



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)

सेवानिवृत्त प्राचार्य

1-घ-7 वैशालीनगर, अजमेर

गोपाल प्रसाद शर्मा

प्राध्यापक (स्कूल शिक्षा)

रा. जैन गुरुकुल 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

अनुक्रमणिका

क.सं.	अध्याय	पृष्ठ संख्या
1.	सामान्य प्रयोगशाला तकनीक	1
2.	पदार्थों 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 मूलकों के परीक्षण	70
12.	कार्बनिक यौगिकों में तत्वों की पहचान	90
13.	सत्र का प्रायोगिक कार्य	93
14.	प्रोजेक्ट कार्य	98

सामान्य प्रयोगशाला तकनीक

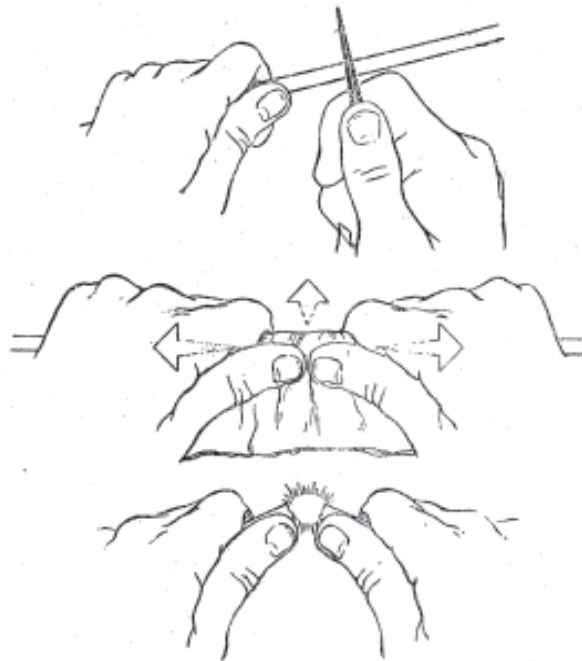
प्रयोगशाला में कार्य करते समय कुछ सामान्य प्रविधियों का सर्वदा उपयोग करना पड़ता है। तुम्हें इन साधारण कार्यों में दक्ष होना चाहिए। सावधानी और स्वच्छता से कार्य करने से तुम में स्वतः ही दक्षता आ जायेगी।

(1) काँच की नली या छड़ से कार्य करना :-

आवश्यक वस्तुएँ—(1) काँच की नलियाँ, (2) काँच की छड़ें, (3) त्रिकोणीय रेती,

(4) ऐस्बेस्टॉस चादर का टुकड़ा

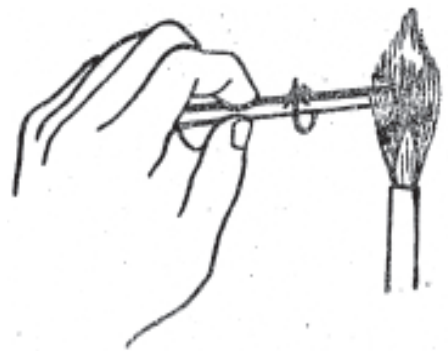
(i) काँच की नली या छड़ को काटना— काँच की नली या छड़ को टेबिल पर रखो। जिस स्थान से उसे काटना हो वहाँ रेती से एक या दो बार रगड़ कर खरोंच डाल दो। रेती से लगातार रगड़ते रहने की आवश्यकता नहीं है। रेती को एक बार दबाकर रगड़ना ही पर्याप्त होता है।



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 दिशा में मोड़ने से नली खरोंच के स्थान से ही चटक कर टूट जाएगी। झाड़न को भली प्रकार झटकार देना चाहिए जिससे काँच 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 जाएँ।



चित्र 1.2 काँच की नली के किनारों को चिकना करना

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 मुँह ही बन्द हो जाए।

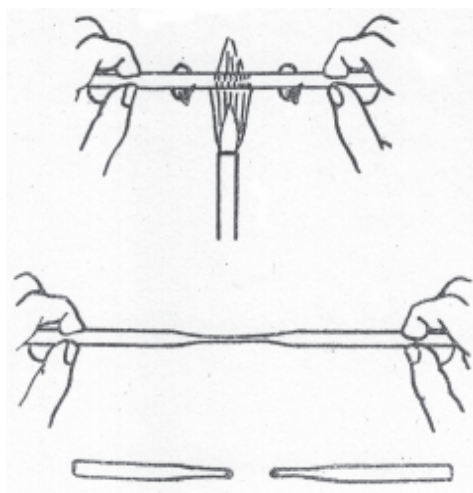
(iii) काँच की नली को मोड़ना— इस कार्य के लिए सामान्य बुन्सेन बर्नर के स्थान पर मत्स्यपुच्छ बर्नर अधिक सुविधाजनक रहता है। जिस स्थान से नली को मोड़ना हो उसे दोनों हाथ की उंगलियों की सहायता से ज्वाला पर घुमा कर चारों ओर से गर्म करो। जब काँच इतना मुलायम हो जाए कि नीचे की ओर लटकने सा लगे तो नली को ज्वाला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



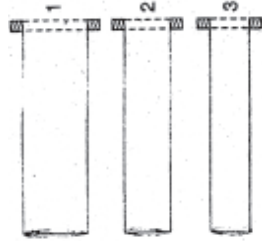
चित्र 1.4 प्रधार बनाना

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।

(v) कॉर्क में छेद करना— रसायन प्रयोगशाला 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 बोटल 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 Borer) :— कॉर्क में जिस नली या छड़ को डालने के लिये छेद करना होता है, उससे कुछ कम व्यास के वेधक का चयन किया जाता है। कॉर्क वेधक स्टील के खोखले सिलिन्डर के समान होते हैं 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।

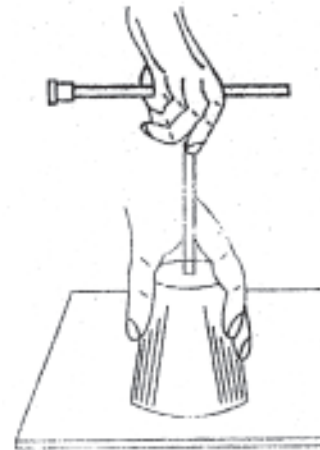


चित्र 1.5 कॉर्क वेधक या कॉर्क छेदक



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 हैं 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 लगाने हगे कॉर्क पर समाने देखिये (चित्र 1.7)। यदि कॉर्क रबड़ का हो तो वेधक पर कुछ ग्लिसरीन 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 वेधक 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 हैं। दोनों छेदों के बीच पर्याप्त दूरी रखनी चाहिये ताकि दोनों छेदों के बीच की दीवार टूट न जाये।

अध्याय-2

पदार्थों का गलनांक और क्वथनांक ज्ञात करना

गलनांक :-

ठोस पदार्थों 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 अशुद्धियाँ गलनांक को प्रभावित करती हैं। अतः गलनांक ज्ञात करने से पदार्थ की शुद्धता की जांच हो जाती है।

क्वथनांक :-

द्रव पदार्थों 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 अशुद्धियाँ क्वथनांक को प्रभावित करती हैं। 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 पदार्थों का एक निश्चित गलनांक होता है। इसी प्रकार द्रवों का मानक दाब पर एक निश्चित क्वथनांक होता है। रासायनिक विधि से कार्बनिक पदार्थों की शुद्धता ज्ञात करने में काफी समय लगता है लेकिन गलनांक और क्वथनांक ऐसे परीक्षण हैं जिनके द्वारा शीघ्र ही किसी भी पदार्थ की शुद्धता ज्ञात की जाती है।

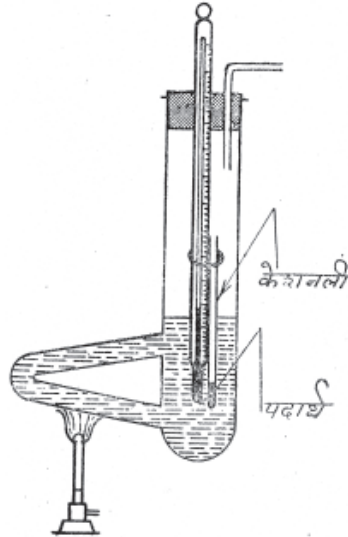
उपकरण और सामग्री :- बीकर (350 मिली.), विलोडक, थिल की नली, थर्मामीटर, केशनलियाँ (अध्याय 1 में बनाई विधि से एक दर्जन, लगभग 6 cm लम्बी केशनलियाँ बना लो), डोरा या रबर के छल्ले, ज्वलन नली, तिपाई, तार की जाली, स्पंज या अस्पताल की रूई जो काफी मात्रा में जल सोख ले, क्लैम्प, स्टैंड, बर्फ, नेफथलीन, यूरिया, गंधक,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

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।

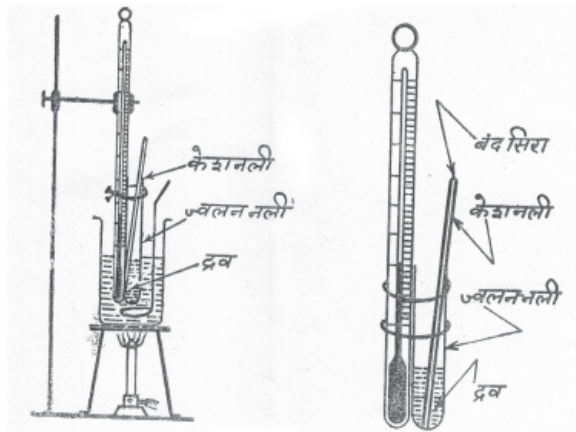
बीकर में जल के स्थान पर सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल भी लिया जाता है जो डोरे को जला देगा और रबर को भी गला देगा।

बीकर में लिए द्रव का क्वथनांक पदार्थ के गलनांक से लगभग 20°C अधिक होना चाहिए। साधारणतया बीकर में पदार्थ का गलनांक ज्ञात करते समय ग्लिसरीन (क्वथनांक 290°C) या सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल (क्वथनांक 338°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 नेथेलीन, यूरिया, गंधक और क्रिस्टलीय ऑक्सेलिक अम्ल का गलनांक ज्ञात करो।

क्वथनांक ज्ञात करने की केशनली विधि :-



चित्र 2.2 क्वथनांक निकालने का उपकरण

प्रयोग संख्या 2.2—बेन्जीन का क्वथनांक ज्ञात करना।

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

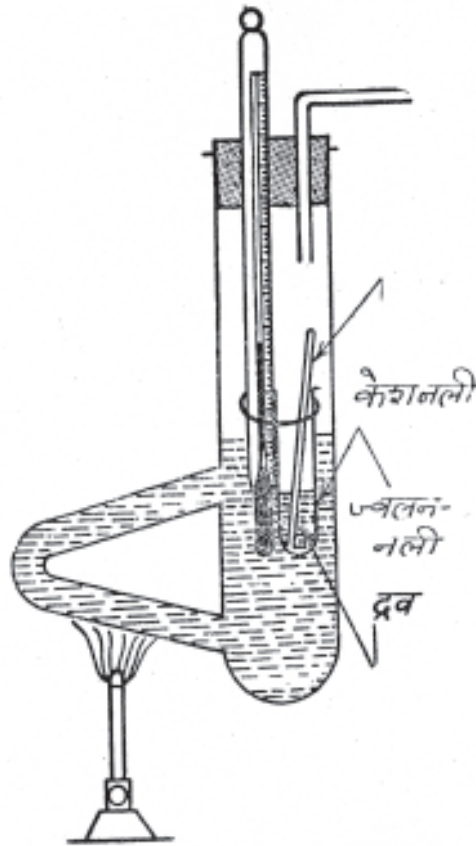
(ख) एक ज्वलन नली में लगभग 0.5 मिली. बेन्जीन लो। ज्वलन नली में उपर्युक्त केशनली को इस प्रकार डाल दो कि उसका खुला सिरा बेन्जीन में डूबा रहे।

(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।

(ङ) 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 हैं। 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।

(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।

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 हैं। 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 हैं। 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 हैं तथा विलयन को छान लेते हैं। इससे अघुलनशील अशुद्धियां दूर हो जाती हैं। इस छनित विलयन को सान्द्रित करके ठण्डा करने पर पदार्थ के क्रिस्टल प्राप्त हो जाते हैं जिन्हें निथारकर अलग कर लेते हैं। 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 परिभाषाएँ :-

- (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 हैं।
- (3) मातृद्रव (Mother Liquor)—क्रिस्टलीकरण के उपरान्त शेष द्रव को मातृद्रव कहते हैं।
- (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।

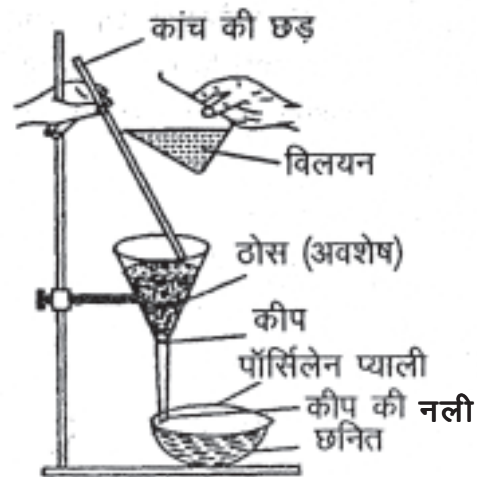
क्रिस्टलीकरण विधि (Method of Crystallisation)— अकार्बनिक पदार्थों के क्रिस्टलीकरण की प्रक्रिया निम्न पदों में सम्पन्न होती है—

(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°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। इन्हें दूर करने के लिये इसे कीप की सहायता से छानना पत्र से छानो। अविलेय अशुद्धियां तथा अतिरिक्त ठोस फिल्टर पत्र पर रुक जाते हैं तथा विलयन फिल्टर पत्र से छन जाता है। छनित को पॉर्सिलेन की प्याली में एकत्रित करो (चित्र 3.2)

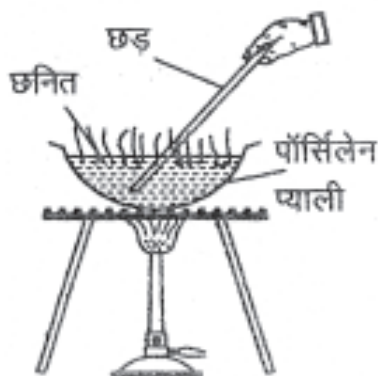


चित्र 3.1 विलयन बनाना



चित्र 3.2 विलयन को छानना

(3) संतृप्त विलयन का क्रिस्टलन बिन्दु तक सान्द्रण— उपर्युक्त छनित युक्त पॉर्सिलेन 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।



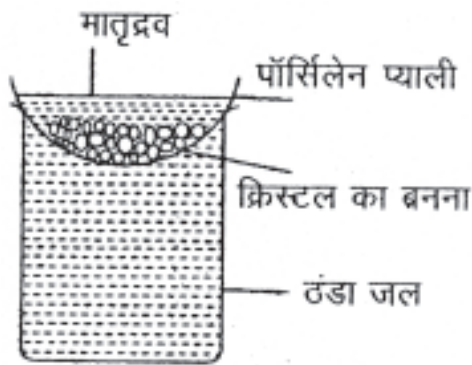
चित्र 3.3 विलयन का सान्द्रण



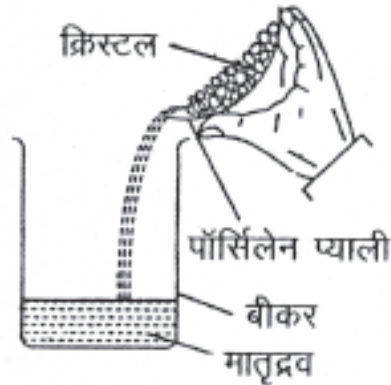
चित्र 3.4 क्रिस्टलन बिन्दु की जाँच

(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 हैं। कभी-कभी क्रिस्टलन को प्रारम्भ करने के लिये शुद्ध यौगिक का एक क्रिस्टल डाल देते हैं 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 अर्थात् 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।



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 cm³) चीनी या पॉर्सिलेन की प्याली, कांच की छड़, कीप, त्रिपाद स्टैंड, 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 $K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$ है। फिटकरी में विलेयशील तथा अविलेयशील अशुद्धियां होती हैं। फिटकरी का जल में संतृप्त विलयन बना कर छानने पर अविलेयशील अशुद्धियां दूर हो जाती हैं। छनित को क्रिस्टलन बिन्दु तक उबालकर ठंडा करने पर फिटकरी के शुद्ध क्रिस्टल पृथक हो जाते हैं तथा विलेयशील अशुद्धियां मातृद्रव में रह जाती हैं।

