कक्षा
12

रसायन विज्ञान प्रायोगिक-2

कक्षा 12
रसायन विज्ञान प्रायोगिक-2

रसायन विज्ञान प्रायोगिक–2

कक्षा – 12

माध्यमिक शिक्षा बोर्ड राजस्थान, अजमेर

पाठ्यपुस्तक निर्माण समिति

पुस्तक : रसायन विज्ञान प्रायोगिक–2

कक्षा – 12

संयोजक :– डॉ. ज्योति चौधरी
सहायक आचार्य, मोहनलाल सुखाड़िया विश्वविद्यालय, उदयपुर

लेखकगण :– 1. डॉ. शंकरलाल माली
अतिरिक्त जिला शिक्षा अधिकारी, माध्यमिक प्रथम,
भीलवाड़ा

2. ताराचन्द्र जांगिड़, प्रधानाचार्य
राजकीय उच्च माध्यमिक विद्यालय, जालिया प्रथम
अजमेर

पाठ्यक्रम समिति

पुस्तक : रसायन विज्ञान प्रायोगिक–2

कक्षा – 12

संयोजक :– प्रो. बी.एल. हिरण, से.नि. प्रोफेसर
मोहनलाल सुखाड़िया विश्वविद्यालय, उदयपुर

सदस्य :–

1. डॉ. हरसुख छरंग, व्याख्याता
राजकीय महाविद्यालय, नागौर

2. डॉ. चन्द्रशेखर चौबीसा, से.नि. ए.डी.ई.ओ.
जिला शिक्षा अधिकारी कार्यालय, माध्यमिक द्वितीय
उदयपुर

3. डॉ. शंकरलाल माली
अतिरिक्त जिला शिक्षा अधिकारी, माध्यमिक प्रथम,
भीलवाड़ा

4. श्री दयाराम चोरड़िया, प्रधानाचार्य
राजकीय उ.मा. विद्यालय, मलपुरा, कोटपुतली, जयपुर

5. श्रीमती रंजना माचीवाल, प्रधानाचार्या
राजकीय उ.मा. विद्यालय, आदर्शनगर, जयपुर

आमुख (प्रस्तावना)

प्रस्तुत पुस्तक माध्यमिक शिक्षा बोर्ड, राजस्थान, अजमेर द्वारा **कक्षा–12** के लिए प्रायोगिक रसायन हेतु नवीन पाठ्यक्रमानुसार तैयार की गयी है। **कक्षा–12** के लिए नवीन पाठ्यक्रम **जुलाई, 2017** से प्रारम्भ किया गया है।

पुस्तक की विषय वस्तु को सरल और ग्राह्य भाषा मे क्रमबद्ध रूप से लिखा गया है। पुस्तक मे रसायन विज्ञान से संबंधित विधियां और परीक्षण दिये गये है। विद्यार्थी अपनी प्रयोगशाला सुविधाओं के अनुसार विधियों एवं परीक्षणों का चुनाव कर सकते है।

पुस्तक को **पांच अध्यायों** मे विभक्त किया गया है :–

प्रथम अध्याय मे आयतनात्मक विश्लेषण के अन्तर्गत विभिन्न प्रकार के द्विअनुमापनों (अम्ल–क्षार अनुमापन एवं ऑक्सीकरण अपचयन अनुपमापन) को सिद्धान्त सहित विस्तारपूर्वक समझाया गया है।

द्वितीय अध्याय मे अकार्बनिक गुणात्मक विश्लेषण के अन्तर्गत अम्लीय व क्षारकीय को समझाते हुए सारणीबद्ध किया गया है।

तृतीय अध्याय मे कार्बनिक योगिकों मे प्रकार्यात्मक समूह की पहचान की विधियों को सरलतम रूप में वर्णित किया गया है।

चतुर्थ अध्याय मे खाद्य पदार्थो मे कार्बोहाइड्रेट, वसा व प्रोटीन की पहचान से संबंधित विभिन्न परीक्षणों का व्यावहारिक रूप प्रस्तुत किया गया है।

पंचम अध्याय मे विभिन्न कार्बनिक एवं अकार्बनिक पदार्थों के विरचन की विधियों का सरलतम एवं सुस्पष्ट ढंग से समावेश किया गया है।

पाठ्यपुस्तक की विषयवस्तु पर आधारित विभिन्न प्रयोगों जैसे–पृष्ठीय रसायन, रसायनिक बलगतिकी, विद्युत रसायन, विलयन, विभिन्न ऐमीनो का तुलनात्मक परीक्षण, एल्कोहॉलो का तुलनात्मक परीक्षण आदि का समावेश किया गया है।

पुस्तक के अन्त मे सत्रीय कार्य एवं मौखिक प्रश्नों को शामिल किया गया है। पुस्तक मे दी गयी प्रायोगिक कार्य की लेखन विधि विद्यार्थियों को अपनी प्रायोगिक रिकार्ड पुस्तिका पूर्ण करने मे सहायक सिद्ध होगी। उपकरणों की जानकारी पूर्व कक्षा की प्रायोगिक पुस्तक मे पहले ही दी जा चुकी है।

पुस्तक लेखन मे भारत सरकार द्वारा प्रकाशित वैज्ञानिक एवं तकनीकी शब्दावली का उपयोग किया गया है तथा माध्यमिक शिक्षा बोर्ड राजस्थान द्वारा दिए गए सभी निर्देशों का समायोजन करने का पूर्ण प्रयास किया गया है।

विद्वान शिक्षक साथियों एंव विद्यार्थियों से अनुरोध है कि पुस्तक के उन्नयन् हेतु अपने बहुमूल्य सुझाव अवश्य भेजे ताकि पुस्तक से आगामी संस्करण मे समुचित सुधार किया जा सकें।

पुस्तक लेखन में प्राप्त सभी के प्रत्यक्ष एवं अप्रत्यक्ष सहयोग के लिए हार्दिक आभार

लेखकगण

पाठ्यक्रम
Syllabus

(1) आयतनात्मक विश्लेषण – द्विअनुमापन **11 अंक**

सान्द्रता ग्राम प्रति लीटर, मोलरता, नार्मलता व प्रतिशत शुद्धता ज्ञात करना।

(i) अम्ल क्षारक अनुमापन
  (a) ऑक्सेलिक अम्ल व सोडियम हाइड्रॉक्साइड
  (b) हाइड्रोक्लोरिक अम्ल व सोडियम कार्बोनेट

(ii) ऑक्सीकरण अपचयन अनुमापन
  (a) फेरस अमोनियम सल्फेट व पोटैशियम परमैंगनेट
  (b) ऑक्सेलिक अम्ल व पोटैशियम परमैंगनेट
  (c) फेरस अमोनियम सल्फेट व पोटैशियम डाइक्रोमेट
  (d) फेरस सल्फेट व पोटैशियम डाइक्रोमेट

(2) अकार्बनिक लवणों के मिश्रण का गुणात्मक विश्लेषण **8 अंक**

दो ऋणायन व दो धनायनों का क्रमागत विश्लेषण करना।

(a) अम्लीय मूलक
  (i) CO_3^{2-}, CH_3COO^-, NO_3^-, S^{2-}, SO_3^{2-}
  (i) Cl^-, Br^-, I^-, NO_3^-, $C_2O_4^{2-}$
  (i) SO_4^{2-}, PO_4^{3-}
(b) क्षारकीय मूलक
  Ag^+, Pb^{2+}, Bi^{2+}, Cd^{2+}, Cu^{2+}, Sb^{3+}, As^{3+}, Fe^{3+}, Al^{3+}, Cr^{3+},
  Co^{2+}, Mn^{2+}, Zn^{2+}, Ni^{2+}, Ba^{2+}, Sr^{2+}, Ca^{2+}, Mg^{2+}, NH_4^+

(3) कार्बनिक यौगिक में प्रकार्यात्मक समूह की पहचान करना **4 अंक**

ऐल्कोहॉलिक, फीनॉलिक, एल्डिहाइडिक, कीटोनिक, कार्बोक्सिलिक, प्राथमिक एमीन, एमाइड, नाइट्रो, असंतृप्तता, एस्टर

(4) कार्बोहाइड्रेट, वसा व प्रोटीन की खाद्य पदार्थों में उपस्थिति की जांच करना **4 अंक**

(5) कार्बनिक एवं अकार्बनिक यौगिकों का विरचन **4 अंक**

(i) कार्बनिक यौगिक – ऐसिटेनिलाइड, पेरानाइट्रोऐसिटेनिलाइड, आयोडोफॉर्म
(ii) अकार्बनिक यौगिक – फेरस अमोनियम सल्फेट, पोटाश एलम

(6) विषय वस्तु पर आधारित प्रयोग – **3 अंक**

(i) पृष्ठ रसायन
(a) सॉल, (b) पायसीकरण,
(c) टिण्डल प्रभाव, (d) विद्युत कण संचलन

(ii) रासायनिक बलगतिकी
(a) अभिक्रिया की दर पर अभिकारक की सान्द्रता का प्रभाव
(b) अभिक्रिया की दर पर ताप का प्रभाव

(iii) वैद्युत रसायन
डेनियल सेल का निर्माण तथा सान्द्रता परिवर्तन का सेल विभव पर प्रभाव।
(iv) प्राथमिक, द्वितीयक, तृतीयक ऐल्किल एमीन का तुलनात्मक परीक्षण
(v) प्राथमिक, द्वितीयक, तृतीयक ऐल्किल एल्कोहॉल का तुलनात्मक परीक्षण

(7) सत्रीय कार्य **2 अंक**

(8) मौखिक प्रश्न **2 अंक**

* * * * *

अनुक्रमणिका

अध्याय	अध्याय	पृष्ठ संख्या
1.	आयतनात्मक विश्लेषण	1
2.	अकार्बनिक लवणों के मिश्रण का विलेषण	33
3.	कार्बनिक यौगिक में प्रकार्यात्मक समूह विश्लेषण	72
4.	कार्बोहाइड्रेट, वसा व प्रोटीन का खाद्य पदार्थों में उपस्थिति की जाँच करना	84
5.	यौगिकों का विरचन	93
6.	विषय वस्तु आधारित प्रयोग	99
7.	मौखिक प्रश्न	116
8.	परिशिष्ठ	
	(1) प्रयोगशाला में कार्य करने हेतु सामान्य निर्देश	137
	(2) प्रयोगशाला में प्रयुक्त होने वाले अभिकर्मक बनाना	139
	(3) प्रयोगशाला में की जाने वाली चिकित्सा	144
	(4) लॉग टेबल	146

अध्याय–1

आयतनात्मक विश्लेषण
(Volumetric Analysis)

अनुमापन (Titration):

ज्ञात सान्द्रता वाले विलयन की सहायता से अज्ञात सान्द्रता वाले विलयन की सान्द्रता ज्ञात करने की विधि को अनुमापन कहते हैं।

(अ) एकल अनुमापन (Single Titration) :

यहाँ अज्ञात व ज्ञात विलयन के मध्य सीधी रासायनिक क्रिया सम्भव है। अतः इनके मध्य सीधी क्रिया करवाकर अज्ञात विलयन की सान्द्रता ज्ञात करते हैं। जैसे – सोडियम कार्बोनेट विलयन की सान्द्रता ऑक्सेलिक अम्ल के विलयन की सहायता से ज्ञात करना।

(ब) द्विअनुमापन (Double Titration) :

जब अज्ञात व ज्ञात विलयन के मध्य सीधी रासायनिक क्रिया सम्भव नहीं हो तो माध्यमिक विलयन की सहायता ली जाती है। पहले ज्ञात विलयन से माध्यमिक विलयन की सान्द्रता ज्ञात की जाती है, फिर माध्यमिक विलयन की सहायता से अज्ञात विलयन की सान्द्रता ज्ञात की जाती है। जैसे – अज्ञात सोडियम कार्बोनेट की ज्ञात सोडियम कार्बोनेट विलयन की सहायता से सान्द्रता ज्ञात करने में माध्यमिक विलयन के रूप में ऑक्सेलिक अम्ल का विलयन प्रयोग में लाया जा सकता है।

अनुमापन में प्रयुक्त कुछ पदों की परिभाषाएँ (Definition of terms used in Titration) :

(अ) अनुमाप्य (Titre) – वह विलयन जिसमें उपस्थित पदार्थ की मात्रा (सान्द्रता) ज्ञात की जाती है, यह अज्ञात विलयन भी कहलाता है। इसे पीपेट द्वारा कोनिकल फ्लास्क में लिया जाता है।

(ब) अनुमापक (Titrant) – वह विलयन जिसकी सान्द्रता ज्ञात होती है। इसे मानक या ज्ञात विलयन भी कहते हैं, इसे ब्यूरेट में लिया जाता है।

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

(द) अज्ञात विलयन (Unknown Solution) – वह विलयन जिसकी सान्द्रता ज्ञात की जाती है उसे अज्ञात विलयन कहते हैं।

(य) माध्यमिक विलयन (Intermediate Solution) – वह विलयन जो अज्ञात व ज्ञात दोनों विलयनों से अभिक्रिया कर सकता है। ज्ञात विलयन की सहायता से माध्यमिक विलयन की सान्द्रता ज्ञात करते हैं तथा माध्यमिक विलयन की सहायता से अज्ञात विलयन की सान्द्रता ज्ञात करते हैं।

(र) सूचक (Indicator) – वह विलयन जो रंग परिवर्तन द्वारा अन्तिम बिन्दु की जानकारी देता है उसे सूचक कहते हैं।

(ल) अन्तिम बिन्दु (End Point) – वह बिन्दु (ब्यूरेट का पाठ्यांक) जिस पर सूचक के रंग परिवर्तन द्वारा अभिक्रिया की पूर्णता का पता चलता है, अन्तिम बिन्दु कहलाता है।

(व) तुल्य बिन्दु (Equivalent Point) – वह बिन्दु जिस पर अनुमापक एवं अनुमाप्य की अभिक्रिया पूर्ण हो जाती है तुल्य बिन्दु अथवा रससमीकरणमितीय बिन्दु (Stoichiometric Point) कहलाता है। यह अन्तिम बिन्दु से एक बूंद पूर्व की स्थिति होती है,इस पर रंग नहीं दिखाई देता है।

मानक पदार्थ (Standard Substance):

अनुमापन में मानक विलयन बनने की दृष्टि से पदार्थों को दो समूहों में बाँटा गया है –

(i) 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, फेरस अमोनियम सल्फेट, सिल्वर नाइट्रेट, ऑक्सेलिक अम्ल, सोडियम कार्बोनेट आदि पदार्थ प्राथमिक मानक है। प्राथमिक मानक पदार्थ में निम्नखित गुण होने चाहिए–

(अ) पदार्थ उच्च स्तर की शुद्धता में सुगमता से उपलब्ध होना चाहिए।

(ब) पदार्थ आर्द्रताग्राही एवं उत्फुल्ल नहीं होना चाहिए।

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

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

(य) किसी एक मानक विलयन के साथ पदार्थ की क्रिया तात्क्षणिक एवं रससमीकरणमितिक होनी चाहिए।

(ii) द्वितीयक मानक – वे पदार्थ जिनमें उपर्युक्त गुण नहीं पाये जाते हैं तथा जिनकी तुली हुई मात्रा को आसुत जल में विलय करके मानक विलयन नहीं बनाया जा सकता है, द्वितीयक मानक कहलाते हैं। जैसे– सोडियम हाइड्रॉक्साइड, पोटेशियम हाइड्रॉक्साइड, सोडियम थायोसल्फेट, पोटेशियम 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।

द्विअनुमापन की कार्यविधि :

1. ज्ञात विलयन (मानक विलयन) तथा माध्यमिक विलयन के मध्य अनुमापन – मानक विलयन द्वारा माध्यमिक विलयन का मानकीकरण करने हेतु द्विअनुमापन के प्रथम चरण में मानक विलयन तथा माध्यमिक विलयन के मध्य अनुमापन किया जाता है।

प्रयोग हेतु उपकरण समायोजित कर, पीपेट तथा कॉनिकल फ्लास्क को मानक विलयन की थोड़ी मात्रा लेकर प्रक्षालित किया जाता है। ब्यूरेट में माध्यमिक विलयन लिया जाता है। पीपेट की सहायता से मानक विलयन की निश्चित मात्रा कॉनिकल फ्लास्क में लेकर आवश्यकता होने पर उचित सूचक की चार–पाँच बूँद मिलाकर फ्लास्क को हिलाते हैं। ब्यूरेट से माध्यमिक विलयन धीरे–धीरे फ्लास्क में रखे मानक विलयन में तुल्य बिन्दु आने तक मिलाते हैं। ब्यूरेट में इस बिन्दु का पाठ्यांक (V_2) पढ़ लिया जाता है। आरम्भ में ज्ञात विलयन का आयतन V_1 ज्ञात होता है। इसकी सहायता से माध्यमिक विलयन की नार्मलता N_2 ज्ञात कर ली जाती है।

2. अज्ञात विलयन व माध्यमिक विलयन के मध्य अनुमापन – मानकीकृत माध्यमिक विलयन द्वारा अज्ञात सान्द्रता के विलयन का अनुमापन उपरोक्त विधि द्वारा किया जाता है जिससे अज्ञात विलयन

आयतन V_3 तथा माध्यमिक विलयन का आयतन V_4 ज्ञात कर लिया जाता है। निम्नलिखित प्रकार की गणना द्वारा अज्ञात विलयन की सान्द्रता ज्ञात कर ली जाती है।

अज्ञात विलयन की सान्द्रता ज्ञात करने हेतु गणना :

(अ) नार्मलता के आधार पर

(a) मानक विलयन (ज्ञात विलयन) व माध्यमिक विलयन के मध्य अनुमापन

यहाँ

N_1 = ज्ञात विलयन की नार्मलता

V_1 = ज्ञात विलयन का आयतन (mL या cm^3 में)

N_2 = माध्यमिक विलयन की नार्मलता

V_2 = माध्यमिक विलयन का आयतन (mL या cm^3 में)

$$N_1V_1 = N_2V_2$$

$$N_2 = \frac{N_1V_1}{V_2(\text{ज्ञात})} \quad \text{..... (1)}$$

(b) अज्ञात विलयन व माध्यमिक विलयन के मध्य अनुमापन :

N_3 = अज्ञात विलयन की नार्मलता

V_3 = अज्ञात विलयन का आयतन (mL या cm^3 में)

N_4 = माध्यमिक विलयन की नार्मलता = N_2

V_4 = माध्यमिक विलयन का आयतन (mL या cm^3 में) $N_2 = \frac{N_1V_1}{V_2(\text{ज्ञात})}$

अतः समीकरण (2) में समीकरण (1) से मान रखने पर

$$N_3V_3 = N_4V_4$$

$$N_3 = \frac{N_4V_4(\text{अज्ञात})}{V_3} \quad \text{..... (2)}$$

$$N_3 = \frac{N_1V_1}{V_3} \times \frac{V_4(\text{अज्ञात})}{V_2(\text{ज्ञात})}$$

(c) **अज्ञात विलयन की सान्द्रता (gm/litre)** = $\frac{N_1V_1}{V_3} \times \frac{V_4(\text{अज्ञात})}{V_2(\text{ज्ञात})} \times$ तुल्यांकी भार

(d) यदि अज्ञात विलयन में विलय अशुद्ध पदार्थ का भार (gm/litre) में दिया हुआ हो तो प्रतिशत शुद्धता की गणना निम्नलिखित सूत्र द्वारा दी जा सकती है –

$$\text{प्रतिशत शुद्धता} = \frac{\text{अज्ञात विलयन की ग्राम / लीटर में सान्द्रता}}{\text{अशुद्ध पदार्थ की एक लीटर में मात्रा (ग्राम में)}} \times 100$$

(ब) मोलरता के आधार पर गणना

इस आधार पर गणना करने के लिए अभिक्रिया के सन्तुलित समीकरण का ज्ञान होना आवश्यक है। मान लीजिए कि अभिक्रिया का सन्तुलित समीकरण निम्नानुसार है –

$$xA + yB \rightarrow \text{उत्पाद}$$

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 निम्नलिखित सूत्र से करते हैं –

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

M_A = पदार्थ A के विलयन की मोलरता
V_A = पदार्थ A के विलयन का आयतन
M_B = पदार्थ B के विलयन की मोलरता
V_B = पदार्थ B के विलयन का आयतन

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

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

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

इस सूत्र से मोलरता ज्ञात करके ग्राम/लीटर में सान्द्रता निम्नलिखित सूत्र से ज्ञात करते हैं –

सान्द्रता ग्राम/लीटर = मोलरता X आण्विक द्रव्यमान

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

अभिक्रियाओं के आधार पर अनुमापन के प्रकार (Types of Titration on the basis of Reactions)

(अ) अम्ल–क्षारक अनुमापन (Acid-Base Titration) :

इसमें एक विलयन की प्रकृति अम्लीय तथा दूसरे विलयन की प्रकृति क्षारकीय होती है। इनके मध्य उदासीनीकरण अभिक्रिया होती है। जैसे – सोडियम हाइड्राक्साइड का ऑक्सेलिक अम्ल के साथ अनुमापन।

(ब) ऑक्सीकरण–अपचयन अनुमापन (Redox Titration) :

इसमें क्रियाकारक अवयव एक दूसरे का ऑक्सीकरण व अपचयन करते हैं अर्थात् अनुमापन में रेडॉक्स अभिक्रिया होती है जैसे – फेरस सल्फेट का पोटेशियम परमैंगनेट के साथ अनुमापन।

(स) संकुलमितीय अनुमापन (Complexometric Titration) :

इसमें क्रियाकारक अवयव क्रिया करके उत्पाद में संकुल यौगिक का निर्माण करते हैं जैसे EDTA द्वारा पानी की कठोरता का मापन करना।

(द) अवक्षेपण अनुमापन (Precipitation Titration) :

इसमें क्रियाकारक क्रिया करके उत्पाद बनाते हैं। यहाँ एक उत्पाद अवक्षेप के रूप में प्राप्त होता है। जैसे– बेरियम क्लोराइड का सल्फ्यूरिक अम्ल के साथ अनुमापन से बेरियम सल्फेट का अवक्षेप बनता है।

