Downloaded from https:// www.studiestoday.com

रसायन विज्ञान प्रायोगिक–1

कक्षा – 11

(माध्यमिक शिक्षा बोर्ड, राजस्थान, अजमेर द्वारा कक्षा 11 के नवीन पाठ्याक्रमानुसार अधिकृत पाठ्य पुस्तक)

लेखक गण

प्रदीप पाराशर (संयोजक)
विभागाध्यक्ष
एल.बी.एस. कॉलेज,
जयपुर

डॉ. के. के. शर्मा (समीक्षक)
सेवानिवृत प्राचार्य
1–घ–7 वैशालीनगर, अजमेर

गोपाल प्रसाद शर्मा
प्राध्यापक (स्कूल शिक्षा)
रा. जैन गुरूकुल उ. माध्यमिक विद्यालय
ब्यावर (अजमेर)

ताराचन्द्र जांगिड़
प्राध्यापक (स्कूल शिक्षा)
रा. सनातन धर्म उ.मा.विद्यालय
ब्यावर (अजमेर)

माध्यमिक शिक्षा बोर्ड, राजस्थान, अजमेर

प्रकाशक

राजस्थान राज्य पाठ्यपुस्तक मण्डल, जयपुर

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

अनुक्रमणिका

क.सं.	अध्याय	पृष्ठ संख्या
1.	सामान्य प्रयोगशाला तकनीक	1
2.	पदार्थो का गलनांक एवं क्वथनांक ज्ञात करना	4
3.	क्रिस्टलीकरण	8
4.	pH आधारित प्रयोग	13
5.	रासायनिक साम्य	21
6.	अनुमापन–प्रयुक्त पद एवं उपकरण	24
7.	अनुमापन प्रकार विधियां एवं गणना	32
8.	अम्ल और अनुमापन	34
9.	गुणात्मक विश्लेषण	47
10.	अम्लीय मूलकों के परीक्षण	53
11.	क्षारीय मूलको के परीक्षण	70
12.	कार्बनिक यौगिकों में तत्त्वों की पहचान	90
13.	सत्र का प्रायोगिक कार्य	93
14.	प्रोजेक्ट कार्य	98

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

अध्याय – 1

सामान्य प्रयोगशाला तकनीक

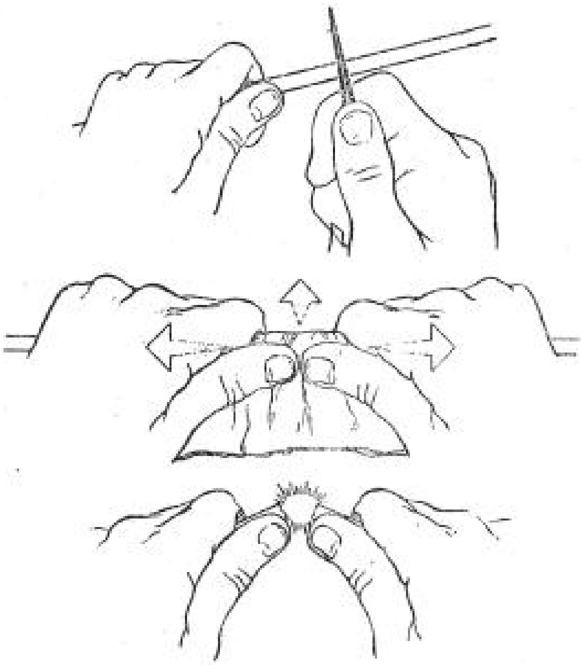
प्रयोगशाला में कार्य करते समय कुछ सामान्य प्रविधियों का सर्वदा उपयोग करना पड़ता है। तुम्हें इन साधारण कार्यो में दक्ष होना चाहिए। सावधानी और स्वच्छता से कार्य करने से तुम में स्वतः ही दक्षता आ जायेगी।

(1) कांच की नली या छड़ से कार्य करना :–

आवश्यक वस्तुऐं–(1) काँच की नलियां, (2) कांच की छड़ें, (3) त्रिकोणीय रेती,

(4) ऐस्बेस्टॉस चादर का टुकड़ा

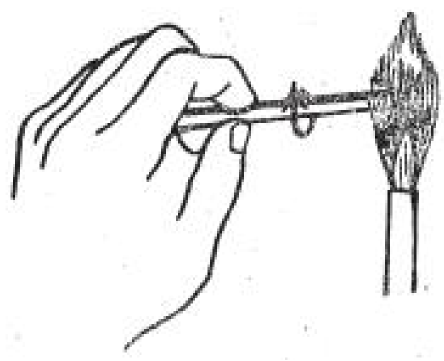
(i) कांच की नली या छड़ को काटना– कांच की नली या छड़ को टेबिल पर रखो। जिस स्थान से उसे काटना हो वहां रेती से एक या दो बार रगड़ कर खरोंच डाल दो। रेती से लगातार रगड़ते रहने की आवश्यकता नहीं है। रेती को एक बार दबाकर रगड़ना ही पर्याप्त होता है।



चित्र 1.1 काँच की नली काटना

खरोंच वाले भाग को रूई या झाड़न से लपेट लो। खरोंच के नीचे दोनों अंगूठे लगाकर नली को खरोंच से विपरीत दिषा में मोड़ने से नली ख्रोंच के स्थान से ही चटक कर टूट जाएगी। झाड़न को भली प्रकार झटकार देना चाहिए जिससे कांच का कोई छोटा टुकड़ा नहीं रह जाए।

(ii) खुरदरे किनारों को चिकना करना :– नली या छड़ के तीखे और खुरदरे किनारों को चिकना करना बहुत आवश्यक है ताकि उनसे कहीं घाव नहीं हो जाएें।



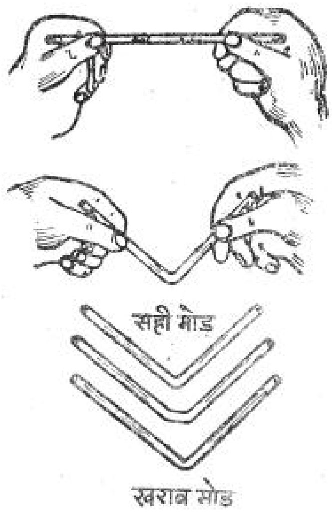
चित्र 1.2 काँच की नली के किनारों को चिकना करना

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

नली के कटे हुए सिरे को ज्वाला में गोलाकार घुमाते हुए गर्म करने से खुरदरे किनारे चिकने हो जाते हैं। किनारों को इतना गर्म नहीं करना चाहिए कि नली का मुंह ही बन्द हो जाए।

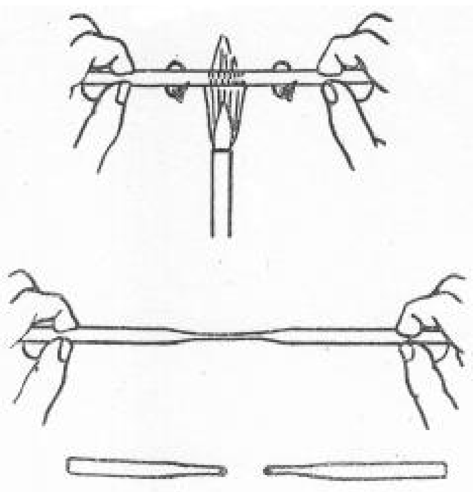
(iii) काँच की नली को मोड़ना– इस कार्य के लिए सामान्य बुन्सेन बर्नर के स्थान पर मत्स्यपुच्छ बर्नर अधिक सुविधाजनक रहता है। जिस स्थान से नली को मोड़ना हो उसे दोनों हाथ की उंगलियों की सहायता से ज्वाला पर घुमा कर चारों ओर से गर्म करो। जब काँच इतना मुलायम हो जाए कि नीचे की ओर लटकने सा लगे तो नली को ज्वाला से बाहर निकालकर एस्बेस्टॉस



चित्र 1.3 काँच की नली मोड़ना

की चादर के टुकड़े पर रखो और आवश्यक कोण तक मोड़ दो। यदि एस्बेस्टॉस की चादर नहीं हो तो हाथ में पकड़ी हुई नली को ही मोड़ दो, लेकिन ध्यान रहे कि मोड़ साफ और उचित गोलाई लिये हो।

(iv) केशनली और प्रधार करना :– केशनली बनाने के लिए यथासम्भव मुलायम काँच की नली का उपयोग करना चाहिए। नली को दोनों हाथों की उंगलियों से घुमाते हुए ज्वाला पर गर्म करो। जब काँच इतना मुलायम हो जायें कि सरलता से खिच सके तब नली को ज्वाला से बाहर निकाल कर दोनों ओर खींचो। काँच की नली को तार की जाली या एस्बेस्टॉस की चादर



चित्र 1.4 प्रधार बनाना

पर रख कर ठण्डा करो। बीच के भाग को रेती से काट कर केशनली को अलग कर लो। नली के दोनों ओर के बचे हुए भाग प्रधार हैं।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

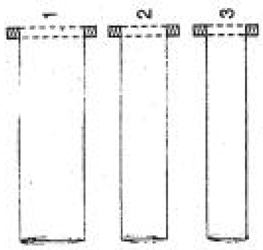
(v) कॉर्क में छेद करना– रसायन प्रयोगषाला में कुछ उपकरण बनाने में कॉर्क का उपयोग होता है। कॉर्क में काँच की नली लगाने या काँच की छड़ लगाने के लिये कॉर्क में छेद करना आवश्यक होता है।

उदाहरण के लिये आसवन करने के लिये उपकरण बनाने के में और धावन बोतल बनाने में भी छेद किये कॉर्क का उपयोग होता है। कॉर्क में छेद करने की विधि इस प्रकार है।

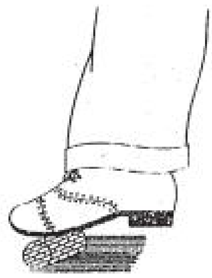
1 कॉर्क वेधक का चयन (Selection of cork Borar) :– कॉर्क में जिस नली या छड़ को डालने के लिये छेद करना होता है, उससे कुछ कम व्यास के वेंधक का चयन किया जाता है। कॉर्क वेधक स्टील के खोखले सिलिन्डर के समान होते है जिनके एक सिरे पर नॉब (nob) लगी होती है और दूसरा सिरा कुछ भार युक्त होता है। चित्र 1.5

2 कॉर्क को नर्म करना (Softening of cork) :– कॉर्क में छेद करने से पहले कॉर्क को नर्म किया जाता है। कठोर कॉर्क में छेद करने पर उसके टूटने का डर रहता है। कॉर्क को नर्म करने के लिये सबसे पहले उसे पानी से भिगोया जाता है भीगने के बाद उसे एक कागज में लपेट कर जूते के नीचे रखकर दबाया जाता है।

जूते के नीचे दबा कर रोल करने से कॉर्क नर्म हो जाता है और वह छेद करने से टूटता नहीं है।



चित्र 1.5 कॉर्क वेधक या कॉर्क छेदक



चित्र 1.6 जूते के नीचे दबाकर कॉर्क को नर्म करना

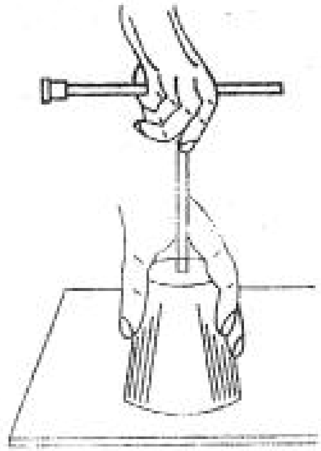
3 कॉर्क में छेद बनाना (Boring of the cork) :– कॉर्क को टेबिल पर इस प्रकार रखते है कि उसका पतला सिरा उपर की ओर रहे।

4 कॉर्क में दोनों तलों पर छेद करने के स्थान पर निशान बनायें ताकि छेद सीधा हो सके।

5 कॉर्क को बाँये हाथ से कस कर पकड़े और चयन किये गये वेधक (छेदक) को दाब लगाते हुये कॉर्क पर घुमायें देखिये (चित्र 1.7)। यदि कॉर्क रबड़ का हो तो वेधक पर कुछ ग्लीसरीन लगायें।

6 जब वेधक कॉर्क में आधा धंस जाये तो उसे बाहर निकाल ले और कॉर्क को उल्टा रख कर उपरोक्त प्रक्रिया अपनाये। यह ध्यान रखने कि इस प्रक्रिया में कॉर्क बिल्कुल सीधा रहे।

7 बेधक को दबाते हुये इतना घुमाये कि वह कॉर्क के आर–पार हो जाये।



चित्र 1.7 कॉर्क में छेद करना

8 कुछ उपकरणों के बनाने के लिये कॉर्क में दो छेद करने होते है। दोनों छेदों के बीच पर्याप्त दूरी रखनी चाहिये ताकि दोनों छेदों के बीच की दीवार टूट न जाये।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

अध्याय–2

पदार्थो का गलनांक और क्वथनांक ज्ञात करना

गलनांक :–

ठोस पदार्थो को बहुधा उनके गलनांक से पहचाना जाता है। किसी ठोस पदार्थ का गलनांक वह तापक्रम है जिस पर वायुमण्डलीय दाब पर, वह ठोस द्रव में परिवर्तित हो जाता है। पदार्थ में उपस्थित अशुद्धिया गलनांक को प्रभावित करती है। अतः गलनांक ज्ञात करने से पदार्थ की शुद्धता की जांच हो जाती है।

क्वथनांक :–

द्रव पदार्थो को बहुधा उनके क्वथनांकसे पहचाना जा सकता है। एक वायुमण्डलीय दाब पर जिस तापक्रम पर कोई द्रव उबलता है, वह द्रव का क्वथनांक है। द्रव में उपस्थित अशुद्धियां क्वथनांक को प्रभावित करती है। अतः क्वथनांक द्वारा द्रव की शुद्धता ज्ञात की जाती है।

गलनांक और क्वथनांक पर दाब का प्रभाव पड़ता है। दाब में साधारण परिवर्तन हो जाने से गलनांक पर तो अधिक प्रभाव नहीं पड़ता लेकिन क्वथनांक में दाब में कुछ ही परिवर्तन से अन्तर पड़ जाता है।

क्रिस्टलीय ठोस पदार्थो का एक निश्चित गलनांक होता है। इसी प्रकार द्रवों का मानक दाब पर एक निश्चित क्वथनांक होता है। रासायनिक विधि से कार्बनिक पदार्थो की शुद्धता ज्ञात करने में काफी समय लगता है लेकिन गलनांक और क्वथनांक ऐसे परीक्षण है जिनके द्वारा शीघ्र ही किसी भी पदार्थ की शुद्धता ज्ञात की जाती है।

उपकरण और सामग्री :– बीकर (350 मिली.), विलोडक, थील की नली, थर्मामीटर, केशनलियाँ (अध्याय 1 में बनाई विधि से एक दर्जन, लगभग 6 cm लम्बी केशनलियाँ बना लो), डोरा या रबर के छल्ले, ज्वलन नली, तिपाई, तार की जाली, स्पंज या अस्पताल की रूई जो काफी मात्रा में जल सोख ले, क्लैम्प, स्टैंड, बर्फ, नेफ्थलीन, यूरिया, गंधक, पैराफीन मोम, ऑक्सेलिक अम्ल (क्रिस्टलीय), ऐसीटीन, मेथिल ऐल्कोहॉल, ऐथिल ऐल्कोहॉल, बेन्जीन, टॉलूईन और ऐनिलीन।

गलनांक ज्ञात करने की विधि :–

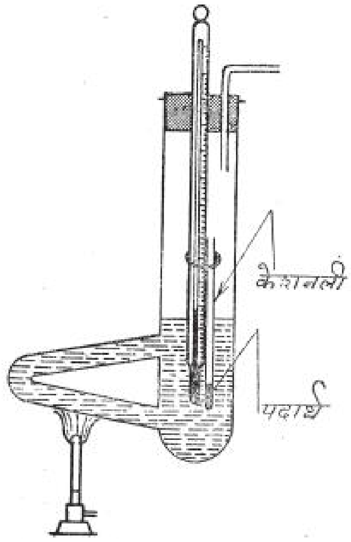
(ब) प्रयोग संख्या 1.1–कार्बनिक यौगिक का गलनांक ज्ञात करना :–

(क) केशनली के एक सिरे को गर्म करके मुँह–बन्द कर दो। अब दूसरे खुले सिरे की ओर से अच्छी तरह महीन चूर्ण किया हुआ पदार्थ भरो। प्रारम्भ में कार्य कठिन मालूम होगा। नली में थोड़ा सा पदार्थ लेकर धीरे–धीरे झटका दो जिससे वह बन्द मुँह की ओर सरक जाए। इस बार तीन–चार बार पदार्थ लेकर कुछ देर झटका देने से केषनली में बन्द मुँह के समीप लगभग 2–3 मिलीमीटर की ऊँचाई तक पदार्थ भर जाएगा। गलनांक ज्ञात करने के लिए केशनली में इतना पदार्थ पर्याप्त है।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

यदि केशनली गीली हो तो वह थर्मामीटर से चिपक जाती है और फिर उसे डोरा या रबर के छल्ले से बांधने की आवश्यकता नहीं रहती। इस तरह सटाई गई केशनली विलोडन से कभी–कभी अपने स्थान से हट जाती है। अतः केशनली को थर्मामीटर से बांध देना ही अच्छा होता है, लेकिन ध्यान रखना चाहिए कि डोरा या रबर का छल्ला बीकर के द्रव में नहीं डूबे।



चित्र 2.1 थील की नली में ठोस गर्म करना।

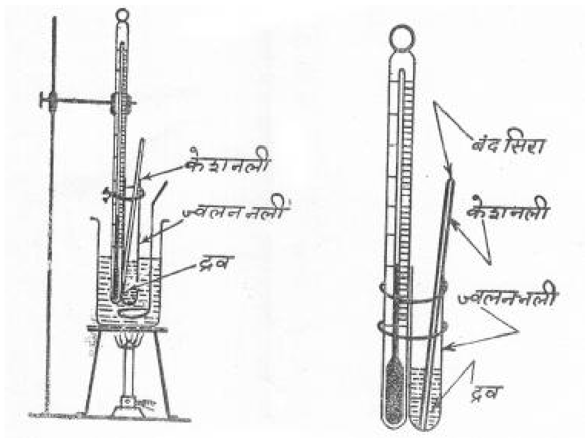
बीकर में जल के स्थान पर सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल भी लिया जाता है जो डोरे को जला देगा और रबर को भी गला देगा।

बीकर में लिए द्रव का क्वथनांक पदार्थ के गलनांक से लगभग 20^{0}C अधिक होना चाहिए। साधारणतया बीकर में पदार्थ का गलनांक ज्ञात करते समय ग्लिसरीन (क्वथनांक 290^{0}C) या सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल (क्वथनांक 338^{0}C) का उपयोग किया जाता है। सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल को बहुत सावधानी से गर्म करना चाहिए।

बीकर के स्थान पर थील की नली (चित्र 2.1) में द्रव गर्म करना अधिक सुविधाजनक है। थील की नली में द्रव समान रूप से गर्म होता रहता है और विलोडन की आवश्यकता नहीं होती। साथ ही गर्म करते समय द्रव के उछलने का भय भी नहीं रहता।

उपरोक्त विधि द्वारा नेप्थेलीन, यूरिया, गंधक और क्रिस्टलीय ऑक्सेलिक अम्ल का गलनांक ज्ञात करो।

क्वथनांक ज्ञात करने की केशनली विधि :–



चित्र 2.2 क्वथनांक निकालने का उपकरण

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

प्रयोग संख्या 2.2—बेन्जीन का क्वथनांक ज्ञात करना।

(क) केशनली के एक सिरे का मुँह बन्द कर दे।

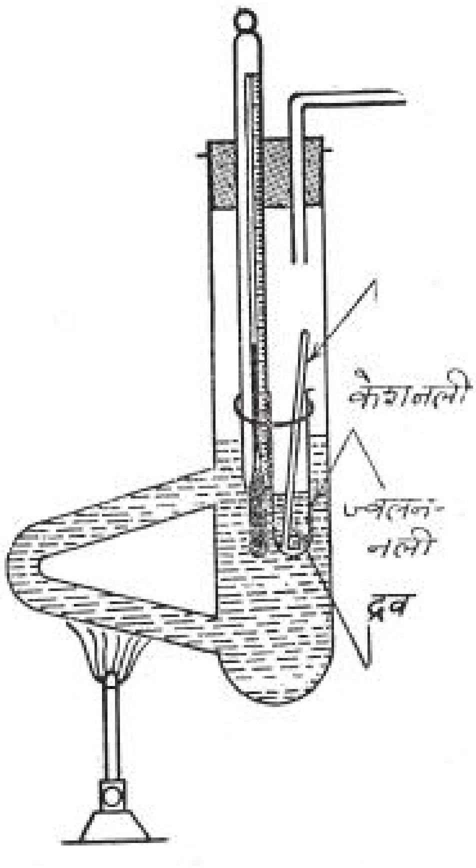
(ख) एक ज्वलन नली में लगभग 0.5 मिली. बेन्जीन लो। ज्वलन नली में उपर्युक्त केशनली को इस प्रकार डाल दो कि उसका खुला सिरा बेन्जीन में डूबा रहे।

(ग) ज्वलन नली को डोरे या रबर के छल्ले की सहायता से थर्मामीटर से इस प्रकार बाँध दो कि ज्वलन नली का द्रव से भरा भाग थर्मामीटर की घुण्डी से सटा रहे।

(घ) चित्र 2.2 के अनुसार थर्मामीटर और उसके साथ बंधी केशनली सहित ज्वलन नली को तिपाई पर रखे बीकर में लटका दो।

(ड़) बीकर की लगभग दो—तिहाई जल से भरो और धीरे—धीरे गर्म करो। जल को विलोडक से हिलाते रहो जिससे बीकर के सब जल का तापक्रम समान रहे।

(च) क्वथनांक के निकट आने पर केशनली के बेन्जीन में डूबे हुए खुले मुँह से बुलबुले निकलने लगते है। बुलबुले का निकलना प्रारम्भ होते ही ज्वालक को हटा दो और विलोडक द्वारा जल को हिलाते रहो।



चित्र 2.3 थील नली का उपयोग करके क्वथनांक ज्ञात करना।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(छ) ज्यों ही बुलबुलों का निकलना बन्द हो, तुरन्त ताप पढ़ लो। यही बेन्जीन का विद्यमान वायुमण्डलीय दाब पर क्वथनांक है। बीकर में लिए द्रव का क्वथनांक ज्वलन नली के द्रव के क्वथनांक से 20°C अधिक होना चाहिए। साधारण बीकर में जल, ग्लिसरीन या सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल का उपयोग किया जाता है।

बीकर के स्थान पर थील नली का उपयोग (चित्र 2.3) अधिक सुविधाजनक रहता है।

प्रयोग संख्या 3–

ऐसीटोन, मेथिल ऐल्कोहॉल, एथिल ऐल्कोहॉल, टॉलूईन और ऐनिलीन का क्वथनांक ज्ञात करो। प्रयोगशाला में ज्ञात किए क्वथनांको की में दिये क्वथनांकों से तुलना करो।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

अध्याय – 3
क्रिस्टलीकरण
(Crystallisation)

यौगिकों का क्रिस्टलीकरण द्वारा शुद्धिकरण
(Purification of Compounds by Crystallisation)

जब किसी यौगिक को रासायनिक अभिक्रिया द्वारा बनाया जाता है तो उसमें विलेय तथा अविलेय अशुद्धियां पायी जाती है। अतः यह आवश्यक है कि इन अशुद्धियों को पृथक करके यौगिक को शुद्ध अवस्था में प्राप्त किया जाय। इन अशुद्धियों को पृथक्करण अशुद्धि की प्रकृति पर निर्भर करता है। इसके लिये अनेक विधियाँ जैसे छानना, निथारना, क्रिस्टलीकरण आदि प्रयोग में लायी जाती है। इनमें क्रिस्टलीकरण विधि अधिक उपयुक्त एवं महत्वपूर्ण विधि है।

जब किसी पदार्थ में उपस्थित अशुद्धि एवं पदार्थ की किसी विलायक में विलेयता भिन्न–भिन्न होती है तो पदार्थ का शुद्धिकरण क्रिस्टलीकरण विधि द्वारा किया जा सकता है। इस विधि में पदार्थ को उचित विलायक में घोल कर संतृप्त विलयन बनाते है तथा विलयन को छान लेते है। इससे अघुलनशील अशुद्धियां दूर हो जाती है। इस छनित विलयन को सान्द्रित करके ठण्डा करने पर पदार्थ के क्रिस्टल प्राप्त हो जाते है जिन्हे निथारकर अलग कर लेते है। घुली अशुद्धियां मातृद्रव में रह जाती हैं।

क्रिस्टलीकरण के लिए प्रयुक्त विलायक में निम्नलिखित गुण होने चाहिए :–

(1) यौगिक की विलायक से विलेयता कमरे के ताप पर कम एवं उच्च ताप पर अधिक होनी चाहिये।
(2) विलायक में अशुद्धियां या तो पूर्णतः विलेय या पूर्णतः अविलेय होनी चाहिये।
(3) यौगिक के साथ विलायक की कोई रासायनिक अभिक्रिया नहीं होनी चाहिये।
(4) विलायक ऐसा होना चाहिए जिसमें कोई भी अशुद्धि क्रिस्टलित किये जाने वाले पदार्थ के साथ क्रिस्टलित न हो।

अकार्बनिक यौगिकों के क्रिस्टलीकरण के लिये आसुत जल एक उपयुक्त विलायक हैं।

कुछ परिभाषएँ :–

(1) क्रिस्टल (Crystal)– वह पिण्ड जो कि एक निश्चित ज्यामितीय आकृति में समतल पृष्ठों से प्रतिबद्ध हो तथा अवयवी कणों की आन्तरिक व्यवस्था स्पष्ट करता हो, क्रिस्टल कहलाता है।

(2) क्रिस्टलीकरण (Crystallisation)– विलयन से क्रिस्टल प्राप्त करने के प्रक्रम को क्रिस्टलीकरण कहते है।

(3) मातृद्रव (Mother Liquor)–क्रिस्टलीकरण के उपरान्त शेष द्रव को मातृद्रव कहते है।

(4) क्रिस्टलन बिन्दु (Crystallisation Point)– वह बिन्दु जब गर्म विलयन को ठण्डा करने पर क्रिस्टल का बनना प्रारम्भ हो जाता है, क्रिस्टलन बिन्दु कहलाता है।

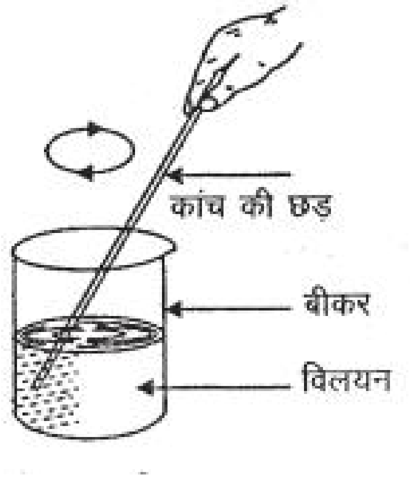
क्रिस्टलीकरण विधि (Method of Crystallisation) – अकार्बनिक पदार्थो के क्रिस्टलीकरण की प्रक्रिया निम्न पदों में सम्पन्न होती है–

(1) अशुद्ध पदार्थ का संतृप्त विलयन करना– एक 250 सेमी. बीकर में 50–60 सेमी. आसुत जल लेकर इसमें 5–6 ग्राम अशुद्ध पदार्थ मिलाकर इसे काँच की छड़ से अच्छी तरह हिलाकर घोलो तथा इस विलयन को 50.60^{0}C तक गर्म करो और अशुद्ध पदार्थ को थोड़ी–थोड़ी मात्रा में तब तक मिलाओ जब तक कि कुछ ठोस अविलेय अवस्था में नीचे न बैठ जाय (चित्र 3.1)। इस प्रकार से प्राप्त विलयन संतृप्त विलयन होता है।

(2) संतृप्त विलयन को छानना– उपर्युक्त गर्म संतृप्त विलयन को ठण्डा करने से अविलेय अशुद्धियां तथा ठोस पदार्थ की अधिक मात्रा नीचे बैठ जाती है। इन्हे दूर करने के लिये इसे कीप की सहायता से छानना पत्र से छानो। अविलेय अशुद्धियां तथा अतिरिक्त ठोस फिल्टर पत्र पर रूक जाते है तथा विलयन फिल्टर पत्र से छन जाता है। छनित को पॉर्सिलेन की प्याली में एकत्रित करो (चित्र 3.2)

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

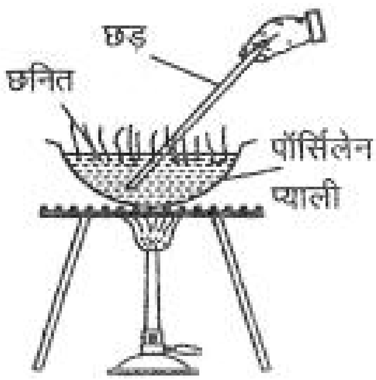
Downloaded from https:// www.studiestoday.com



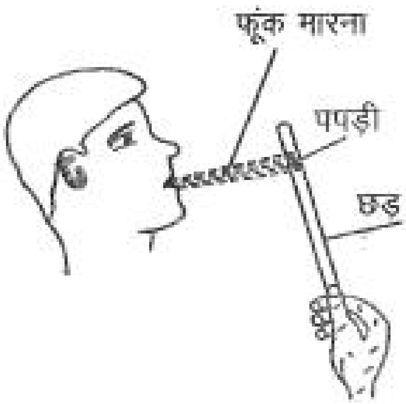
चित्र 3.1 विलयन बनाना

चित्र 3.2 विलयन को छानना

(3) संतृप्त विलयन का क्रिस्टलन बिन्दु तक सान्द्रण– उपर्युक्त छनित युक्त पर्सिलेन की प्याली को तार की जाली पर रखकर सावधानीपूर्वक गर्म करो (चित्र 3.3)। कुछ समय (लगभग दो मिनट) तक उबल जाने के पश्चात क्रिस्टलन बिन्दु का परीक्षण करो। इसके लिए एक साफ कांच की छड़ को उपर्युक्त गर्म विलयन में डूबोकर बाहर निकलो तथा मुँह से फूंक मारकर ठण्डा करो (चित्र 3.4)। यदि छड़ पर पदार्थ के क्रिस्टल (पपड़ी) दिखाई देने लगे तो समझो कि क्रिस्टलन बिन्दु आ गया है। क्रिस्टलन बिन्दु आने के बाद विलयन को और अधिक सान्द्रित नहीं करना चाहिए।



चित्र 3.3 विलयन का सान्द्रण



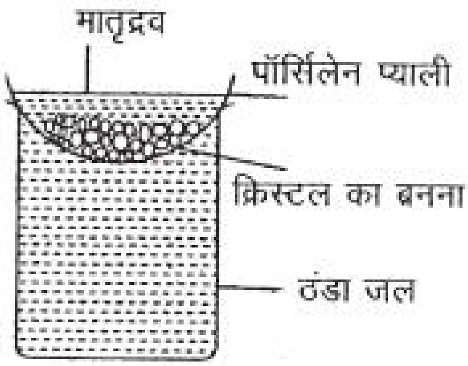
चित्र 3.4 क्रिस्टलन बिन्दु की जाँच

(4) सान्द्रित विलयन को ठंडा करना– अब उपर्युक्त गर्म सान्द्रित विलयन वाली पॉर्सिलेन की प्याली को वाच ग्लास से ढक कर अलग स्थान पर या ठंडे जल से भरे बीकर पर रख दो (चित्र 3.5)। कुछ समय पश्चात क्रिस्टल बनने लगते है। कभी–कभी क्रिस्टलन को प्रारम्भ करने के लिये शुद्ध यौगिक का एक क्रिस्टल डाल देते है जो नाभिक अथवा बीजारोपण का कार्य करता है अथवा बीकर की दीवार को कांच की छड़ से खुरचते हैं। शीघ्रता से ठंडा करने पर अथवा विलयन को हिलाने–डुलाने पर क्रिस्टलो का आकार छोटा रह सकता है तथा प्राप्ति भी कम होती है।

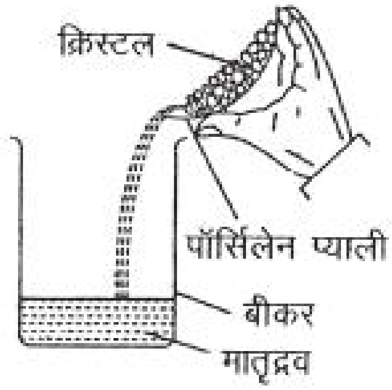
(5) क्रिस्टलों को पृथक करना– क्रिस्टलन की क्रिया पूर्ण होने पर अर्थात जब क्रिस्टलों का बनना बन्द हो जाए तो क्रिस्टलों को छानकर या निथार कर पृथक करो (चित्र 3.6)। छानने के लिये साधारण कीप अथवा बुकनर कीप का उपयोग किया जा सकता है। इसके पश्चात् क्रिस्टलों को फिल्टर पत्रों के बीच दबाकर अथवा निर्वात शोषित्र में रखकर सुखाओ।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com



चित्र 3.5 विलयन को ठंडा करना



चित्र 3.6 निथारना

नीचे कुछ प्रयोगों के द्वारा क्रिस्टलीकरण की प्रक्रिया समझाई गई है।

प्रयोग 1 :– फिटकरी के अशुद्ध नमूने से शुद्ध क्रिस्टल प्राप्त करना।

उपकरण : एक बीकर (250 cm^3) चीनी या पॉर्सिलेन की प्याली, कांच की छड़, कीप, त्रिपाद स्टैण्ड, फिल्टर पत्र, लोहे की जाली तथा खरल एवं मूसल।

रसायन पदार्थ : अशुद्ध फिटकरी, आसुत जल।

सिद्धान्त : फिटकरी एक द्विक लवण है जो कि साधारण लवण पोटेशियम सल्फेट तथा ऐलुमिनियम सल्फेट से मिलकर बना है। इसका रासायनिक सूत्र $K_2SO_4Al_2(SO_4)_3 24H_2O$ है। फिटकरी में विलेयशील तथा अविलेयशील अशुद्धियां होती है। फिटकरी का जल में संतृप्त विलयन बना कर छानने पर अविलेयशील अशुद्धियां दूर हो जाती है। छनित को क्रिस्टलन बिन्दु तक उबालकर ठंडा करने पर फिटकरी के शुद्ध क्रिस्टल पृथक हो जाते है तथा विलेयशील अशुद्धियां मातृद्रव में रह जाती है।

विधि : लगभग 10 ग्राम अशुद्ध फिटकरी के नमूने को खरल में मूसल से पीस कर बारीक चूर्ण बनाओ तथा 250 सेमी. के बीकर में डालकर आसुत जल में घोल कर संतृप्त विलयन बनाओ। इस संतृप्त विलयन को कीप में लगे फिल्टर पत्र की सहायता से पॉर्सिलोन की प्याली में छानो। छनित विलयन को क्रिस्टलन बिन्दु तक उबालो तथा बिना हिलाए अलग स्थान पर या या ठण्डे जल से भरे बीकर पर रख कर ठण्डा करो। थोडी देर में क्रिस्टल का बनना प्रारम्भ हो जाता है। जब क्रिस्टलन की प्रक्रिया पूर्ण हो जाये तो इन क्रिस्टलों को निथार कर मातृद्रव से पृथक करो तथा प्राप्त क्रिस्टलों को फिल्टर पत्र के बीच में दबा कर सुखाओ। साधारण तुला पर तौलकर इन क्रिस्टलों का भार ज्ञात करो।

परिणाम : प्राप्त शुद्ध क्रिस्टलों का भार.................ग्राम तथा रंग....................है।

सावधानियाँ :–

(1) अशुद्ध नमूने को जल की न्यून मात्रा में घोलना चाहिये।

(2) ठण्डा करते समय विलयन को हिलाना नहीं चाहिये अन्यथा क्रिस्टलों का आकार छोटा बनता है तथा मात्रा कम प्राप्त होती है।

(3) क्रिस्टलन बिन्दु के पश्चात् विलयन का और अधिक सान्द्रण नही करना चाहिए।

प्रयोग 2 :– कॉपर सल्फेट के अशुद्ध नमूने से शुद्ध क्रिस्टल प्राप्त करना।

उपकरण :– एक बीकर (250 cm^3), चीनी या पार्सिलेन की प्याली, कांच की छड़, त्रिपाद, स्टैण्ड, लोहे की जाली, फिल्टर पत्र।

रसायन पदार्थ :– अशुद्ध कॉपर सल्फेट, आसुत जल, तनु H_2SO_4

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

सिद्धांत :– अशुद्ध कॉपर सल्फेट के संतृप्त जलीय विलयन ने थोड़ा सा तनु H_2SO_4 मिलाकर छानने पर अविलेय अशुद्धियां दूर हो जाती है। छनित को क्रिस्टलन बिन्दु तक सान्द्रित करके ठण्डा करने पर शुद्ध क्रिस्टल बन जाते है। क्रिस्टलों को मातृद्रव से पृथक कर लेते है तथा विलयशील अशुद्धियां मातृद्रव में घुली रह जाती है।

विधि :– एक 250 cm के बीकर में लगभग 10 ग्राम बारीक चूर्ण किया कॉपर सल्फेट लो। इसका आसुत जल में संतृप्त विलयन बनाओ। कॉपर सल्फेट के जल अपघटन से कॉपर हाइड्रॉक्साइड $(Cu(OH)_2)$ बन सकता है, जिसे रोकने के लिये विलयन में लगभग 2 ml तनु H_2SO_4 मिलाओ। इससे विलयन साफ व पारदर्शी बनता है। इस विलयन को कॉंच की छड़ से हिलाते हुए धीरे–धीरे गर्म करो। गर्म विलयन को फिल्टर पत्र की सहायता से छानो। अविलेय अशुद्धियां फिल्टर पत्र पर रह जाती है। छनित को पॉर्सिलेन की प्याली से क्रिस्टलन बिन्दु तक सान्द्रित करो तथा सान्द्रित विलयन को ठंडे जल से भरे बीकर पर रखकर ठंडा करो। कॉपर सल्फेट के नीले रंग के क्रिस्टल बनकर पृथक होने लगते है। जब क्रिस्टलन पूरा हो जाय तो इन क्रिस्टलो को निथार कर मातृद्रव से पृथक करो। विलेयशील अशुद्धियां मातृद्रव में रह जाती है। इस प्रकार प्राप्त क्रिस्टलों को फिल्टर पत्र के बीच दबाकर सुखाओ तथा साधारण तुला पर तोलकर शुद्ध क्रिस्टल का भार ज्ञात करो।

परिणाम :– कॉपर सल्फेट के प्राप्त शुद्ध क्रिस्टलो का भार.............ग्राम तथा रंग...................है।

सावधानियाँ :–

(1) तनु H_2SO_4 अधिक मात्रा में नहीं डालना चाहिये।

(2) अन्य सावधानियाँ प्रयोग 1 के समान हैं।

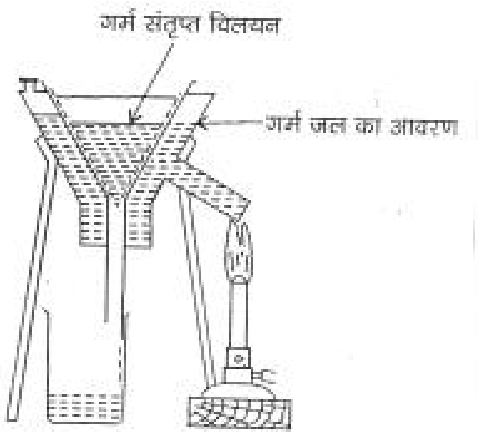
प्रयोग 3 :– अशुद्ध बेन्जोइक अम्ल से शुद्ध सफेद बेन्जोइक अम्ल के क्रिस्टल प्राप्त करना।

सिद्धान्त :– बेन्जोइक अम्ल में एक ध्रुवीय अभिलक्षकीय समूह (-COOH) है। इसलिए बेन्जोइक अम्ल के अणु पानी के ध्रुवीय अणुओं की ओर आकर्षित होते है और यह पानी में घुल जाता है।

उपकरण :– 250 ml शंक्वाकार फलास्क, कॉंच की छड़, धोने वाली बोतल, स्टैण्ड, फिल्टर पत्र, तिपाई आदि।

रासायनिक पदार्थ :– 1. अशुद्ध बेन्जोइक अम्ल 2. शुद्ध जल

विधि :– (1) घोल बनाना :– एक साफ 250 ml शंक्वाकार में 50 ग्राम अशुद्ध बेन्जोइक अम्ल लें और 50 मिली. पानी इसमें मिला दें और इसको बर्नर पर तार की जाली के ऊपर रख कर उबलने तक गर्म करें। अगर जरूरत हो तो थोड़ा सा और पानी डालें नहीं तो नहीं।



चित्र 3.7 गर्म जल को कीप की सहायता से निस्पंदन

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(2) घोल को फिल्टर करना :– इस घोल को ठण्डा करें और थोड़ा सा क्रियाशील लकड़ी का कोयला (Activated Charcoal) मिलाएं। अशुद्ध त्रुटियों को दूर करने के लिए और इसको दुबारा कुछ मिनटों के लिए गर्म करें। गर्म घोल को गर्म पानी की कीप में फिल्टर करें और फिल्टर के बाद इसको चीनी के प्याले में इक्ट्ठा करें।

(3) घोल को ठण्डा करना :– चीनी के प्याले को काँच के ढक्कन के साथ ढक दें और इसको तब तक ढक कर रखें जब तक यह सामान्य तापमान पर ठण्डा न हो जाए। अब लगभग 15 मिनटों तक चीनी के प्याले को ठण्डे बर्फ वाले पानी में रखें और चूसन फिल्टर द्वारा सफेद क्रिस्टल इक्ट्ठे करें और ठण्डे पानी से इसको धो लें।

(4) क्रिस्टलों को सुखाना :– पानी सोखने वाली प्लेट और फिल्टर पत्र से क्रिस्टलों को सुखाओ। बाद में क्रिस्टलों को वाच ग्लास पर रखा दो और इनको सूखने के लिए हवा में खुला छोड़ दो।

(5) भौतिक तुला द्वारा सूखे क्रिस्टलों का भार मापना :– सूखे क्रिस्टलों का भार तोलें और इनको साफ परखनलियों में डालकर अध्यापक को दिखाएं। शुद्ध बेन्जोइक अम्ल के क्रिस्टल रंगहीन होंगे।

परिणाम :– बेन्जोइक के प्राप्त शुद्ध क्रिस्टलों का भार...................ग्राम तथा रंग....................हैं।

सावधनियाँ :– प्रयोग 1 के समान।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

अध्याय – 4.

pH आधारित प्रयोग

हाइड्रोजन आयन सान्द्रता–अम्लता या क्षारकता का मापक
(The Hydrogen Ion Concentration-Scale of Acidity or Basicity)

शुद्ध जल के आयनिक गुणनफल (Kw) का 25^0C पर मान $1x10^{-14}$ (मोल प्रति लिटर)^2 होता है अर्थात्

$$[H^+][OH^-]=1x10^{-14} \text{ (मोल प्रति लिटर)}^2 ।$$

जहाँ $[H^+]$ तथा $[OH^-]$ क्रमशः H^+ आयन तथा OH^- आयन की मोल प्रति लीटर में सान्द्रता है। चूँकि शुद्ध जल उदासीन होता है अतः $[H^+] = [OH^-]$

$$\text{या } [H^+] = [OH^-] = 1x10^{-7} = \sqrt{1x10^{-14} \text{ (मोल प्रति लिटर)}^2}$$

यदि जल में कुछ बूंदें अम्ल की डाल दी जाएँ तो विलयन की H^+ आयन सान्द्रता बढ़ जाती है और OH^- आयन सान्द्रता घट जाती है क्योकि $[H^+] x [OH^-]$ का मान (Kw) स्थिर है। इस प्रकार विलयन की H^+ आयन सान्द्रता $1 x 10^{-7}$ मोल प्रति लीटर से अधिक हो जाती है। अतः अम्लीय विलयन के लिए $[H^+]$ का मान $1 x 10^{-7}$ मोल प्रति लिटर से अधिक होता है।

इसी प्रकार यदि शुद्ध जल में कुछ बूंदे क्षार की डाल दी जाएं तो विलयन में OH^- आयन सान्द्रता $1 x 10^{-7}$ मोल प्रति लिटर से अधिक हो जाती है तथा H^+ आयन सान्द्रता $1 x 10^{-7}$ मोल प्रति लिटर से कम हो जाती है। अतः क्षारीय विलयन के लिए $[H^+]$ का मान $1 x 10^{-7}$ मोल प्रति लिटर से कम होता है।

अतः यदि किसी विलयन में $[H^+] = [OH^-] = 1x10^{-7}$ मोल प्रति लिटर हो तो विलयन उदासीन होता है। यदि $[H^+]$, $1x10^{-7}$ मोल प्रति लिटर से अधिक है तो विलयन अम्लीय होगा और यदि $[H^+]$ $1x10^{-7}$ मोल प्रति लिटर से कम है तो विलयन क्षारीय होगा। इसका अर्थ यह है कि साधारण ताप पर क्षारीय विलयनों में $[OH^-]$, $1x10^{-7}$ मोल प्रति लिटर से अधिक और अम्लीय विलयनों में $[OH^-]$ $1x10^{-7}$ मोल प्रति लिटर से कम होती है।

इस प्रकार किसी विलयन की उदासीन, अम्लीय या क्षारीय प्रकृति को हाइड्रोजन आयन सान्द्रता के रूप में ही व्यक्त किया जा सकता है। चूँकि जल में H^+ आयन हाइड्रोनियम आयन (H_3O^+) के रूप में रहता है अतः $[H^+]$ को (H_3O^+) के रूप में व्यक्त करते है।

हाइड्रोजन आयन घातांक– pH
(The Hydrogen Ion Exponent - pH)

डेनिश जैव रासायनिक वैज्ञानिक एस. पी. एल. सोरेन्सन (S. P. L. Sorensen) ने 1909 में किसी विलयन में उपस्थित हाइड्रोनियम आयन (H_3O^+) की सान्द्रता को व्यक्त करने के लिए एक सुविधाजनक विधि दी, जिसे हाइड्रोजन आयन घातांक (pH) कहते है।

इसके अनुसार "किसी विलयन का pH उसमें उपस्थित हाइड्रोनियम आयनों या हाइड्रोजन आयनों की ग्राम मोल प्रति लिटर में सान्द्रता का ऋणात्मक साधारण लघुगणक होता है।" अर्थात्

$$pH = - \log[H^+]$$

$$\text{अथवा, } pH = - \log[H_3O^+]$$

$$pH = \log \frac{1}{[H_3O^+]}$$

$$[H^+] = [H_3O^+] = 10^{-pH}$$

अतः किसी विलयन की H^+ या H_3O^+ की सान्द्रता को ग्राम मोल प्रति लीटर में व्यक्त करने के लिए 10 के ऊपर जो ऋणात्मक घात लगाई जाती है उस ऋणात्मक घात का संख्यात्मक मान pH के बराबर होता है।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