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 पॉर्सिलेन 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। थोड़ी 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 नहीं करना चाहिए।

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

उपकरण :- एक बीकर (250 cm³), चीनी या पॉर्सिलेन की प्याली, कांच की छड़, त्रिपाद, स्टैंड, लोहे की जाली, फिल्टर पत्र।

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

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

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 काँच 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 हैं। 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 हैं। जब क्रिस्टलन पूरा हो जाय तो इन क्रिस्टलो को निथार कर मातृद्रव से पृथक करो। विलेयशील अशुद्धियां मातृद्रव में रह जाती हैं। 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 हैं और यह पानी में घुल जाता है।

उपकरण :- 250 ml शंक्वाकार फ्लास्क, काँच की छड़, धोने वाली बोतल, स्टैंड, फिल्टर पत्र, तिपाईं 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

(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।

सावधानियाँ :- प्रयोग 1 के समान।

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 (K_w) का 25°C पर मान 1×10^{-14} (मोल प्रति लिटर)² होता है अर्थात्

$$[\text{H}^+][\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-14} \text{ (मोल प्रति लिटर)}^2$$

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

$$\text{यदि } [\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-7} = \sqrt{1 \times 10^{-14}} \text{ (मोल प्रति लिटर)}^2$$

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 क्योंकि $[\text{H}^+] \times [\text{OH}^-]$ का मान (K_w) स्थिर है। इस प्रकार विलयन की H^+ आयन सान्द्रता 1×10^{-7} मोल प्रति लीटर से अधिक हो जाती है। अतः अम्लीय विलयन के लिए $[\text{H}^+]$ का मान 1×10^{-7} मोल प्रति लिटर से अधिक होता है।

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

अतः यदि किसी विलयन में $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-7}$ मोल प्रति लिटर हो तो विलयन उदासीन होता है। यदि $[\text{H}^+]$, 1×10^{-7} मोल प्रति लिटर से अधिक है तो विलयन अम्लीय होगा और यदि $[\text{H}^+]$ 1×10^{-7} मोल प्रति लिटर से कम है तो विलयन क्षारीय होगा। इसका अर्थ यह है कि साधारण ताप पर क्षारीय विलयनों में $[\text{OH}^-]$, 1×10^{-7} मोल प्रति लिटर से अधिक और अम्लीय विलयनों में $[\text{OH}^-]$ 1×10^{-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 $[\text{H}^+]$ को (H_3O^+) के रूप में व्यक्त करते हैं।

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 हैं।

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

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$

$$\text{अथवा, } \text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\text{pH} = \log \frac{1}{[\text{H}_3\text{O}^+]}$$

$$[\text{H}^+] = [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$$

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।

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 विलयनों 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 हैं। ठीक उसी प्रकार जैसे तापक्रम को थर्मामीटर के मापक्रम में व्यक्त करते हैं। 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 हैं।

$[H^+]$	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

$$= 10^{-8} \text{ (HCl से प्राप्त)} + 10^{-7} \text{ (H}_2\text{O से प्राप्त)}$$

$$= 10^{-8} (1+10) \text{ मोल प्रति लिटर}$$

अर्थात् $H^+ = 10^{-8} \times 11$ 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 (Measurement 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 हैं।

अम्ल-क्षार सूचक वे पदार्थ होते हैं जिनका रंग pH परिवर्तन होने के साथ परिवर्तित हो जाता है। ये सामान्यतः कार्बनिक दुर्बल अम्ल या दुर्बल क्षार होते हैं। 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 हैं जो pH के अल्प अन्तराल में रंग परिवर्तन प्रदर्शित करते हैं। जैसे थाइमॉल ब्लू सूचक $pH=1$

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
फीनॉलपथेलीन	एथेनॉल	रंगहीन	गुलाबी	8.3—10.0
थाइमॉलपथेलीन	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 सार्वत्रिक सूचक कहते हैं। एक ऐसा सार्वत्रिक 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) फिनॉलपथेलीन
- (4) 50 मि.ग्राम (0.050 ग्राम) ब्रोमोफिनॉल ब्लू

इन सभी सूचकों को 100 सेमी³ एथेनॉल में घोलकर विलयन बनाते हैं तथा इसमें 0.05 M NaOH विलयन को बूंद-बूंद करके तब तक मिलाते हैं जब तक कि विलयन हरा न हो जाये। तत्पश्चात् आसुत जल मिलाकर विलयन को 200 सेमी³ तक तनु कर लेते हैं। 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—

- (अ) pH पेपर से pH का मान ज्ञात करने के लिए विलयन की 2–3 बूंद pH पेपर पर काँच की नली या ड्रॉपर 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 हैं।
- (ब) सार्वत्रिक सूचक से pH का मान ज्ञात करने के लिए एक साफ एवं शुष्क परखनली में दिये गये विलयन की लगभग 5 सेमी³ लेकर इसमें ड्रॉपर की सहायता से सार्वत्रिक सूचक की 2–3 बूंद डालते हैं। 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 स्टैंड, 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 स्टैंड 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 सेमी³ 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 बूंद अलग-अलग टुकड़े पर डालो।
3. पेपर पर उत्पन्न रंग का सावधानी से निरीक्षण करो तथा इसकी तुलना मानक रंग-तालिका के रंगों 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 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					

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 रंगों 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

प्रयोग 3— समान सान्द्रता के प्रबल अम्ल (हाइड्रोक्लोरिक अम्ल HCl) और दुर्बल अम्ल (एसिटिक अम्ल CH₃COOH) 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 CH₃COOH.

विधि—

- (a) सार्वत्रिक सूचक विलयन का प्रयोग करके—
- (i) दो स्वच्छ शुष्क परीक्षण नलियाँ 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 सूचक 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 CH₃COOH 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 नोक 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 CH₃COOH 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 ₃ COOH	

परिणाम :- 0.1 N HCl का pH मान 0.1 N CH₃COOH के pH मान से अपेक्षाकृत कम होता है।

चूँकि HCl एक प्रबल अम्ल है और पूर्णतया वियोजित होता है, तथा CH₃COOH एक दुर्बल अम्ल है और कम मात्रा में वियोजित होता है, अतः HCl जल में CH₃COOH की समान सान्द्रता के विलयन अपेक्षा अधिक मात्रा में H⁺ उत्पन्न करता है।

HCl का pH < CH₃COOH 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 हाइड्रॉक्साइड 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।

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 स्टैंड, काँच की छड़ आदि।

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

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

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

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

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

प्रेक्षण-

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

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

प्रेक्षण—

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

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

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—

- 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 HCl मिलाते हैं और बाद में आयुत जल मिलाकर इसका आयतन एक लिटर कर देते हैं।
- 0.02 M पोटैशियम थायोसाइनेट : 2g पोटैशियम थायोसाइनेट को जल में विलेय कर इसका आयतन एक लिटर कर देते हैं।
- 0.02M KCl विलयन : 1.5g KCl को आसुत जल में विलेय कर इसका आयतन एक लिटर कर देते हैं।

विधि—

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

प्रेक्षण

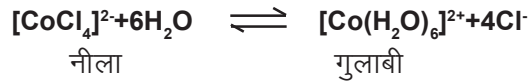
परखनली संख्या	साम्य पर मिलाये गए पदार्थ	रंग में परिवर्तन	$[Fe(CNS)^{2+}]$ की सान्द्रता पर प्रभाव	साम्य का विस्थापन
1.	5mL जल	संदर्भ रंग	—	—
2.	5mL 0.02 M $FeCl_3$ विलयन	गहरा रंग	बढ़ोतरी	दायीं ओर
3.	5 mL 0.02 M KCNS विलयन	गहरा रंग	बढ़ोतरी	दायीं ओर
4.	5 mL 0.02 M KCl विलयन	रंग हल्का हो जाता है	कमी	बायीं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

प्रयोग 2- $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ 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।



यह साम्य में विस्थापन के कारण होता है। Cl^- आयन्स युक्त कोबाल्ट (II) के तनु जलीय विलयन में $\text{Co}(\text{II})$ 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 ($\text{CoCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), 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 हैं। 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 हैं 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 हैं 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 हैं और रंग को नोट करते हैं।
5. अब इस विलयन में 0.5 mL आसुत जल को रूक-रूक कर मिलाते हैं 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 हैं तो प्रक्रम रोक देते हैं।

प्रेक्षण-

सारणी-1. 0.2 M जलीय CoCl_2 विलयन का आयतन = 5mL

क्र. सं.	$[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ 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

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 ($\text{CoCl}_2 + \text{HCl}$) 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।

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 हैं।

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 हैं।

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 हैं।

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

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

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।

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

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।

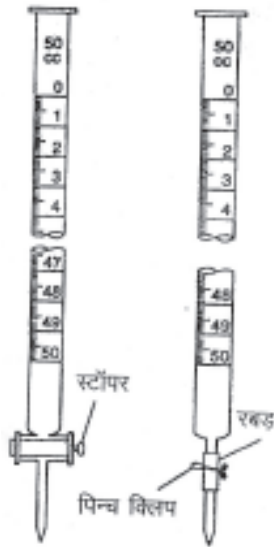
नोट – तुल्य बिन्दु तथा अन्तिम बिन्दु के मध्य एक बूंद का ही अन्तर होता है।

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 स्टॉपर ब्यूरेट कहते हैं। दूसरे प्रकार के ब्यूरेट पिन्च क्लिप वाले होते हैं। जिनमें नुकीले सिरे पर रबड़ की नली लगा कर उस पर पिन्च 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 सेमी³ होता है। यह ब्यूरेट का अल्पत्मांक कहलाता है।

ब्यूरेट का उपयोग निम्न प्रकार से किया जाता है –



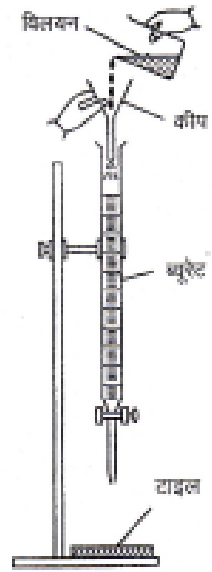
चित्र 6.1 ब्यूरेट

चित्र 6.1 ब्यूरेट



चित्र 6.2 प्रक्षालन

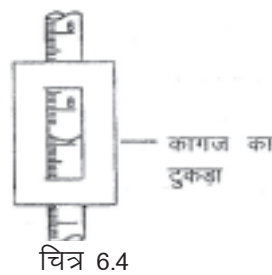
चित्र 6.2 प्रक्षालन



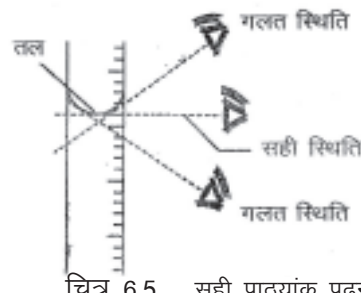
चित्र 6.3 ब्यूरेट में विलयन भरना

चित्र 6.3 ब्यूरेट में विलयन भरना

- (i) सर्वप्रथम ब्यूरेट को क्रोमिक अम्ल (सान्द्र विलयन) से धोते हैं 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 सेमी³ 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 बूंदें दूर हो जाती हैं। (चित्र 6.2)
- (iii) इस प्रक्षालित ब्यूरेट को अब स्टैंड 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 हैं जिस विलयन का इसमें उपयोग करना है। (चित्र 6.3)
- (v) ब्यूरेट की टॉपी 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 हैं।
- (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 हैं। (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 पाठ्यांक पढ़ना

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

(ix) अनुमापन प्रक्रिया पूर्ण होने पर ब्यूरेट से विलयन को सम्बन्धित बोटल 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 टॉटी लीक (Leak) नहीं होनी चाहिए। यदि टॉटी लीक हो तो इसमें वैसलीन लगा देनी चाहिए। अन्तिम बिन्दु पर ब्यूरेट के निचले सिरे पर बूंद टपकने की स्थिति में नहीं रहनी चाहिए।



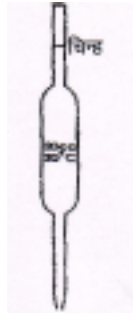
चित्र 6.6
निचला तल



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 टॉटी 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 सेमी³ 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 सेमी³ 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 ढीला 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।



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) चिह्नित आयतनी फ्लास्क (Marked Volumetric Flask) (चित्र 6.11) —

यह चपटे पेंदे वाला काँच का फ्लास्क होता है। इसका उपयोग किसी पदार्थ का मानक विलयन बनाने के लिए किया जाता है। इसे 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।



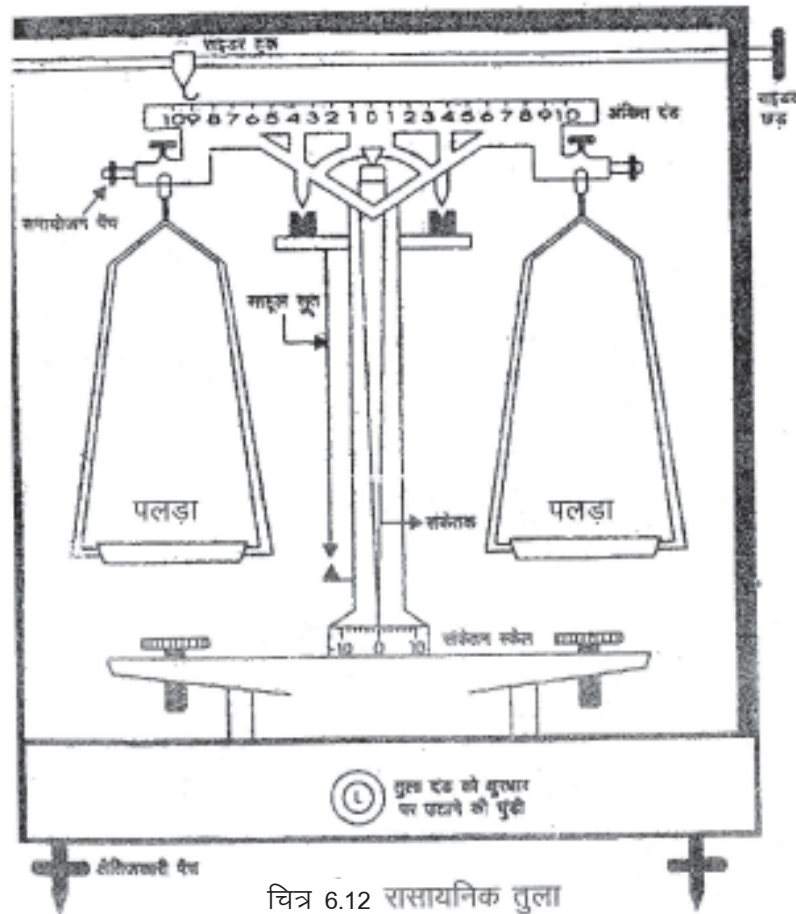
चित्र 6.11 आयतनी फ्लास्क

मानक विलयन बनाने के लिए पदार्थ की आवश्यक मात्रा को तोलकर आयतनी फ्लास्क में डालते हैं। 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 मुँह में काँच का ढक्कन लगाकर विलयन को अच्छी तरह हिला देते हैं जिससे विलयन समांगी हो जायें।

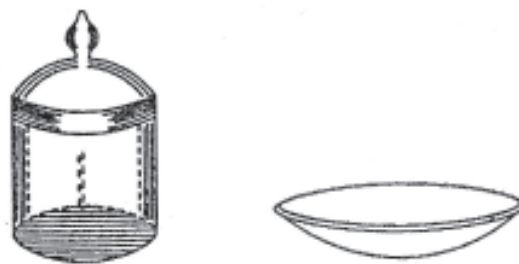
रासायनिक तुला (Chemical Balance) — अनुमापन के लिये मानक धन बनाने हेतु पदार्थ की सही-सही मात्रा ज्ञात करना आवश्यक है। पदार्थ सही मात्रा तोलने के लिये रासायनिक तुला का उपयोग किया जाता है। कल इलेक्ट्रॉनिक तुला भी प्रयोगशाला में उपलब्ध है।

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 काँच के बॉक्स में बन्द रहती है।