(अ) अम्ल–क्षारक अनुमापन (Acid-Base Titration) :

यह अम्ल व क्षारक की उदासीनीकरण अभिक्रिया पर आधारित हैं। इसमें एक विलयन की प्रकृति अम्लीय तथा दूसरे विलयन की प्रकृति क्षारकीय होती है। जब किसी ज्ञात सान्द्रता वाले क्षारकीय विलयन की सहायता से अनुमापन द्वारा किसी अम्लीय विलयन की सान्द्रता ज्ञात की जाती है तो ऐसे अनुमापन को अम्लमिती 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 विलयन की सहायता से अनुमापन द्वारा किसी क्षार विलयन की सान्द्रता ज्ञात की जाती है तो ऐसे अनुमापन को क्षारकमिती कहते हैं। जैसे– ऑक्सेलिक अम्ल के मानक विलयन की सहायता से सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन की सान्द्रता ज्ञात करना।

अम्ल तथा क्षारक की प्रबलता के आधार पर इन अनुमापनों को चार वर्गों में वर्गीकृत किया जा सकता है –

1. प्रबल अम्ल व प्रबल क्षारक के मध्य अनुमापन :

इसमें अम्ल व क्षारक दोनों ही प्रबल (Strong) होते हैं। जैसे– प्रबल अम्ल H_2SO_4, HCl, HNO_3 आदि, प्रबल क्षारक NaOH, KOH आदि। इनमें अन्तिम बिन्दु पर pH तीव्रता से परिवर्तित होता है अतः सूचक अच्छा रंग प्रदान करते हैं। यदि क्षारक को ब्यूरेट में लेते हैं तो सूचक फिनॉलफ्थेलिन का उपयोग करते हैं, यदि अम्ल को ब्यूरेट में लेते हैं तो सूचक मेथिल ऑरेंज का उपयोग करते हैं।

2. दुर्बल अम्ल तथा प्रबल क्षारक के मध्य अनुमापन :

इसमें दुर्बल अम्ल जैसे– ऑक्सेलिक अम्ल, एसीटिक अम्ल, टार्टरिक अम्ल आदि एवं प्रबल क्षारक जैसे NaOH, KOH आदि लेते हैं। यहाँ ब्यूरेट में क्षारक लेकर फिनॉलफ्थेलिन सूचक का उपयोग करना चाहिए ताकि अन्तिम बिन्दु पर तीक्ष्ण रंग परिवर्तन हो।

3. प्रबल अम्ल तथा दुर्बल क्षारक के मध्य अनुमापन :

इसमें प्रबल अम्ल है एवं दुर्बल क्षारक जैसे – NH_4OH, Na_2CO_3 आदि हैं। यहाँ ब्यूरेट में प्रबल अम्ल लेते हैं मेथिल ऑरेंज सूचक का उपयोग करते हैं ताकि अन्तिम बिन्दु पर तीक्ष्ण रंग परिवर्तन हो।

4. दुर्बल अम्ल तथा दुर्बल क्षारक के मध्य अनुमापन :

इसमें अम्ल व क्षारक दोनों दुर्बल हैं अतः अन्तिम बिन्दु पर pH परिवर्तन तीव्रता से नहीं होता है अतः विशिष्ट अभिक्रियाओं के लिए विशिष्ट सूचकों का चयन करना पड़ता है।

सारणी 1.1 : कुछ अम्ल क्षारक सूचको को दिया गया है

सूचक	रंग			अनुमापन जिसके लिये उपयुक्त है
	अम्लीय विलयन में	क्षारकीय विलयन में	pH परास	
फीनॉलफ्थेलीन	रंगहीन	गुलाबी	8.3–10.0	प्रबल अम्ल–प्रबल क्षारक तथा दुर्बल अम्ल–प्रबल क्षारक
फीनॉल	पीला	लाल	6.8–8.4	दुर्बल अम्ल–प्रबल क्षारक
मेथिल ऑरेन्ज	लाल	पीला	3.1–4.5	प्रबल अम्ल–प्रबल क्षारक
मेथिल रेड	लाल	पीला	4.2–6.3	प्रबलअम्ल–प्रबल क्षारक

सारणी 1.2 : कुछ अम्लों के आण्विक द्रव्यमान और तुल्यांकी भार

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

सारणी 1.3 : कुछ क्षारकों तथा लवणों के आण्विक द्रव्यमान और तुल्यांकी भार

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

अम्ल तथा क्षारक के तुल्यांकी भार उनके आण्विक द्रव्यमानो से निम्नलिखित प्रकार से ज्ञात करते हैं –

$$\text{अम्ल का तुल्यांकी भार} = \frac{\text{अम्ल का आण्विक द्रव्य मान}}{\text{अम्ल की क्षारकता}}$$

किसी अम्ल के एक ग्राम अणु को पूर्णतः उदासीन करने के लिए जितने ग्राम तुल्यांकी क्षारक की आवश्यकता होती है, अम्ल की क्षारकता कहलाती है। अथवा किसी अम्ल के एक अणु में उपस्थित विस्थापन योग्य हाइड्रोजन परमाणु की संख्या उस अम्ल की क्षारकता कहलाती है।

$$\text{इसी तरह क्षारक का तुल्यांकी भार} = \frac{\text{क्षारक का आण्विक द्रव्य मान}}{\text{क्षारक की अम्लता}}$$

क्षारक का तुल्यांकी भार ग्राम में वह मात्रा है जो एक ग्राम तुल्यांकी भार अम्ल को पूर्ण रूप से उदासीन कर देता है। किसी क्षारक के एक ग्राम अणु को पूर्णतः उदासीन करने के लिए जितने ग्राम तुल्यांकी अम्ल का आवश्यकता होती है वह क्षारक की अम्लता कहलाती है। अथवा किसी क्षारक के एक अणु में उपस्थित हाइड्रॉक्साइड आयनों की संख्या क्षारक की अम्लता कहलाती है।

अम्ल, क्षारक व लवण का विलयन बनाना

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

निम्नलिखित सारणी में अम्लों के एक लीटर विलयन बनाने के लिये आवश्यक मात्राएं दी गई हैं। निर्धारित अम्ल का आयतन/द्रव्यमान लेकर जल में विलय करके विलयन का आयतन एक लीटर बना लेते हैं।

सारणी 1.4 : अम्लों का विलयन बनाना

क्र.सं.	अम्ल / सान्द्रता	आपेक्षिक घनत्व	नार्मलता	N	0.1 N	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 तोलकर वांछित विलयन बनाया जाता है। कुछ क्षारक व लवण के एक लीटर विलयन बनाने के लिये आवश्यक मात्राएं ग्राम में निम्नलिखित सारणी में दर्शाई गई है –

सारणी 1.5 क्षारकों तथा लवणों के विलयन बनाना

पदार्थ / क्षारक	N	0.1 N	M
सोडियम हाइड्रॉक्साइड (NaOH)	40.00g	4.00g	40.00g
पोटैशियम हाइड्रॉक्साइड	56.12g	5.612g	56.12g
सोडियम कार्बोनेट	143.00g	14.30g	286.00g
निर्जल सोडियम कार्बोनेट	53.00g	5.30g	106.00g

अम्ल–क्षारक अनुमापन के कुछ प्रायोगिक उदाहरण

प्रयोग 1

उद्देश्य – बोतल B में दिए गए अज्ञात सोडियम कार्बोनेट की मोलरता ज्ञात कीजिए। इसके लिए आपको बोतल A में $\frac{M}{20}$ मोलरता का मानक सोडियम कार्बोनेंट का विलयन दिया गया है।

माध्यमिक विलयन हाइड्रोक्लोरिक अम्ल तथा सूचक मेथिल ऑरेंज है।

सिद्धान्त – (A) यह अम्ल क्षारक अनुमापन है।

(B) यह द्विअनुमापन है।

(C) मेथिल ऑरेंज सूचक क्षारक में नारंगी व अम्ल में गुलाबी रंग देता है।

रासायनिक अभिक्रिया – ज्ञात व अज्ञात सोडियम कार्बोनेट विलयन का माध्यमिक हाइड्रोक्लोरिक अम्ल विलयन के साथ अनुमापन $Na_2CO_3 + 2HCl \rightarrow 2\,NaCl + H_2O + CO_2$

उपकरण तथा आवश्यक सामग्री– ब्यूरेट, पीपेट, कॉनिकल फ्लास्क, कीप, ब्यूरेट स्टेण्ड, अज्ञात व ज्ञात Na_2CO_3 विलयन, माध्यमिक HCl विलयन, सूचक मेथिल ऑरेंज, धावन बोतल, आसुत जल आदि।

विधि :

(अ) ज्ञात विलयन का माध्यमिक विलयन के साथ अनुमापन

ब्यूरेट को पहले पानी से धोते हैं फिर माध्यमिक विलयन से खंगाल (Rinse) लेते हैं। फिर ब्यूरेट को स्टेण्ड पर लगाकर शून्य तक माध्यमिक विलयन भर देते हैं। ब्यूरेट की नोजल में हवा अर्थात् एयर बबल ना रहे, इस बात का ध्यान रखना चाहिए। अब पीपेट की सहायता से ज्ञात विलयन का 20 mL (या 10 mL या 5 mL) कॉनिकल फ्लास्क में लेते हैं। इससे पूर्व पीपेट को साफ पानी से धोकर ज्ञात विलयन से खंगाल लेना अनिवार्य है।

अब दो–तीन बूँद सूचक ज्ञात विलयन में मिलाते हैं। फिर ब्यूरेट की सहायता से माध्यमिक विलयन को कॉनिकल फ्लास्क में लिए गए ज्ञात विलयन में बूँद–बूँद कर मिलाते हैं। अन्तिम बिन्दु पर गुलाबी रंग प्राप्त होता है। ब्यूरेट का प्रारम्भिक (a) व अन्तिम (b) पाठ्यांक नोट कर ब्यूरेट से प्रयुक्त माध्यमिक विलयन का आयतन (b–a) ज्ञात करते हैं। दो समान आयतन प्राप्त होने तक यही प्रक्रिया दोहराते हैं।

ध्यान दें –

1. कॉनिकल फ्लास्क को प्रत्येक बार आसुत जल से धोना अनिवार्य है।
2. पीपेट को बार–बार धोना व खंगालना नहीं चाहिए।
3. विलयन बदलने पर पीपेट व ब्यूरेट को धोना व खंगालना अनिवार्य है।

(ब) अज्ञात विलयन का माध्यमिक विलयन के साथ अनुमापन –

ब्यूरेट में माध्यमिक विलयन ही लिया जाता है। इसे शून्य पाठ्यांक पर सेट कर लें। अब पीपेट की सहायता से अज्ञात विलयन 20mL (या 10mL या 5mL) कॉनिकल फ्लास्क में लेते हैं। सूचक की दो–तीन बूँद मिलाते हैं।

फिर ब्यूरेट की सहायता से माध्यमिक विलयन को कॉनिकल फ्लास्क में लिए गए अज्ञात विलयन में बूँद–बूँद कर मिलाते हैं। अन्तिम बिन्दु पर गुलाबी रंग प्राप्त होता है।

ब्यूरेट का प्रारम्भिक (a) व अन्तिम (b) पाठ्यांक नोट कर ब्यूरेट से प्रयुक्त माध्यमिक विलयन का आयतन (b–a) ज्ञात करते हैं। दो समान आयतन प्राप्त होने तक यही प्रक्रिया दोहराते हैं।

प्रेक्षण सारणी

(अ) ज्ञात विलयन का माध्यमिक विलयन के साथ अनुमापन

क्र.सं.	पीपेट द्वारा लिया गया ज्ञात सोडियम कार्बोनेट विलयन का आयतन v_1 (mL)	ब्यूरेट का पाठ्यांक		ब्यूरेट से लिया गया माध्यमिक विलयन हाइड्रोक्लोरिक अम्ल का प्रयुक्त आयतन (b-a) mL	माध्यमिक विलयन का सुसंगत आयतन v_2 (mL)
		प्रारंभिक (a)	अंतिम (b)		
1.	20	0.0	19.8	19.8	
2.	20	19.8	39.4	19.6	19.6
3.	20	0.0	19.6	19.6	

(ब) अज्ञात विलयन का माध्यमिक विलयन के साथ अनुमापन

क्र.सं.	पीपेट द्वारा लिया गया अज्ञात सोडियम कार्बोनेट विलयन का आयतन v_3 (mL)	ब्यूरेट का पाठ्यांक		ब्यूरेट से लिया गया माध्यमिक विलयन हाइड्रोक्लोरिक अम्ल का प्रयुक्त आयतन (b-a) mL	माध्यमिक विलयन का सुसंगत आयतन v_4 (mL)
		प्रारंभिक (a)	अंतिम (b)		
1.	20	0.0	19.5	19.5	
2.	20	19.5	38.9	19.4	19.4
3.	20	0.0	19.4	19.4	

गणना :

(अ) मानक विलयन (ज्ञात विलयन) सोडियम कार्बोनेट की मोलरता $M_1 = \frac{M}{20}$

(ब) माध्यमिक विलयन हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की मोलरता ज्ञात करना

$2 M_1V_1 = M_2V_2$

M_1 = ज्ञात विलयन की मोलरता = $\frac{M}{20}$

V_1 = ज्ञात विलयन का आयतन = 20 mL

M_2 = माध्यमिक विलयन की मोलरता = ?

V_2 = माध्यमिक विलयन का आयतन = 19.6 mL

$$M_2 = \frac{2M_1V_1}{V_2} = 2 \times \frac{1}{20} \times \frac{20}{19.6} M$$

(स) अज्ञात विलयन सोडियम कार्बोनेट की मोलरता ज्ञात करना

$2 M_3V_3 = M_4V_4$

M_3 = अज्ञात विलयन की मोलरता = ?

V_3 = अज्ञात विलयन का आयतन = 20mL

M_4 = माध्यमिक विलयन की मोलरता $= M_2 = 2 \times \frac{1}{20} \times \frac{20}{19.6} M$

V_4 = माध्यमिक विलयन का आयतन = 19.4mL

$$M_3 = \frac{M_4V_4}{2V_3} = \frac{2}{2} \times \frac{1}{20} \times \frac{20}{19.6} \times \frac{19.4}{20} = \frac{19.4}{19.6 \times 20} = 0.0494 M$$

परिणाम –बोतल B में दिये गये अज्ञात सोडियम कार्बोनेट की मोलरता 0.0494 मोल प्रति लीटर ज्ञात की गई।

प्रयोग–2

उद्देश्य – बोतल B में दिए गए अज्ञात ऑक्सेलिक अम्ल विलयन की सान्द्रता ग्राम प्रति लीटर में ज्ञात कीजिए। इसके लिए आपको बोतल A में 12.68 ग्राम प्रति लीटर सान्द्रता का मानक क्रिस्टलीय ऑक्सेलिक अम्ल विलयन दिया गया है। माध्यमिक विलयन सोडियम हाइड्रॉक्साइड तथा सूचक फिनॉलफ्थेलीन है।

सिद्धान्त – (A) यह अम्ल क्षारक अनुमापन है।

(B) यह द्विअनुमापन है।

(C) फिनॉलफ्थेलीन सूचक अम्ल में रंगहीन तथा क्षारकीय विलयन में गुलाबी रंग देता है।

रासायनिक अभिक्रिया – ज्ञात व अज्ञात ऑक्सेलिक अम्ल विलयन का माध्यमिक सोडियम हाइड्रॉक्साइड के साथ अनुमापन $H_2C_2O_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2C_2O_4 + 2H_2O$

उपकरण तथा आवश्यक सामग्री – ब्यूरेट, पीपेट, कॉनिकल फ्लास्क, कीप, ब्यूरेट स्टेण्ड, धावन बोतल, अज्ञात व ज्ञात ऑक्सेलिक अम्ल विलयन, माध्यमिक NaOH विलयन, सूचक फिनॉलफ्थेलीन, आसुत जल आदि।

विधि :

(अ) ज्ञात ऑक्सेलिक अम्ल का माध्यमिक सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन के साथ अनुमापन

ब्यूरेट को आसुत जल से धोकर माध्यमिक विलयन सोडियम हाइड्रॉक्साइड से खंगाल (Rinse) लेते हैं। ब्यूरेट की नोजल में हवा अर्थात् एयर बबल ना रहे, इस बात का घ्यान रखना चाहिए तथा प्रारम्भिक पाठ्यांक शून्य पर सेट कर लेते हैं।

पीपेट को आसुत जल से धोकर ज्ञात विलयन ऑक्सेलिक अम्ल से खंगाल लेते हैं। कॉनिकल फ्लास्क को प्रत्येक बार आसुत जल से धो लेते हैं। पीपेट की सहायता से ज्ञात विलयन का 20 mL मापकर कॉनिकल फ्लास्क में लेते हैं। 2–3 बूँद फिनॉलफ्थेलीन सूचक की मिलाते हैं।

ब्यूरेट की सहायता से माध्यमिक विलयन को बूँद–बूँद ज्ञात विलयन में मिलाते हैं तथा कॉनिकल फ्लास्क को लगातार हिलाते हैं। ध्यान रहे विलयन बाहर छलकना नहीं चाहिए। अन्तिम बिन्दु पर गुलाबी रंग आता है। दो समान आयतन प्राप्त होने तक यह क्रम दोहराते हैं।

(ब) अज्ञात ऑक्सेलिक अम्ल का माध्यमिक सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन के साथ अनुमापन

ब्यूरेट में माध्यमिक विलयन सोडियम हाइड्रॉक्साइड लेते हैं। प्रारम्भिक पाठ्यांक शून्य पर सेट कर लेते हैं। पीपेट को आसुत जल से धोकर अज्ञात विलयन ऑक्सेलिक अम्ल से खंगाल लेते हैं। कॉनिकल फ्लास्क को प्रत्येक बार आसुत जल से धो लेते हैं। पीपेट की सहायता से अज्ञात विलयन का 20mL मापकर कॉनिकल फ्लास्क में लेते हैं। दो–तीन बूँद फिनॉलफ्थेलीन सूचक की मिलाते हैं।

ब्यूरेट की सहायता से माध्यमिक विलयन को बूँद–बूँद अज्ञात विलयन में मिलाते हैं तथा कॉनिकल फ्लास्क को लगातार हिलाते हैं। अन्तिम बिन्दु पर गुलाबी रंग प्राप्त होता है।

दो समान आयतन प्राप्त होने तक यही प्रक्रिया दोहराते हैं।

प्रेक्षण सारणी

(अ) ज्ञात विलयन का माध्यमिक विलयन के साथ अनुमापन

क्र.सं.	पीपेट द्वारा लिया गया ज्ञात ऑक्सेलिक अम्ल विलयन का आयतन v_1 (mL)	ब्यूरेट का पाठ्यांक		ब्यूरेट से लिया गया माध्यमिक विलयन सोडियम हाइड्रोक्साइड का आयतन (b-a) mL	सुसंगत आयतन v_2 (mL)
		प्रारंभिक (a)	अंतिम (b)		
1.	20	0.0	18.4	18.4	
2.	20	18.4	36.6	18.2	18.2
3.	20	0.0	18.2	18.2	

(ब) अज्ञात विलयन का माध्यमिक विलयन के साथ अनुमापन

क्र.सं.	पीपेट द्वारा लिया गया अज्ञात ऑक्सेलिक अम्ल विलयन का आयतन v_3 (mL)	ब्यूरेट का पाठ्यांक		ब्यूरेट से लिया गया माध्यमिक विलयन सोडियम हाइड्रोक्साइड का आयतन (b-a) mL	सुसंगत आयतन v_4 (mL)
		प्रारंभिक (a)	अंतिम (b)		
1.	20	0.0	18.0	18.0	
2.	20	18.0	35.7	17.7	17.7
3.	20	0.0	17.7	17.7	

गणना

(अ) मानक विलयन (ज्ञात विलयन) ऑक्सेलिक अम्ल की मोलरता

$$\text{मोलरता} = \frac{\text{सान्द्रता ग्राम प्रति लीटर में}}{\text{क्रिस्टलीय ऑक्सेलिक अम्ल का मोलर द्रव्यमान}} \times 100 = \frac{12.6\ gL^{-1}}{126\ gmol^{-1}}$$

$$M_1 = \frac{12.6}{126} M$$

(ब) माध्यमिक विलयन सोडियम हाइड्रॉक्साइड की मोलरता ज्ञात करना

$2 M_1V_1 = M_2V_2$

M_1 = ज्ञात ऑक्सेलिक अम्ल की मोलरता = $\frac{12.6}{126} M$

V_1 = ज्ञात ऑक्सेलिक अम्ल का आयतन = 20 mL

M_2 = माध्यमिक विलयन की मोलरता = ?

V_2 = माध्यमिक विलयन का आयतन = 18.2 mL

$$M_2 = \frac{2M_1V_1}{V_2} = 2 \times \frac{12.6}{126} \times \frac{20}{18.2} M$$

(स) अज्ञात विलयन ऑक्सेलिक अम्ल की मोलरता ज्ञात करना

$2 M_3V_3 = M_4V_4$

M_3 = अज्ञात ऑक्सेलिक अम्ल विलयन की मोलरता = ?