इस प्रकार यदि $[H^+] = 10^{-x}$ ग्राम मोल प्रति लिटर हो तो $pH = x$

जैसे 10^{-6} ग्राम मोल प्रति लिटर H_3O^+ आयन युक्त विलयन का $pH = 6$ होगा।

$pH = -\log[H_3O^+] = -\log^{-6}$

$= -(-6) = +6$

pH मापक्रम (pH Scale) -

किसी विलयन में H_3O^+ या H^+ आयनों की सान्द्रता 10^0 (जैसे IN HCl) से 10^{-14} (जैसे IN NaOH) ग्राम मोल प्रति लिटर तक हो सकती है अतः विलयनो का pH, 0 से 14 तक हो सकता है। इस प्रकार pH मापक्रम 0 से 14 तक होता है। किसी विलयन की अम्लता या क्षारकता को pH मान से व्यक्त करते है। ठीक उसी प्रकार जैसे तापक्रम को थर्मामीटर के मापक्रम में व्यक्त करते है। अम्लीय विलयनों का pH, 7 से कम तथा क्षारीय विलयनों का pH, 7 से अधिक होता है। उदासीन विलयन का मान 7 होता है। इसे निम्न प्रकार से व्यक्त करते है।

$[H^+]$	10^0	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}	10^{-11}	10^{-12}	10^{-13}	10^{-14}
pH	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

——अम्लीय —— उदासीन —— क्षारीय ——

नोट :–

(1) शुद्ध जल का pH 7 होता है अतः शुद्ध जल उदासीन होता है।

(2) किसी विलयन के pH में कमी उसके अम्लीय गुण में वृद्धि को दर्शाता है।

(3) किसी अम्ल के विलयन का pH हमेशा 7 से कम ही होगा जबकि क्षार के विलयन का pH हमेशा 7 से अधिक होगा।

अति तनु अम्ल के विलयनों की कुल H^+ आयन सान्द्रता अम्ल के आयनन से प्राप्त H^+ आयन की सान्द्रता और जल से प्राप्त H^+ के योग के बराबर होती है। इसी प्रकार अति तनु क्षार के विलयन की कुल OH^- आयन सान्द्रता क्षार के आयनन से प्राप्त OH^- आयन की सान्द्रता तथा जल के आयनन से प्राप्त OH^- आयन की सान्द्रता के योग के बराबर होती है।

जैसे 10^{-8} M HCl विलयन में कुल H^+ आयन की सान्द्रता

$= 10^{-8}$ (HCl से प्राप्त) $+ 10^{-7}$ (H_2O से प्राप्त)

$= 10^{-8}$ (1+10) मोल प्रति लिटर

अर्थात $H^+ = 10^{-8} \times 11$ मोल प्रति लिटर

$pH = -\log(10^{-8} \times 11)$

$= -(\log 10^{-8} + \log 11)$

$= -(-8.000 + 1.0414)$

$= +8.000 - 1.0414$

$= 6.9586$

pH मान ज्ञात करना (Measurment of pH Value)

किसी विलयन के यथार्थ pH मान को pH मीटर की सहायता से ज्ञात किया जा सकता है। लेकिन लगभग pH मान को अम्ल–क्षार सूचक की सहायता से ज्ञात कर सकते है।

अम्ल–क्षार सूचक वे पदार्थ होते है जिनका रंग pH परिवर्तन होने के साथ परिवर्तित हो जाता है। ये सामान्यतः कार्बनिक दुर्बल अम्ल या दुर्बल क्षार होते है। जिनका अनआयनित एवं आयनित अवस्था में भिन्न–भिन्न रंग होता है।

लिटमस एक अत्यधिक प्रचलित अम्ल–क्षार सूचक है। परन्तु इसका रंग परिवर्तन pH के अधिक अन्तराल पर होता है।

अतः विलयन के लगभग pH मान को ज्ञात करने में यह अनुपयोगी होता है। सामान्यतः pH मान ज्ञात करने के लिये वे अम्ल–क्षार सूचक उपयुक्त होते है जो pH के अल्प अन्तराल में रंग परिवर्तन प्रदर्शित करते है। जैसे थाइमॉल ब्लू सूचक pH=1

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

पर लाल रंग का होता है तथा pH=1.2 से रंग परिवर्तन प्रारम्भ होते हुए pH=2.8 पर पूर्णतः पीले रंग का हो जाता है। इन दोनों के मध्यमान pH=2 पर नारंगी (पीला+लाल) रंग प्राप्त होता है। इसी प्रकार ब्रोमोक्रिसॉल हरित 3.8 से 5.4 pH अन्तराल के मध्य पीले से नीले रंग का हो जाता है। pH=4.6 पर इसका रंग हरा (नीला+पीला) होता है।

सारणी 3.1 में सूचको की श्रेणी दी गई है जो 0 से 12 pH तक की समस्त pH अन्तराल का समावेश करती है।

सारणी : 4.1– कुछ सूचकों के रंग परिवर्तन और pH अन्तराल

सूचक	विलायक	अम्लीय विलयन में रंग	क्षारीय विलयन में रंग	pH अन्तराल
थाइमॉल ब्लू	जल	लाल	पीला	1.2–2.8
मेथिल पीत	एथेनॉल	लाल	पीला	2.9–4.0
मेथिल ऑरेन्ज	जल	लाल	पीला	3.1–4.5
ब्रोमोफिनॉल ब्लू	जल	पीला	बैंगनी	3.0–4.6
ब्रोमोक्रिसॉल हरित	जल	पीला	नीला	3.8–5.4
मेथिल रेड	जल	लाल	पीला	4.2–6.3
फिनॉल रेड	जल	पीला	लाल	6.8–8.4
क्रिसॉल पर्पल	जल	पीला	बैंगनी	7.4–9.0
फीनॉलफ्थेलीन	एथेनॉल	रंगहीन	गुलाबी	8.3–10.0
थाइमॉलफ्थेलीन	एथेनॉल	रंगहीन	नीला	9.3–10.5
एलीजरिन पीत	जल	पीला	बैंगनी	10.1–12.0

सार्वत्रिक सूचक (Universal Indicator)–

कई सामान्य सूचकों को मिश्रित करके एक ऐसा सूचक बनाया जा सकता है जो बड़े pH अन्तराल के मध्य रंग परिवर्तनों की श्रेणियों से गुजरता है, ऐसे सूचक को सार्वत्रितक सूचक कहते है। एक ऐसा सार्वत्रित सूचक यमादा सूचक (Yamada's Indicator) बाजार में उपलब्ध है। इसे प्रयोगशाला में निम्नलिखित को मिलाकर बनाया जाता है।

(1) 5.0 मि.ग्राम (0.005 ग्राम) थाइमॉल ब्लू

(2) 12.5 मि.ग्राम (0.0125 ग्राम) मेथिल रेड

(3) 100 मि.ग्राम (0.1000 ग्राम) फिनॉलफ्थेलीन

(4) 50 मि.ग्राम (0.050 ग्राम) ब्रोमोफिनॉल ब्लू

इन सभी सूचकों को 100 सेमी^{3} एथेनॉल में घोलकर विलयन बनाते हैं तथा इसमें 0.05 M NaOH विलयन को बूंद–बूंद करके तब तक मिलाते है जब तक कि विलयन हरा न हो जाये। तत्पश्चात् आसुत जल मिलाकर विलयन को 200 सेमी^{3} तक तनु कर लेते है। इस सूचक का विभिन्न pH मान पर रंग निम्न होता है–

pH	4	5	6	7	8	9	10
रंग	लाल	नारंगी	पीला	हरा	नीला	नील	बैंगनी

सार्वत्रिक सूचक बाजार में विलयन तथा परीक्षण पत्र (pH पेपर) के रूप में उपलब्ध है। pH पेपर बनाने के लिए कागज के एक पतली पट्‌टी (Strip) को विभिन्न सूचक विलयनों में डुबोया जाता है तथा अंत में सुखा लिया जाता है। यह छोटी–छोटी पुस्तिका के रूप में उपलब्ध है तथा इसके पैकेट पर विभिन्न pH पर इसके रंग का चार्ट लगा रहता है। सार्वत्रिक सूचक विलयन या pH पेपर से विलयन का लगभग pH मान ज्ञात किया जा सकता है।

pH मान ज्ञात करने की विधि– किसी विलयन का लगभग pH मान pH पेपर या सार्वत्रिक सूचक की सहायता से निम्न प्रकार से ज्ञात किया जा सकता है–

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(अ) pH पेपर से pH का मान ज्ञात करने के लिए विलयन की 2–3 बूंद pH पेपर पर काँच की नली या ड्रापर से डालते हैं तथा पेपर पर उत्पन्न रंग की तुलना दिये गये मानक रंग तालिका के रंग की छाया (Shade) से करके pH मान ज्ञात कर लेते है।

(ब) सार्वत्रिक सूचक से pH का मान ज्ञात करने के लिए एक साफ एवं शुश्क परखनली में दिये गये विलयन की लगभग 5 सेमी^{3} लेकर इसमें ड्रापर की सहायता से सार्वत्रिक सूचक की 2–3 बूंद डालते है। विलयन में उत्पन्न रंग की तुलना सार्वत्रिक सूचक बोतल पर दिये विभिन्न रंगों की छाया पट्टी से करके pH मान ज्ञात कर लेते हैं।

निम्न प्रयोगों के द्वारा इसकी पूरी प्रक्रिया समझाई गई है–

प्रयोग 1– दिये गये विभिन्न हाइड्रोक्लोरिक अम्ल विलयनों का लगभग pH मान pH पेपर या सार्वत्रिक सूचक की सहायता से ज्ञात करना।

उपकरण– परखनली, परखनली स्टैण्ड, ड्रॉपर, टाईल, नपना ग्लास (Measuring Cylinder)।

रसायन– विभिन्न सान्द्रताओं जैसे 0.01 M, 0.005 M, 0.001 M, 0.0001 M HCl विलयन, सार्वत्रिक सूचक pH पेपर, आसुत जल।

विधि– (अ) सार्वत्रिक सूचक के उपयोग से–

1. परखनली स्टैण्ड में प्रत्येक विलयन के लिए एक–एक स्वच्छ व शुष्क परखनली (कुल चार) रखो तथा उनका 1–4 तक अंकन करो।
2. प्रत्येक विलयन की 5 सेमी^{3} अलग–अलग परखनलियों में लो।
3. प्रत्येक परखनली में सार्वत्रिक सूचक की 2–3 बूंद ड्रॉपर की सहायता से डालो।
4. प्रत्येक परखनली के विलयन के रंग को सावधानी पूर्वक देखो तथा इसकी तुलना सूचक के साथ दिये गये मानक रंग–तालिका के रंगों से करो।
5. रंग–तालिका के उस रंग की छाया (Shade) के pH मान को सारणी में लिखो जो विलयन के रंग से सबसे अधिक समानता दर्शाता है। यही विलयन का pH मान होगा।

(ब) pH पेपर के उपयोग से–

1. pH पेपर के चार (प्रत्येक विलयन के लिए एक) छोटे–छोटे टुकड़े एक चिकने एवं साफ टाईल पर अलग–अलग रखो तथा उनका 1–4 तक अंकन करो।
2. ड्रॉपर की सहायता से प्रत्येक परीक्षण विलयन की एक–दो बूँद अलग–अलग टुकड़े पर डालो।
3. पेपर पर उत्पन्न रंग का सावधानी से निरीक्षण करो तथा इसकी तुलना मानक रंग–तालिका के रंगो से करो।
4. रंग–तालिका के उस रंग की छाया (Shade) के pH का मान सारणी में लिखो जो pH पेपर के रंग से अधिकतम समानता दर्शाता है। यही विलयन का pH मान होगा।

प्रेक्षण एवं परिणाम

क्र. सं.	विलयन	pH पेपर के लिए		सार्वत्रिक सूचक के लिए		गणना से प्राप्त pH मान
		प्राप्त रंग	लगभग pH	प्राप्त रंग	लगभग pH	
1.	0.01 M HCl					
2.	0.005 M HCl					
3.	0.001 M HCl					
4.	0.0001 M HCl					

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

सावधानियाँ :– 1. pH पेपर को ठीक से बन्द करके रखना चाहिए।

2. सूचक विलयन या pH पेपर के साथ आये रंग–तालिका के रंग के साथ मिलान करके pH मान लिखना चाहिए।

प्रयोग 2 :– दिये गये निम्नलिखित नमूनों का लगभग pH मान pH पेपर की सहायता से ज्ञात करना।

नींबू का रस, टमाटर का रस, दूध, सिरका, धोने का सोड़ा और नल का जल

उपकरण– pH पेपर, ड्रॉपर, स्वच्छ टाईल।

रसायन– दिये गये नमूना विलयन।

विधि :– 1. pH पेपर के छः (प्रत्येक नमूना के लिए एक–एक) छोटे–छोटे टुकड़े एक चिकने एवं साफ टाईल पर अलग–अलग रखो तथा उनका 1–6 तक अंकन करो।

2. ड्रॉपर की सहायता से प्रत्येक नमूना विलयन की एक–दो बूँद अलग–अलग टुकड़े पर डालो।

3. पेपर पर उत्पन्न रंग का सावधानी से निरीक्षण करो तथा इसकी तुलना मानक रंग–तालिका के रंगो से करो।

4. रंग–तालिका के उस रंग की छाया (Shade) के pH मान सारणी में लिखो जो pH पेपर के रंग से अधिकतम समानता दर्शाता है। यही नमूने का pH मान होगा।

प्रेक्षण एवं परिणाम

क्र. सं.	विलयन	pH पेपर पर उत्पन्न रंग	लगभग pH मान
1	नींबू का रस		
2	टमाटर का रस		
3	दूध		
4	सिरका		
5	धोने का सोड़ा		
6	नल का पानी		

सावधानियाँ :–

1. प्रत्येक नमूना के लिए अलग–अलग ड्रॉपर का प्रयोग करना चाहिए।
2. सूचक विलयन या **pH** पेपर के साथ आये रंग–तालिका के रंग के साथ मिलान करके **pH** मान लिखना चाहिए।
3. **pH** पेपर को ठीक से बन्द करके रखना चाहिए।

कुछ नमूनों के **pH** मान सारणी 4.2 में दिये गये हैं :–

सारणी 4.2– कुछ नमूनों के pH मान

पदार्थ	pH अन्तराल	पदार्थ	pH अन्तराल
नींबू का रस	**2.2–2.4**	**मानव मूत्र**	**5.5–7.0**
सिरका	**3.0–3.4**	**दूध**	**6.5–6.8**
सेव का रस	**3.0–4.0**	**शुद्ध जल**	**7.0**
संतरे का रस	**3.0–4.0**	**समुद्री जल**	**8.4–8.6**
टमाटर का रस	**4.0–4.4**	**मिल्क ऑफ मेग्नेशिया**	**10.4–10.6**

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

प्रयोग 3– समान सान्द्रता के प्रबल अम्ल (हाइड्रोक्लोरिक अम्ल HCl) और दुर्बल अम्ल (एसिटिक अम्ल CH_3COOH) के pH की तुलना करना।

उपकरण– परीक्षण नली, काँच की छड़ (या ड्रापर या नली) वाच ग्लास आदि।

रसायन– सार्वत्रिक सूचक विलयन या विस्तृत परास का pH सूचक पत्र, 0.1 N HCl, 0.1 N CH_3COOH.

विधि–

(a) सार्वत्रिक सूचक विलयन का प्रयोग करके–

(i) दो स्वच्छ शुष्क परीक्षण नलियां लीजिए।

(ii) एक नली में दिए गए 0.1 N HCl का 10 mL डालिए और इसमें ड्रॉपर या काँच की नली की सहायता से दो बूँद सार्वत्रिक सूचकं डालिए।

(iii) सार्वत्रिक सूचक विलयन की बोतल के चार्ट से उस रंग का pH नोट कीजिए जो इस विलयन के रंग से मेल खाता है। यही 0.1 N HCl विलयन का pH है। इसे सारणी में दर्ज कीजिए।

(iv) इस प्रकार से इस विधि का प्रयोग 0.1 N CH_3COOH अम्ल के pH निर्धारण के लिए भी कीजिए और इसे सारणी में दर्ज कीजिए।

b) विस्तृत परास pH पत्र का उपयोग करके–

(i) स्वच्छ वाच ग्लास पर 0.1 N HCl नमूने की थोड़ी सी मात्रा रखिए।

(ii) एक काँच की छड़ की नोंक इसमें रखिए और इसकी एक बूँद को विस्तृत परास pH सूचक की पुस्तिका के एक सूचक पत्र पर स्थानान्तरित कीजिए।

(iii) काँच की छड़ एवं वाच ग्लास को साफ कीजिए 0.1 N CH_3COOH के pH के मापन के लिए यही प्रक्रिया दोहराइए।

प्रेक्षण :– परिणाम को नीचे दी गयी सारणी में दर्ज कीजिए।

नमूना विलयन	pH मान
0.1 N HCl 0.1 N CH_3COOH	

परिणाम :– 0.1 N HCl का pH मान 0.1 N CH_3COOH के pH मान से अपेक्षाकृत कम होता है।
चूँकि HCl एक प्रबल अम्ल है और पूर्णतया वियोजित होता है, तथा CH_3COOH एक दुर्बल अम्ल है और कम मात्रा में वियोजित होता हैं, अतः HCl जल में CH_3COOH की समान सान्द्रता के विलयन अपेक्षा अधिक मात्रा में H^+ उत्पन्न करता है।
HCl का pH<CH_3COOH की समान सान्द्रता के pH से।

प्रयोग 4– सार्वत्रिक सूचक का प्रयोग करके प्रबल क्षार के सापेक्ष प्रबल अम्ल के अनुमापन में pH परिवर्तन का अध्ययन करना।

उपकरण– 400 mL का एक बीकर, 50 mL का ब्यूरेट, 20 mL का पिपेट, सार्वत्रिक सूचक विलयन या सात्विक सूचक पुस्तिका, काँच की छड़, 0.1 M HCl और 0.1 M NaOH विलयन।

विधि :– (i) 400 mL के बीकर में 0.1 M सोडियम हाइड्राक्साइड विलयन ब्यूरेट के 10 mL लीजिए।

(ii) इसमें क्रमबद्ध रूप से 0.1 M HCl का 0.5 mL विलयन ब्यूरेट से मिलाइए।

(iii) प्रत्येक बार मिलाने के बाद बीकर की अन्तर्वस्तु को काँच के छड़ की सहायता से हिलाइए और प्रयोग 3.1 (a) की भाँति pH को निर्धारित कीजिए।

(iv) इस प्रक्रिया को 0.1 M HCl के 10 mL मिलाने तक दोहराइए।

(iv) सोडियम हाइड्रॉक्साइड की दी गयी मात्रा में प्रत्येक बार 0.5 mL 0.1 M HCl मिलाने के बाद pH को दर्ज कीजिए।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

क्रम संख्या	HCl का आयतन (mL में)	pH का मान
1	0.0	
2	0.5	
3	1.0	
4	1.5	
5	2.0	
6	2.5	
7	3.0	
8	3.5	
9	4.0	
10	4.5	
11	5.0	
12	5.5	
13	6.0	
14	6.5	
15	7.0	
16	7.5	
17	8.0	
18	8.5	
19	9.0	
20	9.5	
21	10.0	

परिणाम : अनुमापन के दौरान क्षारक में अम्ल मिलाने पर pH मान घटता है जबकि अनुमापन के दौरान अम्ल में क्षारक मिलाने पर pH मान बढ़ता है।

प्रयोग 5 :– ऐसीटिक अम्ल में समआयन (ऐसीटेट आयन) मिलाने पर उसकी pH में होने वाले परिवर्तन का अध्ययन करना।

उपकरण– परखनलियाँ, परखनली स्टैण्ड, काँच की छड़ आदि।

रसायन– ऐसीटिक अम्ल, सोडियम ऐसीटेट, सार्वत्रिक सूचक पत्र।

विधि :– 1. एक परखनली में लगभग 1 mL ऐसीटिक अम्ल लेते है। इसमें लगभग 20 mL आसुत जल मिलाते है। इसे अच्छी तरह से हिलाते है।

2. इस विलयन की एक बूंद सार्वत्रिक सूचक पत्र पर डालते है। इस पर उत्पन्न होने वाले रंग का सूचक चार्ट के रंग से तुलना करते है एवं pH को नोट कर लेते है।

3. अब इस विलयन में लगभग 1g चूर्णित सोडियम ऐसीटेट मिलाते है। एवं इसे अच्छी तरह से हिलाकर विलेय कर लेते है। इस विलयन की एक बूंद सार्वत्रिक सूचक यन्त्र पर डालते है। इस पर उत्पन्न होने वाले रंग का सूचक चार्ट के रंग से मिलान करते हैं एवं इस pH को नोट कर लेते है।

4. तीसरे पद के विलयन में 1g और चूर्णित सोडियम एसीटेट मिलाते है एवं इसे अच्छी तरह हिलाकर विलेय कर लेते है। अब पुनः सार्वत्रिक सूचक पत्र का उपयोग करते हुए pHनोट कर लेते है।

प्रेक्षण–

क्र. सं.	परीक्षण विलयन	रंग	लगभग pH
1.	ऐसीटिक अम्ल विलयन		
2.	ऐसीटिक अम्ल विलयन + 1g सोडियम ऐसीटीक		
3.	ऐसीटिक अम्ल विलयन + 2g सोडियम ऐसीटीक		

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

परिणाम– एक दुर्बल अम्ल (ऐसीटिक अम्ल विलयन) में समआयन (ऐसीटेट आयन) मिलाने पर विलयन की pH बढ़ जाती है।

प्रयोग 6 :– अमोनियम हाइड्रॉक्साइड विलयन में समआयन (अमोनियम आयन) पर उसकी pH में होने वाले परिवर्तन का अध्ययन करना।

उपकरण– परखनलियाँ, काँच की छड़ आदि।

रसायन– अमोनियम हाइड्रॉक्साइड विलयन, ठोस अमोनियम क्लोराइड, सार्वत्रिक सूचक पत्र।

विधि :–

1. एक परखनली में लगभग 10 mL अमोनियम हाइड्रॉक्साइड विलयन लेते है।
2. इस विलयन की एक बूँद सार्वत्रिक सूचक पत्र पर डालते है। इस पर उत्पन्न होने वाले रंग की तुलना सूचक चार्ट से करते है एवं pH को नोट कर लेते है।
3. अब परखनली में उपस्थित इस विलयन में लगभग 2g अमोनियम क्लोराइड मिलाते है। इसे अच्छी तरह हिलाकर विलेय कर लेते है। अब इस विलयन की एक बूँद को सार्वत्रिक सूचक पत्र पर डालते है। इस पर उत्पन्न होने वाले रंग की तुलना सूचक चार्ट से करते हैं एवं इस pH को नोट कर लेते है।
4. तीसरे पद से प्राप्त विलयन में 2g और अमोनियम क्लोराइड मिलाते है एवं इस विलयन की pH सार्वत्रिक सूचक पत्र द्वारा पुनः ज्ञात कर लेते है।

प्रेक्षण–

क्र. सं.	परीक्षण विलयन	रंग	लगभग pH
1.	अमोनियम हाइड्रॉक्साइड विलयन		
2.	अमोनियम हाइड्रॉक्साइड विलयन + 2g NH_4Cl		
3.	अमोनियम हाइड्रॉक्साइड विलयन + 4g NH_4Cl		

परिणाम– एक दुर्बल क्षार (अमोनियम हाइड्रॉक्साइड) में समआयन (अमोनियम आयन) मिलाने पर विलयन की **pH** घटती है।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

अध्याय –5

रसायनिक साम्य

प्रयोग 1– फेरिक आयनों व थायोसाइनेट आयनों के मध्य के साम्य पर सान्द्रता के प्रभाव का अध्ययन करना।

उपकरण– परखनलियाँ, मापन सिलेण्डर, चमकीली टाइल आदि।

सामग्री–

(i) 0.02 M फेरिक क्लोराइड : 5.4 जलयोजित फेरिक क्लोराइड या 3.2g निर्जलीय फेरिक क्लोराइड को आसुत जल में विलेय करते हैं। इसके जल अपघटन को रोकने हेतु इसमें 1.2mL तनु HCI मिलाते हैं और बाद में आयुत जल मिलाकर इसका आयतन एक लिटर कर देते है।

(ii) 0.02 M पोटैशियम थायोसाइनेट : 2g पोटैशियम थायोसाइनेट को जल में विलेय कर इसका आयतन एक लिटर कर देते है।

(iii) 0.02M KCI विलयन : 1.5g KCI को आसुत जल में विलेय कर इसका आयतन एक लिटर कर देते हैं।

विधि–

1. 250mL आयतन का एक बीकर लेते है एवं इसे घोलकर सुखा लेते है।
2. मापन सिलेण्डर की सहायता से इसमें 10mL 0.02 M $Fecl_3$ विलयन डालते है।
3. मापन सिलेण्डर की सहयता से इसमें 10mL 0.02 KCNS विलयन मिलाते हैं।
4. $[Fe(CNS)]^{2+}$ संकुल आयन के निर्माण के कारण गहरा लाल रंग प्राप्त होता है।
5. चौथे पद में प्राप्त गहरे लाल रंग के विलयन में 50उस आसुत जल में मिलाते हैं।
6. लगभग समान व्यास की चार स्वच्छ परखनलियाँ लेते हैं तथा उन्हें 1 से 4 तक चिन्हित कर देते है।
7. प्रत्येक परखनली में 10ml गहरे लाल रंग का विलयन मिलाते है और इन्हें एक स्टैण्ड में रख देते है।
8. परखनली 1 में 5mL आसुतजल परखनली 2 में 5mL 0.02 M $FeCl_3$ विलयन परखनली 3 में 5mL 0.02M KCN विलयन तथा परखनली 4 में 5 mL 0.02 M KCI विलयन मिलाते हैं।
9. सभी परखनलियाँ को अच्छी तरह से हिलाते है।
10. अब परखनली 1 के लाल रंग से 2, 3 व 4 संख्या वाली परखनलियों के रंग की तीव्रता की तुलना करते है। लाल रंग की तीव्रता की तुलना चित्र में दिखाये अनुसार परखनली में उर्ध्वाकार नीचे की ओर देखते हुए की जा सकती है।
11. लाल रंग की तीव्रता विलयन में फेरिक थायोसायनेट संकुल $[Fe(CNS)^{2+}]$ की सान्द्रता के अनुरूप होती है।

प्रेक्षण

परखनली संख्या	साम्य पर मिलाये गए पदार्थ	रंग में परिवर्तन	$[Fe(CNS)^{2+}$ की सान्द्रता पर प्रभाव	साम्य का विस्थापन
1.	5mL जल	संदर्भ रंग	–	–
2.	5mL 0.02 M $FeCl_3$ विलयन	गहरा रंग	बढ़ोतरी	दायीं ओर
3.	5 mL0.02 M KCNS विलयन	गहरा रंग	बड़ोतरी	दायीं ओर
4.	5 mL 0.02 M KCI विलयन	रंग हल्का हो जाता है	कमी	बायीं ओर

परिणाम–(i) किसी भी क्रियाकारक की सान्द्रता बढ़ाने पर साम्य दायीं ओर विस्थापित हो जाता है अर्थात् रंग की तीव्रता बढ़ती है क्योंकि उत्पादन की सान्द्रता बढ़ती है।

(ii) किसी भी क्रियाकारक की सान्द्रता घटाने पर साम्य बायीं ओर विस्थापित हो जाता है अर्थात् रंग की तीव्रता घटती है क्योंकि उत्पाद की सान्द्रता घटती है।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

प्रयोग 2– $[Co(H_2O)_6]^{2+}$ तथा Cl^- आयन्स के मध्य के साम्य में, किसी भी आयन की सान्द्रता में परिवर्तन करने पर होने वाले विस्थापन का अध्ययन करना।

सिद्धान्त– टेट्राक्लोरोकोबाल्टेट संकुल नीले रंग का होता है जबकि हेक्साऐक्वाकोबाल्ट संकुल गुलाबी रंग का होता है। टेट्राक्लोरोकोबाल्टेट विलयन में जल मिलाने से या हटाने से रंग में परिवर्तन होता है।

$$\underset{\text{नीला}}{[CoCl_4]^{2-} + 6H_2O} \rightleftharpoons \underset{\text{गुलाबी}}{[Co(H_2O)_6]^{2+} + 4Cl^-}$$

यह साम्य में विस्थापन के कारण होता है। Cl^- आयन्स युक्त कोबाल्ट (II) के तनु जलीय विलयन में Co(II) आयन्स के साथ उपसहसंयोजन में जल के अणु व Cl^- आयन्स में प्रतिस्पर्धा होती है।

उपकरण– दो शंक्वाकार फ्लास्क (प्रत्येक 250mL का), परखनलियाँ, परखनली स्टैण्ड, दो ब्युरेट, दो ब्युरेट स्टैण्ड।

सामग्री– सान्द्र हाइड्रोक्लोरिक अम्ल, कोबाल्ट क्लोराइड ($CoCl_2.2H_2O$) , आसुत जल।

विधि–

1. 1.65 g जलयोजित कोबाल्ट क्लोराइड को 50 mL जल में घोलकर लगभग 0.2 M सान्द्रता का कोबाल्ट क्लोराइड विलयन बनाते हैं।
2. एक परखनली में इस विलयन का 5 mL लेते हैं। ब्युरेट को सान्द्र HCl से भर लेते है। अब इस विलयन में 1 mL सान्द्र HCl मिलाते हैं व रंग को नोट करते हैं।
3. अब इस विलयन में 0.5 mL सान्द्र HCl को रूक रूक कर मिलाते है और प्रत्येक बार रंग को नोट करते हैं। अपने रिकॉर्ड को एक सारणी में नोट करते हैं। जब कुल 5.5 mL HCl (सान्द्र) मिला चुके होते है तो प्रक्रम रोक देते हैं।
4. अब दूसरी ब्युरेट को आसुत जल से भर देते हैं। पद (3) से प्राप्त विलयन में 1 mL आसुत जल डालते है और रंग को नोट करते हैं।
5. अब इस विलयन में 0.5 mL आसुत जल को रूक–रूक कर मिलाते है और प्रत्येक बार रंग को नोट करते हैं। अपने रिकॉर्ड को एक सारणी में नोट करते हैं। जब कुल 6 mL जल मिला चुके होते है तो प्रक्रम रोक देते हैं।

प्रेक्षण– सारणी–1. 0.2 M जलीय $CoCl_2$ विलयन का आयतन = 5mL

क्र. सं.	$[Co(H_2O)_6]^{2+}$ विलयन में मिलाये गए सान्द्र HCl का आयतन (mL)	मिश्रण का रंग
1.	1.0	गुलाबी
2.	1.5	गुलाबी
3.	2.0	हल्का गुलाबी
4.	2.5	बैंगनी गुलाबी
5.	3.0	गहरा बैंगनी गुलाबी
6.	3.5	गहरा बैंगनी
7.	4.0	बैंगनी नीला
8.	4.5	नीला
9.	5.0	नीला
10.	5.5	नीला
11.	6.0	नीला

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

सारणी–2. मिश्रण विलयन का आयतन **(5 mL, 0.5 M $CoCl_2$** का जलीय विलयन व **5.5 mL सान्द्र HCl = 10.5 mL**

क्र. सं.	मिश्रण विलयन **($CoCl_2$+ HCl)** में मिलाये गए जल का आयतन **(mL)**	**मिश्रण का रंग**
1.	**1.0**	**गुलाबी**
2.	**1.5**	**गुलाबी**
3.	**2.0**	**हल्का गुलाबी**
4.	**2.5**	**बैंगनी गुलाबी**
5.	**3.0**	**गहरा बैंगनी गुलाबी**
6.	**3.5**	**गहरा बैंगनी**
7.	**4.0**	**बैंगनी नीला**
8.	**4.5**	**नीला**
9.	**5.0**	**नीला**
10.	**5.5**	**नीला**
11.	**6.0**	**नीला**

परिणाम– जल में **$CoCl_2$** सान्द्र **HCl** मिलाने पर रंग में परिवर्तन करता है। **HCl** मिलाने पर गुलाबी रंग अन्ततः गहरे नीले रंग में परिवर्तित हो जाता है। जब इस गहरे नीले रंग में जल मिलाया जाता है तो अन्त में गुलाबी रंग पुनः आ जाता है।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

अध्याय – 6

अनुमापन – प्रयुक्त पद एवं उपकरण
(Titration : Terms and Apparatus used)

अनुमापन (Titration)

विश्लेषण की इस विधि में किसी अज्ञात विलयन में उपस्थित पदार्थ की मात्रा का निर्धारण मानक विलयन के आयतन की सहायता से किया जाता है। इस विधि में अज्ञात विलयन का एक निश्चित आयतन लेकर उसमें ज्ञात विलयन (मानक विलयन) धीरे–धीरे मिलाते हैं तथा अभिक्रिया पूर्ण होने पर मानक विलयन का आयतन ज्ञात कर लेते हैं। अज्ञात विलयन के आयतन, मानक विलयन के आयतन तथा मानक विलयन की सान्द्रता से गणना द्वारा अज्ञात विलयन की सान्द्रता ज्ञात कर लेते हैं। आयतन मापकर मानक विलयन द्वारा किसी अज्ञात विलयन की सान्द्रता ज्ञात करने की इस विधि को अनुमापन कहते हैं।

अनुमापन में प्रयुक्त कुछ पदों की परिभाषाएँ

अनुमाप्य (Titre)– वह विलयन, जिसमें उपस्थित पदार्थ की मात्रा (सान्द्रता) ज्ञात की जाती है उसे अनुमाप्य कहते हैं। इसे अज्ञात विलयन भी कहते हैं।

अनुमापक (Titrant) – वह विलयन, जिसकी सहायता से अज्ञात विलयन की सान्द्रता कहते हैं, उसे अनुमापक कहते हैं। इसे ज्ञात विलयन भी कहते है।

मानक विलयन (Standard Solution)– वह विलयन जिसकी सान्द्रता ज्ञात होती है, उसे मानक विलयन कहते हैं।

माध्यमिक विलयन (Intermediate Solution)– द्वि–अनुमापनों में मानक तथा अज्ञात दोनों विलयन एक ही पदार्थ के होते हैं ऐसे अनुमापनों में एक अन्य पदार्थ के विलयन का प्रयोग करते हैं जिसे माध्यमिक विलयन कहते हैं।

अतः वह विलयन, जिसकी सहायता से मानक विलयन द्वारा अज्ञात विलयन की सान्द्रता ज्ञात की जाती है, माध्यमिक विलयन कहलाता है।

विलयन की सान्द्रता (Concentration of Solution)– विलयन के एक निश्चित भार या आयतन में घुले विलेय की मात्रा को विलयन की सान्द्रता कहते है।

अनुमापन में सान्द्रता को निम्नलिखित इकाईयों में व्यक्त करते हैं –

(अ) मोलरता (Molarity) - एक लिटर विलयन में उपस्थित विलेय पदार्थ के ग्राम मोलों की संख्या को विलयन की मोलरता कहते हैं। इसे M से प्रदर्शित करते है।

$$\text{अतः मोलरता (M)} = \frac{\text{विलेय के ग्राम मोलों की संख्या}}{\text{विलयन का लिटर में आयतन}}$$

$$\text{पदार्थ के ग्राम मोलों की संख्या} = \frac{\text{पदार्थ का ग्राम में भार}}{\text{पदार्थ का ग्राम में अणुभार}}$$

मोलर विलयन (Molar Solution) - यदि एक लिटर विलयन में विलेय पदार्थ का एक ग्राम मोल घुला हो तो वह विलयन मोलर विलयन कहलाता है।

(ब) नार्मलता (Normality) एक लिटर विलयन में उपस्थित विलेय पदार्थ के ग्राम तुल्यांक संख्या को विलयन की नार्मलता कहते हैं। इसे N से प्रदर्शित करते हैं।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

$$\text{अतः नार्मलता} = \frac{\text{विलेय के ग्राम तुल्यांकों की संख्या}}{\text{विलयन का आयतन लिटर में}}$$

$$\text{पदार्थ के ग्राम तुल्यांकों की संख्या} = \frac{\text{पदार्थ का ग्राम में भार}}{\text{पदार्थ का ग्राम में तुल्यांकी भार}}$$

नार्मल विलयन (Normal Solution) यदि एक लिटर विलयन में विलेय का एक ग्राम तुल्यांक घुला हो तो वह विलयन नार्मल विलयन कहलाता है।

तुल्यांकी भार (Equivalent weight) किसी पदार्थ का तुल्यांकी भार, उस पदार्थ के भार भागों की वह संख्या है जो हाइड्रोजन के 1.008 भार भाग अथवा ऑक्सीजन के 8 भार भाग अथवा क्लोरीन के 35.5 भार भाग से संयोग करे अथवा उसे विस्थापित करें।

(स) सान्द्रता ग्राम प्रति लिटर (Strength is grams per litre) एक लिटर विलयन में घुले पदार्थ की ग्राम में मात्रा विलयन की ग्राम प्रति लिटर में सान्द्रता कहलाती है।

मोलरता तथा नार्मलता से इसे निम्न प्रकार से ज्ञात करते हैं –

(i) मोलरता के संदर्भ में

सान्द्रता ग्राम प्रति लिटर = मोलरता × अणुभार

(ii) नार्मलता के संदर्भ में

सान्द्रता ग्राम प्रति लिटर = नार्मलता × तुल्यांकी भार

नोट – वे पदार्थ जिनके अणु भार एवं तुल्यांकी भार समान होते हैं उनके विलयनों की मोलरता तथा नार्मलता भी समान होती है। जैसे सोडियम हाइड्रॉक्साइड ($NaOH$) का अणुभार तथा तुल्यांकी भार 40 होता है।

तुल्य बिन्दु (Equivalence point) वह बिन्दु, जिस पर अनुमापक एवं अनुमाप्य की अभिक्रिया पूर्ण होती है, तुल्य बिन्दु अथवा रस समीकरण मितिक बिन्दु कहलाता है।

अंतिम बिन्दु (End point) वह बिन्दु, जिस पर सूचक के रंग परिवर्तन द्वारा अभिक्रिया की पूर्णता का पता चलता है, अन्तिम बिन्दु कहलाता है।

नोट – तुल्य बिन्दु तथा अन्तिम बिन्दु के मध्य एक बूंद का ही अन्तर होता है।

सूचक (Indicator) - वे रासायनिक पदार्थ, जो अभिक्रिया में उपस्थित होने पर रंग परिवर्तन द्वारा अभिक्रिया के पूर्ण होने की सूचना देते हैं, सूचक कहलाते हैं।

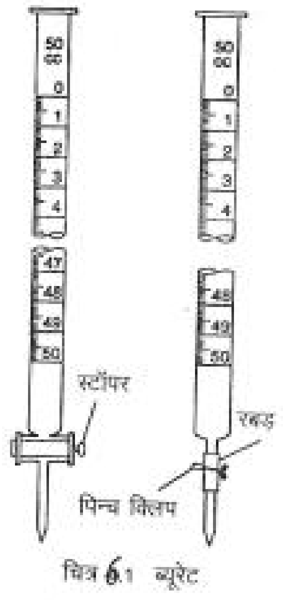
अनुमापन में प्रयुक्त किये जाने वाले उपकरण –

(1) ब्यूरेट (Burette) यह कठोर कांच की बनी अंशांकित बेलनाकार नली होती है जिसका निचला सिरा नुकीला होता है जिसमें कांच की टोंटी लगी रहती है। इसे ग्लास स्टॅापर ब्यूरेट कहते हैं। दूसरे प्रकार के ब्यूरेट पिन्च क्लिप वाले होते है। जिनमें नुकीले सिरे पर रबड़ की नली लगा कर उस पर पिंच क्लिप लगा देते हैं। दोनों प्रकार के ब्यूरेट को चित्र (6.1) में दर्शाया गया है। कांच की नली अंशांकित रहती है। सामान्यतः उपयोग किये जाने वाले ब्यूरेट में ऊपर से नीचे की ओर शून्य (0) से पचास (50) तक बड़े भाग होते हैं। प्रत्येक बड़ा भाग फिर दस (10) बराबर भागों में विभाजित रहता है। एक छोटे भाग का आयतन 0.1 सेमी^{3} होता है। यह ब्यूरेट का अल्पत्मांक कहलाता है।

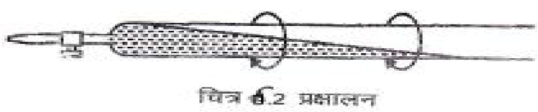
ब्यूरेट का उपयोग निम्न प्रकार से किया जाता है –

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

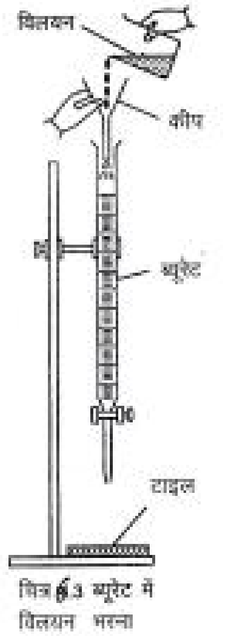
Downloaded from https:// www.studiestoday.com



चित्र 6.1 ब्यूरेट



चित्र 6.2 प्रक्षालन



चित्र 6.3 ब्यूरेट में विलयन भरना

(i) सर्वप्रथम ब्यूरेट को क्रोमिक अम्ल (सान्द्र विलयन) से धोते है फिर दो–तीन बार जल से और अन्त में आसुत जल से धोते हैं। साफ ब्यूरेट की दीवार पर विलयन या जल की बून्द अटकनी नहीं चाहिए।

(ii) इसके बाद ब्यूरेट को 3–4 सेमी^{3} उस विलयन से खंगालते हैं जिसको ब्यूरेट में भरना है। धोने की इस क्रिया को प्रक्षालन (Rinse) कहते हैं। इससे ब्यूरेट में चिपकी जल की बूंदे दूर हो जाती है। (चित्र 6.2)

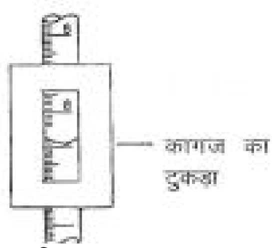
(iii) इस प्रक्षालित ब्यूरेट को अब स्टैण्ड पर ब्यूरेट क्लिप की सहायता से सीधा लगा देते हैं।

(iv) अब कीप की सहायता से इसे शून्य से कुछ ऊपर बिन्दु तक उस विलयन से भरते है जिस विलयन का इसमें उपयोग करना है। (चित्र 6.3)

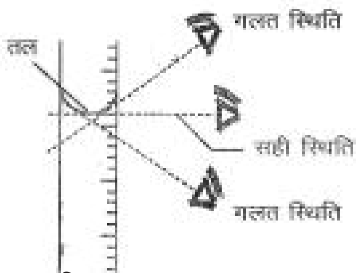
(v) ब्यूरेट की टोंटी या पिंच क्लिप को खोलकर विलयन को तेज धार से बाहर निकालते हैं जिससे ब्यूरेट के निचले भाग में उपस्थित वायु के समस्त बुलबुले बाहर निकल जाएं। इसके पश्चात् विलयन को ब्यूरेट में शून्य से कुछ ऊपर तक पुनः भर देते हैं।

(vi) अब ब्यूरेट के ऊपर से कीप को हटाकर विलयन को धीरे–धीरे निकाल कर एक निश्चित पाठ्यांक (0.0) नोट कर लेते है।

vii) ब्यूरेट का सही पाठ्यांक नोट करने के लिए एक सफेद कागज के टुकड़े को द्रव के तल के समीप पीछे की ओर लगा देते है। (चित्र 6.4) तथा आंख को द्रव के तल के ऊपर या नीचे न रखकर तल के सीध में रखकर पाठ्यांक नोट करते हैं। (चित्र 6.5)



चित्र 6.4



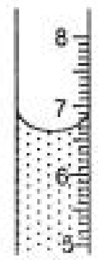
चित्र 6.5 सही पाठयांक पढ़ना

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

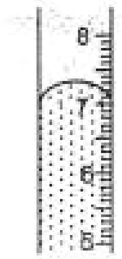
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(viii) रंगहीन–(चित्र 6.6) जबकि रंगीन द्रवों द्रवों में निचले अर्द्धचन्द्राकार का पाठ्यांक लेते हैं। (चित्र 6.7)

(ix) अनुमापन प्रक्रिया पूर्ण होने पर ब्यूरेट से विलयन को सम्बन्धित बोतल में निकाल कर इसे जल से 2–3 बार धोकर सुरक्षित स्थान पर रख देते हैं।
ब्यूरेट का प्रयोग करते समय ध्यान रखना चाहिए कि टोंटी लीक (Leak) नहीं होनी चाहिए। यदि टोंटी लीक हो तो इसमें वैसलीन लगा देनी चाहिए। अन्तिम बिन्दु पर ब्यूरेट के निचले सिरे पर बूंद टपकने की स्थिति में नहीं रहनी चाहिए।



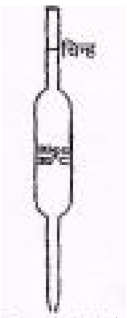
चित्र 6.6
निचला तल



चित्र 6.7
ऊपरी तल

यदि ब्यूरेट में क्षार विलयन भरा गया हो तो प्रयोग करने के पश्चात् उसे जल से धोकर स्टेण्ड में उल्टा लटका देना चाहिए जिससे टोंटी का मुंह बन्द नहीं होता है।

(2) पिपेट (Pipette) (चित्र 6.8) – कांच के इस उपकरण के मध्य में बल्ब होता है। बल्ब के नीचे की नली का सिरा पतला होता है तथा ऊपरी सिरे को घिसकर समतल बना दिया जाता है। इसके ऊपरी सिरे को घिसकर समतल बना दिया जाता है। इसके ऊपरी सिरे की ओर एक वृत्ताकार चिन्ह होता है। पिपेट का उपयोग करते समय द्रव को इस चिन्ह तक ही भरा जाता है। इसके बल्ब पर निश्चित ताप जैसे 20° C तथा पिपेट से लिये जा सकने वाले आयतन का माप जैसे 20 सेमी^{3} अंकित रहता है।



चित्र 6.8 पिपेट

पिपेट का उपयोग निम्न प्रकार से करते हैं –

(i) पिपेट को पहले क्रोमिक अम्ल से तथा फिर दो–तीन बार जल से अच्छी तरह धोकर अन्त में आसुत जल से धोते हैं। पिपेट को खाली करने पर अन्दर दीवार पर बून्द अटकी नहीं रहनी चाहिए।

(ii) अब पिपेट को उस विलयन के 3–4 सेमी^{3} से प्रक्षालित करते हैं जिसे प्रयोग के दौरान इसके द्वारा लिया जाना है।

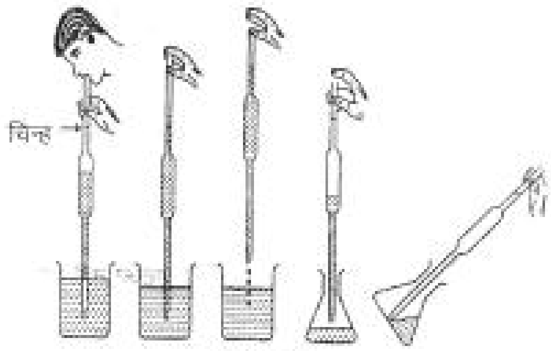
(iii) पिपेट द्वारा लिये जाने वाले विलयन में इसका निचला सिरा डुबोकर ऊपरी सिरे को मुंह में लेकर सावधानीपूर्वक वायु को ऊपर खींचते हैं जिससे द्रव भी ऊपर चढ़ता है। सावधानी इसलिए आवश्यक है कि असावधानीपूर्वक द्रव मुंह में आ सकता है। द्रव को ऊपर मुंह से तब तक खींचते हैं जब तक कि द्रव पिपेट के ऊपरी नली के वृत्ताकार चिन्ह से थोड़ा ऊपर न आ जाए। यदि द्रव मुंह में आ जा ए तो तुरन्त विलयन को थूक कर स्वच्छ जल से तीन–चार बार कुल्ला करना चाहिए।