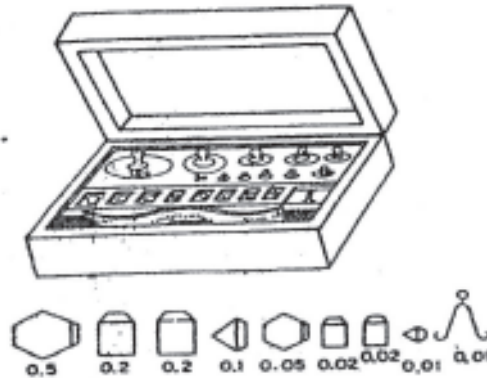
उपयोग विधि – सबसे पहले तुला को स्वच्छ सूती कपड़े से पोंछ कर क्षैतिज कारी पेचों एवं साहुल सूत की सहायता से समतल करते हैं। अब घुण्डी की सहायता से तुला दण्ड को क्षुरधार पर ऊपर उठाते है तो संकेतक पैमाने के दोनों ओर दोलन करने लगता है। यदि संकेतक पैमाने पर शून्य से दोनों ओर समान दोलन करता है तो तुला संतुलित 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

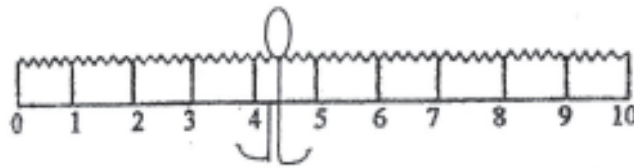
तोलते समय बाट आवश्यकतानुसार चिमटी से पकड़ कर कम या ज्यादा करते हैं। यदि संकेतक दांयी ओर अधिाक जाता है और जब 10 मिग्राम का बाट रखने पर वह बांयी ओर ज्यादा जाने लगे तो ऐसी स्थिति में राइडर (Rider) का प्रयोग किया जाता है। राइडर ऐल्युमिनियम या प्लैटिनम का बना होता है, इसका भार भुजा (तुला दण्ड) के अन्तिम सिरे 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 हैं।



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

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 दें 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 लें 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।

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 हैं। 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 हैं। जैसे— पोटैशियम परमैंगनेट तथा फेरस सल्फेट के मध्य अनुमापन
- (3) **अवक्षेपण अनुमापन**— वे अनुमापन, जिसमें दो पदार्थों के विलयन परस्पर क्रिया करके अवक्षेप बनाते हैं, अवक्षेपण अनुमापन कहलाते हैं। 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 हैं –

- (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 हैं –

- (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 –

(अ) नार्मलता के आधार पर गणना –

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

$$N_1 V_1 = N_2 V_2$$

जहाँ N_1 = मानक विलयन की नार्मलता

V_1 = मानक विलयन की आयतन

N_2 = अज्ञात विलयन की नार्मलता

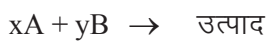
V_2 = अज्ञात विलयन का आयतन

$$N_2 = \frac{N_1 V_1}{V_2}$$

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 लीजिए कि अभिक्रिया का संतुलित समीकरण निम्नानुसार है –



जहाँ A एवं B क्रियाकारक पदार्थ हैं 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 –

$$M_A V_A = \frac{x}{y} M_B V_B$$

जहाँ M_A = पदार्थ के विलयन की मोलरता

V_A = पदार्थ के विलयन का आयतन

M_B = पदार्थ के विलयन की मोलरता

V_B = पदार्थ के विलयन का आयतन

$$M_B = \frac{y}{x} \frac{M_A V_A}{V_B}$$

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

$$M_A V_A = M_B V_B$$

$$M_B = \frac{M_A V_A}{V_B}$$

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

सान्द्रता ग्राम प्रति लिटर = मोलरता × अणु भार

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

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 हैं। 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 वर्गों में बांटा जा सकता है :-

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 फीनॉलपथेलीन सूचक प्रयोग करना चाहिये। यदि अम्ल के विलयन को ब्यूरेट में भरते हैं 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 हैं। इस प्रकार के अनुमापन में क्षार के विलयन को ब्यूरेट में लिया जाता है और फीनॉलपथेलीन 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 है 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 सही-सही नहीं ज्ञात कर सकते हैं। तुल्य बिन्दु को ज्ञात करने के लिये कोनिकल फ्लास्क 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 है तो यह अभिकर्मक से क्रिया कर उसका रंग परिवर्तन कर देता है। वह बिन्दु जिस पर अभिकर्मक का रंग परिवर्तित हो जाता है तथा जिससे अभिक्रिया की पूर्णता का ज्ञान होता है अन्तिम बिन्दु कहलाता है। अन्तिम बिन्दु तुल्य बिन्दु के बाद ही दिखाई देता है। 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 है। 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 फीनॉलपथेलीन अम्लीय विलयन में रंगहीन होता है और क्षारीय विलयन में गुलाबी (Pink) रंग दर्शाता है।

जबकि मेथिल ऑरेन्ज अम्लीय विलयन में लाल-गुलाबी रंग और क्षारीय विलयन में पीला रंग दर्शाता है।

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

सूचक	रंग		pH परास	अनुपालन जिसके लिये उपयुक्त है।
	अम्लीय विलयन में	क्षारीय विलयन में		
फीनॉलपथेलीन	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	3.1–4.5	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 है और pH का मान 7 से अधिक हो जाता है। अतः सूचक का रंग परिवर्तित हो जाता है। इसी प्रकार उदासीनीकरण के पश्चात अम्ल की एक बूंद और मिलाने पर H^+ आयन की सान्द्रता बढ़ जाती है और pH का मान 7 से कम हो जाता है। अतः सूचक का रंग परिवर्तित हो जाता है।

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

1. प्राथमिक मानक – वे पदार्थ जिनकी सही मात्रा तोलकर आसुत जल में विलेय करके मानक विलयन बनाया जा सकता है प्राथमिक मानक कहलाते हैं। उदाहरण के लिए कॉपर सल्फेट फ़ैरस 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 शुद्धता 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 है।

(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 ससमीकरणमिक्त

(Stoichiometric) होनी चाहिये।

2. द्वितीयक मानक— वे पदार्थ जिनमें उपर्युक्त गुण नहीं पाये जाते हैं 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, पोटैशियम हाइड्रॉक्साइड, सोडियम थाय सल्फेट, पोटैशियम परमैंगनेट, सल्फ्यूरिक अम्ल, हाइड्रोक्लोरिक अम्ल आदि। ऐसे पदार्थों का मानक विलयन बनाने के लिए पहले इनका इच्छित सान्द्रता से कुछ अधिक सान्द्रता का विलयन बनाकर उसका मानकीकरण प्राथमिक मानक द्वारा करते हैं। 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 पदार्थों के अणुभार तथा तुल्यांकी भार दिये गये हैं।

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 ₃ COOH	60.06	1	60.06
4.	सल्फ्यूरिक अम्ल	H ₂ SO ₄	98.00	2	49.00
5.	ऑक्सेलिक अम्ल	H ₂ C ₂ O ₄ .2H ₂ O	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.	पोटेशियम हाइड्रॉक्साइड	KOH	56.12	1	56.12
3.	क्रिस्टलीय सोडियम कार्बोनेट	Na ₂ CO ₃ .10H ₂ O	286.00	2	143.00
4.	निर्जल सोडियम कार्बोनेट	Na ₂ CO ₃	106.00	2	53.00
5.	पोटेशियम कार्बोनेट	K ₂ CO 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 आवश्यकता होती है अम्ल की क्षारकता कहलाती है।

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

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

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

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

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 आवश्यक मात्राएँ दी गई हैं। 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 आवश्यक 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 हाइड्रॉक्साइड (NaOH)	40.00	4.00	40.00
पोटेशियम हाइड्रॉक्साइड (KOH)	56.12	5.612	56.12
सोडियम कार्बोनेट (Na ₂ CO ₃ ·10H ₂ O)	143.00	14.30	286.00
निर्जल सोडियम कार्बोनेट (Na ₂ CO ₃)	53.00	5.30	106.00

मानक विलयन बनाना- जिस विलयन की सान्द्रता ज्ञात होती है 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 है।

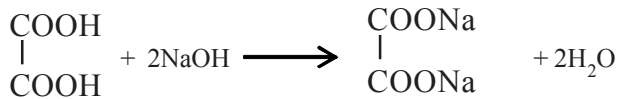
उद्देश्य- रासायनिक तुला का प्रयोग करते हुए $\frac{N}{10}$ नार्मलता का क्रिस्टल ऑक्सेलिक अम्ल (H₂C₂O₄·2H₂O) का 250 सेमी² मानक विलयन बनाइए।

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 सेमी³ 0.1 N मानक विलयन बनाने

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

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 फिनाॅलपथेलीन सूचक की मिलाते हैं। ब्यूरेट से क्षार का विलयन धीरे-धीरे मिलाने पर उदासीनीकरण की निम्न अभिक्रिया होती है—



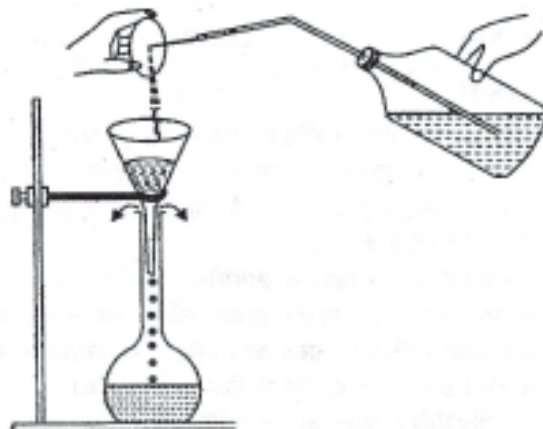
जैसे ही अभिक्रिया पूर्ण होती है ब्यूरेट से एक बूंद NaOH विलयन और मिलाने पर कोनिकल फ्लास्क में विलयन का रंग गुलाबी हो जाता है और अभिक्रिया पूर्ण हो गयी मान लिया जाता है। यहाँ अज्ञात विलयन क्षार विलयन है इसलिये इसे क्षारमिति कहते हैं।

उपकरण तथा आवश्यक सामग्री— रासायनिक तुला बांट बॉक्स वाँच ग्लास 250 सेमी³ क्षमता का चिन्हित आयतनी फ्लास्क आसुत जल धावन बोतल ब्यूरेट पिपेट कोनिकल फ्लास्क कीप ब्यूरेट स्टैण्ड क्रिस्टलीय ऑक्सेलिक अम्ल ब्यूरेट सोडियम हाइड्रॉक्साइड तथा फीनाॅलपथेलीन सूचक।

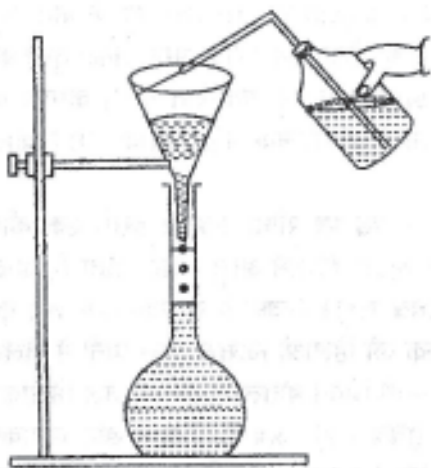
विधि— (अ) ऑक्सेलिक अम्ल का मानक विलयन बनाना— ऑक्सेलिक अम्ल का मानक विलयन बनाने के लिये 250 सेमी³ के आयतनी फ्लास्क को पहले क्रोमिक अम्ल से धोकर दो-तीन बार आसुत जल से धोओ। फ्लास्क को सुखाने के लिये स्टैण्ड पर उल्टा लगा कर रख दो।

पहले अध्याय 4 में वर्णित विधि से रासायनिक तुला से स्वच्छ व शुष्क वाँच ग्लास को तोलो तथा राइडर की सहायता से भार दशमलव के बाद चार स्थान तक ज्ञात करो। अब वाँच ग्लास में थोड़ा ऑक्सेलिक अम्ल लेकर तुला को बाँट तथा राइडर का प्रयोग कर 1.5760 ग्राम पर व्यवस्थित करो। कागज के टुकड़े से आवश्यकतानुसार वाँच 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 सेमी³ 0.1N मानक विलयन है।



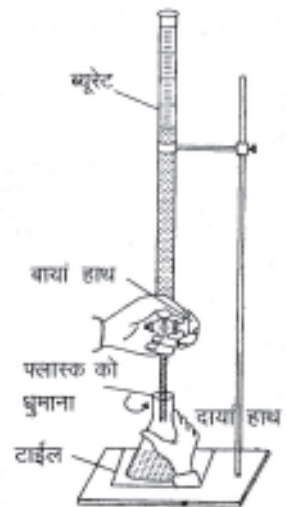
चित्र 8.1 पदार्थ को फ्लास्क में स्थानान्तरित करना



चित्र 8.2 प्लास्क को जल से भरन



चित्र 8.3 पिपेट से अन्तिम बूंद द्वारा प्लास्क को चिन्ह तक भरना



चित्र 8.4 अनुमापन करना

(ब) मानक तथा अज्ञात विलयन के मध्य अनुमापन— पहले ब्यूरेट पिपेट कोनिकल प्लास्क 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 है। 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 बूंद बाहर नहीं निकले। अब पिपेट के विलयन को कोनिकल प्लास्क में खाली करो। पिपेट के निचले सिरे को कोनिकल प्लास्क की भीतरी दीवार से एक-दो बार स्पर्श कराओ ताकि अन्तिम बूंद भी पिपेट से प्लास्क में आ जावें।

कोनिकल प्लास्क के विलयन में एक-दो बूंद फीनॉलपथेलीन की मिलाकर तीन-चार बार हिलाओ। अब कोनिकल प्लास्क को स्टैण्ड में लगे ब्यूरेट के नीचे रखकर धीरे-धीरे ब्यूरेट से क्षार का विलयन कोनिकल प्लास्क में डालो और प्लास्क को हिलाते रहो। इसके लिये (चित्र 8.4) के अनुसार बायें हाथ से ब्यूरेट की टॉटी खोलो तथा दाहिने हाथ से प्लास्क को पकड़ो। अभिक्रिया पूर्ण होने पर यदि एक बूंद ब्यूरेट से और मिलायी जाए तो कोनिकल प्लास्क 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 हाइड्रॉक्साइड 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	सुसंगत आयतन mL
		प्रारंभिक (x)	अंतिम (y)		
1.	20	4.3	24.5	20.2	19.9
2.	20	24.5	44.6	20.1	
3.	20	8.7	28.6	19.9	
4.	20	28.6	48.5	19.9	

जैसा कि उपरोक्त सारणी में दिया गया है ब्यूरेट का प्रारंभिक पाठ्यांक 4.3 और रंग परिवर्तन के बाद ब्यूरेट का पाठ्यांक 24.5 आया। इन दोनों पाठ्यांकों का अन्तर 20.2 है। जो अनुमापन में NaOH विलयन का प्रयुक्त आयतन है। अब पुनः ब्यूरेट का पाठ्यांक नोट करो जो 24.5 है। पिपेट से पूर्व की तरह 20 सेमी³ ऑक्सेलिक अम्ल लेकर एक-दो बूँद फीनॉलपथेलीन मिलाकर ब्यूरेट से क्षार विलयन धीरे-धीरे गुलाबी रंग आने तक मिलाओ। रंग परिवर्तन होने पर माना कि ब्यूरेट का पाठ्यांक 44.6 है। दोनों पाठ्यांकों का अन्तर 20.1 है। अतः NaOH का प्रयुक्त आयतन 20.1 सेमी³ 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 सेमी³ ऑक्सेलिक अम्ल विलयन लेकर फीनॉलपथेलीन 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 सेमी³ है।

इस प्रक्रिया को तब तक दोहराओ जब तक कि दो क्रमागत अनुमापनों में NaOH का प्रयुक्त आयतन समान नहीं आ जाता है। 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 लें।

गणना— अनुमापन के प्रश्न को ध्यान में रखकर निम्न सूत्रानुसार गणना करते हैं—

$$N_1 V_1 = N_2 V_2$$

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

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

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

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

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

$$= 4.0200 \text{ ग्राम प्रति लिटर}$$

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 सेमी³ मानक विलयन बनाइए। इस विलयन की सहायता से दिये गये अज्ञात सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन की सान्द्रता ग्राम प्रति लिटर में ज्ञात कीजिए। (सूचक — फीनॉलपथेलीन)