V_3 = अज्ञात ऑक्सेलिक अम्ल विलयन का आयतन = 20 mL

M_4 = माध्यमिक सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन की मोलरता = $M_2 = 2 \times \frac{12.6}{126} \times \frac{20}{18.2} M$

V_4 = माध्यमिक सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन का आयतन = 17.7 mL

$$M_3 = \frac{M_4V_4}{2V_3} = 2 \times \frac{12.6}{126} \times \frac{20}{18.2} \times \frac{17.7}{2 \times 20} = \frac{12.6 \times 17.7}{126 \times 18.2} M$$

(द) अज्ञात विलयन ऑक्सेलिक अम्ल की सान्द्रता ग्राम प्रति लीटर में ज्ञात करना

सान्द्रता = मोलरता X क्रिस्टलीय ऑक्सेलिक अम्ल का मोलर द्रव्यमान

$$= \frac{12.6 \times 17.7}{126 \times 18.2} \times 126 = 12.2538\ gL^{-1}$$

परिणाम – बोतल B में दिये गये अज्ञात विलयन क्रिस्टलीय ऑक्सेलिक अम्ल की सान्द्रता 12.2538 ग्राम प्रति लीटर ज्ञात की गई है।

प्रयोग–3

उद्देश्य – बोतल B में दिए गए अज्ञात सोडियम कार्बोनेट की नार्मलता ज्ञात कीजिए। इसके लिए आपको बोतल A में मानक 2.86 gm/litre सान्द्रता का क्रिस्टलीय सोडियम कार्बोनेट का विलयन दिया गया है। माध्यमिक विलयन हाइड्रॉक्लोरिक अम्ल तथा सूचक मेथिल ऑरेंज है।

सिद्धान्त, रासायनिक अभिक्रिया, उपकरण एवं आवश्यक सामग्री, विधि, प्रेक्षण सारणी प्रयोग 1 के अनुसार

गणना

(अ) मानक विलयन सोडियम कार्बोनेट की नार्मलता

$$\text{नार्मलता} = \frac{\text{सान्द्रता ग्राम प्रति लीटर में}}{\text{क्रिस्टलीय सोडियम कार्बोनेट का तुल्यांकी भार}} = \frac{2.86\ gL^{-1}}{143}$$

(ब) माध्यमिक विलयन हाइड्रॉक्लोरिक अम्ल की नार्मलता ज्ञात करना

$$N_1V_1 = N_2V_2$$

N_1 = मानक विलयन हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की नार्मलता = $\frac{2.86}{143}$ N

V_1 = मानक विलयन हाइड्रोक्लोरिक अम्ल का आयतन = 20 mL

N_2 = माध्यमिक विलयन हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की नार्मलता = ?

V_2 = माध्यमिक विलयन हाइड्रोक्लोरिक अम्ल का आयतन = 19.6 mL

$$N_2 = \frac{N_1V_1}{V_2} = \frac{2.86 \times 20}{143 \times 19.6}\ N$$

(स) अज्ञात सोडियम कार्बोनेट विलयन की नार्मलता ज्ञात करना

$$N_3V_3 = N_4V_4$$

N_3 = अज्ञात सोडियम कार्बोनेट विलयन की नार्मलता = ?

V_3 = अज्ञात सोडियम कार्बोनेट विलयन का आयतन = 20 mL

N_4 = माध्यमिक हाइड्रॉक्लोरिक अम्ल विलयन की नार्मलता = $N_2 = \frac{2.86 \times 20}{143 \times 19.6}$ N

V_4 = माध्यमिक हाइड्रॉक्लोरिक अम्ल विलयन का आयतन = 19.4 mL

$$N_3 = \frac{N_4V_4}{V_3} = \frac{2.86}{143} \times \frac{20}{19.6} \times \frac{19.4}{20} = \frac{1109.68}{56056}\ N = 0.0197\ N$$

परिणाम – बोतल B में दिये गये अज्ञात क्रिस्टलीय सोडियम कार्बोनेट विलयन की नार्मलता 0.0197 N ज्ञात की गई है।

ऑक्सीकरण–अपचयन (रेडॉक्स) अनुमापन
(Oxidation - Reduction (Redox) Titrations)

रेडॉक्स अभिक्रियाएं

जलीय विलयनों में ऑक्सीकरण एवं अपचयन अभिक्रियाओं में एक स्पीशीज से दूसरी स्पीशीज में इलेक्ट्रॉनों का अन्तरण होता है। पदार्थ के ऑक्सीकरण में किसी स्पीशीज से इलेक्ट्रॉन/इलेक्ट्रॉनों का अन्तरण होता है और अपचयन में स्पीशीज द्वारा इलेक्ट्रॉन प्राप्त किये जाते हैं। ऑक्सीकरण एवं अपचयन अभिक्रियाएं एक साथ होती हैं। कोई अभिक्रिया जिसमें ऑक्सीकरण और अपचयन अभिक्रियाएं एक साथ हो, रेडॉक्स अभिक्रिया कहलाती हैं। वे अनुमापन जिनमें रेडॉक्स अभिक्रियाएं सम्मिलित हों, रेडॉक्स अनुमापन कहलाते हैं। आप जानते हैं कि अम्ल क्षार अनुमापन में pH परिवर्तन के प्रति संवेदनशील सूचक प्रयोग किये जाते हैं। इस प्रकार से रेडॉक्स अनुमापन में निकाय के ऑक्सीकरण विभव में परिवर्तन होता है। रेडॉक्स अभिक्रियाओं में प्रयुक्त होने वाले सूचक ऑक्सीकरण विभव में परिवर्तन के प्रति संवेदनशील होते हैं। आदर्श ऑक्सीकरण–अपचयन सूचकों के ऑक्सीकरण विभव का मान अनुमापित किये जाने वाले विलयन में घुले पदार्थ एवं अनुमापक विलयन में घुले पदार्थ के ऑक्सीकरण विभव के मान के मध्य होता है तथा ये आसानी से पहचाने जा सकने वाले तीव्र रंग परिवर्तन दिखलाते हैं।

विलयनों को बनाना (Preparation of Solutions) :

इस प्रकार के अनुमापनों में एक पदार्थ ऑक्सीकारक (उपचायक Oxidant) और दूसरा पदार्थ अपचायक (Reductant) होता है। इन पदार्थों के विलयन बनाने हेतु इनके तुल्यांकी भारों का ज्ञान होना आवश्यक है।

ऑक्सीकारक/अपचायक के तुल्यांकी भार ज्ञात करना :

ऑक्सीकारक पदार्थों में प्रभावी परमाणु के ऑक्सीकरण अंक में कमी होती है अर्थात् ऑक्सीकारक पदार्थ इलेक्ट्रॉन ग्रहण करता है। इसी आधार पर ऑक्सीकारक पदार्थ के तुल्यांकी भार की गणना की जाती है।

$$\text{ऑक्सीकारक पदार्थ का तुल्यांकी भार} = \frac{\text{पदार्थ का आण्विक द्रव्यमान}}{\text{प्रति अणु ऑक्सीकरण अंक में कमी}}$$

$$\text{या} \qquad \text{तुल्यांकी भार} = \frac{\text{पदार्थ का आण्विक द्रव्यमान}}{\text{प्रति अणु ग्रहण किए गए इलेक्ट्रोनों की संख्या}}$$

कुछ ऑक्सीकरण पदार्थों के तुल्यांकी भार निम्नानुसार हैं –

(अ) $KMnO_4$ का तुल्यांकी भार –

अम्लीय माध्यम में तुल्यांकी भार

$$MnO_4^- + 8H^+ + e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$$

$KMnO_4$ का अणुभार = 158

ग्रहण किये गए इलेक्ट्रोनों की संख्या = 5

अतः तुल्यांकी भार $= \frac{158}{5} = 31.6$

अतः $KMnO_4$ का अम्लीय माध्यम में तुल्यांकी भार 31.6 होता है।
क्षारीय माध्यम में तुल्यांकी भार –

$$MnO_4^- + 4H_2O + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 8\,OH^-$$

परन्तु अपचायक की उपस्थिति में MnO_4^- अन्ततः MnO_2 में परिवर्तित हो जाता है।

$$Mn^{2+} + 2H_2O \rightarrow MnO_2 + 4\,H^+ + 2e^-$$

अतः पूर्ण अभिक्रिया

$$MnO_4^- + 3e^- + 2H_2O \rightarrow MnO_2 + 4\,OH^-$$

अतः ग्रहण किये गए इलेक्ट्रोनों की संख्या = 3

$KMnO_4$ का क्षारकीय माध्यम में तुल्यांकी भार $= \frac{158}{3} = 52.66$

उदासीन माध्यम में तुल्यांकी भार – उदासीन माध्यम में कुछ क्षार बनने के कारण माध्यम दुर्बल क्षारकीय हो जाता है। अतः अभिक्रिया क्षारकीय माध्यम के समान ही होती है।

$$MnO_4^- + 2H_2O + 3e^- \rightarrow MnO_2 + 4\,OH^-$$

अतः तुल्यांकी भार $= \frac{158}{3} = 52.66$

अतः क्षारकीय एवं उदासीन माघ्यम में $KMnO_4$ का तुल्यांकी भार 52.66 है।
पोटेशियम परमैंगनेट अम्लीय, क्षारकीय और उदासीन तीनों माध्यमों में ऑक्सीकारक का कार्य करता है।

पोटैशियम डाइक्रोमेट का तुल्यांकी भार

पोटैशियम डाइक्रोमेट ($K_2Cr_2O_7$) अम्लीय माध्यम में ऑक्सीकारक का कार्य करता है।

$$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$$

$K_2Cr_2O_7$ का आण्विक द्रव्यमान = 294
ग्रहण किये गए इलेक्ट्रोनों की संख्या = 6

अतः $K_2Cr_2O_7$ का तुल्यांकी भार $= \frac{294}{6} = 49$

फेरस सल्फेट का तुल्यांकी भार

फेरस सल्फेट एक अपचायक है। इसका ऑक्सीकरण फेरिक सल्फेट में होता है। अर्थात् फेरस आयन फेरिक आयनों में परिवर्तित होते हैं।

$$Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + e^-$$

फेरस सल्फेट ($FeSO_4.7H_2O$) का आण्विक द्रव्यमान = 278
त्यागे गये इलेक्ट्रोनों की संख्या प्रति अणु = 1

$$\text{अतः तुल्यांकी भार} = \frac{392}{1} = 392$$

$FeSO_4.(NH_4)_2SO_4.6H_2O$ का तुल्यांकी भार = 392 है।

ऑक्सेलिक अम्ल का तुल्यांकी भार

ऑक्सेलिक अम्ल ($H_2C_2O_4.2H_2O$) एक अपचायक है जिसमें ऑक्सेलेट आयन कार्बन डाई ऑक्साइड में परिवर्तित होते हैं।

$$(C_2O_4)^{2-} \rightarrow 2CO_2 + 2e^-$$

ऑक्सेलिक अम्ल $\begin{bmatrix} COOH \\ | \\ COOH \end{bmatrix} \cdot 2H_2O$ का आण्विक द्रव्यमान = 126

त्यागे गये इलेक्ट्रोनों की संख्या प्रति अणु = 2

$$\text{अतः तुल्यांकी भार} = \frac{126}{2} = 63$$

अतः $H_2C_2O_4.2H_2O$ का तुल्यांकी भार = 63 है।

ऑक्सेलिक अम्ल का तुल्यांकी भार उसकी क्षारकता द्वारा भी ज्ञात किया जा सकता है।

$$\text{अम्ल का तुल्यांकी भार} = \frac{\text{अम्ल का आण्विक द्रव्यमान}}{\text{अम्ल की क्षारकता}} = \frac{126}{2} = 63$$

अतः ऑक्सेलिक अम्ल का तुल्यांकी भार = 63

निम्नलिखित सारणी में कुछ ऑक्सीकारक एवं अपचायक पदार्थों के विभिन्न सान्द्रता के विलयन बनाने के लिये आवश्यक मात्रा दर्शाई गई है –
पदार्थों की मात्राएं ग्राम प्रति लीटर में दी गई है।

सारणी 1.6 विभिन्न सान्द्रता के विलयन हेतु पदार्थों की मात्राएं

पदार्थ (अणुभार)	सान्द्रता → तुल्यांकी भार ↓	N	$\frac{N}{20}$	$\frac{N}{30}$	$\frac{N}{40}$	M
पोटैशियम परमैगनेट ($KMnO_4$) अम्लीय (158)	31.6	31.6	1.58	1.0533	0.790	158.0
पोटैशियम डाइक्रोमेट ($K_2Cr_2O_7$) (294)	49.0	49.0	2.488	1.6333	1.225	294.0
फैरस सल्फेट ($FeSO_4 \cdot 7\ H_2O$) (278)	278.0	278.0	13.9000	9.2666	6.950	278.0
फेरस अमोनियम सल्फेट ($FeSO_4 \cdot (NH_4)_2SO_4 \cdot 6\ H_2O$) (392)	392.12	392.0	19.6060	13.0706	9.803	392.0
ऑक्सेलिक अम्ल ($H_2C_2O_4 \cdot H_2O$) (126)	63.0	63.0	3.15	2.1	1.575	126.0

ऑक्सीकरण–अपचयन (रेडॉक्स) अनुमापन के कुछ प्रायोगिक उदाहरण

प्रयोग 4

उद्देश्य – बोतल B में दिये गए अज्ञात विलयन ऑक्सेलिक अम्ल की सान्द्रता ग्राम/लीटर में ज्ञात कीजिए। इसके लिए बोतल । में 4.2026 ग्राम/लीटर सान्द्रता का क्रिस्टलीय ऑक्सेलिक अम्ल का मानक विलयन भी दिया गया है। माध्यमिक विलयन पोटैशियम परमैंगनेट है।

सिद्धान्त – वर्तमान प्रयोग में पोटैशियम परमैंगनेट एक शक्तिशाली ऑक्सीकरण कर्मक का कार्य करता है। यद्यपि $KMnO_4$ क्षारकीय माध्यम में भी ऑक्सीकरण कर्मक का कार्य करता है, फिर भी मात्रात्मक विश्लेषण के लिये अधिकतर अम्लीय माध्यम प्रयुक्त किया जाता है। अम्लीय माध्यम में $KMnO_4$ की ऑक्सीकरण क्रिया निम्नलिखित समीकरण द्वारा प्रदर्शित की जा सकती है –

$$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4\,H_2O$$

अनुमापन में तनु सल्फ्यूरिक अम्ल प्रयुक्त किया जाता है। नाइट्रिक अम्ल प्रयुक्त नहीं किया

जाता है क्योंकि यह स्वयं एक ऑक्सीकरण कर्मक है। हाइड्रोक्लोरिक अम्ल को इसलिए प्रयोग नहीं लिया जाता है क्योंकि यह $KMnO_4$ के साथ क्रिया करके निम्नलिखित अभिक्रिया के अनुसार क्लोरीन बनाता है जोकि जलीय माध्यम में एक ऑक्सीकरण कर्मक है।

$$2KMnO_4 + 16\,HCl \rightarrow 2\,KCl + 5\,Cl_2 + 8\,H_2O + 2MnCl_2$$

ऑक्सेलिक अम्ल अपचयन कर्मक के समान कार्य करता है। अतः अम्लीय माध्यम में इसे पोटैशियम परमैंगनेट के प्रति निम्नलिखित क्रिया के अनुसार अनुमापित किया जा सकता है।

ऑक्सेलिक अम्ल की अभिक्रियाएं

आण्विक समीकरण

अपचयन अर्द्ध अभिक्रिया $2KMnO_4 + 3\,H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + 2\,MnSO_4 + 3\,H_2O + 5\,[O]$

ऑक्सीकरण अर्द्ध अभिक्रिया $\{H_2C_2O_4 + [O] \rightarrow 2CO_2 + H_2O\}X\,5$

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

आयनिक समीकरण

अपचयन अर्द्ध अभिक्रिया $\{MnO_4^- + 5e^- + 8H^+ \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O\}X\,2$

ऑक्सीकरण अर्द्ध अभिक्रिया $\{C_2O_4^{2-} \rightarrow 2CO_2 + 2e^-\}X\,5$

$$2MnO_4^- + 5\,C_2O_4^{2-} + 16\,H^+ \rightarrow 2\,Mn^{2+} + 10\,CO_2 + 8\,H_2O$$

इन अभिक्रियाओं में MnO_4^- आयन Mn^{2+} आयन में अपचयित होता है। और $C_2O_4^{2-}$ आयन CO_2 में ऑक्सीकृत होता है। इस परिवर्तन में कार्बन की ऑक्सीकरण संख्या +3 से +4 में परिवर्तित होती है। इन अभिक्रियाओं में पोटैशियम परमैंगनेट स्वयं सूचक के समान कार्य करता है। प्रारम्भ में ऑक्सेलिक अम्ल के द्वारा अपचयन होने के कारण पोटैशियम परमैंगनेट का रंग विलुप्त हो जाता है। अब अन्त्य बिन्दु पर ऑक्सेलेट आयन पूर्णतः समाप्त हो जाते हैं तो पोटैशियम परमैंगनेट के विलयन की डाली गई बहुत थोड़ी सी मात्रा आधिक्य में हो जाने के कारण हल्का गुलाबी रंग उत्पन्न होता है। इसके अतिरिक्त ऑक्सेलिक अम्ल और पोटैशियम परमैंगनेट की अनुमापन मिति में ऑक्सेलिक अम्ल को तनु सल्फ्यूरिक अम्ल के साथ 50^0C तक गरम करना आवश्यक होता है क्योंकि अभिक्रिया अधिक ताप पर होती है। अनुमापन में सर्वप्रथम मैंगनस सल्फेट बनता है जो $KMnO_4$ के ऑक्सेलिक अम्ल द्वारा अपचयन में उत्प्रेरक का कार्य करता है। इसलिये प्रारम्भ में अभिक्रिया का वेग धीमा होता है और जैसे–जैसे अभिक्रिया अग्रसारित होती है, अभिक्रिया की दर बढ़ जाती है।

उपकरण एवं आवश्यक सामग्री – ब्यूरेट, पीपेट, कॉनिकल फ्लास्क, कीप, ब्यूरेट स्टेण्ड, स्प्रिट लैम्प, धावन बोतल।

ज्ञात ऑक्सेलिक अम्ल विलयन, अज्ञात ऑक्सेलिक अम्ल विलयन, माध्यमिक पोटैशियम परमैंगनेट विलयन, आसुत जल, तनु सल्फ्यूरिक अम्ल।

विधि

(क) ज्ञात ऑक्सेलिक अम्ल का माध्यमिक पाटैशियम परमैंगनेट विलयन के साथ अनुमापन

ब्यूरेट को आसुत जल से धोकर माध्यमिक पोटैशियम परमैंगनेट विलयन से खंगाल लेते हैं। एयर बबल निकाल कर शून्य पर सेट कर लेते हैं। पीपेट को आसुत जल से धोकर ज्ञात ऑक्सेलिक अम्ल विलयन से खंगाल लेते हैं। अब 20mL माप कर कॉनिकल फ्लास्क में लेते हैं। लगभग 50^0C का ताप बनाए रखते हैं। लगभग आधी परखनली भरकर तनु सल्फ्यूरिक अम्ल भी मिलाते हैं। धीरे–धीरे बूँद–बूँद कर माध्यमिक विलयन को ज्ञात विलयन में ब्यूरेट की सहायता से मिलाते हैं तथा लगातार हिलाते हैं।

अन्तिम बिन्दु पर अप्रयुक्त पोटैशियम परमैंगनेट के कारण गुलाबी रंग दिखाई देता है। दो समान आयतन प्राप्त होने तक यह प्रक्रिया दोहराते हैं।

(ख) अज्ञात ऑक्सेलिक अम्ल का माध्यमिक पाटैशियम परमैंगनेट विलयन के साथ अनुमापन

ब्यूरेट को आसुत जल से धोकर माध्यमिक विलयन से खंगाल लेते हैं। एयर बबल निकाल कर शून्य पर सेट कर लेते हैं। पीपेट को आसुत जल से धोकर अज्ञात ऑक्सेलिक अम्ल विलयन से खंगाल लेते हैं। अब 20mL माप कर कॉनिकल फ्लास्क में लेते हैं। लगभग 50^0C का ताप बनाए रखते हैं। लगभग आधी परखनली भरकर तनु सल्फ्यूरिक अम्ल भी मिलाते हैं। ब्यूरेट की सहायता से धीरे–धीरे बूँद–बूँद कर माध्यमिक विलयन को कॉनिकल फ्लास्क में लिये गए अज्ञात विलयन में मिलाते हैं तथा लगातार हिलाते हैं। अन्तिम बिन्दु पर अप्रयुक्त पोटैशियम परमैंगनेट के कारण गुलाबी रंग दिखाई देता है। दो समान आयतन प्राप्त होने तक यह प्रक्रिया दोहराते हैं।

प्रेक्षण सारणी

(अ) ज्ञात विलयन का माध्यमिक विलयन के साथ अनुमापन

क्र.सं.	पीपेट द्वारा लिया गया ज्ञात ऑक्सेलिक अम्ल विलयन का आयतन (v_1 mL)	ब्यूरेट का पाठ्यांक		ब्यूरेट से लिया गया माध्यमिक विलयन पोटेशियम परमैंगनेट का आयतन (b-a) mL	सुसंगत आयतन (v_2 mL)
		प्रारंभिक (a)	अंतिम (b)		
1.	20	0.0	18.4	18.4	
2.	20	18.4	36.6	18.2	18.2
3.	20	0.0	18.2	18.2	

(ब) अज्ञात विलयन का माध्यमिक विलयन के साथ अनुमापन

क्र.सं.	पीपेट द्वारा लिया गया अज्ञात सोडियम कार्बोनेट विलयन का आयतन (v_3 mL)	ब्यूरेट का पाठ्यांक		ब्यूरेट से लिया गया माध्यमिक विलयन पोटेशियम परमैंगनेट का आयतन (b-a) mL	सुसंगत आयतन (v_4 mL)
		प्रारंभिक (a)	अंतिम (b)		
1.	20	0.0	18.0	18.0	
2.	20	18.0	35.7	17.7	17.7
3.	20	0.0	17.7	17.7	

गणना

(अ) मानक विलयन (ज्ञात विलयन) ऑक्सेलिक अम्ल की मोलरता

$$\text{मोलरता} = \frac{\text{सान्द्रता ग्राम प्रति लीटर में}}{\text{क्रिस्टलीय ऑक्सेलिक अम्ल का मोलर द्रव्यमान}}$$

$$= \frac{4.2026\ g\,L^{-1}}{126\ g\ mol^{-1}}$$

$$M_1 = \frac{4.2026}{126} M$$

(ब) माध्यमिक विलयन पोटैशियम परमैंगनेट की मोलरता ज्ञात करना

$2M_1V_1 = 5M_2V_2$

$M_1 =$ ज्ञात ऑक्सेलिक अम्ल की मोलरता $= \frac{4.2026}{126} M$

$V_1 =$ ज्ञात ऑक्सेलिक अम्ल का आयतन $= 20$ mL

$M_2 =$ माध्यमिक विलयन की मोलरता = ?

