂੰ ਸ਼ਕਤੀ ਘਟਕ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਇਹ ਵੋਲਟੇਜ ਦੇ ਨਾਲ ਸਮਾਨ ਕਲਾ ਵਿੱਚ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸੀ ਦੇ ਨਾਲ ਸਰਕਿਟ ਵਿੱਚ ਸ਼ਕਤੀ ਖਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਇਸ ਵਿਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਤੋਂ ਇਹ ਸਾਫ਼ ਹੈ ਕਿ ਜੇ ਅਸੀਂ ਸ਼ਕਤੀ ਗੁਣਾਂਕ ਵਿੱਚ ਸੁਧਾਰ ਲਿਆਉਣਾ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਪਿਛੜਦੇ (lagging) ਵਾਟਲੈਸ ਕਰੰਟ $\mathbf{I}_p$ ਨੂੰ ਉਸੀ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਅਗੇਤਰ ਵਾਟਲੈਸ ਕਰੰਟ $\mathbf{I}'_q$ ਦੁਆਰਾ ਉਦਾਸੀਨ ਕਰਨਾ ਪਵੇਗਾ। ਇਸਦੇ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਮਾਨ ਦਾ ਕੈਪੇਸਿਟਰ (Capacitor) ਸਮਾਂਤਰ ਲੜੀ ਵਿੱਚ ਸੰਯੋਜਿਤ ਕਰਨਾ ਪਵੇਗਾ ਤਾਂ ਜੋ $\mathbf{I}_q$ ਅਤੇ $\mathbf{I}'_q$ ਇਕ ਦੂਸਰੇ ਨੂੰ ਨਿਰੱਸਤ ਕਰ ਸਕਣ ਅਤੇ P ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਰੂਪ ਨਾਲ $I_p\,V$ ਹੋ ਸਕੇ।

ਉਦਾਹਰਨ 7.8 283 V ਸਿਖਰ ਵੋਲਟੇਜ ਅਤੇ 50 Hz ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੀ ਇਕ ਸਾਈਨੁਸਾਇਡਲ (Sinusoidal) ਵੋਲਟੇਜ ਇੱਕ ਲੜੀਬੱਧ LCR ਸਰਕਟ ਨਾਲ ਜੁੜੀ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ $R = 3\ \Omega$, $L = 25.48$ mH ਅਤੇ $C = 796\ \mu F$ ਹੈ। ਪਤਾ ਕਰੋ (a) ਸਰਕਟ ਵਿਚ ਪ੍ਰਤੀਬਾਧਾ (impedance), (b) ਸ੍ਰੋਤ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਦੇ ਵਿੱਚਕਾਰ ਵੋਲਟੇਜ ਅਤੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਵਾਲੇ ਕਰੰਟ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਕਲਾ-ਅੰਤਰ; (c) ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਸ਼ਕਤੀ ਖਪਤ; ਅਤੇ (d) ਸ਼ਕਤੀ ਗੁਣਾਂਕ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਹੱਲ—

(a) ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤੀਬਾਧਾ ਪਤਾ ਕਰਨ ਲਈ ਪਹਿਲਾ ਅਸੀਂ X_L ਅਤੇ X_C ਦੀ ਗੁਣਨਾ ਕਰਾਂਗੇ।

$$X_L = 2\,\pi\nu L$$
$$= 2 \times 3.14 \times 50 \times 25.48 \times 10^{-3}\Omega = 8\ \Omega$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi\nu C}$$

$$= \frac{1}{2\times3.14\times50\times796\times10^{-6}} = 4\Omega$$

ਇਸ ਲਈ

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{3^2 + (8-4)^2}$$
$$= 5\ \Omega$$

(b) ਕਲਾ ਅੰਤਰ $\phi = \tan^{-1}\frac{X_C - X_L}{R}$

$$= \tan^{-1}\left(\frac{4-8}{3}\right) = -53.1^\circ$$

ਕਿਉਂਕਿ ϕ ਦਾ ਮਾਨ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੈ ਪਰਿਪਥ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਸਿਰਿਆਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਵੋਲਟੇਜ ਤੋਂ ਪਿੱਛੇ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ।

(c) ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਸ਼ਕਤੀ ਖਪਤ

$$P = I^2R$$

ਹੁਣ $I = \frac{i_m}{\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}\left(\frac{283}{5}\right) = 40\text{A}$

ਇਸ ਲਈ $P = (40\text{A})^2 \times 3\Omega = 4800\text{ W}$

(d) ਸ਼ਕਤੀ ਗੁਣਾਂਕ $= \cos\phi = \cos 53.1^\circ = 0.6$

ਉਦਾਹਰਨ 7.8

ਉਦਾਹਰਨ 7.9 ਮੰਨਿਆ ਕਿ ਪਹਿਲੇ ਉਦਾਹਰਨ ਵਿੱਚ ਸ੍ਰੋਤ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਪਰਿਵਰਤਨਸ਼ੀਲ ਹੈ। (a) ਸ੍ਰੋਤ ਦੀ ਕਿਹੜੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਤੇ ਅਨੁਨਾਦ ਹੋਵੇਗਾ (b) ਅਨੁਨਾਦ ਦੀ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤੀਬਾਧਾ, ਕਰੰਟ ਅਤੇ ਖਪਤ ਸ਼ਕਤੀ ਪਤਾ ਕਰੋ

ਹੱਲ—

(a) ਉਹ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਜਿਸ ਤੇ ਅਨੁਨਾਦ ਹੋਵੇਗਾ

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{25.48\times10^{-3}\times796\times10^{-6}}}$$

$$= 222.1\text{rad/s}$$

$$\nu_r = \frac{\omega_0}{2\pi} = \frac{221.1}{2\times3.14}\text{Hz} = 35.4\text{Hz}$$

(b) ਅਨੁਨਾਦ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ, ਪ੍ਰਤੀਬਾਧਾ, Z ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ, R ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ

$$Z = R = 3\Omega$$

ਉਦਾਹਰਨ 7.9

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਉਦਾਹਰਨ 7.9

ਅਨੁਨਾਦ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ rms ਕਰੰਟ

$$= \frac{V}{Z} = \frac{V}{R} = \left(\frac{283}{\sqrt{2}}\right)\frac{1}{3} = 66.7\text{A}$$

ਅਨੁਨਾਦ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਸ਼ਕਤੀ ਖਪਤ

$$P = I^2 \times R = (66.7)^2 \times 3 = 13.35 \text{ kW}$$

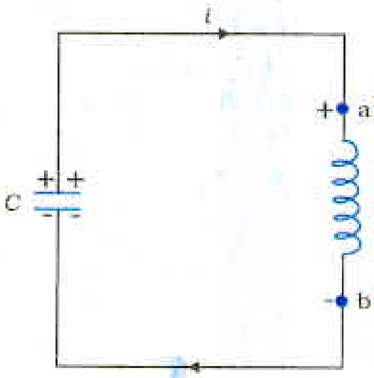
ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਤੁਸੀਂ ਵੇਖ ਸਕਦੇ ਹੋ ਕਿ ਅਨੁਨਾਦ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਸ਼ਕਤੀ ਖੇ ਉਦਾਹਰਣ 7.8 ਵਿੱਚ ਹੋਏ ਸ਼ਕਤੀ ਖੇ ਨਾਲੋਂ ਵੱਧ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 7.10

ਉਦਾਹਰਨ 7.10 ਕਿਸੇ ਹਵਾਈ ਅੱਡੇ ਤੇ ਸੁਰੱਖਿਆ ਕਾਰਨਾਂ ਕਰਕੇ ਕਿਸੇ ਵਿਅਕਤੀ ਨੂੰ ਧਾਤ-ਸੰਸੂਚਕ ਦੇ ਦੁਆਰ ਪਥ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨਾ ਪੈਂਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਉਸਦੇ ਨੇੜੇ ਕੋਈ ਧਾਤ ਤੋਂ ਬਣੀ ਵਸਤੂ ਹੈ, ਤਾਂ ਧਾਤ ਸੰਸੂਚਕ ਤੋਂ ਇੱਕ ਧੁਨੀ ਨਿਕਲਣ ਲਗ ਪੈਂਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਸੰਸੂਚਕ ਕਿਸ ਸਿਧਾਂਤ ਤੇ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ?

ਹੱਲ— ਧਾਤ ਸੰਸੂਚਕ ac ਪਰਿਪੱਥਾਂ ਵਿੱਚ ਅਨੁਨਾਦ ਦੇ ਸਿਧਾਂਤ ਤੇ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਤੁਸੀਂ ਕਿਸੇ ਧਾਤ-ਸੰਸੂਚਕ ਤੋਂ ਗੁਜਰਦੇ ਹੋ ਤਾਂ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਤੁਸੀਂ ਅਨੇਕ ਫੇਰਿਆਂ ਵਾਲੇ ਇੱਕ ਕੁੰਡਲ ਤੋ ਹੋ ਕੇ ਗੁਜਰਦੇ ਹੋ। ਇਹ ਕੁੰਡਲੀ ਇਕ ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਟਿਊਨੱਡ ਕੈਪੇਸਿਟਰ ਨਾਲ ਜੁੜੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਸਦੇ ਕਾਰਣ ਪਰਿਪੱਥ ਅਨੁਨਾਦ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਤੁਸੀਂ ਜੇਬ ਵਿੱਚ ਧਾਤ ਲੈ ਕੇ ਕੁੰਡਲੀ ਤੋਂ ਗੁਜਰਦੇ ਹੋ ਤਾ ਪਰਿਪੱਥ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਬਾਧਾ (Impedance) ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ, ਜਿਸਦੇ ਕਾਰਨ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਵਗਣ ਵਾਲੇ ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਸਾਰਥਕ ਪਰਿਵਰਤਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕਰੰਟ ਦਾ ਇਹ ਪਰਿਵਰਤਨ ਸੰਸੂਚਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਿਕ ਸਰਕਿਟਰੀ ਕਾਰਨ ਚੇਤਾਵਨੀ ਦੀ ਧੁਨੀ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

7.8 LC ਦੋਲਨ (LC OSCILLATIONS)



ਚਿੱਤਰ 7.18 ਦਰਸ਼ਾਏ ਗਏ ਪਲ ਤੇ ਕਰੰਟ ਵੱਧ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਪ੍ਰੇਰਕ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੇਰਣ ਦੁਆਰਾ ਉਤਪੰਨ ਹੋਈ ਧਰੁਵਤਾ ਉਹੀ ਹੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਈ ਗਈ ਹੈ।

ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਕੈਪੇਸਿਟਰ ਅਤੇ ਇੱਕ ਪ੍ਰੇਰਕ ਲੜੀਵਾਰ ਬਿਜਲਈ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਊਰਜਾ ਸੰਚਿਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਜਦੋਂ ਇੱਕ (ਪਹਿਲੇ ਤੋਂ ਚਾਰਜਿਤ) ਕਪੈਸਿਟਰ ਇੱਕ ਪ੍ਰੇਰਕ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਕੈਪੇਸਿਟਰ ਤੇ ਚਾਰਜ ਅਤੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ, ਬਿਜਲਈ ਡੋਲਨਾਂ ਦੀ ਉਹੋ ਜਿਹੀ ਹੀ ਪਰਿਘਟਨਾ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਯਾਂਤਰਿਕ ਸਿਸਟਮਾਂ ਦੇ ਡੋਲਨਾਂ ਵਿੱਚ ਵੇਖੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਅਧਿਆਏ 14, ਜਮਾਤ XI).

ਮੰਨਿਆ ਕਿ ਕਿਸੇ ਕੈਪੇਸਿਟਰ ਤੇ $(t = 0)$ ਤੇ q_m ਚਾਰਜ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਨੂੰ ਇਕ ਪ੍ਰੇਰਕ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆਂ ਗਿਆ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਚਿੱਤਰ 7.18 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।

ਜਿਵੇਂ ਹੀ ਸਰਕਟ ਪੂਰਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਕੈਪੇਸਿਟਰ ਤੇ ਚਾਰਜ ਘੱਟਨਾ ਸ਼ੁਰੂ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨਾਲ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਵਗਣ ਲੱਗ ਪੈਂਦਾ ਹੈ। ਮੰਨਿਆ ਕਿ ਕਿਸੇ ਸਮੇਂ t ਤੇ ਚਾਰਜ q ਅਤੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ i ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ di/dt ਧਨਾਤਮਕ ਹੈ, L ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੇਰਿਤ emf. ਦੀ ਧਰੁਵਤਾ ਉਹੀ ਹੋਵੇਗੀ ਜੋ ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਦਰਸ਼ਾਈ ਗਈ ਹੈ, ਭਾਵ $v_b < v_a$। ਕਿਰਚੌਫ (Kirchhoff) ਦੇ ਲੂਪ ਨਿਯਮ ਅਨੁਸਾਰ

$$\frac{q}{C} - L\frac{di}{dt} = 0 \qquad (7.39)$$

$i =$ (d q/dt), ਕਿਉਂਕਿ ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ q ਘੱਟ ਰਿਹਾ ਹੈ, i ਵੱਧ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਸਮੀਕਰਨ (7.39) ਨੂੰ ਲਿਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ

$$\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{LC}q = 0 \qquad (7.40)$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਇਸ ਸਮੀਕਰਨ ਦਾ ਸਰਲ ਸਰੂਪ ਸਰਲ ਆਵਰਤੀ ਗਤੀ ਦੇ ਸਮੀਕਰਨ $\frac{d^2x}{dt^2}+\omega_0^2 x=0$ ਵਰਗਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਚਾਰਜ ਸਰਲ ਆਵਰਤੀ ਡੋਲਨ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਦੀ ਕੁਦਰਤੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਹੈ

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \tag{7.41}$$

ਅਤੇ ਇਸ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ ਵਿੱਚ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਸਾਈਨੋਸੋਈਡਲ (sinusoidally) ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਨਿਮਨ ਲਿਖਿਤ ਸੂਤਰ ਦੁਆਰਾ ਵਿਅਕਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ

$$q = q_m \cos(\omega_0 t + \phi) \tag{7.42}$$

ਇੱਥੇ q_m ਚਾਰਜ q ਦਾ ਅਧਿਕਤਮ ਮਾਨ ਹੈ ਅਤੇ ϕ ਇੱਕ ਕਲਾ ਨਿਯਤਾਂਕ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ $t = 0$ ਤੇ $q = q_m$, $\cos \phi = 1$ ਜਾਂ $\phi = 0$ ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ

$$q = q_m \cos(\omega_0 t) \tag{7.43}$$

ਉਦੋਂ ਕਰੰਟ $i\left(=-\frac{dq}{dt}\right)$ ਨੂੰ ਵਿਅਕਤ ਕਰ ਸਕਾਂਗੇ

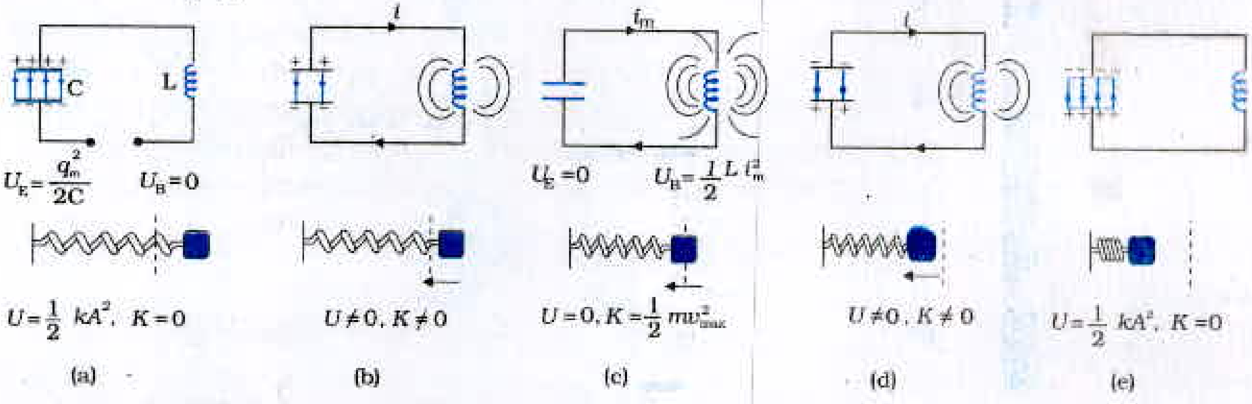
$$i = i_m \sin(\omega_0 t) \tag{7.44}$$

ਇਥੇ $i_m = \omega_0 q_m$

ਆਓ ਹੁਣ ਇਹ ਵੇਖਣ ਦੀ ਖੇਚਲ ਕਰੀਏ ਕਿ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਇਹ ਡੋਲਨ ਕਿਵੇਂ ਹੁੰਦੇ ਹਨ?

ਚਿੱਤਰ 7.19(a) ਵਿੱਚ ਸ਼ੁਰੂਆਤੀ ਚਾਰਜ q_m ਯੁਕਤ ਕਪੈਸਿਟਰ ਇੱਕ ਆਦਰਸ਼ ਪ੍ਰੇਰਕ ਤੋਂ ਜੁੜਿਆ ਵਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਚਾਰਜਿਤ ਕਪੈਸਿਟਰ ਵਿੱਚ ਸਟੋਰ ਬਿਜਲਈ ਊਰਜਾ ਹੈ $U_E = \frac{1}{2}\frac{q_m^2}{C}$ । ਕਿਉਂਕਿ, ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਕਰੰਟ ਵਗ ਨਹੀ ਰਿਹਾ ਹੈ, ਪ੍ਰੇਰਕ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ ਸਿਫਰ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ LC ਸਰਕਿਟ ਦੀ ਕੁੱਲ ਊਰਜਾ ਹੈ

$$U = U_E = \frac{1}{2}\frac{q_m^2}{C}$$



(a) (b) (c) (d) (e)

ਚਿੱਤਰ 7.19 LC ਸਰਕਟ ਦੇ ਡੋਲਨ ਸਪਰਿੰਗ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਲੱਗੇ ਗੁਟਕੇ ਦੇ ਡੋਲਨਾ ਨਾਲ ਸਮਤਲ ਹਨ। ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਡੋਲਨਾਂ ਦੇ ਅੱਧੇ ਚੱਕਰ ਨੂੰ ਦਰਸ਼ਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।

$t = 0$ ਤੇ ਸਵਿੱਚ ਬੰਦ ਕਰ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਕੈਪੇਸਿਟਰ ਡਿਸਚਾਰਜ ਹੋਣ ਲੱਗ ਪੈਂਦਾ ਹੈ [ਚਿੱਤਰ 7.19(b)] ਜਿਵੇਂ ਜਿਵੇਂ ਕਰੰਟ ਵੱਧਦਾ ਹੈ ਪ੍ਰੇਰਕ ਵਿੱਚ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਪੈਦਾ ਹੋਣ ਲੱਗ ਪੈਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਪ੍ਰੇਰਕ ਵਿੱਚ ਚੁੰਬਕੀ ਊਰਜਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ ਸਟੋਰ ਹੋਣ ਲੱਗ ਪੈਂਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਦਾ ਮਾਨ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਹੈ $U_B = (1/2)\ Li^2$। ਜਦੋਂ i_m, ($t = T/4$ ਤੇ) ਕਰੰਟ ਦਾ ਮਾਨ ਅਧਿਕਤਮ i_m ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਚਿੱਤਰ 7.19(c) ਵਿੱਚ ਦਰਸ਼ਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਤਾ ਕੁੱਲ ਊਰਜਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸਟੋਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਸਦਾ ਮੁਲ $U_B = (1/2)\ Li_m^2$ ਹੈ। ਤੁਸੀਂ ਇਹ ਆਸਾਨੀ ਨਾਲ ਪਰਖ ਸਕਦੇ ਹੋ ਕਿ ਅਧਿਕਤਮ ਬਿਜਲਈ ਊਰਜਾ, ਅਧਿਕਤਮ ਚੁੰਬਕੀ ਊਰਜਾ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਕਪੈਸਿਟਰ ਤੇ ਕੋਈ ਚਾਰਜ ਅਤੇ ਇਸ ਲਈ ਕੋਈ ਊਰਜਾ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ। ਹੁਣ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਚਿੱਤਰ 7.19(d) ਵਿੱਚ ਦਰਸ਼ਾਇਆ ਹੈ, ਕਰੰਟ ਕਪੈਸਿਟਰ ਨੂੰ ਚਾਰਜ ਕਰਨ ਲਗ ਪੈਂਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਉਦੋਂ ਤਕ ਚਲਦੀ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ ਜਦੋਂ ਤਕ ਕਿ ($t = T/2$ ਤੇ) ਕਪੈਸਿਟਰ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਚਾਰਜਿਤ ਨਹੀਂ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ [ਚਿੱਤਰ 7.19(e)] ਪਰ, ਹੁਣ ਇਸਦਾ ਚਾਰਜਿਤ ਹੋਣਾ, ਚਿੱਤਰ 7.19(a) ਵਿੱਚ ਦਰਸ਼ਾਈ ਗਈ ਸ਼ੁਰੂਆਤੀ ਸਥਿਤੀ ਦੀ ਧਰੁਵਤਾ ਦੇ ਉਲਟ ਧਰੁਵਤਾ ਨਾਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਉੱਤੇ ਦੱਸੀ ਗਈ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਹੁਣ ਦੁਬਾਰਾ ਦੁਹਰਾਈ ਜਾਵੇਗੀ ਜਿਸ ਤੋਂ ਸਿਸਟਮ ਆਪਣੀ ਮੂਲ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਵਾਪਸ ਆ ਜਾਵੇਗਾ। ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਸਿਸਟਮ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ ਕਪੈਸਿਟਰ ਅਤੇ ਪ੍ਰੇਰਕ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੋਲਨ ਕਰਦੀ ਹੈ।

LC ਡੋਲਨ ਸਪ੍ਰਿੰਗ ਤੋਂ ਜੁੜੇ ਪਿੰਡ ਦੇ ਯਾਂਤਰਿਕ ਡੋਲਨਾ ਵਾਂਗ ਹੀ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 7.19 ਵਿੱਚ ਹਰੇਕ ਚਿੱਤਰ ਦੇ ਹੇਠਾਂ ਦਾ ਭਾਗ ਯਾਂਤਰਿਕ ਪ੍ਰਣਾਲੀ (ਸਪ੍ਰਿੰਗ ਨਾਲ ਜੁੜੇ ਪਿੰਡ) ਦੀ ਸੰਗਤ ਅਵਸਥਾ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ ਪਹਿਲੇ ਵੇਖਿਆ ਗਿਆ ਹੈ, m ਪੁੰਜ ਦੇ ω_0 ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਡੋਲਨ ਕਰਦੇ ਪਿੰਡ ਲਈ, ਸਮੀਕਰਣ ਹੈ

$$\frac{\mathrm{d}^2x}{\mathrm{d}t^2}+\omega_0^2x=0$$

ਇੱਥੇ $\omega_0 = \sqrt{k/m}$, ਅਤੇ k ਸਪ੍ਰਿੰਗ ਨਿਯਤਾਂਕ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ x ਦੇ ਸੰਗਤ ਰਾਸ਼ੀ q ਹੈ। ਯਾਂਤਰਿਕ ਸਿਸਟਮ ਲਈ $F = ma = m\ (\mathrm{d}v/\mathrm{d}t) = m\ (\mathrm{d}^2x/\mathrm{d}t^2)$। ਬਿਜਲਈ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਲਈ $\varepsilon = -L\,(\mathrm{d}i/\mathrm{d}t) = -L\ (\mathrm{d}^2q/\mathrm{d}t^2)$। ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੋਨਾਂ ਸਮੀਕਰਨਾਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਕਰਨ ਤੇ, ਅਸੀਂ ਵੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ L ਪੁੰਜ m ਦੇ ਸਮਤੁਲ ਹੈ : L ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਦਾ ਮਾਪ ਹੈ। *LC* ਸਰਕਿਟ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ, $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$ ਅਤੇ ਸਪ੍ਰਿੰਗ ਦੇ ਡੋਲਨ ਕਰਦੇ ਪੁੰਜ ਲਈ, $\omega_0 = \sqrt{k/m}$। ਇਸ ਲਈ $1/C$ ਸਪ੍ਰਿੰਗ ਨਿਯਤਾਂਕ k ਦੇ ਸਮਤੁਲ ਹੈ। ਨਿਯਤਾਂਕ, $k\ (=F/x)$ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ ਇਕਾਈ ਵਿਸਥਾਪਨ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ (ਬਾਹਰੀ) ਬਲ, ਜਦੋਂ ਕੀ $1/C\ (=V/q)$ ਵਿਅਕਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਇਕਾਈ ਚਾਰਜ ਸਟੋਰ ਕਰਨ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਪੋਟੈਂਸ਼ਿਅਲ ਅੰਤਰ।

ਸਾਰਣੀ 7.1 ਵਿੱਚ ਯਾਂਤਰਿਕ ਅਤੇ ਬਿਜਲਈ ਰਾਸ਼ੀਆਂ ਦੀ ਸਮਾਨਤਾ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕੀਤੀ ਗਈ ਹੈ। *ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ LC ਦੋਲਨਾਂ ਦੇ ਸੰਬੰਧ ਵਿੱਚ ਉਪਰੋਕਤ ਚਰਚਾ ਦੋ ਕਾਰਨਾਂ ਤੋਂ ਸਹੀ ਨਹੀਂ ਹੈ :*

ਸਾਰਣੀ 7.1 ਯਾਂਤਰਿਕ ਅਤੇ ਬਿਜਲਈ ਰਾਸ਼ੀਆਂ ਵਿੱਚ ਸਮਤੁਲਤਾ

ਯਾਂਤਰਿਕ ਸਿਸਟਮ	ਬਿਜਲਈ ਸਿਸਟਮ
ਪੁੰਜ m	ਪ੍ਰੇਰਕਤਵ L
ਬਲ ਨਿਅਤਾਂਕ	ਉਲਟ ਕਪੈਸਿਟੈਂਸ (Reciprocal capacitance) $1/C$
ਵਿਸਥਾਪਨ x	ਚਾਰਜ q
ਵੇਗ $v = \mathrm{d}x/\mathrm{d}t$	ਕਰੰਟ $i = \mathrm{d}q/\mathrm{d}t$
ਯਾਂਤਰਿਕ ਊਰਜਾ $E=\frac{1}{2}kx^2+\frac{1}{2}mv^2$	$U=\frac{1}{2}\frac{q^2}{C}+\frac{1}{2}Li^2$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(i) ਹਰੇਕ ਪ੍ਰੇਰਕ ਵਿੱਚ ਕੁੱਝ ਨਾ ਕੁੱਝ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਚਾਰਜ ਅਤੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਵਗਦੇ ਕਰੰਟ ਤੇ ਅਵ ਮੰਦਕ (damping) ਪ੍ਰਭਾਵ ਪਾਉਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨਾਲ ਅੰਤ ਵਿੱਚ ਡੋਲਨ ਸਮਾਪਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

(ii) ਜੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਸਿਫਰ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਵੀ ਸਿਸਟਮ ਦੀ ਕੁੱਲ ਊਰਜਾ ਸਥਿਰ ਨਹੀਂ ਰਹੇਗੀ। ਇਹ ਸਿਸਟਮ ਤੋਂ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਨਿਕਲੇਗੀ (ਅਗਲੇ ਪਾਠ ਵਿੱਚ ਇਸ ਵਿਸ਼ੇ ਤੇ ਵਿਸਤਾਰ ਨਾਲ ਚਰਚਾ ਕਰਾਂਗੇ) ਵਾਸਤਵ ਵਿੱਚ ਰੇਡੀਓ ਅਤੇ ਟੀ.ਵੀ. ਟ੍ਰਾਂਸਮਿਟਰਾਂ ਦੀ ਕਾਰਜ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਇਨ੍ਹਾਂ ਵਿਕਿਰਣਾਂ ਦੇ ਉੱਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ।

ਦੋ ਵੱਖ ਵੱਖ ਪਰਿਘਟਨਾਵਾਂ, ਸਮਾਨ ਗਣਿਤਕ ਵਿਵਹਾਰ (TWO DIFFERENT PHENOMENA, SAME MATHEMATICAL TREATMENT)

ਤੁਸੀਂ ਜਮਾਤ XI ਦੀ ਭੌਤਿਕੀ ਦੀ ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕ ਦੇ ਅਨੁਭਾਗ 14.10 ਵਿੱਚ ਵਰਣਿਤ ਜਬਰੀ ਅਵਮੰਦਿਤ ਦੋਲਕ (forced damped oscillator) ਦੀ ਤੁਲਨਾ ac ਤੋਂ ਜੁੜੇ *LCR* ਸਰਕਿਟ ਨਾਲ ਕਰਨਾ ਚਾਹੋਗੇ। ਅਸੀਂ ਇਹ ਟਿੱਪਣੀ ਪਹਿਲਾਂ ਹੀ ਕਰ ਚੁਕੇ ਹਾਂ ਕਿ ਜਮਾਤ XI ਦੀ ਪਾਠਪੁਸਤਕ ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੀ ਗਈ ਸਮੀਕਰਨ [14.37(b)] ਅਤੇ ਇਸ ਅਧਿਆਇ ਦੀ ਸਮੀਕਰਨ (7.28) ਵਿੱਚ ਭਾਵੇਂ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਸੰਕੇਤ ਚਿਨ੍ਹ ਅਤੇ ਪੈਰਾ ਮੀਟਰ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤੇ ਗਏ ਨੇ, ਫਿਰ ਵੀ ਇਹ ਇਕ ਦੂਜੇ ਤੋਂ ਬਿਲਕੁੱਲ ਮਿਲਦੀ ਜੁਲਦੀ ਹੈ। ਆਓ, ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੋ ਪਰਿਸਥਿਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਵੱਖ ਰਾਸ਼ੀਆਂ ਦੀ ਸਮਤੁਲਨਾ ਸੂਚੀ ਬੱਧ ਕਰੀਏ :

ਜਬਰੀ ਦੋਲਨ Forced oscillations	ਸੰਚਾਲਿਤ *LCR* ਸਰਕਟ
$m\frac{d^2x}{dt^2}+b\frac{dx}{dt}+kx=F\cos\omega_d\ t$	$L\frac{d^2q}{dt^2}+R\frac{dq}{dt}+\frac{q}{C}=v_m\sin\omega t$
ਵਿਸਥਾਪਨ, x	ਕਪੈਸਿਟਰ ਤੇ ਚਾਰਜ, q
ਸਮੇਂ, t	ਸਮੇਂ, t
ਪੁੰਜ, m	ਇੰਡਕਟੈਂਸ, L
ਅਵਮੰਦਨ ਨਿਯਤਾਂਕ, b	ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ, R
ਸਪ੍ਰਿੰਗ, ਨਿਯਤਾਂਕ, k	ਉਲਟ ਕਪੈਸਿਟੈਂਸ, $1/C$
ਸੰਚਾਲਕ ਆਵ੍ਰਿਤੀ, ω_d	ਸੰਚਾਲਕ ਆਵ੍ਰਿਤੀ, ω
ਦੋਲਕ ਦੀ ਕੁਦਰਤੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ, ω	*LCR* ਸਰਕਿਟ ਦੀ ਕੁਦਰਤੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ, ω_0
ਜਬਰੀ ਦੋਲਨਾ ਦਾ ਆਯਾਮ, A	ਸੰਚਿਤ ਅਧਿਕਤਮ ਚਾਰਜ, q_m
ਸੰਚਾਲਕ ਬਲ ਦਾ ਆਯਾਮ, F_0	ਲਗਾਈ ਗਈ ਵੋਲਟਤਾ ਦਾ ਆਯਾਮ, v_m

ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ ਕਿਉਂਕਿ ਵਿਸਥਾਪਨ (x), ਚਾਰਜ (q) ਦੇ ਸੰਗਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਆਯਾਮ (ਅਧਿਕਤਮ ਵਿਸਥਾਪਨ A ਦੇ ਸੰਗਤ ਅਧਿਕਤਮ ਸਟੋਰ ਚਾਰਜ, q_m ਹੋਵੇਗਾ। ਜਮਾਤ XI ਦੀ ਸਮੀਕਰਨ [14.39 (a)] ਹੋਰ ਪੈਰਾ ਮੀਟਰਾਂ ਦੇ ਪਦਾਂ ਵਿੱਚ ਡੋਲਨਾਂ ਦਾ ਆਯਾਮ ਦਰਸਾਉਂਦੀ ਹੈ ਜੋ ਸੌਖ ਲਈ ਅਸੀਂ ਇੱਥੇ ਪ੍ਰਸਤੁਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ :

$$A=\frac{F_0}{\left\{m^2(\omega^2-\omega_d^2)^2+\omega_d^2b^2\right\}^{1/2}}$$

ਉਪਰੋਕਤ ਸਮੀਕਰਨ ਵਿੱਚ ਹਰੇਕ ਪੈਰਾਮੀਟਰ ਨੂੰ ਉਸਦੇ ਸੰਗਤ ਬਿਜਲਈ ਰਾਸ਼ੀ ਤੋਂ ਪ੍ਰਤੀਸਥਾਪਿਤ ਕਰੋ ਅਤੇ ਵੇਖੋ ਕੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤੋਂ L, C, ω, ਅਤੇ ω_0 ਨੂੰ ਸੰਬੰਧਾਂ $X_L=\omega L$, $X_C=1/\omega C$, ਅਤੇ $\omega_0^2=1/LC$ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਹਟਾਓ। ਜਦੋਂ ਤੁਸੀਂ ਸਮੀਕਰਨ (7.33) ਅਤੇ (7.34) ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰੋਗੇ ਤਾਂ ਤੁਸੀਂ ਪਾਓਗੇ ਕਿ ਉਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਪੂਰਾ ਤਾਲਮੇਲ ਹੈ।

ਭੌਤਿਕੀ ਵਿੱਚ ਇਹੋ ਜਿਹੀਆਂ ਅਨੇਕ ਸਥਿਤੀਆਂ ਨਾਲ ਤੁਹਾਡਾ ਸਾਮਨਾ ਹੋਵੇਗਾ, ਜਿੱਥੇ ਬਿਲਕੁੱਲ ਅਲਗ ਭੌਤਿਕ ਪਰਿਘਟਨਾਵਾਂ ਨੂੰ ਇਕੋ ਜਿਹੀ ਗਣਿਤਿਕ ਸਮੀਕਰਨਾਂ ਦੁਆਰਾ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਤੁਸੀਂ ਉਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਕਿਸੇ ਇਕ ਨੂੰ ਹੱਲ ਕਰ ਚੁਕੇ ਹੋ ਤਾਂ ਦੂਸਰੀ ਨੂੰ ਹੱਲ ਕਰਨ ਲਈ ਤੁਸੀਂ ਕੇਵਲ ਸੰਗਤ ਰਾਸ਼ੀਆਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਤੀਸਥਾਪਿਤ ਕਰਕੇ ਨਵੇਂ ਸੰਦਰਭ ਵਿੱਚ ਪਰਿਣਾਮ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕਰੋ। ਸਾਡਾ ਸੁਝਾ ਹੈ ਕਿ ਤੁਸੀਂ ਭੌਤਿਕੀ ਦੇ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਖੇਤਰਾਂ ਤੋਂ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀ ਸਮਾਨ ਪਰਿਸਥਿਤੀਆਂ ਨੂੰ ਖੋਜੋ। ਸਾਨੂੰ ਇਨ੍ਹਾਂ ਸਥਿਤੀਆਂ ਦੇ ਅੰਤਰਾਂ ਤੋਂ ਵੀ ਅਵਗਤ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਉਦਾਹਰਨ 7.6

ਉਦਾਹਰਨ 7.11 ਦਰਸਾਓ ਕਿ LC ਸਰਕਟ ਦੀਆਂ ਮੁਕਤ ਡੋਲਨਾਂ ਵਿੱਚ, ਕੈਪੀਸਟਰ ਅਤੇ ਪ੍ਰੇਰਕ ਵਿੱਚ ਜਮ੍ਹਾਂ ਊਰਜਾਵਾਂ ਦਾ ਜੋੜ, ਸਮੇਂ ਦੇ ਬਦਲਣ ਤੇ ਵੀ ਨਹੀਂ ਬਦਲਦਾ।

ਹੱਲ— ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ ਕਿਸੇ ਕੈਪੀਸਟਰ ਤੇ ਅਰੰਭਿਕ ਚਾਰਜ q_0 ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਕੈਪੀਸਟਰ L ਪ੍ਰੇਰਕਤਾ ਦੇ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰੇਰਕ ਦੇ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ ਤੁਸੀਂ ਸੈਕਸ਼ਨ 7.8 ਵਿੱਚ ਪੜ੍ਹਿਆ ਹੈ, ਇਸ LC ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ

ਆਕ੍ਰਿਤੀ (ω) ਇਥੇ $\omega\left(=2\pi\nu=\dfrac{1}{\sqrt{LC}}\right)$ ਦੇ ਡੋਲਨ ਬਣੇ ਰਹਿਣਗੇ।

ਕਿਸੇ ਸਮੇਂ ਤੇ, ਕੈਪੀਸਟਰ ਤੇ ਚਾਰਜ q ਅਤੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ i ਹੈ,

$$q(t) = q_0 \cos \omega t$$

$$i(t) = -q_0\, \omega \sin \omega t$$

ਸਮਾਂ t ਤੇ, ਪ੍ਰੇਰਕ ਵਿੱਚ ਜਮ੍ਹਾਂ ਊਰਜਾ

$$U_E = \frac{1}{2} C V^2 = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} = \frac{q_0^2}{2C} \cos^2 (\omega t)$$

ਸਮਾਂ t ਤੇ ਪ੍ਰੇਰਕ ਵਿੱਚ ਜਮ੍ਹਾਂ ਊਰਜਾ

$$U_M = \frac{1}{2} L\, i^2$$

$$= \frac{1}{2} L\, q_0^2\, \omega^2 \sin^2 (\omega t)$$

$$= \frac{q_0^2}{2C} \sin^2 (\omega t) \quad \left(\because \omega^2 = 1/\sqrt{LC}\right)$$

ਊਰਜਾਵਾਂ ਦਾ ਜੋੜ

$$U_E + U_M = \frac{q_0^2}{2C}\left[\cos^2 \omega t + \sin^2 \omega t\right]$$

$$= \frac{q_0^2}{2C}$$

ਕਿਉਂਕਿ q_0 ਅਤੇ C, ਦੋਨੋਂ ਹੀ ਸਮੇਂ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦੇ ਇਸ ਲਈ ਇਹ ਜੋੜ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਨਹੀਂ ਬਦਲਦਾ। ਧਿਆਨ ਦੇਣ ਯੋਗ ਗੱਲ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਊਰਜਾਵਾਂ ਦਾ ਇਹ ਜੋੜ ਕੈਪੀਸਟਰ ਦੀ ਅਰੰਭਿਕ ਊਰਜਾ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ। ਅਜਿਹਾ ਕਿਉਂ ਹੈ? ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ।

7.9 ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ (TRANSFORMERS)

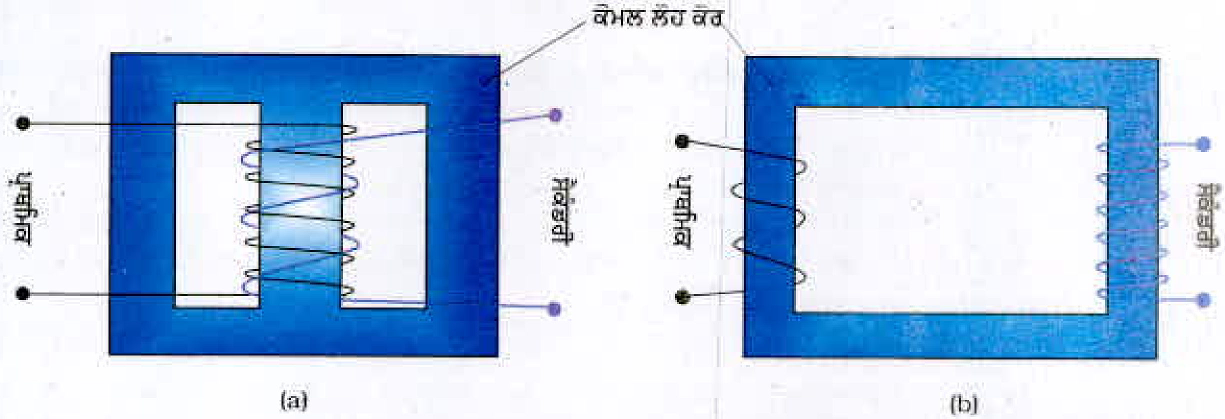
ਅਨੇਕਾਂ ਉਦੇਸ਼ਾਂ ਲਈ ac ਵੋਲਟੇਜ ਨੂੰ ਇਕ ਮਾਨ ਤੋਂ ਦੂਸਰੇ ਵੱਧ ਜਾਂ ਘੱਟ ਮਾਨ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਕਰਨਾ (ਜਾਂ ਰੂਪਾਂਤਰਿਤ ਕਰਨਾ) ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਅਜਿਹਾ ਪਰਸਪਰਿਕ ਪ੍ਰੇਰਣ (Mutual Induction) ਦੇ ਸਿਧਾਂਤ ਤੇ ਆਧਾਰਿਤ ਇੱਕ ਯੁਕਤੀ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ (Transformer) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ ਵਿੱਚ ਦੋ ਕੁੰਡਲੀਆਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਜੋ ਇਕ ਦੂਸਰੇ ਤੋਂ ਬਿਜਲੀ ਰੋਧੀ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਉਹ ਇੱਕ ਕੋਮਲ-ਲੋਹ ਕੋਰ ਤੇ ਲਪੇਟੀਆਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਲਪੇਟਨ ਦੀ ਵਿਧੀ ਜਾਂ ਤਾਂ ਚਿੱਤਰ 7.20(a) ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਕੁੰਡਲੀ ਦੂਸਰੀ ਉਪਰ ਲਪੇਟੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਜਾਂ ਫਿਰ ਚਿੱਤਰ 7.20(b) ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਦੋਨੋਂ ਕੁੰਡਲੀਆਂ ਕੋਰ ਦੀਆਂ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਭੁਜਾਵਾਂ ਤੇ ਲਪੇਟੀਆਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਇੱਕ ਕੁੰਡਲੀ ਨੂੰ ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ *(primary coil)* ਕੁੰਡਲੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਤੇ ਇਸ ਵਿੱਚ N_p ਲਪੇਟੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਦੂਸਰੀ ਕੁੰਡਲੀ ਨੂੰ ਸੈਕੰਡਰੀ ਕੁੰਡਲੀ (Secondary coil) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਇਸ ਵਿੱਚ N_S ਲਪੇਟ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਆਮ ਕਰਕੇ ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਕੁੰਡਲੀ ਨਿਵੇਸ਼ੀ ਕੁੰਡਲੀ (input coil) ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਸੈਕੰਡਰੀ ਕੁੰਡਲੀ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ ਦੀ ਨਿਰਗਤ (output) ਕੁੰਡਲੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।



(a) (b)

ਚਿੱਤਰ 7.20 ਕਿਸੇ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਅਤੇ ਸੈਕੰਡਰੀ ਕੁੰਡਲੀਆਂ ਨੂੰ ਲਪੇਟਨ ਦੀਆਂ ਦੋ ਵਿਵਸਥਾਵਾਂ : (a) ਇਕ ਦੂਸਰੇ ਉਪਰ ਲਪੇਟੀਆਂ ਦੋ ਕੁੰਡਲੀਆਂ (b) ਕੋਰ ਦੀਆਂ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਭੁਜਾਵਾਂ ਤੇ ਲਪੇਟੀਆਂ ਕੁੰਡਲੀਆਂ

ਜਦੋਂ ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਕੁੰਡਲੀ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਵਿੱਚ ਪਰਤਵੀਂ ਵੋਲਟੇਜ ਲਗਾਈ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਪਰਿਣਾਮੀ ਕਰੰਟ ਇੱਕ ਪਰਤਵਾਂ ਚੁੰਬਕੀ ਫਲਕਸ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਸੈਕੰਡਰੀ ਕੁੰਡਲੀ ਨਾਲ ਸੰਯੋਜਿਤ ਹੋ ਕੇ ਇਸ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਇੱਕ emf ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ emf ਦਾ ਮਾਨ ਸੈਕੰਡਰੀ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਲਪੇਟਿਆਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਮੰਨ ਲੈਂਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਸਾਡਾ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ ਇੱਕ ਆਦਰਸ਼ ਟਰਾਂਸਫਰਮਰ ਹੈ ਜਿਸ ਦੀ ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਕੁੰਡਲੀ ਦਾ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ ਨਿਗੁਣਾ ਹੈ ਅਤੇ ਕੋਰ ਦਾ ਸੰਪੂਰਣ ਫਲਕਸ ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਅਤੇ ਸੈਕੰਡਰੀ ਦੋਨੋਂ ਕੁੰਡਲੀਆਂ ਵਿੱਚੋਂ ਲੰਘਦਾ ਹੈ। ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਕੁੰਡਲੀ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਵਿੱਚ ਵੋਲਟੇਜ v_p ਲਗਾਉਣ ਤੇ, ਮੰਨਿਆਂ ਕਿਸੇ ਪਲ t ਤੇ, ਇਸ ਕੁੰਡਲੀ ਦਾ ਹਰੇਕ ਫੇਰਾ ਕੋਰ ਵਿੱਚ ϕ ਫਲਕਸ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ।

ਤਾਂ N_s ਲਪੇਟਿਆਂ ਵਾਲੀ ਸੈਕੰਡਰੀ ਕੁੰਡਲੀ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੇਰਿਤ emf ਜਾਂ ਵੋਲਟੇਜ ε_s ਹੈ

$$\varepsilon_s = -N_s \frac{\mathrm{d}\phi}{\mathrm{d}t} \tag{7.45}$$

ਪਰਤਵੀਂ ਫਲਕਸ, ϕ ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਵੀ ਇੱਕ emf ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਰਿਵਰਸ ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਬਲ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਹੈ,

$$\varepsilon_p = -N_p \frac{\mathrm{d}\phi}{\mathrm{d}t} \tag{7.46}$$

ਪਰ, $\varepsilon_p = v_p$ ਜੇ ਅਜਿਹਾ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਤਾਂ ਅਰੰਭਿਕ ਕੁੰਡਲੀ (ਜਿਸਦਾ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ ਅਸੀਂ ਜ਼ੀਰੋ ਮੰਨਿਆ ਹੈ) ਵਿੱਚ ਅਨੰਤ ਪਰਿਣਾਮ ਦਾ ਕਰੰਟ ਵਗਣ ਲੱਗੇਗਾ। ਜੇ ਸੈਕੰਡਰੀ ਕੁੰਡਲੀ ਦੇ ਸਿਰੇ ਮੁਕਤ ਹੋਣ ਜਾਂ ਇਸ ਵਿੱਚੋਂ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਕਰੰਟ ਲਿਆ ਜਾ ਰਿਹਾ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਕਾਫੀ ਨੇੜੇ ਵਾਲੇ ਮਾਨ ਤੱਕ

$$\varepsilon_s = v_s$$

ਇਥੇ v_s ਸੈਕੰਡਰੀ ਕੁੰਡਲੀ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਵਿੱਚ ਵੋਲਟੇਜ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਸਮੀਕਰਨਾਂ (7.45) ਅਤੇ (7.46) ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਲਿਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ-

$$v_s = -N_s \frac{d\phi}{dt} \tag{7.45(a)}$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

$$v_p = -N_p \frac{d\phi}{dt} \qquad [7.46(a)]$$

ਸਮੀਕਰਨ [7.45 (a)] ਅਤੇ [7.46 (a)] ਤੋਂ

$$\frac{v_s}{v_p} = \frac{N_s}{N_p} \qquad (7.47)$$

ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ ਉਪਰੋਕਤ ਸੰਬੰਧ ਦੀ ਵਿਉਤਪੱਤੀ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਤਿੰਨ ਕਲਪਨਾਵਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਹੈ ਜੋ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੈ- (i) ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਕੁੰਡਲੀ ਦਾ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ ਅਤੇ ਇਸ ਵਿੱਚ ਵੱਗਣ ਵਾਲਾ ਕਰੰਟ ਘੱਟ ਹੈ; (ii) ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਅਤੇ ਸੈਕੰਡਰੀ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਸਮਾਨ ਫਲਕਸ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲਦਾ ਹੈ; ਅਤੇ (iii) ਸੈਕੰਡਰੀ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਕਰੰਟ ਵਗਦਾ ਹੈ।

ਜੇ ਇਹ ਮੰਨ ਲਿਆ ਜਾਵੇ ਕਿ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ ਦੀ ਦਕਸ਼ਤਾ (efficiency) 100% ਹੈ ਕੋਈ ਊਰਜਾ ਨਸ਼ਟ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ); ਤਾਂ ਨਿਵੇਸ਼ੀ ਸ਼ਕਤੀ, ਨਿਰਗਤ ਸ਼ਕਤੀ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੋਵੇਗੀ ਅਤੇ ਕਿਉਂਕਿ $p = i\,v$.

$$i_p v_p = i_s v_s \qquad (7.48)$$

ਜਦੋਂਕਿ ਕੁੱਝ ਨਾ ਕੁਝ ਊਰਜਾ ਸਦਾ ਨਸ਼ਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਫਿਰ ਵੀ ਇਹ ਇੱਕ ਵਧੀਆ ਨੇੜੇ ਦਾ ਅੰਦਾਜ਼ਾ ਹੈ, ਕਿਉਂਕਿ ਇੱਕ ਵਧੀਆ ਢੰਗ ਨਾਲ ਬਣੇ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ ਦੀ ਦਕਸ਼ਤਾ 95% ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਸਮੀਕਰਨ (7.47) ਅਤੇ (7.48) ਨੂੰ ਸੰਯੋਜਿਤ ਕਰਨ ਤੇ,

$$\frac{i_p}{i_s} = \frac{v_s}{v_p} = \frac{N_s}{N_p} \qquad (7.49)$$

ਕਿਉਂਕਿ i ਅਤੇ v ਦੀ ਡੋਲਨ ਆਕ੍ਰਿਤੀ ਉਹੀ ਹੈ ਜੋ ac ਸ੍ਰੋਤ ਦੀ, ਸਮੀਕਰਨ (7.49) ਨਾਲ ਸੰਗਤ ਰਾਸ਼ੀਆਂ ਦੇ ਆਯਾਮਾਂ ਜਾਂ rms ਮਾਨਾਂ ਦਾ ਅਨੁਪਾਤ ਵੀ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਦੇਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵੋਲਟੇਜ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਦੇ ਮਾਨਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ

$$V_s = \left(\frac{N_s}{N_p}\right)V_p \quad \text{and} \quad I_s = \left(\frac{N_p}{N_s}\right)I_p \qquad (7.50)$$

ਅਰਥਾਤ ਜੇ ਸੈਕੰਡਰੀ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਕੁੰਡਲੀ ਤੋਂ ਵੱਧ ਫੇਰੇ ਹਨ ($N_s > N_p$) ਤਾਂ ਵੋਲਟੇਜ ਵੱਧ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ($V_s > V_p$)। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀ ਵਿਵਸਥਾ ਨੂੰ ਸਟੈਪ-ਅਪ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ (Step up transformer) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਪਰ, ਇਸ ਵਿਵਸਥਾ ਵਿੱਚ, ਸੈਕੰਡਰੀ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਕੁੰਡਲੀ ਤੋਂ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ($N_p/N_s < 1$ ਅਤੇ $I_s < I_p$)। ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ, ਜੇ ਕਿਸੇ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ ਦੀ ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ 100 ਅਤੇ ਸੈਕੰਡਰੀ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ 200 ਲਪੇਟੇ ਹੋਣ ਤਾਂ $N_s/N_p = 2$ ਅਤੇ $N_p/N_s = 1/2$। ਇਸ ਲਈ 220V, 10A ਦਾ ਨਿਵੇਸ਼ ਵੱਧ ਕੇ 440 V ਦੀ ਆਊਟਪੁਟ 5.0 A ਤੇ ਦੇਵੇਗਾ।

ਜੇ ਸੈਕੰਡਰੀ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਕੁੰਡਲੀ ਤੋਂ ਘੱਟ ਲਪੇਟੇ ਹਨ ($N_s < N_p$) ਤਾਂ ਇਹ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ ਸਟੈਪ ਡਾਊਨ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ (step down) ਹੈ। ਇਸ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ ਵਿੱਚ $V_s < V_p$ ਅਤੇ $I_s > I_p$ ਅਰਥਾਤ ਵੋਲਟੇਜ ਘੱਟ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਵੱਧ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਉਪਰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤੀ ਗਈ ਸਮੀਕਰਨ ਆਦਰਸ਼ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰਾਂ ਲਈ ਲਾਗੂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ (ਜਿਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਊਰਜਾ ਨਸ਼ਟ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ)। ਪਰ ਵਾਸਤਵਿਕ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਾਂ ਵਿੱਚ ਨਿਮਨਲਿਖਤ ਕਾਰਨਾਂ ਕਰਕੇ ਘੱਟ ਮਾਤਰਾ ਵਿਚ ਊਰਜਾ ਨਸ਼ਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

(i) *ਫਲਕਸ ਖੈ* : ਹਮੇਸ਼ਾ ਕੁੱਝ ਨਾ ਕੁੱਝ ਫਲਕਸ ਦੀ ਹਾਨੀ ਹੁੰਦੀ ਹੀ ਹੈ, ਅਰਥਾਤ ਕੋਰ ਦੇ ਖਰਾਬ ਢੰਗ ਨਾਲ ਬਣੇ ਹੋਣ ਜਾਂ ਵਿੱਚ ਖਾਲੀ ਥਾਂ ਹੋਣ ਕਾਰਨ, ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਕੁੰਡਲੀ ਦੀ ਸਾਰੀ ਫਲਕਸ ਸੈਕੰਡਰੀ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚੋਂ ਨਹੀਂ ਲੰਘਦੀ। ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਅਤੇ ਸੈਕੰਡਰੀ ਕੁੰਡਲੀਆਂ ਨੂੰ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਉਪਰ ਲਪੇਟ ਕੇ ਫਲਕਸ ਖੈ ਨੂੰ ਘੱਟ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

(ii) *ਕੁੰਡਲੀਆਂ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ* : ਕੁੰਡਲੀਆਂ ਬਣਾਉਣ ਵਿੱਚ ਲਗੀਆਂ ਤਾਰਾਂ ਦਾ ਕੁੱਝ ਨਾ ਕੁੱਝ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਤਾਂ ਹੁੰਦਾ ਹੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਲਈ ਇਹਨਾਂ ਤਾਰਾਂ ਵਿੱਚ ਪੈਦਾ ਤਾਪ ਊਰਜਾ (I^2R) ਦੇ ਕਾਰਨ ਊਰਜਾ ਖੈ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਉੱਚ ਕਰੰਟ, ਨਿਮਨ ਵੋਲਟੇਜ, ਕੁੰਡਲੀਆਂ ਵਿੱਚ ਮੋਟੇ ਤਾਰ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ, ਇਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਊਰਜਾ ਹਾਨੀ ਨੂੰ ਘੱਟ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

(iii) *ਐਡੀ ਕਰੰਟ (Eddy currents)* : ਪਰਤਵੀਂ ਚੁੰਬਕੀ ਫਲਕਸ, ਲੋਹ ਕੋਰ ਵਿੱਚ ਐਡੀ ਕਰੰਟ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਕਰਕੇ, ਇਸ ਨੂੰ ਗਰਮ ਕਰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਤਹਿਦਾਰ ਕੋਰ (laminated core) ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ ਇਸ ਪ੍ਰਭਾਵ ਨੂੰ ਘੱਟ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

(iv) *ਹਿਸਟੀਰਿਸੀਸ (Hysteresis)* : ਪਰਤਵੇਂ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੁਆਰਾ ਕੋਰ ਦਾ ਚੁੰਬਕਨ ਬਾਰ-ਬਾਰ ਪਲਟਦਾ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਖਰਚ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਊਰਜਾ ਕੋਰ ਵਿੱਚ ਤਾਪ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਗਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਘੱਟ ਹਿਸਟੀਰਿਸੀਸ ਵਾਲੇ ਪਦਾਰਥ ਦਾ ਕੋਰ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰਕੇ ਇਸ ਪ੍ਰਭਾਵ ਨੂੰ ਘੱਟ ਰੱਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਬਿਜਲੀ ਊਰਜਾ ਦਾ ਲੰਬੀ ਦੂਰੀ ਤੱਕ ਵੱਡੇ ਪੈਮਾਨੇ ਤੇ ਟਰਾਂਸਮੀਸ਼ਨ (transmission) ਅਤੇ ਵੰਡ (distribution) ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਜਨਰੇਟਰ ਦੀ ਨਿਰਗਤ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਨੂੰ ਸਟੈਪ ਅਪ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ (ਤਾਂਕਿ ਕਰੰਟ ਘੱਟ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ I^2R ਹਾਨੀ ਘੱਟ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਲੰਬੀ ਦੂਰੀ ਦੇ ਖਪਤਕਾਰ ਦੇ ਨੇੜੇ ਸਥਿਤ ਖੇਤਰੀ ਉਪ-ਸਟੇਸ਼ਨ ਤੱਕ ਟਰਾਂਸਮਿਟ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਉਥੇ ਵੋਲਟੇਜ ਨੂੰ ਸਟੈਪ ਡਾਉਨ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਵੰਡ ਉਪ-ਸਟੇਸ਼ਨਾਂ ਅਤੇ ਖੰਭਿਆਂ ਤੇ ਫਿਰ ਤੋਂ ਸਟੈਪ ਡਾਉਨ ਕਰਕੇ 240 V ਦੀ ਸ਼ਕਤੀ ਆਪੂਰਤੀ ਸਾਡੇ ਘਰਾਂ ਨੂੰ ਪਹੁੰਚਾਈ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

ਸਾਰ (SUMMARY)

1. ਜਦੋਂ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧਕ R ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਕੋਈ ਪਰਤਵੀਂ ਵੋਲਟੇਜ਼ $v = v_m \sin \omega t$ ਲਗਾਈ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਉਸ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ $i = i_m \sin\omega t$ ਸੰਚਾਲਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿੱਥੇ, $i_m = \frac{v_m}{R}$. ਇਹ ਕਰੰਟ ਲਗਾਈ ਵੋਲਟੇਜ ਦੀ ਕਲਾ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।
2. ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧਕ R ਵਿੱਚੋਂ ਵਗਦੇ ਪਰਤਵੀ ਕਰੰਟ $i = i_m \sin\omega t$ ਦੇ ਲਈ ਜੂਲ ਤਾਪ ਦੇ ਕਾਰਨ ਔਸਤ ਸ਼ਕਤੀ ਖੈ $(1/2) i^2_m R$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਉਸੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵਿਅਕਤ ਕਰਨ ਲਈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ dc ਸ਼ਕਤੀ ($P = I^2R$), ਨੂੰ ਵਿਅਕਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ, ਕਰੰਟ ਦੇ ਇੱਕ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਮਾਨ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਵਰਗ ਔਸਤ ਮੂਲ (rms) ਕਰੰਟ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ I ਨਾਲ ਵਿਅਕਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ :

   $$I = \frac{i_m}{\sqrt{2}} = 0.707\, i_m$$

   ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ, *rms* ਵੋਲਟੇਜ

   $$V = \frac{v_m}{\sqrt{2}} = 0.707\, v_m$$

   ਔਸਤ ਸ਼ਕਤੀ ਲਈ ਵਿਅੰਜਕ $P = IV = I^2R$
3. ਕਿਸੇ ਸ਼ੁੱਧ ਪ੍ਰੇਰਕ L ਤੇ ਵਰਤੀ ac ਵੋਲਟੇਜ $v = v_m \sin\omega t$ ਇਸ ਵਿੱਚ $i = i_m \sin (\omega t \quad \pi/2)$, ਕਰੰਟ ਸੰਚਾਲਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ, ਇੱਥੇ $i_m = v_m/X_L$ ਜਿੱਥੇ $X_L = \omega L$ X_L ਨੂੰ *ਪ੍ਰੇਰਕ ਪ੍ਰਤੀਘਾਤ* (inductive reactance) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਪ੍ਰੇਰਕ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਵੋਲਟੇਜ ਤੋਂ $\pi/2$ ਰੇਡੀਅਨ ਤੋਂ ਪਿੱਛੇ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇੱਕ ਪੂਰੇ ਚੱਕਰ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰੇਰਕ ਨੂੰ ਸਪਲਾਈ ਔਸਤ ਸ਼ਕਤੀ ਜ਼ੀਰੋ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।
4. ਕਿਸੇ ਕੈਪੀਸਟਰ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਅਪਲਾਈ ac ਵੋਲਟੇਜ $v = v_m \sin\omega t$ ਉਸ ਵਿੱਚ $i = i_m \sin (\omega t + \pi/2)$ ਕਰੰਟ ਸੰਚਾਲਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਥੇ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

$$i_m = \frac{v_m}{X_C},\ X_C = \frac{1}{\omega C}$$

X_C ਨੂੰ *ਕੈਪੀਸਟਿਵ ਪ੍ਰਤਿਘਾਤ* (Capacitive reactance) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਕੈਪੀਸਟਰ ਵਿੱਚ ਵਗਦਾ ਕਰੰਟ ਵੋਲਟੇਜ $\pi/2$ ਰੇਡੀਅਨ ਨਾਲ ਅੱਗੇ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਪ੍ਰੇਰਕ ਦੇ ਸਮਾਨ ਹੀ ਇੱਕ ਪੂਰੇ ਚੱਕਰ ਵਿੱਚ ਕੈਪੀਸਟਰ ਨੂੰ ਆਪੂਰਤ ਔਸਤ ਸ਼ਕਤੀ ਜ਼ੀਰੋ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

5. ਵੋਲਟੇਜ਼ $v = v_m \sin\omega t$ ਦੁਆਰਾ ਸੰਚਾਲਿਤ ਕਿਸੇ ਲੜੀਬੱਧ ਢੰਗ ਨਾਲ ਜੁੜੇ LCR ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਦਾ ਮਾਨ ਨਿਮਨਲਿਖਤ ਵਿਅੰਜਕ ਨਾਲ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ; $i = i_m \sin(\omega t + \phi)$

ਇੱਥੇ $i_m = \dfrac{v_m}{\sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2}}$

ਅਤੇ $\phi = \tan^{-1} \dfrac{X_C - X_L}{R}$

$Z = \sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2}$ ਨੂੰ ਸਰਕਟ ਦੀ *ਪ੍ਰਤੀਬਾਧਾ (impedance)* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

ਇੱਕ ਪੂਰੇ ਚੱਕਰ ਵਿੱਚ ਔਸਤ ਸ਼ਕਤੀ ਖੈ ਨੂੰ ਨਿਮਨ ਸੂਤਰ ਨਾਲ ਵਿਅਕਤ ਕਰਦੇ ਹਨ,

$$P = V\, I \cos\phi$$

ਪਦ $\cos\phi$ ਨੂੰ *ਸ਼ਕਤੀ ਗੁਣਾਂਕ* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

6. ਕਿਸੇ ਸ਼ੁੱਧ ਪ੍ਰੇਰਕ ਜਾਂ ਕੈਪੀਸਟਰ ਦੇ ਲਈ $\cos\phi = 0$। ਅਜਿਹੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਜਦੋਂ ਕਿ ਕਰੰਟ ਤਾਂ ਵਗਦਾ ਹੈ ਪਰ ਸ਼ਕਤੀ ਖੈ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਅਜਿਹੀਆਂ ਉਦਾਹਰਨਾਂ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਨੂੰ *ਵਾਟਹੀਨ (wattless)* ਕਰੰਟ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

7. ਕਿਸੇ ac ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਅਤੇ ਵੋਲਟੇਜ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਕਲਾ ਸੰਬੰਧ ਨੂੰ ਸੌਖਿਆਂ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਵਿਚ ਵੋਲਟੇਜ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਘੁੰਮਦੇ ਸਦਿਸ਼ਾਂ ਨਾਲ ਨਿਰੂਪਿਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਘੁੰਮਦੇ ਸਦਿਸ਼ਾਂ ਨੂੰ ਫੇਜ਼ਰ (phasor) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਫੇਜ਼ਰ ਇੱਕ ਸਦਿਸ਼ ਦੇ ਸਮਾਨ ਹੈ ਜੋ ω ਚਾਲ ਨਾਲ ਮੂਲ ਬਿੰਦੂ ਦੇ ਚਾਰੋਂ ਪਾਸੇ ਘੁੰਮਣ ਗਤੀ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਫੇਜ਼ਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਫੇਜ਼ਰ ਦੁਆਰਾ ਨਿਰੂਪਤ ਰਾਸ਼ੀ (ਵੋਲਟੇਜ ਜਾਂ ਕਰੰਟ) ਦੇ ਆਯਾਮ ਜਾਂ ਸ਼ਿਖਰ ਮਾਨ ਨੂੰ ਵਿਅਕਤ ਕਰਦਾ ਹੈ।

   ਫੇਜ਼ਰ ਆਰੇਖ ਦੇ ਉਪਯੋਗ ਨਾਲ ਕਿਸੇ ac ਸਰਕਟ ਦਾ ਵਿਸ਼ਲੇਸ਼ਨ ਅਸਾਨ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

8. ਅਨੁਨਾਦ ਦੀ ਘਟਨਾ ਕਿਸੇ ਲੜੀਬੱਧ LCR ਸਰਕਟ ਦੀ ਇੱਕ ਰੋਚਕ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ਤਾ ਹੈ। ਸਰਕਟ ਅਨੁਨਾਦ ਨੂੰ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਅਰਥਾਤ ਅਨੁਨਾਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ $\omega_0 = \dfrac{1}{\sqrt{LC}}$ ਤੇ ਕਰੰਟ ਦਾ ਆਯਾਮ ਅਧਿਕਤਮ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। $Q = \dfrac{\omega_0 L}{R} = \dfrac{1}{\omega_0 CR}$ ਦੁਆਰਾ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਗੁਣਤਾ ਕਾਰਕ (quality factor) Q ਅਨੁਨਾਦ ਦੇ ਤਿਖੇਪਣ ਦਾ ਸੰਕੇਤਕ ਹੈ। Q ਦਾ ਵੱਧ ਮਾਨ ਇਹ ਸੰਕੇਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਕਰੰਟ ਦਾ ਸ਼ਿਖਰ ਤੁਲਨਾਤਮਕਤਾਂ ਵਿੱਚ ਵੱਧ ਤਿੱਖਾ ਹੈ।

9. ac ਸ੍ਰੋਤ ਅਤੇ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧਕ ਤੋਂ ਬਿਨਾਂ ਕੋਈ ਅਜਿਹਾ ਸਰਕਟ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਪ੍ਰੇਰਕ L ਅਤੇ ਕੈਪੀਸਟਰ C (ਸ਼ੁਰੂ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜਿਤ) ਹਨ, ਮੁਕਤ ਡੋਲਨ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਕੈਪੀਸਟਰ ਦਾ ਚਾਰਜ q ਇੱਕ ਸਰਲ ਆਵਰਤ ਗਤੀ ਕਰਦਾ ਹੈ :

$$\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{LC}q = 0$$

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਮੁਕਤ ਡੋਲਨਾਂ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ $\omega_0 = \dfrac{1}{\sqrt{LC}}$ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਸਿਸਟਮ ਦੀ ਊਰਜਾ ਕੈਪੀਸਟਰ ਅਤੇ ਪ੍ਰੇਰਕ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਡੋਲਨ ਕਰਦੀ ਹੈ, ਪਰ ਉਹਨਾਂ ਦਾ ਜੋੜ ਜਾਂ ਕੁੱਲ ਊਰਜਾ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

10. ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਲੋਹੇ ਦੀ ਕੋਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਫੇਰਿਆਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ N_p ਦੀ ਇੱਕ ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਕੁੰਡਲੀ ਅਤੇ ਫੇਰਿਆਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ N_s ਦੀ ਇੱਕ ਸੈਕੰਡਰੀ ਕੁੰਡਲੀ ਲਪੇਟੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਜੇ ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਕੁੰਡਲੀ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ac ਸ੍ਰੋਤ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਜਾਵੇ, ਤਾਂ ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਅਤੇ ਸੈਕੰਡਰੀ ਵੋਲਟੇਜ ਨਿਮਨਲਿਖਤ ਵਿਅੰਜਕ ਦੁਆਰਾ ਸੰਬੰਧਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ-

$$V_s = \left(\frac{N_s}{N_p}\right) V_p$$

ਅਤੇ ਦੋਨਾਂ ਕਰੰਟਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚਕਾਰ ਦੇ ਸੰਬੰਧ ਨੂੰ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਸੂਤਰ ਨਾਲ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ

$$I_s = \left(\frac{N_p}{N_s}\right) I_p$$

ਜੇ ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਸੈਕੰਡਰੀ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਲਪੇਟਿਆਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ਵੱਧ ਹੈ ਤਾਂ ਵੋਲਟੇਜ ਉੱਚ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ($V_s > V_p$)। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀ ਯੁਕਤੀ ਨੂੰ *ਸਟੈਪ ਅਪ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਪਰ ਜੇ ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਸੈਕੰਡਰੀ ਵਿਚ ਲਪੇਟਿਆਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ਘੱਟ ਹੈ ਤਾਂ *ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ ਸਟੈਪ ਡਾਊਨ* ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਭੌਤਿਕ ਰਾਸ਼ੀ	ਪ੍ਰਤੀਕ	ਵਿਮ	ਮਾਤਰਕ	ਟਿੱਪਣੀ
rms ਵੋਲਟੇਜ	V_{rms}	$[M L^2 T^{-3} A^{-1}]$	V	$V_{rms} = \frac{v_m}{\sqrt{2}}$, v_m *ac* ਵੋਲਟੇਜ ਦਾ ਆਯਾਮ ਹੈ।
rms ਕਰੰਟ	I_{rms}	[A]	A	$I_{rms} = \frac{i_m}{\sqrt{2}}$, i_m ac ਕਰੰਟ ਦਾ ਆਯਾਮ ਹੈ।
ਪ੍ਰਤੀਘਾਤ :				
ਪ੍ਰੇਰਕਤਾ	X_L	$[M L^2 T^{-3} A^{-2}]$	Ω	$X_L = \omega L$
ਕੈਪੀਸਟੀਵ	X_C	$[M L^2 T^{-3} A^{-2}]$	Ω	$X_C = 1/\omega C$
ਪ੍ਰਤਿਬਾਧਾ	Z	$[M L^2 T^{-3} A^{-2}]$	Ω	ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਘਟਕਾਂ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ।
ਅਨੁਵਾਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ	ω_r or ω_0	$[T^{-1}]$	Hz	$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ ਇੱਕ ਲੜੀਬੱਧ *LCR* ਸਰਕਟ ਲਈ
ਗੁਣਤਾ ਕਾਰਕ	Q	ਵਿਮਹੀਨ		$Q = \frac{\omega_0 L}{R} = \frac{1}{\omega_0 C R}$ ਲੜੀਬੱਧ *LCR* ਸਰਕਟ ਲਈ
ਸ਼ਕਤੀ ਕਾਰਕ		ਵਿਮਹੀਨ		$= \cos\phi$, ϕ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਲਗਾਈ ਵੋਲਟੇਜ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਕਲਾ ਅੰਤਰ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਵਿਚਾਰਣਯੋਗ ਵਿਸ਼ੇ (POINTS TO PONDER)

1. ਜਦੋਂ ਕਿਸੇ ac ਵੋਲਟੇਜ ਜਾਂ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਕੋਈ ਮਾਨ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਅਕਸਰ ਕਰੰਟ ਜਾਂ ਵੋਲਟੇਜ ਦਾ rms ਮਾਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਤੁਹਾਡੇ ਕਮਰੇ ਵਿੱਚ ਲਗੇ ਬਿਜਲੀ ਸਵਿੱਚ ਦੇ ਟਰਮੀਨਲਾਂ ਵਿੱਚ ਵੋਲਟੇਜ ਆਮ ਕਰਕੇ 240 V ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਵੋਲਟੇਜ ਦੇ *rms* ਮਾਨ ਨੂੰ ਦਸਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਵੋਲਟੇਜ ਦਾ ਆਯਾਮ $v_m = \sqrt{2}V = \sqrt{2}(240) = 340\ V$ ਹੈ।
2. ਕਿਸੇ ac ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਵਰਤੇ ਘਟਕ ਦੀ ਸ਼ਕਤੀ ਰੇਟਿੰਗ ਇਸ ਦੇ ਔਸਤ ਸ਼ਕਤੀ ਰੇਟਿੰਗ ਨੂੰ ਦਸਦੀ ਹੈ।
3. ਕਿਸੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਵਰਤੀ ਸ਼ਕਤੀ ਕਦੇ ਵੀ ਰਿਣਾਤਮਕ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ।
4. ਪਰਤਵੀਂ ਅਤੇ ਸਿੱਧੀ ਕਰੰਟ ਦੋਨਾਂ ਨੂੰ ਐਮਪੀਅਰ ਵਿੱਚ ਮਾਪਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਪਰ ਪਰਤਵੇਂ ਕਰੰਟ ਲਈ ਐਮਪੀਅਰ ਨੂੰ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਭੌਤਿਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਵੇ? ਜਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ dc ਐਮਪੀਅਰ ਨੂੰ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਉਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਸ ਨੂੰ (ac ਐਮਪੀਅਰ ਨੂੰ) ac ਕਰੰਟਾਂ ਨੂੰ ਵਹਿਣ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਦੋ ਸਮਾਂਤਰ ਤਾਰਾਂ ਦੇ ਪਰਸਪਰਿਕ ਆਕਰਸ਼ਨ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਨਹੀਂ ਕਰ ਸਕਦੇ। ac ਕਰੰਟ ਸ੍ਰੋਤ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਨਾਲ ਦਿਸ਼ਾ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨਾਲ ਔਸਤ ਆਕਰਸ਼ਨ ਬਲ ਜ਼ੀਰੋ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ac ਐਮਪੀਅਰ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਅਜਿਹੇ ਗੁਣ ਦੇ ਸੰਬੰਧ ਵਿੱਚ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰਨਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਜੋ ਕਰੰਟ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਾ ਕਰਦਾ ਹੋਵੇ। ਜੂਲ ਤਾਪਨ ਇਕ ਅਜਿਹਾ ਹੀ ਗੁਣ ਹੈ ਅਤੇ ਕਿਸੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਪਰਤਵੇਂ ਕਰੰਟ ਦੇ *rms* ਮਾਨ ਨੂੰ ਇੱਕ ਐਮਪੀਅਰ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਜੇ ਇਹ ਕਰੰਟ ਉਹੀ ਔਸਤ ਤਾਪੀ ਪ੍ਰਭਾਵ ਪੈਦਾ ਕਰਦੀ ਹੈ, ਜਿਵੇਂ ਕਿ dc ਕਰੰਟ ਦਾ ਇੱਕ ਐਮਪੀਅਰ ਉਹਨਾਂ ਹੀ ਹਾਲਤਾਂ ਵਿੱਚ ਕਰਦਾ ਹੈ।
5. ਕਿਸੇ ac ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਵੱਖ ਵੱਖ ਘਟਕਾਂ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਵਿੱਚ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਦਾ ਜੋੜ ਕਰਦੇ ਸਮੇਂ ਉਹਨਾਂ ਦੀਆਂ ਕਲਾਵਾਂ ਦਾ ਉਚਿਤ ਧਿਆਨ ਰੱਖਣਾ ਚਾਹੀਦਾ। ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ, ਜੇ ਕਿਸੇ *RC* ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ V_R ਅਤੇ V_C ਕ੍ਰਮਵਾਰ *R* ਅਤੇ *C* ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਵਿੱਚ ਵੋਲਟੇਜ ਹੈ ਤਾਂ *RC* ਸੰਯੋਜਨ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਵਿੱਚ ਵੋਲਟੇਜ $V_{RC} = \sqrt{V_R^2 + V_C^2}$ ਹੋਵੇਗੀ ਨਾ ਕਿ $V_R + V_C$ ਕਿਉਂਕਿ V_C ਅਤੇ V_R ਦੇ ਵਿੱਚ ਕਲਾ-ਅੰਤਰ $\pi/2$ ਹੈ।
6. ਜਦੋਂ ਕਿ ਕਿਸੇ ਫੇਜ਼ਰ ਆਰੇਖ ਵਿੱਚ ਵੋਲਟੇਜ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਸਦਿਸ਼ਾਂ ਨਾਲ ਨਿਰੂਪਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ ਪਰ ਇਹ ਰਾਸ਼ੀਆਂ ਵਾਸਤਵ ਵਿੱਚ ਸਦਿਸ਼ ਨਹੀਂ ਹਨ। ਇਹ ਅਦਿਸ਼ ਰਾਸ਼ੀਆਂ ਹਨ। ਅਜਿਹਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਸਰਲ ਆਵਰਤ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਅਦਿਸ਼ਾਂ ਦੀਆਂ ਕਲਾਵਾਂ ਗਣਿਤਿਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਉਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸੰਯੋਗ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ। ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਸੰਗਤ ਪਰਿਮਾਣਾਂ ਅਤੇ ਦਿਸ਼ਾਵਾਂ ਦੇ ਘੁੰਮਣ ਸਦਿਸ਼ਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰੱਖੇਪ ਕਰਦੇ ਹਨ। 'ਰੋਟੇਟਿੰਗ ਸਦਿਸ਼' ਜੋ ਸਰਲ ਆਵਰਤ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨਸ਼ੀਲ ਅਦਿਸ਼ ਰਾਸ਼ੀਆਂ ਦਾ ਨਿਰੂਪਣ ਕਰਦੇ ਹਨ ਸਾਨੂੰ ਇਹਨਾਂ ਰਾਸ਼ੀਆਂ ਨੂੰ ਇਸ ਲਈ ਸ਼ਾਮਿਲ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਕਿ ਜੋੜਨ ਦੀ ਸਰਲ ਵਿਧੀ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕੇ। ਇਸ ਦੇ ਲਈ ਅਸੀਂ ਉਸ ਨਿਯਮ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਜਿਸ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਸਦਿਸ਼ਾਂ ਦੇ ਸੰਯੋਜਨ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪਹਿਲਾਂ ਹੀ ਤੋਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ।
7. ਕਿਸੇ ac ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਸ਼ੁੱਧ ਕੈਪੀਸਟਰਾਂ ਅਤੇ ਪ੍ਰੇਰਕਾਂ ਤੋਂ ਕੋਈ ਸ਼ਕਤੀ ਖੈ ਨਹੀਂ ਜੁੜਿਆ ਹੋਇਆ। ਜੇ ac ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਘਟਕ ਦੁਆਰਾ ਸ਼ਕਤੀ ਖੈ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉਹ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਘਟਕ ਹੈ।
8. ਕਿਸੇ *LCR* ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਅਨੁਨਾਦ ਦਾ ਵਰਤਾਰਾ ਉਦੋਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ $X_L = X_C$ ਜਾਂ $\omega_0 = \dfrac{1}{\sqrt{LC}}$ ਅਨੁਨਾਦ ਹੋਣ ਦੇ ਲਈ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ *L* ਅਤੇ *C* ਦੋਨੋਂ ਘਟਕਾਂ ਦਾ ਹੋਣਾ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਸਿਰਫ ਇੱਕ (*L* ਜਾਂ *C*) ਦੇ ਹੋਣ ਤੇ ਵੋਲਟੇਜ ਦੇ ਨਿਰੱਸਤ ਹੋਣ ਦੀ ਸੰਭਾਵਨਾ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ ਅਤੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਅਨੁਨਾਦ ਸੰਭਵ ਨਹੀਂ ਹੈ।
9. ਕਿਸੇ *LCR* ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਸ਼ਕਤੀ ਗੁਣਾਂਕ (power factor) ਇਸ ਗੱਲ ਨੂੰ ਮਾਪਦਾ ਹੈ ਕਿ ਸਰਕਟ ਅਧਿਕਤਮ ਸ਼ਕਤੀ ਖਰਚ ਕਰਨ ਦੇ ਕਿੰਨੀ ਨੇੜੇ ਹੈ।
10. ਜਨਰੇਟਰਾਂ ਅਤੇ ਮੋਟਰਾਂ ਵਿੱਚ ਨਿਵੇਸ਼ ਅਤੇ ਨਿਰਗਾਹ ਦੀਆਂ ਭੂਮਿਕਾਵਾਂ ਇਕ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਉਲਟ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਇੱਕ ਮੋਟਰ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਊਰਜਾ ਨਿਵੇਸ਼ ਹੈ ਅਤੇ ਯੰਤਰਿਕ ਊਰਜਾ ਨਿਰਗਤ ਹੈ; ਜਨਰੇਟਰ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਵਿੱਚ ਯੰਤਰਿਕ ਊਰਜਾ ਨਿਵੇਸ਼ ਹੈ ਅਤੇ ਬਿਜਲੀ ਊਰਜਾ ਨਿਰਗਤ ਹੈ। ਦੋਨੋਂ ਯੁਕਤੀਆਂ ਊਰਜਾ ਨੂੰ ਇਕ ਪ੍ਰਕਾਰ ਨਾਲ ਦੂਸਰੇ ਵਿੱਚ ਰੂਪਾਂਤਰਿਤ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ।

11. ਇਕ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਾਰ (ਸਟੇਪ ਅਪ) ਨਿਮਨ ਵੋਲਟੇਜ ਨੂੰ ਉੱਚ ਵੋਲਟੇਜ ਵਿਚ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਊਰਜਾ ਦੇ ਸੁਰਖਿਅਣ ਨਿਯਮ ਦਾ ਉਲੰਘਣ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਕਰੰਟ ਉਸੇ ਅਨੁਪਾਤ ਵਿੱਚ ਘੱਟ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

12. ਇਹ ਚੋਣ ਕਰਨਾ ਕਿ ਡੋਲਨ ਗਤੀ ਦਾ ਵਿਵਰਣ ਸਾਈਨ (Sine) ਜਾਂ ਕੋਸਾਈਨ (Cosine) ਦੁਆਰਾ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਾਂ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਰੇਖੀ ਸੰਯੋਗ ਦੁਆਰਾ, ਮਹੱਤਵਹੀਨ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਜ਼ੀਰੋ-ਸਮੇਂ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਇਕ ਨੂੰ ਦੂਸਰੇ ਵਿਚ ਰੂਪਾਂਤਰਿਤ ਕਰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ।

ਅਭਿਆਸ (EXERCISES)

7.1 ਇੱਕ 100 Ω ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ 200 V, 50 Hz ਸਪਲਾਈ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਹੈ।

(a) ਸਰਕਟ ਵਿਚ ਕਰੰਟ ਦਾ rms ਮਾਨ ਕਿੰਨਾ ਹੈ?

(b) ਇਕ ਪੂਰੇ ਚੱਕਰ ਵਿੱਚ ਕਿੰਨਾ ਸ਼ੁੱਧ ਸ਼ਕਤੀ ਖਰਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

7.2 (a) ac ਸਪਲਾਈ ਦਾ ਸ਼ਿਖਰ ਮਾਨ 300 V ਹੈ। rms ਵੋਲਟੇਜ਼ ਕਿੰਨੀ ਹੈ?

(b) ac ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਦਾ rms ਮਾਨ 10 A ਹੈ। ਸ਼ਿਖਰ ਕਰੰਟ ਕਿੰਨਾਂ ਹੈ?

7.3 ਇੱਕ 44 mH ਦਾ ਪ੍ਰੇਰਕ 220 V, 50 Hz ਸਪਲਾਈ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਹੈ। ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਦੇ rms ਮਾਨ ਦਾ ਪਤਾ ਕਰੋ।

7.4 ਇੱਕ 60 μF ਦਾ ਕੈਪੀਸਟਰ 110 V, 60 Hz ac ਸਪਲਾਈ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਦੇ rms ਮਾਨ ਦਾ ਪਤਾ ਕਰੋ।

7.5 ਅਭਿਆਸ 7.3 ਅਤੇ 7.4 ਵਿੱਚ ਇਕ ਪੂਰੇ ਚੱਕਰ ਦੇ ਦੌਰਾਨ ਹਰੇਕ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਿੰਨੀ ਸ਼ੁੱਧ ਸ਼ਕਤੀ ਸੋਖਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ? ਆਪਣੇ ਉੱਤਰ ਦਾ ਵਿਵਰਣ ਦਿਉ?

7.6 ਇਕ *LCR* ਸਰਕਟ ਦੀ, ਜਿਸ ਵਿੱਚ $L = 2.0H$, $C = 32\ \mu F$ ਅਤੇ $R = 10\ \Omega$ ਅਨੁਨਾਦ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ω_r ਪਤਾ ਕਰੋ। ਇਸ ਸਰਕਟ ਦੇ ਲਈ Q ਦਾ ਕੀ ਮਾਨ ਹੈ?

7.7 30 μF ਦਾ ਇਕ ਚਾਰਜਿਤ ਕੈਪੀਸਟਰ 27 mH ਦੇ ਪ੍ਰੇਰਕ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਸਰਕਟ ਦੇ ਮੁਕਤ ਡੋਲਨਾਂ ਦੀ ਕੋਈ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਕਿੰਨੀ ਹੈ?

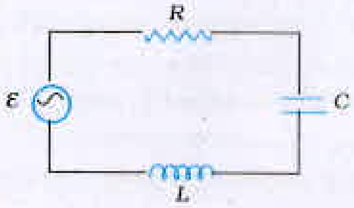
7.8 ਕਲਪਨਾ ਕਰੋ ਕਿ ਅਭਿਆਸ 7.7 ਵਿੱਚ ਕੈਪੀਸਟਰ ਤੇ ਆਰੰਭਿਕ ਚਾਰਜ 6 mC ਹੈ। ਅਰੰਭ ਵਿੱਚ ਸਰਕਟ ਵਿਚ ਕੁੱਲ ਕਿੰਨੀ ਊਰਜਾ ਜਮਾਂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਬਾਅਦ ਵਿੱਚ ਕੁੱਲ ਊਰਜਾ ਕਿੰਨੀ ਹੋਵੇਗੀ?

7.9 ਇੱਕ ਲੜੀਵੱਧ *LCR* ਸਰਕਟ ਨੂੰ, ਜਿਸ ਵਿੱਚ $R = 20\ \Omega$, $L = 1.5\ H$ ਅਤੇ $C = 35\ \mu F$, ਇਕ ਪਰਤਵੀਂ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੀ 200 V ac ਸਪਲਾਈ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਸਪਲਾਈ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਸਰਕਟ ਦੀ ਮੂਲ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਇਕ ਪੂਰੇ ਚੱਕਰ ਵਿੱਚ ਸਰਕਟ ਨੂੰ ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ ਕੀਤੀ ਗਈ ਔਸਤ ਸ਼ਕਤੀ ਕਿੰਨੀ ਹੋਵੇਗੀ?

7.10 ਇਕ ਰੇਡੀਓ ਨੂੰ MW ਪ੍ਰਸਾਰਨ ਬੈਂਡ ਦੇ ਇੱਕ ਖੰਡ ਦੇ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਰੇਂਜ ਦੇ ਇੱਕ ਪਾਸੇ ਤੋਂ ਦੂਸਰੇ ਪਾਸੇ (800 kHz ਤੋਂ 1200 kHz) ਤੱਕ ਟਿਊਨ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਇਸ ਦੇ *LC* ਸਰਕਟ ਦਾ ਪ੍ਰਭਾਵਕਾਰੀ ਪ੍ਰੇਰਕਤਾ 200 μH ਹੋਵੇ, ਤਾਂ ਉਸਦੇ ਪਰਵਰਤੀ ਕੈਪੀਸਟਰ ਦੀ ਰੇਂਜ ਕਿੰਨੀ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ?

[*ਸੰਕੇਤ :* ਟਿਊਨ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਮੂਲ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਅਰਥਾਤ *LC* ਸਰਕਟ ਦੇ ਮੁਕਤ ਡੋਲਨਾਂ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਰੇਡਿਓ ਤਰੰਗ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਸਮਾਨ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ]

7.11 ਚਿੱਤਰ 7.21 ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਲੜੀਵੱਧ *LCR* ਸਰਕਟ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਪਰਿਵਰਤੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ 230 V ਦੇ ਸ੍ਰੋਤ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। $L = 5.0\ H$, $C = 80\mu F$, $R = 40\ \Omega$.



ਚਿੱਤਰ 7.21

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(a) ਸ੍ਰੋਤ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਪਤਾ ਕਰੋ ਜੋ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਅਨੁਨਾਦ ਪੈਦਾ ਕਰੇ।

(b) ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤਿਬਾਧਾ ਅਤੇ ਅਨੁਵਾਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਤੇ ਕਰੰਟ ਦਾ ਆਯਾਮ ਪਤਾ ਕਰੋ।

(c) ਸਰਕਟ ਦੇ ਤਿੰਨਾਂ ਘਟਕਾਂ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਪ੍ਰਟੈਂਸ਼ਲ ਡ੍ਰਾਪ ਦੇ rms ਮਾਨਾਂ ਦਾ ਪਤਾ ਕਰੋ। ਦਿਖਾਓ ਕਿ ਅਨੁਨਾਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਤੇ *LC* ਸੰਯੋਗ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਦੇ ਪ੍ਰਟੈਂਸ਼ਲ ਡ੍ਰਾਪ ਜ਼ੀਰੋ ਹੈ।

ਹੋਰ ਅਭਿਆਸ (ADDITIONAL EXERCISES)

7.12 ਕਿਸੇ *LC* ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ 20 mH ਦਾ ਇਕ ਪ੍ਰੇਰਕ ਅਤੇ 50 μF ਦਾ ਇਕ ਕੈਪੀਸਟਰ ਹੈ ਜਿਸ ਤੇ ਅੰਰੰਭਿਕ ਚਾਰਜ 10 mC ਹੈ। ਸਰਕਟ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਨਿਗੁਣਾ ਹੈ। ਮੰਨ ਲਉ ਕਿ ਉਹ ਸਮਾਂ ਜਿਸ ਤੇ ਸਰਕਟ ਬੰਦ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ $t = 0$ ਹੈ।

(a) ਸ਼ੁਰੂ ਵਿੱਚ ਕੁਲ ਕਿੰਨੀ ਊਰਜਾ ਜਮ੍ਹਾਂ ਹੈ? ਕੀ ਇਹ *LC* ਡੋਲਨਾਂ ਸਮੇਂ ਸੁਰਖਿਅਤ ਹੈ?

(b) ਸਰਕਟ ਦੀ ਮੂਲ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਕੀ ਹੈ?

(c) ਕਿਸ ਸਮੇਂ ਤੇ ਜਮ੍ਹਾਂ ਊਰਜਾ

(i) ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਬਿਜਲਈ ਹੈ (ਅਰਥਾਤ ਉਹ ਕੈਪੀਸਟਰ ਵਿੱਚ ਜਮ੍ਹਾਂ ਹੈ)?

(ii) ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਚੁੰਬਕੀ ਹੈ (ਅਰਥਾਤ ਪ੍ਰੇਰਕ ਵਿੱਚ ਜਮਾਂ ਹੈ)?

(d) ਕਿਹੜੇ ਸਮੇਂ ਤੇ ਸਾਰੀ ਊਰਜਾ ਪ੍ਰੇਰਕ ਅਤੇ ਕੈਪੀਸਟਰ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਬਰਾਬਰ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵੰਡੀ ਹੈ?

(e) ਜੇ ਇਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਨੂੰ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਲਗਾਇਆ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਕਿੰਨੀ ਊਰਜਾ ਅੰਤ ਵਿਚ ਤਾਪ ਊਰਜਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਖੈ ਹੋਵੇਗੀ?

7.13 ਇੱਕ ਕੁੰਡਲੀ ਨੂੰ ਜਿਸਦਾ ਪ੍ਰੇਰਣ 0.50 H ਅਤੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ 100 Ω ਹੈ, 240 V ਅਤੇ 50 Hz ਦੀ ਇੱਕ ਸਪਲਾਈ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਗਿਆ ਹੈ?

(a) ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਅਧਿਕਤਮ ਕਰੰਟ ਕਿੰਨਾਂ ਹੈ?

(b) ਵੋਲਟੇਜ ਸ਼ਿਖਰ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਸ਼ਿਖਰ ਦੇ ਵਿੱਚ ਸਮਾਂ-ਲੱਗ ਕਿੰਨਾ ਹੈ?

7.14 ਜੇ ਸਰਕਟ ਨੂੰ ਉੱਚ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੀ ਸਪਲਾਈ (240 V, 10 kHz) ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਅਭਿਆਸ 7.13 (a) ਅਤੇ (b) ਦਾ ਉੱਤਰ ਪਤਾ ਕਰੋ। ਇਸ ਤੋਂ ਇਸ ਕਥਨ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕਰੋ ਕਿ ਅਤਿ ਉੱਚ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਤੇ ਕਿਸੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੇਰਕ ਲਗਭਗ ਖੁਲ੍ਹੇ ਸਰਕਟ ਦੇ ਤੁੱਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸਥਿਰ ਅਵਸਥਾ ਦੇ ਬਾਅਦ ਕਿਸੇ dc ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੇਰਕ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦਾ ਵਿਵਹਾਰ ਕਰਦਾ ਹੈ।

7.15 40 Ω ਦੇ ਲੜੀਬੱਧ ਵਿੱਚ ਇੱਕ 100 μF ਦੇ ਕੈਪੀਸਟਰ ਨੂੰ 110 V, 60 Hz ਦੀ ਸਪਲਾਈ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਗਿਆ ਹੈ।

(a) ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਅਧਿਕਤਮ ਕਰੰਟ ਕਿੰਨਾਂ ਹੈ?

(b) ਕਰੰਟ ਸ਼ਿਖਰ ਅਤੇ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਸ਼ਿਖਰ ਦੇ ਵਿੱਚ ਸਮਾਂ-ਲੱਗ ਕਿੰਨਾ ਹੈ?

7.16 ਜੇ ਸਰਕਟ ਨੂੰ 110 V, 12 kHz ਸਪਲਾਈ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਅਭਿਆਸ (a) ਅਤੇ (b) ਦਾ ਉੱਤਰ ਪਤਾ ਕਰੋ। ਇਸ ਤੋਂ ਕਥਨ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕਰੋ ਕਿ ਬਹੁਤ ਉੱਚ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਤੇ ਇੱਕ ਕੈਪੀਸਟਰ ਚਾਲਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਉਸ ਵਿਵਹਾਰ ਨਾਲ ਕੋਰ ਜੋ ਕਿਸੇ dc ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਕੈਪੀਸਟਰ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ।

7.17 ਸ੍ਰੋਤ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਨੂੰ ਇੱਕ ਲੜੀਵੱਧ *LCR* ਸਰਕਟ ਦੀ ਅਨੁਨਾਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਰੱਖਦੇ ਹੋਏ ਤਿੰਨ ਘਟਕਾਂ *L*, *C* ਅਤੇ *R* ਨੂੰ ਸਮਾਂਤਰ ਕ੍ਰਮ ਵਿੱਚ ਲਗਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਦਰਸ਼ਾਓ ਕਿ ਸਮਾਂਤਰ *LCR* ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਇਸ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਤੇ ਕੁੱਲ ਕਰੰਟ ਨਿਊਨਤਮ ਹੈ। ਇਸ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਲਈ ਅਭਿਆਸ 7.11 ਵਿੱਚ ਨਿਰਦੇਸ਼ਿਤ ਸ੍ਰੋਤ ਅਤੇ ਘਟਕਾਂ ਦੇ ਲਈ ਸਰਕਟ ਦੀ ਹਰੇਕ ਸ਼ਾਖਾ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਦੇ rms ਮਾਨ ਨੂੰ ਪਤਾ ਕਰੋ।

7.18 ਇੱਕ ਸਰਕਟ ਨੂੰ ਜਿਸ ਵਿੱਚ 80 mH ਦਾ ਇੱਕ ਪ੍ਰੇਰਕ ਅਤੇ 60 μF ਦਾ ਕੈਪੀਸਟਰ ਲੜੀਬੱਧ ਵਿੱਚ 230 V, 50 Hz ਦੀ ਸਪਲਾਈ ਨਾਲ ਜੁੜਿਆ ਹੈ। ਸਰਕਟ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਨਿਗੂਣਾ ਹੈ।

(a) ਕਰੰਟ ਦਾ ਆਯਾਮ ਅਤੇ rms ਮਾਨਾਂ ਨੂੰ ਪਤਾ ਕਰੋ।

(b) ਹਰੇਕ ਘਟਕ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਪ੍ਰਟੈਂਸ਼ਲ ਗਵਾਉਣ ਦੇ rms ਮਾਨਾਂ ਦਾ ਪਤਾ ਕਰੋ।

(c) ਪ੍ਰੇਰਕ ਵਿੱਚ ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ ਔਸਤ ਸ਼ਕਤੀ ਕਿੰਨੀ ਹੈ?

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(d) ਕੈਪੀਸਟਰ ਵਿੱਚ ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ ਔਸਤ ਸ਼ਕਤੀ ਕਿੰਨੀ ਹੈ?

(e) ਸਰਕਟ ਦੁਆਰਾ ਸੋਖਿਤ ਕੁੱਲ ਔਸਤ ਸ਼ਕਤੀ ਕਿੰਨੀ ਹੈ? [ਔਸਤ ਵਿੱਚ ਇਹ ਸ਼ਾਮਿਲ ਹੈ 'ਕਿ ਇਸ ਨੂੰ ਪੂਰੇ ਚੱਕਰ ਵਿੱਚ ਲਿਆ ਗਿਆ ਹੈ)।

7.19 ਕਲਪਨਾ ਕਰੋ ਕਿ ਅਭਿਆਸ 7.18 ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ 15 Ω ਹੈ। ਸਰਕਟ ਦੇ ਹਰੇਕ ਘਟਕ ਨੂੰ ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ ਔਸਤ ਸ਼ਕਤੀ ਅਤੇ ਸੰਪੂਰਣ ਸੋਖਿਤ ਸ਼ਕਤੀ ਪਤਾ ਕਰੋ।

7.20 ਇੱਕ ਲੜੀਵੱਧ *LCR* ਸਰਕਟ ਨੂੰ ਜਿਸ ਵਿੱਚ $L = 0.12$ H, $C = 480$ nF, $R = 23\ \Omega$, 230 V ਪਰਤਵੀਂ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਵਾਲਾ ਸ੍ਰੋਤ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਗਿਆ ਹੈ।

(a) ਸ੍ਰੋਤ ਦੀ ਉਹ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਕਿੰਨੀ ਹੈ ਜਿਸ ਤੇ ਕਰੰਟ ਆਯਾਮ ਅਧਿਕਤਮ ਹੈ। ਇਸ ਅਧਿਕਤਮ ਮਾਨ ਨੂੰ ਪਤਾ ਕਰੋ।

(b) ਸ੍ਰੋਤ ਦੀ ਉਹ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਕਿੰਨੀ ਹੈ ਜਿਸ ਦੇ ਲਈ ਸਰਕਟ ਦੁਆਰਾ ਸੋਖਿਤ ਔਸਤ ਸ਼ਕਤੀ ਅਧਿਕਤਮ ਹੈ।

(c) ਸ੍ਰੋਤ ਦੀ ਕਿਸ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਲਈ ਸਰਕਟ ਨੂੰ ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ ਸ਼ਕਤੀ ਅਨੁਨਾਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੀ ਸ਼ਕਤੀ ਦੀ ਅੱਧੀ ਹੈ।

(d) ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਸਰਕਟ ਦੇ ਲਈ ਕਾਰਕ ਕਿੰਨਾ ਹੈ?

7.21 ਇੱਕ ਲੜੀਵੱਧ *LCR* ਸਰਕਟ ਦੇ ਲਈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ $L = 3.0$ H, $C = 27\ \mu$F ਅਤੇ $R = 7.4\ \Omega$ ਅਨੁਵਾਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਅਤੇ Q ਕਾਰਕ ਪਤਾ ਕਰੋ। ਸਰਕਟ ਦੇ ਅਨੁਨਾਦ ਦੇ ਤਿਖੇਪਣ ਨੂੰ ਸੁਧਾਰਣ ਦੀ ਇੱਛਾ ਤੋਂ "ਅਰਥ ਉਚਾਈ ਤੇ ਪੂਰਣ ਚੌੜਾਈ" ਨੂੰ ਗੁਣਕ ਦੁਆਰਾ ਘਟਾ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਦੇ ਲਈ ਉਚਿਤ ਉਪਾਅ ਸੁਝਾਓ।

7.22 ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਪ੍ਰਸ਼ਨਾਂ ਦੇ ਉੱਤਰ ਦਿਓ–

(a) ਕੀ ਕਿਸੇ ac ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਇਸਤੇਮਾਲ ਤੱਤਕਾਲੀ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਲੜੀਬੱਧ ਕ੍ਰਮ ਵਿੱਚ ਜੋੜੇ ਗਏ ਘਟਕਾਂ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਤੱਤਕਾਲੀ ਵੋਲਟੇਜਾਂ ਦੇ ਬੀਜਗਣਿਤਿਕ ਜੋੜਾਂ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ? ਕੀ ਇਹ ਗਲ rms ਵੋਲਟੇਜਾਂ ਤੇ ਵੀ ਲਾਗੂ ਹੈ?

(b) ਪ੍ਰੇਰਣ ਕੁੰਡਲੀ ਦੇ ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਕੈਪੀਸਟਰ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਦੇ ਹਨ।

(c) ਇੱਕ ਲਗਾਇਆਂ ਗਿਆ ਵੋਲਟੇਜ ਸਿਗਨਲ dc ਵੋਲਟੇਜ ਅਤੇ ਉੱਚ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਇੱਕ ac ਵੋਲਟੇਜ ਦੇ ਸੁਪਰਪੋਜੀਸ਼ਨ ਨਾਲ ਬਣਿਆ ਹੈ। ਸਰਕਟ ਇੱਕ ਲੜੀਵੱਧ ਪ੍ਰੇਰਕ ਅਤੇ ਕੈਪੀਸਟਰ ਤੋਂ ਬਣਿਆ ਹੈ। ਦਰਸ਼ਾਓ ਕਿ dc ਸੰਕੇਤ *C* ਅਤੇ ac ਸੰਕੇਤ *L* ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਪ੍ਰਕਟ ਹੋਵੇਗਾ।

(d) ਇੱਕ ਲੈਂਪ ਨਾਲ ਲੜੀਵੱਧ ਕ੍ਰਮ ਵਿੱਚ ਜੁੜੀ ਚੋਕ ਨੂੰ ਇੱਕ dc ਲਾਈਨ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਲੈਂਪ ਤੇਜ਼ੀ ਨਾਲ ਚਮਕਦਾ ਹੈ। ਚੋਕ ਵਿੱਚ ਲੋਹੇ ਦੇ ਕੋਰ ਨੂੰ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਾਉਣ ਤੇ ਲੈਂਪ ਦੀ ਰੋਸ਼ਣੀ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਅੰਤਰ ਨਹੀਂ ਪੈਂਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਇੱਕ ac ਲਾਈਨ ਨਾਲ ਲੈਂਪ ਦਾ ਸੰਯੋਜਨ ਕੀਤਾ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਸੰਗਤ ਪ੍ਰੇਖਣਾਂ ਦੀ ਭਵਿਖਬਾਨੀ ਕਰੋ।

(e) ac ਮੇਨਸ ਦੇ ਨਾਲ ਕਾਰਜ ਕਰਨ ਵਾਲੀ ਫਲੋਰੋਸੇਂਟ ਟਿਊਬ ਵਿੱਚ ਵਰਤੀ ਚੋਕ ਕੁੰਡਲੀ ਦੀ ਲੋੜ ਕਿਉਂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ? ਚੋਕ ਕੁੰਡਲੀ ਦੇ ਸਥਾਨ ਤੇ ਆਮ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਿਉਂ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ?

7.23 ਇਕ ਸ਼ਕਤੀ ਟਰਾਂਸਮਿਸ਼ਨ ਲਾਈਨ ਸਟੈਪ ਡਾਊਨ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ ਵਿੱਚ ਜਿਸਦੀ ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ 4000 ਫੇਰੇ ਹਨ, 2300ਵੋਲਟ ਤੇ ਸ਼ਕਤੀ ਨਿਵੇਸ਼ਿਤ ਕਰਦੀ ਹੈ। 230 V ਦੀ ਨਿਰਗਤ ਸ਼ਕਤੀ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ ਸੈਕੰਡਰੀ ਵਿੱਚ ਕਿੰਨੇ ਲਪੇਟੇ ਹੋਣੇ ਚਾਹੀਦੇ ਹਨ?

7.24 ਇੱਕ ਪਾਣੀ ਬਿਜਲੀ ਸ਼ਕਤੀ ਸੰਯੰਤਰ ਵਿੱਚ ਪਾਣੀ ਦਬਾਓ ਸ਼ੀਰਸ਼ 300 m ਦੀ ਉਚਾਈ ਤੇ ਹੈ ਅਤੇ ਉਪਲਵਧ ਪਾਣੀ ਪ੍ਰਵਾਹ $100\ \text{m}^3\text{s}^1$ ਹੈ। ਜੇ ਟਰਬਾਈਨ ਜਨਰੇਟਰ ਦੀ ਦਕਸ਼ਤਾ 60% ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਸਯੰਤਰ ਤੋਂ ਉਪਲਵਧ ਬਿਜਲੀ ਸ਼ਕਤੀ ਦਾ ਪਤਾ ਕਰੋ, ($g = 9.8\ \text{ms}^2$).

7.25 440 V ਤੇ ਸ਼ਕਤੀ ਉਤਪਾਦਨ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਕਿਸੇ ਬਿਜਲੀ ਸੰਯੰਤਰ ਤੋਂ 15 km ਦੂਰ ਸਥਿਤ ਇੱਕ ਛੋਟੇ ਜਿਹੇ ਕਸਬੇ ਵਿੱਚ 220 V ਤੇ 800 kW 220 ਸ਼ਕਤੀ ਦੀ ਲੋੜ ਹੈ। ਬਿਜਲੀ ਸ਼ਕਤੀ ਲੈ ਜਾਣ ਵਾਲੀਆਂ ਦੋਨੋਂ ਤਾਰ ਦੀ ਲਾਈਨਾਂ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ 0.5 Ω ਪ੍ਰਤਿ ਕਿਲੋਮੀਟਰ ਹੈ। ਕਸਬੇ ਨੂੰ ਉਪਸਟੇਸ਼ਨ ਵਿੱਚ ਲੱਗੇ 4000-220V ਸਟੈਪ ਡਾਊਨ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ ਤੋਂ ਲਾਈਨ ਦੁਆਰਾ ਸ਼ਕਤੀ ਪੁੱਜਦੀ ਹੈ।

(a) ਤਾਪ ਊਰਜਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਲਾਈਨ ਵਿੱਚ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਸ਼ਕਤੀ ਦੇ ਖੈ ਦਾ ਪਤਾ ਕਰੋ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(b) ਸੰਯੰਤਰ ਵਿੱਚੋ ਕਿੰਨੀ ਸ਼ਕਤੀ ਦੀ ਸਪਲਾਈ ਕੀਤੀ ਜਾਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ, ਜੇ ਲੀਕੇਜ਼ ਦੁਆਰਾ ਸ਼ਕਤੀ ਦਾ ਖੈ ਨਿਗੂਣਾ ਹੈ।

(c) ਸੰਯੰਤਰ ਦੇ ਸਟੈਪ ਅਪ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ ਦੀ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ਤਾ ਦੱਸੋ।

7.26 ਉਪਰ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਅਭਿਆਸ ਨੂੰ ਮੁੜ ਕਰੋ। ਇਸ ਵਿਚ ਪਹਿਲਾਂ ਵਾਲੇ ਟਰਾਂਸਵਾਰਮਰ ਦੇ ਸਥਾਨ ਤੇ 40,000-220 V ਦਾ ਸਟੈਪ ਡਾਊਨ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ ਹੈ [ਪਹਿਲਾਂ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਲੀਕੇਜ਼ ਕਾਰਨ ਹਾਨੀ ਨੂੰ ਨਿਗੂਣਾ ਮੰਨੋ, ਜਦੋਂ ਕਿ ਹੁਣ ਇਹ ਨੇੜਲਾ ਅੰਦਾਜਾ ਠੀਕ ਨਹੀਂ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਇਸ ਵਿੱਚ ਉੱਚ ਵੋਲਟੇਜ ਤੇ ਟਰਾਂਸਮੀਸ਼ਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ]। ਇਸ ਲਈ ਸਮਝਾਓ ਕਿ ਕਿਉਂ ਉੱਚ ਵੋਲਟੇਜ ਟਰਾਂਸਮੀਸਨ ਵਧੇਰੇ ਢੁਕਵਾਂ ਹੈ ਤੇ ਇਸ ਨੂੰ ਪਹਿਲ ਦਿੱਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਅਧਿਆਇ-8

ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ (ELECTROMAGNETIC WAVES)

8.1 ਭੂਮਿਕਾ (INTRODUCTION)

ਅਧਿਆਇ 4 ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਸਿੱਖਿਆ ਹੈ ਕਿ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਦੋ ਕਰੰਟ ਵਾਹਕ ਤਾਰਾਂ ਆਪਸ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਬਲ ਲਗਾਉਂਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਸ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ, ਅਧਿਆਇ 6 ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਇਹ ਦੇਖ ਚੁਕੇ ਹਾਂ ਕਿ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਪਰਿਵਰਤਨ ਕਰ ਰਿਹਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ, ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਪਰ, ਕੀ ਇਸਦਾ ਉਲਟ ਵੀ ਸੱਚ ਹੈ? ਕੀ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੋਇਆ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ? ਜੇਮਸ ਕਲਾਰਕ ਮੈਕਸਵੇਲ (1831-1879) (James Clerk Maxwell) ਨੇ ਇਹ ਤਰਕ ਪੇਸ਼ ਕੀਤਾ ਕਿ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਅਜਿਹਾ ਹੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਨਾ ਸਿਰਫ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਬਲਕਿ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਬਦਲਣ ਵਾਲਾ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਵੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਬਦਲਣ ਵਾਲੇ ਕਰੰਟ ਨਾਲ ਜੁੜੇ ਕੈਪੀਸਟਰ ਦੇ ਬਾਹਰ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਪਤਾ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਐਮਪੀਅਰ ਦਾ ਨਿਯਮ ਲਗਾਉਂਦੇ ਸਮੇਂ, ਮੈਕਸਵੇਲ ਦਾ ਧਿਆਨ ਇਸ ਨਿਯਮ ਸੰਬੰਧੀ ਇੱਕ ਅਸੰਗਤੀ ਵਲ ਗਿਆ। ਇਸ ਅਸੰਗਤੀ ਨੂੰ ਦੂਰ ਕਰਨ ਲਈ ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਇੱਕ ਹੋਰ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਕਰੰਟ ਦੀ ਹੋਂਦ ਦਾ ਸੁਝਾਅ ਦਿੱਤਾ ਜਿਸ ਨੂੰ ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਵਿਸਥਾਪਨ ਕਰੰਟ ਦਾ ਨਾਮ ਦਿੱਤਾ।

ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰਾਂ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਸ੍ਰੋਤਾਂ-ਚਾਰਜ ਅਤੇ ਕਰੰਟ-ਘਣਤਾ ਨੂੰ ਸ਼ਾਮਿਲ ਕਰਕੇ, ਸਮੀਕਰਨਾਂ ਦਾ ਇੱਕ ਸਮੂਹ ਸੂਤਰਬੱਧ ਕੀਤਾ। ਇਹਨਾਂ ਸਮੀਕਰਨਾਂ ਨੂੰ ਮੈਕਸਵੇਲ ਸਮੀਕਰਨ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਲੌਰੇਂਜ ਦਾ ਬਲ ਸੂਤਰ (ਅਧਿਆਇ 4) ਹੋਰ ਮਿਲਾ ਲਈਏ ਤਾਂ ਇਹ ਸਮੀਕਰਨ ਬਿਜਲੀ-ਚੁੰਬਕਤਾ ਦੇ ਸਾਰੇ ਮੁੱਢਲੇ ਨਿਯਮਾਂ ਨੂੰ ਗਣਿਤਿਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵਿਅਕਤ ਕਰਦੇ ਹਨ।

ਮੈਕਸਵੇਲ ਦੇ ਸਮੀਕਰਨਾਂ ਵਿਚੋਂ ਉਭਰ ਕੇ ਸਾਹਮਣੇ ਆਉਣ ਵਾਲੀ ਸਭ ਤੋਂ ਮਹੱਤਵਪੂਰਣ ਭਵਿੱਖਬਾਣੀ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਹੋਂਦ ਦਾ ਹੋਣਾ ਹੈ ਜੋ ਪੁਲਾੜ ਵਿੱਚ ਸੰਚਾਰ ਕਰਦੇ ਹੋਏ, ਸਮੇਂ ਨਾਲ ਬਦਲਦੇ (ਆਪਸ ਵਿੱਚ ਜੁੜੇ, coupled) ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਹਨ। ਮੈਕਸਵੇਲ ਦੇ ਸਮੀਕਰਨਾਂ ਅਨੁਸਾਰ, ਇਹਨਾਂ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਚਾਲ, ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਮਾਪਣ (Optical measurement)

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ (3×10^8 m/s) ਦੇ ਲਗਭਗ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਤੋਂ ਅਸੀਂ ਇਸ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਸਿੱਟੇ ਤੇ ਪੁੱਜਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਇੱਕ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ, ਮੈਕਸਵੇਲ ਦੇ ਕਾਰਜ ਨੇ ਬਿਜਲੀ, ਚੁੰਬਕਤਾ ਅਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਖੇਤਰਾਂ ਦਾ ਏਕੀਕਰਨ ਕਰ ਦਿੱਤਾ। 1885 ਵਿੱਚ, ਹਰਟਜ਼ ਨੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੁਆਰਾ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਹੋਂਦ ਨੂੰ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ। ਮਾਰਕੋਨੀ (Marconi) ਅਤੇ ਹੋਰ ਖੋਜਕਰਤਾਵਾਂ ਨੇ ਸਮੇਂ-ਸਮੇਂ, ਇਸਦੇ ਤਕਨੀਕੀ ਉਪਯੋਗ ਵਿਚ ਸੰਚਾਰ ਦੇ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਜੋ ਕ੍ਰਾਂਤੀ ਕੀਤੀ, ਉਸਦੇ ਅੱਜ ਅਸੀਂ ਪ੍ਰਤੱਖ ਦਰਸ਼ੀ ਹਾਂ।

ਜੇਮਸ ਕਲਾਰਕ ਮੈਕਸਵੇਲ (1831 1879)

ਜੇਮਸ ਕਲਾਰਕ ਮੈਕਸਵੇਲ (1831 1879) (James Clerk Maxwell) ਸਕਾਟਲੈਂਡ ਦੇ ਐਡਿਨ ਬਰਗ ਵਿੱਚ ਜਨਮੇ 19ਵੀਂ ਸਦੀ ਦੇ ਮਹਾਨਤਮ ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨੀਆਂ ਵਿਚੋਂ ਇਕ ਸਨ। ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਗੈਸਾਂ ਦੇ ਅਣੂਆਂ ਦੀਆਂ ਤਾਪੀ ਗਤੀਆਂ ਦੀ ਵੰਡ ਦੇ ਲਈ ਵਿਅੰਜਕ ਵਿਉਤਪੰਨ ਕੀਤਾ ਅਤੇ ਉਹ ਉਹਨਾਂ ਪਹਿਲੇ ਲੋਕਾਂ ਵਿਚੋਂ ਇੱਕ ਸਨ ਜਿਹਨਾਂ ਨੇ ਵਿਸਕਾਸਤਾ (viscosity) ਆਦਿ ਮਾਪਨ ਯੋਗ ਰਾਸ਼ੀਆਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ ਅਣਵਿਕ ਪੈਰਾਮੀਟਰਾਂ ਦੇ ਵਿਸ਼ਵਾਸਯੋਗ ਆਕਲਣ ਕੀਤੇ। ਮੈਕਸਵੇਲ ਦੀ ਸਭ ਤੋਂ ਵੱਡੀ ਉਪਲਬਧੀ, ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕਤਾ ਦੇ (ਕੂਲੌਮ, ਆਰਸਟੇਡ, ਐਮਪੀਅਰ ਅਤੇ ਫੈਰਾਡੇ ਦੁਆਰਾ ਖੋਜੇ ਗਏ) ਨਿਯਮਾਂ ਦੇ ਏਕੀਕਰਨ ਦੁਆਰਾ ਸੰਗਤ ਸਮੀਕਰਨਾਂ ਦਾ ਇੱਕ ਸਮੂਹ ਪੇਸ਼ ਕਰਨਾ ਸੀ, ਜਿਹਨਾਂ ਨੂੰ ਅੱਜ ਅਸੀਂ ਮੈਕਸਵੇਲ ਦੇ ਨਾਮ ਨਾਲ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ। ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਉਹ ਇਸ ਸਭ ਤੋਂ ਵੱਧ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਸਿੱਟੇ ਤੇ ਪੁਜੇ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼, ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗ ਹੀ ਹੈ। ਮਜ਼ੇ ਦੀ ਗਲ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਮੈਕਸਵੇਲ, ਫੈਰਾਡੇ ਦੇ ਬਿਜਲੀ ਅਪਘਟਨ ਦੇ ਨਿਯਮਾਂ ਤੋਂ ਪੈਦਾ ਇਸ ਵਿਚਾਰ ਨਾਲ ਸਹਿਮਤ ਨਹੀਂ ਸਨ ਕਿ ਬਿਜਲੀ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ ਕਣ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਹੈ।

ਇਸ ਅਧਿਆਇ ਵਿਚ, ਪਹਿਲਾਂ ਅਸੀਂ ਵਿਸਥਾਪਨ ਕਰੰਟ (displacement current) ਦੀ ਲੋੜ ਅਤੇ ਉਸਦੇ ਪਰਿਣਾਮਾਂ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿਚ ਚਰਚਾ ਕਰਾਂਗੇ। ਫਿਰ ਅਸੀਂ ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦਾ ਇੱਕ ਵਿਵਰਣਾਤਮਕ ਚਿੱਤਰ ਪੇਸ਼ ਕਰਾਂਗੇ। ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦਾ ਸੰਪੂਰਣ ਵਰਣਕ੍ਰਮ (broad spectrum) ਜੋ ਗਾਮਾ ਕਿਰਣਾਂ (ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ $\sim 10^{12}$ m) ਤੋਂ ਲੈ ਕੇ ਲੰਬੀਆਂ ਰੇਡੀਓ ਤਰੰਗਾਂ (ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ $\sim 10^6$ m) ਤੱਕ ਫੈਲਿਆ ਹੈ, ਉਸਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿਚ ਚਰਚਾ ਕੀਤੀ ਜਾਵੇਗੀ। ਸੰਚਾਰ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਭੇਜੀਆਂ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ ਅਤੇ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤੀਆਂ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ, ਇਸ ਵਿਸ਼ੇ ਦੀ ਅਧਿਆਇ 15 ਵਿਚ ਚਰਚਾ ਕਰਾਂਗੇ।

8.2 ਵਿਸਥਾਪਨ ਕਰੰਟ

(DISPLACEMENT CURRENT)

ਅਧਿਆਇ 4 ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਦੇਖ ਚੁੱਕੇ ਹਾਂ ਕਿ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਆਪਣੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਇੱਕ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਮੈਕਸਵੇਲ ਨੇ ਦਰਸਾਇਆ ਕਿ ਤਰਕ ਸੰਗਤ ਹੋਣ ਲਈ ਇਹ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ ਕਿ ਬਦਲਣ ਵਾਲੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਵੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਪੈਦਾ ਕਰਨ। ਇਹ ਪ੍ਰਭਾਵ ਬਹੁਤ ਹੀ ਮਹੱਤਵ ਦਾ ਹੈ, ਕਿਉਂਕਿ ਇਹ ਰੇਡੀਓ ਤਰੰਗਾਂ, ਗਾਮਾਂ ਕਿਰਣਾਂ, ਅਤੇ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਇਲਾਵਾ ਵੀ ਹੋਰ ਸਾਰੀਆਂ ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਹੋਂਦ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕਰਦਾ ਹੈ।

ਇਹ ਦੇਖਣ ਲਈ ਕਿ ਪਰਿਵਰਤਨਸ਼ੀਲ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਉਤਪੰਨ ਦਾ ਕਾਰਨ ਬਣਦਾ ਹੈ। ਆਓ, ਕਿਸੇ ਕੈਪੀਸਟਰ ਦੇ ਚਾਰਜ ਹੋਣ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੀਏ ਅਤੇ ਕੈਪੀਸਟਰ ਦੇ ਬਾਹਰ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਗਿਆਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਐਮਪੀਅਰ ਦੇ ਸਰਕਟ ਦੇ ਨਿਯਮ (ਅਧਿਆਇ 4)

$$\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \mu_0 \, i\,(t) \tag{8.1}$$

ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰੋ।

ਚਿੱਤਰ 8.1(a) ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਸਮਾਂਤਰ ਪਲੇਟ ਕੈਪੀਸਟਰ, C ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਜੋ ਇੱਕ ਅਜਿਹੇ ਸਰਕਟ ਦਾ ਭਾਗ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਬਦਲਾਵ ਕਰਦਾ ਕਰੰਟ $i\,(t)$ ਵਗ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਆਓ, ਸਮਾਂਤਰ ਪਲੇਟ ਕੈਪੀਸਟਰ ਦੇ ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਸਥਿਤ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਜਿਵੇਂ ਕਿ P ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਗਿਆਤ ਕਰੀਏ। ਇਸਦੇ ਲਈ, ਅਸੀਂ r ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦਾ ਇੱਕ ਸਮਤਲ ਚੱਕਰ ਅਕਾਰ ਲੂਪ ਲੈਂਦੇ ਹਾਂ ਜਿਸਦਾ ਤਲ ਕਰੰਟ ਵਾਹਕ ਤਾਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ ਹੈ ਅਤੇ ਜਿਸਦਾ ਕੇਂਦਰ ਤਾਰ ਦੇ ਉਪਰ ਹੈ [ਚਿੱਤਰ 8.1(a)]। ਸਮਾਨਤਾ ਦੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਅਸੀਂ ਕਹਿ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਚੱਕਰ ਅਕਾਰ ਲੂਪ ਦੇ ਘੇਰੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਹੈ ਅਤੇ ਲੂਪ ਦੇ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਤੱਕ ਇਸਦਾ ਪਰਿਮਾਣ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਬਰਾਬਰ ਹੈ। ਇਸ ਕਾਰਨ, ਜੇ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ B ਹੈ ਤਾਂ ਸਮੀਕਰਨ (8.1) ਦਾ ਖੱਬਾ ਪਾਸਾ $B (2\pi r)$ ਹੈ।

$$B\,(2\pi r) = \mu_0 i\,(t) \tag{8 .2}$$

ਹੁਣ ਇਸੇ ਸੀਮਾ ਵਾਲੀ ਇੱਕ ਹੋਰ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ। ਇਹ ਘੜੇ ਦੇ ਅਕਾਰ ਦੀ ਇੱਕ ਸਤ੍ਹਾ ਹੈ ਜੋ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਕਿਤੇ ਵੀ ਛੂੰਹਦੀ ਨਹੀਂ ਹੈ [ਚਿੱਤਰ 8.1(b)] ਤੇ ਇਸਦੀ ਤਲੀ ਕੈਪਸਟਰ ਦੀਆਂ ਦੋਨੋਂ ਪਲੇਟਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਹੈ ਅਤੇ ਉਸਦਾ ਮੂੰਹ ਉਪਰ ਵਰਣਨ ਕੀਤਾ ਚੱਕਰ ਅਕਾਰ ਲੂਪ ਹੈ। ਦੂਸਰੀ ਅਜਿਹੀ ਸਤ੍ਹਾ (ਬਿਨਾਂ ਢੱਕਣ ਦੇ) ਟਿਫਿਨ ਬਾਕਸ ਦੇ ਆਕਾਰ ਦੀ ਹੈ ਚਿੱਤਰ [8.1(c)]।

ਸਮਾਨ ਪੈਰਾਮੀਟਰਾਂ ਵਾਲੀਆਂ ਅਜਿਹੀਆਂ ਸਤ੍ਹਾਵਾਂ ਲਈ ਐਮਪੀਅਰ ਦਾ ਨਿਯਮ ਲਗਾਉਣ ਤੇ ਅਸੀਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਸਮੀਕਰਨ (8.1) ਦੇ ਖੱਬੇ ਪਾਸੇ ਦਾ ਮਾਨ ਤਾਂ ਨਹੀਂ ਬਦਲਦਾ ਹੈ ਪਰ ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ ਦਾ *ਮਾਨ ਜ਼ੀਰੋ ਹੈ ਨਾ ਕਿ* $\mu_0 i\,(t)$, ਕਿਉਂਕਿ ਚਿੱਤਰ 8.1(b) ਅਤੇ (c) ਵਿਚ ਦਰਸਾਈਆਂ ਗਈਆਂ ਸਤ੍ਹਾਵਾਂ ਵਿਚੋਂ ਕੋਈ ਕਰੰਟ ਨਹੀਂ ਲੰਘਦਾ ਹੈ। ਇਸਲਈ, ਸਾਡਾ ਸਾਹਮਣਾ ਇੱਕ *ਵਿਰੋਧਾਭਾਸ* (Contradiction) ਨਾਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਗਣਨਾ ਕਰੀਏ ਤਾਂ ਬਿੰਦੂ P ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਹੈ; ਦੂਸਰੀ ਗਣਨਾ ਕਰੀਏ ਤਾਂ P ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਸਿਫ਼ਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਇਹ ਵਿਰੋਧਾਭਾਸ ਸਾਡੇ ਦੁਆਰਾ ਲਾਗੂ ਕੀਤੇ ਗਏ ਐਮਪੀਅਰ ਦੇ ਸਰਕਟ ਨਿਯਮ ਕੇ ਕਾਰਨ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਨਿਯਮ ਵਿੱਚ ਸ਼ਾਇਦ ਕੋਈ ਪਦ ਰਹਿ ਗਿਆ ਹੈ। ਰਹਿ ਗਿਆ ਇਹ ਪਦ ਅਜਿਹਾ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਕਿ ਬੇਸ਼ਕ ਕਿਸੇ ਵੀ ਸਤ੍ਹਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰੀਏ ਬਿੰਦੂ P ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਸਮਾਨ ਮਾਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ।

ਜੇ ਅਸੀਂ ਚਿੱਤਰ 8.1(c) ਨੂੰ ਧਿਆਨਪੂਰਵਕ ਦੇਖੀਏ ਤਾਂ ਰਹਿ ਗਏ ਪਦ ਦਾ ਅਨੁਮਾਨ ਲਗਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਕੀ ਕੈਪੀਸਟਰ ਦੀਆਂ ਪਲੇਟਾਂ ਦੇ ਵਿਚਲੀ ਸਤਹਿ S ਵਿਚੋਂ ਲੰਘਦੀ ਹੋਈ ਕਿਸੇ ਰਾਸ਼ੀ ਦੇ ਮਾਨ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਹੋ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਜੀ ਹਾਂ, ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਉਹਨਾਂ ਵਿਚ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਬਦਲ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਜੇ ਕੈਪੀਸਟਰ ਦੀਆਂ ਪਲੇਟਾਂ ਦਾ ਖੇਤਰਫਲ A ਹੋਵੇ ਅਤੇ ਇਸ ਤੇ ਕੁੱਲ ਚਾਰਜ Q ਹੋਵੇ ਤਾ ਪਲੇਟਾਂ ਵਿਚ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ $\mathbf{E}$ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ $(Q/A)/\varepsilon_0$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ (ਦੇਖੋ ਸਮੀਕਰਨ 2.41)। ਇਹ ਖੇਤਰ ਚਿੱਤਰ ਚਿੱਤਰ 8.1(c) ਦੀ ਸਤਹਿ S ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ ਹੈ। ਇਸਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਕੈਪੀਸਟਰ ਦੀਆਂ ਪਲੇਟਾਂ ਦੇ ਖੇਤਰਫਲ A ਤੇ ਬਰਾਬਰ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ ਪਰ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਬਾਹਰ ਸਿਫ਼ਰ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸਲਈ, ਸਤਹਿ S ਵਿਚੋਂ ਲੰਘਣ ਵਾਲਾ ਬਿਜਲੀ ਫਲਕਸ ਗਾਉਸ (Gauess Law) ਦੇ ਨਿਯਮ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਨਾਲ ਹੇਠ ਅਨੁਸਾਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

$$\Phi_E = |\mathbf{E}|\,A = \frac{1}{\varepsilon_0}\frac{Q}{A}A = \frac{Q}{\varepsilon_0} \tag{8.3}$$

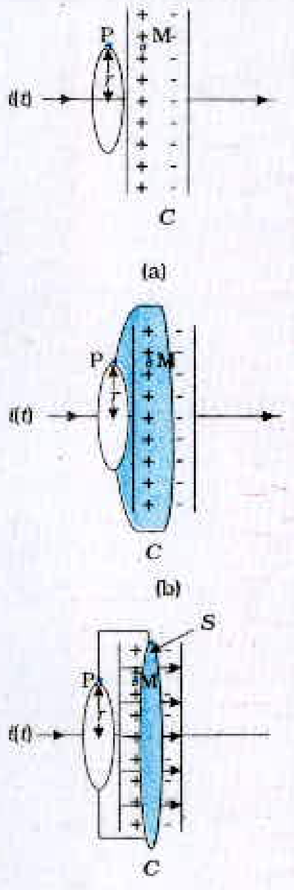
ਹੁਣ ਜੇ ਕੈਪੀਸਟਰ ਦੀਆਂ ਪਲੇਟਾਂ ਤੇ ਚਾਰਜ Q ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਬਦਲਦਾ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਇਥੇ ਇੱਕ ਕਰੰਟ $i = (\mathrm{d}Q/\mathrm{d}t)$ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਸਲਈ ਸਮੀਕਰਨ (8.3) ਤੋਂ

$$\frac{\mathrm{d}\Phi_E}{\mathrm{d}t} = \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\left(\frac{Q}{\varepsilon_0}\right) = \frac{1}{\varepsilon_0}\frac{\mathrm{d}Q}{\mathrm{d}t}$$

ਇਹ ਨਿਰਦਿਸ਼ਟ ਕਰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਐਮਪੀਅਰ ਦੇ ਨਿਯਮ ਵਿੱਚ ਸੰਗਤੀ ਲਈ,

$$\varepsilon_0\left(\frac{\mathrm{d}\Phi_E}{\mathrm{d}t}\right) = i \tag{8.4}$$

ਇਹੀ ਐਮਪੀਅਰ ਦੇ ਸਰਕਟ ਨਿਯਮ ਦਾ ਰਹਿ ਗਿਆ ਪਦ ਹੈ। ਜੇ ਅਸੀਂ ਕਿਸੇ ਵੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਹੋਕੇ ਚਾਲਕਾਂ ਦੁਆਰਾ ਵਗਦੇ ਕੁੱਲ ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ, ε_0 ਗੁਣਾ ਬਿਜਲੀ ਫਲਕਸ ਦੇ ਪਰਿਵਰਤਨ ਦੀ ਦਰ ਜੋੜੀਏ ਤਾਂ ਅਸੀਂ ਐਮਪੀਅਰ ਦੇ ਸਰਕਟ ਨਿਯਮ ਦਾ ਵਿਆਪੀਕਰਨ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਤਾਂ ਸਾਰੀਆਂ ਸਤ੍ਹਾਵਾਂ ਦੇ ਲਈ ਕਰੰਟ ਦਾ ਮਾਨ i ਸਮਾਨ ਹੋਵੇਗਾ। ਤਾਂ ਕਿਤੇ ਵੀ ਐਮਪੀਅਰ ਦਾ ਵਿਆਪੀਕਰਨ ਨਿਯਮ ਲਗਾਉਣ ਤੇ B ਦੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਮਾਨ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਵਿਸੰਗਤੀ ਨਹੀਂ ਆਵੇਗੀ। ਬਿੰਦੂ P ਤੇ, B ਦਾ ਮਾਨ ਨਾਨ-ਜ਼ੀਰੋ ਹੀ ਹੋਵੇਗਾ ਬੇਸ਼ਕ ਇਸਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਅਸੀਂ ਕੋਈ ਵੀ ਸਤ੍ਹਾ ਲਈਏ। ਪਲੇਟਾਂ ਦੇ ਬਾਹਰ, ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ P ਤੇ B ਦਾ ਮਾਨ ਉਹੀ ਹੋਵੇਗਾ ਜੋ ਠੀਕ ਦਿੱਸਦੇ ਅੰਦਰ ਬਿਦੂ M ਤੇ



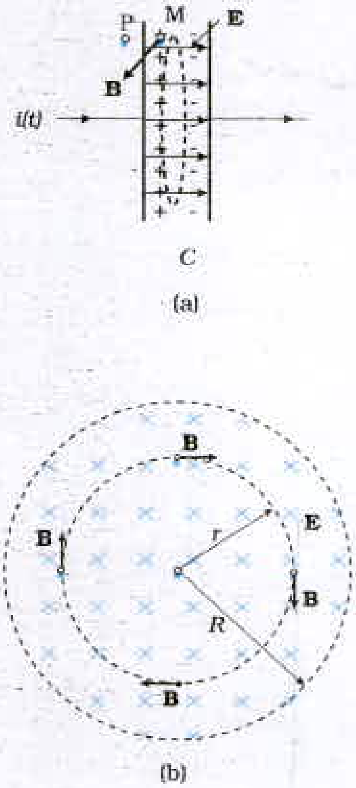
(a)
(b)
(c)

ਚਿੱਤਰ 8.1 ਇੱਕ ਸਮਾਂਤਰ ਪਲੇਟ ਕੈਪੀਸਟਰ C, ਜੋ ਇੱਕ ਅਜਿਹੇ ਸਰਕਟ ਦਾ ਭਾਗ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਪਰਿਵਰਤਨਸ਼ੀਲ ਕਰੰਟ $i\,(t)$ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੋ ਰਿਹਾ ਹੈ; ਅਤੇ (a) ਵਿਚ r ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦਾ ਇੱਕ ਲੂਪ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਜੋ ਲੂਪ ਤੇ ਸਥਿਤ P ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਪਤਾ ਕਰਨ ਲਈ ਬਣਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ; (b) ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਘੱਟ ਅਕਾਰ, ਸਤਹਿ ਦਰਸਾਈ ਗਈ ਹੈ ਜੋ ਕੈਪੀਸਟਰਰ ਅੰਦਰ ਇਸਦੀਆਂ ਪਲੇਟਾਂ ਦੇ ਵਿਚੋਂ ਲੰਘਦੀ ਹੈ ਅਤੇ (a) ਵਿਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਲੂਪ ਇਸਦਾ ਰਿਮ ਹੈ; (c) ਵਿਚ (ਟਿਫਿਨ ਦੀ ਆਕ੍ਰਿਤੀ ਦੀ) ਇੱਕ ਹੋਰ ਸਤਹਿ ਦਰਸਾਈ ਗਈ ਹੈ, ਚੱਕਰ ਅਕਾਰ ਲੂਪ ਜਿਸਦਾ ਰਿਮ ਹੈ ਅਤੇ ਸਮਤਲ ਚੱਕਰ ਆਕਾਰ ਤਲੀ S ਕੈਪੀਸਟਰ ਦੀਆਂ ਪਲੇਟਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਹੈ। ਤੀਰ ਕੈਪੀਸਟਰ ਪਲੇਟਾਂ ਦੇ ਵਿਚ ਇੱਕ ਸਮੇਂ ਤੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ [ਚਿੱਤਰ 8.1(a)]। ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਵਗਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਚਾਲਕਾਂ ਵਿਚ ਜੋ ਕਰੰਟ ਵਗਦਾ ਹੈ ਉਸ ਨੂੰ *ਚਾਲਨ ਕਰੰਟ (conduction current)* ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਸਮੀਕਰਨ (8.4) ਦੁਆਰਾ ਵਿਅਕਤ ਕਰੰਟ ਇਕ ਨਵਾਂ ਪਦ ਹੈ। ਜੋ ਪਰਿਵਰਤਨਸ਼ੀਲ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ (ਜਾਂ ਬਿਜਲੀ ਵਿਸਥਾਪਣ, ਇੱਕ ਪੁਰਾਣਾ ਪਦ ਜਿਸ ਨੂੰ ਅੱਜ ਵੀ ਕਦੇ-ਕਦੇ ਵਰਤਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ) ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੋਂਦ ਵਿਚ ਆਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਇਸਲਈ *ਵਿਸਥਾਪਨ ਕਰੰਟ* ਜਾਂ ਮੈਕਸਵੇਲ ਦਾ ਵਿਸਥਾਪਨ ਕਰੰਟ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 8.2; ਉਪਰ ਵਰਣਨ ਕੀਤੇ ਸਮਾਂਤਰ ਪਲੇਟ ਕੈਪੀਸਟਰ ਦੇ ਅੰਦਰ ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 8.2 (a) ਕੈਪੀਸਟਰ ਦੀਆਂ ਪਲੇਟਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਸਥਿਤ ਬਿਦੂ M ਤੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ **E** ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ **B** (b) ਚਿੱਤਰ (a) ਦਾ ਸੈਕਸ਼ਨਲ ਆਰੇਖ

ਮੈਕਸਵੇਲ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਵਿਆਪੀਕਰਨ ਤਦ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਅਨੁਸਾਰ ਹੈ। ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਸ੍ਰੋਤ ਸਿਰਫ ਵਗਦੇ ਚਾਰਜਾਂ ਤੋਂ ਬਣਿਆ ਚਾਲਨ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਹੀ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ, ਬਲਕਿ ਸਮੇਂ ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਬਦਲਾਵ ਦੀ ਦਰ ਵੀ ਇਸਦਾ ਕਾਰਨ ਬਣ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਵਧੇਰੇ ਸਾਫ਼ ਤੌਰ ਤੇ ਇਸ ਗਲ ਨੂੰ ਕਹੀਏ ਤਾਂ ਕੁੱਲ ਕਰੰਟ i, i_c ਦੁਆਰਾ ਨਿਰਦਿਸ਼ਟ ਚਾਲਨ ਕਰੰਟ ਅਤੇ i_d $(= \varepsilon_0\ (\mathrm{d}\Phi_E/\mathrm{d}t))$ ਦੁਆਰਾ ਨਿਰਦਿਸ਼ਟ ਵਿਸਥਾਪਨ ਕਰੰਟ ਦੇ ਜੋੜ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸਲਈ

$$i = i_c + i_d = i_c + \varepsilon_0 \frac{\mathrm{d}\Phi_E}{\mathrm{d}t} \tag{8.5}$$

ਸਾਫ਼ ਸ਼ਬਦਾਂ ਵਿੱਚ ਇਸਦਾ ਅਰਥ ਹੈ ਕਿ ਕੈਪੀਸਟਰ ਦੀਆਂ ਪਲੇਟਾਂ ਦੇ ਬਾਹਰ ਸਿਰਫ਼ ਚਾਲਨ ਕਰੰਟ $i_c = i$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਕੋਈ ਵਿਸਥਾਪਨ ਕਰੰਟ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ, ਅਰਥਾਤ $i_d = 0$। ਦੂਸਰੇ ਪਾਸੇ ਕੈਪੀਸਟਰ ਦੇ ਅੰਦਰ ਕੋਈ ਚਾਲਨ ਕਰੰਟ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ, ਅਰਥਾਤ $i_c = 0$ ਅਤੇ ਸਿਰਫ ਵਿਸਥਾਪਨ ਕਰੰਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨਾਲ $i_d = i$.

ਵਿਆਪੀਕਰਨ (ਅਤੇ ਯਥਾਰਥ) ਐਮਪੀਅਰ ਦੇ ਸਰਕਟ ਨਿਯਮ ਦਾ ਸਰੂਪ ਸਮੀਕਰਨ (8.1) ਵਰਗਾ ਹੈ। ਬਸ ਸਿਰਫ਼ ਇੱਕ ਅੰਤਰ ਹੈ "ਅਜਿਹੀ ਕੋਈ ਵੀ ਸਤਹਿ, ਜਿਸਦਾ ਘੇਰਾ ਬੰਦ ਲੂਪ ਹੈ, ਵਿਚੋਂ ਲੰਘਣ ਵਾਲਾ ਕੁੱਲ ਕਰੰਟ ਚਾਲਨ ਕਰੰਟ ਅਤੇ ਵਿਸਥਾਪਨ ਕਰੰਟਾ ਦਾ ਜੋੜ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।" ਵਿਆਪਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਹ ਨਿਯਮ

$$\oint \mathbf{B}\cdot\mathrm{d}\mathbf{l} = \mu_0\, i_c + \mu_0\, \varepsilon_0 \frac{\mathrm{d}\Phi_E}{\mathrm{d}t} \tag{8.6}$$

ਅਤੇ ਇਸ ਨੂੰ ਐਮਪੀਅਰ ਮੈਕਸਵੇਲ ਨਿਯਮ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

ਕਿਸੇ ਵੀ ਪੱਖ ਤੋਂ ਵਿਸਥਾਪਨ ਕਰੰਟ ਦੇ ਭੌਤਿਕ ਪ੍ਰਭਾਵ ਚਾਲਨ ਕਰੰਟ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹਨ। ਕੁਝ ਸਥਿਤੀਆਂ ਵਿੱਚ, ਉਦਾਹਰਣ ਲਈ, ਕਿਸੇ ਚਾਲਕ ਤਾਰ ਵਿੱਚ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਲਈ ਵਿਸਥਾਪਨ ਕਰੰਟ ਦਾ ਮਾਨ ਸਿਫਰ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਕੋਈ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ **E** ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਕੁਝ ਦੂਸਰੀਆਂ ਸਥਿਤੀਆਂ ਵਿੱਚ, ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਉਪਰ ਦੱਸੇ ਗਏ ਚਾਰਜਿਤ ਹੋ ਰਹੇ ਕੇਸੀਪਸਟਰ ਵਿੱਚ ਚਾਲਨ ਅਤੇ ਵਿਸਥਾਪਨ ਕਰੰਟ ਦੋਨੋਂ ਹੀ ਮੌਜੂਦ ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਪਰ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਸਥਾਨਾਂ ਤੇ। ਪਰ ਵਧੇਰੇ ਹਾਲਤਾਂ ਵਿਚ ਦੋਨੋਂ ਹੀ ਇੱਕ ਸਥਾਨ ਤੇ ਮੌਜੂਦ ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ ਕਿਉਂਕਿ ਕੋਈ ਵੀ ਮਾਧਿਅਮ ਪੂਰਣ ਚਾਲਕ ਜਾਂ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਬਿਜਲੀ ਰੋਧੀ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਸਭ ਤੋਂ ਰੋਚਕ ਤੱਥ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੇ ਵਿਸ਼ਾਲ ਖੇਤਰ ਵਿਚ ਜਿਥੇ ਕੋਈ ਵੀ ਚਾਲਨ ਕਰੰਟ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ, ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਪਰਿਵਰਤਨਸ਼ੀਲ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਕਾਰਨ ਸਿਰਫ ਵਿਸਥਾਪਨ ਕਰੰਟ ਹੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਅਜਿਹੇ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ, ਆਸਪਾਸ ਕੋਈ (ਚਾਲਨ) ਕਰੰਟ ਸ੍ਰੋਤ ਨਾ ਹੋਣ ਤੇ ਵੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਮੌਜੂਦ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਸ ਵਿਸਥਾਪਨ ਕਰੰਟ ਦੀ ਹੋਂਦ ਦੀ ਭਵਿੱਖਬਾਨੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੁਆਰਾ ਸਾਬਿਤ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਨ ਦੇ ਲਈ ਚਿੱਤਰ 8.2(a) ਦੇ ਕੈਪੀਸਟਰ ਦੀਆਂ ਪਲੇਟਾਂ ਵਿਚ (ਮੰਨ ਲਉ ਬਿੰਦੂ M ਤੇ) ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਮਾਪਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਠੀਕ ਓਨਾ ਹੀ ਹੋਵੇਗਾ ਜਿਨਾ ਕਿ ਬਾਹਰ ਦੇ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ (ਮੰਨ ਲਉ P) ਤੇ।

ਵਿਸਥਾਪਨ ਕਰੰਟ ਦੇ (ਸ਼ਬਦਾ ਅਨੁਸਾਰ ਹੀ) ਦੂਰਗਾਮੀ ਨਤੀਜੇ ਹਨ। ਇਹ ਤੱਥ ਜਿਸ ਵਲ ਸਾਡਾ ਧਿਆਨ ਇੱਕਦਮ ਆਕਰਸ਼ਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਉਹ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕਤਾ ਹੁਣ ਹੋਰ ਵੱਧ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

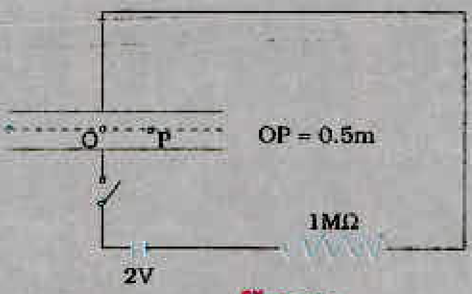
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਸਮਤਾ* ਵਾਲੇ ਹੋ ਗਏ ਹਨ। ਫੈਰਾਡੇ ਦੇ ਪ੍ਰੇਰਣ ਸੰਬੰਧੀ ਨਿਯਮ ਇਹ ਦੱਸਦੇ ਹਨ ਕਿ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਬਲ ਚੁੰਬਕੀ ਫਲਕਸ *ਪਰਿਵਰਤਨ ਦੀ ਦਰ ਦੇ ਬਰਾਬਰ* ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਹੁਣ, ਕਿਉਂਕਿ ਦੋ ਬਿੰਦੂਆਂ 1 ਅਤੇ 2 ਦੇ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਬਲ, ਬਿੰਦੂ 1 ਤੋਂ ਬਿੰਦੂ 2 ਤੱਕ ਇਕਾਈ ਚਾਰਜ ਨੂੰ ਲੈ ਜਾਣ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕਾਰਜ ਹੈ। ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਬਲ ਦੀ ਮੌਜੂਦਗੀ ਇੱਕ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਮੌਜੂਦਗੀ ਵਲ ਇਸ਼ਾਰਾ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਫੈਰਾਡੇ ਦੇ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਪ੍ਰੇਰਣ ਸੰਬੰਧੀ ਨਿਯਮ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਦੂਸਰੇ ਸ਼ਬਦਾਂ ਵਿੱਚ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵੀ ਕਹਿ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਪਰਿਵਰਤਨਸ਼ੀਲ *ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ, ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ* ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਤੱਥ ਕਿ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਪਰਿਵਰਤਨਸ਼ੀਲ *ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ, ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਪੈਦਾ* ਕਰਦਾ ਹੈ, ਫੈਰਾਡੇ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦਾ ਸਮਤਾ ਵਾਲਾ ਪ੍ਰਤਿਰੂਪ ਹੈ ਅਤੇ ਵਿਸਥਾਪਨ ਕਰੰਟ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਸ੍ਰੋਤ ਹੋਣ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਹੈ। ਇਸਲਈ ਸਮੇਂ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਦੀ ਉਤਪਤੀ ਦਾ ਕਾਰਨ ਹਨ। ਫੈਰਾਡੇ ਦਾ ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀ ਪ੍ਰੇਰਣ ਦ ਨਿਯਮ ਅਤੇ ਮੈਕਸਵੇਲ ਐਂਮਪੀਅਰ ਦਾ ਸਰਕਟ ਦਾ ਨਿਯਮ ਇਸ ਕਥਨ ਦੀ ਮਾਤਰਾਤਮਕ ਪ੍ਰਸਤੁਤੀ ਹੈ। ਜਿਥੇ ਕਰੰਟ, ਕੁੱਲ ਕਰੰਟ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਸਮੀਕਰਨ (8.5) ਵਿਚ ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ। ਇਸ ਸਮਤਾ ਦਾ ਇੱਕ ਬਹੁਤ ਹੀ ਮਹੱਤਵਪੂਰਣ ਸਿੱਟਾ ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਹੋਂਦ ਹੈ ਜਿਸਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਅਗਲੇ ਸੈਕਸ਼ਨ ਵਿੱਚ ਚਰਚਾ ਕਰਾਂਗੇ।

ਮੈਕਸਵੇਲ ਦੇ ਸਮੀਕਰਨ (MAXWELL S EQUATIONS)

1. $\oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{A} = Q/\varepsilon_0$ (ਬਿਜਲੀ ਸੰਬੰਧੀ ਗਾਸ ਨਿਯਮ)
2. $\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{A} = 0$ (ਚੁੰਬਕਤਾ ਸੰਬੰਧੀ ਗਾਸ ਨਿਯਮ)
3. $\oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = \frac{-d\Phi_B}{dt}$ (ਫੈਰਾਡੇ ਨਿਯਮ)
4. $\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \mu_0 i_c + \mu_0 \varepsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt}$ (ਐਂਮਪੀਅਰ ਮੈਕਸਵੇਲ ਨਿਯਮ)

ਉਦਾਹਰਨ 8.1 ਇਕ ਸਮਾਂਤਰ ਪਲੇਟ ਕੈਪੀਸਟਰ ਜਿਸ ਦੀਆਂ ਚੱਕਰ ਅਕਾਰ ਪਲੇਟਾਂ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ 1 m ਹੈ, ਧਾਰਿਤਾ (capacitance) 1 nF ਹੈ। ਸਮਾਂ $t = 0$ ਤੇ ਇਸਨੂੰ ਚਾਰਜਿਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ $R = 1\ \text{M}\Omega$ ਦੇ ਇਕ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧਕ ਦੇ ਨਾਲ ਲੜੀਵੱਧ ਵਿੱਚ 2V ਦੀ ਬੈਟਰੀ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਗਿਆ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 8.3)। 10^{-3}s ਦੇ ਬਾਦ ਕੈਪੀਸਟਰ ਦੇ ਵਿੱਚ ਦੋਨਾਂ ਪਲੇਟਾਂ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਘੇਰੇ ਦੇ ਬਿਲਕੁਲ ਵਿਚਕਾਰ ਸਥਿਤ ਬਿੰਦੂ P ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਤਾ ਕਰੋ। (ਸਮੇਂ t ਤੇ ਕੈਪੀਸਟਰ ਤੇ ਚਾਰਜ $q(t) = CV [1-\exp(-t/\tau)]$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਜਿਥੇ ਸਮਾਂ ਸਥਿਰਅੰਕ $\tau = CR$ ਹੈ)



ਚਿੱਤਰ 8.3

ਹੱਲ— CR ਸਰਕਟ ਦਾ ਸਮਾਂ ਸਥਿਰ ਅੰਕ $\tau = CR = 10^{-3}$s. ਇਸ ਲਈ

$$q(t) = CV[1 - \exp(-t/\tau)]$$
$$= 2 \times 10^{-9}[1 - \exp(-t/10^{-3})]$$

t ਸਮੇਂ ਤੇ ਪਲੇਟਾਂ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ

ਉਦਾਹਰਨ 8.1

---

* ਇਹ ਅੱਜੇ ਵੀ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਮਤਾ ਵਾਲਾ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਪੈਦਾ ਕਰਨ ਲਈ ਬਿਜਲੀ ਚਾਰਜਾਂ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਸ੍ਰੋਤ (ਚੁੰਬਕੀ ਇਕੱਲੇ ਧਰੁਵ, magnetic monopole) ਗਿਆਤ ਨਹੀਂ ਹਨ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਉਦਾਹਰਨ 8.1

$E = \dfrac{q(t)}{\varepsilon_0 A} = \dfrac{q}{\pi\varepsilon_0}$; $A = \pi(1)^2\ \mathrm{m}^2$ = ਪਲੇਟ ਦਾ ਖੇਤਰਫਲ

ਹੁਣ ਬਿੰਦੂ P ਤੋਂ ਗੁਜਰਦੇ ਹੋਏ ਪਲੇਟਾਂ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਇੱਕ (1/2) m ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦੇ ਚੱਕਰ ਅਕਾਰ ਲੂਪ ਦੀ ਕਲਪਨਾ ਕਰੋ। ਲੂਪ ਦੇ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ **B** ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਬਰਾਬਰ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਲੂਪ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਹੈ। ਲੂਪ ਵਿਚੋਂ ਲੰਘਣ ਵਾਲੇ ਫਲਕਸ Φ_E ਦਾ ਮਾਨ ਹੈ–

Φ_E = E × ਲੂਪ ਦਾ ਖੇਤਰਫਲ

$$= \quad E \times \pi \times \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{\pi E}{4} = \frac{q}{4\varepsilon_0}$$

ਵਿਸਥਾਪਨ ਕਰੰਟ

$$i_d = \varepsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt} = \frac{1}{4}\frac{dq}{dt} = 0.5 \times 10^{-6} \exp(-1)$$

$t = 10^{-3}$s. ਰੱਖਣ ਤੇ ਹੁਣ ਲੂਪ ਦੇ ਲਈ ਐਮਪੀਅਰ ਦਾ ਨਿਯਮ ਲਾਗੂ ਕਰਨ ਤੇ,

$$B \times 2\pi \times \left(\frac{1}{2}\right) = \mu_0 (i_c + i_d) = \mu_0 (0 + i_d) = 0.5 \times 10^{-6} \mu_0 \exp(-1)$$

ਜਾਂ, $B = 0.74 \times 10^{-13}$T

8.3 ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ (ELECTROMAGNETIC WAVES)

8.3.1 ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਸ੍ਰੋਤ (Sources of electromagnetic waves)

ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ (electromagnetic ਸੰਖੇਪ ਵਿੱਚ em) ਤਰੰਗਾਂ ਕਿਵੇਂ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ? ਨਾ ਤਾਂ ਸਥਿਰ ਚਾਰਜ, ਨਾ ਹੀ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਗਤੀ ਨਾਲ ਚਲਦੇ ਹੋਏ ਚਾਰਜ (ਸਥਿਰ ਕਰੰਟ), ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਸ੍ਰੋਤ ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਕਿਉਂਕਿ, ਸਥਿਰ ਚਾਰਜ ਤਾਂ ਸਿਰਫ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਪੈਦਾ ਕਰਦੇ ਹਨ ਜਦੋਂ ਕਿ ਗਤੀਮਾਨ ਚਾਰਜ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵੀ ਪੈਦਾ ਕਰਦੇ ਹਨ ਪਰ ਉਹ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਮੈਕਸਵੇਲ ਦੇ ਸਿਧਾਂਤ ਦਾ ਇਹ ਇੱਕ ਮਹੱਤਵਪੂਰਣ ਸਿੱਟਾ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰਵੇਗਿਤ ਚਾਰਜ ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਵਿਕਿਰਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਮੁੱਢਲੇ ਸਿੱਟੇ ਦਾ ਪ੍ਰਮਾਣ ਇਸ ਪੁਸਤਕ ਦੇ ਵਿਸਤਾਰ ਖੇਤਰ ਤੋਂ ਪਰੇ ਹੈ, ਪਰ ਅਸੀਂ ਇਸ ਨੂੰ ਮੋਟੇ ਤੌਰ ਤੇ ਗੁਣਾਤਮਕ ਵਿਵੇਚਨ ਦੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਮੰਨ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ ਇਕ ਚਾਰਜ ਹੈ ਜੋ ਕਿਸੇ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਨਾਲ ਦੋਲਨ ਕਰ ਰਿਹਾ ਹੈ (ਕੋਈ ਦੋਲਨ ਕਰਦਾ ਹੋਇਆ ਚਾਰਜ ਵੀ ਇੱਕ ਪ੍ਰਵੇਗਿਤ ਚਾਰਜ ਦਾ ਉਦਾਹਰਨ ਹੈ)। ਇਹ ਉਸ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਦੋਲਨ ਕਰਦੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਮੁੜ ਇੱਕ ਦੋਲਨ ਕਰਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਜਨਮ ਦਿੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਫਿਰ ਇੱਕ ਦੋਲਨ ਕਰਦੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਉਤਪਤੀ ਦਾ ਕਾਰਨ ਬਣਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਚਲਦੀ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ। ਇਸਲਈ ਦੋਲਨ ਕਰਦੇ ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਨੂੰ ਪੈਦਾ ਕਰਦੇ ਹਨ ਜਾਂ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਹਿ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਤਰੰਗ ਗਤੀ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਕੁਦਰਤੀ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ, ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਦੋਲਨਾਂ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਗਤੀਸ਼ੀਲ ਤਰੰਗਾਂ ਨਾਲ ਜੁੜੀ ਊਰਜਾ, ਸ੍ਰੋਤ ਜਾਂ ਪ੍ਰਵੇਗਿਤ ਚਾਰਜ ਦੀ ਊਰਜਾ ਤੋਂ ਹੀ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਪਿਛਲੀ ਚਰਚਾ ਦੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਇਹ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ ਇਸ ਭਵਿੱਖਬਾਨੀ ਦਾ ਪ੍ਰੀਖਣ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗ ਹੈ, ਸੌਖੇ ਹੀ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਵਿਚਾਰ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ (ਮੰਨ ਲਉ ਪੀਲਾ) ਪੈਦਾ ਕਰਨ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਬਸ ਇੱਕ ਚਾਰਜ ਨੂੰ ਉਸ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਨਾਲ ਡੋਲਨ ਕਰਵਾਉਣ ਲਈ ਇੱਕ ac ਸਰਕਟ ਦੀ ਲੋੜ ਹੈ। ਪਰ ਅਫਸੋਸ ਦੀ ਗਲ ਹੈ ਕਿ ਅਜਿਹਾ ਸੰਭਵ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਪੀਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਲਗਭਗ 6 × 10^{14} Hz ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ ਬਹੁਤ ਹੀ ਆਧੁਨਿਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਿਕ ਸਰਕਟਾਂ ਤੋਂ ਵੀ ਜੋ ਅਧਿਕਤਮ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਉਹ ਲਗਭਗ 10^{11} Hz ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਹੀ ਕਾਰਨ ਹੈ ਕਿ ਜਦੋਂ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਨ ਹੋਇਆ ਤਾਂ ਉਹ ਨਿਮਨ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੀਆਂ ਤਰੰਗਾਂ (ਰੇਡੀਓ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਰੇਂਜ ਵਿਚ) ਦੇ ਲਈ ਹੀ ਹੋਇਆ, ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਹਰਟਜ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗ (1887) ਦੇ ਮਾਮਲੇ ਵਿਚ ਦੇਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਮੈਕਸਵੇਲ ਦੇ ਸਿਧਾਂਤ ਦੇ ਪਰੀਖਣ ਦੇ ਲਈ ਕੀਤੇ ਗਏ ਹਰਟਜ ਦੇ ਸਫਲ ਪ੍ਰਯੋਗ ਨੇ ਸਨਸਨੀ ਫੈਲਾ ਦਿੱਤੀ ਅਤੇ ਇਹ ਪ੍ਰਯੋਗ ਇਸ ਖੇਤਰ ਵਿਚ ਹੋਰ ਮਹੱਤਵਪੂਰਣ ਕਾਰਜਾਂ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰੇਰਣਾ ਦਾ ਆਧਾਰ ਬਣੇ। ਇਸ ਸੰਬੰਧ ਵਿੱਚ ਦੋ ਮਹੱਤਵਪਰੂਣ ਉਪਲਬਧੀਆਂ ਦਾ ਉਲੇਖ ਕੀਤਾ ਜਾਣਾ ਬਣਦਾ ਹੈ। ਹਰਟਜ਼ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੇ ਸੱਤ ਸਾਲ ਬਾਅਦ, ਜਗਦੀਸ਼ ਚੰਦਰ ਬੋਸ (Jagdish Chander Bose) ਨੇ ਕਲਕੱਤਾ ਵਿਚ ਕਾਰਜ ਕਰਦੇ ਹੋਏ ਕਾਫੀ ਘੱਟ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ (25 mm ਤੋਂ 5 mm) ਦੀਆਂ ਬਿਜਲੀ ਤਰੰਗਾਂ ਪੈਦਾ ਕਰਨ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰੇਖਿਤ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਸਫਲਤਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤੀ। ਉਹਨਾਂ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵੀ ਹਰਟਜ਼ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੀ ਸੀਮਿਤ ਰਿਹਾ।

ਲਗਭਗ ਉਸ ਸਮੇਂ ਇਟਲੀ ਵਿਚ ਗੁਗਲੀਓ ਮਾਰਕੋਨੀ (Guglielmo Marconi) ਨੇ ਹਰਟਜ਼ ਦੇ ਕਾਰਜ ਨੂੰ ਦੋਹਰਾਇਆ ਅਤੇ ਕਈ ਕਿਲੋਮੀਟਰ ਤੱਕ ਦੀਆਂ ਦੂਰੀਆਂ ਤੱਕ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਭੇਜਣ ਵਿੱਚ ਸਫਲਤਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤੀ। ਮਾਰਕੋਨੀ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਨਾਲ ਸੰਚਾਰ ਦੇ ਖੇਤਰ ਵਿਚ ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਉਪਯੋਗ ਦੀ ਸ਼ੁਰੂਆਤ ਹੋਈ।

8.3.2 ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦਾ ਸੁਭਾਅ

(Nature of electromagnetic waves)

ਮੈਕਸਵੇਲ ਦੀਆਂ ਸਮੀਕਰਨਾਂ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਇਹ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੇ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸਦੀ ਗਤੀ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਵੀ। ਵਿਸਥਾਪਨ ਕਰੰਟ ਤੇ ਕੀਤੀ ਗਈ ਚਰਚਾ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਵੀ ਇਹ ਤਰਕ ਸੰਗਤ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 8.2. ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ। ਕੈਪੀਸਟਰ ਵਿੱਚ ਪਲੇਟਾਂ ਦੇ ਵਿਚਲਾ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਪਲੇਟਾਂ ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਵਿਸਥਾਪਨ ਕਰੰਟ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਕੈਪਸਟਰ ਦੀਆਂ ਪਲੇਟਾਂ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਚੱਕਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ **B** ਅਤੇ **E** ਆਪਸ ਵਿਚ ਲੰਬਰੂਪ ਹਨ। ਇਹ ਇੱਕ ਆਮ ਲੱਛਣ ਹੈ।

ਚਿੱਤਰ 8.4 ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ z ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਗਤੀ ਕਰਦੀ ਹੋਈ ਇੱਕ ਸਮਤਲ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗ ਦਾ ਨਮੂਨੇ ਦਾ ਉਦਾਹਰਨ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਹੈ (ਕਿਸੇ ਸਮੇਂ t ਤੇ, ਖੇਤਰਾਂ ਨੂੰ z-ਨਿਰਦੇਸ਼ ਅੰਕ ਦੇ ਫਲਨ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ)। ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ E_x, x-ਧੁਰੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ ਹੈ ਅਤੇ ਕਿਸੇ ਸਮੇਂ t ਤੇ z ਦੇ ਨਾਲ ਸਾਈਨ (Sine) ਵਕ੍ਰ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ B_y, y-ਧੁਰੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਵੀ z ਦੇ ਨਾਲ ਸਾਈਨ (Sine) ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ E_x ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ B_y ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਲੰਬ ਹਨ ਅਤੇ ਗਤੀ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ z ਦੇ ਲੰਬ ਰੂਪ ਹਨ। E_x ਅਤੇ B_y ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਅਨੁਸਾਰ ਲਿਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ–

$$E_x = E_0 \sin (kz - \omega t) \quad [8.7(a)]$$

$$B_y = B_0 \sin (kz - \omega t) \quad [8.7(b)]$$

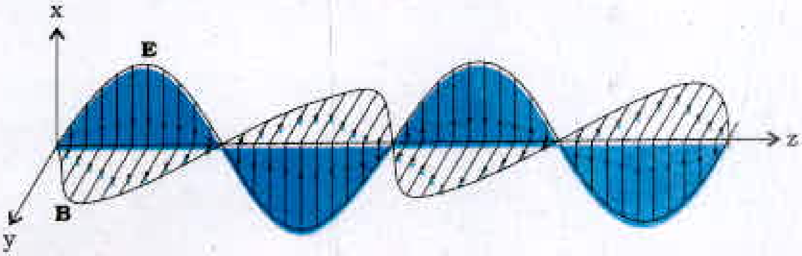
ਇਥੇ k ਅਤੇ ਤਰੰਗ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ λ ਵਿਚ ਨਿਮਨਲਿਖਤ ਸੰਬੰਧ ਹੈ–

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} \quad (8.8)$$

ਅਤੇ ਇਥੇ ω ਕੋਣੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਹੈ, k ਤਰੰਗ ਸਦਿਸ਼ (ਜਾਂ ਗਤੀ ਸਦਿਸ਼) **k** ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ

ਹੇਨਰਿਕ ਰੁਡੋਲਫ ਹਰਟਜ਼ (1857 1894)

ਹੇਨਰਿਕ ਰੁਡੋਲਫ ਹਰਟਜ਼
Heinrich Rudolf Hertz (1857 1894) ਜਰਮਨ ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨੀ, ਜਿਹਨਾਂ ਨੇ ਪਹਿਲੀ ਵਾਰ ਰੇਡੀਓ ਤਰੰਗਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਸਾਰਿਤ ਕੀਤਾ ਅਤੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ। ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਪੈਦਾ ਕੀਤੀਆਂ, ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਅਕਾਸ਼ ਵਿਚ ਭੇਜਿਆ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਅਤੇ ਚਾਲ ਪਤਾ ਕੀਤੀ। ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਦਰਸਾਇਆ ਕਿ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਕੰਬਣ ਦੀ ਪ੍ਰਾਕ੍ਰਿਤੀ, ਪਰਾਵਰਤਨ ਅਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਠੀਕ ਉਸੇ ਹੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਨ ਜਿਵੇਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਅਤੇ ਤਾਪ ਤਰੰਗਾਂ ਵਿੱਚ, ਅਤੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪਹਿਲੀ ਵਾਰ ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਹੋਂਦ ਸਿੱਧ ਕੀਤੀ। ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਗੈਸਾਂ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਵਿਸਰਜਨ ਸੰਬੰਧ ਖੋਜ ਦੀ ਅਗਵਾਈ ਕੀਤੀ ਅਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੀ ਖੋਜ ਕੀਤੀ।



ਚਿੱਤਰ 8.4 ਇੱਕ ਰੇਖੀ ਧਰੁਵਿਤ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗ ਜੋ z-ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਗਤੀ ਕਰ ਰਹੀ ਹੈ ਅਤੇ ਜਿਸਦਾ ਦੋਲਨ ਕਰਦਾ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ **E**, x-ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ ਅਤੇ ਦੋਲਨ ਕਰਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ **B**, y-ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਹੈ। k ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਤਰੰਗ ਦੀ ਗਤੀ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਨੂੰ ਵਰਣਿਤ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਤਰੰਗ ਦੀ ਗਤੀ ਚਾਲ (ω/k) ਹੈ। E_x ਅਤੇ B_y ਦੇ ਲਈ ਸਮੀਕਰਨਾਂ [8.7(a) ਅਤੇ (b)] ਅਤੇ ਮੈਕਸਵੇਲ ਦੇ ਸਮੀਕਰਨਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ ਤੁਸੀਂ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਪਰਿਣਾਮ ਤੇ ਪੁੱਜ ਸਕਦੇ ਹੋ–

$$\omega = ck, \text{ ਜਿਥੇ, } c = 1/\sqrt{\mu_0 \varepsilon_0} \qquad [8.9(a)]$$

ਸਮੀਕਰਨ $\omega = ck$, ਸਾਰੀਆਂ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਮਾਣਿਕ ਸੰਬੰਧ ਹੈ (ਦੇਖੋ ਕਲਾਸ XI ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨ ਦੀ ਪਾਠ ਪੁਸਤਕ, ਸੈਕਸ਼ਨ 15.4) ਆਮ ਕਰਕੇ ਇਸ ਸੰਬੰਧ ਨੂੰ ਆਵ੍ਰਿਤੀ, $\nu\ (=\omega/2\pi)$ ਅਤੇ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ, $\lambda\ (=2\pi/k)$ ਦੇ ਪਦਾਂ ਵਿੱਚ ਇਸ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਲਿਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ-

$$2\pi\nu = c\left(\frac{2\pi}{\lambda}\right) \qquad \text{ਜਾਂ}$$

$$\nu\lambda = c \qquad [8.9(b)]$$

ਮੈਕਸਵੇਲ ਦੇ ਸਮੀਕਰਨਾਂ ਦੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਇਸ ਸਿੱਟੇ ਤੇ ਪੁੱਜਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੇ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਆਪਸ ਵਿੱਚ ਨਿਮਨਲਿਖਿਤ ਸਮੀਕਰਨ ਦੁਆਰਾ ਸੰਬੰਧਿਤ ਹਨ-

$$B_0 = (E_0/c) \qquad (8.10)$$

ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਕੁਝ ਲੱਛਣਾਂ ਤੇ ਟਿੱਪਣੀਆਂ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਇਹ ਮੁਕਤ ਸਥਾਨ ਜਾਂ ਨਿਰਵਾਤ ਵਿੱਚ, ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰਾਂ ਦੇ ਸਵੈਪੋਸ਼ਿਤ ਡੋਲਨ ਹਨ। ਇਹ ਇਸ ਅਰਥ ਵਿੱਚ ਅਜੇ ਤੱਕ ਸਾਡੇ ਦੁਆਰਾ ਅਧਿਐਨ ਕੀਤੀਆਂ ਗਈਆਂ ਹੋਰ ਤਰੰਗਾਂ ਤੋਂ ਵੱਖ ਹਨ ਕਿ ਇਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰਾਂ ਦੇ ਡੋਲਨਾਂ ਦੇ ਲਈ ਕਿਸੇ *ਭੌਤਿਕ ਮਾਧਿਅਮ* ਦੀ ਲੋੜ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ। ਹਵਾ ਵਿਚ ਧੁਨੀ ਤਰੰਗਾਂ ਲਾਂਗੀਚਿਊਡੀ ਤਰੰਗਾਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਜੋ ਗਤੀ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਨਪੀੜਨਾਂ ਅਤੇ ਵਿਰਲਣਾਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਚਲਦੀਆਂ ਹਨ। ਪਾਣੀ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਟਰਾਂਸਵਰਸ ਤਰੰਗਾਂ ਵਿੱਚ, ਜਿਵੇਂ-ਜਿਵੇਂ ਤਰੰਗਾਂ ਖਿਤਿਜੀ ਤਲ ਵਿੱਚ ਬਾਹਰ ਵਲ ਫੈਲਦੀਆਂ ਹਨ ਪਾਣੀ ਦੇ ਕਣ ਉੱਪਰ-ਥੱਲੇ ਵਲ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਦ੍ਰਿੜ ਅਤੇ ਵਿਰੂਪਣ ਦਾ ਵਿਰੋਧ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਠੋਸਾਂ ਵਿੱਚ ਵੀ ਟਰਾਂਸਵਰਸ ਇਲਾਸਟਿਕ ਤਰੰਗਾਂ ਗਤੀ ਕਰ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ। ਉੱਨੀਵੀਂ ਸਦੀ ਦੇ ਵਿਗਿਆਨੀਆਂ ਨੂੰ ਇਸ ਯੰਤਰਿਕ ਚਿੱਤਰ ਦੀ ਅਜਿਹੀ ਆਦਤ ਹੋ ਗਈ ਸੀ ਕਿ ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਇੱਕ ਅਜਿਹੇ ਸਰਬਵਿਆਪੀ ਮਾਧਿਅਮ ਦੀ ਕਲਪਨਾ ਕੀਤੀ ਜੋ ਸਾਰੀਆਂ ਥਾਵਾਂ ਅਤੇ ਸਾਰੇ ਪਦਾਰਥਾਂ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਸੀ ਅਤੇ ਜੋ ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਤਿ ਅਜਿਹੀ ਕਿਰਿਆ-ਪ੍ਰਤਿਕਿਆ ਕਰਦਾ ਸੀ ਜਿਵੇਂ ਕੋਈ ਵੀ ਇਲਾਸਟਿਕ ਮਾਧਿਅਮ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਇਸ ਮਾਧਿਅਮ ਨੂੰ *ਈਥਰ* (ether) ਨਾਮ ਦਿੱਤਾ। ਉਹ ਇਸ ਈਥਰ ਮਾਧਿਅਮ ਦੀ ਸਚਾਈ ਦੇ ਲਈ ਇਨ੍ਹੇ ਭਰੋਸੇ ਵਿੱਚ ਸਨ ਕਿ *ਸਰ ਆਰਥਰ ਕਾਨਨ ਡਾਇਲ* (*Sir Arthur Conan Doyle*) (ਜੋ ਕਿ ਮਸ਼ਹੂਰ ਜਸੂਸ ਸ਼ਰਲਕ ਹੋਲਮਸ ਦੇ ਰਚਨਾ ਕਰਤਾ) ਨੇ *ਦ ਪਾਈਜ਼ਨ ਬੈਲਟ (Poison Belt)* ਨਾਮਕ ਨਾਵਲ ਦੀ ਰਚਨਾ ਕੀਤੀ ਜਿਸ ਵਿਚ ਸੌਰ ਮੰਡਲ ਇੱਕ ਜ਼ਹਿਰੀਲੇ ਈਥਰ ਵਾਲੇ ਖੇਤਰ ਤੋਂ ਲੰਘਦਾ ਮੰਨਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਕਿਸੇ ਭੌਤਿਕ ਮਾਧਿਅਮ ਦੀ ਲੋੜ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਮਾਈਕਲਸਨ ਅਤੇ ਮੋਰਲੇ (Michelson and Morley) ਦੇ 1887 ਵਿੱਚ ਕੀਤੇ ਗਏ ਮਸ਼ਹੂਰ ਪ੍ਰਯੋਗ ਨੇ *ਈਥਰ* ਦੀ ਕਲਪਨਾ ਨੂੰ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਢੇ-ਢੇਰੀ ਕਰ ਦਿੱਤਾ। ਸਪੇਸ ਅਤੇ ਸਮੇਂ ਵਿੱਚ ਡੋਲਨ ਕਰਦੇ ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ, ਨਿਰਵਾਤ ਵਿੱਚ ਵੀ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਨੂੰ ਪੋਸ਼ਿਤ ਕਰਕੇ ਬਣਾਏ ਰੱਖ ਸਕਦੇ ਹਨ।

ਪਰ, ਜੇ ਇਕ ਭੌਤਿਕ ਮਾਧਿਅਮ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਕੀ ਹੋਵੇਗਾ? ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਹੀ ਹਨ; ਉਦਾਹਰਨ ਦੇ ਲਈ ਕੱਚ ਵਿਚੋਂ ਗਤੀ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਇਹ ਪਹਿਲਾਂ ਹੀ ਦੇਖ ਚੁੱਕੇ ਹਾਂ ਕਿ ਕਿਸੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਕੁੱਲ ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰਾਂ ਨੂੰ ਉਸ ਮਾਧਿਅਮ ਦੀ ਸਾਪੇਖਿਕ ਬਿਜਲੀਸ਼ੀਲਤਾ ε ਅਤੇ ਸਾਪੇਖਿਕ ਚੁੰਬਕਸ਼ੀਲਤਾ μ ਦੇ ਪਦਾਂ ਵਿੱਚ ਦਸਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ (ਇਹ ਰਾਸ਼ੀਆਂ ਦਸਦੀਆਂ ਹਨ ਕਿ ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਕੁੱਲ ਖੇਤਰ ਕਿੰਨੇ ਗੁਣਾ ਹੈ)। ਮੈਕਸਵੇਲ ਸਮੀਕਰਨਾਂ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰਾਂ ਦੇ ਵਿਵਰਣ ਵਿੱਚ ε_0 ਅਤੇ μ_0 ਦਾ ਸਥਾਨ ਇਹ ਰਾਸ਼ੀਆਂ ਲੈ ਲੈਂਦੀਆਂ ਹਨ। ਸਾਪੇਖੀ ਬਿਜਲੀਸ਼ੀਲਤਾ ε ਅਤੇ ਸਾਪੇਖੀ ਚੁੰਬਕਸ਼ੀਲਤਾ μ,

ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਸਾਰਣ ਦੇ ਅਨੁਕਰਣ
Simulate propagation of electromagnetic waves
(i) http://www.amanogawa.com/waves.html
(ii) http://www.phys.hawaii.edu/~teb/java/ntnujava/emWave/emWave.html

PHYSICS

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਵਾਲੇ ਕਿਸੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿਚ, ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਵੇਗ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ

$$v = \frac{1}{\sqrt{\mu \varepsilon}} \tag{8.11}$$

ਇਸ ਲਈ ਕਿਸੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਵੇਗ ਉਸ ਮਾਧਿਅਮ ਦੇ ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਗੁਣਾਂ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਅਗਲੇ ਪਾਠ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਦੇਖਾਂਗੇ ਕਿ ਇੱਕ ਮਾਧਿਅਮ ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਦੂਸਰੇ ਮਾਧਿਅਮ ਦਾ *ਅਪਵਰਤਨਅੰਕ* ਇਹਨਾਂ ਦੋ ਮਾਧਿਅਮਾਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਵੇਗ ਦੇ ਅਨੁਪਾਤ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਮੁਕਤ ਅਕਾਸ਼ ਜਾਂ ਨਿਰਵਾਤ ਵਿਚ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦਾ ਵੇਗ ਇੱਕ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ, ਮੁੱਢਲਾ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਹੈ। ਵੱਖ-ਵੱਖ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈਆਂ ਦੀਆਂ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਤੇ ਕੀਤੇ ਗਏ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਨੇ ਇਹ ਦਰਸਾਇਆ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਵੇਗ (ਜੋ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਹੈ) ਸਾਰਿਆਂ ਲਈ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਮਾਨ 3×10^8 m/s ਤੋਂ ਕੁਝ ਮੀਟਰ ਪ੍ਰਤੀ ਸੈਕੰਡ ਘੱਟ ਜਾਂ ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਨਿਰਵਾਤ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਵੇਗ ਦਾ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਹੋਣਾ, ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਦੁਆਰਾ ਇਨ੍ਹੀ ਦ੍ਰਿੜਤਾ ਨਾਲ ਸਾਬਿਤ ਹੋ ਚੁਕਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਮਾਨ ਬਹੁਤ ਹੀ ਯਥਾਰਥਤਾ ਨਾਲ ਗਿਆਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਚੁੱਕਾ ਹੈ ਕਿ ਇਸਨੂੰ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਮਾਨਕ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸਵਿਕਾਰ ਕਰ ਲਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਅਰਥਾਤ ਮੀਟਰ ਨੂੰ ਹੁਣ ਉਸ ਦੂਰੀ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਜੋ ਦੂਰੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੁਆਰਾ $(1/c)$ ਸਮੇਂ ਵਿਚ ਤੈਅ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ [$(1/c)$ ਸੈਕੰਡ = $(2.99792458 \times 10^8)^1$ ਸੈਕੰਡ]। ਇਹ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਕਾਰਨ ਕਰਕੇ ਦਿੱਤੀ ਗਈ ਹੈ। ਸਮੇਂ ਦੇ ਮੂਲ ਮਾਤਰਕ ਨੂੰ ਕੁਝ ਪਰਮਾਣੂ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਅਰਥਾਤ ਕਿਸੇ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਵਿਚ ਪਰਮਾਣੂ ਦੁਆਰਾ ਉਤਸਰਜਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਪਦਾਂ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਚੰਗੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਯਥਾਰਥਕਤਾ ਨਾਲ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਪਰ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਮੂਲ ਮਾਤਰਕ ਨੂੰ ਸਿੱਧੇ-ਸਿੱਧੇ ਇਨ੍ਹੀ ਹੀ ਯਥਾਰਥਕਤਾ ਨਾਲ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰਨਾ ਮੁਸ਼ਕਿਲ ਹੈ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ c ਦੇ ਲਈ ਪਹਿਲਾਂ ਦੇ ਮਾਪਾਂ ਵਿੱਚ, ਤਤੱਕਾਲਿਕ ਲੰਬਾਈ ਦਾ ਮਾਤਰਕ (ਮੀਟਰ ਛੜ) ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰਕੇ ਪਤਾ ਕੀਤੇ ਗਏ ਮਾਨ ਲਗਭਗ 2.9979246×10^8 m/s ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਏ। ਕਿਉਂਕਿ c ਦਾ ਮਾਨ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਸੰਖਿਆ ਹੈ ਇਸਲਈ ਲੰਬਾਈ ਨੂੰ c ਅਤੇ ਸਮੇਂ ਦੇ ਮਾਤਰਕ ਦੇ ਪਦਾਂ ਵਿਚ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਹਰਟਜ਼ ਨੇ ਨਾ ਸਿਰਫ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਹੋਂਦ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕੀਤੀ ਸਗੋਂ ਇਹ ਵੀ ਦਰਸਾਇਆ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਕਰੋੜ ਗੁਣਾ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੀਆਂ ਤਰੰਗਾਂ ਵਿਵਰਤਿਤ (diffracted), ਅਪਵਰਤਿਤ (refracted) ਅਤੇ ਧਰੁਵਿਤ (polarised) ਹੋ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ, ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਵਿਕਿਰਨਾਂ ਦੀ ਤਰੰਗ ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ ਨੂੰ ਨਿਰਨਾਇਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸਥਾਪਿਤ ਕਰ ਦਿੱਤਾ। ਇਸ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਪੈਦਾ ਕੀਤੀਆਂ ਅਤੇ ਦੋ ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਨੋਡਾਂ (Successive Nodes) ਦੇ ਵਿੱਚ ਦੀ ਦੂਰੀ ਮਾਪ ਕੇ ਉਹਨਾਂ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਪਤਾ ਕੀਤੀ। ਕਿਉਂਕਿ ਤਰੰਗ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ (ਆਸੀਲੇਟਰ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਸਮਾਨ ਹੋਣ ਦੇ ਕਾਰਨ) ਗਿਆਤ ਸੀ, ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਸੂਤਰ $v = \nu\lambda$ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰ ਕੇ ਇਹਨਾਂ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਚਾਲ ਪਤਾ ਕੀਤੀ ਅਤੇ ਪਾਇਆ ਕਿ ਇਹ ਤਰੰਗਾਂ ਵੀ ਉਨੀ ਹੀ ਚਾਲ ਨਾਲ ਚਲਦੀਆਂ ਹਨ ਜਿਸ ਨਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਚਲਦਾ ਹੈ।

ਇਸ ਤੱਥ ਨੂੰ ਕਿ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਧਰੁਵਿਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਕਿਸੇ ਪੋਰਟੇਬਲ AM ਰੇਡੀਓ ਦੇ ਸਟੇਸ਼ਨ ਦੇ ਪ੍ਰਤਿ ਵਿਵਹਾਰ ਦੁਆਰਾ ਸੌਖਿਆਂ ਸਾਬਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਕਿਸੇ AM ਰੇਡੀਓ ਵਿੱਚ ਦੂਰਦਰਸ਼ੀ ਐਂਟੀਨਾ ਲੱਗਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਸਿਗਨਲ ਦੇ ਬਿਜਲੀ ਭਾਗ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀ ਕਿਰਿਆ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਐਂਟੀਨਾ ਨੂੰ ਖਿਤਿਜੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਕਰ ਦਿੰਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਸਿਗਨਲ ਬਹੁਤ ਹੀ ਘੱਟ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕੁਝ ਪੋਰਟੇਬਲ ਰੇਡੀਓ ਵਿੱਚ ਖਿਤਿਜੀ ਐਂਟੀਨਾ ਲਗੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜੋ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਘਟਕ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀ ਸੰਵੇਦਨਸ਼ੀਲ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਰੇਡੀਓ ਦੇ ਐਂਟੀਨਾ ਨੂੰ ਸਿਗਨਲ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਖਿਤਿਜ ਰਹਿਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਸਥਿਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਸਿਗਨਲ ਦੀ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਪ੍ਰਾਪਤੀ ਰੇਡੀਓ ਦੇ ਪ੍ਰਸਾਰਨ ਸਟੇਸ਼ਨ ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਓਰੀਐਂਟੇਸ਼ਨ ਤੇ ਵੀ ਨਿਰਭਰ ਕਰੇਗੀ।

ਕੀ ਹੋਰ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਵੀ ਊਰਜਾ ਅਤੇ ਸੰਵੇਗ ਵਹਿਨ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ? ਜੀ ਹਾਂ, ਉਹ ਊਰਜਾ ਅਤੇ ਸੰਵੇਗ ਵਹਿਨ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ। ਅਧਿਆਇ 2 ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਅਧਿਐਨ ਕੀਤਾ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਸੀ ਕਿ ਕਿਸੇ ਮੁਕਤ ਜਾਂ ਨਿਰਵਾਤਿਤ ਖੇਤਰ ਵਿਚ ਜੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ E ਮੌਜੂਦ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉਸ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ ਘਣਤਾ $(\varepsilon_0 E^2/2)$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ B ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਚੁੰਬਕੀ ਊਰਜਾ ਘਣਤਾ $(B^2/2\mu_0)$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੋਨੋਂ ਹੀ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਸਦੇ ਨਾਲ ਇੱਕ ਨਾਨ-ਜ਼ੀਰੋ ਊਰਜਾ ਘਣਤਾ ਜੁੜੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਹੁਣ ਮੰਨ ਲਉ ਕਿ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗ ਦੀ ਗਤੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ ਕੋਈ ਤਲ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 8.4)। ਜੇ ਇਸ ਤਲ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਬਿਜਲੀ ਚਾਰਜ ਹੋਣਗੇ ਤਾਂ ਉਹ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰਾਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਗਤੀ ਵਿੱਚ ਆਕੇ ਉਸ ਗਤੀ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਬਣੇ ਰਹਿਣਗੇ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਹ ਚਾਰਜ, ਤਰੰਗਾਂ ਤੋਂ ਊਰਜਾ ਅਤੇ ਸੰਵੇਗ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਤੋਂ ਇਹ ਤੱਥ ਸਪਸ਼ਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿ (ਹੋਰ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ) ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਵੀ ਊਰਜਾ ਅਤੇ ਸੰਵੇਗ ਵਹਿਨ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ। ਕਿਉਂਕਿ ਇਹ ਸੰਵੇਗ ਵਹਿਨ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ ਇਸਲਈ ਇੱਕ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗ ਦਬਾਉ ਪਾਂਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ *ਵਿਕਿਰਨ ਦਬਾਓ* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

ਜੇ t ਸਮੇਂ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ ਕੁੱਲ ਊਰਜਾ U ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਇਹ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ ਇਸ ਸਤ੍ਹਾ ਨੂੰ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕੀਤਾ ਕੁੱਲ ਸੰਵੇਗ (ਇਹ ਮੰਨਦੇ ਹੋਏ ਕਿ ਸਤ੍ਹਾ ਦੁਆਰਾ ਕੁੱਲ ਊਰਜਾ ਸੋਖਿਤ ਕੀਤੀ ਗਈ ਹੈ) ਹੋਵੇਗਾ,

$$p = \frac{U}{c} \tag{8.12}$$

ਜਦੋਂ ਤੇਜ਼ ਧੁੱਪ ਤੁਹਾਡੇ ਹੱਥ ਤੇ ਪੈਂਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਤੁਸੀਂ ਅਨੁਭਵ ਕਰਦੇ ਹੋ ਕਿ ਤੁਹਾਡੇ ਹੱਥ ਦੁਆਰਾ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਸੋਖਿਤ ਕੀਤੀਆਂ ਜਾ ਰਹੀਆਂ ਹਨ (ਤੁਹਾਡਾ ਹੱਥ ਗਰਮ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ)। ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਤੁਹਾਡੇ ਹੱਥ ਤੇ ਸੰਵੇਗ ਵੀ ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ, ਪਰ ਕਿਉਂਕਿ c ਦਾ ਮਾਨ ਬਹੁਤ ਜ਼ਿਆਦਾ ਹੈ, ਇਸਲਈ ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ ਸੰਵੇਗ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਤੁਹਾਨੂੰ ਦਬਾਉ ਦਾ ਅਨੁਭਵ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। 1903 ਵਿੱਚ, ਅਮਰੀਕੀ ਵਿਗਿਆਨਕਾਂ ਨਿਕੋਲਸ ਅਤੇ ਹੁਲ (Nicols and Hull) ਨੇ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਵਿਕਿਰਨ ਦਬਾਉ ਮਾਪਨ ਵਿੱਚ ਸਫਲਤਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤੀ ਅਤੇ ਸਮੀਕਰਨ (8.12) ਦੀ ਪੁਸ਼ਟੀ ਕੀਤੀ। ਇਹ 7×10^{-6} N/m^2 ਦੀ ਨੇੜਤਾ ਦਾ ਪਾਇਆ ਗਿਆ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ 10 cm^2 ਖੇਤਰਫਲ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਵਿਕਿਰਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਲ ਸਿਰਫ 7×10^{-9} N ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦਾ ਵੱਡਾ ਤਕਨੀਕੀ ਮਹੱਤਵ, ਇਹਨਾਂ ਦੁਆਰਾ ਇੱਕ ਸਥਾਨ ਤੋਂ ਦੂਸਰੇ ਸਥਾਨ ਤੱਕ ਊਰਜਾ ਵਹਿਨ ਕਰਨ ਦੀ ਸਮਰਥਾ ਨਾਲ ਹੀ ਵਿਸਫੋਟਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਰੇਡੀਓ ਅਤੇ ਟੀ.ਵੀ. ਸਿਗਨਲਾਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਸਾਰਨ ਸਟੇਸ਼ਨਾਂ ਤੋਂ ਇਹੀ ਊਰਜਾ ਅਭਿਗ੍ਰਾਹਕਾਂ ਤੱਕ ਪੁੱਜ ਕੇ ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਬਣਾਉਂਦੀ ਹੈ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸੂਰਜ ਤੋਂ ਊਰਜਾ ਧਰਤੀ ਤਕ ਪੁੱਜਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਕਾਰਨ ਧਰਤੀ ਤੇ ਜੀਵਨ ਸੰਭਵ ਹੋਇਆ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 8.2 25 MHz ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੀ ਇੱਕ ਸਮਤਲ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗ ਨਿਰਵਾਤ ਵਿੱਚ x-ਦਿਸ਼ਾ ਵੱਲ ਗਤੀਮਾਨ ਹੈ। ਖਿਲਾਅ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਇਸ ਦਾ $\mathbf{E} = 6.3\,\hat{\mathbf{j}}$ V/m ਹੈ। ਇਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ **B** ਦਾ ਮਾਨ ਕੀ ਹੈ?

ਹੱਲ— **B** ਅਤੇ **E** ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਨਾਲ ਨਿਮਨਲਿਖਤ ਸਮੀਕਰਨ ਦੁਆਰਾ ਸੰਬੰਧਿਤ ਹਨ–

$$B = \frac{E}{c}$$

$$= \frac{6.3\text{V/m}}{3\times10^{8}\text{ m/s}} = 2.1\times10^{-8}\text{ T}$$

ਇਸ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਸੰਬੰਧ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ **E** y-ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ ਹੈ ਅਤੇ ਤਰੰਗ x-ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ ਗਤੀ ਕਰ ਰਹੀ ਹੈ। ਇਸਲਈ **B**, x ਅਤੇ y-ਧੁਰਿਆਂ ਦੋਨਾਂ ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਸਦਿਸ਼ ਬੀਜ ਗਣਿਤ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਨ ਤੇ, $\mathbf{E} \times \mathbf{B}$ ਨੂੰ x-ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ $(+\hat{\mathbf{j}})\times(+\hat{\mathbf{k}}) = \hat{\mathbf{i}}$,

ਉਦਾਹਰਨ 8.2

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

B, z-ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ ਹੈ।

ਇਸਲਈ $\mathbf{B} = 2.1 \times 10^{-8}\,\hat{\mathbf{k}}\,\text{T}$

ਉਦਾਹਰਨ 8.3 ਕਿਸੇ ਸਮਤਲ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ
$B_y = 2 \times 10^{-7} \sin (0.5{\times}10^3 x{+}1.5{\times}10^{11} t)$ T ਹੈ

(a) ਤਰੰਗ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਅਤੇ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਕੀ ਹੈ?

(b) ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਲਈ ਵਿਅੰਜਕ ਲਿਖੋ।

ਹੱਲ—

(a) ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਸਮੀਕਰਨ ਦੀ ਨਿਮਨ ਸਮੀਕਰਨ

$$B_y = B_0 \sin\left[2\pi\left(\frac{x}{\lambda}+\frac{t}{T}\right)\right]$$ ਨਾਲ ਤੁਲਨਾ ਕਰਨ ਤੇ

$$\lambda = \frac{2\pi}{0.5\times10^3}\,\text{m} = 1.26\ \text{cm},$$

ਅਤੇ $$\frac{1}{T} = \nu = \left(1.5\times10^{11}\right)/2\pi = 23.9\ \text{GHz}$$

(b) $E_0 = B_0 c = 2{\times}10^{7}\ \text{T} \times 3 \times 10^8\ \text{m/s} = 6 \times 10^1\ \text{V/m}$
ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਘਟਕ ਤਰੰਗ ਦੀ ਗਤੀ ਦਿਸ਼ਾ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸਲਈ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਘਟਕ z-ਧੁਰੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਸਮੀਕਰਨ ਦੁਆਰਾ ਵਿਅਕਤ ਹੋਵੇਗਾ।

$E_z = 60 \sin (0.5 \times 10^3 x + 1.5 \times 10^{11}\, t)$ V/m

ਉਦਾਹਰਨ 8.3

ਉਦਾਹਰਨ 8.4 18 W/cm^2 ਦੇ ਊਰਜਾ ਫਲਕਸ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਸੇ ਅਪਰਾਵਰਤਕ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਲੰਬਰੂਪ ਆਪਾਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਜੇ ਸਤ੍ਹਾ ਦਾ ਖੇਤਰਫਲ 20 cm^2 ਹੋਵੇ ਤਾਂ 30 ਮਿੰਟ ਦੇ ਸਮੇਂ ਅੰਤਰਾਲ ਵਿੱਚ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਲੱਗਣ ਵਾਲੇ ਔਸਤ ਬਲ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰੋ।

ਹੱਲ—

ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਪੈਣ ਵਾਲੀ ਊਰਜਾ

$$U = (18\ \text{W/cm}^2) \times (20\ \text{cm}^2) \times (30 \times 60)$$
$$= 6.48 \times 10^5\ \text{J}$$

ਇਸਲਈ, ਇਸ ਸਤ੍ਹਾ ਨੂੰ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਕੁੱਲ ਸੰਵੇਗ (ਪੂਰਣ ਸੋਖਣ ਲਈ)

$$p = \frac{U}{c} = \frac{6.48\times10^5\ \text{J}}{3\times10^8\ \text{m/s}} = 2.16 \times 10^{-3}\ \text{kg m/s}$$

ਇਸਲਈ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਲਗਿਆ ਔਸਤ ਬਲ ਹੈ

$$F = \frac{p}{t} = \frac{2.16\times10^{-3}}{0.18\times10^4} = 1.2\times10^{-6}\,\text{N}$$

ਜੇ ਸਤ੍ਹਾ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪਰਾਵਰਤਕ ਹੁੰਦੀ ਤਾਂ ਤੁਹਾਡਾ ਉੱਤਰ ਕੀ ਹੁੰਦਾ?

ਉਦਾਹਰਨ 8.4

ਉਦਾਹਰਨ 8.5 3m ਦੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਸਥਿਤ ਕਿਸੇ 100 W ਬਲਬ ਤੋਂ ਆ ਰਹੇ ਵਿਕਿਰਨ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰਾਂ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰੋ। ਤੁਸੀਂ ਇਹ ਜਾਣਦੇ ਹੋ ਕਿ ਬਲਬ ਦੀ ਸਮਰਥਾ 2.5% ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਇਕ ਬਿੰਦੂ ਸ੍ਰੋਤ ਹੈ।

ਹੱਲ— ਬਿੰਦੂ ਸ੍ਰੋਤ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਬਲਬ ਸਾਰੀਆਂ ਦਿਸ਼ਾਵਾਂ ਵਿਚ ਬਰਾਬਰ ਰੂਪ ਵਿਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਵਿਕਿਰਿਤ ਕਰਦਾ

ਉਦਾਹਰਨ 8.5

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਉਦਾਹਰਨ 8.5

ਹੈ। 3 m ਦੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਇਸਨੂੰ ਘੇਰਣ ਵਾਲੀ ਗੋਲ ਅਕਾਰ ਸਤ੍ਹਾ ਦਾ ਖੇਤਰਫਲ

$$A = 4\pi r^2 = 4\pi(3)^2 = 113\,\mathrm{m}^2$$

ਇਸਲਈ ਇਸ ਦੂਰੀ ਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ

$$I = \frac{\text{ਸ਼ਕਤੀ}}{\text{ਖੇਤਰਫਲ}} = \frac{100\,\mathrm{W} \times 2.5\%}{113\,\mathrm{m}^2}$$

$$= 0.022\ \mathrm{W/m}^2$$

ਇਸ ਤੀਬਰਤਾ ਵਿਚ ਅੱਧਾ ਯੋਗਦਾਨ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਅੱਧਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ।

$$\frac{1}{2}I = \frac{1}{2}\left(\varepsilon_0 E_{rms}^2 c\right)$$

$$= \frac{1}{2}\left(0.022\mathrm{W/m}^2\right)$$

$$E_{rms} \quad \sqrt{\frac{0.022}{8.85 \quad 10^{-12} \quad 3 \quad 10^8}}\ \mathrm{V/m}$$

$$= 2.9\ \mathrm{V/m}$$

ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਇਹ ਸਾਰਾ ਵਰਗ ਮੱਧ ਮੂਲ ਮਾਨ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੁੰਜ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਸਾਈਨ (Sine) ਵਕ੍ਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। E_0 ਦਾ ਮਾਨ

$$E_0 = \sqrt{2}E_{rms} \quad \sqrt{2}\times 2.9\mathrm{V/m}$$

$$= 4.07\ \mathrm{V/m}$$

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਤੁਸੀਂ ਦੇਖਦੇ ਹੋ ਕਿ ਉਹ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਜਿਸਦੀ ਵਰਤੋਂ ਤੁਸੀਂ ਪੜ੍ਹਨ ਦੇ ਲਈ ਕਰਦੇ ਹੋ ਉਸਦਾ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਕਾਫੀ ਵੱਡਾ ਹੈ। ਇਸਦੀ ਤੁਲਨਾ ਟੀ.ਵੀ. ਜਾਂ FM ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਸ਼ਕਤੀ ਨਾਲ ਕਰੋ ਜੋ ਕੁਝ ਮਾਈਕ੍ਰੋ ਵੋਲਟ ਪ੍ਰਤੀ ਮੀਟਰ ਦੇ ਨੇੜੇ ਦੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

ਹੁਣ, ਆਓ ਅਸੀਂ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਦਾ ਪਤਾ ਕਰੀਏ।

$$B_{rms} = \frac{E_{rms}}{c} = \frac{2.9 \quad \mathrm{V\,m}^{-1}}{3\times10^8\,\mathrm{m\,s}^{-1}} = 9.6 \times 10^{-9}\mathrm{T}$$

ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੁੰਜ ਵਿੱਚ ਖੇਤਰ ਸਾਈਨ ਵਕ੍ਰ ਹੈ, ਸ਼ਿਖਰ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ, $B_0 = \sqrt{2}\ B_{rms} = 1.4 \times 10^{-8}\,\mathrm{T}$। ਧਿਆਨ ਦੇਣ ਯੋਗ ਗਲ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਬੇਸ਼ਕ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ, ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੈ।

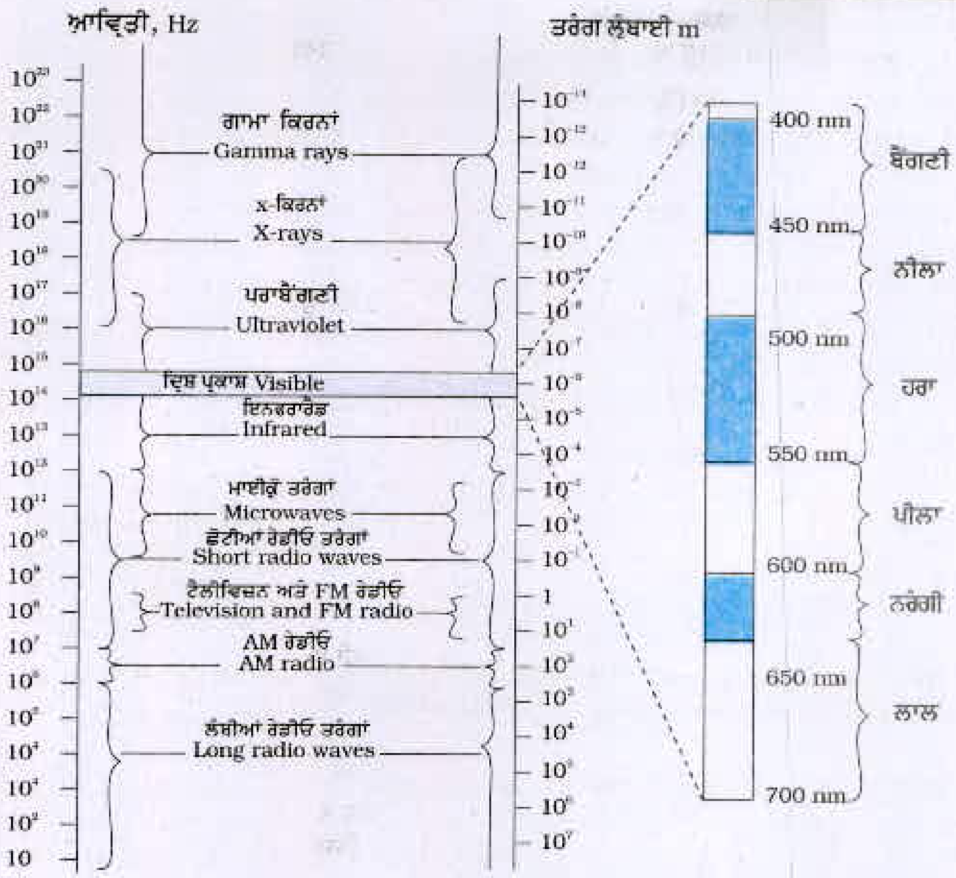
ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮ Electromagnetic spectrum
http://www.fnal.gov/pub/inquiring/more/light
http://imagine.gsfc.nasa.gov/docs/science/

8.4 ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮ (ELECTROMAGNETIC SPECTRUM)

ਜਿਸ ਸਮੇਂ ਮੈਕਸਵੈੱਲ ਨੇ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਸੰਬੰਧੀ ਅਪਣਾ ਸਿਧਾਂਤ ਪੇਸ਼ ਕੀਤਾ ਸੀ ਤਾਂ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗਾਂ ਹੀ ਇੱਕ ਮਾਤਰ ਜਾਣੀਆ ਪਛਾਣੀਆਂ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ (em) ਤਰੰਗਾਂ ਸਨ। ਪਰਾਬੈਂਗਣੀ ਅਤੇ ਇਨਫਰਾਰੈਡ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਹੋਂਦ ਅੱਜੇ ਮੁਸ਼ਕਲ ਨਾਲ ਸਾਬਿਤ ਹੋ ਪਾਈ ਸੀ। ਉਨੀਂਵੀ ਸਦੀ ਦੇ ਅੰਤ ਤੱਕ X-ਕਿਰਨਾਂ ਅਤੇ ਗਾਮਾ ਕਿਰਨਾਂ ਵੀ ਖੋਜ ਲਈਆਂ ਗਈਆਂ ਸਨ। ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗਾਂ, X-ਕਿਰਨਾਂ, ਗਾਮਾ ਕਿਰਨਾਂ, ਰੇਡਿਓ ਤਰੰਗਾਂ, ਸੂਖਮ (ਮਾਈਕ੍ਰੋ) ਤਰੰਗਾਂ, ਪਰਾਬੈਂਗਣੀ ਤਰੰਗਾਂ ਅਤੇ ਇਨਫਰਾਰੈਡ ਤਰੰਗਾਂ ਇਹ ਸਾਰੀਆਂ em ਤਰੰਗਾਂ ਹਨ। ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਕ੍ਰਮ ਵਿੱਚ ਵਰਗੀਕਰਨ (ਚਿੱਤਰ 8.5) *ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮ (electromagnetic spectrum)* ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ। *ਇੱਕ ਕਿਸਮ ਦੀ ਤਰੰਗ ਅਤੇ ਉਸਦੇ ਨੇੜਲੀ ਦੂਸਰੇ ਕਿਸਮ ਦੀ ਤਰੰਗ ਦੇ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਸਪਸ਼ਟ ਰੇਖਾ ਨਹੀਂ ਹੈ।* ਵਰਗੀਕਰਨ ਮੋਟੇ ਤੌਰ ਤੇ ਇਸ ਗੱਲ ਤੇ ਅਧਾਰਿਤ ਹੈ ਕਿ ਤਰੰਗਾਂ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪੈਦਾ ਅਤੇ/ਜਾਂ ਸੰਸੂਚਿਤ ਕੀਤੀਆਂ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com



ਚਿੱਤਰ 8.5 ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮ ਜਿਸਦੇ ਵੱਖ ਵੱਖ ਭਾਗਾਂ ਦੇ ਆਮ ਨਾਮ ਦਰਸਾਏ ਗਏ ਹਨ। ਵੱਖ-ਵੱਖ ਭਾਗਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਸਪਸ਼ਟ ਵਿਭਾਜਨ ਰੇਖਾ ਨਹੀਂ ਹੈ।

ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਇਹਨਾਂ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਪ੍ਰਕਾਰਾਂ ਦਾ ਉਹਨਾਂ ਦੀ ਘੱਟਦੀ ਹੋਈ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਕ੍ਰਮ ਵਿੱਚ ਵਰਣਨ ਕਰਾਂਗੇ। ਅਸੀਂ ਇਹਨਾਂ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੀਆਂ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦਾ ਘੱਟਦੇ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਕਰਮ ਵਿੱਚ, ਸੰਖੇਪ ਵਿੱਚ ਵਰਣਨ ਕਰ ਰਹੇ ਹਾਂ।

8.4.1 ਰੇਡੀਓ ਤਰੰਗਾਂ (Radio waves)

ਰੇਡੀਓ ਤਰੰਗਾਂ ਚਾਲਕ ਤਾਰਾਂ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜ ਦੀ ਪ੍ਰਵੇਗਿਤ ਗਤੀ ਤੋਂ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਰੇਡੀਓ ਅਤੇ ਦੂਰਦਰਸ਼ਨ ਦੀਆਂ ਸੰਚਾਰ ਪ੍ਣਾਲੀਆਂ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਰੇਂਜ ਆਮ ਕਰਕੇ 500 kHz ਤੋਂ ਲਗਭਗ 1000 MHz ਦੇ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। AM (ਆਯਾਮ ਮਾਡੂਲਿਤ) ਬੈਂਡ 530 kHz ਤੋਂ 1710 kHz ਦੇ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸਤੋਂ ਵੱਧ 54 MHz ਤੱਕ ਦੀਆਂ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਲਘੂਤਰੰਗ ਬੈਂਡਾਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤੀਆਂ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ। ਟੀ.ਵੀ. ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਰੇਂਜ 54 MHz ਤੋਂ 890 MHz ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। FM (ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਮਾਡੂਲਿਤ) ਰੇਡੀਓ ਬੈਂਡ 88 MHz ਤੋਂ 108 MHz ਦੇ ਵਿੱਚ ਫੈਲਿਆ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸੈਲੂਲਰ ਫੋਨਾਂ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਉੱਚ ਆਵ੍ਰਿਤੀ (UHF) ਬੈਂਡ ਦੀਆਂ ਰੇਡੀਓ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ ਧੁਨੀ ਸੰਦੇਸ਼ਾਂ ਦੇ ਅਦਾਨ-ਪ੍ਰਦਾਨ ਦੀ ਵਿਵਸਥਾ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਤਰੰਗਾਂ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪ੍ਰਸਾਰਿਤ ਅਤੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤੀਆਂ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ, ਇਸਦਾ ਵਰਣਨ ਪਾਠ 15 ਵਿਚ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ।

8.4.2 ਸੂਖਮ ਤਰੰਗਾਂ (Microwaves)

ਸੂਖਮ ਤਰੰਗਾਂ (ਲਘੂ ਤਰੰਗਲੰਬਾਈ ਦੀਆਂ ਰੇਡੀਓ ਤਰੰਗਾਂ) ਦੀਆਂ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਗੀਗਾ ਹਰਟਜ਼

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(GHz) ਰੇਂਜ ਵਿਚ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਇਹ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੀਆਂ ਨਿਰਵਾਤ ਟਿਊਬਾਂ (vacuum tubes) ਜਿਹਨਾਂ ਨੂੰ ਕਲਾਈਸਟ੍ਰੋਨ, ਮੈਗਨੇਟ੍ਰਾਨ ਜਾਂ ਗਨ ਡਾਇਓਡ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਹ ਆਪਣੀ ਲਘੂ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਕਾਰਨ ਜਹਾਜ ਸੰਚਾਲਨ ਵਿਚ ਰਾਡਾਰ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਲਈ ਢੁੱਕਵੀਆਂ ਹਨ। ਰਾਡਾਰ, ਤੇਜ਼ ਗੇਂਦਾ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਟੈਨਿਸ ਵਿਚ ਸਰਵ ਕੀਤੀਆਂ ਗਈਆਂ ਗੇਂਦਾਂ ਜਾਂ ਵਾਹਨਾਂ ਦੀ ਗਤੀ ਪਤਾ ਕਰਨ ਲਈ ਵਰਤੋਂ ਵਿੱਚ ਲਿਆਏ ਜਾਣ ਵਾਲੇ ਯੰਤਰ, ਚਾਲ ਗਨਾਂ (speed guns), ਗਨਾਂ ਦੀ ਕਾਰਜ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਦਾ ਵੀ ਅਧਾਰ ਹੈ। ਮਾਈਕ੍ਰੋਵੇਵ ਔਵਨ ਇਹਨਾਂ ਤਰੰਗਾਂ ਦਾ ਇੱਕ ਰੋਚਕ ਘਰੇਲੂ ਇਸਤੇਮਾਲ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਔਵਨਾਂ ਵਿੱਚ ਸੂਖਮ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਚੁਣੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਕਿ ਉਹ ਪਾਣੀ ਦੇ ਅਣੂਆਂ ਦੀ ਅਨੁਨਾਦ (resonance) ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਨਾਲ ਮੇਲ ਖਾ ਸਕਣ, ਤਾਕਿ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਊਰਜਾ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਅਣੂਆਂ ਦੀ ਗਤਿਜ਼ ਊਰਜਾ ਵਧਾਉਣ ਲਈ ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕੇ। ਇਸ ਨਾਲ ਕਿਸੇ ਵੀ ਪਾਣੀ ਵਾਲੇ ਖਾਦ ਪਦਾਰਥ ਦਾ ਤਾਪਮਾਨ ਵੱਧ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਮਾਈਕ੍ਰੋਵੇਵ ਔਵਨ

ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਵਿਕਿਰਨਾਂ ਦੇ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮ ਦਾ ਇਕ ਭਾਗ *ਸੂਖਮ ਤਰੰਗਾਂ* ਕਹਿਲਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਅਤੇ ਊਰਜਾ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤੋਂ ਘੱਟ ਅਤੇ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਇਸ ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਮਾਈਕ੍ਰੋਵੇਵ ਔਵਨ ਦਾ ਸਿਧਾਂਤ ਕੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਕਿਵੇਂ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ?

ਸਾਡਾ ਉਦੇਸ਼ ਭੋਜਨ ਨੂੰ ਪਕਾਉਣਾ ਜਾਂ ਗਰਮ ਕਰਨ ਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸਾਰੇ ਭੋਜਨ ਪਦਾਰਥ, ਜਿਵੇਂ- ਫਲਾਂ, ਸਬਜੀਆਂ, ਮਾਸ, ਅਨਾਜ ਆਦਿ ਦਾ ਇੱਕ ਘਟਕ ਪਾਣੀ ਵੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਅਸੀਂ ਕਹਿੰਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਕੋਈ ਪਿੰਡ ਗਰਮ ਹੋ ਗਿਆ ਹੈ, ਤਾਂ ਇਸਤੋਂ ਸਾਡਾ ਕੀ ਭਾਵ ਹੁੰਦਾ ਹੈ? ਜਦੋਂ ਕਿਸੇ ਵਸਤੂ ਦਾ ਤਾਪਮਾਨ ਵੱਧਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਸਦੇ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਅਤੇ ਅਣੂਆਂ ਦੀ ਜਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵੀ ਗਤੀ ਦੀ ਊਰਜਾ ਵੱਧ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਉਹ ਵੱਧ ਊਰਜਾ ਨਾਲ ਚਲਣ, ਡੋਲਣ ਕਰਨ ਜਾਂ ਘੁੰਮਣ ਲੱਗ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਪਾਣੀ ਦੇ ਅਣੂਆਂ ਦੇ ਘੁੰਮਣ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਲਗਭਗ 300 ਕਰੋੜ ਜਾਂ 3 ਗੀਗਾ ਹਰਟਜ਼ (GHz) ਹੈ। ਜੇ ਪਾਣੀ ਨੂੰ ਇਸ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੀਆਂ ਸੂਖਮ ਤਰੰਗਾਂ ਮਿਲ ਜਾਣ ਤਾਂ ਉਸ ਦੇ ਅਣੂ ਇਹਨਾਂ ਵਿਕਿਰਣਾਂ ਨੂੰ ਸੋਖਿਤ ਕਰ ਲੈਣਗੇ ਜੋ ਪਾਣੀ ਨੂੰ ਗਰਮ ਕਰਨ ਦੇ ਤੁੱਲ ਹੈ। ਇਹ ਅਣੂ ਇਸ ਊਰਜਾ ਨੂੰ ਨੇੜਲੇ ਭੋਜਨ ਅਣੂਆਂ ਦੇ ਨਾਲ ਵੰਡ ਲੈਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਭੋਜਨ ਗਰਮ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਮਾਈਕ੍ਰੋਵੇਵ ਔਵਨ ਵਿੱਚ ਤੁਹਾਨੂੰ ਚੀਨੀ ਮਿਟੀ ਦੇ ਬਰਤਨਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਨੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ। ਧਾਤ ਦੇ ਵਰਤਨਾਂ ਦੀ ਨਹੀਂ, ਨਹੀਂ ਤਾਂ ਇਕੱਠੇ ਹੋਏ ਬਿਜਲੀ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਤੁਹਾਨੂੰ ਝਟਕਾ ਲਗ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਧਾਤਾਂ ਬਹੁਤ ਹੀ ਤਾਪ ਦੇ ਕਾਰਨ ਪਿਘਲ ਵੀ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ। ਚੀਨੀ ਮਿੱਟੀ ਦਾ ਭਾਂਡਾ ਅਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਅਤੇ ਠੰਡਾ ਬਣਿਆ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਇਸਦੇ ਵਿਸ਼ਾਲ ਅਣੂ ਹੋਰਾਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਘੱਟ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਵਿੱਚ ਘੁੰਮਣ ਅਤੇ ਕੰਪਨ ਕਰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸ ਕਾਰਨ ਸੂਖਮ ਤਰੰਗਾਂ ਨੂੰ ਸੋਖਿਤ ਨਹੀਂ ਕਰ ਸਕਦੇ। ਇਸ ਲਈ ਇਹ ਗਰਮ ਵੀ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੇ।

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਮਾਈਕ੍ਰੋਵੇਵ ਔਵਨ ਦਾ ਮੂਲ ਸਿਧਾਂਤ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਇਸਦੇ ਜਿਸ ਸਥਾਨ ਤੇ ਅਸੀਂ ਭੋਜਨ ਰੱਖਦੇ ਹਾਂ ਉਥੇ ਢੁਕਵੀਂ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੀਆਂ ਸੂਖਮ ਤਰੰਗਾਂ ਪੈਦਾ ਕੀਤੀਆਂ ਜਾਣ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਬਰਤਨ ਨੂੰ ਗਰਮ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ ਵਿਅਰਥ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ। ਪੰਰਪਰਿਕ ਵਿਧੀ ਵਿੱਚ ਪਹਿਲਾਂ ਬਰਣਰ ਤੇ ਰੱਖਿਆ ਬਰਤਨ ਗਰਮ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਫਿਰ ਇਸ ਤੋਂ ਊਰਜਾ ਬਰਤਨ ਵਿਚ ਰੱਖੇ ਭੋਜਨ ਨੂੰ ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਜਦੋਂਕਿ ਮਾਈਕ੍ਰੋਵੇਵ ਔਵਨ ਊਰਜਾ ਸਿੱਧੇ ਪਾਣੀ ਦੇ ਅਣੂਆਂ ਨੂੰ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਤੋਂ ਸੰਪੂਰਣ ਭੋਜਨ ਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

8.4.3 ਇਨਫਰਾਰੈਡ ਤਰੰਗਾਂ (Infrared waves)

ਇਨਫਰਾਰੈਡ ਤਰੰਗਾਂ (Infrared waves) ਗਰਮ ਪਿੰਡਾਂ ਅਤੇ ਅਣੂਆਂ ਤੋਂ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਹ ਬੈਂਡ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮ ਦੇ ਨਿਮਨ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਜਾਂ ਦਿਰਘ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਸਿਰੇ ਨਾਲ ਜੁੜਿਆ ਹੈ। ਇਨਫਰਾਰੈਡ ਤਰੰਗਾਂ ਨੂੰ ਕਦੇ-ਕਦੇ *ਤਾਪ ਤਰੰਗਾਂ* (heat waves) ਵੀ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਅਜਿਹਾ ਇਸਲਈ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਵਧੇਰੇ ਪਦਾਰਥਾਂ ਵਿਚ ਮੌਜੂਦ ਪਾਣੀ ਦੇ ਅਣੂ ਇਨਫਰਾਰੈਡ ਤਰੰਗਾਂ ਨੂੰ ਤੁਰੰਤ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਸੋਖਿਤ ਕਰ ਲੈਂਦੇ ਹਨ (ਕਈ ਹੋਰ ਅਣੂ, ਜਿਵੇਂ, CO_2, NH_3 ਆਦਿ ਵੀ ਇਨਫਰਾਰੈਡ ਤਰੰਗਾਂ ਨੂੰ ਸੋਖਿਤ ਕਰ ਲੈਂਦੇ ਹਨ)। ਸੋਖਣ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਉਹਨਾਂ ਦੀ ਤਾਪੀ ਗਤੀ ਵੱਧ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਅਰਥਾਤ ਉਹ ਗਰਮ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਆਪਣੇ ਆਲੇ ਦੁਆਲੇ ਨੂੰ ਗਰਮ ਕਰਨ ਲੱਗਦੇ ਹਨ। ਇਨਫਰਾਰੈਡ ਲੈਂਪਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਫਿਜ਼ੀਕਲ ਥੈਰੇਪੀ ਵਿੱਚ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਨਫਰਾਰੈਡ ਕਿਰਨਾਂ ਕਾਰਨ ਧਰਤੀ ਦੀ ਗਰਮੀ ਅਰਥਾਤ ਔਸਤ ਤਾਪਮਾਨ ਬਣਾਏ ਰੱਖਣ ਵਿੱਚ ਹਰਾ ਘਰ ਪ੍ਰਭਾਵ (green house effect) ਦੀ ਇੱਕ ਮਹੱਤਵਪੂਰਣ ਭੂਮਿਕਾ ਹੈ। ਧਰਤੀ ਤੇ ਆਉਣ ਵਾਲਾ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ (ਜੋ ਸੌਖਿਆਂ ਵਾਯੂਮੰਡਲ ਵਿਚੋਂ ਲੰਘ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਧਰਤੀ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦੁਆਰਾ ਸੋਖਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਵੱਡੀਆਂ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੀਆਂ ਇਨਫਰਾ ਰੈਡ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਮੁੜ ਵਿਕਿਰਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਵਿਕਿਰਣ, ਕਾਰਬਨ ਡਾਇਆਕਸਾਈਡ ਅਤੇ ਪਾਣੀ ਵਾਸ਼ਪ ਵਰਗੇ ਹਰੇ ਘਰ ਦਾ ਪ੍ਰਭਾਵ ਪੈਦਾ ਕਰਨ ਵਾਲੀਆਂ ਗੈਸਾਂ ਦੁਆਰਾ ਵਾਯੂਮੰਡਲ ਵਿਚ ਰੋਕ ਲਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਉਪਕਰਨਾਂ ਵਿਚ ਲੱਗੇ ਇਨਫਰਾਰੈਡ ਸੰਸੂਚਕਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਫੌਜੀ ਉਦੇਸ਼ਾਂ ਅਤੇ ਫਸਲਾਂ ਦੇ ਵਾਧੇ ਦੇ ਪ੍ਰੇਖਣ ਕਰਨ ਲਈ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਿਕ ਯੁਕਤੀਆਂ (ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਉਤਸਰਜਕ ਡਾਇਓਡ) ਵੀ ਇਨਫਰਾਰੈਡ ਤਰੰਗਾਂ ਉਤਸਰਜਿਤ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ ਅਤੇ ਘਰੇਲੂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਿਕ ਪ੍ਰਣਾਲੀਆਂ ਜਿਵੇਂ ਟੀ.ਵੀ. ਸੈਟ, ਵੀਡੀਓ ਰਿਕਾਰਡਰ ਅਤੇ ਹਾਈ ਫਾਈ ਪ੍ਰਣਾਲੀਆਂ ਦੇ ਰਿਮੋਟ ਨਿਯੰਤਰਕਾਂ ਵਿੱਚ ਵੱਡੇ ਪੱਧਰ ਤੇ ਵਰਤੀਆਂ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ।

8.4.4 ਦ੍ਰਿਸ਼ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗਾਂ (Visible rays)

ਇਹ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦਾ ਸਭ ਤੋਂ ਵੱਧ ਜਾਣਿਆ ਪਛਾਣਿਆ ਰੂਪ ਹੈ। ਇਹ ਉਸ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮ ਦਾ ਭਾਗ ਹੈ ਜਿਸਦੇ ਲਈ ਮਨੁੱਖੀ ਅੱਖਾਂ ਸੰਵੇਦਨਸ਼ੀਲ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਸਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਰੇਂਜ ਲਗਭਗ 4×10^{14} ਹਰਟਜ਼ ਤੋਂ 7×10^{14} ਹਰਟਜ਼ ਜਾਂ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਰੇਂਜ ਲਗਭਗ 700 400 nm ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਸਾਡੇ ਚਾਰੋਂ ਪਾਸੇ ਦੀਆਂ ਵਸਤੂਆਂ ਤੋਂ ਉਤਸਰਜਿਤ ਜਾਂ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਹੋਣ ਵਾਲਾ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਜਗਤ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਸਾਰੀਆਂ ਸੂਚਨਾਵਾਂ ਸਾਨੂੰ ਉਪਲਬਧ ਕਰਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਸਾਡੀਆਂ ਅੱਖਾਂ ਤਰੰਗਲੰਬਾਈ ਦੀ ਇਸ ਰੇਂਜ ਦੇ ਲਈ ਸੰਵੇਦਨਸ਼ੀਲ ਹਨ। ਵੱਖ-ਵੱਖ ਜੰਤੂ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੀਆਂ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਰੇਂਜਾਂ ਦੇ ਲਈ ਸੰਵੇਦਨਸ਼ੀਲ ਹਨ। ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ, ਸੱਪ ਇਨਫਰਾਰੈਡ ਤਰੰਗਾਂ ਨੂੰ ਸੰਸੂਚਿਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਕਈ ਕੀਟਾਂ ਦੀ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਰੇਂਜ ਪਰਾਬੈਂਗਣੀ ਤਰੰਗਾਂ ਤੱਕ ਪ੍ਰੁੱਜਦੀ ਹੈ।

8.4.5 ਪਰਾਬੈਂਗਣੀ ਤਰੰਗਾਂ (Ultraviolet rays)

ਇਸ ਵਿੱਚ ਲਗਭਗ 4×10^{-7} m (400 nm) ਤੋਂ 6×10^{-10}m (0.6 nm) ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਰੇਂਜ ਦੀਆਂ ਤਰੰਗਾਂ ਸ਼ਾਮਿਲ ਹਨ। ਪਰਾਬੈਂਗਣੀ (UV) ਵਿਕਿਰਣ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਲੈਂਪਾਂ ਅਤੇ ਬਹੁਤ ਗਰਮ ਪਿੰਡਾਂ ਤੋਂ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਸੂਰਜ ਪਰਾਬੈਂਗਣੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਇੱਕ ਮਹੱਤਵਪੂਰਣ ਸ੍ਰੋਤ ਹੈ। ਪਰ, ਖੁਸ਼ਕਿਸਮਤੀ ਨਾਲ ਇਸਦਾ ਵਧੇਰੇ ਭਾਗ ਵਾਯੂ ਮੰਡਲ ਦੀ ਲਗਭਗ 40 50 km. ਦੀ ਉਚਾਈ ਤੇ ਸਥਿਤ ਓਜ਼ੋਨ ਪਰਤ ਵਿੱਚ ਸੋਖਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਵਧੇਰੇ ਮਾਤਰਾ ਵਿਚ UV ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਸੰਪਰਕ ਵਿੱਚ ਆਉਣ ਦਾ ਮਨੁੱਖਾਂ ਤੇ ਹਾਨੀਕਾਰਕ ਪ੍ਰਭਾਵ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। UV ਵਿਕਿਰਣਾਂ ਦੇ ਪੈਣ ਨਾਲ ਚਮੜੀ ਵਿਚ ਵੱਧ ਮੇਲਾਨੀਨ ਦਾ ਉਤਪਾਦਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਚਮੜੀ ਤਾਂਬੇ ਰੰਗੀ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। UV ਵਿਕਿਰਣ ਆਮ ਕਰਕੇ ਕੱਚ ਦੁਆਰਾ ਸੋਖਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਕੱਚ ਲਗੀ ਖਿੜਕੀ ਵਿਚੋਂ ਛਾਣਕੇ ਆਉਣ ਵਾਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਕਾਰਨ ਧੁਪ ਦਾ ਸਾੜਾ (sunburn) ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਵੈਲਡਿੰਗ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਲੋਕ, ਵੈਲਡਿੰਗ ਚਿੰਗਾਰੀਆਂ ਵਿਚੋਂ ਨਿਕਲਨ ਵਾਲੀਆਂ UV ਕਿਰਨਾਂ ਤੋਂ ਆਪਣੀਆਂ ਅੱਖਾਂ ਦੀ ਸੁਰਖਿਆ ਦੇ ਲਈ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਕੱਚ ਯੁਕਤ ਧੁਪ ਦੇ ਚਸ਼ਮੇ ਪਹਿਣਦੇ ਹਨ ਜਾਂ ਕੱਚ ਦੀਆਂ ਖਿੜਕੀਆਂ ਲਗੇ ਮੁਖੌਟੇ ਆਪਣੇ ਚਿਹਰੇ ਤੇ ਲਗਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਆਪਣੀ ਛੋਟੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਕਾਰਨ, ਪਰਾਬੈਂਗਣੀ ਕਿਰਨਾਂ ਨੂੰ ਬਹੁਤ ਹੀ ਧਿਆਨਪੂਰਵਕ ਇਸਤੇਮਾਲਾਂ ਜਿਵੇਂ (LASIK *Laser-assisted in situ keratomileusis*) ਅੱਖਾਂ ਦੀ ਸਰਜਰੀ ਵਿਚ ਵਰਤੋਂ ਲਈ ਬਹੁਤ ਹੀ ਸੰਕੀਰਨ ਕਿਰਨ-ਪੁੰਜ ਵਿੱਚ ਫੋਕਸ ਕਰਕੇ ਵਰਤਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਪਾਣੀ ਸਾਫ਼ ਕਰਨ ਲਈ ਪਰਾਬੈਂਗਣੀ (UV) ਲੈਂਪਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਜੀਵਾਣੂਆਂ ਨੂੰ ਮਾਰਨ ਵਿਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਕਿਉਂਕਿ ਓਜੋਨ ਪਰਤ ਇੱਕ ਸੁਰਖਿਅਕ ਦੀ ਭੂਮਿਕਾ ਨਿਭਾਉਂਦੀ ਹੈ ਇਸਲਈ ਕਲੋਰੋਫਲੋਰੋ ਕਾਰਬਨ (CFCs) ਗੈਸਾਂ ਜਿਵੇਂ (ਫਰੀਆਨ) ਦੁਆਰਾ ਇਸਦੀ ਹਾਨੀ ਅੰਤਰ-ਰਾਸ਼ਟਰੀ ਪੱਧਰ ਤੇ ਚਿੰਤਾ ਦਾ ਵਿਸ਼ਾ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

8.4.6 X-ਕਿਰਨਾਂ (X-rays)

ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮ ਦੇ UV ਭਾਗ ਦੇ ਬਾਅਦ X-ਕਿਰਨਾਂ ਦਾ ਖੇਤਰ ਹੈ। ਡਾਕਟਰੀ ਵਰਤੋਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਅਸੀਂ X-ਕਿਰਨਾਂ ਤੋਂ ਜਾਣੂ ਹਾਂ। ਇਸਦੀ ਰੇਂਜ 10^{8} m (10 nm) ਤੋਂ ਲੈਕੇ ਹੇਠਾਂ 10^{13} m (10^{4} nm) ਤੱਕ ਫੈਲੀ ਹੋਈ ਹੈ। X-ਕਿਰਨਾਂ ਦੇ ਪੈਦਾ ਹੋਣ ਦੀ ਇੱਕ ਆਮ ਵਿਧੀ ਕਿਸੇ ਧਾਤੂ ਦੇ ਟਾਰਗੇਟ ਤੇ ਉੱਚ ਊਰਜਾ ਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਬੌਛਾਰ ਕਰਨਾ ਹੈ। ਡਾਕਟਰੀ ਵਿਚ X-ਕਿਰਨਾਂ ਨੂੰ ਨਿਦਾਨ ਸਾਧਨ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਅਤੇ ਕੁਝ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਕੈਂਸਰ ਦੇ ਇਲਾਜ ਲਈ ਵਰਤਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸਲਈ ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਬੇਲੋੜੀ ਜਾਂ ਵੱਧ ਅਨਾਵਰਣ ਤੋਂ ਬਚਾਅ ਵਿੱਚ ਸਾਵਧਾਨੀ ਵਰਤਨੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ।

8.4.7 ਗਾਮਾ ਕਿਰਨਾਂ (Gamma rays)

ਇਹ ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀ ਸੈਪਕਟ੍ਰਮ ਦੇ ਉਪਰਲੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਅਤੇ ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਲਗਭਗ 10^{-10}m ਤੋਂ ਲੈਕੇ 10^{-14}m ਤੋਂ ਵੀ ਘੱਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਉੱਚ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦਾ ਇਹ ਵਿਕਿਰਨ ਨਾਭਿਕੀ ਕਿਰਿਆਵਾਂ ਵਿੱਚ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਰੇਡੀਓਐਕਟੀਵ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦੁਆਰਾ ਵੀ ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਡਾਕਟਰੀ ਵਿੱਚ ਕੈਂਸਰ ਕੋਸ਼ੀਕਾਵਾਂ ਨੂੰ ਨਸ਼ਟ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਵੀ ਉਪਯੋਗੀ ਹਨ।

ਸਾਰਨੀ 8.1 ਵਿਚ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੀਆਂ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ, ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਉਤਪਾਦਨ ਅਤੇ ਸੰਸੂਚਨ ਨੂੰ ਸਾਰ ਰੂਪ ਵਿਚ ਪੇਸ਼ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਪਹਿਲਾਂ ਦਸਿਆ ਗਿਆ ਹੈ, ਵੱਖ-ਵੱਖ ਕਿਰਨਾਂ ਦੇ ਖੇਤਰਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਕੋਈ ਸਪਸ਼ਟ ਸੀਮਾਵਾਂ ਨਹੀਂ ਹਨ ਅਤੇ ਇਹ ਦੂਸਰੇ ਖੇਤਰਾਂ ਵਿੱਚ ਵੀ ਵਿਆਪਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

ਸਾਰਨੀ 8.1 ਵੱਖ ਵੱਖ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਲੱਛਣ

ਕਿਸਮ Type	ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੀ ਰੇਂਜ Wavelength range	ਉਤਪਾਦਨ Production	ਸੰਸੂਚਨ Detection
ਰੇਡੀਓ (Radio)	> 0.1 m	ਏਰੀਅਲ (aerial) ਵਿਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦਾ ਤੇਜ਼ ਪ੍ਰਵੇਗ ਜਾਂ ਮੰਦਨ	ਰਿਸੀਵਰ ਦੇ ਏਰੀਅਲ
ਸੂਖਮ ਤਰੰਗਾਂ (Microwave)	0.1m ਤੋਂ 1 mm	ਕਲੀਸਟ੍ਰਾਨ ਜਾਂ ਮੇਗਨਾਟ੍ਰਾਨ ਵਾਲਵ	ਬਿੰਦੂ ਸੰਪਰਕ ਡਾਇਓਡ
ਇਨਫਰਾਰੇਡ (Infra-red)	1mm ਤੋਂ 700 nm	ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਅਤੇ ਅਣੂਆਂ ਦੇ ਕੰਪਣ	ਥਰਮੋਪਾਈਲ, ਬੋਲੋਮੀਟਰ, ਇਨਫਰਾ ਫੋਟੋਗ੍ਰਾਫਿਕ ਫਿਲਮ
ਪ੍ਰਕਾਸ਼ (Light)	700 nm ਤੋਂ 400 nm	ਪਰਮਾਣੂ ਵਿਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ, ਜਦੋਂ ਉੱਚ ਊਰਜਾ ਪੱਧਰ ਤੋਂ ਨਿਮਨ ਊਰਜਾ ਪੱਧਰ ਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ	ਮਨੁੱਖੀ ਅੱਖ, ਫੋਟੋ ਸੈਲ, ਫੋਟੋਗ੍ਰਾਫਿਕ ਫਿਲਮ
ਪਰਾਬੈਂਗਣੀ (Ultraviolet)	400 nm ਤੋਂ 1nm	ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਅੰਤਰਿਕ ਸ਼ੈਲਾਂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਇੱਕ ਊਰਜਾ ਪੱਧਰ ਤੋਂ ਦੂਸਰੇ ਊਰਜਾ ਪੱਧਰ ਤੇ ਜਾਣਾ	ਫੋਟੋ ਸੈਲ, ਫੋਟੋਗ੍ਰਾਫਿਕ ਫਿਲਮ
X-ਕਿਰਨਾਂ (X-rays)	1nm ਤੋਂ 10^{-3}nm	X-ਕਿਰਨ ਟਿਊਬ ਅਤੇ ਅੰਦਰੂਨੀ ਆਰਬਿਟਾਂ ਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ	ਫੋਟੋਗ੍ਰਾਫਿਕ ਫਿਲਮ, ਗੀਗਰ ਟਿਊਬ, ਆਇਨੀਕਰਨ ਚੈਂਬਰ
ਗਾਮਾ ਕਿਰਨਾਂ (Gamma rays)	$<10^{-3}$nm	ਨਾਭਿਕਾਂ ਦਾ ਰੇਡੀਓ ਐਕਟੀਵ ਖੈ	ਫੋਟੋਗ੍ਰਾਫਿਕ ਫਿਲਮ, ਗੀਗਰ ਟਿਊਬ, ਆਈਨੀਕਰਨ ਚੈਂਬਰ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਸਾਰ (SUMMARY)

1. ਮੈਕਸਵੇਲ ਨੂੰ ਐਮਪੀਅਰ ਦੇ ਨਿਯਮ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਵਿਸੰਗਤੀ ਬਾਰੇ ਪਤਾ ਲੱਗਿਆ ਅਤੇ ਇਸ ਵਿਸੰਗਤੀ ਨੂੰ ਦੂਰ ਕਰਨ ਲਈ ਇਕ ਹੋਰ ਕਰੰਟ ਦੀ ਹੋਂਦ ਦਾ ਸੁਝਾਅ ਦਿੱਤਾ ਜਿਸ ਨੂੰ ਵਿਸਥਾਪਨ ਕਰੰਟ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਵਿਸਥਾਪਨ ਕਰੰਟ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਕਾਰਨ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਲਿਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ।

$$i_d = \varepsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt}$$

ਇਹ ਠੀਕ ਉਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਸ੍ਰੋਤ ਦਾ ਕਾਰਜ ਕਰਦੀ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਚਾਲਨ ਕਰੰਟ।

2. ਇੱਕ ਪ੍ਰਵੇਗਿਤ ਚਾਰਜ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਹਾਰਮੋਨੀਕ ਢੰਗ ਨਾਲ, v ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਨਾਲ ਡੋਲਨ ਕਰਦਾ ਇੱਕ ਬਿਜਲੀ ਚਾਰਜ ਉਸੇ ਆਵ੍ਰਿਤੀ v ਦੀ ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਨੂੰ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇੱਕ ਬਿਜਲੀ-ਦੋ-ਧਰੁਵ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦਾ ਮੁੱਢਲਾ ਸ੍ਰੋਤ ਹੈ।

3. ਕੁਝ ਮੀਟਰ ਦੇ ਨੇੜੇ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਵਾਲੀਆਂ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਪ੍ਰਯੋਗਸ਼ਾਲਾ ਵਿੱਚ ਸਭ ਤੋਂ ਪਹਿਲ 1887 ਵਿਚ ਹਰਟਜ਼ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਅਤੇ ਸੰਸੂਚਿਤ ਕੀਤੀਆਂ ਗਈਆਂ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਮੈਕਸਵੇਲ ਦੀ ਮੌਲਿਕ ਭਵਿੱਖਬਾਨੀ ਦੀ ਪੁਸ਼ਟੀ ਕੀਤੀ।

4. ਕਿਸੇ ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ, ਖਿਲਾਅ ਵਿੱਚ ਸਾਈਨ-ਵਕ੍ਰੀ (sinosidal) ਢੰਗ ਨਾਲ ਡੋਲਨ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਡੋਲਨਸ਼ੀਲ ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ **E** ਅਤੇ **B** ਆਪਸ ਵਿਚ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗ ਦੇ ਸੰਚਾਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। z-ਧੁਰੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ ਸੰਚਾਰਿਤ ਆਵ੍ਰਿਤੀ v ਅਤੇ ਤਰੰਗਲੰਬਾਈ λ ਦੀ ਕਿਸੇ ਤਰੰਗ ਦੇ ਲਈ ਨਿਮਨਲਿਖਤ ਸੂਤਰ ਉਪਲਬਧ ਹੈ-

$$E = E_x(t) = E_0 \sin (kz - \omega t)$$

$$= E_0 \sin \left[2\pi\left(\frac{z}{\lambda} - vt\right)\right] = E_0 \sin\left[2\pi\left(\frac{z}{\lambda} - \frac{t}{T}\right)\right]$$

$$B = B_y(t) = B_0 \sin (kz - \omega t)$$

$$= B_0 \sin\left[2\pi\left(\frac{z}{\lambda} - vt\right)\right] = B_0 \sin\left[2\pi\left(\frac{z}{\lambda} - \frac{t}{T}\right)\right]$$

ਇਹ ਆਪਸ ਵਿੱਚ ਨਿਮਨਲਿਖਿਤ ਸੂਤਰ ਦੁਆਰਾ ਸੰਬੰਧਿਤ ਹਨ : $E_0/B_0 = c$.

5. ਨਿਰਵਾਤ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗ ਦੀ ਚਾਲ c, μ_0 ਅਤੇ ε_0 (ਚੁੰਬਕ ਸ਼ੀਲਤਾ ਅਤੇ ਬਿਜਲੀਸ਼ੀਲਤਾ) ਨਾਲ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸੰਬੰਧਿਤ ਹੈ $c = 1/\sqrt{\mu_0 \varepsilon_0}$। c ਦਾ ਮਾਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਮਾਪਾਂ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਇੱਕ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗ ਹੈ ਇਸਲਈ c ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਵੀ ਚਾਲ ਹੈ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਇਲਾਵਾ ਸਾਰੀਆਂ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਮੁਕਤ ਅਕਾਸ ਵਿੱਚ ਉਹੀ ਚਾਲ c ਹੈ।

ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਜਾਂ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ, ਕਿਸੇ ਭੌਤਿਕ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿਚ ਚਾਲ $v = 1/\sqrt{\mu\varepsilon}$ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਥੇ μ ਮਾਧਿਅਮ ਦੀ ਚੁੰਬਕਸ਼ੀਲਤਾ ਅਤੇ ε ਬਿਜਲੀ ਸ਼ੀਲਤਾ ਹੈ।

6. ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਜਦੋਂ ਖਿਲਾਅ (space) ਵਿੱਚ ਸੰਚਾਰ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ ਤਾਂ ਆਪਣੇ ਨਾਲ ਊਰਜਾ ਵਹਿਨ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ ਅਤੇ ਇਹ ਊਰਜਾ ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਵੰਡੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਸੰਵੇਗ ਦਾ ਵੀ ਵਹਿਨ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ। ਜਦੋਂ ਇਹ ਤਰੰਗਾਂ ਕਿਸੇ ਸਤਹਿ ਤੇ ਪੈਂਦੀਆਂ ਹਨ ਤਾਂ ਉਹ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਦਬਾਉ ਪਾਉਂਦੀਆਂ ਹਨ। ਜੇ t ਸਮੇਂ ਵਿੱਚ ਸਤ੍ਹਾ ਨੂੰ ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ ਸੰਪੂਰਨ ਊਰਜਾ U ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਸਤਹਿ ਨੂੰ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਕੁੱਲ ਸੰਵੇਗ $p = U/c$ ਹੋਵੇਗਾ।

7. ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦਾ ਸੈਪਕਟ੍ਰਮ ਸਿਧਾਂਤਕ ਤੌਰ ਤੇ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਅਨੰਤ ਰੇਂਜ ਵਿਚ ਫੈਲੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। 10^{-2} Å ਜਾਂ 10^{-12} m ਤੋਂ 10^{6} m ਤੱਕ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਵੱਧਦੇ ਹੋਏ ਕ੍ਰਮ ਵਿਚ ਸਮਾਯੋਜਿਤ ਕਰਨ ਤੇ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਭਾਗ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਨਾਮ ਨਾਲ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜਾਣੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ, γ-ਕਿਰਨਾਂ, X-ਕਿਰਨਾਂ, ਪਰਾਬੈਂਗਣੀ ਕਿਰਨਾਂ, ਦ੍ਰਿਸ਼ ਪ੍ਰਕਾਸ਼, ਇਨਫਰਾ ਰੇਡ ਪ੍ਰਕਾਸ਼, ਸੂਖਮ ਤਰੰਗਾਂ ਅਤੇ ਰੇਡੀਓ ਤਰੰਗਾਂ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਇਹ ਪਦਾਰਥ ਨਾਲ ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰਾਂ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਆਪਸੀ ਕਿਰਿਆ ਕਰਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਨਾਲ ਸਾਰੇ ਪਦਾਰਥਾਂ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਚਾਰਜ ਡੋਲਨ ਸ਼ੁਰੂ ਕਰ ਦਿੰਦੇ ਹਨ। ਵਿਸਤਾਰਿਤ ਆਪਸੀ ਕਿਰਿਆ ਅਤੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸੋਖਣ, ਖਿੰਡਣ (scattering) ਆਦਿ ਦੀ ਕਿਰਿਆ ਵਿਧੀ em ਤਰੰਗ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਅਤੇ ਮਾਧਿਅਮ ਦੇ ਪਰਮਾਣੂ ਅਤੇ ਅਣੂਆਂ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ।

ਵਿਚਾਰਣਯੋਗ ਵਿਸ਼ੇ (POINTS TO PONDER)

1. ਵੱਖ -ਵੱਖ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀਆਂ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦਾ ਮੁੱਢਲਾ ਅੰਤਰ ਉਹਨਾਂ ਦੀਆਂ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈਆਂ ਜਾਂ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਲੁਕਿਆ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਇਹ ਸਾਰੀਆਂ ਨਿਰਵਾਤ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਹੀ ਚਾਲ ਨਾਲ ਲੰਘਦੀਆਂ ਹਨ। ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ, ਤਰੰਗਾਂ ਪਦਾਰਥ ਨਾਲ ਆਪਣੀ ਆਪਸੀ ਕਿਰਿਆ ਕਰਨ ਦੀ ਵਿਧੀ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਵੱਖ ਹੈ।
2. ਪ੍ਰਵੇਗਿਤ ਚਾਰਜ ਕਣ ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀ ਊਰਜਾ ਵਿਕਿਰਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਆਮ ਕਰਕੇ ਤਰੰਗ ਵਿਕਿਰਨ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਸਿਸਟਮ ਦੇ ਸਾਈਜ਼ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ γ-ਕਿਰਨ ਜਿਸਦੀ ਤਰੰਗਲੰਬਾਈ 10^{14} m ਤੋਂ 10^{15} m ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਹੈ, ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪਰਮਾਣੂ ਨਾਭਿਕ ਤੋਂ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। X-ਕਿਰਨਾਂ ਭਾਰੀ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਤੋਂ ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਕਿਸੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵੇਗਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਤੋਂ ਰੇਡੀਓ ਤਰੰਗਾਂ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਇੱਕ ਟਰਾਂਸਮੀਟਰ ਐਂਟੀਨਾ ਬਹੁਤ ਹੀ ਦਕਸ਼ਤਾ ਨਾਲ ਉਹਨਾਂ ਤਰੰਗਾਂ ਨੂੰ ਵਿਕਿਰਿਤ ਕਰ ਸਕਦਾ ਹੈ ਜਿਹਨਾਂ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਉਸੇ ਪਰਿਮਾਣ ਦੀ ਹੈ, ਜਿਸ ਪਰਿਮਾਣ ਦਾ ਐਂਟੀਨਾਂ ਹੈ ਬੇਸ਼ਕ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੁਆਰਾ ਉਤਸਰਜਿਤ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਆਕਾਰ ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।
3. ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗ ਦਾ ਡੋਲਨਸ਼ੀਲ ਖੇਤਰ ਚਾਰਜਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਵੇਗਿਤ ਕਰ ਸਕਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਡੋਲਨਸ਼ੀਲ ਕਰੰਟ ਪੈਦਾ ਕਰ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸਲਈ ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦਾ ਪਤਾ ਲਗਾਉਣ ਲਈ ਜੋ ਉਪਕਰਨ ਨਿਰਮਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਉਹ ਇਸੇ ਤੱਥ ਤੇ ਅਧਾਰਿਤ ਹਨ। ਹਰਟਜ਼ ਦਾ ਮੌਲਿਕ 'ਰਿਸੀਵਰ' ਠੀਕ ਉਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੰਮ ਕਰਦਾ ਸੀ। ਸਾਰੀਆਂ ਆਧੁਨਿਕ ਵਿਵਹਾਰਿਕ ਯੁਕਤੀਆਂ ਵਿਚ ਇਸੇ ਮੂਲ ਸਿਧਾਂਤ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਉੱਚ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੀਆਂ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦਾ ਪਤਾ ਦੂਸਰੀ ਵਿਧੀ ਨਾਲ ਲਗਾਉਂਦੇ ਹਾਂ ਜੋ ਉਹਨਾਂ ਭੌਤਿਕ ਪ੍ਰਭਾਵਾਂ ਤੇ ਅਧਾਰਿਤ ਹੈ, ਜਿਹਨਾਂ ਨੂੰ ਉਹ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਨਾਲ ਆਪਸੀ ਕਿਰਿਆ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਕਰਦੇ ਹਨ।
4. ਇਨਫਰਾਰੈਡ ਤਰੰਗਾਂ ਜਿਹਨਾਂ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤੋਂ ਘੱਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਨਾ ਸਿਰਫ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਨੂੰ ਕੰਪਨ ਕਰਵਾਉਂਦੀਆਂ ਹਨ ਬਲਕਿ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਸਾਰੇ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਜਾਂ ਅਣੂਆਂ ਨੂੰ ਕੰਬਾਉਂਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਹ ਕੰਪਨ ਅੰਤਰਿਕ ਊਰਜਾ ਨੂੰ ਵਧਾਉਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਤਾਪ ਨੂੰ ਵੀ। ਇਹੀ ਕਾਰਨ ਹੈ ਕਿ ਇਨਫਰਾਰੈਡ ਤਰੰਗਾਂ ਨੂੰ ਅਕਸਰ *ਤਾਪੀ ਤਰੰਗਾਂ* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।
5. ਸਾਡੀ ਅੱਖ ਦੀ ਸੰਵੇਦਨਸ਼ੀਲਤਾ ਦਾ ਕੇਂਦਰ ਸੂਰਜ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਵੰਡ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੇ ਪੈਂਦਾ ਹੈ। ਅਜਿਹਾ ਇਸਲਈ ਹੋਇਆ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਮਨੁੱਖ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਕਸਿਤ ਹੋਇਆ ਹੈ ਕਿ ਉਸਦੀ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਉਹਨਾਂ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈਆਂ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀ ਸਭ ਤੋਂ ਵੱਧ ਸੰਵੇਦਨਸ਼ੀਲ ਹੈ ਜੋ ਸੂਰਜ ਦੀਆਂ ਵਿਕਿਰਨਾਂ ਵਿਚੋਂ ਸਭ ਤੋਂ ਪ੍ਰਬਲ ਹੈ।

ਅਭਿਆਸ (EXERCISES)

8.1 ਚਿੱਤਰ 8.6 ਵਿਚ ਇੱਕ ਕੈਪੀਸਟਰ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਜੋ 12 cm ਅਰਧਵਿਆਸ ਦੀਆਂ ਦੋ ਚੱਕਰ ਆਕਾਰ ਪਲੇਟਾਂ ਨੂੰ 5.0 cm ਦੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਰੱਖਕੇ ਬਣਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਕੈਪੀਸਟਰ ਨੂੰ ਇਕ ਬਾਹਰੀ ਸ੍ਰੋਤ (ਜੋ ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਨਹੀਂ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ) ਦੁਆਰਾ ਚਾਰਜਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਚਾਰਜ ਕਰਨ ਵਾਲਾ ਕਰੰਟ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਮਾਨ ਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਮਾਨ 0.15A ਹੈ।

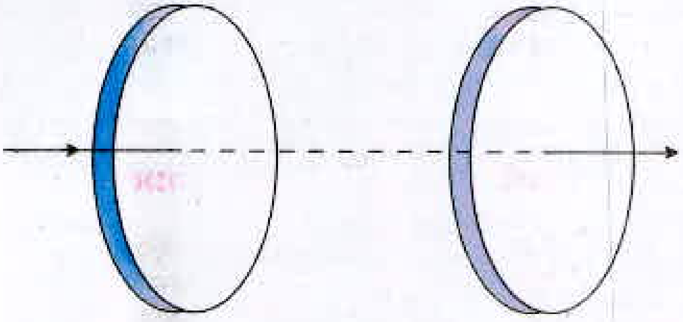
(a) ਕੈਪੀਸਟੀ ਅਤੇ ਪਲੇਟਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਪਰਿਵਰਤਨ ਦੀ ਦਰ ਦਾ ਪਤਾ ਕਰੋ।

(b) ਪਲੇਟਾਂ ਦੇ ਵਿਚ ਵਿਸਥਾਪਨ ਕਰੰਟ ਪਤਾ ਕਰੋ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(c) ਕੀ ਕਿਰਚੋਫ ਦਾ ਪਹਿਲਾਂ ਨਿਯਮ ਕੈਪੀਸਟਰ ਦੀ ਹਰੇਕ ਪਲੇਟ ਤੇ ਲਾਗੂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ? ਸਪਸ਼ਟ ਕਰੋ।



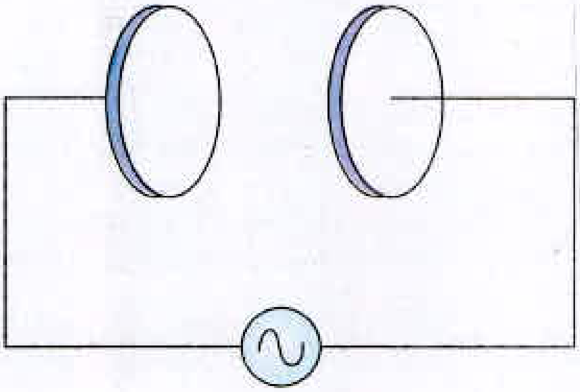
ਚਿੱਤਰ 8.6

8.2 ਇੱਕ ਸਮਾਂਤਰ ਪਲੇਟ ਕੈਪੀਸਟਰ (ਚਿੱਤਰ 8.7), $R = 6.0$ cm ਅਰਧਵਿਆਸ ਦੀਆਂ ਦੋ ਚੱਕਰ ਅਕਾਰ ਪਲੇਟਾਂ ਤੋਂ ਬਣਿਆ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦੀ ਕੈਪੀਸਟੀ $C = 100$ pF ਹੈ। ਕੈਪੀਸਟਰ ਨੂੰ 230 V, 300 rad s ^{1} ਦੀ (ਕੋਣੀ) ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਕਿਸੇ ਸ੍ਰੋਤ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਗਿਆ ਹੈ।

(a) ਚਾਲਨ ਕਰੰਟ ਦਾ rms ਮਾਨ ਕੀ ਹੈ?

(b) ਕੀ ਚਾਲਨ ਕਰੰਟ ਵਿਸਥਾਪਨ ਕਰੰਟ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ?

(c) ਪਲੇਟਾਂ ਵਿੱਚ ਧੁਰੇ ਤੋਂ 3.0 cm ਦੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਸਥਿਤ ਬਿੰਦੂ ਤੇ **B** ਦਾ ਆਯਾਮ ਪਤਾ ਕਰੋ।



ਚਿੱਤਰ 8.7

8.3 10^{10} m ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੀਆਂ X-ਕਿਰਨਾਂ, 6800 Å ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਅਤੇ 500m ਦੀਆਂ ਰੇਡੀਓ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਲਈ ਕਿਸ ਭੌਤਿਕ ਰਾਸ਼ੀ ਦਾ ਮਾਨ ਬਰਾਬਰ ਹੈ?

8.4 ਇੱਕ ਸਮਤਲ ਬਿਜਲਚੰਬਕੀ ਤਰੰਗ ਨਿਰਵਾਤ ਵਿੱਚ z-ਧੁਰੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ ਚਲ ਰਹੀ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰਾਂ ਦੇ ਸਦਿਸ਼ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਬਾਰੇ ਤੁਸੀਂ ਕੀ ਕਹੋਗੇ? ਜੇ ਤਰੰਗ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ 30 MHz ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਉਸਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਕਿੰਨੀ ਹੋਵੇਗੀ?

8.5 ਇੱਕ ਰੇਡੀਓ 7.5 MHz ਤੋਂ 12 MHz ਬੈਂਡ ਦੇ ਕਿਸੇ ਸਟੇਸ਼ਨ ਨਾਲ ਟਿਊਨ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਸੰਗਤ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਬੈਂਡ ਕੀ ਹੋਵੇਗਾ?

8.6 ਇੱਕ ਚਾਰਜਿਤ ਕਣ ਆਪਣੀ ਮੱਧ ਸਥਿਤੀ ਦੇ ਦੋਨੋਂ ਪਾਸੇ 10^{9} Hz ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਨਾਲ ਡੋਲਨ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਡੋਲਨ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਕਿੰਨੀ ਹੈ?

8.7 ਨਿਰਵਾਤ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਆਵਰਤ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਾਲੇ ਭਾਗ ਦਾ ਆਯਾਮ $B_0 = 510$ nT ਹੈ। ਤਰੰਗ ਦੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਵਾਲੇ ਭਾਗ ਦਾ ਆਯਾਮ ਕੀ ਹੈ?

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

8.8 ਕਲਪਨਾ ਕਰੋ ਕਿ ਇੱਕ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗ ਦੇ ਬਿਜਲ ਖੇਤਰ ਦਾ ਆਯਾਮ $E_0 = 120$ N/C ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ $v = 50.0$ MHz ਹੈ। (a) B_0, ω, k ਅਤੇ λ ਗਿਆਤ ਕਰੋ, (b) **E** ਅਤੇ **B** ਦੇ ਲਈ ਵਿਅੰਜਕ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰੋ।

8.9 ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮ ਦੇ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਭਾਗਾਂ ਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਪਾਠ ਪੁਸਤਕ ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੀ ਗਈ ਹੈ। ਸੂਤਰ $E = hv$ (ਵਿਕਰਣ ਦੇ ਇੱਕ ਕਵਾਂਟਮ ਦੀ ਊਰਜਾ ਦੇ ਲਈ : ਫੋਟਾਨ) ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰੋ ਅਤੇ em ਵਰਣਕ੍ਰਮ ਦੇ ਵੱਖ ਵੱਖ ਭਾਗਾਂ ਦੇ ਲਈ eV ਦੇ ਮਾਤਰਕ ਵਿਚ ਫੋਟਾਨ ਦੀ ਊਰਜਾ ਕੱਢੋ। ਫੋਟਾਨ ਊਰਜਾ ਦੇ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਪਰਿਮਾਣ ਤੁਸੀਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹੋ ਉਹ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਵਿਕਿਰਣ ਦੇ ਸਰੋਤਾਂ ਨਾਲ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸੰਬੰਧਿਤ ਹਨ?

8.10 ਇਕ ਸਮਤਲ em ਤਰੰਗ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲ ਖੇਤਰ, 2.0×10^{10} Hz ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਅਤੇ 48 V m^{1} ਆਯਾਮ ਨਾਲ ਸਾਈਨ ਵਕ੍ਰੀ ਢੰਗ (sinusoidal) ਨਾਲ ਡੋਲਨ ਕਰਦਾ ਹੈ।

(a) ਤਰੰਗ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਕਿੰਨੀ ਹੈ?

(b) ਡੋਲਨਸ਼ੀਲ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਆਯਾਮ ਕੀ ਹੈ?

(c) ਇਹ ਦਰਸਾਓ ਕਿ **E** ਖੇਤਰ ਦੀ ਔਸਤ ਊਰਜਾ ਘਣਤਾ, **B** ਖੇਤਰ ਦੀ ਔਸਤ ਊਰਜਾ ਘਣਤਾ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ। [$c = 3 \times 10^8$ m s^{-1}]

ਹੋਰ ਅਭਿਆਸ (ADDITIONAL EXERCISES)

8.11 ਕਲਪਨਾ ਕਰੋ ਕਿ ਨਿਰਵਾਤ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗ ਦਾ ਬਿਜਲ ਖੇਤਰ

$$\mathbf{E} = \{(3.1 \text{ N/C}) \cos [(1.8 \text{ rad/m}) y + (5.4 \times 10^6 \text{ rad/s})t]\} \mathbf{i}.$$

(a) ਤਰੰਗ ਸੰਚਾਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਕੀ ਹੈ?

(b) ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ λ ਕਿੰਨੀ ਹੈ?

(c) ਆਵ੍ਰਿਤੀ v ਕਿੰਨੀ ਹੈ?

(d) ਤਰੰਗ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਸਦਿਸ਼ ਦਾ ਆਯਾਮ ਕਿੰਨਾਂ ਹੈ?

8.12 100 W ਬਿਜਲੀ ਬਲਬ ਦੀ ਸ਼ਕਤੀ ਦਾ ਲਗਭਗ 5% ਦ੍ਰਿਸ਼ ਵਿਕਿਰਿਣ ਵਿੱਚ ਬਦਲ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

(a) ਬਲਬ ਤੋਂ 1m ਦੀ ਦੂਰੀ ਤੇ,

(b) 10 m ਦੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਔਸਤ ਤੀਬਰਤਾ ਕਿੰਨੀ ਹੈ?

ਇਹ ਮੰਨੋ ਕਿ ਵਿਕਿਰਣ ਸਮਦਿਸ਼ਾਵੀ (isotropic) ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦੀ ਉਪੇਖਿਆ ਕਰੋ।

8.13 em ਵਰਣਕ੍ਰਮ ਦੇ ਵੱਖ ਵੱਖ ਭਾਗਾਂ ਦੇ ਲਈ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਤਾਪਮਾਨ ਰੇਂਜਾਂ ਨੂੰ ਗਿਆਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ $\lambda_m T = 0.29$ cmK ਸੂਤਰ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰੋ। ਜੋ ਸੰਖਿਆਵਾਂ ਤੁਹਾਨੂੰ ਮਿਲਦੀਆਂ ਹਨ ਉਹ ਕੀ ਦਸਦੀਆਂ ਹਨ?

8.14 ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਵਿਕਿਰਣ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਹੇਠਾਂ ਕੁਝ ਮਸ਼ਹੂਰ ਅੰਕ, ਭੌਤਿਕੀ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਹੋਰ ਪ੍ਰਸੰਗ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਹਨ। ਸਪੈਕਟ੍ਰਮ ਦੇ ਉਸ ਭਾਗ ਦਾ ਉਲੇਖ ਕਰੋ ਜਿਸ ਨਾਲ ਇਹਨਾਂ ਵਿਚੋਂ ਹਰੇਕ ਸੰਬੰਧਤ ਹੈ।

(a) 21 cm (ਅੰਤਰ-ਤਾਰਕੀ ਅਕਾਸ਼ ਵਿੱਚ ਪਰਮਾਣਵੀ ਹਾਈਡਰੋਜਨ ਦੁਆਰਾ ਉਤਸਰਜਿਤ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ)

(b) 1057 MHz (ਲੈਂਬ ਵਿਚਲਨ (lamb shift) ਨਾਮ ਨਾਲ ਮਸ਼ਹੂਰ, ਹਾਈਡਰੋਜਨ ਵਿੱਚ, ਨੇੜੇ ਜਾਣ ਵਾਲੇ ਦੋ ਨੇੜਲੇ ਊਰਜਾ ਪੱਧਰਾਂ ਤੋਂ ਪੈਦਾ ਵਿਕਿਰਨ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ)

(c) 2.7 K [ਸੰਪੂਰਨ ਪੁਲਾੜ ਵਿੱਚ ਭਰਨ ਵਾਲਾ ਸਮਦਿਸ਼ਾਵੀ ਵਿਕਿਰਣ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਤਾਪਮਾਨ ਅਜਿਹਾ ਵਿਚਾਰ ਜੋ ਵਿਸ਼ਵ ਵਿੱਚ ਵੱਡੇ ਧਮਾਕੇ 'ਬਿਗ ਬੈਂਗ' ਦੇ ਉਦਭਵ ਦਾ ਅਵਸ਼ੇਸ਼ ਮੰਨਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ]।

(d) 5890 Å - 5896 Å [ਸੋਡੀਅਮ ਦੀਆਂ ਦੋਹਰੀਆਂ ਲਾਈਨਾਂ]

(e) 14.4 keV [^{57}Fe ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਇੱਕ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਸੰਕ੍ਰਮਨ (particular transition) ਦੀ ਊਰਜਾ ਜੋ ਮਸ਼ਹੂਰ ਉੱਚ ਵਿਭੇਦਨ ਦੀ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮੀ ਵਿਧੀ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਹੈ (ਮਾਸਬੋਰ ਸਪੈਕਟ੍ਰੋਸਕਾਪੀ, Mössbauer spectroscopy)

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

8.15 ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਪ੍ਰਸ਼ਨਾਂ ਦਾ ਉੱਤਰ ਦਿਓ :

(a) ਲੰਬੀ ਦੂਰੀ ਦੇ ਰੇਡੀਓ ਪ੍ਰਸਾਰਨ ਲਘੂ ਤਰੰਗ ਬੈਂਡ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਕਿਉਂ?

(b) ਲੰਬੀ ਦੂਰੀ ਦੇ TV ਟਰਾਂਸਮੀਸ਼ਨ ਦੇ ਲਈ ਉਪਗ੍ਰਹਿ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ। ਕਿਉਂ?

(c) ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਅਤੇ ਰੇਡੀਓ ਦੂਰਦਰਸ਼ੀ ਧਰਤੀ ਤੇ ਨਿਰਮਿਤ ਕੀਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਪਰ X-ਕਿਰਨ ਖਗੋਲ ਵਿਗਿਆਨ ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਧਰਤੀ ਦੀ ਪਰਕਰਮਾ ਕਰਕੇ ਉਪਗ੍ਰਹਿਆਂ ਦੁਆਰਾ ਹੀ ਸੰਭਵ ਹਨ। ਕਿਉਂ?

(d) ਸਮਤਾਪਮੰਡਲ (stratosphere) ਦੇ ਉਪਰੀ ਸਿਰੇ ਤੇ ਛੋਟੀ ਜਿਹੀ ਓਜੋਨ ਪਰਤ ਮਨੁੱਖੀ ਜੀਵਨ ਦੇ ਲਈ ਨਿਰਨਾਇਕ ਹੈ। ਕਿਉਂ?

(e) ਜੇ ਧਰਤੀ ਤੇ ਵਾਯੂ ਮੰਡਲ ਨਾ ਹੁੰਦਾ ਤਾਂ ਉਸਦੇ ਧਰਾਤਲ ਦਾ ਔਸਤ ਤਾਪਮਾਨ ਵਰਤਮਾਨ ਤਾਪਮਾਨ ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਜਾਂ ਘੱਟ?

(f) ਕੁਝ ਵਿਗਿਆਨਿਕਾਂ ਨੇ ਭਵਿੱਖਬਾਣੀ ਕੀਤੀ ਹੈ ਕਿ ਧਰਤੀ ਤੇ ਨਾਭਿਕੀ ਵਿਸ਼ਵ ਯੁੱਧ ਦੇ ਬਾਅਦ 'ਪ੍ਰਚੰਡ ਨਾਭਿਕੀ ਸ਼ੀਤਕਾਲ' ਹੋਵੇਗਾ ਜਿਸਦਾ ਧਰਤੀ ਦੇ ਜੀਵਾਂ ਤੇ ਵਿਨਾਸ਼ਕਾਰੀ ਪ੍ਰਭਾਵ ਪਵੇਗਾ। ਇਸ ਭਵਿੱਖਬਾਣੀ ਦਾ ਕੀ ਅਧਾਰ ਹੋਵੇਗਾ?

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਉੱਤਰ (ANSWERS)

ਪਾਠ 1

1.1 6×10^{-3} N (ਅਪਕਰਸ਼ਨ)

1.2 (a) 12 cm
(b) 0.2 N (ਆਕਰਸ਼ਨ)

1.3 2.4×10^{39}. ਇਹ ਇੱਕ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਅਤੇ ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ (ਬਰਾਬਰ ਦੂਰੀਆਂ ਤੇ ਸਥਿਤ ਹੋਣ ਤੇ) ਦੇ ਵਿੱਚ ਲੱਗੇ ਬਿਜਲੀ ਬਲ ਅਤੇ ਗੁਰੂਤਾਕਰਸ਼ਨ ਬਲ ਦਾ ਅਨੁਪਾਤ ਹੈ।

1.5 ਚਾਰਜ ਪੈਦਾ ਜਾਂ ਨਸ਼ਟ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਇਹ ਸਿਰਫ ਇੱਕ ਵਸਤੂ ਤੋਂ ਦੂਸਰੀ ਵਸਤੂ ਵਿੱਚ ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

1.6 0 N

1.8 (a) 5.4×10^{6} N C^{-1} OB ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ
(b) 8.1×10^{-3} N OA ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ

1.9 ਕੁੱਲ ਚਾਰਜ ਜ਼ੀਰੋ ਹੈ। ਦੋ ਧਰੁਵੀ ਮੋਮੈਂਟ $= 7.5 \times 10^{-8}$ C m ਧੁਰੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ

1.10 10^{-4} N m

1.11 (a) 2×10^{12}, ਊਨ ਤੋਂ ਪਾਲੀਥੀਨ ਤੇ
(b) ਹਾਂ, ਪਰ ਨਿਗੂਣੀ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ($= 2 \times 10^{-18}$ kg ਉਦਾਹਰਨ ਵਿੱਚ)

1.12 (a) 1.5×10^{-2} N
(b) 0.24 N

1.13 5.7×10^{-3} N

1.14 ਚਾਰਜ 1 ਅਤੇ 2 ਰਿਣ ਹਨ, ਚਾਰਜ 3 ਧਨ ਹੈ। ਕਣ 3 ਦਾ ਚਾਰਜ ਪੁੰਜ ਅਨੁਪਾਤ ਅਧਿਕਤਮ ਹੈ।

1.15 25.98 N m^{2}/C

1.16 ਜ਼ੀਰੋ/ਘਣ ਵਿਚ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਨ ਵਾਲੀਆਂ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਘਣ ਤੋਂ ਨਿਕਲਣ ਵਾਲੀਆਂ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹਨ।

1.17 (a) 0.07 μC
(b) ਨਹੀਂ, ਸਿਰਫ ਇਹ ਕਿ ਵਰਗ ਦੇ ਅੰਦਰ ਨੇਟ ਚਾਰਜ ਜ਼ੀਰੋ ਹੈ।

1.18 2.2×10^{5} N m^{2}/C

1.19 1.9×10^{5} N m^{2}/C

1.20 (a) -10^{3} N m^{2}/C; ਕਿਉਂਕਿ ਦੋਨੋ ਮਾਮਲਿਆਂ ਵਿੱਚ ਘਿਰਿਆ ਚਾਰਜ ਬਰਾਬਰ ਹੈ।
(b) −8.8 nC

1.21 −6.67 nC

1.22 (a) 1.45×10^{-3} C
(b) 1.6×10^{8} Nm^{2}/C

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਉੱਤਰਮਾਲਾ

1.23 10 μC/m

1.24 (a) ਜ਼ੀਰੋ (b) ਜ਼ੀਰੋ (c) 1.9 N/C

1.25 9.81×10^{-4} mm.

1.26 ਸਿਰਫ (c) ਠੀਕ ਹੈ, ਬਾਕੀ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਨਹੀਂ ਦਰਸਾਂ ਸਕਦੇ। (a) ਗਲਤ ਹੋਣ ਦਾ ਕਾਰਨ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਚਾਲਕ ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ ਹੋਣੀਆਂ ਚਾਹੀਦੀਆਂ ਹਨ। (b) ਗਲਤ ਹੋਣ ਦਾ ਕਾਰਨ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਰਿਣ ਚਾਰਜ ਤੋਂ ਸ਼ੁਰੂ ਨਹੀਂ ਹੋ ਸਕਦੀਆਂ, (d) ਗਲਤ ਹੋਣ ਦਾ ਕਾਰਨ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਨੂੰ ਨਹੀਂ ਕੱਟ ਸਕਦੀਆਂ, (e) ਗਲਤ ਹੋਣ ਦਾ ਕਾਰਨ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਬੰਦ ਲੂਪ ਨਹੀਂ ਬਣਾ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ।

1.27 ਇਹ ਬਲ ਰਿਣਾਤਮਕ $-z$ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ 10^{-2} N ਅਰਥਾਤ ਇਹ ਘਟਦੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹਨ। ਤੁਸੀਂ ਇਹ ਮਿਲਾਨ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹੋ ਕਿ ਇਹ ਦੋ ਧਰੁਵੀ ਦੀ ਘਟਦੀ ਸਥਿਤਜ ਊਰਜਾ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵੀ ਹੈ। ਟਾਰਕ ਜ਼ੀਰੋ ਹੈ।

1.28 (a) *ਸੰਕੇਤ :* ਅਜਿਹੀ ਗਾਊਸ ਸਤਹਿ ਚੁਣੋ ਜੋ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਚਾਲਕ ਤੇ ਹੋਵੇ ਅਤੇ ਕਟੋਰੇ ਨੂੰ ਘੇਰ ਲਏ।

(b) ਗਾਊਸ ਨਿਯਮ (a) ਜਿਵੇਂ ਸਤਹਿਵਾਂ ਦੇ ਲਈ ਇਹ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ ਕਿ q ਨੂੰ ਚਾਲਕ ਦੇ ਅੰਦਰ ਸਤਹਿ ਤੇ $-q$ ਚਾਰਜ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਕਰਨਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ।

(c) ਉਪਕਰਨ ਨੂੰ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਧਾਤ ਦੀ ਬਣੀ ਸਤਹਿ ਨਾਲ ਘੇਰਿਆ ਜਾਵੇ।

1.29 *ਸੰਕੇਤ :* ਛੇਦਾਂ ਵਾਲੇ ਚਾਲਕ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ। ਤਾਂ ਬਿਲਕੁਲ ਇਸਦੇ ਬਾਹਰ ਖੇਤਰ $(\sigma/\varepsilon_0)\ \hat{\mathbf{n}}$ ਹੈ ਅਤੇ ਅੰਦਰ ਜ਼ੀਰੋ ਹੈ। ਇਸ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪ੍ਰੇਖਣ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਰੋ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਇਹ ਭਰੇ ਹੋਏ ਛੇਦ ਦੇ ਕਾਰਨ ਖੇਤਰ ਅਤੇ ਬਾਕੀ ਚਾਰਜਿਤ ਚਾਲਕ ਦੇ ਕਾਰਨ ਖੇਤਰ ਸੁਪਰਪੋਜ਼ ਹਨ। ਚਾਲਕ ਦੇ ਅੰਦਰ ਇਹ ਦੋਨੋ ਖੇਤਰ ਬਰਾਬਰ ਅਤੇ ਉਲਟ ਹਨ। ਬਾਹਰ ਇਹ ਦੋਨੋਂ ਖੇਤਰ ਪਰਿਮਾਣ ਅਤੇ ਦਿਸ਼ਾ ਦੋਨਾਂ ਦੇ ਵਿਚ ਬਰਾਬਰ ਹੈ। ਇਸਲਈ ਚਾਲਕ ਦੇ ਬਾਕੀ ਭਾਗ ਦੁਆਰਾ ਖੇਤਰ $\left(\dfrac{\sigma}{2\varepsilon_0}\right)\hat{\mathbf{n}}$ ਹੈ।

1.31 p;uud; n;udd.

1.32 (a) *ਸੰਕੇਤ :* ਇਸ ਨੂੰ ਖੰਡਨ ਦੁਆਰਾ ਸਿੱਧ ਕਰੋ। ਮੰਨ ਲਓ ਸੰਤੁਲਨ ਸਥਾਈ ਹੈ; ਤਾਂ ਪਰੀਖਣ ਚਾਰਜ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਵੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਥੋੜਾ ਵਿਸਥਾਪਿਤ ਕਰਨ ਤੇ ਉਹ ਜ਼ੀਰੋ ਵਿਖੇਪ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਰਿਸਟੋਰਿਂਗ ਬਲ ਦਾ ਅਨੁਭਵ ਕਰੇਗਾ, ਅਰਥਾਤ, ਜ਼ੀਰੋ ਵਿਖੇਪ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਦੇ ਨੇੜੇ ਸਾਰੀਆਂ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਜ਼ੀਰੋ ਵਿਖੇਪ ਸਥਿਤੀ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਅੰਦਰ ਵਲ ਨਿਰਦੇਸ਼ਿਤ ਹੋਣਗੀਆਂ। ਅਰਥਾਤ ਜ਼ੀਰੋ ਵਿਖੇਪ ਸਥਿਤੀ ਦੇ ਸਾਰੇ ਪਾਸੇ ਬੰਦ ਸਤਹਿ ਵਿੱਚੋਂ ਹੋ ਕੇ ਕਿਸੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਨੇਟ ਅੰਦਰਵਲ ਫਲੱਕਸ ਲੰਘੇਗਾ। ਪਰ ਗਾਊਸ ਨਿਯਮ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਕਿਸੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਅਜਿਹੀ ਸਤਹਿ ਵਿਚੋਂ ਲੰਘਣ ਵਾਲਾ ਫਲਕਸ, ਜਿਸ ਦੁਆਰਾ ਕੋਈ ਚਾਰਜ ਘੇਰਿਆ ਨਾ ਗਿਆ ਹੋਵੇ, ਜ਼ੀਰੋ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਇਹ ਸੰਤੁਲਨ ਸਥਾਈ ਨਹੀਂ ਹੋ ਸਕਦਾ।

(b) ਦੋ ਚਾਰਜਾਂ ਨੂੰ ਮਿਲਾਉਣ ਵਾਲੀ ਰੇਖਾ ਦਾ ਮੱਧ ਬਿੰਦੂ ਸਿਖਰ ਵਿਖੇਪ ਬਿੰਦੂ ਹੈ। ਪਰੀਖਣ ਚਾਰਜ ਨੂੰ ਇਸ ਰੇਖਾ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ ਇਸ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਥੋੜਾ ਵਿਸਥਾਪਿਤ ਕਰੋ। ਰੀਸਟੋਰਿਂਗ ਬਲ ਪੈਦਾ ਹੋਵੇਗਾ। ਪਰ ਇਸ ਨੂੰ ਰੇਖਾ ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ ਸਥਾਪਿਤ ਕਰੋ ਤੁਹਾਨੂੰ ਇਹ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ ਕਿ ਨੇਟ ਬਲ ਇਸ ਨੂੰ ਜ਼ੀਰੋ ਵਿਖੇਪ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਦੂਰ ਲੈ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਯਾਦ ਰੱਖੋ, ਸੰਤੁਲਨ ਦੇ ਸਥਾਈ ਹੋਣ ਨੂੰ ਸਾਰੀਆਂ ਦਿਸ਼ਾਵਾਂ ਵਿਚ ਰੀਸਟੋਰਿਂਗ ਬਲ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ।

1.34 1.6 cm

ਪਾਠ 2

2.1 10 cm, 40 cm ਚਾਰਜ ਤੋਂ ਦੂਰ ਰਿਣ ਚਾਰਜ ਵਲ।

2.2 2.7×10^{6} V

2.3 (a) AB ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ ਅਤੇ ਇਸਦੇ ਮੱਧ ਬਿੰਦੂ ਵਿਚੋਂ ਹੋਕੇ ਜਾਣ ਵਾਲੇ ਤਲ ਦੇ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਜ਼ੀਰੋ ਹੈ।

(b) ਤਲ ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ AB ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

2.4 (a) ਜ਼ੀਰੋ
(b) 10^5 N C^{-1}
(c) 4.4×10^4 N C^{-1}

2.5 96 pF

2.6 (a) 3 pF
(b) 40 V

2.7 (a) 9 pF
(b) 2×10^{-10} C, 3×10^{-10} C, 4×10^{-10} C

2.8 18 pF, 1.8×10^{-9} C

2.9 (a) $V = 100$ V, $C = 108$ pF, $Q = 1.08 \times 10^{-8}$ C
(b) $Q = 1.8 \times 10^{-9}$ C, $C = 108$ pF, $V = 16.6$ V

2.10 1.5×10^{-8} J

2.11 6×10^{-6} J

2.12 1.2 J; ਬਿੰਦੂ R ਉੱਤਰ ਦੇ ਅਪ੍ਰਸੰਗਿਕ ਹੈ।

2.13 ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ = $4q/(\sqrt{3}\pi\varepsilon_0 b)$; ਖੇਤਰ ਜ਼ੀਰੋ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਸਮਤਾ ਤੋਂ ਉਮੀਦ ਹੈ।

2.14 (a) 2.4×10^5 V; 4.0×10^5 Vm^{-1} ਚਾਰਜ 2.5 μC ਤੋਂ 1.5 μC ਤੱਕ
(b) 2.0×10^5 V; 6.6×10^5 Vm^{-1} ਚਾਰਜ 2.5 μC ਤੋਂ 1.5 μC ਨੂੰ ਮਿਲਾਉਣ ਵਾਲੀ ਰੇਖਾ ਤੋਂ ਲਗਭਗ 69° ਦੇ ਕੋਣ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ।

2.15 (a) $-q/(4\pi r_1^2)$, $(Q+q)/(4\pi r_2^2)$
(b) ਕੈਵੀਟੀ ਨੂੰ ਘੇਰਨ ਵਾਲੀ ਅੰਤਰਿਕ ਸਤ੍ਹਾ (ਜਿਸ ਤੇ ਕੋਈ ਚਾਰਜ ਨਹੀਂ ਹੈ) ਤੇ ਗਾਉਸ ਦੇ ਨਿਯਮ ਨਾਲ ਨੇਟ ਚਾਰਜ ਜ਼ੀਰੋ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਜਿਹੋ ਜਿਹੀ ਮਰਜ਼ੀ ਆਕ੍ਰਿਤੀ ਵਾਲੀ ਕੈਵੀਟੀ ਦੇ ਲਈ ਇਹ ਕਾਫੀ ਨਹੀਂ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਦਾਵਾ ਕੀਤਾ ਜਾਵੇ ਕਿ ਉਸਦੇ ਅੰਦਰ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਸਿਫਰ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਕੈਵੀਟੀ ਤੇ ਰਿਣ ਅਤੇ ਧਨ ਚਾਰਜ ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ ਜਿਸ ਨਾਲ ਕੁਲ ਚਾਰਜ ਜ਼ੀਰੋ ਹੋਵੇ। ਇਸ ਸੰਭਾਵਨਾ ਨੂੰ ਖ਼ਤਮ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ, ਇੱਕ ਬੰਦ ਲੂਪ ਲਊ ਜਿਸਦਾ ਇੱਕ ਭਾਗ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ ਕੈਵੀਟੀ ਵਿੱਚ ਹੋਵੇ ਅਤੇ ਬਾਕੀ ਭਾਗ ਚਾਲਕ ਦੇ ਅੰਦਰ। ਕਿਉਂਕਿ ਚਾਲਕ ਦੇ ਅੰਦਰ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਜ਼ੀਰੋ ਹੈ, ਇਹ ਬੰਦ ਲੂਪ ਤੇ ਇੱਕ ਪਰੀਖਣ ਚਾਰਜ ਨੂੰ ਲੈ ਜਾਣ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਨੇਟ ਕਾਰਜ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਇਹ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਕਿਸੇ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਲਈ ਇਹ ਅਸੰਭਵ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਕੈਵੀਟੀ ਦੇ ਅੰਦਰ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਨਹੀਂ ਹਨ (ਅਰਥਾਤ ਕੋਈ ਖੇਤਰ ਨਹੀਂ), ਅਤੇ ਚਾਹੇ ਉਸਦੀ ਕਿਹੋ ਜਿਹੀ ਵੀ ਆਕ੍ਰਿਤੀ ਹੋਵੇ ਚਾਲਕ ਦੇ ਅੰਦਰ ਸਤਹਿ ਤੇ ਕੋਈ ਚਾਰਜ ਨਹੀਂ ਹੋਵੇਗਾ।

2.17 $\lambda/(2\pi\varepsilon_0 r)$, ਜਿਥੇ ਵੇਲਨੇ ਦੇ ਸਾਂਝੇ ਧੁਰੇ ਤੋਂ ਬਿੰਦੂ ਦੀ ਦੂਰੀ r ਹੈ। ਖੇਤਰ ਧੁਰੇ ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ, ਰੇਡੀਅਲ ਹੈ।

2.18 (a) –27.2 eV
(b) 13.6 eV
(c) –13.6 eV, 13.6 eV : ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ ਪਹਿਲੀ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਪਰਮਾਣੂ ਦੀ ਕੁੱਲ ਊਰਜਾ ਜ਼ੀਰੋ ਹੈ।

2.19 –19.2 eV; ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦਾ ਜ਼ੀਰੋ ਅਨੰਤ ਤੇ ਲਿਆ ਗਿਆ ਹੈ।

2.20 ਪਹਿਲੇ ਤੋਂ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਅਨੁਪਾਤ (b/a) ਹੈ। ਚਪਟੇ ਭਾਗ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਇੱਕ ਵੱਡੇ ਅਰਧਵਿਆਸ ਵਾਲੇ ਗੋਲੇ ਦੇ ਕਿਸੇ ਭਾਗ ਨਾਲ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਅਤੇ ਨੁਕੀਲੇ ਭਾਗ ਨੂੰ ਘੱਟ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਵਾਲੇ ਗੋਲੇ ਦੇ ਕਿਸੇ ਭਾਗ ਨਾਲ।

2.21 (a) ਦੋ ਧਰੁਵੀ ਦੇ ਧੁਰੇ ਤੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ $(\pm\ 1/4\pi\varepsilon_0)\ p/(x^2 - a^2)$ ਹੈ, ਇਥੇ p=2qa ਦੋ ਧਰੁਵੀ ਮੋਮੈਂਟ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਹੈ, + ਚਿੰਨ੍ਹ ਉਸ ਸਮੇਂ ਜਦੋਂ ਬਿੰਦੂ q ਦੇ ਨੇੜੇ ਹੈ ਅਤੇ – ਚਿੰਨ੍ਹ ਉਥੇ, ਜਿਥੇ ਬਿੰਦੂ $-q$ ਦੇ ਨੇੜੇ ਹੈ। ਧੁਰੇ ਦੇ ਲੰਬ $(x, y, 0)$ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਜ਼ੀਰੋ ਹੈ।
(b) r ਤੇ ਨਿਰਭਰਤਾ $1/r^2$ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(c) ਜ਼ੀਰੋ, ਨਹੀਂ ਕਿਉਂਕਿ ਦੋ ਬਿੰਦੂਆਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕਾਰਜ ਬਿੰਦੂਆਂ ਦੇ ਮਿਲਾਉਣ ਵਾਲੇ ਮਾਰਗ ਤੋਂ ਆਜ਼ਾਦ ਹੈ ਅਰਥਾਤ ਰਸਤੇ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ।

2.22 ਵੱਧ r ਦੇ ਲਈ, ਚਾਰ ਧਰੁਵੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ $1/r^3$ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ, ਦੋ ਧਰੁਵੀ ਦਾ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ $1/r^2$ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਅਤੇ ਇਕੱਲੇ ਧਰੁਵ ਦਾ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ $(1/r)$ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਬਦਲਦਾ ਹੈ।

2.23 1 μF ਵਾਲੇ 18 ਕੈਪੀਸਟਰਾਂ ਨੂੰ 6 ਸਮਾਂਤਰ ਲਾਈਨਾਂ ਵਿੱਚ ਵਿਵਸਥਿਤ ਕੀਤਾ ਹੈ। ਹਰੇਕ ਲਾਈਨ ਵਿੱਚ 3 ਕੈਪੀਸਟਰ ਲੜੀਵਧ ਢੰਗ ਨਾਲ ਲਗੇ ਹਨ।

2.24 1130 km^2

2.25 ਤੁੱਲ ਕੈਪੀਸਟੀ = $200/3\ pF$

$Q_1 = 10^{-8}$ C, $V_1 = 100$ V ; $Q_2 = Q_3 = 10^{-8}$ C

$V_2 = V_3 = 50$ V

$Q_4 = 2.55 \times 10^{-8}$ C, $V_4 = 200$ V

2.26 (a) 2.55×10^{-6} J

(b) $u = 0.113 \text{ J m}^{-3}$, $u = (½)\ \varepsilon_0\ E^2$

2.27 2.67×10^{-2} J

2.28 *ਸੰਕੇਤ :* ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ ਪਲੇਟਾਂ ਦੀ ਦੂਰੀ, Δx ਨਾਲ ਵਧਾ ਦਿੱਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕਾਰਜ (ਬਾਹਰੀ ਸ੍ਰੋਤ ਦੁਆਰਾ) = $F\Delta x$ । ਇਹ ਕੈਪੀਸਟਰ ਦੀ ਸਥਿਤੀਜ ਉਰਜਾ ਨੂੰ $u\ a\ \Delta x$ ਨਾਲ ਵਧਾਉਣ ਦੇ ਕੰਮ ਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਜਿਥੇ u ਉਰਜਾ ਘਣਤਾ ਹੈ। ਇਸਲਈ $F = u\ a$ ਜੋ $u = (1/2)\ \varepsilon_0\ E^2$ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ $(1/2)\ QE$ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ। ਬਲ ਸੂਤਰ ਵਿਚ 1/2 ਘਟਕ ਦਾ ਭੌਤਿਕ ਮੂਲ ਇਸ ਤੱਥ ਵਿਚ ਲੁਕਿਆ ਹੈ ਕਿ ਚਾਲਕ ਦੇ ਬਿਲਕੁਲ ਬਾਹਰ ਖੇਤਰ E ਹੈ ਅਤੇ ਅੰਦਰ ਇਹ ਜ਼ੀਰੋ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਬਲ ਵਿਚ ਔਸਤ $E/2$ ਦਾ ਯੋਗਦਾਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

2.30 (a) 5.5×10^{-9} F

(b) 4.5×10^2 V

(c) 1.3×10^{-11} F

2.31 (a) ਨਹੀਂ ਕਿਉਂਕਿ ਗੋਲਿਆਂ ਤੇ ਚਾਰਜ ਵੰਡ ਬਰਾਬਰ ਨਹੀਂ ਹੈ।

(b) ਨਹੀਂ

(c) ਜ਼ਰੂਰੀ ਨਹੀਂ (ਸਿਰਫ ਤਾਂ ਹੀ ਸੱਚ ਹੈ ਜਦੋਂ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾ ਸਰਲ ਰੇਖਾ ਹੋਵੇ)। ਆਮ ਕਰਕੇ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਪ੍ਰਵੇਗ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੱਸਦੀਆਂ ਹਨ, ਨਾ ਕਿ ਵੇਗ ਦੀ।

(d) ਜ਼ੀਰੋ, ਪੂਰੇ ਔਰਬਿਟ ਦੀ ਆਕ੍ਰਿਤੀ ਕੁਝ ਵੀ ਹੋਵੇ, ਅੰਤਰ ਨਹੀਂ ਪੈਂਦਾ।

(e) ਨਹੀਂ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਨਿਰੰਤਰ ਹੈ।

(f) ਇੱਕ ਇਕਾਈ ਚਾਲਕ ਇੱਕ ਕੈਪੀਸਟਰ ਹੈ ਜਿਸਦੀ ਦੂਸਰੀ ਪਲੇਟ ਅਨੰਤ ਤੇ ਹੈ।

(g) ਪਾਣੀ ਦੇ ਇੱਕ ਅਣੂ ਵਿੱਚ ਸਥਾਈ ਦੋ ਧਰੁਵੀ ਮੋਮੈਂਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਫਿਰ ਵੀ ਬਿਜਲੀਸ਼ੀਲਤਾ ਦਾ ਵਿਸਤਾਰਪੂਰਵਕ ਵਰਣਨ ਸੂਖਮ ਸਿਧਾਂਤ ਤੇ ਆਧਾਰਿਤ ਜੋ ਇਸ ਪੁਸਤਕ ਦੇ ਖੇਤਰ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਹੈ।

2.32 1.2×10^{-10} F, 2.9×10^4 V

2.33 19 cm^2

2.34 (a) ਸਤਹਿ x-y ਤਲ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ

(b) ਉਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜਿਵੇਂ (a) ਵਿੱਚ, ਸਿਵਾਏ ਇਸਦੇ ਕਿ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਵਾਲੇ ਤਲ ਆਪਸ ਵਿੱਚ, ਜਦੋਂ ਖੇਤਰ ਵੱਧਦਾ ਹੈ, ਨੇੜੇ ਆ ਜਾਂਦੇ ਹਨ।

(c) ਸਮਕੇਂਦਰੀ ਗੋਲੇ, ਕੇਂਦਰ ਮੂਲ ਬਿੰਦੂ ਤੇ।

(d) ਗ੍ਰਿਡ ਦੇ ਨੇੜੇ ਸਮੇਂ ਸਮੇਂ ਤੇ ਬਦਲਦੀ ਆਕ੍ਰਿਤੀ ਜੋ ਹੌਲੀ-ਹੌਲੀ ਗ੍ਰਿਡ ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਦੂਰ ਸਮਾਂਤਰ ਸਮਤਲਾਂ ਵਿਚ ਬਦਲ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

2.35 30 cm

2.36 *ਸੰਕੇਤ :* ਗੋਲੇ ਅਤੇ ਖੋਲ ਦੇ ਵਿਚ ਖੇਤਰ ਦਾ, ਗਾਊਸ ਨਿਯਮ ਤੋਂ, ਸਿਰਫ q_1 ਦੁਆਰਾ ਹੀ ਨਿਰਧਾਰਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਗੋਲੇ ਅਤੇ ਖੋਲ ਦੇ ਵਿੱਚ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ q_2 ਤੋਂ ਸੁਤੰਤਰ ਹੈ। ਜੇ q_1 ਧਨ ਚਾਰਜ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਸਦਾ ਧਨ ਹੋਵੇਗਾ?