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

**विधि – मानक विलयन बनाना –**

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

अनुमापन – इस अनुमापन के लिये पीछे के प्रयोग के अनुसार प्रयोग की विधि लिखना और अपनाना है। अर्थात् 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 हाइड्रोजेनसोल्फेट 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
		प्रारम्भिक (x)	अंतिम (y)		
1.	20	4.9	25.3	20.4	20.2
2.	20	25.3	45.6	20.3	
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 =
$$\frac{4 \times 1.5756N \times 20}{63.04 \times 20.2} \times 40 = 3.9594 \text{ ग्राम प्रति लिटर}$$

अज्ञात NaOH विलयन की सान्द्रता = 3.9594 ग्राम प्रति लिटर

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

प्रयोग - 2

उद्देश्य - रासायनिक तुला का प्रयोग करते हुए 0.05 M सान्द्रता का क्रिस्टलीय ऑक्सेलिक अम्ल ($H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$) 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 - फिनाॅलपथेलिन।

सिद्धान्त : क्रिस्टलीय ऑक्सेलिक अम्ल का सूत्र $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ 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 हैं।

मोलरता की परिभाषा से -

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

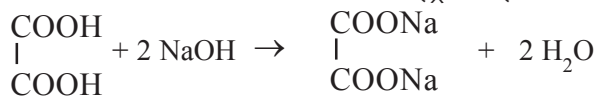
जहाँ $M =$ विलयन की मोलरता।
 $M_w =$ विलेय का ग्राम में अणुभार।
 $w =$ विलेय का ग्राम में भार
 $V =$ विलयन का mL में आयतन

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

यहाँ $M = 0.05$
 $M_w = 126.08$ ग्राम
 $V = 250$ सेमी³
 $w = \frac{0.05 \times 126.08 \times 250}{1000} = 1.5760$ ग्राम

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

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



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 हैं -

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

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

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		दोनों पाठ्यों में अन्तर या प्रयुक्त विलयन का आयतन (ब-अ) mL	सुसंगत आयतन mL
		प्रारंभिक पाठ्यांक (अ)	अन्तिम पाठ्यांक (ब)		
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 में

= 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

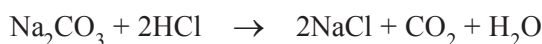
उद्देश्य – रासायनिक तुला का प्रयोग करते हुए N/10 नार्मलता का क्रिस्टलीय सोडियम कार्बोनेट का

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 –



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 ऑरेन्ज 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।

$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 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 हैं इसलिये इस अनुमापन को अम्लमति कभी कहते हैं।

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		दोनों पाठ्यांकों में अन्तर या प्रयुक्त HCl विलयन का आयतन (ब-अ) mL	सुसंगत आयतन
		प्रारंभिक पाठ्यांक (अ)	अन्तिम पाठ्यांक (ब)		
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
$$N_2 = \frac{N \times 20}{10 \times 19.7} = 0.1015 \text{ N}$$

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

$$= 0.1015 \times 36.46$$

$$= 3.7006 \text{ ग्राम प्रति लिटर}$$

परिणाम – दिये गये हाइड्रोक्लोरिक अम्ल विलयन की

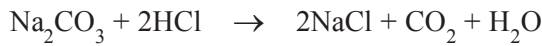
(1) नार्मलता 0.1015 N और (2) सान्द्रता 3.7006 ग्राम प्रति लिटर है।

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 –



क्रिस्टलीय सोडियम कार्बोनेट ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) 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 हैं –

$$M_1 V_1 = 2 M_2 V_2$$

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

46

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

$$M_2 = 0.05 \text{ M}$$

और $V_2 =$ ज्ञात सोडियम कार्बोनेट विलयन का आयतन = 20 mL

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 \times 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।

* * * * *

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)

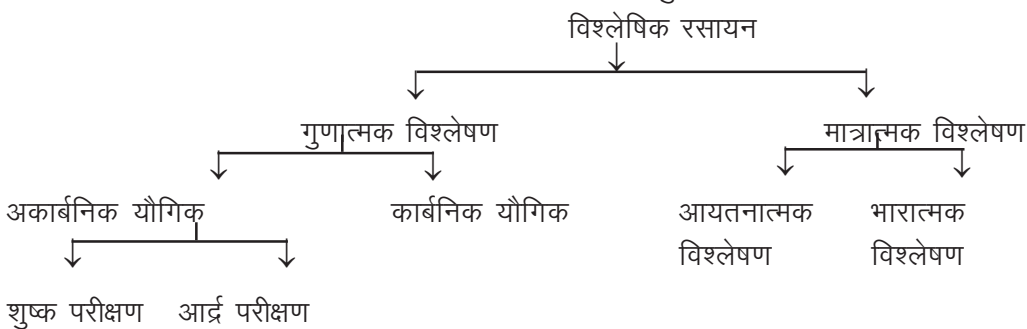
अकार्बनिक मात्रात्मक विश्लेषण में ज्ञात लवण या लवणों के मिश्रण में उपस्थित अवयवों की मात्रा का निर्धारण करते हैं। इसकी दो प्रमुख विधियां हैं –

- (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) सांश्लेषिक 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।

1.0 गुणात्मक विश्लेषण में प्रयुक्त सिद्धान्त एवं तकनीक :

गुणात्मक विश्लेषण में प्रयुक्त होने वाले मूल सिद्धान्त और उनकी व्याख्या निम्नलिखित है—

(i) आयनिक सिद्धान्त (Ionic Theory) :

कुछ पदार्थ जैसे ग्लूकोस, फ्रक्टोस 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 हैं, जैसे नमक का जलीय विलयन।

आरेनिस 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 हैं। 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।

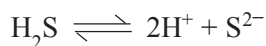
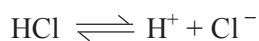
यदि शुद्ध क्लोरोफॉर्म (CHCl_3) में सिल्वर नाइट्रेट विलयन मिलाया जाये तो सिल्वर क्लोराइड (AgCl) का श्वेत अवक्षेप प्राप्त नहीं होता है, क्योंकि क्लोरोफॉर्म सहसंयोजक यौगिक है, जो क्लोराइड आयनों (Cl^-) में आयनित नहीं होता।

(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 हैं।

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 —



$$K = \frac{[\text{S}^{2-}][\text{H}^+]^2}{[\text{H}_2\text{S}]}$$

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 सल्फाइडों के विलेयता गुणनफल के मान अपेक्षाकृत कम होते हैं। 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।

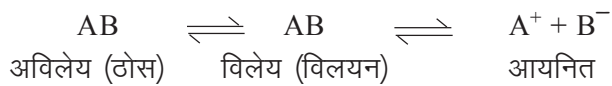


$$K = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_4\text{OH}]}$$

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

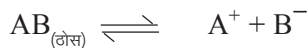
विलेयता (Solubility) : निश्चित ताप पर एक लीटर संतृप्त विलयन में घुली हुई विलेय (Solute) की अधिकतम ग्राम मोल मात्रा को पदार्थ की विलेयता कहते हैं।

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 –



विलेयता गुणनफल :

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



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

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

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

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 अपघट्य 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।

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 क्लोराइडों 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 :-

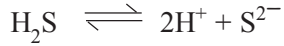
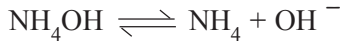
द्वितीय समूह के धनायनों का अवक्षेपण सल्फाइडों के रूप में करते हैं। इन सल्फाइडों के विलेयता गुणनफल बाद में आने वाले समूहों के सल्फाइडों के विलेयता गुणनफल से कम होते हैं। अतः द्वितीय समूह के सल्फाइडों का अवक्षेपण सल्फाइड आयनों की सान्द्रता पर निर्भर करता है। इसके लिए लवण के विलयन में HCl की उपस्थिति में 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}		

(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।



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 हैं। 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 विलेयता गुणनफल से अधिक हो जाता है और ये अवक्षेपित हो जाते हैं।

(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 हैं। इस समूह के धनायनों का अवक्षेपण इनके हाइड्रॉक्साइडों के रूप में करते हैं। इसके लिए विलयन में ठोस NH_4Cl मिलाकर NH_4OH विलयन मिलाते हैं। NH_4Cl की उपस्थिति में NH_4OH का आयनन कम हो जाता है।



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

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। उदाहरणार्थ -

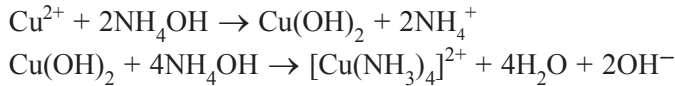
**संकुल आयनों की गुणात्मक विश्लेषण में उपयोगिता :-**

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 कार्बोनेट निष्कर्ष में तनु HNO_3 और $AgNO_3$ मिलाने पर $AgCl$ का श्वेत अवक्षेप प्राप्त होता है, जो NH_4OH के आधिक्य में विलेय होकर संकुल डाइएमीन सिल्वर (I) क्लोराइड बनाता है।

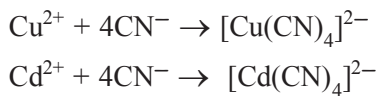


इसी प्रकार Cu^{2+} आयन के विलयन में NH_4OH मिलाने पर पहले क्यूप्रिक हाइड्रॉक्साइड का हल्का नीला अवक्षेप आता है जो NH_4OH को आधिक्य में मिलाने पर विलेयशील संकुल टेट्राएमीन कॉपर (II) आयन बनाता है और विलयन नीले रंग का हो जाता है।

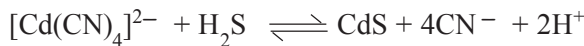


(ii) सायनाइड संकुल (Cyanide Complex)

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 –

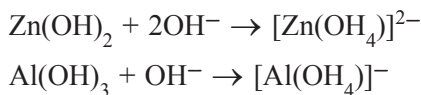


केडमियम संकुल आयन कम स्थायी है। अतः विलयन में H_2S गैस प्रवाहित करने पर यह विघटित होकर CdS का पीला अवक्षेप बनाता है। जबकि कॉपर संकुल स्थायी होने के कारण विघटित नहीं होता।



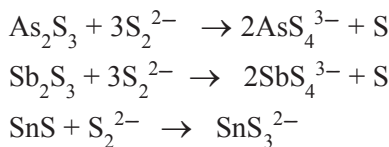
(iii) हाइड्रॉक्साइड संकुल (Hydroxide Complex)

Zn^{2+} तथा Al^{3+} के हाइड्रॉक्साइड NaOH के आधिक्य में संकुल बनने के कारण विलेय होता है।



(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।



महत्वपूर्ण बिन्दु

विज्ञान के छात्रों के लिए यह आवश्यक है कि वे प्रत्येक कार्य को वैज्ञानिक ढंग 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।

अध्याय – 10

अम्लीय मूलकों का परीक्षण

(TEST FOR ACID RADICALS)

ऐसे परमाणु या परमाणुओं के समूह, जिन पर ऋणावेश उपस्थित होते हैं, उन्हें ऋणायन कहते हैं। 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 हैं। इस समूह में कार्बोनेट (CO_3^{2-}), सल्फाइड (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 ($\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$), 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 हैं।	इस मूलक के लवण लवण कोई गैस नहीं देते हैं।
कार्बोनेट CO_3^{2-} सल्फाइड SO_3^{2-} सल्फाइड S^{2-} नाइट्राइट NO_2^- ऐसीटेट CH_3COO^-	क्लोराइड Cl^- ब्रोमाइड Br^- आयोडाइड I^- नाइट्रेट NO_3^- ऑक्सलेट $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$	सल्फेट, SO_4^{2-} फॉस्फेट, PO_4^{3-}

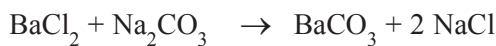
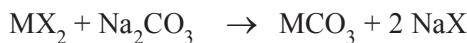
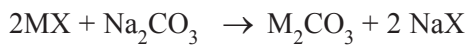
ऋणायनों का विलयन में परीक्षण :

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 मिलाने पर 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 हैं।

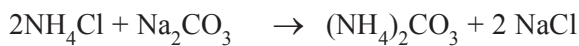
सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष बनाना :

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 मिलाने हैं। इसे 10–12 मिनट तक गरम किया जाता है। अब इस विलयन को फिल्टर पत्र की सहायता से छान लेते हैं। छनित को ही सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष कहते हैं।

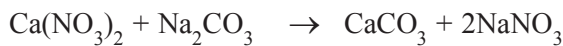
सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष बनाते समय उभय अपघटन होता है। लवण में उपस्थित अम्लीय मूलक Na_2CO_3 के Na^+ से क्रिया कर सोडियम लवण बनाते हैं जो जल में विलेय होते हैं तथा छानने पर छनित में चले जाते हैं। सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष में Na_2CO_3 भी होता है अतः इस निष्कर्ष से अम्लीय मूलकों का परीक्षण करने से पहले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



अवक्षेप विलेय



अवक्षेप विलेय



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 हैं, जिन्हें छानकर दूर करते हैं। छनित को उबालकर H_2S निकाल देते हैं। 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 :

कार्बोनेट (CO₃²⁻) मूलक का परीक्षण

क्र.सं.	प्रयोग	प्रेक्षण	निष्कर्ष
1.	लवण में तनु H ₂ SO 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।

सल्फाइड (SO₃²⁻) मूलक का परीक्षण

क्र.सं.	प्रयोग	प्रेक्षण	निष्कर्ष
1.	लवण में तनु H ₂ SO ₄ डालकर हल्का गर्म करने पर	रंगहीन, जलती हुई गंधक वाली तीक्ष्ण गंध युक्त गैस (SO ₂) निकलती है।	सल्फाइड SO ₃ ²⁻ हो सकता है।
2.	उक्त परखनली के मुँह पर तनु H ₂ SO 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।

क्र.सं.	प्रयोग	प्रेक्षण	निष्कर्ष
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 सूँघना 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 हैं तथा छनित में ब्रोमीन जल डालकर गर्म करने पर	श्वेत अवक्षेप आता है।	SO ₃ ²⁻ निश्चित है।

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।	S^{2-} निश्चित है।
3.	सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष को एसीटिक अम्ल द्वारा अम्लीय करके उसमें 3-4 बूंद लेड ऐसीटेट को मिलाने पर	(PbS) 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।

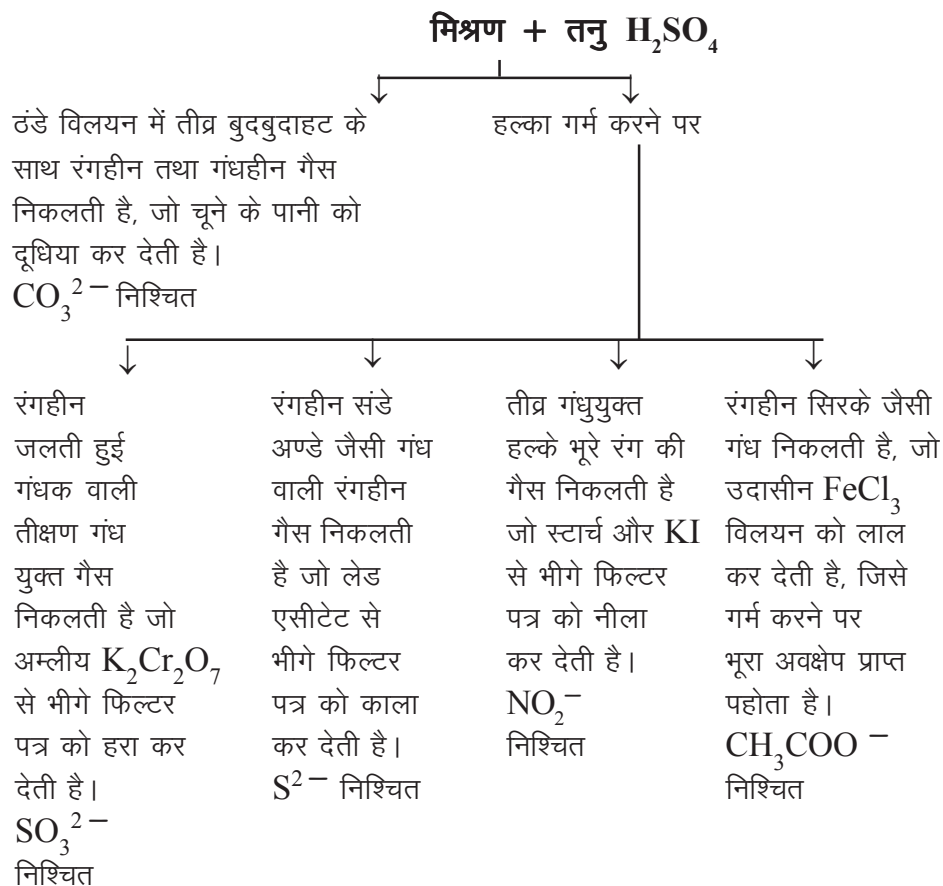
नाइट्राइट (NO_2^-) मूलक का परीक्षण

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।

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 अंगूठों 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 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 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)