$V_2 =$ माध्यमिक विलयन का आयतन = 18.2 mL

$$M_2 = \frac{2M_1V_1}{5V_2} = \frac{2}{5} \times \frac{4.2026}{126} \times \frac{20}{18.2} M$$

(स) अज्ञात विलयन ऑक्सेलिक अम्ल की मोलरता ज्ञात करना

$2M_3V_3 = 5M_4V_4$

$M_3 =$ अज्ञात ऑक्सेलिक अम्ल की मोलरता = ?

$V_3 =$ अज्ञात ऑक्सेलिक अम्ल का आयतन $= 20$ mL

$M_4 =$ माध्यमिक पोटैशियम परमैंगनेट विलयन की मोलरता $= M_2 = \frac{2}{5} \times \frac{4.2026}{126} \times \frac{20}{18.2} M$

$V_4 =$ माध्यमिक पोटैशियम परमैंगनेट विलयन का आयतन = 17.7 mL

$$= \frac{5 \times 2 \times 4.2026 \times 20}{5 \times 126 \times 18.2} \times \frac{17.7}{2 \times 20} M = \frac{4.2026 \times 17.7}{126 \times 18.2} M$$

$$M_3 = \frac{5M_4V_4}{2V_3}$$

(द) अज्ञात विलयन ऑक्सेलिक अम्ल की सान्द्रता ग्राम प्रति लीटर में ज्ञात करना

सान्द्रता = मोलरता × क्रिस्टलीय ऑक्सेलिक अम्ल का मोलर द्रव्यमान

$$= \frac{4.2026 \times 17.7}{126 \times 18.2} \times 126 = \frac{4.2026 \times 17.7}{18.2} = 4.0871\ gL^{-1}$$

परिणाम – बोतल B में दिये गए अज्ञात विलयन क्रिस्टलीय ऑक्सेलिक अम्ल की सान्द्रता $4.0871\ gL^{-1}$ ज्ञात की गई है।

प्रयोग 4 की गणना मोलरता के स्थान पर नार्मलता का उपयोग करके भी की जा सकती है।

गणना

(अ) मानक विलयन (ज्ञात विलयन) ऑक्सेलिक अम्ल की नार्मलता

$$\text{नार्मलता} = \frac{\text{सान्द्रता ग्राम प्रति लीटर में}}{\text{क्रिस्टलीय ऑक्सेलिक अम्ल का तुल्यांकी भार}}$$

$$N_1 = \frac{4.2026}{63.04} N$$

(ब) माध्यमिक विलयन पोटैशियम परमैंगनेट की नार्मलता ज्ञात करना :

$N_1V_1 = N_2V_2$

N_1 = मानक ऑक्सेलिक अम्ल की नार्मलता = $\frac{4.2026}{63.04} N$

V_1 = मानक ऑक्सेलिक अम्ल का आयतन = 20 mL

N_2 = माध्यमिक पोटैशियम परमैंगनेट विलयन की नार्मलता = ?

V_2 = माध्यमिक पोटैशियम परमैंगनेट विलयन का आयतन = 18.2 mL

$$N_2 = \frac{N_1V_1}{V_2} = \frac{4.2026}{63.04} \times \frac{20}{18.2} N$$

(स) अज्ञात विलयन ऑक्सेलिक अम्ल की नार्मलता ज्ञात करना :

$N_3V_3 = N_4V_4$

N_3 = अज्ञात ऑक्सेलिक अम्ल की नार्मलता = ?

V_3 = अज्ञात ऑक्सेलिक अम्ल का आयतन = 20 mL

N_4 = माध्यमिक पोटैशियम परमैंगनेट की नार्मलता = $N_2 = \frac{4.2026}{63.04} \times \frac{20}{18.2} N$

V_4 = माध्यमिक पोटैशियम परमैंगनेट का आयतन = 17.7 mL

$$N_3 = \frac{N_4V_4}{V_3} = \frac{4.2026 \times 20}{63.04 \times 18.2} \times \frac{17.7}{20} N$$

(द) अज्ञात विलयन ऑक्सेलिक अम्ल की सान्द्रता ज्ञात करना :

सान्द्रता = नार्मलता × ऑक्सेलिक अम्ल का तुल्यांकी भार

$= N_3 \times 63.04$

$$= \frac{4.2026 \times 20}{63.04 \times 18.2} \times \frac{17.7}{20} \times 63.04 = \frac{4.2026 \times 17.7}{18.2}$$

$= 4.0871\ gL^{-1}$

परिणाम – बोतल B में दिये गए अज्ञात विलयन क्रिस्टलीय ऑक्सेलिक अम्ल की सान्द्रता $4.0871\ gL^{-1}$ ज्ञात की गई है।

प्रयोग–5

उद्देश्य – बोतल B में दिये गए अज्ञात विलयन फेरस अमोनियम सल्फेट की प्रतिशत शुद्धता ज्ञात कीजिए। इसके नमूने के 14.0 ग्राम को 1 लीटर विलयन में घोलकर तैयार किया गया है। इसके लिये बोतल । में 13.0706 ग्राम/लीटर सान्द्रता का फेरस अमोनियम सल्फेट का मानक विलयन भी दिया गया है। माध्यमिक विलयन पोटैशियम परमैंगनेट का दिया है।

सिद्धान्त – ऑक्सेलिक अम्ल के समान फेरस अमोनियम सल्फेट भी अपचयन कर्मक का कार्य करता है। यह अभिक्रिया निम्नलिखित समीकरण द्वारा प्रदर्शित की जा सकती है –

(क) रासायनिक समीकरण

अपचयन अर्द्ध अभिक्रिया $2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 3H_2O + 5[O]$

ऑक्सीकरण–अर्द्ध अभिक्रिया

$2FeSO_4(NH_4)_2SO_4.6H_2O + H_2SO_4 + (O) \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + 2(NH_4)_2SO_4 + 7H_2O$

उपकरण एवं आवश्यक सामग्री – ब्यूरेट, पीपेट, कॉनिकल फ्लास्क, कीप, ब्यूरेट स्टेण्ड, स्प्रिट लैम्प, धावन बोतल।

ज्ञात फेरस अमोनियम सल्फेट विलयन, अज्ञात फेरस अमोनियम सल्फेट विलयन, माध्यमिक पोटैशियम परमैंगनेट विलयन, आसुत जल, तनु सल्फ्यूरिक अम्ल।

विधि

(क) ज्ञात फेरस अमोनियम सल्फेट का माध्यमिक पाटैशियम परमैंगनेट विलयन के साथ अनुमापन

ब्यूरेट को आसुत जल से धोकर माध्यमिक पोटैशियम परमैंगनेट विलयन से खंगाल लेते हैं। एयर बबल निकाल कर शून्य पर सेट कर लेते हैं। पीपेट को आसुत जल से धोकर ज्ञात फेरस अमोनियम सल्फेट विलयन से खंगाल लेते हैं। अब 20mL माप कर कॉनिकल फ्लास्क में लेते हैं। लगभग आधी परखनली भरकर तनु सल्फ्यूरिक अम्ल भी मिलाते हैं। धीरे–धीरे बूँद–बूँद कर माध्यमिक विलयन को ज्ञात विलयन में ब्यूरेट की सहायता से मिलाते हैं तथा लगातार हिलाते हैं। अन्तिम बिन्दु पर अप्रयुक्त पोटैशियम परमैंगनेट के कारण गुलाबी रंग दिखाई देता है। दो समान आयतन प्राप्त होने तक यह प्रक्रिया दोहराते हैं।

(ख) अज्ञात फेरस अमोनियम सल्फेट का माध्यमिक पोटैशियम परमैंगनेट विलयन के साथ अनुमापन

ब्यूरेट को आसुत जल से धोकर माध्यमिक विलयन से खंगाल लेते हैं। एयर बबल निकाल कर शून्य पर सेट कर लेते हैं। पीपेट को आसुत जल से धोकर अज्ञात फेरस अमोनियम सल्फेट विलयन से खंगाल लेते हैं। अब 20mL माप कर कॉनिकल फ्लास्क में लेते हैं। लगभग 50^0C का ताप बनाए रखते हैं। लगभग आधी परखनली भरकर तनु सल्फ्यूरिक अम्ल भी मिलाते हैं। ब्यूरेट की सहायता से धीरे–धीरे बूँद–बूँद कर माध्यमिक विलयन को कॉनिकल फ्लास्क में लिये गए अज्ञात विलयन में मिलाते हैं तथा लगातार हिलाते हैं। अन्तिम बिन्दु पर अप्रयुक्त पोटैशियम परमैंगनेट के कारण गुलाबी रंग दिखाई देता है। दो समान आयतन प्राप्त होने तक यह प्रक्रिया दोहराते हैं।

प्रेक्षण सारणी –

(अ) ज्ञात विलयन का माध्यमिक विलयन के साथ अनुमापन

क्र.सं.	पीपेट द्वारा लिया गया ज्ञात F.A.S. विलयन का आयतन (v_1 mL)	ब्यूरेट का पाठ्यांक		ब्यूरेट से लिया गया माध्यमिक विलयन पोटेशियम परमैंगनेट का आयतन (b-a) mL	सुसंगत आयतन (v_2 mL)
		प्रारंभिक (a)	अंतिम (b)		
1.	20	0.0	18.4	18.4	
2.	20	18.4	36.6	18.2	18.2
3.	20	0.0	18.2	18.2	

(ब) अज्ञात विलयन का माध्यमिक विलयन के साथ अनुमापन

क्र.सं.	पीपेट द्वारा लिया गया अज्ञात F.A.S. विलयन का आयतन (v_3 mL)	ब्यूरेट का पाठ्यांक		ब्यूरेट से लिया गया माध्यमिक विलयन पोटेशियम परमैंगनेट का आयतन (b-a) mL	सुसंगत आयतन (v_4 mL)
		प्रारंभिक (a)	अंतिम (b)		
1.	20	0.0	18.0	18.0	
2.	20	18.0	35.7	17.7	17.7
3.	20	0.0	17.7	17.7	

गणना

(अ) मानक विलयन (ज्ञात विलयन) फेरस अमोनियम सल्फेट की मोलरता

$$\text{मोलरता} = \frac{\text{सान्द्रता ग्राम प्रति लीटर में}}{\text{क्रिस्टलीय फेरस अमोनियम सल्फेट का मोलर द्रव्यमान}}$$

$$= \frac{13.0706\ gL^{-1}}{392.12\ gmol^{-1}}$$

$$M_1 = \frac{13.0706}{392.12} M$$

(ब) माध्यमिक विलयन पोटैशियम परमैंगनेट की मोलरता ज्ञात करना

$$M_1V_1 = 5M_2V_2$$

M_1 = ज्ञात फेरस अमोनियम सल्फेट की मोलरता = $\frac{13.0706}{392.12} M$

V_1 = ज्ञात फेरस अमोनियम सल्फेट का आयतन = 20 mL
M_2 = माध्यमिक विलयन की मोलरता = ?
V_2 = माध्यमिक विलयन का आयतन = 18.2 mL

$$M_2 = \frac{M_1V_1}{5V_2} = \frac{1}{5} \times \frac{13.0706}{392.12} \times \frac{20}{18.2} M$$

(स) अज्ञात विलयन फेरस अमोनियम सल्फेट की मोलरता ज्ञात करना

$M_3V_3 = 5M_4V_4$
M_3 = अज्ञात फेरस अमोनियम सल्फेट की मोलरता = ?
V_3 = अज्ञात फेरस अमोनियम सल्फेट का आयतन = 20 mL
M_4 = माध्यमिक पोटैशियम परमैंगनेट विलयन की मोलरता

$$= M_2 = \frac{1}{5} \times \frac{13.0706}{392.12} \times \frac{20}{18.2} M$$

(द) अज्ञात विलयन फेरस अमोनियम सल्फेट की सान्द्रता ग्राम प्रति लीटर में ज्ञात करना

सान्द्रता = मोलरता × क्रिस्टलीय फेरस अमोनियम सल्फेट का मोलर द्रव्यमान

$$\frac{13.0706 \times 17.7}{392.12 \times 18.2} \times 392.12 = \frac{13.0706 \times 17.7}{18.2} = 12.7115 \ gL^{-1}$$

(य) अज्ञात विलयन फेरस अमोनियम सल्फेट की प्रतिशत शुद्धता ज्ञात करना

$$\text{प्रतिशत शुद्धता} = \frac{\text{नमूने की ज्ञात की गई सान्द्रता ग्राम प्रति लीटर में}}{\text{नमूने की दी गई सान्द्रता ग्राम प्रति लीटर में}} \times 100$$

$$= \frac{12.7115}{14.0} \times 100 = 90.79\%$$

परिणाम – बोतल B में दिये गए अज्ञात विलयन क्रिस्टलीय फेरस अमोनियम सल्फेट की प्रतिशत शुद्धता 90.79 प्रतिशत ज्ञात की गई है।

प्रयोग 5 की गणना मोलरता के स्थान पर नार्मलता का उपयोग करके भी की जा सकती है।

गणना

(अ) मानक विलयन (ज्ञात विलयन) फेरस अमोनियम सल्फेट की नार्मलता

$$\text{नार्मलता} = \frac{\text{सान्द्रता ग्राम प्रति लीटर में}}{\text{क्रिस्टलीय फेरस अमोनियम सल्फेट का तुल्यांकी भार}}$$

$$N_1 = \frac{13.0706}{392.12} N$$

(ब) माध्यमिक विलयन पोटैशियम परमैंगनेट की नार्मलता ज्ञात करना

$N_1V_1 = N_2V_2$

N_1 = मानक फेरस अमोनियम सल्फेट की नार्मलता $= \frac{13.0706}{392.12} N$

V_1 = मानक फेरस अमोनियम सल्फेट का आयतन = 20 mL
N_2 = माध्यमिक पोटैशियम परमैंगनेट विलयन की नार्मलता = ?
V_2 = माध्यमिक पोटैशियम परमैंगनेट विलयन का आयतन = 18.2 mL

$$N_2 = \frac{N_1 V_1}{V_2} = \frac{13.0706}{392.12} \times \frac{20}{18.2} N$$

(स) अज्ञात विलयन फेरस अमोनियम सल्फेट की नार्मलता ज्ञात करना

$N_3 V_3 = N_4 V_4$
N_3 = अज्ञात फेरस अमोनियम सल्फेट की नार्मलता = ?
V_3 = अज्ञात फेरस अमोनियम सल्फेट का आयतन = 20 mL

N_4 = माध्यमिक पोटैशियम परमैंगनेट की नार्मलता = $N_2 = \frac{13.0706}{392.12} \times \frac{20}{18.2} N$

V_4 = माध्यमिक पोटैशियम परमैंगनेट का आयतन = 17.7 mL

$$N_3 = \frac{N_4 V_4}{V_3} = \frac{13.0706 \times 20}{392.12 \times 18.2} \times \frac{17.7}{20} N$$

$$= \frac{13.0706 \times 17.7}{392.12 \times 18.2} N$$

(द) अज्ञात विलयन फेरस अमोनियम सल्फेट की सान्द्रता ज्ञात करना

सान्द्रता = नार्मलता × फेरस अमोनियम सल्फेट का तुल्यांकी भार

$$= N_3 \times 392.12$$

$$= \frac{13.0706 \times 20}{392.12 \times 18.2} \times \frac{17.7}{20} \times 392.12$$

$$= \frac{13.0706 \times 17.7}{18.2}$$

$$= 12.7115 \text{ gL}^{-1}$$

(य) अज्ञात विलयन फेरस अमोनियम सल्फेट की प्रतिशत शुद्धता ज्ञात करना

$$\text{प्रतिशत शुद्धता} = \frac{\text{नमूने की ज्ञात की गई सान्द्रता ग्राम प्रति लीटर में}}{\text{नमूने की दी गई सान्द्रता ग्राम प्रति लीटर में}} \times 100$$

$$= \frac{12.7115}{14.0} \times 100 = 90.79\%$$

परिणाम – बोतल B में दिये गए अज्ञात विलयन क्रिस्टलीय फेरस अमोनियम सल्फेट की प्रतिशत शुद्धता 90.79 प्रतिशत ज्ञात की गई है।

पोटैशियम डाइक्रोमेट द्वारा फेरस का मापन :

फेरस और अम्लीय पोटैशियम डाइक्रोमेट के मध्य अभिक्रिया एक रेडॉक्स अभिक्रिया है। इसमें फेरस लवण का विलयन अपचायक तथा अम्लीय $K_2Cr_2O_7$ विलयन ऑक्सीकारक का कार्य करता है। अभिक्रिया का आयनिक समीकरण निम्नलिखित है –

$$Cr_2O_7^{2-} + 6\ Fe^{2+} + 14\ H^+ \rightarrow 2\ Cr^{3+} + 6\ Fe^{3+} + 7\ H_2O$$

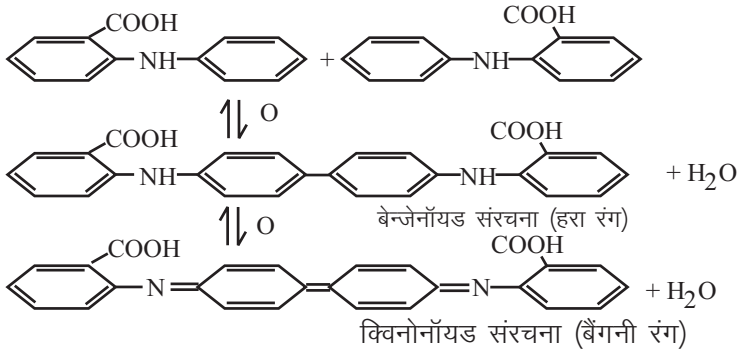
इस अभिक्रिया मे Fe^{2+} आयन अम्लीय माध्यम में Fe^{3+} में ऑक्सीकृत होता है।

फेरस के मापन में $KMnO_4$ की अपेक्षा $K_2Cr_2O_7$ अधिक उपयुक्त है क्योंकि :–

1. $K_2Cr_2O_7$ का स्थायी मानक विलयन बनाया जा सकता है।
2. इसका जलीय विलयन अधिक समय तक बिना अपघटित हुए रह सकता है।
3. अम्लीय माध्यम हेतु तनु H_2SO_4 के स्थान पर तनु HCl का भी प्रयोग कर सकते हैं।
4. जल में उपस्थित कार्बनिक अशुद्धियाँ $K_2Cr_2O_7$ का बहुत कम अपचयन करती हैं।

फेरस और $K_2Cr_2O_7$ के मध्य अभिक्रिया के पूर्ण होने की सूचना के लिए आंतरिक सूचक के रूप में N – फेनिल एन्थ्रानिलिक अम्ल काम में लेते हैं। बाह्य सूचक के रुप में पोटैशियम फैरीसायनाइड विलयन काम में लिया जा सकता है। पाठ्यक्रम के अनुसार इस अनुमापन में N – फेनिल एन्थ्रानिलिक आन्तरिक सूचक का ही प्रयोग करेंगे।

N – फेनिल एन्थ्रानिलिक अम्ल : इस सूचक का विलयन हरे रंग का होता है। अम्लीय $K_2Cr_2O_7$ से ऑक्सीकृत होकर हरा रंग बैंगनी रंग में परिवर्तित हो जाता है। फेरस लवण और $K_2Cr_2O_7$ के अनुमापन में जब सम्पूर्ण Fe^{2+} आयनों का Fe^{3+} में ऑक्सीकरण हो जाता है तो अंतिम बिन्दु पर $K_2Cr_2O_7$ की एक अतिरिक्त बूंद N – फेनिल एन्थ्रानिलिक अम्ल का ऑक्सीकरण कर देती है। अतः सूचक का हरा रंग बैंगनी रंग में परिवर्तित हो जाता है। सूचक में उपस्थित बेन्जीन वलय का बेन्जेनॉयड रूप से क्विनोनॉयड रूप में परिवर्तन के कारण रंग परिवर्तन होता है।



क्विनोनॉयड संरचना (बैंगनी रंग)

N – फेनिल एन्थ्रानिलिक अम्ल का विलयन बनाना : 1 ग्राम N – फेनिल एन्थ्रानिलिक अम्ल को 0-1N NaOH के 15 मिली विलयन में विलेय करते है तथा आसुत जल मिलाकर विलयन का आयतन 1 लीटर कर लेते हैं। प्रत्येक अनुमापन में इस विलयन की 5 – 6 बूंद का प्रयोग करते हैं। N – फेनिल एन्थ्रानिलिक अम्ल उपलब्ध न होने पर डाइ फेनिल एमीन को उपयोग में ले सकते हैं। यह सूचक $K_2Cr_2O_7$ से ऑक्सीकृत होकर रंगहीन से बैंगनी – नीले रंग में परिवर्तित हो जाता है। डाइफेनिल एमीन का विलयन बनाने हेतु 1 ग्राम डाइफेनिल एमीन को 100 मिली तनु H_2SO_4 में विलेय करते हैं।

प्रयोग 6

उद्धेश्य– बोतल B में दिये गये क्रिस्टलीय फेरस अमोनियम सल्फेट विलयन की सान्द्रता ग्राम / लीटर में ज्ञात कीजिए। इसके लिए आपको बोतल । में सान्द्रता $\frac{N}{30}$ का क्रिस्टलीय फेरस अमोनियम सल्फेट का मानक विलयन दिया हुआ है। आपको $K_2Cr_2O_7$ का माध्यमिक विलयन भी दिया गया है। सूचक N – फेनिल एन्थ्रानिलिक अम्ल ।