(iv) अब पिपेट का ऊपरी सिरा मुंह से निकाल कर तुरन्त तर्जनी अंगुली से नली का मुंह बन्द कर देते हैं। अंगुली को थोड़ा ढ़ीला करके पिपेट में धीरे–धीरे वायु प्रवेश कराते हैं जिससे अधिक भरा द्रव बाहर निचले सिरे से निकलने लगे। जब विलयन का अर्द्धचन्द्राकार का निचला तल वृत्ताकार चिन्ह तक आ जाए तो पिपेट के ऊपरी सिरे को अंगुली से अच्छी तरह बन्द कर लेनी चाहिए जिससे विलयन बाहर न निकल सके।

(v) अब पिपेट के निचले सिरे को स्वच्छ एवं शुष्क कोनिकल फ्लास्क में रखकर ऊपरी सिरे से अंगुली को हटा देते हैं जिससे विलयन पिपेट से कोनिकल फ्लास्क में गिरने लगता है। जब सम्पूर्ण विलयन कोनिकल फ्लास्क में आ जाता है तो पिपेट के निचले सिरे को कोनिकल फ्लास्क के भीतरी दीवार से दो बार स्पर्श कराते हैं जिससे अन्तिम बूंद भी पिपेट से कोनिकल फ्लास्क में आ जाए। कभी भी फूंक मार कर पिपेट की अन्तिम बूंद को बाहर नहीं निकालना चाहिए। पिपेट से विलयन लेने की प्रक्रिया को चित्र 6.9 में दर्शाया गया है।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

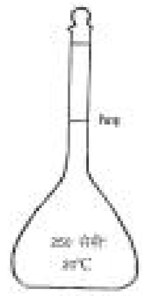


चित्र 6.9

(3) शंक्वाकार फ्लास्क (Conical Flask) (चित्र 6.10) – यह काँच का बना शंकु के आकार का फ्लास्क होता है। इसका निचला भाग चपटा व ऊपर का भाग लम्बा होता है। इसमें अनुमापन करते हैं इसलिये इसे अनुमापन फ्लास्क भी कहते हैं।

चित्र 6.12 शंक्वाकार फ्लास्क

(4) चिन्हित आयतनी फ्लास्क (Marked Volumetric Flask) (चित्र 6.11) – यह चपटे पेंदे वाला कांच का फ्लास्क होता है। इसका उपयोग किसी पदार्थ का मानक विलयन बनाने के लिए किया जाता है। इसेक बल्ब पर ताप जैसे 20° C तथा आयतन माप जैसे 250 सेमी^{3} अंकित होता है। भिन्न–भिन्न आयतन वाले आयतनी फ्लास्क प्रयोग किये जाते हैं। जैसे 100, 200, 250, 500, 1000 सेमी^{3} आदि। प्रत्येक फ्लास्क के ऊपरी सिरे पर एक वृत्ताकार चिन्ह होता है। इस चिन्ह तक भरने पर द्रव का आयतन फ्लास्क पर अंकित आयतन के बराबर होता है।



चित्र 6.11 आयतनी फ्लास्क

मानक विलयन बनाने के लिए पदार्थ की आवश्यक मात्रा को तोलकर आयतनी फ्लास्क में डालते है। इसमें थोड़ा जल लेकर इसे अच्छी तरह हिलाते हैं जिससे पदार्थ घुल जाए। पदार्थ के घुलने के पश्चात् फ्लास्क को जल से निश्चित चिन्ह तक भर देते हैं तथा फ्लास्क के मुंह में कांच का ढ़क्कन लगाकर विलयन को अच्छी तरह हिला देते हैं जिससे विलयन समांगी हो जायें।

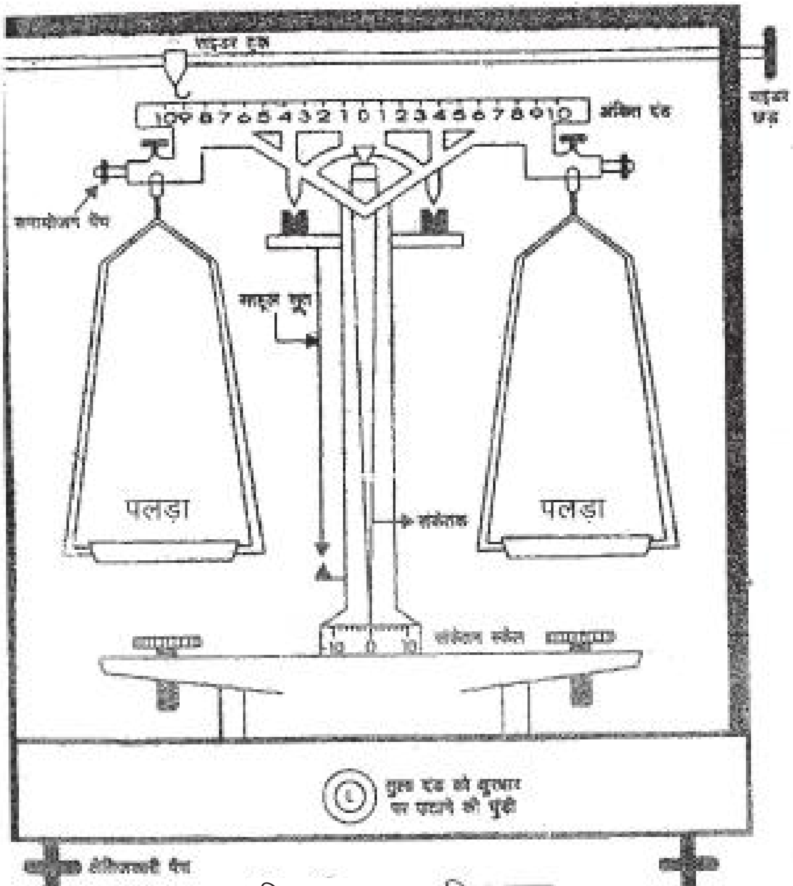
रासायनिक तुला (Chemical Balance) – अनुमापन के लिये मानक धन बनाने हेतु पदार्थ की सही–सही मात्रा ज्ञात करना आवश्यक है। पदार्थ सही मात्रा तोलने के लिये रासायनिक तुला का उपयोग किया जाता है। कल इलेक्ट्रोनिक तुला भी प्रयोगशाला में उपलब्ध है।

रासायनिक तुला दो प्रकार की होती है – (1) समान भुजा वाली रासायनिक तुला (2) असमान भुजा वाली रासायनिक तुला।

यहाँ समान भुजा वाली तुला के उपयोग के बारे में जानकारी दी गई विद्यालयों में उपलब्ध रासायनिक तुला को चित्र 6. 12 में दर्शाया गया है जो व धूल कणों से बचाने के लिये लकड़ी से बने कांच के बॉक्स में बन्द रहती है।

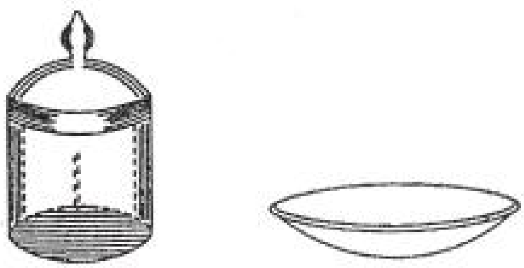
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com



चित्र 6.12 रासायनिक तुला

उपयोग विधि – सबसे पहले तुला को स्वच्छ सूती कपड़े से पोंछ कर क्षैतिज कारी पेचों एवं साहुल सूत की सहायता से समतल करते हैं। अब घुण्डी की सहायता से तुला दण्ड को क्षुरधार पर ऊपर उठाते है तो संकेतक पैमाने के दोनों ओर दोलन करने लगता है। यदि संकेतक पैमाने पर शून्य से दोनों ओर समान दोलन करता है तो तुला संतुलित है अतः तोलने के लिये तैयार है। तोलने वाले पदार्थ को वॉच ग्लास या 'तोलने वाली बोतल' (Weighing Bottle) (चित्र 6.13) में रखकर हमेशा बायें पलड़ें में और बांटों को दाहिने पलड़े में रखते हैं। शुष्क व स्वच्छ वॉच ग्लास या तोलने वाली बोतल को पूर्व में तोल कर भार ज्ञात कर लेते हैं, इसके बाद पदार्थ इनमें लेकर तोलते हैं।



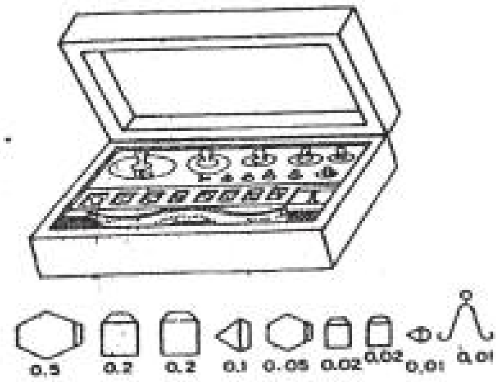
चित्र 6.14 तोलने वाली बोतल एवं वॉच ग्लास

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

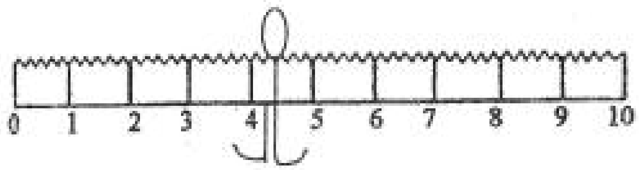
तोलते समय बाट आवश्यकतानुसार चिमटी से पकड़ कर कम या ज्यादा करते हैं। यदि संकेतक दांयी ओर अधिक जाता है और जब 10 मिग्राम का बाट रखने पर वह बांयी ओर ज्यादा जाने लगे तो ऐसी स्थिति में राइडर (Rider) का प्रयोग किया जाता है। राइडर ऐल्युमिनियम या प्लैटिनम का बना होता है, इसका भार भुजा (तुला दण्ड) के अन्तिम सिरे पर रखने पर 10 मिग्राम होता है। राइडर को तुला के ऊपर लगी छड़ के हुक में लगाकर तुला दण्ड पर दांयी ओर रखते हैं। छड़ को आगे–पीछे करके, राइडर को भुजा के उपयुक्त स्थान पर रखते हैं जिससे संकेतक शून्य पर आ जाय या फिर शून्य से दोनों ओर बराबर दोलन करने लगे।

चित्र 6.14 में बाट की पेटी, बांट तथा राइडर दर्शाया गया है।



चित्र 6.14

जैसा कि चित्र 6.12 में दर्शाया गया है, तुला की ऐल्युमिनियम की भुजा के मध्य शून्य के दोनों ओर 1 से 10 तक अंक चिन्हित होते हैं तथा एक अंक से दूसरे अंक के मध्य 5 भाग होते हैं। चिन्ह 6.15 में तुला का दाहिना दण्ड दर्शाया गया है। भुजा का प्रत्येक अंक जिस पर राइडर रखा जाता है, उतना मिग्राम दर्शाता है। जैसे राइडर अंक 7 पर रखा गया है तो भार 7 मिग्राम या 0.007 ग्राम होगा। छोटे भाग पर यदि राइडर रखा जाए तो प्रति भाग भार 0.2 मिग्राम या 0.0002 ग्राम होगा। इस प्रकार दशमलव के बाद चार स्थान तक सही–सही भार ज्ञात कर सकते है।



चित्र 6.15

उदाहरण के लिये तुला के दायें पलड़े में रखे बाट, भिन्नीय बाट व राइडर की स्थिति निम्नानुसार हो तो कुल भार की गणना इस प्रकार करेंगे – बाट (ग्राम में)= 10 + 2 + 1 = 13 ग्राम।

भिन्नीय बाट (प्रथम दशमलव) = 500 + 200 + 100 मिग्राम = 0.8 ग्राम

भिन्नीय बाट (द्वितीय दशमलव) = 50 + 20 + 10 मिग्राम = 0.08 ग्राम

यदि राइडर अंक 4 से आगे दूसरे छोटे भाग पर रखा है तो

राइडर का कुल भार = 0.004 + 0.0004 = 0.0044 ग्राम

अतः कुल भार = 13.8844 ग्राम होगा

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

सावधानियां –

(1) स्वच्छ सूती कपड़े या कोमल बालों वाले ब्रुश से पलड़ों को साफ करना चाहिए।

(2) तुला समतल अवस्था में न हो तो क्षैतिज कारी पेचों को घुमाकर, स्पिट लेवल या साहुल सूत की सहायता से समतल अवस्था में कर लेना चाहिए।

(3) घुण्डी को घुमाकर देखें कि संकेतक पैमाने पर शून्य के दोनों ओर बराबर दूरी पर दोलन करता है या नहीं। यदि ऐसा नहीं हो तो पेचों को घुमाकर ठीक लेना चाहिये।

(4) पलड़ों पर बाट तथा पदार्थ रखते तथा निकालते समय पलड़ों और दण्ड को विराम अवस्था में रखना चाहिये। इसी तरह पदार्थ तोल लेने के बाद तुला को विराम अवस्था में रखकर, बॉक्स की कांच की खिड़कियां बन्द कर देनी चाहिए।

(5) राइडर को कभी भी हाथ नहीं लगावें। इसे राइडर छड़ में लगे हुक की सहायता से ही उठावें। पुनः स्पष्ट कर दें कि बांटों को हमेशा चिमटी की सहायता से रखना व उठाना चाहिये। राइडर हमेशा तुला दण्ड की भुजा पर ही रखना चाहिए।

(6) अन्तिम भार नोट करते समय कांच के बॉक्स को बन्द कर देवें ताकि वायु के झोंके से पलड़े नहीं मिले।

(7) जैसा कि पूर्व में बताया गया है पदार्थों को तोलने से पूर्व वॉच ग्लास या तोलने की बोतल को तोल लेवें और फिर पदार्थ को उनमें रखकर तोले। पदार्थ को कभी भी हाथ से स्पर्श नहीं करें। पदार्थ को कभी भी सीधे पलड़े या कागज पर नहीं रखें।

(8) धावन बोतल की सहायता से पदार्थ को बीकर या बोतल में स्थानान्तरित करना चाहिये।

(9) पदार्थ और वॉच ग्लास (या तोलने की बोतल) के भार में से वॉच ग्लास (या तोलने की बोतल का भार) घटाने पर शुद्ध पदार्थ का भार प्राप्त होता है।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

अध्याय – 7

अनुमापन – प्रकार, विधियां एवं गणना
(Titration : Types, Methods and Calculation)

अनुमापन के प्रकार
(Types of Titration)

सामान्यतः अनुमापन निम्न चार प्रकार के होते हैं –

(1) उदासीनीकरण अथवा अम्ल–क्षार अनुमापन (Neutralisation or Acid-Alkali titration)

(2) ऑक्सीकरण–अपचयन अथवा उपापचयन अनुमापन (Oxidation - Reduction or Redox titration)

(3) अवक्षेपण अनुमापन (Precipitation titration)

(4) संकुलमितीय अनुमापन (Complexometric titration)

(1) अम्ल–क्षार अनुमापन– वे अनुमापन, जिसमें एक विलयन अम्ल तथा दूसरा विलयन क्षार होता है, अम्ल–क्षार अनुमापन कहलाते है। जैसे – ऑक्सेलिक अम्ल तथा सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन के मध्य अनुमापन।

(2) ऑक्सीकरण–अपचयन अनुमापन– वे अनुमापन, जिसमें एक पदार्थ ऑक्सीकारक तथा दूसरा पदार्थ अपचायक होता है, ऑक्सीकरण–अपचयन अनुमापन कहलाते है। जैसे– पोटैशियम परमेंगनेट तथा फैरस सल्फेट के मध्यअनुमापन

(3) अवक्षेपण अनुमापन– वे अनुमापन, जिसमें दो पदार्थों के विलयन परस्पर क्रिया करके अवक्षेप बनाते हैं, अवक्षेपण अनुमापन कहलाते है। जैसे – सिल्वर नाइट्रेट तथा पोटैशियम क्लोराइड विलयन के मध्य अनुमापन में सिल्वर क्लोराइड का श्वेत अवक्षेप बनता है।

(4) संकुलमितीय अनुमापन– वे अनुमापन, जिसमें दोनों विलयन परस्पर क्रिया करके संकुल यौगिक बनाते हैं, संकुलमितीय अनुमापन कहलाते हैं। जैसे – ई.डी.टी.ए. (EDTA) तथा कैल्शियम कार्बोनेट विलयन के मध्य अनुमापन।

नोट – आपके पाठ्यक्रम में केवल अम्ल–क्षार अनुमापन ही सम्मिलित हैं।

अनुमापन की विधियां (Methods of Titration)– अनुमापन विधियां दो प्रकार की होती है –

(i) एकल अनुमापन (Single titration)

(ii) द्वि–अनुमापन (Double titration)

(i) एकल अनुमापन – इस विधि में अनुमापक (मानक) विलयन की सहायता से अनुमाप्य (अज्ञात) विलयन की सान्द्रता ज्ञात की जाती है। जब मानक विलयन तथा अज्ञात विलयन भिन्न–भिन्न पदार्थों के होते हैं तो इस विधि का उपयोग करते हैं। इस विधि में निम्न तीन प्रकार के विलयन प्रयुक्त किये जाते हैं –

(अ) अनुमापक (ब) अनुमाप्य (स) सूचक

(ii) द्वि– अनुमापन – इस विधि में माध्यमिक विलयन का प्रयोग करते हुए मानक विलयन (अनुमापक) की सहायता से अनुमाप्य विलयन की सान्द्रता ज्ञात की जाती है। जब अनुमापक तथा अनुमाप्य दोनों विलयन एक ही पदार्थ के हो तो यह विधि काम में ली जाती है। इस विधि में अनुमापन दो बार किया जाता है। पहले अनुमापक तथा माध्यमिक विलयन के मध्य और फिर माध्यमिक विलयन तथा अनुमाप्य विलयन के मध्य।

इस अनुमापन में निम्न चार प्रकार के विलयन प्रयुक्त किये जाते है –

(अ) अनुमापक (ब) माध्यमिक (स) अनुमाप्य (द) सूचक

नोट – आपके पाठ्यक्रम में सरल (एकल) अनुमापन ही सम्मिलित हैं।

गणना विधि (Method of Calculation) – सरल अनुमापन में अज्ञात विलयन की सान्द्रता की गणना निम्न प्रकार से करते हैं –

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(अ) **नार्मलता के आधार पर गणना** –

इस आधार पर अज्ञात विलयन की सान्द्रता की गणना निम्न सूत्र से करते हैं –

$$N_1V_1 = N_2V_2$$

जहाँ N_1 = मानक विलयन की नार्मलता

V_1 = मानक विलयन की आयतन

N_2 = अज्ञात विलयन की नार्मलता

V_2 = अज्ञात विलयन का आयतन

$$N_2 = \frac{N_1V_1}{V_2}$$

इस सूत्र से नार्मलता ज्ञात करके निम्न सूत्र की सहायता से सान्द्रता ग्राम प्रति लिटर में ज्ञात करते हैं –

सान्द्रता ग्राम प्रति लिटर = नार्मलता × तुल्यांकी भार

(ब) मोलरता के आधार पर गणना – इस आधार पर गणना करने के लिए अभिक्रिया के संतुलित समीकरण का ज्ञान होना आवश्यक है। मान लिजिए कि अभिक्रिया का संतुलित समीकरण निम्नानुसार है –

$$xA + yB \rightarrow \text{उत्पाद}$$

जहाँ A एवं B क्रियाकारक पदार्थ है तथा x एवं y क्रमशः A एवं B की मोल संख्या है। इस प्रकार के अनुमापन में सान्द्रता की गणना निम्न सूत्र से करते हैं –

$$M_AV_A = \frac{x}{y} M_BV_B$$

जहाँ M_A = पदार्थ के विलयन की मोरलता

V_A = पदार्थ के विलयन का आयतन

M_B = पदार्थ के विलयन की मोरलता

V_B = पदार्थ के विलयन का आयतन

$$M_B = \frac{y}{x}\frac{M_AV_A}{V_B}$$

यदि अनुमापक तथा अनुमाप्य 1:1 मोल आधार पर अभिक्रिया करते है तो गणना के लिए निम्न सूत्र का प्रयोग किया जाता है –

$$M_AV_A = M_BV_B$$

$$M_B = \frac{M_AV_A}{V_B}$$

इस सूत्र से मोलरता ज्ञात करकेक ग्राम प्रति लिटर में सान्द्रता निम्न सूत्र से ज्ञात करते हैं –

सान्द्रता ग्राम प्रति लिटर = मोरलता × अणु भार

नोट – ग्राम प्रति लिटर में सान्द्रता दशमलव के बाद चार स्थानों तक ज्ञात करनी चाहिए।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

अध्याय – 8

अम्ल क्षार अनुमापन

अम्ल–क्षार अनुमापन के प्रकार– अम्ल–क्षार अनुमापन वे अनुमापन होते हैं जिनमें एक विलयन अम्ल तथा दूसरा विलयन क्षार होता है। जब किसी ज्ञात सान्द्रता वाले क्षार के विलयन की सहायता से अनुमापन द्वारा किसी अम्ल के विलयन की सान्द्रता ज्ञात की जाती है तो ऐसे अनुमापन को अम्लमिति कहते है। जैसे : सोडियम कार्बोनेट के मानक विलयन की सहायता से हाइड्रोक्लोरिक अम्ल विलयन की सान्द्रता ज्ञात करना। इसके विपरीत किसी ज्ञात सान्द्रता वाले अम्ल के विलयन की सहायता से अनुमापन द्वारा किसी क्षार के विलयन की सान्द्रता ज्ञात की जाती है तो अनुमापन क्षारमिति कहलाता है। जैसे : ऑक्सेलिक अम्ल के मानक विलयन की सहायता से सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन की सान्द्रता ज्ञात करना।

अम्ल तथा क्षार की प्रबलता के आधार पर इन अनुमापनों को चार वर्गो में बांटा जा सकता हैं :–

1. प्रबल अम्ल तथा प्रबल क्षार के मध्य अनुमापन– प्रबल अम्ल जैसे H_2SO_4, HCl एवं HNO_3 तथा प्रबल क्षार जैसे NaOH तथा KOH के मध्य अनुमापन को, इस श्रेणी में रखा गया है। यदि क्षार के विलयन को ब्यूरेट में भरें तो अन्तिम बिन्दु पर pH का मान लगभग हो जाता है। इसलिए फीनॉलफ्थेलीन सूचक प्रयोग करना चाहिये। यदि अम्ल के विलयन को ब्यूरेट में भरते है तो अन्तिम बिन्दु पर Ph का मान लगभग आता है अतः मेथिल ऑरेन्ज सूचक प्रयोग करना चाहिये।

2. **दुर्बल अम्ल तथा प्रबल क्षार के मध्य अनुमापन–** दुर्बल अम्ल जैसे ऑक्सेलिक अम्ल तथा प्रबल क्षार जैसे सोडियम हाइड्रॉक्साइड के विलयनों के मध्य अनुमापन इस श्रेणी में रखे गये है। इस प्रकार के अनुमापन में क्षार के विलयन को ब्यूरेट में लिया जाता है और फीनॉलफ्थेलीन सूचक प्रयोग करते हैं।

3. **प्रबल अम्ल तथा दुर्बल क्षार के मध्य अनुमापन–** प्रबल अम्ल जैसे H_2SO_4 या HCl तथा दुर्बल क्षार जैसे सोडियम कार्बोनेट के विलयनों के मध्य अनुमापन इस श्रेणी में आते हैं। इसमें अम्ल के विलयन को ब्यूरेट में भरा जाता हैं और मेथिल ऑरेन्ज को सूचक के रूप में प्रयोग करते हैं।

4. **दुर्बल अम्ल तथा दुर्बल क्षार के मध्य अनुमापन–** दुर्बल अम्ल जैसे ऑक्सेलिक अम्ल तथा दुर्बल क्षार जैसे सोडियम कार्बोनेट के विलयनों के मध्य अनुमापन इस श्रेणी में रखे गये हैं। साधारणतः इस श्रेणी के अनुमापन का प्रयोग नहीं करते हैं क्योंकि इनमें अन्तिम बिन्दु तीक्ष्ण (Sharp) नहीं होता है। अतः कोई उपयुक्त सूचक काम में नहीं ले सकते हैं।

5. **सूचक और उनकी कार्य विधि–** अनुमापन में जिस बिन्दु पर ज्ञात और अज्ञात विलयन`के मध्य क्रिया पूर्ण होती है उसे तुल्य बिन्दु कहते हैं। तुल्य बिन्दु को सहि–सही नहीं ज्ञात कर सकते हैं। तुल्य बिन्दु को ज्ञात करने के लिये कोनिकल फलास्क में लिये गये विलयन में एक या दो बूंद उपयुक्त अभिकर्मक विलयन की मिला देते हैं। अनुमापन में अभिक्रिया पूर्ण होने पर जब एक बूंद ब्यूरेट से और डाली जाती हैं तो यह अभिकर्मक से क्रिया कर उसका रंग परिवर्तन कर देता हैं। वह बिन्दु जिस पर अभिकर्मक का रंग परिवर्तित हो जाता हैं तथा जिससे अभिक्रिया की पूर्णता का ज्ञान होता है अन्तिम बिन्दु कहलाता हैं। अन्तिम बिन्दु तुल्य बिन्दु के बाद ही दिखाई देता हैं। इन उपयुक्त अभिकर्मकों को जो अनुमापन में रंग परिवर्तन के द्वारा अन्तिम बिन्दु का निर्धारण करते हैं सूचक कहलाते हैं।

अम्ल–क्षार अनुमापन में अन्तिम बिन्दु पर विलयन का माध्यम अम्लीय से क्षारीय अथवा क्षारीय से अम्लीय हो जाता हैं। अतः जिन सूचकों का अम्लीय तथा क्षारीय विलयन में भिन्न–भिन्न रंग हो वे अम्ल–क्षार अनुमापन में अन्तिम बिन्दु निर्धारित करने में प्रयोग किये जा सकते हैं। उदाहरण के लिये फीनॉलफ्थेलीन अम्लीय विलयन में रंगहीन होता हैं और क्षारीय विलयन में गुलाबी (Pink) रंग दर्शाता हैं।

जबकि मेथिल ऑरेन्ज अम्लीय विलयन में लाल–गुलाबी रंग और क्षारीय विलयन में पीला रंग दर्शाता हैं।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

सारणी 8.1 में कुछ अम्ल क्षार सूचकों को दिया गया है।

सूचक	रंग			अनुपालन जिसके लिये उपयुक्त है।
	अम्लीय विलयन में	क्षारीय विलयन में	pH परास	
फीनॉलफ्थेलीन	रंगहीन	गुलाबी	8.3–10.0	प्रबल अम्ल–प्रबल क्षार तथा दुर्बल अम्ल–प्रबल क्षार
फीनॉल रेड	पीला	लाल	6.8–8.4	दुर्बल अम्ल–प्रबल क्षार
मेथिल ऑरेन्ज	लाल	पीला	31.–4.5	प्रबल अम्ल–प्रबल क्षार
मेथिल रेड	लाल	पीला	4.2–6.3	प्रबल अम्ल–प्रबल क्षार

अम्ल क्षार अनुमापन में उपयोग किये जाने वाले सूचकों को pH सूचक भी कहते हैं क्योंकि ये सूचक विलयन के pH परिवर्तन के अनुसार ही रंग बदलते हैं।

अम्ल क्षार अनुमापन में H^+ आयन और OH^- आयन आपस में क्रिया करके उदासीन H_2O अणु बनाते हैं। इसलिये इसे उदासीनीकरण अभिक्रिया भी कहते हैं। जैसे ही तुल्य बिन्दु पर सभी H^+ आयन OH^- आयन से उदासीन हो जाते हैं, तब क्षार की एक बूंद और मिलाने पर OH^- आयन की सान्द्रता अन्तिम बिन्दु पर बढ़ जाती हैं और pH का मान 7 से अधिक हो जाता है। अतः सूचक का रंग परिवर्तित हो जाता है। इसी प्रकार उदासीनीकरण के पष्चात अम्ल की एक बूंद और मिलाने पर H^+ आयन की सान्द्रता बढ़ जाती हैं और pH का मान 7 से कम हो जाता हैं। अतः सूचक का रंग परिवर्तित हो जाता हैं।

मानक पदार्थ (Standard Compound) – अनुमापन में मानक विलयन बनाने की दृष्टि से पदार्थो को मुख्य रूप से दो भागों में बांटा गया हैं–

1. प्राथमिक मानक – वे पदार्थ जिनकी सही मात्रा तोलकर आसुत जल में विलेय करके मानक विलयन बनाया जा सकता हैं प्राथमिक मानक कहलाते हैं। उदाहरण के लिए कॉपर सल्फेट फैरस अमोनियम सल्फेट सिल्वर नाइट्रेट ऑक्सेलिक अम्ल सोडियम कार्बोनेट आदि पदार्थ प्राथमिक मानक हैं। प्राथमिक मानक पदार्थ में निम्न गुण होने चाहिये–

(अ) पदार्थ उच्च स्तर की षुद्धता में सुगमता से उपलब्ध होना चाहिये।

(ब) पदार्थ आर्द्रताग्राही एवं उत्फुल्ल नहीं होना चाहिए।

(स) पदार्थ का तुल्यांकी भार उच्च होना चाहिये जिससे तोलने में थोड़ी त्रुटि रह जाने पर भी परिणाम में अधिक अन्तर नहीं पड़ता हैं।

(द) पदार्थ आसुत जल में पूर्णतः विलेय होना चाहिये तथा विलयन को रखने पर उसका विघटन नहीं होना चाहिये।

(य) किसी एक मानक विलयन के साथ पदार्थ की क्रिया तात्क्षणिक और ससमीकरणमितिक (Stoichiometric) होनी चाहिये।

2. द्वितीयक मानक– वे पदार्थ जिनमें उपर्युक्त गुण नहीं पाये जाते है तथा जिनकी तुली हुई मात्रा को आसुत जल में विलेय करके मानक विलयन नहीं बनाया जा सकता है द्वितीयक मानक कहलाते हैं। जैसे सोडियम हाइड्रॉक्साइड, पोटेषियम हाइड्रॉक्साइड, सोडियम थाये सल्फेट, पोटैषियम परमैंगनेट, सल्फ्यूरिक अम्ल, हाइड्रोक्लोरिक अम्ल आदि। ऐसे पदार्थो का मानक विलयन बनाने के लिए पहले इनका इच्छित सान्द्रता से कुछ अधिक सान्द्रता का विलयन बनाकर उसका मानकीकरण प्राथमिक मानक द्वारा करते है। जैसे सोडियम हाइड्रॉक्साइड का मानकीकरण ऑक्सेलिक अम्ल विलयन से और हाइड्रोक्लोरिक अम्ल विलयन का मानकीकरण सोडियम कार्बोनेट विलयन से करते हैं।

निम्न सारणियों में कुछ पदार्थो के अणुभार तथा तुल्यांकी भार दिये गये हैं।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

सारणी 8.2 कुछ अम्लों के अणुभार और तुल्यांकी भार

क्र.सं.	अम्ल	अणुसूत्र	अणुभार	क्षारकता	तुल्यांकी भार
1.	हाइड्रोक्लोरिक अम्ल	HCl	36.46	1	36.46
2.	नाइट्रिक अम्ल	HNO_3	63.02	1	63.02
3.	ऐसीटिक अम्ल	CH_3COOH	60.06	1	60.06
4.	सल्फ्यूरिक अम्ल	H_2SO_4	98.00	2	49.00
5.	ऑक्सेलिक अम्ल	$H_2C_2O_4.2H_2O$	126.08	2	63.04

सारणी 8.3 कुछ क्षारों तथा लवणों के अणुभार और तुल्यांकी भार

क्र.सं.	क्षार या लवण	अणुसूत्र	अणुभार	अम्लता	तुल्यांकी भार
1.	सोडियम हाइड्रॉक्साइड	$NaOH$	40.00	1	40.00
2.	पोटैशियम हाइड्रॉक्साइड	KOH	56.12	1	56.12
3.	क्रिस्टलीय सोडियम कार्बोनेट	$Na_2CO_3.10H_2O$	286.00	2	143.00
4.	निर्जल सोडियम कार्बोनेट	Na_2CO_3	106.00	2	53.00
5.	पोटैशियम कार्बोनेट	K_2CO_3	138.20	2	69.10

अम्ल तथा क्षार के तुल्यांकी भार उनके अणुभारों से निम्न प्रकार से ज्ञात करते हैं।

$$\text{अम्ल का तुल्यांकी भार} = \frac{\text{अम्ल का अणुभार}}{\text{अम्ल की क्षारकता}}$$

किसी अम्ल के एक ग्राम अणु को पूर्णतः उदासीन करने के लिये जितने ग्राम तुल्यांकी क्षार की आवष्यकता होती हैं अम्ल की क्षारकता कहलाती हैं।

अथवा किसी अम्ल के एक अणु में उपस्थित विस्थापन योग्य हाइड्रोजन परमाणुओं की संख्या उस अम्ल की क्षारकता (Basicity) कहलाती हैं।

$$\text{इसी तरह क्षार का तुल्यांकी भार} = \frac{\text{क्षार का अणुभार}}{\text{क्षार की अम्लता}}$$

क्षार का तुल्यांकी भार ग्राम में वह मात्रा है जो एक ग्राम तुल्यांकी भार अम्ल को पूर्ण रूप से उदासीन कर देता है। किसी

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

क्षार के एक ग्राम अणु को पूर्णतः उदासीन करने के लिये जितने ग्राम तुल्यांकी अम्ल की आवष्यकता होती है वह क्षार की अम्लता कहलाती हैं। अथवा किसी क्षार के एक अणु में उपस्थित हाइड्रॉक्साइड आयनों की संख्या क्षार की अम्लता (Acidity) कहलाती हैं।

अम्ल और क्षार द्रव अथवा ठोस अवस्था में होते हैं। द्रव अम्लों की उपलब्ध नार्मलता को ध्यान में रखकर इनके तनु विलयन बनाये जाते हैं।

निम्न सारणी में अम्लों के एक लिटर विलयन बनाने के लिये आवष्यक मात्राएँ दी गई है। निर्धारित अम्ल का आयतन/भार लेकर जल में विलेय करके विलयन का आयतन एक लिटर बना लेते हैं।

सारणी 8.4 – अम्लों का विलयन बनाना

क्र.सं.	अम्ल/सान्द्रता	आपेक्षिक घनत्व	नार्मलता (लगभग)	N	0.1N	M
1.	हाइड्रोक्लोरिक अम्ल	1.16	12 N	85 cm^3	8.5 cm^3	85 cm^3
2.	सल्फ्यूरिक अम्ल	1.84	36 N	23 cm^3	2.3 cm^3	46 cm^3
3.	नाइट्रिक अम्ल	1.42	16 N	63 cm^3	6.3 cm^3	63 cm^3
4.	ऐसीटिक अम्ल	1.05	17 N	60 cm^3	6.0 cm^3	60 cm^3
5.	ऑक्सेलिक अम्ल	-	ठोस	63.04 g	6.304 g	126.08 g

नोट :– ऑक्सेलिक अम्ल ठोस होता है अतः इसको तोल कर वांछित विलयन बनाया जाता है।

कुछ क्षार व लवण के एक लिटर विलयन बनाने के लिये आवष्यक मात्राएं ग्राम में निम्न सारणी में दर्शायी गयी हैं –

सारणी – 8.5 – क्षारों तथा लवणों के विलयन बनाना

पदार्थ / सान्द्र	N	0.1 N	M
सोडियम हाइड्रॉक्सराइड (NaOH)	40.00	4.00	40.00
पोटैशियम हाइड्रॉक्सराइड (KOH)	56.12	5.612	56.12
सोडियम कार्बोनेट ($Na_2CO_3.10H_2O$)	143.00	14.30	286.00
निर्जल सोडियम कार्बोनेट (Na_2CO_3)	53.00	5.30	106.00

मानक विलयन बनाना– जिस विलयन की सान्द्रता ज्ञात होती हैं उसे मानक विलयन कहते हैं। इसे ज्ञात विलयन भी कहते हैं। नार्मल विलयन बनाने के लिये तुल्यांकी भार और मोलर विलयन बनाने के लिये अणुभार ज्ञात होना चाहिये। निम्नलिखित उदाहरण के द्वारा मानक विलयन बनाने तथा अनुमापन की पूरी प्रक्रिया समझाई गयी हैं।

उद्देश्य– रासायनिक तुला का प्रयोग करते हुए $\frac{N}{10}$ नार्मलता का क्रिस्टल ऑक्सेलिक अम्ल ($H_2C_2O_4.2H_2O$) का 250 सेमी^{2} मानक विलयन बनाइए।

मानक विलयन की सहायता से अज्ञात सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन सान्द्रता नार्मलता में और ग्राम प्रति लिटर में ज्ञात कीजिये।

सिद्धांत– क्रिस्टलीय ऑक्सेलिक अम्ल का तुल्यांकी भार 63.04 है। अतः सेमी^{3} 0.1 N मानक विलयन बनाने

$\frac{63.04 \times 0.1 \times 250}{1000} = 1.5760$ के लिये पदार्थ की आवश्यकता होती हैं।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

अनुमापन के लिए क्षार के अज्ञात विलयन को ब्यूरेट में लेते हैं ऑक्सेलिक अम्ल के ज्ञात विलयन को कोनिकल फ्लास्क में लेकर इसमें एक बूंद फिनॉलफ्थेलीन सूचक की मिलाते हैं। ब्यूरेट से क्षार का विलयन धीरे–धीरे मिलाने पर उदासीनीकरण की निम्न अभिक्रिया होती है–

$$\begin{array}{c} COOH \\ | \\ COOH \end{array} + 2NaOH \longrightarrow \begin{array}{c} COONa \\ | \\ COONa \end{array} + 2H_2O$$

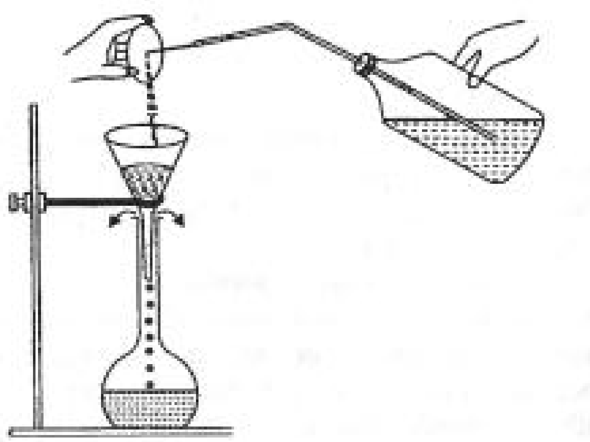
जैसे ही अभिक्रिया पूर्ण होती हैं ब्यूरेट से एक बूंद NaOH विलयन और मिलाने पर कोनिकल फ्लास्क में विलयन का रंग गुलाबी हो जाता हैं और अभिक्रिया पूर्ण हो गयी मान लिया जाता हैं। यहाँ अज्ञात विलयन क्षार विलयन है इसलिये इसे क्षारमिति कहते हैं।

उपकरण तथा आवश्यक सामग्री– रासायनिक तुला बांट बॉक्स वॉच ग्लास 250 सेमी^{3} क्षमता का चिन्हित आयतनी फ्लास्क आसुत जल धावन बोतल ब्यूरेट पिपेट कोनिकल फ्लास्क कीप ब्यूरेट स्टैण्ड क्रिस्टलीय ऑक्सेलिक अम्ल ब्यूरेट सोडियम हाइड्रॉक्साइड तथा फीनॉलफ्थेलिन सूचक।

विधि– (अ) ऑक्सेलिक अम्ल का मानक विलयन बनाना– ऑक्सेलिक अम्ल का मानक विलयन बनाने के लिये 250 सेमी^{3} के आयतनी फ्लास्क को पहले क्रोमिक अम्ल से धोकर दो–तीन बार आसुत जल से धोओ। फ्लास्क को सुखाने के लिये स्टैण्ड पर उल्टा लगा कर रख दो।

पहले अध्याय 4 में वर्णित विधि से रासायनिक तुला से स्वच्छ व शुष्क वॉच ग्लास को तोलो तथा राइडर की सहायता से भार दशमलव के बाद चार स्थान तक ज्ञात करो। अब वॉच ग्लास में थोड़ा ऑक्सेलिक अम्ल लेकर तुला को बॉट तथा राइडर का प्रयोग कर 1.5760 ग्राम पर व्यवस्थित करो। कागज के टुकड़े से आवश्यकतानुसार वॉच ग्लास में ऑक्सेलिक अम्ल डालकर या निकाल कर सही–सही भार ज्ञात करो।

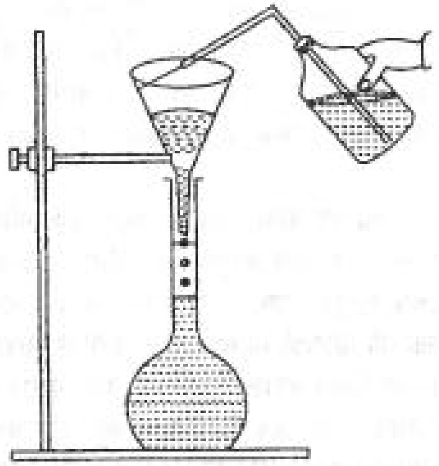
अब आयतनी फ्लास्क को स्टैण्ड पर सीधा रखकर इसमें एक कीप लगाओ तथा धावन बोतल की सहायता से जिसमें आसुत जल होता है अम्ल को फ्लास्क में स्थानान्तरित करो (चित्र 8.1)। सावधानी से एक–एक कण को फ्लास्क में स्थानान्तरित करके फ्लास्क को हिलाओ जिससे अम्ल पानी में विलेय हो जाय। जब सम्पूर्ण अम्ल घुल जाय तो धावन बोतल से आयुत जल मिलाकर फ्लास्क को अंकित चिन्ह तक भरो (चित्र 8.2)। अब फ्लास्क में डॉट लगाकर थोड़ी देर हिलाओ ताकि विलयन समांग बन जाए। यदि विलयन का स्तर चिह्न से नीचे है तो बूंद–बूंद कर पिपेट से जल तब तक मिलाओ जब तक कि विलयन का निचला अर्द्धचन्द्राकार तल फ्लास्क के चिन्ह पर स्पर्श करने लगे (चित्र 8.3)। यही ऑक्सेलिक अम्ल का 250 सेमी^{3} 0.1N मानक विलयन है।



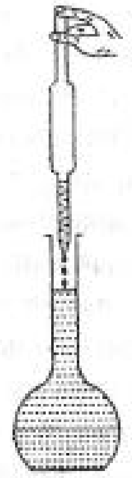
चित्र 8.1 पदार्थ को फ्लास्क में स्थानान्तरित करना

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

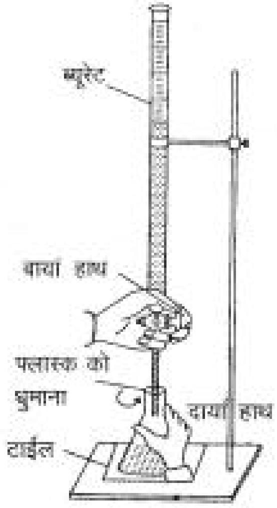
Downloaded from https:// www.studiestoday.com



चित्र 8.2 **फ्लास्क को जल से भरन**



चित्र 8.3 **पिपेट से अन्तिम बूंद द्वारा फ्लास्क को चिन्ह तक भरना**



चित्र 8.4 **अनुमापन करना**

(ब) मानक तथा अज्ञात विलयन के मध्य अनुमापन– पहले ब्यूरेट पिपेट कोनिकल फ्लास्क आदि उपकरणों को क्रोमिक अम्ल और आसुत जल से 2–3 बार धोकर सुखाओ। अब ब्यूरेट को दिये गये अज्ञात विलयन से प्रक्षालित करके स्टैण्ड में लगाओ तथा कीप लगाकर इसे दिये गये अज्ञात सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन से भरो। अधिक तेजी से विलयन नहीं भरें अन्यथा विलयन ब्यूरेट से बाहर गिर सकता है। अब कीप हटाकर ब्यूरेट की टोटी या पिंच क्लिप को खोल कर थोड़े विलयन को उसकी बोतल में निकालो जिससे निचले मुँह से वायु का बुलबुला बाहर निकल जाता हैं। अर्द्धचन्द्राकार का निम्न तल ब्यूरेट में पढ़ कर सारणी में प्रारम्भिक पाठ्यांक नोट कर लो।

अब स्वच्छ व शुष्क पिपेट में थोड़ा मानक ऑक्सेलिक अम्ल विलयन लेकर प्रक्षालित करो तथा सावधानी पूर्वक पिपेट में ऑक्सेलिक अम्ल विलयन को मुँह से खींचो। पिपेट में विलयन के अर्द्धचन्द्राकार के निचले तल को पिपेट के चिन्ह पर समायोजित करो। पिपेट के ऊपरी सिरे को तर्जनी अँगुली से अच्छी तरह कस कर बन्द करो जिससे कि अम्ल की एक बूँद बाहर नहीं निकले। अब पिपेट के विलयन को कोनिकल फ्लास्क में खाली करो। पिपेट के निचले सिरे को कोनिकल फ्लास्क की भीतरी दीवार से एक–दो बार स्पर्ष कराओ ताकि अन्तिम बूँद भी पिपेट से फ्लास्क में आ जावें।

कोनिकल फ्लास्क के विलयन में एक–दो बूंद फीनॉलफ्थेलीन की मिलाकर तीन–चार बार हिलाओ। अब कोनिकल फ्लास्क को स्टैण्ड में लगे ब्यूरेट के नीचे रखकर धीरे–धीरे ब्यूरेट से क्षार का विलयन कोनिकल फ्लास्क में डालो और फ्लास्क को हिलाते रहो। इसके लिये (चित्र 8.4) के अनुसार बायें हाथ से ब्यूरेट की टोंटी खोलो तथा दाहिने हाथ से फ्लास्क को पकड़ो। अभिक्रिया पूर्ण होने पर यदि एक बूंद ब्यूरेट से और मिलायी जाए तो कोनिकल फ्लास्क के विलयन का रंग गुलाबी हो जाता है यह अन्तिम बिन्दु होता है। अब ब्यूरेट से विलयन मिलाना बन्द करके ब्यूरेट का अन्तिम पाठ्यांक सारणी में नोट करो।

सारणी 8.6 ज्ञात ऑक्सेलिक अम्ल विलयन का अज्ञात सोडियम हाइड्रोक्साइड विलयन के साथ अनुमापन

क्र.सं.	पीपेट द्वारा लिया गये ऑक्सेलिक अम्ल विलयन का प्रयुक्त आयतन mL	ब्यूरेट का पाठ्यांक		NaOH का प्रयुक्त हुआ आयतन (V) V = (y - x) mL	सुंसंगत आयतन mL
		प्रारंभिक (x)	अंतिम (y)		
1.	20	4.3	24.5	20.2	
2.	20	24.5	44.6	20.1	19.9
3.	20	8.7	28.6	19.9	
4.	20	28.6	48.5	19.9	

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

जैसा कि उपरोक्त सारणी में दिया गया है ब्यूरेट का प्रारंभिक पाठ्यांक 4.3 और रंग परिवर्तन के बाद ब्यूरेट का पाठ्यांष 24.5 आया। इन दोनो पाठ्यांकों का अन्तर 20.2 है। जो अनुमापन में NaOH विलयन का प्रयुक्त आयतन हैं। अब पुनः ब्यूरेट का पाठ्यांश नोट करो जो 24.5 है। पिपेट से पूर्व की तरह 20 सेमी^{3} ऑक्सेलिक अम्ल लेकर एक–दो बूंद फीनॉलफ्थेलीन मिलाकर ब्यूरेट से क्षार विलयन धीरे–धीरे गुलाबी रंग आने तक मिलाओ। रंग परिवर्तन होने पर माना कि ब्यूरेट का पाठ्यांक 44.6 है। दोनो पाठ्यांकों का अन्तर 20.1 हैं। अतः NaOH का प्रयुक्त आयतन 20.1 सेमी^{3} है। अब तीसरा पाठ्यांक लेने के पूर्व ब्यूरेट में क्षार विलयन भरो। माना कि पाठ्यांक 8.7 आया। पिपेट से उसी प्रकार कोनिकल फ्लास्क में 20 सेमी^{3} ऑक्सेलिक अम्ल विलयन लेकर फीनॉलफ्थेलीन डालकर ब्यूरेट से क्षार विलयन गुलाबी रंग आने तक मिलाओ माना कि अन्तिम बिन्दु पर ब्यूरेट का पाठ्यांक 28.6 है। अतः प्रयुक्त क्षार का आयतन 19.9 सेमी^{3} है।

इस प्रक्रिया को तब तक दोहराओ जब तक कि दो क्रमागत अनुमापनों में NaOH का प्रयुक्त आयतन समान नहीं आ जाता हैं। इस आयतन को सुसंगत पाठ्यांक कहते हैं तथा गणना में इसी आयतन को प्रयुक्त करते हैं। यह ध्यान रहे कि प्रत्येक अनुमापन के पश्चात कोनिकल फ्लास्क के विलयन को सिंक में फेंक दे तथा इसे जल से अच्छी तरह धोकर दूसरे अनुमापन के लिए फिर उपयोग में लेवें।

गणना– अनुमापन के प्रश्न को ध्यान में रखकर निम्न सूत्रानुसार गणना करते है–

$$N_1V_1 = N_2V_2$$

यहाँ N_1 = ऑक्सेलिक अम्ल के विलयन की नार्मलता = $\frac{N}{10}$

V_1 = पिपेट से ऑक्सेलिक अम्ल का लिया गया आयतन = 20 mL

N_2 = क्षार के अज्ञात विलयन की नार्मलता = ?