महत्वपूर्ण बिन्दु

- CO_2 या SO_2 गैस की मुड़ी 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।

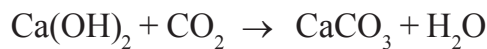
तनु H_2SO_4 द्वारा अपघटित होने वाले ऋणायनों का रसायन

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 -



(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।



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।



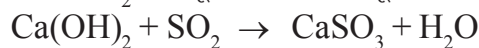
विलेय कैल्सियम बाई कार्बोनेट

सल्फाइड (SO_3^{2-}) मूलक :-

(i) सल्फाइड लवण को तनु H_2SO_4 के साथ गर्म करने पर जलते हुए गंधक के समान गंध वाली SO_2 गैस निकलती है।



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



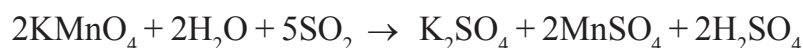
अविलेय कैल्सियम सल्फाइड
(दूधिया)

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

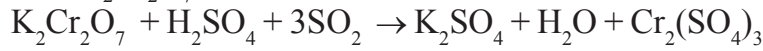


विलेय कैल्सियम बाइसल्फाइड

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

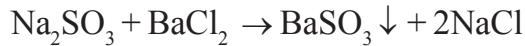


(v) परखनली के मुंह पर तनु H_2SO_4 तथा $K_2Cr_2O_7$ से भीगा फिल्टर पत्र ले जाने पर हरे रंग का क्रोमिक सल्फेट बनता है। इसी कारण अम्लीय $K_2Cr_2O_7$ से भीगा फिल्टर पत्र हरा हो जाता है।

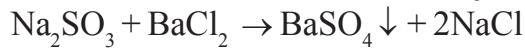


क्रोमिक सल्फेट (हरा)

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



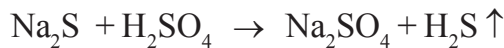
बेरियम सल्फाइड ब्रोमीन जल द्वारा बेरियम सल्फेट में ऑक्सीकृत हो जाता है और श्वेत अवक्षेप प्राप्त होता है।



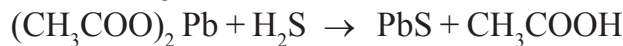
बेरियम सल्फेट (श्वेत अवक्षेप)

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।

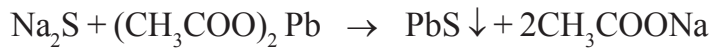


(ii) परखनली के मुंह पर लेडएसीटेट से भीगा फिल्टर पत्र ले जाने पर यह चमकीला काला हो जाता है।



लेड सल्फाइड (काला चमकीला)

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



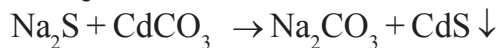
काला अवक्षेप

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



सोडियम थायोनाइट्रोप्रुसाइड (बैंगनी रंग)

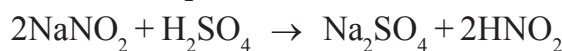
(v) अम्लीकृत सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष में ठोस $CdCO_3$ मिलाकर हिलानेसे पीला अवक्षेप प्राप्त होता है।



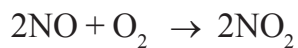
पीला अवक्षेप

नाइट्राइट (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।



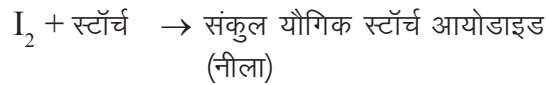
रंगहीन



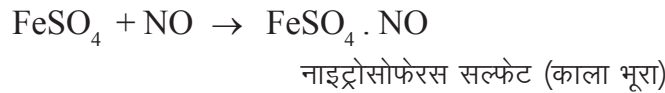
भूरे रंग की गैस

60

- (ii) परखनली के मुंह पर H_2SO_4 स्टार्च और KI से भीगा फिल्टर पत्र ले जाने पर यह नीला हो जाता है।
 $2KI + 2KNO_2 + 2H_2SO_4 \rightarrow 2K_2SO_4 + H_2O + 2NO + I_2$

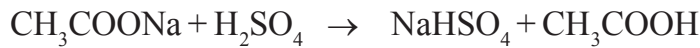


- (iii) लवण में तनु H_2SO_4 डालने पर NO गैस बनती है। इसमें ताजा $FeSO_4$ विलयन मिलाने पर काला भूरा रंग प्राप्त होता है।

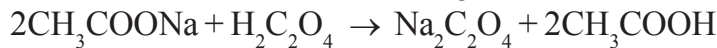


ऐसीटेट (CH_3COO^-) मूलक :-

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

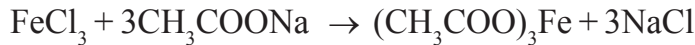


- (ii) ऐसीटेट लवण ऑक्सलिक अम्ल के साथ सुगमता से क्रिया कर ऐसीटिक अम्ल बनाता है।



सिरका

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

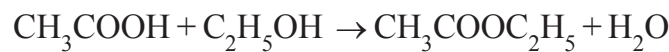
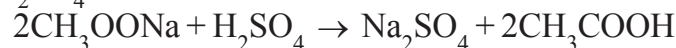


इस विलयन के उबालने पर क्षारीय फेरिक ऐसीटेट का भूरा अवक्षेप बनता है।



भूरा अवक्षेप

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



एथिल ऐसीटेट (फलों जैसी गंध)

द्वितीय वर्ग :

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

क्लोराइड (Cl^-) मूलक का परीक्षण

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 हैं।	Cl^- हो सकता है।
3.	परखनली में थोड़ा सा MnO_2 डालकर गर्म करने पर	पीले-हरे रंग की 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 हैं और गर्म करते हैं।	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 हैं। इसके लिए सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष को शुष्क होने तक उबालते हैं और फिर प्राप्त अवक्षेप से उक्त परीक्षण करते हैं।

ब्रोमाइड (Br⁻) मूलक का परीक्षण

क्र.सं.	प्रयोग	प्रेक्षण	निष्कर्ष
1.	लवण में सान्द्र H ₂ SO 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 ₄ OH 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 पील या भूरी हो जाती है।	Br ⁻ निश्चित

आयोडाइड (I⁻) मूलक का परीक्षण

क्र.सं.	प्रयोग	प्रेक्षण	निष्कर्ष
1.	लवण में सान्द्र H ₂ SO 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 ₄ OH में अविलेय होता है।	I ⁻ निश्चित

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 हैं 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 हैं। परखनली को तिरछी करके इसकी दीवार के सहारे थोड़ा सा सान्द्र H_2SO_4 मिलाने पर	दोनों द्रवों के संगम पर काले-भूरे रंग का छल्ला (वलय) बनता है।	NO_3^- निश्चित

ऑक्सलेट ($C_2O_4^{2-}$) 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 हैं या लवण का जलीय विलयन + $CaCl_2$ विलयन	श्वेत अवक्षेप आता है।	$C_2O_4^{2-}$ उपस्थित हो सकता है।
3.	श्वेत अवक्षेप को तनु H_2SO_4 में उबालकर दो तीन बूंद $KMnO_4$ का जलीय विलयन मिलाते हैं।	तेज बुदबुदाहट के साथ गुलाबी रंग गायब हो जाता है।	$C_2O_4^{2-}$ निश्चित है।

सान्द्र H_2SO_4 द्वारा परीक्षण का प्रक्रम चित्र (Flow Sheet)

मिश्रण + सान्द्र H_2SO_4
(हल्का गर्म करने पर)

<p>(i) तीक्ष्ण गंधयुक्त रंगहीन गैस निकलती है।</p> <p>(ii) MnO_2 मिलाने पर गैस (Cl_2)</p> <p>(iii) क्रोमिल क्लोराइड परीक्षण पीला अवक्षेप</p> <p>(iv) सिल्वर नाइट्रेट परीक्षण—श्वेत अवक्षेप जो NH_4OH में विलेय Cl^- निश्चित</p>	<p>(i) तीक्ष्ण गंध युक्त लाल—भूरे रंग की गैस निकलती है</p> <p>(ii) MnO_2 मिलाने पर मात्रा बढ़ जाती है</p> <p>(iii) परत परीक्षण—पीली—भूरी परत</p> <p>(iv) सिल्वर नाइट्रेट परीक्षण हल्का पीला अवक्षेप जो NH_4OH में अल्प विलेय Br^- निश्चित</p>	<p>(i) तीक्ष्ण गंधयुक्त बैंगनी वाष्प निकलती है।</p> <p>(ii) MnO_2 मिलाने पर बढ़ जाती है।</p> <p>(iii) परत परीक्षण—बैंगनी परत</p> <p>(iv) सिल्वर नाइट्रेट परीक्षण—हल्का अवक्षेप जो NH_4OH में अविलेय I^- निश्चित</p>	<p>(i) तीक्ष्ण गंधयुक्त हल्के भूरे रंग की वाष्प निकलती है।</p> <p>(ii) तांबे की छीलन या फिल्टर पत्र के टुकड़े मिलाने पर गैस की मात्रा बढ़ जाती है।</p> <p>(iii) विलय परीक्षण—भूरे रंग की वलय NO_3^- निश्चित</p>	<p>(i) गंधहीन, रंगहीन गैस निकलती है जो चूने के पानी को दूधिया करती है।</p> <p>(i) निकलने वाली गैस को वायु में जलाने पर नीली लौ साथ जलती है।</p> <p>(iii) पदार्थ का जलीय विलयन + $CaCl_2$ विलयन—श्वेत अवक्षेप</p> <p>(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</p>
--	--	--	--	---

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 —





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

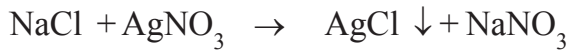


श्वेत धूम

(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।



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

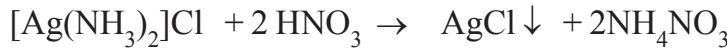


श्वेत अवक्षेप

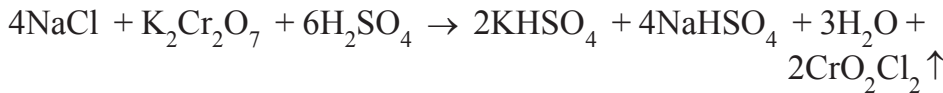


विलेय डाइएमीन सिल्वर (I) क्लोराइड

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



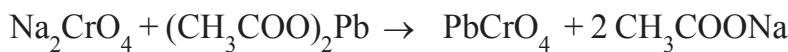
(v) क्रोमिल क्लोराइड परीक्षण



क्रोमिल क्लोराइड (गहरे लाल रंग की वाष्प)



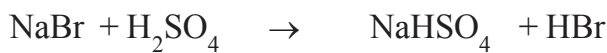
सोडियम क्रोमेट विलयन)



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।



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

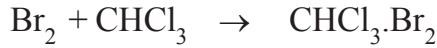
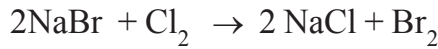


(iii) सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष में AgNO_3 मिलाने पर AgBr का हल्का पीला अवक्षेप प्राप्त होता है जो NH_4OH के आधिक्य में अल्प विलेय है।



सिल्वर ब्रोमाइड (हल्का पीला)

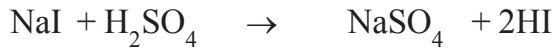
(iv) परत परीक्षण – सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष को तनु HNO_3 द्वारा अम्लीकृत कर थोड़ा CHCl_3 , CCl_4 या CS_2 मिलाकर फिर क्लोरीन जल मिलाने पर कार्बनिक विलायक की परत पीली हो जाती है।



क्लोरोफॉर्म पीली या भूरी परत

आयोडाइड (I^-) मूलक

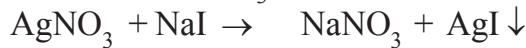
(i) आयोडाइड लवण को सान्द्र H_2SO_4 के साथ गर्म करने पर HI उत्पन्न है जो H_2SO_4 से ऑक्सीकृत होकर I_2 की बैंगनी रंग की वाष्प देता है। यह वाष्प परखनली के ठण्डे भाग पर काले कणों के रूप में संघनित होती है।



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

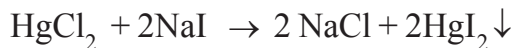


(iii) सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष में AgNO_3 मिलाने पर गहरा पीला अवक्षेप बनता है जो NH_4OH में अविलेय है।

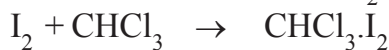
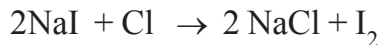


सिल्वर आयोडाइड (पीला)

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



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



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।

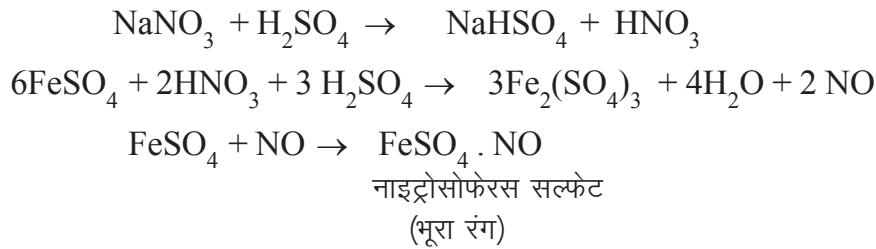


भूरी गैस

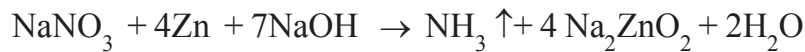
(ii) उक्त विलयन में तांबे की छीलन डालने पर अधिक गाढ़े भूरे धूम निकलते हैं –



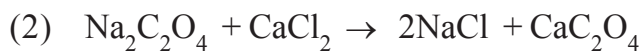
(iii) सभी नाइट्रेट लवण जल में विलेय होते हैं। अतः जब मिश्रण को जल के साथ हिलाकर छाना जाता है तो छनित में नाइट्रेट चले जाते हैं। इस विलयन में H_2SO_4 व FeSO_4 विलयन डालने पर NO बनती है, जो FeSO_4 से संयोग कर $\text{FeSO}_4 \cdot \text{NO}$ की भूरे रंग की वलय बनाती है।



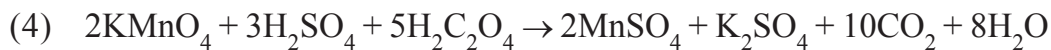
(iv) सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष में समान मात्रा में सान्द्र NaOH मिलाकर उबालते हैं। फिर चूर्ण मिलाकर पुनः उबालने पर अमोनिया की गंध आती है।



ऑक्सलेट ($\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$) की अभिक्रियाएं –



कैल्सीयम ऑक्सलेट (श्वेत अवक्षेप)



तृतीय वर्ग

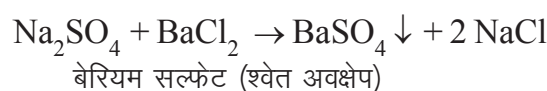
वे ऋणायन (अम्लीय मूलक) जो तनु या सान्द्र H_2SO_4 द्वारा अपघटित नहीं होते, उन्हें इस समूह में रखा गया है। SO_4^{2-} (सल्फेट) और PO_4^{3-} (फॉस्फेट) को इस वर्ग में रखा गया है।

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 हैं।		
(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।



क्षारीय मूलकों के परीक्षण

(TEST FOR BASIC REDIALS)

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

- (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 हैं 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 हैं। इनमें निम्नलिखित परीक्षण प्रमुख एवं महत्वपूर्ण हैं –

- (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 लवणों 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⁺

(ii) **विलयन का रंग** कुछ धातुओं के लवण जल अथवा तनु अम्ल में घोले जाने पर रंगीन विलयन बनाते हैं। अतः विलयन के रंग के आधार पर लवण में धनायन का अनुमान लगाया जा सकता है। सारणी 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	$\text{Cr}^{3+}, \text{Ni}^{2+}$
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 $\text{Cu}^{2+}, \text{Ni}^{2+}, \text{Co}^{2+}, \text{Fe}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$ 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 $\text{Pb}^{2+}, \text{Hg}^{2+}, \text{Ba}^{2+}$ 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		$\text{As}^{3+}, \text{Sb}^{3+}$
पदार्थ का रंग परिवर्तन		
गर्म करने से पूर्व	गर्म करने के बाद	
लाल	काला	$\text{Hg}^{2+}, \text{Pb}^{2+}$
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+}