सिद्धांत : अम्लीय माध्यम में $K_2Cr_2O_7$ फेरस आयनों को फेरिक आयनों में ऑक्सीकृत कर देता है। सूचक की उपस्थिति में अंतिम बिन्दु पर $K_2Cr_2O_7$ की एक अतिरिक्त बूंद मिलाने पर विलयन का हरा रंग बैंगनी रंग में परिवर्तित हो जाता है। अभिक्रिया निम्नानुसार होती है।

$$K_2Cr_2O_7 + 6\ FeSO_4.(NH_4)_2SO_4.6H_2O + 7\ H_2SO_4 \rightarrow$$
$$K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + 3\ Fe_2(SO_4)_3 + 6\ (NH_4)_2SO_4 + 43\ H_2O$$

आयनिक समीकरण निम्नलिखित है–

$$Cr_2O_7^{2-} + 6\ Fe^{2+} + 14\ H^+ \rightarrow 2Cr^{3+} + 6\ Fe^{3+} + 7\ H_2O$$

अनुमापन विधि – ब्यूरेट, पीपेट, कोनिकल फ्लॉस्क को आसुत जल से धो लेते हैं। ब्यूरेट को $K_2Cr_2O_7$ से प्रक्षालित कर उसे स्टेण्ड पर कस देते हैं। फिर इसे $K_2Cr_2O_7$ से भर लेते हैं। पाठ्यांक 0.0 कर लेते हैं। पीपेट को मानक फेरस अमोनियम सल्फेट से प्रक्षालित कर इसकी सहायता से 20 मिली फेरस अमोनियम सल्फेट का विलयन कोनिकल फ्लास्क में लेते हैं। इसमें आधी परखनली तनु H_2SO_4 तथा 4–5 बूंद N - फेनिल एन्थ्रानिलिक अम्ल मिलाते हैं। विलयन को अच्छी तरह से हिलाकर इसमें ब्यूरेट से $K_2Cr_2O_7$ विलयन धीरे–धीरे मिलाते हैं। अंतिम बिन्दु पर हरा रंग बैंगनी रंग में परिवर्तित हो जाता है। इस बिन्दु पर पाठ्यांक को सारणी में लिख लेते हैं। इस अनुमापन प्रक्रिया को सुसंगत पाठ्यांक आने तक दोहराते हैं।

प्रेक्षण सारणी

A. मानक फेरस अमोनियम सल्फेट विलयन तथा माध्यमिक $K_2Cr_2O_7$ विलयन के मध्य अनुमापन

क्र.सं.	पीपेट द्वारा लिये गये मानक फे.अ. सल्फेट का आयतन (v_3 mL)	ब्यूरेट का पाठ्यांक		प्रयुक्त $K_2Cr_2O_7$ का आयतन	सुसंगत आयतन
		प्रारम्भिक (a)	अंतिम (b)	(b-a) mL	(v_4 mL)
1.	20	0.0	20.4	20.4	
2.	20	20.4	40.6	20.2	20.2
3.	20	0.0	20.2	20.2	

B. अज्ञात फेरस अमोनियम सल्फेट विलयन तथा माध्यमिक विलयन $K_2Cr_2O_7$ के मध्य अनुमापन

क्र.सं.	पीपेट द्वारा लिये गये अज्ञात फे.अ. सल्फेट का आयतन (v_3 mL)	ब्यूरेट का पाठ्यांक		प्रयुक्त $K_2Cr_2O_7$ का आयतन	सुसंगत आयतन
		प्रारम्भिक (a)	अंतिम (b)	(b-a) mL	(v_4 mL)
1.	20	0.0	19.8	19.8	
2.	20	19.8	39.5	19.7	19.7
3.	20	0.0	19.7	19.7	

गणना :

(i) मानक फेरस अमोनियम सल्फेट विलयन तथा माध्यमिक विलयन $K_2Cr_2O_7$ के मध्य अनुमापन :–

N_1V_1 = N_2V_2

(फेरस अमोनियम सल्फेट) $(K_2Cr_2O_7)$

जहां

N_1 = **मानक विलयन की नार्मलता,** N_2 = **माध्यमिक विलयन की नार्मलता**

V_1 = **मानक विलयन का आयतन,** V_2 = **माध्यमिक विलयन का आयतन**

$$\frac{N}{30} \times 20 = N_2 \times 20.2$$

$$N_2 = \frac{N}{30} \times \frac{20}{20.2}$$

(ii) अज्ञात फेरस अमोनियम सल्फेट विलयन तथा माध्यमिक विलयन $K_2Cr_2O_7$ के मध्य अनुमापन :–

N_3V_3 = N_4V_4

(फेरस अमोनियम सल्फेट) $(K_2Cr_2O_7)$

जहां

N_3 = **अज्ञात विलयन की नार्मलता,** N_4 = **माध्यमिक विलयन की नार्मलता**

V_3 = **अज्ञात विलयन का आयतन,** V_4 = **माध्यमिक विलयन का आयतन**

$N_3 \times 20 = N_4 \times 19.7$

$$N_2 \times 20 = \frac{N}{30} \times \frac{20}{20.2} \times 19.7$$

$$N_3 = \frac{N}{30} \times \frac{20}{20.2} \times \frac{19.7}{20}$$

$$N_3 = \frac{N}{30} \times \frac{19.7}{20.2}$$

$$= \frac{1}{30} \times \frac{19.7}{20.2} \times 392.12$$

$= 12.7484$ ग्राम / लीटर

परिणाम – दिये गए अज्ञात फेरस अमोनियम सल्फेट विलयन की सान्द्रता 12.7484 ग्राम / लीटर है।

प्रयोग 7

उद्धेश्य– बोतल 'B' में दिये गये विलयन में क्रिस्टलीय फेरस सल्फेट की मात्रा ग्राम प्रति लीटर में ज्ञात कीजिए। इसके लिए आपको बोतल A में 12.2536 ग्राम प्रति लीटर क्रिस्टलीय लवण को घोलकर बनाया गया क्रिस्टलीय फेरस अमोनियम सल्फेट का मानक विलयन दिया गया है। आपको $K_2Cr_2O_7$ का माध्यमिक विलयन भी दिया गया है।

सूचक : N - फेनिल एन्थ्रानिलिक अम्ल

सिद्धान्त :

(I) $K_2Cr_2O_7 + 6\ FeSO_4.\ (NH_4)_2SO_4\ .\ 6\ H_2O + 7\ H_2SO_4 \rightarrow$

$K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + 3\ Fe_2(SO_4)_3 + 6\ (NH_4)_2SO_4 + 43\ H_2O$

(ii) $K_2Cr_2O_7 + 6\ FeSO_4\ .\ 7H_2O + 7H_2SO_4 \rightarrow$

$K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + 3\ Fe_2(SO_4)_3 + 49\ H_2O$

आयनिक अभिक्रिया

$Cr_2O_7^{2-} + 6\ Fe^{2+} + 14H^+ \rightarrow 2Cr^{3+} + 6\ Fe^{3+} + 7\ H_2O$

प्रेक्षण सारणी :

(अ) मानक विलयन फेरस अमोनियम सल्फेट तथा माध्यमिक विलयन $K_2Cr_2O_7$ के मध्य अनुमापन

क्र.सं.	पीपेट द्वारा लिये गये मानक फे.अ. सल्फेट का आयतन (v_1 mL)	ब्यूरेट का पाठ्यांक		प्रयुक्त $K_2Cr_2O_7$ का आयतन (b-a) mL	सुसंगत आयतन (v_2 mL)
		प्रारंभिक (a)	अंतिम (b)		
1.	20	0.0	19.9	19.9	
2.	20	19.9	39.6	19.7	19.7
3.	20	0.0	19.7	19.7	

प्रेक्षण सारणी :

(ब) अज्ञात विलयन फेरस सल्फेट तथा माध्यमिक विलयन ($K_2Cr_2O_7$) के मध्य अनुमापन

क्र.सं.	पीपेट द्वारा लिये गये अज्ञात फेरस सल्फेट का आयतन (v_1 mL)	ब्यूरेट का पाठ्यांक		प्रयुक्त $K_2Cr_2O_7$ का आयतन (b-a) mL	सुसंगत आयतन (v_2 mL)
		प्रारंभिक (a)	अंतिम (b)		
1.	20	0.0	18.8	18.8	
2.	20	18.8	37.5	18.7	18.7
3.	20	0.0	18.7	18.7	

गणना :

(i) मानक विलयन फेरस अमोनियम सल्फेट की नार्मलता :

$$N_1 = \frac{\text{सान्द्रता ग्राम प्रति लीटर में}}{\text{तुल्याँकी भार}} = \frac{12.2536}{392.16}$$

(ii) ज्ञात मानक विलयन फेरस अमोनियम सल्फेट तथा माध्यमिक विलयन ($K_2Cr_2O_7$) के मध्य अनुमापन :

$$N_1V_1 = N_2V_2$$

(फेरस अमोनियम सल्फेट) ($K_2Cr_2O_7$)

जहां

N_1 = मानक विलयन की नार्मलता, N_2 = माध्यमिक विलयन की नार्मलता

V_1 = मानक विलयन का आयतन, V_2 = माध्यमिक विलयन का आयतन

$$\frac{12.2536}{392.16} N \times 20 = N_2 \times 19.7$$

$$N_2 = \frac{12.2536}{392.12} N \times \frac{20}{19.7}$$

(iii) अज्ञात विलयन फेरस सल्फेट तथा माध्यमिक विलयन ($K_2Cr_2O_7$) के मध्य अनुमापन :–

$$N_3V_3 = N_4V_4$$

(फेरस सल्फेट) ($KMnO_4$)

जहां

N_3 = अज्ञात विलयन की नार्मलता, N_4 = माध्यमिक विलयन की नार्मलता

V_3 = अज्ञात विलयन का आयतन, V_4 = माध्यमिक विलयन का आयतन

$N_3 \times 20 = N_4 \times 18.7$

$$N_3 \times 20 = \frac{12.2536}{392.12} N \times 18.7 \times \frac{20}{19.7}$$

$$N_3 = \frac{12.2536}{392.12} N \times \frac{20}{19.7} \times \frac{18.7}{20}$$

$$N_3 = \frac{12.2536}{392.12} N \times \frac{18.7}{19.7}$$

(iv) अज्ञात विलयन की सान्द्रता (ग्राम / लीटर) = नार्मलता × तुल्यांकी भार

$$= \frac{12.2536 \times 278 \times 18.7}{392.12 \times 19.7} = \textbf{8.2456 ग्राम / लीटर}$$

परिणाम – बोतल B में दिये गये विलयन में क्रिस्टलीय फेरस सल्फेट की मात्रा 8.2456 ग्राम प्रति लीटर है।

प्रयोग 8

उद्धेश्य–बोतल 'B' में दिये गये विलयन में क्रिस्टलीय फेरस सल्फेट की प्रतिशतता ज्ञात कीजिए जो कि अशुद्ध नमूने के 12.0 ग्राम प्रति लीटर को घोलकर बनाया गया है। इसके लिए आपको बोतल A में 6.5352 ग्राम प्रति 500 मिली क्रिस्टलीय लवण को घोलकर बनाया गया क्रिस्टलीय फेरस अमोनियम सल्फेट का मानक विलयन दिया गया है। आपको $K_2Cr_2O_7$ का माध्यमिक विलयन भी दिया गया है।
सूचक : N – फेनिल एन्थ्रानिलिक अम्ल
सिद्धान्त : प्रयोग 7 के अनुसार

$$Cr_2O_7^{2-} + 6\,Fe^{2+} + 14H^+ \rightarrow 2Cr^{3+} + 6\,Fe^{3+} + 7\,H_2O$$

प्रेक्षण सारणी :
(अ) मानक विलयन फेरस अमोनियम सल्फेट तथा माध्यमिक विलयन $K_2Cr_2O_7$ के मध्य अनुमापन

क्र.सं.	पीपेट द्वारा लिये गये मानक फे.अ. सल्फेट का आयतन (v_1 mL)	ब्यूरेट का पाठ्यांक		प्रयुक्त $K_2Cr_2O_7$ का आयतन (b-a) mL	सुसंगत आयतन (v_2 mL)
		प्रारंभिक (a)	अंतिम (b)		
1.	20	0.0	19.6	19.6	
2.	20	19.6	39.1	19.5	19.5
3.	20	0.0	19.5	19.5	

प्रेक्षण सारणी :

(ब) अज्ञात विलयन फेरस सल्फेट तथा माध्यमिक विलयन ($K_2Cr_2O_7$) के मध्य अनुमापन

क्र.सं.	पीपेट द्वारा लिये गये फेरस सल्फेट का आयतन (v_3 mL)	ब्यूरेट का पाठ्यांक		प्रयुक्त $K_2Cr_2O_7$ का आयतन (b-a) mL	सुसंगत आयतन (v_4 mL)
		प्रारंभिक (a)	अंतिम (b)		
1.	20	0.0	18.2	18.2	
2.	20	18.2	38.3	18.1	18.1
3.	20	0.0	18.1	18.1	

गणना :

(i) मानक फेरस अमोनियम सल्फेट की नॉर्मलता :

$$N_1 = \frac{\text{सान्द्रता ग्राम प्रति लीटर में}}{\text{तुल्याँकी भार}} = \frac{2 \times 6.5352}{392.12}$$

(ii) ज्ञात मानक विलयन फेरस अमोनियम सल्फेट तथा माध्यमिक विलयन ($K_2Cr_2O_7$) के मध्य अनुमापन :

$N_1V_1 = N_2V_2$

(फेरस अमोनियम सल्फेट) ($K_2Cr_2O_7$)

जहां

N_1 = मानक विलयन की नार्मलता, N_2 = माध्यमिक विलयन की नार्मलता

V_1 = मानक विलयन का आयतन, V_2 = माध्यमिक विलयन का आयतन

$$\frac{2 \times 6.5352}{392.16} N \times 20 = N_2 \times 19.5$$

$$N_2 = \frac{2 \times 6.5352}{392.16} N \times \frac{20}{19.5}$$

(iii) अज्ञात विलयन फेरस सल्फेट तथा माध्यमिक विलयन ($K_2Cr_2O_7$) के मध्य अनुमापन :

$N_3V_3 = N_4V_4$

(फेरस सल्फेट) ($K_2Cr_2O_7$)

जहां

N_3 = अज्ञात विलयन की नार्मलता, N_4 = माध्यमिक विलयन की नार्मलता

V_3 = अज्ञात विलयन का आयतन, V_4 = माध्यमिक विलयन का आयतन

$N_3 \times 20 = N_4 \times 18.1$

$$N_3 \times 20 = \frac{2 \times 6.5352\ N}{392.12} \times \frac{20}{19.5} \times 18.1$$

$$N_3 = \frac{2 \times 6.5352\ N}{392.12} \times \frac{20}{19.5} \times \frac{18.1}{20}$$

$$N_3 = \frac{2 \times 6.5352\ N}{392.12} \times \frac{18.1}{19.5}$$

(iv) अज्ञात विलयन की सान्द्रता ग्राम / लीटर = नार्मलता × तुल्यांकी भार

$$= \frac{2 \times 6.5352 \times 278}{392.12} \times \frac{18.1}{19.5} = 8.6003 \text{ ग्राम / लीटर}$$

(v) क्रिस्टलीय फेरस सल्फेट की प्रतिशतता

$$= \frac{\text{फेरस सल्फेट की सान्द्रता} \times 100}{\text{अशुद्ध नमूने की मात्रा}}$$

$$= \frac{8.6003 \times 100}{12} = 71.66\%$$

परिणाम – बोतल B में दिए गए विलयन में क्रिस्टलीय फेरस सल्फेट की प्रतिशतता 71.66% ज्ञात की गई।

* * * * *

अध्याय–2

अकार्बनिक लवणों के मिश्रण का गुणात्मक विश्लेषण

Qualitative Analysis of Mixture of Inorganic Salts

गुणात्मक विश्लेषण

वह विधि जिसमें मिश्रण मे उपस्थित आयनों की पहचान रंग, विलेयता, निष्कासित गैस की गंध तथा रासायनिक अभिक्रियाएं जैसे – अवक्षेपण, संकुल आयनो का निर्माण, ऑक्सीकरण अपचयन आदि को सुव्यवस्थित क्रम में प्रयोग में लेकर की जाती है,गुणात्मक विश्लेषण कहलाती है।
गुणात्मक विश्लेषण में निम्नलिखित मूल सिद्धान्त प्रयुक्त होते है –

(1) आयनन सिद्धांत

यह सिद्वान्त आर्रेनियस ने दिया इस सिद्धान्त के अनुसार जब किसी विद्युत अपघट्य को जल में विलेय किया जाता है तो वह दो प्रकार के आयनो में विभाजित हो जाता है । एक धनायन और दूसरा ऋणायन । धनायनो को क्षारकीय या भास्मिक मूलक (Basic Radicals) तथा ऋणायनो को अम्लीय मूलक (Acid Radicals) कहते है। इन मूलको को विशिष्ट अभिकर्मको की अभिक्रियाओं द्वारा पहचाना जाता है। इन अभिक्रियाओं को आयनिक अभिक्रियाएं कहते है।

(2) समआयन प्रभाव

''यदि किसी दुर्बल विधुत अपघट्य में, किसी एक समान आयन युक्त प्रबल विधुत अपघट्य मिलाया जाय तो दुर्बल विधुत अपघट्य के आयनन में कमी हो जाती है । इस प्रभाव को समआयन प्रभाव कहते है।''

यह प्रभाव ला–शातालिए के नियम पर आधारित है जिसके अनुसार '' साम्यवस्था में यदि किसी आयन का सान्द्रण बढा दिया जाये तो साम्य विपरीत दिशा में विस्थापित हो जाता है।

माना कि AB एक दुर्बल विधुत अपघट्य है जो विलयन में निम्न साम्यावस्था में है–

$$AB \rightleftharpoons A^+ + B^-$$

आयनन स्थिरांक $K = \dfrac{[A^+][B^-]}{[AB]}$

यदि इस विलयन में कोई प्रबल विधुत अपघट्य DB मिला दिया जाये तो वह निम्नानुसार पूर्ण रूप से आयनित हो जाएगा।

$$DB \rightleftharpoons D^+ + B^-$$

इस प्रकार इस विलयन में B^- आयनो का आधिक्य हो जाएगा तथा K का मान बढ सकता है ।

अतः K का मान स्थिर रखने के लिए साम्य विपरीत दिशा में विस्थापित होगा फलस्वरूप AB का आयनन कम हो जाएगा ।

समआयन प्रभाव के अनुप्रयोग :

(i) गुणात्मक विश्लेषण के द्वितीय समूह में H_2S प्रवाह से पूर्व HCl मिलाना

क्षारकीय मूलको के द्वितीय समूह का अभिकर्मक H_2S है जिसे प्रवाहित करने से पूर्व विलयन को तनु HCl अम्ल द्वारा अम्लीय किया जाता है। तनु HCl लगभग पूर्ण आयनिक होकर H^+ आयन प्रदान करता है तथा समआयन प्रभाव के कारण H_2S का आयनन कम हो जाता है।

$$HCl \rightleftharpoons H^+ + Cl^- \text{ (लगभग पूर्ण आयनित)}$$

$$H_2S \rightleftharpoons 2\,H^+ + S^{2-} \text{ (साम्य बायीं ओर विस्थापित हो जाता है)}$$

अतः विलयन में सल्फाइड आयनो (S^{2-}) की केवल उतनी ही सान्द्रता उपलब्ध हो पाती है कि वह केवल Hg, Pb, Bi, Cu, Cd, As, Sb तथा Sn को ही सल्फाइड के रूप मे अवक्षेपित कर सके, Zn, Mn, Co व Ni को नहीं।

(ii) गुणात्मक विश्लेषण के तृतीय समूह में NH_4OH के साथ NH_4Cl मिलाना

क्षारकीय मूलको के तृतीय समूह का अभिकर्मक NH_4OH है। परन्तु इससे पूर्व NH_4Cl मिलाया जाता है। जो कि प्रबल विद्युत अपघट्य है। समआयन प्रभाव के कारण NH_4OH का आयनन कम हो जाता है तथा OH^- आयन की उतनी ही सान्द्रता उपलब्ध होती है कि वह केवल Fe, Cr, Al को ही हाइड्रॉक्साइड के रूप में अवक्षेपित कर सके, Zn, Ca, Mg को नही

$$NH_4Cl \rightleftharpoons NH_4^+ + Cl^- \text{ (लगभग पूर्ण आयनित)}$$

$$NH_4OH \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^- \text{ (साम्य बायीं ओर विस्थापित हो जाता है।)}$$

(iii) विलेयता गुणनफल

किसी अल्पविलेय विद्युत अपघट्य का विलेयता गुणनफल निश्चित ताप पर संतृप्त विलयन में उपस्थित आयनो की सान्द्रता का गुणनफल होता है।

यदि विद्युत अपघट्य को AB द्वारा दर्शाया जाय तो साम्य निम्न प्रकार से होगा।

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

$$\text{साम्य स्थिरांक } K = \frac{[A^+][B^-]}{[AB_{\text{ठोस}}]}$$

विलयन संतृप्त है तथा ताप स्थिर है अतः विलेय ठोस अपघट्य की सान्द्रता स्थिर रहती है।

$$K[AB_{\text{ठोस}}] = [A^+]\,[B^-]$$

यहां K_{sp} विलेयता गुणनफल है जिसका मान स्थिर ताप पर स्थिर होता है अतः विद्युतअपघट्य का विलेयता गुणनफल स्थिर ताप पर उसके संतृप्त विलयन में आयनिक सान्द्रताओ को गुणनफल है।

(4) आयनिक गुणनफल (Ionic Product)

किसी विलयन में उपस्थित आयनो की सान्द्रता का गुणनफल आयनिक गुणनफल कहलाता है। किसी विद्युतअपघट्य के विलयनो को विलेयता गुणनफल के आधार पर तीन भागो में बांटा जा सकता है।

(i) असंतृप्त विलयन – यदि किसी विघुत अपघट्य के विलयन के आयनिक गुणनफल का मान उसके विलेयता गुणनफल से कम हो तो वह विलयन असंतृप्त विलयन कहलाता है।

अर्थात $[A^+][B^-] < K_{sp}$

(ii) संतृप्त विलयन – यदि किसी विघुत अपघटय के विलयन के आयनिक गुणनफल का मान उसके विलेयता गुणनफल के बराबर हो तो वह विलयन संतृप्त विलयन कहलाता है।