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

2.37 (a) ਸਾਡਾ ਸਰੀਰ ਅਤੇ ਧਰਤੀ ਸਾਮਾਨ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਸਤਿਹ ਬਣਾਉਂਦੀਆਂ ਹਨ ਜਿਵੇਂ ਹੀ ਅਸੀ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲਦੇ ਤਾਂ ਹਵਾ ਦੀ ਮੂਲ ਸਮਾਨ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਸਤਿਹ ਬਦਲ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਸਾਡਾ ਸਿਰ ਅਤੇ ਧਰਤੀ ਦਾ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਬਰਾਬਰ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ।

(b) ਹਾਂ, ਵਾਯੂ ਮੰਡਲ ਵਿਚ ਸਥਿਰ ਵਿਸਰਜਨ ਕਰੰਟ ਹੌਲੀ-ਹੌਲੀ ਐਲੂਮੀਨਿਅਮ ਦੀ ਚਾਦਰ ਨੂੰ ਚਾਰਜਿਤ ਕਰਕੇ, ਉਸ ਸੀਮਾ ਤਕ ਇਸਦੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਨੂੰ ਵਧਾਉਂਦੀ ਹੈ ਜੋ ਕੈਪੀਸਟਰ (ਜੋ ਚਾਦਰ, ਸਲੈਬ ਅਤੇ ਧਰਤੀ-ਸਤਹਿ ਤੋਂ ਬਣਦਾ ਹੈ) ਦੀ ਕਪੈਸਟੀ ਦੇ ਉਪਰ ਨਿਰਭਰ ਹੈ।

(c) ਸਾਰੇ ਸੰਸਾਰ ਵਿੱਚ ਵਾਯੂ ਮੰਡਲ ਲਗਾਤਾਰ ਬਿਜਲੀ ਦੀ ਲਿਸ਼ਕ ਅਤੇ ਗਰਜਨਾ ਨਾਲ ਚਾਰਜਿਤ ਹੁੰਦਾ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਸਧਾਰਨ ਮੌਸਮ ਦੇ ਖੇਤਰਾਂ ਵਿਚੋਂ ਹੋ ਕੇ ਵਿਸਰਜਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਦੋਨੋਂ ਵਿਰੋਧੀ ਕਰੰਟ, ਔਸਤਨ ਸੰਤੁਲਨ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

(d) ਅਸਮਾਨੀ ਬਿਜਲੀ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਊਰਜਾ ਲੁਕੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਨਾਲ ਹੋ ਰਹੀ ਗਰਜਨਾ ਵਿੱਚ ਤਾਪ ਅਤੇ ਧੁਨੀ ਊਰਜਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਪਾਠ 3

3.1 30 A

3.2 17 Ω, 8.5 V

3.3 (a) 6 Ω

(b) 2 V, 4 V, 6 V

3.4 (a) (20/19) Ω

(b) 10A, 5 A, 4A; 19A

3.5 1027 °C

3.6 2.0×10^{-7} Ωm

3.7 0.0039 $°C^{-1}$

3.8 867 °C

3.9 ਸ਼ਾਖਾ AB ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ = (4/17) A;
ਸ਼ਾਖਾ AD ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ = (6/17) A;
ਸ਼ਾਖਾ BC ਵਿਚ ਕਰੰਟ = (6/17) A;
ਸ਼ਾਖਾ BD ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ = (–2/17) A;
ਸ਼ਾਖਾ CD ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ = (–4/17) A; ਅਤੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕੁੱਲ ਕਰੰਟ = (10/17) A.

3.10 (a) $X = 8.2$ Ω; ਕੁਨੈਕਸ਼ਨ ਦੇ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ ਨੂੰ ਘੱਟੋ ਘੱਟ ਕਰਨ ਲਈ, ਜਿਸਦੀ ਗਣਨਾ ਬ੍ਰਿਜ ਸੂਤਰ ਵਿੱਚ ਨਹੀਂ ਕੀਤੀ ਗਈ ਹੈ।

(b) A ਤੋਂ 60.5 cm ਦੀ ਦੂਰੀ ਤੇ

(c) ਗੈਲਵੇਨੋਮੀਟਰ ਕੋਈ ਕਰੰਟ ਨਹੀਂ ਦਰਸਾਏਗਾ।

3.11 11.5 V ਲੜੀਵੱਧ ਢੰਗ ਨਾਲ ਜੁੜੇ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧਕ ਬਾਹਰੀ ਸ੍ਰੋਤ ਤੋਂ ਲਏ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਸੀਮਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸਦੀ ਗੈਰ ਹਾਜ਼ਰੀ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਖਤਰਨਾਕ ਢੰਗ ਨਾਲ ਵੱਧ ਜਾਵੇਗੀ।

3.12 2.25 V

3.13 2.7×10^4 s (7.5 h)

3.14 ਧਰਤੀ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ 6.37×10^6 m ਲਓ ਅਤੇ ਧਰਤੀ ਦਾ ਕੁੱਲ ਚਾਰਜ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰੋ। ਸਮਾਂ = 283 s ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ ਕਰੰਟ ਨਾਲ ਇਸ ਨੂੰ ਭਾਗ ਕਰੋ। ਹੁਣ ਵੀ ਇਹ ਵਿਧੀ ਤੁਹਾਨੂੰ ਸਿਰਫ ਅਨੁਮਾਨ ਹੀ ਦੱਸੇਗੀ। ਇਹ ਪੂਰਣ ਤੌਰ ਤੇ ਸਹੀ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਕਿਉਂ?

3.15 (a) 1.4 A, 11.9 V

(b) 0.005 A; ਅਸੰਭਵ, ਕਿਉਂਕਿ ਮੋਟਰ ਸਟਾਰਟਰ ਨੂੰ ਕੁਝ ਸਕਿੰਡਾ ਦੇ ਲਈ ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਕਰੰਟ (~ 100 A) ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

3.16 ਕਾਪਰ ਦਾ ਐਲੂਮੀਨੀਅਮ ਦੇ ਪੁੰਜ (ਜਾਂ ਭਾਰ) ਨਾਲ ਅਨੁਪਾਤ $(1.72/2.63) \times (8.9/2.7) \cong 2.2$। ਕਿਉਂਕਿ ਐਲੂਮੀਨੀਅਮ ਹਲਕਾ ਹੈ, ਇਸਲਈ ਵੱਧ ਉਚਾਈ ਤੇ ਲੱਗੇ ਕੇਬਲਾਂ ਦੇ ਲਈ ਇਸ ਨੂੰ ਵੱਧ ਪਸੰਦ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

3.17 ਓਹਮ ਦਾ ਨਿਯਮ ਉੱਚ ਯਥਾਰਥਤਾ ਤੱਕ ਲਾਗੂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਮਿਸ਼ਰਤ ਧਾਤ ਮੈਂਗਨੀਨ ਦੀ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧਕਤਾ ਤਾਪਮਾਨ ਦੇ ਬਦਲਣ ਨਾਲ ਲਗਭਗ ਅਪ੍ਰਭਾਵੀ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ।

3.18 (a) ਸਿਰਫ ਕਰੰਟ (ਕਿਉਂਕਿ ਇਹ ਸਥਾਈ ਹੈ, ਅਜਿਹਾ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ) ਹੋਰ ਸਾਰੀਆਂ ਰਾਸ਼ੀਆਂ ਕ੍ਰਾਸ ਸੈਕਸ਼ਨ ਦੇ ਖੇਤਰਫਲ ਦੇ ਉਲਟ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹਨ।

(b) ਨਹੀਂ, ਨਾਨ-ਓਹਮੀ ਐਲੀਮੈਂਟ ਦੇ ਉਦਾਹਰਨ : ਨਿਰਵਾਤ ਡਾਇਓਡ, ਅਰਧਚਾਲਕ ਡਾਇਓਡ।

(c) ਕਿਉਂਕਿ ਸ੍ਰੋਤ ਤੋਂ ਲਿਆ ਗਿਆ ਵੱਧ ਤੋਂ ਵੱਧ ਕਰੰਟ = ε/r

(d) ਜੇ ਅੰਤਰਿਕ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਨਹੀਂ ਹੈ ਅਤੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ (ਦੁਰਘਟਨਾਵਸ਼) ਸ਼ਾਰਟ ਸਰਕਟ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਲਿਆ ਗਿਆ ਕਰੰਟ ਸੁਰਖਿਆ ਸੀਮਾ ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੋ ਜਾਵੇਗਾ।

3.19 (a) ਵੱਧ (b) ਘੱਟ (c) ਲਗਭਗ ਅਪ੍ਰਭਾਵੀ ਰਹੇਗਾ (d) 10^{22}.

3.20 (a) (i) ਲੜੀਵਧ ਢੰਗ (ii) ਸਾਰੇ ਸਮਾਂਤਰ ਵੱਧ ਢੰਗ ਵਿਚ; n^2.

(b) (i) 1 Ω ਅਤੇ 2 Ω ਨੂੰ ਸਮਾਂਤਰ ਵਿੱਚ ਅਤੇ ਇਸ ਸੰਯੋਜਨ ਨੂੰ 3Ω ਨਾਲ ਲੜੀਵੱਧ ਵਿੱਚ ਜੋੜੋ। (ii) 2 Ω ਅਤੇ 3 Ω ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਸੰਯੋਜਨ ਨੂੰ 1 Ω, ਦੇ ਨਾਲ ਲੜੀਵੱਧ ਵਿਚ ਜੋੜੋ (iii) ਸਾਰੇ ਲੜੀਵੱਧ (iv) ਸਾਰੇ ਸਮਾਂਤਰ

(c) (i) (16/3) Ω, (ii) 5 R.

3.21 *ਸੰਕੇਤ :* ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ ਅਨੰਤ ਨੈਟਵਰਕ ਦਾ ਤੁੱਲ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ X ਹੈ। ਸਾਫ ਹੈ $2 + X/(X+1) = X$ ਜਿਸ ਅਨੁਸਾਰ $X = (1 + \sqrt{3})\,\Omega$ ਇਸਲਈ ਕਰੰਟ = 3.7 A ਹੈ।

3.22 (a) $\varepsilon = 1.25$ V.

(b) ਜਦੋਂ ਚਲ-ਸੰਪਰਕ ਸੰਤੁਲਨ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਦੂਰ ਹੈ ਤਾਂ ਗੈਲਵੇਨੋਮੀਟਰ ਵਿਚ ਕਰੰਟ ਘੱਟ ਕਰਨ ਲਈ।

(c) ਨਹੀਂ

(d) ਨਹੀਂ, ਜੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ੀਮੀਟਰ ਦੇ ਚਾਲਕ ਸੈਲ ਦਾ ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਬਲ ε ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਤਾਰ AB ਸੰਤੁਲਨ ਬਿੰਦੂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਨਹੀਂ ਹੋਵੇਗਾ।

(e) ਸਰਕਟ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਰੂਪ ਵਿਚ ਢੁਕਵਾਂ ਨਹੀਂ ਹੋਵੇਗਾ, ਕਿਉਂਕਿ ਸੰਤੁਲਨ ਬਿੰਦੂ (ਜਦੋਂ ε ਕੁਝ mV ਦੇ ਆਰਡਰ ਦਾ) ਸਿਰੇ A ਦੇ ਕਾਫੀ ਨੇੜੇ ਹੋਵੇਗਾ ਅਤੇ ਮਾਪਨ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤਿਸ਼ਤ ਤਰੁੱਟੀ ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਹੋਵੇਗੀ। ਤਾਰ AB ਦੇ ਲੜੀਵੱਧ ਵਿੱਚ ਢੁੱਕਵਾਂ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ R ਨੂੰ ਜੋੜ ਕੇ ਸਰਕਟ ਨੂੰ ਰੂਪਾਂਤਰਿਤ ਕਰ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਜਿਸ ਨਾਲ ਕਿ AB ਦੇ ਆਰ ਪਾਰ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਡ੍ਰਾਪ, ਮਾਪਿਤ ਬਿਜਲੀਵਾਹਕ ਬਲ ਤੋਂ ਸਿਰਫ ਥੋੜਾ ਜਿਹਾ ਹੀ ਵੱਧ ਹੋਵੇਗਾ। ਤਦ ਸੰਤੁਲਨ ਬਿੰਦੂ ਤਾਰ ਦੀ ਹੋਰ ਵੱਧ ਲੰਬਾਈ ਤੇ ਹੋਵੇਗਾ ਅਤੇ ਪ੍ਰਤਿਸ਼ਤ ਤਰੁੱਟੀ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੋਵੇਗੀ।

3.23 1.7 Ω

ਪਾਠ 4

4.1 $\pi \times 10^{-4}$ T ≃ 3.1×10^{-4} T

4.2 3.5×10^{-5} T

4.3 4×10^{-6} T, ਖੜੇਵਾਅ : ਉਪਰ ਵਲ

4.4 1.2×10^{-5} T, ਦੱਖਣ ਵਲ

4.5 0.6 N m^{-1}

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

4.6 8.1×10^{-2} N; ਬਲ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਫਲੇਮਿੰਗ ਦੇ ਖੱਬੇ ਹੱਥ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦੁਆਰਾ ਦਿੱਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

4.7 2×10^{-5} N; ਆਕਰਸ਼ਨ ਬਲ, A ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ B ਵਲ।

4.8 $8\pi \times 10^{-3}$ T $\simeq 2.5 \times 10^{-2}$ T

4.9 0.96 N m

4.10 (a) 1.4, (b) 1

4.11 4.2 cm

4.12 18 MHz

4.13 (a) 3.1 Nm, (b) ਨਹੀਂ, ਉੱਤਰ ਨਹੀਂ ਬਦਲਦਾ ਕਿਉਂਕਿ ਸੂਤਰ ($\boldsymbol{\tau} = N I \mathbf{A} \times \mathbf{B}$) ਕਿਸੇ ਵੀ ਅਕਾਰ ਦੇ ਸਮਤਲ ਲੂਪ ਲਈ ਸਹੀ ਹੈ।

4.14 $5\pi \times 10^{-4}$ T = 1.6×10^{-3} T ਪੱਛਮ ਵਲ

4.15 ਲੰਬਾਈ ਲਗਭਗ 50 cm, ਅਰਧਵਿਆਸ ਲਗਭਗ 4 cm, ਫੇਰਿਆਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ਲਗਭਗ 400, ਕਰੰਟ ਲਗਭਗ 10 A। ਇਹ ਵਿਵਰਣ ਇੱਕ ਮਾਤਰ ਮਾਨ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਕੁਝ ਸੀਮਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਇਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਸਮਾਯੋਜਨ ਸੰਭਵ ਹੈ।

4.16 (b) ਕੁੰਡਲੀਆਂ ਦੇ ਵਿਚ ਮੱਧ ਬਿੰਦੂ ਦੇ ਆਸ ਪਾਸ $2d$ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਇੱਕ ਛੋਟੇ ਜਿਹੇ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ

$$B = \frac{\mu_0 I R^2 N}{2} \times \left[\left\{\left(\frac{R}{2}+d\right)^2 + R^2\right\}^{-3/2} + \left\{\left(\frac{R}{2}-d\right)^2 + R^2\right\}^{-3/2}\right]$$

$$\simeq \frac{\mu_0 I R^2 N}{2} \times \left(\frac{5R^2}{4}\right)^{-3/2} \times \left[\left(1+\frac{4d}{5R}\right)^{-3/2} + \left(1-\frac{4d}{5R}\right)^{-3/2}\right]$$

$$\simeq \frac{\mu_0 I R^2 N}{2R^3} \times \left(\frac{4}{5}\right)^{3/2} \times \left[1 - \frac{6d}{5R} + 1 + \frac{6d}{5R}\right]$$

ਉਪਰ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਦੂਸਰੇ ਅਤੇ ਤੀਸਰੇ ਚਰਨ ਵਿੱਚ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਪਦਾਂ ਵਿੱਚ d^2/R^2 ਜਾਂ d/R ਦੀਆਂ ਵੱਡੀਆਂ ਘਾਤਾਂ ਸ਼ਾਮਿਲ ਸਨ ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਛੱਡ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ (ਕਿਉਂਕਿ $\frac{d}{R} << 1$) ਜੋ ਪਦ d/R ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਰੇਖੀ ਹੈ, ਕੈਂਸਲ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਇੱਕ ਛੋਟੇ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਬਰਾਬਰ ਖੇਤਰ B ਹੋਵੇਗਾ।

$$B = \left(\frac{4}{5}\right)^{3/2} \frac{\mu_0 I N}{R} \simeq 0.72 \frac{\mu_0 I N}{R}$$

4.17 *ਸੰਕੇਤ :* ਟੋਰਾਈਡ ਦੇ ਲਈ B ਦਾ ਸੂਤਰ ਉਹੀ ਹੈ ਜੋ ਸੋਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਲਈ $B = \mu_0 nI$। ਪ੍ਰਸ਼ਨ ਅਨੁਸਾਰ $n = \frac{N}{2\pi r}$ । ਖੇਤਰ ਸਿਰਫ ਘੇਰਿਆਂ ਨਾਲ ਘਿਰੇ ਹੋਏ ਕੋਰ ਦੇ ਅੰਦਰ ਜ਼ੀਰੋ ਨਹੀਂ ਹੈ। (a) ਜ਼ੀਰੋ (b) 3.0×10^{-2} T ਅਤੇ (c) ਜ਼ੀਰੋ। ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਟੋਰਾਈਡ ਦੀ ਕ੍ਰਾਸ ਸੈਕਸ਼ਨ ਤੇ ਅੰਦਰ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਆਉਣ ਤੇ ਥੋੜਾ ਪਰਿਵਰਤਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ r ਦਾ ਮਾਨ ਬਦਲਦਾ ਹੈ। ਉੱਤਰ (b) ਔਸਤ ਅਰਧ ਵਿਆਸ $r = 25.5$ cm ਦੇ ਸੰਗਤ ਮਾਨ ਹੈ।

4.18 (a) ਅਰੰਭਿਕ ਵੇਗ **v** ਜਾਂ ਤਾਂ **B** ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਹੈ ਜਾਂ ਪ੍ਰਤਿਸਮਾਂਤਰ।

(b) ਹਾਂ, ਕਿਉਂਕਿ ਚੁੰਬਕੀ ਬਲ **v** ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਤਾਂ ਬਦਲ ਸਕਦਾ ਹੈ ਇਸਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਨਹੀਂ ਬਦਲ ਸਕਦਾ।

(c) **B** ਨੂੰ ਖੜੇਦਾਅ ਹੇਠਾਂ ਵਲ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ।

4.19 (a) **B** ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ 1.0 mm ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦਾ ਚੱਕਰ ਅਕਾਰ ਰਸਤਾ।

(b) 0.5 mm ਦਾ ਕੁੰਡਲੀਦਾਰ ਰਸਤਾ (helical trajectory) 2.3×10^7 m s^{-1} ਦਾ ਵੇਗ ਦਾ ਘਟਕ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹੋਵੇ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

4.20 ਡਿਊਟੀਰੀਅਮ ਆਇਨਾਂ ਜਾਂ ਡਿਉਟਰਾਨਸ-ਉੱਤਰ ਇਕੱਲਾ ਨਹੀਂ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਸਿਰਫ ਕਣ ਦੇ ਚਾਰਜ ਅਤੇ ਪੁੰਜ ਦਾ ਅਨੁਪਾਤ ਹੀ ਗਿਆਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਹੋਰ ਸੰਭਾਵਿਤ ਉੱਤਰ He^{++}, Li^{+++} ਆਦਿ ਹਨ।

4.21 (a) ਇੱਕ ਖਿਤਿਜੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਜਿਸਦਾ ਪਰਿਮਾਣ 0.26 T ਹੈ ਅਤੇ ਜੋ ਚਾਲਕ ਦੇ ਲੰਬ ਰੂਪ ਇਸ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਲਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਫਲੇਮਿੰਗ ਦਾ ਖੱਬੇ ਹੱਥ ਦਾ ਨਿਯਮ ਚੁੰਬਕੀ ਬਲ ਖੜੇਦਾਅ ਉਪਰ ਬਲ ਦੱਸੇ।

(b) 1.176 N.

4.22 1.2 N m^{-1}; ਅਪਕਰਸ਼ਨ ਬਲ। ਟਿੱਪਣੀ : ਤਾਰ ਤੇ ਕੁੱਲ ਬਲ $1.2 \times 0.7 = 0.84$ N ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨਾ ਸਿਰਫ ਲਗਭਗ ਠੀਕ ਹੈ; ਕਿਉਂਕਿ ਸੂਤਰ $F = \frac{\mu_0}{2\pi r} I_1 I_2$ ਜੋ ਪ੍ਰਤਿ ਇਕਾਈ ਲੰਬਾਈ ਤੇ ਲਗਣ ਵਾਲੇ ਬਲ ਦੇ ਲਈ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ, ਸਿਰਫ ਅਨੰਤ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਚਾਲਕਾਂ ਲਈ ਹੀ ਮੰਨਣਯੋਗ ਹੈ।

4.23 (a) 2.1 N ਖੜੇਦਾਅ ਹੇਠਾਂ ਵਲ।

(b) 2.1 N ਖੜੇਦਾਅ ਹੇਠਾਂ ਵਲ (ਕਰੰਟ ਅਤੇ **B** ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਵੀ ਕੋਣ ਦੇ ਲਈ ਸੱਚ $l \sin \theta$ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਹੈ = 20 cm)

(c) 1.68 N ਖੜੇਦਾਅ ਹੇਠਾਂ ਵਲ

4.24 ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰੋ $\boldsymbol{\tau} = I\mathbf{A} \times \mathbf{B}$ ਅਤੇ $\mathbf{F} = I(\mathbf{l} \times \mathbf{B})$

(a) 1.8×10^{-2} N m, $-y$ ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ

(b) ਓਹੀ ਜੋ (a) ਵਿੱਚ ਹੈ।

(c) 1.8×10^{-2} N m, $-x$ ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ

(d) 1.8×10^{-2} N m, $+x$ ਦਿਸ਼ਾ ਨਾਲ 240° ਦਾ ਕੋਣ ਬਣਾਉਂਦੇ ਹੋਏ।

(e) ਜ਼ੀਰੋ

(f) ਜ਼ੀਰੋ

ਬਲ ਹਰੇਕ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਜ਼ੀਰੋ ਹੈ। ਸਥਿਤੀ (e) ਸਥਾਈ ਸੰਤੁਲਨ ਅਤੇ ਸਥਿਤੀ (f) ਅਸਥਾਈ ਸੰਤੁਲਨ ਹੈ।

4.25 (a) ਜ਼ੀਰੋ (b) ਜ਼ੀਰੋ (c) ਹਰੇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਤੇ ਬਲ ਹੈ $evB = IB/(nA) = 5 \times 10^{-25}$ N ਟਿੱਪਣੀ : ਉੱਤਰ (c) ਸਿਰਫ ਚੁੰਬਕੀ ਬਲ ਸੂਚਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ।

4.26 108 A

4.27 ਲੜੀਵੱਧ ਵਿਚ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ = 5988 Ω

4.28 ਸ਼ੰਟ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ = 10 mΩ

ਪਾਠ 5

5.1 (a) ਚੁੰਬਕੀ ਡਿਕਲੀਨੇਸ਼ਨ, ਡਿਪ ਕੋਣ, ਧਰਤੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਖਿਤਿਜੀ ਘਟਕ।

(b) ਬ੍ਰਿਟੇਨ ਵਿੱਚ ਵੱਧ ਹੈ (ਲਗਭਗ 70°), ਕਿਉਂਕਿ ਬ੍ਰਿਟੇਨ ਚੁੰਬਕੀ ਦੱਖਣੀ ਧਰੁਵ ਦੇ ਨੇੜੇ ਹੈ।

(c) ਧਰਤੀ ਦੀਆਂ ਚੁੰਬਕੀ ਰੇਖਾਵਾਂ **B** ਸਤਹਿ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਆਉਂਦੀ ਹੋਈ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੋਵੇਗੀ।

(d) ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ ਖਿਤਿਜੀ ਤਲ ਵਿੱਚ ਘੁੰਮਣ ਦੇ ਲਈ ਸੁਤੰਤਰ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ ਧਰਤੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਚੁੰਬਕੀ ਧਰੁਵਾਂ ਤੇ ਠੀਕ ਖੜੇਦਾਅ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਇੱਥੇ ਸੂਈ ਕਿਸੇ ਵੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਸੰਕੇਤ ਕਰ ਸਕਦੀ ਹੈ।

(e) **m** ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ ਵਾਲੇ ਦੋ ਧਰੁਵੀ ਦੇ ਲੰਬ ਸਮਦੋਭਾਜਕ ਤੇ ਖੇਤਰ **B** ਦੇ ਲਈ ਸੂਤਰ

$$\mathbf{B}_A = -\frac{\mu_0}{4\pi} \frac{\mathbf{m}}{r^3}$$ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰੋ।

$m = 8 \times 10^{22} \text{ J T}^{-1}$, $r = 6.4 \times 10^6$ m ਰੱਖਣ ਤੇ ਤੁਹਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ B=0.3G ਜੋ ਧਰਤੀ ਤੇ ਪ੍ਰੇਖਿਤ ਖੇਤਰ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ ਦੇ ਆਰਡਰ ਦਾ ਹੈ।

(f) ਕਿਉਂ ਨਹੀਂ? ਧਰਤੀ ਦਾ ਖੇਤਰ, ਸਿਰਫ ਦੋ ਧਰੁਵੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਲਗਭਗ ਹੈ। ਸਥਾਨਿਕ N-S ਧਰੁਵ ਪੈਦਾ ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ, ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਚੁੰਬਕੀ ਖਣਿਜ ਭੰਡਾਰਾਂ ਦੇ ਕਾਰਨ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

5.2 (a) ਹਾਂ, ਇਹ ਸਮੇਂ ਨਾਲ ਬਦਲਦਾ ਹੈ। ਸਾਫ਼ ਦਿਖਾਈ ਦੇਣ ਵਾਲੇ ਅੰਤਰ ਦੇ ਲਈ ਸਮਾਂ-ਅੰਤਰਾਲ ਕੁਝ ਸੌ ਸਾਲ ਹੈ। ਪਰ ਕੁਝ ਸਾਲ ਦੇ ਛੋਟੇ ਪੈਮਾਨੇ ਤੇ ਵੀ ਇਸ ਵਿੱਚ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਪਰਿਵਰਤਨ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਉਪੇਖਣੀ ਨਹੀਂ ਹਨ।

(b) ਕਿਉਂਕਿ ਪਿਘਲਿਆ ਹੋਇਆ ਲੋਹਾ (ਜੋ ਕਿ ਕੋਰ ਦੇ ਉੱਚ ਤਾਪ ਤੇ ਲੋਹੇ ਦਾ ਫੇਜ਼ ਹੈ) ਲੌਹ ਚੁੰਬਕੀ ਨਹੀਂ ਹੈ।

(c) ਇੱਕ ਸੰਭਾਵਨਾ ਧਰਤੀ ਦੇ ਅੰਦਰ ਰੇਡੀਓ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲਤਾ ਹੈ। ਪਰ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਜਾਣਕਾਰੀ ਕਿਸੇ ਨੂੰ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਸ਼ਨ ਨੂੰ ਇੱਕ ਉਚਿਤ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀਕੋਣ ਬਣਾਉਣ ਲਈ ਤੁਹਾਨੂੰ ਭੂਮੀ-ਚੁੰਬਕਤਾ ਤੇ ਕੋਈ ਚੰਗੀ ਆਧੁਨਿਕ ਪਾਠ ਪੁਸਤਕ ਪੜ੍ਹਨੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ।

(d) ਕੁਝ ਚਟਾਨਾਂ ਜਦੋਂ ਠੋਸ ਰੂਪ ਗ੍ਰਹਣ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ ਤਾਂ ਧਰਤੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਇੱਕ ਧੁੰਦਲਾ ਜਿਹਾ ਅਭਿਲੇਖਣ ਉਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਚਟਾਨਾਂ ਵਿੱਚ ਲੁਕੀ ਇਹਨਾਂ ਚੁੰਬਕੀ ਅਭਿਲੇਖਣਾਂ ਦੇ ਵਿਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਨਾਲ ਅਸੀਂ ਭੂ-ਚੁੰਬਕੀ ਇਤਿਹਾਸ ਸੰਬੰਧੀ ਸਿੱਟਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ।

(e) ਬਹੁਤ ਜ਼ਿਆਦਾ ਦੂਰੀ ਤੇ (ਧਰਤੀ ਦੇ ਆਇਨਮੰਡਲ ਵਿੱਚ) ਆਇਨਾਂ ਦੀ ਗਤੀ ਦੇ ਕਾਰਨ ਪੈਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਤੋਂ ਧਰਤੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਬਦਲਾਵ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਆਇਮੰਡਲ ਭੂ-ਬਾਹਰੀ ਵਿਚਲਨਾਂ, ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਸੌਲਰ ਪੋਣ ਆਦਿ ਦੇ ਪ੍ਰਤਿ ਬਹੁਤ ਸੰਵੇਦਨਸ਼ੀਲ ਹੈ।

(f) ਵਿਅੰਜਕ $R=\frac{mv}{eB}$ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ, ਇਕ ਬਹੁਤ ਹੀ ਖੀਣ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਚਾਰਜਿਤ ਕਣਾਂ ਨੂੰ ਬਹੁਤ ਵੱਡੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਵਾਲੇ ਚੱਕਰ ਅਕਾਰ ਦੀ ਕਕਸ਼ਾ ਤੇ ਲੈ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਘੱਟ ਦੂਰੀ ਦੇ ਲਈ, ਇੰਨੀ ਵੱਡੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਵਾਲੇ ਚੱਕਰੀ ਕਕਸ਼ਾ ਦੇ ਲਈ ਵਿਖੇਪਣ ਸੰਭਵ ਹੈ ਕਿ ਧਿਆਨ ਦੇਣ ਯੋਗ ਨਾ ਹੋਵੇ, ਪਰ ਅਤਿ ਵਿਸ਼ਾਲ ਅੰਤਰ ਤਾਰਕੀ ਦੂਰੀਆਂ ਲਈ ਚਾਰਜਿਤ ਕਣਾਂ (ਜਿਵੇਂ-ਕਾਸਮਿਕ ਕਿਰਨਾਂ) ਦੇ ਰਸਤੇ ਨੂੰ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਢੰਗ ਨਾਲ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਕਰ ਸਕਦਾ ਹੈ।

5.3 0.36 J/T

5.4 (a) **m**, **B** ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਹੈ। $U = -mB = -4.8 \times 10^{-2}$ J; ਸਥਾਈ।

(b) **m**, **B** ਦੇ ਪ੍ਰਤਿਸਮਾਂਤਰ ਹੈ। $U = +mB = +4.8 \times 10^{-2}$ J; ਅਸਥਾਈ

5.5 0.60 JT^{-1} ਸੋਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਧੁਰੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ, ਕਰੰਟ ਵਗਣ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਤੇ ਨਿਰਭਰ।

5.6 7.5×10^{-2} J

5.7 (a) (i) 0.33 J (ii) 0.66 J

(b) (i) 0.33 J ਪਰਿਮਾਣ ਦਾ ਟਾਰਕ ਜੋ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ ਸਦਿਸ਼ ਨੂੰ **B** ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ ਲਿਆਉਣ ਦੀ ਪ੍ਰਵਿਰਤੀ ਰੱਖਦਾ ਹੈ। (ii) ਜ਼ੀਰੋ।

5.8 (a) 1.28 A m^2 ਧੁਰੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ, ਕਰੰਟ ਵਗਣ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਤੇ ਨਿਰਭਰ, ਜਿਸ ਨੂੰ ਸੱਜੇ ਹੱਥ ਦੇ ਪੇਚ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦੁਆਰਾ ਪਤਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ।

(b) ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਬਲ ਜ਼ੀਰੋ ਹੈ; ਟਾਰਕ = 0.048 Nm ਜਿਸਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਅਜਿਹੀ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਸੋਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਧੁਰੇ ਨੂੰ (ਅਰਥਾਤ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ ਸਦਿਸ਼ ਨੂੰ) **B** ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ ਲਿਆਉਣ ਦੀ ਕੋਸ਼ਿਸ਼ ਕਰਦਾ ਹੈ।

5.9 $\mathcal{I} = mB/(4\pi^2 \nu^2)$; $m = NIA$ ਨੂੰ ਵਰਤ ਕੇ $\mathcal{I} = 1.2 \times 10^{-4}$ kg m^2.

5.10 B = 0.35 sec 22° □ 0.38 G.

5.11 ਧਰਤੀ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਭੂਗੋਲਿਕ ਮਰੀਡੀਅਨ ਤੋਂ ਪੱਛਮ ਵਲ 12° ਦਾ ਕੋਣ ਬਣਾਉਂਦੇ ਹੋਏ ਇੱਕ ਖੜ੍ਹੇਦਾਅ ਤਲ ਵਿੱਚ, ਖਿਤਿਜ (ਚੁੰਬਕੀ ਦੱਖਣ ਤੋਂ ਚੁੰਬਕੀ ਉੱਤਰ ਵਲ) ਤੋਂ ਉਪਰ ਵਲ 60° ਦਾ ਕੋਣ ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਸਦਾ ਪਰਿਮਾਣ 0.32 G ਹੈ।

5.12 (a) 0.96 G, S-N ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ

(b) 0.48 G, N-S ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ

5.13 0.54 G ਧਰਤੀ ਦੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ

5.14 $14 \times 10^{-1/3} = 11.1$ cm ਦੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਲੰਬ ਸਮਦੋਭਾਜਕ ਤੇ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

5.15 (a) $(\mu_0 m)/(4\pi r^3) = 0.42\times10^{-4}$ ਜਿਸ ਤੋਂ $r = 5.0$ cm ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

(b) $(2\mu_0 m)/(4\pi r_1^3) = 0.42\times10^{-4}$ ਜਾਂ, $r_1 = 2^{1/3}$ $r = 6.3$ cm.

5.16 (a) ਨਿਮਨ ਤਾਪਮਾਨ ਤੇ, ਜਿਸ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀ ਵੀ ਤਾਪੀ ਗਤੀ ਘੱਟ ਹੋਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਦੋ ਧਰੁਵਾਂ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ ਸਮਾਯੋਜਨ ਨੂੰ ਭੰਗ ਕਰਨ ਵਾਲੀ ਪ੍ਰਵਿਰਤੀ ਘੱਟ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

(b) ਪ੍ਰਤਿਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਨਮੂਨੇ ਵਿੱਚ, ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ, ਸਦਾ ਚੁੰਬਕਕਾਰੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਉਲਟ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਬੇਸ਼ਕ ਇਸਦੇ ਅੰਦਰ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੀ ਗਤੀ ਕਿਹੋ ਜਿਹੀ ਵੀ ਹੋਵੇ।

(c) ਥੋੜਾ ਜਿਹਾ ਘੱਟ, ਕਿਉਂਕਿ ਬਿਸਮਥ ਪ੍ਰਤਿਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ ਹੈ।

(d) ਨਹੀਂ। ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਚੁੰਬਕਣ ਵਕ੍ਰ ਤੋਂ ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ। ਚੁੰਬਕਣ ਵਕ੍ਰ ਦੇ ਢਲਾਨ ਤੋਂ ਇਹ ਵੀ ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ ਨਿਮਨ ਸ਼ਕਤੀ ਵਾਲੇ ਖੇਤਰਾਂ ਦੇ ਲਈ μ ਦਾ ਮਾਨ ਵੱਧ ਹੈ।

(e) (ਬਹੁਤ ਵਿਵਹਾਰਕ ਵਰਤੋਂ ਵਾਲੇ) ਇਸ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਤੱਥ ਦਾ ਪ੍ਰਮਾਣ, ਦੋ ਮਾਧਿਅਮਾਂ ਨੂੰ ਵੱਖ ਕਰਨ ਵਾਲੀ ਸਾਂਝੀ ਸਤਹਿ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰਾਂ (**B** ਅਤੇ **H**) ਦੀ ਸੀਮਾ ਸ਼ਰਤਾਂ ਤੇ ਅਧਾਰਿਤ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਇੱਕ ਮਾਧਿਅਮ ਲਈ $\mu >> 1$, ਤਾਂ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਇਸ ਮਾਧਿਅਮ ਤੇ ਲੰਬਰੂਪ ਮਿਲਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਸ ਤੋਂ ਵੱਧ ਵਿਸਤਾਰਿਤ ਵਿਆਖਿਆ ਇਸ ਪੁਸਤਕ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ-ਖੇਤਰ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਹੈ।

(f) ਹਾਂ। ਦੋ ਵੱਖ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੇ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਧਰੁਵਾਂ ਦੀ ਸ਼ਕਤੀ ਵਿੱਚ ਥੋੜੇ ਜਿਹੇ ਅੰਤਰ ਦੀ ਗਲ ਛੱਡ ਦੇਈਏ, ਤਾਂ ਸੰਤ੍ਰਿਪਤ ਚੁੰਬਕਣ ਦੀ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਪੈਰਾਮੈਗਨੇਟਿਕ ਪਦਾਰਥ ਦਾ ਚੁੰਬਕਣ ਉਸੇ ਆਰਡਰ ਦਾ ਹੋਵੇਗਾ। ਪਰ, ਸੱਚ ਗਲ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਸੰਤ੍ਰਿਪਤ ਚੁੰਬਕਣ ਦੇ ਲਈ, ਗੈਰ ਵਿਵਹਾਰਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਉੱਚ ਚੁੰਬਕਕਾਰੀ ਖੇਤਰਾਂ ਦੀ ਲੋੜ ਹੋਵੇਗੀ।

5.17 (b) ਕਾਰਬਨ ਸਟੀਲ ਦਾ ਟੁਕੜਾ। ਕਿਉਂਕਿ ਪ੍ਰਤੀ ਚੱਕਰ ਪੈਦਾ ਹਿਸਟੀਰਿਸੀਸ ਲੂਪ ਦੇ ਖੇਤਰਫਲ ਦੇ ਸਿੱਧਾ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੈ।

(c) ਕਿਸੇ ਲੋਹ ਚੁੰਬਕ (ਫੈਰੋਮੈਗਨੇਟ) ਦਾ ਚੁੰਬਕਣ ਚੁੰਬਕਾਰੀ ਖੇਤ੍ਰਰ ਦਾ ਇਕੋ ਮਾਨ ਵਾਲਾ ਫਲਨ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਇੱਕ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਖੇਤਰ ਦੇ ਲਈ ਇਸਦਾ ਮਾਨ ਚੁੰਬਕਣ ਦੇ ਇਤਿਹਾਸ ਤੇ ਵੀ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ (ਅਰਥਾਤ ਕਿੰਨੇ ਚੁੰਬਕਣ ਚੱਕਰਾਂ ਵਿਚੋਂ ਲੰਘ ਚੁੱਕਾ ਹੈ, ਆਦਿ)। ਦੂਸਰੇ ਸ਼ਬਦਾਂ ਵਿੱਚ ਕਹੀਏ ਤਾਂ ਚੁੰਬਕਨ ਦਾ ਮਾਨ, ਚੁੰਬਕਣ ਚੱਕਰਾਂ ਦੀ ਯਾਦ ਦਾ ਅਭਿਲੇਖ ਹੈ। ਜੇ ਹਰ ਚੱਕਰ ਨੂੰ ਸੂਚਨਾ ਬਿਟ (information bits) ਦੇ ਸੰਗਤ ਬਣਾ ਦੇਈਏ ਤਾਂ ਹਿਸਟਿਰਿਸਸ ਲੂਪ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਨ ਵਾਲੀ ਵਿਵਸਥਾ ਸੂਚਨਾ ਸੰਗ੍ਰਹਿ ਕਰਨ ਵਾਲੀ ਯੁਕਤੀ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਾਰਜ ਕਰੇਗੀ।

(d) ਸਿਰੇਮਿਕ (ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਰੂਪ ਨਾਲ ਤਿਆਰ ਬੇਰੀਅਮ ਲੋਹ ਆਕਸਾਈਡ) ਜਿਹਨਾਂ ਨੂੰ ਫੇਰਾਈਟਸ ਵੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

(e) ਉਸ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਨਰਮ ਲੋਹੇ ਦੇ ਛੱਲਿਆਂ ਨਾਲ ਘੇਰ ਕੇ। ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਛੱਲਿਆਂ ਵਿਚ ਸਮਾ ਜਾਣਗੀਆਂ ਅਤੇ ਇਹਨਾਂ ਨਾਲ ਘਿਰਿਆ ਹੋਇਆ ਖੇਤਰ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਤੋਂ ਮੁਕਤ ਰਹੇਗਾ। ਪਰ ਇਹ ਲਗਭਗ ਸੁਰਖਿਅਤ ਹੀ ਹੋਵੇਗਾ। ਉਝ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸੁਰਖਿਅਨ ਨਹੀਂ, ਜਿਵੇਂ ਕਿਸੇ ਕੈਵੀਟੀ ਨੂੰ ਇੱਕ ਚਾਲਕ ਨਾਲ ਘੇਰ ਕੇ ਬਾਹਰੀ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਤੋਂ ਸੁਰਖਿਅਤ ਕਰਨ ਵਿਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

5.18 ਕੇਬਲ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਉਪਰ ਵਲ 1.5 cm ਦੀ ਦੂਰੀ ਤੇ।

5.19 $R_h = 0.39 \cos35° - 0.2$

$= 0.12$ G

$R_v = 0.39 \sin35° = 0.22$ G

$$R = \sqrt{R_h^{\,2} + R_v^{\,2}} = 0.25\text{G}$$

$$\theta = \tan^{-1}\frac{R_v}{R_h} = 62°$$

ਕੇਬਲ ਦੇ ਉਪਰ

$R_h = 0.39 \cos35^0 + 0.2$

$= 0.52$ G

$R_v = 0.224$ G

$R = 0.57$ G, θ □ 23^0

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

5.20 (a) $B_h = (\mu_0 IN/2r)\cos 45^\circ = 0.39\,G$

(b) ਪੂਰਵ ਤੋਂ ਪੱਛਮ ਅਰਥਾਤ ਸੂਈ ਆਪਣੀ ਮੂਲ ਦਿਸ਼ਾ ਨੂੰ ਉਲਟ ਲਵੇਗੀ।

5.21 ਦੂਸਰੇ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ

$$= \frac{1.2\times10^{-2}\times\sin15^\circ}{\sin45^\circ}$$

$$= 4.4\times10^{-3}\ \mathrm{T}$$

5.22 $R = \dfrac{meV}{eB}$

$$= \frac{\sqrt{2m_e \times \text{ਗਤੀਜ ਊਰਜਾ}}}{eB}$$

$$= 11.3\ \mathrm{m}$$

ਉਪਰ ਜਾਂ ਹੇਠਾਂ ਵਿਖੇਪਣ = $R\,(1-\cos\theta)$ ਜਿਥੇ $\sin\theta = 0.3/11.3$. ਇਸ ਲਈ ਵਿਖੇਪਣ □ 4 mm ਹੈ।

5.23 ਸ਼ੁਰੂ ਵਿੱਚ, ਕੁੱਲ ਦੋ ਧਰੁਵੀ ਮੋਮੈਂਟ

$= 0.15 \times 1.5 \times 10^{23} \times 2.0 \times 10^{24}$
$= 4.5\ \mathrm{J\,T^{-1}}$

ਅੰਤਿਮ ਦੋ ਧਰੁਵੀ ਮੋਮੈਂਟ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ ਕਿਊਰੀ ਦੇ ਨਿਯਮ $m \propto B/T$ ਤੋਂ

$= 4.5 \times (0.98/0.84) \times (4.2/2.8)$
$= 7.9\ \mathrm{J\,T^{-1}}$

5.24 $B = \dfrac{\mu\mu_0 NI}{2\pi R}$ ਜਿਥੇ μ_r (ਸਾਪੇਖੀ ਚੁੰਬਕਸ਼ੀਲਤਾ) ਸੂਤਰ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਨ ਤੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ।
$B = 4.48$ T.

5.25 ਦੋਨਾਂ ਵਿੱਚ ਇਹ ਸੰਬੰਧ $\mu_l = -(e/2m)\,\boldsymbol{l}$ ਕਲਾਸੀਕਲ ਭੌਤਿਕੀ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਹੈ। ਇਹ μ_l ਅਤੇ $\boldsymbol{l}$ ਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਵਰਤ ਕੇ ਸੌਖਿਆਂ ਵਿਉਤਪੰਨ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ

$$\mu_l = IA = (e/T)\pi r^2$$

$$l = mvr = m\frac{2\pi r^2}{T}$$

ਜਿਥੇ r ਚੱਕਰਅਕਾਰ ਕਕਸ਼ਾ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਹੈ ਜਿਸ ਤੇ m ਪੁੰਜ ਅਤੇ $(-e)$ ਚਾਰਜ ਵਾਲਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ T ਸਮੇਂ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਪਰਕਰਮਾ ਪੂਰੀ ਕਰਦਾ ਹੈ ਸਾਫ਼ ਹੈ $\mu_l/l = e/2m$.

ਕਿਉਂਕਿ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਤੇ ਰਿਣ ਚਾਰਜ ਹੈ, μ ਅਤੇ $\boldsymbol{l}$ ਪ੍ਰਤਿਸਮਾਂਤਰ ਹਨ ਅਤੇ ਦੋਨਾਂ ਆਰਬਿਟਾਂ ਦੇ ਤਲ ਦੇ ਲੰਬਰੂਪ ਹੈ। ਇਸਲਈ $\mu_l = -(e/2m)\boldsymbol{l}$.

ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ μ_l/l ਦੇ ਉਲਟ μ_s/S ਦਾ ਮਾਨ e/m ਹੈ ਅਰਥਾਤ ਕਲਾਸੀਕਲ ਅਧਾਰ ਤੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਮਾਨ ਦਾ ਦੋਗੁਣਾ। ਇਹ ਬਾਦ ਵਾਲਾ ਸਿੱਟਾ (ਜਿਸਦੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੁਆਰਾ ਪੁਸ਼ਟੀ ਹੋ ਚੁੱਕੀ ਹੈ) ਆਧੁਨਿਕ ਕਵਾਂਟਮ ਸਿਧਾਂਤ ਦੀ ਇੱਕ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਉਪਲਬਧੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਨੂੰ ਕਲਾਸੀਕਲ ਸਿਧਾਂਤਾ ਦੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਵਿਉਤਪੰਨ ਨਹੀਂ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਪਾਠ 6

6.1 (a) qrpq ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ

(b) prq ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ, yzx ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ

(c) yzx ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ

(d) zyx ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ

(e) xry ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ

(f) ਕੋਈ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਕਰੰਟ ਨਹੀਂ ਕਿਉਂਕਿ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਲੂਪ ਤਲ ਵਿੱਚ ਸਥਿਤ ਹੈ।

6.2 (a) adcd ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ (ਅਕਾਰ ਪਰਿਵਰਤਨ ਦੇ ਸਮੇਂ ਸਤਹਿ ਵਿਚੋਂ ਲੰਘਣ ਵਾਲਾ ਫਲਕਸ ਵੱਧਦਾ ਹੈ, ਇਸਲਈ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਕਰੰਟ, ਨਿਰੋਧੀ ਫਲਕਸ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ)।

(b) a′d′c′b′ ਦੀ ਦਿਸਾ ਵਲ (ਇਸ ਮਾਮਲੇ ਵਿੱਚ ਫਲਕਸ ਘੱਟਦੀ ਹੈ)

6.3 7.5×10^{-6} V

6.4 (a) 2.4×10^{-4} V, ਜੋ 2 s ਤੱਕ ਬਣਿਆ ਰਹੇਗਾ।

(b) 0.6×10^{-4} V, ਜੋ 8 s ਤੱਕ ਬਣਿਆ ਰਹੇਗਾ।

6.5 100 V

6.6 ਲੂਪ ਦੇ ਹਰੇਕ ਫੇਰੇ ਵਿਚੋਂ ਲੰਘਣ ਵਾਲੀ ਫਲਕਸ $= \pi r^2 B \cos(\omega t)$

$\varepsilon = -N \omega \pi r^2 B \sin(\omega t)$

$\varepsilon_{\text{ਅਧਿਕਤਮ}} = -N \omega \pi r^2 B$

$= 20 \times 50 \times \pi \times 64 \times 10^{-4} \times 3.0 \times 10^{-2} = 0.603$ V

$_{\text{ਔਸਤ}}$ ਦਾ ਮਾਨ ਪੂਰਣ ਚੱਕਰ ਵਿੱਚ ਜ਼ੀਰੋ ਹੈ।

$_{\text{ਅਧਿਕਤਮ}} = 0.0603$ A

$$_{\text{ਔਸਤ}} = \frac{1}{2} \varepsilon_{\text{ ਅਧਿਕਤਮ}} \; I_{\text{ਅਧਿਕਤਮ}} = 0.018\ W$$

ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਕਰੰਟ ਕੁੰਡਲੀ ਤੇ ਇੱਕ ਬਲ ਜੋੜਾ ਲੱਗਦਾ ਹੈ ਜੋ ਕੁੰਡਲੀ ਦੇ ਘੁੰਮਣ ਦਾ ਵਿਰੋਧ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਇੱਕ ਬਾਹਰੀ ਕਾਰਕ (ਰੋਟਰ) ਦੁਆਰਾ ਕੁੰਡਲੀ ਤੇ ਬਲ ਜੋੜਾ ਲਗਾਉਣਾ ਹੋਵੇਗਾ ਜੋ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਕਰੰਟ ਦੁਆਰਾ ਲਗੇ ਬਲ ਜੋੜੇ ਦੇ ਅਸਰ ਨੂੰ ਖਤਮ ਕਰਦੇ ਹੋਏ ਕੁੰਡਲੀ ਨੂੰ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਗਤੀ ਨਾਲ ਘੁਮਾਵੇ (ਅਰਥਾਤ ਕਾਰਜ ਕਰੇ)। ਇਸਲਈ ਉਹ ਸ਼ਕਤੀ ਜਿਸਦੀ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿਚ ਖੈ ਤਾਪ ਊਰਜਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਹੋ ਰਿਹਾ ਹੈ ਉਸਦਾ ਸ੍ਰੋਤ ਬਾਹਰੀ ਕਾਰਕ ਰੋਟਰ ਹੈ।

6.7 (a) 1.5×10^{-3} V, (b) ਪੱਛਮ ਤੋਂ ਪੂਰਵ ਵਲ (c) ਪੂਰਵੀ ਸਿਰਾ

6.8 4H

6.9 30 Wb

6.10 **B** ਦਾ ਖੜੇਦਾਅ ਘਟਕ

$= 5.0 \times 10^{-4} \sin 30^\circ$

$= 2.5 \times 10^{-4}$ T

$\varepsilon = Blv$

$\varepsilon = 2.5 \times 10^{-4} \times 25 \times 500$

$= 3.125$ V

ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਬਲ 3.1 V (ਸਾਰਥਕ ਅੰਕਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ).

ਇਸ ਉੱਤਰ ਲਈ ਪੰਖਾਂ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਮਹੱਤਵਹੀਣ ਹੈ (ਜਦੋਂ ਤੱਕ ਉਹ ਖਿਤਿਜੀ ਹੈ)

6.11 ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਬਲ $= 8 \times 2 \times 10^{-4} \times 0.02 = 3.2 \times 10^{-5}$ V

ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਕਰੰਟ $= 2 \times 10^{-5}$ A

ਸ਼ਕਤੀ ਦੀ ਹਾਨੀ $= 6.4 \times 10^{-10}$ W

ਇਸ ਸ਼ਕਤੀ ਦਾ ਸ੍ਰੋਤ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਕਰਨ ਵਾਲਾ ਬਾਹਰੀ ਕਾਰਕ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

6.12 ਸਮੇਂ ਤੇ ਨਿਰਭਰ B ਦੇ ਕਾਰਨ ਫਲਕਸ ਵਿੱਚ ਬਦਲਾਵ ਦੀ ਦਰ

$= 144 \times 10^{-4}\ \text{m}^2 \times 10^{-3}\ \text{T s}^{-1}$

$= 1.44 \times 10^{-5}\ \text{Wb s}^{-1}$

ਲੂਪ ਦੇ ਅਸਮਾਨ B ਵਿੱਚ ਗਤੀਮਾਨ ਹੋਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਫਲਕਸ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਰਨ ਦੀ ਦਰ

$= 144 \times 10^{-4}\ \text{m}^2 \times 10^{-3}\ \text{T cm}^{-1} \times 8\ \text{cm s}^{-1}$

$= 11.52 \times 10^{-5}\ \text{Wb s}^{-1}$

ਕਿਉਂਕਿ ਦੋਨਾਂ ਹੀ ਧਨਾਤਮਕ z-ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ ਫਲਕਸ ਨੂੰ ਘੱਟ ਕਰਦੇ ਹਨ, ਇਸ ਲਈ ਦੋਨਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਜੁੜ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਬਲ = 12.96×10^{-5} V; ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਕਰੰਟ = 2.88×10^{-2} A। ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਕਰੰਟ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਉਹ ਹੋਵੇਗੀ ਜੋ ਲੂਪ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਧਨਾਤਮਕ z-ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਫਲਕਸ ਨੂੰ ਵਧਾਏ। ਜੇ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰੇਖਕ ਲਈ ਲੂਪ ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ ਗਤੀਸ਼ੀਲ ਹੈ ਤਾਂ ਲੂਪ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਘੜੀ ਦੀ ਸੂਈ ਦੇ ਘੁੰਮਣ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਉਲਟ ਹੋਵੇਗਾ। ਸਮਸਿਆ ਦਾ ਹਲ ਕਰਨ ਲਈ ਹੇਠ ਲਿਖੀ ਵਿਧੀ ਹੈ–

$$\Phi(t) = \int_0^a aB(x,t)\,\mathrm{d}x$$

$$\frac{\mathrm{d}\Phi}{\mathrm{d}t} = a\int_0^a dx\,\frac{\mathrm{d}B(x,t)}{\mathrm{d}t}$$

$$\frac{\mathrm{d}B}{\mathrm{d}t} = \frac{\partial B}{\partial t} + \frac{\partial B}{\partial x}\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t}$$

$$= \left[\frac{\partial B}{\partial t} + \upsilon\frac{\partial B}{\partial x}\right]$$

ਇਸਲਈ

$$\frac{\mathrm{d}\Phi}{\mathrm{d}t} = a\int_0^a \mathrm{d}x\left[\frac{\partial B(x,t)}{\partial t} + \upsilon\frac{\partial B(x,t)}{\partial x}\right]$$

$$= A\left[\frac{\partial B}{\partial t} + \upsilon\frac{\partial B}{\partial x}\right]$$

ਇਥੇ $A = a^2$

ਹਲ ਦਾ ਅੰਤਿਮ ਪਦ $\left(\frac{\partial B}{\partial t}\right),\left(\frac{\partial B}{\partial x}\right)$ ਅਤੇ υ ਦੇ ਮਾਨ ਅਚਲ ਹੋਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਮੰਨਣਯੋਗ ਹਨ। ਉਪਰੋਕਤ ਓਪਚਾਰਿਕ ਹਲ ਜੇ ਸਮਝ ਨਾ ਆਉਣ (ਕਿਉਂਕਿ ਇਸ ਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ ਕਲਨ (Calculus) ਦਾ ਸਮੂਚਾ ਗਿਆਨ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ), ਤਾਂ ਵੀ ਇਹ ਤੱਥ ਧਿਆਨ ਵਿੱਚ ਰਖਣਾ ਕਾਫੀ ਹੈ ਕਿ ਫਲਕਸ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਲੂਪ ਦੀ ਗਤੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਪਰਿਵਰਤਨ ਦੋਨਾਂ ਕਾਰਨ ਸੰਭਵ ਹੈ।

6.13

$$Q = \int_{t_i}^{t_f} I\mathrm{d}t$$

$$= \frac{1}{R}\int_{t_i}^{t_f} \varepsilon\,\mathrm{d}t$$

$$= -\frac{N}{R}\int_{\Phi_i}^{\Phi_f} \mathrm{d}\Phi$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

$N = 25,\ R = 0.50\ \Omega,\ Q = 7.5 \times 10^{-3}\ \mathrm{C}$ ਦੇ ਲਈ
$\Phi_f = 0,\ A = 2.0 \times 10^{-4}\ \mathrm{m}^2,\ \Phi_i = 1.5 \times 10^{-4}\ \mathrm{Wb}$
$B = \Phi_i/A = 0.75\ \mathrm{T}$

6.14 $|\varepsilon| = vBl = 0.12 \times 0.50 \times 0.15 = 9.0\ \mathrm{mV}$;

P ਧਨਾਤਮਕ ਸਿਰਾ ਅਤੇ Q ਰਿਣਾਤਮਕ ਸਿਰਾ

(b) ਹਾਂ। ਜਦੋਂ K ਬੰਦ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਲਗਾਤਾਰ ਕਰੰਟ ਦੇ ਵਗਣ ਨਾਲ ਫਾਲਤੂ ਚਾਰਜ ਬਣਿਆ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ।

(c) ਚੁੰਬਕੀ ਬਲ, ਬਿਜਲਈ ਬਲ ਕਾਰਨ ਕੈਂਸਲ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਬਿਜਲਈ ਬਲ ਛੜ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਉਲਟ ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ ਦੇ ਵਾਧੂ ਚਾਰਜਾਂ ਕਾਰਨ ਪੈਦਾ ਹੋਇਆ ਹੈ।

(d) ਮੰਦਿਤ ਬਲ = IBl

$$= \frac{9\ \mathrm{mV}}{9\ \mathrm{m\Omega}} \times 0.5\ \mathrm{T} \times 0.15\ \mathrm{m}$$

$$= 75 \times 10^{-3}\ \mathrm{N}$$

(e) ਛੜ ਨੂੰ $12\ \mathrm{cm\ s^{-1}}$ ਤੇ ਸਮਾਨ ਗਤੀ ਵਿੱਚ ਬਣਾਈ ਰੱਖਣ ਲਈ ਬਾਹਰੀ ਸ੍ਰੋਤ ਦੁਆਰਾ ਉਪਰੋਕਤ ਮੰਦਿਤ ਬਲ ਦੇ ਵਿਰੁੱਧ ਖਰਚ ਹੋਈ ਸ਼ਕਤੀ

$$= 75 \times 10^{-3} \times 12 \times 10^{-2} = 9.0 \times 10^{-3}\ \mathrm{W}$$

ਜਦੋਂ K ਖੁਲਾ ਹੈ ਤਾਂ ਕੋਈ ਸ਼ਕਤੀ ਖਰਚ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ।

(f) $I^2R = 1 \times 1 \times 9 \times 10^{-3} = 9.0 \times 10^{-3}\ \mathrm{W}$

ਇਸ ਸ਼ਕਤੀ ਦਾ ਸ੍ਰੋਤ, ਬਾਹਰੀ ਸ੍ਰੋਤ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਦੀ ਉਪਰ ਗਣਨਾ ਕੀਤੀ ਗਈ ਹੈ।

(g) ਜ਼ੀਰੋ; ਛੜ ਦੀ ਗਤੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਨੂੰ ਕੱਟਦੀ ਨਹੀਂ ਹੈ [ਨੋਟ: PQ ਦੀ ਲੰਬਾਈ ਨੂੰ ਰੇਲਾਂ ਵਿੱਚਲੀ ਦੂਰੀ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਮੰਨਿਆ ਹੈ]

6.15 $B = \dfrac{\mu_0 NI}{l}$

(ਸੋਲੇਨਾਇਡ ਦੇ ਅੰਦਰ ਸਿਰਿਆਂ ਤੋਂ ਦੂਰ)

$$\Phi = \frac{\mu_0 NI}{l} A$$

ਪੂਰਨ ਫਲੱਕਸ ਦੀ ਸੰਯੋਜਨ = $N\Phi$

$$= \frac{\mu_0 N^2 A}{l} I$$

(**B** ਵਿੱਚ ਸਿਰਿਆਂ ਦੇ ਬਦਲਾਵ ਦੀ ਉਪੇਖਿਆ ਕਰੋ)

$$|\varepsilon| = \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}(N\Phi)$$

$$|\varepsilon|_{av} = \frac{\text{ਫਲੱਕਸ ਵਿਚ ਕੁੱਲ ਪਰਿਵਰਤਨ}}{\text{ਕੁੱਲ ਸਮਾਂ}}$$

$$|\varepsilon|_{av} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 25 \times 10^{-4}}{0.3 \times 10^{-3}} \times (500)^2 \times 2.5$$

$$= 6.5\ \mathrm{V}$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

6.16 $M = \frac{\mu_0 a}{2\pi} \ln\left(1 + \frac{a}{x}\right)$

$\varepsilon = 1.7 \times 10^{-5}$ V

6.17 $-\frac{B\pi a^2 \lambda}{MR}\hat{\mathbf{k}}$

ਪਾਠ 7

7.1 (a) 2.20 A
(b) 484 W

7.2 (a)

(b) $10\sqrt{2} = 14.1$ A

7.3 15.9 A

7.4 2.49 A

7.5 ਹਰੇਕ ਅਵਸਥਾ ਵਿਚ ਜ਼ੀਰੋ।

7.6 125 s^{-1}; 25

7.7 1.1×10^3 s^{-1}

7.8 0.6 J, ਬਾਅਦ ਵਿੱਚ ਵੀ ਬਰਾਬਰ ਰਹੇਗਾ।

7.9 2,000 W

7.10 $\nu = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1}{LC}}$, i.e., $C = \frac{1}{4\pi^2\nu^2 L}$

$L = 200$ μH ਲਈ, $\nu = 1200$ kHz, $C = 87.9$ pF.
$L = 200$ μH ਲਈ, $\nu = 800$ kHz, $C = 197.8$ pF.
ਪਰਿਵਰਤੀ ਕੈਪੀਸਟਰ ਦੀ ਕੈਪੀਸਟੀ ਦੀ ਰੇਂਜ ਲਗਭਗ 88 pF ਤੋਂ 198 pF ਤੱਕ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ।

7.11 (a) 50 rad s^{-1}
(b) 40 Ω, 8.1 A
(c) $V_{Lrms} = 1437.5$ V, $V_{Crms} = 1437.5$ V, $V_{Rrms} = 230$ V

$$V_{LCrms} = I_{rms}\left(\omega_0 L - \frac{1}{\omega_0 C}\right) = 0$$

7.12 (a) 1.0 J. ਹਾਂ, L ਅਤੇ C ਵਿੱਚ ਇਕੱਠੀ ਊਰਜਾ ਦਾ ਜੋੜ ਸੁਰਖਿਅਤ ਹੈ ਜੇ $R = 0$।
(b) $\omega = 10^3$ rads^{-1}, $\nu = 159$ Hz
(c) $q = q_0 \cos \omega t$

(i) $t = 0, \frac{T}{2}, T, \frac{3T}{2}, ...$ ਤੇ ਇਕੱਠੀ ਊਰਜਾ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਬਿਜਲੀ ਊਰਜਾ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(ii) $t = \frac{T}{4}, \frac{3T}{4}, \frac{5T}{4}.......$, ਇਥੇ $T = \frac{1}{v} = 6.3\,\text{ms}$ ਤੇ ਇਕੱਠੀ ਊਰਜਾ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਚੁੰਬਕੀ ਹੈ। ਅਰਥਾਤ ਬਿਜਲੀ ਊਰਜਾ ਜ਼ੀਰੋ ਹੈ)

(d) $t = \frac{T}{8}, \frac{3T}{8}, \frac{5T}{8}, ...$, ਤੇ ਕਿਉਂਕਿ $q = q_0 \cos\frac{\omega T}{8}$

ਇਸਲਈ

ਬਿਜਲੀ ਊਰਜਾ $= \frac{q^2}{2C} = \frac{1}{2}\left(\frac{q_0^2}{2C}\right)$ ਜੋ ਕੁੱਲ ਊਰਜਾ ਦੀ ਅੱਧੀ ਹੈ।

(e) ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਅੰਤ ਵਿਚ R, LC ਡੋਲਨਾਂ ਨੂੰ ਅਵਮੰਦਿਤ ਕਰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਅੰਤ ਵਿੱਚ ਕੁੱਲ ਅਰੰਭਿਕ ਊਰਜਾ (= 1.0 J) ਤਾਪ ਊਰਜਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਖੈ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

7.13 LR ਸਰਕਟ ਲਈ, ਜੇ $V = V_0 \sin\omega t$

$$I = \frac{V_0}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}}\sin(\omega t - \phi),\ \text{ਜਿਥੇ}\ \tan\phi = (\omega L / R).$$

(a) $I_0 = 1.82$ A

(b) $t = 0$ ਤੇ V ਅਧਿਕਤਮ ਹੈ ਅਤੇ $t = (\phi / \omega)$ ਤੇ I is ਅਧਿਕਤਮ ਹੈ।

ਹੁਣ, $\tan\phi = \frac{2\pi\nu L}{R} = 1.571$ ਜਾਂ $\phi \approx 57.5°$

ਇਸ ਲਈ ਟਾਈਮ ਲੈਗ $\frac{\phi}{\omega} = 1.55$ ms

7.14 (a) $I_0 = 1.1 \times 10^{-2}$ A

(b) $\tan\phi = 100\,\pi$, ϕ, $\pi/2$ ਦੇ ਨੇੜੇ ਹੈ।

I_0 ਨਿਮਨ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਅਵਸਥਾ (ਅਭਿਆਸ 7.13) ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਕਾਫੀ ਘੱਟ ਹੈ ਜੋ ਇਹ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਉੱਚ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਤੇ L ਖੁੱਲ ਸਰਕਟ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ dc ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ (ਸਥਾਈ ਅਵਸਥਾ ਦੇ ਬਾਅਦ) $\omega = 0$, ਜਿਥੇ L ਇੱਕ ਸ਼ੁੱਧ ਚਾਲਕ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ।

7.15 RC ਸਰਕਟ ਲਈ, ਜੇ $V = V_0 \sin\omega t$ ਹੋਵੇ ਤਾਂ

$$I = \frac{V_0}{\sqrt{R^2 + (1/\omega C)^2}}\sin(\omega t + \phi)\ \ \text{ਇਥੇ}\ \tan\phi = \frac{1}{\omega C R}$$

(a) $I_0 = 3.23$ A

(b) $\phi = 33.5°$

ਇਸਲਈ ਟਾਈਮ ਲੈਗ $= \frac{\phi}{\omega} = 1.55$ ms

7.16 (a) $I_0 = 3.88$ A

(b) $\phi \approx 0.2$ ਉੱਚ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਤੇ ਇਹ ਲਗਭਗ ਜ਼ੀਰੋ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਉੱਚ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਤੇ C, ਚਾਲਕ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ dc ਸਰਕਟ ਲਈ ਸਥਾਈ ਅਵਸਥਾ ਦੇ ਬਾਅਦ $\omega = 0$ ਅਤੇ C ਇੱਕ ਖੁਲੇ ਸਰਕਟ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ।

7.17 ਸਮਾਂਤਰ LCR ਸਰਕਟ ਦੀ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਪ੍ਰਤਿਵਾਧਾ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦਿੱਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

$$\frac{1}{Z} = \sqrt{\frac{1}{R^2} + \ \omega C - \frac{1}{\omega L}}^{\ 2}$$

ਜੇ $\omega = \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ ਤੇ ਨਿਊਨਤਮ ਹੈ

ਇਸਲਈ $|Z|$, $\omega = \omega_0$ ਤੇ ਅਧਿਕਤਮ ਹੈ ਅਤੇ ਕੁੱਲ ਕਰੰਟ ਆਯਾਮ ਨਿਊਨਤਮ ਹੈ।

ਸ਼ਾਖਾ R ਵਿਚ, $I_{Rrms} = 5.75$ A

ਸ਼ਾਖਾ L ਵਿਚ, $I_{Lrms} = 0.92$ A

ਸ਼ਾਖਾ C ਵਿਚ, $I_{Crms} = 0.92$ A

ਧਿਆਨ ਦਿਓ : ਕੁੱਲ ਕਰੰਟ $I_{rms} = 5.75$ A , ਕਿਉਂਕਿ L ਅਤੇ C ਸ਼ਾਖਾਵਾਂ ਵਿਚ ਕਰੰਟ 180° ਉਲਟ ਕਲਾ ਵਿੱਚ ਹਨ ਅਤੇ ਚੱਕਰ ਦੇ ਹਰੇਕ ਛਿਣ ਤੇ ਇਹਨਾਂ ਦਾ ਵੇਗ ਜ਼ੀਰੋ ਹੈ।

7.18 (a) $V = V_0 \sin \omega t$ ਲਈ

$$\boldsymbol{I} = \frac{\boldsymbol{V_0}}{\left|\omega \boldsymbol{L} - \frac{1}{\omega \mathbf{C}}\right|} \sin\left(\omega \boldsymbol{t} + \frac{\pi}{2}\right); \text{ ਜੇ } \boldsymbol{R} = 0$$

ਇਥੇ '–' ਚਿੰਨ੍ਹ ਲੈਂਦੇ ਹਨ ਜੇ $\omega L > 1/\omega C$, ਅਤੇ '+' ਚਿੰਨ੍ਹ ਲੈਂਦੇ ਹਨ ਜੇ $\omega L < 1/\omega C$.

$I_0 = 11.6$ A, $I_{rms} = 8.24$ A

(b) $V_{Lrms} = 207$ V, $V_{Crms} = 437$ V

(*ਧਿਆਨ ਦਿਓ* : 437 V – 207 V = 230 V ਵਰਤੀ ਗਈ rms ਵੋਲਟੇਜ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। L ਅਤੇ C ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਵੋਲਟੇਜ 180° ਉਲਟ ਕਲਾ ਵਿੱਚ ਹੋਵੇ ਦੇ ਕਾਰਨ ਘਟਾ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

(c) L ਵਿਚ ਕਰੰਟ I ਬੇਸ਼ਕ ਕੁੱਝ ਵੀ ਹੋਵੇ, ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਵੋਲਟੇਜ, ਕਰੰਟ ਨਾਲੋਂ $\pi/2$ ਅੱਗੇ ਹੈ। ਇਸਲਈ C ਦੁਆਰਾ ਖਰਚੀ ਗਈ ਸ਼ਕਤੀ ਜ਼ੀਰੋ ਹੈ।

(d) C ਲਈ ਵੋਲਟੇਜ ਕਰੰਟ ਤੋਂ $\pi/2$ ਪਿਛੇ ਹੈ। ਮੁੜ C ਦੁਆਰਾ ਖਰਚ ਕੀਤੀ ਸ਼ਕਤੀ ਜ਼ੀਰੋ ਹੈ।

(e) ਕੁੱਲ ਖਰਚ ਕੀਤੀ ਸ਼ਕਤੀ ਜ਼ੀਰੋ ਹੈ।

7.19 $I_{rms} = 7.26$ A

ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ R ਦੁਆਰਾ ਖਰਚ ਕੀਤੀ ਸ਼ਕਤੀ $R =$

L ਦੁਆਰਾ ਖਰਚ ਕੀਤੀ ਸ਼ਕਤੀ = C ਦੁਆਰਾ ਖਰਚ ਕੀਤੀ ਸ਼ਕਤੀ = 0

ਕੁੱਲ ਖਰਚ ਕੀਤੀ ਸ਼ਕਤੀ = 791 W

7.20 (a) $\omega_0 = 4167$ rad s^{-1}; $\nu_0 = 663$ Hz

$I_0^{max} = 14.1$ A

(b) $\overline{P} = (1/2) I_0^2 R$ ਜੋ ਉਸੇ ਆਵ੍ਰਿਤੀ (663 Hz) ਤੇ ਅਧਿਕਤਮ ਹੈ ਜਿਸਦੇ ਲਈ I_0 ਅਧਿਕਤਮ ਹੈ। $\overline{P}_{max} = (1/2)(I_{max})^2 R = 2300$ W.

(c) At $\omega = \omega_0 \pm \Delta\omega$ ਤੇ (ਲਗਭਗ ਠੀਕ ਹੈ ਜੇ $(R/2L) << \omega_0$).
$\Delta\omega = R/2L = 95.8$ rad s^{-1}; $\Delta\nu = \Delta\omega/2\pi = 15.2$ Hz.
$\nu = 648$ Hz ਅਤੇ 678 Hz ਤੇ ਸ਼ਿਖਰ ਸ਼ਕਤੀ, ਖਰਚ ਕੀਤੀ ਸ਼ਕਤੀ ਦੀ ਅੱਧੀ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਤੇ ਕਰੰਟ ਆਯਾਮ I_0^{max} ਦਾ $(1/\sqrt{2})$ ਗੁਣਾ ਹੈ ਅਰਥਾਤ ਕਰੰਟ ਆਯਾਮ (ਸ਼ਿਖਰ ਸ਼ਕਤੀ ਬਿੰਦੂਆਂ ਦੇ ਅੱਧੇ ਤੇ) 10 A ਹੈ।

(d) $Q = 21.7$

7.21 $\omega_0 = 111 \text{ rad s}^{-1}$; $Q = 45Q$ ਦਾ ਮਾਨ ਦੋਗੁਣਾ ਕਰਨ ਲਈ ω_0 ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਕੀਤੇ ਬਿਨਾਂ R ਨੂੰ 3.7 Ω ਤੱਕ ਘੱਟ ਕਰੋ।

7.22 (a) ਹਾਂ। ਇਹ rms ਵੋਲਟੇਜ ਦੇ ਲਈ ਸੱਚ ਨਹੀਂ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਵੱਖ ਵੱਖ ਘਟਕਾਂ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਵੋਲਟੇਜ ਬਰਾਬਰ ਕਲਾ ਵਿੱਚ ਨਹੀਂ ਹੋ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ, ਅਭਿਆਸ 7.18 ਦਾ ਉੱਤਰ ਦੇਖੋ।

(b) ਜਦੋਂ ਸਰਕਟ ਖੰਡਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉੱਚ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਕਰੰਟ ਕੈਪੀਸਟਰ ਨੂੰ ਚਾਰਜਿਤ ਕਰਨ ਲਈ ਵਰਤਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜੋ ਚਿੰਗਾਰੀ (ਸਪਾਰਕ) ਤੋਂ ਬਚਾਅ ਕਰਦਾ ਹੈ, ਆਦਿ।

(c) dc ਕਰੰਟ ਲਈ, L ਦੀ ਪ੍ਰਤਿਵਾਧਾ ਉਪੇਖਣੀ ਹੈ ਅਤੇ C ਦੀ ਬਹੁਤ ਜ਼ਿਆਦਾ (ਅਨੰਤ) ਹੈ, ਇਸਲਈ dc ਕਰੰਟ ਸੰਕੇਤ C ਦੇ ਸਿਰੇ ਤੇ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਉੱਚ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ac ਕਰੰਟ ਲਈ, L ਦੀ ਪ੍ਰਤਿਵਾਧਾ ਉੱਚ ਹੈ ਅਤੇ C ਦੀ ਬਹੁਤ ਘੱਟ। ਇਸ ਲਈ ac ਕਰੰਟ ਸੰਕੇਤ L ਦੇ ਸਿਰੇ ਤੇ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

(d) ਸਥਾਈ ਅਵਸਥਾ dc ਕਰੰਟ ਲਈ L ਦਾ ਕੋਈ ਪ੍ਰਭਾਵ ਨਹੀਂ ਹੈ ਚਾਹੇ ਇਸ ਨੂੰ ਲੋਹੇ ਦੀ ਕੋਰ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਨਾਲ ਕਿਉਂ ਨਾ ਵਧਾਇਆ ਜਾਵੇ। ac ਕਰੰਟ ਲਈ, ਲੈਂਪ ਚੋਕ ਦੀ ਵਾਲਤੂ ਪ੍ਰਤਿਵਾਧਾ ਦੇ ਕਾਰਨ ਚਮਕ ਛਿਮ ਦਿਖਾਈ ਦੇਵੇਗੀ। ਇਥੇ ਲੋਹ-ਕੋਰ ਦੇ ਨਿਵੇਸ਼ਨ ਨਾਲ ਚੋਕ ਦੀ ਪ੍ਰਤਿਵਾਧਾ ਵਿਚ ਵਾਧਾ ਹੋਵੇਗਾ ਜਿਸ ਕਾਰਨ ਬਲਬ ਦੀ ਰੋਸ਼ਨੀ ਹੋਰ ਵੀ ਘੱਟ ਚਮਕ ਵਾਲੀ ਹੋ ਜਾਵੇਗੀ।

(e) ਸ਼ਕਤੀ ਦਾ ਖੈ ਕੀਤੇ ਬਿਨਾਂ ਇੱਕ ਚੋਕ ਕੁੰਡਲੀ ਟਿਊਬ ਦੇ ਆਲੇ ਦੁਆਲੇ ਵੋਲਟੇਜ ਨੂੰ ਘੱਟ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਪ੍ਰਤਿਰੋਧਕ ਤਾਪ ਊਰਜਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਸ਼ਕਤੀ ਦਾ ਖੈ ਕਰਦਾ ਹੈ।

7.23 400

7.24 ਪਣ ਬਿਜਲੀ ਸ਼ਕਤੀ $= h\rho g \times A \times v = h\rho g\,\beta$

ਜਿਥੇ $\beta = Av$ ਪ੍ਰਵਾਹ ਹੈ (ਕਿਸੇ ਕ੍ਰਾਸ ਸੈਕਸ਼ਨ ਦੇ ਪਾਰ ਵਗਦੇ ਪਾਣੀ ਦਾ ਆਇਤਨ ਪ੍ਰਤਿ ਸੈਕੰਡ)

ਉਪਲਬਧ ਬਿਜਲੀ ਸ਼ਕਤੀ $= 0.6 \times 300 \times 10^3 \times 9.8 \times 100 \text{ W}$

$= 176 \text{ MW}$

7.25 ਲਾਈਨ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ $= 30 \times 0.5 = 15\ \Omega$.

$$\text{ਲਾਈਨ ਵਿਚ rms ਕਰੰਟ} = \frac{800 \times 1000 \text{ W}}{4000 \text{ V}} = 200 \text{ A}$$

(a) ਲਾਈਨ ਵਿਚ ਬਿਜਲੀ ਖੈ $= (200 \text{ A})^2 \times 15\ \Omega = 600 \text{ kW}$.

(b) ਸੰਯੰਤਰ ਦੁਆਰਾ ਬਿਜਲੀ ਸਪਲਾਈ $= 800 \text{ kW} + 600 \text{ kW} = 1400 \text{ kW}$.

(c) ਲਾਈਨ ਵਿਚ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਡ੍ਰਾਪ $= 200 \text{ A} \times 15\ \Omega = 3000 \text{ V}$.
ਸੰਯੰਤਰ ਵਿਚ ਸਟੈਪ ਅਪ ਟ੍ਰਾਂਸਫਾਰਮਰ 440 V – 7000 V ਹੈ।

7.26 $$\text{ਕਰੰਟ} = \frac{800 \times 1000 \text{ W}}{40{,}000 \text{ V}} = 20 \text{ A}$$

(a) ਲਾਈਨ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਖੈ $= (20 \text{ A})^2 \times (15\ \Omega) = 6 \text{ kW}$.

(b) ਸੰਯੰਤਰ ਦੁਆਰਾ ਬਿਜਲੀ ਸਪਲਾਈ $= 800 \text{ kW} + 6 \text{ kW} = 806 \text{ kW}$.

(c) ਲਾਈਨ ਵਿਚ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਡ੍ਰਾਪ $= 20 \text{ A} \times 15\ \Omega = 300 \text{ V}$.
ਸੰਯੰਤਰ ਵਿਚ ਸਟੈਪ ਅਪ ਟ੍ਰਾਂਸਫਰਮਰ 440 V – 40, 300 V ਹੈ। ਇਹ ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ ਉੱਚ ਵੋਲਟੇਜ ਸੰਚਾਰ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਤੀਸ਼ਤ ਸ਼ਕਤੀ ਖੈ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਪਾਠ 7.25 ਵਿਚ, ਇਹ ਸ਼ਕਤੀ ਖੈ (600/1400) × 100 = 43% ਹੈ। ਇਸ ਪਾਠ ਵਿਚ ਸਿਰਫ਼ (6/806) × 100 = 0.74% ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਪਾਠ 8

8.1 (a) $C = \varepsilon_0 A/d = 80.1\text{pF}$

$$\frac{dQ}{dt} = C\frac{dV}{dt}$$

$$\frac{dV}{dt} = \frac{0.15}{80.1\times10^{-12}} = 1.87\times10^{9}\,\text{V s}^{-1}$$

(b) $i_d = \varepsilon_0 \frac{d}{dt}\Phi_E$. ਹੁਣ ਜਦੋਂ ਸਿਰਿਆਂ ਦੀਆਂ ਤਰੁੱਟੀਆਂ ਦੀ ਉਪੇਖਿਆ ਕਰ ਦਈਏ ਤਾਂ ਕੈਪੀਸਟਰ ਦੀਆਂ ਪਲੇਟਾਂ ਦੇ ਵਿਚ $\Phi_E = EA$

ਇਸਲਈ $i_d = \varepsilon_0 A \frac{d\Phi_E}{dt}$

$\therefore E = \frac{Q}{\varepsilon_0 A}$. $\therefore \frac{dE}{dt} = \frac{i}{\varepsilon_0 A}$, ਇਸਨੂੰ ਵਰਤ ਕੇ $i_d = i = 0.15$ A.

(c) ਜੀ ਹਾਂ, ਸ਼ਰਤ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਕਰੰਟ ਤੋਂ ਸਾਡਾ ਭਾਵ ਚਾਲਨ ਅਤੇ ਵਿਸਥਾਪਨ ਕਰੰਟ ਦਾ ਜੋੜ ਹੈ।

8.2 (a) $I_{rms} = V_{rms}\ \omega C = 6.9\mu\text{A}$

(b) ਹਾਂ, ਅਭਿਆਸ 8.1(b) ਦੀ ਵਿਉਤਪਤੀ ਤਦ ਹੀ ਸਹੀ ਹੋਵੇਗੀ ਜਦੋਂ i ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਡੋਲਨ ਕਰ ਰਿਹਾ ਹੋਵੇ।

(c) ਸੂਤਰ $B = \frac{\mu_0}{2\pi}\frac{r}{R^2} i_d$

ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਵੀ ਜਦੋਂ i_d (ਅਤੇ ਇਸਲਈ B) ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਡੋਲਨ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਸੂਤਰ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਉਹ ਕਲਾ ਵਿਚ ਡੋਲਨ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਕਿਉਂਕਿ $i_d = i$ ਇਸਲਈ

$B_0 = \frac{\mu_0}{2\pi}\frac{r}{R^2} i_0$, ਜਿਥੇ B_0 ਅਤੇ i_0 ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਡੋਲਨ ਕਰਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਦੇ ਆਯਾਮ ਹਨ। $i_0 = \sqrt{2}I_{rms} = 9.76\ \mu\text{A}$. $r = 3$ cm ਅਤੇ $R = 6$ cm; $B_0 = 1.63 \times 10^{-11}$ T.

8.3 ਨਿਰਵਾਤ ਵਿਚ ਸਾਰੀਆਂ ਬਿਜਲ-ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਚਾਲ ਬਰਾਬਰ ਹੈ। $c = 3 \times 10^8$ m s^{-1}.

8.4 **E** ਅਤੇ **B** x-y ਸਮਤਲ ਵਿੱਚ ਹਨ ਅਤੇ ਆਪਸ ਵਿਚ ਲੰਬਰੂਪ ਹਨ, 10 m.

8.5 ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਬੈਂਡ : 40 m – 25 m.

8.6 10^9 Hz

8.7 153 N/C

8.8 (a) 400 nT, 3.14×10^8 rad/s, 1.05 rad/m, 6.00 m.

(b) $\mathbf{E} = \{ (120\ \text{N/C}) \sin[(1.05\ \text{rad/m})]x - (3.14 \times 10^8\ \text{rad/s})t]\}$

$\mathbf{B} = \{ (400\ \text{nT}) \sin[(1.05\ \text{rad/m})]x - (3.14 \times 10^8\ \text{rad/s})t]\}\ \hat{\mathbf{k}}$

8.9 ਫੋਟਾਨ ਊਰਜਾ ($\lambda = 1$ m ਲਈ)

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

$$= \frac{6.63\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{1.6\times10^{-19}}\,\text{eV} = 1.24\times10^{-6}\,\text{eV}$$

ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮ ਦੇ ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਹੋਰ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈਆਂ ਲਈ ਫੋਟਾਨ ਊਰਜਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ 10 ਦੀਆਂ ਲਗਭਗ ਨੇੜਲੀਆਂ ਘਾਤਾਂ ਨਾਲ ਗੁਣਾ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਸ੍ਰੋਤ ਦੁਆਰਾ ਉਤਸਰਜਿਤ ਫੋਟਾਨ ਦੀ ਊਰਜਾ ਸ੍ਰੋਤ ਦੇ ਸੁਸੰਗਤ ਊਰਜਾ ਪੱਧਰਾਂ ਦੇ ਅੰਤਰਾਲ ਵਲ ਇਸ਼ਾਰਾ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ, ਫੋਟਾਨ ਊਰਜਾ = 1.24×10^{6} eV = 1.24 MeV ਦੇ ਸੰਗਤ ਤਰੰਗਲੰਬਾਈ $\lambda = 10^{-12}$ m ਹੈ। ਇਹ ਇਸ਼ਾਰਾ ਕਰਦੀ ਹੈ ਕਿ ਨਾਭਿਕੀ ਊਰਜਾ ਪੱਧਰਾਂ ਵਿੱਚ (ਜਿਹਨਾਂ ਪੱਧਰਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਟਰਾਂਜ਼ੀਸ਼ਨ ਕਾਰਨ γ ਕਿਰਨਾਂ ਪੈਦ ਹੁੰਦੀਆ ਹਨ) ਨਮੂਨੇ ਵਜੋਂ ਲਗਭਗ 1 MeV ਦਾ ਊਰਜਾ ਅੰਤਰਾਲ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ, ਦ੍ਰਿਸ਼ ਤਰੰਗਲੰਬਾਈ $\lambda = 5\times10^{-7}$ m ਦੇ ਸੰਗਤ ਫੋਟਾਨ ਊਰਜਾ = 2.5 eV ਹੈ। ਇਹ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਊਰਜਾ ਪੱਧਰਾਂ (ਜਿਹਨਾਂ ਪੱਧਰਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਟਰਾਂਜੀਸ਼ਨ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਵਿਕਿਰਣ ਦਿੰਦਾ ਹੈ) ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਨਮੂਨੇ ਵਜੋਂ ਕੁਝ eV ਦਾ ਅੰਤਰਾਲ ਹੈ।

8.10 (a) $\lambda = (c/\nu) = 1.5\times10^{-2}$ m

(b) $B_0 = (E_0/c) = 1.6\times10^{-7}$ T

(c) **E** ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ ਘਣਤਾ $u_E = (1/2)\varepsilon_0 E^2$

B ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ ਘਣਤਾ $u_B = (1/2\mu_0)B^2$

$E = cB$ ਅਤੇ $c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0\varepsilon_0}}$ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਨਾਲ $u_E = u_B$

8.11 (a) $-\,\mathbf{j}$. (b) 3.5 m. (c) 86 MHz. (d) 100 nT.

(e) {(100 nT) cos[(1.8 rad/m)y + (5.4×10^{6} rad/s)t]}

8.12 (a) 0.4 W/m², (b) 0.004 W/m²

8.13 ਤਾਪਮਾਨ T ਦਾ ਪਿੰਡ, ਤਰੰਗਲੰਬਾਈ ਦਾ ਇੱਕ ਲਗਾਤਾਰ ਸੈਪਕਟ੍ਰਮ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਦੇ ਲਈ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਅਧਿਕਤਮ ਤੀਬਰਤਾ ਦੇ ਸੰਗਤ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਪਲਾਂਕ ਨਿਯਮ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਦਿੱਤੀ ਗਈ ਹੈ : λ_m=0.29 cm K/T. λ_m=10^{-6} m, T = 2900 K ਦੇ ਲਈ। ਹੋਰ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਸੰਗਤ ਤਾਪਮਾਨ ਵੀ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤੇ ਜਾ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਸੰਖਿਆਵਾਂ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮ ਦੇ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਭਾਗਾਂ ਵਿੱਚ ਵਿਕਰਣਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਾਪਤੀ ਲਈ ਤਾਪਮਾਨ ਰੇਂਜ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਦੱਸਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਕਿਰਣ ਦੀ ਪ੍ਰਾਪਤੀ ਲਈ, ਮੰਨ ਲਉ $\lambda = 5\times10^{-7}$ m ਤਾਂ ਸ੍ਰੋਤ ਦਾ ਤਾਪਮਾਨ ਲਗਭਗ 6000 K ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। *ਧਿਆਨ ਦਿਓ*: ਕਿ ਘੱਟ ਤੋਂ ਘੱਟ ਤਾਪਮਾਨ ਵੀ ਇਸ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਨੂੰ ਪੈਦਾ ਕਰੇਗਾ ਪਰ ਉਸਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਸਭ ਤੋਂ ਵੱਧ ਨਹੀਂ ਹੋਵੇਗੀ।

8.14 (a) ਰੇਡੀਓ (ਲਘੂ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਸਿਰਾ)

(b) ਰੇਡੀਓ (ਲਘੂ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਸਿਰਾ)

(c) ਸੂਖਮ ਤਰੰਗਾਂ

(d) ਦ੍ਰਿਸ਼ ਵਿਕਿਰਣਾਂ (ਪੀਲਾ)

(e) X-ਕਿਰਨਾਂ (ਜਾਂ ਸਾਫਟ γ-ਕਿਰਨ) ਖੇਤਰ

8.15 (a) ਆਇਨਮੰਡਲ ਇਹਨਾਂ ਬੈਂਡਾ ਦੀਆਂ ਤਰੰਗਾਂ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਕਰਦਾਹੈ।

(b) ਦੂਰਦਰਸ਼ਨ ਸੰਕੇਤ ਆਇਨਮੰਡਲ ਦੁਆਰਾ ਸਮੁਚਿਤ ਰੂਪ ਵਿਚ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੇ ਹਨ (ਪਾਠ ਪੁਸਤਕ ਦੇਖੋ) ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪਰਾਵਰਤਨ ਉਪਗ੍ਰਹਿਆਂ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

(c) ਵਾਯੂ ਮੰਡਲ X-ਕਿਰਨਾਂ ਨੂੰ ਸੋਖਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂਕਿ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਅਤੇ ਰੇਡੀਓ ਤਰੰਗਾਂ ਇਸ ਵਿਚੋਂ ਪਾਰ ਜਾ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ।

(d) ਇਹ ਸੂਰਜ ਤੋਂ ਉਤਸਰਜਿਤ ਪਰਾਬੈਂਗਣੀ ਵਿਕਿਰਣਾਂ ਨੂੰ ਸੋਖਿਤ ਕਰ ਲੈਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਧਰਤੀ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਪੁੱਜਨ ਤੋਂ ਰੋਕਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਜੀਵਨ ਨੂੰ ਨਸ਼ਟ ਹੋਣ ਤੋਂ ਬਚਾਉਂਦਾ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(e) ਵਾਯੂਮੰਡਲ ਦੇ ਗ੍ਰੀਨ ਹਾਊਸ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੀ ਗੈਰ ਹਾਜ਼ਰੀ ਦੇ ਕਾਰਨ ਧਰਤੀ ਦਾ ਤਾਪਮਾਨ ਘੱਟ ਹੋ ਜਾਵੇਗਾ।

(f) ਨਾਭਿਕੀ ਵਿਸ਼ਵ ਯੁੱਧ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਬੱਦਲ ਸ਼ਾਇਦ ਅਕਾਸ਼ ਦੇ ਵੱਡੇ ਭਾਗ ਨੂੰ ਢੱਕ ਲੈਣਗੇ ਅਤੇ ਵਿਸ਼ਵ ਦੇ ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਹਿੱਸਿਆਂ ਵਿਚ ਸੂਰਜੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨਹੀਂ ਪੁੱਜਣ ਦੇਣਗੇ। ਇਸ ਕਾਰਨ ਸ਼ੀਤਕਾਲ ਆਰੰਭ ਹੋ ਜਾਵੇਗਾ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨ

(ਬਾਰ੍ਹਵੀਂ ਸ਼੍ਰੇਣੀ ਲਈ)

ਭਾਗ – II

ਪੰਜਾਬ ਸਕੂਲ ਸਿੱਖਿਆ ਬੋਰਡ
ਸਾਹਿਬਜ਼ਾਦਾ ਅਜੀਤ ਸਿੰਘ ਨਗਰ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

© ਪੰਜਾਬ ਸਰਕਾਰ

ਪਹਿਲਾ ਐਡੀਸ਼ਨ :.................. 2017
ਕਾਪੀਆਂ 5,000

[This book has been adopted with the kind permission of the National Council of Education Research and Training, New Delhi] All rights, including those of translation, reproduction and annotation etc. are reserved by the Punjab Government

ਸੰਯੋਜਕ : ਉਪਨੀਤ ਕੌਰ ਗਰੇਵਾਲ, (ਵਿਸ਼ਾ ਮਾਹਿਰ)
ਪੰਜਾਬ ਸਕੂਲ ਸਿੱਖਿਆ ਬੋਰਡ
ਚਿੱਤਰਕਾਰ : ਮਨਜੀਤ ਸਿੰਘ ਢਿੱਲੋਂ, ਪ.ਸ.ਸ.ਬ

ਚੇਤਾਵਨੀ

1. ਕੋਈ ਵੀ ਏਜੰਸੀ-ਹੋਲਡਰ ਵਾਧੂ ਪੈਸੇ ਵਸੂਲਣ ਦੇ ਮੰਤਵ ਨਾਲ ਪਾਠ – ਪੁਸਤਕਾਂ ਤੇ ਜਿਲਦ-ਸਾਜ਼ੀ ਨਹੀਂ ਕਰ ਸਕਦਾ (ਏਜੰਸੀ-ਹੋਲਡਰਾਂ ਨਾਲ ਹੋਏ ਸਮਝੌਤੇ ਦੀ ਧਾਰਾ ਨੰ. 7 ਅਨੁਸਾਰ)।

2. ਪੰਜਾਬ ਸਕੂਲ ਸਿੱਖਿਆ ਬੋਰਡ ਦੁਆਰਾ ਛਪਾਈਆਂ ਅਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਤ ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕਾਂ ਦੇ ਜਾਅਲੀ ਨਕਲੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਨਾਂ (ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕਾਂ) ਦੀ ਛਪਾਈ, ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਨ, ਸਟਾਕ ਕਰਨਾ, ਜਮ੍ਹਾਂਖੋਰੀ ਜਾਂ ਵਿਕਰੀ ਆਦਿ ਕਰਨਾ ਭਾਰਤੀ ਦੰਡ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਦੇ ਅੰਤਰਗਤ ਫੌਜਦਾਰੀ ਜੁਰਮ ਹੈ।

(ਪੰਜਾਬ ਸਕੂਲ ਸਿੱਖਿਆ ਬੋਰਡ ਦੀਆਂ ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕਾਂ ਬੋਰਡ ਦੇ ਵਾਟਰ ਮਾਰਕ ਵਾਲੇ ਕਾਗਜ਼ ਉੱਪਰ ਹੀ ਛਪਾਈਆਂ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ।)

ਮੁੱਲ :154.00 ਰੁਪਏ

ਸਕੱਤਰ, ਪੰਜਾਬ ਸਕੂਲ ਸਿੱਖਿਆ ਬੋਰਡ, ਵਿੱਦਿਆ ਭਵਨ, ਫੇਜ਼-8, ਸਾਹਿਬਜ਼ਾਦਾ ਅਜੀਤ ਸਿੰਘ ਨਗਰ- 160062
ਰਾਹੀਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਤ ਅਤੇ ਮੈਸ. ਮਨੂਜਾ ਪ੍ਰਿੰਟਪੈਕ, ਜਲੰਧਰ ਦੁਆਰਾ ਛਾਪੀ ਗਈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

10+2 ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨ (ਫਿਜ਼ਿਕਸ) ਦੀ ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕ ਦੀ PSEB ਦੀ ਸੋਧ ਕਮੇਟੀ

1. ਸ਼੍ਰੀ ਯੋਗੇਸ਼ ਕੁਮਾਰ (ਲੈਕਚਰਾਰ ਫਿਜ਼ਿਕਸ) ਸ. ਕੰ. ਸ. ਸ. ਸਕੂਲ, ਅਲਾਵਲਪੁਰ (ਜਲੰਧਰ)।
2. ਸ਼੍ਰੀ ਪਰਮਜੀਤ ਸਿੰਘ (ਲੈਕਚਰਾਰ ਫਿਜਿਕਸ) ਸ. ਕੰ. ਸ. ਸ. ਸਕੂਲ, ਫਿਲੌਰ (ਜਲੰਧਰ)।
3. ਸ਼੍ਰੀ ਮਨਦੀਪ ਸਿੰਘ ਕਾਹਲੋਂ (ਲੈਕਚਰਾਰ ਫਿਜਿਕਸ) ਸ. ਕੰ. ਸ. ਸ. ਸਕੂਲ, ਨਕੋਦਰ (ਜਲੰਧਰ)।
4. ਸ਼੍ਰੀ ਸੰਦੀਪ ਸਾਗਰ (ਲੈਕਚਰਾਰ ਫਿਜਿਕਸ) ਸ. ਸ. ਸ. ਸ, ਆਦਮਪੁਰ (ਜਲੰਧਰ)।
5. ਸ੍ਰੀ ਸੰਜੀਵਨ ਸਿੰਘ ਡਢਵਾਲ, ਮੁੱਖ ਅਧਿਆਪਕ, ਸ. ਹ. ਸ. ਪਤਾਰਾ, ਜਲੰਧਰ।
6. ਸ਼੍ਰੀ ਉਦਯ ਠਾਕੁਰ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਵਿਸ਼ਾ ਸੂਚੀ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਦੋ ਸ਼ਬਦ

ਪੰਜਾਬ ਸਕੂਲ ਸਿੱਖਿਆ ਬੋਰਡ ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕਾਂ ਅਤੇ ਪਾਠ-ਕ੍ਰਮਾਂ ਨੂੰ ਸੋਧਣ ਅਤੇ ਤਿਆਰ ਕਰਨ ਦੇ ਕੰਮ ਵਿੱਚ ਨਿਰੰਤਰ ਜੁੱਟਿਆ ਹੋਇਆ ਹੈ। ਅੱਜ ਜਿਸ ਦੌਰ ਵਿੱਚੋਂ ਅਸੀਂ ਲੰਘ ਰਹੇ ਹਾਂ, ਉਸ ਵਿੱਚ ਬੱਚਿਆ ਨੂੰ ਸਹੀ ਵਿੱਦਿਆ ਦੇਣਾ ਮਾਪਿਆਂ ਅਤੇ ਅਧਿਆਪਕਾਂ ਦੀ ਸਾਂਝੀ ਜ਼ਿੰਮੇਵਾਰੀ ਬਣਦੀ ਹੈ। ਇਸੇ ਜ਼ਿੰਮੇਵਾਰੀ ਅਤੇ ਵਿੱਦਿਅਕ ਜ਼ਰੂਰਤਾਂ ਨੂੰ ਸਮਝਦਿਆਂ ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨ ਵਿਸ਼ੇ ਦੀਆਂ ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕਾਂ ਅਤੇ ਪਾਠ-ਕ੍ਰਮ ਵਿੱਚ ਨੈਸ਼ਨਲ ਕਰੀਕੁਲਮ ਫਰੇਮਵਰਕ-2005 ਅਨੁਸਾਰ ਕੁੱਝ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਪਰਿਵਰਤਨ ਕੀਤੇ ਗਏ ਹਨ।

ਸਕੂਲ ਕਰੀਕੁਲਮ ਵਿੱਚ ਵਿਗਿਆਨ ਵਿਸ਼ੇ ਦਾ ਯੋਗਦਾਨ ਬਹੁਤ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦੇ ਲੋੜੀਂਦੇ ਨਤੀਜੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ ਚੰਗੀ ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕ ਦਾ ਹੋਣਾ ਪਹਿਲੀ ਜ਼ਰੂਰਤ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕ ਵਿਚ ਵਿਸ਼ਾ ਸਮੱਗਰੀ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਥਾਪਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ਜਿਸ ਨਾਲ ਵਿਦਿਆਰਥੀਆਂ ਦੀ ਤਰਕ ਸ਼ਕਤੀ ਤਾਂ ਪ੍ਰਫੁਲਿਤ ਹੋਵੇਗੀ ਹੀ ਸਗੋਂ ਵਿਸ਼ੇ ਨੂੰ ਸਮਝਣ ਦੀ ਯੋਗਤਾ ਵਿੱਚ ਵੀ ਵਾਧਾ ਹੋਵੇਗਾ। ਅਭਿਆਸ ਦੇ ਪ੍ਰਸ਼ਨ ਵਿਦਿਆਰਥੀਆਂ ਦੇ ਮਾਨਸਿਕ ਪੱਧਰ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਤਿਆਰ ਕੀਤੇ ਗਏ ਹਨ। ਇਹ ਪੁਸਤਕ ਰਾਸ਼ਟਰੀ ਵਿੱਦਿਆ ਖੋਜ ਅਤੇ ਸਿਖਲਾਈ ਸੰਸਥਾ (ਐਨ.ਸੀ.ਈ.ਆਰ.ਟੀ.) ਵੱਲੋਂ ਬਾਰ੍ਹਵੀਂ ਸ਼੍ਰੇਣੀ ਲਈ ਤਿਆਰ ਕੀਤੀ ਗਈ ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨ ਵਿਸ਼ੇ ਦੀ ਪੁਸਤਕ ਦੀ ਅਨੁਸਾਰਤਾ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਕਦਮ ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਇਕਸਾਰਤਾ ਲਿਆਉਣ ਲਈ ਚੁੱਕਿਆ ਗਿਆ ਹੈ ਤਾਂ ਜੋ ਵਿਦਿਆਰਥੀਆਂ ਨੂੰ ਰਾਸ਼ਟਰੀ ਪੱਧਰ ਦੇ ਇਮਤਿਹਾਨਾਂ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਵੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀ ਔਕੜ ਨਾ ਆਵੇ।

ਇਸ ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕ ਨੂੰ ਵਿਦਿਆਰਥੀਆਂ ਅਤੇ ਅਧਿਆਪਕਾਂ ਦੇ ਲਈ ਵੱਧ ਤੋਂ ਵੱਧ ਉਪਯੋਗੀ ਬਣਾਉਣ ਦਾ ਭਰਪੂਰ ਯਤਨ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਪੁਸਤਕ ਨੂੰ ਹੋਰ ਚੰਗੇਰਾ ਬਣਾਉਣ ਲਈ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚੋਂ ਆਏ ਸੁਝਾਵਾਂ ਦਾ ਸਤਿਕਾਰ ਕੀਤਾ ਜਾਵੇਗਾ।

ਚੇਅਰਮੈਨ
ਪੰਜਾਬ ਸਕੂਲ ਸਿੱਖਿਆ ਬੋਰਡ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕ ਵਿਕਾਸ ਸੰਮਤੀ / ਕਮੇਟੀ

ਪ੍ਰਧਾਨ ਵਿਗਿਆਨ ਅਤੇ ਗਣਿਤ ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕਾਂ ਦੀ ਸਲਾਹਕਾਰ ਕਮੇਟੀ।

ਜੇ.ਟੀ ਕਾਰਲੀਕਰ, ਐਮੀਰਾਈਟਸ ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ, ਅੰਤਰ-ਵਿਸ਼ਵ ਵਿਦਿਆਲਿਆ ਕੇਂਦਰ :- ਖਗੋਲ-ਵਿਗਿਆਨ ਅਤੇ ਖਗੋਲ ਭੌਤੀਕ (ਆਈ.ਯੂ.ਸੀ.ਏ.ਏ) ਗਣੇਸ਼ ਖਿੰਡ ਪੂਨਾ ਵਿਦਿਆਲਿਆ

ਮੁੱਖ ਸਲਾਹਕਾਰ

- ਏ ਡਬਲਿਊ ਜੋਸ਼ੀ, ਔਨਰੇਰੀ ਵਿਜਿਟਿਗ ਸਾਇੰਟਿਸਟ ਐਨ.ਸੀ.ਆਰ.ਏ ਪੂਨਾ ਵਿਦਿਆਲਿਆ

ਮੈਂਬਰ

- ਅੰਜਲੀ ਕਸ਼ੀਰਸਾਗਰ ਰੀਡਰ, ਭੌਤਿਕੀ ਵਿਭਾਗ ਪੂਨਾ ਵਿਦਿਆਲਿਆ ਪੂਨਾ।
- ਅਤੁਲ ਮੋਦੀ, ਲੈਕਚਰਰ (ਐਸ.ਜੀ) ਵੀ ਈ ਐਸੀ ਕਲਾ ਵਿਗਿਆਨ ਅਤੇ ਕਾਮਰਸ ਮਹਾਵਿਦਿਆਲਿਆ ਮੁੰਬਈ
- ਅਨੁਰਾਧਾ ਮਾਥੁਰ ਪੀ.ਜੀ.ਟੀ ਮਾਡਰਨ ਸਕੂਲ ਬਸੰਤ ਵਿਹਾਰ ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।
- ਅਲਕਾਖਰੇ, ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ, ਭੌਤਿਕੀ ਵਿਭਾਗ, ਭਾਰਤੀ ਪ੍ਰਦਯੋਗੀ ਸੰਸਥਾਨ ਗੁਵਾਹਾਟੀ।
- ਆਰ.ਜੋਸ਼ੀ, ਲੈਕਚਰਰ (ਐਸ.ਜੀ) ਡੀ. ਈ. ਐਸ. ਐਮ. ਐਨ. ਸੀ. ਈ. ਆਰ. ਟੀ. , ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।
- ਏ.ਕੇ.ਘਟਕ ਐਸੀਰੇਟਸ ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ, ਭੌਤਿਕੀ ਵਿਭਾਗ, ਭਾਰਤੀ ਪ੍ਰਦਯੋਗਕੀ ਸੰਸਥਾਨ ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।
- ਐਚ. ਸੀ ਪ੍ਰਧਾਨ, ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ ਹੋਮੀ ਭਾਵਾ ਵਿਗਿਆਨ ਸਿਖਿਆ ਕੇਂਦਰ (ਟੀ. ਆਈ. ਐਫ. ਆਰ. ਮੁੰਬਈ)।
- ਐਨ ਪੰਚਪਕੇਸਨ ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ (ਸੇਵਾ-ਮੁਕਤ) ਭੌਤਿਕੀ ਅਤੇ ਖਗੋਲ-ਭੌਤਿਕੀ ਵਿਭਾਗ, ਦਿੱਲੀ ਵਿਸ਼ਵਵਿਦਿਆਲਿਆ ਦਿੱਲੀ।
- ਐਸ-ਐਨ ਪ੍ਰਭਾਕਰ, ਪੀ ਜੀ ਟੀ ਡੀ ਐਮ ਸਕੂਲ, ਖੇਤਰੀ ਸਿਖਿਆ ਸੰਸਥਾਨ, ਐਨ. ਸੀ. ਈ. ਆਰ. ਟੀ ਮੈਸੂਰ।
- ਐਸ.ਕੇ. ਉਪਾਧਿਆਇ.ਪੀ.ਜੀ.ਟੀ. ਜਵਾਹਰ ਨਵੋਦਿਆ ਵਿਦਿਆਲਿਆ ਮੁਜਫ਼ਰਨਗਰ
- ਐਸ.ਕੇ.ਦਾਸ.ਰੀਡਰ, ਡੀ. ਈ. ਐਸ. ਐਮ, ਐਨ. ਸੀ. ਈ. ਆਰ. ਟੀ ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।
- ਐਸ ਰਾਇ ਚੋਧਰੀ, ਪ੍ਰੋਫ਼ੈਸਰ, ਭੌਤਿਕੀ ਅਤੇ ਖਗੋਲ ਭੌਤਿਕੀ ਵਿਗਿਆਨ ਦਿੱਲੀ ਵਿਸ਼ਵਵਿਦਿਆਲਿਆ, ਦਿੱਲੀ।
- ਚਿੱਤਰਾਂ ਗੋਇਲ ਪੀ-. ਜੀ. ਟੀ ਰਾਜਕੀ ਪ੍ਰਤਿਭਾ ਵਿਕਾਸ ਵਿਦਿਆਲਿਆ ਤਿਆਗਰਾਜ ਨਗਰ ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।
- ਬੀ. ਕੇ. ਸ਼ਰਮਾਂ, ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ ਡੀ. ਈ. ਐਸ. ਐਮ, ਐਨ.ਸੀ. ਈ. ਆਰ. ਟੀ, ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।
- ਵਿਸ਼ਵਜੀਤ ਕੁਲਕਰਨੀ ਟੀਚਰ (ਗ੍ਰੇਡ-1) ਹਾਇਰ ਸੈਕੰਡਰੀ ਵਿਭਾਗ, ਸ੍ਰੀਮਤੀ ਪਾਰਵਤੀਬਾਈ ਚੋਗੁਲੇ ਮਹਾਂਵਿਦਿਆਲਿਆ ਮਾਰਗੋ ਗੋਵਾ
- ਵੀ. ਐਚ, ਰਾਇਬਾਗਕਰ, ਰੀਡਰ ਨੌਵਰੋਸਜੀ ਵਾਡੀਆ ਮਹਾਂਵਿਦਿਆਲਿਆ ਪੁਣੇ।

ਮੈਂਬਰ ਸੰਯੋਜਕ (ਅੰਗ੍ਰੇਜੀ ਸੰਸਕਰਣ)

- ਵੀ. ਪੀ ਸ੍ਰੀਵਾਸਤਵ, ਡੀ. ਈ. ਐਸ. ਐਮ, ਐਨ. ਸੀ. ਈ. ਆਰ. ਟੀ, ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।

ਹਿੰਦੀ ਅਨੁਵਾਦਕ

- ਆਰ. ਐਸ, ਦਾਸ (ਰਿਟਾਇਰਡ) ਉੱਪ ਪ੍ਰਧਾਨਾਚਾਰਿਜ (Vice Principal) ਬਲਵੰਤ ਰਾਇ ਮਹਿਤਾ ਵਿਦਿਆਭਵਨ ਸੀਨੀਅਰ ਸੈਕੰਡਰੀ ਸਕੂਲ ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।
- ਕਨਹੀਆ ਲਾਲ (ਰਿਟਾਇਰਡ) ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ, ਸਿਖਿਆ, ਨਿਰਦੇਸ਼ਆਲਿਆ ਰਾਜਧਾਨੀ ਖੇਤਰ ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।
- ਜੇ. ਪੀ. ਅਗਰਵਾਲ ਰਿਟਾਇਰਡ ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ ਸਿਖਿਆ ਨਿਰਦੇਸ਼ਆਲਿਆ ਰਾਸ਼ਟਰੀ ਰਾਜਧਾਨੀ ਖੇਤਰ ਦਿੱਲੀ।
- ਸ਼ਸ਼ੀ ਪ੍ਰਭਾ ਲੈਕਚਰਰ ਡੀ. ਈ. ਐਸ. ਐਸ, ਐਨ. ਸੀ. ਈ. ਆਰ. ਟੀ, ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।

ਮੈਂਬਰ ਸੰਯੋਜਕ :

- ਗਗਨ ਗੁਪਤਾ ਰੀਡਰ. ਡੀ.ਈ. ਐਸ.ਐਮ, ਐਨ. ਸੀ. ਈ. ਆਰ. ਟੀ. ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।
- ਵੀ. ਪੀ. ਸ੍ਰੀ ਵਾਸਤਵਾ ਰੀਡਰ ਡੀ. ਈ. ਐਸ. ਐਮ. ਐਨ. ਸੀ. ਈ. ਆਰ. ਟੀ. ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਅਧਿਆਇ 9

ਕਿਰਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਕੀ ਅਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਯੰਤਰ (Ray Optics and Optical Instruments)

9.1 ਭੂਮਿਕਾ (INTRODUCTION)

ਕੁਦਰਤ ਨੇ ਮਨੁੱਖੀ ਅੱਖ (ਦਰਿਸ਼ਟੀ ਪਟਲ ਜਾਂ ਰੇਟਿਨਾ) ਨੂੰ ਬਿਜਲ-ਚੁੰਬਕੀ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮ ਦੇ ਇੱਕ ਛੋਟੇ ਭਾਗ ਦੀਆਂ ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਨੂੰ ਹੀ ਵੇਖਣ ਦੀ ਸੰਵੇਦਨਸ਼ੀਲਤਾ ਦਿੱਤੀ ਹੈ। ਇਸ ਬਿਜਲ-ਚੁੰਬਕੀ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਤ ਵਿਕਿਰਣਾਂ (ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਲੱਗਪਗ 400 nm ਤੋਂ 750 nm) ਨੂੰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ।ਮੁੱਖ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਅਤੇ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਦੀ ਸੰਵੇਦਨਾ ਸਦਕਾ ਹੀ ਅਸੀਂ ਆਪਣੇ ਆਲੇ ਦੁਆਲੇ ਦੇ ਸੰਸਾਰ ਨੂੰ ਸਮਝਦੇ ਅਤੇ ਉਸਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ।

ਆਪਣੇ ਆਮ ਤਜਰਬੇ ਤੋਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਸੰਬੰਧ ਵਿੱਚ ਆਪਣੇ ਸਹਿਜ ਗਿਆਨ ਸਦਕਾ ਦੋ ਗੱਲਾਂ ਦਾ ਉਲੇਖ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਪਹਿਲਾ ਕਿ ਇਹ ਬਹੁਤ ਤੇਜ਼ ਗਤੀ ਨਾਲ ਚੱਲਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਦੂਜਾ, ਇਹ ਸਰਲ ਰੇਖੀ ਗਤੀ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤੱਥ ਨੂੰ ਸਮਝਣ ਲਈ ਲੋਕਾਂ ਨੂੰ ਕੁੱਝ ਸਮਾਂ ਲੱਗਿਆ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ (c) ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਨੂੰ ਮਾਪਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਵਰਤਮਾਨ ਵਿੱਚ ਇਸ ਦਾ ਨਿਰਵਾਤ ਵਿੱਚ ਸਵੀਕਾਰਿਤ ਮਾਨ $c=2.99792458x10^8$ ms^{-1} ਹੈ। ਕਈ ਉਦੇਸ਼ਾਂ ਲਈ ਇਸ ਦਾ ਮਾਨ $3x10^8$ ms^{-1} ਹੀ ਕਾਫੀ ਹੈ। ਨਿਰਵਾਤ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਕੁਦਰਤ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਉੱਚਤਮ ਚਾਲ ਹੈ।

ਸਾਡਾ ਅੰਦਰੂਨੀ ਅਨੁਭਵ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸਿੱਧੀ ਰੇਖਾ ਵਿੱਚ ਚੱਲਦਾ ਹੈ (ਜੋ ਕੁੱਝ ਅਸੀਂ ਅਧਿਆਇ-8 ਵਿੱਚ ਸਿੱਖਿਆ ਸੀ) ਦਾ ਖੰਡਨ ਕਰਦਾ ਹੋਈਆ ਜਾਪਦਾ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਉੱਥੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਬਿਜਲ-ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਮੰਨਿਆ ਸੀ ਜਿਸ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮ ਦੇ ਦਿਸਣਯੋਗ ਹਿੱਸੇ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਦੋਨਾਂ ਤੱਥਾਂ ਦਾ ਮਿਲਾਣ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੀਤਾ ਜਾਵੇ ? ਇਸ ਦਾ ਉੱਤਰ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਰੋਜ਼ਾਨਾ ਜੀਵਨ ਦੀਆਂ ਆਮ ਵਸਤੂਆਂ ਦੇ ਆਕਾਰ (ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਕੁੱਝ ਸੈਂਟੀਮੀਟਰ ਕੋਟੀ ਜਾਂ ਇਸ ਤੋਂ ਵੱਧ) ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਤੁਸੀਂ ਅਧਿਆਇ 10 ਵਿੱਚ ਸਿੱਖੋਗੇ ਕਿ ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗ ਨੂੰ ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਦੂਸਰੇ ਬਿੰਦੂ ਤੱਕ ਕਿਸੇ ਸਰਲ ਰੇਖਾ ਦੇ ਨਾਲ-2 ਚਲਦਾ ਹੋਇਆ ਮੰਨਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪੱਥ ਨੂੰ *ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਨ* (ray of light) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀਆਂ ਕਿਰਨਾਂ ਦੇ ਸਮੂਹਾਂ ਤੋਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੁੰਜ (beam of light) ਬਣਦਾ ਹੈ।

ਇਸ ਅਧਿਆਇ ਵਿੱਚ, ਅਸੀਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਕਿਰਨ ਰੂਪ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਦੇ ਹੋਏ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਪਰਾਵਰਤਨ, ਅਪਵਰਤਨ ਅਤੇ ਵਿਖੇਪਨ ਦੇ ਵਰਤਾਰੇ ਬਾਰੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਾਂਗੇ। ਪਰਾਵਰਤਨ ਅਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਦੇ ਮੂਲ ਨਿਯਮਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਦੇ ਹੋਏ ਅਸੀਂ ਸਮਤਲ ਅਤੇ ਗੋਲਾਕਾਰ ਪਰਾਵਰਤੀ ਅਤੇ ਅਪਵਰਤੀ ਸਤ੍ਹਾਵਾਂ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬਾਂ ਦੀ ਰਚਨਾ ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਕਰਾਂਗੇ। ਇਸ ਉਪਰੰਤ ਅਸੀਂ ਮਨੁੱਖੀ ਅੱਖ ਸਹਿਤ ਕੁੱਝ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਯੰਤਰਾਂ ਦੀ ਰਚਨਾ ਅਤੇ ਕਾਰਜ ਵਿਧੀ ਦਾ ਵਰਣਨ ਕਰਾਂਗੇ।

ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਕਿਣਕਾ ਮਾਡਲ (PARTICLE Model of Light)

ਨਿਊਟਨ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਗਹਿਰਾ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਕਾਰਜ ਅਤੇ ਸਿਧਾਂਤਕ ਅਧਿਐਨ ਅਕਸਰ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਗਣਿਤ, ਯਾਂਤਰਕਿ ਅਤੇ ਗੁਰਤਾਕਰਸ਼ਣ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਮੌਲਿਕ ਯੋਗਦਾਨਾਂ ਨੂੰ ਧੁੰਦਲਾ ਕਰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਕੀ ਦੇ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਮਾਰਗ ਦਰਸ਼ਕ ਯੋਗਦਾਨ ਦਿੱਤਾ। ਦਕਾਰਤੇ (Descartes) ਦੁਆਰਾ ਪੇਸ਼ ਕਿਣਕਾ ਮਾਡਲ ਨੂੰ ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਹੋਰ ਵਿਕਸਤ ਕੀਤਾ। ਇੱਸ ਵਿੱਚ ਇਹ ਮੰਨਿਆ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਊਰਜਾ ਛੋਟੇ-ਛੋਟੇ ਕਣਾਂ ਵਿੱਚ ਸੰਗਠਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਜਿਹਨਾਂ ਨੂੰ ਉਹਨਾਂ ਨੇ *ਕਣਿਕਾਵਾਂ* (corpuscle) ਕਿਹਾ। ਨਿਊਟਨ ਨੇ ਇਹ ਵੀ ਕਲਪਨਾ ਕੀਤੀ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀਆਂ ਕਣਿਕਾਵਾਂ ਪੁੰਜ ਰਹਿਤ ਕਣ ਹਨ।ਆਪਣੇ ਯੰਤਰਿਕੀ ਦੇ ਗਿਆਨ ਅਨੁਸਾਰ ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਪਰਾਵਰਤਨ ਅਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਦਾ ਸਰਲ ਮਾਡਲ ਪੇਸ਼ ਕੀਤਾ। ਇਹ ਇੱਕ ਆਮ ਪ੍ਰੇਖਣ ਹੈ ਕਿ ਜਦੋਂ ਕੋਈ ਗੇਂਦ ਕਿਸੇ ਚੀਕਣੇ ਸਮਤਲ ਤਲ /ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਟਕਰਾ ਕੇ ਵਾਪਿਸ ਪਰਤਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਉਹ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦੇ ਨਿਯਮਾਂ ਦਾ ਪਾਲਣ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਜਦੋਂ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਇਹ ਟੱਕਰ ਇਲਾਸਟਿਕ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਵੇਗ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਨਹੀਂ ਬਦਲਦਾ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਸਤ੍ਹਾ ਚਿੱਕਣੀ ਹੈ, ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਕੋਈ ਬਲ ਕਾਰਜ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ, ਸਿੱਟੇ ਵਜੋਂ ਸੰਵੇਗ ਦਾ ਇਸ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਘਟਕ ਵੀ ਅਪਰਵਰਤਿਤ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਕੇਵਲ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਲੰਬਾਤਕਮ ਘਟਕ, ਭਾਵ ਸੰਵੇਗ ਦਾ ਲੰਬਾਤਮਕ ਘਟਕ ਹੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਵਿੱਚ ਉਲਟ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਨਿਊਟਨ ਨੇ ਤਰਕ ਦਿੱਤਾ ਕਿ ਦਰਪਣਾਂ ਜਿਹੀਆਂ ਚਿੱਕਣੀਆਂ ਸਤਾਵਾਂ, ਕਣਿਕਾਵਾਂ ਨੂੰ ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ।

ਅਪਵਰਤਨ ਦੇ ਵਰਤਾਰੇ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕਰਨ ਲਈ ਨਿਊਟਨ ਨੇ ਸਵੈਸਿੱਧ ਪੇਸ਼ ਕੀਤਾ ਕਿ ਕਣਿਕਾਵਾਂ ਦੀ ਚਾਲ ਪਾਣੀ ਜਾਂ ਕੱਚ ਵਿੱਚ, ਹਵਾ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਵੱਧ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਹਾਲਾਂਕਿ ਬਾਅਦ ਵਿੱਚ ਇਹ ਪਤਾ ਚੱਲਿਆ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਪਾਣੀ ਜਾਂ ਕੱਚ ਵਿੱਚ ਹਵਾ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਘੱਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਕੀ ਦੇ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ, ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰਤਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਨਿਊਟਨ, ਸਿਧਾਂਤਵਾਦੀ ਨਿਊਟਨ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਕਿਤੇ ਜਿਆਦਾ ਨਿਪੁੰਨ ਸੀ। ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਕਈ ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਵਰਤਾਰਿਆਂ ਦਾ ਪ੍ਰੇਖਣ ਕੀਤਾ ਜਿਹਨਾਂ ਨੂੰ ਕਣਿਕਾਵਾਂ ਦੇ ਪਦਾਂ ਵਿੱਚ ਸਪਸ਼ਟ ਕਰ ਸਕਣਾ ਮੁਸ਼ਕਿਲ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ ਪਾਣੀ ਦੀ ਸਤਹ ਤੇ ਤੇਲ ਦੀ ਪਤਲੀ ਫਿਲਮ ਦੇ ਕਾਰਨ ਭਿੰਨ ਰੰਗਾਂ ਦਾ ਪ੍ਰੇਖਣ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਅੰਸ਼ਿਕ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦਾ ਗੁਣ ਅਜਿਹਾ ਹੀ ਇੱਕ ਹੋਰ ਉਦਾਰਹਨ ਹੈ । ਜਦੋਂ ਵੀ ਕੋਈ ਸਵੀਮਿੰਗ ਪੂਲ ਦੇ ਪਾਣੀ ਵਿੱਚ ਦੇਖਦਾ ਹੈ, ਤਦ ਉਹ ਆਪਣੇ ਚਿਹਰੇ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਤਾਂ ਦੇਖਦਾ ਹੀ ਹੈ , ਪਰੰਤੂ ਨਾਲ ਹੀ ਪੂਲ ਦਾ ਤਲ ਵੀ ਵੇਖਦਾ ਹੈ। ਨਿਊਟਨ ਨੇ ਤਰਕ ਦਿੱਤਾ ਪਾਣੀ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਆਪਾਤੀ-ਕਣਿਕਾਵਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਕੁੱਝ ਦਾ ਪਰਾਵਰਤਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਕੁੱਝ ਵਿੱਚੋਂ ਲੰਘ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ। ਪਰੰਤੂ ਦੋ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੀਆਂ ਕਣਿਕਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਭੇਦ ਕਿਸ ਗੁਣ ਧਰਮ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਕੀਤਾ ਜਾਵੇ ਨਿਊਟਨ ਨੂੰ ਕੁੱਝ ਗੈਰ ਪੂਰਵ ਅਨੁਮਾਨਿਤ, ਸੰਯੋਗਿਕ ਵਰਤਾਰਿਆਂ ਦੀ ਪਰਿਕਲਪਨਾ ਕਰਨੀ ਪਈ ਜਿਹਨਾਂ ਦੁਆਰਾ ਇਹ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਸੀ ਕਿ ਕੋਈ ਕਣਿਕਾ ਪਰਵਰਤਿਤ ਹੋਵੇਗੀ ਜਾਂ ਨਹੀਂ । ਹਾਲਾਂਕਿ ਹੋਰ ਵਰਤਾਰਿਆਂ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕਰਨ ਲਈ ਇਹ ਮੰਨਣਾ ਪਿਆ ਕਿ ਕਣਿਕਾਵਾਂ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਵਹਾਰ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਉਹ ਸਮਦਰੂਪ ਹੋਣ। ਇਹੋ ਜਿਹੀ ਦੁਵਿਧਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਤਰੰਗ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ । ਕੋਈ ਵੀ ਆਉਣ ਵਾਲੀ ਤਰੰਗ ਹਵਾ ਅਤੇ ਪਾਣੀ ਦੀ ਪਰਿਸੀਮਾ ਤੇ ਦੋ ਕਮਜ਼ੋਰ ਤਰੰਗਾਂ ਵਿੱਚ ਵੰਡੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ।

9.2 ਗੋਲਾਕਾਰ ਦਰਪਣਾਂ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਪਰਾਵਰਤਨ (Reflection of Light by Spherical Mirrors)

ਅਸੀਂ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦੇ ਨਿਯਮਾਂ ਤੋਂ ਜਾਣੂ ਹਾਂ । ਪਰਾਵਰਤਨ ਕੋਣ (ਅਰਥਾਤ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨ ਅਤੇ ਪਰਾਵਤਕ ਸਤ੍ਹਾ ਜਾਂ ਦਰਪਣ ਦੇ ਆਪਤਨ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਅਭਿਲੰਬ ਦੇ ਵਿੱਚ ਦਾ ਕੋਣ) , ਆਪਤਨ ਕੋਣ (ਆਪਤਿਤ ਕਿਰਨ ਅਤੇ ਦਰਪਣ ਦੇ ਆਪਤਨ ਬਿੰਦੂ ਅਭਿਲੰਬ ਦੇ ਵਿੱਚ ਕੋਣ) ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਦੇ ਇਲਾਵਾ ਆਪਤਿਤ ਕਿਰਨ, ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨ ਅਤੇ ਪਰਾਵਰਤਕ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਆਪਤਨ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਅਭਿਲੰਬ ਇੱਕੋ ਹੀ ਤਲ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਚਿੱਤਰ 9.1। ਇਹ ਨਿਯਮ ਕਿਸੇ ਵੀ ਪਰਾਵਰਤਕ ਸਤ੍ਹਾ, ਚਾਹੇ ਉਹ ਸਮਤਲ ਹੋਵੇ ਜਾਂ ਵਕ੍ਰੀ ਹੋਵੇ , ਦੇ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਦੇ ਲਈ ਪੁਸ਼ਟ ਹੈ। ਹਾਲਾਂਕਿ ਅਸੀਂ ਆਪਣੀ ਚਰਚਾ ਨੂੰ ਵਕ੍ਰੀ ਸਤ੍ਹਾਵਾਂ ਦੀ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਸਥਿਤੀ, ਅਰਥਾਤ ਗੋਲਾਕਾਰ ਸਤ੍ਹਾਵਾਂ ਤੱਕ ਹੀ ਸੀਮਿਤ ਰੱਖਾਂਗੇ। ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਅਭਿਲੰਬ ਖਿੱਚਣ ਤੋਂ ਭਾਵ , ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਆਪਤਨ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਖਿੱਚੇ ਗਏ ਸਪਰਸ਼ੀ ਤੇ ਲੰਬ ਖਿੱਚਣਾ ਹੈ। ਇਸ ਤੋਂ ਭਾਵ ਇਹ ਹੋਇਆ ਕਿ ਅਭਿਲੰਬ ਵਕ੍ਰਤਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦੇ ਅਨੁਦਿਸ਼ ਅਰਥਾਤ ਆਪਤਨ ਬਿੰਦੂ ਨੂੰ ਦਰਪਣ ਦੇ ਵਕਰਤਾ ਕੇਂਦਰ ਨਾਲ ਮਿਲਾਉਣ ਵਾਲੀ ਰੇਖਾ ਤੇ ਹੈ।

ਚਿੱਤਰ -9.1 ਆਪਤਿਤ ਕਿਰਨ, ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨ ਅਤੇ ਪਰਾਵਰਤਕ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਆਪਤਨ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਅਭਿਲੰਬ ਇੱਕ ਹੀ ਤਲ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

ਅਸੀਂ ਪਹਿਲਾ ਹੀ ਅਧਿਐਨ ਕਰ ਚੁੱਕੇ ਹਾਂ ਕਿ ਗੋਲਾਕਾਰ ਦਰਪਣਾਂ ਦਾ ਜਿਆਮਿਤੀ ਕੇਂਦਰ ਇਸ ਦਾ ਧਰੁਵ (pole) ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ, ਜਦੋਂ ਕਿ ਗੋਲਾਕਾਰ ਲੈਂਨਜ਼ ਦੇ ਜਿਆਮਿਤੀ ਕੇਂਦਰ ਨੂੰ *ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਕੀ ਕੇਂਦਰ* (optical centre) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਗੋਲਾਕਾਰ ਦਰਪਣ ਦੇ ਧਰੁਵ ਅਤੇ ਵਕਰਤਾ ਕੇਂਦਰ ਨੂੰ ਮਿਲਾਉਣ ਵਾਲੀ ਸਰਲ ਰੇਖਾ ਮੁੱਖ ਅਕਸ (Principal Axis) ਜਾਂ ਧੁਰਾ ਅਖਵਾਉਂਦੀ ਹੈ । ਗੋਲਾਕਾਰ ਲੈਨਜ਼ਾਂ ਵਿੱਚ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਤੁਸੀਂ ਬਾਅਦ ਵਿੱਚ ਵੇਖੋਗੇ , ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕੇਂਦਰ ਨੂੰ ਮੁੱਖ ਫੋਕਸ ਨਾਲ ਮਿਲਾਉਣ ਵਾਲੀ ਰੇਖਾ *ਮੁੱਖ ਅਕਸ਼ ਜਾਂ ਧੁਰਾ* (principal axis) ਅਖਵਾਉਂਦੀ ਹੈ।

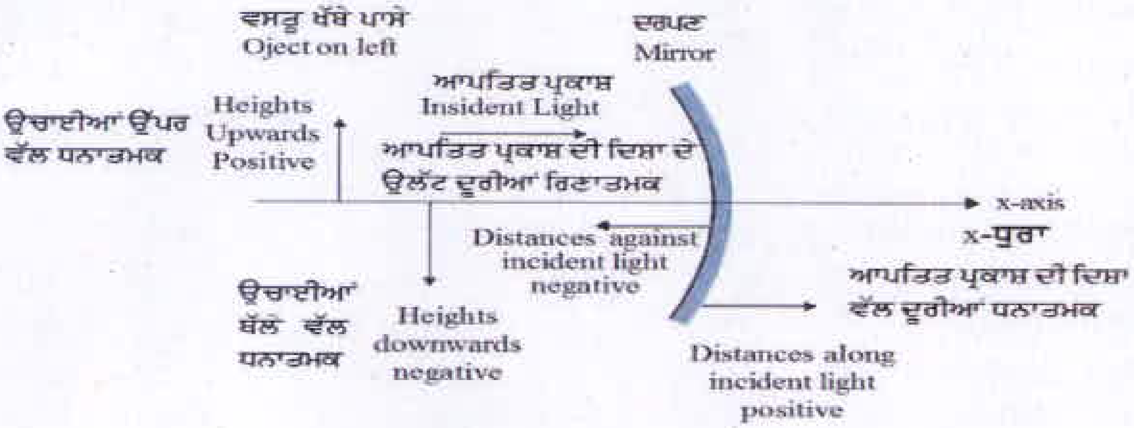
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

9.2.1 ਚਿੰਨ੍ਹ ਪਰੰਪਰਾਵਾ (Sign Conventions)

ਗੋਲਾਕਾਰ ਦਰਪਣਾਂ ਦੁਆਰਾ ਪਰਵਰਤਨ ਅਤੇ ਗੋਲਾਕਾਰ ਲੈਨਜ਼ਾਂ ਦੁਆਰਾ ਅਪਵਰਤਨ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਸੰਗਿਕ ਸੂਤਰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ , ਸਭ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਸਾਨੂੰ ਦੂਰੀਆਂ ਮਾਪਣ ਦੇ ਲਈ ਕੋਈ ਚਿੰਨ੍ਹ ਪਰੰਪਰਾ ਅਪਣਾਉਣੀ ਪਵੇਗੀ। ਇਸ ਪੁਸਤਕ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ *ਕਾਰਟੀਜੀਅਨ ਚਿੰਨ੍ਹ ਪਰੰਪਰਾ* (Cartesian sign conventions) ਦਾ ਪਾਲਣ ਕਰਾਂਗੇ। ਇਸ ਪਰੰਪਰਾ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਵਸਤੂ ਨੂੰ ਦਰਪਣ/ਲੈਨਜ਼ ਦੇ ਖੱਬੇ ਪਾਸੇ ਰੱਖਦੇ ਹਾਂ ਅਤੇ ਸਾਰੀਆਂ ਦੂਰੀਆਂ ਦਰਪਣ ਦੇ ਧਰੁਵ ਜਾਂ ਲੈਨਜ਼ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਕੀ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ ਮਾਪੀਆਂ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ । ਆਪਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਮਾਪੀਆਂ ਗਈਆਂ ਦੂਰੀਆਂ ਧਨਾਤਮਕ ਮੰਨੀਆਂ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ ਜਦੋਂ ਕਿ ਜੋ ਦੂਰੀਆਂ ਆਪਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਉਲਟ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਮਾਪੀਆਂ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ , ਉਹ ਰਿਣਾਤਮਕ ਮੰਨੀਆਂ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ। (ਚਿੱਤਰ 9.2)। x-ਧੁਰੇ ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਅਤੇ ਦਰਪਣ/ਲੈਨਜ਼ ਦੇ ਮੁੱਖ ਧੁਰੇ (x-ਧੁਰਾ) ਦੇ ਅਭਿਲੰਬਵਤ, ਉੱਪਰ ਵਾਲੇ ਪਾਸੇ ਮਾਪੀਆਂ ਉਚਾਈਆਂ ਧਨਾਤਮਕ ਮੰਨੀਆਂ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ। (ਚਿੱਤਰ 9.2)। ਥੱਲੇ ਵੱਲ ਮਾਪੀਆਂ ਉਚਾਈਆਂ ਨੂੰ ਰਿਣਾਤਮਕ ਲਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਆਮ ਮੰਨਣਯੋਗ ਦਸਤੂਰ ਦੇ ਨਾਲ ਸਾਨੂੰ ਗੋਲਾਕਾਰ ਦਰਪਣਾਂ ਦੇ ਲਈ ਏਕਲ ਫਾਰਮੂਲਾ ਅਤੇ ਗੋਲਾਕਾਰ ਲੈਨਜ਼ਾਂ ਦੇ ਲਈ ਏਕਲ ਫਾਰਮੂਲੇ ਮਿਲ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਹਨਾਂ ਫਾਰਮੂਲਿਆਂ ਦੁਆਰਾ ਅਸੀਂ ਵੱਖ-2 ਸਥਿਤੀਆਂ ਦਾ ਨਿਪਟਾਰਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ।



ਚਿੱਤਰ 9.2 ਕਾਰਟੀਜੀਅਨ ਚਿੰਨ੍ਹ ਪਰੰਪਰਾਵਾਂ

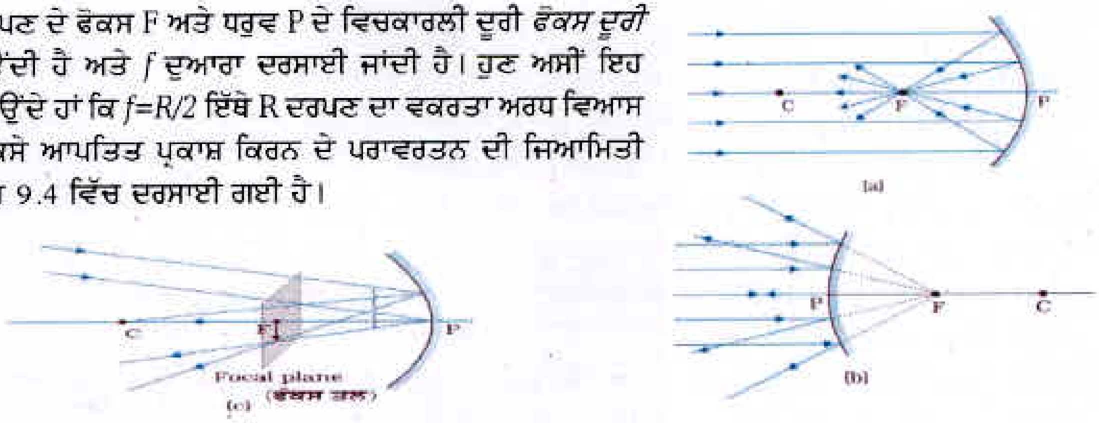
9.2.2 ਗੋਲਾਕਾਰ ਦਰਪਣਾਂ ਦੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ (Focal Length of Spherical Mirrors)

ਚਿੱਤਰ 9.3 ਵਿੱਚ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਜਦੋਂ ਕੋਈ ਸਮਾਂਤਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੁੰਜ ਕਿਸੇ (a) ਅਵਤਲ ਦਰਪਣ ਅਤੇ (b) ਉੱਤਲ ਦਰਪਣ, ਉੱਪਰ ਆਪਤਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਕੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ? ਅਸੀਂ ਇਹ ਮੰਨਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਕਿਰਨਾਂ *ਉਪਧਰੁਈ (Paraxial)* ਹਨ, ਭਾਵ ਉਹ ਦਰਪਣ ਦੇ ਧਰੁਵ P ਦੇ ਨਿਕਟ/ਨੇੜੇ ਦੇ ਬਿੰਦੂਆਂ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਹਨ ਅਤੇ ਮੁੱਖ ਅਕਸ਼ ਤੇ ਛੋਟੇ ਕੋਣ ਬਣਾਉਂਦੀਆਂ ਹਨ। ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨਾਂ ਅਵਤਲ ਦਰਪਣ ਦੇ ਮੁੱਖ ਧੁਰੇ ਉੱਤੇ ਬਿੰਦੂ F ਤੇ ਅਭਸਾਰਿਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ (ਚਿੱਤਰ 9.3 (a))। ਉੱਤਲ ਦਰਪਣ ਦੇ ਲਈ , ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨਾਂ ਇਸ ਦੇ ਮੁੱਖ ਧੁਰੇ ਉੱਤੇ ਬਿੰਦੂ F ਤੋਂ ਅਪਸਰਿਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹੋਈਆਂ ਜਾਪਦੀਆਂ ਹਨ। (ਚਿੱਤਰ 9.3 (b))। ਬਿੰਦੂ F ਦਰਪਣ ਦਾ ਮੁੱਖ ਫੋਕਸ ਅਖਵਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਸਮਾਂਤਰ ਉਪਧਰੁਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਪੁੰਜ ਧੁਰੇ ਨਾਲ ਕੋਈ ਕੋਣ ਬਣਾਉਂਦਿਆ ਹੋਇਆਂ ਦਰਪਣ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨਾਂ ਮੁੱਖ ਧੁਰੇ ਦੇ ਬਿੰਦੂ F ਤੋਂ ਲੰਘਣ ਵਾਲੇ ਅਤੇ ਮੁੱਖ ਅਕਸ਼ ਦੇ ਅਭਿਲੰਬਵਤ ਤਲ ਦੇ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਅਭਸਰਿਤ (ਜਾਂ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਅਪਸਾਰਿਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਜਾਪਦੀਆਂ) ਹੋਣਗੀਆਂ। ਇਸ ਤਲ ਨੂੰ ਦਰਪਣ ਦਾ ਫੋਕਸ ਤਲ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ [ਚਿੱਤਰ 9.3 (c)] ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਦਰਪਣ ਦੇ ਫੋਕਸ F ਅਤੇ ਧਰੁਵ P ਦੇ ਵਿਚਕਾਰਲੀ ਦੂਰੀ *ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ* ਕਹਾਉਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ f ਦੁਆਰਾ ਦਰਸਾਈ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਇਹ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਾਂ ਕਿ $f=R/2$ ਇੱਥੇ R ਦਰਪਣ ਦਾ ਵਕਰਤਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਆਪਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਨ ਦੇ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦੀ ਜਿਆਮਿਤੀ ਚਿੱਤਰ 9.4 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਈ ਗਈ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 9.3 ਅਵਤਲ ਅਤੇ ਉੱਤਲ ਦਰਪਣ ਦੇ ਫੋਕਸ

ਮੰਨ ਲਓ C ਦਰਪਣ ਦਾ ਵਕਰਤਾ ਕੇਂਦਰ ਹੈ। ਮੁੱਖ ਧੁਰੇ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਇੱਕ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਨ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੀਏ ਜੋ ਦਰਪਣ ਨੂੰ M ਤੇ ਟਕਰਾਉਂਦੀ ਹੈ। CM ਬਿੰਦੂ M ਤੇ ਅਭਿਲੰਬ ਹੋਵੇਗਾ। ਮੰਨ ਲਓ θ ਆਪਤਨ ਕੋਣ ਹੈ ਅਤੇ MD ਬਿੰਦੂ M ਤੋਂ ਮੁੱਖ ਧੁਰੇ ਉੱਤੇ ਲੰਬ ਹੈ ਤਾਂ ,

$$\angle MCP = \theta \text{ ਅਤੇ } \angle MFP = 2\theta$$

ਹੁਣ $\tan\theta = \frac{MD}{CD}$ ਅਤੇ

$$\tan 2\theta = \frac{MD}{FD} \qquad [9.1]$$

ਹੁਣ θ, ਦੇ ਛੋਟੇ ਮੁੱਲਾਂ ਲਈ ਜੋ ਉਪਧੁਰੱਈ ਕਿਰਨਾਂ ਲਈ ਸੱਚ ਹੈ ,

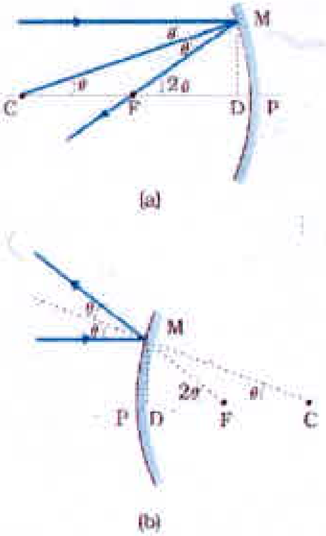
$$\tan\theta \approx \theta, \tan 2\theta \approx 2\theta.$$

ਇਸ ਲਈ ਸਮੀਕਰਨ (9.1) ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

$$\frac{MD}{FD} = 2\,\frac{MD}{CD} \quad \text{ਜਾਂ} \quad FD = \frac{CD}{2} \qquad [9.2]$$

ਜਾਂ θ, ਦੇ ਛੋਟੇ ਮੁੱਲ ਦੀ ਲਈ , ਬਿੰਦੂ D ਬਿੰਦੂ P ਦੇ ਬਹੁਤ ਨੇੜੇ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ FD- f ਅਤੇ CD = R. । ਇਸ ਲਈ ਸਮੀਕਰਣ [9.2] ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

$$f = R/2 \qquad [9.3]$$



ਚਿੱਤਰ 9.4 (a) ਅਵਤਲ ਗੋਲਾਕਾਰ ਦਰਪਣ ਅਤੇ (b) ਉੱਤਲ ਗੋਲਾਕਾਰ ਦਰਪਣ ਤੇ ਕਿਸੇ ਆਪਤਿਤ ਕਿਰਨ ਦੇ ਪਰਾਵਰਨ ਦੀ ਜਿਆਮਿਤੀ

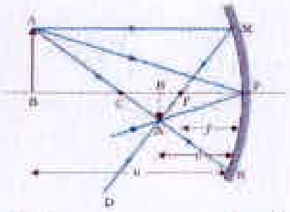
9.2.3 ਦਰਪਣ ਸਮੀਕਰਣ (The Mirror Equation)

ਜਦੋਂ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਸ਼ੁਰੂ ਹੋ ਕੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਨਾਂ ਪਰਾਵਰਤਨ/ਅਤੇ ਜਾਂ ਅਪਵਰਤਨ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਕਿਸੇ ਹੋਰ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਮਿਲਦੀਆਂ ਹਨ ਤਾਂ ਉਹ ਬਿੰਦੂ ਪਹਿਲੇ ਬਿੰਦੂ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਅਖਵਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਕਿਰਨਾਂ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਇਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਅਭਿਸਰਿਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਤਾਂ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਅਸਲੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਦੇ ਉਲਟ ਜੇ ਕਿਰਨਾਂ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਨਹੀਂ ਮਿਲਦੀਆਂ, ਪਰੰਤੂ ਪਿੱਛੇ ਵੱਲ ਨੂੰ ਵਧਾਏ ਜਾਣ ਤੇ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਅਭਿਸਰਿਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੋਣ ਤਾਂ ਉਹ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਨਕਲੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਿਸੇ ਵਸਤੂ ਦਾ ਪਰਾਵਰਤਨ ਅਤੇ/ਜਾਂ ਅਪਵਰਤਨ ਦੁਆਰਾ ਬਣਾਇਆ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਉਸ ਵਸਤੂ ਦਾ ਬਿੰਦੂ-ਦਰ-ਬਿੰਦੂ ਅਨੁਰੂਪ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਸਿਧਾਂਤਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਵਸਤੂ ਦੇ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਨਿਕਲਣ ਵਾਲੀਆਂ ਦੋ ਕਿਰਨਾਂ ਲੈ ਸਕਦੇ ਹਾਂ, ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਪਥ ਅਨੁਰੇਖਿਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ, ਉਹਨਾਂ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਛੇਦਨ ਬਿੰਦੂ ਪਤਾ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਅਤੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਿਸੇ ਗੋਲਾਕਾਰ ਦਰਪਣ ਦੁਆਰਾ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਣਿਆ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਹਾਲਾਂਕਿ ਵਿਵਹਾਰਕ ਤੌਰ ਤੇ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com



ਚਿੱਤਰ 9.5- ਕਿਸੀ ਅਵਤਲ ਦਰਪਣ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਰਚਨਾ ਦਾ ਕਿਰਨ ਆਰੇਖ।

ਨਿਮਨਲਿਖਿਤ ਕਿਰਨਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਕੋਈ ਵੀ ਦੋ ਕਿਰਨਾਂ ਲੈਣਾ ਸੁਵਿਧਾਜਨਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ :

i) ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਆਉਣ ਵਾਲੀ ਉਹ ਕਿਰਨ ਜੋ ਮੁੱਖ ਅਕਸ਼ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਹੈ , ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨ ਦਰਪਣ ਦੇ ਫੋਕਸ ਚੋਂ ਗੁਜਰਦੀ ਹੈ।

ii) ਉਹ ਕਿਰਨ ਜੋ ਕਿਸੇ ਅਵਤਲ ਦਰਪਣ ਦੇ ਵਕਰਤਾ ਕੇਂਦਰ ਵਿਚੋਂ ਗੁਜਰਦੀ ਹੈ ਜਾਂ ਉੱਤਲ ਦਰਪਣ ਦੇ ਵਕਰਤਾ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ ਜਾਂਦੀ ਹੋਈ ਜਾਪਦੀ ਹੈ , ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨ ਕੇਵਲ ਆਪਣਾ ਰਸਤਾ ਦੁਬਾਰਾ ਅਨੁਰੇਖਿਤ ਕਰਦੀ ਹੈ।

iii) ਉਹ ਕਿਰਨ ਜੋ ਕਿਸੇ ਅਵਤਲ ਦਰਪਣ ਦੇ ਮੁੱਖ ਫੋਕਸ ਚੋਂ ਗੁਜਰਦੀ ਹੈ ਜਾਂ ਉੱਤਲ ਦਰਪਣ ਦੇ ਮੁੱਖ ਫੋਕਸ ਚੋਂ ਗੁਜਰਦੀ (ਦੇ ਵੱਲ) ਜਾਪਦੀ ਹੈ, ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨ ਮੁੱਖ ਅਕਸ਼ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

iv) ਕੋਈ ਕਿਰਨ ਜੋ ਧਰੁਵ ਤੇ ਕਿਸੇ ਵੀ ਕੋਣ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨ, ਪਰਾਵਰਤਨ ਦੇ ਨਿਯਮਾਂ ਦਾ ਪਾਲਣ ਕਰਦੀ ਹੈ।

ਚਿੱਤਰ 9.5 ਵਸਤੂ ਦੇ ਬਿੰਦੂ A ਵਿਚੋਂ ਨਿਕਲਣ ਵਾਲੀਆਂ ਤਿੰਨ ਕਿਰਨਾਂ ਨੂੰ ਧਿਆਨ ਵਿੱਚ ਰੱਖ ਕੇ ਕਿਰਨ-ਆਰੇਖ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਵਿੱਚ ਅਵਤਲ ਦਰਪਣ ਦੁਆਰਾ ਬਣਾਇਆ ਗਿਆ ਵਸਤੂ AB ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ A'B' (ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਵਾਸਤਵਿਕ) ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਸ ਦਾ ਮਤਲਬ ਇਹ ਨਹੀਂ ਕਿ ਬਿੰਦੂ A ਵਿੱਚੋਂ ਸਿਰਫ ਤਿੰਨ ਕਿਰਨਾਂ ਹੀ ਨਿਕਲਦੀਆਂ ਹਨ। ਕਿਸੇ ਵੀ ਸਰੋਤ ਤੋਂ ਸਾਰੀਆਂ ਦਿਸ਼ਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਅਨੰਤ ਕਿਰਨਾਂ ਨਿਕਲਦੀਆਂ ਹਨ । ਇਸ ਲਈ ਜੇ ਬਿੰਦੂ A ਚੋਂ ਨਿਕਲਣ ਵਾਲੀ ਹਰੇਕ ਕਿਰਨ, ਅਵਤਲ ਦਰਪਣ ਦੁਆਰਾ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦੇ ਬਾਅਦ ਬਿੰਦੂ A' ਤੋਂ ਹੋ ਕੇ ਗੁਜਰਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਬਿੰਦੂ A' ਬਿੰਦੂ A ਦਾ ਅਸਲ਼ੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਹੈ।

ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਦਰਪਣ ਸਮੀਕਰਣ ਜਾਂ ਬਿੰਬ ਦੂਰੀ *(u)* ,ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੂਰੀ *(v)* ਅਤੇ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ *(f)* ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਸੰਬੰਧ ਸਥਾਪਿਤ ਕਰਾਂਗੇ।

ਚਿੱਤਰ 9.5 ਤੋਂ ਦੋਨੋਂ ਸਮਕੋਣ ਤ੍ਰਿਭੁਜ A'B'F ਅਤੇ MPF ਸ਼ਮਰੂਪ ਹਨ। ਉਪਧੱਰੁਈ ਕਿਰਨਾਂ ਲਈ MP ਨੂੰ ਸਰਲ ਰੇਖਾ CP ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਮੰਨਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ

$$\frac{B'A'}{PM} = \frac{B'F}{FP}$$

ਜਾਂ $$\frac{B'A'}{BA} = \frac{B'F}{FP} \quad (\because\ PM = BA) \qquad (9.4)$$

ਕਿਉਂਕਿ $\angle APB = \angle A'PB'$ ਸਮਕੋਣ ਤ੍ਰਿਭੁਜ A'B'P ਅਤੇ ABP ਵੀ ਸਮਰੂਪ ਹਨ।

ਇਸ ਲਈ $$\frac{B'A'}{BA} = \frac{B'P}{BP} \qquad (9.5)$$

ਸਮੀਕਰਨ (9.4) ਅਤੇ (9.5) ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਕਰਨ ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ।

$$\frac{B'F}{FP} = \frac{B'F - FP}{FP} = \frac{B'P}{BP} \qquad (9.6)$$

ਸਮੀਕਰਨ (9.6) ਵਿੱਚ ਦੂਰੀਆਂ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ ਸ਼ਾਮਿਲ ਹਨ। ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਚਿੰਨ ਪਰੰਪਰਾਵਾਂ ਨੂੰ ਲਾਗੂ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਅਸੀਂ ਨੋਟ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼, ਵਸਤੂ ਤੋਂ ਦਰਪਣ MPN ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵੱਲ ਚਲਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਦਿਸ਼ਾ ਨੂੰ ਧਨਾਤਮਕ ਲਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । ਧਰੁਵ P ਤੋਂ ਬਿੰਬ AB , ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ A'B' ਅਤੇ ਫੋਕਸ F ਤੱਕ ਪਹੁੰਚਣ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਆਪਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਉਲਟ ਦਿਸ਼ਾ ਵੱਲ ਚੱਲਣਾ ਪੈਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਇਹਨਾਂ ਤਿੰਨਾਂ ਦੇ ਨਿਸ਼ਾਨ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੋਣਗੇ।

ਇਸ ਲਈ $PB' = -v$, $PF = -f$, $PB = -u$

ਸਮੀਕਰਨ (9.6) ਵਿੱਚ ਇਹਨਾਂ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਨ ਤੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ $\frac{-v+f}{-f} = \frac{-v}{-u}$

$$\frac{v-f}{f} = \frac{v}{u} \quad \text{ਜਾਂ} \quad \frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \qquad (9.7)$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਇਹ ਸੰਬੰਧ *ਦਰਪਣ ਸਮੀਕਰਣ* ਅਖਵਾਉਂਦਾ ਹੈ।

ਵਸਤੂ ਦੇ ਆਕਾਰ ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦਾ ਆਕਾਰ ਵੀ ਇੱਕ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਵਿਚਾਰਨਯੋਗ ਰਾਸ਼ੀ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਕਿਸੇ ਦਰਪਣ ਦੇ ਰੇਖੀ ਵਡਦਰਸ਼ਨ (Linear Magnification) m ਨੂੰ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੇ ਆਕਾਰ (h') ਅਤੇ ਬਿੰਬ ਦੇ ਆਕਾਰ (h) ਦੇ ਅਨੁਪਾਤ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਇਸ ਲਈ

$$m=\frac{h'}{h} \qquad (9.8)$$

h' ਅਤੇ h ਨੂੰ ਮੰਨਣਯੋਗ ਚਿੰਨ੍ਹ ਪਰੰਪਰਾ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਧਨਾਤਮਕ ਅਤੇ ਰਿਣਾਤਮਕ ਲਿਆ ਜਾਵੇਗਾ। ਤ੍ਰਿਭੁਜਾਂ A'B'P ਅਤੇ ABP ਤੋਂ ਸਾਨੂੰ ਮਿਲਦਾ ਹੈ,

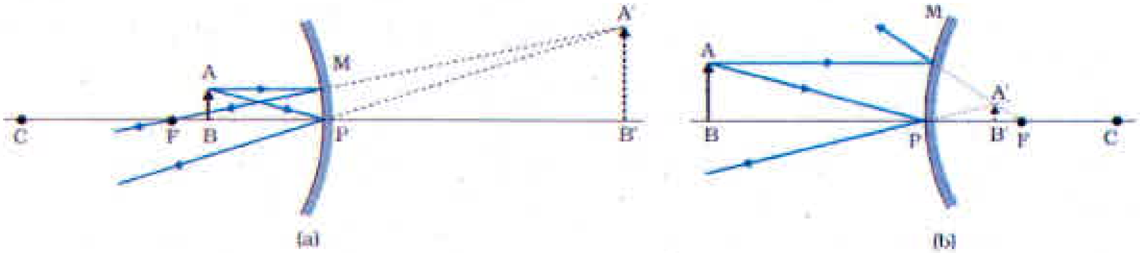
$$\frac{B'A'}{BA} - \frac{PB}{PB}$$

ਚਿੰਨ੍ਹ ਪਰੰਪਰਾਵਾਂ ਲਗਾਉਣ ਉਪਰੰਤ , ਇਹ ਬਣ ਜਾਵੇਗਾ

$$\frac{-h'}{h} = \frac{-v}{-u}$$

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ $$m = \frac{h'}{h} = -\frac{v}{u} \qquad (9.9)$$

ਇੱਥੇ ਅਸੀਂ ਦਰਪਣ ਸਮੀਕਰਣ [ਸਮੀਕਰਣ (9.7)] ਅਤੇ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਫਾਰਮੂਲਾ (ਸਮੀਕਰਣ (9.9)) ਅਵਤਲ ਦਰਪਣ ਦੁਆਰਾ ਬਣੇ ਵਾਸਤਵਿਕ ਅਤੇ ਉਲੱਟ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਲਈ ਪਤਾ ਕੀਤੇ ਹਨ। ਪਰੰਤੂ ਸਚਾਈ ਵਿੱਚ ਉਚਿਤ ਚਿੰਨ ਪਰੰਪਰਾਵਾਂ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਨ ਉਪਰੰਤ, ਇਹ ਸੰਬੰਧ ਗੋਲਾਕਾਰ ਦਰਪਣਾ (ਅਵਤਲ ਅਤੇ ਉੱਤਲ) ਦੁਆਰਾ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦੀਆਂ ਸਾਰੀਆਂ ਉਦਾਹਰਨਾਂ (ਚਾਹੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਵਾਸਤਵਿਕ ਬਣੇ ਜਾਂ ਆਭਾਸੀ) ਲਈ ਲਾਗੂ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਚਿੱਤਰ 9.6 ਵਿੱਚ ਅਵਤਲ ਅਤੇ ਉੱਤਲ ਦਰਪਣ ਦੁਆਰਾ ਆਭਾਸੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬਾਂ ਦੀ ਰਚਨਾ ਦੇ ਕਿਰਨ-ਆਰੇਖ ਦਰਸਾਏ ਗਏ ਹਨ। ਤੁਸੀਂ ਆਪ ਇਹ ਪ੍ਰਮਾਣਿਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹੋ ਕਿ ਸਮੀਕਰਣ (9.7) ਅਤੇ (9.9) ਇਹਨਾਂ ਉਦਾਹਰਨਾਂ ਦੇ ਲਈ ਵੀ ਮੰਨਣਯੋਗ ਹਨ।



ਚਿੱਤਰ 9.6 (c) ਅਵਤਲ ਦਰਪਣ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੀ ਰਚਨਾ ਜਦੋਂਕਿ ਬਿੰਬ ਬਿੰਦੂ P ਅਤੇ F ਦੇ ਵਿੱਚ ਸਥਿਤ ਹੈ, ਅਤੇ (b) ਉੱਤਲ ਦਰਪਣ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੀ ਰਚਨਾ।

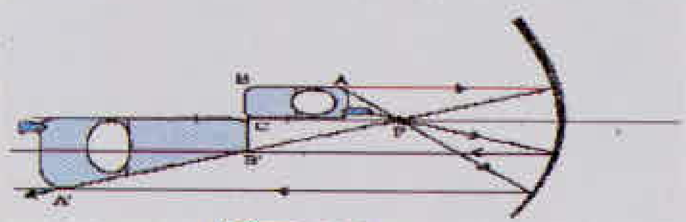
ਉਦਾਹਰਨ -9.1 ਮੰਨ ਲਓ ਚਿੱਤਰ 9.5 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਵਤਲ ਦਰਪਣ ਦੀ ਪਰਾਵਰਤਕ ਸਤ੍ਹਾ ਦਾ ਹੇਠਲਾ ਅੱਧਾ ਭਾਗ ਕਿਸੇ ਅਪਾਰਦਰਸ਼ੀ (ਅਪਰਾਵਰਤੀ) ਪਦਾਰਥ ਨਾਲ ਢੱਕ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਦਰਪਣ ਦੇ ਸਾਹਮਣੇ ਮੌਜੂਦ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਦੇ ਦਰਪਣ ਦੁਆਰਾ ਬਣੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਉੱਤੇ ਇਸ ਦਾ ਕੀ ਅਸਰ ਪਵੇਗਾ।

ਹੱਲ : ਤੁਸੀਂ ਸੋਚ ਸਕਦੇ ਹੋ ਕਿ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਵਿੱਚ ਬਿੰਬ ਦਾ ਅੱਧਾ ਹਿੱਸਾ ਦਿਖਾਈ ਦੇਵੇਗਾ। ਪਰੰਤੂ ਇਹ ਮੰਨਦੇ ਹੋਏ ਕਿ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦਰਪਣ ਦੇ ਬਾਕੀ ਬਚੇ ਹਿੱਸੇ ਤੇ ਵੀ ਲਾਗੂ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਇਸ ਲਈ ਦਰਪਣ ਦੁਆਰਾ ਬਿੰਬ ਦਾ ਪੂਰਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਣੇਗਾ। ਫਿਰ ਵੀ , ਕਿਉਂਕਿ ਪਰਾਵਰਤੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦਾ ਖੇਤਰਫਲ ਘੱਟ ਹੋ ਗਿਆ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਘੱਟ ਹੋ ਜਾਵੇਗੀ । (ਇਸ ਉਦਾਹਰਨ ਵਿੱਚ ਅੱਧੀ)

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਉਦਾਹਰਨ 9.2 - ਕਿਸੇ ਅਵਤਲ ਦਰਪਣ ਦੇ ਮੁੱਖ ਧੁਰੇ ਤੇ ਇੱਕ ਮੋਬਾਇਲ ਫੋਨ ਰੱਖਿਆ ਹੈ। ਉਚਿਤ ਕਿਰਨ ਆਰੇਖ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੀ ਰਚਨਾ ਦਰਸਾਓ। ਵਿਆਖਿਆ ਕਰੋ ਕਿ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਕਿਉਂ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਕੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦਾ ਵਿਕਾਰ ਦਰਪਣ ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਫੋਨ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਉੱਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ ?



ਚਿੱਤਰ 9.7

ਹੱਲ- ਚਿੱਤਰ 9.7 ਵਿੱਚ ਫੋਨ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੀ ਰਚਨਾ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਕਿਰਨ ਆਰੇਖ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਮੁੱਖ ਅਕਸ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਤਲ ਵਿੱਚ ਸਥਿਤ ਹਿੱਸੇ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਉਸੇ ਵਿੱਚ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਹ ਉਸੇ ਆਕਾਰ ਦਾ ਹੋਵੇਗਾ, ਭਾਵ BC=BC । ਤੁਸੀਂ ਆਪ ਹੀ ਪੂਰਨ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸਮਝ ਸਕਦੇ ਹੋ ਕਿ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਵਿੱਚ ਵਿਕਾਰ ਕਿਉਂ ਹੈ ?

ਉਦਾਹਰਨ 9.3 - ਕੋਈ ਵਸਤੂ 15 ਸੈਮੀ ਵਕਰਤਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦੇ ਅਵਤਲ ਦਰਪਣ ਤੋਂ 1) 10 ਸੈਮੀ ਅਤੇ 2) 5 ਸੈਮੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਰੱਖੀ ਹੋਈ ਹੈ । ਹਰੇਕ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ ਅਤੇ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਪਤਾ ਕਰੋ।

ਹੱਲ - ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ f=-15/2 cm =-7.5 cm

1) ਬਿੰਬ ਦੂਰੀ $u = -10$ cm ਤਾਂ ਸਮੀਕਰਣ (9.7) ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ।

$$\frac{1}{v}+\frac{1}{-10}=\frac{1}{-7.5}$$

ਜਾਂ $$v=\frac{10\times 7.5}{-2.5}=-30\text{ cm}$$

ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਿੰਬ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਦਰਪਣ ਤੋਂ 30 ਸੈਮੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਬਣੇਗਾ।

ਵਡਦਰਸ਼ਨ $m=-\frac{v}{u}=-\frac{(-30)}{(-10)}=-3$

ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਵੱਡਾ, ਵਾਸਤਵਿਕ ਅਤੇ ਉਲਟਾ ਹੈ।

2) ਬਿੰਬ ਦੂਰੀ $u = -5$ cm ਤਾਂ ਸਮੀਕਰਣ (9.7) ਤੋਂ

$$\frac{1}{v}+\frac{1}{-5}=\frac{1}{-7.5}$$

ਜਾਂ $$v=\frac{5\times 7.5}{(7.5-5)}=15\text{ cm}$$

ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦਰਪਣ ਤੋਂ ਪਿੱਛੇ 15ਸੈਮੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਬਣਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਆਭਾਸੀ ਹੈ।

ਵਡਦਰਸ਼ਨ $m=-\frac{v}{u}=-\frac{15}{(-5)}=3$

ਇਹ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਵੱਡਾ, ਆਭਾਸੀ ਅਤੇ ਸਿੱਧਾ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਉਦਾਹਰਨ 9.4 - ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ ਤੁਸੀਂ ਕੋਈ ਸਥਿਰ ਕਾਰ ਵਿੱਚ ਬੈਠੇ ਹੋ । ਤੁਸੀਂ 2m ਵਕਰਤਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਵਾਲੇ ਸਾਈਡ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਦਰਪਣ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਧਾਵਕ ਨੂੰ ਆਪਣੇ ਵੱਲ ਆਉਂਦਾ ਹੋਇਆ ਵੇਖਦੇ ਹੋ । ਜੇ ਧਾਵਕ 5ms -1 ਦੀ ਚਾਲ ਨਾਲ ਦੌੜ ਰਿਹਾ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਉਸਦਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਕਿੰਨੀ ਚਾਲ ਨਾਲ ਦੌੜਦਾ ਹੋਇਆ ਜਾਪੇਗਾ ਜਦੋਂ ਕਿ ਧਾਵਕ a) 39 m b) 29m c) 19m ਅਤੇ d) 9m ਦੂਰ ਹੈ।

ਹੱਲ- ਦਰਪਣ ਸਮੀਕਰਣ (9.7) ਤੋਂ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ

$$v = \frac{fu}{u - f}$$

ਉੱਤਲ ਦਰਪਣ ਦੇ ਲਈ , ਕਿਉਂਕਿ R=2m , f=1m ਤਾਂ

$$u = -3\ \mathrm{Pm} \qquad v = \frac{(-39) \times 1}{-39 - 1} = \frac{39}{40}\ \mathrm{m}$$

ਕਿਉਂਕਿ ਧਾਵਕ $5\mathrm{ms}^{-1}$ ਦੀ ਅਪਰਿਵਰਤਨਸ਼ੀਲ ਚਾਲ ਨਾਲ ਚੱਲਦਾ ਹੈ, 1s ਤੋਂ ਬਾਅਦ ($u = -39 + 5 = -34$m) ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੀ ਸਥਿਤੀ v ਹੋਵੇਗੀ (34/35)m

ਇਸ ਲਈ 1s ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਵਿਸਥਾਪਨ ਹੋਵੇਗਾ

$$\frac{39}{40} - \frac{34}{35} = \frac{1365 - 1360}{1400} = \frac{5}{1400} = \frac{1}{280}\ \mathrm{m}$$

ਇਸ ਲਈ ਜਦੋਂ ਧਾਵਕ ਦਰਪਣ ਤੋਂ 39m ਅਤੇ 34m ਦੇ ਵਿੱਚ ਹੈ ਤਾਂ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੀ ਔਸਤ ਚਾਲ ਹੈ ((1/280) $\mathrm{m\,s}^{1}$)

ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਹ ਦੇਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ ਜਦੋਂ $u = -29$ m, -19 m ਅਤੇ -9m ਹੈ ਤਾਂ ਜਿਸ ਚਾਲ ਨਾਲ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਗਤੀ ਕਰਦਾ ਹੋਇਆ ਜਾਪੇਗਾ ਉਹ ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਹੋਵੇਗੀ ਜਿਵੇ :

$$\frac{1}{150}\,\mathrm{m\,s}^{-1}, \frac{1}{60}\,\mathrm{m\,s}^{-1}\ \text{and}\ \frac{1}{10}\,\mathrm{m\,s}^{-1}.$$

ਹਾਲਾਂਕਿ ਧਾਵਕ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਗਤੀ ਨਾਲ ਗਤੀ ਕਰ ਰਿਹਾ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਧਾਵਕ ਦਰਪਣ ਦੇ ਜਿਵੇਂ-ਜਿਵੇਂ ਨੇੜੇ ਆਵੇਗਾ, ਉਸਦੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੀ ਚਾਲ ਵਿੱਚ ਮੂਲਤ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੋਇਆ ਜਾਪੇਗਾ। ਇਹ ਵਰਤਾਰਾ ਕੋਈ ਸਥਿਰ ਕਾਰ ਜਾਂ ਸਥਿਰ ਬਸ ਵਿੱਚ ਬੈਠਾ ਹੋਇਆ ਵਿਅਕਤੀ ਵੇਖ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਪਿੱਛੇ ਤੋਂ ਆਉਣ ਵਾਲਾ ਵਾਹਨ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਗਤੀ ਨਾਲ ਲਗਾਤਾਰ ਨਜ਼ਦੀਕ ਆ ਰਿਹਾ ਹੋਵੇ ਤਾਂ , ਚੱਲਦੇ ਹੋਏ ਵਾਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਇਸ ਪ੍ਰਾਕਾਰ ਦਾ ਵਰਤਾਰਾ ਦੇਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

9.3 ਅਪਵਰਤਨ (Refraction)

ਜਦੋਂ ਕਿਸੇ ਪਾਰਦਰਸ਼ੀ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਚੱਲਦਾ ਹੋਇਆ ਕੋਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਕਿਸੇ ਦੂਸਰੇ ਪਾਰਦਰਸ਼ੀ ਮਾਧਿਅਮ ਨਾਲ ਟਕਰਾਉਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਇੱਕ ਹਿੱਸਾ ਪਹਿਲੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਵਾਪਿਸ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । ਜਦੋਂ ਕਿ ਬਾਕੀ ਹਿੱਸਾ ਦੂਸਰੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਦਾਖਲ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਕਿਸੇ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਨੂੰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਕਿਰਨ ਦੁਆਰਾ ਨਿਰੂਪਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ । ਜਦੋਂ ਕੋਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਕਿਰਨ ਇੱਕ ਮਾਧਿਅਮ ਤੋਂ ਦੂਸਰੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਤਿਰਛੀ ਆਪਤਿਤ ਹੋ ਕੇ ਚੱਲਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਦੋਨੋ ਮਾਧਿਅਮਾਂ ਦੀ ਪਰਿਸੀਮਾ ਤੇ ਇਸ ਦੇ ਸੰਚਾਰਣ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਬਦਲ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਵਰਤਾਰੇ ਨੂੰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਅਪਵਰਨ ਆਖਦੇ ਹਨ। ਸਨੇਲ (Snell) ਨੇ ਪ੍ਰੋਯਗਾਂ ਦੁਆਰਾ ਆਪਵਰਤਨ ਦੇ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਨਿਯਮ ਪੇਸ਼ ਕੀਤੇ ਹਨ ।

i)ਆਪਤਿਤ ਕਿਰਨ , ਅਪਵਰਤੀ ਕਿਰਨ ਅਤੇ ਪਰਿਸੀਮਾ ਦੇ ਆਪਤਨ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਅਭਿਲੰਬ ਇੱਕ ਹੀ ਤਲ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

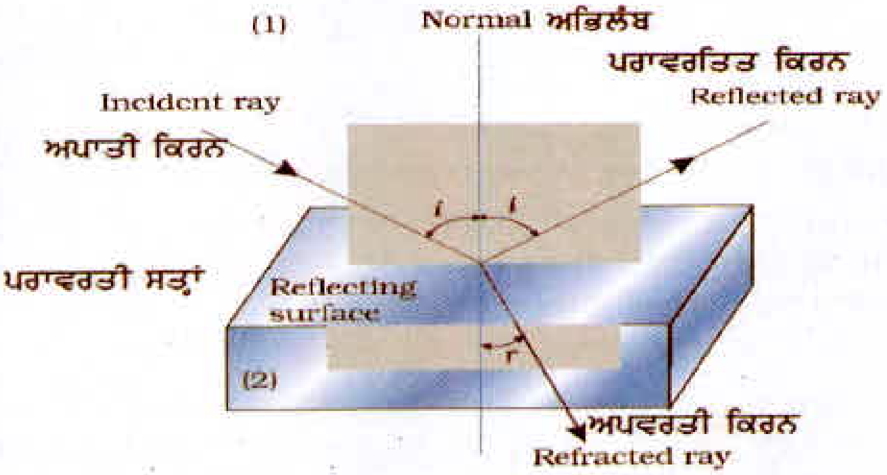
ii) ਕੋਈ ਦੋ ਮਾਧਿਅਮਾਂ ਦੇ ਧੁਗਲ ਲਈ , ਆਪਤਨ ਕੋਣ ਦੀ ਜੀਵਿਆ (sine) ਅਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਕੋਣ ਦੀ ਜੀਵਿਆ ਦਾ ਅਨੁਪਾਤ ਇੱਕ ਸਿਥਰਾਂਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਯਾਦ ਰੱਖੋ, ਆਪਤਨ ਕੋਣ (i) ਅਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਕੋਣ (r) ਉਹ ਕੋਣ ਹਨ ਜੋ ਆਪਤਿਤ ਕਿਰਨ ਅਤੇ ਅਪਵਰਤੀ ਕਿਰਨ ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਅਭਿਲੰਬ ਦੇ ਨਾਲ ਬਣਾਉਂਦੀਆਂ ਹਨ।

ਇਸ ਲਈ $$\frac{\sin i}{\sin r} = n_{21} \qquad (9.10)$$

ਇੱਥੇ n_{21} ਇੱਕ ਸਥਿਰਾਂਕ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਪਹਿਲੇ ਮਾਧਿਆਮ ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਦੂਸਰੇ ਮਾਧਿਅਮ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ-ਅੰਕ (Refractive Index) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਸਮੀਕਰਣ (9.10) ਅਪਵਰਨ ਦੇ ਸਨੇਲ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦੇ ਨਾਂ ਨਾਲ ਜਾਣੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ । ਧਿਆਨ ਦੇਣ ਵਾਲੀ ਗੱਲ ਇਹ ਹੈ ਕਿ n_{21} ਦੋ ਮਾਧਿਅਮਾਂ ਦੇ ਯੁਗਲ ਦੀ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ਤਾ ਹੈ (ਅਤੇ ਇਹ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਤੇ ਵੀ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ) ਪਰੰਤੂ ਇਹ ਆਪਤਨ ਕੋਣ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ।

ਸਮੀਕਰਣ (9.10) ਤੋਂ ਜੇਕਰ $n_{21} > 1$, $r < i$ ਭਾਵ ਅਪਵਰਤੀ ਕਿਰਨ ਅਭਿਲੰਬ ਦੇ ਵੱਲ ਮੁੜ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਮਾਧਿਆਮ 2 ਨੂੰ ਮਾਧਿਅਮ 1 ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਤੌਰ ਤੇ ਸੰਘਣਾ ਮਾਧਿਅਮ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਦੇ ਉੱਲਟ ਜੇ $n_{21} < 1$, $r > i$, ਤਾਂ ਅਪਵਰਤੀ ਕਿਰਨ ਅਭਿਲੰਬ ਤੋਂ ਪਰੇ ਮੁੜਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਉਹ ਸਥਿਤੀ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਆਪਤੀ ਕਿਰਨ ਕਿਸੇ ਸੰਘਣੇ ਮਾਧਿਅਮ ਤੋਂ ਚੱਲਦੀ ਹੋਈ ਵਿਰਲੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਅਪਵਰਤੀਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 9.8 ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅਤੇ ਪਰਾਵਰਤਨ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

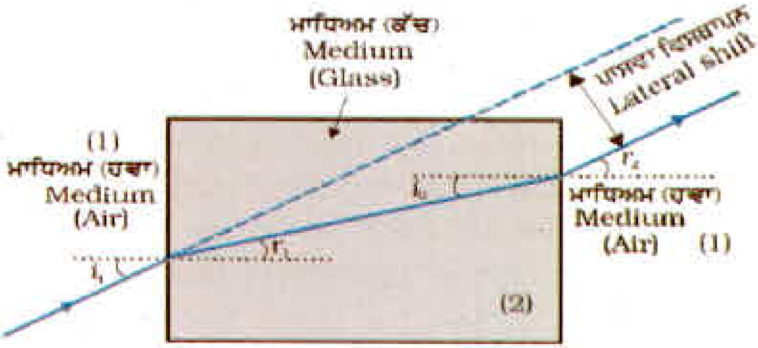
ਨੋਟ : ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਸੰਘਣਤਾ ਅਤੇ ਦ੍ਰਵਮਾਨ ਸੰਘਣਤਾ ਵਿਚਕਾਰ ਭਰਮ ਪੈਦਾ ਨਹੀਂ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ। ਦ੍ਰਵਮਾਨ ਸੰਘਣਤਾ ਇਕਾਈ ਆਇਤਨ ਦਾ ਦ੍ਰਵਮਾਨ ਹੈ। ਇਹ ਸੰਭਵ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਸੰਘਣੇ ਮਾਧਿਅਮ ਦੀ ਦ੍ਰਵਮਾਨ ਸੰਘਣਤਾ, ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਵਿਰਲੇ ਮਾਧਿਅਮ ਦੀ ਦ੍ਰਵਮਾਨ ਸੰਘਣਤਾ ਤੋਂ ਘੱਟ ਹੋਵੇ (ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਸੰਘਣਤਾ ਦੋ ਮਾਧਿਅਮਾਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਦਾ ਅਨੁਪਾਤ ਹੈ) ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ ਤਾਰਪੀਨ ਦਾ ਤੇਲ ਅਤੇ ਪਾਣੀ। ਤਾਰਪੀਨ ਦੇ ਤੇਲ ਦਾ ਦ੍ਰਵਮਾਨ ਸੰਘਣਤਾ ਪਾਣੀ ਦੇ ਦ੍ਰਵਮਾਨ ਸੰਘਣਤਾ ਤੋਂ ਘੱਟ ਹੈ। ਪ੍ਰੰਤੂ ਇਸ ਦੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਸੰਘਣਤਾ ਵੱਧ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਜੇ n_{21} ਮਾਧਿਅਮ 2 ਦਾ ਮਾਧਿਅਮ 1 ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਹੈ ਅਤੇ n_{12} ਮਾਧਿਅਮ 1 ਦਾ ਮਾਧਿਅਮ 2 ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਸਪੱਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ

$$n_{12} = \frac{1}{n_{21}} \qquad (9.11)$$

ਜੇਕਰ n_{32} ਮਾਧਿਅਮ 3 ਦਾ ਮਾਧਿਅਮ 2 ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਵੀ ਸਪੱਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ $n_{32} = n_{31} \times n_{12}$ ਇੱਥੇ n_{31} ਮਾਧਿਅਮ 3 ਦਾ ਮਾਧਿਅਮ 1 ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਹੈ।

ਅਪਵਰਤਨ ਦੇ ਨਿਯਮਾਂ ਤੇ ਅਧਾਰਿਤ ਕੁੱਝ ਸ਼ੁਰੂਆਤੀ ਪਰਿਣਾਮ ਤੁਰੰਤ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤੇ ਜਾ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਕਿਸੇ ਆਇਤਾਕਾਰ ਸਲੈਬ ਵਿੱਚ, ਅਪਵਰਤਨ ਦੋ -ਪਰਿਸੀਮਾਵਾਂ ਤੇ ਹੁੰਦਾ ਹੈ (ਹਵਾ-ਕੱਚ ਅਤੇ ਕੱਚ-ਹਵਾ)



ਚਿੱਤਰ 9.9 ਸਮਾਂਤਰ ਫਲਕਾਂ ਦੇ ਸਲੈਬ ਤੋਂ ਅਪਵਰਤਿਤ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਨ ਦਾ ਪਾਸਵਾ ਵਿਸਥਾਪਨ।

ਚਿੱਤਰ 9.9 ਦੁਆਰਾ ਇਹ ਆਸਾਨੀ ਨਾਲ ਵੇਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ $r_2 = i_1$, ਭਾਵ ਨਿਰਗਾਮੀ ਕਿਰਨ ਅਪਾਤੀ ਕਿਰਨ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ- ਆਪਤਿਤ ਕਿਰਨ ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਨਿਰਗਾਮੀ ਕਿਰਨ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਵਿਚਲਨ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਬਲਕਿ ਇਸ ਵਿੱਚ ਆਪਤਿਤ ਕਿਰਨ ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਆਪਸੀ ਵਿਸਥਾਪਨ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਕ ਦੂਸਰਾ ਆਮ ਪ੍ਰੇਖਣ ਇਹ ਵੀ ਹੈ ਕਿ ਪਾਣੀ ਨਾਲ ਭਰੇ ਕਿਸੇ ਤਲਾਬ ਦਾ ਤਲ ਉੱਪਰ ਉੱਠਿਆ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। (ਚਿੱਤਰ 9.10) ਅਭਿਲੰਬਵਤ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਨੇੜੇ ਤੋਂ ਦੇਖਣ ਤੇ ਇਹ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ ਅਭਾਸੀ ਗਹਿਰਾਈ (n_1) ਵਾਸਤਵਿਕ ਗਹਿਰਾਈ (n_2) ਨੂੰ ਮਾਧਿਅਮ (ਪਾਣੀ) ਦੇ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਨਾਲ ਭਾਗ/ਵੰਡਣ ਕਰਨ ਤੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

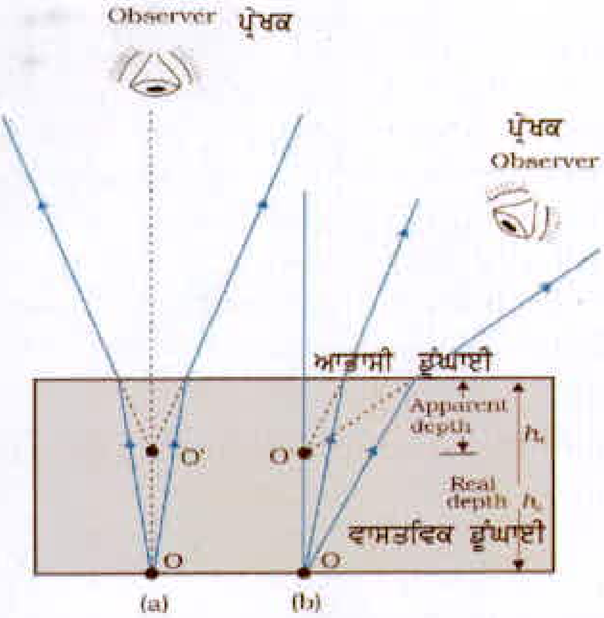
ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਵਾਯੂਮੰਡਲੀ ਅਪਵਰਤਨ ਅਨੇਕਾਂ ਰੋਚਕ ਵਰਤਾਰੇ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਅਪਵਰਤਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੀ ਸੂਰਜ ਅਸਲ ਚੜਣ ਦੇ ਸਮੇਂ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਹੀ ਨਜ਼ਰ ਆਉਣਾ ਸ਼ੁਰੂ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਸੂਰਜ ਛਿਪਣ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਵਿੱਚ ਵੀ ਨਜ਼ਰ ਆਉਂਦਾ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ (9.11) ਅਸਲ ਸੂਰਜ ਚੜ੍ਹਨ ਤੋਂ ਭਾਵ ਹੈ ਖਤਿਜ ਤੋਂ ਸੂਰਜ ਦਾ ਉੱਪਰ ਉੱਠਣਾ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਚਿੱਤਰ 9.11 ਵਿੱਚ ਖਤਿਜ ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਸੂਰਜ ਦੀ ਅਸਲ ਅਤੇ ਆਭਾਸੀ ਸਥਿਤੀਆਂ ਦਰਸਾਈਆਂ ਗਈਆਂ ਹਨ।

ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਇਸ ਪ੍ਰਭਾਵ ਨੂੰ ਸਮਝਣ ਦੇ ਇਰਾਦੇ ਨਾਲ ਅਤੀਰੰਜਿਤ ਕਰਕੇ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਨਿਰਵਾਤ ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਹਵਾ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ 1.00029 ਹੈ। ਇਸ ਦੇ ਕਾਰਨ ਸੂਰਜ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਲਗਭਗ ਅੱਧੇ ਡਿਗਰੀ $(1/2^0)$ ਦਾ ਆਭਾਸੀ ਵਿਸਥਾਪਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਦਾ ਅਸਲ ਸੂਰਜ ਛਿਪਣ ਅਤੇ ਆਭਾਸੀ ਸੂਰਜ ਛਿਪਣ ਵਿੱਚ ਲਗਭਗ ਅੰਤਰ 2 ਮਿੰਟ ਹੈ। ਸੂਰਜ ਛਿਪਣ ਅਤੇ ਸੂਰਜ ਚੜ੍ਹਨ ਦੇ ਸਮੇਂ ਸੂਰਜ ਦਾ ਆਭਾਸੀ ਚਪਟਾਪਨ ਵੀ ਇਸੇ ਵਰਤਾਰੇ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੀ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 9.10 ਆਭਾਸੀ ਡੂੰਘਾਈ (a)ਅਭਿਲੰਬਤ ਅਤੇ (b) ਟੇਢੀ ਦੇਖਾਈ ਲਈ

ਚਿੱਤਰ 9.11 ਵਾਯੂਮੰਡਲੀ ਅਪਵਰਤਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਵਾਸਤਵਿਕ ਸਮੇਂ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਸੂਰਜ ਚੜ੍ਹਨ ਅਤੇ ਵਾਸਤਵਿਕ ਸਮੇਂ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਸੂਰਜ ਛਿਪਣ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੋਣਾ।

ਉਦਾਹਰਨ 9.5 - ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਆਪਣੇ ਅਕਸ ਦੁਆਲੇ ਇਕ ਚੱਕਰ ਕਰਨ ਲਈ 24 ਘੰਟੇ ਲੈਂਦੀ ਹੈ। ਸੂਰਜ ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਤੋਂ ਦੇਖੇ ਜਾਣ ਤੇ 1° ਵਿਸਥਾਪਨ ਹੋਣ ਵਿੱਚ ਕਿੰਨਾ ਸਮਾਂ ਲੱਗਦਾ ਹੈ।

ਹੱਲ– 360° ਵਿਸਥਾਪਨ ਹੋਣ ਲਈ ਲਿਆ ਗਿਆ ਸਮਾਂ =24h

1° ਵਿਸਥਾਪਨ ਹੋਣ ਲਈ ਲਿਆ ਗਿਆ ਸਮਾਂ =(24/360)h

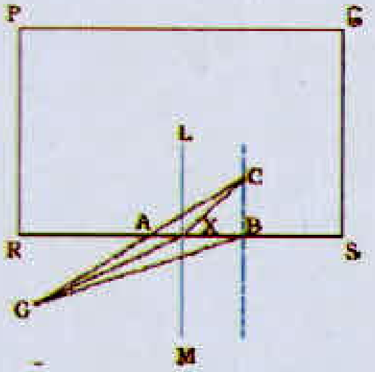
=4min

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਡੁੱਬਦਾ ਹੋਇਆ ਬੱਚਾ , ਜੀਵਨ ਰੱਖਿਅਕ ਅਤੇ ਸਨੇਲ ਦਾ ਨਿਯਮ

ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਇੱਕ ਆਇਤਾਕਾਰ ਸਵੀਮਿੰਗ ਪੂਲ PQRS ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ। ਪੂਲ ਦੇ ਬਾਹਰ ਬਿੰਦੂ G ਤੇ ਬੈਠਿਆਂ ਇੱਕ ਜੀਵਨ ਰੱਖਿਅਕ ਇੱਕ ਬੱਚੇ ਨੂੰ ਬਿੰਦੂ C ਤੇ ਡੁੱਬਦਾ ਹੋਇਆ ਵੇਖਦਾ ਹੈ। ਰਖਿਅਕ , ਬੱਚੇ ਤੱਕ ਘੱਟ ਤੋਂ ਘੱਟ ਸਮੇਂ ਵਿੱਚ ਪਹੁੰਚਣਾ ਚਾਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਮੰਨ ਲਓ G ਅਤੇ C ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਪੂਲ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ SR ਹੈ। ਕੀ ਉਸ ਨੂੰ G ਅਤੇ C ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਸਰਲ ਰੇਖੀ ਰਸਤਾ GAC ਨੂੰ ਅਪਣਾਉਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਜਾਂ GBC ਨੂੰ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਪਾਣੀ ਵਿਚਲਾ ਸਤਾ BC ਸਭ ਤੋਂ ਛੋਟਾ ਹੋਵੇਗਾ ਜਾਂ ਕੋਈ ਹੋਰ ਰਸਤਾ GxC ? ਉਹ ਜਾਣਦਾ ਹੈ ਕਿ ਉਸਦੀ ਜਮੀਨ ਤੇ ਦੌੜਨ ਦੀ ਚਾਲ v_1 , ਉਸਦੇ ਤੈਰਨ ਦੀ ਚਾਲ v_2 ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੈ।



ਮੰਨ ਲਓ ਜੀਵਨ ਰੱਖਿਅਕ ਪਾਣੀ ਵਿੱਚ ਬਿੰਦੂ x ਤੋਂ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਮੰਨ ਲਓ GX = l_1 ਅਤੇ XC = l_2 ਤਦ G ਤੋਂ C ਤੱਕ ਪਹੁੰਚਣ ਲਈ ਲਿਆ ਗਿਆ ਸਮਾਂ

$$t = \frac{l_1}{v_1} + \frac{l_2}{v_2}$$

ਇਸ ਸਮੇਂ ਨੂੰ ਨਿਊਨਤਮ ਬਣਾਉਣ ਲਈ ਇਸ ਦਾ (X ਦੇ ਨਿਰਦੇਸ਼ਾਕ ਦੇ ਸਾਪੇਖ) ਅਵਕਲਨ ਕਰਨਾ ਹੋਵੇਗਾ ਅਤੇ ਬਿੰਦੂ X ਦੀ ਉਸ ਸਥਿਤੀ ਨੂੰ ਲੱਭਣਾ ਹੋਵੇਗਾ ਤਾਂ ਕਿ t ਦਾ ਮੁੱਲ ਨਿਊਨਤਮ ਹੋਵੇ। ਇਹ ਸਭ ਪਰਿਕਲਨ ਕਰਨ ਤੇ (ਜਿਸ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਇਥੇ ਹੀ ਛੱਡ ਰਹੇ ਹਾਂ) ਸਾਨੂੰ ਪਤਾ ਚਲਦਾ ਹੈ ਕਿ ਰੱਖਿਅਕ ਨੂੰ ਪਾਣੀ ਵਿੱਚ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਨਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਜਿੱਥੇ ਸਨੇਲ ਦਾ ਨਿਯਮ ਸੰਤੁਸ਼ਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਸਮਝਣ ਦੇ ਲਈ SR ਦੇ ਬਿੰਦੂ X ਤੇ ਇੱਕ ਲੰਬ LM ਖਿੱਚੋ। ਮੰਨ ਲਓ ∠GXM = i ਅਤੇ ∠CXL = r, ਤਦ ਅਸੀਂ ਦੇਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ t ਨਿਊਨਤਮ ਹੋਵੇਗਾ ਜਦੋਂ

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{v_1}{v_2}$$

ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਲਈ $\frac{v_1}{v_2}$, ਨਿਰਵਾਤ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਵੇਗ ਅਤੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਵੇਗ ਦਾ ਅਨੁਪਾਤ, ਮਾਧਿਅਮ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ n ਹੈ।

ਸੰਖੇਪ ਵਿੱਚ, ਚਾਹੇ ਤਰੰਗ ਹੋਵੇ ਜਾਂ ਕਣ ਜਾਂ ਕੋਈ ਮਨੁੱਖ ਜਦੋਂ ਵੀ ਦੋ ਮਾਧਿਅਮ ਅਤੇ ਦੋ ਵੇਗ ਸ਼ਾਮਿਲ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਤਾਂ ਨਿਊਨਤਮ ਸਮੇਂ ਦੇ ਲਈ ਸਨੇਲ ਦੇ ਨਿਯਮ ਨੂੰ ਅਪਣਾਉਣਾ ਜਰੂਰੀ ਹੈ।

9.4 ਪੂਰਣ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ (Total Internal Reflection)

ਜਦੋਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਸੰਘਣੇ ਮਾਧਿਅਮ ਤੋਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਵਿਰਲੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਚੱਲਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਪਰਿਸੀਮਾ ਤੇ ਉਹ ਅੰਸ਼ਕ ਵਾਪਿਸ ਉਸੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਅੰਸ਼ਕ ਦੂਸਰੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਅਪਵਰਤਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪਰਾਵਰਤਨ ਨੂੰ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ । ਜਦੋਂ ਕੋਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਨ ਸੰਘਣੇ ਮਾਧਿਅਮ ਤੋਂ ਵਿਰਲੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਅਭਿਲੰਬ ਤੋਂ ਦੂਰ ਮੁੜ ਜਾਂਦੀ ਹੈ । ਉਦਾਹਰਨ ਵਜੋਂ ਚਿੱਤਰ 9.12 ਵਿੱਚ ਕਿਰਨ AO B ਆਪਸੀ ਕਿਰਨ AO_1 ਅੰਸ਼ਕ ਪਰਾਵਰਤਿਤ (O C) ਅਤੇ ਅੰਸ਼ਕ ਪਾਰਗਮਿਤ ਜਾਂ ਅਪਵਰਤਿਤ (O B) ਹੁੰਦੀ ਹੈ , ਅਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਕੋਣ (r) ਆਪਤਨ ਕੋਣ (i) ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ - ਜਿਵੇਂ ਆਪਤਨ ਕੋਣ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ , ਅਪਵਰਤਨ ਕੋਣ ਵਿੱਚ ਵੀ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ , ਜਦੋਂ ਤੱਕ ਕਿ ਕਿਰਨ AO_3 ਦੇ ਲਈ ਅਪਵਰਤਨ ਕੋਣ ਦਾ ਮਾਨ (90°) ਹੋ ਜਾਵੇ । ਅਪਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨ ਅਭਿਲੰਬ ਤੋਂ ਇੰਨੀ ਜਿਆਦਾ ਮੁੜ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਕਿ ਉਹ ਦੋਨਾਂ ਮਾਧਿਅਮਾਂ ਦੀ ਪਰਿਸੀਮਾ ਨੂੰ ਛੂਹਣ ਲੱਗਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਚਿੱਤਰ 9.12 ਵਿੱਚ ਕਿਰਨ AO_3D ਦੁਆਰਾ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਜੇ ਆਪਤਨ ਕੋਣ ਵਿੱਚ ਇਸ ਤੋਂ ਵੱਧ ਵ੍ਰਿਧੀ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ (ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ ਕਿਰਨ AO_4) ਤਾਂ ਅਪਵਰਤਨ ਸੰਭਵ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਅਤੇ ਆਪਤਿਤ ਕਿਰਨ ਪੂਰੀ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਪੂਰਨ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ । ਜਦੋਂ ਕਿਸੇ ਸਤ੍ਹਾ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਆਮ ਤੌਰ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

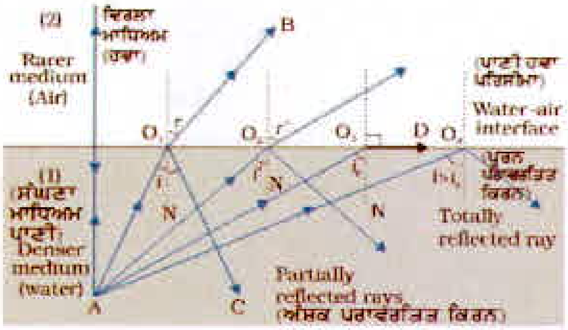
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਤੇ ਇਸਦਾ ਕੁੱਝ ਹਿੱਸਾ ਪਾਰਗਮਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਪਰਾਵਰਤਨ ਸਤ੍ਹਾ ਚਾਹੇ ਜਿਨ੍ਹੀ ਵੀ ਚਿਕਨੀ ਕਿਉਂ ਨਾ ਹੋਵੇ , ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨ ਹਮੇਸ਼ਾ ਆਪਾਤੀ ਕਿਰਨ ਤੋਂ ਘੱਟ ਤੀਬਰਤਾ ਦੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ । ਦੂਜੇ ਪਾਸੇ ਪੂਰਨ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਕੋਈ ਪਰਾਗਮਨ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ।

ਉਹ ਆਪਤਨ ਕੋਣ ਜਿਸ ਦੇ ਫਲਸਰੂਪ ਅਪਵਰਤਨ ਕੋਣ 90_0 ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਕਿ $\angle AO_3N$, ਦਿੱਤੇ ਹੋਏ ਮਾਧਿਅਮਾਂ ਦੇ ਯੁਗਲ ਦੇ ਲਈ ਕ੍ਰਾਂਤਿਕ ਕੋਣ (Critical Angle)(i_c) ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਸਨੇਲ ਦੇ ਨਿਯਮ (ਸਮੀਕਰਣ (9.10)) ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਅਸੀ ਦੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਜੇ ਸਾਪੇਖਕੀ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਇੱਕ ਤੋਂ ਘੱਟ ਹੈ ਤਾਂ ਕਿਉਂਕਿ $\sin_r$ ਦਾ ਅਧਿਕਤਮ ਮਾਨ ਇੱਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਇਸ ਲਈ sin i ਦੇ ਮਾਨ ਦੀ ਕੋਈ ਉੱਪਰੀ ਸੀਮਾ ਹੈ ਜਿਸ ਤੱਕ ਇਹ ਨਿਯਮ ਲਾਗੂ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਹੈ $i = i_C$ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ

$$\sin i_C = n_{21} \qquad (9.12)$$

i ਦੇ i_C, ਤੋਂ ਵੱਧ ਮਾਨਾਂ ਦੇ ਲਈ ਸਨੇਲ ਦੇ ਅਪਵਰਤਨ ਦੇ ਨਿਯਮਾਂ ਨੂੰ ਲਾਗੂ ਨਹੀਂ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ, ਭਾਵ ਕੋਈ ਅਪਵਰਤਨ ਸੰਭਵ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ।



ਚਿੱਤਰ 9.12 ਸੰਘਣੇ ਮਾਧਿਅਮ (ਪਾਣੀ) ਅਤੇ ਵਿਰਲੇ ਮਾਧਿਅਮ (ਹਵਾ) ਦੇ ਪਰਿਸੀਮਾ ਤੇ ਬਿੰਦੂ A (ਸੰਘਣੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ) ਤੋਂ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਕੋਣਾਂ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਕਿਰਨਾਂ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅਤੇ ਪੂਰਨ ਆਂਤਰਿਕ ਪਰਵਤਨ।

ਸੰਘਣੇ ਮਾਧਿਅਮ 1 ਦਾ ਵਿਰਲੇ ਮਾਧਿਅਮ 2 ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਹੋਏਗਾ $n_{12} = 1/\sin_{i_c}$ । ਸਾਰਣੀ 9.1 ਵਿੱਚ ਕੁੱਝ ਖਾਸ ਕ੍ਰਾਂਤਿਕ ਕੋਣਾਂ ਨੂੰ ਸੂਚੀਬਧ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਪੂਰਨ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦੇ ਲਈ ਇੱਕ

ਸਾਰਣੀ 9.1 ਕੁਝ ਪਾਰਦਰਸ਼ੀ ਮਾਧਿਅਮਾਂ ਦਾ ਹਵਾ ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਕ੍ਰਾਂਤਿਕ ਕੋਣ

ਪਦਾਰਥ ਮਾਧਿਅਮ	ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ	ਕ੍ਰਾਂਤਿਕ ਕੋਣ
ਪਾਣੀ	1.33	48.75°
ਕਰਾਉਨ ਗਲਾਸ	1.52	41.14°
ਸੰਘਨ ਫਲਿੰਟ ਗਲਾਸ	1.62	37.31°
ਹੀਰਾ	2.42	24.41°

ਸਾਰੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਵਰਤਾਰਿਆਂ ਨੂੰ ਅੱਜ ਕੱਲ ਆਸਾਨੀ ਨਾਲ ਉਪਲੱਬਧ ਲੇਜ਼ਰ ਟਾਰਚ ਜਾਂ ਸੰਕੇਤਕ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰਕੇ ਬਹੁਤ ਸਰਲਤਾ ਨਾਲ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ । ਇੱਕ ਕੱਚ ਦਾ ਬੀਕਰ ਲਓ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਸਾਫ ਪਾਣੀ ਭਰਿਆ ਹੋਵੇ। ਸਾਬੁਨ ਦੇ ਇੱਕ ਟੁੱਕੜੇ ਨਾਲ ਪਾਣੀ ਨੂੰ ਕਈ ਵਾਰ ਹਿਲਾਓ ਜਿਸ ਨਾਲ ਇਹ ਥੋੜਾ ਅਸ਼ਾਂਤ ਹੋ ਜਾਵੇ। ਇੱਕ ਲੇਜ਼ਰ ਸੰਕੇਤਕ ਲੈ ਕੇ ਇਸ ਦੇ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਨੂੰ ਅਸ਼ਾਂਤ ਪਾਣੀ ਤੋਂ ਗੁਜਾਰੋ (ਲੰਘਾਓ)। ਤੁਸੀਂ ਦੇਖੋਗੇ ਕਿ ਪਾਣੀ ਦੇ ਅੰਦਰ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਦਾ ਰਸਤਾ ਚਮਕੀਲਾ ਵਿਖਾਈ ਦਿੰਦਾ ਹੈ।

ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਨੂੰ ਬੀਕਰ ਦੇ ਥੱਲਿਓ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਲੰਘਾਓ ਕਿ ਇਹ ਦੂਜੇ ਸਿਰੇ ਤੇ ਪਾਣੀ ਦੇ ਉਪਰਲੇ ਤਲ/ਸਤ੍ਹਾ ਨਾਲ ਟਕਰਾਵੇ। ਕੀ ਤੁਸੀਂ ਦੇਖ ਸਕਦੇ ਹੋ ਕਿ ਇਸ ਵਿੱਚ ਅੰਸ਼ਿਕ ਪਰਾਵਰਤਨ (ਜੋ ਮੇਜ ਦੇ ਥੱਲੇ ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਦਿਖਾਈ ਦੇਵੇਗਾ) ਅਤੇ ਅੰਸ਼ਿਕ ਅਪਵਰਤਨ (ਜੋ ਹਵਾ ਚੋਂ ਨਿਕਲ ਕੇ ਛੱਤ ਤੇ ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵਿਖਾਈ ਦਿੰਦਾ ਹੈ) ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 9.130 ਹੁਣ ਲੇਜ਼ਰ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਨੂੰ ਬੀਕਰ ਦੇ ਇੱਕ ਪਾਸੇ ਤੋਂ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸੁੱਟੋ ਕਿ ਇਹ ਪਾਣੀ ਦੀ ਉੱਪਰੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਟੇਢੀ/ਤਿਰਛੀ ਟਕਰਾਵੇ। ਚਿੱਤਰ 9.13 (b) । ਲੇਜ਼ਰ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ

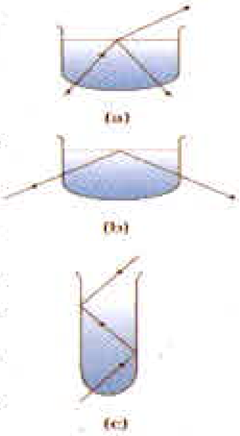
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਸਮਾਯੋਜਿਤ ਕਰੋ ਕਿ ਤੁਹਾਨੂੰ ਅਜਿਹਾ ਕੋਣ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋ ਜਾਵੇ ਜਿਸ ਨਾਲ ਪਾਣੀ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਉੱਪਰ ਅਪਵਰਤਨ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਖਤਮ ਹੋ ਜਾਵੇ ਅਤੇ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪਾਣੀ ਵਿੱਚ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਹੋ ਜਾਵੇ। ਇਹ ਸਰਲਤਮ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪੂਰਨ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਹੈ।

ਇਸ ਪਾਣੀ ਨੂੰ ਇੱਕ ਲੰਬੀ ਪਰਖਨਲੀ ਵਿੱਚ ਉਲਟੋ ਅਤੇ ਲੇਜ਼ਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਇਸਦੇ ਉੱਪਰ ਪਾਓ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਚਿੱਤਰ 9.13(c) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ । ਲੇਜਰ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਵਸਥਿਤ ਕਰੋ ਕਿ ਹਰੇਕ ਵਾਰ ਜਦੋਂ ਉਹ ਪਰਖਨਲੀ ਦੀਆਂ ਦੀਵਾਰਾਂ ਨਾਲ ਟਕਰਾਵੇ ਤਾਂ ਇਸ ਦਾ ਪੂਰਨ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਹੋਵੇ। ਇਹ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਇਹੋ ਜਿਹਾ ਹੀ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਤੰਤੂਆਂ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਧਿਆਨ ਰੱਖੋ ਕਿ ਲੇਜ਼ਰ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਵਿੱਚ ਕਦੇ ਵੀ ਸਿੱਧਾ ਨਾ ਵੇਖੋ ਅਤੇ ਨਾ ਹੀ ਇਸਨੂੰ ਕਿਸੇ ਦੇ ਚਿਹਰੇ ਤੇ ਸੁੱਟੋ।



ਚਿੱਤਰ 9.13 ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਲੇਜਰ ਪੁੰਜ ਦੁਆਰਾ ਪਾਣੀ ਵਿੱਚ ਪੂਰਨ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦੇਖਣਾ (ਕੱਚ ਤੋਂ ਅਪਵਰਤਨ ਨੂੰ ਬਹੁਤ ਪਤਲਾ ਹੋਣ ਕਰਕੇ ਨਾ ਗਿਣਨਾ

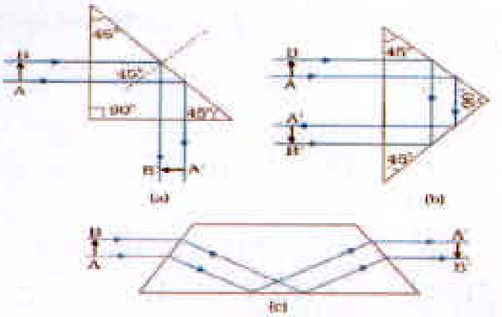
9.4.1 ਕੁਦਰਤ ਵਿੱਚ ਪੂਰਨ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਅਤੇ ਇਸ ਦੇ ਤਕਨੀਕੀ ਉਪਯੋਗ (Total internal Reflection in nature and its technological applications)

(i) ਮ੍ਰਿਗ-ਤ੍ਰਿਸ਼ਨਾ (Mirage) : ਗਰਮੀਆਂ ਦੇ ਗਰਮ ਦਿਨਾਂ ਵਿੱਚ ਧਰਤੀ ਦੇ ਨੇੜੇ ਦੀ ਹਵਾ ਆਪਣੇ ਤੋਂ ਉੱਪਰ ਦੀ ਹਵਾ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਜਿਆਦਾ ਗਰਮੀ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਹਵਾ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ, ਘਣਤਾ ਨਾਲ ਵੱਧ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਗਰਮ ਹਵਾ ਘੱਟ ਸੰਘਣੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਉਸ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ, ਠੰਡੀ ਹਵਾ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਹਵਾ ਦਾ ਪ੍ਰਵਾਹ ਧੀਮਾ ਹੈ, ਭਾਵ ਹਵਾ ਸ਼ਾਂਤ ਹੈ ਤਾਂ ਹਵਾ ਦੀਆਂ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਤਹਿਆਂ ਦੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਘਣਤਾ ਉਚਾਈ ਨਾਲ ਵੱਧਦੀ ਹੈ। ਫਲਸਰੂਪ ਕਿਸੇ ਉੱਚੀ ਵਸਤੂ ਜਿਵੇਂ ਕਿਸੇ ਰੁੱਖ ਤੋਂ ਆਉਂਦਾ ਹੋਇਆ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਚੱਲਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਭੂਮੀ ਸਤਹ ਵੱਲ ਘੱਟਦਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀ ਵਸਤੂ ਤੋਂ ਆਉਣ ਵਾਲੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਕਿਰਨ ਵਾਰੀ-ਵਾਰੀ ਅਭਿਲੰਬ ਤੋਂ ਦੂਰ ਮੁੜਦੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਜੇ ਭੂਮੀ ਸਤ੍ਹਹ ਦੇ ਨੇੜੇ ਦੀ ਹਵਾ ਦੇ ਲਈ ਆਪਤਨ ਕੋਣ ਕ੍ਰਾਂਤਿਕ ਕੋਣ ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੋ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਇਹ ਪੂਰਨ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਚਿੱਤਰ 9.14 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਦੂਰ ਖੜੇ ਪ੍ਰੇਖਕ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਭੂਮੀ ਸਤਹ ਦੇ ਕਿਤੇ ਥੱਲੇ ਤੋਂ ਆਉਂਦਾ ਹੋਇਆ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪ੍ਰੇਖਕ ਕੁਦਰਤੀ ਇਹ ਮੰਨ ਲੈਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਭੂਮੀ ਸਤਹ ਤੋਂ ਹੀ ਜਿਵੇਂ ਉੱਚੀ ਵਸਤੂ ਦੇ ਨੇੜੇ ਪਾਣੀ ਨਾਲ ਭਰੇ ਕਿਸੇ ਤਾਲਾਬ ਜਾਂ ਪੋਖਰ ਤੋਂ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਹੋ ਕੇ ਉਸ ਤੱਕ ਪਹੁੰਚ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਦੂਰ ਦੀ ਵਸਤੂ ਦਾ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਬਣਿਆ ਉਲਟ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਭਰਮ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਵਰਤਾਰੇ ਨੂੰ ਮ੍ਰਿਗ-ਤ੍ਰਿਸ਼ਨਾ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀ ਮ੍ਰਿਗ-ਤ੍ਰਿਸ਼ਨਾ ਗਰਮ ਮਾਰੂਥਲਾਂ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਆਮ ਹੈ। ਗਰਮੀਆਂ ਦੇ ਦਿਨਾਂ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਬੱਸ ਜਾ ਕਾਰ ਵਿੱਚ ਚੱਲਦੇ ਸਮੇਂ ਸੜਕ ਉੱਤੇ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਮਹਾਮਾਰਗਾਂ ਤੇ ਸੜਕ ਦਾ ਦੂਰ ਦਾ ਕੋਈ ਹਿੱਸਾ ਗਿੱਲਾ ਹੋਇਆ ਜਾਪਦਾ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ ਜਦੋਂ ਤੁਸੀਂ ਉਸ ਥਾਂ ਤੇ ਪੁੱਜਦੇ ਹੋ ਤਾਂ ਤੁਹਾਨੂੰ ਗਿੱਲੇਪਣ ਦਾ ਕੋਈ ਸਬੂਤ ਨਹੀਂ ਮਿਲਦਾ। ਇਹ ਮ੍ਰਿਗ-ਤ੍ਰਿਸ਼ਨਾ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੈ।

ਚਿੱਤਰ 9.14 (a) ਕਿਸੇ ਪ੍ਰੇਖਕ ਨੂੰ ਰੁੱਖ ਦਾ ਉਹਨਾਂ ਹਾਲਤਾਂ ਵਿੱਚ ਦਿਖਾਈ ਦੇਣਾ ਜਦੋਂ ਕਿ ਧਰਤੀ ਦੀ ਸਤਹ ਦੇ ਉਪਰ ਦੀ ਹਵਾ ਇਕ ਸਮਾਨ ਤਾਪਮਾਨ ਤੇ ਹੈ। (b) ਜਦੋਂ ਧਰਤੀ ਹਵਾ ਦੀਆਂ ਪਰਤਾਂ ਬਦਲਦੇ ਤਾਪਮਾਨ ਤੇ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਅਤੇ ਧਰਤੀ ਦੇ ਨੇੜੇ ਦੀਆਂ ਪਰਤਾਂ ਸੱਭ ਤੋਂ ਗਰਮ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਤਾਂ ਦੂਰ ਸਥਿਤ ਰੁੱਖ ਤੋਂ ਆਉਣ ਵਾਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਪੂਰਣ ਅੰਤਰਿਕ ਪਰਾਵਰਤਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com



ਚਿੱਤਰ 9.15 ਕਿਰਨਾਂ ਨੂੰ 90° ਅਤੇ 180° ਤੇ ਜੋੜਨ ਲਈ ਤਿਆਰ ਕੀਤਾ ਪ੍ਰਿਜਮ ਜਾਂ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਨੂੰ ਬਿਨਾਂ ਕਿਸੇ ਬਦਲਾਅ ਤੋਂ ਉੱਲਟਾ ਕਰਨਾ

ii) ਹੀਰਾ : ਹੀਰਾ ਆਪਣੀ ਸ਼ਾਨਦਾਰ ਚਮਕ ਲਈ ਪ੍ਰਸਿੱਧ ਹੈ। ਇਸ ਦੀ ਚਮਕ ਮੁੱਖ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਉਸਦੇ ਅੰਦਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਪੂਰਨ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੈ। ਹੀਰਾ ਹਵਾ ਪਰਿਸੀਮਾ ਦੇ ਲਈ ਕ੍ਰਾਂਤਿਕ ਕੋਣ (24.4°) ਦਾ ਮਾਨ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਜੇ ਇੱਕ ਵਾਰ ਹੀਰੇ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾਖਲ ਕਰ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਇਸ ਦੇ ਅੰਦਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਪੂਰਨ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਹੋਣ ਦੀਆਂ ਬੇਸ਼ੁਮਾਰ ਸੰਭਾਵਨਾਵਾਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਕੁਦਰਤ ਵਿੱਚ ਮੋਜੂਦ ਕੁੱਝ ਹੀਰੇ ਹੀ ਆਪਣੀ ਅਤਿਅੰਤ ਚਮਕ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਹੀਰੇ ਦੀ ਚਮਕ-ਦਮਕ ਹੀਰੇ ਤਰਾਸ਼ਣ ਵਾਲੇ ਕਾਰੀਗਰਾਂ ਦੀ ਤਕਨੀਕੀ ਨਿਪੁੰਨਤਾ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਹੀਰੇ ਨੂੰ ਉਚਿਤ ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਕੱਟ ਕੇ ਉਸਦੇ ਅੰਦਰ ਬਹੁਤ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਕਰਵਾਏ ਜਾ ਸਕਦੇ ਹਨ।

iii)ਪ੍ਰਿਜ਼ਮ : ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ 90° ਜਾਂ 180° ਤੇ ਮੋੜਨ ਦੇ ਲਈ ਤਿਆਰ ਕੀਤੇ ਗਏ ਪ੍ਰਿਜ਼ਮਾਂ ਵਿੱਚ ਪੂਰਨ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 9.15 (a) ਅਤੇ (b)। ਅਜਿਹੇ ਪ੍ਰਿਜ਼ਮ ਨੂੰ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੇ ਆਕਾਰ ਵਿੱਚ ਬਿੰਨਾ ਕੋਈ ਬਦਲਾਅ ਕੀਤੇ ਬਗੈਰ ਉਲਟਾਉਣ ਲਈ ਵੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 9.15 (c)। ਪਹਿਲੀਆਂ ਦੋ ਸਥਿਤੀਆਂ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਿਜ਼ਮ ਦੇ ਪਦਾਰਥ ਲਈ ਕ੍ਰਾਂਤਿਕ ਕੋਣ i_C ਨੂੰ 45° ਤੋਂ ਘੱਟ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਸਾਰਣੀ 9.1 ਦੇਖਣ ਤੇ ਅਸੀ ਇਹ ਪਾਉਂਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਦੋਨੋਂ ਹੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਕੱਚ ਕਰਾਉਨ ਅਤੇ ਫਲਿੰਟ ਦੇ ਲਈ ਇਹ ਸੱਚ ਹੈ।

iv)ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਤੰਤੂ : ਅੱਜ ਕੱਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਤੰਤੂਆਂ ਨੂੰ ਧੁਨੀ ਅਤੇ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਸੰਕੇਤਾਂ ਦਾ ਲੰਬੀ ਦੂਰੀ ਤੱਕ ਸੰਚਾਰ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਵਿਆਪਕ ਰੂਪ ਵਿਚ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਤੰਤੂਆਂ ਵਿੱਚ ਵੀ ਪੂਰਨ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦੇ ਵਰਤਾਰੇ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਤੰਤੂ ਉੱਚ ਗੁਣਾ ਵਾਲੇ ਸੰਯੁਕਤ ਕੱਚ/ਕਵਾਰਟਜ਼ ਤੰਤੂਆਂ ਤੋਂ ਬਣਾਏ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਹਰੇਕ ਤੰਤੂ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਕ੍ਰੋਡ (core) ਅਤੇ ਕਲੈਡਿੰਗ (cladding) ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕ੍ਰੋਡ ਦੇ ਪਦਾਰਥ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਕਲੈਡਿੰਗ ਦੇ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਜਦੋਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਸੰਕੇਤ ਉਚਿਤ ਕੋਣ ਤੇ ਤੰਤੂ ਦੇ ਇੱਕ ਸਿਰੇ ਤੇ ਦਿਸ਼ਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਉਸ ਦੀ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਨਾਲ-2 ਵਾਰ-ਵਾਰ ਪੂਰਨ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਅੰਤ ਵਿੱਚ ਦੂਸਰੇ ਸਿਰੇ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲ ਆਉਂਦਾ ਹੈ ।(ਚਿੱਤਰ 9.16) । ਕਿਉਂਕਿ ਹਰੇਕ ਪੜਾਅ ਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਪੂਰਨ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਕੇਤ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਹਾਨੀ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਤੰਤੂ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਬਣਾਏ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਕਿ ਇਕ ਪਾਸੇ ਦੀ ਅੰਦਰੂਨੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਹੋਣ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਦੂਸਰੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕ੍ਰਾਂਤਿਕ ਕੋਣ ਤੋਂ ਵੱਧ ਕੋਣ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇੱਥੋਂ ਤੱਕ ਕਿ ਤੰਤੂ ਵਿੱਚ ਮੁੜਾਵ ਹੋਣ ਦੇ ਬਾਵਜੂਦ ਵੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤੰਤੂ ਦੇ ਅੰਦਰ ਉਸਦੀ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਨਾਲ -ਨਾਲ ਸੋਖੇ ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਚੱਲ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇੱਕ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤੰਤੂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਪਾਈਪ (ਲਾਈਟ ਪਾਈਪ) ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਤੰਤੂਆਂ ਦੇ ਗੁੱਛੇ ਦਾ ਕਈ ਤਰ੍ਹਾਂ ਤੋਂ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਤੰਤੂਆਂ ਦਾ ਵੱਡੇ ਪੈਮਾਨੇ ਤੇ ਬਿਜਲੀ ਸੰਕੇਤਾਂ, ਜਿਹਨਾਂ ਨੂੰ ਉਚਿਤ ਟ੍ਰਾਂਸਡਯੂਰੋਂ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਵਿੱਚ ਬਦਲ ਲੈਂਦੇ ਹਨ ਦੇ ਸੰਚਾਰ ਅਤੇ ਗ੍ਰਾਹੀ ਵਿੱਚ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਸਪੱਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਤੰਤੂਆਂ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ ਸੰਕੇਤ ਸੰਚਾਰ ਦੇ ਲਈ ਵੀ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

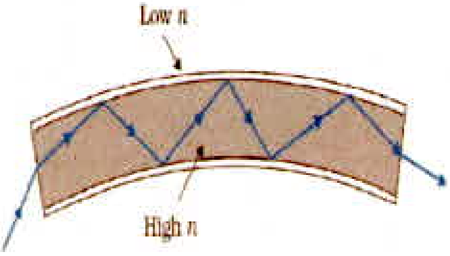
ਉਦਾਹਰਨ ਦੇ ਲਈ ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਅੰਦਰੂਨੀ ਅੰਗਾਂ ਜਿਵੇਂ ਭੋਜਨ ਨਲਿਕਾ, ਪੇਟ ਅਤੇ ਆਂਧਰਾਂ ਦੇ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਅਵਲੋਕਨ ਦੇ ਲਈ ਲਾਈਟ ਪਾਈਪ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਤੁਸੀਂ ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਉਪਲੱਬਧ ਮਹੀਨ ਪਲਸਾਟਿਕ ਤੰਤੂਆਂ ਤੋਂ ਬਣੇ ਸਜਾਵਟੀ ਲੈਂਪ ਦੇਖੇ ਹੋਣਗੇ। ਇਹਨਾਂ ਪਲਾਸਟਿਕ ਦੇ ਤੰਤੂਆਂ ਦੇ ਸੁਤੰਤਰ ਸਿਰੇ ਇੱਕ ਫੁਹਾਰੇ ਵਰਗੀ ਸਰੰਚਨਾ ਬਣਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਇਹਨਾਂ ਤੰਤੂਆਂ ਦਾ ਦੂਸਰਾ ਸਿਰਾ ਇੱਕ ਬਿਜਲੀ ਲੈਂਪ ਦੇ ਉੱਪਰ ਜੁੜਿਆ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਲੈਂਪ ਦੇ ਸਵਿੱਚ ਨੂੰ ਚਾਲੂ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਹਰੇਕ ਤੰਤੂ ਦੇ ਥੱਲੇ ਦੀ ਚੱਲਦਾ ਹੋਇਆ ਇਸ ਦੇ ਸੁਤੰਤਰ ਸਿਰੇ ਦੀ ਨੋਕ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਤੇ ਇੱਕ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿੰਦੂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਦਿਖਾਈ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਸਜਾਵਟੀ ਲੈਂਪਾਂ ਦੇ ਤੰਤੂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਤੰਤੂ ਹਨ।

ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਤੰਤੂਆਂ ਦੇ ਨਿਰਮਾਣ ਲਈ ਮੁੱਖ ਜਰੂਰਤ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਅੰਦਰ ਲੰਬੀ ਦੂਰੀਆਂ ਤੈਅ ਕਰਦੇ ਸਮੇਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਸੋਖਣ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਕੁਆਰਟਜ਼ ਜਿਹੇ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੀ ਸ਼ੁਧੀਕਰਨ ਅਤੇ ਖਾਸ ਤਿਆਰੀ ਦੁਆਰਾ ਬਣਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਸਿਲੀਕਾ ਕੱਚ ਤੰਤੂਆਂ ਵਿੱਚ 1km ਲੰਬੇ ਤੰਤੂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ 95% ਤੋਂ ਵੀ ਅਧਿਕ ਹਿੱਸੇ ਨੂੰ ਸੰਚਾਰਿਤ ਕਰਨਾ ਸੰਭਵ ਹੈ। (ਇਸ ਦੀ ਤੁਲਨਾ 1km ਮੋਟਾਈ ਦੇ ਖਿੜਕੀ ਦੇ ਕੱਚ ਦੇ ਬਲਾਕ ਵਿੱਚ ਜਿੰਨੇ ਪ੍ਰਤੀਸ਼ਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਸੰਚਾਰ ਦੀ ਤੁਸੀਂ ਉਮੀਦ ਕਰਦੇ ਹੋ ਤੋਂ ਕਰੋ)।



ਚਿੱਤਰ 9.16 ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਅੱਗੇ ਵੱਧਦੇ ਹੋਇਆ ਵਾਰ ਵਾਰ ਪੂਰਨ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਹੋਣਾ

9.5 ਗੋਲਾਕਾਰ ਸਤ੍ਹਾਵਾਂ ਅਤੇ ਲੈਨਜ਼ਾਂ ਦੁਆਰਾ ਅਪਵਰਤਨ (Refraction At Spherical Surfaces and by Lenses)

ਹੁਣ ਤੱਕ ਅਸੀਂ ਸਮਤਲ ਪਰਿਸੀਮਾਵਾਂ ਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਵਿਚਾਰ ਕੀਤਾ ਹੈ। ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਦੋ ਪਾਰਦਰਸ਼ੀ ਮਾਧਿਅਮਾਂ ਦੀ ਗੋਲਾਕਾਰ ਪਰਿਸੀਮਾ ਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਵਿਚਾਰ ਕਰਾਂਗੇ। ਕਿਸੇ ਗੋਲਾਕਾਰ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਬਹੁਤ ਛੋਟੇ ਹਿੱਸੇ ਨੂੰ ਸਮਤਲ ਮੰਨਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਉਸਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਸਮਾਨ ਅਪਵਰਤਨ ਦੇ ਨਿਯਮਾ ਦਾ ਅਨੁਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ । ਗੋਲਾਕਾਰ ਦਰਪਣ ਦੁਆਰਾ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੀ ਆਪਤਨ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਅਭਿਲੰਬ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਸਪਰਸ਼ੀ ਤਲ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਉਹ ਇਸੇ ਲਈ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਵਕਰਤਾ ਕੇਂਦਰ ਚੋਂ ਲੰਘਦਾ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਪਹਿਲਾਂ ਇੱਕ ਗੋਲਾਕਾਰ ਸਤ੍ਹਾ ਦੁਆਰਾ ਅਪਵਰਤਨ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਾਂਗੇ ਅਤੇ ਇਸ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਪਤਲੇ ਲੈਨਜਾਂ ਦੀ ਚਰਚਾ ਕਰਾਂਗੇ। ਕੋਈ ਪਤਲਾ ਲੈਨਜ ਦੋ ਗੋਲਾਕਾਰ ਸਤਾਵਾਂ ਨਾਲ ਘਿਰਿਆ ਪਾਰਦਰਸ਼ੀ ਮਾਧਿਅਮ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜਿਸਦੀ ਘੱਟੋ ਘੱਟ ਇੱਕ ਸਤ੍ਹਾਂ ਜਰੂਰ ਗੋਲਾਕਾਰ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ। ਇੱਕ ਗੋਲਾਕਾਰ ਸਤ੍ਹਾ ਦੁਆਰਾ ਬਣੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੇ ਲਈ ਸੂਤਰ ਦਾ ਅਨੁਪ੍ਰਯੋਗ ਕਿਸੇ ਲੈਨਜ਼ ਦੀਆ ਦੋ ਸਤਾਵਾਂ ਤੇ ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕਰਕੇ ਅਸੀਂ ਪਤਲੇ ਲੈਨਜ਼ਾਂ ਦੇ ਲਈ ਲੈਨਜ਼ ਮੇਕਰ ਸੂਤਰ ਅਤੇ ਉਸਦੇ ਬਾਅਦ ਲੈਨਜ਼ ਸੂਤਰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਾਂਗੇ।

9.5.1 ਕਿਸੇ ਗੋਲਾਕਾਰ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਅਪਵਰਤਨ (Refraction At Spherical Surface)

ਚਿੱਤਰ 9.17 ਵਿੱਚ ਵਕਰਤਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ R ਅਤੇ ਵਕਰਤਾ ਕੇਂਦਰ C ਦੇ ਗੋਲਾਕਾਰ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਮੁੱਖ ਅਕਸ ਤੇ ਸਥਿਤ ਕਿਸੇ ਵਸਤੂ ਦੇ ਬਿੰਦੂ 0 ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ I ਦੀ ਰਚਨਾ ਦੀ ਜਿਆਮਿਤੀ ਦਰਸਾਈ ਗਈ ਹੈ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਨਾਂ n_1 ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਦੇ ਕਿਸੇ ਮਾਧਿਅਮ ਤੋਂ ਆਪਤਿਤ ਹੋ ਕੇ n_2 ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਦੇ ਕਿਸੇ ਹੋਰ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ। ਪਹਿਲੇ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੀ ਅਸੀਂ ਸਤ੍ਹਾ ਦਾ ਦੁਆਰਕ ਹੋਰ ਸੰਬੰਧਤ ਦੂਰੀਆਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਕਾਫੀ ਛੋਟਾ ਲੈਂਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਕਿ ਲੋੜ ਅਨੁਸਾਰ ਲਘੂ ਕੋਣ ਦਾ ਨਿਕਟੀਕਰਣ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕੇ। ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ NM ਨੂੰ N ਤੋਂ ਮੁੱਖ ਅਕਸ ਤੇ ਲੰਬ ਦੀ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਲਗਭਗ ਬਰਾਬਰ ਲਵਾਂਗੇ।

ਇੱਥੇ $\tan \angle NOM = \frac{MN}{OM}$

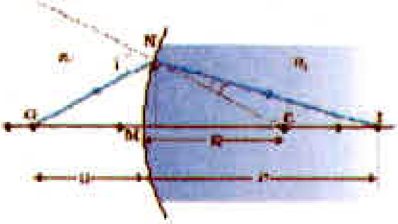
$\tan \angle NCM = \frac{MN}{MC}$

ਹੁਣ $\tan \angle NCM = \frac{MN}{MC}$

ਦੇ ਲਈ, *i* ਬਾਹਰੀ ਕੋਣ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ

$i = \angle NOM = \angle NCM$

$\tan \angle NIM = \frac{MN}{MI}$



ਚਿੱਤਰ 9.17 ਦੋ ਮਾਧਿਅਮਾਂ ਨੂੰ ਵੱਖ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਕਿਸੇ ਗੋਲਾਕਾਰ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਅਪਵਰਤਨ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸਰੋਤ ਅਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਮਿਤੀ (Light Source and Photometry)

ਇਹ ਗਿਆਤ ਹੈ ਕਿ ਪਰਮ ਜੀਰੋ/ਪਰਮ ਸਿਫਰ ਤਾਪ ਤੋਂ ਉੱਤੇ ਰੱਖੀਆਂ ਵਸਤਾਂ ਬਿਜਲੀ-ਚੁੰਬਕੀ ਵਿਕਿਰਣਾਂ ਉਤਸਰਜਿਤ ਕਰ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ। ਜਿਸ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਵਸਤੂਆਂ ਵਿਕਿਰਣਾਂ ਉਤਸਰਜਿਤ ਕਰਨਗੀਆਂ ਉਹ ਇਸ ਦੇ ਪਰਮ ਤਾਪ ਉੱਪਰ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ । ਕਿਸੇ ਗਰਮ ਵਸਤੂ ਦੁਆਰਾ ਉਤਸਰਜਿਤ ਵਿਕਿਰਣਾਂ, ਉਦਾਹਰਨ ਦੇ ਲਈ ਕੋਈ ਟੰਗਸਟਨ ਫਿਲਾਮੈਂਟ ਲੈਂਪ ਜਿਸਦਾ ਤਾਪ 2850K ਹੈ ਆਂਸ਼ਿਕ ਰੂਪ ਤੋਂ ਅਦਿੱਖ ਹੈ ਅਤੇ ਜਿਆਦਾਤਰ ਇਨਫਰਾਰੈੱਡ (ਜਾਂ ਤਾਪ) ਹਿੱਸੇ ਵਿੱਚ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ-ਜਿਵੇਂ ਪਿੰਡ ਦਾ ਤਾਪ ਵੱਧਦਾ ਹੈ , ਇਸਦੇ ਦੁਆਰਾ ਉਤਸਰਜਿਤ ਵਿਕਿਰਣ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਭਾਗ ਵਿੱਚ ਆ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਸੂਰਜ ਜਿਸ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦਾ ਤਾਪਮਾਨ ਲਗਭਗ 5500K ਹੈ , ਵਿਕਿਰਣ ਉਤਸਰਜਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਦੀ ਊਰਜਾ ਦਾ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਫਲਨ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਖਿੱਚਿਆ ਗਿਆ ਗਰਾਫ 550 nm ਤੇ ਇੱਕ ਸ਼ਿਖਰ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ ਜੋ ਹਰੇ ਵਰਨ ਦੇ ਸੰਗਤ ਹੈ ਅਤੇ ਲਗਭਗ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਖੇਤਰ ਦੇ ਮੱਧ ਵਿੱਚ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਪਿੰਡ ਦਾ ਊਰਜਾ-ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਵਿਤਰਨ ਗ੍ਰਾਫ ਕਿਸੇ ਤਰੰਗ ਲਬਾਈ ਤੇ ਸਿਖਰ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ ਜੋ ਕਿ ਉਸ ਪਿੰਡ ਦੇ ਪਰਮ ਤਾਪ ਦੇ ਉਲਟ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਮਨੁੱਖੀ ਅੱਖ ਦੁਆਰਾ ਅਨੁਭਵ ਕੀਤੇ ਗਏ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਮਾਪ *ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਮਿਤੀ* ਅਖਵਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਮਿਤੀ ਸਰੀਰ ਵਿਗਿਆਨ ਸੰਬੰਧੀ ਇੱਕ ਵਰਤਾਰਾ ਹੈ ਜੋ ਮਨੁੱਖੀ ਅੱਖ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਉਤੇਜਨ ਅਤੇ ਜਿਸਦਾ ਆਪਟਿਕ ਤੰਤੂਆਂ ਦੁਆਰਾ ਸੰਚਾਰ ਅਤੇ ਦਿਮਾਗ ਦੁਆਰਾ ਵਿਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਮਿਤੀ ਦੀਆਂ ਤਿੰਨ ਪ੍ਰਮੁੱਖ ਭੌਤਿਕ ਰਾਸ਼ੀਆਂ - (i) ਸਰੋਤ ਦੀ ਜੋਤੀ ਤੀਬਰਤਾ (ii) ਸਰੋਤ ਤੋਂ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਜਾਂ *ਜੋਤੀ ਫਲਕਸ* ਅਤੇ (iii) ਸਤ੍ਹਾ ਦੀ *ਦੀਪਤ ਘਣਤਾ* ਹੈ। ਜੋਤੀ ਤੀਬਰਤਾ (I) ਦਾ SI ਮਾਤਰਕ ਕੈਂਡੇਲਾ (cd) ਹੈ। ਕੈਂਡੇਲਾ ਕਿਸੇ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਜੋਤੀ ਦੀ ਉਹ ਤੀਬਰਤਾ ਹੈ ਜੋ $540 x 10^{12}$ Hz ਆਵਰਤੀ ਦੇ ਇੱਕ ਵਰਣੀ ਵਿਕਿਰਣ ਦੇ ਸਰੋਤ ਤੋਂ ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਉਸੇ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਜਿਸ ਦੀ ਵਿਕਿਰਣ ਤੀਬਰਤਾ (1/683) ਵਾਟ ਪ੍ਰਤੀ ਸਟੇਰੇਡੀਅਨ ਹੋਵੇ। ਜੇਕਰ ਕੋਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸਰੋਤ ਇੱਕ ਸਟੇਰੇਡੀਅਨ ਦੇ ਘਣ ਕੋਣ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਕੈਂਡੇਲਾ ਜੋਤੀ ਤੀਬਰਤਾ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਉਤਸਰਜਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉਸ ਘਣ ਕੋਣ ਵਿੱਚ ਉਤਸਰਜਿਤ ਕੁੱਲ ਜੋਤੀ ਫਲਸਕ ਇੱਕ *ਲਯੂਮੇਨ (lm)* ਹੁੰਦਾ ਹੈ। 100 ਵਾਟ ਦਾ ਮਾਨਕ ਤਾਪ ਦੀਪਕ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਲਬ ਲਗਭਗ 1700 ਲਯੂਮੇਨ ਉਤਸਰਜਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ।

ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਮਿਤੀ ਵਿੱਚ *ਦੀਪਤ ਘਣਤਾ* ਹੀ ਇੱਕ ਮਾਤਰ ਅਜਿਹਾ ਮਾਪਦੰਡ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਸਿੱਧਾ ਮਾਪਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸਨੂੰ ਕਿਸੇ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਇਕਾਈ ਖੇਤਰਫਲ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਜੋਤੀ ਫਲਕਸ (lm/m^2 ਜਾਂ ਲਕਸ) ਦੁਆਰਾ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਅਧਿਕਤਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਮਾਪੀ ਇਸ ਭੌਤਿਕ ਰਾਸ਼ੀ ਨੂੰ ਮਾਪਦੇ ਹਨ। ਕਿਸੇ I ਜੋਤੀ ਤੀਬਰਤਾ ਦੇ ਸਰੋਤ ਦੁਆਰਾ ਉਤਪੰਨ ਦੀਪਤ ਘਣਤਾ ਦਾ $E = I/r^2$ ਦੁਆਰਾ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇੱਥੇ r ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਸਰੋਤ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੀ ਲੰਬਵਤ ਦੂਰੀ ਹੈ। ਉਤਸਰਜੀ ਜਾਂ ਪਰਾਵਰਤੀ ਚਪਟੀਆਂ ਸਤ੍ਹਾਵਾਂ ਦੀ ਚਮਕ (Brightness) ਦੇ ਲਛਣਾਂ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਣ ਨੂੰ ਇੱਕ ਭੌਤਿਕ ਰਾਸ਼ੀ ਜਿਸ ਨੂੰ *ਲੂਮੀਨੈਂਸ* (L) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਸਦਾ ਮਾਤਰਕ cd/m^2 ਹੈ। (ਜਿਸਨੂੰ ਉਦਯੋਗ ਵਿੱਚ nit ਵੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।) ਕਿਸੇ ਚੰਗੇ LCD ਕੰਪਿਊਟਰ ਮੋਨੀਟਰ ਦੀ ਚਮਕ ਲਗਭਗ 250 nits ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

$$i = MN/MO + MN/MC \qquad (9.13)$$

ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ
$$r = \angle NCM - \angle NIM$$

ਭਾਵ
$$r = MN/MC - MN/MI \qquad (9.14)$$

ਹੁਣ ਸਨੇਲ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ

$$n_1 \text{Sin}\, i = n_2 \text{Sin}\, r$$

ਜਾਂ ਕੋਣਾਂ ਦੇ ਛੋਟੇ ਮੁੱਲਾਂ ਲਈ

$$n_1 i = n_2 r$$

ਸਮੀਕਰਣਾਂ (9.13) ਅਤੇ (9.14) ਤੋਂ i ਅਤੇ r ਦੇ ਮਾਨ ਰੱਖਣ ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ

$$\frac{n_1}{OM} + \frac{n_2}{MI} = \frac{n_2 - n_1}{MC} \qquad (9.15)$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਇਥੇ OM,MI ਅਤੇ MC ਦੂਰੀਆਂ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣਾਂ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ ਕਾਰਟੀਸਨ ਚਿੰਨ ਪਰੰਪਰਾਂ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰਨ ਤੇ
$ON = -u,\ MI = +v = MC = +R$
ਇਸ ਦਾ ਮਾਨ ਸਮੀਕਰਨ (9.15) ਵਿੱਚ ਰੱਖਣ ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ

$$\frac{n_2}{v} - \frac{n_1}{u} = \frac{n_2 - n_1}{R} \qquad (9.16)$$

ਸਮੀਕਰਣ (9.16) ਤੋਂ ਸਾਨੂੰ ਬਿੰਬ ਅਤੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੇ ਵਿੱਚ ਦੇ ਮਾਧਿਅਮ ਦੇ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਅਤੇ ਗੋਲਾਕਾਰ ਵਕ੍ਰੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦੀ ਵਕਰਤਾ ਅਰਧਵਿਆਸ ਦੇ ਪਦਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸੰਬੰਧ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਸਮੀਕਰਣ (9.16) ਕਿਸੇ ਵੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਵਕ੍ਰੀ ਗੋਲਾਕਾਰ ਸਤ੍ਹਾਵਾਂ ਦੇ ਲਈ ਲਾਗੂ ਹੈ ।

ਉਦਾਹਰਨ 9.6 :- ਹਵਾ ਵਿੱਚ ਰੱਖੇ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਸਰੋਤ ਤੋਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕੱਚ ਦੀ ਕਿਸੇ ਗੋਲਾਕਾਰ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਪੈਂਦਾ ਹੈ । (n=1.5 ਅਤੇ ਵਕਰਤਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ -20cm) । ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸਰੋਤ ਦੀ ਕੱਚ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਦੂਰੀ 100cm ਹੈ । ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਕਿੱਥੇ ਬਣੇਗਾ ?

ਹਲ:- ਇਥੇ ਸਮੀਕਰਣ (9.16) ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੇ ਸੂਤਰ ਵਿੱਚ
$u = -100cm,\ v = ?,\ R = +20cm\ n_1 = 1$ ਅਤੇ $n_2 = 1.5$ ਰੱਖਣ ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ
$1.5/v + 1/100 = 0.5/20$ ਜਾਂ $v = +100cm$
ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਆਪਾਤੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਕੱਚ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ 100cm ਦੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਬਣੇਗਾ

9.5.2 ਕਿਸੇ ਲੈਨਜ ਦੁਆਰਾ ਅਪਵਰਤਨ (Refraction by A Lens)

ਚਿੱਤਰ 9.18 (a) ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਦੋਹਰੇ ਉੱਤਲ ਲੈਨਜਾਂ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਰਚਨਾ ਦੀ ਜਿਆਗਿਤੀ ਦੁਰਸਾਈ ਗਈ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੀ ਰਚਨਾ ਨੂੰ ਦੋ ਪਗਾਂ ਵਿੱਚ ਵੇਖਿਆ ਜਾਂ ਸਕਦਾ ਹੈ । (i) ਪਹਿਲੀ ਅਪਵਰਤੀ ਸਤ੍ਹਾ ਬਿੰਬ O ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ I_1 ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 9.18 (b)] । ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ I_1, ਦੂਜੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ I ਬਣਨ ਦੇ ਲਈ ਆਭਾਸੀ ਬਿੰਬ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੰਮ ਕਰਦਾ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 9.18 (c)] ਸਮੀਕਰਣ (9.15) ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਪਹਿਲੀ ਪਰਿਸੀਮਾ ABC ਤੇ ਲਾਗੂ ਕਰਨ ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ :

$$\left[\frac{n_1}{OB} + \frac{n_2}{BI} = \frac{n_2 - n_1}{BC_1}\right] \qquad (9.17)$$

ਦੂਜੀ ਪਰੀਸੀਮਾ* ADC ਦੇ ਲਈ ਵੀ ਇਹੋ ਜਿਹੀ ਪ੍ਰੀਕ੍ਰਿਆ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਨ ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।

$$\left[\frac{n_2}{DI_1} + \frac{n_1}{DI} = \frac{n_2 - n_1}{DC_2}\right] \qquad (9.18)$$

ਗੋਲਾਕਾਰ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਕਿਸੇ ਪਤਲੇ ਲੈਨਜ਼ ਦੇ ਲਈ $BI_1 = DI_1$ । ਸਮੀਕਰਣਾਂ (9.17) ਅਤੇ (9.18) ਨੂੰ ਜੋੜਣ ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।

$$\frac{n_1}{OB} + \frac{n_1}{DI} = (n_2 - n_1)\left(\frac{1}{BC_1} + \frac{1}{DC_2}\right) \qquad (9.19)$$

ਮੰਨ ਲਓ ਵਸਤੂ ਅਨੰਤ ਤੇ ਹੈ ਮਤਲਬ OB→ ∞ ਅਤੇ DI = f ਤਾਂ ਸਮੀਕਰਣ 9.19 ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ

$$\frac{n_1}{f} = (n_2 - n_1)\left(\frac{1}{BC_1} + \frac{1}{DC_2}\right) \qquad (9.20)$$

ਉਹ ਬਿੰਦੂ ਜਿੱਥੇ ਅਨੰਤ ਤੇ ਰੱਖੇ ਬਿੰਬ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਣਦਾ ਹੈ ਲੈਨਜ਼ ਦਾ ਫੋਕਸ F ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਦੂਰੀ f ਦੁਆਰਾ ਇਸ ਦੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ । ਕਿਸੇ ਲੈਨਜ ਦੇ ਇਸਦੇ ਦੋਨੋਂ ਸਾਈਡ ਦੇ ਫੋਕਸ ਹੁੰਦੇ ਹਨ F ਅਤੇ F' ਚਿੰਨ ਪਰੰਪਰਾਵਾਂ ਦੁਆਰਾ

$$BC_1 = +R_1$$
$$DC_2 = -R_2$$

---

* ਨੋਟ ਕਰੋ ਹੁਣ ADC ਦੇ ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ ਦੇ ਮਾਧਿਅਮ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ n_1 ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ ਇਸਦੇ ਖੱਬੇ ਪਾਸੇ ਇਹ n_2 ਹੈ। ਇਸ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ DI_1 ਰਿਣ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਦੂਰੀ ਆਪਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਉਲਟ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਮਾਪੀ ਗਈ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਇਸ ਲਈ ਸਮੀਕਰਣ (9.20) ਨੂੰ ਲਿਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ:

$$\frac{1}{f} = (n_{21} - 1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right) \qquad [\because n_{21} = n_2/n_1] \qquad (9.21)$$

ਸਮੀਕਰਣ (9.21) ਨੂੰ ਲੈਨਜ ਮੇਕਰ ਫਾਰਮੂਲਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਜਾਣਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । ਸਪਸ਼ਟ ਰੂਪ ਤੋਂ ਇਹ ਫਾਰਮੂਲਾ ਉਚਿਤ ਵਕਰਤਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦੀਆਂ ਸਤ੍ਹਾਵਾਂ ਦੇ ਉਪਯੋਗ ਦੁਆਰਾ ਚਾਹੀਦੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦੇ ਲੈਂਨਜਾ ਨੂੰ ਡਿਜਾਇਨ ਕਰਨ ਲਈ ਉਪਯੋਗੀ ਹੈ । ਧਿਆਨ ਦੇਣ ਵਾਲੀ ਗੱਲ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਇਹੀ ਫਾਰਮੂਲਾ ਅਵਤਲ ਲੈਨਜਾਂ ਤੇ ਵੀ ਸਮਾਨ ਰੂਪ ਤੇ ਲਾਗੂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਉਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ R_1 ਰਿਣਾਤਮਕ ਅਤੇ R_2 ਧਨਾਤਮਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ f ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਸਮੀਕਰਣ (9.19) ਅਤੇ (9.20) ਤੋਂ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ:

$$\frac{n_1}{OB} + \frac{n_1}{DI} = \frac{n_1}{f} \qquad (9.22)$$

ਫਿਰ ਪਤਲੇ ਲੈਨਜ ਨਿਕਟੀਕਰਨ ਵਿੱਚ ਬਿੰਦੂ B ਅਤੁ D ਦੋਨੋ ਲੈਨਜ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀਨ ਕੇਂਦਰ ਦੇ ਬਹੁਤ ਨੇੜੇ ਮੰਨੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ । ਚਿੰਨ ਪਰੰਪਰਾਵਾਂ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਨ ਤੇ BO = $-u$, DI = $+v$ ਇੰਨਾਂ ਮੁੱਲਾਂ ਨੂੰ (9.22) ਵਿੱਚ ਰੱਖਣ ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \qquad (9.23)$$

ਸਮੀਕਰਣ (9.23) ਲੈਨਜਾਂ ਦੇ ਲਈ ਪਰਿਚਿਤ (ਜਾਣੂ) *ਪਤਲਾ ਲੈਨਜ ਫਾਰਮੂਲਾ ਹੈ*। ਹਾਲਾਂਕਿ ਇੱਥੇ ਅਸੀ ਇਸਨੂੰ ਉੱਤਲ ਲੈਨਜ ਦੁਆਰਾ ਬਣੇ ਵਾਸਤਵਿਕ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੇ ਲਈ ਹਲ ਕੀਤਾ ਹੈ, ਫਿਰ ਵੀ ਇਹ ਸੂਤਰ ਦੋਨੋਂ ਹੀ ਲੈਨਜਾਂ ਭਾਵ ਉੱਤਲ ਅਤੇ ਅਵਤਲ ਅਤੇ ਦੋਨੋ ਹੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬਾਂ, ਵਾਸਤਵਿਕ ਅਤੇ ਆਭਾਸੀ ਦੇ ਲਈ ਮੰਨਣ ਯੋਗ ਹੈ। ਇਹ ਦੱਸਣਾ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੇ ਦੋ ਉੱਤਲ ਜਾਂ ਦੋ ਅਵਤਲ ਲੈਨਜਾਂ ਦੇ ਦੋ ਫੋਕਸ F ਅਤੇ F' ਲੈਨਜ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀਨ ਕੇਂਦਰ ਤੇ ਬਰਾਬਰ ਦੂਰੀ ਤੇ ਹੈ । ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਸਰੋਤ ਦੀ ਸਾਈਡ ਮੌਜੂਦ ਫੋਕਸ ਨੂੰ *ਪਹਿਲਾ ਫੋਕਸ ਬਿੰਦੂ* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਜਦੋਂ ਕਿ ਦੂਸਰਾ *ਦੂਜਾ ਫੋਕਸ ਬਿੰਦੂ ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ* । ਲੈਨਜ ਦੁਆਰਾ ਬਣੇ ਕਿਸੇ ਬਿੰਬ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਪਤਾ ਕਰਨ ਲਈ ਸਿਧਾਂਤ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਬਿੰਬ ਦੇ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਆਉਣ ਵਾਲੀਆਂ ਕੋਈ ਵੀ ਦੋ ਕਿਰਨਾਂ ਲੈ ਕੇ ਅਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਦੇ ਨਿਯਮਾ ਦੁਆਰਾ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਪੱਥ ਉਲੀਕ ਕੇ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਪਤਾ ਕਰਦੇ ਹਾਂ, ਜਿੱਥੇ ਅਪਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨਾਂ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਮਿਲਦੀਆਂ ਹਨ ਜਾਂ ਮਿਲਦੀਆ ਹੋਈਆ ਜਾਪਦੀਆਂ ਹਨ ।

ਹਾਲਾਂਕਿ ਅਸਲ ਵਿਚ ਹੇਠਾ ਲਿਖੇ ਵਿੱਚੋਂ ਕੋਈ ਵੀ ਦੋ ਕਿਰਨਾਂ ਨੂੰ ਚੁਣਨਾ ਕੰਮ ਨੂੰ ਸੋਖਾ ਬਣਾ ਦਿੰਦਾ ਹੈ ।

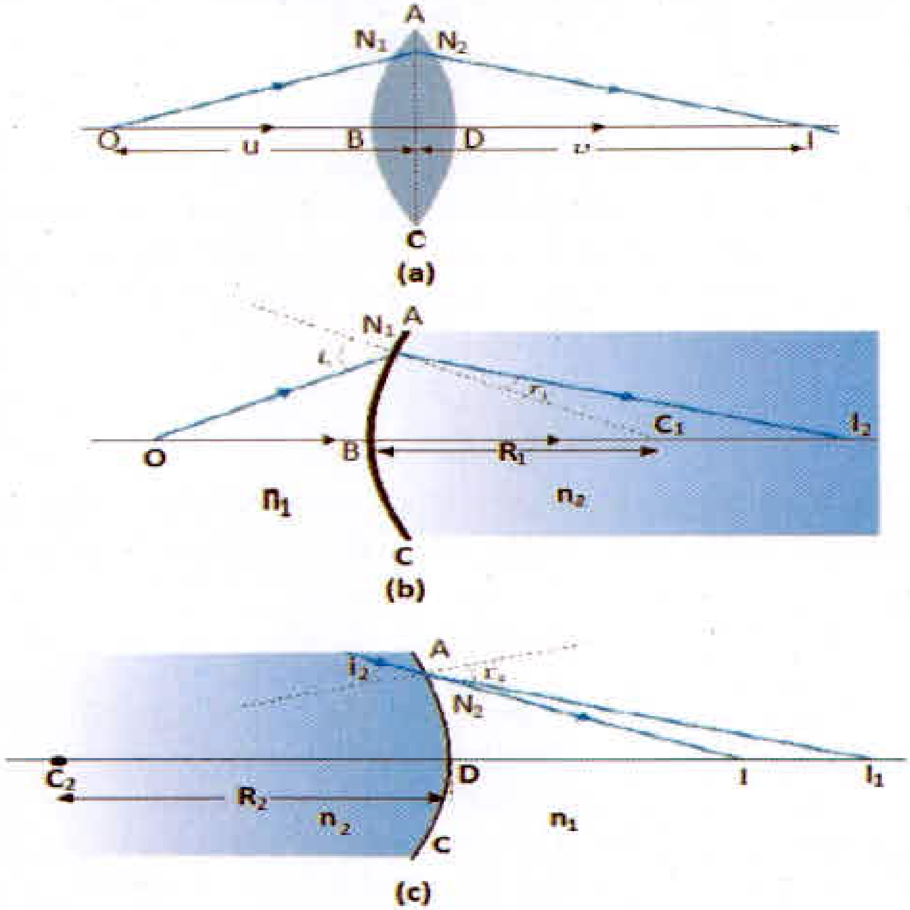
(i) ਬਿੰਬ ਵਿੱਚੋ ਨਿਕਲਣ ਵਾਲੀ ਉਹ ਕਿਰਨ ਜੋ ਲੈਨਜ ਦੇ ਮੁੱਖ ਅਕਸ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਅਪਵਰਤਨ ਤੋਂ ਬਾਅਦ (ਉੱਤਲ ਲੈਨਜ ਵਿੱਚ) ਲੈਨਜ ਦੇ ਦੁਸਰੇ ਮੁੱਖ ਫੋਕਸ F' ਚੋਂ ਲੰਘਦੀ ਹੈ, ਜਾਂ (ਅਵਤਲ ਲੈਨਜ ਵਿੱਚ) ਲੈਨਜ ਦੇ ਪਹਿਲੇ ਮੁੱਖ ਫੋਕਸ F ਤੋਂ ਅਪਸਰਿਤ ਹੁੰਦੀ ਜਾਪਦੀ ਹੈ ।

(ii) ਲੈਨਜ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ ਲੰਘਣ ਵਾਲੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਕਿਰਨ ਅਪਵਰਤਨ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਬਿਨਾ ਕਿਸੇ ਵਿਚਲਨ ਦੇ ਲੰਘਦੀ ਹੈ ।

(iii) ਲੈਂਨਜ ਦੇ ਪਹਿਲੇ ਮੁੱਖ ਫੋਕਸ ਤੋਂ ਲੰਘਣ ਵਾਲੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਕਿਰਨ (ਉੱਤਲ ਲੈਨਜ ਵਿੱਚ) ਜਾਂ ਇਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਆ ਕੇ ਮਿਲਦੀ ਹੋਈ ਜਾਪਦੀ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਨ (ਅਵਤਲ ਲੈਨਜ ਵਿੱਚ) ਅਪਵਰਤਨ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਮੁੱਖ ਅਕਸ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਲੰਘਦੀ ਹੈ ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

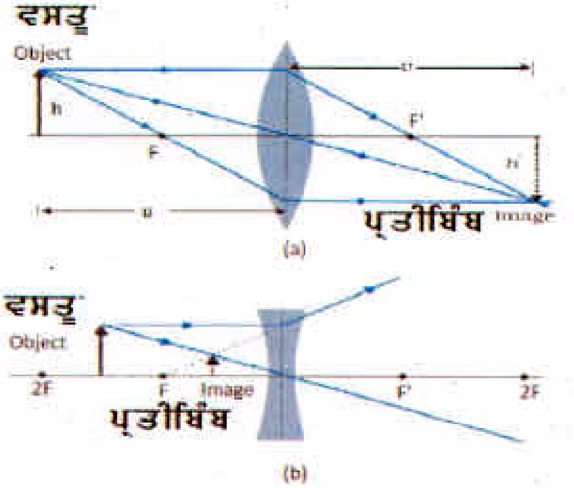
Downloaded from https:// www.studiestoday.com



ਚਿੱਤਰ 9.18 (a) ਦੋਹਰੇ ਉੱਤਲ ਲੈਨਜ ਦੁਆਰਾ ਵਸਤੂ, ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੀ ਸਥਿਤੀ
(b) ਪਹਿਲੀ ਗੋਲਾਕਾਰ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਅਪਵਰਤਨ
(c) ਦੂਜੀ ਗੋਲਾਕਾਰ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਅਪਵਰਤਨ

ਚਿੱਤਰ 9.19 (a) ਅਤੇ (b) ਵਿੱਚ ਇਹਨਾਂ ਨਿਯਮਾਂ ਨੂੰ ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਉੱਤਲ ਅਤੇ ਅਵਤਲ ਲੈਂਨਜਾਂ ਦੇ ਲਈ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ । ਤੁਹਾਨੂੰ ਲੈਂਨਜ ਤੋਂ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਦੂਰੀਆਂ ਤੇ ਬਿੰਬ ਨੂੰ ਰੱਖ ਕੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਕਿਰਨ ਆਰੇਖ ਖਿੱਚਣ ਦਾ ਅਭਿਆਸ ਕਰਨਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਵੀ ਪ੍ਰਮਾਨਿਤ ਕਰਨਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਕਿ ਲੈਂਨਜ ਸੂਤਰ ਸਮੀਕਰਣ (9.23) ਸਾਰੀਆਂ ਉਦਾਹਰਨਾਂ ਤੇ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਲਾਗੂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।

ਇੱਥੇ ਇਹ ਜ਼ਰੂਰੀ ਯਾਦ ਰੱਖਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਦੇ ਹਰੇਕ ਬਿੰਬ ਚੋਂ ਅਨੰਤ ਕਿਰਨਾਂ ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੁੰਦੀਆ ਹਨ। ਇਹ ਸਾਰੀਆਂ ਕਿਰਨਾਂ ਲੈਂਨਜ ਤੋਂ ਅਪਵਰਤਿਤ ਹੋਣ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਇੱਕ ਹੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਗੁਜਰਦੀਆਂ ਹਨ ।



ਚਿੱਤਰ 9.19 (a) ਉੱਤਲ ਲੈਂਨਜ (b) ਅਵਤਲ ਲੈਂਨਜ ਤੋਂ ਲੰਘਣ ਵਾਲੀਆਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਨਾਂ ਦਾ ਉਲੀਕਣ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਦਰਪਣ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਲੈਨਜਾਂ ਦੇ ਲਈ ਵੀ, ਕਿਸੇ ਲੈਨਜ ਦੁਆਰਾ ਉਤਪੰਨ ਵਡਦਰਸ਼ਨ (m) ਨੂੰ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੇ ਆਕਾਰ ਅਤੇ ਬਿੰਬ ਦੇ ਆਕਾਰ (h) ਦੇ ਅਨੁਪਾਤ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ । ਗੋਲਾਕਾਰ ਦਰਪਣਾਂ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇੱਥੇ ਵੀ ਕਿਸੇ ਲੈਨਜ ਦੇ ਲਈ ਇਹ ਸਫਲਤਾ ਨਾਲ ਵੇਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ

$$m = h/h = v/u$$

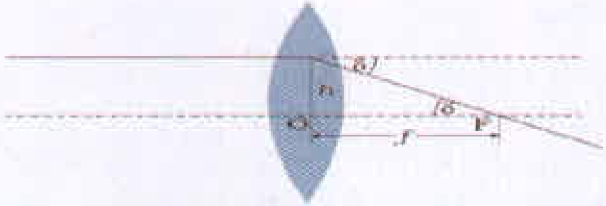
ਚਿੰਨ ਪਰੰਪਰਾਵਾਂ ਦਾ ਪਾਲਨ ਕਰਨ ਤੇ ਅਸੀ ਇਹ ਪਾਉਂਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਉੱਤਲ ਜਾਂ ਅਵਤਲ ਲੈਂਨਜ ਦੁਆਰਾ ਬਣੇ ਸਿੱਧੇ (ਅਤੇ ਅਭਾਸੀ) ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੇ ਲਈ 'm' ਧਨਾਤਮਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ ਕਿਸੇ ਉਲਟੇ (ਅਤੇ ਵਾਸਤਵਿਕ) ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੇ ਲਈ m ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।

ਉਦਾਹਰਨ:-9.7: ਕੋਈ ਜਾਦੂਗਰ ਖੇਲ ਦਿਖਾਉਂਦੇ ਹੋਏ n = 1.47 ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਦੇ ਕੱਚ ਦੇ ਲੈਨਜ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਤਰਲ ਨਾਲ ਭਰੀ ਖੁਰਲੀ ਵਿੱਚ ਪਾ ਕੇ ਅਦ੍ਰਿਸ਼ ਕਰ ਦੇਂਦਾ ਹੈ । ਤਰਲ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਕੀ ਹੈ ? ਕੀ ਇਹ ਤਰਲ ਪਾਣੀ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ ?

ਹੱਲ: ਤਰਲ ਵਿੱਚ ਲੈਨਜ ਦੇ ਅਦ੍ਰਿਸ਼ ਹੋਣ ਦੇ ਲਈ ਤਰਲ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ, ਲੈਨਜ ਦੇ ਕੱਚ ਦੇ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਭਾਵ $n_1 = n_2$ । ਤਰਲ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ 1.47 ਹੈ । ਇਸ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ $1/f = 0$ ਜਾਂ $f = \infty$ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ । ਦ੍ਰਵ ਦੇ ਅੰਦਰ ਲੈਨਜ ਕੱਚ ਦੀ ਇੱਕ ਸਮਤਲ ਸ਼ੀਟ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੰਮ ਕਰੇਗਾ । ਖੁਰਲੀ ਵਿੱਚ ਭਰਿਆ ਪਾਣੀ (ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ - 1.33) ਨਹੀਂ ਹੋ ਸਕਦਾ । ਇਹ ਤਰਲ ਗਲੀਸਰੀਨ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ ।

9.5.3 ਲੈਨਜ ਸਮਰਥਾ (Power of a Lens)

ਕਿਸੇ ਲੈਨਜ ਦੀ ਸਮਰਥਾ ਉੱਸ ਉੱਤੇ ਪੈਣ ਵਾਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਅਪਸਰਿਤ ਜਾਂ ਅਭਸਰਿਤ ਕਰਨ ਦੀ ਕੋਟਿ ਦਾ ਮਾਪ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਸਪਸ਼ਟ ਤੋਰ ਤੇ ਘੱਟ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦਾ ਕੋਈ ਲੈਨਜ ਆਪਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਵੱਧ ਮੋੜਦਾ ਹੈ, ਉੱਤਲ ਲੈਨਜ ਵਿੱਚ ਅਪਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨ ਅਭਿਸਰਤਿ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਅਵਤਲ ਲੈਨਜ ਵਿੱਚ ਅਪਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨ ਅਪਸਰਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਲੈਨਜ ਦੀ ਸਮਰਥਾ P ਨੂੰ ਉਸ ਕੋਣ ਦੀ ਟੇਨਜੇਂਟ ਨਾਲ ਪਰਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ, ਜਿਸ ਤੋਂ ਇਹ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੁੰਜ ਨੂੰ ਜੋ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ ਇਕਾਈ ਦੂਰੀ ਤੇ ਆ ਕੇ ਡਿਗਦਾ ਹੈ, ਅਭਿਸਰਿਤ ਜਾਂ ਅਪਸਰਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 9.20)।



ਚਿੱਤਰ 9.20 ਲੈਨਜ ਦੀ ਸਮਰਥਾ

$$\tan\delta = \frac{h}{f};\ \text{if } h = 1 \quad \tan\delta = \frac{1}{f}$$

ਜਾਂ $\delta = \dfrac{1}{f}$ (δ ਦੇ ਲਘੂ ਮੁੱਲ ਦੇ ਲਈ)

ਇਸ ਲਈ $P = 1/f$

ਲੈਨਜ ਸਮਰੱਥਾ ਦੀ SI ਇਕਾਈ ਡਾਈਆਪਟਰ (D): $1D = 1\,m^{-1}$ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ 1m ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦੇ ਲੈਂਨਜ ਦੀ ਸਮਰਥਾ ਇੱਕ ਡਾਈਆਪਟਰ ਹੈ । ਅਭਿਸਾਰੀ ਲੈਂਨਜਾਂ ਦੀ ਸਮਰਥਾ ਧਨਾਤਮਕ ਅਤੇ ਅਪਸਾਰੀ ਲੈਨਜਾਂ ਦੀ ਸਮਰਥਾ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੁੰਦੀ ਹੈ । ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜਦੋਂ ਕੋਈ ਅੱਖਾਂ ਦਾ ਡਾਕਟਰ +2.5D ਸਮਰਥਾ ਦਾ ਸੰਸ਼ੋਧਕ ਲੈਂਨਜ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ +40cm ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦੇ ਉੱਤਲ ਲੈਨਜ ਦੀ ਜ਼ਰੂਰਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ -4.0cm ਸਮਰਥਾ ਦੇ ਲੈਨਜ ਤੋਂ ਭਾਵ -25cm ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦਾ ਅਵਤਲ ਲੈਨਜ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਉਦਾਹਰਨ-9.8 (i) ਜੇ f = +0.5m ਹੈ ਤਾਂ ਲੈਨਜ ਦੀ ਸਮਰਥਾ ਕੀ ਹੈ ? (ii) ਕਿਸੇ ਦੋਹਰੇ ਉੱਤਲ ਲੈਨਜ ਦੇ ਦੋ ਫਲਕਾਂ ਦੇ ਵਕਰਤਾ ਅਰਧਵਿਆਸ 10cm ਅਤੇ 15cm ਹੈ । ਉਸਦੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ 12cm ਹੈ । ਲੈਨਜ ਦੇ ਕੱਚ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਪਤਾ ਕਰੋ । (iii) ਕਿਸੇ ਉੱਤਲ ਲੈਨਜ ਦੀ ਹਵਾ ਵਿੱਚ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ 20cm ਹੈ । ਪਾਣੀ ਵਿੱਚ ਇਸਦੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਕੀ ਹੈ ? (ਹਵਾ-ਪਾਣੀ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ 1.33 ਅਤੇ ਹਵਾ-ਕੱਚ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ 1.5 ਹੈ ।)

ਹੱਲ: (i) ਲੈਨਜ ਦੀ ਸਮਰਥਾ = +2D

(ii) ਇਥੇ f = +12cm, R_1 = +10cm, R_2 = -15cm ਹਵਾ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ = 1 ਮੰਨਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । ਸਮੀਕਰਣ (9.22) ਦੇ ਲੈਨਜ ਸੂਤਰ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ f, R_1 ਅਤੇ R_2 ਦੇ ਲਈ ਚਿੰਨ ਪਰੰਪਰਾਵਾਂ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਰਾਸ਼ੀਆਂ ਦਾ ਮਾਨ ਰੱਖਣ ਤੇ ਸਾਨੂੰ

$$\frac{1}{12}=(n-1)\left(\frac{1}{10}-\frac{1}{-15}\right)$$, n = 1.5 ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ ।

(iii) ਹਵਾ ਵਿੱਚ ਕੱਚ ਦੇ ਲੈਨਜ ਦੇ ਲਈ n_2 = 1.5, n_1 = 1, f = +20cm ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਲੈਨਜ ਫਾਰਮੂਲੇ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ ।

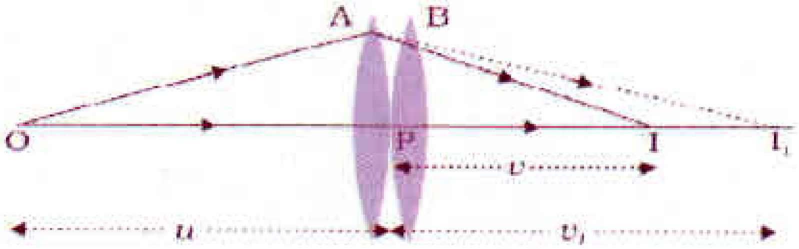
$$\frac{1}{20}=0.5\left[\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right]$$

ਉਸੇ ਕੱਚ ਦੇ ਲੈਨਜ ਦੇ ਲਈ ਪਾਣੀ ਵਿੱਚ n_2 = 1.5, n_1 = 1.33 ਇਸ ਲਈ

$$\frac{1.33}{f}=(1.5-1.33)\left[\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right]$$ ਦੋਨਾਂ ਸਮੀਕਰਨਾਂ ਨੂੰ ਇਕੱਠਾ ਕਰਨ ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਮਿਲੇਗਾ f = +78.2cm

9.5.4 ਸਪੰਰਕ ਵਿੱਚ ਰੱਖੇ ਪਤਲੇ ਲੈਨਜਾਂ ਦਾ ਸੰਯੋਜਨ (Combination of thin Lens in Contact)

ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਦੇ ਸਪੰਰਕ ਵਿੱਚ ਰੱਖੇ f_1 ਅਤੇ f_2 ਫੋਕਸ ਦੂਰੀਆਂ ਦੇ ਦੋ ਪਤਲੇ ਲੈਨਜਾਂ A ਅਤੇ B ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ । ਮੰਨ ਲਓ ਕੋਈ ਬਿੰਬ ਪਹਿਲਾ ਲੈਨਜ A ਦੇ ਫੋਕਸ ਤੋਂ ਦੂਰ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ O ਤੇ ਸਥਿਤ ਹੈ । (ਚਿੱਤਰ 9.21) । ਪਹਿਲਾ ਲੈਨਜ ਬਿੰਦੂ I_1 ਤੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ । ਕਿਉਂਕਿ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ I_1 ਵਾਸਤਵਿਕ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਇਹ ਦੂਸਰੇ ਲੈਨਜ B ਦੇ ਲਈ ਆਭਾਸੀ ਬਿੰਬ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੰਮ ਕਰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਆਖਰੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ I ਤੇ ਬਣਦਾ ਹੈ । ਸਾਨੂੰ ਇਸ ਗੱਲ ਨੂੰ ਸਮਝ ਲੈਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਕਿ ਪਹਿਲੇ ਲੈਨਜ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦਾ ਬਣਨਾ ਕੇਵਲ ਆਖਰੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਮੰਨਿਆ ਗਿਆ ਹੈ । ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਪਹਿਲੇ ਲੈਨਜ ਤੋਂ ਨਿਕਲਣ ਵਾਲੀਆਂ ਕਿਰਨਾਂ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ, ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਦੂਜੇ ਲੈਨਜ ਨਾਲ ਦਰਸਾਉਣ ਵਾਲੇ ਕੋਣ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਬਦਲ ਜਾਂਦੀ ਹੈ, ਕਿਉਂਕਿ ਲੈਨਜ ਪਤਲੇ ਹਨ, ਅਸੀਂ ਦੋਨਾਂ ਲੈਨਜਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਕੇਂਦਰਾਂ ਨੂੰ ਸੰਪਾਤੀ ਮੰਨ ਲੈਂਦੇ ਹਾਂ । ਮੰਨ ਲਓ ਇਹ ਕੇਂਦਰੀ ਬਿੰਦੂ P ਦੁਆਰਾ ਨਿਰਦੇਸ਼ਿਤ ਹੈ ।



ਚਿੱਤਰ 9.21 ਸੰਪਰਕ ਵਿੱਚ ਰੱਖੇ ਦੋ ਪਤਲੇ ਲੈਨਜਾਂ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦਾ ਬਣਨਾ ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਪਹਿਲੇ ਲੈਨਜ A ਦੁਆਰਾ ਬਣੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੇ ਲਈ

$$\frac{1}{v_1}-\frac{1}{u}=\frac{1}{f_1} \qquad (9.27)$$

ਦੂਜੇ ਲੈਨਜ B ਦੁਆਰਾ ਬਚੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੇ ਲਈ । (a)

$$\frac{1}{v}-\frac{1}{v_1}=\frac{1}{f_2} \qquad (9.28)$$

ਸਮੀਕਰਣ (9.27) ਅਤੇ (9.28) ਨੂੰ ਜੋੜਣ ਤੇ

$$\frac{1}{v}-\frac{1}{u}=\frac{1}{f_1}+\frac{1}{f_2} \qquad (9.29)$$

ਇਹਨਾਂ ਦੋ ਲੈਨਜਾਂ ਦੇ ਸਮੂਹ ਨੂੰ f ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦੇ ਕਿਸੇ ਇੱਕ ਲੈਨਜ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਮੰਨਣ ਤੇ,

$$\frac{1}{v}-\frac{1}{u}=\frac{1}{f}$$

ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{f_1}+\frac{1}{f_2} \qquad (9.30)$$

ਇਹ ਵਿਉਤਪਤੀ ਸਪੰਰਕ ਵਿੱਚ ਰੱਖੇ ਗਏ ਕਈ ਪਤਲੇ ਲੈਂਨਜਾਂ ਦੇ ਲਈ ਵੀ ਲਾਗੂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ।ਜੇ f_1, f_2, f_3 ਫੋਕਸ ਦੂਰੀਆ ਦੇ ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਲੈਨਜ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਸਪੰਰਕ ਵਿੱਚ ਰੱਖੇ ਹਨ ਤਾਂ ਇਸ ਸੰਯੋਜਨ ਦੀ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਹੋਵੇਗੀ:

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{f_1}+\frac{1}{f_2}+\frac{1}{f_3}+--- \qquad (9.31)$$

ਲੈਨਜ ਸਮਰਥਾ ਦੇ ਪਦਾ ਵਿੱਚ ਸਮੀਕਣ (9.31) ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵੀ ਲਿਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ।

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + \ldots \qquad (9.32)$$

ਇਥੇ P ਇਸ ਲੈਨਜ ਸੰਯੋਜਨ ਦੀ ਕੁੱਲ ਸਮਰਥਾ ਹੈ। ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਸਮੀਕਰਣ (9.32) ਵਿੱਚ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਸਮਰਥਾਵਾਂ ਦਾ ਬੀਜਗਣਿਤਕ ਜੋੜ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ਭਾਵ ਸਮੀਕਰਣ ਦੇ ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ ਦੇ ਕੁੱਝ ਪਦ ਧਨਾਤਮਕ (ਉੱਤਲ ਲੈਂਨਜਾਂ ਦੇ ਲਈ) ਅਤੇ ਕੁੱਝ ਪਦ ਰਿਣਾਤਮਕ (ਅਵਤਲ ਲੈਂਨਜਾਂ ਦੇ ਲਈ) ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ ।ਲੈਨਜਾਂ ਦੇ ਸੰਯੋਜਨ ਸਾਨੂੰ ਮਰਜ਼ੀ ਦੇ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸਮਰਥਾ ਦੇ ਅਪਸਾਰਿਤ ਜਾਂ ਅਭਿਸਾਰਿਤ ਲੈਨਜ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਸਹਾਇਕ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਹ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਵਿੱਚ ਵੀ ਵਾਧਾ ਕਰਦੇ ਹਨ ਕਿਉਂਕਿ ਪਹਿਲੇ ਲੈਨਜ ਦੁਆਰਾ ਬਣਿਆ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੂਜੇ ਲੈਨਜ ਲਈ ਬਿੰਬ ਬਣ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਸਮੀਕਰਣ (9.25) ਤੋਂ ਪਤਾ ਚਲਦਾ ਹੈ ਕਿ ਸੰਯੋਜਨ ਦਾ ਕੁੱਲ ਵਡਦਰਸ਼ਨ m, ਵੱਖ-ਵੱਖ ਵਡਦਰਸ਼ਨਾਂ (m_1, m_2, m_3.......) ਦੇ ਗੁਣਫਲ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।

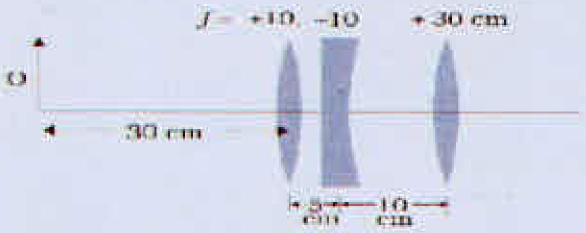
$$m = m_1 \times m_2 \times m_3 --- \qquad (9.33)$$

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਕੁੱਝ ਲੈਂਨਜਾਂ ਦੇ ਸੰਯੋਜਨ ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਕੈਮਰਿਆ, ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀਆਂ, ਦੂਰਬੀਨਾਂ ਅਤੇ ਹੋਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਯੰਤਰਾਂ ਦੇ ਲੈਨਜਾਂ ਡਿਜਾਇਨ ਵਿੱਚ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਉਦਾਹਰਨ 9.9 ਚਿੱਤਰ 9.22 ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਲੈਨਜਾਂ ਦੇ ਸੰਯੋਜਨ ਦੁਆਰਾ ਬਣੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਪਤਾ ਕਰੋ ।



ਚਿੱਤਰ 9.22

ਹੱਲ ਪਹਿਲੇ ਲੈਨਜ ਦੁਆਰਾ ਬਣਿਆ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ

$$\frac{1}{v_1}-\frac{1}{u_1}=\frac{1}{f_1}$$

$$\frac{1}{v_1}-\frac{1}{-30}=\frac{1}{10}$$

ਜਾਂ $\upsilon_1 = 15\text{cm}$

ਪਹਿਲੇ ਲੈਨਜ ਦੁਅਰਾ ਬਣਿਆ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੂਸਰੇ ਲੈਨਜ ਦੇ ਲਈ ਬਿੰਬ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੰਮ ਕਰਦਾ ਹੈ । ਇਹ ਦੂਜੇ ਲੈਨਜ ਦੇ ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ (15−5)cm = 10cm ਦੂਰੀ ਤੇ ਹੈ । ਕਿਉਂਕਿ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਵਾਸਤਵਿਕ ਹੈ ਪਰੰਤੂ ਇਹ ਦੂਸਰੇ ਲੈਨਜ ਦੇ ਲਈ ਆਭਾਸੀ ਬਿੰਬ ਦਾ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ । ਅਰਥਾਤ ਇਸ ਨਾਲ ਦੂਜੇ ਲੈਨਜ ਦੇ ਲਈ ਕਿਰਨਾਂ ਆਉਂਦੀਆਂ ਹੋਈਆਂ ਜਾਪਦੀਆਂ ਹਨ ।

$$\frac{1}{v_2}-\frac{1}{10}=\frac{1}{-10}$$

ਜਾਂ $\upsilon_2 = \infty$

ਇਹ ਆਭਾਸੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੂਜੇ ਲੈਨਜ ਦੇ ਖੱਬੇ ਪਾਸੇ ਅਨੰਤ ਦੂਰੀ ਤੇ ਬੰਨਦਾ ਹੈ । ਇਹ ਤੀਜੇ ਲੈਨਜ ਦੇ ਲਈ ਬਿੰਬ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ ।

$$\frac{1}{v_3}-\frac{1}{u_3}=\frac{1}{f_3}$$

ਜਾਂ $$\frac{1}{v_3}=\frac{1}{\infty}+\frac{1}{30}$$

ਜਾਂ $\upsilon_3 = 30\text{cm}$

ਆਖਰੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਤੀਜੇ ਲੈਨਜ ਦੇ ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ 30cm ਦੂਰੀ ਤੇ ਬਣਦਾ ਹੈ ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

9.6 ਪ੍ਰਿਜਮ ਵਿੱਚ ਅਪਵਰਤਨ (Refraction Through A Prism)

ਚਿੱਤਰ 9.23 ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਿਜਮ ABC ਤੋਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਨ ਨੂੰ ਲੰਘਦੇ ਹੋਏ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ । ਪਹਿਲੇ ਫਲਕ AB ਤੇ ਆਪਤਨ ਕੋਣ ਅਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਕੋਣ ਕ੍ਰਮਵਾਰ i_1 ਅਤੇ r_1 ਹੈ, ਜਦੋਂ ਕਿ ਦੂਜੇ ਫਲਕ (ਕੱਚ ਤੋਂ ਹਵਾ ਵਿੱਚ) AC ਤੇ ਆਪਤਨ ਕੋਣ r_2 ਅਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਜਾਂ ਨਿਰਗਾਮੀ ਕੋਣ e ਹੈ । ਨਿਰਗਾਮੀ ਕੋਣ RS ਅਤੇ ਆਪਤਿਤ ਕਿਰਨ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ PQ ਦੇ ਵਿੱਚ ਦੇ ਕੋਣ ਨੂੰ ਵਿਚਲਨ ਕੋਣ δ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ।

ਚਤਰਭੁਜ AQNR ਵਿੱਚ ਦੋ ਕੋਣ (Q ਅਤੇ R ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ) ਸਮਕੋਣ ਹਨ । ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਭੁਜਾ ਦੇ ਦੂਜੇ ਦੋ ਕੋਣਾਂ ਦਾ ਜੋੜ 180° ਹੈ ।

$$\angle A + \angle QNR = 180^0$$

ਤ੍ਰਿਭੁਜ QNR ਤੋਂ

$$r_1 + r_2 + \angle QNR = 180^0$$

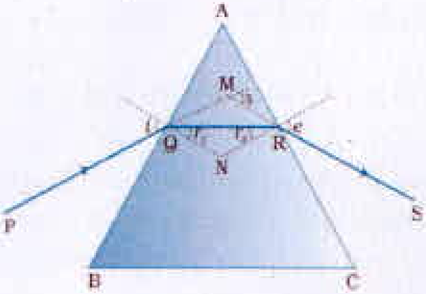
ਇਹਨਾਂ ਦੋਨਾਂ ਸਮੀਕਰਣਾਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਕਰਨ ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ ।

$$r_1 + r_2 = \angle A \qquad (9.34)$$

ਕੁੱਲ ਵਿਚਲਨ δ ਦੋਨਾਂ ਫਲਕਾਂ ਤੇ ਵਿਚਲਨਾਂ ਦਾ ਯੋਗ (ਜੋੜ) ਹੈ :

$$\delta = (i - r_1) + (e - r_2)$$

ਭਾਵ $\delta = i + e - A$ (9.35)



ਚਿੱਤਰ 9.23 ਕੱਚ ਦੇ ਤ੍ਰਿਭਜਾਕਾਰ ਪ੍ਰਿਜਮ ਤੋਂ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਨ ਦਾ ਲੰਘਣਾ।

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਚਲਨ ਕੋਣ, ਆਪਤਨ ਕੋਣ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ (9.24) ਵਿੱਚ ਆਪਤਨ ਕੋਣ ਅਤੇ ਵਿਚਲਨ ਕੋਣ ਦੇ ਵਿੱਚ ਗ੍ਰਾਫ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ । ਤੁਸੀਂ ਇਹ ਵੇਖ ਸਕਦੇ ਹੋ ਕਿ ਵਿਆਪਕ ਰੂਪ ਤੋਂ, ਕੇਵਲ i = e ਨੂੰ ਛੱਡ ਕੇ ਹਰੇਕ ਵਿਚਲਨ ਕੋਣ δ ਦੇ ਲਈ i ਦੇ ਅਤੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ e ਦੇ ਦੋ ਮੁੱਲ ਹਨ । ਇਹ ਤਥ ਸਮੀਕਰਣ (9.35) ਵਿੱਚ i ਅਤੇ e ਦੀ ਸਮਮਿਤੀ ਤੋਂ ਉਮੀਦ ਰੱਖਦਾ ਹੈ । ਭਾਵ ਜੇ i ਅਤੇ e ਨੂੰ ਆਪਸ ਵਿੱਚ ਬਦਲ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇ ਤਾਂ δ ਅਪਰਵਰਤਿਤ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ । ਭੌਤਿਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਹ ਇਸ ਤਥ ਤੋਂ ਸੰਬੰਧਤ ਹੈ ਕਿ ਚਿੱਤਰ (9.23) ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਨ ਦੇ ਪਥ ਨੂੰ ਵਾਪਸ ਆਰੇਖਿਤ ਕਰਨ ਤੇ ਉਹੀ ਵਿਚਲਨ ਕੋਣ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਨਿਊਨਤਮ ਵਿਚਲਨ Dm ਤੇ, ਪ੍ਰਿਜਮ ਦੇ ਅੰਦਰ ਅਪਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨ ਇਸ ਦੇ ਆਧਾਰ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ । ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ

$\delta = D_m$, i = e ਜਿਸ ਤੋਂ ਭਾਵ ਹੈ ਕਿ $r_1 = r_2$

ਸਮੀਕਰਣ (9.34) ਤੋਂ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ

$$2r = A \text{ ਜਾਂ } r = A/2 \qquad (9.36)$$

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਮੀਕਰਣ (9.35) ਤੋਂ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।

$$D_m = 2i - A \text{ ਜਾਂ } i = (A + D_m)/2 \qquad (9.37)$$

ਜੇ ਪ੍ਰਿਜਮ ਦੇ ਪਦਾਰਥ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ n_{21} ਹੈ ਤਾਂ

$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin[(A + D_m)/2]}{\sin[A/2]} \qquad (9.38)$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

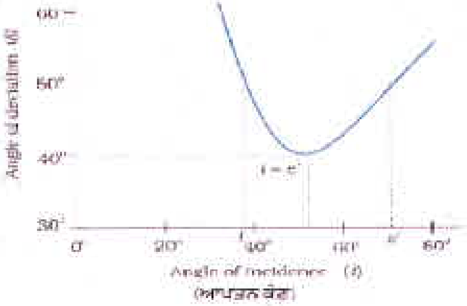
ਕੋਣ A ਅਤੇ Dm ਦਾ ਮਾਪ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਮੀਕਰਣ (9.38) ਪ੍ਰਿਜਮ ਦੇ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਦੇ ਮਾਪਨ ਦੀ ਵਿਧੀ ਹੈ ।

ਛੋਟੇ ਕੋਣ ਦੇ ਪ੍ਰਿਜਮ ਭਾਵ ਪਤਲੇ ਪ੍ਰਿਜਮ ਦੇ ਲਈ Dm ਵੀ ਕਾਫੀ ਛੋਟਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ ।

$$n_{21} = \frac{\sin[(A+D_m)/2]}{\sin[A/2]} \simeq \frac{(A+D_m)/2}{A/2}$$

$$D_m = (n_{21} - 1)\,A$$

ਇਸ ਤੋਂ ਭਾਵ ਹੈ ਕਿ ਪਤਲੇ ਪ੍ਰਿਜਮ ਵਿੱਚੋਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਵਿਚਲਨ ਕਾਫੀ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।

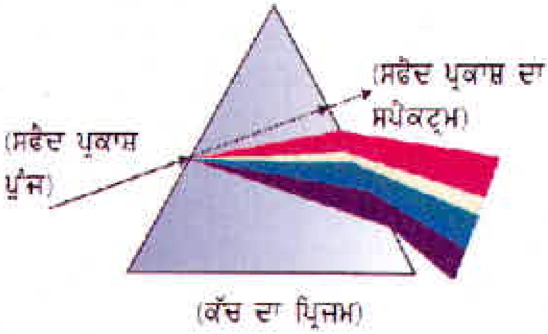


ਚਿੱਤਰ 9.24 ਕਿਸੇ ਤ੍ਰਿਭੁਜੀ ਪ੍ਰਿਜਮ ਦੇ ਲਈ ਆਪਤਨ ਕੋਣ (*i*) ਅਤੇ ਵਿਚਲਨ (*d*) ਕੋਣ ਦੇ ਵਿਚ ਗ੍ਰਾਫ

9.7 ਪ੍ਰਿਜਮ ਦੁਆਰਾ ਵਰਣ ਵਿਖੇਪਣ (Dispersion By A Prism)

ਸਾਨੂੰ ਇਹ ਬਹੁਤ ਪਹਿਲਾ ਹੀ ਪਤਾ ਹੈ ਕਿ ਜਦੋਂ ਸੂਰਜ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਕੋਈ ਸੰਕੀਰਣ ਪੁੰਜ ਜਿਸ ਨੂੰ ਆਮਤੌਰ ਤੇ ਸਫੇਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਕਿਸੇ ਕੱਚ ਦੇ ਪ੍ਰਿਜਮ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਨਿਰਗਮ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਵਿੱਚ ਕਈ ਰੰਗ ਦੇਖੇ ਜਾ ਸਕਦੇ ਹਨ ।ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਰੰਗਾਂ ਵਿੱਚ ਲਗਾਤਾਰ ਬਦਲਾਅ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।ਪਰੰਤੂ ਮੋਟੇ ਤੌਰ ਤੇ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਟੁੱਟੇ ਹੋਏ ਰੰਗ ਇਸ ਕ੍ਰਮ ਅਨੁਸਾਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ: ਬੈਂਗਨੀ, ਜਾਮੁਨੀ, ਨੀਲਾ, ਹਰਾ, ਪੀਲਾ, ਨਾਰੰਗੀ ਅਤੇ ਲਾਲ (ਇਹਨਾਂ ਰੰਗਾਂ ਨੂੰ VIBGYOR ਦੁਆਰਾ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।) ਲਾਲ ਰੰਗ ਵਿੱਚ ਸੱਭ ਤੋਂ ਘੱਟ ਅਤੇ ਬੈਂਗਨੀ ਰੰਗ ਵਿੱਚ ਸਭ ਤੋਂ ਵੱਧ ਵਿਚਲਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।(ਚਿੱਤਰ 9.25)

ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਆਪਣੇ ਸੰਘਟਕ ਰੰਗਾਂ ਵਿੱਚ ਟੁੱਟਣ ਦੀ ਪ੍ਰੀਕ੍ਰਿਆ ਨੂੰ ਵਿਖੇਪਨ ਆਖਦੇ ਹਨ ।ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਸੰਘਟਕ ਰੰਗਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਰੂਪ ਨੂੰ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮ ਆਖਦੇ ਹਨ ।ਅੱਜਕਲ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮ ਸ਼ਬਦ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਅਧਿਕ ਵਿਆਪਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਹੋਣ ਲੱਗ ਪਿਆ ਹੈ ।ਅਸੀਂ ਅਧਿਆਇ 8 ਵਿੱਚ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਵੱਡੇ ਪਰਿਸਰ/ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲ-ਚੁੰਬਕੀ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮ ਦੀ ਚਰਚਾ ਕੀਤੀ ਸੀ ।ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ γ-ਕਿਰਨਾਂ ਤੋਂ ਰੇਡੀਓ ਤਰੰਗਾਂ ਤੱਕ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਨੂੰ ਸ਼ਾਮਿਲ ਕੀਤਾ ਹੈ। ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮ ਇੱਕ ਛੋਟਾ ਜਿਹਾ ਹਿੱਸਾ ਹੈ। ਹਾਲਕਿ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮ ਦਾ ਦਿਖਾਈ ਦੇਣਾ ਹੁਣ ਇੱਕ ਆਮ ਗਿਆਨ ਦੀ ਗੱਲ ਹੈ, ਪਰੰਤੂ ਭੌਤਿਕੀ ਦੇ ਇਤਿਹਾਸ ਵਿੱਚ ਇਹ ਇੱਕ ਵਾਦ-ਵਿਵਾਦ ਦਾ ਵਿਸ਼ਾ ਸੀ। ਕੀ ਪ੍ਰਿਜਮ ਕਿਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਆਪਣੇ ਆਪ ਰੰਗ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਾਂ ਇਹ ਕੇਵਲ ਸਫੇਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਵਿੱਚ ਪਹਿਲਾ ਹੀ ਮੌਜੂਦ ਰੰਗਾਂ ਨੂੰ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਕਰਦਾ ਹੈ ?