(3) **ज्वाला परीक्षण (Flame Test)** कुछ धातुओं के क्लोराइड वाष्पशील होते हैं तथा बुन्सन बर्नर की ज्वाला के ताप पर वाष्पित हो जाते हैं। और ज्योतिहीन ज्वाला को विशिष्ट रंग प्रदान करते हैं। 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 नोक 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 ज्योतिहीन 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 हैं। 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

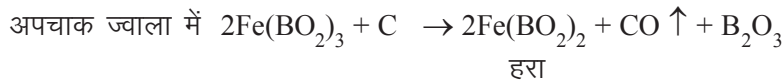
ज्वाला के रंग को सीधे आंख से अथवा नीले कांच द्वारा देखकर सारणी 13.4 की सहायता से सम्भावित आयन का अनुमान लगाओ।

सारणी 11.4 – ज्वाला के रंग

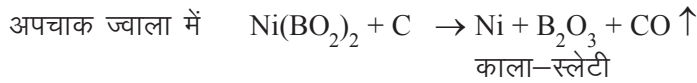
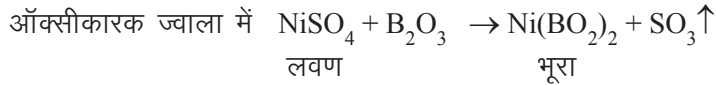
आंख द्वारा देखने पर	नीले कांच द्वारा देखने पर	सम्भावित आयन
गहरा हरा	नीला – हरा	Cu^{2+}
ईट जैसा लाल	हल्का-हरा	Ca^{2+}
गहरा लाल	बैंगनी	Sr^{2+}
सेव जैसा हरा	नीला हरा	Ba^{2+}
स्लेटी या हल्का नीला या श्वेत	श्वेत	$\text{As}^{3+}, \text{Pb}^{2+}, \text{Sn}^{2+}$

नोट :-

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

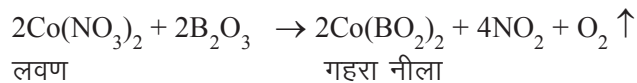


(4) निकिल (Ni)



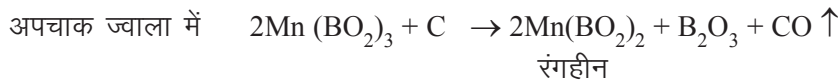
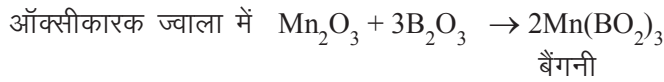
(5) कोबाल्ट (Co)

ऑक्सीकारक ज्वाला में

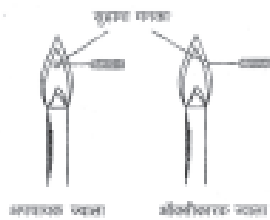


अपचाक ज्वाला में \rightarrow कोई परिवर्तन नहीं होता है।

(6) मैंगनीज (Mn)



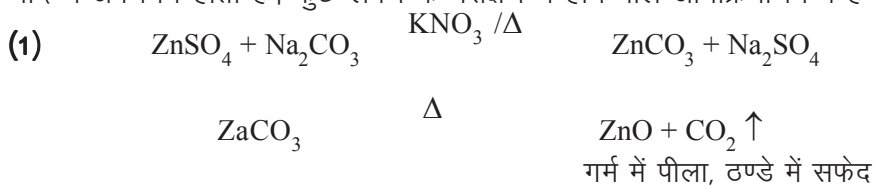
विधि – प्लेटिनम तार के सिरे को पेन्सिल की नोंक पर लपेट कर एक छोटा सा लूप (छल्ला) नाकर इसे बुन्सन ज्वाला में गर्म करो। अब इसे चूर्ण किये बोरेक्स में डुबोकर फिर तेजी से गर्म करो। इससे बोरेक्स फूल जाता है और अन्त में पिघलकर रंगहीन पारदर्शक मनका बनता है। इस स्वच्छ गर्म मनका को लवण से छुआ कर पहले ऑक्सीकारक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

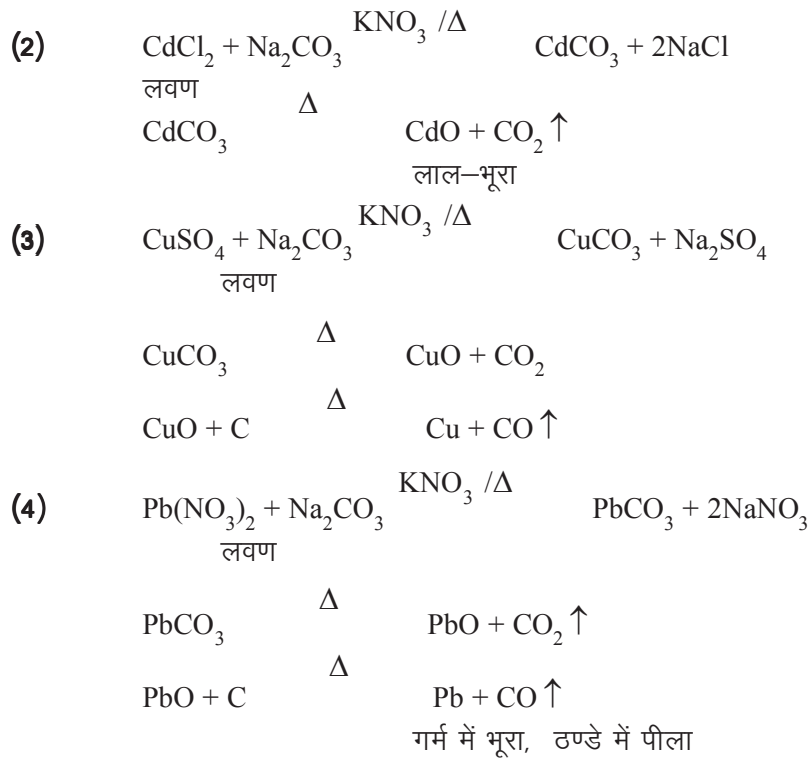


चित्र 11.2 विधि 13.2 गुणक बोरेक्स परीक्षण

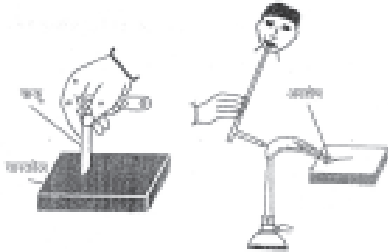
(5) चारकोल गुहा (केविटी) परीक्षण (Charcoal Cavity Test) कुछ धातुओं के लवण को जब अकेले या गलन मिश्रण 1 : 1 (ठोस $\text{KNO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3$) के साथ चारकोल ब्लॉक या गड्ढे में अपचायक ज्वाला में गर्म किया जाता है तो वे ऑक्साइड या धातु में अपचयित हो जाते हैं। ये धातु अथवा ऑक्साइड चारकोल पर एक 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 –

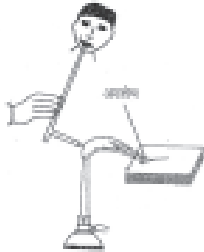




विधि – एक स्वच्छ चारकोल के आयताकार टुकड़े को लेकर उसमें चाकू की सहायता से छोटा सा गड्ढा बनाकर (चित्र 11.3) इसमें लवण तथा लगभग दुगुनी मात्रा में अनाद्र Na_2CO_3 या गलन मिश्रण ($\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{KNO}_3$) भरो। इस मिश्रण को 1–2 बूंद पानी डालकर नम करो। अब चारकोल को बर्नर के निकट लाकर फूँकनी (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

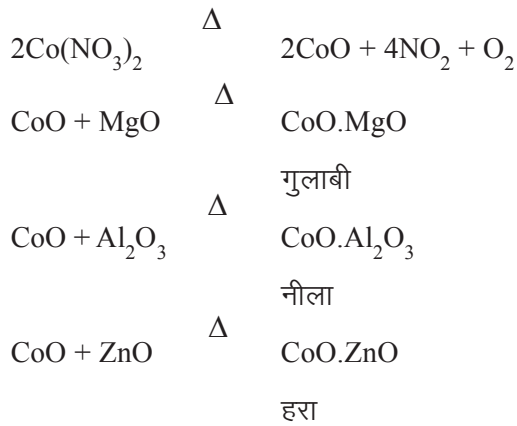


चित्र 11.4

सारणी 11.6 चारकोल केविटी परीक्षण

प्रेक्षण		मनका	अनुमान
अवशेष का रंग			
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	—	—	$\text{Ba}^{2+}, \text{Ca}^{2+}, \text{Mg}^{2+}, \text{Al}^{3+}$
—	—	भूरा चूर्ण	$\text{Fe}^{3+}, \text{Mn}^{2+}, \text{Co}^{2+}$

(6) कोबाल्ट नाइट्रेट परीक्षण (Cobalt Nitrate Test) – यह परीक्षण उन यौगिकों (लवणों) के लिए किया जाता है जो चारकोल कैबिटी 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 –



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 →

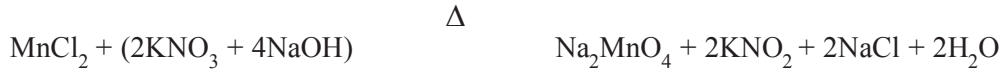
अवशेष का रंग	अनुमान
नीला	Al
हरा	Zn
हल्का गुलाबी	Mg
गंदला नीला	Sn

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 $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ 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 विशेषज्ञ 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 –

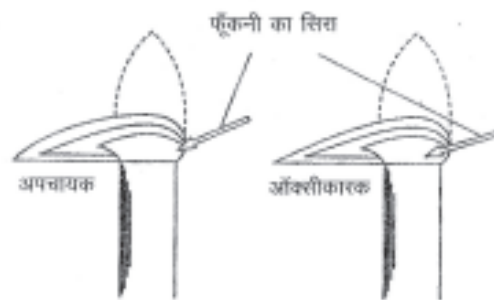


विधि – एक पोर्सिलेन की प्याली में लगभग 0.5 ग्राम लवण, 0.5 ग्राम पोटैशियम नाइट्रेट तथा 0.5 ग्राम सोडियम कार्बोनेट (या सोडियम हाइड्रॉक्साइड) लो तथा तेजी से गर्म करो। प्राप्त अवशेष के रंग को देखकर सारणी 13.8 के अनुसार धनायन का अनुमान लगाओ।

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 फूंकनी 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 हैं अन्य समूहों के धनायन इस परिस्थिति में घुलित पदार्थ (अवक्षेप) बनाते हैं 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 हैं जबकि

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 हैं 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 है। 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 अभिकर्मक	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 में H_2S गैस	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।

- 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।

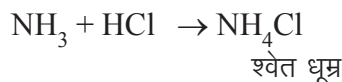
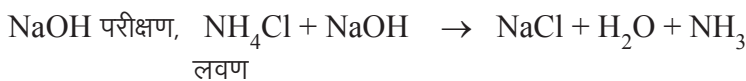
शून्य समूह के क्षारीय मूलक का परीक्षण :- NH_4^+ का परीक्षण

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

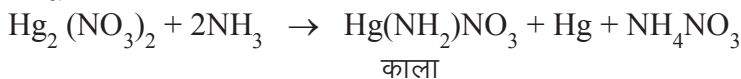
विधि – NH_4^+ का परीक्षण करने के लिए एक शुष्क परखनली में थोड़ा लवण लेकर इसमें 2–3 सेमी³ सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन डालकर गर्म करो तथा निकलने वाली गैस को सावधानी पूर्वक सूँघो। यदि गैस में अमोनिया (NH_3^+) की गन्ध आती है तो लवण में NH_4^+ मूलक उपस्थित है। अमोनिया गैस को निम्न परीक्षणों के आधार पर निश्चित करो –

- परखनली के मुँह पर सान्द्र HCl से भीगी कांच की छड़ को रखो, श्वेत धूम निकलते हैं।
- परखनली के मुँह पर मर्क्यूरस नाइट्रेट के विलयन से भीगा फिल्टर पत्र ले जाओ, फिल्टर पत्र काला पड़ जाता है।
- उत्पन्न गैस को दूसरी परखनली में लिये गये नैसलर अभिकर्मक में प्रवाहित करो, लाल भूरा अवक्षेप प्राप्त होता है।
- परखनली के मुँह पर कॉपर सल्फेट से भीगा फिल्टर पत्र ले जाओ, फिल्टर पत्र गहरा नीला हो जाता है।

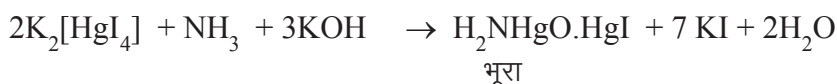
NH_4^+ के परीक्षण के रासायनिक अभिक्रियाएं –



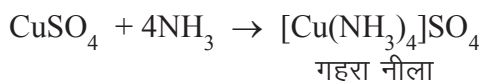
मर्क्यूरस नाइट्रेट परीक्षण



नैसलर परीक्षण

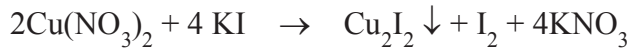


कॉपर सल्फेट परीक्षण



K₄[Fe(CN)₆] परीक्षण –

चाकलेटी रंग

KI परीक्षण –

श्वेत भूरा

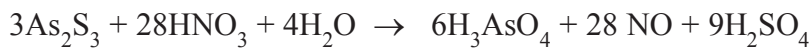
शुष्क परीक्षण – सुहागा मनका परीक्षण –

- (i) ऑक्सीकारक ज्वाला में हरा या हरा-नीला रंग
(ii) अपचायक ज्वाला में लाल अपारदर्शी

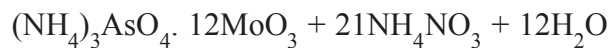
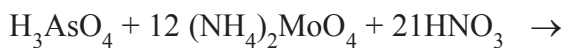
As³⁺ का परीक्षण :- द्वितीय समूह के परीक्षण में लवण के विलयन में तनु HCl डालकर H₂S गैस प्रवाहित करने पर यदि पीला अवक्षेप प्राप्त होता है तो As³⁺ हो सकता है। इसे निम्न परीक्षणों के द्वारा निश्चित करो-

पीले अवक्षेप को छानकर एक परखनली में लेकर सान्द्र HNO₃ में घोलकर विलयन को आधा-आधा दो परखनलियों में लो।

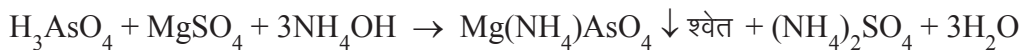
- (i) एक परखनली में अमोनियम मोलिब्डेट विलयन डालकर गर्म करो, पीला अवक्षेप प्राप्त होता है।
(ii) दूसरी परखनली में NH₄Cl तथा NH₄OH अधिक मात्रा में मिलाकर फिर MgSO₄ का विलयन मिलाओ, श्वेत अवक्षेप प्राप्त होता है।

As³⁺ के परीक्षण की रासायनिक अभिक्रियाएँ

विलेय

(NH₄)₂MoO₄ परीक्षण

पीला

MgSO₄ परीक्षण –

नोट – (i) कभी-कभी लवण में ऑक्सीकरण मूलक जैसे NO₃⁻, SO₃²⁻ आदि उपस्थित होने पर विलयन में H₂S गैस प्रवाहित करने पर सल्फर का हल्का पीला अवक्षेप प्राप्त होता है। जो H₂S के ऑक्सीकरण से प्राप्त होता है। इसे As₂S₃ का अवक्षेप नहीं समझना चाहिए। यह छानने पर प्रायः फिल्टर पत्र से निकल जाता है।

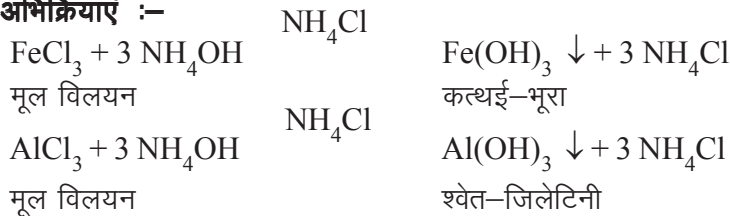
(ii) लैड प्रायः बदलते हुए रंगों में अवक्षेपित होता है। पहले लाल-भूरे, फिर भूरे और अन्त में काले रंग के अवक्षेप के रूप में अवक्षेपित होता है।