अर्थात $[A^+][B^-] = K_{sp}$

(iii) अतिसंतृप्त विलयन – यदि किसी विद्युत अपघट्य के विलयन के आयनिक गुणनफल का मान विलयन गुणनफल से अधिक हो तो वह विलयन अतिसंतृप्त विलयन कहलाता है।

अर्थात $[A^+][B^-] > K_{sp}$

अवक्षेपण की शर्त – अवक्षेपण के लिए विलयन का अतिसंतृप्त होना आवश्यक है।

गुणात्मक विश्लेषण में विलेयता गुणनफल के अनुप्रयोग

(i) प्रथम समूह की धातुओ के क्लोराइडो का अवक्षेपण :

गुणात्मक विश्लेषण के प्रथम समूह का समूह अभिकर्मक तनु HCl है। जिसके द्वारा Pb, Ag , Hg के क्लोराइड अवक्षेपित होते है। जिनके विलेयता गुणनफल बहुत कम है।

यौगिक	विलेयता गुणनफल (25°C पर) K_{sp}
$PbCl_2$	1.6×10^{-5}
AgCl	1.8×10^{-10}
Hg_2Cl_2	3.6×10^{-18}

इन यौगिको के आयनिक गुणनफल का मान इनके संगत विलेयता गुणनफल से अधिक है ।

$PbCl_2$ के लिए विलेयता गुणनफल एवं आयनिक गुणनफल में अन्य यौगिको की अपेक्षा अन्तर कम है अतः इसका आंशिक अवक्षेपण हो पाता है। इसलिए गुणात्मक विश्लेषण में लेड प्रथम व द्वितीय दोनो समूहो में आता है।

(ii) द्वितीय एंव चतुर्थ समूह की धातुओ के सल्फाइड का अवक्षेपण :

गुणात्मक विश्लेषण के द्वितीय एंव चतुर्थ समूह का समूह अभिकर्मक H_2S है अर्थात द्वितीय एंव चतुर्थ समूह की धातुएं सल्फाइड के रूप में अवक्षेपित होती है।

द्वितीय समूह के अवक्षेपण के लिए H_2S गैस अम्लीय माध्यम में तथा

चतुर्थ समूह में अवक्षेपण के लिए H_2S गैस क्षारीय माध्यम में प्रवाहित की जाती है।

इसका कारण है कि द्वितीय समूह की धातुओ के सल्फाइडो के विलेयता गुणनफल कम होते है जबकि चतुर्थ समूह की धातुओ के सल्फाइडो के विलेयता गुणनफल अधिक होते है। द्वितीय समूह में जब तनु HCl की उपस्थिति में H_2S गैस का आयनन कम हो जाता है जिससे सल्फाइड आयनो (S^{2-}) की सान्द्रता कम उपलब्ध हो पाती है परन्तु द्वितीय समूह के धातु सल्फाइडो का विलेयता गुणनफल बहुत कम होने से सल्फाइड आयनो की सान्द्रता कम होने पर भी द्वितीय समूह के मूलको का सल्फाइड के रूप मे अवक्षेपण हो जाता है।

चतुर्थ समूह के धातु सल्फाइडो का विलेयता गुणनफल अधिक होने के कारण इनका अवक्षेपण नहीं हो पाता है ।

चतुर्थ समूह में जब NH_4OH मिलाकर H_2S प्रवाहित की जाती है तो विपरीत आयन प्रभाव के कारण H_2S का आयनन बढ़ जाता है ।

जिससे S^{2-} आयनो की सान्द्रता बढ जाती है और धातु सल्फाइडो का आयनिक गुणनफल विलेयता गुणनफल से अधिक हो जाता है तथा धनायनो का सल्फाइडो के रूप में अवक्षेपण हो जाता है।

(iii) तृतीय समूह की धातुओ के हाइड्रोक्साइडो का अवक्षेपण :

तृतीय समूह के मूलको का समूह अभिकर्मक NH_4OH होता है अर्थात तृतीय समूह की धातुएं Fe^{3+}, Cr^{3+}, Al^{3+} हाइड्रॉक्साइड के रूप में अवक्षेपित होती है।

तृतीय समूह में NH_4Cl की उपस्थिति में NH_4OH मिलाया जाता है। जिससे समआयन प्रभाव के कारण NH_4OH का आयनन कम होता है तथा OH^- आयनो की सान्द्रता कम उपलब्ध हो पाती है। तृतीय समूह के धातु हाइड्रॉक्साइडो का विलेयता गुणनफल कम होता है अतः इनके आयनो की कम सान्द्रता भी अवक्षेपण के लिए पर्याप्त होती है तथा अवक्षेपण हो जाता है।

यदि NH_4OH मिलाने से पूर्व NH_4Cl न मिलाया जाय तो माध्यम में OH^- आयन की सान्द्रता बढ जायेगी तथा Fe, Cr, Al के हाइड्रॉक्साइड के अतिरिक्त Zn, Mn, Ca, Mg के हाइड्रॉक्साइड भी अवक्षेपित हो जाएगें।

(iv) पाँचवे समूह के मूलको का अवक्षेपण :

पांचवे समूह का समूह अभिकर्मक $(NH_4)_2CO_3$ है। अतः पांचवे समूह के मूलक कार्बोनेट के रूप में अवक्षेपित होते है।

इन मूलको का परीक्षण का क्रम निम्न प्रकार से होता है पहले Ba^{+2} फिर Sr^{2+} तथा अन्त में Ca^{2+} का परीक्षण किया जाता है।

चतुर्थ समूह से प्राप्त छनित में अमोनियम कार्बोनेट $(NH_4)_2CO_3$ मिलाने पर श्वेत अवक्षेप आता है इस अवक्षेप को एसीटिक अम्ल में विलेय करके तीन भागो में विभक्त करते है ।

प्रथम भाग + K_2CrO_4 यदि पीला अवक्षेप $(BaCrO_4)$ आए तो Ba^{2+} निश्चित है।

द्वितीय भाग + $(NH_4)_2SO_4$ यदि श्वेत अवक्षेप $(SrSO_4)$ आए तो Sr^{2+} निश्चित है।

तृतीय भाग + $(NH_4)_2C_2O_4$ यदि श्वेत अवक्षेप $Ca(C_2O_4)$ आए तो Ca^{2+} निश्चित है।

इन मूलको का परीक्षण इसी क्रम में होता है क्योंकि Ba^{2+}, Sr^{2+}, Ca^{2+} के क्रोमेट में से $BaCrO_4$ का विलेयता गुणनफल सबसे कम होता है अतः K_2CrO_4 डालने पर केवल $BaCrO_4$ ही अवक्षेपित होंगा तथा $SrCrO_4$ एवं $CaCrO_4$ विलेय अवस्था में रहेंगे।

Sr^{2+} का परीक्षण करने से पूर्व Ba^{2+} की अनुपस्थिति निश्चित कर ली जाती है क्योंकि $BaSO_4$ तथा $SrSO_4$ दोनो के विलेयता गुणनफल बहुत कम होते है अतः दोनो ही अवक्षेपित हो जाते है।

इसी प्रकार Ca^{2+} का परीक्षण करने से पूर्व Ba^{2+} एंव Sr^{2+} की अनुपस्थिति निश्चित कर ली जाती है क्योंकि BaC_2O_4, SrC_2O_4 तथा CaC_2O_4 तीनो का ही विलेयता गुणनफल बहुत कम होता है इस कारण तीनो ही श्वेत अवक्षेप देते है।

अतः Ca^{2+} के परीक्षण के लिए Ba^{2+} को $BaCrO_4$ तथा Sr^{2+} को $SrSO_4$ अवक्षेप के रूप में अलग किया जाता है।

मूलक (Radicals)

परमाणु या परमाणु का समूह जिन पर कोई आवेश उपस्थित होता है, मूलक कहलाते है अथवा आवेश युक्त परमाणु या परमाणु समूह मूलक कहलाते है।

मूलक दो प्रकार के होते है –

(अ) अम्लीय मूलक (Acid Radicals or Anions) :

ऐसे परमाणु या परमाणु समूह जिन पर ऋणावेश उपस्थित होता है, अम्लीय मूलक कहलाते है।

तनु H_2SO_4 सान्द्र H_2SO_4 एवं अन्य अभिकर्मकों के प्रति व्यवहार के आधार पर अम्लीय मूलको को तीन समूहो में विभाजित किया गया है।

(1) दुर्बल अम्लीय समूह (Weak acidic group)

इस समूह में आने वाले मूलक तनु H_2SO_4 के साथ अभिक्रिया करके विशिष्ट रंग एंव गंध वाली गैस देते है। इस समूह के प्रमुख मूलक कार्बोनेट (CO_3^{2-}), सल्फाइड (S^{2-}), सल्फाइट (SO_3^{2-}), नाइट्राइट (NO_2^-) तथा एसीटेट (CH_3COO^-) है।

(2) प्रबल अम्लीय समूह (Strong acidic group)

इस समूह के मूलक सान्द्र H_2SO_4 से क्रिया कर विशिष्ट गंध व रंग वाली गैस देते है। इस समूह के प्रमुख मूलक क्लोराइड (Cl^-), ब्रोमाइड (Br^-), आयोडाइड (I^-), नाइट्रेट (NO_3^-) तथा आक्सेलेट ($C_2O_4^{2-}$) है।

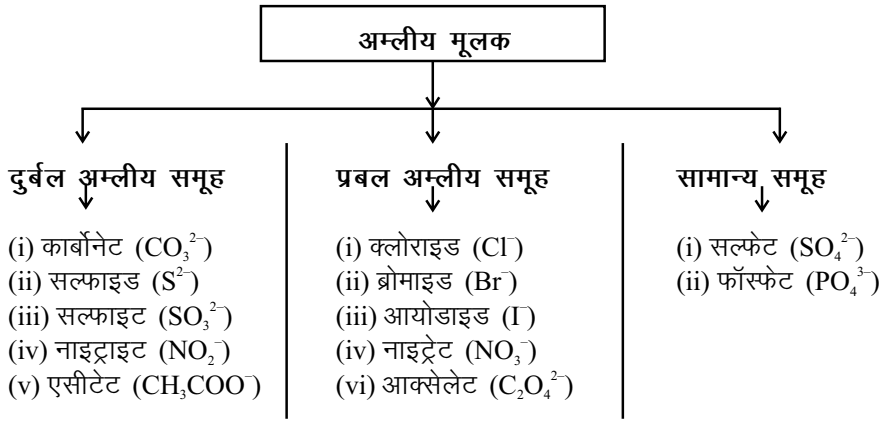
(3) सामान्य समूह (General group)

इस समूह के मूलक, तनु H_2SO_4 या सान्द्र H_2SO_4 से अपघटित नही होते है। इस समूह के प्रमुख मूलक सल्फेट (SO_4^{2-}), फॉस्फेट (PO_4^{3-}) है।

(ब) क्षारकीय मूलक (Basic Radicals or Cation)

परमाणु या परमाणुओ का समूह जिन पर धनात्मक आवेश उपस्थित होता है। क्षारकीय मूलक कहलाते है। क्षारकीय मूलक सात समूहो (शून्य से षष्ठक) में विभक्त होते है।

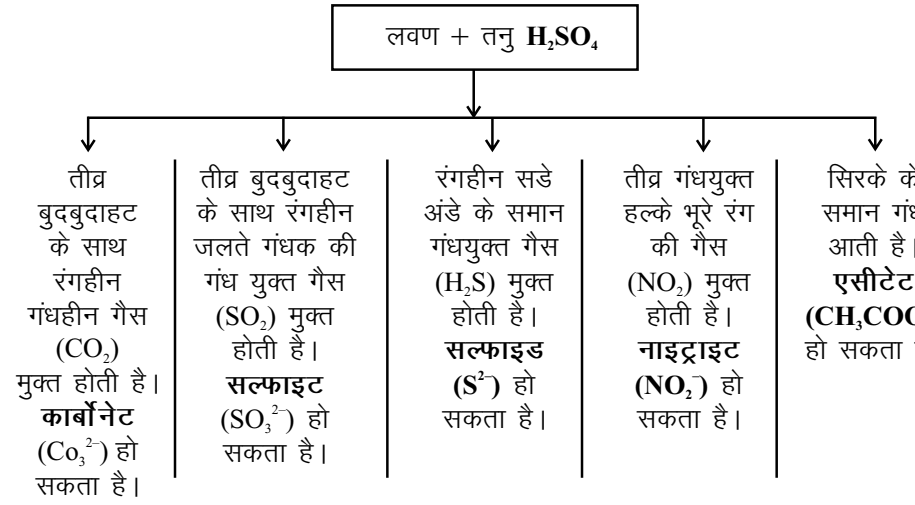
अम्लीय मूलको का परीक्षण



प्रारम्भिक परीक्षण

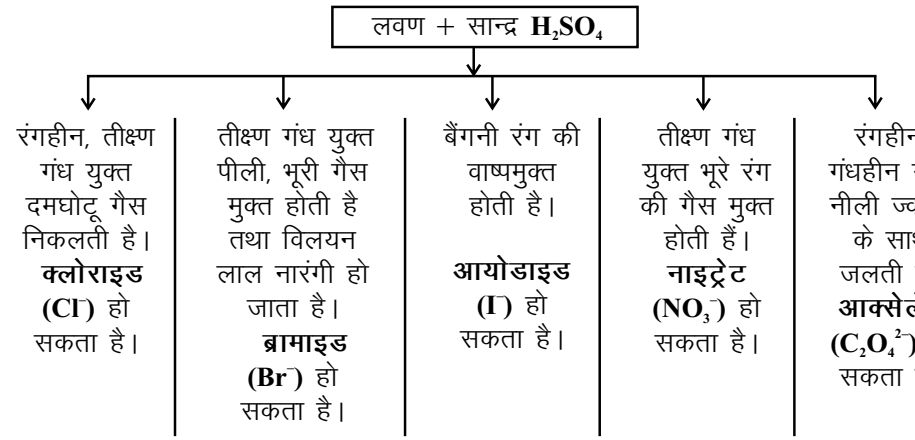
(1) दुर्बल अम्लीय समूह

सर्वप्रथम एक शुष्क परखनली में थोडा सा लवण लेकर उसमें तनु H_2SO_4 डाले तथा प्रतिक्रिया देखे । (कोई क्रिया न होने पर हल्का गर्म करे) यदि –



(2) प्रबल अम्लीय समूह (Strong Acidic Group)

सर्वप्रथम एक शुष्क परखनली में थोड़ा सा लवण लेकर उसमें सान्द्र H_2SO_4 डालें तथा प्रतिक्रिया देखें। यदि



यदि उपरोक्त में से कोई प्रतिक्रिया न हो तो प्रबल अम्लीय समूह अनुपस्थित होगा।

(3) सामान्य समूह (General Group)

(i) लवण का जलीय विलयन या सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष + dil HCl + $BaCl_2$ विलयन
– यदि श्वेत अवक्षेप आता है, सल्फेट (SO_4^{2-}) हो सकता है।

(ii) लवण + सान्द्र HNO_3 + अमोनियम मोलिब्डेट डालकर गर्म करते है
– कैनेरी पीला अवक्षेप आता है ।
फॉस्फेट (PO_4^{3-}) हो सकता है।

सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष

एक भाग लवण तथा तीन भाग सोडियम कार्बोनेट (Na_2CO_3) एक कठोर क्वथन नली में लेकर उसमें तीन चौथाई भाग आसुत जल मिलाकर 15 – 20 मिनट तक उबालते है। तत्पश्चात् विलयन को छान लिया जाता है। इस प्रकार प्राप्त छनित ही सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष कहलाता है।

इसमें लवण के धनायन की सान्द्रता अत्यन्त कम (नगण्य) होती है लेकिन ऋणायन की सान्द्रता अधिकतम रहती है।

सिद्धान्त – लवण में अम्लीय मूलक की उपस्थिति का परीक्षण लवण के जलीय विलयन में किया जाता है परन्तु लवण के जलीय विलयन में उपस्थित धनायन, परीक्षण करते समय बाधा डालते है। अतः अम्लीय मूलकों के सही परीक्षण के लिए आवश्यक है कि लवण का ऐसा विलयन बनाया जाय जिसमें धनायन की सान्द्रता अत्यन्त कम हो। अतः सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष बनाया जाता है।

चूंकि सोडियम धातु के सभी लवण जल में विलय होते है, जबकि अन्य धातु के कार्बोनेट जल में अविलेय होते है। जबकि धातु लवण को सोडियम कार्बोनेट के साथ उबालते है तो लवण की धातु, धातु कार्बोनेट के रूप में अवक्षेपित हो जाती है तथा लवण का ऋणायन, सोडियम के साथ विलेय सोडियम लवण कहलाता है।

$$2\,MX + Na_2CO_3 \rightarrow \underset{\text{(अविलय)}}{M_2CO_3} + \underset{\text{(विलेय)}}{2\,NaX}$$

अम्लीय मूलकों के निश्चयात्मक परीक्षण

1. दुर्बल अम्लीय समूह

क्र.सं.	प्रयोग	प्रेक्षण	निष्कर्ष
1.	**प्रारम्भिक परीक्षण** लवण में तनु H_2SO_4 डालने पर	तीव्र बुदबुदाहट के साथ रंगहीन, गंधहीन गैस (CO_2) मुक्त होती है। $CaCO_3+H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4+H_2O+CO_2$	कार्बोनेट (CO_3^{2-}) उपस्थित हो सकता है।
2.	**निश्चयात्मक परीक्षण** (i) निष्कासित गैस (CO_2) को चूने के साथ पानी में प्रवाहित करने पर	चूने का पानी दुधिया हो जाता है। $Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$	CO_3^{2-} निश्चित
	(ii) मुक्त गैस (CO_2) को चूने के पानी में अधिक देर तक प्रवाहित करने पर	चूने के पानी का दुधियापन समाप्त हो जाता है। $CaCO_3 + H_2O + CO_2 \rightarrow \underset{\text{(विलेय)}}{Ca(HCO_3)_2}$	कार्बोनेट (CO_3^{2-}) निश्चित है।
3.	**सल्फाइट (SO_3^{2-})** **प्रारम्भिक परीक्षण** (i) लवण में तनु H_2SO_4 डालकर हल्का गर्म करने पर	रंगहीन, तीव्र गंधयुक्त जलते गंधक की गंध वाली गैस (SO_2) मुक्त होती है। $Na_2SO_3+H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4+H_2O+SO_2$	सल्फाइट (SO_3^{2-}) हो सकता है

	निश्चयात्मक परीक्षण (ii) पौटेशियम डाईक्रोमेट परीक्षण उक्त परखनली के मुंह पर अम्लीय $K_2Cr_2O_7$ से भीगा फिल्टर पत्र ले जाने पर	मुक्त गैस (SO_2) फिल्टर पत्र को हरा कर देती है। $K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 + 3\,SO_2 \rightarrow K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + H_2O$ (हरा)	सल्फाइट (SO_3^{2-}) निश्चित है।
3.	**सल्फाइड (S^{2-})** **प्रारम्भिक परीक्षण** लवण में तनु H_2SO_4 डालने पर	रंगहीन, सड़े अण्डे की गंधयुक्त गैस (H_2S) मुक्त होती है। $Na_2S + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + H_2S\uparrow$	दुर्बल समूह सल्फाइड (S^{2-}) हो सकता है
	निश्चयात्मक परीक्षण (i) उक्त परखनली के मुंह पर लेड एसीटेट $(CH_3COO)_2Pb$ से भीगा फिल्टर पत्र ले जाने पर	फिल्टर पत्र चमकीला काला हो जाता है। $H_2S + (CH_3COO)_2\,Pb \rightarrow PbS + 2CH_3COOH$ (काला)	सल्फाइड (S^{2-}) निश्चित है।
	(ii) केडमियम कार्बोनेट परीक्षण सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष+ठोस $CdCO_3$ मिलाकर हिलाने पर	केडमियम सल्फाइड का पीला अवक्षेप प्राप्त होता है। $Na_2S + CdCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 + CdS$	सल्फाइड (S^{2-}) निश्चित है।
	(iii) सोडियम नाइट्रोप्रुसाइड परीक्षण सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष + सोडियम नाइट्रोप्रुसाइड विलयन	विलयन का रंग बैंगनी हो जाता है। $Na_2S + Na_2[Fe(CN)_5NO] \rightarrow Na_4[Fe(CN)_5NOS]$ (बैंगनी रंग)	सल्फाइड (S^{2-}) निश्चित है।
4.	नाइट्राइट (NO_2^-) **प्रारम्भिक परीक्षण** लवण में तनु H_2SO_4 डालने पर	तीक्ष्ण गंध युक्त हल्के भूरे रंग की गैस (NO_2) मुक्त होती है। $2\,NaNO_2 + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2\,HNO_2$ $3\,HNO_2 \rightarrow H_2O + HNO_3 + 2\,NO$ $2\,NO + O_2 \rightarrow 2\,NO_2\uparrow$ (भूरा रंग)	नाइट्राइट (NO_2^-) हो सकता है।