ਚਿੱਤਰ 9.25: ਕੱਚ ਦੇ ਪ੍ਰਿਜਮ ਵਿਚੋਂ ਲੰਘਣ ਤੇ ਸਫੇਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਜਾ ਸੂਰਜੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਵਰਣਵਿਖੇਪਣ । ਵੱਖ-ਵੱਖ ਰੰਗਾਂ ਦੇ ਸਾਪੇਖਿਕ ਵਿਚਲਨ ਨੂੰ ਵਧਾਅ ਚੜਾਅ ਕੇ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ।

ਇਕ ਸਰਲ ਅਤੇ ਅਤਿਅੰਤ ਮਹਤਵਪੂਰਨ ਕਲਾਸਿਕੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਨਾਲ ਆਈਜਨ ਨਿਊਟਨ ਨੇ ਇਸ ਵਾਦ-ਵਿਵਾਨ ਨੂੰ ਹਮੇਸ਼ਾ ਦੇ ਲਈ ਹੱਲ ਕੀਤਾ ।

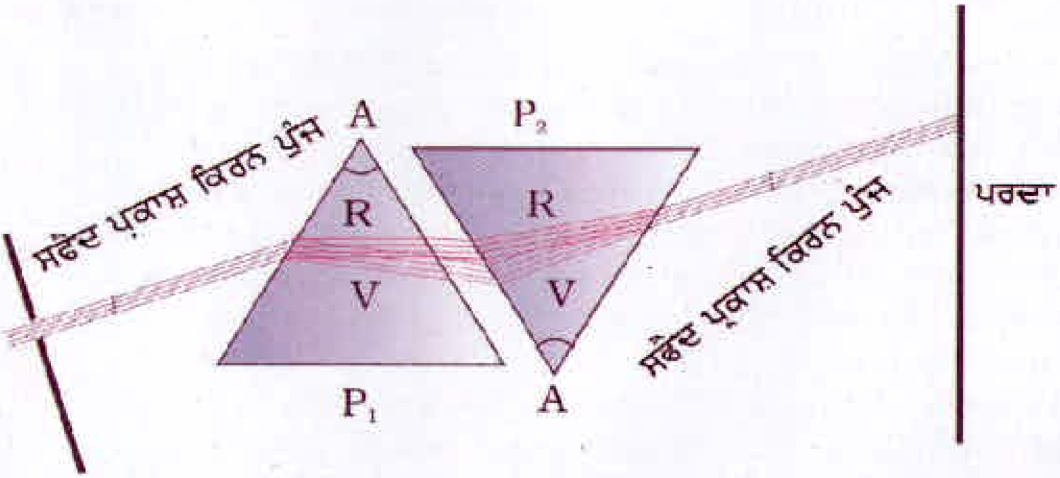
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਉਸ ਪ੍ਰਿਜਮ ਦੇ ਵਰਗਾ ਇੱਕ ਹੋਰ ਪ੍ਰਿਜਮ ਲਿਆ ਅਤੇ ਉਸਨੂੰ ਉੱਲਟਾ ਕਰਕੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਰੱਖਿਆ ਕਿ ਪਹਿਲੇ ਪ੍ਰਿਜਮ ਦੀ ਨਿਰਗਾਮੀ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਦੂਜੇ ਪ੍ਰਿਜਮ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਹੋਵੇ (ਚਿੱਤਰ 9.26) ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਪਰਿਣਾਮੀ ਨਿਰਗਾਮੀ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਸਫੈਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਇਆ । ਇਸ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਸਪੱਸ਼ਟ ਸੀ ਕਿ ਪਹਿਲੇ ਪ੍ਰਿਜਮ ਨੇ ਸਫੈਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਉਸਦੇ ਸੰਘਟਕ ਰੰਗਾਂ ਵਿੱਚ ਤੋੜ ਦਿੱਤਾ ਜਦੋਂ ਕਿ ਉੱਲਟੇ ਰੱਖੇ ਪ੍ਰਿਜਮ ਨੇ ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਇੱਕਠਾ ਕਰਕੇ ਸਫੈਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਵਿਚ ਬਦਲ ਦਿੱਤਾ । ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਫੈਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਆਪ ਹੀ ਵੱਖ ਵੱਖ ਰੰਗਾਂ ਤੋਂ ਮਿਲਕੇ ਬਣਦਾ ਹੈ ਜੋ ਪ੍ਰਿਜਮ ਦੁਆਰਾ ਤੋੜ ਦਿੱਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ।

ਇਥੇ ਇਹ ਸਮਝਣਾ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਨ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਹਿਸਾਬ/ਗਣਿਤ ਦੀ ਭਾਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਦਾ ਕੋਈ ਹੋਂਦ ਨਹੀਂ ਹੈ । ਵਾਸਤਵਿਕ ਕਿਰਨ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀਆਂ ਅਨੇਕਾਂ ਕਿਰਨਾਂ ਦਾ ਪੁੰਜ ਹੈ । ਕੱਚ ਦੀ ਸਲੈਬ ਵਿੱਚ ਦਾਖਲ ਕਰਨ ਤੇ ਹਰੇਕ ਕਿਰਨ ਇਸ ਦੇ ਸੰਘਟਕ ਰੰਗਾਂ ਵਿੱਚ ਫੱਟ ਜਾਂਦੀ ਹੈ । ਵੱਖ ਵੱਖ ਰੰਗਾਂ ਦੀਆਂ ਇਹ ਕਿਰਨਾਂ ਜਦੋ ਦੂਸਰੇ ਫਲਨ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲਦੀਆਂ ਹਨ ਤਾਂ ਇਹ ਫਿਰ ਸਫੈਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਉਤਪੰਨ ਕਰਦੀ ਹੈ ।

ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਰੰਗ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਦ੍ਰਿਸ਼ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮ ਵਿੱਚ ਲਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀਰਘ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਸਿਰੇ (4750nm) ਤੇ ਜਦੋਂ ਕਿ ਵੈਂਗਨੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਲਘੂ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਸਿਰੇ (4400nm) ਤੇ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਵਿਖੇਪਣ ਦਾ ਕਾਰਨ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੇ ਮਾਧਿਅਮ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈਆਂ (ਰੰਗਾਂ) ਤੇ ਲਈ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ ਸਫੈਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਲਾਲ ਘਟਕ ਸੱਭ ਤੋਂ ਘੱਟ ਮੁੜਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ ਬੈਂਗਣੀ ਘਟਕ ਵੱਧ ਮੁੜਦਾ ਹੈ । ਸਮਤਲ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਕਹਿ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਕੱਚ ਦੇ ਪ੍ਰਿਜਮ ਵਿੱਚ ਬੈਂਗਣੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਲਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਜਿਆਦਾ ਗਤੀ ਨਾਲ ਚਲਦਾ ਹੈ ।



ਚਿੱਤਰ 9.26 ਨਿਊਟਨ ਦਾ ਸਫੈਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨਾਲ ਵਰਣ ਵਿਖੇਪਣ ਦੇ ਕਲਾਸਿਕੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦਾ ਆਰੇਖ

ਸਾਰਣੀ 9.2 ਵਿੱਚ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਲਈ ਕਰਾਊਨ ਗਲਾਸ ਅਤੇ ਫਲਿੰਟ ਗਲਾਸ ਦੇ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਦਰਸਾਏ ਗਏ ਹਨ ।

ਮੋਟੇ ਲੈਨਜਾਂ ਨੂੰ ਅਨੇਕ ਪ੍ਰਿਜਮਾਂ ਤੋਂ ਮਿਲਕੇ ਬਣਿਆ ਹੋਇਆ ਮੰਨਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ ਮੋਟੇ ਲੈਨਜ ਪ੍ਰਕਾਸ ਦੇ ਵਰਣ ਵਿਖੇਪਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਵਰਣ ਵਿਖਪਣ ਕਲਾਸਿਕੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਸਾਰਣੀ 9.2 ਵੱਖ-ਵੱਖ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈਆਂ ਲਈ ਅਪਵਰਤਨ

ਰੰਗ	ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ (nm)	ਕਰਾਊਨ ਗਲਾਸ	ਫਲਿੰਟ ਗਲਾਸ
ਬੈਂਗਣੀ	396.9	1.533	1.663
ਨੀਲਾ	486.1	1.523	1.639
ਪੀਲਾ	589.3	1.517	1.627
ਲਾਲ	656.3	1.515	1.622

ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਨਾਲ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਕੁੱਝ ਮਾਧਿਅਮਾਂ ਵਿੱਚ ਹੋਰ ਮਾਧਿਅਮਾਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਅਧਿਕ ਸੁਸੱਪਸ਼ਠ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਵਾਸਤਵ ਵਿੱਚ ਨਿਰਵਾਤ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦੀ । ਇਸ ਲਈ ਨਿਰਵਾਤ (ਜਾਂ ਹਵਾ) ਅਵਰਣਵਿਖੇਪੀ ਮਾਧਿਅਮ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਸਾਰੇ ਰੰਗ ਸਮਾਨ ਚਾਲ ਨਾਲ ਗਤੀ ਕਰਦੇ ਹਨ । ਇਸ ਤਥ ਤੋਂ ਵੀ ਸਪੱਸ਼ਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਸੂਰਜ ਦਾ ਪ੍ਰਾਕਸ਼ ਸਾਡੇ ਕੋਲ ਇੱਕ ਸਫੇਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪੁੱਜਦਾ ਹੈ, ਇਸ ਦੇ ਵਿਭਿੰਨ ਸੰਘਟਕਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਨਹੀਂ ਇਸ ਦੇ ਉਲਟ ਕੱਚ ਇੱਕ ਵਰਣਵਿਖੇਪੀ ਮਾਧਿਅਮ ਹੈ ।

9.8 ਸੂਰਜੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਕਾਰਣ ਕੁੱਝ ਪ੍ਰਾਕ੍ਰਿਤਿਕ ਵਰਤਾਰੇ (Some Natural Phanomenon Due to Sunlight)

ਸਾਡੇ ਆਲੇ ਦੁਆਲੇ (ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ) ਦੀਆਂ ਵਸਤੂਆਂ ਦੇ ਨਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀਆਂ ਖੇਡਾਂ ਸਾਨੂੰ ਬਹੁਤ ਸਾਰੀਆਂ ਯਾਦ ਰੱਖਣ ਵਾਲੀਆਂ ਘਟਨਾਵਾਂ ਦਿੰਦੇ ਹਨ । ਸਾਡੇ ਚਾਰੋਂ ਪਾਸੇ ਹਰ ਵਕਤ ਦਿਖਾਈ ਦੇਣ ਵਾਲੇ ਨਜ਼ਾਰੇ ਸੂਰਜੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੀ ਸੰਭਵ ਹਨ । ਆਕਾਸ਼ ਦਾ ਨੀਲਾ ਰੰਗ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੋਣਾ, ਚਿੱਟੇ ਬੱਦਲ, ਸੂਰਜ ਚੜਣ ਅਤੇ ਸੂਰਜ ਛਿਪਣ ਦੇ ਸਮੇਂ ਆਕਾਸ਼ ਦੀ ਲਾਲਗੀ, ਸਤਰੰਗੀ ਪੀਂਘ, ਕੁੱਝ ਪੰਛੀਆ ਦੇ ਖੰਭਾਂ, ਸੀਪੀਆਂ ਸ਼ੰਖ ਅਤੇ ਮੋਤੀਆਂ ਦੀ ਰੰਗ ਬਰੰਗੀ ਚਮਕ ਕੁੱਝ ਅਜਿਹੇ ਅਦਭੁਤ ਅਤੇ ਹੈਰਾਨੀਜਨਕ ਕੁਦਰਤੀ ਚਮਤਕਾਰ ਹਨ ਜਿਹਨਾਂ ਨਾਲ ਅਸੀਂ ਭਲੀ ਭਾਂਤ ਜਾਣੂ ਹਾਂ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਆਦੀ ਹੋ ਚੁੱਕੇ ਹਾਂ । ਇਥੇ ਇਹਨਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਕੁੱਝ ਦਾ ਅਸੀਂ ਭੌਤਿਕੀ ਦੇ ਪੱਖ ਤੋਂ ਵਰਣਨ ਕਰਾਂਗੇ ।

9.8.1 ਸਤਰੰਗੀ ਪੀਂਘ (The Rainbow) :-

ਸਤਰੰਗੀ ਪੀਂਘ ਵਾਯੂਮੰਡਲ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਪਾਣੀ ਦੀਆਂ ਬੂੰਦਾਂ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਵਿਖੇਪਣ ਦੀ ਇੱਕ ਉਦਾਹਰਨ ਹੈ । ਇਹ ਸੂਰਜ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਪਾਣੀ ਦੀਆਂ ਗੋਲਾਕਾਰ ਸੂਖਮ ਬੂੰਦਾਂ ਦੁਆਰਾ ਵਿਖੇਪਣ, ਅਪਵਰਤਨ ਅਤੇ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦੇ ਸੰਯੁਕਤ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੀ ਪਰਿਘਟਨਾ/ਵਰਤਾਰਾ ਹੈ । ਸਤਰੰਗੀ ਪੀਂਘ ਦੇਖਣ ਦੇ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਸ਼ਰਤਾਂ ਇਹ ਹਨ ਕਿ ਸੂਰਜ ਆਕਾਸ਼ ਦੇ ਕਿਸੇ ਇੱਕ ਹਿੱਸੇ (ਮੰਨ ਲਓ ਪੱਛਮੀ ਖਤਿਜ) ਵਿੱਚ ਚਮਕ ਰਿਹਾ ਹੋਵੇ ਜਦੋਂ ਕਿ ਆਕਾਸ਼ ਦੇ ਉਲਟ ਭਾਗ (ਮੰਨ ਲਓ ਪੂਰਬੀ ਖਤਿਜ) ਵਿੱਚ ਵਰਖਾ ਹੋਈ ਹੋਵੇ । ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੋਈ ਵੀ ਪ੍ਰੇਖਕ ਸੰਤਰੰਗੀ ਪੀਘ ਤੱਦ ਹੀ ਵੇਖ ਸਕਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਉਸਦੀ ਪਿੱਠ ਸੂਰਜ ਵੱਲ ਹੋਵੇ ।

PHYSICS

Formation of rainbow

http://www.eo.ucar.edu/rainbows

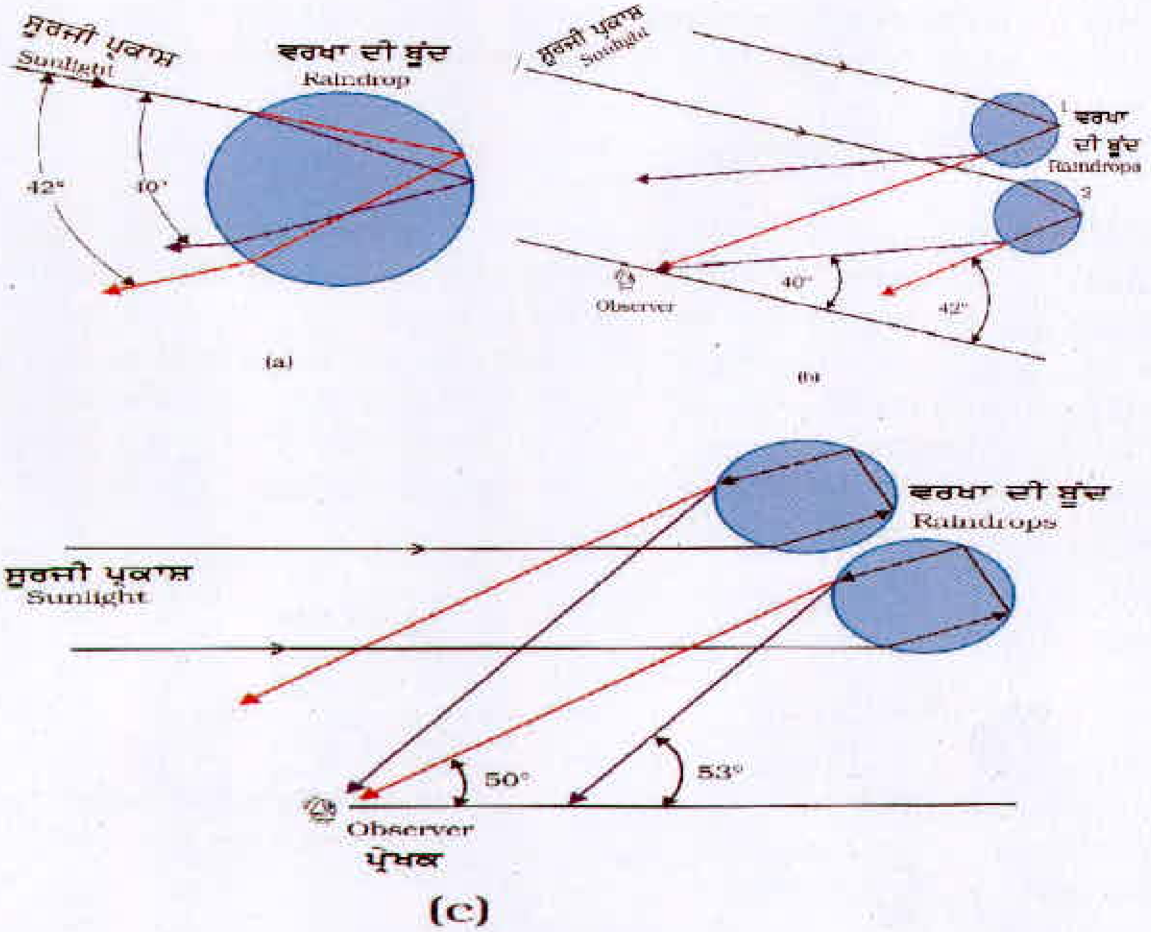
https://www.atoptics.co.uk/bows.htm

ਸਤਰੰਗੀ ਪੀਂਘ ਨੂੰ ਸਮਝਣ ਲਈ ਚਿੱਤਰ 9.27(a) ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ । ਸੂਰਜ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੱਭ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾ ਵਰਖਾ ਦੀਆਂ ਬੂੰਦਾਂ ਵਿੱਚ ਦਾਖਲ ਕਰਦੇ ਸਮੇਂ ਅਪਵਰਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਜਿਸਦੇ ਕਾਰਨ ਸਫੇਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀਆਂ ਵਿਭਿੰਨ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈਆਂ (ਰੰਗ) ਟੁੱਟ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ । ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਉੱਚ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ (ਲਾਲ) ਸੱਭ ਤੋਂ ਘੱਟ ਮੁੜਦੀ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ ਨਿਮਨ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ (ਬੈਂਗਣੀ) ਸੱਭ ਤੋਂ ਵੱਧ ਮੁੜਦੀ ਹੈ । ਇਸ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਇਹ ਸੰਘਟਕ ਕਿਰਨਾਂ ਬੂੰਦ ਦੀ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਅੰਦਰਲਾ ਸਤ੍ਹਾ ਨਾਲ ਟਕਰਾਉਂਦੀਆਂ ਹਨ ਅਤੇ ਜੇ ਬੂੰਦ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਅਭਿਲੰਬ ਅਤੇ ਅਪਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨ ਦੇ ਵਿੱਚ ਕ੍ਰਾਂਤਿਕ ਕੋਣ (ਇਥੇ 48°) ਤੋਂ ਅਧਿਕ ਹੈ ਤਾਂ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ।



ਚਿੱਤਰ 9.27 ਸਤਰੰਗੀ ਪੀਂਘ (ੳ) ਵਰਖਾ ਦੀ ਬੂੰਦ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਸੂਰਜ ਦੀਆਂ ਕਿਰਨਾ ਦਾ ਬੂੰਦ ਦੁਆਰਾ ਦੋ ਵਾਰ ਅਪਵਰਤਨ ਅਤੇ ਇੱਕ ਵਾਰ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ (ਬ) ਬੂੰਦ ਦੇ ਅੰਦਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਕਿਰਨ ਦਾ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਅਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਦਾ ਵਿਸਥਾਰਿਤ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਜਿਸਦੇ ਕਾਰਨ ਸ਼ੁਰੂਆਤੀ ਸਤਰੰਗੀ ਪੀਘ ਬਣਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਬੂੰਦ ਦੇ ਅੰਦਰ ਕਿਰਨਾ ਦੇ ਦੋ ਵਾਰ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਦੂਜੇ ਦਰਜੇ ਦੀ ਸਤਰੰਗੀ ਪੀਂਘ ਬਣਦੀ ਹੈ ।

ਇਹ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼, ਬੂੰਦ ਵਿੱਚੋਂ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲਦੇ ਸਮੇਂ ਚਿੱਤਰ ਦੇ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਦੁਬਾਰਾ ਅਪਵਰਤਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । ਇਹ ਦੇਖਿਆ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਸੂਰਜ ਤੋਂ ਆਉਣ ਵਾਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਬੈਂਗਣੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ 40° ਦੇ ਕੋਣ ਤੇ ਅਤੇ ਲਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ 42° ਦੇ ਕੋਣ ਤੇ ਨਿਰਗਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਬਾਕੀ ਰੰਗਾਂ ਦੇ ਲਈ ਕੋਣਾਂ ਦਾ ਮਾਨ ਇਹਨਾਂ ਦੋਨਾਂ ਦੇ ਮੱਧ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।

ਚਿੱਤਰ 9.27 (b) ਵਿੱਚ ਸ਼ੁਰੂਆਤੀ ਸਤਰੰਗੀ ਪੀਂਘ ਦਾ ਬਣਨਾ ਸਮਝਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ । ਅਸੀਂ ਦੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਬੂੰਦ 1 ਤੋਂ ਲਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਅਤੇ ਬੂੰਦ 2 ਤੋਂ ਆਉਣ ਵਾਲਾ ਲਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪ੍ਰੇਖਕ ਦੀਆਂ ਅੱਖਾਂ ਤੋਂ ਉੱਪਰ ਜਾਂ ਥੱਲੇ ਦੇ ਪਾਸੇ ਨਜ਼ਰ ਆਉਂਦੇ ਹਨ । ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਪ੍ਰੇਖਕ ਸਤਰੰਗੀ ਪੀਂਘ ਦੇ ਉੱਚ ਤੇ ਲਾਲ ਰੰਗ ਅਤੇ ਪੈਰ ਤੇ ਬੈਂਗਣੀ ਰੰਗ ਵੇਖਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਪ੍ਰਾਰੰਭਿਕ ਸਤਰੰਗੀ ਪੀਂਘ ਤਿੰਨ ਚਰਨਾਂ ਭਾਵ ਅਪਵਰਤਨ, ਪਰਾਵਰਤਨ ਅਤੇ ਫਿਰ ਅਪਵਰਤਨ ਦਾ ਸਿੱਟਾ ਹੈ ।

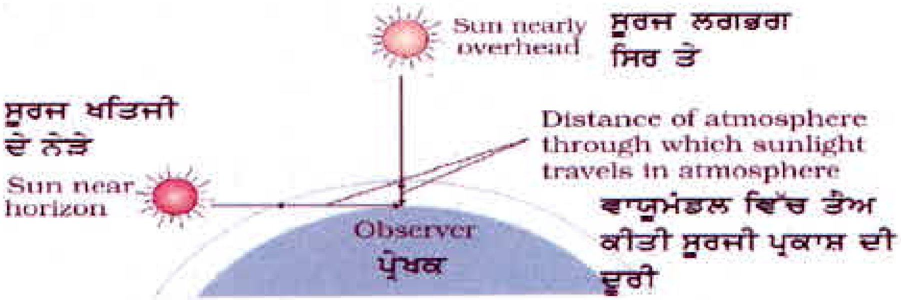
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਜਦੋਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਨਾਂ ਕਿਸੇ ਵਰਖਾ ਦੀਆਂ ਬੂੰਦਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਇਕ ਵਾਰ ਦੀ ਬਜਾਏ ਦੋ ਵਾਰ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਤਾਂ ਦੂਜੇ ਦਰਜੇ ਦੀ ਸਤਰੰਗੀ ਪੀਂਘ ਬਣਦੀ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 9.27 (c)) ਇਹ ਚਾਰ ਅਵਸਥਾਵਾਂ ਦਾ ਪ੍ਰੀਕ੍ਰਿਆ ਹੈ ਦੋਹਰੇ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦੇ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਘੱਟ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਦੂਜੇ ਦਰਜੇ ਦੀ ਸਤਰੰਗੀ ਪੀਂਘ ਪ੍ਰਾਰੰਭਿਕ ਸਤਰੰਗੀ ਪੀਂਘ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਧੁੰਧਲੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਦੇ ਨਾਲ ਹੀ ਜਿਵੇਂ ਕੀ ਚਿੱਤਰ 9.26 (c) ਤੋਂ ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ ਇਸ ਵਿੱਚ ਰੰਗਾਂ ਦਾ ਕ੍ਰਮ ਪ੍ਰਾਰੰਭਿਕ ਸਤਰੰਗੀ ਪੀਂਘ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਉੱਲਟਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

9.8.2 ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਖਿਲਰਾਵ (Scattering of Light)

ਜਦੋਂ ਸੂਰਜ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਪਰਿਮੰਡਲ ਵਿੱਚ ਗਤੀ ਕਰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਵਾਯੂਮੰਡਲ ਦੇ ਕਣਾਂ ਦੁਆਰਾ ਖਿਲਰਦਾ ਹੈ । ਛੋਟੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਵੱਡੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਕਿਤੇ ਅਧਿਕ ਖਿਲਰਦਾ ਹੈ। (ਖਿਲਰਾਵ ਦੀ ਮਾਤਰਾ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੀ ਚੋਥੀ ਘਾਤ ਦੇ ਉਲਟ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਇਸ ਨੂੰ ਰੈਲੇ ਖਿਲਰਾਵ (Rayleigh Scattering) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਹੀ ਕਾਰਨ ਹੈ ਕਿ ਸਾਫ ਆਕਾਸ਼ ਵਿੱਚ ਨੀਲਾ ਰੰਗ ਸੱਭ ਤੋਂ ਵਧ ਪ੍ਰਮੁੱਖਤਾ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਲਾਲ ਰੰਗ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਨੀਲੇ ਰੰਗ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਘੱਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਦਾ ਖਿਲਰਾਵ ਅਧਿਕ ਤੀਬਰਤਾ ਨਾਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਬੈਂਗਣੀ ਰੰਗ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਹੋਰ ਵੀ ਘੱਟ ਹੋਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਇਹ ਨੀਲੇ ਰੰਗ ਤੋਂ ਵੱਧ ਤੀਬਰਤਾ ਨਾਲ ਖਿਲਰਦਾ ਹੈ ਪਰੰਤੂ ਸਾਡੀ ਅੱਖ ਬੈਂਗਣੀ ਰੰਗ ਦੀ ਬਜਾਏ ਨੀਲੇ ਰੰਗ ਦੇ ਲਈ ਅਧਿਕ ਸੰਵੇਦਨਸ਼ੀਲ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਆਕਾਸ਼ ਨੀਲਾ ਵਿਖਾਈ ਦੇਂਦਾ ਹੈ ।



ਚਿੱਤਰ 9.28 ਸੂਰਜ ਚੜਣ ਅਤੇ ਸੂਰਜ ਛਿੱਪਣ ਦੇ ਸਮੇਂ ਸੂਰਜ ਦੀਆਂ ਕਿਰਨਾਂ ਨੂੰ ਵਾਯੂਮੰਡਲ ਤੋਂ ਹੋ ਕੇ ਸਾਪੇਖਿਕ ਅਧਿਕ ਦੂਰੀ ਤੈਅ ਕਰਨੀ ਪੈਂਦੀ ਹੈ।

ਵਾਯੂਮੰਡਲ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਵੱਡੇ ਕਣ ਜਿਵੇਂ ਮਿੱਟੀ ਅਤੇ ਪਾਣੀ ਦੀਆਂ ਸੂਖਮ ਬੂੰਦਾਂ ਅਲੱਗ ਵਿਵਹਾਰ ਦਰਸਾਉਂਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਥੇ ਇਸ ਸੰਬੰਧ ਵਿੱਚ ਪਰਸੰਗਕ ਰਾਸ਼ੀ, ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ 'λ' ਅਤੇ ਸਕੈਟਰਰ (ਮੰਨ ਲਓ ਇਹਨਾਂ ਦਾ ਪਾਰੂਪੀ ਆਕਾਰ a ਹੈ) ਸਾਪੇਖਿਕ ਆਕਾਰ ਹੈ। $a << \lambda$ ਦੇ ਲਈ, ਰੈਲੇ ਖਿਲਰਾਵ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਕਿ $(1/\lambda^4)$ ਦੇ ਸਮਾਨ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। $a << \lambda$ ਦੇ ਲਈ ਅਰਥਾਤ ਵੱਡੇ ਆਕਾਰ ਦੀ ਪ੍ਰਕੀਰਣਕ ਵਸਤੂ ਦੇ ਲਈ (ਉਦਾਹਰਨ ਦੇ ਲਈ ਵਰਖਾ ਦੀਆਂ ਬੂੰਦਾਂ, ਵੱਡੇ ਆਕਾਰ ਦੇ ਧੂਲ/ਮਿੱਟੀ ਦੇ ਕਣ ਜਾਂ ਹਿਮ ਕਣ) ਅਜਿਹਾ ਖਿਲਰਾਵ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ । ਸਾਰੀਆਂ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈਆਂ ਲਗਭਗ ਸਮਾਨ ਰੂਪ ਨਾਲ ਖਿਲਰਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਬੱਦਲ ਜਿਹਨਾਂ ਵਿੱਚ $a >> \lambda$ ਆਕਾਰ ਦੀਆਂ ਪਾਣੀ ਦੀਆਂ ਸੂਖਮ ਬੂੰਦਾਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਆਮਤੌਰ ਤੇ ਚਿੱਟੇ ਜਾਪਦੇ ਹਨ ।

ਸੂਰਜ ਚੜਣ ਅਤੇ ਸੂਰਜ ਛਿੱਪਣ ਦੇ ਸਮੇਂ ਸੂਰਜ ਦੀਆਂ ਕਿਰਨਾਂ ਨੂੰ ਵਾਯੂਮੰਡਲ ਤੋਂ ਹੋ ਕੇ ਸਾਪੇਖਿਕ ਅਧਿਕ ਦੂਰੀਆਂ ਤੈਅ ਕਰਨੀਆਂ ਪੈਂਦੀਆਂ ਹਨ (ਚਿੱਤਰ 9.28) ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਾਲ ਨੀਲਾ ਅਤੇ ਛੋਟੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈਆਂ ਦਾ ਅਧਿਕਤਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਖਿਲਰਾਵ ਦੁਆਰਾ ਪਰਥਕ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਸੱਭ ਤੋਂ ਘੱਟ ਖਿਲਰਿਆ ਹਿੱਸਾ ਜੋ ਸਾਡੀਆਂ ਅੱਖਾਂ ਤੱਕ ਪਹੁੰਚਦਾ ਹੈ, ਲਾਲ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਇਹੀ ਕਾਰਨ ਹੈ ਕਿ ਖਿਤਿਜ ਦੇ ਨੇੜੇ ਹੋਣ ਤੇ ਸੂਰਜ ਅਤੇ ਪੂਰਾ ਚੰਦਰਮਾ ਲਾਲ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

9.9 ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਯੰਤਰ (Optical Instruments)

ਦਰਪਣਾ, ਲੈਨਜਾਂ ਅਤੇ ਪ੍ਰਿਜਮਾਂ ਦੇ ਪਰਾਵਰਤੀ ਅਤੇ ਅਪਵਰਤੀ ਗੁਣਾਂ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਅਨੇਕ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਜੁਗਤੀਆਂ ਅਤੇ ਯੰਤਰ ਡਿਜਾਇਨ ਕੀਤੇ ਗਏ ਹਨ । ਪੇਰੀਸਕੋਪ, ਕਲਾਈਡੋਸਕੋਪ, ਦੂਰਬੀਨ, ਟੈਲੀਸਕੋਪ, ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਕੁੱਝ ਅਜਿਹੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਜੁਗਤੀਆਂ ਅਤੇ ਯੰਤਰਾਂ ਦੀਆਂ ਉਦਾਹਰਨਾਂ ਹਨ ਜਿਹਨਾਂ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਉਪਯੋਗ ਵਿੱਚ ਲਿਆਉਂਦੇ ਹਾਂ । ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਸਾਡੀਆਂ ਅੱਖਾਂ ਸੱਭ ਤੋਂ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਜੁਗਤਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਇੱਕ ਹੈ ਜਿਹਨਾਂ ਨਾਲ ਕੁਦਰਤ ਨੇ ਸਾਨੂੰ ਸੰਪਨ ਕੀਤਾ ਹੈ । ਅੱਖਾਂ ਤੋਂ ਸ਼ੁਰੂ ਕਰਕੇ ਅਸੀਂ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਅਤੇ ਦੂਰਬੀਨ ਦੇ ਕਾਰਜ ਕਰਨ ਦੇ ਸਿਧਾਂਤ ਦਾ ਵਰਣਨ ਕਰਾਂਗੇ ।

9.9.1 ਅੱਖ (The Eye)

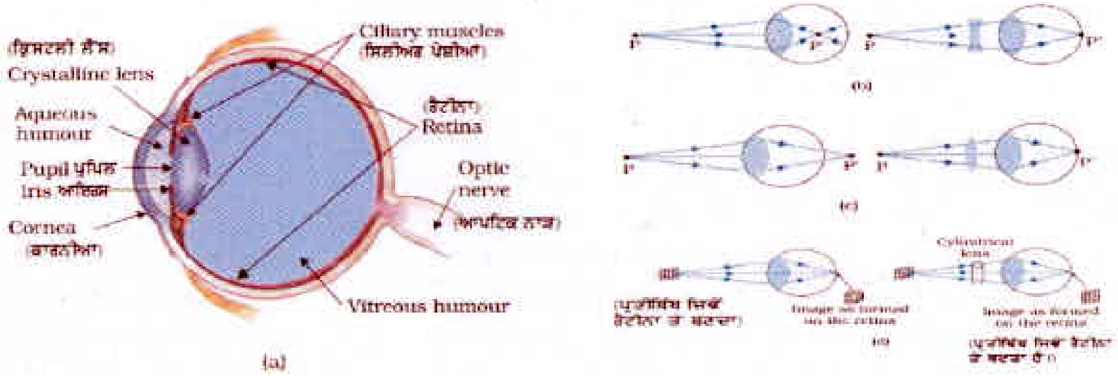
ਚਿੱਤਰ 9.29 (a) ਵਿੱਚ ਅੱਖ ਨੂੰ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ । ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਅੱਖ ਵਿੱਚ ਸਾਹਮਣੇ ਦੀ ਵਕਰੀ ਸਤ੍ਹਾ ਜਿਸਨੂੰ ਕਾਰਨੀਆਂ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਤੋਂ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਉਪਰੰਤ ਇਹ ਪੁਤਲੀ ਤੋਂ ਜੋ ਕਿ ਆਇਰਸ (Iris) ਵਿੱਚ ਕੇਂਦਰੀ ਛਿਦ੍ਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਚੋਂ ਲੰਘਦਾ ਹੈ । ਪੁਤਲੀ ਦੇ ਆਕਾਰ ਨੂੰ ਪੇਸ਼ੀਆ ਨਿਯੰਤਰਿਤ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ । ਨੇਤਰ ਲੈਨਜ ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਹੋਰ ਫੋਕਸਿਤ ਕਰਕੇ ਰੈਟੀਨਾ ਤੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਣਾ ਦਿੰਦਾ ਹੈ । ਰੈਟੀਨਾ, ਤੰਤਰਿਕਾ ਅਤੇ ਤੰਤੂਆ ਦੀ ਇੱਕ ਪਤਲੀ ਝਿੱਲੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜੋ ਅੱਖ ਦੇ ਪਿੱਛੇ ਦੀ ਵਕਰੀ ਸਤ੍ਹਾ ਨੂੰ ਢੱਕੀ ਰੱਖਦੀ ਹੈ । ਰੈਟੀਨਾ ਵਿੱਚ ਰਾਡ ਅਤੇ ਕੋਣ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜੋ ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਅਤੇ ਰੰਗਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀ ਸੰਵੇਦਨਸ਼ੀਲ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਨਾੜੀਆਂ ਤੋਂ ਹੋ ਕੇ ਬਿਜਲੀ ਸਿਗਨਲਾਂ ਨੂੰ ਦਿਮਾਗ ਤੱਕ ਸੰਚਾਰਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ ਜੋ ਇਸ ਸੂਚਨਾ ਨੂੰ ਆਖਿਰ ਵਿੱਚ ਸੰਸਾਧਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਸਿਲੀਅਰੀ ਪੇਸ਼ੀਆਂ ਦੁਆਰਾ ਨੇਤਰ ਲੈਨਜ ਦੀ ਆਕ੍ਰਿਤੀ (ਵਕਰਤਾ) ਅਤੇ ਇਸ ਲਈ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਕੁੱਝ-ਕੁੱਝ ਬਦਲੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ । ਉਦਾਹਰਨ ਦੇ ਲਈ ਜਦੋਂ ਪੇਸ਼ੀਆਂ ਢਿੱਲੀਆਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਤਾਂ ਨੇਤਰ ਲੈਨਜ ਦੀ ਦੂਰੀ ਲਗਭਗ 2.5cm ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਅਨੰਤ ਦੂਰੀ ਦੇ ਪਿੰਡ ਰੈਟੀਨਾ ਤੇ ਸਪੱਸ਼ਟ ਫੋਕਸ ਹੁੰਦੇ ਹਨ । ਜਦੋਂ ਵਸਤੂ ਨੂੰ ਨੇਤਰ ਦੇ ਨੇੜੇ ਲਿਆਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਅਤੇ ਲੈਨਜ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੀ ਦੂਰੀ ($\simeq$2.5cm) ਉਹੀ ਬਣਾਏ ਰੱਖਣ ਦੇ ਲਈ ਸਿਲੀਅਰੀ ਪੇਸ਼ੀਆਂ ਦੀ ਕਿਰਿਆ (ਸੁੰਗੜਨ) ਦੁਆਰਾ ਲੈਨਜ ਦੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਘੱਟ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ । ਨੇਤਰ ਦੇ ਇਸ ਗੁਣ ਨੂੰ ਅੱਖ ਦੀ ਅਨੁਕੂਲਨ-ਸਮਰਥਾ (Accommodation) ਆਖਦੇ ਹਨ । ਜੇਕਰ ਵਸਤੂ ਨੇਤਰ ਦੇ ਬਹੁਤ ਨੇੜੇ ਹੈ ਤਾਂ ਲੈਨਜ ਇੰਨਾਂ ਵਕ੍ਰਿਤ ਨਹੀਂ ਹੋ ਪਾਉਂਦਾ ਕਿ ਉਹ ਵਸਤੂ ਦਾ ਸਪੱਸ਼ਟ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਰੈਟੀਨਾ ਤੇ ਬਣਾ ਸਕੇ। ਜਿਸਦੇ ਫਲਸਰੂਪ ਵਸਤੂ ਦਾ ਧੁੰਧਲਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਣਦਾ ਹੈ । ਉਹ ਘੱਟ ਤੋਂ ਘੱਟ ਦੂਰੀ ਜਿਸ ਤੇ ਰੱਖੀ ਵਸਤੂ ਦਾ ਆਮ ਨੇਤਰ ਲੈਨਜ ਸਪੱਸ਼ਟ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਰੈਟੀਨਾ ਤੇ ਬਣਾ ਦਿੰਦਾ ਹੈ, ਉਸਨੂੰ ਸਪੱਸ਼ਟ ਦਰਸ਼ਨ ਦੀ ਅਲਪਤਮ ਦੂਰੀ ਜਾਂ ਆਮ ਨੇਤਰ ਦਾ ਨਿਕਟ ਬਿੰਦੂ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ । ਆਮ ਵਿਅਕਤੀ ਲਈ ਇਸ ਦਾ ਮਾਨਕ ਮਾਨ 25cm ਲਿਆ ਗਿਆ ਹੈ । (ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਨਿਕਟ ਬਿੰਦੂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਤੀਕ D ਦੁਆਰਾ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ) ਇਹ ਦੂਰੀ ਉਮਰ ਦੇ ਵੱਧਣ ਨਾਲ ਵੱਧਦੀ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਉਮਰ ਦੀ ਵ੍ਰਿਧੀ ਦੇ ਨਾਲ ਸਿਲੀਅਰੀ ਪੇਸ਼ੀਆਂ ਇੰਨੀਆਂ ਪ੍ਰਭਾਵਕਾਰੀ ਨਹੀਂ ਰਹਿ ਪਾਉਂਦੀਆ ਅਤੇ ਨਾਲ ਹੀ ਲੈਨਜ ਦਾ ਲਚੀਲਾਪਨ ਵੀ ਘੱਟ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । 10 ਸਾਲ ਦੇ ਬਾਲਕ ਦੇ ਨੇਤਰ ਦਾ ਨਿਕਟ ਬਿੰਦੂ ਲਗਭਗ 7 ਤੋਂ 8cm ਤੱਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ 60 ਸਾਲ ਦੀ ਉਮਰ ਤੱਕ ਪੁੱਜਣ ਤੇ ਇਹ ਲੱਗਭਗ 200cm ਤੱਕ ਪੁੱਜ ਸਕਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ ਜੇ ਕੋਈ ਵੱਧ ਉਮਰ ਦਾ ਵਿਅਕਤੀ ਕਿਤਾਬ ਨੂੰ ਨੇਤਰ ਤੋਂ 25cm ਦੂਰੀ ਤੇ ਰੱਖ ਕੇ ਪੜ੍ਹਨਾ ਚਾਹੇ ਤਾਂ ਉਸਨੂੰ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਧੁੰਧਲਾ ਵਿਖਾਈ ਦੇਵੇਗਾ । ਇਹ ਅਵਸਥਾ ਨੇਤਰ ਦਾ ਦੋਸ਼ ਜਾ ਦੂਰ ਦਰਸ਼ਤਾ ਹੈ। ਪੜ੍ਹਨ ਦੇ ਲਈ ਅਭਿਸਾਰੀ ਲੈਨਜ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਇਸ ਨੂੰ ਠੀਕ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ।

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨੇਤਰ ਸਾਡੇ ਸਰੀਰ ਦੇ ਅਦਭੁਤ ਅੰਗ ਹਨ ਜਿਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਕੁੱਝ ਜਟਿਲ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦੁਆਰਾ ਆਉਣ ਵਾਲੀਆਂ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸਮਝਣ ਦੀ ਸਮਰਥਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਸਾਡੀ ਸੱਭ ਤੋਂ ਵੱਡੀ ਸੰਪੱਤੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਸੁਰਖਿਅਤ ਰੱਖਣ ਦੇ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਉਚਿਤ ਸੰਭਾਲ ਕਰਨੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ। ਜਰਾ ਇਸ ਸੰਸਾਰ ਦੀ ਕਲਪਨਾ ਬਿੰਨਾਂ ਕ੍ਰਿਆਤਮਕ ਨੇਤਰਾਂ ਦੇ ਜੋੜੇ ਨਾਲ ਕਰੋ। ਫਿਰ ਵੀ ਸਾਡੇ ਵਿਚੋਂ ਅਨੇਕਾਂ ਅਜਿਹੇ ਹਨ ਜੋ ਬਹਾਦੁਰੀ ਨਾਲ ਚੁਣੌਤੀ ਦਾ ਸਾਹਮਣਾ ਕਰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਪ੍ਰਭਾਵਸ਼ਾਲੀ ਢੰਗ ਨਾਲ ਆਪਣੀਆਂ ਸੀਮਾਵਾਂ ਤੇ ਕੰਟਰੋਲ ਕਰਕੇ ਆਮ ਜੀਵਨ ਬਿਤਾ ਰਹੇ ਹਨ। ਉਹ ਆਪਣੇ ਹੌਂਸਲੇ ਅਤੇ ਦ੍ਰਿੜ ਵਿਸ਼ਵਾਸ ਦੇ ਲਈ ਸਾਡੀ ਪ੍ਰਸੰਸਾ ਦੇ ਪਾਤਰ ਹਨ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਸਾਰੀਆਂ ਸਾਵਧਾਨੀਆਂ ਅਤੇ ਰਖਿਆਤਮਕ ਕਾਰਵਾਈਆਂ ਹੋਣ ਦੇ ਬਾਵਜੂਦ ਅਨੇਕਾਂ ਕਾਰਨਾਂ ਕਰਕੇ ਸਾਡੀਆਂ ਅੱਖਾਂ ਵਿੱਚ ਦੋਸ਼ ਵਿਕਸਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ।ਅਸੀਂ ਆਪਣੀ ਚਰਚਾ ਨੂੰ ਅੱਖਾਂ ਦੇ ਕੁੱਝ ਆਮ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ ਦੋਸ਼ਾਂ ਤੱਕ ਹੀ ਸੀਮਿਤ ਰੱਖਾਂਗੇ ।ਉਦਾਹਰਨ ਦੇ ਲਈ ਕਿਸੇ ਦੂਰ ਪਈ ਵਸਤੂ ਤੋਂ ਆਉਣ ਵਾਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਅੱਖ ਲੈਨਜ ਰੈਟਿਨਾ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾ ਹੀ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਅਭਸਰਿਤ ਕਰ ਸਕਦਾ ਹੈ ।ਇਸ ਦੋਸ਼ ਨੂੰ ਨਿਕਟ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਦੋਸ਼ ਜਾਂ ਮਾਯੋਪਿਆ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ।ਇਸ ਦਾ ਅਰਥ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਨੇਤਰ ਆਪਤਿਤ ਪੁੰਜ ਨੂੰ ਬਹੁਤ ਅਭਸਰਿਤ ਕਰ ਰਿਹਾ ਹੈ ।ਇਸ ਨੂੰ ਠੀਕ ਕਰਨ ਲਈ ਅਸੀਂ ਨੇਤਰ ਅਤੇ ਵਸਤੂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਕੋਈ ਅਜਿਹਾ ਅਵਤਲ ਲੈਨਜ ਰੱਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਜਿਸ ਦੇ ਅਪਸਾਰੀ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੇ ਕਾਰਨ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਰੈਟਿਨਾ ਤੇ ਸਹੀ ਫੋਕਸਿਤ ਹੋ ਜਾਵੇ । ਚਿੱਤਰ 9.29(b)



ਚਿੱਤਰ 9.29 (a) ਨੇਤਰ ਦੀ ਸਰੰਚਨਾ (b) ਨਿਕਟ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਦੋਸ਼ ਵਾਲੀ ਅੱਖ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਸੰਸ਼ੋਧਨ (c) ਦੀਰਘ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਦੋਸ਼ ਵਾਲੀ ਅੱਖ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਸੰਸ਼ੋਧਨ ਅਤੇ (d) ਅਬਿੰਦੂਕ ਨੇਤਰ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਸੰਸ਼ੋਧਨ

ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜੇ ਨੇਤਰ ਲੈਨਜ ਕਿਸੇ ਵਸਤੂ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਨੂੰ ਰੈਟੀਨਾ ਦੇ ਪਿੱਛੇ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਫੋਕਸਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਸ ਨੂੰ ਠੀਕ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਅਭਿਸਾਰੀ ਲੈਨਜ ਦੀ ਜ਼ਰੂਰਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਦੋਸ਼ ਨੂੰ ਦੀਰਘ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਦੋਸ਼ ਜਾਂ ਹਾਈਪਰਮੇਟ੍ਰੋਪਿਆ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਚਿੱਤਰ 9.29(c)] ਇੱਕ ਹੋਰ ਆਮ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀਦੋਸ਼ ਅਬਿੰਦੂਕਤਾ ਹੈ। ਇਸ ਦੋਸ਼ ਉਦੋ ਉਤਪੰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਾਰਨੀਆਂ ਦੀ ਆਕ੍ਰਿਤੀ ਗੋਲਾਕਾਰ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ ।

ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ ਕਾਰਨੀਆਂ ਦੀ ਵਕਰਤਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਖਤਿਜੀ ਤਲ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਲੇਟਵੇਂ ਤਲ ਵਿੱਚ ਵੱਧ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਜੇਕਰ ਨੇਤਰ ਲੈਂਨਜ ਵਿੱਚ ਇਸ ਦੋਸ਼ ਨਾਲ ਪੀੜ੍ਹਿਤ ਕੋਈ ਵਿਅਕਤੀ ਕਿਸੇ ਤਾਰ ਦੀ ਜਾਲੀ ਜਾਂ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਜਾਲੀ ਨੂੰ ਵੇਖੇਗਾ ਤਾਂ ਜਾਂ ਤਾਂ ਲੇਟਵੇਂ ਜਾਂ ਖਤਿਜੀ ਤਲ ਵਿੱਚ ਫੋਕਸਨ ਦੂਸਰੇ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਸਪੱਸ਼ਟ ਨਹੀਂ ਹੋਵੇਗਾ। ਅਬਿੰਦੂਕਤਾ ਦੇ ਕਾਰਨ ਕਿਸੇ ਇੱਕ ਦਿਸ਼ਾ ਦੀਆਂ ਰੇਖਾਵਾਂ ਤਾਂ ਭਲੀ ਭਾਂਤ ਫੋਕਸਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ ਜਦੋਂ ਕਿ ਇਹਨਾਂ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਦਿਸ਼ਾ ਦੀਆਂ ਰੇਖਾਵਾਂ ਭਲੀ-ਭਾਂਤ ਫੋਕਸਿਤ ਨਹੀਂ ਹੋ ਪਾਉਂਦੀਆਂ (ਚਿੱਤਰ 9.29 (d)] ਅਬਿੰਦੂਕਤਾ ਦੋਸ਼ ਨੂੰ ਠੀਕ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਕਿਸੇ ਸਲਿੰਡਰੀ ਜਾਂ ਬੇਲਨਾਕਾਰ ਲੈਂਨਜ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਇਸ ਲੈਨਜ ਦੀ ਵਕਰਤਾ ਅਰਧਵਿਆਸ ਅਤੇ ਅਕਸ ਦਿਸ਼ਾ ਦੀ ਉਚਿੱਤ ਚੋਣ ਕਰਕੇ ਇਸ ਦੋਸ਼ ਨੂੰ ਠੀਕ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਦੋਸ਼ ਨਿਕਟ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਦੋਸ਼ ਜਾਂ ਦੀਰਘ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਦੋਸ਼ ਦੇ ਨਾਲ-ਨਾਲ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 9.10 ਕਿਸੇ ਵਿਅਕਤੀ ਜਿਸਦੇ ਲਈ D ਦਾ ਮਾਨ 50cm ਹੈ, ਦੇ ਪੜ੍ਹਨ ਦੇ ਲਈ ਚਸ਼ਮੇ ਦੇ ਲੈਨਜ ਦੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਕੀ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ।

ਹੱਲ:- ਆਮ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਦੀ ਦੂਰੀ 25cm ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਜੇ ਪੁਸਤਕ ਦੀ ਨੇਤਰ ਤੋਂ ਦੂਰੀ u = -25cm ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ v = -50cm ਦੂਰ ਬਣਨਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਚਾਹੀਦੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗੀ ।

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{v} - \frac{1}{u}$$

ਜਾਂ

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{-50} - \frac{1}{-25} = \frac{1}{50}$$

$f = +50cm$ (ਉੱਤਲ ਲੈਨਜ)

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਉਦਾਹਰਨ 9.11 (a) ਨਿਕਟ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਦੋਸ਼ ਵਾਲੀ ਕਿਸੇ ਵਿਅਕਤੀ ਦਾ ਦੂਰ ਬਿੰਦੂ, ਨੇਤਰ ਸਾਹਮਣੇ 80cm ਦੂਰ ਹੈ । ਉਸ ਲੈਂਨਜ ਦੀ ਆਪੇਕਸ਼ਿਤ ਸਮਰਥਾ ਕੀ ਹੋਵੇਗੀ ਜੋ ਉਸ ਵਿਅਕਤੀ ਨੂੰ ਬਹੁਤ ਦੂਰ ਦੀਆਂ ਵਸਤਾਂ ਨੂੰ ਸਪੱਸ਼ਟ ਦੇਖਣ ਦੇ ਯੋਗ ਬਣਾ ਦੇਵੇਂਗਾ ?

(b) ਸੰਸ਼ੋਧਕ ਲੈਂਨਜ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾ ਉਪਰੋਕਤ ਵਿਅਕਤੀ ਦੀ ਸਹਾਇਤਾ ਕਰਦਾ ਹੈ ? ਕੀ ਲੈਂਨਜ ਬਹੁਤ ਦੂਰ ਦੀਆਂ ਵਸਤੂਆਂ ਨੂੰ ਵਡਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ? ਸਾਵਧਾਨੀਪੂਰਕ ਉੱਤਰ ਦਿਓ ।

(c)ਉਪਰੋਕਤ ਵਿਅਕਤੀ ਪੜ੍ਹਦੇ ਸਮੇਂ ਆਪਣਾ ਚਸ਼ਮਾ ਉਤਾਰਨਾ ਚਾਹੁੰਦਾ ਹੈ ਸਪੱਸ਼ਟ ਕਰੋ ਅਜਿਹਾ ਕਿਓ ਹੈ ?

ਹੱਲ :- (a) ਅਵਤਲ ਲੈਂਨਜ ਦੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ = -80cm, ਸਮਰਥਾ = -1.25 ਡਾਈਆਪਟਰ

(b) ਨਹੀਂ । ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਅਵਤਲ ਲੈਂਨਜ ਕਿਸੇ ਵਸਤੂ ਦੇ ਆਕਾਰ ਨੂੰ ਘਟਾ ਦਿੰਦਾ ਹੈ ਪਰੰਤੂ ਦੂਰ ਦੀ ਵਸਤੂ ਦੁਆਰਾ ਨੇਤਰ ਤੇ ਅੰਤਰਿਤ ਕੋਣ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੁਆਰਾ (ਦੂਰ ਬਿੰਦੂ ਤੇ) ਨੇਤਰ ਤੇ ਅੰਤਰਿਤ ਕੋਣ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ । ਨੇਤਰ ਦੂਰ ਦੀ ਵਸਤੂ ਨੂੰ ਇਸ ਲਈ ਦੇਖਣ ਦੇ ਯੋਗ ਨਹੀਂ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਕਿ ਸੰਸ਼ੋਧਕ ਲੈਂਨਜ ਨੇ ਵਸਤੂ ਨੂੰ ਵਡਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰ ਦਿੱਤਾ ਹੈ, ਨਹੀਂ ਤਾਂ ਇਸ ਲਈ ਦੇਖਣ ਦੇ ਯੋਗ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਵਸਤੂ (ਅਰਥਾਤ ਵਸਤੂ ਦਾ ਆਭਾਸੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਣਾ ਕੇ) ਨੂੰ ਨੇਤਰ ਦੇ ਦੂਰ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਲੈ ਆਉਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਨੇਤਰ ਲੈਂਨਜ ਰੇਟਿਨਾ ਤੇ ਫੋਕਸਿਤ ਕਰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ ।

(c) ਨਿਕਟ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਦੋਸ਼ ਵਾਲੇ ਵਿਅਕਤੀ ਦਾ ਆਮ ਨਿਕਟ ਬਿੰਦੂ ਲੱਗਭਗ 25cm ਦੂਰ (ਜਾਂ ਇਸ ਤੋਂ ਘੱਟ) ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ । ਆਪਣੇ ਚਸ਼ਮੇ (ਦੂਰ ਦੀ ਵਸਤੂ ਨੂੰ ਦੇਖਣ ਦੇ ਲਈ) ਦੇ ਨਾਲ ਪੁਸਤਕ ਪੜਣ ਦੇ ਲਈ ਉਸਨੂੰ ਪੁਸਤਕ ਨੂੰ 25cm ਤੋਂ ਵੱਧ ਦੂਰੀ ਤੇ ਰੱਖਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਕਿ ਪੁਸਤਕ ਦਾ ਅਵਤਲ ਲੈਂਨਜ ਦੁਆਰਾ ਬਣਿਆ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ 25cm ਤੋਂ ਘੱਟ ਦੂਰੀ ਤੇ ਨਾ ਬਣੇ । ਪੁਸਤਕ ਦਾ ਕੋਈ ਸਾਇਜ (ਜਾਂ ਇਸ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ) ਜਦੋਂ ਉਹ 25cm ਤੋਂ ਵੱਧ ਦੂਰੀ ਤੇ ਸਥਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਸਪਸ਼ਟ ਰੂਪ ਤੇ ਉਸ ਸਾਈਜ ਤੋਂ ਛੋਟਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਉਸਨੂੰ ਬਿਨਾ ਚਸ਼ਮਾ ਲਗਾਏ 25cm ਦੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਰੱਖਕੇ ਦੇਖਦੇ ਹਾਂ । ਇਸ ਲਈ ਉਹ ਵਿਅਕਤੀ ਚਸ਼ਮਾਂ ਉਤਾਰ ਕੇ ਹੀ ਪੜਨਾ ਪਸੰਦ ਕਰੇਗਾ ।

ਉਦਾਹਰਨ 9.12 (a) ਦੀਰਘ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਦੋਸ਼ ਵਾਲੇ ਕਿਸੇ ਵਿਅਕਤੀ ਦਾ ਨਿਕਟ ਬਿੰਦੂ ਨੇਤਰ ਤੋਂ 75cm ਦੂਰ ਹੈ । ਉਸ ਲੈਂਨਜ ਦੀ ਜ਼ਰੂਰੀ ਸਮਰਥਾ ਕੀ ਹੋਵੇਗੀ ਜੋ ਇਸ ਵਿਅਕਤੀ ਨੂੰ ਨੇਤਰ ਤੋਂ 25cm ਦੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਰੱਖੀ ਪੁਸਤਕ ਨੂੰ ਸਪਸ਼ਟ ਪੜ੍ਹਨ ਯੋਗ ਬਣਾ ਦੇਵੇਗਾ ।

(b) ਸੰਸ਼ੋਧਕ ਲੈਂਨਜ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਉਪਰੋਕਤ ਵਿਅਕਤੀ ਦੀ ਸਹਾਇਤਾ ਕਰਦਾ ਹੈ ? ਕੀ ਲੈਂਨਜ ਨੇੜੇ ਦੀਆਂ ਵਸਤੂਆਂ ਨੂੰ ਵਡਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ?

(c) ਉਪਰੋਕਤ ਵਿਅਕਤੀ ਆਕਾਸ਼ ਦੇਖਣ ਸਮੇਂ ਆਪਣਾ ਚਸ਼ਮਾ ਉਤਾਰਨਾ ਚਾਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਸਪਸ਼ਟ ਕਰੋ ਅਜਿਹਾ ਕਿਉਂ ਹੈ ?

ਹੱਲ: (a) $u = -25$ cm, $v = -75$cm $\quad 1/5 = 1/25 - 1/75$ ਭਾਵ $f = 37.5$cm

ਸੰਸ਼ੋਧਕ ਲੈਂਨਜ ਦੀ ਅਭਿਸਾਰੀ ਸਮਰਥਾ +2.67 ਡਾਇਆਪਟਰ ਹੈ ।

(b) ਸੰਸ਼ੋਧਕ ਲੈਂਨਜ 25cm ਦੂਰ ਪਏ ਬਿੰਬ ਦਾ ਆਭਾਸੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ (75cm) ਤੇ ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦਾ ਕੋਈ ਆਕਾਰ ਬਿੰਬ (ਵਸਤੂ) ਦੇ ਕੋਈ ਆਕਾਰ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਦਾ ਅਰਥ ਹੈ ਕਿ ਲੈਂਨਜ ਬਿੰਬ ਨੂੰ ਵਡਦਰਸ਼ਿਤ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ ਕੇਵਲ ਬਿੰਬ ਨੂੰ ਨੇੜੇ ਲਿਆ ਦਿੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਨੇਤਰ ਆਪਣੇ ਨੇਤਰ ਲੈਂਨਜ ਦੁਆਰਾ ਰੇਟਿਨਾ ਤੇ ਫੋਕਸਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਹਾਲਕਿ ਇਹ ਕੋਈ ਆਕਾਰ ਉਸ ਆਕਾਰ ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਬਿਨਾਂ ਚਸ਼ਮੇ ਦੇ ਉਸੇ ਬਿੰਬ ਨੂੰ ਨਿਕਟ ਬਿੰਦੂ (75cm) ਤੇ ਰੱਖਕੇ ਵੇਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ।

(c) ਕਿਸੇ ਦੀਰਘ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਦੋਸ਼ ਵਾਲੇ ਨੇਤਰ ਦਾ ਦੂਰ ਬਿੰਦੂ ਸਾਧਾਰਨ ਹੈ, ਭਾਵ ਇਸ ਦੀ ਅਨੰਤ ਤੋਂ ਆਉਣ ਵਾਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੁੰਜ ਨੂੰ ਫੋਕਸ ਕਰ ਸਕਨ ਦੀ ਅਭਿਸਰਨ ਸਮਰਥਾ ਇੰਨੀ ਹੈ ਕਿ ਉਹ ਲਘੁਕ੍ਰਿਤ ਨੇਤਰ ਗੋਲੇ ਦੇ ਰੇਟਿਨਾ ਤੇ ਇਸ ਪੁੰਜ ਨੂੰ ਫੋਕਸ ਕਰ ਲੈਂਦਾ ਹੈ । ਅਪਿਸਾਰੀ ਲੈਂਨਜਾਂ ਦਾ ਚਸ਼ਮਾ ਪਾਉਣ ਤੇ (ਨੇੜੇ ਦੀਆਂ ਵਸਤਾਂ ਨੂੰ ਦੇਖਣ ਲਈ) ਉਸਨੂੰ ਸਮਾਂਤਰ ਕਿਰਨਾਂ ਨੂੰ ਫੋਕਸ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਜਿੰਨੀ ਅਭਿਸਰਨ ਸਮਰਥਾ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ ਉਸ ਨਾਲੋਂ ਵੱਧ ਹੋ ਜਾਵੇਗੀ । ਇਸ ਲਈ ਉਹ ਵਿਅਕਤੀ ਦੂਰ ਦੀਆਂ ਵਸਤਾਂ ਨੂੰ ਦੇਖਣ ਦੇ ਲਈ ਚਸ਼ਮਾ ਲਗਾਉਣਾ ਪਸੰਦ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

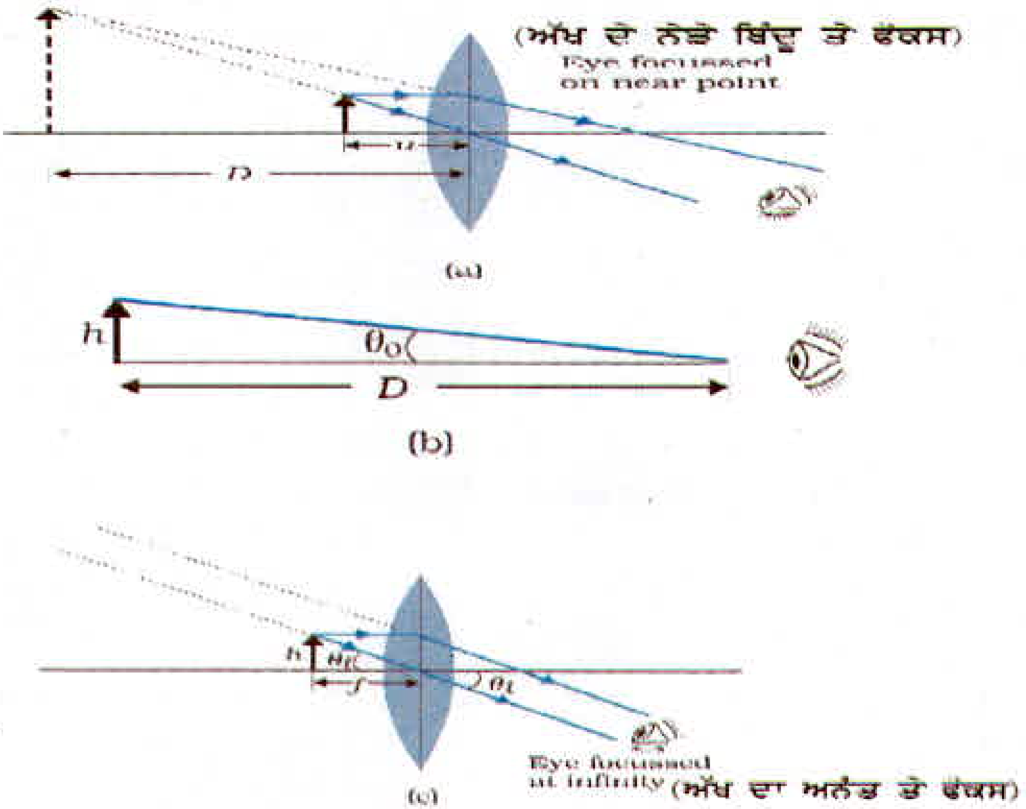
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

9.9.2 ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ (The Microscope):-

ਸਰਲ ਵਡਦਰਸ਼ੀ ਜਾਂ ਸਰਲ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ ਘੱਟ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦਾ ਇੱਕ ਅਭਿਸਾਰੀ ਲੈਨਜ ਹੁੰਦਾ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 9.30) । ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਲੈਨਜ ਨੂੰ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ, ਲੈਨਜ ਨੂੰ ਬਿੰਬ ਦੇ ਨੇੜੇ ਉਸ ਤੋਂ ਇਕ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਜਾਂ ਉਸ ਤੋਂ ਘੱਟ ਦੂਰੀ ਤੇ ਰੱਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਲੈਂਨਜ ਦੇ ਦੂਜੀ ਸਾਈਡ ਅੱਖ ਨੂੰ ਲੈਨਜ ਦੇ ਨਾਲ ਰੱਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਰਨ ਦਾ ਉਦੇਸ਼ ਹੈ ਕਿ ਬਿੰਬ ਦਾ ਸਿੱਧਾ, ਵੱਡਾ ਅਤੇ ਆਭਾਸੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਕਿਸੇ ਅਜਿਹੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਬਣੇ ਕਿ ਨੇਤਰ ਉਸਨੂੰ ਸਫਲਤਾਪੂਰਵਕ ਦੇਖ ਸਕੇ, ਭਾਵ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ 25cm ਜਾਂ ਕੁੱਝ ਵੱਧ ਦੂਰੀ ਤੇ ਬਨਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ । ਜੇ ਬਿੰਬ f ਤੇ ਸਥਿਤ ਹੈ ਤਾਂ ਉਸਦਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਅਨੰਤ ਤੇ ਬਣਦਾ ਹੈ । ਜੇਕਰ ਬਿੰਬ f ਤੋਂ ਘੱਟ ਦੂਰੀ ਤੇ ਰੱਖਿਆ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਆਭਾਸੀ ਅਤੇ ਅਨੰਤ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਘੱਟ ਦੂਰੀ ਤੇ ਬਣਦਾ ਹੈ । ਜਦੋਂ ਕਿ ਦੇਖਣ ਦੇ ਲਈ ਨਿਕਟਤਮ ਅਰਾਮਦੇਹ ਦੂਰੀ, ਨਿਕਟ ਬਿੰਦੂ (ਦੂਰੀ D = 25cm) ਤੇ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਪਰੰਤੂ ਇਸ ਨਾਲ ਅੱਖਾ ਤੇ ਕੁੱਝ ਤਨਾਅ ਪੈਂਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਅਨੰਤ ਤੇ ਬਣਿਆ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਸਥਿਲ ਅੱਖਾਂ ਦੁਆਰਾ ਦੇਖਣ ਦੇ ਲਈ ਉਚਿਤ ਮੰਨਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । ਇਥੇ ਦੋਨੋਂ ਹੀ ਸਥਿਤੀਆਂ ਦਰਸਾਈਆਂ ਗਈਆਂ ਹਨ । ਪਹਿਲੀ ਚਿੱਤਰ 9.30 (a) ਵਿੱਚ ਅਤੇ ਦੂਜੀ ਚਿੱਤਰ 9.30 (b) ਅਤੇ (c) ਵਿੱਚ ਚਿੱਤਰ 9.30 ਸਰਲ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ (a) ਵੱਡਦਰਸ਼ੀ ਲੈਨਜ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਥਿਤ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਨਿਕਟ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਣਦਾ ਹੈ (b) ਬਿੰਬ ਦੁਆਰਾ ਅੰਦਰੂਨੀ ਕੋਣ, ਨਿਕਟ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਅੰਦਰੂਨੀ ਕੋਣ ਕੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ ਅਤੇ (c) ਬਿੰਬ ਲੈਨਜ ਦੇ ਫੋਕਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਹੁਤ ਦੂਰ ਤੇ ਪਰੰਤੂ ਅਨੰਤ ਦੇ ਨੇੜੇ ਹੈ ।

ਸਰਲ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੁਆਰਾ ਨਿਕਟ ਬਿੰਦੂ D ਤੇ ਬਣੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੇ ਲਈ ਰੇਖੀ ਵਡਦਰਸ਼ਨ m ਦਾ ਪਰਿਕਲਨ ਹੇਠਲੇ ਸੰਬੰਧ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ

$$m = \frac{v}{u} = v\left(\frac{1}{v} - \frac{1}{f}\right) = \left(1 - \frac{v}{f}\right)$$



ਚਿੱਤਰ 9.30 ਸਰਲ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ (a) ਵੱਡਦਰਸ਼ੀ ਲੈਨਜ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਥਿਤ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਨਿਕਟ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਣਦਾ ਹੈ (b) ਬਿੰਬ ਦੁਆਰਾ ਅੰਦਰੂਨੀ ਕੋਣ, ਨਿਕਟ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਅੰਦਰੂਨੀ ਕੋਣ ਤੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ ਅਤੇ (c) ਬਿੰਬ ਲੈਨਜ ਦੇ ਫੋਕਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਹੁਤ ਦੂਰ ਤੇ ਪਰੰਤੂ ਅਨੰਤ ਦੇ ਨੇੜੇ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਹੁਣ ਸਾਰੀਆਂ ਚਿੰਨ ਪਰੰਪਰਾਵਾਂ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ v ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੈ ਅਤੇ ਮੁੱਲ ਵਿੱਚ D ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ ਵਡਦਰਸ਼ਨ

$$m = \left(1+\frac{D}{f}\right) \qquad (9.39)$$

ਕਿਉਂਕਿ D ਲਗਭਗ 25cm ਹੈ । ਇਸ ਲਈ ਵਡਦਰਸ਼ਨ 6 ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ f = 5cm ਦੇ ਉੱਤਲ ਲੈਂਨਜ ਦੀ ਜ਼ਰੂਰਤ ਹੋਵੇਗੀ । ਧਿਆਨ ਦਿਓ, m = h'/h ਇੱਥੇ h ਬਿੰਬ ਦਾ ਸਾਇਜ ਅਤੇ h' ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦਾ ਸਾਈਜ ਹੈ । ਇਹ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੁਆਰਾ ਅੰਦਰੂਨੀ ਕੋਣ ਅਤੇ ਬਿੰਬ ਦੁਆਰਾ ਅੰਦਰੂਨੀ ਕੋਣ ਦਾ ਅਨੁਪਾਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਅਰਾਮ ਨਾਲ ਦੇਖਣ ਦੇ ਲਈ D ਤੇ ਰੱਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ।(ਨੋਟ ਕਰੋ ਕਿ ਇਹ ਵਾਸਤਵ ਵਿੱਚ ਬਿੰਬ ਦੁਆਰਾ ਨੇਤਰ ਤੇ ਅੰਦਰੂਨੀ ਕੋਂਣ ਨਹੀਂ ਹੈ, ਜਿਸਨੂੰ h/u ਦੁਆਰਾ ਲਿਖਿਆ ਗਿਆ ਹੈ) ਇੱਕ ਲੈਂਨਜ ਸਰਲ ਵੱਡਦਰਸ਼ੀ ਦੀ ਉਪਲਬੱਧੀ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਵਸਤੂ ਨੂੰ D ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਕਾਫੀ ਨੇੜੇ ਰੱਖਕੇ ਦੇਖਣਾ ਸੰਭਵ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । ਹੁਣ ਜਦੋਂ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਅਨੰਤ ਤੇ ਬਣਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਅਸੀਂ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਪਤਾ ਕਰਾਂਗੇ । ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿਚ ਸਾਨੂੰ ਕੋਈ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਦਾ ਪਰਿਕਲਨ ਕਰਨਾ ਹੋਵੇਗਾ । ਮੰਨ ਲਓ ਬਿੰਬ ਦੀ ਉਚਾਈ h ਹੈ । ਇਸ ਬਿੰਬ ਦੁਆਰਾ ਨੇਤਰ ਤੇ ਅੰਦਰੂਨੀ ਅਧਿਕਤਮ ਕੋਂਣ ਜਦੋਂ ਕਿ ਬਿੰਬ ਸਪਸ਼ਟ ਵੀ ਦਿਖਾਈ ਦਿੰਦਾ ਹੋਵੇ (ਬਿੰਨਾ ਕਿਸੇ ਲੈਂਨਜ ਦੇ), ਤਦ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਜਦੋਂ ਅਸੀਂ ਬਿੰਬ ਨੂੰ ਨਿਕਟ ਅਰਥਾਤ ਦੂਰੀ D ਤੇ ਰੱਖਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਅੰਦਰੂਨੀ ਕੋਂਣ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ

$$\tan\theta_o = \left(\frac{h}{D}\right) \approx \theta_0 \qquad (9.40)$$

ਹੁਣ ਅਸੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੁਆਰਾ ਅੱਖ ਤੇ ਬਣੇ ਕੋਣ, ਜਦੋਂ ਕਿ ਬਿੰਬ u ਤੇ ਰੱਖਿਆ ਹੈ, ਦਾ ਪਤਾ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ।
ਸੰਬੰਧ $\frac{h'}{h} = m = \frac{v}{u}$
ਤੋਂ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੁਆਰਾ ਨੇਤਰ ਤੇ ਕੋਣ ।

$\tan\theta_i = \frac{h'}{-v} = \frac{h}{-v}\cdot\frac{v}{u} = \frac{h}{-u} \approx \theta$; ਬਿੰਬ ਦੁਆਰਾ ਬਣਿਆ ਕੋਣ, ਜਦੋ ਕਿ ਬਿੰਬ ਹੁਣ u = -f ਤੇ ਹੈ

$$\theta_i = \left(\frac{h}{f}\right) \qquad (9.41)$$

ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਚਿੱਤਰ 9.29 (c) ਤੋਂ ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ ਕੋਈ ਵਡਦਰਸ਼ਨ (ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸਮਰਥਾ) ਹੈ

$$m = \left(\frac{\theta_i}{\theta_o}\right) = \frac{D}{f} \qquad (9.42)$$

ਇਹ ਉਸ ਸਥਿਤੀ ਦੇ ਵਡਦਰਸਨ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਘੱਟ ਹੈ, ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਨਿਕਟ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਣਦਾ ਹੈ, ਸਮੀਕਰਣ (9.39), ਪਰੰਤੂ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਵੇਖਣਾ ਤੁਲਨਾਤਮਕ ਵਧੇਰੇ ਅਰਾਮਦਾਇਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਵੱਡਦਰਸ਼ਨ ਵਿੱਚ ਅੰਤਰ ਵੀ ਤੁਲਨਾਤਮਕ ਘੱਟ ਹੈ । ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਯੰਤਰਾਂ (ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ ਅਤੇ ਦੂਰਬੀਨ) ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਅਗਲੀ ਚਰਚਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਇਹ ਮੰਨਾਂਗੇ ਕਿ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਅਨੰਤ ਤੇ ਬਣੇ ਹਨ ।

ਵਾਸਤਵਿਕ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀਆਂ ਦੇ ਲੈਂਨਜਾਂ ਦੇ ਲਈ ਕਿਸੇ ਸਰਲ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦਾ ਵੱਧ ਤੋਂ ਵੱਧ ਵਡਦਰਸ਼ਨ (≤ 9) ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਵੱਧ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਦੇ ਲਈ ਦੋ ਲੈਂਨਜਾਂ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਲੈਂਨਜ ਦੂਜੇ ਲੈਂਨਜ ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਨੂੰ ਇਕੱਠਾ (ਵਧਾਉਂਦਾ) ਕਰਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਨੂੰ ਸੰਯੁਕਤ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ (Compound Microscope) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ । ਚਿੱਤਰ 9.31 ਵਿੱਚ ਸੰਯੁਕਤ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੀ ਵਿਵਸਥਾ ਆਰੇਖ ਦਰਸਾਈ ਗਈ ਹੈ । ਬਿੰਬ ਦੇ ਸਭ ਤੋਂ ਨੇੜੇ ਦੇ ਲੈਂਨਜ ਨੂੰ ਵਸਤੂ ਅਭਿਮੁਖ ਲੈਂਨਜ (Objective Lens) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਜੋ ਬਿੰਬ ਦਾ ਵਾਸਤਵਿਕ, ਉਲਟਾ ਤੇ ਵੱਡਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ । ਇਹ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੂਜੇ ਲੈਂਨਜ ਦੇ ਲਈ ਬਿੰਬ ਦਾ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਦੂਸਰੇ ਲੈਂਨਜ ਨੂੰ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਨੇਤਰਿਕ (eye-piece) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਜੋ ਵਾਸਤਵਿਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸਰਲ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ ਜਾਂ ਵਡਦਰਸ਼ੀ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕਾਰਜ ਕਰਕੇ ਆਖਰੀ ਵੱਡੀ ਆਭਾਸੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪਹਿਲਾ ਉਲਟਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਨੇਤਰਿਕਾ ਦੇ ਫੋਕਸ ਬਿੰਦੂ ਦੇ ਨੇੜੇ (ਫੋਕਸ ਤੇ ਜਾਂ ਇਸਦੇ ਅੰਦਰ) ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਇਹ ਨੇਤਰਿਕਾ ਤੋਂ ਇੰਨੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਆਖਰੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਨੂੰ ਅਨੰਤ ਤੇ ਬਣਾਉਣ ਦੇ ਲਈ ਵਾਜਿਬ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਉਸ ਸਥਿਤੀ ਦੇ ਵੀ ਕਾਫੀ ਨੇੜੇ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਤੇ ਜੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਸਥਿਤ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਅੰਤਿਮ ਨਿਕਟ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਣੇ ।

ਸਪਸ਼ਟ ਤੌਰ ਤੇ ਅੰਤਿਮ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਮੂਲ ਬਿੰਬ ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਉਲਟਾ ਬਣਦਾ ਹੈ ।

ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਸੰਯੁਕਤ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੇ ਕਾਰਨ ਵੱਡਦਰਸ਼ਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਾਂਗੇ ਚਿੱਤਰ 9.31 ਦਾ ਕਿਰਨ ਆਰੇਖ ਇਹ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਵਸਤੂ ਲੈਨਜ ਦੇ ਕਾਰਨ ਰੇਖਿਕ ਵੱਡਦਰਸ਼ਨ ਅਰਥਾਤ h'/h ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ

$$m_o = \frac{h'}{h} = \frac{L}{f_o} \qquad (9.43)$$

ਇਥੇ ਅਸੀ ਇਸ ਪਰਿਮਾਣ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਹੈ

$$\tan\beta = \left(\frac{h}{f_o}\right) = \left(\frac{h'}{L}\right)$$

ਇਥੇ h' ਪਹਿਲੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦਾ ਸਾਈਜ ਹੈ ਅਤੇ ਬਿੰਬ ਦਾ ਸਾਇਜ h ਅਤੇ ਵਸਤੂ ਲੈਨਜ ਦੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ f_0 ਹੈ । ਪਹਿਲਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਨੇਤਰਿਕਾ ਦੇ ਫੋਕਸ ਬਿੰਦੂ ਦੇ ਨੇੜੇ ਬਣਦਾ ਹੈ । ਦੂਰੀ L ਭਾਵ ਵਸਤੂ ਲੈਨਜ ਦੇ ਦੂਜੇ ਫੋਕਸ ਬਿੰਦੂ ਅਤੇ ਨੇਤਰਿਕਾ (ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ f_e) ਦੇ ਪਹਿਲੇ ਫੋਕਸ ਬਿੰਦੂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਦੀ ਦੂਰੀ ਨੂੰ ਸੰਯੁਕਤ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੀ ਟਿਊਬ ਲੰਬਾਈ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ।

ਕਿਉਂਕਿ ਪਹਿਲਾ ਉਲਟਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਨੇਤਰਿਕਾ ਦੇ ਫੋਕਸ ਬਿੰਦੂ ਦੇ ਨੇੜੇ ਬਣਦਾ ਹੈ ਉਪਰੋਕਤ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਪਰਿਣਾਮ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਅਸੀਂ ਸਰਲ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੇ ਲਈ ਕਰਕੇ ਇਸਦੇ ਕਾਰਨ (ਕੋਈ) ਵਡਦਰਸ਼ਨ m_e ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ (ਸਮੀਕਰਣ 9.39) ਜਦੋ ਕਿ ਅੰਤਿਮ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਕਿਸੇ ਨਿਕਟ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਣਦਾ ਹੈ । ਇਹ ਹੈ

$$m_e = (1 + D/f_e) \qquad [9.44(a)]$$

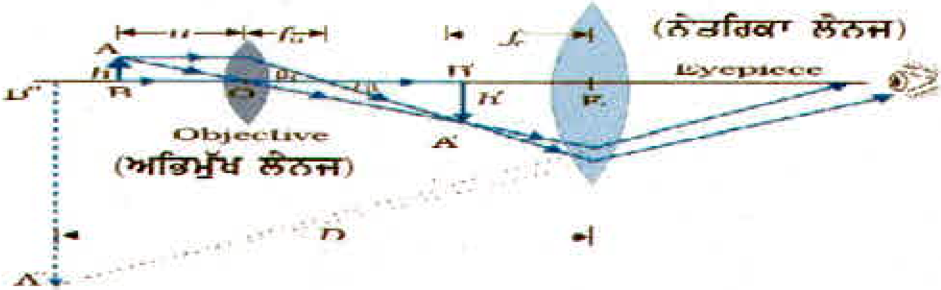
ਜਦੋਂ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਅਨੰਤ ਤੇ ਬਣਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਨੇਤਿਰਕਾ ਦੇ ਕਾਰਨ ਕੋਈ ਵਡਦਰਸ਼ਨ (ਸਮੀਕਰਣ (9.42)) ਹੈ

$$m_e = (D/f_e)$$

ਇਸ ਲਈ ਕੁੱਲ ਵੱਡਦਰਸ਼ਨ (ਸਮੀਕਰਣ 9.33 ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ), ਜਦਕਿ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਅਨੰਤ ਤੇ ਬਣਦਾ ਹੈ

$$m = m_o m_e = \left(\frac{L}{f_o}\right)\left(\frac{D}{f_e}\right) \qquad (9.45)$$

ਸਪੱਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੇ ਛੋਟੀ ਵਸਤੂ ਦਾ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ (ਇਸ ਲਈ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਨਾਂ ਰੱਖਿਆ ਗਿਆ) ਵਸਤੂ ਲੈਨਜ ਅਤੇ ਨੇਤਿਰਕਾ ਦੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਘੱਟ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ । ਵਿਵਹਾਰ ਵਿੱਚ 1cm ਤੋਂ ਘੱਟ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦਾ ਲੈਨਜ ਬਣਾਉਣਾ ਅਤਿਅੰਤ ਕਠਿਨ ਕਾਰਜ ਹੈ । ਇਸੇ ਦੇ ਨਾਲ L ਨੂੰ ਵੱਡਾ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਵੱਡੇ ਲੈਨਜਾਂ ਦੀ ਜ਼ਰੂਰਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ।



ਚਿੱਤਰ 9.31 ਸੰਯੁਕਤ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਣਾਉਣ ਦਾ ਕਿਰਨ ਆਰੇਖ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਉਦਾਹਰਨ ਦੇ ਲਈ ਕਿਸੇ f_0 = 1cm ਦੇ ਵਸਤੂ ਲੈਨਜ f_e = 2.0cm ਦੀ ਨੇਤਿਰਕਾ ਅਤੇ ਟਿਊਬ ਲੰਬਾਈ (L) = 20cm ਦੇ ਲਈ ਸੰਯੁਕਤ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦਾ ਵੱਡਦਰਸ਼ਨ

$$m = m_o m_e = \left(\frac{L}{f_o}\right)\left(\frac{D}{f_e}\right)$$

$$= \frac{20}{1} \cdot \frac{25}{2} = 250$$

ਹੋਰ ਵਿਭਿੰਨ ਕਾਰਨ ਜਿਵੇਂ ਵਸਤੂ ਦਾ ਪ੍ਰਦੀਪਨ ਵੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੀ ਦਿੱਖ ਅਤੇ ਗੁਣਵਤਾ ਵਿੱਚ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਯੋਗਦਾਨ ਦੇਂਦੇ ਹਨ । ਆਧੁਨਿਕ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀਆਂ ਵਿੱਚ, ਵਸਤੂ ਲੈਨਜ ਅਤੇ ਨੇਤ੍ਰਿਕਾ ਬਹੁਘਟਕ ਲੈਨਜਾਂ ਦੁਆਰਾ ਬਣਾਏ ਜਾਂਦੇ ਹਨ, ਜਿਸਦੇ ਕਾਰਨ ਲੈਨਜਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ ਦੋਸ਼ ਨੂੰ ਘੱਟ ਕਰਕੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬਾਂ ਦੀ ਗੁਣਵਤਾ ਵਿੱਚ ਸੁਧਾਰ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ।

9.9.3 ਦੂਰਦਰਸ਼ੀ (Telescope):-

ਦੂਰਦਰਸ਼ੀ ਜਾਂ ਦੂਰਬੀਨ (ਚਿੱਤਰ 9.32) ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਦੂਰ ਦੀਆਂ ਵਸਤੂਆਂ ਦੇ ਕੋਣੀ ਵੱਡਦਰਸ਼ਨ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਨ ਲਈ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਵਿੱਚ ਵੀ ਇੱਕ ਵਸਤੂ ਲੈਨਜ ਅਤੇ ਇਕ ਨੇਤ੍ਰਿਕਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਪਰੰਤੂ ਇਥੇ ਨੇਤ੍ਰਿਕਾ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਵਸਤੂ ਲੈਨਜ ਦੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਵੱਧ ਅਤੇ ਇਸ ਦਾ ਦੁਆਰਕ ਵੀ ਕਾਫੀ ਅਧਿਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਦੂਰ ਦੇ ਬਿੰਬ ਤੋਂ ਚੱਲ ਕੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਵਸਤੂ ਲੈਨਜ਼ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਟਿਊਬ ਦੇ ਅੰਦਰ ਇਸਦੇ ਦੂਜੇ ਫੋਕਸ ਤੇ ਵਾਸਤਵਿਕ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਣਦਾ ਹੈ । ਨੇਤ੍ਰਿਕਾ ਇਸ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਨੂੰ ਵੱਡਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਕੇ ਆਖਰੀ ਉਲਟਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਣਾਉਂਦੀ ਹੈ । ਵੱਡਦਰਸ਼ਨ ਸਮਰਥਾ m, ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੁਆਰਾ ਨੇਤਰ ਤੇ ਅੰਦਰੂਨੀ ਕੋਣ β ਅਤੇ ਬਿੰਬ ਦੁਆਰਾ ਨੇਤਰ ਤੇ ਜਾਂ ਲੈਨਜ ਤੇ ਅੰਦਰੂਨੀ ਕੋਣ α ਦੇ ਅਨੁਪਾਤ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ

$$m \approx \frac{\beta}{\alpha} \approx \frac{h}{f_e} \cdot \frac{f_0}{h} = \frac{f}{f_e} \qquad (9.46)$$

ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਦੂਰਦਰਸ਼ੀ ਦੀ ਟਿਊਬ ਦੀ ਲੰਬਾਈ ਹੈ $f_0 + f_e$

ਭੂਮੀ ਦੂਰਬੀਨ ਵਿੱਚ, ਇਹਨਾਂ ਲੈਨਜਾਂ ਦੇ ਇਲਾਵਾ, ਉਲੱਟੇ ਲੈਨਜਾਂ ਦਾ ਇੱਕ ਜੋੜਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਆਖਰੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਨੂੰ ਸਿੱਧਾ ਬਣਾ ਦੇਂਦਾ ਹੈ । ਅਪਵਰਤੀ ਦੂਰਦਰਸ਼ੀ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਭੂਮੀ ਅਤੇ ਖਗੋਲੀ ਦੋਨਾਂ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰੇਖਣਾਂ ਦੇ ਲਈ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ । ਉਦਾਹਰਨ ਦੇ ਲਈ ਕਿਸੇ ਅਜਿਹੇ ਦੂਰਦਰਸ਼ੀ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ ਜਿਸਦੇ ਵਸਤੂ ਲੈਨਜ ਦੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ 100cm ਅਤੇ ਨੇਤਰਿਕਾ ਦੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ 1cm ਹੈ । ਇਸ ਦੂਰਦਰਸ਼ੀ ਦੀ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸਮਰਥਾ m = 100/1 = 100

ਹੁਣ ਕਿਸੇ ਦੋ ਤਾਰਿਆ ਦੇ ਯੁਗਲ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ ਜਿਹਨਾਂ ਦਾ ਵਾਸਤਵਿਕ ਵਿਖਰੇਵਾ 1(1 ਮਿੰਟ ਦੀ ਚਾਪ) ਹੈ । ਇਹ ਤਾਰੇ ਉਪਰੋਕਤ ਦੂਰਦਰਸ਼ੀ ਨਾਲ ਦੇਖਣ ਤੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਦਾ ਵਿਖਰੇਵਾ ਕੋਣ $100 \times 1' = 100' = 1.67^0$ ਹੈ ।

ਕਿਸੇ ਖਗੋਲੀ ਦੂਰਦਰਸ਼ੀ ਦੇ ਬਾਰੇ ਵਿੱਚ ਧਿਆਨ ਦੇਣ ਵਾਲੀਆਂ ਮੁੱਖ ਗੱਲਾਂ ਉਹਨਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਇਕੱਠਾ ਕਰਨ ਦੀ ਸਮਰਥਾ ਅਤੇ ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਵਿਭੇਦਨ ਸਮਰਥਾ ਜਾਂ ਵਿਭੇਦਨ ਹੈ । ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਗਰਹਣ ਸਮਰਥਾ ਸਪਸ਼ਟ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਦੂਰਦਰਸ਼ੀ ਦੇ ਵਸਤੂ ਲੈਨਜ ਦੇ ਖੇਤਰਫਲ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ । ਜੇ ਲੈਨਜ ਦਾ ਵਿਆਸ ਵੱਡਾ ਹੈ ਤਾਂ ਧੁੰਧਲੇ ਪਿੰਡਾਂ ਦਾ ਵੀ ਪ੍ਰੇਖਣ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ । ਵਿਭੇਦਨ ਸਮਰਥਾ ਜਾਂ ਇਕ ਹੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਦੋ ਅਤਿਅੰਤ ਨੇੜੇ ਦੀਆਂ ਵਸਤੂਆਂ ਨੂੰ ਸਪਸ਼ਟ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਭਿੰਨ ਭਿੰਨ ਪ੍ਰੇਖਿਤ ਕਰਨ ਦੀ ਯੋਗਤਾ ਵੀ ਵਸਤੂ ਲੈਨਜ ਦੇ ਵਿਆਸ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਦੂਰਦਰਸ਼ੀ ਵਿੱਚ ਲੋੜੀਂਦਾ ਉਦੇਸ਼ ਇਹ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਵਸਤੂ ਲੈਨਜ ਦਾ ਵਿਆਸ ਅਧਿਕਤਮ ਹੋਵੇ । ਅੱਜ ਕੱਲ ਉਪਯੋਗ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਵਸਤੂ ਲੈਨਜਾਂ ਦਾ ਅਧਿਕਤਮ ਵਿਆਸ 40(Inch) ਇੰਚ (1.02m) ਹੈ । ਇਹ ਦੂਰਦਰਸ਼ੀ ਯਰਕੇਜ (Yerkes) ਪ੍ਰੇਖਣਸ਼ਾਲਾ, ਵਿਸਕਾਨਸਿਨ, ਸੰਯੁਕਤ ਰਾਜ ਅਮਰੀਕਾ ਵਿੱਚ ਹੈ ।

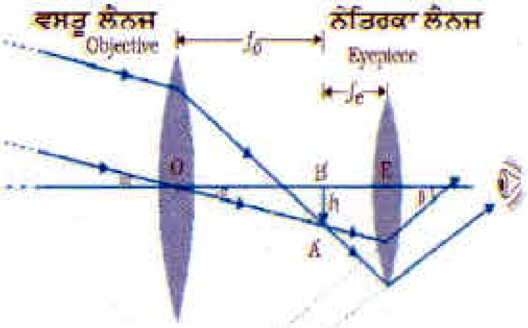
PHYSICS

The World's largest optical telescopes

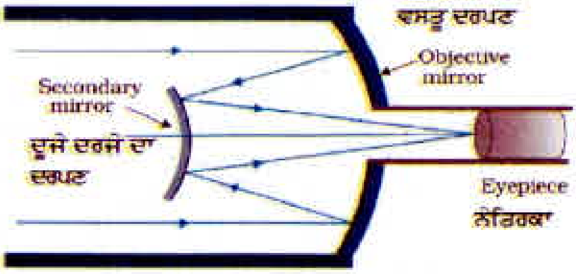
http://www.astro.nineplanets.org/

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com



ਚਿੱਤਰ 9.32 ਅਪਵਰਤੀ ਦੂਰਦਰਸ਼ੀ



ਚਿੱਤਰ 9.33 ਪਰਾਵਰਤੀ ਦੂਰਦਰਸ਼ਕ (ਕੈਸੇਗ੍ਰੇਨ) ਦਾ ਵਿਵਸਥਾ ਆਰੇਖ ।

ਇੰਨੇ ਵੱਡੇ ਲੈਨਜ ਅਤਿ ਭਾਰੀ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਇਸ ਲਈ ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਬਣਾਉਣਾ ਅਤੇ ਕਿਨਾਰਿਆ ਦੇ ਸਹਾਰੇ ਟਿਕਾਕੇ ਰੱਖਣਾ ਮੁਸ਼ਕਲ ਕਾਰਜ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ ਇੰਨੇ ਵੱਡੇ ਸਾਈਜ ਦੇ ਲੈਨਜਾਂ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਬਣਾਉਣਾ ਕਿ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬਾਂ ਵਿਚ ਵਰਣ ਵਿਖਪਣ ਅਤੇ ਹੋਰ ਦੋਸ਼ ਨਾ ਆਉਣ ਬਹੁਤ ਕਠਿਨ ਅਤੇ ਮਹਿੰਗਾ ਕਾਰਜ ਹੈ । ਇਹੀ ਕਾਰਨ ਹੈ ਕਿ ਆਧੁਨਿਕ ਦੂਰਦਰਸ਼ੀਆਂ ਵਿੱਚ ਵਸਤੂ ਲੈਨਜ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਲੈਨਜ ਦੀ ਥਾਂ ਤੇ ਅਵਤਲ ਦਰਪਣ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ । ਅਜਿਹੇ ਦੂਰਦਰਸ਼ੀਆਂ ਨੂੰ ਜਿਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਵਸਤੂ ਦਰਪਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਪਰਾਵਰਤੀ ਦੂਰਦਰਸ਼ਕ (ਦੂਰਬੀਨ) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ । ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਅਨੇਕਾਂ ਲਾਭ ਹਨ । ਪਹਿਲਾ ਦਰਪਣ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਵਰਣ ਵਿਖਪਣ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ । ਦੂਜਾ ਜੇ ਕਿਸੇ ਪੈਰਾਬੋਲੀ ਪਰਾਵਰਤੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦੀ ਚੋਣ ਕੀਤੀ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਗੋਲਾਕਾਰ ਵਿਖਪਣ ਦਾ ਦੋਸ਼ ਵੀ ਸਮਾਪਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । ਯਾਂਤਰਿਕ ਸਹਾਰਾ ਦੇਣ ਦੀ ਸਮਸਿਆ ਵੀ ਕਾਫੀ ਘੱਟ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਲੈਨਜ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਸਮਾਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ ਗੁਣਵਤਾ ਦਾ ਦਰਪਣ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਘੱਟ ਭਾਰੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਦਰਪਣ ਨੂੰ ਕੇਵਲ ਰਿਮ ਤੇ ਹੀ ਸਹਾਰਾ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਨ ਦੀ ਬਜਾਏ ਉਸਦੇ ਪੂਰੇ ਪਿੱਛਲੇ ਹਿੱਸੇ ਨੂੰ ਸਹਾਰਾ ਦਿੱਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ । ਪਰਾਵਰਤੀ ਦੂਰਬੀਨ ਦੀ ਇੱਕ ਸਪਸ਼ਟ ਸਮਸਿਆ ਇਹ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਕਿ ਵਸਤੂ ਦਰਪਣ ਦੂਰਦਰਸ਼ਨ ਦੀ ਨਲੀ ਦੇ ਅੰਦਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਫੋਕਸਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ ਨੇਤ੍ਰਿਕਾ ਅਤੇ ਪ੍ਰੇਖਕ ਨੂੰ ਉਸੇ ਸਥਾਨ ਤੇ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਜਿਸ ਨਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਰਸਤੇ ਵਿੱਚ ਰੁਕਾਵਟ ਦੇ ਕਾਰਨ ਕੁੱਝ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਘੱਟ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । (ਇਹ ਰੁਕਾਵਟ ਪ੍ਰੇਖਕ ਦੇ ਬੈਠਨ ਦੇ ਲਈ ਬਣਾਏ ਗਏ ਪਿੰਜਰੇਨੁਮਾ ਕਮਰੇ ਦੇ ਆਕਾਰ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ) ਅਜਿਹਾ ਹੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਅਤਿ ਵਿਸ਼ਾਲ 200 ਇੰਚ (45.08m) ਵਿਆਸ ਦੇ ਮਾਉਂਟ ਪੋਲੋਮਰ ਦੂਰਦਰਸ਼ਕ ਕੈਲੀਫੋਰਨੀਆ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ । ਪ੍ਰੇਖਕ ਇੱਕ ਛੋਟੇ ਪਿੰਜਰੇ ਵਿੱਚ ਦਰਪਣ ਦੇ ਫੋਕਸ ਬਿੰਦੂ ਦੇ ਨੇੜੇ ਬੈਠਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਸਮਸਿਆ ਦਾ ਇੱਕ ਹੋਰ ਹਲ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਫੋਕਸਿਤ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਹੋਰ ਦਰਪਣ ਦੁਆਰਾ ਵਿਖੇਪਤ ਕਰ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇ।

ਅਜਿਹੀ ਹੀ ਇੱਕ ਵਿਵਸਥਾ ਚਿੱਤਰ (9.33) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਈ ਗਈ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਆਪਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਫੋਕਸ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਕਿਸੇ ਸਕੈਂਡਰੀ ਉੱਤਲ ਦਰਪਣ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜੋ ਹੁਣ ਪਹਿਲੇ ਦਰਪਣ ਦੇ ਛਿਦ ਵਿਚੋ ਗੁਜਰਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਦੂਰਦਰਸ਼ਕ ਨੂੰ ਇਸਦੇ ਅਵਿਸ਼ਕਾਰਕ ਦੇ ਨਾਂ ਤੇ ਕੈਸੇਗ੍ਰੇਨ ਦੂਰਦਸ਼ਕ (Cassegrain Telescope) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ।

ਇਸ ਦਾ ਇੱਕ ਲਾਭ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਛੋਟੇ ਦੂਰਦਰਸ਼ਕ ਵਿੱਚ ਵੱਡੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਭਾਰਤ ਵਿੱਚ ਸੱਭ ਤੋਂ ਵੱਡਾ ਦੂਰਦਰਸ਼ਕ ਕਵਲੂਰ, ਤਾਮਿਲਨਾਡੂ ਵਿੱਚ ਹੈ। ਇਹ 2.34m ਵਿਆਸ ਦੀ ਕੈਸਗ੍ਰੇਨ ਪਰਾਵਰਤੀ ਦੂਰਦਰਸ਼ਕ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਘਸਾਇਆ ਗਿਆ, ਫਿਰ ਪਾਲਿਸ਼ ਕੀਤੀ ਗਈ ਅਤੇ ਸੈਟ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਅਤੇ ਹੁਣ ਇਸਨੂੰ ਭਾਰਤੀ ਖਗੋਲ ਭੌਤਿਕੀ ਸੰਸਥਾਨ, ਬੰਗਲੌਰੂ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜਾ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਸੰਸਾਰ ਦਾ ਸੱਭ ਤੋਂ ਵੱਡਾ ਪਰਾਵਰਤੀ ਦੂਰਦਰਸ਼ਕ ਹਵਾਈ ਸੰਯੁਕਤ ਰਾਜ ਅਮਰੀਕਾ ਵਿੱਚ ਕੈਕ ਦੂਰਦਰਸ਼ਕਾਂ ਦਾ ਜੋੜਾ ਹੈ ਜਿਸਦੇ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦਾ ਵਿਆਸ 10 ਮੀਟਰ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਸਾਰ (Summary)/ਸੰਖੇਪ

1. ਪਰਾਵਰਤਨ ਸਮੀਕਰਣ $\angle i = \angle r$ ਦੁਆਰਾ ਅਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਸਨੇਲ ਦੇ ਨਿਯਮ Sini/Sinr = n ਦੁਆਰਾ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਥੇ ਆਪਾਤੀ ਕਿਰਨ, ਪਰਾਵਰਤੀ ਕਿਰਨ, ਅਪਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨ ਅਤੇ ਅਭਿਲੰਬ ਇਕ ਹੀ ਤਲ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਥੇ i,r ਅਤੇ r ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਆਪਤਨ ਕੌਣ, ਪਰਾਵਰਤਨ ਕੌਣ ਅਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਕੌਣ ਹਨ।
2. ਸੰਘਣੇ ਮਾਧਿਅਮ ਤੋਂ ਵਿਰਲੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਆਪਤਿਤ ਕਿਰਨ ਦੇ ਲਈ ਕ੍ਰਾਂਤਿਕ ਕੌਣ i_c ਉਹ ਕੌਣ ਹੈ ਜਿਸਦੇ ਲਈ ਅਪਵਰਤਨ ਕੌਣ 90° ਹੈ। $i > i_c$ ਹੋਣ ਤੇ ਪੂਰਨ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਹੀਰੇ ਵਿੱਚ ਬਹੁਗੁਣਿਤ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ($i_e \simeq 24.4^0$) ਪੂਰਨ ਪਰਾਵਰਤਨ ਪ੍ਰਿਜਮ ਅਤੇ ਮ੍ਰਿਗ ਤ੍ਰਿਸ਼ਣਾ, ਪੂਰਨ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦੇ ਕੁੱਝ ਉਦਾਹਰਨ ਹਨ। ਆਪਟੀਕਲ ਫਾਈਬਰ, ਕੱਚ ਦੇ ਤੰਤੂਆਂ ਦੇ ਬਣੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜਿਹਨਾਂ ਤੇ ਤੁਲਨਾਤਮਕ ਘੱਟ ਅਪਰਤਨ ਅੰਕ ਦੇ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਪਤਲੀ ਪਰਤ ਦਾ ਲੇਪ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਆਪਟੀਕਲ ਫਾਈਬਰ ਦੇ ਕਿਸੇ ਇੱਕ ਸਿਰੇ ਤੇ ਆਪਾਤੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼, ਬਹੁਗੁਣਿਤ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦੁਆਰਾ ਦੂਜੇ ਸਿਰੇ ਤੋਂ ਨਿਕਲਦਾ ਹੈ। ਆਪਟੀਕਲ ਫਾਈਬਰ ਦੇ ਮੁੜੇ ਹੋਣ ਤੇ ਵੀ ਅਜਿਹਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।
3. ਕਾਰਟੀਸੀਅਨ ਚਿੰਨ੍ਹ ਪਰੰਪਰਾਵਾਂ-ਆਪਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਮਾਪੀਆਂ ਗਈਆਂ ਦੂਰੀਆਂ ਧਨਾਤਮਕ ਅਤੇ ਇਸ ਦੀ ਉੱਲਟ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਮਾਪੀਆਂ ਗਈਆਂ ਦੂਰੀਆਂ ਰਿਣਾਤਮਕ ਲਈਆਂ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ। ਸਾਰੀਆਂ ਦੂਰੀਆਂ ਮੁੱਖ ਅਕਸ ਤੇ ਦਰਪਣ ਦੇ ਧਰੁਵ/ਲੈਂਨਜ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ ਮਾਪੀਆਂ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ। x –ਅਕਸ (ਧੁਰਾ) ਉਪੱਰ ਵਲ ਅਤੇ ਦਰਪਣ/ਲੈਂਨਜ ਦੇ ਮੁੱਖ ਅਕਸ ਦੇ ਅਭਿਲੰਬਵਤ ਮਾਪੀਆਂ ਗਈਆਂ ਉਚਾਈਆਂ ਧਨਾਤਮਕ ਲਈਆ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ। ਥੱਲੇ ਵੱਲ ਨੂੰ ਮਾਪੀਆਂ ਗਈਆਂ ਉਚਾਈਆਂ ਰਿਣਾਤਮਕ ਲਈਆਂ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ।
4. ਦਰਪਣ ਸਮੀਕਰਣ

$$\frac{1}{v}+\frac{1}{u}=\frac{1}{f}$$

ਇਥੇ u ਅਤੇ v ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਬਿੰਬ ਦੂਰੀ ਅਤੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੂਰੀ ਹਨ ਅਤੇ f ਦਰਪਣ ਦੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਹੈ। '*f*' (ਨਿਕਟਤਮ) ਵਕਰਤਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ R ਦੀ ਅੱਧੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਅਵਤਲ ਦਰਪਣ ਦੇ ਲਈ '*f*' ਰਿਣਾਤਮਕ ਅਤੇ ਉੱਤਲ ਦਰਪਣ ਦੇ ਲਈ *f ਧਨਾਤਮਕ* ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

5. ਪ੍ਰਿਜ਼ਮ ਕੌਣ A ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ n_2 ਦੇ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਿਜ਼ਮ ਦੇ ਲਈ ਜੋ n_1 ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਦੇ ਕਿਸੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਰੱਖਿਆ ਹੈ।

$$n_{21}=\frac{n_2}{n_1}=\frac{\sin\left[(A+D_m)/2\right]}{\sin(A/2)}$$

ਇਥੇ D_m ਨਿਊਨਤਮ ਵਿਚਲਨ ਕੋਣ ਹੈ ।

6. ਕਿਸੇ ਗੋਲਾਕਾਰ ਅੰਦਰੂਨੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਅਪਵਰਤਨ (ਮਾਧਿਅਮ 1 (ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ n1) ਤੋਂ ਮਾਧਿਅਮ 2 (ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ n2) ਦੇ ਵੱਲ)

$$\frac{n_2}{v}-\frac{n_1}{u}=\frac{n_2-n_1}{R}$$

$$\frac{1}{v}-\frac{1}{u}=\frac{1}{f}$$

ਪਤਲੇ ਲੈਂਨਜ ਦੇ ਲਈ ਸੂਤਰ
ਲੈਂਨਜ ਮੇਕਰ ਸੂਤਰ

$$\frac{1}{f}=\frac{(n_2-n_1)}{n_1}\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

R_1 ਅਤੇ R_2 ਲੈਂਨਜ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾਵਾਂ ਦੇ ਵਕ੍ਰਤਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਹਨ । ਅਭਿਸਾਰੀ ਲੈਂਨਜ ਦੇ ਲਈ f ਧਨਾਤਮਕ ਹੈ; ਅਪਸਾਰੀ ਲੈਂਨਜ ਦੇ ਲਈ f ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੈ । ਲੈਂਨਜ ਦੀ ਸਮਰਥਾ $P = 1/f$ I ਲੈਂਨਜ ਦੀ ਸਮਰਥਾ ਦਾ SI ਮਾਤ੍ਰਕ ਡਾਈਆਪਟਰ (D) ਹੈ; $1D = 1m^{-1}1$ ਜੇ f_1, f_2, f_3 ------- ਫੋਕਸ ਦੂਰੀਆਂ ਦੇ ਕਈ ਪਤਲੇ ਲੈਂਨਜ ਸੰਪਰਕ ਵਿੱਚ ਰੱਖੇ ਹੋਣ ਤਾਂ ਇਸ ਸੰਯੋਜਨ ਦੀ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਹੋਵੇਗੀ $1/f = 1/f_1 + 1/f_2 + 1/f_3 +$ -------- ਅਨੇਕ ਲੈਂਨਜਾਂ ਦੇ ਸੰਯੋਜਨ ਦੀ ਕੁੱਲ ਸਮਰਥਾ $P = P_1 + P_2 + P_3 +$ -----------

7. ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਵਿਖੇਪਣ, ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਆਪਣੇ ਸੰਘਟਕ ਰੰਗਾਂ ਵਿੱਚ ਟੁੱਟਣਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।
8. ਨੇਤਰ: ਨੇਤਰ ਵਿੱਚ ਲਗਭਗ 2.5cm ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦਾ ਉੱਤਲ ਲੈਂਨਜ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਵਿੱਚ ਬਦਲਾਅ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਜਿਸਦੇ ਕਾਰਨ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਹਮੇਸ਼ਾ ਰੇਟਿਨਾ ਤੇ ਬਣਦਾ ਹੈ । ਨੇਤਰ ਦੀ ਇਸ ਸਮਰਥਾ ਨੂੰ ਅਣੂਕੂਲਣ ਸਮਰਥਾ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ।

   ਸਦੋਸ਼ ਨੇਤਰ ਵਿੱਚ ਜੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਰੇਟੀਨਾ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾ ਫੋਕਸਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ (ਨਿਕਟ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀਦੋਸ਼) ਤਾਂ ਕਿਸੇ ਅਭਸਾਰੀ ਸੋਧਿਤ ਲੈਂਨਜ ਦੀ ਜ਼ਰੂਰਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਜੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਰੇਟੀਨਾ ਦੇ ਪਿੱਛੇ ਬਣਦਾ ਹੈ (ਦੀਰਘ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਦੋਸ਼) ਤਾਂ ਅਭਸਾਰੀ ਸੋਧਿਤ ਲੈਂਨਜ ਦੀ ਜ਼ਰੂਰਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ । ਅਬਿੰਦੁਕਤਾ ਦਾ ਸੋਧਣ ਬੇਲਨਾਕਾਰ ਲੈਂਨਜ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ।
9. ਕਿਸੇ ਸਰਲ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੀ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸਮਰਥਾ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ m ਨੂੰ $m = 1+(D/f)$ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਗਟ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਇਥੇ D – 25cm ਸਪਸ਼ਟ ਦਰਸ਼ਣ ਦੀ ਅਲਪਤਮ ਦੂਰੀ ਹੈ ਅਤੇ f ਉੱਤਲ ਲੈਂਨਜ ਦੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਹੈ । ਜੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਅਨੰਤ ਤੇ ਬਣੇ ਤਾਂ $m = D/f$ ਹੋਵੇਗਾ । ਕਿਸੇ ਸੰਯੁਕਤ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੇ ਲਈ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸਮਰਥਾ m ਨੂੰ $m_e \times m_0$ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਗਟ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । ਇਥੇ $m_e = 1 + (D/f_e)$ ਨੇਤਰਿਕਾ ਦਾ ਵਡਦਰਸ਼ਣ ਅਤੇ m_0 ਵਸਤੂ ਲੈਂਨਜ ਦੁਆਰਾ ਉਤਪੰਨ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਹੈ ।

   ਨਿਕਟਤਮ

$$m = \frac{L}{f_o} \times \frac{D}{f_e}$$

   ਇਥੇ f_0 ਅਤੇ f_e ਕ੍ਰਮਵਾਰ: ਵਸਤੂ ਲੈਂਨਜ ਅਤੇ ਨੇਤਰਿਕਾ ਦੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀਆਂ ਹਨ ਅਤੇ L ਇਹਨਾਂ ਦੋਨਾਂ ਦੇ ਫੋਕਸ ਬਿੰਦੂਆਂ ਦੇ ਵਿੱਚਕਾਰ ਦੀ ਦੂਰੀ ਹੈ ।
10. ਕਿਸੇ ਦੂਰਬੀਨ ਦੀ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸਮਰਥਾ, ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੁਆਰਾ ਨੇਤਰ ਤੇ ਅੰਤਰਿਤ ਕੋਣ β ਅਤੇ ਬਿੰਬ ਦੁਆਰਾ ਨੇਤਰ ਤੇ ਅੰਤਰਿਤ ਕੋਣ α ਦਾ ਅਨੁਪਾਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ।

$$m = \frac{\beta}{\alpha} = \frac{f_o}{f_e}$$

   ਇਥੇ f_0 ਅਤੇ f_e ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਵਸਤੂ ਲੈਂਨਜ ਅਤੇ ਨੇਤਰ ਲੈਂਨਜ ਦੀਆਂ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀਆਂ ਹਨ ।

ਵਿਚਾਰਣ ਯੋਗ ਵਿਸ਼ਾ (POINTS TO PONDER)

1. ਆਪਤਨ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਪਰਾਵਰਤਨ ਅਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਦੇ ਨਿਯਮ ਸਾਰੀਆਂ ਸਤ੍ਹਾਵਾਂ ਅਤੇ ਮਾਧਿਅਮਾਂ ਦੇ ਯੁਗਲਾਂ ਲਈ ਮੰਨਣ ਯੋਗ ਹਨ ।
2. ਕਿਸੇ ਉੱਤਲ ਲੈਂਨਜ ਤੋਂ f ਅਤੇ 2f ਦੇ ਵਿੱਚ ਰੱਖੇ ਕਿਸੇ ਬਿੰਬ ਦੇ ਵਾਸਤਵਿਕ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਨੂੰ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਸਥਿਤੀ ਤੇ ਰੱਖੇ ਪਰਦੇ ਤੇ ਵੇਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ । ਜੇ ਪਰਦੇ ਨੂੰ ਹਟਾ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਕੀ ਫਿਰ ਵੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਉੱਥੇ ਹੀ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ ? ਇਹ ਪ੍ਰਸ਼ਨ ਬਹੁਤਿਆਂ ਨੂੰ ਦੁਵਿਧਾ ਵਿੱਚ ਪਾਉਂਦਾ ਹੈ, ਕਿਉਂਕਿ ਸਾਨੂੰ ਆਪਨੂੰ ਵੀ ਇਹ ਸਮਝਣਾ ਮੁਸ਼ਕਿਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਕੋਈ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਿਨਾਂ ਕਿਸੇ ਪਰਦੇ ਦੇ ਹਵਾ ਵਿੱਚ ਨਿਲੰਬਿਤ ਲਟਕਿਆ ਰਹਿ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਤਾਂ ਉੱਥੇ ਰਹਿੰਦਾ ਹੀ ਹੈ । ਬਿੰਬ ਦੇ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਨਿਰਗਾਮੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਨਾਂ ਪੁਲਾੜ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਅਭਿਸਰਿਤ ਹੋ ਕੇ ਅਪਸਰਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ । ਪਰਦਾ ਕੇਵਲ ਇਹਨਾਂ ਕਿਰਨਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਸਰਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਿਹਨਾਂ ਤੋਂ ਕੁੱਝ ਕਿਰਨਾਂ ਸਾਡੀਆਂ ਅੱਖਾਂ ਤੱਕ ਪਹੁੰਚਦੀਆਂ ਹਨ ਅਤੇ ਅਸੀਂ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਵੇਖ ਪਾਉਂਦੇ ਹਾਂ । ਕਿਸੇ ਲੇਜ਼ਰ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਣ ਦੇ ਸਮੇਂ ਬਣੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬਾਂ ਦੁਆਰਾ ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਦੇਖਿਆ ਜਾਂ ਸਕਦਾ ਹੈ ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

3.ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਣਨ ਦੇ ਲਈ ਨਿਯਮਤ ਪਰਾਵਰਤਨ/ਅਪਵਰਤਨ ਦੀ ਜ਼ਰੂਰਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ । ਸਿਧਾਂਤਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਨਿਰਗਮਤ ਸਾਰੀਆਂ ਕਿਰਨਾਂ ਇਕ ਹੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਪਹੁੰਚਣੀਆ ਚਾਹੀਦੀਆ ਹਨ । ਇਹੀ ਕਾਰਨ ਹੈ ਕਿ ਤੁਸੀਂ ਕਿਸੇ ਅਨਿਯਮਿਤ ਪਰਾਵਰਤੀ ਸਤ੍ਹਾ, ਜਿਵੇਂ ਕਿਸੇ ਕਿਤਾਬ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਵਿੱਚ ਆਪਣਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਨਹੀਂ ਦੇਖ ਸਕਦੇ ।

4. ਮੋਟੇ ਲੈਂਨਜ ਵਰਣ-ਵਿਖੇਪਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਰੰਗੀਨ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਣਾਉਂਦੇ ਹਨ । ਸਾਡੇ ਚਾਰੋਂ ਪਾਸੇ ਦੀਆਂ ਵਸਤੂਆਂ ਦੇ ਰੰਗਾਂ ਵਿੱਚ ਵਿਵਧਤਾ ਉਹਨਾਂ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਰੰਗਾਂ ਦੇ ਸੰਘਟਕਾਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੁੰਦੀ ਹੈ । ਕਿਸੇ ਵਸਤੂ ਨੂੰ ਇੱਕ ਵਰਣੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਵਿੱਚ ਦੇਖਣ ਤੇ ਅਤੇ ਸਫੇਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਵਿੱਚ ਦੇਖਣ ਤੇ ਉਸ ਵਸਤੂ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਬਿਲਕੁੱਲ ਹੀ ਵੱਖਰਾ ਬੋਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।

5. ਕਿਸੇ ਸਰਲ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੇ ਲਈ ਬਿੰਬ ਦਾ ਕੋਈ ਸਾਈਜ, ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੇ ਲਈ ਕੋਈ ਸਾਈਜ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਫਿਰ ਵੀ ਇਹ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦਾ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਅਸੀਂ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਦੇ ਸਮੇਂ ਕਿਸੇ ਛੋਟੀ ਵਸਤੂ ਨੂੰ ਆਪਣੀਆਂ ਅੱਖਾਂ ਦੇ ਬਹੁਤ ਨੇੜੇ (25cm ਤੋਂ ਵੀ ਘੱਟ ਦੂਰੀ ਤੇ) ਰੱਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ, ਜਿਸਦੇ ਫਲਸਰੂਪ ਉਹ ਨੇਤਰ ਤੇ ਵੱਡਾ ਕੋਣ ਅੰਤਰਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ । ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਜਿਸਨੂੰ ਅਸੀਂ ਵੇਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ, 25cm ਦੂਰੀ ਤੇ ਹੈ । ਬਿੰਨਾ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੇ ਸਾਨੂੰ ਉਸ ਛੋਟੀ ਵਸਤੂ ਨੂੰ ਸਪੱਸ਼ਟ ਦੇਖ ਪਾਉਣ ਦੇ ਲਈ 25cm ਦੂਰੀ ਤੇ ਰੱਖਣਾ ਹੋਵੇਗਾ ਅਤੇ ਉਦੋਂ ਉਹ ਸਾਡੀ ਅੱਖ ਤੇ ਬਹੁਤ ਛੋਟਾ ਕੋਣ ਅੰਤਰਿਤ ਕਰੇਗਾ ।

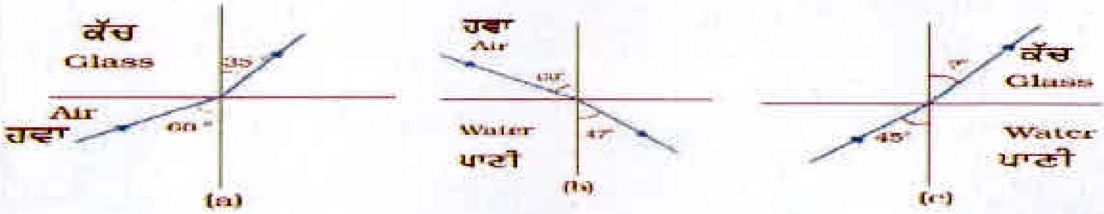
ਅਭਿਆਸ (Exercise)

9.1 2.5cm ਸਾਈਜ ਦੀ ਕੋਈ ਛੋਟੀ ਮੋਮਬਤੀ 36cm ਵਕਰਤਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦੇ ਕਿਸੇ ਅਵਤਲ ਦਰਪਣ ਤੋਂ 27cm ਦੂਰੀ ਤੇ ਰੱਖੀ ਹੈ । ਦਰਪਣ ਤੋਂ ਕਿਸੇ ਪਰਦੇ ਨੂੰ ਕਿੰਨੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਰੱਖਿਆ ਜਾਵੇ ਕਿ ਉਸਦਾ ਸਪਸ਼ਟ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਪਰਦੇ ਤੇ ਬਣੇ । ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੀ ਪ੍ਰਾਕ੍ਰਿਤੀ ਅਤੇ ਸਾਈਜ ਦਾ ਵਰਣਨ ਕਰੋ । ਜੇ ਮੋਮਬਤੀ ਨੂੰ ਦਰਪਣ ਦੇ ਵੱਲ ਲਿਜਾਇਆ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਪਰਦੇ ਨੂੰ ਕਿਸ ਪਾਸੇ ਹਟਾਉਣਾ ਪਵੇਗਾ ?

9.2 4.5cm ਸਾਈਜ ਦੀ ਕੋਈ ਸੂਈ 15cm ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦੇ ਕਿਸੇ ਉੱਤਲ ਦਰਪਣ ਤੋਂ 12cm ਦੂਰ ਰੱਖੀ ਹੈ । ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਅਤੇ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਲਿਖੋ । ਕੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਸੂਈ ਨੂੰ ਦਰਪਣ ਤੋਂ ਦੂਰ ਲੈ ਜਾਂਦੇ ਹਾਂ ? ਵਰਣਨ ਕਰੋ ।

9.3 ਕੋਈ ਟੈਂਕ 12.5cm ਉਚਾਈ ਤੱਕ ਪਾਣੀ ਨਾਲ ਭਰਿਆ ਹੈ । ਕਿਸੇ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੁਆਰਾ ਬੀਕਰ ਦੇ ਤਲ ਤੇ ਪਈ ਕਿਸੇ ਸੂਈ ਦੀ ਆਭਾਸੀ ਗਹਿਰਾਈ 9.4cm ਮਾਪੀ ਗਈ ਹੈ । ਪਾਣੀ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਕੀ ਹੈ ? ਬੀਕਰ ਵਿੱਚ ਉਸੇ ਉਚਾਈ ਤੱਕ ਪਾਣੀ ਦੀ ਥਾਂ ਕਿਸੇ 1.63 ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਦੇ ਹੋਰ ਦ੍ਰਵ ਨਾਲ ਬਦਲਾਵ ਕਰਨ ਤੇ ਸੂਈ ਨੂੰ ਦੁਬਾਰਾ ਫੋਕਸ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਨੂੰ ਕਿੰਨਾਂ ਉੱਪਰ ਥੱਲੇ ਲੈ ਜਾਣਾ ਹੋਵੇਗਾ ?

9.4 ਚਿੱਤਰ 9.34 (a) ਅਤੇ (b) ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਆਪਾਤੀ ਕਿਰਨ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਜੋ ਹਵਾ ਵਿੱਚ ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਕੱਚ-ਹਵਾ ਅਤੇ ਪਾਣੀ-ਹਵਾ ਪਰਿਸੀਮਾ ਦੇ ਅਭਿਲੰਬ ਤੇ 60^0 ਦਾ ਕੋਣ ਬਣਾਉਂਦੀ ਹੈ । ਚਿੱਤਰ 9.34 ਆਪਾਤੀ ਕਿਰਨ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਕੋਣ ਪਤਾ ਕਰੋ ਜੋ ਪਾਣੀ ਵਿੱਚ ਪਾਣੀ-ਕੱਚ ਪਰਿਸੀਮਾ ਦੇ ਅਭਿਲੰਬ ਤੋਂ 45^0 ਦਾ ਕੋਣ ਬਣਾਉਂਦੀ ਹੈ । (ਚਿੱਤਰ 9.34 (c))



ਚਿੱਤਰ 9.34

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

9.5 ਪਾਣੀ ਨਾਲ ਭਰੇ 80cm ਗਹਿਰਾਈ ਦੇ ਕਿਸੇ ਟੈਂਕ ਦੇ ਤਲ ਤੇ ਕੋਈ ਛੋਟਾ ਬਲਬ ਰੱਖਿਆ ਗਿਆ ਹੈ । ਪਾਣੀ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦਾ ਉਹ ਖੇਤਰ ਪਤਾ ਕਰੋ ਜਿਸ ਤੋਂ ਬਲਬ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨਿਰਗਤ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ । ਪਾਣੀ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ 1.33 ਹੈ । (ਬਲਬ ਨੂੰ ਬਿੰਦੂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸਰੋਤ ਮੰਨੋ)

9.6 ਕੋਈ ਪ੍ਰਿਜਮ ਅਗਿਆਤ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਦੇ ਕੱਚ ਦਾ ਬਣਿਆ ਹੈ । ਕੋਈ ਸਮਾਂਤਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੁੰਜ ਇਸ ਪ੍ਰਿਜਮ ਦੇ ਕਿਸੇ ਫਲਨ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਪ੍ਰਿਜਮ ਦਾ ਨਿਊਨਤਮ ਵਿਚਲਨ ਕੋਣ 40^0 ਮਾਪਿਆ ਗਿਆ । ਪ੍ਰਿਜਮ ਦੇ ਪਦਾਰਥ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਕੀ ਹੈ ? ਪ੍ਰਿਜ਼ਮ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਕੋਣ 60^0 ਹੈ । ਜਦੋ ਪ੍ਰਿਜਮ ਨੂੰ ਪਾਣੀ (ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ 1.33) ਵਿੱਚ ਰੱਖ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਪੁੰਜ ਦੇ ਲਈ ਨਵੇਂ ਨਿਊਨਤਮ ਵਿਚਲਨ ਕੋਣ ਦਾ ਪਰਿਕਲਨ ਕਰੋ ।

9.7 ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ 1.55 ਦੇ ਕੱਚ ਦੇ ਦੋਨੋਂ ਫਲਕਾਂ ਦੀ ਬਰਾਬਰ ਵਕ੍ਰਤਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦੇ ਦੂਹਰੇ ਉੱਤਲ ਲੈਂਜ ਬਣਾਉਦੇ ਹਨ। ਜੇ 20cm ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦੇ ਲੈਂਜ ਬਣਾਉਣੇ ਹਨ ਤਾਂ ਜ਼ਰੂਰੀ ਵਕ੍ਰਤਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਕੀ ਹੋਵੇਗੀ?

9.8 ਕੋਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੁੰਜ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ P ਤੇ ਅਭਿਸਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਕੋਈ ਲੈਂਜ ਇਸ ਅਭਿਸਾਰੀ ਪੁੰਜ ਦੇ ਰਸਤੇ ਵਿੱਚ ਬਿੰਦੂ P ਤੋਂ 12cm ਦੂਰ ਰੱਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । ਜੇ ਇਹ (a) 20cm ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦਾ ਉੱਤਲ ਲੈਨਜ ਹੈ (b) 16cm ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦਾ ਅਵਤਲ ਲੈਂਜ ਹੈ, ਤਾਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੁੰਜ ਕਿਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਅਭਿਸਰਿਤ ਹੋਵੇਗਾ ?

9.9 3.0cm ਉੱਚੀ ਕੋਈ ਬਿੰਬ 21cm ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦੇ ਅਵਤਲ ਲੈਂਜ ਦੇ ਸਾਮਣੇ 14cm ਦੂਰੀ ਤੇ ਰੱਖੀ ਹੈ । ਲੈਂਜ ਦੁਆਰਾ ਬਣੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦਾ ਵਰਣਨ ਕਰੋ । ਕੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦੋ ਬਿੰਬ ਲੈਂਜ ਤੋਂ ਦੂਰ ਹਟੱਦੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ।

9.10 ਕਿਸੇ 30cm ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦੇ ਅਵਤਲ ਲੈਂਜ ਦੇ ਸਪੰਰਕ ਵਿੱਚ ਰੱਖੇ 20cm ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦੇ ਅਵਤਲ ਲੈਂਜ ਦੇ ਸੰਯੋਜਨ ਤੋਂ ਬਣੇ ਸੰਯੁਕਤ ਲੈਂਜ (ਨਿਕਾਅ) ਦੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਕੀ ਹੈ ? ਇਹ ਤੰਤਰ ਅਭਿਸਾਰੀ ਲੈਂਜ ਹੈ ਜਾਂ ਅਪਸਾਰੀ ? ਲੈਂਜਾਂ ਦੀ ਮੋਟਾਈ ਨੂੰ ਧਿਆਨ ਨਹੀ ਦੇਣਾ ।

9.11 ਕਿਸੇ ਸੰਯੁਕਤ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਵਿੱਚ 20cm ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦਾ ਵਸਤੂ ਲੈਂਜ ਅਤੇ 6.25cm ਫੋਕਸਦੂਰੀ ਦਾ ਨੇਤ੍ਰਿਕਾ ਲੈਂਜ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਤੋਂ 15cm ਦੂਰੀ ਤੇ ਲੱਗੇ ਹਨ । ਕਿਸੇ ਬਿੰਬ ਨੂੰ ਵਸਤੂ ਲੈਂਜ ਤੋਂ ਕਿੰਨੀ ਦੂਰ ਰੱਖਿਆ ਜਾਵੇ ਕਿ ਆਖਰੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ (a) ਸਪਸ਼ਟ ਦਰਸ਼ਨ ਦੀ ਅਲਪਤਮ ਦੂਰੀ 25cm ਅਤੇ (b) ਅਨੰਤ ਤੇ ਬਣੇ ? ਦੋਨਾਂ ਸਥਿਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੀ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸਮਰਥਾ ਪਤਾ ਕਰੋ ।

9.12 '25cm ਦੇ ਆਮ ਨਿਕਟ ਬਿੰਦੂ ਦਾ ਕੋਈ ਵਿਅਕਤੀ ਅਜਿਹੇ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਜਿਸਦਾ ਵਸਤੂ ਲੈਂਜ 8.0mm ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਅਤੇ ਨੇਤ੍ਰਿਕਾ 2.5cm ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦੀ ਹੈ, ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਵਸਤੂ ਤੋਂ 9.0mm ਦੂਰੀ ਤੇ ਰੱਖੇ ਬਿੰਬ ਨੂੰ ਸਾਫ ਫੋਕਸ ਕਰ ਲੈਂਦਾ ਹੈ । ਦੋਨਾਂ ਲੈਨਜਾਂ ਵਿਚਕਾਰਲੀ ਦੂਰੀ ਕੀ ਹੈ ? ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੀ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸਮਰਥਾ ਕੀ ਹੈ ?

9.13 ਕਿਸੇ ਛੋਟੀ ਦੂਰਬੀਨ ਵਸਤੂ ਲੈਂਜ ਦੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ 144cm ਅਤੇ ਨੇਤ੍ਰਿਕਾ ਦੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ 6.0cm ਹੈ। ਦੂਰਬੀਨ ਦੀ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸਮਰਥਾ ਕਿੰਨੀ ਹੈ ? ਵਸਤੂ ਲੈਂਜ ਅਤੇ ਨੇਤ੍ਰਿਕਾ ਲੈਂਜ ਵਿਚਕਾਰਲੀ ਦੂਰੀ ਕੀ ਹੈ ?

9.14 **(a)** ਕਿਸੇ ਪ੍ਰੇਖਣਸ਼ਾਲਾ ਦੀ ਵਿਸ਼ਾਲ ਦੂਰਬੀਨ ਦੇ ਵਸਤੂ ਲੈਂਜ ਦੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ 15cm ਹੈ । ਜੇ 1.0cm ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦੀ ਨੇਤ੍ਰਿਕਾ ਲਈ ਗਈ ਹੈ ਤਾਂ ਦੂਰਬੀਨ ਦਾ ਕੋਈ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਕੀ ਹੈ ?

(b) ਜੇ ਇਸ ਦੂਰਬੀਨ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਚੰਦਰਮਾ ਦਾ ਅਵਲੋਕਨ ਕਰਨ ਲਈ ਕੀਤਾ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਵਸਤੂ ਲੈਂਜ ਦੁਆਰਾ ਬਣੇ ਚੰਦਰਮਾ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦਾ ਵਿਆਸ ਕੀ ਹੈ ? ਚੰਦਰਮਾ ਦਾ ਵਿਆਸ 3.48×10^6m ਅਤੇ ਚੰਦਰਮਾ ਦੀ ਅਕਸ਼ ਦੀ ਅਰਧਵਿਆਸ 3.8×10^8m ਹੈ ।

9.15 ਦਰਪਣ ਸੂਤਰ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਇਹ ਪਤਾ ਕਰਨ ਲਈ ਕਰੋ ਕਿ

(a) ਕਿਸੇ ਅਵਲਤ ਦਰਪਣ ਦੇ f ਅਤੇ 2f ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਰੱਖੇ ਬਿੰਬ ਦਾ ਵਾਸਤਵਿਕ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ 2f ਤੋਂ ਦੂਰ ਬਣਦਾ ਹੈ ।

(b) ਉੱਤਲ ਦਰਪਣ ਦੁਆਰਾ ਹਮੇਸ਼ਾ ਆਭਾਸੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਣਦਾ ਹੈ ਜੋ ਬਿੰਬ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ ।

(c) ਉੱਤਲ ਦਰਪਣ ਦੁਆਰਾ ਹਮੇਸ਼ਾ ਆਕਾਰ ਵਿੱਚ ਛੋਟਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ, ਦਰਪਣ ਦੇ ਧਰੁਵ ਅਤੇ ਫੋਕਸ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਬਣਦਾ ਹੈ ।

(d) ਅਵਤਲ ਦਰਪਣ ਦੇ ਧਰੁਵ ਅਤੇ ਫੋਕਸ ਦੇ ਵਿੱਚ ਰੱਖੇ ਬਿੰਬ ਦਾ ਆਭਾਸੀ ਅਤੇ ਵੱਡਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਣਦਾ ਹੈ ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

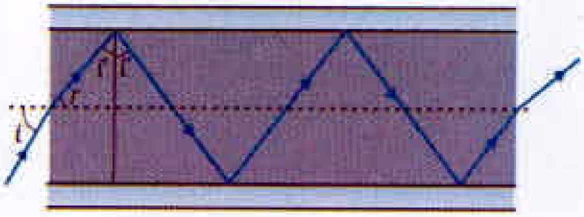
ਨੋਟ: ਇਹ ਅਭਿਆਸ ਤੁਹਾਡੀ ਬੀਜ ਗਣਿਤਿਕ ਵਿਧੀ ਦੁਆਰਾ ਉਹਨਾਂ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬਾਂ ਦੇ ਗੁਣ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਸਹਾਇਤਾ ਕਰੇਗਾ ਜਿਹਨਾਂ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਕਿਰਨਾਂ ਆਰੇਖ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ।

9.16 ਕਿਸੇ ਮੇਜ ਦੀ ਉਪੱਰੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਜੁੜੀ ਇੱਕ ਛੋਟੀ ਪਿੰਨ ਨੂੰ 50cm ਉਚਾਈ ਤੋਂ ਦੇਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । 15cm ਮੋਟੇ ਆਇਤਾਕਾਰ ਕੱਚ ਦੇ ਗੁੱਟਕੇ ਨੂੰ ਮੇਜ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਪਿੰਨ ਉੱਤੇ ਨੇਤਰ ਦੇ ਵਿੱਚ ਰੱਖ ਕੇ ਉਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਦੇਖਣ ਤੇ ਪਿੰਨ ਨੇਤਰ ਤੋਂ ਕਿੰਨੀ ਦੂਰ ਦਿਖਾਈ ਦੇਵੇਗੀ ? (ਕੱਚ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ 1.5) ਕੀ ਉੱਤਰ ਗੁੱਟਕੇ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ ?

9.17 ਨਿਮਨਲਿਖਤ ਪ੍ਰਸ਼ਨਾਂ ਦੇ ਉੱਤਰ ਲਿਖੋ

(a) ਚਿੱਤਰ 9.35 ਵਿੱਚ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ 1.68 ਦੇ ਤੰਤੂ ਕੱਚ ਤੋਂ ਬਣੀ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨਲਿਕਾ (ਲਾਈਟ ਪਾਈਪ) ਦਾ ਪਰਿਖੇਤਰ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ । ਨਲਿਕਾ ਦੀ ਬਾਹਰੀ ਸਤ੍ਹਾ 1.44 ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਦੇ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਬਣੀ ਹੈ। ਨਲਿਕਾ ਦੇ ਅਕਸ ਤੋਂ ਆਪਤਿਤ ਕਿਰਨਾਂ ਦੇ ਕੋਣਾਂ ਦਾ ਪਰਿਸਰ, ਜਿਸ ਲਈ ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਨਲਿਕਾ ਦੇ ਅੰਦਰ ਪੂਰਨ ਪਰਾਵਰਤਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਪਤਾ ਕਰੋ ।

(b) ਜੇ ਪਾਇਪ ਤੇ ਬਾਹਰੀ ਸਤ੍ਹਾ ਨਾ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਉੱਤਰ ਕੀ ਹੋਵੇਗਾ ?



ਚਿੱਤਰ 9.35

9.18 ਨਿਮਨਲਿਖਤ ਪ੍ਰਸ਼ਨਾਂ ਦੇ ਉੱਤਰ ਲਿਖੋ ?

(a) ਤੁਸੀਂ ਸਿੱਖਿਆ ਹੈ ਕਿ ਸਮਤਲ ਅਤੇ ਉੱਤਲ ਦਰਪਣ ਹਮੇਸ਼ਾ ਆਭਾਸੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਣਾਉਂਦੇ ਹਨ ? ਕੀ ਇਹ ਦਰਪਣ ਕਿਸੇ ਹੋਰ ਪ੍ਰਸਥਿਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਵਾਸਤਵਿਕ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਣਾ ਸਕਦੇ ਹਨ ? ਸਪਸ਼ਟ ਕਰੋ।

(b) ਅਸੀਂ ਹਮੇਸ਼ਾ ਕਹਿੰਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਆਭਾਸੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਨੂੰ ਪਰਦੇ ਤੇ ਕੇਂਦਰਿਤ ਨਹੀਂ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ । ਜਦੋਂ ਕਿ ਅਸੀਂ ਕਿਸੇ ਆਭਾਸੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਨੂੰ ਦੇਖਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਅਸੀਂ ਇਸ ਨੂੰ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਆਪਣੀ ਅੱਖ ਦੇ ਪਰਦੇ ਤੇ ਲਿਆਉਂਦੇ ਹਾਂ। ਕੀ ਇਸ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਅੰਤਰ ਵਿਰੋਧ ਹੈ ?

(c) ਕਿਸੇ ਝੀਲ ਦੇ ਤਟ ਤੇ ਖੜ੍ਹਾ ਮੱਛੀ ਪਕੜਨ ਵਾਲਾ ਝੀਲ ਦੇ ਅੰਦਰ ਕਿਸੇ ਗੋਤਾਖੋਰ ਦੁਆਰਾ ਤਿਰਛਾ ਦੇਖਣ ਤੇ ਆਪਣੀ ਵਾਸਤਵਕ ਲੰਬਾਈ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਕਿਹੋ ਜਿਹਾ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੋਵੇਗਾ - ਛੋਟਾ ਜਾਂ ਲੰਬਾ ?

(d) ਕੀ ਤਿਰਛਾ ਦੇਖਣ ਤੇ ਕਿਸੇ ਪਾਣੀ ਦੇ ਟੈਂਕ ਦੀ ਅਭਾਸੀ ਡੂੰਘਾਈ ਬਦਲ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ? ਜੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਆਭਾਸੀ ਡੂੰਘਾਈ ਘੱਟਦੀ ਹੈ ਜਾਂ ਵੱਧ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ?

(e) ਆਮ ਕੱਚ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਹੀਰੇ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਕਾਫੀ ਜ਼ਿਆਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ? ਕੀ ਹੀਰੇ ਨੂੰ ਤਰਾਸ਼ਣ ਵਾਲਿਆਂ ਲਈ ਇਸ ਤਥ ਦਾ ਕੋਈ ਉਪਯੋਗ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ?

9.19 ਕਿਸੇ ਕਮਰੇ ਦੀ ਇੱਕ ਦੀਵਾਰ ਤੇ ਲੱਗੇ ਬਿਜਲੀ ਬਲਬ ਦਾ ਕਿਸੇ ਵੱਡੇ ਆਕਾਰ ਦੇ ਉੱਤਲ ਲੈਨਜ ਦੁਆਰਾ 3m ਦੂਰੀ ਤੇ ਸਥਿਤ ਸਾਹਮਣੇ ਦੀ ਦੀਵਾਰ ਤੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨਾ ਹੈ । ਇਸ ਦੇ ਲਈ ਉੱਤਲ ਲੈਨਜ ਦੀ ਅਧਿਕਤਮ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਕੀ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ ?

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

9.20 ਕਿਸੇ ਪਰਦੇ ਨੂੰ ਬਿੰਬ ਤੋਂ 90cm ਦੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਰੱਖਿਆ ਗਿਆ ਹੈ । ਪਰਦੇ ਤੇ ਕਿਸੇ ਉੱਤਲ ਲੈਂਜ ਦੁਆਰਾ ਉਸਨੂੰ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਤੋਂ 20cm ਦੂਰ ਸਥਿਤੀਆ ਤੇ ਰੱਖਕੇ ਦੋ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਣਾਏ ਜਾਂਦੇ ਹਨ । ਲੈਂਜ ਦੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਪਤਾ ਕਰੋ ।

9.21 (a) ਪ੍ਰਸ਼ਨ 9.10 ਦੇ ਦੋ ਲੈਂਜਾਂ ਦੇ ਸੰਯੋਜਨ ਦੀ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਉਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਪਤਾ ਕਰੋ ਜਦੋਂ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਮੁੱਖ ਅਕਸ ਸੰਪਾਤੀ ਹਨ, ਅਤੇ ਇਹ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਤੋਂ 8cm ਦੂਰੀ ਰੱਖੇ ਹਨ । ਕੀ ਉੱਤਰ ਆਪਤਿਤ ਸਮਾਂਤਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੁੰਜ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰੇਗਾ ? ਕੀ ਇਸ ਤੰਤਰ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਕਿਸੇ ਵੀ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਉਪਯੋਗੀ ਹੈ ?

(b) ਉਪਰੋਕਤ ਵਿਵਸਥਾ (a) ਵਿੱਚ 1.5cm ਉੱਚਾ ਕੋਈ ਬਿੰਬ ਉੱਤਲ ਲੈਂਜ ਦੀ ਵੱਲ ਰੱਖਿਆ ਹੈ । ਬਿੰਬ ਦੀ ਉੱਤਲ ਲੈਂਜ ਤੋਂ ਦੂਰੀ 40cm ਹੈ । ਦੋ ਲੈਨਜਾਂ ਦੇ ਤੰਤਰ ਦੁਆਰਾ ਉਤਪੰਨ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਅਤੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦਾ ਆਕਾਰ ਪਤਾ ਕਰੋ ।

9.22 60° ਅਪਵਰਤਨ ਕੋਣ ਦੇ ਪ੍ਰਿਜਮ ਦੇ ਫਲਕ ਤੇ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਨ ਨੂੰ ਕਿਸ ਕੋਣ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਕਰਵਾਇਆ ਜਾਵੇ ਕਿ ਇਸ ਦਾ ਦੂਜੇ ਫਲਕ ਤੋਂ ਕੇਵਲ ਪੂਰਨ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਹੀ ਹੋਵੇ ? ਪ੍ਰਿਜਮ ਦੇ ਪਦਾਰਥ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ 1.524 ਹੈ ।

9.23 ਤੁਹਾਨੂੰ ਵਿਵਿਧ ਕੋਣਾ ਦੇ ਕਰਾਉਨ ਅਤੇ ਫਲਿੰਟ ਗਲਾਸ ਦੇ ਪ੍ਰਿਜਮ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਹਨ । ਪ੍ਰਿਜਮਾਂ ਦਾ ਕੋਈ ਅਜਿਹਾ ਸੰਯੋਜਨ ਸੁਝਾਓ ਜੋ -

(a) ਸਫੇਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਸੋੜੇ ਪੁੰਜ ਨੂੰ ਬਿੰਨਾਂ ਜਿਆਦਾ ਫੈਲਾਅ ਕੀਤੇ ਵਿਚਲਿਤ ਕਰ ਦੇਵੇ ।

(b) ਸਫੇਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਸੋੜੇ ਪੁੰਜ ਨੂੰ ਅਧਿਕ ਵਿਚਲਿਤ ਕੀਤੇ ਬਿੰਨਾਂ ਫੈਲਾਅ (ਜਾਂ ਵਿਸਥਾਪਿਤ) ਕਰ ਦੇਵੇ ।

9.24 ਆਮ ਅੱਖ ਦੇ ਲਈ ਦੂਰ ਬਿੰਦੂ ਅਨੰਤ ਤੇ ਅਤੇ ਸਪੱਸ਼ਟ ਦਰਸ਼ਨ ਦਾ ਨਿਕਟ ਬਿੰਦੂ, ਨੇਤਰ ਦੇ ਸਾਹਮਣੇ ਲਗਭਗ 25cm ਤੇ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਨੇਤਰ ਦਾ ਕਾਰਨੀਆਂ ਲਗਭਗ 40 ਡਾਈਆਪਟਰ ਦੀ ਅਭਿਸਾਰਨ ਸਮਰਥਾ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਕਾਰਨੀਆਂ ਦੇ ਪਿੱਛੇ ਨੇਤਰ ਲੈਂਜ ਦੀ ਅਲਪਤਮ ਅਭਿਸਾਰਨ ਸਮਰਥਾ ਲੱਗਭਗ 20 ਡਾਈਆਪਟਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ । ਇਸ ਸਥੂਲ ਅੰਕੜੇ ਤੋਂ ਆਮ ਅੱਖ ਅਨੁਕੂਲਣ-ਸਮਰਥਾ (ਭਾਵ ਨੇਤਰ ਲੈਂਜ ਦੀ ਅਭਿਸਾਰੀ ਸਮਰਥਾ ਦਾ ਪਰਿਸਰ (ਰੇਂਜ)) ਦਾ ਅਨੁਮਾਨ ਲਗਾਓ ।

9.25 ਕੀ ਨਿਕਟ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਦੋਸ਼ ਜਾਂ ਦੀਰਘ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਦੋਸ਼ ਦੁਆਰਾ ਇਹ ਜ਼ਰੂਰੀ ਰੂਪ ਤੋਂ ਇਹ ਪਤਾ ਲਗਦਾ ਹੈ ਕਿ ਨੇਤਰ ਨੇ ਆਪਣੀ ਅਨੁਕੂਲਣ ਸਮਰਥਾ ਆਸ਼ਿੰਕ ਰੂਪ ਚ ਗੁਵਾ ਲਈ ਹੈ ? ਜੇ ਨਹੀਂ ਤਾਂ ਇਹਨਾਂ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਦੋਸ਼ਾਂ ਦਾ ਕੀ ਕਾਰਣ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ ?

9.26 ਨਿਕਟ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਦੋਸ਼ ਦਾ ਕੋਈ ਵਿਅਕਤੀ ਦੂਰ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਦੇ ਲਈ -1.0 D ਸਮਰਥਾ ਦਾ ਚਸ਼ਮਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰ ਰਿਹਾ ਹੈ । ਜ਼ਿਆਦਾ ਉਮਰ ਹੋਣ ਤੇ ਉਸਨੂੰ ਕਿਤਾਬ ਪੜਣ ਦੇ ਲਈ ਅਲੱਗ ਤੋਂ +2.0 D ਸਮਰਥਾ ਦੇ ਚਸ਼ਮੇ ਦੀ ਜ਼ਰੂਰਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ । ਸਪੱਸ਼ਟ ਕਰੋ ਅਜਿਹਾ ਕਿਉਂ ਹੋਇਆ ?

9.27 ਕੋਈ ਵਿਅਕਤੀ ਖੜ੍ਹੇ ਦਾਅ ਅਤੇ ਲੰਬੇ ਦਾਅ ਧਾਰੀਆਂ ਦੀ ਕਮੀਜ਼ ਖਾ ਕੇ ਦੂਸਰੇ ਵਿਅਕਤੀ ਨੂੰ ਦੇਖਦਾ ਹੈ । ਉਹ ਲੰਬੇ ਦਾਅ ਧਾਰੀਆਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਖੜੇ ਦਾਅ ਧਾਰੀਆਂ ਨੂੰ ਸਪੱਸ਼ਟ ਦੇਖ ਪਾਉਂਦਾ ਹੈ ਅਜਿਹਾ ਕਿਸ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀਕੋਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ? ਇਸ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀਦੋਸ਼ ਦਾ ਸੰਸ਼ੋਧਨ ਕੀਵੇਂ ਕੀਤਾ ਜਾਂ ਸਕਦਾ ਹੈ ?

9.28 ਕੋਈ ਆਮ ਨਿਕਟ ਬਿੰਦੂ (25cm) ਦਾ ਵਿਅਕਤੀ ਛੋਟੇ ਅੱਖਰਾਂ ਵਿੱਚ ਛਪੀ ਵਸਤੂ ਨੂੰ 5cm ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦੇ ਪਤਲੇ ਉੱਤਲ ਲੈਨਜ ਦੇ ਵੱਡਦਰਸ਼ੀ ਲੈਨਜ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਪੜ੍ਹਦਾ ਹੈ ।

(a) ਉਹ ਨਿਕਰਤਮ ਅਤੇ ਅਧਿਕਤਮ ਦੂਰੀਆ ਪਤਾ ਕਰੋ ਜਿਥੇ ਉਹ ਉਸ ਪੁਸਤਕ ਨੂੰ ਵੱਡਦਰਸ਼ੀ ਲੈਨਜ ਦੁਆਰਾ ਪੜ ਸਕਦਾ ਹੈ ।

(b) ਉਪਰੋਕਤ ਸਰਲ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੇ ਉਪਯੋਗ ਦੁਆਰਾ ਸੰਭਾਵਿਤ ਅਧਿਕਤਮ ਅਤੇ ਨਿਊਨਤਮ ਕੋਈ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸਮਰਥਾ ਕੀ ਹੈ ?

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

9.29 ਕੋਈ ਕਾਰਡ ਸ਼ੀਟ ਜਿਸਨੂੰ 1 mm^2 ਸਾਈਜ ਦੇ ਵਰਗਾਂ ਵਿੱਚ ਵਿਭਾਜਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ਨੂੰ 9cm ਦੂਰੀ ਤੇ ਰੱਖਕੇ ਕਿਸੇ ਵੱਡਦਰਸ਼ੀ ਲੈਨਜ (9cm ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦਾ ਅਭਿਸਾਰੀ ਲੈਂਜ) ਦੁਆਰਾ ਉਸਨੂੰ ਨੇਤਰ ਦੇ ਨੇੜੇ ਰੱਖ ਕੇ ਦੇਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ।

(a) ਲੈਂਜ ਦੁਆਰਾ ਉਤਪੰਨ ਵਡਦਰਸ਼ਨ (ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ/ਵਸਤੂ ਸਾਈਜ਼) ਕੀ ਹੈ ? ਆਭਾਸੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਵਿੱਚ ਹਰੇਕ ਵਰਗ ਦਾ ਖੇਤਰਫਲ ਕੀ ਹੈ ?

(b) ਲੈਂਜ ਦਾ ਕੋਣੀ ਵਡਦਰਸ਼ਨ (ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸਮਰਥਾ) ਕੀ ਹੈ ?

(c) ਕੀ (a) ਵਿੱਚ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸਮਰਥਾ (b) ਵਿੱਚ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ ? ਸਪੱਸ਼ਟ ਕਰੋ ।

9.30 (a) ਅਭਿਆਸ 9.29 ਵਿੱਚ ਲੈਨਜ ਨੂੰ ਚਿੱਤਰ ਤੋਂ ਕਿੰਨੀ ਦੂਰ ਤੇ ਰੱਖਿਆ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਕਿ ਵਰਗਾਂ ਨੂੰ ਅਧਿਕਤਮ ਸੰਭਵ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸਮਰਥਾ ਦੇ ਨਾਲ ਸਾਫ ਤੇ ਸਪੱਸ਼ਟ ਦੇਖਿਆ ਜਾ ਸਕੇ ?

(b) ਇਸ ਉਦਾਹਰਨ ਵਿੱਚ ਵਡਦਰਸ਼ਨ (ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਸਾਈਜ/ਵਸਤੂ ਸਾਈਜ) ਕੀ ਹੈ ?

(c) ਕੀ ਇਸ ਪ੍ਰਕਰਮ ਵਿੱਚ ਵਡਦਰਸ਼ਨ, ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸਮਰਥਾ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ ? ਸਪੱਸ਼ਟ ਕਰੋ ?

9.31 ਅਭਿਆਸ9.30 ਵਿੱਚ ਵਸਤੂ ਅਤੇ ਵੱਡਦਰਸ਼ੀ ਲੈਂਜ ਦੇ ਵਿੱਚ ਕਿੰਨੀ ਦੂਰੀ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਕਿ ਆਭਾਸੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਵਿੱਚ ਹਰੇਕ ਵਰਗ ਵਿਚ 6.25 mm^2 ਖੇਤਰਫਲ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੋਵੇ ? ਕੀ ਤੁਸੀਂ ਵਡਦਰਸ਼ੀ ਲੈਂਜ ਨੂੰ ਨੇਤਰ ਦੇ ਬਹੁਤ ਨੇੜੇ ਰੱਖਕੇ ਇਹਨਾਂ ਵਰਗਾਂ ਨੂੰ ਸਾਫ ਤੇ ਸਪਸ਼ਟ ਦੇਖ ਸਕੋਗੇ ?

[ਨੋਟ- ਅਭਿਆਸ 9.29 ਅਤੇ 9.31 ਤੁਹਾਨੂੰ ਨਿਰਪੇਖ ਆਕਾਰ ਵਿੱਚ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਅਤੇ ਕਿਸੇ ਯੰਤਰ ਦੀ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸਮਰਥਾ (ਕੋਣੀ ਵਡਦਰਸ਼ਨ) ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਅੰਤਰ ਨੂੰ ਸਪਸ਼ਟ ਤੌਰ ਤੇ ਸਮਝਾਉਣ ਵਿੱਚ ਸਹਾਇਤਾ ਕਰਾਂਗੇ ।]

9.32 ਹੇਠਾਂ ਲਿਖੇ ਪ੍ਰਸ਼ਨਾਂ ਦੇ ਉੱਤਰ ਦਿਓ -

(a) ਕਿਸੇ ਵਸਤੂ ਦੁਆਰਾ ਅੱਖ ਤੇ ਕੋਣ ਵੱਡਦਰਸ਼ੀ ਲੈਂਜ ਦੁਆਰਾ ਉਤਪੰਨ ਆਭਾਸੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੁਆਰਾ ਅੱਖ ਤੇ ਅੰਤਰਿਤ ਕੋਣ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਫਿਰ ਕਿਹੜੇ ਅਰਥਾ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਆਵਰਧਕ ਲੈਂਜ ਕੋਈ ਆਵਰਧਨ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦਾ ਹੈ ?

(b) ਕਿਸੇ ਵਡਦਰਸ਼ੀ ਲੈਂਜ ਨੂੰ ਦੇਖਦੇ ਸਮੇਂ ਪ੍ਰੇਖਕ ਆਪਣੇ ਨੇਤਰ ਨੂੰ ਲੈਂਜ ਨਾਲ ਬਹੁਤ ਨੇੜੇ ਕਰਕੇ ਰੱਖਦਾ ਹੈ । ਜੇ ਪ੍ਰੇਖਕ ਆਪਣੇ ਨੇਤਰ ਨੂੰ ਪਿੱਛੇ ਲੈ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਕੀ ਕੋਈ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਬਦਲ ਜਾਵੇਗਾ ?

(c) ਕਿਸੇ ਸਰਲ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੀ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸਮਰਥਾ ਉਸ ਕੋਣ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦੇ ਉੱਲਟ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਤਦ ਸਾਨੂੰ ਵੱਧ ਤੋਂ ਵੱਧ ਕੋਈ ਸਮਰਥਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਘੱਟ ਤੋਂ ਘੱਟ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਉੱਤਲ ਲੈਂਜ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਨ ਤੋਂ ਕੋਣ ਰੋਕਦਾ ਹੈ ?

9.33 1.25cm ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦਾ ਵਸਤੂ ਲੈਂਜ ਅਤੇ 5cm ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦਾ ਨੇਤ੍ਰਿਕਾ ਲੈਂਜ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਚਾਹੀਦਾ ਕੋਣੀ ਵਡਦਰਸ਼ਨ (ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸਮਰਥਾ) 30x ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਤੁਸੀਂ ਸੰਯੁਕਤ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੀ ਬਣਤਰ ਕਿਵੇਂ ਕਰੋਗੇ ?

9.34 ਕਿਸੇ ਦੂਰਬੀਨ ਦੇ ਵਸਤੂ ਲੈਂਜ ਦੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ 140cm ਅਤੇ ਨੇਤ੍ਰਿਕਾ ਦੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ 5.0cm ਹੈ । ਦੂਰ ਦੀਆਂ ਵਸਤੂਆਂ ਨੂੰ ਦੇਖਣ ਦੇ ਲਈ ਦੂਰਬੀਨ ਦੀ ਵਡਦਰਸ਼ੀ ਦੀ ਸਮਰਥਾ ਕੀ ਹੋਵੇਗੀ ਜਦੋਂ -

(a) ਦੂਰਬੀਨ ਦੀ ਬਣਤਰ ਆਮ ਹੈ (ਭਾਵ ਅੰਤਿਮ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਅਨੰਤ ਤੇ ਬਣਦਾ ਹੈ) ।

(b) ਅੰਤਿਮ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਸਪੱਸ਼ਟ ਦਰਸ਼ਨ ਦੀ ਅਲਪਤਮ ਦੂਰੀ (25cm) ਤੇ ਬਣਦਾ ਹੈ ।

9.35 (a) ਅਭਿਆਸ 9.34(a) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਦੂਰਬੀਨ ਦੇ ਲਈ ਵਸਤੂ ਲੈਂਜ ਅਤੇ ਨੇਤ੍ਰਿਕਾ ਦੇ ਵਿੱਚ ਦੂਰੀ ਕੀ ਹੈ ?

(b) ਜੇ ਇਸ ਦੂਰਬੀਨ ਦਾ ਉਪਯੋਗ 3km ਦੂਰ ਸਥਿਤ 100m ਉੱਚੇ ਮੀਨਾਰ ਨੂੰ ਦੇਖਣ ਦੇ ਲਈ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਵਸਤੂ ਲੈਂਜ ਦੁਆਰਾ ਬਣੇ ਮੀਨਾਰ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੀ ਉਚਾਈ ਕੀ ਹੈ ?

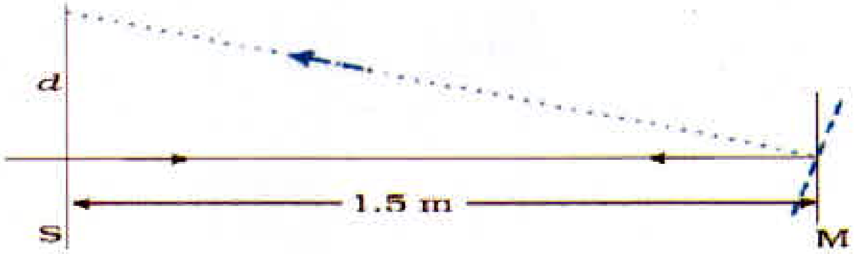
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(c) ਜੇ ਅੰਤਿਮ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ 25cm ਦੂਰ ਬਣਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਅੰਤਿਮ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਵਿੱਚ ਮੀਨਾਰ ਦੀ ਉਚਾਈ ਕੀ ਹੈ ?

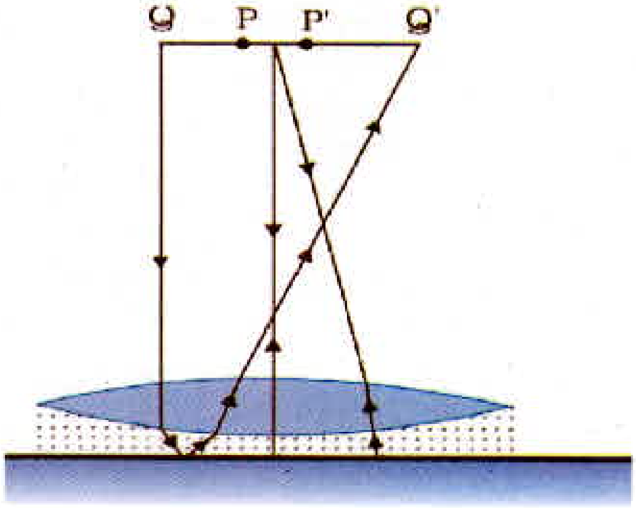
9.36 ਕਿਸੇ ਕੈਸੇਗ੍ਰੇਨ ਦੂਰਬੀਨ ਵਿੱਚ ਚਿੱਤਰ 9.33 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਦੋ ਦਰਪਣਾਂ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਸ ਦੂਰਬੀਨ ਵਿੱਚ ਦੋਨੋਂ ਦਰਪਣ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਤੋਂ 20mm ਦੂਰ ਰੱਖੇ ਗਏ ਹਨ । ਜੇ ਵੱਡੇ ਦਰਪਣ ਦੀ ਵਕ੍ਰਤਾ ਅਰਧਵਿਆਸ 220mm ਹੋਵੇ ਅਤੇ ਛੋਟੇ ਦਰਪਣ ਦੀ ਵਕ੍ਰਤਾ ਅਰਧਵਿਆਸ 140mm ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਅਨੰਤ ਤੇ ਰੱਖੇ ਕਿਸੇ ਬਿੰਬ ਦਾ ਅੰਤਿਮ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਕਿੱਥੇ ਬਣੇਗਾ ?

9.37 ਕਿਸੇ ਗੈਲਵੈਨੋਮੀਟਰ ਦੀ ਕੁੰਡਲੀ ਨਾਲ ਜੁੜੇ ਸਮਤਲ ਦਰਪਣ ਤੇ ਲੰਬਵਤ ਆਪਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ (ਚਿੱਤਰ 9.36) ਦਰਪਣ ਨਾਲ ਟਕਰਾਕੇ ਆਪਣਾ ਰਸਤਾ ਦੁਬਾਰਾ ਅਨੁਰੇਖਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ । ਗੈਲਵੈਨੋਮੀਟਰ ਦੀ ਕੁੰਡਲੀ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਕੋਈ ਧਾਰਾ ਦਰਪਣ ਵਿੱਚ 3.5^0 ਦਾ ਵਿਖੇਪਣ ਪੈਦਾ ਕਰਦੀ ਹੈ । ਦਰਪਣ ਦੇ ਸਾਹਮਣੇ 1.5m ਦੂਰੀ ਤੇ ਰੱਖੇ ਪਰਦੇ ਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਪਰਾਵਰਤੀ ਚਿੰਨ ਵਿੱਚ ਕਿੰਨਾਂ ਵਿਸਥਾਪਨ ਹੋਵੇਗਾ ?



ਚਿੱਤਰ 9.36

9.38 ਚਿੱਤਰ 9.37 ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਸਮ ਉੱਤਲ ਲੈਂਜ (ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ 1.50) ਕਿਸੇ ਸਮਤਲ ਦਰਪਣ ਦੇ ਫਲਕ ਤੇ ਕਿਸੇ ਦ੍ਰਵ ਦੀ ਪਰਤ ਦੇ ਸਪਰੰਕ ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ । ਕੋਈ ਛੋਟੀ ਸੂਈ ਜਿਸਦੀ ਨੋਕ ਮੁੱਖ ਅਕਸ ਤੇ ਹੈ, ਅਕਸ ਦੇ ਅਨੁਦਿਸ ਉੱਪਰ-ਥੱਲੇ ਗਤੀ ਕਰਵਾਕੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਮਾਯੋਜਿਤ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਕਿ ਸੂਈ ਦੀ ਨੋਕ ਦਾ ਉਲੱਟਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਸੂਈ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਤੇ ਹੀ ਬਣੇ । ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਸੂਈ ਦੀ ਲੈਂਜ ਤੋਂ ਦੂਰੀ 45.0cm ਹੈ। ਦ੍ਰਵ ਨੂੰ ਹਟਾਕੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਨੂੰ ਦੁਹਰਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । ਨਵੀਂ ਦੂਰੀ 30.0cm ਮਾਪੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ । ਦ੍ਰਵ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਕੀ ਹੈ ?



ਚਿੱਤਰ 9.37

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਅਭਿਆਸਾਂ ਦੇ ਉੱਤਰ

9.1 $V = -54$ cm। ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਵਾਸਤਵਿਕ, ਉਲਟਾ ਅਤੇ ਵੱਡਾ। ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦਾ ਸਾਈਜ਼ 5.0cm ਹੈ। ਜਦੋਂ $u \rightarrow f$, $v \rightarrow \infty$, $u < f$ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਆਭਾਸੀ ਬਣੇਗਾ।

9.2 $v = 6.7$ cm। ਵਡਦਰਸ਼ਨ = 5/9, ਅਰਥਾਤ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਦਾ ਸਾਈਜ਼ 2.5cm ਹੈ। ਜਿਵੇਂ ਹੀ $u \rightarrow \infty$; $v \rightarrow f$ (ਪਰ ਫੋਕਸ ਤੋਂ ਅੱਗੇ ਨਹੀਂ ਵਧਦਾ) ਜਦੋਂ ਕਿ $m \rightarrow 0$

9.3 1.33 ; 1.7cm

9.4 $n_{ga} = 1.51$; $n_{wa} = 1.32$ $n_{gw} = 1.144$; ਜਿਸ ਨਾਲ $\sin r = 0.6181$ ਜਾਂ $r \cong 38^0$ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।

9.5 $r = 0.8 \times \tan i_C$ ਅਤੇ $\sin i_C = 1/1.33 \cong 0.75$, ਜਿਥੇ r ਸਭ ਤੋਂ ਵੱਡੇ ਚੱਕਰ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਮੀਟਰ ਵਿਚ ਹੈ ਅਤੇ i_C ਪਾਣੀ-ਹਵਾ ਦੀ ਸਾਂਝੀ ਸਤਹਿ ਦੇ ਲਈ ਕ੍ਰਾਂਤਿਕ ਕੋਣ ਹੈ । ਖੇਤਰਫਲ = $2.6\ m^2$

9.6 $n \cong 1.53$ ਅਤੇ ਪਾਣੀ ਵਿਚ ਪ੍ਰਿਜ਼ਮ ਦੇ ਲਈ $D_m \cong 10^0$

9.7 $R = 22$cm

9.8 ਜਿਥੇ ਬਿੰਬ ਆਭਾਸੀ ਅਤੇ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਵਾਸਤਵਿਕ ਹੈ। $u = +12$cm (ਬਿੰਬ ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ ਹੈ; ਆਭਾਸੀ)
(a) $f = +20$cm। ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਵਾਸਤਵਿਕ ਹੈ ਅਤੇ ਲੈਂਸ ਤੋਂ 7.5cm ਦੂਰ ਸੱਜੇ ਹੱਥ ਹੈ।
(b) $f = -16$cm। ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਵਾਸਤਵਿਕ ਹੈ ਅਤੇ ਲੈਂਸ ਤੋਂ 48cm ਦੂਰ ਸੱਜੇ ਹੱਥ ਹੈ।

9.9 $v = 8.4$cm। ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਸਿੱਧਾ ਅਤੇ ਆਭਾਸੀ ਹੈ। ਇਹ ਸਾਈਜ਼ ਵਿਚ ਛੋਟਾ ਹੈ, ਸਾਈਜ਼ = 1.8cm। ਜਿਵੇਂ $u \rightarrow \infty$, $v \rightarrow f$ (ਪਰ f ਤੋਂ ਅੱਗੇ ਨਹੀਂ ਜਾਂਦਾ ਜਦੋਂ ਕਿ $m \rightarrow 0$) । ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਜਦੋਂ ਵਸਤੂ ਅਵਤਲ ਲੈਂਸ ($f = 21$cm) ਦੇ ਫੋਕਸ ਤੇ ਰੱਖੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਤਦ ਉਸਦਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਲੈਂਸ ਤੋਂ 10.5cm ਦੂਰ ਬਣਦਾ ਹੈ (ਅਨੰਤ ਤੇ ਨਹੀਂ ਬਣਦਾ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਗਲਤੀ ਨਾਲ ਕੋਈ ਸੋਚ ਸਕਦਾ ਹੈ)

9.10 60cm ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦਾ ਅਪਸਾਰੀ ਲੈਂਸ

9.11 **(a)** $v_e = -25$cm ਅਤੇ $f_e = 6.25$cm ਤੋਂ $u_e = -5$cm; $v_0 = (15-5)$cm $= 10$cm ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। $f_0 = u_0 = -2.5$cm; ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸ਼ਕਤੀ = 20

(b) $u_0 = -2.59$cm; ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸ਼ਕਤੀ = 13.5

9.12 25cm ਦੂਰੀ ਤੇ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਬਣਨ ਦੇ ਲਈ ਅੱਖ ਦਾ ਕੋਣੀ ਵਡਦਰਸ਼ਨ $= \frac{25}{2.5} + 1 = 11$; $|u_e| = \frac{25}{11}$ cm; $v_0 = 7.2$cm ਵਖਰੇਵਾਂ = 9.47cm, ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸ਼ਕਤੀ = 88

9.13 24; 150cm

9.14 **(a)** ਕੋਣੀ ਵਡਦਰਸ਼ਣ = 1500

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(b) ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਦਾ ਵਿਆਸ = 13.7cm

9.15 ਇੱਛਤ ਪਰਿਣਾਮ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ ਦਰਪਣ ਦੇ ਸਮੀਕਰਨ ਅਤੇ ਦਰਪਣ ਦੀ ਸੀਮਾ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰੋ ।

(a) $f < 0$ (ਅਵਤਲ ਦਰਪਣ ; $u < 0$ ਬਿੰਬ ਖੱਬੇ ਪਾਸੇ)
(b) $f < 0$ ਦੇ ਲਈ; $u < 0$
(c) $f < 0$ (ਉੱਤਲ ਦਰਪਣ) ਅਤੇ $u < 0$
(d) $f < 0$ (ਅਵਤਲ ਦਰਪਣ); $f < u < 0$

9.16 ਪਿੰਨ 5.0cm ਉਪਰ ਉੱਠੀ ਹੋਈ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ । ਇਹ ਸਪਸ਼ਟ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਣ ਆਰੇਖ ਦੁਆਰਾ ਦੇਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ ਉੱਤਰ ਕੱਚ ਦੇ ਗੁਟਕੇ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ (ਛੋਟੇ ਆਪਤਨ ਕੋਣਾਂ ਦੇ ਲਈ)

9.17 **(a)** $\sin i = \frac{1.44}{1.68}$ ਜਿਸ ਤੋਂ $i_c = 59^0$ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਪੂਰਣ ਅੰਤਰਿਕ ਪਰਾਵਰਤਨ $i > 59^0$ ਜਾਂ $r < r_{max} = 31^0$ ਤੇ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਹੁਣ, $(\sin i_{max}/\sin r_{max}) = 1.68$, ਜਿਸ ਤੋਂ i_{max} 60^0 ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੋਣ ਦੀ ਰੇਂਜ $0 < i < 60^0$ ਦੀਆਂ ਸਾਰੀਆਂ ਆਪਤਿਤ ਕਿਰਣਾਂ ਦਾ ਪਾਈਪ ਵਿਚ ਪੂਰਣ ਅੰਤਰਿਕ ਪਰਾਵਰਤਨ ਹੋਵੇਗਾ (ਜੇ ਪਾਈਪ ਦੀ ਲੰਬਾਈ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਹੈ, ਜੋ ਕਿ ਵਿਵਹਾਰ ਵਿਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਤਾਂ i ਤੇ ਨਿਮਨ ਸੀਮਾ ਪਾਈਪ ਦੇ ਵਿਆਸ ਅਤੇ ਉਸਦੀ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਅਨੁਪਾਤ ਦੁਆਰਾ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਹੋਵੇਗੀ)।

(b) ਜੇ ਕੋਈ ਬਾਹਰੀ ਆਵਰਨ ਨਹੀਂ ਹੈ, ਜੋਂ $i_c = \sin^{-1}(1/1.68) = 36.5^0$ । ਹੁਣ, $i = 90^0$ ਦੇ ਲਈ $r = 36.5^0$ ਅਤੇ $i^1 = 53.5^0$ ਹੋਣਗੇ, ਜੋ i_c ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੈ । ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ (ਰੇਂਜ ਵਿਚ ਸਾਰੀਆਂ ਆਪਾਤੀ ਕਿਰਨਾਂ) $(53.5^0 < i < 90^0)$ ਪੂਰਵ ਅੰਤਰਿਕ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਹੋਵੇਗੀ ।

9.18 **(a)** ਕਿਸੇ ਸਮਤਲ ਜਾਂ ਉਤਲ ਦਰਪਣ ਦੇ 'ਪਿਛੇ' ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਅਭਿਸਾਰਿਤ ਕਿਰਣਾਂ ਦਰਪਣ ਦੇ ਸਾਹਮਣੇ ਪਰਦੇ ਤੇ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ। ਦੂਸਰੇ ਸ਼ਬਦਾਂ ਵਿਚ ਕੋਈ ਸਮਤਲ ਦਰਪਣ ਜਾਂ ਉੱਤੱਲ ਦਰਪਣ ਆਭਾਸੀ ਬਿੰਬ ਦੇ ਲਈ ਵਾਸਤਵਿਕ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਪੈਦਾ ਕਰ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਕੋਈ ਉਚਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਣ ਆਰੇਖ ਖਿਚ ਕੇ ਖੁੱਦ ਨੂੰ ਸੰਤੁਸ਼ਟ ਕਰੋ।

(b) ਜਦੋਂ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਜਾਂ ਅਪਵਰਤਿਤ ਕਿਰਣਾ ਅਪਸਾਰੀ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਤਾਂ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਆਭਾਸੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਅਪਸਾਰੀ ਕਿਰਣਾਂ ਨੂੰ ਉਚਿਤ ਅਭਿਸਾਰੀ ਲੈਂਸ ਦੀ ਸਹਾਇਤਾ ਨਾਲ ਪਰਦੇ ਤੇ ਅਭਿਸਾਰਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਨੇਤਰ ਦਾ ਆਭਾਸੀ ਲੈਂਸ ਠੀਕ ਇਹੀ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਥੇ ਆਭਾਸੀ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਲੈਂਸ ਦੇ ਲਈ ਬਿੰਬ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਵਾਸਤਵਿਕ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਬਣਦਾ ਹੈ। ਧਿਆਨ ਦਿਓ, ਇਥੇ ਆਭਾਸੀ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਤੇ ਪਰਦੇ ਨੂੰ ਸਥਿਤ ਨਹੀਂ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਥੇ ਕੋਈ ਅਪਵਾਦ ਨਹੀਂ ਹੈ।

(c) ਬਹੁਤ ਲੰਬਾ

(d) ਲਗਭਗ ਲੰਬ ਰੂਪ ਵਿਚ ਦੇਖਣ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਤਿਰਛੇ ਦੇਖਣ ਦੇ ਲਈ ਆਭਾਸੀ ਗਹਿਰਾਈ ਘੱਟ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਪ੍ਰੇਖਕ ਦੀਆਂ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਸਥਿਤੀਆਂ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਣ ਆਰੇਖ ਖਿਚ ਕੇ ਇਸ ਤੱਥ ਨੂੰ ਖੁੱਦ ਸਵਿਕਾਰ ਕਰੋ।

(e) ਹੀਰੇ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਲਗਭਗ 2.42 ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਸਾਧਾਰਨ ਕੱਚ ਦੇ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ (ਲਗਭਗ 1.5) ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਹੀਰੇ ਦਾ ਕ੍ਰਾਂਤਿਕ ਕੋਣ ਲਗਭਗ 24^0 ਹੈ ਜੋ ਕੱਚ ਦੇ ਕ੍ਰਾਂਤਿਕ ਕੋਣ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੈ। ਕੋਈ ਹੀਰੇ ਨੂੰ ਤਰਾਸ਼ਣ ਵਾਲਾ ਸਮਰਥ ਵਿਅਕਤੀ ਆਪਤਣ ਕੋਣ (ਹੀਰੇ ਦੇ ਅੰਦਰ) ਦੀ ਵੱਡੀ ਰੇਂਜ 24^0 ਤੋਂ 90^0 ਦਾ ਲਾਭ ਇਹ ਯਕੀਨੀ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਢੁੱਕਵਾਂ ਹੈ ਕਿ ਹੀਰੇ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲਣ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਈ ਫਲਕਾਂ ਤੋਂ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਹੋਵੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੀਰੇ ਦਾ ਚਮਕਦਾਰ ਪ੍ਰਭਾਵ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

9.19 ਪਰਦੇ ਅਤੇ ਵਸਤੂ ਦੇ ਵਿਚ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਦੂਰੀ s ਦੇ ਲਈ, ਲੈਂਸ ਸਮੀਕਰਨ ਉਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿਚ u ਅਤੇ v ਦੇ ਲਈ ਵਾਸਤਵਿਕ ਹਲ ਪ੍ਰਦਾਨ ਨਹੀਂ ਕਰਦੀ, ਜਦੋਂ f ਦਾ ਮਾਨ s/4 ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ $f_{max} = 0.75m$

9.20 21.4cm

9.21 (a) (i) ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ ਕੋਈ ਸਮਾਂਤਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੁੰਜ ਖੱਬੇ ਪਾਸੇ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਉਤਲ ਲੈਂਸ ਤੇ ਆਪਾਤੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਤਦ $f_1 = 30cm$, $u_1 = -\infty$ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ $v_1 = +30cm$ । ਇਹ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਦੂਸਰੇ ਲੈਂਸ ਦੇ ਲਈ ਆਭਾਸੀ ਬਿੰਬ ਬਣ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। $f_2 = -20cm$, $u_2 = +(30-8)cm = +22cm$, ਜਿਸ ਤੋਂ $v_2 = -220cm$ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸਮਾਂਤਰ ਆਪਾਤੀ ਕਿਰਣ ਪੁੰਜ ਦੋ ਲੈਂਸਾ ਦੇ ਸਿਸਟਮ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ 216cm ਦੂਰ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਅਪਸਾਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ ਕੋਈ ਸਮਾਂਤਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੁੰਜ ਖੱਬੇ ਪਾਸੇ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਅਵਤਲ ਲੈਂਸ ਤੇ ਆਪਾਤੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਤਾਂ $f_1 = -20cm$, $u_1 = -\infty$ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ $v_1 = -20cm$ । ਇਹ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਦੂਸਰੇ ਲੈਂਸ ਦੇ ਲਈ ਵਾਸਤਵਿਕ ਬਿੰਬ ਬਣ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । $f_2 = +30cm$, $u_2 = -(20+8)cm = -28cm$ ਤੋਂ $v_2 = -420cm$ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸਮਾਂਤਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੁੰਜ ਦੋ ਲੈਂਸਾ ਦੇ ਤੰਤਰ ਦੇ ਮੱਧ ਬਿੰਦੂ ਦੇ ਖੱਬੇ ਪਾਸੇ ਤੋਂ 416cm ਦੂਰ ਸਥਿਤ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਅਪਸਾਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ ਉੱਤਰ ਇਸ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਲੈਂਸ ਤੰਤਰ ਦੇ ਕਿਸ ਪਾਸੇ ਸਮਾਂਤਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੁੰਜ ਆਪਾਤੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। *ਨਾਲ ਹੀ, ਸਾਡੇ ਨੇੜੇ ਕੋਈ ਅਜਿਹੀ ਸਰਲ ਲੈਂਸ ਸਮੀਕਰਨ ਨਹੀਂ ਹੈ ਜੋ ਸਾਰੇ u (ਅਤੇ v) ਦੇ ਮਾਨਾਂ ਦੇ ਲਈ, ਸਿਸਟਮ ਦੇ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਦੇ ਪਦਾਂ ਵਿਚ ਸੱਚ ਹੋਵੇ। (ਸਿਸਟਮ ਦੇ ਸਥਿਰ ਅੰਕ f_1 ਅਤੇ f_2 ਅਤੇ ਦੋਨਾਂ ਲੈਂਸਾ ਦੇ ਵਿਚ ਵਖਰੇਵਾਂ ਦੂਰੀ ਦੁਆਰਾ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।)* ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦੀ ਧਾਰਨਾ, ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਤੰਤਰ ਦੇ ਲਈ ਅਰਥਪੂਰਣ ਪ੍ਰਤੀਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ।

(b) $u_1 = -40cm$, $f_1 = 30cm$ ਤੋਂ $v_1 = 120cm$ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਪਹਿਲੇ (ਉਤਲ) ਲੈਂਸ ਦੇ ਕਾਰਨ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ = 120/40 = 3u_2 = + (120-8)cm = +112cm (ਬਿੰਬ ਆਭਾਸੀ) $f_2 = -20cm$ ਤੋਂ $v_2 = -112 \times 20/92$ cm ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।
ਅਰਥਾਤ ਦੂਸਰੇ (ਅਵਤਲ) ਲੈਂਸ ਦੇ ਕਾਰਨ
ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ = 20/92 ਵਡਦਰਸ਼ਣ ਦਾ ਨੇਟ ਪਰਿਮਾਣ =3 × (20/92) = 0.652 ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਦਾ ਸਾਈਜ਼ = 0.652 × 1.5cm = 0.98cm

9.22 ਜੇ ਪ੍ਰਿਜ਼ਮ ਵਿਚ ਅਪਵਰਤਿਤ ਕਿਰਣ ਦੂਸਰੇ ਫਲਕ ਤੇ ਕ੍ਰਾਂਤਿਕ ਕੋਣ i_C ਤੇ ਆਪਾਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਤਾਂ, ਪਹਿਲੇ ਫਲਕ ਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਕੋਣ r ਦਾ ਮਾਨ $(60^0 - i_C)$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।
ਹੁਣ $i_C = \sin^{-1} (1/1.524) \cong 41^0$
ਇਸ ਲਈ $r = 19^0$ ਅਤੇ $\sin i = 0.4965$ ਅਤੇ $i = \sin^{-1} 0.4965 \cong 30^0$

9.23 ਸਮਾਨ ਕੱਚ ਦੇ ਬਣੇ ਦੋ ਸਰਬਸਮ ਪ੍ਰਿਜ਼ਮਾਂ ਨੂੰ ਸਪਰਸ਼ ਕਰਦੇ ਹੋਏ ਜੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਮਾਯੋਜਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਵੇ ਕਿ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਆਧਾਰ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਉਲਟ ਹੋਣ ਤਾਂ ਉਹ ਕੱਚ ਦੀ ਸਲੈਬ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਾਰਜ ਕਰਣਗੇ ਅਤੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੁੰਜ ਨਾ ਤਾਂ ਵਿਚਲਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਨਾ ਹੀ ਵਿਖੇਪਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ; ਪਰੰਤੂ ਪੁੰਜ ਦਾ ਸਿਰਫ ਸਮਾਂਤਰ ਵਿਸਥਾਪਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

(a) ਬਿਨਾਂ ਵਿਖੇਪਣ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੁੰਜ ਨੂੰ ਵਿਚਲਿਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਕਿਸੇ ਪਦਾਰਥ ਜਿਵੇਂ ਕ੍ਰਾਉਨ ਕੱਚ ਦਾ ਇਕ ਪਹਿਲਾ ਪ੍ਰਿਜ਼ਮ ਲਓ ਅਤੇ ਕਿਸੇ ਢੁਕਵੇਂ ਅਪਵਰਤਨ ਕੋਣ ਦਾ ਫਲਿੰਟ ਕੱਚ ਦਾ ਦੂਸਰਾ ਪ੍ਰਿਜ਼ਮ ਚੁਣੋ [ਦੂਸਰੇ ਪ੍ਰਿਜ਼ਮ (ਫਲਿੰਟ ਕੱਚ) ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਕੋਣ ਕ੍ਰਾਉਣ ਕੱਚ ਦੇ ਪ੍ਰਿਜ਼ਮ ਤੋਂ ਛੋਟਾ ਲਓ ਕਿਉਂਕਿ ਫਲਿੰਟ ਕੱਚ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਵਧ ਵਿਖੇਪਣ ਕਰਦਾ ਹੈ] । ਇਹਨਾਂ ਦੋਨਾਂ ਪ੍ਰਿਜ਼ਮਾਂ ਨੂੰ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਉਲਟਾ ਰੱਖਣ ਤੇ ਇੱਕ ਪ੍ਰਿਜ਼ਮ ਦੂਸਰੇ ਪ੍ਰਿਜ਼ਮ ਦੇ ਵਿਖੇਪਣ ਨੂੰ ਕੈਂਸਲ ਕਰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(b) ਬਿਨਾਂ ਵਿਚਲਨ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਵਿਖੇਪਣ ਦੇ ਲਈ ਫਲਿੰਟ ਕੱਚ ਦੇ ਪ੍ਰਿਜ਼ਮ ਦੇ ਅਪਵਰਤਨ ਕੋਣ ਵਿਚ ਵਾਧਾ ਕਰੋ (ਵੱਧ ਅਤੇ ਵੱਧ ਅਪਵਰਤਨ ਕੋਣ ਦੇ ਫਲਿੰਟ ਕੱਚ ਦੇ ਪ੍ਰਿਜ਼ਮ ਲੈ ਕੇ ਕੋਸ਼ਿਸ਼ ਕਰੋ) ਤਾਂਕਿ ਦੋਨਾਂ ਪ੍ਰਿਜ਼ਮਾਂ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਵਿਚਲਨ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਅਤੇ ਉਲਟ ਹੋਣ। (ਫਲਿੰਟ ਕੱਚ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਕ੍ਰਾਉਨ ਕੱਚ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਵੱਧ ਹੋਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਅਜੇ ਵੀ ਫਲਿੰਟ ਕੱਚ ਦੇ ਪ੍ਰਿਜ਼ਮ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਕੋਣ ਕ੍ਰਾਉਣ ਕੱਚ ਦੇ ਪ੍ਰਿਜ਼ਮ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਛੋਟਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ) ਕਿਉਂਕਿ ਇਸ ਵਿਚ ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਵਰਣਾਂ ਦੇ ਲਈ ਸਮਾਯੋਜਨ ਕਰਨਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਇਹ ਇਛਤ ਉਦੇਸ਼ ਲਈ ਪਰਿਸ਼ੁੱਧ ਵਿਵਸਥਾ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ ।

9.24 ਵਸਤੂਆਂ ਨੂੰ ਅਨੰਤ ਤੇ ਦੇਖਣ ਦੇ ਲਈ ਅੱਖ ਆਪਣੀ ਨਿਊਨਤਮ ਅਭਿਸਾਰਿਤ ਸਮਰਥਾ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਸਮਰਥਾ (40+20) ਡਾਈਆਪਟਰ = 60 ਡਾਈਆਪਟਰ ਹੈ। ਇਸ ਤੋਂ ਰੈਟੀਨਾ ਅਤੇ ਕਾਰਨੀਆਂ ਅੱਖ ਲੈਂਸ ਦੇ ਵਿਚ ਦੀ ਦੂਰੀ r ਦੀ ਸਥੂਲ ਧਾਰਨਾ ਮਿਲਦੀ ਹੈ : (5/3)cm । ਕਿਸੇ ਬਿੰਬ ਨੂੰ ਨੇੜੇ ਦੇ ਬਿੰਦੂ ($u = -25$cm) ਤੇ ਫੋਕਸ ਕਰਕੇ ਰੈਟੀਨਾ ($v = 5/3$cm) ਤੇ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ $[1/25 + 3/5]^{-1} = 25/16$cm ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ। ਇਹ 64 ਡਾਇਆਪਟਰ ਅਭਿਸਾਰਿਤ ਸ਼ਕਤੀ ਦੇ ਸੰਗਤ ਹੈ। ਤਦ ਨੇਤਰ ਲੈਂਸ ਦੀ ਸ਼ਕਤੀ (64-20) ਡਾਈਆਪਟਰ -24 ਡਾਈਆਪਟਰ ਹੈ। ਨੇਤਰ ਲੈਂਸ ਦੀ ਅਕਮੋਡੇਸ਼ਨ ਦੀ ਰੇਂਜ ਲਗਭਗ 20 ਤੋਂ 24 ਡਾਈਆਪਟਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

9.25 ਨਹੀਂ। ਕਿਸੇ ਵਿਅਕਤੀ ਦੇ ਨੇਤਰ ਲੈਂਸ ਦੀ ਅਕਮੋਡੇਸ਼ਨ ਦੀ ਯੋਗਤਾ (ਸ਼ਕਤੀ) ਨਾਰਮਲ ਹੁੰਦੇ ਹੋਏ ਵੀ ਉਸ ਵਿਚ *ਨਿਕਟ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਜਾਂ ਦੀਰਘ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ* ਦੋਸ਼ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਨਿਕਟ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਦੋਸ਼ ਅੱਖ ਦੇ ਗੋਲੇ ਦੇ ਸਾਹਮਣੇ ਅਤੇ ਪਿੱਛੇ ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਛੋਟਾ ਹੋਣ ਤੇ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਵਿਵਹਾਰ ਵਿਚ ਇਸਦੇ ਨਾਲ-ਨਾਲ ਨੇਤਰ ਲੈਂਸ ਵੀ ਆਪਣੀ ਅਕਮੋਡੇਸ਼ਨ ਸ਼ਕਤੀ ਗੁਆ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਨੇਤਰ ਗੋਲਕ ਦੀ ਆਪਣੀ ਲੰਬਾਈ ਨਾਰਮਲ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਪਰੰਤੂ ਨੇਤਰ ਲੈਂਸ ਆਪਣੀ ਅਕਮੋਡੇਸ਼ਨ ਸ਼ਕਤੀ ਨੂੰ ਅੰਸ਼ਿਕ ਰੂਪ ਵਿਚ ਗੁਆ ਦਿੰਦਾ ਹੈ (ਜਿਵੇਂ ਉਮਰ ਵਿਚ ਵਾਧਾ ਹੋਣ ਤੇ ਕਿਸੇ ਵੀ ਨਾਰਮਲ ਨੇਤਰ ਵਿਚ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ) ਤਦਇਸ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ 'ਦੋਸ਼' ਨੂੰ ਪਰੈਸਬਾਇਓਪੀਆ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਨਿਦਾਨ ਦੀਰਘ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਦੋਸ਼ ਦੀ ਹੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

9.26 ਵਿਅਕਤੀ ਦਾ ਦੂਰ ਬਿੰਦੂ 100cm ਹੈ, ਜਦੋਂ ਕਿ ਉਸਦਾ ਨਿਕਟ ਬਿੰਦੂ ਆਮ ਕਰਕੇ (ਲਗਭਗ 25cm) ਹੋ ਸਕਦਾ ਸੀ । ਚਸ਼ਮਾ ਲਗਾਉਣ ਤੇ ਅਨੰਤ ਤੇ ਰਖੀ ਵਸਤੂ ਦਾ ਆਭਾਸੀ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ 100cm ਦੂਰ ਬਣਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਨਾਲ ਨੇੜੇ ਦੀਆਂ ਵਸਤੂਆਂ ਅਰਥਾਤ ਜੋ ਕਿ (ਜਿਹਨਾਂ ਦੇ ਚਸ਼ਮੇ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ) 100cm ਅਤੇ 25cm ਦੇ ਵਿਚ ਹਨ, ਤਾਂ ਵਿਅਕਤੀ ਆਪਣੇ ਨੇਤਰ ਲੈਂਸ ਦੀ ਅਕਮੋਡੇਸ਼ਨ ਸਮਰਥਾ ਦੀ ਯੋਗਤਾ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਅਕਸਰ ਇਸ ਯੋਗਤਾ ਵਿਚ ਵੱਧ ਉਮਰ ਹੋਣ ਤੇ ਅੰਸ਼ਿਕ ਹਾਨੀ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ (ਪਰੈਸਬਾਈਓਪੀਆ)। ਅਜਿਹੇ ਵਿਅਕਤੀ ਦਾ ਨਿਕਟ ਬਿੰਦੂ 50cm ਦੂਰ ਚਲਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਵਸਤੂਆਂ ਨੂੰ 25cm ਦੂਰੀ ਤੇ ਦੇਖਣ ਲਈ ਵਿਅਕਤੀ ਨੂੰ +2 ਡਾਈਆਪਟਰ ਸ਼ਕਤੀ ਦੇ ਚਸ਼ਮੇ ਦੀ ਲੋੜ ਹੈ।

9.27 ਅਬਿੰਦੂਕਤਾ (Astigmatism) ਨਾਮਦਾ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਦੋਸ਼ ਅਪਵਰਤੀ ਤੰਤਰ ਦੀ ਵਕ੍ਰਤਾ ਵਿਚ ਦੋਸ਼ (ਕਾਰਨੀਆਂ + ਨੇਤਰ ਲੈਂਸ) ਹੋਣ ਤੇ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। [ਅੱਖ ਆਮ ਕਰਕੇ ਗੋਲ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਅਰਥਾਤ ਇਸਦੀ ਵੱਖਰੇ ਤਲਾਂ ਵਿੱਚ ਵਕ੍ਰਤਾ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਪਰ ਅਬਿੰਦੂਕਤਾ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਵਿਚ ਕਾਰਨੀਆ ਗੋਲ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ]। ਵਰਤਮਾਨ ਸਥਿਤੀ ਵਿਚ, ਖੜੇਦਾਅ ਤਲ ਦੀ ਵਕ੍ਰਤਾ ਕਾਫੀ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਖੜੇਦਾਅ ਧਾਰੀਆਂ ਦਾ ਸਪਸ਼ਟ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਰੇਟੀਨਾ ਤੇ ਬਣ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ ਖਿਤਿਜ ਤਲ ਵਿਚ ਵਕ੍ਰਤਾ ਕਾਫੀ ਨਹੀਂ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਖਿਤਿਜ ਧਾਰੀਆਂ ਧੁੰਧਲੀਆਂ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਸ ਦੋਸ਼ ਨੂੰ ਠੀਕ ਕਰਨ ਲਈ ਖੜੇਦਾਅ ਧੁਰੇ ਦੀ ਵਕ੍ਰਤਾ ਵਲ ਦੇ ਸਿਲੰਡਰੀ ਲੈਂਸ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਸਾਫ ਹੈ ਕਿ ਖੜੇਦਾਅ ਤਲ ਦੀਆਂ ਸਮਾਂਤਰ ਕਿਰਨਾਂ ਵਿਚ ਕੋਈ ਫਾਲਤੂ ਅਪਵਰਤਨ ਨਹੀਂ ਹੋਵੇਗਾ, ਪਰ ਜੋ ਖਿਤਿਜ ਤਲ ਵਿਚ ਹੈ, ਜੇ ਸਿਲੰਡਰੀ ਸਤਹਿ ਦੀ ਵਕ੍ਰਤਾ ਦੀ ਚੋਣ ਉਚਿਤ ਢੰਗ ਨਾਲ ਕੀਤੀ ਗਈ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਸਿਲੰਡਰੀ ਲੈਂਸ ਦੀ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਵਕ੍ਰੀ ਸਤਹਿ ਤੋਂ ਉਹ ਇੱਛਤ ਢੰਗ ਨਾਲ ਫਾਲਤੂ ਅਭਿਸਾਰਿਤ ਹੋ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ ।

9.28 (a) ਨਿਕਟਤਮ ਦੂਰੀ = $4\frac{1}{6}$cm ≈ 4.2cm ਅਤੇ ਦੂਰ ਤੋਂ ਦੂਰ ਦੀ ਦੂਰੀ = 5cm

(b) ਅਧਿਕਤਮ ਕੋਣੀ ਵਡਦਰਸ਼ਨ = [25/(25/6)] = 6; ਨਿਊਨਤਮ ਕੋਣੀ ਵਡਦਰਸ਼ਨ = [25/5] = 5

9.29 (a) $\frac{1}{v}+\frac{1}{9}=\frac{1}{10}$ ਅਰਥਾਤ v = -90cm ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ = 90/9 = 10

ਆਭਾਸੀ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਵਿਚ ਹਰੇਕ ਵਰਗ ਦਾ ਖੇਤਰਫਲ = 10 × 10 × 1 mm^2 = 100mm^2 = 1cm^2

(b) ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸ਼ਕਤੀ = 25/9 = 2.8

(c) ਨਹੀਂ, ਕਿਸੇ ਲੈਂਸ ਦੁਆਰਾ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਅਤੇ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਯੰਤਰ ਦਾ ਕੋਈ ਵਡਦਰਸ਼ਨ (ਜਾਂ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸ਼ਕਤੀ) ਦੇ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਸੰਕਲਪਨਾਵਾਂ ਹਨ। ਕੋਈ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਵਸਤੂ ਦੇ ਕੋਣੀ ਸਾਈਜ਼ (ਜੋ ਕਿ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਦੇ ਵੱਡਾ ਹੋਣ ਤੇ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਦੇ ਕੋਣੀ ਸਾਈਜ਼ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ)। ਅਤੇ ਉਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿਚ ਵਸਤੂ ਦੇ ਕੋਣੀ ਸਾਈਜ਼ (ਜਦੋਂ ਕਿ ਉਸ ਨੂੰ ਨਿਕਟ ਬਿੰਦੂ 25cm ਤੇ ਰੱਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ), ਦਾ ਅਨੁਪਾਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ |v/u| ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸਮਰਥਾ (25/|u|) ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਸਿਰਫ ਉਦੋਂ ਜਦੋਂ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਨਿਕਟ ਬਿੰਦੂ ਤੇ |v| = 25cm ਤੇ ਹੈ ਤਾਂ ਸਿਰਫ ਤਾਂ ਹੀ ਦੋਨੋਂ ਰਾਸ਼ੀਆਂ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ।

9.30 (a) ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਦੇ ਨਿਕਟ ਬਿੰਦੂ (25cm) ਤੇ ਬਣਨ ਤੇ ਅਧਿਕਤਮ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸਮਰਥਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਇਸਲਈ u = -7.14cm

(b) ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ =(25/|u|) = 3.5

(c) ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸਮਰਥਾ = 3.5 ਹਾਂ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸਮਰਥਾ (ਜਦੋਂ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ 25cm ਤੇ ਬਣਦਾ ਹੈ) ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ।

9.31 ਵਡਦਰਸ਼ਨ $\sqrt{(6.2511)}$ = 2.5

v = + 2.5 u; ਇਸ ਲਈ $+\frac{1}{2.5u}-\frac{1}{u}=\frac{1}{10}$

ਜਾਂ u = -6cm |v| = 15cm

ਆਭਾਸੀ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਆਮ ਨਿਕਟ ਬਿੰਦੂ (25cm) ਤੋਂ ਵੀ ਨੇੜੇ ਬਣਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਨੇਤਰ ਤੋਂ ਸਾਫ ਨਹੀਂ ਦੇਖ ਸਕਦੇ।

9.32 (a) ਜੇ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਦਾ ਨਿਰਪੇਖ ਸਾਈਜ਼ ਵਸਤੂ ਦੇ ਸਾਈਜ਼ ਤੋਂ ਵੱਡਾ ਵੀ ਹੈ, ਤਾਂ ਵੀ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਦਾ ਕੋਣੀ ਸਾਈਜ਼ ਵਸਤੂ ਦੇ ਕੋਣੀ ਸਾਈਜ਼ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕੋਈ ਮੈਗਨੀਫਾਈਂਗ ਲੈਂਸ ਸਾਡੀ ਇਸ ਰੂਪ ਵਿਚ ਸਹਾਇਤਾ ਕਰਦਾ : ਜੇ ਮੈਗਨੀਫਾਈਂਗ ਲੈਂਸ ਨਹੀਂ ਹੈ ਤਾਂ ਵਸਤੂ 25cm ਤੋਂ ਘਟ ਦੂਰੀ ਤੇ ਨਹੀਂ ਰੱਖੀ ਜਾ ਸਕਦੀ; ਮੈਗਨੀਫਾਈਂਗ ਲੈਂਸ ਹੋਣ ਤੇ ਵਸਤੂ ਨੂੰ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਨੇੜੇ ਰੱਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਸਾਈਜ਼ 25cm ਦੂਰ ਰੱਖਣ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਕਿਤੇ ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸਾਡੇ ਕੋਣੀ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਜਾਂ ਉਪਲਬਧ ਕਰਨ ਦਾ ਇਹੀ ਅਰਥ ਹੈ।

(b) ਹਾਂ, ਇਹ ਥੋੜਾ ਘਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਕਿਉਂਕਿ ਨੇਤਰ ਤੇ ਬਣਿਆ ਕੋਣ ਲੈਂਸ ਤੇ ਬਣੇ ਕੋਣ ਤੋਂ ਥੋੜਾ ਛੋਟਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਬਹੁਤ ਦੂਰ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਇਹ ਪ੍ਰਭਾਵ ਨਿਗੂਣਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।[ਨੋਟ: ਜਦੋਂ ਨੇਤਰ ਨੂੰ ਲੈਂਸ ਨਾਲੋਂ ਵਖਰਾ ਰਖਦੇ ਹਾਂ, ਤਾਂ ਪਹਿਲੀ ਵਸਤੂ ਦੁਆਰਾ ਨੇਤਰ ਤੇ ਬਣਿਆ ਕੋਣ ਇਸਦੇ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਦੁਆਰਾ ਨੇਤਰ ਤੇ ਬਣੇ ਕੋਣ ਬਰਾਬਰ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੇ।]

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(c) ਪਹਿਲੀ ਗਲ ਬਹੁਤ ਛੋਟੇ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਦੇ ਲੈਂਸਾਂ ਦੀ ਘਿਸਾਈ ਸੌਖੀ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ। ਇਸ ਨਾਲੋਂ ਬਹੁਤ ਮਹਤਵਪੂਰਨ ਗਲ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਜੇ ਤੁਸੀਂ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਘਟ ਕਰਦੇ ਹੋ ਤਾਂ ਇਸ ਨਾਲ ਪੱਥ ਭ੍ਰਿਸਟਤਾ (aberrations) (ਗੋਲਾਈ ਜਾਂ ਵਰਣ) ਵੱਧ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ।

ਇਸ ਲਈ ਵਿਵਹਾਰ ਵਿਚ ਤੁਸੀਂ ਕਿਸੇ ਸਰਲ ਉੱਤਲ ਲੈਂਸ ਤੋਂ 3 ਜਾਂ ਵੱਧ ਦੀ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਸਮਰਥਾ ਨਹੀਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹੋ। ਐਪਰ, ਕਿਸੇ ਪੱਥ ਭ੍ਰਿਸਟਤਾ ਸੰਸ਼ੋਧਿਤ ਲੈਂਸ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਨਾਲ ਇਸ ਸੀਮਾ ਨੂੰ 10 ਜਾਂ ਇਸਦੇ ਨੇੜਲੇ ਕਾਰਕ ਨਾਲ ਵਧ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ।

(d) ਕਿਸੇ ਨੇਤਰਿਕਾ ਦਾ ਕੋਈ ਵਡਦਰਸ਼ਨ [(25/fe) + 1] (fe cm ਵਿਚ) ਹੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸਦੇ ਮਾਨ ਵਿਚ f_e ਦੇ ਘਟਨ ਤੇ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਫਿਰ ਆਬਜੈਕਟਿਵ ਦਾ ਵਡਦਰਸ਼ਨ $\frac{v_0}{|u_0|} = \frac{1}{(|u_0|/f_0)-1}$ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੇ $|u_0|$, f_0 ਤੋਂ ਕੁਝ ਵੱਧ ਹੋਵੇ । ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਬਹੁਤ ਨੇੜੇ ਦੀਆਂ ਵਸਤੂਆਂ ਨੂੰ ਦੇਖਣ ਦੇ ਲਈ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ $|u_0|$, ਘਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ f_0 ਵੀ ।

(e) ਨੇਤਰਿਕਾ ਦੇ ਆਬਜੈਕਟਿਵ ਦੇ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਨੂੰ 'ਨਿਰਗਮ ਦੁਆਰਕ' ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ । ਵਸਤੂ ਤੋਂ ਆਉਣ ਵਾਲੀਆਂ ਸਾਰੀਆਂ ਕਿਰਨਾਂ ਆਬਜੈਕਟਿਵ ਤੋਂ ਅਪਵਰਤਨ ਦੇ ਬਾਅਦ ਨਿਰਗਮ ਦੁਆਰਕ ਤੋਂ ਗੁਜਰਦੀਆਂ ਹਨ ਇਸ ਲਈ ਸਾਡੇ ਨੇਤਰ ਵਿਚੋਂ ਦੇਖਣ ਦੇ ਲਈ ਇਹ ਇਕ ਆਦਰਸ਼ ਸਥਿਤੀ ਹੈ । ਜੇ ਅਸੀਂ ਆਪਣੇ ਨੇਤਰ ਨੂੰ ਨੇਤਰਿਕਾ ਦੇ ਬਹੁਤ ਨੇੜੇ ਰਖੀਏ ਤਾਂ ਨੇਤਰਿਕਾ ਬਹੁਤ ਜ਼ਿਆਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਗ੍ਰਹਿਣ ਕਰ ਸਕੇਗੀ ਅਤੇ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਖੇਤਰ ਵੀ ਘੱਟ ਜਾਵੇਗਾ ਜੇ ਅਸੀਂ ਆਪਣੇ ਨੇਤਰ ਨੂੰ ਨਿਰਗਮ ਦੁਆਰਕ ਤੇ ਰਖੀਏ ਅਤੇ ਸਾਡੇ ਨੇਤਰ ਦੀ ਪੁਤਲੀ ਦਾ ਖੇਤਰਫਲ ਨਿਰਗਮ ਦੁਆਰਕ ਦੇ ਖੇਤਰਫਲ ਤੋਂ ਵੱਧ ਜਾਂ ਬਰਾਬਰ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਸਾਡੇ ਨੇਤਰ ਆਬਜੈਕਟਿਬ ਤੋਂ ਅਪਵਰਤਿਤ ਸਾਰੀਆਂ ਕਿਰਨਾਂ ਨੂੰ ਗ੍ਰਹਿਣ ਕਰ ਲਵੇਗਾ । ਨਿਰਗਮ ਦੁਆਰਕ ਦਾ ਬਿਲਕੁਲ ਠੀਕ ਸਥਾਨ ਆਮ ਕਰਕੇ ਆਬਜੈਕਟਿਬ ਅਤੇ ਨੇਤਰੀਕਾ ਦੇ ਅੰਤਰਾਲ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ । ਜਦੋਂ ਅਸੀਂ ਕਿਸੇ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਤੋਂ, ਇਸਦੇ ਇਸ ਸਿਰੇ ਤੇ ਆਪਣੇ ਨੇਤਰ ਨੂੰ ਲਗਾ ਕੇ ਦੇਖਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਨੇਤਰ ਅਤੇ ਨੇਤਰਿਕਾ ਦੇ ਮੱਧ ਆਦਰਸ਼ ਦੂਰੀ ਯੰਤਰ ਦੇ ਡਿਜਾਇਨ ਵਿਚ ਲੁਕੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ।

9.33 ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਸਾਧਾਰਨ ਵਰਤੋਂ ਵਿਚ ਹੈ ਅਰਥਾਤ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ 25cm ਤੇ ਹੈ ।

ਨੇਤਰਿਕਾ ਦਾ ਕੋਣੀ ਵਡਦਰਸ਼ਨ = 25/5 + 1 = 6 ਆਬਜੈਕਟਿਬ ਦਾ ਵਡਦਰਸ਼ਨ = 30/6 = 5, ਇਸ ਲਈ $1/5u_0 - 1/u_0 = 1/1.25$ ਜਿਸ ਤੋਂ $u_0 = -1.5$cm; $v_0 = 7.5$cm; $|u_e| = (25/6)$cm = 4.17cm ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਆਬਜੈਕਟਿਬ ਅਤੇ ਨੇਤਰਿਕਾ ਦੇ ਵਿਚ ਦੂਰੀ (7.5 + 4.17)cm = 11.67cm ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ। ਇਛੱਤ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ ਵਸਤੂ ਨੂੰ ਆਬਜੈਕਟਿਬ ਤੋਂ 1.5m ਦੂਰ ਰਖਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ।

9.34 (a) $m = (f_0/f_e) = 28$

(b) $m = f_0/f_e[1 + f_0/25] = 33.6$

9.35 (a) $f_0 + f_e = 145$cm

(b) ਮਿਨਾਰ ਦੁਆਰਾ ਬਣਿਆ ਕੋਣ = (100/3000) = (1/30)rad; ਆਬਜੈਕਟਿਵ ਦੁਆਰਾ ਬਣਾਏ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਨਾਲ ਬਣਿਆ ਕੋਣ = h/f_0 = 140cm । ਦੋਨਾਂ ਕੋਣਾਂ ਦੇ ਮਾਨਾਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾਂ ਕਰਨ ਤੇ h = 4.7cm ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।

(c) ਨੇਤਰਿਕਾ ਦਾ ਵਡਦਰਸ਼ਨ = 6 ਅੰਤਿਮ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਦੀ ਉਚਾਈ = 28cm

9.36 ਵੱਡੇ ਦਰਪਣ (ਅਵਤਲ) ਦੁਆਰਾ ਬਣਾਇਆ ਗਿਆ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਛੋਟੇ ਦਰਪਣ (ਉਤਲ) ਦੇ ਲਈ ਆਭਾਸੀ ਬਿੰਬ ਦਾ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ । ਅਨੰਤ ਤੇ ਰਖੇ ਬਿੰਬ ਤੋਂ ਆਉਣ ਵਾਲੀਆਂ ਸਮਾਂਤਰ ਕਿਰਨਾਂ, ਵੱਡੇ ਦਰਪਣ ਤੋਂ 110mm ਦੂਰ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਫੋਕਸ ਕੀਤੀਆਂ ਹੋਣਗੀਆਂ । ਛੋਟੇ ਦਰਪਣ ਲਈ ਆਭਾਸੀ ਬਿੰਬ ਦੀ ਦੂਰੀ = (110-20) = 90mm ਹੋਵੇਗੀ । ਛੋਟੇ ਦਰਪਣ ਦੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ 70mm ਹੈ । ਦਰਪਣ ਸੂਤਰ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਨ ਤੇ ਅਸੀਂ ਦੇਖਾਂਗੇ ਕਿ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ ਛੋਟੇ ਦਰਪਣ ਤੋਂ 415mm ਦੂਰ ਬਣਦਾ ਹੈ ।

9.37 ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨਾਂ ਦਰਪਣ ਦੇ ਘੁੰਮਣ ਕੋਣ ਤੋਂ ਦੁਗਣੇ ਕੋਣ ਤੇ ਵਿਖੇਪਿਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ । ਇਸ ਲਈ $d/1.5 = \tan 7^0$; $d = 18.4$cm

9.38 $n = 1.33$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਅਧਿਆਇ 10

ਤਰੰਗ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਕੀ (Wave optics)

10.1 ਭੂਮਿਕਾ (Introduction)

ਸੰਨ 1637 ਵਿੱਚ ਦਕਾਰਤੇ ਨੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਕਣੀ ਮਾਡਲ ਨੂੰ ਪੇਸ਼ ਕੀਤਾ ਅਤੇ ਸਨੇਲ (Snell) ਦੇ ਨਿਯਮ ਨੂੰ ਵਿਉਤਪਤ ਕੀਤਾ। ਇਸ ਮਾਡਲ ਨਾਲ ਕਿਸੇ ਅੰਤਰਗਪ੍ਰਸ਼ਠ ਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਪਰਵਾਰਤਨ ਅਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਦੇ ਨਿਯਮਾਂ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕੀਤੀ ਗਈ ਹੈ। ਕਣੀ ਮਾਡਲ ਨੇ ਸਿੱਧ ਕੀਤਾ ਕੀ ਜੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਕਿਰਨ (ਅਪਵਰਤਨ ਸਮੇਂ) ਅਭਿਲੰਬ ਦੇ ਵੱਲ ਮੁੜਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਦੂਜੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਵੱਧ ਹੋਵੇਗੀ । ਆਈਜਕ ਨਿਊਟਨ ਨੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਕਣਿਕਾ ਸਿਧਾਂਤ ਨੂੰ ਆਪਣੀ ਪ੍ਰਸਿੱਧ ਕਿਤਾਬ ਆਪਟਿਕਸ (opticks) ਵਿਚ ਹੋਰ ਜਿਆਦਾ ਵਿਕਸਿਤ ਕੀਤਾ। ਇਸ ਪੁਸਤਕ ਦੀ ਬਹੁਤ ਲੋਕਪ੍ਰਿਯਤਾ ਦੇ ਕਾਰਨ ਕਣਿਕਾ ਮਾਡਲ ਦਾ ਸਿਹਰਾ ਅਕਸਰ ਨਿਊਟਨ ਨੂੰ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਸੰਨ 1678ਵਿੱਚ ਡੱਚ ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨੀ ਕ੍ਰਿਸਟੱਨ ਹਾਈਗੇਨਸ ਨੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਤਰੰਗ ਸਿਧਾਂਤ ਨੂੰ ਪੇਸ਼ ਕੀਤਾ -ਇਸ ਅਧਿਆਇ ਵਿੱਚ ਅਸੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਕਿਸੇ ਤਰੰਗ ਸਿਧਾਂਤ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਾਂਗੇ । ਅਸੀ ਦੇਖਾਂਗੇ ਕਿ ਤਰੰਗ ਮਾਡਲ ਪਰਾਵਰਤਨ ਅਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਦੀਆਂ ਘਟਨਾਵਾਂ ਦੀ ਸੰਤੋਸ਼ਜਨਕ ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਵਿਆਖਿਆ ਕਰ ਸਕਦਾ ਹੈ; ਜਦਕਿ ਇਸਨੇ ਭਵਿਖਬਾਣੀ ਕੀਤੀ ਕਿ ਅਪਵਰਤਨ ਦੇ ਵਕਤ ਜੇ ਤਰੰਗ ਅਭਿਲੰਬ ਵੱਲ ਮੁੜਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਦੂਜੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਘੱਟ ਹੋਵੇਗੀ । ਇਹ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਕਣਿਕਾ ਮਾਡਲ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਦੇ ਵਕਤ ਦਿੱਤੀ ਗਈ ਭਵਿੱਖਵਾਣੀ ਦੇ ਉਲਟ ਹੈ ਸੰਨ 1850 ਵਿੱਚ ਫੁਕੋ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤੇ ਗਏ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੁਆਰਾ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਕਿ ਜਲ ਵਿਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਹਵਾ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਤੋ ਘੱਟ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾ ਤਰੰਗ ਮਾਡਲ ਦੀ ਭਵਿੱਖਵਾਨੀ ਦੀ ਪੁਸ਼ਟੀ ਕੀਤੀ ਗਈ।

ਮੁੱਖ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਨਿਊਟਨ ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੇ ਕਾਰਨ ਤਰੰਗ ਸਿਧਾਂਤ ਨੂੰ ਸਹਿਜੇ ਹੀ ਸਵੀਕਾਰ ਨਹੀਂ ਕੀਤਾ ਗਿਆ। ਇਸਦਾ ਇੱਕ ਕਾਰਨ ਇਹ ਵੀ ਸੀ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨਿਰਵਾਤ ਵਿੱਚ ਗਮਨ ਕਰ ਸਕਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਮਹਿਸੂਸ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕਿ ਤਰੰਗਾਂ ਨੂੰ ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ ਤੋ ਦੂਜੇ ਬਿੰਦੂ ਤੱਕ ਜਾਣ ਲਈ ਹਮੇਸ਼ਾਂ ਮਾਧਿਅਮ ਦੀ ਜਰੂਰਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਹਾਲਾਕਿ ਜਦੋਂ ਟਾਮਸ ਯੰਗ ਨੇ ਸੰਨ 1801 ਵਿਚ ਆਪਣਾ ਵਿਅਤੀਕਰਣ ਸੰਬੰਧੀ ਪ੍ਰਸਿੱਧ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤਾ ਤਦ ਇਹ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਮਾਣਿਤ ਹੋ ਗਿਆ ਕਿ ਵਾਸਤਵ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਸੁਭਾਅ ਤਰੰਗ ਰੂਪੀ ਹੈ। ਦ੍ਰਿਸ਼ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਨੂੰ ਮਾਪਿਆ ਗਿਆ ਅਤੇ ਇਹ ਪਾਇਆ ਗਿਆ ਇਹ ਅਤਿਅੰਤ ਛੋਟੀ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਨ ਦੇ ਲਈ ਪੀਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਲਗਭਗ 0.5μm ਹੈ। ਦ੍ਰਿਸ਼ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਛੋਟੀ ਹੋਣ ਦੇ ਕਾਰਨ (ਆਮ ਦਰਪਣਾਂ ਅਤੇ ਲੈਨਜਾਂ ਦੇ ਅਕਾਰ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ) ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਸਰਲ ਰੇਖਾਵਾਂ ਵਿਚ ਚੱਲਦਾ ਹੋਇਆ ਮੰਨਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਜਿਆਮਿਤਏ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਕੀ ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਖੇਤਰ ਹੈ, ਜਿਸਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿਚ ਅਸੀ ਅਧਿਆਇ-9 ਵਿਚ ਚਰਚਾ ਕਰ ਚੁੱਕੇ ਹਾਂ। ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਕੀ ਦੀ ਉਹ ਸ਼ਾਖਾ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੀ ਪਰਿਮਿਤਾ ਨੂੰ ਪੂਰਨ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਛੋਟਾ ਮੰਨਦੇ ਹਾਂ ਜਿਆਮਿਤਏ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਕੀ ਕਹਾਉਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਕਿਰਨ ਨੂੰ ਊਰਜਾ ਪ੍ਰਸਾਰ ਦੇ ਉਸ ਰਸਤੇ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ ਜਿਸ ਵਿਚ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦਾ ਮਾਨ ਜੀਰੋ ਦੇ ਵੱਲ ਪੁੱਜਦਾ ਹੈ।

ਸੰਨ 1801 ਵਿੱਚ ਟਾਮਸ ਯੰਗ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤੇ ਗਏ ਵਿਘਨ ਪ੍ਰਯੋਗ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਅਗਲੇ ਲਗਭਗ 40 ਸਾਲਾਂ ਤੱਕ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਵਿਘਨ ਅਤੇ ਵਿਵਤਰਨ ਸੰਬੰਧੀ ਅਨੇਕਾਂ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤੇ ਗਏ। ਇਹਨਾਂ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਦਾ ਸ਼ਪਸ਼ਟੀਕਰਨ ਕੇਵਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਤਰੰਗ ਮਾਡਲ ਦੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਸੰਤੋਸ਼ਜਨਕ ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਿਆ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਉੱਨੀਵੀਂ ਸਦੀ ਦੇ ਲਗਭਗ ਅੱਧ ਤੱਕ ਤਰੰਗ ਸਿਧਾਂਤ ਭਲੀ -ਭਾਂਤ ਸਥਾਪਿਤ ਹੋ ਗਿਆ ਜਾਪਦਾ ਸੀ। ਸਭ ਤੋ ਵੱਡੀ ਔਖ ਉਸ ਮਨੌਤ ਦੇ ਕਾਰਨ ਸੀ ਜਿਸਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਇਹ ਸਮਝਿਆ ਜਾਂਦਾ ਸੀ ਕਿ ਤਰੰਗ ਸੰਚਾਰ ਦੇ ਲਈ ਕਿਸੇ ਮਾਧਿਅਮ ਦੀ ਜਰੂਰਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਤਾਂ ਫਿਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗਾਂ ਨਿਰਵਾਤ ਵਿਚ ਕਿਵੇਂ ਚੱਲ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ? ਇਸਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਮੈਕਸਵੈਲ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਬੰਧੀ ਪ੍ਰਸਿੱਧ ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀ ਸਿਧਾਂਤ ਪੇਸ਼ ਕਰਨ ਨਾਲ ਹੋ ਸਕੀ ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਮੈਕਸਵੈਲ ਨੇ ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕਤਾ ਦੇ ਨਿਯਮਾਂ ਦਾ ਵਰਣਨ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਸਮੀਕਰਣਾਂ ਦਾ ਇੱਕ ਸੈੱਟ ਵਿਕਸਿਤ ਕੀਤਾ ਅਤੇ ਇਹਨਾਂ ਸਮੀਕਰਣਾਂ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਤਰੰਗ ਸਮੀਕਰਣ ਵਿਉਤਪੰਨ ਕੀਤਾ, ਜਿਸ ਨਾਲ ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀਯ ਤਰੰਗਾਂ[*] ਦੇ ਹੋਂਦ ਦੀ ਭੱਵਿਖਵਾਣੀ ਕੀਤੀ । ਮੈਕਸਵੈਲ ਤਰੰਗ ਸਮੀਕਰਣਾਂ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਮੁਕਤ ਆਕਾਸ਼ ਵਿੱਚ, ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀਯ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਵੇਗ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰ ਸਕੇ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਪਾਇਆ ਕਿ ਤਰੰਗ ਵੇਗ ਦਾ ਇਹ ਸਿਧਾਂਤਕ ਮਾਨ, ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਦੇ ਮਾਪੇ ਗਏ ਮਾਨ ਦੇ ਅਤਿ ਨਿਕਟ/ਨੇੜੇ ਹੈ। ਇਸਤੋਂ ਇਹਨਾਂ ਨੇ ਇਹ ਸਿੱਟਾ ਕੱਢਿਆ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਜਰੂਰ ਹੀ ਬਿਜਲ ਚੁਬੰਕੀ ਤਰੰਗ ਹੈ, ਜਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਮੈਕਸਵੈਲ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗਾਂ ਪਰਿਵਰਤਨਸ਼ੀਲ ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁਬੰਕੀ ਖੇਤਰਾਂ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧ ਹਨ। ਪਰਿਵਰਤਨਸ਼ੀਲ ਬਿਜਲੀ ਸਮਾਂ ਅਤੇ ਅਕਾਸ਼ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨਸ਼ੀਲ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਉਤਪੰਨ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਪਰਿਵਰਤਨਸ਼ੀਲ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਨਿਰਵਾਤ ਵਿਚ ਵੀ ਬਿਜਲ ਚੁਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ (ਜਾਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗਾਂ) ਦਾ ਸੰਚਰਣ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਨ।

ਇਸ ਅਧਿਆਇ ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਸੱਭ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਹਾਈਗੇਨਜ਼ ਦੇ ਸਿਧਾਂਤ ਦੇ ਮੂਲ ਸੂਤਰੀਕਰਣ ਤੇ ਵਿਚਾਰ-ਚਰਚਾ ਕਰਾਂਗੇ ਅਤੇ ਪਰਾਵਰਤਨ ਅਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਦੇ ਨਿਯਮਾਂ ਨੂੰ ਵਿਉਤਪੰਨ ਕਰਾਂਗੇ ।ਅਨੁਛੇਦ 10.4 ਅਤੇ 10.5 ਅਸੀ ਵਿਵਰਤਨ ਦੇ ਵਰਤਾਰੇ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਾਂਗੇ ਜੋ ਹਾਈਗੇਨਜ਼-ਫਰੇਨੇਲ ਸਿਧਾਂਤ ਤੇ ਆਧਾਰਿਤ ਹੈ।ਅੰਤ ਵਿਚ ਅਨੁਛੇਦ 10.7 ਵਿਚ ਅਸੀ ਧਰੁਵਣ ਦੇ ਬਾਰੇ ਵਿਚ ਵਿਚਾਰ ਚਰਚਾ ਕਰਾਂਗੇ ਜੋ ਇਸ ਤੱਥ ਤੇ ਅਧਾਰਿਤ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗਾਂ ਅਨੁਪ੍ਰਸਥ ਬਿਜਲ-ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਹਨ।

10.2 ਹਾਈਗਨਸ ਦਾ ਸਿਧਾਂਤ (HUYGENS PRINCIPLE)

ਸਭ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਅਸੀਂ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ (wave front) ਨੂੰ ਪਰਿਭਾਸ਼ਤ ਕਰਾਂਗੇ। ਜਦੋਂ ਅਸੀਂ ਕਿਸੇ ਸ਼ਾਂਤ ਪਾਣੀ ਦੇ ਤਲਾਬ ਵਿੱਚ ਇਕ ਛੋਟਾ ਪੱਥਰ ਸੁੱਟਦੇ ਹਾਂ ਤਦ ਪ੍ਰਭਾਵ ਬਿੰਦੂ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਤਰੰਗਾ ਫੈਲਦੀਆਂ ਹਨ। ਸਤ੍ਹਾ ਦਾ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਡੋਲਨ ਕਰਨਾ ਸ਼ੁਰੂ ਕਰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਇੱਕ ਪਲ ਤੇ ਸਤ੍ਹਾ ਦਾ ਫੋਟੋਗ੍ਰਾਫ ਉਹਨਾਂ ਚੱਕਰਾਕਾਰ ਛੱਲਿਆਂ ਨੂੰ ਦਰਸਾਵੇਗਾ ਜਿਹਨਾਂ ਦੇ ਉਪਰ ਬੇਚੈਨੀ ਵੱਧ ਤੋ ਵੱਧ ਹੈ। ਸਪੱਸ਼ਟ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਚੱਕਰ ਦੇ ਸਾਰੇ ਬਿੰਦੂ ਸਮਾਨ / ਇੱਕਸਾਰ ਕਲਾ ਵਿੱਚ ਡੋਲਨ ਕਰਦੇ ਹਨ ਕਿਉਕਿ ਉਹ ਸਰੋਤ ਤੋਂ ਇਕ ਸਮਾਨ ਦੂਰੀ ਤੇ ਹਨ। ਇਕ ਸਮਾਨ ਕਲਾ ਵਿੱਚ ਡੋਲਨ ਕਰਦੇ ਅਜਿਹੇ ਸਾਰੇ ਬਿੰਦੂਆਂ ਦਾ ਬਿੰਦੂ ਪਥ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਇੱਕ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਨੂੰ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਕਲਾ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜਿਸ ਗਤੀ ਦੇ ਨਾਲ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਸਰੋਤ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਵੱਲ ਨੂੰ ਵੱਧਦਾ ਹੈ, ਉਹ ਤਰੰਗ ਦੀ ਚਾਲ ਕਹਾਉਂਦੀ ਹੈ। ਤਰੰਗ ਦੀ ਊਰਜਾ, ਤਰੰਗ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਚਲਦੀ ਹੈ।

ਜੇ ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ ਸਰੋਤ ਹਰੇਕ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਤਰੰਗਾਂ ਉਤਸਰਜਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉਹਨਾਂ ਬਿੰਦੂਆ ਦਾ ਬਿੰਦੂ ਪਥ , ਜਿਹਨਾਂ ਦਾ ਆਯਾਮ ਬਰਾਬਰ ਹੈ ਅਤੇ ਜੋ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਕਲਾ ਵਿੱਚ ਕੰਪਨ ਕਰਦੇ ਹਨ, ਗੋਲਾਕਾਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਸਾਨੂੰ ਚਿੱਤਰ 10.1(a) ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇੱਕ ਗੋਲਾਕਾਰ ਤਰੰਗ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਸਰੋਤ ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਜਿਆਦਾ ਦੂਰੀ ਤੇ, ਗੋਲੇ ਦਾ ਇੱਕ ਛੋਟਾ ਭਾਗ ਸਮਤਲ ਮੰਨਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਸਾਨੂੰ ਇੱਕ ਸਮਤਲ ਤਰੰਗ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਚਿੱਤਰ 10. 1 (b)।

ਹੁਣ ਜੇ ਸਾਨੂੰ $t=0$ ਤੇ ਕਿਸੇ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦੀ ਸ਼ਕਲ ਪਤਾ ਹੈ ਤਾਂ ਹਾਈਗੇਨਜ਼ ਦੇ ਸਿਧਾਂਤ ਦੁਆਰਾ ਅਸੀਂ ਕਿਸੇ ਬਾਅਦ ਦੇ ਸਮੇਂ $t=c$ ਤੇ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦੀ ਆਕ੍ਰਿਤੀ ਪਤਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਇਸ ਲਈ ਹਾਈਗਨਜ ਦਾ ਸਿਧਾਂਤ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਇਕ ਜਿਆਮਿਤੀ ਰਚਨਾ ਹੈ ਜੋ ਕਿਸੇ ਸਮੇਂ ਜੇ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦੀ ਸ਼ਕਲ ਦਿੱਤੀ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਕਿਸੇ ਬਾਅਦ ਦੇ ਸਮੇਂ, ਤੇ ਅਸੀਂ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦੀ ਸ਼ਕਲ ਪਤਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਆਉ ਇੱਕ ਅਪਸਰਿਤ ਤਰੰਗ ਦੇ ਬਾਰੇ ਵਿੱਚ ਵਿਚਾਰ ਕਰੀਏ ਅਤੇ ਮੰਨ ਲਓ ਇੱਕ $F_1, F_2, t=0$ ਸਮੇਂ ਤੇ ਇੱਕ ਗੋਲਾਕਾਰ ਤਰੰਗ ਦੇ ਇਕ ਹਿੱਸੇ ਨੂੰ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ

---

[*] ਲਗਭਗ ਸੰਨ 1864 ਵਿਚ ਮੈਕਸਵੈਲ ਨੇ ਬਿਜਲ ਚੁਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਹੋਂਦ ਦੀ ਭਵਿੱਖਵਾਣੀ ਕੀਤੀ ; ਇਸਦੇ ਕਾਫੀ ਸਮੇਂ ਬਾਅਦ (ਲਗਭਗ 1890 ਵਿੱਚ) ਹੈਨਰੀ ਹਰਟਜ ਨੇ ਪ੍ਰਯੋਗਸ਼ਾਲਾ ਵਿਚ ਰੇਡਿਓ ਤਰੰਗਾਂ ਉਤਪੰਨ ਕੀਤੀਆਂ ਜਗਦੀਸ਼ ਚੰਦਰ ਬੋਸ ਅਤੇ ਮਾਰਕੋਨੀ ਨੇ ਹਰਟਜ਼ ਦੀਆ ਤਰੰਗਾਂ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਕੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸਿਧੀ ਰੇਖਾ ਵਿੱਚ ਚੱਲਦਾ ਹੈ ?

ਕਲਾਸ ਛੇਵੀਂ ਵਿਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸਿਧੀ ਰੇਖਾ ਵਿਚ ਚੱਲਦਾ ਹੈ; ਕਲਾਸ 12 ਅਤੇ ਇਸ ਤੋਂ ਅੱਗੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਅਜਿਹਾ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ। ਕੀ ਤੁਹਾਨੂੰ ਹੈਰਾਨੀ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ ?

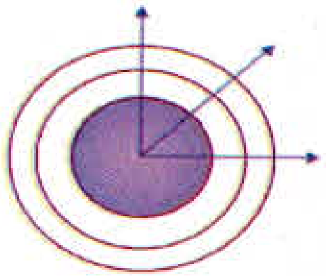
ਸਕੂਲ ਵਿੱਚ ਤੁਹਾਨੂੰ ਇੱਕ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੋਵੇਗਾ, ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਤੁਸੀਂ ਬਰੀਕ ਛੇਦ ਹੋਏ ਤਿੰਨ ਗੱਤੇ ਲੈਂਦੇ ਹੋ , ਇਕ ਪਾਸੇ ਮੋਮਬੱਤੀ ਰੱਖਕੇ ਦੂਜੀ ਪਾਸੇ ਤੋ ਦੇਖਦੇ ਹੋ । ਜੇ ਮੋਮਬੱਤੀ ਦੀ ਲਾਟ ਅਤੇ ਤਿੰਨੋ ਛੇਕ ਇਕ ਸਿੱਧੀ ਰੇਖਾ ਵਿਚ ਹਨ ਤਾਂ ਤੁਸੀਂ ਮੋਮਬੱਤੀ ਦੀ ਲਾਟ ਨੂੰ ਦੇਖ ਸਕਦੇ ਹੋ। ਇਹਨਾਂ ਵਿਚੋਂ ਜੇ ਕਿਸੇ ਇਕ ਨੂੰ ਥੋੜਾ ਜਿਹਾ ਵੀ ਵਿਸਥਾਪਿਤ ਕਰ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਆਪ ਮੋਮਬੱਤੀ ਦੀ ਲਾਟ ਨਹੀਂ ਦੇਖ ਪਾਉਂਦੇ। ਇਸ ਲਈ ਤੁਹਾਡੇ ਅਧਿਆਪਕ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਇਕ ਇਹ ਸਿੱਧ ਕਰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸਿੱਧੀ ਰੇਖਾ ਵਿੱਚ ਚਲਦਾ ਹੈ, ਇਸ ਕਿਤਾਬ ਵਿੱਚ ਲਗਾਤਾਰ ਦੋ ਆਧਿਆਇ (9 ਅਤੇ 10) ਹਨ, ਇਕ ਕਿਰਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕੀ ਤੇ ਦੂਜਾ ਤਰੰਗ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕੀ ਤੇ। ਕਿਰਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਸਰਲ ਰੇਖੀ ਸੰਚਾਰਣ ਤੇ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਤ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਦਰਪਣਾਂ, ਲੈਨਜਾਂ, ਪਰਾਵਰਤਨ, ਅਪਵਰਤਨ ਆਦਿ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧ ਰੱਖਦਾ ਹੈ। ਫਿਰ ਤੁਸੀਂ ਤਰੰਗ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕੀ ਦੇ ਅਧਿਆਇ ਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹੋ ਜਿਥੇ ਤੁਹਾਨੂੰ ਦੱਸਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਚੱਲਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਵਸਤੂਆਂ ਦੇ ਕਿਨਾਰੇ ਤੇ ਮੁੜ ਸਕਦਾ ਹੈ, ਇਸ ਵਿੱਚ ਵਿਵਰਤਨ ਅਤੇ ਵਿਘਨ ਵਰਗੀਆਂ ਪਰਿਘਟਨਾਵਾਂ ਹੋ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ।

ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ, ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਲਗਭਗ ਅੱਧਾ ਮਾਇਕਰੋ-ਮੀਟਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਜੇ ਇਸ ਦੇ ਰਾਸਤੇ ਵਿੱਚ ਲਗਭਗ ਇਸੇ ਅਕਾਰ ਦੀ ਕੋਈ ਰੁਕਾਵਟ ਆਉਂਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਇਸਦੇ ਉੱਪਰ ਮੁੜ ਸਕਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਦੂਜੇ ਪਾਸੇ ਦਿਖਾਈ ਦੇ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰਾਂ ਮਾਈਕਰੋਮੀਟਰ ਆਕਾਰ ਦੀ ਕੋਈ ਰੁਕਾਵਟ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਨ ਨੂੰ ਰੋਕ ਨਹੀ ਸਕੇਗੀ । ਜੇ ਰੁਕਾਵਟ ਬਹੁਤ ਵੱਡੀ ਹੈ ਤਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਇੱਧਰ ਉਧਰ ਮੁੜ ਨਹੀਂ ਸਕੇਗਾ ਅਤੇ ਦੂਜੀ ਪਾਸੇ ਦਿਖਾਈ ਨਹੀਂ ਦੇਵੇਗੀ। ਇਹ ਤਰੰਗਾਂ ਦਾ ਇੱਕ ਆਮ ਗੁਣ ਹੈ ਅਤੇ ਧੁਨੀ ਤਰੰਗਾਂ ਵਿੱਚ ਵੀ ਦੇਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਸਾਡੀ ਅਵਾਜ਼ ਦੀ ਧੁਨੀ ਤਰੰਗ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਲਗਭਗ 50ਸੈ ਮੀ ਤੋ 1 ਮੀ ਤੱਕ ਹੁੰਦੀ ਹੈ । ਜੇ ਇਸਦੇ ਰਸਤੇ ਵਿੱਚ ਕੁੱਝ ਮੀਟਰ ਆਕਾਰ ਦੀ ਕੋਈ ਰੁਕਾਵਟ ਆਉਂਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਇਸਦੇ ਇੱਧਰ- ਉੱਧਰ ਮੁੜ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਰੁਕਾਵਟ ਦੇ ਪਿੱਛੇ ਪਹੁੰਚ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਪਰੰਤੂ ਜੇ ਇਸਦੇ ਰਸਤੇ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਵੱਡੀ ਰੁਕਾਵਟ (ਲਗਭਗ 100 ਮੀ ਤੋਂ ਵੱਧ) ਜਿਵੇਂ ਕੋਈ ਪਹਾੜੀ ਆਦਿ ਆਉਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਇਸਦਾ ਵੱਡਾ ਹਿੱਸਾ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਗੂੰਜ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸੁਣਦਾ ਹੈ।

ਤਦ ਪ੍ਰਾਇਮਰੀ ਸਕੂਲ ਵਿਚ ਕੀਤੇ ਗਏ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦਾ ਕੀ ਹੋਇਆ ? ਜਦੋਂ ਅਸੀਂ ਉੱਥੇ ਕਿਸੇ ਵੀ ਗਤੇਂ ਨੂੰ ਖਿਸਕਾਉਂਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਇਸਦਾ ਵਿਸਥਾਪਨ ਕੁੱਝ ਮਿਲੀਮੀਟਰ ਦੀ ਕੋਟਿ ਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ.ਜੋ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਤੇ ਬਹੁੱਤ ਵੱਧ ਹੈ। ਇਸੇ ਲਈ ਕੋਈ ਮੋਮਬੱਤੀ ਦੀ ਲਾਟ ਦਿਖਾਈ ਨਹੀ ਦੇਂਦੀ । ਜੇ ਅਸੀ ਕਿਸੇ ਵੀ ਗੱਤੇ ਨੂੰ ਇੱਕ ਮਾਇਕਰੋਮੀਟਰ ਜਾਂ ਇਸਤੋਂ ਵੀ ਘੱਟ ਦੂਰੀ ਤੱਕ ਵਿਸਥਾਪਿਤ ਕਰ ਸਕੇ ਤਾਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਵਿਵਰਤਨ ਹੋ ਜਾਵੇਗਾ ਅਤੇ ਮੋਮਬੱਤੀ ਦੀ ਲਾਟ ਵਿਖਾਈ ਦੇਵੇਗੀ ।

ਇਸ ਬਕਸੇ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਵਾਕ ਵਿੱਚ ਤੁਸੀਂ ਜੋੜ ਸਕਦੇ ਹੋ, ਵੱਡੇ ਹੋਣ ਤੇ ਇਹ ਸਿੱਖਿਆ ਹੈ ਕਿ ਮੁੜਿਆ ਕਿਵੇਂ ਜਾਵੇ।

ਕਰਦਾ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 10.2)। ਹੁਣ ਹਾਈਗਨਜ ਦੇ ਸਿਧਾਂਤ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦਾ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਇੱਕ ਸੈਕੰਡਰੀ ਉਤੇਜਨਾ ਦਾ ਸਰੋਤ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹਨਾਂ ਬਿੰਦੂਆ ਤੋਂ ਹੋਣ ਵਾਲੀਆਂ ਉਰਮਿਕਾਵਾਂ ਤਰੰਗ ਦੀ ਗਤੀ ਨਾਲ ਹਰੇਕ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਫੈਲਦੀਆ ਹਨ। ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਤੋਂ ਨਿਕਲਣ ਵਾਲੀਆਂ ਇਹਨਾਂ ਉਰਮਿਕਾਵਾਂ (ਲਹਿਰਾਂ) ਨੂੰ ਆਮਤੌਰ ਤੇ ਸੈਕੰਡਰੀ ਲਹਿਰਾਂ ਦੇ ਨਾਂ ਨਾਲ ਜਾਣਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਅਸੀਂ ਇਹਨਾਂ ਸਾਰੇ ਗੋਲਿਆਂ ਤੇ ਇੱਕ ਸਪਰਸ਼ ਸਤ੍ਹਾ ਖਿੱਚੀਏ ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਬਾਅਦ ਦੇ ਸਮੇਂ ਤੇ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦੀ ਨਵੀ ਸਥਿਤੀ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।



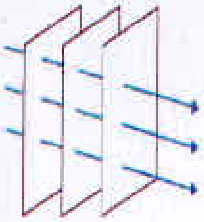
ਚਿੱਤਰ 10.1(a) ਇੱਕ ਬਿਂਦੂ ਸਰੋਤ ਤੋ ਨਿਕਲਦੀ ਹੋਈ ਇਕ ਅਪਸਰਿਤ ਚੱਕਰਾਕਾਰ ਤਰੰਗ ਗੋਲਾਕਾਰ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

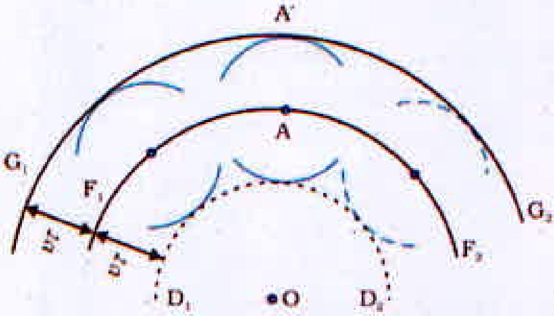
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਇਸ ਲਈ ਜੇ ਅਸੀ $t = \tau$ ਸਮੇਂ ਤੇ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦੀ ਆਕ੍ਰਿਤੀ ਪਤਾ ਕਰਨਾ ਚਾਹੁੰਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਅਸੀ ਗੋਲਾਕਾਰ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦੇ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ $v\tau$ ਅਰਧਵਿਆਸ ਦੇ ਗੋਲੇ ਖਿਚਾਂਗੇ, ਜਿਥੇ v ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਤਰੰਗ ਦੀ ਚਾਲ ਨੂੰ ਨਿਰੂਪਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਅਸੀ ਇਹਨਾਂ ਸਾਰਿਆਂ ਗੋਲਿਆਂ ਤੇ ਇੱਕ ਸ਼ਪਰਸ਼ ਰੇਖਾ ਖਿਚੀਏ ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ $t = \tau$ ਸਮੇਂ ਤੇ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦੀ ਨਵੀਂ ਸਥਿਤੀ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗੀ। ਚਿੱਤਰ 10.2 ਵਿੱਚ G_1G_2 ਦੁਆਰਾ ਵਿਖਾਇਆ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਫਿਰ ਤੋਂ ਗੋਲਾਕਾਰ ਹੈ ਜਿਸਦਾ ਕੇਂਦਰ 0ਹੈ। ਉਪਰੋਕਤ ਮਾਡਲ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਦੋਸ਼ ਹੈ। ਸਾਨੂੰ ਇੱਕ ਪਿੱਛਲੇ ਤਰੰਗ ਦੀ ਪ੍ਰਾਪਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਸਨੂੰ ਚਿੱਤਰ 10.2 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਹਾਈਗਨਜ਼ ਨੇ ਇੱਕ ਤਰਕ ਪੇਸ਼ ਕੀਤਾ ਕੀ ਅੱਗੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਸੈਕੰਡਰੀ ਤਰੰਗਕਾਵਾਂ ਦਾ ਆਯਾਮ ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਪਿੱਛੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਜ਼ੀਰੋ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਇਸ ਐਡਹਾਕ ਕਲਪਨਾ ਨਾਲ ਹਾਈਗੇਨਜ਼ ਪਿੱਛੇ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਗੈਰ ਮੌਜੂਦਗੀ ਨੂੰ ਸਮਝਾ ਸਕੇ । ਹਾਲਕਿ ਇਹ ਐਡਹਾਕ ਕਲਪਨਾ ਸੰਤੋਸ਼ਜਨਕ ਨਹੀਂ ਹੈ ਅਤੇ ਪਿੱਛੇ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਗੈਰ ਮੌਜੂਦਗੀ ਦਾ ਅਸਲ ਸੱਚ, ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਇਕ ਹੋਰ ਪਰਿਸ਼ੁੱਧ ਤਰੰਗ ਸਿਧਾਂਤ ਦੁਆਰਾ ਦੱਸਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਵਿਧੀ ਦੁਆਰਾ ਅਸੀਂ ਹਾਇਗੇਨਜ਼ ਦੇ ਸ਼ਿਧਾਂਤ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਿਸੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਲੰਘਣ ਵਾਲੀ ਸਮਤਲ ਤਰੰਗ ਦੇ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦੀ ਆਕ੍ਰਿਤੀ ਪਤਾ ਕਰਨ ਲਈ ਵੀ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ (ਚਿੱਤਰ 10.3)।



ਚਿੱਤਰ 10.1(b) ਸਰੋਤ ਤੋ ਬਹੁੱਤ ਅਧਿਕ ਦੂਰੀ ਤੇ, ਗੋਲਾਕਾਰ ਤਰੰਗ ਦਾ ਛੋਟਾ ਹਿੱਸਾ ਸਮਤਲ ਤਰੰਗ ਮੰਨਿਆ ਜਾਦਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 10.2—F_1F_2 ਗੋਲਾਕਾਰ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਨੂੰ t - 0 ਸਮੇ ਨਿਰੂਪਤ ਕਰਦਾ ਹੈ F_1F_2 ਤੋਂ ਨਿਕਲਣ ਵਾਲੀਆ ਸੈਕੰਡਰੀ ਤਰੰਗਾਂਕਾਵਾਂ ਦਾ ਗਿਲਾਫ ਅੱਗੇ ਵੱਧਦੇ ਹੋਏ ਅਗ੍ਰਭਾਗ F_1F_2 ਨੂੰ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਪਿੱਛਲੀ ਤਰੰਗ D_1D_2 ਮੌਜੂਦ ਨਹੀ ਹੁੰਦੀ ।

υ

ਚਿੱਤਰ 10.3 ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ ਸੰਚਾਰਿਤ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਇਕ ਸਮਤਲ ਤਰੰਗ ਦੇ ਲਈ ਹਾਇਗਨਜ਼ ਦਾ ਜਿਆਮਿਤੀ ਨਿਰਮਾਣ . F_1 F_2 $t = 0$ ਤੇ ਇੱਕ ਸਮਤਲ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਹੈ ਅਤੇ $G_1G_2\tau$. ਸਮੇਂ ਬਾਅਦ ਦਾ ਇੱਕ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਹੈ । ਰੇਖਾਵਾਂ A_1A_2, B_1B_2 ਆਦਿ F_1F_2 ਅਤੇ G_1G_2 ਕੋਨਾਂ ਦੇ ਲੰਬਤਵ ਹਨ ਅਤੇ ਕਿਰਨਾਂ ਨੂੰ ਨਿਰੂਪਿਤ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ।

10.3 ਹਾਇਗਨਜ਼ ਸਿਧਾਂਤ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਦੇ ਹੋਏ ਸਮਤਲ ਤਰੰਗਾਂ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅਤੇ ਪਰਾਵਰਤਨ (REFRACTION AND REFLECTION OF PLANE WAVES USING HUYGENS PRINCIPLE)

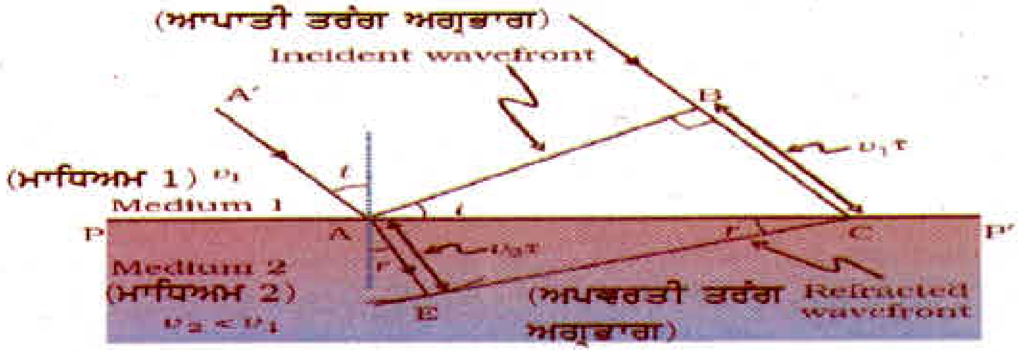
10.3.1 ਸਮਤਲ ਤਰੰਗਾਂ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ (Refraction of plane waves)

ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਹਾਇਗਨਜ਼ ਦੇ ਸਿਧਾਂਤ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਅਪਵਰਤਨ ਦੇ ਨਿਯਮਾਂ ਨੂੰ ਵਿਉਤਪੰਨ ਕਰਨ ਲਈ ਕਰਾਂਗੇ। ਮੰਨ ਲਓ PP' ਮਾਧਿਅਮ 1 ਅਤੇ ਮਾਧਿਅਮ 2 ਨੂੰ ਵੱਖ ਕਰਨ ਵਾਲੀ ਸਤ੍ਹਾ ਨੂੰ ਨਿਰੂਪਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। (ਚਿੱਤਰ 10.4) ਮੰਨ ਲਓ υ_1 ਅਤੇ υ_2 ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਮਾਧਿਅਮ 1 ਅਤੇ 2 ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਨੂੰ ਨਿਰੂਪਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਅਸੀਂ ਮੰਨ ਲੈਂਦੇ ਹਾਂ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਕਿ ਸਮਤਲ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ AB, A'A ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਸੰਚਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੋਇਆ ਚਿੱਤਰ ਦੇ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਅੰਤਰ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ∠ ਬਣਾਉਂਦੇ ਹੋਏ ਆਪਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਮੰਨ ਲਓ BC ਦੂਰੀ ਚੱਲਣ ਦੇ ਲਈ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦੁਆਰਾ ਲਿਆ ਗਿਆ ਸਮਾਂ c ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਲਈ $BC = \quad v_1\tau$



ਚਿੱਤਰ 10.4 ਇਕ ਸਮਤਲ ਤਰੰਗਅਗ੍ਰਭਾਗ AB ਮਾਧਿਅਮ 1 ਅਤੇ ਮਾਧਿਅਮ 2 ਨੂੰ ਵੱਖ ਕਰਨ ਵਾਲੀ ਸਤ੍ਹਾ PP' ਤੇ ਕੋਣ i ਬਣਾਉਦੇ ਹੋਏ ਆਪਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸਮਤਲ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਅਪਵਰਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ CE ਅਪਵਰਤਿਤ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਨੂੰ ਨਿਰੂਪਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ । ਚਿੱਤਰ $v_2 < v_1$ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਅਪਵਰਤਿਤ ਤਰੰਗਾਂ ਅਭਿਲੰਬ ਵੱਲ ਮੁੜਦੀਆਂ ਹਨ।

ਅਪਵਰਤੀ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦੀ ਸ਼ਕਲ ਪਤਾ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਅਸੀ ਬਿੰਦੂ A ਤੋਂ $v_2\tau$ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦਾ ਇੱਕ ਗੋਲਾ ਦੂਜੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਖਿੱਚਦੇ ਹਾਂ (ਦੂਜੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ v_2 ਹੈ। ਮੰਨ ਲਓ CE ਬਿੰਦੂ C ਤੋ ਗੋਲੇ ਤੇ ਖਿੱਚੇ ਗਏ ਸਪੱਰਸ਼ੀ ਤਲ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਤਦ , $AE = v_2\tau$ ਅਤੇ CE ਅਪਵਰਤੀ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਨੂੰ ਦਰਸਾਵੇਗੀ। ਹੁਣ ਜੇ ਅਸੀ ਤ੍ਰਿਭੁਜ ABC ਅਤੇ AEC ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੀਏ ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ ।

$$\sin i = \frac{BC}{AC} = \frac{v_1\tau}{AC} \qquad (10.1)$$

ਅਤੇ
$$\sin r = \frac{AE}{AC} = \frac{v_2\tau}{AC} \qquad (10.2)$$

ਇਥੇ i ਅਤੇ r ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਆਪਤਨ ਕੋਣ ਅਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਕੋਣ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{v_1}{v_2} \qquad (10.3)$$

ਉਪਰੋਕਤ ਸਮੀਕਰਣ ਤੋ ਸਾਨੂੰ ਇੱਕ ਮੱਹਤਵਪੂਰਨ ਨਤੀਜਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜੇ r<i (ਭਾਵ ਜੇ ਕਿਰਨ ਅਭਿਲੰਬ ਵੱਲ ਮੁੜਦੀ ਹੈ), ਤਾਂ ਦੂਸਰੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗ ਦੀ ਚਾਲ (v_2) ਪਹਿਲੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗ ਦੀ ਚਾਲ (v_1) ਤੋ ਘੱਟ ਹੋਵੇਗੀ । ਇਹ ਮੰਨਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਕਨਿਕਾ ਮਾਡਲ ਦੀ ਮੰਨਤ ਦੇ ਉਲਟ ਹੈ ਅਤੇ ਜਿਵੇਂ ਕੀ ਬਾਅਦ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਨੇ ਦਰਸਾਇਆ, ਤਰੰਗ ਸਿਧਾਂਤ ਦੀ ਮੰਨਤ ਸਹੀ ਹੈ। ਹੁਣ ਜੇ (c) ਨਿਰਵਾਤ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਨੂੰ ਨਿਰੂਪਤ ਕਰਦੀ ਹੈ ਤਾਂ (10.4) ਅਤੇ (10.5) n_1 ਅਤੇ n_1 ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਮਾਧਿਅਮ 1 ਅਤੇ ਮਾਧਿਅਮ 2 ਦੇ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਹਨ। ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕਾਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸਮੀਕਰਣ (10.3) ਨੂੰ

ਕ੍ਰਿਸਟਿਆਨ ਹਾਈਗੇਨਜ਼ (1629 - 1695)

ਕ੍ਰਿਸਟਿਆਨ ਹਾਈਗੇਨਜ਼ (1629 - 1695) ਡੱਚ ਭੌਤਿਕਵਿਦ ਖਗੋਲ ਸ਼ਾਸਤਰੀ, ਗਣਿਤਿਕਾਰ ਅਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤੇ ਤਰੰਗ ਸਿਧਾਂਤ ਦੇ ਪ੍ਰਨੇਤਾ। ਉਹਨਾਂ ਦੀ ਕਿਤਾਬ ਟ੍ਰੀਟ੍ਰੀਜ ਆਨ ਲਾਈਟ (Treatise on light) ਅੱਜ ਵੀ ਪੜਨ ਵਿੱਚ ਚੰਗੀ ਲੱਗਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਕਿਤਾਬ ਵਿੱਚ ਪਰਾਵਰਤਨ ਅਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਦੇ ਇਲਾਵਾ, ਖਣਿਜ ਕੈਲਸਾਈਟ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਦਸ਼ਿਤ ਦੋਹਰੇ ਅਪਵਰਤਨ ਦੀ ਪ੍ਰੀਕ੍ਰਿਆ ਨੂੰ ਬਹੁਤ ਸੁਚੱਜੇ ਢੰਗ ਨਾਲ ਸਮਝਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਉਹੀ ਪਹਿਲੇ ਵਿਅਕਤੀ ਸੀ ਜਿਹਨਾਂ ਨੇ ਚੱਕਰਾਕਾਰ ਗਤੀ ਅਤੇ ਸਰਲ ਆਵਰਤੀ ਗਤੀ ਦਾ ਵਿਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਪੇਸ਼ ਕੀਤਾ ਅਤੇ ਸੁਧਰੀ ਹੋਈਆਂ ਘੜੀਆਂ ਅਤੇ ਟੈਲੀਸਕੋਪ ਬਣਾਏ। ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਸ਼ਨੀ ਰਿੰਗਾਂ ਦੀ ਸਹੀ ਜਿਆਮਿਤੀ ਪੇਸ਼ ਕੀਤੀ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਨਿਮਨ ਅਨੁਸਾਰ ਲਿਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ, ਉਲਟ ਹੈ ਅਤੇ ਜਿਵੇਂ ਕੀ ਬਾਅਦ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਨੇ ਦਰਸਾਇਆ, ਤਰੰਗ ਸਿਧਾਂਤ ਦੀ ਮੰਨਤ ਸਹੀ ਹੈ। ਹੁਣ ਜੇ (c) ਨਿਰਵਾਤ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਨੂੰ ਨਿਰੂਪਤ ਕਰਦੀ ਹੈ ਤਾਂ

ਅਤੇ

$$n_1 = \frac{c}{v_1} \qquad (10.4)$$

$$n_2 = \frac{c}{v_2} \qquad (10.5)$$

n_1 ਅਤੇ n_2 ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਮਾਧਿਅਮ 1 ਅਤੇ ਮਾਧਿਅਮ 2 ਦੇ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਹਨ। ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕਾਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸਮੀਕਰਣ (10.3) ਨੂੰ ਨਿਮਨ ਅਨੁਸਾਰ ਲਿਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r \qquad (10.6)$$

ਇਹ ਸਨੈਲ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਸਬੰਧੀ ਨਿਯਮ ਹੈ। ਜੇ λ_1 ਅਤੇ λ_2 ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਮਾਧਿਅਮ 1 ਅਤੇ ਮਾਧਿਅਮ 2 ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਜੇ ਦੂਰੀ BC, λ_1 ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ ਤਦ AE, λ_2 ਬਰਾਬਰ ਹੋਵੇਗੀ (ਕਿਉਂਕਿ ਜੇ ਕੋਈ ਸਿਖਰ B ਤੋਂ C ਤੱਕ ਸਮੇਂ τ ਵਿੱਚ ਪੁੱਜਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉਹ ਸਿਖਰ A ਤੋਂ E ਤੱਕ ਵੀ τ ਸਮੇਂ ਵਿਚ ਹੀ ਪੁੱਜੇਗਾ) ਇਸ ਲਈ

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{BC}{AE} = \frac{v_1}{v_2}$$

ਜਾਂ

$$\frac{v_1}{\lambda_1} = \frac{v_2}{\lambda_2}$$

ਉਪਰੋਕਤ ਸਮੀਕਰਨ ਦੱਸਦੀ ਹੈ ਕਿ ਜਦੋ ਤਰੰਗ ਸੰਘਣੇ ਮਾਧਿਅਮ ਤੋਂ ਅਪਰਤਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ($v_1 > v_2$) ਤਾਂ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਅਤੇ ਸੰਚਰਨ ਦੀ ਚਾਲ ਘੱਟ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਪਰੰਤੂ ਆਵਰਤੀ $\nu \left(= \frac{v}{\lambda}\right)$ ਉਨੀ ਹੀ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ।

10.3.2 ਵਿਰਲ ਮਾਧਿਅਮ ਤੋਂ ਅਪਵਰਤਨ (Refraction at a rarer medium)

ਆਓ ਇੱਕ ਸਮਤਲ ਤਰੰਗ ਦੇ ਵਿਰਲ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਅਪਵਰਤਨ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੀਏ, ਅਰਥਾਤ ($v_2 > v_1$) । ਪਹਿਲੇ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੀ ਕਾਰਵਾਈ ਕਰਦੇ ਹੋਏ ਅਸੀਂ ਚਿੱਤਰ 10.5 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਅਪਰਤਿਤ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦਾ ਨਿਰਮਾਣ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ । ਹੁਣ ਅਪਵਰਤੀ ਕੋਣ ,ਆਪਤਨ ਕੋਣ ਤੇ ਵੱਡਾ ਹੋਵੇਗਾ ; ਫਿਰ ਵੀ ਇਸ ਵਾਰ ਵੀ $n_1 \sin i = n_2 \sin r$ ।ਅਸੀਂ ਇੱਕ ਕੋਣ i_C ਨੂੰ ਹੇਠਾਂ ਦਿੱਤੀ ਸਮੀਕਰਣ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ।

$$\sin i_c = \frac{n_2}{n_1} \qquad (10.8)$$

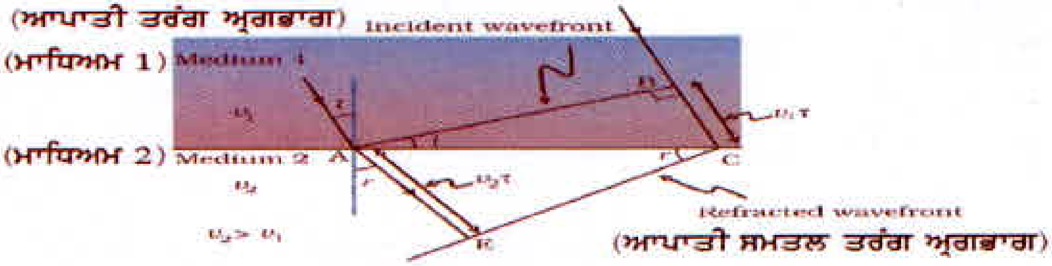
ਇਸ ਲਈ ਜੇ $i = i_C$ ਤਦ $\sin r = 1$ ਅਤੇ $r = 90°$ । ਸ਼ਪਸ਼ਟ ਰੂਪ ਵਿੱਚ $i > i_C$, ਦੇ ਲਈ ਕੋਈ ਵੀ ਅਪਵਰਤੀ ਤਰੰਗ ਪ੍ਰਾਪਤ ਨਹੀਂ ਹੋਵੇਗੀ । ਕੋਣ i_C ਨੂੰ ਕ੍ਰਾਂਤਿਕ ਕੋਣ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਕ੍ਰਾਂਤਿਕ ਕੋਣ ਤੋਂ ਵੱਧ ਸਾਰੇ ਆਪਤਨ ਕੋਣਾਂ ਦੇ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਕੋਈ ਵੀ ਅਪਵਰਤੀ ਤਰੰਗ ਪ੍ਰਾਪਤ ਨਹੀਂ ਹੋਵੇਗੀ ਅਤੇ ਕ੍ਰਾਂਤਿਕ ਕੋਣ ਤੋ ਵੱਧ ਸਾਰੇ ਆਪਤਨ ਕੋਣਾਂ ਦੇ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਕੋਈ ਵੀ ਅਪਵਰਤਿਤ ਤਰੰਗ ਪ੍ਰਾਪਤ ਨਹੀ ਹੋਵੇਗੀ ਅਤੇ ਤਰੰਗ ਦਾ ਪੂਰਨ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਹੋ ਜਾਵੇਗਾ । ਪੂਰਨ ਅੰਦਰੂਨੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦਾ ਵਰਤਾਰਾ ਅਤੇ ਇਸਦੇ ਅਨੁਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਦੀ ਪਰਿਚਰਚਾ ਅਨੁਛੇਦ 9.4 ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੀ ਗਈ ਸੀ ।

Demonstration of interference, diffraction, refraction, resonance and Doppler effect

http://www.falstad.com/ripple/

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

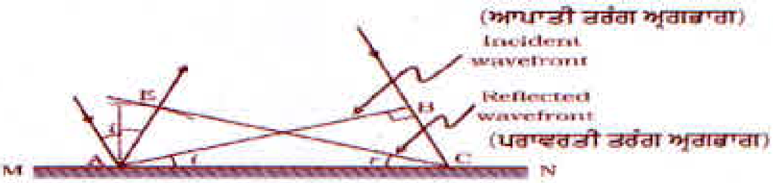


ਚਿੱਤਰ 10.5 ਵਿਰਲ ਮਾਧਿਅਮ ਜਿਸਦੇ ਲਈ $v_2 > v_1$ ਹੈ ਇਸ ਤੇ ਇੱਕ ਸਮਤਲ ਤਰੰਗ ਆਪਾਤੀ ਹੈ। ਅਪਵਰਤਨ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਸਮਤਲ ਤਰੰਗ ਅਭਿਲੰਬ ਤੋਂ ਦੂਰ ਮੁੜ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

10.3.3 ਸਮਤਲ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਇਕ ਸਮਤਲ ਤਰੰਗ ਦਾ ਪਰਾਵਰਤਨ (Reflection of a plane wave by a plane surface)

ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਇਕ ਪਰਾਵਰਤਕ ਸਤ੍ਹਾ MN ਤੇ ਕਿਸੇ ਕੋਣ i ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਇਕ ਸਮਤਲ ਤਰੰਗ AB ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ । ਜੇ v ਮਾਧਿਅਮ ਵਿਚ ਤਰੰਗ ਦੀ ਚਾਲ ਨੂੰ ਨਿਰੂਪਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ τ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦੁਆਰਾ ਬਿੰਦੂ B ਤੋ C ਤੱਕ ਅੱਗੇ ਵੱਧਣ ਦੇ ਲਈ ਸਮੇਂ ਨੂੰ ਨਿਰੂਪਤ ਕਰਦਾ ਹੈ । ਤਦ ਦੂਰੀ BC = $v\tau$ ਪਰਾਵਰਤਤੀ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦਾ ਨਿਰਮਾਣ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਅਸੀਂ ਬਿੰਦੂ A ਤੋ ਅਰਧ ਵਿਆਸ $v\tau$ ਦਾ ਗੋਲਾ ਖਿੱਚਦੇ ਹਾਂ (ਚਿਤਰ 10.6) । ਮੰਨ ਲਓ CE ਇਸ ਗੋਲੇ ਤੇ ਬਿੰਦੂ C ਤੋਂ ਖਿੱਚੀ ਗਈ ਸਪਰਸ਼ੀ ਸਮਤਲ ਨੂੰ ਨਿਰੂਪਤ ਕਰਦੀ ਹੈ ।

ਸਪਸਟ ਰੁਪ ਵਿੱਚ $AE = BC = v\tau$



ਚਿੱਤਰ 10.6 ਪਰਾਵਰਤਕ ਸਤ੍ਹਾਂ MN ਦੁਆਰਾ ਸਮਤਲ ਤਰੰਗ AB ਦਾ ਪਰਾਵਰਤਨ। AB ਅਤੇ CE ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਆਪਤਿਤ ਅਤੇ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਨੂੰ ਨਿਰੂਪਤ ਕਰਦੀ ਹੈ।

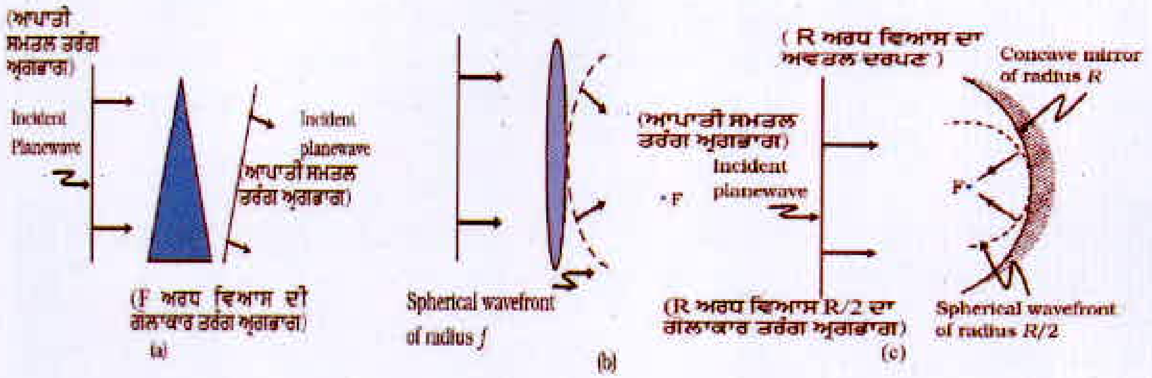
ਹੁਣ ਜੇ ਅਸੀਂ ਤ੍ਰਿਭੁਜਾਂ EAC ਅਤੇ BAC ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੀਏ ਤਾਂ ਅਸੀਂ ਪਾਵਾਂਗੇ ਕਿ ਇਹ ਸਰਬੰਗਸਮ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸ ਲਈ ਕੋਣ i ਅਤੇ r ਬਰਾਬਰ ਹੋਣਗੇ (ਚਿੱਤਰ 10.6) ਇਹ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦਾ ਨਿਯਮ ਹੈ।

ਇੱਕ ਵਾਰ ਪਰਾਵਰਤਨ ਅਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਦੇ ਨਿਯਮਾਂ ਨੂੰ ਜਾਣ ਲੈਣ ਦੇ ਬਾਅਦ ਪ੍ਰਿਜਮਾਂ, ਲੈਨਜਾਂ ਅਤੇ ਦਰਪਣਾਂ ਦੇ ਵਿਵਹਾਰ ਨੂੰ ਸਮਝਿਆਂ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਵਰਤਾਰੇ ਦੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਸਰਲ ਰੇਖੀ ਪੱਥ ਤੇ ਗਮਨ ਕਰਨ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਅਧਿਆਇ 9 ਵਿੱਚ ਵਿਸਤਾਰ ਤੇ ਚਰਚਾ ਕੀਤੀ ਗਈ ਸੀ। ਇਥੇ ਅਸੀਂ ਕੇਵਲ ਪਰਾਵਰਤਨ ਅਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਦੇ ਸਮੇਂ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦੇ ਵਿਵਹਾਰ ਦਾ ਵਰਣਨ ਕਰਾਂਗੇ। ਚਿੱਤਰ 10.7 (a) ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਇੱਕ ਪਤਲੇ ਪ੍ਰਿਜਮ ਚੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲੀ ਸਮਤਲ ਤਰੰਗ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਸਪੱਸ਼ਟ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕਿਉਂਕਿ ਕੱਚ ਵਿਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਚਾਲ ਘੱਟ ਹੈ, ਅੰਦਰ ਆਉਂਦੇ ਹੋਏ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦਾ ਨਿੱਚਲਾ ਭਾਗ (ਜੋ ਕੱਚ ਦੀ ਅਧਿਕਤਮ ਮੋਟਾਈ ਨੂੰ ਪਾਰ ਕਰਦਾ ਹੈ) ਸੱਭ ਤੋਂ ਵੱਧ ਵਿਚਲਿਤ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਸਦੇ ਸਿੱਟੇ ਵਜੋਂ ਪ੍ਰਿਜਮ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲਣ ਵਾਲੀ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਝੁੱਕ ਜਾਵੇਗਾ। ਚਿੱਤਰ 10.7 (b) ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਇੱਕ ਪਤਲੇ ਉੱਤਲ ਲੈਨਜ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਕੋਣ ਵਾਲੀ ਸਮਤਲ ਤਰੰਗ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਆਪਤਿਤ ਸਮਤਲ ਤਰੰਗ ਦਾ ਮੱਧ ਭਾਗ ਲੈਨਜ ਦੇ ਸੱਭ ਤੋਂ ਮੋਟੇ ਭਾਗ ਤੋਂ ਹੋ ਕੇ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਸੱਭ ਤੋਂ ਵੱਧ ਵਿਚਲਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਲੈਨਜ ਦੇ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲਣ ਵਾਲੇ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਵਿੱਚ ਕੇਂਦਰ ਤੇ ਅਵਨਮਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸੇ ਲਈ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਗੋਲਾਕਾਰ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ F ਤੇ ਅਭਿਸਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸਨੂੰ ਫੋਕਸ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਚਿੱਤਰ 10.7(c) ਵਿੱਚ ਇਕ ਅਵਤਲ ਦਰਪਣ ਤੇ ਇੱਕ ਸਮਤਲ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਤਰੰਗ ਆਪਤਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਪਰਾਵਰਤਨ ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਇੱਕ ਗੋਲਾਕਾਰ ਤਰੰਗ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜੋ ਫੋਕਸ ਬਿੰਦੂ F ਤੇ ਅਭਿਸਰਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਅਸੀਂ ਅਵਤਲ ਲੈਨਜਾਂ ਅਤੇ ਉੱਤੱਲ ਦਰਪਣਾਂ ਦੁਆਰਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅਤੇ ਪਰਾਵਰਤਨ ਨੰ ਸਮਝ ਸਕਦੇ ਹਾਂ।



ਚਿੱਤਰ 10.7 ਇੱਕ ਸਮਤਲ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ (a) ਵਿਚ ਪਤਲੇ ਪ੍ਰਿਜਮ ਦੁਆਰਾ (b) ਇੱਕ ਉੱਤਲ ਲੈਨਜ ਦੁਆਰਾ (c) ਇੱਕ ਸਮਤਲ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦਾ ਅਵਤਲ ਦਰਪਣ ਦੁਆਰਾ ਪਰਾਵਰਤਨ।

ਉਪਰੋਕਤ ਵਿਵੇਚਨ ਤੋਂ ਇਹ ਪਤਾ ਚੱਲਦਾ ਹੈ ਕਿ ਵਸਤੂ ਤੇ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੇ ਸੰਗਤ ਬਿੰਦੂ ਤੱਕ ਲੱਗਿਆ ਕੁੱਲ ਸਮਾਂ ਇੱਕ ਹੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਚਾਹੇ ਜਿਸ ਵੀ ਕਿਰਨ ਦੇ ਅਨੁਦਿਸ਼ ਮਾਪਿਆ ਜਾਵੇ। ਉਦਾਹਰਨ ਦੇ ਲਈ ਜਦੋਂ ਕੋਈ ਉੱਤਲ ਲੈਨਜ,ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਇੱਕ ਵਾਸਤਵਿਕ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਣਾਉਣ ਲਈ ਫੋਕਸ ਕਰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਹਾਲਾਂਕਿ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ ਹੋਕੇ ਜਾਣ ਵਾਲੀਆਂ ਕਿਰਨਾਂ ਛੋਟਾ ਰਸਤਾ ਤੈਅ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ, ਪਰੰਤੂ ਕੱਚ ਵਿਚ ਹੋਲੀ ਚਾਲ ਦੇ ਕਾਰਨ ਲੱਗਣ ਵਾਲਾ ਸਮਾਂ ਉਨਾਂ ਹੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿੰਨਾਂ ਕਿ ਲੈਨਜ ਦੇ ਕਿਨਾਰੇ ਦੇ ਨੇੜੇ ਤੋਂ ਹੋਕੇ ਚੱਲਣ ਵਾਲੀਆਂ ਕਿਰਨਾਂ ਦੇ ਲਈ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

10.3.4 ਡਾਪਲਰ ਪ੍ਰਭਾਵ (Doppler effect)

ਅਸੀਂ ਇਥੇ ਕਹਿਣਾ ਚਾਹਾਂਗੇ ਕਿ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦਾ ਨਿਰਮਾਣ ਕਰਦੇ ਸਮੇਂ ਜੇ ਸਰੋਤ (ਜਾਂ ਪ੍ਰੇਖਕ) ਗਤੀਮਾਨ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਸਾਵਧਾਨੀ ਵਰਤਨੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਣ ਦੇ ਲਈ ਜੇ ਕੋਈ ਮਾਧਿਅਮ ਨਾ ਹੋਵੇ ਅਤੇ ਸਰੋਤ ਪ੍ਰੇਖਕ ਤੋਂ ਦੂਰ ਹੋਵੇ, ਤਦ ਬਾਅਦ ਦੇ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰੇਖਣ ਤੱਕ ਪੁੱਜਣ ਲਈ ਜਿਆਦਾ ਦੂਰ ਚੱਲਣਾ ਪੈਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਲਈ ਉਹ ਵੱਧ ਸਮਾਂ ਲੈਂਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੋ ਲਗਾਤਾਰ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰੇਖਣ ਤੱਕ ਪਹੁੰਚਣ ਵਿੱਚ ਲੱਗਣ ਵਾਲਾ ਸਮਾਂ ਸਰੋਤ ਤੱਕ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਪਹੁੰਚਣ ਵਿੱਚ ਲੱਗਣ ਵਾਲੇ ਸਮੇਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਜਿਆਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਜਦੋਂ ਸਰੋਤ ਪ੍ਰੇਖਕ ਤੋਂ ਦੂਰ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਪ੍ਰੇਖਕ ਦੁਆਰਾ ਮਾਪੀ ਜਾਣ ਵਾਲੀ ਆਵਰਤੀ ਵਿਚ ਕਮੀ ਹੋਵੇਗੀ। ਇਹੀ ਡਾਪਲਰ ਪ੍ਰਭਾਵ ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਖਗੋਲ ਵਿਗਿਆਨੀ, ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਵਿੱਚ ਡਾਪਲਰ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਵਾਧੇ ਨੂੰ ਲਾਲ ਵਿਸਥਾਪਨ (Red Shift) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਕਿਉਂਕਿ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮ ਦੇ ਦਿੱਖ ਖੇਤਰ ਦੀ ਮੱਧਵਰਤੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਲਾਲ ਸਿਰੇ ਦੇ ਵੱਲ ਖਿਸਕ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਸਰੋਤ ਪ੍ਰੇਖਕ ਦੇ ਵੱਲ ਚਲਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉਸ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤੀ ਜਾਣ ਵਾਲੀਆਂ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਵਿੱਚ ਆਭਾਸੀ ਕਮੀ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ, ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੀ ਇਸ ਕਮੀ ਨੂੰ ਨੀਲਾ ਵਿਸਥਾਪਨ (blue shift) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

ਤੁਸੀਂ ਪਹਿਲਾ ਹੀ ਕਲਾਸ 11 ਦੀ ਪਾਠ ਪੁਸਤਕ ਦੇ ਅਧਿਆਇ 15 ਵਿੱਚ ਧੁਨੀ ਤਰੰਗਾਂ ਵਿੱਚ ਡਾਪਲਰ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਕੀਤਾ ਹੈ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਘੱਟ ਵੇਗਾਂ ਦੇ ਲਈ ਅਸੀਂ ਉਹਨਾਂ ਸੂਤਰਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਜਿਹਨਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਧੁਨੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਲਈ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਆਵਰਤੀ ਵਿੱਚ ਭਿੰਨਾਤਮਕ ਬਦਲਾਅ

$$\frac{\Delta v}{v} = \frac{-V_{\text{ਅਰਧ ਵਿਆਸੀ}}}{c}$$

ਨੂੰ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਜਿਥੇ $v_{\text{ਅਰਧ ਵਿਆਸ}}$ ਪ੍ਰੇਖਕ ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਸਰੋਤ ਵੇਗ ਦਾ ਪ੍ਰੇਖਕ ਨੂੰ ਸਰੋਤ ਨਾਲ ਜੋੜਣ ਵਾਲੀ ਰੇਖਾ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਘਟਕ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਸਰੋਤ ਪ੍ਰੇਖਕ ਤੋਂ ਦੂਰ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, $v_{\text{ਅਰਧ ਵਿਆਸ}}$ ਨੂੰ ਧਨਾਤਮਕ ਮੰਨਦੇ ਹਾਂ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਡਾਪਲਰ ਵਿਸਥਾਪਨ ਨੂੰ ਵਿਅਕਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

$$\frac{\Delta v}{v} = \frac{-V_{\text{ਅਰਧ ਵਿਆਸੀ}}}{c} \qquad (10.9)$$

ਉਪਰੋਕਤ ਸੂਤਰ ਉਦੋਂ ਮੰਨਣ ਯੋਗ ਹੈ ਜਦੋਂ ਸਰੋਤ ਦਾ ਵੇਗ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਵੇਗ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਡਾਪਲਰ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦਾ ਵੱਧ ਸ਼ੁੱਧ ਸੂਤਰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ, ਜੋ ਓਹਨਾਂ ਚਾਲਾਂ ਦੇ ਲਈ ਵੀ ਮੰਨਣ ਯੋਗ ਹੋ ਜੋ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਦੇ ਨੇੜੇ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ, ਆਈਨਸਟਾਈਨ ਦੇ ਸਾਪੇਖਤਾ ਦੇ ਵਿਸ਼ਿਸ਼ਟ ਸਿਧਾਂਤ ਦੀ ਜਰੂਰਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਲਈ ਡਾਪਲਰ ਪ੍ਰਭਾਵ ਖਗੋਲ ਸ਼ਾਸ਼ਤਰ ਦੇ ਲਈ ਬਹੁਤ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਹੈ। ਇਹ ਦੂਰੇਡੀਆਂ ਗਲੈਕਸੀਆਂ ਦੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸੀ ਵੇਗਾ ਦੇ ਮਾਪਨ ਦਾ ਆਧਾਰ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 10.1 ਸਾਡੇ ਸਾਪੇਖ ਕਿਸੇ ਗਲੈਕਸੀ ਨੂੰ ਕਿਹੜੀ ਗਤੀ ਨਾਲ ਚੱਲਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਜਿਸ ਨਾਲ ਕੀ 589.0 nm ਦੀ ਸੋਡੀਅਮ ਲਾਈਨ 589.6 nm ਵੱਲ ਪ੍ਰੇਖਿਤ ਹੋਵੇ।

ਹੱਲ:- ਕਿਉਂਕਿ $v\lambda = c$, $\frac{\Delta v}{v} = -\frac{\Delta\lambda}{\lambda}$ (v ਅਤੇ λ ਵਿੱਚ ਘੱਟ ਬਦਲਾਅ ਲਈ)

$\Delta\lambda = 589.6 - 589.0 = +0.6$ nm

ਸਮੀਕਰਣ (10.9) ਦੇ ਲਈ ਉਪਯੋਗ ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਪਾਉਂਦੇ ਹਾਂ

$$\frac{\Delta v}{v} = -\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = -\frac{v_1}{C}\text{ ਅਰਧ ਵਿਆਸ}$$

ਜਾਂ $v_{\text{ਅਰਧਵਿਆਸ}} \cong +c\left(\frac{0.6}{589.0}\right) = +3.06 \times 10^{5}\ \text{m s}^{-1}$

$= 306$ km/s

ਭਾਵ ਗਲੈਕਸੀ ਇਸ ਗਤੀ ਨਾਲ ਸਾਡੇ ਤੋਂ ਦੂਰ ਜਾ ਰਹੀ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 10.2 (a) ਜਦੋ ਇੱਕ ਵਰਣੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੋ ਮਾਧਿਅਮਾਂ ਨੂੰ ਵੱਖ ਕਰਨ ਵਾਲੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਤਦ ਪਰਾਵਰਤੀ ਅਤੇ ਅਪਵਰਤੀ ਦੋਨੋਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀਆਂ ਆਵਰਤੀਆਂ ਸਮਾਨ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਸਪੱਸ਼ਟ ਕਰ ਦਿਓ ?

(b) ਜਦੋਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਵਿਰਲ ਤੋਂ ਸੰਘਣੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਗਤੀ ਕਰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉਸਦੀ ਚਾਲ ਵਿੱਚ ਕਮੀ ਆਉਂਦੀ ਹੈ। ਕੀ ਚਾਲ ਵਿਚ ਹੋਈ ਕਮੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗਾਂ ਦੁਆਰਾ ਸੰਚਾਰਿਤ ਊਰਜਾ ਦੀ ਕਮੀ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦੀ ਹੈ ?

(c) ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ, ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਦਾ ਆਕਲਨ ਤਰੰਗ ਦੇ ਆਯਾਮ ਦੇ ਵਰਗ ਨਾਲ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਉਹ ਕੀ ਹੈ ਜੋ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਫੋਟਾਨ ਸਥਿਤੀ ਵਿਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਦਾ ਨਿਰਧਾਰਣ ਕਰਦਾ ਹੈ ?