(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 – Fe³⁺ तथा Al³⁺ का परीक्षण –

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 कथई 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 अभिक्रियाएँ :-

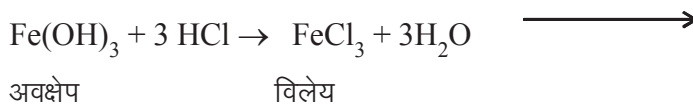


यदि NH_4Cl तथा NH_4OH मिलाने पर अवक्षेपन न आये तो इसे चतुर्थ समूह के आयनों के परीक्षण के लिये उपयोग में लिया जा सकता है।

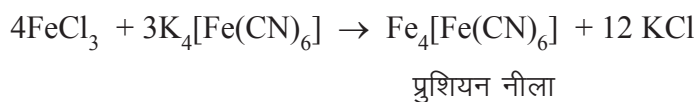
Fe^{3+} का निश्चयात्मक परीक्षण – भूरे अवक्षेप को छान कर एक परखनली में लेकर तनु HCl के साथ गर्म करके विलयन बनाओ और विलयन को आधा-आधा दो परखनलियों में लो –

- (1) प्रथम परखनली में $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ (पोटैशियम फ़ैरोसायनाइड) 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।

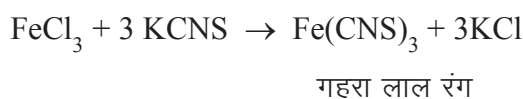
Fe^{3+} के परीक्षण की रासायनिक अभिक्रियाएँ



$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ परीक्षण



KCNS परीक्षण –



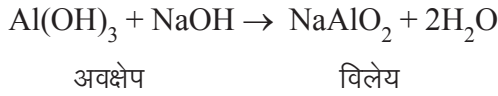
शुष्क परीक्षण – सुहागा मनका परीक्षण – पीला मनका

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 हैं।

शुष्क परीक्षण – कोबाल्ट नाइट्रेट परीक्षण – नीला अवशेष

Al^{3+} के परीक्षण की रासायनिक अभिक्रियाएं –



NH_4Cl परीक्षण



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+} , हाइड्रॉक्साइड अवक्षेपित हो सकते हैं।
- (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 फेरस आयन (Fe^{2+}) का ऑक्सीकरण फेरिक आयन (Fe^{3+}) में हो जाता है।

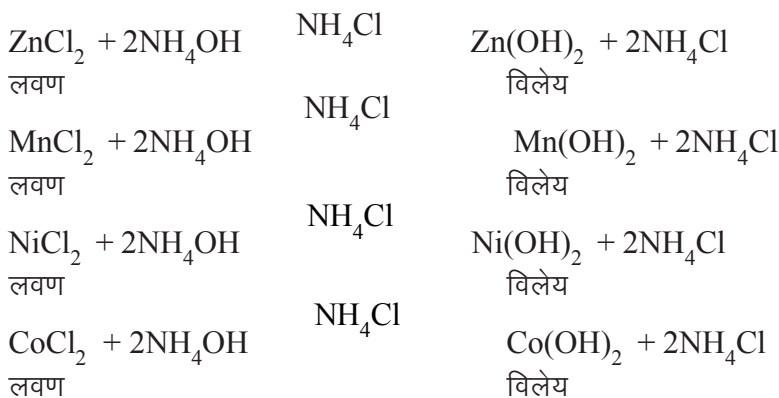


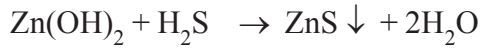
चतुर्थ समूह के मूलकों का परीक्षण – Zn^{2+} , Mn^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , का परीक्षण–

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।

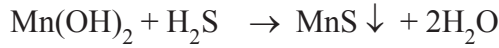
श्वेत या हल्का स्लेटी अवक्षेप	Zn^{2+}
हल्का गुलाबी अवक्षेप	Mn^{2+}
काला अवक्षेप	Co^{2+} , Ni^{2+}

रासायनिक अभिक्रियाएं –

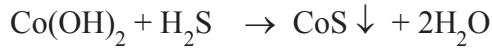




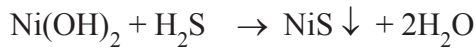
श्वेत या स्लेटी



गुलाबी



काला



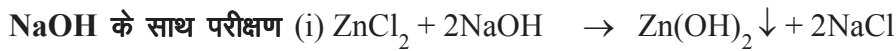
काला

Zn²⁺ का निश्चयात्मक परीक्षण – श्वेत या स्लेटी अवक्षेप को तनु HCl में घोला तथा विलयन को उबालकर इसमें से H₂S 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 H₂S गैस प्रवाहित करो, श्वेत अवक्षेप प्राप्त होता है।
- (3) दूसरी परखनली में पोटैशियम फ़ैरोसायनाइड विलयन मिलाओ, श्वेत या आसमानी नीला अवक्षेप प्राप्त होता है।

शुष्क परीक्षण – चारकोल/केविटी/कोबाल्ट नाइट्रेट परीक्षण – हरा अवशेष

Zn²⁺ के परीक्षण की रासायनिक अभिक्रियाएँ –



श्वेत



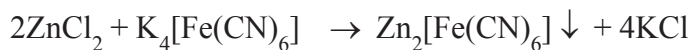
विलेय

H₂S के साथ परीक्षण



श्वेत

पोटैशियम फ़ैरोसायनाइड परीक्षण –



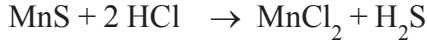
श्वेत या आसमानी नीला

Mn²⁺ का निश्चयात्मक परीक्षण – (1) गुलाबी रंग के अवक्षेप को तनु HCl में घोलकर विलयन को उबालकर इसमें से H₂S 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।

- (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।

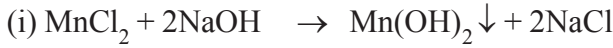
शुष्क परीक्षण – गलन मिश्रण परीक्षण – बैंगनी रंग का अवशेष

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

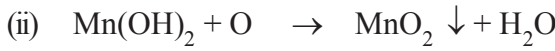


अवक्षेप विलेय

NaOH के साथ परीक्षण

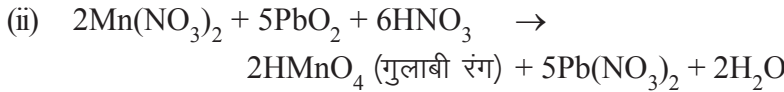


श्वेत

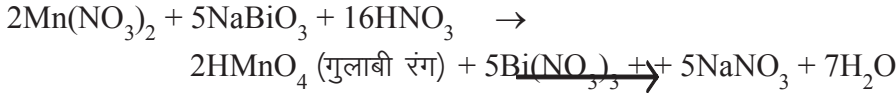


काला

PbO₂ के साथ परीक्षण



NaBiO₂ के साथ परीक्षण

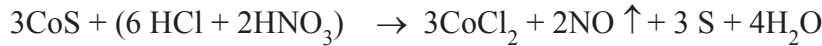


Co²⁺ का निश्चयात्मक परीक्षण – काले अवक्षेप को पॉर्सिलेन की प्याली में अम्लराज में घोल कर विलयन को उबालकर सुखा लो। ठण्डा करके इसमें जल मिलाकर विलयन बनाओ। इस विलयन को बराबर-बराबर 3 परखनलियों में लो।

- (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।

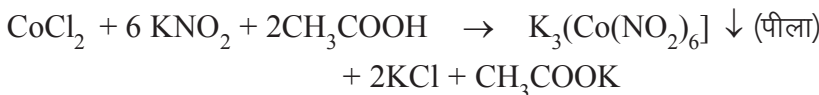
शुष्क परीक्षण – सुहागा मनका परीक्षण – नीले रंग का मनका

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

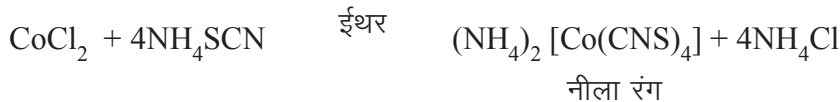


अवक्षेप अम्ल राज विलेय

पोटैशियम नाइट्राइट परीक्षण

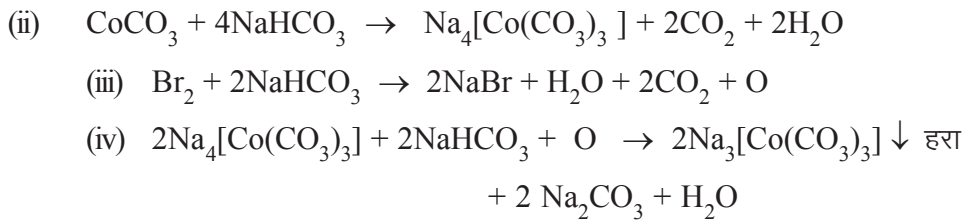


अमोनियम थायोसायनेट के परीक्षण



सोडियम बाइकार्बोनेट परीक्षण

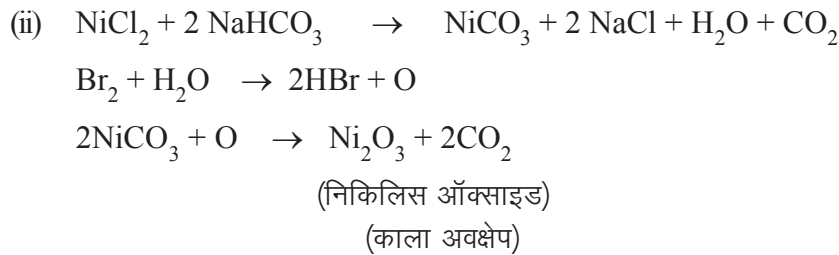
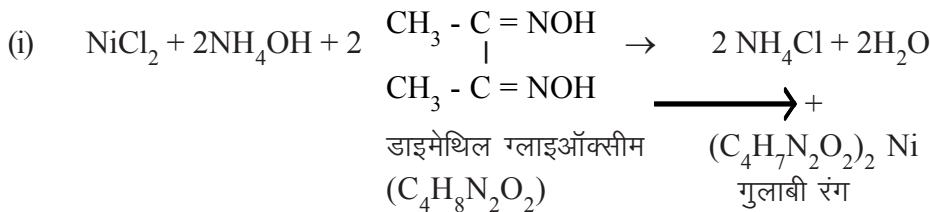
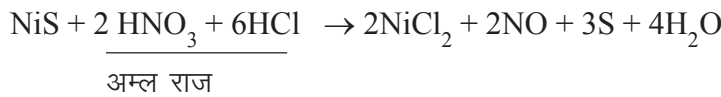




Ni²⁺ का निश्चयात्मक परीक्षण – काले अवक्षेप को पॉर्सिलेन की प्याली में अम्लराज में घोल कर विलयन को उबालकर सुखा लो। ठण्डा करके इसमें जल मिलाकर विलयन बनाओ। तथा प्राप्त विलयन के शेष तीन भागों से Ni²⁺ के परीक्षण करो।

- (1) प्रथम भाग + NH₄OH + डाई मेथिल ग्लाइऑक्सिम मिलाने पर – लाल गुलाबी रंग का अवक्षेप बनता है।
- (2) दूसरा भाग + ठोस NaHCO₃ + Br₂ जल मिलाकर गर्म करने पर – काला अवक्षेप आता है।
- (3) तीसरा भाग + α नाइट्रोसो – β – नेपथॉल मिलाने पर – भूरा अवक्षेप आता है।
शुष्क परीक्षण – सुहागा मनका परीक्षण – भूरे रंग की मनका

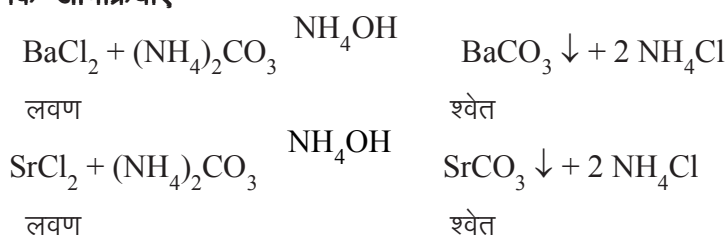
Ni²⁺ के परीक्षण की रासायनिक अभिक्रियाएं –



पंचम समूह के मूलकों का परीक्षण – Ba²⁺, Sr²⁺, Ca²⁺ 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 –



(4) बेरियम क्रोमेट, स्ट्रान्शियम सल्फेट तथा कैल्सियम ऑक्जलेट की विलेयता गुणनफल में अन्तर कम होता है। अतः 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 इसमें 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 –



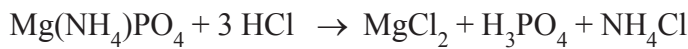
अवक्षेप

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 टाइटेन 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।

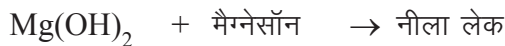
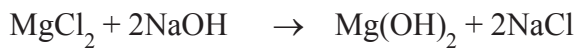
शुष्क परीक्षण – कोबाल्ट नाइट्रेट परीक्षण (राख परीक्षण) – गुलाबी अवशेष

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



अवक्षेप

विलेय



* * *

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 हैं। 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 –

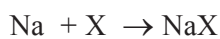
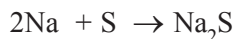
- (1) कार्बनिक यौगिक को सोडियम धातु के साथ संगलित करके (लैसाने परीक्षण)
- (2) कार्बनिक यौगिक को सोडियम कार्बोनेट तथा जस्त चूर्ण के साथ गर्म करके (मिडिल्टन परीक्षण)

यहाँ हम केवल लैसाने परीक्षण या सोडियम निष्कर्ष विधि का अध्ययन करेंगे।

लैसाने परीक्षण या सोडियम निष्कर्ष विधि –

(Lassaigne'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 (Na₂S) में तथा हैलोजन सोडियम हैलाइड (NaX, X = Cl, Br, I) में परिवर्तित हो जाते हैं। अभिक्रिया को निम्न प्रकार से व्यक्त करते हैं।



यदि यौगिक में N तथा S दोनों उपस्थित हो तो –



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 हैं।

सोडियम निष्कर्ष विलयन में कार्बनिक यौगिक के विभिन्न तत्व जैसे नाइट्रोजन, सल्फर, हैलोजन क्रमशः सायनाइड (CN⁻), सल्फाइड (S²⁻) और हैलाइड (X⁻ = Cl⁻, Br⁻; I⁻) आयन के रूप में होते हैं।

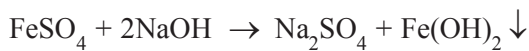
टिप्पणी (1) यदि लैसाने विलयन रंगहीन नहीं है तो पुनः उपर्युक्त विधि द्वारा लैसाने विलयन का विरचन करना चाहिए।

(2) कुछ यौगिक सोडियम धातु से तेजी से क्रिया करते हैं और जलने लगते हैं। इस अवस्था में यौगिक के साथ स्टार्च मिला दिया जाता है और मिश्रण से लैसाने विलयन बनाया जाता है।

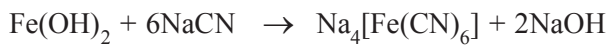
सोडियम निष्कर्ष या लैसाने विलयन से विभिन्न तत्वों का परीक्षण निम्न प्रकार से करते हैं।

(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 –

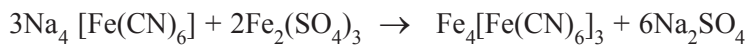


हरा अवक्षेप



सोडियम फ़ैरोसायनाइड

विलयन में उपस्थित Fe^{2+} आयन वायु की उपस्थिति में गर्म करने पर Fe^{3+} आयन में ऑक्सीकृत हो जाते हैं जो सोडियम फ़ैरोसायनाइड से क्रिया करके नीला रंग देते हैं।



फ़ैरी फ़ैरोसायनाइड (नीला रंग)

(ब) सल्फर का परीक्षण :-

(i) **सोडियम नाइट्रोप्रुसाइड परीक्षण –** एक परखनली में थोड़ा लैसाने विलयन लेकर इसमें 4–5 बूंदे सोडियम नाइट्रोप्रुसाइड विलयन की मिलाओ। यदि विलयन का रंग बैंगनी हो जाता है तो यौगिक में सल्फर उपस्थित है।