V_2 = क्षार के अज्ञात विलयन का सुसंगत आयतन = 19.9 mL

उक्त मानों को सूत्र में रखने पर

$$\frac{N}{10} \times 20 = N_1 \times 19.9$$

या $$N_2 = \frac{N}{10} \times \frac{20}{19.9} = \frac{2N}{19.9}$$

अज्ञात विलयन की नार्मलता $= \frac{N}{9.95} = 0.1005\ N$

अज्ञात NaOH विलयन की सान्द्रता = 0.1005 × 40.0 ग्राम प्रति लिटर

= 4.0200 ग्राम प्रति लिटर

परिणाम –दिये गये सोडियम हाइड्रॉक्साइड के अज्ञात विलयन की नार्मलता 0.1005 N तथा सान्द्रता 4.0200 ग्राम प्रति लिटर है।

प्रयोग – 1

उद्देश्य – रासायनिक तुला का प्रयोग करते हुए 1.5756 ग्राम क्रिस्टलीय ऑक्सेलिक अम्ल को तोलकर 250 सेमी^{3} मानक विलयन बनाइए । इस विलयन की सहायता से दिये गये अज्ञात सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन की सान्द्रता ग्राम प्रति लिटर में ज्ञात कीजिए। (सूचक – फीनॉलफ्थेलिन)

सिद्धान्त : ऑक्सेलिक अम्ल तथा सोडियम हाइड्रॉक्साइड की क्रिया उदासीनीकरण अभिक्रिया है। अभिक्रिया की पूर्णता पर एक बूंद और सोडियम हाइड्रॉक्साइड डालने पर विलयन का रंग गुलाबी हो जाता है, जो अन्तिम बिन्दु को दर्शाता है। अभिक्रिया का समीकरण है '

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

$$\begin{array}{l}COOH\\ |\\ COOH\end{array} + 2NaOH \qquad \begin{array}{l}COOH\\ |\\ COOH\end{array} + 2H_2O$$

विधि – मानक विलयन बनाना –

रासायनिक तुला का उपयोग कर क्रिस्टलीय ऑक्सेलिक अम्ल के 1.5756 ग्राम तोल कर आसुत जल में घोलो और 250 विलयन बनाओ।

अनुमापन – इस अनुमापन के लिये पीछे के प्रयोग के अनुसार प्रयोग की विधि लिखना और अपनाना है। अर्थात उसी तरह उपकरणों को पहले क्रोमिक अम्ल विलयन से धोना फिर आसुत जल से दो–तीन बार धोना और सुखाना, क्षार का अज्ञात विलयन ब्यूरेट में भरकर वायु का बुलबुला निकालना तथा पाठ्यांक सारणी में नोट करना आदि।

पिपेट से ज्ञात ऑक्सेलिक अम्ल के 20 mL लेकर पहले की तरह अनुमापन तब तक दोहराना जब तक कि क्षार के दो सुसंगत आयतन नहीं आ जावें। फिर निम्नानुसार प्रेक्षण सारणी में नोट करें –

सारणी 8.7 ज्ञात ऑक्सेलिक अम्ल विलयन तथा अज्ञात सोडियम हाइड्रोक्साइड विलयन के मध्य अनुमापन

क्र.सं.	पीपेट द्वारा लिया गये ऑक्सेलिक अम्ल विलयन का प्रयुक्त आयतन mL	ब्यूरेट का पाठ्यांक		**NaOH का प्रयुक्त हुआ आयतन (V) V = (y - x) mL**	सुसंगत आयतन **mL**
		प्रारंम्भिक (x)	अंतिम (y)		
1.	**20**	**4.9**	**25.3**	**20.4**	
2.	**20**	**25.3**	**45.6**	**20.3**	**20.2**
3.	**20**	**5.2**	**25.4**	**20.2**	
4.	**20**	**25.4**	**45.6**	**20.2**	

गणना– सूत्र $N_1V_1 = N_2V_2$ से

यहाँ N_1 = ऑक्सेलिक अम्ल के विलयन की नार्मलता =

$$= \frac{1.5756 \times 1000}{250 \times 63.04} N = \frac{4 \times 1.5756}{63.04} N$$

V_1 = ऑक्सेलिक अम्ल का लिया गया आयतन = 20 mL

N_2 = अज्ञात NaOH विलयन की नार्मलता = ?

V_2 = अज्ञात NaOH विलयन का सुसंगत आयतन = 20.2 mL

उक्त मानों को सूत्र में रखने पर

$$\frac{4 \times 1.5756}{63.04} N \times 20 = N_2 \times 20.2$$

या $$N_2 = \frac{4 \times 1.5756N \times 20}{63.04 \times 20.2}$$

अतः सान्द्रता = $\dfrac{4 \times 1.5756N \times 20}{63.04 \times 20.2} \times 40$ = 3.9594 ग्राम प्रति लिटर

अज्ञात NaOH विलयन की सान्द्रता = 3.9594 ग्राम प्रति लिटर

परिणाम –दिये गये अज्ञात सोडियम हाइड्रॉक्साइड के विलयन की सान्द्रता 3.9594 ग्राम प्रति लिटर है।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

प्रयोग – 2

उद्देश्य – रासायनिक तुला का प्रयोग करते हुए 0.05 M सान्द्रता का क्रिस्टलीय ऑक्सेलिक अम्ल ($H_2C_2O_4 . 2H_2O$) का 250 mL विलयन बनाओ। इस मानक विलयन की सहायता से सोडियम हाइड्रॉक्साइड (NaOH) विलयन की सान्द्रता मोलरता तथा ग्राम प्रति लिटर में ज्ञात करो।

सूचक – फिनॉलफ्थेलिन।

सिद्धान्त : क्रिस्टलीय ऑक्सेलिक अम्ल का सूत्र $H_2C_2O_4 . 2H_2O$ है तथा इसका अणुभार 126.08 ग्राम है। इसका 0.05 M सान्द्रता का 250 mL विलयन बनाने के लिये आवश्यक मात्रा निम्न सूत्र से ज्ञात करते है।

मोलरता की परिभाषा से –

$$M = \frac{w \times 1000}{M_w \times V}$$

जहाँ M= विलयन की मोलरता।

M_w= विलेय का ग्राम में अणुभार।

w= विलेय का ग्राम में भार

V= विलयन का mL में आयतन

अत :
$$w = \frac{M \times M_w \times V}{1000}$$

यहां M = 0.05

M_w = 126.08 ग्राम

V = 250 सेमी^{3}

$$w = \frac{0.05 \times 126.08 \times 250}{1000} = 1.5760 \text{ ग्राम}$$

इस प्रकार 0.05 सान्द्रता का क्रिस्टलीय ऑक्सेलिक अम्ल का 250 mL विलयन बनाने के लिए 1.5760 ग्राम ऑक्सेलिक अम्ल लेते है।

ऑक्सेलिक अम्ल तथा सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन के साथ अभिक्रिया का रासायनिक समीकरण निम्न है –

$$\begin{array}{l} COOH \\ | \\ COOH \end{array} + 2\,NaOH \rightarrow \begin{array}{l} COONa \\ | \\ COONa \end{array} + 2\,H_2O$$

इस समीकरण से स्पष्ट है कि एक मोल ऑक्सेलिक अम्ल 2 मोल सोडियम हाइड्रॉक्साइड से अभिक्रिया करता है। अतः मोलरता की गणना निम्न सूत्र से करते है –

$$M_1 V_1 = \frac{1}{2} M_2 V_2$$

जहाँ – M_1 = ऑक्सेलिक अम्ल की मोलरता

V_1 = ऑक्सेलिक अम्ल का आयतन

M_2 = सोडियम हाइड्रॉक्साइड की मोलरता

V_2 = सोडियम हाइड्रॉक्साइड का आयतन

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

मानक विलयन बनाना – प्रयोग में दी गयी विधि से रासायनिक तुला का उपयोग कर क्रिस्टलीय ऑक्सेलिक अम्ल के 1.5750 ग्राम तोल कर आसुत जल से घोलो और 250 mL विलयन बनाओ।

प्रेक्षण सारणी 8.2 ज्ञात ऑक्सेलिक अम्ल के विलयन के साथ अज्ञात सोडियम हाइड्रॉक्साइड के विलयन का अनुमापन

क्र.स.	पिपेट द्वारा लिये गये ऑक्सेलिक अम्ल के मानक विलयन का आयतन (mL)	ब्यूरेट का पाठ्यांक प्रारंभिक पाठ्यांक (अ)	ब्यूरेट का पाठ्यांक अन्तिम पाठ्यांक (ब)	दोनों पाठ्यकों में अन्तर या प्रयुक्त विलयन का आयतन (ब–अ) mL	सुसंगत आयतन mL
1.	20	2.4	22.9	20.5	20.3 mL
2.	20	22.9	43.3	20.4	
3.	20	5.3	25.6	20.3	
4.	20	25.6	45.9	20.3	

गणना – उपर्युक्त रासायनिक समीकरण के अनुसार गणना निम्न सूत्र की सहायता से की जाती है–

$$M_1 V_1 = \frac{1}{2} M_2 V_2$$

जहाँ – M_1 = ज्ञात विलयन की मोलरता = 0.05 M

V_1 = ज्ञात विलयन का आयतन = 20 mL

M_2 = अज्ञात विलयन मोलरता = ?

और V_2 = अज्ञात विलयन का प्रयुक्त आयतन = 20.3 mL

उक्त मान समीकरण में रखने पर

$$0.05M \times 20 = \frac{1}{2} M_2 \times 20.3$$

या $$M_2 = \frac{0.05\ M \times 20 \times 2}{20.3} = 0.0985\ M$$

अतः अज्ञात NaOH विलयन की सान्द्रता ग्राम मोल प्रति लिटर मे

= NaOH विलयन की मोलरता × NaOH का अणुभार

= 0.0985 × 40 ग्राम प्रति लिटर = 3.9400 ग्राम प्रति लिटर

परिणाम – दिये गये सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन की

(1) मोलरता 0.0985 M और (2) सान्द्रता 3.9400 ग्राम प्रति लिटर है।

प्रयोग – 3

उद्देश्य – रासायनिक तुला का प्रयोग करते हुए N/10 नार्मलता का क्रिस्टलीय सोडियम कार्बोनेट का 250 mL विलयन बनाइए। इस मानक विलयन की सहायता से अनुमापन द्वारा दिये गये हाइड्रोक्लोरिक अम्ल विलयन की सान्द्रता (1) नार्मलता तथा (2) ग्राम प्रति लिटर में ज्ञात करो।

सूचक – मेथिल ऑरेन्ज।

सिद्धान्त : सोडियम कार्बोनेट विलयन की हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के विलयन के साथ अभिक्रिया का रासायनिक समीकरण निम्न है –

$$Na_2CO_3 + 2HCl \rightarrow 2NaCl + CO_2 + H_2O$$

इस अनुमापन में अज्ञात हाइड्रोक्लोरिक अम्ल का विलयन ब्यूरेट में भरा जाता है और ज्ञात सोडियम कार्बोनेट का विलयन कोनिकल फ्लास्क में लिया जाता है। सूचक मेथिल ऑरेनज की एक या दो बूंद कोनिकल फ्लास्क के विलयन में डालने पर पीला रंग आता है। ब्यूरेट से HCl विलयन मिलाने पर अन्तिम बिन्दू पर विलयन का रंग पीले से लाल हो जाता है, जो अभिक्रिया की पूर्णता का द्योतक है।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

$Na_2CO_3.10H_2O$ का अणुभार 286.00 ग्राम तथा तुल्यांकी भार 143.00 ग्राम है। इसलिये 250 mL N/10 नार्मलता का विलयन बनाने के लिए 3.5750 ग्राम लवण की आवश्यकता होती है इसे पूर्व में समझायी गयी विधि से रासायनिक तुला से, सावध ाानीपूर्वक तोलकर 250 mL फ्लास्क में लेकर मानक विलयन बनाते हैं। यहाँ हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के विलयन की सान्द्रता ज्ञात करते है इसलिये इस अनुमापन को अम्लमति कभी कहते है।

विधि – पूर्ववत विधि से सोडियम कार्बोनेट का 3.575 ग्राम तोलकर मानक विलयन को तैयार करो। यह प्रबल अम्ल और दुर्बल क्षार के मध्य अनुमापन है इसलिये अज्ञात अम्ल का विलयन ब्यूरेट में और क्षार का ज्ञात विलयन पिपेट से कोनिकल फ्लास्क में लो तथा अनुमापन करते समय कोनिकल फ्लास्क में मेथिल ऑरेनज सूचक मिलाओ जो पीला रंग देता है। ब्यूरेट का पाठ्यांक नोट कर धीरे–धीरे कोनिकल फ्लास्क के विलयन में अम्ल विलयन मिलाओ। अन्तिम बिन्दु पर विलयन का रंग पीले से लाल हो जाता है। अनुमापन की यह प्रक्रिया 3–4 बार दोहराओ और सुसंगत आयतन ज्ञात कर सारणी में पाठ्यांक लिखो।

प्रेक्षण सारणी 8.9 ज्ञात सोडियम कार्बोनेट विलयन के साथ अज्ञात हाइड्रोक्लोरिक के विलयन का अनुमापन

क्र.स.	पिपेट द्वारा लिये गये Na_2CO_3 के मानक विलयन का आयतन mL	ब्यूरेट का पाठ्यांक प्रारंभिक पाठ्यांक (अ)	ब्यूरेट का पाठ्यांक अन्तिम पाठ्यांक (ब)	दोनों पाठ्यकों में अन्तर या प्रयुक्त HCl विलयन का आयतन (ब–अ) mL	सुसंगत आयतन
1.	20	3.7	23.6	19.9	19.7 mL
2.	20	23.8	43.6	19.8	
3.	20	4.8	24.5	19.7	
4.	20	24.5	44.2	19.7	

गणना – सूत्र $N_1 V_1 = N_2 V_2$ से

जहाँ – N_1 = सोडियम कार्बोनेट विलयन की नार्मलता = N/10

V_1 = सोडियम कार्बोनेट विलयन का आयतन = 20 mL

N_2 = अज्ञात हाइड्रोक्लोरिक अम्ल विलयन नार्मलता = ?

और V_2 = अज्ञात हाइड्रोक्लोरिक अम्ल विलयन का आयतन = 19.7 mL

उक्त मान समीकरण में रखने पर

$$\frac{N}{10} \times 20 = N_2 \times 19.7$$

या $$N_2 = \frac{N \times 20}{10 \times 19.7} = 0.1015\ N$$

तथा सान्द्रता ग्राम प्रति लिटर में = नार्मलता × HCl का तुल्यांकी भार

= 0.1015 × 36.46

= 3.7006 ग्राम प्रति लिटर

परिणाम – दिये गये हाइड्रोक्लोरिक अम्ल विलयन की

(1) नार्मलता 0.1015 N और (2) सान्द्रता 3.7006 ग्राम प्रति लिटर है।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

प्रयोग – 4

उद्देश्य – रासायनिक तुला का प्रयोग करते हुए 3.5750 ग्राम प्रति 250 mL सान्द्रता का क्रिस्टलीय सोडियम कार्बोनेट का मानक विलयन बनाइए। इस मानक विलयन की सहायता से दिये गये अज्ञात हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के विलयन की सान्द्रता (1) मोलरता तथा (2) ग्राम प्रति लिटर में ज्ञात कीजिए।

सूचक – मेथिल ऑरेन्ज।

सिद्धान्त : सोडियम कार्बोनेट विलयन की क्रिया हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के साथ अभिक्रिया का रासायनिक समीकरण निम्न है –

$$Na_2CO_3 + 2HCl \rightarrow 2NaCl + CO_2 + H_2O$$

क्रिस्टलीय सोडियम कार्बोनेट ($Na_2CO_3.10H_2O$) का अणुभार 286.00 ग्राम है अतः इसके 3.5750 ग्राम लवण को विलेय करने पर मोलरता = 0.05 M होगी।

अभिक्रिया के उपर्युक्त समीकरण के अनुसार, सोडियम कार्बोनेट का एक अणु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के दो अणु से अभिक्रिया करता है। इसलिये गणना के लिए निम्न समीकरण प्रयुक्त करते है –

$$M_1 V_1 = 2 M_2 V_2$$

जहाँ – M_1 = अज्ञात HCl विलयन की मोलरता

V_1 = अज्ञात HCl विलयन का आयतन

M_2 = ज्ञात सोडियम कार्बोनेट विलयन मोलरता

और V_2 = ज्ञात सोडियम कार्बोनेट विलयन का आयतन =

उपकरण और आवश्यक सामग्री –प्रयोग 3 के अनुसार।

विधि – प्रयोग 3 के अनुसार

प्रेक्षण सारणी 8.10 ज्ञात क्रिस्टलीय सोडियम कार्बोनेट विलयन का अज्ञात हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के विलयन का अनुमापन

क्र.स.	पिपेट द्वारा लिये गये सोडियम कार्बोनेट के मानक विलयन का आयतन mL	ब्यूरेट का पाठ्यांक		दोनों पाठ्यकों में अन्तर या प्रयुक्त HCl विलयन का आयतन (ब–अ) mL	सुसंगत आयतन
		प्रारंभिक पाठ्यांक (अ)	अन्तिम पाठ्यांक (ब)		
1.	20	7.2	27.5	20.3	20.1 mL
2.	20	27.5	47.7	20.2	
3.	20	4.4	24.5	20.1	
4.	20	24.5	44.6	20.4	

गणना – (1) विलयन की मोलरता की गणना उपर्युक्त समीकरण से –

$$M_1 = \frac{2M_2 V_2}{V_1}$$

जहाँ – M_1 = अज्ञात HCl विलयन की मोलरता = ?

V_1 = अज्ञात HCl विलयन का आयतन = 20 mL

M_2 = ज्ञात सोडियम कार्बोनेट विलयन की मोलरता

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

$$= \frac{\text{सान्द्रता ग्राम प्रति लिटर}}{\text{अणुभार}} = \frac{3.5750 \times 1000}{250 \times 286.00} \text{ M}$$

$M_2 = 0.05$ M

और V_2 = ज्ञात सोडियम कार्बोनेट विलयन का आयतन = 20 mL0

उपयुक्त समीकरण में मान रखने पर

$$M_1 = \frac{2 \times 0.05 \text{ M} \times 20}{20.1} = 0.0995 \text{ M}$$

(ii) ग्राम प्रति लिटर में HCl विलयन की सान्द्रता की गणना

सान्द्रता ग्राम प्रति लिटर = मोलरता × अणुभार

$= 0.0995 \times 36.46 = 3.6278$ प्रति लिटर

परिणाम – दिये गये अज्ञात HCl विलयन की

(1) मोलरता 0.0995 M और (2) सान्द्रता 3.6278 ग्राम प्रति लिटर है।

* * * * *

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

अध्याय – 9

गुणात्मक विश्लेषण

(QUALITATIVE ANALYSIS)

प्रायोगिक रसायन को अध्ययन की सुविधा हेतु दो शाखाओं में विभाजित किया गया है –

(i) विश्लेषिक रसायन (Analytical Chemistry) और

(ii) सांश्लेषिक रसायन (Synthetic Chemistry)

(i) विश्लेषिक रसायन : प्रायोगिक रसायन की इस शाखा के अन्तर्गत पदार्थों के गुणात्मक एवं मात्रात्मक विश्लेषण की विधियों का अध्ययन किया जाता है।

गुणात्मक विश्लेषण के अन्तर्गत अज्ञात पदार्थ, मिश्रण या यौगिक में उपस्थित तत्वों तथा मूलकों की पहचान की जाती है, जबकि मात्रात्मक विश्लेषणों में ज्ञात पदार्थ, मिश्रण या यौगिक में उपस्थित तत्वों तथा अवयवों की मात्रा का निर्धारण करते हैं।

अकार्बनिक गुणात्मक विश्लेषण में अज्ञात लवण या लवणों के मिश्रण में उपस्थित धनायनों (क्षारीय मूलकों) तथा ऋणायनों (अम्लीय मूलकों) की पहचान रासायनिक क्रियाओं द्वारा की जाती है। इस प्रकार का परीक्षण दो प्रमुख विधियों द्वारा किया जाता है –

(i) शुष्क परीक्षण (Dry Test) और

(ii) आर्द्र परीक्षण (Wet Test)

अकार्बनिक मात्रात्मक विश्लेषण में ज्ञात लवण या लवणों के मिश्रण में उपस्थित अवयवों की मात्रा का निर्धारण करते हैं। इसकी दो प्रमुख विधियां हैं –

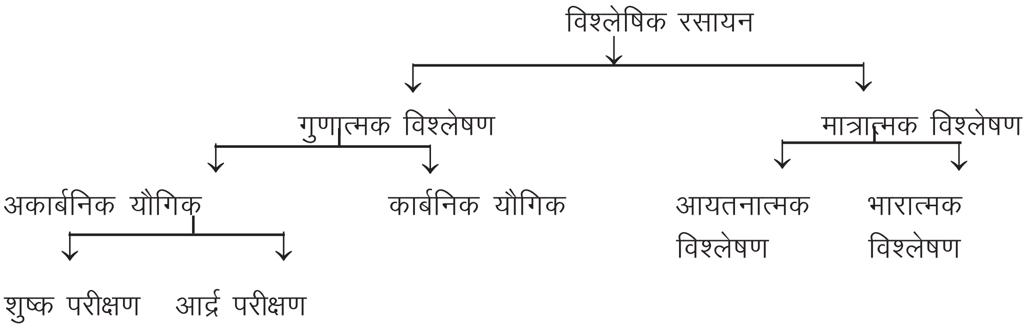
(i) आयतनी विश्लेषण (Volumetric analysis) और

(ii) भारात्मक विश्लेषण (Gravimetric analysis)

आयतनी विश्लेषण का अध्ययन पिछले अध्याय में किया जा चुका है।

कार्बनिक गुणात्मक विश्लेषण में अज्ञात कार्बनिक यौगिक की पहचान यौगिक में उपस्थित तत्वों और क्रियात्मक समूहों के परीक्षण द्वारा की जाती है।

स्पष्ट है कि विश्लेषण के वर्गीकरण को संक्षेप में निम्नानुसार प्रदर्शित किया जा सकता है –



(ii) साश्ंलेषिक रसायन :

प्रायोगिक रसायन की इस शाखा के अन्तर्गत विभिन्न अकार्बनिक और कार्बनिक पदार्थों का रासायनिक क्रियाओं द्वारा नये पदार्थों के रूप में संश्लेषण किया जाता है।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

1.0 गुणात्मक विश्लेषण में प्रयुक्त सिद्धान्त एवं तकनीक :

गुणात्मक विश्लेषण में प्रयुक्त होने वाले मूल सिद्धांत और उनकी व्याख्या निम्नलिखित है–

(i) आयनिक सिद्धांत (Ionic Theory) :

कुछ पदार्थ जैसे ग्लूकोस, फ्रॅक्टोस आदि के जलीय विलयन विद्युत धारा का चालन नहीं करते हैं, ऐसे पदार्थ विद्युत अन–अपघट्य कहलाते हैं। इसके विपरीत वे पदार्थ जिनके जलीय विलयन विद्युत धारा का चालन करते हैं, विद्युत अपघट्य कहलाते है, जैसे नमक का जलीय विलयन।

आरेनिअस के अनुसार जब किसी विद्युत अपघट्य को जल में विलेय करते हैं तो वह दो प्रकार के आवेशित कणों में विभक्त हो जाता है। धनावेशित कणों को धनायन (क्षारीय मूलक) तथा ऋणात्मक कणों को ऋणायन (अम्लीय मूलक) कहते हैं। विलयन में उपस्थित इन मूलकों को उनके विशिष्ट गुणों तथा विशिष्ट अभिकर्मकों की सहायता से पहचाना जाता है।

उदाहरण के लिए अमोनियम क्लोराइड (NH_4Cl) के विलयन में NH^+_4 तथा Cl^- आयन होते है। जब इसमें सिल्वर नाइट्रेट ($AgNO_3$) विलयन मिलाया जाता है, जिसमें Ag^+ तथा NO_3^- आयन उपस्थित होते हैं तो Ag^+ और Cl^- आयन संयोग कर AgCl का श्वेत अवक्षेप बनाते हैं।

यदि शुद्ध क्लोरोफॉर्म ($CHCl_3$) में सिल्वर नाइट्रेट विलयन मिलाया जाये तो सिल्वर क्लोराइड (AgCl) का श्वेत अवक्षेप प्राप्त नहीं होता है, क्योंकि क्लोरोफॉर्म सहसंयोजक यौगिक है, जो क्लोराइड आयनों (Cl^-) में आयनित नहीं होता।

(ii) समआयन प्रभाव (Common ion effect) :

किसी दुर्बल विद्युत अपघट्य के विलयन में उसके आयनों में से किसी एक आयन युक्त प्रबल विद्युत अपघट्य का विलयन मिलाया जाए तो दुर्बल विद्युत अपघट्य के आयनन की मात्रा कम हो जाती है। इस प्रभाव को समआयन प्रभाव कहते है।

सम आयन प्रभाव का मूल कारण ली–शैटेलिए का नियम है, जिसके अनुसार "साम्यावस्था में किसी आयन की सान्द्रता बढ़ा दी जाए तो साम्य विपरीत दिशा में विस्थापित होने लगता है।"

उदाहरण के लिए द्वितीय समूह के परीक्षण के लिए लवण के मूल विलयन में H_2S गैस प्रवाहित करने से पूर्व विलयन में तनु HCl मिलाकर इस अम्लीकृत करते हैं। तनु HCl जो प्रबल विद्युत अपघट्य है, विलयन को H^+ आयन प्रदान करता है एवं H_2S गैस (दुर्बल विद्युत अपघट्य) का आयनन समआयन प्रभाव द्वारा कम हो जाता है। H_2S तथा HCl का आयनन निम्नानुसार होता है –

$$HCl \rightleftharpoons H^+ + Cl^-$$

$$H_2S \rightleftharpoons 2H^+ + S^{2-}$$

$$K = \frac{[S^{2-}]\,[H^+]^2}{[H_2S]}$$

H_2S का वियोजन समआयन प्रभाव के कारण कम होता है, जिससे विलयन में सल्फाइड आयनों (S^{2-}) की सान्द्रता बहुत कम हो जाती है और यह केवल दूसरे समूह के धातुओं के सल्फाइडों का अवक्षेपण करती है, क्योंकि इन धातुओं के सल्फाइड़ों के विलयेता गुणनफल के मान अपेक्षाकृत कम होते है। चतुर्थ समूह के धातुओं के सल्फाइडों के विलेयता गुणनफल के मान उच्च होने के कारण विलयन में ही रह जाते हैं और अवक्षेपित नहीं होते हैं।

इसी प्रकार तृतीय समूह के मूलकों Fe^{3+}, Cr^{3+}, Al^{3+} को इनके हाइड्रॉक्साइडों के रूप में अवक्षेपित करने के लिए द्वितीय समूह के छनित में ठोस NH_4Cl मिलाकर NH_4OH का विलयन मिलाया जाता है। NH_4Cl प्रबल विद्युत अपघट्य है। जो विलयन में NH_4^+ आयन देता है। इसकी उपस्थिति में विलयन में NH_4OH (दुर्बल विद्युत अपघट्य) का आयनन समआयन प्रभाव के कारण कम हो जाता है और विलयन में OH^- आयनों की उतनी ही सान्द्रता प्राप्त होती है, जो तृतीय समूह के मूलकों Fe^{3+}, Cr^{3+}, Al^{3+} को हाइड्रॉक्साइडों के रूप में अवक्षेपित कर सके। क्योंकि इनके हाइड्रॉक्साइडों के विलेयता गुणनफल कम होते हैं। यहां उच्च वर्ग के मूलकों के हाइड्रॉक्साइड अवक्षेपित नहीं हो पाते।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

$NH_4Cl \rightleftharpoons NH_4^+ + Cl^-$ (प्रबल विद्युत अपघट्य)

$NH_4OH \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$ (दुर्बल विद्युत अपघट्य)

$$K = \frac{[NH_4^+]\,[OH^-]}{[NH_4OH]}$$

(iii) विलेयता और विलेयता गुणनफल (Solubility Product) :

विलेयता (Solubility) : निश्चित ताप पर एक लीटर संतृप्त विलयन में घुली हुई विलेय (Solute) की अधिकतम ग्राम मोल मात्रा को पदार्थ की विलेयता कहते है।

संतृप्त विलयन में अविलेय ठोस प्रदार्थ, विलेय हुए पदार्थ के साथ साम्यावस्था में रहते हैं। इस ताप पर विलयन में और अधिक विद्युत अपघट्य मिलाने पर यह अविलेय रहता है। इस अवस्था में अविलेय ठोस के अनआयनित और आयनित विद्युत अपघट्य के आयनों के मध्य निम्नानुसार साम्यावस्था स्थापित होती है –

$$\underset{\text{अविलेय (ठोस)}}{AB} \rightleftharpoons \underset{\text{विलेय (विलयन)}}{AB} \rightleftharpoons \underset{\text{आयनित}}{A^+ + B^-}$$

विलेयता गुणनफल :

निश्चित ताप पर किसी पदार्थ के संतृप्त विलयन में उपस्थित आयनों की सान्द्रता के गुणनफल को पदार्थ का विलेयता गुणनफल कहते है। इसे K_{SP} से प्रदर्शित करते हैं –

$$AB_{(\text{ठोस})} \rightleftharpoons A^+ + B^-$$

$$K = \frac{[A^+]\,[B^-]}{[AB_{(\text{ठोस})}]}$$

चूंकि निश्चित ताप पर संतृप्त विलयन की सान्द्रता $AB_{(\text{ठोस})}$ स्थिर रहती है अतः K और $[AB_{(\text{ठोस})}]$ का गुणनफल स्थिरांक हो जाता है इसे विलेयता गुणनफल कहते हैं।

$$K\,[AB_{(\text{ठोस})}] = [A^+]\,[B^-] = K_{SP}$$

K_{SP} का मान निश्चित ताप पर स्थिर होता है। ताप परिवर्तन होने पर इसका मान परिवर्तित हो जाता है।

अवक्षेपण के लिए आवश्यक शर्त :

यदि किसी विद्युत अपघटय के आयनों की सान्द्रताओं का गुणनफल (आयनिक गुणनफल) उसके विलेयता गुणनफल से अधिक हो जाता है तो साम्यावस्था बायीं ओर विस्थापित हो जाती है तथा विद्युत अपघट्य का अवक्षेपण हो जाता है। यह विलयन अति संतृप्त विलयन कहलाता है। अतः यदि –

आयनिक गुणनफल > विलेयता गुणनफल, तो अवक्षेपण हो जाता है।

(अति संतृप्त विलयन)

आयनिक गुणनफल < विलेयता गुणनफल, तो अवक्षेपण नहीं होता है।

(असंतृप्त विलयन)

आयनिक गुणनफल = विलेयता गुणनफल, तो यह संतृप्त विलयन होता है।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

गुणात्मक विश्लेषण में विलेयता गुणनफल के उपयोग :

प्रथम समूह के मूलकों [Pb^{2+}, Ag^{+}, Hg_2^{2+}] के विलयन के समूह अभिकर्मक तनु HCl मिलाने पर ये अपने क्लोराइडों के रूप में अवक्षेपित होते हैं। क्योंकि तनु HCl के आयनन से प्राप्त Cl^- आयनों व विलयन में उपस्थित धातु आयनों की सान्द्रताओं का गुणनफल इनके विलेयता गुणनफल से अधिक हो जाता है। इसका कारण प्रथम समूह के धातु क्लोराइडों के विलेयता गुणनफल का मान कम होना है। जैसा कि सारणी 2.1 से स्पष्ट है। अन्य समूहों के धातु क्लोराइड़ों के विलेयता गुणनफल के मान उच्च होने के कारण के अवक्षेपित नहीं हो पाते।

सारणी 9.1

प्रथम समूह के धातु क्लोराइड और उनके गुणनफल

यौगिक	विलेयता गुणनफल
$PbCl_2$	1.6×10^{-18}
AgCl	1.5×10^{-18}
Hg_2Cl_2	3.5×10^{-18}

$PbCl_2$ के विलेयता गुणनफल का मान उच्च होने के कारण यह प्रथम समूह में पूर्ण अवक्षेपित नहीं हो पाता है अतः Pb^{2+} को द्वितीय समूह में भी रखा गया है।

(ii) द्वितीय समूह के सल्फाइडों का अवक्षेपण :–

द्वितीय समूह के धनायनों का अवक्षेपण सल्फाइड़ों के रूप में करते है। इन सल्फाइडों के विलेयता गुणनफल बाद में आने वाले समूहों के सल्फाइडों के विलेयता गुणनफल से कम होते हैं। अतः द्वितीय समूह के सल्फाइडों का अवक्षेपण सल्फाइड आयनों की सान्द्रता पर निर्भर करता है। इसके लिए लवण के विलयन में HCl की उपस्थिति में गैस प्रवाहित की जाती है, जो दुर्बल विद्युत अपघट्य होने के कारण की उपस्थिति में कम आयनित हो पाती है। इस कारण विलयन में आयनों की सान्द्रता कम हो जाती है। इस सान्द्रता पर द्वितीय समूह के धनायनों के सल्फाइड ही अवक्षेपित हो पाते हैं, अन्य समूहों के नहीं। सारणी 9. 2 से यह बात स्पष्ट हो जाती है।

सारणी 9.2

द्वितीय एवं चतुर्थ समूह के सल्फाइडों का विलेयता गुणनफल

द्वितीय समूह के सल्फाइड	विलयता गुणनफल	चतुर्थ समूह के सल्फाइड	विलेयता गुणनफल
HgS	4.0×10^{-54}	ZnS	1.2×10^{-23}
CuS	1.0×10^{-44}	MnS	1.4×10^{-15}
Bi_2S_3	1.6×10^{-72}	NiS	1.4×10^{-24}
PbS	5.0×10^{-29}	CoS	3.0×10^{-26}
CdS	1.4×10^{-28}		
As_2S_3	1.0×10^{-40}		
Sb_2S_3	1.0×10^{-80}		
Sns	8.0×10^{-29}		

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(ii) चतुर्थ समूह के सल्फाइडों का अवक्षेपण :–

चतुर्थ समूह के धातु आयनों के सल्फाइडों के विलेयता गुणनफल अधिक होने के कारण अम्लीय माध्यम में H_2S प्रवाहित करने पर ये अवक्षेपित नहीं हो पाते हैं। इसके लिए विलयन में NH_4OH मिलाकर माध्यम क्षारीय बनाया जाता है। इससे H_2S का आयनन बढ़ जाता है।

$$NH_4OH \rightleftharpoons NH_4 + OH^-$$

$$H_2S \rightleftharpoons 2H^+ + S^{2-}$$

$$H^+ + OH^- \rightleftharpoons H_2O \text{ (अल्प आयनित)}$$

क्षारीय माध्यम में H_2S के वियोजन से प्राप्त H^+ आयन, NH_4OH के वियोजन से प्राप्त OH^- आयनों से संयोग कर अल्प आयनित H_2O बनाते है। इससे विलयन में H^+ आयनों की सान्द्रता में कमी आती है जिसे पूरा करने के लिए H_2S का आयनन अधिक होता है। फलस्वरूप सल्फाइड (S^{2-}) आयनों की सान्द्रता इतनी बढ़ जाती है कि चतुर्थ समूह के धनायनों के सल्फाइडों का आयनिक गुणनफल इनके विलयेता गुणनफल से अधिक हो जाता है और ये अवक्षेपित हो जाते है।

(iv) तृतीय समूह के हाइड्रॉक्साइडों का अवक्षेपण :–

द्वितीय समूह के छनित से H_2S दूर करने के लिए इसे उबालकर इसमें सान्द्र HNO_3 मिलाते है। इस समूह के ध नायनों का अवक्षेपण इनके हाइड्रॉक्साइडों के रूप में करते है। इसके लिए विलयन में ठोस NH_4Cl मिलाकर NH_4OH विलयन मिलाते है। NH_4Cl की उपस्थिति में NH_4OH का आयनन कम हो जाता है।

$$NH_4Cl \rightleftharpoons NH_4 + Cl^- \qquad \text{(प्रबल विद्युत अपघट्य)}$$

$$NH_4OH \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^- \qquad \text{(दुर्बल विद्युत अपघट्य)}$$

$$K = \frac{[NH_4^+]\,[OH^-]}{[NH_4OH]}$$

NH_4Cl के NH_4^+ आयनों की उपस्थिति में सम आयन प्रभाव के कारण NH_4OH का आयनन कम हो जाता है। विलयन में OH^- आयनों की सान्द्रता कम हो जाती है। इस सान्द्रता पर तृतीय समूह के धनायनों के हाइड्रॉक्साइडों के आयनिक गुणनफल इसके विलेयता गुणनफलों से उच्च हो जाते हैं और ये अवक्षेपित हो जाते हैं। आगे के समूहों के धनायनों के हाइड्रॉक्साइडों के विलेयता गुणनफल उच्च होने के कारण वे अवक्षेपित नहीं होते और विलयन में ही रह जाते हैं।

(iv) संकुल आयन (Complex Ion) :

साधारण आयन के साथ उदासीन अणुओं अथवा विपरीत आवेश वाले आयनों की क्रिया से बनने वाले जटिल आयनों को संकुल आयन कहते हैं। उदारणार्थ –

$Ag^+ + 2\,NH_3 \rightarrow [Ag\,(NH_3)_2]^+$	डाइएमीन सिल्वर (I) आयन
$Cu^{2+} + 4\,CN^- \rightarrow [Cu(CN)_4]^{2-}$	टेट्रासायनो क्यूप्रेट (II) आयन
$Cu^{2+} + 4\,NH_3 \rightarrow [Cu(NH)_3]^{2+}$	ट्राईएमीन कॉपर (II) आयन
$Cd^{2+} + 4\,CN^- \rightarrow [Cd(CN)_4]^{2-}$	टेट्रासायनोकेडमेट (II) आयन

संकुल आयनों की गुणात्मक विश्लेषण में उपयोगिता :–

संकुल आयनों की गुणात्मक विश्लेषण में उपयोगिता निम्नलिखित उदाहरणों से स्पष्ट है –

(i) अमोनिया संकुल (Ammonia Complex) क्लोराइड Cl के निश्चयात्मक परीक्षण हेतु मिश्रण के जलीय विलयन या सोडियम कोर्बोनेट निष्कर्ष में तनु HNO_3 और $AgNO_3$ मिलाने पर AgCl का श्वेत अवक्षेप प्राप्त होता है, जो NH_4OH के आधि क्य में विलेय होकर संकुल डाइएमीन सिल्वर (I) क्लोराइड बनाता है।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

$$AgCl + 2NH_4OH \rightarrow [Ag(NH_3)_2]Cl + 2H_2O$$

इसी प्रकार Cu^{2+} आयन के विलयन में NH_4OH मिलाने पर पहले क्यूप्रिक हाइड्रॉक्साइड का हल्का नीला अवक्षेप आता है जो NH_4OH को आधिक्य में मिलाने पर विलेयशील संकुल टेट्राएमीन कॉपर (II) आयन बनाता है और विलयन नीले रंग का हो जाता है।

$$Cu^{2+} + 2NH_4OH \rightarrow Cu(OH)_2 + 2NH_4^+$$
$$Cu(OH)_2 + 4NH_4OH \rightarrow [Cu(NH_3)_4]^{2+} + 4H_2O + 2OH^-$$

(ii) सायनाइड संकुल (Cyanide Complex)

द्वितीय समूह में Cu^{2+} तथा Cd^{2+} दोनों की एक साथ मिश्रण में उपस्थिति की अवस्था में इनके पृथक्करण में सायनाइड संकुल की उपस्थिति की महत्वपूर्ण भूमिका है। इनके विलयन आधिक्य में मिलाने पर निम्नलिखित संकुल बनते हैं –

$$Cu^{2+} + 4CN^- \rightarrow [Cu(CN)_4]^{2-}$$
$$Cd^{2+} + 4CN^- \rightarrow [Cd(CN)_4]^{2-}$$

केडमियम संकुल आयन कम स्थायी है। अतः विलयन में H_2S गैस प्रवाहित करने पर यह विघटित होकर CdS का पीला अवक्षेप बनाता है। जबकि कॉपर संकुल स्थायी होने के कारण विघटित नहीं होता।

$$[Cd(CN)_4]^{2-} + H_2S \rightleftharpoons CdS + 4CN^- + 2H^+$$

(iii) हाइड्रॉक्साइड संकुल (Hydroxide Complex)

Zn^{2+} तथा Al^{2+} के हाइड्रॉक्साइड NaOH के आधिक्य में संकुल बनने के कारण विलेय होता है।

$$Zn(OH)_2 + 2OH^- \rightarrow [Zn(OH_4)]^{2-}$$
$$Al(OH)_3 + OH^- \rightarrow [Al(OH_4)]^-$$

(iv) सल्फाइड संकुल (Sulphide Complex) :

As^{3+}, Sb^{3+}, Sn^{2+} के सल्फाइडों का पीले अमोनियम सल्फाइड में विलेय होना, संकुल आयन बनने के कारण होता है। द्वितीय समूह में IIA और IIB के मूलकों का पृथक्करण इसी गुण पर आधारित है।

$$As_2S_3 + 3S_2^{2-} \rightarrow 2AsS_4^{3-} + S$$
$$Sb_2S_3 + 3S_2^{2-} \rightarrow 2SbS_4^{3-} + S$$
$$SnS + S_2^{2-} \rightarrow SnS_3^{2-}$$

महत्वपूर्ण बिन्दु

विज्ञान के छात्रों के लिए यह आवश्यक है कि वे प्रत्येक कार्य को वैज्ञानिक ढ़ग से करें। प्रत्येक परीक्षण को करने से पहले यह विचार करें कि ऐसा क्यों किया जा रहा है, इससे परिणाम किस प्रकार प्राप्त हो रहा है? अतः प्रयोगशाला में कार्य करते समय निम्नांकित सावधानियां रखनी चाहिए –

- ➢ परीक्षण करने से पूर्व उसके सिद्धान्तों का पूर्ण ज्ञान होना चाहिए।
- ➢ परखनली में रासायनिक पदार्थों की सूक्ष्म मात्रा प्रयुक्त करनी चाहिए।
- ➢ परखनली में पदार्थों को गरम करते समय अपनी तथा पड़ोसी विद्यार्थियों की सुरक्षा का ध्यान रखना चाहिए।
- ➢ अम्लीय मूलकों के परीक्षण में शुष्क परखनली प्रयुक्त करनी चाहिए।
- ➢ क्षारीय (भास्मिक) मूलकों के परीक्षण में समूह अभिकर्मक मिलाने पर उस समूह का अवक्षेप प्राप्त न हो तो इसी विलयन को अगले समूह के परीक्षण में प्रयुक्त करना चाहिए।
- ➢ अभिकर्मक बोतलों को अपनी सीट पर नहीं छोड़ना चाहिए। कार्य करने के बाद उन्हें यथास्थान रख देना चाहिए।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

अध्याय – 10

अम्लीय मूलकों का परीक्षण

(TEST FOR ACID REDICALS)

ऐसे परमाणु या परमाणुओं के समूह, जिन पर ऋणावेश उपस्थित होते हैं, उन्हें ऋणायन कहते है। ये स्पीशीज अम्लों से प्राप्त होती है, अतः इन्हें अम्लीय मूलक कहते हैं।

अम्लीय मूलकों के विश्लेषण की कोई क्रमबद्ध, सैद्धान्तिक विधि नहीं है। फिर भी इनके अम्लों और कुछ अभिकर्मकों के प्रति व्यवहार के आधार पर इनके क्रमबद्ध अध्ययन के लिए इन्हें तीन समूहों में विभाजित किया गया है –

(i) प्रथम समूह (तनु अम्ल समूह) :

इन्हें निर्बल अम्लीय मूलक भी कहते हैं। इस समूह के ऋणायन तनु सल्फ्यूरिक अम्ल या तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल द्वारा अपघटित होकर रंगहीन या विशेष रंग या गंध वाली गैस देते है। इस समूह में कार्बोनेट (CO_3^{2-}), सल्फाइट (SO_3^{2-}), सल्फाइड (S^{2-}), नाइट्राइट (NO_2^-) तथा ऐसीटेट (CH_3COO^-) सम्मिलित है।

(ii) द्वितीय समूह (सान्द्र अम्ल समूह) :

इन्हें सबल अम्लीय मूलक भी कहते हैं। इस समूह के ऋणायन सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल द्वारा अपघटित होकर रंगीन और विशेष गंध वाली गैस देते हैं। इस समूह में क्लोराइड (Cl^-) ब्रोमाइड (Br^-) आयोडाइड (I^-) तथा नाइट्रेट (NO_3^-), ऑक्सलेट ($C_2O_4^{2-}$), सम्मिलित है। ये ऋणायन तनु H_2SO_4 या तनु HCl द्वारा अपघटित नहीं होते।

(iii) तृतीय समूह

इस समूह में वे ऋणायन रखे गए जो तनु या सान्द्र H_2SO_4 द्वारा अपघटित नहीं होते। इनका परीक्षण केवल अवक्षेपण क्रियाओं द्वारा होता है। इस समूह में सल्फेट (SO_4^{2-}) और फॉस्फेट (PO_4^{3-}) ऋणायन है।