ਹੱਲ :- (a) ਪਰਾਵਰਤਨ ਅਤੇ ਅਪਵਰਤਨ, ਆਪਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਪਰਮਾਣਵੀ ਸੰਘਟਕਾਂ ਦੇ ਨਾਲ ਆਪਸ ਦੀ ਕਿਰਿਆ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਹੋ ਪਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਨੂੰ ਡੋਲਕ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਦੇਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਜੋ ਬਾਹਰੀ ਸਾਧਨ (ਪ੍ਰਕਾਸ਼) ਦੀ ਨੂੰ ਲੈਕੇ ਬਲਕ੍ਰਿਤ ਡੋਲਨ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਇੱਕ ਆਵੇਸ਼ਿਤ ਡੋਲਨ ਦੁਆਰਾ ਉਤਸਰਜਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਆਵਰਤੀ ਉਸਦੇ ਡੋਲਨ ਦੀ ਆਵਰਤੀ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਵਿਕਰਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਆਵਰਤੀ ਆਪਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਆਵਰਤੀ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

(b) ਨਹੀਂ। ਤਰੰਗ ਦੁਆਰਾ ਲਈ ਜਾਣ ਵਾਲੀ ਊਰਜਾ ਤਰੰਗ ਦੇ ਆਯਾਮ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਤਰੰਗ ਸੰਚਾਰਣ ਦੀ ਚਾਲ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦੀ।

(c) ਫੋਟਾਨ ਚਿੱਤਰਣ ਵਿਚ ਕਿਸੇ ਦਿੱਤੀ ਗਈ ਆਵਰਤੀ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਇਕਾਈ ਖੇਤਰਫਲ ਤੋਂ ਇਕਾਈ ਸਮੇਂ ਵਿਚ ਗਮਨ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਫੋਟਾਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਦੁਆਰਾ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

10.4 ਤਰੰਗ ਦਾ ਕਲਾ ਸੰਬੰਧ ਅਤੇ ਕਲਾ ਅਸੰਬੰਧ ਯੋਗ (COHERENT AND INCOHERENT ADDITION OF WAVES)

ਇਸ ਅਨੁਛੇਦ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਦੋ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਮਿਲਾਪ/ਉਪਰ ਸਥਾਪਨ ਦੁਆਰਾ ਉਤਪੰਨ ਵਿਘਨ ਦੀ ਵੰਨਗੀ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਚਰਚਾ ਕਰਾਂਗੇ। ਤੁਹਾਨੂੰ ਯਾਦ ਹੋਵੇਗਾ, ਅਸੀਂ ਕਲਾਸ 11 ਦੀ ਪਾਠ ਪੁਸਤਕ ਦੇ ਅਧਿਆਇ 15 ਵਿਚ ਉਪਰ ਸਥਾਪਨ ਦੇ ਸਿਧਾਂਤ ਦਾ ਵਿਵੇਚਨ ਕੀਤਾ ਸੀ। ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਵਿਘਨ ਦਾ ਪੂਰਾ ਖੇਤਰ ਉਪਰ ਸਥਾਪਨ ਦੇ ਸਿਧਾਂਤ ਤੇ ਆਧਾਰਿਤ ਹੈ, ਜਿਸਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਕਿਸੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਖਾਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਅਨੇਕਾਂ ਤਰੰਗਾਂ ਦੁਆਰਾ ਉਤਪੰਨ ਪਰਿਣਾਮੀ ਵਿਸਥਾਪਨ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਹਰੇਕ ਤਰੰਗ ਦੇ ਵਿਸਥਾਪਨਾਂ ਦਾ ਸਦਿਸ਼ ਜੋੜ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਦੋ ਸੂਈਆਂ S_1 ਅਤੇ S_2 ਦੀ ਕਲਪਨਾ ਕਰੋ ਜੋ ਪਾਣੀ ਦੀ ਇੱਕ ਨਾਂਦ ਦੇ ਉਪਰ ਅਤੇ ਹੇਠਾਂ ਸਮਾਨ ਆਵਰਤੀ ਗਤੀ ਕਰ ਰਹੀਆਂ ਹਨ। ਚਿੱਤਰ [(10.8 (a)] ਇਹ ਪਾਣੀ ਵਿੱਚ ਦੋ ਤਰੰਗਾਂ ਉਤਪੰਨ ਕਰਦੀਆਂ ਹੈ ਅਤੇ ਕਿਸੇ ਖਾਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਹਰੇਕ ਤਰੰਗ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਵਿਸਥਾਪਨਾ ਦੇ ਵਿਚ ਕਲਾਂਤਰ, ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਨਹੀਂ ਬਦਲਦਾ। ਜਦੋਂ ਅਜਿਹਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹਨਾਂ ਦੋ ਸਰੋਤਾਂ ਨੂੰ ਕਲਾ - ਸੰਬੰਧ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 10.8 (b) ਵਿਚ ਕਿਸੇ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਸਮੇਂ ਤੇ ਸਿਖਰ (ਗੂੜੇ ਚੱਕਰ) ਅਤੇ ਉਤਾਰ (ਬਿੰਦੂਕ੍ਰਤ ਚੱਕਰ) ਦਰਸਾਏ ਗਏ ਹਨ। ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ P ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ ਜਿਸਦੇ ਲਈ

$$S_1 P = S_2 P$$

ਕਿਉਂਕਿ ਦੂਰੀਆਂ $S_1 P$ ਤੇ $S_2 P$ ਬਰਾਬਰ ਹਨ, ਇਸ ਲਈ $S_1 P$ ਤੇ $S_2 P$ ਤੋਂ ਤਰੰਗਾਂ P ਬਿੰਦੂ ਤੱਕ ਚੱਲਣ ਲਈ ਸਮਾਨ ਸਮਾਂ ਲੈਣਗੀਆ ਅਤੇ ਜੋਂ ਤਰੰਗਾਂ S_1 ਤੇ S_2 ਤੋਂ ਬਰਾਬਰ ਕਲਾ ਵਿਚ ਨਿਕਲਦੀਆਂ ਹਨ, ਉਹ P ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਵੀ ਸਮਾਨ ਕਲਾ ਵਿਚ ਪਹੁੰਚਣਗੀਆਂ।

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜੇ ਸਰੋਤ S_1 ਦੁਆਰਾ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ P ਤੇ ਪੈਦਾ ਵਿਸਥਾਪਨ $y_1 = a \cos\omega t$ ਦੁਆਰਾ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ਤਾਂ ਸਰੋਤ S_2 ਦੁਆਰਾ ਉਤਪੰਨ ਵਿਸਥਾਪਨ (ਬਿੰਦੂ P ਤੇ) ਵੀ $y_2 = a \cos\omega t$ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਸ ਲਈ ਪਰਿਣਾਮੀ ਵਿਸਥਾਪਨ ਹੋਵੇਗਾ $y = y_1 + y_2 = 2 a \cos\omega t$ ਕਿਉਂਕਿ ਤੀਬਰਤਾ ਵਿਸਥਾਪਨ ਦੇ ਵਰਗ ਦੇ ਸਮਾਨ ਅਨੁਪਾਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਪਰਿਣਾਮੀ ਤੀਬਰਤਾ ਹੋਵੇਗੀ $I = 4I_0$ ਜਿਥੇ I_0 ਹਰੇਕ ਸਰੋਤ ਦੀ ਪ੍ਰਥਕ ਤੀਬਰਤਾ ਨੂੰ ਨਿਰੂਪਤ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਦੇਖ ਰਹੇ ਹਾਂ ਕਿ I_0, a^2 ਦੇ ਸਮਾਨ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੈ। ਅਸਲ ਵਿਚ S_1 S_2 ਦੇ ਲੰਬਾਂਤਕ ਦੁਭਾਜਕ ਦੇ ਕਿਸੇ ਵੀ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਤੀਬਰਤਾ $4 I_0$ ਹੋਵੇਗੀ। ਦੋਨਾਂ ਸਰੋਤਾਂ ਨੂੰ ਰਚਨਾਤਮਕ ਰੂਪ ਵਿਚ ਵਿਘਨ ਕਰਦੇ ਹੋਏ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਨੂੰ ਅਸੀਂ ਪੋਸ਼ਕ ਵਿਘਨ ਕਹਿੰਦੇ ਹਾਂ। ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਬਿੰਦੂ Q ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। [ਚਿੱਤਰ 10.9 (a)], ਜਿਸਦੇ ਲਈ

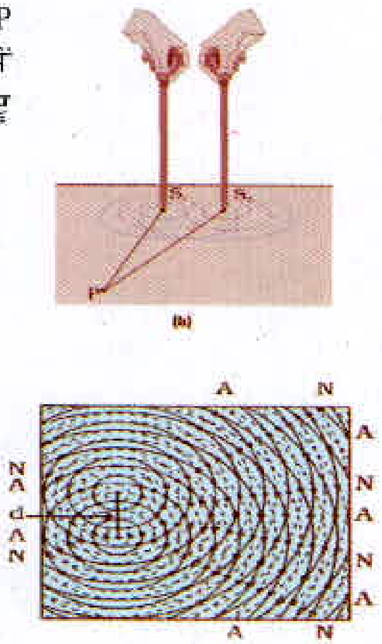
$$S_2 Q - S_1 Q = 2\lambda$$

S_1 ਤੋਂ ਨਿਕਲਣ ਵਾਲੀਆਂ ਤਰੰਗਾਂ S_2 ਤੋਂ ਨਿਕਲਣ ਵਾਲੀਆਂ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਠੀਕ ਦੋ ਚੱਕਰ ਪਹਿਲਾਂ ਪਹੁੰਚਦੀਆਂ ਹਨ ਅਤੇ ਫਿਰ ਤੋਂ ਬਰਾਬਰ ਕਲਾ ਵਿਚ ਹੋਣਗੀਆਂ [ਚਿੱਤਰ 10.9 (a)] ਜੇ S1 ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਵਿਸਥਾਪਨ

$$y_1 = a \cos\omega t \quad \text{ਹੋਵੇ ਤਾਂ}$$

S_2 ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਵਿਸਥਾਪਨ

$$y_2 = a \cos(\omega t - 4\pi) = a \cos \omega t \quad \text{ਹੋਵੇਗਾ}$$



ਚਿੱਤਰ 10.8 (a) ਪਾਣੀ ਵਿਚ ਸਮਾਨ ਕਲਾ ਵਿਚ ਕੰਪਨ ਕਰਦੀਆਂ ਦੋ ਸੂਈਆਂ ਦੋ ਸੰਬੰਧ ਸਰੋਤਾਂ ਨੂੰ ਨਿਰੂਪਤ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ।
(b) ਪਾਣੀ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾਂ ਤੇ ਕਿਸੇ ਸਮੇਂ ਤੇ ਪਾਣੀ ਦੇ ਅਣੂਆਂ ਦਾ ਵਿਸਥਾਪਨ ਦਾ ਪੈਟਰਨ ਜਿਸ ਵਿਚ ਨੋਡਲ N (ਜੀਰੋ ਵਿਸਥਾਪਨ) ਅਤੇ ਐਂਟੀਨੋਡਲ **A** (ਅਧਿਕਤਮ ਵਿਸਥਾਪਨ) ਰੇਖਾਵਾਂ ਦਰਸਾਈਆਂ ਗਈਆਂ ਹਨ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਇਥੇ ਅਸੀਂ ਇਸ ਤੱਥ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਹੈ ਕਿ 2λ ਦਾ ਪੱਥ ਅੰਤਰ 4π ਦੇ ਕਲਾ ਅੰਤਰ ਦੇ ਸੰਗਤ ਹੈ।

ਦੋਨੋਂ ਵਿਸਥਾਪਨ ਫਿਰ ਤੋਂ ਸਮਾਨ ਕਲਾ ਵਿਚ ਹਨ ਅਤੇ ਤੀਬਰਤਾ ਫਿਰ 4Io ਹੋਵੇਗੀ ਅਤੇ ਇਸ ਤੋਂ ਪੋਸ਼ਕ ਵਿਘਨ ਹੋਵੇਗਾ। ਉਪਰੋਕਤ ਵਿਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਇਹ ਮੰਨ ਲਿਆ ਹੈ ਕਿ ਦੂਰੀਆਂ S_1 Q ਅਤੇ S_2 Q, (ਜੋ S_1 ਅਤੇ S_2 ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੂਰੀ ਨਿਰੂਪਤ ਕਰਦਾ ਹੈ) ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਹੈ, ਹਾਲਾਕਿ S_1 Q ਅਤੇ S_2 Q ਬਰਾਬਰ ਨਹੀਂ ਹਨ, ਹਰੇਕ ਤਰੰਗ ਦੁਆਰਾ ਉਤਪੰਨ ਵਿਸਥਾਪਨ ਦਾ ਆਯਾਮ ਲਗਭਗ ਬਰਾਬਰ ਹੈ।

ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ R ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ [ਚਿੱਤਰ 10.9 (b)] ਜਿਸਦੇ ਲਈ $S_2R - S_1R = -2.5\lambda$ S_1 ਤੋਂ ਨਿਕਲਣ ਵਾਲੀਆਂ ਤਰੰਗਾਂ ਸਰੋਤ S_2 ਤੋਂ ਆਉਣ ਵਾਲੀਆਂ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ 2.5 ਚੱਕਰ ਬਾਅਦ ਪਹੁੰਚਦੀਆਂ ਹਨ [ਚਿੱਤਰ 10.10 (b)]। ਇਸਲਈ ਜੇ ਸਰੋਤ S_1 ਦੁਆਰਾ ਉਤਪੰਨ ਵਿਸਥਾਪਨ ਦਾ ਮਾਨ ਹੈ

$$y_1 = a \cos \omega t$$

ਤੱਦ ਸਰੋਤ S_2 ਦਆਰਾ ਉਤਪੰਨ ਵਿਸਥਾਪਨ

$$y_2 = a \cos (\omega t + 5\pi) = - a \cos \omega t$$ ਹੋਵੇਗਾ।

ਇਥੇ ਅਸੀਂ ਇਸ ਤੱਥ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਹੈ ਕਿ 2.5λ ਦਾ ਪਥ ਅੰਤਰ 5π ਦੇ ਕਲਾ ਅੰਤਰ ਦੇ ਸੰਗਤ ਹੈ। ਦੋਨੋ ਵਿਸਥਾਪਨ ਹੁਣ ਉਲਟ ਕਲਾਵਾਂ ਵਿਚ ਹਨ ਅਤੇ ਦੋਨੋ ਵਿਸਥਾਪਨ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਨੂੰ ਰੱਦ ਕਰ ਦਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਜੀਰੋ ਤੀਬਰਤਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸਨੂੰ ਵਿਨਾਸ਼ੀ ਵਿਘਨ (Destructive Interference) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਜੇ ਦੋ ਸੰਬੰਧ ਸਰੋਤ S_1 ਅਤੇ S_2 ਸਮਾਨ ਕਲਾ ਵਿਚ ਕੰਪਨ ਕਰ ਰਹੇ ਹਨ

ਤਦ ਬਿੰਦੂ P ਦੇ ਲਈ ਪਥ ਅੰਤਰ

$$S_1P \sim S_2P = n\lambda \quad (n = 0, 1, 2, 3,...) \qquad (10.10)$$

ਸਾਨੂੰ ਪੋਸ਼ੀ ਵਿਘਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ ਅਤੇ ਪਰਿਣਾਮੀ ਤੀਬਰਤਾ 4Io ਹੋਵੇਗੀ। S_1 P ਅਤੇ S_2 P ਦੇ ਵਿਚ ਚਿੰਨ (~)S_1 P ਅਤੇ S_2 P ਦੇ ਵਿਚ ਅੰਤਰ ਨੂੰ ਨਿਰੂਪਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਦੂਜੇ ਪਾਸੇ ਜੇ ਬਿੰਦੂ P ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੈ ਕਿ ਪਥ ਅੰਤਰ

$$S_1P \sim S_2P = (n+ \frac{1}{2})\, \lambda \quad (n = 0, 1, 2, 3, ...) \qquad (10.11)$$

ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਵਿਨਾਸ਼ੀ ਵਿਘਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ ਅਤੇ ਪਰਿਣਾਮੀ ਤੀਬਰਤਾ ਜੀਰੋ ਹੋਵੇਗੀ। ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਦੂਜੇ ਬਿੰਦੂ G (ਚਿੱਤਰ 10.10) ਦੇ ਲਈ ਮੰਨਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਦੋ ਵਿਸਥਾਪਨਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚਕਾਰ ਕਲਾ ਅੰਤਰ ϕ ਹੈ, ਤਦ ਜੇ ਸਰੋਤ S_1 ਦੁਆਰਾ ਉਤਪੰਨ ਵਿਸਥਾਪਨ

$$y_1 = a \cos \omega t$$

ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਸਰੋਤ S_2 ਦੁਆਰਾ ਉਤਪੰਨ ਵਿਸਥਾਪਨ

$y_2 = a \cos (\omega t + \phi)$ ਹੋਵੇਗਾ ਅਤੇ ਪਰਿਣਾਮੀ ਵਿਸਥਾਪਨ ਹੋਵੇਗਾ

$$\begin{aligned} y &= y_1 + y_2 \\ &= a [\cos \omega t + \cos (\omega t + \phi)] \\ &= 2 a \cos (\phi/2) \cos (\omega t + \phi/2) \end{aligned}$$

ਪਰਿਣਾਮੀ ਵਿਸਥਾਪਨ ਦਾ ਆਯਾਮ $2a \cos (\phi/2)$ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਤੀਬਰਤਾ ਹੋਵੇਗੀ

$$I = 4\, I_0 \cos^2 (\phi/2) \qquad (10.12)$$

ਜੇ $\phi = 0, \pm 2\pi, \pm 4\pi,...$ ਜੋ ਸਮੀਕਰਨ (10.10) ਦੀ ਸ਼ਰਤ ਦੇ ਸੰਗਤ ਹੈ ਸਾਨੂੰ ਪੋਸ਼ਕ ਵਿਘਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ ਅਤੇ ਤੀਬਰਤਾ ਅਧਿਕਤਮ ਹੋਵੇਗੀ। ਦੂਜੇ ਪਾਸੇ ਜੇ $\phi = \pm \pi, \pm 3\pi, \pm 5\pi ...$ [ਜੋ ਸਮੀਕਰਣ (10.11) ਦੀ ਸ਼ਰਤ ਦੇ ਸੰਗਤ ਹੈ] ਸਾਨੂੰ ਵਿਨਾਸ਼ੀ ਵਿਘਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ, ਅਤੇ ਤੀਬਰਤਾ ਜੀਰੋ ਹੋਵੇਗੀ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

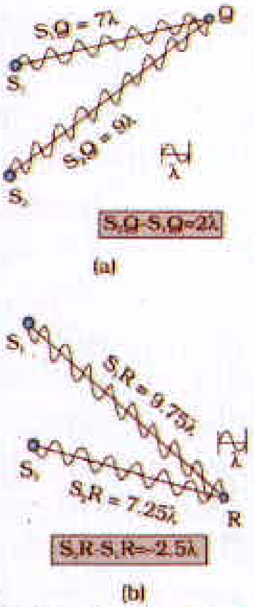
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਹੁਣ ਜੇ ਦੋ ਸਰੋਤ ਕਲਾ ਸੰਬੰਧ ਹਨ (ਭਾਵ ਇਸ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿਚ ਜੇ ਦੋਨੋਂ ਸੁਈਆਂ ਨਿਯਮਿਤ ਰੂਪ ਨਾਲ ਉੱਪਰ ਥੱਲੇ ਆ ਜਾ ਰਹੀਆਂ ਹਨ) ਤਾਂ ਕਿਸੇ ਵੀ ਬਿੰਦੂ ਦਾ ਕਲਾ ਅੰਤਰ ϕ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਨਹੀਂ ਬਦਲੇਗਾ ਅਤੇ ਸਾਨੂੰ ਸਥਿਰ ਵਿਘਨ ਪੈਟਰਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ, ਭਾਵ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਉਚੱਤਮ ਅਤੇ ਨਿਮਨਤਮ ਦੀਆਂ ਸਥਿਤੀਆਂ ਨਹੀਂ ਬਦਲਦੀਆਂ। ਜੇਕਰ ਦੋਨੋਂ ਸੁਈਆਂ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਕਲਾ ਅੰਤਰ ਨਹੀਂ ਰੱਖ ਪਾਉਂਦੀਆਂ ਤਾਂ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਵਿਘਨ ਪੈਟਰਨ ਵੀ ਬਦਲੇਗਾ ਅਤੇ ਜੇ ਕਲਾ ਅੰਤਰ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਬਹੁਤ ਤੇਜੀ ਨਾਲ ਬਦਲਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉਚੱਤਮ ਅਤੇ ਨਿਮਨਤਮ ਦੀਆਂ ਸਥਿਤੀਆਂ ਵੀ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਤੇਜੀ ਨਾਲ ਬਦਲਣਗੀਆਂ ਅਤੇ ਅਸੀਂ 'ਕਾਲ ਔਸਤ' ਤੀਬਰਤਾ ਵਿਤਰਨ ਦੇਖਾਂਗੇ। ਜਦੋ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਔਸਤ ਤੀਬਰਤਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗੀ ਜਿਸਦਾ ਮਾਨ ਹੋਵੇਗਾ

$$<I> = 4I_0 <\cos^2(\phi/2)> \quad (10.13)$$

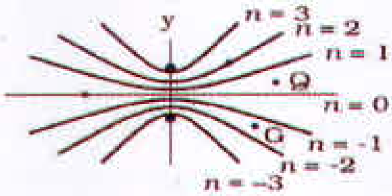
ਜਿਥੇ ਕੋਣੀ ਬਰੈਕਟ ਔਸਤ ਨਿਰੂਪਤ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਵਾਸਤਵ ਵਿੱਚ ਅਨੁਛੇਦ 7.2 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਜੇ $\phi(t)$ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਅਵਿਵਸਥਿਤ ਰੂਪ ਨਾਲ ਬਦਲਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਕਾਲ ਔਸਤ ਰਾਸ਼ੀ $<\cos^2(\phi/2)>$ ਦਾ ਮਾਨ $\frac{1}{2}$ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਹ ਵੀ ਸਹਿਜ ਗਿਆਨ ਤੇ ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਫਲਨ $\cos^2(\phi/2)$ ਰੈਂਡਮਲੀ ਰੂਪ ਨਾਲ 0 ਤੋਂ 1 ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਬਦਲੇਗਾ ਅਤੇ ਔਸਤ ਮਾਨ $\frac{1}{2}$ ਹੋਵੇਗਾ। ਸਾਰੇ ਬਿੰਦੂਆਂ ਤੇ ਪਰਿਣਾਮੀ ਤੀਬਰਤਾ ਨਿਮਨ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗੀ

$$I = 2I_0 \quad (10.14)$$



ਚਿੱਤਰ 10.9 (a) ਬਿੰਦੂ Q ਤੇ ਪੋਸਕ ਵਿਘਨ ਜਿਸਦੇ ਲਈ ਪਥ ਅੰਤਰ 2λ ਹੈ (b) ਬਿੰਦੂ R ਤੇ ਵਿਨਾਸ਼ੀ ਵਿਘਨ ਜਿਸਦੇ ਲਈ ਪਥ ਅੰਤਰ 2.5λ ਹੈ।

ਜਦੋ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਦੋ ਕੰਪਿਤ ਸਰੋਤਾਂ ਦਾ ਕਲਾ ਅੰਤਰ ਤੇਜੀ ਨਾਲ ਬਦਲਦਾ ਹੈ, ਅਸੀਂ ਕਹਿੰਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਇਹ ਸਰੋਤ ਕਲਾ ਅਸੰਬੰਧ ਹੈ ਅਤੇ ਜਦੋ ਅਜਿਹਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਤੀਬਰਤਾਵਾਂ ਕੇਵਲ ਜੁੜ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ। ਵਾਸਤਵ ਵਿੱਚ ਅਜਿਹਾ ਉਦੋਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦ ਦੋ ਅਲਗ ਅਲਗ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸਰੋਤ ਕਿਸੇ ਦੀਵਾਰ ਨੂੰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ।



ਚਿੱਤਰ 10.10 ਉਹਨਾਂ ਬਿੰਦੂਆਂ ਦਾ ਬਿੰਦੂ ਪਥ ਜਿਨਾਂ ਦੇ ਲਈ S1 P – S2 P , ਜ਼ੀਰੋ, +Iλ , +I 2λ , +I 3λ ਹੈ।

10.5 ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗਾਂ ਦਾ ਵਿਘਨ ਅਤੇ ਯੰਗ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ (Interference of Light Waves And Young's Experiment)

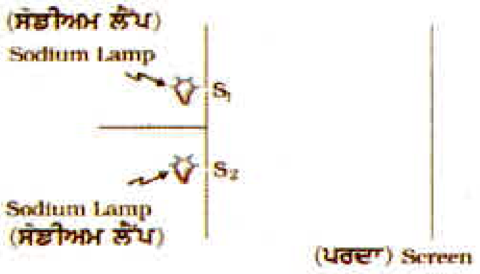
ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗਾਂ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਵਿਘਨ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਾਂਗੇ। ਜੇ ਅਸੀਂ ਦੋ ਪਤਲੇ ਛੇਕਾਂ ਨੂੰ ਪਰਦੀਪਤ ਕਰਨ ਲਈ ਦੋ ਸੋਡੀਅਮ ਲੈਂਪਾਂ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰੀਏ (ਚਿੱਤਰ 10.11), ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਕੋਈ ਵਿਘਨ ਫਰਿੰਜ ਦਿਖਾਈ ਨਹੀਂ ਦੇਵੇਗੀ। ਅਜਿਹਾ ਇਸ ਤਥ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੈ ਕਿ ਇੱਕ ਆਮ ਸਰੋਤ (ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਸੋਡੀਅਮ ਲੈਂਪ) ਤੋਂ ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੋਣ ਵਾਲੀਆਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗਾਂ ਵਿਚ 10^{-10} ਦਾ ਕੋਟਿ ਦੇ ਸਮੇਂ ਅੰਤਰਾਲਾਂ ਤੇ ਅਚਾਨਕ ਕਲਾ -ਪਰਿਵਰਤਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਦੋ ਸੁਤੰਤਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸਰੋਤ ਤੋ ਆਉਣ ਵਾਲੀਆਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗਾਂ ਵਿਚ ਕੋਈ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਕਲਾ ਸੰਬੰਧ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਅਤੇ ਇਹ ਕਲਾ-ਅਸੰਬੰਧ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਪਹਿਲੇ ਅਨੁਛੇਦ ਵਿਚ ਵਿਵੇਚਨਾ ਕੀਤੀ ਜਾ ਚੁੱਕੀ ਹੈ, ਅਜਿਹਾ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

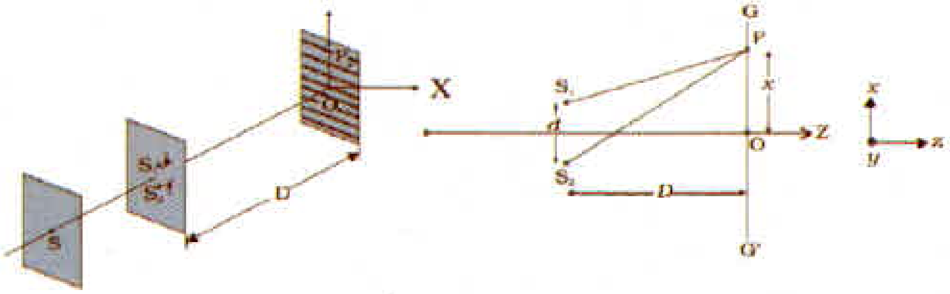
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਹੋਣ ਤੇ ਪਰਦੇ ਤੇ ਤੀਬਰਤਾਵਾਂ ਜੁੜ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ। ਇੰਗਲੈਂਡ ਦੇ ਸ਼ਾਸ਼ਤਰੀ ਥਾਮਸ ਯੰਗ ਨੇ ਸਰੋਤਾਂ S_1 ਅਤੇ S_2 ਤੋਂ ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੋਣ ਵਾਲੀਆਂ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀਆਂ ਕਲਾਵਾਂ ਨੂੰ ਨਿਯੰਤਰਿਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਇੱਕ ਉੱਤਮ ਤਕਨੀਕ ਦੀ ਵਰਤੋ ਕੀਤੀ। ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਇੱਕ ਅਪਾਰਦਰਸ਼ੀ ਪਰਦੇ ਤੇ ਦੋ ਪਤਲੇ ਛੇਕਾਂ S_1 ਅਤੇ S_2 (ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਦੇ ਬਹੁਤ ਨੇੜੇ) ਬਣਾਏ [ਚਿੱਤਰ 10.12 (a)] ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਇੱਕ ਹੋਰ ਪਤਲੇ ਛੇਕ ਨਾਲ ਪਰਦੀਪਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਜਿਸਨੂੰ ਇੱਕ ਦੀਪਤ ਸਰੋਤ ਨਾਲ ਪਰਦ੍ਰਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਸੀ।

ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗਾਂ S ਤੋਂ ਨਿਕਲਕੇ S_1 ਅਤੇ S_2 ਤੇ ਡਿਗਦੀਆਂ ਹਨ। S_1 ਅਤੇ S_2 ਦੋ ਕਲਾ ਸੰਬੰਧ ਸਰੋਤਾਂ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਾਰਜ ਕਰਦੇ ਹਨ ਕਿਉਂਕਿ S_1 ਅਤੇ S_2 ਤੋਂ(ਸੋਡੀਅਮ ਲੈਂਪ) ਨਿਕਲਣ ਵਾਲੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗਾਂ ਇੱਕ ਹੀ ਮੂਲ ਸਰੋਤ ਤੋਂ ਉਤਪੰਨ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਅਤੇ ਸਰੋਤ S ਵਿਚ ਅਚਾਨਕ ਕੋਈ ਵੀ ਕਲਾ ਪਰਿਵਰਤਨ S_1 ਅਤੇ S_2 ਤੋਂ ਆਉਣ ਵਾਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਵਿੱਚ ਠੀਕ ਉਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦਾ ਕਲਾ ਪਰਿਵਰਤਨ ਕਰੇਗਾ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੋਨੋਂ ਸਰੋਤ S_1 ਅਤੇ S_2 ਸਮਾਨ ਕਲਾ ਵਿਚ ਬੰਨੇ ਜਾਣਗੇ ਭਾਵ ਉਹ ਸਾਡੇ ਜਲ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਉਦਾਹਰਣ ਵਿਚ [ਚਿੱਤਰ 10.8 (a)] ਦੇ ਕੰਪਿਤ ਸਈਆਂ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਲਾ ਸੰਬੰਧ ਹੋਣਗੇ।



ਚਿੱਤਰ 10.11 ਜੇ ਦੋ ਸੋਡੀਅਮ ਲੈਂਪ ਦੋ ਪਤਲੇ ਛੇਕਾਂ ਨੂੰ ਪਰਦੀਪਤ ਕਰਦੇ ਹਨ, ਤੀਬਰਤਾਵਾਂ ਜੁੜ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ ਅਤੇ ਪਰਦੇ ਤੇ ਵਿਘਨ ਫਰਿੰਜਾਂ ਵਿਖਾਈ ਨਹੀਂ ਦਿੰਦੀਆਂ



ਚਿੱਤਰ 10.12 ਵਿਘਨ ਪੈਟਰਨ ਉਤਪੰਨ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਥਾਮਸ ਯੰਗ ਦੀ ਵਿਵਸਥਾ

ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ S_1 ਅਤੇ S_2 ਤੇ ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੋਣ ਵਾਲੀਆਂ ਗੋਲਾਕਾਰ ਤਰੰਗਾਂ ਚਿੱਤਰ 10.12 (b) ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪਰਦੇ GG' ਤੇ ਵਿਘਨ ਫਰਿੰਜਾਂ ਉਤਪੰਨ ਕਰਣਗੀਆਂ। ਅਧਿਕਤਮ ਅਤੇ ਨਿਊਨਤਮ ਤੀਬਰਤਾ ਦੀਆਂ ਸਥਿਤੀਆਂ ਦੀ ਗਣਨਾ ਅਨੁਛੇਦ 10.4 ਵਿਚ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਵਿਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ ਜਿਥੇ ਅਸੀਂ ਰੇਖਾ GG' [ਚਿੱਤਰ 10.12 (b)] ਤੇ ਇੱਕ ਕੋਈ ਵੀ ਬਿੰਦੂ P ਲਿਆ ਜੋ ਅਧਿਕਤਮ ਤੀਬਰਤਾ ਦੇ ਸੰਗਤ ਹੈ। ਇਸ ਅਵਸਥਾ ਵਿਚ

$$S_2P - S_1P = n\lambda; \quad n = 0, 1, 2 \ldots \qquad (10.15)$$

ਹੁਣ $(S_2P)^2 - (S_1P)^2 = \left[D^2 + \left(x - \frac{d}{2}\right)^2\right] - \left[D^2 + \left(x - \frac{d}{2}\right)^2\right] = 2x\,d$

ਜਿਥੇ $S_1S_2 = d$ ਅਤੇ $OP = x$ ਇਸ ਲਈ

$$S_2P - S_1P = \frac{2\,x\,d}{S_2P + S_1P} \qquad (10.16)$$

ਜੇ $x, d << D$ ਤਾਂ ਜੇ $S_2P + S_1P$ (ਜੋ ਹਰ ਵਿਚ ਹਨ) ਨੂੰ 2D ਨਾਲ ਬਦਲ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਕੇਵਲ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਸਹੀ ਨਤੀਜੇ ਵਿੱਚ ਕਮੀ ਪੇਸ਼ ਹੋਵੇਗੀ।ਉਦਾਹਰਨ ਦੇ ਲਈ $d = 0.1$ cm, $D = 100$ cm, OP = 1 cm ਦੇ ਲਈ (ਜੋ ਪ੍ਰਕਾਸ਼

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਤਰੰਗਾਂ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਵਿਘਨ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੇ ਲਈ ਵਿਸ਼ਸ਼ਟ ਮਾਨਾਂ ਦੇ ਸੰਗਤ ਹੈ) ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ।

$$S_2P + S_1P = [(100)^2 + (1.05)^2]^{1/2} + [(100)^2 + (0.95)^2]^{1/2} \approx 200.01 \text{ cm}$$

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜੇ ਅਸੀਂ $S_2P + S_1P$ ਨੂੰ 2D ਨਾਲ ਬਦਲੀ ਕਰ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਲਗਭਗ 0.005 % ਦੀ ਤਰੁੱਟੀ ਪੇਸ਼ ਹੋਵੇਗੀ। ਇਸ ਨੇੜੇਤਾ ਨਾਲ ਸਮੀਕਰਨ (10.16) ਹੋਵੇਗੀ $S_2P - S_1P \approx \frac{xd}{D}$ (10.17)

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਮੀਕਰਣ 10.10 ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਸਾਨੂੰ ਪੋਸ਼ੀ ਵਿਘਨ ਦੁਆਰਾ ਦੀਪਤ ਖੇਤਰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਣਗੇ ਜਦੋਂ

$$x = x_n = \frac{n\ \lambda\ D}{d}\ ;n = 0,\ \pm 1,\ \pm 2,\ \ldots \qquad (10.18)$$

ਹੋਵੇਗਾ। ਦੂਜੇ ਪਾਸੇ ਸਾਨੂੰ $x = x_n = (n + \frac{1}{2})\frac{\lambda D}{d};\ n = 0, \pm 1, \pm 2$ (10.19)

ਦੇ ਨੇੜੇ ਅਦੀਪਤ ਖੇਤਰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਣਗੇ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਚਿੱਤਰ 10.13 ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪਰਦੇ ਤੇ ਅਦੀਪਤ ਅਤੇ ਦੀਪਤ ਬੈਂਡ ਦਿਖਾਈ ਦੇਣਗੇ ਅਜਿਹੇ ਬੈਂਡਾਂ ਨੂੰ ਫ੍ਰਿੰਜ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਸਮੀਕਰਣ 10.18 ਅਤੇ 10.19 ਦਰਸਾਉਂਦੀ ਹੈ ਕਿ ਕਾਲੇ ਅਤੇ ਦੀਪਤ ਫ੍ਰਿੰਜ ਸਮਾਨ ਦੂਰੀ ਤੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਦੋ ਕ੍ਰਮਾਂਗਤ ਅਦੀਪਤ ਅਤੇ ਦੀਪਤ ਫ੍ਰਿੰਜ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੀ ਦੂਰੀ ਹੋਵੇਗੀ।

$$\beta = x_{n+1} - x_n$$

ਜਾਂ

$$\beta = \frac{\lambda D}{d} \qquad (10.20)$$

ਇਹ ਫ੍ਰਿੰਜ ਚੋੜਾਈ ਦਾ ਵਿਅੰਜਕ ਹੈ। ਸਪੱਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ ਮੱਧ ਬਿੰਦੂ O (ਚਿੱਤਰ 10.12) ਦੀਪਤ ਹੋਵੇਗਾ ਕਿਉਂਕਿ $S_1O = S_2O$ ਅਤੇ ਇਹ n = 0 ਦੇ ਸੰਗਤ ਹੋਵੇਗਾ ਜੇ ਅਸੀਂ ਕਾਗਜ ਦੇ ਤਲ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਅਤੇ o ਤੋਂ ਗੁਜਰਣ ਵਾਲੀ ਰੇਖਾ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੀਏ (ਭਾਵ, y – ਧੁਰੇ ਦੇ ਅਨੁਦਿਸ਼) ਤਾਂ ਇਸ ਰੇਖਾ ਤੇ ਸਾਰੇ ਬਿੰਦੂ S_1 ਅਤੇ S_2 ਤੋਂ ਸਮਾਨ ਦੂਰੀ ਤੇ ਹੋਣਗੇ ਅਤੇ ਸਾਨੂੰ ਦੀਪਤ ਮੱਧ ਫ੍ਰਿੰਜ ਮਿਲੇਗਾ, ਜੋ ਚਿੱਤਰ 10.13 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਇੱਕ ਸਰਲ ਰੇਖਾ ਹੈ। ਪਰਦੇ ਤੇ ਵਿਘਨ ਪੈਟਰਨ ਦੀ ਆਕ੍ਰਿਤੀ ਪਤਾ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਅਸੀਂ ਦੇਖਾਂਗੇ ਕਿ ਇਕ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਫ੍ਰਿੰਜ S_2p- S_1p ਦੇ ਨਿਯਤ ਮਾਨ ਦੇ ਬਿੰਦੂ ਪਥ ਦੇ ਸੰਗਤ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਵੀ ਇਹ ਨਿਯਤ ਅੰਕ ਦਾ ਪੂਰਨ ਗੁਣਕ ਹੈ, ਫ੍ਰਿੰਜ ਦੀਪਤ ਹੋਵੇਗਾ ਅਤੇ ਜਦੋਂ ਇਹ λ/2 ਦਾ ਵਿਸ਼ਮ ਪੂਰਨ ਗੁਣਕ ਹੈ, ਫ੍ਰਿੰਜ ਅਦੀਪਤ ਹੋਵੇਗਾ। ਹੁਣ $x - y$ ਤਲ ਵਿਚ ਸਥਿਤ ਬਿੰਦੂ P ਦਾ ਬਿੰਦੂ ਪੱਥ ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਹੋਵੇਗਾ ਕਿ $S_2P - S_1P$ (= Δ) ਇੱਕ ਨਿਯਤ ਅੰਕ ਹੋਣ ਦੇ ਕਾਰਣ ਇੱਕ ਹਾਇਪਰਬੋਲਾ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਫ੍ਰਿੰਜ ਪੈਟਰਨ ਸੁਨਿਸ਼ਚਿਤ ਰੂਪ ਵਿਚ ਹਾਈਪਰਬੋਲਾ ਹੈ ਹਾਲਾਂਕਿ ਜੇ ਦੂਰੀ D ਫ੍ਰਿੰਜ ਚੋੜਾਈ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਹੈ ਤਾਂ ਫ੍ਰਿੰਜਾਂ ਕਾਫੀ ਹਦ ਤੱਕ ਸਿੱਧੀਆਂ ਰੇਖਾਵਾਂ ਹੋਣਗੀਆਂ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਚਿੱਤਰ 10.13 (b) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਚਿੱਤਰ 10.12 ਵਿਚ ਦਰਸਾਏ ਦੋਹਰੇ ਝਿਰੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਸਰੋਤ ਛਿਦ S ਨੂੰ ਦੋਨਾਂ ਝਿਰੀਆਂ ਦੇ ਲੰਬਅਰਧਕ ਤੇ ਰੱਖਿਆ ਹੈ, ਜਿਸਨੂੰ SO ਰੇਖਾ ਨਾਲ ਪ੍ਰਦ੍ਰਿਸ਼ਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਜੇ ਸਰੋਤ S ਲੰਬਅਰਧਕ ਤੋਂ ਥੋੜਾ ਦੂਰ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਕੀ ਹੋਵੇਗਾ ?

ਥਾਮਸ ਯੰਗ (1773 - 1829)

ਥਾਮਸ ਯੰਗ (1773 - 1829) ਅੰਗ੍ਰੇਜ਼ ਭੌਤਿਕਵਿਗਿਆਨ,ਕਾਇਆ ਚਿਕਤਸਕ ਅਤੇ ਮਿਸਰ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ੀ। ਯੰਗ ਨੇ ਬਹੁਤ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀ ਵਿਗਿਆਨਿਕ ਸਮਸਿਆਵਾਂ ਤੇ ਕਾਰਜ ਕੀਤਾ, ਜਿੰਨਾਂ ਵਿਚ ਇੱਕ ਤਰਫ ਅੱਖ ਦੀ ਸਰੰਚਨਾ ਅਤੇ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਪ੍ਰੀਕ੍ਰਿਆ ਤਾਂ ਦੂਜੀ ਤਰਫ ਰੋਸੇਟਾ ਮਨੀ ਦਾ ਰਹੱਸ ਭੇਦਕ ਸ਼ਾਮਿਲ ਹੈ। ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਤਰੰਗ ਸਿਧਾਂਤ ਨੂੰ ਪੁਨਰ ਜੀਵਿਤ ਕੀਤਾ ਅਤੇ ਸਮਝਾਇਆ ਕਿ ਵਿਘਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਤਰੰਗ ਗੁਣ ਦਾ ਪ੍ਰਮਾਣ ਪੇਸ਼ ਕਰਦਾ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

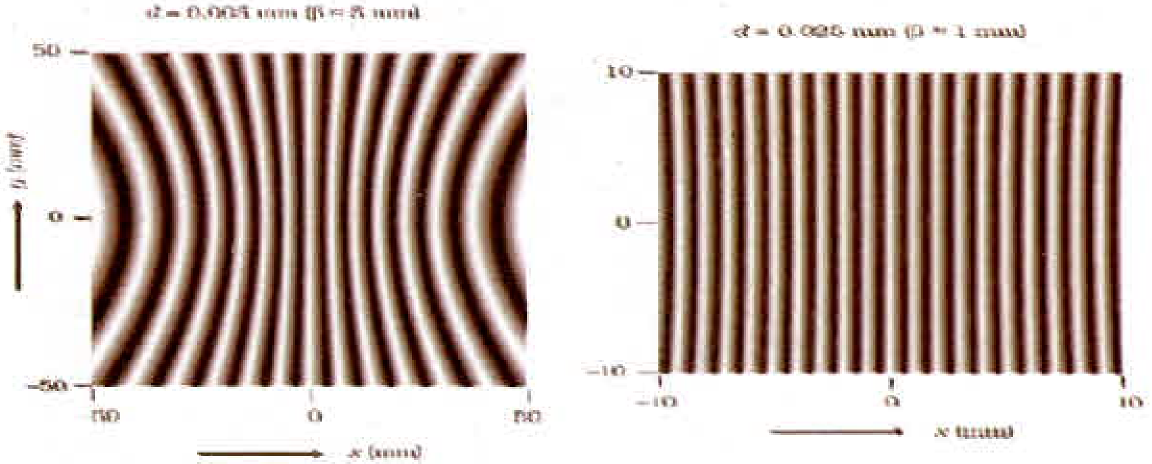
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਮੰਨ ਲਓ ਸਰੋਤ S ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਨਵੀਂ ਸਥਿਤੀ S ' ਤੱਕ ਖਿਸਕਾ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ਅਤੇ Q, S_1 ਅਤੇ S_2 ਦਾ ਮੱਧ ਬਿੰਦੂ ਹੈ। ਜੇ ਕੋਣ S'QS ਦਾ ਮਾਨ ϕ ਹੈ ਤਦ ਕੇਂਦਰੀ ਦੀਪਤ ਫ੍ਰਿੰਜ ਦੂਜੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ - ϕ ਕੋਣ ਤੇ ਮਿਲੇਗੀ । ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਜੇ ਸਰੋਤ S ਲੰਬ ਅਰਧਕ ਤੇ ਹੈ, ਤਦ ਕੇਂਦਰੀ ਫ੍ਰਿੰਜ ਬਿੰਦੂ O ਤੇ ਹੋਵੇਗਾ ਜੋ ਕਿ ਲੰਬਅਰਧਕ ਤੇ ਹੋਵੇਗਾ।

ਜੇ ਸਰੋਤ S ਕਿਸੇ ਨਵੇਂ ਬਿੰਦੂ S' ਤੇ ਕੋਣ ϕ ਨਾਲ ਖਿਸਕਾ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ਤਦ ਕੇਂਦਰੀ ਫ੍ਰਿੰਜ ਕੋਣ $-\phi$ ਤੇ ਸਥਿਤ O' ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਦਿਖਾਈ ਦੇਵੇਗੀ ਜਿਸ ਦਾ ਅਰਥ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਲੰਬਅਰਧਕ ਤੋਂ ਦੂਜੇ ਪਾਸੇ ਇੰਨੇ ਹੀ ਕੋਣ ਤੇ ਖਿਸਕ ਜਾਵੇਗੀ। ਇਸਦਾ ਅਰਥ ਇਹ ਵੀ ਹੈ ਕਿ ਸਰੋਤ S' ਮੱਧ ਬਿੰਦੂ ϕ ਅਤੇ ਕੇਂਦਰੀ ਫ੍ਰਿੰਜ ਦਾ ਬਿੰਦੂ O' ਇਕ ਸਰਲ ਰੇਖਾ ਵਿਚ ਹਨ।

ਇਸ ਅਨੁਛੇਦ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਡੇਨਿਸ ਗੇਬਰ* ਦੇ ਨੋਬਲ ਭਾਸ਼ਣ ਦੇ ਹਵਾਲੇ ਨਾਲ ਖਤਮ ਕਰਾਂਗੇ। *ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਤਰੰਗ ਸੁਭਾਵ ਨੂੰ ਥਾਮਸ ਯੰਗ ਨੇ ਸੰਨ 1801 ਵਿਚ ਪਹਿਲੀ ਵਾਰ ਇੱਕ ਸਰਲ ਅਤੇ ਹੈਰਾਨੀਜਨਕ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੁਆਰਾ ਵਿਸ਼ਵਾਸ਼ੋਤਪਾਦਕ ਢੰਗ ਨਾਲ ਪੇਸ਼ ਕੀਤਾ। ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਸੂਰਜ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਇੱਕ ਕਿਰਨ ਨੂੰ ਹਨੇਰੇ ਕਮਰੇ ਵਿਚ ਆਉਣ ਦਿੱਤਾ, ਉਸਦੇ ਸਾਹਮਣੇ ਦੋ ਬਾਰੀਕ ਪਤਲੇ ਛੇਕ ਬਣਾਕੇ ਇੱਕ ਕਾਲਾ ਪਰਦਾ ਰੱਖਿਆ ਅਤੇ ਉਸਦੇ ਅੱਗੇ ਕੁੱਝ ਦੂਰੀ ਤੇ ਸਫੇਦ ਪਰਦਾ ਰੱਖਿਆ। ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਇੱਕ ਦੀਪਤ ਰੇਖਾ ਦੇ ਦੋਨੋ ਸਾਈਡ ਦੇ ਕਾਲੀਆਂ ਜਿਹੀਆਂ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੇਖੀਆਂ ਜਿਸ ਨੇ ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਇਸ ਪ੍ਰਯੋਗ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਣ ਦੇ ਲਈ ਜਰੂਰੀ ਹੌਸਲਾ ਦਿੱਤਾ, ਪਰੰਤੂ ਇਸ ਵਾਰ ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਦੀਪਤ ਪੀਲਾ ਸੋਡੀਅਮ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੈਦਾ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸਰੋਤ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇੱਕ ਸਪਰਿਟ ਲੈਂਪ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ, ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਥੋੜਾ ਜਿਹਾ ਨਮਕ ਪਾ ਰੱਖਿਆ ਸੀ। ਇਸ ਵਾਰ ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਬਰਾਬਰ ਦੂਰੀ ਤੇ ਸਥਿਤ ਅਨੇਕਾਂ ਕਾਲੀਆਂ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦਿਖਾਈ ਦਿਤੀਆਂ। ਇਹ ਪਹਿਲਾ ਸਪੱਸ਼ਟ ਪ੍ਰਮਾਣ ਸੀ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨਾਲ ਮਿਲਾਉਣ ਤੇ ਹਨੇਰਾ ਪੈਦਾ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਵਰਤਾਰੇ ਨੂੰ ਵਿਘਨ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਥਾਮਸ ਯੰਗ ਦੀ ਅਜਿਹੀ ਹੀ ਉਮੀਦ ਸੀ ਕਿਉਂਕਿ ਉਹ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਤਰੰਗ ਸਿਧਾਂਤ ਵਿਚ ਵਿਸ਼ਵਾਸ਼ ਕਰਦੇ ਸੀ।*

ਇਥੇ ਇਹ ਉਲੇਖ ਕਰਨਾ ਜਰੂਰੀ ਹੈ ਕਿ ਜਦਕਿ S_1 ਅਤੇ S_2 ਬਿੰਦੂ ਸਰੋਤ ਹਨ ਫਿਰ ਵੀ ਫ੍ਰਿੰਜ ਸਿੱਧੀਆਂ ਰੇਖਾਵਾਂ ਹਨ।



ਚਿੱਤਰ 10.13 ਦੋ ਸਰੋਤਾਂ S_1 ਅਤੇ S_2 ਦੁਆਰਾ GG′ ਪਰਦੇ ਤੇ (ਦੇਖੋ ਚਿੱਤਰ 10.12) ਪੈਦਾ ਹੋਇਆ ਕੰਪਿਊਟਰ ਦੁਆਰਾ ਬਣਾਇਆ ਗਿਆ ਫ੍ਰਿੰਜ ਪੈਟਰਨ; (a) ਅਤੇ (b) ਸੰਗਤ ਹਨ ਕ੍ਰਮਵਾਰ; d = 0.005mm ਅਤੇ 0.025mm ਦੇ ਲਈ (ਦੋਨਾਂ,ਚਿੱਤਰਾਂ ਵਿਚ D = 5cm ਅਤੇ $\lambda = 5 \times 10^{-5}$ cm.) (ਆਪਟਿਕਸ ਦੁਆਰਾ A. Ghatak, Tata McGraw Hile Publishing Co. Ltd, New Delhi 2000 ਤੋਂ ਲਿਆ ਗਿਆ)

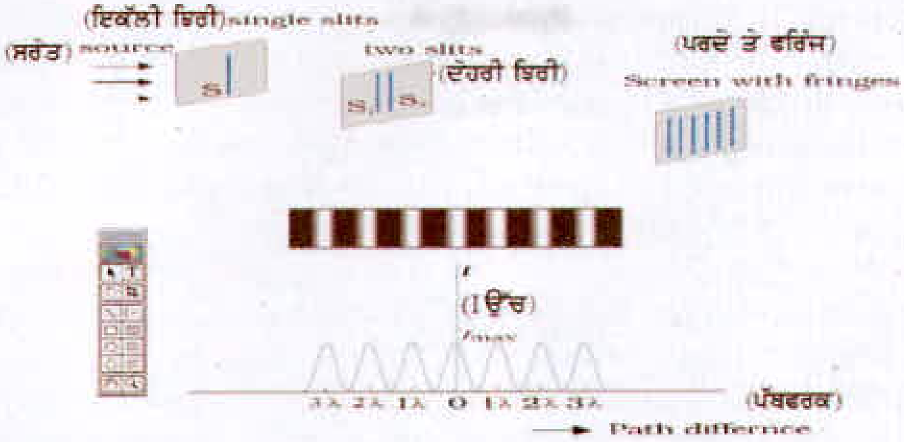
ਜੇਕਰ ਬਿੰਦੂ ਸਰੋਤਾਂ ਦੀ ਥਾਂ ਤੇ ਸਾਡੇ ਕੋਲ ਝਿਰੀਆਂ ਹੋਣਗੀਆਂ (ਚਿੱਤਰ 10.14) ਤਾਂ ਬਿੰਦੂਆਂ ਦਾ ਹਰੇਕ ਯੁਗਮ ਸਿੱਧੀ ਰੇਖਾ ਫ੍ਰਿੰਜ ਉਤਪੰਨ ਕਰੇਗਾ, ਜਿਸਦੇ ਸਿੱਟੇ ਵਜੋਂ ਵਧੀ ਹੋਈ ਤੀਬਰਤਾ ਦੇ ਸਿੱਧੀ ਰੇਖਾ ਫ੍ਰਿੰਜ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਣਗੇ।

---

*ਡੇਨਿਸ ਗੇਬਰ ਨੇ ਸੰਨ 1971 ਵਿੱਚ ਹੋਲੋਗ੍ਰਾਫੀ ਦੇ ਅਵਿਸ਼ਕਾਰ ਦੇ ਲਈ ਭੌਤਿਕੀ ਦਾ ਨੋਬਲ ਪੁਰਸਕਾਰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com



Interactive animation of Young's experiment
http://vsg.quasihome.com/interfer.html

ਚਿੱਤਰ 10.14 ਯੰਗ ਦੇ ਦੋਹਰੀ ਝਿਰੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿਚ ਤੀਬਰਤਾ ਵਿਤਰਣ ਦਾ ਫੋਟੋਗ੍ਰਾਫ ਅਤੇ ਗ੍ਰਾਫ।

ਉਦਾਹਰਨ 10.3 ਦੋ ਝਿਰੀਆਂ 1 ਮਿਲੀਮੀਟਰ ਦੂਰ ਬਣਾਈਆਂ ਗਈਆਂ ਹਨ ਅਤੇ ਪਰਦੇ ਨੂੰ ਇੱਕ ਮੀਟਰ ਦੂਰ ਰੱਖਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਫ੍ਰਿੰਜ ਅੰਤਰਾਲ ਕਿੰਨਾ ਹੋਵੇਗਾ ਜਦੋਂ 500nm ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦਾ ਨੀਲਾ ਹਰਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿਚ ਲਿਆਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ?

ਹੱਲ ਫ੍ਰਿੰਜ ਅੰਤਰਾਲ $\frac{D\lambda}{d} = \frac{1 \times 5 \times 10^{-7}}{1 \times 10^{-3}}$ m

$= 5 \times 10^{-4}$ m = 0.5 mm

ਉਦਾਹਰਣ 10.4 ਨਿਮਨਲਿਖਤ ਪ੍ਰਚਲਨਾਂ ਵਿੱਚ ਹਰੇਕ ਦੇ ਕਾਰਣ ਯੰਗ ਦੇ ਦੋਹਰੀ ਝਿਰੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੇ ਵਿਘਨ ਤੇ ਕੀ ਪ੍ਰਭਾਵ ਪਵੇਗਾ।

(a) ਝਿਰੀਆਂ ਦੇ ਸਮਤਲ ਤੋਂ ਪਰਦੇ ਨੂੰ ਦੂਰ ਕਰ ਦੇਣ ਤੇ।

(b) (ਇੱਕ ਵਰਣੀ) ਸਰੋਤ ਨੂੰ ਦੂਸਰੇ ਘੱਟ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਵਾਲੇ (ਇੱਕ ਵਰਣੀ) ਸਰੋਤ ਨਾਲ ਬਦਲਣ ਤੇ।

(c) ਦੋ ਝਿਰੀਆਂ ਵਿਚ ਦੂਰੀ ਨੂੰ ਵਧਾਉਣ ਤੇ।

(d) ਸਰੋਤ ਝਿਰੀ ਦੀ ਚੋੜਾਈ ਵਧਾਉਣ ਤੇ।

(e) ਇੱਕ ਵਰਣੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਕਾਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸਰੋਤ ਨਾਲ ਬਦਲਣ ਤੇ,(ਹਰੇਕ ਪਰਿਚਾਲਨ ਵਿੱਚ ਉਲੇਖ ਕੀਤੇ ਪੈਰਾਮੀਟਰ ਦੇ ਇਲਾਵਾ ਸਾਰੇ ਪੈਰਾਮੀਟਰ ਨਾ ਬਦਲਣ ਯੋਗ ਹਨ।)

ਹੱਲ :- (a) ਫ੍ਰਿੰਜਾਂ ਦੀ ਕੋਣੀ ਦੂਰੀ ਅਚਲ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ ($= \lambda/d$) । ਫ੍ਰਿੰਜਾਂ ਦੀ ਵਾਸਤਵਿਕ ਦੂਰੀ ਦੋਨਾਂ ਝਿਰੀਆਂ ਦੇ ਸਮਤਲ ਤੋਂ ਪਰਦੇ ਦੀ ਦੂਰੀ ਦੇ ਸਮਾਨ ਅਨੁਪਾਤ ਵਿਚ ਵੱਧਦੀ ਹੈ।

(b) ਫ੍ਰਿੰਜਾਂ ਵਿਚਲੀ ਦੂਰੀ (ਅਤੇ ਕੋਣੀ ਦੂਰੀ ਵੀ) ਘੱਟਦੀ ਹੈ। ਹਾਲਕਿ ਨਿਮਨ ਖੰਡ (d) ਵਿਚ ਉਲੇਖ ਕੀਤੀ ਸ਼ਰਤ ਦੇਖੋ।

(c) ਫ੍ਰਿੰਜਾਂ ਵਿਚਲੀ ਦੂਰੀ (ਅਤੇ ਕੋਣੀ ਦੂਰੀ ਵੀ) ਘੱਟਦੀ ਹੈ। ਹਾਲਕਿ ਨਿਮਨ ਖੰਡ (d) ਵਿਚ ਉਲੇਖ ਕੀਤੀ ਸ਼ਰਤ ਦੇਖੋ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(d) ਮੰਨ ਲਓ s ਸਰੋਤ ਦਾ ਸਾਈਜ ਹੈ ਅਤੇ S ਦੋਨਾਂ ਝਿਰੀਆਂ ਦੇ ਸਮਤਲ ਤੋਂ ਇਸਦੀ ਦੂਰੀ ਹੈ। ਵਿਘਨ ਫ੍ਰਿੰਜਾਂ ਨੂੰ ਦੇਖਣ ਦੇ ਲਈ, ਹੇਠਾਂ ਲਿਖੀਆਂ ਸ਼ਰਤਾਂ ਪੂਰੀ ਹੋਣੀਆਂ ਚਾਹੀਦੀਆਂ ਹਨ, $s/S < \lambda/d$ ਨਹੀਂ ਤਾਂ, ਸਰੋਤ ਦੇ ਵਿਭਿੰਨ ਭਾਗਾਂ ਦੁਆਰਾ ਉਤਪੰਨ ਵਿਘਨ ਪੈਟਰਨ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਨੂੰ ਢਕਣਗੇ ਅਤੇ ਫ੍ਰਿੰਜਾਂ ਦਿਖਾਈ ਨਹੀਂ ਦੇਣਗੀਆਂ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜਦੋਂ S ਘੱਟਦਾ ਹੈ (ਭਾਵ ਸਰੋਤ ਝਿਰੀ ਨੇੜੇ ਲਿਆਉਂਦੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ) ਵਿਘਨ ਪੈਟਰਨ ਘੱਟ ਅਤੇ ਘੱਟ ਸਪੱਸ਼ਟ ਹੁੰਦਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਜਦੋਂ ਸਰੋਤ ਅਤਿਅੰਤ ਨੇੜੇ ਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਇਸ ਸ਼ਰਤ ਨੂੰ ਪੂਰਾ ਹੋਣ ਦੇ ਲਈ ਫਰਿੰਜਾਂ ਗਾਇਬ ਹੋ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ। ਜਦੋਂ ਤੱਕ ਅਜਿਹਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਫਰਿੰਜ ਅੰਤਰਾਲ ਸਥਿਰ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ।

(e) (d) ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ। ਜਿਵੇਂ-ਜਿਵੇਂ ਸਰੋਤ ਝਿਰੀ ਦੀ ਚੌੜਾਈ ਵੱਧਦੀ ਹੈ, ਫਰਿੰਜ ਪੈਟਰਨ ਘੱਟ ਅਤੇ ਘੱਟ ਸਪੱਸ਼ਟ ਹੁੰਦਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਸਰੋਤ ਝਿਰੀ ਇੰਨੀ ਚੌੜੀ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਕਿ ਸ਼ਰਤ $s/S \le \lambda/d$ ਪੂਰੀ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ, ਵਿਘਨ ਪੈਟਰਨ ਗਾਇਬ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

(f) ਸਫੈਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਵਿਭਿੰਨ ਘਟਕ ਰੰਗਾਂ ਦੇ ਕਾਰਣ ਵਿਘਨ ਪੈਟਰਨ ਦਾ ਅਤਿਵਿਆਪਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ (ਕਲਾ ਅਸੰਬੰਧ ਰੂਪ ਨਾਲ)। ਵਿਭਿੰਨ ਰੰਗਾਂ ਦੇ ਲਈ ਕੇਂਦਰੀ ਦੀਪਤ ਫਰਿੰਜਾਂ ਇੱਕ ਹੀ ਸਥਿਤੀ ਵਿਚ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਕੇਂਦਰੀ ਫਰਿੰਜ ਸਫੈਦ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਬਿੰਦੂ P ਦੇ ਲਈ $S_2P - S_1P = \lambda_b/2$,[ਜਿਥੇ λ_b (≈ 4000 Å) ਨੀਲੇ ਵਰਗ ਦੇ ਲਈ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਹੈ, ਨੀਲਾ ਰੰਗ ਗੈਰ ਹਾਜਰ ਹੋਵੇਗਾ ਅਤੇ ਫ੍ਰਿੰਜ ਦਾ ਰੰਗ ਲਾਲ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਸਤੋਂ ਥੋੜਾ ਦੂਰ $S_2Q - S_1Q = \lambda_b = \lambda_r/2$ ਜਿਥੇ(λ_r (≈ 8000 Å)] ਲਾਲ ਰੰਗ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਹੈ। ਫ੍ਰਿੰਜ ਮੁੱਖ ਰੂਪ ਵਿਚ ਨੀਲੀ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੋਵੇਗੀ। ਕੇਂਦਰੀ ਸਫੈਦ ਫਰਿੰਜ ਦੇ ਕਿਸੇ ਵੀ ਤਰਫ (ਸਾਈਡ) ਦਾ ਸੱਭ ਤੋਂ ਨੇੜੇ ਦੀ ਫਰਿੰਜਾਂ ਲਾਲ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਅਤੇ ਸੱਭ ਤੋਂ ਦੂਰ ਦੀਆਂ ਫਰਿੰਜਾਂ ਨੀਲੀਆਂ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਕੁੱਝ ਫਰਿੰਜਾਂ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਫਰਿੰਜ ਪੈਟਰਨ ਸਪੱਸ਼ਟ ਦਿਖਾਈ ਨਹੀਂ ਦਿੰਦਾ।

10.6 ਵਿਵਰਤਨ (Diffraction)

ਜੇ ਅਸੀਂ ਕਿਸੇ ਅਪਾਰਦਰਸ਼ੀ ਵਸਤੂ ਦੁਆਰਾ ਬਣਨ ਵਾਲੀ ਛਾਇਆ ਨੂੰ ਧਿਆਨਪੂਰਵਕ ਦੇਖੀਏ ਤਾਂ ਅਸੀਂ ਪਾਵਾਂਗੇ ਕਿ ਜਿਆਮਿਤੀ ਛਾਇਆ ਦੇ ਖੇਤਰ ਦੇ ਨੇੜੇ ਵਿਘਨ ਦੇ ਸਮਾਨ ਵਾਰੀ ਨਾਲ ਅਣਦੀਪਤ ਅਤੇ ਦੀਪਤ ਖੇਤਰ ਆਉਂਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਵਿਵਰਤਨ ਵਰਤਾਰੇ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਵਿਵਰਤਨ ਇੱਕ ਆਮ ਲੱਛਣ ਹੈ ਜੋ ਸਾਰੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀਆਂ ਤਰੰਗਾਂ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਚਾਹੇ ਇਹ ਧੁਨੀ ਤਰੰਗਾਂ ਹੋਣ, ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗਾਂ ਹੋਣ, ਜਲ ਤਰੰਗਾਂ ਹੋਣ ਜਾਂ ਦ੍ਰਵ ਤਰੰਗਾਂ ਹੋਣ। ਕਿਉਂਕਿ ਜਿਆਦਾਤਰ ਅਵਰੋਧਕਾਂ ਦੇ ਵਿਸਤਾਰ ਨਾਲੋ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਅਤਿਅੰਤ ਛੋਟੀ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਦੈਨਿਕ ਜੀਵਨ ਦੇ ਪ੍ਰੇਖਣਾਂ ਵਿਚ ਵਿਵਰਤਨ ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵਾਂ ਦਾ ਸਾਮਣਾ ਨਹੀਂ ਕਰਨਾ ਪੈਂਦਾ। ਜਦੋਂ ਕਿ ਸਾਡੀ ਅੱਖ ਜਾਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਯੰਤਰਾਂ ਜਿਵੇਂ ਦੂਰਦਰਸ਼ਕਾਂ ਜਾਂ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀਆਂ ਦਾ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਵਿਯੋਜਨ ਵਿਵਰਤਨ ਪਰਿਘਟਨਾ ਵਰਤਾਰੇ ਦੇ ਕਾਰਨ ਸੀਮਿਤ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਵਾਸਤਵ ਵਿਚ ਜਦੋਂ ਅਸੀਂ ਕਿਸੇ CD ਨੂੰ ਦੇਖਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਉਸ ਵਿਚ ਰੰਗ ਵਿਵਰਤਨ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੀ ਦਿਖਾਈ ਦੇਂਦੇ ਹਨ। ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਵਿਵਰਤਨ ਦੇ ਵਰਤਾਰੇ ਤੇ ਚਰਚਾ ਕਰਾਂਗੇ।

10.6.1 ਇਕੱਲੀ ਝਿਰੀ (The Single Slit) :-

ਯੰਗ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੇ ਵਿਵੇਚਨ ਵਿਚ, ਅਸੀਂ ਕਿਹਾ ਹੈ ਕਿ ਇੱਕ ਤੰਗ ਇਕੱਲੀ ਝਿਰੀ ਨਵੇਂ ਸਰੋਤ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੰਮ ਕਰਦੀ ਹੈ, ਜਿੱਥੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਖਿਲਰਦਾ ਹੈ। ਯੰਗ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾ ਵੀ ਸ਼ੁਰੂਆਤੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰਨ ਵਾਲਿਆਂ ਜਿਹਨਾਂ ਵਿਚ ਨਿਊਟਨ ਵੀ ਸ਼ਾਮਿਲ ਸੀ ਦੇ ਧਿਆਨ ਵਿਚ ਇਹ ਆ ਚੁੱਕਿਆ ਸੀ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤੰਗ ਛਿਦਰਾਂ ਅਤੇ ਝਿਰੀਆਂ ਤੋਂ ਖਿਲਰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਕੋਨੇ ਤੋਂ ਮੁੜ ਕੇ ਉਸ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਦਾ ਹੋਇਆ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਥੇ ਅਸੀਂ ਛਾਇਆ ਦੀ ਆਸ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਇਹਨਾਂ ਪ੍ਰਭਾਵਾਂ ਨੂੰ ਜਿਸਨੂੰ ਵਿਵਰਤਨ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਕੇਵਲ ਤਰੰਗ ਧਾਰਨਾ ਦੇ ਉਪਯੋਗ ਨਾਲ ਹੀ ਓਚਿਤ ਰੂਪ ਨਾਲ ਸਮਝ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਆਖਿਰ ਤੁਹਾਨੂੰ ਕੋਨੇ ਦੇ ਪਿੱਛੇ ਤੋਂ ਕਿਸੇ ਨੂੰ ਗੱਲ ਕਰਦੇ ਹੋਏ ਉਸਦੀ ਧੁਨੀ ਤਰੰਗਾਂ ਨੂੰ ਸੁਣ ਕੇ ਸ਼ਾਇਦ ਹੀ ਹੈਰਾਨੀ ਹੁੰਦੀ ਹੋਵੇ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਜਦੋ ਯੰਗ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੀ ਇੱਕ ਵਰਣੀ ਸਰੋਤ ਤੋਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਤ ਦੋਹਰੀ ਝਿਰੀ ਨੂੰ ਇੱਕ ਤੰਗ ਇੱਕਲੀ ਝਿਰੀ ਦੁਆਰਾ ਬਦਲਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇੱਕ ਚੋੜਾ ਪੈਟਰਨ ਵਿਖਾਈ ਦੇਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਦੇ ਮੱਧ ਵਿਚ ਦੀਪਤ ਖੇਤਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਦੇ ਦੋਨੋਂ ਸਾਈਡ ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਦੀਪਤ ਅਤੇ ਅਦੀਪਤ ਖੇਤਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜਿਹਨਾਂ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ ਦੂਰ ਹੋਣ ਤੇ ਘੱਟ ਹੁੰਦੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 10.16)। ਇਸ ਨੂੰ ਸਮਝਣ ਲਈ ਚਿੱਤਰ 10.15 ਦੇਖੋ, ਜਿਸ ਵਿਚ a ਚੌੜਾਈ ਦੀ ਇੱਕਲੀ ਝਿਰੀ LN ਤੇ ਅਭਿਲੰਬਵਤ ਪੈਣ ਵਾਲੇ ਸਮਾਂਤਰ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਨੂੰ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਵਿਵਤਰਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਅੱਗੇ ਪਏ ਇੱਕ ਪਰਦੇ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਝਿਰੀ ਦਾ ਮੱਧ ਬਿੰਦੂ M ਹੈ।

ਬਿੰਦੂ M ਤੋਂ ਲੰਘਣ ਵਾਲੀ ਅਤੇ ਝਿਰੀ ਦੇ ਤਲ ਦੇ ਅਭਿਲੰਬਤ ਸਰਲ ਰੇਖਾ ਪਰਦੇ ਦੇ ਬਿੰਦੂ C ਤੇ ਮਿਲਦੀ ਹੈ। ਸਾਨੂੰ ਪਰਦੇ ਦੇ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ P ਤੇ ਤੀਬਰਤਾ ਪਤਾ ਕਰਨੀ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ ਪਹਿਲਾ ਹੀ ਚਰਚਾ ਕਰ ਚੁੱਕੇ ਹਾਂ, P ਨੂੰ ਵਿਭਿੰਨ ਬਿੰਦੂਆਂ L,M,N ਆਦਿ ਨਾਲ ਜੋੜਨ ਵਾਲੀਆਂ ਵਿਭਿੰਨ ਸਰਲ ਰੇਖਾਵਾਂ ਪਰਸਪਰ ਸਮਾਂਤਰ ਅਤੇ ਅਭਿਲੰਬ MC ਨਾਲ ਕੋਣ θ ਬਣਾਉਂਦੀਆਂ ਹੋਈ ਮੰਨੀਆਂ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹਨ [ਚਿੱਤਰ 10.15]

ਮੂਲ ਧਾਰਨਾ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਝਿਰੀ ਨੂੰ ਬਹੁਤ ਹੀ ਛੋਟੇ ਹਿੱਸਿਆਂ ਵਿੱਚ ਵੰਡਿਆ ਜਾਵੇ ਅਤੇ ਬਿੰਦੂ P ਤੇ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਯੋਗਦਾਨਾਂ ਨੂੰ ਉਚਿਤ ਕਲਾ-ਅੰਤਰ ਦੇ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਜਾਵੇ। ਅਸੀਂ ਝਿਰੀ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦੇ ਵਿਭਿੰਨ ਭਾਗਾਂ ਨੂੰ ਸੈਕੰਡਰੀ ਸਰੋਤਾਂ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਵਹਾਰ ਵਿਚ ਲਿਆਉਂਦੇ ਹਾਂ। ਕਿਉਂਕਿ ਆਪਾਤੀ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਝਿਰੀ ਦੇ ਤਲ ਵਿਚ ਸਮਾਂਤਰ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਸਰੋਤ ਇਕ ਹੀ ਕਲਾ ਵਿਚ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

ਝਿਰੀ ਦੇ ਦੋ ਸਿਰਿਆਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਦੇ ਪਥ ਅੰਤਰ (NP - LP) ਦੀ ਗਣਨਾ ਠੀਕ ਉਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਥਾਮਸ ਯੰਗ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿਚ ਕੀਤੀ ਸੀ। ਚਿੱਤਰ 10.15 ਵਿੱਚ

$$\begin{aligned} NP - LP &= NQ \\ &= a \sin\theta \\ &\approx a\theta \qquad (10.21) \end{aligned}$$

ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜੇ ਝਿਰੀ ਦੇ ਤਲ ਵਿੱਚ ਦੋ ਬਿੰਦੂਆਂ M_1 ਅਤੇ M_2 ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੂਰੀ y ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਪੱਥ ਅੰਤਰ $M_2P - M_1P \approx y\theta$ । ਹੁਣ ਸਾਨੂੰ ਸਰੋਤਾਂ ਦੀ ਵੱਡੀ ਸੰਖਿਆਂ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਸਮਾਨ ਕਲਾ ਸੰਬੰਧਾਂ ਯੋਗਦਾਨਾਂ ਨੂੰ ਜੋੜਣਾ ਹੈ ਜਿਹਨਾਂ ਵਿੱਚੋ ਹਰੇਕ ਭਿੰਨ ਕਲਾ ਸੰਪੰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਗਣਨਾ ਫ੍ਰੇਨੇਲ ਦੁਆਰਾ ਸਮਾਕਲਨ ਦੇ ਉਪਯੋਗ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤੀ ਗਈ ਸੀ ਅਤੇ ਅਸੀਂ ਇਥੇ ਇਸ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਨਹੀਂ ਕਰਾਂਗੇ। ਵਿਵਰਤਨ ਪੈਟਰਨ ਦੇ ਮੁੱਖ ਅਭਿਲਕਸ਼ਨ ਸਾਧਾਰਨ ਤਰਕਾਂ ਦੁਆਰਾ ਸਮਝੇ ਜਾ ਸਕਦੇ ਹਨ।

ਪਰਦੇ ਦੇ ਕੇਂਦਰੀ ਬਿੰਦੂ C ਤੇ, ਕੋਣ-θ ਜੀਰੋ ਹੈ। ਸਾਰੇ ਪਥ ਅੰਤਰ ਜੀਰੋ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਝਿਰੀ ਦੇ ਸਾਰੇ ਭਾਗਾਂ ਦਾ ਯੋਗਦਾਨ ਇਕ ਕਲਾ ਵਿੱਚ ਹੈ। ਇਸ ਨਾਲ ਬਿੰਦੂ C ਤੇ ਉਚੱਤਮ ਤੀਬਰਤਾ ਮਿਲਦੀ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 10.15 ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਪ੍ਰੇਖਣ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ ਕਿ ਤੀਬਰਤਾ ਦਾ ਕੇਂਦਰੀ ਉਚੱਤਮ $\theta = 0$ ਤੇ ਹੈ ਅਤੇ ਦੂਸਰੇ ਸਕੈਂਡਰੀ ਉਚੱਤਮ $\theta \approx (n+1/2)\ \lambda/a$, ਤੇ ਹਨ ਅਤੇ ਨਿਮਨਤਮ (ਜੀਰੋ ਤੀਬਰਤਾ) $\theta \approx n\lambda/a$, $n = \pm1, \pm2, \pm3, ...$ ਤੇ ਹਨ। ਇਹ ਦੇਖਣਾ ਸੋਖਾ ਹੈ ਕਿ ਕੋਣਾਂ ਦੇ ਇਹਨਾਂ ਮਾਨਾਂ ਦੇ ਲਈ ਨਿਮਨਤਮ ਕਿਉਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਪਹਿਲਾ ਕੋਣ θ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ ਜਿਥੇ ਪੱਥ ਅੰਤਰ $a\theta = \lambda$ ਹੈ ਤਦ $\theta \approx \lambda / a$ (10.22)

ਹੁਣ ਝਿਰੀ ਨੂੰ ਦੋ ਬਰਾਬਰ ਭਾਗਾਂ LM ਅਤੇ MN ਵਿੱਚ ਵੰਡੋ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਹਰੇਕ ਦਾ ਆਕਾਰ $a/2$ ਹੈ। ਭਾਗ LM ਵਿੱਚ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ M, ਦੇ ਲਈ ਭਾਗ MN ਵਿੱਚ ਬਿੰਦੂ M_2 ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੈ ਕਿ $M_1M_2 = a/2$ । ਬਿੰਦੂ P ਤੇ M_1 ਅਤੇ M_2 ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਪੱਥ ਅੰਤਰ ਚੁਣੇ ਹੋਏ ਕੋਣ θ ਦੇ ਲਈ $M_2P - M_1P = \theta a/2 = \lambda/2$ । ਇਸ ਦਾ ਅਰਥ ਇਹ ਹੈ ਕਿ M_1 ਅਤੇ M_2 ਦੇ ਯੋਗਦਾਨ 180° ਨਾਲ ਉਲੱਟ ਕਲਾ ਵਿੱਚ ਹਨ ਅਤੇ $\theta = \lambda/a$ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਰੱਦ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਝਿਰੀ ਦੇ ਦੋ ਅਰਧ ਭਾਗਾਂ LM ਅਤੇ MN ਦੇ ਯੋਗਦਾਨ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਨੂੰ ਰੱਦ ਕਰ ਦਿੰਦੇ ਹਨ। ਸਮੀਕਰਣ (10.22) ਉਹ ਕੋਣ ਦੱਸਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਤੇ ਤੀਬਰਤਾ ਜੀਰੋ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਹ ਦੱਸਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ $\theta = n\lambda/a$, ਦੇ ਲਈ ਤੀਬਰਤਾ ਜੀਰੋ ਹੋਵੇਗੀ, ਜਿੱਥੇ n ਇੱਕ ਪੂਰਨ ਅੰਕ ਹੈ (ਜੀਰੋ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ)। ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ ਝਿਰੀ ਦਾ ਆਕਾਰ a ਘੱਟਣ ਤੇ ਕੇਂਦਰੀ ਉਚੱਤਮ ਦਾ ਕੋਣੀ ਸਾਈਜ ਵੱਧਦਾ ਹੈ।

ਇਹ ਦੇਖਣਾ ਵੀ ਸੌਖਾ ਹੈ ਕਿ $\theta = (n + 1/2)\ \lambda/a$ ਤੇ ਉਚੱਤਮ ਕਿਉ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ n ਦਾ ਮਾਨ ਵੱਧਣ ਤੇ ਇਸਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਲਗਾਤਾਰ ਕਿਉਂ ਘੱਟਦੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਹੁਣ ਇੱਕ ਕੋਣ $\theta = 3\lambda/2a$ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੀਏ ਜੋ ਦੋ

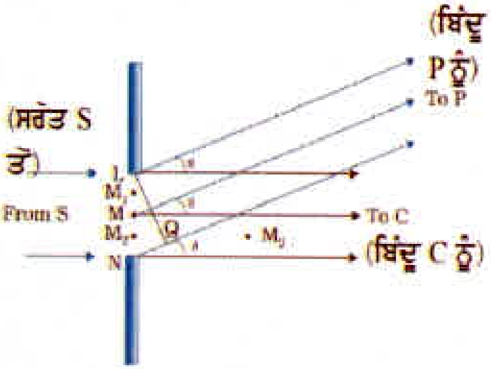
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਅਦੀਪਤ ਫਰਿੰਜਾਂ ਦੇ ਮੱਧ ਵਿੱਚ ਹੈ। ਝਿਰੀ ਨੂੰ ਤਿੰਨ ਬਰਾਬਰ ਭਾਗਾਂ ਵਿੱਚ ਵੰਡੋ। ਜੇ ਅਸੀਂ ਪਹਿਲੀ ਦੋ ਤਿਆਰੀ ਝਿਰੀ ਨੂੰ ਲਈਏ ਤਾਂ ਦੋ ਸਿਰੀਆਂ ਵਿੱਚ ਪੱਥ ਅੰਤਰ ਹੋਵੇਗਾ

$$\frac{2}{3}a \times \theta = \frac{2a}{3} \times \frac{3\lambda}{2a} = \lambda \qquad (10.23)$$

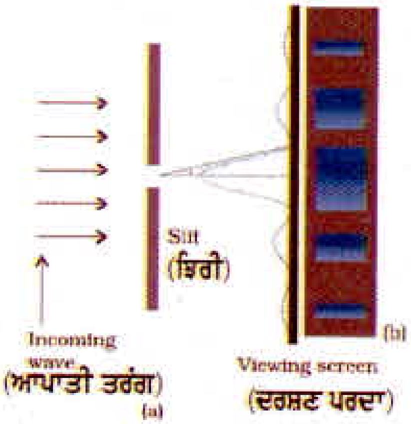
ਇਸ ਲਈ ਪਹਿਲੇ ਦੋ ਤਿਆਂਹੀ ਝਿਰੀ ਨੂੰ ਦੋ ਅਰਧ ਭਾਗਾਂ ਵਿੱਚ ਵੰਡਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਜਿਸਦਾ ਪੱਥ ਅੰਤਰ λ/2 ਹੋਵੇਗਾ। ਇਹਨਾਂ ਦੋ ਅਰਧ ਭਾਗਾਂ ਦੇ ਯੋਗਦਾਨ ਉਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਰੱਦ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਪਹਿਲਾ ਵਰਣਨ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਕੇਵਲ ਬਾਕੀ ਇੱਕ ਤਿਆਹੀ ਭਾਗ ਹੀ ਦੋ ਨਿਮਨਤਮ ਦੇ ਮੱਧ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਨੂੰ ਯੋਗਦਾਨ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਸਪਸ਼ਟ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਹ ਕੇਂਦਰੀ ਉਚਤਮ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਕਾਫੀ ਮੱਧਮ ਹੋਵੇਗਾ (ਜਿਥੇ ਪੂਰੀ ਝਿਰੀ ਸਮਕਲਾ ਵਿੱਚ ਯੋਗਦਾਨ ਦਿੰਦੀ ਹੈ)। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਹ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ (n + 1/2) λ/a ਜਿਥੇ n= 2,3 ਆਦਿ ਤੇ ਉੱਚਤਮ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਹ n ਦੇ ਵੱਧਣ ਦੇ ਨਾਲ ਮੱਧਮ ਹੁੰਦੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਕਿਉਂਕਿ ਝਿਰੀ ਦਾ ਕੇਵਲ ਪੰਜਵਾਂ, ਸੱਤਵਾਂ ਆਦਿ ਭਾਗ ਹੀ ਇਹਨਾਂ ਸਥਿਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਯੋਗਦਾਨ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਫੋਟੋਗ੍ਰਾਫ ਅਤੇ ਇਸਦੇ ਸੰਗਤ ਤੀਬਰਤਾ ਪੈਟਰਨ ਚਿੱਤਰ 10.16 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਗਏ ਹਨ।



ਚਿੱਤਰ 10.15 ਕਿਸੇ ਇਕੱਲੀ ਝਿਰੀ ਦੁਆਰਾ ਵਿਵਰਤਨ ਵਿੱਚ ਪੱਥ ਅੰਤਰ ਦੀ ਜਿਆਮਿਤੀ।

ਵਿਘਨ ਅਤੇ ਵਿਵਰਤਨ ਵਿੱਚ ਕੀ ਅੰਤਰ ਹੈ, ਇਸ ਸੰਬੰਧ ਵਿੱਚ ਇਹਨਾਂ ਵਰਤਾਰਿਆ ਦੀ ਖੋਜ਼ ਦੇ ਸਮੇਂ ਤੋਂ ਹੀ ਵਿਗਿਆਨਕਾਂ ਵਿੱਚ ਲੰਬੀ ਚਰਚਾ ਵਿਮਰਸ਼ ਹੁੰਦੀ ਰਹੀ ਹੈ। ਇਸ ਸੰਬੰਧ ਵਿੱਚ ਰਿਚਰਡ ਫਾਈਨਮੈਨ ਨੇ ਆਪਣੇ ਪ੍ਰਸਿੱਧ ਫਾਈਨਮੈਨ ਲੈਕਚਰਸ ਆਨ ਫਿਜੀਕਸ ਵਿੱਚ ਕੀ ਕਿਹਾ ਹੈ, ਇਹ ਜਾਣਨਾ ਦਿਲਚਸਪ ਰਹੇਗਾ।

ਹਾਲੇ ਤੱਕ ਕੋਈ ਵੀ ਵਿਘਨ ਅਤੇ ਵਿਵਰਤਨ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਅੰਤਰ ਨੂੰ ਸੰਤੋਸਜਨਕ ਰੂਪ ਨਾਲ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਨਹੀਂ ਕਰ ਪਾਇਆ ਹੈ। ਇਹ ਕੇਵਲ ਉਪਯੋਗ ਦਾ ਪ੍ਰਸ਼ਨ ਹੈ, ਇਹਨਾਂ ਦੋਨਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਕੋਈ ਸਪੱਸ਼ਟ ਤੇ ਮਹਤਵਪੂਰਨ ਭੌਤਿਕ ਅੰਤਰ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਮੋਟੇ ਤੌਰ ਤੇ ਅਸੀਂ ਵੱਧ ਤੋਂ ਵੱਧ ਕਹਿ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਜਦੋਂ ਕੇਵਲ ਕੁਝ ਸਰੋਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਮੰਨ ਲਓ ਦੋ ਵਿਘਨਕਾਰੀ ਸਰੋਤ, ਤਦ ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਮਿਲਣ ਵਾਲੇ ਨਤੀਜੇ ਨੂੰ ਵਿਘਨ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਪਰੰਤੂ ਜੇ ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਹੋਵੇ ਅਜਿਹਾ ਜਾਪਦਾ ਹੈ ਕਿ ਵਿਵਰਤਨ ਸ਼ਬਦ ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

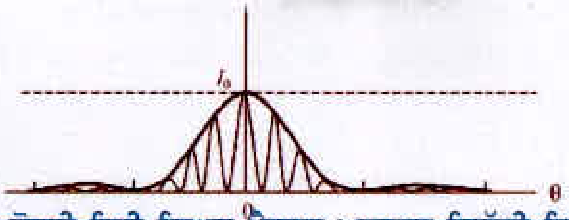


ਚਿੱਤਰ 10.16 ਇਕੱਲੀ ਝਿਰੀ ਦੁਆਰਾ ਵਿਵਤਰਨ ਦੇ ਲਈ ਫਿਰੰਜਾਂ ਦਾ ਫੋਟੋਗ੍ਰਾਫ ਅਤੇ ਤੀਬਰਤਾ ਵਿਤਰਣ।

ਦੋਹਰੀ ਝਿਰੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ ਸਾਨੂੰ ਧਿਆਨ ਦੇਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਕਿ ਪਰਦੇ ਤੇ ਬਣਨ ਵਾਲਾ ਪੈਟਰਨ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਹਰੇਕ ਝਿਰੀ ਜਾਂ ਛਿਦਰ ਦੁਆਰਾ ਉਪਰ ਸਥਾਪਨ ਦੁਆਰਾ ਬਣਨ ਵਾਲਾ ਇਕੱਲਾ ਝਿਰੀ ਵਿਵਰਤਨ ਪੈਟਰਨ ਹੈ, ਅਤੇ ਦੋਹਰੀ ਝਿਰੀ ਵਿਘਨ ਪੈਟਰਨ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਚਿੱਤਰ 10.17 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਹ ਇੱਕ ਚੋੜਾ ਵਿਵਰਤਨ ਸਿਖਰ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਦੋਹਰੀ ਝਿਰੀ ਵਿਘਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਅਨੇਕਾਂ ਘੱਟ ਚੋੜਾਈ ਦੇ ਫਿਰੰਜ ਦਿਖਾਈ ਦਿੰਦੇ ਹਨ। ਚੋੜੇ ਵਿਵਰਤਨ ਸਿਖਰ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਵਿਘਨ ਫਰਿੰਜਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਅਨੁਪਾਤ d/a ਅਰਥਾਤ ਦੋ ਝਿਰੀਆਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਦੀ ਦੂਰੀ ਅਤੇ ਝਿਰੀ ਦੀ ਚੋੜਾਈ ਦੇ ਅਨੁਪਾਤ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਹੈ। a ਦੇ ਬਹੁਤ ਛੋਟੇ ਬਣਨ ਦੀ ਸੀਮਾ ਵਿੱਚ, ਵਿਵਰਤਨ ਪੈਟਰਨ ਬਹੁਤ ਸਮਤਲ ਬਣੇਗਾ ਅਤੇ ਸਾਨੂੰ ਦੋਹਰੀ ਝਿਰੀ ਵਿਘਨ ਪੈਟਰਨ ਦਿਖਾਈ ਦੇਵੇਗਾ (ਚਿੱਤਰ 10.13(b))

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com



ਚਿੱਤਰ 10.17 ਵਾਸਤਵਿਕ ਦੋਹਰੀ ਝਿਰੀ ਵਿਘਨ ਪੈਟਰਨ ਆਵਰਣ ਇਕੱਲੀ ਝਿਰੀ ਵਿਵਰਤਨ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 10.5 ਉਦਾਹਰਨ 10.3 ਵਿੱਚ, ਹਰੇਕ ਝਿਰੀ ਦੀ ਚੌੜਾਈ ਕਿੰਨੀ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਨਾਲ ਕਿ ਇੱਕਲੀ ਝਿਰੀ ਪੈਟਰਨ ਦੇ ਕੇਂਦਰੀ ਉਚਤਮ ਦੇ ਅੰਦਰ ਦੋਹਰੀ ਝਿਰੀ ਪੈਟਰਨ ਦੇ 10 ਉੱਚਤਮ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋ ਸਕਣ।

ਹੱਲ :- ਅਸੀਂ ਚਾਹੁੰਦੇ ਹਾਂ

$$a\,\theta = \lambda, \theta = \frac{\lambda}{a}$$

$$10\,\frac{\lambda}{d} = 2\,\frac{\lambda}{a} \qquad a = \frac{d}{5} = 0.2 \text{ mm}$$

ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਅਤੇ ਪਰਦੇ ਦੀ ਦੂਰੀ, ਝਿਰੀ ਦੀ ਚੌੜਾਈ a ਦੇ ਪਰਿਕਲਨ, ਵਿੱਚ ਸ਼ਾਮਿਲ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ।

ਚਿੱਤਰ 10.12 ਦੇ ਦੋਹਰੀ ਝਿਰੀ ਵਿਘਨ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ ਜੇ ਅਸੀਂ ਇੱਕ ਝਿਰੀ ਨੂੰ ਬੰਦ ਕਰ ਦਈਏ ਤਾਂ ਕੀ ਹੋਵੇਗਾ? ਤੁਸੀਂ ਦੇਖੋਗੇ ਕਿ ਹੁਣ ਇਹ ਇਕ ਇੱਕਲੀ ਝਿਰੀ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੰਮ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ ਤੁਹਾਨੂੰ ਪੈਟਰਨ ਦੇ ਕੁੱਝ ਖਿਸਕਣ ਤੇ ਧਿਆਨ ਦੇਣਾ ਹੋਵੇਗਾ। ਹੁਣ ਸਾਡੇ ਕੋਲ S ਤੇ ਇੱਕ ਸਰੋਤ ਹੈ ਅਤੇ ਕੇਵਲ ਇੱਕ ਛਿਦਰ (ਜਾਂ ਝਿਰੀ) S_1 ਜਾਂ S_2। ਇਹ ਪਰਦੇ ਤੇ ਇਕੱਲੀ ਝਿਰੀ ਵਿਵਰਤਨ ਪੈਟਰਨ ਉਤਪੰਨ ਕਰੇਗੀ। ਕੇਂਦਰੀ ਦੀਪਤ ਫਰਿੰਜ ਦਾ ਕੇਂਦਰ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਦਿਖਾਈ ਦੇਵੇਗਾ ਜੋ ਵਸਤੂ ਸਥਿਤੀ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਸਰਲ ਰੇਖਾ SS_1 ਅਤੇ SS_2 ਤੇ ਸਥਿਤ ਹੋਵੇਗਾ।

ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਵਿਘਨ ਪੈਟਰਨ ਅਤੇ ਸੰਬੰਧਿਤ ਪਰਦੀਪਤ ਇੱਕਲੀ ਝਿਰੀ ਦੇ ਪੈਟਰਨ (ਜਿਸਨੂੰ ਆਮਤੌਰ ਤੇ ਇੱਕਲੀ ਝਿਰੀ ਵਿਵਰਤਨ ਪੈਟਰਨ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ) ਦੀ ਸਮਾਨਤਾ ਅਤੇ ਅਸਮਾਨਤਾ ਦਾ ਵਰਣਨ ਕਰਾਂਗੇ।

(i) ਵਿਘਨ ਪੈਟਰਨ ਵਿੱਚ ਬਰਾਬਰ ਅੰਤਰਾਲ ਤੇ ਦੀਪਤ ਅਤੇ ਅਦੀਪਤ ਬੈਂਡ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਵਿਵਰਤਨ ਪੈਟਰਨ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਕੇਂਦਰੀ ਦੀਪਤ ਉੱਚਤਮ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਦੂਜੇ ਉੱਚਤਮਾਂ ਤੋਂ ਦੋ ਗੁਣਾ ਚੌੜਾ ਹੈ। ਕੇਂਦਰ ਦੀ ਦੋਨੋਂ ਸਾਈਡ ਦੂਰ ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਉੱਚਤਮਾਂ ਤੇ ਤੀਬਰਤਾ ਘੱਟ ਹੁੰਦੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

(ii) ਅਸੀਂ ਵਿਘਨ ਪੈਟਰਨ ਦਾ ਪਰਿਕਲਨ ਦੋ ਸੌੜੀਆਂ ਝਿਰੀਆਂ ਤੋਂ ਉਜਾਗਰ ਦੋ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਉਪਰ ਸਥਾਪਨ ਦੁਆਰਾ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਵਿਵਰਤਨ ਪੈਟਰਨ ਇੱਕਲੀ ਝਿਰੀ ਦੇ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਉਜਾਗਰ ਲਗਾਤਾਰ ਤਰੰਗ ਪਰਿਵਾਰ ਦੇ ਉਪਰ ਸਥਾਪਨ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

(iii) ਚੌੜਾਈ a ਦੀ ਕਿਸੇ ਇੱਕਲੀ ਝਿਰੀ ਦੇ ਲਈ,ਵਿਘਨ ਪੈਟਰਨ ਦਾ ਪਹਿਲਾ ਜ਼ੀਰੋ ਕੋਣ λ/a ਤੇ ਸਥਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸੇ ਕੋਣ λ/a ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਚੌੜੀਆਂ ਝਿਰੀਆਂ ਜਿਹਨਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੀ ਦੂਰੀ a ਹੈ ਦੇ ਲਈ ਉੱਚਤਮ (ਜ਼ੀਰੋ ਨਹੀਂ) ਮਿਲਦਾ ਹੈ।

ਸਾਨੂੰ ਇਹ ਸਮਝ ਲੈਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਕਿ ਚੰਗਾ ਵਿਘਨ ਅਤੇ ਵਿਵਰਤਨ ਪੈਟਰਨ ਦੇਖ ਸਕਣ ਦੇ ਲਈ d ਅਤੇ a ਦੋਨੋਂ ਹੀ ਕਾਫੀ ਛੋਟੇ ਹੋਣੇ ਚਾਹੀਦੇ ਹਨ। ਉਦਾਹਰਨ ਦੇ ਲਈ ਦੋ ਝਿਰੀਆਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਵਿੱਥ ਲਗਭਗ 1 ਮਿਲੀਮੀਟਰ ਦੀ ਕੋਟਿ ਦੀ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ। ਹਰੇਕ ਝਿਰੀ ਦੀ ਚੌੜਾਈ a ਹੋਰ ਵੀ ਛੋਟੀ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ, ਲਗਭਗ 0.1 ਜਾਂ 0.2 mm ਦੀ ਕੋਟਿ ਦੇ ਬਰਾਬਰ।

ਯੰਗ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਅਤੇ ਇੱਕਲੀ ਝਿਰੀ ਵਿਵਰਤਨ ਦੇ ਸਾਡੇ ਵਿਵੇਚਨ ਵਿੱਚ, ਅਸੀਂ ਇਹ ਮੰਨਿਆ ਹੈ ਕਿ ਪਰਦਾ ਜਿਸਤੇ ਫਰਿੰਜਾਂ ਬਣਦੀਆਂ ਹਨ, ਵੱਧ ਦੂਰੀ ਤੇ ਹੈ। ਝਿਰੀ ਤੋਂ ਪਰਦੇ ਤੱਕ ਦੇ ਦੋ ਜਾਂ ਅਧਿਕ ਰਸਤਿਆਂ ਨੂੰ ਸਮਾਂਤਰ ਮੰਨਿਆ ਗਿਆ ਸੀ। ਇਹੀ ਸਥਿਤੀ ਤਦ ਵੀ ਮਿਲਦੀ ਹੈ ਜਦੋਂ ਅਸੀਂ ਇੱਕ ਅਭਿਸਾਰੀ ਲੈਨਜ ਨੂੰ ਝਿਰੀਆਂ ਦੇ ਬਾਅਦ ਰੱਖਦੇ ਹਾਂ

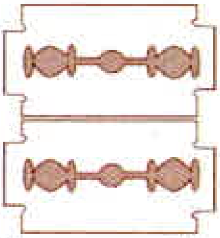
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਅਤੇ ਪਰਦੇ ਨੂੰ ਲੈਨਜ ਦੇ ਫੋਕਸ ਤੇ ਰੱਖਦੇ ਹਾਂ। ਝਿਰੀ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਪੱਥ ਪਰਦੇ ਤੇ ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਮਿਲਦੇ ਹਨ। *ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ ਕਿਸੇ ਸਮਾਂਤਰ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਵਿੱਚ ਲੈਨਜ ਕੋਈ ਵਾਧੂ ਪੱਥ ਅੰਤਰ ਪੈਦਾ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ ਹੈ।* ਇਹ ਵਿਵਸਥਾ ਆਮ ਹੀ ਉਪਯੋਗ ਵਿੱਚ ਲਿਆਈ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਇਸ ਨਾਲ ਪਰਦੇ ਨੂੰ ਬਹੁਤ ਦੂਰ ਰੱਖਣ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਅਧਿਕ ਤੀਬਰਤਾ ਮਿਲਦੀ ਹੈ। ਜੇ ਲੈਨਜ ਦੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ f ਹੈ ਤਾਂ ਅਸੀਂ ਸਰਲਤਾ ਨਾਲ ਕੇਂਦਰੀ ਦੀਪਤ ਉਚੱਤਮ ਦਾ ਸਾਈਜ ਪਤਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਕੋਣਾਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ, ਵਿਵਰਤਨ ਪੈਟਰਨ ਦੇ ਪਹਿਲੇ ਜੀਰੋ ਤੋਂ ਕੇਂਦਰੀ ਉਚੱਤਮ ਦਾ ਅੰਤਰਾਲ λ/a ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਪਰਦੇ ਤੇ ਇਸਦਾ ਸਾਈਜ $f\lambda/a$ ਹੋਵੇਗਾ।

10.6.2 ਇਕੱਲੀ ਝਿਰੀ ਵਿਵਰਤਨ ਪੈਟਰਨ ਦਾ ਅਵਲੋਕਨ (Seeing the single slit diffraction pattern)

ਇਕੱਲੀ ਝਿਰੀ ਵਿਵਰਤਨ ਪੈਟਰਨ ਨੂੰ ਆਪ ਹੀ ਦੇਖਣਾ ਹੈਰਾਨੀਜਨਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸੌਖਾ ਹੈ। ਚਾਹੀਦਾ ਉਪਕਰਣ ਆਮ ਘਰਾਂ ਵਿੱਚ ਪਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਦੋ ਰੇਜਰ ਬਲੇਡ ਅਤੇ ਇੱਕ ਪਾਰਦਰਸ਼ਕ ਕੱਚ ਦਾ ਬਿਜਲੀ ਬਲਬ (ਕਿਸੇ ਸਿੱਧੇ ਤੰਤੂ ਵਾਲੇ ਬਲਬ ਨੂੰ ਪਹਿਲ ਦਿਓ)। ਦੋਨਾਂ ਬਲੇਡਾਂ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪਕੜਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਕਿਨਾਰੇ ਸਮਾਂਤਰ ਹੋਰ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਦੋਨਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਇਕ ਪਤਲੀ ਝਿਰੀ ਬਣੇ। ਇਹ ਸਰਲਤਾ ਨਾਲ ਅੰਗੂਠੇ ਅਤੇ ਉਂਗਲੀਆਂ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਵੀ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 10.18)।


ਚਿੱਤਰ 10.18 ਇੱਕ ਇਕੱਲੀ ਝਿਰੀ ਬਣਾਉਣ ਲਈ ਦੋ ਬਲੇਡਾਂ ਨੂੰ ਪਕੜਨਾ। ਇੱਕ ਬਲਬ ਤੰਤੂ ਜਿਸਨੂੰ ਝਿਰੀ ਵਿੱਚ ਦੇਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਸਪੱਸ਼ਟ ਵਿਵਰਤਨ ਬੈਂਡ ਦਿਖਾਉਂਦਾ ਹੈ।

ਝਿਰੀ ਨੂੰ ਫਿਲਾਮੈਂਟ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਰੱਖੋ, ਠੀਕ ਅੱਖ ਦੇ ਸਾਹਮਣੇ ਜੇ ਤੁਸੀਂ ਐਨਕ ਪਾਉਂਦੇ ਹੋ ਤਾਂ ਉਸਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰੋ। ਝਿਰੀ ਦੀ ਚੋੜਾਈ ਅਤੇ ਕਿਨਾਰਿਆਂ ਦੀ ਸਮਾਂਤਰਵਾਦ ਦੇ ਕੁਝ ਮਿਲਾਪ ਨਾਲ ਦੀਪਤ ਅਤੇ ਅਦੀਪਤ ਬੈਂਡਾ ਦੇ ਨਾਲ ਪੈਟਰਨ ਵਿਖਾਈ ਦੇਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਸਾਰੇ ਬੈਂਡਾ ਦੀ ਸਥਿਤੀ (ਕੇਂਦਰੀ ਬੈਂਡ ਨੂੰ ਛੱਡ ਕੇ) ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਹੈ,ਉਹ ਕੁੱਝ ਰੰਗ ਦਰਸਾਉਂਣਗੀਆਂ। ਲਾਲ ਅਤੇ ਨੀਲੇ ਦੇ ਲਈ ਫਿਲਟਰ ਦੇ ਉਪਯੋਗ ਨਾਲ ਫਰਿੰਜਾਂ ਵੱਧ ਸਪੱਸ਼ਟ ਹੋ ਜਾਣਗੀਆਂ। ਜੇ ਦੋਨੋਂ ਫਿਲਟਰ ਉਪਲੱਬਧ ਹੋਣ ਤਾਂ ਨੀਲੇ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਲਾਲ ਰੰਗ ਦੀਆ ਫਰਿੰਜਾਂ ਵੱਧ ਚੋੜੀਆਂ ਵੇਖੀਆਂ ਜਾ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ।

ਇਸ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ, ਤੰਤੂ ਪਹਿਲੇ ਸਰੋਤ S ਦੀ ਭੂਮਿਕਾ ਨਿਭਾ ਰਿਹਾ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 10.15)। ਅੱਖ ਦਾ ਲੈਨਜ ਪਰਦੇ (ਅੱਖ ਦੇ ਰੇਟਿਨਾ) ਤੇ ਪੈਟਰਨ ਨੂੰ ਫੋਕਸ ਕਰਦਾ ਹੈ।

ਥੋੜੇ ਯਤਨ ਨਾਲ, ਇੱਕ ਬਲੇਡ ਦੀ ਸਹਾਇਤਾ ਨਾਲ ਐਲੂਮੀਨੀਅਮ ਦੀ ਪੰਨੀ ਵਿੱਚ ਦੋਹਰੀ ਝਿਰੀ ਕੱਟੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਬਲਬ ਤੰਤੂ ਨੂੰ ਯੰਗ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਨੂੰ ਦੁਹਰਾਉਣ ਦੇ ਲਈ ਪਹਿਲਾਂ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵੇਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਦਿਨ ਦੇ ਸਮੇਂ ਵਿੱਚ, ਅੱਖ ਤੇ ਇੱਕ ਛੋਟਾ ਕੋਣ ਬਣਾਉਣ ਵਾਲਾ ਇੱਕ ਦੂਸਰਾ ਉਪਯੁਕਤ ਦੀਪਤ ਸਰੋਤ ਹੈ। ਇਹ ਕਿਸੇ ਚਮਕੀਲੀ ਉਤੱਲ ਸਤ੍ਹਾ (ਉਦਾਹਰਨ ਦੇ ਲਈ ਇੱਕ ਸਾਇਕਲ ਦੀ ਘੰਟੀ) ਵਿੱਚ ਸੂਰਜ ਦਾ ਪਰਾਵਰਤਨ ਹੈ।

ਸੂਰਜੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਨਾਲ ਸਿੱਧੇ ਹੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਨਾ ਕਰੋ ਇਹ ਅੱਖ ਨੂੰ ਨੁਕਸਾਨ ਪਹੁੰਚਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਨਾਲ ਫਰਿੰਜਾਂ ਵੀ ਨਹੀਂ ਮਿਲਣਗੀਆ ਕਿਉਂਕਿ ਸੂਰਜ $(1/2)^0$ ਦਾ ਕੋਣ ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ।

ਵਿਘਨ ਅਤੇ ਵਿਵਰਤਨ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਉਰਜਾ ਦਾ ਪੁਨਰਵਿਤਰਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਇਹ ਅਦੀਪਤ ਫਰਿੰਜ ਪੈਦਾ ਕਰਦੇ ਸਮੇਂ ਇੱਕ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਘੱਟਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਦੀਪਤ ਫਰਿੰਜ ਪੈਦਾ ਕਰਦੇ ਸਮੇਂ ਦੂਜੇ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਵੱਧਦੀ ਹੈ। ਊਰਜਾ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਲਾਭ ਜਾਂ ਹਾਨੀ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ ਜੋ ਓਰਜਾ ਸੁਰਖਿਅਣ ਦੇ ਸਿਧਾਂਤ ਦੇ ਅਨੁਕੂਲ ਹੈ।

10.6.3 ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਯੰਤਰਾ ਦੀ ਵਿਭੇਦਨ ਸਮਰਥਾ (Resolving Power of optical Instruments)

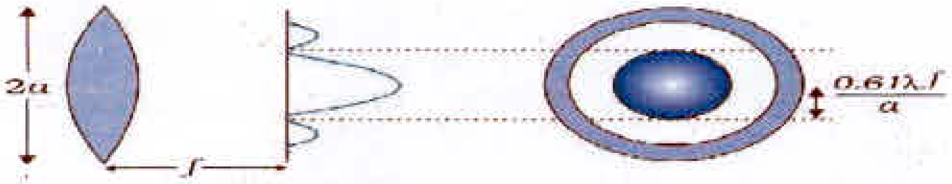
ਅਧਿਆਇ 9 ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਟੈਲੀਸਕੋਪ ਦੇ ਬਾਰੇ ਵਿੱਚ ਚਰਚਾ ਕੀਤਾ ਸੀ। ਟੈਲੀਸਕੋਪ ਦਾ ਕੋਣੀ ਵਿਭੇਦਨ ਇਸਦੇ ਵਸਤੂ ਅਭਿਮੁਖ ਦੁਆਰਾ ਨਿਰਧਾਰਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਅਭਿਮੁਖ ਦੁਆਰਾ ਬਣਾਏ ਗਏ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਵਿੱਚ ਜੋ ਤਾਰੇ ਵਿਭੇਦਤ ਨਹੀਂ ਹੋ ਪਾਉਂਦੇ ਉਹ ਨੇਤ੍ਰਿਕਾ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਵੱਡਦਰਸ਼ਨ ਦੁਆਰਾ ਵੀ ਵਿਭੇਦਤ ਨਹੀਂ ਹੋ ਸਕਦੇ। ਨੇਤ੍ਰਿਕਾ ਦਾ ਸ਼ੁਰੂਆਤੀ ਉਦੇਸ਼,ਵਸਤੂ ਅਭਿਮੁੱਖ ਦੁਆਰਾ ਉਤਪੰਨ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਨੂੰ ਹੋਰ ਅਧਿਕ ਵੱਡਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਨਾ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਇੱਕ ਉਤੱਲ ਲੈਨਜ ਤੇ ਡਿੱਗਣ ਵਾਲੇ ਇੱਕ ਸਮਾਂਤਰ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ। ਜੇਕਰ ਲੈਨਜ ਵਿਪਥਨ ਦੇ ਲਈ ਪੂਰਨ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸੰਸ਼ੋਧਿਤ ਹੈ ਤਦ ਜਿਆਮਿਤੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕੀ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਫੋਕਸਿਤ ਹੋਵੇਗਾ ਹਾਲਾਂਕਿ ਵਿਵਰਤਨ ਦੇ ਕਾਰਨ, ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਫੋਕਸਿਤ ਹੋਣ ਦੀ ਬਜਾਏ ਇੱਕ ਪਰਿਮਿਤ ਖੇਤਰਫਲ ਵਿੱਚ ਫੋਕਸਿਤ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਸ ਦਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਵਿਵਤਰਨ ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵਾਂ ਨੂੰ ਇੱਕ ਸਮਤਲ ਤਰੰਗ ਨੂੰ ਉਤੱਲ ਲੈਨਜ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਰੱਖੇ ਚੱਕਰਾਕਾਰ ਦੁਆਰਕ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਕਰਵਾਕੇ (ਚਿੱਤਰ 10.19 ਦੇਖੋ) ਪਤਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਸੰਗਤ ਵਿਵਰਤਨ ਪੈਟਰਨ ਦਾ ਵਿਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਅਤਿਅੰਤ ਪੇਚੀਦਾ ਹੈ, ਹਾਲਾਕਿ ਸਿਧਾਂਤਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਇੱਕਲੀ ਝਿਰੀ ਵਿਵਰਤਨ ਪੈਟਰਨ ਦੇ ਵਿਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਕਰਨ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ। ਵਿਵਰਤਨ ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵਾਂ ਨੂੰ ਧਿਆਨ ਵਿੱਚ ਰੱਖਦੇ ਹੋਏ ਫੋਕਸ ਸਮਤਲ ਤੇ ਬਣਨ ਵਾਲੇ ਪੈਟਰਨ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਕੇਂਦਰੀ ਦੀਪਤ ਖੇਤਰ ਹੋਵੇਗਾ ਜੋ ਚਾਰੋ ਪਾਸਿਆਂ ਤੋਂ ਅਦੀਪਤ ਅਤੇ ਦੀਪਤ ਸਮਕੇਂਦਰੀ ਚੱਕਰਾਂ ਨਾਲ ਘਿਰਿਆ ਹੋਵੇਗਾ (ਚਿੱਤਰ 10.19)। ਵਿਸਤ੍ਰਿਤ ਵਿਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਤੋਂ ਪਤਾ ਲੱਗਦਾ ਹੈ ਕਿ ਕੇਂਦਰੀ ਦੀਪਤ ਖੇਤਰ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਲਗਭਗ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

$$r_0 \approx \frac{1.22\lambda f}{2a} = \frac{0.61\lambda f}{a} \qquad (10.24)$$



ਚਿੱਤਰ 10.19 ਉਤੱਲ ਲੈਨਜ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਇੱਕ ਸਮਾਂਤਰ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਵਿਵਰਤਨ ਪ੍ਰਭਾਵਾਂ ਦੇ ਕਾਰਨ, ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਲਗਭਗ ≈ 0.61 $\lambda f/a$ ਦੇ ਅਰਧਵਿਆਸ ਦੇ ਧੱਬੇ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਫੋਕਸਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

ਇਥੇ f ਲੈਨਜ ਦੀ ਫੋਕਸ ਦੂਰੀ ਅਤੇ 2a ਚੱਕਰਾਕਾਰ ਦੁਆਰਕ ਦੇ ਵਿਆਸ ਜਾਂ ਲੈਨਜ ਦੇ ਵਿਆਸ ਵਿੱਚ ਜੋ ਵੀ ਘੱਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਣ ਦੇ ਲਈ ਜੇ

$$\lambda \approx 0.5\ \mu\text{m},\ f \approx 20\ \text{cm and } a \approx 5\ \text{cm}$$

ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ

$$r_0 \approx 1.2\ \mu\text{m}$$

ਹਾਲਾਂਕਿ ਧੱਬੇ ਦਾ ਸਾਈਜ ਬਹੁਤ ਛੋਟਾ ਹੈ ਫਿਰ ਵੀ ਇਹ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ ਯੰਤਰਾਂ ਜਿਵੇਂ ਦੂਰਦਰਸ਼ਕ ਜਾਂ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੀ ਵਿਭੇਦਨ ਸੀਮਾ ਪਤਾ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਭੂਮਿਕਾ ਨਿਭਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਦੋ ਭਾਗਾਂ ਨੂੰ ਮਾਤਰ ਵਿਭੇਦਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ

$$f\,\Delta\theta \approx r_0 \approx \frac{0.61\lambda f}{a}$$

ਇਸ ਤੋਂ ਪਤਾ ਚੱਲਦਾ ਹੈ

$$\Delta\theta \approx \frac{0.61\lambda}{a} \qquad (10.25)$$

ਇਸ ਲਈ ਜੇ ਵਸਤੂ ਅਭਿਮੁੱਖ ਦਾ ਵਿਆਸ ਵੱਧ ਹੈ ਤਾਂ $\Delta\theta$ ਛੋਟਾ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਸਤੋਂ ਪਤਾ ਚੱਲਦਾ ਹੈ ਕਿ ਜੇ a ਦਾ ਮਾਨ ਵੱਧ ਹੈ ਤਾਂ ਦੂਰ ਦਰਸ਼ੀ ਦੀ ਵਿਭੇਦਨ ਸਮਰਥਾ ਵੱਧ ਹੋਵੇਗੀ। ਇਹੀ ਕਾਰਨ ਹੈ ਕਿ ਚੰਗੇ ਵਿਭੇਦਨ ਦੇ ਲਈ ਦੂਰਦਰਸ਼ਕ ਦੇ ਵਸਤੂ ਅਭਿਮੁੱਖ ਦਾ ਵਿਆਸ ਵੱਧ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਉਦਾਹਰਨ 10.6 :- ਮੰਨ ਲਓ ਕਿਸੇ ਤਾਰੇ ਤੋਂ 6000 A^0 ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਆ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਦੂਰਦਰਸ਼ੀ ਦੇ ਵਿਭੇਦਨ ਦੀ ਸੀਮਾ ਕੀ ਹੋਵੇਗੀ ਜੇ ਉਸਦੇ ਵਸਤੂ ਅਭਿਮੁੱਖ ਦਾ ਵਿਆਸ 100 ਇੰਚ ਹੈ।

ਹੱਲ:- ਇੱਕ 100 ਇੰਚ ਦੇ ਦੂਰਦਰਸ਼ਕ ਦਾ ਅਰਥ ਹੈ ਕਿ $2a = 100$ ਇੰਚ $=254$ ਸੈਂਟੀਮੀਟਰ

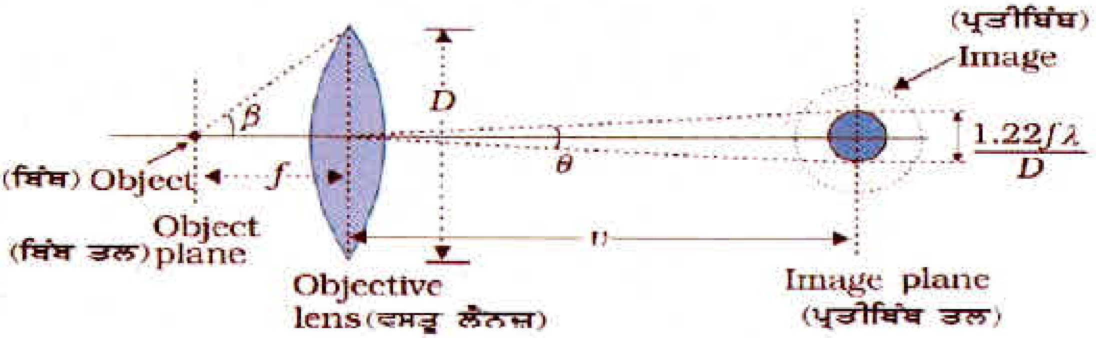
ਇਸ ਲਈ ਜੇ $\lambda \approx 6000Å = 6\times10^{-5}$ cm

ਤਾਂ $\Delta\theta = \frac{0.61\times6\times10^{-5}}{127} \approx 2.9\times10^{-7}$ ਰੇਡੀਅਨ

ਅਸੀਂ ਇੱਕ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੇ ਵਸਤੂ ਲੈਨਜ ਦੇ ਲਈ ਸਮਾਨ ਤਰਕ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਬਿੰਬ ਨੂੰ f ਤੋਂ ਥੋੜਾ ਵੱਧ ਦੂਰ ਰੱਖਿਆ ਗਿਆ ਹੈ, ਜਿਸ ਨਾਲ ਕਿ ਦੂਰੀ v ਤੇ ਵਾਸਤਵਿਕ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਣਦਾ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 10.20)। ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਆਕਾਰ ਅਤੇ ਬਿੰਬ ਆਕਾਰ ਦੀ ਅਨੁਪਾਤ $m \approx v/f$ ਨਾਲ ਪਤਾ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਚਿੱਤਰ 10.20 ਤੋਂ

$$D/f \approx 2\tan\beta \qquad (10.26)$$

ਜਿਥੇ 2β ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੇ ਫੋਕਸ ਤੇ ਵਸਤੂ ਲੈਨਜ ਦੇ ਵਿਆਸ ਦੁਆਰਾ ਬਣਾਇਆ ਗਿਆ ਕੋਣ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 10.20 ਇਕ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੇ ਵਸਤੂ ਅਭਿਮੁੱਖ ਲੈਨਜ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਬਣਿਆ ਵਾਸਤਵਿਕ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ।

ਜਦ ਕਿਸੇ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ ਨਮੂਨੇ ਵਿੱਚ ਦੋ ਬਿੰਦੂਆ ਦੀ ਦੂਰੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ λ ਨਾਲ ਤੁਲਨਾਤਮਕ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਵਿਵਰਤਨ ਪ੍ਰਭਾਵ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ ਬਿੰਬ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੁਆਰਾ ਇੱਕ ਵਿਵਰਤਨ ਪੈਟਰਨ ਹੋਵੇਗਾ, ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੇ ਸਮਤਲ ਵਿੱਚ ਇਸਦਾ ਆਕਾਰ ਹੋਵੇਗਾ।

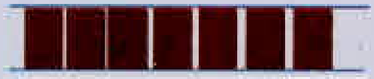
$$v\,\theta = v\left(\frac{1.22\,\lambda}{D}\right) \qquad (10.27)$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਆਪਣੀ ਅੱਖ ਦੀ ਵਿਭੇਦਨ ਸਮਰਥਾ ਪਤਾ ਕਰੋ(DETERMINE THE RESOLVING POWER OF YOUR EYE)

ਤੁਸੀਂ ਆਪਣੀ ਅੱਖ ਦੀ ਵਿਭੇਦਨ ਸਮਰਥਾ ਦਾ ਆਕਲਨ ਇੱਕ ਸਰਲ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੁਆਰਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹੋ। ਸਮਾਨ ਚੋੜਾਈ ਦੀਆਂ ਕਾਲੀਆਂ ਪੱਟੀਆਂ ਬਣਾਓ ਜੋ ਸਫੇਦ ਪੱਟੀਆਂ ਤੋਂ ਅਲੱਗ ਹੋ ਗਈਆਂ ਹੋਣ,ਚਿੱਤਰ ਦੇਖੋ। ਸਾਰੀਆਂ ਕਾਲੀਆਂ ਪੱਟੀਆਂ ਸਮਾਨ ਚੋੜਾਈ ਦੀਆਂ ਹੋਣੀਆਂ ਚਾਹੀਦੀਆਂ ਹਨ ਜਦਕਿ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਸਫੇਦ ਪੱਟੀਆਂ ਦੀ ਚੋੜਾਈ ਖੱਬੇ ਤੋਂ ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ ਵੱਲ ਜਾਂਦੇ ਹੋਏ ਵੱਧਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਨ ਦੇ ਲਈ ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ ਸਾਰੀਆਂ ਕਾਲੀਆਂ ਪੱਟੀਆਂ ਦੀ ਚੋੜਾਈ 0.5mm ਹੈ। ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ ਪਹਿਲੀ ਦੋ ਸਫੇਦ ਪੱਟੀਆਂ ਦੀ ਚੋੜਾਈ 0.5mm ਹੈ,ਅਗਲੀ ਦੋ ਸਫੇਦ ਪੱਟੀਆਂ ਹਰੇਕ 1mm ਚੋੜੀ ਹੈ ਇਸ ਤੋਂ ਅਗਲੀਆਂ ਦੋ ਪੱਟੀਆਂ 1.5mm ਚੋੜੀਆਂ ਹਨ ਆਦਿ। ਇਸ ਪੈਟਰਨ ਨੂੰ ਆਪਣੇ ਕਮਰੇ ਜਾਂ ਪ੍ਰਯੋਗਸ਼ਾਲਾ ਦੀ ਦੀਵਾਰ ਤੇ ਆਪਣੀਆਂ ਅੱਖਾਂ ਦੀ ਉਚਾਈ ਤੇ ਲਗਾ ਦਿਓ।



ਹੁਣ ਇਸ ਪੈਟਰਨ ਨੂੰ ਦੇਖੋ, ਚੰਗਾ ਹੋਵੇਗਾ ਕਿ ਇੱਕ ਅੱਖ ਨਾਲ ਦੇਖੀਏ। ਦੀਵਾਰ ਤੋਂ ਦੂਰ ਜਾਂ ਨੇੜੇ ਜਾ ਕੇ ਉਸ ਸਥਿਤੀ ਨੂੰ ਪਤਾ ਕਰੋ ਜਿਥੇ ਤੁਸੀਂ ਦੋ ਕਾਲੀਆਂ ਪੱਟੀਆਂ ਨੂੰ ਮਾਤਰ ਅਲਗ ਅਲਗ ਪੱਟੀ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਦੇਖ ਸਕੋ। ਇਸ ਪੱਟੀ ਦੇ ਖੱਬੇ ਪਾਸੇ ਦੀਆਂ ਸਾਰੀਆਂ ਕਾਲੀਆਂ ਪੱਟੀਆਂ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਵਿੱਚ ਗੁੰਮ ਹੋ ਜਾਣਗੀਆਂ ਅਤੇ ਵਿਭੇਦ ਨਹੀਂ ਹੋਣਗੀਆਂ। ਦੂਜੀ ਸਾਈਡ ਇਸਦੇ ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ ਦੀਆਂ ਕਾਲੀਆਂ ਪੱਟੀਆਂ ਹੋਰ ਅਧਿਕ ਸਾਫ ਸਾਫ ਦਿਖਾਈ ਦੇਣਗੀਆਂ। ਸਫੇਦ ਪੱਟੀ ਜੋ ਦੋ ਖੇਤਰਾਂ ਨੂੰ ਅਲਗ ਕਰਦੀ ਹੈ, ਦੀ ਚੋੜਾਈ d ਨੋਟ ਕਰੋ ਅਤੇ ਆਪਣੀ ਅੱਖ ਨਾਲ ਦੀਵਾਰ ਦੀ ਦੂਰੀ D ਮਾਪੋ। ਤੱਦ d/D ਤੁਹਾਡੀ ਅੱਖ ਦੀ ਵਿਭੇਦਨ ਸਮਰਥਾ ਹੋਵੇਗੀ।

ਤੁਸੀਂ ਆਪਣੀ ਖਿੜਕੀ ਤੋਂ ਆਉਣ ਵਾਲੇ ਸੂਰਜ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੁੰਜ ਵਿੱਚ ਮਿੱਟੀ ਦੇ ਕਣ ਤੈਰਦੇ ਦੇਖੇ ਹੋਣਗੇ। ਕਿਸੇ ਅਜਿਹੇ ਕਣ ਦੀ ਦੂਰੀ ਪਤਾ ਕਰੋ ਜਿਸਨੂੰ ਤੁਸੀਂ ਸਾਫ ਸਾਫ ਵੇਖ ਸਕੋ ਅਤੇ ਇਸ ਦੇ ਨੇੜੇ ਦੇ ਕਣ ਨਾਲੋਂ ਇਸਦਾ ਭੇਦ ਕਰ ਪਾਓ। ਆਪਣੀ ਅੱਖ ਦਾ ਵਿਭੇਦਨ ਅਤੇ ਕਣ ਦੀ ਦੂਰੀ ਪਤਾ ਕਰਕੇ ਮਿੱਟੀ ਤੇ ਕਣ ਦੇ ਆਕਾਰ ਦਾ ਆਕਲਨ ਕਰੋ।

ਦੋ ਬਿੰਬ ਜਿਹਨਾਂ ਦੇ ਆਕਾਰ ਇਸ ਦੂਰੀ ਤੋਂ ਘੱਟ ਤੇ ਹੋਣਗੇ, ਵਿਭੇਦਿਤ ਨਹੀਂ ਹੋਣਗੇ ਉਹ ਇੱਕ ਹੀ ਦਿਖਾਈ ਦੇਣਗੇ। ਬਿੰਬ ਤਲ ਵਿੱਚ ਸੰਗਤ ਨਿਊਨਤਮ ਦੂਰੀ d ਨਿਊਨ ਹੋਵੇਗੀ

$$d_{\text{ਨਿਊਨ}} = \left[v \left(\frac{1.22\ \lambda}{D} \right) \right] \Big/ m$$

$$= \frac{1.22\ \lambda}{D} \cdot \frac{v}{m}$$

$$= \frac{1.22\ f\ \lambda}{D} \qquad (10.28)$$

ਹੁਣ ਸਮੀਕਰਣਾਂ (10.26) ਅਤੇ (10.28) ਦੇ ਸੰਯੋਜਨ ਨਾਲ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ

$$d_{\text{ਨਿਊਨ}} = \frac{1.22\,\lambda}{2\tan\,\beta}$$

$$\square\ \frac{1.22\ \lambda}{2\ \sin\ \beta} \qquad (10.29)$$

ਜੇ ਬਿੰਬ ਅਤੇ ਵਸਤੂ ਲੈਨਜ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਹਵਾ ਨਾ ਹੋ ਕੇ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ n ਦਾ ਇੱਕ ਮਾਧਿਅਮ ਹੈ ਤਾਂ ਸਮੀਕਰਣ (10.29) ਸੰਸ਼ੋਧਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ

$$d_{\text{ਨਿਊਨ}} = \frac{1.22\,\lambda}{2n\sin\,\beta} \qquad (10.30)$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਗੁਣਨਫਲ $n \sin\beta$ ਨੂੰ *ਸੰਖਿਆਤਮਕ ਦੁਆਰਕ* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਹ ਕਦੀ - ਕਦੀ ਵਸਤੂ ਲੈਂਨਜ ਤੇ ਅੰਕਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੀ ਵਿਭੇਦਨ ਸਮਰਥਾ, ਸਪੱਸ਼ਟ ਦਿਖਣ ਵਾਲੇ ਦੋ ਬਿੰਦੂਆਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੀ ਨਿਮਨਤਮ ਦੂਰੀ ਦੇ ਉਲਟਕ੍ਰਮ ਨਾਲ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਸਮੀਕਰਣ (10.30) ਨਾਲ ਇਹ ਦੇਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ ਇਕ ਉਪਯੁਕਤ ਉੱਚ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਵਾਲੇ ਮਾਧਿਅਮ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਨਾਲ ਵਿਭੇਦਨ ਸਮਰਥਾ ਨੂੰ ਵਧਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਇੱਕ ਤੇਲ ਜਿਸਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਲੈਂਨਜ ਦੇ ਕੱਚ ਦੇ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਦੇ ਨੇੜੇ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਵਿਵਸਥਾ ਨੂੰ ਇੱਕ *ਤੇਲ ਨਿਮੱਜਨ ਅਭਿਦਰਸ਼ਯਕ* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ $\sin\beta$ ਦੇ ਮਾਨ ਨੂੰ ਇੱਕ ਤੋਂ ਵੱਧ ਕਰਨਾ ਸੰਭਵ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਅਸੀਂ ਦੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਇੱਕ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੀ ਵਿਭੇਦਨ ਸਮਰਥਾ ਮੂਲਤ ਉਪਯੋਗ ਵਿੱਚ ਲਿਆਏ ਗਏ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਤੋਂ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਵਿਭੇਦਨ ਅਤੇ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਭੁਲੇਖਾ ਹੋਣ ਦੀ ਕਾਫੀ ਸੰਭਾਵਨਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਹਨਾਂ ਮਾਪਦੰਡਾਂ ਦੇ ਵਿਵਹਾਰ ਵਿੱਚ ਦੂਰਦਰਸ਼ੀ ਅਤੇ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੀ ਭੂਮਿਕਾ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੇ ਭੁਲੇਖੇ ਦੀ ਸੰਭਾਵਨਾ ਹੈ। ਇਕ ਦੂਰਦਰਸ਼ੀ ਦੂਰ ਦੇ ਬਿੰਬਾਂ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਸਾਡੀ ਅੱਖ ਦੇ ਨੇੜੇ ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਜਿਨਾਂ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬਾਂ ਦਾ ਵਿਭੇਦਨ ਬਹੁਤ ਅਧਿਕ ਵੱਧ ਦੂਰੀ ਤੇ ਨਹੀਂ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ, ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਦੂਰਦਰਸ਼ੀ ਦੁਆਰਾ ਦੇਖ ਕੇ ਵਿਭੇਦਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਦੂਜੇ ਪਾਸੇ ਇਕ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ ਬਿੰਬਾਂ ਨੂੰ ਵਡਦਰਸ਼ਤ ਕਰਦਾ ਹੈ (ਜੋ ਸਾਡੇ ਨੇੜੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ) ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਦਾ ਵੱਡਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਅਸੀਂ ਕੋਈ ਦੋ ਤਾਰਿਆਂ ਜਾਂ ਕਿਸੇ ਦੂਰ ਸਥਿਤ ਗ੍ਰਹਿ ਦੇ ਦੋ ਉਪਗ੍ਰਹਿਾਂ ਨੂੰ ਦੇਖ ਰਹੇ ਹੁੰਦੇ ਹਾਂ ਜਾਂ ਅਸੀਂ ਕਿਸੇ ਜੀਵਿਤ ਕੋਸ਼ਿਕਾ ਦੇ ਵਿਭਿੰਨ ਭਾਗਾਂ ਨੂੰ ਦੇਖ ਰਹੇ ਹੁੰਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਇਹ ਯਾਦ ਰੱਖਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਕਿ ਇੱਕ ਦੂਰਦਰਸ਼ੀ ਵਿਭੇਦਕ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ ਇੱਕ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ ਵਡਦਰਸ਼ਨ ਕਰਦਾ ਹੈ।

10.6.4 ਕਿਰਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਕੀ ਦੀ ਵੈਧਤਾ (The Validity of ray optics)

ਸਾਈਜ a ਦਾ ਦੁਆਰਕ (ਭਾਵ ਝਿਰੀ ਜਾਂ ਛਿਦਰ) ਕਿਸੇ ਸਮਾਂਤਰ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਦੀਪਤ ਹੋਣ ਤੇ ਲਗਭਗ ≈ λ/a ਕੋਣ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਵਿਵਰਤਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਦੀਪਤ ਕੇਂਦਰੀ ਉਚਤਮ ਦਾ ਕੋਣੀ ਸਾਈਜ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਦੂਰੀ z, ਚੱਲਣ ਵਿੱਚ ਕੇਵਲ ਵਿਵਰਤਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੀ ਵਿਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਇੱਕ ਚੋੜਾਈ $z\lambda/a$ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਲਵੇਗਾ। ਇਹ ਜਾਣਨਾ ਰੋਚਕ ਹੋਵੇਗਾ ਕਿ z ਦੇ ਕਿਸ ਮਾਨ ਦੇ ਲਈ ਵਿਵਰਤਨ ਦੁਆਰਾ ਫੈਲਾਅ, ਦੁਆਰਕ ਦੇ ਸਾਈਜ a ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਸ ਨਾਲ ਉਹ ਦੂਰੀ z ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਦੇ ਅੱਗੇ a ਚੋੜਾਈ ਦੇ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਦਾ ਅਪਸਰਨ ਸਾਰਥਕ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ

$$z \approx \frac{a^2}{\lambda} \tag{10.31}$$

ਅਸੀਂ ਇੱਕ ਰਾਸ਼ੀ z_F ਜਿਸੇ *ਫਰਨੈਲ ਦੂਰੀ* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਨੂੰ ਨਿਮਨ ਸਮੀਕਰਣ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ

$$z_F \approx a^2 / \lambda$$

ਸਮੀਕਰਣ (10.31) ਇਹ ਦਰਸਾਉਂਦੀ ਹੈ ਕਿ z_F ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਦੂਰੀਆਂ ਦੇ ਲਈ ਵਿਵਰਤਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਵਿਸਤਾਰ, ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਦੇ ਸਾਈਜ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਛੋਟਾ ਹੈ। ਜਦ ਦੂਰੀ ਲਗਭਗ z_F ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਤੱਦ ਇਹ ਤੁਲਨਾਤਮਕ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। z_F ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਅਧਿਕ ਦੂਰੀਆਂ ਦੇ ਲਈ ਵਿਵਰਤਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਫੈਲਾਅ ਕਿਰਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕੀ ਦੇ ਕਾਰਨ ਫੈਲਾਅ ਦੀ ਤੁਲਨਾ (ਅਰਥਾਤ ਦੁਆਰਕ ਦੇ ਆਕਾਰ a ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ) ਅਧਿਕ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਸਮੀਕਰਨ (10. 31) ਦਰਸਾਉਂਦੀ ਹੈ ਕਿ ਕਿਰਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਜੀਰੋ ਸੀਮਾ ਦੇ ਵੱਲ ਵਧਣ ਤੇ ਵੈਧ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਉਦਾਹਰਨ 10.7 ਕਿਸ ਦੂਰੀ ਦੇ ਲਈ ਕਿਰਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕੀ ਇੱਕ ਚੰਗੀ ਨੇੜਤਾ ਹੈ ਜਦ ਦੁਆਰਕ 3mm ਚੌੜਾ ਹੈ ਅਤੇ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ 500nm ਹੈ ?

ਹੱਲ :- $z_F = \frac{a^2}{\lambda} = \frac{(3 \times 10^{-3})^2}{5 \times 10^{-7}} = 18\ m$

ਇਹ ਉਦਾਹਰਨ ਦਰਸਾਉਂਦੀ ਹੈ ਕਿ ਇੱਕ ਲਘੂ ਦੁਆਰਕ ਦੇ ਲਈ ਵੀ, ਵਿਵਰਤਨ ਫੈਲਾਅ ਕਈ ਮੀਟਰ ਲੰਬੀ ਕਿਰਨਾਂ ਦੇ ਲਈ ਉਪੇਕਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਿਰਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਕੀ ਕਈ ਆਮ ਹਾਲਤਾਂ ਵਿੱਚ ਵੈਧ ਹੈ।

10.7 ਧਰੁਵਣ (Polarisation)

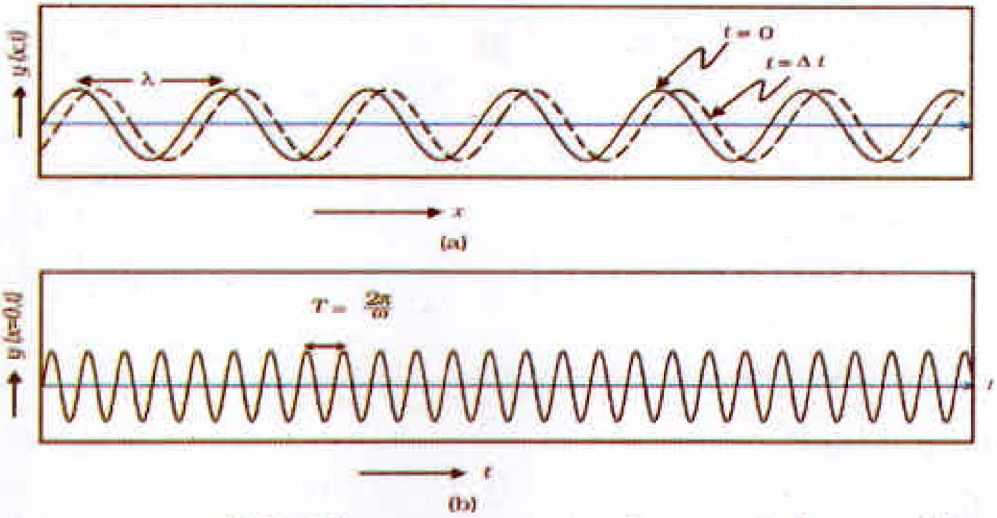
ਇੱਕ ਲੰਬੀ ਡੋਰੀ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ ਜਿਸਨੂੰ ਖਤਿਜੀ ਰੱਖਕੇ ਪਕੜਿਆ ਗਿਆ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਦੂਜਾ ਸਿਰਾ ਸਥਿਰ ਮੰਨਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਜੇ ਅਸੀਂ ਡੋਰੀ ਦੇ ਸਿਰੇ ਨੂੰ ਉਪੱਰ ਥੱਲੇ ਆਵਰਤੀ ਰੂਪ ਨਾਲ ਗਤੀ ਕਰਵਾਈਏ ਤਾਂ ਇੱਕ ਤਰੰਗ ਉਤਪੰਨ ਕਰ ਪਾਵਾਂਗੇ ਜੋ + x ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਸੰਚਾਰਿਤ ਹੋਵੇਗੀ (ਚਿੱਤਰ 10.21) ਅਜਿਹੀ ਤਰੰਗ ਨੂੰ ਸਮੀਕਰਨ (10.32) ਦੁਆਰਾ ਵਿਅਕਤ/ਪੇਸ਼ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

$$y(x,t) = a \sin(kx - \omega t) \qquad (10.32)$$

ਜਿਥੇ a ਅਤੇ $\omega (= 2\pi\nu)$ ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਤਰੰਗ ਦਾ ਆਯਾਮ ਅਤੇ ਕੋਣੀ ਆਵਰਤੀ ਨਿਰੂਪਤ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਸਦੇ ਇਲਾਵਾ

$$\lambda = \frac{2\pi}{k} \qquad (10.33)$$

ਤਰੰਗ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਤ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਨੂੰ ਨਿਰੂਪਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੀਆਂ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਸੰਚਰਣ ਦੀ ਚਰਚਾ ਅਸੀਂ ਕਲਾਸ 11 ਦੀ ਪਾਠ ਪੁਸਤਕ ਦੇ ਅਧਿਆਇ 15 ਵਿੱਚ ਕਰ ਚੁੱਕੇ ਹਾਂ। ਕਿਉਂਕਿ ਵਿਸਥਾਪਨ (ਜੋ y ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਅਨੁਦਿਸ਼ ਹੈ) ਤਰੰਗ ਸੰਚਰਣ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਹੈ, ਸਾਨੂੰ ਟਰਾਂਸਵਰਸ (ਅਨੁਪ੍ਰਸਥ) ਤਰੰਗਾਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ।



ਚਿੱਤਰ 10.21 (a) ਵਕਰ ਕਿਸੇ ਡੋਰੀ ਦਾ ਕ੍ਰਮਵਾਰ, t= 0 ਅਤੇ t = Δt ਤੇ ਵਿਸਥਾਪਨ ਨਿਰਪੂਤ ਕਰਦੇ ਹਨ,ਜਦੋਂ ਇੱਕ ਸਾਈਨ ਵਕਰੀ ਤਰੰਗ + x ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਸੰਚਾਰਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। (b) ਵਕਰ ਵਿਸਥਾਪਨ x = 0 ਦੇ ਸਮੇਂ ਵਿਚਰਣ ਨੂੰ ਨਿਰੂਪਤ ਕਰਦਾ ਹੈ, ਜਦੋਂਕਿ ਇੱਕ ਸਾਈਨ ਵਕਰੀ ਤਰੰਗ +x ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਸੰਚਰਿਤ ਹੋ ਰਹੀ ਹੈ। x = Δx, ਤੇ ਵਿਸਥਾਪਨ ਦਾ ਸਮਾਂ ਵਿਚਰਣ ਥੋੜਾ ਜਿਹਾ ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ ਵਿਸਥਾਪਿਤ ਹੋ ਜਾਵੇਗਾ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

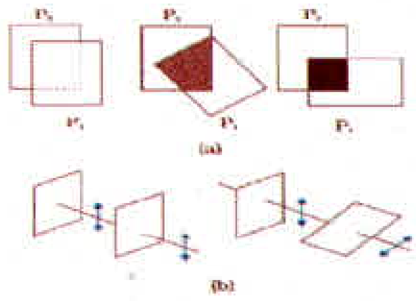
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਨਾਲ ਹੀ ਕਿਉਂਕਿ ਵਿਸਥਾਪਨ Y ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹੈ ਇਸਲਈ ਇਸਨੂੰ ਆਮ ਤੋਰ ਤੇ y ਧਰੁਵਤ ਤਰੰਗ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਡੋਰੀ ਦਾ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਇੱਕ ਸਰਲ ਰੇਖਾ ਵਿੱਚ ਗਤੀ ਕਰਦਾ ਹੈ ਤਰੰਗ ਨੂੰ ਰੇਖੀ ਧਰੁਵਣ ਤਰੰਗ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸਤੋਂ ਇਲਾਵਾ ਡੋਰੀ ਹਮੇਸ਼ਾ X-Y ਤਲ ਵਿੱਚ ਹੀ ਸੀਮਿਤ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਨੂੰ ਸਮਤਲ ਧਰੁਵਤ ਤਰੰਗ ਵੀ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।
ਇਸੇ ਪ੍ਰਕਾਰ ਅਸੀਂ X-Z ਤਲ ਵਿੱਚ Z ਧਰੁਵਿਤ ਤਰੰਗ ਉਤਪੰਨ ਕਰਕੇ ਕਿਸੇ ਡੋਰੀ ਦੇ ਕੰਪਨ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਜਿਸਦਾ ਵਿਸਥਾਪਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ

$$z\ (x,t) = a \sin\ (kx - \omega t) \qquad (10.34)$$

ਇਹ ਦੱਸਣਾ ਜਰੂਰੀ ਹੈ ਕਿ (ਸਮੀਕਰਣਾਂ (10.33) ਅਤੇ (10.34) ਤੋਂ ਵਰਣਿਤ) ਸਾਰੀਆਂ ਰੇਖੀ ਧਰੁਵਤ ਤਰੰਗਾਂ ਟਰਾਂਸਵਰਸ ਤਰੰਗਾਂ ਹੁੰਦੀਆ ਹਨ, ਅਰਥਾਤ ਡੋਰੀ ਦੇ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਦਾ ਵਿਸਥਾਪਨ ਹਮੇਸ਼ਾ ਤਰੰਗ ਸੰਚਰਣ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਡੋਰੀ ਦੇ ਕੰਪਨ ਦੇ ਤਲ ਨੂੰ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਅੰਤਰਾਲ ਵਿੱਚ ਅਵਿਵਸਥਤਿਤ ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਬਦਲਿਆ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਅਧੁਰਵੀ ਤਰੰਗ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗੀ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇੱਕ ਅਧੁਰਵੀ ਤਰੰਗ ਦੇ ਲਈ ਵਿਸਥਾਪਨ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਅਵਿਵਸਥਤਿਤ ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਬਦਲਦਾ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਹਾਲਕਿ ਇਹ ਹਮੇਸ਼ਾ ਤਰੰਗ ਸੰਚਰਣ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ।

ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀਆਂ ਤਰੰਗਾਂ ਦਾ ਸੁਭਾਅ ਅਨੁਪ੍ਰਸਥ (ਟਰਾਂਸਵਰਸ) ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਅਰਥਾਤ ਸੰਚਰਿਤ ਹੋ ਰਹੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਹਮੇਸ਼ਾ ਤਰੰਗ ਸੰਚਰਣ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਇਹ ਸਰਲ ਪੋਲਰਾਇਡ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਆਸਾਨੀ ਨਾਲ ਪ੍ਰਦਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਦੋਹਰੇ ਤੀਰ ਦੇ ਨਿਸ਼ਾਨ ਬਿਜਲੀ ਸਦਿਸ਼ ਦੇ ਦੋਲਨ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ।



10.22(a) ਦੋ ਪੋਲਰਾਇਡ P_2 ਅਤੇ P_1 ਤੋਂ ਹੋ ਕੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਪਾਰਗਮਨ ਪਾਰਗਮਿਤ ਅੰਸ਼ 1 ਤੋਂ 0 ਤੱਕ ਡਿੱਗਦਾ ਹੈ, ਜਦੋਂ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦਾ ਕੋਣ 0^0 ਤੱਕ 90^0 ਤੱਕ ਬਦਲਦਾ ਹੈ। ਧਿਆਨ ਰੱਖੋ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਜਦੋਂ ਇੱਕ ਹੀ ਪੋਲਰਾਇਡ P_1 ਤੋਂ ਦੇਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਦ ਉਹ ਕੋਣ ਨਾਲ ਨਹੀਂ ਬਦਲਦਾ **(b)** ਜਦੋਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੋ ਪੋਲਰਾਇਡਾਂ ਚੋਂ ਪਾਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਬਿਜਲੀ ਸਦਿਸ਼ ਦਾ ਵਿਵਹਾਰ ਪਾਰਗਮਿਤ ਧਰੁਵਣ ਪੋਲਰਾਇਡ ਅਕਸ਼ ਦੇ ਸਮਾਤਰ ਘਟਕ ਹੈ ਦੋਹਰੇ ਤੀਰ ਦੇ ਨਿਸ਼ਾਨ ਬਿਜਲੀ ਸਦਿਸ਼ ਦੇ ਦੋਲਨ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਉਪਰੋਕਤ ਪ੍ਰਯੋਗ ਨੂੰ ਇਹ ਮੰਨਕੇ ਆਸਾਨੀ ਨਾਲ ਸਮਝਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ ਪੋਲਾਰਾਈਡ P_2 ਤੋਂ ਪਾਰਗਮਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ P_2 ਦੀ ਪਾਰਿਤ ਅਕਸ਼ (Pass Axis) ਦੇ ਅਨੁਦਿਸ਼ ਧਰੁਵਣ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜੇ P_2 ਦੀ ਪਾਰਿਤ ਅਕਸ਼ P_1 ਦੀ ਪਾਰਿਤ ਅਕਸ਼ ਨਾਲ 'θ' ਕੋਣ ਬਣਾਉਂਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਜਦੋਂ ਕਿ ਧਰੁਵਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੁੰਜ ਪੋਲਾਰਾਈਡ P_1 ਤੋਂ ਪਾਰਗਮਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਤਾਂ P_1 ਤੋਂ ਘਟਕ $E \cos \theta$ ਦੀ ਪਾਰਿਤ ਅਕਸ਼ ਦੇ ਅਨੁਦਿਸ਼ ਪਾਰਿਤ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਜਦੋਂ ਅਸੀਂ ਪੋਲਾਰਾਈਡ P_1 (ਜਾਂ ਪੋਲਾਰਾਈਡ P_2) ਨੂੰ ਘੁੰਮਾਉਂਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਤੀਬਰਤਾ ਹੇਠਾਂ ਅਨੁਸਾਰ ਬਦਲੇਗੀ

$$I = I_0 \cos^2\theta \qquad (10.35)$$

ਇਥੇ I_0, P_1 ਚੋਂ ਗੁਜਰਣ ਦੇ ਬਾਅਦ ਧਰੁਵਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਹੈ ਇਸਨੂੰ ਮੇਲਸ ਦਾ ਨਿਯਮ (Malus Law) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਉਪਰੋਕਤ ਵਿਵੇਚਨ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਇਕ ਪੋਲਾਰਾਈਡ ਤੋਂ ਆਉਣ ਵਾਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ, ਆਪਤਿਤ ਤੀਬਰਤਾ ਤੋਂ ਅੱਧੀ ਹੈ। ਦੂਸਰਾ ਪੋਲਾਰਾਈਡ ਰੱਖ ਕੇ ਅਤੇ ਦੋਨਾਂ ਪੋਲਾਰਾਈਡਾਂ ਦੀ ਪਾਰਿਤ ਅਕਸ਼ਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੇ ਕੋਣ ਨੂੰ ਇੱਕਠਾ ਕਰਕੇ ਤੀਬਰਤਾ ਨੂੰ ਆਪਤਿਤ ਤੀਬਰਤਾ ਦੇ 50 % ਤੋਂ ਜ਼ੀਰੋ ਤੱਕ ਕੰਟਰੋਲ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ।

ਪੋਲਾਰਾਈਡਾਂ ਨੂੰ ਧੁੱਪ ਦੀਆਂ ਐਨਕਾਂ, ਖਿੜਕੀਆਂ ਦੇ ਸ਼ੀਸ਼ੇ ਆਦਿ ਵਿੱਚ ਤੀਬਰਤਾ ਨਿਯੰਤ੍ਰਿਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਪੋਲਾਰਾਈਡਾਂ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਫੋਟੋਗ੍ਰਾਫੀ ਕੈਮਰੇ ਅਤੇ 3D ਸਿਨੇਮਾ ਕੈਮਰਿਆਂ ਵਿੱਚ ਵੀ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 10.8 ਜਦੋਂ ਦੋ ਕਰਾਸਡ ਪੋਲਾਰਾਈਡਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਪੋਲਾਰਾਈਡ ਦੀ ਇੱਕ ਤੀਸਰੀ ਸ਼ੀਟ ਨੂੰ ਘੁਮਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਪਾਰਗਮਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਵਿੱਚ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਪਰਿਵਰਤਨ ਦੀ ਵਿਵੇਚਨਾ ਕਰੋ।

ਹੱਲ:- ਮੰਨਿਆ ਕਿ ਪਹਿਲਾ ਪੋਲਾਰਾਈਡ P1 ਤੋਂ ਗੁੱਜਰਣ ਦੇ ਬਾਅਦ ਧਰੁਵਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ I_0 ਹੈ। ਤਦ ਦੂਸਰੇ ਪੋਲਾਰਾਈਡ P2 ਤੋਂ ਗੁਜਰਣ ਦੇ ਬਾਅਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਹੋਵੇਗੀ

$$I = I_0 \cos^2\theta$$

ਜਿਥੇ ਕੋਣ θ, P1 ਅਤੇ P2 ਦੀ ਪਾਰਿਤ ਧੁਰਿਆਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਬਣਿਆ ਕੋਣ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ P1 ਅਤੇ P2 ਕਰਾਸਡ ਹਨ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਪਾਰਿਤ ਧੁਰਿਆਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦਾ ਕੋਣ $(\pi/2-\theta)$ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਸ ਲਈ P_3 ਤੋਂ ਨਿਰਗਮਿਤ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਹੋਵੇਗੀ

$$I = I_0 \cos^2\theta \cos^2\left(\frac{\pi}{2}-\theta\right)$$

$$= I_0 \cos^2\theta \sin^2\theta$$

$$=(I_0/4) \sin^2 2\theta$$

ਇਸ ਲਈ ਕੋਣ $\theta = \pi/4$ ਦੇ ਲਈ ਪਾਰਗਮਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਅਧਿਕਤਮ ਹੋਵੇਗੀ।

10.7.1 ਖਿੰਡਾਓ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਧਰੁਵਣ (Polarisation By Scattering)

ਆਕਾਸ਼ ਦੇ ਲਈ ਸਾਫ ਨੀਲੇ ਹਿੱਸੇ ਤੋਂ ਆਉਣ ਵਾਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਜਦੋਂ ਇੱਕ ਘੁੰਮਦੇ ਹੋਏ ਪੋਲਾਰਾਈਡ ਵਿੱਚੋਂ ਹੋ ਕੇ ਦੇਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਤੀਬਰਤਾ ਵੱਧਦੀ ਅਤੇ ਘੱਟਦੀ ਹੋਈ ਵਿਖਾਈ ਦਿੰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਹੋਰ ਕੁੱਝ ਨਹੀਂ ਬਲਕਿ ਸੂਰਜ ਤੋਂ ਆਉਣ ਵਾਲਾ ਉਹ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਹੈ ਜਿਸਨੇ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਵਾਯੂਮੰਡਲ ਦੇ ਅਣੂਆਂ ਨਾਲ ਟਕਰਾਕੇ (ਖਿੰਡਾਓ ਦੇ ਕਾਰਣ) ਆਪਣੀ ਦਿਸ਼ਾ ਬਦਲ ਦਿੱਤੀ ਹੈ। ਆਪਾਤੀ ਸੂਰਜ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਅਧੁਰਵਿਤ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 10.23 (a))। ਬਿੰਦੂਆਂ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਚਿੱਤਰ ਦੇ ਤਲ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਧਰੁਵਣ ਨੂੰ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਦੋਹਰੇ ਤੀਰ ਚਿੱਤਰ ਦੇ ਤਲ ਵਿੱਚ ਧਰੁਵਣ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ (ਅਧੁਰਵਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਵਿੱਚ ਇਹਨਾਂ ਦੋਨਾਂ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਕਲਾ ਸੰਬੰਧ ਨਹੀਂ ਹੈ) ਆਪਾਤੀ ਤਰੰਗ ਦੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਵਿੱਚ ਅਣੂੰਆਂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਇਹਨਾਂ ਦੋਨਾਂ ਦਿਸ਼ਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਗਤੀ ਕਰ ਲੈਂਦੇ ਹਨ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

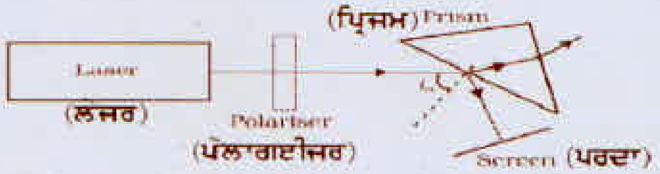
ਅਸੀਂ ਸੂਰਜ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ 90^0 ਤੇ ਦੇਖਦੇ ਹੋਏ ਇੱਕ ਪ੍ਰੇਖਕ ਨੂੰ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਸਪੱਸ਼ਟ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਆਵੇਸ਼ ਜੋ ਦੋਹਰੇ ਤੀਰ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਪ੍ਰਵੇਗਿਤ ਹੈ, ਇਸ ਪ੍ਰੇਖਕ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ ਵਿਕ੍ਰਿਤ ਨਹੀਂ ਕਰਦੇ ਕਿਉਂਕਿ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਵੇਗ ਇਸ ਪ੍ਰੇਖਣ ਦਾ ਕੋਈ ਅਨੁਪ੍ਰਸਥ ਘਟਕ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਅਣੂ ਦੁਆਰਾ ਖਿੰਡੀਆਂ ਵਿਕਰਨਾਂ ਨੂੰ ਇਸ ਲਈ ਬਿੰਦੂਆਂ ਦੁਆਰਾ ਪੇਸ਼ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਹ ਚਿੱਤਰ ਤਲ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਧਰੁਵਿਤ ਹੈ। ਇਸ ਨਾਲ ਆਕਾਸ਼ ਤੋਂ ਖਿੰਡੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਧਰੁਵਣ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਚਿੱਤਰ 10.23 (a) ਆਕਾਸ਼ ਦੇ ਨੀਲੇ ਖਿੰਡੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਧਰੁਵਣ । ਸੂਰਜ ਤੋਂ ਆਉਣ ਵਾਲਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਅਧੁਰਵਿਤ ਹੈ (ਬਿੰਦੂ ਅਤੇ ਤੀਰ)। ਇੱਕ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਅਣੂ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਹ 90^0 ਨਾਲ ਕਾਗਜ ਦੇ ਤਲ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਧਰੁਵਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ (ਕੇਵਲ ਬਿੰਦੂਆਂ) ਨੂੰ ਖਿਡਾਉਂਦਾ ਹੈ। (b) ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਧਰੁਵਣ ਜੋ ਪਾਰਦਰਸ਼ੀ ਮਾਧਿਅਮ ਨਾਲ ਬਰੂਸਟਰ ਕੋਣ ਤੇ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਹੈ (ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨ ਅਪਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨ ਦੇ ਲੰਬਵਤ)

ਅਣੂਆਂ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਖਿਡਾਓ ਦਾ ਗੂੜ੍ਹਾ ਅਧਿਐਨ ਸੀ. ਵੀ ਰਮਨ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਸਹਿਯੋਗੀਆਂ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਕਲਕੱਤਾ ਵਿੱਚ 1920 ਦੇ ਦਸ਼ਕ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਸੀ। ਰਮਨ ਨੂੰ ਸੰਨ 1930 ਵਿੱਚ ਇਸ ਕਾਰਜ ਦੇ ਲਈ ਭੌਤਿਕੀ ਦੇ ਨੋਬਲ ਪੁਰਸਕਾਰ ਨਾਲ ਸਮਾਨਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਸੀ।

ਪੂਰਨ ਪਾਰਗਮਨ ਦੀ ਇੱਕ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਦਸ਼ਾ(A SPECIAL CASE OF TOTAL TRANSMISSION)

ਜਦੋਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੋ ਮਾਧਿਅਮਾਂ ਦੀ ਅੰਤਰ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਦੇਖਿਆ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਇਸ ਦਾ ਕੁੱਝ ਭਾਗ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਕੁੱਝ ਭਾਗ ਪਾਰਗਮਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸੇ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਇੱਕ ਪ੍ਰਸ਼ਨ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੀਏ, ਕੀ ਇਹ ਸੰਭਵ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੇ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਇੱਕ ਵਰਣੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਇੱਕ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ (ਸਤ੍ਹਾ ਆਮਤੌਰ ਤੇ ਪਰਾਵਰਤੀ ਹੈ) ਪੂਰਨ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪਰਾਗਮਿਤ ਹੋ ਜਾਵੇ ਅਤੇ ਕੋਈ ਪਰਾਵਰਤਨ ਨਾ ਹੋਵੇ ? ਤੁਹਾਨੂੰ ਹੈਰਾਨੀ ਹੋਵੇਗੀ ਕਿ ਇਸ ਪ੍ਰਸ਼ਨ ਦਾ ਉੱਤਰ ਹਾਂ ਹੈ।



ਆਓ ਇੱਕ ਸਾਧਾਰਨ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰੀਏ ਅਤੇ ਜਾਂਚ ਕਰੀਏ ਕਿ ਕੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ? ਇੱਕ ਲੇਜਰ, ਇੱਕ ਚੰਗਾ ਧਰੁਵਕ, ਇੱਕ ਪ੍ਰਿਜਮ ਅਤੇ ਇੱਕ ਪਰਦਾ ਦਰਸਾਏ ਗਏ ਚਿੱਤਰ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਰੱਖੋ।

ਲੇਜਰ ਸਰੋਤ ਤੋਂ ਉਤਸਰਜਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਧਰੁਵਕ ਚੋਂ ਪਾਰਿਤ ਹੋਣ ਦੇ ਬਾਅਦ ਪ੍ਰਿਜਮ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਬਰੂਸਟਰ ਕੋਣ i_B ਨਾਲ ਆਪਤਿਤ ਹੋਣ ਦਿਓ। ਹੁਣ ਧਰੁਵਕ ਨੂੰ ਸਾਵਧਾਨੀ ਪੂਰਵਕ ਘੁਮਾਓ। ਤੁਸੀ ਦੇਖੋਗੇ ਕਿ ਧਰੁਵਕ ਦੇ ਇੱਕ ਵਿਸ਼ੇਸ਼

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਪੁਜੀਸ਼ਨ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਿਜਮ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਹੋਣ ਵਾਲਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੂਰਨ ਰੂਪ ਨਾਲ ਪਾਰਗਮਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਪ੍ਰਿਜਮ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾਂ ਤੋਂ ਕੋਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਧੱਬਾ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਅਦ੍ਰਿਸ਼ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

10.7.2 ਪਰਾਵਰਤਨ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਧਰੁਵਣ (Polarisation by reflection)

ਚਿੱਤਰ 10.23 (b) ਇੱਕ ਪਾਰਦਰਸ਼ੀ ਮਾਧਿਅਮ ਜਿਵੇਂ ਪਾਣੀ ਤੋਂ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਪਹਿਲਾ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਬਿੰਦੂ ਅਤੇ ਤੀਰ ਸੰਕੇਤ ਕਰਦੇ ਹਨ ਕਿ ਆਪਤਿਤ ਅਤੇ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਤਰੰਗਾਂ ਦੋਨੋਂ ਹੀ ਧਰੁਵਣ ਹਨ। ਅਸੀਂ ਇੱਕ ਅਜਿਹੀ ਸਥਿਤੀ ਪੇਸ਼ ਕੀਤੀ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨ ਅਪਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨ ਦੇ ਸਮਕੋਣ ਤੇ ਚੱਲਦੀ ਹੈ। ਪਾਣੀ ਵਿੱਚ ਡੋਲਨਕਾਰੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਤਰੰਗ ਪੈਦਾ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਮਾਧਿਅਮ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਵਿਕਿਰਣ, ਅਰਥਾਤ ਅਪਵਰਤਿਤ ਤਰੰਗ ਦੇ ਅਨੁਪ੍ਰਸਥ ਦੋ ਦਿਸ਼ਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਚੱਲਦੇ ਹਨ। ਤੀਰ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਤਰੰਗ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਹੈ। ਇਸ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਗਤੀ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਤਰੰਗ ਨੂੰ ਕੋਈ ਯੋਗਦਾਨ ਨਹੀਂ ਦਿੰਦੀ। ਇਸਲਈ ਜਿਵੇਂ ਕੀ ਚਿੱਤਰ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ, ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਚਿੱਤਰ ਤਲ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਰੇਖੀ ਧਰੁਵਤ ਹੈ (ਬਿੰਦੂਆਂ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਦਿਖਾਏ ਗਏ)। ਇਸਦੀ ਜਾਂਚ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਵਿਸ਼ਲੇਸ਼ਕ ਵਿੱਚੋਂ ਹੋ ਕੇ ਆਉਣ ਵਾਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਦੇਖ ਕੇ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਵਿਸ਼ਲੇਸ਼ਕ ਦਾ ਅਕਸ਼, ਚਿੱਤਰ ਤਲ ਵਿੱਚ (ਅਰਥਾਤ ਆਪਤਨ ਤਲ ਵਿੱਚ) ਹੋਵੇਗਾ ਤਾਂ ਪਾਰਗਮਿਤ ਤੀਬਰਤਾ ਜੀਰੋ ਹੋਵੇਗੀ।

ਦੋ ਪਾਰਦਰਸ਼ੀ ਮਾਧਿਅਮਾਂ ਦੀ ਸੀਮਾਂ ਤੇ ਜਦੋਂ ਕੋਈ ਅਧਰੁਵਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਆਪਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਦ ਜੇ ਅਪਵਰਤਿਤ ਅਤੇ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨਾਂ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਸਮਕੋਣ ਬਣਾਉਂਦੀਆਂ ਹਨ ਤਾਂ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੂਰਨ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਧਰੁਵਿਤ ਹੋਵੇਗਾ। ਅਤੇ ਇਸ ਦਾ ਬਿਜਲੀ ਸਾਦਿਸ਼ ਆਪਤਨ ਤਲ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਅਸੀਂ ਦੇਖਿਆ ਕਿ ਜਦੋਂ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਤਰੰਗ ਅਪਵਰਤਿਤ ਤਰੰਗ ਲੰਬਵਤ ਹਨ ਤਾਂ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਤਰੰਗ ਇੱਕ ਪੂਰਨ ਧਰੁਵਿਤ ਤਰੰਗ ਹੈ। ਇਸ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਆਪਤਨ ਕੋਣ ਨੂੰ ਬਰੂਸਟਰ ਕੋਣ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸਨੂੰ C_B ਦੇ ਨਾਲ ਨਿਰੂਪਤ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਅਸੀਂ ਦੇਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ C_B ਸੰਘਣੇ ਮਾਧਿਅਮ ਦੇ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ $i_B+r = \pi/2$, ਹੈ ਸਾਨੂੰ ਸਨੈਲ ਦੇ ਨਿਯਮ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ

$$\mu = \frac{\sin i_B}{\sin r} = \frac{\sin i_B}{\sin(\pi/2 - i_B)}$$

$$= \frac{\sin i_B}{\cos i_B} = \tan i_B \qquad (10.36)$$

ਇਸਨੂੰ ਬਰੂਸਟਰ ਦਾ ਨਿਯਮ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

ਉਦਾਹਰਨ 10.9 ਇੱਕ ਸਮਤਲ ਕੱਚ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾਂ ਤੇ ਅਧਰੁਵਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਆਪਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਆਪਤਨ ਕੋਣ ਕਿੰਨਾ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਜਿਸਨਾਲ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਜਾਂ ਅਪਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨੇਂ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਤੇ ਲੰਬਵਤ ਹੋਣ।

ਹੱਲ :- $i+r$, $\pi/2$ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੋਣ ਦੇ ਲਈ $\tan i_B = \mu = 1.5$ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ। ਇਸ ਨਾਲ $i_B = 57°$ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਹ ਹਵਾ ਤੋਂ ਕੱਚ ਦੇ ਅੰਤਰ ਸਤਹ ਤੇ ਬ੍ਰੁਸਟਰ ਕੋਣ ਹੈ।

ਸਰਲਤਾ ਦੇ ਲਈ ਅਸੀਂ 90^0 ਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਖਿੰਡਾਅ ਅਤੇ ਬ੍ਰੁਸਟਰ ਕੋਣ ਤੇ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦਾ ਵਿਵੇਚਨ ਕੀਤਾ ਹੈ। ਇਸ ਖਾਸ ਪਰਿਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਦੋ ਲੰਬਵਤ ਘਟਕਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਇੱਕ ਜੀਰੋ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਹੋਰ ਕੋਣਾਂ ਤੇ ਦੋਨੋ ਹੀ ਘਟਕ ਮੋਜੂਦ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਪਰੰਤੂ ਇਕ ਘਟਕ ਦੂਜੇ ਘਟਕ ਤੋਂ ਪ੍ਰਬਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਦੋਨੋ ਲੰਬਵਤ ਘਟਕਾਂ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਸਥਿਰ ਕਲਾ ਸੰਬੰਧ ਨਹੀਂ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਇਹ ਇੱਕ ਅਧਰੁਵਿਤ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਦੇ ਦੋ ਲੰਬਵਤ ਘਟਕਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਜਦੋਂ ਅਜਿਹੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਘੁੰਮਦੇ ਵਿਸ਼ਲੇਸ਼ਕ ਵਿੱਚੋਂ ਵੇਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਤੀਬਰਤਾ ਦਾ ਉੱਚਤਮ ਅਤੇ ਨਿਮਨਤਮ ਦਿਖਾਈ ਦੇਂਦਾ ਹੈ, ਪਰੰਤੂ ਪੂਰਨ ਅਦੀਪਤ ਨਹੀਂ ਹੋ ਪਾਉਂਦਾ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਅੰਸ਼ਿਕ ਧਰੁਵਿਤ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

ਆਓ ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਨੂੰ ਸਮਝਣ ਦਾ ਯਤਨ ਕਰੀਏ। ਜਦੋਂ ਦੋ ਮਾਧਿਅਮਾਂ ਦੇ ਅੰਤਰ ਸਤ੍ਹਾਂ ਤੇ ਇੱਕ ਅਧਰੁਵਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਬ੍ਰਸਟਰ ਕੋਣ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਕੇਵਲ ਇਕ ਭਾਗ, ਜਿਸਦਾ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਸਦਿਸ਼ ਆਪਤਨ ਤਲ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਹੈ, ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਹੋਵੇਗਾ। ਹੁਣ ਜੇ ਇੱਕ ਚੰਗੇ ਧਰੁਵਨ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਆਪਤਨ ਤਲ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਬਿਜਲੀ ਸਦਿਸ਼ ਨੂੰ ਪੂਰਨ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਖਤਮ ਕਰ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇ ਅਤੇ ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਬਰੂਸਟਰ ਕੋਣ ਤੇ ਪ੍ਰਿਜਮ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਕਰਵਾਈਏ ਤਾਂ ਆਪਤਨ ਪਰਾਵਰਤਨ ਬਿਲਕੁਲ ਨਹੀਂ ਦੇਖ ਸਕੋਗੇ ਅਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਪੂਰਨ ਪਰਾਗਮਨ ਹੋਵੇਗਾ।

ਇਸ ਅਧਿਆਈ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਇਹ ਸੰਕੇਤ ਕਰਦੇ ਹੋਏ ਸ਼ੁਰੂ ਕੀਤਾ ਕਿ ਕੁੱਝ ਵਰਤਾਰੇ ਅਜਿਹੇ ਹਨ ਜਿਹਨਾਂ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕੇਵਲ ਤਰੰਗ ਸਿਧਾਂਤ ਦੁਆਰਾ ਹੀ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਉਚਿਤ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸਮਝਣ ਦੇ ਲਈ ਅਸੀਂ ਪਹਿਲਾ ਪਰਾਵਰਤਨ ਅਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਵਰਗੀਆਂ ਵਰਤਾਰਿਆਂ ਦਾ ਜਿਹਨਾਂ ਦਾ ਅਸੀਂ ਕਿਰਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕੀ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਅਧਿਆਇ 9 ਵਿੱਚ ਅਧਿਐਨ ਕਰ ਚੁੱਕੇ ਸੀ, ਵਰਣਨ ਕੀਤਾ ਅਤੇ ਦੇਖਿਆ ਕਿ ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਤਰੰਗ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕੀ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਵੀ ਸਮਝਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਫਿਰ ਅਸੀਂ ਯੰਗ ਦੇ ਦੋਹਰੀ ਝਿਰੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦਾ ਵਰਣਨ ਕੀਤਾ ਜੋ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕੀ ਦੇ ਅਧਿਐਨ ਦਾ ਇੱਕ ਮੋੜ ਸੀ। ਅੰਤ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਕੁੱਝ ਸੰਬੰਧਿਤ ਵਿਸ਼ਿਆਂ ਜਿਵੇਂ ਵਿਵਰਤਨ, ਵਿਭੇਦਨ, ਧਰੁਵਣ ਅਤੇ ਕਿਰਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕੀ ਦੀ ਵੈਧਤਾ/ਮਾਨਤਾ ਦਾ ਵਰਣਨ ਕੀਤਾ। ਅਗਲੇ ਅਧਿਆਇ ਵਿੱਚ ਤੁਸੀਂ ਦੇਖੋਗੇ ਕਿ ਸ਼ਤਾਬਦੀ ਦੇ ਖਤਮ ਹੁੰਦੇ-ਹੁੰਦੇ ਲਗਭਗ 1900 ਈ.ਵਿੱਚ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਵੇਂ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਨੇ ਨਵੇਂ ਸਿਧਾਤਾਂ ਨੂੰ ਜਨਮ ਦਿੱਤਾ।

ਸਾਰਾਂਸ਼ (Summary)

1. ਹਾਈਗਨਜ਼ ਦਾ ਸਿਧਾਂਤ ਦੱਸਦਾ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੇ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦਾ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਸਕੈਂਡਰੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦਾ ਸਰੋਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਜੁੜ ਕੇ ਕੁੱਝ ਸਮੇਂ ਬਾਅਦ ਇੱਕ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਬਣਾਉਂਦੇ ਹਨ।
2. ਹਾਇਗਨਜ ਦੀ ਰਚਨਾ ਸਾਨੂੰ ਇਹ ਦਰਸਾਉਂਦੀ ਹੈ ਕਿ n ਵਾਂ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਸਕੈਂਡਰੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦਾ ਅਗ੍ਰ ਆਵਰਨ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਦਿਸ਼ਾ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦੀ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਸਕੈਂਡਰੀ ਤਰੰਗਾਂ ਗੋਲਾਕਾਰ ਹੁੰਦੀਆ ਹਨ। ਕਿਰਨਾਂ ਉਦੋਂ ਦੋਨਾਂ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗਾਂ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਅਤੇ ਯਾਤਰਾ ਕਾਲ ਕਿਸੇ ਵੀ ਕਿਰਨ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਸਿਧਾਂਤ ਨਾਲ ਪਰਾਵਰਤਨ ਅਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਦੇ ਪਹਿਲਾਂ ਤੋਂ ਜਾਣੂ ਨਿਯਮ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।
3. ਜਦੋਂ ਦੋ ਜਾਂ ਦੋ ਤੋ ਅਧਿਕ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸਰੋਤ ਇੱਕ ਹੀ ਬਿੰਦੂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਦੀਪਤ ਕਰਦੇ ਹਨ ਤਾਂ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਉਪਰਸਥਾਪਕ ਦਾ ਸਿਧਾਂਤ ਲਾਗੂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਅਸੀਂ ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਇਹਨਾਂ ਸਰੋਤਾਂ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਦਾ ਵਿਚਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਵਿਸ਼ਸ਼ਿਟ ਤੀਬਰਤਾਵਾਂ ਦੇ ਜੋੜ ਦੇ ਇਲਾਵਾ ਇੱਕ ਵਿਘਨ ਪਦ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ ਇਹ ਪਦ ਉਦੋਂ ਮਹਤਵਪੂਰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਇਸਦਾ ਔਸਤ ਜੀਰੋ ਨਹੀਂ ਹੈ ਜੋ ਕੇਵਲ ਉਦੋਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ ਸਰੋਤਾਂ ਦੀਆਂ ਆਵਰਤੀਆ ਸਮਾਨ ਹੋਣ ਅਤੇ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਇੱਕ ਸਥਿਰ ਕਲਾ ਅੰਤਰ ਹੋਵੇ।
4. ਪ੍ਰਥਕਤਾ d ਵਾਲੀ ਥਾਮਸ ਯੰਗ ਦੀ ਦੋਹਰੀ ਝਿਰੀ ਤੋਂ ਸਮਾਨ ਅੰਤਰਾਲ ਦੀਆਂ ਫਰਿੰਜਾਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਜਿਹਨਾਂ ਦੀ ਕੋਣੀ ਪ੍ਰਥਕਤਾ λ/d ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਸਰੋਤ ਝਿਰੀਆਂ ਦਾ ਮੱਧ ਬਿੰਦੂ ਅਤੇ ਕੇਂਦਰੀ ਦੀਪਤ ਫਰਿੰਜ ਇੱਕ ਸਿਧੀ ਰੇਖਾ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇੱਕ ਵੱਡੇ ਆਕਾਰ ਦਾ ਸਰੋਤ ਜੋ ਝਿਰੀਆਂ ਤੇ λ/d ਤੋਂ ਵੱਧ ਕੋਣ ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ, ਫਰਿੰਜਾ ਨੂੰ ਅਲੋਪ ਲੁਪਤ ਕਰ ਦੇਵੇਗਾ।
5. ਚੋੜਾਈ a ਦੀ ਇੱਕ ਇੱਕਲੀ ਝਿਰੀ ਵਿਵਰਤਨ ਪੈਟਰਨ ਦਿੰਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਕੇਂਦਰੀ ਉਚਤਮ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਤੀਬਰਤਾ $\pm \frac{\lambda}{a}, \pm \frac{2\lambda}{a}$. ਆਦਿ ਕੋਣਾਂ ਤੇ ਜੀਰੋ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਲਗਾਤਾਰ ਮੱਧਮ ਹੁੰਦੇ ਸਕੈਂਡੰਰੀ ਉਚੱਤਮ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਵਿਵਰਤਨ ਕਿਸੇ ਦੂਰਦਰਸ਼ੀ ਦੇ ਕੋਣੀ ਵਿਭੇਦਨ ਨੂੰ λ/d ਤੱਕ ਪਰਿਸੀਮਤ ਕਰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ, ਜਿਥੇ D ਦੁਆਰਕ ਦਾ ਵਿਆਸ ਹੈ। ਦੋ ਤਾਰਿਆ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੀ ਦੂਰੀ ਇਸਤੋਂ ਘੱਟ ਹੋਵੇਗੀ ਪ੍ਰਬਲ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਅਤਿਵਿਆਪੀ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਬਣਾਉਣਗੇ। ਇਸੇ ਪ੍ਰਕਾਰ ਇੱਕ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ ਵਸਤੂ ਅਭਿਮੁਖ ਜੋ 'n' ਅਪਵਰਤਕ ਅੰਕ ਦੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਫੋਕਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਕੋਣ 2β ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ, ਦੋ ਵਸਤੂਆਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੀ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਦੂਰੀ $\lambda/(2n \sin \beta)$, ਹੈ ਨੂੰ ਠੀਕ- ਠੀਕ ਵੱਖ ਕਰੇਗਾ ਜੋ ਕਿ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੀ ਵਿਭੇਦਨ ਸੀਮਾ ਹੈ। ਵਿਵਰਤਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਨਾਂ ਦੀ ਸੰਕਲਪਨਾ ਦੀ ਸੀਮਾ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸਤੋਂ ਪ੍ਹਿਲਾ ਕਿ ਵਿਵਰਤਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪ੍ਰਸਰਿਤ ਹੋਣਾ ਸ਼ੁਰੂ ਕਰੇ ਚੋੜਾਈ a ਦਾ ਇੱਕ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਇੱਕ ਦੂਰੀ a^2/λ, ਚਲਦਾ ਹੈ ਜੋ ਫਰੇਨੇਲ ਦੂਰੀ ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ।

6 ਪ੍ਰਾਕ੍ਰਿਤਿਕ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਜਿਵੇਂ ਸੂਰਜ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਅਧਰੁਵਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਇਸਦਾ ਅਰਥ ਹੈ ਕਿ ਅਨੁਪ੍ਰਸਥ ਤਲ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਸਦਿਸ਼ ਮਾਪਨ ਦੇ ਸਮੇਂ ਸਾਰੀਆ ਸੰਭਵ ਦਿਸ਼ਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਪੋਲਾਰਾਈਡ ਕੇਵਲ ਇੱਕ ਘਟਕ (ਇੱਕ ਖਾਸ ਅਕਸ਼ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ) ਨੂੰ ਪਾਰਗਮਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਪਰਿਣਾਮੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਰੇਖੀ ਧਰੁਵਿਤ ਜਾ ਸਮਤਲ ਧਰੁਵਿਤ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਜਦੋਂ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਦੂਜੇ ਪੋਲਾਰਾਈਡ ਵਿੱਚੋਂ ਦੇਖਦੇ ਹਾਂ ਜਿਸਦਾ ਅਕਸ਼ 2π, ਨਾਲ ਘੁੰਮਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਤੀਬਰਤਾ ਦੇ ਦੋ ਉੱਚੱਤਮ ਅਤੇ ਨਿਮਨਤਮ ਵਿਖਾਈ ਦਿੰਦੇ ਹਨ। ਧਰੁਵਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਇੱਕ ਵਿਸ਼ਿਸ਼ਟ ਕੋਣ (ਜਿਸਨੂੰ ਬਰੂਸਟਰ ਕੋਣ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ) ਤੇ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਅਤੇ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਵਾਯੂਮੰਡਲ ਵਿੱਚ $\pi/2$ ਦੇ ਖਿੰਡਾਅ ਦੁਆਰਾ ਵੀ ਪੈਦਾ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਵਿਚਾਰਨਯੋਗ ਵਿਸ਼ਾ

1. ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ ਸਰੋਤ ਤੋਂ ਤਰੰਗਾਂ ਸਾਰੀਆਂ ਦਿਸ਼ਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਖਿਲਦੀਆਂ ਹਨ ਜਦੋਂਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਸੌੜੀ ਕਿਰਨਾਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਚੱਲਦੇ ਹੋਏ ਵੇਖਿਆ ਗਿਆ ਸੀ। ਤਰੰਗ ਸਿਧਾਂਤ ਨਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਸੁਭਾਅ ਦੇ ਸਾਰੇ ਪੱਖਾਂ ਨੂੰ ਸਮਝਣ ਦੇ ਲਈ ਹਾਈਗਨਜ, ਯੰਗ ਅਤੇ ਫਰੇਨਲ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਅਤੇ ਅੰਤਰ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਦੀ ਲੋੜ ਹੋਈ।
2. ਤਰੰਗਾਂ ਦਾ ਮਹਤਵਪੂਰਨ ਅਤੇ ਨਵਾਂ ਸਵਰੂਪ ਭਿੰਨ ਸਰੋਤਾਂ ਦੇ ਆਯਾਮਾਂ ਦਾ ਵਿਘਨ ਹੈ ਜੋਂ ਯੰਗ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੇ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਪੋਸ਼ਕ ਅਤੇ ਵਿਨਾਸ਼ੀ ਦੋਨੋ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ।
3. ਇੱਕਲੀ ਝਿਰੀ ਤੇ ਪੈਣ ਵਾਲੀ ਤਰੰਗ ਨੂੰ ਇੱਕ ਵੱਡੀ ਸੰਖਿਆ ਵਿੱਚ ਸਰੋਤਾਂ ਤੋਂ ਬਣੀ ਹੋਈ ਮੰਨ ਸਕਦੇ ਹਾਂ, ਜੋ ਅਗ੍ਰ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ $(\theta = 0)$, ਪੋਸ਼ਕ ਵਿਘਨ ਦਿਖਾਉਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਦੂਸਰੀ ਦਿਸ਼ਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਵਿਨਾਸ਼ੀ ਵਿਘਨ।
4. ਵਿਵਰਤਨ ਵਰਤਾਰੇ ਨਾਲ ਕਿਰਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕੀ ਦੀ ਪਰਿਸੀਮਾ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਦੋ ਬਹੁਤ ਨੇੜੇ ਦੀਆਂ ਵਸਤੂਆਂ ਦੇ ਵਿਭੇਦਨ ਦੇ ਲਈ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀਆਂ ਅਤੇ ਦੂਰ ਦਰਸ਼ੀਆਂ ਦੀ ਸਮਰਥਾ ਦੀਆਂ ਸੀਮਾਵਾਂ ਵੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੁਆਰਾ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।
5. ਅਧਿਕਤਮ ਵਿਘਨ ਅਤੇ ਵਿਵਰਤਨ ਪ੍ਰਭਾਵ ਲੌਂਗੀਚਿਊਡਨਲ ਤਰੰਗਾਂ ਜਿਵੇਂ ਹਵਾ ਵਿੱਚ ਧੁਨੀ ਦੇ ਲਈ ਵੀ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਪਰੰਤੂ ਧਰੁਵਨ ਵਰਤਾਰਾ ਕੇਵਲ ਅਨੁਪ੍ਰਸ਼ਥ ਤਰੰਗਾਂ ਜਿਵੇਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਵਿਸ਼ਿਸ਼ਟਤਾ ਹੈ।

ਅਭਿਆਸ

10.1 589nm ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦਾ ਇੱਕ ਵਰਣੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਹਵਾ ਤੋਂ ਪਾਣੀ ਦੀ ਸਤਹ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ (a) ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਅਤੇ (b) ਅਪਰਵਰਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ, ਆਵਰਤੀ ਅਤੇ ਚਾਲ ਕੀ ਹੋਵੇਗੀ। ਪਾਣੀ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ 1.33 ਹੈ।

10.2 ਹੇਠ ਲਿਖੀਆਂ ਦਿਸ਼ਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਹਰੇਕ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦੀ ਸ਼ਕਲ ਕੀ ਹੈ ?

(a) ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਸਰੋਤ ਤੋਂ ਖਿਲਰਿਆ ਪ੍ਰਕਾਸ਼

(b) ਉਤੱਲ ਲੈਨਜ ਤੋਂ ਨਿਰਗਮਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼, ਜਿਸਦੇ ਫੋਕਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਕੋਈ ਬਿੰਦੂ ਸਰੋਤ ਰੱਖਿਆ ਹੈ।

(c) ਕਿਸੇ ਦੂਰ ਦੇ ਤਾਰੇ ਤੋ ਆਉਣ ਵਾਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਦਾ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੁਆਰਾ ਰੋਕਿਆ ਭਾਗ

10.3 (a) ਕੱਚ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ 1.5 ਹੈ। ਕੱਚ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਕੀ ਹੋਵੇਗੀ। (ਨਿਰਵਾਤ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ $3.0 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$) ਹੈ।

(b) ਕੀ ਕੱਚ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ, ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਰੰਗ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰੇਗੀ। ਜੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਲਾਲ ਅਤੇ ਬੈਂਗਣੀ ਵਿੱਚੋਂ ਕਿਹੜਾ ਰੰਗ ਕੱਚ ਦੇ ਪ੍ਰਿਜਮ ਵਿੱਚ ਹੋਲੀ ਚਲਦਾ ਹੈ।

10.4 ਯੰਗ ਦੇ ਦੋਹਰੀ ਝਿਰੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ ਝਿਰੀਆਂ ਦੇ ਵਿੱਚਕਾਰ ਦੀ ਦੂਰੀ 0.28mm ਹੈ ਅਤੇ ਪਰਦਾ 1.4m ਦੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਰੱਖਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਕੇਂਦਰੀ ਦੀਪਤ ਫਰਿੰਜ ਅਤੇ ਚੋਥੀ ਦੀਪਤ ਫਰਿੰਜ ਦੇ ਵਿੱਚ ਦੀ ਦੂਰੀ 1.2cm ਮਾਪੀ ਗਈ ਹੈ। ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ ਵਰਤੀ ਗਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਪਤਾ ਕਰੋ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

10.5 ਯੰਗ ਦੇ ਦੋਹਰੀ ਝਿਰੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦਾ ਇੱਕ ਵਰਣੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਉਪਯੋਗ ਕਰਨ ਤੇ ਪਰਦੇ ਦੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਜਿਥੇ ਪਥ ਅੰਤਰ λ ਹੈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ k ਇਕਾਈ ਹੈ। ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਕੀ ਕਿੰਨੀ ਹੋਵੇਗੀ ਜਿਥੇ ਪਥ ਅੰਤਰ $\lambda/3$ ਹੈ।

10.6 ਯੰਗ ਦੇ ਦੋਹਰੀ ਝਿਰੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ ਵਿਘਨ ਫਰਿੰਜਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ 650nm ਅਤੇ 520 nm ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੁੰਜ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ।

(a) 650nm ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਲਈ ਪਰਦੇ ਤੇ ਤੀਜੇ ਦੀਪਤ ਫਰਿੰਜ ਦੀ ਕੇਂਦਰੀ ਉੱਚਤਮ ਤੋਂ ਦੂਰੀ ਪਤਾ ਕਰੋ।

(b) ਕੇਂਦਰੀ ਉੱਚਤਮ ਤੋਂ ਉਸ ਨਿਊਨਤਮ ਦੂਰੀ ਨੂੰ ਪਤਾ ਕਰੋ ਜਿਥੇ ਦੋਨਾਂ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈਆਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਦੀਪਤ ਫਰਿੰਜ ਸੰਪਾਤੀ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

10.7 ਇੱਕ ਦੋਹਰੀ ਝਿਰੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਮੀਟਰ ਦੂਰ ਰੱਖੇ ਪਰਦੇ ਤੇ ਇੱਕ ਫਰਿੰਜ ਦੀ ਕੋਣੀ ਚੋੜਾਈ 0.2° ਪਾਈ ਗਈ ਹੈ। ਉਪਯੋਗ ਕੀਤੇ ਗਏ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ 600nm ਹੈ। ਜੇ ਪੂਰਾ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਉਪਕਰਨ ਪਾਣੀ ਵਿੱਚ ਡੁਬੋ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਫਰਿੰਜਾਂ ਦੀ ਕੋਣੀ ਚੋੜਾਈ ਕੀ ਹੋਵੇਗੀ। ਪਾਣੀ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ 4/3 ਲਓ।

10.8 ਹਵਾ ਤੋਂ ਕੱਚ ਵਿੱਚ ਸੰਕ੍ਰਮਨ (Transmission) ਦੇ ਲਈ ਬਰੂਸਟਰ ਕੋਣ ਕੀ ਹੈ। ਕੱਚ ਦਾ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ = 1.5

10.9 5000 Å ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਇੱਕ ਸਮਤਲ ਪਰਾਵਰਤਨ ਸਤਾ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਅਤੇ ਆਵਰਤੀ ਦੀ ਹੈ। ਆਪਤਨ ਕੋਣ ਦੇ ਕਿਸ ਮਾਨ ਲਈ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਕਿਰਨ ਆਪਤਿਤ ਕਿਰਨ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਹੋਵੇਗੀ।

10.10 ਉਸ ਦੂਰੀ ਦਾ ਆਕਲਨ ਕਰੋ ਜਿਸਦੇ ਲਈ ਕਿਸੇ 4mm ਦੇ ਆਕਾਰ ਦੇ ਦੁਆਰਕ ਅਤੇ 400nm ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਲਈ ਕਿਰਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕੀ ਨਿਕਟਤਮ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਲਾਗੂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਵਾਧੂ ਅਭਿਆਸ (ADDITIONAL EXERCISE)

10.11 ਇੱਕ ਤਾਰੇ ਵਿੱਚੋਂ ਹਾਈਡਰੋਜਨ ਦੇ ਉਤਸਰਜਨ 6563 Å ਦੀ H α line ਵਿੱਚ 15 Å ਦਾ ਲਾਲ ਸਿਫਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਤੋਂ ਦੂਰ ਜਾ ਰਹੇ ਤਾਰੇ ਦੀ ਚਾਲ ਦਾ ਆਕਲਨ ਕਰੋ।

10.12 ਕਿਸੇ ਮਾਧਿਅਮ (ਜਿਵੇਂ ਪਾਣੀ) ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਨਿਰਵਾਤ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੈ। ਨਿਊਟਨ ਦੇ ਕਨਿਕਾ ਸਿਧਾਂਤ ਦੁਆਰਾ ਇਸ ਤੱਥ ਦੀ ਭਵਿੱਖਵਾਣੀ ਕਿਵੇਂ ਕੀਤੀ ਗਈ। ਕੀ ਪਾਣੀ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੁਆਰਾ ਗਿਆਤ ਕਰਕੇ ਇਸ ਭਵਿੱਖਵਾਣੀ ਦੀ ਪੁਸ਼ਟੀ ਹੋਈ। ਜੇ ਨਹੀ ਤਾਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਚਿੱਤਰਣ ਦਾ ਕਿਹੜਾ ਵਿਕਲਪ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੇ ਅਨੁਕੂਲ ਹੈ।

10.13 ਤੁਸੀਂ ਮੂਲ ਪਾਠ ਵਿੱਚ ਜਾਣ ਚੁੱਕੇ ਹੋ ਕਿ ਹਾਈਗਨਜ ਦਾ ਸਿਧਾਂਤ ਪਰਾਵਰਤਨ ਅਤੇ ਅਪਵਰਤਨ ਦੇ ਨਿਯਮਾਂ ਦੇ ਲਈ ਕਿਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਮਾਰਗ ਦਰਸ਼ਕ ਹੈ। ਇਸੇ ਸਿਧਾਂਤ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਸਿੱਧੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਨਿਗਮਨ ਕਰੋ ਕਿ ਸਮਤਲ ਦਰਪਣ ਦੇ ਸਾਹਮਣੇ ਰੱਖੀ ਗਈ ਵਸਤੂ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਆਭਾਸੀ ਬਣਦਾ ਹੈ ਜਿਸਦੀ ਦਰਪਣ ਤੋਂ ਦੂਰੀ, ਬਿੰਬ ਤੋਂ ਦਰਪਣ ਦੀ ਦੂਰੀ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

10.14 ਤਰੰਗ ਸੰਰਚਨਾ ਦੀ ਚਾਲ ਨੂੰ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਕਰ ਸਕਣ ਵਾਲੇ ਕੁਝ ਸੰਭਾਵਿਤ ਕਾਰਕਾਂ ਦੀ ਸੂਚੀ ਹੈ।

i) ਸਰੋਤ ਦੀ ਪ੍ਰਾਕਿਤੀ
ii) ਸੰਚਰਨ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ
iii) ਸਰੋਤ ਅਤੇ ਜਾਂ ਪ੍ਰੇਖਣ ਦੀ ਗਤੀ
iv) ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਅਤੇ
v) ਤਰੰਗ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ

ਦੱਸੋ ਕਿ

(a) ਨਿਰਵਾਤ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ

(b) ਕਿਸੇ ਮਾਧਿਅਮ (ਮੰਨਿਆ ਕੱਚ ਜਾਂ ਪਾਣੀ) ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਇਹਨਾਂ ਵਿੱਚੋ ਕਿਹਨਾਂ ਕਾਰਕਾਂ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

10.15 ਧੁਨੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਆਵਰਤੀ ਵਿਸਥਾਪਨ ਦੇ ਲਈ ਡਾਪਲਰ ਦਾ ਸੂਤਰ ਨਿਮਨ ਲਿਖਤ ਦੋ ਸਥਿਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਥੋੜਾ ਜਿਹਾ ਭਿੰਨ ਹੈ, (i) ਸਰੋਤ ਵਿਰਾਮ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਅਤੇ ਪ੍ਰੇਖਕ ਗਤੀ ਵਿੱਚ ਹੋਵੇ ਅਤੇ (ii) ਸਰੋਤ ਗਤੀ ਵਿੱਚ ਅਤੇ ਪ੍ਰੇਖਣ ਵਿਰਾਮ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਹੋਵੇ। ਜਦਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਲਈ ਡਾਪਲਰ ਦੇ ਸੂਤਰ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਨਿਰਵਾਤ ਵਿੱਚ, ਇਹਨਾਂ ਦੋਨਾਂ ਸਥਿਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਹਨ। ਅਜਿਹਾ ਕਿਉਂ ਹੈ। ਸਪਸ਼ੱਟ ਕਰੋ। ਕੀ ਤੁਸੀਂ ਸਮਝਦੇ ਹੋ ਕਿ ਇਹ ਸੂਤਰ ਕਿਸੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਗਮਨ ਦੇ ਲਈ ਵੀ ਦੋਨਾਂ ਸਥਿਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਪੂਰਨ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਹੋਣਗੇ।

10.16 ਦੋਹਰੀ ਝਿਰੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ 600nm ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਰਨ ਤੇ ਇੱਕ ਦੂਰੀ ਤੇ ਪਏ ਪਰਦੇ ਤੇ ਬਣੇ ਫਰਿੰਜ ਦੀ ਕੋਣੀ ਚੋੜਾਈ 0.1^0 ਹੈ। ਦੋਹਾਂ ਝਿਰੀਆ ਦੇ ਵਿੱਚ ਕਿੰਨੀ ਦੂਰੀ ਹੈ ?

ਨਿਮਨਲਿਖਤ ਪ੍ਰਸ਼ਨਾ ਦੇ ਉੱਤਰ ਦਿਓ।

10.17 (a) ਇੱਕਲੀ ਝਿਰੀ ਵਿਵਰਤਨ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ ਝਿਰੀ ਦੀ ਚੋੜਾਈ ਮੂਲ ਚੋੜਾਈ ਤੋਂ ਦੁਗੱਣੀ ਕਰ ਦਿੱਤੀ ਗਈ ਹੈ। ਇਹ ਕੇਂਦਰੀ ਵਿਵਰਤਨ ਬੈਂਡ ਦੇ ਸਾਈਜ ਅਤੇ ਤੀਬਰਤਾ ਨੂੰ ਕਿਵੇਂ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਕਰੇਗਾ।

(b) ਦੋਹਰੀ ਝਿਰੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ ਹਰੇਕ ਝਿਰੀ ਦਾ ਵਿਵਰਤਨ, ਵਿਘਨ ਪੈਟਰਨ ਨਾਲ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸੰਬੰਧਿਤ ਹੈ।

(c) ਬਹੁਤ ਦੂਰ ਸਰੋਤ ਤੋਂ ਆਉਣ ਵਾਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਮਾਰਗ ਵਿਚ ਜਦੋਂ ਇੱਕ ਲਘੂ ਚੱਕਰਾਕਾਰ ਵਸਤੂ ਦੀ ਛਾਇਆ ਦੇ ਮੱਧ ਇੱਕ ਪ੍ਰਦੀਪਤ ਬਿੰਦੂ ਵਿਖਾਈ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਸਪਸ਼ੱਟ ਕਰੋ ਕਿ ਕਿਓ।

(d) ਦੋ ਵਿਦਿਆਰਥੀ ਇੱਕ 10m ਉੱਚੀ ਕਕਸ਼ ਵਿਭਾਜਿਤ ਦੀਵਾਰ ਦੁਆਰਾ 7m ਦੇ ਅੰਤਰ ਤੇ ਹੈ। ਜੇ ਧੁਨੀ ਅਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗਾਂ ਵਸਤੂ ਦੇ ਕਿਨਾਰਿਆ ਤੇ ਮੁੜ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ ਤਾਂ ਫਿਰ ਵੀ ਉਹ ਵਿਦਿਆਰਥੀ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਨੂੰ ਦੇਖ ਨਹੀਂ ਸਕਦੇ ਹਾਲਾਕਿ ਉਹ ਆਸਾਨੀ ਨਾਲ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਨਾਲ ਗੱਲਬਾਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਨ।

(e) ਕਿਰਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਸਿੱਧੀ ਰੇਖਾ ਵਿੱਚ ਗਤੀ ਦੀ ਸੰਕਲਪਨਾ ਤੇ ਆਧਾਰਿਤ ਹੈ। ਵਿਵਰਤਨ ਪ੍ਰਭਾਵ (ਜਦੋਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਸੰਚਰਨ ਇੱਕ ਦੁਆਰਕ ਝਿਰੀ ਜਾਂ ਵਸਤੂ ਦੇ ਜੀਰੋ ਪਾਸੇ ਪ੍ਰੇਖਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਵੇ) ਇਸ ਸੰਕਲਪਨਾ ਨੂੰ ਨਕਾਰਦਾ ਹੈ। ਹਾਲਾਂਕਿ ਕਿਰਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕੀ ਦੀ ਸੰਕਲਪਨਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਯੰਤਰਾ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਦੂਸਰੇ ਅਨੇਕਾਂ ਗੁਣਾਂ ਨੂੰ ਸਮਝਣ ਦੇ ਲਈ ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਉਪਯੋਗ ਵਿੱਚ ਲਿਆਈ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸਦਾ ਕੀ ਮਤਲਬ ਹੈ।

10.18 ਦੋ ਪਹਾੜੀਆਂ ਦੀ ਚੋਟੀਆਂ ਤੇ ਦੋ ਮੀਨਾਰਾਂ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਤੋਂ 40 km ਦੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਹਨ। ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਜੋੜਣ ਵਾਲੀ ਰੇਖਾ ਮੱਧ ਵਿੱਚ ਆਉਣ ਵਾਲੀ ਕਿਸੇ ਪਹਾੜੀ ਦੇ 50m ਉੱਪਰ ਤੋਂ ਹੋ ਕੇ ਗੁਜਰਦੀ ਹੈ। ਉਹਨਾਂ ਰੇਡਿਓ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਅਧਿਕਤਮ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਪਤਾ ਕਰੋ ਜੋ ਮੀਨਾਰਾਂ ਦੇ ਮੱਧ ਬਿੰਨਾਂ ਉਕਿਤ ਵਿਵਰਤਨ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੇ ਭੇਜੀ ਜਾ ਸਕੇ।

10.19 500nm ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦਾ ਇੱਕ ਸਮਾਂਤਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੁੰਜ ਇੱਕ ਪਤਲੀ ਝਿਰੀ ਤੇ ਡਿੱਗਦਾ ਹੈ ਅਤੇ 1m ਦੂਰ ਪਰਦੇ ਤੇ ਪਰਿਣਾਮੀ ਵਿਵਰਤਨ ਪੈਟਰਨ ਵੇਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਵੇਖਿਆ ਗਿਆ ਕਿ ਪਹਿਲਾ ਨਿਮਨਤਮ ਪਰਦੇ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ 2.5nm ਦੂਰੀ ਤੇ ਹੈ। ਝਿਰੀ ਦੀ ਚੋੜਾਈ ਪਤਾ ਕਰੋ।

10.20 ਨਿਮਨਲਿਖਤ ਪ੍ਰਸ਼ਨਾਂ ਦੇ ਉੱਤਰ ਦਿਓ;

(a) ਜਦੋਂ ਘੱਟ ਉਚਾਈ ਤੇ ਉਡਣ ਵਾਲਾ ਵਾਯੂਯਾਨ ਉਪੱਰ ਤੋਂ ਲੰਘਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਅਸੀਂ ਕਦੇ-ਕਦੇ ਟੈਲੀਵਿਜਨ ਦੇ ਪਰਦੇ ਤੇ ਚਿੱਤਰ ਨੂੰ ਹਿਲਦੇ ਹੋਏ ਪਾਉਂਦੇ ਹਾਂ। ਇੱਕ ਸੰਭਾਵਿਤ ਸੱਪਸ਼ਟੀਕਰਨ ਸੁਝਾਓ।

(b) ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਤੁਸੀਂ ਮੂਲ ਪਾਠ ਵਿੱਚ ਜਾਣ ਚੁੱਕੇ ਹੋ ਕਿ ਵਿਵਰਤਨ ਅਤੇ ਵਿਘਨ ਪੈਟਰਨ ਵਿੱਚ ਤੀਬਰਤਾ ਦਾ ਵਿਤਰਣ ਸਮਝਣੇ ਦਾ ਆਧਾਰ ਭੂਤ ਸਿਧਾਂਤ ਤਰੰਗ ਦਾ ਰੇਖੀ ਹੈ। ਇਸ ਸਿਧਾਂਤ ਦੀ ਤਰਕ ਸੰਗਤ ਕੀ ਹੈ।

10.21 ਇਕੱਲੀ ਝਿਰੀ ਵਿਵਰਤਨ ਪੈਟਰਨ ਦੀ ਵਿਉਤਪਤੀ ਵਿੱਚ ਕਿਹਾ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ $n\lambda/a$ ਕੋਣਾਂ ਤੇ ਤੀਬਰਤਾ ਜੀਰੋ ਹੈ। ਇਸ ਨਿਰਸਨ ਨੂੰ ਝਿਰੀ ਨੂੰ ਉਪਯੁੱਕਤ ਭਾਗਾਂ ਵਿੱਚ ਵੰਡਕੇ ਤਸਦੀਕ ਕਰੋ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਅਭਿਆਸਾਂ ਦੇ ਉੱਤਰ

10.1 (a) ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ : (ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ, ਆਵ੍ਰਿਤੀ, ਚਾਲ ਆਪਾਤੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ)

$\lambda = 589\text{nm}, v = 5.09 \times 10^{14}$ Hz. $C = 3.00 \times 10^{8}$ m s^{-1}

(b) ਅਪਵਰਤੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ : (ਆਵ੍ਰਿਤੀ, ਆਪਾਤੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ)

$v = 5.09 \times 10^{14}$Hz

$u = (c/n) = 2.26 \times 10^{8}$ m s^{-1}, $\lambda = (u/v) = 444$nm

10.2 (a) ਗੋਲ

(b) ਸਮਤਲ

(c) ਸਮਤਲ (ਵੱਡੇ ਗੋਲੇ ਦੀ ਸਤਹਿ ਦਾ ਇੱਕ ਛੋਟਾ ਖੇਤਰ ਲਗਭਗ ਸਮਤਲੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ)

10.3 (a) 2.0×10^{8}m s^{-1}

(b) ਹਾਂ, ਕਿਉਂਕਿ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਅਤੇ ਇਸ ਲਈ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ [ਜਦੋਂ ਕੋਈ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਜਾਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਰੰਗ ਨਾ ਦਿੱਤਾ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਅਸੀਂ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਅਪਵਰਤਨ ਅੰਕ ਦਾ ਮਾਨ ਪੀਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਲਈ ਲੈ ਸਕਦੇ ਹਾਂ] । ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਬੈਂਗਣੀ ਪ੍ਰਕਾਸ ਦਾ ਵਿਚਲਨ ਪ੍ਰਿਜ਼ਮ ਵਿਚ ਲਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨਾਲੋ ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਅਰਥਾਤ $n_v > n_r$ ਇਸ ਲਈ ਸਫੇਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਬੈਂਗਣੀ ਘਟਕ, ਲਾਲ ਘਟਕ ਨਾਲੋਂ ਹੌਲੀ ਗਤੀ ਨਾਲ ਚਲਦਾ ਹੈ ।

10.4 $\lambda = 1.2\times10^{-2}\times0.28\times10^{-3}/4\times1.4$ m = 600nm

10.5 K/4

10.6 (a) 1.17mm (b) 1.56mm

10.7 0.15^{0}

10.8 $\tan^{-1}(1.5) \simeq 56.3^{0}$

10.9 5000 Å, 6×10^{14}Hz; 45^{0}

10.10 40 m

10.11 ਸੂਤਰ $\lambda' - \lambda = v/c\,\ell$ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਨ ਤੇ ਜਾਂ $v = c/\ell\ (\lambda' - \lambda)$

10.12 ਨਿਊਟਨ ਦੇ ਕਿਣਕਾ ਸਿਧਾਂਤ ਅਨੁਸਾਰ ਅਪਵਰਤਨ ਵਿਚ ਵਿਰਲ ਮਾਧਿਅਮ ਤੋਂ ਸੰਘਣੇ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿਚ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਦੇ ਸਮੇਂ ਆਪਾਤੀ ਕਣ ਸਤਹਿ ਦੇ ਲੰਬ ਰੂਪ ਆਕਰਸ਼ਨ ਬਲ ਦਾ ਅਨੁਭਵ ਕਰਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਦਾ ਨਤੀਜਾ ਵੇਗ ਦੇ ਲੰਬ ਘਟਕ ਵਿਚ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਪਰ ਸਤਹਿ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ ਘਟਕ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ । ਇਸਦਾ ਭਾਵ $c \sin i = v \sin r$ ਜਾਂ $v/c = \sin i/\sin r = n$; ਕਿਉਂਕਿ $n > 1, u > c$ ਹੈ । ਇਹ ਧਾਰਨਾ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਪਰਿਣਾਮਾਂ ਦੇ ਉਲਟ ਹੈ ($v < c$) ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਤਰੰਗ ਸਿਧਾਂਤ ਪ੍ਰਯੋਗ ਸੰਗਤ ਹੈ ।

10.13 ਬਿੰਦੂ ਬਿੰਬ ਨੂੰ ਕੇਂਦਰ ਲੈ ਕੇ ਦਰਪਣ ਨੂੰ ਸਪਰਸ਼ ਕਰਦੇ ਹੋਏ ਇਕ ਚੱਕਰ ਖਿਚੋ । ਇਹ ਗੋਲ ਤਰੰਗ ਫਰੰਟ ਦਾ ਬਿੰਬ ਤੋਂ ਦਰਪਣ ਤੱਕ ਪੁੱਜਣ ਵਾਲਾ ਸਮਤਲੀ ਭਾਗ ਹੈ । ਹੁਣ ਦਰਪਣ ਦੀ ਮੌਜੂਦਗੀ ਅਤੇ ਗੈਰ ਮੌਜੂਦਗੀ ਵਿਚ t ਸਮੇਂ ਦੇ ਬਾਅਦ ਉਸੇ ਤਰੰਗ ਫਰੰਟ ਦੀਆਂ ਇਹਨਾਂ ਸਥਿਤੀਆਂ ਨੂੰ ਆਰੇਖਿਤ ਕਰੋ ਤੁਸੀਂ ਦਰਪਣ ਦੇ ਦੋਨਾਂ ਪਾਸੇ ਮੌਜੂਦ ਦੋ ਇਕੋ ਜਿਹੇ ਚਾਪ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰੋਗੇ । ਸਰਲ ਜਿਆਮਤੀ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਨਾਲ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਤਰੰਗ ਫਰੰਟ ਦਾ ਕੇਂਦਰ (ਬਿੰਬ ਦਾ ਪ੍ਰਤਿਬਿੰਬ) ਦਰਪਣ ਤੋਂ ਬਿੰਬ ਦੀ ਬਰਾਬਰ ਦੂਰੀ ਤੇ ਵਿਖਾਈ ਦੇਵੇਗਾ ।

10.14 (a) ਨਿਰਵਾਤ ਵਿਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਇੱਕ ਸਰਬ ਵਿਆਪਕ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਅੰਕ ਹੈ ਜੋ ਸੂਚੀ ਵਿੱਚ ਦਰਜ ਕਾਰਕਾਂ ਵਿਚੋਂ ਕਿਸੇ ਤੇ ਵੀ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਹੈ । ਖਾਸ ਕਰਕੇ ਇਹ ਇੱਕ ਹੈਰਾਨੀ ਜਨਕ ਤੱਥ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਸ੍ਰੋਤ ਅਤੇ ਪ੍ਰੇਖਕ ਦੀ ਸਾਪੇਖ ਗਤੀ ਤੇ ਵੀ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ ਹੈ । ਇਹ ਤੱਥ ਆਈਨਸਟਾਈਨ ਦੀ ਸਾਪੇਖਕਤਾ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਸਿਧਾਂਤ ਦਾ ਮੂਲ ਐਕਸੀਅਮ ਹੈ ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(b) ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ੀ ਮਾਧਿਅਮ ਤੇ ਨਿਰਭਰਤਾ

(i) ਸ੍ਰੋਤ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਤੂ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਹੈ (ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਦਾ ਨਿਰਧਾਰਨ ਮਾਧਿਅਮ ਦੇ ਸੰਚਾਰ ਗੁਣਾਂ ਤੋਂ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ।) ਇਹ ਤੱਥ ਹੋਰ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਲਈ ਵੀ ਸਚ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਧੁਨੀ ਤਰੰਗਾਂ ਅਤੇ ਜਲ-ਤਰੰਗਾਂ ਆਦਿ ਲਈ ਵੀ ।

(ii) ਸਮ ਦਿਸ਼ਾਵੀ (isotropic) ਮਾਧਿਅਮ ਦੇ ਲਈ ਸੰਚਾਰ ਦਿਸ਼ਾ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ ਹੈ ।

(iii) ਸ੍ਰੋਤ ਅਤੇ ਮਾਧਿਅਮ ਦੀ ਸਾਪੇਖ ਗਤੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ ਪਰ ਪ੍ਰੇਖਕ ਅਤੇ ਮਾਧਿਅਮ ਦੀ ਸਾਪੇਖ ਗਤੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ ।

(iv) ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ ।

(v) ਤੀਬਰਤਾ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ (ਜਦੋਂ ਕਿ ਵੱਧ ਤੀਬਰ ਕਿਰਣ ਪੁੰਜ ਦੇ ਲਈ ਇਹ ਸਥਿਤੀ ਵਧੇਰੇ ਗੁੰਝਲਦਾਰ ਹੈ ਅਤੇ ਇਥੇ ਸਾਡੇ ਲਈ ਮਹਤਵਪੂਰਣ ਨਹੀਂ ਹੈ)

10.15 ਧੁਨੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਸੰਚਾਰ ਲਈ ਮਾਧਿਅਮ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ । ਜਦੋਂ ਕਿ (i) ਅਤੇ (ii) ਸਥਿਤੀ ਵਿਚ ਸੰਗਤ ਸਮਾਨ ਸਾਪੇਖ ਗਤੀ (ਸ੍ਰੋਤ ਅਤੇ ਪ੍ਰੇਖਕ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ) ਭੌਤਿਕ ਰੂਪ ਵਿਚ ਸਾਪੇਖ ਪ੍ਰੇਖਕ ਦੀ ਗਤੀ ਇਹਨਾਂ ਦੋਨੋਂ ਸਥਿਤੀਆਂ ਵਿਚ ਵੱਖ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ (i) ਅਤੇ (ii) ਸਥਿਤੀਆਂ ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਧੁਨੀ ਦੇ ਲਈ ਡਾਪਲਰ ਦੇ ਸੂਤਰਾਂ ਦੀ ਸਮਾਨਤਾ ਦੀ ਉਮੀਦ ਨਹੀ ਕਰ ਸਕਦੇ । ਨਿਰਵਾਤ ਵਿਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗ ਦੇ ਲਈ ਸਾਫ਼ ਹੈ ਕਿ (i) ਅਤੇ (ii) ਸਥਿਤੀ ਦੇ ਵਿਚ ਕੋਈ ਭੇਦ ਨਹੀਂ ਹੈ । ਇਥੇ ਮਾਤਰ ਸ੍ਰੋਤ ਅਤੇ ਪ੍ਰੇਖਕ ਦੀਆਂ ਸਾਪੇਖ ਗਤੀਆਂ ਹੀ ਅਰਥ ਰਖਦੀਆਂ ਹਨ ਅਤੇ ਸਾਪੇਖਿਕ ਡਾਪਲਰ ਦਾ ਸੂਤਰ (i) ਅਤੇ (ii) ਸਥਿਤੀ ਦੇ ਲਈ ਬਰਾਬਰ ਹੈ । ਮਾਧਿਅਮ ਵਿਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਚਾਰ ਦੇ ਲਈ ਮੁੜ ਧੁਨੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਬਰਾਬਰ, ਦੋਨੋਂ ਸਥਿਤੀਆਂ ਬਰਾਬਰ ਨਹੀਂ ਹਨ ਅਤੇ (i) ਅਤੇ (ii) ਸਥਿਤੀਆਂ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਡਾਪਲਰ ਦੇ ਸੂਤਰ ਦੇ ਵੱਖ ਹੋਣ ਦੀ ਉਮੀਦ ਰਖਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ ।

10.16 3.4×10^{-4} m

10.17 **(a)** ਆਕਾਰ $\approx \lambda/d$ ਸੂਤਰ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ, ਆਕਾਰ ਅੱਧਾ ਰਹਿ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । ਤੀਬਰਤਾ ਚਾਰ ਗੁਣਾ ਵੱਧ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ।

(b) ਦੋ ਸਲਿਟਾਂ ਸਮਾਯੋਜਨ ਵਿਚ ਵਿਅਤੀਕਰਨ ਫਰਿੰਜਾਂ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਹਰੇਕ ਸਲਿਟ ਦੇ ਵਿਵਰਤਨ ਪੈਟਰਨ ਦੁਆਰਾ ਮਾਡੂਲਿਤ (Modulated) ਹੁੰਦੀ ਹੈ ।

(c) ਚੱਕਰ ਅਕਾਰ ਦੀ ਰੁਕਾਵਟ ਦੇ ਕਿਨਾਰਿਆਂ ਤੋਂ ਵਿਵਰਤਿਤ ਤਰੰਗਾਂ ਛਾਂ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੇ ਪੋਸ਼ੀ ਵਿਅਤੀਕਰਨ ਦੁਆਰਾ ਰੋਸ਼ਨ ਬਿੰਦੂ ਪੈਦਾ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ ।

(d) ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਵੱਡੇ ਕੋਣ ਤੇ ਵਿਵਰਤਨ ਜਾਂ ਮੁੜਨ ਦੇ ਲਈ ਰੁਕਾਵਟਾਂ/ਦੁਆਰਕਾਂ ਦਾ ਆਕਾਰ, ਤਰੰਗ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ । ਜੇ ਰੁਕਾਵਟਾਂ/ਦੁਆਰਕਾਂ ਦਾ ਆਕਾਰ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਬਹੁਤ ਵੱਡਾ ਹੈ ਤਾਂ ਵਿਵਰਤਨ ਛੋਟੇ ਕੋਣ ਤੇ ਹੋਵੇਗਾ । ਇਥੇ ਆਕਾਰ ਕੁਝ ਮੀਟਰਾਂ ਦੇ ਆਰਡਰ ਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਲਗਭਗ 5×10^{-7}m ਹੈ, ਜਦੋਂ ਕਿ ਧੁਨੀ ਤਰੰਗਾਂ, ਜਿਵੇਂ 1kHz ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਵਾਲੀ ਧੁਨੀ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਲਗਭਗ 0.3 m ਹੈ । ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਧੁਨੀ ਤਰੰਗਾਂ ਵਿਭਾਜਕ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਮੁੜ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ ਜਦੋਂਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗਾਂ ਨਹੀਂ ਮੁੜ ਸਕਦੀਆਂ ।

(e) ਨਿਆਸੰਗਤਤਾ ਦਾ ਆਧਾਰ (d) ਵਿਚ ਦਸਿਆ ਗਿਆ ਹੈ । ਸਾਧਾਰਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਯੰਤਰਾਂ ਵਿਚ ਵਰਤੇ ਦੁਆਰਕਾਂ ਦਾ ਆਕਾਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਵੱਡਾ ਹੈ ।

10.18 12.5cm

10.19 0.2 nm

10.20 **(a)** ਐਂਟੀਨਾ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਸਿੱਧੇ ਸੰਕੇਤ ਅਤੇ ਲੰਘਣ ਵਾਲੇ ਜ਼ਹਾਜ਼ ਤੋਂ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਸੰਕੇਤਾਂ ਦਾ ਵਿਅਤੀਕਰਨ ।

(b) ਸੁਪਰਪੋਜੀਸ਼ਨ ਦਾ ਸਿਧਾਂਤ ਤਰੰਗ ਗਤੀ ਨੂੰ ਨਿਯੰਤਰਿਤ ਕਰਨ ਵਾਲੀ ਅਵਕਲ (Diffesential) ਸਮੀਕਰਨ ਦੇ ਰੇਖੀ ਚਰਿਤਰ ਤੋਂ ਪਤਾ ਚਲਦਾ ਹੈ । ਜੇ y^1 ਅਤੇ y^2 ਇਸ ਸਮੀਕਰਨ ਦੇ ਹਲ ਹਨ, ਤਾਂ y^1 ਅਤੇ y^2 ਦਾ ਰੇਖੀ ਜੋੜ ਵੀ ਉਹਨਾਂ ਦਾ ਹਲ ਹੋਵੇਗਾ । ਜਦੋਂ ਆਯਾਮ ਵੱਡੇ ਹੋਣ (ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ ਉੱਚ ਤੀਬਰਤਾ ਦਾ ਲੇਜ਼ਰ ਕਿਰਣ-ਪੁੰਜ) ਅਤੇ ਅਰੇਖੀ ਪ੍ਰਭਾਵ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਇਹ ਸਥਿਤੀ ਹੋਰ ਵੀ ਗੁੰਝਲਦਾਰ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ, ਜਿਸਨੂੰ ਸਮਝਨਾ ਇਥੇ ਜ਼ਰੂਰੀ ਨਹੀਂ ਹੈ ।

10.21 ਕਿਸੇ ਇਕ ਸਲਿਟ ਨੂੰ n ਛੋਟੀਆਂ ਸਲਿਟਾਂ ਵਿਚ ਵੰਡੋ ਜਿਹਨਾਂ ਵਿਚ ਹਰੇਕ ਦੀ ਚੌੜਾਈ $a' = a/n$ ਹੈ । ਕੋਣ $\theta = n\lambda/a = \lambda/a'$ । ਹਰੇਕ ਛੋਟੀ ਸਲਿਟ ਤੋਂ ਕੋਣ θ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਤੀਬਰਤਾ ਜ਼ੀਰੋ ਹੈ । ਇਹਨਾਂ ਦਾ ਸੰਯੋਜਨ ਵੀ ਜ਼ੀਰੋ ਤੀਬਰਤਾ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦਾ ਹੈ ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਅਧਿਆਇ 11

ਵਿਕਿਰਣ ਅਤੇ ਪਦਾਰਥ ਦਾ ਦੋਹਰਾ ਸੁਭਾਅ (Dual Nature of Radiation And Matter)

11.1 ਭੂਮਿਕਾ(Introduction)

ਸੰਨ 1887 ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ- ਚੁੰਬਕੀ ਕਿਰਨਾਂ ਦੀ ਉਤਪਤੀ ਅਤੇ ਖੋਜ ਤੇ ਚੁੰਬਕਤਵ ਦੇ ਮੈਕਸਵੈਲ ਸਮੀਕਰਨ ਅਤੇ ਹਰਟਜ ਦੇ ਪ੍ਰੋਯਗਾਂ ਨੇ ਪ੍ਰਕਾਸ ਦੀ ਤੰਰਗ ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ ਨੂੰ ਅਭੂਤਪੂਰਵ ਰੂਪ ਨਾਲ ਸਥਾਪਿਤ ਕੀਤਾ। ਉਨ੍ਹੀਵੀ ਸ਼ਤਾਬਦੀ ਦੇ ਆਖਰੀ ਪੜਾਅ ਵਿਚ ਵਿਸਰਜਨ ਨਲੀ ਵਿਚ ਗੈਸਾਂ ਵਿੱਚ ਘੱਟ ਦਬਾਅ ਤੇ ਬਿਜਲੀ - ਚਾਲਨ (ਬਿਜਲਈ ਵਿਸਰਜਨ) ਤੇ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਜਾਂਚ ਪੜਤਾਲ ਨਾਲ ਕਈ ਇਤਿਹਾਸਿਕ ਖੋਜਾਂ ਹੋਈਆਂ। ਰੋਇੰਟਜਨ ਦੇ ਦੁਆਰਾ 1895 ਵਿੱਚ X-ਕਿਰਨਾਂ ਦੀ ਖੋਜ ਅਤੇ ਜੇ . ਜੇ ਥਾਮਸਨ ਦੇ ਦੁਆਰਾ 1897 ਵਿਚ ਕੀਤੀ ਗਈ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਖੋਜ ਪਰਮਾਣੂ ਸਰੰਚਨਾ ਨੂੰ ਸਮਝਣ ਵਿਚ ਮੀਲ ਦਾ ਪੱਥਰ ਸੀ। ਲਗਭਗ 0.001 mm ਪਾਰੇ ਦੇ ਸਤੰਭ ਦੇ ਅਤਿਅੰਤ ਘੱਟ ਦਬਾਅ ਤੇ ਇਹ ਪਾਇਆ ਗਿਆ ਕਿ ਅਜਿਹੇ ਦੋ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਡਾਂ ਦੇ ਵਿਚ, ਜਿਹਨਾਂ ਦੁਆਰਾ ਵਿਸਰਜਨ ਨਲੀ ਵਿਚ ਗੈਸ ਤੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਸਥਾਪਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਇੱਕ ਵਿਸਰਜਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕੈਥੋਡ ਦੇ ਸਨਮੁੱਖ ਕੱਚ ਤੇ ਪ੍ਰਤੀਦੀਪਤ ਉਤਪੰਨ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਦੀਪਤ ਦਾ ਰੰਗ ਕੱਚ ਦੀ ਪ੍ਰਾਕ੍ਰਿਤੀ/ਸੁਭਾਅ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ, ਜਿਵੇਂ ਸੋਡਾ ਕੱਚ ਦੇ ਲਈ ਪੀਲਾ-ਹਰਾ ਰੰਗ ਦਾ । ਇਸ ਪ੍ਰਤਦੀਪਤ ਦਾ ਕਾਰਨ ਉਸ ਵਿਕਿਰਣ ਨੂੰ ਮੰਨਿਆ ਗਿਆ ਜੋ ਕੈਥੋਡ ਤੋਂ ਆ ਰਿਹਾ ਸੀ । ਇਹ ਕੈਥੋਡ ਕਿਰਨਾਂ 1870 ਵਿੱਚ ਵਿਲੀਅਮ ਕੁਰਕਸ ਦੁਆਰਾ ਖੋਜੀਆਂ ਗਈਆਂ ਸੀ ਜਿਸਨੇ ਬਾਅਦ ਵਿਚ 1879 ਵਿੱਚ ਇਹ ਸੁਝਾਇਆ ਕਿ ਇਹ ਕਿਰਨਾਂ ਤੀਬਰਤਾ ਨਾਲ ਚੱਲਣ ਵਾਲੀ ਰਿੱਦ ਆਵੇਸ਼ੀ ਕਣਾਂ ਦੀ ਧਾਰਾ ਤੋਂ ਬਣੀਆਂ ਹਨ। ਬ੍ਰਿਟਿਸ਼ ਭੋਤਿਕ ਸ਼ਾਸਤਰੀ ਜੇ. ਜੇ. ਥਾਮਸਨ (1856-1940) ਨੇ ਇਸ ਪਰਿਕਲਪਨਾ ਦੀ ਪੁਸ਼ਟੀ ਕੀਤੀ । ਜੇ.ਜੇ.ਥਾਮਸਨ ਨੇ ਪਹਿਲੀ ਵਾਰੀ ਵਿਸਰਜਨ ਨਲੀ ਦੇ ਆਰ-ਪਾਰ ਪਰਸਪਰ ਲੰਬਵਤ ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀਯ ਖੇਤਰਾਂ ਨੂੰ ਸਥਾਪਿਤ ਕਰਕੇ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਤੌਰ ਤੇ ਕੈਥੋਡ -ਕਿਰਨ ਕਣਾਂ ਦੇ ਵੇਗ ਅਤੇ ਸਾਪੇਖਿਕ ਆਵੇਸ਼ (ਭਾਵ ਆਵੇਸ਼ ਅਤੇ ਪੁੰਜ ਦਾ ਅਨੁਪਾਤ (e/m))ਪਤਾ ਕੀਤਾ।

ਇਹ ਪਾਇਆ ਗਿਆ ਕਿ ਇਹ ਕਣ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਵੇਗ ($3X10^{8}$ m/s) ਦੇ ਲਗਭਗ 0.1 ਤੋਂ ਲੈ ਕੇ 0.2 ਗੁਣੇ ਵੇਗ ਨਾਲ ਚੱਲਦੇ ਹਨ। ਵਰਤਮਾਨ ਵਿੱਚ e/m ਦਾ ਮੰਨਣਯੋਗ ਮਾਨ $1.76X10^{11}$ C/kg ਹੈ । ਇਹ ਵੀ ਪਾਇਆ ਗਿਆ ਕਿ e/m ਦਾ ਮਾਨ ਕੈਥੋਡ (ਉਤਸਰਜਕ) ਦੇ ਪਦਾਰਥ ਜਾਂ ਧਾਤੂ ਜਾਂ ਵਿਸਰਜਨ ਨਲੀ ਵਿਚ ਭਰੀ ਗੈਸ ਦੀ ਪ੍ਰਾਕ੍ਰਿਤੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ । ਇਸ ਪ੍ਰੇਖਣ ਨੇ ਕੈਥੋਡ ਕਿਰਨ ਕਣਾਂ ਦੀ ਵਿਆਪਕਤਾ ਨੂੰ ਸੁਝਾਇਆ। ਲਗਭਗ ਉਸੇ ਸਮੇਂ 1887 ਵਿਚ ਇਹ ਪਾਇਆ ਗਿਆ ਕਿ ਜਦੋਂ ਕੁੱਝ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਧਾਤੂਆਂ ਨੂੰ ਪਾਰ-ਬੈਂਗਣੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੁਆਰਾ ਉਜੱਵਲ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਘੱਟ ਵੇਗ ਵਾਲੇ ਰਿਦ ਆਵੇਸ਼ਿਤ ਕਣ ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜਦੋਂ ਕੁਝ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਧਾਤੂਆਂ ਨੂੰ ਉੱਚ ਤਾਪ ਤੱਕ ਗਰਮ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਰਿਦ ਆਵੇਸ਼ਿਤ ਕਣ ਉਤਸਰਜਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਹਨਾਂ ਕਣਾਂ ਦੇ ਲਈ e/m ਦਾ ਮਾਨ ਉਨਾਂ ਹੀ ਪਾਇਆ ਗਿਆ ਜਿੰਨਾਂ ਕੀ ਕੈਥੋਡ ਕਿਰਨ ਕਣਾਂ ਦਾ ਸੀ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਹਨਾਂ ਪ੍ਰੇਖਣਾਂ ਨੇ ਇਹ ਸਥਾਪਿਤ ਕਿੱਤਾ ਕੀ ਇਹ ਸਾਰੇ ਕਣ ,ਹਾਂਲਕਿ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਦਿਸ਼ਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਉਤੰਪਨ ਹੋਏ ਸੀ, ਕੁਦਰਤ ਵਿੱਚ ਸਮਾਨ ਸੀ। ਜੇ.ਜੇ ਥਾਮਸਨ ਨੇ 1897 ਵਿੱਚ ਇਹਨਾਂ ਕਣਾਂ ਨੂੰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨਾਂ ਦਿੱਤਾ ਅਤੇ ਸੁਝਾਇਆ ਕਿ ਇਹ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਮੋਲਿਕ ਸਰਵਵਿਆਪੀ ਸੰਘਟਕ ਹਨ। ਗੈਸਾਂ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਦੇ ਸੰਵਹਿਣ ਤੇ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਸਧਾਂਤਿਕ ਅਤੇ ਪ੍ਰੋਯੋਗਿਕ ਪ੍ਰੇਖਣਾਂ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਇਸ ਯੁਗਾਂਤਕਾਰੀ ਖੋਜ ਦੇ ਲਈ ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ 1906 ਵਿਚ ਨੋਬਲ ਪੁਰਸਕਾਰ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕੀਤਾ ਗਿਆ । 1913 ਵਿਚ ਅਮਰੀਕੀ ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨੀ ਆਰ. ਏ. ਮਿਲੀਕਨ (1868-1953) ਨੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਆਵੇਸ਼ ਦੇ ਪਰਿਸ਼ੁੱਧ ਮਾਪਣ ਦੇ ਲਈ ਤੇਲ-ਬੂੰਦ ਦਾ ਪੱਥ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਕ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤਾ। ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਇਹ ਪਾਇਆ ਕਿ ਤੇਲ-ਬਿਦੂੰਕ ਤੇ ਆਵੇਸ਼ ਹਮੇਸ਼ਾ ਇਕ ਮੂਲ ਆਵੇਸ਼ $1.62X10^{-19}$C ਦਾ ਪੂਰਨ ਗੁਣਾਂਕ ਹੈ । ਮਿਲੀਕਨ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਨੇ ਇਹ ਪ੍ਰਮਾਣਿਤ ਕਰ ਦਿੱਤਾ ਕਿ ਬਿਜਲ ਆਵੇਸ਼ ਕਵਾਂਟੀਕ੍ਰਤ ਹੈ। ਆਵੇਸ਼ (e) ਅਤੇ ਸਾਪੇਖਿਕ ਆਵੇਸ਼ (e/m) ਦੇ ਮਾਨ ਤੋਂ, ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਪੁੰਜ (m) ਪਤਾ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਿਆ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

11.2ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਉਤਸਰਜਨ (Electron Emission)

ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਧਾਤੂਆਂ ਵਿੱਚ ਮੁਕਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ (ਰਿਣ ਆਵੇਸ਼ਿਤ ਕਣ) ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜੋ ਉਹਨਾਂ ਦੀ ਚਾਲਕਤਾ ਦੇ ਲਈ ਜਿੰਮੇਵਾਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਹਾਂਲਾਕਿ ਮੁਕਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਆਮਤੌਰ ਤੇ ਧਾਤੂ ਸਤਹ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਨਹੀਂ ਨਿਕਲ ਸਕਦੇ। ਜੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਧਾਤੂ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਆਉਂਦੇ ਹਨ ਤਾਂ ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਸਤਹ ਧਨ ਆਵੇਸ਼ਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਅਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਨੂੰ ਦੁਬਾਰਾ ਆਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰ ਲੈਂਦੀ । ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਮੁਕਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਧਾਤੂ ਦੇ ਅੰਦਰ ਆਇਨਾਂ ਦੇ ਆਕਰਸ਼ਣ ਬਲਾਂ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਰੋਕ ਕੇ ਰੱਖੇ ਗਏ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਪਰਿਮਾਣ ਸਵਰੂਪ ਸਿਰਫ ਉਹੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਜਿਹਨਾਂ ਦੀ ਊਰਜਾ, ਇਸ ਆਕਰਸ਼ਣ ਨੂੰ ਅਭਿਭੂਤ/ਫਤਿਹ ਕਰ ਸਕੇ, ਧਾਤੂ ਸਤਹ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਆ ਪਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਨੂੰ ਧਾਤੂ ਸਤਹ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਕੱਢਣ ਲਈ ਇੱਕ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਘੱਟ ਤੋਂ ਘੱਟ ਊਰਜਾ ਦੀ ਜਰੂਰਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਨਿਊਨਤਮ ਊਰਜਾ ਨੂੰ ਧਾਤੂ ਦਾ ਕਰਜ ਫਲਨ (Work function) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਨੂੰ ਆਮਤੌਰ ਤੇ (ϕ_0) ਨਾਲ ਵਿਅਕਤ ਕਰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ eV(ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵੋਲਟ) ਵਿਚ ਮਾਪਦੇ ਹਨ। ਇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵੋਲਟ ਕਿਸੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨੂੰ 1ਵੋਲਟ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਵੇਗਿਤ ਕਰਾਉਣ ਤੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਊਰਜਾ ਦਾ ਮਾਨ ਹੈ। ਭਾਵ $1eV=1.602X10^{-19}$ J ਹੈ। ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਊਰਜਾ ਦੀ ਇਸ ਇਕਾਈ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਪਰਮਾਣੂ ਅਤੇ ਨਾਭਕੀ ਭੌਤਿਕੀ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕਾਰਜ ਫਲਨ (ϕ_0)ਧਾਤੂ ਦੇ ਗੁਣਾਂ ਅਤੇ ਇਸਦੀ ਸਤਹ ਦੇ ਸੁਭਾਅ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਕੁਝ ਧਾਤੂਆਂ ਦੇ ਕਾਰਜ ਫਲਨ ਦੇ ਮਾਨ ਸਾਰਣੀ 11.1 ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਹਨ। ਇਹ ਮਾਨ ਅਨੁਮਾਨਿਤ ਹਨ ਕਿਉਂਕਿ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਮਾਨ ਸਤਹ ਸ਼ੁੱਧਤਾ ਤੇ ਬਹੁਤ ਜ਼ਿਆਦਾ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਸਾਰਣੀ 11.1ਤੋਂ ਇਹ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ ਪਲੇਟੀਨਮ ਦਾ ਕਾਰਜ ਫਲਨ ਸਭ ਤੋਂ ਵੱਧ$((\phi_0)=5.65eV)$ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ ਸੀਜੀਅਮ ਦਾ ਘੱਟ ਤੋਂ ਘੱਟ $((\phi_0)=2.14eV)$ਹੈ। ਧਾਤੂ ਦੀ ਸਤਹ ਤੋਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਉਤਸਰਜਨ ਲਈ ਮੁਕਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਨੂੰ ਘੱਟ ਤੋਂ ਘੱਟ ਜਰੂਰੀ ਊਰਜਾ ਨਿਮਨ ਕਿਸੇ ਵੀ ਭੌਤਿਕੀ ਵਿਧੀ ਦੁਆਰਾ ਦਿੱਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ।

i) ਤਾਪ ਆਇਨੀ ਉਤਸਰਜਨ : ਉਚਿਤ ਤਾਪਨ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਮੁਕਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਨੂੰ ਚਾਹੀਦੀ ਤਾਪ ਊਰਜਾ ਦਿੱਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਨਾਲ ਕਿ ਉਹ ਧਾਤੂ ਵਿੱਚੋਂ ਬਾਹਰ ਆ ਸਕਣ ।

ii) ਖੇਤਰ ਉਤਸਰਜਨ : ਕਿਸੇ ਧਾਤੂ ਤੇ ਲਗਾਇਆ ਗਿਆ ਇਕ ਪ੍ਰਬਲ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ (10^8 Vm^{-1}ਦੇ ਲਗਭਗ) ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਨੂੰ ਧਾਤੂ ਸਤਹ ਦੇ ਬਾਹਰ ਲਿਆ ਸਕਦਾ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਕਿਸੇ ਸਪਾਰਕ ਪਲੱਗ ਵਿੱਚ ।

(iii) ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲੀ ਉਤਸਰਜਨ :-ਉਚਿਤ ਆਵਰਤੀ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਜਦੋਂ ਕਿਸੇ ਧਾਤੂ ਸਤਹ ਤੇ ਸੁੱਟਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦਾ ਉਤਸਰਜਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ (Photo electron Effect) ਕਹਾਉਂਦੇ ਹਨ।

ਸਾਰਣੀ 11.1ਕੁੱਝ ਧਾਤੂਆਂ ਦੇ ਕਾਰਜ ਫਲਨ

ਧਾਤੂ	ਕਾਰਜ ਫਲਨ ϕ_0 (eV)	ਧਾਤੂ	ਕਾਰਜ ਫਲਨ ϕ_0 (eV)
Cs	2.14	Al	4.28
K	2.30	Hg	4.49
Na	2.75	Cu	4.65
Ca	3.20	Ag	4.70
Mo	4.17	Ni	5.15
Pb	4.25	Pt	5.65

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

11.3 ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲਈ ਪ੍ਰਭਾਵ (Photo electric effect)

11.3.1 ਹਰਟਜ਼ ਦੇ ਪ੍ਰੀਖਣ

ਪ੍ਰਕਾਸ਼ -ਬਿਜਲ ਉਤਸਰਜਨ ਦੇ ਵਰਤਾਰੇ ਦੀ ਖੋਜ ਹੇਨਰਿਚ ਹਰਟਜ਼(1857-1894) ਦੁਆਰਾ 1887 ਵਿੱਚ ਬਿਜਲਈ-ਚੁੰਬਕੀਯ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਦੇ ਸਮੇਂ ਕੀਤੀ ਗਈ ਸੀ। ਚਿਣਗ-ਵਿਸਰਜਨ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਬਿਜਲਈ- ਚੁੰਬਕੀਯ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਉਤਪੱਤੀ ਦੇ ਆਪਣੇ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਅਨਵੇਸ਼ਣ ਵਿੱਚ ਹਰਟਜ਼ ਨੇ ਇਹ ਪ੍ਰੇਖਿਤ ਕੀਤਾ ਕਿ ਕੈਥੋਡ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਆਕਰ ਲੈਂਪ ਦੁਆਰਾ ਪਰਾਬੈਂਗਣੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਪਰਦੀਪਤ ਕਰਨ ਤੇ ਧਾਤੂ-ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਡਾਂ ਦੇ ਪਾਰ ਉੱਚ ਵੋਲਟਤਾ ਚਿਣਗ ਵੱਧ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਧਾਤੂ ਸਤਹ ਤੇ ਚਮਕਣ ਵਾਲਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਮੁਕਤ ਆਵੇਸ਼ਿਤ ਕਣਾਂ ਜਿਹਨਾਂ ਨੂੰ ਹੁਣ ਅਸੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਕਹਿੰਦੇ ਹਾਂ ਨੂੰ ਸੁਤੰਤਰ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਸਹਾਇਤਾ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਜਦੋ ਧਾਤੂ ਸਤਹ ਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੈਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਸਤਹ ਦੇ ਨੇੜੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਆਪਤਿਤ ਵਿਕਿਰਣ ਤੋਂ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਸਤਹ ਵਿੱਚ ਧਨਾਤਮਕ ਆਇਨਾਂ ਦੇ ਆਕਰਸ਼ਣ ਨੂੰ ਪਾਰ ਕਰਨ ਲਈ ਊਰਜਾ ਸੋਖਦੇ ਹਨ। ਆਪਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨਾਲ ਜਰੂਰੀ ਊਰਜਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਤੋਂ ਬਾਅਦ, ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਧਾਤੂ ਸਹਤ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਪਰਿਵੇਸ਼ ਵਿੱਚ ਆ ਜਾਦੇ ਹਨ।

11.3.2 ਹਾਲਵਾਸਕ ਅਤੇ ਲੀਨਾਰਡ ਦੇ ਪ੍ਰੀਖਣ (Hallwach's and lenard's observation)

ਵਿਲਹੇਲਮ ਹਾਲਵਾਕਸ ਅਤੇ ਫਿਲਿਪ ਲੀਨਾਰਡ ਨੇ 1886-1902 ਦੇ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਉਤਸਰਜਨ ਦੀ ਪਰਿਘਟਨਾ ਦਾ ਅਨਵੇਸ਼ਨ ਕੀਤਾ । ਦੋ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਡਾਂ ਵਾਲੀ ਕਿਸੇ ਨਿਰਵਾਤਿਤ ਕੱਚ ਦੀ ਨਲੀ ਵਿੱਚ ਉਤਸਰਜਕ ਪੱਟੀ ਤੇ ਪਰਾਬੈਂਗਣੀ ਵਿਕਿਰਣਾਂ ਨੂੰ ਆਪਤਿਤ ਕਰਨ ਤੇ ਲੀਨਾਰਡ (1862-1947) ਨੇ ਪਾਇਆ ਕਿ ਪਰੀਪਥ ਵਿੱਚ ਧਾਰਾ ਪ੍ਰਵਾਹ ਹੁੰਦਾ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 11.1)। ਜਿਵੇਂ ਹੀ ਪਰਾਬੈਂਗਣੀ ਕਿਰਨਾਂ ਨੂੰ ਰੋਕਿਆ ਗਿਆ, ਉਦੋਂ ਹੀ ਧਾਰਾ ਪ੍ਰਵਾਹ ਵੀ ਰੁੱਕ ਗਿਆ । ਇਹਨਾਂ ਪ੍ਰੀਖਣਾਂ ਤੋਂ ਪਤਾ ਲੱਗਦਾ ਹੈ ਕਿ ਜਦ ਪਰਾਬੈਂਗਣੀ ਵਿਕਰਣ ਉਤਸਰਜਕ ਪੱਟੀ C ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ, ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪੱਟੀ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਆ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਬਿਜਲੀ-ਖੇਤਰ ਦੁਆਰਾ ਧਨਾਤਮਕ ਪੱਟੀ A ਦੇ ਵੱਲ ਆਕਰਸ਼ਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਨਿਰਵਾਤਿਤ ਕੱਚ ਦੀ ਨਲੀ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਵਾਹ ਦੇ ਕਾਰਣ ਧਾਰਾ ਪ੍ਰਵਾਹ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਾਲ ਉਤਸਰਜਨ ਦੀ ਸਤਹ ਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੈਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਾਹਰੀ ਪਰਿਪਥ ਵਿੱਚ ਧਾਰਾ ਪ੍ਰਵਾਹ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਹਾਲਵਾਕਸ ਅਤੇ ਲੀਨਾਰਡ ਨੇ ਸੰਗ੍ਰਹਿ ਪੱਟੀ ਦੇ ਵਿਭਵ, ਆਪਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਆਵਰਤੀ ਅਤੇ ਤੀਬਰਤਾ ਦੇ ਨਾਲ ਧਾਰਾ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਕੀਤਾ। ਹਾਲਵਾਕਸ ਨੇ 1888 ਵਿੱਚ ਇਸ ਅਧਿਐਨ ਨੂੰ ਅੱਗੇ ਵਧਾਇਆ ਅਤੇ ਇੱਕ ਰਿਣ-ਆਵੇਸ਼ਿਤ ਜਿੰਕ ਪੱਟੀ ਨੂੰ ਇਕ ਬਿਜਲ ਦਰਸ਼ੀ ਨਾਲ ਜੋੜ ਦਿੱਤਾ । ਉਸਨੇ ਪ੍ਰੀਖਣ ਕੀਤਾ ਕਿ ਜਦ ਪੱਟੀ ਨੂੰ ਪਰਾਬੈਂਗਣੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨਾਲ ਕਿਰਦਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਤਾਂ ਇਸਨੇ ਆਪਣਾ ਆਵੇਸ਼ ਗੁਆ ਲਿਆ । ਇਸ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ ਜਦੋਂ ਇਕ ਅਨਾਵੇਸ਼ਿਤ ਜਿੰਕ ਪੱਟੀ ਨੂੰ ਪਰਾਬੈਂਗਣੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨਾਲ ਕਿਰਣਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਤਾਂ ਉਹ ਧਨਾਵੇਸ਼ਿਤ ਹੋ ਗਈ । ਜ਼ਿੰਕ ਪੱਟੀ ਨੂੰ ਪਰਾਬੈਂਗਣੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੁਆਰਾ ਫਿਰ ਤੋਂ ਕਿਰਣਿਤ ਕਰਨ ਤੇ ਇਸ ਪੱਟੀ ਤੇ ਧਨ ਆਵੇਸ਼ ਹੋਰ ਜ਼ਿਆਦਾ ਹੋ ਗਿਆ । ਇਹਨਾਂ ਪ੍ਰੀਖਣਾਂ ਤੇ ਇਹ ਸਿੱਟਾ ਕੱਢਿਆ ਕਿ ਪਰਾਬੈਂਗਣੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਨਾਲ ਜ਼ਿੰਕ ਪੱਟੀ ਨਾਲ ਰਿਦ-ਆਵੇਸ਼ਿਤ ਕਣ ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

1897 ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਖੋਜ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਇਹ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਹੋ ਗਿਆ ਕਿ ਉਤਸਰਜਕ ਪੱਟੀ ਤੋਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਉਤਸਰਜਨ ਦਾ ਕਾਰਕ ਆਪਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਹੈ। ਰਿਦ ਆਵੇਸ਼ ਦੇ ਕਾਰਨ ਉਤਸਰਜਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੁਆਰਾ ਸੰਗਰਾਹਕ ਪੱਟੀ ਵੱਲ ਧਕੇਲੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਹਾਲਵਾਕਸ ਅਤੇ ਲੀਨਾਰਡ ਨੇ ਇਹ ਵੀ ਪ੍ਰੀਖਣ ਕੀਤਾ ਕਿ ਜਦੋਂ ਉਤਸਰਜਕ ਪੱਟੀ ਤੇ ਇਕ ਨੀਅਤ ਘੱਟ ਤੋਂ ਘੱਟ ਮਾਨ ਤੋਂ ਘੱਟ ਆਵਰਤੀ ਦਾ ਪਰਾਬੈਂਗਣੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੈਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਕੋਈ ਵੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਉਤਸਰਜਿਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਇਸ ਨਿਯਤ ਘੱਟ ਤੋਂ ਘੱਟ ਆਵਰਤੀ ਨੂੰ ਥਰੈਸ਼ਹੋਲਡ ਆਵਰਤੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸ ਦਾ ਮਾਨ ਉਤਸਰਜਕ ਪੱਟੀ ਦੇ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਪ੍ਰਕ੍ਰਿਤੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਪਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਜ਼ਿੰਕ, ਕੈਡਮੀਅਮ, ਮੈਗਨੀਸ਼ੀਅਮ, ਵਰਗੀਆਂ ਕੁੱਝ ਧਾਤੂਆਂ ਇਹ ਪ੍ਰਭਾਵ ਕੇਵਲ ਘੱਟ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੀਆਂ ਪਰਾਬੈਂਗਣੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਲਈ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਕਿ ਲੀਥੀਅਮ, ਸੋਡੀਅਮ, ਪੋਟਾਸ਼ੀਅਮ, ਸੀਜੀਅਮ ਅਤੇ ਰੂਬੀਡੀਅਮ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

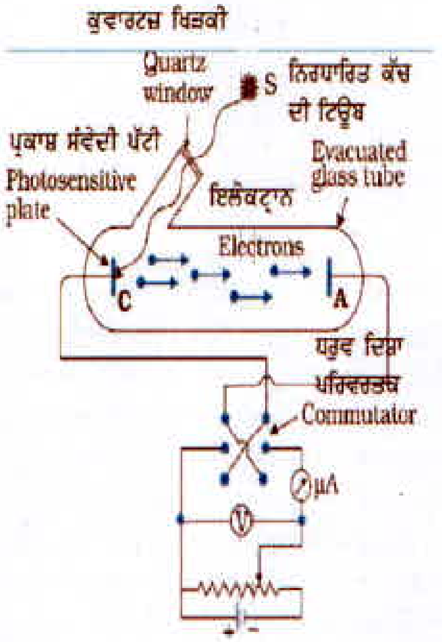
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਵਰਗੀਆਂ ਖਾਰੀ ਧਾਤਾਂ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਵੀ ਇਹ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦਰਸਾਉਂਦੀਆਂ ਹਨ। ਜਦ ਇਹਨਾਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਵੇਦੀ ਪਦਾਰਥਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨਾਲ ਪਰਦੀਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਉਤਸਰਜਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਖੋਜ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਇਹਨਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਨਾਂ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ । ਇਹ ਵਰਤਾਰਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ -ਬਿਜਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਕਹਾਉਂਦੀ ਹੈ।

11.4 ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਅਧਿਐਨ (Experimental study of Photoelectric Effect)

ਚਿੱਤਰ 11.1 ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਅਧਿਐਨ ਦੇ ਲਈ ਉਪਯੋਗ ਵਿੱਚ ਲਿਆਉਂਦੀ ਗਈ ਵਿਵਸਥਾ ਨੂੰ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਸ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਨਿਰਵਾਤਿਤ ਕੱਚ/ਕੁਵਾਰਟਜ ਦੀ ਨਲੀ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਵੇਦੀ ਪੱਟੀ C ਅਤੇ ਦੂਜੀ ਧਾਤੂ ਪੱਟੀ A ਹੈ। ਸਰੋਤ S ਤੋਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਝਰੋਖਾ (Window)W ਤੋਂ ਲੰਘਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਵੇਦੀ ਪੱਟੀ (ਉਤਸਰਜਕ) C ਤੇ ਡਿੱਗਦਾ ਹੈ । ਪਾਰਦਰਸ਼ੀ ਕੁਆਰਟਜ਼ ਝਰੋਖਾ (ਕੱਚ ਨਲੀ ਤੇ ਬਣੀ)ਤੋਂ ਪਰਾਬੈਂਗਣੀ ਵਿਕਿਰਣ ਪਾਰ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜੋ ਪੱਟੀ A(ਸੰਗ੍ਰਾਹਕ)ਤੇ ਬੈਟਰੀ ਦੁਆਰਾ ਉਤਪੰਨ ਬਿਜਲ-ਖੇਤਰ ਦੁਆਰਾ ਇੱਕਠੇ ਕਰ ਲਏ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। C ਅਤੇ A ਪੱਟੀਆਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਨੂੰ ਬੈਟਰੀ ਦੁਆਰਾ ਬਣਾਏ ਰੱਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਨੂੰ ਬਦਲਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਪਲੇਟ C ਅਤੇ A ਦੀ ਧਰੁਵੀਇਤਾ, ਦਿਕਪਰਿਵਰਤਨ (Commutator) ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਬਦਲੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਉਤਸਰਜਕ ਪੱਟੀ C ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਪੱਟੀ A ਨੂੰ ਮਨਮਰਜੀ ਅਨੁਸਾਰ ਧਨ ਜਾਂ ਰਿਣ ਵਿਭਵ ਤੇ ਰੱਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਸੰਗ੍ਰਾਹਕ ਪੱਟੀ A ਉਤਸਰਜਕ ਪੱਟੀ C ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਧਨਾਤਮਕ ਹੋਵੇਗੀ ਤਦ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਇਸਦੇ ਵੱਲ ਆਕਰਸ਼ਿਤ ਹੋਣਗੇ । ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਉਤਸਰਜਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲ ਪਰਿਪੱਥ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਪ੍ਰਵਾਹ ਉਤਪੰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨਾਲ ਪਰਿਪੱਥ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਬਿਜਲ ਧਾਰਾ ਸਥਾਪਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਡਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੇ ਵਿਭਾਂਤਰ ਨੂੰ ਇੱਕ ਵੋਲਟਮੀਟਰ ਦੁਆਰਾ ਅਤੇ ਪਰਿਣਾਮ ਸਵਰੂਪ ਪਰਿਪੱਥ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀਕ ਧਾਰਾ ਨੂੰ ਮਾਈਕਰੋ ਐਮਮੀਟਰ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਮਾਪਦੇ ਹਾਂ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀਕ ਬਿਜਲ ਧਾਰਾ ਨੂੰ ਸੰਗ੍ਰਾਹਕ ਪੱਟੀ A ਦਾ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਉਤਸਰਜਕ ਪੱਟੀ C ਦੇ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਕਰਕੇ ਵਧਾਇਆ ਜਾ ਘਟਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਆਪਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਅਤੇ ਆਵਰਤੀ ਨੂੰ ਵੀ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਜਿਵੇ ਕਿ ਉਤਸਰਜਕ C ਅਤੇ ਸੰਗ੍ਰਾਹਕ Aਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਵਿਭਾਂਤਰ V ਨੂੰ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਅਸੀ ਚਿੱਤਰ 11.1 ਦੀ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਵਿਵਸਥਾ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਪ੍ਰਕਾਸੀਕ ਧਾਰਾ ਦੇ (a) ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ, (b) ਆਪਤਿਤ ਵਿਕਰਿਨ ਦੀ ਆਵਰਤੀ (c) ਪੱਟੀਆਂ A ਅਤੇ C ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੇ ਵਿਭਾਂਤਰ, ਅਤੇ (d) ਪੱਟੀ C ਦੇ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਪ੍ਰਕ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਨਾਲ ਬਦਲਾਅ ਦੇ ਅਧਿਐਨ ਦੇ ਲਈ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਉਤਸਰਜਕ C ਤੇ ਪੈਣ ਵਾਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ ਦੇ ਰਸਤੇ ਵਿੱਚ ਲੋੜ ਅਨੁਸਾਰ ਫਿਲਟਰ ਜਾਂ ਰੰਗੀਨ ਕੱਚ ਰੱਖ ਕੇ ਭਿੰਨ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸਰੋਤ ਦੀ ਉਤਸਰਜਕ ਤੋਂ ਦੂਰੀ ਨੂੰ ਬਦਲਦੇ ਹੋਏ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਨੂੰ ਬਦਲਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।



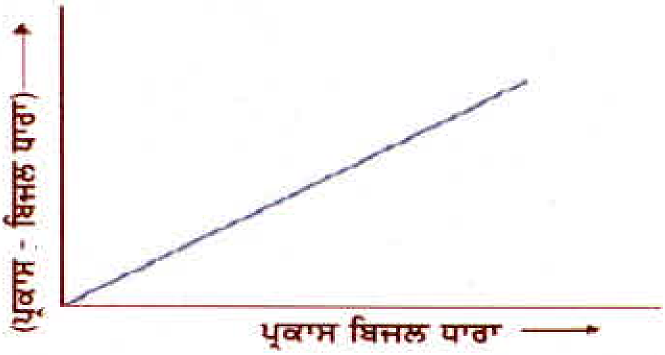
ਚਿੱਤਰ 11.1 ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੇ ਅਧਿਐਨ ਦੇ ਲਈ ਉਪਯੋਗ ਵਿੱਚ ਲਿਆਉਂਦੀ ਗਈ ਵਿਵਸਥਾ ਨੂੰ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

11.4.1 ਪ੍ਰਕਾਸ - ਬਿਜਲ ਧਾਰਾ ਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਦਾ ਪ੍ਰਭਾਵ (Effect of Intensity of light on photo current)

ਸੰਗ੍ਰਾਹਕ A ਨੂੰ ਉਤਸਰਜਕ C ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਇਕ ਧਨ ਪੁਟੈਸ਼ਲ ਤੇ ਰੱਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨਾਲ C ਤੋਂ ਉਤਸਰਜਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸੰਗ੍ਰਾਹਕ A ਦੇ ਵੱਲ ਆਕਰਸ਼ਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਆਪਤਿਤ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਆਵਰਤੀ ਅਤੇ ਪ੍ਰਵੇਗਕ ਵੋਲਟਤਾ ਨੂੰ ਸਥਿਰ ਰੱਖਦੇ ਹੋਏ, ਪ੍ਰਕਾਸ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਨੂੰ ਪਰਿਤਰਤਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਪਰਿਦਾਸੀ ਪ੍ਰਕਾਸ ਬਿਜਲ ਧਾਰਾ ਨੂੰ ਹਰੇਕ ਵਾਰ ਮਾਪਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਪਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀਕ ਧਾਰਾ ਆਪਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਦੇ ਨਾਲ ਰੇਖਾਤਮਕ ਵੱਧਦੀ ਹੈ ਜਿਵੇ ਕਿ 11.2 ਵਿੱਚ ਗ੍ਰਾਫ ਦੀ ਸਹਾਇਤਾ ਨਾਲ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਪ੍ਰਕਾਸੀਕ ਧਾਰਾ ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੋਦ ਵਾਲੇ ਪ੍ਰਤੀ ਸੈਕੰਡ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਦੇ ਅਨੁਕ੍ਰਮ - ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੈ ਭਾਵ ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਪ੍ਰਤੀ ਸੌਕਿੰਡ ਪ੍ਰਨਾਸੀਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਆਪਤਿਤ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਦੇ ਸਮਾਨ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੈ ।



ਚਿੱਤਰ 11.2 ਵਿੱਚ ਗ੍ਰਾਫ ਦੀ ਸਹਾਇਤਾ ਨਾਲ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।

11.4.2 ਪ੍ਰਕਾਸ਼ - ਬਿਜਲ ਧਾਰਾ ਤੇ ਪੁਟੈਸ਼ਲ ਦਾ ਪ੍ਰਭਾਵ (Effect of Potential on Photo electric current)

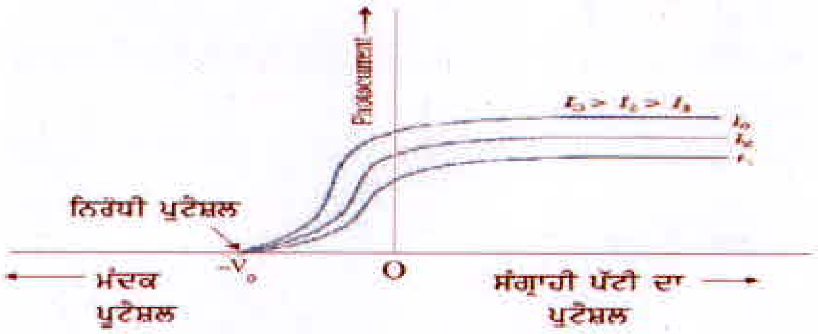
ਅਸੀ ਪਹਿਲਾ ਪੱਟੀ A ਨੂੰ ਪੱਟੀ C ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਧਨ ਪ੍ਰਵੇਗਕ ਪੁਟੈਸ਼ਲ ਤੇ ਰੱਖਦੇ ਹਾਂ ਅਤੇ ਪੱਟੀ C ਨੂੰ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਆਵਰਤੀ ਅਤੇ ਨਿਸਚਿਤ ਤੀਬਰਤਾ I ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨਾਲ ਪਰਦੀਪਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਫਿਰ ਅਸੀ ਪੱਟੀ A ਦੇ ਧਨ ਪੁਟੈਸ਼ਲ ਨੂੰ ਹੋਲੀ-ਹੋਲੀ ਬਦਲਦੇ ਹਾਂ ਅਤੇ ਹਰੇਕ ਵਾਰ ਪਰਿਦਾਸੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ -ਬਿਜਲ ਧਾਰਾ ਨੂੰ ਮਾਪਦੇ ਹਾਂ। ਇਹ ਪਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ ਬਿਜਲ ਧਾਰਾ ਪ੍ਰਵੇਸਕ ਪੁਟੈਸਲ (ਧਨ) ਦੇ ਨਾਲ ਵੱਧਦੀ ਹੈ। ਪੱਟੀ A ਦੇ ਇੱਕ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਧਨ ਪੁਟੈਸ਼ਲ ਦੇ ਲਈ ਇੱਕ ਅਜਿਹੀ ਸਥਿਤੀ ਆ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਤੇ ਸਾਰੇ ਉਤਸਰਜਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪੱਟੀ A ਤੇ ਇਕੱਠੇ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਧਾਰਾ ਉਚੱਤਮ ਹੋ ਜਾਦੀ ਹੈ ਅਰਥਾਤ ਸੰਤ੍ਰਪਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਜੇ ਅਸੀ ਬਿਜਲੀ ਪੱਟੀ A ਦੇ ਪ੍ਰਵੇਗਕ ਪੁਟੈਸ਼ਲ ਨੂੰ ਹੋਰ ਵਧਾਉਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਪ੍ਰਕਾਸ ਬਿਜਲ ਧਾਰਾ ਹੋਰ ਨਹੀ ਵੱਧਦੀ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਧਾਰਾ ਦੇ ਇਸ ਅਧਿਕਤਮ ਮਾਨ ਨੂੰ ਸੰਤ੍ਰਪਿਤ ਧਾਰਾ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਸੰਤ੍ਰਪਿਤ ਧਾਰਾ ਉਸ ਸਥਿਤੀ ਦੇ ਸੰਗਤ ਹੈ ਜਦੋਂ ਉਤਸਰਜਕ ਪੱਟੀ C ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਉਤਸਰਜਿਤ ਸਾਰੇ ਪ੍ਰਕਸ਼ਿਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸੰਗ੍ਰਾਹਕ ਪੱਟੀ A ਤੇ ਪਹੁੰਚ ਜਾਦੇ ਹਨ। ਹੁਣ ਅਸੀ ਪੱਟੀ A ਤੇ ਪੱਟੀ C ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਰਿਣ (ਗੰਦਕ) ਪੁਟੈਸ਼ਲ ਲਗਾਉਂਦੇ ਹਾਂ ਅਤੇ ਇਸ ਨੂੰ ਹੋਲੀ-ਹੋਲੀ ਵੱਧ ਰਿਣਾਤਮਕ ਕਰੀ ਜਾਂਦੇ ਹਾਂ। ਜਦੋਂ ਪੱਟੀਆਂ ਦੀ ਧਰੁਵਤਾ ਬਦਲੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪ੍ਰਤੀਕਰਸ਼ਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਕੇਵਲ ਕੁੱਝ ਵੱਧ ਊਰਜਾ ਵਾਲੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਹੀ ਸੰਗ੍ਰਾਹਕ A ਤੱਕ ਪਹੁੰਚ ਪਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਪਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ ਧਾਰਾ ਤੇਜੀ ਨਾਲ ਘੱਟ ਹੁੰਦੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਜਦ ਤੱਕ ਕਿ ਇਹ ਪੱਟੀ A ਤੇ ਰਿਣ ਪੁਟੈਸ਼ਲ V_0 ਦੇ ਕਿਸੇ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਤੀਖਣ ਅਤੇ ਸਪਸ਼ਟ ਮਾਨ ਤੇ ਜੀਰੋ ਨਹੀਂ ਹੋ ਜਾਂਦੀ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਆਪਤਿਤ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਇਕ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਆਵਰਤੀ ਦੇ ਲਈ ਪੱਟੀ A ਤੇ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਘੱਟੋ ਘੱਟ ਰਿਦ (ਗੰਦਕ) ਪੁਟੈਸ਼ਲ V_0 ਜਿਸ ਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ-ਧਾਰਾ ਜੀਰੋ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਅੰਤਿਮ (cut-off) ਜਾਂ ਨਿਰੋਧੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ (stopping Potential) ਕਹਿਲਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰੇਖਣ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਸਿੱਧੀ ਹੈ। ਧਾਤੂ ਤੋਂ ਉਤਸਰਜਿਤ ਸਾਰੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸਮਾਨ ਊਰਜਾ ਵਾਲੇ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੇ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਧਾਰਾ ਤੱਦ ਜੀਰੋ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਦੋਂ ਨਿਰੋਧੀ ਪੁਟੈਂਸਲ ਅਧਿਕਤਮ ਊਰਜਾ ਵਾਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਜਿਹਨਾਂ ਦੀ ਉਚੱਤਮ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ (Kਉੱਚ) ਹੈ ਨੂੰ ਪ੍ਰਤੀਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰਨ ਦੀ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਹੋਵੇ ਭਾਵ

$$K_{\text{ਉੱਚ}} = eV_0 \qquad (11.1)$$



ਚਿੱਤਰ 11.3 ਆਪਤਿਤ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀਆਂ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਤੀਬਰਤਾਵਾਂ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ -ਧਾਰਾ ਅਤੇ ਪੱਟੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਆਲੇਖ

ਹੁਣ ਅਸੀ ਇਸ ਪ੍ਰਯੋਗ ਨੂੰ ਆਪਤਿਤ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਆਵਰਤੀ ਪਰੰਤੂ ਉੱਚ ਤੀਬਰਤਾ I_2 ਅਤੇ I_3 ($I_3>I_2>I_1$) ਦੇ ਲਈ ਦੁਹਰਾ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਅਸੀ ਇਹ ਨੋਟ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਹੁਣ ਸੰਤਰਪਤ ਧਰਾਵਾਂ ਦੇ ਮਾਨ ਵੱਧ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਤੋਂ ਪਤਾ ਚਲਦਾ ਹੈ ਕਿ ਆਪਤਿਤ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਦੇ ਅਨੁਪਾਤ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤੀ ਸੈਕੰਡ ਵੱਧ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਪਰੰਤੂ ਨਿਰੋਧੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਉੱਨਾਂ ਹੀ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ ਜਿਨਾਂ ਕਿ I_1, ਤੀਬਰਤਾ ਦੇ ਆਪਤਿਤ ਵਿਕਿਰਣ ਦੇ ਲਈ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਚਿੱਤਰ 11.3 ਵਿੱਚ ਗ੍ਰਾਫ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਆਪਤਿਤ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਇੱਕ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਆਵਰਤੀ ਦੇ ਲਈ ਨਿਰੋਧੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਇਸਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਤੋਂ ਸੁਤੰਤਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।ਦੂਜੇ ਸ਼ਬਦਾਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਉਚਤਮ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ, ਆਪਤਿਤ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦੀ ਹੈ।

11.4.3 ਨਿਰੋਧੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਆਵਰਤੀ ਦਾ ਪ੍ਰਭਾਵ (Effect of frequency of incident rodiation on stopping Potential)

ਹੁਣ ਅਸੀ ਆਪਤਿਤ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਆਵਰਤੀ ਅਤੇ ਨਿਰੋਧੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ V_0 ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਸੰਬੰਧ ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਕਰਾਂਗੇ। ਅਸੀ ਪ੍ਰਕਾਸ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਆਵਰਤੀਆਂ ਤੇ ਉਪਯੁੱਕਤ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੀ ਇੱਕ ਹੀ ਤੀਬਰਤਾ ਨੂੰ ਵਿਵਸਥਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਅਤੇ ਸੰਗ੍ਰਾਹੀ ਪੱਟੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਦੇ ਨਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਧਾਰਾ ਦੇ ਬਦਲਾਅ ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਪਰਿਣਾਮੀ ਬਿਜਲ ਧਾਰਾ ਦੇ ਬਦਲਾਅ ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਪਰਿਣਾਮੀ ਪਰਿਵਰਤਨ ਨੂੰ ਚਿੱਤਰ 11.4 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ।ਸਾਨੂੰ ਆਪਤਿਤ ਕਿਰਨ ਦੀਆਂ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਆਵਰਤੀਆਂ ਦੇ ਲਈ ਮੰਦਕ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਦੇ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਮਾਨ ਪਰੰਤੂ ਸੰਤ੍ਰਪਿਤ ਧਾਰਾ ਦਾ ਇਕ ਹੀ ਮਾਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਉਤਸਰਜਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਊਰਜਾ,

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

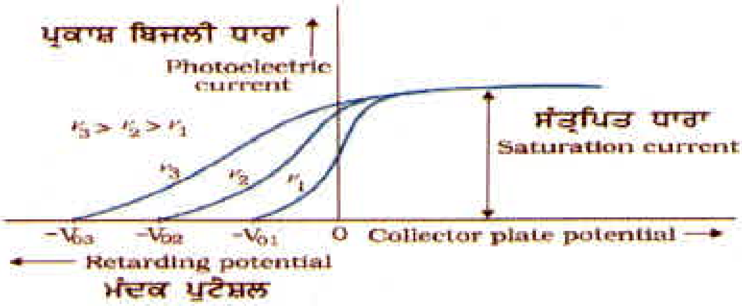
ਆਪਤਿਤ ਵਿਕਿਰਨਾਂ ਦੀ ਆਵਰਤੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਆਪਤਿਤ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਉਚੱਤਮ ਆਵਰਤੀ ਦੇ ਲਈ ਮੰਦਕ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਦਾ ਮਾਨ ਵੱਧ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਚਿੱਤਰ 11.4 ਤੋਂ ਇਹ ਪਤਾ ਚਲਦਾ ਹੈ ਕਿ ਜੇ ਆਵਰਤੀਆਂ $V_3 > V_2 > V_1$ ਦੇ ਕ੍ਰਮ ਵਿੱਚ ਹੋਣ ਤਾਂ ਮੰਦਕ ਪੁਟੈਸ਼ਲਾਂ ਦਾ ਕ੍ਰਮ $V_{03} > V_{02} > V_{01}$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਥੇ ਇਹ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਹੈ ਕਿ ਆਪਾਤੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਆਵਰਤੀ ਜਿੰਨੀ ਵੱਧ ਹੋਵੇਗੀ ,ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਉੱਚਤਮ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਉਨੀ ਹੀ ਵੱਧ ਹੋਵੇਗੀ । ਫਲਸਰੂਪ ਇਸ ਨੂੰ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਤੋਂ ਰੋਕਣ ਦੇ ਲਈ ਵੱਧ ਮੰਦਕ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਦੀ ਜਰੂਰਤ ਹੋਵੇਗੀ। ਜੇ ਅਸੀ ਭਿੰਨ ਧਾਤੂਆਂ ਦੇ ਲਈ ਆਪਾਤੀ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਆਵਰਤੀ ਅਤੇ ਸੰਬੰਧਿਤ ਮੰਦਕ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਗ੍ਰਾਫ ਖਿੱਚਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਇੱਕ ਸਿੱਧੀ ਰੇਖਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਚਿੱਤਰ 11.5 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।

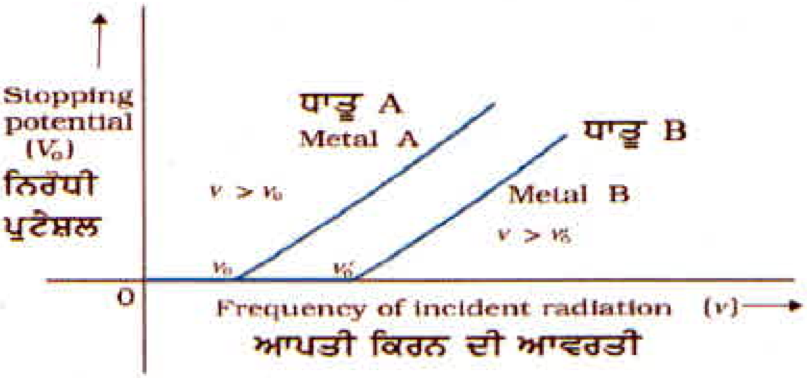
ਗ੍ਰਾਫ ਇਹ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ ਕਿ

1)ਮੰਦਕ ਜਾਂ ਰੋਕਾਕਾਰੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ V_0 ਇੱਕ ਦਿੱਤੀ ਹੋਏ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਵੇਦੀ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਲਈ ਆਪਾਤੀ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਆਵਰਤੀ ਦੇ ਨਾਲ ਰੇਖਾਕਾਰ ਪਰਵਰਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

2)ਇੱਕ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਨਿਊਨਤਮ ਅੰਤਕ ਆਵਰਤੀ V_0 ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਸਦੇ ਲਈ ਰੋਕਾਕਾਰੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਜੀਰੋ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ11.4 ਆਪਤਿਤ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀਆਂ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਆਵਰਤੀਆਂ ਦੇ ਲਈ ਪੱਟੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਧਾਰਾ ਵਿਚਕਾਰ ਆਲੇਖ ਪੁਟੈਸ਼ਲ



ਚਿੱਤਰ11.5 ਇੱਕ ਦਿੱਤੇ ਹੋਏ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸ਼ੰਵੇਦੀ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਲਈ ਆਪਾਤੀ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਆਵਰਤੀ V ਦੇ ਨਾਲ ਮੰਦਕ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ V_0 ਦਾ ਪਰਿਵਰਤਨ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਇਹਨਾਂ ਪ੍ਰੇਖਣਾਂ ਤੋਂ ਦੋ ਤੱਥ ਸਾਫ ਹਨ:

1)ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਉੱਚਤਮ ਗਤਿਕ ਊਰਜਾ ਆਪਾਤੀ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਆਵਰਤੀ ਦੇ ਨਾਲ ਰੇਖਾਕਾਰ ਬਦਲਦੀ ਹੈ ਜਦੋਂਕਿ ਇਹ ਇਸ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦੀ ।

2)ਆਪਾਤੀ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਆਵਰਤੀ V ਦੇ ਲਈ ਜਦੋਂ ਕਿ ਇਸਦਾ ਮਾਨ ਅੰਤਕ ਆਪਾਤੀ V_0 ਤੋਂ ਘੱਟ ਹੈ , ਕੋਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ -ਬਿਜਲ ਉਤਸਰਜਨ ਸੰਭਵ ਨਹੀਂ ਹੈ(ਤੀਬਰਤਾ ਵੱਧ ਹੋਣ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਵੀ)

ਇਸ ਘੱਟੋ ਘੱਟ ਅੰਤਕ ਆਵਰਤੀ ਨੂੰ ਥਰੈਸ਼ਹੋਲਡ ਆਵ੍ਰਤੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਧਾਤੂਆਂ ਲਈ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।ਵੱਖ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ -ਸੰਵੇਦੀ ਪਦਾਰਥ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਲਈ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਅਨੁਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦਰਸਾਉਦੇਂ ਹਨ।ਸੇਲੀਨੀਅਮ,ਜਿੰਕ ਜਾਂ ਕਾਪਰ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਵੱਧ ਸੰਵੇਦੀ ਹੈ। ਇੱਕ ਹੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਵੇਦੀ ਪਦਾਰਥ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਲਈ ਵੱਖ ਅਨੁਕਿਰਿਆ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਨ ਦੇ ਲਈ ਕਾਪਰ ਵਿੱਚ ਪਰਾਬੈਂਗਣੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦ ਕਿ ਹਰੇ ਜਾਂ ਲਾਲ ਰੰਗ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨਾਲ ਇਹ ਪ੍ਰਭਾਵ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ।

ਧਿਆਨ ਦੇਵੋ ਕਿ ਉੱਪਰ ਦਿੱਤੇ ਸਾਰੇ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਵਿੱਚ ਪਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਜੇ ਆਪਤਿਤ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਆਵਰਤੀ ਥਰੈਸ਼ਹੋਲਡ ਆਵਰਤੀ ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਬਿਨ੍ਹਾਂ ਕਿਸੀ ਦੇਰੀ ਦੇ ਤਤਕਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਉਤਸਰਜਨ ਸ਼ੁਰੂ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਉਦੋਂ ਵੀ ਜਦੋਂ ਆਪਤਿਤ ਵਿਕਿਰਣ ਬਹੁਤ ਮੰਦ ਹੈ। ਹੁਣ ਇਹ ਪਤਾ ਹੈ ਕਿ 10^{-9}sec ਕੋਟਿ ਦੇ ਜਾਂ ਇਸ ਤੋਂ ਘੱਟ ਸਮੇਂ ਵਿੱਚ ਉਤਸਰਜਨ ਸ਼ੁਰੂ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਹੁਣ ਅਸੀ ਇਸ ਹਿੱਸੇ ਵਿੱਚ ਵਰਣਨ ਕੀਤੇ ਗਏ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਲੱਛਣਾਂ ਅਤੇ ਪ੍ਰੇਖਣਾਂ ਦਾ ਇੱਥੇ ਸਾਰਾਂਸ਼ ਦੇਵਾਂਗੇ:

1) ਕਿਸੇ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਵੇਦੀ ਪਦਾਰਥ ਅਤੇ ਆਪਾਤੀ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਆਵਰਤੀ ਦੇ ਲਈ ,ਸੰਤ੍ਰਪਿਤ ਧਾਰਾ ਆਪਾਤੀ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਦੇ ਅਨੁਕ੍ਰਮਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 11.2)

2 ਕਿਸੇ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਵੇਦੀ ਪਦਾਰਥ ਅਤੇ ਆਪਾਤੀ ਵਿਕਿਰਣ ਦੇ ਲਈ ਸੰਤ੍ਰਪਿਤ ਧਾਰਾ ਆਪਤਿਤ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਦੇ ਅਨੁਕ੍ਰਮ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ ਨਿਰੋਧੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਤੀਬਰਤਾ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀ ਕਰਦਾ (ਚਿੱਤਰ11.3)

3) ਕਿਸੇ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਵੇਦੀ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਲਈ ਇੱਕ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਘੱਟੋ ਘੱਟ ਅੰਤਕ ਆਵਰਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਸਨੂੰ ਥਰੈਸ਼ਹੋਲਡ ਆਵਰਤੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਜਿਸਦੇ ਥੱਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦਾ ਕੋਈ ਉਤਸਰਜਨ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਚਾਹੇ ਆਪਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿੰਨਾ ਵੀ ਤੀਬਰ ਕਿਉਂ ਨਾ ਹੋਵੇ। ਥਰੈਸ਼ਹੋਲਡ ਆਵਰਤੀ ਦੇ ਉੱਪਰ ਨਿਰੋਧੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਜਾਂ ਉਤਸਰਜਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਉੱਚਤਮ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਆਪਾਤੀ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਆਵਰਤੀ ਦੇ ਨਾਲ ਰੇਖਾਕਾਰ ਵੱਧਦੀ ਹੈ ਪਰੰਤੂ ਇਹ ਇਸਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਤੋਂ ਸੁਤੰਤਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 11.5)

4) ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਉਤਸਰਜਨ ਬਿੰਨਾਂ ਕਿਸੀ ਦੇਰੀ ਦੇ (10^{-9}Sਜਾਂ ਘੱਟ) ਇੱਕ ਤਤਕਾਲੀ ਪ੍ਰੀਕ੍ਰਿਆ ਹੈ, ਤਦ ਵੀ ਜਦੋਂ ਆਪਾਤੀ ਵਿਕਿਰਣ ਨੂੰ ਬਹੁਤ ਜਿਆਦਾ ਮੰਦ ਕਰ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

11.5 ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਅਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਤਰੰਗ ਸਿਧਾਂਤ (Photoelectric Effect And Wave Theory Of Light)

ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਪ੍ਰਾਕ੍ਰਿਤੀ ਉਨਵੀਂ ਸਦੀ ਦੇ ਅੰਤ ਤਕ ਚੰਗੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਥਾਪਿਤ ਹੋ ਗਈ ਸੀ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਤਰੰਗ ਚਿੱਤਰ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਵਿਘਨ, ਵਿਵਰਤਨ ਅਤੇ ਧ੍ਰਵਣ ਦੀਆਂ ਘਟਨਾਵਾਂ ਦੀ ਸੁਭਾਵਕ ਅਤੇ ਸ਼ੰਤੋਸ਼ਜਨਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵਿਆਖਿਆ ਕੀਤੀ ਜਾ ਚੁੱਕੀ ਸੀ। ਇਸ ਚਿੱਤਰ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਇੱਕ ਬਿਜਲ -ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗ ਹੈ ਜੋ ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਤੋਂ ਮਿਲ ਕੇ ਬਣੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਜਿਸ ਆਕਾਸ਼ੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਫੈਲੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਉੱਥੇ ਊਰਜਾ ਦਾ ਸੰਤਤ ਵਿਤਰਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਹੁਣ ਅਸੀ ਇਹ ਵੇਖਾਂਗੇ ਕਿ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਇਹ ਤਰੰਗ ਚਿਤਰਣ ਪਿੱਛਲੇ ਭਾਗ ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਉਤਸਰਜਨ ਸੰਬੰਧੀ ਪ੍ਰੇਖਣਾਂ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕਰ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਉਤਸਰਜਨ ਦੇ ਤਰੰਗ-ਚਿੱਤਰਣ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਧਾਤੂ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ (ਜਿੱਥੇ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਪੈਂਦੀ ਹੈ) ਤੇ ਸੁਤੰਤਰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵਿਕਿਰਣੀ ਊਰਜਾ ਨੂੰ ਨਿਰੰਤਰ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸੋਖਣ ਕਰਦੇ ਹਨ । ਜਿੰਨੀ ਜਿਆਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਹੋਵੇਗੀ ਉੰਨੇ ਹੀ ਅਧਿਕ ਬਿਜਲ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰਾਂ ਦੇ ਆਯਾਮ ਹੋਣਗੇ। ਪਰਿਣਾਮ ਸਵਰੂਪ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਤੀਬਰਤਾ ਜਿੰਨੀ ਜਿਆਦਾ ਹੋਵੇਗੀ ਉੱਨਾਂ ਹੀ ਜਿਆਦਾ ਹਰੇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਊਰਜਾ-ਸੋਖਣ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਚਿਤਰਣ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਉੱਚਤਮ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਤੀਬਰਤਾ ਦੇ ਵੱਧਣ ਨਾਲ ਵੱਧ ਜਾਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ। ਨਾਲ ਹੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਆਵਰਤੀ ਕੁੱਝ ਵੀ ਹੋਵੇ ਇੱਕ ਉੱਪਯੁਕਤ ਤੀਬਰ ਵਿਕਿਰਣ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ (ਉਪਯੁੱਕਤ ਸਮੇਂ ਵਿੱਚ) ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਨੂੰ ਇੰਨੀ ਕਾਫੀ ਊਰਜਾ ਦੇਣ ਵਿੱਚ ਸਮਰਥ ਹੋਵੇਗਾ ਜੋ ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਧਾਤੂ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਕੱਢਣ ਦੇ ਲਈ ਜਰੂਰੀ ਘੱਟ ਤੋਂ ਘੱਟ ਊਰਜਾ ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਸ ਲਈ ਇੱਕ ਥਰੈਸ਼ਹੋਲਡ ਆਵਰਤੀ ਦਾ ਆਸਤਿਤਵ ਨਹੀਂ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ। ਤਰੰਗ ਸਿਧਾਂਤ ਦੀਆ ਇੰਨਾਂ ਆਧਾਂ ਨਾਲ ਅਨੁਭਾਗ 11.4.3 ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਪ੍ਰੇਖਣਾਂ (i),(ii)) ਅਤੇ (iii) ਦਾ ਸਿੱਧੇ ਵਿਰੋਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਅੱਗੇ ਸਾਨੂੰ ਧਿਆਨ ਰੱਖਣਾ ਹੋਵੇਗਾ ਕਿ ਤਰੰਗ ਚਿੱਤਰਣ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੁਆਰਾ ਊਰਜਾ ਦਾ ਲਗਾਤਾਰ ਸੋਖਣ ਵਿਕਿਰਣ ਦੇ ਪੂਰੇ ਤਰੰਗ ਅਗ੍ਰਭਾਗ ਤੇ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਇੱਕ ਵੱਡੀ ਗਿਣਤੀ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਊਰਜਾ ਸੋਖਣ ਕਰਦੇ ਹਨ ਇਸ ਲਈ ਪ੍ਰਤੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਈ ਸਮੇਂ ਵਿੱਚ ਸੋਖਿਤ ਊਰਜਾ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੋਵੇਗੀ। ਸਾ[illegible]ਟ ਗਣਨਾਵਾਂ ਤੋਂ ਇਹ ਆਕਲਨ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ ਇੱਕਲੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਲਈ ਕਾਰਜ ਫਲਨ ਨੂੰ ਪਾਰ ਕਰਕੇ ਧਾਤੂ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲ ਆਉਣ ਦੇ ਲਈ ਜਰੂਰੀ ਊਰਜਾ ਇੱਕਠੀ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਕਈ ਘੰਟੇ ਜਾਂ ਹੋਰ ਵੀ ਜਿਆਦਾ ਸਮਾਂ ਲੱਗ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਸਿੱਟਾ ਵੀ ਪ੍ਰੇਖਣ (iv) ਜਿਸਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਉਤਸਰਜਨ (ਲਗਭਗ) ਤਤਕਾਲਿਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਦੇ ਬਿਲਕੁੱਲ ਉਲਟ ਹੈ। ਸੰਖੇਪ ਵਿੱਚ ਤਰੰਗ ਚਿੱਤਰਣ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼- ਬਿਜਲ ਉਤਸਰਜਨ ਦੇ ਅਤਿ ਜਰੂਰੀ ਲੱਛਣਾਂ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਨਹੀਂ ਹੋ ਸਕਦੀ।

11.6 ਆਈਨਸਟਾਈਨ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਸਮੀਕਰਣ :ਵਿਕਿਰਣ ਦਾ ਊਰਜਾ ਕੁਆਂਟਮ (Einstein's Photoelectric Equation : Energy Quantum of Rediation)

ਸੰਨ 1905 ਵਿੱਚ ਅਲਬਰਟ-ਆਈਨਸਟਾਈਨ (1879-1955)ਨੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਦੇ ਲਈ ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀਯ ਵਿਕਿਰਣ ਦਾ ਇੱਕ ਮੌਲਿਕ ਰੂਪ ਨਾਲ ਨਵਾਂ ਚਿੱਤਰਣ ਪ੍ਰਸਤਾਵਿਤ ਕੀਤਾ । ਇਸ ਚਿੱਤਰਣ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਉਤਸਰਜਨ ਵਿਕਿਰਣ ਤੋਂ ਲਗਾਤਾਰ ਊਰਜਾ ਸੋਖਣ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਵਿਕਿਰਣ ਊਰਜਾ ਖੰਡਿਤ ਇਕਾਈਆਂ ਤੋਂ ਬਣੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜੋ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਊਰਜਾ ਦੇ ਕਵਾਂਟਾ (Quanta)ਕਹਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਵਿਕਿਰਣ ਊਰਜਾ ਦੇ ਹਰੇਕ ਕੁਆਂਟਮ ਦੀ ਊਰਜਾ hν ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿੱਥੇ h ਪਲਾਂਕ ਸਥਿਰਾਂਕ ਹੈ ਅਤੇ ν ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਆਵਰਤੀ ਹੈ। ਪ੍ਰਕਾਸ ਬਿਜਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਵਿੱਚ ਇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵਿਕਿਰਣ ਦੇ ਇਕ ਕਵਾਂਟਮ hν ਸੋਖਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਊਰਜਾ ਦਾ ਇਹ ਸੋਖਣ ਕਵਾਂਟਮ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਲਈ ਧਾਤੂ ਦੀ ਸਤਹ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲ ਆਉਣ ਦੇ ਲਈ ਘੱਟੋ ਘੱਟ ਜਰੂਰੀ ਊਰਜਾ ਤੋਂ ਅਧਿਕ ਹੈ (ਕਾਰਜ ਫਲਨ) ਤੱਦ ਉਤਸਰਜਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਅਧਿਕਤਮ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਹੋਵੇਗੀ:

$$K_{\text{ਉੱਚ}} = h\nu - (\phi_0) \qquad 11.2$$

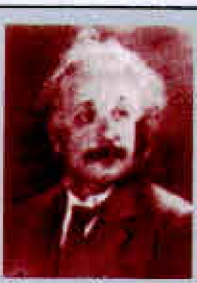
ਅਧਿਕ ਦ੍ਰਿੜਤਾ ਨਾਲ ਬਣੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੋਣ ਤੇ ਉਹਨਾਂ ਦੀ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਆਪਣੇ ਵੱਧ ਤੋਂ ਵੱਧ ਮਾਨ ਤੋਂ ਘੱਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ ਕਿਸੇ ਆਵਰਤੀ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ,ਪ੍ਰਤੀਸੈਕਿੰਡ ਆਪਤਿਤ ਫੋਟਾਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਦੁਆਰਾ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਤੀਬਰਤਾ ਵਧਾਉਣ ਨਾਲ ਪ੍ਰਤੀ ਸੈਕਿੰਡ ਉਤਸਰਜਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਵੱਧਦੀ ਹੈ। ਹਲਾਂਕਿ ਉਤਸਰਜਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਅਧਿਕਤਮ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਹਰੇਕ ਫੋਟਾਨ ਦੀ ਊਰਜਾ ਦੁਆਰਾ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਸਮੀਕਰਣ 11.2 ਨੂੰ ਆਈਨਸਟਾਈਨ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਸਮੀਕਰਣ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਹੁਣ ਅਸੀ ਇਹ ਵੇਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਹ ਸਮੀਕਰਣ ਅਨੁਭਾਗ 11.4.3 ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਸਾਰੇ ਪ੍ਰੇਖਣਾਂ ਨੂੰ ਇੱਕ ਸਰਲ ਅਤੇ ਸਹਿਜ ਢੰਗ ਨਾਲ ਪੇਸ਼ ਕਰਦਾ ਹੈ।

ਸਮੀਕਰਣ (11.2) ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਪ੍ਰੇਖਣ ਦੇ ਅਨੁਰੂਪ, $K_{\text{ਉੱਚ}}$ ਆਵਰਤੀ ν ਦੇ ਨਾਲ ਰੇਖਾਕਾਰ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦੀ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਅਲਬਰਟ ਆਈਨਸਟਾਈਨ (1879-1955)



ਅਲਬਰਟ ਆਈਨਸਟਾਈਨ (1879-1955) ਸੰਨ 1879 ਵਿੱਚ ਜਰਮਨੀ ਵਿੱਚ ਉੱਲਮ ਨਾਮਕ ਥਾਂ ਤੇ ਜੰਮੇ ਅਲਬਰਟ ਆਈਨਸਟਾਈਨ ਅੱਜ ਤੱਕ ਦੇ ਵਿਸ਼ਵ ਦੇ ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨੀਆਂ ਵਿੱਚੋਂ ਸਭ ਤੋਂ ਮਹਾਨ ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨੀ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਮੰਨੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਉਹਨਾਂ ਦਾ ਵਿਗਿਆਨਿਕ ਜੀਵਨ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਸੰਨ 1905 ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਤ ਤਿੰਨ ਕ੍ਰਾਂਤੀਕਾਰੀ ਸੋਧ ਪੱਤਰਾਂ ਤੋਂ ਸ਼ੁਰੂ ਹੋਇਆ । ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਆਪਣੇ ਪਹਿਲ ਸੋਧ ਪੱਤਰ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਵਾਂਟਾ (ਹੁਣ ਫੋਟਾਨ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ) ਦੀ ਧਾਰਨਾ ਨੂੰ ਪ੍ਰਸਤੁਤ ਕੀਤਾ ਅਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੇ ਉਸ ਲੱਛਣ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕੀਤੀ ਜਿਸਨੂੰ ਵਿਕਿਰਣ ਦਾ ਤਰੰਗ ਸਿਧਾਂਤ ਨਹੀਂ ਸਮਝਾ ਸਕਿਆ। ਆਪਣੇ ਦੂਜੇ ਸ਼ੋਧ ਪੱਤਰ ਵਿੱਚ ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਬਰਾਊਨੀ ਗਤੀ ਦਾ ਸਿਧਾਂਤ ਵਿਕਸਿਤ ਕੀਤਾ ਜਿਸਦੀ ਕੁੱਝ ਸਾਲਾਂ ਬਾਅਦ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਪੁਸ਼ਟੀ ਹੋਈ ਅਤੇ ਜਿਸਨੇ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਪਰਮਾਣਵੀ ਚਿੱਤਰਣ ਦਾ ਯਕੀਨੀ ਸਬੂਤ ਉਪਲਬਧ ਕਰਵਾਇਆ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਤੀਜੇ ਸ਼ੋਧ ਪੱਤਰ ਨੇ ਸਾਪੇਖਪਤਾ ਦਾ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਸਿਧਾਂਤ ਨੂੰ ਜਨਮ ਦਿੱਤਾ । ਸੰਨ 1916 ਵਿੱਚ ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਸਾਪੇਖਤਾ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਸਿਧਾਂਤ ਨੂੰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ। ਆਈਨਸਟਾਈਨ ਦੇ ਕੁੱਝ ਹੋਰ ਮੱਹਤਵਪੂਰਨ ਯੋਗਦਾਨ ਹਨ: ਉਤੇਜਿਤ ਉਤਸਰਜਨ ਦੀ ਧਾਰਨਾ ਜੋ ਪਲਾਂਕ ਬਲੈਕ ਬਾਡੀ ਵਿਕਿਰਣ ਨਿਯਮ ਦੇ ਇੱਕ ਵੈਕਲਪਿਕ (ਬਦਲ)ਵਿਉਤਪਤੀ ਵਿੱਚ ਪੇਸ਼ ਕੀਤੀ ਗਈ ਹੈ,ਵਿਸ਼ਵ ਦਾ ਸਥੈਤਿਕ ਪ੍ਰਤੀਰੂਪ ਜਿਸਨੇ ਆਧੁਨਿਕ ਬ੍ਰਾਹਮੰਡ ਵਿਗਿਆਨ ਦਾ ਅਰੰਭ ਕੀਤਾ,ਕਿਸੇ ਗੈਸ ਦੇ ਸਥੂਲ ਬੋਸਾਨ ਦੀ ਕੁਵਾਂਟਮ ਸੰਖਿਕੀ ਅਤੇ ਕੁਵਾਂਟਮ ਯਾਂਤ੍ਰਿਕੀ ਦੀ ਸਥਾਪਨਾ ਦਾ ਅਲੋਚਨਾਤਮਕ ਵਿਸ਼ਲੇਸ਼ਣ। ਸਿਧਾਂਤਕ ਭੌਤਿਕੀ ਵਿੱਚ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਯੋਗਦਾਨ ਅਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਲਈ 1921ਵਿੱਚ ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਨੋਬਲ ਪੁਰਸਕਾਰ ਨਾਲ ਸਮਾਨਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ।

ਅਜਿਹਾ ਇਸ ਲਈ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਆਈਨਸਟਾਈਨ ਦੇ ਚਿੱਤਰਣ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਇੱਕਲੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੁਆਰਾ ਵਿਕਿਰਣ ਦੇ ਇੱਕਲੇ ਕੁਵਾਂਟਮ ਦੇ ਸੋਖਣ ਨਾਲ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ (ਜੋ ਊਰਜਾ ਕੁਵਾਂਟਮ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਈ ਖੇਤਰਫਲ ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਈ ਸਮੇਂ ਦੇ ਸਿੱਧੇ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੈ) ਇਸ ਮੂਲ ਪ੍ਰੀਕ੍ਰਿਆ ਲਈ ਅਸੰਗਤ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ $K_{\text{ਉੱਚ}}$ ਰਿਣ ਰਾਸ਼ੀ ਨਹੀਂ ਹੋਵੇਗੀ।

ਸਮੀਕਰਣ (11.2) ਵਿੱਚ ਇਹ ਅੰਤਰਨਿਹੀਤ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਉਤਸਰਜਨ ਤਦ ਸੰਭਵ ਹੈ ਜਦੋਂ

$$h\nu > \phi_0$$

$$\text{ਜਾਂ} \quad \nu > \nu_0 \qquad \text{ਜਿੱਥੇ } \nu_0 = \frac{\phi_0}{h}$$

ਸਮੀਕਰਣ (11.3) ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਕਾਰਜ ਫਲਨ (ϕ_0) ਦੇ ਅਧਿਕ ਮਾਨ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਉਤਸਰਜਿਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਜਰੂਰੀ ਨਿਊਨਤਮ ਜਾਂ ਥਰੈਸ਼ਹੋਲਡ ਆਵਰਤੀ ν_0 ਦਾ ਮਾਨ ਅਧਿਕ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਇੱਕ ਥਰੈਸ਼ਹੋਲਡ ਆਵਰਤੀ $\nu_0 (= \phi_0/h)$ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਸਤੋਂ ਘੱਟ ਆਵਰਤੀ ਤੇ ਕੋਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਉਤਸਰਜਨ ਸੰਭਵ ਨਹੀਂ ਹੈ ਚਾਹੇ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਕੁੱਝ ਵੀ ਕਿਉਂ ਨਾ ਹੋਵੇ ਭਾਵ ਉਹ ਸਤਹ ਤੇ ਕਿੰਨੀ ਦੇਰ ਹੀ ਕਿਉਂ ਨਾ ਪਵੇ। ਇਸ ਚਿੱਤਰਣ ਵਿੱਚ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ,ਜਿਵੇਂ ਉੱਪਰ ਦਰਸਾਈ ਹੈ,ਊਰਜਾ ਕਵਾਂਟਾ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਈ ਖੇਤਰਫਲ ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਈ ਸਮੇਂ ਦੇ ਸਿੱਧਾ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਜਿੰਨੀ ਅਧਿਕ ਸੰਖਿਆ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ ਕਵਾਂਟਾ ਉਪਲਬਧ ਹੋਣਗੇ,ਉੰਨੀ ਹੀ ਅਧਿਕ ਸੰਖਿਆ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਊਰਜਾ ਕਵਾਂਟਾ ਦਾ ਸੋਖਣ ਕਰਨਗੇ ਅਤੇ ਇਸ ਲਈ ($\nu > \nu_0$ ਦੇ ਲਈ) ਧਾਤੂ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਆਉਣ ਵਾਲੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਉੰਨੀ ਹੀ ਜ਼ਿਆਦਾ ਹੋਵੇਗੀ । ਇਥੋਂ ਇਹ ਸਪੱਸ਼ਟ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਕਿਉਂ $\nu > \nu_0$ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਕਾਸ ਬਿਜਲ ਧਾਰਾ ਤੀਬਰਤਾ ਦੇ ਅਨੁਕ੍ਰਮ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਆਈਨਸਟਾਈਨ ਦੇ ਚਿੱਤਰਣ ਵਿੱਚ,ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਇੱਕ ਕਵਾਂਟਮ ਦਾ ਸੋਖਣ ਮੂਲ ਮੁੱਢਲੀ ਪ੍ਰੀਕ੍ਰਿਆ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਪ੍ਰੀਕ੍ਰਿਆ ਤਤਕਾਲੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਤੀਬਰਤਾ ਅਰਥਾਤ ਵਿਕਿਰਣ ਕਵਾਂਟਾ ਦੀ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਗਿਣਤੀ ਚਾਹੇ ਜਿੰਨੀ ਵੀ ਹੋਵੇ, ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਉਤਸਰਜਨ ਤਤਕਾਲੀ ਹੀ ਹੋਵੇਗਾ। ਘੱਟ ਤੀਬਰਤਾ ਨਾਲ ਉਤਸਰਜਨ ਵਿੱਚ ਦੇਰੀ ਨਹੀਂ ਹੋਵੇਗੀ ਕਿਉਂਕਿ ਮੂਲ ਮੁਢਲੀ ਪ੍ਰੀਕ੍ਰਿਆ ਉਹੀ ਰਹੇਗੀ। ਤੀਬਰਤਾ ਨਾਲ ਕੇਵਲ ਇਹ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਕਿੰਨੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਇੱਸ ਮੁੱਢਲੀ ਪ੍ਰੀਕ੍ਰਿਆ (ਇਕ ਇੱਕਲੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੁਆਰਾ ਇਕ ਪ੍ਰਕਾਸ ਕਵਾਂਟਮ ਦਾ ਸੋਖਣ) ਵਿੱਚ ਹਿੱਸਾ ਲੈ ਸਕਣ ਵਾਲੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਨਾਲ ਹੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਧਾਰਾ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ ਦਾ ਨਿਰਧਾਰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਸਮੀਕਰਣ (11.1)ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ, ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਸਮੀਕਰਣ (11.2) ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਲਿਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

eV_0=hν (ϕ_0); ਦੇ ਲਈ $\nu \geq \nu_0$

ਜਾਂ

$$v_0 = \left(\frac{h}{e}\right) \nu - \frac{\phi_0}{e} \qquad (11.4)$$

ਇਹ ਇੱਕ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਪਰਿਮਾਣ ਹੈ। ਇਸ ਤੋਂ ਇਹ ਪੂਰਵ ਅਨੁਮਾਤ ਲਗਦਾ ਹੈ ਕਿ v_0 ਦੇ ਵਿਰੁੱਧ v ਦਾ ਵਕਰ ਇੱਕ ਸਰਲ ਰੇਖਾ ਹੈ। ਜਿਸਦਾ ਢਲਾਣ =(h/e) ਜੋ ਕਿ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਪ੍ਰਾਕ੍ਰਿਤੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ। 1906-16 ਦੇ ਮੱਧ ਵਿੱਚ,ਮਿਲੀਕਨ ਨੇ ਆਈਨਸਟਾਈਨ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਸਮੀਕਰਣ ਨੂੰ ਝੁਠਲਾਉਣ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਤੇ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਦੀ ਲੜੀ ਕੀਤੀ। ਚਿੱਤਰ 11.5 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ,ਉਸਨੇ ਸੋਡੀਅਮ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਾਪਤ ਸਰਲ ਰੇਖਾ ਦਾ ਢਲਾਣ ਮਾਪਿਆ ਦੇ ਜਾਣੂ ਮਾਨ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਉਸਨੇ ਪਲਾਂਕ ਸਥਿਰਾਂਕ h ਦਾ ਮਾਨ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕੀਤਾ ਸੀ। ਇਹ ਮਾਨ ਪਲਾਂਕ ਸਥਿਰਾਂਕ ਦੇ ਉਸ ਮਾਨ =(6.626X10^{-34}Js)ਦੇ ਨੇੜੇ ਸੀ ਜਿਸਨੂੰ ਬਿਲਕੁੱਲ ਹੀ ਅਲੱਗ ਸੰਦਰਭ/ ਪ੍ਰਸੰਗ ਵਿੱਚ ਲੱਭਿਆ ਗਿਆ ਸੀ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਾਲ 1916ਵਿੱਚ ਮਿਲੀਕਨ ਨੇ ਆਈਨਸਟਾਈਨ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਸਮੀਕਰਣ ਨੂੰ ਝੁਠਲਾਉਣ ਦੀ ਥਾਂ ਉਸਦੀ ਸਚਾਈ ਨੂੰ ਸਥਾਪਿਤ ਕੀਤਾ ।

ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਵਾਂਟਾ ਦੀ ਪਰਿਕਲਪਨਾ ਅਤੇ h ਅਤੇ (ϕ_0) ਦੇ ਮਾਨ (ਜੋ ਹੋਰ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਮਾਨ ਨਾਲ ਮੇਲ ਰੱਖਦੇ ਹਨ)ਦੇ ਨਿਰਧਾਰਨ ਦੇ ਉਪਯੋਗ ਨਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੇ ਆਈਨਸਟਾਈਨ ਦੇ ਚਿੱਤਰਣ ਨੂੰ ਸਵੀਕਾਰ ਕੀਤਾ ਗਿਆ। ਮਿਲੀਕਨ ਨੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਸਮੀਕਰਣ ਨੂੰ ਬਹੁਤ ਸਪੱਸ਼ਟਤਾ ਨਾਲ ਕਈ ਖਾਰੀ ਧਾਤੂਆਂ ਦੇ ਲਈ ਵਿਕਿਰਣ-ਆਵਰਤੀਆਂ ਦੇ ਵਿਸਤ੍ਰਿਤ ਪਰਾਸ ਦੇ ਲਈ ਤਸਦੀਕ ਕੀਤਾ।

11.7 ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਕਣੀਯ ਸੁਭਾਅ :- ਫੋਟਾਨ (Particle Nature of light:-the Photon)

ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਨੇ ਇਸ ਵਿਲੱਖਣ ਤੱਥ ਨੂੰ ਪਰਮਾਣਿਤ ਕੀਤਾ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਸੇ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਨਾਲ ਆਪਸੀ ਕ੍ਰਿਆ ਵਿੱਚ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਵਹਾਰ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਇਹ ਕਵਾਂਟਾ ਅਰਥਾਤ ਊਰਜਾ ਦੇ ਪੈਕੇਟ(ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਹਰੇਕ ਦੀ ਊਰਜਾ hv ਹੈ) ਦਾ ਬਣਿਆ ਹੋਵੇ । ਕੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਊਰਜਾ ਦੇ ਕਵਾਂਟਮ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਕਣ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ? ਆਈਨਸਟਾਈਨ ਇੱਕ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਪਰਿਣਾਮ ਤੇ ਪਹੁੰਚੇ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਵਾਂਟਮ ਨੂੰ ਸੰਵੇਗ $\left(\frac{h\nu}{c}\right)$ ਨਾਲ ਸਬੰਧਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਊਰਜਾ ਦੇ ਨਾਲ-ਨਾਲ ਸੰਵੇਗ ਦਾ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਮਾਨ ਇਸਦਾ ਪ੍ਰਬਲ ਸੂਚਕ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕੁਵਾਂਟਮ ਨੂੰ ਕਣ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਕਣ ਨੂੰ ਬਾਅਦ ਵਿੱਚ ਫੋਟਾਨ ਦਾ ਨਾਂ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਕਣ ਜਿਹੇ ਵਿਵਹਾਰ ਨੂੰ ਏ.ਐਚ.ਕਾਂਪਟਨ (1892-1962) ਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਦੁਆਰਾ X-ਕਿਰਨਾਂ ਦੇ ਖਿੰਡਾਓ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਨਾਲ ਸੰਨ 1924 ਵਿੱਚ ਦੁਬਾਰਾ ਪੁਸ਼ਟ ਕੀਤਾ ਗਿਆ। ਸਿਧਾਂਤਕ ਭੌਤਿਕੀ ਵਿੱਚ ਯੋਗਦਾਨ ਅਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੇ ਆਪਣੇ ਕੰਮ ਦੇ ਲਈ ਆਈਨਸਟਾਈਨ ਨੂੰ 1921 ਵਿੱਚ ਭੌਤਿਕੀ ਦਾ ਨੋਬਲ ਪੁਰਸਕਾਰ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕੀਤਾ ਗਿਆ। ਬਿਜਲੀ ਦੇ ਮੂਲ ਚਾਰਜ/ਆਵੇਸ਼ ਅਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਤੇ ਕੀਤੇ ਗਏ ਕਾਰਜ ਦੇ ਲਈ ਸੰਨ 1923 ਵਿੱਚ ਮਿਲੀਕਨ ਨੂੰ ਭੌਤਿਕੀ ਦਾ ਨੋਬਲ ਪੁਰਸਕਾਰ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕੀਤਾ ਗਿਆ। ਅਸੀ ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀਯ ਵਿਕਿਰਣ ਦੇ ਫੋਟਾਨ ਚਿੱਤਰਣ ਦਾ ਸਾਰਾਂਸ਼ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਅਨੁਸਾਰ ਦੇ ਸਕਦੇ ਹਾਂ:-

I.ਵਿਕਿਰਣ ਦੇ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਨਾਲ ਪਰਸਪਰ ਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ, ਵਿਕਿਰਣ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਵਹਾਰ ਕਰਦਾ ਹੈ ਮੰਨੋ ਇਹ ਅਜਿਹੇ ਕਣਾਂ ਤੋਂ ਬਣਿਆ ਹੋਵੇ ਜਿੰਨਾਂ ਨੂੰ ਫੋਟਾਨ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

II.ਹਰੇਕ ਫੋਟਾਨ ਦੀ ਊਰਜਾ E=(h ν) ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਸੰਵੇਗ P=$\left(\frac{h\nu}{c}\right)$ ਅਤੇ ਚਾਲ c ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਜਿੱਥੇ c ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਹੈ) ।

III.ਇਕ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਆਵਰਤੀ ν ਜਾਂ ਤਰੰਗ A ,ਦੇ ਸਾਰੇ ਫੋਟਾਨਾਂ ਦੀ ਊਰਜਾ E=hν=$\left(\frac{hc}{\lambda}\right)$ਅਤੇ ਸੰਵੇਗ P=$\left(\frac{h\nu}{c}\right)$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

$=h/\lambda$ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ (ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਚਾਹੇ ਜੋ ਵੀ ਹੋਵੇ)। ਕਿਸੇ ਦਿੱਤੀ ਗਈ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਵਧਾਉਣ ਤੇ ਕੇਵਲ ਕਿਸੇ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਖੇਤਰ ਚੋਂ ਲੰਘਣ ਵਾਲੇ ਪ੍ਰਤੀ ਸੈਕਿੰਡ ਫੋਟਾਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਹੀ ਵੱਧਦੀ ਹੈ (ਸਾਰੇ ਫੋਟਾਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਇਕ ਸਮਾਨ ਹੁੰਦੀ ਹੈ)। ਇਸ ਲਈ ਫੋਟਾਨ ਦੀ ਊਰਜਾ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦੀ ।

IV. ਫੋਟਾਨ ਬਿਜਲ ਉਦਾਸੀਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਬਿਜਲਈ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਤੇ ਵਿਖੇਪਿਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

V. ਫੋਟਾਨ-ਕਣ ਟੱਕਰ (ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਫੋਟਾਨ-ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਟੱਕਰ) ਵਿੱਚ ਕੁੱਲ ਊਰਜਾ ਅਤੇ ਕੁੱਲ ਸੰਵੇਗ ਸੁਰਖਿਅਤ ਰਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਹਾਂਲਾਕਿ ਕਿਸ ਟੱਕਰ ਵਿੱਚ ਫੋਟਾਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਵੀ ਸੁਰਖਿਅਤ ਨਹੀਂ ਹੋ ਸਕਦੀ। ਫੋਟਾਨ ਦਾ ਸੋਖਣ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ ਜਾਂ ਇਕ ਨਵਾਂ ਫੋਟਾਨ ਪੈਦਾ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 11.1 $6.0X\ 10^{-3}$ Hz ਆਵਰਤੀ ਦਾ ਇੱਕ ਰੰਗੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਸੇ ਲੇਜ਼ਰ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਉਤਸਰਜਨ ਸਮਰਥਾ $2.0X10^{14}$ W ਹੈ। (a) ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਫੋਟਾਨ ਦੀ ਊਰਜਾ ਕਿੰਨੀ ਹੈ? (b)ਸਰੋਤ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਔਸਤ ਤੌਰ ਤੇ ਪ੍ਰਤੀ ਸੈਕਿੰਡ ਕਿੰਨੇ ਫੋਟਾਨ ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ?