	निश्चयात्मक परीक्षण (i) उक्त परखनली के मुंह पर dil H_2SO_4 + स्टार्च + KI से भीगा फिल्टर पत्र ले जाने पर	फिल्टर पत्र नीला हो जाता है। $2\,KI + 2\,HNO_2 + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + I_2 + 2\,NO + 2\,H_2O$ I_2 + स्टार्च $\rightarrow$ स्टार्च आयोडाइड संकुल (नीला रंग)	नाइट्राइट (NO_2^-) निश्चित है।
	(ii) सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष + तनु $H_2SO_4 + FeSO_4$ का ताजा विलयन	सम्पूर्ण विलयन काला भूरा हो जाता है। $2\,NaNO_2 + H_2SO_4 \rightarrow 2\,HNO_2 + Na_2SO_4$ $3\,HNO_2 \rightarrow H_2O + HNO_3 + 2\,NO$ $FeSO_4 + NO \rightarrow FeSO_4 \cdot NO$ (काला भूरा)	नाइट्राइट (NO_2^-) निश्चित है।
5.	ऐसीटेट (CH_3COO^-) **प्रारम्भिक परीक्षण** लवण में तनु H_2SO_4 डालने पर	सिरके जैसी गंध आती है। $2\,CH_3COONa + H_2SO_4 \rightarrow 2\,CH_3COOH + Na_2SO_4$ (सिरका)	ऐसीटेट (CH_3COO^-) हो सकता है।
	निश्चयात्मक परीक्षण (i) **फैरिक क्लोराइड परीक्षण** उदासीन सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष में उदासीन $FeCl_3$ विलयन डालने पर	विलयन का रंग गहरा लाल हो जाता है, जो गर्म करने पर भूरे अवक्षेप में परिवर्तित हो जाता है। $FeCl_3 + 3\,CH_3COONa \rightarrow (CH_3COO)_3\,Fe + 3\,NaCl$ (लाल रंग) $(CH_3COO)_3\,Fe + 2\,H_2O \rightarrow (CH_3COO)\,Fe\,(OH)_2 + 2\,CH_3COOH$ (भूरा अवक्षेप)	ऐसीटेट (CH_3COO^-) निश्चित है।
	(ii) **एस्टर परीक्षण** लवण + एथिल एल्कोहॉल + 5–6 बूंदें सान्द्र H_2SO_4 डालकर गर्म करने पर	फलों जैसी गंध आती है। $2\,CH_3COONa + H_2SO_4 \rightarrow 2\,CH_3COOH + Na_2SO_4$ $CH_3COOH + C_2H_5OH \rightarrow CH_3COO\,C_2H_5 + H_2O$ (फलों की गंध)	ऐसीटेट (CH_3COO^-) निश्चित है।
	(iii) **हथेली परीक्षण** लवण+ठोस ऑक्सेलिक अम्ल को हथेली पर लेकर उसमें 2–3 बूंद जल डालकर रगड़कर सूंघने पर	सिरके जैसी गंध आती हैं ।	ऐसीटेट (CH_3COO^-) निश्चित है।

प्रबल अम्लीय समूहों का परीक्षण

क्र.सं.	प्रयोग	प्रेक्षण	निष्कर्ष
1.	**क्लोराइड (Cl^-) का परीक्षण** **प्रारम्भिक परीक्षण**		
	(i) लवण + सान्द्र H_2SO_4 डालकर गर्म करने पर	रंगहीन तीक्ष्ण गंधयुक्त दमघोटु गैस (HCl) मुक्त होती है। $NaCl + H_2SO_4 \rightarrow NaHSO_4 + HCl\uparrow$	क्लोराइड (Cl^-) उपस्थित हो सकता है।
	(ii) उक्त परखनली में MnO_2 डालकर गर्म करने पर	पीले हरे रंग की गैस (Cl_2) निकलती है। $4\,HCl + MnO_2 \rightarrow MnCl_2 + 2\,H_2O + Cl_2$	
	निश्चयात्मक परीक्षण		
	(i) सिल्वर नाइट्रेट परीक्षण सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष में तनु $HNO_3 + AgNO_3$ विलयन डालने पर	AgCl का श्वेत अवक्षेप प्राप्त होता है। $NaCl + AgNO_3 \rightarrow AgCl + NaNO_3$	क्लोराइड (Cl^-) निश्चित है।
	(ii) उक्त श्वेत अवक्षेप में NH_4OH आधिक्य में मिलाने पर	श्वेत अवक्षेप विलय हो जाता है $AgCl + 2\,NH_4OH \rightarrow [Ag(NH_3)_2]Cl + 2\,H_2O$	क्लोराइड (Cl^-) निश्चित है।
	(iii) क्रोमिल क्लोराइड परीक्षण		
	(a) एक शुष्क परखनली में लवण + ठोस $K_2Cr_2O_7$ लेकर उसमें 2-3 mL सान्द्र H_2SO_4 डालकर गर्म करने पर	तीक्ष्ण गंधयुक्त गहरे लाल रंग की क्रोमिल क्लोराइड (CrO_2Cl_2) की वाष्प निकलती है। $4\,NaCl + K_2Cr_2O_7 + 6\,H_2SO_4 \rightarrow 2\,KHSO_4 + 4\,NaHSO_4 + 3\,H_2O + 2\,(CrO_2Cl_2)$ (लाल वाष्प)	क्लोराइड (Cl^-) निश्चित है।
	(b) उक्त क्रोमिल क्लोराइड की वाष्प को NaOH विलयन में प्रवाहित करने पर	NaOH का विलयन हल्का पीला हो जाता है। (सोडियम क्रोमेट बनने के कारण) $CrO_2Cl_2 + 4\,NaOH \rightarrow 2\,NaCl + Na_2CrO_4 + 2\,H_2O$	क्लोराइड (Cl^-) निश्चित है।
	(c) उक्त विलयन को ऐसीटिक अम्ल से अम्लीय कर लेड एसीटेट विलयन मिलाने पर	लेड क्रोमेट का पीला अवक्षेप प्राप्त होता है। $Na_2CrO_7 + (CH_3COO)_2Pb \rightarrow PbCrO_4 + 2\,CH_3COONa$	क्लोराइड (Cl^-) निश्चित है।

2.	**ब्रोमाइड (Br^-) परीक्षण** **प्रारम्भिक परीक्षण** (i) एक शुष्क परखनली में लवण लेकर उसमें 2-3 mL सान्द्र H_2SO_4 डालने पर	तीक्ष्ण गंध युक्त पीले भूरे रंग की गैस (Br_2) निकलती है तथा सम्पूर्ण विलयन लाल नारंगी हो जाता है। $NaBr + H_2SO_4 \rightarrow NaHSO_4 + HBr$ $2\,HBr + H_2SO_4 \rightarrow 2\,H_2O + SO_2 + Br_2\uparrow$ (लाल नारंगी गैस)	ब्रोमाइड (Br^-) हो सकता है।
	(ii) उक्त परखनली में ठोस MnO_2 डालकर गर्म करने पर	गहरे लाल रंग की गैस	ब्रोमाइड (Br^-) उपस्थित है।
	निश्चयात्मक परीक्षण (i) सिल्वर नाइट्रेट परीक्षण सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष + तनु HNO_3 + $AgNO_3$ विलयन डालने पर	AgBr का हल्का पीला अवक्षेप प्राप्त होता है। $NaBr + AgNO_3 \rightarrow NaNO_3 + AgBr$ (हल्का पीला अवक्षेप)	ब्रोमाइड (Br^-) निश्चित है।
	उक्त हल्का पीला अवक्षेप + NH_4OH डालने पर	AgBr का हल्का पीला अवक्षेप अल्प विलेय रहता है।	
	(ii) परत परीक्षण सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष + तनु HNO_3 + $CHCl_3$ (क्लोरोफार्म) + धीरे–धीरे क्लोरीन जल डालकर हिलाने पर।	क्लोरोफोर्म की सतह पीली हो जाती है। $2\,NaBr + Cl_2 \rightarrow 2\,NaCl + Br_2\uparrow$	ब्रोमाइड (Br^-) निश्चित है।
3.	**आयोडाइड (I^-) का परीक्षण** **प्रारम्भिक परीक्षण** (i) एक शुष्क परखनली में लवण लेकर उसमें 2-3 mL सान्द्र H_2SO_4 डालकर हल्का गर्म करने पर	तीक्ष्ण गंध युक्त बैंगनी रंग की वाष्प (I_2) निकलती हैं $NaI + H_2SO_4 \rightarrow NaHSO_4 + HI$ $2\,HI + H_2SO_4 \rightarrow 2\,H_2O + SO_2 + I_2$ (बैंगनी वाष्प)	आयोडाइड (I^-) हो सकता है।

	(ii) उक्त परखनली में ठोस MnO_2 डालकर गर्म करने पर	बैंगनी रंग की गैस	आयोडाइड (I^-) उपस्थित है।
	निश्चयात्मक परीक्षण		
	(i) सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष + dil HNO_3 + $AgNO_3$ विलयन डालने पर	AgI का गहरा पीला अवक्षेप प्राप्त होता है। $NaI + AgNO_3 \rightarrow AgI + NaNO_3$ गहरा पीला अवक्षेप	आयोडाइड (I^-) निश्चित है।
	उक्त गहरे पीले अवक्षेप में NH_4OH डालने पर	गहरा पीला अवक्षेप NH_4OH में अविलेय रहता है।	
	(ii) **परत परीक्षण** सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष + dil HNO_3 +क्लोरोफोर्म + धीरे–धीरे क्लोरीन जल डालकर हिलाने पर	क्लोरोफोर्म की सतह बैंगनी हो जाती हैं $2\,NaI + Cl_2 \rightarrow 2\,NaCl + I_2$ I_2 + क्लोरोफॉर्म $\rightarrow$ बैंगनी परत	आयोडाइड (I^-) निश्चित है।
	(iii) **मरक्यूरिक क्लोराइड परीक्षण** सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष + $HgCl_2$ विलयन डालने पर	सिंदूरी रंग का अवक्षेप (HgI_2) प्राप्त होता हैं। $HgCl_2 + 2\,NaI \rightarrow HgI_2 + 2\,NaCl$ (सिंदूरी अवक्षेप)	आयोडाइड (I^-) निश्चित है।
4.	**नाइट्रेट (NO_3^-) का परीक्षण** **प्रारम्भिक परीक्षण** एक शुष्क परखनली में लवण लेकर उसमें 2-3 mL सान्द्र H_2SO_4 डालकर हल्का गर्म करने पर	तीक्ष्ण गंधयुक्त भूरे रंग की गैस (NO_2) निकलती है। $2\,NaNO_3 + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2\,HNO_3$	नाइट्रेट (NO_3^-) हो सकता है
	उक्त परखनली में तांबे की छीलन या फिल्टर पेपर का टुकड़ा डालने पर	NO_2 के गाढ़े भूरे रंग के धूम्र तेजी से निकलते है तथा विलयन काला हो जाता है। $4\,NaNO_3 + 2\,H_2SO_4 + Cu \rightarrow$ $2\,Na_2SO_4 + Cu(NO_3)_2 + 2\,NO_2\uparrow + 2\,H_2O$ (भूरे धूम्र) $4\,HNO_3 + C \rightarrow 2\,H_2O + CO_2 + NO_2\uparrow$	नाइट्रेट (NO_3^-) हो सकता है।

	निश्चयात्मक परीक्षण **वलय परीक्षण** सो. का. निष्कर्ष या लवण का जलीय विलयन लेकर उसमें फेरस सल्फेट का ताजा विलयन मिलाते है। इस विलयन में परखनली की दीवार के सहारे 1-2 mL सान्द्र H_2SO_4 डालने पर	दोनों विलयनों के मिलने के स्थान पर नाइट्रोसोफेरस सल्फेट की भूरे रंग की वलय बनती है। $6\,FeSO_4 + 2\,HNO_3 + 3\,H_2SO_4 \rightarrow 3\,Fe_2(SO_4)_3 + 4\,H_2O + 2\,NO$ $FeSO_4 + NO \rightarrow FeSO_4NO$ (भूरी वलय)	नाइट्रेट (NO_3^-) निश्चित है।
5.	**ऑक्सेलेट ($C_2O_4^{2-}$) का परीक्षण** **प्रारम्भिक परीक्षण** लवण + सान्द्र H_2SO_4 डालकर गर्म करते है तथा निष्कासित गैस को परखनली पर लगी निकास नली के सिरे पर प्रज्ज्वलित करते है।	निष्कासित गैस (CO) नीली ज्वाला के साथ जलती है। $Na_2C_2O_4 + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + H_2O + CO + CO_2$	ऑक्सेलेट ($C_2O_4^{2-}$) हो सकता है।
	निश्चयात्मक परीक्षण (i) सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष + तनु $CH_3COOH + CaCl_2$ विलयन	श्वेत अवक्षेप (CaC_2O_4) प्राप्त होता है। $(NH_4)_2C_2O_4 + CaCl_2 \rightarrow CaC_2O_4 + 2\,NH_4Cl$	ऑक्सेलेट ($C_2O_4^{2-}$) निश्चित है।
	(ii) श्वेत अवक्षेप को पृथक करके तनु H_2SO_4 के साथ हिलाते है तनु $KMnO_4$ की 2–3 बूंद डालते है।	$KMnO_4$ विलयन रंगहीन हो जाता है। $2\,KMnO_4 + 3\,H_2SO_4 + 5\,(COOH)_2 \rightarrow K_2SO_4 + 2\,MnSO_4 + 10\,CO_2 + 2\,H_2O$	ऑक्सेलेट ($C_2O_4^{2-}$) निश्चित है।

सामान्य समूह का परीक्षण

ऐसे अम्लीय मूलक (ऋणायन) जो तनु H_2SO_4 या सान्द्र H_2SO_4 द्वारा अपघटित नहीं होते है। उन्हें इस समूह में रखा गया है।

उदाहरण – सल्फेट (SO_4^{2-}), फॉस्फेट (PO_4^{3-})

क्र.सं.	प्रयोग	प्रेक्षण	निष्कर्ष
1.	**सल्फेट का परीक्षण** **प्रारम्भिक परीक्षण** सो. का. निष्कर्ष + तनु HNO_3 + बेरीयम क्लोराइड ($BaCl_2$) विलयन डालने पर	$BaSO_4$ का श्वेत अवक्षेप प्राप्त होता है। $Na_2SO_4 + BaCl_2 \rightarrow BaSO_4 + 2\,NaCl$ (श्वेत अवक्षेप)	सल्फेट (SO_4^{2-}) हो सकता है।
	निश्चयात्मक परीक्षण उक्त अवक्षेप को दो भागों में विभक्त करते है। (i) प्रथम भाग +सान्द्र HNO_3	श्वेत अवक्षेप अविलेय रहता है।	सल्फेट (SO_4^{2-}) निश्चित है।
	(ii) द्वितीय भाग+ सान्द्र HCl	श्वेत अवक्षेप अविलेय रहता है।	सल्फेट (SO_4^{2-}) निश्चित है।
2.	**फॉस्फेट (PO_4^{3-}) का परीक्षण** **प्रारम्भिक परीक्षण** लवण + सान्द्र HNO_3 + अमोनियम मॉलिब्डेट	कैनेरी पीला अवक्षेप आता है। $Na_2HPO_4 + 12\,(NH_4)_2MoO_4 + 23\,HNO_3 \rightarrow (NH_4)_3\,PO_4 + Mo_{12}O_{14} + 21\,NH_4NO_3 + 12\,H_2O + 2\,NaNO_2$	फॉस्फेट (PO_4^{3-}) हो सकता है।
	निश्चयात्मक परीक्षण सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष + सान्द्र HNO_3 + अमोनियम मॉलिब्डेट विलयन डालकर हिलाते है।	गहरा पीला अवक्षेप (या विलयन) आता है।	फॉस्फेट (PO_4^{3-}) निश्चित है।

नोट : द्वितीय समूह के छनित में बाधक मूलक $C_2O_4^{-2}$ एवं PO_4^{3-} का निष्कासन।

16(अ) ऑक्सलेट का निष्कासन

मिश्रण या द्वितीय समूह की छनित को पॉर्सिलीन की प्याली में शुष्क होने तक गर्म करते है। ठण्डा करके 0.5–1.0 मिली सान्द्र HNO_3 मिलाकर शुष्क होने तक गर्म करते है। यह प्रक्रिया 2–3 बार दोहराते है। प्राप्त अवक्षेप को तनु HCl मे घोलकर विलयन बनाते है तथा अन्य समूह के घनायनों का परीक्षण करते है।

ऐसा करने से ऑक्सेलिक अम्ल CO_2 तथा H_2O में ऑक्सीकृत हो जाता है।

$$2HNO_3 \rightarrow 2NO_2 + H_2O + (O)$$
$$H_2C_2O_4 + (O) \rightarrow 2CO_2 + H_2O$$

16 (ब) फॉस्फेट का निष्कासन

द्वितीय समूह के छनित में से H_2S का पूर्ण निष्कासन कर विलयन में ठोस H_2S व NH_4OH विलयन मिलाते है। अब 1–2 mL ऐसीटिक अम्ल व 1.0 ग्राम ठोस अमोनियम या सोडियम ऐसीटेट मिलाते है। $FeCl_3$ उदासीन की बूंद–बूंद मिलाकर हिलाते है। विलयन को उबालकर अवक्षेप से Al व Cr का परीक्षण करते है तथा छनित से अन्य धनायनो का परीक्षण करते है।

$$MCl_3 + (NH_4)_3PO_4 \rightarrow MPO_4 + 3\ NH_4Cl\ (M = Fe, Al, Cr)$$
$$MCl_3 + 3CH_3COONa \rightarrow (CH_3COO)_2\ M + 3\ NaCl$$

नोट : फॉस्फेट के निष्कासन से पूर्व द्वितीय समूह के Fe^{2+} का परीक्षण अवश्य कर लेना चाहिए। फॉस्फेट निष्कासन के लिए द्वितीय समूह के छनित मे सान्द्र HNO_3 डालकर गर्म करते है अमोनियम मोलिब्डेट डालकर गर्म करने पर प्राप्त कैनरी पीला अवक्षेप को छानकर पृथक् कर लेते है। छनित्र से अन्य धनायनों का परीक्षण करते है।

क्षारकीय मूलको का गुणात्मक विश्लेषण :

क्षारकीय मूलको (धनायनों) का गुणात्मक विश्लेषण निम्न दो प्रकार से किया जाता है।

अ. शुष्क परीक्षण (Dry Test) : शुष्क परीक्षण ठोस पदार्थ के साथ किया जाता है जिससे मिश्रण में उपस्थित सम्भावित धनायन की महत्वपूर्ण जानकारी मिलती है।

ब. आर्द्र परीक्षण (Wet Test) : पदार्थ के विलयन की विशेष अभिकर्मको से अभिक्रिया द्वारा शुष्क परीक्षण द्वारा अनुमानित धनायक का निश्चयात्मक परीक्षण करके मिश्रण में उपस्थित धनायक की पुष्टि की जाती है।

अ. शुष्क परीक्षण (Dry Test):

दिए गए लवण का सर्वप्रथम शुष्क परीक्षण करना चाहिए जिससे मिश्रण में उपस्थित संभावित धनायन का संकेत मिलता है, फलस्वरूप आर्द्र परीक्षण द्वारा उसकी पुष्टि सरल हो जाती है। शुष्क परीक्षण कई प्रकार के होते है, जिनमें निम्न परीक्षण महत्वपूर्ण है।

1. लवण और उनके विलयनो का रंग
2. ऊष्मा का प्रभाव
3. ज्वलन परीक्षण
4. बोरेक्स मनका परीक्षण
5. गलन परीक्षण
6. चारकोल केविटी परीक्षण
7. कोबाल्ट नाइट्रेट परीक्षण

1. लवण और उनके विलयनो का रंग (Colour of salt or Solution)

सामान्यतः अधिकांश लवणो का रंग श्वेत होता है, लेकिन फिर भी कुछ लवणो का विशेष रंग होता है। (यद्यपि अधिकांश परीक्षक श्वेत लवण ही देना पसंद करते है) जिससे मिश्रण में उपस्थित धनायन का अनुमान लगाया जा सकता है। इसके लिए दिए गए मिश्रण के रंग को ध्यानपूर्वक देखे तथा रंग के आधार पर संभावित धनायान का अनुमान लगाए। नीचे दी गई सारणी में कुछ विशेष लवणो में धनायनो का अनुमान लगाया जा सकता है।

क्र.स.	लवण का रंग	लवण के विलयन का रंग	संभावित मूलक	
			क्षारीय	अम्लीय
1.	हल्का हरा (फिरोजीपन लिए)	चमकीला हल्का हरा रंग	Fe^{3+},NH_4^+	SO_4^{2-}
2.	नीला	नीला	Cu^{2+}	SO_4^{2-}
3.	हरा (चमकीला क्रिस्टलीय)	हरा	Cu^{2+}	Cl^-
4.	काला	काला	Fe^{3+}	S^{2-}
5.	गहरा हरा	गहरा हरा	Cr^{3+}	Cl^-
6.	भूरा (पीलापन लिए हुए)	पीला भूरा	Fe^{3+}	Cl^-
7.	गुलाबी	गुलाबी	Co^{2+}	Cl^- NO_3^-
8.	हरा	हरा	Ni^{2+}	NO_3^-
9.	काला	काला	Mn^{2+}	
10.	काला बैंगनी	काला बैंगनी	Ni^{2+}	I^-
11.	नारंगी	नांरगी	Sb^{3+}	S^{2-}
12.	हल्का गुलाबी	रंगहीन	Mn^{2+}	-
13.	पीला	पीला	As^{3+}	S^{2-}

नोट :

(1) यदि दिया गया लवण श्वेत हो तो उसमें कॉपर निकल, कोबाल्ट , फेरिक , मैगनीज तथा क्रोमियम अनुपस्थित होंगें ।

(2) दिए गए लवण को थोडी मात्रा में अंगुलियो के बीच में लेकर रगडे तथा सूंघे , गंध के आधार पर निम्न मूलको का अनुमान लगा सकते है।

(i) **अमोनिया की गंध आने पर** : अमोनियम लवण होंगें । जैसे $(NH_4)_2CO_3$, $(NH_4)_2SO_4$, NH_4Cl, NH_4Br, CH_3COONH_4 आदि ।

(ii) **सिरके समान गंध आने पर** – CH_3COO^- (ऐसीटेट) आयन होगा ।

(iii) सडे अण्डे के समान गन्ध आने पर – सल्फाइड लवण होंगें । (अम्लीय मूलक S^{2-} संभावित होगा।)

(3) दिए गए मिश्रण के घनत्व के आधार पर संभावित धनायन की पहचान निम्न प्रकार की जा सकती है।

दिए गए मिश्रण की पुडिया को हाथ में लेकर, उसके भार के आधार पर संभावित धनायन पहचाने जा सकते है।