उक्त वर्णन के आधार पर अम्लीय मूलकों को निम्नानुसार सारणीबद्ध किया गया है –

प्रथम समूह (तनु अम्लीय समूह)	द्वितीय समूह (सान्द्र अम्लीय समूह)	तृतीय समूह
समूह अभिकर्मक तनु H_2SO_4 है। जिससे क्रिया कर ये गैस देते हैं।	समूह अभिकर्मक सान्द्र H_2SO_4 है, जिससे क्रिया कर गैस देते है।	इस मूलक के लवण लवण कोई गैस नहीं देते हैं।
कार्बोनेट CO_3^{2-} सल्फाइट SO_3^{2-} सल्फाइड S^{2-} नाइट्राइट NO_2^- एसीटेट CH_3COO^-	क्लोराइड Cl^- ब्रोमाइड Br^- आयोडाइड I^- नाइट्रेट NO_3^- ऑक्सलेट $C_2O_4^{2-}$	सल्फेट, SO_4^{2-} फॉस्फेट, PO_4^{3-}

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ऋणायनों का विलयन में परीक्षण :

ऋणायनों का विलयन में परीक्षण करते समय कभी–कभी मिश्रण के विलयन में उपस्थित धनायन बाधा उत्पन्न करते हैं। जैसे सिल्वर आयन युक्त विलयन में सल्फेट का परीक्षण करने के लिए जब बेरियम क्लोराइड को मिलाते है तो AgCl का श्वेत अवक्षेप आता है, जो सल्फेट के अनुपस्थित होते हुए भी उसके उपस्थित होने का भ्रम उत्पन्न करता है। अतः ऋणायनों के सही परीक्षण के लिए आवश्यक है कि ऐसा विलयन तैयार किया जाए जिसमें ऋणायन की सान्द्रता अधिकतम हो और धनायन की सान्द्रता न्यूनतम हो। इसके लिए मिश्रण का सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष बनाते है।

सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष बनाना :

एक क्वथन नली अथवा पोर्सिलिन की प्याली में थोड़ा सा मिश्रण एवं ठोस Na_2CO_3 1 : 3 के अनुपात में लेकर इसमें लगभग 10–15 मिली आसुत जल मिलाते हैं। इसे 10–12 मिनट तक गरम किया जाता है। अब इस विलयन को फिल्टर पत्र की सहायता से छान लेते है। छनित को ही सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष कहते हैं।

सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष बनाते समय उभय अपघटन होता है। लवण में उपस्थित अम्लीय मूलक Na_2CO_3 के Na^+ से क्रिया कर सोडियम लवण बनाते है जो जल में विलेय होते है तथा छानने पर छनित में चले जाते हैं। सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष में Na_2CO_3 भी होता है अतः इस निष्कर्ष से अम्लीय मूलकों का परीक्षण करने से पहले इसे अम्ल द्वारा उदासीन किया जाता है।

$$2MX + Na_2CO_3 \rightarrow M_2CO_3 + 2\,NaX$$

$$MX_2 + Na_2CO_3 \rightarrow MCO_3 + 2\,NaX$$

$$BaCl_2 + Na_2CO_3 \rightarrow BaCO_3 + 2\,NaCl$$

अवक्षेप   विलेय

$$2NH_4Cl + Na_2CO_3 \rightarrow (NH_4)_2CO_3 + 2\,NaCl$$

अवक्षेप   विलेय

$$Ca(NO_3)_2 + Na_2CO_3 \rightarrow CaCO_3 + 2NaNO_3$$

अवक्षेप   विलेय

महत्वपूर्ण बिन्दु

- ➢ सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष में Na_2CO_3 भी होता है, अतः इस निष्कर्ष का उपयोग कार्बोनेट के परीक्षण में नहीं करते।
- ➢ यह निष्कर्ष जल में अविलेय यौगिकों के अम्लीय मूलकों के परीक्षण में सहायक होता है, क्योंकि सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष बनाने में ये अम्लीय मूलक जल में विलेय सोडियम लवणों में परिवर्तित हो जाते हैं।
- ➢ सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष का उपयोग S^{2-}, SO_3^{2-}, SO_4^{2-},Cl^-व I^-मूलकों के निश्चयात्मक परीक्षण में होता है।
- ➢ कुछ धातु आयन जैसे Cu^{2+}, As^{3+}, Sb^{3+} व Cr^{3+} आदि सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष से क्रिया कर विलेय रंगीन जटिल यौगिक बनाते हैं। इस रंगीन विलयन को रंगहीन करने के लिये विलयन में H_2S गैस प्रवाहित करते हैं। जिससे धातु आयनों के सल्फाइड अवक्षेपित हो जाते है, जिन्हें छानकर दूर करते हैं। छनित को उबालकर H_2S निकाल देते है। इसके पश्चात् प्राप्त होने वाले विलयन से Cl^-, S^{2-} तथा CO_3^{2-} को छोड़कर अन्य आयनों का परीक्षण करते हैं।
- ➢ पहले तनु H_2SO_4 के साथ परीक्षण करने चाहिए और बाद में सान्द्र H_2SO_4 के साथ।

प्रथम वर्ग : तनु सल्फ्यूरिक अम्ल द्वारा अपघटित होने वाले ऋणायनों का परीक्षण :

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

कार्बोनेट (CO_3^{2-}) मूलक का परीक्षण

क्र.सं.	प्रयोग	प्रेक्षण	निष्कर्ष
1.	लवण में तनु H_2SO_4 डालने पर	तीव्र बुदबुदाहट के साथ रंगहीन और गंधहीन गैस (CO_2) मुक्त होती है।	कार्बोनेट CO_3^{2-} हो सकता है।
2.	निष्कासित गैस को ताजा बने चूने के पानी में प्रवाहित करने पर	चूने का पानी दूधिया हो जाता है।	CO_3^{2-} निश्चित है।
3.	निष्कासित गैस को अधिक देर तक चूने के पानी में प्रवाहित करने पर	चूने के पानी का दूधियापन समाप्त हो जाता है।	CO_3^{2-} निश्चित है।

सल्फाइट (SO_3^{2-}) मूलक का परीक्षण

क्र.सं.	प्रयोग	प्रेक्षण	निष्कर्ष
1.	लवण में तनु H_2SO_4 डालकर हल्का गर्म करने पर	रंगहीन, जलती हुई गंधक वाली तीक्ष्ण गंध युक्त गैस (SO_2) निकलती है।	सल्फाइट SO_3^{2-} हो सकता है।
2.	उक्त परखनली के मुंह पर तनु H_2SO_4 से अम्लीकृत किया हुआ पोटैशियम डाईक्रोमेट से भीगा फिल्टर पत्र ले जाने पर	फिल्टर पत्र का रंग क्रोमियम सल्फेट बनने के कारण हरा हो जाता है।	SO_3^{2-} निश्चित है।
3.	निकलने वाली गैस को चूने के पानी में प्रवाहित करने पर	चूने का पानी दूधिया हो जाता है।	SO_3^{2-} निश्चित है।
4.	गैस को अधिक देर तक चूने के पानी में प्रवाहित करने पर	चूने के पानी का दूधिया रंग समाप्त हो जाता है।	SO_3^{2-} निश्चित है। (यह परीक्षण CO_3^{2-} भी देता है अतः गैस को ध्यानपूर्वक सूंघना चाहिए।)
5.	निकलने वाली गैस को अम्लीय पोटैशियम परमैंगनेट विलयन में प्रवाहित करने पर	विलयन रंगहीन को जाता है।	SO_3^{2-} निश्चित है।
6.	लवण के सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष को HCl से उदासीन करके इसमें $BaCl_2$ विलयन मिलाकर छानते है तथा छनित में ब्रोमीन जल डालकर गर्म करने पर	श्वेत अवक्षेप आता है।	SO_3^{2-} निश्चित है।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

सल्फाइड (S^{2-}) मूलक का परीक्षण

क्र.सं.	प्रयोग	प्रेक्षण	निष्कर्ष
1.	लवण में तनु H_2SO_4 डालकर हल्का गर्म करने पर	सड़े अण्डे जैसी गंध वाली रंगहीन गैस (H_2S) मुक्त होती है।	S^{2-} हो सकता है।
2.	उपर्युक्त परखनली के मुंह पर लेड ऐसीटेट विलयन से भीगा फिल्टर पत्र ले जाने पर	फिल्टर पत्र चमकीला काला हो जाता है। (PbS)	S^{2-} निश्चित है।
3.	सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष को एसीटिक अम्ल द्वारा अम्लीय करके उसमें 3–4 बूंद लेड एसीटेट को मिलाने पर	काला अवक्षेप प्राप्त होता है।	S^{2-} निश्चित है।
4.	सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष को अम्लीकृत करके उसमें कुछ बूंदे सोडियम नाइट्रोप्रुसाइड मिलाने पर	विलयन का रंग बैंगनी हो जाता है।	S^{2-} निश्चित है।
5.	सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष को अम्लीकृत करके उसमें थोड़ा ठोस $CdCO_3$ मिलाकर हिलाने पर	पीला अवक्षेप प्राप्त होता है।	S^{2-} निश्चित है।

नाइट्राइट (NO_2^-) मूलक का परीक्षण

क्र.सं.	प्रयोग	प्रेक्षण	निष्कर्ष
1.	लवण में तनु H_2SO_4 डालकर हल्का गर्म करने पर	तीक्ष्ण गंधयुक्त हल्के भूरे रंग की गैस (NO_2) निकलती है।	NO_2^- हो सकता है।
2.	परखनली के मुंह पर तनु H_2SO_4 स्टार्च व पोटैशियम आयोडाइड से भीगा फिल्टर पत्र ले जाने पर	फिल्टर पत्र नीला हो जाता है।	NO_2^- निश्चित है।
3.	सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष को अम्लीकृत करके उसमें ताजा $FeSO_4$ विलयन मिलाने पर	विलयन का रंग काला हो जाता है।	NO_2^- निश्चित है।
4.	सोडियम कार्बोनेट विलयन में अधिक मात्रा में CH_3COOH तथा KI विलयन मिलाने पर	विलयन का रंग पीला या भूरा हो जाता है।	NO_2^- निश्चित है।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

एसीटेट (CH_3COO^-) मूलक का परीक्षण

क्र.सं.	प्रयोग	प्रेक्षण	निष्कर्ष
1.	लवण में तनु H_2SO_4 डालकर हल्का गर्म करने पर	सिरके (एसीटिक अम्ल) जैसी गंध आती है।	CH_3COO^- हो सकता है।
2.	लवण तथा ठोस ऑक्सेलिक अम्ल को हथेली पर लेकर 2–4 बूंद जल की डालकर अंगूठें से रगड़ने पर	सिरके जैसी गंध आती है।	CH_3COO^- हो निश्चित है।
3.	लवण के सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष को तनु HCl से अम्लीकृत करके उदासीन $FeCl_3$ विलयन मिलाने पर।	गहरा लाल रंग का विलयन प्राप्त होता है, जो गर्म करने पर भूरे अवक्षेप में परिवर्तित हो जाता है।	CH_3COO^- निश्चित है।
4.	लवण में थोड़ा सा C_2H_5OH और 5–6 बूंदे सान्द्र H_2SO_4 डालकर गर्म करने पर	एस्टर बनने के कारण फलों जैसी गंध आती है।	CH_3COO^- निश्चित है।

तनु H_2SO_4 द्वारा परीक्षण का प्रक्रम चित्र (Flow sheet)

मिश्रण + तनु H_2SO_4

↓ ठंडे विलयन में तीव्र बुदबुदाहट के साथ रंगहीन तथा गंधहीन गैस निकलती है, जो चूने के पानी को दूधिया कर देती है। CO_3^{2-} निश्चित

↓ हल्का गर्म करने पर

- रंगहीन जलती हुई गंधक वाली तीक्षण गंध युक्त गैस निकलती है जो अम्लीय $K_2Cr_2O_7$ से भीगे फिल्टर पत्र को हरा कर देती है। SO_3^{2-} निश्चित
- रंगहीन संडे अण्डे जैसी गंध वाली रंगहीन गैस निकलती है जो लेड एसीटेट से भीगे फिल्टर पत्र को काला कर देती है। S^{2-} निश्चित
- तीव्र गंधुयुक्त हल्के भूरे रंग की गैस निकलती है जो स्टार्च और KI से भीगे फिल्टर पत्र को नीला कर देती है। NO_2^- निश्चित
- रंगहीन सिरके जैसी गंध निकलती है, जो उदासीन $FeCl_3$ विलयन को लाल कर देती है, जिसे गर्म करने पर भूरा अवक्षेप प्राप्त पहोता है। CH_3COO^- निश्चित

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

महत्वपूर्ण बिन्दु

- CO_2 या SO_2 गैस की मुडी हुई V आकार की नली द्वारा चूने के पानी में प्रवाहित करना चाहिए।
- प्रयुक्त चूने का पानी ताजा बना होना चाहिए।
- लेडऐसीटेट फिल्टर पत्र बनाने के लिए फिल्टर पत्र के टुकड़े को लेडऐसीटेट के विलयन में डुबोना चाहिए।
- स्टार्च आयोडाइड पत्र बनाने के लिए फिल्टर पत्र के टुकड़े पर 3–4 बूंदे तनु H_2SO_4 3–4 बूंदे KI विलयन व 3–4 बूंदे स्टार्च विलयन की डालनी चाहिए।

तनु H_2SO_4 द्वारा अपघटित होने वाले ऋणायनों का रसायन

कार्बोनेट (CO_3^{2-}) मूलक

(i) कार्बोनेट लवण की तनु H_2SO_4 के साथ क्रिया कराने पर तीव्र बुदबुदाहट के साथ CO_2 गैस उत्पन्न होती है –

$$Na_2CO_3 + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + H_2O + CO_2\uparrow$$

(ii) इस प्रकार उत्पन्न CO_2 गैस को चूने के पानी में प्रवाहित करने पर अविलेय $CaCO_3$ बनने के कारण चूने का पानी दूधिया हो जाता है।

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$$

अविलेय कैल्सियम कार्बोनेट
(दूधिया)

(iii) गैस को अधिक देर तक प्रवाहित करने पर अविलेय कैल्सियम, कार्बोनेट, विलेय कैल्सियम बाइकार्बोनेट में परिवर्तन हो जाता है। जिसके कारण विलयन रंगहीन हो जाता है।

$$CaCO_3 + H_2O + CO_2 \rightarrow Ca(HCO_3)_2$$

विलेय कैल्सियम बाई कार्बोनेट

सल्फाइट (SO_3^{2-}) मूलक :–

(i) सल्फाइट लवण को तनु H_2SO_4 के साथ गर्म करने पर जलते हुए गंधक के समान गंध वाली SO_4 गैस निकलती है।

$$Na_2SO_3 + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + H_2O + SO_2\uparrow$$

(ii) प्राप्त SO_2 गैस चूने के पानी को दूधिया कर देती है।

$$Ca(OH)_2 + SO_2 \rightarrow CaSO_3 + H_2O$$

अविलेय कैल्सियम सल्फाइट
(दूधिया)

(iii) गैस को अधिक देर तक प्रवाहित करने पर अविलेय कैल्सियम सल्फाइट, विलेय कैल्सियम बाईसल्फाइट में परिवर्तित हो जाता है, जिसके कारण विलयन रंगहीन हो जाता है।

$$CaSO_3 + H_2O + SO_2 \rightarrow Ca(HSO_3)_2$$

विलेय कैल्सियम बाइसल्फाइट

(iv) निकलने वाली SO_2 गैस को अम्लीय $KMnO_4$ विलयन में प्रवाहित करने पर विलयन रंगहीन हो जाता है।

$$2KMnO_4 + 2H_2O + 5SO_2 \rightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 2H_2SO_4$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(v) परखनली के मुंह पर तनु H_2SO_4 तथा $K_2Cr_2O_7$ से भीगा फिल्टर पत्र ले जाने पर हरे रंग का क्रोमिक सल्फेट बनता है। इसी कारण अम्लीय $K_2Cr_2O_7$ से भीगा फिल्टर पत्र हरा हो जाता है।

$$K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 + 3SO_2 \rightarrow K_2SO_4 + H_2O + Cr_2(SO_4)_3$$

क्रोमिक सल्फेट (हरा)

सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष को तनु HCl से उदासीन कर इसमें $BaCl_2$ मिलाने पर प्रारम्भ में बेरियम सल्फाइट का अवक्षेप बनता है जो तनु HCl में विलेय होने के कारण विलयन में ही रहता है।

$$Na_2SO_3 + BaCl_2 \rightarrow BaSO_3 \downarrow + 2NaCl$$

बेरियम सल्फाइट ब्रोमीन जल द्वारा बेरियम सल्फेट में ऑक्सीकृत हो जाता है और श्वेत अवक्षेप प्राप्त होता है।

$$Na_2SO_3 + BaCl_2 \rightarrow BaSO_4 \downarrow + 2NaCl$$

बेरियम सल्फेट (श्वेत अवक्षेप)

सल्फाइड (S^{2-}) मूलक :–

(i) Ni, Co, As, Hg, Ag के सल्फाइडों के अतिरिक्त अन्य सल्फाइड लवण को तनु H_2SO_4 के साथ गर्म करने पर सड़े अण्डे के समान गन्ध वाली H_2S गैस निकलती है।

$$Na_2S + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + H_2S \uparrow$$

(ii) परखनली के मुंह पर लेडएसीटेट से भीगा फिल्टर पत्र ले जाने पर यह चमकीला काला हो जाता है।

$$(CH_3COO)_2 Pb + H_2S \rightarrow PbS + CH_3COOH$$

लेड सल्फाइड (काला चमकीला)

(iii) सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष में ऐसीटिक अम्ल मिलाकर उसमें लेड एसीटेट विलयन मिलाने पर PbS का काला अवक्षेप बनता है।

$$Na_2S + (CH_3COO)_2 Pb \rightarrow PbS \downarrow + 2CH_3COONa$$

काला अवक्षेप

(iv) अम्लीकृत सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष में सोडियम नाइट्रोप्रुसाइड मिलाने पर बैंगनी रंग प्राप्त होता है।

$$Na_2S + Na_2[Fe(CN)_5NO] \rightarrow Na_4[Fe(CN)_5NOS]$$

सोडियम थायोनाइट्रोप्रुसाइड (बैंगनी रंग)

(v) अम्लीकृत सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष में ठोस $CdCO_3$ मिलाकर हिलानेसे पीला अवक्षेप प्राप्त होता है।

$$Na_2S + CdCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 + CdS \downarrow$$

पीला अवक्षेप

नाइट्राइड (NO_2^-) मूलक :–

(i) नाइट्राइट लवण को तनु H_2SO_4 के साथ गर्म करने पर NO गैस बनती है जो वायु की ऑक्सीजन के साथ ऑक्सीकृत होकर भूरे रंग की NO_2 गैस बनाती है।

$$2NaNO_2 + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2HNO_2$$

$$3HNO_2 \rightarrow HNO_3 + H_2O + 2NO$$

रंगहीन

$$2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$$

भूरे रंग की गैस

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(ii) परखनली के मुंह पर H_2SO_4 स्टार्च और KI से भीगा फिल्टर पत्र ले जाने पर यह नीला हो जाता है।

$$2KI + 2KNO_2 + 2H_2SO_4 \rightarrow 2K_2SO_4 + H_2O + 2NO + I_2$$

I_2 + स्टॉर्च $\rightarrow$ संकुल यौगिक स्टॉर्च आयोडाइड (नीला)

(iii) लवण में तनु H_2SO_4 डालने पर NO गैस बनती है। इसमें ताजा $FeSO_4$ विलयन मिलाने पर काला भूरा रंग प्राप्त होता है।

$$FeSO_4 + NO \rightarrow FeSO_4 . NO$$

नाइट्रोसोफेरस सल्फेट (काला भूरा)

ऐसीटेट (CH_3COO^-) मूलक :–

(i) ऐसीटेट लवण को तनु H_2SO_4 के साथ गर्म करने पर ऐसीटिक अम्ल बनता है और सिरके जैसी गंध आती है।

$$CH_3COONa + H_2SO_4 \rightarrow NaHSO_4 + CH_3COOH$$

(ii) ऐसीटेट लवण ऑक्सलिक अम्ल के साथ सुगमता से क्रिया कर ऐसीटिक अम्ल बनाता है।

$$2CH_3COONa + H_2C_2O_4 \rightarrow Na_2C_2O_4 + 2CH_3COOH$$

सिरका

(iii) लवण के सोडियम कोर्बोनेट निष्कर्ष में उदासीन $FeCl_2$ विलयन मिलाने पर गहरा लाल रंग उत्पन्न होता है जो फेरिक ऐसीटेट बनने के कारण होता है।

$$FeCl_3 + 3CH_3COONa \rightarrow (CH_3COO)_3Fe + 3NaCl$$

इस विलयन के उबालने पर क्षारीय फेरिक ऐसीटेट का भूरा अवक्षेप बनता है।

$$(CH_3COO)_3 Fe + 2H_2O \rightarrow (CH_3COO) Fe(OH)_2 + 2CH_3COOH$$

भूरा अवक्षेप

(iv) लवण को सान्द्र H_2SO_4 और एथेनॉल के साथ गर्म करने पर एस्टर बनता है जिसकी फलवत् गंध होती है।

$$2CH_3OONa + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2CH_3COOH$$

$$CH_3COOH + C_2H_5OH \rightarrow CH_3COOC_2H_5 + H_2O$$

एथिल एसीटेट (फलों जैसी गंध)

द्वितीय वर्ग :

सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल द्वारा अपघटित होने वाले) ऋणायनों का परीक्षण :

क्लोराइड (Cl^-) मूलक का परीक्षण

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

क्र.सं.	प्रयोग	प्रेक्षण	निष्कर्ष
1.	लवण में सान्द्र H_2SO_4 डालकर हल्का गर्म करने पर	तीक्ष्ण गंध युक्त रंगहीन गैस (HCl) निकलती है।	क्लोराइड Cl^- हो सकता है।
2.	परखनली के मुंह पर NH_4OH से भीगी छड़ ले जाने पर	श्वेत धुम बनते है।	Cl^- हो सकता है।
3.	परखनली में थोड़ा सा MnO_2 डालकर गर्म करने पर	पीले–हरे रंग की गैस गैस Cl_2 निकलती है।	Cl^- हो सकता है।
4.	**सिल्वर नाइट्रेट परीक्षण**		
(i)	लवण के सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष को तनु HNO_3 द्वारा अम्लीकृत करके $AgNO_3$ विलयन मिलाने पर	श्वेत अवक्षेप आता है। जो NH_4OH में पूर्ण विलेय हो जाता है।	Cl^- निश्चित
(ii)	उपर्युक्त विलयन में HNO_3 मिलाने पर	श्वेत अवक्षेप पुनः आ जाता है।	Cl^- निश्चित
5.	**क्रोमिल क्लोराइड परीक्षण**		
(i)	परखनली में लवण और ठोस $K_2Cr_2O_7$ को 1:1 अनुपात में मिलाकर सान्द्र H_2SO_4 डालते है और गर्म करते है।	गहरे लाल रंग की क्रोमिल क्लोराइड की वाष्प बनती है।	Cl^- हो सकता है।
(ii)	निकलने वाली वाष्प को NaOH विलयन में प्रवाहित करने पर	विलयन का रंग पीला हो जाता है।	Cl^- हो सकता है।
(iii)	प्राप्त विलयन को एसीटिक अम्ल से अम्लीकृत कर लेड एसीटेट विलयन मिलाने पर	पीला अवक्षेप प्राप्त होता है।	Cl^- निश्चित

नोट :– Hg, Ag, Pb और Sn के क्लोराइड क्रोमिल क्लोराइड परीक्षण नहीं देते है। इसके लिए सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष को शुष्क होने तक उबालते है और फिर प्राप्त अवक्षेप से उक्त परीक्षण करते है।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ब्रोमाइड (Br^-) मूलक का परीक्षण

क्र.सं.	प्रयोग	प्रेक्षण	निष्कर्ष
1.	लवण में सान्द्र H_2SO_4 डालकर हल्का गर्म करने पर	तीक्ष्ण गंध युक्त लाल रंग की गैस निकलती है।	Br^- ब्रोमाइड हो सकता है।
2.	उपर्युक्त विलयन में थोड़ा MnO_2 डालकर गर्म करने पर	अधिक मात्रा में लाल भूरे रंग की गैस (Br_2) निकलती है।	Br^- ब्रोमाइड हो सकता है।
3.	**सिल्वर नाइट्रेट परीक्षण** लवण के सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष को तनु HNO_3 से अम्लीकृत करके $AgNO_3$ मिलाने पर	हल्का पीला अवक्षेप आता है जो NH_4OH में अल्प विलेय हो जाता है।	Br^- निश्चित
4.	**परत या क्लोरीन जल परीक्षण** उदासीन सो.का. निष्कर्ष तनु HNO_3 द्वारा अम्लीकृत कर, में कुछ मात्रा में $CHCl_3$ या CCl_4 या CS_2 मिलाने के बाद धीरे –धीरे क्लोरीन जल मिलाकर हिलाने पर	कार्बनिक विलायक $CHCl_3$ या CCl_4 की परत पीला या भूरी हो जाती है।	Br^- निश्चित

आयोडाइड (I^-) मूलक का परीक्षण

क्र.सं.	प्रयोग	प्रेक्षण	निष्कर्ष
1.	लवण में सान्द्र H_2SO_4 डालकर हल्का गर्म करने पर	तीक्ष्ण गंध युक्त बैंगनी वाष्प की मात्रा बढ़ जाती है।	आयोडाइड I^- हो सकता है।
2.	उपर्युक्त विलयन में थोड़ा MnO_2 डालकर गर्म करने पर	बैंगनी वाष्प (I_2) की मात्रा बढ़ जाती है।	I^- हो सकता है।
3.	**सिल्वर नाइट्रेट परीक्षण** लवण के सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष को तनु HNO_3 से अम्लीकृत करके $AgNO_3$ मिलाने पर	पीला अवक्षेप आता है NH_4OH में अविलेय होता है।	I^- निश्चित

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

क्र.सं.	प्रयोग	प्रेक्षण	निष्कर्ष
4.	उदासीन सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष में तनु $HgCl_2$ मिलाने पर	सिंदूरी रंग का अवक्षेप प्राप्त होता है।	I^- निश्चित
5.	**परत या क्लोरीन जल परीक्षण** सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष तनु HNO_3 द्वारा अम्लीकृत करके कुछ मात्रा में $CHCl_3$ या CCl_4 या CS_2 मिलाने के बाद धीरे –धीरे क्लोरीन जल मिलाकर हिलाने पर	कार्बनिक विलायक $CHCl_3$ या CCl_4 की परत बैंगनी हो जाती है।	I^- निश्चित

नाइट्रेट (NO_3^-) मूलक का परीक्षण

क्र.सं.	प्रयोग	प्रेक्षण	निष्कर्ष
1.	लवण में सान्द्र H_2SO_4 डालकर हल्का गर्म करने पर	तीक्ष्ण गंध युक्त हल्के भूरे रंग की गैस निकलती है।	नाइट्रेट, NO_3^- हो सकता है।
2.	उपर्युक्त विलयन में तांबे की छीलन या फिल्टर पत्र का टुकड़ा डालकर गर्म करने पर	गहरे भूरे रंग की घनी गैस NO_2 निकलती है।	NO_3^- हो सकता है।
3.	लवण के सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष में लगभग समान मात्रा में सान्द्र NaOH मिलाकर उबालते है फिर Zn चूर्ण के साथ उबालने पर	अमोनिया की गंध आती है।	NO_3^- निश्चित
4.	**वलय परीक्षण** – लवण के जलीय विलयन में ताजा $FeSO_4$ का विलयन मिलाते है। परखनली को तिरछी करके इसकी दीवार के सहारे थोड़ा सा सान्द्र H_2SO_4 मिलाने पर	दोनो द्रवों के संगम पर काले–भूरे रंग का छल्ला (वलय) बनता है।	NO_3^- निश्चित

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ऑक्सलेट ($C_2O_4^{\ -}$) मूलक का परीक्षण

क्र.सं.	प्रयोग	प्रेक्षण	निष्कर्ष
1.	एक परखनली में लवण लेकर सान्द्र H_2SO_4 डालकर गर्म करो	बुदबुदाहट के साथ रंगहीन गैस ($CO + CO_2$)निकलती हैं । इसे चूने के पानी में प्रवाहित करने पर वह दूधिया हो जाता है। जलाने पर नीली लौ के साथ जलती है।	$C_2O_4^{2-}$ हो सकता है।
2.	एक परखनली में सो. का. निष्कर्ष लेकर इसे तनु CH_3COOH से अम्लीय करके उबालते है या लवण का जलीय विलयन + $CaCl_2$विलयन	श्वेत अवक्षेप आता है।	$C_2O_4^{2-}$ उपस्थित हो हो सकता है।
3.	श्वेत अवक्षेप को तनु H_2SO_4 में उबालकर दो तीन बूंद $KMnO_4$ का जलीय विलयन मिलाते है।	तेज बुदबुदाहट के साथ गुलाबी रंग गायब हो जाता है।	$C_2O_4^{2-}$ निश्चित है।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

सान्द्र H_2SO_4 द्वारा परीक्षण का प्रक्रम चित्र (Flow Sheet)

मिश्रण + सान्द्र H_2SO_4
(हल्का गर्म करने पर)

↓	↓	↓	↓	↓
(i) तीक्ष्ण गंधयुक्त रंगहीन गैस निकलती है।	(i) तीक्ष्ण गंध युक्त लाल –भूरे रंग की गैस निकलती है	(i) तीक्ष्ण गंधयुक्त बैंगनी वाष्प निकलती है।	(i) तीक्ष्ण गंधयुक्त हल्के भूरे रंग की वाष्प निकलती है।	(i) गंधहीन, रंगहीन गैस निकलती है जो चूने के पानी को दूधिया करती है।
(ii) MnO_2 मिलाने पर गैस (Cl_2)	(ii) MnO_2 मिलाने पर मात्रा बढ़ जाती है	(ii) MnO_2 मिलाने पर बढ जाती है।	(ii) तांबे की छीलन या फिल्टर पत्र के टुकड़े मिलाने पर गैस की मात्रा बढ़ जाती है।	(i) निकलने वाली गैस को वायु में जलाने पर नीली लौ साथ जलती है।
(iii) क्रोमिल क्लोराइड परीक्षण पीला अवक्षेप	(iii) परत परीक्षण–पीली–भूरी परत	(iii) परत परीक्षण–बैंगनी परत	(iii) विलय परीक्षण–भूरे रंग की वलय **NO_3^-** निश्चित	(iii) पदार्थ का जलीय विलयन + $CaCl_2$ विलयन –श्वेत अवक्षेप
(iv) सिल्वर नाइट्रेट परीक्षण–श्वेत अवक्षेप जो NH_4OH में विलेय **Cl^-** निश्चित	(iv) सिल्वर नाइट्रेट परीक्षण हल्का पीला अवक्षेप जो NH_4OH में अल्प विलेय **Br^-** निश्चित	(iv) सिल्वर नाइट्रेट परीक्षण–हल्का अवक्षेप जो NH_4OH में अविलेय **I^-** निश्चित		(iv) श्वेत अवक्षेप + तनु H_2SO_4 मिलाकर गर्म करके तीन चार बूंदे $KMnO_4$ विलयन मिलाने पर–कुछ समय में गुलाबी रंग लुप्त हो जाता है। **$C_2O_4^{2-}$** निश्चित

सान्द्र H_2SO_4 द्वारा अपघटित होने वाले ऋणायनों की रसायन :

क्लोराइड (Cl^-) मूलक

(i) क्लोराइड लवण को सान्द्र H_2SO_4 के साथ गर्म करने पर HCl के रंगहीन धूम बनते हैं –

$$NaCl + H_2SO_4 \rightarrow NaHSO_4 + HCl\uparrow$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

$$ZnCl_2 + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + 2HCl\uparrow$$

(ii) परखनली के मुंह पर NH_4OH से भीगी छड़ ले जाने पर श्वेत धूम बनते है।

$$HCl + NH_4OH \rightarrow NH_4Cl\uparrow + H_2O$$

श्वेत धूम

(iii) परखनली में लवण को सान्द्र H_2SO_4 और ठोस MnO_2 के साथ गर्म करने पर हरी पीले रंग की गैस Cl_2 निकलती है।

$$2NaCl + MnO_2 + 3H_2SO_4 \rightarrow 2\,NaHSO_4 + MnSO_4 + 2H_2O + Cl_2$$

$$4HCl + MnO_2 \rightarrow MnCl_2 + 2H_2O + Cl_2\uparrow$$

(iv) सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष में $AgNO_3$ विलयन मिलाने पर श्वेत अवक्षेप (AgCl) बनता है। जो NH_4OH के आधिक्य में विलेय है।

$$NaCl + AgNO_3 \rightarrow AgCl\downarrow + NaNO_3$$

श्वेत अवक्षेप

$$AgCl + 2\,NH_4OH \rightarrow [Ag(NH_3)_2]\,Cl + 2H_2O$$

विलेय डाइएमीन सिल्वर (I) क्लोराइड

उपयुक्त विलयन में HNO_3 डालने पर AgCl पुनः अवक्षेपित होता है।

$$[Ag(NH_3)_2]Cl + 2\,HNO_3 \rightarrow AgCl\downarrow + 2NH_4NO_3$$

(v) क्रोमिल क्लोराइड परीक्षण

$$4NaCl + K_2Cr_2O_7 + 6H_2SO_4 \rightarrow 2KHSO_4 + 4NaHSO_4 + 3H_2O + 2CrO_2Cl_2\uparrow$$

क्रोमिल क्लोराइड (गहरे लाल रंग की वाष्प)

$$CrO_2Cl_2 + 4\,NaOH \rightarrow 2\,NaCl + Na_2CrO_4 + 2H_2O$$

सोडियम क्रोमेट विलयन)

$$Na_2CrO_4 + (CH_3COO)_2Pb \rightarrow PbCrO_4 + 2\,CH_3COONa$$

लेड क्रोमेट (पीला अवक्षेप)

ब्रोमाइड (Br^-) मूलक

(i) ब्रोमाइड लवण को सान्द्र H_2SO_4 के साथ गर्म करने पर HBr बनता है जो H_2SO_4 से क्रिया कर लाल भूरे रंग की गैस HBr निकलती है।

$$NaBr + H_2SO_4 \rightarrow NaHSO_4 + HBr$$

(ii) उक्त विलयन में थोड़ा सा MnO_2 डालकर गर्म करने पर अधिक मात्रा में लाल–भूरे रंग की गैस निकलती है –

$$2NaBr + MnO_2 + 3H_2SO_4 \rightarrow 2NaHSO_4 + MnSO_4 + 2H_2O + Br_2\uparrow$$

(iii) सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष में $AgNO_3$ मिलाने पर AgBr का हल्का पीला अवक्षेप प्राप्त होता है जो NH_4OH के आधिक्य में अल्प विलेय है।

$$AgNO_3 + NaBr \rightarrow NaNO_3 + AgBr\downarrow$$

सिल्वर ब्रोमाइड (हल्का पीला)

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(iv) परत परीक्षण – सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष को तनु HNO_3 द्वारा अम्लीकृत कर थोड़ा $CHCl_3$ CCl_4 या CS_2 मिलाकर फिर क्लोरीन जल मिलाने पर कार्बनिक विलायक की परत पीली हो जाती है।

$$2NaBr + Cl_2 \rightarrow 2\,NaCl + Br_2$$

$$Br_2 + CHCl_3 \rightarrow CHCl_3.Br_2$$

क्लोरोफॉर्म पीली या भूरी परत

आयोडाइड (I^-) मूलक

(i) आयोडाइड लवण को सान्द्र H_2SO_4 के साथ गर्म करने पर HI उत्पन्न है जो H_2SO_4 से ऑक्सीकृत होकर I_2 की बैंगनी रंग की वाष्प देता है। यह वाष्प परखनली के ठण्डे भाग पर काले कणों के रूप में संघनित होती है।

$$NaI + H_2SO_4 \rightarrow NaSO_4 + 2HI$$

(ii) उक्त विलयन में थोडा सा MnO_2 डालकर गर्म करने पर अधिक मात्रा में बैंगनी वाष्प निकलती है –

$$2NaI + MnO_2 + 3H_2SO_4 \rightarrow 2NaHSO_4 + MnSO_4 + 2H_2O + I_2 \uparrow$$

(iii) सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष में $AgNO_3$ मिलाने पर गहरा पीला अवक्षेप बनता है जो NH_4OH में अविलेय है।

$$AgNO_3 + NaI \rightarrow NaNO_3 + AgI \downarrow$$

सिल्वर आयोडाइड (पीला)

(iv) सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष में $HgCl_2$ मिलाने पर सिंदूरी अवक्षेप प्राप्त होता है।

$$HgCl_2 + 2NaI \rightarrow 2\,NaCl + 2HgI_2 \downarrow$$

(v) सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष का तनुं HNO_3 द्वारा अम्लीकृत कर $CHCl_3$, CCl_4 या CS_2 थोड़ा मिलाते है फिर क्लोरीन जल मिलाने पर कार्बनिक विलायक की सतह बैंगनी हो जाती है।

$$2NaI + Cl \rightarrow 2\,NaCl + I_2$$

$$I_2 + CHCl_3 \rightarrow CHCl_3.I_2$$

` बैंगनी परत

नाइट्रेट (NO_3^-) मूलक के परीक्षण

(i) नाइट्रेट लवण को सान्द्र H_2SO_4 के साथ गर्म करने पर नाइट्रिक अम्ल की वाष्प बनती है। जो अधिक गर्म किए जाने पर अपघटित हो जाती है। NO_2 के लाल भूरे रंग के वाष्प बनते हैं।

$$NaNO_3 + H_2SO_4 \rightarrow NaHSO_4 + 2HNO_3$$

$$4HNO_3 \rightarrow 2H_2O + O_2 + 4NO_2$$

भूरी गैस

`(ii) उक्त विलयन में तांबें की छीलन डालने पर अधिक गाढ़े भूरे धूम निकलते है –

$$4NaNO_3 + 2H_2SO_4 + Cu \rightarrow 2Na_2SO_4 + Cu(NO_3)_2 + 2H_2O + 2NO_2 \uparrow$$

(iii) सभी नाइट्रेट लवण जल में विलेय होते हैं। अतः जब मिश्रण को जल के साथ हिलाकर छाना जाता है तो छनित में नाइट्रेट चले जाते है। इस विलयन में H_2SO_4 व $FeSO_4$ विलयन डालने पर NO बनती है, जो $FeSO_4$ से संयोग कर $FeSO_4.NO$ की भूरे रंग की वलय बनाती है।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

$$NaNO_3 + H_2SO_4 \rightarrow NaHSO_4 + HNO_3$$

$$6FeSO_4 + 2HNO_3 + 3H_2SO_4 \rightarrow 3Fe_2(SO_4)_3 + 4H_2O + 2NO$$

$$FeSO_4 + NO \rightarrow FeSO_4 . NO$$

नाइट्रोसोफेरस सल्फेट
(भूरा रंग)

(iv) सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष में समान मात्रा में सान्द्र NaOH मिलाकर उबालते है। फिर चूर्ण मिलाकर पुनः उबालने पर अमोनिया की गंध आती है।

$$NaNO_3 + 4Zn + 7NaOH \rightarrow NH_3\uparrow + 4Na_2ZnO_2 + 2H_2O$$

ऑक्सलेट ($C_2O_4^{2-}$) की अभिक्रियाएं –

(1) $Na_2C_2O_4 + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + H_2O + CO\uparrow + CO_2\uparrow$

(2) $Na_2C_2O_4 + CaCl_2 \rightarrow 2NaCl + CaC_2O_4$

कैल्सीयम ऑक्सलेट (श्वेत अवक्षेप)

(3) $CaC_2O_4 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + H_2C_2O_4$

(4) $2KMnO_4 + 3H_2SO_4 + 5H_2C_2O_4 \rightarrow 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 10CO_2 + 8H_2O$

तृतीय वर्ग

वे ऋणायन (अम्लीय मूलक) जो तनु या सान्द्र H_2SO_4 द्वारा अपघटित नहीं होते, उन्हें इस समूह में रखा गया है। SO_4^{2-} (सल्फेट) और PO_4^{3-} (फॉस्फेट) को इस वर्ग में रखा गया है।

SO_4^{2-} मूलक का परीक्षण

क्र.सं.	प्रयोग	प्रेक्षण	निष्कर्ष
1.	सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष में कुछ बूंदे तनु HNO_3 मिलाकर थोड़ा सा $BaCl_2$ विलयन मिलाने पर	श्वेत अवक्षेप प्राप्त होता है।	सल्फेट SO_4^{2-} हो सकता है।
2.	उक्त अवक्षेप को छानकर इसके दो भाग करते है।		
(i)	प्रथम भाग में सान्द्र HNO_3 मिला कर उबालने पर	अवक्षेप अविलेय रहता है।	SO_4^{2-} निश्चित
(ii)	द्वितीय भाग में सान्द्र HCl मिलाकर उबालने पर	अवक्षेप अविलेय रहता है।	SO_4^{2-} निश्चित

सल्फेट (SO_4^{2-}) मूलक का रसायन :

सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष में तनु HNO_3 मिलाकर थोड़ा $BaCl_2$ विलयन मिलाने पर बेरियम सल्फेट का श्वेत अवक्षेप आता है।

$$Na_2SO_4 + BaCl_2 \rightarrow BaSO_4\downarrow + 2NaCl$$

बेरियम सल्फेट (श्वेत अवक्षेप)

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

यह अवक्षेप सान्द्र HNO_3 या सान्द्र HCl में अविलेय रहता है।

फॉस्फेट PO_4^{3-} मूलक का परीक्षण

क्र.सं.	प्रयोग	प्रेक्षण	निष्कर्ष
1.	लवण का जलीय विलयन + सान्द्र HNO_3 डालकर उबालते है + अमोनियम मोलिब्डेट का विलयन आधिक्य में डालकर गर्म करते है।	पीला विलयन या विलयन प्राप्त होता है।	PO_4^{3-} निश्चित है
2.	लवण का जलीय विलयन + तनु HCl डालकर उबालते है + थोड़ा ठोस NH_4Cl डालकर उबालते है ठण्डा करके + $MgSO_4$ का विलयन + NH_4OH आधिक्य में डालते है तथा परखनली को खुरचते है।	श्वेत अवक्षेप प्राप्त होता है।	PO_4^{3-} निश्चित है।

PO_4^{3-} फॉस्फेट मूलक की अभिक्रियाएं –

(1) $Na_2HPO_4(aq) + 12\,(NH_4)_2MoO_4 + 23\,HNO_3 \rightarrow (NH_4)_3PMo_{12}O_{40} +$

डाइसोडियम हाइड्रोजन फॉस्फेट — पीला अवक्षेप अमोनियम फॉस्फोमॉलिब्डेट

$2\,NaNO_3 + 21\,NH_4NO_3 + 12\,H_2O$

या

$$PO_4^{3-} + 12\,MoO_4^{2-} + 24\,H^+ \rightarrow (PMo_{12}O_{40})^{3-} + 12\,H_2O$$

(2) $Na_2HPO_4 + MgSO_4 + NH_4OH \rightarrow Mg(NH_4)PO_4 + Na_2SO_4 + H_2O$

मैग्नीशीयम अमोनियम फॉस्फेट (श्वेत अवक्षेप)

* * * *

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

अध्याय – 11

क्षारीय मूलकों के परीक्षण

(TEST FOR BASIC REDIALS)

लवण में धनायन की पहचान करने के लिए निम्न दो प्रकार के परीक्षण किये जाते है –

(1) शुष्क परीक्षण (Dry Tests)

(2) आर्द्र परीक्षण (Wet Tests)

धनायन के गुणात्मक विश्लेषण में शुष्क परीक्षण बहुत महत्वपूर्ण होते हैं क्योंकि इसके द्वारा किसी लवण में उपस्थित धनायन का अनुमान लगाया जा सकता है। कुछ शुष्क परीक्षण तो इतने स्पष्ट होते है कि उनके द्वारा किसी धनायन का सही–सही अनुमान लगाया जा सकता है। शुष्क परीक्षण से प्राप्त जानकारी के आधार पर आर्द्र परीक्षण द्वारा धनायनों का निश्चयात्मक परीक्षण सरलता से किया जा सकता है। अतः धनायन का शुष्क परीक्षण आर्द्र परीक्षण से पहले करना चाहिए।

शुष्क परीक्षण कई प्रकार के होते है। इनमें निम्नलिखित परीक्षण प्रमुख एवं महत्वपूर्ण है –

(1) भौतिक गुण (Physical Properties)

(2) ऊष्मा का प्रभाव (Effect of Heat)

(3) ज्वाला परीक्षण (Flame Test)

(4) सुहागा मनका परीक्षण (Borax Bead Test)

(5) चारकोल गुहा परीक्षण (Charcoal Cavity Test)

(6) कोबाल्ट नाइट्रेट परीक्षण (Cobalt Nitrate Test)

(7) गलन मिश्रण परीक्षण (Fusion Mixture Test)

(1) भौतिक गुण (Physical Properties) लवण में उपस्थित धनायन का अनुमान लवण के कुछ भौतिक गुणों जैसे रंग घनत्व विलयन का रंग आदि के आधार पर लगाया जा सकता है।

(i) रंग (Colour) - अकार्बनिक लवण का रंग उसमें उपस्थित धनायन के कारण होता है। अतः लवण के रंग के आधार पर उसमें उपस्थित धनायन का अनुमान लगाया जा सकता है। कुछ लवणें के रंग तथा अनुमानित धनायन को सारणी 13.1 में दिया गया है।

सारणी 11.1 – रंगीन यौगिक

रंग	**अनुमानित धनायन**
नीला	Cu, Co
हल्का हरा	Fe^{2+}
पीला–भूरा	Fe^{3+}
पीला	Cd^{+2}, As^{3+}
नारंगी	Sb^{3+}
हरा	Ni^{2+}
हल्का गुलाबी	Mn^{2+}
गहरा गुलाबी	Co^{2+}
पीला हरा या बैंगनी	Cr^{3+}
काला	Mn^{2+}, Pb^{2+}, Cu^{2+}, Ag^{+}, Ni^{2+}, Co^{3+}

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(ii) विलयन का रंग कुछ धातुओं के लवण जल अथवा तनु अम्ल में घोले जाने पर रंगीन विलयन बनाते है। अतः विलयन के रंग के आधार पर लवण में धनायन का अनुमान लगाया जा सकता है। सारण 11.2 में कुछ विलयनों के रंग तथा अनुमानित धनायन को दिया गया है।

सारणी 11.2 – लवण के विलयन के रंग

विलयन का रंग	अनुमानित धनायन
नीला	Cu^{2+}
हरा	$Cr,^{3+}$ Ni^{2+}
हल्का हरा	Fe^{2+}
हल्का पीला	Fe^{3+}
हल्का गुलाबी	Mn^{2+}
गुलाबी	Co^{2+}

नोट :– धनायनों का अनुमान लगाने में निम्नलिखित प्रेक्षण भी सहायक होते हैं –

(1) यदि लवण श्वेत (रंगहीन) है तो उसमें Cu^{2+}, Ni^{2+}, Co^{2+}, Fe^{2+}, Mn^{2+} तथा Cr^{3+} अनुपस्थित होंगे।

(2) यदि लवण को सूघने पर अमोनिया की गंध आती है तो उसमें NH_4^+ संभावित है।

(3) यदि लवण भारी हों तो उसमें Pb^{2+}, Hg^{2+}, Ba^{2+} हो सकता है।

(2) ऊष्मा का प्रभाव (Effect of Heat) कुछ पदार्थों को गर्म करने पर उनका उर्ध्वपातन, फूलना, रंगीन गैस निकलना या रंग परिवर्तन होता है। पदार्थ के इस व्यवहार के आधार पर उनमें उपस्थित धनायन का अनुमान लगाया जा सकता है।