ਹੱਲ (a) ਹਰੇਕ ਫੋਟਾਨ ਦੀ ਊਰਜਾ ਹੋਵੇਗੀ

$$E=h\nu=(6.63X10^{-34}Js)(6.0X10^{14}Hz)$$
$$=3.98X10^{-19}J$$

(b) ਜੇ ਸਰੋਤ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਤੀ ਸੈਕਿੰਡ ਉਤਸਰਜਿਤ ਫੋਟਾਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ N ਹੈ ਤਾਂ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਵਿੱਚ ਸੰਚ੍ਰਰਿਤ ਸਮਰਥਾ P ਪ੍ਰਤੀ ਫੋਟਾਨ ਊਰਜਾ E ਦੇ N ਗੁਣਾ ਹੋਵੇਗੀ ਜਿਸ ਨਾਲ ਕਿ P=NE। ਤਦ

$$N=\frac{P}{E}=\frac{2.0\times10^{-3}\,W}{3.98\times10^{-19}\,J}=5.0X10^{15}$$ ਫੋਟਾਨ ਪ੍ਰਤੀ ਸੈਕਿੰਡ

ਉਦਾਹਰਨ 11.2 ਜੇ ਸੀਜਿਅਮ ਦਾ ਕਾਰਜ ਫਲਨ 2.14eV ਹੈ ਤਾਂ ਪਰਿਕਲਨ ਕਰੋ (a) ਸੀਜੀਅਮ ਦੀ ਥਰੈਸ਼ਹੋਲਡ ਆਵਰਤੀ (b)ਆਪਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ, ਜੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ ਧਾਰਾ ਨੂੰ 0.60 V ਦੇ ਇੱਕ ਨਿਰੋਧੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਲਗਾਕੇ ਜੀਰੋ ਕੀਤਾ ਜਾਵੇ।

ਹੱਲ (a) ਥਰੈਸ਼ਹੋਲਡ ਆਵਰਤੀ ਦੇ ਲਈ,ਆਪਤਿਤ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਊਰਜਾ $h\nu_0$ ਕਾਰਜ ਫਲਨ (ϕ_0) ਦੇ ਸਮਾਨ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ :

$$\nu_0=\frac{\phi_0}{h}=\frac{2.14\,eV}{6.63\times10^{-34}\,J\,s}$$

$$=\frac{2.14\times1.6\times10^{-19}\,J}{6.63\times10^{-34}\,J\,s}=5.16\times10^{14}\ Hz$$

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ $V_0=5.16X10^{14}$Hz ਤੋਂ ਘੱਟ ਆਵਰਤੀਆਂ ਦੇ ਲਈ ਕਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਮੁਕਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

(b)ਉਤਸਰਜਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਉੱਚਤਮ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ eV_0 ਸਥਿਤਜ ਊਰਜਾ (ਰੋਕੂ-ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ V_0 ਦੇ ਦੁਆਰਾ) ਸਮਾਨ ਹੋਣ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ ਧਾਰਾ ਜੀਰੋ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਆਈਨਸਟਾਈਨ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਸਮੀਕਰਣ ਹੇਠਾ ਹੈ :

$$eV_0=h\nu-(\phi_0)=\frac{hc}{\lambda}-(\phi_0)$$

ਜਾਂ $\lambda=hc/(eV0+\phi0)$

$$=\frac{(6.63\times10^{-34}\,J\,s)\times(3\times10^{8}\,m/s)}{(0.60\,eV+2.14\,eV)}$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

$$= \frac{19.89 \times 10^{-26}\ \text{J m}}{(2.74\ \text{eV})}$$

$$\lambda = \frac{19.89 \times 10^{-26}\ \text{J m}}{2.74 \times 1.6 \times 10^{-19}\ \text{J}} = 454\ \text{nm}$$

ਉਦਾਹਰਨ 11.3 ਦ੍ਰਿਸ਼ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਬੈਂਗਣੀ ਰੰਗ, ਪੀਲੇ ਹਰੇ ਰੰਗ ਅਤੇ ਲਾਲ ਰੰਗ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਕ੍ਰਮਵਾਰ : ਲਗਭਗ 390nm ,ਲਗਭਗ550 nm(ਔਸਤ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ) ਅਤੇ ਲਗਭਗ 760 nm ਹੈ।

(a) ਦ੍ਰਿਸ਼ ਖੇਤਰ ਦੇ ਨਿਮਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਲਈ ਫੋਟਾਨ ਦੀ ਊਰਜਾ (eV) ਕੀ ਹੋਵੇਗੀ :i) ਬੈਂਗਣੀ ਸਿਰਾ ii) ਪੀਲੇ -ਹਰੇ ਰੰਗ ਦੀ ਔਸਤ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਅਤੇ (iii) ਲਾਲ ਸਿਰਾ ($h=6.63 \times 10^{-34}$Js) ਅਤੇ $1eV=1.6 \times 10^{-19}$J) b) ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਵੇਦੀ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੇ ਲਈ ਸਾਰਣੀ 11.1 ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਕਾਰਜ ਫਲਨਾਂ ਦਾ ਮਾਨ ਅਤੇ (a) ਪ੍ਰਸ਼ਨ ਦੇ (i) (ii) ਅਤੇ (iii) ਭਾਗਾਂ ਦੇ ਪਰਿਣਾਮਾਂ ਨੂੰ ਉਪਯੋਗ ਵਿੱਚ ਲਿਆਉਂਦੇ ਹੋਏ ਕੀ ਤੁਸੀ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਨਾਲ ਕਾਰਜ ਕਰ ਸਕਣ ਵਾਲੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਯੁੱਕਤੀ ਦੀ ਸਿਰਜਣਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹੋ ?

ਹੱਲ (a) ਆਪਤਿਤ ਫੋਟਾਨ ਦੀ ਊਰਜਾ , $E = h\nu = hc/\lambda$

$$E=(6.63\text{X}10^{-34}\text{JS})(3\text{X}10^{8}\text{m/s}) / \lambda$$

$$= \frac{1.989 \times 10^{-25}\ \text{J m}}{\lambda}$$

(i) ਬੈਂਗਣੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਲਈ $\lambda_1=390$nm(ਹੇਠਾਂ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਸਿਰਾ)

ਆਪਾਤੀ ਫੋਟਾਨ ਊਰਜਾ, $E_1 = \frac{1.989 \times 10^{-25}\ \text{J m}}{390 \times 10^{-9}\ \text{m}}$

$$=5.10\text{X}10^{-19}\text{J}$$

$$= \frac{5.10 \times 10^{-19}\ \text{J}}{1.6 \times 10^{-19}\ \text{J/eV}} \quad =3.19\text{eV}$$

(ii) ਪੀਲੇ-ਹਰੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਲਈ $\lambda_2=550$nm (ਔਸਤ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ)

ਆਪਾਤੀ ਫੋਟਾਨ ਊਰਜਾ $E_2 = \frac{1.989 \times 10^{-25}\ \text{J m}}{550 \times 10^{-9}\ \text{m}}$

$$=3.62\text{X}10^{-9}\text{J}$$
$$=2.26\ \text{eV}$$

(iii) ਲਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਲਈ $\lambda_3=760$nm (ਉੱਚ ਤਰੰਗ ਸਿਰਾ)

ਆਪਾਤੀ ਫੋਟਾਨ ਊਰਜਾ $E_3 = \frac{1.989 \times 10^{-25}\ \text{J m}}{760 \times 10^{-9}\ \text{m}}$

$$=2.62\text{X}10^{-19}\text{J} \quad =1.64\text{eV}$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(b) ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਕਾਸ-ਬਿਜਲ ਯੁੱਕਤੀ ਦੇ ਕਾਰਜ ਦੇ ਲਈ ਆਪਾਤੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਊਰਜਾ E ਦਾ ਮਾਨ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਕਾਰਜ ਫਲਨ ਦੇ ਮਾਨ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਜਾਂ ਵੱਧ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਬੈਂਗਣੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ [E=3.19 eV] ਦੇ ਲਈ ਕਾਰਜ ਕਰ ਸਕਣ ਵਾਲੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਯੁਕਤੀ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਸੰਵੇਦੀ ਪਦਾਰਥ, Na[ਕਾਰਜ ਫਲਨ (ϕ_0) =2.75eV], K(ਕਾਰਜ ਫਲਨ (ϕ_0) = 2.30 eV)ਅਤੇ Cs (ਕਾਰਜ ਫਲਨ (ϕ_0) 2.14eV) ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਯੁੱਕਤੀ ਪੀਲੇ ਹਰੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ (E=2.26 eV) ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਸੰਵੇਦੀ ਪਦਾਰਥ cs(ਕਾਰਜ ਫਲਨ (ϕ_0) =2.14eV) ਦੇ ਉਪਯੋਗ ਨਾਲ ਹੀ ਕਾਰਜ ਕਰ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਹਾਂਲਕਿ ਇਹ ਯੁਕਤੀ ਲਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ (E=1.64eV) ਦੇ ਲਈ ਉਪਰੋਕਤ ਤਿੰਨਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਵੇਦੀ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਉਪਯੋਗ ਨਾਲ ਕਾਰਜ ਨਹੀਂ ਕਰ ਸਕੇਗੀ।

11.8 ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਤਰੰਗ ਸੁਭਾਅ (Wave nature of matter)

ਪ੍ਰਕਾਸ਼ (ਵਿਅਪਕ ਤੌਰ ਤੇ ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀਯ ਵਿਕਿਰਣ)ਦੀ ਦੋਹਰੀ ਪ੍ਰਕ੍ਰਿਤੀ (ਤਰੰਗ-ਕਣ)ਵਰਤਮਾਨ ਅਤੇ ਪੂਰਵ ਅਖਿਆਵਾਂ ਵਿੱਚ ਕੀਤੇ ਗਏ ਅਧਿਐਨ ਦੁਆਰਾ ਸਪੱਸ਼ਟ ਰੂਪ ਨਾਲ ਪ੍ਰਗਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਪ੍ਰਾਕ੍ਰਿਤੀ ਵਿਘਨ, ਵਿਵਰਤਨ ਅਤੇ ਧ੍ਰਵਣ ਦੀਆਂ ਪਰਿਘਟਨਾਵਾਂ ਤੋਂ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਗੋਚਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਦੂਜੀ ਤਰਫ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਅਤੇ ਕਾਂਪਟਨ ਪ੍ਰਭਾਵ ਜਿਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ ਅਤੇ ਸੰਵੇਗ ਦਾ ਸਥਾਣਅੰਤਰਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ,ਵਿਕਿਰਣ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਵਹਾਰ ਕਰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਮੰਨਿਆ ਇਹ ਕਣਾਂ ਦੇ ਗੁੱਛ ਭਾਵ ਫੋਟਾਨਾਂ ਤੋਂ ਬਣਿਆ ਹੋਵੇ। ਕਣ ਜਾਂ ਤਰੰਗ ਚਿੱਤਰਣ ਵਿੱਚੋਂ ਕੌਣ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਨੂੰ ਸਮਝਣ ਵਿੱਚ ਵੱਧ ਉਪਯੁੱਕਤ ਹੈ, ਇਹ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੀ ਪ੍ਰਕ੍ਰਿਤੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਉਦਹਾਰਨ ਦੇ ਲਈ ਆਪਣੀਆਂ ਅੱਖਾਂ ਨਾਲ ਕਿਸੇ ਵਸਤੂ ਨੂੰ ਦੇਖਣ ਦੀ ਆਮ ਘਟਨਾ ਵਿੱਚ ਦੋਨਾਂ ਦਾ ਹੀ ਵਰਣਨ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਹੈ। ਅੱਖ ਲੈਨਜ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਇੱਕਠਾ ਕਰਕੇ ਫੋਕਸ ਕਰਨ ਦੀ ਪ੍ਰੀਕ੍ਰਿਆ ਨੂੰ ਤਰੰਗ-ਚਿੱਤਰਣ ਨਾਲ ਭਲੀ ਭਾਂਤੀ ਵਿਵੇਚਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ ਇਸਦਾ ਰਾਡ ਅਤੇ ਕਾਨ (ਰੇਟਿਨਾ ਦੇ)ਦੁਆਰਾ ਸੋਖਣ ਵਿੱਚ ਫੋਟਾਨ ਚਿੱਤਰਣ ਦੀ ਜਰੂਰਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਇਕ ਸੁਭਾਵਿਕ ਪ੍ਰਸ਼ਨ ਇਹ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਜੇ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਦੋਹਰੀ ਪ੍ਰਕ੍ਰਿਤੀ (ਤਰੰਗ ਅਤੇ ਕਣ) ਹੈ ਤਾਂ ਪ੍ਰਾਕ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਕਣ (ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ,ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਆਦਿ) ਦੀ ਤਰੰਗ ਵਰਗਾ ਲੱਛਣ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ? ਸੰਨ 1924 ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਫ੍ਰਾਂਸੀਸੀ ਭੌਤਿਕੀ ਵਿਗਿਆਨ ਲੁਇਸ ਵਿਕਟਰ ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ (ਫ੍ਰੈਂਚ ਉਚਾਰਨ ਵਿੱਚ ਇਸਨੂੰ ਲਈ ਵਿਕਟਰ ਦੇ ਬ੍ਰਾਏ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ) (1892-1987) ਨੇ ਇਕ ਨਿਰਭੀਕ ਪਰਿਕਲਪਨਾ ਨੂੰ ਪੇਸ਼ ਕੀਤਾ ਕੀ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਗਤੀਮਾਨ ਕਣ ਉਪਯੁੱਕਤ (ਅਨੁਕੂਲ) ਹਾਲਤਾਂ ਵਿੱਚ ਤਰੰਗ ਜਾਹਰ ਗੁਣ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਉਸਨੇ ਇਹ ਦਲੀਲ ਦਿੱਤੀ ਕੀ ਕੁਦਰਤ ਸਮਪ੍ਰਮਾਣ ਹੈ ਅਤੇ ਦੋ ਮੂਲ ਭੌਤਿਕੀ ਅਸਤੀਤਵ ਪਦਾਰਥ ਅਤੇ ਊਰਜਾ ਦਾ ਵੀ ਸਮਪ੍ਰਮਾਣ ਲੱਛਣ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਵਿਕਿਰਣ ਦਾ ਦੋਹਰਾ ਲੱਛਣ ਹੈ ਪਦਾਰਥ ਦਾ ਵੀ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਡੀ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਨੇ ਪ੍ਰਸਤਾਵਿਤ ਕੀਤਾ ਕਿ ਸੰਵੇਗ P ਦੇ ਕਣ ਦੇ ਨਾਲ ਜੁੜੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ λ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਅਨੁਸਾਰ ਦਰਸਾਈ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ।

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{m\ v} \qquad (11.5)$$

ਇਥੇ M ਕਣ ਦਾ ਦ੍ਰਵਮਾਨ ਅਤੇ v ਇਸ ਦੀ ਚਾਲ ਹੈ। ਸਮੀਕਰਣ (11.5) ਨੂੰ ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਦਾ ਸੰਬੰਧ ਅਤੇ ਪਦਾਰਥ ਤਰੰਗ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ λ ਨੂੰ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਪਦਾਰਥ ਦਾ ਦੋਹਰਾ ਸਰੂਪ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਦੇ ਸੰਬੰਧ ਵਿੱਚ ਸਪੱਸ਼ਟ ਹੈ। ਸਮੀਕਰਣ (11.5) ਦੇ ਖੱਬੇ ਪਾਸੇ λ ਤਰੰਗ ਦਾ ਲੱਛਣ ਹੈ ਜਦਕਿ ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ ਸੰਵੇਗ p ਕਣ ਦਾ ਵਿਸ਼ਿਸ਼ਟ ਲੱਛਣ ਹੈ। ਪਲਾਂਕ ਸਥਿਰਾਂਕ h ਦੋਨਾਂ ਲੱਛਣਾਂ ਨੂੰ ਜੋੜਦਾ ਹੈ। ਸਮੀਕਰਣ (11.5) ਇਕ ਪਦਾਰਥ ਕਣ ਦੇ ਲਈ ਸਹਿਜੇ ਹੀ ਇੱਕ ਪਰਿਕਲਪਨਾ ਹੈ ਜਿਸਦੀ ਵੈਧਤਾ ਕੇਵਲ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੁਆਰਾ ਹੀ ਸਿੱਧ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਹਾਂਲਕਿ ਇਹ ਦੇਖਣਾ ਰੋਚਕ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਇਕ ਫੋਟਾਨ ਦੁਆਰਾ ਵੀ ਸੰਤੁਸ਼ਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇੱਕ ਫੋਟਾਨ ਦੇ ਲਈ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਅਸੀਂ ਦੇਖਿਆ ਹੈ,

$$p = h\nu / c \qquad (11.6)$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਇਸ ਲਈ $$\frac{h}{p} = \frac{c}{\nu} = \lambda \qquad (11.7)$$

ਅਰਥਾਤ ਇਕ ਫੋਟਾਨ ਦੀ ਡੀ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਜੋ ਸਮੀਕਰਣ (11.5) ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਦਿੱਤੀ ਗਈ ਹੈ ਉਸ ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀਯ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਫੋਟਾਨ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਊਰਜਾ ਅਤੇ ਸੰਵੇਗ ਦਾ ਇਕ ਕੁਵਾਂਟਮ ਹੈ। ਨਿਸੰਦੇਹ ਸਮੀਕਰਣ(11.5) ਦੇ ਦੁਆਰਾ λ ਇਕ ਜਿਆਦਾ ਭਾਰੀ ਕਣ (ਵੱਡਾ m) ਜਾਂ ਅਧਿਕ ਓਜਸਵੀ ਕਣ (ਵੱਡੇv) ਦੇ ਲਈ ਛੋਟਾ ਹੋਵੇਗਾ। ਉਦਹਾਰਨ ਦੇ ਲਈ ਇਕ 0.12 kg ਦ੍ਰਵਮਾਨ ਦੀ ਗੇਂਦ ਜੋ 20 ms^{-1} ਦੀ ਚਾਲ ਨਾਲ ਚੱਲ ਰਹੀ ਹੈ ਦੀ ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦਾ ਸਰਲਤਾ ਨਾਲ ਪਰਿਕਲਨ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਸੈੱਲ (ਫੋਟੋ ਸੈਲ) (Photo cell)

ਫੋਟੋ ਸੈੱਲ (ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੈੱਲ) ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦਾ ਇਕ ਤਕਨੀਕੀ ਅਨੁਪ੍ਰਯੋਗ ਹੈ। ਇਹ ਇਕ ਅਜਿਹੀ ਯੁਕਤੀ ਹੈ ਜੋ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਊਰਜਾ ਨੂੰ ਬਿਜਲ ਊਰਜਾ ਵਿੱਚ ਬਦਲ ਦਿੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਕਦੀ ਕਦੀ ਬਿਜਲੀ ਅੱਖ ਵੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਕ ਫੋਟੋ ਸੈਲ ਵਿਚ ਇਕ ਅਰਧ-ਵੇਲਨਾਕਾਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਵੇਦੀ ਧਾਤੂ ਪੱਟੀ C (ਉਤਸਰਜਕ) ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਕ ਤਾਰ ਦਾ ਲੂਪ A (ਸੰਗ੍ਰਾਹਕ) ਇਕ ਨਿਰਵਾਤਿਤ ਕੱਚ ਜਾਂ ਕੁਵਾਰਟਜ ਬਲਬ ਵਿੱਚ ਲੱਗੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਨੂੰ ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਕਿਸੇ ਬਾਹਰੀ ਪਰਿਪਥ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਉੱਚ-ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਬੈਟਰੀ B ਅਤੇ ਮਾਈਕਰੋ ਐਮਮੀਟਰ (mA)ਦੇ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਬਲਬ ਦੇ ਇਕ ਭਾਗ/ਹਿੱਸੇ ਨੂੰ ਸਾਫ ਛੱਡ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨਾਲ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਇਸ ਵਿਚ ਦਾਖਲ ਹੋ ਸਕੇ।

ਜਦੋਂ ਉਚਿਤ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਉਤਸਰਜਕ Cਤੇ ਪੈਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸੰਗ੍ਰਾਹਕ ਵਲ ਆਕਰਸ਼ਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੈੱਲ ਤੋਂ ਕੁੱਝ ਮਾਈਕਰੋ ਐਮਪੀਅਰ ਦੀ ਕੋਟਿ ਦੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ ਧਾਰਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ।

ਇਕ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੈਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਨ ਤੀਬਰਤਾ ਵਿੱਚ ਬਦਲਾਅ ਕਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ ਧਾਰਾ ਵਿੱਚ ਬਦਲਾਅ ਕਰ ਸਕਦਾ ਹੈ । ਇਹ ਧਾਰਾ ਨਿਯੰਤਰਨ ਤੰਤਰ ਦੇ ਚਾਲਨ ਅਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਮਾਪਕ ਯੁੱਕਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਵਰਤੋਂ ਵਿੱਚ ਲਿਆਈ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਇਨਫਰਾਰੈਡ ਵਿਕਿਰਣ ਦੇ ਲਈ ਸੰਵੇਦੀ ਲੈਡ ਸਲਫਾਈਡ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੈੱਲਾਂ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਿਕ ਪ੍ਰਜਵਲਨ ਪਰਿਪੱਥਾਂ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਵਿਗਿਆਨਿਕ ਕਾਰਜਾਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਨੂੰ ਮਾਪਣਦੇ ਸਾਰੇ ਅਨੁਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੈੱਲਾਂ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਫੋਟੋਗ੍ਰਾਫੀ ਕੈਮਰੇ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਮਾਪਕ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੈੱਲ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਆਪਾਤੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਮਾਪਣ ਵਿੱਚ ਕਰਦੇ ਹਨ।

ਸਵੈਚਲਿਤ ਦਰਵਾਜਾ ਖੁਲੱਣ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੈੱਲ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦਰਵਾਜਾ-ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲੀ ਪਰਿਪਥ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਦਰਵਾਜੇ ਦੇ ਵੱਲ ਵੱਧਦੇ ਹੋਏ ਵਿਅਕਤੀ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੈੱਲ ਤੇ ਪੈਣ ਵਾਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੁੰਜ ਰੁੱਕ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ ਧਾਰਾ ਵਿੱਚ ਅਚਾਨਕ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਬਦਲਾਅ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਦਰਵਾਜਾ ਖੋਲਣ ਦੇ ਲਈ ਮੋਟਰ ਨੂੰ ਸ਼ੁਰੂ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਅਲਾਰਮ ਵਜਾਉਣ ਵਿੱਚ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਉਸ ਗਣਨਾ ਯੁੱਕਤੀ ਦੇ ਨਿਯੰਤਰਨ ਵਿੱਚ ਵੀ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜੋ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਦੇ ਪਾਰ ਕਿਸੇ ਵਿਅਕਤੀ ਜਾਂ ਵਸਤੂ ਦੇ ਜਾਣ ਕਰਕੇ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਨੂੰ ਅੰਕਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੈੱਲ ਕਿਸੇ ਰੰਗ ਸ਼ਾਲਾ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਵਿਅਕਤੀਆਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਸਹਾਇਤਾ ਕਰਦਾ ਹੈ,ਜੇਕਰ ਉਹ ਕਿਸੇ ਵਿਸ਼ਾਲ ਹਾਲ ਵਿੱਚ ਇੱਕ-ਇੱਕ ਕਰਕੇ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਦੇ ਹੋਣ। ਇਹਨਾਂ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਆਵਾਜਾਈ ਦੇ ਨਿਯਮਾਂ ਨੂੰ ਤੋੜਣ ਵਾਲੇ ਵਿਅਕਤੀਆਂ ਦੀ ਪਹਿਚਾਣ ਲਈ ਵੀ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਵੀ ਵਿਕਿਰਣ ਦੇ ਇਕ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਨੂੰ ਰੋਕਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇੱਕ ਅਲਾਰਮ ਵਜਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

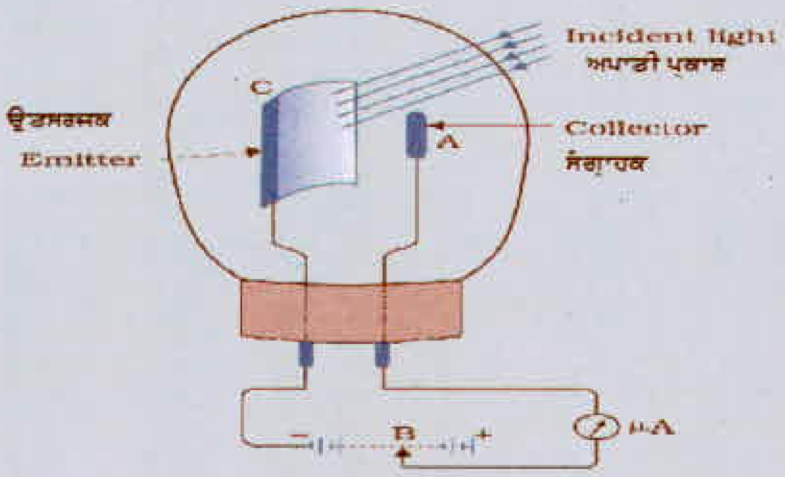
ਚੋਰ ਅਲਾਰਮ ਵਿੱਚ,ਪਰਾਬੈਂਗਣੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ (ਅਦ੍ਰਿਸ਼)ਨੂੰ ਲਗਾਤਾਰ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਦਰਵਾਜੇ ਤੇ ਸਥਾਪਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੈਲ ਤੇ ਪਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕੋਈ ਵਿਅਕਤੀ ਜੋ ਦਰਵਾਜੇ ਵਿੱਚ ਦਾਖਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਉਹ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੈਲ ਤੇ ਪੈਣ ਵਾਲੇ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਨੂੰ ਰੋਕਦਾ ਹੈ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਕ ਬਿਜਲ ਧਾਰਾ ਵਿੱਚ ਅਚਾਨਕ ਬਦਲਾਅ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਇੱਕ ਬਿਜਲ ਘੰਟੀ ਦੇ ਵੱਜਣ ਤੋਂ ਸ਼ੁਰੂ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਅੱਗ ਅਲਾਰਮ ਵਿੱਚ,ਭਵਨ ਵਿੱਚ ਖਾਸ ਥਾਵਾਂ ਤੇ ਕਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੈਲ ਸਥਾਪਿਤ ਕਰ ਦਿੱਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਅੱਗ ਲੱਗਣ ਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਵਿਕਿਰਣ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੈੱਲ ਤੇ ਪੈਂਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਨਾਲ ਇਕ ਬਿਜਲੀ ਘੰਟੀ ਜਾਂ ਇਕ ਹਾਰਨ ਤੋਂ ਹੋ ਕੇ ਜਾਣ ਵਾਲਾ ਪਰਿਪੱਥ ਪੂਰਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਇਕ ਚੇਤਾਵਨੀ ਸੰਕੇਤ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕਾਰਜ ਕਰਨਾ ਸ਼ੁਰੂ ਕਰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ।

ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੈੱਲਾਂ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਚਲ ਚਿਤੱਰਣ ਵਿੱਚ ਧੁਨੀ ਦੇ ਪੁਨਰਤਪੱਤੀ ਅਤੇ ਟੈਲੀਵਿਜ਼ਨ ਕੈਮਰੇ ਦੇ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਦੀ ਸਕੈਨਿੰਗ ਅਤੇ ਟੈਲੀਵਿਜ਼ਨ ਪ੍ਰਸਾਰਨ ਵਿੱਚ ਵੀ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਉਦਯੋਗਾਂ ਵਿੱਚ ਧਾਤੂ ਦੀਆਂ ਚਾਦਰਾਂ ਵਿੱਚ ਛੋਟੀਆਂ ਕਮੀਆਂ ਅਤੇ ਛੇਕਾਂ ਨੂੰ ਲੱਭਣ ਲਈ ਵੀ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।



ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਸੈੱਲ (ਫੋਟੋ ਸੈਲ)

$$p = m\,v = 0.12\text{ kg} \times 20\text{ m s}^{-1} = 2.40\text{ kg m s}^{-1}$$

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{6.63 \times 10^{-34}\text{ J s}}{2.40\text{ kg m s}^{-1}} = 2.76 \times 10^{-34}\text{ m}$$

ਇਹ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਇੰਨੀ ਛੋਟੀ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਕਿਸੇ ਮਾਪਨ ਦੀ ਸੀਮਾ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਹੈ। ਇਹੀ ਕਾਰਨ ਹੈ ਕਿ ਸਥੂਲ ਵਸਤੂਆਂ ਸਾਡੇ ਦੈਨਿਕ/ਰੋਜ਼ਾਨਾ ਜੀਵਨ ਵਿੱਚ ਤਰੰਗ ਜਿਹਾ ਗੁਣ ਨਹੀਂ ਦਰਸਾਉਂਦੀਆਂ। ਦੂਜੇ ਪਾਸੇ ਸਵ-ਪਰਿਮਾਣਵਿਕ ਡੋਮੇਨ (Sub-atomic domain) ਵਿੱਚ ਕਣਾਂ ਦਾ ਤਰੰਗ ਲੱਛਣ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਹੈ ਅਤੇ ਮਾਪਣ ਦੇ ਯੋਗ ਹੈ। ਇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ (ਦ੍ਰਵ ਮਾਨ m ਆਵੇਸ਼ e) ਜਿਸਨੂੰ ਵਿਰਾਮ ਅਵਸਥਾ ਤੋਂ ਇਕ ਪੁਟੇਂਸ਼ਲ V ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਦਾ ਵਿਚਾਰ ਕਰੀਏ। ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ K ਇਸ ਤੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤੇ ਗਏ ਕਾਰਜ (eV)ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੋਵੇਗੀ।

$$K = e\,V \qquad (11.8)$$

ਇਥੇ $K = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{p^2}{2m}$ ਜਿਸ ਨਾਲ

$$P = \sqrt{2\,m\,K} = \sqrt{2\,m\,e\,V} \qquad (11.9)$$

ਤਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ λ ਹੋਵੇਗੀ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{\sqrt{2\,m\,K}} = \frac{h}{\sqrt{2\,m\,eV}} \qquad (11.10)$$

h , m ਅਤੇ e ਦੇ ਸੰਖਿਅਕ ਮਾਨ ਨੂੰ ਰੱਖਣ ਤੇ ਅਸੀਂ ਨਿਮਨ ਮਾਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ

$$\lambda = \frac{1.227}{\sqrt{V}}\ \text{nm} \qquad (11.11)$$

ਇਥੇ V ਪ੍ਰਵੇਗਿਕ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਦਾ ਵੋਲਟ ਵਿੱਚ ਮਾਨ ਹੈ। ਇਕ 120 V ਪ੍ਰਵੇਗਿਕ ਪੁਟੈਂਸਲ ਦੇ ਲਈ ਸਮੀਕਰਣ (11.11)ਤੋਂ λ=0.112nm ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਉਸ ਕੋਟਿ ਦੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿੰਨੀ ਦੂਰੀ ਕ੍ਰਿਸਟਲਾਂ ਵਿੱਚ ਪਰਮਾਣਵੀ ਤਲਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਥੋਂ ਇਹ ਸੰਕੇਤ ਮਿਲਦਾ ਹੈ ਕਿ ਇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨਾਲ ਜੁੜੀ ਪਦਾਰਥ ਤਰੰਗ ਨੂੰ X-ਕਿਰਣ ਵਿਵਰਤਨ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਨਾਲ ਪਰਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਅਸੀ ਅਗਲੇ ਅਨੁਭਾਗ ਵਿੱਚ ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਦੀ ਪਰਿਕਲਪਨਾ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਪ੍ਰੀਖਣ ਦਾ ਵਰਣਨ ਕਰਾਂਗੇ। ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਤਰੰਗੀ ਸੁਭਾਅ ਦੀ ਖੋਜ ਦੇ ਲਈ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਨੂੰ 1929 ਵਿੱਚ ਭੌਤਿਕੀ ਦੇ ਨੋਬਲ ਪੁਰਸਕਾਰ ਨਾਲ ਸਮਾਨਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ।

ਪਦਾਰਥ ਤਰੰਗ ਚਿੱਤਰਣ ਨੇ ਹਾਈਜਨਬਰਗ ਦੇ ਅਨਿਸ਼ਚਿਤਤਾ ਸਿਧਾਂਤ ਨੂੰ ਸੁਰੁਚਿਪੂਰਣ ਢੰਗ ਨਾਲ ਸ਼ਾਮਿਲ ਕੀਤਾ। ਇਸ ਸਿਧਾਂਤ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਇਕ ਹੀ ਸਮੇਂ ਤੇ ਕਿਸੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ (ਜਾਂ ਕੋਈ ਹੋਰ ਕਣ) ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਅਤੇ ਸੰਵੇਗ ਦੋਨਾਂ ਨੂੰ ਇਕਦਮ ਠੀਕ ਮਾਪਣਾ ਅਸੰਭਵ ਹੈ। ਹਮੇਸ਼ਾ ਹੀ ਕੁੱਝ ਅਨਿਸ਼ਚਿਤਤਾ (Δx) ਸਥਿਤੀ ਦੇ ਸੰਬੰਧ ਅਤੇ ਕੁਝ ਅਨਿਸ਼ਚਿਤਤਾ (Δp) ਸੰਵੇਗ ਦੇ ਸੰਬੰਧ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। Δx ਅਤੇ Δp ਦੇ ਗੁਣਨਫਲ ਦੀ ਇਕ ਘੱਟੋ ਘੱਟ ਸੀਮਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜੋ $\hbar$ (ਜਿਥੇ $\hbar = h/2\pi$) ਦੀ ਕੋਟਿ ਦੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਰਥਾਤ

ਲੁਈਸ ਵਿਕਟਰ ਡੀ ਬ੍ਰਾਗਲੀ (1892-1987) ਫ੍ਰਾਂਸੀਸੀ ਭੌਤਿਕ ਵਿਦ ਜਿਹਨਾਂ ਨੇ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਤਰੰਗ ਸੁਭਾਅ ਦਾ ਵਿਚਾਰ ਪੇਸ਼ ਕੀਤਾ। ਇਹ ਵਿਚਾਰ ਇਰਵਨ ਸ਼ਰੋਡਿੰਜਰ ਦੁਆਰਾ ਕਵਾਂਟਮ-ਯਾਂਤ੍ਰਿਕੀ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵਿਕਸਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਜਿਸਨੂੰ ਆਮਤੌਰ ਤੇ ਤਰੰਗ ਯਤ੍ਰਿੰਕੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਤਰੰਗ ਸੁਭਾਅ ਦੀ ਖੋਜ ਦੇ ਲਈ ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਸੰਨ 1929 ਵਿੱਚ ਨੋਬਲ ਪੁਰਸਕਾਰ ਨਾਲ ਨਵਾਜਿਆ ਗਿਆ।

$$\Delta x\,\Delta p \approx \hbar \qquad (11.12)$$

ਸਮੀਕਰਣ (11.12) ਇਸ ਸੰਭਾਵਨਾ ਦੀ ਆਗਿਆ ਦਿੰਦਾ ਹੈ ਕਿ Δx ਜੀਰੋ ਹੋਵੇ ਪਰੰਤੂ ਤਦ Δp ਨੂੰ ਅਨੰਤ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਜਿਸ ਨਾਲ ਕਿ ਗੁਣਨਫਲ ਜੀਰੋ ਨਾ ਹੋਵੇ । ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜੇ Δp ਜੀਰੋ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਦ Δx ਅਨੰਤ ਹੋਵੇਗਾ। ਆਮਤੌਰ ਤੇ ਦੋਨੋਂ Δx ਅਤੇ Δp ਜੀਰੋ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੇ ਜਿਸ ਨਾਲ ਕੀ ਉਹਨਾਂ ਦਾ ਗੁਣਨਫਲ O ਕੋਟਿ ਦਾ ਹੋਵੇ।

ਹੁਣ ਜੇ ਇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨਿਸਚਿਤ ਸੰਵੇਗ p (ਅਰਥਾਤ $\Delta p=0$) ਹੋਵੇ ਤਦ ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਸੰਬੰਧ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਇਸਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ (λ) ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਹੋਵੇਗੀ। ਇਕ ਨਿਸਚਿਤ (ਇਕੱਲੀ) ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੀ ਤਰੰਗ ਦਾ ਵਿਸਤਾਰ ਸੰਪੂਰਨ ਸਥਾਨ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਬਾਰਨ ਦੀ ਸੰਭਾਵਨਾ ਵਿਆਖਿਆ ਤੋਂ ਇਸਦਾ ਅਰਥ, ਇਹ ਹੋਇਆ ਕਿ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਥਾਂ ਦੇ ਕਿਸੇ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਸੀਮਿਤ ਨਹੀਂ ਹੋਵੇਗਾ। ਭਾਵ ਇਸਦੀ ਸਥਿਤੀ ਅਨਿਸ਼ਚਿਤਤਾ ਅਨੰਤ ਹੋਵੇਗੀ ($\Delta x \rightarrow \infty$) ਜੋ ਅਨਿਸ਼ਚਿਤਤਾ ਦੇ ਸਿਧਾਂਤ ਦੇ ਨਾਲ ਸੰਗਤ ਹੈ।

ਆਮਤੌਰ ਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਨਾਲ ਜੁੜੀ ਪਦਾਰਥ-ਤਰੰਗ ਸੰਪੂਰਨ ਅਸਮਾਨ ਵਿੱਚ ਵਿਸਤ੍ਰਿਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ। ਇਹ ਇਕ ਤਰੰਗ ਪੈਕੇਟ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਅਸਮਾਨ ਵਿੱਚ ਇਕ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਵਿਸਤ੍ਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਉਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ Δx ਅਨੰਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਬਲਕਿ ਤਰੰਗ ਪੈਕੇਟ ਦੇ ਵਿਸਤਾਰ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਇਸਦਾ ਕੋਈ ਸੀਮਿਤ ਮਾਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

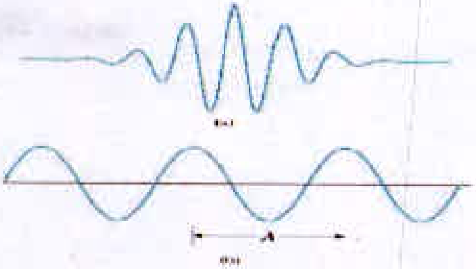
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਤੁਹਾਨੂੰ ਇਹ ਵੀ ਜਾਣਨਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਕਿ ਸੀਮਿਤ ਵਿਸਤਾਰ ਦੀ ਕਿਸੇ ਤਰੰਗ ਪੈਕੇਟ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਇੱਕਲੀ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ। ਇਹ ਕਿਸੇ ਕੇਂਦਰੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਆਸ ਪਾਸ ਵਿਸਤ੍ਰਿਤ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਨਾਲ ਬਣੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਤਦ ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਦੇ ਸੰਬੰਧ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਸੰਵੇਗ ਦਾ ਵੀ ਵਿਸਤਾਰ ਹੋਵੇਗਾ- Δp ਦੀ ਅਨਿਸ਼ਚਿਤਤਾ। ਇਹ ਅਨਿਸ਼ਚਿਤਤਾ ਦੇ ਸੰਬੰਧ ਤੋ ਉਮੀਦ ਰੱਖਣ ਵਾਲਾ ਹੈ। ਗਣਿਤੀ ਢੰਗ ਨਾਲ ਇਹ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ ਤਰੰਗ ਪੈਕੇਟ ਵਿਵਰਣ ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਸੰਬੰਧ ਅਤੇ ਬਾਰਨ ਸੰਭਾਵਿਕਤਾ ਵਿਆਖਿਆ ਦੇ ਨਾਲ ਹਾਈਜਨ ਬਰਗ ਅਨਿਸ਼ਚਿਤਤਾ-ਸੰਬੰਧ ਦਾ ਸ਼ੁੱਧ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪੁਨਰ ਉਤਪੰਨ ਕਰਦਾ ਹੈ।

ਅਧਿਆਇ 12 ਵਿੱਚ ਦੇ ਬਾਗ੍ਰਲੀ ਸੰਬੰਧ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਪਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਕੋਈ ਸੰਵੇਗ ਦੇ ਕਵਾਂਟੀਕਰਣ ਤੇ ਬੋਹਰ (Bohr) ਦੀ ਪਰਿਕਲਪਨਾ ਦੀ ਸਹਿਮਤੀ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹੋਏ ਪਾਵੋਂਗੇ।



ਚਿੱਤਰ 11.6 (a)ਇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਤਰੰਗ ਪੈਕੇਟ ਵਿਵਰਣ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਦੇ ਆਯਾਮ ਦੇ ਵਰਗ ਨੂੰ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਪ੍ਰਾਇਕਤਾ ਘਣਤਾ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਤਰੰਗ ਪੈਕੇਟ ਕਿਸੇ ਕੇਂਦਰੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਆਸ ਪਾਸ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਵਿਸਤਾਰ (ਅਤੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਸੰਬੰਧ ਦੇ ਦੁਆਰਾ, ਸੰਵੇਗ ਦੇ ਵਿਸਥਾਰ)ਦੇ ਨਾਲ ਮੇਲ ਰੱਖਦਾ ਹੈ। ਪਰਿਨਾਮ ਸਵਰੂਪ ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਅਨਿਸ਼ਚਿਤਤਾ (Δx) ਅਤੇ ਸੰਵੇਗ ਵਿੱਚ ਅਨਿਸ਼ਚਿਤਤਾ (Δp) ਨਾਲ ਜੁੜਿਆ ਹੈ। (b)ਕਿਸੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਸੰਵੇਗ ਨਾਲ ਮੇਲ ਖਾਂਦੀ ਪਦਾਰਥ ਤਰੰਗ ਸੰਪੂਰਨ ਅਸਮਾਨ ਵਿੱਚ ਵਿਸਤ੍ਰਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਉਦਾਹਰਨ ਵਿੱਚ $\Delta p=0$ਅਤੇ ($\Delta x \rightarrow \infty$)

ਚਿੱਤਰ 11.6 (a) ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਸਥਾਨ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਤਰੰਗ ਪੈਕੇਟ ਅਤੇ ਚਿੱਤਰ 11.6(b) ਵਿੱਚ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਲਈ ਵਿਸਤ੍ਰਿਤ ਤਰੰਗ ਦਾ ਵਿਵਸਥਾ ਚਿੱਤਰ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ-11.4 (a) ਇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਜੋ $5.4X10^6$m/s ਦੀ ਚਾਲ ਨਾਲ ਗਤੀ ਕਰ ਰਿਹਾ ਹੈ (b)150g ਦ੍ਰਵਮਾਨ ਦੀ ਇੱਕ ਗੇਂਦ ਜੋ 30.0m/s ਦੀ ਚਾਲ ਨਾਲ ਗਤੀ ਕਰ ਰਹੀ ਹੈ ਨਾਲ ਜੁੜੀ ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਕੀ ਹੋਵੇਗੀ ।

ਹਲ (a) ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਲਈ

ਦ੍ਰਵਮਾਨ (m)-$9.11X10^{-31}$kg ਵੇਗ $V=5.4X10^6$m/s

ਤਦ ਸੰਵੇਗ $P=mv=9.11X10^{-31}kgX5.4X16^6m/s$

$P=4.92X10^{-24}kg\ m/s$

ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ $\lambda =h/p$

$$\frac{6.63\times10^{-34}\ J\ s}{4.92\times10^{-24}\ kg\ \ m/s}$$

$$\lambda\ = 0.135nm$$

ਤਦ ਸੰਵੇਗ $p' = m\ v' = 0.150kg\ X30.0m/s$

$p' = 4.50kg\ m/s$

ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ $\lambda' = h/p' = \frac{6.63\times10^{-34}\ J\ s}{4.50\times\ kg\,m/s}$

(b)ਗੇਂਦ ਦੇ ਲਈ

ਦ੍ਰਵਮਾਨ (m)- 0.150kg ,ਵੇਗ V=30.0m/s

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

$$\lambda = 1.47X10^{-34}m$$

ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਲਈ ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ X-ਕਿਰਨ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ ਗੇਂਦ ਦੇ ਲਈ ਇਹ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦੇ ਆਕਾਰ ਦੇ ਲਗਭਗ 10-19 ਗੁਣਾ ਹੈ ਜੋ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਮਾਪਣ ਦੀ ਸੀਮਾ ਦੇ ਬਿਲਕੁਲ ਬਾਹਰ ਹੈ।

ਉਦਹਾਰਨ11.5 ਇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਇਕ X-ਕਣ ਅਤੇ ਇਕ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦੀ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਬਰਾਬਰ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਕਿਸ ਕਣ ਦੀ ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਨਿਊਨਤਮ ਹੋਵੇਗੀ ?

ਹਲ ਕਿਸੇ ਕਣ ਦੇ ਲਈ ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ $A=h/p$ ਹੈ

ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ $K=P^2/2m$

ਇਸ ਲਈ $\lambda = h / \sqrt{2mK}$

ਬਰਾਬਰ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ K ਦੇ ਲਈ ਕਿਸੇ ਕਣ ਦੇ ਸੰਬੰਧ ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਉਸਦੇ ਦ੍ਰਵਮਾਨ ਦੇ ਵਰਗਮੂਲ ਦੇ ਉਲਟ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੈ। ਪ੍ਰੋਟਾਨ (^1_1H), ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨਾਲੋਂ 1836 ਗੁਣਾ ਭਾਰੀ ਹੈ ਅਤੇ α-ਕਣ (^4_2He) ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਨਾਲੋਂ ਚਾਰ ਗੁਣਾ ਭਾਰੀ ਹੈ।

ਇਸ ਲਈ α-ਕਣ ਦੀ ਡੀ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਨਿਊਨਤਮ ਹੋਵੇਗੀ।

ਪਦਾਰਥ ਤਰੰਗਾਂ ਦਾ ਸੰਭਾਵਿਕ ਅਰਥ (Probability Interpretation of matter waves)

ਇੱਥੇ ਇਸ ਗੱਲ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਨਾ ਉਚਿਤ ਹੋਵੇਗਾ ਕਿ ਕਿਸੇ ਕਣ(ਜਿਵੇਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ)ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਪਦਾਰਥ ਤਰੰਗ ਦਾ ਕੀ ਮਤਲਬ ਹੈ ? ਵਾਸਤਵ ਵਿੱਚ ਹਾਲੇ ਤੱਕ ਇਕ ਪਦਾਰਥ ਅਤੇ ਵਿਕਿਰਣ ਦੇ ਦੋਹਰੇ ਸੁਭਾਅ ਦੀ ਇਕ ਸੱਚੀ ਸੰਤੋਸ਼ਜਨਕ ਭੌਤਿਕ ਸਮਝ ਵਿਕਸਿਤ ਨਹੀਂ ਹੋ ਸਕੀ ਹੈ। ਕਵਾਂਟਮ ਯਾਂਤ੍ਰਿਕੀ ਦੇ ਮਹਾਨ ਸੰਸਥਾਪਕਾਂ (ਨੀਲਸ ਬੋਹਰ, ਅਲਬਰਟ ਆਈਸਟਾਈਨ ਅਤੇ ਕਈ ਹੋਰ) ਨੇ ਇਸ ਅਤੇ ਇਸ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਅਵਧਾਰਣਾਵਾਂ ਨਾਲ ਬਹੁਤ ਸਮੇਂ ਤੱਕ ਸੰਘਰਸ਼ ਕੀਤਾ। ਹੁਣ ਵੀ ਕੁਆਂਟਮ ਯਾਤ੍ਰਿੰਕੀ ਦੀ ਗੂੜ ਭੌਤਿਕ ਵਿਆਖਿਆ ਸਰਗਰਮ ਸ਼ੋਧ ਦਾ ਵਿਸ਼ਾ ਬਣੀ ਹੋਈ ਹੈ ਇਸਦੇ ਹੁੰਦੇ ਹੋਏ ਵੀ ਪਦਾਰਥ ਤਰੰਗ ਦੀ ਸੰਕਲਪਨਾ ਨੂੰ ਵੱਡੀ ਸਫਲਤਾ ਦੇ ਨਾਲ ਆਧੁਨਿਕ ਕੁਆਂਟਮ ਯਾਤ੍ਰਿੰਕੀ ਵਿੱਚ ਗਣਿਤੀ ਤੌਰ ਤੇ ਪਰਵਿਸ਼ਟ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਸ ਸੰਬੰਧ ਵਿੱਚ ਇਕ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਉੱਪਲਬਧੀ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਜਦੋਂ ਮੈਕਸ ਬਾਰਨ(1882-1970) ਨੇ ਪਦਾਰਥ ਤਰੰਗ ਦੇ ਆਯਾਮ ਦੀ ਇਕ ਸੰਭਾਵਿਤ-ਵਿਆਖਿਆ ਸੁਝਾਈ। ਇਸਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਪਦਾਰਥ ਤਰੰਗ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ (ਆਯਾਮ ਦਾ ਵਰਗ) ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਕਣ ਦੀ ਸੰਭਾਵਿਤ ਘਣਤਾ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਸੰਭਾਵਿਤ ਘਣਤਾ ਦਾ ਅਰਥ ਸੰਭਾਵਨਾ ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਈ ਆਇਤਨ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜੇ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ Aਤਰੰਗ ਦਾ ਆਯਾਮ ਹੈ ਤਾਂ $|A|^2 \Delta V$ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ΔV ਲਘੂ ਆਇਤਨ ਵਿੱਚ ਉਸ ਕਣ ਦੇ ਪਾਏ ਜਾਣ ਦੀ ਸੰਭਾਵਨਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਕਿਸੇ ਵਿਸ਼ਿਸ਼ਟ ਖੇਤਰ ਵਿਚ ਜੇ ਪਦਾਰਥ ਤਰੰਗ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਵੱਧ ਹੈ ਤਦ ਉਸਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਜਿੱਥੇ ਤੀਬਰਤਾ ਘੱਟ ਹੈ ਕਣ ਦੇ ਪਾਏ ਜਾਣ ਦੀ ਸੰਭਾਵਨਾ ਅਧਿਕ ਹੋਵੇਗੀ।

ਉਦਹਾਰਨ11.6 ਇਕ ਕਣ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਤਿੰਨ ਗੁਣਾ ਅਧਿਕ ਚਾਲ ਨਾਲ ਗਤੀ ਕਰ ਰਿਹਾ ਹੈ ਇਸ ਕਣ ਦੀ ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਨਾਲ ਅਨੁਪਾਤ $1.813X10^{-4}$ ਹੈ। ਕਣ ਦੇ ਦ੍ਰਵਮਾਨ ਦਾ ਪਤਾ ਕਰੋ ਅਤੇ ਕਣ ਨੂੰ ਪਹਿਚਾਣੋ।

ਹਲ -ਗਤੀ ਕਰਦੇ ਹੋਏ ਕਣ (ਦ੍ਰਵਮਾਨ m ਅਤੇ ਵੇਗv) ਦੀ ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$$

ਦ੍ਰਵਮਾਨ $m = h/\lambda v$

ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਦ੍ਰਵਮਾਨ $m_e = h/\lambda_e v_e$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਸਾਨੂੰ ਪਤਾ ਹੈ ਕਿ v/ve=3ਅਤੇ

λ/λ_e =1.813x10^{-4}

ਤਾਂ ਕਣ ਦਾ ਦ੍ਰਵਮਾਨ=m=me $\left(\frac{\lambda_e}{\lambda}\right)\left(\frac{v_e}{v}\right)$

m=9.11x10^{-31}kgX1/3x1/1.813x10^{-4}

m=1.675X10^{-27}kg

ਇਸ ਦ੍ਰਵਮਾਨ ਦਾ ਕਣ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਜਾਂ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਉਦਹਾਰਨ 11.7 100V ਦੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਵੇਗਿਤ ਕਿਸੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਦੀ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦਾ ਪਰਿਕਲਨ ਕਰੋ।

ਹਲ- ਪ੍ਰਵੇਗਿਤ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ V=100v

ਦੀ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ λ ਹੋਵੇਗੀ

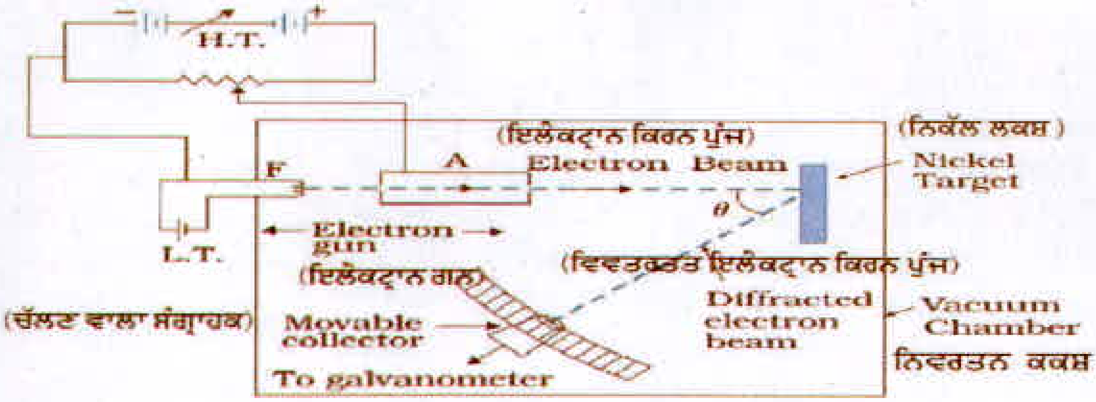
$$\lambda = h/p = \frac{1.227}{\sqrt{V}} \text{ nm}$$

$$\lambda = \frac{1.227}{\sqrt{100}} \text{ nm} = 0.123\text{nm}$$

ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਦੀ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ X-ਕਿਰਨ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੀ ਕੋਟਿ ਦੀ ਹੈ।

11.9 ਡੇਵੀਸਨ ਅਤੇ ਜਰਮਰ ਪ੍ਰਯੋਗ (DAVISSON AND GERMER EXPERIMENT)

ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਤਰੰਗ ਸੁਭਾਅ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਤੌਰ ਤੇ ਸਭ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਸੀ.ਜੇ ਡੇਵੀਸਨ ਅਤੇ ਐਲ.ਐਚ ਜਰਮਰ ਦੇ ਦੁਆਰਾ 1927 ਵਿੱਚ ਅਤੇ ਸੁਤੰਤਰ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਜੀ.ਪੀ.ਟਾਮਸਨ ਦੇ ਦੁਆਰਾ 1928 ਵਿੱਚ ਤਸਦੀਕ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਸੀ। ਇਹਨਾਂ ਵਿਗਿਆਨਕਾਂ ਨੇ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਦਾ ਕ੍ਰਿਸਟਲਾਂ ਤੋਂ ਖਿੰਡਾਅ ਦੁਆਰਾ ਵਿਵਰਤਨ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦਾ ਪ੍ਰੇਖਣ ਕੀਤਾ ਸੀ। ਸੀ.ਜੇ ਡੇਵੀਸਨ (1881-1958) ਅਤੇ ਜੀ.ਪੀ ਟਾਮਸਨ (1892-1975) ਨੇ ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਵਿਵਰਤਨ ਦੀ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਖੋਜ ਦੇ ਲਈ 1937 ਵਿੱਚ ਸੰਯੁਕਤ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਨੋਬਲ ਪੁਰਸਕਾਰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ।



ਚਿੱਤਰ 11.7 ਡੇਵੀਸਨ-ਜਰਮਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵਿਵਰਤਨ ਵਿਵਸਥਾ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਡੇਵੀਸਨ ਅਤੇ ਜਰਮਨ ਦੀ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਵਿਵਸਥਾ ਚਿੱਤਰ 11.7 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਈ ਗਈ ਹੈ ਇਸ ਵਿੱਚ ਇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਗਨ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜੋ ਇਕ ਟੰਗਸਟਨ ਤੰਤੂ F ਦੀ ਬਣੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਤੇ ਬੇਰੀਅਮ ਆਕਸਾਈਡ ਦਾ ਲੇਪ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸਨੂੰ ਘੱਟ ਪੁਟੈਸ਼ਲ (L.T ਬੈਟਰੀ) ਨਾਲ ਗਰਮ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਉੱਚ ਵੋਲਟਤਾ ਸਰੋਤ (HT ਬੈਟਰੀ) ਦੁਆਰਾ ਉਪਯੁੱਕਤ ਵੋਲਟਤਾ ਦੇ ਅਨੁਪ੍ਰਯੋਗ ਨਾਲ ਤੰਤੂ ਦੁਆਰਾ ਉਤਸਰਜਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਨੂੰ ਇੱਛਾ ਅਨੁਸਾਰ ਵੇਗ ਤੱਕ ਪ੍ਰਵੇਗਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਇਕ ਵੇਲਣ ਜਿਸ ਵਿਚ ਇਸਦੇ ਅਕਸ਼ ਦੇ ਸਮਾਤੱਰ ਪਤਲੇ ਛੇਕ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਚੋਂ ਲੰਘਾ ਕੇ ਇਕ ਪਤਲੇ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸਮਾਂਤਰਕਾਰੀ ਕਰ ਲਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਨੂੰ ਇਕ ਨਿੱਕਲ ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਸੁਟਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਦੇ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੁਆਰਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸਾਰੀਆ ਦਿਸ਼ਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਖਿੰਡਦੇ ਹਨ ਕਿਸੇ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਖਿੰਡੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਨੂੰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸੰਸੂਚਕ (ਸੰਗ੍ਰਾਹਕ) ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਮਾਪਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਸੰਸੂਚਕ ਨੂੰ ਚੱਕਰਾਕਾਰ ਮਾਪਣੀ ਤੇ ਘੁੰਮਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਕ ਸੰਵੇਦਨਸ਼ੀਲ ਗਲਵੈਨੋਮੀਟਰ ਦੇ ਨਾਲ ਸੰਯੋਜਿਤ ਕਰ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜੋ ਧਾਰਾ ਨੂੰ ਅੰਕਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਗਲਵੈਨੋਮੀਟਰ ਵਿੱਚ ਝੁਕਾਅ/ਵਿਖੇਪਨ ਸੰਗ੍ਰਾਹਕ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵੇਸ਼/ਦਾਖਿਲ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਦੇ ਸਮਾਨ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਉਪਕਰਨ ਨੂੰ ਇਕ ਨਿਰਵਾਤਿਤ ਖੋਲ ਵਿੱਚ ਬੰਦ ਕਰ ਦਿੰਦੇ ਹਨ। ਸੰਸੂਚਕ ਨੂੰ ਚੱਕਰਾਕਾਰ ਮਾਪਣੀ ਤੇ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਸਥਿਤੀਆਂ ਤੇ ਘੁਮਾਕੇ,ਖਿੰਡੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਨੂੰ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਅਕਸ਼ਾਂਸ਼ ਕੋਣ ਦੇ ਮਾਨ ਲਈ (ਜਾਂ ਖਿੰਡਾਂਵ ਦੇ ਕੋਣ) ϕ ਨੂੰ ਮਾਪਦੇ ਹਾਂ ਜੋ ਕਿ ਆਪਤਿਤ ਅਤੇ ਖਿੰਡੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਦੇ ਵਿੱਚ ਦਾ ਕੋਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਖਿੰਡੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ (I)ਵਿੱਚ ਖਿੰਡਾਵ ਦਾ ਕੋਣ ϕ ਦੇ ਨਾਲ ਬਦਲਾਅ ਨੂੰ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਪ੍ਰਵੇਗਿਤ ਪੁਟੈਸ਼ਲਾਂ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਪ੍ਰਵੇਗਿਕ ਪੁਟੈਸ਼ਲ ਦੇ 44 V ਤੋਂ 68 Vਬਦਲਾਅ ਦੇ ਲਈ ਇਸ ਪ੍ਰਯੋਗ ਨੂੰ ਪੂਰਾ ਕੀਤਾ ਗਿਆ। ਡੇਵਿਸ਼ਨ-ਜਰਮਰ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੇ ਪਰਿਣਾਮਾਂ ਨੂੰ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਹ ਪਤਾ ਲਗਦਾ ਹੈ ਕਿ ਇਕ ਤੀਖਣ ਵਿਵਰਤਨ ਦੇ ਸੰਗਤ ਇਕ ਪ੍ਰਬਲ ਸ਼ਿਖਰ, ਪ੍ਰਵੇਗਿਕ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ 54 V ਅਤੇ ਖਿਡਾਂਵ ਕੋਣ ϕ -50^0 ਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵਿਤਰਣ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਗਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਕ ਵਿਸ਼ਿਸ਼ਟ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਸਿਖਰ ਦਾ ਇਹ ਦਿਖਾਵ ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਦੇ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੇ ਸਮਾਨ ਅੰਤਰਾਲ ਦੀਆਂ ਪਰਤਾਂ ਤੋਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਪੋਸਕ ਵਿਘਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵਿਵਰਤਨ ਮਾਪਣ ਤੋਂ ਪਦਾਰਥ ਤਰੰਗ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ 0.165 nm ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤੀ ਗਈ। ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ A(ਸਮੀਕਰਣ (11.11) ਦੇ ਉਪਯੋਗ ਤੋਂ)

V=54V ਦੇ ਲਈ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਮਾਨ ਨਿਮਨ ਹੋਵੇਗਾ

$$\lambda = h/p = -\frac{1.227}{\sqrt{V}} \text{ nm}$$

$$\lambda = = \frac{1.227}{\sqrt{54}} \text{ nm} \qquad = 0.167\text{nm}$$

ਇਸ ਲਈ ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਸਿਧਾਂਤਕ ਅਤੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਮਾਨਾਂ ਵਿੱਚ ਅਤਿ ਸਹਿਮਤੀ ਹੈ। ਡੇਵਿਸਨ-ਜਰਮਨ ਪ੍ਰਯੋਗ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪ੍ਰਭਾਵਸ਼ਾਲੀ ਰੂਪ ਨਾਲ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਤਰੰਗ ਸੁਭਾਅ ਅਤੇ ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਸੰਬੰਧ ਦੀ ਪੁਸ਼ਟੀ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਤਰੰਗ ਸੁਭਾਅ ਦੇ ਲਈ ਕੀਤੇ ਗਏ ਦੋਹਰੀ-ਝਿਰੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੇ ਸਮਰੂਪ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪੁੰਜ ਦੀ ਤਰੰਗ ਸੁਭਾਅ ਨੂੰ ਸੰਨ 1989 ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ। ਸੰਨ 1994 ਵਿੱਚ ਵੀ ਆਓਡੀਨ ਅਨੂਆਂ (ਜੋ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਲਗਭਗ ਦੱਸ ਲੱਖ ਗੁਣਾ ਭਾਰੀ ਹੈ) ਦੇ ਨਾਲ ਵਿਘਨ ਫ੍ਰਿੰਜ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤੀਆਂ ਜਾ ਚੁੱਕੀਆਂ ਹਨ। ਡੀ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਦੀ ਪਰਿਕਲਪਨਾ ਆਧੁਨਿਕ ਕਵਾਂਟਮ ਯਾਂਤ੍ਰਿਕੀ ਦੇ ਵਿਕਾਸ ਵਿੱਚ ਆਧਾਰ ਰਹੀ ਹੈ। ਇਸਨੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕੀ ਵਿਸ਼ੇ ਨੂੰ ਵੀ ਵਿਕਸਤ ਕੀਤਾ ਹੈ। ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਤਰੰਗੀ ਗੁਣਾਂ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੇ ਨਿਰਮਾਣ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ਜੋ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਉੱਚ ਵਿਭੇਦਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਇਕ ਬਹੁਤ ਵੱਡਾ ਸੁਧਾਰ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਸਾਰੰਸ਼ (SUMMARY)

1. ਕਿਸੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨੂੰ ਸਭ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਨਿਕਾਲਣ/ਕੱਢਣ ਦੇ ਲਈ ਘੱਟੋ ਘੱਟ ਊਰਜਾ ਨੂੰ ਧਾਤੂ ਦਾ ਕਾਰਜ ਫਲਨ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਧਾਤੂ ਸਤ੍ਹਹ ਤੋਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਉਤਸਰਜਨ ਦੇ ਲਈ ਜਰੂਰੀ ਊਰਜਾ (ਕਾਰਜ-ਫਲਨ (ϕ_0) ਤੋਂ ਵੱਧ) ਨੂੰ ਉਪਯੁੱਕਤ ਤਾਪਨ ਜਾਂ ਪ੍ਰਬਲ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਜਾਂ ਉਚਿਤ ਆਵਰਤੀ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨਾਲ ਵਿਕਰਿਕ ਕਰਨ ਨਾਲ ਦਿੱਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ।
2. ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲੀ ਪ੍ਰਭਾਵ ਧਾਤੂਆਂ ਤੋਂ ਉਰਿਤ ਆਵਰਤੀ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪ੍ਰਦੀਪਤ ਕਰਨ ਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਉਤਸਰਜਨ ਦਾ ਵਰਤਾਰਾ ਹੈ। ਕੁਝ ਧਾਤੂ ਪਰਾਬੈਂਗਣੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨਾਲ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਕਰਦੇ ਹਨ ਜਦੋਂ ਕਿ ਦੂਜੇ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਲਈ ਵੀ ਸੰਵੇਦਨਸ਼ੀਲ ਹਨ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲੀ ਪ੍ਰਭਾਵ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਊਰਜਾ ਦਾ ਬਿਜਲੀ ਊਰਜਾ ਵਿੱਚ ਰੁਪਾਂਤਰਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਊਰਜਾ ਦੇ ਸੁਰਖਿਅਣ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦਾ ਪਾਲਣ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਇਕ ਤਤਕਾਲੀਨ ਪ੍ਰੀਕ੍ਰਿਆ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦੇ ਕੁਝ ਖਾਸ ਲੱਛਣ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।
3. ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲੀ ਧਾਰਾ (i) ਆਪਾਤੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ (ii) ਦੋ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਵਿਚਕਾਰ ਲਗਾਇਆ ਗਿਆ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅਤੇ (iii) ਉਤਸਰਜਕ ਦੇ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਸੁਭਾਅ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ।
4. ਰੋਧਕ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ [V_0](i) ਆਪਾਤੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਆਵਰਤੀ ਅਤੇ (ii) ਉਤਸਰਜਕ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਸੁਭਾਅ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਆਪਾਤੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਕਿਸੇ ਕਿੱਤੀ ਗਈ ਆਵਰਤੀ ਦੇ ਲਈ, ਇਹ ਇਸ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ। ਰੋਧਕ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਦਾ ਉਤਸਜਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਉਚੱਤਮ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਹੈ :

   $$ev_0 = \frac{1}{2} mv^2_{max} = K_{max}$$
5. ਇਕ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਆਵਰਤੀ (ਥਰੈਸ਼ਹੋਲਡ ਆਵਰਤੀ) V_0 ਦੇ ਥੱਲੇ ਜੋ ਧਾਤੂ ਦਾ ਗੁਣ ਹੈ,ਕੋਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲੀ ਉਤਸਰਜਨ ਨਹੀ ਹੁੰਦਾ ਚਾਹੇ ਆਪਾਤੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਕਿੰਨੀ ਵੱਧ ਹੀ ਕਿਉਂ ਨਾ ਹੋਵੇ।
6. ਕਲਾਸਿਕੀ ਤਰੰਗ ਸਿਧਾਂਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲੀ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੇ ਮੁਖ-ਲੱਛਣਾਂ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਨਹੀ ਕਰ ਸਕਿਆ। ਇਸਦਾ ਵਿਕਿਰਣ ਤੇ ਊਰਜਾ ਦਾ ਲਗਾਤਾਰ ਸੋਖਣ ਦਾ ਚਿੱਤਰਣ K_{gu} ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਤੋਂ ਸੁਤੰਤਰਤਾ, V_0 ਦੀ ਹੋਂਦ ਅਤੇ ਇਸ ਪ੍ਰੀਕ੍ਰਿਆ ਦੀ ਤਤਕਾਲੀਨ ਸੁਭਾਅ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਨਹੀ ਕਰ ਸਕਿਆ। ਆਈਨਸਟਾਈਨ ਨੇ ਇਹਨਾਂ ਲੱਛਣਾਂ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਫੁਟਾਨ-ਚਿੱਤਰਣ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਕੀਤੀ। ਇਸਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਊਰਜਾ ਦੇ ਖੰਡਿਤ ਪੈਕਟਾਂ ਤੋਂ ਬਣਿਆ ਹੈ ਜਿਹਨਾਂ ਨੂੰ ਕਵਾਂਟਾ ਜਾਂ ਫੋਟਾਨ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਹਰੇਕ ਫੋਟਾਨ ਦੀ ਊਰਜਾ $E (= h \nu)$ ਅਤੇ ਸੰਵੇਗ $p \ (= h/\lambda)$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਕਿ ਆਪਾਤੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਆਵਰਤੀ (ν) ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ ਇਸਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀ ਕਰਦਾ। ਧਾਤੂ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਖਿਜਲ ਉਤਸਰਜਨ ਇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੁਆਰਾ ਫੋਟਾਨ ਦੇ ਸੋਖਣ ਤੋ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।
7. ਆਈਨਸਟਾਈਨ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਖਿਜਲ ਸਮੀਕਰਣ ਊਰਜਾ ਸੁਰਖਿਅਣ ਨਿਯਮ ਦੇ ਸੰਗਤ ਹੈ ਜਿਵੇ ਕਿ ਧਾਤੂ ਵਿੱਚ ਇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਫੋਟਾਨ ਸੋਖਣ ਤੇ ਲਾਗੂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਉਚਤਮ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ($\frac{1}{2}mv^2_{max}$) ਫੋਟਾਨ ਊਰਜਾ (hv) ਅਤੇ ਕਾਰਜ ਫਲਨ (ϕ_0) = (hv_0) ਦੇ ਅੰਤਰ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। $\frac{1}{2} m v^2_{max} = V_0 e = hv - \phi_0 = h (v - v_0)$ ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਸਮੀਕਰਣ ਤੋਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੇ ਸਾਰੇ ਲੱਛਣਾਂ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਮਿਲੀਕਣਾਂ ਦੇ ਪਹਿਲੇ ਦੁਰਸਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਖਿਜਲ ਮਾਪਾਂ ਨੇ ਆਇਨਸਟਾਈਨ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਸਮੀਕਰਣ ਨੂੰ ਸਤੁੰਸਟ ਕੀਤਾ ਅਤੇ ਪਲਾਂਕ ਸਿਥਰਾਂਨ (h) ਦੇ ਪਦਾਰਥ/ਅਸਲ ਮਾਨ ਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ। ਇਸ ਨਾਲ ਆਇਨਸਟਾਈਨ ਦੁਆਰਾ ਖਿਜਲ-ਚੁੰਬਕੀਯ ਵਿਕਿਰਣ ਦਾ ਕਣ ਜਾਂ ਫੁਟਾਨ ਵਰਣਨ ਸਵੀਕਾਰ ਹੋਈਆ।
8. ਵਿਕਰਣ ਦੀ ਦੁਹਰੀ ਪ੍ਰਾਵਿਤੀ/ਸੁਭਾਅ ਹੁੰਦਾ ਹੈ:ਤਰੰਗ ਅਤੇ ਕਣ। ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੇ ਸਵਰੂਪ ਤੇ ਇਹ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਤਰੰਗ ਜਾਂ ਕਣ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵਰਣਨ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੇ ਪਰਿਣਾਮ ਨੂੰ ਸਮਝਣ ਦੇ ਲਈ ਸੱਭ ਤੋਂ ਸਹੀ ਹੈ। ਇਸ ਤਰਕ ਦੇ ਨਾਲ ਕਿ ਵਿਕਿਰਣ ਅਤੇ ਪਦਾਰਥ ਕੁਦਰਤ ਵਿੱਚ ਸਮਨਿਤ ਹੈ, ਲੁਇਸ ਡੀ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਨੇ ਪਦਾਰਥ ਨੂੰ ਤਰੰਗ ਜਿਹਾ ਲੱਛਣ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕੀਤਾ। ਗਤੀਮਾਨ ਪਦਾਰਥ-ਕਣਾਂ ਨਾਲ ਜੁੜੀ ਤਰੰਗਾਂ ਨੂੰ ਪਦਾਰਥ ਤਰੰਗ ਜਾਂ ਡੀ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

9. ਗਤੀ ਮਾਨ ਕਣ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਡੀ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ (λ) ਇਸਦੇ ਸੰਵੇਗ P ਨਾਲ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸੰਬੰਧਿਤ ਹੈ: λ=h/p। ਪਦਾਰਥ ਦਾ ਦੂਹਰਾ ਡੀ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਸੰਬੰਧ, ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਤਰੰਗ ਸਕੰਲਪ (λ) ਅਤੇ ਕਣ ਸਕੰਲਪ (p) ਸਮਲਿਤ ਹਨ ਵਿੱਚ ਅੰਤਰਨਿਸ਼ਠ ਹਨ। ਡੀ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਪਦਾਰਥ ਕਣ ਦੇ ਆਵੇਸ਼ ਅਤੇ ਇਸਦੇ ਸੁਭਾਅ ਤੋਂ ਸੁਤੰਤਰ ਹੈ। ਇਹ ਸਾਰਥਕਤਾ ਕੇਵਲ ਉਪ ਪਰਮਾਣਵੀ ਕਣਾਂ ਜਿਵੇਂ-ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ,ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਆਦਿ (ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਦ੍ਰਵਮਾਨ ਭਾਵ ਸੰਵੇਗ ਦੀ ਲਘੂਤਾ ਦੇ ਕਾਰਨ) ਦੇ ਲਈ ਹੀ ਪਰਿਮੇਯ (ਕ੍ਰਿਸਟਲਾਂ ਵਿੱਚ ਪਰਮਾਣਵੀ ਸਮਤਲਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੀ ਦੂਰੀ ਦੀ ਕੋਟਿ ਦਾ)ਹੈ। ਹਾਂਲਕਿ ਇਹ ਵਾਸਤਵ ਵਿੱਚ ਉਹਨਾਂ ਸਥੂਲ ਵਸਤੂਆਂ ਦੇ ਲਈ ਜੋ ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਪ੍ਰਤੀਦਿਨ ਜੀਵਨ ਵਿੱਚ ਮਿਲਦੀਆਂ ਹਨ ਅਤੇ ਮਾਪਨ ਦੀ ਸੀਮਾ ਤੋਂ ਬਿਲਕੁਲ ਬਾਹਰ ਹਨ,ਬਹੁਤ ਛੋਟਾ ਹੈ।

10. ਡੇਵਿਸਨ ਜਰਮਰ ਦੇ ਅਤੇ ਜੀ. ਪੀ. ਟਾਮਸਨ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵਿਵਰਣ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਅਤੇ ਬਾਅਦ ਦੇ ਕਈ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਨੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਤਰੰਗ ਪ੍ਰਾਕ੍ਰਿਤੀ ਨੂੰ ਤਸਦੀਕ ਅਤੇ ਪੁਸ਼ਟ ਕੀਤਾ ਹੈ। ਪਦਾਰਥ ਤਰੰਗ ਦੀ ਡੀ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਪਰਿਕਲਪਨਾ,ਬੋਹਰ ਦੀ ਸਥਾਈ ਕਕਸ਼ਾ ਦੀ ਸੰਕਲਪਨਾ ਦਾ ਸਮਰਥਨ ਕਰਦੀ ਹੈ।

ਭੌਤਿਕ ਰਾਸ਼ੀ	ਪ੍ਰਤੀਕ	ਵਿਮਾਂਵਾਂ	ਮਾਤ੍ਰਕ	ਟਿੱਪਣੀ
ਪਲਾਂਕ ਸਥਿਰਾਂਕ	h	$[ML^2T^{-1}]$	Js	$E = h\nu$
ਨਿਰੋਧੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ	V_0	$[ML^2T^{-3}A^{-1}]$	V	$eV_0 = K_{max}$
ਕਾਰਜ ਫਲਨ	(ϕ_0)	$[ML^2T^{-2}]$	J ; (eV)	$K_{max} = E - (\phi_0)$
ਥਰੈਸ਼ਹੋਲਡ ਆਵਰਤੀ	ν_0	$[T^{-1}]$	Hz	$\nu_0 = (\phi_0)/h$
ਦੇ-ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ	λ	[L]	m	$\lambda = h/p$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਵਿਚਾਰਨ ਯੋਗ ਵਿਸ਼ਾ
(Points To Ponder)

1 ਕਿਸੇ ਧਾਤੂ ਵਿੱਚ ਮੁਕਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਇਸ ਅਰਥ ਤੋਂ ਮੁਕਤ ਹੈ ਕਿ ਉਹ ਧਾਤੂ ਦੇ ਅੰਦਰ ਇਕ ਸਥਿਰ ਪੁਟੈਸ਼ਲ ਦੇ ਅੰਤਰਗਤ ਗਤੀਮਾਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ (ਇਹ ਕੇਵਲ ਇਕ ਅੰਦਾਜਾ ਹੈ) ਉਹ ਧਾਤੂ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲਣ ਲਈ ਮੁਕਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੇ। ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਧਾਤੂ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਜਾਣ ਲਈ ਊਰਜਾ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

2. ਕਿਸੇ ਧਾਤੂ ਵਿਚ ਸਾਰੇ ਮੁਕਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਊਰਜਾ ਬਰਾਬਰ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ ਕਿਸੇ ਗੈਸ ਜਾਰ ਵਿੱਚ ਅਨੁਆਂ ਦੇ ਜਿਵੇਂ,ਇਕ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਤਾਪ ਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦਾ ਇਕ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਊਰਜਾ ਵਿਤਰਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਵਿਤਰਣ ਉਸ ਆਮ ਮੈਕਸਵੇਲ ਵਿਤਰਣ ਤੋਂ ਭਿੰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸਨੂੰ ਆਪ ਗੈਸਾਂ ਦੇ ਗਤਿਜ ਸਿਧਾਂਤ ਦੇ ਅਧਿਐਨ ਵਿੱਚ ਪੜ ਚੁੱਕੇ ਹੋ। ਇਸਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਤੁਸੀ ਬਾਅਦ ਦੇ ਪਾਠਕ੍ਰਮਾਂ ਵਿੱਚ ਸਮਝੋਂਗੇ,ਪਰੰਤੂ ਭਿੰਨਤਾ ਦਾ ਸੰਬੰਧ ਇਸ ਤੱਥ ਨਾਲ ਹੈ ਕਿ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪਾਲੀ ਦੇ ਆਪਵਰਜਨ ਦੇ ਸਿਧਾਂਤ ਦਾ ਅਨੁਮਾਨ ਕਰਦੇ ਹਨ।

3. ਕਿਸੇ ਧਾਤੂ ਵਿੱਚ ਮੁਕਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਊਰਜਾ ਵਿਤਰਨ ਦੇ ਕਾਰਨ,ਧਾਤੂ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਆਉਣ ਦੇ ਲਈ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਜਰੂਰੀ ਊਰਜਾ ਭਿੰਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਲਈ ਭਿੰਨ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਵੱਧ ਊਰਜਾ ਵਾਲੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਧਾਤੂ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਆਉਣ ਦੇ ਲਈ ਘੱਟ ਊਰਜਾ ਵਾਲੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਘੱਟ ਹੋਰ ਊਰਜਾ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਕਾਰਜ ਫਲਨ ਧਾਤੂ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲਣ ਦੇ ਲਈ ਕਿਸੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਜਰੂਰੀ ਘੱਟ ਤੋਂ ਘੱਟ ਊਰਜਾ ਹੈ।

4. ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਵਿੱਚ ਕੇਵਲ ਇਹੀ ਸਮਝਿਆ ਜਾਣਾ ਹੈ ਕਿ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਨਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਆਪਸੀ ਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ ਦਾ ਸੋਖਣ $h\nu$ ਦੀ ਵਿਵਿਕਤ ਇਕਾਈਆਂ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਬਿਲਕੁੱਲ ਵੀ ਅਜਿਹਾ ਕਹਿਣ ਦੇ ਸਮਾਨ ਨਹੀਂ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ ਅਜਿਹੇ ਕਣਾਂ ਨਾਲ ਬਣਿਆ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿਚ ਹਰੇਕ ਦੀ ਊਰਜਾ $h\nu$ ਹੈ।

5. ਨਿਰੋਧੀ ਪੁਟੈਸ਼ਲ ਤੇ ਪ੍ਰੇਖਣ (ਇਸਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਤੋਂ ਅਨਿਰਭਰਤਾ ਅਤੇ ਆਵਾਰਤੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰਤਾ) ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੇ ਤਰੰਗ ਚਿੱਤਰਣ ਅਤੇ ਫੋਟਾਨ ਚਿੱਤਰਣ ਦੇ ਵਿੱਚ ਨਿਰਣਾਇਕ ਪੱਖਪਤੀ ਹੈ।

6. ਸੂਤਰ $\lambda=h/p$ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਪਦਾਰਥ-ਤਰੰਗ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦਾ ਭੌਤਿਕ ਮਹੱਤਵ ਹੈ ਇਸ ਦੇ ਫੇਜ਼ ਵੇਗ V_p ਦਾ ਕੋਈ ਭੌਤਿਕੀ ਮਹੱਤਵ ਨਹੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਹਾਂਲਾਕਿ ਪਦਾਰਥ ਤਰੰਗ ਦਾ ਸਮੂਹ-ਵੇਗ ਸੁਭਾਅ ਪੱਖੋ ਅਰਥਪੂਰਨ ਹੈ ਅਤੇ ਕਣ ਦੇ ਵੇਗ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਅਭਿਆਸ(Exercises)

11.1 30 kV ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਉਤਪੰਨ X-ਕਿਰਨਾਂ ਦੀ (a) ਉਚਤਮ ਆਵਰਤੀ ਅਤੇ (b)ਨਿਮਨਤਮ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰੋ।

11.2 ਸੀਜੀਅਮ ਧਾਤੂ ਦਾ ਕਾਰਜ ਫਲਨ 2.14 eV ਹੈ ।ਜਦੋਂ $6X10^{14}$ Hz ਆਵਰਤੀ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਧਾਤੂ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ,ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕੀ ਉਤਸਰਜਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

(a) ਉਤਸਰਜਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਉੱਚਤਮ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ

(b) ਨਿਰੋਧੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ

(c)ਉਤਸਰਜਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਉੱਚਤਮ ਚਾਲ ਕਿੰਨੀ ਹੈ ?

11.3 ਇਕ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੀ ਕੱਟ ਆਫ (ਅੰਤਮ ਸੀਮਾ) ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ 1.5 V ਹੈ। ਉਤਸਰਜਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਉੱਚਤਮ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਕਿੰਨੀ ਹੈ ?

11.4-632.8 nm ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦਾ ਇੱਕ ਵਰਣੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਇਕ ਹੀਲੀਅਮ ਨਿਆਨ ਲੇਜ਼ਰ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਉਤਸਰਜਿਤ ਸ਼ਕਤੀ9.42 mW ਹੈ ।

(a) ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਵਿੱਚ ਹਰੇਕ ਫੋਟਾਨ ਦੀ ਊਰਜਾ ਅਤੇ ਸੰਵੇਗ ਪਤਾ ਕਰੋ।

(b) ਇਸ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਵਿਕ੍ਰਿਤ ਕਿਸੇ ਲਕਸ਼ ਤੇ ਔਸਤਨ ਕਿੰਨੇ ਫੋਟਾਨ ਪ੍ਰਤੀ ਸੈਕਿੰਡ ਪਹੁੰਚਣਗੇ ? (ਇਹ ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ ਤਰੰਗ ਪੁੰਜ ਦੀ ਚੋੜੇ ਦਾਅ ਕਾਟ ਇਕ ਸਮਾਨ ਹੈ ਜੋ ਲਕਸ਼ ਦੇ ਖੇਤਰਫਲ ਤੋਂ ਘੱਟ ਹੈ) ਅਤੇ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(c) ਇਕ ਹਾਈਡਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਨੂੰ ਫੋਟਾਨ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਸੰਵੇਗ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਕਿੰਨੀ ਤੇਜ ਚਾਲ ਨਾਲ ਚਲਦਾ ਹੈ ?

11.5-ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਪਹੁੰਚਣ ਵਾਲਾ ਸੂਰਜੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਊਰਜਾ ਫਲਕਸ 1.388x10^{3} W/m^{2} ਹੈ। ਲਗਭਗ ਕਿੰਨੇ ਫੋਟਾਨ ਪ੍ਰਤੀ ਵਰਗਮੀਟਰ ਪ੍ਰਤੀ ਸੈਕਿੰਡ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ? ਇਹ ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ ਸੂਰਜੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਵਿੱਚ ਫੋਟਾਨ ਦੀ ਔਸਤ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ 550nm ਹੈ।

11.6-ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੇ ਇਕ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ,ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਆਵਰਤੀ ਦੇ ਵਿਰੁੱਧ-ਅੰਤਕ ਵੋਲਟਤਾ ਦੀ ਢਲਾਨ 4.12x10^{-5}Vs ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਪਲਾਂਕ ਸਥਿਰਾਂਕ ਦਾ ਮਾਨ ਪਤਾ ਕਰੋ।

11.7-ਇਕ 100W ਸੋਡੀਅਮ ਬਲਬ (ਲੈਂਪ) ਸਾਰੀਆਂ ਦਿਸ਼ਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਇਕ ਸਮਾਨ ਊਰਜਾ ਖੰਡੇਰਦਾ ਹੈ। ਲੈਂਪ ਨੂੰ ਇਕ ਅਜਿਹੇ ਵੱਡੇ ਗੋਲੇ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੇ ਰੱਖਿਆ ਗਿਆ ਹੈ ਜੋ ਇਸ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਸੋਡੀਅਮ ਦੇ ਸਪੂੰਰਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਸੋਖਦਾ ਹੈ। ਸੋਡੀਅਮ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ 589nm ਹੈ। (a)ਸੋਡੀਅਮ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨਾਲ ਜੋੜੇ ਪ੍ਰਤੀ ਫੋਟਾਨ ਦੀ ਊਰਜਾ ਕਿੰਨੀ ਹੈ ? (b) ਗੋਲੇ ਨੂੰ ਕਿਸ ਦਰ ਨਾਲ ਫੋਟਾਨ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕੀਤੇ ਜਾ ਰਹੇ ਹਨ ?

11.8 ਕਿਸੇ ਧਾਤੂ ਦੀ ਥਰੈਸ਼ਹੋਲਡ ਆਵਰਤੀ 3.3x10^{14}Hz ਹੈ। ਜੇ 8.2x10^{14}Hz ਆਵਰਤੀ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਧਾਤੂ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਉਤਸਰਜਨ ਦੇ ਲਈ ਅੰਤਕ ਵੋਲਟਤਾ ਪਤਾ ਕਰੋ।

11.9 ਕਿਸੇ ਧਾਤੂ ਦੇ ਲਈ ਕਾਰਜ ਫਲਨ 4.2eV ਹੈ। ਕੀ ਇਹ ਧਾਤੂ 330nm ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਆਪਤਿਤ ਵਿਕਿਰਣ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਉਤਸਰਜਨ ਦੇਵੇਗਾ।

11.10 7.21x10^{14}Hz ਆਵਰਤੀ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਇਕ ਧਾਤੂ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਹੈ। ਇਸ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ 6.0x10^{5}m/s ਦੀ ਉੱਚਤਮ ਗਤੀ ਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੋ ਰਹੇ ਹਨ। ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਉਤਸਰਜਨ ਦੇ ਲਈ ਥਰੈਸ਼ਹੋਲਡ ਆਵਰਤੀ ਕੀ ਹੈ ?

11.11 488nm ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਇਕ ਆਰਗਨ ਲੇਜ਼ਰ ਤੋਂ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸਨੂੰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੇ ਉਪਯੋਗ ਵਿਚ ਲਿਆਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਇਸ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮੀ-ਰੇਖਾ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਉਤਸਰਜਕ ਤੇ ਆਪਤਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦਾ ਨਿਰੋਧੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ 0.38V ਹੈ। ਉਤਸਰਜਕ ਦੇ ਪਦਾਰਥ ਦਾ ਕਾਰਜ ਫਲਨ ਪਤਾ ਕਰੋ।

11.12- 56 V ਵਿਤਾਂਤਕ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਵੇਤਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦਾ

a) ਸੰਵੇਗ ਅਤੇ

(b) ਡੀ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਪਤਾ ਕਰੋ।

11.13 ਇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਜਿਸਦੀ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ 120 eV ਹੈ। ਉਸਦਾ (a) ਸੰਵੇਗ (b) ਚਾਲ ਅਤੇ (c) ਡੀ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਕੀ ਹੈ ?

11.14 ਸੋਡੀਅਮ ਦੇ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮੀ ਉਤਸਰਜਨ ਰੇਖਾ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ 589nm ਹੈ। ਉਹ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਪਤਾ ਕਰੋ ਜਿਸ ਤੇ

a) ਇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ (b)ਇਕ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਡੀ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਬਰਾਬਰ ਹੋਵੇਗੀ।

11.15 a) ਇਕ 0.040 kg ਦ੍ਰਵਮਾਨ ਦਾ ਬੁਲੇਟ ਜੋ 1.0 km/s ਦੀ ਚਾਲ ਨਾਲ ਚਲ ਰਿਹਾ ਹੈ (b)ਇਕ 0.060 kg ਦ੍ਰਵਮਾਨ ਦੀ ਗੇਂਦ ਜੋ 1.0 km/s ਦੀ ਚਾਲ ਨਾਲ ਚਲ ਰਹੀ ਹੈ ਅਤੇ (c) ਇਕ ਸੂਲ ਕਣ ਜਿਸਦਾ ਦ੍ਰਵਮਾਨ 1.0x10-9 kg ਅਤੇ ਜੋ 2.2 m/s ਦੀ ਚਾਲ ਨਾਲ ਅਨੁਰਾਮਿਤ ਹੋ ਰਿਹਾ ਹੈ ਦਾ ਡੀ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਕਿੰਨਾ ਹੋਵੇਗਾ ?

11.16 ਇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਇਕ ਫੋਟਾਨ ਹਰੇਕ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ 1.00 nm ਹੈ

(a) ਇਸਦਾ ਸੰਵੇਗ,

(b) ਫੋਟਾਨ ਦੀ ਊਰਜਾ ਅਤੇ

(c)ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਪਤਾ ਕਰੋ।

11.17 (a) ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਕਿਸ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦੇ ਲਈ ਡੀ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ 1.40x10^{-10} m ਹੋਵੇਗੀ ?

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(b)ਇਕ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਜੋ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਨਾਲ ਤਾਪ-ਸੰਤੁਲਨ ਨਾਲ ਹੈ ਅਤੇ ਜਿਸਦੀ 300 K ਤੇ ਔਸਤ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ 3/2 KT ਹੈ ਦਾ ਵੀ ਡੀ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਪਤਾ ਕਰੋ।

11.18 ਇਹ ਦਰਸਾਓ ਕਿ ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀਯ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਇਸਦੇ ਕਵਾਂਟਮ (ਫੋਟਾਨ) ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ।

11.19 ਹਵਾ ਵਿਚ 300 K ਤਾਪ ਤੇ ਇਕ ਨਾਈਟ੍ਰੋਜਨ ਅਨੁ ਦਾ ਡੀ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਕਿੰਨੀ ਹੋਵੇਗੀ ? ਇਹ ਮੰਨੋ ਕਿ ਅਣੂ ਇਸ ਤਾਪ ਤੇ ਅਣੂਆਂ ਦੀ ਚਾਲ ਵਰਗ ਮੱਧ ਨਾਲ ਗਤੀਮਾਨ ਹੈ (ਨਾਈਟ੍ਰੋਜਨ ਦੇ ਪਰਮਾਣੂ ਦਾ ਦ੍ਰਵਮਾਨ-14.00764

ਵਾਧੂ ਅਭਿਆਸ (ADDITIONL EXERCISE)

11.20 (a)ਇਕ ਨਿਰਵਾਤ ਨਲੀ ਦੇ ਗਰਮ ਕੈਥੋਡ ਤੋਂ ਉਤਸਰਜਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਉਸ ਚਾਲ ਦਾ ਆਕਲਨ ਕਰੋ ਜਿਸ ਨਾਲ ਉਹ ਉਤਸਰਜਕ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ 500 V ਦੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਤੇ ਰੱਖੇ ਗਏ ਅਨੋਡ ਨਾਲ ਟਕਰਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਲਘੂ ਸ਼ੁਰੂ ਦੀ ਚਾਲ ਨੂੰ ਛੱਡ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇ। ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਵਿਸ਼ਸ਼ਿਟ ਚਾਰਜ ਅਰਥਾਤ $e/m=1.76x10^{11}CKg^{-1}$ ਹੈ।

(b)ਸੰਗ੍ਰਾਹਕ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ 10 MV ਦੇ ਲਈ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਚਾਲ ਪਤਾ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਉਹੀ ਸੂਤਰ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰੋ ਜੋ (a)ਵਿੱਚ ਕੰਮ ਵਿੱਚ ਲਿਆਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਕੀ ਤੁਸੀ ਇਸ ਸੂਤਰ ਨੂੰ ਗਲਤ ਸਮਝਦੇ ਹੋ ? ਇਸ ਸੂਤਰ ਨੂੰ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸੁਧਾਰਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ?

11.21 (a) ਇਕ ਸਮਊਰਜੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਚਾਲ $5.20x10^6$ m/s ਹੈ ਤੇ ਇਕ ਚੁੰਬਕੀਯ ਖੇਤਰ $1.30x10^{-4}$ T ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਦੀ ਚਾਲ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਲਗਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਦੁਆਰਾ ਆਰੇਖਿਤ ਚੱਕਰ ਦੀ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਕਿੰਨਾ ਹੋਵੇਗਾ ਜੋ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ e/m ਦਾ ਮਾਨ $1.76x10^{11}$ C kg $^{-1}$ ਹੈ।

(b) ਕੀ ਜਿਸ ਸੂਤਰ ਨੂੰ (a) ਦੇ ਉਪਯੋਗ ਵਿੱਚ ਲਿਆਂਦਾ ਗਿਆ ਹੈ ਉਹ ਇਥੇ ਵੀ ਇਕ 20 MeV ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪੁੰਜ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਪਤਾ ਕਰਨ ਲਈ ਸਹੀ ਹੈ ? ਜੇ ਨਹੀ ਤਾਂ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਸ ਵਿੱਚ ਬਦਲਾਅ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ?

ਨੋਟ:-ਅਭਿਆਸ 11.20 (b) ਅਤੇ 11.21 (b) ਤੁਹਾਨੂੰ ਸਾਪੇਖਕੀ ਯੰਤਰ ਵਿਗਿਆਨ ਤੱਕ ਲੈ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਜੋ ਇਸ ਪੁਸਤਕ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਹੈ। ਇਥੇ ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਇਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਜੋਰ ਦੇਣ ਲਈ ਸਾਮਿਲ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਜਿਹਨਾਂ ਸੂਤਰਾਂ ਨੂੰ ਤੁਸੀ (a) ਵਿੱਚ ਵਰਤੋਂ ਵਿਚ ਲਿਆਉਂਦੇ ਹੋ ਉਹ ਉੱਚ ਚਾਲਾਂ ਜਾਂ ਊਰਜਾਵਾਂ ਤੇ ਲਾਗੂ ਨਹੀ ਹੁੰਦੇ । ਇਹ ਪਤਾ ਕਰਨ ਲਈ ਕਿ ਬਹੁਤ ਉੱਚ ਚਾਲ ਜਾਂ ਊਰਜਾ ਦਾ ਅਰਥ ਕੀ ਅਰਥ ਹੈ ?ਆਖਿਰ ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਉਤਰਾਂ ਨੂੰ ਵੇਖੋ।

11.22 ਇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਬੰਦੂਕ ਜਿਸਦਾ ਸੰਗ੍ਰਾਹਕ 100V ਪੁਟੈਸ਼ਲ ਤੇ ਹੈ ਇਕ ਘੱਟ ਦਬਾਅ ($4x10^{-2}$ mmHg)ਤੇ ਹਾਈਡਰੋਜਨ ਨਾਲ ਭਰੇ ਗੋਲਾਕਾਰ ਬਲਬ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਛੱਡਦੀ ਹੈ। ਇਕ ਚੁੰਬਕੀਯ ਖੇਤਰ ਜਿਸਦਾ ਮਾਨ $2.83x10^{-4}$ T ਹੈ, ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਰਸਤੇ ਨੂੰ 12.0 cm ਅਰਧਵਿਆਸ ਦੇ ਚਕਰਾਕਾਰ ਪੱਥ ਵਿੱਚ ਮੋੜਦਾ ਹੈ। (ਇਸ ਰਸਤੇ ਨੂੰ ਵੇਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਰਸਤੇ ਵਿੱਚ ਗੈਸ ਆਇਨ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਨੂੰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਨੂੰ ਆਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰਕੇ ਅਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪ੍ਰਗ੍ਰਹਿਣ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਉਤਸਰਜਨ ਕਰਕੇ ਫੋਕਸ ਕਰਦੇ ਹਨ; ਇਸ ਵਿਧੀ ਨੂੰ ਸੂਖਮ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਨਲੀ ਵਿਧੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਅੰਕੜਿਆਂ ਤੋਂ e/m ਦਾ ਮਾਨ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕਰੋ।

11.23 (a) ਇਕ X-ਕਿਰਨ ਲਈ ਵਿਕਿਰਣ ਦਾ ਇਕ ਨਿਰੰਤਰ ਸਪੇਕਟ੍ਰਮ ਜਿਸਦਾ ਲਘੂ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਸਿਰਾ 0.45 A° ਤੇ ਹੈ ਉਤਪੰਨ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਵਿਕਿਰਣ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਫੋਟਾਨ ਦੀ ਉਚਤਮ ਊਰਜਾ ਕਿੰਨੀ ਹੈ ?

(b)ਆਪਣੇ(a) ਦੇ ਉੱਤਰ ਅਨੁਮਾਨ ਲਗਾਓ ਕਿ ਕਿਸ ਕੋਟਿ ਦੀ ਪ੍ਰਵੇਗਿਤ ਵੋਲਟਤਾ (ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਲਈ) ਦੀ ਇਸ ਨਲੀ ਵਿੱਚ ਜਰੂਰਤ ਹੈ।

11.24 ਇਕ ਪ੍ਰਵੇਗਕ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ ਪਾਜੀਟ੍ਰੋਨਾਂ(e^+)ਦੇ ਨਾਲ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਉੱਚ ਊਰਜਾ ਟੱਕਰ ਤੇ ਇਕ ਵਿਸ਼ਿਸ਼ਟ ਘਟਨਾ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕੁੱਲਊਰਜਾ 10.2 BeV ਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ-ਪਾਜੀਟ੍ਰਾਨ ਯੁਗਮ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਊਰਜਾ ਦੀ ਦੋ V

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਕਿਰਨਾਂ ਵਿੱਚ ਵਿਲੋਪਨ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਹਰੇਕ V -ਕਿਰਨ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਮਾਨ ਕੀ ਹੋਣਗੇ ($1BeV=10^9eV$)

11.25 ਅੱਗੇ ਆਉਣ ਵਾਲੀਆ ਦੋ ਘਟਨਾਵਾਂ ਦਾ ਆਕਲਨ ਰੋਚਕ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਪਹਿਲੀ ਸੰਖਿਆ ਇਹ ਦੱਸੇਗੀ ਕਿ ਰੇਡੀਓ ਇੰਜੀਨੀਅਰ ਫੋਟਾਨ ਦੀ ਅਧਿਕ ਚਿੰਤਾ ਕਿਓ ਨਹੀ ਕਰਦੇ। ਦੂਜੀ ਸੰਖਿਆ ਤੁਹਾਨੂੰ ਇਹ ਦੱਸੇਗੀ ਕਿ ਸਾਡੇ ਨੇਤਰ ਫੋਟਾਨਾਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ਕਿਓ ਨਹੀ ਕਰ ਸਕਦੇ ਭਾਵੇ ਪ੍ਰਸ਼ਨ ਸਾਫ-ਸਾਫ ਸੰਸੂਚਕ ਯੋਗ ਹੋਵੇ।

(a)ਇਕ ਮੱਧ ਤਰੰਗ 10 KW ਸੰਚਾਰ ਯੰਤਰ ਜੋ 500 m ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੀ ਰੇਡੀਓ ਤਰੰਗ ਉਤਸਰਜਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਤੀ ਸੈਕਿੰਡ ਉਤਸਰਜਿਤ ਫੋਟਾਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ।

(b)ਨਿਮਨ ਤੀਬਰਤਾ ਦਾ ਸਫੈਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਜਿਸਨੂੰ ਅਸੀ ਦੇਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ($410^{-10}Wm^{-2}$) ਦੇ ਸੰਗਤ ਫੁਟਾਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਜੋ ਪ੍ਰਤੀ ਸੈਕਿੰਡ ਸਾਡੀਆਂ ਅੱਖਾਂ ਦੀ ਪੁਤਲੀ ਵਿੱਚ ਦਾਖਿਲ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਪੁਰਤੀ ਦਾ ਖੇਤਰਫਲ ਲਗਭਗ 0.4 cm ਅਤੇ ਸਫੈਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਔਸਤ ਆਵਰਤੀ ਨੂੰ ਲਗਭਗ $6x10^{14}$ Hz ਮੰਨੋ।

11.26 ਇਕ 100 W ਮਰਕਰੀ ਸਰੋਤ ਤੋਂ ਉਤਪੰਨ 2271 A^0 ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦਾ ਪਰਾਬੈਂਗਣੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਇਕ ਮਾਲੀਬਡੇਨਮ ਧਾਤੂ ਤੋਂ ਬਣੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸ਼ੈਲ ਨੂੰ ਕਿਰਵਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਨਿਰੋਧੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ -1.3 V ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਧਾਤੂ ਦੇ ਕਾਰਜ ਫਲਨ ਦਾ ਆਕਲਨ ਕਰੋ। ਇਕ He- Ne ਲੇਜਰ ਦੁਆਰਾ ਉਤਪੰਨ 6328A^0 ਦੇ ਉੱਚ ਤੀਬਰਤਾ ($\sim10^5 W m^{-2}$) ਦੇ ਨਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਨਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੈੱਲ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਅਨੁਕਿਰਿਆ ਕਰੇਗਾ ?

11.27 ਇਕ ਨਿਆਨ ਲੈਂਪ ਤੇ ਪੈਦਾ 640.2 nm($1 nm=10^{-9}m$)ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦਾ ਇਕ ਰੰਗੀ ਵਿਕਿਰਣ ਟਰੀਸਟਨ ਤੇ ਸੀਜੀਅਮ ਨਾਲ ਨਿਰਮਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਵੇਦੀ ਪਦਾਰਥ ਨੂੰ ਕਿਰਣਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਨਿਰੋਧੀ ਵੋਲਟਤਾ 0.54 V ਮਾਪੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਸਰੋਤ ਨੂੰ ਇਕ ਲੋਹ ਸਰੋਤ ਵਿਚ ਬਦਲ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸਦੀ 427.2 nm ਵਰਣ ਰੇਖਾ ਉਸੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੈਲ ਨੂੰ ਕਿਰਣਿਤ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਨਵੀ ਨਿਰੋਧੀ ਵੋਲਟਤਾ ਪਤਾ ਕਰੋ।

11.28 ਇਕ ਮਰਕਰੀ ਲੈਂਪ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲ ਉਤਸਰਜਨ ਦੀ ਆਵਰਤੀ ਨਿਰਭਰਤਾ ਦੇ ਅਧਿਐਨ ਦੇ ਲਈ ਇਕ ਸੁਵਿਧਾਜਨਕ ਸਰੋਤ ਹੈ ਕਿਉਕਿ ਇਹ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮ ਦੇ ਪਰਾਵੈਂਗਣੀ (UV) ਦੇ ਲਾਲ ਸਿਰੇ ਤਕ ਕਈ ਵਰਣ ਰੇਖਾਵਾਂ ਉਤਸਰਜਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਰੁਬੀਡੀਅਮ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੈੱਲ ਦੇ ਸਾਡੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ, ਮਰਕਰੀ ਸਰੋਤ ਦੀ ਨਿਮਨ ਵਰਣ-ਰੇਖਾਵਾਂ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤਾ ਗਿਆ:

$\lambda_1=3650A^0$, $\lambda_2=4047A^0$, $\lambda_3=4358A^0$, $\lambda_4=5461A^0$

$\lambda_5=6907A^0$

ਨਿਰੋਧੀ ਵੋਲਟਤਾਵਾਂ ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਹੇਠਾਂ ਅਨੁਸਾਰ ਮਾਪੀਆਂ ਗਈਆਂ :

$V_{01}=1.28 V$, $V_{02}=0.95 V$, $V_{03}=0.74 V$, $V_{04}=0.16 V$,
$V_{05}=0 V$

(a)ਪਲਾਂਕ ਸਿਧਰਾਂਕ h ਦਾ ਮਾਨ ਪਤਾ ਕਰੋ।

(b)ਧਾਤੂ ਦੇ ਥਰੈਸ਼ਹੋਲਡ ਆਵਰਤੀ ਅਤੇ ਕਾਰਜ ਫਲਨ ਦਾ ਪਤਾ ਕਰੋ।

ਨੋਟ:- ਉਪਰੋਕਤ ਆਕੜਿਆਂ ਤੋਂ h ਦਾ ਮਾਨ ਪਤਾ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਤੁਹਾਨੂੰ $e=1.6x10^{-19}C$ ਦੀ ਜਰੂਰਤ ਹੋਵੇਗੀ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ Na, Li, K ਆਦਿ ਦੇ ਲਈ ਮਿਲੀਕਨ ਨੇ ਕੀਤੇ ਸੀ । ਮਿਲੀਕਨ ਨੇ ਆਪਣੇ ਤੇਲ-ਬੂੰਦ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ e ਦੇ ਮਾਨ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਆਈਨਸਟਾਈਨ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਸਮੀਕਰਣ ਨੂੰ ਤਸਦੀਕ ਕੀਤਾ ਅਤੇ ਇਹਨਾਂ ਪ੍ਰੇਖਣਾਂ ਤੋਂ h ਦੇ ਮਾਨ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਥਕ ਅਨੁਮਾਨ ਲਗਾਇਆ।

11.29 ਨਿਮਨ ਧਾਤੂਆਂ ਦੇ ਕਾਰਜ ਫਲਨ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਅਨੁਸਾਰ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਹਨ:

Na:2.75eV; K:230eV; Mo:4.17eV; Ni:5.15eV।

ਇਹਨਾਂ ਧਾਤੂਆਂ ਵਿੱਚੋਂ ਕਿਹੜਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੈਲ ਤੋਂ 1 m ਦੂਰੀ ਤੇ ਰੱਖੇ ਗਏ He-Cd ਲੇਜਰ ਤੇ ਪੈਦਾ 3300 A^0 ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਵਿਕਿਰਣ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਉਤਸਰਜਨ ਨਹੀਂ ਦੇਵੇਗਾ ? ਲੇਜਰ ਨੂੰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੈੱਲ ਦੇ ਨੇੜੇ 50 Cm ਦੂਰੀ ਤੇ ਰੱਖਣ ਤੇ ਕੀ ਹੋਵੇਗਾ ?

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

11.30 10^{-5} Wm^{-2} ਤੀਬਰਤਾ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਇਕ ਸੋਡੀਅਮ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੈੱਲ ਦੇ 2 em^2 ਖੇਤਰਫਲ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਪੈਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ ਉੱਪਰ ਦੀਆਂ ਸੋਡੀਅਮ ਦੀਆਂ ਪੰਜ ਪਰਤਾਂ ਆਪਤਿਤ ਊਰਜਾ ਨੂੰ ਸੋਖਿਤ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ,ਤਾਂ ਵਿਕਿਰਣ ਦੇ ਤਰੰਗ ਚਿੱਤਰਣ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਬਿਜਲ ਉਤਸਰਜਨ ਦੇ ਲਈ ਜਰੂਰੀ ਸਮੇਂ ਦਾ ਆਕਲਨ ਕਰੋ। ਧਾਤੂ ਦੇ ਲਈ ਕਾਰਜ-ਫਲਨ ਲਗਭਗ 2 eV ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਤੁਹਾਡੇ ਉੱਤਰ ਦਾ ਕੀ ਸਿੱਟਾ ਹੈ ?

11.31 X-ਕਿਰਣਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਜਾਂ ਉਚਿਤ ਵੋਲਟਤਾ ਨਾਲ ਪ੍ਰਵੇਗਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਨਾਲ ਕ੍ਰਿਸਟਲ-ਵਿਵਰਤਨ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤੇ ਜਾ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਕਿਹੜੀ ਜਾਂਚ ਵੱਧ ਊਰਜਾ ਸੰਬੰਧ ਹੈ ? (ਪਰਿਮਾਣਿਕ ਤੁਲਨਾ ਦੇ ਲਈ ਜਾਂਚ ਦੇ ਲਈ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਨੂੰ 1 A^0 ਲਵੋ ਜੋ ਕਿ ਲੇਟਿਸ ਵਿੱਚ ਅੰਦਰੂਨੀ-ਪਰਮਾਣੂ ਅੰਤਰ ਦੀ ਕੋਟਿ ਦਾ ਹੈ)($me=9.11x10^{-31}$kg)

11.32 (a)ਇਕ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਜਿਸਦੀ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ 150 eV ਹੈ ਦੀ ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰੋ। ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਤੁਸੀ ਅਭਿਆਸ 11.31 ਵਿੱਚ ਦੇਖਿਆ ਹੈ, ਇੰਨੀ ਊਰਜਾ ਦਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਵਿਵਰਨ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੇ ਲਈ ਉਚਿਤ ਹੈ। ਕੀ ਸਮਾਨ ਊਰਜਾ ਦਾ ਇਕ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜ ਇਸ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੇ ਲਈ ਸਮਾਨ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਉਚਿਤ ਹੋਵੇਗਾ ? ਸਪੱਸ਼ਟ ਕਰੋ ($m_n=1.675x10^{-27}$kg)

(b) ਕਮਰੇ ਦੇ ਆਮ ਤਾਪ (27^0 c)ਤੇ ਊਸ਼ਮੀ/ਤਾਪੀ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਨਾਲ ਜੁੜੇ ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਪਤਾ ਕਰੋ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਪੱਸ਼ਟ ਕਰੋ ਕਿ ਕਿਉ ਇਕ ਤੀਬਰ ਗਾਮੀ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਨੂੰ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ-ਵਿਵਰਤਨ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ ਲਿਆਉਣ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਵਾਤਾਵਰਨ ਦੇ ਨਾਲ ਤਪਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

11.33 ਇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਵਿੱਚ 50 kV ਵੋਲਟਤਾ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਵੇਗਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਨਾਲ ਜੁੜੇ ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਪਤਾ ਕਰੋ। ਜੇ ਹੋਰ ਗੱਲਾਂ (ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਸੰਖਿਆਤਮਕ ਦੁਆਰਕ)ਨੂੰ ਲਗਭਗ ਸਮਾਨ ਲਿਆ ਜਾਵੇ, ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸੂਖਮਦਰਸੀ ਦੀ ਵਿਭੇਦਨ ਸਮਰਥਾ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਪੀਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਵਿੱਚ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ?

11.34 ਕਿਸੇ ਜਾਂਚ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਉਸਦੇ ਦੁਆਰਾ ਕੁੱਝ ਵਿਸਤਾਰ ਇੱਕ ਜਾਂਚ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਣ ਵਾਲੀ ਸਰੰਚਨਾ ਦੇ ਅਕਾਰ ਦੀ ਲਗਭਗ ਆਮਾਪ ਹੈ। ਪ੍ਰੋਟਾਨਾਂ ਅਤੇ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਕੁਆਕਰ (9400 K) ਸਰੰਚਨਾ 10^{-15} m ਜਾਂ ਇਸਤੋਂ ਵੀ ਘੱਟ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਲਘੂ ਪੈਮਾਨੇ ਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਸਰੰਚਨਾ ਨੂੰ ਸਭ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ 1970 ਦਸ਼ਕ ਦੇ ਸ਼ੁਰੂ ਵਿੱਚ ਇਕ ਰੇਖੀ ਪ੍ਰਵੇਗਕ(Linear Accelerotor) ਤੋਂ ਪੈਦਾ ਉੱਚ ਊਰਜਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜਾਂ ਦੇ ਉਪਯੋਗ ਦੁਆਰਾ ਸਟੇਨਫੋਰਡ, ਸਯੁੰਕਤ ਰਾਜ ਅਮੇਰਿਕਾ ਵਿੱਚ ਜਾਂਚਿਆ ਗਿਆ ਸੀ। ਇਹਨਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਕਿਰਨ ਪੁੰਜਾਂ ਦੀ ਊਰਜਾ ਦੀ ਕੋਟਿ ਦਾ ਅਨੁਮਾਨ ਲਗਾਓ (ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਵਿਰਾਮ ਊਰਜਾ 0.511 MeV ਹੈ)

11.35 ਕਮਰੇ ਦੇ ਤਾਪ (27^0 C)ਅਤੇ 1 atm ਦਾਬ ਤੇ He ਪਰਮਾਣੂ ਨਾਲ ਜੁੜੇ ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਪਤਾ ਕਰੋ ਅਤੇ ਇਹਨਾ ਪਰਿਸਥਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਇਸਦੀ ਤੁਲਨਾ ਦੋ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਵਿੱਚ ਔਸਤ ਦੂਰੀ ਨਾਲ ਕਰੋ।

11.36 ਕਿਸੇ ਧਾਤੂ ਵਿੱਚ27^0 C ਤੇ ਇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਪਾਰੂਪੀ ਦੇ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਪਤਾ ਕਰੋ ਅਤੇ ਇਸਦੀ ਤੁਲਨਾ ਧਾਤੂ ਵਿੱਚ ਦੋ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਔਸਤ ਦੂਰੀ ਨਾਲ ਕਰੋ ਜੋ ਲਗਭਗ $2x10^{-10}$ m ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ।

ਨੋਟ: ਅਭਿਆਸ 11.35 ਅਤੇ 11.36 ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ ਕਿ ਜਿਥੇ ਆਮ ਹਾਲਤਾਂ ਵਿੱਚ ਗੈਸੀ ਅਨੂਆਂ ਨਾਲ ਜੁੜੇ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਪੈਕੇਟ ਅ- ਅਹਿਵਿਆਪੀ ਹਨ ਕਿਸੇ ਧਾਤੂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਤਰੰਗ ਪੈਕੇਟ ਪ੍ਰਬਲ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਕ ਦੂਜੇ ਤੋ ਅਹਿਵਿਆਪੀ ਹਨ। ਇਹ ਸੁਝਾਉਦਾ ਹੈ ਜਿਥੇ ਕਿਸੇ ਆਮ ਗੈਸ ਦੇ ਅਨੂਆਂ ਦੀ ਅਲੱਗ ਪਹਿਚਾਣ ਹੋ ਸਕਦੀ ਹੈ,ਕਿਸੇ ਧਾਤੂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਇਕ ਦੂਜੇ ਤੋਂ ਅਲੱਗ ਪਹਿਚਾਣ ਨਹੀ ਹੋ ਸਕਦੀ। ਇਸ ਅਵਿਭੇਦਿਆ ਦੇ ਕਈ ਮੂਲ ਉਲਝਾਵ ਹਨ ਜਿਹਨਾਂ ਨੂੰ ਤੁਸੀ ਭੌਤਿਕੀ ਦੇ ਹੋਰ ਉੱਚ ਪਾਠਕ੍ਰਮਾਂ ਵਿੱਚ ਜਾਣੋਗੇ।

11.37 ਹੇਠ ਲਿਖਿਆਂ ਦੇ ਉੱਤਰ ਦਿਓ:

(a)ਅਜਿਹਾ ਵਿਚਾਰ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਅਤੇ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਅੰਦਰ ਕੁਆਰਕ ਤੇ ਅੰਸ਼ਿਕ ਆਵੇਸ ਹੁੰਦੇ ਹਨ((+2/3) e;(-1/3)e)। ਇਹ ਸਿਲੀਕਨ ਤੇਲ ਬੂੰਦ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ ਕਿਉਂ ਨਹੀ ਪ੍ਰਗਟ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ?

(b) e/m ਸੰਜੋਗ ਦੀ ਕੀ ਵਿਸ਼ਸ਼ਿਟਤਾ ਹੈ ? ਅਸੀ e ਅਤੇ m ਦੇ ਵਿਸੇ ਵਿੱਚ ਅਲੱਗ ਅਲੱਗ ਵਿਚਾਰ ਕਿਉਂ ਨਹੀ ਕਰਦੇ ?

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(c) ਗੈਸਾਂ ਆਮ ਦਬਾਅ ਤੇ ਕੁਚਾਲਕ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਪਰੰਤੂ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਦਾਬ ਤੇ ਚਾਲਨ ਸੁਰੂ ਕਰ ਦਿੰਦੀਆਂ ਹਨ ਕਿਓ ?

(d)ਹਰੇਕ ਧਾਤੂ ਦਾ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਕਾਰਜ ਫਲਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਆਪਤਿਤ ਕਿਰਨ ਇਕ ਵਰਣੀ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਸਾਰੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਇਕ ਹੀ ਊਰਜਾ ਨਾਲ ਬਾਹਰ ਕਿਉਂ ਨਹੀ ਆਉਂਦੇ ?

ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਇੱਕ ਊਰਜਾ ਵੰਡ ਕਿਉਂ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ?

(e) ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਊਰਜਾ ਅਤੇ ਉਸਦਾ ਸੰਵੇਗ ਇਸ ਨਾਲ ਜੁੜੇ ਪਦਾਰਥ ਤਰੰਗ ਦੀ ਆਵਰਤੀ ਅਤੇ ਇਸ ਦੀ ਤਰੰਗ ਦੀ ਆਵਰਤੀ ਅਤੇ ਇਸ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਨਾਲ ਨਿਮਨ ਪ੍ਰਕਾਰ ਸੰਬੰਧਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ;

$$E = h\,\nu,\ p = \frac{h}{\lambda}$$

ਪਰੰਤੂ λ ਦਾ ਮਾਨ ਜਿਥੇ ਭੋਤਿਕ ਮਹੱਤਵ ਦਾ ਹੈ, ν ਦੇ ਮਾਨ (ਅਤੇ ਇਸ ਲਈ ਕਲਾ ਚਾਲ $\nu\lambda$ ਦਾ ਮਾਨ) ਦਾ ਕੋਈ ਭੋਤਿਕ ਮਹੱਤਵ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਕਿਉਂ ?

ਅੰਤਿਕਾ (APPENDIX)

11.1 ਤਰੰਗ ਅਤੇ ਕਣ ਦੇ ਉਲਟ ਪਲਟ ਦਾ ਇਤਿਹਾਸ

ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕੀ ਹੈ ? ਇਹ ਪ੍ਰਸ਼ਨ ਮਾਨਵ ਜਾਤੀ ਨੂੰ ਲੰਬੇ ਸਮੇਂ ਤੱਕ ਪਰੇਸ਼ਾਨ ਕਰਦਾ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਲਗਭਗ ਚਾਰ ਸ਼ਤਾਬਦੀ ਪਹਿਲਾ, ਵਿਗਿਆਨਿਕ ਅਤੇ ਉਦਯੋਗਿਕ ਯੁੱਗ ਦੇ ਸ਼ੁਰੂ ਦੇ ਸਮੇਂ ਤੋਂ ਹੀ ਵਿਗਿਆਨਕਾਂ ਦੁਆਰਾ ਕ੍ਰਮਬੱਧ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤੇ ਗਏ। ਲਗਭਗ ਉਸੇ ਸਮੇਂ, ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕੀ ਹੈ, ਇਸ ਸੰਬੰਧ ਵਿੱਚ ਸਿਧਾਂਤਕ ਮਾਡਲ ਵਿਕਸਿਤ ਕੀਤੇ ਗਏ। ਵਿਗਿਆਨ ਦੀ ਕਿਸੇ ਵੀ ਸ਼ਾਖਾ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਮਾਡਲ ਵਿਕਸਿਤ ਕਰਦੇ ਸਮੇਂ ਇਹ ਦੇਖਣਾ ਜਰੂਰੀ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਉਸ ਸਮੇਂ ਮੌਜੂਦ ਸਾਰੇ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਪ੍ਰੇਖਣਾਂ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕਰ ਸਕੇ। ਇਸ ਲਈ ਸੱਤਰਵੀਂ ਸ਼ਤਾਬਦੀ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਜਾਣੂ ਕੁੱਝ ਪ੍ਰੇਖਣਾਂ ਦਾ ਸਾਰ ਉਚਿਤ ਰਹੇਗਾ। ਉਸ ਸਮੇਂ ਜਾਣੂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਗੁਣਾਂ ਵਿੱਚ ਸ਼ਾਮਿਲ ਸੀ (a) ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਸਰਲ ਰੇਖੀ ਰਸਤੇ ਤੇ ਗਮਨ (b) ਸਮਤਲ ਅਤੇ ਗੋਲਾਕਾਰ ਸਤਾਵਾਂ ਤੋਂ ਪਰਾਵਰਤਨ (c) ਦੋ ਮਾਧਿਅਮਾਂ ਦੀ ਅੰਤਰਾ ਸਤ੍ਹਾਂ ਤੋਂ ਅਪਵਰਤਨ (d) ਵਿਭਿੰਨ ਰੰਗਾਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਵਿਖੇਪਣ (e) ਉੱਚ ਚਾਲ। ਪਹਿਲੇ ਚਾਰ ਵਰਤਾਰਿਆਂ ਲਈ ਉਚਿਤ ਨਿਯਮਾਂ ਦਾ ਉਲੇਖ ਕੀਤਾ ਗਿਆ। ਉਦਾਹਰਣ ਦੇ ਲਈ ਸਨੇਲ ਨੇ ਸੰਨ 1621 ਵਿੱਚ ਅਪਵਰਤਨ ਦੇ ਨਿਯਮਾਂ ਨੂੰ ਸੂਤਰ ਬੱਧ ਕੀਤਾ। ਗਲੈਲਿਓ ਦੇ ਸਮੇਂ ਤੋਂ ਹੀ ਅਨੇਕ ਵਿਗਿਆਨਿਕਾਂ ਨੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਨੂੰ ਮਾਪਣ ਦਾ ਯਤਨ ਕੀਤਾ। ਪਰੰਤੂ ਉਹ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਅਸਮਰਥ ਰਹੇ। ਉਹ ਕੇਵਲ ਇਹ ਸਿੱਟਾ ਨਿਕਾਲ ਪਾਏ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਉਹਨਾਂ ਦੀ ਮਾਪ ਸੀਮਾ ਤੋਂ ਅਧਿਕ ਹੈ।

ਸੱਤਰਵੀਂ ਸ਼ਤਾਬਦੀ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਦੋ ਮਾਡਲ ਪੇਸ਼ ਕੀਤੇ ਗਏ। ਸੱਤਰਵੀਂ ਸ਼ਤਾਬਦੀ ਦੇ ਸ਼ੁਰੂ ਦੇ ਦਸ਼ਕਾਂ ਵਿੱਚ ਦਕਾਰਦੇ ਨੇ ਉਲੇਖ ਕੀਤਾ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਣਾਂ ਦਾ ਬਣਿਆ ਹੈ ਜਦੋਂਕਿ ਸੰਨ 1650-60 ਦੇ ਆਸ ਪਾਸ ਹਾਈਗਨਸ ਨੇ ਪੇਸ਼ ਕੀਤਾ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗਾਂ ਦਾ ਬਣਿਆ ਹੈ। ਦਕਾਰਦੇ ਦਾ ਪ੍ਰਸਤਾਵ ਸਿਰਫ ਇੱਕ ਦਾਰਸ਼ਨਿਕ ਮਾਡਲ ਸੀ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਜਾਂ ਵਿਗਿਆਨਿਕ ਤਰਕਾਂ ਦੀ ਥੁੜ ਸੀ। ਜਲਦੀ ਹੀ ਲਗਭਗ 1660- 70 ਦੇ ਨੇੜੇ ਤੇੜੇ ਨਿਊਟਨ ਨੇ ਦਕਾਰਤੇ ਦੇ ਕਣਿਕਾ ਸਿਧਾਂਤ ਦਾ ਵਿਗਿਆਨਕ ਸਿਧਾਂਤ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵਿਸਤਾਰ ਕੀਤਾ ਅਤੇ ਇਸਦੀ ਸਹਾਇਤਾ ਨਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਅਨੇਕਾਂ ਗੁਣਾਂ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕੀਤੀ ਗਈ। ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਅਤੇ ਕਣਾਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪੇਸ਼ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਇਹ ਮਾਡਲ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਦੇ ਬਿਲਕੁਲ ਉਲਟ ਹਨ। ਲੇਕਿਨ ਦੋਨੋਂ ਹੀ ਮਾਡਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਸਾਰੇ ਜਾਣੂ ਗੁਣਾਂ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਸਮਰਥ ਸਨ। ਇਹਨਾਂ ਦੋਨਾਂ ਵਿਚੋਂ ਕਿਸੇ ਨੂੰ ਵੀ ਛੱਡਣਾ ਮੁਸ਼ਕਿਲ ਸੀ।

ਆਉਣ ਵਾਲੀਆਂ ਕੁਝ ਸ਼ਤਾਬਦੀਆਂ ਵਿੱਚ ਇਹਨਾਂ ਮਾਡਲਾਂ ਦੇ ਵਿਕਾਸ ਦਾ ਇਤਿਹਾਸ ਮੰਨੋਰੰਜਕ ਹੈ। ਸੰਨ 1669 ਵਿੱਚ ਬਾਰਥੋਲਿਨਸ ਨੇ ਕੁੱਝ ਕ੍ਰਿਸਟਲਾਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਦੋਹਰੇ ਅਪਵਰਤਨ ਦੀ ਖੋਜ਼ ਕੀਤੀ ਅਤੇ ਜਲਦੀ ਹੀ ਸੰਨ 1678 ਵਿੱਚ ਹਾਇਗਨਜ ਨੇ ਆਪਣੇ ਤਰੰਗ ਸਿਧਾਂਤ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਇਸਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕੀਤੀ। ਇਸਦੇ ਬਾਵਜੂਦ ਇੱਕ ਸੋ ਸਾਲਾਂ ਤੋਂ ਵੀ ਵੱਧ ਸਮੇਂ ਤੱਕ ਨਿਊਟਨ ਦਾ ਕਣਿਕਾ ਮਾਡਲ ਵੱਧ ਮੰਨਣ ਯੋਗ ਮੰਨਿਆ ਜਾਂਦਾ ਰਿਹਾ ਅਤੇ ਤਰੰਗ ਮਾਡਲ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵੱਧ ਪਸੰਦ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਰਿਹਾ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਇਸਦਾ ਇੱਕ ਕੁਝ ਹਦ ਤਕ ਕਾਰਨ ਤਾਂ ਇਸ ਮਾਡਲ ਦੀ ਸਰਲਤਾ ਸੀ ਅਤੇ ਕੁਝ ਹੱਦ ਤਕ ਉਸ ਸਮੇਂ ਦੇ ਸਮਕਾਲੀ ਭੌਤਿਕ ਸ਼ਾਸਤਰੀਆਂ ਤੇ ਨਿਊਟਨ ਦਾ ਪ੍ਰਭਾਵ ਸੀ।

ਸੰਨ 1801 ਵਿੱਚ ਯੰਗ ਨੇ ਆਪਣੇ ਦੋਹਰੀ ਝਿਰੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੁਆਰਾ ਵਿਘਨ ਫ੍ਰਿੰਜਾਂ ਦਾ ਪ੍ਰੇਖਣ ਕੀਤਾ। ਇਸ ਵਰਤਾਰੇ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕੇਵਲ ਤਰੰਗ ਸਿਧਾਂਤ ਦੁਆਰਾ ਹੀ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਇਹ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਰਸਤੇ ਵਿੱਚ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਨਿਕਲਣ ਵਾਲੀ ਹਾਇਗਨਜ ਦੀ ਸਕੈਂਡਰੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦਾ ਸਵਾਭਾਵਿਕ ਨਿਸ਼ਕਰਸ਼ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਕਣਿਕਾ ਸਿਧਾਂਤ ਦੁਆਰਾ ਵਿਆਖਿਆ ਨਹੀਂ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ। ਲਗਭਗ ਸੰਨ 1810 ਵਿੱਚ ਧਰੁਵਣ ਦੀ ਪਰਿਘਟਨਾ ਵਰਤਾਰੇ ਦੀ ਖੋਜ ਹੋਈ। ਇਸ ਵਰਤਾਰੇ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਵੀ ਤਰੰਗ ਸਿਧਾਂਤ ਦੁਆਰਾ ਹੀ ਸੁਭਾਵਿਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਤਰਾਂ ਹਾਇਗਨਜ ਦਾ ਤਰੰਗ ਪ੍ਰਭਾਵ ਅਗਰ ਸਥਾਨ ਤੇ ਆ ਗਿਆ ਅਤੇ ਨਿਊਟਨ ਦਾ ਕਣਿਕਾ ਸਿਧਾਂਤ ਪ੍ਰਸ਼ਨ ਭੂਮੀ ਤੇ ਚਲਾ ਗਿਆ। ਇਹ ਸਥਿਤੀ ਦੁਬਾਰਾ ਲਗਭਗ ਇੱਕ ਸ਼ਤਾਬਦੀ ਤੱਕ ਚੱਲਦੀ ਰਹੀ।

ਉੱਨੀਵੀਂ ਸ਼ਤਾਬਦੀ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਪਤਾ ਕਰਨ ਲਈ ਕੁਝ ਚੰਗੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤੇ ਗਏ। ਵੱਧ ਪਰਿਸ਼ੁੱਧ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਦੁਆਰਾ ਨਿਰਵਾਤ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਦਾ ਮਾਨ 3×10^8 m/s ਪਤਾ ਕੀਤੀ ਗਈ। ਲਗਭਗ ਸੰਨ 1860 ਵਿੱਚ ਮੈਕਸਵੇਲ ਨੇ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਦੇ ਲਈ ਆਪਣੀਆਂ ਸਮੀਕਰਣਾਂ ਪੇਸ਼ ਕੀਤੀਆਂ। ਅਤੇ ਇਹ ਅਨੁਭਵ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕਿ ਉਸ ਸਮੇਂ ਜਾਣੂ ਸਾਰੀਆਂ ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀ ਵਰਤਾਰਿਆਂ ਦੀ ਮੈਕਸਵੈਲ ਦੀਆਂ ਚਾਰ ਸਮੀਕਰਣਾਂ ਦੁਆਰਾ ਵਿਆਖਿਆ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਜਲਦੀ ਹੀ ਮੈਕਸਵੈਲ ਨੇ ਦਰਸਾਇਆ ਕਿ ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀਯ ਖੇਤਰ, ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀਯ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਖਾਲੀ ਆਕਾਸ਼ (ਨਿਰਵਾਤ) ਵਿੱਚ ਸੰਚਾਰਿਤ ਕੀਤੇ ਜਾ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਉਸਦੇ ਇਹਨਾਂ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਚਾਲ ਪਤਾ ਕੀਤੀ ਅਤੇ ਇਸਦੇ ਸਿਧਾਂਤਕ ਮਾਨ 2.998×10^8 m/s ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤੇ। ਇਸ ਮਾਨ ਦੀ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਮਾਨ ਨਾਲ ਨਿਟਕਤਾ। ਨੇੜਤਾ ਇਹ ਦਰਸਾਉਂਦੀ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀਯ ਤਰੰਗਾਂ ਤੋਂ ਬਣਿਆ ਹੈ। ਸੰਨ 1887 ਵਿੱਚ ਹਰਟਜ ਨੇ ਇਹਨਾਂ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਉਤਪਤੀ ਅਤੇ ਖੋਜ਼ ਨੂੰ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ। ਇਸਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਤਰੰਗ ਸਿਧਾਂਤ ਨੂੰ ਇਕ ਦ੍ਰਿੜ ਆਧਾਰ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕੀਤਾ। ਅਸੀਂ ਇਹ ਕਹਿ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਅਠਾਹਰਵੀ ਸ਼ਤਾਵਦੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਕਣਿਕਾ ਕਣੀਯ ਮਾਡਲ ਦੀ ਅਤੇ ਉੱਨੀਵੀਂ ਸ਼ਤਾਬਦੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਤਰੰਗ ਸਿਧਾਂਤ ਦੀ ਸੀ। ਸੰਨ 1850 – 1900 ਦੇ ਸਮੇਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਭੌਤਿਕੀ ਇੱਕ ਬਿਲਕੁੱਲ ਅਲੱਗ ਖੇਤਰ, ਤਾਪ ਅਤੇ ਉਸ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਵਰਤਾਰਿਆ ਤੇ ਵੱਡੀ ਸੰਖਿਆ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤੇ ਗਏ। ਅਣੂ ਗਤਿ ਸਿਧਾਂਤ ਅਤੇ ਤਾਪ ਗਤਿਕੀ ਵਰਗੇ ਸਿਧਾਂਤ ਅਤੇ ਮਾਡਲ ਕੀਤੇ ਗਏ ਜਿਹਨਾਂ ਨੇ ਸਫਲਤਾ ਪੂਰਵਕ ਕੇਵਲ ਇੱਕ ਨੂੰ ਛੱਡ ਕੇ ਅਨੇਕਾਂ ਵਰਤਾਰਿਆਂ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕੀਤੀ।

ਅਭਿਆਸਾਂ ਦੇ ਉੱਤਰ

11.1 (a) 7.24×10^{18} Hz (b) 0.04nm

11.2 **(a)** 0.34eV = 0.54×10^{-19} J **(b)** 0.34 V **(c)** 344km/s

11.3 1.5eV = 2.4×10^{-19} J

11.4 **(a)** 3.14×10^{-19} J, 1.05×10^{-27} kg m/s **(b)** 3×10^{16} ਫੋਟਾਨ/s **(c)** 0.63 m/s

11.5 4×10^{21} ਫੋਟਾਨ/m^2s

11.6 6.59×10^{-34} J s

11.7 **(a)** 3.38×10^{-19} J = 2.11 eV **(b)** 3.0×10^{20} ਫੋਟਾਨ/s

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

11.8 2.0 V

11.9 ਨਹੀਂ, ਕਿਉਂਕਿ $v < v_0$

11.10 4.73×10^{14} Hz

11.11 2.16 eV $= 3.46 \times 10^{-19}$ J

11.12 **(a)** 4.04×10^{-24} kg m s^{-1} **(b)** 0.164nm

11.13 **(a)** 5.92×10^{-24} kg m s^{-1} **(b)** 6.50×10^{6} m s^{-1} **(c)** 0.112 nm

11.14 **(a)** 6.95×10^{-25} J = 4.34 μeV **(b)** 3.78×10^{-28} J = 0.236 neV

11.15 **(a)** 1.7×10^{-35}m **(b)** 1.1×10^{-32} m **(c)** 3.0×10^{-23} m

11.16 **(a)** 6.63×10^{-25} kg m/s (ਦੋਨਾਂ ਲਈ) **(b)** 1.24 keV **(c)** 1.51 eV

11.17 **(a)** 6.686×10^{-21} J $= 4.174 \times 10^{-2}$ eV **(b)** 0.145 nm

11.18 $\lambda = h/p = h/(hv/c) = c/v$

11.19 0.028 nm

11.20 **(a)** $eV = mv^2/2$ ਵਰਤੋਂ ਕਰੋ, ਅਰਥਾਤ $v\ l/c = [(2eV/m)]^{1/2}$; $v = 1.33 \times 10^7$ ms^{-1}

(b) ਜੇ ਅਸੀਂ $V = 10^7$V ਦੇ ਲਈ ਉਸੇ ਸੂਤਰ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰੀਏ ਤਾਂ $v\ l/c = 1.88 \times 10^9$ m s^{-1} ਆਉਂਦਾ ਹੈ ਇਹ ਸਪਸ਼ਟ ਰੂਪ ਵਿਚ ਗਲਤ ਹੈ, ਕਿਉਂਕਿ ਕੋਈ ਵੀ ਪਦਾਰਥ ਕਣ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਵੇਗ ($c\ l/c = 3 \times 10^8$ ms^{-1}) ਤੋਂ ਵੱਧ ਨਾਲ ਨਹੀਂ ਚਲ ਸਕਦਾ । ਇਸ ਲਈ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦੇ ਲਈ ਉਪਰੋਕਤ ਸੂਤਰ ($mv^2/2$) ਸਿਰਫ $(v/c) << 1$ ਲਈ ਮੰਨਣਯੋਗ ਹੈ । ਬਹੁਤ ਜ਼ਿਆਦਾ ਚਾਲ ਤੇ, ਜਦੋਂ (l/C) ਦੇ ਲਗਭਗ ਤੁੱਲ (ਜਦੋਂ ਕਿ ਹਮੇਸ਼ਾ 1 ਤੋਂ ਘੱਟ) ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਤਾਂ ਸਾਪੇਖੀ ਪ੍ਰਭਾਵ ਖੇਤਰ ਦੇ ਕਾਰਨ ਨਿਮਨਲਿਖਤ ਸੂਤਰ ਮੰਨਣਯੋਗ ਹੁੰਦੇ ਹਨ:

ਸਾਪੇਖੀ ਸੰਵੇਗ $p = mV$

ਕੁਲ ਊਰਜਾ $E = mc^2$ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ $K = mc^2 - m_0c^2$

ਜਿਥੇ ਸਾਪੇਖੀ ਪੁੰਜ m ਨਿਮਨ ਅਨੁਸਾਰ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ

$m = m_0 (1 - v^2/c^2)^{-1/2}$

m_0 ਕਣ ਦਾ ਵਿਰਾਮ ਪੁੰਜ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਇਹਨਾਂ ਸੰਬੰਧਾਂ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ $E = (p^2 c^2 + m_0^2 c^4)1/2$

ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ ਸਾਪੇਖੀ ਪ੍ਰਭਾਵ-ਖੇਤਰ ਵਿਚ, ਜਦੋਂ v/c ਲਗਭਗ 1 ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਤਾਂ ਕੁਲ ਊਰਜਾ $E \geq m_0c^2$ (ਵਿਰਾਮ ਪੁੰਜ ਊਰਜਾ) । ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਵਿਰਾਮ ਪੁੰਜ ਊਰਜਾ ਲਗਭਗ 0.51 MeV ਹੁੰਦੀ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ 10MeV ਦੀ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ, ਜੋ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਵਿਰਾਮ ਪੁੰਜ ਊਰਜਾ ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਜ਼ਿਆਦਾ ਹੈ, ਸਾਪੇਖੀ ਪ੍ਰਭਾਵ-

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਵਿਅਕਤ ਕਰਦੀ ਹੈ । ਸਾਪੇਖੀ ਸੂਤਰ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਨਾਲ v (10 MeV ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦੇ ਲਈ) = 0.999C

11.21 **(a)** 22.7 cm

(b) ਨਹੀਂ । ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਉਪਰ ਸਪਸ਼ਟ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ, 20MeV ਦਾ ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸਾਪੇਖੀ ਗਤੀ ਨਾਲ ਚਲੇਗਾ। ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ, ਅਸਾਪੇਖੀ ਸੂਤਰ $R = (m_0v/eB)$ ਮਨਜ਼ੂਰ ਨਹੀਂ ਹੈ । ਸਾਪੇਖੀ ਸੂਤਰ ਹੈ ।

$R = p/eB = mv/eB$ ਜਾਂ $R = m_0v/\ \ rB\sqrt{1-V2/c2}$

11.22 $eV = (m\,v^2/2)$ ਅਤੇ $R = (m\,v/e\,B)$ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਨਾਲ $(e/m) = (2V/R^2\,B^2)$; ਅਤੇ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਅੰਕੜਿਆਂ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ: $(e/m) = 1.73 \times 10^{11}$ C kg^{-1}

11.23 **(a)** 27.6 keV **(b)** 30 kV ਦੇ ਆਰਡਰ ਦਾ

11.24 $\lambda = (hc/E)$ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਨਾਲ ਇੱਥੇ, i.e.Q_o $E = 5.1 \times 1.602 \times 10^{-10}$ J $\lambda = 2.43 \times 10^{-16}$ m

11.25 **(a)** $\lambda = 500$m ਦੇ ਲਈ $E = (h\,c/\lambda) = 3.98 \times 10^{-28}$ J ਪ੍ਰਤਿ ਸੈਕੰਡ ਉਤਸਰਜਿਤ ਫੋਟਾਨਾਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ $= 10^4\ J\ s^{-1} /3.98 \times 10^{-28} J\ ? \cong 3 \times 10^{31}\ s^{-1}$

ਅਸੀਂ ਦੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਰੇਡਿਓਫੋਟਾਨ ਦੀ ਊਰਜਾ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੈ ਅਤੇ ਰੇਡੀਓਪੁੰਜ ਵਿਚ ਪ੍ਰਤਿ ਸੈਕੰਡ ਉਤਸਰਜਿਤ ਫੋਟਾਨਾਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਇਥੇ ਊਰਜਾ ਦੇ ਨਿਊਨਤਮ ਕਵਾਂਟਮ (ਫੋਟਾਨ) ਦੀ ਹੋਂਦ ਨੂੰ ਉਪੇਖਿਅਤ ਕਰਨ ਅਤੇ ਰੇਡਿਓ ਤਰੰਗ ਦੀ ਕੁੱਲ ਊਰਜਾ ਨੂੰ ਨਿਰੰਤਰ ਮੰਨਣ ਨਾਲ ਨਿਗੁਣੀ ਤਰੁੱਟੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ।

(b) $v = 6 \times 10^{14}$ Hz ਦੇ ਲਈ $E \cong 4 \times 10^{-19}$J ਨਿਊਨਤਮ ਤੀਬਰਤਾ ਦੇ ਸੰਗਤ ਫੋਟਾਨਾਂ ਦੀ ਫਲੱਕਸ $= 10^{-10}\ W\ m^{-2}/4 \times 10^{-19}J = 2.5 \times 10^8\ m^{-2}\ s^{-1}$ ਅੱਖ ਦੀ ਪੁਤਲੀ ਵਿਚ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਫੋਟਾਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਪ੍ਰਤਿ ਸੈਕੰਡ $= 2.5 \times 10^8 \times 0.4 \times 10^{-4}\ s^{-1} = 10^4\ s^{-1}$ । ਜਦੋਂ ਕਿ ਇਹ ਫੋਟਾਨਾਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ (a) ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਬਹੁਤ ਜ਼ਿਆਦਾ ਨਹੀਂ ਹੈ, ਫਿਰ ਵੀ ਸਾਡੇ ਲਈ ਇਹ ਕਾਫੀ ਵੱਧ ਹੈ, ਕਿਉਂਕਿ ਅਸੀਂ ਕਦੇ ਵੀ ਆਪਣੀਆਂ ਅੱਖਾਂ ਨਾਲ ਫੋਟਾਨਾਂ ਨੂੰ ਨਾ ਤਾਂ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਦੇਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ, ਨਾ ਹੀ ਗਿਣ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ।

11.26 $\phi_0 = h\,v - e\,v_0 = 6.7 \times 10^{-19}\ J = 4.2\ eV;\ v_0 = f_0/h = 1.0 \times 10^{15}\ Hz;\ v = 4.7 \times 10^{14}\ Hz < v_0$ ਦੇ ਸੰਗਤ $\lambda = 6328$Å ਹੈ । ਬੇਸ਼ਕ ਲੇਸਰ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਕਿੰਨੀ ਵੀ ਵਧ ਕਿਉ ਨਾ ਹੋਵੇ, ਫੋਟੋਸੇਲ ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਲਈ ਅਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਹੀ ਰਹੇਗਾ ।

11.27 ਦੋਨਾਂ ਸਰੋਤਾਂ ਲਈ $eV_0 = hv - \phi_0$ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰੋ । ਪ੍ਰਥਮ ਸ੍ਰੋਤ ਦੇ ਲਈ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਅੰਕੜਿਆਂ ਤੋਂ $\phi_0 = 1.40$ eV । ਇਸ ਲਈ ਦੂਸਰੇ ਸ੍ਰੋਤ ਦੇ ਲਈ $V_0 = 1.50$V

11.28 V_0 ਅਤੇ v ਵਿਚ ਗ੍ਰਾਫ ਬਣਾਓ । ਗ੍ਰਾਫ ਦੀ ਢਾਲ h/e ਅਤੇ v- ਧੁਰੇ ਤੇ ਇਸਦੀ ਅੰਤਰਿਕ ਕਾਟ v_0 ਨੂੰ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ । ਪਹਿਲੇ ਚਾਰ ਬਿੰਦੂ ਲਗਭਗ ਸਰਲ ਰੇਖਾ ਤੇ ਆਉਂਦੇ ਹਨ, ਜੋ V ਧੁਰੇ ਨੂੰ $v_0 = 5.0 \times 10^{14}$ Hz (ਦੇਹਲੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ) ਤੇ ਕਟਦੀ ਹੈ । ਪੰਜਵਾਂ ਬਿੰਦੂ $v < v_0$ ਦੇ ਲਈ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਜਿਥੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲੀ ਉਤਸਰਜਨ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਅਤੇ ਇਸ ਲਈ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਰੋਕਣ ਲਈ ਨਿਰੋਧੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਦੀ ਲੋੜ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ । ਗ੍ਰਾਫ ਦੀ ਢਾਲ 4.15×10^{-15} Vs ਹੈ । $e = 1.6 \times 10^{-19}$C ਅਤੇ $h = 6.64 \times 10^{-34}$ Js (h ਦਾ ਮਿਆਰੀ ਮਾਨ $= 6.626 \times 10^{-34}$ Js) ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ $\phi = hv_0 = 2.11$ V

11.29 ਇਹ ਦੇਖਿਆ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਦਿੱਤੀ ਹੋਈ ਆਪਾਤੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ v, v_0 (Na) ਅਤੇ v_0 (K) ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੈ, ਪਰ v_0

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(Mo) ਅਤੇ v_0 (Ni) ਤੋਂ ਘਟ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ Mo ਅਤੇ Ni ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲੀ ਉਤਸਰਜਨ ਨਹੀਂ ਕਰਣਗੇ । ਜੇ ਲੇਸਰ ਨੇੜੇ ਲਿਆਂਦੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ, ਤਾਂ ਵਿਕਿਰਨ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਵਧਦੀ ਹੈ, ਪਰ ਇਸ ਤੋਂ Mo ਅਤੇ Ni ਸੰਬੰਧੀ ਪਰਿਣਾਮਾਂ ਤੇ ਕੋਈ ਪ੍ਰਭਾਵ ਨਹੀਂ ਪੈਂਦਾ । ਫਿਰ ਵੀ Na ਅਤੇ K ਤੋਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ, ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਵਧਣ ਨਾਲ ਵਧੇਗਾ ।

11.30 ਪ੍ਰਤਿ ਪਰਮਾਣੂ ਇੱਕ ਚਾਲਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਪਰਮਾਣਵਿਕ ਖੇਤਰਫਲ $\sim 10^{-20}$ m^2 ਮੰਨਨ ਤੇ, 5 ਸਤਹਿਆਂ ਵਿਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਸੰਖਿਆ

$= 5 \times 2 \times 10^{-4}\ m^2/10^{-20}\ m^2 = 10^{17}$

ਆਪਾਤੀ ਸ਼ਕਤੀ

$= 10^{-5}\ W\ m^{-2} \times 2 \times 10^{-4}\ m^2$

$= 2 \times 10^{-9}\ W$

ਤਰੰਗ ਚਿੱਤਰਣ (ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ), ਵਿਚ, ਆਪਾਤੀ ਸ਼ਕਤੀ ਸਾਰੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੁਆਰਾ ਲਗਾਤਾਰ ਰੂਪ ਵਿਚ ਇਕਸਮਾਨ ਸੋਖਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ । ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ , ਪ੍ਰਤਿ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪ੍ਰਤਿ ਸੈਕੰਡ ਸੋਖਿਤ ਊਰਜਾ

$= 2 \times 10^{-9}/10^{17} = 2 \times 10^{-26}\ W$

ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲੀ ਉਤਸਰਜਨ ਦੇ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਸਮਾਂ

$= 2 \times 1.6 \times 10^{-19} J/2 \times 10^{-26}\ W = 1.6 \times 10^7 s$

ਜੋ ਲਗਭਗ ਅੱਧਾ (0.5) ਸਾਲ ਹੈ ।

ਮਹੱਤਵ: ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਰੂਪ ਵਿਚ, ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਿਜਲੀ ਉਤਸਰਜਨ ਲਗਭਗ ਤਤਕਾਲਿਕ ($\sim 10^{-9}s$) ਪ੍ਰੇਖਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ ਤਰੰਗ- ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਨਾਲ ਪੂਰੀ ਅਸਹਿਮਤੀ ਵਿਚ ਹੈ । ਫੋਟਾਨ-ਚਿਤਰਣ ਵਿਚ, ਉਪਰੀ ਸਤਹਿ ਵਿਚ ਵਿਕਿਰਨ ਦੀ ਊਰਜਾ ਸਾਰੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੁਆਰਾ ਬਰਾਬਰ ਰੂਪ ਵਿਚ ਸਾਂਝੀ ਨਹੀਂ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ । ਬਲਕਿ, ਊਰਜਾ ਟੁਟਵੇਂ 'ਕਵਾਂਟਾ' ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਆਉਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਊਰਜਾ ਦਾ ਸੋਖਣ ਹੌਲੀ ਹੌਲੀ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ । ਫੋਟਾਨ ਜਾਂ ਤਾਂ ਸੋਖਿਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ, ਜਾਂ ਲਗਭਗ ਤਤਕਾਲੀ ਰੂਪ ਵਿਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੁਆਰਾ ਸੋਖਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।

11.31 $\lambda = 1Å$ ਦੇ ਲਈ, ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਊਰਜਾ = 150eV; ਫੋਟਾਨ ਦੀ ਊਰਜਾ = 12.4 keV ਇਸ ਲਈ ਬਰਾਬਰ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਲਈ ਫੋਟਾਨ ਦੀ ਊਰਜਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਊਰਜਾ ਤੋਂ ਕਾਫੀ ਵੱਧ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ।

11.32 (a) $\lambda = h/p = h/\sqrt{2m\ K}$

ਇਸ ਲਈ ਸਮਾਨ K ਦੇ ਲਈ, λ, ਪੁੰਜ m ਦੇ ਨਾਲ ($1/\sqrt{m}$) ਅਨੁਸਾਰ ਘਟਦੀ ਹੈ । ਹੁਣ (m_n/m_e) = 1836.6; ਇਸ ਲਈ ਸਮਾਨ ਊਰਜਾ 150eV ਦੇ ਲਈ ਅਭਿਆਸ 11.31 ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ = $\frac{1}{(\sqrt{18386})}$ $\times 10^{-10}\ m = 2.33 \times 10^{-12}\ m$ । ਅੰਤਰ ਪਰਮਾਣਵੀ ਦੂਰੀਆਂ ਇਸ ਤੋਂ ਸੌ ਗੁਣਾਂ ਵਡੀਆਂ ਹਨ । ਇਸ ਲਈ 150eV ਊਰਜਾ ਦਾ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਪੁੰਜ ਵਿਵਰਤਨ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਦੇ ਲਈ ਢੁਕਵਾਂ ਨਹੀਂ ਹੈ ।

(b) $\lambda = (h/\sqrt{3m\ kt})$ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਨਾਲ $\lambda = 1.45 \times 10^{-10} m$, jo ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਵਿਚ ਅੰਤਰਪਰਮਾਣਵੀ ਦੂਰੀਆਂ ਦੇ ਤੁੱਲ ਹੈ । ਸਾਫ ਹੈ ਕਿ ਉਪਰ (a) ਅਤੇ (b) ਤੋਂ, ਤਾਪੀ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਵਿਵਰਤਨ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਦੇ ਲਈ ਢੁਕਵਾਂ ਕਣ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ ਉੱਚ ਊਰਜਾ ਦੇ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਪੁੰਜ ਨੂੰ ਵਿਵਰਤਨ ਦੇ ਲਈ ਵਰਤੋਂ ਕਰਨ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਗਰਮ ਕਰ ਲੈਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ।

11.33 $\lambda = 5.5 \times 10^{-12}\ m$ λ (ਪੀਲਾ ਰੰਗ) = $5.9 \times 10^{-7}\ m$

ਵਿਭੇਦਨ ਸਮਰਥਾ, ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਉਲਟ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੀ ਵਿਭੇਦਨ ਸਮਰਥਾ, ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਸੂਖਮਦਰਸ਼ੀ ਦੀ ਵਿਭੇਦਨ ਸਮਰਥਾ ਤੋਂ ਲਗਭਗ 10^5 ਗੁਣਾ ਹੈ । ਵਿਵਹਾਰ ਵਿਚ ਦੂਸਰੇ (ਜੁਮੈਟਰੀ) ਕਾਰਕਾਂ ਦਾ ਅੰਤਰ ਇਸ ਤੁਲਨਾ ਨੂੰ ਥੋੜਾ ਜਿਹਾ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਕਰ ਸਕਦਾ ਹੈ ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

11.34 ਸੰਵੇਗ ਦੇ ਲਈ

$p = h/\lambda = 6.63\times10^{-34}\ \mathrm{Js}/10^{-15}\mathrm{m}$

$= 6.63\times10^{-19}\ \mathrm{kg\ m\ s^{-1}}$

ਊਰਜਾ ਦੇ ਲਈ ਸਾਪੇਖੀ ਸੂਤਰ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ

$$E^2 = c^2p^2 + m_o^2\,c^4 = 9 \times (6.63)^2 \times 10^{-22} + (0.511\times1.6)^2 \times 10^{-26} \cong 9 \times (6.63)^2 \times 10^{-22}\ J^2$$

ਦੂਸਰਾ ਪਦ (ਵਿਰਾਮ ਪੁੰਜ ਊਰਜਾ) ਨਿਗੁਣਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ।

ਇਸ ਲਈ $E = 1.989 \times 10^{-10}\ J = 1.24$ BeV

ਇਸ ਲਈ ਪ੍ਰਵੇਗਕ ਵਿਚੋਂ ਨਿਕਲੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਊਰਜਾ ਕੁਝ BeV ਦੇ ਆਰਡਰ ਦੀ ਜ਼ਰੂਰ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ ।

11.35 $\lambda = h/\sqrt{3mkt}$ $m:_{He} = 4\times10^{-3}/6\times10^{23}$ kg ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ $\lambda = 0.73\times10^{-10}$ m ਵਿਚਕਾਰ ਦੂਰੀ $r = (V/N)^{1/3} = (kT/p)^{1/3}$

$T = 300$ K, $p = 1.01\times10^5$ Pa ਦੇ ਲਈ $r = 3.4\times10^{-9}$ m ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਅਸੀਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਕਿ $r >> \lambda$

11.36 ਅਭਿਆਸ 11.35 ਵਾਲਾ ਬਰਾਬਰ ਸੂਤਰ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰਨ ਤੇ $\lambda = 6.2\times10^{-9}$ m ਜੋ ਦਿੱਤੀ ਗਈ ਅੰਤਰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਕੀ ਦੂਰੀ ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਹੈ ।

11.37 **(a)** ਕਵਾਰਕ, ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਜਾਂ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਵਿਚ ਅਜਿਹੇ ਬਲਾਂ ਨਾਲ ਬੰਨ੍ਹੇ ਮੰਨੇ ਜਾਂਦੇ ਹਾਂ, ਜੋ ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਦੂਰ ਖਿਚਣ ਤੇ ਪ੍ਰਬਲ ਹੁੰਦੇ ਹਨ । ਇਸ ਲਈ ਅਜਿਹਾ ਲਗਦਾ ਹੈ ਕਿ ਜਦੋਂ ਕਿ ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ ਵਿਚ ਭਿੰਨਾਤਮਕ ਚਾਰਜ ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ, ਬੇਸ਼ਕ ਪ੍ਰੇਖਣੀ ਚਾਰਜ e ਦੇ ਪੂਰਣ ਗੁਣਜ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ।

(b) ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰਾਂ ਦੇ ਲਈ ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਦੋਨੋਂ ਮੂਲ ਸੰਬੰਧ $ev = (1/2)\,m\,v^2$ ਜਾਂ $eE = m\,a$ ਅਤੇ $eBv = mv^2/r$, ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ ਕਿ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਗਤਿਕੀ e ਅਤੇ m ਦੋਨਾਂ ਦੁਆਰਾ ਵੱਖ ਵੱਖ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ, ਬਲਕਿ e/m ਦੁਆਰਾ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ।

(c) ਨਿਮਨ ਦਬਾਓ ਤੇ ਆਇਨਾਂ ਦੀ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਸੰਗਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਡਾਂ ਤੇ ਪੁਜਣ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਦੀ ਰਚਨਾ ਕਰਨ ਦੀ ਸੰਭਾਵਨਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਆਮ ਦਬਾਓ ਤੇ, ਗੈਸ ਅਣੂਆਂ ਨਾਲ ਟੱਕਰ ਅਤੇ ਪੁਨਰ ਸੰਯੋਜਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਆਇਨਾਂ ਦੀ ਅਜਿਹੀ ਕੋਈ ਸੰਭਾਵਨਾ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ ।

(d) ਕਾਰਜ-ਫਲਨ, ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨੂੰ ਚਾਲਨ ਬੈਂਡ ਦੇ ਉਪਰੀ ਪੱਧਰ ਤੋਂ ਧਾਤ ਵਿਚੋਂ ਬਾਹਰ ਕੱਢਣ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਨਿਊਨਤਮ ਊਰਜਾ ਮਾਤਰ ਹੈ। ਧਾਤ ਦੇ ਸਾਰੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਇਸ ਪੱਧਰ (ਊਰਜਾ ਅਵਸਥਾ) ਵਿੱਚ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੇ । ਉਹ ਪੱਧਰਾਂ ਦੇ ਲਗਾਤਾਰ ਬੈਂਡ ਵਿਚ ਰਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ, ਇੱਕ ਹੀ ਆਪਾਤੀ ਵਿਕਿਰਣ ਦੇ ਲਈ, ਵੱਖ ਵੱਖ ਪੱਧਰਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਨਿਕਲੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ, ਵੱਖ ਵੱਖ ਊਰਜਾਵਾਂ ਦੇ ਨਾਲ ਨਿਕਲਦੇ ਹਨ ।

(e) ਕਿਸੇ ਕਣ ਦੀ ਊਰਜਾ E (ਨਾ ਕਿ ਸੰਵੇਗ p) ਦਾ ਪਰਮਾਨ ਇੱਕ ਜੋੜਾਤਮਕ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਦੇ ਤਹਿਤ ਮੁਕਤ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ ਜਿਥੇ λ ਭੌਤਿਕ ਰੂਪ ਵਿਚ ਮਹਤਵਪੂਰਨ ਹੈ ਉਥੇ ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਪਦਾਰਥਕ ਤਰੰਗ ਦੇ ਲਈ v ਦੇ ਪਰਮ ਮਾਨ ਦਾ ਕੋਈ ਸਿੱਧਾ ਭੌਤਿਕ ਮਹੱਤਵ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਲਾ ਚਾਲ (phase speed) $v\lambda$ ਵੀ ਭੌਤਿਕ ਕਣ ਤੋਂ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਨਹੀਂ ਹੈ । ਸਮੂਹ ਚਾਲ (group speed)

$$dv/d(1/\lambda) = dE/dp = d/dp\,(p^2/2m) = p/m$$

ਭੌਤਿਕ ਰੂਪ ਵਿਚ ਅਰਥ ਪੂਰਨ ਹੈ ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਅਧਿਆਇ 12

ਪਰਮਾਣੂ (Atom)

12.1 ਭੂਮਿਕਾ (INTRODUCTION)

ਉਨੱਵੀ ਸਦੀ ਤੱਕ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਪਰਮਾਣੂ ਪਰਿਕਲਪਨਾ ਦੇ ਸਮਰਥਨ ਵਿੱਚ ਕਾਫੀ ਸਬੂਤ ਇਕੱਠੇ ਹੋ ਗਏ ਸੀ 1897 ਵਿੱਚ ਬ੍ਰਿਟਿਸ਼ ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨੀ ਜੋਸਫ ਜੇ. ਟਾਮਸਨ ਨੇ ਗੈਸਾਂ ਦੇ ਬਿਜਲੀ ਡਿਸਚਾਰਜ ਦੁਆਰਾ ਲੱਭਿਆ ਕਿ ਵੱਖ ਵੱਖ ਤੱਤਾਂ ਦੇ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਵਿੱਚ ਸਥਿਤ ਰਿਣਾਤਮਕ ਆਵੇਸਿਤ ਹਿੱਸੇ (ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ) ਸਾਰੇ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਲਈ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਹਨ। ਪਰੰਤੂ, ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਉੱਤੇ ਪੂਰਨ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਵੀ ਚਾਰਜ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਉਹ ਬਿਨ੍ਹਾਂ ਚਾਰਜ ਦੇ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਰਿਣਾਤਮਕ ਚਾਰਜ ਨੂੰ ਬਰਾਬਰ ਕਰਨ ਲਈ ਉਸਦੇ ਵਿੱਚ ਧਨਾਤਮਕ ਚਾਰਜ ਵੀ ਜਰੂਰ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਪਰ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਧਨਾਤਮਕ ਚਾਰਜ ਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਵਿਵਸਥਾ ਕੀ ਹੈ ? ਦੂਸਰੇ ਸ਼ਬਦਾਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦਾ ਸਰੰਚਨਾ ਕੀ ਹੈ।

ਸੰਨ 1898 ਵਿੱਚ ਜੇ .ਜੇ ਟੋਮਸਨ ਨੇ ਪਰਮਾਣੂ ਦਾ ਪਹਿਲਾ ਮਾਡਲ ਪੇਸ਼ ਕੀਤਾ ਸੀ। ਇਸ ਮਾਡਲ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਪਰਮਾਣੂ ਦਾ ਧਨ ਚਾਰਜ ਪਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵੰਡਿਆ ਹੋਇਆ ਹੈ ਅਤੇ ਰਿਣ ਚਾਰਜ (Electron)ਇਹਦੇ ਵਿੱਚ ਠੀਕ ਉਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਥਿਤ ਹਨ ਜਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਿਸੇ ਹਦਵਾਨੇ ਵਿੱਚ ਬੀਜ। ਇਸ ਮਾਡਲ ਨੂੰ ਤਸਵੀਰ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਪਲੱਮ ਪੂਡਿੰਗ (Plum Pudding) ਮਾਡਲ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । ਪਰੰਤੂ, ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਬਾਅਦ ਦੀਆਂ ਖੋਜਾਂ ਨੇ ਜਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਿ ਇਸ ਪਾਠ ਵਿੱਚ ਦੱਸਿਆ ਕਿ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਤੇ ਧਨ ਚਾਰਜ ਦਾ ਫੈਲਾਅ ਇਸ ਮਾਡਲ ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਵੱਖਰਾ ਹੈ ।

ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ, ਸੰਘਣਾ (condense) ਪਦਾਰਥ (ਠੋਸ ਤੇ ਦ੍ਰਵ) ਅਤੇ ਸੰਘਣੀਆਂ ਗੈਸਾਂ ਸਾਰੇ ਹੀ ਤਾਪਮਾਨਾਂ ਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋ ਮੈਗਨੈਟਿਕ (Electromagnetic) ਵਿਕਰਣ ਪੈਦਾ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ । ਜਿਨਾਂ ਵਿੱਚ ਕਈ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀਆਂ ਵੱਖਰੀਆਂ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈਆਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੀਆਂ ਤੀਬਰਤਾਵਾਂ (Intensities) ਅਲੱਗ-ਅਲੱਗ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ । ਇਹ ਸਮਝਿਆਂ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਵਿਕਰਣ ਪ੍ਰਮਾਣੂਆਂ ਤੇ ਅਣੂਆਂ ਦੇ ਡੋਲਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਜੋ ਹਰੇਕ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਤੇ ਅਣੂ ਦਾ ਆਪਣੇ ਨੇੜੇ ਦੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਤੇ ਅਣੂ ਦੇ ਨਾਲ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਟਕਰਾਅ ਦੇ ਨਾਲ ਕੰਟਰੋਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਇਸਦੇ ਉਲਟ ਅੱਗ ਵਿੱਚ ਗਰਮ ਕੀਤੀ ਗਈ ਵਿਰਲ (Rare) ਗੈਸ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਅਤੇ ਕਿਸੇ ਗਰਮ ਨਲੀ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਨਾਲ ਉਤੇਜਿਤ ਕੀਤੀ ਗਈ ਗੈਸ ਜਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਿ ਨਿਊਨ ਸਾਇਨ (Neon Sign) ਮਰਕਰੀ (mercury) ਵਾਸ਼ਪ ਵਿੱਚ ਕੁਝ ਡਿਸਕ੍ਰੀਟ (discrete) ਤਰੰਗਾਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ।

ਇਨਾਂ ਦੇ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮ ਵਿੱਚ ਚਮਕਦਾਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਇਕ ਲੜੀ ਦਿਖਾਈ ਦਿੰਦੀ ਹੈ। ਇਹੋ ਜਿਹੀਆਂ ਗੈਸਾਂ ਦੇ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਵਿੱਚ ਕਾਫੀ ਖਾਲੀ ਜਗਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਪੈਦਾ ਹੋਇਆ ਵਿਕਰਣ ਇਕ ਹੀ ਅਣੂ ਵਿਚੋ ਪੈਦਾ ਹੋਇਆ ਮੰਨਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਨਾ ਕਿ ਪ੍ਰਮਾਣੂਆਂ ਤੇ ਅਣੂਆਂ ਦੇ ਆਪਸੀ ਟਕਰਾਅ ਕਾਰਨ। 19ਵੀਂ ਸਦੀ ਦੇ ਸ਼ੁਰੂ ਵਿੱਚ ਇਹ ਸਿੱਧ ਹੋ ਗਿਆ ਸੀ ਕਿ ਹਰੇਕ ਤੱਤ ਵਿੱਚੋ ਪੈਦਾ ਹੋਇਆ ਵਿਕਰਣ ਇਕ ਵੱਖਰੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦਾ ਵਿਕਰਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਨ ਦੇ ਤੌਰ ਤੇ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਦਾ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮ ਹਮੇਸ਼ਾ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦਾ ਇਕ ਸਮੂਹ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿੱਥੇ ਕਿ ਰੇਖਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਇਕ ਨਿਸ਼ਚਤ ਦੂਰੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਤੱਥ ਤੋ ਇਹ ਸੁਝਾਅ ਮਿਲਿਆ ਕਿ ਅਣੂ ਦੀ ਅੰਦਰੂਨੀ ਸਰੰਚਨਾ ਤੇ ਉਸ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਹੋਏ ਵਿਕਰਣ ਵਿੱਚ ਇਕ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਸੰਬੰਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਜੇ .ਜੇ ਟਾਮਸਨ ਦਾ ਇੱਕ ਪੁਰਾਣਾ ਵਿਦਿਆਰਥੀ ਅਰਨਸਟ ਰਦਰਫਰੋਡ(Ernest Rutherford) ਕੁਝ ਰੇਡੀਓ ਐਕਟਿਵ ਤੱਤਾਂ ਤੇ ਉਤਪੰਨ ਹੋਣ ਵਾਲੀਆਂ ਅਲਫਾਂ ਕਿਰਨਾਂ ਤੇ ਇਕ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰਨ ਵਿਚ ਮਗਨ ਸੀ। ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੀ ਸਰੰਚਨਾ ਨੂੰ ਸਮਝਣ ਲਈ ਉਨ੍ਹਾਂ ਨੇ 1906 ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਮਾਣੂਆਂ ਦੁਆਰਾ ਅਲਫਾ ਕਣਾਂ ਦੇ ਸਕੈਟਰਿੰਗ ਦੇ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਤ ਇਕ ਕਲਾਸਕੀ (Classical) ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੱਸਿਆ।

ਇਹ ਪ੍ਰਯੋਗ ਬਾਅਦ ਵਿੱਚ ਸੰਨ 1911 ਵਿੱਚ ਹੈਂਸ ਗਾਇਗਰ(Hans Geigar) (1882-1945) ਅਤੇ ਅਰਨਸਟ ਮਾਰਸਡੇਨ (Ernest Marsden) (1889–1970) ਜੋ ਕਿ 20 ਸਾਲ ਦੇ ਸਨ ਅਤੇ ਉਹ ਵਿਦਿਆਰਥੀ ਸੀ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਹਾਲੇ ਤੱਕ ਸਨਾਤਕ ਦੀ ਡਿਗਰੀ ਵੀ ਨਹੀਂ ਸੀ ਲਈ ਨੇ ਕੀਤਾ ਸੈਕਸ਼ਨ 12.2 ਵਿੱਚ ਇਸ ਦੀ ਵਿਸਤਾਰ ਨਾਲ ਚਰਚਾ ਕੀਤੀ ਗਈ ਹੈ। ਇਹਦੇ ਨਤੀਜਿਆਂ ਨੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੇ ਰਦਰਫੋਰਡ ਦੇ ਗ੍ਰਹਿ ਮਾਡਲ ਨੂੰ ਜਨਮ ਦਿੱਤਾ। (ਜਿਸਨੂੰ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦਾ ਨਾਭਿਕੀ ਮਾਡਲ ਵੀ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ) ਇਸ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦਾ ਸਾਰਾ ਧਨ ਚਾਰਜ ਅਤੇ ਬਹੁਤਾ ਪੁੰਜ ਇੱਕ ਛੋਟੇ ਆਇਤਨ ਵਿੱਚ ਕੇਂਦਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਨਾਭਿਕ (Nucleus) ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਚੱਕਰ ਲਗਾਂਦੇ ਹਨ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਗ੍ਰਹਿ ਸੂਰਜ ਦੇ ਚਾਰੋ ਪਾਸੇ ਚੱਕਰ ਲਗਾਉਂਦੇ ਹਨ।

ਅਰਨਟਸ ਰਦਰਫੋਰਡ (Erinest Rutherford) (1871–1937) ਅੰਗਰੇਜ਼ ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨੀ ਜਿਸਨੇ ਰੇਡਿਓ ਵਿਕਿਰਣਾ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਵਧੀਆ ਕੰਮ ਕੀਤਾ। (Federick Soddy) ਦੇ ਨਾਲ ਉਨ੍ਹਾਂ ਨੇ ਥੋਰਿਆਮ (Thorium) ਚੋਂ ਨਿਕਲਣ ਵਾਲੇ ਵਿਕਿਰਣਾ ਦਾ ਅਧਿਅਨ ਕੀਤਾ ਅਤੇ ਇੱਕ ਨਵੀਂ ਗੈਸ ਥੋਰੋਣ ਦੀ ਖੋਜ ਕੀਤੀ ਜੋ ਰੇਡਾਨ ਦਾ ਆਈਸੋਟੋਪ (Isotope) ਹੈ। ਪਤਲੇ ਧਾਤੂ ਦੇ ਵਰਕ ਉਤੇ ਅਲਫਾ ਕਿਰਣਾਂ ਦੀ ਸਕੇਟਰਿੰਗ (Scartering) ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦਾ ਗ੍ਰਹਿ ਮਾਡਲ ਪ੍ਰਸਾਤਾਵਿਤ ਕੀਤਾ। ਉਸਨੇ ਨਾਭਿਕ (Nucleus) ਦੇ ਅਕਾਰ ਦਾ ਵੀ ਅੰਦਾਜਾ ਲਾ ਲਿਆ।

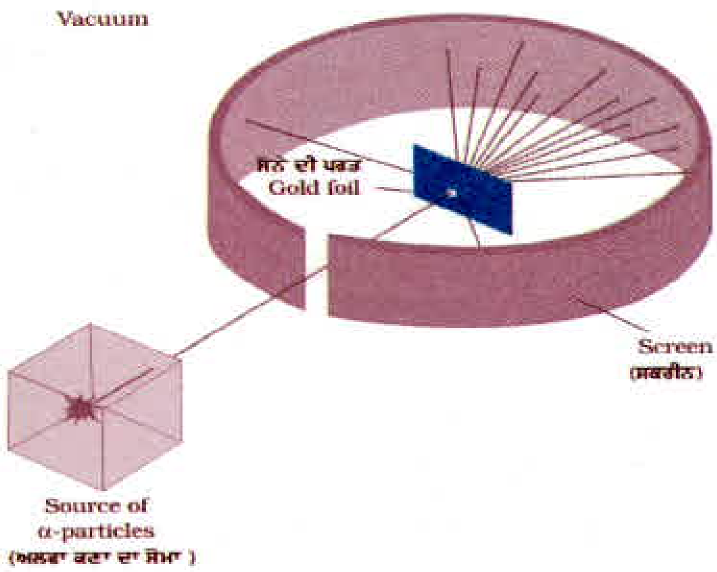
ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੇ ਜਿਸ ਵਰਤਮਾਨ ਰੂਪ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਹੁਣ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ, ਰਦਰਫੋਰਡ ਦਾ ਨਾਭਿਕੀ ਮਾਡਲ ਇਸ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਵੱਡਾ ਕਦਮ ਸੀ। ਪਰੰਤੂ, ਇਸ ਤੇ ਇਹ ਚਰਚਾ ਨਹੀਂ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਕਿ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਕੇਵਲ ਖੰਡਿਤ (Discrete) ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ (Wave length) ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਹੀ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਹਾਈਡਰੋਜਨ (Hydrogen) ਵਰਗਾ ਇੱਕ ਸਰਲ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਕੇਵਲ ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ (Electron) ਅਤੇ ਇੱਕ ਪ੍ਰੋਟ੍ਰਾਨ (Proton) ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਉਹ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦਾ ਇਕ ਜਟਿਲ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮ (Spectrum) ਕਿਵੇਂ ਉਤਸਰਜਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ? ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੇ ਕਲਾਸਿਕੀ ਰੂਪ ਵਿੱਚ, ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ (electron) ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਚਾਰੋ ਪਾਸੇ ਠੀਕ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਘੁਮਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਗ੍ਰਹਿ ਸੂਰਜ ਦੇ ਚਾਰੋ ਪਾਸੇ ਪਰਿਕ੍ਰਮਾ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਪਰੰਤੂ, ਅਸੀਂ ਦੇਖਾਂਗੇ ਕਿ ਇਸ ਮਾਡਲ ਨੂੰ ਸਵੀਕਾਰ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਕੁਛ ਗੰਭੀਰ ਪਰੇਸ਼ਾਨੀਆਂ ਹਨ।

12.2 ਅਲਫ਼ਾ ਕਣਾ ਦਾ ਖੰਡਾਓ ਅਤੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦਾ ਰਦਰਫੋਰਡ ਦਾ ਨਾਭਿਕੀ ਮਾਡਲ (Alpha Particle Scattering And Ruther Ford Nuclear Model of Atom)

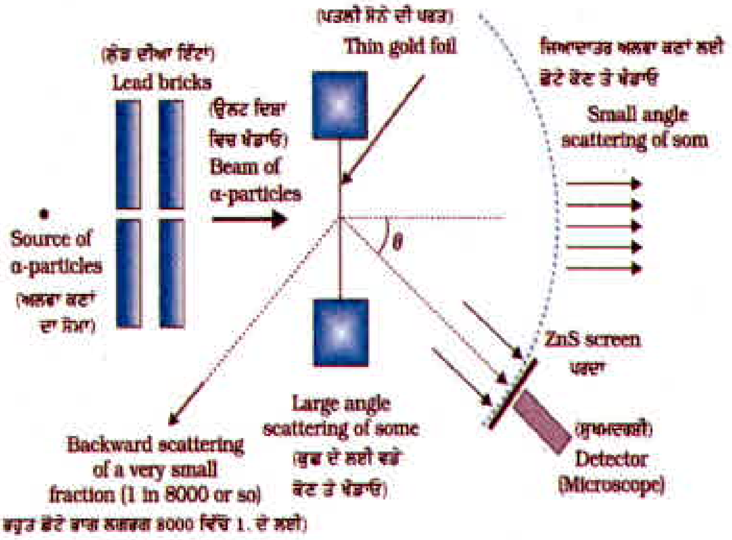
ਸੰਨ 1911 ਵਿੱਚ ਰਦਰਫੋਰਡ ਦੇ ਸੁਝਾਵ ਤੇ ਐਚ.ਗਾਇਗਰ (H.Geiger) ਅਤੇ ਇ.ਮਾਰਸੇਡਨ (E.Marsden) ਨੇ ਕੁੱਝ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤੇ। ਉਨ੍ਹਾਂ ਵਲੋ ਕੀਤੇ ਗਏ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚੋ ਇੱਕ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ ਰੇਡੀਐਕਟਿਵ ਸੋਮਾ (source) $^{214}_{83}$Bi ਤੋ ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੋਣ ਵਾਲੇ 5.5Mev. ਊਰਜਾ ਵਾਲੇ ਅਲਫਾ ਕਣਾਂ ਦੇ ਇਕ ਪੁੰਜ ਨੂੰ ਸੋਨੇ ਦੀ ਇੱਕ ਪਤਲੀ (ਪਰਤ) (Sheet) ਤੇ ਨਿਰਦੇਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com



ਚਿੱਤਰ 12.1:- ਗਾਇਗਰ ਮਾਰਸੇਡਨ ਖੰਡਾਓ ਪ੍ਰਯੋਗ ਸਾਰਾ ਉਪਕਰਣ ਇੱਕ ਵੈਕੂਅਮ(vaccum) ਕਮਰੇ ਵਿੱਚ ਰੱਖਿਆਂ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 12.2:- ਗਾਇਗਰ ਮਾਰਸੇਡਨ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦਾ ਯੋਜਨਾਬੱਧ ਪ੍ਰਬੰਧ

ਜਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਚਿੱਤਰ 12.1 ਵਿੱਚ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ। ਚਿੱਤਰ 12.2 ਵਿੱਚ ਇਸ ਪ੍ਰਯੋਗ ਨੂੰ ਇਕ ਤਰਤੀਬਵਾਰ ਢੰਗ ਨਾਲ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਰੇਡਿਓਐਕਟਿਵ ਸੋਮੇ $^{214}_{83}Bi$ ਤੋ ਪੈਦਾ ਕਣਾਂ ਦੇ ਇੱਕ ਪਤਲੇ ਕਿਰਣ ਪੁੰਜ ਨੂੰ ਲੈਡ (lead) ਦੀਆਂ ਇੱਟਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚੋ ਗੁਜਾਰ ਕੇ ਇਕੋ ਰੇਖਾ ਵਿੱਚ (collimate) ਕੀਤਾ ਗਿਆ।

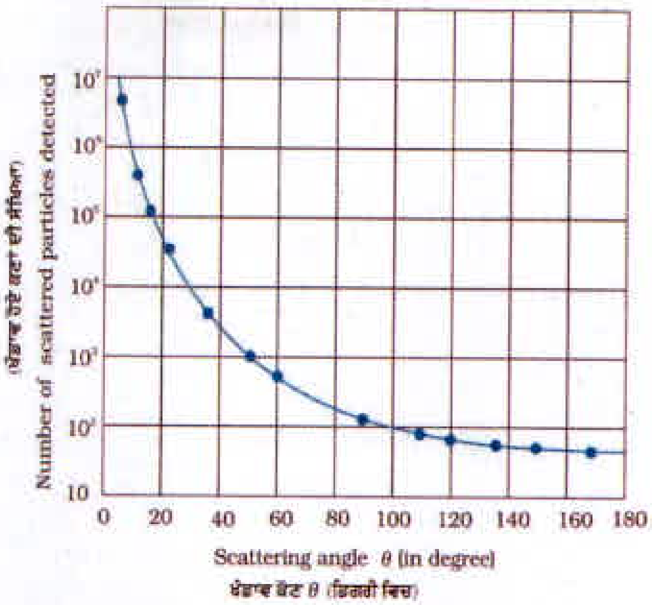
ਇਸ ਕਿਰਣ ਪੁੰਜ ਨੂੰ 2.1×10^{-7}m ਮੋਟੀ ਇੱਕ ਸੋਨੇ ਦੀ ਪਰਤ ਉਤੇ ਸੁੱਟਿਆ ਗਿਆ। ਖੰਡਿਤ ਹੋਏ ਅਲਫ਼ਾ ਕਣਾਂ ਨੂੰ ਇੱਕ ਘੁੰਮਣ ਵਾਲੇ ਡਿਟੇਕਟਰ (Detector) ਨਾਲ ਮਾਪੀਆ ਗਿਆ। ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਜਿੰਕ ਸਲਫਾਇਡ (ZnS) ਦਾ ਪਰਦਾ ਅਤੇ ਇੱਕ ਸੁਖੇਦਰਸ਼ੀ (microscope) ਸੀ। ਖੰਡਿਤ ਕਣ ZnS ਦੇ ਪਰਦੇ ਤੇ ਟਕਰਾ ਕੇ ਇੱਕ ਚਮਕੀਲਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੈਦਾ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੁਖਮਦਰਸ਼ੀ ਨਾਲ ਦੇਖਿਆਂ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਖੰਡਾਓ (Scattering) ਕਣਾਂ ਦੇ ਵਿਤਰਰਣ ਦਾ ਖੰਡਾਓ (Scattering) ਕੋਣ ਦੇ ਫਲਣ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਅਧਿਐਨ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਚਿੱਤਰ 12.3 ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਸਮੇਂ ਅੰਤਰਾਲ ਵਿੱਚ ਅਲਗ-ਅਲਗ ਕੋਣਾਂ ਤੇ ਖੰਡਾਉ (Scatter) ਹੋਏ ਕੁਲ ਅਲਫਾ ਕਣਾਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ਦਾ ਇਕ ਆਮ ਆਲੇਖ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਸ ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ, ਗਏ ਬਿੰਦੂ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਾਪਤ ਅੰਕੜਿਆ ਨੂੰ ਆਲੇਖਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ, ਅਤੇ ਠੋਸ ਵਕਰ (Solid Cureve) ਇੱਕ ਸਿਧਾਂਤਕ ਪੂਰਵਾਅਭਾਸ ਹੈ ਜੋ ਇਸ ਕਲਪਨਾ ਤੇ ਅਧਾਰਿਤ ਹੈ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਛੋਟਾ ਸੰਘਣਾ ਅਤੇ ਧਨਅਵੇਸਿਤ ਨਾਭਿਕ ਹੈ। ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਅਲਫ਼ਾ ਕਣ ਸੋਨੇ ਦੀ ਪਰਤ ਨੂੰ ਪਾਰ ਕਰ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਦਾ ਮਤਲਬ ਕੀ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਕਿਸੇ ਨਾਲ ਟੱਕਰ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ। ਸਿਰਫ 0.14% ਅਲਫਾ-ਕਣ 1^0 ਤੋਂ ਵੱਧ ਦੇ ਕੋਣ ਤੇ ਖਿੰਡਾਉ (Scatter) ਕਰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ 8000 ਵਿੱਚੋਂ ਕੋਈ ਇੱਕ 90^0 ਤੋਂ ਵੱਧ ਕੋਣ ਤੇ ਖਿੰਡਾਉ (Scatter) ਕਰਦਾ ਹੈ। ਰਦਰਫੋਰਡ (Rutherford) ਨੇ ਇਹ ਸੁਝਾਅ ਦਿੱਤਾ। ਕੀ ਅਲਫਾ ਕਣਾ ਨੂੰ ਉਲਟ ਦਿਸ਼ਾ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਖੰਡਾਉ (Scatter) ਕਰਣ ਲਈ ਬਹੁਤ ਜਿਆਦਾ (Repulsive) ਬੱਲ ਚਾਹਿਦਾ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਇਨਾ ਜਿਆਦਾ ਬਲ ਤਾਂ ਹੀ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ ਜੇਕਰ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦਾ ਬਹੁਤਾ ਪੁੰਜ ਅਤੇ ਧਨ ਚਾਰਜ ਇਸ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੇ ਕੇਂਦ੍ਰਿਤ ਹੋਵੇ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੋਣ ਕਾਰਨ ਅੰਦਰ ਆਉਣ ਵਾਲਾ ਅਲਫਾ ਕਣ ਇਸ ਨੂੰ ਬਿਨਾਂ ਭੇਦੇ (penetrate) ਧਨ ਚਾਰਜ ਦੇ ਬਹੁਤ ਨੇੜੇ ਆ ਜਾਵੇਗਾ। ਇਸ ਦੇ ਕਾਰਣ ਹੀ ਅਲਫਾ ਕਣ ਬਹੁਤ ਜਿਆਦਾ ਕੋਣ ਤੇ ਖੰਡਾਉ (Scatter) ਹੋਵੇਗਾ। ਇਸ ਦੇ ਨਾਲ ਹੀ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਨਾਭਿਕ (Nucleus) ਦੀ ਪੁਸ਼ਟੀ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਹੀ ਕਾਰਨ ਹੈ ਜਿਸ ਲਈ ਰਦਰਫੋਰਡ (Rutherford) ਨੂੰ ਨਾਭਿਕ (Nucleus) ਦਾ ਖੋਜਕਰਤਾ ਮੰਨਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 12.3 : ਚਿੱਤਰ 12.1 ਅਤੇ 12.2 ਵਿਚ ਗਾਇਗਰ ਅਤੇ ਮਾਰਸੇਡਨ ਵਲੋਂ ਕੀਤੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ ਪਤਲੀ ਪਰਤ ਉਤੇ ਅਲਫਾ ਕਣਾਂ ਦੇ ਸੁਟਣ ਤੇ ਅਲਗ – ਅਲਗ ਕਣਾਂ ਤੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਖੰਡਾਵ ਅੰਕੜੇ (ਬਿੰਦੂਆ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ) ਰਦਰਫੋਰਡ (rutherford)

ਰਦਰਫੋਰਡ ਦੇ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਨਾਭਿਕੀ ਮਾਡਲ (Nuclear model) ਵਿੱਚ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਕੁੱਲ ਧਨ ਚਾਰਜ ਅਤੇ ਜਿਆਦਾਤਰ ਪੁੰਜ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਬਹੁਤ ਛੋਟੇ ਜਿਹੇ ਆਇਤਨ ਵਿੱਚ ਕੇਂਦਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਨਾਭਿਕ (Nuclear) ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ (Electron) ਇਸ ਤੋਂ ਕੁਝ ਦੂਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਆਪਣੇ - ਆਪਣੇ ਪੱਥ ਤੇ ਚੱਕਰ ਲਗਾਉਂਦੇ ਹਨ, ਠੀਕ ਉਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜਿਵੇਂ ਸੂਰਜ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਗ੍ਰਹਿ ਚੱਕਰ ਲਗਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਰਦਰਫੋਰਡ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗਾ ਨੇ ਦਸਿਆ ਕੀ ਨਾਭਿਕ ਦਾ ਅਕਾਰ ਲਗਭਗ 10^{-15} m ਤੋਂ 10^{-14}m ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਗਤਿਕ ਨਿਯਮ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਪਰਮਾਣੂ ਦਾ ਅਕਾਰ 10^{-10}m ਮੰਨਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜੋ ਕੀ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਅਕਾਰ ਤੋਂ 10,000 ਤੋਂ 100,000 ਗੁਣਾਂ ਵੱਡਾ ਹੈ। (ਕਲਾਸ 11 ਦੀ ਭੌਤਿਕੀ ਦੀ ਪੁਸਤਕ ਦੇ 11ਵੇ ਅਧਿਆਈ ਦਾ ਸੈਕਸ਼ਨ 11--6 ਦੇਖੋ) ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਾਭਿਕ ਤੋਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਅਕਾਰ ਤੋਂ ਲਗਭਗ 10,000 ਤੋਂ 100,000 ਗੁਣਾਂ ਦੂਰ ਦਿਖਾਈ ਦੇਵੇਗਾ। ਇਸ ਲਈ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਬਹੁਤ ਸਾਰਾ ਭਾਗ ਖਾਲੀ ਹੈ। ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਬਹੁਤ ਸਾਰਾ ਭਾਗ ਖਾਲੀ ਹੋਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਇਹ ਸਮਝਣਾ ਅਸਾਨ ਹੈ ਜਿਆਦਾਤਰ ਅਲਫਾ ਕਣ ਪਤਲੀ ਧਾਤ ਦੀ ਪਰਤ ਵਿਚੋਂ ਬਿਨਾਂ ਖੰਡਾਓ (Scatter) ਹੋਏ ਬਾਹਰ ਕਿਉਂ ਨਿਕਲ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਜਦੋਂ ਅਲਫਾ ਕਣ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਕੋਲ ਆਉਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉਸ ਦੇ ਲਾਗੇ ਜਿਹੜਾ ਬਹੁਤ ਜਿਆਦਾ ਬਿਜਲੀ ਬਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਉਹ ਨਾਭਿਕ ਨੂੰ ਵੱਡੇ ਕੋਣ ਤੇ ਖੰਡਾਓ (Scatter) ਕਰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਬਹੁਤ ਹਲਕੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਇਸ ਲਈ ਉਹ ਅਲਫਾ ਕਣਾਂ ਤੇ ਕੋਈ ਪ੍ਰਭਾਵ ਨਹੀਂ ਪਾ ਸਕਦੇ। ਚਿੱਤਰ 12.3 ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੇ ਅੰਕੜਿਆਂ ਨੂੰ ਰਦਰਫੋਰਡ (Rutherford) ਦੇ ਨਾਭਿਕੀ ਮਾਡਲ ਤੋਂ ਸਮਝਿਆਂ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਸੋਨੇ ਦੀ ਪਰਤ ਬਹੁਤ ਪਤਲੀ ਹੋਣ ਕਾਰਣ ਇਹ ਸੋਚਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਕਿ ਇਸ ਪਰਤ ਨੂੰ ਪਾਰ ਕਰਦੇ ਸਮੇ ਅਲਫਾ ਕਣ ਇਕ ਤੋਂ ਜਿਆਦਾ ਵਾਰ ਖੰਡਾਓ(Scatter) ਨਹੀਂ ਕਰਦੇ। ਇਸ ਲਈ ਕਿਸੇ ਇਕ ਨਾਭਿਕ ਤੇ ਖਿੰਡੇ (Scatter) ਹੋਏ ਅਲਫਾ ਕਣ ਦੇ ਪਥ ਨੂੰ ਸਮਝਣਾ ਕਾਫੀ ਹੈ। ਅਲਫਾ ਕਣ ਹਿਲੀਅਮ (Helium) ਦੇ ਨਾਭਿਕ ਹਨ।

ਇਸ ਲਈ ਇਨ੍ਹਾਂ ਤੇ ਦੋ ਇਕਾਈ 2e ਧਨ ਚਾਰਜ ਅਤੇ ਇਸ ਦਾ ਪੁੰਜ(Mass) ਹੀਲਿਅਮ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਪੁੰਜ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸੋਨੇ ਦੇ ਨਾਭਿਕ ਦਾ ਚਾਰਜ Ze ਹੈ,ਜਿਥੇ Z ਪਰਮਾਣੂ ਅੰਕ ਹੈ ਜੋ ਸੋਨੇ ਦੇ ਲਈ 79 ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਸੋਨੇ ਦਾ ਨਾਭਿਕ ਅਲਫਾ ਕਣ ਦੇ ਨਾਭਿਕ ਤੋਂ 50 ਗੁਣਾ ਵੱਡਾ ਹੈ ਇਸਲਈ ਇਹ ਸੋਚਣਾ ਹੈ ਕੀ ਖੰਡਾਓ (Scattering) ਦੇ ਸਮੇਂ ਸੋਨੇ ਦਾ ਨਾਭਿਕ ਸਥਿਰ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

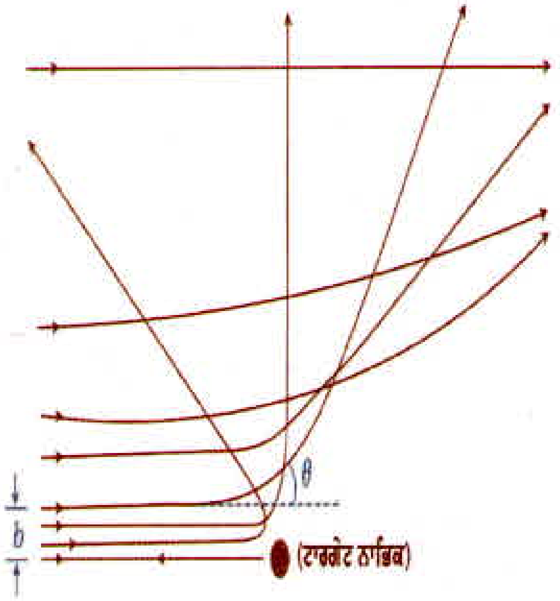
ਇਹਨਾਂ ਧਾਰਨਾਵਾਂ ਨੂੰ ਧਿਆਨ ਵਿੱਚ ਰੱਖ ਕੇ ਅਤੇ ਨਿਊਟਨ (Newton) ਦੇ ਦੂਜੇ ਨਿਯਮ ਤੇ ਬਿਜਲੀ ਕੂਲਮ (Coulomb) ਦੇ ਪ੍ਰਤਿਕਰਸ਼ਣ ਬੱਲ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰਕੇ, ਖਿੰਡੇ (Scatter) ਹੋਏ ਅਲਫਾ ਕਣ ਦੇ ਪੱਥ ਦਾ ਪਤਾ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਬਲ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦਿੱਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

$$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{(2e)(Ze)}{r^2}$$

ਜਿੱਥੇ r ਅਲਫਾ ਕਣ ਦੀ ਨਾਭਿਕ ਤੋਂ ਦੂਰੀ ਹੈ। ਇਹ ਬਲ ਅਲਫਾ ਕਣ ਅਤੇ ਨਾਭਿਕ ਨੂੰ ਮਿਲਾਣ ਵਾਲੀ ਰੇਖਾ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ -ਜਿਵੇਂ ਅਲਫਾ ਕਣ ਨਾਭਿਕ ਵੱਲ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਾਂ ਉਸ ਤੋਂ ਦੂਰ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉਸ ਨਾਭਿਕ ਤੇ ਲਗਣ ਵਾਲੇ ਬੱਲ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਅਤੇ ਦਿਸ਼ਾ ਉਸ ਦੇ ਹਿਸਾਬ ਨਾਲ ਲਗਾਤਾਰ ਬਦਲਦੀ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ।

12.2.1 ਅਲਫਾ ਕਣ ਦਾ ਪੱਥ (Alpha Particle Trajectory)

ਅਲਫਾ ਕਣ ਵਲੋ ਪਰਖੇਪਿਤ (trace) ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਪੱਥ ਟੱਕਰ ਦੇ ਇੰਪੈਕਟ ਪੈਰਾਮੀਟਰ(Impact Parameter) b ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ ਇੰਪੈਕਟ ਪੈਰਾਮੀਟਰ(Impact Parameter) ਅਲਫਾ ਕਣ ਦੇ ਸ਼ੁਰੂਆਤੀ ਵੇਗ ਸਦਿਸ਼ ਅਤੇ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਵਿਚਲੀ ਲੰਬ ਦੂਰੀ ਹੈ। (ਚਿੱਤੱਰ 12.4)



ਚਿੱਤਰ 12.4 ਟਾਰਗੇਟ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਕੂਲਮ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਅਲਫਾ ਕਣ ਦਾ ਪਰਿਪੇਖ ਪੱਧ ਇਸਪੈਕਟ ਪੈਰਾਮੀਟਰ (b) ਅਤੇ ਖੰਡਾਓ ਕੋਣ ਵੀ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।

ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਅਲਫਾ ਕਣਾਂ ਦੇ ਇਸੰਪੈਕਟ ਪੈਰਾਮੀਟਰ(Impact Parameter) b ਦਾ ਵਿਤਰਣ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੈ ਕੀ ਅਲਫਾ ਕਣ ਅਲਗ -ਅਲਗ ਦਿਸ਼ਾਵਾ ਵਿੱਚ ਅਲਗ -ਅਲਗ ਸੰਭਾਵਨਾਵਾਂ ਨਾਲ ਖਿੰਡ ਦੇ (Scatter) ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਨਾਭਿਕ ਵੱਲ ਸੁੱਟੇ ਸਾਰੇ ਅਲਫਾ ਕਣਾਂ ਦੀ ਗਤਿਜ ਉਰਜਾ ਲਗਭਗ ਸਮਾਨ ਹੈ। ਇਹ ਦੇਖਿਆ ਗਿਆ ਹੈ ਕੀ ਜਿਹੜੇ ਅਲਫਾ ਕਣ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਲਾਗੇ ਹਨ (ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਦਾ ਇਸੰਪੈਕਟ ਪੈਰਾਮੀਟਰ) (Impact Parameter) b ਘੱਟ ਹੈ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਖੰਡਾਓ (Scattering) ਵੱਧ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਜਿਹੜਾ ਅਲਫਾ ਕਣ ਨਾਭਿਕ ਤੇ ਸਿੱਧਾ ਉਤੇ ਟੱਕਰ ਕਰਨ ਜਾ ਰਿਹਾ ਹੈ ਉਸ ਦਾ b ਸੱਭ ਤੇ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਅਲਫਾ ਕਣ ਠੀਕ ਅਪਣੇ ਪੱਥ ਤੇ ਵਾਪਸ ਪਲਟ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ($\theta \cong$ Z)

ਜਿਸ ਅਲਫਾ ਕਣ ਦਾ b ਜਿਆਦਾ ਹੈ ਉਹ ਆਪਣੇ ਪੱਥ ਤੇ ਮੁੜੇ ਬਿਨਾ ਸਿੱਧਾ ਨਿਕਲ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ($\theta \cong \pi$) ਇਹ ਤੱਥ ਕੀ ਅਲਫਾ ਕਣ ਜੋ ਕੀ ਸੋਨੇ ਦੀ ਪਰਤ ਤੇ ਸੁਟੇ ਗਏ ਹਨ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਇਕ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਸੰਖਿਆ (fraction) 180^0 ਤੇ ਵਾਪਸ ਮੁੜਦੀ ਹੈ ਇਹ ਦਿਖਾਉਂਦਾ ਹੈ ਕੀ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਅਲਫਾ ਕਣ ਨਾਭਿਕ ਤੇ ਸਿੱਧਾ ਟਕਰਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਤੋ ਇਹ ਪਤਾ ਲਗਦਾ ਹੈ ਕੀ ਪਰਮਾਣੂ ਦਾ ਪੁੰਜ ਇਕ ਬਹੁਤ ਛੋਟੇ ਜਿਹੇ ਆਇਤਨ ਤੇ ਕੇਂਦ੍ਰਿਤ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਰਦਰਫੋਰਡ ਦਾ ਨਾਭਿਕ ਖੰਡਾਵ(Nuclear Scattering) ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਅਕਾਰ ਦੀ ਉਚਤਮ ਸੀਮਾ ਜਾਨਣ ਦਾ ਇਕ ਵਧੀਆ ਤਰੀਕਾ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਣ 12.1 ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਰਦਰਫੋਰਡ ਦੇ ਨਾਭਿਕੀ ਮਾਡਲ ਚ ਨਾਭਿਕ (ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਲਗਭਗ $\approx 10^{-15}$ m) ਸੂਰਜ ਦੇ ਸਮਾਨ ਹੈ ਜਿਸ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਪਣੇ ਔਰਬਿਟ (orbit) (ਅਰਧ ਵਿਆਸ $\approx 10^{-10}$ m) ਵਿੱਚ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਚੱਕਰ ਲਗਾਉਦੇ ਹਨ ਜਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਧਰਤੀ ਸੂਰਜ ਦੇ ਚੱਕਰ ਲਗਾਉਂਦੀ ਹੈ। ਜੇਕਰ ਸੌਰ ਪਰਿਵਾਰ ਦੀਆਂ ਵਿਸਾਂ ਉਸੇ ਅਨੁਪਾਤ ਵਿਚ ਹੁੰਦੀਆਂ ਜੋ ਕਿਸੇ ਪਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਹਨ, ਤੇ ਕੀ ਧਰਤੀ ਅਪਣੀ ਹੁਣ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਦੀ ਅਪੇਖਿਆ ਸੂਰਜ ਦੇ ਲਾਗੇ ਹੁੰਦੀ ਜਾਂ ਦੂਰ ?

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਧਰਤੀ ਦੇ ਆਰਬਿਟ (orbit) ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਲਗਭਗ 1.5x10 ^{11}m ਹੈ। ਸੂਰਜ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ 7x10^{8}m ਮੰਨਿਆ ਜਾਂਦਾਂ ਹੈ।

ਹੱਲ:- ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਆਰਬਿਟ(Orbit) ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਅਤੇ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦਾ ਅਨੁਪਾਤ (10^{-10}m)/(10^{-15}m) ਇਸ ਦਾ ਮਤਲਬ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਆਰਬਿਟ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਤੋ 10^{5} ਗੁਣਾ ਵੱਧ ਹੈ। ਜੇਕਰ ਸੂਰਜ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਧਰਤੀ ਦੇ ਪੱਥ ( ) ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਸੂਰਜ ਦੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦਾ 10^{5} ਗੁਣਾਂ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਧਰਤੀ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦਾ 10^{5}x7x10^{8}=7x10^{13}m ਹੋਵੇਗਾ। ਇਹ ਧਰਤੀ ਦੇ ਅਸਲੀ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਤੋਂ 100 ਗੁਣਾ ਵੱਧ ਹੈ। ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਧਰਤੀ ਸੂਰਜ ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਦੂਰ ਹੋਵੇਗੀ। ਇਸ ਤੋਂ ਇਹ ਪਤਾ ਲੱਗਦਾ ਹੈ ਕੀ ਪਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਸਾਡੇ ਸੂਰਜੀ ਪਰਿਵਾਰ ਦੇ ਬਦਲੇ ਬਹੁਤ ਸਾਰਾ ਭਾਗ ਖਾਲੀ ਪਿਆ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਣ 12.2:- ਗਾਇਗਰ - ਮਾਰਸੇਡਨ(Geiger-Marseden) ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ 7.7Mev ਦੇ ਕਿਸੇ ਅਲਫਾ ਕਣ ਦੀ ਸੋਨੇ ਦੇ ਨਾਭਿਕ ਨਾਲ ਛਿਣ ਭਰ ਲਈ ਅਰਾਮ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਆਉਣ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਅਤੇ ਉਲਟ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਬਦਲਣ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾ ਨਜਦੀਕੀ ਦੂਰੀ ਕੀ ਹੈ ?

ਹੱਲ:- ਇੱਥੇ ਮੁੱਖ ਗੱਲ ਇਹ ਹੈ ਕੀ ਖੰਡਾਓ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਹੁੰਦੇ ਸਮੇਂ ਅਲਫਾ ਕਣ ਅਤੇ ਸੋਨੇ ਦੇ ਨਾਭਿਕ ਵਾਲੇ ਸਿਸਟਮ ਦੀ ਕੁਲ ਯੰਤਰਿਕ ਊਰਜਾ ਸੁਰੱਖਿਤ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ। ਅਲਫਾ ਕਣ ਅਤੇ ਸੋਨੇ ਦੇ ਨਾਭਿਕ ਦੀ ਸ਼ੁਰੂਆਤੀ ਯੰਤਰਿਕ ਊਰਜਾ E_i, ਛਿਣਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਆਰਾਮ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਆਉਣ ਤੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਯੰਤਰਿਕ ਊਰਜਾ E_f ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਆਰੰਭਿਕ ਊਰਜਾ E_i ਆਗਾਮੀ ਅਲਫਾ ਕਣ ਦੀ ਗਤਿਕ ਊਰਜਾ K ਦੇ ਠੀਕ ਬਰਾਬਰ ਹੈ। ਅੰਤਲੀ ਊਰਜਾ E_f ਸਿਸਟਮ ਦੀ ਬਿਜਲੀ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ U ਹੀ ਹੈ। ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ U ਸਮੀਕਰਨ 12.1 ਤੋ ਮਾਪੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ।

ਮੰਨ ਲਓ ਅਲਫਾ ਕਣ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਅਤੇ ਸੋਨੇ ਦੇ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਦੀ ਵਿਚਲੀ ਦੂਰੀ d ਹੈ। ਜਦੋ ਅਲਫਾ ਕਣ ਅਪਨੇ ਵਿਰਾਮ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਸਥਿਤ ਹੈ, ਤਦ ਊਰਜਾ ਸੰਰਖਨ ਦੇ ਨਿਯਮ ਅਨੁਸਾਰ $E_i=E_f$ ਨੂੰ ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਲਿਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ

$$K = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{(2e)(Ze)}{d} = \frac{2Ze^2}{4\pi\varepsilon_0 d}$$

ਅਤੇ ਨਜਦੀਕੀ ਦੂਰੀ d ਹੋਵੇਗੀ $d = \dfrac{2Ze^2}{4\pi\varepsilon_0 K}$

ਪ੍ਰਕ੍ਰਿਤਿਕ ਸੋਮਿਆਂ ਤੋ ਪੈਦਾ ਅਲਫਾ ਕਣਾਂ ਵਿੱਚ ਪਾਈ ਜਾਣ ਵਾਲੀ ਜਿਆਦਾ ਤੋਂ ਜਿਆਦਾ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ 7.7 Mev ਜਾਂ 1.2x10^{-12}J ਹੋ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ $1/4\pi\varepsilon_0 = 9 \times 10^9\ \mathrm{N\ m^2/C^2}$ ਇਸ ਲਈ

e = 1.6x10^{-19}c ਦੇ ਨਾਲ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ।

$$d = \frac{(2)(9.0\times10^{9}\,\mathrm{Nm^2/C^2})(1.6\times10^{-19}\,C)^2 Z}{1.2\times10^{-12}\,\mathrm{J}}$$

=3.84x10^{-16}Zm

ਸੋਨੇ ਦੀ ਪਰਤ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਪਰਮਾਣੂ ਦਾ ਨੰਬਰ=79, ∴ d(Au)=3x10^{-14}m=30fm(1fm(ਫਰਮੀ)=10^{-15}m) ਇਸ ਲਈ ਸੋਨੇ ਦੇ ਨਾਭਿਕ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ 3x10^{-14}m ਤੋ ਘੱਟ ਹੈ। ਇਹ ਸੋਨੇ ਦੇ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਅਸਲ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦੇ ਮਾਨ ਨਾਲ ਬਿਲਕੁਲ ਮੇਲ ਨਹੀ ਖਾਉਂਦਾ। ਇਸ ਉਲਟ ਨਤੀਜੇ ਦਾ ਕਾਰਣ ਇਹ ਹੈ ਕੀ ਨਜਦੀਕ ਪਹੁੰਚਣ ਦੀ ਦੂਰੀ ਅਲਫਾ ਕਣ ਅਤੇ ਸੋਨੇ ਦੀ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸਾ ਦੇ ਜੋੜ ਤੋ ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਅਲਫਾ ਕਣ ਸੋਨੇ ਦੇ ਨਾਭਿਕ ਨੂੰ ਬਿਨ੍ਹਾਂ ਸਪਰਸ਼ ਕੀਤੇ ਅਪਣੀ ਗਤੀ ਤੇ ਦਿਸ਼ਾ ਉਲਟ ਕਰ ਲੇਂਦਾ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

12.2.2 ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪੱਥ (Electron orbits) ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦਾ ਰਦਰਫੋਰਡ ਦਾ ਨਾਭਿਕੀ ਮਾਡਲ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਕਲਾਸਿਕੀ ਦੀਆਂ ਧਾਰਨਾਵਾਂ ਸ਼ਾਮਿਲ ਹਨ। ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਨੂੰ ਇਕ ਬਿਜਲੀ ਚਾਰਜਿਤ ਗੋਲੇ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ, ਜਿਸਦਾ ਕੇਂਦਰ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਛੋਟਾ,ਭਾਰੀ ਅਤੇ ਧਨ ਆਵੇਸ਼ਿਤ ਨਾਭਿਕ ਹੈ, ਜੋ ਆਪਣੇ - ਆਪਣੇ ਗਤਿਮਾਣ ਸਥਿਤ ਪੱਥਾ ਵਿੱਚ ਘੁਮਦੇ ਹੋਏ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾ ਨਾਲ ਘਿਰਿਆ ਹੈ। ਘੁਮਦੇ ਹੋਏ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾ ਅਤੇ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਵਿੱਚ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਆਕਰਸ਼ਨ ਬਲ F_e ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨੂੰ ਅਪਣੇ ਪੱਥ ਵਿੱਚ ਬਣਾਏ ਰੱਖਣ ਲਈ ਜਰੂਰੀ ਅਭਿਕੇਂਦਰੀ ਬਲ(Centripetal force) ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਗਤਿਮਾਣ ਸਥਿਰ ਪੱਧ ਦੇ ਲਈ।

$$F_e = F_c$$

$$\frac{mv^2}{r} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{e^2}{r^2} \qquad (12.2)$$

ਇਸ ਲਈ ਪੱਥ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਅਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵੇਗ ਵਿੱਚ ਸੰਬੰਧ ਹੋਵੇਗਾ।

$$r = \frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 m v^2} \qquad (12.3)$$

ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਦੇ ਪਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ (K) ਅਤੇ ਸਥਿਤ ਬਿਜਲੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਊਰਜਾ U ਹੋਵੇਗੀ।

$$K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{e^2}{8\pi\varepsilon_0 r} \quad \text{ਅਤੇ} \quad U = \frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 r}$$

(U ਵਿੱਚ ਰਿਣਾਤਮਕ ਚਿੰਨ੍ਹ ਇਹ ਦਰਸਾਉਦਾ ਹੈ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਬੱਲ –r ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹੈ) ਇਸ ਲਈ ਹਾਈਡਰੋਜਨ ਪਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਊਰਜਾ E,

$$E = K + U = \frac{e^2}{8\pi\varepsilon_0 r} - \frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 r}$$

$$= -\frac{e^2}{8\pi\varepsilon_0 r} \qquad (12.4)$$

ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਕੁੱਲ ਊਰਜਾ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੈ। ਇਹ ਗੱਲ ਦਰਸਾਉਂਦੀ ਹੈ ਕਿ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨਾਭਿਕ ਨਾਲ ਜੁੜਿਆ (Bound) ਹੈ। ਜੇਕਰ E ਧਨਾਤਮਕ ਹੁੰਦਾ ਤਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਬੰਦ ਪੱਥ ਵਿੱਚ ਨਹੀਂ ਘੁੰਮਦਾ।

ਉਦਾਹਰਣ 12.3 ਪ੍ਰਯੋਗ ਤੋ ਇਹ ਪੱਤਾ ਲਗਿਆ ਹੈ ਕੀ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਪਰਮਾਣੂ ਨੂੰ ਇਕ ਪਰਉਟੋਨ(protron) ਅਤੇ ਇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵਿੱਚ ਅਲਗ ਕਰਨ ਲਈ 13.6eV ਊਰਜਾ ਦੀ ਲੋੜ ਪੈਂਦੀ ਹੈ। ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਪਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪੱਥ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਅਤੇ ਵੇਗ ਪਤਾ ਕਰੋ।

ਹੱਲ:- ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਪਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਕੁੱਲ ਊਰਜਾ -13.6eV = -13.6 x 1.6 x 10^{-19} ,J = -2.2 x 10^{-18}J

ਇਸ ਲਈ ਸਮੀਕਰਨ 12.4 ਤੋਂ ਸਾਨੂੰ ਮਿਲਦਾ ਹੈ

$$-\frac{e^2}{8\pi\varepsilon_0 r} = -2.2\times10^{-18}\ \mathrm{J}$$

ਇਸ ਤੋ ਪੱਥ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ

$$r = -\frac{e^2}{8\pi\varepsilon_0 E} = -\frac{(9\times10^9\ \mathrm{N\,m^2/C^2})(1.6\times10^{-19}\ \mathrm{C})^2}{(2)(-2.2\times10^{-18}\ \mathrm{J})}$$

=5.3 x 10^{-11}

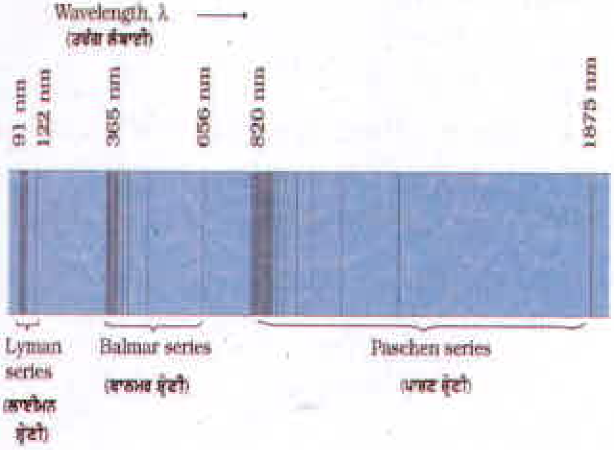
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਘੁਮਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਵੇਗ,ਸਮੀਕਰਣ (12.3) ਤੋਂ m=9.1 X 10^{-31}kg ਲੈ ਕੇ ਪਤਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ

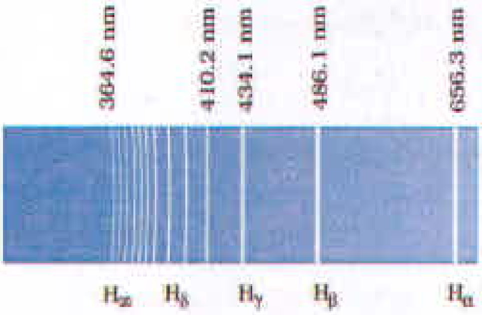
$$v = \frac{e}{\sqrt{4\pi\varepsilon_0 m r}} = 2.2 \times 10^6 \text{ m/s.}$$

12.3 ਪਰਮਾਣਵੀ ਸਪੇਕਟ੍ਰਮ(Atomic Spectrum) ਸੈਕਸ਼ਨ 12.1ਅਨੁਸਾਰ,ਹਰੇਕ ਤੱਤ ਆਪਣਾ ਵਿਸ਼ੇਸ (Characteristic) ਸਪੈਕਟ੍ਰਮ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਜਦੋ ਕੋਈ ਪਰਮਾਣਵੀ ਗੈਸ ਜਾਂ ਵਾਸ਼ਪ ਘੱਟ ਦਬਾਅ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਧਾਰਾ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਕਰਕੇ ਉਤੇਜਿਤ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਪੈਦਾ ਹੋਏ ਵਿਕਿਰਣ ਤੋਂ ਜੋ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ,ਉਸ ਵਿੱਚ ਕੁੱਝ ਵਿਸ਼ੇਸ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈਆਂ ਹੁੰਦੀਆ ਹਨ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਸਪੇਕਟ੍ਰਮ ਨੂੰ ਉਤਸਰਜਿਤ ਰੇਖੀ ਸਪੇਕਟ੍ਰਮ (Emission line Spectrum) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸ ਵਿੱਚ ਕਾਲੀ ਪਿਠੱਭੂਮੀ ਤੇ ਚਮਕਦਾਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਚਿੱਤਰ 12.5 ਵਿੱਚ ਪਰਮਾਣਵੀ ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਵਲੋ ਉਤਸਰਜਿਤ ਸਪੇਕਟ੍ਰਮ ਦਿਖਾਈਆ ਗਿਆ ਹੈ।ਇਸ ਲਈ ਕਿਸੇ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਉਤਸਰਜਨ ਰੇਖੀ ਸਪੇਕਟ੍ਰਮ ਦੀ ਜਾਣਕਾਰੀ, ਗੈਸ ਦੀ ਪਹਿਚਾਨ ਕਰਨ ਲਈ ਫਿਗਰਪ੍ਰਿੰਟਰ ਦਾ ਕੰਮ ਕਰ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਚਿੱਟਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਿਸੇ ਗੈਸ ਚੋ ਹੋ ਕੇ ਗੁਜਰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਅਸੀਂ ਸਪੈਕਟ੍ਰੋਮਿਟਰ ਰਾਹੀਂ ਉਸ ਪਾਰ ਗਏ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਜਾਂਚ ਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਸਪੇਕਟਰਮ ਵਿੱਚ ਕੁੱਝ ਕਾਲੀਆਂ (dark) ਰੇਖਾਵਾਂ ਦਿਖਾਈ ਦਿੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਹ ਕਾਲੀਆਂ ਰੇਖਾਵਾਂ ਪਰਿਸ਼ੁਧ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਉਨ੍ਹਾਂ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈਆਂ ਦੀ ਜਗ੍ਹਾ ਤੇ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਜੋ ਉਸ ਗੈਸ ਦੇ ਉਤਸਰਜਨ ਰੇਖੀ ਸਪੇਕਟਰਮ ਵਿੱਚ ਪਾਈਆਂ ਜਾਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਹ ਉਸ ਗੈਸ ਪਦਾਰਥ ਦਾ ਅਬਸੋਰਪਸ਼ਨ ਸਪੇਕਟਰਮ (Absorption Spectrum) ਕਿਹਾ ਜਾਦਾਂ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 12.5 ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਦੇ ਸਪੇਕਟਰਮ ਵਿੱਚ ਉਤਸਰਜਿਤ ਰੇਖਾਵਾਂ

12.3.1 ਸਪੇਕਟਰਮ ਲੜੀ (Spectrum Series) ਅਸੀਂ ਇਹ ਆਸ਼ਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਕਿਸੇ ਤੱਤ ਵਿੱਚੋਂ ਪੈਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀਆਂ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਕੁੱਝ ਪੱਕਾ (Regular) ਪੈਟਰਨ (Pattern) ਦਰਸਾਉਂਦੀਆਂ ਹਨ।ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਇੱਕ ਸਰਲ ਪਰਮਾਣੂ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਦਾ ਸਪੇਕਟਰਮ ਵੀ ਸਰਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ, ਸਰਸਰੀ ਤੌਰ ਤੇ ਦੇਖਣ ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਸਪੇਕਟਰਮ ਰੇਖਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਕ੍ਰਮ ਜਾਂ ਸਮਾਨਤਾ ਨਜਰ ਨਹੀਂ ਆਉਂਦੀ, ਪਰ ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਸਪੇਕਟਰਮ ਦੇ ਕੁੱਝ ਵਿਸ਼ੇਸ ਹਿਸਿਆਂ (Set) ਵਿੱਚ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੇ ਵਿਚਲੀ ਦੂਰੀ ਨਿਯਮਿਤ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਘਟਦੀ ਜਾਂਦੀ (ਚਿੱਤਰ 12.5)। ਇਸਦੇ ਵਿੱਚ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੇ ਹਰ ਸਮੂਹ ਨੂੰ ਸਪੇਕਟਰਮੀ ਲੜੀ (Spectrum Series) ਕਿਹਾ ਜਾਦਾਂ ਹੈ। ਸੰਨ 1885 ਵਿੱਚ ਸਵੀਡਨ ਦੇ ਇੱਕ ਸਕੂਲ ਅਧਿਆਪਕ ਜਾਨ ਜੈਕਬ ਬਾਲਮਰ (Johann Jocob Balmer) (1825-1898) ਨੇ ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਸਪੇਕਟਰਮ ਦੇ ਦਿੱਖ ਖੇਤਰ (Visible Region) ਵਿੱਚ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀ ਪਹਿਲੀ ਲੜੀ ਦੇਖੀ। ਇਸ ਲੜੀ ਨੂੰ ਬਾਲਮਰ ਲੜੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। (ਚਿੱਤਰ 12.6) ਲਾਲ ਰੰਗ ਦੀ ਸਭ ਤੋ ਵੱਧ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ 656.3nm ਵਾਲੀ ਰੇਖਾ ਨੂੰ H_α ; 486.1nm ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਵਾਲੀ ਹਰੀ,



ਚਿੱਤਰ 12.6 ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਦੇ ਸਪੇਕਟਰਮ ਦੀ ਬਾਲਮਰ ਲੜੀ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਨੀਲੀ ਅਗਲੀ ਰੇਖਾ ਨੂੰ H_β : 434.1nm ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ , ਬੈਂਗਨੀ ਰੰਗ ਦੀ ਰੇਖਾ ਨੂੰ H_γ ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਾਲ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ - ਜਿਵੇਂ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਘਟਦੀ ਜਾਦੀਂ ਹੈ। ਰੇਖਾਵਾਂ ਲਾਗੇ ਹੁੰਦੀਆਂ ਜਾਪਦੀਆਂ ਹਨ ਅਤੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਘੱਟ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਬਾਲਮਰ ਨੇ ਇਨ੍ਹਾਂ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀਆਂ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈਆਂ ਪਤਾ ਕਰਨ ਲਈ ਇੱਕ ਸੌਖਾ ਸੂਤਰ ਦਿੱਤਾ।

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2}\right) \qquad (12.5)$$

ਜਿੱਥੇ (λ) ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਅਤੇ R ਇੱਕ ਸਥਿਰਅੰਕ ਹੈ ਜਿਸਨੂੰ ਰਿਡਬਰਗ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਥੇ n ਦੇ ਮੁਲ 3,4,5——— ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ। R ਦਾ ਮੁਲ (1.097×10^7 m^{-1}) ਹੈ। ਇਸ ਸੂਤਰ ਨੂੰ ਬਾਲਮਰ ਦਾ ਸੂਤਰ ਕਹਿੰਦੇ ਹੈ। ਸਮੀਕਰਨ (12.5) ਵਿੱਚ n=3 ਮਨ ਕੇ (H_α) ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ

$$\frac{1}{\lambda} = 1.097 \times 10^7 \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right) m^{-1}$$

$$= 1.522 \times 10^6 \ m^{-1}$$

ਅਤੇ , λ = 656.3 nm

n = 4 ਰੱਖਣ ਤੇ H_β ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਅਤੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ n ਦੇ ਅਲਗ ਅਲਗ ਮੁੱਲ ਰੱਖਣ ਤੇ ਬਾਕੀ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀਆਂ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈਆਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। $n = \infty$, ਲੈ ਕੇ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ (λ = 364.6 nm) ਤੇ, ਲੜੀ ਦੀ ਸੀਮਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਬਾਲਮਰ ਲੜੀ ਦੀ ਸਭ ਤੋ ਘੱਟ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਹੈ। ਇਸ ਸੀਮਾ ਦੇ ਅੱਗੇ ਕੋਈ ਸਪਸ਼ਟ ਰੇਖਾ ਦਿਖਾਈ ਨਹੀਂ ਦਿੰਦੀ, ਬਸ ਹਲਕਾ ਜਿਹਾ ਲਗਾਤਾਰ (Continous) ਸਪੇਕਟਰਮ ਦਿਖਾਈ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਸਪੇਕਟਰਮ ਦੇ ਲਈ ਬਾਕੀ ਲੜੀਆਂ ਲਾਇਮਨ (Lyman), ਪਾਸ਼ਨ (Paschen), ਬਰੇਕਟ (Brackett) ਪੀਫੰਡ (Pfund) ਦੀ ਵੀ ਖੋਜ਼ ਹੋ ਚੁੱਕੀ ਹੈ, ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਖੋਜੀਕਰਤਾ ਦੇ ਨਾਂ ਨਾਲ ਜਾਣਿਆ ਜਾਦਾਂ ਹੈ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਸੂਤਰਾ ਰਾਹੀਂ ਦਰਸਾਇਆਂ ਜਾਦਾਂ ਹੈ।

ਲਾਈਮਨ ਲੜੀ (Lyman Series)

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2}\right) \qquad n=2,3,4 \qquad (12.6)$$

ਪਾਸ਼ਨ ਲੜੀ (Paschen Series)

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2}\right) \qquad n=4,5,6 \qquad (12.7)$$

ਬਰੈਕਟ ਲੜੀ (Brackets Series)

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{n^2}\right) \qquad n=5,6,7 \qquad (12.8)$$

ਪੀਫੰਡ ਲੜੀ (Pfund Series)

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{n^2}\right) \qquad n=6,7,8 \qquad (12.9)$$

ਲਾਈਮਨ ਲੜੀ ਵਿੱਚ ਪੈਦਾ ਸਪੇਕਟਰਮ ਰੇਖਾਵਾਂ ਪਰਾਬੈਂਗਣੀ ਖੇਤਰ (Ultraviolet Region) ਅਤੇ ਪਾਸ਼ਨ ਅਤੇ ਬਰੈਕਟ ਲੜੀਆਂ ਦੀਆਂ ਸਪੇਕਟਰਮ ਰੇਖਾਵਾਂ ਸਪੇਕਟਰਮ ਦੇ ਇਨਫਰਾਰੇਡ (Infrared) ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਸੰਬੰਧ ($c = v\lambda$ ਅਤੇ $\frac{1}{\lambda} = \frac{v}{c}$) ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਬਾਲਮਰ ਲੜੀ ਦੇ ਲਈ ਸੂਤਰ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਪਦਾ ਵਿੱਚ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਲਿਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

$$v = R\,c\left(\frac{1}{2^{2}} - \frac{1}{n^{2}}\right) \qquad (12.10)$$

ਸਮੀਕਰਣ (12.5-12.9) ਦੇ ਸਰਲ ਸੂਤਰਾਂ ਤੋ ਬੱਸ ਕੁੱਝ ਤੱਤ (ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ,ਇਕਲਾ ਆਯਨਿਤ ਹੀਲੀਅਮ) (Single ionised Helium) ਅਤੇ ਦੋਹਰਾ ਆਯਨਿਤ ਲੀਥਿਅਮ (Doubley Ionized Lithium) ਦੇ ਸਪੇਕਟਰਮਾਂ ਨੂੰ ਹੀ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਸਮੀਕਰਣ (12.5-12.9) ਉਪਯੋਗੀ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਇਹ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਪਰਮਾਣੂ ਵਲੋਂ ਪੈਦਾ ਅਤੇ ਸੋਖੀਆਂ (Emit and Absorb) ਗਈਆ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈਆਂ ਬਾਰੇ ਦੱਸਦਾ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ, ਇਹ ਪਰਿਣਾਮ ਕੇਵਲ ਅਨੁਭਵਵਾਦੀ (Empirical) ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਕੋਈ ਕਾਰਣ ਨਹੀਂ ਦਸਦੇ ਕੀ ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਦੇ ਸਪੇਕਟਰਮ ਵਿੱਚ ਕੇਵਲ ਕੁੱਝ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਹੀ ਕਿਉ ਮਿਲਦੀਆਂ ਹਨ।

12.4 ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਪਰਮਾਣੂ ਦਾ ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ (Bohr Model of the Hydrogen Atom) ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਰਦਰਫੋਰਡ ਵੱਲੋ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਮਾਡਲ ਤੋਂ ਇਹ ਮਨ ਲਿਆ ਗਿਆ ਕੀ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਵਿੱਚ ਨਾਭਿਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦੇ ਚਾਰੋ ਪਾਸੇ ਘੁਮਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸਥਿਰ (Stable) ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਠੀਕ ਉਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸੂਰਜੀ ਪਰਿਵਾਰ ਵਿੱਚ ਗ੍ਰਹਿ ਸੂਰਜ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਘੁਮਦੇ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ, ਦੋਵਾਂ ਸਥਿਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਕੁੱਝ ਬੁਨਿਆਦੀ ਅੰਤਰ ਹਨ। ਗ੍ਰਹਿ ਸਿਸਟਮ ਗੁਰਤਾਕਰਸ਼ਨ ਬਲ ਨਾਲ ਜੁੜਿਆ ਹੈ, ਜਦੋਂ ਕੀ ਨਾਭਿਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਸਿਸਟਮ ਆਵੇਸ਼ਿਤ ਕਣ ਹੋਣ ਕਰਕੇ ਬਲ ਦੇ ਕੂਲਮ (coulomb) ਨਿਯਮ ਕਰਕੇ ਆਪਸੀ ਕਿਰਿਆ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਗੋਲਾਕਾਰ ਪੱਥ ਵਿੱਚ ਘੁੰਮਦੀ ਕੋਈ ਵਸਤੂ ਲਗਾਤਾਰ ਪ੍ਰਵੇਗ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਪ੍ਰਵੇਗ ਅਭਿਕੇਂਦਰੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਕਲਾਸਿਕੀ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਸਿਧਾਂਤ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਪ੍ਰਵੇਗਿਕ ਆਵੇਸ਼ਿਤ ਕਣ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵਿਕਿਰਣ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਨਾਲ ਹੀ ਪ੍ਰਵੇਗਿਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਊਰਜਾ ਨਿੰਰਤਰ ਘੱਟਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ। ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅੰਦਰ ਦੇ ਵੱਲ ਸਪਾਇਰਲ (Spiral) ਪੱਥ ਵਿੱਚ ਚਲੇਗਾ ਅਤੇ ਅੰਤ ਚ' ਨਾਭਿਕ ਵਿੱਚ ਡਿੱਗ ਜਾਏਗਾ। (ਚਿੱਤਰ 12.7) ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦਾ ਪਰਮਾਣੂ ਸਿਥਰ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਇਸਦੇ ਇਲਾਵਾ ਕਲਾਸਿਕੀ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਸਿਧਾਂਤ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਚੱਕਰ ਲਗਾਉਂਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵਲੋਂ ਪੈਦਾ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਘੁੰਮਣ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਜਦੋ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸਪਾਇਰਲ (Spiral) ਪੱਥ ਤੇ ਨਾਭਿਕ ਵੱਲ ਨੂੰ ਡਿਗਦੇ ਹੋਣ ਤਾਂ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਕੋਣੀ ਵੇਗ ਬਦਲ ਜਾਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸ ਦੇ ਕਾਰਨ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੀਆਂ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਬਦਲਦੀਆਂ ਰਹਿੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਜਿਸ ਕਾਰਨ ਪੈਦਾ ਹੋਏ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਵੀ ਲਗਾਤਾਰ ਬਦਲੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਨੂੰ ਇਕ ਅਖੰਡ (Continous) ਸਪੇਕਟਰਮ ਪੈਦਾ ਕਰਨਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ, ਜੋ ਵਾਸਤਵ ਵਿੱਚ ਰੇਖੀ ਸਪੇਕਟ੍ਰਮ ਦੇ ਉਲਟ ਹੈ। ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕੀ ਰਦਰਫੋਰਡ ਦਾ ਮਾਡਲ ਕੇਵਲ ਤਸ਼ਵੀਰ ਦਾ ਇੱਕ

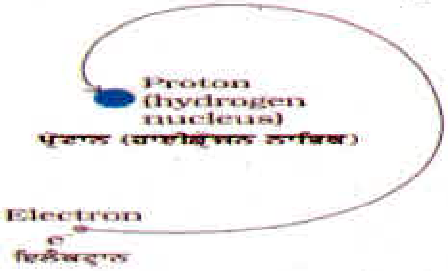
ਨੀਲਸ ਹੇਨਰਿਕ ਡੇਵਿਡ ਬੋਹਰ (Neils Henrik David Bohr) (1885-1962) ਡੇਨਮਾਰਕ ਦੇ ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨੀ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਨੇ ਕੁਅੰਟਮ (Quantum) ਵਿਚਾਰਾ ਦੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਪਰਮਾਣੂ ਦਾ ਸਪੇਕਟਰਮ ਸਮਝਾਇਆ ਸੀ। ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਤਰਲ ਬੂੰਦ ਮਾਡਲ (Liquid Drop Model) ਦੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਨੇ ਨਾਭਿਕੀ ਵਿਖੰਡਨ (Nuclear fission) ਦਾ ਇਕ ਸਿਧਾਂਤ ਦਿੱਤਾ ਸੀ। ਬੋਹਰ ਨੇ ਕਵਾਨਟਮ ਯੰਤਰਿਕੀ (Quantum Mechanics) ਦੀਆਂ ਧਾਰਣਾਤਮਕ ਸਮੱਸਿਆਵਾਂ ਨੂੰ ਸੰਪੂਰਣਾਤਮਕਤਾ ਸਿਧਾਂਤ (Complimentary Principal) ਨਾਲ ਸਪਸ਼ਟ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਯੋਗਦਾਨ ਦਿੱਤਾ।

ਨੀਲਸ ਹੇਨਰਿਕ ਡੇਵਿਡ ਬੋਹਰ (Neils Henrik David Bohr) (1885-1962)

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਪਹਿਲੂ ਦਿਖਾਉਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸਦਾ ਮਤਲਬ ਹੈ ਕੀ ਕਲਾਸਿਕੀ ਸਿਧਾਂਤ ਪਰਮਾਣੂ ਸੰਰਚਨਾ ਸਪਸ਼ਟ ਕਰਨ ਲਈ ਕਾਫੀ ਨਹੀਂ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 12.7 ਪਰਮਾਣੂ ਦਾ ਕੋਈ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਊਰਜਾ ਖੋ ਕਰ ਕੇ ਨਾਭਿਕ ਵੱਲ ਨੂੰ ਅੰਦਰ ਆ ਜਾਵੇਗਾ।

ਉਦਾਹਰਣ 12.4:- ਕਲਾਸਿਕੀ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਸਿਧਾਂਤ ਅਨੁਸਾਰ, ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਘੁਮਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਤੋ ਪੈਦਾ ਪ੍ਰੋਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਆਰੰਭਿਕ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਪਤਾ ਕਰੋ।

ਹੱਲ :- ਉਦਾਹਰਣ 12.3 ਤੋਂ ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕੀ ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਪਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ (5.3×10^{-11} m) ਦੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦੇ ਪੱਥ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਵੇਗ (2.2×10^{6} m/s) ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਘੁੰਮਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਹੈ।

$$\nu = \frac{v}{2\pi r} = \frac{2.2 \times 10^{6}\ \mathrm{m\ s^{-1}}}{2\pi\left(5.3 \times 10^{-11}\ \mathrm{m}\right)}$$

$$(\approx 6.6 \times 10^{15}\ \mathrm{Hz.})$$

ਕਲਾਸਿਕੀ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਸਿਧਾਂਤ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕੀ ਘੁੰਮਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾ ਵੱਲੋ ਪੈਦਾ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਇਸਦੀ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਚਾਰੋ ਪਾਸੇ ਘੁੰਮਣ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਨਿਕਲੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਆਰੰਭਿਕ ਆਵ੍ਰਿਤੀ (6.6×10^{15} Hz.) ਹੋਵੇਗੀ।

ਨੀਲਸ ਬੋਹਰ (Neils Bohr) (1885-1962) ਨੇ ਰਦਰਫੋਰਡ ਦੇ ਮਾਡਲ ਵਿੱਚ ਨਵੀਂ ਵਿਕਸਿਤ ਹੋਈ ਕਵਾਂਟਮ ਧਾਰਣਾ (Quantum Theory) ਨੂੰ ਜੋੜਕੇ ਕੁੱਝ ਬਦਲਾਅ ਕੀਤੇ। ਨੀਲਸ ਬੋਹਰ ਨੇ 1912 ਵਿੱਚ ਕਈ ਮਹੀਨੇ ਰਦਰਫੋਰਡ ਦੀ ਪ੍ਰਯੋਗਸ਼ਾਲਾ ਵਿੱਚ ਅਧਿਅਨ ਕੀਤਾ ਸੀ ਅਤੇ ਉਸਨੂੰ ਰਦਰਫੋਰਡ ਦੇ ਨਾਭਿਕ ਮਾਡਲ ਤੇ ਪੂਰਾ ਯਕੀਨ ਸੀ। ਉਤੇ ਦਿੱਤੀ ਦੁਵਿਧਾ ਵਿੱਚ ਉਲਜੇ ਬੋਹਰ ਨੇ 1913 ਵਿੱਚ ਇਹ ਨਤੀਜਾ ਕਢਿਆ ਕੀ ਬਿਜਲੀ ਚੂੰਬਕੀ ਸਿਧਾਂਤ ਵੱਡੇ ਸਤਰ ਤੇ ਵਰਤਾਰੇ (Phenomenon) ਨੂੰ ਸਮਝਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਪਰ ਇਸ ਸਿਧਾਂਤ ਨੂੰ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਸਤਰ ਤੇ ਵਰਤਾਰਾ ਸੱਮਝਣ ਵਿੱਚ ਇਸਤੇਮਾਲ ਨਹੀਂ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ। ਇਹ ਸਪਸ਼ਟ ਹੋ ਗਿਆ ਕੀ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਸੰਰਚਨਾ ਦਾ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਸਪੇਕਟਰਮ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧ ਸਮਝਨ ਲਈ ਕਲਾਸਿਕੀ ਯੰਤਰਿਕੀ ਵਿਗਿਆਨ ਅਤੇ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਦੇ ਮੁਢਲੇ ਸਿਧਾਂਤਾ ਤੋ ਹੱਟ ਕੇ ਸੋਚਣ ਦੀ ਜ਼ਰੂਰਤ ਹੈ। ਬੋਹਰ ਨੇ ਕਲਾਸਿਕੀ ਅਤੇ ਆਰੰਭਿਕ ਕੁਅੰਟਮ (Quantum) ਧਾਰਨਾਵਾਂ ਨੂੰ ਜੋੜ ਕੇ ਤਿੰਨ ਪ੍ਰਤਿਬੰਧਾ (Postulate) ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਆਪਣਾ ਸਿਧਾਂਤ ਦਿੱਤਾ । ਇਹ ਹਨ:-

1) ਬੋਹਰ (Bohr) ਦਾ ਪਹਿਲਾ ਪ੍ਰਤਿਬੰਧ ਸੀ ਕੀ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਆਪਣੇ ਪੱਕੇ ਪੱਥ ਵਿੱਚ ਵਿਕਿਰਣ ਪੈਦਾ ਕੀਤੇ ਬਿਨ੍ਹਾਂ ਚੱਕਰ ਲਗਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਸਿਧਾਂਤਾ ਦੇ ਨਤੀਜੀਆਂ ਦੇ ਉਲਟ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਤਿਬੰਧ (Postulate) ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਹਰੇਕ ਪਰਮਾਣੂ ਦੀਆਂ ਕੁੱਝ ਸਥਿਰ ਸਥਿਤੀਆਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਅਤੇ ਹਰੇਕ ਸਥਿਤੀ ਦੀ ਕੁੱਲ ਊਰਜਾ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਹਨਾ ਸੰਭਾਵਿਤ ਸਥਿਤੀਆਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੀਆਂ ਸਥਿਰ ਸਥਿਤੀਆ (Stationary state) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

2)ਬੋਹਰ ਦਾ ਦੂਸਰਾ ਪ੍ਰਤਿਬੰਧ (Postulate) ਇਹਨਾਂ ਸਥਾਈ ਪੱਥਾਂ ਨੂੰ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਤਿਬੰਧ (Postulate) ਦੇ ਮੁਤਾਬਿਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਕੇਵਲ ਉਨ੍ਹਾਂ ਪੱਥਾ ਚ' ਹੀ ਚੱਕਰ ਲਗਾਉਂਦਾ ਹੈ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਲਈ ਕੋਣੀ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਸੰਵੇਗ ਦਾ ਮਾਨ ($h/2\pi$) ਦਾ ਪੂਰਣਅੰਕ ਗੁਣਜ ਹੈ। ਇਥੇ h ਪਲਾਂਕ (Planck) ਦਾ ਸਿਥਰਾਂਕ ($= 6.6 \times 10^{-34}$ J s) ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਚੱਕਰ ਲਗਾਉਂਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਕੋਣੀ ਸੰਵੇਗ (L) ਕਵਾਂਟਿਤ (Quantized) ਹੈ। ਮਤਲਬ

$$(L = nh/2\pi) \tag{12.11}$$

3) ਬੋਹਰ ਦੇ ਤੀਸਰੇ ਪ੍ਰਤਿਬੰਧ (Postulate) ਅਨੁਸਾਰ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਸਿਧਾਂਤ ਵਿੱਚ ਪਲਾਂਕ (Planck) ਅਤੇ ਆਇਨਸਟਈਨ (Einstien) ਵੱਲੋ ਇਕਸਿਤ ਆਰੰਭਿਕ ਕੁਅੰਟਨ (Quantum) ਧਾਰਣਾਵਾ ਨੂੰ ਮਿਲਾਇਆ ਗਿਆ। ਇਸ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਕੋਈ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਆਪਣੇ ਦਿੱਤੇ ਵਿਕਿਰਣ ਨਾ ਪੈਦਾ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਪੱਥ ਤੋ ਦੂਸਰੇ ਘੱਟ ਉਰਜਾ ਵਾਲੇ ਪੱਥ ਵਿੱਚ ਸਥਾਨ ਅੰਤਰਿਤ (Transition) ਕਰ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਜਦੋ ਉਹ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇੱਕ ਫੋਟਾਨ (Photon) ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਦੀ ਊਰਜਾ ਅਰੰਭਿਕ ਪਥ ਅਤੇ ਅੰਤਿਮ ਪੱਥ ਦੀ ਊਰਜਾ ਅੰਤਰ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਪੈਦਾ ਫੋਟਾਨ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਸਮੀਕਰਨ ਨਾਲ ਦਿੱਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ।

$$hv = E_i - E_f \tag{12.12}$$

ਜਿੱਥੇ Ei ਅਤੇ Ef ਆਰੰਭਿਕ ਅਤੇ ਆਖਰੀ ਸਥਿਤੀ ਦੀਆਂ ਊਰਜਾਵਾਂ ਹਨ ਅਤੇ Ei > Ef ਸਮੀਕਰਨ (12.4) ਵਿੱਚ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੇ ਲਈ ਅਲਗ ਅਲਗ ਊਰਜਾ ਸਥਿਤੀਆਂ ਦੀਆਂ ਉਰਜਾਵਾਂ ਪਤਾ ਕਰਨ ਦਾ ਸਮੀਕਰਣ ਦਿੱਤਾ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ ਇਸ ਸਮੀਕਰਨ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪੱਥ ਦੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ r ਦੀ ਜਰੂਰਤ ਹੈ। r ਦਾ ਮਾਨ ਪਤਾ ਕਰਨ ਲਈ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਕੋਣੀ ਸੰਵੇਗ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਬੋਹਰ ਦੇ ਦੂਸਰੇ ਪ੍ਰਤਿਬੰਧ ਕੁਅੰਟਮੀਕਰਣ (Quantisation) ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਕੋਣੀ ਸੰਵੇਗ L ਹੁੰਦਾ ਹੈ L=mv r ਕੁਅੰਟਮੀਕਰਣ ਦੇ ਬੋਹਰ ਦੇ ਦੂਸਰੇ ਪ੍ਰਤਿਬੰਧ ਅਨੁਸਾਰ [ਸਮੀਕਰਣ (12.11)] ਕੋਣੀ ਸੰਵੇਗ ਯੋਗ ਮਾਨ $h/2\pi$ ਦੇ ਪੂਰਣਾਂਕ ਦੇ ਗੁਣਜ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

$$L_n = mv_n r_n = \frac{nh}{2\pi} \tag{12.13}$$

ਇਥੇ n ਇੱਕ ਪੂਰਣਾਂਕ ਹੈ , R_n ਸੰਭਾਵਿਤ ਪੱਥ n ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਹੈ ਅਤੇ v_n , n^{th} ਪੱਥ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਚਾਲ ਹੈ। ਯੋਗ ਪੱਥ ਨੂੰ n ਦੇ ਮਾਨ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ 1,2,3, ———— ਨਾਲ ਅੰਕਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ, ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਪੱਥ ਦੀ ਮੁਖ ਕੁਅੰਟਮ ਸੰਖਿਆਂ (Principal Quantum Number) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

ਸਮੀਕਰਣ (12.3) ਤੋ v_n ਅਤੇ R_n ਦੇ ਵਿੱਚ ਸੰਬੰਧ ਹੈ

$$v_n = \frac{e}{\sqrt{4\pi\varepsilon_0 m r_n}}$$

ਇਸ ਸਮੀਕਰਣ (12.13) ਦੇ ਨਾਲ ਮਿਲਾਣ ਤੇ

$$v_n = \frac{1}{n}\frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{(h/2\pi)} \tag{12.14}$$

ਅਤੇ

$$r_n = \left(\frac{n^2}{m}\right)\left(\frac{h}{2\pi}\right)^2 \frac{4\pi\varepsilon_0}{e^2} \tag{12.15}$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਸਮੀਕਰਣ (12.14) ਦਿਖਾਉਂਦਾ ਹੈ ਕੀ n^{th} ਪਥ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਉਰਬਿਟਲ ਵੇਗ (Orbital speed) n ਗੁਣਾਂ ਘੱਟ ਜਾਦਾਂ ਹੈ। ਸਮੀਕਰਣ (12.15) ਦਾ ਇਸਤੇਮਾਲ ਕਰ ਕੇ ਅਸੀਂ ਸੱਭ ਤੋਂ ਅੰਦਰਲੇ ਪੱਥ (n=1) ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਪਤਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ।

$$r_1 = \frac{h^2 \varepsilon_0}{\pi m e^2}$$

ਇਸ ਨੂੰ ਬੋਹਰ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ (Bohr radius) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ a_0 ਨਾਲ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ।

$$a_0 = \frac{h^2 \varepsilon_0}{\pi m e^2} \qquad (12.16)$$

ਇਥੇ h,m,E_0 ਅਤੇ e ਦਾ ਮਾਨ ਰੱਖਣ ਤੇ $a_0 = 5.29\times10^{-11}$m ਸਮੀਕਰਣ (12.15) ਵਿਚੋ, ਅਸੀਂ ਇਹ ਵੀ ਦੇਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕੀ ਪੱਥਾ ਦੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ n^2 ਦੇ ਨਾਲ ਵਧਦੇ ਹਨ। ਕਿਸੇ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਪਰਮਾਣੂ ਦੀ ਸਥਿਰ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਕੁੱਲ ਊਰਜਾ ਸਮੀਕਰਣ (12.4) ਵਿੱਚ ਪੱਥ ਦੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦਾ ਮਾਨ ਰੱਖਣ ਤੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਜਿਵੇ

$$E_n = -\left(\frac{e^2}{8\pi\varepsilon_0}\right)\left(\frac{m}{n^2}\right)\left(\frac{2\pi}{h}\right)^2\left(\frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0}\right)$$

ਜਾਂ ਫਿਰ $$E_n = -\frac{m e^4}{8 n^2 \varepsilon_0^2 h^2} \qquad (12.17)$$

ਸਮੀਕਰਣ (12.17) ਵਿੱਚ ਮੁੱਲ ਰੱਖਣ ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

$$E_n = -\frac{2.18\times10^{-18}}{n^2}\,\text{J} \qquad (12.18)$$

ਪਰਮਾਣਵੀ ਉਰਜਾਵਾਂ ਜੂਲ (joule) ਦੀ ਥਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵੋਲਟ (eV) ਵਿੱਚ ਦੱਸੀਆਂ ਜਾਂਦੀਆ ਹਨ। ਕਿਉਂਕਿ

$1\text{eV}=1.6\times10^{-19}$ J । ਸਮੀਕਰਣ (12.18) ਨੂੰ ਦੁਬਾਰਾ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਲਿਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

$$E_n = -\frac{13.6}{n^2}\ \text{eV} \qquad (12.19)$$

ਕਿਸੇ ਪੱਥ ਵਿੱਚ ਗਤਿਮਾਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਕੁੱਲ ਉਰਜਾ ਦੇ ਵਿਅੰਜਕ ਵਿੱਚ ਰਿਣਾਤਮਕ ਨਿਸ਼ਾਨ ਇਸ ਗੱਲ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ ਕੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਨਾਲ ਬੱਝਾ (Bound) ਹੋਇਆ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨੂੰ ਨਾਭਿਕ ਤੋਂ (ਜਾਂ ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੋਟਾਨ) ਤੋਂ ਅਨੰਤ ਦੂਰੀ ਤੱਕ ਅਲਗ ਕਰਨ ਲਈ ਇੰਨੀ ਊਰਜਾ ਦੀ ਜ਼ਰੂਰਤ ਹੋਵੇਗੀ। ਸਮੀਕਰਣ (12.17) (12.19) ਦੀ ਵਿਉਂਤਪਤੀ (Derivation) ਇਸ ਕਲਪਨਾ ਤੇ ਅਧਾਰਿਤ ਹੈ ਕੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਪੱਥ ਚੱਕਰੀ ਹੈ, ਜਦਕੀ ਇਨਵਰਸ ਸਕਵੇਅਰ ਨਿਯਮ(Inverse Square Law) ਅਧੀਨ ਪੱਥ ਅੰਡਾਕਾਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ (ਸਾਰੇ ਗ੍ਰਹਿ ਸੂਰਜ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਇਨਵਰਸ ਸਕਵੇਅਰ ਨਿਯਮ ਹੇਠਾ ਅੰਡਾਕਾਰ ਪੱਥਾ ਵਿੱਚ ਘੁੰਮਦੇ ਹਨ) ।

ਪਰੰਤੂ, ਜਰਮਨ ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨੀ ਆਰਨੋਲਡ ਸੋਮਰਫੈਲਡ (Arnold Sommerfeld) (1865-1951) ਨੇ ਇਹ ਦਿਖਾਇਆ ਸੀ ਕੀ ਜੇਕਰ ਚੱਕਰੀ ਪੱਥ ਦੀ ਸ਼ਰਤ ਹਟਾ ਦਿੱਤੀ ਜਾਵੇ, ਤਾਂ ਵੀ ਇਹ ਸਮੀਕਰਣ ਅੰਡਾਕਾਰ ਪੱਥਾਂ ਤੇ ਵੀ ਸਮਾਨ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਲਾਗੂ ਹੋਣਗੀ ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਸਥਿਤੀ : ਪਥ ਬਨਾਮ ਆਰਬਿਟਲ (Orbital)

ਭੌਤਿਕੀ ਦੇ ਅਧਿਅਨ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਨਾ ਕਿਸੇ ਸਮੇਂ ਸਾਡੀ ਪਹਿਚਾਣ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੇ ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਨਾਲ ਕਰਵਾਈ ਜਾਂਦੀਂ ਹੈ। ਕੁਅੰਟਮ ਯੰਤਰਿਕੀ (Quantum Mechanics) ਜਾ ਵਿਸ਼ੇਸ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੀ ਸੰਰਚਨਾ ਸਮਝਾਉਣ ਵਿੱਚ ਇਸ ਮਾਡਲ ਦੀ ਵਿਸ਼ੇਸ ਜਗ੍ਹਾ ਹੈ। ਸੰਵੇਗ ਕਰਕੇ ਕਣ ਦੇ ਲਗਾਤਾਰ ਊਰਜਾ ਪੈਦਾ (Radiate) ਕਰਨ ਦੇ ਕਲਾਸਿਕੀ ਸਿਧਾਂਤ ਦੇ ਉਲਟ ਬੋਹਰ ਵੱਲੋ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਸਥਿਰ ਊਰਜਾ ਪੱਥ ਦਾ ਕ੍ਰਾਤੀਕਾਰੀ ਵਿਚਾਰ ਇੱਕ ਮੀਲ ਦਾ ਪੱਥਰ ਸੀ। ਬੋਹਰ ਨੇ ਸਥਿਰ ਪੱਥਾ ਵਿੱਚ ਘੁੰਮਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਕੋਣੀ ਸੰਵੇਗ ਦੇ ਕੁਵੰਟਮੀਕਰਣ (Quantisation) ਦਾ ਵਿਚਾਰ ਵੀ ਦਿੱਤਾ ਸੀ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਹ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੀ ਸੰਰਚਨਾ ਦਾ ਇੱਕ ਸੇਮੀ ਕਲਾਸਿਕੀ ਚਿੱਤਰ ਸੀ। ਹੁਣ ਕੁਅੰਟਮ ਯੰਤਰਿਕੀ ਦੇ ਵਿਕਾਸ ਦੇ ਨਾਲ ਅਸੀਂ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੀ ਸੰਰਚਨਾ ਨੂੰ ਹੋਰ ਚੰਗੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਾਲ ਸਮਝ ਗਏ ਹਾਂ। ਸ਼ਰੋਡਿਗਰ ਤਰੰਗ ਸਮੀਕਰਣ (Schrodinger Wave Equation) ਦੇ ਹੱਲ ਨੇ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦੇ ਆਕਰਸ਼ਣ ਬਲ ਦੇ ਨਾਲ ਬੰਨੇ ਇਲਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਨੂੰ ਵੀ ਤਰੰਗ ਦੇ ਸਮਾਨ ਹੀ ਦੱਸਿਆ ਹੈ।

ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਇਲਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਪੱਥ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਇਲਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਗਤੀ ਦਾ ਚਕਰਾਕਾਰ ਪਥ ਹੈ। ਪਰ ਕੁਅੰਟਮ ਯੰਤਰਿਕੀ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਅਸੀਂ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਇਲਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਗਤੀ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਪੱਕੇ ਪੱਥ ਦੇ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਤ ਨਹੀਂ ਕਰ ਸਕਦੇ। ਅਸੀਂ ਕੇਵਲ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ, ਕਿਸੇ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਭਾਗ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਮਿਲਣ ਦੀ ਸੰਭਾਵਨਾ ਦੇ ਬਾਰੇ ਗੱਲ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਇਹ ਸੰਭਾਵਨਾ ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਤਰੰਗ ਫਲਨ (Function) ਜਿਸ ਨੂੰ ਆਰਬਿਟਲ (Orbital) ਕਹਿੰਦੇ ਹੈ ਤੋ ਪਤਾ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਫਲਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਨਿਰਦੇਸ਼ ਅੰਕਾਂ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ।

ਇਸ ਲਈ ਇਹ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ ਕੀ ਅਸੀਂ ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੋ ਮਾਡਲਾ ਵਿੱਚ ਛੋਟੇ ਅੰਤਰਾ ਨੂੰ ਸਮਝੀਏ।

•ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਕੇਵਲ ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ / ਆਇਨ (Ion) ਦੇ ਲਈ ਯੋਗ ਹੈ, ਇਸ ਮਾਡਲ ਵਿੱਚ ਹਰੇਕ ਆਰਬਿਟ ਦੇ ਲਈ ਊਰਜਾ ਦਾ ਇੱਕ ਮਿਥਿਆ ਮਾਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਜੋ ਮੁਖ ਕੁਅੰਟਮ ਨੰਬਰ n ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਹੈ। ਹੁਣ ਸਾਨੂੰ ਇਹ ਪਤਾ ਹੈ ਕਿ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਸਥਿਰ ਸਥਿਤੀ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਊਰਜਾ ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ/ਆਇਨ (Ion) ਵਿੱਚ ਕੇਵਲ n ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਹੈ। ਬਹੁਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ/ਆਇਨ ਲਈ ਇਹ ਸੱਚ ਨਹੀਂ ਹੈ।

•ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਵਰਗੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂ /ਆਇਨ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਾਪਤ ਸ਼ਰੋਡਿਗਰ ਤਰੰਗ ਸਮੀਕਰਣ (Schrodinger Wave Equation) ਦਾ ਹੱਲ ਜਿਸ ਨੂੰ ਤਰੰਗ ਫਲਣ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਅਲਗ ਅਲਗ ਹਿਸਿਆਂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਸੰਭਾਵਨਾ ਪਤਾ ਕਰਨ ਦੀ ਸੁਚਨਾ ਦਿੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਆਰਬਿਟ (Orbit) ਦੀ ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਲਈ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਪੱਥ ਨਾਲ ਕੋਈ ਸਮਾਨਤਾ ਨਹੀਂ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਣ 12.5:- 10kg ਦਾ ਕੋਈ ਉਪਗ੍ਰਹਿ 8000km ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦੇ ਇੱਕ ਪੱਥ ਵਿੱਚ ਧਰਤੀ ਦਾ ਇੱਕ ਚੱਕਰ ਹਰੇਕ 2 ਘੰਟੇ ਵਿੱਚ ਲਗਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਮਣਦੇ ਹੋਏ ਕੀ ਬੋਹਰ ਦੇ ਕੋਣੀ ਸੰਵੇਗ ਦਾ ਪ੍ਰਤਿਬੰਧ ਉਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਉਪਗ੍ਰਹਿ ਤੇ ਲਾਗੂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਹ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਦੇ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਲਈ ਮੰਨਿਆ ਜਾਂਦਾਂ ਹੈ, ਉਪਗ੍ਰਹਿ ਦੇ ਪੱਥ ਦਾ ਕੁਅੰਟਮ ਸੰਖਿਆ ਪਤਾ ਕਰੋ।

ਹੱਲ :- ਸਮੀਕਰਣ (12.13) ਤੋਂ ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ

$$m\ v_n\ r_n = nh/2\pi$$

ਇਥੇ m=10kg, $r_n = 8 \times 10^6$ m। ਘੁੰਮਦੇ ਹੋਏ ਉਪਗ੍ਰਹਿ ਦਾ ਸਮਾਂ ਅੰਤਰਾਲ T,2h ਹੈ।

ਇਸ ਲਈ T = 7200 S

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਇਸ ਲਈ ਵੇਗ $v_n = 2\pi\ r_n/T$.