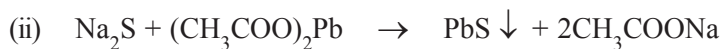
(ii) **लैड ऐसीटेट परीक्षण –** एक परखनली में थोड़ा लैसाने विलयन लेकर और उसे ऐसीटिक अम्ल से अम्लीय करके 2–3 बूंदे लैड ऐसीटेट विलयन की मिलाओ। यदि काला रंग या अवक्षेप प्राप्त होता है तो यौगिक में सल्फर उपस्थित है।

परीक्षण में प्रयुक्त अभिक्रियाएं –



सोडियम नाइट्रोप्रुसाइड

(बैंगनी रंग)



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।

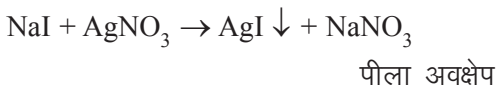
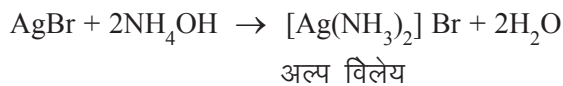
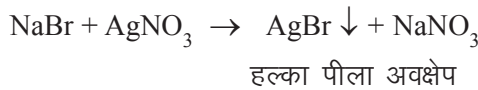
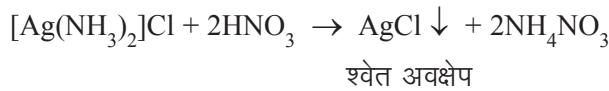
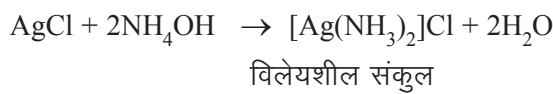
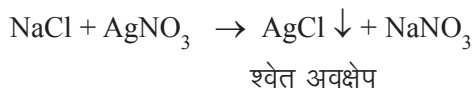
(ii) यदि हल्का पीला अवक्षेप प्राप्त होता है जो अमोनियम हाइड्रॉक्साइड में आंशिक विलेय हो तो यौगिक में ब्रोमीन उपस्थित है।

(iii) यदि अवक्षेप गहरा पीला है और अमोनियम हाइड्रॉक्साइड में अविलेय है तो यौगिक में आयोडीन उपस्थित है।

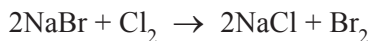
(2) कार्बन टेट्राक्लोराइड –क्लोरीन जल परीक्षण – एक परखनली में थोड़ा लैसाने विलयन लेकर इसे तनु नाइट्रिक अम्ल से अम्लीय करके इसमें कुछ बूंदें कार्बन टेट्राक्लोराइड या क्लोरोफार्म की डालो। फिर इसमें थोड़ा क्लोरीन जल मिलाकर अच्छी तरह हिलाओ। परखनली को थोड़ा रखकर विलयन को स्थिर होने दो। इससे विलयन के दो परत बन जाते हैं। 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 –

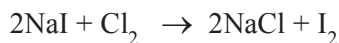
(1) सिल्वर नाइट्रेट परीक्षण



(2) परत परीक्षण –



CCl_4 में Br_2 विलेय होकर नारंगी या लाल-भूरा रंग देती है।



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 हैं।

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 हैं। नमूने के जलीय विलयन में थोड़ा तनु H_2SO_4 मिलाकर छानने पर अविलेय अशुद्धियाँ दूर हो जाती हैं। 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 हैं। विलेयशील अशुद्धियाँ मातृद्रव में रह जाती हैं।

विधि – 10.00 ग्राम अशुद्ध नमूने को एक 250 mL बीकर में लेकर 60 mL आसुत जल में घोलते हैं तथा जल अपघटन को रोकने के लिए इसमें लगभग 2 mL तनु सल्फ्यूरिक अम्ल मिला देते हैं जिससे विलयन साफ और पारदर्शी हो जाता है। इस विलयन को थोड़ा गर्म करके छान लेते हैं जिससे अविलेय अशुद्धियाँ दूर हो जाती हैं तथा सावधानी पूर्वक बिना हिलाये ठण्डा होने के लिये अलग स्थान पर रख देते हैं। कुछ समय पश्चात् क्रिस्टल बनने लगते हैं। जब पूरे क्रिस्टल बन जाते हैं तो इन्हें मातृद्रव से निधार लेते हैं 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 हैं।
- (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 हैं। इन पर उत्पन्न रंगों की तुलना मानक रंग-तालिका से करके लगभग pH मान ज्ञात कर लेते हैं।

(ब) सार्वत्रिक सूचक विलयन के उपयोग से – चार स्वच्छ एवं शुष्क परखनलियों को परखनली स्टैंड में रखते हैं तथा इन्हें 1–4 अंक देते हैं। इन परखनलियों में 5–5 mL क्रमशः नींबू का रस, टमाटर का रस, संतरे का रस तथा सेव का रस लेते हैं। इन सभी परखनलियों में एक-दो बूंद सार्वत्रिकसूचक विलयन की डालते हैं तथा इनमें उत्पन्न रंग की तुलना मानक रंग पट्टी से करके **pH** मान ज्ञात करते हैं।

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 चाहिए अथवा 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

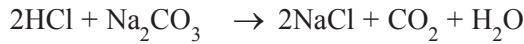
दिनांक.....

प्रयोग क्रमांक.....

उद्देश्य – रासायनिक तुला का उपयोग करते हुए 0.1N क्रिस्टलीय सोडियम कार्बोनेट ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) 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 ऑरेंज को सूचक के रूप में प्रयोग कीजिए।

विधि – (अ) मानक विलयन बनाना– क्रिस्टलीय सोडियम कार्बोनेट ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) 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 सेमी³ आयतानात्मक फ्लास्क में विलयन बनाते हैं।

(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 लेकर अनुमापन करते हैं। इसमें निम्न अभिक्रिया होती है –



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	सु संग त पाठ्यांक
		प्रारम्भिक (अ) mL	अन्तिम (ब) mL		
1	20	0.0	21.2	21.2	20.8 mL
2.	20	22.3	43.2	20.9	
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, $N_1 = 0.1 \text{ N}$

$V_1 = 20 \text{ mL}$

$N_2 = ?$

$V_2 = 20.8 \text{ mL}$

$N_1 V_1$ 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

तथा HCl का तुल्यांकी भार = 36.46 ग्राम

अतः सान्द्रता ग्राम प्रति लिटर में = $0.096 \times 36.46 = 3.5002$ 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 बायीं 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 निष्काशित 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।

5. उपर्युक्त विलयन को उबालकर H ₂ S गैस निष्काषित कर इसमें अमोनिया की गन्ध आने तक NH ₄ OH 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 ₃ COOH में घोलकर तीन परखनलियों में बराबर-बराबर लेकर एक परखनली में पोटैशियम क्रोमेट (K ₂ CrO ₄) का विलयन मिलाने पर।	कोई अवक्षेप प्राप्त नहीं है।	Ba ²⁺ अनुपस्थित है।
7. दूसरी परखनली में अमोनियम सल्फेट ((NH ₄) ₂ SO ₄) विलयन मिलाने पर	कोई अवक्षेप प्राप्त नहीं है।	Sr ²⁺ अनुपस्थित है।
8. तीसरी परखनली में अमोनियम ऑक्सलेट ((NH ₄) ₂ C ₂ O ₄) विलयन मिलाने पर	श्वेत अवक्षेप प्राप्त होता है।	Ca ²⁺ निश्चित है।
9. शुष्क परीक्षण – ज्वाला परीक्षण करने पर	अस्थाई ईट जैसी लाल ज्वाला प्राप्त होती है।	Ca ²⁺ निश्चित है।

परिणाम –

दिये गये लवण में ऋणायन CO₃²⁻ एवं धनायन Ca²⁺ 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।

अध्याय— 14

परियोजना कार्य

परियोजना -1 पीने के पानी में जीवाणु संदूषण को सल्फाइड आयन द्वारा ज्ञात करना।

उपकरण – परखनली, परखनली स्टैंड, 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 नाईट्राइट, नाईट्रेट, सल्फेट, फोस्फेट आदि का मिश्रण होता है। इस प्रकार की सीवेज की ऑक्सीकरण प्रक्रिया को वायवीय ऑक्सीकरण कहते हैं। 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 [$(NH_4)_2S$], और फॉस्फीन (PH_3) आदि गैसें बनती हैं जो बदबूदार होती हैं। 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 जाए 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।

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 पदार्थों 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 कुओं 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 हैं।

1. तैरती अशुद्धियों को दूर करना –

(i) छानना (Screening) – अशुद्ध पानी कई प्रकार के छिद्रों वाली जालियों में से गुजारा जाता है। तैरती अशुद्धियां इन जालियों द्वारा रोक ली जाती हैं।

(ii) अवसादन (Sedimentation) – इसमें तैरती हुई या कोलाइडी (Colloidal) अशुद्धियों को दूर किया जाता है। छाने हुए पानी को लगभग 50 m गहरे बड़े टैंक में बिना छेड़े रहने दिया जाता है। तैरती हुई अधिकतर अशुद्धियां गुरुत्वाकर्षण बल के कारण तल पर बैठ जाती हैं। 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 शुद्धीकरण 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। कोग्यूलेंट्स जैसे अलम या फेरस सल्फेट (जो कि ऑक्सीकरण होने पर फेरिक आयन देता है) Al^{3+} या Fe^{3+} आयन देते हैं, जो कोलाइडी (Colloidal) और मिट्टी के कणों के ऋणात्मक आवेश को उदासीन करते हैं। उदासीनकरण 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।

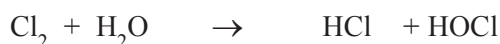
2. सूक्ष्म जीवाणुओं को मारना – रेत फिल्टर से आने वाले पानी में अब भी कुछ रोगजनक जीवाणु बैक्टीरिया होते हैं। बीमारी फैलाने वाले जीवाणु या अन्य सूक्ष्म जीवों को खत्म करने या मारने की प्रक्रिया को विसंक्रमण (Disinfection) कहते हैं। रसायनिक पदार्थ, जो कि जीवाणु या अन्य सूक्ष्म जीवों को मारने के प्रयोग में लाया जाता है, को रोगाणु-नाशक (Disinfections) कहलाते हैं। पानी में रोगाणुओं को नाश करने की कुछ प्रक्रियाएं अग्रलिखित हैं।

(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।



विरंजक चूर्ण



हाइपोक्लोरस अम्ल

(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।

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 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, प्लोराइड, 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 हैं:

(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 (CO₂, SO₂ 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 स्रोतों से बहने वाला पानी धरातल के ऊपर से गुजरता है और क्लोराइड, सल्फेट, सोडियम, पोटैशियम, कैल्सियम, मैग्नीशियम इत्यादि के बाइकार्बोनेट्स 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 बाइकार्बोनेट, सल्फेट व क्लोराइड और पोटैशियम और मैग्नीशियम के ब्रोमाइड भी हैं।

(ख) भूमिगत जल – भूमिगत जल के मुख्य स्रोत झरने और कुएं हैं। 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।

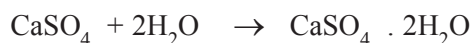
झरनों और कुंओं का पानी, सामान्यतः दिखने में साफ होता है। ऐसा मिट्टी और रेत की छानने प्रक्रिया के द्वारा होता है। फिर भी भूमिगत जल में कुछ हालातों में, लवण भी घुले हो सकते हैं। भूमिगत जल प्रायः ज्यादा जैविक शुद्धता वाले होते हैं।

पीने योग्य पानी में लोहा, क्लोराइड आदि के मौजूद होने के कारण –

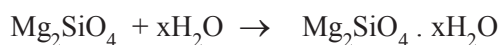
जब पानी मिट्टी के ऊपर से बहता है या मिट्टी में रिसता है तो वह निम्नलिखित भौतिक व रासायनिक परिवर्तनों के कारण दूषित हो जाता है।

(i) घुलनशील लवणों का जल में घुलना – सोडियम क्लोराइड (NaCl), मैग्नीशियम क्लोराइड (MgCl₂), कैल्सियम व मैग्नीशियम के सल्फेट (CaSO₄·2H₂O या जिप्सम, MgSO₄·2H₂O) जैसे चट्टानों के घुलने योग्य यौगिक जल में शीघ्रता से घुल जाते हैं।

(ii) जल से संयोग द्वारा – कुछ खनिज जैसे एन्हाइड्राइट (CaSO₄), ओलिवाइन (Mg₂SiO₄) इत्यादि पानी से तुरन्त क्रिया कर बढ़े हुए आयतन वाले उत्पाद बनाते हैं। इससे चट्टानों में पाए जाने वाले ऐसे खनिज टूटने लगते हैं और कुछ हालातों में घुलने लगते हैं।

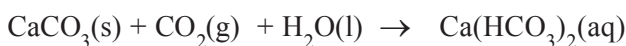


एन्हाइड्राइट जिप्सम



ओलिवाइन सर्पेन्टाइन

(iii) पानी में घुली हुई CO₂ की क्रिया द्वारा – पानी में घुली हुई कार्बन डाइऑक्साइड, कैल्सियम व मैग्नीशियम के अघुलनशील कार्बोनेटों को घुलनशील बाइकार्बोनेटों में बदल देती हैं।



अघुलनशील घुलनशील

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 हेल्थ डीकिंग वाटर स्टैंडर्ड्स (USPHS) और इंडियन स्टैंडर्ड इंस्टीट्यूट (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

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।

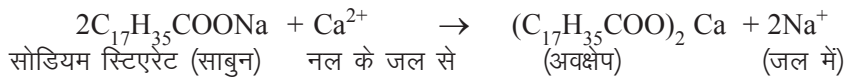
(iv) झाग गायब होने में लगे समय का यथार्थता के साथ मापन कीजिए।

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 नलियाँ, शंक्वाकार फ्लास्क, स्टैण्ड, विराम घड़ी।

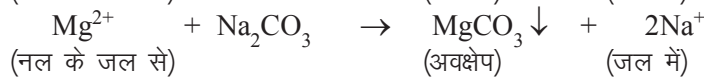
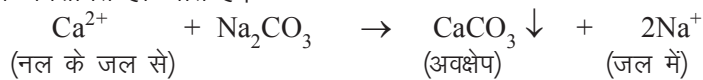
सामग्री – (a) साबुन का विलयन (b) नल का जल (c) आसुत जल (d) M/10 Na₂CO₃ विलयन।

सिद्धान्त – आसुत जल में कोई Ca²⁺ या Mg²⁺ आयन नहीं होता है और यह साबुन के साथ आसानी से झाग बनाता है। नल के जल में Ca²⁺ या Mg²⁺ 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।



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।



अतः सोडियम कार्बोनेट की उपस्थिति में नल के जल की झाग बनाने की क्षमता बढ़ जाती है।

विधि :- (i) तीन स्वच्छ परीक्षण नलियाँ 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 Na₂CO₃ 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 mL आसुत जल	1. mL	.....सेकंड
2.	10 mL नल का पानी	1. mL	.....सेकंड
3.	5 mL नल का पानी + 5 mL M/10 Na ₂ CO ₃ का विलयन	1. mL	.....सेकंड

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 हिलाएँ।

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 लीजिए। प्रत्येक कप में उबलते हुए जल की लगभग समान मात्रा (लगभग 150 mL) डालिए और डक्कन से ढँक दीजिए। इसे पाँच मिनट पड़ा रहने दीजिए।

(ii) प्रत्येक प्याले से एक-एक घूंट मुँह 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 अर्थात् 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 ऐसीटोन, मेथिल एल्कोहॉल, जल एवं ऐथिल ऐसीटेट 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

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 हैं।

(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 हेतु 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 :

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 –

- लगभग समान मोटाई के ही विभिन्न धागों का प्रयोग कीजिए।
- 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** –
- ऊनी धागों के समान मोटाई एवं लम्बाई के तीन टुकड़े।
 - समान मोटाई एवं लम्बाई के सूती धागों के तीन टुकड़े।
 - सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन।
 - 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 –

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 लिए आवश्यक न्यूनतम भार (ग्राम)
1.	ऊनी	.....	.....	.....
2.	सूती	.....	.....	.....

निष्कर्ष – उपर्युक्त प्रेक्षण से यह प्राप्त होता है कि ऊनी 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 हैं।

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 फीनॉलपथेलिन 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।