इस परीक्षण को करने के लिए एक शुष्क परखनली में लवण की लगभग 0.5 ग्राम लेकर उसे क्षैतिज अवस्था में रखकर गर्म करो तथा होने वाले परिवर्तन को ध्यान पूर्वक देखो। सारणी 11.3 की सहायता से सम्भावित धनायन का अनुमान लगाओ।

सारणी 11.3 – ऊष्मा का प्रभाव

प्रेक्षण		अनुमान
लवण का ऊर्ध्वपातन (Sublimation)		
सफेद (श्वेत) ऊर्ध्वपातज		NH_4^+
स्लेटी ऊर्ध्वपातज		As^{3+}
पीला या काला ऊर्ध्वपातज		As^{3+}, Sb^{3+}
पदार्थ का रंग परिवर्तन		
गर्म करने से पूर्व	गर्म करने के बाद	
लाल	काला	Hg^{2+} , Pb^{2+}
लाल–भूरा	काला	Fe^{3+}
भूरा	भूरा	Cd^{2+}
पीला	नारंगी	Bi^{3+}
हल्का पीला	पीला–भूरा	Sn^{4+}
श्वेत	पीला	Cu^{2+}
नीला	श्वेत	Cu^{2+}
नीला	काला	Cu^{2+}
नीला	भूरा	Cu^{2+}
पीला	भूरा	Pb^{2+}
हल्का भूरा	काला	Mn^{2+}

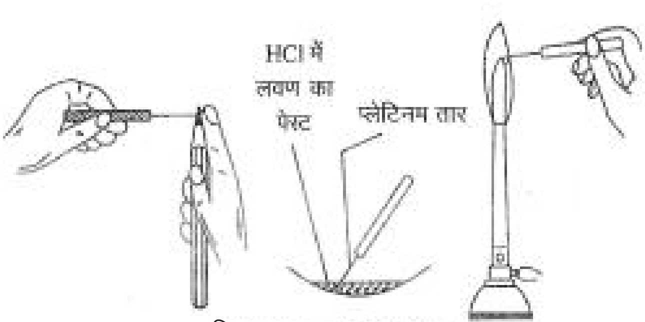
Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(3) ज्वाला परीक्षण (Flame Test) कुछ धातुओं के क्लोराइड वाष्पशील होते हैं तथा बुन्शन बर्नर की ज्वाला के ताप पर वाष्पित हो जाते हैं। और ज्योतिहीन ज्वाला को विशिष्ट रंग प्रदान करते है। इस प्रकार इन विशिष्ट ज्वाला के रंगों द्वारा लवण में उपस्थित धनायन की पहचान की जा सकती है।

ज्वाला परीक्षण की विधि – ज्वाला परीक्षण के लिए प्लेटिनम के तार का उपयोग करते हैं। प्लेटिनम का तार एक कांच की छड़ के सिरे पर लगा रहता है। ज्वाला परीक्षण करने के लिए सबसे पहले प्लेटिनम तार को एक पेन्सिल की नोंक पर लपेट कर छल्ला बनाओ। फिर इसे स्वच्छ करो। इसके लिए वाच ग्लास में थोड़ा सान्द्र HCl लेकर Pt के तार के सिरे को HCl में डुबो कर बुन्सन बर्नर की ज योतिहीन ज्वाला (ऊपरी रंगहीन ज्वाला) को गर्म करो। इस प्रक्रिया को तब तक दोहराओ जब तक कि Pt तार ज्वाला में गर्म करने पर कोई रंग नहीं दे।

अब लवण को सान्द्र में मिलाकर पेस्ट (लेई) बनाओ। इससे लवण में उपस्थित धनायन क्लोराइड बना लेते है। अब उपरोक्त तार को इस पेस्ट में डुबोकर बर्नर की ज्योतिहीन ज्वाला में तेजी से गर्म करो। इस प्रक्रिया को चित्र 11.1 में दर्शाया गया है।



चित्र 11.1 ज्वाला परीक्षण

ज्वाला के रंग को सीधे आंख से अथवा नीले कांच द्वारा देखकर सारणी 13.4 की सहायता से सम्भावित आयन का अनुमान लगाओ।

सारणी 11.4 – ज्वाला के रंग

आंख द्वारा देखने पर	नीले कांच द्वारा देखने पर	सम्भावित आयन
गहरा हरा	नीला – हरा	Cu^{2+}
ईट जैसा लाल	हल्का–हरा	Ca^{2+}
गहरा लाल	बैंगनी	Sr^{2+}
सेव जैसा हरा	नीला हरा	Ba^{2+}
स्लेटी या हल्का नीला या श्वेत	श्वेत	As^{3+}, Pb^{2+}, Sn^{2+}

नोट :– (1) यदि लवण में Pb^{2+}, Hg^{2+}, Sn^{2+}, Sb^{3+}, Bi^{3+} तथा As^{3+} आदि धनायन हो तो ज्वाला परीक्षण नहीं करना चाहिए क्योंकि ये Pt से संयोग कर मिश्रधातु बनाते हैं।

(2) जवाला परीक्षण के बाद Pt तार को साफ करके रखना चाहिए।

(3) कुछ लवण जल्दी रंग नहीं देते ऐसे में Pt तार को लवण के पेस्ट में बार–बार डुबोकर ज्वाला परीक्षण करना चाहिए।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

ज्वाला के रंगीन होने का कारण – बुन्सन ज्वाला में गर्म करने पर लवण ताप अपघटित होकर आयनों में विभाजित हो जाता है। धनायन में उपस्थित इलेक्ट्रॉन ऊर्जा का अवशोषण करके उच्च ऊर्जा स्तर में उत्तेजित करते हैं। यह उत्सर्जित ऊर्जा दृश्य क्षेत्र में होती है। भिन्न–भिन्न धनायनों से उत्सर्जित ऊर्जा की तरंग दैर्ध्य भिन्न–भिन्न होती है इसलिए इनके रंग भी भिन्न–भिन्न होते हैं।

(4) सुहागा (बोरेक्स) मनका परीक्षण (Borax Bead Test) – यह परीक्षण रंगीन लवण में धनायन की पहचान करने के लिए किया जाता है। इस परीक्षण का सिद्धान्त यह है कि जब बोरेक्स को गर्म किया जाता है तो इसमें से क्रिस्टलन जल निकल जाता है और यह फूल जाता है। अधिक गर्म करने पर यह सोडियम मेटाबोरेट तथा बोरिक ऐनहाइड्राइड में बदल जाता है और स्वच्छ, पारदर्शक कांच के समान मनका (गोले जैसा) बन जाता है।

$$Na_2B_4O_7 . 10H_2O \xrightarrow{\Delta} Na_2B_4O_7 + 10H_2O$$
सुहागा (बोरेक्स)

$$Na_2B_4O_7 \xrightarrow{\Delta} 2NaBO_2 + B_2O_3$$
सोडियम मेटाबोरेट — बोरिक एनहाइड्राइड

सुहागा मनका में उपस्थित कम वाष्पशील बोरिक एनहाइड्राइड रंगीन लवण के साथ क्रिया करके धात्विक मेटाबोरेट बनाता है, जो मनका को रंग प्रदान करता है। प्रत्येक धातु के मेटाबोरेट का विशिष्ट रंग होता है। अतः इन विशिष्ट रंगों के कारण उन्हें आसानी से पहचाना जा सकता है।

कुछ धातुओं के मेटाबोरेट अपचायक ज्वाला (जिसमें कार्बन रहता है) में गर्म करने पर अपचयित हो जाते हैं। इसलिए उनके मनका का ऑक्सीकारक तथा अपचायक ज्वाला में भिन्न–भिन्न रंग होता है। सारणी 13.5 में इस प्रकार से प्राप्त मनका के रंग दिये गये है।

सारणी 11.5 बोरेक्स मनका का रंग

ऑक्सीकारक ज्वाला में	अपचायक ज्वाला में	अनुमान (सम्भावित धातु)
गहरा नीला	गहरा नीला	कोबाल्ट
हरा	हरा	क्रोमियम
नीला–हरा	लाल अपारदर्शी	कॉपर
बैंगनी	रंग हीन	मैंगनीज
हल्का पीला	हरा	आयरन

धातुओं के मेटाबोरेट बनने की अभिक्रियाएं –

(1) कॉपर (Cu)

ऑक्सीकारक ज्वाला में $CuSO_4 + B_2O_3 \rightarrow Cu(BO_2)_2 + SO_3\uparrow$
लवण — नीला–हरा

अपचाक ज्वाला में $Cu(BO_2)_2 + C \rightarrow Cu + B_2O_3 + CO\uparrow$
लाल अपारदर्शी

(2) क्रोमियम (Cr)

ऑक्सीकारक ज्वाला में $Cr_2(SO_4)_3 + 3B_2O_3 \rightarrow 2Cr(BO_2)_3 + 3SO_3\uparrow$
लवण — हरा

अपचाक ज्वाला में $\rightarrow$ कोई परिवर्तन नहीं होता

(3) आयरन (Fe)

(i) ऑक्सीकारक ज्वाला में $Fe_2(SO_4)_3 + 3B_2O_3 \rightarrow 2Fe(BO_2)_3 + 3SO_3\uparrow$
लवण — पीला

(ii) $FeSO_4 + B_2O_3 \rightarrow Fe(BO_2)_2 + SO_3\uparrow$
लवण — हरा

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

अपचाक ज्वाला में $2Fe(BO_2)_3 + C \rightarrow 2Fe(BO_2)_2 + CO\uparrow + B_2O_3$
हरा

(4) निकिल (Ni)

ऑक्सीकारक ज्वाला में $NiSO_4 + B_2O_3 \rightarrow Ni(BO_2)_2 + SO_3\uparrow$
लवण भूरा

अपचाक ज्वाला में $Ni(BO_2)_2 + C \rightarrow Ni + B_2O_3 + CO\uparrow$
काला–स्लेटी

(5) कोबाल्ट (Co)

ऑक्सीकारक ज्वाला में

$2Co(NO_3)_2 + 2B_2O_3 \rightarrow 2Co(BO_2)_2 + 4NO_2 + O_2\uparrow$
लवण गहरा नीला

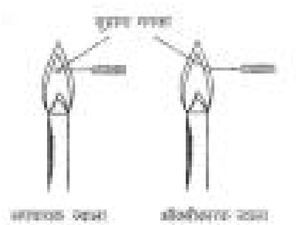
अपचाक ज्वाला में $\rightarrow$ कोई परिवर्तन नहीं होता है।

(6) मैंगनीज (Mn)

ऑक्सीकारक ज्वाला में $Mn_2O_3 + 3B_2O_3 \rightarrow 2Mn(BO_2)_3$
बैंगनी

अपचाक ज्वाला में $2Mn(BO_2)_3 + C \rightarrow 2Mn(BO_2)_2 + B_2O_3 + CO\uparrow$
रंगहीन

विधि – प्लेटिनम तार के सिरे को पेन्सिल की नोंक पर लपेट कर एक छोटा सा लूप (छल्ला) नाकर इसे बुन्सन ज्वाला में गर्म करो। अब इसे चूर्ण किये बोरेक्स में डुबोकर फिर तेजी से गर्म करो। इससे बोरेक्स फूल जाता है और अन्त में पिघलकर रंगहीन पारदर्शक मनका बनता है। इस स्वच्छ गर्म मनका को लवण से छुआ कर पहले ऑक्सीकारक ज्वाला में गर्म करो तथा मनका का रंग देखो। इसके बाद इसे अपचायक ज वाला में गर्म करो। (चित्र 13.2) तथा मनका का रंग देखो। मनका के रंग को देखकर सारणी 13.5 के अनुसार धनायन का अनुमान लगाओ।



चित्र 11.2

(5) चारकोल गुहा (केविटी) परीक्षण (Charcoal Cavity Test) कुछ धातुओं के लवण को जब अकेले या गलन मिश्रण 1 : 1 (ठोस $KNO_3 + Na_2CO_3$) के साथ चारकोल ब्लॉक या गड्ढे में अपचायक ज्वाला में गर्म किया जाता है तो वे ऑक्साइड या धातु में अपचयित हो जाते हैं। ये धातु अथवा ऑक्साइड चारकोल पर एक परत अथवा पपड़ी के रूप में जमा हो जाते हैं, जिन्हें इनके विशिष्ट रंग के आधार पर आसानी से पहचाना जा सकता है। कभी–कभी पपड़ी का रंग ठण्डा होने पर बदल भी जाता है।

इस परीक्षण में धातु लवण को गलन मिश्रण के साथ गर्म करने पर पहले धातु कार्बोनेट प्राप्त होता है। जिसका बाद में अपचयन होता है। कुछ लवण के परीक्षण में होने वाले अभिक्रिया निम्न हैं –

(1) $ZnSO_4 + Na_2CO_3 \xrightarrow{KNO_3/\Delta} ZnCO_3 + Na_2SO_4$

$ZaCO_3 \xrightarrow{\Delta} ZnO + CO_2\uparrow$
गर्म में पीला, ठण्डे में सफेद

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(2) $CdCl_2 + Na_2CO_3 \xrightarrow{KNO_3\ /\Delta} CdCO_3 + 2NaCl$

लवण

$CdCO_3 \xrightarrow{\Delta} CdO + CO_2 \uparrow$

लाल–भूरा

(3) $CuSO_4 + Na_2CO_3 \xrightarrow{KNO_3\ /\Delta} CuCO_3 + Na_2SO_4$

लवण

$CuCO_3 \xrightarrow{\Delta} CuO + CO_2$

$CuO + C \xrightarrow{\Delta} Cu + CO \uparrow$

(4) $Pb(NO_3)_2 + Na_2CO_3 \xrightarrow{KNO_3\ /\Delta} PbCO_3 + 2NaNO_3$

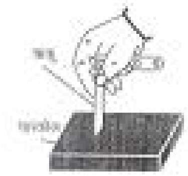
लवण

$PbCO_3 \xrightarrow{\Delta} PbO + CO_2 \uparrow$

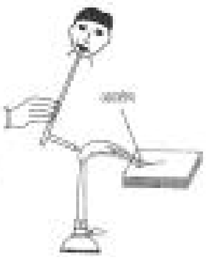
$PbO + C \xrightarrow{\Delta} Pb + CO \uparrow$

गर्म में भूरा, ठण्डे में पीला

विधि – एक स्वच्छ चारकोल के आयताकार टुकड़े को लेकर उसमें चाकू की सहायता से छोटा सा गड्ढ़ा बनाकर (चित्र 11.3) इसमें लवण तथा लगभग दुगुनी मात्रा में अनाद्र Na_2CO_3 या गलन मिश्रण ($Na_2CO_3 + KNO_3$) भरो। इस मिश्रण को 1–2 बूंद पानी डालकर नम करो। अब चारकोल को बर्नर के निकट लाकर फूँकनी (Blow pipe) की सहायता से बर्नर की अपचायक ज्वाला पर इस प्रकार से फूँक मारो कि वह गड्ढे में रखे मिश्रण को गर्म कर सके (चित्र 11.4)। इस प्रकार गर्म करने से होने वाले परिवर्तन जैसे मनका बनना, परत बनना, अवशेष बचना आदिको देखकर सारणी 11.6 के अनुसार धनायन का अनुमान लगाओ।



चित्र 11.3



चित्र 11.4

सारणी 11.6 चारकोल केविटी परीक्षण

प्रेक्षण			अनुमान
अवशेष का रंग		मनका	
गर्म में	ठण्डे में		
पीला	श्वेत	–	Zn^{2+}
भूरा	पीला	भूरा जो कागज पर निशान छोड़ता है।	Pb^{2+}
–	–	लाल	Cu^{2+}
श्वेत जो चमकता है	–	–	Ba^{2+}, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Al^{3+}
–	–	भूरा चूर्ण	Fe^{3+}, Mn^{2+} Co^{2+}

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(6) कोबाल्ट नाइट्रेट परीक्षण (Cobalt Nitrate Test) – यह परीक्षण उन यौगिकों (लवणों) के लिए किया जाता है जो चारकोल कैविटी परीक्षण में श्वेत अवशेष बनाते हैं। इस परीक्षण का सिद्धान्त यह है कि कोबाल्ट नाइट्रेट को गर्म करने पर यह अपघटित होकर कोबाल्ट ऑक्साइड देता है जो कुछ धातु ऑक्साइडों (चारकोल कैबिटी में बने श्वेत अवशेष वाले धातु ऑक्साइडों) के साथ क्रिया करके विभिन्न रंगों के द्विक ऑक्साइड बनाता है। जिन्हें विशिष्ट रंगों के आधार पर पहचान करके धनायन का अनुमान लगाया जा सकता है। जैसे –

$$2Co(NO_3)_2 \xrightarrow{\Delta} 2CoO + 4NO_2 + O_2$$

$$CoO + MgO \xrightarrow{\Delta} CoO.MgO$$

गुलाबी

$$CoO + Al_2O_3 \xrightarrow{\Delta} CoO.Al_2O_3$$

नीला

$$CoO + ZnO \xrightarrow{\Delta} CoO.ZnO$$

हरा

विधि – कोबाल्ट नाइट्रेट परीक्षण निम्न विधियों द्वारा किया जा सकता है –

1. चारकोल की सहायता से – चारकोल के टुकड़े में एक छोटा सा गड्ढा बनाओ। इसमें थोड़ा लवण रख कर एक दो बूंद पानी डालो तथा फूँकनी की सहायता से बुन्सन बर्नर की ऑक्सीकारक ज्वाला से गर्म करो। प्राप्त अवशेष में 1–2 बूंद कोबाल्ट नाइट्रेट विलयनकी डाल कर पुनः गर्म करो तथा अवशेष का रंग देखकर सारणी 13.7 के अनुसार धनायन का अनुमान लगाओ।

सारणी 11.7 – कोबाल्ट नाइट्रेट परीक्षण

अवशेष का रंग	अनुमान
नीला	Al
हरा	Zn
हल्का गुलाबी	Mg
गंदला नीला	Sn

2. फिल्टर पत्र की सहायता से – फिल्टर पत्र के टुकड़े पर थोड़ा लवण लेकर उस पर 2–3 बूंदे कोबाल्ट नाइट्रेट विलयन की डालकर इसे चिमटी की सहायता से बर्नर के ऑक्सीकारक ज्वाला में धीरे– धीरे सुखाओं और फिर जलाकर राख को एकत्रित करो। राख का रंग देखकर सारणी 13.7 के अनुसार धनायन का अनुमान लगाओ।

नोट – 1. इस परीक्षण में कोबाल्ट नाइट्रेट $Co(NO_3)_2$ को गर्म करके कोबाल्ट ऑक्साइड में बदलना होता है। अतः कोबाल्ट नाइट्रेट का विलयन डालने के बाद अधिक गर्म करना चाहिए।

2. कोबाल्ट नाइट्रेट की थोड़ी मात्रा ही प्रयोग करनी चाहिए अन्यथा कोबाल्ट ऑक्साइड का काला रंग अवशेष के रंग को दबा देता है जिससे अवशेष के रंग को पहचानने में कठिनाई होती है।

7. गलन मिश्रण परीक्षण (Fusion Mixture Test) – यह परीक्षण केवल रंगीन लवण विशेष्ज्ञ रूप से क्रोमियम तथा मैंगनीज की पहचान करने में सहायक है। ये दोनों धातु गलन मिश्रण (ठोस KNO_3 + ठोस Na_2CO_3 या ठोस NaOH) के साथ क्रिया करके रंगीन क्रोमेट तथा मैंगनेट बनाते हैं। जैसे –

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

$$Cr_2O_3 + (3KNO_3 + 4NaOH) \xrightarrow{\Delta} 2Na_2CrO_4 + 3KNO_2 + 2H_2O$$

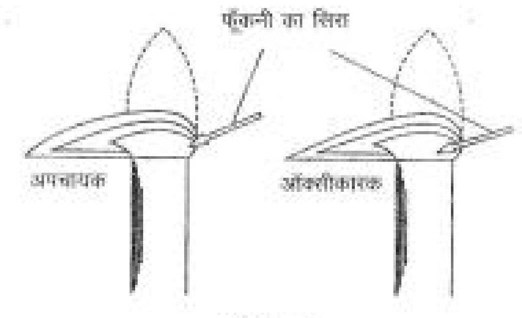
$$MnCl_2 + (2KNO_3 + 4NaOH) \xrightarrow{\Delta} Na_2MnO_4 + 2KNO_2 + 2NaCl + 2H_2O$$

विधि – एक पोर्सिलेन की प्याली में लगभग 0.5 ग्राम लवण, 0.5 ग्राम पोटैशियम नाइट्रेट तथा 0.5 ग्राम सोडियम कार्बोनेट (या सोडियम हाइड्रॉक्साइड) लो तथा तेजी से गर्म करो। प्राप्त अवशेष के रंग को देखकर सारणी 13.8 के अनुसार धनायन का अनुमान लगाओ।

सारणी 11.8 – गलन मिश्रण परीक्षण

अवशेष का रंग	अनुमान
पीला	क्रोमियम
हरा या नीला	मैंगनीज

नोट – बुन्सन बर्नर से अपचायक ज्वाला लाने के लिए इसके हवा छिद्र बन्द रखकर बर्नर को जलाओ। फिर फूँकनी के किनारे को ज्वाला की निचली सतह पर रखकर फूंक मारो। अपचायक ज्वाला एक तरफ हो जायेगी। इसी प्रकार ऑक्सीकारक (ज्योतिहीन) ज्वाला लाने के लिए हवा छिद्र खोल दो तथा फूंकनी के सिरे को ज्वाला में रखकर फूंक मारो जैसा चित्र 11.5 में दर्शाया गया है।



चित्र 11.5

(ब) आर्द्र परीक्षण
Wet Test

क्षारीय मूलकों का वर्गीकरण – शुष्क परीक्षणों जैसे ऊष्मा का प्रभाव, ज्वाला परीक्षण, चारकोल कैविटी परीक्षण, कोबाल्ट नाइट्रेट परीक्षण, आदि से लवण में उपस्थित धनायन का अनुमान लगाया जा सकता है। क्षारीय मूलकों का निश्चयात्मक परीक्षण क्रमबद्ध रूप से आर्द्र परीक्षण द्वारा ही किया जाता है।

क्षारीय मूलकों का सही एवं क्रमबद्ध आर्द्र परीक्षण करने के लिए उन्हें सात समूहों में बांटा गया है। प्रत्येक समूह के लिए एक विशिष्ट अभिकर्मक का प्रयोग करते हैं जिसे समूह अभिकर्मक कहते हैं। क्षारीय मूलकों का यह वर्गीकरण इस सिद्धान्त पर आधारित है कि किसी विशेष समूह में सम्मिलित धनायन ही उस समूह के समूह अभिकर्मक से क्रिया करके अघुलनशील पदार्थ (अवक्षेप) बनाते है अन्य समूहों के धनायन इस परिस्थिति में घुलित पदार्थ (अवक्षेप) बनाते है अन्य समूहों के धनायन इस परिस्थिति में घुलित अवस्था में ही रहते हैं। जैसे प्रथम समूह में सम्मिलित धनायनों के क्लोराइड जल में अविलेय (अघुलनशील) होते है जबकि

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

अन्य समूहों के धनायनों के क्लोराइड जल में विलेय होते हैं। अतः जब लवण के मिश्रण के विलयन में तनु HCl मिलाते हैं तो केवल प्रथम समूह के धनायनों के क्लोराइड अवक्षेपित हो जाते है शेष समूहों के धनायन विलयन में ही रहते हैं। इस प्रकार समूह अभिकर्मक की सहायता से किसी समूह के धनायन को अवक्षेपित करके उसका निश्चयात्मक परीक्षण अवक्षेप से करते हैं।

क्षारीय मूलकों के सात समूहों में से छः समूहों को रोमन अंकों I-VI से व्यक्त करते हैं। जबकि सातवें समूह को शून्य समूह कहते हैं तथा इसका कोई समूह अभिकर्मक नहीं हैं। क्षारीय मूलकों के समूह में वर्गीकरण को समूह अभिकर्मकों के साथ सारणी 11.9 में दिया गया है।

सारणी 11.9 – क्षारीय मूलकों का समूहों में वर्गीकरण

समूह	समूह अभिाकर्मक	धातु आयन	अवक्षेप का सूत्र
I	तनु HCl	Pb^{2+}	क्लोराइड– $PbCl_2$
II	तनु HCl की उपस्थिति में गैस H_2S	Pb^{2+}, Cu^{2+} As^{3+}	सल्फाइड PbS CuS, As_2S_3
III	NH_4Cl की उपस्थिति में NH_4OH	Fe^{3+},Al^{3+}	हाइड्रॉक्साइड $Fe(OH)_3$, $Al(OH)_3$
IV	NH_4Cl तथा NH_4OH की उपस्थिति मे H_2S गैसं	Zn^{2+}, Mn^{2+} Ni^{2+}, Co^{2+}	सल्फाइड –ZnS MnS, NiS, CoS
V	NH_4Cl तथा NH_4OH की उपस्थिति में $(NH_4)_2CO_3$	Ba^{2+}, Sr^{2+} Ca^{2+}	कार्बोनेट $BaCO_3$, $SrCO_3$, $CaCO_3$
VI	NH_4Cl तथा NH_4OH की उपस्थिति में NH_2HPO_4	Mg^{2+}	फास्फेट – $Mg(NH_4)PO_4$
0	-----	NH_4^+	–––

लवण का मूल विलयन बनाना (Preparation of Original Solution (OS) of the Salt) –

क्षारीय मूलकों का क्रमबद्ध आर्द्र परीक्षण विलयन में किया जाता है। अतः क्षारीय मूलकों के निश्चयात्मक परीक्षण के लिए सबसे पहले उनका मूल विलयन (OS) बनाना आवश्यक है। मूल विलयन बनाने के लिए विभिन्न विलायकों को निम्न क्रम में उपयोग में लाया जाता है –

(i) आसुत जल (ठण्डा एवं गर्म)
(ii) तनु HCl (ठण्डा एवं गर्म)
(iii) सान्द्र HCl (ठण्डा एवं गर्म)
(iv) तनु HNO_3 (ठण्डा एवं गर्म)
(v) सान्द्र HNO_3 (ठण्डा एवं गर्म)
(vi) अम्ल राज (तीन भाग सान्द्र HCl + एक भाग सान्द्र HNO_3)

नोट – आपको जल या तनु HCl में विलेय लवण दिया जायेगा। अतः अन्य विलायकों में विलयन बनाने का प्रयत्न नहीं करना चाहिए।

मूल विलयन बनाने की विधि – लवण का मूल विलयन बनाने के लिये एक परखनली में थोड़ा लवण का चूर्ण लेकर इसमें आसुत जल मिलाकर इच्छी तरह से हिलाओ। यदि लवण घुल जाता है तो अधिक लवण लेकर तथा अधिक आसुत जल मिलाकर अच्छी तरह से हिलाकर ज्यादा विलयन बनाओ। यही विलयन लवण का मूल विलयन है। यदि लवण ठण्डे जल में नहीं घुलता है तो इसे कुछ समय तक गर्म करो। यदि गर्म करने पर भी लवण अविलेय रहता है तो ठण्डा करके इसी परखनली में थोड़ा सान्द्र HCl मिला कर विलयन बनाओ। सान्द्र HCl जल से मिलकर तनु हो जाता है। यदि लवण ठण्डे में विलेय न हो तो इसे कुछ समय तक गर्म करो।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

नोट – (i) मूल विलयन पारदर्शी होना चाहिए तथा एक बार में ही अधिक मात्रा में मूल विलयन बनाकर रख लेना चाहिए।

(ii) यदि विलयन बनाते समय कोई गैस निकलती है तो गैस को गर्म करके पूर्ण रूप से निकाल देना चाहिए।

(iii) यदि विलयन तनु HCl में बना हो तो लवण में प्रथम समूह के क्षारीय मूलक अनुपस्थित है।

(iv) यदि लवण गर्म जल में घुलनशील है और ठण्डा होने पर श्वेत अवक्षेप बनता है तो लवण लैड क्लोराइड हो सकता है।

(v) अमोनियम मूलक का परीक्षण सबसे पहले करना चाहिए, क्योंकि इसके परीक्षण में कोई दूसरा मूलक बाधा नहीं डालता।

विभिन्न क्षारीय मूलकों का परीक्षण – क्षारीय मूलकों का परीक्षण उनके समूह के क्रम में ही करते हैं। यहां पर विभिन्न समूहों के उन्हीं क्षारीय मूलकों के परीक्षण दिये जा रहे हैं जो आप के पाठ्यक्रम में सम्मिलित हैं।

शून्य समूह के क्षारीय मूलक का परीक्षण :– NH_4^+ का परीक्षण

क्षारीय मूलकों के आर्द्र परीक्षण में कई परीक्षणों में NH_4Cl तथा NH_4OH मिलाते हैं इसलिए **NH_4^+** का परीक्षण प्रारम्भ में ठोस लवण से करते है।

विधि – NH_4^+ का परीक्षण करने के लिए एक शुष्क परखनली में थोड़ा लवण लेकर इसमें 2–3 सेमी^{3} सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन डालकर गर्म करो तथा निकलने वाली गैस को सावधानी पूर्वक सूंघो। यदि गैस में अमोनिया (NH_3^+) की गन्ध आती है तो लवण में NH_4^+ मूलक उपस्थित है। अमोनिया गैस को निम्न परीक्षणों के आधार पर निश्चित करो –

(i) परखनली के मुँह पर सान्द्र HCl से भीगी कांच की छड़ को रखो, श्वेत धूम निकलते हैं।

(ii) परखनली के मुँह पर मर्क्यूरस नाइट्रेट के विलयन से भीगा फिल्टर पत्र ले जाओ, फिल्टर पत्र काला पड़ जाता है।

(iii) उत्पन्न गैस को दूसरी परखनली में लिये गये नैसलर अभिकर्मक में प्रवाहित करो, लाल भूरा अवक्षेप प्राप्त होता हैं।

(iv) परखनली के मुंह पर कॉपर सल्फेट से भीगा फिल्टर पत्र ले जाओ, फिल्टर पत्र गहरा नीला हो जाता है।

NH_4^+ के परीक्षण के रासायनिक अभिक्रियाएं –

NaOH परीक्षण, $\underset{\text{लवण}}{NH_4Cl} + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O + NH_3$

$$NH_3 + HCl \rightarrow \underset{\text{श्वेत धूम्र}}{NH_4Cl}$$

मर्क्यूरस नाइट्रेट परीक्षण

$$Hg_2(NO_3)_2 + 2NH_3 \rightarrow \underset{\text{काला}}{Hg(NH_2)NO_3 + Hg} + NH_4NO_3$$

नैसलर परीक्षण

$$2K_2[HgI_4] + NH_3 + 3KOH \rightarrow \underset{\text{भूरा}}{H_2NHgO.HgI} + 7\,KI + 2H_2O$$

कॉपर सल्फेट परीक्षण

$$CuSO_4 + 4NH_3 \rightarrow \underset{\text{गहरा नीला}}{[Cu(NH_3)_4]SO_4}$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

प्रथम समूह के क्षारीय मूलकों का परीक्षण – Pb^{2+} का परीक्षण –

विधि – एक परखनली में लवण के ठण्डे जल में बने मूल विलयन (OS) की थोड़ी मात्रा लेकर इसमें तनु HCl मिलाओ। यदि श्वेत अवक्षेप बनता है तो Pb^{2+} हो सकता है। इसे निम्न परीक्षणों से निश्चित करो –

उपर्युक्त अवक्षेप को छान कर जल से अच्छी तरह धोकर। फिर इसमें थोड़ा आसुत जल मिलाकर उबालो तथा प्राप्त विलयन को तीन भागों में अलग–अलग परखनलियों में ले कर निम्न प्रयोग करो।

(i) एक परखनली को नल के नीचे जल से ठण्डा करो, श्वेत अवक्षेप बनता है।

(ii) दूसरे परखनली में पोटैशियम आयोडाइड विलयन डालो, पीला अवक्षेप प्राप्त होता है।

(iii) तीसरे परखनली में पोटैशियम क्रोमेट विलयन डालो, पीला अवक्षेप बनता है।

Pb^{2+} के परीक्षण की रासायनिक अभिक्रियाएँ –

$$Pb(NO_3)_2 + 2HCl \rightarrow PbCl_2\downarrow + HNO_3$$

मूल विलयन श्वेत

गर्म करने पर $PbCl_2$ जल में घुल जाता है क्योंकि यह गर्म जल में विलेय है लेकिन ठण्डा करने पर श्वेत अवक्षेप देता है क्योंकि ठण्डे जल में यह कम घुलनशील है।

पोटैशियम आयोडाइड परीक्षण – $PbCl_2 + 2\,KI \rightarrow PbI_2\downarrow + 2KCl$

गर्म विलयन पीला

पोटैशियम क्रोमेट परीक्षण $PbCl_2 + K_2CrO_4 \rightarrow PbCrO_4\downarrow + 2KCl$

गर्म विलयन पीला

द्वितीय समूह के क्षारीय मूलकों का परीक्षण

$Pb^{2+}, Cu^{2+}, As^{3+}$ का परीक्षण –

विधि :– एक परखनली में थोड़ा लवण का मूल विलयन लेकर इसे तनु HCl से अम्लीय करने के बाद इसमें H_2S गैस प्रवाहित करो। यदि काला या पीला अवक्षेप बनता है तो Pb^{2+}, Cu^{2+} तथा As^{3+} में से कोई एक मूलक हो सकता है यदि अवक्षेप नहीं बनता है तो ये मूलक अनुपस्थित है।

काला अवक्षेप होने पर Pb^{2+} या Cu^{2+} हो सकता है तथा पीला अवक्षेप होने पर As^{3+} हो सकता है।

रासायनिक अभिक्रियाएँ –

$$Pb(NO_3)_2 + H_2S \rightarrow PbS\downarrow + 2HNO_3$$

मूल विलयन काला

$$CuCl_2 + H_2S \rightarrow CuS\downarrow + 2HCl$$

मूल विलयन काला

$$2AsCl_3 + 3H_2S \rightarrow As_2S_3\downarrow + 6HCl$$

मूल विलयन पीला

काले अवक्षेप का परीक्षण – Pb^{2+} या Cu^{2+} का परीक्षण –

काले अवक्षेप को छानकर एक परखनली में लेकर इसे 50 प्रतिशत HNO_3 के साथ गर्म करके घोलो तथा विलयन को आधा–आधा करके दो परखनलियों में लो। एक परखनली में तनु H_2SO_4 तथा एथिल ऐल्कोहॉल मिलाओ। यदि श्वेत अवक्षेप बनता है तो Pb^{2+} है और अवक्षेप नहीं बनता है तो Cu^{2+} है। इनका निश्चयात्मक परीक्षण निम्न प्रकार से करो –

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Pb^{2+} का परीक्षण – उपर्युक्त श्वेत अवक्षेप को छानकर गर्म अमोनियम ऐसीटेट विलयन में घोल कर विलयन को थोड़ा–थोड़ा करके दो परखनलियों में लो।

(i) एक परखनली में पोटैशियम आयोडाइड विलयन मिलाओ, पीला अवक्षेप बनता है।

(ii) दूसरे परखनली में थोडा CH_3COOH अम्ल तथा लैड क्रोमेट विलयन मिलाओ, पीला अवक्षेप बनता है जो NaOH में घुल जाता है।

Pb^{2+} के परीक्षण की रासायनिक अभिक्रियाएं –

$$\underset{\text{अवक्षेप}}{3PbS + 8HNO_3} \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{विलेय}}{3Pb(NO_3)_2} + 4H_2O + 2NO + 3S$$

H_2SO_4 परीक्षण –

(i) $Pb(NO_3)_2 + H_2SO_4 \rightarrow \underset{\text{श्वेत}}{PbSO_4 \downarrow} + 2HNO_3$

(ii) $\underset{\text{अवक्षेप}}{PbSO_4} + 2CH_3COONH_4 \rightarrow \underset{\text{विलेय}}{(CH_3COO)_2Pb} + (NH_4)_2SO_4$

KI परीक्षण –

$(CH_3COO)_2 Pb + 2KI \rightarrow \underset{\text{पीला}}{PbI_2 \downarrow} + 2CH_3COOK$

K_2CrO_4 परीक्षण –

(i) $(CH_3COO)_2 Pb + K_2CrO_4 \rightarrow \underset{\text{पीला}}{PbCrO_4 \downarrow} + 2CH_3COOK$

(ii) $\underset{\text{अवक्षेप}}{PbCrO_4} + 4NaOH \rightarrow \underset{\text{विलेय}}{Na_2PbO_2} + Na_2CrO_4 + 2H_2O$

Cu^{2+} का परीक्षण :– Pb^{2+} अनुपस्थित होने पर काले अवक्षेप के HNO_3 के विलयन के दूसरे भाग में NH_4OH अधिक मात्रा में मिलाओ। नीले रंग का विलयन प्राप्त हो तो Cu^{2+} हो सकता है। इसका निश्चयात्मक परीक्षण निम्न प्रकार से करो।

(i) एक परखनली में नीले विलयन की थोडी मात्रा लेकर इसे CH_3COOH से अम्लीय करके पोटैशियम फैरोसायनाइड विलयन मिलाओ, चाकलेटी भूरा अवक्षेप प्राप्त होता है।

(ii) नीले विलयन के शेष भाग में CH_3COOH अम्ल तथा पोटैशियम आयोडाइड विलयन मिलाओ, भूरे विलयन में श्वेत अवक्षेप बनता है।

Cu^{2+} के परीक्षण की रासायनिक अभिक्रियाएँ

$3CuS + 8HNO_3 \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 4H_2O + 2NO + 3S$

NH_4OH परीक्षण

$Cu(NO_3)_2 + 4NH_4OH \rightarrow \underset{\text{नीला विलयन}}{[Cu(NH_3)_4](NO_3)_2} + 4H_2O$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

$K_4[Fe(CN)_6]$ परीक्षण –

(i) $[Cu(NH_3)_4](NO_3)_2 + 4CH_3COOH \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 4CH_3COONH_4$

(ii) $2Cu(NO_3)_2 + K_4[Fe(CN)_6] \rightarrow Cu_2[Fe(CN)_6]\downarrow + 4KNO_3$

चाकलेटी रंग

KI परीक्षण –

$2Cu(NO_3)_2 + 4KI \rightarrow Cu_2I_2\downarrow + I_2 + 4KNO_3$

श्वेत भूरा

शुष्क परीक्षण – सुहागा मनका परीक्षण –

(i) ऑक्सीकारक ज्वाला में हरा या हरा–नीला रंग

(ii) अपचायक ज्वाला में लाल अपारदर्शी

As^{3+} का परीक्षण :– द्वितीय समूह के परीक्षण में लवण के विलयन में तनु HCl डालकर H_2S गैस प्रवाहित करने पर यदि पीला अवक्षेप प्राप्त होता है तो As^{3+} हो सकता है। इसे निम्न परीक्षणों के द्वारा निश्चित करो–

पीले अवक्षेप को छानकर एक परखनली में लेकर सान्द्र HNO_3 में घोलकर विलयन को आधा–आधा दो परखनलियों में लो।

(i) एक परखनली में अमोनियम मोलिब्डेट विलयन डालकर गर्म करो, पीला अवक्षेप प्राप्त होता है।

(ii) दूसरी परखनली में NH_4Cl तथा NH_4OH अधिक मात्रा में मिलाकर फिर $MgSO_4$ का विलयन मिलाओ, श्वेत अवक्षेप प्राप्त होता है।

As^{3+} के परीक्षण की रासायनिक अभिक्रियाएँ

$3As_2S_3 + 28HNO_3 + 4H_2O \rightarrow 6H_3AsO_4 + 28NO + 9H_2SO_4$

विलेय

$(NH_4)_2MoO_4$ परीक्षण

$H_3AsO_4 + 12(NH_4)_2MoO_4 + 21HNO_3 \rightarrow$

$(NH_4)_3AsO_4.12MoO_3 + 21NH_4NO_3 + 12H_2O$

पीला

$MgSO_4$ परीक्षण –

$H_3AsO_4 + MgSO_4 + 3NH_4OH \rightarrow Mg(NH_4)AsO_4\downarrow$ श्वेत $+ (NH_4)_2SO_4 + 3H_2O$

नोट – (i) कभी–कभी लवण में ऑक्सीकरण मूलक जैसे NO_3^-, SO_3^{2-} आदि उपस्थित होने पर विलयन में H_2S गैस प्रवाहित करने पर सल्फर का हल्का पीला अवक्षेप प्राप्त होता है। जो H_2S के ऑक्सीकरण से प्राप्त होता है। इसे As_2S_3 का अवक्षेप नहीं समझना चाहिए। यह छानने पर प्रायः फिल्टर पत्र से निकल जाता है।

(ii) लैड प्रायः बदलते हुए रंगों में अवक्षेपित होता है। पहले लाल–भूरे, फिर भूरे और अन्त में काले रंग के अवक्षेप के रूप में अवक्षेपित होता है।

(iii) लैड का परीक्षण प्रथम समूह में हो जाता है तो दूसरे समूह में परीक्षण करने की आवश्यकता नहीं है।

तृतीय समूह के मूलकों का परीक्षण – Fe^{3+} तथा Al^{3+} का परीक्षण –

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

विधि – एक परखनली में थोड़ा लवण का मूल विलयन लेकर इसमें थोड़ा सान्द्र HNO_3 मिलाकर कुछ देर तक उबालो। फिर ठण्डा करके इसमें थोड़ा ठोस NH_4Cl मिलाकर धीरे–धीरे NH_4OH विलयन अधिक मात्रा में मिलाओ जिससे कि परखनली में से अमोनिया की गंध आने लगे। इसे थोड़ा गर्म करो। यदि कत्थई या भूरा जिलेटिनी अवक्षेप प्राप्त हो तो Fe^{3+} हो सकता है और श्वेत जिलेटिनी अवक्षेप प्राप्त हो तो Al^{3+} हो सकता है।

रासायनिक अभिक्रियाएं :–

$$FeCl_3 + 3\,NH_4OH \xrightarrow{NH_4Cl} Fe(OH)_3 \downarrow + 3\,NH_4Cl$$

मूल विलयन   कत्थई–भूरा

$$AlCl_3 + 3\,NH_4OH \xrightarrow{NH_4Cl} Al(OH)_3 \downarrow + 3\,NH_4Cl$$

मूल विलयन   श्वेत–जिलेटिनी

यदि NH_4Cl तथा NH_4OH मिलाने पर अवक्षेपन न आये तो इसे चतुर्थ समूह के आयनों के परीक्षण के लिये उपयोग में लिया जा सकता है।

Fe^{3+} का निश्चयात्मक परीक्षण – भूरे अवक्षेप को छान कर एक परखनली में लेकर तनु HCl के साथ गर्म करके विलयन बनाओ और विलयन को आधा–आधा दो परखनलियों में लो –

(1) प्रथम परखनली में $K_4[Fe(CN)_6]$ (पोटैशियम फैरोसायनाइड) का विलयन मिलाओ, प्रुशियन नीला विलयन या अवक्षेप प्राप्त होता है।

(2) दूसरी परखनली में KCNS (पोटैशियम थायोसायनेट) विलयन मिलाओ, गहरे लाल रंग का विलयन प्राप्त होता है।

Fe^{3+} के परीक्षण की रासायनिक अभिक्रियाएँ

$$Fe(OH)_3 + 3\,HCl \rightarrow FeCl_3 + 3H_2O \longrightarrow$$

अवक्षेप   विलेय

$K_4\,[Fe(CN_6]$ परीक्षण

$$4FeCl_3 + 3K_4[Fe(CN)_6] \rightarrow Fe_4[Fe(CN)_6] + 12\,KCl$$

प्रुशियन नीला

KCNS परीक्षण –

$$FeCl_3 + 3\,KCNS \rightarrow Fe(CNS)_3 + 3KCl$$

गहरा लाल रंग

शुष्क परीक्षण – सुहागा मनका परीक्षण – पीला मनका

Al^{3+} का परीक्षण – श्वेत जिलेटिनी अवक्षेप को NaOH के आधिक्य में विलेय करके प्राप्त विलयन को बराबर–बराबर तीन परखनलियों में लो –

(1) प्रथम परखनली में ठोस NH_4Cl डाल कर उबालो, श्वेत जिलेटिनी अवक्षेप प्राप्त होता है।

(2) दूसरी परखनली में दो–तीन बूंद नीला लिटमस विलयन मिलाकर अमोनिया की गंध आने तक NH_4OH मिलाओ, नीला तैरता हुआ अवक्षेप प्राप्त होता है जिसे नीला लेक (Blue lake) कहते है।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

शुष्क परीक्षण – कोबाल्ट नाइट्रेट परीक्षण – नीला अवशेष

Al^{3+} के परीक्षण की रासायनिक अभिक्रियाएं –

$$Al(OH)_3 + NaOH \rightarrow NaAlO_2 + 2H_2O$$

अवक्षेप विलेय

NH_4 Cl परीक्षण

$$NaAlO_2 + NH_4Cl + H_2O \xrightarrow{\Delta} Al(OH)_3\downarrow + NaCl + NH_3\uparrow$$

श्वेत अवक्षेप

नोट – (1) NH_4Cl ठोस मिलाना चाहिये।

(2) NH_4OH आधिक्य में मिलाना चाहिये जिससे अमोनिया की गन्ध आने लगे।

(3) NH_4OH मिलाने से पहले NH_4Cl मिलाना चाहिए अन्यथा चतुर्थ समूह के मूलकों के Zn^{2+}, Mn^{2+}, Co^{2+}, Ni^{2+}, हाइडॉक्साइड अवक्षेपित हो सकते है।

(4) गर्म विलयन में NH_4OH नहीं डालना चाहिये क्योंकि गर्म विलयन में यह H_2O व NH_3 में अपघटित हो जाता है। जिससे तृतीय समूह के मूलक Al^{3+} या Fe^{3+} का पूर्ण अवक्षेपण नहीं हो सकता है।

(5) NH_4Cl तथा NH_4OH मिलाने से पहले मूल विलयन को सान्द्र HNO_3 के साथ अच्छी तरह उबालना चाहिये इससे फैरस आयन (Fe^{2+}) का ऑक्सीकरण फैरिक आयन (Fe^{3+}) में हो जाता है।

चतुर्थ समूह के मूलकों का परीक्षण – Zn^{2+}, Mn^{2+},Cn^{2+} ,Ni^{2+},का परीक्षण–

विधि – तृतीय समूह के मूलकों के परीक्षण के समय यदि अवक्षेप न आये तो उसी विलयन में H_2S गैस प्रवाहित करो अथवा एक परखनली में थोड़ा मूल विलयन लेकर इसमें पहले NH_4Cl तथा फिर NH_4OH अधिक मात्रा में मिलाकर H_2S गैस प्रवाहित करो। यदि अवक्षेप प्राप्त होता है तो चतुर्थ समूह का मूलक उपस्थित है। अवक्षेप को छान लो इससे चतुर्थ समूह के मूलकों का परीक्षण करो। अवक्षेप के रंग के आधार पर उपस्थित मूलक का अनुमान निम्न प्रकार से लगाया जा सकता है।

श्वेत या हल्का स्लेटी अवक्षेप	**Zn^{2+}**
हल्का गुलाबी अवक्षेप	**Mn^{2+}**
काला अवक्षेप	**Co^{2+} ,Ni^{2+}**