ਉਪਗ੍ਰਹਿ ਦੇ ਆਰਬਿਟ (Orbit) ਦੀ ਕੁਅੰਟਮ ਸੰਖਿਆ

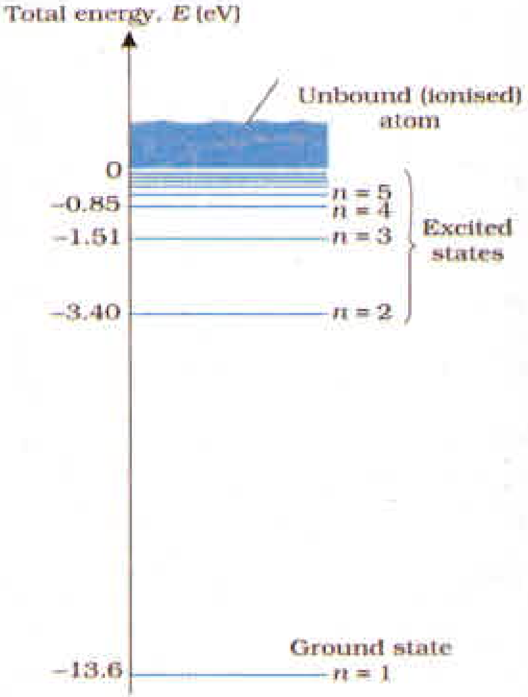
$$n = (2\pi\ r_n)^2 \times m/(T \times h).$$

ਮਾਣ ਰਖਣ ਤੇ

$$n = (2\pi \times 8 \times 10^6)^2 \times 10/(7200\ s \times 6.64 \times 10^{-34}\ J\ s)$$

$$= 5.3 \times 10^{45}$$

12.4.1 ਊਰਜਾ ਪੱਧਰ (Energy level) ਪਰਮਾਣੂ ਦੀ ਊਰਜਾ ਉਸ ਵੇਲੇ ਨਿਊਨਤਮ ਹੁੰਦੀ ਹੈ (ਸਬ ਤੋਂ ਜਿਆਦਾ ਰਿਣਾਤਮਕ ਮਾਨ) ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਦੋ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਸਬ ਤੋਂ ਨੇੜਲੇ ਆਰਬਿਟ (ਮਤਲਬ n = 1) ਵਿੱਚ ਘੁੰਮਦਾ ਹੈ। n = 2,3,——ਦੇ ਲਈ, ਊਰਜਾ E ਦਾ ਨਿਰਪੇਖ ਮਾਨ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਜਾਦਾਂ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਬਾਹਰੀ ਆਰਬਿਟ ਵੱਲ ਜਾਣ ਤੇ ਆਰਬਿਟਾ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ ਵੱਧ ਹੁੰਦੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੀ ਨਿਊਨਤਮ ਸਥਿਤੀ ਜਿਸ ਨੂੰ ਗਰਾਉਨਡ (Ground) ਅਵਸਥਾ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਇਸ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਊਰਜਾ ਨਿਊਨਤਮ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸਭ ਤੋਂ ਛੋਟੀ ਅਰਧ ਵਿਆਸ (ਅਰਧ ਵਿਆਸ a_0) ਦੇ ਪੱਥ ਵਿੱਚ ਘੁੰਮਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ (n = 1); E_1 = -13.6 eV ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੀ ਨਿਮਨਤਮ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨੂੰ ਆਜਾਦ ਕਰਨ ਲਈ ਜਰੂਰੀ ਨਿਊਨਤਮ ਊਰਜਾ 13.6 eV ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੀ ਆਯੋਨਈਜੇਸ਼ਨ ਊਰਜਾ (Ionisation Energy) ਵੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਦੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਮਿਲੀ ਆਯੋਨਾਇਜੇਸ਼ਨ ਊਰਜਾ ਦਾ ਮਾਨ ਪ੍ਰਯੋਗਾ ਤੋ ਊਰਜਾ ਦੇ ਮਾਨ ਨਾਲ ਪੂਰਾ ਮੇਲ ਖਾਂਦਾ ਹੈ।



HFCC

ਕਮਰੇ ਦੇ ਤਾਪ ਤੇ ਜਿਆਦਾਤਰ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਆਪਣੀ ਨਿਊਨਤਮ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਰਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਜਦੋਂ ਕੋਈ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਟੱਕਰ ਦੇ ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਊਰਜਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉਹ ਇੰਨੀ ਊਰਜਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਲੇਂਦਾ ਹੈ ਜੋ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨੂੰ ਉੱਪਰਲੇ ਆਰਬਿਟਾ ਵਿੱਚ ਪਹੁੰਚਾਉਣ ਲਈ ਕਾਫੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਉਸ ਸਮੇਂ ਉਹ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਉਤੇਜਿਤ ਅਵਸਥਾ (Excited state) ਵਿੱਚ ਕਿਹਾ ਜਾਦਾਂ ਹੈ।

ਸਮੀਕਰਣ (12.19) ਤੋਂ n = 2 ਦੇ ਲਈ ਊਰਜਾ E_2 = -3.40 eV ਹੈ। ਇਸਦਾ ਮਤਲਬ ਇਹ ਹੈ ਕੀ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਅਣੂ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨੂੰ ਇਸਦੀ ਪਹਿਲੀ ਉਤੇਜਿਤ ਕਰਨ ਲਈ ਜਰੂਰੀ $E_2 - E_1$ = -3.40 – (-13.6) eV =10.2 eV ਊਰਜਾ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ E_3 = -1.53 eV ਅਤੇ $E_3 - E_1$ = 12.09 eV। ਇਸਦਾ ਮਤਲਬ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨੂੰ ਇਸਦੀ ਪਹਿਲੀ ਸਥਿਤੀ (n=1) (Groundstate) ਤੋਂ ਦੂਜੀ ਉਤੇਜਿਤ ਸਥਿਤੀ (n=3) ਤੱਕ ਉਤੇਜਿਤ ਕਰਨ ਲਈ 12.09 V ਊਰਜਾ ਦੀ ਜਰੂਰਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਅਸੀਂ ਬਾਕੀ ਸਥਿਤੀਆਂ ਦਾ ਪਤਾ ਲਗਾ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਇਹਨਾਂ ਉਤੇਜਿਤ ਸਥਿਤੀਆਂ ਵਿਚੋਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਮੁੜ ਵਾਪਸ ਆਪਣੀ ਨਿਊਨਤਮ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਡਿੱਗ ਸਕਦਾ ਹੈ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਉਹ ਇਕ ਫੋਟਾਨ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੀ ਉਤੇਜਿਤ ਅਵਸਥਾ ਵਧਾਉਣ ਤੇ

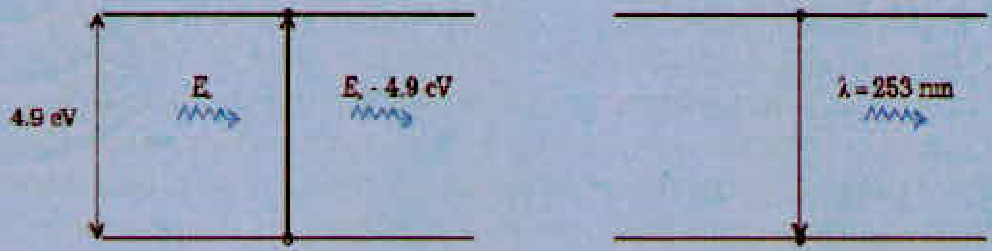
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(ਮਤਲਬ n ਵਧਾਉਣ ਤੇ) ਉਤੇਜਿਤ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚੋ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨੂੰ ਆਜਾਦ ਕਰਨ ਲਈ ਨਿਊਨਤਮ ਊਰਜਾ ਦੀ ਲੋੜ ਪਵੇਗੀ। ਸਮੀਕਰਣ (12.19) ਤੋਂ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੀਆਂ ਸਥਿਰ ਸਥਿਤੀਆਂ ਦਾ ਊਰਜਾ ਪੱਧਰ ਆਲੇਖ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਮੁੱਖ ਕੁਅੰਟਮ ਨੰਬਰ n ਸਥਿਰ ਸਥਿਤੀਆਂ ਨੂੰ ਊਰਜਾ ਦੇ ਵਧਦੇ ਕ੍ਰਮ ਵਿੱਚ ਅੰਕਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਸਭ ਤੋਂ ਵੱਧ ਊਰਜਾ ਸਥਿਤੀ ਸਮੀਕਰਣ (12.19) ਵਿੱਚ n = ∞ ਰੱਖਣ ਤੇ ਮਿਲਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦੀ ਊਰਜਾ OeV (0,1,2) ਹੈ। ਇਹ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੀ ਉਹ ਊਰਜਾ ਸਥਿਤੀ ਹੈ ਜਦੋਂ ਨਾਭਿਕ ਤੋਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੂਰ ਕਰ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ (r = ∞) ਅਤੇ ਉਹ ਅਰਾਮ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਹੈ। ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕੀ ਉਤੇਜਿਤ ਸਥਿਤੀਆਂ ਦੀਆਂ ਊਰਜਾਵਾਂ n ਵੱਧਣ ਤੇ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਲਾਗੇ ਆ ਜਾਦੀਆਂ ਹਨ।

ਫ੍ਰੈਂਕ ਹਰਟਜ ਪ੍ਰਯੋਗ (Franck Hertz Experiment)

ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਡਿਸਕਰੀਟ (Discreat) ਊਰਜਾ ਪੱਧਰਾ ਦੀ ਹੋਂਦ ਦਾ ਸਿੱਧਾ ਪਰਮਾਣ ਸੰਨ 1914 ਵਿੱਚ ਜੇਮਸ ਫ੍ਰੈਂਕ (James Franck) ਅਤੇ ਗੁਸਤਾਵ ਹਰਟਜ (Gustav Hertz) ਵਲੋਂ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ । ਉਨ੍ਹਾਂ ਪਾਰੇ ਦੇ ਵਾਸ਼ਪ ਦਾ ਅਧਿਅਨ , ਵਾਸ਼ਪ ਵਿੱਚੋ ਅਲਗ ਅਲਗ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਗੁਜਾਰ ਕੇ ਕੀਤਾ । ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਊਰਜਾ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਕਰਨ ਲਈ ਉਨ੍ਹਾਂ ਉਤੇ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਮਾਨ ਵਾਲੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ (Electric field) ਲਗਾਏ ਗਏ। ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨੇ ਪਾਰੇ ਦੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂਆਂ ਨਾਲ ਟੱਕਰਾ ਮਾਰੀਆਂ ਅਤੇ ਪਾਰੇ ਦੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂਆਂ ਨੂੰ ਅਪਣੀ ਉਰਜਾ ਦੇ ਦਿੱਤੀ। ਇਹ ਤੱਦ ਹੀ ਸੰਭਵ ਹੈ ਜਦੋ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਊਰਜਾ, ਪਾਰੇ ਦੀ ਉਸ ਉਰਜਾ ਸਥਿਤੀ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਤੋ ਉਚੇ ਕਿਸੇ ਪੱਧਰ (ਚਿੱਤਰ ਦੇਖੋ) ਦੇ ਵਿਚਲੇ ਊਰਜਾ ਅੰਤਰ ਤੇ ਵੱਧ ਹੋਵੇ । ਉਦਾਹਰਣ ਦੇ ਲਈ ਪਾਰੇ ਦੇ ਕਿਸੇ ਭਰੇ ਹੋਏ ਊਰਜਾ ਪੱਧਰ ਅਤੇ ਖਾਲੀ ਊਰਜਾ ਪੱਧਰ ਵਿੱਚ ਅੰਤਰ 4.9 eV ਹੈ। ਜੇਕਰ ਕੋਈ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਜਿਸ ਦੀ ਊਰਜਾ 4.9 eV ਜਾਂ ਇਸ ਤੇ ਵੱਧ ਹੈ, ਪਾਰੇ ਵਿੱਚੋ ਲੰਗਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਪਾਰੇ ਦੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦਾ ਕੋਈ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਟਕਰਾਉਣ ਵਾਲੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਤੋਂ ਊਰਜਾ ਸੋਖ ਲੈਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਉਚੇ ਪੱਧਰ ਤੇ ਉਤੇਜਿਤ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ। [ਚਿੱਤਰ (a)] ਟਕਰਾਉਣ ਵਾਲੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਇਨੀ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਘੱਟ ਜਾਵੇਗੀ ।



(a) (b)

ਉਤੇਜਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਬਾਅਦ ਵਿੱਚ ਵਿਕਿਰਣ ਪੈਦਾ ਕਰ ਕੇ ਨਿਊਨਤਮ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਵਾਪਸ ਆ ਜਾਵੇਗਾ।

[ਚਿੱਤਰ (b)] ਪੈਦਾ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਹੋਵੇਗੀ।

$$\lambda = \frac{hc}{E} = \frac{6.625\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{4.9\times1.6\times10^{-19}} \quad =253 \text{ nm}$$

ਸਿਧੇ ਮਾਪਨ ਨਾਲ ਫ੍ਰੈਂਕ ਅਤੇ ਹਰਟਜ ਨੇ ਦੇਖਿਆ ਕੀ ਇਮੀਸ਼ਨ ਸਪੈਕਟਰਮ (Emission spectrum) ਵਿੱਚ ਇਸ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਸੰਗਤ ਇੱਕ ਰੇਖਾ ਹੈ। ਬੋਹਰ ਦੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਡਿਸਕ੍ਰੀਟ (Discrete) ਊਰਜਾ ਪੱਧਰ ਦੇ ਮੂਲ ਵਿਚਾਰ ਅਤੇ ਫੋਟਾਨ ਇਮੀਸ਼ਨ (Photon Emission) ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆਂ ਦੀ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਪੁਸ਼ਟੀ ਦੇ ਲਈ ਫ੍ਰੈਂਕ ਅਤੇ ਹਰਟਜ ਨੂੰ 1925 ਵਿੱਚ ਨੋਬੇਲ ਪੁਰਸਕਾਰ ਨਾਲ ਨਵਾਜਿਆ ਗਿਆ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

12.5 ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦਾ ਲਾਈਨ ਸਪੈਕਟਰਮ (The Line spectra of Hydrogen Atom)

ਬੋਹਰ ਦੇ ਤੀਜੇ ਪ੍ਰਤਿਬੰਧ ਅਨੁਸਾਰ ਜਦੋ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਉਤਲੀ ਉਰਜਾ ਸਥਿਤੀ ਜਿਸ ਦਾ ਕੁਅੰਟਮ ਨੰਬਰ n_i ਹੈ ਤੋਂ ਹੇਠਲੀ ਊਰਜਾ ਸਥਿਤੀ ਜਿਸ ਦਾ ਕੁਅੰਟਮ ਨੰਬਰ n_f ($n_f < n_i$) ਵਿੱਚ ਡਿਗਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਊਰਜਾ ਦੇ ਇਸ ਅੰਤਰ ਨੂੰ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਵਾਲਾ ਇੱਕ ਫੋਟਾਨ (Photon) ਹਾਸਿਲ ਕਰਦਾ ਹੈ।

$$h\nu_{if} = E_{n_i} - E_{n_f} \qquad (12.20)$$

ਸਮੀਕਰਣ (12.16) ਤੋ E_{n_i} ਪਤਾ ਕਰਕੇ

$$h\nu_{if} = \frac{me^4}{8\varepsilon_0^2h^2}\left(\frac{1}{n_f^2}-\frac{1}{n_i^2}\right) \qquad (12.21)$$

$$\nu_{if} = \frac{me^4}{8\varepsilon_0^2h^2}\left(\frac{1}{n_f^2}-\frac{1}{n_i^2}\right) \qquad (12.22)$$

ਸਮੀਕਰਣ (12.21) ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੇ ਸਪੈਕਟਰਮ ਲਈ ਰਿਡਬਰਗ (Rydberg) ਦਾ ਸੂਤਰ ਹੈ। ਇਸ ਸਮੀਕਰਣ ਵਿੱਚ ਜੇਕਰ ਅਸੀ $n_f = 2$ ਅਤੇ $n_i = 3,4,5$— ਰੱਖਦੇ ਹਾਂ ਤੇ ਇਹ ਸਮੀਕਰਣ (12.10) ਵਰਗਾ ਬਣ ਜਾਦਾਂ ਹੈ ਜੋ ਬਾਲਮਰ (Balmer) ਲੜੀ ਦੇ ਲਈ ਹੈ। ਇਸ ਤੋ ਅਸੀ ਰਿਡਬਰਗ (Rydberg) ਸਥਿਰਅੰਕ ਦਾ ਮਾਨ ਪਤਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਜੋ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੈ

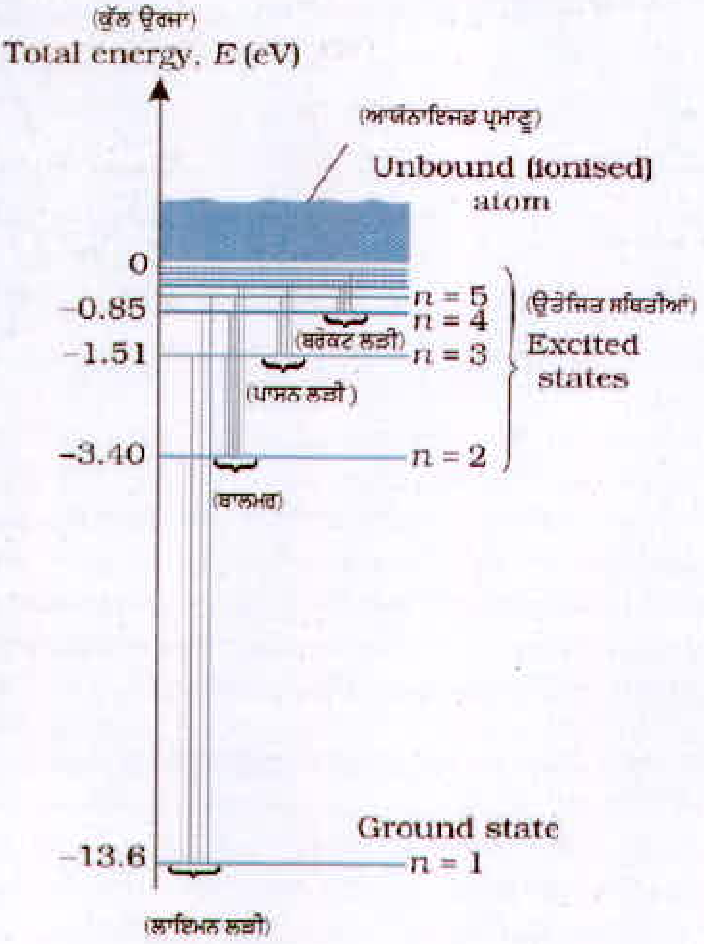
$$R = \frac{me^4}{8\varepsilon_0^2h^3c} \qquad (12.23)$$

ਸਮੀਕਰਣ (12.23) ਵਿੱਚ ਅਲਗ ਅਲਗ ਸਥਿਰ ਅੰਕਾ ਦਾ ਮਾਨ ਰੱਖਣ ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਮਿਲਦਾ ਹੈ $R = 1.03 \times 10^7 m^{-1}$ ਇਹ ਮਾਨ ਇਮਪਿਰਿਕਲ (Empiral) ਬਾਲਮਰ ਸੂਤਰ ਤੋਂ ਮਿਲੇ ਮਾਨ ($1.097 \times 10^7 m^{-1}$) ਦੇ ਬਹੁਤ ਨੇੜੇ ਹੈ। ਵਿਚਾਰਿਕ ਅਤੇ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਮਾਨਾ ਦੀ ਇਸ ਸਮਾਨਤਾ ਨੇ ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਨੂੰ ਸਪਸ਼ਟ ਅਤੇ ਪ੍ਰਭਾਵਸ਼ਾਲੀ ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਸਹੀ ਸਿੱਧ ਕਰ ਦਿੱਤਾ। ਕਿਉਂਕਿ n_f ਅਤੇ n_i ਦੋਨੋ ਪੂਰਣ ਅੰਕ (Integers) ਹਨ ਇਸ ਲਈ ਫਟਾਫਟ ਇਹ ਪਰਿਣਾਮ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਕਿ ਜਦੋਂ ਅਲਗ ਅਲਗ ਪਰਮਾਣਵੀ ਪੱਧਰਾ ਵਿੱਚ ਟਰੈਨਜਿਸ਼ਨ (transition) ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਈ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀਆਂ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਸਪੈਕਟਰਮ ਵਿੱਚ ਬਾਲਮਰ ਸੂਤਰ $n_f = 2$ ਅਤੇ $n_i = 3,4,5$——— ਹੈ। ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਵਿੱਚ ਬਾਕੀ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਹੋਂਦ ਨੂੰ ਵੀ ਦੱਸਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਜੋ $n_f = 1$ ਅਤੇ $n_i = 2,3,$- - - - - ਅਤੇ ਹੋਰ : $n_f = 3$ ਅਤੇ $n_i = 4,5,$- - - - ਅਤੇ ਹੋਰ ਟਰੈਨਜਿਸ਼ਨਾ ਤੋਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਲੜੀਆ ਦੀ ਪਹਿਚਾਣ ਵਾਸਤਵ ਵਿੱਚ ਸਪੈਕਟ੍ਰੋਸਕੋਪਿਕ (Spectroscopic) ਸ਼ੋਧ ਦੇ ਵਕਤ ਹੋਈ ਸੀ ਅਤੇ ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਲਾਇਮਨ , ਬਾਲਮਰ, ਪਾਸ਼ਨ, ਬਰੇਕਟ ਅਤੇ ਫੁੰਟ ਲੜੀਆ ਦੇ ਨਾਂ ਨਾਲ ਜਾਣਿਆਂ ਜਾਦਾਂ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਲੜੀਆ ਦੇ ਲਈ ਟਰੈਨਜਿਸ਼ਨ (transitions) ਚਿੱਤਰ (12.9) ਵਿੱਚ ਦਿਖਾਇਆਂ ਗਈਆਂ ਹਨ।

ਜਦੋ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਉਪੱਰਲੀ ਉਰਜਾ ਸਥਿਤੀ ਤੋਂ ਹੇਠਲੀ ਊਰਜਾ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਆਉਂਦੇ ਹਨ ਤਾਂ ਫੋਟਾਨ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਪਰਮਾਣਵੀ ਸਪੈਕਟਰਮ ਦੀਆਂ ਕਈ ਰੇਖਾਵਾਂ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਹਨਾਂ ਸਪੈਕਟਰਮ ਰੇਖਾਵਾਂ ਨੂੰ ਉਤਸਰਜਨ (Emission) ਰੇਖਾਵਾਂ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਜਦੋ ਕੋਈ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਕਿਸੇ ਫੋਟਾਨ ਨੂੰ ਸੋਖਿਤ (Absorb) ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਿਸਦੀ ਉਰਜਾ ਠੀਕ ਉਹੀ ਹੈ, ਜੋ ਕਿਸੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਨਿਊਤਮ ਊਰਜਾ ਸਥਿਤੀ ਤੋ ਉਚਤਮ ਊਰਜਾ ਸਥਿਤੀ ਚ' ਟਰੈਨਜਿਸ਼ਨ ਕਰਨ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਤਾਂ ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਨੂੰ ਅਬਸੋਰਪਸ਼ਨ ਰੇਖਾਵਾਂ (Absorption) ਰੇਖਾਵਾਂ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਜੇਕਰ ਲਗਾਤਾਰ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਵਾਲੇ ਫੋਟਾਨ (Photon) ਕਿਸੇ ਵਿਰਲੀ (Rarefied) ਗੈਸ ਵਿੱਚੋ ਗੁਜਰਨ ਤੋ ਬਾਅਦ ਸਪੈਕਟਰੋਮੀਟਰ ਨਾਲ ਜਾਂਚੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਤਾਂ ਲਗਾਤਾਰ (Continous) ਸਪੈਕਟਰਮ ਵਿੱਚ, ਕਾਲੀਆਂ ਅਬਸੋਰਪਸ਼ਨ (Absorption) ਸਪੈਕਟ੍ਰਮੀ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਲੜੀ ਦਿਖਾਈ ਦਿੰਦੀ ਹੈ। ਕਾਲੀਆਂ ਰੇਖਾਵਾਂ ਉਨ੍ਹਾਂ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਨੂੰ ਦਿਖਾਉਂਦਿਆਂ ਹਨ ਜੋ ਗੈਸ ਦੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂਆਂ ਵੱਲੋਂ ਸੋਖੀਆ ਗਈਆ ਹਨ। ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੇ ਸਪੈਕਟਰਮ ਦਾ ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਵੱਲੋ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਸਪਸ਼ਟੀਕਰਣ ਇਕ ਮਹਾਨ ਪ੍ਰਾਪਤੀ ਸੀ ਜਿਸਨੇ ਆਧੁਨਿਕ ਕੁਅੰਟਮ ਸਿਧਾਂਤ ਦੀ ਪ੍ਰਗਤੀ ਨੂੰ ਬਹੁਤ ਸਰਾਇਆ। ਸੰਨ 1922 ਵਿੱਚ ਬੋਹਰ ਨੂੰ ਭੌਤਿਕੀ ਵਿੱਚ ਨੋਬੇਲ ਪੁਰਸਕਾਰ ਨਾਲ ਨਵਾਜਿਆ ਗਿਆ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com



ਚਿੱਤਰ (12.9) ਲਾਈਨ ਸਪੈਕਟਰਮ ਊਰਜਾ ਪੱਧਰਾ ਦੇ ਵਿੱਚ ਡਿੱਗਣ ਕਾਰਨ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਣ 12.6 :- ਰਿਡਬਰਗ ਸੂਤਰ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮ ਦੀ ਲਾਇਮਨ (Lyman) ਲੜੀ ਵਿੱਚ ਪਹਿਲੀਆਂ ਚਾਰ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮੀ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਪਤਾ ਕਰੋ।

ਹੱਲ ਰਿਡਬਰਗ ਸੂਤਰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ

$$hc/\lambda_{if} = \frac{me^4}{8\varepsilon_0^2h^2}\left(\frac{1}{n_f^2}-\frac{1}{n_i^2}\right)$$

ਲਾਇਮਨ ਲੜੀ ਦੀ ਪਹਿਲੀਆਂ ਚਾਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ $n_i = 2,3,4,5$ ———— ਤੋਂ $n_f = 1$ ਤੇ ਟਰੈਨਜਿਸ਼ਨ ਨਾਲ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕੀ

$$\frac{me^4}{8\varepsilon_0^2h^2} = 13.6\ \text{eV} = 21.76 \times 10^{-19}\ \text{J}$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਇਸ ਲਈ $$\lambda_{ii} = \frac{hc}{21.76 \times 10^{-19}\left(\frac{1}{1} - \frac{1}{n_i^2}\right)} \text{ m}$$

$$\frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8} \times n_i^2}{21.76 \times 10^{-19} \times (n_i^2 - 1)} \text{ m} = \frac{0.9134\ n_i^2}{(n_i^2 - 1)} \times 10^{-7} \text{ m}$$

$= 913.4\, n_i^2/(n_i^2 - 1)$ Å

ਇਸ ਸੰਬੰਧ ਵਿੱਚ n_i = 2,3,4,5 ਰੱਖਣ ਤੇ ਮਾਣ ਚਾਰੇ ਲੋੜੀਂਦੀਆਂ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈਆਂ ਮਿਲ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ ਜੋ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹਨ λ_{2i}=1218 Å , λ_{3i}=1028 Å , λ_{4i}=974.3 Å , λ_{5i}=951.4 Å

12.6 ਬੋਹਰ ਦੇ ਕੁਅੰਟਮੀਕਰਨ ਦੇ ਦੂਜੇ ਪ੍ਰਤਿਬੰਧ ਦਾ ਡੀ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਵੱਲੋ ਸਪਸ਼ਟੀਕਰਨ (De Borglie's Explanation of Bohr's Second Postulate of Quantisation) : ਬੋਹਰ ਵੱਲੋ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੇ ਮਾਡਲ ਦੇ ਸਾਰੇ ਪ੍ਰਤਿਬੰਧਾ ਵਿੱਚੋ ਦੂਸਰਾ ਪ੍ਰਤਿਬੰਧ ਸਭ ਤੋ ਵੱਡੀ ਉਲਜਣ ਪੈਦਾ ਕਰਨ ਵਾਲਾ ਸੀ। ਇਸਦੇ ਕਹਿਣ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਘੁਮਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਕੋਣੀ ਸੰਵੇਗ ਕੁਅੰਟਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। (ਇਸਦਾ ਮਤਲਬ $L_n = nh/2\pi$; n = 1,2,3—) । ਕੋਣੀ ਸੰਵੇਗ ਦਾ ਕੇਵਲ ਉਹੀ ਮਾਨ ਕਿਉ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਜੋ h/2π ਦਾ ਪੂਰਨ ਅੰਕ ਗੁਣਜ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ? ਬੋਹਰ ਵੱਲੋ ਆਪਣਾ ਮਾਡਲ ਪੇਸ਼ ਕਰਣ ਦੇ ਦਸ ਸਾਲਾ ਬਾਅਦ ਸੰਨ 1923 ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਫ੍ਰਾਂਸੀਸੀ ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨਿਕ ਲੁਇਸ ਡੀ ਬ੍ਰਾਗਲੀ (Louis de Broglie) ਵੱਲੋ ਇਸ ਮੁਸ਼ਕਿਲ ਦਾ ਹੱਲ ਲੱਭਿਆ ।

ਅਸੀਂ 11 ਵੇਂ ਅਧਿਆਏ ਵਿੱਚ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਦੀ ਧਾਰਣਾ ਦਾ ਅਧਿਅਨ ਕੀਤਾ ਸੀ ਜਿਸ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਪਦਾਰਥ ਕਣ ਜਿਦਾ ਕੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵੀ ਤਰੰਗ ਵਰਗੇ ਗੁਣ ਦਿਖਾਉਦਾ ਹੈ। ਸੀ.ਜੇ . ਡੇਵਿਡਸਨ ਅਤੇ ਅਲ ਏਚ ਜਰਮਰ (D.J.Davidson and H.L Germer) ਨੇ 1927, ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਯੋਗ ਰਾਹੀਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਤਰੰਗ ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ ਦੀ ਸਚਾਈ ਸਿੱਧ ਕੀਤੀ। ਲੁਇਸ ਡੀ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਨੇ ਇਹ ਕਿਹਾ ਕਿ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨੂੰ ਬੋਹਰ ਵੱਲੋ ਦਿੱਤੇ ਗੋਲਾਕਾਰ ਪੱਥ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਕਣ ਤਰੰਗ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਦੇਖਿਆ ਜਾਣਾ ਚਾਹਿਦਾ ਹੈ। ਜਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਧਾਗੇ ਤੇ ਤਰੰਗਾ ਚਲਦੀਆਂ ਨੇ, ਕਣ ਤਰੰਗਾ ਵੀ ਰਿਸੋਨੈਂਟ (Resonant) ਸਥਿਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਖੜੀਆ (Standing) ਤਰੰਗਾਂ ਪੈਦਾ ਕਰ ਸਕਦੀਆ ਹਨ। ਕਲਾਸ 11 ਦੀ ਪੁਸਤਕ ਦੇ 15 ਵੇਂ ਅਧਿਆਏ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਦੇਖਿਆ ਹੈ ਕਿ ਖਿਚੇ ਹੋਏ ਧਾਗੇ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਅਲਗ ਅਲਗ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈਆਂ ਉਤੇਜਿਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਪਰੰਤੂ, ਉਹੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈਆਂ ਰਹਿ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਉਤੇ ਨੋਡ (Node) ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਉਹ ਸਟੇਡਿੰਗ (Standing) ਤਰੰਗਾਂ ਹੁੰਦੀਆ ਹਨ। ਇਸਦਾ ਮਤਲਬ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੇ ਡੋਰੀ ਵਿੱਚ ਸਟੇਡਿੰਗ (Standing) ਤਰੰਗਾਂ ਤਾਂ ਹੀ ਬਨਣਗੀਆਂ ਜਦੋ ਤਰੰਗ ਵੱਲੋ ਡੋਰੀ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਪਾਸੇ ਜਾਉਣ ਅਤੇ ਵਾਪਸ ਆਉਣ ਵਿੱਚ ਤਹਿ ਕੀਤੀ ਗਈ ਕੁਲ ਦੂਰੀ, ਇੱਕ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ , ਦੋ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਅਤੇ ਕੋਈ ਵੀ ਪੂਰਣ ਅੰਕ ਸੰਖਿਆ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੋਵੇ। ਬਾਕੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈਆਂ ਦੀਆਂ ਤਰੰਗਾਂ ਵਿੱਚ ਪਰਾਵਰਤਨ ਤੋ ਬਾਅਦ ਆਪਸ ਵਿੱਚ (Interference) ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਆਯਾਮ (Amplitude) ਛੇਤੀ ਹੀ ਸਿਫਰ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। n ਵੇਂ ਚੱਕਰੀ ਆਰਬਿਟ ਜਿਸਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ r_n ਹੈ, ਵਿੱਚ ਘੁੰਮਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵੱਲੋ ਪੱਥ ਦੇ ਪਰਿਮਾਪ ਵਿੱਚ ਕੀਤੀ ਗਈ ਕੁਲ ਦੂਰੀ $2\pi r_n = n\lambda$, n = 1,2,3.... (12.24)

ਚਿੱਤਰ 12.10 ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਚਕਰਾਕਾਰ ਪੱਥ ਜਿਸਦੇ ਲਈ n= 4 ਹੈ ਇੱਕ ਸਟੇਡਿੰਗ ਤਰੰਗ ਦਿਖਾਈ ਗਈ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ $2\lambda r\ r_n = 4\lambda$,ਜਿਥੇ λ , nਵੇਂ ਪੱਥ ਵਿੱਚ ਘੁਮਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਡੀ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਹੈ। 11 ਵੇਂ ਅਧਿਆਇ ਤੋ ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ $\lambda = h/p$, ਜਿਥੇ p ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਸੰਵੇਗ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਹੈ। ਜੇਕਰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਚਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਤੋ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੈ, ਤਾਂ ਸੰਵੇਗ mv_n ਹੋਵੇਗਾ ।

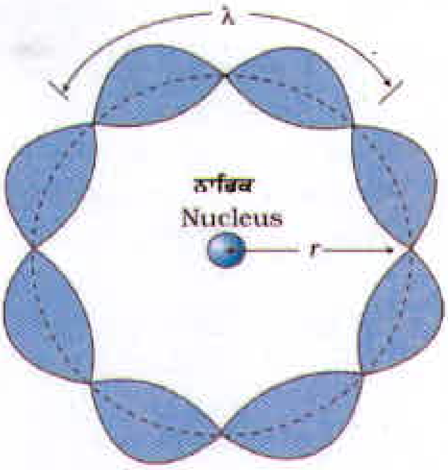
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ $\lambda = h/ m_{v_n}$. ਹੋਵੇਗਾ। ਸਮੀਕਰਣ (12.24) ਤੋ ਸਾਨੂੰ ਮਿਲਦਾ ਹੈ।

$$2\pi \ r_n = n \ h/mv_n \quad \text{or} \quad m \ v_n \ r_n = nh/2z$$

ਇਹ ਬੋਹਰ ਵੱਲੋ ਦਿੱਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਕੋਣੀ ਸੰਵੇਗ ਦਾ ਕੁਅੰਟਮ ਪ੍ਰਤਿਬੰਧ ਹੈ। ਸਮੀਕਰਣ [(12.13)] ਸ਼ੈਕਸਨ 12.5 ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਦੇਖਿਆ ਕਿ ਇਹ ਸਮੀਕਰਣ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ ਪੱਧਰਾ ਅਤੇ ਡਿਸਕ੍ਰੀਟ ਪੱਥਾ ਨੂੰ ਸਮਝਾਉਣ ਦਾ ਆਧਾਰ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਡੀ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਦੀ ਧਾਰਣਾ ਘੁਮਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਕੋਣੀ ਸੰਵੇਗ ਦੇ ਕੁਅੰਟਮੀਕਰਣ ਦੀ ਬੋਹਰ ਵੱਲੋਂ ਦਿੱਤੇ ਦੂਜੇ ਪ੍ਰਤੀਬੰਧ ਲਈ ਸਪਸ਼ਟੀਕਰਣ ਪੇਸ਼ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਕੁਅੰਟਿਤ ਪੱਥ ਅਤੇ ਊਰਜਾ ਸਥਿਤੀਆਂ, ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਤਰੰਗਾਂ ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ ਦੇ ਕਾਰਣ ਹਨ ਅਨੁਨਾਦੀ (Resonant) ਸਟੇਡਿੰਗ (Standing) ਤਰੰਗਾਂ ਹੀ ਰਿਹ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ।



ਚਿੱਤਰ 12.10 ਚੱਕਰਾਕਾਰ ਪੱਧ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਸਟੇਡਿਗ (Standing) ਤਰੰਗ ਦਿਖਾਈ ਗਈ ਹੈ ਜਿਥੇ ਪੱਧ ਦੇ ਪਰਿ ਵਿੱਚ ਚਾਰ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈਆਂ ਆਉਂਦੀਆਂ ਹਨ।

ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਕਲਾਸਿਕਲ ਟਰਜੇਕਟਰੀ (Classical Trajectory) ਦਾ ਚਿੱਤਰ ਹੈ (ਗ੍ਰਹਿ ਵਰਗੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਜੋ ਕੀ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਘੁੰਮਦੇ ਹਨ) ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਵਰਗੇ ਪਰਮਾਣੂਆਂ (ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ) ਦੇ ਮੁਖ ਲੱਛਣਾ, ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਪੈਦਾ ਜਾਂ ਅਬਸੋਰਬ ਹੋਏ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀਆਂ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਦਾ ਬਿਲਕੁਲ ਸਹੀ ਪਤਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਮਾਡਲ ਦੀਆਂ ਕਈ ਖਾਮੀਆ ਵੀ ਹਨ। ਕੁਝ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹਨ

1). ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਵਰਗੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂਆਂ ਦੇ ਲਈ ਹੀ ਹੈ। ਇਹ ਦੋ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਹੀਲੀਅਮ (Helium) ਲਈ ਨਹੀਂ ਲਗਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇੱਕ ਤੋਂ ਵੱਧ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵਾਲੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂਆਂ ਦਾ ਵਿਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਕਰਨ ਲਈ ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਪਰ ਕੋਈ ਕਾਮਯਾਬੀ ਨਹੀਂ ਮਿਲੀ। ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਵਰਗੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਉਹ ਹਨ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਨਾਭਿਕ ਦਾ +Ze ਧਨ ਆਵੇਸ਼ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਇਥੇ Z ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਸੰਖਿਆ ਹੈ, ਉਦਾਹਰਣ ਹਨ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ , ਇਕੱਲਾ ਆਯੋਨਾਇਜਡ ਹੀਲਿਅਮ, ਦੋਹਰਾ ਆਯੋਨਾਇਜਡ ਲੀਥੀਅਮ (Lithium) ਅਤੇ ਹੋਰ ਇਹਨਾਂ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਗੁੰਲਝਦਾਰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ- ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਟਰੈਨਜਿਸ਼ਨ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਮੁਸ਼ਕਿਲ ਇਹ ਹੈ ਕੀ ਹਰੇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਕੇਵਲ ਆਵੇਸ਼ਿਤ ਨਾਭਿਕ ਨਾਲ ਹੀ ਨਹੀਂ ਬਲਕਿ ਦੂਸਰੇ ਸਾਰੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨਾਲ ਵੀ ਕਿਰਿਆ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਦੀ ਰਚਨਾ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਧਨ ਆਵੇਸ਼ਿਤ ਨਾਭਿਕ ਵਿਚੱਕਾਰ ਬਿਜਲੀ ਬਲ ਦਾ ਯੋਗਦਾਨ ਹੈ। ਇਸ ਦੇ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਵਿਚਕਾਰ ਕਿਰਿਆ ਕਰਨ ਵਾਲਾ ਬਿਜਲੀ ਬਲ ਸ਼ਾਮਿਲ ਨਹੀਂ ਹੈ ਜੋ ਕੀ ਜਿਆਦਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵਾਲੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂਆਂ ਵਿੱਚ ਜਰੂਰੀ ਢੰਗ ਨਾਲ ਸ਼ਾਮਿਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

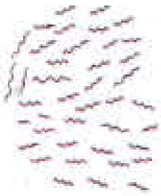
2) ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਵਰਗੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂਆਂ ਵੱਲੋ ਪੈਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀਆਂ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਦੀ ਸਹੀ ਭਵਿਖਵਾਣੀ ਕਰਦਾ ਹੈ, ਪਰ ਇਹ ਮਾਡਲ ਸਪੇਕਟਰਮ ਵਿੱਚ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਦੇ ਆਪਸੀ ਤਿਖੇਪਨ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆਂ ਨਹੀਂ ਕਰ ਸਕਦਾ। ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਦੇ ਉਤਸਰਜਨ ਸਪੇਕਟਰਮ ਵਿੱਚ, ਕੁਝ ਦ੍ਰਿਸ਼ਮਾਨ (Visible) ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਦਾ ਤੀਖਾਪਣ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦਕਿ ਕੁਝ ਦਾ ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਕਿਉ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਪੜਚੋਲ ਦਿਖਾਉਦੀ ਹੈ ਕਿ ਕੁੱਝ ਟਰੈਨਜਿਸ਼ਨਾਂ ਦੁਸਰੀਆਂ ਦੇ ਮੁਕਾਬਲੇ ਵੱਧ ਯੋਗ ਹਨ। ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੇ ਤਿਖੇਪਨ ਨੂੰ ਸਮਝਾਉਣ ਵਿੱਚ ਸਮਰਥ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੀ ਇੱਕ ਵੱਧੀਆ ਤਸਵੀਰ ਪੇਸ਼ ਕਰਦਾ ਹੈ ਪਰ ਜਟਿਲ ਪ੍ਰਮਾਣੂਆਂ ਲਈ ਇਸ ਦਾ ਵਯਾਪੀਕਰਣ ਨਹੀਂ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ। ਜਟਿਲ ਪ੍ਰਮਾਣੂਆਂ ਦੇ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਕੁਅੰਟਮ ਯੰਤਰਿਕੀ ਤੇ ਅਧਾਰਿਤ ਇੱਕ ਨਵੇ ਮੁਡਲੇ ਸਿਧਾਂਤ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਨਾ ਹੋਵੇਗਾ ਜੋ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਸੰਰਚਨਾ ਦੀ ਵੱਧ ਪੂਰਣ ਤਸਵੀਰ ਪੇਸ਼ ਕਰਦਾ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਲੇਸਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ (Laser Light)

ਕਿਸੇ ਭੀੜ ਭਾੜ ਵਾਲੇ ਬਾਜਾਰ ਜਾਂ ਰੇਲਵੇ ਪਲੇਟਫਾਰਮ ਦੀ ਕਲਪਨਾ ਕਰੋ ਜਿਥੇ ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਮਨੁੱਖ ਇੱਕ ਦਰਵਾਜੇ ਤੋਂ ਅੰਦਰ ਆ ਕੇ ਅਲਗ ਅਲਗ ਦਿਸ਼ਾਵਾ ਵਿੱਚ ਜਾ ਰਹੇ ਹਨ। ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਕਦਮ ਅਨਿਯਮਿਤ ਹਨ ਅਤੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਕਲਾ (Phase) ਸੰਬੰਧ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਦੂਜੇ ਪਾਸੇ ਬਹੁਤ ਵੱਡੀ ਸੰਖਿਆਂ ਵਿੱਚ ਸਹੀ ਢੰਗ ਨਾਲ ਮਾਰਚ ਕਰਦੇ ਸਿਪਾਹੀਆਂ ਬਾਰੇ ਸੋਚੋ ਚਿੱਤਰ ਦੇਖੋ ।



(a) Light from a bulb
(ਬਲੱਬ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼)

(b) Laser light
(ਲੇਜ਼ਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼)

ਆਮ ਸੋਮੇ ਜਿਵੇ ਕੀ ਮੋਮਬਤੀ ਅਤੇ ਬਲੱਬ ਤੇ ਪੈਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਅਤੇ ਲੇਜਰ ਵਿੱਚੋ ਪੈਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਵਿੱਚ ਇਹੋ ਹੀ ਅੰਤਰ ਹੈ। LASER ਸ਼ਬਦ ਦਾ ਮਤਲਬ ਹੈ

(LIGHT AMPLIFICATION BY STIMULATED EMISSION OF RADIATION) 1960 ਵਿੱਚ ਵਿਕਾਸ ਦੇ ਨਾਲ ਹੀ, ਇਹ ਵਿਗਿਆਨ ਅਤੇ ਟੈਕਨਾਲੋਜੀ ਦੇ ਸਾਰੇ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਦਾਖਿਲ ਹੋ ਗਿਆ। ਅੱਜ ਭੌਤਿਕ, ਰਸਾਲਨ ਸ਼ਾਸਤਰ, ਜੀਵ ਵਿਗਿਆਨ, ਚਿਕਿਤਸਾ, ਅਤੇ ਹੋਰਾਂ ਵਿੱਚ ਇੱਸਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਹੈ। ਕੁਝ ਲੇਜਰ ਘੱਟ ਤਾਕਤ ਵਾਲੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਇਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਪੇਂਸਿਲ ਲੇਜਰ (Pencil Laser) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਜੋ ਸੰਕੇਤਕ ਦਾ ਕੰਮ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਹੋਰ ਵੀ ਅਲਗ ਅਲਗ ਕਿਸਮ ਦੇ ਲੇਜਰ ਹਨ ਜੋ ਅੱਖ ਵਰਗੇ ਨਾਜ਼ੁਕ ਹਿੱਸੇ ਅਤੇ ਪੇਟ ਦੀ ਸਰਜਰੀ ਦੇ ਲਈ ਵਰਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਕੁੱਝ ਲੇਜਰ ਤਾਂ ਲੋਹੇ ਨੂੰ ਕਟਣ ਅਤੇ ਜੋੜਨ (Welding) ਵਿੱਚ ਵੀ ਵਰਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ।

ਕਿਸੇ ਸੋਮੇ ਵਿੱਚੋ ਪ੍ਰਕਾਸ਼, ਤਰੰਗਾ ਦੇ ਪੈਕੇਟ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵੀ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਆਮ ਸੋਮੇ ਵਿੱਚੋ ਆਉਣ ਵਾਲਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਈ ਤਰੰਗਾ ਦਾ ਮਿਸ਼ਰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਅਲਗ ਅਲਗ ਤਰੰਗਾ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਫੇਜ਼ ਸੰਬੰਧ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਇਸਲਈ ਇਹੋ ਜਿਹਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਜਦੋ ਕਿਸੇ ਮੋਰੀ ਵਿੱਚੋ ਗੁਜਰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਬਹੁਤ ਛੇਤੀ ਹੀ ਫੈਲ ਜਾਦਾਂ ਹੈ ਅਤੇ ਬੀਮ (Beam) ਦਾ ਸਾਇਜ ਦੂਰੀ ਦੇ ਨਾਲ ਤੇਜੀ ਨਾਲ ਵਧਦਾ ਹੈ। ਲੇਜਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਵਿੱਚ ਹਰੇਕ ਪੈਕੇਟ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਲਗਭਗ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਤਰੰਗ ਦੇ ਪੈਕੇਟ ਦੀ ਔਸਤ ਲੰਬਾਈ ਵੀ ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸਦਾ ਮਤਲਬ ਹੈ ਕੀ ਲੰਬੇ ਸਮੇ ਅੰਤਰਾਲ ਦੇ ਲਈ ਵਧੀਆਂ ਫੇਜ਼ ਸੰਬੰਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਕਾਰਣ ਲੇਜਰ ਬੀਮ ਦਾ ਅਧਮਰਣ ਘੱਟ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜੇਕਰ ਕਿਸੇ ਸੋਮੇ ਵਿੱਚ N ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਹਨ, ਅਤੇ ਹਰੇਕ ਪ੍ਰਮਾਣੂ I ਤੀਬਰਤਾ ਵਾਲਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਉਤਸਰਜਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ, ਤਾਂ ਕਿਸੇ ਆਮ ਸੋਮੇ ਵੱਲੋ ਉਤਸਰਜਿਤ ਕੁਲ ਤੀਬਰਤਾ NI ਦੇ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਜਦੋਕਿ ਲੇਜਰ ਸੋਮੇ ਵਿੱਚ ਇਹ NI^2 ਦੇ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਮੰਨਦੇ ਹੋਏ ਕਿ N ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਹੈ, ਅਸੀਂ ਦੇਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਆਮ ਸੋਮੇ ਦੇ ਮੁਕਾਬਲੇ ਲੇਜਰ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਵੱਧ ਤੀਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਜਦੋ ਅਪੋਲੋ ਮਿਸ਼ਨ ਦੇ ਅੰਤਰਿਕ੍ਸ਼ ਯਾਤਰੀ ਚੰਦਰਮਾ ਤੇ ਗਏ ਤਾਂ ਉਨ੍ਹਾਂ ਨੇ ਧਰਤੀ ਵੱਲ ਮੁੱਖ ਕਰਦਾ ਇੱਕ ਸ਼ੀਸਾ ਰੱਖਿਆ ਉਦੋ ਧਰਤੀ ਤੋਂ ਵਿਗਿਆਨਿਕਾ ਨੇ ਇੱਕ ਤੀਬਰ ਲੇਜਰ ਬੀਮ ਇਸਦੇ ਵੱਲ ਭੇਜਿਆ ਜਿਸਨੂੰ ਚੰਦਰਮਾ ਤੇ ਰੱਖੇ ਦਰਪਣ ਨੇ ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਕਰਕੇ ਧਰਤੀ ਤੇ ਵਾਪਸ ਭੇਜ ਦਿੱਤਾ। ਪਰਾਵਰਤਿਤ ਲੇਜਰ ਬੀਮ ਦਾ ਸਾਇਜ ਅਤੇ ਆਉਣ ਜਾਣ ਵਿੱਚ ਲਗੇ ਸਮੇ ਨੂੰ ਮਾਪਿਆ ਗਿਆ। ਇਸ ਤੋ (a) ਲੇਜਰ ਬੀਮ ਦਾ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਅਪਸਰਣ ਅਤੇ (b) ਧਰਤੀ ਤੋ ਚੰਦਰਮਾ ਦੀ ਦੂਰੀ ਪਤਾ ਲੱਗ ਗਈ।

ਸਾਰਾਂਸ਼ (SUMMARY)

1). ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਕੁਲ ਮਿਲਾ ਕੇ ਬਿਜਲੀ ਅਚਾਰਜਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਧਨਚਾਰਜ ਅਤੇ ਰਿਣ ਚਾਰਜ ਦਾ ਮੁੱਲ ਸਮਾਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

2). ਟਾਮਸਨ ਮਾਡਲ ਅਨੁਸਾਰ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਧਨ ਚਾਰਜਾ ਦਾ ਇੱਕ ਗੋਲਾ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਕਿਤੇ ਕਿਤੇ ਰੱਖੇ ਹਨ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

3). ਰਦਰਫੋਰਡ ਮਾਡਲ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦਾ ਜਿਆਦਾਤਰ ਪੁੰਜ ਅਤੇ ਕੁੱਲ ਧਨ ਚਾਰਜ ਇੱਕ ਛੋਟੇ ਜਿਹੇ ਨਾਭਿਕ ਵਿੱਚ ਕੇਂਦਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ (ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੇ ਆਕਾਰ ਦਾ ਲਗਾਤਾਰ ਦਸ ਹਜਾਰਵਾਂ ਹਿੱਸਾ) ਅਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਇਸਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਘੁੰਮਦਾ ਹੈ।

4). ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੀ ਸੰਰਚਨਾ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਰਦਰਫੋਰਡ ਦੇ ਨਾਭਿਕੀ ਮਾਡਲ ਵਿੱਚ ਦੋ ਮੁੱਖ ਮੁਸ਼ਕਿਲਾ ਹਨ, (a) ਇਸਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਸਥਿਰ ਨਹੀਂ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਘੁਮਦੇ ਪ੍ਰਵੇਗਿਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਨੂੰ ਸਪਾਇਰਲ (Spiral) ਪੱਥ ਤੇ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਅੰਦਰਲੇ ਪਾਸੇ ਜਾਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਸਥਿਰਤਾ ਨੂੰ ਨਕਾਰਦਾ ਹੈ। (b) ਇਹ ਅਲਗ ਅਲਗ ਤੱਤਾ ਦੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂਆ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇਸ (Characteristic) ਰੇਖੀ ਸਪੇਕਟਰਮ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਨਹੀਂ ਕਰ ਸਕਦਾ।

5). ਹਰੇਕ ਤੱਤ ਦੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਸਥਾਈ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਵਿਸ਼ੇਸ (Characteristic) ਸਪੇਕਟਰਮ ਉਤਸਰਜਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਸਪੇਕਟਰਮ ਵਿੱਚ ਆਸੋਲੇਟਡ (Ioslated) ਸਮਾਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦਾ ਸਮੂਹ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸਨੂੰ ਰੇਖੀ ਸਪੇਕਟਰਮ ਕਹਿੰਦੇ ਹੈ। ਇਹ ਪਰਮਾਣੂ ਸਰੰਚਨਾ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਬਾਰੇ ਸੁਚਨਾਵਾਂ ਦਿੰਦਾ ਹੈ।

6). ਪਰਮਾਣਵੀ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਇੱਕ ਰੇਖੀ ਸਪੇਕਟਰਮ ਉਤਸਰਜਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵੱਖ ਵੱਖ ਲੜੀਆਂ ਹੁੰਦੀਆ ਹਨ। ਕਿਸੇ ਲੜੀ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਰੇਖਾ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਨੂੰ ਦੋ ਪਦਾ ਦੇ ਅੰਤਰ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਲਿਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਲਾਇਮਰ ਲੜੀ : $v = Rc\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2}\right)$; n = 2,3,4 - - - -

ਬਾਲਮਰ ਲੜੀ : $v = Rc\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2}\right)$; n = 3,4,5- - - -

ਪਾਸ਼ਨ ਲੜੀ : $v = Rc\left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2}\right)$; n = 4,5,6 - - - -

ਬਰੇਕਟ ਲੜੀ : $v = Rc\left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{n^2}\right)$; n = 5,6,7 - - - -

ਪੀਫੰਡ ਲੜੀ : $v = Rc\left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{n^2}\right)$; n = 6,7,8 - - - -

7). ਪ੍ਰਮਾਣੂਆਂ ਵੱਲੋਂ ਉਤਸਰਜਿਤ ਰੇਖੀ ਸਪੇਕਟਰਮ ਅਤੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੀ ਸਥਿਰਤਾ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਨੀਲਸ ਬੋਹਰ (Neils Bohr) ਨੇ ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਵਰਗੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂ (ਇੱਕ ਇਲੈਕ੍ਟ੍ਰਾਨ) ਦੇ ਲਈ ਇੱਕ ਮਾਡਲ ਦਿੱਤਾ। ਉਨ੍ਹਾਂ ਨੇ ਤਿੰਨ ਪ੍ਰਤਿਬੰਧ ਦਿੱਤੇ ਅਤੇ ਕੁਅੰਟਮ ਯੰਤਰਿਕੀ ਦੀ ਨੀਂਵ ਰਖੀ।

(a)ਕਿਸੇ ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਇਲੈਕ੍ਟ੍ਰਾਨ ਬਿਨ੍ਹਾਂ ਵਿਕਿਰਣ ਦਾ ਉਤਸਰਜਨ ਕੀਤੇ ਸਥਾਈ ਪੱਥਾ ਵਿੱਚ ਘੁਮਦਾ ਹੈ।

(b)ਸਥਾਈ ਪੱਥ ਉਹ ਹੈ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਲਈ ਕੋਈ ਸੰਵੇਗ $L = \frac{nh}{2\pi}$ ਦਾ ਕੋਈ ਪੂਰਣ ਅੰਕ ਗੁਣਜ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। (ਬੋਹਰ ਦਾ ਕੁਅੰਟਮੀ ਪ੍ਰਤਿਬੰਧ) ਮਤਲਬ $L = \frac{nh}{2\pi}$ ਜਿਥੇ n ਇੱਕ ਪੂਰਣ ਅੰਕ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਕੁਅੰਟਮ ਸੰਖਿਆ ਕਹਿੰਦੇ ਹੈ।

(c) ਤੀਜੇ ਪ੍ਰਤਿਬੰਧ ਅਨੁਸਾਰ ਇਲੈਕ੍ਟ੍ਰਾਨ ਅਪਣੇ ਸਥਾਈ ਵਿਕਿਰਣ ਨਾ ਉਤਸਰਜਿਤ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਆਰਬਿਟ (Orbit) ਤੇ ਘੱਟ ਊਰਜਾ ਵਾਲੇ ਆਰਬਿਟ ਚ' ਟਰੈਨਜਿਸ਼ਨ ਕਰ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਉਹ ਇੱਕ ਫੋਟਾਨ ਉਤਸਰਜਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਦੀ ਊਰਜਾ ਹੇਠਲੀ ਅਤੇ ਉਤਲੀ ਊਰਜਾ ਸਥਿਤੀਆਂ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਉਤਸਰਜਿਤ ਫੋਟਾਨ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਹੇਠ ਦਿੱਤੇ ਸਮੀਕਰਣ ਨਾਲ ਦਿੱਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

$$hv = E_i - E_f$$

ਕੋਈ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਉਸੇ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦਾ ਵਿਕਿਰਣ ਸੋਖਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਉਹ ਉਤਸਰਜਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕ੍ਟ੍ਰਾਨ n ਤੋਂ ਵੱਡੀ ਉਰਜਾ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਟਰੈਨਜਿਸ਼ਨ ਕਰਦਾ ਹੈ।

$$E_i + h_v = E_f$$

8).ਕੋਣੀ ਸੰਵੇਗ ਦੇ ਕਅੰਟਮੀਕਰਣ ਪ੍ਰਤਿਬੰਧ ਦੇ ਕਾਰਣ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਚਾਰੋ ਪਾਸੇ ਕੁੱਝ ਵਿਸ਼ੇਸ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਵਾਲੇ ਪੱਥਾ ਵਿੱਚ ਹੀ ਪਰਿਕ੍ਰਮਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਲਈ ਵਿਆਸ ਦਾ ਮਾਨ

$$r_n = \left(\frac{n^2}{m}\right)\left(\frac{h}{2\pi}\right)^2 \frac{4\pi\varepsilon_0}{e^2}$$

ਕੁਲ ਉਰਜਾ ਵੀ ਕੁਅੰਟਿਤ ਹੈ,

$$E_n = -\frac{m e^4}{8 n^2 \varepsilon_0^2 h^2}$$

n= 1 ਸਥਿਤੀ ਨੂੰ ਨਿਊਤਮ ਸਥਿਤੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਨਿਊਨਤਮ ਸਥਿਤੀ ਦੀ ਊਰਜਾ ਦਾ ਮਾਨ -13.6 eV ਹੈ। n ਦੇ ਵਡੇ ਮਾਨ (n>1) ਉਤੇਜਿਤ ਸਥਿਤੀਆਂ ਦੇ ਸੰਗਤ ਹੈ। ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਉਤੇਜਿਤ ਸਥਿਤੀਆ ਵਿੱਚ ਦੂਸਰੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਨਾਲ ਟੱਕਰ ਜਾਂ ਸਹੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਵਾਲੇ ਫੋਟਾਨ ਨੂੰ ਸੋਖ (absorb) ਕੇ ਪਹੁੰਚਦਾ ਹੈ।

9). ਡੀ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਦੀ ਧਾਰਣਾ, ਕਿ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ $\lambda = h/mv$ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਤਰੰਗ ਕਣ ਦੋਹਰੇ (Wave Particle Duality) ਸੰਬੰਧ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਡੀ ਬ੍ਰਾਗਲੀ ਨੇ ਬੋਹਰ ਦੇ ਕੁਅੰਟਿਤ ਪੱਥਾ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕੀਤੀ। ਆਰਬਿਟ ਗੋਲਾਕਾਰ ਸਟੇਡਿੰਗ (Standing) ਤਰੰਗ ਦੇ ਸੰਗਤ ਹਨ ਅਤੇ ਆਰਬਿਟ ਦਾ ਪਰਿਮਾਪ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈਆਂ ਦੇ ਪੂਰਣ ਗੁਣਜ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ।

10). ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਵਰਗੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂ (ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ) ਦੇ ਲਈ ਹੀ ਸਹੀ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਦੋ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਜਿਵੇ ਕੀ ਹੀਲੀਅਮ (Helium) ਦੇ ਲਈ ਇਸਤੇਮਾਲ ਨਹੀਂ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ। ਇਹ ਮਾਡਲ ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਵਰਗੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂਆਂ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਦੀ ਆਪਸੀ ਤੀਬਰਤਾ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਵੀ ਨਹੀਂ ਕਰ ਸਕਦਾ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਵਿਚਾਰਣ ਯੋਗ ਵਿਸ਼ੇ (Points to Ponder)

1. ਟਾਮਸਨ ਮਾਡਲ ਅਤੇ ਰਦਰਫੋਰਡ ਮਾਡਲ ਦੋਵੇਂ ਹੀ ਅਸਥਾਈ ਸਿਸਟਮ ਬਣਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਟਾਮਸਨ ਮਾਡਲ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਅਸਥਾਈ ਹੈ, ਜਦੋ ਕਿ ਰਦਰਫੋਰਡ ਮਾਡਲ ਆਰਬਿਟਲ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਵਿਕਿਰਣ ਦੇ ਕਾਰਣ ਅਸਥਾਈ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

2. ਬੋਹਰ ਨੇ ਕੋਣੀ ਸੰਵੇਗ (ਦੂਜੇ ਪੜ੍ਹਿਬੰਧ) ਦਾ ਹੀ ਕਅੰਟਮੀਕਰਣ ਕਿਉ ਕੀਤਾ ਕਿਸੇ ਹੋਰ ਰਾਸ਼ੀ ਦਾ ਕਿਉਂ ਨਹੀਂ ? ਧਿਆਨ ਦਿਉ ਕਿ h ਅਤੇ ਕੋਣੀ ਸੰਵੇਗ ਦੀਆ ਵਿਸਾ ਇੱਕ ਹੀ ਹੁੰਦੀਆ ਹਨ, ਅਤੇ ਗੋਲਾਕਾਰ ਆਰਬਿਟਾ ਲਈ ਕੋਣੀ ਸੰਵੇਗ ਇੱਕ ਬਹੁਤ ਹੀ ਢੁਕਵੀ ਰਾਸ਼ੀ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਦੂਜਾ ਪ੍ਰਤਿਬੰਧ ਸੁਵਾਭਾਵਿਕ ਹੈ।

3. ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਮਾਡਲ ਦਾ ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਅਨਿਸ਼ਚਿਤਤਾ ਸਿਧਾਂਤ (Uncertainty Principle) ਦੇ ਨਾਲ ਅਸੰਗਤ ਸੀ। ਇਹ ਆਧੁਨਿਕ ਕੁਅੰਟਮ ਯੰਤਰਿਕੀ ਵੱਲੋ ਬਦਲ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਸੀ,ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਬੋਹਰ ਆਰਬਿਟ ਉਹ ਖੇਤਰ ਹਨ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਮਿਲਨ ਦੀ ਸੰਭਾਵਨਾ ਵੱਧ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

4. ਸੌਰ ਸਿਸਟਮ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਤੋ ਵੱਖ, ਜਿਥੇ ਗ੍ਰਹਿ ਅਤੇ ਗ੍ਰਹਿ ਦਾ ਗੁਰਤਾਕਰਸ਼ਨ ਬੱਲ ਸੂਰਜ ਅਤੇ ਗ੍ਰਹਿ ਦੇ ਗੁਰਤਾਕਰਸ਼ਨ ਬੱਲ ਤੋ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ (ਕਿਉਂਕਿ ਸੂਰਜ ਦਾ ਪੁੰਜ ਕਿਸੇ ਵੀ ਗ੍ਰਹਿ ਦੇ ਪੁੰਜ ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਹੈ) ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨਾਭਿਕ ਦਾ ਬਿਜਲੀ ਬੱਲ ਲਗਭਗ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਪਰਿਮਾਣ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜ ਅਤੇ ਦੂਰੀਆ ਸਮਾਨ ਮਾਨ ਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਹ ਕਾਰਣ ਹੈ ਕਿ ਗ੍ਰਹਿ ਵਰਗੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵਾਲਾ ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਜਿਆਦਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਵਰਗੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂਆਂ ਲਈ ਯੋਗ ਨਹੀਂ ਹੈ।

5. ਕੁੱਝ ਵਿਸ਼ੇਸ ਆਰਬਿਟਾ ਦੀ ਕਲਪਨਾ ਕਰਕੇ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪਰਿਕ੍ਰਮਾ ਨਹੀਂ ਕਰਦੇ, ਬੋਹਰ ਨੇ ਕੁਅੰਟਮ ਸਿਧਾਂਤ ਦੀ ਨੀਂਵ ਰੱਖੀ। ਬੋਹਰ ਦੇ ਮਾਡਲ ਵਿੱਚ ਸਿਰਫ ਇੱਕ ਕੁਅੰਟਮ ਸੰਖਿਆ n ਹੈ। ਨਵਾਂ ਸਿਧਾਂਤ ਜਿਸਨੂੰ ਕੁਅੰਟਮ ਯੰਤਰਿਕੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਬੋਹਰ ਦੇ ਪ੍ਰਤਿਬੰਧਾ ਨਾਲ ਸਹਿਮਤ ਹੈ। ਐਪਰ, ਕੁਅੰਟਮ ਯੰਤਰਿਕੀ ਵਿੱਚ (ਜਿਆਦਾ ਮਾਨਿਤਾ ਵਾਲੀ) , ਕੋਈ ਵਿਸ਼ੇਸ ਊਰਜਾ ਸਥਿਤੀ ਹਮੇਸ਼ਾ ਇੱਕ ਹੀ ਕੁਅੰਟਮ ਸਥਿਤੀ ਦੇ ਸੰਗਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ। ਕੋਈ ਅਵਸਥਾ ਚਾਰ ਕੁਅੰਟਮ ਸੰਖਿਆਵਾ (n,l,m ਅਤੇ s) ਨਾਲ ਦਰਸਾਈ ਜਾਂਦੀ ਹੈ, ਪਰ ਸ਼ੁੱਧ ਕੁਲਮ ਪੁਟੈਂਸਲ (Coloumb Potential) ਦੇ ਲਈ (ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ) ਊਰਜਾ ਕੇਵਲ n ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ।

6. ਸਾਧਾਰਣ ਕਲਾਸਿਕੀ ਅਨੁਮਾਨਾ ਦੇ ਉਲਟ, ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਅਪਣੇ ਆਰਬਿਟ ਵਿੱਚ ਘੁਮਣ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦਾ ਸਪੇਕਟਰਮੀ ਰੇਖਾ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਨਾਲ ਕੋਈ ਸੰਬੰਧ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਸਪੇਕਟਰਮੀ ਰੇਖਾ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੋ ਆਰਬਿਟਲ ਊਰਜਾਵਾਂ ਦੇ ਅੰਤਰ ਨੂੰ h ਨਾਲ ਭਾਗ ਕਰਕੇ ਮਿਲਦੀ ਹੈ। ਵੱਡੀਆ ਕੁਅੰਟਮ ਸੰਖਿਆਵਾਂ (n ਤੋ n – 1,ਤੱਕ n ਵੱਡਾ ਲੈਣ ਤੇ) ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਟਰੈਨਜਿਸ਼ਨਾ ਤੇ ਦੋਨਾ ਦੇ ਮਾਨ ਬਰਾਬਰ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ।

7. ਬੋਹਰ ਦਾ ਅਰਧ ਕਲਾਸਿਕੀ ਮਾਡਲ ਜੋ ਕੁਝ ਤਾਂ ਕਲਾਸਿਕੀ ਭੌਤਿਕੀ ਦੇ ਪਹਿਲੂਆ ਤੇ ਅਤੇ ਕੁਝ ਆਧੁਨਿਕ ਭੌਤਿਕੀ ਦੇ ਪਹਿਲੂਆ ਤੇ ਆਧਾਰਿਤ ਹੈ ਉਹ ਵੀ ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਵਰਗੇ ਪਰਮਾਣੂਆ ਦਾ ਸਹੀ ਚਿੱਤਰ ਪਸਤੁਤ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ। ਸਹੀ ਚਿੱਤਰ ਕੁਅੰਟਮ ਯੰਤਰਿਕੀ ਤੋ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਮੁਢਲੇ ਤੌਰ ਤੇ ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਤੋ ਕਾਫੀ ਅਲਗ ਹੈ। ਫੇਰ ਜੇਕਰ ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਾਲ ਠੀਕ ਨਹੀਂ ਹੈ ਤਾਂ ਅਸੀ ਇਸਦੇ ਬਾਰੇ ਕਿਉ ਚਿੰਤਾ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਐਪਰ, ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਨੂੰ ਉਪਯੋਗੀ ਬਣਾਣ ਵਾਲੇ ਕੁਝ ਕਾਰਣ ਹਨ

(i). ਇਹ ਮਾਡਲ ਕੇਵਲ ਤਿੰਨ ਪ੍ਰਤਿਬੰਧਾ ਤੇ ਆਧਾਰਿਤ ਹੈ ਫੇਰ ਵੀ ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਸਪੇਕਟਰਮ ਦੀਆਂ ਸਾਰੀਆਂ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ਤਾਵਾਂ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕਰਦਾ ਹੈ।

(ii). ਅਸੀ ਕਲਾਸਿਕੀ ਭੌਤਿਕੀ ਦੀਆਂ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਧਾਰਨਾਵਾਂ ਤੇ ਸਿਖਿਆ ਹੈ ਉਹ ਇਸ ਮਾਡਲ ਵਿੱਚ ਸ਼ਾਮਿਲ ਹਨ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(iii) ਇਹ ਮਾਡਲ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਿਸੇ ਸਿਧਾਂਤਿਕ ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨੀ ਨੂੰ ਕੁਝ ਭਵਿਖਵਾਣੀਆਂ ਦੀ ਆਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਕਦੇ ਕਦੇ ਕੁਝ ਸਮਸਿਆਵਾਂ ਦੀ ਉਪੇਖਿਆ ਕਰ ਦੇਣੀ ਚਾਹਿਦੀ ਹੈ। ਜੇਕਰ ਸਿਧਾਂਤ ਜਾਂ ਮਾਡਲ ਦੀ ਭਵਿਖਵਾਣੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਨਾਲ ਮੇਲ ਖਾਂਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਵਿਗਿਆਨੀ ਨੂੰ ਉਪੇਖਿਆ ਕੀਤੀ ਸਮਸਯਾ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕਰਨ ਦਾ ਯਤਨ ਕਰਨਾ ਚਾਹਿਦਾ ਹੈ।

ਅਭਿਆਸ (Exercise)

12.1 ਹਰੇਕ ਕਥਨ ਦੇ ਅੰਤ ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਸੰਕੇਤਾ ਵਿੱਚ ਸਹੀ ਵਿਕਲਪ ਚੁਣੋ।

(a) ਟਾਮਸਨ ਮਾਡਲ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦਾ ਅਕਾਰ, ਰਦਰਫੋਰਡ ਮਾਡਲ ਵਿੱਚ ਪਰਮਾਣਵੀ ਅਕਾਰ ਤੋਂ ——— ਹੁੰਦਾ ਹੈ। (ਅਪੇਖਿਆ ਤੋ ਕਾਫੀ ਜਿਆਦਾ, ਅਲਗ ਨਹੀਂ,ਅਪੇਖਿਆ ਤੋਂ ਕਾਫੀ ਘੱਟ)

(b) ——— ਵਿੱਚ ਨਿਊਨਤਮ ਸਥਿਤੀ ਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸੰਤੁਲਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜਦੋਂਕਿ ——— ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਹਮੇਸ਼ਾ ਨੇਟ ਬੱਲ ਅਨੁਭਵ ਕਰਦੇ ਹੈ। (ਟਾਮਸਨ ਮਾਡਲ,ਰਦਰਫੋਰਡ ਮਾਡਲ)

(c) ——— ਨੇ ਅਧਾਰਿਤ ਕਿਸੀ ਕਲਾਸਿਕੀ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦਾ ਨਸ਼ਟ ਹੋਣਾ ਪੱਕਾ ਹੈ। (ਟਾਮਸਨ ਮਾਡਲ,ਰਦਰਫੋਰਡ ਮਾਡਲ)

(d) ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦਾ ਪੁੰਜ ਲਗਾਤਾਰ ਵਿੱਚ ਵਿਤਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ——— ਵਿੱਚ ਅਤੇ ਵੱਡੇ ਤੌਰ ਤੇ ਅਸਮਾਨ ਵਿਤਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ——— ਵਿੱਚ। (ਟਾਮਸਨ ਮਾਡਲ,ਰਦਰਫੋਰਡ ਮਾਡਲ)

(e) ——— ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੇ ਧਨਆਵੇਸ਼ਿਤ ਭਾਗ ਦਾ ਪੁੰਜ ਸਭ ਤੋ ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। (ਰਦਰਫੋਰਡ ਮਾਡਲ,ਦੋਨੋ ਮਾਡਲ)

12.2 ਮਨ ਲੋ ਕਿ ਸੋਨੇ ਦੀ ਪਰਤ ਦੀ ਥਾਂ ਤੇ ਠੋਸ ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਦੀ ਪਤਲੀ ਸ਼ੀਟ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰਕੇ ਸਾਨੂੰ ਅਲਫਾ ਕਣ ਖੰਡਾਓ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੋਹਰਾਣ ਦਾ ਮੋਕਾ ਮਿਲਦਾ। (ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ 14k ਤੋ ਥਲੇ ਤਾਪ ਤੇ ਠੋਸ ਹੋ ਜਾਦੀ ਹੈ) ਤੁਸੀਂ ਕਿਸ ਨਤੀਜੇ ਦੀ ਭਾਲ ਕਰਦੇ ਹੋ।

12.3 ਪਾਸ਼ਨ ਲੜੀ ਵਿੱਚ ਸਪੇਕਟਰਮੀ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਸਭ ਤੋਂ ਛੋਟੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਕੀ ਹੈ।

12.4 2.3eV ਊਰਜਾ ਅੰਤਰ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਦੋ ਊਰਜਾ ਪੱਧਰਾ ਨੂੰ ਅਲਗ ਕਰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਉਤਸਰਜਿਤ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਕੀ ਹੋਵੇਗੀ ਜੇਕਰ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵੱਡੇ ਪੱਧਰ ਤੋ ਹੇਠਲੇ ਪੱਧਰ ਵਿੱਚ ਟਰੈਨਜਿਸ਼ਨ ਕਰਦਾ ਹੈ।

12.5 ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੀ ਨਿਊਨਤਮ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ -13.6eV ਹੈ। ਇਸ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਗਤਿਜ ਅਤੇ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਕੀ ਹੋਵੇਗੀ।

12.6 ਨਿਊਨਤਮ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਇੱਕ ਫੋਟਾਨ ਸੋਖਦਾ ਹੈ। ਜਿਸ ਨਾਲ ਇਹ n = 4 ਪੱਥਰ ਤੇ ਉਤੇਜਿਤ ਹੋ ਜਾਦਾ ਹੈ। ਫੋਟਾਨ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਅਤੇ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਪਤਾ ਕਰੋ।

12.7 ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਕਿਸੇ ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ n = 1,2,3 ਪੱਧਰਾ ਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਚਾਲ ਪਤਾ ਕਰੋ। (b) ਇਸਦੇ ਵਿੱਚੋ ਹਰੇਕ ਲਈ ਪੱਥ ਸਮਯਕਾਲ ਪਤਾ ਕਰੋ।

12.8 ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਅੰਦਰੂਨੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪੱਥ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ 5.3×10^{-11} m ਹੈ। ਪੱਥ n = 2 , n=3 ਤੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਪਤਾ ਕਰੋ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

12.9 ਕਮਰੇ ਦੇ ਤਾਪ ਤੇ ਗੈਸੀ ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਤੇ ਕਿਸੇ 12.5eV ਦੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪੁੰਜ ਦੀ ਬਮਬਾਰੀ ਕੀਤੀ ਗਈ। ਕਿਹੜੀਆਂ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈਆਂ ਦੀ ਲੜੀ ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੋਵੇਗੀ।

12.10 ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਸੂਰਜ ਦੇ ਚਾਰੋ ਪਾਸੇ 1.5×10^{11}m ਦੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦੇ ਪੱਥ ਵਿੱਚ 3×10^{4}m/s ਦੇ ਪੱਥੀ ਵੇਗ ਨਾਲ ਘੁਮਦੀ ਧਰਤੀ ਦੀ ਕੁਅੰਟਮ ਸੰਖਿਆ ਪਤਾ ਕਰੋ। (ਧਰਤੀ ਦਾ ਪੁੰਜ = 6×10^{24}kg)

ਵਾਧੂ ਅਭਿਆਸ (Additional Exercises)

12.11 ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਪ੍ਰਸ਼ਨਾ ਦੇ ਉਤਰ ਦੋ ਜੋ ਤੁਹਾਨੂੰ ਟਾਮਸਨ ਮਾਡਲ ਅਤੇ ਰਦਰਫੋਰਡ ਮਾਡਲ ਵਿੱਚ ਅੰਤਰ ਸਮਝਨ ਲਈ ਚੰਗੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਹਾਇਕ ਹਨ।

(a) ਕਿ ਟਾਮਸਨ ਮਾਡਲ ਵਿੱਚ ਪਤਲੀ ਸੋਨੇ ਦੀ ਪਰਤ ਤੇ ਖਿੰਡੇ ਅਲਫਾ ਕਣਾ ਦਾ ਪਹਿਲੇ ਅਨੁਮਾਨਿਤ ਔਸਤ ਵਿਖੇਪਣ ਕੋਣ, ਰਦਰਫੋਰਡ ਮਾਡਲ ਵੱਲਪਹਿਲੇ ਅਨੁਮਾਨਿਤ ਮਾਨ ਤੋ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੈ ਲਗਭਗ ਸਮਾਨ ਹੈ ਜਾਂ ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਹੈ।

(b) ਟਾਮਸਨ ਮਾਡਲ ਵੱਲੋ ਪਹਿਲੇ ਅਨੁਮਾਨਿਤ ਬੈਕਵਰਡ ਖਿੰਡਣ ਦੀ ਸੰਭਾਵਨਾ (ਮਤਲਬ ਅਲਫਾ ਕਣਾ ਦਾ 90^0 ਤੇ ਵੱਡੇ ਕੋਣ ਤੇ ਖਿੰਡਣ) ਰਦਰਫੋਰਡ ਮਾਡਲ ਵੱਲੋ ਪਹਿਲੇ ਅਨੁਮਾਨਿਤ ਮਾਨ ਤੇ ਬਹੁਤ ਘੱਟ, ਲਗਭਗ ਸਮਾਨ ਜਾਂ ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਹੈ।

(c) ਬਾਕੀ ਕਾਰਕਾ ਨੂੰ ਸਥਿਰ ਰਖਦੇ ਹੋਏ, ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ ਇਹ ਪਾਇਆ ਗਿਆ ਕਿ ਘੱਟ ਮੋਟਾਣੀ t ਦੇ ਲਈ, ਵਿਚਕਾਰਲੇ ਕੋਣਾ ਤੇ ਖਿੰਡੇ ਹੋਏ ਅਲਫਾ ਕਣਾ ਦੀ ਸੰਖਿਆ t ਦੇ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੈ। t ਤੇ ਇਹ ਨਿਰਭਰਤਾ ਕੀ ਦਰਸਾਉਂਦੀ ਹੈ।

(d) ਕਿਸ ਮਾਡਲ ਵਿੱਚ ਅਲਫਾ ਕਣਾ ਦਾ ਪਤਲੀ ਪਰਤ ਤੋ ਖਿੰਡਣ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਔਸਤ ਖਿੰਡਣ ਕੋਣ ਦਾ ਪਤਾ ਲਗਾਉਣ ਲਈ ਮਲਟੀਪਲ (Multiple) ਖਿੰਡਣ ਦੀ ਭਾਲ ਨ ਕਰਨਾ ਗਲਤ ਹੈ।

12.12 ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੇ ਇਹ ਗੁਰਤਾਕਰਸ਼ਨ, ਕੁਲਮ ਆਕਰਸ਼ਨ ਦੇ ਲਗਭਗ 10^{-40} ਦੇ ਗੁਣਜ ਤੋ ਘੱਟ ਹੈ। ਇਸ ਤੱਥ ਨੂੰ ਦੇਖਣ ਦਾ ਇੱਕ ਬਦਲਵਾ ਉਪਾ ਇਹ ਹੈ ਜੇਕਰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਗੁਰਤਾਕਰਸ਼ਨ ਬੱਲ ਰਾਹੀਂ ਬੱਝੇ ਹੋਣ ਤਾਂ ਕਿਸੇ ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਪਹਿਲੇ ਬੋਹਰ ਪੱਥ ਦੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦਾ ਪਤਾ ਲਗਾਉ। ਤੁਸੀਂ ਮਨੋਰੰਜਕ ਉਤਰ ਪਾਉਗੇ।

12.13 ਜਦੋ ਕੋਈ ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਪੱਧਰ n ਤੇ (n = 1) ਪੱਧਰ ਤੇ ਅਣਉਤੇਜਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉਤਸਰਜਿਤ ਵਿਕਿਰਣ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਲਈ ਵਿਅੰਜਕ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰੋ। n ਦੇ ਵੱਡੇ ਮਾਨ ਦੇ ਲਈ ਦਿਖਾਉ ਕੀ ਇਹ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਪੱਥ ਵਿੱਚ ਘੁਮਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਕਲਾਸਿਕੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੋਵੇਗੀ।

12.14 ਕਲਾਸਿਕੀ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਚਾਰੋ ਪਾਸੇ ਕਿਸੇ ਵੀ ਪੱਥ ਵਿੱਚ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਉਸ ਵੇਲੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦਾ ਸਾਇਜ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਤੈਅ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਅਪਣੇ ਸਾਇਜ ਦੀ ਥਾਂ ਦਸ ਹਜਾਰ ਗੁਣਾ ਵੱਡਾ ਕਿਉ ਨਹੀਂ ਹੈ ? ਇਸ ਪ੍ਰਸ਼ਨ ਨੇ ਬੋਹਰ ਨੂੰ ਅਪਣੇ ਮਸ਼ਹੂਰ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਮਾਡਲ, ਜੋ ਕਿ ਅਸੀ ਕਿਤਾਬ ਵਿੱਚ ਸਿੱਖਿਆ ਹੈ, ਤੇ ਪਹੁਚਨ ਤੋ ਪਹਿਲਾਂ ਬਹੁਤ ਉਲਝਨ ਵਿੱਚ ਪਾਇਆ ਸੀ। ਅਪਣੀ ਖੋਜ਼ ਤੋ ਪਹਿਲਾ ਉਸਨੇ ਕਿ ਕੀਤਾ ਹੋਵੇਗਾ, ਇਸ ਦਾ ਪਤਾ ਲਾਉਣ ਲਈ ਅਸੀਂ ਮੂਲ ਸਥਿਰ ਅੰਕਾ ਦੇ ਨਾਲ ਹੇਠ ਲਿਖੀ ਗਤਿਵਿਧੀ ਕਰਕੇ ਦੇਖਿਆ ਕਿ ਲੰਬਾਈ ਦੀ ਵਿਸ ਵਾਲੀ ਕੋਈ ਰਾਸ਼ੀ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਜਿਸਦਾ ਸਾਇਜ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੇ ਸਾਇਜ (~ 10^{-10}m) ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(a) ਮੂਲ ਸਿਥਰ ਅੰਕਾ e, m_e ਅਤੇ c ਲੰਬਾਈ ਦੀ ਵਿਸ ਵਾਲੀ ਰਾਸ਼ੀ ਦੀ ਰਚਨਾ ਕਰੋ। ਉਸ ਦਾ ਸੰਖਿਅਤਮਕ ਮਾਨ ਵੀ ਨਿਰਧਾਰਤਿਤ ਕਰੋ।

(b) ਤੁਸੀ ਦੇਖੋਗੇ ਕਿ (a) ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਾਪਤ ਪਰਮਾਣਵੀ ਵਿਸਾ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ ਦੀ ਕੋਟਿ ਤੋ ਕਾਫੀ ਛੋਟੀ ਹੈ। ਇਸ ਤੋ ਇਲਾਵਾ ਇਸ ਵਿੱਚ c ਵੀ ਸ਼ਾਮਿਲ ਹੈ। ਪਰ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੀ ਊਰਜਾ ਜਿਆਦਾਤਰ ਨਾਨ ਰਿਲੇਟੀਵਿਸਟਿਕ (non relativistic) ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਹੈ ਜਿਥੇ c ਦੀ ਕੋਈ ਭੂਮਿਕਾ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਇਸ ਗੱਲ ਨੇ ਬੋਹਰ ਨੂੰ c ਨੂੰ ਛੱਠ ਕੇ ਸਹੀ ਪ੍ਰਮਾਣਵੀ ਸਾਇਜ ਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਕੁਝ ਹੋਰ ਦੇਖਣ ਲਈ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਕੀਤਾ। ਇਸ ਸਮੇਂ ਪਲਾਕ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਹੋਰ ਕਿੱਤੇ ਹੋਂਦ ਵਿੱਚ ਆ ਚੁੱਕਾ ਸੀ। ਬੋਹਰ ਦੀ ਤੇਜ਼ ਨਜਰ ਨੇ ਪਹਿਚਾਣ ਲਿਆ ਕਿ h,m_e ਅਤੇ e ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਤੋ ਹੀ ਸਹੀ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਸਾਇਜ ਮਿਲੇਗਾ। ਇਸ ਲਈ h, m_e ਅਤੇ e ਤੋ ਹੀ ਲੰਬਾਈ ਦੀ ਵਿਸ ਵਾਲੀ ਕਿਸੇ ਰਾਸ਼ੀ ਦੀ ਰਚਨਾ ਕਰੋ ਅਤੇ ਇਹ ਸਿੱਧ ਕਰੋ ਕਿ ਇਸਦਾ ਸੰਖਿਆਤਮਕ ਮਾਣ, ਵਾਸਤਵ ਵਿੱਚ ਸਹੀ ਪਰਿਮਾਣ ਦੀ ਕੋਟਿ ਦਾ ਹੈ।

12.15 ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਦੀ ਪਹਿਲੀ ਉਤੇਜਿਤ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਕੁੱਲ ਊਰਜਾ ਲਗਭਗ -3.4 eV ਹੈ। (a) ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਕੀ ਹੈ।

(b) ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਕੀ ਹੈ।

(c) ਜੇਕਰ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦੇ ਸਿਫਰ ਸੱਤਰ ਵਿੱਚ ਬਦਲਾਵ ਕਰ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਉਪਰ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਉਤਰਾ ਵਿੱਚੋ ਕਿਹੜਾ ਉਤਰ ਬਦਲੇਗਾ ?

12.16 ਜੇਕਰ ਬੋਹਰ ਦੇ ਕੁਅੰਟਮਿਕਰਣ (Quantisation) ਪ੍ਰਤਿਬੰਧ (ਕੋਣੀ ਸੰਵੇਗ = nh/2z) ਪ੍ਰਕਰਤੀ ਦਾ ਮੂਲ ਨਿਯਮ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਗ੍ਰਹਿ ਗਤਿ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਵੀ ਲਾਗੂ ਹੋਣਾ ਚਾਹਿਦਾ ਹੈ। ਫੇਰ ਅਸੀਂ ਸੂਰਜ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਗ੍ਰਹਾਂ ਦੇ ਪੱਥਾ ਦੇ ਕੁਅੰਟਮਿਕਰਣ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਚਰਚਾ ਕਿਉ ਨਹੀਂ ਕਰਦੇ।

12.17 ਪਹਿਲਾ ਬੋਹਰ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਅਤੇ ਮਯੂਔਨਿਕ ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂ (muonic hydrogen atom) (ਕੋਈ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਲਗਭਗ 207 m_e ਪੁੰਜ ਦਾ ਰਿਣ ਆਵੇਸ਼ਿਤ ਮਯੂਔਨ (M^-) ਪਰਔਟੋਨ ਦੇ ਚਾਰੋ ਪਾਸੇ ਘੁਮਦਾ ਹੈ) ਦੀ ਸਭ ਤੋਂ ਹੇਠਲੀ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਉਰਜਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰੋ।

ਪ੍ਰਸ਼ਨਾਂ ਦੇ ਉੱਤਰ

12.1 (a). ਨਹੀਂ ਅਲੱਗ ਹੈ।

(b) ਧਾਮਧਸਨ (Thompson's) ਮਾਡਲ, ਰਦਰਫੋਰਡ ਮਾਡਲ

(c) ਰਦਰਫੋਰਡ ਮਾਡਲ

(d) ਥਾਮਪਸਨ ਮਾਡਲ, ਰਦਰਫੋਰਡ ਮਾਡਲ

(e) ਦੋਵੇ ਹੀ ਮਾਡਲ

12.2 ਹਾਇਡਰੋਜਨ ਅਣੂ ਦਾ ਨਾਭਿਕ ਇੱਕ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਹੈ। ਉਸ ਦਾ ਪੁੰਜ 1.67 × 10^{-27} kg ਹੈ, ਜਦਕਿ ਇੱਕ ਇੰਨਸੀਡੈਂਟ (Incident) ਅਲਫਾ ਕਣ ਦਾ ਪੁੰਜ 6.64 × 10^{-27} kg ਕਿਉਕਿ ਖੰਡਾਓ ਹੋਈਆ ਕਣ ਟਾਰਗੇਟ ਨਾਭਿਕ ਤੋ ਵੱਧ ਪੁੰਜ ਵਾਲਾ ਹੈ, ਅਲਫਾ ਕਣ ਹੈਡ ਊਨ (Head on) ਟਕਰਾਉ ਵਿੱਚ ਵੀ ਵਾਪਸ ਨਹੀਂ ਪਰਤੇਗਾ। ਇਹ ਉਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੈ ਜਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੋਈ ਫੁਟਬਾਲ ਕਿਸੇ ਟੈਨਿਸ ਦੀ ਗੇਂਦ ਨਾਲ ਟਕਰਾਅ ਕਰਦਾ ਹੈ।

12.3 82nm

12.4 5.6×10^{6}hz

12.5 13.6 ev ; -27.2ev

12.6 9.7 × 10^{-8} m ; 3.1 × 10^{15} hz

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

12.7 (a) 2.18×10^{6} m/s ; 1.09×10^{6} m/s ; 7.27×10^{5} m/s

(b) 1.52×10^{-16} s; 1.22×10^{-15} s; 4.11×10^{-5} s

12.8 2.12×10^{-10} m; 4.77×10^{-10} m

12.9 ਲਾਇਮਣ ਲੜੀ 103 nm ਅਤੇ 1.22 nm ; ਬਲਮਰ ਲੜੀ 656 nm

12.10 2.6×10^{74}

12.11 (a) ਲਗਭਗ ਬਰਾਬਰ

(b) ਬਹੁਤ ਘੱਟ

(c) ਇਹ ਸੁਝਾਵ ਦਿੰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਖੰਡਾਉ ਵੱਡੇ ਤੋਰ ਤੇ ਇਕ ਹੀ ਟੱਕਰ ਕਾਰਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਕਿਉਂਕਿ ਟਾਰਗੇਟ ਅਣੂਆਂ ਦੇ ਵੱਧਣ ਨਾਲ ਸਿੱਧੇ ਤੌਰ ਤੇ ਟੱਕਰਾ ਵੱਧ ਜਾਦੀਆਂ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸ ਲਈ ਸਿੱਧੇ ਤੌਰ ਤੇ ਮੋਟਾਈ ਵੱਧਣ ਨਾਲ।

(d) ਥਾਮਸਨ ਮਾਡਲ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਕਲੀ ਟੱਕਰ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਡਿਫਲੈਕਸ਼ਨ (Deflection) ਦਿੰਦੀ ਹੈ ਦੇਖਣ ਵਿੱਚ ਆਇਆ ਖੰਡਾਓ ਕੋਣ ਉਦੋ ਹੀ ਸਮਝਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਜਦੋ ਮਲਟੀਪੱਲ ਖੰਡਾਓ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੀਏ। ਇਸ ਲਈ ਥਾਮਸਨ ਮਾਡਲ ਵਿੱਚ ਮਲਟੀਪੱਲ ਖੰਡਾਓ ਨੂੰ ਨਹੀਂ ਛੱਡਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ । ਮਾਡਲ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਸਾਰਾ ਖੰਡਾਓ ਇੱਕ ਟੱਕਰ ਤੇ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਮਲਟੀਪੱਲ ਖੰਡਾਓ ਇਫੈਕਟ ਨੂੰ ਪਹਿਲੀ ਨਜਰ ਵਿੱਚ ਛੱਡ ਸਕਦੇ ਹਾਂ।

12.12 ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਦੇ ਪਹਿਲੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਨੂੰ a_0 ਅਸੀਂ ਦੇ ਸਕਦੇ ਹਾਂ $a^{a}_{0} = \frac{4z =_{0} (h\,k\,z)^2}{m_e^2\, e^2}$ ਜੇਕਰ ਅਸੀ ਮਨ ਲਈਏ ਕੀ ਅਣੂ ਗੁਰਤਵਾਕਰਸ਼ਨ ਬੱਲ ਰਾਹੀਂ ਬਾਂਊਡ ਹੈ $\frac{(9m_p\, m_e)}{r^2}$ ਅਸੀਂ $\frac{E^2}{4\,ze0}$ ਦੀ ਜਗ੍ਹਾ ਤੇ $G\, m_p\, m_e$ ਰੱਖਾਗੇ। ਇਸ ਦਾ ਮਤਲਬ ਹੈ ਕਿ ਅਸੀਂ ਬੋਹਰ ਦੇ ਪਹਿਲੇ ਆਰਬਿਟ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦੇ ਸਕਦੇ ਹਾਂ $a^{a}_{0} = \frac{(h/2z)^2}{G\, m_p\, m_e} = 1.2 \times 10^{29}$m ਇਹ ਪੂਰੇ ਯੂਨਿਵਰਸ਼ ਦੇ ਅੰਦਾਜਨ ਅਕਾਰ ਤੋ ਬਹੁਤ ਵੱਡਾ ਹੈ

12.13 $$v = \frac{me^4}{(4z)^3 E^2 (h/2z)} \left(\frac{1}{(1-n)^2} \quad \frac{-1}{n^2} \right) = \frac{me^4 (2n-1)}{(4z)^3\; E^2_{0} (h/2)^3 n^2 (n-1)^2}$$

ਵੱਡੇ n ਲਈ $v = \frac{me^4}{32z^3 E^2_{0} (h/2z)^3 n^3}$ ਆਰਬਿਟਲ ਕੰਪਣ $Ve = \left(\frac{v}{2zr} \right)$ ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਵਿੱਚ

$V = \frac{n\,(h/2z)}{mr^2}$ ਅਤੇ $r = \frac{4\,z\,E_0\,(h/2z)^2 n^2}{me^2}$ ਇਹ ਦਿੰਦਾ ਹੈ

$Vc = \frac{n\,(h/2z)}{2zmr^2} = \frac{me^4}{32z^3 E^2_{0} (h/2z)^3 n^3}$ ਜੋ ਕੀ ਵੱਡੇ n ਦੇ ਲਈ V ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

12.14 (a) $\left(\frac{e^2}{4zeom\, c^2}\right)$ ਦੀਆ ਵਿਸਾ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ ਇਸ ਦਾ ਮੂਲ 2.82×10^{-15}m ਅਣੂ ਦੇ ਸਾਇਜ ਤੋ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੈ।

(b) ਇਸ ਪਰਿਣਾਮ $\frac{4\, z\, E_0\, (h/2z)^2}{me^2}$ ਦੀਆਂ ਲੰਬਾਈ ਦੀਆਂ ਵਿਮਾ ਹਨ। ਇਸ ਦਾ ਮੂਲ 0.53×10^{-10}m ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਦਾ ਆਰਡਰ ਅਣਵਿਕ ਸਾਇਜ ਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਨੋਟ ਕਰੋ ਕਿ ਡਾਇਮੈਂਸਨਲ ਆਰਗੂਮੈਂਟ ਸਾਨੂੰ ਇਹ ਨਹੀਂ ਦਸ ਸਕਦੇ ਕਿ ਸਾਇਜ ਤੇ ਪਹੁੰਚਨ ਲਈ ਅਸੀਂ h ਦੀ ਜਗ੍ਹਾਂ ਤੇ 4z ਅਤੇ 4/2z ਕਿਉ ਇਸਤੇਮਾਲ ਕਰਾਗੇ।

12.15 ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਵਿੱਚ mvr =nh ਅਤੇ $\frac{mv^2}{r} = \frac{ze^2}{4\, z\, E_0\, r^2}$ ਸਾਨੂੰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ

$$T = \frac{1mv^2}{2} = \frac{Ze^2}{8ZE_0 r} \quad r = \frac{4zE_0 h^2}{ze^2 m} n^2$$

ਇਨ੍ਹਾਂ ਸੰਬੰਧਾ ਦਾ ਸਿਫਰ ਪੁਅਟੇਂਸਲ ਊਰਜਾ ਦੀ ਚੋਣ ਨਾਲ ਕੋਈ ਲੇਨ ਦੇਣ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਹੁਣ ਪੁਅਟੇਂਸਲ ਊਰਜਾ ਦੇ ਸਿਫਰ ਨੂੰ ਅਨੰਤ ਤੇ ਮਨ ਕੇ ਸਾਨੂੰ ਮਿਲਦਾ ਹੈ $v = -(Ze^2 / yzE_0 r)$
ਜੋ ਦਿੰਦਾ ਹੈ V = -2T ਅਤੇ E = T + V = - T E ਦਾ ਮੂਲ E = -3.4 eV ਇਸ ਗੱਲ ਤੇ ਅਧਾਰਿਤ ਹੈ ਕਿ ਅਨੰਤ ਤੇ ਪੁਅਟੇਂਸਲ ਊਰਜਾ ਸਿਫਰ ਹੈ, E = -T ਇਸਤੇਮਾਲ ਕਰਕੇ ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਊਰਜਾ + 3.4 eV ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

(b) V = -2T ਇਸਤੇਮਾਲ ਕਰਕੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਪਅਟੇਸ਼ਲ ਊਰਜਾ = -6.8 eV ਹੈ।
(c) ਜੇਕਰ ਪੁਅਟੇਸਲ ਊਰਜਾ ਦੀ ਸਿਫਰ ਵਖਰੇ ਤੋਰ ਤੇ ਚੁਣਿਏ, ਤਾਂ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਨਹੀਂ ਬਦਲਦੀ । ਇਸਦਾ ਮੂਲ + 3.4 eV ਹੈ ਜਿਸ ਤੇ ਪੁਅਟੇਂਸਲ ਊਰਜਾ ਦੇ ਸਿਫਰ ਦਾ ਕੋਈ ਪ੍ਰਭਾਵ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਸਥਿਤੀ ਦੀ ਪੁਅਟੇਂਸਲ ਊਰਜਾ ਅਤੇ ਕੂਲ ਊਰਜਾ ਬਦਲ ਜਾਵੇਗੀ । ਜੇਕਰ ਅਸੀਂ ਪੁਅਟੇਂਸਲ ਊਰਜਾ ਦਾ ਸਿਫਰ ਵੱਖਰੇ ਤੋਰ ਤੇ ਚੁਣਾਗੇ।

12.16 h ਦੇ ਮੁਕਾਬਲੇ ਗ੍ਰਹਿ ਗਤਿ ਦਾ ਕੋਣਿ ਮੋਮੇਟਾ ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਣ ਦੇ ਤੋਰ ਤੇ ਧਰਤੀ ਦੇ ਗ੍ਰਹਿ ਗਤੀ ਦਾ ਕੋਈ ਮੋਮੇਂਟ 10^{70} ਦੀ ਕੋਟੀ ਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਬੋਹਰ ਦੇ ਕੁਅੰਟਾਇਜੇਸ਼ਨ ਪ੍ਰਤਿਬੰਧ ਅਨੁਸਾਰ ਇਹ n ਦੇ ਬਹੁਤ ਵੱਡੇ ਮੂਲ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ (10^{70} ਦੇ ਲਗਭਗ) n ਦੇ ਇੰਨੇ ਵੱਡੇ ਮੂਲ ਲਈ ਨਾਲ ਦੀਆਂ ਊਰਜਾਵਾਂ ਦਾ ਅੰਤਰ ਅਤੇ ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਦੇ ਕੁਅੰਟਾਇਜਡ (Quantized) ਸੱਤਰਾ ਦਾ ਮੋਮੇਟ ਦੂਸਰੇ ਸਤਰਾ ਦੇ ਮੁਕਾਬਲੇ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

12.17 ਜੋ ਸਾਰਾ ਕੁਝ ਚਾਹਿਦਾ ਹੈ ਓਹ ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਦੇ ਫਾਰਮੂਲੇ ਵਿੱਚ m_e ਅਤੇ M_M ਨਾਲ ਬਦਲ ਕੇ ਮਿਲ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਅਸੀ ਦੇਖਾਂਗੇ ਕਿ ਦੂਸਰੇ ਘਟਕਾ ਨੂੰ ਸਥਿਰ ਰੱਖ ਕੇ $r \propto (1/m)$ ਅਤੇ $E \propto m$ ਇਸ ਲਈ

$$V_M = \frac{r_0 m_0}{mM} = \frac{0.53 \times 10^{-13}}{207} = 2.56 \times 10^{-13}\text{m}$$

$$E_M = \frac{E_e M_m}{me} = -(13.6 \times 207)\text{ev} = -2.8\ \text{kev}$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਅਭਿਆਸਾਂ ਦੇ ਉੱਤਰ

12.1 (a) ਤੋਂ ਵੱਖ ਨਹੀਂ (b) ਟਾਮਸਨ ਮਾਡਲ, ਰਦਰਫੋਰਡ ਮਾਡਲ (c) ਰਦਰਫੋਰਡ ਮਾਡਲ (d) ਟਾਮਸਨ ਮਾਡਲ, ਰਦਰਫੋਰਡ ਮਾਡਲ (e) ਦੋਨੋਂ ਮਾਡਲ

12.2 ਹਾਈਡਰੋਜਨ ਪਰਮਾਣੀ ਦਾ ਨਾਭਿਕ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਹੈ । ਇਸਦਾ ਪੁੰਜ 1.67×10^{-27} kg ਹੈ, ਜਦੋਂ ਆਪਾਤੀ ਅਲਫਾ ਕਣ ਦਾ ਪੁੰਜ 6.64×10^{-27}kg ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਖਿੰਡਣ ਵਾਲੇ ਕਣ ਦਾ ਪੁੰਜ, ਟਾਰਗੇਟ ਨਾਭਿਕ (ਪ੍ਰੋਟਾਨ) ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਜ਼ਿਆਦਾ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਇਲਾਸਟਿਕ ਟਕੱਰਾਂ ਵਿਚ ਵੀ ਅਲਫਾ ਕਣ ਵਾਪਿਸ ਨਹੀਂ ਪਰਤੇਗਾ । ਇਹ ਅਜਿਹਾ ਹੀ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਫੁਟਬਾਲ, ਵਿਰਾਮ-ਅਵਸਥਾ ਵਿਚ ਟੇਨਿਸ ਦੀ ਗੇਂਦ ਨਾਲ ਟਕਰਾਏ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਖਿੰਡਾਓ ਵੱਡੇ ਕੋਣਾਂ ਤੇ ਨਹੀਂ ਹੋਵੇਗਾ ।

12.3 820 nm

12.4 5.6×10^{14} Hz

12.5 13.6 eV; -27.2 eV

12.6 9.7×10^{-8} m; 3.1×10^{15} Hz

12.7 **(a)** 2.18×10^{6} m/s; 1.09×10^{6} m/s; 7.27×10^{5} m/s
(b) 1.52×10^{-16}s; 1.22×10^{-15} s; 4.11×10^{-15} s

12.8 2.12×10^{-10} m; 4.77×10^{-10}m

12.9 ਲਾਈਮਨ ਸ਼੍ਰੇਣੀ: 103 nm ਅਤੇ 122nm
ਬਾਮਰ ਸ਼੍ਰੇਣੀ: 665 nm

12.10 2.6×10^{74}

12.11 **(a)** ਲਗਭਗ ਬਰਾਬਰ

(b) ਬਹੁਤ ਘਟ

(c) ਇਹ ਸੰਕੇਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਖਿੰਡਾਓ ਮੁਖ ਰੂਪ ਵਿਚ ਟੱਕਰਾਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਇੱਕ ਟੱਕਰ ਦੀ ਸੰਭਾਵਨਾ ਟਾਰਗੇਟ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ਦੇ ਨਾਲ ਰੇਖੀ ਢੰਗ ਨਾਲ ਵੱਧਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਲਈ ਮੋਟਾਈ ਦੇ ਨਾਲ ਰੇਖੀ ਗੁਣ ਵੱਧਦਾ ਹੈ ।

(b) ਟਾਮਸਨ ਮਾਡਲ ਵਿਚ ਇੱਕ ਟਕੱਰ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਹੁਤ ਘਟ ਵਿਖੇਪ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਪ੍ਰੇਖਿਤ ਔਸਤ ਖਿੰਡਾਓ ਕੋਣ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਸਿਰਫ ਬਹੁਤੇ ਖਿੰਡਾਓ ਨੂੰ ਧਿਆਨ ਵਿਚ ਰਖ ਕੇ ਹੀ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ ਟਾਮਸਨ ਮਾਡਲ ਵਿਚ ਬਹੁਤੇ ਖਿੰਡਾਓ ਦੀ ਉਪੇਖਿਆ ਗਲਤ ਹੈ । ਰਦਰਫੋਰਡ ਮਾਡਲ ਵਿਚ ਵਧੇਰੇ ਖਿੰਡਾਓ ਇੱਕ ਟਕੱਰ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਬਹੁਤ ਖਿੰਡਾਓ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੀ ਪਹਿਲੇ ਨੇੜਲੇ ਅੰਦਾਜੇ ਤੇ ਉਪੇਖਿਆ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

12.12 ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਦੀ ਪਹਿਲੀ ਕਕਸ਼ਾ a_0 ਜਿਸਦਾ ਮਾਨ $a_0 = 4pe_0$ $(h/2p)^2/m_e e^2$ ਜੇ ਅਸੀਂ ਪਰਮਾਣੂ ਗੁਰੂਤਵੀ ਬਲ $(Gm_p m_e/r^2)$, ਦੁਆਰਾ ਬੰਨਿਆਂ ਮੰਨਦੇ ਹਾਂ, ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ $(e^2/4\pi\varepsilon_0)$ ਦੀ ਥਾਂ ਤੇ $Gm_p m_e$ ਪ੍ਰਤਿਸਥਾਪਿਤ ਕਰਨਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ । ਅਰਥਾਤ ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਦੀ ਪਹਿਲੀ ਕਕਸ਼ਾ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ $a_0^G = (h/2p)^2/Gm_p m^2{}_e$ ~1.2×10^{29}m ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ । ਇਹ ਸੰਪੂਰਨ ਵਿਸ਼ਵ ਦੇ ਆਕਲਨ ਅਕਾਰ ਤੋਂ ਕੀਤੇ ਵੱਡਾ ਹੈ ।

$$v = \frac{me\,4}{(4\pi)3} \;-\varepsilon^2_0 \frac{(h)^3}{(2\pi)} - \frac{1^2}{(n-1)} - \frac{1^2}{n} = m\,e4\,(2n-1)\,/\,(4\pi)\,\varepsilon_0^2(h/2\pi)3\,n2\,(n-1)\,2$$

12.13 n ਦੇ ਵਧ ਮਾਨ ਲਈ, $v \cong me^4/32\pi^3\,\varepsilon^2{}_0(h/2\pi)^3n^3$

ਕਕਸ਼ਾ ਵਿਚ ਆਵ੍ਰਿਤੀ $v_C = (v/2\pi r)$ ਹੈ ।
ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਵਿਚ $v = n(h/2\pi)/mr$, ਅਤੇ $r = 4\pi\varepsilon_0(h/2\pi)^2/me^2\ n^2$ ਹੈ ।
ਇਸ ਲਈ: $v_C = n(h/2\pi)/2\pi\,mr^2 = me^4/32\pi^3\,\varepsilon^2{}_0(h/2\pi)^3\,n^3$
ਜੋ n ਦੇ ਵੱਧ ਮਾਨ ਦੇ ਲਈ v ਦੇ ਮਾਨ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ ।

12.14 **(a)** ਰਾਸ਼ੀ $(e^2/4\pi\varepsilon_0 mc^2)$ ਦੀਆਂ ਵਿਮਾਂ ਲੰਬਾਈ ਦੀਆਂ ਵਿਮਾਂ ਹਨ। ਇਸਦਾ ਮਾਨ 2.82×10^{-15} m ਹੈ ਜੋ ਨਮੂਨੇ ਦੇ ਪਰਮਾਣਵੀ ਸਾਈਜ਼ ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੈ ।

(b) ਰਾਸ਼ੀ $4\pi\varepsilon_0(h/2\pi)^2/me^2$ ਦੀਆਂ ਵਿਮਾਂ ਲੰਬਾਈ ਦੀਆਂ ਵਿਮਾਂ ਹਨ। ਇਸਦਾ ਮਾਨ 0.53×10^{-10}m ਹੈ ਜੋ ਪਰਮਾਣਵੀ ਸਾਈਜਾਂ ਦੇ ਆਰਡਰ ਦਾ ਹੈ । (ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ ਵਿਮੀ ਤਰਕ ਵਾਸਤਵ ਵਿਚ ਇਹ ਨਹੀਂ ਦਸ ਸਕਦੇ ਕਿ ਸਾਨੂੰ ਸਹੀ ਸਾਈਜ਼ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ h ਦੇ ਸਥਾਨ ਤੇ 4π ਅਤੇ $h/2\pi$ ਪ੍ਰਤਿਸਥਾਪਿਤ ਕਰਨਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ।)

12.15 ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਵਿਚ, $mvr = nh$ ਅਤੇ $mv2/r = Ze2/4\pi e0r2$
ਇਸ ਲਈ: $T = 1/2mv^2 = Ze^2/8pe_0r$; $r = 4pe_0h^2/Ze^2m\ \ n^2$
ਇਹਨਾਂ ਸੰਬੰਧਾਂ ਤੇ ਸਥਿਤਿਜ਼ ਊਰਜਾ ਦੇ ਲਈ ਜ਼ੀਰੋ ਦੀ ਚੋਣ ਦਾ ਕੋਈ ਪ੍ਰਭਾਵ ਨਹੀਂ ਹੈ । ਹੁਣ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦੇ ਜ਼ੀਰੋ ਪੱਧਰ ਦੀ ਅਨੰਤ ਤੇ ਚੋਣ ਕਰਨ ਤੇ ।
$V = -(Ze^2/4\pi\varepsilon_0 r)$
ਜਿਸ ਤੋਂ $V = -2T$ ਅਤੇ $E = T + V = -T$ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।
(a) E ਦਾ ਕੋਟ ਕੀਤਾ ਮਾਨ = -3.4eV ਅਨੰਤ ਤੇ ਸਥਿਤੀਜ਼ ਊਰਜਾ ਜ਼ੀਰੋ ਪੱਧਰ ਦੀ ਪਰੰਪਰਿਕ ਚੋਣ ਤੇ ਆਧਾਰਿਤ ਹੈ । $E = -T$ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰਨ ਤੇ, ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਇਸ ਅਵਸਥਾ ਵਿਚ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ +3.4eV ਹੈ ।
(b) $V = -2T$ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ , ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ =6.8eV ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ।
(c) ਜੇ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦੇ ਜ਼ੀਰੋ ਪੱਧਰ ਦੀ ਵੱਖ ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਚੋਣ ਕੀਤੀ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਅਪਰਿਵਰਤਿਤ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ । ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦਾ ਮਾਨ +3.4eV, ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦੇ ਜ਼ੀਰੋ ਪੱਧਰ ਦੀ ਚੋਣ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ ਹੈ । ਜੇ ਸਥਿਤੀਜ਼ ਊਰਜਾ ਦੇ ਜ਼ੀਰੋ ਪੱਧਰ ਦੀ ਵੱਖ ਢੰਗ ਨਾਲ ਚੋਣ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਅਵਸਥਾ ਦੀ ਸਥਿਤੀਜ਼ ਊਰਜਾ ਅਤੇ ਕੁੱਲ ਊਰਜਾ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਹੋ ਜਾਵੇਗੀ ।
12.16 ਗ੍ਰਹੀ ਗਤੀ ਨਾਲ ਜੁੜਿਆ ਕੋਣੀ ਸੰਵੇਗ h ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਇਨ੍ਹਾਂ ਵੱਡਾ ਹੈ ਕਿ ਇਸਦੀ ਤੁਲਨਾ ਨਹੀਂ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ । ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ ਆਪਣੀ ਕਕਸ਼ਾ ਦੀ ਗਤੀ ਵਿਚ ਧਰਤੀ ਦਾ ਕੋਣੀ ਸੰਵੇਗ 10^{70} h ਆਰਡਰ ਦਾ ਹੈ । ਬੋਹਰ ਦੇ ਕਵਾਂਟੀਕਰਣ ਪਾਸਟੂਲੇਟ ਦੇ ਪਦਾਂ ਵਿਚ, ਇਹ n ਦੇ ਬਹੁਤ ਵੱਡੇ (10^{70} ਦੇ ਆਰਡਰ ਦਾ) ਮਾਨ ਦੇ ਸੰਗਤ ਹੈ । n ਦੇ ਇੰਨੇ ਵੱਡੇ ਮਾਨ ਦੇ ਲਈ ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਦੇ ਕਵਾਂਟਿਤ ਪੱਧਰਾਂ ਦੀਆਂ ਅਗਲੇਰੀਆਂ ਊਰਜਾਵਾਂ ਅਤੇ ਕੋਣੀ ਸੰਵੇਗਾਂ ਦੇ ਅੰਤਰ ਵਿਵਹਾਰਿਕ ਉਦੇਸ਼ਾਂ ਦੇ ਲਗਾਤਾਰ ਪੱਧਰਾਂ ਦੀਆਂ ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਊਰਜਾਵਾਂ ਅਤੇ ਕੋਣੀ ਸੰਵੇਗਾਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੈ ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

12.17 ਬੋਹਰ ਮਾਡਲ ਦੇ ਸੂਤਰਾਂ ਵਿਚ m_e ਨੂੰ m_u ਨਾਲ ਪ੍ਰਤਿਸਥਾਪਿਤ ਕਰਨ ਦੀ ਲੋੜ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ ਹੋਰ ਪਦਾਂ ਨੂੰ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਰਖਦੇ ਹੋਏ ਅਸੀਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਕਿ $r \propto (1/m)$ ਅਤੇ $E \propto m$

ਇਸ ਲਈ: $r_m = r_e m_e/m_m = 0.53 \times 10^{-13}/207 = 2.56 \times 10^{-13}$m

$E_m = E_e m_m \cdot m_e = -(13.6 \times 207)$ eV $\cong -2.8$ keV

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਅਧਿਆਇ 13

ਨਾਭਿਕ (NUCLEUS)

13.1 ਭੂਮਿਕਾ

ਪਿਛਲੇ ਪਾਠ ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਪੜਿਆ ਹੈ ਕਿ ਹਰੇਕ ਪਰਮਾਣੂ ਦਾ ਧਨ ਚਾਰਜ ਅਤੇ ਪੁੰਜ ਉਸਦੇ ਕੇਂਦਰ ਵਿੱਚ ਕੇਂਦ੍ਰਿਤ ਹੋ ਕੇ ਨਿਊਕਲੀਅਸ(ਨਾਭਿਕ) ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਨਿਊਕਲੀਅਸ ਦਾ ਆਕਾਰ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਆਕਾਰ ਤੋ ਕਾਫ਼ੀ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। α- ਕਣ ਖਿੰਡਾਉ (α – Particle Scattering Experiment) ਪ੍ਰਯੋਗ ਨੇ ਇਹ ਦਰਸਾਇਆ ਹੈ ਕਿ ਨਿਊਕਲੀਅਸ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ, ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਤੋਂ 10^4ਗੁਣਾ ਛੋਟਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸਦਾ ਅਰਥ ਹੈ ਕਿ ਨਿਊਕਲੀਅਸ ਦਾ ਆਇਤਨ (Volume) ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਆਇਤਨ ਤੋਂ 10^{12} ਗੁਣੇ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ। ਦੂਜੇ ਸਬਦਾਂ ਵਿਚ ਪਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਜਿਆਦਾਤਰ ਸਥਾਨ ਖਾਲੀ ਹੈ। ਜੇ ਅਸੀਂ ਪਰਮਾਣੂ ਦਾ ਆਕਾਰ ਵਧਾਕੇ ਜਮਾਤ ਦੇ ਕਮਰੇ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਕਰ ਦਈਏ ਤਾਂ ਨਿਊਕਲੀਅਸ ਇਸ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਪਿੰਨ ਦੀ ਨੋਕ ਸਾਈਜ਼ ਦਾ ਵਿਖਾਈ ਦੇਵੇਗਾ। ਪਰੰਤੂ, ਪਰਮਾਣੂ ਦਾ ਲਗਭਗ ਪੂਰਨ (99.9% ਤੇ ਵੱਧ) ਪੁੰਜ ਨਿਊਕਲੀਅਸ ਵਿਚ ਹੀ ਕੇਂਦ੍ਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਪਰਮਾਣੂ ਦੀ ਬਣਤਰ ਦੇ ਸਮਰੂਪ ਕਿ ਨਿਊਕਲੀਅਸ ਦੀ ਵੀ ਕੋਈ ਬਣਤਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ? ਜੇ ਇੰਝ ਹੈ ਤਾਂ ਨਿਊਕਲੀਅਸ ਦੇ ਕਿਹੜੇ ਸੰਘਟਕ ਹਨ ? ਇਹ ਸੰਘਟਕ ਪਰਸਪਰ ਕਿਵੇਂ ਸੰਗਠਿਤ ਹਨ। ਇਸ ਪਾਠ ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਇਹਨਾ ਪ੍ਰਸ਼ਨਾਂ ਦੇ ਉੱਤਰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਦਾ ਯਤਨ ਕਰਾਂਗੇ।

ਅਸੀਂ ਨਾਭਿਕਾਂ (Nucleus) ਦੇ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਗੁਣਾ ਜਿਵੇਂ ਇਸਦੇ ਸਾਇਜ,ਪੁੰਜ ਅਤੇ ਸਥਿਰਤਾ ਦੀ ਚਰਚਾ ਦੇ ਨਾਲ ਇਸਤੋਂ ਸੰਬੰਧਿਤ ਨਿਊਕਲੀਅਰ ਵਰਤਾਰੇ (Nuclear Phenomenon) ਜਿਵੇਂ ਰੇਡਿਓ ਐਕਟਿਵਤਾ (Radio activity) ਵਿਖੰਡਨ (Fission) ਅਤੇ ਸੰਯੋਜਨ (Fusion) ਬਾਰੇ ਚਰਚਾ ਕਰਾਂਗੇ।

13.2 ਪਰਮਾਣੂ ਪੁੰਜ ਅਤੇ ਨਾਭਿਕ ਦੀ ਸੰਰਚਨਾ (Atomic Masses and Composition of Nucleus)

ਪਰਮਾਣੂ ਦਾ ਪੁੰਜ ਕਿਲੋਗ੍ਰਾਮ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਕਾਫ਼ੀ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ,ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ ਕਾਰਬਨ ਪਰਮਾਣੂ ^{12}c ਦਾ ਪੁੰਜ ਹੈ 1.992647 $x10^{26}kg$ । ਇੰਨੀ ਛੋਟੀ ਰਾਸੀਆਂ ਨੂੰ ਮਾਪਣ ਲਈ ਕਿਲੋਗ੍ਰਾਮ ਬਹੁਤ ਸੁਵਿਧਾਜਨਕ ਮਾਤ੍ਰਕ ਨਹੀ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ,ਪਰਮਾਣੂਆ ਦੇ ਪੁੰਜਾ ਨੂੰ ਮਾਪਣ ਲਈ ਇਕ ਹੋਰ ਮਾਤ੍ਰਕ ਲਿਆਇਦਾ ਗਿਆ। ਇੱਸ ਮਾਤ੍ਰਕ ਨੂੰ ਪਰਮਾਣੂ ਪੁੰਜ ਮਾਤ੍ਰਕ (Atomic Mass Unit (u) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਸਨੂੰ 12_c ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਪੁੰਜ ਦੇ ਬਾਹਰਵੇ 1/12ਵੇ ਭਾਰ ਨਾਲ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਇਸ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਅਨੁਸਾਰ

$$1u = \frac{12c \text{ ਪਰਮਾਣੂ ਦਾ ਪੁੰਜ}}{12}$$

$$= \frac{1.992647 \times 10^{-26} \text{ kg}}{12}$$

$$= 1.660539 \times 10^{-27} \text{ kg} \qquad (13.1)$$

ਪਰਮਾਣੂ ਪੁੰਜ ਮਾਤ੍ਰਕ (u) ਵਿੱਚ ਦਰਸ਼ਾਉਨ ਤੇ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਤੱਤਾ ਦੇ ਪਰਮਾਣੂ ਪੁੰਜ, ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਪੁੰਜ ਦੇ ਪੂਰਨ ਗੁਣਜ ਦੇ ਨੇੜੇ ਪਾਏ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਪਰੰਤੂ ਇਸ ਨਿਯਮ ਦੇ ਕਈ ਅਪਵਾਦ ਵੀ ਹਨ। ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ,ਕਲੋਰੀਨ ਦਾ ਪੁੰਜ 35.46u ਹੈ। ਪਰਮਾਣੂ ਪੁੰਜਾਂ ਦਾ ਸਟੀਕ ਮਾਪਣ ਪੁੰਜ ਮਪੈਕਟੋਰਮੀਟਰ (mass spectrometer) ਦੁਆਰਾ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਪਰਮਾਣੂ ਪੁੰਜਾਂ ਨੂੰ ਮਾਪਣ ਤੇ ਪਤਾ ਚਲਦਾ ਹੈ ਕਿ ਇੱਕ ਹੀ ਤੱਤ ਦੇ ਵੱਖ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦਾ ਅੱਸਤਿਤਵ ਹੈ ਜਿਹਨਾਂ ਦੇ ਰਸਾਇਣਿਕ ਗੁਣ ਸਮਾਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਪਰੰਤੂ ਇਹਨਾ ਦੇ ਪੁੰਜਾ ਵਿੱਚ ਅੰਤਰ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇੱਕ ਹੀ ਤੱਤ ਦੀ ਇਹੋ ਜਿਹੀ ਪਰਮਾਣੂ ਪ੍ਰਜਾਤੀਆਂ ਜਿਹਨਾ ਦੇ ਪੁੰਜਾਂ ਵਿੱਚ ਅੰਤਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਸਮਸਥਾਨਕ(Isotopes) ਕਹਾਂਉਦੀਆਂ ਹਨ। ਯੂਨਾਨੀ ਸ਼ਬਦ ਆਈਸੋਟੋਪ ਦਾ ਪੰਜਾਬੀ ਅਰਥ ਸਮਸਥਾਨਕ ਹੈ, ਇਹ ਨਾਮ ਇਸ ਕਾਰਨ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਕਿਉਂਕੀ ਤੱਤਾਂ ਦੀ ਆਵਰਤੀ ਸਾਰਨੀ ਵਿੱਚ ਇਹ ਸਾਰੇ ਇੱਕ ਹੀ ਸਥਾਨ ਤੇ ਰੱਖੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਸ਼ੋਧ ਤੇ ਪਤਾ ਚੱਲਿਆ ਕਿ ਹਰੇਕ ਤੱਤ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਕਈ ਸਮਸਥਾਨਕਾਂ ਦਾ ਮਿਸ਼ਰਣ ਹੈ। ਵੱਖ-ਵੱਖ ਸਮਸਥਾਨਕਾਂ ਦੀ ਸਾਪੇਖੀ ਅਧਿਕਤਾ ਤੱਤ ਬਦਲਨ ਦੇ ਨਾਲ ਬਦਲਦੀ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ ਕਲੋਰੀਨ ਦੇ ਦੋ ਸਮਸਥਾਨਕ ਹਨ। ਜਿਹਨਾਂ ਦੇ ਪੁੰਜ ਕ੍ਰਮਵਾਰ 39.98 u ਅਤੇ 36.98 u ਹਨ, ਜੋ ਕਿ ਹਾਈਡੋਜਨ ਪਰਮਾਣੂ ਪੁੰਜ ਦੇ ਪੂਰਨ ਗੁਣਜ ਦੇ ਨਿਕਟ ਹਨ। ਇਹਨਾਂ ਸਮਸਥਾਨਕਾਂ ਦੀ ਸਾਪੇਖ ਅਧਿਕਤਾ ਕ੍ਰਮਵਾਰ:75.4 ਅਤੇ 24.6 ਪ੍ਰਤੀਸ਼ਤ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਪ੍ਰਾਕ੍ਰਿਤਿਕ ਕਲੋਰੀਨ ਪਰਮਾਣੂ ਦਾ ਪੁੰਜ ਇਹਨਾ ਸਮਸਥਾਨਕਾਂ ਦਾ ਭਾਰਿਤ ਮੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਪ੍ਰਾਕ੍ਰਿਤਿਕ ਕਲੋਰੀਨ ਪਰਮਾਣੂ ਦਾ ਪੁੰਜ ਹੈ,

$$= \frac{75.4 \times 34.98 + 24.6 \times 36.98}{100}$$

$$=35.474$$

ਜੋ ਕਿ ਕਲੋਰੀਨ ਦੇ ਪਰਮਾਣੂ ਪੁੰਜ ਦੇ ਨਾਲ ਮੇਲ ਖਾਂਦਾ ਹੈ। ਇੱਥੋ ਤੱਕ ਕਿ ਸਭ ਤੋਂ ਹਲਕੇ ਤੱਤ ਹਾਈਡਰਜਨ ਦੇ ਵੀ ਤਿੰਨ ਸਮਸਖਾਨਕ ਹਨ ਜਿਹਨਾਂ ਦੇ ਪੁੰਜ 1.00078 u, 2.0141 u ਅਤੇ 3.0160 u ਹੈ। ਸਭ ਤੋ ਹਲਕੇਂ ਹਾਈਡਰੋਜਨ ਪਰਮਾਣੂ ਜਿਸਦੀ ਮਾਪੇਖ ਅਧਿਕਤਾ 99.985% ਹੈ,ਦਾ ਨਾਭਿਕ,ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇੱਕ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦਾ ਪੁੰਜ ਹੈ।

$$mp = 1.007274 \text{ u} = 1.67262\ 10^{-27} \text{ Kg} \tag{13.2}$$

ਇਹ ਹਾਈਡਰੋਜਨ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਪੁੰਜ 1.00783 u ਵਿੱਚੋ,ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਪੁੰਜ Me =0.00055 u ਨੂੰ ਘਟਾਉਣ ਤੋ ਪ੍ਰਾਪਤ ਪੁੰਜ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ। ਹਾਈਡਰੋਜਨ ਦੇ ਦੂਜੇ ਦੋ ਸਮਸਖਾਨਕ ਡਿਊਟੀਰੀਅਮ (deuterium) ਅਤੇ ਟ੍ਰਾਇਟਿਅਮ (tritium) ਕਹਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਟ੍ਰਾਇਟਿਅਮ ਨਾਭਿਕ ਅਸਥਿਰ ਹੋਣ ਕਾਰਨ ਕੁਦਰਤ ਵਿੱਚ ਨਹੀ ਪਾਏ ਜਾਂਦੇ ਅਤੇ ਬਨਾਵਟੀ ਵਿਧੀਆਂ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਯੋਗਸ਼ਾਲਾਵਾਂ ਵਿਚ ਬਣਾਏ ਜਾਂਦੇ ਹਨ।

ਨਾਭਿਕ ਵਿੱਚ ਧਨ ਚਾਰਜ ਪ੍ਰੋਟਾਨਾਂ ਦਾ ਹੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇੱਕ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਉੱਤੇ ਇਕ ਇਕਾਈ ਧਨ ਚਾਰਜ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਸਥਿਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪਹਿਲੇ ਇਹ ਵਿਚਾਰ ਸੀ ਕਿ ਨਾਭਿਕ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਪਰ ਕੁਆਂਟਮ(Quantum— —ਸਿਧਾਂਤਾ ਤੇ ਆਧਾਰਿਤ ਤਰਕਾਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਇਸ ਮਾਨਤਾ ਨੂੰ ਨਕਾਰ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ। ਕਿਸੇ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਸਾਰੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਉਸਦੇ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਬਾਹਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਕਿਸੇ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਬਾਹਰ ਇਹਨਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਉਸਦੇ ਪਰਮਾਣੂ ਅੰਕ Z'ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਪਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦਾ ਕੁੱਲ ਚਾਰਜ (-Ze) ਉਸਦੇ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਕੁੱਲ ਚਾਰਜ (+Ze) ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕਿਉਂਕੀ ਪਰਮਾਣੂ ਉਦਾਸੀਨ (neutral) ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ, ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਨਾਭਿਕ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੋਟਾਨਾ ਦੀ ਸੰਖਿਆ, ਇਸਦਾ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਅੰਕ Z' ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਖੋਜ (Discovery of Neutron)

ਕਿਉਂਕੀ ਡਿਊਟੀਰੀਅਮ (Deuterium) ਅਤੇ ਟ੍ਰਿਟੀਅਮ (Tritium) ਹਾਈਡਰੋਜਨ ਦੇ ਹੀ ਸਮਸਥਾਨਕ ਹਨ, ਇਹਨਾ ਦੇ ਨਾਭਿਕਾਂ ਵਿਚ ਇਕ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ ਹਾਈਡਰੋਜਨ ਡਿਊਟੀਰੀਅਮ ਅਤੇ ਟ੍ਰਾਈਟੀਅਮ ਦੇ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦੇ ਪੁੰਜਾਂ ਦਾ ਅਨੁਪਾਤ 1:2:3 ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਡਿਊਟੀਰੀਅਮ ਅਤੇ ਟ੍ਰਾਈਰੀਅਮ ਦੇ ਨਾਭਿਕਾਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਤੋ ਇਲਾਵਾ ਕੁੱਝ ਓਦਾਸੀਨ ਮਾਦਾ ਵੀ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਇਹਨਾ ਸਮਸਥਾਨਕਾ ਦੇ ਨਾਭਿਕਾਂ ਵਿੱਚ ਓਦਾਸੀਨ ਮਾਦਾ ਦੀ ਮਾਤਰਾ ਨੂੰ ਜੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨ-ਪੁੰਜ ਦੀ ਇਕਾਈਆ ਵਿਚ ਵਿਉਤਪਤ ਕਰੀਏ ਤਾਂ ਇਹ ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਇੱਕ ਅਤੇ ਦੋ ਦੇ ਲਗਭਗ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਤੱਥ ਇਹ ਦਰਸਾਓਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰਮਾਣੂਆਂ ਦੇ ਨਾਭਿਕਾਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੋਟਾਨਾ ਦੇ ਇਲਾਵਾ ਇਹ ਉਦਾਸੀਨ ਮਾਦਾ ਵੀ ਇਕ ਮੂਲ ਇਕਾਈ ਦੇ ਗੁਣਜਾਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਹੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪਰਿਕਲਪਨਾ ਦੀ ਸਚਾਈ, 1932 ਵਿੱਚ, ਜੇਮਸ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਚੈਡਵਿਕ (James Chadwick) ਦੁਆਰਾ ਕੀਤੀ ਗਈ ਜਿਹਨਾਂ ਨੇ ਵੇਖਿਆ ਜਦ ਬੇਰੀਲੀਅਮ ਨਾਭਿਕਾਂ ਤੇ ਐਲਫਾ ਕਣਾਂ (ਐਲਫਾ ਕਣ, ਹੀਲੀਅਮ ਦੇ ਨਾਭਿਕ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜਿਹਨਾ ਬਾਰੇ ਅਸੀਂ ਅੱਗੇ ਚਰਚਾ ਕਰਾਂਗੇ)ਦੀ ਬੁਛਾੜ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਤਾਂ ਇਹਨਾਂ ਵਿੱਚੋ ਕੁਝ ਉਦਾਸੀਨ ਵਿਕਿਰਣ ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਵੀ ਪਾਇਆ ਗਿਆ ਕਿ ਇਹ ਉਦਾਸੀਨ ਵਿਕਿਰਨ,ਹੀਲੀਅਮ, ਕਾਰਬਨ ਅਤੇ ਨਾਈਟ੍ਰੋਜਨ ਵਰਗੇ ਹਲਕੇ ਨਾਭਿਕਾਂ ਨਾਲ ਟਕਰਾਕੇ ਉਸਦੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਬਾਹਰ ਕੱਢਦੇ ਹਨ। ਉਸ ਵੇਲੇ ਸਿਰਫ ਇਕ ਮਾਤਰ ਉਦਾਸੀਨ ਵਿਕਿਰਨ ਫੋਟਾਨ (Photon) (ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀ ਵਿਕਿਰਨ) ਹੀ ਗਿਆਤ ਸੀ। ਓਰਜਾ ਅਤੇ ਸੰਵੇਗ ਸੁਰੱਖਿਅਣ ਦੇ ਨਿਯਮਾਂ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰਨ ਤੇ ਪਤਾ ਲੱਗਿਆ ਕਿ ਜੇ ਇਹ ਉਦਾਸੀਨ ਵਿਕਿਰਨ ਫੋਟਾਨਾਂ ਦੇ ਬਣੇ ਹੁੰਦੇ ਤਾਂ ਇਹਨਾ ਦੀ ਊਰਜਾ ਓਹਨਾ ਵਿਕਿਰਨਾਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਜਿਆਦਾ ਹੁੰਦੀ ਜੋ ਕਿ ਬੇਰੀਲੀਅਮ ਨਾਭਿਕਾਂ ਉੱਤੇ ਐਲਫਾ ਕਣਾਂ ਦੀ ਬੁਛਾੜ ਤੋ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਔਕੜ ਦੇ ਹਲ ਦਾ ਸੂਤਰ,ਜਿਸਨੂੰ ਚੈਡਵਿਕ ਨੇ ਸੰਤੋਸਜਨਕ ਢੰਗ ਨਾਲ ਹਲ ਕੀਤਾ ਇਹ ਮਨ ਕੇ ਕਿ ਉਦਾਸੀਨ ਵਿਕਿਰਨਾਂ ਵਿੱਚ ਇਕ ਨਵੀ ਤਰ੍ਹਾ ਦੇ ਕਣ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜਿਹਨਾ ਨੂੰ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ (neutron) ਆਖਦੇ ਹਨ। ਊਰਜਾ ਅਤੇ ਸੰਵੇਗ ਸੁਰੱਖਿਅਣ ਨਿਯਮ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਦੇ ਓਹਨਾ ਨੇ ਇੱਸ ਨਵੇ ਕਣ ਦਾ ਪੁੰਜ ਪਤਾ ਕਰਨ ਵਿਚ ਸਫਲਤਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤੀ,ਜਿਸਨੂੰ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦੇ ਪੁੰਜ ਦੇ ਲਗਭੱਗ ਬਰਾਬਰ ਪਾਇਆ ਗਿਆ। ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਪੁੰਜ ਨੂੰ ਸਟੀਕਤਾ ਨਾਲ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਇਹ ਹੈ-$m_n = 1.00866\ u = 1.6749 \times 10^{-27}\ kg$ [13.3) ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਖੋਜ ਲਈ ਚੈਡਵਿਕ ਨੂੰ 1935 ਦੇ ਨੋਬਲ ਇਨਾਮ ਨਾਲ ਨਵਜਿਆ ਗਿਆ। ਇੱਕ ਮੁਕਤ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦੇ ਉਲਟ ਇੱਕ ਮੁਕਤ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਅਸਥਾਈ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਇਕ ਪ੍ਰੋਟਾਨ,ਇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਇਕ ਪ੍ਰਤੀ ਨਿਊਟ੍ਰਿਨੋ (ਹੋਰ ਮੂਲ ਕੁਣ) ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਟੁੱਟ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸਦੀ ਔਸਤ ਉਮਰ 1000s ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ, ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਅੰਦਰ ਇਹ ਸਥਾਈ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਹੁਣ, ਨਾਭਿਕ ਦੀ ਸੰਰਚਨਾ ਹੇਠਾ ਲਿਖੇ-ਪਦਾਂ ਅਤੇ ਸੰਕੇਤਾ ਚਿਨ੍ਹਾਂ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਦਰਸਾਈ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ।

Z- ਪਰਮਾਣੂ ਅੰਕ - ਪ੍ਰੋਟਾਨਾ ਦੀ ਸੰਖਿਆ [13.4(a)]

N- ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਸੰਖਿਆ-ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾ ਦੀ ਸੰਖਿਆ [13.4(b)]

A= ਪੁੰਜ ਸੰਖਿਆ = $Z + N$ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾ ਅਤੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨਾ ਦੀ ਕੁਲ ਸੰਖਿਆ-[13.4(c)] ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਅਤੇ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਲਈ ਨਿਊਕਲਿਆੱਨ (nucleon) ਸ਼ਬਦ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਵੀ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਇਸ ਲਈ ਕਿਸੇ ਪਰਮਾਣੂ ਵਿਚ ਨਿਊਕਲਿਆਨ ਸੰਖਿਆ ਉਸਦੀ ਪੁੰਜ ਸੰਖਿਆ A ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਨਾਭਿਕ ਪ੍ਰਜਾਤੀ ਜਾਂ ਨਾਭਿਕ ਨੂੰ ਸੰਕੇਤ ${}^{A}_{Z}X$ ਦੁਆਰਾ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿੱਥੇ X ਉਸ ਪ੍ਰਜਾਤੀ ਦਾ ਰਸਾਇਣਿਕ ਸੰਕੇਤ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ, ਸੋਨੇ ਦੇ ਨਾਭਿਕ ਨੂੰ ਸੰਕੇਤ ${}^{197}_{79}Au$ ਦੁਆਰਾ ਦਰਸ਼ਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਵਿਚ 197 ਨਿਊਕਲਿਅਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜਿਸ ਵਿਚ 79 ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਅਤੇ 118 ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਹੁਣ ਕਿਸੇ ਤੱਤ ਦੇ ਸਮਸਥਨਕਾ ਦੀ ਸੰਰਚਨਾ ਨੂੰ ਸੋਖੇ ਹੀ ਸਮਝਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਤੱਤ ਦੇ ਸਮਸਥਨਕਾਂ ਦੇ ਨਾਭਿਕਾਂ ਵਿਚ ਪ੍ਰੋਟਾਨਾ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਤਾਂ ਸਮਾਨ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ ਪਰੰਤੂ ਇਹ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਨਾਲ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾ ਦੀ ਸੰਖਿਆਂ ਪੱਖੋਂ ਵੱਖ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਡਿਊਟੀਰੀਅਮ ${}^{2}_{1}H$ ਜੋ ਕਿ ਹਾਈਡਰੋਜਨ ਦਾ ਇਕ ਸਮਸਥਾਨਕ ਹੈ ਇਸ ਵਿੱਚ ਇਕ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਅਤੇ ਇੱਕ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਦੂਜੇ ਸਮਸਥਾਨਕ ਟ੍ਰਾਈਟੀਅਮ ${}^{3}_{1}H$ ਵਿਚ ਇਕ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਅਤੇ ਦੋ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਤੱਤ ਸੋਨੇ ਦੇ 32 ਸਮਸਥਾਨਕ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਜਿਸਦੀ ਰੇਂਜ A=173 ਤੋ A=204 ਤੱਕ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਅਸੀਂ ਪਹਿਲਾ ਹੀ ਦੱਸ ਚੁੱਕੇ ਹਾਂ ਕਿ ਤੱਤਾਂ ਦੇ ਰਸਾਇਣਿਕ ਗੁਣ ਓਹਨਾ ਦੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਿਕ ਬਣਤਰ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਕਿਉਂਕੀ, ਸਮਸਥਾਨਕ ਵਿੱਚ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਿਕ ਬਣਤਰ ਸਮਾਨ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਓਹਨਾ ਦਾ ਰਸਾਇਣਿਕ ਵਿਵਹਾਰ ਵੀ ਇੱਕੋ ਜਿਹਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਕਰਕੇ ਓਹਨਾ ਨੂੰ ਆਵਰਤ ਸਾਰਨੀ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਹੀ ਸਥਾਨ ਤੇ ਰਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਸਾਰੇ ਨਾਭਿਕ ਜਿਹਨਾ ਦੀ ਪੁੰਜ ਸੰਖਿਆ A ਸਮਾਨ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਆਈਸੋਬਾਰ (isobar) ਕਹਿਲਾਉਦੇ ਹਨ। ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ, ਨਾਭਿਕ ${}^{3}_{1}H$ ਅਤੇ ${}^{3}_{2}He$, ਆਈਸੋਬਾਰ (isobar) ਹਨ। ਉਹ ਨਾਭਿਕ ਜਿਹਨਾ ਦੀ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਸੰਖਿਆ N ਸਮਾਨ ਹੋਵੇ ਪਰੰਤੂ ਪਰਮਾਣੂ ਸੰਖਿਆ Z ਵੱਖ ਹੋਵੇ ਨੂੰ ਆਈਸੋਟੋਨ (isotones) ਆਖਦੇ ਹਨ। ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ ${}^{198}_{80}Hg$ ਅਤੇ ${}^{197}_{79}Au$, ਆਈਸੋਟਾਨ ਹਨ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

13.3 ਨਾਭਿਕ ਦਾ ਸਾਈਜ

ਜਿਵੇ ਅਸੀ ਪਾਠ-12 ਵਿਚ ਵੇਖਿਆ,ਰਦਰਫੋਰਡ ਓਹ ਪਹਿਲੇ ਵਿਗਿਆਨੀ ਸੀ ਜਿਹਨਾ ਨੇ ਪਰਮਾਣੂ ਨਾਭਿਕ ਦੀ ਹੋਂਦ ਦੀ ਪਰਿਕਲਪਨਾ ਅਤੇ ਸਥਾਪਨਾ ਕੀਤੀ। ਰਦਰਫੋਰਡ ਦੇ ਸੁਝਾਵ ਤੇ ਗੀਗਰ ਅਤੇ ਮਾਰਸਡਨ (Geiger and marsdan) ਨੇ ਸੋਨੇ ਦੇ ਵਰਕ ਤੇ ਐਲਫਾ ਕਣਾ ਦੇ ਖਿੰਡਾਅ ਸਬੰਧੀ ਪ੍ਰਸਿਧ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤਾ। ਉਹਨਾ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਤੋ ਇਹ ਸਪਸ਼ਟ ਹੋਇਆ ਕਿ 5.5MeV ਗਤਿਜ ਉਰਜਾ ਦੇ ਐਲਫਾ ਕਣਾਂ ਦੀ ਸੋਨੇ ਦੇ ਨਾਭਿਕਾ ਦੇ ਨਿਕਟਮ ਪਹੁੰਚ ਦੀ ਦੂਰੀ ਲਗਭਗ $4.0x10^{-14}$m ਹੈ। ਸੋਨੇ ਦੀ ਪਰਤ ਤੇ ਐਲਫਾ ਕਣਾਂ ਦੇ ਖਿੰਡਾਅ ਨੂੰ ਰਦਰਫੋਰਡ ਨੇ ਇਹ ਮੰਨਕੇ ਸਮਝਾਇਆ ਕਿ ਖਿੰਡਾਅ ਦੇ ਲਈ ਸਿਰਫ ਕੂਲਮ (Coulomb) ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਕਰਸ਼ਣ ਬਲ ਹੀ ਜਿੰਮੇਵਾਰ ਹੈ। ਕਿਉਂਕੀ, ਧਨਾਤਮਕ ਚਾਰਜ ਨਾਭਿਕ ਵਿਚ ਹੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਨਾਭਿਕ ਦਾ ਅਸਲ ਸਾਈਜ $4.0x10^{-14}$m ਤੋ ਘੱਟ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ।

ਜੇ ਅਸੀਂ 5.5MeV ਤੋ ਅਧਿਕ ਉਰਜਾ ਵਾਲੇ α-ਕਣਾਂ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰੀਏ ਤਾਂ ਇਸਦੇ ਸੋਨੇ ਦੇ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦੇ ਨਿਕਟਮ ਪਹੁੰਚ ਦੀ ਦੂਰੀ ਹੋਰ ਵੀ ਘੱਟ ਹੋ ਜਾਵੇਗੀ ਅਤੇ ਤੱਦ ਖਿੰਡਾਅ (Scattering) ਘੱਟ ਰੇਂਜ ਦੇ ਨਾਭਿਕੀ ਬਲਾ ਤੋ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਹੋਣ ਲੱਗੇਗਾ ਅਤੇ ਰੁਦਰਫੋਰਡ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤੇ ਗਏ ਪਰਿਕਲਨ ਤੋ ਪ੍ਰਾਪਤ ਮਾਨ ਬਦਲ ਜਾਣਗੇ ਰੁਦਰਫੋਰਡ ਦੇ ਪਰਿਕਲਨ ਐਲਫਾ ਕਣਾਂ ਅਤੇ ਸੋਨੇ ਦੇ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦੇ ਚਾਰਜ ਯੁਕਤ ਕਣਾ ਦੇ ਪਰਸਪਰ ਲੱਗਣ ਵਾਲੇ ਸ਼ੁੱਧ ਕੂਲਮ ਪ੍ਰਤੀਕਰਸਣ ਬਲ ਤੇ ਅਧਾਰਤ ਹਨ। ਉਸ ਦੂਰੀ ਦੁਆਰਾ ਜਿਸ ਤੇ ਰਦਰਫੋਰਡ ਦੇ ਪਰਿਕਲਨਾ (Calculation) ਵਿੱਚ ਆਉਣ ਵਾਲੇ ਅੰਤਰ ਸਪੱਸ਼ਟ ਹੋਣ ਲੱਗਦੇ ਹਨ, ਨਾਭਿਕਾਂ ਦੇ ਸਾਈਜਾ ਦੇ ਇਸੇ ਬਾਰੇ ਇਸਤੋਂ ਸਿੱਟਾ ਕੱਢਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰਕੇ ਜਿਥੇ-α ਕਣਾ ਦੇ ਸਥਾਨ ਤੇ ਤੇਜ ਗਤੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਤੱਤਾਂ ਦੇ ਉਤੇ ਬੁਛਾੜ ਕੀਤੀ ਗਈ ਹੋਵੇ, ਇਹਨਾ ਤੱਤਾ ਦੇ ਨਾਭਿਕੀ ਸਾਈਜ ਬਹੁਤ ਦੀ ਨੇੜਤਾ ਨਾਲ ਗਿਆਤ ਕੀਤੇ ਗਏ।

ਇਹ ਪਾਇਆ ਗਿਆ ਕਿ Á ਪੁੰਜ ਸੰਖਿਆ ਦੇ ਨਾਭਿਕ ਦੀ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਹੈ।

$R=R_0\ A^{1/3}$

ਜਿਥੇ- $R_0 = 1.2x10^{15}$ m ਹੈ।

ਇਸਦਾ ਅਰਥ ਹੈ ਕਿ ਨਾਭਿਕ ਦਾ ਆਇਤਨ (ਜੋ R^3 ਦੇ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੈ) ਪੁੰਜ ਸੰਖਿਆ A ਦੇ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਨਾਭਿਕ ਦਾ ਘਣਤਵ ਸਥਿਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਸਾਰੇ ਨਾਭਿਕਾ ਲਈ ਇਸਦਾ ਮਾਨ A ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀ ਕਰਦਾ। ਵੱਖ-ਵੱਖ ਨਾਭਿਕ ਇਸ ਸਥਿਰ ਘਣਤਵ ਦ੍ਵ ਦੀ ਬੂੰਦ ਵਰਗੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਨਾਭਿਕੀ ਦ੍ਵ ਦਾ ਘਣਤਵ ਲਗਭਗ 2.3×10^{17} kg m^{-3} ਹੈ। ਆਮ ਪਦਾਰਥਾ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਇਸ ਘਣਤਵ ਦਾ ਮਾਨ ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜਿਵੇ ਪਾਣੀ ਲਈ ਘਣਤਵ ਸਿਰਫ 10^3 kg m^{-3} ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤੱਥ ਨੂੰ ਆਸਾਨੀ ਨਾਲ ਸਮਝਿਆ ਵੀ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿਉਂਕੀ ਅਸੀ ਇਹ ਪਹਿਲਾ ਹੀ ਵੇਖ ਚੁੱਕੇ ਹਾਂ ਕਿ ਪਰਮਾਣੂ ਜਿਆਦਾਤਰ ਅੰਦਰੋ ਖਾਲੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਆਮ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਤੋ ਬਣੇ ਦ੍ਵਾਂ ਵਿਚ ਬੜੀ ਮਾਤਰਾ ਵਿਚ ਖਾਲੀ ਸਥਾਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਓਦਾਹਰਨ 13.1 ਲੋਹੇ ਦੇ ਨਾਭਿਕ ਦਾ ਪੁੰਜ 55.85 u ਅਤੇ Á-56 ਹੈ,ਇਸਦਾ ਨਾਭਿਕੀ ਘਣਤਵ ਗਿਆਤ ਕਰੋ।

ਹਲ:- m_{Fe} =55.85 u

$u = 9.27 \times 10^{-26}$ kg

ਨਾਭਿਕੀ ਘਣਤਵ = $\dfrac{\text{ਆਇਤਨ}}{\text{ਪੁੰਜ}} = \dfrac{9.27\times10^{-26}}{(4\pi/3)(1.2\times10^{-15})^3}\times\dfrac{1}{56}$

$= 2.29x10^{17}$ kg m^{-3}

ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਤਾਰੇ (ਇਕ ਪੁਲਾੜ ਭੌਤਿਕੀ ਪਿੰਡ) ਵਿੱਚ ਪਦਾਰਥ ਦਾ ਘਣਤਵ ਇੱਸ ਘਣਤਵ ਦੇ ਨਾਲ ਤੁਲਨਾ ਬਰਾਬਰ ਹੈ। ਇਹ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਇਹਨਾ ਤਾਰਿਆਂ ਵਿੱਚ ਪੁੰਜ ਇਸ ਕਦਰ ਸੰਪੀੜ੍ਹ ਹੋ ਗਿਆ ਹੈ ਜਿਸ ਕਾਰਨ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਤਾਰੇ ਆਪ ਇਕ ਵੱਡੇ ਨਾਭਿਕ ਵਾਂਗ ਵਿਚਰਦੇ ਹਨ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

13.4 ਪੁੰਜ-ਊਰਜਾ ਅਤੇ ਨਾਭਿਕੀ-ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ (Mass Energy and Nuclear Binding Energy)

13.4.1 ਪੁੰਜ ਊਰਜਾ

ਆਇਨਸਟਾਈਨ ਨੇ ਆਪਣੇ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਸਾਪੇਖਿਤਾ ਸਿਧਾਂਤ (Special theory of relativity) ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਇਹ ਦਰਸਾਇਆ ਕੀ ਪੁੰਜ ਊਰਜਾ ਦਾ ਇਕ ਰੂਪ ਹੈ। ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਸਾਪੇਖਿਤਾ ਸਿਧਾਂਤ ਤੋ ਪਹਿਲਾ ਇਹ ਮੰਨਿਆ ਜਾਂਦਾ ਸੀ ਕਿ ਕਿਸੇ ਕਿਰਿਆ ਵਿਚ ਪੁੰਜ ਅਤੇ ਊਰਜਾ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਸੁਰਖਿਅਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਪਰੰਤੂ ਆਈਨਸਟਾਈਨ ਨੇ ਇਹ ਦਰਸਾਇਆ ਕਿ ਪੁੰਜ ਸਿਰਫ ਊਰਜਾ ਦਾ ਰੂਪ ਹੈ ਅਤੇ ਅਸੀਂ ਪੁੰਜ-ਊਰਜਾ ਨੂੰ ਊਰਜਾ ਦੇ ਹੋਰ ਰੂਪਾਂ,ਜਿਵੇ,ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਵਿਚ ਬਦਲ ਸਕਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸਦੇ ਉਲਟ ਊਰਜਾ ਨੂੰ ਪੁੰਜ ਵਿੱਚ ਬਦਲਨਾ ਵੀ ਸੰਭਵ ਹੈ।

ਇਸਦੇ ਲਈ ਆਈਨਸਟਾਈਨ ਨੇ ਜਿਹੜਾ ਮਸ਼ਹੂਰ ਪੁੰਜ-ਊਰਜਾ ਸਮਾਨਤਾ ਸਬੰਧ ਦਿੱਤਾ ਓਹ ਹੈ

$$E = m c^2 \qquad (13.6)$$

ਇਥੇ E, ਪੁੰਜ m ਦੇ ਸਮਤਲ ਊਰਜਾ ਹੈ ਅਤੇ C ਨਿਰਵਾਯੂ ਵਿਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਹੈ ਜਿਸਦਾ ਮਾਨ $3x10^8$ ਅਤੇ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 13.2- 1g ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਸਮਤਲ ਊਰਜਾ ਦਾ ਪਰਿਕਲਨ ਕਰੋ।

$$E = mc^2$$

ਹਲ: ਊਰਜਾ, $E = 10^{-3} x (3x10^8)^2 J$

$$E = 10^{-3} x 9x10^{16} J = 9x10^{13} J$$

ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜੇ ਇਕ ਗ੍ਰਾਮ ਪਦਾਰਥ ਨੂੰ ਵੀ ਊਰਜਾ ਵਿੱਚ ਰੁਪਾਂਤਰਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਇਸਤੋ ਊਰਜਾ ਦੀ ਵਿਸ਼ਾਲ ਮਾਤਰਾ ਮੁਕਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਆਈਨਸਟਈਨ ਦੇ ਪੁੰਜ ਊਰਜਾ ਸਬੰਧ ਦੀ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਸਚਾਈ,ਨਿਊਕਲੀਅਨਾਂ,ਨਾਭਿਕਾਂ,ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਅਤੇ ਹੋਰ ਹਾਲ ਹੀ ਵਿੱਚ ਖੋਜੇ ਗਏ ਕਣਾਂ ਵਿੱਚ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਨਾਭਿਕੀ-ਅਭਿਕਿਰਿਆਂਵਾ ਦੇ ਅਧਿਐਨ ਵਿਚ ਹੋ ਚੁੱਕੀ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ ਸੁਰਖਿਅਣ ਨਿਯਮ ਇਹ ਕਹਿੰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਆਰੰਭਿਕ ਊਰਜਾ ਅਤੇ ਅੰਤਿਮ ਊਰਜਾ ਬਰਾਬਰ ਹਨ ਬਸ਼ਰਤੇ ਕਿ ਪੁੰਜ ਤੋ ਸਬੰਧਤ ਊਰਜਾ ਵੀ ਇਸ ਵਿਚ ਪਾ ਲਈ ਜਾਵੇ। ਇਹ ਸੰਕਲਪ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦੇ ਪੁੰਜ ਅਤੇ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦੀ ਪਰਸਪਰ ਕਿਰਿਆਵਾਂ ਨੂੰ ਸਮਝਣ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ। ਇਹੋ ਪਾਠ ਦੇ ਅਗਲੇ ਕੁਝ ਅਨੁਭਾਗਾ ਦੀ ਵਿਸ਼ੇ-ਵਸਤੂ ਹੈ।

13.4.2 ਨਾਭਿਕੀ-ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ

ਅਨੁਭਾਗ 13.2 ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਵੇਖੀਆ ਕਿ ਨਾਭਿਕ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦਾ ਬਣਿਆ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਨਾਭਿਕ ਦਾ ਭਾਵੀ ਪੁੰਜ,ਇਸ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨਾ ਦੇ ਪੁੰਜ ਦੇ ਕੁਲ ਜੋੜ $\sum$ m ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੋਵੇਗਾ। ਪਰੰਤੂ ਨਾਭਿਕ ਪੁੰਜ M,ਹਮੇਸ਼ਾ $\sum$ m ਤੋ ਘੱਟ ਪਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ ਆਉ, ਅਸੀਂ ${}^{16}_{8}O$ ਨੂੰ ਲਈਏ। ਇਸ ਵਿੱਚ 8 ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਅਤੇ 8 ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ,

8 ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦਾ ਪੁੰਜ =8x1.008664 u

8 ਪ੍ਰੋਟਾਨਾਂ ਦਾ ਪੁੰਜ =8x1.007274 u

8 ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦਾ ਪੁੰਜ =8x0.000554 u

ਇਸ ਲਈ ${}^{16}_{8}O$ ਦੇ ਨਾਭਿਕ ਭਾਵੀ ਪੁੰਜ =8x2.015934 =16.127444 u

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਪੁੰਜ ਸਪੈਕਟ੍ਰਾਸਕੋਪੀ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਾਪਤ $^{16}_{8}O$ ਦਾ ਪਰਮਾਣੂ ਪੁੰਜ 15.99493 u ਹੈ। ਇਸ ਵਿੱਚੋਂ 8 ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦਾ ਪੁੰਜ (8x0.000554) ਘਟਾਉਣ ਤੇ $^{16}_{8}O$ ਦੇ ਨਾਭਿਕ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗਕਿ ਮਾਨ 15.990534 u ਹੈ।

ਇਸ ਲਈ ਅਸੀਂ ਵੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਆਕਸੀਜਨ $^{16}_{8}O$ ਨਾਭਿਕ ਦਾ ਪੁੰਜ ਇਸਦੇ ਘਟਕਾਂ ਦੇ ਕੁੱਲ ਪੁੰਜ ਨਾਲੋਂ 0.136914 u ਘੱਟ ਹੈ। ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਪੁੰਜ ਅਤੇ ਇਸਦੇ ਘਟਕਾਂ ਦੇ ਪੁੰਜ ਵਿੱਚ ਅੰਤਰ ΔM ਨੂੰ ਪੁੰਜ ਦੋਸ਼ (Mass defect) ਆਖਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਮਾਨ ਇੰਝ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ:

$$\Delta M = [Zm_p + (A - Z)m_n] - M \qquad (13.7)$$

ਪੁੰਜ ਦੋਸ਼ (mass defect) ਦਾ ਕੀ ਅਰਥ ਹੈ ?

ਇੱਥੇ ਆਈਨਸਟਾਈਨ ਦਾ ਪੁੰਜ ਊਰਜਾ ਸਮਤੁਲਤਾ ਸਿਧਾਂਤ ਆਪਣੀ ਭੂਮਿਕਾ ਨਿਭਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਆਕਸੀਜਨ ਨਾਭਿਕ ਦਾ ਪੁੰਜ ਇਸਦੇ ਘਟਕਾਂ ਦੇ ਪੁੰਜ ਦੇ ਯੋਗ (ਅਬੰਧਿਤ ਅਵਸਥਾ (unbound state)) ਵਿੱਚ 8 ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਅਤੇ 8 ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦਾ) ਤੋਂ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਆਕਸੀਜਨ ਨਾਭਿਕ ਦੀ ਸਮਤੁਲ ਊਰਜਾ ਇਸਦੇ ਘਟਕਾਂ ਦੀ ਸਮਤੁਲ ਊਰਜਾ ਦੇ ਯੋਗ ਤੋਂ ਘੱਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਜੇ ਤੁਸੀਂ ਆਕਸੀਜਨ ਨਾਭਿਕ ਨੂੰ 8 ਪ੍ਰੋਟਾਨਾਂ ਅਤੇ 8 ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾਂ ਵਿੱਚ ਵਿਭਾਜਿਤ ਕਰੋ ਤਾਂ ਤੁਹਾਨੂੰ ਇਹ ਵਾਧੂ ਊਰਜਾ $\Delta M c^2$ ਇਸ ਨਾਭਿਕ ਨੂੰ ਦੇਣੀ ਹੋਵੇਗੀ ਇਸਦੇ ਲਈ ਜਰੂਰੀ ਊਰਜਾ E_b ਪੁੰਜ ਦੋਸ਼ ਦੇ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਸਮੀਕਰਨ ਦੁਆਰਾ ਸਬੰਧਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ:

$$E_b = \Delta M c^2 \qquad (13.8)$$

ਉਦਾਹਰਨ 13.3 ਇੱਕ ਪਰਮਾਣੂ ਪੁੰਜ ਮਾਤਰਕ ਦੇ ਸਮਤਲ ਊਰਜਾ ਦਾ ਮਾਨ ਪਹਿਲੇ ਜੂਲ ਅਤੇ ਬਾਅਦ ਵਿੱਚ MeV. ਵਿੱਚ ਗਿਆਤ ਕਰੋ । ਇਸਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ $^{16}_{8}o$ ਦੀ ਪੁੰਜ ਦੋਸ਼ MeV/c^2 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਓ।

ਹੱਲ 1u = 1.6605×10^{-27} kg

ਇਸਨੂੰ ਊਰਜਾ ਦੇ ਮਾਤਰਕਾਂ ਵਿੱਚ ਬਦਲਣ ਲਈ ਅਸੀਂ ਇਸਨੂੰ c^2 ਨਾਲ ਗੁਣਾਂ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਅਤੇ ਇਸਦੇ ਸਮਤਲ ਊਰਜਾ

$$= 1.6605 \times 10^{-27} \times (2.9979 \times 10^8)^2 \text{ kg m}^2/\text{s}^2$$

$$= 1.4924 \times 10^{-10} \text{ J}$$

$$= \frac{1.4924 \times 10^{-10}}{1.602 \times 10^{-19}} \text{eV}$$

$$= 0.9315 \times 10^9 \text{ eV}$$

$$= 931.5 \text{ MeV}$$

ਅਤੇ , 1u = 931.5 MeV/c^2

$^{16}_{8}o$ ਦੇ ਲਈ ΔM = 0.13691 u = 0.13691×931.5 MeV/c^2

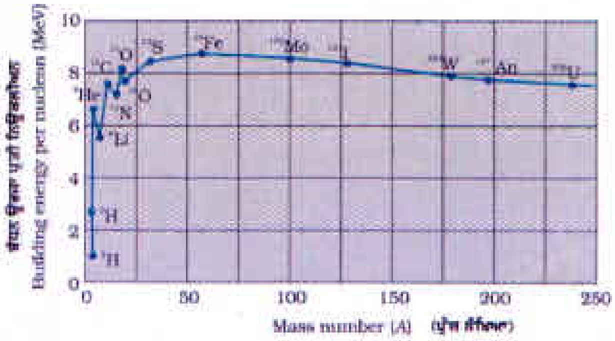
= 127.5 MeV/c^2

$^{16}_{8}o$ ਨੂੰ ਇਸਦੇ ਘਟਕਾਂ ਵਿੱਚ ਵਿਭਾਜਿਤ ਕਰਨ ਲਈ ਜਰੂਰੀ ਊਰਜਾ 127.5 MeV/c^2 ਹੈ।

ਜੇ ਕੁਝ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾਂ ਅਤੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨਾਂ ਨੂੰ ਨੇੜੇ-ਨੇੜੇ ਲਿਆ ਕੇ ਇਕ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਚਾਰਜ ਅਤੇ ਪੁੰਜ ਵਾਲਾ ਇੱਕ ਨਾਭਿਕ ਬਣਾਇਆ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਇਸ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ E_b ਊਰਜਾ ਮੁਕਤ ਹੋਵੇਗੀ। ਊਰਜਾ ΔE_b ਨਾਭਿਕ ਦੀ ਬੰਧਨ-ਊਰਜਾ (Binding Energy) ਕਹਾਉਂਦੀ ਹੈ। ਜੇ ਸਾਨੂੰ ਕਿਸੇ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਨਾਭਿਕ ਕਣਾਂ ਨੂੰ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਕਰਨਾ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਇਹਨਾਂ ਕਣਾਂ ਨੂੰ ਕੁਲ ਊਰਜਾ E_b ਦੇਣੀ ਪਵੇਗੀ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com



ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਪ੍ਰਤੀ ਨਿਊਕਲੀਅਨ

ਭਾਵੇਂ ਅਸੀਂ ਨਾਭਿਕ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰਾਂ ਤੋੜ ਨਹੀਂ ਸਕਦੇ ਫਿਰ ਵੀ ਨਾਭਿਕ ਦੀ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਇਹ ਤਾਂ ਦੱਸਦੀ ਹੀ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੇ ਨਾਭਿਕ ਵਿੱਚ ਨਿਊਕਲੀਆਨ ਆਪਸ ਵਿੱਚ ਕਿੰਨੇ ਵਧੀਆ ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਜੁੜੇ ਹਨ। ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਕਣਾਂ ਦੀ ਬੰਧਨ ਸ਼ਕਤੀ ਦਾ ਇੱਕ ਹੋਰ ਵੱਧ ਉਪਯੋਗੀ ਮਾਪ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਪ੍ਰਤੀ ਨਿਊਕਲੀਆਨ (Binding energy per nucleon) E_{bn}, ਹੈ। ਜੋ ਕਿ ਨਾਭਿਕ ਦੀ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ E_{bn}, ਅਤੇ ਇਸ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਨਿਊਕਲੀਅਨਾ ਦੀ ਸੰਖਿਆ A ਦਾ ਅਨੁਪਾਤ ਹੈ। $\Delta E_{bn} = E_b/A$ (13.9)

ਅਸੀਂ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਪ੍ਰਤੀ ਨਿਊਕਲੀਅਨ ਨੂੰ ਇੰਝ ਮੰਨ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਇਹ ਕਿਸੇ ਨਾਭਿਕ ਤੋਂ ਇਸਦੇ ਨਿਊਕਲੀਆਨਾਂ ਤੋਂ ਵੱਖ ਕਰਨ ਲਈ ਜਰੂਰੀ ਊਰਜਾ ਹੈ।

ਚਿੱਤਰ 13.1 ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦੇ ਲਈ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਪ੍ਰਤੀ ਨਿਊਕਲੀਆਨ E_{bn} ਅਤੇ ਪੁੰਜ ਸੰਖਿਆ A ਵਿੱਚ ਗ੍ਰਾਫ ਖਿੱਚਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਸ ਗ੍ਰਾਫ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਵੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ

1) ਵਿਚਲੀਆਂ ਪੁੰਜ ਸੰਖਿਆਵਾਂ ($30<A<170$) ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਤੀ ਨਿਊਕਲੀਆਨ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ E_{bn}, ਦਾ ਮਾਨ ਸਥਿਰ ਹੈ ਅਤੇ ਪਰਮਾਣੂ ਅੰਕ ਨਾਲ ਨਹੀਂ ਬਦਲਦਾ।

ਵਕਰ $A= 56$ ਦੇ ਲਈ ਲਗਭਗ 8.75MeV ਦਾ ਅਧਿਕਤਮ ਮਾਨ ਅਤੇ $A=238$ ਦੇ ਲਈ 7.6 MeV ਦਰਸਾਉਂਦਾਹੈ।

2) ਹਲਕੇ ਨਾਭਿਕਾਂ ($A<30$) ਅਤੇ ਭਾਰੀ ਨਾਭਿਕਾਂ ($A<170$) ਦੋਨਾਂ ਦੇ ਲਈ ਹੀ E_{bn} ਦਾ ਮਾਨ ਵਿਚਲੇ ਪਰਮਾਣੂ ਅੰਕਾਂ ਦੇ ਨਾਭਿਕਾ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾ ਅਸੀਂ ਹੇਠਾਂ ਲਿਖੇ ਸਿੱਟੇ ਤੇ ਪਹੁੰਚ ਸਕਦੇ ਹਾਂ:

I. ਇਹ ਬਲ ਆਕਰਸ਼ੀ ਹੈ ਅਤੇ ਪ੍ਰਤੀ ਨਿਊਕਲੀਅਨ ਕੁੱਝ MeV ਬੰਧਨ ਬਨਾਉਣ ਲਈ ਇਹ ਕਾਫੀ ਹੈ।

II.$30<A<170$ ਦੀ ਸੀਮਾ ਵਿੱਚ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਦੀ ਸਥਿਰਤਾ ਇਸ ਤੱਥ ਦਾ ਸਿੱਟਾ ਹੈ ਕਿ ਨਾਭਿਕ ਬਲ ਲਘੂ ਪਰਾਸੀ (Short ranged) ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਵੱਡੇ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਅੰਦਰ ਸਥਿਤ ਕਿਸੇ ਨਿਊਕਲੀਆਨ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੀਏ। ਇਹ ਆਪਣੇ ਆਸ-ਪਾਸ ਦੇ ਸਿਰਫ ਉਹਨਾ ਨਿਊਕਲੀਅਨਾਂ ਤੋਂ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਹੋਵੇਗਾ ਜੋ ਇਸਦੇ ਨਾਭਿਕ ਬਲ ਦੇ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਆਉਣਗੇ। ਜੇ ਕੋਈ ਹੋਰ ਨਿਊਕਲੀਆਨ ਇਸ ਨਿਊਕਲੀਆਨ ਦੇ ਨਾਭਿਕ ਬਲ ਦੇ ਖੇਤਰ ਤੋਂ ਵੱਧ ਦੂਰ ਹੈ, ਤਾਂ ਉਹ ਇਸ ਨਿਊਕਲੀਆਨ ਦੀ ਬੰਧਨ-ਊਰਜਾ ਤੋਂ ਮਸਾਂ ਵੀ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਨਹੀਂ ਹੋਵੇਗਾ। ਜੇ ਕਿਸੇ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਨਾਭਿਕੀ ਬਲ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਵੱਧ ਤੋਂ ਵੱਧ P ਨਿਊਕਲੀਅਨ ਹੋ ਸਕਦੇ ਹੋਣ ਤਾਂ ਇਹਦੀ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ P ਦੇ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੋਵੇਗੀ। ਜੇ ਕਿਸੇ ਨਾਭਿਕ ਦੀ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ pk ਮੰਨੀਏ, ਜਿਥੇ r ਇੱਕ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਹੈ ਜਿਸਦੀ ਵਿਮਾਵਾ (Dimensions) ਉਹੀ ਹਨ ਜੋ ਊਰਜਾ ਦੀ ਹਨ । ਹੁਣ ਜੇ ਅਸੀਂ ਨਿਊਕਲੀਆਨ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਵਧਾਕੇ A ਦਾ ਮਾਨ ਵਧਾਈਏ, ਤਾਂ ਇਸਦੇ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਅੰਦਰ ਨਿਊਕਲੀਅਨਾਂ ਦੀ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਨਹੀਂ ਹੋਵੇਗੀ। ਕਿਉਕਿ ਕਿਸੇ ਵੀ ਵੱਡੇ ਨਾਭਿਕ ਵਿੱਚ ਜਿਆਦਾਤਰ ਨਿਊਕਲੀਆਨ ਇਸਦੇ ਅੰਦਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਸਤਹ ਦੀ ਬਜਾਏ, ਨਾਭਿਕ ਦੀ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਤੇ A ਦੇ ਵਾਧੇ ਦਾ ਕੱਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਨਾ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਪ੍ਰਤੀ ਨਿਊਕਲੀਨ ਸਥਿਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਲਗਭਗ pk ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਨਾਭਿਕਾਂ ਦਾ ਉਹ ਗੁਣ ਜਿਸਦੇ ਕਾਰਣ ਕੋਈ ਨਾਭਿਕ ਸਿਰਫ ਅਪਣੇ ਨਜਦੀਕ ਦੇ ਨਾਭਿਕਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਭਵਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ, ਨਾਭਿਕ ਦਾ ਸੰਤ੍ਰਿਪਤੀ ਗੁਣ (Saturation Property of Nuclear Force) ਕਹਾਂਉਦਾ ਹੈ।

III .ਇੱਕ ਬਹੁਤ ਭਾਰੇ ਨਾਭਿਕ ਜਿਵੇਂ $\acute{A}=240$ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀ ਨਿਊਕਲੀਆਨ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ $\acute{A}=120$ ਦੇ ਨਾਭਿਕ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਕਾਫੀ ਘੱਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਇਸਲਈ ਜੇ $\acute{A}=240$ ਦਾ ਕੋਈ ਨਾਭਿਕ $\acute{A}=120$ ਦੇ ਦੋ ਨਾਭਿਕ ਵਿੱਚ ਟੁੱਟਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਸ ਵਿੱਚ ਨਿਊਕਲੀਆਨ ਜਿਆਦਾ ਦ੍ਰਿੜਤਾ ਨਾਲ ਪਰਿਵੱਧ ਹੋਣਗੇ। ਇਸਦਾ ਮਤਲਬ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਇਸ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆਂ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ ਦਾ ਉਤਸਰਜਨ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਹ ਵਿਖੰਡਨ (Fussion) ਦੁਆਰਾ ਊਰਜਾ ਨਿਕਲਨ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਦੀ ਸੰਭਾਵਨਾ ਨੂੰ ਵਿਅਕਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਜਿਸਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਅਨੁਭਾਗ 13.7.1 ਵਿੱਚ ਚਰਚਾ ਕਰਾਂਗੇ।

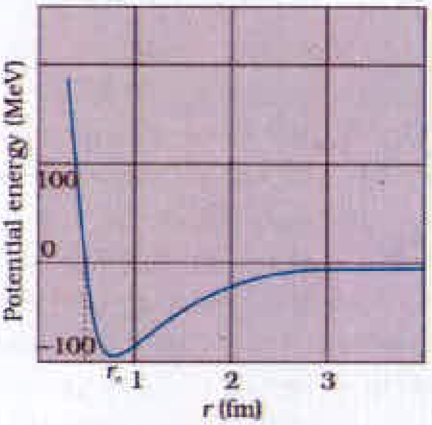
IV. ਸੋਚੋ ਕਿ ਜੇ ਦੋ ਹਲਕੇ ਨਾਭਿਕ (A<10) ਸੰਯੋਜਿਤ ਹੋ ਕੇ ਇੱਕ ਭਾਰੀ ਨਾਭਿਕ ਬਣਾਂਉਂਦੇ ਹਨ। ਸੰਯੋਜਨ ਦੁਆਰਾ ਬਣੇ ਇਸ ਭਾਰੇ ਨਾਭਿਕ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀ ਨਿਊਕਲੀਅਨ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਹਲਕੇ ਨਾਭਿਕ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀ ਬੰਧਨ ਨਿਊਕਲੀਅਨ ਊਰਜਾ ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸਦਾ ਅਰਥ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਅੰਤਿਮ ਸਿਸਟਮ ਵਿੱਚ ਕਣ ਆਰੰਭਿਕ ਸਿਸਟਮ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਵੱਧ ਦ੍ਰਿੜਤਾ ਨਾਲ ਬੰਨੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

ਇੱਥੇ ਸੰਯੋਜਨ ਦੀ ਇਸ ਕਿਰਿਆਂ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ ਮੁਕਤ ਹੋਵੇਗੀ। ਇਹੀ ਸੂਰਜ ਦੀ ਊਰਜਾ ਦਾ ਸੋਮਾ ਹੈ ਜਿਸਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਅਨੁਭਾਗ 13.7.3 ਵਿੱਚ ਚਰਚਾ ਕਰਾਂਗੇ।

13.5 ਨਾਭਿਕੀ ਬਲ (Nuclear Force)

ਉਹ ਬਲ ਜੋ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾ ਦੀ ਗਤੀ ਨੂੰ ਕਾਬੂ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਸਾਡਾ ਜਾਣਿਆ ਪਹਿਚਾਣਿਆ ਕੂਲਮ ਬਲ ਹੈ।

ਅਨੁਭਾਗ 13.4 ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਵੇਖਿਆ ਹੈ ਕਿ ਔਸਤ ਪੁੰਜ ਦੇ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਤੀ ਨਿਊਕਲੀਅਨ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਲਗਭਗ 8MeV ਹੈ ਜੋ ਪਰਮਾਣੂਆ ਦੀ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਅਧਿਕ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਨਾਭਿਕਾਂ ਵਿੱਚ ਕਣਾਂ ਨੂੰ ਆਪਸ ਵਿੱਚ ਜੋੜ ਕੇ ਰੱਖਣ ਲਈ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਸ਼ਕਤੀਸ਼ਾਲੀ ਆਕਰਸ਼ਨ ਬਲ ਦੀ ਲੋੜ ਹੈ। ਇਹ ਬਲ ਇਨਾਂ ਸ਼ਕਤੀਸ਼ਾਲੀ ਹੋਣਾ ਚਾਹਿਦਾ ਹੈ ਕਿ (ਧਨ ਚਾਰਜਿਤ) ਪ੍ਰੋਟਾਨਾ ਦੇ ਵਿੱਚ ਲਗ ਰਹੇ ਅਪਕਰਸ਼ਣ ਬਲਾਂ ਨਾਲੋਂ ਵੱਧ ਪ੍ਰਭਾਵਸ਼ਾਲੀ ਹੋਕੇ ਪੋਟਾਨਾ ਅਤੇ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾ ਦੋਵਾ ਨੂੰ ਨਾਭਿਕਾ ਦੇ ਸੁਖਮ ਆਇਤਨ ਨੂੰ ਬੰਨ ਕੇ ਰੱਖ ਸਕੇ। ਅਸੀਂ ਇਹ ਪਹਿਲੇ ਹੀ ਵੇਖ ਚੁਕੇ ਹਾਂ ਕਿ ਪ੍ਰਤੀ ਨਿਊਲੀਅਨ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਦੀ ਸਥਿਰਤਾ ਨੂੰ ਇਨ੍ਹਾ ਦੀ ਲਘੂ ਪਰਾਮੀ ਪ੍ਰਕ੍ਰਿਤੀ ਦੁਆਰਾ ਸਮਝਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਨਾਭਿਕੀ ਬੰਧਨ ਬਲਾਂ ਦੇ ਕੁਝ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ਤਾਵਾਂ ਨੂੰ ਸੰਖੇਪ ਵਿੱਚ ਹੇਠਾਂ ਲਿਖਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਹ ਗਿਆਨ 1930 ਤੋਂ 1950 ਦੇ ਵਿੱਚ ਕੀਤੇ ਗਏ ਕਈ ਪ੍ਰਯੋਗਾ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ।



ਚਿਤਰ 13.2 ਇਕ ਨਾਭਿਕੀ ਯੁਗਮ (Pair) ਦੀ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਦੀ ਦੂਰੀ ਦੇ ਫਲਨ (Funtion)ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ r_0 ਤੋਂ ਵੱਧ ਦੂਰੀ ਹੋਣ ਤੇ ਬਲ ਆਕਰਸ਼ਣ ਬਲ ਹੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ r_0 ਤੋਂ ਘੱਟ ਦੂਰੀ ਹੈ ਤੇ ਤੇਜ਼ ਆਪਕਰਸ਼ਣ ਬਲ । ਆਪਕਰਸ਼ਣ ਵੱਧ ਉਦੋ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦੋ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੂਰੀ r_0 ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

I. ਨਾਭਿਕੀ ਬਲ, ਚਾਰਜਾ ਵਿੱਚ ਲੱਗਣ ਵਾਲੇ ਕੂਲਮ ਬਲ ਅਤੇ ਪੁੰਜਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਲੱਗਣ ਵਾਲੇ ਗੁਰੂਤਾਕਰਸਣ ਬਲ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਜਿਆਦਾ ਸ਼ਕਤੀਸ਼ਾਲੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਨਾਭਿਕੀ ਬੰਧਨ ਬਲਾਂ ਨੂੰ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਅੰਦਰ ਪ੍ਰੋਟਾਨਾ ਦੇ ਵਿੱਚ ਲੱਗਣ ਵਾਲੇ ਕੂਲਮ ਆਪਕਰਸ਼ਣ ਬਲਾਂ ਤੇ ਕਾਬੂ ਪਾਉਣਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਇਸ ਲਈ ਸੰਭਵ ਹੋ ਪਾਉਂਦਾ ਹੈ ਕਿਉਕਿ ਨਾਭਿਕੀ ਬਲ ਕੂਲਮ ਬਲ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਜਿਆਦਾ ਤਾਕਤਵਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਗੁਰੁਤਾਅਕਰਸ਼ਣ ਬਲ ਤਾਂ ਕੂਲਮ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਹੀ ਕਾਫੀ ਕਮਜੋਰ ਬਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

II. ਨਿਊਕਲੀਅਨਾ ਵਿੱਚ ਦੂਰੀ ਵਧਾਕੇ ਕੁਝ ਫੈਮਟੋਮੀਟਰ(Femtometer) ਤੋਂ ਵੱਧ ਕਰਨ ਤੇ ਉਹਨਾ ਦੇ ਵਿੱਚ ਲੱਗਣ ਵਾਲਾ ਨਾਭਿਕੀ ਬਲ ਤੇਜ਼ੀ ਨਾਲ ਘਟਕੇ ਸਿਫਰ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਕਾਰਨ, ਔਸਤ ਅਤੇ ਵੱਡੇ ਸਾਇਜ਼ ਦੇ ਨਾਭਿਕਾ ਵਿੱਚ ਬਲਾਂ ਦੀ ਸੰਤ੍ਰਿਪਤਾ(Saturation of Force) ਵਾਲੀ ਸਥਿਤੀ ਆ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਜਿਸਦੇ ਕਾਰਣ ਪ੍ਰਤੀ ਨਿਊਕਲੀਅਨ ਊਰਜਾ ਸਥਿਰ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਦੋ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦੀ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ (Potential energy) ਅਤੇ ਉਹਨਾ ਦੇ ਵਿੱਚ ਦੀ ਦੂਰੀ ਦੇ ਸੰਬੰਧ ਦਰਸਾਉਣ ਵਾਲਾ ਇੱਕ ਗ੍ਰਾਫ ਚਿੱਤਰ 13.2 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਲਗਭਗ 0.8 fm ਦੀ ਦੂਰੀ r_0 ਤੇ ਸਥਿਤਜ ਊਰਜਾ ਦਾ ਮਾਨ ਨਿਊਨਤਮ ਹੋ ਜਾਂਦਾਂ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਇਸਦਾ ਅਰਥ ਇਹ ਹੋਇਆ ਜੇ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੂਰੀ 0.8 fm ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਬਲ ਆਕਰਸ਼ਨ ਬਲ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ 0.8 fm ਤੋਂ ਘੱਟ ਦੂਰੀ ਦੇ ਲਈ ਅਪਕਰਸ਼ਣ ਬਲ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

III)ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ-ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ, ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ-ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਅਤੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨ-ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਲੱਗਣ ਵਾਲੇ ਨਾਭਿਕੀ ਬਲ ਲਗਭਗ ਸਮਾਨ ਪਰਿਣਾਮ (Magnitude) ਦੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਨਾਭਿਕੀ ਬਲ ਬਿਜਲ ਚਾਰਜ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀ ਕਰਦੇ। ਕੂਲਮ ਦੇ ਨਿਯਮ ਅਤੇ ਨਿਊਟਨ ਦੇ ਗੁਰੂਤਾ ਨਿਯਮ ਦੇ ਵਾਂਗ ਨਾਭਿਕੀ ਬਲਾਂ ਦਾ ਕੋਈ ਸਰਲ ਗਣਿਤਮਕ ਰੂਪ ਨਹੀਂ ਹੈ।

13.6 ਰੇਡਿਓਐਕਟਿਵਤਾ (Radio Activity)

ਰੇਡਿਓਐਕਟਿਵਤਾ ਦੀ ਖੋਜ ਏ. ਐਚ. ਬੈਕੇਰਲ A.H.Bacquerel ਨੇ ਸੰਨ 1836 ਵਿੱਚ ਸੰਯੋਗ ਵਸ ਕੀਤੀ। ਯੋਗਿਕਾਂ ਨੂੰ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨਾਲ ਵਿਕਿਰਣਿਤ ਕਰਨ ਤੇ ਉਹਨਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀ ਦੀਪਤਾ (flourescence)ਅਤੇ ਸੱਫੁਰਦੀਪਤਾ (phosphorescence) ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਕਰਦੇ ਹੋਏ ਬੈਕੇਰਲ ਨੇ ਇੱਕ ਰੋਚਕ ਪਰਿਘਟਨਾ ਵੇਖੀ। ਯੂਰੇਨਿਅਮ ਪੋਟਾਸ਼ੀਅਮ ਸਲਫੇਟ ਦੇ ਕੁਝ ਟੁੱਕੜਿਆ ਤੇ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪਾਉਣ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਉਹਨਾ ਨੇ ਉਸਨੂੰ ਕਾਲੇ ਕਾਗਜ ਵਿਚ ਲਪੇਟ ਦਿੱਤਾ ਅਤੇ ਇਸ ਪੈਕੇਟ ਅਤੇ ਫੋਟੋਗ੍ਰਾਫਿਕ ਪਲੇਟ ਵਿਚ ਇਕ ਚਾਦੀ ਦਾ ਟੁਕੜਾ ਰੱਖਿਆ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾ ਕਈ ਘੰਟਿਆ ਤੱਕ ਰੱਖਣ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਜਦੋ ਫੋਟੋਗ੍ਰਾਫਿਕ ਪਲੇਟ ਨੂੰ ਉਕੇਰੀਆ (develope) ਤਾਂ ਇਹ ਵੇਖਿਆ ਗਿਆ ਕਿ ਇਹ ਪਲੇਟ ਕਾਲੀ ਪੈ ਚੁੱਕੀ ਸੀ) ਇਹ ਕਿਸੇ ਇਹੋ ਜਿਹੀ ਵਸਤੂ ਕਾਰਨ ਹੋਇਆ ਹੋਵੇਗਾ ਜੋ ਯੌਗਿਕ ਤੋਂ ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੋਈ ਹੋਵੇਗੀ ਅਤੇ ਕਾਲੇ ਕਾਗਜ ਅਤੇ ਚਾਦੀ ਦੋਨਾਂ ਨੂੰ ਭੇਦ ਕੇ ਫੋਟੋਗ੍ਰਾਫਿਕ ਪਲੇਟ ਤੇ ਪਹੁੰਚੀ ਹੋਵੇਗੀ।

ਬਾਅਦ ਵਿਚ ਕੀਤੇ ਪ੍ਰਯੋਗਾ ਨੇ ਦਰਸਾਇਆ ਕਿ ਰੇਡੀਓਐਕਟਿਵਤਾ ਇਕ ਨਾਭਿਕੀ ਪਰਿਘਟਨਾ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿਚ ਅਸਥਿਰ ਨਾਭਿਕਾ ਦਾ ਖੇ.(decay)ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਰੇਡੀਓਐਕਟਿਵ ਖੇ (rodioactive decay) ਆਖਦੇ ਹਨ। ਕੁਦਰਤ ਵਿਚ ਤਿੰਨ ਤਰ੍ਹਾ ਦੇ ਰੇਡੀਓਐਕਟਿਵ ਖੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ-

(1) α -ਖੇ ,ਜਿਸ ਵਿਚ ਹੀਲੀਅਮ ਨਾਭਿਕ $^{4}_{2}\mathrm{He}$ ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

(2) β-ਖੇ, ਜਿਸ ਵਿਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਪਾਜਿਟ੍ਰਾਨ(positron) (ਉਹ ਕਣ ਜਿਸਦਾ ਪੁੰਜ ਤਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਪਰ ਚਾਰਜ ਠੀਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਉਲਟ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

(3) γ-ਖੇ, ਜਿਸ ਵਿਚ ਉੱਚ ਊਰਜਾ (100keV ਜਾਂ ਅਧਿੱਕ) ਦੇ ਫੋਟਾਨ ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

ਇਹਨਾ ਵਿਚ ਹਰੇਕ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਖੇ. ਤੇ ਅੱਗੇ ਵਿਚਾਰ ਕੀਤਾ ਜਾਵੇਗਾ।

13.6.1 ਰੇਡਿਓ ਐਕਟਿਵ ਖੇ ਨਿਯਮ

ਕਿਸੇ ਰੇਡਿਓ ਐਕਟਿਵ ਨਮੂਨੇ ਵਿੱਚ ਜਿੱਥੇ α, β ਅਤੇ γ ਖੇ ਹੋ ਰਿਹਾ ਹੋਵੇ ਇਹ ਪਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੇ ਸਮੇਂ ਤੇ ਖੇ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਨਮੂਨੇ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਕੁੱਲ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਦੇ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਜੇ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਨਮੂਨੇ ਵਿੱਚ ਨਾਭਿਕਾ ਦੀ ਸੰਖਿਆ N ਹੋਵੇ ਅਤੇ Δt ਸਮੇ ਤੇ Δ N ਨਾਭਿਕਾਂ ਦਾ ਖੇ ਹੋ ਰਿਹਾ ਹੋਵੇ ਤਾਂ

$$\frac{\Delta N}{\Delta t} \propto N$$

ਅਤੇ $$\Delta N/\Delta t = \lambda N, \qquad (13.10)$$

ਜਿਥੇ λ ਰੇਡਿਓ ਐਕਟਿਵ ਖੇ ਅੰਕ (Radio Active decay constant) ਜਾਂ ਵਿਘਟਨ ਸਥਿਰਾਂਕ ਹੈ। (disintegration Constant)

Δt ਸਮੇ ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਨਮੂਨੇ ਵਿੱਚ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਵਿੱਚ ਹੋਇਆ ਪਰਿਵਰਤਨ ਹੈ $\mathrm{d}N = -\mathrm{d}N$ ਇਸਲਈ (ਜੇ $\Delta t \to 0$)) ਤਾਂ N ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਦੀ ਦਰ ਹੈ

$$\frac{\mathrm{d}N}{\mathrm{d}t} = -\lambda N$$

ਜਾਂ $$\frac{\mathrm{d}N}{N} = -\lambda \mathrm{d}t$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਇਸ ਸਮੀਕਰਣ ਦਾ ਦੋਵੇਂ ਪਾਸੇ ਸਮਾਕਲਨ (Integration) ਕਰਨ ਤੇ

$$\int_{N_0}^{N} \frac{dN}{N} = -\lambda \int_{t_0}^{t} dt \qquad (13.11)$$

ਅਤੇ

$$\ln N - \ln N_0 = -\lambda (t - t_0) \qquad (13.12)$$

ਇੱਥੇ N_0 ਕਿਸੇ ਪਲ t_0 ਤੇ ਰੇਡਿਓ ਐਕਟਿਵ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਹੈ। $t_0 = 0$ ਰੱਖਣ ਤੇ ਸਮੀਕਰਣ (13.12) ਨੂੰ ਦੁਬਾਰਾ ਲਿਖਣ ਤੇ

$$\ln \frac{N}{N_0} = -\lambda t \qquad (13.13)$$

ਜਿਸ ਤੋਂ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t} \qquad (13.14)$$

ਧਿਆਨ ਦੇਣ ਯੋਗ ਹੈ ਕਿ ਬਿਜਲੀ ਦਾ ਬਲਬ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਕਿਸੇ ਚਰ ਘਾਤਕੀ ਖੇ ਨਿਯਮ ਦੀ ਪਾਲਨਾ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ। ਜੇ ਅਸੀ ਹਜਾਰ ਬਲਬਾਂ ਦੀ ਉਮਰ (ਉਹ ਕਾਲ ਜਿਸਦੇ ਬਾਅਦ ਉਹ ਫਿਊਜ ਹੋਣਗੇ) ਦਾ ਪਰੀਖਣ ਕਰੀਏ ਤਾਂ ਅਸੀਂ ਇਹ ਆਸ ਕਰਾਂਗੇ ਕਿ ਸਾਰੇ ਬਲਬ ਲਗਭਗ ਇੱਕਠੇ ਫਿਊਜ ਹੋਣਗੇ। ਰੇਡਿਓ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦਾ ਖੇ ਇੱਕ ਵੱਖ ਨਿਯਮ , ਰੇਡਿਓ ਐਕਟਿਵ ਖੇ ਨਿਯਮ ਅਨੁਸਾਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਸਮੀਕਰਣ (13.14) ਦੁਆਰਾ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਨਮੂਨੇ ਦੀ ਖੇ ਦਰ R ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਂਕ ਸਮੇ ਵਿੱਚ ਖੇ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆਂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਮੰਨ ਲਓ ਜੇ ਸਮੇ ਅੰਤਰਾਲ ਵਿੱਚ ਖੇ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਨਾਭਿਕਾ ਦੀ ਸੰਖਿਆਂ ΔN ਤਾਂ $dN = -\Delta N$। ਧਨਾਤਮਕ ਰਾਸ਼ੀ R ਦੀ ਹੇਠ ਵਿਆਖਿਆ ਹੁੰਦੀ ਹੈ :- $R = -\frac{dN}{dt}$

ਸਮੀਕਰਨ (13.14) ਦਾ ਅਵਕਲਨ ਕਰਨ ਤੇ ;

$$R = \frac{-dN}{dt} = -\lambda N_0 e^{-\lambda t}$$

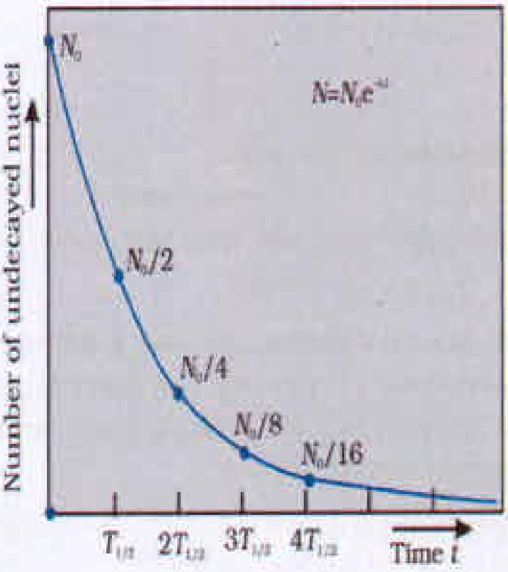
ਅਤੇ

$$R = R_0 e^{-\lambda t} \qquad (13.15)$$

ਇਹ ਰੇਡਿਓ ਐਕਟਿਵ ਖੇ ਨਿਯਮ ਦੇ ਸਮਾਨ ਹੈ (ਕਿਉਂਕਿ ਤੁਸੀਂ ਸਮੀਕਰਨ 13.15 ਦੇ ਸਮਾਕਲਨ (Integration) ਕਰਕੇ ਸਮੀਕਰਨ 13.14 ਮੁੜ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹੋ) ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ ਸਾਨੂੰ $R_0 = \lambda N_0$ ਤੇ $t = 0$. ਖੇ ਦਰ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਸਮੇਂ t ਤੇ ਖੇ ਦਰ R ਉਸ ਸਮੇ ਦੇ ਤੇ ਅਵਿਘਟਿਤ (Undecayed) ਨਾਭਿਕਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆਂ N ਨਾਲ ਹੇਠ ਰੂਪ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਹੁੰਦੀਹੈ;

$$R = \lambda N \qquad 13.16$$

ਰੇਡਿਓ ਐਕਟਿਵ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਨਮੂਨੇ ਦੀ ਖੇ ਦਰ ਵੱਧ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਮਾਪਣ ਰਾਸ਼ੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਇੱਕ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਨਾਂ ਐਕਟਿਵਤਾ(Activity) ਹੈ। ਇਸਦਾ SI ਮਾਤਰਕ ਬੈਕੇਰਲ (ਪ੍ਰਤੀਕ Bq) ਹੈ ਜੋ ਰੇਡਿਓਐਕਟਿਵਤਾ ਦੀ ਖੋਜ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਹੇਨਰੀ ਬੈਕੇਰਲ ਦੀ ਯਾਦ ਵਿੱਚ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 13.3 ਰੇਡੀਓ ਐਕਟਿਵ ਪ੍ਰਜਾਤੀਆਂ ਦੀ ਦਰ ਘਾਤਾਂਕੀ (Exponential) ਖੇ ਹਰ $T_{1/2}$ ਸਮੇਂ ਦੇ ਬਾਦ ਦਿੱਤੀ ਪ੍ਰਜਾਤੀ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਅੱਧੀ ਰਹਿ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

1 ਬੈਕੇਰਲ ਦਾ ਅਰਥ ਇੱਕ ਖੇ ਪ੍ਰਤੀ ਸੈਕੰਡ ਹੈ। ਇੱਕ ਦੂਸਰੀ ਮਾਤ੍ਰਕ ਕਿਊਰੀ (Curie) (ਪ੍ਰਤੀਕ Ci) ਵੀ ਆਮਤੌਰ ਤੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ ਹੈ ਜੋ SI ਮਾਤ੍ਰਕ Bq ਨਾਲ ਹੇਠਾਂ ਰੂਪ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਹੈ:-

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

1 ਕਿਊਰੀ = 1 Ci = 3.7×10^{10} ਖੇ ਪ੍ਰਤੀ ਸੈਕੰਡ

= 3.7×10^{10} Bq

ਵੱਖ ਵੱਖ ਰੇਡਿਓ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦੀ ਖੇ ਦਰ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਵਖਰਾਪਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਗੁਣ ਨੂੰ ਅਰਧ ਉਮਰ (Half Life) ਦੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਮਾਪਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਰੇਡਿਓ ਨਾਭਿਕ ਦਾ ਅਰਧ ਉਮਰ $T_{1/2}$ ਉਹ ਸਮਾਂ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਇਸਦੀ ਸੰਖਿਆਂ ਆਰੰਭਿਕ ਸੰਖਿਆ (ਮੰਨਿਆ ਕਿ N_0) ਦੀ ਅੱਧੀ ਮਤਲਬ ($N_0/2$) ਰਹਿ ਜਾਵੇ।

ਸਮੀਕਰਨ (13.14) ਵਿੱਚ ਸਮਾਂ $t=T_{1/2}$

ਅਤੇ $N = N_0/2$ ਰੱਖਣ ਤੇ

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0.693}{\lambda} \qquad (13.17)$$

ਸਮੀਕਰਨ (13.16) ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ , ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ ਸੰਖਿਆ $T_{1/2}$, ਸਮੇ ਵਿੱਚ ਅੱਧੀ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਐਕਟਿਵਿਟੀ R_0 ਵੀ ਇਸ ਸਮੇ ਵਿੱਚ ਅੱਧੀ ਰਹਿ ਜਾਵੇਗੀ ।

ਇੱਕ ਹੋਰ ਸੰਬੰਧਿਤ ਮਾਪਦੰਡ ਔਸਤ ਉਮਰ (t) ਹੈ। ਇਸਦਾ ਮਾਨ ਵੀ ਸਮੀਕਰਨ (13.14) ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਸਮੇ ਅੰਤਰਾਲ t ਤੋਂ t + Δt ਵਿਖੇ ਖੇ- ਹੋਏ ਨਾਭਿਕ $R(t)\Delta t$ $(= \lambda N_0 e^{-\lambda t} \Delta t)$ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਵਿੱਚੋ ਸਾਰੇ t ਸਮੇ ਤਕ ਜੀਵਿਤ ਰਹਿੰਦੇ ਹਨ ।

ਇਸ ਲਈ ਇਹਨਾਂ ਸਾਰੇ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦਾ ਕੁਝ ਜੀਵਨ $t\,\lambda N_0 e^{-\lambda t}$.ਹੋਵੇਗਾ। ਇਹ ਸਾਫ ਹੈ ਕਿ ਕੁਝ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦਾ ਜੀਵਨ ਕਾਲ ਘੱਟ ਅਤੇ ਕੁਝ ਦਾ ਜੀਵਨ ਕਾਲ ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਔਸਤ ਉਮਰ ਦਾ ਮਾਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ ਉਕਤ ਸਮੀਕਰਨ ਦਾ ਕੁਝ ਸਮੇ 0 ਤੋਂ ∞ ਤੱਕ ਦੇ ਲਈ ਜੋੜ (ਯਾ ਸਮਾਕਲਨ) ਕਰਕੇ ਸਮੇ t=0 ਤੇ ਮੋਜੂਦ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ N_0 ਤੇ ਵੰਡ ਦੇਣਾ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਸ ਲਈ

$$\tau = \frac{\lambda N_0 \int_0^\infty t e^{-\lambda t} \mathrm{d}t}{N_0} = \lambda \int_0^\infty t e^{-\lambda t} \mathrm{d}t$$

ਇਸ ਸਮਾਕਲਨ ਨੂੰ ਹੱਲ ਕਰਨ ਤੇ

$\tau = 1/\lambda$ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ।

ਉਪਰੋਕਤ ਸਿੱਟਿਆ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਸੰਖੇਪ ਵਿੱਚ ਹੇਠ ਅਨੁਸਾਰ ਦਰਸ਼ਾ ਸਕਦੇ ਹਾਂ:

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \tau \ln 2 \qquad (13.18)$$

ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਰੇਡਿਓਐਕਟਿਵ ਤੱਤ(ਜਿਵੇਂ ਟ੍ਰਾਇਟਿਅਮ ਅਤੇ ਪਲੂਟੋਨਿਯਮ) ਜਿਹਨਾਂ ਦੀ ਅਰਧ ਉਮਰ ਦੁਨੀਆਂ ਦੀ ਉਮਰ (ਲਗਭਗ 15 ਅਰਬ ਸਾਲ) ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੈ ਕਾਫੀ ਸਮੇਂ ਪਹਿਲਾਂ ਹੀ ਵਿਘਟਿਤ ਹੋ ਚੁਕੇ ਹਨ ਅਤੇ ਕੁਦਰਤ ਵਿੱਚ ਮੋਜੂਦ ਨਹੀ ਹਨ। ਪਰੰਤੂ ਇਹਨਾਂ ਦਾ ਨਾਭਿਕੀ ਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦੁਆਰਾ ਬਨਾਵਟੀ ਰੂਪ ਨਾਲ ਉਤਪਾਦਨ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ

ਉਦਾਹਰਨ 13.4 ਖੇ ਹੋ ਰਹੇ ${}^{238}_{92}\mathrm{U}$ ਦੀ , α ਖੇ ਦੇ ਲਈ ਅਰਧ ਆਯੂ 4.5×10^9 ਸਾਲ ਹੈ । ${}^{238}_{92}\mathrm{U}$ ਦੇ 1g ਨਮੂਨੇ ਦੀ ਐਕਟਿਤਾ ਕੀ ਹੈ ?

ਹੱਲ : $T_{1/2} = 4.5 \times 10^9$ y

$= 4.5 \times 10^9 \text{ y} \times 3.16 \times 10^7$ s/y

$= 1.42 \times 10^{17}$ s

ਕਿਸੇ ਸਮਸਥਾਨਕ ਦੇ 1 kmol ਵਿੱਚ ਅਵਿਗਾਡਰੋ ਸੰਖਿਆ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ: 1g, ${}^{238}_{92}\mathrm{U}$ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਮਾਣੂਆ ਦੀ ਸੰਖਿਆਂ $\frac{1}{238 \times 10^{3}}$ kmol $\times 6.025 \times 10^{26}$ ਪਰਮਾਣੂ /kmol

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

$= 25.3 \times 10^{20}$ ਹੈ।

ਖੇ ਦਰ R ਹੈ।

$R = \lambda N$

$\frac{0.693}{T_{1/2}} N \qquad \frac{0.693 \times 25.3 \times 10^{20}}{1.42 \times 10^{17}} s^{-1}$

$= 1.23 \times 10^4 \, s^{-1}$

$= 1.23 \times 10^4$ Bq

ਉਦਹਾਰਣ 13.5 β_ਖੇ ਦਆਰਾ , ਟ੍ਰਾਇਟਿਅਮ ਦੀ ਅਰਧ ਉਮਰ 12.5 ਸਾਲ ਹੈ। 25 ਸਾਲਾਂ ਬਾਅਦ ਸ਼ੁੱਧ ਟ੍ਰਾਇਟਿਅਮ ਦੇ ਇੱਕ ਨਮੂਨੇ ਦਾ ਕਿੰਨਾ ਭਾਗ ਅਵਿਘਟਿਤ ਹੋਵੇਗਾ ?

ਹੱਲ: ਪਰਿਭਾਸ਼ਾਂ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ 12.5 ਸਾਲ ਬਾਅਦ ਟ੍ਰਇਟਿਅਮ ਦੇ ਨਮੂਨੇ ਦਾ ½ ਭਾਗ ਬਚੇਗਾ। ਅਗਲੇ 12.5 ਸਾਲ ਬਾਅਦ ਇਸ ਅੱਧੇ ਦਾ ਫਿਰ ਅੱਧਾ ਮਤਲਬ ¼ ਭਾਗ ਬਚੇਗਾ। ਇਸ ਲਈ 25 ਸਾਲ ਬਾਅਦ ਸ਼ੁਧ ਟ੍ਰਾਇਟਿਯਮ ਦੇ ਕਿਸੇ ਨਮੂਨੇ ਦਾ ¼ ਅਵਿਘਟਿਤ ਭਾਗ ਰਹੇਗਾ।

13.6.2 ਐਲਫਾ ਖੇ

${}^{238}_{92}U$ ਦਾ ${}^{234}_{90}Th$ ਵਿੱਚ ਖੇ ਅਲਫਾ ਖੇ ਦਾ ਇੱਕ ਪ੍ਰਚੱਲਿਤ ਓਦਹਾਰਨ ਹੈ । ਇੱਸ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਹੀਲੀਅਮ ਨਾਭਿਕ ${}^{4}_{2}He$ ਉਤਸਰਗਜਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ:

$${}^{238}_{92}U \dashrightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^{4}_{2}He \qquad (13.19)$$

ਐਲਫਾ ਖੇ ਵਿੱਚ ਉਤਪਾਦਿਤ ਵਿਘਟਨ ਯੋਗ ਨਾਭਿਕ ਦੀ ਪੁੰਜ ਸੰਖਿਆਂ ਖੇ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਮੂਲ ਨਾਭਿਕ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਨਾਲੇ 4 ਘੱਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਅੰਕ 2 ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਕਿਸੇ ਮੂਲ ਨਾਭਿਕ ${}^{A}_{Z}X$ ਦੇ ਨਾਭਿਕ ${}^{A-4}_{Z-2}Y$ ਦੇ ਵਿਘਟਨ ਦੇ ਰੂਪਾਂਤਰ ਨੂੰ ਅਸੀ ਹੇਠਾਂ ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਦਰਸ਼ਾਉਦੇਂ ਹਾਂ:-

$${}^{A}_{Z}X \dashrightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}He \qquad (13.20)$$

ਆਇਨਸਟਾਈਨ ਦੇ ਪੁੰਜ ਊਰਜਾ ਸਮਤੁਲਤਾ ਸੰਬੰਧ [ਸਮੀਕਰਨ 13.6] ਅਤੇ ਊਰਜਾ ਸੁਰੱਖਿਅਣ ਤੋ ਇਹ ਸਾਫ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਸੁਭਾਵਿਕ ਖੇ ਸਿਰਫ ਉਦੋ ਹੀ ਸੰਭਵ ਹੈ ਜਦੋ ਵਿਘਟਿਤ ਊਤਪਾਦਾਂ ਦਾ ਕੁਲ ਪੁੰਜ ਸ਼ੁਰੂਆਤੀ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਪੁੰਜ ਤੋ ਘੱਟ ਹੋਵੇ। ਪੁੰਜ ਵਿੱਚ ਇਹ ਅੰਤਰ ਉਤਪਾਦ ਦੀ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਨਾਭਿਕਾਂ ਦੀ ਪੁੰਜ ਸੂਚੀ ਤੋਂ ਇਹ ਪਤਾ ਲਗਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ ${}^{234}_{90}Th$ ਅਤੇ ${}^{4}_{2}He$ ਦਾ ਕੁਲ ਪੁੰਜ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ${}^{238}_{92}U$ ਦੇ ਪੁੰਜ ਤੋਂ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਸ਼ੁਰੂਆਤੀ ਪੁੰਜ ਊਰਜਾ ਅਤੇ ਵਿਘਟਿਤ ਉਤਪਾਦਾਂ ਦੀ ਕੁਲ ਪੁੰਜ ਊਰਜਾ ਦਾ ਅੰਤਰ ਇਸ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਦਾ Q ਮਾਨ (Q-value) ਜਾਂ ਵਿਘਟਨ ਊਰਜਾ (Disintegration Energy) ਕਹਾਉਂਦੀ ਹੈ।

ਐਲਫਾ ਖੇ ਵਿੱਚ

$$Q = (m_X - m_Y - m_{He})\, c^2 \qquad (13.21)$$

ਊਰਜਾ ਦਾ ਇਹ ਮਾਨ ਇਸ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਪੈਦਾ ਹੋਈ ਕੁਲ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਅਤੇ ਉਤਪਾਦਾ ਦੀ ਕੁਲ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ (ਜੇ ਸ਼ੁਰੂਆਤੀ ਨਾਭਿਕ X ਸਥਿਰ ਹੈ) ਵੀ ਹੈ। ਇਸੇ ਲਈ ਕਿਸੇ ਤਾਪ ਨਿਕਾਸੀ (Exothermtic reaction) ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ (ਜਿਵੇ ਕਿ ਐਲਫਾ ਖੇ) ਦੇ ਲਈ Q>0 ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਉਦਹਾਰਣ 13.6 ਸਾਨੂੰ ਹੇਠਾਂ ਲਿਖੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਪੁੰਜ ਦਿੱਤੇ ਹੋਏ ਹਨ:-

$^{238}_{92}U$ = 238.05079 u $^{4}_{2}He$ = 4.00260 u

$^{234}_{90}Th$ = 234.04363 u $^{1}_{1}H$ = 1.00783 u

$^{237}_{91}Pa$ = 237.05121 u

ਇਥੇ ਪ੍ਰਤੀਕ Pa ਤੱਤ ਪ੍ਰੋਟਐਕਟੀਨੀਅਮ (Z = 91) ਦੇ ਲਈ ਹੈ।

a) $^{238}_{92}U$ ਦੇ α ਖੇ ਵਿੱਚ ਉਤਸਰਜਿਤ ਊਰਜਾ ਦਾ ਪਰਿਕਲਨ ਕਰੋ।

b ਦਰਸਾਓ ਕਿ $^{238}_{92}U$ ਆਪ ਮੁਹਾਰੀ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਉਤਸਰਜਿਤ ਨਹੀ ਕਰ ਸਕਦਾ।

ਹੱਲ a) $^{238}_{92}U$ ਦਾ ਅਲਫਾ ਖੇ ਸਮੀਕਰਨ 13.20 ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਕ੍ਰਿਆ ਵਿੱਚ ਉਤਸਰਜਿਤ ਊਰਜਾ ਦੇ ਲਈ ਸੂਤਰ ਹੈ:

$$Q = (M_U - M_{Th} - M_{He})\, c^2$$

ਪ੍ਰਸ਼ਨ ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੇ ਆਂਕੜੇ ਉਪਰੋਕਤ ਵਿੱਚ ਸੂਤਰ ਭਰਨ ਤੇ,

$$Q = (238.05079 - 234.04363 - 4.00260)\text{u} \times c^2$$
$$= (0.00456\ \text{u})\, c^2$$
$$= (0.00456\ \text{u})\,(931.5\ \text{MeV/u})$$
$$= 4.25\ \text{MeV.}$$

b) ਜੇ $^{238}_{92}U$ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦਾ ਆਪ ਮੁਹਾਰੀ ਉਤਸਰਜਨ ਹੁੰਦਾ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਵਿਘਟਨ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਇਵੇ ਲਿਖਾਗੇ:-

$$^{238}_{92}U \dashrightarrow\ ^{237}_{91}Pa + ^{1}_{1}H$$

ਇਹ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਸੰਭਵ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਇਸ ਲਈ

$$= (M_U - M_{Pa} - M_H)\, c^2 \qquad \alpha$$
$$= (238.05079 - 237.05121 - 1.00783)\ \text{u} \times c^2$$
$$= (-0.00825\ \text{u})\, c^2$$
$$= -(0.00825\ \text{u})(931.5\ \text{MeV/u})$$
$$= -7.68\ \text{MeV}$$

ਇਥੇ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਦਾ Q ਕਿਉਂਕਿ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਪ੍ਰੋਟਾਨਾ ਦਾ ਆਪ ਮੁਹਾਰੀ ਵਿਘਟਿਤ ਹੋਣਾ ਸੰਭਵ ਨਹੀ ਹੈ। $^{238}_{92}U$ ਨਾਭਿਕ ਤੋਂ ਇਕ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਉਤਸਰਜਿਤ ਕਰਨ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਇਸਨੂੰ 7.68MeV ਊਰਜਾ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਨੀ ਪਵੇਗੀ ।

13.6.3 ਬੀਟਾ-ਖੇ (Beta Decay)

ਬੀਟਾ-ਖੇ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਨਾਭਿਕ ਵਿੱਚੋ ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ (β^--ਖੇ) ਜਾਂ ਇਕ ਪੱਾਜੀਟ੍ਰਾਨ (β^+-ਖੇ) ਦਾ ਆਪ ਮੁਹਾਰੀ ਉਤਸਰਜਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । β^- ਖੇ ਅਤੇ β^+- ਖੇ ਦੇ ਆਮ ਉਦਾਹਰਨ ਹੇਠਾ ਦਿੱਤੇ ਹਨ

:

$$^{32}_{15}P \rightarrow\ ^{32}_{16}S + e^- + \bar{\nu} \qquad (13.22)$$
$$^{22}_{11}Na \rightarrow\ ^{22}_{10}Ne + e^+ + \nu \qquad (13.23)$$

ਇਹ ਖੇ ਸਮੀਕਰਨ (13.14) ਅਤੇ (13.15) ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਹੀ ਹਨ ਜਿਸ ਨਾਲ ਅਸੀਂ ਪਹਿਲੇ ਹੀ ਇਹ ਅੰਦਾਜਾ ਨਹੀ ਲਾ ਸਕਦੇ ਕਿ ਕਿਹੜੇ ਨਾਭਿਕ ਦਾ ਖੇ-ਹੋਵੇਗਾ ।ਪਰੰਤੂ ਇਸ ਖੇ ਨੂੰ ਅਰਧ ਆਯੂ (T1/2) ਨਾਲ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ । ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ ਉਪਰੋਕਤ ਵਿਘਟਨਾਂ ਦੇ ਲਈ ਅਰਧ-ਉਮਰ 14.3 ਦਿਨ ਅਤੇ 2.6 ਸਾਲ ਹੈ । β ਖੇ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਉਤਸਰਜਨ ਦੇ ਨਾਲ ਹੀ ਇਕ ਐਂਟੀਨਿਊਟਰੀਨੋ (Antineutrino) ($\bar{\nu}$) ਦਾ ਵੀ ਉਤਸਰਜਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਅਤੇ β^+-ਖੇ ਇੱਚ ਪਾਜੀਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਨਾਲ ਨਿਊਟ੍ਰੀਨੋ (Neutrino) (v) ਦਾ ਉਤਸਰਜਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਨਿਊਟ੍ਰੀਨੋ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਪੁੰਜ (ਲਗਭਗ ਸਿਫਰ) ਵਾਲੇ ਅਣ-ਚਾਰਜਿਤ ਕਣ ਹੁੰਦੇ ਹਨ । ਇਹ ਹੋਰ ਕਣਾ ਦੇ ਨਾਲ ਸਿਰਫ ਖੀਣ ਪਰਸਪਰ ਕਿਰਿਆ (Weak Interaction) ਕਰਦੇ ਹਨ । ਇਹ ਬਿਨਾਂ ਕਿਰਿਆ ਕੀਤੇ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਬਹੁਤ ਵੱਡੀ ਮਾਤਰਾ (ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਵੀ) ਨੂੰ ਵੀ ਪਾਰ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਨ । ਇਹੀ ਕਾਰਨ ਹੈ ਕਿ ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਸੂਹ ਲਭਨੀ ਬੜੀ ਔਖੀ ਹੈ । β^- ਅਤੇ β^+ ਦੋਵੇ ਵਿਘਟਨਾ ਵਿਚ ਪੁੰਜ ਸੰਖਿਆ A ਨਹੀਂ ਬਦਲੀ β^--ਖੇ ਵਿੱਚ ਨਾਭਿਕ ਦਾ ਪਰਮਾਣੂ ਅੰਕ Z1 ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ β^+ - ਖੇ ਵਿਚ 1 ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । β^- - ਖੇ ਵਿਚ ਮੂਲ ਨਾਭਿਕੀ ਪ੍ਰਕ੍ਰਿਆ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਵਿਚ ਰੂਪਾਂਤਰਨ ਹੈ

$$n \rightarrow p + e^- + \bar{v} \qquad (13.24)$$

ਅਤੇ β^+ - ਖੇ ਵਿਚ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦਾ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਵਿਚ ਰੂਪਾਂਤਰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ

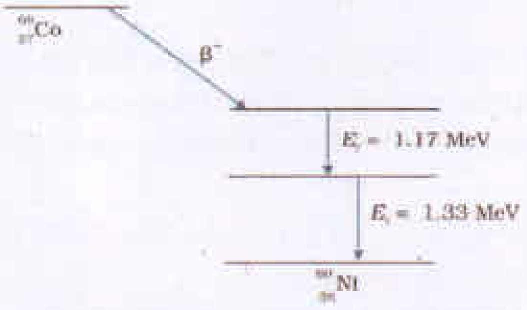
$$p \rightarrow n + e^+ + v \qquad (13.25)$$

ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦਾ ਪੁੰਜ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਪੁੰਜ ਨਾਲੋ ਘੱਟ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦਾ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਵਿਚ ਖੇ (ਸਮੀ (13.25)) ਸਿਰਫ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਅੰਦਰ ਹੀ ਸੰਭਵ ਹੈ ਜਦਕਿ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਵਿਚ ਵਿਘਟਨ ਮੁਕਤ ਅਵਸਥਾ ਵਿਚ ਵੀ ਸੰਭਵ ਹੈ (ਸਮੀ (13.24))

13.6.4 ਗਾਮਾ-ਖੇ (Gamma Decay)

ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਸਮਾਨ ਨਾਭਿਕ ਵਿੱਚ ਵੀ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਊਰਜਾ ਸਤਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ । ਭੋ ਸਤਰ (Ground State) ਅਤੇ ਉੱਤੇਜਿਤ ਸਤਰ (Excited State) ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਊਰਜਾ ਮਾਨਾ ਵਿਚ ਹੋਰ ਵੀ ਵੱਧ ਵਿਲੱਖਣਤਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ । ਪਰਮਾਣਵੀ ਊਰਜਾ ਸਤਰਾ (Atomic Energy Levels) ਦਾ ਕੋਟੀਮਾਨ (Order) eV ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦੋ ਕਿ ਨਾਭਿਕੀ ਊਰਜਾ ਸਤਰਾਂ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾਵਾਂ ਦਾ ਅੰਤਰ (MeV) ਦੇ ਕੋਟੀਮਾਨ ਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਜਦੋ ਕੋਈ ਨਾਭਿਕ ਉੱਤੇਜਿਤ ਸਤਰ ਤੋਂ ਆਪਣੇ ਆਪ ਭੋ ਸਤਰ (ਜਾਂ ਥੱਲੜੇ ਊਰਜਾ ਸਤਰ) ਤੇ ਆਉਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦੇ ਦੋਨਾਂ ਊਰਜਾ ਸਤਰਾਂ ਦੇ ਅੰਤਰ ਦੇ ਸਮਾਨ ਊਰਜਾ ਦਾ ਫੋਟਾਨ (Photon) ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਇਹੀ ਗਾਮਾ-ਖੇ ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ । ਇਹ ਊਰਜਾ (MeV), ਕਠੋਰ X-ਕਿਰਣਾ ਦੇ ਖੇਤਰ ਤੋਂ ਘੱਟ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਵਾਲੀ ਵਿਕਿਰਣਾ ਨਾਲ ਸਬੰਧਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ।

ਸਾਧਾਰਨ ਤੌਰ ਤੇ ਕਿਸੇ ਗਾਮਾ ਕਿਰਣ ਦਾ ਉਤਸਰਜਨ ਐਲਫਾ ਅਤੇ ਬੀਟਾ ਖੇ ਕਾਰਨ ਵਿਘਟਿਤ ਨਾਭਿਕ (Daughter Nucleus) ਦੇ ਉੱਤੇਜਿਤ ਅਵਸਥਾ (Excited State) ਵਿਚ ਰਹਿਣ ਕਾਰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਉੱਤੇਜਿਤ ਨਾਭਿਕ ਭੋ ਸਤਰ ਤੇ ਆਉਣ ਦੀ ਪ੍ਰਕ੍ਰਿਆ ਵਿਚ ਇਕ ਫੋਟਾਨ ਅਤੇ ਇਕ ਤੋਂ ਜਿਆਦਾ ਫੋਟਾਨਾ ਦਾ ਉਤਸਰਜਨ ਕਰਦੇ ਹਨ 1.1.17MeV ਅਤੇ 1.33MeV ਊਰਜਾਵਾਂ ਦੀ ਗਾਮਾ ਕਿਰਣਾਂ ਦੇ ਲੜੀਵਾਰ ਉਤਸਰਜਨ ਦਾ ਆਮ ਉਦਾਹਰਨ $^{60}_{27}Co$ ਨਾਭਿਕ ਦੇ β ਦੁਆਰਾ $^{60}_{28}Ni$ ਨਾਭਿਕ ਵਿਚ ਵਿਘਟਿਤ ਹੋਣ ਦੀ ਪ੍ਰਕ੍ਰਿਆ ਵਿਚ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਤਿ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।



ਚਿੱਤਰ 13.4 → $^{60}_{28}Ni$ ਦੇ β - ਖੇ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਵਿਘਟਿਤ ਨਾਭਿਕ $^{60}_{28}Ni$ ਵਿੱਚੋਂ 2 ਗਾਮਾ ਕਿਰਣਾ ਦਾ ਉਤਸਰਜਨ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

13.7 ਨਾਭਿਕੀ ਊਰਜਾ (Nuclear Energy)

ਚਿੱਤਰ 13.1 ਵਿਚ ਦਰਸ਼ਾਏ ਗਏ ਪ੍ਰਤੀ ਨਿਊਕਲੀਆਨ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ E_{bn} ਵਕਰ ਵਿਚ A = 30 ਅਤੇ A = 170 ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਇਕ ਲੰਬਾ ਪੱਧਰਾ ਭਾਗ ਹੈ । ਇਸ ਭਾਗ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤੀ ਨਿਊਕਲੀਆਨ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਲਗਭਗ ਸਥਿਰ (8.0Mev) ਹੈ । ਹਲਕੇ ਨਾਭਿਕਾਂ A>30 ਵਾਲੇ ਭਾਗ ਅਤੇ ਭਾਰੀ ਨਾਭਿਕਾਂ A>170 ਵਾਲੇ ਭਾਗ ਵਿਚ ਜਿਵੇ ਅਸੀਂ ਪਹਿਲਾ ਹੀ ਦੇਖ ਚੁਕੇ ਹਾਂ ਪ੍ਰਤੀ ਨਿਊਕਲੀਆਂਨ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ 8.0MeV ਤੋਂ ਘੱਟ ਹੈ । ਜੇ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਵੱਧ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਉਸ ਬੰਧਿਤ ਸਿਸਟਮ ਵਰਗੇ ਨਾਭਿਕ ਦਾ ਕੁਲ ਪੁੰਜ ਘੱਟ ਹੋਵੇਗਾ ਇਸ ਕਾਰਨ ਜੇ ਕੋਈ ਘੱਟ ਕੁਲ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਵਾਲਾ ਨਾਭਿਕ ਕਿਸੇ ਵੱਧ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਵਾਲੇ ਨਾਭਿਕ ਵਿੱਚ ਬਦਲਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਕੁਲ ਊਰਜਾ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲੇਗੀ ਕਿਸੇ ਭਾਰੇ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਦੋ ਅਤੇ ਦੋ ਤੋਂ ਵੱਧ ਵਿਚਕਾਰਲੇ ਪੁੰਜ ਖੰਡਾ (ਵਿਖੰਡਨ) ਅਤੇ ਹਲਕੇ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦਾ ਕਿਸੇ ਭਾਰੀ ਨਾਭਿਕਾਂ ਵਿੱਚ ਸੰਯੋਜਨ (Fusion) ਦੀ ਪ੍ਰਕ੍ਰਿਆ ਵਿੱਚ ਇਵੇ ਹੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।

ਕੋਲੇ ਅਤੇ ਪੈਟ੍ਰੋਲੀਅਮ ਵਰਗੇ ਪਰੰਪਰਾਗਤ ਊਰਜਾ ਸੋਮਿਆ ਵਿੱਚ ਤਾਪਨਿਕਾਸੀ ਰਸਾਇਣਿਕ ਕਿਰਿਆਵਾਂ ਹੁੰਦੀਆ ਹਨ । ਇਥੇ ਨਿਕਾਸ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਊਰਜਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵੋਲਟ ਦੀ ਦਰ ਦੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਜਦਕਿ ਕਿਸੇ ਨਾਭਿਕੀ ਪ੍ਰਕ੍ਰਿਆ ਵਿਚ, MeV ਦਰ ਦੀ ਊਰਜਾ ਨਿਸ਼ਕਾਸ਼ਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ ਪੁੰਜ ਦੀ ਸਮਾਨ ਮਾਤਰਾ ਲਈ ਰਸਾਇਣਿਕ ਸੋਮਿਆ ਦੀ ਬਜਾਏ ਨਾਭਿਕ ਸੋਮੇ ਲੱਖਾ ਗੁਣਾ ਊਰਜਾ ਦਾ ਨਿਕਾਸ ਕਰਦੇ ਹਨ । ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ 1kg ਯੂਰੇਨਿਅਮ ਦੇ ਵਿਖੰਡਨ ਤੋਂ ਲਗਭਗ 10^{14} J ਊਰਜਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਜਦਕਿ 1kg ਕੋਲੇ ਦੇ ਦਹਿਣ ਤੋਂ 10^{7} J ਊਰਜਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ।

13.7.1 ਵਿਖੰਡਨ (Fission)

ਕੁਦਰਤੀ ਰੇਡਿਓ ਐਕਟਿਵ ਵਿਘਟਨਾਂ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ ਨਾਭਿਕਾਂ ਤੇ ਹੋਰ ਨਾਭਿਕੀ ਕਣਾ ਜਿਵੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨ, ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ, ਐਲਫਾ-ਕਣ ਆਦਿ ਦੇ ਨਾਲ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਨਾਭਿਕੀ ਪ੍ਰਕ੍ਰਿਆਵਾ ਤੇ ਧਿਆਨ ਦੇਨ ਦੀ ਨਵੀ ਸੰਭਾਵਨਾਵਾ ਬਣਦੀ ਹਨ।

ਵਿਖੰਡਨ ਇੱਕ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ-ਪ੍ਰੇਰਕ ਨਾਭਿਕੀ ਪ੍ਰਕ੍ਰਿਆ ਹੈ । ਵਿਖੰਡਨ ਦੇ ਉਦਾਹਰਨ ਵਜੋ ਜਦੋ ਕਿਸੇ ਯੂਰੇਨਿਅਮ ਸਮਸਥਨਕ $^{235}_{92}\mathrm{U}$ ਤੇ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਬੰਬਾਰੀ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਦੋ ਵਿਚਕਾਰਲੇ ਪੁੰਜ ਵਾਲੇ ਨਾਭਿਕੀ ਖੰਡਾ ਵਿਚ ਵਿਖੰਡਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ:

$$^{1}_{0}\mathrm{n} + ^{235}_{92}\mathrm{U} \rightarrow ^{236}_{92}\mathrm{U} \rightarrow ^{144}_{56}\mathrm{Ba} + ^{89}_{36}\mathrm{Kr} + 3\,^{1}_{0}\mathrm{n} \qquad (13.26)$$

ਇਸ ਕਿਰਿਆ ਵਿਚ ਵਿਚਕਾਰਲੇ ਪੁੰਜ ਵਾਲੇ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦੇ ਵੱਖ ਯੁਗਮ ਵੀ ਉਤਪੰਨ ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ:-

$$^{1}_{0}\mathrm{n} + ^{235}_{92}\mathrm{U} \rightarrow ^{236}_{92}\mathrm{U} \rightarrow ^{133}_{51}\mathrm{Sb} + ^{99}_{41}\mathrm{Nb} + 4\,^{1}_{0}\mathrm{n} \qquad (13.27)$$

ਇਕ ਹੋਰ ਉਦਾਹਰਨ ਹੈ :

$$^{1}_{0}\mathrm{n} + ^{235}_{92}\mathrm{U} \rightarrow ^{140}_{54}\mathrm{Xe} + ^{94}_{38}\mathrm{Sr} + 2\,^{1}_{0}\mathrm{n} \qquad (13.28)$$

ਇਹ ਵਿਖੰਡਿਤ ਉਤਪਾਦ ਰੇਡਿਓ ਐਕਟਿਵ ਨਾਭਿਕ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਹਨਾਂ ਵਿਚ ਉਦੋ ਤਕ β^{-} ਖੇ ਦੀ ਲੜੀ ਚਲਦੀ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ ਜਦੋ ਤਕ ਕਿ ਅੰਤ ਵਿਚ ਸਥਿਰ ਖੰਡ ਨਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋ ਜਾਣ । ਯੂਰੇਨਿਅਮ ਵਰਗੇ ਨਾਭਿਕ ਦੀ ਵਿਖੰਡਨ ਅਭਿਕਿਰਿਆ ਵਿਚ ਨਿਕਲੀ ਊਰਜਾ (Q-ਮਾਨ) ਪ੍ਰਤੀ ਵਿਖੰਡਿਤ ਨਾਭਿਕ 200 MeV ਦੀ ਕੋਟੀ ਦੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ । ਇਸਦਾ ਆਕਲਨ ਅਸੀ ਇੰਝ ਕਰਦੇ ਹਾਂ :-

ਮੰਨਿਆ ਕਿ ਇੱਕ ਨਾਭਿਕ ਦਾ A = 240 ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ A = 120 ਦੇ ਦੋ ਖੰਡਾ ਵਿਚ ਵਿਖੰਡਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਤਦ A = 240 ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਲਈ Ebn ਲਗਭਗ 7.6 MeV ਤੋਂ (ਦੇਖੋ ਚਿੱਤਰ 13.1) ।

A = 120 ਵਾਲੇ ਵਿਖੰਡਿਤ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਲਈ Ebn ਲਗਭਗ 8.5MeV ਹੈ । ਪ੍ਰਤੀ ਨਿਭਿਕਲਿਆਨ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਦਾ ਲਾਭ ਲਗਭਗ 0.9MeV ਹੈ । ਇਸ ਲਈ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਵਿਚ ਕੁਲ ਲਾਭ 240x0.9 ਜਾ 216MeV ਹੈ । ਵਿਖੰਡਨ ਦੀ ਘਟਨਾਵਾਂ ਦੀ ਵਿਘਟਨ ਊਰਜਾ ਪਹਿਲੇ ਖੇ-ਉਤਪਾਦਾ ਅਤੇ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਨਿਕਲਦੀ ਹੈ ।ਅੰਤ ਵਿਚ ਇਹ ਆਲੇ-ਦੁਆਲੇ ਦੇ ਮਾਦੇ ਤੋਂ ਤਬਦੀਲ ਹੋਕੇ ਤਾਪ ਵਿਚ ਬਦਲ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ।ਨਾਭਿਕੀ ਰਿਐਕਟਰਾਂ ਵਿਚ ਨਾਭਿਕੀ ਵਿਖੰਡਨ ਊਰਜਾ ਤੋਂ ਬਿਜਲੀ ਦਾ ਉਤਪਾਦਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।ਪਰਮਾਣੂ ਬੰਬ ਵਿਚ ਨਿਕਲਨ ਵਾਲੀ ਵਿਸ਼ਾਲ ਊਰਜਾ ਬੇਕਾਬੂ ਨਾਭਿਕੀ ਵਿਖੰਡਨ ਤੋਂ ਹੀ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ।ਅਗਲੇ ਅਨੁਭਾਗ ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਕੁਝ ਵਿਸਤਾਰ ਨਾਲ ਇਹ ਚਰਚਾ ਕਰਾਂਗੇ ਕਿ ਨਾਭਿਕੀ ਰਿਐਕਟਰ ਕਿਵੇ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ ।

13.7.2 ਨਾਭਿਕੀ ਰਿਐਕਟਰ (Nuclear Reacter)

ਸਮੀਕਰਨਾਂ 13.26 ਤੋਂ 13.28 ਵਿਚ ਦਰਸ਼ਾਏ ਵਿਖੰਡਨ ਤੋਂ ਇਕ ਅਤੀ ਜ਼ਰੂਰੀ ਸੱਚਾਈ ਲਗਦੀ ਹੈ ।ਵਿਖੰਡਨ ਕਿਰਿਆ ਵਿਚ ਇਕ ਵਾਧੂ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਉਤਪੰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।ਪ੍ਰਤੀ ਯੂਰੇਨਿਅਮ ਵਿਖੰਡਨ ਵਿੱਚ ਔਸਤ 2.5 ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾ ਦੀ ਉਤਪੱਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ।ਇਹ ਇਕ ਅਨੁਪਾਤ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਵਿਖੰਡਨ ਘਟਨਾਵਾਂ ਵਿਚ 2 ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਕੁਝ ਵਿੱਚ 3 ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਹੋਰ ਵਿਖੰਡਨ ਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦੀ ਸ਼ੁਰੂਆਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਹੋਰ ਵੀ ਜ਼ਿਆਦਾ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾ ਦੀ ਪੈਦਾਵਾਰ ਹੋ ਸਕਦੀ ਹੈ ।ਇਸਦੇ ਨਾਲ ਇਕ ਲੜੀ ਕਿਰਿਆ (Chain Reaction) ਦੀ ਸੰਭਾਵਨਾ ਬਣ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ।ਇਹ ਵਿਚਾਰ ਸਬ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾ ਏਨਰਿਕੋ ਫਰਮੀ (Enrico Fermi) ਨੇ ਰਖਿਆ ਸੀ ।ਜੇ ਇਸ ਲੜੀ ਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਕਾਬੂ ਕੀਤਾ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਸੁਖਾਵੀ ਤੌਰ ਤੇ ਊਰਜਾ ਮਿਲ ਸਕਦੀ ਹੈ ।ਨਾਭਿਕੀ ਰਿਐਕਟਰ ਵਿਚ ਇਹੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।ਜੇ ਲੜੀ ਕਿਰਿਆ ਬੇਕਾਬੂ ਹੋ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਇਸ ਨਾਲ ਵਿਨਾਸ਼ਕਾਰੀ ਊਰਜਾ ਉਤਪਨ ਹੋ ਸਕਦੀ ਹੈ ਜਿਵੇ ਕਿ ਕਿਸੇ ਨਾਭਿਕੀ ਬੰਬ ਵਿਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਪਰੰਤੂ ਕਿਸੇ ਲੜੀ ਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਚਲਦੀ ਰੱਖਣ ਵਿਚ ਇਕ ਹੋਰ ਕਠਿਨਾਈ ਹੈ ਜਿਵੇ ਕਿ ਇੱਥੇ ਦੱਸਿਆ ਹੈ ।ਪ੍ਰਯੋਗਾ ਤੋਂ ਸਾਨੂੰ ਪਤਾ ਹੈ ਕਿ ਮੰਦ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ (ਤਾਪੀਅ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ Thermal Neutrons) ਤੇਜ (Fast) ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਥਾਂ $^{235}_{92}U$ ਨੂੰ ਵਿਖੰਡਿਤ ਕਰਨ ਵਿਚ ਜ਼ਿਆਦਾ ਉਪਯੋਗੀ ਹਨ। ਵਿਖੰਡਨ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਨਿਕਲੇ ਤੇਜ਼ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਹੋਰ ਵਿਖੰਡਨ ਕਰਣ ਦੀ ਥਾਂ ਬਾਹਰ ਵੀ ਨਿਕਲ ਜਾਂਦੇ ਹਨ । $^{235}_{92}U$ ਦੇ ਵਿਖੰਡਨ ਵਿਚ ਪੈਦਾ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਊਰਜਾ ਔਸਤ 2MeV ਦੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ।ਇਹ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਜਦੋ ਤਕ ਕਿ ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਹੋਲੇ ਨਾ ਕੀਤਾ ਜਾਵੇ ਯੂਰੇਨਿਅਮ ਨਾਭਿਕਾਂ ਨਾਲ ਕਿਰਿਆ ਕੀਤੇ ਬਗੈਰ ਹੀ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ।ਯੂਰੇਨਿਅਮ ਨਾਭਿਕਾਂ ਤੋਂ ਇਹਨਾਂ ਤੇਜ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੁਆਰਾ ਲੜੀ ਕਿਰਿਆ ਬਣਾਏ ਰਖਣ ਲਈ ਵਿਖੰਡਨ ਵਾਲੇ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਬਹੁਤ ਅਧਿਕ ਮਾਤਰਾ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ।ਤੇਜ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾਂ ਨੂੰ ਹਲਕੇ ਨਾਭਿਕਾਂ ਨਾਲ ਇਲਾਸਟਿਕ ਸਕ੍ਰੇਟਰਿੰਗ (Elastic Scattering) ਦੁਆਰਾ ਧੀਮਾ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ।ਅਸਲ ਵਿਚ ਚੈਡਵਿਕ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਨੇ ਇਹ ਦਰਸਾਇਆ ਕਿ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਦੇ ਨਾਲ ਇਲਾਸਟਿਕ ਟੱਕਰ ਨਾਲ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਲਗਭਗ ਸਥਿਰ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਸਾਰੀ ਊਰਜਾ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦੁਆਰਾ ਲੈ ਲਈ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ।ਇਹ ਸਥਿਤੀ ਉਂਞ ਹੀ ਹੈ ਜਿਵੇ ਕਿਸੇ ਗਤੀਮਾਨ ਕੱਚ ਦੀ ਗੋਲੀ ਦੀ ਹੋਰ ਸਥਿਰ ਗੋਲੀ ਨਾਲ ਆਹਮਣੇ ਸਾਹਮਣੇ ਦੀ ਟੱਕਰ । ਇਸ ਲਈ ਰਿਐਕਟਾਂ ਵਿਚ ਤੇਜ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾ ਨੂੰ ਧੀਮਾ ਕਰਨ ਲਈ ਵਿਖੰਡਨ ਯੋਗ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦੇ ਨਾਲ ਹਲਕੇ ਨਾਭਿਕਾ (ਜਿਹਨਾਂ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਅਵਮੰਦਕ (Moderator)ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ) ਦੀ ਵਰਤੋ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਜ਼ਿਆਦਾਤਰ ਪ੍ਰਯੋਗ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਅਵਸ਼ੰਦਕ ਜਲ, ਭਾਰੀ ਜਲ (D_2O) ਅਤੇ ਗ੍ਰੈਫਾਈਟ ਹਨ।

ਭਾਬਾ ਪਰਮਾਣੂ ਅਨੁਸੰਧਾਨ ਕੇਂਦਰ (BARC) ਮੁੰਬਈ ਦੇ ਅਪਸਰਾ ਰਿਐਕਟਰ ਵਿਚ ਅਵਮੰਦਕ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਜਲ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ।ਊਰਜਾ ਉਤਪਾਦਨ ਲਈ ਭਾਰਤ ਦੇ ਹੋਰ ਰਿਐਕਟਰਾਂ ਵਿਚ ਅਵਮੰਦਕ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਭਾਰੀ ਜਲ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ।

ਅਵਮੰਦਕ ਦੇ ਉਪਯੋਗ ਕਾਰਨ ਕਿਸੇ ਪੱਧਰ ਦੇ ਨਿਕਲੇ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾ ਦੁਆਰਾ ਵਿਖੰਡਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਦਾ ਉਸਦੇ ਪਿਛਲੇ ਪੱਧਰ ਤੇ ਨਿਕਲੇ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੁਆਰਾ ਵਿਖੰਡਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਦੇ ਨਾਲ ਅਨੁਪਾਤ K ਦਾ ਮਾਨ ਇਕ ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ ।ਇਸ ਅਨੁਪਾਤ ਨੂੰ ਗੁਣਨ ਕਾਰਕ (Multiplication Factor) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ।ਇਹ ਰਿਐਕਟਰ ਵਿਚ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾ ਦੀ ਵ੍ਰਿਧੀ ਦਰ ਨੂੰ ਮਾਪਦਾ ਹੈ ।K=1 ਦੇ ਲਈ ਰਿਐਕਟਰ ਦੀ ਪਰਵ੍ਰਿਤੀ ਕ੍ਰਾਂਤਿਕ (Critical) ਕਹਾਉਂਦੀ ਹੈ ਜੋ ਕਿ ਸਥਿਰ ਸ਼ਕਤੀ ਉਤਪਾਦਨ ਦੀ ਪ੍ਰਵਿਰਤੀ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ ।K ਦਾ ਮਾਨ ਇਕ ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੋਣ ਤੇ ਕਿਰਿਆ ਦਰ ਅਤੇ ਰਿਐਕਟਰ ਦੀ ਸ਼ਕਤੀ ਵਿੱਚ ਚਰ ਘਾਤਾਂਕੀ (Exponential) ਵ੍ਰਿਧੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। K ਦਾ ਮਾਨ ਇੱਕ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਦੇ ਨੇੜੇ ਨਾ ਹੋਣ ਤੇ ਰਿਐਕਟਰ ਅਤੀ ਕ੍ਰਾਂਤਿਕ (Super Critical) ਹੋ ਜਾਵੇਗਾ ਅਤੇ ਰਿਐਕਟਰ ਵਿਚ ਧਮਾਕਾ ਵੀ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ ।ਸਨ 1986 ਵਿਚ ਯੁਕੇਨ ਦੇ ਚਰਨੋਬਿਲ ਰਿਐਕਟਰ ਵਿਚ ਹੋਇਆ ਧਮਾਕਾ ਇਸ ਦਖਦ ਤੱਧ ਦੀ ਯਾਦ ਕਰਵਾਉਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਨਾਭਿਕੀ ਰਿਐਕਟਰ ਵਿਚ ਕੋਈ ਦੁਰਘਟਨਾ ਕਿੰਨੀ ਵਿਨਾਸ਼ਕਾਰੀ ਹੋ ਸਕਦੀ ਹੈ ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਕਿਰਿਆ ਦਰ ਤੇ ਕਾਬੂ ਕੈਡਮੀਅਮ ਵਰਗੇ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਅਵਸ਼ੋਸ਼ਕ ਪਦਾਰਥ ਤੋ ਬਣੀ ਕਾਬੂ ਛੜਾ (Control rods) ਦੁਆਰਾ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕਾਬੂ ਛੜਾ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ ਰਿਐਕਟਰ ਵਿਚ ਰੱਖਿਆ ਛੜਾ (Safety rods) ਦਾ ਵੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । ਇਹਨਾਂ ਰੱਖਿਆ ਛੜਾ ਨੂੰ ਲੋੜ ਪੈਣ ਤੇ ਰਿਐਕਟਰ ਵਿਚ ਪ੍ਰਵਿਸ਼ਟ ਕਰਵਾਕੇ K ਦਾ ਮਾਨ ਛੇਤੀ ਨਾਲ ਇਕ ਤੋ ਘੱਟ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ।

ਕੁਦਰਤੀ ਰੂਪ ਵਿਚ ਪਾਏ ਜਾਨ ਵਾਲੇ ਯੂਰੇਨਿਅਮ ਵਿਚ ਅਧਿਕ $^{235}_{92}U$ ਸਮਸਥਾਨਕ ਵਿਖੰਡਨਯੋਗ ਹੁੰਦਾ। ਜਦੋ ਇਸ ਵਿਚ ਕਿਸੇ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਗ੍ਰਹਿਣ (Capture) ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਤਾਂ ਰੇਡੀਓ ਐਕਟੀਵ ਪਲੂਟੋਨਿਅਮ ਦਾ ਉਤਪਾਦਨ ਹੇਠ ਕਿਰਿਆਵਾ ਨਾਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ:-

$$^{238}_{92}U + n \rightarrow\, ^{239}_{92}U \rightarrow\, ^{239}_{93}Np + e^- + \overline{v}$$

$$^{239}_{93}Np \rightarrow\, ^{239}_{94}Pu + e^- + \overline{v} \qquad (13.29)$$

ਪਲੂਟੋਨਿਅਮ ਵਿਚ ਧੀਮੇ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾ ਦੇ ਹਮਲੇ ਨਾਲ ਵਿਖੰਡਨ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ । ਚਿੱਤਰ 13.5 ਵਿਚ ਤਾਪੀ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਵਿਖੰਡਨ ਤੇ ਆਧਾਰਿਤ ਕਿਸੇ ਨਾਭਿਕੀ ਰਿਐਕਟਰ ਦਾ ਸਰਲ ਰੂਪ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ । ਰਿਐਕਟਰ ਦੀ ਕੋਰ ਨਾਭਿਕੀ ਵਿਖੰਡਨ ਦਾ ਖੇਤਰ ਹੈ। ਇਸ ਵਿਚ ਉਪਯੁਕਤ ਘੜੇ ਹੋਏ ਰੂਪ ਵਿਚ ਈਂਧਨ (ਬਾਲਣ) ਤੱਤ ਰਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਬਾਲਣ ਕੁਦਰਤੀ ਰੂਪ ਵਿਚ ਪਾਏ ਜਾਣ ਵਾਲੇ ਯੂਰੇਨਿਯਮ ਦੀ ਬਜਾਏ $^{235}_{92}U$ ਵਿਚ ਅਧਿਕ ਬਹੁਲ ਯੂਰੇਨਿਅਮ (Enriched Uranium) ਵੀ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ । ਕੋਰ ਵਿੱਚ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾ ਨੂੰ ਧੀਮਾ ਕਰਨ ਲਈ ਮੰਦਕ (Moderator) ਲੱਗੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ । ਲੀਕੇਜ (Leakage) ਰੋਕਣ ਲਈ ਕੋਰ ਇਕ ਪਰਾਵਰਤਕ (Reflector) ਨਾਲ ਘਿਰੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਵਿਖੰਡਨ ਵਿੱਚ ਨਿਕਲੀ ਤਾਪ ਊਰਜਾ ਨੂੰ ਉਪਯੁਕਤ ਸ਼ੀਤਲਕ (Coolant) ਦੁਆਰਾ ਲਗਾਤਾਰ ਹਟਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । ਵਿਖੰਡਿਤ ਰੇਡੀਓ ਐਕਟਿਵ ਉਤਪਾਦ ਦੇ ਪਲਾਇਨ ਨੂੰ ਰੋਕਣ ਲਈ ਪਾਤਰ ਲੱਗੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ । ਇਸ ਸਾਰੀ ਵਿਵਸਥਾ ਤੇ ਹਾਨੀਕਾਰਕ ਵਿਕਿਰਣਾ ਨੂੰ ਬਾਹਰ ਨਾ ਆਉਣ ਦੇਣ ਲਈ ਇਕ ਕਵਚ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਅਵਸ਼ੋਸ਼ਣ ਦੀ ਉੱਚ ਯੋਗਤਾ ਵਾਲੀ ਛੜਾਂ (ਜਿਵੇ ਕੈਡਮਿਅਮ ਤੇ ਬਣੀ) ਦੇ ਉਪਯੋਗ ਨਾਲ ਰਿਐਕਟਰ ਨੂੰ ਬੰਦ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਸ਼ੀਤਲਕ ਤੋਂ ਤਾਪ ਇਕ ਕਾਰਜਕਾਰੀ ਤਰਲ ਨੂੰ ਬਦਲੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਜਿਸਤੋਂ ਭਾਫ ਦਾ ਉਦਪਾਦਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਭਾਫ ਤੋਂ ਟਰਬਾਈਨ ਨੂੰ ਘੁਮਾਕੇ ਬਿਜਲੀ ਦਾ ਉਤਪਾਦਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਕਿਸੇ ਹੋਰ ਸ਼ਕਤੀ ਰਿਐਕਟਰ ਦੇ ਵਾਂਗ ਹੀ ਨਾਭਿਕੀ ਰਿਐਕਟਰ ਤੋਂ ਕਾਫੀ ਮਾਤਰ ਵਿਚ ਬੇਲੋੜੇ ਉਤਪਾਦ ਨਿਕਲਦੇ ਹਨ । ਪਰੰਤੂ ਨਾਭਿਕੀ ਬੇਲੋੜੇ ਪਦਾਰਥਾ ਨੂੰ ਠਿਕਾਨੇ ਲਗਾਉਣ ਲਈ ਖਾਸ ਧਿਆਨ ਰੱਖਨਾ ਪੈਂਦਾ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਇਹ ਰੇਡੀਓ ਐਕਟਿਵ ਅਤੇ ਹਾਨੀਕਾਰਕ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਰਿਐਕਟਰ ਦੇ ਸੰਚਾਲਨ ਉਸਦੇ ਰੱਖ ਰਖਾਵ ਅਤੇ ਖਪਤ ਹੋਏ ਈਂਧਨ ਦੇ ਲਈ ਵੱਡੇ ਸੁਰੱਖਿਆ ਪ੍ਰਬੰਧ ਕੀਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ । ਭਾਰਤੀ ਪਰਮਾਣੂ ਊਰਜਾ ਪ੍ਰੋਗ੍ਰਾਮ ਵਿਚ ਇਹ ਸੁਰਖਿਆ ਪ੍ਰਬੰਧ ਖਾਸ ਹਨ । ਰਿਡੀਓਐਕਟਿਵ ਬੇਲੋੜੇ ਪਦਾਰਥ (ਰਹਿੰਦ ਖੂੰਦ) ਨੂੰ ਘੱਟ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਅਤੇ ਅਲਪਜੀਵੀ ਤਰਲਾਂ ਵਿਚ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਕਰਨ ਦੀ ਸਭਾਵਨਾਵਾਂ ਦੇ ਅਧਿਐਨ ਲਈ ਇਕ ਉਪਯੁਕਤ ਯੋਜਨਾ ਤੇ ਵਿਕਾਸ ਕਾਰਜ ਚਲ ਰਿਹਾ ਹੈ ।

13.7.3 ਨਾਭਿਕੀ ਸੰਯੋਜਨ (Nuclear Fusion) ਤਾਰਿਆ ਵਿਚ ਊਰਜਾ ਜਨਨ

ਚਿੱਤਰ 13.1 ਵਿਚ ਦਰਸਾਇਆ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਵਕਰ ਇਹ ਵੀ ਦਰਸਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਜੇ ਦੋ ਹਲਕੇ ਨਾਭਿਕ ਮਿਲ ਕੇ ਇੱਕ ਵੱਡਾ ਨਾਭਿਕ ਬਨਾਉਣ ਤਾਂ ਊਰਜਾ ਮੁਕਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ । ਇਸ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਨਾਭਿਕੀ ਸੰਯੋਜਨ (Nuclear Fusion) ਆਖਦੇ ਹਨ । ਇਸ ਵਰਗੀਆਂ ਹੋਰ ਊਰਜਾ ਨਿਕਾਸੀ ਅਭਿਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦੇ ਕੁਝ ਉਦਾਹਰਨ ਹੇਠ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਹਨ:

$$^{1}_{1}H + \, ^{1}_{1}H \rightarrow \, ^{2}_{1}H + e^{+} + v + 0.42\ \text{MeV} \qquad [13.29(a)]$$

$$^{2}_{1}H + \, ^{2}_{1}H \rightarrow \, ^{3}_{2}He + n + 3.27\ \text{MeV} \qquad [13.29(b)]$$

$$^{2}_{1}H + \, ^{2}_{1}H \rightarrow \, ^{3}_{1}H + \, ^{1}_{1}H + 4.03\ \text{MeV} \qquad [13.29(c)]$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਅਭਿਕਿਰਿਆ (13.29) (a) ਵਿਚ ਦੋ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਮਿਲ ਕੇ ਇਕ ਡਿਊਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਇਕ ਪਾਜ਼ੀਟ੍ਰਾਨ ਬਣਾਉਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸ ਕਿਰਿਆ ਵਿਚ 0.42MeV ਊਰਜਾ ਨਿਕਲਦੀ ਹੈ । ਅਭਿਕਿਰਿਆ (13.29) (b) ਵਿਚ ਦੋ ਡਿਊਟ੍ਰਾਨ ਮਿਲਕੇ ਇਕ ਹੀਲੀਅਮ ਦਾ ਹਲਕਾ ਸਮਸਥਾਨਕ ਬਨਾਉਂਦੇ ਹਨ । ਅਭਿਕਿਰਿਆ 13.29 (c) ਵਿਚ ਦੋ ਡਿਊਟ੍ਰਾਨ ਮਿਲਕੇ ਇੱਕ ਟ੍ਰੀਟਿਅਮ ਨਿਊਕਲੀਅਮ ਅਤੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਬਣਾਉਂਦੇ ਹਨ । ਸੰਯੋਜਨ ਲਈ ਦੋ ਨਾਭਿਕਾਂ ਨੂੰ ਬਹੁਤ ਅਧਿਕ ਨੇੜੇ ਆਉਣਾ ਬਹੁਤ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ ਜਿਸ ਨਾਲ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਆਕਰਸ਼ਿਤ ਲਘੂ-ਪਰਾਸੀ ਨਾਭਿਕੀ ਬਲ (Short Range Nuclear Forces) ਕਾਰਜ ਕਰ ਸਕਣ। ਭਾਵੇਂ ਦੋਵੇ ਨਾਭਿਕ ਤੇ ਚਾਰਜ ਧਨਾਤਮਕ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਇਹਨਾਂ ਵਿਚ ਕੂਲਮ ਅਪਕਰਸ਼ਣ ਬਲ ਹੋਵੇਗਾ । ਇਸ ਲਈ ਕੂਲਮ ਅਵਰੋਧ ਧਾਰ ਕਰਨ ਲਈ ਕਾਫੀ ਊਰਜਾ ਹੋਣਾ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ । ਇਸ ਕੂਲਮ ਅਵਰੋਧ ਦੀ ਉਚਾਈ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਚਾਰਜਾਂ ਅਤੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹਨ । ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ ਇਹ ਸੋਖੇ ਹੀ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾਂ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ ਦੋ ਪ੍ਰੋਟਾਨਾ ਲਈ ਇਹ ਅਵਰੋਧ ਉਚਾਈ (Barrier Height) ਲਗਭਗ 400KeV ਹੈ ਅਤੇ ਅਧਿਕ ਚਾਰਜ ਵਾਲੇ ਨਾਭਿਕਾ ਦੇ ਲਈ ਇਹ ਅਵਰੋਧ ਉਚਾਈ ਹੋਰ ਵੀ ਜ਼ਿਆਦਾ ਹੋਵੇਗੀ । ਕਿਸੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਗੈਸ ਵਿਚ ਪ੍ਰੋਟਾਨਾ ਦੁਆਰਾ ਕੂਲਮ ਅਵਰੋਧ ਨੂੰ ਪਾਰ ਕਰਨ ਲਈ ਉਚਿਤ $3x10^9$ K ਤਾਪ ਤੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋ ਸਕਦੀ ਹੈ । ਇਸ ਤਾਪ ਦਾ ਪਰਿਕਲਨ ਸੂਤਰ 3/2kT = K ਵਿਚ K ਦਾ ਮਾਨ 400keV ਰੱਖਣ ਤੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ । ਜਦੋ ਸੰਯੋਜਨ ਸਿਸਟਮ ਦਾ ਤਾਪਮਾਨ ਵਧਾ ਕੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਜੋ ਕਣਾ ਕੋਲ ਕੂਲਮ ਅਪਕਰਸ਼ਨ ਬਲਾਂ ਨੂੰ ਕਾਬੂ ਕਰਨ ਲਈ ਉਚਿਤ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਹੋਵੇ, ਇਸ ਸੰਯੋਜਨ ਨੂੰ ਤਾਪ ਨਾਭਿਕੀ ਸੰਯੋਜਨ (Thermonuclear Fusion) ਆਖਦੇ ਹਨ ।

ਤਾਰਿਆ ਦੇ ਅੰਦਰ ਤਾਪ ਉਤਪਤੀ ਦਾ ਸੋਮਾ ਤਾਪ ਨਾਭਿਕੀ ਸੰਯੋਜਨ ਹੀ ਹੈ । ਸੂਰਜ ਦੇ ਕੋਰ ਦਾ ਤਾਪਮਾਨ ਲਗਭਗ $1.5x10^7$K ਹੈ ਜੋ ਕਿ ਔਸਤ ਊਰਜਾ ਦੇ ਕਣਾਂ ਦੇ ਸੰਯੋਜਨ ਦੇ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਅਨੁਮਾਨਿਤ ਤਾਪ ਤੋਂ ਕਾਫੀ ਘੱਟ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ ਸੂਰਜ ਵਿਚ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਸੰਯੋਜਨ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਵਿਚ ਔਸਤ ਊਰਜਾਵਾਂ ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਅਧਿਕ ਊਰਜਾ ਵਾਲੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਭਾਗ ਲੈਂਦੇ ਹਨ ।

ਇਸ ਲਈ ਨਾਭਿਕੀ ਸੰਯੋਜਨ ਬਹੁਤ ਉੱਚ ਤਾਪ ਅਤੇ ਦਾਬ ਤੇ ਹੀ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਤਾਪ ਦਾਬ ਦੀ ਇਹ ਸਥਿਤੀਆਂ ਕੇਵਲ ਤਾਰਿਆ ਦੇ ਅੰਦਰ ਹੀ ਉਪਲਬਧ ਹਨ ।

ਸੂਰਜ ਵਿਚ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਸੰਯੋਜਨ ਇਕ ਬਹੁਚਰਨ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿਚ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਹੀਲੀਅਮ ਵਿਚ ਬਦਲਦੀ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ ਸੂਰਜ ਦੇ ਕੋਰ ਵਿਚ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਈਂਧਨ ਹੈ । ਪ੍ਰੋਟਾਨ-ਪ੍ਰੋਟਾਨ (p-p) ਚੱਕਰ ਜਿਸ ਦੁਆਰਾ ਇਹ ਘਟਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਹੇਠ ਅਭਿਕਿਰਿਆਵਾ ਦੁਆਰਾ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ।

$$ {}^1_1\mathrm{H} + {}^1_1\mathrm{H} \rightarrow {}^2_1\mathrm{H} + e^+ + \nu + 0.42\ \mathrm{MeV} \qquad \text{(i)} $$

$$ e^+ + e^- \rightarrow \gamma + \gamma + 1.02\ \mathrm{MeV} \qquad \text{(ii)} $$

$$ {}^2_1\mathrm{H} + {}^1_1\mathrm{H} \rightarrow {}^3_2\mathrm{He} + \gamma + 5.49\ \mathrm{MeV} \qquad \text{(iii)} $$

$$ {}^3_2\mathrm{He} + {}^3_2\mathrm{He} \rightarrow {}^4_2\mathrm{He} + {}^1_1\mathrm{H} + {}^1_1\mathrm{H} + 12.86\ \mathrm{MeV} \qquad \text{(iv)} \quad (13.30) $$

ਚੌਥੀ ਅਭਿਕਿਰਿਆ ਹੋਣ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ ਕਿ ਪਹਿਲੀ ਤਿੰਨ ਅਭਿਕਿਰਿਆਚਾ ਦੋ-ਦੋ ਬਾਰ ਹੋਣ ਅਤੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੋ ਹਲਕੇ ਹੀਲੀਅਮ ਨਾਭਿਕ ਮਿਲਕੇ ਸਾਦੇ ਹੀਲੀਅਮ ਦਾ ਇਕ ਨਾਭਿਕ ਬਣਾਏ । ਜੇ ਅਸੀਂ 2(i) + 2(ii) + 2(iii) + (iv) ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੀਏ ਤਾ ਕੁਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਹੋਵੇਗਾ,

$$ 4\,{}^1_1\mathrm{H} + 2e^- \rightarrow {}^4_2\mathrm{He} + 2\nu + 6\gamma = 26.7\ \mathrm{MeV} $$

$$ (4\,{}^1_1\mathrm{H} + 4e^-) \rightarrow ({}^4_2\mathrm{He} + 2e^-) + 2\nu + 6\gamma + 26.7\ \mathrm{MeV} \qquad (13.31) $$

ਇਸ ਲਈ 4 ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਪਰਮਾਣੂ ਮਿਲਕੇ ਇਕ ${}^4_2\mathrm{He}$ ਪਰਮਾਣੂ ਬਣਾਉਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਵਿਚ 26.7 MeV ਊਰਜਾ ਮੁਕਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਕਿਸੇ ਤਾਰੇ ਦੇ ਕੋਰ ਵਿਚ ਸਿਰਫ ਹੀਲੀਅਮ ਦਾ ਹੀ ਉਤਪਾਦਨ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ । ਜਿਵੇਂ-ਜਿਵੇਂ ਕੋਰ ਵਿਚ ਹਾਈਡਰੋਜਨ (ਹੀਲੀਅਮ ਵਿਚ ਬਦਲਕੇ) ਘੱਟਦੀ ਹੈ, ਕੋਰ ਠੰਡਾ ਹੋਣ ਲਗਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਨਾਲ ਤਾਰਾ ਆਪਣੇ ਗੁਰੂਤਵ ਕਾਰਨ ਸਿਕੁੜ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨਾਲ ਕੋਰ ਦਾ ਤਾਪ ਵਧਨ ਲਗਦਾ ਹੈ । ਜੇ ਕੋਰ ਦਾ ਤਾਪਮਾਨ 10^8K ਤਕ ਵੱਧ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਸੰਯੋਜਨ ਕਿਰਿਆ ਦੁਬਾਰਾ ਹੋਣ ਲਗੇਗੀ ਪਰੰਤੂ ਹੁਣ ਹੀਲੀਅਨ ਕਾਰਬਨ ਵਿਚ ਬਦਲੇਗੀ ਇਸ ਤਰਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਨਾਲ ਸੰਯੋਜਨ ਦੁਆਰਾ ਵੱਡੇ ਪੁੰਜ ਸੰਖਿਆ ਵਾਲੇ ਤਤਾਂ ਦਾ ਜਨਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਪਰੰਤੂ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਵਕਰ (ਚਿੱਤਰ 13.1) ਦੇ ਉਪਰ ਸਥਿਤ ਭਾਰੀ ਤੱਤਾ ਦਾ ਨਿਰਮਾਣ ਇਸ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਦੁਆਰਾ ਨਹੀ ਹੋ ਸਕਦਾ ।

ਸੂਰਜ ਦੀ ਉਮਰ ਲਗਭਗ $5x10^9$ ਸਾਲ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਅਨੁਮਾਨ ਲਗਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਸੂਰਜ ਨੂੰ ਹੋਰ 5 ਅਰਬ ਸਾਲਾਂ ਤਕ ਬਣਾਏ ਰਖਣ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਉਪਲਬਧ ਹੈ । ਇਸਤੋ ਬਾਅਦ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਦਾ ਜਲਣਾ ਰੁਕ ਜਾਵੇਗਾ ਅਤੇ ਸੂਰਜ ਠੰਡਾ ਹੋਣ ਲਗ ਪਵੇਗਾ ਇਸ ਨਾਲ ਸੂਰਜ ਆਪਣੇ ਗੁਰੂਤਵ ਕਾਰਨ ਸਿਕੁੜਨ ਲੱਗੇਗਾ ਜਿਸ ਨਾਲ ਸੂਰਜ ਦੇ ਕੋਰ ਦਾ ਤਾਪ ਵਧੇਗਾ । ਇਸ ਨਾਲ ਸੂਰਜ ਦਾ ਬਾਹਰੀ ਆਵਰਨ ਫੈਲਨ ਲਗੇਗਾ ਜਿਸ ਨਾਲ ਸੂਰਜ ਇਕ ਲਾਲ ਦਾਨਵ ਵਿਚ ਤਬਦੀਲ ਹੋ ਜਾਵੇਗਾ ।

ਨਾਭਿਕੀ ਵਿਨਾਸ਼

ਇੱਕ ਯੂਰੇਨਿਅਮ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਵਿਖੰਡਨ ਵਿਚ ਲਗਭਗ 0.9×235 MeV (≈200 MeV) ਊਰਜਾ ਨਿਕਲਦੀ ਹੈ ਜੇ ਲਗਭਗ 50kg $^{235}_{92}U$ ਦਾ ਹਰੇਕ ਨਾਭਿਕ ਵਿਖੰਡਿਤ ਹੋ ਜਾਵੇ ਤਾ ਲਗਭਗ 4×10^{15}J ਊਰਜਾ ਉਤਪੰਨ ਹੋਵੇਗੀ

ਇਹ ਊਰਜਾ 20000 ਟਨ TNT ਦੇ ਸਮਤੁਲ ਹੈ ਜੋ ਕਿ ਇੱਕ ਮਹਾ ਵਿਸਫੋਟ ਦੇ ਲਈ ਕਾਫੀ ਹੈ । ਵੱਡੀ ਮਾਤਰਾ ਵਿਚ ਨਾਭਿਕੀ ਊਰਜਾ ਦਾ ਬੇਕਾਬੂ ਵਿਸਰਜਨ ਪਰਮਾਣੂ ਵਿਸਫੋਟ ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ । 6 ਅਗਸਤ 1945 ਵਿਚ ਲੜਾਈ ਵਿਚ ਪਹਿਲੀ ਬਾਰ ਇਕ ਪਰਮਾਣੂ ਯੁਕਤੀ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਅਮਰੀਕਾ ਨੇ ਜਪਾਨ ਦੇ ਸ਼ਹਿਰ ਹਿਰੋਸ਼ਿਮਾ ਤੇ ਇਕ ਪਰਮਾਣੂ ਬਮ ਸੁੱਟਿਆ ।

ਵਿਸਫੋਟ 20000 ਟਨ TNT ਦੇ ਸਮਤੁਲ ਸੀ । ਰੇਡਿਓ ਐਕਟਿਵ ਉਤਪਾਦਾਂ ਨੇ ਇੱਕ ਪੱਲ ਵਿੱਚ 343000 ਆਬਾਦੀ ਵਾਲੇ ਸ਼ਹਿਰ ਦੇ 10 ਵਰਗ ਕਿਲੋਮੀਟਰ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਤਬਾਹ ਕਰ ਦਿੱਤਾ । ਇਸ ਵਿੱਚ 66000 ਨਿਵਾਸੀ ਮਾਰੇ ਗਏ, 69000 ਜਖਮੀ ਹੋਏ ਅਤੇ ਸ਼ਹਿਰ ਦੀ 67% ਤੋਂ ਵੱਧ ਇਮਾਰਤਾਂ ਤਹਿਸ-ਨਹਿਸ ਹੋ ਗਿਆ ।

ਸੰਯੋਜਨ ਅਭਿਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦੇ ਲਈ ਜਰੂਰੀ ਉੱਚ ਤਾਪ ਵਿਖੰਡਣ ਬੰਬ ਨਾਲ ਉਤਪੰਨ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ । 1954 ਇੰਚ 10 ਮੈਗਾਟਨ TNT ਦੀ ਵਿਸਫੋਟਕ ਯੋਗਤਾ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਮਹਾ ਵਿਸਫੋਟ ਦਾ ਪਰੀਖਣ ਕੀਤਾ ਗਿਆ । ਇਹ ਬੰਬ ਜਿਹਨਾ ਵਿੱਚ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਦੇ ਸਮਸਥਾਨਕ, ਡਿਊਟੀਰੀਅਮ ਅਤੇ ਟ੍ਰੀਟੀਅਮ ਦਾ ਸੰਯੋਜਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਹਾਇਡ੍ਰੋਜਨ ਬੰਬ ਕਹਿਲਾਂਦੇ ਹਨ । ਇਹ ਮੰਨਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਏਨੇ ਸ਼ਕਤੀਸ਼ਾਲੀ ਨਾਭਿਕ ਹਥਿਆਰ ਸਥਾਪਿਤ ਕਰ ਲਏ ਗਏ ਹਨ ਜੋ ਸਹਿਜ਼ ਕਿ ਬਟਨ ਦਬਾਉਂਦੇ ਹੀ ਕਈ ਬਾਰ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਤੋ ਦਾ ਜੀਵਨ ਦਾ ਸਫਾਇਆ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਨ । ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਨਾਭਿਕ ਵਿਨਾਸ਼ ਨਾਲ ਨਾ ਸਿਰਫ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦਾ ਵਰਤਮਾਨ ਜੀਵਨ ਨਸ਼ਟ ਹੋਵੇਗਾ ਜਦਕਿ ਇਸ ਦੇ ਰੇਡਿਓ ਐਕਟਿਵ ਅਵਸ਼ੇਸ਼ ਆਉਣ ਵਾਲੇ ਸਮੇ ਦੇ ਲਈ ਵੀ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਤੇ ਜੀਵਨ ਸਿਰਜਨ ਯੋਗ ਨਹੀ ਰਹਿਣ ਦੇਣਗੇ । ਸਧਾਂਤਿਕ ਗਣਨਾਵਾਂ ਦੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਜੋ ਪਾਰਦ੍ਰਿਸ਼ ਸਾਮਣੇ ਆਉਂਦਾ ਹੈ ਉਸ ਦੀ ਅਟਕਲ (Prediction) ਇਹ ਕਿ ਇੱਕ ਲੰਬਾ ਨਾਭਿਕੀ ਸੀਤ ਯੁੱਗ ਸ਼ੁਰੂ ਹੋ ਜਾਵੇਗਾ ਕਿਓਂ ਕਿ ਰੇਡਿਓ ਐਕਟਿਵ ਅਵਸ਼ੇਸ਼ ਬੱਦਲਾ ਵਾਂਗ ਵਾਯੂਮੰਡਲ ਵਿੱਚ ਤੈਰਣਗੇ ਅਤੇ ਸੂਰਜ ਤੋਂ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਵੱਲ ਆਉਣ ਵਾਲੀ ਸਾਰੀਆਂ ਵਿਕਰਣਾਂ ਨੂੰ ਸੋਖ ਲੈਣਗੇ ।

13.7.4: ਨਿਅੰਤ੍ਰਿਤ ਤਾਪ ਨਾਭਿਕ ਸੰਯੋਜਨ

ਕਿਸੇ ਤਾਰੇ ਵਿੱਚ ਨਾਭਿਕ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਤਾਪ ਨਾਭਿਕੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਦਾ ਰੂਪਾਤਰਨ ਇੱਕ ਤਾਪ ਨਾਭਿਕੀ ਯੁਕਤੀ ਨਾਲ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । ਕਿਸੇ ਨਿਯੰਤ੍ਰਿਤ ਸੰਯੋਜਨ ਰਿਐਕਟਰ ਦਾ ਉਦੇਸ਼ ਨਾਭਿਕ ਬਾਲਨ ਨੂੰ 10^8K ਤਾਪ ਦੀ ਰੇਂਜ ਵਿੱਚ ਗਰਮ ਕਰਕੇ ਸਥਾਈ ਸ਼ਕਤੀ ਪੈਦਾ ਕਰਨਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਤਾਪ ਤੇ ਨਾਭਿਕੀ ਬਾਲਣ ਧਨਾਤਮਕ ਅਇਣਾਂ ਅਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾ (Plasma) ਦਾ ਮਿਸ਼ਰਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।

ਕਿਉਂਕਿ ਇਸ ਤਾਪ ਨੂੰ ਬਣਾਏ ਰੱਖਣ ਲਈ ਕੋਈ ਵਸਤੂ ਉਪਲਭਧ ਨਹੀਂ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਤਾਪ ਨੂੰ ਬਣਾਏ ਰੱਖਣਾ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਇੱਕ ਚੁਨੌਤੀ ਹੈ। ਭਾਰਤ ਸਮੇਤ ਵਿਸ਼ਵ ਦੇ ਕਈ ਦੇਸ਼ ਇਸ ਸੰਬੰਧ ਵਿਚ ਯੁਕਤੀਆਂ ਦੇ ਵਿਕਾਸ ਲਈ ਯਤਨਸ਼ੀਲ ਹਨ। ਇਹਨਾਂ ਯਤਨਾ ਦੇ ਸਫਲ ਹੋਣ ਤੇ ਸੰਭਾਵਨਾ ਹੈ ਕਿ ਸੰਯੋਜਨ ਰਿਐਕਟਰ ਸਮਾਜ ਨੂੰ ਲਗਭਗ ਬੇਕਾਬੂ ਸ਼ਕਤੀ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰ ਸਕਨਗੇ ।

ਉਦਾਹਰਨ 13.7 ਹੇਠਾ ਲਿਖੇ ਪ੍ਰਸ਼ਨਾ ਦੇ ਉੱਤਰ ਦੋ:

(a) ਕਿ ਨਾਭਿਕੀ ਅਭਿਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦੇ ਸਮੀਕਰਨ (ਜਿਵੇ ਕਿ ਭਾਗ 13.7 ਵਿਚ ਦਿੱਤੇ ਹਨ) ਰਸਾਇਣਿਕ ਸਮੀਕਰਨ (ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ $2H_2+O_2 \rightarrow 2H_2O$) ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਸੰਤੁਲਿਤ ਹਨ ? ਜੇ ਨਹੀਂ ਤਾਂ ਇਸ ਕਿਸ ਰੂਪ ਵਿਚ ਇਹ ਦੋਵਾ ਪਾਸੇਂ ਸੰਤੁਲਿਤ ਹੋਣਗੇ ?

(b) ਜੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨਾ ਅਤੇ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾ ਦੀ ਸੰਖਿਆਂ, ਹਰੇਕ ਨਾਭਿਕੀ ਅਭਿਕਿਰਿਆ ਵਿਚ ਸੁਰਖਿਅਤ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ, ਤਾਂ ਕਿਸੇ ਨਾਭਿਕੀ ਅਭਿਕਿਰਿਆ ਵਿਚ ਪੁੰਜ ਕਿਵੇ ਊਰਜਾ ਵਿੱਚ (ਜਾਂ ਇਸਦਾ ਉਲਟ) ਬਦਲਦਾ ਹੈ ?

(c) ਸਾਧਾਰਨ ਵਿਚਾਰ ਹੈ ਕਿ ਸਿਰਫ ਨਾਭਿਕੀ ਕਿਰਿਆ ਵਿਚ ਹੀ ਪੁੰਜ ਊਰਜਾ ਇਕ ਦੂਸਰੇ ਵਿਚ ਬਦਲੇ ਜਾ ਸਕਦੇ ਹਨ ਜਦਕਿ ਰਸਾਇਣਿਕ ਕਿਰਿਆ ਵਿਚ ਇਹ ਕਦੇ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਇਹ ਕਹਿਣਾ ਝੂਠ ਹੈ । ਸਮਝਾਓ ।

ਹਲ: **(a)** ਕਿਸੇ ਰਸਾਇਣਿਕ ਕਿਰਿਆ ਦੇ ਸੰਤੁਲਨ ਹੋਣ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਸਮੀਕਰਨ ਦੇ ਦੋਵੇ ਪਾਸੇ ਤੱਤਾ ਦੇ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਸਮਾਨ ਹੁੰਦੀ ਹੈ । ਕਿਸੇ ਰਸਾਇਣਿਕ ਕਿਰਿਆ ਵਿਚ ਪਰਮਾਣੂਆ ਦੇ ਮੂਲ ਸੰਯੋਜਨ ਵਿਚ ਬਦਲਾਵ ਹੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਪਰੰਤੂ ਕਿਸੇ ਨਾਭਿਕੀ ਅਭਿਕਿਰਿਆ ਵਿਚ ਤੱਤਾ ਦਾ ਬਦਲਾਵ (Transmutation) ਵੀ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ ਨਾਭਿਕੀ ਅਭਿਕਿਰਿਆਵਾਂ ਵਿੱਚ ਹਰ ਇੱਕ ਤੱਤ ਦੇ ਪਰਮਾਣੂਆ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਦਾ ਸੁਰਖਿਅਤ ਹੋਣਾ ਜ਼ਰੂਰੀ ਨਹੀਂ ਹੈ । ਪਰੰਤੂ, ਨਾਭਿਕੀ ਅਭਿਕਿਰਿਆਵਾਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੋਟਾਨਾ ਅਤੇ ਨਿਓਟ੍ਰਾਨਾ ਦੋਨਾ ਦੀ ਸੰਖਿਆਵਾਂ ਵੱਖ ਵੱਖ ਰੂਪ ਵਿਚ ਸੁਰਖਿਅਤ ਰਹਿਦੀ ਹੈ ।

[ਅਸਲ ਵਿੱਚ, ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਊਰਜਾ ਦੇ ਪਰਿਮੰਡਲ ਵਿੱਚ ਇਹ ਕਥਨ ਵੀ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸੱਚ ਨਹੀਂ ਹੈ । ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਕੁਲ ਚਾਰਜ ਅਤੇ ਕੁਲ ਬੇਰੀਅਨ ਸੰਖਿਆ (Total baryon number) ਸੁਰਖਿਅਤ ਰਹਿੰਦੇ ਹਨ । ਅਸੀਂ ਇਸ ਤੇ ਅੱਗੇ ਹੋਰ ਵਿਚਾਰ ਨਹੀਂ ਕਰਾਂਗੇ] ਨਾਭਿਕੀ ਅਭਿਕਿਰਆਵਾਂ [ਜਿਵੇ ਕਿ ਸਮੀਕਰਨ(13.26)] ਵਿੱਚ ਸਮੀਕਰਨ ਦੇ ਦੋਵੇ ਪਾਸੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨਾਂ ਦੇ ਸੰਖਿਆਵਾ ਅਤੇ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾ ਦੀ ਸੰਖਿਆਵਾਂ ਵੱਖ ਵੱਖ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸਮਾਨ ਹੈ ।

(b) ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਨਾਭਿਕ ਦੀ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਦਾ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਪੁੰਜ ਵਿਚ ਰਿਣਾਤਮਕ ਯੋਗਦਾਨ(ਪੁੰਜ ਹਾਨੀ) ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਕਿਉਂਕਿ ਕਿਸੇ ਨਾਭਿਕੀ ਅਭਿਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੋਟਾਨਾ ਅਤੇ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾ ਦੋਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆਵਾ ਸੁਰਖਿਅਤ ਰਹਿੰਦੀ ਹਨ ਇਸ ਲਈ ਅਭਿਕਿਰਿਆ ਦੇ ਦੋਨੇ ਪਾਸੇ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾ ਅਤੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨਾਂ ਦਾ ਕੁਲ ਵਿਰਾਮ ਪੁੰਜ (Restmass) ਸਮਾਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਪਰੰਤੂ ਕਿਸੇ ਨਾਭਿਕੀ ਅਭਿਕਿਰਿਆ ਵਿਚ ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ ਦੇ ਨਾਭਿਕ ਦੀ ਕੁਲ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਅਭਿਕਿਰਿਆ ਦੇ ਖਬੇ ਪਾਸੇ ਦੇ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦੀ ਕੁਲ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਦੇ ਸਮਾਨ ਹੋਣਾ ਜ਼ਰੂਰੀ ਨਹੀਂ ਹੈ । ਇਹਨਾਂ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾਵਾਂ ਦਾ ਅੰਤਰ ਨਾਭਿਕੀ ਅਭਿਕਿਰਿਆਂ ਤੇ ਸੋਖੀ ਗਈ ਊਰਜਾ ਜਾਂ ਨਿਕਲਣ ਵਾਲੀ ਊਰਜਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਨਿਕਲਦਾ ਹੈ । ਕਿਉਕਿ ਬੰਧਨ-ਊਰਜਾ ਪੁੰਜ ਵਿਚ ਯੋਗਦਾਨ ਦਿੰਦੀ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਅਸੀਂ ਕਹਿ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਕਿਸੇ ਨਾਭਿਕੀ ਅਭਿਕਿਰਿਆ ਵਿਚ ਦੋਨਾਂ ਪਾਸੇ ਦੇ ਕੁਲ ਪੁੰਜ ਦਾ ਅੰਤਰ ਊਰਜਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । (ਜਾਂ ਇਸਦੇ ਉਲਟ ਊਰਜਾ ਕੁਲ ਪੁੰਜ ਦੇ ਅੰਤਰ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ।) ਇਸ ਰੂਪ ਵਿਚ ਨਾਭਿਕੀ ਅਭਿਕਿਰਿਆਂ ਪੁੰਜ-ਊਰਜਾ ਦੇ ਅੰਤਰ ਰੂਪਾਂਤਰਨ ਦਾ ਉਦਾਹਰਨ ਹੈ ।

(c) ਪੁੰਜ ਊਰਜਾ ਦੇ ਅੰਤਰ ਰੂਪਾਂਤਰਨ ਦੀ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਤੋਂ, ਇੱਕ ਰਸਾਇਣਿਕ ਕਿਰਿਆ ਨਾਭਿਕੀ ਅਭਿਕਿਰਿਆ ਦੇ ਸਮਰੂਪ ਹੈ । ਕਿਸੇ ਰਸਾਇਣਿਕ ਕਿਰਿਆ ਵਿਚ ਸੋਖੀ ਗਈ ਜਾਂ ਨਿਕਲਨ ਵਾਲੀ ਊਰਜਾ ਅਭਿਕਿਰਿਆ ਦੇ ਦੋਨਾਂ ਪਾਸਿਆਂ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਅਤੇ ਅਣੂਆਂ ਦੀ ਰਸਾਇਣਿਕ (ਨਾਭਿਕੀ ਨਹੀ) ਬੰਧਨ ਊਰਜਾਵਾਂ ਦੇ ਅੰਤਰ ਨੂੰ ਸਪਸ਼ਟ ਕਰਦੀ ਹੈ ।

ਕਿਉਕਿ ਰਸਾਇਣਿਕ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਵੀ ਕਿਸੇ ਪਰਮਾਣੂ ਜਾਂ ਅਣੂ ਦੇ ਕੁਲ ਪੁੰਜ ਵਿੱਚ ਰਿਣਾਤਮਕ ਯੋਗਦਾਨ (ਪੁੰਜ-ਹਾਨੀ) ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਦੀ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਅਸੀਂ ਸਿੱਟਾ ਕੱਢ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਕਿਸੇ ਰਸਾਇਣਿਕ ਕਿਰਿਆ ਵਿਚ ਦੋਨਾਂ ਪਾਸਿਆਂ ਦੇ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਅਤੇ ਅਣੂਆਂ ਦੇ ਕੁਲ ਪੁੰਜ ਦਾ ਅੰਤਰ ਊਰਜਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਾਂ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਊਰਜਾ ਕੁਲ ਪੁੰਜਾਂ ਦੇ ਅੰਤਰ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਭਾਵੇ, ਕਿਸੇ ਰਸਾਇਣਿਕ ਕਿਰਿਆ ਵਿਚ ਪੁੰਜ ਹਾਨੀਆਂ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਨਾਭਿਕੀ ਕਿਰਿਆ ਵਿਚ ਪੁੰਜ ਹਾਨੀਆਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਕਈ ਲੱਖ ਗੁਣਾ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ (ਜੋ ਕਿ ਸੱਚ ਨਹੀ ਹੈ) ਕਿ ਕਿਸੇ ਰਸਾਇਣਿਕ ਕਿਰਿਆ ਵਿਚ ਕੋਈ ਪੁੰਜ ਊਰਜਾ ਦਾ ਅੰਤਰ ਰੂਪਾਂਤਰਨ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ।

ਸਾਰਾਂਸ਼ (SUMMARY)

1. ਹਰੇਕ ਪਰਮਾਣੂ ਵਿਚ ਇੱਕ ਨਾਭਿਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਨਾਭਿਕ ਧੰਨ ਚਾਰਜਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਨਾਭਿਕ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਤੋਂ 10^4 ਗੁਣਾ ਛੋਟਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਪਰਮਾਣੂ ਦਾ 99.9% ਤੋ ਵੱਧ ਪੁੰਜ ਨਾਭਿਕ ਵਿੱਚ ਹੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।
2. ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੇ ਪਧਰ ਤੇ ਪੁੰਜ ਪਰਮਾਣੂ ਪੁੰਜ ਇਕਾਈਆਂ (u) ਵਿਚ ਮਾਪੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ । ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਅਨੁਸਾਰ 1 ਪਰਮਾਣੂ ਪੁੰਜ ਇਕਾਈ (1u) c-12 ਦੇ ਇਕ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਪੁੰਜ ਦੇ 1/12 ਵੇ ਭਾਰ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ । $1u = 1.660563 \times 10^{-27}$ kg
3. ਨਾਭਿਕ ਵਿਚ ਇਕ ਅਣਚਾਰਜਿਤ ਕਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਆਖਦੇ ਹਨ । ਇਸਦਾ ਪੁੰਜ ਲਗਭਗ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।
4. ਕਿਸੇ ਤੱਤ ਦੀ ਪਰਮਾਣੂ ਸੰਖਿਆ Z ਉਸ ਤੱਤ ਦੇ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਨਾਭਿਕ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੋਟਾਨਾ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਪੁੰਜ ਸੰਖਿਆ A, ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਨਾਭਿਕ ਵਿਚ ਪ੍ਰੋਟਾਨਾ ਅਤੇ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾ ਕੀ ਕੁਲ ਸੰਖਿਆ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ : $A = Z + N$; ਇਥੇ N ਨਾਭਿਕ ਵਿਚ ਮੌਜੂਦ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਦਰਸ਼ਾਉਦਾ ਹੈ । ਇਕ ਨਾਭਿਕੀ ਪਰਜਾਤੀ ਅਤੇ ਇਕ ਨਿਊਕਲਾਈਡ (Nuclide) ਨੂੰ $^A_Z X$ ਦੁਆਰਾ ਵਿਅਕਤ ਕਰਦੇ ਹਨ ਜਿਥੇ X ਉਸ ਰਸਾਇਣਿਕ ਪਰਜਾਤੀ ਦਾ ਸੰਕੇਤ ਹੈ। ਸਮਾਨ ਪਰਮਾਣੂ ਸੰਖਿਆ Z ਐਪਰ ਵੱਖ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਸੰਖਿਆ N ਦੇ ਨਿਊਕਲਾਈਡ ਸਮਸਥਾਨਕ ਕਹਲਾਉਂਦੇ ਹਨ । ਉਹ ਨਿਊਕਲਾਈਡ ਜਿਹਨਾਂ ਲਈ ਪੁੰਜ ਸੰਖਿਆ A ਦਾ ਮਾਨ ਸਮਾਨ ਹੋਵੇ ਆਈਸੋਬਾਰ (Isobars) ਕਹਿਲਾਉਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਉਹ ਜਿਹਨਾ ਵਿਚ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਸੰਖਿਆ N ਦਾ ਮਾਨ ਸਮਾਨ ਹੋਵੇ ਆਈਸੋਟਾਨ (Isotones) ਕਹਿਲਾਉਂਦੇ ਹਨ । ਜਿਆਦਾਤਰ ਤੱਤ ਦੋ ਜਾਂ ਦੋ ਤੇ ਵੱਧ ਸਮਸਥਾਨਕਾ ਦਾ ਮਿਸ਼ਰਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ । ਤੱਤ ਦਾ ਪਰਮਾਣੂ ਪੁੰਜ ਉਸਦੇ ਸਮਸਥਾਨਕਾ ਦੇ ਪੁੰਜਾ ਦਾ ਭਾਰਿਤ ਮੱਧ (Weighted Mean) ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਜਿੱਥੇ ਭਾਰ ਤੋਂ ਮਤਲਬ ਸਮਸਥਾਨਕਾ ਦੀ ਸਾਪੇਖੀ ਬਹੁਲਤਾ ਤੋਂ ਹੈ ।
5. ਨਾਭਿਕ ਨੂੰ ਗੋਲਾਕਾਰ ਮੰਨਦੇ ਹੋਏ ਉਸਦਾ ਇਕ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂ ਸਕਦਾ ਹੈ । ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵਿਖੰਡਨ (Scattering) ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਨਾਭਿਕ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਗਿਆਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ । ਇਹ ਪਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਨਾਭਿਕਾ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਸੂਤਰ ਨਾਲ ਵਿਅਕਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ $R = R_0 A^{1/3}$ ਜਿੱਥੇ R_0 = ਇਕ ਸਥਿਰ ਅੰਕ = 1.2fm ਇਹ ਦਰਸ਼ਾਉਦਾ ਹੈ ਕਿ ਨਾਭਿਕ ਦਾ ਘਣਤਵ A ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀ ਕਰਦਾ ਅਤੇ ਇਹ $10^{17} kg/m^3$ ਦੀ ਕੋਟੀ ਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।
6. ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਅੰਦਰ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਅਲਪ-ਪਰਾਸੀ (Shortranged) ਪ੍ਰਬਲ ਨਾਭਿਕੀ ਬਲ ਦੁਆਰਾ ਬੰਨੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ । ਨਾਭਿਕੀ ਬਲ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਵਿੱਚ ਭੇਦ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ ।
7. ਨਾਭਿਕੀ ਪੁੰਜ M ਹਮੇਸਾ ਆਪਣੇ ਸੰਘਟਕਾਂ ਦੇ ਕੁਲ ਪੁੰਜ Σm ਤੋਂ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਨਾਭਿਕੀ ਅਤੇ ਇਸਦੇ ਸੰਘਟਕਾਂ ਦੇ ਪੁੰਜਾਂ ਦਾ ਅੰਤਰ ਪੁੰਜ ਹਾਨੀ ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ।

$$\Delta M = (Z m_p + (A - Z) m_n) - M$$

ਆਈਸਟਾਈਨ ਦਾ ਪੁੰਜ-ਊਰਜਾ ਸਿਧਾਂਤ $E = mc^2$ ਇਸ ਪੁੰਜ ਅੰਤਰ ਨੂੰ ਊਰਜਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਵੇਂ ਵਿਅਕਤ ਕਰਦਾ ਹੈ :

$$\Delta E_b = \Delta M c^2$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਊਰਜਾ ΔE_b ਨਾਭਿਕ ਦੀ ਬੰਧਨ-ਊਰਜਾ ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ। A=30 ਤੋਂ ਲੈ ਕੇ A=170 ਪੁੰਜ ਸੰਖਿਆ ਦੀ ਰੇਂਜ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤੀ ਨਿਊਕਲੀਆਨ ਬੰਧਨ-ਊਰਜਾ ਦਾ ਮਾਨ ਲਗਭਗ ਸਥਿਰ ਹੈ। ਇਹ ਲਗਭਗ 8Mev ਪ੍ਰਤੀ ਨਿਊਕਲੀਅਨ ਹੈ।

8. ਨਾਭਿਕੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆਵਾਂ ਤੋਂ ਜੁੜੀ ਊਰਜਾ ਰਸਾਇਣਿਕ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਲਗਭਗ ਦੱਸ ਲੱਖ ਗੁਣਾ ਵੱਧ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

9. ਕਿਸੇ ਨਾਭਿਕੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਦਾ Q ਮਾਨ ਹੈ :-

Q = ਅੰਤਿਮ ਗਣਿਤ ਊਰਜਾ-ਪ੍ਰਾਰੰਭਿਕ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ

ਪੁੰਜ-ਊਰਜਾ ਸੁਰਖਿਅਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਇਹ ਕਹਿ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ,

Q = (ਪ੍ਰਾਰੰਭਿਕ ਪੁੰਜਾ ਦਾ ਯੋਗ – ਅੰਤਿਮ – ਪੁੰਜਾ ਦਾ ਜੋੜ) C^2

10. ਰੇਡਿਓ ਐਕਟਿਵਤਾ ਉਹ ਪਰਿਘਟਨਾ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੀ ਗਈ ਪ੍ਰਜਾਤੀ ਦੇ ਨਾਭਿਕ α ਜਾਂ β ਯਾ γ ਕਿਰਨਾਂ ਉਤਸਰਜਿਤ ਕਰਕੇ ਰੁਪਾਂਤਰਰਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ, ਜਿਥੇ α - ਕਿਰਣਾਂ ਹੀਲੀਅਮ ਦੇ ਨਾਭਿਕ ਹਨ ; β - ਕਿਰਨਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਹਨ ਅਤੇ γ ਕਿਰਣਾ x-ਕਿਰਣਾ ਤੋਂ ਵੀ ਛੋਟੀ ਤਰੰਗਲੰਬਾਈ ਦੀ ਬਿਜਲ - ਚੁੰਬਕੀ ਵਿਕਿਰਣਾ ਹਨ।

11. ਰੇਡੀਓ ਐਕਟਿਵ ਖੇ ਦਾ ਨਿਯਮ ਹੈ : $N(t) = N(0)\, e^{-\lambda t}$ ਜਿਥੇ λ ਖੇ - ਅੰਕ ਯਾ ਵਿਘਟਨ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਰੇਡੀਓਨਾਭਿਕ ਦੀ ਅਰਧ ਉਮਰ ($T_{1/2}$) ਉਹ ਸਮਾਂ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਉਹਨਾਂ ਦੀ ਕੁਲ ਸੰਖਿਆ N ਉਹਨਾ ਦੇ ਆਰੰਭਿਕ ਮਾਨ ਦੀ ਅੱਧੀ ਰਹਿ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਔਸਤ ਆਯੂ τ ਉਹ ਸਮਾਂ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ N ਆਪਣੇ ਅਰੰਭਿਕ ਮਾਨ ਦਾ e^{-1} ਗੁਣਾ ਬਾਕੀ ਰਹਿ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} \tau \ln 2$$

12. ਜਦੋਂ ਘੱਟ ਕਠੋਰਤਾ ਤੋਂ ਸਬੰਧਿਤ ਨਾਭਿਕ ਕਠੋਰਤਾ ਤੋਂ ਬੱਧਿਤ ਨਾਭਿਕ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਊਰਜਾ ਮੁਕਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਵਿਖੰਡਨ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਭਾਰੀ ਨਾਭਿਕ ਦੋ ਛੋਟੇ ਖੰਡਾ ਵਿੱਚ ਵਿਭਾਜਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{133}_{51}Sb + ^{99}_{10}Nb + 4\,^{1}_{0}n$$

13. ਇਹ ਤੱਥ ਕਿ ਵਿਖੰਡਨ ਵਿੱਚ ਜਿੰਨੇ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਪ੍ਰਯੋਗ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਉਸ ਤੋਂ ਵੱਧ ਉਤਪੰਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਲੜੀ ਅਭਿਕਿਰਿਆ ਦੀ ਸੰਭਾਵਨਾ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਪੈਦਾ ਹੋਣ ਵਾਲਾ ਹਰੇਕ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ, ਨਵੇਂ ਵਿਖੰਡਨ ਦੀ ਸ਼ੁਰੂਆਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਨਾਭਿਕੀ ਬੰਬ ਬਿਸਫੋਟ ਵਿੱਚ ਬੇਕਾਬੂ ਲੜੀ ਅਭਿਕਿਰਿਆ ਤੇਜੀ ਨਾਲ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਨਾਭਿਕੀ ਰਿਐਕਟਰ ਵਿੱਚ ਇਹ ਕਾਬੂ ਅਤੇ ਸਥਿਰ ਦਰ ਤੇ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਰਿਐਕਟਰ ਵਿੱਚ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਵਿਧੀ ਗੁਣਾਂਕ k ਦਾ ਮਾਨ 1 ਬਣਾਏ ਰੱਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

14. ਸੰਯੋਜਨ ਵਿੱਚ ਹਲਕੇ ਨਾਭਿਕ ਮਿਲਕੇ ਵੱਡਾ ਨਾਭਿਕ ਬਣਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਸੂਰਜ ਸਮੇਤ ਤਾਰਿਆਂ ਵਿੱਚ ਹਾਈਡਰੋਜਨ ਨਾਭਿਕ ਦਾ ਹੀਲੀਅਮ ਨਾਭਿਕਾ ਵਿੱਚ ਸੰਯੋਜਨ ਊਰਜਾ ਦਾ ਸੋਮਾ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਭੌਤਿਕ ਰਾਸ਼ੀ	ਸੰਕੇਤ	ਵਿਸਾਵਾ	ਇਕਾਈ	ਟਿੱਪਣੀ
ਪਰਮਾਣੂ ਪੁੰਜ ਇਕਾਈ		[M]	u	ਪਰਮਾਣੂ ਯਾ ਨਾਭਿਕੀ ਪੁੰਜ ਨੂੰ ਵਿਅਕਤ ਕਰਨ ਲਈ ਪੁੰਜ ਮਾਤਕ 1 ਇੱਕ ਪਰਮਾਣੂ ਪੁੰਜ ਇਕਾਈ ^{12}c ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਪੁੰਜ 1/12 ਵੇਂ ਭਾਗ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ।
ਖੈ ਸਥਿਰ ਅੰਕ	λ	$[T^{-1}]$	$[S^{-1}]$	
ਅਰਧ ਆਯੂ	$T_{1/2}$	[T]	S	ਉਹ ਸਮਾ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਰੇਡੀਓ ਐਕਟਿਵ ਨਮੂਨੇ ਦੇ ਨਾਭਿਕਾ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਸ਼ੁਰੂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਤੋਂ ਅੱਧੀ ਰਹਿ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।
ਰੇਡੀਓ ਐਕਟਿਵ ਨਮੂਨੇ ਦੀ ਐਕਟਿਵਤਾ	R	$[T^{-1}]$	Bq	ਇੱਕ ਰੇਡੀਓ ਐਕਟਿਵ ਸੋਮੇ ਦੀ ਐਕਟਿਵਤਾ ਦਾ ਮਾਪ

ਵਿਚਾਰਯੋਗ ਵਿਸ਼ੇ

1. ਨਾਭਿਕੀ ਪਦਾਰਥ ਦਾ ਘਣਤਵ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਸਾਇਜ ਦੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ। ਪਰਮਾਣੂ ਪੁੰਜ ਘਣਤਵ ਇਸ ਨਿਯਮ ਦਾ ਪਾਲਣ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ।

2. ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸਕੈਟਰਿੰਗ ਦੁਆਰਾ ਗਿਆਤ ਕੀਤੀ ਗਈ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦਾ ਮਾਨ ਐਲਫਾ – ਕਣ ਸਕੈਟਰਿੰਗ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਪਤਾ ਕੀਤੀ ਗਈ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਤੋਂ ਕੁਝ ਵੱਖ ਪਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਹੋ ਜਿਹਾ ਇਸ ਲਈ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸਕੈਟਰਿੰਗ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨ ਤੋਂ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦਕਿ ਐਲਫਾ ਕਣ ਅਤੇ ਉਸ ਜਿਹੇ ਹੋਰ ਕਣ ਨਾਭਿਕੀ ਪਦਾਰਥ ਤੋਂ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

3. ਆਇਨਸਟਾਈਨ (Einstein) ਦੁਆਰਾ ਪੁੰਜ ਅਤੇ ਊਰਜਾ ਦੀ ਸਮਤੁਲਤਾ $E = mc^2$ ਪਰਦਰਸਿਤ ਕੀਤੇ ਜਾਣ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਪੁੰਜ ਸੁਰਖਿਅਣ ਅਤੇ ਊਰਜਾ ਸੁਰਖਿਅਣ ਦੇ ਵੱਖ ਨਿਯਮ ਦੀ ਗੱਲ ਨਹੀਂ ਕਰਦੇ ਅਤੇ ਪੁੰਜ ਊਰਜਾ ਦੇ ਇੱਕ ਹੀ ਨਿਯਮ ਦੀ ਗੱਲ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਕੁਦਰਤ ਵਿੱਚ ਇਹ ਨਿਯਮ ਆਪ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਨਾਭਿਕੀ ਭੌਤਿਕੀ ਵਿੱਚ ਪਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਪੁੰਜ ਅਤੇ ਊਰਜਾ ਦੀ ਸਮਤੁਲਤਾ ਦੇ ਨਿਯਮ, ਨਾਭਿਕੀ ਊਰਜਾ ਅਤੇ ਉਸਦੇ ਸ਼ਕਤੀ ਸੋਮੇ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਉਪਯੋਗ ਦਾ ਆਧਾਰ ਹੈ। ਇਸ ਨਿਯਮ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਕਿਸੇ ਨਾਭਿਕੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ (ਖੈ ਯਾ ਅਭਿਕਿਰਿਆ) ਦੇ Q – ਮਾਨ ਨੂੰ ਸ਼ੁਰੂਆਤੀ ਅਤੇ ਅੰਤਿਮ ਪੁੰਜਾ ਦੇ ਪਦਾ ਵਿੱਚ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

4. (ਪ੍ਰਤੀ ਨਿਊਕਲੀਆਨ) ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਵਕਰ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ ਇਹ ਦਰਸਾਉਂਦੀ ਹੈ ਕਿ ਤਾਪ ਨਿਕਾਸੀ ਨਾਭਿਕੀ ਅਭਿਕਿਰਿਆਵਾਂ ਸੰਭਵ ਹਨ ਜੋ ਦੋ ਹਲਕੇ ਨਾਭਿਕਾ ਦਾ ਸੰਯੋਜਨ ਕਰਕੇ ਯਾ ਇੱਕ ਭਾਰੀ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਮੱਧ ਪੰਜ ਵਾਲੇ ਦੋ ਨਾਭਿਕਾ ਦੇ ਵਿਖੰਡਨ ਵਿੱਚ ਵੇਖੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

5. ਸੰਯੋਜਨ ਦੇ ਲਈ ਹਲਕੇ ਨਾਭਿਕਾਂ ਵਿੱਚ ਜਰੂਰੀ ਆਰੰਭਿਕ ਊਰਜਾ ਹੋਣੀ ਚਾਹਿਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਜੋ ਇਹ ਕੂਲਮ ਪੋਟੈਂਸਿਅਲ ਬੈਰੀਅਰ (Coulomb potentral barrier) ਦੇ ਅਵਰੋਧ ਨੂੰ ਪਾਰ ਕਰ ਸਕੇ। ਇਹੀ ਕਾਰਨ ਹੈ ਕਿ ਸੰਯੋਜਨ ਦੇ ਲਈ ਬਹੁਤ ਉੱਚ ਤਾਪ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

6. ਭਾਵੇਂ (ਪ੍ਰਤੀ ਨਿਊਕਲੀਆਨ) ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ ਵਕਰ ਲਗਾਤਾਰਮਈ ਹੈ ਅਤੇ ਇੱਸ ਵਿੱਚ ਹੋਲੇ - ਹੋਲੇ ਹੀ ਪਰਿਵਰਤਨ ਆਉਂਦਾ ਹੈ ਪਰੰਤੂ ਇਸ ਵਿੱਚ ^{4}He, ^{16}O ਆਦਿ ਨਿਊਕਲਾਈਡਾ ਦੇ ਲਈ ਸਿਖਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਪਰਮਾਣੂ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੀ ਨਾਭਿਕ ਵਿੱਚ ਵੀ ਸੈੱਲ ਰਚਨਾ ਹੋਣ ਦਾ ਸਬੂਤ ਮੰਨਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

7. ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ – ਪੌਜੀਟ੍ਰੋਨ ਇੱਕ ਕਣ ਪ੍ਰਤੀਕਣ ਜੋੜਾ ਹੈ। ਇਸ ਵਿੱਚ ਪੁੰਜ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਹੈ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜਾ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ ਸਮਾਨ ਪਰੰਤੂ ਉਲਟ ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ ਦੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। (ਇਹ ਪਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਜਦੋਂ ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਇੱਕ ਪੌਜੀਟ੍ਰਾਨ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਨਾਲ ਸਾਥ ਆਉਂਦੇ ਹਨ ਤਾਂ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਦਾ ਵਿਲੋਪਣ ਕਰ ਦਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ γ - ਕਿਰਣਾ ਫੋਟੋਨਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦੇ ਹਨ।)

8. β^- - ਖੇ (ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਉਤਸਰਜਨ) ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਨਾਲ ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੋਣ ਵਾਲਾ ਕਣ ਐਂਟੀ – ਨਿਊਟਰੀਨੋ (anti-neutrino)($\bar{\nu}$)ਹੈ। ਇਸਦੇ ਉਲਟ β^+ - ਖੇ (ਪੌਜੀਟ੍ਰਾਨ ਉਤੱਸਰਜਨ) ਵਿੱਚ ਨਿਊਟਰੀਨੋ (ν) ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਨਿਊਟਰੀਨੋ ਅਤੇ ਐਂਟੀ ਨਿਊਟਰੀਨੋ ਦਾ ਜੋੜਾ ਕਣ – ਪ੍ਰਤੀਕਣ ਦਾ ਜੋੜਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕੁਦਰਤ ਵਿੱਚ ਹਰੇਕ ਕਣ ਦਾ ਇੱਕ ਪ੍ਰਤੀ – ਕਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ, ਐਂਟੀ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਜੋ ਕਿ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀ ਕਣ ਹੈ, ਕਿ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ?

9. ਇੱਕ ਮੁਕਤ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਅਸਥਾਈ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। $(n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu})$ ਐਪਰ, ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਮੁਕਤ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦਾ ਖੇ ਸੰਭਵ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਾ ਹੋਣ ਦਾ ਕਾਰਨ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦਾ ਪੁੰਜ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਪੁੰਜ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਥੋੜਾ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

10. ਆਮ ਤੋਰ ਤੇ, ਐਲਫਾ ਯਾ ਬੀਟਾ ਉਤਸਰਜਨ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਗਾਮਾ ਉਤਸਰਜਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਗਾਮਾ ਫੋਨਾਨ ਉਤਸਰਜਿਤ ਕਰਕੇ ਕੋਈ ਨਾਭਿਕ ਉਚਤਰ ਅਵਸਥਾ (excited state) ਤੋਂ ਨਿਮਨਤਰ ਅਵਸਥਾ (ground state) ਵਿੱਚ ਲੋਟਦਾ ਹੈ। ਐਲਫਾ ਅਤੇ ਬੀਟਾ ਉਤਸਰਜਨ ਦੇ ਬਾਅਦ ਕੋਈ ਨਾਭਿਕ ਉਚੱਤਰ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਰਹਿ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇੱਕ ਹੀ ਨਾਭਿਕ ਤੋਂ (ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਚਿੱਤਰ 13.4 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਗਏ ^{60}Ni ਦੇ ਸੰਦਰਭ ਵਿੱਚ) ਗਾਮਾ ਕਿਰਣਾ ਦਾ ਲੜੀਵਾਰ ਉਤਸਰਜਨ ਇੱਸ ਗੱਲ ਦਾ ਸਾਫ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਹੈ ਕਿ ਨਾਭਿਕ ਵਿੱਚ ਵੀ ਪਰਮਾਣੂਆ ਵਾਂਗ ਖੰਡਿਤ ਊਰਜਾ ਪੱਧਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

11. ਰੇਡੀਓ ਐਕਟਿਵਤਾ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਅਸਥਾਈ ਹੋਣ ਦਾ ਸੂਚਕ ਹੈ। ਹਲਕੇ ਨਾਭਿਕ ਵਿੱਚ ਸਥਾਈ ਹੋਣ ਲਈ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾ ਅਤੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨਾ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਦਾ ਅਨੁਪਾਤ 1:1 ਹੋਣਾ ਚਾਹਿਦਾ ਹੈ। ਭਾਰੇ, ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਸਥਿਰ ਹੋਣ ਲਈ ਇਹ ਅਨੁਪਾਤ 3:2 ਹੋਣਾ ਚਾਹਿਦਾ ਹੈ। (ਪ੍ਰੋਟਾਨਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਲਗਨ ਵਾਲੇ ਅਪ-ਕਰਸ਼ਨ ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੇ ਖਾਤਮੇ ਲਈ ਹੋਰ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾ ਦੀ ਲੋੜ ਹੋਵੇਗੀ)। ਇਹਨਾਂ ਸਥਾਈ ਅਨੁਪਾਤਾ ਨੂੰ ਨਾ ਰੱਖਣ ਵਾਲੇ ਨਾਭਿਕ ਅਸਥਾਈ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਨਾਭਿਕਾ ਵਿੱਚ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾ ਅਤੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨਾ ਦੀ ਅਧਿਕਤਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਅਸਲ ਵਿੱਚ, (ਸਾਰੇ ਤੱਤਾ ਦੇ) ਗਿਆਤ ਸਮਸਥਾਨਕਾਂ ਦੇ ਸਿਫਰ ਲਗਭਗ 10% ਹੀ ਸਥਾਈ ਹਨ। ਹੋਰ ਨਾਭਿਕ ਬਨਾਵਟੀ ਰੂਪ ਨਾਲ ਪ੍ਰਯੋਗਸ਼ਾਲਾ ਵਿੱਚ ਤਿਆਰ ਕੀਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ (ਇਹ ਸਥਾਈ ਪ੍ਰਜਾਤੀਆ ਤੇ α , p , d , n ਯਾ ਹੋਰ ਰਣਾ ਦੇ ਪ੍ਰਖੇਣ ਦੁਆਰਾ ਬਨਾਏ ਜਾਂਦੇ ਹਨ)। ਅਸਥਾਈ ਸਮਸਥਾਨਕ ਸੰਸਾਰ ਵਿੱਚ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੇ ਖਗੋਲੀ ਪ੍ਰਖੇਣਾ ਵਿੱਚ ਵੀ ਅਵਲੋਕਿਤ ਕੀਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਅਭਿਆਸ

ਅਭਿਆਸ ਦੇ ਪ੍ਰਸ਼ਨ ਹੱਲ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਹੇਠਾਂ ਲਿਖੇ ਆਕੜੇ ਆਪ ਜੀ ਲਈ ਉਪਯੋਗੀ ਸਿਧ ਹੋਣਗੇ।

$e = 1.6 \times 10^{-19} C$

$1/(4\pi\varepsilon_0) = 9 \times 10^9 N m^2/C^2$

$N = 6.023 \times 10^{23}$ per moe

$k = 1.381 \times 10^{-23} J^0 K^{-1}$

$1 MeV = 1.6 \times 10^{-13} J$

$1 Year = 3.154 \times 10^7 s$

$1 u = 931.5 MeV/C^2$

$m_H = 1.007825 u$

$m(^4_2He) = 4.002603 u$

$m_n = 1.008665 u$

$m_e = 0.000548 u$

13.1 (a) ਲੀਥੀਅਮ ਦੇ ਦੋ ਸਥਾਈ ਸਮਸਥਾਨਕਾ ^6_3Li ਅਤੇ ^7_3Li ਦੀ ਬਹੁਲਤਾ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਸ਼ਤ ਲੜੀਵਾਰ 7.5 ਅਤੇ 92.5 ਹੈ। ਇਹਨਾ ਸਮਸਥਾਨਕਾਂ ਦੇ ਪੁੰਜ ਲੜੀਵਾਰ : 6.010512 u ਅਤੇ 7.0100 u ਹੈ ਲੀਥੀਅਮ ਦਾ ਪਰਮਾਣੂ ਪੁੰਜ ਪਤਾ ਕਰੋ।

(b) ਬੋਰਾਨ ਦੇ ਦੋ ਸਥਾਈ ਸਮਸਥਾਨਕ $^{10}_5B$ ਅਤੇ $^{11}_5B$ ਹਨ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਪੁੰਜ ਲੜੀਵਾਰ 10.01294 u ਅਤੇ 11.00931 u ਅਤੇ ਬੋਰਾਨ ਦਾ ਪਰਮਾਣੂ ਭਾਰ 10.811 u ਹੈ। $^{10}_5B$ ਅਤੇ $^{11}_5B$ ਦੀ ਬਹੁਲਤਾ ਪਤਾ ਕਰੋ।

13.2 ਨਿਆਨ ਦੇ ਤਿੰਨ ਸਥਾਈ ਸਮਸਥਾਨਕਾਂ ਦੀ ਬਹੁਲਤਾ ਲੜੀਵਾਰ : 90.51% , 0.27% ਅਤੇ 9.22% ਹੈ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਸਮਸਥਾਨਕਾਂ ਦੇ ਪਰਮਾਣੂ ਪੁੰਜ ਲੜੀਵਾਰ 19.99 u, 20.99 u ਅਤੇ 21.99 u ਹੈ। ਨਿਆਨ ਦਾ ਔਸਤ ਪਰਮਾਣੂ ਪੁੰਜ ਪਤਾ ਕਰੋ।

13.3 ਨਾਈਟ੍ਰੋਜਨ ਨਿਊਕਲਿਅਸ ($^{14}_7N$) ਦੀ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ MeV ਵਿੱਚ ਪਤਾ ਕਰੋ $m_N = 14.00307 u$

13.4 ਨਿਮਨਲਿਖਿਤ ਅੱਕੜੀਆ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ $^{56}_{26}Fe$ ਅਤੇ $^{209}_{83}Bi$ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦੀ ਬੰਧਨ ਊਰਜਾ MeV ਵਿੱਚ ਪਤਾ ਕਰੋ। $m(^{56}_{26}Fe) = 55.934939 u$ $m(^{209}_{83}Bi) = 208.980388 u$

13.5 ਇੱਕ ਦਿੱਤੇ ਹੋਏ ਸਿੱਕੇ ਦਾ ਪੁੰਜ 3.0 g ਹੈ। ਉਸ ਊਰਜਾ ਦੀ ਗਣਤਾ ਕਰੋ ਜਿਸਦੀ ਇੱਸ ਸਿੱਕੇ ਦੇ ਸਾਰੇ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾਂ ਅਤੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨਾ ਨੂੰ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਤੋਂ ਵੱਖ ਕਰਨ ਲਈ ਜਰੂਰਤ ਹੋਵੇ। ਸਰਲਤਾ ਲਈ ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ ਸਿੱਕਾ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ($^{63}_{29}Cu$ ਦਾ ਪੁੰਜ = 62.92960 u))।

13.6 ਨਿਮਨਲਿਖਿਤ ਲਈ ਨਾਭਿਕੀ ਸਮੀਕਰਨ ਲਿਖੋ :

(i) α - decay of $^{226}_{88}Ra$

(ii) α - decay of $^{242}_{94}Pu$

(iii) β^-- decay of $^{32}_{15}P$

(iv) β^-- decay of $^{210}_{83}Bi$

(v) β^+- decay of $^{11}_6C$

(iii) β^+- decay of $^{97}_{43}Tc$

(vii) Electron capture of β^-- decay of $^{120}_{15}Xe$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

13.7 ਇੱਕ ਰੇਡੀਓਐਕਟਿਵ ਸਮਸਥਾਨਕ ਦੀ ਅਰਧ ਆਯੂ T ਸਾਲ ਹੈ। ਕਿੰਨੇ ਸਮੇਂ ਬਾਅਦ ਇਸਦੀ ਐਕਟਿਵਤਾ, ਸ਼ੁਰੂਆਤੀ ਐਕਟਿਵਤਾ ਦਾ (a) 3.125% ਅਤੇ (b) 1% ਰਹਿ ਜਾਵੇਗੀ।

13.8 ਜੀਵਿਤ ਕਾਰਬਨ-ਯੁਕਤ ਪੁੰਜ ਦੀ ਸਾਧਾਰਨ ਐਕਟਿਵਤਾ, ਪ੍ਰਤੀ ਗ੍ਰਾਮ ਕਾਰਬਨ ਲਈ 15 ਖੇ-ਪ੍ਰਤੀ ਮਿਨਟ ਹੈ। ਇਹ ਐਕਟਿਵਤਾ, ਸਥਾਈ ਸਮਸਥਾਨਕ $^{14}_{6}C$ ਦੇ ਨਾਲ--ਨਾਲ ਅਲਪ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਮੋਜੂਦ ਰੇਡੀਓ ਐਕਟਿਵਤਾ $^{12}_{6}C$ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜੀਵ ਦੀ ਮੌਤ ਹੋਣ ਤੇ ਵਾਯੂਮੰਡਲ ਦੇ ਨਾਲ ਇਸਦੀ ਪਰਸਪਰ, ਕਿਰਿਆ (ਜੋ ਉਪਰੋਕਤ ਸੰਤੁਲਿਤ ਐਕਟਿਵਤਾ ਨੂੰ ਬਣਾਏ ਰਖਦੀ ਹੈ) ਸਮਾਪਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦੀ ਐਕਟਿਵਤਾ ਘੱਟ ਹੋਣੀ ਸ਼ੁਰੂ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। $^{14}_{6}C$ ਦੀ ਗਿਆਤ ਅਰਧ ਆਯੂ (5730 ਸਾਲ) ਅਤੇ ਨਮੂਨੇ ਦੀ ਮਾਪੀ ਗਈ ਐਕਟਿਵਤਾ ਦੇ, ਆਧਾਰ ਤੇ ਇਸਦੀ ਨੇੜ੍ਹਲੀ ਆਯੂ ਦੀ ਗੁਣਤਾ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਇਹੀ ਪੁਰਾਤਨ ਵਿਗਿਆਨ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਯੋਗ ਹੋਣ ਵਾਲੀ $^{14}_{6}C$ ਕਾਲ-ਨਿਰਧਾਰਨ (Carbon dating) ਪਧਤੀ ਦਾ ਸਿਧਾਂਤ ਹੈ। ਇਹ ਮੰਨ ਕੇ ਕਿ ਮੋਹਨ ਜੋਦੜੋ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਿਸੇ ਨਮੂਨੇ ਦੀ ਐਕਟਿਵਤਾ 9- ਖੇ ਪ੍ਰਤੀ ਮਿੰਟ ਪ੍ਰਤੀ ਗ੍ਰਾਮ ਕਾਰਬਨ ਹੈ। ਸਿੰਧ ਘਾਟੀ ਸਭੇਤਾ ਦੀ ਨੇੜ੍ਹਲੀ ਆਯੂ ਦਾ ਆਕਲਨ ਕਰੋ।

13.9 8.0 mCi ਸਕਿਰਤਾ ਦਾ ਰੇਡੀਓਐਕਟਿਵ ਸੋਮਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ $^{60}_{27}Co$ ਦੀ ਕਿੰਨੀ ਮਾਤਰਾ ਦੀ ਲੋੜ ਹੋਵੇਗੀ। $^{60}_{27}Co$ ਦੀ ਅਰਧ ਆਯੂ 5.3 ਸਾਲ ਹੈ।

13.10 $^{90}_{38}Sr$ ਦੀ ਅਰਧ-ਆਯੂ 28 ਸਾਲ ਹੈ। ਇਸ ਸਮਸਥਾਨਕ ਦੇ 15 mg ਦੀ ਵਿਘਟਨ ਦਰ ਕੀ ਹੈ ?

13.11 ਸੋਨੇ ਦੇ ਸਮਸਥਾਨਕ $^{197}_{79}Au$ ਅਤੇ ਚਾਂਦੀ ਦੇ ਸਮਸਥਾਨਕ $^{107}_{47}Ag$ ਦੀ ਨਾਭਿਕੀ ਅਰਧ-ਵਿਆਸ ਦੇ ਅਨੁਪਾਤ ਦਾ ਨੇੜਲਾ ਮਾਨ ਪਤਾ ਕਰੋ।

13.12 (a) $^{226}_{88}Ra$ ਅਤੇ (b) $^{226}_{88}Ra$ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦੇ α- ਖੇ ਵਿੱਚ ਨਿਕਲੇ α- ਕਣਾਂ ਦਾ ਮਾਨ Q- ਮਾਨ ਅਤੇ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਗਿਆਤ ਕਰੋ।

ਦਿੱਤਾ ਹੈ : m ($^{226}_{88}$ Ra) = 226.02540 u , m ($^{222}_{86}$ Rn) = 222.1750 u ,

m ($^{222}_{86}$ Rn) = 220.01137 u , m ($^{216}_{84}$ Po) = 216.00189 u ,

13.13 ਰੇਡੀਓ ਨਿਊਕਲਿਆਈਡ (Radio nuclide) ^{11}C ਦਾ ਖੇ ਨਿਮਨਲਿਖਿਤ ਸਮੀਕਰਨ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ:

$$^{11}_{6}C \rightarrow ^{11}_{5}B + e^{+} + \nu: \quad T_{1/2} = 20.3 \text{ min}$$

ਉਤਸਰਜਿਤ ਪੱਜੀਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਅਧਿਕਤਮ ਊਰਜਾ 0.960 MeV ਹੈ ਪੰਜਾਂ ਦੇ ਨਿਮਨਲਿਖਿਤ ਮਾਨ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਹਨ :-

m ($^{11}_{6}$ C) = 11.011434 u ਅਤੇ m ($^{11}_{6}$ B) = 11.009305 u

Q- ਮਾਨ ਪਤਾ ਕਰੋ ਅਤੇ ਉਤਸਰਜਿਤ ਪਾਜੀਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਅਧਿਕਤਮ ਊਰਜਾ ਦੇ ਮਾਨ ਤੋਂ ਇਸਦੀ ਤੁਲਨਾ ਕਰੋ।

13.14 $^{23}_{10}Ne$ ਦਾ ਨਾਭਿਕ, β^{-} ਉਤਸਰਜਨ ਦੇ ਨਾਲ ਖੇ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ β^{-} ਖੇ ਦੇ ਲਈ ਸਮੀਕਰਨ ਲਿਖੋ ਅਤੇ ਉਤਸਰਜਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਅਧਿਕਤਮ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਪਤਾ ਕਰੋ।

m ($^{23}_{10}$ Na) = 22.994466 u

m ($^{23}_{10}$ Na) = 22.089770 u

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

13.15 ਕਿਸੇ ਨਾਭਿਕੀ ਅਭਿਕਿਰਿਆ $A + B \rightarrow C + d$ ਦੀ Q-ਮਾਨ ਨਿਮਨਲਿਖਿਤ ਸਮੀਕਰਨ ਦੁਆਰਾ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ

$$Q = [\, m_A + m_b - m_c - m_d \,] C^2$$

ਜਿੱਥੇ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਪੁੰਜ, ਨਭਿਕੀ ਵਿਰਸ ਪੁੰਜ (rest mass) ਹਨ। ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਅੰਕੜਿਆਂ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਦੱਸੋ ਕਿ ਨਿਮਨਲਿਖਿਤ ਕਿਰਿਆਵਾ ਤਾਪਸੋਖੀ ਹਨ ਜਾਂ ਤਾਪ ਨਿਕਾਸੀ :

(i) ${}^1_1H + {}^3_1H \rightarrow {}^2_1H + {}^2_1H$

(ii) ${}^{12}_6C + {}^{12}_6C \rightarrow {}^{20}_{10}Ne + {}^4_2He$

ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਪਰਮਾਣੂ ਪੁੰਜ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹਨ

$m\ ({}^2_1H) = 2\,.\,014102\ u$

$m\ ({}^3_1H) = 3\,.\,016049\ u$

$m\ ({}^{12}_6H) = 12\,.\,000000\ u$

$m\ ({}^{20}_{10}Ne) = 19\,.\,992439\ u$

13.16 ਮੰਨਿਆ ਕਿ ਅਸੀਂ ${}^{56}_{26}Fe$ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਦੋ ਸਮਾਨ ਅਵਧਵਾਂ ${}^{28}_{13}Al$ ਵਿੱਚ ਵਿਖੰਡਨ ਕਰੀਏ। ਕਿ ਊਰਜਾ ਦੀ ਨਜਰ ਨਾਲ ਇਹ ਵਿਖੰਡਨ ਸੰਭਵ ਹੈ ? ਇਸ ਕੇਸੇ ਵਿੱਚ Q- ਮਾਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਕੇ ਅਪਨਾ ਤਰਕ ਦਿਓ।

ਦਿੱਤਾ ਹੈ : ਅਤੇ $m\ ({}^{56}_{26}Fe) = 55\,.\,93494\ u$

$m\ ({}^{28}_{13}Al) = 27\,.\,98191\ u$

13.17 ${}^{239}_{94}Pu$ ਦੇ ਵਿਖੰਡਨ ਗੁਣ ਬਹੁਤ ਕੁੱਝ ${}^{235}_{92}U$ ਤੋਂ ਮਿਲਦੇ -- ਜੁਲਦੇ ਹਨ। ਪ੍ਰਤੀ ਵਿਖੰਡਨ ਨਿਕਲੀ ਔਸਤ ਊਰਜਾ 180 MeV ਹੈ। ਜੇ 1kg ਸ਼ੁੱਧ ${}^{239}_{94}Pu$ ਦੇ ਸਾਰੇ ਪਰਮਾਣੂ ਵਿਖੰਡਨ ਹੋ ਜਾਣ ਤੇ ਕਿੰਨੀ ਊਰਜਾ MeV ਵਿੱਚ ਨਿਕਲੇਗੀ ?

13.18 ਕਿਸੇ 1000 MV ਵਿਖੰਡਨ ਰਿਐਕਟਰ ਦੇ ਅੱਟੀ ਵਿੰਧਨ ਦਾ 5 ਸਾਲ ਵਿੱਚ ਖਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸ਼ੁਰੂ ਵਿੱਚ ਇਸ ਵਿੱਚ ਕਿੰਨਾ ${}^{235}_{92}U$ ਸੀ ? ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ ਰਿਐਕਟਰ 80% ਸਮੇਂ ਕਾਰਜਸ਼ੀਲ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ, ਇਸਦੀ ਪੂਰੀ ਊਰਜਾ ${}^{235}_{92}U$ ਦੇ ਵਿਖੰਡਨ ਤੋਂ ਹੀ ਉਤਪੰਨ ਹੋਈ ਹੈ ਅਤੇ ${}^{235}_{92}U$ ਨਿਊਕਲਾਈਡ ਸਿਰਫ ਵਿਖੰਡਨ ਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਹੀ ਖਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

13.19 2.0kg ਡਿਊਟੀਰੀਅਮ ਦੇ ਸੰਯੋਜਨ ਤੋਂ ਇੱਕ 100 ਵਾੱਟ ਦਾ ਬਿਜਲਈ ਲੈਂਪ ਕਿੰਨੀ ਦੇਰ ਤੱਕ ਪ੍ਰਕਾਸਿਤ ਰੱਖੇ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ? ਸੰਯੋਜਨ ਕਿਰਿਆ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਲਿਖੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ :

${}^2_1H + {}^2_1H \rightarrow {}^3_2He + n + 3.27\ MeV$

13.20 ਦੇ ਡਿਊਟ੍ਰਾਨਾ ਦੇ ਆਹਮਣੇ-ਸਾਹਮਣੇ ਦੀ ਟੱਕਰ ਲਈ ਕਲਮ ਅਵਰੋਧ ਦੀ ਊਚਾਈ ਪਤਾ ਕਰੋ। (ਸੰਕੇਤ-- ਕੁਲਾਮ ਅਵਰੋਧ ਦੀ ਊਚਾਈ ਦਾ ਮਾਨ ਇਨ੍ਹਾਂ ਡਿਊਟ੍ਰਾਨਾ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਲੱਗਣ ਵਾਲੇ ਉਸ ਕੁਲਮ ਪ੍ਰਤੀਕਰਸਣ ਬਲ ਦੇ ਬਾਰਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਨਾਲ ਸੰਪਰਕ ਵਿੱਚ ਰੱਖੇ ਜਾਣ ਤੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਲਗਦਾ ਹੈ)। ਇਹ ਮੰਨ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਡਿਊਟ੍ਰਾਨ 2.0fm ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦੇ ਠੋਸ ਗੋਲੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

13.21 ਸਮੀਕਰਨ $R= R_0A^{1/3}$ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ, ਦਰਸਾਓ ਕਿ ਨਾਭਿਕੀ ਪਦਾਰਥਾ ਦੀ ਘਣਤਾ ਲਗਭਗ ਸਥਿਰ ਹੈ (ਭਾਵ A ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ) ਇੱਥੇ R_0 ਇੱਕ ਨਿਯਤਾਂਕ ਹੈ ਅਤੇ A ਨਾਭਿਕ ਦੀ ਪੁੰਜ ਸੰਖਿਆ ਹੈ।

13.22 ਕਿਸੇ ਨਾਭਿਕ ਤੋਂ β^- (ਪਾੱਜੀਟ੍ਰਾਨ) ਉਤਸਰਜਨ ਦੀ ਇੱਕ ਹੋਰ ਪ੍ਰਤੀਯੋਗੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਹੈ ਜਿਸੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪਰਿਗ੍ਰਹਿਣ (electron capture) ਕਹਿੰਦੇ ਹੈ। ਇਸ ਵਿੱਚ ਪਰਮਾਣੂ ਦੀ ਅੰਦਰੂਨੀ ਸ਼ੈਲ, ਮੰਨ ਲਓ K- ਸ਼ੈਲ, ਤੋਂ ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ, ਨਾਭਿਕ ਪਰਿਗ੍ਰਹਿਤ ਕਰ ਲੈਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇੱਕ ਨਿਊਟਰੀਨੋ (neutrino), ਉਤਸਰਜਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ :

$$e^+ + {}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z-1}X + v$$

ਦਰਸਾਓ ਕਿ ਜੇ β^+ ਉਤਸਰਜਨ ਊਰਜਾ ਵਿਚਾਰ ਤੋਂ ਅਨੁਮਤ ਹੈ ਤਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪਰਿਗ੍ਰਹਿਣ ਦੀ ਅਨੁਮਤ ਹੈ ਪਰੰਤੂ ਇਸਦਾ ਉਲਟ ਅਨੁਮਤ ਨਹੀਂ ਹੈ।

ਹੋਰ ਅਭਿਆਸ (Additional Exercise)

13.23 ਆਵਰਤ-ਸਾਰਣੀ ਵਿੱਚ ਮੈਗਨੀਸ਼ੀਅਮ ਦਾ ਔਸਤ ਪਰਮਾਣੂ ਪੁੰਜ 24.312 u ਦਿੱਤਾ ਹੋਇਆ ਹੈ। ਇਹ ਔਸਤ ਮਾਨ, ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਤੇ ਇਸਦੇ ਸਮਸਥਾਨਕਾਂ ਦੀ ਸਾਪੇਖ ਬਹੁਲਤਾ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਦਿੱਤਾ ਹੋਇਆ ਹੈ। ਮੈਗਨੀਸੀਅਮ ਦੇ ਤਿੰਨ ਸਮਸਥਾਨਕ ਅਤੇ ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਪੁੰਜ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹਨ :- ${}^{24}_{12}Mg$ (23.98504 u), ${}^{25}_{12}Mg$ (24.98584 u) ਅਤੇ ${}^{26}_{12}Mg$ (25.98259 u)। ਕੁਦਰਤ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਾਪਤ ਮੈਗਨੀਸੀਅਮ ਵਿੱਚ ${}^{24}_{12}Mg$ ਦੀ ਬਹੁਲਤਾ 78.99% ਹੈ। ਹੋਰ ਦੋਨਾਂ ਸਮਸਥਾਨਕਾ ਦੀ ਬਹੁਲਤਾ ਦਾ ਪਰਿਕਲਨ ਕਰੋ।

13.24 ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਪ੍ਰਿਥਕਰਨ ਊਰਜਾ (Separation energy) ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ, ਉਹ ਊਰਜਾ ਹੈ ਜੋ ਕਿਸੇ ਨਾਭਿਕ ਤੋਂ ਇੱਕ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਨੂੰ ਦੱੜਨ ਲਈ ਜਰੂਰੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਹੇਠਾਂ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਅੰਕੜੇ ਦੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰਦੇ ਹੋਏ ${}^{41}_{20}Ca$ ਅਤੇ ${}^{27}_{13}Al$ ਨਾਭਿਕ ਦੀ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਪ੍ਰਿਥਕਰਨ ਊਰਜਾ ਪਤਾ ਕਰੋ।

$m({}^{40}_{20}Ca) = 39.962591$ u

$m({}^{41}_{20}Ca) = 40.962278$ u

$m({}^{26}_{13}Al) = 25.986895$ u

$m({}^{27}_{13}Al) = 26.981541$ u

13.25 ਕਿਸੇ ਸੋਮੇ ਵਿੱਚ ਫਾਸਫੋਰਸ ਦੇ ਦੋ ਰੇਡੀਓ ਐਕਵਿਟ ਨਿਊਲਾਈਡ ਹਨ ${}^{32}_{15}P(T_{1/2}=14.3d)$ ਅਤੇ ${}^{33}_{15}P(T_{1/2}=25.3d)$ ਸ਼ੁਰੂ ਵਿੱਚ 33p ਤੋਂ 10% ਖੈ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸਤੋਂ 90% ਖੈ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ ਕਿੰਨੇ ਸਮੇਂ ਦਾ ਇੰਤਜਾਰ ਕਰਨਾ ਪਏਗਾ ?

13.26 ਕੁਝ ਖਾਸ ਪਰਿਸਥਿਆਂ ਵਿੱਚ, ਇੱਕ ਨਾਭਿਕ, α - ਕਣ ਤੋਂ ਵੱਧ ਪੁੰਜ ਵਾਲਾ ਇੱਕ ਕਣ ਉਤਸਰਜਿਤ ਕਰਕੇ ਖੈ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਨਿਮਨਲਿਖਿਤ ਖੈ - ਪ੍ਰਕਿਰਿਆਵਾਂ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ :-

$${}^{223}_{88}Ra \rightarrow {}^{209}_{82}Pb + {}^{14}_{6}C$$

$${}^{223}_{88}Ra \rightarrow {}^{219}_{86}Rn + {}^{4}_{2}He$$

ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੋਨਾਂ ਖੈ-ਪ੍ਰਕਿਰਿਆਵਾਂ ਲਈ Q-ਮਾਨ ਪਤਾ ਕਰੋ ਅਤੇ ਦਰਸਾਓ ਕਿ ਦੋਵੇ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆਵਾਂ ਊਰਜਾ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਸੰਭਵ ਹਨ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

13.27 ਤੇਜ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੁਆਰਾ $^{238}_{92}U$ ਦੇ ਵਿਖੰਡਨ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ। ਕਿਸੇ ਵਿਖੰਡਨ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਸ਼ੁਰੂਆਤੀ ਅੰਸ਼ਾਂ (Primary fragments) ਦੇ ਬੀਟਾ-ਖੇ ਦੇ ਬਾਅਦ ਕੋਈ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਉਤਸਰਜਿਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਅਤੇ $^{140}_{58}Ce$ ਅਤੇ $^{99}_{44}Ru$ ਅੰਤਿਮ ਉਤਪਾਦ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਵਿਖੰਡਨ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਲਈ Q ਦਾ ਮਾਨ ਪਤਾ ਕਰੋ। ਜਰੂਰੀ ਅੰਕੜੇ ਹਨ :

$m\ (^{238}_{92}U) = 238\ .05079\ u$

$m\ (^{140}_{58}Ce) = 139\ .90543\ u$

$m\ (^{99}_{44}\ Ru) = 98.90594\ u$

13.28 D-T ਅਭਿਕਿਰਿਆ (ਡਿਊਟੀਰੀਅਮ –ਟ੍ਰੀਟੀਅਮ ਸੰਯੋਜਨ) ਤੇ ਵਿਚਾਰ $^2_1H + ^3_1H \rightarrow ^4_2He + n$ ਕਰੋ।

(a) ਹੇਠਾਂ ਦਿੱਤੇ ਅੰਕੜੇ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਅਭਿਕਿਰਿਆ ਤੋਂ ਨਿਕਲੀ ਊਰਜਾ ਦਾ ਮਾਨ MeV ਵਿੱਚ ਪਤਾ ਕਰੋ।

$m\ (^2_1H) = 2.014102\ u$

$m\ (^3_1H) = 3.016049\ u$

(b) ਡਿਊਟੀਰੀਅਮ ਅਤੇ ਟ੍ਰਾਈਟੀਅਮ ਦੋਨਾਂ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਲਗਭਗ 1.5 fm ਮੰਨ ਲਓ। ਇਸ ਅਭਿਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ, ਦੋਨਾਂ ਨਾਭਿਕਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਕੂਲਮ ਅਪਕਰਸ਼ਣ ਤੋਂ ਦੂਰ ਕਰਨ ਲਈ ਕਿੰਨੀ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦੀ ਲੋੜ ਪਵੇਗੀ ਅਭਿਕਿਰਿਆ ਸ਼ੁਰੂ ਕਰਨ ਲਈ ਗੈਸਾਂ (D ਅਤੇ T ਗੈਸਾਂ) ਨੂੰ ਕਿਸ ਤਾਪ ਤੇ ਗਰਮ ਕੀਤਾ ਜਾਣਾ ਚਾਹਿੰਦਾ ਹੈ।

ਸੰਕੇਤ (ਕਿਸੇ ਸੰਯੋਜਨ ਕਿਰਿਆ ਲਈ ਜਰੂਰੀ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ = ਸੰਯੋਜਨ ਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਕਣਾਂ ਦੀ ਔਸਤ ਤਾਪ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ = 2 (3 $kT/2$) : k : ਬੋਲਟਜਮਾਨ ਸਥਿਰ ਅੰਕ (Boltzman's Constant) ਅਤੇ T = ਪਰਮਤਾਪ

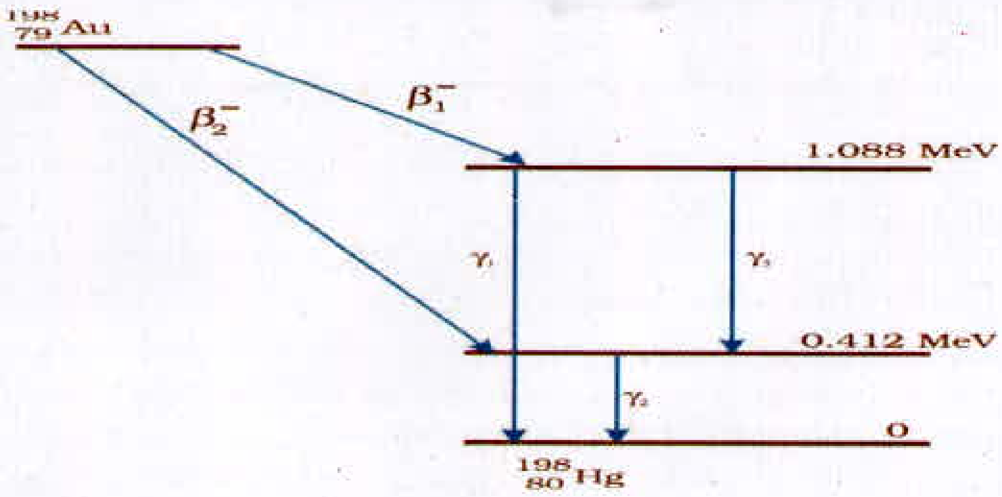
13.29 ਹੇਠਾਂ ਦਿੱਤੀ ਗਈ ਖੇ - ਪੋਜਨਾ ਵਿੱਚ, γ - ਖੇ ਦੀ ਵਿਕਿਰਣ ਅਵਿਰਤੀਆ ਅਤੇ β-ਕਣਾ ਦੀ ਅਧਿਕਤਮ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਪਤਾ ਕਰੋ : ਦਿੱਤਾ ਹੈ

$m\ (^{198}Au) = 197.968233\ u$

$m\ (^{198}Hg) = 197.966760\ u$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com



ਚਿੱਤਰ : 13.6

13.30 ਸੂਰਜ ਦੇ ਅੰਦਰ (a) 1kg ਹਾਈਡਰੋਜਨ ਦੇ ਸੰਯੋਜਨ ਦੇ ਸਮੇਂ ਨਿਕਲੀ ਊਰਜਾ ਪਤਾ ਕਰੋ। (b) ਵਿਖੰਡਨ ਰਿਐਕਟਰ ਵਿੱਚ 1.0kg ^{235}U ਦੇ ਵਿਖੰਡਨ ਵਿੱਚ ਨਿਕਲੀ ਊਰਜਾ ਪਤਾ ਕਰੋ (a) ਅਤੇ (b) ਪ੍ਰਸਨਾ ਵਿੱਚ ਨਿਕਲੀ ਊਰਜਾ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਕਰੋ।

13.31 ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ ਭਾਰਤ ਦਾ 2020 ਤਕ 200,000 MW ਬਿਜਲੀ ਸਕਤੀ ਪੈਦਾ ਕਰਨ ਦਾ ਹੈ। ਇਸਦਾ 10% ਨਿਭਿਕੀ ਸ਼ਕਤੀ ਰਿਐਕਟਰਾਂ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਣਾ ਹੈ। ਮੰਨਿਆ ਕਿ ਰਿਐਕਟਰ ਦੀ ਔਸਤ ਉਪਯੋਗ ਕੁਸਲਤਾ (ਤਾਪ ਨੂੰ ਬਿਜਲੀ ਵਿੱਚ ਤਬਦੀਲ ਕਰਨ ਦੀ ਕੁਸਲਤਾ) 25% ਹੈ। 2020 ਦੇ ਅੰਤ ਤਕ ਸਾਡੇ ਦੇਸ ਨੂੰ ਪ੍ਰਤੀ ਸਾਲ ਕਿੰਨੇ ਵਿਖੰਡਨਯੋਗ ਯੂਰੇਨਿਅਮ ਦੀ ਲੋੜ ਹੋਵੇਗੀ। ^{235}U ਪ੍ਰਤੀ ਵਿਖੰਡਨ ਉਤਸਰਜਿਤ ਊਰਜਾ 200MeV ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਅਧਿਆਇ 14

ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਕੀ-ਪਦਾਰਥ, ਯੁਕਤੀਆਂ ਅਤੇ ਸਰਲ ਸਰਕਟ (Semiconductor Electronics-Materials, Devices and Simple Circuits)

14.1 ਭੂਮਿਕਾ (Introduction)

ਅਜਿਹੀਆਂ ਯੁਕਤੀਆਂ ਜਿਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦਾ ਲਗਾਤਾਰ ਵਹਾਵ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕੇ, ਸਾਰੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨੀਕ ਸਰਕਟਾਂ ਲਈ ਆਧਾਰਭੂਤ ਰਚਨਾ ਖੰਡ (Building block) ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਸਾਲ 1948 ਵਿਚ ਟਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ (Transistor) ਦੀ ਖੋਜ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਅਜਿਹੀਆਂ ਯੁਕਤੀਆਂ ਵਧੇਰੇ ਕਰਕੇ ਵੈਕਿਉਮ ਟਿਊਬਾਂ (Vacuum Tubes) (ਜਾਂ ਵਾਲਵ) ਸਨ, ਜਿਵੇਂ ਵੈਕਿਉਮ ਡਾਇਓਡ (Diode) ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਦੋ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਡ: ਐਨੋਡ (Anode) ਅਤੇ ਕੈਥੋਡ (Cathode) ਹੁੰਦੇ ਹਨ; ਟਰਾਇਓਡ (Triode) ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਤਿੰਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਡ-ਕੈਥੋਡ, ਪਲੇਟ ਅਤੇ ਗ੍ਰਿਡ ਹੁੰਦੇ ਹਨ; ਟੈਟਰੋਡ ਅਤੇ ਪੈਂਟੋਡ (ਕ੍ਰਮਵਾਰ 4 ਅਤੇ 5 ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਡਾਂ ਦੇ ਨਾਲ)। ਕਿਸੇ ਵੈਕਿਉਮ ਟਿਊਬ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਪੂਰਤੀ ਇੱਕ ਗਰਮ ਕੈਥੋਡ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦੇ ਵੱਖ ਵੱਖ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਡਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਵੋਲਟੇਜ ਨੂੰ ਬਦਲ ਕੇ ਵੈਕਿਉਮ (ਨਿਰਵਾਯੂ) ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਵਹਾਵ ਨੂੰ ਕਾਬੂ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਅੰਤਰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਡੀ ਸਥਾਨ (Inter-electrode space) ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਵਹਾਵ ਦੇ ਲਈ ਵੈਕਿਉਮ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਨਹੀਂ ਤਾਂ ਗਤੀ ਕਰਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਆਪਣੇ ਰਸਤੇ ਵਿੱਚ ਹਵਾ ਦੇ ਅਣੂਆਂ ਨਾਲ ਟਕਰਾ ਕੇ ਆਪਣੀ ਊਰਜਾ ਗੁਆ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਇਹਨਾਂ ਯੁਕਤੀਆਂ ਵਿਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸਿਰਫ ਕੈਥੋਡ ਤੋਂ ਐਨੋਡ ਵਲ ਵਗ ਸਕਦੇ ਹਨ (ਭਾਵ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸਿਰਫ ਇੱਕ ਹੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਵਗ ਸਕਦੇ ਹਨ।) ਇਹੀ ਕਾਰਨ ਹੈ ਕਿ ਇਹਨਾਂ ਯੁਕਤੀਆਂ ਨੂੰ ਆਮ ਕਰਕੇ ਵਾਲਵ (Valve) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਵੈਕਿਉਮ ਟਿਊਬ ਨਾਲ ਬਣੀਆਂ ਯੁਕਤੀਆਂ ਅਕਾਰ ਵਿੱਚ ਵੱਡੀਆਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ, ਵਧੇਰੇ ਸ਼ਕਤੀ ਦੀ ਖਪਤ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ ਅਤੇ ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਲਈ ਉੱਚ ਵੋਲਟੇਜ਼ (~100V) ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਨਾਲ ਇਹਨਾਂ ਦਾ ਜੀਵਨ ਕਾਲ ਵੀ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤੇ ਇਹ ਭਰੋਸੇ ਯੋਗ ਵੀ ਘੱਟ ਹੀ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਆਧੁਨਿਕ *ਠੋਸ-ਅਵਸਥਾ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਕੀ (Solid State semi-conductor electranics)* ਦੀ ਨੀਂਹ ਸਾਲ 1930 ਵਿੱਚ ਰੱਖੀ ਗਈ ਜਦੋਂ ਇਹ ਅਨੁਭਵ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਕਿ ਕੁਝ ਠੋਸ ਅਵਸਥਾ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਜੰਕਸ਼ਨਾਂ (Junction) ਵਿੱਚ ਇਹ ਸੰਭਾਵਨਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਕਿ ਉਹਨਾਂ ਵਿਚ ਚਾਰਜ ਵਾਹਕਾਂ (Charge Carrierr) ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਵਗਣ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਨੂੰ ਕਾਬੂ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼, ਤਾਪ ਊਰਜਾ ਅਤੇ ਘੱਟ ਵੋਲਟੇਜ ਵਰਗੇ ਉੱਤੇਜਕਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਨਾਲ ਕਿਸੇ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਵਿਚ ਗਤੀਸ਼ੀਲ ਚਾਰਜਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਵਿੱਚ ਬਦਲਾਵ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਧਿਆਨ ਦੇਣ ਯੋਗ ਗਲ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਅਰਧਚਾਲਕ ਯੁਕਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜ ਵਾਹਕਾਂ ਦੀ ਪੂਰਤੀ ਅਤੇ ਪ੍ਰਵਾਹ *ਖੁਦ ਠੋਸ ਦੇ ਆਪਣੇ ਅੰਦਰ ਹੀ* ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਜਦੋਂ ਕਿ ਪਹਿਲਾਂ ਪ੍ਰਯੋਗ ਹੋਣ ਵਾਲੀਆਂ ਵੈਕਿਉਮ ਟਿਊਬਾਂ/ਵਾਲਵਾਂ ਵਿਚ ਗਤੀਸ਼ੀਲ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਨੂੰ ਗਰਮ ਕੈਥੋਡ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਸੀ ਅਤੇ *ਨਿਰਵਾਤਿਤ ਸਥਾਨਾਂ ਜਾਂ ਨਿਰਵਾਯੂ* ਵਿਚੋਂ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਸੀ। ਅਰਧਚਾਲਕ ਯੁਕਤੀਆਂ ਵਿਚ ਬਾਹਰੀ ਤਾਪ ਜਾਂ ਵੱਧ ਨਿਰਵਾਤਿਤ ਸਥਾਨ ਦੀ ਲੋੜ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਆਕਾਰ ਵਿੱਚ ਛੋਟੀਆਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ, ਘੱਟ ਸ਼ਕਤੀ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ, ਘੱਟ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਤੇ ਕੰਮ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ, ਇਹਨਾਂ ਦਾ ਜੀਵਨ ਲੰਬਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਭਰੋਸੇਯੋਗ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਆਧੁਨਿਕ ਯੁਕਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਵੈਕਿਉਮ ਟਿਊਬਾਂ ਦੇ ਸਿਧਾਂਤ ਤੇ ਕਾਰਜ ਕਰਨ ਵਾਲੀ ਕੈਥੋਡ ਕਿਰਨ ਟਿਊਬ (CRT) ਜਿਸ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਟੈਲੀਵੀਜ਼ਨ ਸੈਟਾਂ ਅਤੇ ਕੰਪਿਊਟਰ ਮੌਨੀਟਰਾਂ ਵਿੱਚ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ, ਦੇ ਸਥਾਨ ਤੇ ਠੋਸ ਅਵਸਥਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਿਕੀ (Solid state electronics) ਤੇ ਆਧਾਰਿਤ ਲਿਕੁਅਡ ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਡਿਸਪਲੇ (LCD) ਮਨੀਟਰਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਹੋਣ ਲਗ ਪਈ ਹੈ। ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਯੁਕਤੀਆਂ ਨੂੰ ਉਪਚਾਰਿਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸਮਝੇ ਜਾਣ ਤੋਂ ਵੀ ਬਹੁਤ ਪਹਿਲਾਂ ਕੁਦਰਤ ਵਿੱਚ ਮਿਲਨ ਵਾਲੇ *ਗੈਲੇਨਾ*(ਲੈਡ ਸਲਫਾਈਡ PbS) ਦੇ ਇੱਕ ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਜਿਸਦੇ ਨਾਲ ਧਾਤ ਦਾ ਇੱਕ ਸੰਪਰਕ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਬਿੰਦੂ (Contact Point) ਜੁੜਿਆ ਸੀ, ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਰੇਡੀਓ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਸੰਸੂਚਕ (Detector) ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕੀਤੀ ਜਾ ਚੁੱਕੀ ਸੀ।

ਨਿਮਨਲਿਖਤ ਸੈਕਸ਼ਨਾਂ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਭੌਤਿਕੀ ਦੀਆਂ ਕੁਝ ਮੂਲ ਸੰਕਲਪਨਾਵਾਂ ਨਾਲ ਜਾਣ-ਪਛਾਣ ਕਰਾਂਗੇ ਅਤੇ ਜੰਕਸ਼ਨ ਡਾਇਓਡ (Junction diode) (2-ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਡਾਂ ਦੀ ਯੁਕਤੀ) ਅਤੇ ਦੋ ਧਰੁਵੀ ਜੋੜ (Bipolar Junction) ਟਰਾਂਜਿਸਟਰ (3-ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਡਾਂ ਦੀ ਯੁਕਤੀ) ਵਰਗੀਆਂ ਕੁਝ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਯੁਕਤੀਆਂ ਦੀ ਚਰਚਾ ਕਰਾਂਗੇ। ਇਹਨਾਂ ਯੁਕਤੀਆਂ ਦੇ ਇਸਤੇਮਾਲ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਣ ਵਾਲੇ ਕੁਝ ਸਰਕਟਾਂ ਦਾ ਵਰਣਨ ਵੀ ਕਰਾਂਗੇ।

14.2 ਧਾਤਾਂ, ਚਾਲਕਾਂ ਅਤੇ ਅਰਧ ਚਾਲਕਾਂ ਦਾ ਵਰਗੀਕਰਨ (Classification of Metals, Conductors and Semiconductors)

ਚਾਲਕਤਾ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ (On the basis of Conductivity)

ਬਿਜਲੀ ਚਾਲਕਤਾ (σ) ਜਾਂ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ ($\rho = 1/\sigma$) ਦੇ ਸਾਪੇਖ ਮੁਲਾਂ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਠੋਸ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦਾ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਅਨੁਸਾਰ ਵਰਗੀਕਰਨ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ,

(i)ਧਾਤ (Metal): ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ ਬਹੁਤ ਘੱਟ (ਜਾਂ ਚਾਲਕਤਾ ਬਹੁਤ ਵੱਧ) ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

$$\rho \sim 10^{-2} - 10^{-8}\ \Omega\,\text{m}$$
$$\sigma \sim 10^{2} - 10^{8}\ \text{S m}^{-1}$$

(ii) ਅਰਧ-ਚਾਲਕ (Semiconductor) : ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ ਜਾਂ ਚਾਲਕਤਾ ਧਾਤਾਂ ਅਤੇ ਬਿਜਲਰੋਧੀ (ਕੁਚਾਲਕ) ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੇ ਵਿਚ ਜਿਹੇ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

$$\rho \sim 10^{-5} - 10^{6}\ \Omega\,\text{m}$$
$$\sigma \sim 10^{5} - 10^{6}\ \text{S m}^{-1}$$

(iii) ਬਿਜਲੀਰੋਧੀ (Insulators) : ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ ਬਹੁਤ ਜ਼ਿਆਦਾ (ਜਾਂ ਚਾਲਕਤਾ ਬਹੁਤ ਘੱਟ) ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

$$\rho \sim 10^{11} - 10^{19}\ \Omega\,\text{m}$$
$$\sigma \sim 10^{-11} - 10^{-19}\ \text{S m}^{-1}$$

ਉਪਰ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ρ ਅਤੇ σ ਦੇ ਮਾਨ ਸਿਰਫ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣਾਂ ਦੇ ਸੂਚਕ ਹਨ ਅਤੇ ਦਿੱਤੀ ਗਈ ਰੇਂਜ (Range) ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਵੀ ਜਾ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਧਾਤ, ਬਿਜਲੀਰੋਧੀ ਪਦਾਰਥ ਅਤੇ ਅਰਧਚਾਲਕਾਂ ਵਿੱਚ ਅੰਤਰ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ ਦਾ ਸਾਪੇਖੀ ਮਾਨ ਹੀ ਸਿਰਫ ਮਾਪਦੰਡ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਕੁਝ ਦੂਸਰੇ ਅੰਤਰ ਵੀ ਹਨ, ਜੋ, ਜਿਵੇਂ-ਜਿਵੇਂ ਅਸੀਂ ਪਾਠ ਵਿੱਚ ਅੱਗੇ ਵਧਾਂਗੇ, ਸਪਸ਼ਟ ਹੁੰਦੇ ਜਾਣਗੇ। ਇਸ ਪਾਠ ਵਿੱਚ ਸਾਡੀ ਰੁਚੀ ਅਰਧਚਾਲਕਾਂ ਦੇ ਅਧਿਐਨ ਵਿੱਚ ਹੈ ਜੋ ਕਈ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ।

(i) *ਤੱਤਵਿਕ ਅਰਧਚਾਲਕ (Elemental Semiconductors)*- Si ਅਤੇ Ge

(ii) *ਯੌਗਿਕ ਅਰਧਚਾਲਕ (Compoud Semiconductors):* ਉਦਾਹਰਨ ਹੈ -

- *ਅਕਾਰਬਨਿਕ* - CdS, GaAs, CdSe, InP ਆਦਿ।
- *ਕਾਰਬਨਿਕ* - ਐਂਥਰਾਸੀਨ, ਡੋਪਡ (Doped) ਥੈਲੋਸਿਆਨੀਨਸ (Pthalocyanines) ਆਦਿ।
- *ਕਾਰਬਨਿਕ ਬਹੁਲਕ (Organic polymers)* : ਪਾਲੀਪਾਈਰੋਲ (polypyrrole), ਪਾਲੀਐਨੀਲੀਨ (polyaniline), ਪਾਲੀਥਾਇਓਫੀਨ (polythiophene) ਆਦਿ।

ਅੱਜਕਲ ਉਪਲਬਧ ਵਧੇਰੇ ਅਰਧਚਾਲਕ ਯੁਕਤੀਆਂ ਤੱਤਵਿਕ (Elemental) ਅਰਧਚਾਲਕ Si ਜਾਂ Ge ਅਤੇ ਯੌਗਿਕ *ਅਕਾਰਬਨਿਕ ਅਰਧਚਾਲਕਾਂ* ਤੇ ਹੀ ਅਧਾਰਿਤ ਹਨ । ਪਰ ਸਾਲ 1990 ਦੇ ਬਾਦ ਕਾਰਬਨਿਕ ਅਰਧਚਾਲਕ ਅਤੇ ਅਰਧਚਾਲਕੀ ਬਹੁਲਕਾਂ ਦਾ ਇਸਤੇਮਾਲ ਕਰਕੇ ਕੁਝ ਅਰਧਚਾਲਕੀ ਯੁਕਤੀਆਂ ਦਾ ਵਿਕਾਸ ਹੋਇਆ ਜਿਸ ਨਾਲ ਭਵਿਖ ਦੇ ਲਈ ਬਹੁਲਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਕੀ ਅਤੇ ਆਣਵਿਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਕੀ (Molecular electronics) ਦੀ ਤਕਨੀਕ ਦਾ ਉਦੈ ਹੋਣ ਦੇ ਸੰਕੇਤ ਮਿਲਦੇ ਹਨ । ਇਸ ਅਧਿਆਇ ਵਿੱਚ ਸਿਰਫ ਅਕਾਰਬਨਿਕ ਅਰਧਚਾਲਕ, ਖਾਸ ਕਰਕੇ ਤੱਤਵਿਕ ਅਰਧਚਾਲਕਾਂ Si ਅਤੇ Ge ਦੇ ਅਧਿਐਨ ਤੱਕ ਹੀ ਸੀਮਤ ਰਹਾਂਗੇ। ਤੱਤਵਿਕ ਅਰਧਚਾਲਕਾਂ ਦੀ ਵਿਵੇਚਨਾਂ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਦੇ ਲਈ ਇਥੇ ਜਿਹੜੀਆਂ ਆਮ ਸੰਕਲਪਨਾਵਾਂ ਨੂੰ ਪੇਸ਼ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ਉਹ ਕਿਸੇ ਨਾ ਕਿਸੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਬਹੁਤਿਆਂ ਯੋਗਿਕ ਅਰਧ ਚਾਲਕਾਂ ਤੇ ਲਾਗੂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ।

ਊਰਜਾ ਬੈਂਡ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ (On the Basis of Energy Bands)

ਬੋਹਰ (Bohr) ਪਰਮਾਣੂ ਮਾਡਲ ਅਨੁਸਾਰ ਕਿਸੇ ਇਕੱਲੇ ਅਲਗ-ਥਲਗ ਪਰਮਾਣੂ (an isolated atom) ਵਿਚ ਉਸਦੇ ਕਿਸੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਊਰਜਾ ਉਸ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਕਕਸ਼ਾ (orbits) ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਉਹ ਚੱਕਰ ਕਟ ਰਿਹਾ ਹੈ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਪਰ ਜਦੋਂ ਪਰਮਾਣੂ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਨੇੜੇ ਆਕੇ ਕੋਈ ਠੋਸ ਬਣਾ ਲੈਂਦੇ ਹਨ ਤਾਂ ਉਹ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਬਹੁਤ ਹੀ ਨੇੜੇ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ, ਇਸ ਲਈ ਬਹੁਤੇ ਨੇੜਲੇ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀਆਂ ਬਾਹਰਲੀਆਂ ਕਕਸ਼ਾਵਾਂ (Orbits) ਬਹੁਤ ਹੀ ਜਿਆਦਾ ਨੇੜੇ-ਨੇੜੇ ਆ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ ਅਤੇ ਇਥੋਂ ਤੱਕ ਕਿ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਨੂੰ ਢੱਕ ਲੈਂਦੀਆਂ (Overlap) ਹਨ। ਇਸ ਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਕਿਸੇ ਠੋਸ ਵਿਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਗਤੀ ਦੀ ਪ੍ਰਕ੍ਰਿਤੀ ਕਿਸੇ ਅਲਗ-ਥਲਗ ਪਰਮਾਣੂ ਵਿਚਲੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਗਤੀ ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਹੀ ਵੱਖਰੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

ਕਿਸੇ ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਦੇ ਅੰਦਰ ਹਰੇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਆਪਣੀ ਵਿਲੱਖਣ ਸਥਿਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਕੋਈ ਦੋ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਚਾਰੋਂ ਪਾਸੇ ਚਾਰਜਾਂ ਦਾ ਪੈਟਰਨ ਯਥਾਰਥ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਕੋ ਜਿਹਾ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਇਹੀ ਕਾਰਨ ਹੈ ਕਿ ਹਰੇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ *ਊਰਜਾ ਪੱਧਰ* (Energy level) ਵੱਖਰੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਵੱਖਰੇ ਊਰਜਾ ਪੱਧਰ ਜਿਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ ਦਾ ਪਰਿਵਰਤਨ ਲਗਾਤਾਰ ਹੁੰਦਾ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ, *ਊਰਜਾ ਬੈਂਡਾਂ* (Energy bands) ਦਾ ਨਿਰਮਾਣ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਉਹ ਊਰਜਾ ਪੱਧਰ ਜਿਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ (Covalent electrons) ਦੇ ਊਰਜਾ ਪੱਧਰ ਸ਼ਾਮਿਲ ਹਨ ਨੂੰ *ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ* (Valance band) ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ ਦੇ ਉਪਰ ਮੌਜੂਦ ਬੈਂਡ ਨੂੰ *ਚਾਲਨ ਬੈਂਡ* (Conduction band) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ।ਬਿਨਾਂ ਕਿਸੇ ਬਾਹਰੀ ਊਰਜਾ ਦੇ, ਸਾਰੇ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ ਵਿਚ ਰਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਜੇ ਚਾਲਣ ਬੈਂਡ ਵਿੱਚ ਨਿਮਨਤਮ ਪੱਧਰ ਚਾਲਣ ਬੈਂਡ ਦੇ ਉੱਚਤਮ ਪੱਧਰ ਤੋਂ ਵੀ ਹੇਠਾਂ ਹੈ ਤਾਂ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ ਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸੌਖਿਆਂ ਹੀ ਚਾਲਣ ਬੈਂਡ ਵਿਚ ਆਵਾਜਾਈ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਆਮ ਕਰਕੇ ਚਾਲਣ ਬੈਂਡ ਖਾਲੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪਰ ਜਦੋਂ ਇਹ ਬੈਂਡ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ ਨੂੰ ਢਕਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸੁਤੰਤਰਤਾਪੂਰਵਕ ਇਸਦੇ ਅੰਦਰ ਜਾ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਅਜਿਹਾ ਧਾਤਵਿਕ ਚਾਲਕਾਂ (Metallic Conductors) ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਜੇ ਚਾਲਣ ਬੈਂਡ ਅਤੇ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ ਵਿਚ ਕੋਈ ਊਰਜਾ ਅੰਤਰਾਲ (Gap) ਹੈ, ਤਾਂ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ ਦੇ ਸਾਰੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਬੱਨ੍ਹੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਚਾਲਨ ਬੈਂਡ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਮੁਕਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਉਪਲਬਧ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਇਹ ਪਦਾਰਥ ਨੂੰ ਬਿਜਲੀਰੋਧੀ ਬਣਾ ਦਿੰਦਾ ਹੈ ਪਰ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ ਦੇ ਕੁਝ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਬਾਹਰੀ ਊਰਜਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਕੇ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ ਅਤੇ ਚਾਲਨ ਬੈਂਡ ਦੇ ਵਿਚਲੇ ਗੈਪ ਨੂੰ ਪਾਰ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਤਦ ਇਹ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਚਾਲਨ ਬੈਂਡ ਵਿੱਚ ਪੁੱਜ ਕੇ ਅਤੇ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ ਵਿੱਚ ਖਾਲੀ ਊਰਜਾ ਪੱਧਰ ਪੈਦਾ ਕਰ ਦਿੰਦੇ ਹਨ ਜਿਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਹੋਰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਜਾ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਹ ਕਿਰਿਆ ਚਾਲਨ ਬੈਂਡ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਅਤੇ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ ਵਿੱਚ ਖਾਲੀ ਥਾਵਾਂ ਹੋਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਚਾਲਨ ਦੀ ਸੰਭਾਵਨਾ ਪੈਦਾ ਕਰਦੀ ਹੈ।

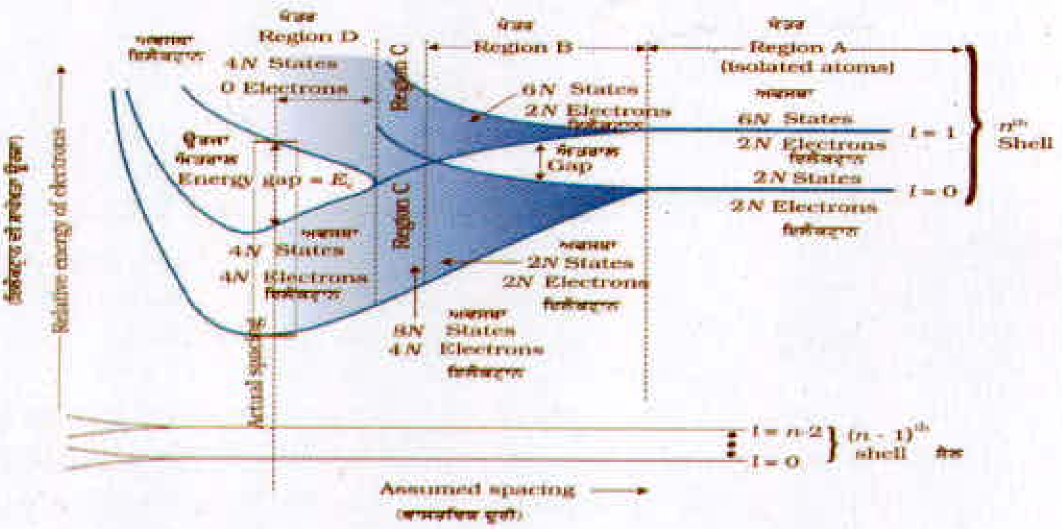
ਆਓ, ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਵਿਚਾਰ ਕਰੀਏ ਕਿ N ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਵਾਲੇ Si ਜਾਂ Ge ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਦੇ ਕੇਸ ਵਿੱਚ ਕੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। Si ਵਿੱਚ ਸਭ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਵਾਲੀ ਕਕਸ਼ਾ (Outermost orbit), ਤੀਸਰੀ ਕਕਸ਼ਾ ($n = 3$) ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਜਦੋਂ ਕਿ Ge ਵਿੱਚ ਸਭ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਵਾਲੀ ਕਕਸ਼ਾ ਚੌਥੀ ਕਕਸ਼ਾ ($n = 4$) ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਸਭ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਵਾਲੀ ਕਕਸ਼ਾ ਵਿੱਚ 4N ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ (2s ਅਤੇ 2p ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ) ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਵਿੱਚ ਬਾਹਰਲੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਕੁੱਲ ਸੰਖਿਆ 4N ਹੋਈ। ਕਿਸੇ ਸਭ ਤੋਂ ਬਾਹਰਲੀ ਕਕਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਵੱਧ ਤੋਂ ਵੱਧ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ 8 (2s + 6p ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ) ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ 4N ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਲਈ ਉਪਲਬਧ ਊਰਜਾ ਪੱਧਰ 8N ਹਨ। ਇਹ 8N ਟੁੱਟਵੇਂ (Discrete) ਊਰਜਾ ਪੱਧਰ ਜਾਂ ਤਾਂ ਕੋਈ ਨਿਰੰਤਰ ਬੈਂਡ ਬਣਾ ਸਕਦੇ ਹਨ ਜਾਂ ਇਹ ਬੈਂਡਾਂ ਦੇ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਸਮੂਹ ਬਣਾ ਸਕਦੇ ਹਨ, ਜੋ ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਵਿੱਚ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਦੂਰੀਆਂ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। [ਠੋਸਾਂ ਦਾ ਬੈਂਡ ਸਿਧਾਂਤ-ਬਾਕਸ ਦੇਖੋ] ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Si ਅਤੇ Ge ਦੇ ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਜਾਲਕਾਂ (Crystal Lattice) ਵਿਚ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਦੀਆਂ ਦੂਰੀਆਂ ਤੇ, ਇਹਨਾਂ 8N ਪੱਧਰਾਂ ਦਾ ਊਰਜਾ ਬੈਂਡ ਦੋ ਭਾਗਾਂ ਵਿਚ ਟੁੱਟ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਜਿਹਨਾਂ ਵਿੱਚ *ਊਰਜਾ ਅੰਤਰਾਲ* (energy gap) E_g (ਚਿੱਤਰ 14.1) ਦਾ ਵਖਰੇਵਾਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਤਾਪਮਾਨ ਦੇ ਪਰਮ ਸਿਫ਼ਰ (Absolute Zero) ਤੇ 4N ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਨਾਲ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਭਰਿਆ ਨਿਮਨ ਬੈਂਡ (Lower band) *ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ* ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਹੋਰ ਬੈਂਡ ਜਿਹਨਾਂ ਵਿੱਚ 4N ਊਰਜਾ ਪੱਧਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ *ਚਾਲਨ ਬੈਂਡ* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਅਤੇ ਇਹ ਪਰਮ ਸਿਫ਼ਰ ਤਾਪਮਾਨ ਤੇ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਖ਼ਾਲੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਠੋਸਾਂ ਦਾ ਬੈਂਡ ਸਿਧਾਂਤ(Band theory of solids):



ਚਿੱਤਰ 14.1 ਦੇਖੋ। ਇਸ ਵਿੱਚ ਚਾਲਨ ਬੈਂਡ ਵਿੱਚ ਸਭ ਤੋਂ ਹੇਠਲੇ ਊਰਜਾ ਪੱਧਰ ਨੂੰ Ec ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਅਤੇ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ ਵਿੱਚ ਸਭ ਤੋਂ ਉੱਚੇ ਊਰਜਾ ਪੱਧਰ ਨੂੰ Ev ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। Ec ਦੇ ਉਪਰ ਅਤੇ Ev ਦੇ ਹੇਠਾਂ ਇਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਬਹੁਤ ਨੇੜੇ ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਊਰਜਾ ਪੱਧਰ ਦਰਸਾਏ ਗਏ ਹਨ।

ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ Si ਅਤੇ Ge ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਵਿੱਚ N ਪਰਮਾਣੂ ਹਨ। ਹਰੇਕ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀਆਂ ਵੱਖ ਵੱਖ ਕਕਸ਼ਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਟੁੱਟਵੀਆਂ ਊਰਜਾਵਾਂ ਹੋਣਗੀਆਂ। ਜੇ ਸਾਰੇ ਪਰਮਾਣੂ ਅਲਗ-ਅਲਗ ਹੋਣ, ਭਾਵ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਦੂਰੀ ਤੇ ਹੋਣ, ਤਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਊਰਜਾਵਾਂ ਉਹੀ ਰਹਿਣਗੀਆਂ। ਪਰ ਇੱਕ ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਵਿੱਚ ਪਰਮਾਣੂ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਬਹੁਤ ਨੇੜੇ (2 ਤੋਂ 3Å) ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸ ਲਈ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਨਾਲ ਅਤੇ ਨੇੜਲੀਆਂ ਪਰਮਾਣੂ ਕੋਰਾਂ ਨਾਲ ਵੀ ਆਪਸੀ ਕਿਰਿਆ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਸਭ ਤੋਂ ਬਾਹਰੀ ਕਕਸ਼ਾ ਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਇਸ ਆਪਸੀ ਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਸਭ ਤੋਂ ਵੱਧ ਅਨੁਭਵ ਕਰਦੇ ਹਨ, ਜਦੋਂਕਿ ਅੰਦਰਲੀਆਂ ਕਕਸ਼ਾਵਾਂ ਜਾਂ ਕੋਰਾਂ ਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀਆਂ ਊਰਜਾਵਾਂ ਤੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਨਹੀਂ ਪੈਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ Si ਜਾਂ Ge ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਊਰਜਾਵਾਂ ਨੂੰ ਸਮਝਣ ਦੇ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਸਿਰਫ ਸਭ ਤੋਂ ਬਾਹਰਲੀ ਕਕਸ਼ਾ ਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀਆਂ ਊਰਜਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਅੰਤਰ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਨ ਦੀ ਹੀ ਲੋੜ ਹੈ। Si ਦੇ ਲਈ ਸਭ ਤੋਂ ਬਾਹਰਲੀ ਕਕਸ਼ਾ ਤੀਸਰੀ ਕਕਸ਼ਾ ਹੈ (n = 3) ਜਦੋਂ ਕਿ Ge ਦੇ ਲਈ ਸਭ ਤੋਂ ਬਾਹਰਲੀ ਕਕਸ਼ਾ ਚੌਥੀ ਕਕਸ਼ਾ ਹੈ (n = 4)। ਇਹਨਾਂ ਦੋ ਨਾਂ ਤੱਤਾਂ ਦੀ ਸਭ ਤੋਂ ਬਾਹਰਲੀ ਕਕਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ 4 ਹੈ (2s ਅਤੇ 2p ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ)। ਇਸ ਲਈ ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਵਿੱਚ ਬਾਹਰੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਸੰਪੂਰਨ ਸੰਖਿਆ 4N ਹੋ ਗਈ । ਸਭ ਤੋਂ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਬਾਹਰਲੀ ਕਕਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਵੱਧ ਤੋਂ ਵੱਧ ਸੰਭਵ ਸੰਖਿਆ 8 ਹੈ (2s + 6p ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ)। ਇਸ ਲਈ 4N ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਵਿਚੋਂ 2N ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਤਾਂ, 2N s-ਅਵਸਥਾਵਾਂ (ਆਰਬੀਟਲ ਕੁਆਂਟਮ ਨੰਬਰ $l = 0$) ਵਿੱਚ ਹੋਣਗੇ ਅਤੇ ਬਾਕੀ 2N ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ 6N p-ਅਵਸਥਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਹੋਣਗੇ। ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ ਕੁਝ p-ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਵਸਥਾਵਾਂ ਖਾਲੀ ਹੀ ਰਹਿਣਗੀਆਂ ਜਿਵੇਂ ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਸਭ ਤੋਂ ਸੱਜੇ ਹਿੱਸੇ ਵਿੱਚ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਹ ਚੰਗੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਅਲਗ-ਥਲਗ ਹੋਏ ਜਾਂ ਇੱਕਲੇ ਪਰਮਾਣੂ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਖੇਤਰ A)

ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ ਇਹ ਪਰਮਾਣੂ ਇੱਕ ਠੋਸ ਬਣਾਉਣ ਦੇ ਲਈ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਹੋਰ ਨੇੜੇ ਆਉਣਾ ਸ਼ੁਰੂ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਵੱਖ-ਵੱਖ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਆਪਸੀ ਕਿਰਿਆ ਦੇ ਕਾਰਨ ਸਭ ਤੋਂ ਬਾਹਰਲੀ ਕਕਸ਼ਾ ਦੇ ਇਹਨਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀਆਂ ਊਰਜਾਵਾਂ ਬਦਲ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ (ਵੱਧ ਜਾਂ ਘੱਟ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ)। $l =1$ ਦੀਆਂ 6N ਅਵਸਥਾਵਾਂ, ਜਿਹਨਾਂ ਦੀਆਂ ਊਰਜਾਵਾਂ ਸ਼ੁਰੂ ਵਿੱਚ ਅਲਗ-ਥਲਗ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਲਈ ਇਕ ਜਿਹੀਆਂ (Identical) ਸਨ, ਹੁਣ ਫੈਲ ਕੇ ਊਰਜਾ ਬੈਂਡ ਬਣਾਉਂਦੀਆਂ ਹਨ (ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਖੇਤਰ B) ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ $l = 0$ ਦੀਆਂ 2N ਅਵਸਥਾਵਾਂ, ਜਿਹਨਾਂ ਦੀਆਂ ਊਰਜਾਵਾਂ ਅਲਗ-ਥਲਗ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੇ ਲਈ ਇਕੋ ਜਿਹੀਆਂ (Identical) ਸਨ, ਉਹ ਵੀ ਇੱਕ ਹੋਰ ਊਰਜਾ ਬੈਂਡ ਵਿੱਚ ਟੁੱਟ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ (ਚਿੱਤਰ ਦੇ ਖੇਤਰ B ਨੂੰ ਧਿਆਨ ਪੂਰਵਕ ਦੇਖੋ)। ਇਹ ਬੈਂਡ ਪਹਿਲੇ ਬੈਂਡ ਨਾਲੋਂ *ਇੱਕ ਊਰਜਾ ਅੰਤਰਾਲ* (Energy Gap) ਨਾਲ ਵੱਖਰਾ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ ।

ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਵਿੱਚ ਹੋਰ ਵੀ ਘੱਟ ਦੂਰੀ ਹੋ ਜਾਣ ਤੇ, ਬੇਸ਼ਕ, ਇੱਕ ਅਜਿਹਾ ਖੇਤਰ ਆਉਂਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਇਹ ਬੈਂਡ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਵਿੱਚ ਘੁਲ ਮਿਲ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਉਪਰਲੇ ਪਰਮਾਣਵੀਂ ਊਰਜਾ ਪੱਧਰ ਦੀ ਸਭ ਤੋਂ ਹੇਠਲੀ ਊਰਜਾ ਅਵਸਥਾ ਹੇਠਲੇ ਵਾਲੇ ਪਰਮਾਣਵੀਂ ਊਰਜਾ ਪੱਧਰ ਦੀ ਸਭ ਤੋਂ ਉਪਰ ਵਾਲੀ ਅਵਸਥਾ ਤੋਂ ਵੀ ਹੇਠਾਂ ਚਲੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ (ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਖੇਤਰ C), *ਕੋਈ ਊਰਜਾ ਅੰਤਰਾਲ ਨਹੀਂ ਰਹਿੰਦਾ ਅਤੇ ਉਪਰਲੀਆਂ ਅਤੇ ਹੇਠਲੀਆਂ ਊਰਜਾ ਅਵਸਥਾਵਾਂ ਮਿਸ਼ਰਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ।*

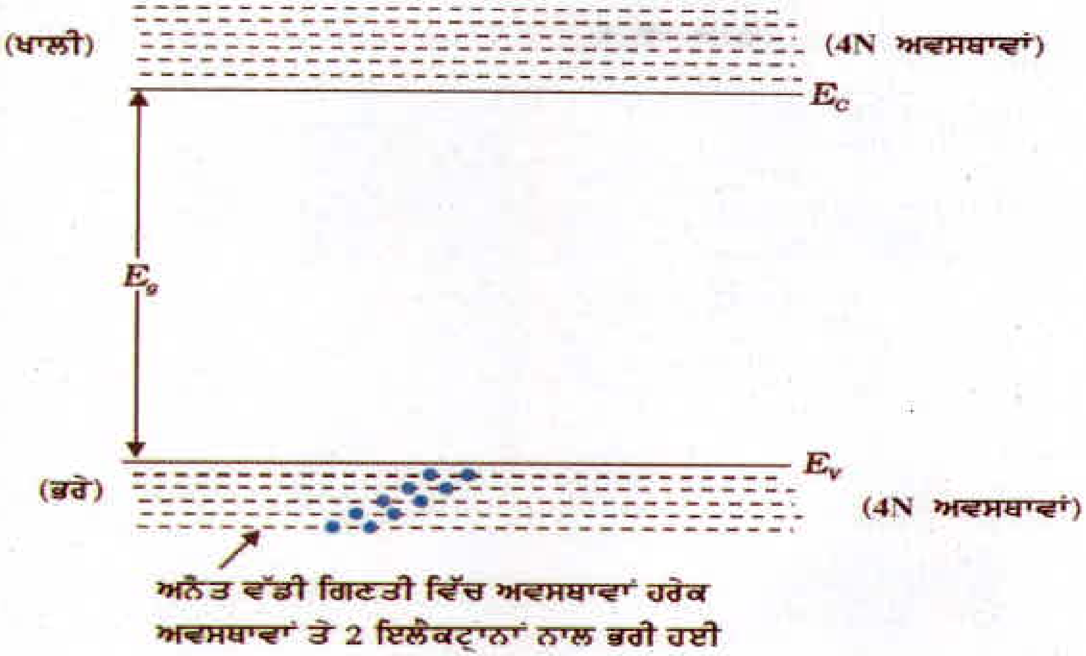
ਇਸ ਲਈ , ਜੇ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਦੀ ਦੂਰੀ ਹੋਰ ਘੱਟ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ , ਤਾਂ ਊਰਜਾ ਬੈਂਡ ਫਿਰ ਤੋਂ ਟੁੱਟ ਕੇ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਹ ਊਰਜਾ ਟੁੱਟ ਕੇ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਅੰਤਰਾਲ Eg ਨਾਲ ਵੱਖ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। (ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਖੇਤਰ ਡੀ ਵੇਖੋ)। ਉਪਲੱਬਧ ਊਰਜਾ ਅਵਸਥਾਵਾਂ ਦੀ ਸੰਪੂਰਨ ਸੰਖਿਆ 8N ਨੂੰ ਫਿਰ ਤੋਂ ਦੋ ਬੈਂਡਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਵੰਡ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ (ਹੇਠਲੇ ਅਤੇ ਉਪਰਲੇ ਊਰਜਾ ਬੈਂਡਾ ਵਿੱਚੋਂ ਹਰੇਕ ਵਿੱਚ 4N ਅਵਸਥਾਵਾਂ ਹਨ)। ਇੱਥੇ ਸਾਰਥਕ ਗੱਲ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਹੇਠਲੇ ਬੈਂਡ ਵਿੱਚ ਠੀਕ ਉਨੀਆਂ ਹੀ ਅਵਸਥਾਵਾਂ (4N) ਹਨ, ਜਿੰਨੇ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਵਿੱਚ ਉਪਲੱਬਧ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ (4N) ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਇਹ ਬੈਂਡ (ਜੋ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ) ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਭਰਿਆ ਹੋਇਆ ਹੈ,. ਜਦੋਂ ਕਿ ਉਪਰਲਾ ਬੈਂਡ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਖਾਲੀ ਹੈ। ਉੱਪਰਲੇ ਬੈਂਡ ਨੂੰ ਚਾਲਣ ਬੈਂਡ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ ਦੇ ਸਿਰੇ ਅਤੇ ਚਾਲਨ ਬੈਂਡ ਦੀ ਤਲੀ ਦੇ ਵਿਚਲੇ ਅੰਤਰਾਲ ਨੂੰ *ਊਰਜਾ ਬੈਂਡ ਅੰਤਰਾਲ* (Energy band gap) (ਜਾਂ ਊਰਜਾ ਅੰਤਰਾਲ, Eg) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਅੰਤਰਾਲ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਪ੍ਰਕ੍ਰਿਤੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਸਥਿਤੀਆਂ ਨੂੰ ਚਿੱਤਰ 14.2 ਵਿਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਅਤੇ ਹੇਠਾਂ ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਵਿਵੇਚਨਾ ਕੀਤੀ ਗਈ ਹੈ।

ਕੇਸ I : ਇਹ ਚਿੱਤਰ 14.2 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਈ ਗਈ ਸਥਿਤੀ ਦੇ ਸੰਦਰਭ ਵਿੱਚ ਹੈ। ਇਹ ਇੱਕ ਧਾਤ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਚਾਲਨ ਬੈਂਡ ਅੰਸ਼ਿਕ ਰੂਪ (Partially) ਵਿੱਚ ਭਰਿਆ ਹੈ ਅਤੇ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਨੂੰ ਢੱਕ ਰਹੇ ਹਨ (Overlapping)। ਜਦੋਂ ਓਵਰਲੈਪਿੰਗ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ ਤੋਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸੌਖਿਆਂ ਹੀ ਚਾਲਨ ਬੈਂਡ ਵਿੱਚ ਜਾ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਸਥਿਤੀ ਬਿਜਲੀ ਚਾਲਨ ਲਈ ਵੱਡੀ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਉਪਲਬਧ ਕਰਵਾ ਦਿੰਦੀ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ ਅੰਸ਼ਿਕ ਰੂਪ ਨਾਲ ਖਾਲੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਇਸਦੇ ਹੇਠਲੇ ਪਧਰ ਤੋਂ ਉਤਲੇ ਪਧਰ ਤੱਕ ਗਤੀ ਕਰਕੇ ਬਿਜਲੀ ਚਾਲਨ ਨੂੰ ਸੰਭਵ ਬਣਾ ਦਿੰਦੇ ਹਨ । ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਘੱਟ ਜਾਂ ਚਾਲਕਤਾ ਵੱਧ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com



ਚਿੱਤਰ 14.1: 0 K ਤੇ ਕਿਸੇ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਵਿਚ ਊਰਜਾ ਬੈਂਡ ਦੀਆਂ ਸਥਿਤੀਆਂ, ਉਪਰਲੇ ਬੈਂਡ ਜਿਸ ਨੂੰ ਚਾਲਨ ਬੈਂਡ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਵਿਚ ਅਨੰਤ ਵੱਡੀ ਗਿਣਤੀ ਵਿਚ ਬਹੁਤ ਨੇੜਲੀਆਂ ਊਰਜਾ ਅਵਸਥਾਵਾਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ । ਹੇਠਲਾ ਬੈਂਡ ਜਿਸ ਨੂੰ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਵਿਚ ਬਹੁਤ ਨੇੜਲੀਆਂ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਭਰੀਆਂ ਊਰਜਾ ਅਵਸਥਾਵਾਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ।

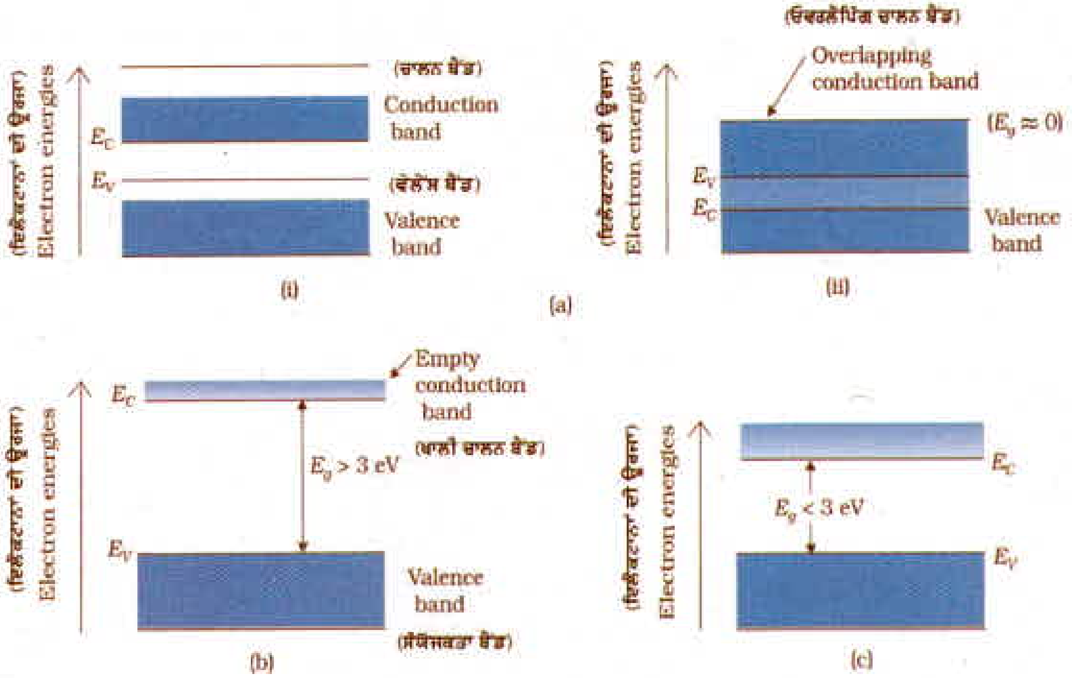
ਕੇਸ II: ਇਸ ਕੇਸ ਵਿੱਚ ਜਿਹਾ ਕਿ ਚਿੱਤਰ 14.2 (b) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ, ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਬੈਂਡ ਅੰਤਰਾਲ Eg ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ($Eg > 3$ eV) ਚਾਲਨ ਬੈਂਡ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੇ। ਇਸ ਲਈ ਕੋਈ ਬਿਜਲੀ ਚਾਲਨ ਸੰਭਵ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਧਿਆਨ ਦੇਣ ਯੋਗ ਗਲ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਊਰਜਾ ਅੰਤਰਾਲ ਇਨਾਂ ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੇ ਵੀ ਤਾਪੀ ਉੱਤੇਜਨਾ ਨਾਲ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਨੂੰ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ ਵਿਚੋਂ ਚਾਲਨ ਬੈਂਡ ਵਲ ਉੱਤੇਜਿਤ ਨਹੀਂ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ। ਇਹ *ਬਿਜਲੀ ਰੋਧੀ (Insulator)* ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੀ ਉਦਾਹਰਨ ਹੈ।

ਕੇਸ III: ਇਹ ਸਥਿਤੀ 14.2(c) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਈ ਗਈ ਹੈ। ਇਸ ਵਿਚ ਇੱਕ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਪਰ ਘੱਟ ਬੈਂਡ ਅੰਤਰਾਲ ($Eg < 3$ eV) ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਛੋਟਾ ਬੈਂਡ ਅੰਤਰਾਲ ਹੋਣ ਦੇ ਕਾਰਨ, ਕਮਰੇ ਦੇ ਤਾਪਮਾਨ ਤੇ, ਕੁਝ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ ਵਿੱਚ ਇਨੀ ਊਰਜਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਲੈਂਦੇ ਹਨ ਕਿ ਊਰਜਾ ਅੰਤਰਾਲ ਨੂੰ ਪਾਰ ਕਰਕੇ ਚਾਲਨ ਬੈਂਡ ਵਿੱਚ ਪੁੱਜ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ (ਜਦ ਕਿ ਗਿਣਤੀ ਵਿਚ ਘੱਟ ਹੁੰਦੇ ਹਨ) ਚਾਲਨ ਬੈਂਡ ਵਿਚ ਗਤੀ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਅਰਧ ਚਾਲਕਾਂ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਉਨ੍ਹਾਂ ਜ਼ਿਆਦਾ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਜਿਨਾਂ ਬਿਜਲੀਰੋਧੀ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਇਸ ਭਾਗ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਧਾਤਾਂ, ਚਾਲਕਾਂ ਅਤੇ ਅਰਧਚਾਲਕਾਂ ਦਾ ਮੋਟੇ ਤੌਰ ਤੇ ਵਰਗੀਕਰਨ ਕੀਤਾ ਹੈ। ਅਗਲੇ ਭਾਗ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਅਰਧਚਾਲਕਾਂ ਵਿੱਚ ਚਾਲਨ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਸਿਖਾਂਗੇ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com



ਚਿੱਤਰ 14.2: ਊਰਜਾ ਬੈਂਡਾਂ ਵਿਚ ਅੰਤਰ (a) ਧਾਤਾਂ, (b) ਬਿਜਲੀਰੋਧੀ ਅਤੇ (c) ਅਰਧ ਚਾਲਕ

14.3 ਇੰਟਰਿੰਜ਼ੀਕ ਅਰਧਚਾਲਕ (Intrinsic Semiconductor)

ਅਸੀਂ Ge ਅਤੇ Si ਦਾ ਸਭ ਤੋਂ ਸਾਧਾਰਨ ਉਦਾਹਰਨ ਲੈਂਦੇ ਹਾਂ ਜਿਹਨਾਂ ਦੀ ਜਾਲਕ (lattice) ਰਚਨਾ ਚਿੱਤਰ 14.3 ਵਿੱਚ ਦਿਖਾਈ ਗਈ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਰਚਨਾਵਾਂ ਨੂੰ ਹੀਰੇ ਵਰਗੀ ਰਚਨਾ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਹਰੇਕ ਪਰਮਾਣੂ ਚਾਰ ਹੋਰ ਬਹੁਤ ਨੇੜਲੇ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਨਾਲ ਘਿਰਿਆ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ Si ਅਤੇ Ge ਵਿੱਚ ਚਾਰ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਦੀ ਕ੍ਰਿਸਟਲੀ ਰਚਨਾ ਵਿੱਚ ਹਰੇਕ Si ਅਤੇ Ge ਪਰਮਾਣੂ ਆਪਣੇ ਚਾਰ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਵਿਚੋਂ ਇੱਕ-ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨੂੰ ਆਪਣੇ ਚਾਰ ਸਭ ਤੋਂ ਨੇੜਲੇ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੇ ਨਾਲ *ਸਾਂਝ ਪਾਉਣ* (Share) ਦੀ ਪ੍ਰਵਿਰਤੀ ਰਖਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਅਜਿਹੇ ਹਰੇਕ ਨੇੜਲੇ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨਾਲ ਵੀ ਸਾਂਝ ਪਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਸਾਂਝੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ *ਸਹਿਸੰਯੋਗੀ ਬੰਧਨ* (Covalent bond) ਜਾਂ *ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੰਧਨ* (Valence bond) ਕਹਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਅਜਿਹਾ ਮੰਨਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ ਦੋਨੋਂ ਸਾਂਝੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਉਹਨਾਂ ਸੰਬੰਧਿਤ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਅੱਗੇ ਪਿੱਛੇ ਗਤੀ ਕਰਦੇ ਰਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਜਿਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਉਹ ਦ੍ਰਿੜ੍ਹਤਾ ਨਾਲ ਬਨ੍ਹੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਚਿੱਤਰ 14.3 ਵਿੱਚ ਦਿਖਾਈ ਗਈ Si ਜਾਂ Ge ਦੀ ਸੰਰਚਨਾ ਦਾ 2-ਵਿਮੀ ਨਿਰਪੂਣ ਚਿੱਤਰ 14.4 ਵਿੱਚ ਵਿਵਸਥਾਤਮਕ ਢੰਗ ਨਾਲ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ, ਜੋ ਸਹਿ ਸੰਯੋਜੀ ਬੰਧਨਾਂ ਤੇ ਪੂਰਾ ਬਲ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 14.4 ਇੱਕ ਆਦਰਸ਼ ਚਿੱਤਰਣ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਬੰਧਨ ਟੁੱਟੇ ਨਹੀਂ ਹਨ (ਸਾਰੇ ਬੰਧਨ ਬਣੇ ਹੋਏ ਹਨ) ਅਜਿਹੀ ਸਥਿਤੀ ਨਿਮਨ ਤਾਪਮਾਨ ਤੇ ਬਣਦੀ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ-ਜਿਵੇਂ ਤਾਪਮਾਨ ਵਧਦਾ ਹੈ, ਇਹਨਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਨੂੰ ਹੋਰ ਤਾਪ ਊਰਜਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਣ ਲਗਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਨਾਲ ਇਹਨਾਂ ਵਿਚੋਂ ਕੁਝ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਟੁੱਟ ਕੇ ਅਲਗ ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ (ਮੁਕਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਬਣਕੇ ਚਾਲਨ ਵਿੱਚ ਯੋਗਦਾਨ ਕਰਦੇ ਹਨ)। ਤਾਪ ਊਰਜਾ ਕ੍ਰਿਸਟਲੀ ਜਾਲਕ ਦੇ ਕੁਝ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਆਇਨ ਬਣਾ ਦਿੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਬੰਧਨ ਵਿੱਚ ਇੱਕ *ਖਾਲੀ ਥਾਂ* (Vacancy) ਜਿਵੇਂ ਚਿੱਤਰ 14.5 (a) ਵਿੱਚ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਮੁਕੱਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ (ਚਾਰਜ –q) ਜਿਥੋਂ ਨਿਕਲ ਕੇ ਆਇਆ ਹੈ, ਉਥੇ ਉਹ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਚਾਰਜ (+q) ਦੀ ਇੱਕ ਖਾਲੀ ਥਾਂ ਛੱਡ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਚਾਰਜ (+q) ਦੀ ਇੱਕ ਖਾਲੀ ਥਾਂ ਛੱਡ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਧਨਾਤਮਕ ਚਾਰਜ ਵਾਲੀ ਇਹ *ਖਾਲੀ ਥਾਂ ਹੋਲ* (Hole) ਕਹਾਉਂਦੀ ਹੈ। ਹੋਲ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਧਨਾਤਮਕ ਚਾਰਜ ਵਾਲੇ ਇੱਕ *ਆਭਾਸੀ ਮੁਕਤ ਕਣ* ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਵਹਾਰ ਕਰਦਾ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

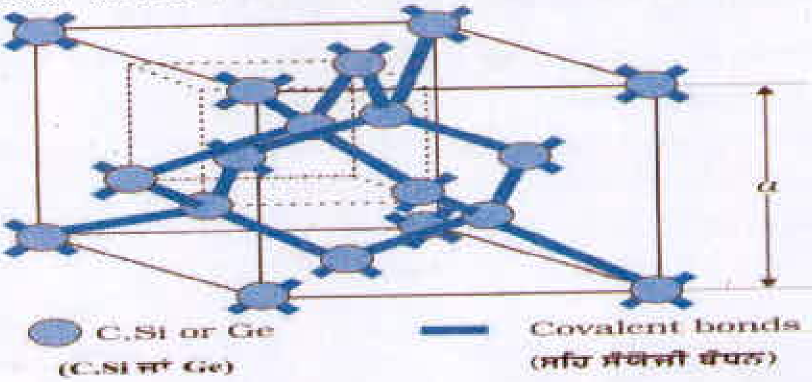
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਇੰਟਰਿੰਜ਼ਿਕ ਅਰਧਚਾਲਕਾਂ (Intrinsic Semiconductors) ਵਿੱਚ ਮੁਕਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ, n_e ਹੋਲਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ, n_e ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਭਾਵ

$$n_e = n_h = n_i \qquad (14.1)$$

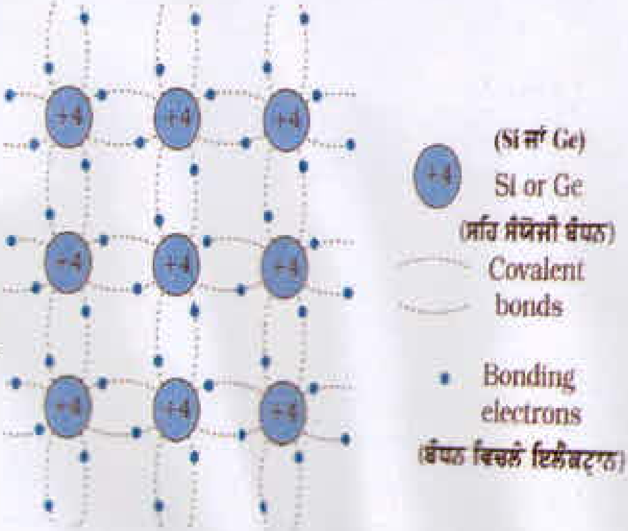
ਜਿਥੇ n_i ਨੂੰ ਇੰਟਰਿਨਜ਼ਿਕ ਕੈਰੀਅਰ ਕੰਸਨਟ੍ਰੇਸ਼ਨ (Intrinsic Carrier Concentration) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

ਅਰਧਚਾਲਕਾਂ ਵਿੱਚ ਇਹ ਵਿਲੱਖਣ ਗੁਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਉਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਨਾਲ-ਨਾਲ ਹੋਲ (Hole) ਵੀ ਗਤੀ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ ਸਥਾਨ 1 ਤੇ ਇੱਕ ਹੋਲ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਚਿੱਤਰ 14.5 (a) ਵਿੱਚ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 14.3: ਕਾਰਬਨ, ਸਿਲਿਕਾਨ ਜਾਂ ਜਰਮੇਨੀਅਮ ਦੇ ਲਈ ਤਿੰਨ ਵਿਮੀ ਕਰੇ ਵਰਗੀ ਕ੍ਰਿਸਟਲੀ ਸੰਰਚਨਾ ਜਿਸ ਵਿਚ ਜਾਲਕ ਅੰਤਰਾਲ a ਕ੍ਰਮਵਾਰ 3.56, 5.43 ਅਤੇ 5.66 ਹੈ।

ਹੋਲਾਂ ਦੀ ਗਤੀ ਨੂੰ ਚਿੱਤਰ 14.5 (a) ਵਿੱਚ ਦਿਖਾਏ ਢੰਗ ਨਾਲ ਸੋਚਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਹੇਠਾਂ ਵਾਲੇ ਖੱਬੇ ਪਾਸੇ ਦੇ ਸਹਿਸੰਯੋਜੀ ਬੰਧੰਨ ਸਥਾਨ 2 ਤੋਂ ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਖਾਲੀ ਥਾਂ 1(ਹੋਲ) ਵਿੱਚ ਛਲਾਂਗ ਮਾਰ ਕੇ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਅਜਿਹੀ ਇੱਕ ਛਲਾਂਗ ਤੋਂ ਬਾਦ, ਹੋਲ ਸਥਾਨ 2 ਤੇ ਹੋ ਗਿਆ ਅਤੇ ਹੋਲ ਸਥਾਨ 1 ਤੋਂ ਸਥਾਨ 2 ਤੇ ਚਲਾ ਗਿਆ। ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ ਜੋ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਸ਼ੁਰੂ ਵਿੱਚ ਮੁਕਤ ਹੋਇਆ ਸੀ (ਚਿੱਤਰ 14.5 (a) ਦੇਖੋ), ਉਹ ਹੋਲ ਦੀ ਗਤੀ ਦੀ ਇਸ ਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਸ਼ਮਿਲ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਮੁਕਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸੁਤੰਤਰ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਚਾਲਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਗਤੀ ਕਰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਲਗਾਉਣ ਤੇ ਇਹ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਕਰੰਟ (I_e) ਨੂੰ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਯਾਦ ਰਹੇ ਕਿ ਜਦੋਂ ਕਦੇ ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਵਿੱਚ ਕਿਤੇ ਵੀ ਇੱਕ ਖਾਲੀ ਬੰਧਨ (Empty bond) ਹੋਵੇਗਾ ਤਾਂ *ਬੰਧਨ ਵਿਚਲੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ (bound electrons)* ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਗਤੀ ਕਰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਵਰਣਨ ਕਰਨ ਲਈ ਹੋਲਾਂ ਦੀ ਗਤੀ ਸਿਰਫ਼ ਇੱਕ ਸੁਖਾਲਾ ਉਪਾਅ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਅਸਲ ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਕਿਰਿਆ ਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਇਹ ਹੋਲ ਰਿਣ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਵਲ ਗਤੀ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇੱਕ ਹੋਲ ਕਰੰਟ I_h ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਤਾਪ ਊਰਜਾ ਕਾਰਨ ਪੈਦਾ ਚਾਲਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਕਾਰਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਕਰੰਟ (I_e) ਅਤੇ ਹੋਲ ਕਰੰਟ (I_h) ਦਾ ਜੋੜ



ਚਿੱਤਰ 14.4: Si ਜਾਂ Ge ਦੀ ਸੰਰਚਨਾ ਦਾ ਦੋ ਵਿਮੀ ਵਿਵਸਥਾਤਮਕ ਨਿਰੂਪਣ ਜਿਸ ਵਿਚ ਨਿਮ ਤਾਪਮਾਨ ਤੇ ਸਹਿਸੰਯੋਜੀ ਬੰਧਨ ਦਿਖਾਏ ਗਏ ਹਨ। (ਸਾਰੇ ਬੰਧਨ ਬਣੇ ਹੋਏ, ਕੋਈ ਟੁੱਟਿਆ ਬੰਧਨ ਨਹੀਂ)। +4 ਚਿਨ੍ਹ Si ਜਾਂ Ge ਦੀ ਅੰਦਰਲੀ ਕੋਰ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

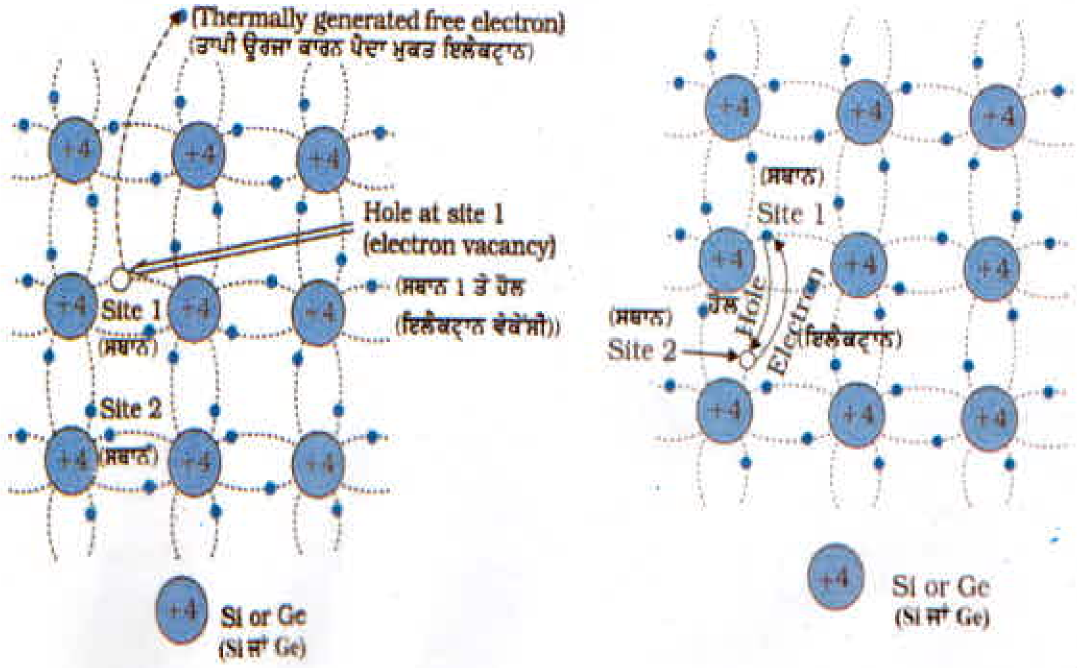
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਕੁਲ ਕਰੰਟ I, ਹੋਵੇਗਾ

$$I = I_e + I_h \tag{14.2}$$

ਇਥੇ ਧਿਆਨ ਦੇਣ ਯੋਗ ਗਲ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਚਾਲਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਅਤੇ ਹੋਲਾਂ ਕੇ ਪੈਦਾ ਹੋਣ ਦੇ ਨਾਲ-ਨਾਲ *ਮੁੜ-ਸੰਯੋਜਨ* (recombination) ਦੀ ਕਿਰਿਆ ਵੀ ਹੁੰਦੀ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਹੋਲ ਦੇ ਨਾਲ ਮੁੜ ਜੁੜਦੇ ਰਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਸੰਤੁਲਿਤ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜ ਵਾਹਕਾਂ (Charge carriers) ਦੇ ਪੈਦਾ ਹੋਣ ਦੀ ਦਰ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਮੁੜ ਸੰਯੋਜਨ ਦੀ ਦਰ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਮੁੜ ਸੰਯੋਜਨ ਦਾ ਕਾਰਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਹੋਲਾਂ ਨਾਲ ਟੱਕਰ ਹੋਣਾ ਹੈ।

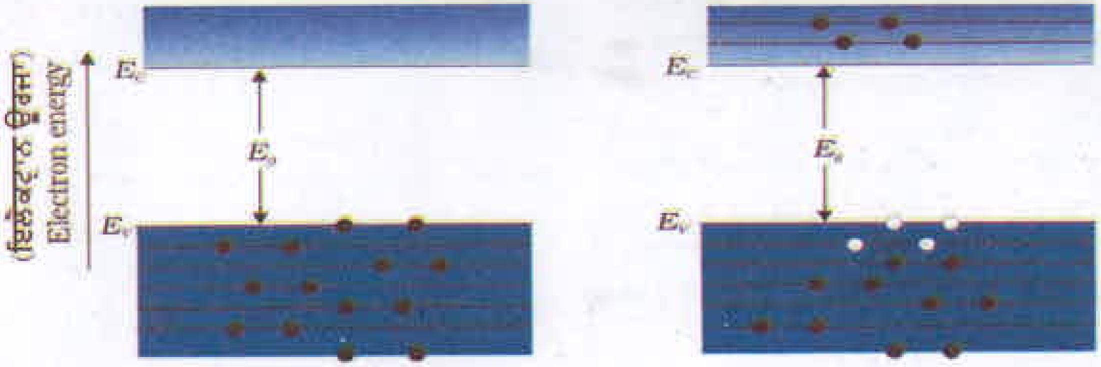
ਚਿੱਤਰ 14.6(a) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ T = 0K ਤੇ ਕੋਈ ਇੰਟਰਿੰਸਿਕ ਅਰਧਚਾਲਕ ਕਿਸੇ ਵਿਜਲ ਰੋਧੀ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਵਹਾਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਤਾਪੀ ਊਰਜਾ ਹੀ ਹੈ ਜਿਸ ਕਾਰਨ ਉੱਚ ਤਾਪਮਾਨਾਂ (T> 0K) ਤੇ ਕੁਝ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਉਤੇਜਿਤ ਹੋ ਕੇ ਸੰਯੋਜੀ ਬੈਂਡ ਤੋਂ ਚਾਲਨ ਬੈਂਡ ਵਿੱਚ ਪੁੱਜਦੇ ਹਨ। T > 0K ਤੇ ਤਾਪੀ ਉਤੇਜਿਤ (Thermally Excited) ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਚਾਲਨ ਬੈਂਡ ਵਿੱਚ ਅੰਸ਼ਿਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸਥਾਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਲੈਂਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਇਥੇ ਸੰਯੋਜੀ ਬੈਂਡ ਤੋਂ ਆਏ ਹਨ ਅਤੇ ਬਰਾਬਰ ਗਿਣਤੀ ਵਿੱਚ ਉਥੇ ਹੋਲ ਛੱਡ ਆਏ ਹਨ।



ਚਿੱਤਰ 14.5: (a) ਮੱਧਮ ਤਾਪਮਾਨ ਤੇ ਤਾਪੀ ਊਰਜਾ ਦੇ ਕਾਰਨ ਸਥਾਨ 1 ਤੇ ਹੋਲ ਅਤੇ ਚਾਲਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਪੈਦਾ ਹੋਣ ਦਾ ਵਿਵਸਥਾਤਮਕ ਚਿੱਤਰਨ (b) ਕਿਸੇ ਹੋਲ ਦੀ ਸੰਭਾਵਿਤ ਤਾਪੀ ਗਤੀ ਦਾ ਸਰਲ ਚਿਤਰਨ। ਹੇਠਲੇ ਖੱਬੇ ਹੱਥ ਦੇ ਸਹਿਸੰਯੋਗੀ ਬੰਧਨ (ਸਥਾਨ 2) ਤੋਂ ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਆਰੰਭਿਕ ਹੋਲ ਸਥਾਨ 1 ਤੇ ਚਲਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਆਪਣੇ ਸਥਾਨ ਤੇ ਇੱਕ ਹੋਲ ਛੱਡਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਥਾਨ 1 ਤੋਂ ਸਥਾਨ 2 ਤੱਕ ਹੋਲਦ ਦਾ ਆਭਾਸੀ ਸਥਾਨਾਂਤਰਨ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com



(a) (b)

ਚਿੱਤਰ 14.6(a) T =0K ਤੇ ਕੋਈ ਇੰਟਰਿੰਜ਼ਕ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਬਿਜਲੀ ਰੋਧੀ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਵਹਾਰ ਕਰਦਾ ਹੈ । (b) T>0K ਤੇ ਚਾਰ ਤਾਪੀ ਊਰਜਾ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ-ਹੋਲ ਜੋੜੇ ਵਿੱਚ ਭਰੇ ਚੱਕਰ (•) ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਖਾਲੀ ਖੇਤਰ (•) ਹੋਲਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ ।

ਉਦਾਹਰਨ 14.1: C, Si ਅਤੇ Ge ਦੀ ਜਾਲਕ (Lattice) ਸੰਰਚਨਾ ਇਕੋ ਜਿਹੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ । ਫਿਰ ਵੀ ਕਿਉਂ C ਬਿਜਲ ਰੋਧੀ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ Si ਅਤੇ Ge ਇੰਟਰਿੰਜ਼ਿਕ ਅਰਧਚਾਲਕ ਹਨ ?

ਹਲ: C, Si ਅਤੇ Ge ਦੇ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਵਿਚ ਚਾਰ ਬੱਝੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਦੂਸਰੀ, ਤੀਸਰੀ, ਅਤੇ ਚੌਥੀ ਕਕਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਇਹਨਾਂ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਵਿੱਚੋਂ ਇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨੂੰ ਬਾਹਰ ਕੱਢਣ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਲੋੜੀਂਦੀ ਊਰਜਾ (ਆਈਨੀਕਰਣ ਊਰਜਾ Eg) ਦੀ ਮਾਤਰਾ ਸਭ ਤੋਂ ਘਟ Ge ਦੇ ਲਈ, ਇਸ ਤੋਂ ਵੱਧ Si ਦੇ ਲਈ ਅਤੇ ਸਭ ਤੋਂ ਵੱਧ C ਦੇ ਲਈ ਹੋਵੇਗੀ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ Ge ਅਤੇ Si ਵਿਚ ਬਿਜਲੀ ਚਾਲਨ ਦੇ ਲਈ ਸੁਤੰਤਰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ਚੰਗੀ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ C ਵਿਚ ਇਹ ਗਿਣਤੀ ਨਿਗੂਣੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

14.4 ਐਕਸਟਰਿੰਜ਼ਿਕ ਅਰਧਚਾਲਕ (Extrinsic Semiconductor):

ਕਿਸੇ ਇੰਟਰਿੰਜ਼ਿਕ ਅਰਧਚਾਲਕ ਦੀ ਚਾਲਕਤਾ ਉਸਦੇ ਤਾਪਮਾਨ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ, ਪਰ ਕਮਰੇ ਦੇ ਤਾਪਮਾਨ (Room Temperature) ਤੇ ਇਸਦੀ ਚਾਲਕਤਾ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ, ਕੋਈ ਵੀ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਿਕ ਯੁਕਤੀ ਇਹਨਾਂ ਅਰਧਚਾਲਕਾਂ ਤੋਂ ਵਿਕਸਿਤ ਨਹੀਂ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਚਾਲਕਤਾ ਵਿੱਚ ਸੁਧਾਰ ਕਰਨਾ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਅਜਿਹਾ ਇਹਨਾਂ ਅਰਧਚਾਲਕਾਂ ਵਿੱਚ ਅਸ਼ੁਧੀਆਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿਸੇ ਸ਼ੁਧ ਅਰਧਚਾਲਕ (Pure Semiconductor) ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਢੁਕਵੀਂ ਅਸ਼ੁਧੀ ਬਹੁਤ ਹੀ ਘੱਟ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਜਿਵੇਂ ਕੁਝ ਭਾਗ ਪ੍ਰਤੀ ਮਿਲਿਅਨ (Parts per million ppm) ਵਿੱਚ ਮਿਲਾਈ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਉਸਦੀ ਚਾਲਕਤਾ ਵਿੱਚ ਕਈ ਗੁਣਾ ਵਾਧਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਪਦਾਰਥਾਂ ਨੂੰ *ਐਕਸਟਰਿਜ਼ਿਕ ਅਰਧਚਾਲਕ* (Extrinsic Semiconductor) ਜਾਂ *ਅਸ਼ੁੱਧੀ ਅਰਧਚਾਲਕ* (Impurity Semiconductor) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਲੋੜੀਂਦੀ ਅਸ਼ੁੱਧੀ ਨੂੰ ਧਿਆਨ ਪੂਰਵਕ ਮਿਸ਼ਰਤ ਕਰਨ ਨੂੰ *ਡੋਪਿੰਗ* (Doping) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਅਸ਼ੁੱਧੀ ਪਰਮਾਣੂ ਨੂੰ *ਡੋਪੈਂਟ* (Dopant) ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਪਦਾਰਥ ਨੂੰ *ਡੋਪਡ ਅਰਧਚਾਲਕ* (Doped semiconductor) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਡੋਪੈਂਟ ਅਜਿਹਾ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਜੋ ਮੂਲ ਅਰਧਚਾਲਕ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਜਾਲਕ (Lattice) ਨੂੰ ਵਿਕਰਿਤ ਨਾ ਕਰੇ। ਇਹ ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਵਿੱਚ ਮੂਲ ਅਰਧਚਾਲਕ ਪਰਮਾਣੂ ਸਥਿਤੀਆਂ (Sites) ਵਿਚੋਂ ਸਿਰਫ ਕੁਝ ਇੱਕ ਦੀ ਹੀ ਥਾਂ ਲੈਂਦੇ ਹਨ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

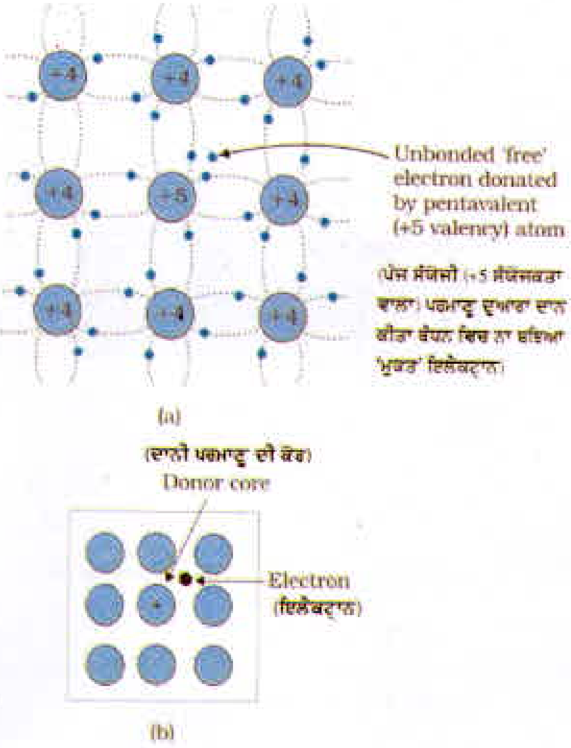
ਇਸ ਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ ਇੱਕ ਜ਼ਰੂਰੀ ਸ਼ਰਤ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਡੋਪੈਂਟ ਦੇ ਅਣੂ ਅਤੇ ਅਰਧਚਾਲਕ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਅਣੂਆਂ ਦਾ ਸਾਈਜ਼ ਲਗਭਗ ਬਾਰਬਰ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ।

ਟੈਟਰਾਵੇਲੈਂਟ (Tetravalent) Si ਜਾਂ Ge ਦੀ ਡੋਪਿੰਗ ਲਈ ਦੋ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਡੋਪੈਂਟ ਵਰਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ।

(i) ਪੈਂਟਾਵੇਲੈਂਟ (Pentavalent) (ਸੰਯੋਜਕਤਾ 5); ਜਿਵੇ ਆਰਸੈਨਿਕ (As), ਐਂਟੀਮਨੀ (Sb), ਫਾਸਫੋਰਸ (P) ਆਦਿ।

(ii). ਟਰਾਈਵੇਲੈਂਟ (Trivalant) (ਸੰਯੋਜਕਤਾ 3); ਜਿਵੇਂ ਇੰਡੀਅਮ (In), ਬੋਰਾਨ (B), ਐਲੂਮੀਨੀਅਮ (Al) ਆਦਿ

ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਇਹ ਵਿਚਾਰ ਕਰਾਂਗੇ ਕਿ ਡੋਪਿੰਗ ਦੁਆਰਾ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਅਰਧਚਾਲਕਾਂ ਵਿਚ ਚਾਰਜ ਵਾਹਕਾਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ਵਿਚ ਬਦਲਾਵ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਕਾਰਨ ਇਸ ਅਰਧਚਾਲਕ ਦੀ ਚਾਲਕਤਾ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। Si ਜਾਂ Ge ਆਵਰਤੀ ਸਾਰਨੀ ਦੇ ਚੌਥੇ ਵਰਗ (Group) ਦੇ ਮੈਂਬਰ ਹਨ ਇਸਲਈ ਅਸੀਂ ਡੋਪਿੰਗ ਲਈ ਨੇੜੇ ਦੇ ਤੀਸਰੇ ਜਾਂ ਪੰਜਵੇਂ ਗਰੁਪ ਦੇ ਤੱਤਾਂ ਦੀ ਚੋਣ ਇਹ ਉਮੀਦ ਕਰਦੇ ਹੋਏ ਅਤੇ ਸਾਵਧਾਨੀ ਵਰਤਤੇ ਹੋਏ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਡੋਪ ਕੀਤੇ ਜਾਣ ਵਾਲੇ ਤੱਤ ਦੇ ਪਰਮਾਣੂ ਦਾ ਸਈਜ਼ Si ਜਾਂ Ge ਦੇ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਸਾਈਜ਼ ਦੇ ਲਗਭਗ ਬਰਾਬਰ ਹੈ। ਰੋਚਕ ਤੱਥ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਡੋਪਿੰਗ ਲਈ ਵਰਤੇ ਜਾਣ ਵਾਲੇ ਟਰਾਈਵੇਲੈਂਟ ਅਤੇ ਪੈਂਟਾਵੇਲੈਂਟ ਤੱਤ ਡੋਪਿੰਗ ਤੋਂ ਬਾਦ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਤੋਂ ਬਿਲਕੁਲ ਵੱਖ ਕਿਸਮ ਦੇ ਦੋ ਅਰਧਚਾਲਕ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦਾ ਨਿਰਮਾਣ ਕਰਦੇ ਹਨ ਜਿਹਨਾਂ ਦਾ ਹੇਠਾਂ ਵਰਣਨ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 14.7:(a) ਚਾਰ ਸੰਜੋਜੀ Si ਜਾਂ Ge ਵਿੱਚ ਪੰਜ ਸੰਯੋਜੀ ਦਾਨ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਪਰਮਾਣੂ (As, Sb, P ਆਦਿ) ਦੇ ਨਾਲ ਡੋਪ ਕਰਕੇ ਬਣਿਆ n-ਅਰਧਚਾਲਕ (b) n-ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਪਦਾਰਥ ਦਾ ਸਾਧਾਰਨ ਤੌਰ ਤੇ ਵਿਵਸਥਾਤਮਕ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਨ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤੀਸਥਾਪੀ ਦਾਨੀ ਪਰਮਾਣੂ ਦੀ ਸਥਿਰ ਕੋਰ ਨੂੰ ਸਿਰਫ ਇੱਕ ਫਾਲਤੂ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਧਨਾਤਮਕ ਚਾਰਜ ਅਤੇ ਇਸ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਨਾਲ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ।

(i) n-ਕਿਸਮ ਦੇ ਅਰਧਚਾਲਕ (n-type Semiconductor)

ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ ਅਸੀਂ Si ਜਾਂ Ge (ਸੰਯੋਜਕਤਾ 4) ਨੂੰ ਇੱਕ ਪੈਂਟਾਵੇਲੈਂਟ (ਸੰਯੋਜਕਤਾ 5) ਤੱਤ ਨਾਲ ਡੋਪ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਜਿਵੇਂ ਚਿੱਤਰ 14.7 ਵਿੱਚ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਜਦੋਂ +5 ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਵਾਲਾ ਤੱਤ Si ਦੇ ਇੱਕ ਪਰਮਾਣੂ ਦੀ ਥਾਂ ਲੈ ਲੈਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਸ ਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਵਿਚੋਂ ਚਾਰ, ਨੇੜਲੇ ਚਾਰ ਸਿਲੀਕਾਨ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਨਾਲ ਬੰਧਨ ਬਣਾਉਂਦੇ ਹਨ, ਜਦੋਂ ਕਿ ਪੰਜਵਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਜਨਕ ਪਰਮਾਣੂ (Parent atom) ਨਾਲ ਕਮਜ਼ੋਰ ਬੰਧਨ ਦੁਆਰਾ ਜੁੜਿਆ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਅਜਿਹਾ ਇਸ ਲਈ ਹੈ ਕਿ ਪੰਜਵਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਨੂੰ ਬੰਧਨ ਵਿੱਚ ਭਾਗ ਲੈਣ ਵਾਲੇ ਚਾਰੋਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਭਾਵੀ ਕੋਰ (Effective Core) ਦਾ ਭਾਗ ਮੰਨਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਦੇ ਇਸ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨੂੰ ਮੁਕਤ ਕਰਨ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਾਈਨੀਕਰਣ ਊਰਜਾ (Ionization Energy) ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਆਮ ਕਰਕੇ ਕਮਰੇ ਦੇ ਤਾਪਮਾਨ ਤੇ ਇਹ ਧਚਾਲਕ ਦੇ ਜਾਲਕ ਵਿੱਚ ਮੁਕਤ ਗਤੀ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਮੁਕਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਨ ਦੇ ਲਈ, ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨੂੰ ਾਣੂ ਤੋਂ ਮੁਕਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਜਰਮੇਨੀਅਮ ਵਿੱਚ ~0.01 ev ਅਤੇ ਸਿਲੀਕਾਨ ਵਿੱਚ ਲਗਭਗ 0.05ev ਊਰਜਾ ੀ ਹੈ। ਇਹ ਉਸ ਊਰਜਾ ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੈ ਜੋ ਕਿਸੇ ਇੰਟਰਿੰਜ਼ਿਕ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਵਿੱਚ ਕਮਰੇ ਦੇ ਤਾਪਮਾਨ

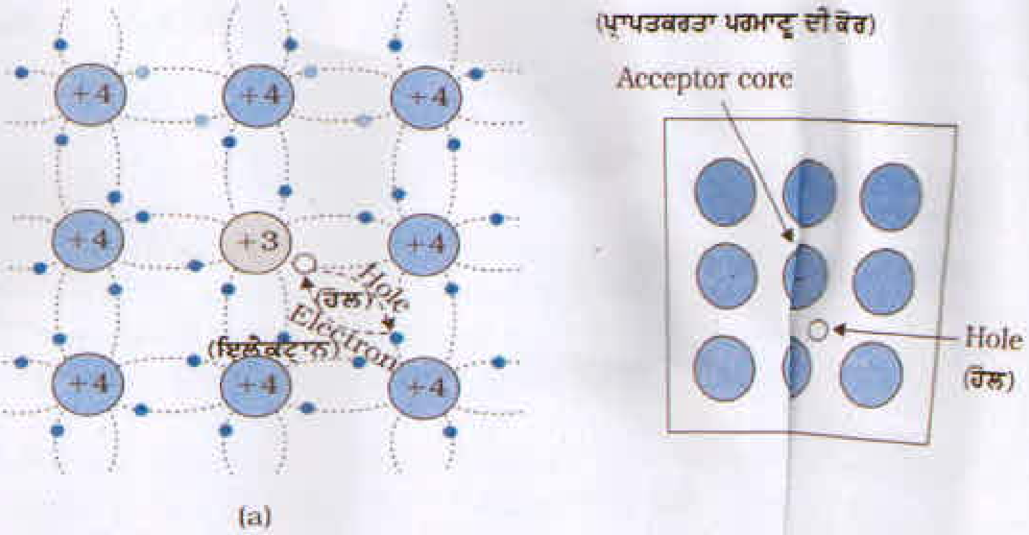
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਤੇ ਕਿਸੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨੂੰ ਵਰਜਿਤ (Forbidden) ਬੈਂਡ (Band) ਤੋਂ ਸਥਾਨਾਂਤਰਨ ਦੇ ਲਈ (ਜਰਮੇਨੀਅਮ ਵਿਚ ਲਗਭਗ 0.72 eV ਅਤੇ ਸਿਲੀਕਾਨ ਵਿਚ ਲਗਭਗ 1.1 eV) ਚਾਹੀਦੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪੈਂਟਾਵੇਲੈਂਟ ਡੋਪੈਂਟ ਬਿਜਲੀ ਚਾਲਨ ਦੇ ਲਈ ਇੱਕ ਫ਼ਾਲਤੂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਨੂੰ *ਦਾਤਾ ਅਸ਼ੁੱਧੀ (Donor Impurity)* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਡੋਪੈਂਟ ਪਰਮਾਣੂ ਦੁਆਰਾ ਬਿਜਲੀ ਚਾਲਨ ਦੇ ਲਈ ਉਪਲਬਧ ਕਰਵਾਏ ਗਏ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਪੱਕੇ ਤੌਰ ਤੇ ਡੋਪੈਂਟ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਆਸ-ਪਾਸ ਦੇ ਤਾਪਮਾਨ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦੀ। ਇਸਦੇ ਉਲਟ Si ਪਰਮਾਣੂ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਮੁਕਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆਂ (ਬਰਾਬਰ ਗਿਣਤੀ ਵਿਚ ਹੋਲਾਂ (Holes) ਦੇ ਨਾਲ) ਵਿਚ ਤਾਪਮਾਨ ਦੇ ਨਾਲ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਡੋਪ ਕੀਤੇ ਅਰਧਚਾਲਕ ਵਿਚ ਚਾਲਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਕੁਲ ਗਿਣਤੀ n_e ਦਾਤਾਵਾਂ (Donors) ਦੇ ਯੋਗਦਾਨ ਅਤੇ ਨਿਜੀ ਕਾਰਨਾਂ (ਤਾਪ ਊਰਜਾ ਦੁਆਰਾ) ਤੋਂ ਪੈਦਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਅਤੇ ਹੋਲਾਂ ਦੀ ਕੁਲ ਸੰਖਿਆ n_h ਸਿਰਫ਼ ਨਿਜੀ ਸ੍ਰੋਤ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਹੋਲਾਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਪਰ ਹੋਲਾਂ ਦੇ ਮੁੜ-ਸੰਯੋਜਨ (Recombination) ਦੀ ਦਰ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ਵਿੱਚ ਵਾਧੇ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਹੋਲਾਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ਵਿੱਚ ਹੋਰ ਕਮੀ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਡੋਪਿੰਗ ਦੇ ਉਚਿਤ ਪੱਧਰ ਤੇ ਚਾਲਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਵਿਚ ਹੋਲਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ ਪੈਂਟਾਵੇਲੈਂਟ ਡੋਪੈਂਟ ਦੇ ਨਾਲ ਡੋਪ ਹੋਣ ਤੇ ਕਿਸੇ ਇੰਟਰਿੰਜ਼ਿਕ ਅਰਧਚਾਲਕ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ *ਬਹੁਗਿਣਤੀ ਚਾਰਜ ਵਾਹਕ (Majority Charge Carrier)* ਅਤੇ *ਹੋਲ ਘੱਟ ਗਿਣਤੀ ਚਾਰਜ ਵਾਹਕ (Minority Charge Carrier)* ਬਣ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਅਰਧ ਚਾਲਕਾਂ ਨੂੰ n-ਕਿਸਮ ਦੇ ਅਰਧਚਾਲਕ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਕਿਸੇ n-ਕਿਸਮ ਦੇ ਅਰਧਚਾਲਕ ਲਈ

$$n_e >> n_h \tag{14.3}$$



ਚਿੱਤਰ 14.8 (a) ਚਾਰ ਸੰਯੋਜੀ Si ਜਾਂ Ge ਦੇ ਜਾਲਕ ਵਿਚ ਤਿੰਨ ਸੰਯੋਜੀ ਕਰਤਾ ਪਰਮਾਣੂ (In, Al, B ਆਦਿ) ਨਾਲ ਡੋਪ ਕਰਕੇ ਬਣਿਆ p-ਕਿਸਮ ਦਾ ਅਰਧਚਾਲਕ
(b) p-ਕਿਸਮ ਦੇ ਪਦਾਰਥ ਦਾ ਸਾਧਾਰਨ ਰੂਪ ਵਿਚ ਵਿਵਸਥਾਤਮਕ ਚਿੰ ਇੱਕ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਫਾਲਤੂ ਰਿਣਾਤਮਕ ਚਾਰਜ ਦੇ ਨਾਲ ਪ੍ਰਤੀਸਥਾਪੀ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਤਾ ਪਰਮਾਣੂ ਦੀ ਸਥਿਅਤੇ ਉਸ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਹੋਲ ਨੂੰ ਦਿਖਾਉਂਦਾ ਹੈ ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(ii) p-ਕਿਸਮ ਦੇ ਅਰਧਚਾਲਕ (p-Type SemiConductor)

p-ਕਿਸਮ ਦਾ ਅਰਧਚਾਲਕ ਉਦੋਂ ਬਣਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ Si ਜਾਂ Ge (ਟੈਟਰਾਵੇਲੈਂਟ) ਨੂੰ ਗਰੁਪ-III ਦੀਆਂ ਟਰਾਈਵੇਲੈਂਟ ਅਸ਼ੁੱਧੀਆਂ; ਜਿਵੇਂ- Al, B, In ਅਦਿ ਨਾਲ ਡੋਪ ਕੀਤਾ ਜਾਵੇ, ਜਿਵੇਂ ਚਿੱਤਰ 14.8 ਵਿਚ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਡੋਪੈਂਟ ਵਿੱਚ Si ਜਾਂ Ge ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਬਾਹਰੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਘਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਲਈ ਇਹ ਪਰਮਾਣੂ ਤਿੰਨ ਪਾਸਿਆਂ ਤੋਂ Si ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਨਾਲ ਬੰਧਨ ਬਣਾ ਸਕਦਾ ਹੈ, ਪਰ ਚੌਥੇ ਪਾਸੇ ਬੰਧਨ ਬਣਾਉਣ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਉਪਲਬਧ ਨਾ ਹੋਣ ਕਾਰਨ ਚੌਥਾ ਬੰਧਨ ਬਣਾਉਣ ਵਿੱਚ ਸਫ਼ਲ ਨਹੀਂ ਹੋ ਪਾਂਦਾ। ਇਸ ਲਈ ਟਰਾਈਵੇਲੈਂਟ ਪਰਮਾਣੂ ਅਤੇ ਚੌਥੇ ਨੇੜਲੇ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਬੰਧਨ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਖਾਲੀ ਥਾਂ ਜਾਂ ਹੋਲ (hole) ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਚਿੱਤਰ 14.8 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਜਾਲਕ ਵਿੱਚ ਪੜੋਸੀ Si ਪਰਮਾਣੂ ਹੋਲ ਦੀ ਥਾਂ ਤੇ ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਚਾਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਨੇੜੇ ਦੇ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਬਾਹਰੀ ਕਕਸ਼ਾ ਦਾ ਕੋਈ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਇਸ ਖਾਲੀ ਥਾਂ (hole) ਨੂੰ ਭਰਨ ਦੇ ਲਈ ਛਲਾਂਗ ਮਾਰ ਸਕਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨਾਲ ਉਸਦੇ ਆਪਣੇ ਸਥਾਨ ਤੇ ਇੱਕ ਹੋਲ ਬਣ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। *ਇਹੀ ਹੋਲ* ਚਾਲਨ ਦੇ ਲਈ ਉਪਲਬਧ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਧਿਆਨ ਦੇਣ ਯੋਗ ਨਾਲ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਓਪਰਾ ਟਰਾਈਵੇਲੈਂਟ ਪਰਮਾਣੂ ਗੁਆਂਢੀ Si ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਨਾਲ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਸਾਝੇਂਦਾਰੀ ਕਰਕੇ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਰਿਣ ਚਾਰਜਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਅਤੇ ਇਸ ਦੇ ਸਾਰੇ ਸੰਯੋਜੀ ਬੰਧਨ ਪੂਰੇ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਆਮ ਭਾਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਅਕਸਰ p-ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਡੋਪੈਂਟ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਨੂੰ ਆਪਣੇ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਹੋਲਾਂ ਦੇ ਨਾਲ ਇੱਕ *ਰਿਣ ਚਾਰਜ* ਵਾਲੀ ਕੋਰ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਜਿਵੇਂ ਚਿੱਤਰ 14.8(b) ਵਿੱਚ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਹ ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ ਇੱਕ ਪ੍ਰਾਪਤਕਰਤਾ (Acceptor) ਪਰਮਾਣੂ (N_A) *ਇੱਕ ਹੋਲ* ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਹੋਲ ਨਿੱਜੀ ਤੌਰ ਤੇ ਪੈਦਾ ਹੋਏ ਹੋਲਾਂ (Intrinsically Generated holes) ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ ਹਨ ਜਦੋਂ ਕਿ ਚਾਲਨ ਇਲੈਕਟਰਾਨਾਂ ਦਾ ਸ੍ਰੋਤ ਸਿਰਫ ਨਿੱਜੀ ਤੌਰ ਤੇ ਪੈਦਾ ਹੋਣਾ ਹੀ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਅਜਿਹੇ ਪਦਾਰਥ ਲਈ, ਹੋਲ ਬਹੁ ਗਿਣਤੀ ਵਾਹਕ ਅਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਘੱਟ ਗਿਣਤੀ ਵਾਹਕ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਟਰਾਈਵੇਲੈਂਟ ਅਸ਼ੁੱਧੀ ਨਾਲ ਡੋਪ ਕੀਤੇ ਸ਼ੁੱਧ ਅਰਧਚਾਲਕ p-ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਕਹਾਉਂਦੇ ਹਨ। p-ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਅਰਧਚਾਲਕਾਂ ਵਿਚ ਮੁੜ-ਸੰਯੋਜਨ ਪ੍ਰਕ੍ਰਿਆ, ਨਿੱਜੀ ਤੌਰ ਤੇ ਪੈਦਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ n_i ਘੱਟ ਹੋ ਕੇ n_e ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ p-ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਅਰਧ-ਚਾਲਕਾਂ ਲਈ

$$n_h >> n_e \qquad (14.4)$$

ਧਿਆਨ ਦੇਣ ਯੋਗ ਗਲ ਇਹ ਹੈ *ਕਿ ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਉਦਾਸੀਨ ਬਣਿਆ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਫਾਲਤੂ ਚਾਰਜ ਵਾਹਕਾਂ ਤੇ ਚਾਰਜ ਦੀ ਮਾਤਰਾ ਜਾਲਕ ਵਿੱਚ ਅਇਓਨਾਈਜ਼ਡ ਕੋਰਾਂ (ionized cores) ਤੇ ਚਾਰਜ ਦੀ ਮਾਤਰਾ ਦੇ ਹੀ ਬਰਾਬਰ ਅਤੇ ਉਲਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।*

ਐਕਸਟਰਿੰਜ਼ਿਕ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਵਿੱਚ ਬਹੁਗਿਣਤੀ ਕਰੰਟ ਵਾਹਕਾਂ ਦੀ ਵੱਡੀ ਮਾਤਰਾ ਵਿਚ ਹੋਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਤਾਪਨ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਘੱਟ ਗਿਣਤੀ ਵਾਹਾ ਦੇ ਲਈ ਬਹੁਗਿਣਤੀ ਵਾਹਕਾਂ ਨਾਲ ਮਿਲਨ ਦੇ ਵਧੇਰੇ ਮੌਕੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਉਹ ਨਸ਼ਟ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਸ ਲਈ ਡੋਪੈਂਟ, ਇਕੋ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਵਧੇਰੇ ਕਰੰਟ ਵਾਹਕਾਂ ਨੂੰ ਮਿਲਾਉਣ ਨਾਲ, ਜੋ ਬਹੁਗਿਣਤੀ ਵਾਹਕ ਬਣ ਜਾਂਦੇ ਹਅਸਿੱਧੇ ਤੌਰ ਤੇ ਘੱਟ ਗਿਣਤੀ ਵਾਹਕਾਂ ਦੀ ਨਿੱਜੀ ਘਣਤਾ ਨੂੰ ਘੱਟ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਸਹਾਇਤਾ ਕਰਦੇ ਹਨ।

ਡੋਪਿੰਗ ਕਰਨ ਨਾਲ ਅਰਧਨਕਾਂ ਦੀ ਊਰਜਾ ਬੈਂਡ ਰਚਨਾ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਬਾਹਰੀ ਅਰਧ ਚਾਲਕ (Extrinsic) ਦੇ ਮਾਮਲੇ ਵਿੱਚ ਦ ਅਸ਼ੁੱਧੀਆਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਫਾਲਤੂ ਊਰਜਾ ਅਵਸਥਾ (E_D) ਅਤੇ ਪ੍ਰਾਪਤਕਰਤਾ ਅਸ਼ੁੱਧੀਆਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਫਾਲਤੂ ਊਅਵਸਥਾ (E_A) ਵੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। n-ਕਿਸਮ ਦੇ Si ਅਰਧਚਾਲਕਾਂ ਦੇ ਊਰਜਾ ਬੈਂਡ ਰੇਖਾ ਚਿੱਤਰ ਵਿਚ ਦਾਤਾ ਊਰਜਾ E_D ਚਾਲਕ ਬੈਂਡ ਦੀ ਤਲੀ E_C ਤੋਂ ਹੇਠਾਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਪੱਧਰ ਤੋਂ ਕੁਝ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਊਰਜਾ ਦੀ ਹੋਣ ਤੇ ਚਾਲਨ ਬੈਂਡ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਕਮਰੇ ਦੇ ਤਾਪਮਾਨ ਤੇ ਵਧੇਰੇ ਕਰਕੇ ਦਾਤਾ ਪਰਮਾਣੂ ਆਵਿੱਚ ਬਦਲ ਜਾਂਦੇ ਹਨ, ਪਰ Si ਦੇ ਬਹੁਤ ਹੀ ਘੱਟ ($\sim 10^{-12}$) ਪਰਮਾਣੂ ਹੀ ਆਇਨਾਂ ਵਿੱਚ ਬਦਲਦੇ ਹਨ। ਇਚਿੱਤਰ 14.9 (a) ਵਿਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਚਾਲਨ ਬੈਂਡ ਵਿੱਚ ਵਧੇਰੇ ਕਰਕੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾਤਾ ਅਸ਼ੁੱਧੀਆਂ ਤੋਂਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ p-ਕਿਸਮ ਦੇ ਅਰਧ ਚਾਲਕਾਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਤਾ ਊਰਜਾ ਪੱਧਰ E_A ਸੰਯੋਜੀ ਬੈਂਡ ਲੇ ਸਿਰੇ ਤੋਂ ਕੁਝ ਉਪਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ [ਚਿੱਤਰ 14.9 (b) ਦੇਖੋ]। ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਊਰਜਾ ਪੂਰਤੀ ਹੋਣ ਤੇ ਵੀ ਸੰਯੋਜੋਂ ਕੋਈ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ E_A ਦੇ ਪੱਧਰ ਤੋਂ ਛਲਾਂਗ ਮਾਰ ਲੈਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਉਸ

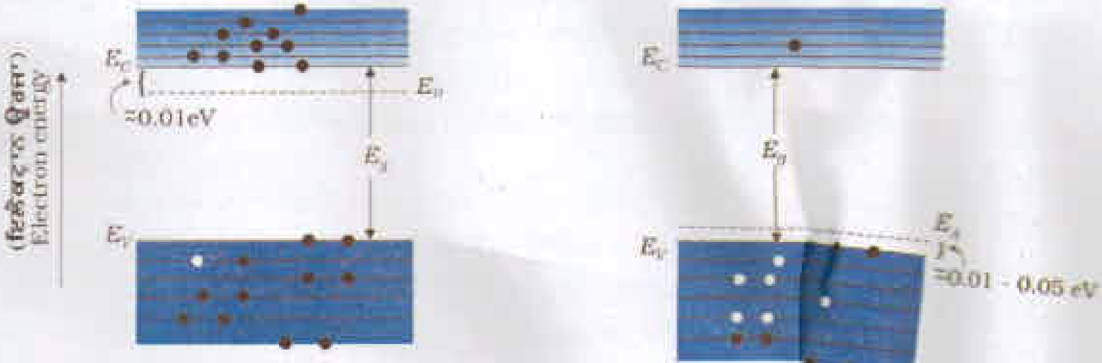
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਤਾ ਨੂੰ ਰਿਣ ਚਾਰਜਿਤ ਆਇਨ ਵਿੱਚ ਬਦਲ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। (ਵਿਕਲਪ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵੀ ਕਹਿ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਊਰਜਾ ਦੀ ਪੂਰਤੀ ਨਾਲ ਹੋਲ ਊਰਜਾ ਪੱਧਰ E_A ਤੋਂ ਸੰਯੋਜੀ ਬੈਂਡ ਵਿੱਚ ਜਾਂ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਊਰਜਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਉਪਰ ਵਾਲ ਆਂਦੇ ਹਨ ਜਦੋਂ ਕਿ ਹੋਲ ਹੇਠਾਂ ਵੱਲ ਆਂਦੇ ਹਨ।) ਆਮ ਕਰਕੇ ਕਮਰੇ ਦੇ ਤਾਪਮਾਨ ਤੇ ਵਧੇਰੇ ਕਰਕੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਤਾ ਪਰਮਾਣੂ ਅਇਨਾਂ ਵਿੱਚ ਬਦਲ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਸੰਯੋਜੀ ਬੈਂਡ ਵਿੱਚ ਹੋਲ ਬਚ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਮਰੇ ਦੇ ਤਾਪਮਾਨ ਤੇ ਸੰਯੋਜੀ ਬੈਂਡ ਵਿੱਚ ਹੋਲਾਂ ਦੀ ਘਣਤਾ ਮੁੱਖ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਐਕਸਟਰਿੰਜ਼ਿਕ ਅਰਧਚਾਲਕਾਂ ਵਿੱਚ ਅਸ਼ੁੱਧੀ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਤਾਪੀ ਸੰਤੁਲਨ ਵਿੱਚ ਅਰਧਚਾਲਕਾਂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਅਤੇ ਹੋਲਾਂ ਦੀ ਘਣਤਾ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

$$n_e n_h = n_i^2 \qquad (14.5)$$

ਬੇਸ਼ਕ ਉਪਰੋਕਤ ਵਿਵਰਣ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨੇੜਤਾ ਅਤੇ ਮਨੋਕਲਪਿਤ ਵਿਚਾਰਾਂ ਤੇ ਆਧਾਰਿਤ ਹੈ ਪਰ ਇਹ ਸੌਖੇ ਢੰਗ ਨਾਲ ਧਾਤਾਂ, ਬਿਜਲੀ ਰੋਧੀਆਂ, ਅਤੇ ਅਰਧਚਾਲਕਾਂ (ਇੰਟਰਿੰਜ਼ਿਕ ਅਤੇ ਐਕਸਟਰਿੰਜ਼ਿਕ) ਵਿੱਚ ਅੰਤਰ ਨੂੰ ਸਮਝਣ ਵਿੱਚ ਸਹਾਇਕ ਹਨ। C, Si ਅਤੇ Ge ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧੀ ਮੁਲਾਂ ਵਿੱਚ ਅੰਤਰ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਚਾਲਨ ਅਤੇ ਸੰਯੋਜੀ ਬੈਂਡਾਂ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ ਅੰਤਰਾਲ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਕਾਰਬਨ (ਡਾਇਮੰਡ), Si ਅਤੇ Ge ਦੇ ਲਈ ਊਰਜਾ ਅੰਤਰਾਲ ਕ੍ਰਮਵਾਰ 5.4eV ਅਤੇ 0.7eV ਹੈ। Sn ਵੀ ਚੌਥੇ ਗਰੁਪ ਦਾ ਤੱਤ ਹੈ ਪਰ ਇਹ ਧਾਤ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਇਸ ਮਾਮਲੇ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ ਅੰਤਰਾਲ 0eV ਹੈ।



(a) $T > 0K$
one thermally generated electron-hole pair + 9 electrons from donor atoms
(ਇੱਕ ਤਾਪ ਊਰਜਾ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਹੋਲ ਜੋੜਾ ਅਤੇ ਦਾਨੀ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੇ 9 ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ)

(b> 0K

ਚਿੱਤਰ 14.9: T >0K ਤੇ (a) n-ਕਿਸਮ ਦੇ ਅਰਧ-ਚਾਲਕ ਅਤੇ (b) p-ਦੇ ਅਰਧਚਾਲਕ ਦਾ ਊਰਜਾ ਬੈਂਡ

ਉਦਾਹਰਨ 14.2: ਮੰਨ ਲਓ ਕਿਸੇ ਸ਼ੁਧ Si ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਵਿਚ 5×10^{28} ਪਰਮਾਣੂ। ਇਸ ਨੂੰ ਪੈਂਟਾਵੇਲੈਂਟ As ਨਾਲ 1 ppm ਘਣਤਾ ਤੇ ਡੋਪ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਅਤੇ ਹੋਲਾਂ ਦੰਪਤਾ ਕਰੋ, ਦਿੱਤਾ ਹੈ ਕਿ $n_i = 1.5\times10^{16}$ m^{-3}।

ਹਲ: ਧਿਆਨ ਦਿਓ, ਇਥੇ ਤਾਪ ਊਰਜਾ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ (n_i -$^{-3}$), ਡੋਪਿੰਗ ਕਾਰਨ ਪੈਦਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਨਿਗੁਣੇ ਹਨ।ਇਸ ਲਈ $n_e \approx N_D$
ਕਿਉਂਕਿ $n_e n_h = n_i^2$, ਇਸ ਲਈ ਹੋਲਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ $n_h = (2.25 \times 10^{322})$
$- 4.5 \times 10^{9}$ m^{-3}

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

14.5 p-n ਜੰਕਸ਼ਨ (p-n Junction):-

p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਬਹੁਤ ਸਾਰੀਆਂ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਯੁਕਤੀਆਂ ਜਿਵੇਂ ਡਾਇਓਡ, ਟਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ ਆਦਿ ਦੀ ਮੂਲ ਇਕਾਈ ਹੈ। ਹੋਰ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਯੁਕਤੀਆਂ ਦੇ ਵਿਸ਼ਲੇਸ਼ਨ ਦੇ ਲਈ ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ ਵਿਵਹਾਰ ਨੂੰ ਸਮਝਣਾ ਬਹੁਤ ਹੀ ਮਹਤਵਪੂਰਨ ਹੈ। ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਸਮਝਣ ਦੀ ਕੋਸ਼ਿਸ਼ ਕਰਾਂਗੇ ਕਿ ਕਿਸੇ ਜੰਕਸ਼ਨ ਦਾ ਨਿਰਮਾਣ ਕਿਵੇਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਬਾਹਰੋਂ ਲਗਾਈ ਵੋਲਟੇਜ (ਜਿਸਨੂੰ ਬਾਯਸ (Bias) ਵੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ) ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਜੰਕਸ਼ਨ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਵਹਾਰ ਕਰਦਾ ਹੈ।

14.5.1 p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਦਾ ਨਿਰਮਾਣ (p.n Junction Formation) :-

p-ਕਿਸਮ ਦੇ ਸਿਲੀਕਾਨ (p-Si) ਅਰਧਚਾਲਕ ਦੇ ਪਤਲੇ ਵੇਫ਼ਰ (Wafer) ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ । ਬਿਲਕੁਲ ਨਾਪੇ-ਤੁਲੇ ਢੰਗ ਵਿੱਚ ਪੈਂਟਾਵੇਲੈਂਟ ਅਸ਼ੁੱਧੀ ਦੀ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਮਾਤਰਾ ਮਿਲਾਕੇ ਕਿਸੇ p-Si ਵੇਫਰ ਦੇ ਕੁਝ ਭਾਗ ਨੂੰ n-Si ਵਿੱਚ ਬਦਲਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਅਰਧਚਾਲਕ ਦਾ ਨਿਰਮਾਣ ਕਰਨ ਦੀਆਂ ਬਹੁਤ ਸਾਰੀਆਂ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆਵਾਂ ਹਨ । ਜਿਹਨਾਂ ਦੁਆਰਾ ਕੋਈ ਅਰਧਚਾਲਕ ਬਣਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਹੁਣ ਵੇਫਰ ਦੇ ਵਿੱਚ p-ਖੇਤਰ ਅਤੇ n-ਖੇਤਰ ਬਣ ਗਏ ਹਨ ਅਤੇ p- ਅਤੇ n- ਖੇਤਰਾਂ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਧਾਤਕਰਮੀ ਜੰਕਸ਼ਨ (Metallurgical Junction) ਹੈ।

ਕਿਸੇ p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ ਨਿਰਮਾਣ ਦੇ ਸਮੇਂ ਦੋ ਮਹਤਵਪੂਰਣ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆਵਾਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ – *ਵਿਸਰਣ* (Diffusion) *ਅਤੇ ਡਰਿਫਟ* (Drift)। ਅਸੀਂ ਇਹ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਕਿਸੇ n-ਕਿਸਮ ਦੇ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਘਣਤਾ (ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਈ ਆਇਤਨ ਵਿਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ) ਹੋਲਾਂ ਦੀ ਘਣਤਾ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਵੱਧ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ p-ਕਿਸਮ ਦੇ ਅਰਧਚਾਲਕਾਂ ਵਿੱਚ ਹੋਲਾਂ ਦੀ ਘਣਤਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਘਣਤਾ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਵੱਧ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ ਨਿਰਮਾਣ ਦੇ ਸਮੇਂ, ਅਤੇ p- ਅਤੇ n- ਪਾਸਿਆਂ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਸੰਘਣਤਾ ਗ੍ਰੇਡੀਏਂਟ (Concentration Gradient) ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੋਲ p- ਪਾਸੇ ਤੋਂ n- ਪਾਸੇ (p→n) ਵਲ ਵਿਸਰਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ n- ਪਾਸੇ ਤੋਂ p- ਪਾਸੇ (n→p) ਵਲ ਵਿਸਰਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਚਾਰਜ ਵਾਹਕਾਂ ਦੀ ਇਸ ਗਤੀ ਦੇ ਕਾਰਨ ਜੰਕਸ਼ਨ ਤੋਂ ਇੱਕ ਵਿਸਰਨ ਕਰੰਟ ਵਗਦਾ ਹੈ ।

ਜਦੋਂ ਕੋਈ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ p ਤੋਂ n ਵਲ ਵਿਸਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉਹ ਆਪਣੇ ਪਿਛੇ ਇੱਕ ਆਇਨ ਵਿੱਚ ਬਦਲੇ ਦਾਤਾ (Ionized donor) ਨੂੰ n- ਪਾਸੇ ਤੇ ਛੱਡ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਆਇਨ ਵਿੱਚ ਬਦਲਿਆ ਦਾਤਾ (ਧਨ ਚਾਰਜਿਤ) ਚਾਰੋਂ ਪਾਸੇ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੁਆਰਾ ਬੰਨਿਆਂ ਹੋਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਨਿਸ਼ਚਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ-ਜਿਵੇਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ n→p ਵਲ ਵਿਸਰਿਤ ਹੁੰਦੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ, ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ n-ਪਾਸੇ ਧਨ ਚਾਰਜ ਦੀ (ਜਾਂ ਧਨ ਵਾਲਾ ਸਪੇਸ ਚਾਰਜ ਖੇਤਰ) ਇੱਕ ਪਰਤ ਪੈਦਾ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

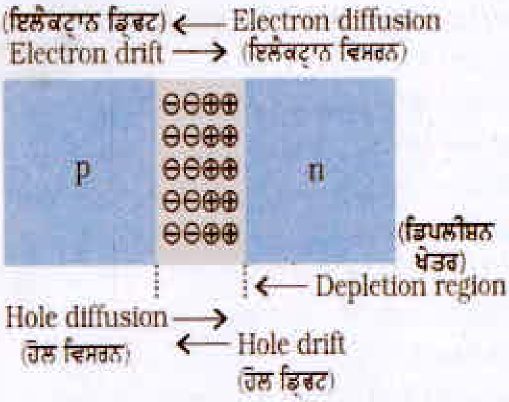
ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ, ਜਦੋਂ ਕੋਈ ਹੋਲ ਤਾ ਗ੍ਰੇਡੀਐਂਟ ਦੇ ਕਾਰਨ p→n ਵਲ ਵਿਸਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉਹ ਆਪਣੇ ਪਿਛੇ ਇੱਕ ਆਇਨ ਵਿੱਚ ਬਦਪ੍ਰਾਪਤ-ਕਰਤਾ (ਰਿਣ ਚਾਰਜਿਤ) ਛੱਡ ਦਿੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਨਿਸ਼ਚਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ-ਜਿਵੇਂ ਹੋਲ ਵਿਸਰਿਤ ਹੁੰਦੇ ਰਿਣਾਤਮਕ ਚਾਰਜ (ਰਿਣ ਵਾਲੇ ਸਪੇਸ-ਚਾਰਜ਼ ਖੇਤਰ) ਦੀ ਇੱਕ ਪਰਤ ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ p- ਪਾਸੇ ਤੇ ਪੈਦਾ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ ਦੋਨੋਂ ਪਾਸਿਆਂ ਤੇ ਪੈਦਾ ਇਸ ਸਪੇਸ-ਚਾਰਜ ਖੇਤਰ ਨੂੰ *ਡਿਪਲੀਸ਼ਨ ਖੇਤਰ* (Depletion n) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਇਸ ਲਈ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਹੋਲ ਜੋ ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ ਆਰ ਪਾਰ ਅਰੰਭਿਰ ਵੱਕ ਭਾਗ ਲੈਂਦੇ ਹਨ ਉਹ ਇਸਦੇ ਮੁਕਤ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਸਖਣਾ ਕਰ ਦਿੰਦੇ ਹਨ (ਚਿੱਤਰ 14.10)। ਡਿਲੀਸ਼ਨ ਖੇਤਰ ਦੀ ਮੋਟਾਈ ਮਾਈਕ੍ਰੋਮੀਟਰ ਦੇ ਦਸਵੇਂ ਭਾਗ ਦੇ ਆਰਡਰ ਦੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ n-ਪਾਸੇ ਤੇ ਾ ਸਪੇਸ ਚਾਰਜ ਖੇਤਰ ਅਤੇ p-ਪਾਸੇ ਤੇ ਰਿਣ ਵਾਲਾ ਸਪੇਸ-ਚਾਰਜ ਖੇਤਰ ਹੋਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਜੰਕਸ਼ਨ ਤੇ ਧਨ ਤੋਂ ਰਿਣ ਚਾਰਜ ਵਲ ਇਕ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਪੈਦਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਖੇਤਰ ਦੇ ਕਾਰਨ ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ p- ਪਾਸੇ ਦਾਨ n-ਪਾਸੇ ਵਲ ਅਤੇ ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ n-ਪਾਸੇ ਦਾ ਹੋਲ p-ਪਾਸੇ ਵਲ ਗਤੀ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੇਰਜ ਵਾਹਕਾਂ ਦੀ ਇਸ ਗਤੀ ਨੂੰ *ਡਰਿਫਟ* (*Drift*) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇੱਕ ਡਰਿਫਟ ਕਰੰਟ ਜੋ ਕਿ ਰੰਟ ਦੇ ਉਲਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਵਗਣ ਲਗਦਾ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 14.10)।

ਸ਼ੁਰੂ ਵਿੱਚ, ਵਿਸਰਨ ਕਰੰਟ ਵੱ ਅਤੇ ਡਰਿਫਟ ਕਰੰਟ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ-ਜਿਵੇਂ ਵਿਸਰਨ ਕਿਰਿਆ ਹੁੰਦੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ, ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ ਦੋਨੋਂ ਸਪੇਸ-ਚਾਰਜ ਖੇਤਰ ਵੱਧਦਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਇਸ ਨਾਲ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਵਜੋਂ ਡਰਿਫਟ ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਵੀ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਮਾਮਲਾ ਉਸ ਸਮੇਂ ਤੱਕ ਚਲਦਾ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਦੋਨੋਂ ਕਰੰਟ (ਵਿਸਰਨ ਕਰੰਟ ਅਤੇ ਡਰਿਫਟ ਕਰੰਟ) ਪਰੀਮਾਣ ਵਿੱਚ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

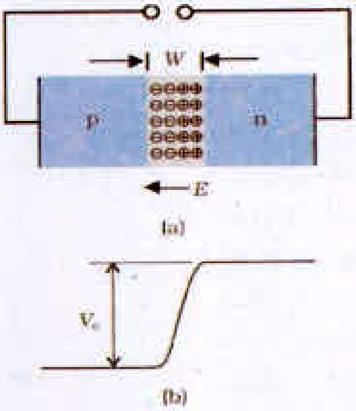
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਬਰਾਬਰ ਨਹੀਂ ਹੋ ਜਾਂਦੇ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇੱਕ p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਬਣ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । ਸੰਤੁਲਨ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ p –n ਜੰਕਸ਼ਨ ਤੇ ਕੋਈ ਨੇਟ ਬਿਜਲੀ ਕਰੰਟ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ।



ਚਿੱਤਰ 14.10: p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਬਣਨ ਦੀ ਕਿਰਿਆ

n-ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਹਾਨੀ ਅਤੇ p-ਖੇਤਰ ਵਿਚ ਹੋਲਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਾਪਤੀ ਦੇ ਕਾਰਨ ਦੋਨਾਂ ਖੇਤਰਾਂ ਦੇ ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ ਆਰ ਪਾਰ ਇਕ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਪੈਦਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਦੇ ਧਰੁਵ (Polarity) ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਕਿ ਇਹ ਚਾਰਜ ਵਾਹਕਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਵਾਹ ਦਾ ਵਿਰੋਧ ਕਰਦੇ ਹਨ ਜਿਸਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਸੰਤੁਲਨ ਅਵਸਥਾ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਪੈਦਾ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 14.11 ਵਿਚ ਜੰਕਸ਼ਨ ਨੂੰ ਸੰਤੁਲਨ ਅਵਸਥਾ ਵਿਚ ਅਤੇ ਇਸਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਵਿੱਚ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ । n-ਪਦਾਰਥ ਨੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਗੁਆਏ (Lost) ਹਨ ਅਤੇ p-ਪਦਾਰਥ ਪਦਾਰਥ ਨੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪ੍ਰਾਪਤ (Gain) ਕੀਤੇ ਹਨ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ p- ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਸਾਖੇਪ n-ਪਦਾਰਥ ਧਨ ਚਾਰਜਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਵੋੱਲਟੇਜ n-ਖੇਤਰ ਤੋਂ p-ਖੇਤਰ ਵਲ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਗਤੀ ਨੂੰ ਰੋਕਣ ਦੀ ਕੋਸ਼ਿਸ਼ ਕਰਦੀ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਨੂੰ ਆਮ ਕਰਕੇ ਬੈਰੀਅਰ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ (Barrier Potential) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।



ਚਿੱਤਰ 14.11 (a) ਡਾਇਓਡ ਸੰਤੁਲਨ ਵਿਚ (V = 0) (b) ਬਿਨਾਂ ਕਿਸੇ ਬਾਇਸ ਦੇ ਜੰਕਸ਼ਨ ਦਾ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ

ਉਦਾਹਰਨ 14.3 : ਕੀ p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਬਣਾਉਣ ਲਈ ਅਸੀਂ p-ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਅਰਧਚਾਲਕ ਦੀ ਇਕ ਪੱਟੀ ਨੂੰ n-ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਅਰਧਚਾਲਕ ਤੋਂ ਭੌਤਿਕ ਰੂਪ ਵਿਚ ਸੰਯੋਜਿਤ ਕਰ ਕੇ p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ?

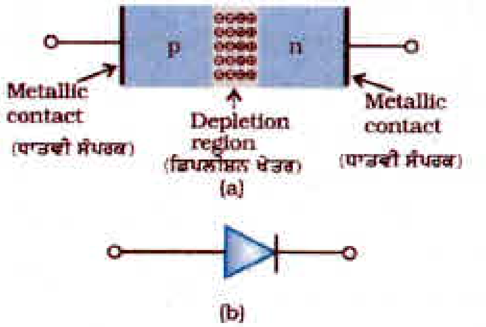
ਹਲ: ਨਹੀਂ ! ਕੋਈ ਵੀ ਪੱਟੀ, ਚਾਹੇ ਕਿੰਨੀ ਹੀ ਸਮਤਲ ਹੋਵੇ, ਅੰਤਰ-ਪਰਮਾਣਾਵੀ ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਅੰਤਰਾਲ (~2 ਤੋਂ 3Å) ਤੋਂ ਕਿਤੇ ਵਧੇਰੇ ਖੁਰਦਰੀ ਹੋਵੇਗੀ ਅਤੇ ਇਸਲਈ ਪਰਮਾਣਵੀ ਪੱਧਰ ਤੇ *ਲਗਾਤਾਰ ਸੰਪਰਕ (Continuous Contact)* ਸੰਭਵ ਨਹੀਂ ਹੋਵੇਗਾ । ਵਗਣ ਵਾਲੇ ਚਾਰਜ ਵਾਹਕਾਂ ਦੇ ਲਈ ਜੰਕਸ਼ਨ ਇੱਕ ਅਨਿਰੰਤਰਤਾ (Discontinuity) ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਵਹਾਰ ਕਰੇਗੀ ।

Formation and working of p-n junction diode
http://hyperphysicsphy-astr.gsu.edu/hbase/solids/pnjun.html

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

14.6 ਅਰਧਚਾਲਕ ਡਾਇਓਡ (Semi Conductor Diode)

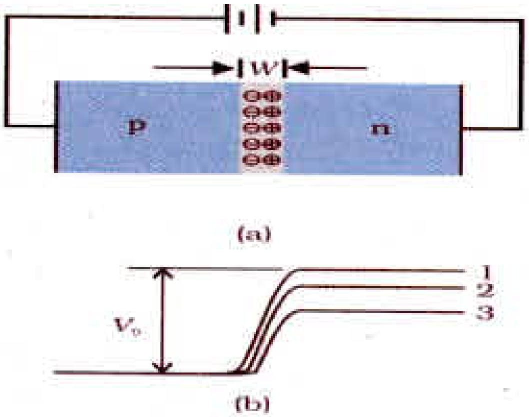


ਚਿੱਤਰ 14.12 (a) ਅਰਧਚਾਲਕ ਡਾਇਓਡ (b) p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਡਾਇਓਡ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਕ

ਅਰਧਚਾਲਕ ਡਾਇਓਡ (ਚਿੱਤਰ 14.12(a)) ਮੂਲ ਰੂਪ ਵਿਚ ਇੱਕ p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਸਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਧਾਤਵਿਕ (Metallic) ਸੰਪਰਕ (Contact) ਜੁੜੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਤਾਕਿ ਇਸ ਜੰਕਸ਼ਨ ਤੇ ਕੋਈ ਬਾਹਰੀ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਇਸਤੇਮਾਲ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕੇ। ਇਸ ਯੁਕਤੀ ਦੇ ਦੋ ਟਰਮੀਨਲ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਅਰਧਚਾਲਕ ਡਾਇਓਡ ਨੂੰ ਪ੍ਰਤੀਕਾਤਮਕ ਰੂਪ ਵਿਚ ਚਿੱਤਰ 14.12(b) ਵਿਚ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ।

ਤੀਰਾਂ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ, ਕਰੰਟ ਦੀ ਪਰੰਪਰਾਗਤ ਦਿਸ਼ਾ ਨੂੰ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੀ ਹੈ (ਜਦੋਂ ਡਾਇਓਡ ਨੂੰ ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸ (Forward Bias) ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ) ਸੰਤੁਲਨ ਬੈਰਿਅਰ (Equilibrium Barrier) ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਨੂੰ ਇਸਤੇਮਾਲ ਕੀਤੀ ਬਾਹਰੀ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ V ਦੁਆਰਾ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਡਾਇਓਡ ਦੀ ਬਗੈਰ ਕਿਸੇ ਬਾਇਸ (Bias) ਦੇ ਸੰਤੁਲਨ ਅਵਸਥਾ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਚਿੱਤਰ 14.11 (a) ਅਤੇ (b) ਵਿਚ ਦਰਸਾਈ ਗਈ ਹੈ।

14.6.1 ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸ ਵਿਚ p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਡਾਇਓਡ (p-n Junction Diode Under Forward Bias):-



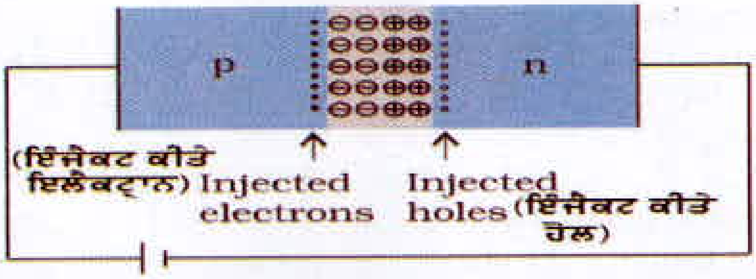
ਚਿੱਤਰ 14.13(a): ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸ ਵਿਚ p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਡਾਇਓਡ (b) ਬੈਰੀਅਰ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ (1) ਬਿਨਾਂ ਬੈਟਰੀ ਦੇ (2) ਨਿਮਨ ਬੈਟਰੀ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਲਈ (3) ਉੱਚ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਦੇ ਲਈ

ਜਦੋਂ ਕਿਸੇ ਅਰਧਚਾਲਕ ਡਾਇਓਡ ਦੇ ਦੋ ਸਿਰਿਆਂ ਦੇ ਵਿਚ ਕੋਈ ਬਾਹਰੀ ਵੋਲਟੇਜ਼ V ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਸੇਮਾਲ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਕਿ ਬੈਟਰੀ ਦਾ ਧਨ ਟਰਮੀਨਲ p-ਪਾਸੇ ਤੇ ਅਤੇ ਰਿਣ ਟਰਮੀਨਲ n-ਪਾਸੇ ਤੇ ਲਗਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਸ ਨੂੰ ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸਡ (Forward Biased) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਸਤੇਮਾਲ ਕੀਤੀ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਦਾ ਵਧੇਰੇ ਭਾਗ ਅਰਧਚਾਲਕ ਡਾਇਓਡ ਦੇ ਡਿਪਲੀਸ਼ਨ ਖੇਤਰ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਡ੍ਰਾਪ (Drop) ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ p-ਪਾਸੇ ਅਤੇ n-ਪਾਸੇ ਤੇ ਇਹ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਨਿਗੂਣਾ (Negligible) ਹੁੰਦਾ ਹੈ। (ਇਸਦਾ ਕਾਰਨ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਡਿਪਲੀਸ਼ਨ ਖੇਤਰ, ਉਹ ਖੇਤਰ ਹੈ ਜਿਥੇ ਕੋਈ ਚਾਰਜ ਨਹੀਂ ਹੈ, ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ n-ਪਾਸੇ ਜਾਂ p-ਪਾਸੇ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਾਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।) ਇਸਤੇਮਾਲ ਕੀਤੀ ਵੋਲਟੇਜ (V) ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ, ਅੰਦਰ ਪੈਦਾ ਹੋਈ (Built-in) ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ V_0 ਦੇ ਉਲਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ, ਡਿਪਲੀਸ਼ਨ ਤਹਿ ਦੀ ਮੋਟਾਈ ਘੱਟ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਬੈਰੀਅਰ ਉਚਾਈ (Barrier Height) ਘੱਟ ਜਾਂਦੀ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 14.13(b))। ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸ ਅਧੀਨ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਬੈਰੀਅਰ ਉਚਾਈ (V_0-V) ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਜੇ ਇਸਤੇਮਾਲ ਵੋਲਟੇਜ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੈ ਤਾਂ ਬੈਰੀਅਰ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਸੰਤੁਲਨ ਮਾਨ ਤੋਂ ਸਿਰਫ ਕੁਝ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਹੀ ਘੱਟ ਹੋਵੇਗਾ, ਅਤੇ ਸਿਰਫ ਉਹੀ ਚਾਰਜ ਕੈਰੀਅਰ ਜੋ ਉਚਤਮ ਊਰਜਾ ਪੱਧਰ ਤੇ ਸਨ, ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਸੰਖਿਆ ਵਿੱਚ ਜੰਕਸ਼ਨ ਨੂੰ ਪਾਰ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਊਰਜਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਸਕਣਗੇ, ਇਸ ਲਈ ਘੱਟ ਕਰੰਟ ਵਗੇਗਾ। ਜੇ ਅਸੀਂ ਇਸਤੇਮਾਲ ਕੀਤੀ ਵੋਲਟੇਜ ਨੂੰ ਬਹੁਤ ਜ਼ਿਆਦਾ ਵੱਧ ਕਰ ਦਿੰਦੇ ਹਾਂ ਬੈਰੀਅਰ ਉਚਾਈ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਜਾਵੇਗੀ ਅਤੇ ਵੱਧ ਗਿਣਤੀ ਵਿਚ ਚਾਰਜ ਕੈਰੀਅਰਾਂ ਨੂੰ ਜੰਕਸ਼ਨ ਨੂੰ ਪਾਰ ਕਰਨ ਲਈ ਊਰਜਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋ ਜਾਵੇਗੀ। ਇਸ ਲਈ ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਹੋ ਜਾਵੇਗਾ ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com



ਚਿੱਤਰ 14.14: ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸ ਵਿਚ ਮਾਇਨਰਟੀ ਕਰੀਅਰ ਦਾ ਇਜੰਕਸ਼ਨ

ਇਸਤੇਮਾਲ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਕਾਰਨ, ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ n-ਪਾਸੇ ਡਿਪਲੀਸ਼ਨ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਪਾਰ ਕਰ ਕੇ p-ਪਾਸੇ ਤੇ ਪੁੱਜਦੇ ਹਨ (ਜਿਥੇ ਉਹ ਮਾਈਨੋਰੀਟੀ ਕੈਰੀਅਰ ਹਨ)। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ p-ਪਾਸੇ ਦੇ ਹੋਲ ਜੰਕਸ਼ਨ ਨੂੰ ਪਾਰ ਕਰ ਕੇ n-ਪਾਸੇ ਤੇ ਪੁੱਜਦੇ ਹਨ (ਜਿਥੇ ਉਹ ਮਾਈਨੋਰੀਟੀ ਕੈਰੀਅਰ ਹਨ)। ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸ ਵਿੱਚ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਇਸ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਮਾਈਨੋਰੀਟੀ ਕੈਰੀਅਰ ਇੰਜੈਕਸ਼ਨ (Minority Carrier Injection) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੀ ਸੀਮਾ ਤੇ, ਹਰ ਪਾਸੇ ਤੇ, ਜੰਕਸ਼ਨ ਤੋਂ ਦੂਰ ਮੌਜੂਦ ਮਾਈਨੋਰੀਟੀ ਕੈਰੀਅਰਸ ਦੀ ਘਣਤਾ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ, ਮਾਈਨੋਰੀਟੀ ਚਾਰਜ ਕੈਰੀਅਰਸ ਦੀ ਘਣਤਾ ਵਿੱਚ ਮਹਤਵਪੂਰਨ ਵਾਧਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਇਸ ਘਣਤਾ ਗ੍ਰੇਡੀਐਂਟ (Concentration gradient) ਦੇ ਕਾਰਨ p-ਪਾਸੇ ਦੇ ਦੂਸਰੇ ਕਿਨਾਰੇ ਵਿਸਰਿਤ (Diffuse) ਹੋ ਕੇ p-ਪਾਸੇ ਦੇ ਦੂਸਰੇ ਕਿਨਾਰੇ ਤੇ ਪੁੱਜ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ n-ਪਾਸੇ ਦੇ ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ ਕਿਨਾਰੇ ਤੋਂ ਵਿਸਰਿਤ ਹੋਕੇ n-ਪਾਸੇ ਦੇ ਦੂਸਰੇ ਸਿਰੇ ਤੇ ਪੁੱਜਦੇ ਹਨ। ਚਿੱਤਰ 14.14) ।ਦੋਨੋਂ ਪਾਸਿਆਂ ਤੇ ਚਾਰਜ ਵਾਹਕਾਂ ਦੀ ਇਸ ਗਤੀ ਦੇ ਕਾਰਨ ਕਰੰਟ ਵਗਣ ਲਗਦਾ ਹੈ ।ਕੁਝ ਫਾਰਵਰਡ ਡਾਇਓਡ ਕਰੰਟ ਦਾ ਮਾਨ ਹੋਲ ਵਿਸਰਨ ਕਰੰਟ ਅਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵਿਸਰਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਪਰੰਪਰਕ ਕਰੰਟ ਦਾ ਜੋੜ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਕਰੰਟ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਆਮ ਕਰਕੇ ਮਿਲੀਐਮਪੀਅਰ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

14.6.2 ਰੀਵਰਸ ਬਾਇਸ ਵਿਚ p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਡਾਇਓਡ (p-n Junction Diode Under Revese Bias)

ਜਦੋਂ ਕਿਸੇ ਅਰਧਚਾਲਕ ਡਾਇਓਡ ਦੇ ਦੋਨਾਂ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਕੋਈ ਬਾਹਰੀ ਵੋਲਟੇਜ (V) ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਸਤੇਮਾਲ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਬੈਟਰੀ ਦੇ ਧਨ ਟਰਮੀਨਲ ਨੂੰ n-ਪਾਸੇ ਨਾਲ ਅਤੇ ਰਿਣ ਟਰਮੀਨਲ ਨੂੰ p-ਪਾਸੇ ਨਾਲ ਜੋੜਦੇਂ ਹਾਂ (ਚਿੱਤਰ 14.15 (a)), ਤਾਂ ਡਾਇਓਡ ਨੂੰ ਰੀਵਰਸ ਬਾਇਸਡ (Reverse Biased) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਸਤੇਮਾਲ ਕੀਤੀ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਦਾ ਵਧੇਰੇ ਹਿੱਸਾ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਦੇ ਡਿਪਲੀਸ਼ਨ ਖੇਤਰ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਡ੍ਰਾਪ (Drop) ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਥੇ ਇਸਤੇਮਾਲ ਵੋਲਟੇਜ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਬੈਰੀਅਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਸਮਾਨ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਬੈਰੀਅਰ ਉਚਾਈ ਵੱਧ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਡਿਪਲੀਸ਼ਨ ਖੇਤਰ ਦੀ ਚੋੜਾਈ ਵਿਚ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਵਿਚ ਬਦਲਾਵ ਹੋਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਵਾਧਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਦੇ ਅਧੀਨ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਬੈਰੀਅਰ ਉਚਾਈ (V_0+V) ਹੁੰਦੀ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 14.15(b)) ।ਇਹ n→p ਵਲ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਵਾਹ ਅਤੇ p→n ਵਲ ਹੋਲਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਵਾਹ ਦਾ ਦਮਨ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ, ਡਾਇਓਡ ਦੇ ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਵਿਸਰਨ ਕਰੰਟ ਬਹੁਤ ਘਟ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਅਜਿਹੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਕਿ ਜੇ p-ਪਾਸੇ ਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਜਾਂ n-ਪਾਸੇ ਤੇ ਹੋਲ ਜਿਸ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵੀ ਗਤੀ ਕਰਦੇ ਸਮੇਂ ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ ਨੇੜੇ ਆ ਜਾਣ, ਤਾਂ ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਬਹੁਗਿਣਤੀ ਖੇਤਰ ਵਿਚ ਭੇਜ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇਗਾ। ਚਾਰਜ ਵਾਹਕਾਂ ਦੀ ਇਸ ਡ੍ਰਿਫਟ (Drift) ਦੇ ਕਾਰਨ ਕਰੰਟ ਪੈਦਾ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਹ ਡ੍ਰਿਫਟ ਕਰੰਟ ਕੁਝ μA ਆਰਡਰ ਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਬਹੁਤ ਹੀ ਘੱਟ ਮਾਨ ਹੋਣ ਦਾ ਕਾਰਨ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਚਾਰਜ ਵਾਹਕਾਂ ਦੀ ਗਤੀ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਮਾਈਨੋਰੀਟੀ ਪਾਸੇ ਤੋਂ ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ ਦੂਸਰੇ ਬਹੁਗਿਣਤੀ (Majority) ਵਾਲੇ ਪਾਸੇ ਵੱਲ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸ ਵਿਚ ਡ੍ਰਿਫਟ ਕਰੰਟ (ਆਮ ਕਰਕੇ μA ਵਿਚ) ਵੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਪਰ ਇਹ ਇੰਜੈਕਟਡ ਵਾਹਕਾਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਕਰੰਟ (mA ਵਿਚ), ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਨਿਗੁਣਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

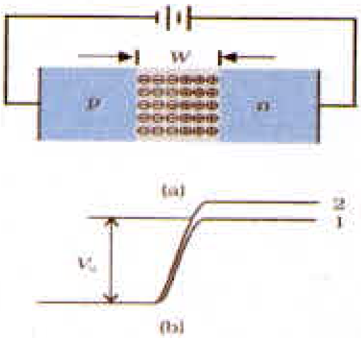
ਡਾਇਓਡ ਵਿਚਲਾ ਰਿਵਰਸ ਕਰੰਟ (Reverse Current) ਇਸਤੇਮਾਲ ਕੀਤੀ ਵੋਲਟੇਜ ਤੇ ਬਹੁਤ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਮਾਈਨੋਰੀਟੀ ਵਾਹਕਾਂ ਨੂੰ ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ ਇੱਕ ਪਾਸੇ ਤੋਂ ਦੂਸਰੇ ਪਾਸੇ ਤੱਕ ਪਹੁੰਚਾਉਣ ਲਈ ਘੱਟ ਵੋਲਟਜ ਹੀ ਕਾਫੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਕਰੰਟ ਵਰਤੀ ਗਈ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਦੇ ਪਰੀਮਾਣ ਦੁਆਰਾ ਸੀਮਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਪਰ ਇਹ ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ ਦੋਵੇਂ ਪਾਸਿਆਂ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਤੇ ਮਾਈਨੋਰਿਟੀ ਵਾਹਕਾਂ ਦੀ ਘਣਤਾ ਦੇ ਕਾਰਨ ਸੀਮਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਰੀਵਰਸ ਬਾਇਸ (Reverse Bias) ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਕ੍ਰਾਂਤਿਕ ਰੀਵਰਸ (Critical Reverse) ਵੋਲਟੇਜ਼ ਤੱਕ ਕਰੰਟ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਨੂੰ ਭੰਜਨ ਵੋਲਟੇਜ (Breakdown Voltage) (V_{br}) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਜਦੋਂ $V = V_{br}$ ਤਾਂ ਡਾਇਓਡ ਰੀਵਰਸ ਕਰੰਟ ਵਿਚ ਬਹੁਤ ਤੇਜੀ ਨਾਲ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਥੋਂ ਤੱਕ ਕਿ ਬਾਇਸ ਵੋਲਟੇਜ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਕਰਨ ਤੇ ਵੀ ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਜ਼ਿਆਦਾ ਪਰਿਵਰਤਨ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਰਿਵਰਸ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਬਾਹਰੀ ਸਰਕਟ ਦੁਆਰਾ ਰੇਟਡ ਮੁੱਲ (Rated Value) (ਜਿਸ ਨੂੰ ਉਤਪਾਦਕ ਦੁਆਰਾ ਨਿਰਦਿਸ਼ਟ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ) ਤੋਂ ਘਟ ਸੀਮਤ ਨਾ ਕੀਤਾ ਜਾਵੇ ਤਾਂ p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਨਸ਼ਟ ਹੋ ਜਾਵੇਗਾ। ਜੇ ਇੱਕ ਵਾਰ ਵੀ ਇਹ ਰੇਟਡ ਮੁੱਲ ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੋ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਡਾਇਓਡ ਅਤੀ ਗਰਮ ਹੋਣ ਕਾਰਨ ਨਸ਼ਟ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਅਜਿਹਾ ਤਦ ਵੀ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ, ਜੇ ਡਾਇਓਡ ਨੂੰ ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸ ਕੀਤਾ ਜਾਵੇ ਅਤੇ ਫਾਰਵਰਡ ਕਰੰਟ ਰੇਟਡ ਮੁੱਲ ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੋਵੇ।



ਚਿੱਤਰ 14.15(a) ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਵਿਚ ਡਾਇਓਡ (b) ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਵਿਚ ਬੈਰੀਅਰ ਪੂਟੈਂਸ਼ਲ

ਕਿਸੇ ਡਾਇਓਡ ਦੇ V-I ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ (ਇਸਤੇਮਾਲ ਕੀਤੀ ਗਈ ਵੋਲਟੇਜ ਦੇ ਫਲਨ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਦਾ ਵਿਚਰਣ (Variation)) ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਕਰਨ ਲਈ ਸਰਕਟ ਨੂੰ ਚਿੱਤਰ 14.16 (a) ਅਤੇ (b) ਵਿੱਚ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਬੈਟਰੀ ਨੂੰ ਡਾਇਓਡ ਨਾਲ ਇੱਕ ਪੁਟੈਂਸ਼ੋਮੀਟਰ (ਜਾਂ ਰੀਹੋਸਟੈਟ) ਰਾਹੀਂ ਜੋੜਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨਾਲ ਡਾਇਓਡ ਵਿੱਚ ਇਸਤੇਮਾਲ ਕੀਤੀ ਵੋਲਟੇਜ ਨੂੰ ਬਦਲਿਆ ਜਾ ਸਕੇ। ਵੋਲਟੇਜ ਦੇ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਮੁਲਾਂ ਤੇ ਕਰੰਟ ਦੇ ਮੁੱਲ ਨੋਟ ਕੀਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। V ਅਤੇ I ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਗਰਾਫ, ਜਿਵੇਂ ਚਿੱਤਰ 14.16(c) ਵਿੱਚ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ, ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਧਿਆਨ ਦਿਓ, ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸ ਮਾਪਨ ਲਈ ਅਸੀਂ ਮਿਲੀ ਐਮਮੀਟਰ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਕਿਉਂਕਿ (ਪਿਛਲੇ ਸੈਕਸ਼ਨ ਵਿਚ ਸਮਝਾਇਆ ਗਿਆ ਸੀ) ਕਰੰਟ ਦੀ ਮਾਤਰਾ ਵੱਧ ਹੋਣ ਦੀ ਆਸ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ ਰੀਵਰਸ ਬਾਇਸ ਵਿੱਚ ਘੱਟ ਕਰੰਟ ਦੇ ਮਾਪ ਲਈ ਮਾਈਕ੍ਰੋਐਮਮੀਟਰ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਤੁਸੀਂ ਚਿੱਤਰ(14.16) ਵਿਚ ਦੇਖ ਸਕਦੇ ਹੋ ਕਿ ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸ ਵਿੱਚ ਸ਼ੁਰੂ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਉਸ ਸਮੇਂ ਤੱਕ ਬਹੁਤ ਹੌਲੀ-ਹੌਲੀ ਲਗਭਗ ਨਿਗੂਣਾ, ਵੱਧਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਨਿਗੂਣਾ, ਵੱਧਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਤੱਕ ਕਿ ਡਾਇਓਡ ਤੇ ਵੋਲਟੇਜ ਇਕ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਮਾਲ ਤੋਂ ਵੱਧ ਨਾ ਹੋ ਜਾਵੇ। ਇਸ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਵੋਲਟੇਜ ਦੇ ਬਾਦ ਡਾਇਓਡ ਬਾਇਸ ਵੋਲਟੇਜ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਥੋੜ੍ਹਾ ਹੀ ਵਾਧਾ ਕਰਨ ਤੇ ਡਾਇਓਡ ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਚੰਗੀ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ (ਚਲਘਾਤ ਅੰਕੀ Exponentially) ਵਾਧਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਵੋਲਟੇਜ ਦੇਹਲੀ ਵੋਲਟੇਜ (Threshold Voltage) ਜਾਂ ਕਟ-ਇਨ ਵੋਲਟੇਜ (Cut-in-Voltage) ਕਹਾਉਂਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਦਾ ਮਾਨ ਜਰਮੇਨੀਅਮ ਡਾਇਓਡ ਦੇ ਲਈ ~0.2 ਵੋਲਟ ਅਤੇ ਸਿਲੀਕਾਨ ਡਾਇਓਡ ਦੇ ਲਈ ~0.7 ਵੋਲਟ ਹੈ ।

ਰੀਵਰਸ ਬਾਇਸ ਵਿੱਚ ਡਾਇਓਡ ਦੇ ਲਈ ਕਰੰਟ ਬਹੁਤ ਘੱਟ (~μA) ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਬਾਇਸ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਦੇ ਨਾਲ ਲਗਭਗ ਸਥਿਰ ਬਣਿਆ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ *ਰਿਵਰਸ ਸੰਤ੍ਰਿਪਤ ਕਰੰਟ (Reverse Satruation Current)* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ।ਪਰ ਕੁਝ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆਵਾਂ ਵਿੱਚ, ਬਹੁਤ ਜ਼ਿਆਦਾ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ (ਭੰਜਨ ਵੋਲਟੇਜ਼ Breakdown Voltage) ਤੇ ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਅਚਾਨਕ ਵਾਧਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਡਾਇਓਡ ਦੀ ਇਸ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਕਿਰਿਆ ਦੀ ਵਿਵੇਚਨਾ ਅੱਗੇ ਸੈਕਸ਼ਨ 14.8 ਵਿੱਚ ਕੀਤੀ ਗਈ ਹੈ। ਸਧਾਰਨ ਉਦੇਸ਼ ਵਾਲੇ ਡਾਇਓਡ ਰਿਵਰਸ ਸੰਤ੍ਰਿਪਤ ਕਰੰਟ ਖੇਤਰ ਤੋਂ ਅੱਗੇ ਵਰਤੇ ਨਹੀਂ ਜਾਂਦੇ ਹਨ।

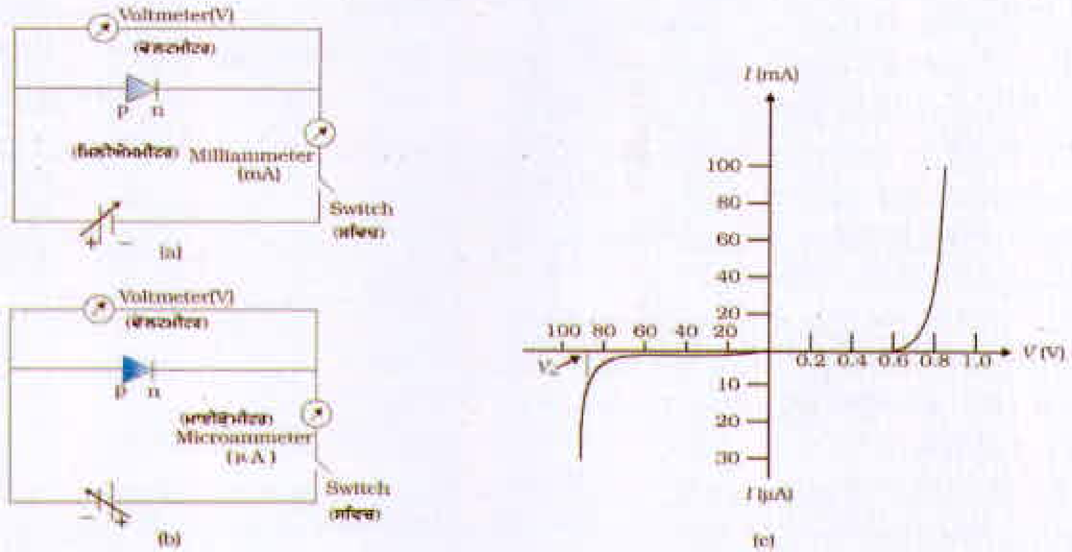
ਉਪਰ ਦਿੱਤੀ ਗਈ ਵਿਵੇਚਨਾ ਇਹ ਦਿਖਾਉਂਦੀ ਹੈ ਕਿ p-n ਡਾਇਓਡ ਮੂਲ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਦੇ ਪ੍ਰਵਾਹ ਨੂੰ ਸਿਰਫ ਇੱਕ ਹੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ (ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸ) ਵਗਣ ਲਈ ਮਜਬੂਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਗੁਣ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਆਲਟਰਨੇਟ (ac) ਵੋਲਟੇਜ਼ ਦੀ ਰੈਕਟੀਫੀਕੇਸ਼ਨ (Rectification) ਲਈ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਬਾਰੇ ਅਸੀਂ ਅਗਲੇ ਸੈਕਸ਼ਨ ਵਿੱਚ ਪੜਾਂਗੇ। ਡਾਇਓਡਾਂ ਦੇ ਲਈ ਅਸੀਂ ਇੱਕ ਹੋਰ ਭੌਤਿਕ ਰਾਸ਼ੀ *ਜਿਸ ਨੂੰ ਗਤਿਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ (Dynamic Resistance)* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਨੂੰ "ਵੋਲਟੇਜ ਵਿਚ ਛੋਟੀ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

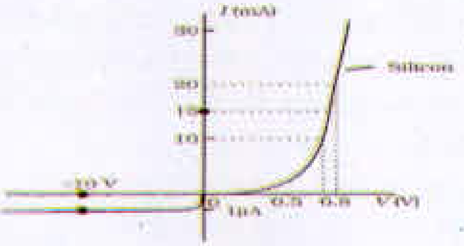
ਮਾਤਰਾ ਵਿਚ ਬਦਲਾਵ ΔV ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਵਿਚ ਛੋਟੀ ਮਾਤਰਾ ਵਿਚ ਬਦਲਾਵ ΔI ਦੇ ਅਨੁਪਾਤ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਪਰਿਭਾਸ਼ਤ ਕਰਦੇ ਹਨ :

$$r_d = \frac{\Delta V}{\Delta I} \qquad (14.6)$$



ਚਿੱਤਰ 14.16: ਕਿਸੇ p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਡਾਇਓਡ ਦਾ (a) ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸ (b) ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਵਿਚ V-I ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਦੇ ਅਧਿਐਨ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਸਰਕਟ (c) ਕਿਸੇ ਸਿਲੀਕਾਨ ਡਾਇਓਡ ਦੇ ਨਮੂਨੇ ਦੇ V-I ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ।

ਉਦਾਹਰਨ 14.4: ਕਿਸੇ ਸਿਲੀਕਾਨ ਡਾਇਓਡ ਦਾ V-I ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਚਿੱਤਰ 14.17 ਵਿਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ । ਡਾਇਓਡ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ (a) I_D = 15mA ਅਤੇ (b) V_D = -10 V ਤੇ ਪਤਾ ਕਰੋ।



ਚਿੱਤਰ 14.17

ਹਲ: ਡਾਇਓਡ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਨੂੰ I = 10mA ਤੇ I = 20mA ਦੇ ਵਿੱਚ ਸਰਲ ਰੇਖਾ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਮੰਨਦੇ ਹੋਏ ਜੋ ਮੂਲ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਲੰਘਦੀ ਹੈ, ਅਸੀਂ ਓਹਮ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦਾ ਪਾਲਨ ਕਰਦੇ ਹੋਏ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਦਾ ਪਤਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ

(a) ਵਕ੍ਰ ਤੋਂ I = 20mA, V = 0.8V, I = 10mA, V = 0.7V

ਤੇ r_{fb} = ΔV/ΔI = 0.1V/10 mA = 10 Ω

(b) ਵਕ੍ਰ ਤੋਂ V = 10V, I = -1μA ਹੈ

ਇਸਲਈ

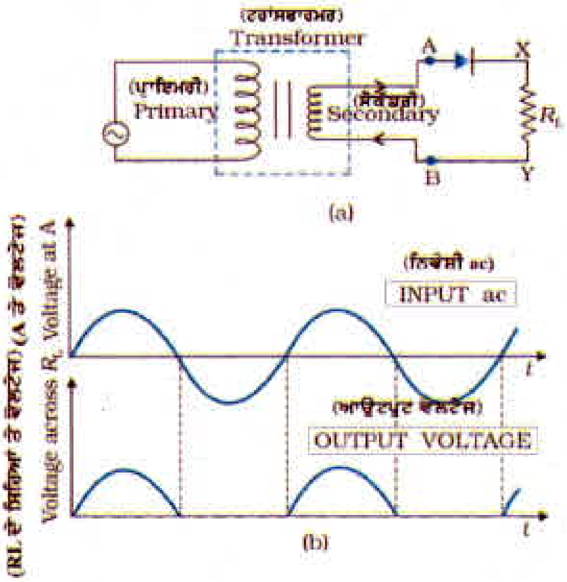
r = r_{rb} = 10 V/1μA= 1.0×10^7 Ω

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

14.7 ਜੰਕਸ਼ਨ ਡਾਇਓਡ ਦਾ ਰੈਕੀਟੀਫਾਇਅਰ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਪ੍ਰਯੋਗ (Application of Junction Diode as a Rectifier)

ਕਿਸੇ ਜੰਕਸ਼ਨ ਡਾਇਓਡ ਦੇ V-I ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਤੋਂ ਅਸੀਂ ਇਹ ਦੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਉਹ ਸਿਰਫ ਉਸ ਸਮੇਂ ਹੀ ਕਰੰਟ ਲੰਘਣ ਦਿੰਦੀ ਹੈ ਜਦੋਂ ਉਹ ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸਡ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਜੇ ਕਿਸੇ ਡਾਇਓਡ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਕੋਈ ਆਲਟਰਨੇਟ ਵੋਲਟੇਜ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਚੱਕਰ ਦੇ ਸਿਰਫ ਉਹੀ ਭਾਗ ਕਾਰਨ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੋਵੇਗਾ ਜਦੋਂ ਡਾਇਓਡ ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸਡ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਡਾਇਓਡ ਦੇ ਇਸ ਗੁਣ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਆਲਟਰਨੇਟ ਵੋਲਟੇਜ ਨੂੰ ਰੈਕਟੀਫਾਈ (Rectify) ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਕਾਰਜ ਦੇ ਲਈ ਜਿਸ ਸਰਕਟ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਦੇ ਹਨ ਉਸ ਨੂੰ ਰੈਕਟੀਫਾਇਰ (Rectifier) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।



ਚਿੱਤਰ 14.18 (a) ਅਰਧਤਰੰਗ ਰੈਕਟੀਫਾਇਅਰ ਸਰਕਟ(b) ਰੈਕਟੀਫਾਇਅਰ ਸਰਕਟ ਤੋਂ ਇਨਪੁਟ ac ਅਤੇ ਆਊਟਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜ ਦੇ ਤਰੰਗ ਰੂਪ

ਜੇ ਡਾਇਓਡ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਕੋਈ ਆਲਟਰਨੇਟ (ac) ਵੋਲਟੇਜ ਨੂੰ ਲੜੀ ਵੱਧ ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਜੋੜੇ ਲੋਡ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ R_L ਦੇ ਨਾਲ ਵਰਤਿਆ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਲੋਡ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਸਿਰਫ ac ਇਨਪੁੱਟ ਦੇ ਉਸ ਅੱਧੇ ਚੱਕਰ ਵਿੱਚ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਡਾਇਓਡ ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸਡ ਹੈ, ਇੱਕ ਪਲਸੇਟਿੰਗ ਵੋਲਟੇਜ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦਾ ਬਿਜਲਈ ਸਰਕਟ ਚਿੱਤਰ 14.18 ਵਿਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਅਰਧ ਤਰੰਗ ਰੈਕਟੀਫਾਇਅਰ (Half-Wave Rectifier) ਸਰਕਟ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ ਦੀ ਸੈਕੰਡਰੀ ਕੁੰਡਲੀ ਦੇ ਟਰਮੀਨਲ A ਅਤੇ B ਤੇ ਲੋੜੀਂਦੀ ac ਵੋਲਟੇਜ ਦੀ ਪੂਰਤੀ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਜਦੋਂ A ਤੇ ਵੋਲਟੇਜ ਧਨਾਤਮਕ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਡਾਇਓਡ ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸਡ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਵਿਚੋਂ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਲੰਘ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ A ਤੇ ਵੋਲਟੇਜ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਡਾਇਓਡ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸਡ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਵਿਚੋਂ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਨਹੀਂ ਲੰਘਦਾ। ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਵਿਚ ਡਾਇਓਡ ਦਾ ਰਿਵਰਸ ਸੈਚੁਰੇਸ਼ਨ ਕਰੰਟ ਨਿਗੁਣਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਨੂੰ ਵਿਵਹਾਰਕ ਕਾਰਜਾਂ ਲਈ ਸਿਫਰ ਮੰਨਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। (ਡਾਇਓਡ ਦੀ ਰਿਵਰਸ ਬ੍ਰੇਕਡਾਊਨ ਵੋਲਟੇਜ ਦਾ ਮਾਨ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ ਦੀ ਸੈਕੰਡਰੀ ਕੁੰਡਲੀ ਤੇ ਸ਼ਿਖਰ ac ਵੋਲਟੇਜ (Peak ac Voltage) ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਕਿ ਡਾਇਓਡ ਰਿਵਰਸ ਬ੍ਰੇਕਡਾਊਨ ਸਮੇਂ ਸੁਰਖਿਅਤ ਰਹਿ ਸਕੇ।)

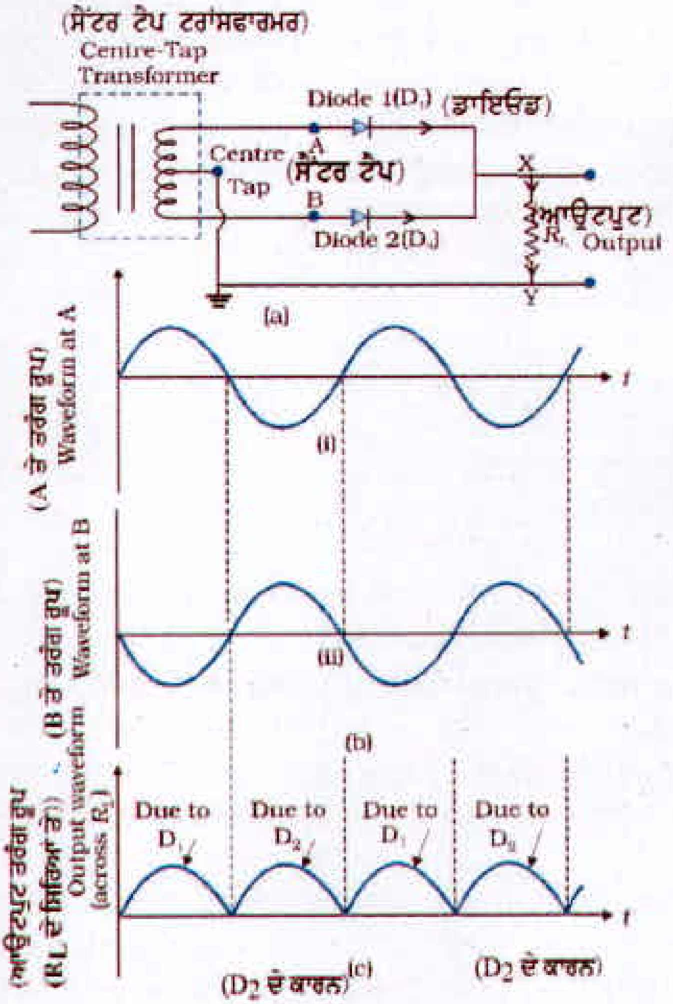
ਇਸ ਲਈ ac ਵੋਲਟੇਜ ਦੇ ਧਨਾਤਮਕ *ਅਰਧਚੱਕਰ* ਵਿਚ ਲੋਡ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ R_L ਵਿਚੋਂ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਵਗੇਗਾ ਅਤੇ ਸਾਨੂੰ ਚਿੱਤਰ 14.18 (b) ਵਿਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਨਿਰਗਤ (Output) ਵੋਲਟੇਜ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗੀ। ਪਰ ਰਿਣਾਤਮਕ ਅਰਧਚੱਕਰ ਵਿਚ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਪ੍ਰਾਪਤ ਨਹੀਂ ਹੋਵੇਗਾ। ਅਗਲੇ ਧਨਾਤਮਕ ਅਰਧ ਚੱਕਰ ਵਿਚ ਸਾਨੂੰ ਫਿਰ ਨਿਰਗਤ ਵੋਲਟੇਜ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗੀ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਿਰਗਤ ਵੋਲਟੇਜ ਬੇਸ਼ਕ ਅੱਜੇ ਵੀ ਪਰਿਵਰਤਨਸ਼ੀਲ ਹੈ, *ਪਰ ਸਿਰਫ ਇੱਕ ਹੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਰਹਿਣ ਲਈ ਮਜਬੂਰ ਹੋਣ ਦੇ ਕਾਰਨ*, ਇਸ ਨੂੰ *ਰੈਕਟੀਫਾਈਡ* (*Rectified*) ਵੋਲਟੇਜ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਸਾਨੂੰ ac ਤਰੰਗ ਦੇ ਸਿਰਫ ਇੱਕ ਹੀ ਅਰਧ ਚੱਕਰ ਵਿੱਚ ਨਿਰਗਤ ਵੋਲਟੇਜ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋ ਰਹੀ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਸਰਕਟ ਨੂੰ *ਅਰਧ ਤਰੰਗ ਰੈਕਟੀਫਾਈਡ* (*Half Wave Rectifier*) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

ਸੰਗਤ ਰੈਕਟੀਫਾਈਡ ਨਿਰਗਤ ਵੋਲਟੇਜ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਸਰਕਟ ਨੂੰ ਪੂਰਣ ਤਰੰਗ ਰੈਕਟੀਫਾਇਅਰ (Full Wave Rectifier) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਵਿੱਚ ਦੋਨਾਂ ਡਾਇਓਡਾਂ ਦੇ p-ਪਾਸਿਆਂ ਨੂੰ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ ਦੀ ਸੈਕੰਡਰੀ ਕੁੰਡਲੀ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। n-ਪਾਸਿਆਂ ਨੂੰ ਇੱਕ ਸਾਂਝੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਜੋੜਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਆਊਟਪੁਟ ਨੂੰ ਇਸ ਸਾਂਝੇ ਬਿੰਦੂ ਅਤੇ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ ਦੀ ਸੈਕੰਡਰੀ ਕੁੰਡਲੀ ਦੇ ਮੱਧਬਿੰਦੂ ਵਿਚਕਾਰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਕਿਸੇ ਪੂਰਨ ਤਰੰਗ ਰੈਕਟੀਫਾਇਅਰ ਦੇ ਲਈ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ ਦੀ ਸੈਕੰਡਰੀ ਕੁੰਡਲੀ ਦੇ ਮੱਧ ਵਿਚ ਇੱਕ ਟੈਪਿੰਗ ਬਿੰਦੂ (Tapping Point) ਰਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ ਨੂੰ ਸੈਂਟਰ ਟੈਪ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ (Center-tap Transfarmer) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਚਿੱਤਰ 14.19(c) ਤੋਂ ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ ਹਰੇਕ ਡਾਇਓਡ ਦੁਆਰਾ ਰੈਕਟੀਫਾਈਡ ਵੋਲਟੇਜ ਸੈਕੰਡਰੀ ਕੁੰਡਲੀ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੁੱਲ ਵੋਲਟੇਜ ਦੀ ਸਿਰਫ ਅੱਧੀ ਹੀ ਹੈ। ਹਰੇਕ ਡਾਇਓਡ ਸਿਰਫ ਅੱਧੇ ਚੱਕਰ ਨੂੰ ਰੈਕਟੀਫਾਈ ਕਰਦੀ ਹੈ, ਪਰ ਦੋ ਡਾਇਓਡਾਂ ac ਚੱਕਰਾਂ ਨੂੰ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਰੈਕਟੀਫਾਈ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਡਾਇਓਡਾਂ ਦੇ ਸਾਂਝੇ ਬਿੰਦੂ ਅਤੇ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ ਦੇ ਸੈਂਟਰ ਟੈਪ ਦੇ ਵਿਚ ਪ੍ਰਾਪਤ ਵੋਲਟੇਜ ਪੂਰਣ ਤਰੰਗ ਰੈਕਟੀਫਾਈਡ ਵੋਲਟੇਜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। (ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ ਪੂਰਣ ਤਰੰਗ ਰੈਕਟੀਫਾਇਅਰ ਲਈ ਇੱਕ ਹੋਰ ਜਿਸਦੇ ਲਈ ਸੈਂਟਰ ਟੈਪ ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ ਦੀ ਲੋੜ ਨਹੀਂ ਹੋਵੇਗੀ ਪਰ ਉਸ ਨੂੰ ਚਾਰ ਡਾਇਓਡ ਚਾਹੀਦੇ ਹਨ)। ਮੰਨ ਲਓ ਕਿਸੇ ਛਿਣ A ਤੇ ਇਨਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜ ਧਨਾਤਮਕ ਹੈ। ਇਹ ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ ਇਸ ਛਿਣ ਤੇ ਕਲਾ (Phase) ਅਸੰਗਤ ਹੋਣ ਦੇ ਕਾਰਨ V ਤੇ ਵੋਲਟੇਜ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਚਿੱਤਰ 14.19(b) ਵਿਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਸਲਈ ਡਾਇਓਡ D ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸ ਹੋਕੇ ਬਿਜਲਈ ਚਾਲਨ ਕਰਦੀ ਹੈ (ਜਦੋਂ ਕਿ D_2 ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਹੋਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਚਾਲਨ ਨਹੀਂ ਕਰਦੀ)। ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਧਨਾਤਮਕ ਅਰਧਚੱਕਰ ਵਿਚ ਸਾਨੂੰ ਚਿੱਤਰ 14.19 (c) ਵਿਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਇੱਕ ਆਉਟਪੁਟ ਕਰੰਟ (ਅਤੇ ਲੋਡ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ R_L ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਆਉਟਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜ) ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਿਸੇ ਹੋਰ ਛਿਣ ਤੇ, ਜਦੋਂ A ਤੇ ਵੋਲਟੇਜ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਤਾਂ B ਤੇ ਵੋਲਟੇਜ ਧਨਾਤਮਕ ਹੋਵੇਗੀ। ਇਸਲਈ ਡਾਇਓਡ D_1 ਚਾਲਨ ਨਹੀਂ ਕਰਦੀ, ਪਰ ਡਾਇਓਡ D_2 ਚਾਲਨ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਨਪੁਟ ac ਦੇ ਰਿਣਾਤਮਕ ਅਰਧ ਚੱਕਰ ਵਿਚ ਵੀ ਆਉਟਪੁਟ ਕਰੰਟ (ਅਤੇ R_L ਤੇ ਆਉਟਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜ) ਮਿਲਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਾਨੂੰ ਧਨਾਤਮਕ ਅਤੇ ਰਿਣਾਤਮਕ ਦੋਨਾਂ ਹੀ ਅਰਧ ਚੱਕਰਾਂ ਵਿਚ (ਅਰਥਾਤ ਦੂਸਰੇ ਸ਼ਬਦਾ ਵਿਚ, ਪੂਰਣ ਤਰੰਗ ਦੇ ਸਮੇਂ ਵਿਚ) ਆਉਟਪੁੱਟ ਵੋਲਟੇਜ ਮਿਲਦੀ ਹੈ। ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ, ਰੈਕਟੀਫਾਈਰ ਵੋਲਟੇਜ ਜਾਂ ਕਰੰਟ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ ਇਹ ਅਰਧ ਤਰੰਗ ਰੈਕਟੀਫਾਇਅਰ ਤੋਂ ਵਧੇਰੇ ਦਕਸ਼ (Efficient) ਸਕਰਟ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 14.19 (a) ਪੂਰਣ ਤਰੰਗ ਰੈਕਟੀਫਾਇਅਰ ਸਰਕਟ; (b) A ਤੇ ਡਾਇਓਡ D_1 ਦੇ ਅਤੇ B ਤੇ ਡਾਇਓਡ D_2 ਦੇ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਇਨਪੁਟ ਦੇ ਤਰੰਗ ਰੂਪ; (c) ਪੂਰਣ ਤਰੰਗ ਰੈਕਟੀਫਾਇਅਰ ਸਰਕਟ ਵਿਚ ਜੋੜੇ ਗਏ R_L ਤੇ ਆਉਟਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜ ਦਾ ਤਰੰਗ ਰੂਪ

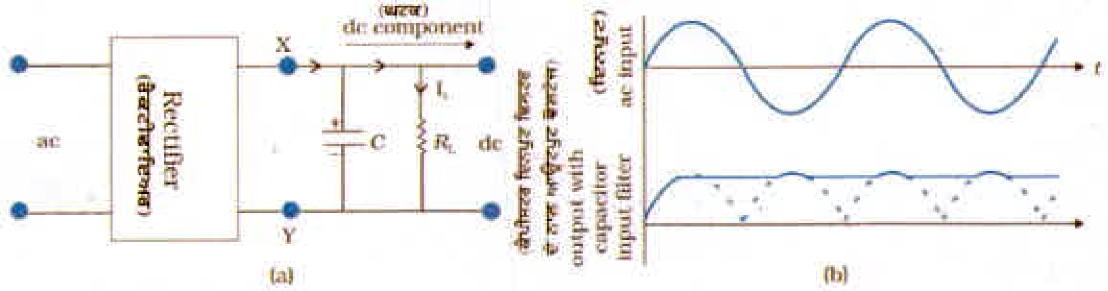
ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਰੈਕਟੀਫਾਈਡ ਵੋਲਟੇਜ ਅਰਧ ਸਾਈਨੋਸਾਈਡ (Half Sinusoid) ਆਕਾਰ ਦੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ ਇਹ ਇੱਕ ਦਿਸ਼ਾਵੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਪਰ ਇਸਦਾ ਮਾਨ ਸਥਾਈ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਪਲਸੇਟਿੰਗ ਵੋਲਟੇਜ (Pulsating Voltage) ਤੋਂ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

dc ਆਉਟਪੁੱਟ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ ਆਉਟਪੁਟ ਟਰਮੀਨਲਾਂ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ (R_L ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਵਿਚ) ਆਮ ਕਰਕੇ ਇੱਕ ਕੈਪੀਸਟਰ ਜੋੜ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਕਾਰਜ ਨੂੰ ਕਰਨ ਲਈ ਲੋਡ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ R_L ਦੇ ਲੜੀਵਧ ਕੋਈ ਪ੍ਰੇਰਕ (Inductor) ਵੀ ਜੋੜਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਇਹ ਅਤਿਰਿਕਤ ਸਕਰਟ ac ਰਿਪਲਾਂ (LC Ripples) ਨੂੰ ਫਿਲਟਰ (Filter) ਕਰਕੇ ਸ਼ੁੱਧ dc ਵੋਲਟੇਜ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦੇ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਇਸ ਲਈ ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਫਿਲਟਰ (Filters) ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਫਿਲਟਰ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਕੈਪੀਸਟਰ ਦੀ ਭੂਮਿਕਾ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਾਂਗੇ। ਜਦੋਂ ਕੈਪੀਸਟਰ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਵੋਲਟੇਜ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਹੋ ਰਿਹਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉਹ ਚਾਰਜਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਬਾਹਰੀ ਲੋਡ ਨਹੀਂ ਤਾਂ ਇਹ ਰੈਕਟੀਫਾਇਅਰ ਆਉਟਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਹੋਣ ਦੀ ਦਰ ਕੈਪੀਸਟਰ ਦੀ ਕੈਪੀਸਟੀ C ਅਤੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਲਗੇ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਪ੍ਰਤੀ ਰੋਧਕ R_L ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਗੁਣਨਫਲ ਜਿਸ ਨੂੰ ਕਾਲ ਅੰਕ (Time Constant) ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਕਾਲ ਅੰਕ ਦਾ ਮਾਨ ਵੱਧ ਹੋਣ ਦੇ ਲਈ C ਦਾ ਮਾਨ ਵੱਧ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ ਕੈਪੀਸਟਰ ਇਨਪੁਟ ਫਿਲਟਰਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਨ ਤੇ ਪ੍ਰਾਪਤ *ਆਉਟਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜ*, ਰੈਕਟੀਫਾਇਅਰ ਵੋਲਟੇਜ ਦੇ *ਸ਼ਿਖਰ ਮਾਨ* ਦੇ ਨੇੜੇ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਪਾਵਰ ਸਪਲਾਈ (Power Supply) ਵਿੱਚ ਵਿਆਪਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਫਿਲਟਰਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ।



ਚਿੱਤਰ 14.20 (a) ਕੈਪੀਸਟਰ ਫਿਲਟਰ ਦੇ ਨਾਲ ਪੂਰਣ ਤਰੰਗ ਰੈਕਟੀਫਾਇਅਰ(b)ਵਿਚ ਰੈਕਟੀਫਾਇਅਰ ਦੀ ਇਨਪੁਟ ਅਤੇ ਆਉਟਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜ਼ ।

14.8 ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਕਾਰਜਾਂ ਲਈ p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਡਾਇਓਡ (Special Purpose p-n Junction Diode)

ਇਸ ਸੈਕਸ਼ਨ ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਕੁਝ ਅਜਿਹੀਆਂ ਯੁਕਤੀਆਂ ਦੀ ਵਿਵੇਚਨਾ ਕਰਾਂਗੇ ਜੋ ਮੂਲ ਰੂਪ ਵਿਚ ਜੰਕਸ਼ਨ ਡਾਇਓਡ ਹਨ ਪਰ ਉਹਨਾਂ ਦਾ ਵਿਕਾਸ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਦੇ ਲਈ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ।

14.8.1 ਜ਼ੇਨਰ ਡਾਇਓਡ (Zener Diode)

ਇਹ ਇੱਕ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਪ੍ਰਯੋਜਨ ਅਰਧਚਾਲਕ ਡਾਇਓਡ ਹੈ ਜਿਸਦਾ ਨਾਮ ਉਸਦੇ ਖੋਜਕਰਤਾ ਸੀ, ਜ਼ੇਨਰ ਦੇ ਨਾਮ ਤੇ ਰਖਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਸਨੂੰ ਬ੍ਰੇਕਡਾਉਨ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਦੇ ਅਧੀਨ ਓਪਰੇਟ ਕਰਨ ਲਈ ਡਿਜ਼ਾਇਨ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਉਪਯੋਗ ਵੋਲਟੇਜ ਨਿਯੰਤਰਕ (Voltage Regulator) ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜ਼ੇਨਰ ਡਾਇਓਡ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਕ (Symbol) ਚਿੱਤਰ 14.21(a) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।

ਜ਼ੇਨਰ ਡਾਇਓਡ ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ p- ਅਤੇ n- ਪਾਸਿਆਂ ਨੂੰ ਬਹੁਤ ਜ਼ਿਆਦਾ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਡੋਪ (Heavily Doped) ਕਰਕੇ ਬਣਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਕਾਰਨ ਬਣਨ ਵਾਲਾ ਡਿਪਲੀਸ਼ਨ ਖੇਤਰ ਬਹੁਤ ਪਤਲਾ ($<10^{-6}$m) ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਜੰਕਸ਼ਨ ਦਾ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਲਗਭਗ 5V ਤੱਕ ਦੇ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਹੋਣ ਤੇ ਵੀ ਬਹੁਤ ਉੱਚ ($\sim 5 \times 10^{6}$ V/m) ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਜ਼ੇਨਰ ਡਾਇਓਡ ਦਾ I-V ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਕ ਚਿੱਤਰ 14.21(b) ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਸ ਵਿੱਚ ਇਹ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਜਦੋਂ ਇਸਤੇਮਾਲ ਕੀਤੀ ਰਿਵਰਸ ਵੋਲਟੇਜ (V) ਜ਼ੇਨਰ ਡਾਇਓਡ ਦੀ ਬ੍ਰੇਕਡਾਉਨ ਵੋਲਟੇਜ਼ (V_Z) ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ , ਤਾਂ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਜ਼ਿਆਦਾ ਪਰਿਵਰਤਨ ਹੁੰਦਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

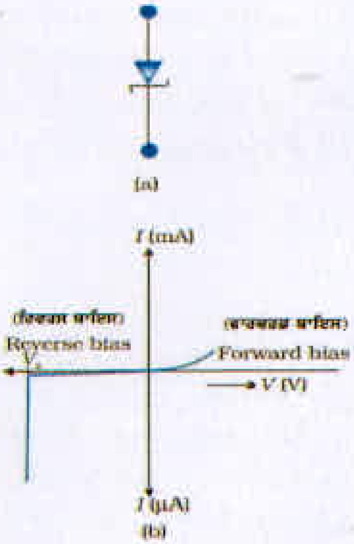
ਧਿਆਨ ਦੇਣ ਯੋਗ ਹਲ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਬ੍ਰੇਕਡਾਉਨ ਵੋਲਟੇਜ V_Z ਦੇ ਬਾਦ, ਰਿਵਰਸ ਵੋਲਟੇਜ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਮਹਤਵਪੂਰਣ ਬਦਲਾਵ ਕੀਤੇ ਬਿਨਾਂ ਹੀ ਬਹੁਤ ਜ਼ਿਆਦਾ ਕਰੰਟ ਪੈਦਾ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਦੂਸਰੇ ਸ਼ਬਦਾਂ ਵਿਚ, ਜ਼ੇਨਰ ਡਾਇਓਡ ਵਿਚੋਂ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਵੀ ਬਹੁਤ ਜ਼ਿਆਦਾ ਪਰਿਵਰਤਨ ਹੋਣ ਤੇ ਵੀ ਜ਼ੇਨਰ ਵੋਲਟੇਜ ਸਥਿਰ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ। ਜ਼ੇਨਰ ਡਾਇਓਡ ਦੇ ਇਸ ਗੁਣ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਪਾਵਰ ਸਪਲਾਈ ਦੀ ਵੋਲਟੇਜ ਨੂੰ ਨਿਯੰਤਰਿਤ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਪਾਵਰ ਸਪਲਾਈ ਤੋਂ ਸਥਿਰ ਵੋਲਟੇਜ ਤੇ ਕਰੰਟ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਆਓ ਹੁਣ ਇਹ ਸਮਝਣ ਦੀ ਕੋਸ਼ਿਸ਼ ਕਰੀਏ ਕਿ ਬ੍ਰੇਕਡਾਉਨ ਵੋਲਟੇਜ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਅਚਾਨਕ ਕਿਵੇਂ ਵੱਧ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਰਿਵਰਸ ਕਰੰਟ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ (ਮਾਈਨੋਰਿਟੀ ਚਾਰਜ ਵਾਹਕਾਂ) ਦੇ $p \rightarrow n$ ਅਤੇ ਹੋਲਾਂ ਦੇ $n \rightarrow p$ ਵਲ ਵੱਗਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ ਹੀ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਜੰਕਸ਼ਨ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਮਹਤਵਪੂਰਨ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਵੋਲਟੇਜ $V = V_Z$ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਤੀਬਰਤਾ (Electric Field Strength) p-ਪਾਸੇ ਤੇ ਮੇਜ਼ਬਾਨ (Host) ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਤੋਂ ਉਹਨਾਂ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ(Valence Electrons) ਨੂੰ ਜੋ n-ਪਾਸੇ ਵਲ ਪ੍ਰਵੇਗਿਤ ਸਨ, ਖਿਚਣ ਲਈ ਕਾਫੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਹੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਬ੍ਰੇਕਡਾਉਨ ਦੇ ਸਮੇਂ ਪ੍ਰੇਖਿਤ ਉੱਚ ਕਰੰਟ ਲਈ ਜ਼ਿੰਮੇਵਾਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਉੱਚ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੇ ਕਾਰਨ ਮੇਜ਼ਬਾਨ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਤੋਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦਾ ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੋਣਾ ਅੰਤਰਿਕ ਖੇਤਰੀ ਉਤਸਰਜਨ ਜਾਂ ਖੇਤਰੀ ਆਈਨੀਕਰਨ (Field emission or Field Ionisation) ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਖੇਤਰੀ ਆਇਨੀਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਲੋੜੀਂਦਾ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ 10^6 v/m ਆਰਡਰ ਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਵੋਲਟੇਜ ਨਿਯੰਤਰਕ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਜ਼ੇਨਰ ਡਾਇਓਡ (Zener Diode as a Voltage Regulator)

ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਕਿਸੇ ਰੈਕਟੀਫਾਇਅਰ ਦੀ ac ਇਨੱਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜ ਵਿੱਚ ਘਾਟ-ਵਾਧ (Fluctuation) ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਉਸਦੀ ਰੈਕਟੀਫਾਈਡ ਆਉਟਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜ ਵਿੱਚ ਵੀ ਘਾਟ-ਵਾਧ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਰੈਕਟੀਫਾਇਅਰ ਦੇ ਨਿਰਗਤ (Outout) ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਅਨਿਯੰਤਰਿਤ dc ਵੋਲਟੇਜ ਤੋਂ ਸਥਾਈ dc ਵੋਲਟੇਜ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਅਸੀਂ ਜ਼ੇਨਰ ਡਾਇਓਡ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਜ਼ੇਨਰ ਡਾਇਓਡ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ ਬਣਾਏ ਗਏ ਵੋਲਟੇਜ ਨਿਯੰਤਰਕ ਦਾ ਬਿਜਲਈ ਸਰਕਟ ਚਿੱਤਰ 14.22 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।

ਕਿਸੇ ਅਨਿਯੰਤਰਿਤ dc ਵੋਲਟੇਜ (ਰੈਕਟੀਫਾਇਅਰ ਦੀ ਫਿਲਟਰ ਆਉਟਪੁਟ) ਨੂੰ ਲੜੀਵੱਧ ਜੁੜੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ R_S ਵਿਚੋਂ ਹੁੰਦੇ ਹੋਏ ਜ਼ੇਨਰ ਡਾਇਓਡ ਨਾਲ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜੋੜਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਜ਼ੇਨਰ ਡਾਇਓਡ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਹੋ ਜਾਵੇ। ਜੇ ਇਨਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ R_S ਅਤੇ ਜ਼ੇਨਰ ਡਾਇਓਡ ਵਿਚ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਵੀ ਵਾਧਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਨਾਲ ਜ਼ੇਨਰ ਡਾਇਓਡ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਵੋਲਟੇਜ ਵਿਚ ਕੋਈ ਵੀ ਬਦਲਾਵ ਹੋਏ ਬਿਨਾਂ ਹੀ R_S ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਵੋਲਟੇਜ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਦਾ ਕਾਰਨ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਬ੍ਰੇਕਡਾਉਨ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਜ਼ੇਨਰ ਵੋਲਟੇਜ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ, ਜਦਕਿ ਜ਼ੇਨਰ ਡਾਇਓਡ ਵਿਚੋਂ ਲੰਘਦੇ ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

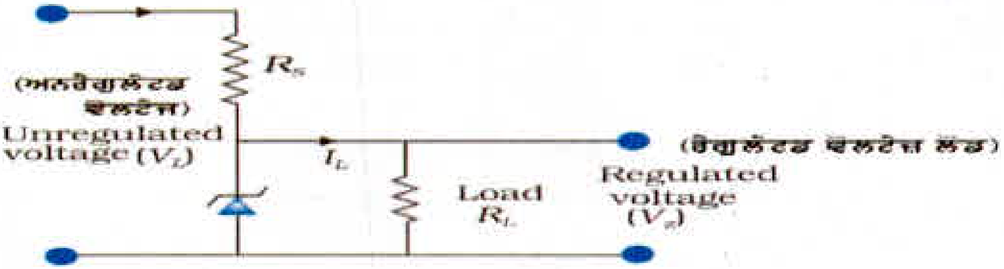


ਚਿੱਤਰ 14.21: ਜ਼ੇਨਰ ਡਾਇਓਡ (a) ਪ੍ਰਤੀਕ (b) I-V ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕਸ

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜੇ ਇਨਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜ ਘਟਦੀ ਹੈ ਤਾਂ R_S ਅਤੇ ਜ਼ੇਨਰ ਡਾਇਓਡ ਵਿੱਚ ਵਗਦਾ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਵੀ ਘੱਟ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜ਼ੇਨਰ ਡਾਇਓਡ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਪਰਿਵਰਤਨ ਹੋਏ ਬਿਨਾਂ R_S ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਘਟ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਇਨਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜ ਵਿੱਚ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਕਿਸੇ ਵੀ ਕਮੀ ਜਾਂ ਵਾਧੇ ਦੇ ਕਾਰਨ, ਜ਼ੇਨਰ ਡਾਇਓਡ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਵੋਲਟੇਜ ਵਿਚ ਬਿਨਾਂ ਕੋਈ ਬਦਲਾਵ ਹੋਏ, R_S ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਸੰਗਤ ਕਮੀ ਜਾਂ ਵਾਧਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜ਼ੇਨਰ ਡਾਇਓਡ ਇੱਕ ਵੋਲਟੇਜ ਨਿਯੰਤਰਕ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਸਾਨੂੰ ਲੋੜੀਂਦੀ ਆਉਟਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਹੀ ਜ਼ੇਨਰ ਡਾਇਓਡ ਅਤੇ ਲੜੀਵਧ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ R_S ਦੀ ਚੋਣ ਕਰਨੀ ਪੈਂਦੀ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com



ਚਿੱਤਰ 14.22 ਵੋਲਟੇਜ਼ ਰੈਗੁਲੇਟਰ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਜ਼ੇਨਰ ਡਾਇਓਡ

ਉਦਾਹਰਨ 14.5: ਕਿਸੇ ਜ਼ੇਨਰ ਨਿਯੰਤਰਿਤ ਪਾਵਰ ਸਪਲਾਈ ਵਿਚ ਨਿਯੰਤਰਕ ਵਜੋਂ ਜ਼ੇਨਰ ਡਾਇਓਡ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਗਈ ਹੈ ਜਿਸ ਲਈ $V_Z = 6.0V$ ਹੈ। ਲੋਡ ਕਰੰਟ ਦਾ ਮੁੱਲ 4.0mA ਰਖਿਆ ਜਾਣਾ ਹੈ ਅਤੇ ਅਨਿਯੰਤਰਿਤ ਵੋਲਟੇਜ 10.0V ਹੈ। ਲੜੀਵਧ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ R_S ਦਾ ਮਾਨ ਕੀ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ?

ਹਲ: ਲੜੀਵਧ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ Rs ਦਾ ਮਾਨ ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਕਿ ਜ਼ੇਨਰ ਡਾਇਓਡ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਕਰੰਟ, ਲੋਡ ਕਰੰਟ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੋਵੇ। ਅਜਿਹਾ ਵਧੀਆ ਲੋਡ ਨਿਯੰਤਰਣ ਦੇ ਲਈ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । ਜ਼ੇਨਰ ਕਰੰਟ ਦੀ ਚੋਣ ਲੋਡ ਕਰੰਟ ਦਾ ਪੰਜ ਗੁਣਾ ਕਰਨਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ, ਅਰਥਾਤ $I_Z = 20mA$ ਇਸ ਲਈ R_S ਵਿਚੋਂ ਕੁਲ ਕਰੰਟ 24 mA ਲੰਘਦਾ ਹੈ । R_S ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਪੂਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ = 10.0-6.0 = 4.0V । ਇਸ ਤੋਂ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ $R_S = 4.0V/(24\times10^{-3})A = 167\Omega$ । ਕਾਰਬਨ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਦਾ ਉਸਦੇ ਨੇੜਲਾ ਮਾਨ 150Ω ਦਾ ਲੜੀਵਧ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਢੁਕਵਾਂ ਹੋਵੇਗਾ । ਧਿਆਨ ਦਿਓ, ਇਥੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਦੇ ਮੁੱਲ ਵਿੱਚ ਥੋੜਾ ਬਹੁਤ ਪਰਿਵਰਤਨ ਇਸ ਵਿੱਚ ਮਹੱਤਵ ਨਹੀਂ ਰਖਦਾ, ਇਥੇ ਇਹ ਸਭ ਤੋਂ ਵੱਧ ਮਹਤਵਪੂਰਨ ਹੈ ਕਿ ਕਰੰਟ I_Z ਦਾ ਮਾਨ ਸਦਾ ਹੀ I_L ਤੋਂ ਕਾਫੀ ਘੱਟ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ।

14.8.2: ਆਪਟੋਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਿਕ ਜੰਕਸ਼ਨ ਯੁਕਤੀਆਂ (Optoelectronic Junction Devices)

ਅਸੀਂ ਹੁਣ ਤੱਕ ਇਹ ਵੇਖਿਆ ਹੈ ਕਿ ਵਰਤੇ ਗਏ ਬਿਜਲਈ ਇਨੱਪੁਟ ਦੇ ਨਾਲ ਅਰਧਚਾਲਕ ਡਾਇਓਡ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਵਹਾਰ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਸੈਕਸ਼ਨ ਵਿੱਚ, ਅਸੀਂ ਅਜਿਹੇ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਡਾਇਓਡਾਂ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਅਧਿਐਨ ਕਰਾਂਗੇ ਜਿਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜ ਵਾਹਕਾਂ ਦੀ ਉਤਪਤੀ ਫੋਟਾਨਾਂ (ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਉਤੇਜਨ) (Photo Excitation) ਦੁਆਰਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀਆਂ ਸਾਰੀਆਂ ਯੁਕਤੀਆਂ ਨੂੰ ਆਪਟੋਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਿਕ ਯੁਕਤੀਆਂ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਅਸੀਂ ਨਿਮਨਲਿਖਤ ਆਪਟੋਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਿਕ ਯੁਕਤੀਆਂ ਦੀ ਕਾਰਜਵਿਧੀ ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਕਰਾਂਗੇ।

(i) *ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਚਾਲਕੀ ਡਾਇਓਡ (Photo Diode*, ਫੋਟੋਡਾਇਓਡ) ਜਿਹਨਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਸੰਕੇਤਾਂ (ਸਿਗਨਲਾਂ, Signals) ਦੇ ਸੰਸੂਚਨ (Detection) ਵਿਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ।

(ii) *ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਉਤਸਰਜਨ ਡਾਇਓਡ (LED)* ਜੋ ਬਿਜਲਈ ਊਰਜਾ ਨੂੰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਊਰਜਾ ਵਿੱਚ ਰੂਪਾਂਤਰਿਤ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ।

(iii) *ਫੋਟੋਵੋਲਟਿਕ ਯੁਕਤੀਆਂ (Photovaltaic Devices)* ਜੋ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਵਿਕਿਰਣਾਂ ਨੂੰ ਬਿਜਲੀ ਵਿੱਚ ਰੂਪਾਂਤਰਿਤ (ਸੋਰ ਸੈਲ) ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ।

(i) ਫੋਟੋਡਾਇਓਡ (Photodiode):

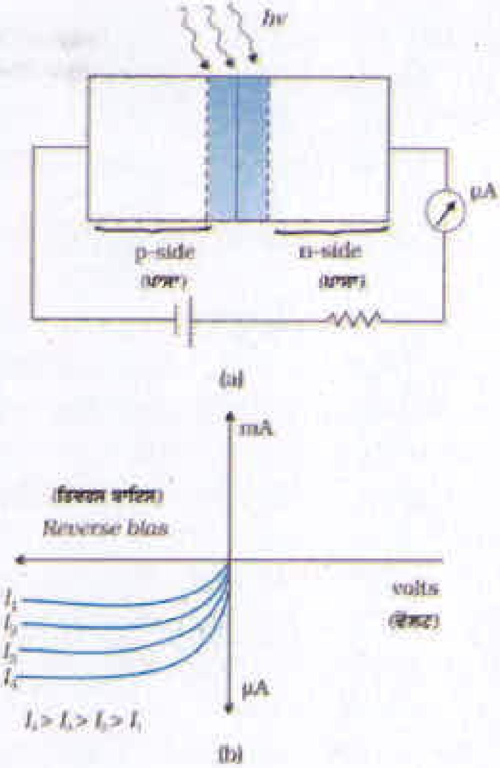
ਫੋਟੋਡਾਇਓਡ ਵੀ ਇੱਕ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਕਾਰਜ ਵਾਲੀ p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਡਾਇਓਡ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਪਾਰਦਰਸ਼ੀ ਖਿੜਕੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਜਿਸ ਨਾਲ ਪ੍ਰਕਾਸ਼-ਕਿਰਣਾਂ ਡਾਇਓਡ ਤੇ ਪੈ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਹ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਵਿੱਚ ਕੰਮ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ। ਜਦੋਂ ਫੋਟੋਡਾਇਓਡ ਨੂੰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਵਿੱਚ ਰਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਦੀ ਊਰਜਾ (ਫੋਟੋਨ, Photon) $h\nu$ ਹੋਵੇ, ਜੋ ਕਿ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਦੇ ਊਰਜਾ ਅੰਤਰਾਲ (Eg) ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੈ। ਅਰਥਾਤ ਇਸ ਨੂੰ ਫੋਟੋਨਾਂ (ਪ੍ਰਕਾਸ਼) ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਦੀਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਤਾਂ ਫੋਟਾਨਾਂ ਦੇ ਸੋਖਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਹੋਲ ਦੇ ਜੋੜੇ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਡਾਇਓਡ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਬਣਾਏ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਕਿ e-h ਜੋੜਿਆਂ ਦਾ ਪੈਦਾ ਹੋਣਾ ਡਾਇਓਡ ਦੇ ਡਿਪਲੀਸ਼ਨ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਜਾਂ ਇਸਦੇ ਨੇੜੇ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੇ ਕਾਰਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਹੋਲ ਮੁੜ-ਜੁੜਨ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਹੀ ਵਖਰੇ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਕਿ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ n-ਪਾਸੇ ਵਲ ਅਤੇ ਹੋਲ p-ਪਾਸੇ ਵਲ ਪੁੱਜਦੇ ਹਨ, ਜਿਸ ਕਾਰਨ ਇੱਕ emf ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਦੋਂ ਇਸਦੇ ਨਾਲ ਕੋਈ ਬਾਹਰੀ ਲੋਡ ਜੋੜ ਦਿੰਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੋਣ ਲਗਦਾ ਹੈ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਕਰੰਟ (Photo Current) ਦੀ ਪਰਿਮਾਣ ਆਪਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ (Intensity of Incident Light) (ਫੋਟੋਕਰੰਟ ਆਪਤਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਦੇ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ)

ਇਸ ਦਾ ਸੌਖਿਆਂ ਪ੍ਰੇਖਣ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ ਜੇ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਹੈ ਤਾਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਦੇ ਨਾਲ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪਰਿਵਰਤਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਿਸੇ ਫੋਟੋਡਾਇਓਡ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਸਿਗਨਲਾਂ ਦੇ ਸੰਸੂਚਨ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸੂਚਕ (ਫੋਟੋਸੂਚਕ) ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 14.23 ਵਿਚ ਕਿਸੇ ਫੋਟੋਡਾਇਓਡ ਦੇ I-V ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਦੀ ਮਾਪ ਲਈ ਬਿਜਲਈ ਸਰਕਟ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 14.23: (a) ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਦੀਪਤ ਫੋਟੋਡਾਇਓਡ (b) ਵੱਖ ਵੱਖ ਪ੍ਰਦੀਪਤ ਤੀਬਰਤਾਵਾਂ $I_4>I_3>I_2>I_1$ ਦੇ ਲਈ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਕਰੰਟ

ਉਦਾਹਰਨ 14.6: ਇਹ ਪਤਾ ਹੈ ਕਿ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਵਾਲਾ ਕਰੰਟ (~ਮਾਈਕ੍ਰੋ ਐਮਪੀਅਰ) ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸ ਵਾਲਾ ਕਰੰਟ (~ਮਿਲੀ ਐਮਪੀਅਰ) ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਫਿਰ ਫੋਟੋਡਾਇਓਡ ਨੂੰ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਵਿਚ ਓਪਰੇਟ ਕਰਨ ਦਾ ਕੀ ਕਾਰਨ ਹੈ ?

ਹਲ: n-ਕਿਸਮ ਦੇ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ ਬਹੁਗਿਣਤੀ ਵਾਹਕਾਂ ਦੀ ਘਣਤਾ (n) ਮਾਈਨੋਰੀਟੀ ਘਣਤਾ p ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਵਧ ਹੈ (n>>p) ਮੰਨ ਲਓ ਪ੍ਰਦੀਪਤ ਕਰਨ ਤੇ, ਦੋਵੇਂ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਚਾਰਜ ਵਾਹਕਾਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ਵਿਚ ਵਾਧਾ ਕ੍ਰਮਵਾਰ

Δn ਅਤੇ Δp ਹੈ, ਤਾਂ

$$n = n + \Delta n$$

$$p = p + \Delta p$$

ਇਥੇ n ਅਤੇ p ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਕਿਸੇ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਪ੍ਰਦੀਪਤ ਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਹੋਲ ਘਣਤਾਵਾਂ* ਹਨ। p ਅਤੇ n ਉਸ ਸਮੇਂ ਦੀਆਂ ਵਾਹਕ ਘਣਤਾਵਾਂ ਹਨ ਜਦੋਂ ਕੋਈ ਪ੍ਰਦੀਪਤ ਨਹੀਂ ਹੈ।

---

* ਧਿਆਨ ਦੇਣ ਯੋਗ ਗਲ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਕੋਈ e-h ਜੋੜਾ ਪੈਦਾ ਕਰਨ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਕੁਝ ਊਰਜਾ (ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਉਤੇਜਨ, ਤਾਪੀ ਉਤੇਜਨ ਆਦਿ) ਖਰਚ ਕਰਨੀ ਪੈਂਦੀ ਹੈ । ਇਸਲਈ, ਜਦੋਂ ਕੋਈ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਹੋਲ ਮੁੜ-ਜੁੜਦੇ (Recombine) ਹਨ, ਤਾਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ (ਵਿਕਰਣੀ ਮੁੜ-ਜੁੜਨਾ, radiative Recombination) ਜਾਂ ਤਾਪ (ਅਵਿਕਰਣੀ ਮੁੜ-ਜੁੜਨਾ, non-radiative recombination) ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ ਮੁਕਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ।ਇਹ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਅਤੇ p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ ਨਿਰਮਾਣ ਦੀ ਵਿਧੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ । LEDs ਅਰਧ ਚਾਲਕਾਂ ਦੇ ਨਿਰਮਾਣ ਦੇ ਲਈ GaAs, GaAs-GaP ਵਰਗੇ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਵਰਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਜਿਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਵਿਕਰਣੀ ਮੁੜ-ਜੁੜਨ ਦੀ ਪ੍ਰਮੁਖਤਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਯਾਦ ਰਖੋ ਕਿ Δn = Δp ਅਤੇ n>>p ।ਇਸਲਈ ਬਹੁਗਿਣਤੀ ਵਾਹਕਾਂ ਵਿੱਚ ਭਿੰਨਾਤਮਕ ਅੰਤਰ (Δn/n), ਮਾਈਨੋਰੀਟੀ ਵਾਹਕਾ (Δp/p) ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਘਟ ਹੋਵੇਗਾ ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਫਾਰਵਰਡ ਇਸ ਕਰੰਟ ਦੇ ਭਿੰਨਾਤਮਕ ਅੰਤਰ ਦੀ ਕਾਰਨ ਮਾਈਨੋਰੀਟੀ ਵਾਹਕਾਂ ਦੁਆਰਾ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਕਰੰਟ ਵਿਚ ਭਿੰਨਾਤਮਕ ਅੰਤਰ ਨੂੰ ਫਾਰਵਰਡ ਇਸ ਕਰੰਟ ਦੇ ਭਿੰਨਾਤਮਕ ਅੰਤਰ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਵੱਧ ਆਸਾਨੀ ਨਾਲ ਨਾਪਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸਲਈ, ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਨਾਪਨ ਲਈ ਫੋਟੋ ਡਾਇਓਡਾਂ ਨੂੰ ਮੁੱਖ ਤੌਰ ਤੇ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਵਰਤਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

(ii) ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਉਤਸਰਜਕ ਡਾਇਓਡ (Light Emitting diode)

ਇਸ p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਡਾਇਓਡ ਨੂੰ ਵੱਡੀ ਮਾਤਰਾ ਵਿਚ ਡੋਪ (Heavily Doped) ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸ ਵਿਚ ਆਪਣੇ ਆਪ (Spontaneous) ਵਿਕਿਰਣਾਂ ਦਾ ਉਤਸਰਜਨ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਡਾਇਓਡ ਨੂੰ ਪਾਰਦਰਸ਼ੀ ਆਵਰਨ ਵਿੱਚ ਬੰਦ ਕੀਤਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਕਿ ਇਸ ਦੁਆਰਾ ਉਤਸਰਜਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਬਾਹਰ ਆ ਸਕੇ।

ਜਦੋਂ ਡਾਇਓਡ ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸਡ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ n→p ਵਲ (ਜਿਥੇ ਉਹ ਮਾਇਨੋਰੀਟੀ ਵਾਹਕ ਹਨ) ਅਤੇ ਹੋਲ p→n ਵੱਲ (ਜਿਥੇ ਉਹ ਮਾਇਨੋਰੀਟੀ ਵਾਹਕ ਹਨ) ਭੇਜੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੀ ਸੀਮਾ ਤੇ ਮਾਈਨੋਰੀਟੀ ਵਾਹਕਾਂ ਦੀ ਅਣਤਾ ਸੰਤੁਲਨ ਅਵਸਥਾ ਦੀ ਘਣਤਾ (ਅਰਥਾਤ ਜਦੋਂ ਕੋਈ ਬਾਇਸ ਨਹੀਂ ਹੈ) ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਵੱਧ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ, ਜੰਕਸ਼ਨ ਸੀਮਾ ਦੇ ਦੋਵੇਂ ਪਾਸਿਆਂ ਤੇ, ਮਾਈਨੋਰੀਟੀ ਵਾਹਕਾਂ ਦੀ ਬਹੁਤਾਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਜੋ ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ ਨੇੜੇ ਵਾਹਕਾਂ ਦੇ ਨਾਲ ਮੁੜ-ਜੁੜ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਮੁੜ-ਜੁੜਨ ਕਾਰਨ ਫੋਟਾਨਾਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ ਮੁਕਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ।ਉਤਸਰਜਿਤ ਫੋਟਾਨਾਂ ਦੀ ਊਰਜਾ, ਬੈਂਡ ਅੰਤਰਾਲ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਜਾਂ ਇਸ ਤੋਂ ਕੁਝ ਘੱਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਡਾਇਓਡ ਦਾ ਫਾਰਵਰਡ ਕਰੰਟ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉਤਸਰਜਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਘੱਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ-ਜਿਵੇਂ ਫਾਰਵਰਡ ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਵਿੱਚ ਵੀ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਅਧਿਕਤਮ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ।ਇਸ ਤੋਂ ਅੱਗੇ ਫਾਰਵਰਡ ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਵੱਧ ਵਾਧਾ ਹੋਣ ਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਘਟਣ ਲਗਦੀ ਹੈ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਉਤਸਰਜਕ ਡਾਇਓਡਾਂ (LED) ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਬਾਇਸ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਉਤਸਰਜਨ ਸਮਰਥਾ ਅਧਿਕਤਮ ਹੋਵੇ। LED ਦਾ V-I ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਸਿਲੀਕਾਨ ਜੰਕਸ਼ਨ ਡਾਇਓਡ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪਰ ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਦੇਹਲੀ (Threshold) ਵੋਲਟੇਜ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਕਿਤੇ ਵੱਧ ਅਤੇ ਹਰੇਕ ਰੰਗ ਦੇ ਲਈ ਥੋੜੀ ਭਿੰਨ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। LED ਦੀ ਰਿਵਰਸ ਬ੍ਰੇਕਡਾਊਨ ਵੋਲਟੇਜ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਪ੍ਰਤੀਕਾਤਮਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਲਗਭਗ 5V ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸਲਈ ਇਹ ਸਾਵਧਾਨੀ ਵਰਤਨੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ ਇਸ ਮੁੱਲ ਤੋਂ ਵੱਧ ਰਿਵਰਸ ਵੋਲਟੇਜ ਨਾ ਹੋਵੇ।

ਅਜਿਹੇ LED ਜੋ ਲਾਲ, ਪੀਲਾ, ਨਰੰਗੀ, ਹਰਾ ਅਤੇ ਨੀਲਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਉਤਸਰਜਿਤ ਕਰ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ, ਬਾਜ਼ਾਰ ਵਿੱਚ ਸੋਖਿਆਂ ਮਿਲ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ। ਜਿਹੜੇ ਅਰਧ ਚਾਲਕਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਦਿਖਣਯੋਗ LED (Visible LED) ਦੇ ਨਿਰਮਾਣ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਉਹਨਾਂ ਦਾ ਬੈਂਡ ਅੰਤਰਾਲ (Band Gap) ਘੱਟ ਤੋਂ ਘੱਟ 1.8 eV ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ (ਦਿਖਣਯੋਗ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮੀ ਰੇਂਜ ਲਗਭਗ 0.4 μm ਤੋਂ 0.7μm ਹੈ ਅਰਥਾਤ ਲਗਭਗ 3 eV ਤੋਂ 1.8 eV ਤੱਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ) । ਯੌਗਿਕ (Compound) ਅਰਧਚਾਲਕ ਗੈਲੀਅਮ ਆਰਸਨਾਈਡ-ਫਾਸਫਾਈਡ ($GaAs_{1-x}P_x$) ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਰੰਗਾਂ ਦੀਆਂ LED ਦੇ ਨਿਰਮਾਣ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। Ga A .6 P .4 (E_z~1.9eV) ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਲਾਲ LED ਬਣਾਉਣ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। GaAs (Eg~1.4eV) ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਇੰਨਫਰਾਰੈਡ (Infrared) LED ਬਣਾਉਣ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ LED ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਵੱਡੇ ਤੌਰ ਤੇ ਰਿਮੋਟ ਕੰਟਰੋਲ, ਚੋਰ ਘੰਟੀ ਯੰਤਰ (Burglar Alarm System), ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਸੰਚਾਰ (Optical Communication) ਆਦਿ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਸਫੇਦ LED ਵਿਕਸਤ ਕਰਨ ਲਈ ਵਿਸਤਾਰ ਪੂਰਵਕ ਖੋਜਾਂ ਕੀਤੀਆਂ ਜਾਂ ਰਹੀਆਂ ਹਨ। ਇਹ LED, ਗਰਮ ਹੋ ਕੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੈਦਾ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਬਲਬਾਂ (ਤਾਪਦੀਪਤ ਬਲਬ, Incandescent Lamps) ਦੀ ਥਾਂ ਲੈ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ।

LED ਦੇ ਘੱਟ ਸ਼ਕਤੀ ਪਰੰਪਰਿਕ ਤਾਪ ਦੀਪਤ ਲੈਂਪਾ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਲਾਭ ਹਨ-

(i) ਘੱਟ ਸੰਚਾਲਨ ਵੋਲਟੇਜ ਅਤੇ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਘੱਟ ਸ਼ਕਤੀ ।

(ii) ਜਲਦੀ ਕਿਰਿਆ, ਗਰਮ ਹੋਣ ਲਈ ਕੋਈ ਸਮਾਂ ਨਹੀਂ ਚਾਹੀਦਾ ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(iii) ਉਤਸਰਜਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਬੈਂਡ ਚੌੜਾਈ 100Å ਤੋਂ 500Å ਜਾਂ ਦੂਸਰੇ ਸ਼ਬਦਾਂ ਵਿੱਚ ਲਗਭਗ (ਪਰ ਯਥਾਰਥ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਨਹੀਂ) ਇੱਕੋ ਰੰਗ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਉਤਸਰਜਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।

(iv) ਲੰਬੀ ਉਮਰ ਅਤੇ ਮਜ਼ਬੂਤੀ

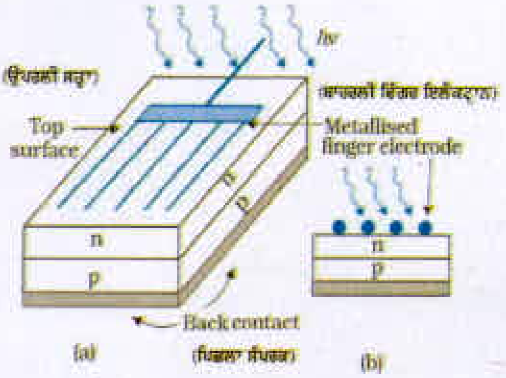
(v) ਜਲਦੀ 'ਆਨ-ਆਫ' ਹੋਣ ਦੀ ਸਮਰਥਾ ।

(iii) ਸੋਲਰ ਸੈਲ (Solar Cell)

ਸੋਲਰ ਸੈਲ ਮੂਲ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਅਜਿਹਾ p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਸੋਲਰ ਵਿਕਿਰਣਾਂ ਦੇ ਆਪਤਿਤ ਹੋਣ ਤੇ emf ਪੈਦਾ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਫੋਟੋਡਾਇਓਡ ਦੇ ਸਿਧਾਂਤ (ਫੋਟੋਵੋਲਟਿਕ ਪ੍ਰਭਾਵ) ਤੇ ਹੀ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਸਿਰਫ ਇਨ੍ਹਾਂ ਹੀ ਅੰਤਰ ਹੈ ਕਿ ਕੋਈ ਬਾਹਰੀ ਬਾਇਸ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਨਹੀਂ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਅਤੇ ਜੰਕਸ਼ਨ ਦਾ ਖੇਤਰਫਲ ਸੋਲਰ ਵਿਕਿਰਣਾਂ ਦੇ ਆਪਤਨ ਲਈ ਵੱਧ ਰੱਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਇਸਦਾ ਕਾਰਨ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਸਾਡੀ ਰੁਚੀ ਵਧ ਸ਼ਕਤੀ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਚਿੱਤਰ 14.24 ਵਿੱਚ ਇੱਕ-ਸਰਲ ਸੰਕਸ਼ਨ ਸੋਲਰ ਸੈਲ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।

ਲਗਭਗ 300 um ਮੋਟਾ p-Si ਵੇਫਰ ਲਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸਦੇ ਇੱਕ ਪਾਸੇ ਤੇ p-Si ਦੀ ਇੱਕ ਪਤਲੀ (0.3um) ਪਰਤ ਵਿਸਰਣ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। p-Si ਦੇ ਦੂਸਰੇ ਪਾਸੇ ਤੇ ਕਿਸੇ ਧਾਤ ਦਾ [ਲੇਪ ਪਿਛਲਾ ਸੰਪਰਕ (back Contact)] ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। n-Si ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਸ਼ੀਰਸ਼ ਤੇ ਧਾਤ ਫਿੰਗਰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਡ (Metallised Finger Electrode ਜਾਂ ਧਾਤਵਿਕ ਗਰਿਡ) ਦੀ ਤਹਿ ਜਮ੍ਹਾਈ ਜਾਂਦੀ (Deposited) ਹੈ। ਇਹ ਮੁਹਰਲੇ (Front) ਸੰਪਰਕ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੰਮ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਧਾਤਵਿਕ ਗ੍ਰਿਡ ਸੈਲ ਦੇ ਖੇਤਰਫਲ ਦਾ ਬਹੁਤ ਥੋੜਾ ਭਾਗ (<15%) ਘੇਰਦੀ ਹੈ ਤਾਂਕਿ ਸੈਲ ਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਉਪਰਲੇ ਪਾਸੇ ਤੋਂ ਆਪਤਿਤ ਹੋ ਸਕੇ।



ਚਿੱਤਰ 14.24 (a) ਇਕ p ਨਮੂਨੇ ਦਾ p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਸੋਲਰ ਸੈਲ (b) ਸੋਲਰ ਸੈੱਲ ਦਾ ਕ੍ਰਾਸ ਸੈਕਸ਼ਨਲ ਦ੍ਰਿਸ਼

ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪੈਣ ਤੇ ਸੋਲਰ ਸੈਲ ਦੁਆਰਾ emf ਪੈਦਾ ਹੋਣਾ ਨਿਮਨਲਿਖਤ ਤਿੰਨ ਮੂਲ ਪ੍ਰਕ੍ਰਿਆਵਾਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੈ, ਇਹ ਤਿੰਨ ਪ੍ਰਕ੍ਰਿਆਵਾਂ ਹਨ- ਪੈਦਾ ਹੋਣਾ, ਵੱਖਰੇ ਹੋਣਾ ਅਤੇ ਇੱਕਠੇ ਹੋਣਾ (Generation, Separation and Collection)- (i) ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ ਨੇੜੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ (hν>Eg ਦੇ ਨਾਲ) ਦੇ ਕਾਰਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਹੋਲ (e-h) ਜੋੜਿਆਂ ਦਾ ਪੈਦਾ ਹੋਣਾ; (ii) ਡਿਪਲੀਸ਼ਨ ਖੇਤਰ ਦੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੇ ਕਾਰਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਅਤੇ ਹੋਲਾਂ ਦਾ ਵੱਖਰੇ ਹੋਣਾ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਕਾਰਨ ਪੈਦਾ ਹੋਏ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ n-ਪਾਸੇ ਵੱਲ ਅਤੇ ਹੋਲ p-ਪਾਸੇ ਵਲ ਚਲਦੇ ਹਨ; (iii) n-ਪਾਸੇ ਤੇ ਪੁੱਜਨ ਵਾਲੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਫਰੰਟ ਕਾਨਟੈਕਟ (Front Contact) ਦੁਆਰਾ ਇਕੱਠੇ ਕੀਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ p-ਪਾਸੇ ਤੇ ਪੁਜਨ ਵਾਲੇ ਹੋਲ ਪਿਛਲੇ ਸੰਪਰਕ (Back Contact) ਦੁਆਰਾ ਇੱਕਠੇ ਕੀਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ p-ਪਾਸਾ ਧਨਾਤਮਕ ਅਤੇ n-ਪਾਸਾ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਫੋਟੋਵੋਲਟੇਜ (Photovoltage) ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਜਦੋਂ ਚਿੱਤਰ 14.25(a) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਕੋਈ ਬਾਹਰੀ ਲੋਡ ਜੋੜਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਲੋਡ ਤੋਂ ਇੱਕ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਕਰੰਟ I_L ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।ਚਿੱਤਰ 14.25(b) ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਸੋਲਰ ਸੈਲ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀ ਰੂਪੀ I-V ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਵਕ੍ਰ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।

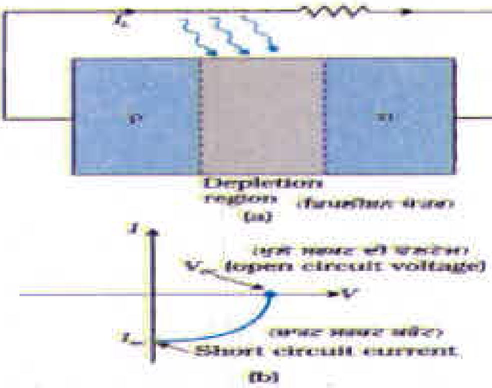
ਧਿਆਨ ਦੇਣ ਯੋਗ ਗਲ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਸੋਲਰ ਸੈਲ ਦੇ I-V ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਨੂੰ ਨਿਰਦੇਸ਼ ਅੰਕ ਧੁਰਿਆਂ ਦੇ ਚੌਥੇ ਕੁਆਡਰੇਂਟ (Quadrant) ਵਿੱਚ ਖਿਚਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਸ ਦਾ ਕਾਰਨ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਸੋਲਰ ਸੈਲ ਕੋਈ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਨਹੀਂ ਲੈਂਦਾ ਸਗੋਂ ਇਹ ਲੋਡ ਨੂੰ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ ਦੀ ਆਪੂਰਤੀ ਕਰਦਾ ਹੈ।

ਸੋਲਰ ਸੈਲਾਂ ਦੇ ਨਿਰਮਾਣ ਲਈ ਆਦਰਸ਼ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਉਹਨਾਂ ਅਰਧਚਾਲਕਾਂ ਨੂੰ ਲੈਂਦੇ ਹਨ ਜਿਹਨਾਂ ਦਾ ਬੈਂਡ ਅੰਤਰਾਲ 1.5eV ਦੇ ਨੇੜੇ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸੋਲਰ ਸੈਲਾਂ ਦੇ ਨਿਰਮਾਣ ਦੇ ਲਈ ਵਰਤੇ ਜਾਣ ਵਾਲੇ ਅਰਧਚਾਲਕ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

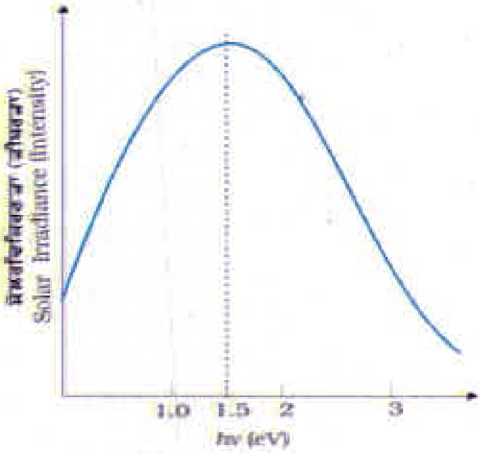
ਪਦਾਰਥ ਜਿਵੇਂ Si (Eg = 1.1eV), GaAs (Eg = 1.43eV), Cd Te (Eg = 1.45 eV), CuIn Se^{2} (Eg = 1.04 eV) ਆਦਿ ਹਨ। ਸੋਲਰ ਸੈਲਾਂ ਦੇ ਨਿਰਮਾਣ ਦੇ ਲਈ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੀ ਚੋਣ ਦੇ ਲਈ ਮੁੱਖ ਕਸੌਟੀਆਂ ਹਨ: (i) ਬੈਂਡ ਅੰਤਰਾਲ (~1.0 ਤੋਂ 1.8 eV), (ii) ਵੱਧ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੋਖਣ ਦੀ ਸਮਰਥਾ (~10^{4} cm^{-1}), (iii) ਬਿਜਲੀ ਚਾਲਕਤਾ, (iv) ਕੱਚੇ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਉਪਲਬਧਤਾ ਅਤੇ (v) ਲਾਗਤ। ਧਿਆਨ ਦਿਓ, ਸੌਰ ਸੈਲਾਂ ਨੂੰ ਸਦਾ ਹੀ ਤੇਜ ਸੂਰਜ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਲੋੜ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ। ਕੋਈ ਵੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਜਿਸਦੀ ਊਰਜਾ, ਬੈਂਡ ਅੰਤਰਾਲ ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੋਵੇ, ਉਪਯੋਗੀ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਸੋਲਰ ਸੈਲਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਉਪਗ੍ਰਹਿਵਾਂ ਵਿੱਚ ਵਰਤੀਆਂ ਜਾਂਦੀਆਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਕੀ ਯੁਕਤੀਆਂ, ਪੁਲਾੜ ਜਹਾਜ਼ਾਂ ਅਤੇ ਕੁਝ ਕੈਲਕੁਲੇਟਰਾਂ ਦੀ ਬਿਜਲੀ ਆਪੂਰਤੀ (Supply) ਲਈ ਵੀ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਵੱਡੇ ਪੱਧਰ ਤੇ ਸੋਲਰ ਊਰਜਾ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਨ ਲਈ ਘੱਟ ਲਾਗਤ ਦੇ ਫੋਟੋਵੋਲਟਿਕ ਸੈਲਾਂ ਦਾ ਉਤਪਾਦਨ ਖੋਜ ਦਾ ਵਿਸ਼ਾ ਹੈ ।



ਚਿੱਤਰ 14.25 (a) ਇੱਕ ਨਮੂਨੇ ਦਾ ਪ੍ਰਦੀਪਤ p-n ਜੰਕਸ਼ਨ (b) ਸੋਲਰ ਦਾ V-I ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਵਕ੍ਰ ।

ਉਦਾਹਰਨ 14.7 ਸੋਲਰ ਸੈਲਾਂ ਦੇ ਲਈ Si ਅਤੇ GaAs ਵੱਧ ਪਸੰਦ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਪਦਾਰਥ ਕਿਉਂ ਹੈ ?