रासायनिक अभिक्रियाएं –

$$ZnCl_2 + 2NH_4OH \xrightarrow{NH_4Cl} Zn(OH)_2 + 2NH_4Cl$$

लवण विलेय

$$MnCl_2 + 2NH_4OH \xrightarrow{NH_4Cl} Mn(OH)_2 + 2NH_4Cl$$

लवण विलेय

$$NiCl_2 + 2NH_4OH \xrightarrow{NH_4Cl} Ni(OH)_2 + 2NH_4Cl$$

लवण विलेय

$$CoCl_2 + 2NH_4OH \xrightarrow{NH_4Cl} Co(OH)_2 + 2NH_4Cl$$

लवण विलेय

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

$$Zn(OH)_2 + H_2S \rightarrow ZnS\downarrow + 2H_2O$$
श्वेत या स्लेटी

$$Mn(OH)_2 + H_2S \rightarrow MnS\downarrow + 2H_2O$$
गुलाबी

$$Co(OH)_2 + H_2S \rightarrow CoS\downarrow + 2H_2O$$
काला

$$Ni(OH)_2 + H_2S \rightarrow NiS\downarrow + 2H_2O$$
काला

Zn^{2+} का निश्चयात्मक परीक्षण – श्वेत या स्लेटी अवक्षेप को तनु HCl में घोलो तथा विलयन को उबालकर इसमें से H_2S को निकालो। इस विलयन को बराबर–बराबर दो परखनलियों में लो –

(1) प्रथम परखनली में NaOH विलयन मिलाओ, श्वेत अवक्षेप प्राप्त होता है जो NaOH के आधिक्य में घुल जाता है।

(2) उपर्युक्त विलयन में H_2S गैस प्रवाहित करो, श्वेत अवक्षेप प्राप्त होता है।

(3) दूसरी परखनली में पोटैशियम फैरोसायनाइड विलयन मिलाओ, श्वेत या आसमानी नीला अवक्षेप प्राप्त होता है।

शुष्क परीक्षण – चारकोल/केविटी/कोबाल्ट नाइट्रेट परीक्षण – हरा अवशेष

Zn^{2+} के परीक्षण की रासायनिक अभिक्रियाएँ –

HCl के परीक्षण $ZnS + 2\,HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2S\uparrow$

NaOH के साथ परीक्षण (i) $ZnCl_2 + 2NaOH \rightarrow Zn(OH)_2\downarrow + 2NaCl$
श्वेत

(ii) $Zn(OH)_2 + 2NaOH \rightarrow Na_2ZnO_2 + 2H_2O$
विलेय

H_2S के साथ परीक्षण

$$Na_2ZnO_2 + H_2S \rightarrow ZnS\downarrow + 2NaOH$$
श्वेत

पोटैशियम फैरोसायनाइड परीक्षण –

$$2ZnCl_2 + K_4[Fe(CN)_6] \rightarrow Zn_2[Fe(CN)_6]\downarrow + 4KCl$$
श्वेत या आसमानी नीला

Mn^{2+} का निश्चयात्मक परीक्षण – (1) गुलाबी रंग के अवक्षेप को तनु HCl में घोलकर विलयन को उबालकर इसमें से H_2S को निकालो। इसे ठण्डा करके NaOH विलयन मिलाकर हिलाओ, श्वेत अवक्षेप प्राप्त होता है, जिसमें ब्रोमीन जल डालने पर काला या भूरा हो जाता है।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(2) उपर्युक्त काले अवक्षेप को सान्द्र HNO_3 में घोल कर इसमें ठोस लैड परॉक्साइड डालकर उबालो। ठण्डा होने पर विलयन का रंग गुलाबी हो जाता है।

(3) मूल लवण को तनु HNO_3 में घोलकर ठोस सोडियम बिस्मथेट मिलाकर गर्म करो, गुलाबी रंग का विलयन प्राप्त होता है।

शुष्क परीक्षण – गलन मिश्रण परीक्षण – बैंगनी रंग का अवशेष

Mn^{2+} के परीक्षण की रासायनिक अभिक्रियाएँ –

$$\underset{\text{अवक्षेप}}{MnS} + 2\,HCl \rightarrow \underset{\text{विलेय}}{MnCl_2} + H_2S$$

NaOH के साथ परीक्षण

$$\text{(i)}\ MnCl_2 + 2NaOH \rightarrow \underset{\text{श्वेत}}{Mn(OH)_2\downarrow} + 2NaCl$$

$$\text{(ii)}\ Br_2 + H_2O \rightarrow 2\,HBr + O$$

$$\text{(ii)}\ Mn(OH)_2 + O \rightarrow \underset{\text{काला}}{MnO_2\downarrow} + H_2O$$

PbO_2 के साथ परीक्षण

$$\text{(i)}\ 2MnO_2 + 4HNO_3 \rightarrow 2Mn(NO_3)_2 + 2H_2O + O_2$$

$$\text{(ii)}\ 2Mn(NO_3)_2 + 5PbO_2 + 6HNO_3 \rightarrow 2HMnO_4\ (\text{गुलाबी रंग}) + 5Pb(NO_3)_2 + 2H_2O$$

$NaBiO_2$ के साथ परीक्षण

$$2Mn(NO_3)_2 + 5NaBiO_3 + 16HNO_3 \rightarrow 2HMnO_4\ (\text{गुलाबी रंग}) + 5Bi(NO_3)_3 + 5NaNO_3 + 7H_2O$$

Co^{2+} का निश्चयात्मक परीक्षण – काले अवक्षेप को पॉर्सिलेन की प्याली में अम्लराज मेंघोल कर विलयन को उबालकर सुखा लो। ठण्डा करके इसमें जल मिलाकर विलयन बनाओ। इस विलयन को बराबर–बराबर 3 परखनलियों में लो।

(1) प्रथम परखनली में अमोनियम हाइड्रॉक्साइड मिलाकर उदासीन करके ऐसीटिक अम्ल तथा ठोस पोटैशियम नाइट्राइट मिलाओ, पीला अवक्षेप बनता है।

(2) दूसरी परखनली में थोड़ा ईथर मिलाकर अमोनियम थायोसायनेट के क्रिस्टल डालकर हिलाओ, ईथर की परत का रंग नीला हो जाता है।

(3) तीसरी परखनली में सोडियम बाइकार्बोनेट तथा ब्रोमीन जल मिलाकर गर्म करो, हरा अवक्षेप बनता है।

शुष्क परीक्षण – सुहागा मनका परीक्षण – नीले रंग का मनका

Co^{2+} के परीक्षण की रासायनिक अभिक्रियाएँ –

$$\underset{\text{अवक्षेप}}{3CoS} + \underset{\text{अम्ल राज}}{(6\,HCl + 2HNO_3)} \rightarrow \underset{\text{विलेय}}{3CoCl_2} + 2NO\uparrow + 3\,S + 4H_2O$$

पोटैशियम नाइट्राइट परीक्षण

$$CoCl_2 + 6\,KNO_2 + 2CH_3COOH \rightarrow K_3(Co(NO_2)_6]\downarrow\ (\text{पीला}) + 2KCl + CH_3COOK$$

अमोनियम थायोसायनेट के परीक्षण

$$CoCl_2 + 4NH_4SCN \xrightarrow{\text{ईथर}} \underset{\text{नीला रंग}}{(NH_4)_2\,[Co(CNS)_4]} + 4NH_4Cl$$

सोडियम बाइकार्बोनेट परीक्षण

$$\text{(i)}\ CoCl_2 + 2NaHCO_3 \rightarrow CoCO_3 + 2NaCl + H_2O + CO_2$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(ii) $CoCO_3 + 4NaHCO_3 \rightarrow Na_4[Co(CO_3)_3] + 2CO_2 + 2H_2O$

(iii) $Br_2 + 2NaHCO_3 \rightarrow 2NaBr + H_2O + 2CO_2 + O$

(iv) $2Na_4[Co(CO_3)_3] + 2NaHCO_3 + O \rightarrow 2Na_3[Co(CO_3)_3] \downarrow$ हरा $+ 2\,Na_2CO_3 + H_2O$

Ni^{2+} का निश्चयात्मक परीक्षण – काले अवक्षेप को पॉर्सिलेन की प्याली में अम्लराज में घोल कर विलयन को उबालकर सुखा लो। ठण्डा करके इसमें जल मिलाकर विलयन बनाओ। तथा प्राप्त विलयन के शेष तीन भागों से **Ni^{2+}** के परीक्षण करो।

(1) प्रथम भाग + NH_4OH + डाई मेथिल ग्लाइऑक्सिम मिलाने पर – लाल गुलाबी रंग का अवक्षेप बनता है।

(2) दूसरा भाग + ठोस $NaHCO_3$ + Br_2 जल मिलाकर गर्म करने पर – काला अवक्षेप आता है।

(3) तीसरा भाग + α नाइट्रोसो – β – नेफ्थॉल मिलाने पर – भूरा अवक्षेप आता है।
शुष्क परीक्षण – सुहागा मनका परीक्षण – भूरे रंग की मनका

Ni^{2+} के परीक्षण की रासायनिक अभिक्रियाएं –

$$NiS + \underbrace{2\,HNO_3 + 6HCl}_{\text{अम्ल राज}} \rightarrow 2NiCl_2 + 2NO + 3S + 4H_2O$$

(i) $$NiCl_2 + 2NH_4OH + 2\begin{array}{l} CH_3 - C = NOH \\ \quad\;\;| \\ CH_3 - C = NOH \end{array} \rightarrow 2\,NH_4Cl + 2H_2O + (C_4H_7N_2O_2)_2\,Ni$$

डाइमेथिल ग्लाइऑक्सीम ($C_4H_8N_2O_2$) ; $(C_4H_7N_2O_2)_2\,Ni$ गुलाबी रंग

(ii) $NiCl_2 + 2\,NaHCO_3 \rightarrow NiCO_3 + 2\,NaCl + H_2O + CO_2$

$Br_2 + H_2O \rightarrow 2HBr + O$

$2NiCO_3 + O \rightarrow Ni_2O_3 + 2CO_2$

(निकिलिस ऑक्साइड)
(काला अवक्षेप)

पंचम समूह के मूलकों का परीक्षण – Ba^{2+}, Sr^{2+}, Ca^{2+} का परीक्षण –

विधि – एक परखनली में थोड़ा लवण का मूल विलयन लेकर इसमें ठोस अमोनियम क्लोराइड मिलाकर उबालों तथा ठण्डा करके अमोनिया की गन्ध आने तक अमोनियम हाइड्रॉक्साइड मिलाकर अमोनियम कार्बोनेट विलयन मिलाओ। श्वेत अवक्षेप प्राप्त हो तो पंचम समूह के मूलकों में से कोई एक मूलक उपस्थित हो सकता है।

रासायनिक अभिक्रियाएं –

$$\underset{\text{लवण}}{BaCl_2} + (NH_4)_2CO_3 \xrightarrow{NH_4OH} \underset{\text{श्वेत}}{BaCO_3 \downarrow} + 2\,NH_4Cl$$

$$\underset{\text{लवण}}{SrCl_2} + (NH_4)_2CO_3 \xrightarrow{NH_4OH} \underset{\text{श्वेत}}{SrCO_3 \downarrow} + 2\,NH_4Cl$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

$$CaCl_2 + (NH_4)_2CO_3 \xrightarrow{NH_4OH} CaCO_3 \downarrow + 2\,NH_4Cl$$

लवण श्वेत

अवक्षेप को छानकर जल से धोओ तथा ऐसिटिक अम्ल की न्यून मात्रा में घोलकर विलयन बनाओ। इस विलयन को बराबर–बराबर तीन परखनलियों में लो और **Ba^{2+}**, **Sr^{2+}** तथा **Ca^{2+}** को निम्न क्रम में परीक्षण करो –

Ba^{2+} का निश्चयात्मक परीक्षण – प्रथम परखनली में कुछ बूंदे पोटैशियम क्रोमेट की डालो। पीला अवक्षेप प्राप्त हो तो **Ba^{2+}** उपस्थित है।

शुष्क परीक्षण – ज्वाला परीक्षण – सेव जैसी हरी ज्वाला।

Ba^{2+} के परीक्षण की रासायनिक अभिक्रियाएं –

$$BaCO_3 + 2\,CH_3\,COOH \rightarrow (CH_3\,COO)_2Ba + CO_2 + H_2O$$

अवक्षेप विलेय

$$CH_3COO)_2Ba + K_2CrO_4 \rightarrow BaCrO_4 + 2CH_3COOK$$

पीला

Sr^{2+} का निश्चयात्मक परीक्षण – यदि Ba^{2+} अनुपस्थित हो तो दूसरी परखनली में थोड़ा अमोनियम सल्फेट विलयन मिलाकर गर्म करो। श्वेत अवक्षेप प्राप्त हो तो Sr^{2+} उपस्थित है।

शुष्क परीक्षण – ज्वाला परीक्षण – स्थायी किरमिची लाल ज्वाला

Sr^{2+} के परीक्षण की रासायनिक अभिक्रियाएं –

$$SrCO_3 + 2\,CH_3\,COOH \rightarrow (CH_3\,COO)_2Sr + CO_2 + H_2O$$

अवक्षेप विलेय

$$(CH_3COO)_2Sr + (NH_4)_2SO_4 \rightarrow SrSO_4 \downarrow + 2CH_3COONH_4$$

श्वेत

Ca^{2+} का निश्चयात्मक परीक्षण – यदि Ba^{2+} तथा Sr^{2+} अनुपस्थित हो तो तीसरी परखनली में अमोनियम ऑक्सेलेट विलयन मिलाओ श्वेत अवक्षेप प्राप्त हो तो Ca^{2+} उपस्थित है।

शुष्क परीक्षण – ज्वाला परीक्षण – अस्थाई ईंट के समान लाल ज्वाला।

Ca^{2+} के परीक्षण की रासायनिक अभिक्रियाएं –

$$CaCO_3 + 2\,CH_3\,COOH \rightarrow (CH_3\,COO)_2Ca + CO_2 + H_2O$$

अवक्षेप विलेय

$$(CH_3COO)_2Ca + (NH_4)_2C_2O_4 \rightarrow CaC_2O_4 \downarrow + 2CH_3COONH_4$$

श्वेत

नोट – (1) अमोनिमय क्लोराइड की उचित मात्रा का उपयोग करना चाहिए। अमोनियम क्लोरइाड की मात्रा अधिक होने पर पंचम समूह के मूलक का पूर्ण अवक्षेपण नहीं हो पाता तथा कम होने पर मैग्नीशियम कार्बोनेट अवक्षेपित हो जाता है।

(2) पंचम समूह के श्वेत अवक्षेप को ऐसीटिक अम्ल की न्यून मात्रा में ही घोलना चाहिए। अधिक ऐसीटिक अम्ल में बेरियम क्रोमेट का अवक्षेपण कठिनाई से होता है।

(3) पंचम समूह के धनायनों का परीक्षण Ba^{2+}, Sr^{2+} तथा Ca^{2+} के क्रम में ही करना चाहिए। पहले Ba^{2+} का परीक्षण करना चाहिए, यदि Ba^{2+} अनुपस्थित हो तभी Sr^{2+} का और Ba^{2+} तथा Sr^{2+} दोनों अनुपस्थित हो तभी Ca^{2+} का परीक्षण करना चाहिए।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(4) बेरियम क्रोमेट, स्ट्रान्शियम सल्फेट तथा कैल्सियम ऑक्जेलेट की विलेयता गुणनफल में अन्तर कम होता है। अत' इनका शुष्क परीक्षण अवश्य करना चाहिए।

षष्ठम् समूह के मूलकों का परीक्षण – Mg^{2+} का परीक्षण

विधि – एक परखनली में थोड़ा लवण का मूल विलयन लेकर इसमे थोड़ा ठोस अमोनियम क्लोराइड और अधिक मात्रा में अमोनियम हाइड्रॉक्साइड मिलाकर डाइसोडियम हाइड्रोजन फॉस्फेट मिलाकर परखनली की दीवार को कांच की छड़ से रगड़ो। श्वेत अवक्षेप प्राप्त हो तो **Mg^{2+}** हो सकता है।

रासायनिक अभिक्रियाएं –

$$MgCl_2 + Na_2HPO_4 + NH_4OH \rightarrow Mg(NH_4)PO_4 \downarrow \text{ (श्वेत) } + 2NaCl + H_2O$$

अवक्षेप

Mg^{2+} का निश्चयात्मक परीक्षण – उपर्युक्त श्वेत अवक्षेप को छानकर एक परखनली में लेकर इसे की न्यून मात्रा में घोलकर सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन मिलाकर क्षारीय करो तथा बराबर–बराबर दो परखनलियों में लो –

(1) प्रथम परखनली में कुछ बूंदे टाइटैन येलो डालकर गर्म करो, लाल गुलाबी विलयन या अवक्षेप प्राप्त होता है।

(2) दूसरी परखनली में थोड़ा 'मैग्नेसॉन II' अभिकर्मक मिलाओ, नीले रंग की लेक (Blue Lake) बनती है।

शुष्क परीक्षण – कोबाल्ट नाइट्रेट परीक्षण (राख परीक्षण) – गुलाबी अवशेष

Mg^{2+} के परीक्षण की रासायनिक अभिक्रियाएं –

$$Mg(NH_4)PO_4 + 3\,HCl \rightarrow MgCl_2 + H_3PO_4 + NH_4Cl$$

अवक्षेप　　　　　　　　विलेय

$$MgCl_2 + 2NaOH \rightarrow Mg(OH)_2 + 2NaCl$$

$Mg(OH)_2$ + टाइटैन येलो → गुलाबी विलयन

$Mg(OH)_2$ + मैग्नेसॉन → नीला लेक

* * *

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

अध्याय – 12

कार्बनिक यौगिकों में तत्वों की पहचान

(Detection of Elements of Organic Compounds)

सामान्यतया कार्बनिक यौगिकों में कार्बन, हाइड्रोजन और ऑक्सीजन उपस्थित होते हैं तथा कुछ कार्बनिक यौगिकों में इनके अलावा नाइट्रोजन, सल्फर, हैलोजन जैसे क्लोरीन, ब्रोमीन, आयोडीन भी उपस्थित होते है। सभी कार्बनिक यौगिकों में कार्बन, हाइड्रोजन और ऑक्सीजन के परीक्षण की आवश्यकता नहीं होती है क्योंकि इनकी उपस्थिति की जानकारी क्रियात्मक समूह के परीक्षण द्वारा हो जाती है। अतः कार्बनिक यौगिकों में तत्व परीक्षण का तात्पर्य नाइट्रोजन, सल्फर एवं हैलोजन का परीक्षण है। कार्बनिक यौगिक सहसंयोजक प्रकृति के होते हैं अतः इनमें उपस्थित तत्व विलयन में आयन के रूप में उपस्थित नहीं हो पाते इसलिए इन तत्वों (नाइट्रोजन, सल्फर, हैलोजन) के परीक्षण के लिए इन्हें आयनिक अकार्बनिक पदार्थों में परिवर्तित करना पड़ता है। कार्बनिक यौगिक से आयनिक अकार्बनिक पदार्थ निम्न विधियों से प्राप्त किया जा सकता है –

(1) कार्बनिक यौगिक को सोडियम धातु के साथ संगलित करके (लैसाने परीक्षण)

(2) कार्बनिक यौगिक को सोडियम कार्बोनेट तथा जस्त चूर्ण के साथ गर्म करके (मिडिल्टन परीक्षण)

यहाँ हम केवल लैसाने परीक्षण या सोडियम निष्कर्ष विधि का अध्ययन करेंगे।

लैसाने परीक्षण या सोडियम निष्कर्ष विधि –

(Lassiagne's Test or Sodium Extract Method)

इस विधि में सोडियम धातु को कार्बनिक यौगिक के साथ संगलित किया जाता है जिससे नाइट्रोजन सोडियम सायनाइड (NaCN) में, सल्फर सोडियम सल्फाइड (Na_2S) में तथा हैलोजन सोडियम हैलाइड (NaX, X = Cl, Br, I) में परिवर्तित हो जाते हैं। अभिक्रिया को निम्न प्रकार से व्यक्त करते हैं।

$$Na + C + N \rightarrow NaCN$$

$$2Na + S \rightarrow Na_2S$$

$$Na + X \rightarrow NaX$$

यदि यौगिक में N तथा S दोनों उपस्थित हो तो –

$$Na + C + N + S \rightarrow NaCNS$$ (सोडियम थायोसायनेट)

इस प्रकार से प्राप्त उत्पाद जल में घुलनशील है तथा आयनित अवस्था में रहते हैं। अतः इन आयनों का परीक्षण करके कार्बनिक यौगिक में तत्व की उपस्थिति निश्चित करते हैं।

लैसाने विलयन (L.S.) बनाने की विधि –

एक स्वच्छ ज्वलन नली में सोडियम धातु का छोटा टुकड़ा (मिट्टी के तेल रहित) तथा लगभग 5 mg ठोस या 3–5 बूंद द्रव कार्बनिक पदार्थ की लो। ज्वलन नली को बुन्सन बर्नर पर पहले धीरे–धीरे गर्म करो। जिससे सोडियम धातु पिघलकर कार्बनिक यौगिक के साथ संगलित हो जाए। इसके पश्चात् नली को रक्त तप्त होने तक गर्म करो। इस नली को एक क्वथन नली, जिसमें 10–15 mL आसुत जल हो, में डाल दो। जल के सम्पर्क में आने पर नली टूट जाती है और संगलित पदार्थ (सोडियम लवण) जल में विलेय हो जाता है। इस विलयन को लगभग 5 मिनट तक उबालो तथा फिल्टर पत्र से छान लो। प्राप्त छनित सोडियम निष्कर्ष या लैसाने विलयन कहलाता है।

यद्यपि सोडियम धातु के आधिक्य के कारण यह विलयन क्षारीय प्रकृति का होता है। यदि विलयन क्षारीय न हो तो परीक्षण के पूर्व की 2–3 बूंदे NaOH विलयन मिलाकर विलयन को क्षारीय बना लेते है।

सोडियम निष्कर्ष विलयन में कार्बनिक यौगिक के विभिन्न तत्व जैसे नाइट्रोजन, सल्फर, हैलोजन क्रमशः सायनाइड (CN^-), सल्फाइड (S^{2-}) और हैलाइड ($X^- = Cl^-, Br^-; I^-$) आयन के रूप में होते है।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

टिप्पणी (1) यदि लैसाने विलयन रंगहीन नहीं है तो पुनः उपर्युक्त विधि द्वारा लैसाने विलयन का विरचन करना चाहिए।

(2) कुछ यौगिक सोडियम धातु से तेजी से क्रिया करते हैं और जलने लगते है। इस अवस्था में यौगिक के साथ स्टार्च मिला दिया जाता है और मिश्रण से लैसाने विलयन बनाया जाता है।

सोडियम निष्कर्ष या लैसाने विलयन से विभिन्न तत्वों का परीक्षण निम्न प्रकार से करते हैं।

(अ) नाइट्रोजन का परीक्षण – एक परखनली में थोड़ा लैसाने विलयन लेकर इसमें बराबर मात्रा में फेरस सल्फेट का ताजा बना संतृप्त विलयन मिलाओ। यदि लैसाने विलयन क्षारीय न हो तो एक – दो बूंद सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन मिलाओ। इससे फेरस हाइड्रॉक्साइड का हरा अवक्षेप प्राप्त होता है। इसे कुछ समय तक उबालकर ठण्डा करके इसमें 1–2 बूंद तनु सल्फ्यूरिक अम्ल की मिलाओ जिससे हरा अवक्षेप घुल जाये। यदि विलयन का रंग हरा, नीला या हरा–नीला हो तो यौगिक में नाइट्रोजन उपस्थित है।

परीक्षण में प्रयुक्त अभिक्रियाएं –

$$FeSO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + Fe(OH)_2\downarrow$$

हरा अवक्षेप

$$Fe(OH)_2 + 6NaCN \rightarrow Na_4[Fe(CN)_6] + 2NaOH$$

सोडियम फैरोसायनाइड

विलयन में उपस्थित Fe^{2+} आयन वायु की उपस्थिति में गर्म करने पर Fe^{3+} आयन में ऑक्सीकृत हो जाते हैं जो सोडियम फैरोसायनाइड से क्रिया करके नीला रंग देते है।

$$3Na_4[Fe(CN)_6] + 2Fe_2(SO_4)_3 \rightarrow Fe_4[Fe(CN)_6]_3 + 6Na_2SO_4$$

फैरी फैरोसायनाइड (नीला रंग)

(ब) सल्फर का परीक्षण :–

(i) **सोडियम नाइट्रोप्रुसाइड परीक्षण** – एक परखनली में थोड़ा लैसाने विलयन लेकर इसमें 4–5 बूंदे सोडियम नाइटोप्रुसाइड विलयन की मिलाओ। यदि विलयन का रंग बैंगनी हो जाता है तो यौगिक में सल्फर उपस्थित है।

(ii) ***लैड ऐसीटेट परीक्षण*** – एक परखनली में थोड़ा लैसाने विलयन लेकर और उसे ऐसीटिक अम्ल से अम्लीय करके 2–3 बूंदे लैड ऐसीटेट विलयन की मिलाओ। यदि काला रंग या अवक्षेप प्राप्त होता है तो यौगिक में सल्फर उपस्थित है।

परीक्षण में प्रयुक्त अभिक्रियाएं –

(i) $$Na_2S + Na_2[Fe(CN)_5NO] \rightarrow Na_4[Fe(CN)_5NOS]$$

सोडियम नाइट्रोप्रुसाइड (बैंगनी रंग)

(ii) $$Na_2S + (CH_3COO)_2Pb \rightarrow PbS\downarrow + 2CH_3COONa$$

लैड ऐसीटेट काला अवक्षेप

(स) हैलोजन का परीक्षण –

(1) सिल्वर नाइट्रेट परीक्षण – एक परखनली में थोड़ा लैसाने विलयन लेकर इसे तनु नाइट्रिक अम्ल से उदासीन करके इसमें सिल्वर नाइट्रेट विलयन मिलाओ। प्राप्त अवक्षेप के रंग तथा अमोनियम हाइड्रॉक्साइड में विलेयता के आधार पर क्लोरीन, ब्रोमीन तथा आयोडीन की उपस्थिति को निम्न प्रकार से निश्चित करो।

(i) यदि श्वेत अवक्षेप प्राप्त हो जो अमोनियम हाइड्रॉक्साइड में विलेय हो जाता है तथा नाइट्रिक अम्ल मिलाने पर पुनः श्वेत अवक्षेप दे देता है तो यौगिक में क्लोरीन उपस्थित है।

(ii) यदि हल्का पीला अवक्षेप प्राप्त होता है जो अमोनियम हाइड्रोक्साइड में आंशिक विलेय हो तो यौगिक में ब्रोमीन उपस्थित है।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(iii) यदि अवक्षेप गहरा पीला है और अमोनियम हाइड्रॉक्साइड में अविलेय है तो यौगिक में आयोडीन उपस्थित है।

(2) कार्बन टेट्राक्लोराइड –क्लोरीन जल परीक्षण – एक परखनली में थोड़ा लैसाने विलयन लेकर इसे तनु नाइट्रिक अम्ल से अम्लीय करके इसमें कुछ बूंदें कार्बन टेट्राक्लोराइड या क्लोरोफार्म की डालो। फिर इसमें थोड़ा क्लोरीन जल मिलाकर अच्छी तरह हिलाओ। परखनली को थोड़ा रखकर विलयन को स्थिर होने दो। इससे विलयन के दो परत बन जाते है। यदि कार्बन टेट्राक्लोराइड या क्लोरोफार्म की परत बैंगनी हो जाये तो आयोडीन उपस्थित है और यदि परत लाल–भूरी या नारंगी हो जाये तो ब्रोमीन उपस्थित है। यह परीक्षण परत परीक्षण कहलाता है।

परीक्षण में प्रयुक्त अभिक्रियाएँ –

(1) सिल्वर नाइट्रेट परीक्षण

$NaCl + AgNO_3 \rightarrow AgCl\downarrow + NaNO_3$

श्वेत अवक्षेप

$AgCl + 2NH_4OH \rightarrow [Ag(NH_3)_2]Cl + 2H_2O$

विलेयशील संकुल

$[Ag(NH_3)_2]Cl + 2HNO_3 \rightarrow AgCl\downarrow + 2NH_4NO_3$

श्वेत अवक्षेप

$NaBr + AgNO_3 \rightarrow AgBr\downarrow + NaNO_3$

हल्का पीला अवक्षेप

$AgBr + 2NH_4OH \rightarrow [Ag(NH_3)_2]\,Br + 2H_2O$

अल्प विलेय

$NaI + AgNO_3 \rightarrow AgI\downarrow + NaNO_3$

पीला अवक्षेप

$AgI + NH_4OH \rightarrow$ अविलेय

(2) परत परीक्षण –

$2NaBr + Cl_2 \rightarrow 2NaCl + Br_2$

CCl_4 में Br_2 विलेय होकर नारंगी या लाल–भूरा रंग देती है।

$2NaI + Cl_2 \rightarrow 2NaCl + I_2$

CCl_4 में I_2 विलेय होकर बैंगनी रंग देती है।

नोट :– यदि कार्बनिक यौगिक में हैलोजन के साथ नाइट्रोजन एवं सल्फर भी उपस्थित हो तो ये लैसाने विधि से हैलोजन के परीक्षण में बाधा डालते हैं। सोडियम सायनाइड (NaCN) या सोडियम सल्फाइड (Na_2S) सिल्वर नाइट्रेट ($AgNO_3$) से क्रिया कर सिल्वर सायनाइड (AgCN) या सिल्वर सल्फाइड (Ag_2S) का काला अवक्षेप देते हैं। अतः इन्हें पृथक करना आवश्यक है। इसके लिए लगभग 2 mL लैसाने विलयन को परखनली में लेकर लगभग 2 mL सान्द्र नाइट्रिक अम्ल के साथ उबालो इससे नाइट्रोजन HCN के रूप में तथा सल्फर H_2S के रूप में हट जाते हैं। इस प्रकार प्राप्त विलयन से हैलोजन का परीक्षण करते है।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

एकक – 13

सत्र का प्रायोगिक कार्य
(Practical Work of the Session)

1. क्रिस्टलन–प्रयोग लिखने की विधि –

दिनांक .... **प्रयोग क्रमांक** ....

उद्देश्य – कॉपर सल्फेट के अशुद्ध नमूने से शुद्ध क्रिस्टल प्राप्त कीजिए।

उपकरण –एक बीकर (250 mL) पॉर्सिलेन प्याली, कीप, कीप स्टैण्ड, त्रिपाद स्टैण्ड, लोहे की जाली तथा कांच की छड़।

रसायन – कॉपर सल्फेट का अशुद्ध नमूना, आसुत जल, तनु H_2SO_4।

सिद्धान्त – अशुद्ध नमूने में विलेयशील तथा अविलेयशील अशुद्धियाँ होती है। नमूने के जलीय विलयन में थोड़ा तनु H_2SO_4 मिलाकर छानने पर अविलेय अशुद्धियां दूर हो जाती है। छनित को क्रिस्टलन बिन्दु तक सान्द्रित करके ठण्डा करने पर शुद्ध क्रिस्टल बन जाते हैं, जिन्हें छान कर अलग करके सुखा लेते हैं तथा तौल कर भार ज्ञात कर लेते है। विलेयशील अशुद्धियाँ मातृद्रव में रह जाती है।

विधि – 10.00 ग्राम अशुद्ध नमूने को एक 250 mL बीकर में लेकर 60 mL आसुत जल में घोलते है तथा जल अपघटन को रोकने के लिए इसमें लगभग 2 mL तनु सल्फ्यूरिक अम्ल मिला देते है जिससे विलयन साफ और पारदर्शी हो जाता है। इस विलयन को थोड़ा गर्म करके छान लेते है जिससे अविलेय अशुद्धियां दूर हो जाती है तथा सावधानी पूर्वक बिना हिलाये ठण्डा होने के लिये अलग स्थान पर रख देते है। कुछ समय पश्चात् क्रिस्टल बनने लगते है। जब पूरे क्रिस्टल बन जाते हैं तो इन्हें मातृद्रव से निथार लेते है तथा क्रिस्टलों को फिल्टर पत्र के बीच सुखा कर रासायनिक तुला से तौल कर भार ज्ञात कर लेते हैं।

प्रेक्षण :– शुद्ध क्रिस्टलों का भार 6.8246 ग्राम।
शुद्ध क्रिस्टलों का रंग नीला।

परिणाम – दिये गये कॉपर सल्फेट के अशुद्ध नमूने के क्रिस्टलन से प्राप्त शुद्ध क्रिस्टलों का भार 6.8246 ग्राम तथा रंग नीला है।

सावधानियाँ –

(1) अशुद्ध नमूने को जल की न्यून मात्रा में घोलना चाहिए।
(2) विलयन को क्रिस्टलन बिन्दु के बाद और अधिक सान्द्रण नहीं करना चाहिये।
(3) ठण्डा करते समय विलयन को हिलाना नहीं चाहिये इससे क्रिस्टल छोटे आकार के तथा कम मात्रा में बनते है।
(4) तनु सल्फ्यूरिक अम्ल अधिक मात्रा में नहीं डालना चाहिये।

2. pH ज्ञात करना – प्रयोग लिखने की विधि

दिनांक.................................. **प्रयोग क्रमांक**...............

उद्देश्य – निम्नलिखित फलों तथा सब्जियों के रसों का pH मान pH पेपर तथा सार्वत्रिक सूचक से ज्ञात करो।

1. नींबू का रस 2. टमाटर का रस 3. संतरे का रस तथा 4. सेव का रस

उपकरण एवं रसायन – स्वच्छ टाईल, चार परखनलियाँ, नपना ग्लास, ड्रॉपर, फल तथा सब्जियों के रस, सार्वत्रिक सूचक विलयन एवं pH पेपर।

विधि – (अ) pH पेपर के उपयोग से – pH पेपर के चार टुकड़े लेकर उन्हें स्वच्छ एवं साफ टाईल पर रखकर 1–4 अंकन करते हैं। ड्रॉपर की सहायता से इन पेपरों पर एक–दो बूंद क्रमशः नींबू का रस, टमाटर का रस, संतरे का रस तथा सेव का रस लेते है। इन पर उत्पन्न रंगों की तुलना मानक रंग–तालिका से करके लगभग **pH** मान ज्ञात कर लेते है।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

(ब) सार्वत्रिक सूचक विलयन के उपयोग से – चार स्वच्छ एवं शुष्क परखनलियों को परखनली स्टैण्ड में रखते है तथा इन्हें 1–4 अंक देते है। इन परखनलियों में 5–5 mL क्रमशः नींबू का रस, टमाटर का रस, संतरे का रस तथा सेव का रस लेते है। इन सभी परखनलियों में एक–दो बूंद सार्वत्रिकसूचक विलयन की डालते है तथा इनमे उत्पन्न रंग की तुलना मानक रंग पट्टी से करके **pH** मान ज्ञात करते है।

प्रेक्षण एवं परिणाम

क्र. सं	रस	**pH** पेपर के लिए		सार्वत्रिक सूचक के लिए	
		प्राप्त रंग	लगभग **pH**	प्राप्त रंग	लगभग **pH** .
1.	नींबू का रस	लाल	3–4	लाल	3–4
2.	टमाटर का रस	नारंगी लाल	4–5	नारंगी लाल	4–5
3.	संतरे का रस	लाल	3–4	लाल	3–4
4.	सेव का रस	लाल	3–4	लाल	3–4

परिणाम – दिये गये विभिन्न रसों के लगभग **pH** मान निम्न प्राप्त हुए –

रस	लगभग **pH**
नींबू का रस	3–4
टमाटर का रस	4–5
संतरे का रस	3–4
सेव का रस	3–4

सावधानियां –

1. प्रत्येक नमूने के लिए अलग–अलग ड्रॉपर का प्रयोग करना चहिए अथव एक रस लेने के बाद स्वच्छ जल से बार–बार धोकर उपयोग करना चाहिए।
2. सूचक विलयन या pH पेपर के साथ आये रंग–तालिका के रंग के साथ मिलान करके मान लिखना चाहिए।
3. pH पेपर को ठीक से बन्द करके रखना चाहिए।

3. अनुमापन – प्रयोग लिखने की विधि

दिनांक..................................... **प्रयोग क्रमांक................**

उद्देश्य – रासायनिक तुला का उपयोग करते हुए 0.1N क्रिस्टलीय सोडियम कार्बोनेट ($Na_2CO_3.10H_2O$) का 250 mL मानक विलयन बनाइए। इस विलयन की सहायता से दिये गये तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल विलयन की सान्द्रता (1) नार्मलता एवं (2) ग्राम प्रति लिटर में ज्ञात कीजिए। मेथिल ऑरेन्ज को सूचक के रूप में प्रयोग कीजिए।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

विधि – (अ) मानक विलयन बनाना– क्रिस्टलीय सोडियम कार्बोनेट ($Na_2CO_3.10H_2O$) का अणुभार 286.00 ग्राम तथा तुल्यांकी भार 143.00 ग्राम है। अतः 0.1 N नार्मलता का 250 सेमी.^{3} मानक विलयन बनाने के लिए 3.5750 ग्राम पदार्थ को रासायनिक तुला द्वारा सही–सही तौल कर 250 सेमी^{3} आयतानात्मक फ्लास्क में विलयन बनाते है।

(ब) अनुमापन – तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल प्रबल अम्लीय तथा सोडियम कार्बोनेट का जलीय विलयन दुर्बल क्षारीय होता है। अतः अम्ल को ब्यूरेट तथा क्षार को कोनिकल फ्लास्क में लेंकर अनुमापन करते है। इसमें निम्न अभिक्रिया होती है –

$$2HCl + Na_2CO_3 \rightarrow 2NaCl + CO_2 + H_2O$$

जैसे ही अभिक्रिया पूर्ण होती है ब्यूरेट से एक बूंद और HCl की डालने पर मेथिल ऑरेन्ज सूचक का रंग पील से लाल हो जाता है। यही अन्तिम बिन्दू है।

सारणी – मानक सोडियम कार्बोनेट तथा अज्ञात हाइड्रोक्लोरिक अम्ल विलयन के मध्य अनुपापन–

क्र. सं.	पिपेट द्वारा लिये गये मानक Na_2CO_3 विलयन का आयतन mL	ब्यूरेट का पाठ्यांक		दोनों पाठ्यांकों का अन्तर या प्रयुक्त विलयन का आयतन (ब–अ) mL	सुसंगत पाठ्यांक
		प्रारम्भिक (अ) mL	अन्तिम (ब) mL		
1	20	0.0	21.2	21.2	
2.	20	22.3	43.2	20.9	20.8 mL
3.	20	0.0	20.8	20.8	
4.	20	21.0	41.8	20.8	

गणना – (1) HCl विलयन की नार्मलता की गणना –

समीकरण– $N_1 V_1 = N_2 V_2$ से

यहाँ , $N_1 = 0.1$ N

$V_1 = 20$ mL

$N_2 = ?$

$V_1 = 20.8$ mL

N_1 V_1 तथा V_2 के मान रखने पर –

$$N_2 = \frac{0.1 \text{ N} \times 20}{20.8}$$

$$= \frac{2.0 \text{ N}}{20.8} = 0.096 \text{ N}$$

(2) HCl विलयन की सान्द्रता ग्राम प्रति लिटर में ज्ञात करना –

HCl विलयन की नार्मलता = 0.096 N

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

तथा HCl का तुल्यांकी भार = 36.46 ग्राम

अतः सान्द्रता ग्राम प्रति लिटर में = 0.096×36.46 = 3.5002 ग्राम प्रति लिटर

परिणाम – दिये गये तनु हाइड्रक्लोरिक अम्ल विलयन की सान्द्रता

(1) नार्मलता में = 0.096 N तथा

(2) ग्राम प्रति लिटर में = 3.5002 ग्राम प्रति लिटर

नोट – गणना का कार्य बांयी ओर के पृष्ठ पर करें तथा परिणाम दशमलव के बाद चार अंकों तक ज्ञात करें।

4. गुणात्मक विश्लेषण – प्रयोग लिखने की विधि

दिनांक.................................. **प्रयोग क्रमांक...............**

उद्देश्य – शुष्क एवं आर्द्र परीक्षणों द्वारा दिये गये अकार्बिनिक लवण में ऋणायन तथा धनायन को पहचानिए।

प्रेक्षण– सारणी – (1) ऋणायन (अम्लीय मूलक) का परीक्षण

प्रयोग	प्रेक्षण	निष्कर्ष
1. एक शुष्क परखनली में थोड़ा लवण लेकर कुछ बूंदें तनु सल्फ्यूरिक अम्ल (H_2SO_4) डालने पर	तेज बुदबुदाहट के साथ (झागयुक्त) रंगहीन, गन्धहीन गैस निकलती है	तनु अम्ल समूह उपस्थित तथा कार्बोनेट (CO_3^{2-}) हो सकता है।
2. उपर्युक्त गैस को दूसरी परखनली के लिये गये चूने के पानी में प्रवाहित करने पर	चूने का पानी दूधिया हो जाता है।	CO_3^{2-} निश्चित है।
3. गैस को अधिक देर तक प्रवाहित करने पर	चूने के पानी का दूधियापन समाप्त हो जाता है।	CO_3^{2-} निश्चित है।

(2) धनायन का परीक्षण –

प्रयोग	प्रेक्षण	निष्कर्ष
1. एक शुष्क परखनली में थोड़ा लवण लेकर इसमें तनु HCl मिलाकर गर्म करने पर	लवण घुल जाता है।	प्रथम समूह अनुपस्थित है।
2. उपर्युक्त विलयन में H_2S गैस प्रवाहित करने पर	कोई अवक्षेप प्राप्त नहीं होता है।	द्वितीय समूह अनुपस्थित है।
3. उपर्युक्त विलयन को उबाल कर H_2S गैस निष्काषित कर सान्द्र HNO_3 मिलाकर पुनः उबालने के बाद ठण्डा करके इसमें पहले ठोस NH_4Cl तथा फिर NH_4OH अधिक मात्रा में मिलाने पर	कोई अवक्षेप प्राप्त नहीं होता है।	तृतीय समूह अनुपस्थित है
4. उपर्युक्त विलयन में H_2S गैस प्रवाहित करने पर	कोई अवक्षेप प्राप्त नहीं होता है।	चतुर्थ समूह अनुपस्थित है।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

5. उपर्युक्त विलयन को उबालकर H_2S गैस निष्काषित कर इसमें अमोनिया की गन्ध आने तक NH_4OH मिला कर अमोनियम कार्बोनेट विलयन मिलाने तक	श्वेत अवक्षेप प्राप्त होता है।	पंचम समूह उपस्थित है। तथा Ba^{2+}, Sr^{2+} या Ca^{2+} हो सकता है।
6. उपर्युक्त अवक्षेप को छानकर गर्म जल से धोकर तनु CH_3COOH में घोलकर तीन परखनलियों में बराबर–बराबर लेकर एक परखनली में पोटैशियम क्रोमेट (K_2CrO_4) का विलयन मिलाने पर।	कोई अवक्षेप प्राप्त नहीं है।	Ba^{2+} अनुपस्थित है।
7. दूसरी परखनली में अमोनियम सल्फेट ($(NH_4)_2SO_4$) विलयन मिलाने पर	कोई अवक्षेप प्राप्त नहीं है	Sr^{2+} अनुपस्थित है।
8. तीसरी परखनली में अमोनियम ऑक्सलेट ($(NH_4)_2C_2O_4$) विलयन मिलाने पर	श्वेत अवक्षेप प्राप्त होता है।	Ca^{2+} निश्चित है।
9. शुष्क परीक्षण – ज्वाला परीक्षण करने पर	अस्थाई ईंट जैसी लाल ज्वाला प्राप्त होती है।	Ca^{2+} निश्चित है।

परिणाम –

दिये गये लवण में ऋणायन CO_3^{2-} एवं धनायन Ca^{2+} उपस्थित है।

5. कार्बनिक यौगिक में तत्व की पहचान – प्रयोग लिखने की विधि

दिनांक................................. **प्रयोग क्रमांक...............**

उद्देश्य – दिये गये कार्बनिक यौगिक में तत्व की पहचान कीजिये।

प्रेक्षण– सारणी –

प्रयोग	प्रेक्षण	निष्कर्ष
1. एक परखनली में थोड़ा लैसाने विलयन लेकर इसमें फेरस सल्फेट का ताजा बना विलयन डालकर उबालने पर	हरा अवक्षेप बनता है।	
2. उपर्युक्त विलयन को ठण्डा करके तनु सल्फ्यूरिक अम्ल की दो–तीन बूंद डालने पर	विलयन का रंग नीला हो जाता है।	नाइट्रोजन (N) उपस्थित है।

परिणाम

दिये गये कार्बनिक यौगिक में नाइट्रोजन (N) तत्व उपस्थित है।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

अध्याय– 14

परियोजना कार्य

परियोजना –1 पीने के पानी में जीवाणु संदूषण को सल्फाइड आयन द्वारा ज्ञात करना।

उपकरण – परखनली, परखनली स्टैण्ड, सोडियम नाइट्रोप्रुसाइड घोल, बीकर।

सिद्धान्त – पीने के पानी के जीवाणु संदूषण का मुख्य कारण दुर्घटनात्मक या अचानक ही सीवरेज के पानी के पीने के पानी के साथ मिलना है। ऐसा जल हमें प्रदूषित नदियों, झीलों आदि से भी प्राप्त होता है।

सीवरेज में वायवीय और अवायवीय जीवाणु उपस्थित होते हैं, जो इसमें उपस्थित जैविक यौगिकों का ऑक्सीकरण करते हैं। ऑक्सीजन की अच्छी मात्रा में वायवीय जीवाणु द्वारा ऑक्सीकरण हो जाता है और ऑक्सीकरणीय उत्पाद अबदबूदार और नाईट्राईट, नाईट्रेट, सल्फेट, फोस्फेट आदि का मिश्रण होता है। इस प्रकार की सीवेज की ऑक्सीकरण प्रक्रिया को वायवीय ऑक्सीकरण कहते है। इस प्रकार के पानी में जीवाणुओं की मात्रा ज्यादा नहीं होती । इस तरह के पानी से आसानी से प्रयोग करने वाला शुद्ध पानी पर्याप्त मात्रा में प्राप्त किया जा सकता है।

दूसरी तरफ जब दूषित जल में ऑक्सीजन की मात्रा कम हो तो अवायवीय जीवों द्वारा सड़ाव आ जाता है और मिथेन (CH_4), हाइड्रोजन सल्फाइड (H_2S) , अमोनिया सल्फाइड [$(NH_4)_2$ S), और फॉस्फीन (PH_3) आदि गैसे बनती है जो बदबूदार होती है। इस प्रकार के ऑक्सीकरण को अवायवीय ऑक्सीकरण कहते हैं। इस प्रकार के ऑक्सीकरण में जीवाणु उस ऑक्सीजन का प्रयोग करते हैं जो कि जैविक पदार्थ में या नाइट्रेट, नाईट्राई, सल्फेट, जो कि सीवरेज में उपस्थित होते हैं, में होती है। इस तरह के सीवरेज के पानी में भारी मात्रा में जीवाणु होते हैं और यह जब थोड़ी मात्रा में भी शुद्ध पानी में मिल जाएं तो बहुत हानिकारक हो सकता है। पानी में इस तरह की गन्दगी को सल्फाइड आयन की जांच द्वारा ज्ञात किया जा सकता है। सल्फाइड आयन को परीक्षण करने के लिए सबसे संवेदनशील परीक्षण नाईट्रोप्रुसाइड परीक्षण है। इस घटक के साथ सल्फाइड आयन, अगर उपस्थित है तो बैंगनी रंग के देते हैं।

विधि – 1. 5–7 पानी के नमूने अलग–अलग स्थानों से एकत्र करो जैसे कि कुआं, नल, नदी, झील आदि और उन्हें A, B, C, D, E आदि से अंकित करो।

2. A परखनली में से 2-5 mL पानी लो। अब इसमें 1–2 बूंदे नाइट्रोप्रुसाइड घोल की मिलाओ। बदलते हुए रंग को देखो। अपनी कापी में अपनी टिप्पणी लिखो।

3. इसी तरह नमूनों की भी जांच करो और टिप्पणी को लिखो।

टिप्पणी सारणी

क्रम संख्या	पानी के नमूने	रंग उत्पन्न	जीवाणु अशुद्धता
1.	नमूना A	कोई रंग नहीं	शुद्ध
2.	नमूना B	बैंगनी रंग	अशुद्ध
3.	नमूना C	कोई रंग नहीं	शुद्ध
4.	नमूना D	बैंगनी रंग	अशुद्ध

परिणाम – पानी के नमूने B और D में बैक्टीरियल गन्दगी है।

परियोजना –2 पानी को शुद्ध करने की विधियों का अध्ययन करना।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

सिद्धान्त – पीने योग्य पानी, जो कि मनुष्य के उपयोग के लिए अच्छा है, को नीचे लिखी हुई जरूरी मांगों को पूरा करना चाहिए।

(i) इसे चमकता हुआ साफ और दुर्गन्ध रहित होना चाहिए।
(ii) यह बीमारी फैलाने वाले सूक्ष्म जीवों से रहित होना चाहिए।
(iii) यह विभिन्न जहरीले भारी धातुओं के आयन से रहित होना चाहिए।
(iv) इसकी मृदुता उचित मात्रा में होनी चाहिए।
(v) इसमें कुल घुले हुए ठोस पदार्थो की मात्रा से अधिक नहीं होनी चाहिए।

बड़े स्तर पर पानी के शुद्धीकरण के लिए प्रयोग में लाई जाने वाली विधियां –

नदियों, झीलों, झरनों या कुंओं से मिलने वाला प्राकृतिक पानी प्रायः पीने योग्य पानी की मांगों को पूरा नहीं करते। विभिन्न प्रकार की अशुद्धियों को दूर करने के लिए हम प्रायः निम्नलिखित विधियों का प्रयोग करते है।

1. तैरती अशुद्धियों को दूर करना –

(i) छानना (Screening) – अशुद्ध पानी कई प्रकार के छिद्रो वाली जालियों में से गुजारा जाता है। तैरती अशुद्धियां इन जालियों द्वारा रोक ली जाती है।

(ii) अवसादन (Sedimentation) – इसमें तैरती हुई या कोलाइडी (Colloidal) अशुद्धियों को दूर किया जाता है। छने हुए पानी को लगभग 50 m गहरे बड़े टैंक में बिना छेडे रहने दिया जाता है। तैरती हुई अधिकतर अशुद्धियां गुरूत्वाकर्षण बल के कारण तल पर बैठ जाती है। तब साफ पानी पंपों की सहायता से निकाल लिया जाता है। अवसादन की पूरी प्रक्रिया में 2 से 6 घण्टे लग जाते हैं।

पानी के शुद्धिकरण में स्कंदकों (Coagulants) का योगदान –जब पानी में बारीक मिट्टी के कण और कोलाइडी पदार्थ होता है तो अवसादन स्कंदन के साथ करना जरूरी हो जाता है। इसके लिए इसमें आवश्यक मात्रा में कुछ रसायन, जिन्हें स्कंदन कहते हैं, को डाल कर बारीक कोलाइडी और तैरते हुए कणों को निकाला जाता है। कोग्यूलेण्टस जैसे अलम या फेरस सल्फेट (जो कि ऑक्सीकरण होने पर फेरिक आयन देता है।) Al^{3+} या Fe^{3+} आयन देते है, जो कोलाइडी (Colloidal) और मिट्टी के कणों के ऋणात्मक आवेश को उदासीन करते है। उदासीनिकरण के पश्चात छोटे मिट्टी के कण एक दूसरे के नजदीक आते हैं और इस प्रकार एक बड़ा कण बनाते हैं, जो कि अधिक तीव्रता से नीचे बैठ जाता है।

(iii) छनाई (Filtration) – यह पानी को बारीक रेत और अन्य उचित प्रकार के दानेदार पदार्थों की तहों के बीच से गुजार कर किया जाता है। यह स्कंदित (Coagulated) या तैरते हुए पदार्थों को पानी में मौजूद बैक्टीरिया और सूक्ष्म जीवों के साथ निकाल देता है। छनाई प्रायः रेत फिल्टर द्वारा की जाती है।

2. सूक्ष्म जीवाणुओं को मारना – रेत फिल्टर से आने वाले पानी में अब भी कुछ रोगजनक जीवाणु बैक्टीरिया होते हैं। बीमारी फैलाने वाले जीवाणु या अन्य सूक्ष्म जीवों को खत्म करने या मारने की प्रक्रिया को विसंक्रमण (Disinfection) कहते है। रसायनिक पदार्थ, जो कि जीवाणु या अन्य सूक्ष्म जीवों को मारने के प्रयोग में लाया जाता है, को रोगाणु–नाशक (Disinfections) कहलाते हैं। पानी में रोगाणुओं को नाश करने की कुछ प्रक्रियाएं अग्रलिखित है।

(क) उबालना – पानी को लगभग 10 से 15 मिनट तक उबालने से पानी में मौजूद लगभग सभी जीवाणु और अन्य सभी सूक्ष्म जीवों को मारा जा सकता है। क्योंकि यह विधि बहुत मंहगी और एक बार रोगाणु–नाशन के बाद पानी अधिक देर तक सुरक्षित नहीं रहता, इसलिए यह विधि नगरों के पानी को साफ करने में नहीं अपनाई जाती है।

(ख) विरंजक चूर्ण (Bleaching powder) **के मिलाने से –** यदि विधि ज्यादातर छोटे स्तर पर पानी शद्ध करने के काम में लाई जाती है। इस विधि में, 1000 kL पानी में लगभग 1 kL विरंजक चूर्ण मिलाया जाता है और पानी को कई घण्टों के लिए बिना छेड़े पड़ा रहने दिया जाता है। पानी के विरंजक चूर्ण से क्रिया करने पर हाइपोक्लोरस अम्ल बनता है जो कि पानी में मौजूद सभी जीवाणु और अन्य सभी सूक्ष्म जीवों को नष्ट कर देता है।

$$\underset{\text{विरंजक चूर्ण}}{CaOCl_2} + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + Cl_2$$

$$Cl_2 + H_2O \rightarrow HCl + \underset{\text{हाइपोक्लोरस अम्ल}}{HOCl}$$

(ग) क्लोरीनेशन के द्वारा (Chlorination)– पूरे विश्व में ज्यादातर क्लोरीन को ही बड़े स्तर पर रोगाणु–नाशक के रूप में प्रयोग किया जाता है। इसके लिए, इसे गैस या द्रवीय रूप में या सांद्रित घोल के रूप में प्रयोग किया जाता है। क्लोरीन पानी के सम्पर्क में आने से हाइपोक्लोरस अम्ल पैदा करती है, जो कि एक शक्तिशाली जीव–नाशक है।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

$$\underset{\text{क्लोरीन गैस}}{Cl_2 + H_2O} \xrightarrow{100} \underset{\text{हाइपोक्लोरस अम्ल}}{HOCl} + HCl$$

ऐसा माना जाता है कि क्लोरीन (Cl_2) की रोगाणु–नाशन प्रक्रिया HOCl के बनने के कारण है जो कि सूक्ष्म जीवों में मौजूद कुछ आवश्यक एन्जाइम (enzymes) को निष्क्रिय करता है जिससे ये सूक्ष्म–जीव क्षण भर में मर जाते है। pH का मान 6.5 अर्थात अम्लीय कर के HOCl (जो कि हाइपोक्लोराइड आयन पैदा करता है) के आयनन को रोका जाता है। ऐसा इसलिए करते है कि क्योंकि हाइपोक्लोराइड आयन अपने आप में रोगाणुनाशक के रूप में प्रभावशील नहीं है।

$$HOCl \rightleftharpoons H^+ + \underset{\text{Hypochloride ion}}{OCl^-}$$

(घ) क्लोरऐमीन के द्वारा – जब क्लोरीन और अमोनिया आयतन के 2:1 अनुपात में मिलाए जाते है तो एक यौगिक क्लोरमाईन (Chloramine) बनता है।

$$Cl_2 + NH_3 \rightarrow \underset{\text{क्लोरऐमीन}}{ClNH_2} + HCl$$

क्लोरऐमीन की रोगाणु–नाशन क्रिया क्लोरीन से कहीं ज्यादा देर तक रहने वाली है, इसलिए इसे एक अच्छा रोगाणु–नाशक माना जाता है। इसके अतिरिक्त पानी में क्लोरऐमीन की अधिक मात्रा कोई खराब स्वाद व गन्ध भी नहीं छोड़ती। इसलिए आजकल अकेले क्लोरीन के अपेक्षा क्लोरऐमीन को पीने वाले पानी के रोगाणुनाशन हेतु बेहतर माना जाता है।

(ड.) ओजोन के द्वारा – ओजोन एक बढ़िया रोगाणुनाशन है जो कि अवशेष के रूप में कोई स्वाद व गन्ध नहीं छोड़ती। शुद्ध, सूखी व ठंडी ऑक्सीजन में से विद्युत धारा के प्रवाह से ओजोनीकृत ऑक्सीजन तेयार की जाती है। ओजोन अत्यधिक अस्थिर होने के कारण विघटित होकर नवजात ऑक्सीजन देती है। नवजात ऑक्सीजन एक शक्तिशाली ऑक्सीकारक होने के कारण पानी में मौजूद किसी जैविक पदार्थ (सूक्ष्म जीवों को सम्मिलित कर) को ऑक्सीकृत कर देती है। क्योंकि ओजोन अत्यधिक अस्थिर है, सो पानी में जरूरत से अधिक ओजोन शीघ्र विघटित होकर अहानिकारक, स्वादहीन और गन्ध रहित ऑक्सीजन में बदल जाती है। इस विधि में सम्पर्क काल 10 से 15 मिनटों का होता है और प्रायः ओजोन की मात्रा 2–3 ppm होती है।ओजोन का रोगाणु–नाशक के रूप में प्रयोग करने में केवल एक बाधा है कि यह बहुत मंहगी है।

छोटे स्तर पर पानी की शुद्धिकरण की विधिया (घरेलू जल शुद्धीकरण)

1. प्रतीप परासरण (Reverse Osmosis) : एक अर्ध–पारगम्य झिल्ली में से विलायक के शुद्ध विलायक (या कम सान्द्रता वाला विलयन) से विलयन (ज्यादा सान्द्रता वाला विलयन) की तरफ का बहाव परासरण कहलाता है। प्रकृति या मानव द्वारा बनाया गया वह पर्दा या झिल्ली जो घोलने वाले पदार्थ को अपने में से गुजरने दे परन्तु घुलने वाले पदार्थ को नहीं, अर्ध–पारगम्य झिल्ली कहलाती है। वह अतिरिक्त द्रवस्थैनिक दाब (Hydrostatic Pressure) जिसे एक अर्ध–पारगम्य (Osmotic Pressure) झिल्ली में से विलायक के बहाव को विलयन में जाने से रोकने के लिए विलयन पर लगाया जाए, उसे परासरण दाब (Osmotic Pressure) कहते हैं। यदि विलयन की तरफ लगने वाला दबाव परासरण दाब से अधिक हो तो परासरण की प्रक्रिया प्रतीप हो जाती है अर्थात विलायक विलयन की तरफ विलायक की तरफ बहना शुरू कर देता है। इसे प्रतीप परासरण (Reverse Osmosis) कहते है।

विलायक का अर्ध–पारगम्य झिल्ली से विलयन की तरफ से शुद्ध विलायक की तरफ का बहाव, जब द्रव स्थैतिक दाब परासरण दाब से ज्यादा हो, प्रतीप परासरण कहलाता है। इस प्रक्रिया में शुद्ध पानी में से अशुद्धियों को निकालने की बजाए, शुद्ध पानी को अशुद्धियों से निकाला जाता है।

इस विधि में, समुद्री पानी (अशुद्ध पानी) पर 15-40 kg/cm^2 का दबाव डाला जाता है। यह बल शुद्ध पानी को अर्ध–पारगम्य झिल्ली से बाहर निकाल देता है और घुलनशील अशुद्धियों। (दोनो आयनिक व अनायनिक) को पीछे छोड़ देता है। इस विधि में प्रयोग में लाई जाने वाली अर्ध–पारगम्य (Semi-permeable) झिल्ली को एक सैलूलोज ऐसीटेट की पतली परत या एक पॉलीमैथैक्रिलेट की झिल्ली या एक पॉलीऐमाइड झिल्ली से बनाया जाता है। इस परत या झिल्ली को छिद्रित नलियों के ऊपर सहारा दिया जाता है।

इस विधि को प्रायः R.O. पर आधारित घरेलू जल शुद्धिकरण यन्त्रों में प्रयोग किया जाता है। इन घरेलू जल शुद्धिकरण यन्त्रों में पानी को पहले छाना किया जाता है, फिर सक्रिय चारकोल के ऊपर से गुजारा जाता है जिससे रंग और हानिकारक घुली गैसें जैसे Cl_2, H_2S आदि को हटाया जा सके। अब इस पानी को R.O. की प्रक्रिया द्वारा जल में उपस्थित सूक्ष्म जीवों और घुलनशील अशुद्धियों से अलग किया जा सकता है।

इस प्रक्रिया की मुख्य हानि यह है कि यह प्राकृतिक पानी में घुले हुए लाभकारी लवणों को ही अलग कर देता है।

2. पराबैंगनी विकिरण पर आधारित जल शुद्धिकरण – इन शुद्धिकरण यन्त्रों में पहले पानी को फिल्टरित किया जाता है और

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

फिर इसको सक्रिय चारकोल के ऊपर से गुजारा जाता है, जैसा कि R.O. पर आधारित शुद्धिकरण यन्त्रों में किया जाता है। यहां पर पानी में मौजूद सूक्ष्म जीवों को मारने के के लिए पराबैंगनी किरणों का प्रयोग किया जाता है। यह विधि तब ही प्रयोग में लाई जाती है कि जब नल का पानी हानिकारक घुलनशील अशुद्धियों जैसे भारी धातुओं के आयनों आदि से मुक्त हो।

परियोजना –3 क्षेत्रीय भिन्नताओं के कारण पीने योग्य पानी में मौजूद लोहा, फ्लोराइड, क्लोराइड व कठोरता का पता करना और इन आयनों की मौजूदगी के बारे में अध्ययन करना।

सिद्धान्त – हम जो जल प्रकृति में प्राप्त करते हैं वह या तो तलीय जल या भूमिगत जल होता है।

(क) तलीय जल : तलीय जल के प्रमुख प्रकार हैः

(i) वर्षा का पानी (ii) नदियों का पानी (iii) झीलों का पानी (iv) समुद्री पानी।

(i) वर्षा जल – प्राकृतिक पानी का यह शुद्धतम रूप है। ऐसा इसलिए है, क्योंकि पृथ्वी तल से वाष्पीकरण और फिर संघनन के फलस्वरूप यह जल प्राप्त होता है। हालांकि आकाश से नीचे गिरने के दौरान यह जल कई गैसों (CO_2, SO_2 और नाइट्रोजन के ऑक्साइड) की कुछ मात्रा और हवा में तैरते ठोस पदार्थ के कणों (दोनों अजैविक व जैविक) को घोल लेता है।

(ii) नदियों का पानी – नदियों में जल वर्षा द्वारा पहुंचता है और बर्फ के पिघलने व झरनों का पानी से भी इसमें पहुंचता है। इन स्त्रोतों से बहने वाला पानी धरातल के ऊपर से गुजरता है और क्लोराइड, सल्फेट, सोडियम, पोटैशियम, कैल्सियम, मैग्नीशियम इत्यादि के बाइकार्बोनेटस और धरातल के ऊपर मिलने वाले खनिजों को घोल देता है। नदियों के पानी में कुछ जैविक पदार्थों के साथ बारीक रेत और चट्टानों के कण भी होते हैं।

(iii) झीलों का पानी – इसमें प्रायः कुंओं के पानी की अपेक्षा कम मात्रा में खनिज पदार्थ घुले होते हैं। हालांकि, कुछ झीलों के पानी में विभिन्न प्रकार के लवण भी बड़ी मात्रा में घुले हो सकते हैं।

(iv) समुद्री पानी – प्राकृतिक पानी का यह सबसे अशुद्धतम रूप है। इसमें लगभग 33% लवण घुले हुए होते हैं जिसमें से 26% सोडियम क्लोराइड होता है। अन्य मौजूद लवणों में सोडियम के सल्फेट, मैग्नीशियम और कैल्सियम के बाईकार्बोनेट, सल्फेट व क्लोराइड और पोटैशियम और मैग्नीशियम के ब्रोमाइड भी है।

(ख) भूमिगत जल – भूमिगत जल के मुख्य स्त्रोत झरने और कुएं है। वर्षा के जल का कुछ भाग जो धरातल पर पहुंचता है धरती में रिसता है। जैसे–जैसे पानी नीचे जाता है वह मिट्टी में मौजूद कई खनिजों के सम्पर्क में आता है और इनमें से कुछ को घोल लेता है।

झरनों और कुंओं का पानी, सामान्यतः दिखने में साफ होता है। ऐसा मिट्टी और रेत की छानने प्रक्रिया के द्वारा होता है। फिर भी भूमिगत जल में कुछ हालातों में, लवण भी घुले हो सकते हैं। भूमिगत जल प्रायः ज्यादा जैविक शुद्धता वाले होते हैं।

पीने योग्य पानी में लोहा, क्लोराइड आदि के मौजूद होने के कारण –

जब पानी मिट्टी के ऊपर से बहता है या मिट्टी में रिसता है तो वह निम्नलिखित भौतिक व रासायानिक परिवर्तनों के कारण दूषित हो जाता है।

(i) घुलनशील लवणों का जल में घुलना – सोडियम क्लोराइड (NaCl) , मैग्नीशियम क्लोराइड ($MgCl_2$), कैल्सियम व मैग्नीशियम के सल्फेट ($CaSO_4$, $2H_2O$ या जिप्सम, $MgSO_4.2H_2O$) जैसे चट्टानों के घुलने योग्य यौगिक जल में शीघ्रता से घुल जाते है।

(ii) जल से संयोग द्वारा – कुछ खनिज जैसे एन्हाइड्राइट ($CaSO_4$), ओलिवाइन (Mg_2SiO_4) इत्यादि पानी से तुरन्त क्रिया कर बढ़े हुए आयतन वाले उत्पाद बनाते है। इससे चट्टानों में पाए जाने वाले ऐसे खनिज टूटने लगते है और कुछ हालातों में घुलने लगते है।

$$\underset{\text{एन्हाइड्राइड}}{CaSO_4} + 2H_2O \rightarrow \underset{\text{जिप्सम}}{CaSO_4 \cdot 2H_2O}$$

$$\underset{\text{ओलिवाइन}}{Mg_2SiO_4} + xH_2O \rightarrow \underset{\text{सर्पेन्टाइन}}{Mg_2SiO_4 \cdot xH_2O}$$

(iii) पानी में घुली हुई CO_2 की क्रिया द्वारा – पानी में घुली हुई कार्बन डाइऑक्साइड, कैल्सियम व मैग्नीशियम के अघुलनशील कार्बोनेटों को घुलनशील बाइकार्बोनेटों में बदल देती हैं।

$$\underset{\text{अघुलनशील}}{CaCO_3(s)} + CO_2(g) + H_2O(l) \rightarrow \underset{\text{घुलनशील}}{Ca(HCO_3)_2(aq)}$$

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

$MgCO_3(s) + CO_2(g) + H_2O(l) \rightarrow Mg(HCO_3)_2\ (aq)$

अघुलनशील → घुलनशील

(iv) घुली हुई ऑक्सीजन की क्रिया द्वारा – घुली हुई ऑक्सीजन खनिजों का ऑक्सीकरण और पानी से संयोग करवाती है जिससे ये पानी में घुलने योग्य बन जाते है।

$2Fe_3O_4 + 1/2\ O_2 \xrightarrow{\text{ऑक्सीकरण}} 3Fe_2O_3 \xrightarrow[\text{जलयोजन}]{2H_2O} 3FeO_3 . 2H_2O$

मैग्नेटाइड, हेमेटाइड, लिमोनाइट

$2FeS_2 + 2H_2O + 7O_2 \xrightarrow[\text{जलयोजन}]{\text{ऑक्सीकरण}} Fe_2(SO_4)_3.2H_2O + SO_2$

घुले लवण, बारीक मिट्टी व सिलिका अन्त में पानी में आ जाते हैं।

पानी की कठोरता – पानी की कठोरता पानी का वह गुण है जिससे यह पानी को साबुन से झाग बनाने से रोकता है। ऐसा पानी में मौजूद कैल्सियम, मैग्नीशियम के घुलनशील लवण या अन्य भारी धातु के लवणों के कारण होता है। कठोर–पानी का नमूना साबुन (फैटी ऐसिड के सोडियम व पोटैशियम लवण) से जल्दी झाग नहीं बनाता। यह प्रायः पानी में मौजूद कैल्सियम व मैग्नीशियम के बाइकार्बोनेटों, सल्फेटों व क्लोराइडों के कारण होता है। कठोर पानी में मौजूद लवण व साबुन की क्रिया निम्नलिखित है –

$2C_{17}H_{35}COONa + CaCl_2 \rightarrow (C_{17}H_{35}COO)_2Ca + 2NaCl$

सोडियम स्टीरेट (साबुन) (घुलनशील), कठोर पानी से, कैल्सियम स्टीरेट (अघुलनशील)

$2C_{17}H_{35}COONa + MgSO_4 \rightarrow (C_{17}H_{35}COO)_2Mg + 2Na_2SO_4$

सोडियम स्टीरेट (साबुन) (घुलनशील), कठोर पानी से, मैग्नीशियम स्टीरेट (अघुलनशील)

इस प्रकार, वह पानी जो साबुन से झाग आसानी से नहीं बनाते, को कठोर पानी कहते हैं। दूसरी तरफ, वह पानी जो आसानी से साबुन के साथ झाग बना लेते हैं, को मृदु जल कहते हैं।

पानी की कठोरता दो प्रकार की होती है –

(i) अस्थाई कठोरता।
(ii) स्थायी कठोरता।

(i) अस्थाई कठोरता – यह पानी मे मौज्द कैल्सियम व मैग्नीशियम के बाइकार्बोनेटों के कारण होती है और इसे सामान्यतः उबालने से ही दूर किया जा सकता है। इसलिए इसे अस्थाई कठोरता कहते हैं। कठोर पानी में उपस्थित कैलिसयम व मैग्नीशियम बाइकार्बोनेटों को गर्म करने पर ये विघटित होकर संगत कार्बोनेटों में बदल जाते हैं जो कि अघुलनशील है और ऐसे ही बर्तन में नीचे बैठ जाते हैं या पपड़ी के रूप में जमा हो जाते हैं।

$Ca(HCO_3)_2 \rightarrow CaCO_3 + CO_2\uparrow + H_2O$

कैल्सियम बाइकार्बोनेट (कठोर पानी से)

$Mg(HCO_3)_2 \rightarrow MgCO_3 + CO_2\uparrow + H_2O$

मैग्नीशियम बाइकार्बोनेट (कठोर पानी से)

(ii) स्थायी कठोरता – यह सामान्यतः कैल्सियम, मैग्नीशियम के सल्फेटों और क्लोराइडों या किसी अन्य धातु जैसे लोहा, ऐलुमिनियम, तांबा, जिंक आदि की उपस्थिति के कारण होता है। प्राकृतिक पानी की स्थायी कठोरता प्रायः कैल्सियम, मैग्नीशियम के सल्फेटों व क्लोराइडों के कारण होती है।

$CaSO_4$	$CaCl_2$	$MgSO_4$	$MgCl_2$
कैल्सियम सल्फेट	कैल्सियम क्लोराइड	मैग्नीशियम सल्फेट	मैग्नीशियम क्लोराइड

विधि –

1. पानी की कठोरता की जांच करनी – साबुन के घोल से पानी की कठोरता आसानी से जांची जा सकती है। जांच के लिए साबुन का घोल प्राप्त करने के लिए 80 mL ऐल्कोहॉल व 20 mL पानी में 1 g. शुद्ध सूखा हुआ कैस्टील (Castile)

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

साबुन घोलो। दो समान रूप वाली 20 mL की परखनलियां लो। एक परखनली में जांचने के लिए 10 mL पानी लो। दूसरी परखनली में 10 mL आसवित (Distilled) जल या वर्षा जल या विआयनित (Deionised) जल) लो। प्रत्येक परखनली में दो–दो बूंदे साबुन के घोल की डालो। दो मिनट के लिए प्रत्येक परखनली को हिलाओ और बने हुए झाग का अध्ययन करो। यदि प्रयोग के दौरान बना हुआ झाग, आसवित (Distilled) जल में झाग के लगभग बराबर हो तो प्रयोग वाला पानी मृदु (Soft) जल है और यदि दूसरी तरफ,बना हुआ झाग कम है तो वह कठोर (Hard) जल है।

2. लोहे की जांच – दिए हुए नमूने में से लगभग 5 mL जल एक परखनली में लो। सान्द्रित HNO_3 की एक बूंद डालो, उबालो और ठंडा करो। पोटैशियम सल्फोसाइनाइड के घोल को दो–तीन बूंदे डालो। रक्त जैसा लाल रंग यह दर्शाता है कि पानी में लोहा मौजूद है।

3. क्लोराइड आयन की जांच – दिए हुए नमूने में से लगभग 5 mL पानी एक परखनली में लो। सान्द्रित HNO_3 की 1–2 बूंदे इसमें डालो। उबालो व ठंडा करो। $AgNO_3$ घोल की 2–3 बूंदे डालो। NH_4OH में घुलशील सफेद पपड़ीयाँ यह दर्शाती है कि पानी में क्लोराइड आयन है।

4. फ्लुओराइड आयन की जांच – परखनली में लगभग 1 mL पानी का नमूना लो। जिर्कोनियम एलिजरिन के मिश्रण की 1–2 बूंदें डालो। यदि डाला गया मिश्रण रंगहीन हो जाता है तो यह पानी में क्लोराइड आयन का होना दर्शाता है।

पीने के पानी में आयरन(लोहा), क्लोराइड, फ्लुओराइड आदि की अधिकतम सीमा –

यूनाइटेड स्टेट्स पब्लिक हैल्थ ड्रींकिंग वाटर स्टैंटडर्स (USPHS) और इंडियन स्टैंडर्ड इंस्टीटयूस (ISI) के अनुसार पीने योग्य पानी में लोहा, क्लोराइड और फ्लुओराइड आयन की अधिकतम सीमा निम्नलिखित है –

मापदंड	USPHS	ISI
लोहा (फिल्टर होने योग्य)	<0.3 ppm	....
क्लोराइड आयन	< 50	600
फ्लुओराइड आयन	1.5	3.0

परियोजना –4 साबुन के विभिन्न नमूनों की झाग बनाने की क्षमता की तुलना करना।

उपकरण – 100 mL वाले 5 शंक्वाकार फ्लास्क, पांच परीक्षण नली, स्टैण्ड, विराम घड़ी (Stop Watch)

सामग्री – (a) साबुन के पांच विभिन्न नमूने (b) आसुत जल।

सिद्धान्त – साबुन के विभिन्न नमूनों का विलयन उनकी समान मात्राओं को आसुत जल की समान मात्रा में घोलकर बनाया जाता है। विलयन को तेजी से हिलाकर स्थिर होने दिया जाता है। प्रत्येक नमूने की झाग को गायब होने में लगने वाला समय को नोट किया जाता है। किसी झाग के गायब होने में जितना अधिक समय लगता है, उस साबुन के नमूने की झाग बनाने की क्षमता उतनी ही अधिक होती है।

विधि :– (i) 100 mL के पांच स्वच्छ शुष्क शंक्वाकार फ्लास्क लीजिए। उन पर 1 से 5 तक निशान लगाइए।

(ii) साबुन के विभिन्न नमूनों का 10 ग्राम वजन कीजिए।

(iii) प्रत्येक शंक्वाकार फ्लास्क में इन वजन किये गये नमूनों को स्थानान्तरित कीजिए। प्रत्येक फ्लास्क में 50 mL आसुत जल मिलाइए। घोलने एवं स्वच्छ विलयन प्राप्त करने के लिए गर्म कीजिए।

(iv) पांच परीक्षण नलियों को स्टैण्ड पर व्यवस्थित करके 1,2, 3, 4 एवं 5 का निशान लगाइए।

(v) प्रत्येक फ्लास्क से साबुन के विलयन का 1 mL लेकर संगत परीक्षण नली में डालिए।

(vi) तब प्रत्येक परीक्षण नली में 5 mL आसुत जल मिलाइए।

(vii) परीक्षण नली संख्या में कार्क लगाइए और इसे 1 मिनट तक तेज हिलाइए। नली को स्टैण्ड पर रखिए और तत्काल विराम घड़ी को चालू कीजिए। झाग के गायब होने में लगे समय को नोट कीजिए।

(viii) यही प्रक्रिया नली संख्या 2,3, 4 एवं 5 के लिए दोहराइए। प्रत्येक परीक्षण नली को समान बल से एक मिनट तक हिलाइए और झाग को गायब होने में लगे समय को नोट कीजिए। (ix) प्रेक्षणों को दर्ज कीजिए।

प्रेक्षण :– लिये गये साबुन के प्रत्येक नमूने का भार = 10ग्राम

प्रत्येक नमूने का विलयन बनाने के लिए ली गयी आसुत जल की मात्रा = 50 mL

नली संख्या	साबुन का व्यापारिक नाम	झाग गायब होने में लगा समय
1.	....	................................सेकेण्ड
2.	....	................................सेकेण्ड
3.	....	................................सेकेण्ड
4.	....	................................सेकेण्ड
5.	....	................................सेकेण्ड

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

परिणाम – ....साबुन सर्वोत्तम गुणवत्ता का है। क्योंकि यह अधिकतम झाग देता है।

निष्कर्ष – प्रेक्षण से यह पाया गया है कि उस साबुन की झाग बनाने की क्षमता अधिकतम है जिसके झाग के गायब होने में लिया गया समय अधिकतम है।

सावधानियाँ – (i) तौलना एवं आयतन का मापन सही होना चाहिए।

(ii) प्रत्येक नमूने के लिए समान आसुत जल का प्रयोग करना चाहिए क्योंकि झाग बनाने की क्षमता लिये गये जल पर भी निर्भर करती है।

(iii) प्रत्येक परीक्षण नली को समान तरह से समान बार हिलाइए।

(iv) झाग गायब होने में लगे समय का यथार्थता के साथ मापन कीजिए।

परियोजना –5 जल की साबुन के साथ झाग बनाने की क्षमता पर जल में सोडियम कार्बोनेट मिलाने पर पड़े प्रभाव का अध्ययन करना।

उपकरण – तीन नलियां, शंक्वाकार फ्लास्क, स्टैण्ड, विराम घड़ी।

सामग्री – (a) साबुन का विलयन (b) नल का जल (c) आसुत जल (d) M/10 Na_2CO_3 विलयन।

सिद्धान्त – आसुत जल में कोई Ca^{2+} या Mg^{2+} आयन नहीं होता है और यह साबुन के साथ आसानी से झाग बनाता है। नल के जल में Ca^{2+} या Mg^{2+} होता है जो साबुन की झाग बनाने की क्षमता में हस्तक्षेप करता है। ये आयन साबुन से अन्तर्क्रिया करके उच्चवसीय अम्लों के अविलेय कैल्सियम या मैग्नीशियम लवण बनाते हैं जो कि अवक्षेपित हो जाते हैं।

$$2C_{17}H_{35}COONa + Ca^{2+} \rightarrow (C_{17}H_{35}COO)_2Ca + 2Na^+$$

सोडियम स्टिएरेट (साबुन) नल के जल से (अवक्षेप) (जल में)

अतः इस प्रकार के आयनों की उपस्थिति में साबुन की झाग बनाने की क्षमता घटती है।

यदि नल के जल में सोडियम कार्बोनेट मिलाया जाता है तो कैल्सियम और मैग्नीशियम के आयन अपने संगत कार्बोनेट के रूप में अवक्षेपित हो जाते हैं।

$$Ca^{2+} + Na_2CO_3 \rightarrow CaCO_3\downarrow + 2Na^+$$

(नल के जल से) (अवक्षेप) (जल में)

$$Mg^{2+} + Na_2CO_3 \rightarrow MgCO_3\downarrow + 2Na^+$$

(नल के जल से) (अवक्षेप) (जल में)

अतः सोडियम कार्बोनेट की उपस्थिति में नल के जल की झाग बनाने की क्षमता बढ़ जाती है।

विधि :– (i) तीन स्वच्छ परीक्षण नलियां लीजिए एवं उन पर 1, 2 या 3 निशान लगाइए।

(ii) साबुन के दिये गये नमूने के 0.5 g को तोलिए और इसे 100 mL के शंक्वाकार फ्लास्क में लीजिए। इसमें 50 mL आसुत जल मिलाइए और स्पष्ट विलयन प्राप्त करने के लिए गर्म कीजिए। विलयन को ठंडा कीजिए।

(iii) तीनों नलियों में से प्रत्येक में 1 mL साबुन का विलयन डालिए।

(iv) परीक्षण नली 1 में 10 mL आसुत जल, परीक्षण नली 2 में 10 मि.ली. नल का जल एवं परीक्षण नली 3 में 5 mL नल का जल और 5 mL M/10 Na_2CO_3 विलयन मिलाइए।

(v) नली संख्या 1 में कार्क लगाइए एवं पांच बार तेजी से हिलाइए। इसे स्टैण्ड पर रख दीजिए।

(vi) विराम घड़ी (स्टॉप वाच) को तत्काल चलाकर उत्पन्न झाग को गायब होने में लगे समय को नोट कीजिए।

(vii) इसी प्रकार से अन्य दोनों नलियों को भी समान बल से पांच बार हिलाइए और प्रत्येक दशा में झाग को गायब होने में लगे समय को नोट कीजिए।

(viii) प्रेक्षणों को लिखिए।

प्रेक्षण – लिये गये साबुन का भार = 0.5 g

लिये गये आसुत जल का आयतन = 50 mL

परीक्षण नली संख्या	प्रयुक्त जल	साबुन के विलयन का आयतन	झाग के गायब लगा समय
1.	10 mLआसुत जल	1. mL	....................सेकंड
2.	10 mL नल का पानी	1. mL	....................सेकंड
3.	5 mL नल का पानी + 5 mL M/10 Na_2CO_3 का विलयन	1. mL	....................सेकंड

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

परिणाम – जल के विभिन्न नमूनों की झाग बनाने की क्षमता.............के क्रम में है।

निष्कर्ष – परिणाम से यह स्पष्ट है कि साबुन की झाग बनाने की अधिकतम क्षमता आसुत जल में है। सोडियम कार्बोनेट मिलाने पर नल के जल की झाग बनाने की क्षमता बढ़ जाती है।

सावधानियाँ – (i) आयतन एवं समय का मापन यथार्थतः कीजिए।

(ii) प्रत्येक परीक्षण नली को समान तरह के अर्थात् समान बल और समान बार हिलाएं।

परियोजना –6 चाय की पत्ती के विभिन्न नमूनों की अम्लता का अध्ययन करना एवं इसे उसके स्वाद से सहसम्बन्धित करना।

उपकरण – चीनी मिट्टी के प्याले या बीकर, काँच की छड़।

सामग्री – चाय की पत्ती के विभिन्न नमूने, सार्वत्रिक सूचक या pH पत्र, जल।

विधि :–(i) चाय के प्रत्येक नमूने के 2.5 ग्राम को पृथक–पृथक चीनी मिट्टी के प्याले या बीकर में लीजीए। प्रत्येक कप में उबलते हुए जल की लगभग समान मात्रा (लगभग 150 mL) डालिए और ढक्कन से ढँक दीजिए। इसे पांच मिनट पड़ा रहने दीजिए।

(ii) प्रत्येक प्याले से एक–एक घूंट मुंह में लेकर इसका स्वाद लीजिए और स्वाद लेकर थूक दीजिए।

(iii) अब कांच की छड़ की सहायता से एक कप में द्रव की एक बूंद को सूचक पत्र के टुकड़े पर रखिए। उत्पन्न रंग को देखिए और कलर चार्ट के संगत रंग से इसकी तुलना कीजिए। सूचक पत्र के रंग से मिलने वाले रंग का चार्ट से pH मान देख कर नोट कीजिए। (iv) इसी प्रकार से अन्य प्यालों के द्रवों का pH मान भी ज्ञात कीजिए।

प्रेक्षण –

नमूना संख्या	शुष्क पत्ती का रंग	द्रव का रंग	गंध	स्वाद	द्रव का pH
1					
2					
3					

निष्कर्ष – विभिन्न स्वाद की पत्तियों की अम्लता अर्थात उपस्थित टेनिन की मात्रा भिन्न–भिन्न है।

सावधानियाँ – 1. प्रत्येक प्याले में समान उबलते जल की समान मात्रा मिलाइए। 2. प्रत्येक नमूने की चाय को समान समय तक बनने दीजिए। 3. अन्य द्रव के लिए प्रयोग करने से पहले कांच की छड़ को अच्छी तरह से साफ कीजिए। 4. द्रव का pH सावधानीपूर्वक नोट कीजिए। 5. प्रयुक्त चाय की पत्ती को सिंक (sink) में न डालकर कूड़ादान में डालिए।

परियोजना –7 मेथिल एल्कोहॉल, ऐथिल ऐसीटेट, ऐसीटोन और जल के वाष्पन दरों की तुलना करना।

सिद्धान्त – यदि चार द्रवों की समान मात्रा समान आकार एवं आकृति के पात्र में लेकर समान ताप पर समान समय के लिए रखा जाय तो उनके आयतन में कमी को उनके वाष्पन दर से सहसम्बन्धित किया जा सकता है। द्रव के आयतन में जितनी ही कमी होती है, उस द्रव के वाष्पन की दर उतनी ही अधिक होती है।

उपकरण – समान आकार के चार पेट्रीडिस, 10 mL का मापक सिलिंडर, विराम घड़ी।

रसायन – जल, मेथिल एल्कोहॉल, ऐथिल ऐसीटेट एवं ऐसीटोन।

विधि :– (i)समान आकार की चार पेट्रीडिस लेकर उनको 1 से 4 तक नामांकित कीजिए।

(ii) मापक सिलिंडर की सहायता से सावधानीपूर्वक 1, 2, 3 एवं 4 अंकित पेट्रीडिशों में क्रमशः एसीटोन, मेथिल एल्कोहॉल, जल एवं एथिल एसीटेट की 10 mL मात्रा डालिए।

(iii) सभी पेट्रीडिशों को धूम्रशीर्ष पर रखिए और विराम घड़ी या सामान्य घड़ी से लगे हुए समय को नोट कीजिए।

(iv) पन्द्रह मिनट बाद प्रत्येक पेट्रीडिश का आयतन मापक सिलिंडर की सहायता से मापिए एवं नोट कीजिए।

(v) प्रत्येक दशा में वाष्पन दर की गणना कीजिए। तुलना कीजिए और द्रव के क्वथनांक से इसको सहसंबंधित कीजिए।

प्रेक्षण – कमरे का ताप = ...°C जितने समय, के लिए द्रव को रखा गया = 60 मिनट

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

द्रव	क्वथनांक °C	द्रव का प्रारम्भिक आयतन ml	60 मिनट का पश्चात् द्रव का बचा आयतन ml	आयतन में कमी (x) ml	वाष्पन की दर x/60 ml प्रति मिनट
जल	100	10	....	....	....
मेथिल एल्कोहॉल	64.5	10	....	....	....
ऐसीटोन	56.2	10	....	....	....
इथाइल ऐसीटेट	77.0	10	....	....	....

निष्कर्ष – क्वथनांक में कमी के साथ वाष्पन दर बढ़ती जाती है। अन्तराणविक बल जितना प्रबल होता है, क्वथनांक उतना ही उच्च होता है और वाष्पन की दर उतनी ही निम्न होती है।

सावधानियाँ – (i) बेन्जीन, टॉलूईन आदि जैसे ऐरोमैटिक हाइड्रोकार्बनों का प्रयोग नहीं करना चाहिए क्योंकि ये कैंसर का कारक होते है।

(ii) . सभी आयतनों के मापन के लिए एक ही मापक सिलिंडर का प्रयोग करना चाहिए।

(iii) अन्य द्रव के मापन के पूर्व मापक सिलिंडर को साफ करके पोंछ देना चाहिए।

(iv) द्रव डालते समय छलकना नहीं चाहिए।

(v) विभिन्न द्रवों के आयतन मापन हेतू पिपेट का प्रयोग नहीं करना चाहिए क्योंकि लिया गया द्रव एवं उनकी वाष्प विषैली हो सकती है।

परियोजना –8

सूती, रेशमी एवं नाइलॉन का धागों की सुतन्यता की तुलना करना।

उपकरण – हुक, भार लटकाने वाला हैंगर, भार आदि

सामग्री – सूती, रेशमी एवं नाइलॉन का धागा।

विधि :–(i) लगभग समान व्यास के सूती, रेशमी एवं नाइलॉन के धागों के दिये गये नमूनों से समान लम्बाई का टुकड़ा काटिए।

(ii) ऊर्ध्वाधर तल में स्थिर हुक से सूती धागे का एक सिरा बांधिए।

(iii) सूती धागे का दूसरा सिरा भार लटकाने वाले हैंगर से बांधिए।

(iv) अब हैंगर पर भार बढ़ाते जाइए और तनाव को देखिए।

(v) थोड़ी–थोड़ी मात्रा में तब तक भार बढ़ाते जाइए तब तक कि विभंजन बिन्दु न आ जाए।

(vi) सूती धागे को तोड़ने के लिए आवश्यक न्यूनतम भार को नोट कीजिए।

(vii) पृथक–पृथक रूप से रेशमी एवं नाइलॉन का धागा लेकर उपर्युक्त प्रयोग को दोहराइए।

(viii) अपने प्रेक्षणों के निम्नवत नोट कीजिए :

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

प्रेक्षण :–

क्रम संख्या	धागा	धागे को तोड़ने के लिए आवश्यक न्यूनतम भार (ग्राम)
1.	सूती	
2.	रेशमी	
3.	नाइलॉन	

परिणाम – धागा तोड़ने के लिए आवश्यक भारों का बढ़ता हुआ क्रम ....है।

निष्कर्ष – परिणाम से हम यह निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि धागों को तोड़ने के लिए आवश्यक भार उनकी तन्यता के क्रम में होगा।

सावधानियाँ –

(i) लगभग समान मोटाई के ही विभिन्न धागों का प्रयोग कीजिए।

(ii) विभंजक बिंदु के नजदीक भारों को बहुत धीरे से रखिए।

प्रोजेक्ट –9

ऊनी और सूती धागों की सुतन्यता पर अम्लों एवं क्षारकों के प्रभाव का अध्ययन करना।

उपकरण – हुक, भार लटकाने हेतु का हैंगर, भार।

सामग्री – (a) ऊनी धागें के समान मोटाई एवं लम्बाई के तीन टुकड़े।

(b) समान मोटाई एवं लम्बाई के सूती धागों के तीन टुकड़े।

(c) सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन।

(d) हाइड्रोक्लोरिक अम्ल विलयन।

विधि :– (i) दिये गये नमूने से ऊनी धागों के तीन समान लम्बाई के टुकड़े काटिए। इन तीनों टुकड़ों को लगभग समान मोटाई का होना चाहिए।

(ii) परियोजना 8 में वर्णित विधि से किसी एक धागे की सुतन्यता का निर्धारण कीजिए।

(iii) ऊनी धागे के दूसरे टुकड़े को लगभग पांच मिनट के लिए सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन में भिगोइए।

(iv) इसे सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन से निकालिए और जल से अच्छी तरह से साफ करके इसे धूप में या ओवन (Oven) में सुखाइए।

(v) परियोजना 8 की विधि से इसकी सुतन्यता का निर्धारण कीजिए।

(vi) अब तीसरे ऊनी धागे के टुकड़े को तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल में लगभग पांच मिनट के लिए भिगोइए। इसे अम्लीय विलयन से निकालिए और जल से पूर्णतया साफ कीजिए और धूप में ओवन में सुखाइए। परियोजना 8 की विधि से इसकी भी सुतन्यता का निर्धारण कीजिए।

(vii) समान लम्बाई एवं समान मोटाई के तीन सूती धागों को लेकर उपर्युक्त प्रयोग को दोहराइए।

(viii) अपने प्रेक्षणों के निम्नवत लिखिए –

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

Downloaded from https:// www.studiestoday.com

प्रेक्षण :–

क्रम संख्या	धागा	अनुपचारित धागे तोड़ने के लिए आवश्यक न्यूनतम भार (ग्राम)	$NaOH$ में भिगोने के बाद धागे को तोड़ने के लिए आवश्यक न्यूनतम भार (ग्राम)	HCl में भिगोने के बाद धागे को तोड़ने के आवश्यक न्यूनतम भार (ग्राम)
1.	ऊनी	....	....	....
2.	सूती	....	....	....

निष्कर्ष – उपर्युक्त प्रेक्षण से यह प्राप्त होता है कि ऊन की तन्यता तनु क्षारक के विलयन में कम हो जाती है जबकि सूती धागे की तन्यता तनु अम्लीय विलयन में कम हो जाती है।

सावधानियाँ – (i) परियोजना 8 के समान।

प्रोजेक्ट –10 फलीय एवं वानस्पतिक रसों का, उनमें उपस्थित अम्लों के लिए, विश्लेषण करना।

उद्देश्य – संतुलित आहार की योजना बनाने के लिए विभिन्न फलों एवं वनस्पतियों के विभिन्न संघटनों का ज्ञान आवश्यक है। अतः इस परियोजना में हम विभिन्न फलों एवं वनस्पतियों में उपस्थित अम्लों एवं खनिज घटकों के विश्लेषण पर ध्यान केन्द्रित करते है।

आवश्यक सामग्री – (a) उपकरण – परखनली, शंक्वाकार फ्लास्क, ब्यूरेट, पिपेट, ऊष्मक आदि।

(b) रसायन – फलों एवं वनस्पतियों का जूस (नींबू का रस, सन्तरे का जूस, सेब का जूस, गन्ने का रस, आम रस, आलू का जूस, टमाटर का रस, गाजर का रस, मूली का रस आदि।), M/100 $NaOH$ विलयन एवं फीनॉलफ्थेलिन विलयन।

विधि :– (i) नींबू के रस को छानिए और इसके 5 mL शंक्वाकार फ्लास्क में लीजिए।

(ii) इसे 20 mL आसुत जल से तनु कीजिए और अनुमापन में प्रयुक्त M/100 $NaOH$ के आयतन से गणना करके उपस्थित अम्लों की संगत मात्राएं ज्ञात कीजिए –

क्रम संख्या	जूस का नाम	प्रत्येक अनुमापन के लिए गये जूस का आयतन mL में	प्रयुक्त M/100 $NaOH$ का आयतन mL में
1.	नींबू का रस	5	V_1
2.	संतरा का जूस	5	V_2
3.	सेब का रस	5	V_3
4.	अन्नास का जूस	5	V_4
5.	गन्ने का रस	5	V_5
6.	आम का रस	5	V_6
7.	आलू का जूस	5	V_7
8.	टमाटर का रस	5	V_8
9.	गाजर का जूस	5	V_9
10.	मूली का रस	5	V_{10}

निष्कर्ष – विभिन्न फलों में अम्लों की संगत मात्राओं की गणना।

Downloaded from https:// www.studiestoday.com