ਹਲ: ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਣ ਵਾਲਾ ਸੋਲਰ ਵਿਕਿਰਣ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮ ਚਿੱਤਰ 14.26 ਵਿਚ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ



ਚਿੱਤਰ 14.26

ਅਧਿਕਤਮ ਤੀਬਰਤਾ 1.5 ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵੋਲਟ (eV) ਦੇ ਨੇੜੇ ਹੈ । ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਉਤੇਜਨ ਦੇ ਲਈ, $hV>Eg$ ਇਸਲਈ ਅਜਿਹੇ ਅਰਧਚਾਲਕਾਂ ਜਿਹਨਾਂ ਦਾ ਬੈਂਡ ਅੰਤਰਾਲ ~1.5eV ਜਾਂ ਉਸ ਤੋਂ ਘੱਟ ਹੋਣ ਦੇ ਲਈ ਸੋਲਰ ਊਰਜਾ ਦੇ ਰੂਪਾਂਤਰਨ ਦੀ ਸਮਰਥਾ ਵਧੀਆ ਹੋਣ ਦੀ ਸੰਭਾਵਨਾ ਹੈ ।

ਸਿਲੀਕਾਨ ਦੇ ਲਈ Eg ~ 1.1eV ਜਦੋਂ ਕਿ GaAs ਦੇ ਲਈ ਇਹ ~1.53eV ਹੈ ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਤੁਲਨਾਤਮਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸੋਖਣ ਗੁਣਾਂਕ (Higher Abhsorption Coefficient) ਦੇ ਕਾਰਨ GaAs (ਵੱਧ ਬੈਂਡ ਅੰਤਰਾਲ ਹੋਣ ਤੇ ਵੀ) Si ਤੋਂ ਵਧੀਆ ਹੈ। ਜੇ ਅਸੀਂ CdS ਜਾਂ CdSe (Eg ~2.4eV) ਵਰਗੇ ਪਦਾਰਥਾ ਨੂੰ ਚੁਣੀਏ ਤਾਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਰੂਪਾਂਤਰਨ ਦੇ ਲਈ ਅਸੀ ਸੋਲਰ ਊਰਜਾ ਦੇ ਸਿਰਫ ਉੱਚ ਊਰਜਾ ਘਟਕ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਅਤੇ ਊਰਜਾ ਦੇ ਇੱਕ ਸਾਰਥਕ ਭਾਗ ਦੀ ਕੋਈ ਵਰਤੋਂ ਨਹੀਂ ਹੋ ਸਕੇਗੀ। ਪ੍ਰਸ਼ਨ ਇਹ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਅਸੀਂ PbS (Eg ~ 0.4eV) ਜਿਹੇ ਪਦਾਰਥ ਕਿਓਂ ਨਹੀ ਵਰਤਦੇ, ਜੋ ਸੋਲਰ ਵਿਕਿਰਣ ਦੇ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮ ਦੇ ਸੰਗਤ ਸਭ ਤੋਂ ਵੱਧ v ਦੇ ਲਈ hv>Eg ਦੀ ਸ਼ਰਤ ਸੰਤੁਸ਼ਟ ਕਰਦੇ ਹਨ? ਜੇ ਅਸੀਂ ਅਜਿਹਾ ਕਰਾਂਗੇ ਤਾਂ ਸੋਲਰ ਵਿਕਿਰਣ ਦਾ ਵਧੇਰੇ ਭਾਗ ਸੋਲਰ ਸੈਲ ਦੀ ਉਪਰਲੀ ਪਰਤ ਤੇ ਹੀ ਸੋਖਤ ਹੋ ਜਾਵੇਗਾ ਅਤੇ ਡਿਪਲੀਸ਼ਨ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਜਾਂ ਉਸਦੇ ਨੇੜੇ ਨਹੀਂ ਪੁੱਜੇਗਾ। ਜੰਕਸ਼ਨ ਖੇਤਰ ਦੇ ਕਾਰਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਹੋਲ ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਵਖਰੇਵੇਂ ਦੇ ਲਈ ਅਸੀਂ ਚਾਹੁੰਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਜਨਨ ਸਿਰਫ਼ ਜੰਕਸ਼ਨ ਖੇਤਰ ਵਿਚ ਹੀ ਹੋਵੇ।

14.9 ਜੰਕਸ਼ਨ ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ (Junction Transistor)

ਸਾਲ 1947 ਵਿੱਚ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦੀ ਖੋਜ ਦਾ ਸਿਹਰਾ ਬੇਲ ਟੈਲੀਫੋਟ ਪ੍ਰਯੋਗਸ਼ਾਲਾ U.S.A ਦੇ ਜੇ. ਬਾਰਡੀਨ (J. Bardeen) ਅਤੇ ਡਬਲਯੂ. ਐਚ. ਬ੍ਰੇਟਨ (W. H. Brattain) ਦੇ ਸਿਰ ਹੈ। ਇਹ ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ ਸੰਪਰਕ ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ (Point Contact Transistor) ਸੀ। ਪਹਿਲੇ ਜੰਕਸ਼ਨ ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ ਦੀ ਖੋਜ 1951 ਵਿੱਚ ਵੀਲੀਅਮ ਸ਼ਾਕਲੇ (William Schockley) ਨੇ ਦੋ p-n ਜੰਕਸ਼ਨਾਂ ਨੂੰ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਪਿਛਲੇ ਪਾਸਿਆਂ ਨਾਲ ਜੋੜ ਕੇ ਕੀਤੀ ਸੀ।

ਜਦੋਂ ਤੱਕ ਸਿਰਫ ਜੰਕਸ਼ਨ ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ ਬਾਰੇ ਪਤਾ ਸੀ, ਇਸਨੂੰ ਸਿਰਫ ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ ਕਹਿ ਕੇ ਹੀ ਜਾਣਿਆ ਜਾਂਦਾ ਸੀ। ਪਰ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਨਵੇਂ-ਨਵੇਂ ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰਾਂ ਦੀ ਖੋਜ ਹੋਈ ਅਤੇ ਨਵੇਂ ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰਾਂ ਨੂੰ ਪੁਰਾਣਿਆਂ ਤੋਂ ਵਖਰਾ ਕਰਨ ਲਈ ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਹੁਣ ਦੋ ਧਰੁਵੀ ਜੰਕਸ਼ਨ ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ (Bipolar Junction Transistor, BJT) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਅੱਜ ਜਦੋਂ ਕਿਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦਾ ਭਰਮ ਨਹੀਂ ਹੈ ਤਾਂ ਵੀ ਆਮ ਕਰਕੇ BJT ਨੂੰ ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ ਹੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਕਿਉਂਕਿ ਸਾਡਾ ਅਧਿਐਨ BJT ਤੱਕ ਹੀ ਸੀਮਤ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਅਸੀਂ ਬਿਨਾਂ ਕਿਸੇ ਸੰਦੇਹ ਦੇ BJT ਦੇ ਲਈ ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ ਸ਼ਬਦ ਦੀ ਹੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਾਂਗੇ।

14.9.1 ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ: ਸੰਰਚਨਾ ਅਤੇ ਕਿਰਿਆ (Transistor: Structure and Action)

ਕਿਸੇ ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ ਵਿਚ ਤਿੰਨ ਡੋਪ ਕੀਤੇ ਖੇਤਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜੋ ਮਿਲਕੇ ਆਪਣੇ ਵਿਚ ਦੋ p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਬਣਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਇਸਲਈ ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ ਚਿੱਤਰ 14.27 ਵਿਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਦੋ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

(i) n-p-n ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ (n-p-n transistor):- ਇਸ ਵਿੱਚ n-ਕਿਸਮ ਦੇ ਅਰਧਚਾਲਕ ਦੇ ਦੋ ਖੰਡ {ਉਤਸਰਜਕ (Emitter) ਅਤੇ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ (Collector)} p-ਕਿਸਮ ਦੇ ਅਰਧਚਾਲਕ ਦੇ ਇੱਕ ਖੰਡ [(ਆਧਾਰ(base)] ਦੁਆਰਾ ਵਖਰੇ ਕੀਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ।

(ii) p-n-p ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ (p-n-p transistor):- ਇਸ ਵਿੱਚ p-ਕਿਸਮ ਦੇ ਅਰਧਚਾਲਕ ਦੇ ਦੋ ਖੰਡ (ਉਤਸਰਜਕ ਅਤੇ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ) n-ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਦੇ ਇੱਕ ਖੰਡ (ਆਧਾਰ) ਦੁਆਰਾ ਵਖਰੇ ਕੀਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ।

ਚਿੱਤਰ 14.27(a) ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ p-n-p ਅਤੇ n-p-n ਕਨਫਿਗਰੇਸ਼ਨ (Configuration) ਦੇ ਵਿਵਸਥਾਤਮਕ ਨਿਰੂਪਣ ਦਰਸਾਏ ਗਏ ਹਨ। ਕਿਸੇ ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ ਦੇ ਤਿੰਨਾਂ ਖੰਡਾਂ ਦੀ ਮੋਟਾਈ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਡੋਪ ਪੱਧਰ ਵੀ ਵਖਰੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। p-n-p ਅਤੇ n-p-n ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ ਨੂੰ ਨਿਰੂਪਤ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਵਿਵਸਥਾਤਮਕ ਪ੍ਰਤੀਕਾਂ ਵਿੱਚ (ਚਿੱਤਰ 14.27(b)) ਤੀਰ ਦੇ ਚਿੰਨ੍ਹ ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਪਰੰਪਰਾਗਤ ਕਰੰਟ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਇਹਨਾਂ ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰਾਂ ਦੇ ਸੰਖੇਪ ਵਿੱਚ ਵਰਣਨ ਅਗੇ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਹਨ।

•ਉਤਸਰਜਕ (Emitter):- ਇਹ ਚਿੱਤਰ 14.27(a) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ ਦਾ ਇਹ ਸਿਰੇ ਵਾਲਾ ਹਿੱਸਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ *ਵਿਚਕਾਰਲੇ ਸਾਈਜ਼ (Moderate size) ਦਾ ਪਰ ਬਹੁਤ ਜ਼ਿਆਦਾ ਡੋਪ (heavily doped)* ਕੀਤਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ ਵਿਚ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਕਰੰਟ ਦੇ ਲਈ ਬਹੁਗਿਣਤੀ ਚਾਰਜ ਵਾਹਕਾਂ ਦੀ ਵੱਡੀ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਆਪੂਰਤੀ ਕਰਦਾ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

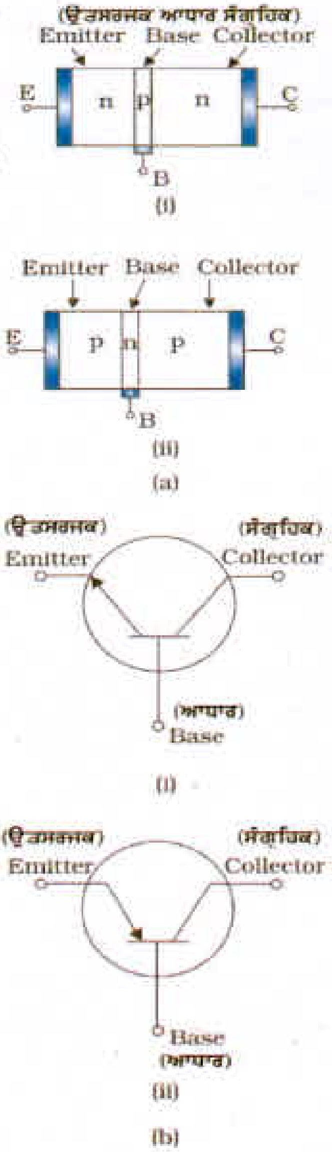
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

- **ਆਧਾਰ (Base):-** ਇਹ ਕੇਂਦਰੀ ਹਿੱਸਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਬਹੁਤ ਹੀ ਪਤਲਾ (Very Thin) ਅਤੇ ਘੱਟ ਡੋਪ ਕੀਤਾ (Lightly Doped) ਹੁੰਦਾ ਹੈ।
- **ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ (Collector):-** ਇਹ ਹਿੱਸਾ ਉਤਸਰਜਕ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕੀਤੇ ਗਏ ਬਹੁਗਿਣਤੀ ਚਾਰਜ ਵਾਹਕਾਂ ਦੀ ਵੱਡੀ ਮਾਤਰਾ ਨੂੰ ਇਕੱਠਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਸਿਰਾ ਸਾਧਾਰਨ ਡੋਪ ਕੀਤਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਪਰ ਸਾਈਜ਼ ਵਿਚ ਇਹ ਉਤਸਰਜਕ ਤੋਂ ਵੱਡਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਅਸੀਂ ਪਹਿਲਾਂ ਇਹ ਦੇਖ ਚੁਕੇ ਹਾਂ ਕਿ ਕਿਸੇ p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ ਮਾਮਲੇ ਵਿੱਚ ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ ਆਰ-ਪਾਰ ਇੱਕ ਡਿਪਲੀਸ਼ਨ ਖੇਤਰ ਬਣਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ ਵਿੱਚ ਉਤਸਰਜਕ-ਆਧਾਰ (Emitter-base) ਜੰਕਸ਼ਨ ਅਤੇ ਆਧਾਰ-ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ(Base-Collector) ਜੰਕਸ਼ਨ ਤੇ ਡਿਪਲੀਸ਼ਨ ਖੇਤਰ ਬਣਦੇ ਹਨ। ਕਿਸੇ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦੀ ਕਾਰਜ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਨੂੰ ਸਮਝਣ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਇਹਨਾਂ ਜੰਕਸ਼ਨਾਂ ਤੇ ਬਣੇ ਡਿਪਲੀਸ਼ਨ ਖੇਤਰਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ ਨੂੰ ਜਾਣਨਾ ਹੋਵੇਗਾ। ਜਦੋਂ ਕਿਸੇ ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ ਦੇ ਟਰਮੀਨਲਾਂ ਤੇ ਉਚਿਤ ਵੋਲਟੇਜ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦੇ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਖੇਤਰਾਂ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜ ਵਾਹਕ ਗਤੀ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦਾ ਬਾਇਸ ਵਖਰੇ ਵਖਰੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਰਤੋਂ ਲਈ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਸਪਸ਼ਟ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਦੋ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਾਲ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਮੂਲ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਸਦੀ ਖੋਜ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ (Amplifier) ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਾਰਜ ਕਰਨ ਲਈ ਕੀਤੀ ਗਈ ਸੀ ਜੋ ਕਿਸੇ ਸਿਗਨਲ ਦੀ ਐਮਲੀਫਾਈਡ ਕਾਪੀ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਪਰ ਹੌਲੀ-ਹੌਲੀ ਇਸਦੀ ਸਵਿਚ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਬਰਾਬਰ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਜਾਣ ਲੱਗੀ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਇਹਨਾਂ ਦੋਨਾਂ ਹੀ ਕਾਰਜਾਂ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਅਧਿਐਨ ਕਰਕੇ ਇਹ ਸਿਖਾਂਗੇ ਕਿ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ ਨੂੰ ਬਾਇਸ ਕਰਕੇ ਇਹ ਆਪਸ ਵਿੱਚ ਅਲਗ ਕਾਰਜ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੀਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ।

ਸਭ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਅਸੀਂ ਇਹ ਜਾਣਨ ਦੀ ਕੋਸ਼ਿਸ਼ ਕਰਾਂਗੇ ਕਿ ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰਾਂ ਨੂੰ ਐਮਪਲੀਫਾਈਰ ਕਰਨ ਦੀ ਸਮਰਥਾ ਕੌਣ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਆਪਣੇ ਉਤਸਰਜਕ ਆਧਾਰ ਜੰਕਸ਼ਨ (Emitter Base Junction) ਦੇ ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸ ਅਤੇ ਆਧਾਰ-ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਜੰਕਸ਼ਨ (base Collector junction) ਦੇ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਅਧੀਨ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿਚ ਚਿੱਤਰ 14.28 ਵਿੱਚ ਇਹਨਾਂ ਬਾਇਸਾਂ ਨੂੰ ਕ੍ਰਮਵਾਰ V_{cc} ਅਤੇ V_{EE} ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਕਰਦੇ ਹੋਏ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਨੂੰ ਇਸ ਢੰਗ ਨਾਲ ਬਾਇਸ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਇਸਨੂੰ ਇਸਦੀ *ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਅਵਸਥਾ (Active State)* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਅਸੀਂ ਉਤਸਰਜਕ ਅਤੇ ਆਧਾਰ ਦੇ ਵਿੱਚ ਵੋਲਟੇਜ ਨੂੰ Veb ਅਤੇ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਅਤੇ ਆਧਾਰ ਦੇ ਵਿੱਚ ਦੀ ਵੋਲਟੇਜ ਨੂੰ V_{cB} ਦੁਆਰਾ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 14.28 ਵਿਚ ਦੋਨੋਂ ਪਾਵਰ ਸਪਲਾਈਆਂ ਚਿੱਤਰ 14.28 ਵਿਚ ਦੋਨੋਂ ਪਾਵਰ ਸਪਲਾਈਆਂ ਵਿੱਚ ਆਧਾਰ ਸਾਝਾਂ ਟਰਮੀਨਲ ਹੈ ਸਪਲਾਈਆਂ ਵਿੱਚ ਆਧਾਰ ਸਾਝਾਂ ਟਰਮੀਨਲ ਹੈ ਜਿਹਨਾਂ ਦੇ ਹੋਰ ਟਰਮੀਨਲ ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਉਤਸਰਜਕ(Emitter) ਅਤੇ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ (Collector) ਨਾਲ ਜੁੜੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਇਹਨਾਂ ਦੋ ਪਾਵਰ ਸਪਲਾਈਆਂ ਨੂੰ ਕ੍ਰਮਵਾਰ V_{cc} ਅਤੇ V_{EE} ਦੁਆਰਾ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਉਹਨਾਂ ਸਰਕਟਾਂ ਜਿਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਉਤਸਰਜਕ ਸਾਂਝਾ ਟਰਮੀਨਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਉਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਆਧਾਰ ਅਤੇ ਉਤਸਰਜਕ ਦੇ ਵਿੱਚ ਜੁੜੀ ਪਾਵਰ ਸਪਲਾਈ ਨੂੰ Vbb ਅਤੇ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਉਤਸਰਜਕ ਵਿੱਚ ਜੁੜੀ ਪਾਵਰ



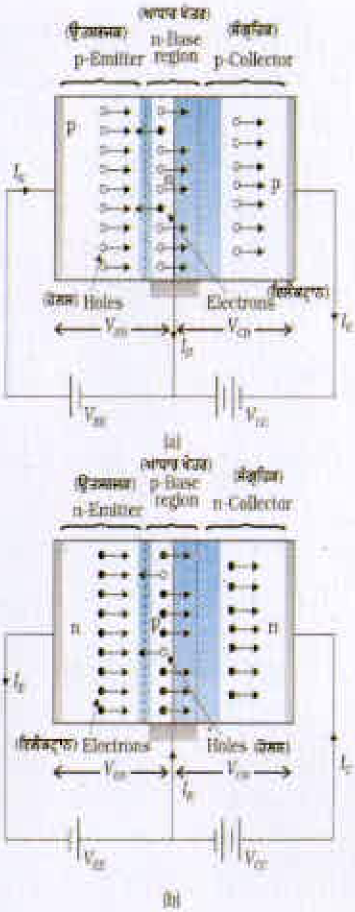
ਚਿੱਤਰ 14.27(a) n-p-n ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ ਅਤੇ p-n-p ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ ਦਾ ਵਿਸਵਸਥਾਤਮਕ ਚਿੱਤਰਨ ਅਤੇ (b) n-p-n ਅਤੇ p-n-p ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ ਦੇ ਲਈ ਸੰਕੇਤ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਸਪਲਾਈ ਨੂੰ Vcc ਦੁਆਰਾ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਆਓ ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜ ਵਾਹਕਾਂ ਦੇ ਪਥਾਂ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਜਾਣਕਾਰੀ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰੀਏ ਜੋ ਕਿ ਉਤਸਰਜਕ ਆਧਾਰ ਜੰਕਸ਼ਨ (Emitter base junction) ਤੇ ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸਿਡ ਅਤੇ ਆਧਾਰ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਜੰਕਸ਼ਨ (Base Collector junction) ਤੇ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸਿਡ ਹੈ। ਵਧੇਰੇ ਡੋਪਿੰਗ ਕਾਰਨ ਉਤਸਰਜਕ ਵਿੱਚ ਬਹੁਗਿਣਤੀ ਵਾਹਕਾਂ ਦੀ ਘਣਤਾ ਬਹੁਤ ਜ਼ਿਆਦਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ p-n-p ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰਾਂ ਦੇ, ਹੋਲ ਅਤੇ n-p-n ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰਾਂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਬਹੁਗਿਣਤੀ ਚਾਰਜ ਵਾਹਕ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਬਹੁਗਿਣਤੀ ਵਾਹਕ ਆਧਾਰ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਵੱਡੀ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਆਧਾਰ ਬਹੁਤ ਪਤਲਾ ਅਤੇ ਘੱਟ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਡੋਪ ਕੀਤਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸਲਈ ਇਥੇ ਬਹੁਗਿਣਤੀ ਵਾਹਕਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਘੱਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। p-n-p ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ ਵਿੱਚ ਆਧਾਰ ਵਿੱਚ ਕਿਉਂਕਿ ਇਹ n-ਪ੍ਰਕਾਰ ਦਾ ਅਰਧਚਾਲਕ ਹੈ, ਇਸਲਈ ਬਹੁਗਿਣਤੀ ਵਾਹਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਉਤਸਰਜਕ ਤੋਂ ਆਧਾਰ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਵਧੇਰੇ ਹੋਲ ਉਥੇ ਮੌਜੂਦ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਘੱਟ ਸੰਖਿਆ ਨੂੰ ਆਪਣੇ ਵਿੱਚ ਸਮਾਂ ਲੈਂਦੇ ਹਨ। ਕਿਉਂਕਿ ਆਧਾਰ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਜੰਕਸ਼ਨ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਇਹ ਹੋਲ, ਜੋ ਇਸ ਜੰਕਸ਼ਨ ਤੇ ਮਾਈਨੋਰੀਟੀ ਵਾਹਕ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਜੰਕਸ਼ਨ ਨੂੰ ਆਸਾਨੀ ਨਾਲ ਪਾਰ ਕਰਕੇ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਵਿੱਚ ਪੁੱਜ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਆਧਾਰ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਹੋਲ ਜਾਂ ਤਾਂ ਬਾਹਰ ਤੋਂ ਆਉਣ ਵਾਲੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਨਾਲ ਜੁੜਨ ਲਈ ਆਧਾਰ ਟਰਮੀਨਲ ਵੱਲ ਗਤੀ ਕਰਦੇ ਹਨ ਜਾਂ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਨ ਲਈ ਜੰਕਸ਼ਨ ਨੂੰ ਪਾਰ ਕਰਕੇ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਟਰਮੀਨਲ ਤੇ ਪੁੱਜ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਆਧਾਰ ਨੂੰ ਇਸ ਲਈ ਪਤਲਾ ਬਣਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਕਿ ਹੋਲ ਖੁਦ ਨੂੰ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸਡ ਆਧਾਰ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ ਨੇੜੇ ਪਾਕੇ ਆਧਾਰ ਟਰਮੀਨਲ ਤੇ ਨਾ ਜਾਕੇ ਜੰਕਸ਼ਨ ਨੂੰ ਪਾਰ ਕਰ ਲੈਣ।



ਚਿੱਤਰ 14.28: ਬਾਇਸ ਵੋਲਟੇਜ ਦਾ ਇਸਤੇਮਾਲ (a) p-n-p ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ ਅਤੇ (b) n-p-n ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ

ਇਥੇ ਧਿਆਨ ਦੇਣ ਯੋਗ ਰੋਚਕ ਗੱਲ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸ ਹੋਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਇਕ ਵੱਧ ਪਰਿਮਾਣ ਵਾਲਾ ਕਰੰਟ ਉਤਸਰਜਕ ਆਧਾਰ ਜੰਕਸ਼ਨ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਦਾ ਹੈ, ਪਰ ਉਸਦੇ ਵਧੇਰੇ ਭਾਗ ਨੂੰ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸਡ ਆਧਾਰ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਜੰਕਸ਼ਨ ਵੱਲ ਮੋੜ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਆਧਾਰ ਤੋਂ ਆਉਣ ਵਾਲਾ ਕਰੰਟ ਜੰਕਸ਼ਨ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਕਰੰਟ ਦਾ ਇੱਕ ਬਹੁਤ ਛੋਟਾ ਅੰਸ਼ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਅਸੀਂ ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸਡ ਜੰਕਸ਼ਨ ਨੂੰ ਪਾਰ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਹੋਲ ਕਰੰਟ ਅਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਕ੍ਰਮਵਾਰ; I_h ਅਤੇ I_e ਨਾਲ ਦਰਸਾਈਏ ਤਾਂ ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸਡ ਡਾਇਓਡ ਵਿੱਚੋ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਕੁੱਲ ਕਰੰਟ ਦਾ ਜੋੜ $I_h + I_e$ ਹੋਵੇਗਾ। ਅਸੀਂ ਇਹ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਉਤਸਰਜਕ ਕਰੰਟ $I_E = I_h + I_e$ ਪਰ ਆਧਾਰ ਕਰੰਟ $I_B << I_h+I_e$ ਕਿਉਂਕਿ I_e ਦਾ ਵੱਡਾ ਭਾਗ ਆਧਾਰ ਟਰਮੀਨਲ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਆਉਣ ਦੀ ਬਜਾਏ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਵਿੱਚ ਚਲਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਆਧਾਰ ਕਰੰਟ ਉਤਸਰਜਕ ਕਰੰਟ ਦਾ ਇੱਕ ਬਹੁਤ ਛੋਟਾ ਅੰਸ਼ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਬਾਹਰ ਤੋਂ ਉਤਸਰਜਕ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਨ ਵਾਲਾ ਕਰੰਟ ਉਤਸਰਜਕ ਕਰੰਟ I_E ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਆਧਾਰ ਟਰਮੀਨਲ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲ ਰਿਹਾ ਕਰੰਟ I_B ਹੈ ਅਤੇ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਟਰਮੀਨਲ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲਣ ਵਾਲਾ ਕਰੰਟ I_C ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਉਪਰ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਤਰਕ ਤੇ ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਅਤੇ ਚਿੱਤਰ 14.28 (a) ਵਿੱਚ ਕਿਰਚੋਫ (Kirchhoff) ਦੇ ਜੰਕਸ਼ਨ ਨਿਯਮ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ ਉਤਸਰਜਕ ਕਰੰਟ I_E , ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਕਰੰਟ I_C ਅਤੇ ਆਧਾਰ ਕਰੰਟ I_B ਦਾ ਜੋੜ ਹੈ। ਅਰਥਾਤ :-

$$I_E = I_C + I_B \qquad (14.7)$$

ਅਸੀਂ ਇਹ ਵੀ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਕਿ $I_C \approx I_E$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਇਥੇ ਹੋਲਾਂ ਦੀ ਗਤੀ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦਾ ਵਿਵਰਣ ਪਰੰਪਰਾਗਤ ਕਰੰਟਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਸਰਬਸਮ ਹੈ। ਪ੍ਰੰਤੂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਗਤਿ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਕਰੰਟ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਠੀਕ ਉਲਟ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਿਸੇ p-n-p ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਉਤਸਰਜਕ ਤੋਂ ਆਧਾਰ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ n-p-n ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਆਧਾਰ ਤੋ ਉਤਸਰਜਕ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਉਤਸਰਜਕ ਵਿੱਚ ਤੀਰ ਦਾ ਸਿਰਾ ਪਰੰਪਰਾਗਤ ਕਰੰਟ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ।

ਕਿਸੇ n-p-n ਟ੍ਰਾਂਜ਼ਿਸਟਰ ਵਿੱਚ ਬਹੁਗਿਣਤੀ ਅਤੇ ਮਾਇਨੋਰੀਟੀ ਵਾਹਕਾਂ ਦੁਆਰਾ ਅਪਣਾਏ ਗਏ ਪਥਾਂ ਦੇ ਵਿਵਰਣ p-n-p ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੀ ਹਨ। ਪ੍ਰੰਤੂ ਚਿੱਤਰ 14.28 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਕਰੰਟ ਦੇ ਪੱਥ ਇਕ ਦੂਸਰੇ ਤੋਂ ਬਿਲਕੁਲ ਉਲਟ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 14.28 (b) ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਬਹੁਗਿਣਤੀ ਵਾਹਕ ਹਨ ਜਿਹਨਾਂ ਦੀ ਆਪੂਰਤੀ n-ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਉਤਸਰਜਕ ਖੇਤਰ ਵੱਲੋਂ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਪਤਲੇ p- ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਆਧਾਰ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਪਾਰ ਕਰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਤੇ ਪੁੱਜ ਕੇ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਕਰੰਟ I_C ਪੈਦਾ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਉਪਰੋਕਤ ਵਿਵਰਣ ਤੋਂ ਅਸੀਂ ਇਹ ਸਿੱਟਾ ਕਢਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦੀ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਉਤਸਰਜਨ ਆਧਾਰ ਜੰਕਸ਼ਨ ਇੱਕ ਘੱਟ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ ਆਧਾਰ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਜੰਕਸ਼ਨ ਉੱਚ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ।

14.9.2 ਮੂਲ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਸਰਕਟ ਕਨਫੀਗਰੇਸ਼ਨ ਅਤੇ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕਸ (Basic transistor circuit configuration and transistor characteristics)

ਕਿਸੇ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਵਿੱਚ ਸਿਰਫ ਤਿੰਨ ਟਰਮੀਨਲ ਉਪਲਬਧ ਹੁੰਦੇ ਹਨ – *ਉਤਸਰਜਕ (E), ਆਧਾਰ (B),* ਅਤੇ *ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ (C)*। ਇਸ ਲਈ ਕਿਸੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਇਨਪੁਟ, ਆਉਟਪੁਟ ਕੁਨੈਕਸ਼ਨ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੋਣੇ ਚਾਹੀਦੇ ਹਨ ਕਿ ਇਹਨਾਂ ਵਿੱਚੋ ਕੋਈ ਇੱਕ (E ਜਾਂ B ਜਾਂ C) ਇਨਪੁਟ ਅਤੇ ਆਉਟਪੁਟ ਵਿੱਚ ਸਾਂਝਾ (Common) ਹੋਵੇ। ਇਸ ਲਈ ਕਿਸੇ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਨੂੰ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਤਿੰਨ ਕਨਫੀਗਰੇਸ਼ਨਾਂ ਵਿੱਚੋ ਕਿਸੇ ਇਕ ਕਨਫਿਗਰੇਸ਼ਨ ਵਿੱਚ ਜੋੜਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਸਾਂਝਾ ਉਤਸਰਜਕ (CE), ਸਾਂਝਾ ਆਧਾਰ (CB), ਅਤੇ ਸਾਂਝਾ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ (CC)

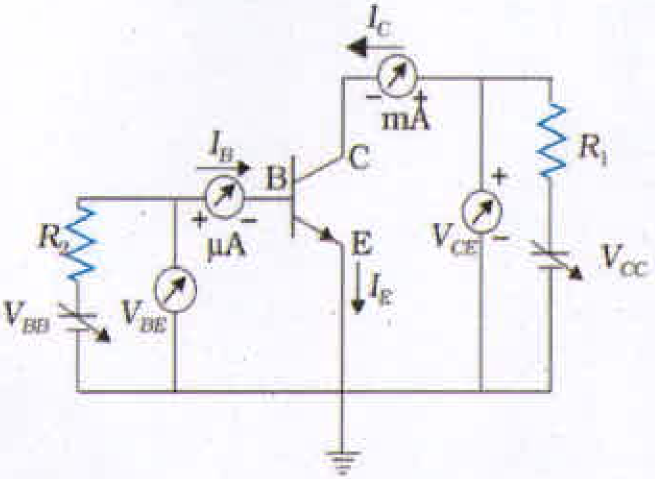
ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰਾਂ ਦੀ ਵਧੇਰੇ ਵਿਆਪਕ ਵਰਤੋਂ ਸਾਂਝਾ ਉਤਸਰਜਕ CE ਕਨਫੀਗਰੇਸ਼ਨ ਵਿੱਚ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਅਸੀਂ ਆਪਣੀ ਚਰਚਾ ਨੂੰ ਸਿਰਫ ਇਸੇ ਕਨਫੀਗਰੇਸ਼ਨ ਤੱਕ ਹੀ ਸੀਮਤ ਰੱਖਾਂਗੇ। ਕਿਉਂਕਿ p-n-p ਸਿਲੀਕਾਨ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਆਮ ਕਰਕੇ ਵੱਧ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਆਪਣੀ ਚਰਚਾ ਇਸੇ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਤੱਕ ਹੀ ਸੀਮਤ ਰਖਾਂਗੇ। p-n-p ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਨਾਲ ਵਿਵਹਾਰ ਕਰਦੇ ਸਮੇਂ ਬਾਹਰੀ ਪਾਵਰ ਸਪਲਾਈ ਦੇ ਧਰੁਵਾਂ ਨੂੰ ਉਲਟਾਉਣਾ ਪੈਂਦਾ ਹੈ।

ਸਾਂਝਾ ਉਤਸਰਜਕ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ (Common emitted transistor characteristics)

ਜਦੋ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦੀ ਵਰਤੋਂ CE ਕਨਫਿਗਰੇਸ਼ਨ ਵਿੱਚ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਇਨੱਪੁਟ ਆਧਾਰ ਅਤੇ ਉਤਸਰਜਕ ਦੇ ਵਿੱਚ ਅਤੇ ਆਉਟਪੁਟ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਅਤੇ ਉਤਸਰਜਕ ਵੋਲਟੇਜ ਵਿੱਚ V_{BE} ਪਰਿਵਰਤਨ ਦੇ ਨਾਲ ਆਧਾਰ ਕਰੰਟ I_B ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਹੋਣਾ ਨਿਵੇਸ਼ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕਸ (Input characteristics) ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਉਤਸਰਜਕ ਵੋਲਟੇਜ V_{CE} ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਦੇ ਨਾਲ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਕਰੰਟ I_C ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਹੋਣਾ ਆਉਟਪੁਟ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਤੁਸੀਂ ਇਹ ਦੇਖੋਗੇ ਕਿ *ਆਉਟਪੁਟ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ (output characteristics)* ਨੂੰ ਇਨੱਪੁਟ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਨਿਯੰਤਰਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਤੋਂ ਭਾਵ ਹੈ ਕਿ ਆਧਾਰ ਕਰੰਟ ਦੇ ਨਾਲ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਵੀ ਪਰਿਵਰਤਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com



ਚਿੱਤਰ 14.29 CE ਕਨਵਿਗਰੇਸ਼ਨ ਵਿਚ n-p-n ਟ੍ਾਂਜ਼ਿਸਟਰ ਦੇ ਆਊਟਪੁਟ ਅਤੇ ਇਨਪੁਟ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਦੇ ਅਧਿਐਨ ਦੇ ਲਈ ਸਰਕਟ ਵਿਵਸਥਾ

ਚਿੱਤਰ 14.29 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਗਏ ਸਰਕਟ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰ ਕੇ ਕਿਸੇ n-p-n ਟ੍ਾਂਜਿਸਟਰ ਦੇ ਨਿਵੇਸ਼ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਅਤੇ ਆਊਟਪੁਟ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

CE ਕਨਫਿਗਰੇਸ਼ਨ ਵਿੱਚ ਇਨੱਪੁਟ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਕਰਨ ਲਈ ਆਧਾਰ ਕਰੰਟ I_B ਅਤੇ ਆਧਾਰ ਉਤਸਰਜਕ ਵੋਲਟੇਜ਼ V_{BE} ਦੇ ਵਿੱਚ ਗ੍ਰਾਫ (ਇੱਕ ਵਕ੍ਰ) ਖਿਚਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। V_{BE} ਤੇ I_B ਦੀ ਨਿਰਭਰਤਾ ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਕਰਨ ਲਈ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਵੋਲਟੇਜ਼ V_{CE} ਨੂੰ ਸਥਿਰ ਰੱਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਸਾਡੀ ਰੁਚੀ ਉਸ ਸਮੇਂ ਇਨਪੁਟ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਦੋ ਟ੍ਾਂਜਿਸਟਰ ਕਿਰਿਆ ਸ਼ੀਲ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਹੋਏ। ਇਸ ਲਈ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਉਤਸਰਜਕ ਵੋਲਟੇਜ਼ V_{CE} ਨੂੰ ਇਨਾਂ ਵੱਧ ਰੱਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਆਧਾਰ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਜੰਕਸ਼ਨ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਹੀ ਰਹੇ। ਕਿਉਂਕਿ $V_{CE} = V_{CB} + V_{BE}$ ਅਤੇ Si ਟ੍ਾਂਜਿਸਟਰ ਦੇ ਲਈ V_{BE} ਦਾ ਮਾਨ 0.6 ਤੋਂ 0.7V ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ V_{CE}, 0.7 V ਤੋ ਕਾਫੀ ਵੱਧ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ V_{CE} ਦੀ ਵੱਧ ਰੇਂਜ ਵਿੱਚ ਟ੍ਾਂਜਿਸਟਰ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਜਿਆਦਾ ਸਮੇਂ ਤੱਕ ਆਧਾਰ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਜੰਕਸ਼ਨ ਉੱਚ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ V_{CE} ਦਾ ਮਾਨ 3V ਤੋ 20V ਦੀ ਰੇਂਜ ਵਿੱਚ ਰੱਖਕੇ ਇਨਪੁਟ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤੇ ਜਾ ਸਕਦੇ ਹਨ। *ਕਿਉਂਕਿ V_{CE} ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ V_{CB} ਵਿੱਚ ਵਾਧੇ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਇਸਦਾ I_B ਤੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਨਿਗੁਣਾ ਹੈ।* ਇਸ ਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ,

V_{CE} ਦੇ ਵੱਖ ਵੱਖ ਮਾਨਾਂ ਲਈ ਇਨੱਪੁਟ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਦੇ ਵਕ੍ਰ ਲਗਭਗ ਸਰਬਸਮ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਸਿਰਫ *ਇੱਕ ਇਨੱਪੁਟ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਖਿਚਨਾ ਹੀ ਕਾਫੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।* ਚਿੱਤਰ 14.30 (a) ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਟ੍ਾਂਜਿਸਟਰ ਦਾ ਨਮੂਨੇ ਦਾ ਇਨਪੁਟ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।

I_B ਨੂੰ ਸਥਿਰ ਰੱਖਕੇ V_{CE} ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਹੋਣ ਤੇ I_C ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਦਾ ਪ੍ਰੇਖਣ ਕਰਨ ਤੇ ਆਉਟਪੁਟ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ ਜਦੋਂ V_{BE} ਵਿੱਚ ਛੋਟਾ ਵਾਧਾ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਉਤਸਰਜਕ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚੋਂ ਹੋਲ ਕਰੰਟ ਅਤੇ ਆਧਾਰ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚੋਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਕਰੰਟ ਦੋਨਾਂ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ I_B ਅਤੇ I_C ਦੋਨਾਂ ਵਿੱਚ ਅਨੁਪਾਤਿਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤੋਂ ਇਹ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ

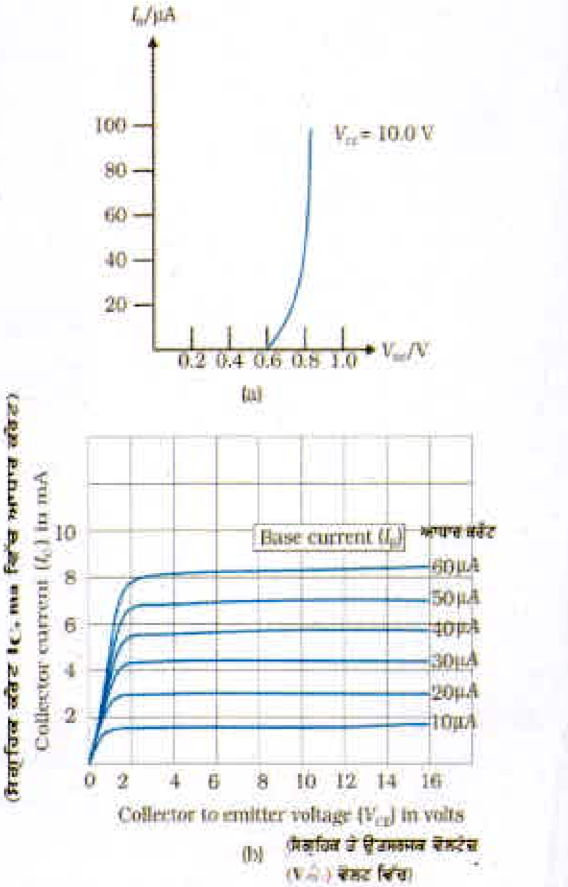
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ I_B ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ I_C ਵਿੱਚ ਵੀ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। I_B ਦੇ ਵੱਖ ਵੱਖ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਮਾਨਾਂ ਤੇ I_C, V_{CE} ਦੇ ਵਿੱਚ ਖਿਚੇ ਗਏ ਵਕ੍ਰਾਂ ਤੋਂ ਸਾਨੂੰ ਆਉਟਪੁਟ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਚਿੱਤਰ 14.30 (b) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਆਧਾਰ ਕਰੰਟ I_B ਦੇ ਵੱਖ ਵੱਖ ਮਾਨਾਂ ਦੇ ਲਈ ਵੱਖ ਵੱਖ ਆਉਟਪੁਟ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਹਨਾਂ ਦੋਨਾਂ ਇਨੱਪੁਟ ਅਤੇ ਆਉਟਪੁਟ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਦੇ ਰੇਖੀ ਖੰਡਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰਾਂ ਦੇ ਕੁਝ ਮਹਤੱਵਪੂਰਨ ac ਪੈਰਾਮੀਟਰਾਂ ਦੇ ਪਰੀਕਲਨ (calculate) ਵਿੱਚ ਅਗੇ ਦੱਸੇ ਅਨੁਸਾਰ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ।

(i) ਇਨਪੁਟ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ (input resistance) (r_i) :- ਇਸ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਉਤਸਰਜਕ ਵੋਲਟੇਜ (V_{CE}) ਤੇ ਆਧਾਰ ਉਤਸਰਜਕ ਵੋਲਟੇਜ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ (ΔV_{BE}) ਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਆਧਾਰ ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਪਰਿਣਾਮੀ ਅੰਤਰ (ΔI_B) ਦੇ ਅਨੁਪਾਤ ਨੂੰ ਨਿਵੇਸ਼ (input) ਪ੍ਰਤੀਬੋਧ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਪਰਿਵਰਤਨਸ਼ੀਲ (dynamic) ac ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਨੂੰ ਇਨਪੁਟ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਦੁਆਰਾ ਵੀ ਪਤਾ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸਦਾ ਮਾਨ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦੇ ਓਪਰੇਟਿੰਗ ਕਰੰਟ ਦੇ ਨਾਲ ਪਰਿਵਰਤਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

$$r_i = \left(\frac{\Delta V_{BE}}{\Delta I_B}\right)_{V_{CE}} \tag{14.8}$$



ਚਿੱਤਰ 14.30 (a) ਨਮੂਨੇ ਦਾ ਇਨਪੁਟ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਅਤੇ (b) ਨਮੂਨੇ ਦਾ ਆਉਟਪੁਟ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ

r_i ਦਾ ਮਾਨ ਕੁਝ ਸੈਂਕੜਿਆਂ ਤੋਂ ਕੁਝ ਹਜ਼ਾਰ ਓਹਮ ਤੱਕ ਕੁਝ ਵੀ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ii) ਆਉਟਪੁਟ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ (output resistance) r_o:- ਇਸ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਆਧਾਰ ਕਰੰਟ I_B ਤੇ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਉਤਸਰਜਨ ਵੋਲਟੇਜ ਵਿੱਚ ਅੰਤਰ (ΔV_{CE}) ਅਤੇ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਪਰਿਣਾਮੀ ਅੰਤਰ (ΔI_C) ਦੇ ਅਨੁਪਾਤ ਨੂੰ ਆਉਟਪੁਟ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

$$r_o = \left(\frac{\Delta V_{CE}}{\Delta I_C}\right)_{I_B} \tag{14.9}$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਆਉਟਪੁਟ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਇਹ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ ਕਿ ਸ਼ੁਰੂ ਵਿੱਚ V_{CE} ਦੇ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਮਾਨਾਂ ਲਈ I_C ਵਿੱਚ ਲਗਭਗ ਰੇਖੀ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸਦਾ ਕਾਰਨ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਆਧਾਰ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਜੰਕਸ਼ਨ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸਡ ਨਹੀਂ ਹੈ ਅਤੇ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਅਸਲ ਵਿੱਚ, ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਸੰਤ੍ਰਿਪਤ ਅਵਸਥਾ (Saturation state) ਵਿੱਚ ਹੈ ਅਤੇ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਦੇ ਇਸ ਭਾਗ ਵਿੱਚ, ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਆਪੂਰਤੀ ਵੋਲਟੇਜ V_{CC} ($= V_{CE}$) ਦੁਆਰਾ ਨਿਯੰਤਰਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ V_{CE} ਦਾ ਮਾਨ ਆਧਾਰ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਜੰਕਸ਼ਨ ਨੂੰ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸਡ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਲੋੜੀਂਦੀ ਵੋਲਟੇਜ ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ V_{CE} ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਹੋਣ ਤੇ I_C ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਆਉਟਪੁਟ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਦੇ ਰੇਖੀ ਭਾਗ ਦੀ ਢਾਲ ਦਾ ਉਲਟ (reciprocal) ਆਉਟਪੁਟ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ r_0 ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦੇ ਆਉਟਪੁਟ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਨੂੰ ਮੁਖ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਆਧਾਰ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ ਬਾਇਸ ਦੁਆਰਾ ਨਿਯੰਤਰਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਆਉਟਪੁਟ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਦੇ ਉੱਚ ਪਰਿਮਾਣ (100 k Ω ਆਰਡਰ ਦਾ) ਹੋਣ ਦਾ ਕਾਰਨ ਇਸ ਡਾਇਓਡ ਦਾ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸਡ ਹੋਣਾ ਹੈ। ਇਸ ਤੋਂ ਇਹ ਵੀ ਸਪਸ਼ਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਆਉਟਪੁਟ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਦੇ ਅਰੰਭਿਕ ਭਾਗ ਤੇ ਜਦੋਂ ਕਿ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਸੰਤ੍ਰਿਪਤ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਹੈ, ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਕਿਉਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

(iii) ਕਰੰਟ ਐਮਪਲੀਫਿਕੇਸ਼ਨ ਗੁਣਾਂਕ (current amplification factor) (β):- ਇਸ ਨੂੰ ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਉਤਸਰਜਕ ਵੋਲਟੇਜ (V_{CE}) ਤੇ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ (ΔI_C) ਅਤੇ ਆਧਾਰ ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ (ΔI_B) ਦੇ ਅਨੁਪਾਤ ਨੂੰ ਕਰੰਟ ਐਮਪਲੀਫੀਕੇਸ਼ਨ ਗੁਣਾਂਕ (β) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

$$\beta_{ac} = \left(\frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}\right)_{V_{CE}} \qquad (14.10)$$

ਇਸ ਨੂੰ ਸਮਾਲ ਸਿਗਨਲ ਕਰੰਟ ਗੇਨ (small signal current gain) ਵੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਮਾਨ ਬਹੁਤ ਜਿਆਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਅਸੀਂ ਸਿਰਫ I_c ਅਤੇ I_B ਦਾ ਅਨੁਪਾਤ ਗਿਆਤ ਕਰੀਏ ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦਾ dc β ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ

$$\beta_{dc} = \frac{I_C}{I_B} \qquad (14.11)$$

ਕਿਉਂਕਿ I_c ਵਿੱਚ I_B ਦੇ ਨਾਲ ਲਗਭਗ ਰੇਖੀ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਜਦੋਂ $I_B = 0$ ਹੈ ਤਾਂ $I_C = 0$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, β_{dc} ਅਤੇ β_{ac} ਦੇ ਮਾਨ ਲਗਭਗ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਵਧੇਰੇ ਗਣਨਾਵਾਂ ਦੇ ਲਈ β_{dc} ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। V_{CE} ਅਤੇ I_B ਜਾਂ I_C) ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਦੇ ਨਾਲ β_{dc} ਅਤੇ β_{ac} ਦੋਨਾਂ ਵਿੱਚ ਥੋੜਾ ਪਰਿਵਰਤਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 14.8 ਚਿੱਤਰ 14.30 (b) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਗਏ ਆਉਟਪੁਟ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਤੋਂ ਕਿਸੇ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦੇ β_{dc} ਅਤੇ β_{ac} ਦੇ ਮਾਨ ਪਤਾ ਕਰੋ ਜਦੋਂ ਕਿ $V_{CE} = 10$ V ਹੈ ਅਤੇ $I_C = 4.0$ m A ਹੈ।

ਹੱਲ $\beta_{ac} = \left(\frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}\right)_{V_{CE}}$ $\beta_{dc} = \frac{I_C}{I_B}$

V_{CE} ਅਤੇ I_C ਦੇ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਮਾਨਾਂ ਤੇ β_{dc} ਅਤੇ β_{ac} ਦੇ ਮਾਨਾਂ ਨੂੰ ਗਿਆਤ ਕਰਨ ਲਈ ਅਸੀਂ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਅੱਗੇ ਵੱਧ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। I_C ਦੇ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਮਾਨਾਂ ਤੋਂ ਕੁਝ ਘੱਟ ਅਤੇ ਕੁਝ ਵੱਧ I_b ਦੇ ਦੋ ਮਾਨਾਂ ਦੇ ਲਈ ਕੋਈ ਦੋ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕਾਂ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਇਥੇ $I_C = 4.0$ m A,($I_b = 30$ ਅਤੇ 20 MA ਦੇ ਲਈ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕਾਂ ਦੀ ਚੋਣ ਕਰੋ) $V_{CE} = 10$V ਤੇ ਅਸੀਂ ਗ੍ਰਾਫ ਤੋਂ Ic ਦੇ ਦੋ ਮਾਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ।

ਤਾਂ ΔI_B = (30-20) uA = 10uA, ΔI_C = (4.5-3.0) uA = 1.5 uA

ਇਸ ਲਈ βac = 1.5 mA / 10uA = 150

βdc , ਦਾ ਮਾਨ ਪਤਾ ਕਰਨ ਲਈ ਜਾਂ ਤਾਂ V_{CE} = 10V ਤੇ Ic = 4.0 mA ਦੇ ਸੰਗਤ I_B ਦੇ ਮਾਨ ਦਾ ਅਨੁਮਾਨ ਲਗਾਈਏ ਜਾਂ ਚੋਣ ਕੀਤੇ ਗਏ ਦੋ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕਾਂ ਦੇ ਲਈ βdc , ਦੇ ਦੋ ਮਾਨ ਪਤਾ ਕਰੋ ਅਤੇ ਇਹਨਾਂ ਦਾ ਔਸਤ ਪਤਾ ਕਰੋ।

ਇਸ ਲਈ, Ic = 4.5 uA ਤੇ I_B = 30uA ਦੇ ਲਈ

βdc = 4.5 uA/ 30 uA = 150

ਅਤੇ Ic = 3.0 uA ਤੇ I_B = 20uA ਦੇ ਲਈ

βdc = 3.0 uA/ 20 uA = 150

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ βdc = (150+150)/2 = 150

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

14.9.3 ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਇੱਕ ਯੁਕਤੀ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ (Transistor as a device)

ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਇਕ ਯੁਕਤੀ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਇਸਦੀ ਵਰਤੋਂ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਜਾਣ ਵਾਲੀ ਕਨਫੀਗਰੇਸ਼ਨ (ਜਿਵੇਂ CB,CC,CE), E-B ਅਤੇ B-C ਜੰਕਸ਼ਨਾਂ ਦੇ ਬਾਇਸ ਅਤੇ ਓਪਰੇਟਿੰਗ ਖੇਤਰ ਜਿਵੇਂ ਕੱਟ ਆਫ (cut off), ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ (active) ਖੇਤਰ ਅਤੇ ਸੰਤ੍ਰਿਪਤ (saturation) ਖੇਤਰ ਤੇ। ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਅਸੀਂ ਪਹਿਲਾਂ ਹੀ ਵਰਣਨ ਕਰ ਚੁਕੇ ਹਾਂ ਅਸੀਂ ਸਿਰਫ CE ਕਨਫੀਗਰੇਸ਼ਨ ਤੱਕ ਹੀ ਸੀਮਤ ਰਹਾਂਗੇ ਅਤੇ ਕਿਸੇ ਯੁਕਤੀ ਦੀ ਕਾਰਜ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਨੂੰ ਸਮਝਨ ਲਈ ਉਸ ਯੁਕਤੀ ਦੇ ਓਪਰੇਸ਼ਨ ਖੇਤਰ ਅਤੇ ਬਾਇਸ ਤੱਕ ਹੀ ਆਪਣਾ ਧਿਆਨ ਕੇਂਦਰਿਤ ਰਖਾਂਗੇ।

ਜਦੋਂ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਟ ਆਫ ਜਾਂ ਸੰਤ੍ਰਿਪਤ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਇੱਕ ਸਵਿਚ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਉਲਟ ਕਿਸੇ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਨੂੰ ਇੱਕ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵਰਤੋਂ ਕਰਨ ਲਈ ਇਸ ਨੂੰ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਓਪਰੇਟ ਕਰਨਾ ਹੋਵੇਗਾ।

i) ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਸਵਿਚ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ (Transistor as a switch) :-

ਅਸੀਂ ਚਿੱਤਰ 14.31(a) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ CE ਕਨਫਿਗਰੇਸ਼ਨ ਵਿੱਚ ਆਧਾਰ ਬਾਇਸਡ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦੇ ਵਿਵਹਾਰ ਦਾ ਵਿਸ਼ਲੇਸ਼ਨ ਕਰਕੇ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦੀ ਸਵਿਚ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵਰਤੋਂ ਸਮਝਨ ਦੀ ਕੋਸ਼ਿਸ਼ ਕਰਾਂਗੇ।

ਇਸ ਸਰਕਟ ਦੇ ਇਨੱਪੁਟ ਅਤੇ ਆਉਟਪੁੱਟ ਪਾਸਿਆਂ ਤੇ ਕਿਰਚੋਫ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਨਿਯਮ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਨ ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ

$$V_{BB} = I_B R_B + V_{BE} \qquad (14.12)$$

ਅਤੇ

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C \qquad (14.13)$$

ਇਥੇ ਅਸੀਂ V_{BB} ਨੂੰ DC ਇਨਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜ V_i ਅਤੇ V_{CE} ਨੂੰ DC ਆਉਟਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜ V_0 ਸਮਝਾਂਗੇ। ਇਸ ਲਈ

$$V_i = I_B R_B + V_{BE} \quad \text{ਅਤੇ}$$

$$V_O = V_{CC} - I_C R_C$$

ਆਓ ਇਹ ਦੇਖੀਏ ਕਿ V_i ਦੇ ਸਿਫਰ ਤੋਂ ਅੱਗੇ ਵਧਣ ਤੇ V_2 ਵਿੱਚ ਕੀ ਪਰਿਵਰਤਨ ਆਉਂਦਾ ਹੈ। ਸਿਲੀਕਾਨ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰਾਂ ਵਿੱਚ ਜਦੋਂ ਤਕ Vi ਦਾ ਮਾਨ 0.6 V ਤੋਂ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਕੱਟ ਆਫ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ Ic ਸਿਫਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਇਸ ਲਈ $V_o = V_{cc}$

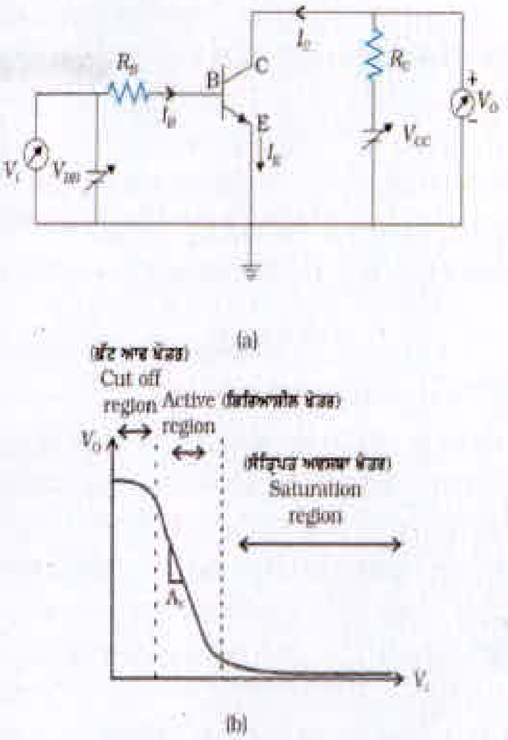
ਜਦੋਂ V_i ਦਾ ਮਾਨ 0.6V ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਆਉਟਪੁਟ ਵਿੱਚ ਕੁਝ ਕਰੰਟ I_c ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਪਦ $I_c R_c$ ਦਾ ਮਾਨ ਵੱਧਣ ਤੇ ਆਉਟਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜ਼ Vo ਘਟਦੀ ਹੈ। Vi ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਹੋਣ ਤੇ I_c ਵਿੱਚ ਲਗਭਗ ਰੇਖੀ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਲਈ Vo ਦਾ ਮਾਨ ਰੇਖੀ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਉਸ ਸਮੇਂ ਤੱਕ ਘਟਦਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਤੱਕ ਕਿ ਮਾਨ ਲਗਭਗ 1.0 V ਤੋਂ ਘੱਟ ਨਹੀਂ ਹੋ ਜਾਂਦਾ।

ਇਸ ਤੋਂ ਅੱਗੇ, ਪਰਿਵਰਤਨ ਅਰੇਖੀ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਸੰਤ੍ਰਿਪਤ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਪੁੱਜ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। V_2 ਦੇ ਮਾਨ ਵਿੱਚ ਹੋਰ ਵਾਧਾ ਕਰਨ ਤੇ ਆਉਟਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਵਿੱਚ ਹੋਰ ਕਮੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਸਿਫਰ ਵੱਲ ਵਧਣ ਲੱਗਦੀ ਹੈ। ਜਦਕਿ ਇਹ ਸਿਫਰ ਕਦੇ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ। ਜੇ ਅਸੀਂ V_o ਅਤੇ V_i ਵਿੱਚ ਗ੍ਰਾਫ ਖਿਚੀਏ [ਜਿਸ ਨੂੰ ਆਧਾਰ ਬਾਇਸਡ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦਾ ਟ੍ਰਾਂਸਫਰ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ(transfer characteristics of the base biased transistor) ਵੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਚਿੱਤਰ (14.31(b))] ਤਾਂ ਅਸੀਂ ਦੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਕਟ ਆਫ ਅਵਸਥਾ ਅਤੇ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਅਵਸਥਾ ਦੇ ਵਿੱਚ ਅਤੇ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਅਵਸਥਾ ਅਤੇ ਸੰਤ੍ਰਿਪਤ ਅਵਸਥਾ ਦੇ ਵਿੱਚ ਵੀ ਅਜਿਹੇ ਖੇਤਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜਿਥੇ ਪਰਿਵਰਤਨ ਵਿੱਚ ਰੇਖੀ ਸੁਭਾਅ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਜੋ ਇਹ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਕੱਟ ਆਫ ਅਵਸਥਾ ਤੋਂ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਅਤੇ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਅਵਸਥਾ ਤੇ ਸੰਤ੍ਰਿਪਤ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਤਬਦੀਲੀ ਸਪਸ਼ਟ ਨਹੀਂ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਆਓ, ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਦੇਖੀਏ ਕਿ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਸਵਿਚ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਿਵੇਂ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ, ਜਦੋ ਤੱਕ V_i ਦਾ ਮਾਨ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਨੂੰ ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸਡ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ, V_0 ਦਾ ਮਾਨ ਵੱਧ (V_{cc} ਤੇ) ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੇ V_i ਦਾ ਮਾਨ ਇਨ੍ਹਾਂ ਵੱਧ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਨੂੰ ਸੰਤ੍ਰਿਪਤ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਓਪਰੇਟ ਕਰਨ ਲਈ ਕਾਫੀ ਹੋਵੇ ਤਾਂ V_0 ਦਾ ਮਾਨ ਬਹੁਤ ਘੱਟ, ਸਿਫਰ ਦੇ ਬਹੁਤ ਨੇੜੇ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜਦੋ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਚਾਲਨ ਕਰਨ ਦੀ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਤਾਂ ਇਸ ਨੂੰ 'ਸਵਿਚ ਆਫ' ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਜਦੋਂ ਇਹ ਸੰਤ੍ਰਿਪਤ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਚਲਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਸ ਨੂੰ 'ਸਵਿਚ ਆਨ' ਵਿੱਚ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤੋਂ ਇਹ ਪ੍ਰਗਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਜੇ ਅਸੀਂ ਘੱਟ ਜਾਂ ਵੱਧ ਅਵਸਥਾ ਨੂੰ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦੀ ਕੱਟ ਆਫ ਅਤੇ ਸੰਤ੍ਰਿਪਤ ਅਵਸਥਾ ਦੇ ਸੰਗਤ ਪੱਧਰਾਂ ਦੀ ਕਿਸੇ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਤੋਂ ਹੇਠਾਂ ਜਾਂ ਉਪਰ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰੀਏ, ਤਾਂ ਅਸੀਂ ਇਹ ਕਹਿ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਕੋਈ ਘੱਟ ਇਨਪੁਟ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਨੂੰ ਸਵਿਚ ਆਫ ਕਰ ਦਿੰਦੀ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ ਉੱਚ ਇਨੱਪੁਟ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਨੂੰ 'ਸਵਿਚ ਆਨ' ਕਰ ਦਿੰਦੀ ਹੈ। ਹੋਰ ਸ਼ਬਦਾਂ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਇਸ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵੀ ਕਹਿ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਨੂੰ ਦਿੱਤੀ ਗਈ ਘੱਟ ਇਨੱਪੁਟ ਉੱਚ ਆਉਟਪੁੱਟ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦੀ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਨੂੰ ਦਿੱਤੀ ਗਈ ਉੱਚ ਇਨਪੁਟ ਘੱਟ ਆਉਟਪੁਟ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦੇ ਸਵਿਚ ਸਰਕਟ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਡਿਜਾਈਨ ਕੀਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਕਿ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਕਦੇ ਵੀ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਨਹੀਂ ਰਹਿੰਦੇ।



ਚਿੱਤਰ 14.31 (a) CE ਕਨਫਿਗਰੇਸ਼ਨ ਵਿੱਚ ਆਧਾਰ ਬਾਇਸਡ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ (b) ਟਰਾਂਸਫਰ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕਸ

(ii) ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ (Transistor as an amplifier)

ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਨੂੰ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਰਤੋਂ ਵਿੱਚ ਲਿਆਉਣ ਲਈ ਅਸੀਂ Voਤੇ Vi ਦੇ ਵਿੱਚ ਗ੍ਰਾਫ ਦੇ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਖੇਤਰ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਾਂਗੇ। ਇਸ ਵਕ੍ਰ ਦੇ ਰੇਖੀ ਭਾਗ ਦੀ ਢਾਲ ਇਨੱਪੁਟ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਦੀ ਦਰ ਨੂੰ ਪ੍ਰਗਟ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਕਿਉਕਿ ਆਉਟਪੁੱਟ ਦਾ ਮਾਨ $V_{cc} - I_c R_c$ ਹੈ ਅਤੇ $I_c R_c$ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਇਹੀ ਕਾਰਨ ਹੈ ਕਿ ਜਿਵੇਂ ਜਿਵੇਂ ਕਿਸੇ CE ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਦੀ ਇਨੱਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਆਉਟਪੁੱਟ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਵਿੱਚ ਕਮੀ ਹੁੰਦੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਆਉਟਪੁਟ ਨੂੰ ਇਨੱਪੁਟ ਦੀ ਕਲਾ ਤੋ ਬਾਹਰ (out of phase) ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਅਸੀਂ ਇਹ ਮੰਨੀਏ ਕਿ ΔVo / ΔVi ਆਉਟਪੁੱਟ ਅਤੇ ਇਨੱਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜਾਂ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਪਰਿਵਰਤਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ΔVo/ ΔVi ਨੂੰ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਦਾ ਸਮਾਲ ਸਿਗਨਲ ਵੋਲਟੇਜ ਗੇਨ (small signal voltage gain) Av ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

ਜੇ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਖੇਤਰ ਦੇ ਮੱਧ ਬਿੰਦੂ ਦੇ ਸੰਗਤ ਵੋਲਟੇਜ਼ VBB ਦਾ ਕੋਈ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਮਾਨ ਹੈ, ਤਾਂ ਸਰਕਟ ΔVo/ ΔVi ਵੋਲਟੇਜ਼ ਗੇਨ ਵਾਲੇ CE ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਵਹਾਰ ਕਰੇਗਾ। ਅਸੀਂ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦੀ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਗੇਨ Av ਨੂੰ ਸਰਕਟ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਾਂ ਦੇ ਪਦਾਂ ਵਿੱਚ ਅਤੇ ਕਰੰਟ ਗੇਨ ਨੂੰ ਹੇਠਾਂ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਦਰਸਾ ਸਕਦੇ ਸੌਂਨੂੰ ਗਿਆਤ ਹੈ ਕਿ ਆਉਟਪੁੱਟ ਵੋਲਟੇਜ

$V_0 = V_{cc} - I_c R_c$ ਇਸ ਲਈ, $\Delta V_0 = 0\text{-}R_c \Delta I_c$

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ $V_i = I_B R_B + V_{BE}$ ਤੋਂ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

$\Delta Vi = R_B \Delta I_B + \Delta V\,BE$ ਦੇ ਮਾਨ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਨਿਗੁਣਾ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਇਸ CE ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ (ਚਿੱਤਰ 14.32) ਦੇ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਗੇਨ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦਰਸਾ ਸਕਦੇ ਹਾਂ

$$Av = -R_c \Delta I_c / R_B \Delta I_B$$
$$= - \beta ac\ (R_c / R_B) \qquad (14.14)$$

ਇਥੇ $\beta ac = \Delta I_c / \Delta I_B$ [ਸਮੀਕਰਣ (14.10) ਤੋਂ] । ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਸਤੇਮਾਲ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦੇ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਖੇਤਰ ਦੇ ਰੇਖੀ ਭਾਗ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦੀ ਇੱਕ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ (CE- ਕਰਫਿਗਰੇਸ਼ਨ) ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਅਗਲੇ ਸੈਕਸ਼ਨ ਵਿੱਚ ਵਿਸਤਾਰ ਨਾਲ ਚਰਚਾ ਕੀਤੀ ਜਾਵੇਗੀ।

14.9.4 ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ (CE- ਕਨਫਿਗਰੇਸ਼ਨ) (Transistor as an amplifier (CE configuration))

ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਨੂੰ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਓਪਰੇਟ ਕਰਨ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ ਕਿ ਅਸੀਂ ਇਸਦੇ ਓਪਰੇਟਿੰਗ ਬਿੰਦੂ (Operating point) ਨੂੰ ਇਸਦੇ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਖੇਤਰ ਦੇ ਮੱਧ ਵਿੱਚ ਕਿਤੇ ਵੀ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਕਰੀਏ। ਜੇ ਅਸੀਂ ਟ੍ਰਾਂਸਫਰ ਵਕ੍ਰ ਦੇ ਰੇਖੀ ਭਾਗ ਦੇ ਮੱਧ ਬਿੰਦੂ ਦੇ ਸੰਗਤ V_{BB} ਦਾ ਮਾਨ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਕਰੀਏ ਤਾਂ dc ਆਧਾਰ ਕਰੰਟ I_B ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਹੋਵੇਗਾ ਅਤੇ ਸੰਗਤ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਕਰੰਟ I_c ਵੀ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਹੋ ਜਾਵੇਗਾ। dc ਵੋਲਟੇਜ਼ $V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C$ ਵੀ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਰਹੇਗੀ। V_{CE}, I_B ਦੇ ਓਪਰੇਟਿੰਗ ਮਾਨ, ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਦੇ ਓਪਰੇਟਿੰਗ ਬਿੰਦੂ ਨੂੰ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ।

ਜੇ ਆਪੂਰਤੀ V_{BB} ਦੇ ਨਾਲ ਲੜੀਵੱਧ ਕਿਸੇ ਸਿਗਨਲ ਦੇ ਸ੍ਰੋਤ ਨੂੰ ਜੋੜ ਕੇ V_i ਆਯਾਮ ਦੀ ਕੋਈ ਬਹੁਤੀ ਛੋਟੀ ਸੀਨੋਸਾਈਡਲ (small sinusoidal) ਵੋਲਟੇਜ਼ dc ਆਧਾਰ ਬਾਇਸ ਤੇ ਸੁਪਰਪੋਜ਼ (superpose) ਕਰੀਏ ਤਾਂ ਆਧਾਰ ਕਰੰਟ I_B ਦੇ ਮਾਨ ਤੇ ਸੀਨੋਸਾਈਡਲ ਪਰਿਵਰਤਨ ਸੁਪਰਇਮਪੋਜ (superimpose) ਹੋ ਜਾਵੇਗਾ। ਇਸਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਕਰੰਟ I_c ਤੇ ਵੀ ਸੀਨੋਸਾਈਡਲ ਪਰਿਵਰਤਨ ਸੁਪਰਪੋਜ ਹੋ ਜਾਣਗੇ ਜੋ ਆਉਟਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜ Vo ਦੇ ਮਾਨ ਵਿੱਚ ਵੀ ਸੰਗਤ ਪਰਿਵਰਤਨ ਪੈਦਾ ਕਰਣਗੇ। ਵੱਡੇ ਕੈਪੀਸਟਰਾਂ ਦੁਆਰਾ dc ਵੋਲਟੇਜਾਂ ਨੂੰ ਰੋਕ ਕੇ ਅਸੀਂ ਇਨਪੁਟ ਅਤੇ ਆਉਟਪੁਟ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ac ਪਰਿਵਰਤਨ ਨੂੰ ਮਾਪ ਸਕਦੇ ਹਾਂ।

ਐਮਲੀਫਾਇਅਰ ਦੇ ਉਪਰ ਦੱਸੇ ਵਿਵਰਣ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਕਿਸੇ ac ਸਿਗਨਲ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਨਹੀਂ ਕੀਤਾ ਹੈ। ਵਿਆਪਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰਾਂ ਦਾ ਇਸਤੇਮਾਲ ਆਲਟਰਨੇਟ ਸਿਗਨਲਾਂ ਨੂੰ ਐਮਪਲੀਫਾਈ ਕਰਨ ਲਈ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਮੰਨ ਲਉ ਚਿੱਤਰ 14.32 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਅਸੀਂ ਕਿਸੇ ac ਇਨੱਪੁਟ ਸਿਗਨਲ V_i (ਜਿਸ ਨੂੰ ਐਮਪਲੀਫਾਈ ਕਰਨਾ ਹੈ) ਨੂੰ ਬਾਇਸ VBB (dc) ਤੇ ਸੁਪਰਪੋਜ਼ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਆਉਟਪੁਟ ਨੂੰ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਅਤੇ ਗਰਾਊਂਡ ਦੇ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਕਿਸੇ ਵੀ ਐਮਪਲੀਫਾਈਰ ਦੀ ਕਿਰਿਆਵਿਧੀ ਨੂੰ ਸਰਲਤਾ ਨਾਲ ਸਮਝਨ ਦੇ ਲਈ ਪਹਿਲਾਂ ਅਸੀਂ ਇਹ ਮੰਨਦੇ ਹਾਂ ਕਿ $V_i = 0$ ਤਾਂ ਆਉਟਪੁੱਟ ਪਾਸੇ ਤੇ ਕਿਰਚੋਫ਼ ਨਿਯਮ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਨ ਤੇ, ਅਸੀਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ

$$V_{CC} = V_{CE} + I_C R_L \qquad (14.15)$$

ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਨੱਪੁਟ ਪਾਸੇ ਦੇ ਲਈ

$$V_{BB} = V_{BE} + I_B R_B \qquad (14.16)$$

ਜਦੋਂ V_i ਸਿਫਰ ਨਹੀਂ ਹੈ, ਤਾਂ

$$V_{BE} + V_I = V_{BE} + I_B R_B + \Delta I_B (R_B + r_I)$$

V_{BE} ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਨੂੰ ਇਨੱਪੁਟ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ (rj) [ਸਮੀਕਰਨ (14.8) ਦੇਖੋ] ਅਤੇ I_B ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ

$$V_I = \Delta I_B (R_B + rj)$$
$$= r \Delta I_B$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

I_B ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਨਾਲ I_c ਵਿੱਚ ਵੀ ਪਰਿਵਰਤਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਸਮੀਕਰਨ (14.11) ਵਿੱਚ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਪੈਰਾਮੀਟਰ β_{dc} ਦੀ ਹੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪੈਰਾਮੀਟਰ β_{ac} ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ।

$$\beta_{ac} = \Delta I_C / \Delta I_B = i_c / i_b \qquad (14.17)$$

ਇਸ ਨੂੰ ਕਰੰਟ ਗੇਨ (Ai) ਵੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਅਕਸਰ ਆਉਟਪੁਟ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਦੇ ਰੇਖੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ β ac ਦਾ ਮਾਨ β_{dc} ਦੇ ਨੇੜੇ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਕਿਉਂਕਿ V_{cc} ਦਾ ਮਾਨ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਹੈ I_B ਦੇ ਕਾਰਨ I_c ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ V_{CE} ਅਤੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ R_L ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਪੂਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ।

ਇਹਨਾਂ ਪਰਿਵਰਤਨਾਂ ਨੂੰ ਸਮੀਕਰਨ (14.15) ਦੁਆਰਾ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ

$$\Delta V_{CC} = \Delta V_{CE} + R_L \, \Delta I_C = 0$$

ਜਾਂ

$$\Delta V_{CE} = - R_L \, \Delta I_C$$

V_{CE} ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਆਉਟਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜ V_o ਹੈ। ਸਮੀਕਰਨ (14.10) ਤੋਂ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ

$$V_o = \Delta V_{CE} = - \beta_{ac} R_L \, \Delta I_B$$

ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਦਾ ਵੋਲਟੇਜ ਗੇਨ ਹੈ

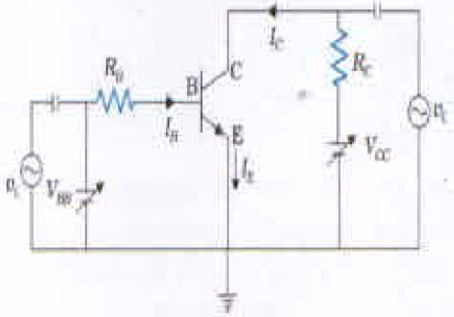
$$Av = V_o/V_i = \Delta V_{CE} \, / \, r\Delta I_B$$
$$= - \beta_{ac} R_L \, / \, r \qquad (14.18)$$

ਰਿਣਾਤਮਕ ਚਿਨ੍ਹ ਇਹ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਆਉਟਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜ ਦੇ ਉਲਟ ਹੈ।

ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਦੀ ਉਪਰੋਕਤ ਵਿਆਖਿਆ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਇਹ ਦੇਖਿਆ ਹੈ ਕਿ CE ਕਨਫਿਗਰੇਸ਼ਨ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਗੇਨ β_{ac} ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਵੋਲਟੇਜ ਗੇਨ Av ਵੀ ਦੇਖਿਆ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਅਸੀਂ ਸ਼ਕਤੀ ਗੇਨ (power gain) A_p ਨੂੰ ਕਰੰਟ ਗੇਨ ਅਤੇ ਵੋਲਟੇਜ ਗੇਨ ਦੇ ਗੁਣਨਫਲ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਦਰਸਾ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਗਣਿਤਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ

$$Ap = \beta_{ac} \times Av \qquad (14.19)$$

ਕਿਉਂਕਿ β_{ac} ਅਤੇ Av ਦੇ ਮਾਨ 1 ਤੋਂ ਵੱਧ ਹਨ, ਇਸ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ac ਪਾਵਰ ਗੇਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਜਦੋਂਕਿ ਸਾਨੂੰ ਇਹ ਪਤਾ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਕਿ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਕੋਈ ਸ਼ਕਤੀ ਪੈਦਾ ਕਰਨ ਵਾਲੀ ਯੁਕਤੀ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਆਉਟਪੁਟ ਤੇ ਉੱਚ ac ਸ਼ਕਤੀ ਦੇ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਉਰਜਾ ਬੈਟਰੀ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 14.32 CE ਟਰਾਂਜਿਸਟਰ ਐਮਲੀਫਾਇਅਰ ਦਾ ਇੱਕ ਸਰਲ ਸਰਕਟ

ਉਦਾਹਰਣ 14.9 ਚਿੱਤਰ 14.31(a) ਵਿੱਚ ਪਾਵਰ ਸਪਲਾਈ V_{BB} ਵਿੱਚ 0 V ਤੋਂ 5.0 v ਤੱਕ ਪਰਿਵਰਤਨ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। Si ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦੇ ਲਈ β_{dc} = 250 ਅਤੇ R_B = 100 k Ω , R_C = 1 k Ω ਹੈ। ਇਹ ਮੰਨਦੇ ਹੋਏ ਕਿ ਜਦੋਂ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਸੰਤ੍ਰਿਪਤ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਹੈ ਤਾਂ V_{CE} = 0V , V_{BE} = 0.8V. (a) ਉਹ ਨਿਊਨਤਮ ਆਧਾਰ ਕਰੰਟ ਪਤਾ ਕਰੋ ਜਿਸ ਤੇ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਸੰਤ੍ਰਿਪਤ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਪੁੱਜ ਜਾਵੇਗਾ। (b) ਇਸ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਪ੍ਰਕਾਰ V1 ਦਾ ਉਹ ਮਾਨ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਸਵਿਚ ਆਫ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਾਰਜ ਕਰੇਗਾ। (c) V_i ਦੀ ਉਹ ਰੇਂਜ ਪਤਾ ਕਰੋ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ 'ਸਵਿਚ ਆਫ' ਅਤੇ 'ਸਵਿਚ ਆਨ' ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ।

ਹੱਲ:- ਦਿੱਤਾ ਹੋਇਆ ਹੈ ਕਿ ਸੰਤ੍ਰਿਪ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ

V_{CE} =0 V, V_{BE} = 0.8 V

$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C$

$I_C = V_{CC} / R_C = 5.0\text{V}/ 1.0\text{K}\ \Omega = 5.0\ \text{mA}$

ਇਸ ਲਈ $I_B = I_C/\beta = 5.0\ \text{mA}/250 = 20\ \mu\text{A}$

ਉਹ ਇਨਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜ ਜਿਸ ਤੇ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਸੰਤ੍ਰਿਪ ਅਵਸਥਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਲੈਂਦਾ ਹੈ

$V_{IH} = V_{BB} = I_B R_B + V_{BE}$

$= 20\mu\text{A} \times 100\ \text{k}\Omega + 0.8\text{V} = 2.8\ \text{V}$

ਉਹ ਇਨਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜ ਜਿਸ ਤੇ ਘੱਟ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਕੱਟ ਆਫ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ।

$V_{IL} = 0.6$ V, $V_{IH} = 2.8$ V

0.0V, 0.6V ਦੇ ਵਿੱਚ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ 'ਸਵਿਚ ਆਫ' ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਰਹੇਗਾ। 2.8V ਅਤੇ 5.0V ਦੇ ਵਿੱਚ ਇਹ 'ਸਵਿੱਚ ਆਨ' ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਰਹੇਗਾ।

ਧਿਆਨ ਦਿਓ, ਜਦੋ I_B ਦਾ ਮਾਨ 0.0mA ਤੋਂ 20mA ਦੇ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਤਾਂ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਰੇਂਜ ਵਿੱਚ, $I_C = \beta I_B$ ਮੰਨਣਯੋਗ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸੰਤ੍ਰਿਪਤ ਅਵਸਥਾ ਰੇਂਜ ਵਿੱਚ I_C d" βI_B

ਉਦਾਹਰਣ 14.10 ਕਿਸੇ CE ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਦੇ ਲਈ 2.0kΩ ਦੇ ਉਤਸਰਜਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ ਦੇ ਲਈ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ 2.0V ਹੈ। ਮੰਨ ਲਉ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦਾ ਕਰੰਟ ਐਮਪਲੀਫਿਕੇਸ਼ਨ ਫੈਕਟਰ 100 ਹੈ। ਜੇ dc ਦਾ ਆਧਾਰ ਕਰੰਟ ਦਾ ਮਾਨ ਸਿਗਨਲ ਕਰੰਟ ਦਾ 10 ਗੁਣਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਤਾਂ 2.0 V ਦੀ ਆਪੂਰਤੀ V_{BB} ਲੜੀਵੱਧ ਵਿੱਚ ਜੋੜੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ R_B ਦਾ ਮਾਨ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ। ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ dc ਪੂਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਵੀ ਪਤਾ ਕਰੋ। (ਚਿੱਤਰ 14.32)

ਹੱਲ:- ਆਉਟਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜ 2.0V ਇਸਲਈ ac ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਕਰੰਟ $i_C = 2.0/2000 = 1.0$ mA

ਇਸ ਲਈ ਆਧਾਰ ਵਿੱਚੋ ਲੰਘਣ ਵਾਲਾ ਸਿਗਨਲ ਕਰੰਟ $i_B = i_C/\beta = 1.0\text{mA}/100 = 0.010\text{mA}$

dc ਆਧਾਰ ਕਰੰਟ = 10× 0.010 = 0.10 mA

ਸਮੀਕਰਣ 14.16, $R_B = (V_{BB} - V_{BE})/I_B$ ਇਹ ਮੰਨਦੇ ਹੋਏ ਕਿ $V_{BE} = 0.6$ V

$R_B = (2.0 - 0.6)/ 0.10 = 14\text{k}\ \Omega$

D_c ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਕਰੰਟ $I_C = 100 \times 0.10 = 10$ mA

14.9.5 ਫੀਡਬੈਕ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਅਤੇ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਆਸੀਲੇਟਰ (feedback amplifier and transistor oscillator)

ਅਸੀਂ ਦੇਖਿਆ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੇ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਸੀਨੋਸਾਇਡਲ ਇਨਪੁਟ ਸਿਗਨਲ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉਹ ਐਮਪਲੀਫਾਈਡ ਸਿਗਨਲ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਦਾ ਅਰਥ ਇਹ ਹੈ ਕਿ *ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਦੇ ਆਉਟਪੁਟ ਵਿੱਚ ac ਸਿਗਨਲ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ ਇੱਕ ਬਾਹਰੀ ਇਨਪੁਟ ਸਿਗਨਲ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ।* ਕਿਸੇ ਆਸੀਲੇਟਰ ਵਿੱਚ ਬਾਹਰੀ ਇਨਪੁਟ ਸਿਗਨਲ ਲਗਾਏ ਬਿਨਾਂ ਹੀ ਸਾਨੂੰ ac ਆਉਟਪੁਟ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਦੂਸਰੇ ਸ਼ਬਦਾਂ ਵਿੱਚ ਆਸੀਲੇਟਰ ਦਾ ਆਉਟਪੁਟ ਸਿਗਨਲ *ਆਪਣੇ ਆਪ ਬਣਿਆ (self sustained)* ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਅਜਿਹਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ ਇੱਕ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਹੀ ਲਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਆਉਟਪੁਟ ਸਿਗਨਲ ਦਾ ਇੱਕ ਭਾਗ ਅਰੰਭਿਕ ਸਿਗਨਲ ਦੀ *ਕਲਾ (phase)* ਵਿੱਚ ਹੀ ਇਨਪੁਟ ਨੂੰ ਵਾਪਸ ਫੀਡਬੈਕ ਕਰ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਨੂੰ *ਧਨਾਤਮਕ ਫੀਡਬੈਕ* (positive feedback) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਜਿਵੇਂ ਚਿੱਤਰ 14.33(a) ਵਿੱਚ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਫੀਡਬੈਕ ਨੂੰ *ਇਨਡਕਟਿਵ ਕਪਲਿੰਗ (inductive coupling)* (ਆਪਸੀ ਪ੍ਰੇਰਕਤਾ ਦੁਆਰਾ, Mutual induction) ਜਾਂ LC ਜਾਂ RC ਸਰਕਟਾਂ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਵੱਖ ਵੱਖ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਆਸੀਲੇਟਰਾਂ ਤੋ ਆਊਟਪੁਟ ਨੂੰ ਇਨਪੁਟ ਨਾਲ ਜੋੜਣ ਲਈ ਵੱਖ ਵੱਖ ਵਿਧੀਆਂ (ਫੀਡਬੈਕ ਸਰਕਟ) ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ ਕਿਸੇ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਤੇ ਡੋਲਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਢੁਕਵੇਂ ਅਨੁਨਾਦੀ (resonant) ਸਰਕਟ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਆਸੀਲੇਟਰ ਦੀ ਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਸਮਝਣ ਦੇ ਲਈ ਆਓ ਚਿੱਤਰ 14.33(b) ਵਿੱਚ ਦਿਖਾਏ ਗਏ ਸਰਕਟ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੀਏ। ਇੱਕ ਕੁੰਡਲੀ (T_1) ਤੋਂ ਦੂਸਰੀ ਕੁੰਡਲੀ (T_2) ਵਿੱਚ ਇਨਡਕਟਿਵ ਕਪਲਿੰਗ ਦੁਆਰਾ ਫੀਡਬੈਕ ਪੂਰਾ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਧਿਆਨ ਦੇਣ ਯੋਗ ਗੱਲ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਇਥੇ ਕੁੰਡਲੀਆਂ T_1 ਤੇ T_2 ਇੱਕ ਹੀ ਕੋਰ ਤੇ ਲਪੇਟੀਆਂ ਹੋਈਆਂ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸ ਲਈ ਆਪਣੇ ਆਪਸੀ ਪ੍ਰੇਰਕਤਾ ਦੁਆਰਾ (mutual induction) ਇਨਡਕਟੀਵਲੀ ਕਪਲਡ (inductively coupled) ਹਨ। ਇੱਕ ਐਂਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੀ, ਆਧਾਰ ਉਤਸਰਜਕ ਜੰਕਸ਼ਨ ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸ ਵਿੱਚ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂਕਿ ਆਧਾਰ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਜੰਕਸ਼ਨ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਵਿੱਚ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਸੁਖਾਲੇਪਣ ਲਈ, ਜਿਹੜੇ ਵਿਸਤ੍ਰਿਤ ਬਾਇਸ ਸਰਕਟ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਇਸਤੇਮਾਲ ਕੀਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ, ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਇਥੇ ਨਹੀਂ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।

ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਇਹ ਸਮਝਣ ਦੀ ਕੋਸ਼ਿਸ ਕਰਾਂਗੇ ਕਿ ਡੋਲਨਾਂ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਬਣਦੀਆਂ ਹਨ। ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ ਸਵਿਚ S_1 ਨੂੰ *ਆਨ ਕੀਤਾ* ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਕਿ ਪਹਿਲੀ ਬਾਰ ਢੁਕਵੀਂ ਬਾਇਸ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕੇ। ਸਪਸ਼ਟ ਤੌਰ ਤੇ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਵਿੱਚ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਕਰੰਟ ਦੀ ਇੱਕ ਤੇਜ਼ ਲਹਿਰ (Surge) ਵਗੇਗੀ। ਇਹ ਕਰੰਟ ਕੁੰਡਲੀ T_2 ਵਿਚੋਂ ਲੰਘ ਕੇ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਨੂੰ ਚਿੱਤਰ 14.33(b) ਵਿੱਚ ਸੰਖਿਆ 3 ਅਤੇ 4 ਦਿੱਤੀ ਗਈ ਹੈ। ਇਹ ਕਰੰਟ ਆਪਣੇ ਪੂਰੇ ਆਯਾਮ (amplitude) ਤੇ ਤਤਕਾਲ ਨਹੀਂ ਪੁੱਜ ਸਕਦਾ, ਬਲਕਿ X ਤੋਂ Y ਤੱਕ ਹੌਲੀ ਹੌਲੀ ਵਧਦਾ ਹੈ, ਜਿਵੇਂ ਚਿੱਤਰ 14.33(c) (i) ਵਿੱਚ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਕੁੰਡਲੀ T_2 ਅਤੇ T_1 ਦੇ ਵਿੱਚ ਇਨਡਕਟਿਵ ਕਪਲਿੰਗ ਦੇ ਕਾਰਨ ਉਤਸਰਜਕ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਕਰੰਟ ਵੱਗਣ ਲਗਦਾ ਹੈ (ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਇਹੀ ਇਨਪੁਟ ਤੋਂ ਆਊਟਪੁਟ ਨੂੰ ਫੀਡਬੈਕ ਹੈ)। ਧਨਾਤਮਕ ਫੀਡਬੈਕ ਦੇ ਕਾਰਨ T_1 ਵਿੱਚ ਇਹ ਕਰੰਟ (ਉਤਸਰਜਕ ਕਰੰਟ) ਵੀ X ਤੋਂ X' ਤੱਕ ਵਧਦਾ ਹੈ। [ਚਿੱਤਰ 14.33 (c) (ii) ਦੇਖੋ] ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਜੁੜੀ ਹੋਈ ਕੁੰਡਲੀ T_2 ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ (ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਕਰੰਟ) Y ਮਾਨ ਤੇ ਪੁੱਜਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ *ਸੰਤ੍ਰਿਪਤ* ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸਦਾ ਅਰਥ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਇਸ ਸਮੇਂ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਕਰੰਟ ਆਪਣੇ ਅਧਿਕਤਮ ਮਾਨ ਤੇ ਹੈ, ਅਤੇ ਹੁਣ ਹੋਰ ਨਹੀਂ ਵੱਧ ਸਕਦਾ।

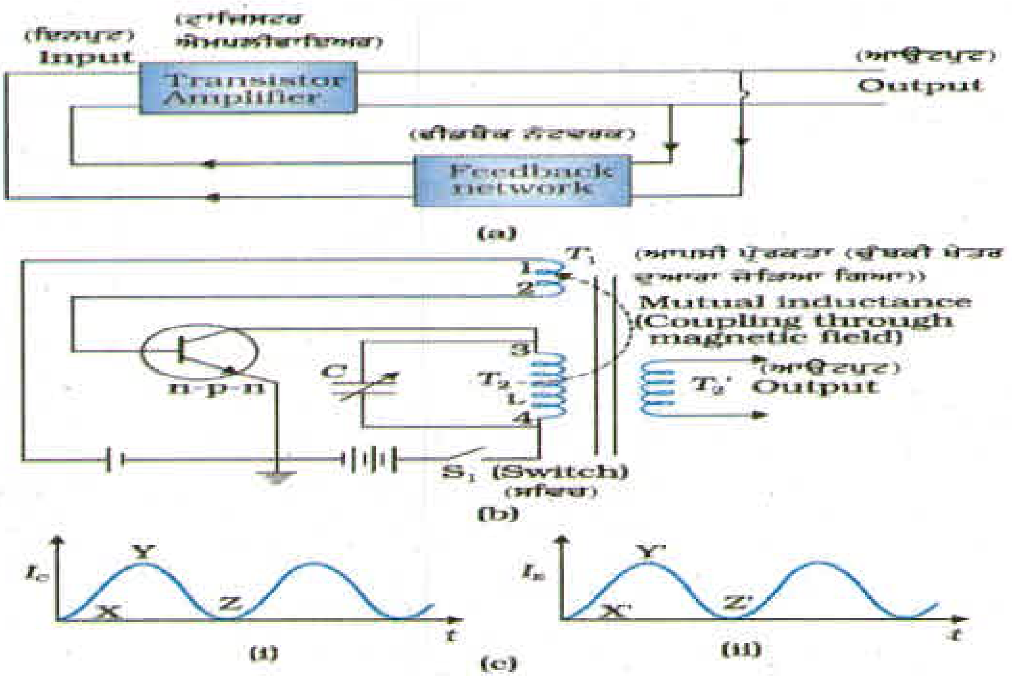
ਕਿਉਂਕਿ ਹੁਣ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਹੋਰ ਪਰਿਵਰਤਨ ਨਹੀਂ ਹੋ ਰਿਹਾ ਹੈ,ਇਸਲਈ T_2 ਦੇ ਨੇੜੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਧਣਾ ਬੰਦ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ ਹੀ ਖੇਤਰ ਸਥਿਰ ਹੋ ਜਾਵੇਗਾ, ਉਸ ਸਮੇਂ ਹੀ T_2 ਤੇ T_1 ਵਿੱਚ ਫੀਡਬੈਕ ਰੁਕ ਜਾਵੇਗੀ। ਫੀਡਬੈਕ ਬੰਦ ਹੋਣ ਤੇ ਉਤਸਰਜਕ ਕਰੰਟ ਘੱਟ ਹੋਣਾ ਸ਼ੁਰੂ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ, ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਕਰੰਟ Y ਤੋ Z ਵੱਲ ਘਟਦਾ ਹੈ [ਚਿੱਤਰ 14.33 (c) (i)]। ਪਰ, ਸੰਗ੍ਰਹੀ ਕਰੰਟ ਦੇ ਘਟਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਕੁੰਡਲੀ T_2 ਦੇ ਨੇੜੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਖੈ ਸ਼ੁਰੂ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ T_1 ਨੂੰ T_2 ਵਿੱਚ ਘਟਦਾ ਹੋਇਆ ਖੇਤਰ ਦਿਖਦਾ ਹੈ (ਅਰੰਭਿਕ ਸਟਾਰਟ ਕਿਰਿਆ ਦੇ ਸਮੇਂ ਜਦੋਂ ਖੇਤਰ ਵੱਧ ਰਿਹਾ ਸੀ, ਤੋਂ ਇਹ ਕਿਰਿਆ ਬਿਲਕੁਲ ਉਲਟ ਹੈ)। ਇਸਦੇ ਕਾਰਨ ਉਤਸਰਜ ਕਰੰਟ ਉਸ ਸਮੇਂ ਤੱਕ ਹੋਰ ਘਟਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਤੱਕ ਇਹ Z^{1} ਤੇ ਨਾ ਪੁੱਜ ਜਾਵੇ ਜਦੋਂ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਕਟ ਆਫ ਹੋ ਜਾਏ। ਇਸ ਦਾ ਅਰਥ ਹੈ ਕਿ I_E ਅਤੇ I_C ਦੋਨੋਂ ਕਰੰਟਾਂ ਦਾ ਪ੍ਰਵਾਹ ਰੁੱਕ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸਲਈ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਆਪਣੀ ਅੰਰਭਿਕ ਅਵਸਥਾ (ਜਦੋਂ ਸ਼ਕਤੀ ਪਹਿਲੀ ਬਾਰ ਆਨ ਕੀਤੀ ਗਈ ਸੀ) ਵਿਚ ਮੁੜ ਆਂਦਾ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਬਾਦ ਪੂਰੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਆਪਣੇ ਆਪ ਨੂੰ ਦੁਹਰਾਉਂਦੀ ਹੈ। ਅਰਥਾਤ, ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਪਹਿਲਾਂ ਸੰਤ੍ਰਿਪਤ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਫਿਰ ਕਟ ਆਫ ਅਤੇ ਫਿਰ ਵਾਪਿਸ ਆਉਣ ਤੱਕ ਦੀ ਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਲਗਿਆ ਸਮਾਂ ਟੈਂਕ ਸਰਕਟ (tank circuit) ਜਾਂ ਟਿਊਨਡ ਸਰਕਟ (Tuned circuit) (ਕੁੰਡਲੀ T_2 ਦੀ ਇਨਡਕਟੈਸ L ਅਤੇ C ਇਸਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਵਿੱਚ ਜੋੜੇ ਹਨ) ਦੇ ਸਥਿਰ ਅੰਕਾਂ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਟਿਊਸਡ ਸਰਕਟ ਦੀ ਅਨੁਨਾਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ v ਹੀ ਉਹ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਹੈ ਜੋ ਨਿਰਧਾਰਤ ਕਰਦੀ ਹੈ ਕਿ ਡੋਲਨ ਕਿਸ ਆਵ੍ਰਿਤ ਤੇ ਡੋਲਣ ਕਰੇਗਾ।

$$v = \left(\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}\right) \tag{14.20}$$

ਚਿੱਤਰ 14.33 (b) ਦੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਟੈਂਕ ਜਾਂ ਟਿਊਨਸਡ ਸਰਕਟ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਵੱਲ ਜੋੜਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਸਲਈ ਇਸ ਨੂੰ *ਟਿਊਨਡ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਆਸੀਲੇਟਰ* (tuned collector oscillator) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਜੇ ਟਿਊਨਡ ਸਰਕਟ ਆਧਾਰ ਵੱਲ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com



ਚਿੱਤਰ 14.33 ਧਨਾਤਮਕ ਫੀਡਬੈਕ ਵਾਲੇ ਇੱਕ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਦਾ ਆਸੀਲੇਟਰ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕਿਰਿਆ ਕਰਨ ਦਾ ਸਿਧਾਂਤ (b) ਇੱਕ ਸਰਲ LC ਆਸੀਲੇਟਰ (c) ਇਨਡਕਟਿਵ ਕਪਲਿੰਗ ਕਾਰਨ ਕਰੰਟ ic ਤੇ ie ਦਾ ਵਧਨਾ ਤੇ ਘਟਨਾ (ਦਾ ਨਿਰਮਾਣ)

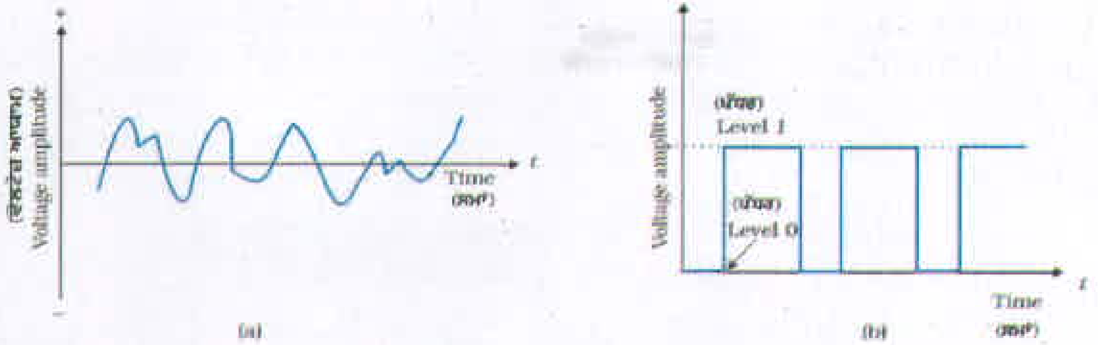
ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਇਸਨੂੰ *ਟਿਊਨਡ ਆਧਾਰ ਆਸੀਲੇਟਰ* (tuned base oscillator) ਕਹਾਂਗੇ। ਕਈ ਦੂਸਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਟੈਂਕ ਸਰਕਟ (ਜਿਵੇਂ RC) ਜਾਂ ਫੀਡਬੈਕ ਸਰਕਟ ਵੀ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜਿਹਨਾਂ ਤੋਂ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਆਸੀਲੇਟਰ ਬਣਦੇ ਹਨ ਜਿਵੇਂ ਕਾਲਪਿਟ ਆਸੀਲੇਟਰ, ਹਾਰਟਲੇ ਆਸੀਲੇਟਰ, RC ਆਸੀਲੇਟਰ ਆਦਿ।

14.10 ਅੰਕਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਕੀ ਅਤੇ ਤਰਕ (ਲਾਜੀਕ) ਗੇਟ (Digital electrons and logic gates)

ਪਿਛਲੇ ਸੈਕਸ਼ਨਾਂ ਵਿੱਚ ਜਿਹੜੇ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰਾਂ, ਆਸੀਲੇਟਰਾਂ ਵਰਗੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਕੀ ਸਰਕਟਾਂ ਨਾਲ ਤੁਹਾਡਾ ਪਰੀਚੇ ਕਰਵਾਇਆ ਗਿਆ ਸੀ ਉਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਜਾਂ ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟਾਂ ਦੇ ਸਿਗਨਲ ਲਗਾਤਾਰ ਕਾਲ-ਪਰਿਵਰਤਨਸ਼ੀਲ ਵੋਲਟੇਜਾਂ ਜਾਂ ਕਰੰਟਾਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸੀ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਸਿਗਨਲਾਂ ਨੂੰ *ਨਿਰੰਤਰ ਜਾਂ ਅਨੁਰੂਪ (ਐਨਾਲੌਗ Analogue) ਸਿਗਨਲ* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਚਿੱਤਰ 14.34 (a) ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਅਜਿਹਾ ਹੀ ਨਮੂਨੇ ਦਾ ਐਨਾਲੌਗ ਸਿਗਨਲ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 14.34 (b) ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਪਲਸ ਤਰੰਗ ਰੂਪ (pulse wave form) ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਦੇ ਸਿਰਫ ਡਿਸਕ੍ਰੀਟ (discrete) ਮਾਨ ਹੀ ਸੰਭਵ ਹਨ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਸਿਗਨਲਾਂ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਣ ਲਈ ਦੋ ਆਧਾਰ ਵਾਲੇ ਅੰਕਾਂ (binary number) ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਸਰਲ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਦੋ ਆਧਾਰੀ ਅੰਕਣ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਵਿੱਚ ਸਿਰਫ ਦੋ ਹੀ ਅੰਕ '0' (ਜਿਵੇਂ 0 V) ਅਤੇ '1' (ਜਿਵੇਂ, 5V) ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਅੰਕਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਕੀ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਸਿਰਫ, ਚਿੱਤਰ 14.34 (a) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ, ਇਹਨਾਂ ਹੀ ਦੋ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਪੱਧਰਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਇਹਨਾਂ ਸਿਗਨਲਾਂ ਨੂੰ *ਅੰਕੀ ਸਿਗਨਲ (ਡਿਜੀਟਲ ਸਿਗਨਲ digital signal)* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਅੰਕੀ ਸਰਕਟਾਂ ਵਿੱਚ ਇਨੱਪੁਟ ਅਤੇ ਆਉਟਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜਾਂ ਦੇ ਸਿਰਫ ਦੋ ਮਾਨਾਂ ਦੀ ਹੀ (ਜਿਹਨਾਂ ਨੂੰ 0 ਅਤੇ 1 ਨਾਲ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ) ਵਰਤੋਂ ਦੀ ਆਗਿਆ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com



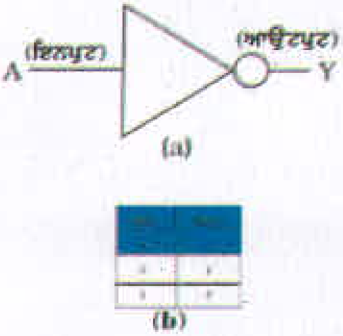
ਚਿੱਤਰ 14.34 (a) ਐਨਾਲੋਗ ਸਿਗਨਲ (b) ਡਿਜੀਟਲ ਸਿਗਨਲ

ਇਸ ਸੈਕਸ਼ਨ ਦਾ ਉਦੇਸ਼ ਅੰਕਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਕੀ (digital electronics) ਨੂੰ ਸਮਝਨ ਲਈ ਪਹਿਲਾਂ ਕਦਮ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਨਾ ਹੈ। ਇਥੇ ਅਸੀਂ ਆਪਣੇ ਅਧਿਐਨ ਨੂੰ ਅੰਕਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਕੀ ਦੇ ਕੁਝ ਮੂਲਭੂਤ ਰਚਨਾਖੰਡਾਂ (ਜਿਹਨਾਂ ਨੂੰ ਲਾਜਿਕ ਗੇਟ (logic gate) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ) ਤੱਕ ਹੀ ਸੀਮਤ ਰਖਾਂਗੇ। ਇਹ ਰਚਨਾਖੰਡ ਅੰਕੀ ਸਿਗਨਲਾਂ ਤੇ ਖਾਸ ਢੰਗ ਨਾਲ ਕਿਰਿਆ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਲਾਜਿਕ ਗੇਟਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੈਲਕੁਲੇਟਰਾਂ,ਅੰਕੀ ਘੜੀਆਂ (digital watches), ਕੰਪਿਊਟਰਾਂ, ਰੋਬੋਟਾਂ, ਉਦਯੋਗਿਕ ਨਿਯੰਤਰਣ ਪ੍ਰਣਾਲੀਆਂ (industrial control system)) ਅਤੇ ਦੂਰਸੰਚਾਰਾਂ (telecommunication) ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਅੰਕੀ ਸਰਕਟ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਆਪਣੇ ਘਰਾਂ ਵਿੱਚ ਇਸਤੇਮਾਲ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਸਵਿਚਾਂ ਦੀ ਉਦਾਹਰਣ ਲੈ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਸਵਿਚ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ 'ਆਨ' ਜਾਂ 'ਆਫ' ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ 'ਆਨ' ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਆਉਟਪੁੱਟ ਮਾਨ '1' ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਜਦੋਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ 'ਆਫ' ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਤਾਂ ਆਉਟਪੁੱਟ ਮਾਨ '0' ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਨੱਪੁਟ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸਵਿਚ ਦੀਆਂ ਸਥਿਤੀਆਂ ਹਨ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਬਣਾਉਣ ਦੇ ਲਈ ਸਵਿਚ ਨੂੰ ਜਾਂ ਤਾਂ 'ਆਨ' ਜਾਂ 'ਆਫ' ਦੀਆਂ ਸਥਿਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਰਖਦੇ ਹਾਂ ।

14.10.1 ਲਾਜਿਕ ਗੇਟ (logic gate)

ਗੇਟ ਇੱਕ ਅਜਿਹਾ ਅੰਕੀ ਸਰਕਟ (digital circuit) ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਇਨੱਪੁਟ ਅਤੇ ਆਉਟਪੁਟ ਵੋਲਟੇਜਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਤਾਰਕਿਕ ਸੰਬੰਧ ਦਾ ਪਾਲਣ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਵਿਆਪਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਲਾਜਿਕ ਗੇਟ (logic gate) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਗੇਟ ਕਹਿਣ ਦਾ ਕਾਰਨ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਸੂਚਨਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਵਾਹ ਨੂੰ ਨਿਯੰਤਰਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਵਿਆਪਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਸਤੇਮਾਲ ਕੀਤੇ ਜਾਣ ਵਾਲੇ ਪੰਜ ਲਾਜਿਕ ਗੇਟ NOT, AND, OR, NAND, NOR ਹਨ। ਹਰੇਕ ਲਾਜਿਕ ਗੇਟ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਤੀਕ ਦੁਆਰਾ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦੇ ਕਾਰਜ ਨੂੰ ਸੱਚ ਸਾਰਣੀ (truth table) ਦੁਆਰਾ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜੋ ਸਾਰੇ ਮੁਮਕਿਨ ਇਨੱਪੁਟ ਤਰਕ ਪੱਧਰਾਂ ਦੇ ਸੰਯੋਜਨਾਂ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਆਪਣੇ ਆਪਣੇ ਆਉਟਪੁਟ ਤਰਕ ਪੱਧਰਾਂ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦੀ ਹੈ। ਟਰੁੱਥ ਟੇਬਲ ਲਾਜਿਕ ਗੇਟਾਂ ਦੇ ਵਿਵਹਾਰ ਨੂੰ ਸਮਝਾਉਣ ਵਿੱਚ ਸਹਾਇਤਾ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਹਨਾਂ ਲਾਜਿਕ ਗੇਟਾਂ ਨੂੰ ਅਰਧਚਾਲਕ ਯੁਕਤੀਆਂ ਦਾ ਇਸਤੇਮਾਲ ਕਰਕੇ ਬਣਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।



0	1
1	0

ਚਿੱਤਰ 14.35 (a) ਲਾਜਿਕ ਪ੍ਰਤੀਕ (b) NOT ਗੇਟ ਦਾ ਟਰੁਥ ਟੇਬਲ

(i) NOT ਗੇਟ (NOT gate) :-

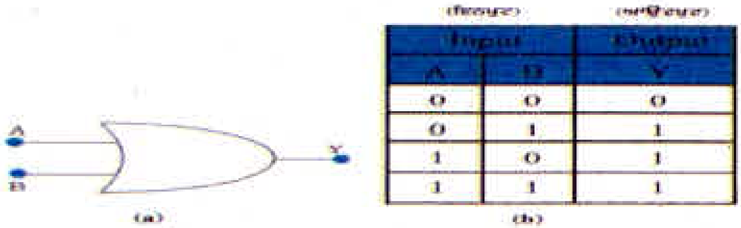
ਇਹ ਸਭ ਤੋਂ ਮੁਢਲਾ ਗੇਟ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਸਿਰਫ ਇੱਕ ਇਨੱਪੁਟ ਅਤੇ ਇੱਕ ਆਉਟਪੁੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਜੇ ਇਨਪੁਟ '0' ਹੈ ਤਾਂ ਆਉਟਪੁਟ '1' ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਜੇ ਇਨੱਪੁਟ '1' ਹੈ ਤਾਂ ਆਉਟਪੁੱਟ '0' ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਅਰਥਾਤ ਇਹ ਕਿਸੇ ਇਨੱਪੁਟ ਦਾ ਆਪਣੇ ਆਉਟਪੁਟ ਤੇ ਉਲਟ ਰੂਪ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਹੀ ਕਾਰਨ ਹੈ ਕਿ ਇਸਨੂੰ ਪ੍ਰਤੀਲੋਮਕ (inverter) ਵੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਚਿੱਤਰ 14.35 ਵਿੱਚ ਇਸ ਗੇਟ ਦਾ ਵਿਆਪਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਸਤੇਮਾਲ ਹੋਣ ਵਾਲਾ ਪ੍ਰਤੀਕ (symbol) ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਟਰੁੱਥ ਟੇਬਲ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(ii) OR ਗੇਟ (OR GATE) :-

ਕਿਸੇ OR ਗੇਟ ਦੇ ਇੱਕ ਆਉਟਪੁਟ ਦੇ ਨਾਲ ਦੋ ਜਾਂ ਵੱਧ ਇਨੱਪੁਟ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਚਿੱਤਰ 14.36 ਵਿੱਚ ਇਸ ਗੇਟ ਦਾ ਤਰਕ ਪ੍ਰਤੀਕ ਅਤੇ ਟਰੁੱਥ ਟੇਬਲ ਦਰਸਾਈ ਗਈ ਹੈ। ਇਸ ਵਿੱਚ ਆਉਟਪੁਟ Y '1' ਹੈ ਜਦੋਂ ਜਾਂ ਤਾਂ ਇਨੱਪੁਟ A ਜਾਂ ਇਨੱਪੁਟ B '1' ਹਨ ਜਾਂ ਦੋਨੋਂ 1 ਹਨ ਅਰਥਾਤ ਜੇ ਕੋਈ ਵੀ ਇਨੱਪੁਟ ਉੱਚ ਹੈ ਤਾਂ ਆਉਟਪੁਟ ਉੱਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।



(ਇਨੱਪੁਟ) Input		(ਆਉਟਪੁਟ) Output
A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

ਚਿੱਤਰ 14.36 (a) OR ਗੇਟ ਦਾ ਤਰਕ ਪ੍ਰਤੀਕ (b) OR ਗੇਟ ਦਾ ਟਰੁਥ ਟੇਬਲ

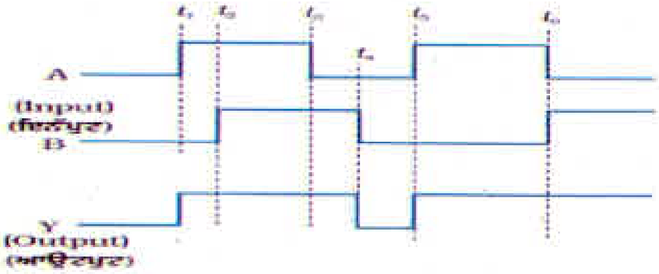
ਉਪਰੋਕਤ ਗਣਿਤਕ ਤਾਰਕਿਕ ਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦੇ ਇਲਾਵਾ ਇਸ ਗੇਟ ਦਾ ਇਸਤੇਮਾਲ ਪਲਸ ਤਰੰਗ ਰੂਪ ਨੂੰ ਸੰਸ਼ੋਧਿਤ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਨਿਮਨਲਿਖਤ ਉਦਾਹਰਨ ਵਿੱਚ ਸਪਸ਼ਟ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 14.11 ਚਿੱਤਰ 14.37 ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਇਨੱਪੁਟ A ਅਤੇ B ਦੇ ਲਈ 'OR' ਗੇਟ ਦੇ ਆਉਟਪੁਟ ਤਰੰਗ ਰੂਪ ਨੂੰ ਨਿਆਂ ਸੰਗਤ ਸਿੱਧ ਕਰੋ।

ਹੱਲ:- ਨਿਮਨਲਿਖਤ ਤੇ ਧਿਆਨ ਦਿਓ

- $t < t_1$ ਤੇ, $A = 0$, $B = 0$; ਇਸਲਈ $Y = 0$
- t_1 ਤੋਂ $< t_2$ ਤੱਕ, $A = 1$, $B = 0$; ਇਸਲਈ $Y = 1$
- t_2 ਤੋਂ $< t_3$ ਤੱਕ, $A = 1$, $B = 1$; ਇਸਲਈ $Y = 1$
- t_3 ਤੋਂ $< t_4$ ਤੱਕ, $A = 0$, $B = 1$; ਇਸਲਈ $Y = 1$
- t_4 ਤੋਂ $< t_5$ ਤੱਕ, $A = 0$, $B = 0$; ਇਸਲਈ $Y = 0$
- t_5 ਤੋਂ $< t_6$ ਤੱਕ, $A = 1$, $B = 0$; ਇਸਲਈ $Y = 1$
- t ਤੋਂ $< t_6$ ਲਈ, $A = 0$, $B = 1$; ਇਸਲਈ $Y = 1$

ਇਸਲਈ Y ਦਾ ਤਰੰਗ ਰੂਪ ਉਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦਾ ਹੋਵੇਗਾ ਜਿਹੋ ਜਿਹਾ ਚਿੱਤਰ 14.37 ਵਿੱਚ ਦਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।



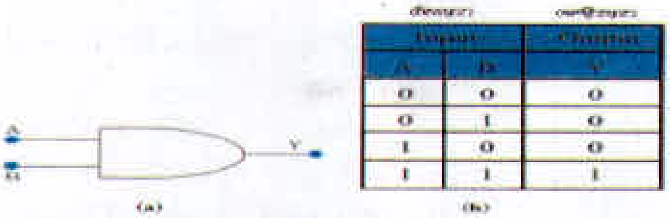
ਚਿੱਤਰ 14.37

(iii) AND ਗੇਟ (AND GATE) :-

ਕਿਸੇ AND ਗੇਟ ਵਿੱਚ ਦੋ ਜਾਂ ਵੱਧ ਇਨੱਪੁਟ ਅਤੇ ਇੱਕ ਆਉਟਪੁਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। AND ਗੇਟ ਦੀ ਆਉਟਪੁਟ Y ਸਿਰਫ 1 ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਦੋਂ ਇਨੱਪੁਟ A ਤੇ B ਦੋਨੋਂ 1 ਹੋਣ। ਇਸ ਗੇਟ ਦਾ ਤਰਕ ਪ੍ਰਤੀਤ ਅਤੇ ਟਰੁਥ ਟੇਬਲ ਚਿੱਤਰ 14.38 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com



Input		Output
A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

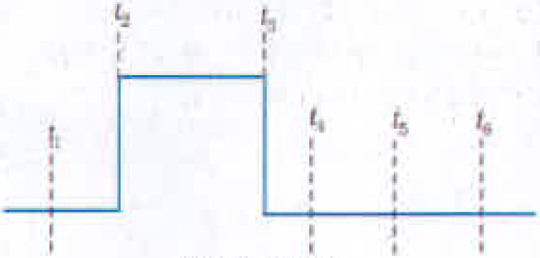
ਚਿੱਤਰ 14.38 AND ਗਟ ਦਾ (a) ਤਰਕ ਪ੍ਰਤਕ (b) ਟਰੁਥ ਟਬਲ

ਉਦਾਹਰਨ 14.12 :- A ਤੇ B ਦੇ ਤਰੰਗ ਰੂਪਾਂ ਨੂੰ ਉਦਾਹਰਨ 14.11 ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਲਉ। AND ਗੇਟ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਆਉਟਪੁਟ ਤਰੰਗ ਰੂਪ ਨੂੰ ਸਕੇਚ ਕਰੋ।

ਹੱਲ :-

- $t < t_1$ ਦੇ ਲਈ, A = 0, B = 0; ਇਸਲਈ Y = 0
- t_1 ਤੋਂ t_2 ਤੱਕ, A = 1, B = 0; ਇਸਲਈ Y = 0
- t_2 ਤੋਂ t_3 ਤੱਕ, A = 1, B = 1; ਇਸਲਈ Y = 1
- t_3 ਤੋਂ t_4 ਤੱਕ, A = 0, B = 1; ਇਸਲਈ Y = 0
- t_4 ਤੋਂ t_5 ਤੱਕ, A = 0, B = 0; ਇਸਲਈ Y = 0
- t_5 ਤੋਂ t_6 ਤੱਕ, A = 1, B = 0; ਇਸਲਈ Y = 0
- $t > t_6$ ਲਈ, A = 0, B = 1; ਇਸਲਈ Y = 0

ਇਸਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ, AND ਗੇਟ ਦਾ ਆਉਟਪੁਟ ਤਰੰਗ ਰੂਪ ਹੇਠਾਂ ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਖਿਚਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

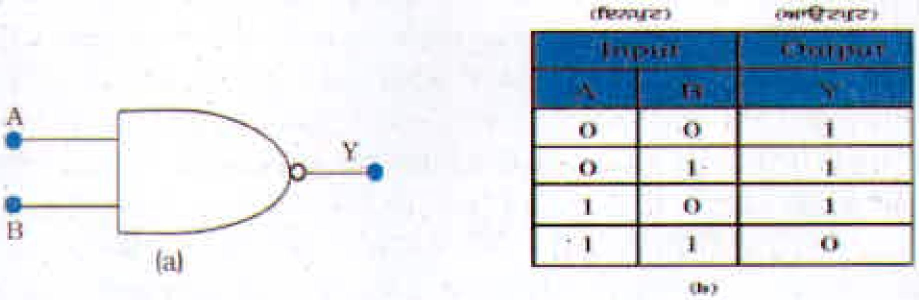


ਚਿੱਤਰ 14.39

(4). NAND ਗੇਟ (NAND GATE) :-

ਇਹ ਇੱਕ AND ਗੇਟ ਹੈ ਜਿਸਦੀ ਆਉਟਪੁਟ NOT ਗੇਟ ਦੀ ਇਨੱਪੁਟ ਬਣਦੀ ਹੈ ਤੇ ਅਸਲੀ ਆਉਟਪੁਟ NOT ਗੇਟ ਤੋਂ ਮਿਲਦੀ ਹੈ। ਜੇ ਇਨੱਪੁਟ A ਤੇ B ਦੋਨੋਂ '1' ਹਨ ਤਾਂ ਆਉਟਪੁਟ '1' ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ। ਇਸ ਗੇਟ ਨੂੰ ਇਹ ਨਾਮ ਇਸਦੇ NOT AND ਵਿਵਹਾਰ ਦੇ ਕਾਰਨ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 14.40 ਵਿੱਚ NAND ਗੇਟ ਦਾ ਤਰਕ ਪ੍ਰਤੀਕ ਅਤੇ ਟਰੁੱਥ ਟੇਬਲ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।

NAND ਗੇਟਾਂ ਨੂੰ *ਸਰਬ ਵਿਆਪੀ ਗੇਟ* (*universal gate*) ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਇਹਨਾਂ ਗੇਟਾਂ ਨੂੰ ਵਰਤ ਕੇ ਹੋਰ ਮੁਢਲੇ ਗੇਟ ਜਿਵੇਂ OR, AND ਅਤੇ NOT ਗੇਟ ਬਣਾਏ ਜਾ ਸਕਦੇ ਹਨ। (ਅਭਿਆਸ 14.16 ਅਤੇ 14.17 ਦੇਖੋ)



Input		Output
A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

ਚਿੱਤਰ 14.40 NAND ਗੇਟ ਦਾ (a) ਤਰਕ ਪ੍ਰਤੀਕ ਅਤੇ (b) ਟਰੁਥ ਟੇਬਲ

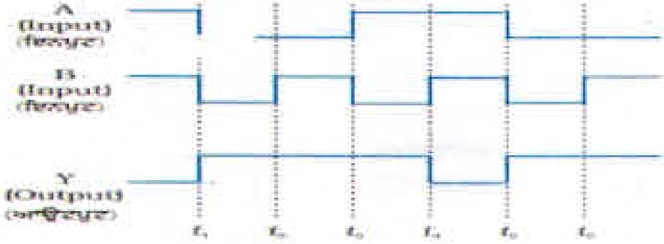
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਉਦਾਹਰਣ 14.13 ਹੇਠਾਂ ਦਿਖਾਏ ਗਏ ਇਨੱਪੁਟ A ਤੇ B ਦੇ ਲਈ NAND ਗੇਟ ਦੇ ਆਉਟਪੁਟ Y ਨੂੰ ਸਕੇਚ ਕਰੋ।

ਹੱਲ :-

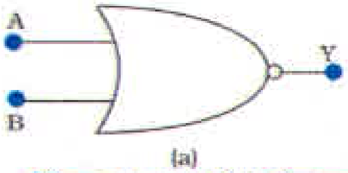
- $t < t_1$ ਦੇ ਲਈ, A = 1, B = 1; ਇਸਲਈ Y = 0
- t_1 ਤੋਂ t_2 ਤੱਕ, A = 0, B = 0; ਇਸਲਈ Y = 1
- t_2 ਤੋਂ t_3 ਤੱਕ, A = 0, B = 1; ਇਸਲਈ Y = 1
- t_3 ਤੋਂ t_4 ਤੱਕ, A = 1, B = 0; ਇਸਲਈ Y = 1
- t_4 ਤੋਂ t_5 ਤੱਕ, A = 1, B = 1; ਇਸਲਈ Y = 0
- t_5 ਤੋਂ t_6 ਤੱਕ, A = 0, B = 0; ਇਸਲਈ Y = 1



ਚਿੱਤਰ 14.41

(5). NOR ਗੇਟ (NOR GATE) :-

ਇਸਦੇ ਦੋ ਜਾਂ ਵੱਧ ਇਨੱਪੁਟ ਅਤੇ ਇੱਕ ਆਉਟਪੁਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। OR ਗੇਟ ਦੇ ਬਾਅਦ NOT ਗੇਟ ਓਪਰੇਸ਼ਨ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ NOT–OR ਗੇਟ (ਜਾਂ NOR ਗੇਟ) ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਦੋਨੋਂ ਇਨੱਪੁਟ A ਅਤੇ B '0' ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਤਾਂ ਹੀ ਆਉਟਪੁਟ Y ਸਿਰਫ '1' ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਅਰਥਾਤ ਨਾ ਤਾਂ ਇੱਕ ਤੇ ਨਾ ਹੀ ਹੋਰ ਇਨੱਪੁਟ '1' ਹਨ। ਚਿੱਤਰ 14.41 ਵਿੱਚ NOR ਗੇਟ ਦਾ ਤਰਕ ਪ੍ਰਤੀਕ ਅਤੇ ਟਰੁੱਥ ਟੇਬਲ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।



(a)

Input		Output
A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

ਚਿੱਤਰ 14.42 NOR ਗੇਟ ਦਾ (a) ਤਰਕ ਪ੍ਰਤੀਕ (b) ਟਰੁਥ ਟੇਬਲ

NOR ਗੇਟਾਂ ਨੂੰ ਸਰਵ ਵਿਆਪਕ (universal) ਗੇਟ ਮੰਨਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਸਿਰਫ NOR ਗੇਟਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ ਤੁਸੀਂ ਗੇਟਾਂ ਵਰਗੇ AND, OR ਤੇ NOT ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। (ਅਭਿਆਸ 14.18 ਤੇ 14.19 ਵੇਖੋ)

14.11 ਇੰਟੈਗਰੇਟਡ ਸਰਕਟ (integrated circuit)

ਸਰਕਟਾਂ ਨੂੰ ਬਣਾਉਣ ਦੀ ਪਰੰਪਰਾਗਤ ਵਿਧੀ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੈ : ਡਾਇਓਡ, ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ, R, L, C ਆਦਿ ਘਟਕਾਂ (components) ਨੂੰ ਚੁਣਕੇ ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਇੱਛਤ ਢੰਗ ਨਾਲ ਤਾਰਾਂ ਦੁਆਰਾ ਸੋਲਡਰ ਕਰਕੇ ਜੋੜਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦੀ ਖੋਜ਼ ਦੇ ਬਾਅਦ ਜੋ ਲਘੂਰੂਪ (miniaturisation) ਲਿਆਂਦਾ ਜਾ ਸਕਿਆ ਉਸਦਾ ਇਸਤੇਮਾਲ ਕਰਨ ਤੇ ਵੀ ਅਜਿਹੇ ਸਰਕਟ ਸਥੂਲ (bulky) ਹੁੰਦੇ ਸਨ। ਇਸ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ ਅਜਿਹੇ ਸਰਕਟ ਘਟ ਭਰੋਸੇਯੋਗ ਅਤੇ ਘਟ ਝਟਕਾ ਬਰਦਾਸ਼ਤ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਹੁੰਦੇ ਸਨ। ਇੱਕ *ਸੰਪੂਰਨ ਸਰਕਟ* (an entire circuit) (ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਗੈਰ ਕਿਰਿਆ ਸ਼ੀਲ ਘਟਕ ਜਿਵੇਂ R ਅਤੇ C ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਯੁਕਤੀਆਂ ਜਿਵੇਂ ਡਾਇਓਡ ਅਤੇ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਹੋਣ) ਨੂੰ ਅਰਧਚਾਲਕ ਦੇ ਕਿਸੇ ਛੋਟੇ ਇਕੱਲੇ ਬਲਾਕ (ਜਾਂ ਚਿਪ) ਦੇ ਉਪਰ ਨਿਰਮਿਤ ਕਰਨ ਦੀ ਧਾਰਨਾ ਨੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਿਕ ਤਕਨਾਲੋਜੀ (electronic technology) ਵਿੱਚ ਕ੍ਰਾਂਤੀ ਲਿਆ ਦਿੱਤੀ ਹੈ। ਅਜਿਹੇ ਸਰਕਟ ਨੂੰ ਇੰਟੈਗਰੇਟਡ ਸਰਕਟ (integrated circuit - IC) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਸਭ ਤੋਂ ਵਿਸਤ੍ਰਿਤ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤੀ ਜਾਣ ਵਾਲੀ ਤਕਨਾਲੋਜੀ, *ਮੋਨੋਲੀਥੀਕ ਇੰਟੈਗਰੇਟਡ ਸਰਕਟ* (monolithic integrated circuit) । ਮੋਨੋਲੀਥੀਕ (Monolithic) ਸ਼ਬਦ ਦੋ ਗ੍ਰੀਕ ਸ਼ਬਦਾਂ ਦਾ

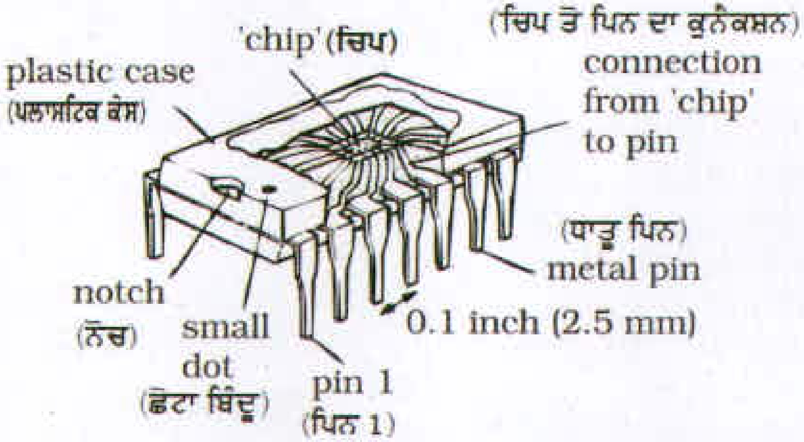
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਸੁਮੇਲ ਹੈ, ਮੋਨੋਸ (monos) ਦਾ ਅਰਥ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਇੱਕਲਾ (single) ਅਤੇ *ਲੀਥੋਸ (lithos)* ਦਾ ਅਰਥ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਪੱਥਰ। ਇਸ ਤੋਂ ਭਾਵ ਹੋਇਆ ਕਿ ਸੰਪੂਰਨ ਸਰਕਟ ਕਿਸੇ ਇਕੱਲੇ ਸਿਲੀਕਾਨ ਕ੍ਰਿਸਟਲ (ਜਾਂ ਚਿੱਪ, chip) ਤੇ ਬਣਿਆ ਹੈ। ਚਿਪ ਦੀਆਂ ਵਿਮਾਂ (dimensions) ਬਹੁਤ ਛੋਟੀਆਂ, ਲਗਭਗ 1mm x1mm ਜਾਂ ਇਸ ਤੋਂ ਵੀ ਛੋਟੀਆਂ ਹੋ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ। ਚਿੱਤਰ 14.43 ਵਿੱਚ ਅਜਿਹੀ ਹੀ ਇੱਕ ਚਿੱਪ ਆਪਣੇ ਰਖਿਅਕ ਪਲਾਸਟਿਕ ਖੋਲ (protective plastic case) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਈ ਗਈ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਕੁਝ ਤੋਂ ਪਲਾਸਟਿਕ ਖੋਲ ਹਟਾ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ਤਾਕਿ ਚਿਪ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਪਿਨ ਤੱਕ ਆਉਣ ਵਾਲੇ ਜੋੜਾਂ ਨੂੰ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾ ਸਕੇ। ਇਹਨਾਂ ਪਿਨਾਂ ਤੋਂ ਹੀ ਬਾਹਰਲੇ ਜੋੜ ਬਣਦੇ ਹਨ।

ਇਨੱਪੁਟ ਸਿਗਨਲਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਇੰਟੈਗਰੇਟ ਸਰਕਟਾਂ ਨੂੰ ਦੋ ਸਮੂਹਾਂ ਵਿੱਚ ਵੰਡਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ, (a) ਰੇਖੀ ਜਾਂ ਐਨਾਲੋਗ Ic's ਅਤੇ (b) ਅੰਕਿਕ ਇੰਟੈਗਰੇਟਡ ਸਰਕਟ। ਰੇਖੀ ਇੰਟੈਗਰੇਟਡ ਸਰਕਟ ਐਨਾਲੋਗ ਸਿਗਨਲਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰੋਸੈਸ (process) ਕਰਕੇ ਅਧਿਕਤਮ (maximum) ਅਤੇ ਨਿਊਨਤਮ (minimum) ਮਾਨਾਂ ਦੀ ਰੇਂਜ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਕਰਕੇ ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਬੇਰੋਕਟੋਕ ਅਤੇ ਨਿਰੰਤਰ ਬਣਾ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਆਉਟਪੁਟ ਕੁੱਝ ਹੱਦ ਤੱਕ ਇਨੱਪੁਟ ਦੇ ਸਿੱਧਾ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਾਂ ਉਹ ਇਨੱਪੁਟ ਦੇ ਨਾਲ ਰੇਖੀ ਢੰਗ ਨਾਲ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਰੇਖੀ ਇੰਟੈਗਰੇਟਡ ਸਰਕਟਾਂ ਵਿੱਚ ਸਭ ਤੋ ਵੱਧ ਉਪਯੋਗੀ *ਓਪਰੇਸ਼ਨਲ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ* (operational amplifier) ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਅੰਕਿਕ ਇੰਟੈਗਰੇਟਡ ਸਰਕਟ ਉਹਨਾਂ ਸਿਗਨਲਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰੋਸੈਸ ਕਰਦੇ ਹਨ ਜਿਹਨਾਂ ਦੇ ਸਿਰਫ ਦੋ ਮਾਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਲਾਜਿਕ ਗੇਟਾਂ ਵਰਗੇ ਸਰਕਟ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇੰਟੈਗਰੇਸ਼ਨ ਦੇ ਪੱਧਰ (ਅਰਥਾਤ ਇੰਟੈਗਰੇਟਡ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਸਰਕਟ ਦੇ ਘਟਕਾਂ ਜਾਂ ਲਾਜਿਕ ਗੇਟਾਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ) ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਇੰਟੈਗਰੇਟਡ ਸਰਕਟਾਂ ਦਾ ਨਾਮਕਰਣ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ ਕੁਝ IC ਨੂੰ ਸਮਾਲ ਸਕੇਲ ਇੰਟੈਗਰੇਸ਼ਨ, SSI (ਲਾਜਿਕ ਗੇਟਾਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ≤ 10) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਤਾਂ ਕੁਝ ਹੋਰ ਮੀਡੀਅਮ ਸਕੇਲ ਇੰਟੈਗਰੇਸ਼ਨ, MSI (ਲਾਜਿਕ ਗੇਟਾਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ≤ 100), ਲਾਰਜ ਸਕੇਲ ਇੰਟੈਗਰੇਸ਼ਨ, LSI (ਲਾਇਜ ਗੇਟਾਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ≤ 1000) ਅਤੇ ਵੇਰੀ ਲਾਰਜ ਸਕੇਲ ਇੰਟੈਗਰੇਸ਼ਨ, VLSI (ਲਾਜਿਕ ਗੇਟਾਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ≥ 1000)। ਇੰਟੈਗਰੇਟਡ ਸਰਕਟਾਂ ਦੇ ਨਿਰਮਾਣ ਦੀ ਤਕਨਾਲੋਜੀ ਬਹੁਤ ਗੁੰਝਲਦਾਰ ਹੈ ਪਰ ਵੱਡੇ ਪੱਧਰ ਤੇ ਉਦਯੋਗਿਕ ਉਤਪਾਦਨ ਹੋਣ ਤੇ ਇਹ ਬਹੁਤ ਸਸਤੇ ਹੋ ਗਏ ਹਨ।



ਚਿੱਤਰ 14.43 ਚਿਪ ਦੀ ਕੇਸਿੰਗ ਅਤੇ ਉਸਦੇ ਕੁਨੈਕਸ਼ਨ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਬਹੁਤ ਤੇਜ਼ ਅਤੇ ਬਹੁਤ ਛੋਟੇ ਕੰਪਿਊਟਰ ਤਕਨਾਲੋਜੀ ਦਾ ਭਵਿਖ (faster and smaller the future of computer technology)

ਸਾਰੇ ਕੰਪਿਊਟਰ ਪ੍ਰਣਾਲੀਆਂ ਦਾ ਦਿਲ ਇੱਕ ਇੰਟੈਗਰੇਟਡ ਸਰਕਟ (IC) ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਲਗਭਗ ਸਾਰੀਆਂ ਬਿਜਲਈ ਯੁਕਤੀਆਂ ਜਿਵੇਂ ਕਾਰ, ਟੈਲੀਵੀਜ਼ਨ, CD ਪਲੇਅਰ, ਸੈਲਫੋਨ ਆਦਿ ਵਿੱਚ ਇੰਟੈਗਰੇਟਡ ਸਰਕਟ (IC) ਲਗੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਜਿਸ ਲਘੂਕਰਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਆਧੁਨਿਕ ਨਿਜੀ ਕੰਪਿਊਟਰ ਬਣਨਾ ਸੰਭਵ ਹੋ ਪਾਇਆ ਉਸਦੀ ਰਚਨਾ ਬਿਨਾਂ IC ਦੇ ਸੰਭਵ ਨਹੀਂ ਹੋ ਸਕਦੀ ਸੀ। IC ਅਜਿਹੀਆਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਕੀ ਯੁਕਤੀਆਂ ਹਨ ਜਿਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ, ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕ, ਕੈਪੀਸਟਰ ਜੋੜਨ ਵਾਲੀਆਂ ਤਾਰਾਂ ਸਬ ਕੁਝ ਇੱਕ ਹੀ ਪੈਕੇਜ਼ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਤੁਸੀਂ 'ਮਾਈਕ੍ਰੋਪ੍ਰੋਸੈਸਰ' (micro processor) ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਸੁਣਿਆ ਹੋਵੇਗਾ। ਮਾਈਕ੍ਰੋਪ੍ਰੋਸੈਸਰ ਇੱਕ ਅਜਿਹਾ IC ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਕਿਸੇ ਕੰਪਿਊਟਰ ਵਿੱਚ ਸਾਰੀਆਂ ਸੂਚਨਾਵਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰੋਸੈਸ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਇਹ ਖੋਜ ਖਬਰ ਰਖਣਾ ਕਿ ਕਿਹੜੀ ਕੁੰਜੀ ਦਬਾਈ ਗਈ, ਕਿਹੜਾ ਪ੍ਰੋਗ੍ਰਾਮ ਚਲਨਾ ਹੈ, ਖੇਡ ਆਦਿ। IC ਦੀ ਸਭ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਖੋਜ ਸਾਲ 1958 ਵਿੱਚ ਟੈਕਸਾਸ ਇੰਸਟਰੂਮੈਂਟਸ ਵਿੱਚ ਜੈਕ ਕਿਲਕੀ (Jack Kilky) ਦੁਆਰਾ ਕੀਤੀ ਗਈ। ਜਿਸ ਲਈ ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਸਾਲ 2000 ਵਿੱਚ ਨੋਬਲ ਪੁਰਸਕਾਰ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕੀਤਾ ਗਿਆ। IC ਦਾ ਨਿਰਮਾਣ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਕ੍ਰਿਸਟਲਾਂ ਦੇ ਟੁਕੜਿਆਂ (ਜਾਂ ਚਿਪ) ਤੇ ਫੋਟੋਲਿਥੋਗ੍ਰਾਫੀ (photolithography) ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਮਸਤ ਸੂਚਨਾ ਤਕਨਾਲੋਜੀ ਉਦਯੋਗ (IT industry) ਅਰਧ ਚਾਲਕਾਂ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਹੈ। ਪਿਛਲੇ ਕਈ ਸਾਲਾਂ ਵਿੱਚ IC ਦੀਆਂ ਗੁੰਝਲਤਾਵਾਂ ਵੱਧ ਗਈਆਂ ਹਨ ਜਦੋਂਕਿ ਇਸਦੇ ਲਛਣਾਂ ਦੇ ਸਾਈਜ ਲਗਾਤਾਰ ਸੁੰਗੜ ਰਹੇ ਹਨ। ਪਿਛਲੇ ਪੰਜ ਦਹਾਕਿਆਂ ਵਿੱਚ ਕੰਪਿਊਟਰ ਤਕਨਾਲਜੀ ਵਿੱਚ ਨਾਟਕੀ ਲਘੂਕਰਣ ਨੇ ਆਧੁਨਿਕ ਕੰਪਿਊਟਰ ਨੂੰ ਬਹੁਤ ਤੇਜ਼ ਅਤੇ ਬਹੁਤ ਛੋਟੇ (faster

ਦਿੱਤਾ ਹੈ। INTEL ਦੇ ਸਹਿਸੰਸਥਾਪਕ ਗਾਰਡਨ ਮੂਰੇ (Gorden Moore) ਨੇ ਸਾਲ 1970 ਵਿੱਚ ਇਹ ਦਸਿਆ ਸੀ ਕਿ ਕਿਸੇ ਚਿਪ (IC) ਦੀ ਯਾਦ ਸਮਰਥਾ (memory capacity) ਹਰ ਡੇਢ ਸਾਲ ਵਿੱਚ ਲਗਭਗ ਦੋ ਗੁਣਾਂ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਮੂਰੇ ਦੇ ਨਿਯਮ (moore's low) ਨਾਲ ਪ੍ਰਚਲਿਤ ਹੈ। ਪ੍ਰਤੀ ਚਿਪ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰਾਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ਵਿੱਚ ਚਲਘਾਤਅੰਕੀ ਰੂਪ (exponentially) ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਹੋ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਫਿਰ ਵੀ ਇਹ ਪਹਿਲਾਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਹੁਣ ਸਸਤੇ ਹਨ। ਵਰਤਮਾਨ ਹਾਲਤਾਂ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਅਜਿਹੇ ਸੰਕੇਤ ਮਿਲ ਰਹੇ ਹਨ ਕਿ ਸਾਲ 2020 ਵਿੱਚ ਉਪਲਬਧ ਕੰਪਿਊਟਰ 40 GHz (40,000Hz) ਤੇ ਓਪਰੇਟ ਹੋਵੇਗੇ, ਸਾਈਜ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਛੋਟੇ, ਵਧੇਰੇ ਸ਼ਕਤੀਸ਼ਾਲੀ ਅਤੇ ਅੱਜ ਦੇ ਕੰਪਿਊਟਰਾਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾਂ ਵਿੱਚ ਕਿਤੇ ਸਸਤੇ ਹੋਣਗੇ। ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਅਤੇ ਕੰਪਿਊਟਰ ਤਕਨਾਲੋਜੀ ਵਿੱਚ ਵਿਸਫੋਟਕ ਵਾਧੇ ਨੂੰ ਗਾਰਡਨ ਮੂਰੇ ਦੇ ਪ੍ਰਸਿਧ ਕੋਟ (quote) ਦੁਆਰਾ ਸਬ ਤੋ ਵਧੀਆਂ ਢੰਗ ਨਾਲ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ, "ਜੇ ਸਵੈਚਾਲਕ ਵਾਹਨ ਉਦਯੋਗ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਉਦਯੋਗ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਉਨੱਤੀ ਕਰੇ ਤਾਂ ਕੋਈ ਰਾਲਸ ਰਾਯਸ (rolls royce) ਕਾਰ ਪ੍ਰਤੀ ਗੈਲਨ 5 ਲੱਖ ਮੀਲ ਤੈਅ ਕਰੇਗੀ ਅਤੇ ਉਸ ਨੂੰ ਪਾਰਕ (park) ਕਰਨ ਦੀ ਥਾਂ ਸੁਟਣਾ ਸਸਤਾ ਹੋਵੇਗੀ।"

ਸਾਰ (Summary)

1)ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਵਰਤਮਾਨ ਠੋਸ ਅਵਸਥਾ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਕੀ ਯੁਕਤੀਆਂ, ਜਿਵੇਂ ਡਾਇਓਡ, ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ, ਇੰਟੈਗਰੇਟਡ ਸਰਕਟ ਆਦਿ ਵਿੱਚ ਵਰਤੇ ਜਾਂਦੇ ਮੂਲ ਪਦਾਰਥ ਹਨ।

2)ਘਟਕ ਤੱਤਾਂ (lattice structure) ਦੀ ਜਾਲਕ ਸੰਰਚਨਾ ਅਤੇ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਸੰਰਚਨਾ ਇਸ ਗੱਲ ਦਾ ਫੈਸਲਾ ਕਰਦੀ ਹੈ ਕਿ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਪਦਾਰਥ ਬਿਜਲੀ ਰੋਧੀ, ਧਾਤ ਜਾਂ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਹੋਵੇਗਾ।

3). ਧਾਂਤਾ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ ਬਹੁਤ ਘੱਟ (10^{-2} ਤੋਂ $10^{-8} \Omega$ m) ਹੈ, ਬਿਜਲੀ ਰੋਧੀ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ ਬਹੁਤ ਜਿਆਦਾ ($> 10^{8} \Omega$ m) ਹੈ, ਜਦੋਂ ਕਿ ਅਰਧ ਚਾਲਕਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾਂ ਧਾਤਾਂ ਅਤੇ ਬਿਜਲੀ ਰੋਧੀ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

4) ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਤੱਤ (Si,Ge) ਅਤੇ ਨਾਲ ਹੀ ਯੌਗਿਕ (GaAs,Cds ਆਦਿ) ਵੀ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

5) ਸ਼ੁੱਧ ਅਰਧ ਚਾਲਕ 'ਇੰਟਰਿੰਸਿਕ ਅਰਧਚਾਲਕ' ਕਹਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਚਾਰਜ ਵਾਹਕਾਂ (ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਹੋਲ) ਦੀ ਮੌਜੂਦਗੀ ਪਦਾਰਥ ਦਾ 'ਨਿਜੀ' ਗੁਣ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਤਾਪ ਉਤੇਜਨਾ (thermal excitation) ਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇੰਟਰਿੰਜਿਕ ਅਰਧ ਚਾਲਕਾਂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ (n_e) ਹੋਲਾਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ (n_h) ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਹੋਲ ਜਰੂਰੀ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਤੌਰ ਤੇ ਧਨ ਚਾਰਜਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵੈਕੇਂਸੀਆਂ (Vacancies) ਹਨ।

6) ਸ਼ੁੱਧ ਅਰਧ ਚਾਲਕਾਂ ਵਿੱਚ ਢੁਕਵੀਂ ਅਸ਼ੁੱਧੀ ਨਾਲ 'ਡੋਪਿੰਗ' ਕਰਕੇ ਚਾਰਜ ਵਾਹਕਾਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਅਜਿਹੇ ਅਰਧ ਚਾਲਕਾਂ ਨੂੰ ਐਕਸਟਰਿੰਜਿਕ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਦੋ ਤਰ੍ਹਾਂ (n-

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਕਿਸਮ ਅਤੇ p-ਕਿਸਮ) ਦੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

7) n- ਕਿਸਮ ਦੇ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਵਿੱਚ $n_e >> n_h$ ਜਦੋਂਕਿ p – ਕਿਸਮ ਦੇ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਵਿੱਚ $n_h >> n_e$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

8) n- ਕਿਸਮ ਦੇ ਅਰਧ ਚਾਲਕਾਂ ਵਿੱਚ Si ਜਾਂ Ge ਨੂੰ ਪੈਂਟਾਵੇਲੇਂਟ ਪਰਮਾਣੂ (ਦਾਤਾ donor) ਜਿਵੇਂ As, Sb, P ਆਦਿ ਨਾਲ ਡੋਪ ਕਰਕੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ, ਜਦੋਂਕਿ p- ਕਿਸਮ ਦਾ ਅਰਧ ਚਾਲਕ Si ਜਾਂ Ge ਨੂੰ ਟਰਾਈਵੇਲੈਂਟ ਪ੍ਰਮਾਣੂ (ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਤਾ acceptor) ਜਿਵੇਂ B, Al, In ਆਦਿ ਨਾਲ ਡੋਪ ਕਰਕੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

9) ਸਾਰੇ ਹਾਲਤਾਂ ਵਿੱਚ $n_e n_h = n_i^2$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ ਪਦਾਰਥ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਬਿਜਲਈ ਉਦਾਸੀਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

10) ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਦੋ ਵੱਖ ਵੱਖ ਊਰਜਾ ਬੈਂਡ (ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ ਅਤੇ ਚਾਲਨ ਬੈਂਡ) ਹੁੰਦੇ ਹਨ,ਜਿਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਰਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ ਦੀ ਊਰਜਾ,ਚਾਲਨ ਬੈਂਡ ਦੀ ਊਰਜਾ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਘੱਟ ਹੈ। ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਖਾਲੀ ਜਾਂ ਅੰਸ਼ਿਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਭਰੇ ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਕਿਸੇ ਠੋਸ ਦੇ ਚਾਲਨ ਬੈਂਡ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਗਤੀ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਮੁਕਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਚਾਲਕਤਾ ਦੇ ਲਈ ਜਿੰਮੇਵਾਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਚਾਲਕਤਾ ਦੀ ਸੀਮਾ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ (Ev) ਦੇ ਸ਼ੀਰਸ਼ ਅਤੇ ਚਾਲਨ ਬੈਂਡ (Ec) ਦੇ ਤਲ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਊਰਜਾ ਅੰਤਰਾਲ Eg ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ ਤੋਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਤਾਪ, ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਜਾਂ ਬਿਜਲੀ ਊਰਜਾ ਦੁਆਰਾ ਚਾਲਨ ਬੈਂਡ ਵਿੱਚ ਉਤੇਜਿਤ ਕੀਤੇ ਜਾ ਸਕਦੇ ਹਨ, ਜੋ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਪੈਦਾ ਕਰਦੇ ਹਨ।

11) ਬਿਜਲੀ ਰੋਧਾਂ (insulators) ਲਈ Eg > 3ev, ਅਰਧ ਚਾਲਕਾਂ ਲਈ Eg = 0.2 eV ਤੋਂ 3eV, ਜਦੋਂਕਿ ਧਾਤਾਂ ਦੇ ਲਈ Eg ≈ 0 ਹੈ।

12) p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਸਾਰੀਆਂ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਯੁਕਤੀਆਂ ਦਾ ਮੂਲ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਅਜਿਹਾ ਜੰਕਸ਼ਨ ਬਣਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਜਾਂ ਹੋਲ ਦੇ ਬਿਨਾਂ ਅਚਲ ਆਇਨ ਕੋਰ ਦੀ ਇੱਕ 'ਡਿਪਲੀਸ਼ਨ ਲੇਅਰ' ਬਣ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਜੋ ਜੰਕਸ਼ਨ ਪੁਟੈਸ਼ਨ ਬੈਰੀਅਰ ਲਈ ਜਿੰਮੇਦਾਰ ਹੈ।

13) ਬਾਹਰੋਂ ਲਗਾਈ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਨੂੰ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਕਰਕੇ ਜੰਕਸ਼ਨ ਬੈਰੀਅਰ ਨੂੰ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸ (n- ਪਾਸਾ ਬੈਟਰੀ ਦੇ ਰਿਣਾਤਮਕ ਸਿਰੇ ਨਾਲ ਅਤੇ p- ਪਾਸਾ ਬੈਟਰੀ ਦੇ ਧਨਾਤਮਕ ਸਿਰੇ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਹੈ) ਕਰਨ ਤੇ ਬੈਰੀਅਰ ਘੱਟ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਜਦੋਂਕਿ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਨਾਲ ਬੈਰੀਅਰ ਵਾਧਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਕਿਸੇ p – n ਜੰਕਸ਼ਨ ਡਾਇਓਡ ਵਿਚ ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸ ਕਰੰਟ ਦਾ ਮਾਨ ਵੱਧ (mA ਵਿੱਚ) ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਕਰੰਟ ਦਾ ਮਾਨ ਬਹੁਤ ਘੱਟ (uA ਵਿੱਚ) ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

14) ਡਾਇਓਡ ਨੂੰ ਆਲਟਰਨੇਟਿੰਗ (ac) ਵੋਲਟੇਜ਼ ਦੇ ਰੈਕਟੀਫਿਕੇਸ਼ਨ (ਆਲਟਰਨੇਟਿੰਗ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਇਕੋ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਰਹਿਣ ਲਈ ਮਜ਼ਬੂਰ ਕਰਨਾ) ਲਈ ਵਰਤੋਂ ਵਿੱਚ ਲਿਆਂਦਾ ਜਾਂ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਕੈਪੀਸਟਰ ਜਾਂ ਢੁਕਵੇਂ ਫਿਲਟਰ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਨਾਲ ਰੈਕਟੀਫਾਈਡ ਕਰੰਟ dc ਵੋਲਟੇਜ਼ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ।

15) ਕੁਝ ਖਾਸ ਕੰਮਾਂ ਲਈ ਇਸਤੇਮਾਲ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਡਾਇਓਡ ਵੀ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

16) ਜੇਨਰ ਡਾਇਓਡ ਇੱਕ ਅਜਿਹੀ ਹੀ ਖਾਸ ਵਰਤੋਂ ਵਾਲੀ ਡਾਇਓਡ ਹੈ। ਜ਼ੇਨਰ ਡਾਇਓਡ ਵਿੱਚ, ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਵਿਚ ਇੱਕ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਦੇ ਬਾਦ ਕਰੰਟ ਇਕਦਮ ਵੱਧ ਜਾਂਦਾ ਹੈ (ਬ੍ਰੇਕਡਾਊਨ ਵੋਲਟੇਜ)। ਜ਼ੇਨਰ ਡਾਇਓਡ ਦਾ ਇਹ ਗੁਣ *ਵੋਲਟੇਜ਼ ਨਿਯੰਤਰਕ* (Voltage regulation) ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਵਰਤਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

17) p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਨੂੰ ਬਹੁਤ ਸਾਰੀਆਂ ਫੋਟੋਨਿਕ ਜਾਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਕੀ ਯੁਕਤੀਆਂ (opto electronic devices) ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ ਵੀ ਵਰਤਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ,ਜਿਹਨਾਂ ਵਿਚ ਭਾਗ ਲੈਣ ਵਾਲੇ ਤੱਤਾਂ ਵਿਚੋਂ ਇੱਕ ਤੱਤ ਫੋਟਾਨ ਹੈ। (a) ਫੋਟੋਡਾਇਓਡ, ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਫੋਟੋਨ ਉਤੇਜਨ ਦਾ ਨਤੀਜਾ ਰਿਵਰਸ ਸੈਚੁਰੇਸ਼ਨ ਕਰੰਟ ਪਰਿਵਰਤਨ ਹੈ, ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਮਾਪਨ ਵਿਚ ਸਹਾਇਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। (b) ਸੋਲਰ ਸੈਲ ਫੋਟਾਨ ਊਰਜਾ ਨੂੰ ਬਿਜਲਈ ਊਰਜਾ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। (c) ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਉਤਸਰਜਕ ਡਾਇਓਡ (LED) ਅਤੇ ਡਾਇਓਡ ਲੇਜ਼ਰ (diode laser) ਜਿਸ ਵਿਚ ਬਾਇਸ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਦੁਆਰਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਉਤੇਜਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਉਤਪਾਦਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

18) ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਇੱਕ n-p-n ਜਾਂ p-n-p ਜੰਕਸ਼ਨ ਯੁਕਤੀ ਹੈ। ਵਿਚਕਾਰਲਾ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਬਲਾਕ (ਪਤਲਾ ਤੇ ਘਟ ਡੋਪ) 'ਆਧਾਰ' ਜਦੋਂਕਿ ਹੋਰ ਦੂਸਰੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਡ 'ਉਤਸਰਜਕ' ਅਤੇ 'ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ' ਕਹਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਉਤਸਰਜਕ ਆਧਾਰ ਜੰਕਸ਼ਨ ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸਡ, ਜਦੋਂਕਿ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਆਧਾਰ ਜੰਕਸ਼ਨ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸਡ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

19) ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ C ਜਾਂ E ਜਾਂ B ਇਨੱਪੁਟ ਅਤੇ ਆਉਟਪੁਟ ਦੋਨੋਂ ਵਿਚ ਸਾਂਝਾ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸਲਈ, ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਤਿੰਨ ਕਨਫਿਗਰੇਸ਼ਨਾਂ ਵਿੱਚ ਵਰਤਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਸਾਂਝਾ ਉਤਸਰਜਕ (CE), ਸਾਂਝਾ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ (CC) ਅਤੇ ਸਾਂਝਾ ਆਧਾਰ (CB) । ਨਿਸ਼ਚਿਤ I_B ਦੇ ਲਈ I_C ਅਤੇ V_{CE} ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਆਲੇਖ ਆਉਟਪੁਟ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ, ਜਦੋਂਕਿ ਸਥਿਰ VCE ਦੇ ਲਈ IB ਅਤੇ V_{CE} ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਆਲੇਖ ਇਨੱਪੁਟ ਕਰੈਕਟਰਿਸਟਿਕ ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ। CE- ਕਨਫਿਗਰੇਸ਼ਨ ਲਈ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਪੈਰਾਮੀਟਰ ਹਨ

ਇਨੱਪੁਟ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ, $r_i = \left(\frac{\Delta V_{BE}}{\Delta I_B}\right)_{V_{CE}}$

ਆਉਟਪੁਟ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ, $r_o = \left(\frac{\Delta V_{CE}}{\Delta I_C}\right)_{I_B}$

ਕਰੰਟ ਐਮਪਲੀਫਿਕੇਸ਼ਨ ਫੈਕਟਰ, $\beta = \left(\frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}\right)_{V_{CE}}$

20) ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਨੂੰ ਇੱਕ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਅਤੇ ਆਸੀਲੇਟਰ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਰਤਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਅਸਲ ਵਿੱਚ, ਆਸੀਲੇਟਰ ਨੂੰ ਇਕ ਅਜਿਹੇ ਸਵੈ ਪੋਸ਼ੀ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵੀ ਮੰਨਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਆਉਪੁਟ ਦੇ ਇੱਕ ਅੰਸ਼ ਨੂੰ ਇਨੱਪੁਟ ਵਿਚ ਸਮਾਨ ਕਲਾ (phase) (ਧਨਾਤਮਕ ਫੀਡਬੈਕ) ਵਿਚ ਫੀਡਬੈਕ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਸਾਂਝਾਉਤਸਰਜਕ ਕਨਫਿਗਰੇਸ਼ਨ ਵਿੱਚ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਦਾ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਗੇਨ ਹੈ, $A_v = \left(\frac{v_o}{v_i}\right) = \beta\frac{R_C}{R_B}$, ਜਿਥੇ Rc,RB ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਸਰਕਟ ਦੇ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਦੇ ਆਧਾਰ ਵੱਲ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਹਨ।

21) ਜਦੋ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਟ ਆਫ ਜਾਂ ਸੰਤ੍ਰਿਪਤ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਕਰਦੇ ਹਨ ਤਾਂ ਇਹ ਸਵਿਚ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ।

22) ਕੁਝ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਸਰਕਟ ਹਨ ਜੋ 0 ਤੇ 1 ਪੱਧਰ ਤੋਂ ਬਣੇ ਹੋਏ ਅੰਕਿਕ ਡਾਟਾ ਦਾ ਸੰਚਾਲਨ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਅੰਕੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਕੀ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਨੂੰ ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ।

23) ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਤਰਕ ਕਿਰਿਆ ਦਾ ਪਾਲਨ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਮਹਤਵਪੂਰਨ ਅੰਕੀ ਸਰਕਟ ਤਰਕ ਗੇਟ (logic gates) ਕਹਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਇਹ OR, AND, NOT, NAND, ਅਤੇ NOR ਗੇਟ ਹਨ।

24) ਆਧੁਨਿਕ ਯੁਗ ਦੇ ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕਈ ਤਰਕ ਸੰਗਤ ਗੇਟ ਜਾਂ ਸਰਕਟਾਂ ਨੂੰ ਇੱਕ ਇਕੱਲੀ 'ਚਿਪ' ਵਿੱਚ ਇੰਟੈਗਰੇਟਡ ਕਰਦੇ ਹਨ, ਜਿਹਨਾਂ ਨੂੰ ਇੰਟੈਗਰੇਟਡ ਸਰਕਟ (IC) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਵਿਚਾਰਣਯੋਗ ਵਿਸ਼ੇ (points to ponder)

1) ਅਰਧ ਚਾਲਕਾਂ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ ਬੈਂਡ (Ec ਜਾਂ Ev) ਸਪੇਸ ਵਿਚ ਇਕੋ ਥਾਂ ਤੇ ਨਹੀਂ ਹਨ (space delocalized) ਇਸ ਤੋਂ ਭਾਵ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਠੋਸ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਖਾਸ ਸਥਾਨ ਤੇ ਸਥਿਤ ਨਹੀਂ ਹਨ। ਊਰਜਾਵਾਂ ਕੁੱਲ ਦੀ ਔਸਤ ਹਨ। ਜਦੋਂ ਤੁਸੀਂ ਇਕ ਚਿੱਤਰ ਦੇਖਦੇ ਹੋ ਜਿਸ ਵਿੱਚ Ec ਜਾਂ Ev ਸਰਲ ਬੈਂਡ ਊਰਜਾ ਪੱਧਰ ਦੇ ਤਲ ਤੇ ਅਤੇ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ ਊਰਜਾ ਪੱਧਰ ਦੇ ਸਿਰੇ ਤੇ ਲੈਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ।

2) ਤੱਤਾਂ ਵਾਲੇ ਅਰਧ ਚਾਲਕਾਂ (Si ਜਾਂ Ge) ਤੋਂ n- ਕਿਸਮ ਜਾਂ p- ਕਿਸਮ ਦੇ ਅਰਧ ਚਾਲਕਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਾਪਤੀ ਲਈ 'ਡੋਪੈਂਟਾਂ' (dopants) ਨੂੰ ਦੋਸ਼ (defect) ਵਜੋਂ ਮਿਲਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਯੌਗਿਕ ਅਰਧ ਚਾਲਕਾਂ ਵਿੱਚ ਸਾਪੇਖ ਸਟੋਕੀਓਮੀਟਰੀਕ (stoichiometric) ਅਨੁਸਾਰ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਦੀ ਕਿਸਮ ਵਿੱਚ ਵੀ ਪਰਿਵਰਤਨ ਕਰ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਣ ਲਈ, ਆਦਰਸ਼ GaAs ਵਿਚ Ga ਅਤੇ As ਦਾ ਅਨੁਪਾਤ 1:1 ਹੈ, ਪਰ GaAs ਵਿਚ Ga ਦੀ ਵੱਧ ਮਾਤਰਾ ਜਾਂ As ਦੀ ਵੱਧ ਮਾਤਰਾ ਵਾਲੇ ਕ੍ਰਮਵਾਰ $Ga_{1.1}$ $As_{0.9}$ ਜਾਂ $Ga_{0.9}As_{1.1}$ ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਆਮ ਕਰਕੇ ਦੋਸ਼ਾਂ (defects) ਦੀ ਮੌਜੂਦਗੀ ਅਰਧ ਚਾਲਕਾਂ ਦੇ ਗੁਣਾਂ ਨੂੰ ਕਈ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਾਲ ਨਿਯੰਤਰਿਤ ਕਰਦੀ ਹੈ।

3) ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਵਿੱਚ ਆਧਾਰ ਖੇਤਰ ਪਤਲਾ ਅਤੇ ਘੱਟ ਡੋਪ ਕੀਤਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਨਹੀਂ ਤਾਂ ਇਨੱਪੁਟ ਵੱਲ ਆਉਣ ਵਾਲੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਜਾਂ ਹੋਲ (ਮੰਨ ਲਉ CE ਕਨਫਿਗਰੇਸ਼ਨ ਵਿੱਚ ਉਤਸਰਜਕ) ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਤੱਕ ਪੁੱਜ ਨਹੀਂ ਸਕਦੇ।

4) ਅਸੀਂ ਆਸੀਲੇਟਰ ਦਾ ਇੱਕ ਧਨਾਤਮਕ ਫੀਡ ਬੈਕ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵਰਣਨ ਕੀਤਾ ਹੈ। ਸਥਾਈ ਡੋਲਨਾਂ ਲਈ, ਆਉਟਪੁੱਟ ਵੋਲਟੇਜ਼ (Vo) ਨਾਲ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਫੀਡਬੈਕ (Vfb) ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ ਕਿ ਐਮਪਲੀਫੀਕੇਸ਼ਨ (A) ਦੇ ਬਾਦ ਇਹ ਮੁੜ Vo ਹੋ ਜਾਣਾ ਚਾਹੀਦਾ। ਜੇ ਕੋਈ, ਅੰਸ਼ β ਦੀ ਫੀਡਬੈਕ ਕੀਤੀ ਜਾਵੇ ਤਾਂ Vfb = Vo.β ਐਮਪਲੀਫਿਕੇਸ਼ਨ ਦੇ ਬਾਅਦ ਇਸਦਾ ਮਾਨ A(v o . β) ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਇਸਦਾ ਅਰਥ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਸਥਾਈ ਡੋਲਨਾਂ ਦੇ ਟਿਕਾਉ ਬਣੇ ਰਹਿਣ ਲਈ ਕਸੌਟੀ AB = 1 ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਬਾਰਕਹਾਉਜੇਨ ਕਸੌਟੀ (Barkausen's criteria) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

5) ਆਸੀਲੇਟਰ ਵਿੱਚ ਫੀਡਬੈਕ ਸਮਾਨ ਕਲਾ (ਧਨਾਤਮਕ ਫੀਡਬੈਕ) ਵਿਚ ਹੈ। ਇਹ ਫੀਡਬੈਕ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਉਲਟ ਕਲਾ (opposite phase) (ਰਿਣਾਤਮਕ ਫੀਡਬੈਕ) ਵਿੱਚ ਹੈ ਤਾਂ ਗੇਨ (gain) 1 ਤੋਂ ਘੱਟ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਕਦੇ ਵੀ ਆਸੀਲੇਟਰ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਾਰਜ ਨਹੀਂ ਕਰ ਸਕਦਾ। ਬਲਕਿ ਇਹ ਇੱਕ ਘੱਟ ਗੇਨ ਵਾਲਾ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਹੋਵੇਗਾ। ਜਦੋਂਕਿ, ਰਿਣਾਤਮਕ ਫੀਡਬੈਕ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਵਿਚ ਸ਼ੋਰ (noise) ਅਤੇ ਰੂਪ ਵਿਗਾੜ (distortion) ਨੂੰ ਵੀ ਘੱਟ ਕਰਦੀ ਹੈ, ਜੋ ਇਕ ਲਾਭਦਾਇਕ ਲਛਣ ਹੈ।

ਅਭਿਆਸ (Exercise)

14.1 ਕਿਸੇ n- ਕਿਸਮ ਦੇ ਸਿਲੀਕਾਨ ਲਈ ਨਿਮਨ ਲਿਖਤ ਵਿਚੋਂ ਕਿਹੜਾ ਕਥਨ ਸੱਚ ਹੈ ?

(a) ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਬਹੁਗਿਣਤੀ ਚਾਰਜ ਕੈਰੀਅਰ ਹੈ ਅਤੇ ਟ੍ਰਾਈਵੇਲੈਂਟ ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਡੋਪੈਂਟ ਹੈ।

(b) ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਘਟ ਗਿਣਤੀ ਵਾਹਕ ਹਨ ਅਤੇ ਪੈਂਟਾਵੇਲੈਂਟ ਪਰਮਾਣੂ ਡੋਪੈਂਟ ਹਨ।

(c) ਹੋਲ ਘਟ ਗਿਣਤੀ ਵਾਹਕ ਹਨ ਅਤੇ ਪੈਂਟਾਵੇਲੈਂਟ ਪਰਮਾਣੂ ਡੋਪੈਂਟ ਹਨ।

(d) ਹੋਲ ਬਹੁਗਿਣਤੀ ਵਾਹਕ ਹਨ ਅਤੇ ਟ੍ਰਾਈਵੇਲੈਂਟ ਪਰਮਾਣੂ ਡੋਪੈਂਟ ਹਨ।

14.2 ਅਭਿਆਸ 14.1 ਵਿਚ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਕਥਨ ਵਿਚੋਂ ਕਿਹੜੇ p- ਕਿਸਮ ਦੇ ਅਰਧ ਚਾਲਕਾਂ ਦੇ ਲਈ ਸੱਚ ਹਨ ?

14.3 ਕਾਰਬਨ, ਸਿਲੀਕਾਨ ਅਤੇ ਜਰਮੇਨੀਅਮ, ਹਰੇਕ ਵਿਚ ਚਾਰ ਸੰਯੋਜਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਹਨ। ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ਤਾ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੈਂਡ ਅਤੇ ਚਾਲਨ ਬੈਂਡ ਨੂੰ ਵੱਖ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਊਰਜਾ ਬੈਂਡ ਅੰਤਰਾਲ ਦੁਆਰਾ ਸਪਸ਼ਟ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਜੋ ਕ੍ਰਮਵਾਰ $(Eg)_c$, $(Eg)_{si}$ ਅਤੇ $(Eg)_{Ge}$ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹਨ।

ਨਿਮਨਲਿਖਤ ਵਿਚੋਂ ਕਿਹੜਾ ਕਥਨ ਸੱਚ ਹੈ ?

(a) $(Eg)_{si} < (Eg)_{Ge} < (Eg)_c$

(b) $(Eg)_c < (Eg)_{Ge} < (Eg)_{si}$

(c) $(Eg)_c < (Eg)_{si} < (Eg)_{ge}$

(d) $(Eg)_c = (Eg)_{si} = (Eg)_{ge}$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

14.4 ਬਿਨਾਂ ਬਾਇਸ p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਤੋਂ, ਹੋਲ p- ਖੇਤਰ ਤੋਂ n-ਖੇਤਰ ਵਿਚ ਵਿਸਰਿਤ (diffuse) ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਕਿਉਂਕਿ

(a) n- ਖੇਤਰ ਵਿਚ ਮੁਕਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਆਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ।

(b) ਇਹ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਅੰਤਰ ਦੇ ਕਾਰਨ ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੇ ਪਾਰ ਗਤੀ ਕਰਦੇ ਹਨ।

(c) p- ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਹੋਲ ਘਣਤਾ, n- ਖੇਤਰ ਵਿਚ ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਘਣਤਾ ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੈ।

(d) ਉਪਰੋਕਤ ਸਾਰੇ।

14.5 ਜਦੋਂ p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਤੇ ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸ ਇਸਤੇਮਾਲ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਤਾਂ ਇਹ

(a) ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਬੈਰੀਅਰ ਵਧਾਉਂਦਾ ਹੈ।

(b) ਬਹੁਗਿਣਤੀ ਵਾਹਕ ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਸਿਫਰ ਕਰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ।

(c) ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ ਬੈਰੀਅਰ ਨੂੰ ਘੱਟ ਕਰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ।

(d) ਉਪਰੋਕਤ ਵਿਚੋਂ ਕੋਈ ਨਹੀਂ।

14.6 ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦੀ ਕਿਰਿਆ ਲਈ ਹੇਠ ਲਿਖਿਆਂ ਵਿਚੋਂ ਕਿਹੜਾ ਕਥਨ ਸੱਚ ਹੈ

(a) ਆਧਾਰ, ਉਤਸਰਜਕ ਅਤੇ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਖੇਤਰਾਂ ਦਾ ਸਾਈਜ਼ ਅਤੇ ਡੋਪੈਂਟ ਘਣਤਾ ਸਮਾਨ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ।

(b) ਆਧਾਰ ਖੇਤਰ ਬਹੁਤ ਪਤਲਾ ਅਤੇ ਘੱਟ ਡੋਪ ਕੀਤਾ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ।

(c) ਉਤਸਰਜਕ ਜੰਕਸ਼ਨ ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸ ਹੈ ਅਤੇ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਜੰਕਸ਼ਨ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਹੈ।

(d) ਉਤਸਰਜਕ ਜੰਕਸ਼ਨ ਅਤੇ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਜੰਕਸ਼ਨ ਦੋਵੇਂ ਹੀ ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸ ਹਨ।

14.7 ਕਿਸੇ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਦੇ ਲਈ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਗੇਨ

(a) ਸਾਰੀਆਂ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਲਈ ਬਾਰਬਰ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ।

(b) ਉੱਚ ਅਤੇ ਨਿਮਨ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਤੇ ਉੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਵਿਚਕਾਰਲੀਆਂ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਦੀ ਰੇਂਜ ਵਿੱਚ ਅਚਲ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ।

(c) ਉੱਚ ਅਤੇ ਨਿਮਨ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਤੇ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਵਿਚਕਾਰਲੀਆਂ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਦੀ ਰੇਂਜ ਵਿੱਚ ਅਚਲ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ।

(d) ਉਪਰੋਕਤ ਵਿਚੋਂ ਕੋਈ ਨਹੀਂ

14.8 ਅਰਧ ਤਰੰਗੀ ਰੈਕਟੀਫਾਇਅਰ ਵਿੱਚ, ਜੇ ਇਨੱਪੁਟ ਆਵ੍ਰਿਤੀ 50Hz ਹੈ ਤਾਂ ਆਉਟਪੁਟ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਕਿੰਨੀ ਹੈ? ਸਮਾਨ ਇਨਪੁਟ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਲਈ ਪੂਰਣ ਤਰੰਗ ਰੈਕਟੀਫਾਇਅਰ ਦੀ ਆਉਟਪੁਟ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਕਿੰਨੀ ਹੈ?

14.9 CE- ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਲਈ, 2k Ω ਦੇ ਸੰਗ੍ਰਹਿਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਧੁਨੀ ਵੋਲਟੇਜ਼ 2V ਹੈ। ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ ਟ੍ਰਾਂਜਿਸਟਰ ਦਾ ਕਰੰਟ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਗੁਣਾਂਕ 100 ਹੈ। ਜੇ ਆਧਾਰ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ 1k Ω ਹੈ ਤਾਂ ਇਨੱਪੁਟ ਸੰਕੇਤ (signal) ਵੋਲਟੇਜ਼ ਅਤੇ ਆਧਾਰ ਕਰੰਟ ਪਤਾ ਕਰੋ।

14.10 ਇੱਕ ਦੇ ਬਾਦ ਇੱਕ ਲੜੀਵੱਧ ਵਿੱਚ ਦੋ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਜੋੜੇ ਗਏ ਹਨ। ਪਹਿਲੇ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਦਾ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਗੇਨ 10 ਅਤੇ ਦੂਸਰੇ ਦਾ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਗੇਨ 20 ਹੈ। ਜੇ ਇਨੱਪੁਟ ਸਿਗਨਲ 0.01 ਵੋਲਟ ਹੈ ਤਾਂ ਆਉਟਪੁਟ ਆਲਟਰਨੇਟ ਸਿਗਨਲ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰੋ।

14.11 ਕੋਈ p-n ਫੋਟੋਡਾਇਓਡ 2.8 eV ਬੈਂਡ ਅੰਤਰਾਲ ਵਾਲੇ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਤੋਂ ਬਣਿਆ ਹੈ। ਕੀ ਇਹ 6000 nm ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਨੂੰ ਸੰਸੂਚਤ (detect) ਕਰ ਸਕਦਾ ਹੈ?

ਹੋਰ ਅਭਿਆਸ (additional exercise)

14.12 ਸਿਲੀਕਾਨ ਪ੍ਰਮਾਣੂਆਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ 5×10^{28} ਪ੍ਰਤੀ m^3 ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਨਾਲੋ ਨਾਲ ਆਰਸੇਨਿਕ ਦੇ 5×10^{22} ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਪ੍ਰਤੀ m^3 ਅਤੇ ਇੰਡੀਅਮ ਦੇ 5×10^{20} ਪ੍ਰਮਾਣੂ ਪ੍ਰਤੀ m^3 ਨਾਲ ਡੋਪ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਹੋਲ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰੋ। ਦਿੱਤਾ ਹੈ ਕਿ $n_j = 1.5 \times 10^{16} m^{-3}$ । ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਪਦਾਰਥ n- ਕਿਸਮ ਦਾ ਹੈ ਜਾਂ p- ਕਿਸਮ ਦਾ?

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

14.13 ਕਿਸੇ ਇੰਟਰਿੰਜਿਕ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਵਿਚ ਊਰਜਾ ਅੰਤਰਾਲ Eg ਦਾ ਮਾਨ 1.2eV ਹੈ। ਇਸ ਦੀ ਹੋਲ ਗਤੀਸ਼ੀਲਤਾ (mobility) ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਗਤੀਸ਼ੀਲਤਾ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਕਾਫੀ ਘੱਟ ਹੈ ਅਤੇ ਤਾਪਮਾਨ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਇਸ ਦੀ 600 K ਤੇ 300K ਚਾਲਕਤਾਵਾਂ (conductivity) ਦਾ ਕੀ ਅਨੁਪਾਤ ਹੈ। ਇਹ ਮੰਨੋ ਕਿ ਇੰਟਰਿੰਜ਼ਿਕ ਵਾਹਕ ਘਣਤਾ n_i ਦੀ ਤਾਪਮਾਨ ਨਿਰਭਰਤਾ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਅਕਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

$$n_i = n_0 \exp\left(-\frac{E_g}{2k_B T}\right)$$

ਜਿਥੇ n_0 ਇੱਕ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਹੈ।

14.14 ਕਿਸੇ p-n ਜੰਕਸ਼ਨ ਡਾਇਓਡ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ I ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ

$$I = I_0 \exp\left(\frac{eV}{2k_B T} - 1\right)$$

ਜਿਥੇ I_0 ਨੂੰ ਰਿਵਰਸ ਸੰਤ੍ਰਿਪਤ ਕਰੰਟ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, V ਡਾਇਊਡ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਫਾਰਵਰਡ ਬਾਇਸ ਦੇ ਲਈ ਧਨਾਤਮਕ ਅਤੇ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਦੇ ਲਈ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੈ। I ਡਾਇਓਡ ਵਿਚੋਂ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਕਰੰਟ ਹੈ, k_B ਬੋਲਟਜਮਾਨ ਸਥਿਰ ਅੰਕ (8.6 × 10^{-5} eV/K ਹੈ ਅਤੇ T ਪਰਮ ਤਾਪਮਾਨ ਹੈ। ਜੇ ਕਿਸੇ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਡਾਇਓਡ ਦੇ ਲਈ Io = 5 × 10^{-12} A ਅਤੇ T = 300 K ਹੈ,ਤਾਂ

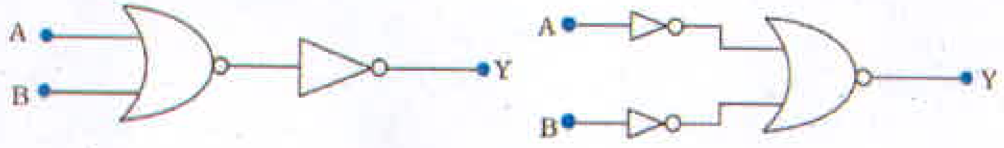
(a) 0.6 V ਫਾਰਵਰਡ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਦੇ ਲਈ ਫਾਰਵਰਡ ਕਰੰਟ ਕਿੰਨਾ ਹੋਵੇਗਾ ?

(b) ਜੇ ਡਾਇਓਡ ਦੇ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਨੂੰ ਵਧਾਕੇ 0.7 V ਕਰ ਦੇਈਏ ਤਾਂ ਕਰੰਟ ਵਿੱਚ ਕਿੰਨਾ ਵਾਧਾ ਹੋ ਜਾਵੇਗਾ।

(c) ਗਤੀਕ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ (dynamic resistance) ਕਿੰਨਾ ਹੈ ?

(d) ਜੇ ਰਿਵਰਸ ਵੋਲਟੇਜ਼ ਨੂੰ 1V ਤੋਂ 2V ਕਰ ਦਈਏ ਤਾਂ ਕਰੰਟ ਦਾ ਮਾਨ ਕਿੰਨਾਂ ਹੋਵੇਗਾ ?

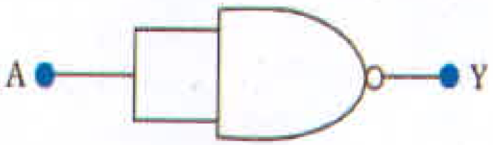
14.15 ਚਿੱਤਰ 14.44 ਵਿੱਚ ਦੋ ਸਰਕਟ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਹਨ। ਇਹ ਦਰਸਾਓ ਕਿ ਸਰਕਟ (a) OR ਗੇਟ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਵਹਾਰ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ ਸਰਕਟ (b) AND ਗੇਟ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ।



(a) (b)

ਚਿੱਤਰ 14.44

14.16 ਹੇਠਾਂ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਚਿੱਤਰ 14.45 ਵਿਚਲੇ ਢੰਗ ਨਾਲ ਜੋੜੇ ਗਏ NAND ਗੇਟ ਦਾ ਟਰੁੱਥ ਟੇਬਲ ਬਣਾਓ।



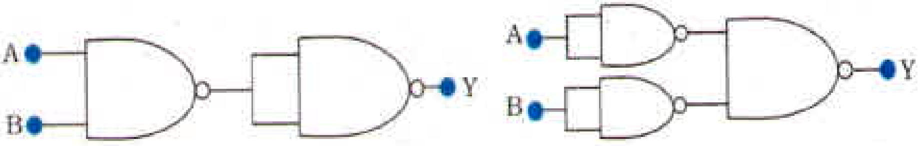
ਚਿੱਤਰ 14.45

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਰਕਟ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤੀ ਜਾਣ ਵਾਲੀ ਯਥਾਰਥ ਤਰਕ ਕਿਰਿਆ ਦੀ ਪਛਾਣ ਕਰੋ।

14.17 ਤੁਹਾਨੂੰ ਚਿੱਤਰ 14.46 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਸਰਕਟ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਹਨ ਜਿਹਨਾਂ ਵਿੱਚ NAND ਗੇਟ ਜੁੜੇ ਹਨ। ਇਹਨਾਂ ਦੋਨਾਂ ਸਰਕਟਾਂ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤੇ ਜਾਣ ਵਾਲੇ ਤਰਕ ਕਾਰਜਾਂ ਦੀ ਪਛਾਣ ਕਰੋ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

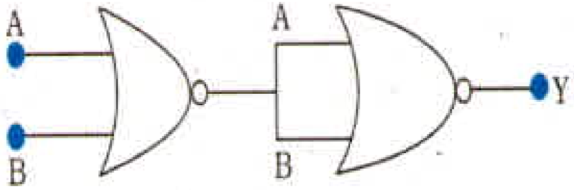
Downloaded from https:// www.studiestoday.com



(a) (b)

ਚਿੱਤਰ 14.46

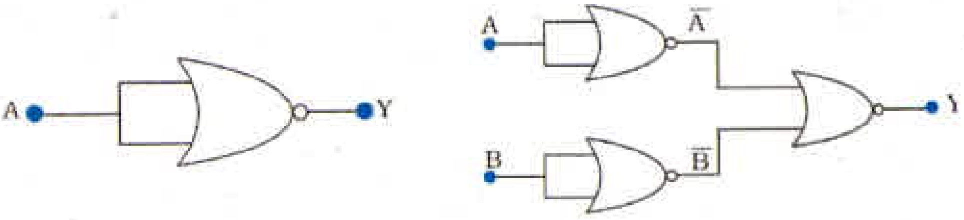
14.18 ਚਿੱਤਰ 14.47 ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੇ ਗਏ NOR ਗੇਟ ਜੁੜੇ ਸਰਕਟ ਦਾ ਟਰੁੱਥ ਟੇਬਲ ਲਿਖੋ ਅਤੇ ਇਸ ਸਰਕਟ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤੀ ਗਈ ਕਿਰਿਆ (OR,AND,NOT) ਦੀ ਪਛਾਣ ਕਰੋ।



ਚਿੱਤਰ 14.47

ਸੰਕੇਤ:- A = 0, B = 1 ਤਾਂ ਦੂਸਰੇ NOR ਗੇਟ ਦੀ ਇਨੱਪੁਟ A ਅਤੇ B, 0 ਹੋਣਗੇ ਅਤੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ Y=1 ਹੋਵੇਗਾ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ A ਅਤੇ B ਦੇ ਦੂਸਰੇ ਸੰਯੋਜਨਾਂ ਦੇ ਲਈ Y ਦੇ ਮਾਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰੋ। OR, AND, NOT ਗੇਟਾਂ ਦੇ ਟਰੱਥ ਟੇਬਲਾਂ ਨਾਲ ਤੁਲਨਾ ਕਰੋ ਅਤੇ ਸਹੀ ਵਿਕਲਪ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰੋ।

14.19 ਚਿੱਤਰ 14.48 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਗਏ ਸਿਰਫ NOR ਗੇਟਾਂ ਦੇ ਬਣੇ ਸਰਕਟ ਦਾ ਟਰੁੱਥ ਟੇਬਲ ਬਣਾਓ। ਦੋਨਾਂ ਸਰਕਟਾਂ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤੀਆਂ ਗਈਆਂ ਤਰਕ ਕਿਰਿਆਵਾਂ (OR, AND, NOT) ਦੀ ਪਛਾਣ ਕਰੋ।



(a) (b)

ਚਿੱਤਰ 14.48

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਅਭਿਆਸ ਦੇ ਉੱਤਰ

14.1 (c)

14.2 (d)

14.3 (c)

14.4 (c)

14.5 (c)

14.6 (b), (c)

14.7 (c)

14.8 ਅੱਧੀ ਤਰੰਗ ਲਈ 50Hz; ਪੂਰੀ ਤਰੰਗ ਲਈ 100Hz

14.9 $v_1 = 0.01$ V; $I_B = 10$ μA

14.10 2 V

14.11 ਨਹੀਂ (hv ਦਾ ਮਾਨ Eg ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੀ ਹੈ)

14.12 $n_e \approx 4.95 \times 10^{22}$; $n_h = 4.75 \times 10^{9}$; n-ਕਿਸਮ ਦਾ ਕਿਉਂਕਿ $n_e >> n_h$
ਸੰਕੇਤ: ਚਾਰਜ ਉਦਾਸੀਨਤਾ ਲਈ $N_D - N_A = n_e - n_h$; $n_e . n_h = n^{2}_{1}$

ਇਹਨਾਂ ਸਮੀਕਰਨਾਂ ਨੂੰ ਹੱਲ ਕਰਨ ਤੇ, $n_e = \frac{1}{2} [(N_D - N_A)$ [illegible]

14.13 1×10^5

14.14 **(a)** 0.0629 A, **(b)** 2.97 A, **(c)** 0.336 Ω

(d) ਦੋਨੋਂ ਵੋਲਟੇਜਾਂ ਦੇ ਲਈ ਕਰੰਟ I ਦਾ ਮਾਨ ਲਗਭਗ I_0 ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੋਵੇਗਾ, ਇਸ ਤੋਂ ਪਤਾ ਲਗਦਾ ਹੈ ਕਿ ਰਿਵਰਸ ਬਾਇਸ ਵਿਚ ਗਤਿਕ ਪ੍ਰਤਿਰੋਧ ਦਾ ਮਾਨ ਅਨੰਤ ਹੋਵੇਗਾ ।

14.16 NOT:

A	Y
0	1
1	0

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

14.17 **(a)** AND **(b)** OR

14.18 OR गेट

14.19 **(a)** NOT, **(b)** AND

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਅਧਿਆਇ 15

ਸੰਚਾਰ ਵਿਵਸਥਾ (Communication Systems)

15.1 ਭੂਮਿਕਾ (Introduction)

ਸੰਚਾਰ, ਸੂਚਨਾ ਨੂੰ ਪ੍ਰਸਾਰਿਤ ਕਰਨ ਦੀ ਕਿਰਿਆ ਹੈ । ਇਸ ਸੰਸਾਰ ਦਾ ਹਰੇਕ ਪ੍ਰਾਣੀ , ਆਪਣੇ ਚਾਰੋਂ ਪਾਸੇ ਦੇ ਸੰਸਾਰ ਦੇ ਪ੍ਰਾਣੀਆਂ ਨਾਲ , ਲਗਭਗ ਲਗਾਤਾਰ ਹੀ ਸੂਚਨਾਵਾਂ ਦੀ ਅਦਲਾ ਬਦਲੀ ਦੀ ਲੋੜ ਮਹਿਸੂਸ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਸਫਲ ਸੰਚਾਰ ਦੇ ਲਈ ਇਹ ਜਰੂਰੀ ਹੈ ਕਿ ਭੇਜਣ ਵਾਲਾ (sender) ਅਤੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਵਾਲਾ ਦੋਨੋਂ ਹੀ ਕਿਸੇ *ਸਾਂਝੀ ਭਾਸ਼ਾ* ਨੂੰ ਸਮਝਦੇ ਹੋਣ। ਮਨੁੱਖ ਲਗਾਤਾਰ ਹੀ ਇਹ ਕੋਸ਼ਿਸ ਕਰਦਾ ਰਿਹਾ ਹੈ ਕਿ ਉਸਦਾ ਮਨੁੱਖ ਜਾਤੀ ਨਾਲ ਸੰਚਾਰ ਗੁਣਤਾ ਵਿਚ ਉੱਨਤ ਹੋਵੇ। ਮਨੁੱਖ ਮੁੱਢਲੇ ਇਤਹਾਸਕ ਕਾਲ ਤੋਂ ਵੀ ਪਹਿਲਾਂ ਤੋਂ ਆਧੁਨਿਕ ਕਾਲ ਤੱਕ , ਸੰਚਾਰ ਵਿਚ ਉਪਯੋਗ ਹੋਣ ਵਾਲੀਆਂ ਨਵੀਆਂ -ਨਵੀਆਂ ਭਾਸ਼ਾਵਾਂ ਅਤੇ ਵਿਧਿਆਂ ਦੀ ਖੋਜ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਯਤਨਸ਼ੀਲ ਰਿਹਾ ਹੈ; ਤਾਂਕਿ ਸੰਚਾਰ ਦੀ ਗਤੀ ਅਤੇ ਗੁੰਝਲਾਂ ਦੇ ਪਦਾਂ ਵਿਚ ਵਧਦੀਆਂ ਲੋੜਾਂ ਦੀ ਪੂਰਤੀ ਹੋ ਸਕੇ । ਸੰਚਾਰ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਦੇ ਵਿਕਾਸ ਨੂੰ ਉਤਸਾਹਿਤ ਕਰਨ ਵਾਲੀਆਂ ਘਟਨਾਵਾਂ ਅਤੇ ਉਪਲਵਧੀਆਂ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿਚ ਜਾਣਕਾਰੀ ਹੋਣਾ ਲਾਭਦਾਇਕ ਹੈ, ਜਿਸ ਨੂੰ ਸਾਰਣੀ 15.1 ਵਿਚ ਪ੍ਰਸਤੂਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ।

ਆਧੁਨਿਕ ਸੰਚਾਰ ਦੀਆਂ ਜੜ੍ਹਾਂ 19ਵੀਂ ਅਤੇ 20ਵੀਂ ਸਦੀ ਵਿਚ ਸਰ ਜਗਦੀਸ਼ ਚੰਦਰ ਬੋਸ (J.C.bose) ਐਫ.ਬੀ ਮੋਰਸ (F.B.Morse), ਜੀ . ਮਾਰਕੋਨੀ (G.Marconi) ਅਤੇ ਅਲੈਕਜੇਂਡਰ ਗ੍ਰਾਹਮ ਬੈਲ (Alexander Graham Bell) ਦੇ ਕਾਰਜਾਂ ਵਿਚੋ ਮਿਲਦੀਆਂ ਹਨ। 20ਵੀਂ ਸਦੀ ਦੇ ਪਹਿਲੇ ਪੰਜਾਹ ਸਾਲਾਂ ਦੇ ਬਾਦ ਇਸ ਖੇਤਰ ਵਿਚ ਵਿਕਾਸ ਦੀ ਗਤੀ ਨਾਟਕੀ ਢੰਗ ਨਾਲ ਵਧੀ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।ਅਗਲੇ ਦਹਾਕਿਆਂ ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਬਹੁਤ ਸਾਰੀਆਂ ਮੱਹਤਵਪੂਰਨ ਉਪਲਬਧੀਆਂ ਦੇਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ । ਇਸ ਪਾਠ ਦਾ ਉਦੇਸ਼ ਸੰਚਾਰ ਦੀ ਸੰਕਲਪਨਾ, ਅਰਥਾਤ ਸੰਚਾਰ ਦੇ ਢੰਗ (mode), ਮਾਡੂਲਨ (Modulation) ਦੀ ਲੋੜ ਅਤੇ ਆਯਾਮ -ਮਾਡੂਲਨ ਦੇ ਨਿਗਮਨ ਅਤੇ ਉਤਪਾਦਨ ਤੇ ਜਾਣੂ ਹੋਣਾ ਹੈ ।

15.2 ਸੰਚਾਰ ਵਿਵਸਥਾ ਦੇ ਤੱਤ (Elements of a Communication System)

ਸੰਚਾਰ ਸਾਰਿਆਂ ਸਜੀਵ ਵਸਤੂਆਂ ਦੇ ਜੀਵਨ ਦੇ ਹਰੇਕ ਚਰਨ ਵਿਚ ਸਮਾਇਆ ਹੋਇਆਂ ਹੈ ।ਬੇਸ਼ਕ ਸੰਚਾਰ ਦੀ ਕੋਈ ਵੀ ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ ਹੋਵੇ , ਹਰੇਕ ਸੰਚਾਰ ਵਿਵਸਥਾ ਦੇ ਤਿੰਨ ਜਰੂਰੀ ਤੱਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ - ਟ੍ਰਾਂਸਮੀਟਰ , ਮਾਧਿਅਮ /ਚੈਨਲ ਅਤੇ ਰਸੀਵਰ । ਚਿੱਤਰ 15.1 ਵਿਚ ਕਿਸੇ ਸੰਚਾਰ ਵਿਵਸਥਾ ਦੇ ਵਿਆਪਕ ਰੂਪ ਨੂੰ ਬਲਾਕ ਰੇਖਾ ਚਿੱਤਰ ਦੁਆਰਾ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।

ਚਿੱਤਰ 15.1 ਕਿਸੇ ਵਿਆਪਕ ਸੰਚਾਰ ਵਿਵਸਥਾ ਦਾ ਬਲਾਕ ਚਿੱਤਰ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਸਾਰਨੀ 15.1 ਸੰਚਾਰ ਦੇ ਇਤਿਹਾਸ ਦੀਆਂ ਕੁਝ ਮੁਖ ਉਪਲਬਧੀਆਂ

(ਸਾਲ) Year	(ਘਟਨਾ) Event	(ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਕਥਨ) Remarks
1565 ਈ (ਲਗਭਗ)	ਬਾਦਸ਼ਾਹ ਅਕਬਰ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਦੂਰ ਦੇ ਸਥਾਨ ਤੇ ਬੇਗਮ ਦੁਆਰਾ ਬੱਚੇ ਨੂੰ ਜਨਮ ਦੇਣ ਦੀ ਘਟਨਾ ਨੂੰ ਢੋਲ ਬਜਾ ਕੇ ਸੂਚਿਤ ਕਰਨਾ।	ਇਹ ਮੰਨਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਵਜੀਰ ਬੀਰਬਲ ਨੇ ਬਾਦਸ਼ਾਹ ਅਤੇ ਬੇਗਮ ਦੀਆਂ ਆਰਾਮਗਾਹਾਂ ਵਿਚਕਾਰ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਗਿਣਤੀ ਵਿਚ ਢੋਲ ਬਜਾਉਣ ਵਾਲਿਆਂ ਦੀ ਵਿਵਸਥਾ ਕੀਤੀ ਸੀ।
1835	ਸੈਮੂਅਲ ਐਫ. ਬੀ . ਮੋਰਸ ਅਤੇ ਸਰ ਚਾਰਲਸ ਵਹੀਟਸਟੋਨ ਦੁਆਰਾ ਟੈਲੀਗ੍ਰਾਫ ਦੀ ਖੋਜ	ਇਸਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਡਾਕਘਰਾਂ ਦੁਆਰਾ ਸੰਦੇਸ਼ ਭੇਜਣ ਵਿਚ ਹੈਰਾਨੀਜਨਕ ਵਾਧਾ ਹੋਇਆ ਅਤੇ ਸੰਦੇਸ਼ਵਾਹਕਾਂ ਦੁਆਰਾ ਖੁਦ ਜਾਤਰਾ ਕਰਕੇ ਸੰਦੇਸ਼ ਪਹੁੰਚਾਉਣ ਦਾ ਕਾਰਜ ਬਹੁਤ ਘਟ ਗਿਆ।
1876	ਅਲੈਕਸੈਂਡਰ ਗ੍ਰਾਹਮ ਬੇਲ ਅਤੇ ਐਂਟੀਨੀਓ ਮੈਯੂੱਸੀ ਦੁਆਰਾ ਟੈਲੀਫੋਨ ਦੀ ਖੋਜ	ਸ਼ਾਇਦ ਮਨੁੱਖ ਜਾਤੀ ਦੇ ਇਤਹਾਸ ਵਿਚ ਸਭ ਤੋਂ ਵੱਧ ਵਰਤੋਂ ਹੋਣ ਵਾਲਾ ਸੰਚਾਰ ਸਾਧਨ
1895	ਸਰ ਜੇ. ਸੀ.ਬੋਸ ਅਤੇ ਜੀ . ਮਾਰਕੋਨੀ ਦੁਆਰਾ ਬੇਤਾਰ ਤਾਰ ਦਾ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਨ	ਇਹ ਤਾਰ ਦੁਆਰਾ ਸੰਚਾਰ ਦੇ ਯੁਗ ਤੋਂ ਬੇ-ਤਾਰ ਦੁਆਰਾ ਸੰਚਾਰ ਦੇ ਯੁਗ ਵਿਚ ਇੱਕ ਉੱਚੀ ਉਡਾਨ ਸੀ।
1936	ਟੇਲੀਵਿਜ਼ਨ ਪ੍ਰਸਾਰਣ (ਜਾੱਨ ਲਾਗੀ ਬੇਅਰਡ,john logi baird)	BBC ਦੁਆਰਾ ਪਹਿਲਾ ਟੇਲੀਵਿਜ਼ਨ ਪ੍ਰਸਾਰਣ
1955	ਮਹਾਂਦੀਪ ਦੇ ਪਾਰ ਪਹਿਲਾ ਰੇਡੀਓ ਫੈਕਸ ਟਰਾਂਸਮੀਸ਼ਨ (ਅਲੈਕਜੇਂਡਰ ਬੇਨ ,Alexander Bain)	ਅਲੈਕਜੇਂਡਰ ਬੇਨ ਨੇ ਫੈਕਸ ਦੀ ਅਵਧਾਰਨਾ 1843 ਵਿਚ ਪੇਟੇਂਟ ਕਰਵਾਈ
1968	ARPANET ਪਹਿਲਾ ਇੰਟਰਨੇਟ ਹੋਂਦ ਵਿਚ ਆਇਆ (ਜੇ. ਸੀ.ਆਰ ਲਿਕਲੀਡਰ J.C.R Licklider)	ARPANET ਪ੍ਰੋਜੈਕਟ ਨੂੰ ਅਮਰੀਕਾ ਦੇ ਰਖਿਆ ਵਿਭਾਗ ਦੁਆਰਾ ਸੰਚਾਲਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਇਸਦੇ ਤਹਿਤ ਨੇਟਵਰਕ ਨਾਲ ਜੁੜੇ ਇੱਕ ਕੰਪਿਊਟਰ ਤੋਂ ਫਾਈਲ ਦੂਸਰੇ ਕੰਪਿਊਟਰ ਵਿਚ ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ ਕੀਤੀ ਗਈ।
1975	ਬੈਲ ਲੈਬੋਰੇਟਰੀਜ਼ ਵਿਖੇ ਫਾਈਬਰ ਆਪਟਿਕ Fibre optics) ਵਿਕਸਿਤ ਕੀਤੀ ਗਈ	ਪਰੰਪਰਿਕ ਸੰਚਾਰ ਵਿਵਸਥਾਵਾਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਫਾਈਬਰ ਆਪਟਿਕਸ ਸੰਚਾਰ ਵਿਵਸਥਾ ਸਬ ਤੋਂ ਵਧੀਆ ਤੇ ਸਸਤੀ ਹੈ।
1989 – 91	ਟਿਮ ਬਰਨਰ ਲੀ (Tim Berners Lee) ਨੇ **World Wide Web** ਦੀ ਖੋਜ ਕੀਤੀ।	WWW ਨੂੰ ਇੱਕ ਅਜਿਹੇ ਵਿਸ਼ਾਲ ਵਿਸ਼ਵਕੋਸ਼ ਵਜੋਂ ਮੰਨਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਜਿਸਦਾ ਗਿਆਨ ਆਮ ਵਿਅਕਤੀ ਨੂੰ ਹਰ ਸਮੇਂ ਉਪਲਬਧ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਕਿਸੇ ਸੰਚਾਰ ਵਿਵਸਥਾ ਵਿਚ ਟਰਾਂਸਮੀਟਰ ਕਿਸੇ ਇਕ ਸਥਾਨ ਤੇ ਸਥਾਪਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਰਿਸੀਵਰ ਕਿਸੇ ਹੋਰ ਸਥਾਨ ਤੇ (ਨੇੜੇ ਜਾਂ ਦੂਰ) ਸਥਾਪਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਚੈਨਲ ਇਕ ਅਜਿਹਾ ਭੌਤਿਕ ਮਾਧਿਅਮ ਹੈ ਜੋ ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਇਕ ਦੂਸਰੇ ਨਾਲ ਜੋੜਦਾ ਹੈ। ਚੈਨਲ ਦੀ ਕਿਸਮ ਸੰਚਾਰ ਵਿਵਸਥਾ ਦੀ ਕਿਸਮ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਟਰਾਂਸਮੀਟਰ ਅਤੇ ਰਿਸੀਵਰ ਨੂੰ ਜੋੜਨ ਵਾਲੀ ਇਕ ਤਾਰ ਜਾਂ ਕੇਬਲ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ ਜਾਂ ਬੇਤਾਰ (wireless) ਵੀ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ । ਟਰਾਂਸਮੀਟਰ ਦਾ ਉਦੇਸ਼ ਸੂਚਨਾ ਸ੍ਰੋਤ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਸ਼ੰਦੇਸ਼ ਸਿਗਨਲ ਨੂੰ ਚੈਨਲ ਦੁਆਰਾ ਟਰਾਂਸਮਿਟ ਕਰਨ ਲਈ ਸਹੀ ਰੂਪ ਵਿਚ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਕਰਨਾ ਹੈ । ਜੇ ਕਿਸੇ ਸੂਚਨਾ ਸ੍ਰੋਤ ਦੀ ਆਉਟਪੁੱਟ ਧੁਨੀ ਸਿਗਨਲ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਗੈਰ ਬਿਜਲਈ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਕੋਈ ਟਰਾਂਸਡਿਊਸਰ (transducer) ਇਸ ਸੰਦੇਸ਼ ਨੂੰ ਟਰਾਂਸਮੀਟਰ ਨੂੰ ਦੇਣ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਬਿਜਲਈ ਸਿਗਨਲ ਵਿਚ ਬਦਲ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਕੋਈ ਟਰਾਸਮਿਟ ਕੀਤਾ ਸਿਗਨਲ ਕਿਸੇ ਚੈਨਲ ਰਾਹੀਂ ਸੰਚਾਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਚੈਨਲ ਵਿਚਲੀਆਂ ਅਪੂਰਣਤਾਵਾਂ ਕਾਰਨ ਸਿਗਨਲ ਵਿਚ ਰੂਪ - ਵਿਗਾੜ (distortion) ਪੈਦਾ ਹੋ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ ਟਰਾਂਸਮਿਟ ਕੀਤੇ ਸਿਗਨਲ ਵਿਚ ਸ਼ੋਰ (noise) ਮਿਲ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਰਿਸੀਵਰ ਨੂੰ ਟਰਾਸਮਿਟ ਸਿਗਨਲ ਦਾ ਵਿਗੜਿਆ ਰੂਪ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਰਿਸੀਵਰ ਦਾ ਕੰਮ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤੇ ਸਿਗਨਲ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਓਪਰੇਟ ਕਰਨਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਇਸ ਸੂਚਨਾ-ਸਿਗਨਲ ਦੀ ਮੁੜ ਸੰਰਚਨਾ ਕਰਕੇ ਇਸਨੂੰ ਮੂਲ ਸੰਦੇਸ਼-ਸਿਗਨਲ ਨੂੰ ਪਛਾਣ ਸਕਣ ਯੋਗ ਰੂਪ ਵਿਚ ਲਿਆਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂਕਿ ਸੰਦੇਸ਼ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਤਾ ਨੂੰ ਪਹੁੰਚਾਇਆ ਜਾ ਸਕੇ ।

ਸੰਚਾਰ ਦੇ ਦੋ ਮੂਲ ਢੰਗ ਹਨ: ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਬਿੰਦੂ (point to point) ਤੱਕ ਸੰਚਾਰ , ਅਤੇ ਪ੍ਰਸਾਰਣ (broadcast) ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਿੰਦੂ ਤੱਕ ਸੰਚਾਰ ਵਿਧੀ ਵਿਚ ਇੱਕ ਇਕੱਲਾ ਟਰਾਂਸਮੀਟਰ ਅਤੇ ਇਕ ਰਿਸੀਵਰ ਦੇ ਵਿਚਲੇ ਲਿੰਕ ਰਾਹੀਂ ਸੰਚਾਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਵਿਧੀ ਦੇ ਸੰਚਾਰ ਦਾ ਇਕ ਉਦਾਹਰਨ ਟੈਲੀਫੋਨ ਵਿਵਸਥਾ ਹੈ। ਇਸ ਦੇ ਉਲਟ, ਪ੍ਰਸਾਰਣ ਵਿਧੀ ਵਿਚ ਕਿਸੇ ਇਕੱਲੇ ਟਰਾਂਸਮੀਟਰ ਦੇ ਸੰਗਤ ਕਈ ਰਿਸੀਵਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਪ੍ਰਸਾਰਣ ਵਿਧੀ ਦੁਆਰਾ ਸੰਚਾਰ ਦੇ ਉਦਾਹਰਨ ਰੇਡਿਓ ਅਤੇ ਟੈਲੀਵੀਜ਼ਨ ਹਨ ।

15.3 ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਿਕ ਸੰਚਾਰ ਵਿਵਸਥਾ ਵਿਚ ਇਸਤੇਮਾਲ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਮੂਲ ਸ਼ਬਦਾਵਲੀ (Basic Terminology Used in Electronic Communication Systems)

ਹੁਣ ਤੱਕ ਅਸੀਂ ਕੁੱਝ ਪਦਾਂ (ਸ਼ਬਦਾਂ) ਜਿਵੇਂ ਸੂਚਨਾ ਸ੍ਰੋਤ (information source), ਟਰਾਂਸਮੀਟਰ (transmitter), ਚੈਨਲ , ਨਾਇਜ਼ (noise), ਆਦਿ ਤੋਂ ਜਾਣੂ ਹੋ ਚੁਕੇ ਹਾਂ । ਜੇ ਅਸੀਂ ਹੇਠ ਲਿਖੀ ਮੂਲ ਸ਼ਬਦਾਵਲੀ ਤੋਂ ਜਾਣੂ ਹੋ ਜਾਈਏ ਤਾਂ ਸਾਡੇ ਲਈ ਕਿਸੇ ਵੀ ਸੰਚਾਰ ਵਿਵਸਥਾ ਨੂੰ ਸਮਝਣਾ ਸੋਖਾ ਹੋ ਜਾਵੇਗਾ ।

1.ਟਰਾਂਸਡਿਊਸਰ (transducer) :- ਕੋਈ ਯੁਕਤੀ ਜੋ ਊਰਜਾਂ ਦੇ ਇਕ ਰੂਪ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਦੂਸਰੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਕਰ ਦਿੰਦੀ ਹੈ ਉਸ ਨੂੰ ਟਰਾਂਸਡਿਊਸਰ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ । ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਿਕ ਸੰਚਾਰ ਨਾਲ ਵਿਵਸਥਾਵਾਂ ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਅਕਸਰ ਅਜਹਿਆਂ ਯੁਕਤੀਆਂ ਨਾਲ ਵਿਵਹਾਰ ਕਰਨਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਹਨਾਂ ਦਾ ਜਾਂ ਤਾਂ ਨਿਵੇਸ਼ (input) ਜਾਂ ਆਉਟਪੁੱਟ (output) ਬਿਜਲਈ ਰੂਪ ਵਿਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਬਿਜਲਈ ਟਰਾਂਸਡਿਊਸਰ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ-ਅਜਿਹੀ ਯੁਕਤੀ ਜੋ ਕੁੱਝ ਭੌਤਿਕ ਚਲਾਂ (variables) (ਦਬਾਉ ਵਿਸਥਾਪਨ, ਬਲ, ਤਾਪਮਾਨ ਆਦਿ) ਨੂੰ ਆਪਣੀ ਆਉਟਪੁੱਟ ਤੇ ਸੰਗਤ ਬਿਜਲਈ ਸਿਗਨਲ ਦੇ ਚਲਾਂ ਵਿਚ ਤਬਦੀਲ ਕਰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ।

2.ਸਿਗਨਲ (signal) :- ਟਰਾਂਸਮੀਸ਼ਨ ਲਈ ਢੁਕਵੇਂ ਬਿਜਲੀ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਤਬਦੀਲ ਸੂਚਨਾ ਨੂੰ ਸਿਗਨਲ ਜਾਂ ਸੰਕੇਤ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ । ਸਿਗਨਲ ਜਾਂ ਤਾਂ *ਐਨਾਲੋਗ (analog)* *ਜਾਂ ਅੰਕੀ (digital)* ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ । ਐਨਾਲੋਗ ਸਿਗਨਲ ਵੋਲਟੇਜ ਜਾਂ ਕਰੰਟ ਵਿਚ ਨਿਰੰਤਰ ਬਦਲਾਵ ਹੁੰਦਾ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। *ਇਹ ਜਰੂਰੀ ਹੀ (Essentially) ਸਮੇਂ ਦੇ ਇਕ ਮਾਨ ਵਾਲੇ ਫਲਨ (single valued function) ਹੁੰਦੇ ਹਨ* / ਸਾਇਨ (sine) ਤਰੰਗ ਇੱਕ ਮੂਲ ਐਨਾਲੋਗ ਸਿਗਨਲ ਹੈ। ਸਾਰੇ ਹੋਰ ਐਨਾਲੋਗ ਸਿਗਨਲਾਂ ਨੂੰ ਪੂਰਣ ਰੂਪ ਵਿਚ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਸਾਇਨ ਤਰੰਗ ਘਟਕਾਂ ਦੇ ਪਦਾਂ ਵਿਚ ਸਮਝਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ । ਟੈਲੀਵਿਜ਼ਨ ਦੇ ਧੁਨੀ ਅਤੇ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਸਿਗਨਲ ਸੁਭਾਅ ਵਿਚ ਐਨਲੋਗ ਸਿਗਨਲ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅੰਕੀ ਸਿਗਨਲ (digital signal) ਉਹ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜੋ ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਡਿਸਕ੍ਰੀਟ ਮਾਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਡਿਜੀਟਲ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਿਕੀ ਵਿਚ ਵਿਸਤ੍ਰਿਤ ਰੂਪ ਵਿਚ ਉਪਯੋਗ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਦੋ ਆਧਾਰੀ ਪ੍ਰਣਾਲੀ (binary system) ਵਿਚ ਕਿਸੇ ਸਿਗਨਲ ਦੇ ਸਿਰਫ ਦੋ ਪੱਧਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। '0' ਨਿਮਨ ਵੋਲਟਤਾ / ਕਰੰਟ ਪੱਧਰ ਦੇ ਸੰਗਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ '1' ਉਚ ਵੋਲਟਤਾ/ਕਰੰਟ ਪੱਧਰ ਦੇ ਸੰਗਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਅੰਕੀ ਸੰਚਾਰ ਲਈ ਉਪਯੋਗੀ ਬਹੁਤ ਸਾਰੀਆਂ ਕੋਡਿੰਗ ਪ੍ਰਣਾਲੀਆਂ ਹਨ। ਇਹਨਾਂ ਵਿਚ ਸੰਖਿਆ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਪ੍ਣਾਲੀਆਂ ਦੇ ਢੁਕਵੇਂ ਸੰਯੋਜਨਾਂ ਜਿਵੇਂ ਦੋ ਆਧਾਰੀ- ਕੋਡਿੰਗ-ਦਸ਼ਮਲਵ (binary coded decimal or BCD) * ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਸੰਖਿਆਵਾਂ, ਅੱਖਰਾਂ, ਅਤੇ ਕੁੱਝ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਚਿਨ੍ਹਾਂ (numbers letters and certain characters) ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਣ ਵਾਲਾ ਵਿਸ਼ਵਵਿਆਪੀ ਪੱਧਰ ਤੇ ਮਾਨਤਾਪ੍ਰਾਪਤ ਅੰਕੀ ਕੋਡ " American Standard Code for Information Interchange ** (ASCII)" ਹੈ ।

3.ਨਾਇਜ਼ (Noise):- ਨਾਇਜ਼ ਜਾਂ ਸ਼ੋਰ ਤੋ ਸਾਡਾ ਭਾਵ ਉਹਨਾਂ ਬੇਲੋੜੇ ਸਿਗਨਲਾਂ ਤੋਂ ਹੈ ਜੋ ਕਿਸੇ ਸੰਚਾਰ ਵਿਵਸਥਾ ਵਿਚ ਸੰਦੇਸ਼ ਸਿਗਨਲਾਂ ਦੇ ਟਰਾਂਸਮਿਸ਼ਨ ਅਤੇ ਪ੍ਰੋਸੈਸਿੰਗ ਵਿਚ ਹਲਚਲ (disturbance) ਪੈਦਾ ਕਰਨ ਦੀ ਕੋਸ਼ਿਸ਼ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਨਾਇਜ਼ ਪੈਦਾ ਕਰਨ ਦਾ ਸ੍ਰੋਤ ਵਿਵਸਥਾ ਦੇ ਬਾਹਰ ਜਾਂ ਅੰਦਰ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ।

4.ਟਰਾਂਸਮੀਟਰ (Transmitter):- ਟਰਾਂਸਮੀਟਰ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ੀ ਸਿਗਨਲ (incoming signal) ਨੂੰ ਪ੍ਰੋਸੈਸ ਕਰਕੇ ਚੈਨਲ ਵਿਚੋਂ ਹੋ ਕੇ ਟਰਾਂਸਮੀਸ਼ਨ ਅਤੇ ਇਸ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਰਿਸੀਵ ਕਰਨ ਦੇ ਯੋਗ ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ।

5.ਰਿਸੀਵਰ (Receiver) :-ਕੋਈ ਰਿਸੀਵਰ ਚੈਨਲ ਦੇ ਆਉਟਪੁਟ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਸਿਗਨਲ ਵਿਚੋਂ ਲੋੜੀਦਾਂ ਸੰਦੇਸ਼ ਸਿਗਨਲਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦਾ ਹੈ।

6.ਖੀਣਤਾ (Attenuation):- ਮਾਧਿਅਮ ਵਿਚੋਂ ਸੰਚਾਰ ਕਰਦੇ ਸਮੇਂ ਸਿਗਨਲ ਦੀ ਪ੍ਰਬਲਤਾ ਵਿਚ ਹਾਨੀ ਨੂੰ ਖੀਣਤਾ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

7.ਐਮਪਲੀਫਿਕੇਸ਼ਨ (Amplification):- ਇਹ ਕਿਸੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਿਕ ਸਰਕਟ ਜਿਸਨੂੰ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ (ਸੰਦਰਭ ਪਾਠ 14) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਦੀ ਵਰਤੋ ਨਾਲ ਸਿਗਨਲ ਆਯਾਮ (ਅਤੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਉਸਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਵਿਚ ਵਾਧਾ ਕਰਨ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਹੈ। ਸੰਚਾਰ ਵਿਵਸਥਾ ਵਿਚ ਖੀਣਤਾ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਖੈ ਦੀ ਪੂਰਤੀ ਲਈ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ। ਹੋਰ ਸਿਗਨਲ ਪ੍ਰਬਲਤਾ ਦੇ ਲਈ ਲੋੜੀਦੀਂ ਊਰਜਾ DC ਬਿਜਲਈ ਸੋਮੇ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਸਿਗਨਲ ਹੈ। ਐਮਪਲੀਫੀਕੇਸ਼ਨ, ਸ੍ਰੋਤ ਅਤੇ ਲਕਸ਼ ਦੇ ਵਿਚ ਉਸ ਸਥਾਨ ਤੇ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਥੇ ਸਿਗਨਲ ਦੀ ਪ੍ਰਬਲਤਾ, ਲੋੜੀਦੀਂ ਪ੍ਰਬਲਤਾ ਤੋ ਕਮਜ਼ੋਰ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

8.ਰੇਂਜ਼(Range):- ਇਹ ਸ੍ਰੋਤ ਅਤੇ ਲਕਸ਼ ਵਿਚਲੀ ਉਹ ਅਧਿਕਤਮ ਦੂਰੀ ਹੈ ਜਿਥੇ ਤੱਕ ਸਿਗਨਲ ਨੂੰ ਉਸਦੀ ਚੋਖੀ ਪ੍ਰਬਲਤਾ ਨਾਲ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ।

9.ਬੈਂਡ ਚੋੜਾਈ (Band Width):- ਬੈਂਡ ਚੋੜਾਈ ਤੋਂ ਸਾਡਾ ਭਾਵ ਉਸ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਰੇਂਜ ਤੋਂ ਹੈ ਜਿਸ ਤੇ ਕੋਈ ਉਪਕਰਨ ਓਪਰੇਟ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਾਂ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮ ਦੇ ਉਸ ਭਾਗ ਤੋਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਸਿਗਨਲ ਦੀਆਂ ਸਾਰੀਆਂ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਮੌਜੂਦ ਹਨ।

10.ਮਾਡੂਲਨ (Modulation):- ਸੈਕਸ਼ਨ 15.7 ਵਿਚ ਦਿਤੇ ਗਏ ਕਾਰਨਾਂ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਨਿਮਨ ਅਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਮੂਲ ਸਿਗਨਲਾਂ (ਸੰਦੇਸ਼ਾਂ/ਸੂਚਨਾਵਾਂ) ਨੂੰ ਵਧ ਦੂਰੀਆਂ ਤਕ ਟਰਾਂਸਮਿਟ ਨਹੀਂ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ । ਇਸ ਲਈ ਟਰਾਂਸਮੀਟਰ ਤੇ, ਨਿਮਨ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਸੰਦੇਸ਼ ਸਿਗਨਲਾਂ ਨੂੰ ਦੀਆਂ ਸੂਚਨਾਵਾਂ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਉਚ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੀ ਤਰੰਗ ਤੇ ਸੁਪਰਪੋਜ ਕਰਵਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜੋ ਸੂਚਨਾ ਦੇ ਵਾਹਕ ਦੀ ਭਾਂਤੀ ਵਿਵਹਾਰ ਕਰਦੀ ਹੈ ਇਸ ਪ੍ਰਕਿਰੀਆ ਨੂੰ ਮਾਡੂਲਨ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਅੱਗੇ ਚਰਚਾ ਕੀਤੀ ਜਾਵੇਗੀ ਮਾਡੂਲਨ ਕਈ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ । ਜਿਨਾਂ ਨੂੰ ਸੰਖੇਪ ਵਿੱਚ **AM, FM** ਅਤੇ **PM** ਕਹਿਦੇ ਹਨ।

11. ਡੀਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ(Demodulation) :-ਇਸ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਜਿਸ ਵਿਚ ਰਿਸੀਵਰ ਦੁਆਰਾ ਵਾਹਕ ਤਰੰਗ (carrier wave) ਤੋਂ ਸੂਚਨਾ ਦੀ ਮੁੜ ਪ੍ਰਾਪਤੀ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਡੀਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ । ਇਹ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ ਦੇ ਉਲਟ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਹੈ।

12. ਰੀਪੀਟਰ(Repeater) :- ਰੀਪੀਟਰ , ਰਿਸੀਵਰ ਅਤੇ ਟਰਾਂਸਮੀਟਰ ਦਾ ਸੰਯੋਜਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਰੀਪੀਟਰ ਟਰਾਂਸਮੀਟਰ ਤੋਂ ਸਿਗਨਲ ਦੀ ਚੋਣ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਉਸਨੂੰ ਐਮਪਲੀਫਾਈ ਕਰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਉਸ ਨੂੰ ਰਿਸੀਵਰ ਨੂੰ ਮੁੜ ਟਰਾਂਸਮਿਟ ਕਰਨ ਲਈ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਕਦੇ ਕਦੇ ਤਾਂ ਵਾਹਕ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਵਿਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਵੀ ਕਰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ।

ਰਿਪੀਟਰ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਚਿੱਤਰ 15.2 ਵਿਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਕਿਸੇ ਸੰਚਾਰ ਵਿਵਸਥਾ ਦੀ ਰੇਂਜ਼ ਵਿਚ ਵਿਸਤਾਰ ਕਰਨ ਲਈ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ । ਕੋਈ ਸੰਚਾਰ ਉਪਗ੍ਰਹਿ ਅਸਲ ਵਿਚ ਪੁਲਾੜ ਵਿਚ ਇਕ ਰੀਪੀਟਰ ਸਟੇਸ਼ਨ ਹੀ ਹੈ।

---

*BCD ਵਿਚ ਕਿਸੇ ਅੰਕ ਨੂੰ ਆਮਕਰਕੇ ਚਾਰ ਦੋ -ਆਧਾਰੀ (0ਜਾਂ 1)ਬਿਟਾਂ ਦੁਆਰਾਂ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਣ ਦੇ ਲਈ ਦਸ਼ਮਲਵ ਪ੍ਣਾਲੀ ਵਿਚਲੇ ਅੰਕਾਂ 0,1,2,3,4 ਨੂੰ 0000, 0001, 0010, 0011ਅਤੇ 0100, ਦੁਆਰਾ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ। 1000 ਨੂੰ ਅੱਠ ਅੰਕਾਂ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

** ਕਿਉਂਕਿ ਕੰਪਿਊਟਰ ਸਿਰਫ ਅੰਕਾਂ ਨੂੰ ਹੀ ਸਮਝ ਸਕਦਾ ਹੈ, ਇਹ ਅੰਗਰੇਜ਼ੀ ਦੀ ਵਰਣਮਾਲਾ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਅੱਖਰਾਂ ਦੀ ਅੰਕਾਂ ਦੇ ਪਦਾਂ ਵਿਚ ਕੀਤੀ ਗਈ ਕੋਡਿੰਗ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਚਿਤਰ 15.2 ਸੰਚਾਰ ਦੀ ਰੇਂਜ ਵਿੱਚ ਵਾਧੇ ਲਈ ਰੀਪੀਟਰ ਸਟੇਸ਼ਨ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ।

ਜਗਦੀਸ਼ ਚੰਦਰ ਬੋਸ (Jagadis Chandra Bose 1858-1937)-ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਪਰਾਲਘੂ (Ultrashort) ਬਿਜਲਈ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਨੂੰ ਪੈਦਾ ਕਰਨ ਲਈ ਇਕ ਉਪਕਰਨ ਬਣਾਇਆ ਅਤੇ ਉਸਦੇ ਅਰਧ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ (Quasioptical) ਗੁਣਾਂ ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਕੀਤਾ। ਅਜਿਹਾ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਉਹ ਗਲੈਨਾ (galena) ਵਰਗੇ ਅਰਧ ਚਾਲਕ ਨੂੰ ਬਿਜਲਈ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਆਪਣੇ ਆਪ ਮੁੜ ਪ੍ਰਾਪਤ ਸੰਸੂਚਕ (self -recovering detector) ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਵਰਤੋ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਪਹਿਲੇ ਵਿਅਕਤੀ ਸਨ । ਬੋਸ ਨੇ ਬ੍ਰਿਟਿਸ਼ ਰਸਾਲੇ ਦਿ ਇਲੈਕਟ੍ਰਸ਼ੀਅਨ (british magazine the electrician) ਦੇ 27 ਦਿਸੰਬਰ 1895 ਦੇ ਅੰਕ ਵਿਚ ਤਿੰਨ ਲੇਖ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤੇ। 13 ਦਸੰਬਰ 1901 ਨੂੰ ਮਾਰਕੋਨੀ (marconi) ਦੇ ਪਹਿਲੇ ਬੇਤਾਰ ਸੰਚਾਰ ਤੋਂ ਦੋ ਸਾਲ ਤੋਂ ਵੀ ਵੱਧ ਪਹਿਲਾਂ ਬੋਸ ਦੀ ਖੋਜ ਦੇ ਬਾਰੇ 27 ਅਪ੍ਰੈਲ 1899 ਦੀ *ਰਾਇਲ ਸੋਸਾਇਟੀ ਦੀ ਕਾਰਵਾਈ* ਵਿਚ ਵੀ ਲੇਖ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਤ ਹੋ ਚੁਕਾ ਸੀ । ਬੋਸ ਨੇ ਅਜਿਹੇ ਬਹੁਤ ਹੀ ਸੰਵੇਦੀ (highly sensitive) ਉਪਕਰਣਾਂ ਦੀ ਖੋਜ ਕੀਤੀ ਜਿਹਨਾਂ ਦੁਆਰਾ ਜੀਵਤ ਪ੍ਰਾਣੀਆਂ ਤੇ ਬਾਹਰੀ ਉਕਸਾਹਟ (stimuli) ਦੀ ਅਤੀ ਸੂਖਮ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਸੰਸੂਚਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਸੀ ਇਹਨਾਂ ਦੁਆਰਾ ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਜੰਤੂ ਅਤੇ ਬਨਾਸਪਤੀ ਟੀਸ਼ੂਆਂ ਵਿਚ ਸਮਾਂਤਰਤਾ ਸਥਾਪਿਤ ਕੀਤੀ

15.4 ਸਿਗਨਲਾਂ ਦੀ ਬੈਂਡ ਚੋੜਾਈ (Band Width of Signals)

ਕਿਸੇ ਸੰਚਾਰ ਵਿਵਸਥਾ ਵਿਚ ਸੰਦੇਸ਼ ਸਿਗਨਲ ਕੋਈ ਅਵਾਜ਼, ਸੰਗੀਤ, ਦ੍ਰਿਸ਼ ਜਾਂ ਕੰਪਿਊਟਰ ਆਂਕੜਾ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ । ਉਹਨਾਂ ਸਿਗਨਲਾਂ ਵਿਚ ਹਰੇਕ ਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਰੇਂਜ਼ ਵੱਖਰੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਸਿਗਨਲ ਦੀ ਸੰਚਾਰ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਜਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀ ਸੰਚਾਰ ਵਿਵਸਥਾ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ ਉਹ ਉਸ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਬੈਂਡ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ ਜੋ ਉਸਦੇ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਮੰਨੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

ਵਾਕ ਸਿਗਨਲਾਂ (speech signals) ਦੇ ਲਈ 300 Hz ਤੋਂ 3100Hz ਵੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਰੇਜ਼ ਨੂੰ ਢੁਕਵਾਂ ਮੰਨਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਵਾਕ ਸਿਗਨਲਾਂ ਨੂੰ ਵਪਾਰਿਕ ਟੈਲੀਫੋਨ ਸੰਚਾਰ ਦੇ ਲਈ 2800Hz (3100Hz-300Hz) ਬੈਂਡ ਚੌੜਾਈ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ। ਸੰਗੀਤ ਦੇ ਟਰਾਂਸਮੀਸ਼ਨ ਦੇ ਲਈ ਵਾਦ ਯੰਤਰਾਂ (musical instrument) ਦੁਆਰਾ ਉੱਚ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਦੇ ਸੁਰ ਪੈਦਾ ਕਰਨ ਦੇ ਕਾਰਨ, ਲਗਭਗ 20KHz ਦੀ ਬੈਂਡ ਚੋੜਾਈ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੀ ਸੁਣਨਯੋਗ ਰੇਜ਼ 20Hz ਤੋਂ 20KHz ਤੱਕ ਹੈ।

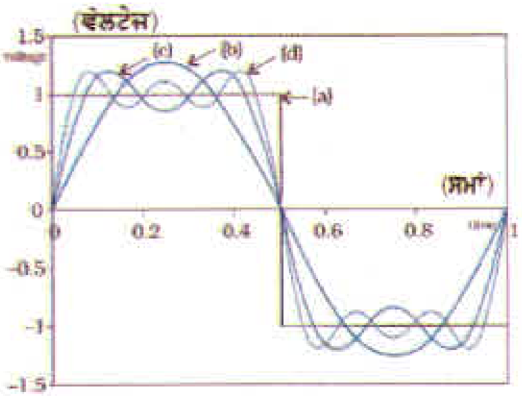
ਦ੍ਰਿਸ਼ਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਸਾਰਣ (ਟਰਾਂਸਮੀਸ਼ਨ) ਲਈ ਵੀਡੀਓ ਸਿਗਨਲਾਂ ਨੂੰ 4.2 MHz ਬੈਂਡ ਚੋੜਾਈ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ । T.V ਸਿਗਨਲਾਂ ਵਿਚ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਅਤੇ ਸੁਣੀਨਯੋਗ ਦੋਨੋਂ ਘਟਕ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਟਰਾਂਸਮੀਸ਼ਨ ਦੇ ਲਈ 6MHz ਬੈਂਡ ਚੌੜਾਈ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

ਪਿਛਲੇ ਪੈਰੇ ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਸਿਰਫ ਐਨਾਲੋਗ ਸਿਗਨਲ ਤੇ ਹੀ ਵਿਚਾਰ ਕੀਤਾ ਹੈ। ਅੰਕੀ ਸਿਗਨਲ ਚਿੱਤਰ 15.3 ਵਿਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਆਯਾਤਕਾਰ ਤਰੰਗ ਦੀ ਆਕ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਕਿ ਆਯਾਤਾਕਾਰ ਤਰੰਗ ਦਾ ਅਪਘਟਨ (ਵਿਯੋਜਨ) v_0 ,$2v_0$, $3v_0$, $4v_0$,——nv_0 ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਦੀਆਂ ਸਾਈਨ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਸੁਪਰਪੋਜ਼ੀਸ਼ਨ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਥੇ n ਇਕ ਪੂਰਣ ਅੰਕ (integer) ਹੈ ਜਿਸਨੂੰ ਅਨੰਤ ਤੱਕ ਲਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਅਤੇ $v=1/T_0$ ਹੈ। ਇਸ ਤੱਥ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਦੇ ਲਈ ਇਕ ਹੀ ਆਰੇਖ ਵਿਚ ਮੂਲ ਆਵ੍ਰਿਤੀ (v_0); ਮੂਲ ਆਵ੍ਰਿਤੀ (v_0) x ਦੋ ਗੁਣਾ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ($2v_0$), ਮੂਲ ਆਵ੍ਰਿਤੀ (v_0) x ਦੋ ਗੁਣਾ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ($3v_0$) ਦਰਸਾਈ ਗਈ ਹੈ। ਇਸ ਆਰੇਖ ਤੋਂ ਇਹ ਸ਼ਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ ਆਯਾਤਾਕਾਰ ਤਰੰਗ ਨੂੰ ਯਥਾਰਥ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਮੁੜ ਉਤਪਾਦਨ ਕਰਨ ਲਈ ਅਸੀ ਸਾਰੀਆਂ ਗੁਣਾ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ v_0, $2v_0$, $3v_0$, $4v_0$ ...... ਆਦਿ ਨੂੰ ਸੁਪਰਪੋਜ਼ ਕਰਨ ਦੀ ਲੋੜ ਹੋਵੇਗੀ , ਜਿਸ ਤੋ ਇਹ ਪਤਾ ਲਗਦਾ ਹੈ ਕਿ ਬੈਂਡ ਦੀ ਚੌੜਾਈ ਅਨੰਤ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ । ਬੇਸ਼ਕ ਵਿਵਹਾਰਿਕ ਕਾਰਜਾਂ ਦੇ ਲਈ ਉੱਚ ਗੁਣਾ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਦੇ ਯੋਗਦਾਨ ਦੀ ਉਪੇਖਿਆ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਜਿਸ ਨਾਲ ਬੈਂਡ ਚੌੜਾਈ ਸੀਮਤ ਹੋ ਜਾਵੇਗੀ। ਇਸਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋ ਰਸੀਵ ਕੀਤੀਆਂ ਤਰੰਗਾਂ ਟਰਾਂਸਮਿਟ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਵਿਰੂਪਿਤ ਹੋਣਗੀਆਂ । ਜੇ ਬੈਂਡ ਚੌੜਾਈ ਇਨੀ ਵੱਧ ਹੈ ਕਿ ਇਸ ਵਿਚ ਕੁੱਝ ਗੁਣ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਸਮਾਂ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ ਤਾਂ ਸੂਚਨਾ ਦੀ ਕੋਈ ਹਾਨੀ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਕੁਲ ਮਿਲਾਕੇ ਆਯਾਤਾਕਾਰ ਸਿਗਨਲ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸਦਾ ਕਾਰਨ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਜਿਨੀਂ ਉੱਚ ਗੁਣਾ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਤਰੰਗ ਰੂਪ ਦੇ ਲਈ ਇਸਦਾ ਯੋਗਦਾਨ ਉਨ੍ਹਾਂ ਹੀ ਘਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 15.3 ਮੂਲ ਸਾਈਨ ਤਰੰਗ ਅਤੇ ਇਸਦੀਆਂ ਗੁਣਾ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਦੇ ਪਦਾਂ ਵਿੱਚ ਆਇਤਾਕਾਰ ਤਰੰਗ ਦੀ ਨਿਕਟਤਾ

(a) ਆਇਤਾਕਾਰ ਤਰੰਗ

(b) ਮੂਲ ਆਵ੍ਰਿਤੀ (v_0)

(c) ਰੂਲ ਆਵ੍ਰਿਤੀ (v_0) + ਦੋ ਗੁਣਾਂ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ($2v_0$)

(d) ਮੂਲ ਆਵ੍ਰਿਤੀ (v_0) + ਦੋ ਗੁਣਾਂ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ($2v_0$) + ਤਿੰਨ ਗੁਣਾਂ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ($3v_0$)

15.5 ਟਰਾਂਸਮੀਸ਼ਨ ਮਾਧਿਅਮ ਦੀ ਬੈਂਡ ਚੌੜਾਈ (Band Width of Transmission Medium)

ਸੰਦੇਸ਼ ਸਿਗਨਲਾਂ ਦੀ ਹੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵੱਖ ਵੱਖ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਟਰਾਂਸਮੀਸ਼ਨ ਮਾਧਿਅਮਾਂ ਦੇ ਲਈ ਵੱਖ- ਵੱਖ ਬੈਂਡ - ਚੌੜਾਈ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਟਰਾਂਸਮੀਸ਼ਨ ਵਿਚ ਆਮ ਕਰਕੇ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੇ ਜਾਣ ਵਾਲੇ ਮਾਧਿਅਮ-ਤਾਰ, ਮੁਕਤ ਆਕਾਸ਼ , ਅਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ-ਤੰਤੂ ਕੇਬਲ ਹਨ ਸਮ-ਧੁਰੇ ਵਾਲੀ ਕੇਬਲ (coaxial cable) ਵੱਡੇ ਪੱਧਰ ਤੇ ਵਰਤੋਂ ਹੋਣ ਵਾਲਾ ਤਾਰ ਮਾਧਿਅਮ ਹੈ ਜੋ ਲਗਭਗ 750MHz ਦੀ ਬੈਂਡ ਚੋੜਾਈ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੀ ਕੇਬਲ ਆਮਕਰਕੇ 18GHz ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਤੋਂ ਘੱਟ ਤੇ ਓਪਰੇਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਰੇਡਿਓ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ ਮੁਕਤ ਆਕਾਸ਼ ਰਾਹੀਂ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਦੀ ਇੱਕ ਵਿਸਤਾਰਿਤ ਰੇਂਜ਼ (ਕੁਝ ਹਜ਼ਾਰ kHz ਤੋਂ ਕੁੱਝ GHz ਤੱਕ) ਵਿਚ ਸੰਚਾਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਰੇਂਜ਼ ਨੂੰ ਟੇਬਲ 15.2 ਵਿਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਫਿਰ ਤੋਂ ਵੰਡ ਕਰ ਕੇ ਵੱਖ ਵੱਖ ਸੇਵਾਵਾਂ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਨ ਲਈ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਤੰਤੂਆਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਸੰਚਾਰ, ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਰੇਜ਼ 1THz ਤੋਂ 1000 THz ਤੱਕ (ਸੂਖਮ ਤਰੰਗਾਂ ਤੋਂ ਪਰਾਬੈਂਗਣੀ ਤੱਕ) ਪੂਰਾ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਕ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਤੰਤੂ 100 GHz ਤੋਂ ਵਧ ਦੀ ਸੰਚਾਰ ਬੈਂਡ ਚੌੜਾਈ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਕ ਅੰਤਰਰਾਸ਼ਟਰੀ ਸਮਝੌਤੇ ਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ, ਸਪੈਕਟ੍ਰਮ ਦੀਆਂ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਬੈਂਡ ਚੌੜਾਈਆਂ ਦਾ ਨਿਰਧਾਰਨ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਨਿਧਾਰਨ ਦੀ ਵਰਤਮਾਨ ਵਿਵਸਥਾ ਦਾ ਸੰਚਾਲਨ ਅੰਤਰਰਾਸ਼ਟਰੀ ਦੂਰ ਸੰਚਾਰ ਯੂਨੀਅਨ (International Telecommunication Union\ ITU) ਕਰਦੀ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਸਾਰਣੀ 15.2 ਕੁੱਝ ਪ੍ਰਮੁੱਖ ਬੇਤਾਰ ਸੰਚਾਰ ਆਵਿਰਤੀ ਬੈਂਡ

ਸੇਵਾ	ਆਵਿਰਤੀ ਬੈਂਡ	ਟਿਪਣੀ
ਮਾਣਕ AM ਪ੍ਰਸਾਰਣ	540-1600 kHz	
FM ਪ੍ਰਸਾਰਣ	88-108 MHz	
ਟੇਲੀਵਿਜ਼ਨ	54-72 MHz 76-88 MHz 174-216 MHz 420-890 MHz	VHF (ਬਹੁਤ ਉੱਚ ਆਵਿਰਤੀ) TV UHF (ਪਰਾ ਉੱਚ ਆਵਿਰਤੀ) TV
ਸੈਲੂਲਰ ਮੋਬਾਇਲ ਰੇਡੀਓ	896-901 MHz 840-935 MHz	ਮੋਬਾਇਲ ਤੋਂ ਆਧਾਰ ਸਟੇਸ਼ਨ ਦੇ ਲਈ ਆਧਾਰ ਸਟੇਸ਼ਨ ਤੋਂ ਮੋਬਾਇਲ ਦੇ ਲਈ
ਉਪਗ੍ਰਹਿ ਸੰਚਾਰ	ਉਪਗ੍ਰਹਿ ਸੰਚਾਰ 5.925-6.425 GHz 3.7-4.2 GHz	ਅਪਲਿੰਕ ਡਾਊਨਲਿੰਕ

15.6 ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦਾ ਸੰਚਾਰ(propagation of electromagnetic waves)

ਰੇਡੀਓ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਸੰਚਾਰ ਵਿਚ ਇਕ ਸਿਰੇ ਤੇ ਟਰਾਸਮੀਟਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸਦਾ ਐਂਟੀਨਾ ਬਿਜਲ-ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਵਿਕਰਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ, ਜੋ ਪੁਲਾੜ ਰਾਹੀ ਗਤੀ ਕਰਦੀਆਂ ਹੋਈਆਂ ਦੂਸਰੇ ਸਿਰੇ ਤੇ ਸਥਿਤ ਰਿਸੀਵਰ ਦੇ ਐਂਟੀਨਾ ਤੇ ਪੁੱਜਦੀਆਂ ਹਨ। ਜਿਵੇਂ ਜਿਵੇਂ ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਟਰਾਂਸਮੀਟਰ ਤੋਂ ਦੂਰ ਹੁੰਦੀਆਂ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ ਉਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਘੱਟ ਹੁੰਦੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਸੰਚਾਰ ਅਤੇ ਰਸਤੇ ਨੂੰ ਕਈ ਕਾਰਕ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ । ਇੱਥੇ ਧਰਤੀ ਦੇ ਵਾਤਵਰਨ ਦੀ ਸੰਰਚਨਾ ਨੂੰ ਸਮਝਣਾ ਵੀ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਸੰਚਾਰ ਵਿਚ ਇਸਦੀ ਮੱਹਤਵਪੂਰਨ ਭੂਮਿਕਾ ਹੈ। ਸਾਰਨੀ 15.3 ਵਿਚ ਵਾਯੂਮੰਡਲ ਦੀਆਂ ਕੁੱਝ ਉਪਯੋਗੀ ਸਤਾਂਵਾਂ ਦਾ ਸੰਖੇਪ ਵਰਣਨ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ।

15.6.1 ਭੂਮੀ-ਤਰੰਗਾਂ (Ground Wave)

ਸਿਗਨਲਾਂ ਨੂੰ ਉੱਚ ਸਮਰਥਾ ਨਾਲ ਵਿਕਰਿਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਐਂਟੀਨਾ ਦਾ ਸਾਈਜ਼ ਸਿਗਨਲ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ λ ਦੇ ਤੁੱਲ (ਘੱਟ ਤੋਂ ਘੱਟ ~ $\lambda/4$) ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਲੰਬੀਆਂ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈਆਂ (ਭਾਵ ਨਿਮਨ ਆਵਿ੍ਤੀਆਂ ਦੇ ਲਈ ਐਂਟੀਨਾਂ ਦੇ ਭੌਤਿਕ ਸਾਈਜ਼ ਵੱਡੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਧਰਤੀ ਦੀ ਸਤਹਿ ਤੇ ਜਾਂ ਇਸਦੇ ਬਹੁਤ ਨੇੜੇ ਲਗਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਮਾਣਕ ਆਯਾਮ-ਮਾਡੁਲੇਸ਼ਨ(AM) ਪ੍ਰਸਾਰਣ ਵਿਚ ਭੂਮੀ-ਅਧਾਰਿਤ ਖੜੇਦਾਅ ਟਾਵਰਾਂ ਦਾ ਵਿਆਪਕ ਉਪਯੋਗ ਟਰਾਂਸਮੀਸ਼ਨ ਐਂਟੀਨਾਂ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਐਂਟੀਨਾਂ ਤੋਂ ਸਿਗਨਲ ਦੇ ਪ੍ਰਸਾਰਵ ਤੇ ਭੂਮੀ ਦਾ

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਪ੍ਰਬਲ ਪ੍ਰਭਾਵ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸੰਚਾਰ ਦੀ ਇਸ ਵਿਧੀ ਨੂੰ ਸਤਹੀ ਤਰੰਗ ਸੰਚਾਰ (Surface Wave Propagation) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਹ ਤਰੰਗ ਧਰਤੀ ਦੀ ਸਤਹਿ ਤੇ ਰੇਂਗਦੀ ਹੋਈ ਅਗਾਂਹ ਵਧਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਤਰੰਗ ਧਰਤੀ ਦੇ ਜਿਹੜੇ ਹਿੱਸੇ ਤੋਂ ਲੰਘਦੀ ਹੈ ਉਸ ਤੇ ਕਰੰਟ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਕਰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਧਰਤੀ ਦੁਆਰਾ ਊਰਜਾ ਸੋਖਿਤ ਕਰ ਲੈਣ ਕਾਰਨ ਤਰੰਗ ਖੀਣ ਹੁੰਦੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਵਿੱਚ ਵਾਧੇ ਦੇ ਨਾਲ ਸਤਹੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਖੀਣਤਾ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਤੇਜ਼ੀ ਨਾਲ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ । ਇਸ ਲਈ ਟਰਾਂਸਮਿਟ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਣ ਵਾਲੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੀ ਅਧਿਕਤਮ ਰੇਂਜ ਟਰਾਂਸਮਿਸ਼ਨ ਸ਼ਕਤੀ ਅਤੇ ਇਸਦੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ (ਕੁੱਝ MHz ਤੋਂ ਘਟ) ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ।

ਸਾਰਨੀ 15.3 ਵਾਯੂਮੰਡਲ ਦੀਆਂ ਵੱਖੋ -ਵੱਖ ਪਰਤਾਂ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਦੀ ਸੰਚਾਰਿਤ ਬਿਜਲਈ -ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਨਾਲ ਕਿਰਿਆ (Different layers of atmosphere and their interaction with the propagating electromagnetic waves)

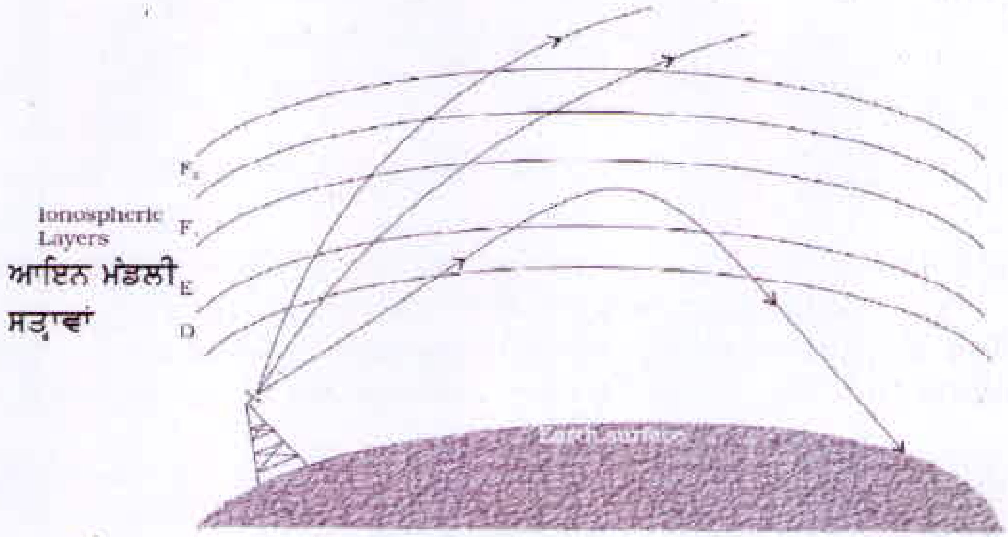
ਪਰਤ ਦਾ ਨਾਮ		ਧਰਤੀ ਦੀ ਸਤਹਿ ਤੋਂ ਲਗਭਗ ਉਚਾਈ	ਹੋਂਦ ਦੀ ਅਵਧੀ	ਸਭ ਤੋਂ ਵੱਧ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆ
ਟ੍ਰੋਪੋਸਫੀਅਰ		10Km	ਦਿਨ ਅਤੇ ਰਾਤ	ਬਹੁਤ ਉੱਚ ਆਵ੍ਰਿਤੀ VHF (ਕਈ GHz ਤੱਕ)
D (ਸਮਤਾਪ (startosphere) ਮੰਡਲ ਦਾ ਭਾਗ)	ਆਇਨ ਮੰਡਲ ਦੇ ਭਾਗ	65 – 75 Km	ਸਿਰਫ ਦਿਨ	ਨਿਮਨ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਪਰਾਵਰਤਿਤ, ਕੁਝ ਅੰਸ਼ ਤੱਕ ਮੱਧ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਅਤੇ ਉੱਚ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਸੋਖਿਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ
E (ਸਮਤਾਪ ਮੰਡਲ ਦਾ ਭਾਗ)		100 Km	ਸਿਰਫ ਦਿਨ	ਸਤਹੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦਾ ਸਹਾਇਕ, ਉਚ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਪਰਾਵਰਤਿਤ
F_1 (ਮੱਧਮੰਡਲ (mesosphere) ਦਾ ਭਾਗ)		170 – 190 Km	ਦਿਨ ਦੇ ਸਮੇਂ, ਰਾਤ ਨੂੰ F_2 ਨਾਲ ਮਿਲ ਜਾਂਦੀ ਹੈ	ਉਚ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਦਾ ਅੰਸ਼ਿਕ ਸੋਖਣ ਕਰਦੇ ਹੋਏ ਵੀ ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ F_2 ਤੱਕ ਪੁਜਣ ਦੇਣਾ
F_2 (ਥਰਮੋਸਫੀਅਰ)		ਰਾਤ ਵਿੱਚ 300 Km ਦਿਨ ਦੇ ਸਮੇਂ 250 – 400 Km	ਦਿਨ ਅਤੇ ਰਾਤ	ਉੱਚ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦਾ ਪੂਰੀ ਸਮਰਥਾ ਨਾਲ ਪਰਾਵਰਤਨ, ਖਾਸ ਕਰਕੇ ਰਾਤ ਦੇ ਸਮੇਂ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

15.6.2. ਆਸਮਾਨੀ ਤਰੰਗਾਂ (Sky Waves)

ਕੁੱਝ MHz ਤੋਂ 30 ਤੋ 40 MHz ਦੇ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਰੇਂਜ ਵਿਚ ਵੱਧ ਦੂਰੀ ਦਾ ਸੰਚਾਰ, ਰੇਡੀਓ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਆਯਨਮੰਡਲੀ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦੁਆਰਾ ਮੁੜ ਧਰਤੀ ਤੇ ਵਾਪਸ ਮੁੜਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਸੰਭਵ ਹੋ ਪਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਸੰਚਾਰ ਨੂੰ *ਆਸਮਾਨੀ ਤਰੰਗ ਸੰਚਾਰ (sky wave propagation)* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਉਪਯੋਗ ਲਘੂ ਤਰੰਗ ਪ੍ਰਸਾਰਣ (short wave broadcast) ਸੇਵਾਵਾਂ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤਾ ਜਾਦਾਂ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਆਯਨਮੰਡਲ (ionosphere) ਕਹਿਣ ਦਾ ਕਾਰਨ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਕਿਉਂਕਿ ਇਥੇ ਆਇਨ ਜਾਂ ਚਾਰਜਿਤ ਕਣ ਵੱਧ ਗਿਣਤੀ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਆਸਮਾਨ ਵਿੱਚ ਧਰਤੀ ਦੀ ਸਤਿਹ ਤੋ ~ 65km ਤੋਂ ਲਗਭਗ 400km ਉਚਾਈ ਤੱਕ ਫੈਲਿਆ ਹੋਇਆ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਸੂਰਜ ਤੋਂ ਉੱਚ ਊਰਜਾ ਵਾਲੀਆਂ ਵਿਕਿਰਣਾਂ ਅਤੇ ਪਰਾਬੈਂਗਣੀ ਕਿਰਣਾਂ ਹਵਾ ਦੇ ਸੰਪਰਕ ਵਿਚ ਆਉਦੀਆਂ ਹਨ ਤਾਂ ਹਵਾ ਦੇ ਅਣੂ ਆਇਨਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਸਦੇ ਇਲਾਵਾ ਆਇਨਮੰਡਲ ਕਈ ਪਰਤਾਂ ਵਿਚ ਵੰਡਿਆ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਜਿਸ ਨੂੰ ਵਿਸਤਾਰ ਵਿਸਤਾਰ ਵਿੱਚ ਸਾਰਣੀ 15.3 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ । ਆਇਨਾਂ ਦੀ ਮਾਤਰਾਂ ਉਚਾਈ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ ਵਾਯੂਮੰਡਲ ਦੀ ਘਣਤਾ ਉਚਾਈ ਵਧਣ ਤੇ ਘਟਦੀ ਹੈ। ਵੱਧ ਉਚਾਈਆਂ ਤੇ ਸੋਲਰ ਵਿਕਿਰਣਾਂ ਤੀਬਰ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਪਰ ਆਇਨ ਬਣਨ ਲਈ ਕੁਝ ਹੀ ਅਣੂ ਉਪਲਬੱਧ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਭੂਮੀ-ਸਤਹਿ ਦੇ ਨੇੜੇ ਜਦਕਿ ਅਣੂਆਂ ਦੀ ਘਣਤਾ ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਪਰ ਵਿਕਿਰਣਾਂ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਘਟ ਹੋਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਇਥੇ ਆਇਨ ਘਟ ਬਣਦੇ ਹਨ। ਬੇਸ਼ੱਕ, ਵਿਚਕਾਰਲੀਆਂ ਉਚਾਈਆਂ ਦੀਆਂ ਕੁੱਝ ਸਥਿਤੀਆਂ ਤੇ ਆਇਨਾਂ ਦੀ ਘਣਤਾ ਦੇ ਉਚ ਮਾਨ ਮਿਲਦੇ ਹਨ । ਆਇਨ ਮੰਡਲੀ ਪਰਤ , 3MHz ਤੋ 30MHz ਰੇਂਜ ਦੀਆਂ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਦੇ ਲਈ ਪਰਾਵਰਤਕ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਾਰਜ ਕਰਦੀ ਹੈ। 30 MHz ਤੋਂ ਉੱਚ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੀਆਂ ਬਿਜਲਈ-ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ, ਆਇਨ ਮੰਡਲ ਨੂੰ ਭੇਦ ਕੇ ਪਲਾਇਅਨ ਕਰ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ । ਇਹ ਵਰਤਾਰਾ ਚਿੱਤਰ 15.4 ਵਿਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਬਿਜਲਈ - ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਮੁੜਨ ਦਾ ਵਰਤਾਰਾ ਜਿਸਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਉਹ ਧਰਤੀ ਦੀ ਸਤਹਿ ਵਲ ਮੋੜ ਦਿੱਤੀਆਂ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ, ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਕੀ ਦੇ ਪੂਰਣ ਆਂਤਰਿਕ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੀ ਹੈ।*



ਚਿੱਤਰ 15.4 ਆਸਮਾਨੀ ਤਰੰਗ ਸੰਚਾਰ। ਸਾਰਨੀ 15.3 ਵਿਚ ਪਰਤਾਂ ਦਾ ਨਾਮਕਰਨ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ।

---

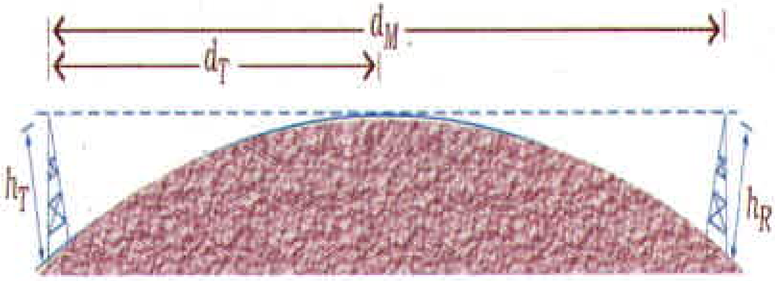
* ਮਿਰਾਜ਼ ਦੇ ਵਰਤਾਰੇ ਨਾਲ ਤੁਲਨਾ ਕਰੋ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

15.6.3.ਆਕਾਸ਼ੀ ਤਰੰਗਾਂ (Space Waves)

ਅਕਾਸ਼ੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਸਾਰਣ , ਰੇਡੀਓ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਸਾਰਣ ਦਾ ਇਕ ਹੋਰ ਢੰਗ ਹੈ। ਅਕਾਸ਼ੀ ਤਰੰਗਾਂ ਟਰਾਸਮਿਟਿੰਗ- ਐਂਟੀਨਾਂ ਤੋਂ ਰਿਸੀਵਰ ਐਂਟੀਨਾ ਤੱਕ ਸਰਲ ਰੇਖੀ ਰਸਤੇ ਤੇ ਚਲਦੀਆਂ ਹਨ ਅਕਾਸ਼ੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਲਾਈਨ-ਆਫ-ਸਾਈਟ ਰੇਡਿਓ ਪ੍ਰਸਾਰਣ (line of sight(LOS)radio communication) ਦੇ ਲਈ ਵੀ ਅਤੇ ਉਪਗ੍ਰਹਿ ਸੰਚਾਰ ਲਈ ਵੀ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। 40MHz ਤੋਂ ਵੱਧ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਤੇ ਸੰਚਾਰ ਸਿਰਫ਼ ਲਾਈਨ-ਆਫ-ਸਾਈਟ (LOS) ਰੇਡੀਓ ਸੰਚਾਰ ਦੁਆਰਾ ਹੀ ਸੰਭਵ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਤੇ ਐਂਟੀਨਾ ਦਾ ਸਾਈਜ਼ ਆਮ ਕਰਕੇ ਛੋਟਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਨੂੰ ਧਰਤੀ ਦੀ ਸਤਹਿ ਤੋਂ ਕਈ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈਆਂ ਦੀ ਉਚਾਈ ਤੇ ਸਥਾਪਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। LOS ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ ਦਾ ਸੰਚਾਰ ਹੋਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਚਿੱਤਰ 15.5 ਵਿਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਧਰਤੀ ਦੀ ਵਕ੍ਰਤਾ ਦੇ ਕਾਰਨ ਸਿੱਧੀਆਂ ਤਰੰਗਾਂ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਰੋਕ ਲਈਆਂ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ ਜੇ ਸਿਗਨਲ ਨੂੰ ਖਿਤਜ ਤੋਂ ਪਰੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨਾ ਹੈ ਤਾਂ ਰਿਸੀਵਰ ਐਂਟੀਨਾ ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਉਚਾਈ ਤੇ ਸਥਾਪਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਕਿ ਉਹ LOS ਤਰੰਗਾਂ ਨੂੰ ਵਿਚ ਹੀ ਰੋਕ ਕੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ (intercept) ਸਕੇ ।



ਚਿੱਤਰ 15.5 ਅਕਾਸ਼ੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੁਆਰਾ ਲਾਈਨ ਆਫ ਸਾਈਟ ਸੰਚਾਰ

ਜੇ ਟਰਾਸਮਿਟੀਗੰ ਐਂਟੀਨਾ h_T ਉਚਾਈ ਤੇ ਹੈ, ਤਾਂ ਤੁਸੀਂ ਇਹ ਦਰਸ਼ਾ ਸਕਦੇ ਹੋ ਕਿ ਖਿਤਜ ਦੀ ਦੂਰੀ d_T ਦਾ ਮਾਨ $d_T = \sqrt{2Rh_T}$ ਹੋਵੇਗਾ, ਇਥੇ R ਦਾ ਵਕ੍ਰਤਾ ਅਰਧਵਿਆਸ (ਲਗਭਗ 6400 km) ਹੈ। d_T ਨੂੰ ਟਰਾਸਮਿਟੀਗੰ ਐਂਟੀਨਾ ਦਾ ਰੇਡਿਓ ਖਿਤਜ਼ ਵੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ । ਚਿੱਤਰ 15.5 ਦੇ ਸੰਦਰਭ ਵਿਚ, ਧਰਤੀ ਦੀ ਸਤਹਿ ਤੇ h_T ਅਤੇ h_R ਉਚਾਈ ਵਾਲੇ ਦੋ ਐਂਟੀਨਾਂ ਦੇ ਵਿਚ ਦੀ ਵੱਧ ਤੋਂ ਵੱਧ ਲਾਇਨ - ਆਫ - ਸਾਈਟ ਦੂਰੀ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦਰਸਾਈ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ-

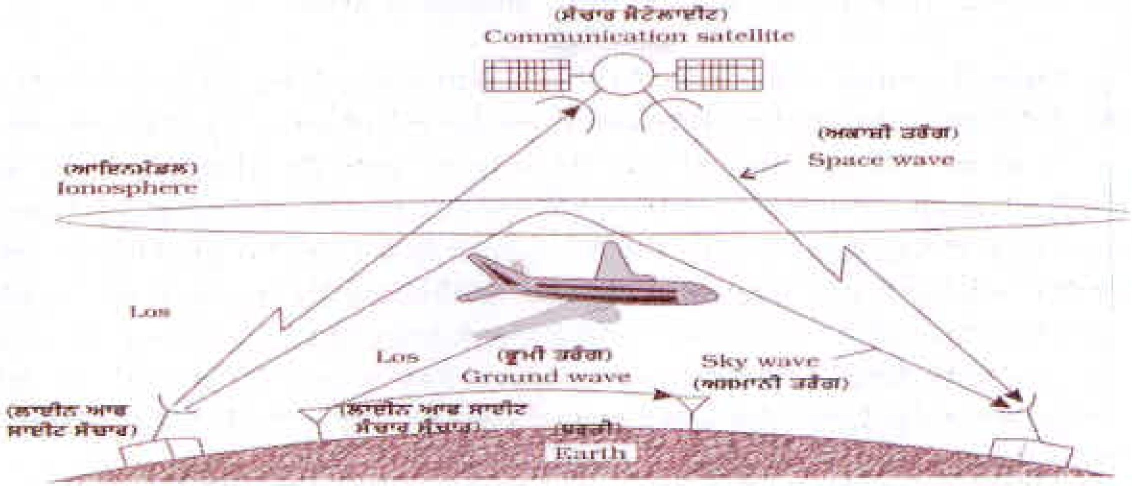
$$d_M = \sqrt{2Rh_T} + \sqrt{2Rh_R} \qquad (15.1)$$

ਇਥੇ h_R ਰਿਸੀਵਰ ਐਂਟੀਨਾ ਦੀ ਉਚਾਈ ਹੈ।

ਟੇਲੀਵਿਜ਼ਨ ਪ੍ਰਸਾਰਣ , ਮਾਈਕ੍ਰੋਵੇਵ ਲਿੰਕ ਅਤੇ ਸੈਟੇਲਾਇਟ ਸੰਚਾਰ ਉਹਨਾਂ ਸੰਚਾਰ ਪ੍ਰਣਾਲੀਆਂ ਦੇ ਕੁੱਝ ਉਦਾਹਰਨ ਹਨ ਜੋ ਅਕਾਸ਼ੀ ਤਰੰਗ ਪ੍ਰਸਾਰਣ ਢੰਗ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ। ਚਿੱਤਰ 15.6 ਵਿੱਚ ਹੁਣ ਤੱਕ ਤਰੰਗ ਸੰਚਾਰ ਦੀਆਂ ਵਰਣਨ ਕੀਤੀਆਂ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਵਿਧੀਆਂ ਦਾ ਸਾਰ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com



ਚਿੱਤਰ 15.6 ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਸੰਚਾਰ ਦੀਆਂ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਵਿਧੀਆਂ

ਉਦਾਹਰਨ 15.1– ਕਿਸੇ ਮਿਨਾਰ ਦੇ ਸ਼ੀਰਸ਼ ਤੇ ਸਥਾਪਿਤ ਟਰਾਸਮਿਟੀਗਂ ਐਂਟੀਨਾ ਦੀ ਉਚਾਈ 32 m ਅਤੇ ਰਿਸੀਵਰ ਐਟੀਨਾਂ ਦੀ ਉਚਾਈ 50m ਹੈ। LOS ਢੰਗ ਵਿਚ ਤਸੱਲੀਬਖਸ਼ ਸੰਚਾਰ ਦੇ ਲਈ ਦੋਨੋਂ ਐਂਟੀਨਾ ਦੇ ਵਿਚ ਦੀ ਵੱਧ ਤੋ ਵੱਧ ਦੂਰੀ ਕਿੰਨੀ ਹੈ ? (ਧਰਤੀ ਦਾ ਅਰਧਵਿਆਸ = 6400 km)

ਹਲ:

$$d_m = \sqrt{2 \times 64 \times 10^5 \times 32} - \sqrt{2 \times 64 \times 10^5 \times 50} \text{ m}$$

$$64 \times 10^2 \times \sqrt{10} + 8 \times 10^3 \times \sqrt{10} \text{ m}$$

$$144 \times 10^2 \times \sqrt{10} \text{ m} = 45.5 \text{ km}$$

15.7 ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ ਅਤੇ ਇਸ ਦੀ ਲੋੜ (Modulation and Its Necessity)

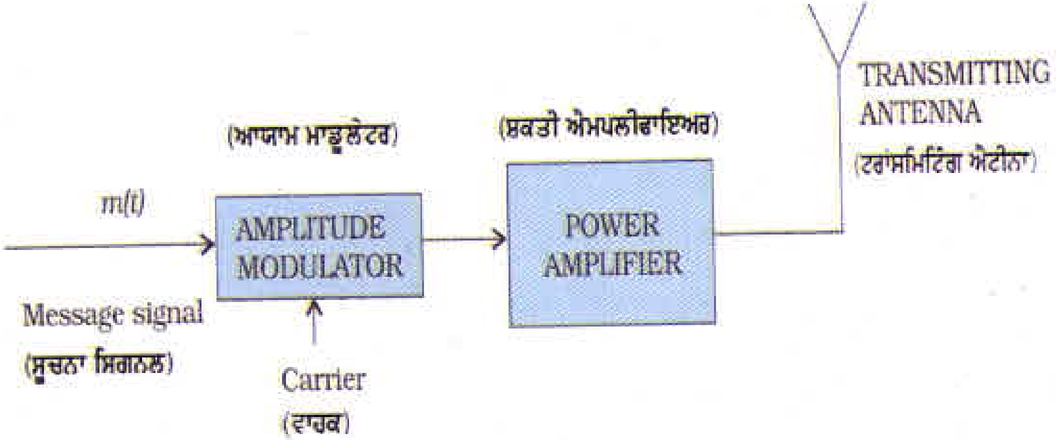
ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਪਹਿਲਾਂ ਵਰਣਨ ਕੀਤਾ ਜਾ ਚੁਕਾ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੇ ਸੰਚਾਰ ਵਿਵਸਥਾ ਦਾ ਉਦੇਸ਼ ਸੂਚਨਾ ਜਾਂ ਸੰਦੇਸ਼ ਸਿਗਨਲਾਂ ਨੂੰ ਟਰਾਂਸਮਿਟ ਕਰਨਾ ਹੈ। ਸੰਦੇਸ਼ ਸਿਗਨਲਾਂ ਨੂੰ *ਆਧਾਰ ਬੈਂਡ ਸਿਗਨਲ* (Base band Signal) ਵੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਜੋ ਜਰੂਰੀ ਰੂਪ ਵਿਚ ਉਸ ਮੂਲ ਸਿਗਨਲ ਦੁਆਰਾ ਨਿਰੂਪਤ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਬੈਂਡ ਨੂੰ ਪ੍ਰਸੰਤੁਤ ਕਰਦਾ ਹੈ, ਜਿਸਨੂੰ ਸੂਚਨਾ ਸ੍ਰੋਤ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਵਿਆਪਕ ਰੂਪ ਵਿਚ ਕੋਈ ਵੀ ਸਿਗਨਲ ਇਕ ਹੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦਾ ਸਾਈਨ ਵਕ੍ਰ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ , ਬਲਕਿ ਇਹ ਇਕ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਰੇਂਜ ਜਿਸਨੂੰ ਸਿਗਨਲ ਬੈਂਡ ਚੋੜਾਈ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਵਿਚ ਫੈਲਿਆ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਮੰਨ ਲਓ ਅਸੀ ਸੁਣਨਯੋਗ ਆਵ੍ਰਿਤੀ (audio frequency ਜਾਂ AF) ਦੇ ਕਿਸੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਿਕ ਸਿਗਨਲ (ਜਿਸਦੀ ਆਧਾਰ ਬੈਂਡ ਆਵ੍ਰਿਤੀ 20kHz ਤੋ ਘੱਟ ਹੈ।) ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਲੰਬੇ ਰੇਂਜ ਦੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਸਿਧੇ ਹੀ ਟਰਾਂਸਮਿਟ ਕਰਨਾ ਚਾਹੁੰਦੇ ਹਾਂ ਆਓ ਇਹ ਪਤਾ ਲਗਾਈਏ ਕਿ ਉਹ ਕਿਹੜੇ ਕਿਹੜੇ ਕਾਰਕ ਹਨ ਜੋ ਸਾਨੂੰ ਅਜਿਹਾ ਕਰਨ ਤੋ ਰੋਕਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਅਸੀਂ ਉਹਨਾਂ ਤੋਂ ਕਿਵੇਂ ਪਾਰ ਪਾ ਸਕਦੇ ਹਾਂ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਇਥੇ ਤ੍ਰਿਕੋਣਮਿਤੀ ਸੰਬੰਧਾਂ $\sin 2A = (1 - \cos 2A)/2$ ਅਤੇ $\sin A \sin B$ ਦੇ ਲਈ ਸੰਬੰਧ, ਜਿਸ ਨੂੰ ਪਹਿਲਾਂ ਵੀ ਵਰਤਿਆ ਜਾ ਚੁੱਕਾ ਹੈ, ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਗਈ ਹੈ। ਸਮੀਕਰਨ (15.8) ਇਕ dc ਪਦ $C/2 \left(A_m^2 + A_c^2\right)$ ਅਤੇ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ω_m, $2\omega_m$, ω_c, $2\omega_c$, $\omega_c - \omega_m$, $\omega_c + \omega_m$ ਦੇ ਸਾਈਨ ਵਕ੍ਰੀ ਹਨ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਚਿਤਰ 15. 10 ਵਿਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਸ ਸਿਗਨਲ ਨੂੰ ਬੈਂਡ ਪਾਸ ਫਿਲਟਰ* ਵਿਚੋਂ ਲੰਘਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜੋ dc ਘਟਕ ਅਤੇ ਅਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ω_m, $2\omega_m$ ਅਤੇ $2\omega_c$ ਦੇ ਸਾਈਨ ਵਕ੍ਰੀ ਹਿਸਿਆਂ ਤੋਂ ਛੁਟਕਾਰਾ ਦੁਆ ਦਿੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ω_c, $\omega_c - \omega_m$, $\omega_c + \omega_m$. ਅਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਨੂੰ ਰੱਖ ਲੈਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਬੈਂਡ ਪਾਸ ਫਿਲਟਰ ਦਾ ਆਉਟਪੁਟ ਸਮੀਕਰਨ (15.5) ਦੇ ਸਮਾਨ ਰੂਪ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਇਹ AM ਤਰੰਗ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਇਥੇ ਇਹ ਉਲੇਖ ਕਰਨਾ ਠੀਕ ਹੈ ਕਿ ਮਾਡੂਲੇਟਡ ਸਿਗਨਲ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੀ ਟਰਾਂਸਮਿਟ ਨਹੀਂ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ । ਮਾਡੂਲੇਟਰ ਤੋਂ ਬਾਦ ਇਕ ਸ਼ਕਤੀ ਐਮਪਲੀਫਾਇਰ ਲਗਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜੋ ਸਿਗਨਲ ਨੂੰ ਲੋੜ ਅਨੁਸਾਰ ਸ਼ਕਤੀ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਮਾਡੂਲੇਟਡ ਸਿਗਨਲ ਨੂੰ ਉਚਿਤ ਸਾਇਜ਼ ਦੇ ਐਂਟੀਨਾ ਨੂੰ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜੋ ਚਿੱਤਰ 15.11 ਵਿਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਵਿਕਿਰਨ ਕਰਦਾ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 15.11 ਟਰਾਂਸਮਿਟਰ ਦਾ ਬਲਾਕ ਚਿੱਤਰ

15.10 ਆਯਾਮ ਮਾਡੂਲੇਟਡ ਤਰੰਗ ਦਾ ਸੰਸੂਚਨ (Detection of Amplitude Modulated Wave)

ਚੈਨਲ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਸਾਰਣ ਦੌਰਾਨ ਸੰਦੇਸ਼ ਖੀਣ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਰਿਸੀਵਰ ਐਂਟੀਨਾ ਤੋਂ ਬਾਦ ਕਿਸੇ ਐਮਪਲੀਫਾਇਅਰ ਅਤੇ ਸੰਸੂਚਕ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ, ਪ੍ਰੋਸੈਸਿੰਗ ਨੂੰ ਹੋਰ ਸੁਖਾਲਾ ਬਣਾਉਣ ਲਈ,ਵਾਹਕ ਅਵ੍ਰਿਤੀ ਨੂੰ ਘਟ ਅਵ੍ਰਿਤੀ, ਜਿਸ ਨੂੰ ਮੱਧ ਅਵ੍ਰਿਤੀ (intermediate frequency (IF))

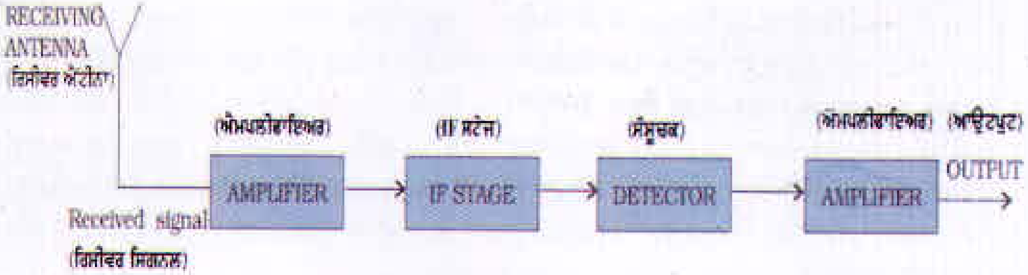
---

* ਬੈਂਡ ਪਾਸ ਫਿਲਟਰ ਨਿਊਨ ਅਤੇ ਉਚ ਅਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਤੋਂ ਛੁਟਕਾਰਾ ਦੁਆ ਦਿੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆ ਦੇ ਇਕ ਬੈਂਡ ਨੂੰ ਹੀ ਲੰਘਣ ਦਿੰਦਾ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

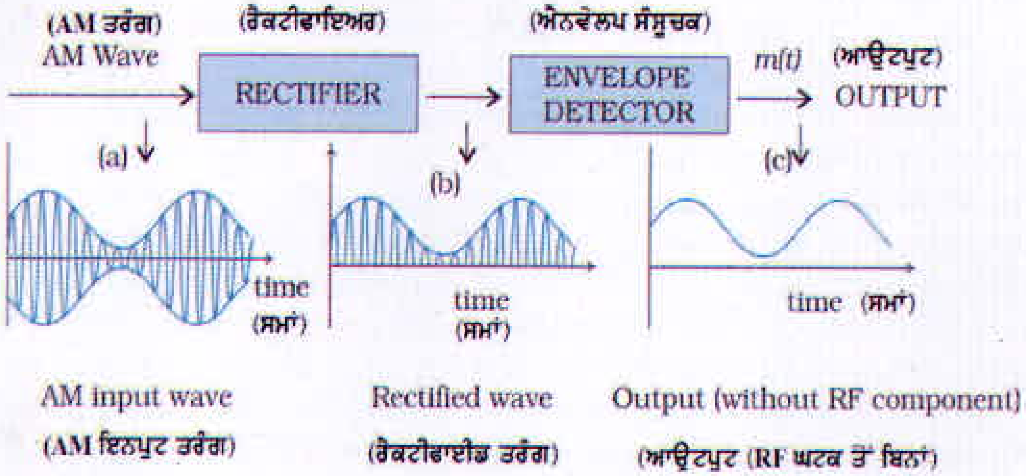
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਅਵਸਥਾ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਵਿੱਚ ਬਦਲ ਕੇ ਹੀ ਸੰਸੂਚਨ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਸੰਸੂਚਿਤ ਸਿਗਨਲ ਇਨਾਂ ਪ੍ਰਬਲ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਕਿ ਉਸਦੀ ਵਰਤੋ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕੇ । ਇਸ ਲਈ ਉਸ ਨੂੰ ਐਮਪਲੀਫਾਈ ਕਰਨ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 15.12 ਵਿਚ ਕਿਸੇ ਨਮੂਨੇ ਦੇ ਰਿਸੀਵਰ ਦਾ ਬਲਾਕ ਚਿੱਤਰ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 15.12 ਰਿਸੀਵਰ ਦਾ ਬਲਾਕ ਚਿੱਤਰ

ਸੰਸੂਚਨ (detection) ਉਹ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਹੈ ਜਿਸ ਦੁਆਰਾ ਮਾਡੂਲੇਟਡ ਵਾਹਕ ਤਰੰਗ ਤੋ ਮਾਡੂਲੇਟਿੰਗ ਸਿਗਨਲ ਦੀ ਮੁੜ ਪ੍ਰਾਪਤੀ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਇਹ ਵੀ ਦੇਖਿਆ ਹੈ ਕਿ ਮਾਡੂਲੇਟਡ ਵਾਹਕ ਤਰੰਗ ਵਿਚ ω_m ਅਤੇ $\omega_c \pm \omega_m$ ਅਵ੍ਰਿਤੀਆ ਹੁੰਦੀਆ ਹਨ । ਇਸ ਨਾਲ ω_m ਵਾਲੇ ਕੋਈ ਮੂਲ ਸੰਦੇਸ਼ ਸਿਗਨਲ m(t) ਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਦੀ ਇੱਕ ਸਰਲ ਵਿਧੀ ਚਿੱਤਰ 15.13 ਵਿਚ ਬਲਾਕ ਚਿੱਤਰ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਦਰਸਾਈ ਗਈ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 15.13 AM ਸਿਗਨਲ ਦੇ ਸੰਸੂਚਕ ਦਾ ਬਲਾਕ ਚਿੱਤਰ Y- ਧੁਰੇ ਦੇ ਲਈ ਭੌਤਿਕ ਰਾਸ਼ੀ ਵੋਲਟੇਜ ਜਾ ਕਰੰਟ ਹੋ ਸਕਦੀ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਮਾਡੂਲੇਟਰ ਸਿਗਨਲ , ਜਿਸਦਾ ਰੂਪ ਚਿੱਤਰ 15.13.(a) ਵਿਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ, ਰੈਕਟੀਫਾਇਅਰ ਵਿਚੋਂ ਲੰਘਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ (b) ਵਿਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਆਉਟਪੁਟ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ । ਸਿਗਨਲ (b) ਦਾ ਇਹ ਐਨਵੇਲਪ ਹੀ ਮੂਲ ਸਿਗਨਲ ਹੈ। ਸਿਗਨਲ m(t) ਦੀ ਮੁੜ ਪ੍ਰਾਪਤੀ ਦੇ ਲਈ ਇਸ ਸੰਦੇਸ਼ ਸਿਗਨਲ (b ਨੂੰ ਐਨਵੇਲਪ ਸੰਸੂਚਕ (ਜੋ ਇੱਕ ਸਰਲ RC ਸਰਕਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ) ਵਿਚੋਂ ਲੰਘਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਇਸ ਪਾਠ ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਸੰਚਾਰ ਅਤੇ ਸੰਚਾਰ ਵਿਵਸਥਾਵਾਂ ਦੀਆਂ ਕੁੱਝ ਮੂਲ ਸੰਕਲਪਨਾਵਾਂ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿਚ ਚਰਚਾ ਕੀਤੀ ਹੈ । ਇਸ ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਇਕ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਐਨਾਲੋਗ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ-ਆਯਾਮ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ (AM) ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿਚ ਹੀ ਚਰਚਾ ਕੀਤੀ ਹੈ। ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ ਦੀਆਂ ਹੋਰ ਕਿਸਮਾਂ ਅਤੇ ਅੰਕੀ ਸੰਚਾਰ ਵਿਵਸਥਾ ਦੀ ਵੀ ਆਧੁਨਿਕ ਸੰਚਾਰ ਵਿਚ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਭੂਮਿਕਾ ਹੈ। ਇਸ ਖੇਤਰ ਵਿਚ ਰੋਜਾਨਾ ਹੋਰ ਉਤਸਾਹਜਨਕ ਵਿਕਾਸ ਕਾਰਜ ਹੋ ਰਹੇ ਹਨ । ਹੁਣ ਤੱਕ ਅਸੀ ਆਪਣੀ ਚਰਚਾ ਨੂੰ ਕੁੱਝ ਮੂਲ ਸੰਚਾਰ ਵਿਵਸਥਾਵਾਂ ਤੱਕ ਹੀ ਸੀਮਿਤ ਰੱਖਿਆ ਹੈ। ਇਸ ਪਾਠ ਨੂੰ ਸਮਾਪਤ ਕਰਨ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਅਸੀਂ ਤੁਹਾਨੂੰ ਆਧੁਨਿਕ ਸਮੇਂ ਦੀਆ ਕੁੱਝ ਉਹਨਾਂ ਸੰਚਾਰ ਵਿਵਸਥਾਵਾਂ ਦੀ ਝਲਕ ਦਿਖਾਉਣਾ ਚਾਹੁੰਦੇ ਹਾਂ ਜਿਹਨਾਂ ਤੋ ਸਾਡੇ ਦੈਨਿਕ ਜੀਵਨ ਵਿਚ ਸੂਚਨਾਵਾਂ ਦੇ ਅਦਾਨ ਪ੍ਰਦਾਨ ਦੇ ਢੰਗ ਵਿਚ ਵੱਡੇ ਪੱਧਰ ਤੇ ਪਰਿਵਰਤਨ ਪੈਦਾ ਹੋ ਗਿਆ ਹੈ।

ਹੋਰ ਜਾਣਕਾਰੀ (additional information)

ਇੰਟਰਨੇਟ(internet)

ਇਸ ਵਿਵਸਥਾ ਦਾ ਸਾਰੇ ਸੰਸਾਰ ਵਿਚ ਕਰੋੜਾਂ ਉਪਭੋਗਤਾ ਇਸਤੇਮਾਲ ਕਰ ਰਹੇ ਹਨ। ਇਸ ਵਿਵਸਥਾ ਦੇ ਤਹਿਤ ਕਿਸੇ ਵਿਸ਼ਾਲ ਅਤੇ ਗੁੰਝਲਦਾਰ ਨੇਟਵਰਕ ਨਾਲ ਜੋੜੇ ਦੋ ਜਾਂ ਵੱਧ ਕੰਪਿਊਟਰਾਂ ਦੇ ਵਿਚ ਹਰ ਤਰ੍ਹਾ ਦੀਆਂ ਸੂਚਨਾਵਾਂ ਦਾ ਆਦਾਨ-ਪ੍ਰਦਾਨ ਅਤੇ ਸੰਚਾਰ ਦਾ ਮੌਕਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ 1960 ਵਿੱਚ ਸ਼ੁਰੂ ਹੋਇਆ ਅਤੇ ਆਮ ਲੋਕਾਂ ਲਈ 1990 ਵਿਚ ਉਪਲਵਧ ਕੀਤਾ ਗਿਆ । ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਉਸ ਵਿਚ ਵਿਸਫੋਟਕ ਵਾਧਾ ਹੋਇਆ ਹੈ ਜੋ ਆਪਣੀ ਪਹੁੰਚ ਦਾ ਲਗਾਤਾਰ ਵਿਸਤਾਰ ਕਰ ਰਹੀ ਹੈ । ਇਸਦੇ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਇਸਤੇਮਾਲ ਹਨ:

1.**ਈ -ਮੇਲ(email)** - ਇਹ ਈ-ਮੇਲ ਸਾਫਟਵੇਅਰ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ ਪਾਠ ਸਮੱਗਰੀ /ਗ੍ਰਾਫੀਕ ਸਮੱਗਰੀ ਦੀ ਅਦਲਾ ਬਦਲੀ ਦੀ ਸਹੂਲਤ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦਾ ਹੈ । ਅਸੀ ਕੋਈ ਪੱਤਰ ਲਿਖ ਕੇ ਉਸ ਨੂੰ ISP (ਇੰਟਰਨੇਟ ਸੇਵਾ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਨ ਵਾਲਾ) ਦੁਆਰਾ ਪੱਤਰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਦੇ ਕੋਲ ਭੇਜ ਸਕਦੇ ਹਾਂ । ਜਿਥੇ ISPs ਡਾਕਘਰ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਪੱਤਰ ਭੇਜਣ ਅਤੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਦਾ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ।

2.**ਫਾਇਲ -ਟਰਾਂਸਫਰ (file transfer)**- ਫਾਇਲ ਸਥਾਨਾਂਤਰਨ ਪ੍ਰੋਗਰਾਮ (FTP) ਇੰਟਰਨੇਟ ਨਾਲ ਜੁੜੇ ਇਕ ਕੰਪਿਊਟਰ ਤੋਂ ਦੂਸਰੇ ਕੰਪਿਊਟਰ ਨੂੰ ਫਾਇਲ/ਸਾਫਟਵੇਅਰ ਸਥਾਨਾਂਤਰਤ ਕਰਨ ਦਾ ਮੌਕਾ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦਾ ਹੈ।

3.**ਵਰਲਡ ਵਾਈਡ ਵੈਬ (world wide web (www))** : ਅਜਿਹੇ ਕੰਪਿਊਟਰ ਜੋ ਦੂਸਰੇ ਨਾਲ ਵੰਡਣ ਲਈ ਆਪਣੇ ਅੰਦਰ ਕੁੱਝ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਸੂਚਨਾ ਇੱਕਠੀ ਕਰਦੇ ਹਨ ਜਾਂ ਤਾਂ ਖੁਦ ਹੀ ਜਾਂ ਵੈਬ ਸੇਵਾ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਨ ਵਾਲਿਆਂ ਦੁਆਰਾ ਕੋਈ ਵੈਬਸਾਈਟ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਸਰਕਾਰੀ ਵਿਭਾਗ, ਕੰਪਨੀਆ, ਗੈਰ ਸਰਕਾਰੀ ਸੰਗਠਨ (NGO) ਅਤੇ ਕੋਈ ਵਿਅਕਤੀ ਵੀ ਆਪਣੇ ਕੀਤੇ ਕਾਰਜ਼ਾਂ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿਚ ਸੀਮਿਤ ਜਾਂ ਮੁਕਤ ਉਪਯੋਗ ਦੇ ਲਈ ਆਪਣੀ ਸੂਚਨਾ ਇਸ ਵਿਚ ਦੇ ਸਕਦੇ ਹਨ । ਇਹ ਜਾਣਕਾਰੀ ਇਸ ਦੇ ਉਪਭੋਕਤਾਵਾਂ ਦੇ ਲਈ ਸੁਖਾਲਿਆਂ ਉਪਲਵਧ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਸਰਚ ਇੰਜਨ ਜਿਵੇਂ ਯਾਹੂ, ਗੂਗਲ ਆਦਿ ਸੰਬੰਧਿਤ ਵੈਬਸਾਈਟਾਂ ਦੀ ਸੂਚੀ ਬਣਾਕੇ ਜਾਣਕਾਰੀ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਵਿਚ ਸਾਡੀ ਸਹਾਇਤਾ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਵੈਬ ਦਾ ਇਹ ਹੋਰ ਬਹੁਤ ਹੀ ਸ਼ਕਤੀਸ਼ਾਲੀ ਲਛਣ ਹਾਇਪਰ ਟੈਕਸਟ (hyper text) ਹੈ ਜੋ ਆਪਣੇ ਆਪ ਹੀ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਸੰਗਿਕ ਜਾਣਕਾਰੀ ਦੇਣ ਲਈ ਜੋੜ (link)HTML (ਹਾਇਪਰ ਟੈਕਸਟ ਮਾਰਕਅਪ ਲੈਂਗੁਏਜ) ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ ਵੈਬ ਦੇ ਇੱਕ ਪੇਜ਼ ਨੂੰ ਦੂਸਰੇ ਪੇਜ਼ ਨਾਲ ਜੋੜ ਦਿੰਦਾ ਹੈ।

4.**ਈ - ਕਾਮਰਸ (e-commerce)**- ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਿਕ ਸਾਧਨਾਂ ਜਿਵੇਂ ਕ੍ਰੇਡਿਟ ਕਾਰਡ ਦੀ ਵਰਤੋ ਕਰਕੇ ਇੰਟਰਨੇਟ ਦੇ ਇਸਤੇਮਾਲ ਦੁਆਰਾ ਵਪਾਰ ਨੂੰ ਵਧਾਵਾ ਦੇਣਾ , ਈ ਕਮਰਸ ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਗ੍ਰਾਹਕ ਵੱਖ ਵੱਖ ਉਤਪਾਦਾਂ ਅਤੇ ਸੇਵਾਵਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬਾਂ ਨੂੰ ਦੇਖ ਕੇ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਕੰਪਨੀਆ ਦੀ ਵੇਬਸਾਈਟ ਦੁਆਰਾ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਉਤਪਾਦਾਂ ਅਤੇ ਸੇਵਾਵਾਂ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਜਾਣਕਾਰੀ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਲੈਂਦੇ ਹਨ। ਉਹ ਘਰ ਜਾਂ ਆਫਿਸ ਤੋਂ ਵਸਤੂਆ ਦੀ ਆਨ ਲਾਈਨ ਖਰੀਦਾਰੀ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਕੰਪਨੀਆਂ ਵਸਤੂਆ ਜਾਂ ਆਪਣੀਆ ਸੇਵਾਵਾਂ ਡਾਕ ਦੁਆਰਾ ਜਾ ਕੂਰੀਅਰ ਸੇਵਾ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰ ਦਿੰਦੀਆਂ ਹਨ ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

5.ਗਪਸ਼ਪ (chat) -ਇਕਸਮਾਨ ਰੁਚੀ ਵਾਲੇ ਵਿਅਕਤੀਆਂ ਦੁਆਰਾ ਟਾਈਪ ਕੀਤੇ ਹੋਏ ਸੰਦੇਸ਼ਾਂ ਦੁਆਰਾ ਗਲਬਾਤ ਜਾਂ ਗਪਸ਼ਪ ਨੂੰ ਚੈਟ ਕਰਨਾ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ।ਚੈਟ ਗਰੁਪ ਵਿਚ ਸ਼ਾਮਿਲ ਕੋਈ ਵੀ ਵਿਅਕਤੀ ਤਤਕਾਲ ਹੀ ਸੰਦੇਸ਼ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਕੇ ਤੁਰੰਤ ਹੀ ਉਤਰ ਦੇ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਅਨੁਲਿਪੀ (FACSIMILE(FAX))

ਇਹ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਿਕ ਸਿਗਨਲ ਪੈਦਾ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਕਿਸੇ ਲਿਖੇ ਪ੍ਰਮਾਣ ਦੀ ਵਿਸ਼ੇ ਵਸਤੂ (ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ, ਵਿਸ਼ੇ ਵਸਤੂ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਹੀਂ) ਨੂੰ ਸਕੈਨ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਸਿਗਨਲ ਫਿਰ ਉਸਦੀ ਮੰਜ਼ਿਲ (ਦੂਸਰੀ FAX ਮਸ਼ੀਨ)ਤੱਕ ਆਮ ਢੰਗ ਨਾਲ ਟੇਲੀਫੋਨ ਦੀ ਲਾਇਨ ਦੁਆਰਾ ਭੇਜੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ।ਮੰਜ਼ਿਲ ਤੇ ਪੁਜਨ ਤੋਂ ਬਾਦ ਸਿਗਨਲਾਂ ਨੂੰ FAX ਮਸ਼ੀਨ ਮੂਲ ਲਿਖਤ ਪ੍ਰਮਾਣਾ ਦੀ ਨਕਲ ਵਿਚ ਮੁੜ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਕਰ ਦਿੰਦੀ ਹੈ। ਧਿਆਨ ਦੇਣ ਯੋਗ ਗਲ ਇਹ ਹੈ ਕਿ FAX ਮਸ਼ੀਨ , ਕਿਸੇ ਸਥੀਰ ਲਿਖਤ ਪ੍ਰਮਾਣ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦੀ ਹੈ, ਟੈਲੀਵੀਜ਼ਨ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਗਤੀਸ਼ੀਲ ਵ਼ਸਤੂਆਂ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਪ੍ਰਦਾਨ ਨਹੀਂ ਕਰ ਸਕਦੀ ।

ਮੋਬਾਇਲ ਟੇਲੀਫੋਨੀ (mobile telephony)

ਮੋਬਾਇਲ ਟੇਲੀਫੋਨੀ ਦੀ ਕਲਪਨਾ ਸਬ ਤੋ ਪਹਿਲਾਂ 1970 ਦੇ ਦਹਾਕੇ ਵਿਚ ਵਿਕਿਸਤ ਕੀਤੀ ਗਈ ਅਤੇ ਅਗਲੇ ਦਸ਼ਕ ਵਿਚ ਇਸ ਨੂੰ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਲਾਗੂ ਕਰ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ । ਇਸ ਵਿਵਸਥਾ ਦੀ ਕੇਂਦਰੀ ਅਵਧਾਰਨਾ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਸਮੂਚੇ ਸੇਵਾ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਢੁਕਵੀਂ ਗਿਣਤੀ ਵਿਚ ਖਾਨਿਆਂ ਵਿਚ ਵੰਡਿਆਂ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਖਾਨੇ ਕਿਸੇ ਦਫਤਰ ਜਿਸਨੂੰ *ਮੋਬਾਇਲ ਟੈਲੀਫੋਨ ਸਵਿਚਿੰਗ ਆਫਿਸ (MTSO)* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਤੇ ਕੇਂਦਰਿਤ ਰੱਖਦੇ ਹਨ ।ਹਰੇਕ ਖਾਨੇ ਕੋਲ ਇੱਕ ਘਟ ਸ਼ਕਤੀ ਵਾਲਾ ਟਰਾਂਸਮੀਟਰ ਹੈ ਜਿਸਨੂੰ *ਬੇਸ ਸਟੇਸ਼ਨ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ* ਅਤੇ ਇਹ ਮੋਬਾਇਲ ਰਿਸੀਵਰਾਂ (ਜਿਸ ਨੂੰ ਬੋਲਚਾਲ ਵਿਚ ਸੈਲ ਫੋਨ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ) ਦੀ ਵੱਡੀ ਗਿਣਤੀ ਵਿਚ ਸੇਵਾ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਹਰੇਕ ਖਾਨੇ ਦੇ ਕੋਲ ਕੁਝ ਵਰਗ ਕਿਲੋਮੀਟਰ ਜਾਂ ਇਸ ਤੇ ਵੀ ਘਟ ਖੇਤਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਉਪਭੋਕਤਾਵਾਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਕੋਈ ਮੋਬਾਇਲ ਰਿਸੀਵਰ ਕਿਸੇ ਇਕ ਬੇਸ ਸਟੇਸ਼ਨ ਦੇ ਖੇਤਰ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਕਿਸੇ ਹੋਰ ਖੇਤਰ ਵਿਚ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਜਰੂਰੀ ਹੈ ਕਿ ਉਸ ਮੋਬਾਇਲ ਉਪਭੋਕਤਾ ਨੂੰ ਉਸ ਬੇਸ ਸਟੇਸ਼ਨ ਤੇ ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਵੇ। ਇਸ ਕਾਰਜ ਵਿਧੀ ਨੂੰ *ਹੈਂਡ ਓਵਰ (Handover) ਜਾਂ ਹੈਂਡ ਆਫ (handoff)* ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ । ਇਹ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਬਹੁਤ ਤੇਜ਼ੀ ਨਾਲ ਚਲਾਈ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਉਪਭੋਗਤਾ ਇਸ ਤੇ ਧਿਆਨ ਵੀ ਨਹੀ ਦੇ ਪਾਉਂਦਾ। ਮੋਬਾਇਲ ਟੈਲੀਫੋਨ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆ ਦੀ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਕਰਕੇ UHF ਰੇਂਜ਼ (800-950 MHz ਲਂਗਭਗ) ਵਿਚ ਕਾਰਜ ਕਰਦੇ ਹਨ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਸਾਰ (Summary)

1. ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਿਕ ਸੰਚਾਰ ਤੋਂ ਭਾਵ ਸੂਚਨਾ ਜਾਂ ਸੰਦੇਸ਼ (ਜੋ ਬਿਜਲੀ ਵੋਲਟੇਜ ਜਾਂ ਕਰੰਟ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਉਪਲਬਧ ਹੁੰਦੇ ਹਨ) ਨੂੰ ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਦੂਸਰੇ ਬਿੰਦੂ ਤੱਕ ਭਰੋਸੇਯੋਗ ਢੰਗ ਨਾਲ ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ ਕਰਨਾ ਹੈ।

2. ਕਿਸੇ ਸੰਚਾਰ ਵਿਵਸਥਾ ਦੀਆਂ ਤਿੰਨ ਮੂਲ ਇਕਾਈਆਂ ਹਨ- ਟਰਾਂਸਮੀਟਰ, ਟਰਾਂਸਮੀਸ਼ਨ ਚੈਨਲ ਅਤੇ ਰਿਸੀਵਰ ਆਦਿ।

3. ਸੰਚਾਰ ਵਿਵਸਥਾ ਦੇ ਦੋ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਪ੍ਰਕਾਰ ਐਨਾਲੌਗ ਅਤੇ ਅੰਕੀ ਸੰਚਾਰ ਹਨ। ਐਨਾਲੌਗ ਅਤੇ ਅੰਕੀ ਸੰਚਾਰ ਹਨ। ਐਟਾਲੋਗ ਸੰਚਾਰ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਸਾਰਿਤ ਕੀਤੀ ਜਾਣ ਵਾਲੀ ਸੂਚਨਾ ਵਿਆਪਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਲਗਾਤਾਰ ਤਰੰਗ ਰੂਪ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਜਦੋਂਕਿ ਅੰਕੀ ਸੰਚਾਰ ਵਿੱਚ ਸਿਰਫ ਡਿਸਕ੍ਰੀਟ ਜਾਂ ਕੁਆਂਟਾਈਜਡ (discrete or quantized) ਪੱਧਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

4. ਹਰੇਕ ਸੰਦੇਸ਼ ਸਿਗਨਲ ਦੀ ਇੱਕ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਰੇਂਜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਸੰਦੇਸ਼ ਸਿਗਨਲ ਦੀ ਬੈਂਡ ਚੌੜਾਈ ਦਾ ਤਤਪਰ ਉਸ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਤੋਂ ਬੈਂਡ ਤੋਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਉਸ ਸੰਦੇਸ਼ ਸਿਗਨਲ ਵਿੱਚ ਸਮਾਈ ਸੂਚਨਾ ਦੇ ਤਸਲੀਬਖਸ਼ ਟਰਾਂਸਮਿਸ਼ਨ ਲਈ ਜਰੂਰੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੋਈ ਵੀ ਵਿਵਹਾਰਕ ਸੰਚਾਰ ਵਿਵਸਥਾ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਸਿਰਫ ਕਿਸੇ ਰੇਂਜ ਨੂੰ ਹੀ ਟਰਾਂਸਮਿਟ ਹੋਣ ਦਾ ਮੌਕਾ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਨੂੰ ਉਸ ਸੰਚਾਰ ਵਿਵਸਥਾ ਦੀ ਬੈਂਡ ਚੌੜਾਈ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

5. ਘਟ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਨੂੰ ਲੰਬੀ ਦੂਰੀ ਤੱਕ ਟਰਾਂਸਮਿਟ ਨਹੀਂ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸਲਈ ਉਸ ਨੂੰ ਇੱਕ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਜਿਸ ਨੂੰ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਦੁਆਰਾ ਕਿਸੇ ਉੱਚ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਵਾਹਕ ਸਿਗਨਲ ਤੇ ਸੁਪਰਇੰਪੋਜ਼ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

6. ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ ਵਿੱਚ ਵਾਹਕ ਸਿਗਨਲ ਦੇ ਕੁਝ ਲਛਣ ਜਿਵੇਂ ਆਯਾਮ, ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਜਾਂ ਕਲਾ, ਮਾਡੂਲੇਟਡ ਸਿਗਨਲ ਜਾਂ ਸੰਦੇਸ਼ ਸਿਗਨਲ ਦੇ ਅਨੁਰੂਪ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਸੰਗਤ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਮਾਡੂਲੇਟਡ ਤਰੰਗਾਂ ਨੂੰ ਆਯਾਮ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ (AM), ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ (FM), ਜਾਂ ਕਲਾ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ (PM) ਤਰੰਗ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

7. ਪਲਸ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ ਦਾ ਵਰਗੀਕਰਨ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ : ਪਲਸ ਆਯਾਮ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ (PAM), ਪਲਸ ਅਵਧੀ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ (PDM) ਜਾਂ ਪਲਸ ਚੌੜਾਈ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ (PWM) ਅਤੇ ਪਲਸ ਸਥਿਤੀ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ (PPM)

8. ਲੰਬੀਆਂ ਦੂਰੀਆਂ ਤਕ ਟਰਾਂਸਮੀਸ਼ਨ ਲਈ ਸਿਗਨਲਾਂ ਨੂੰ ਆਕਾਸ਼ ਵਿੱਚ ਕੁਝ ਯੁਕਤੀਆਂ ਦੁਆਰਾ ਵਿਕਿਰਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਹਨਾਂ ਨੂੰ ਐਂਟੀਨਾਂ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਵਿਕਿਰਿਤ ਸਿਗਨਲ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਸਾਰਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਸਾਰਣ ਦੇ ਢੰਗ ਨੂੰ ਧਰਤੀ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਵਾਯੂਮੰਡਲ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਧਰਤੀ ਦੀ ਸਤਹਿ ਦੇ ਨੇੜੇ ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਸਤਹੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਸਾਰਿਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਸਤਹੀ ਪ੍ਰਸਾਰਣ ਕੁਝ MHz ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਤੱਕ ਹੀ ਉਪਯੋਗੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

9. ਧਰਤੀ ਦੇ ਕੋਈ ਦੋ ਬਿੰਦੂਆਂ ਵਿੱਚ ਲੰਬੀ ਦੂਰੀ ਦਾ ਸੰਚਾਰ ਆਇਨਮੰਡਲ ਦੁਆਰਾ ਬਿਜਲੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਪਰਾਵਰਤਨ ਦੁਆਰਾ ਸੰਭਵ ਹੋ ਪਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੀਆਂ ਤਰੰਗਾਂ ਨੂੰ ਆਸਮਾਨੀ ਤਰੰਗਾਂ (sky wave) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਆਸਮਾਨੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦਾ ਪ੍ਰਸਾਰਣ ਲਗਭਗ 30MHz ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੀਆਂ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਜ਼ਰੂਰੀ ਤੌਰ ਤੇ ਆਕਾਸ਼ੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਸਾਰਿਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਆਕਾਸ਼ੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਲਾਈਨ- ਆਫ -ਸਾਈਟ ਸੰਚਾਰ ਅਤੇ ਉਪਗ੍ਰਹਿ ਸੰਚਾਰ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

10. ਜੇ ਕੋਈ ਐਂਟੀਨਾ h_T ਉਚਾਈ ਤੋਂ ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾ ਵਿਕਿਰਿਤ (radiate) ਕਰਦਾ ਹੈ, ਤਾਂ ਉਸਦੀ ਰੇਂਜ d_T ਨੂੰ $\sqrt{2Rh_T}$ ਦੁਆਰਾ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਜਿਥੇ R ਧਰਤੀ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਹੈ।

11. ਆਯਾਮ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ ਸਿਗਨਲ ਵਿੱਚ $(\omega_c - \omega_m)$, ω_c ਅਤੇ $(\omega_c + \omega_m)$. ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ।

12. ਸੰਦੇਸ਼ ਸਿਗਨਲ ਅਤੇ ਵਾਹਕ ਤਰੰਗਾਂ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਆਰੇਖੀ ਯੁਕਤੀ ਤੇ ਇਸਤੇਮਾਲ ਕਰਨੇ ਅਤੇ ਫਿਰ ਉਸ ਨੂੰ ਬੈਂਡ ਪਾਸ ਫਿਲਟਰ ਤੋਂ ਲੰਘਾ ਕੇ, ਆਯਾਮ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ ਸਿਗਨਲ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

13. AM ਸੰਸੂਚਨ (detection) ਕਿਸੇ AM ਤਰੰਗ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਮਾਡੂਲੇਟਿੰਗ ਦੀ ਮੁੜ ਪ੍ਰਾਪਤੀ ਦੀ ਉਹ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਹੈ ਜਿਸਦੇ ਸੰਚਾਲਨ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਰੈਕਟੀਫਾਇਅਰ ਅਤੇ ਐਨਵੇਲਪ ਸੰਸੂਚਕ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਵਿਚਾਰਣਯੋਗ ਵਿਸ਼ੇ (Points to Ponder)

1. ਸੰਦੇਸ਼/ਸੂਚਨਾ ਸਿਗਨਲ ਦੇ ਟਰਾਂਸਮੀਸ਼ਨ ਅਤੇ ਰਿਸੀਵਿੰਗ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਸਿਗਨਲ ਦੇ ਨਾਲ ਨਾਇਸ (Noise) ਜੁੜ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕੀ ਤੁਸੀਂ ਇਸ ਨਾਇਸ ਦੇ ਕੁਝ ਸ੍ਰੋਤ ਦਸ ਸਕਦੇ ਹੋ ?

2. ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਨਵੀਆਂ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਜਿਹਨਾਂ ਨੂੰ ਸਾਈਡ ਬੈਂਡ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਵਾਹਕ ਤਰੰਗ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਦੇ ਦੋਨੋਂ ਪਾਸੇ (ਵਾਹਕ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਤੋਂ ਵੱਧ ਅਤੇ ਘਟ) ਪੈਦਾ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਹਨਾਂ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਅਧਿਕਤਮ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕੀ (a) ਸਿਰਫ ਸਾਈਡ ਬੈਂਡਾਂ, (b) ਸਿਰਫ ਇੱਕ ਸਾਈਡ ਬੈਂਡ ਨੂੰ ਟਰਾਂਸਮਿਟ ਕਰਕੇ ਸੰਦੇਸ਼ ਦੀ ਮੁੜ ਪ੍ਰਾਪਤੀ ਸੰਭਵ ਹੋ ਸਕਦੀ ਹੈ ?

3. ਆਯਾਮ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ ਸੂਚਕ ਅੰਕ $\mu \leq 1$ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਜੇ $\mu > 1$ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਕੀ ਹੋਵੇਗਾ ?

ਅਭਿਆਸ (Exercise)

15.1. ਆਸਮਾਨੀ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਦੁਆਰਾ ਖਿਤਜ ਦੇ ਪਾਰ ਸੰਚਾਰ ਦੇ ਲਈ ਹੇਠ ਲਿਖੀਆਂ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਵਿੱਚੋਂ ਕਿਹੜੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ ਢੁਕਵੀਂ ਰਹੇਗੀ ?

(a) 10 kHz
(b) 10 MHz
(c) 1GHz
(d) 1000 GHz

15.2 UHF ਰੇਂਜ ਦੀਆਂ ਆਵ੍ਰਿਤੀਆਂ ਦਾ ਪ੍ਰਸਾਰਣ ਅਕਸਰ ਕਿਸ ਦੁਆਰਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

(a) ਭੂਮੀ ਤਰੰਗਾਂ
(b) ਆਸਮਾਨੀ ਤਰੰਗਾਂ
(c) ਸਤਹੀ ਤਰੰਗਾਂ
(d) ਆਕਾਸ਼ੀ ਤਰੰਗਾਂ

15.3. ਅੰਕੀ ਸਿਗਨਲ :

(i) ਮਾਨਾਂ ਦਾ ਨਿਰੰਤਰ ਸਮੂਹ ਪ੍ਰਦਾਨ ਨਹੀਂ ਕਰਦੇ।
(ii) ਮਾਨਾਂ ਨੂੰ ਡਿਸਕ੍ਰੀਟ ਚਰਨਾਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ।
(iii) ਦੋ ਆਧਾਰੀ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਦੇ ਹਨ।
(iv) ਦਸ਼ਮਲਵ ਦੇ ਨਾਲ-ਨਾਲ ਦੋ ਆਧਾਰੀ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਦੀ ਵੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਦੇ ਹਨ।

ਉਪਰੋਕਤ ਕਥਨਾਂ ਵਿੱਚ ਕਿਹੜਾ ਸੱਚ ਹੈ ?

(a) ਸਿਰਫ (i) ਅਤੇ (ii)
(b) ਸਿਰਫ (ii) ਅਤੇ (iii)
(c) (i), (ii), ਅਤੇ (iii) ਪਰ (iv) ਨਹੀਂ
(d) (i), (ii), ਅਤੇ (iv) ਆਦਿ

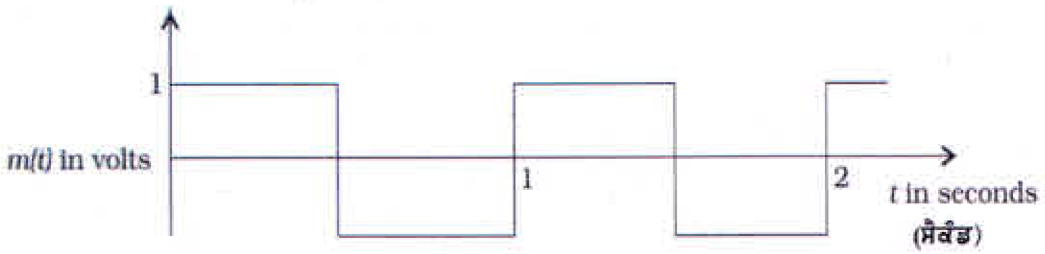
15.4. ਲਾਈਨ ਆਫ ਸਾਈਟ ਦੇ ਲਈ ਕੀ ਇਹ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ ਕਿ ਟਰਾਂਸਮੀਟਰ ਐਂਟੀਨਾ ਦੀ ਉਚਾਈ ਰਿਸੀਵਰ ਐਂਟੀਨਾ ਦੀ ਉਚਾਈ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੋਵੇ ? ਕੋਈ TV ਟਰਾਂਸਮੀਟਰ ਐਂਟੀਨਾ 81/m ਉਚਾ ਹੈ। ਜੇ ਰਿਸੀਵਰ ਐਂਟੀਨਾ ਭੂਮੀ ਪੱਧਰ ਤੇ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਕਿੰਨੇ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਸੇਵਾਵਾਂ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰੇਗਾ ?

15.5. 12v ਸਿਖਰ ਵੋਲਟੇਜ ਦੀਆਂ ਵਾਹਕ ਤਰੰਗਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਿਸੇ ਸੰਦੇਸ਼ ਸਿਗਨਲ ਦੇ ਟਰਾਂਸਮਿਸ਼ਨ ਦੇ ਲਈ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ ਸੂਚਕ ਅੰਕ 75% ਦੇ ਲਈ ਮਾਡੂਲੇਟਿੰਗ ਸਿਗਨਲ ਦੀ ਸਿਖਰ ਵੋਲਟੇਜ ਕਿੰਨੀ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ ?

15.6. ਚਿੱਤਰ 15.14 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਕੋਈ ਮਾਡੂਲੇਟਿੰਗ ਸਿਗਨਲ ਵਰਗ ਤਰੰਗ ਹੈ ?

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com



ਚਿੱਤਰ 15.14

ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਵਾਹਕ ਤਰੰਗ $c(t) = 2\sin(8\pi t)$

(i) ਆਯਾਮ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਟ ਤਰੰਗ ਰੂਪ ਆਲੇਖਿਤ ਕਰੋ।
(ii) ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ ਸੂਚਕਅੰਕ ਕੀ ਹੈ ?

15.7. ਕਿਸੇ ਮਾਡੂਲੇਟਡ ਤਰੰਗ ਦਾ ਵੱਧ ਤੋਂ ਵੱਧ ਆਯਾਮ 10v ਅਤੇ ਘਟ ਆਯਾਮ 2v ਹੈ ? ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ ਸੂਚਕਅੰਕ μ. ਦਾ ਮਾਨ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਕਰੋ। ਜੇ ਘਟ ਤੋਂ ਘਟ ਆਯਾਮ ਜ਼ੀਰੋਂ ਵੋਲਟ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਮਾਡੂਲੇਸ਼ਨ ਸੂਚਕਅੰਕ ਕੀ ਹੋਵੇਗਾ ?

15.8. ਆਰਥਿਕ ਕਾਰਨਾਂ ਨਾਲ ਕਿਸੇ AM ਤਰੰਗ ਦਾ ਸਿਰਫ ਉਪਰਲੇ ਪਾਸੇ ਦਾ ਬੈਂਡ ਹੀ ਟਰਾਂਸਮਿਟ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਪਰ ਰਿਸੀਵਿੰਗ ਸਟੇਸ਼ਨ ਤੇ ਵਾਹਕ ਤਰੰਗ ਪੈਦਾ ਕਰਨ ਦੀ ਸਹੂਲਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਦਰਸਾਓ ਕਿ ਜੇ ਕੋਈ ਅਜਿਹੀ ਯੁਕਤੀ ਉਪਲਬਧ ਹੋਵੇ ਜੋ ਦੋ ਸਿਗਨਲਾਂ ਦੀ ਗੁਣਾ ਕਰ ਸਕੇ, ਤਾਂ ਰਿਸੀਵਿੰਗ ਸਟੇਸ਼ਨ ਤੇ ਮਾਡੂਲੇਟਿੰਗ ਸਿਗਨਲ ਦੀ ਮੁੜ ਪ੍ਰਾਪਤੀ ਸੰਭਵ ਹੈ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ਅਭਿਆਸ ਦੇ ਉੱਤਰ

15.1 (b) 10kHz ਦਾ ਵਿਕਿਰਨ ਨਹੀਂ ਹੋਵੇਗਾ (ਐਂਟੀਨਾ ਸਾਈਜ਼), 1 GHz ਅਤੇ 1000 GHz ਪਾਰ ਚਲੇ ਜਾਣਗੇ ।

15.2 ਸਾਰਨੀ 15.2 ਵੇਖੋ ।

15.3 ਦਸ਼ਮਲਵ ਪ੍ਣਾਲੀ ਲਗਾਤਾਰ ਮਾਨਾਂ ਦਾ ਸਮੂਹ ਹੈ ।

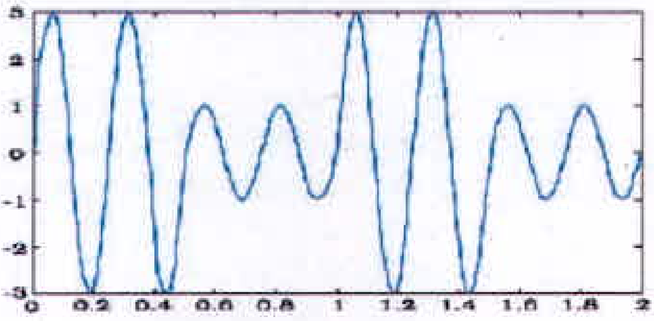
15.4 ਨਹੀ, ਜਿਸ ਖੇਤਰ ਵਿਚ ਸੇਵਾਵਾਂ ਪੁਜਣਗੀਆਂ ਉਸਦਾ ਖੇਤਰਫਲ ਹੈ $A = pd^2_T = \frac{22}{7} \times 162 \times 6.4x10^6$

$= 3258km^2$

15.5 $\mu = 0.75 = \frac{Am}{Ac}$

$Am = 0.75 \times 12 = 9V$

15.6



(a) $\mu = 0.5$

15.7 ਕਿਉਂਕਿ AM ਤਰੰਗ $(A_C + A_m \sin \omega_m t) \cos \omega_c t$, ਦੁਆਰਾ ਵਿਅਕਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਇਸਦਾ ਅਧਿਕਤਮ ਆਯਾਮ $M_1 = A_C + A_m$ ਹੋਵੇਗਾ ਜਦੋਂ ਕਿ ਨਿਊਨਤਮ ਆਯਾਮ $M_2 = A_C - A_m$. ਹੋਵੇਗਾ । ਇਸ ਲਈ ਮਾਡੂਲਨ ਸੂਚਕ ਅੰਕ ਹੈ ।

$$m = \frac{A_m}{A_c} = \frac{M_1 - M_2}{M_1 + M_2} = \frac{8}{12} = \frac{2}{3}$$

ਜੇ $M_2 = 0$, ਸਪਸ਼ਟ ਰੂਪ ਵਿਚ ਹੀ, $m = 1$, ਬੇਸ਼ਕ M_1 ਦਾ ਮਾਨ ਕੁਝ ਵੀ ਹੋਵੇ ।

15.8 ਸਰਲਤਾ ਦੀ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਤੋਂ ਮੰਨਿਆ ਕਿ ਰਿਸੀਵਡ ਸਿਗਨਲ $A_1 \cos(\omega_c + \omega_m)t$ ਵਾਹਕ ਸਿਗਨਲ $A_c \cos \omega_c t$ ਰਿਸੀਵਿੰਗ ਸਟੇਸ਼ਨ ਤੇ ਉਪਲੱਬਧ ਹੈ । ਦੋਨਾਂ ਸਿਗਨਲਾਂ ਨੂੰ ਗੁਣਾਂ ਕਰਨ ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

$$A_1 A_C \cos(\omega_C + \omega_m) t \cos \omega_C t$$

$$= \frac{A_1 A_c}{2}\left[\cos(2\omega_c + \omega_m)t + \cos \omega_m t\right]$$

ਜੇ ਇਸ ਸਿਗਨਲ ਨੂੰ ਨਿਮਨ ਲੌ ਪਾਸ ਫਿਲਟਰ ਤੋਂ ਲੰਘਾਇਆ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਅਸੀਂ ਮਾਡੂਲਿਤ ਸਿਗਨਲ $\frac{A_1 A_c}{2} \cos \omega_m t$ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਲੈਂਦੇ ਹਾਂ ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

APPENDICES

APPENDIX A 1

THE GREEK ALPHABET

Alpha	A	α	Iota	I	ι	Rho	P	ρ
Beta	B	β	Kappa	K	κ	Sigma	Σ	σ
Gamma	Γ	γ	Lambda	Λ	λ	Tau	T	τ
Delta	Δ	δ	Mu	M	μ	Upsilon	Υ	υ
Epsilon	E	ε	Nu	N	ν	Phi	Φ	ϕ, φ
Zeta	Z	ς	Xi	Ξ	ξ	Chi	X	χ
Eta	H	η	Omicron	O	ο	Psi	Ψ	ψ
Theta	Θ	θ	Pi	Π	π	Omega	Ω	ω

APPENDIX A 2

COMMON SI PREFIXES AND SYMBOLS FOR MULTIPLES AND SUB-MULTIPLES

Multiple			Sub-Multiple		
Factor	**Prefix**	**Symbol**	**Factor**	**Prefix**	**symbol**
10^{18}	Exa	E	10^{-18}	atto	a
10^{15}	Peta	P	10^{-15}	femto	f
10^{12}	Tera	T	10^{-12}	pico	p
10^{9}	Giga	G	10^{-9}	nano	n
10^{6}	Mega	M	10^{-6}	micro	μ
10^{3}	kilo	k	10^{-3}	milli	m
10^{2}	Hecto	h	10^{-2}	centi	c
10^{1}	Deca	da	10^{-1}	deci	d

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

APPENDIX A 3

SOME IMPORTANT CONSTANTS

Name	Symbol	Value
Speed of light in vacuum	c	2.9979×10^{8} m s^{-1}
Charge of electron	e	1.602×10^{-19} C
Gravitational constant	G	6.673×10^{-11} N m^{2} kg^{-2}
Planck constant	h	6.626×10^{-34} J s
Boltzmann constant	k	1.381×10^{-23} J K^{-1}
Avogadro number	N_A	6.022×10^{23} mol^{-1}
Universal gas constant	R	8.314 J mol^{-1} K^{-1}
Mass of electron	m_e	9.110×10^{-31} kg
Mass of neutron	m_n	1.675×10^{-27} kg
Mass of proton	m_p	1.673×10^{-27} kg
Electron-charge to mass ratio	e/m_e	1.759×10^{11} C/kg
Faraday constant	F	9.648×10^{4} C/mol
Rydberg constant	R	1.097×10^{7} m^{-1}
Bohr radius	a_0	5.292×10^{-11} m
Stefan-Boltzmann constant	σ	5.670×10^{-8} Wm^{-2}K^{-4}
Wien's Constant	b	2.898×10^{-3} mK
Permittivity of free space	ε_0 $1/4\pi\varepsilon_0$	8.854×10^{-12} C^{2} N^{-1}m^{-2} 8.987×10^{9} N m^{2} C^{-2}
Permeability of free space	μ_0	$4\pi \times 10^{-7}$ T m A^{-1} $\cong 1.257 \times 10^{-6}$ Wb A^{-1} m^{-1}

OTHER USEFUL CONSTANTS

Name	Symbol	Value
Mechanical equivalent of heat	J	4.186 J cal^{-1}
Standard atmospheric pressure	1 atm	1.013×10^{5} Pa
Absolute zero	0 K	−273.15 °C
Electron volt	1 eV	1.602×10^{-19} J
Unified Atomic mass unit	1 u	1.661×10^{-27} kg
Electron rest energy	mc^{2}	0.511 MeV
Energy equivalent of 1 u	1 uc^{2}	931.5 MeV
Volume of ideal gas(0 °C and 1atm)	V	22.4 L mol^{-1}
Acceleration due to gravity (sea level, at equator)	g	9.78049 m s^{-2}

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

BIBLIOGRAPHY

TEXTBOOKS

For additional reading on the topics covered in this book, you may like to consult one or more of the following books. Some of these books however are more advanced and contain many more topics than this book.

1 **Ordinary Level Physics**, A.F. Abbott, Arnold-Heinemann (1984).

2 **Advanced Level Physics**, M. Nelkon and P. Parker, 6th Edition, Arnold-Heinemann (1987).

3 **Advanced Physics**, Tom Duncan, John Murray (2000).

4 **Fundamentals of Physics**, David Halliday, Robert Resnick and Jearl Walker, 7th Edition John Wily (2004).

5 **University Physics** (Sears and Zemansky's), H.D. Young and R.A. Freedman, 11th Edition, Addison—Wesley (2004).

6 **Problems in Elementary Physics**, B. Bukhovtsa, V. Krivchenkov, G. Myakishev and V. Shalnov, MIR Publishers, (1971).

7 **Lectures on Physics** (3 volumes), R.P. Feynman, Addision – Wesley (1965).

8 **Berkeley Physics Course** (5 volumes) McGraw Hill (1965).

   a. Vol. 1 – Mechanics: (Kittel, Knight and Ruderman)

   b. Vol. 2 – Electricity and Magnetism (E.M. Purcell)

   c. Vol. 3 – Waves and Oscillations (Frank S. Crawford)

   d. Vol. 4 – Quantum Physics (Wichmann)

   e. Vol. 5 – Statistical Physics (F. Reif)

9 **Fundamental University Physics**, M. Alonso and E. J. Finn, Addison – Wesley (1967).

10 **College Physics**, R.L. Weber, K.V. Manning, M.W. White and G.A. Weygand, Tata McGraw Hill (1977).

11 **Physics: Foundations and Frontiers**, G. Gamow and J.M. Cleveland, Tata McGraw Hill (1978).

12 **Physics for the Inquiring Mind**, E.M. Rogers, Princeton University Press (1960).

13 **PSSC Physics Course**, DC Heath and Co. (1965) Indian Edition, NCERT (1967).

14 **Physics Advanced Level**, Jim Breithampt, Stanley Thornes Publishers (2000).

15 **Physics**, Patrick Fullick, Heinemann (2000).

16 **Conceptual Physics**, Paul G. Hewitt, Addision—Wesley (1998).

17 **College Physics**, Raymond A. Serway and Jerry S. Faughn, Harcourt Brace and Co. (1999).

18 **University Physics**, Harris Benson, John Wiley (1996).

19 **University Physics**, William P. Crummet and Arthur B. Western, Wm.C. Brown (1994).

20 **General Physics**, Morton M. Sternheim and Joseph W. Kane, John Wiley (1988).

21 **Physics**, Hans C. Ohanian, W.W. Norton (1989).

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

22 **Advanced Physics,** Keith Gibbs, Cambridge University Press (1996).
23 **Understanding Basic Mechanics,** F. Reif, John Wiley (1995).
24 **College Physics,** Jerry D. Wilson and Anthony J. Buffa, Prentice Hall (1997).
25 **Senior Physics, Part – I,** I.K. Kikoin and A.K. Kikoin, MIR Publishers (1987).
26 **Senior Physics, Part – II,** B. Bekhovtsev, MIR Publishers (1988).
27 **Understanding Physics,** K. Cummings, Patrick J. Cooney, Priscilla W. Laws and Edward F. Redish, John Wiley (2005).
28 **Essentials of Physics,** John D. Cutnell and Kenneth W. Johnson, John Wiley (2005).

GENERAL BOOKS

For instructive and entertaining general reading on science, you may like to read some of the following books. Remember however, that many of these books are written at a level far beyond the level of the present book.

1 **Mr. Tompkins** in paperback, G. Gamow, Cambridge University Press (1967).
2 **The Universe and Dr. Einstein**, C. Barnett, Time Inc. New York (1962).
3 **Thirty years that Shook Physics**, G. Gamow, Double Day, New York (1966).
4 **Surely You're Joking, Mr. Feynman**, R.P. Feynman, Bantam books (1986).
5 **One, Two, Three... Infinity**, G. Gamow, Viking Inc. (1961).
6 **The Meaning of Relativity**, A. Einstein, (Indian Edition) Oxford and IBH Pub. Co. (1965).
7 **Atomic Theory and the Description of Nature**, Niels Bohr, Cambridge (1934).
8 **The Physical Principles of Quantum Theory**, W. Heisenberg, University of Chicago Press (1930).
9 **The Physics—Astronomy Frontier**, F. Hoyle and J.V. Narlikar, W.H. Freeman (1980).
10 **The Flying Circus of Physics with Answer**, J. Walker, John Wiley and Sons (1977).
11 **Physics for Everyone** (series), L.D. Landau and A.I. Kitaigorodski, MIR Publisher (1978).
    Book 1: Physical Bodies
    Book 2: Molecules
    Book 3: Electrons
    Book 4: Photons and Nuclei.
12 **Physics can be Fun**, Y. Perelman, MIR Publishers (1986).
13 **Power of Ten**, Philip Morrison and Eames, W.H. Freeman (1985).
14 **Physics in your Kitchen Lab.**, I.K. Kikoin, MIR Publishers (1985).
15 **How Things Work: The Physics of Everyday Life**, Louis A. Bloomfield, John Wiley (2005).
16 **Physics Matters: An Introduction to Conceptual Physics**, James Trefil and Robert M. Hazen, John Wiley (2004).

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

NOTES

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

NOTES

Downloaded from https:// www.studiestoday.com