(i) यदि लवण भारी है – लैड, मरकरी तथा बेरियम के लवण हो सकते है।

(ii) यदि लवण हल्के हो तो – मैग्नीशियम, बिस्मिथ , जिंक, एलुमिनियम , कैल्शियम , स्ट्राशियम के कार्बोनेट आदि के लवण सम्भावित होंगें।

(4) लवण के प्रस्वेद गुण के आधार पर उपस्थित धनायन का निम्न प्रकार अनुमान लगाया जा सकता है।

लवण को खुली हवा में रखने पर लवण गीला पेस्ट जैसा हो जाता है, प्रस्वेद के इस गुण के कारण निम्न मूलक संभावित है –

(i) यदि गीला लवण सफेद है तो $ZnCl_2$, $Zn(NO_3)_2$, $CaCl_2$ $AlCl_3$ हो सकते है।

(ii) यदि गीला लवण रंगीन है तो $Cu(NO_3)_2$, $FeCl_3$, $Fe(NO_3)_3$, $MnCl_2$ हो सकते है।

2. ऊष्मा का प्रभाव

कुछ पदार्थो को गर्म करने पर उनके रंग परिवर्तित हो जाते है, इसके लिए एक शुष्क परखनली में 0.2–0.5 ग्राम लवण लेकर उसको गर्म करते है। ऊष्मा के प्रभाव के कारण होने वाले परिवर्तन को देखते है तथा सम्भावित मूलको का अनुमान लगाते है।

ऊष्मा के प्रभाव के परिणाम के आधार पर संभावित मूलक निम्न है –

1. ऊर्ध्वपातज का बनना : यदि मिश्रण गर्म करने पर ऊर्ध्वपातित हो तो ऊर्ध्वपातज के रंग व गंध के निम्न प्रेक्षण प्राप्त होते है

ऊष्मा का प्रभाव	सम्भावित अनुमान
1. ऊर्ध्वपातज का बनना	
(i) श्वेत ऊर्ध्वपातज हो तो	NH_4^+, Hg^{2+}, As_2O_3, Sb_2O_3
(ii) धूसर ऊर्ध्वपातज हो तो	Hg लवण होंगें ।
(iii) इस्पात धूसर रंग तथा लहसुन जैसी गंध का ऊर्ध्वपातज हो तो –	As लवण होंगें ।
(iv) पीला रंग तथा जलते गंधक की गंध युक्त ऊर्ध्वपातज हो तो –	As_2S_3, Sb_2S_3 होगा ।
(v) काला ऊर्ध्वपातज	As, Sb व Hg के सल्फाइड आयोडाइड होंगें ।
2. रंग परिवर्तन : यदि लवण को गर्म करने पर मिश्रण का रंग निम्न प्रकार परिवर्तत हो तो –	
(i) काला हो जाये	Cu, Mn तथा Ni लवण संभावित
(ii) गर्म होने पर पीला, ठण्डी अवस्था में सफेद	Zn लवण
(iii) गर्म तथा ठण्डी दोनो अवस्था में पीला	Pb लवण
(iv) गर्म तथा ठण्डी अवस्था में भूरा	Cd लवण
(v) गर्म अवस्था में लाल से काला	Fe लवण
3. उत्पन्न गैस का रंग व गंध लवण को गर्म करने पर उसमें से उत्पन्न गैस के रंग व गंध के आधार पर अम्लीय मूलको का अनुमान लगाया जा सकता है।	
(i) रंगीन भूरी गैस निकलती है।	NO_3^-,Br^-, NO_2^- संभावित
(ii) बैंगनी गैस निकलती है।	I^- संभावित
(iii) पीलापन लिए हरी गैस निकलती है।	Cl^- संभावित
(iv) सिरके जैसी गंध आती है।	CH_3COO^- संभावित
(v) जलती गंधक की गंध वाली गैस	SO_3^{2-} संभावित
(vi) सडे अण्डे की गंध वाली गैस	S^{2-} संभावित
(vii) अमोनिया की गंध	अमोनियम लवण होंगें ।

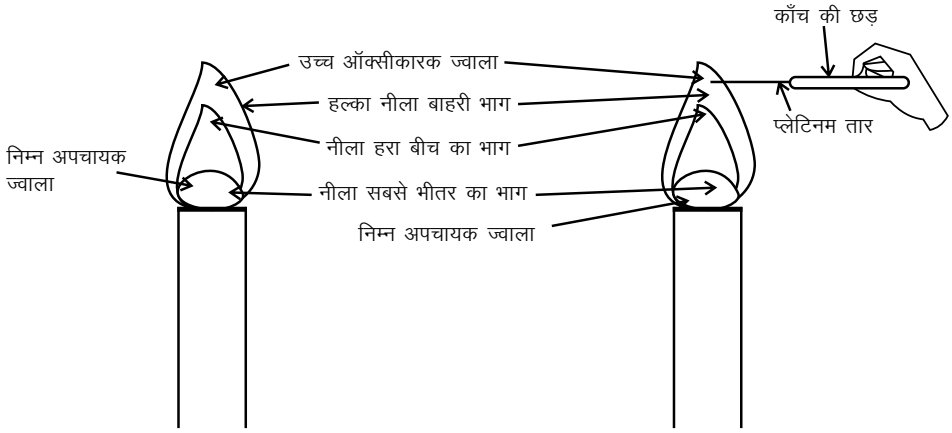
3. ज्वलन परीक्षण (Flame Test)

सिद्वान्ततः कुछ धातुओ के यौगिक वाष्पशील होते है जो बुन्सन बर्नर की ज्योतिहीन ज्वाला के ताप पर सरलता से वाष्पित हो जाते है। धातुओ के क्लोराइड, अन्य लवणो की अपेक्षा अधिक वाष्पशील होते है तथा ताप से उनका आयनिक अपघटन हो जाता है। वाष्पित धनायन ज्वाला में ताप दीप्त होकर विशेष रंग प्रदान करते है अर्थात ज्वाला को विशिष्ट रंग प्रदान करते है जिसके आधार पर संभावित धनायन का अनुमान लगाया जाता है।

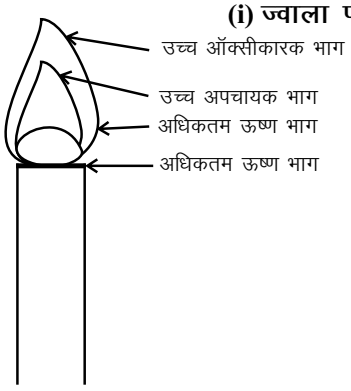
ज्वलन परीक्षण की विधि :

ज्वाला परीक्षण (Flame Test) के लिए प्लेटिनम के तार का प्रयोग किया जाता है जो एक कांच की छड में जुडा रहता है।

ज्वाला परीक्षण हेतु प्लेटिनम के तार को सान्द्र HCl में डुबोकर ज्वाला में गर्म करते है, यह प्रक्रिया तब तक दोहराते है। जब तक प्लेटिनम का तार ज्वाला में गर्म करने पर कोई रंग न दें ।



(i) ज्वाला के विभिन्न भाग **(i) ज्वाला परीक्षण**



ब्रुन्सन बर्नर

(iii) ज्वाला के भाग

चित्र 2.1

अब वॉच ग्लास में थोडा सान्द्र HCl लेकर उसमें लवण मिलाकर पेस्ट (लेई)बना ली जाती है। तार की नोक पर थोडी सी पेस्ट (लेई) लगाकर बर्नर की ज्योतिहीन ज्वाला में गर्म करते है तथा ज्वाला के रंग को देखकर मिश्रण में उपस्थित (भास्मिक मूलक) का अनुमान लगाते है।

नोट – ऑक्सीकारक ज्वाला कार्बन रहित ज्वाला ।

ज्वाला परीक्षण के परिणाम

	ज्वाला का रंग	संभावित धनायन
1.	सुनहरी पीला स्थायी	Na^{+}
2.	हल्का बैंगनी	K^{+}
3.	ईंट जैसा लाल रंग (अस्थायी)	Ca^{2+}
4.	चमकीला गहरा लाल (स्थायी)	Sr^{2+}
5.	सेव जैसा हरा (स्थायी)	Ba^{2+}
6.	हरा–नीलापन लिये	Cu^{2+}
7.	स्लेटी या हल्का नीला श्वेत	$As^{3+}, Pb^{2+}, Sn^{2+}, Hg^{2+}$

ज्वाला के रंगीन होने का कारण :

किसी परमाणु में इलेक्ट्रोनो की विशेष ऊर्जा अवस्थाएँ होती है। परमाणु को गर्म करने पर कुछ ऊर्जा का अवशोषण होता है तथा इलेक्ट्रॉन उच्च ऊर्जा स्तर पर चला जाता है जब इलेक्ट्रान पुनः निम्न ऊर्जा स्तर में आता है तो निश्चित स्पैक्ट्रमी रेखाएं बनती है जो उत्सर्जित प्रकाश की ऊर्जा के अनुकूल होती है। अतः ज्वाला का रंग उत्सर्जित प्रकाश की ऊर्जा पर निर्भर करता है।

नोट –

1. यदि ज्वाला परीक्षण करने पर लेड, आर्सेनिक, कॉपर या मर्करी की उपस्थिति का संकेत मिलता हो तो ज्वाला परीक्षण नही करना चाहिए क्यों कि प्लेटिनम से मिलकर मिश्र धातु बनाते है और उस स्थान से प्लेटिनम तार टूट जाता है।

2. बेरियम और स्ट्रानशियम के लवण विस्तार के साथ बहुत देर तक रंग देता है। अतः पुनः परीक्षण हेतु Pt तार कई बार सान्द्र HCl में गर्म करने पर भी तार स्वच्छ नही हो तो तार की नॉक काट देना चाहिए।

(4) बोरेक्स (सुहागा) मनका परीक्षण (Borax Bead Test)

सिद्धान्त – बोरेक्स को गर्म करने पर वह सोडियम मेटाबोरेट तथा बोरिक एनहाइड्राइड में विघटित हो जाता है फलस्वरूप पारदर्शक मनका (Bead) बनती है।

पारदर्शक मनका को रंगीन धातु लवण से लगाकर पुनः गर्म करने पर रंगीन धातु आक्साइड या बोरेट बनते है। मनका के रंग से क्षारीय मूलको की पहचान करने मे सहायता मिलती है।

$$\underset{\text{बोरेक्स}}{Na_2B_4O_7 \cdot 10\,H_2O} \xrightarrow[-H_2O]{\Delta} \underset{\substack{\text{क्रिस्टल}\\\text{जल}}}{Na_2B_4O_7} \xrightarrow{\Delta} \underset{\substack{\text{सोडियम}\\\text{मेटाबोरेट}}}{2\,NaBO_2} + \underset{\substack{\text{बोरिक}\\\text{एनहाइड्राइड}}}{B_2O_3}$$

विधि :

सर्वप्रथम प्लेटिनम के तार को आगे से मोडकर वलय (Ring) बना लें । अब इसे बर्नर की रंगहीन ज्वाला में रक्त तप्त गर्म करते है इस तप्त गर्म वलय को सुहागा (बोरेक्स) में छुआकर इसे दुबारा गर्म करते है। कुछ सुहागा फूलकर पिघल जाता है तथा ठण्डा होने पर स्वच्छ रंगहीन कांच की मनका के समान जम जाता है। यही सुहागा मनका (Borax Bead) है।

यदि मनका पारदर्शक न बने तो उसे प्लेटिनम के तार से झटक कर निकाल दें तथा पुनः सावधानी से मनका बनाए । इस हेतु लवण की मात्रा कम से कम लें ।

अब गर्म अवस्था में मनका को दिए गए रंगीन मिश्रण से हल्के से छुआकर दीप्तिहीन ज्वाला में देर तक गर्म करते है। मनका को ऑक्सीकारक ज्वाला (ज्वाला का बाहरी भाग) तथा अपचायक ज्वाला (ज्वाला के अन्दर वाला भाग) में अलग–अलग गर्म करके मनका के रंगो को देखकर निम्नानुसार मूलक का अनुमान लगा सकते है।

बोरेक्स (सुहागा) मन का परीक्षण

ऑक्सीकरण ज्वाला में मनका का रंग	अपचायक ज्वाला में मनका का रंग	संभावित भास्मिक मूलक
हरा	हरा	क्रोमियम Cr^{3+}
नीला हरा	लाल (अपारदर्शी)	कॉपर Cu^{2+}
पीला	हरा	आयरन Fe^{3+}
हल्का गुलाबी या बैंगनी	रंगहीन	मैंग्नीज Mn^{2+}
गहरा नीला	नीला	कोबाल्ट Co^{2+}
भूरा	हल्का स्लेटी	निकल Ni^{2+}

बोरेक्स (सुहागा) मनका परीक्षण में होने वाली रासायनिक अभिक्रियाएँ

रंगीन धातु लवण सुहागा मनका के बोरिक एनहाइड्राइड से क्रिया करके धातु का रंगीन मेटा बोरेट बनता है।

नोट : कुछ धातओं के मेटा बोरेट अपचायक ज्वाला में गर्म करने पर अपचयित हो जाते है, इसलिए उनकी मनका का अपचायक व ऑक्सीकारक ज्वाला में रंग भिन्न–भिन्न होता है।

(i) कॉपर

(A) ऑक्सीकारक ज्वाला में

$$\underset{\substack{\text{सोडियम}\\\text{मेटाबोरेट}}}{CuO + NaBO_2} \rightarrow \underset{\text{क्यूप्रिक आर्थोबोरेट}}{CuNaBO_3}$$

$CuO + B_2O_3 \rightarrow Cu(BO_2)_2$

बोरिक एनहाइड्राइड (रंगहीन) — क्यूप्रिक मैटा बोरेट (नीला)

(B) **अपचायक ज्वाला**

$2\ Cu(BO_2)_2 + C \rightarrow 2\ CuBO_2 + B_2O_3 + CO\uparrow$

रंगहीन (क्यूप्रस मेटाबोरेट)

$Cu(BO_2)_2 + C \rightarrow Cu + B_2O_3 + CO\uparrow$

लाल अपारदर्शक

(ii) **आयरन**

(A) **ऑक्सीकारक ज्वाला में**

$Fe_2O_3 + 3\ B_2O_3 \rightarrow 3\ Fe\ (BO_2)_3$

फैरिक ऑक्साइड — फैरिक मेटाबोरेट (पीला)

(B) **अपचायक ज्वाला में**

$3\ Fe\ (BO_2)_3 + C \rightarrow 2\ Fe(BO_2)_2 + B_2O_3 + CO_2\uparrow$

फैरिक मेटाबोरेट (हरा)

(iii) **क्रोमियम**

(A) ऑक्सीकारक ज्वाला में

$Cr_2O_3 + 3\ B_2O_3 \rightarrow 2\ Cr\ (BO_2)_3$

क्रोमियम मेटाबोरेट (हरा)

(B) **अपचायक ज्वाला में**

अपचायक ज्वाला में क्रोमियम लवण में कोई परिवर्तन न होने के कारण क्रोमिक मेटाबोरेट का हरा रंग कार्बन युक्त ज्वाला में दिखाई देता है।

(iv) **मैग्नीज**

(A) **ऑक्सीकारक ज्वाला में**

$Mn_2O_3 + 3\ B_2O_3 \rightarrow 2\ Mn(BO_2)_3$

मैंगनिक मेटा बोरेट (हल्का गुलाबी या बैंगनी)

(B) **अपचायक ज्वाला में**

$2\ Mn\ (BO_2)_3 + C \rightarrow 2\ Mn(BO_2)_2 + B_2O_3 + CO\uparrow$

मैग्नस मेटाबोरेट (रंगहीन)

(v) **कोबाल्ट**

(A) **ऑक्सीकारक ज्वाला में**

$CoO + B_2O_3 \rightarrow Co(BO_2)_2$ कोबाल्ट मेटाबोरेट (नीला)

(B) **अपचायक ज्वाला में**

अपचायक ज्वाला में कोई परिवर्तन नहीं होने के कारण कोबाल्टिक मेटाबोरेट का नीला रंग ही दृष्टिगोचर होता है।

(vi) **निकल**

(A) **ऑक्सीकारक ज्वाला में**

$NiO \rightarrow Ni(BO_2)_2$ निकल मेटाबोरेट (भूरा)

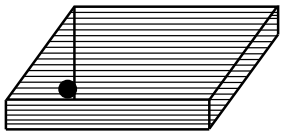
(B) **अपचायक ज्वाला में**

$Ni(BO_2)_2 + C \rightarrow Ni + B_2O_3 + CO\uparrow$

(हल्का स्लेटी)

5. चारकोल कैविटी परीक्षण (Charcoal Cavity Test)

कुछ धातुओं के यौगिक चारकोल या गलन मिश्रण के साथ अपचायक ज्वाला में गर्म करने पर ऑक्साइड या धातु में परिवर्तित हो जाते है। जिसके फलस्वरूप चारकोल पर पपड़ी या छोटा मनका या अवशेष बचा रह जाता है। जिसके रंग / गंध के आधार पर भास्मिक मूलक की उपस्थिति का अनुमान लगाया जाता है।



(i) चारकोल कैविटी

(i) फूँकनी (Blow pipe)

(iii) चारकोल कैविटी परीक्षण

चित्र संख्या : 2.2

परीक्षण की विधि :

इस हेतु एक भाग मिश्रण + दो भाग Na_2CO_3 या गलन मिश्रण ($Na_2CO_3 + KNO_3$) को लेकर चारकोल केविटी में डाला जाता है, दो तीन बूंद जल की मिलाएं तत्पश्चात् फूंकनी (Blow pipe) की सहायता से ज्वाला पर इस प्रकार फूंक मारते हैं कि अपचायक ज्वाला ही केविटी में रखे मिश्रण को गर्म कर सके। मिश्रण के अपचायक ज्वाला में गर्म करने के पश्चात् चारकोल पर पपड़ी मनका जम जाती है, जिसके आधार पर भास्मिक मूलक का अनुमान निम्न परिवर्तन के आधार पर लगाया जा सकता है।

चारकोल कैविटी का परीक्षण

	चारकोल पर परिवर्तन	संभावित भास्मिक मूलक
(i)	चारकोल पर श्वेत भंगुर मनका जम जाती है।	Sb^{3+}
(ii)	चारकोल पर लाल मनका या लाल पपड़ी जम जाती है।	Cu^{2+}
(iii)	चारकोल पर पीली या भूरी पपड़ी जम जाती है।	Bi^{3+}
(iv)	चारकोल पर नर्म गोली जमा हो जाती है, जो कागज पर निशान छोड़ती है।	Pb^{2+}
(v)	चारकोल पर गहरे हरे रंग का पदार्थ शेष रह जाता है।	Cr^{3+}
(vi)	चारकोल पर श्वेत अवक्षेप रह जाता है, जो गर्म करने पर चमकता है।	Ba^{2+}, Sr^{2+}, Ca^{2+}, Zn^{2+}, Mg^{2+}, Al^{3+}
(vii)	चारकोल पर काला अवक्षेप बचा रह जाता है।	Fe^{3+}, Co^{3+}, Ni^{2+}, Mn^{2+}
(viii)	चारकोल पर अवशेष बचा रह जाता है, जिसमें से लहसुन जैसी तीव्र गंध आती है।	As^{3+}

चारकोल केविटी परीक्षण में होने वाली रासायनिक अभिक्रियाएँ :

कुछ पदार्थ सोडियम कार्बोनेट या गलन मिश्रण ($Na_2CO_3 + KNO_3$) के साथ गर्म करने पर कार्बोनेट बनाते है, जो उच्च ताप पर ऑक्साइड में परिवर्तित हो जाते है। ये ऑक्साइड अपचायक ज्वाला के कार्बन द्वारा अपचयित होकर धातु देते है।

उदाहरण :

$$MgSO_4 + Na_2CO_3 \rightarrow MgCO_3 + Na_2SO_4$$
$$MgCO_3 \rightarrow MgO + CO_2$$
$$MgO + C \rightarrow Mg \text{ (श्वेत अवक्षेप जमता है)} + CO$$

इसी प्रकार

(ii) $ZnSO_4 + Na_2CO_3 \rightarrow ZnCO_3 + Na_2SO_4$

$ZnCO_3 \rightarrow ZnO + CO_2$

$ZnO + C \rightarrow Zn$ (श्वेत अवक्षेप के रूप में जमता है) + CO

(iii) $CuSO_4 + Na_2CO_3 \rightarrow CuCO_3 + Na_2SO_4$

$CuCO_3 \rightarrow CuO + CO_2$

$CuO + C \rightarrow Cu$ (लाल पपड़ी या लाल मनका जमती है) + CO

6. गलन परीक्षण (Fusion Test)

गलन परीक्षण केवल रंगीन लवणों के मिश्रण के लिए ही करते है तथा यह परीक्षण केवल क्रोमियम और मैग्नीज की उपस्थिति का पता लगाने के लिए ही किया जाता है।

गलन मिश्रण :– ठोस Na_2CO_3 तथा ठोस KNO_3 के मिश्रण को गलन मिश्रण कहा जाता है।

गलन परीक्षण की विधि :

इस परीक्षण के लिए शुष्क पार्सिलीन की प्याली में लगभग 0.5 ग्राम मिश्रण तथा लगभग एक ग्राम गलन मिश्रण ($Na_2CO_3 + KNO_3$) लेकर काफी देर तक गर्म किया जाता है। रासायनिक अभिक्रिया के फलस्वरूप आरम्भ में सम्पूर्ण मिश्रण गल जाता है तथा अधिक देर तक गर्म करने पर प्याली का मिश्रण शुष्क होता जाता है तथा रंगीन अवक्षेप बचा रह जाता है, अवशेषों के रंग के आधार पर Cr^{3+} या Mn^{2+} का अनुमान लगाया जा सकता है।

(i) यदि अवशेष का रंग पीला हो तो लवण में संभावित धनायन Cr^{3+} होगा।

(ii) यदि अवशेष का रंग हरा या नीला हो तो लवण में Mn^{+2} होगा।

(iii) यदि अवशेष का रंग हरा पीला हो तो लवण में Cr^{3+} या Mn^{2+} दोनों हो सकते है।

गलन परीक्षण की रासायनिक अभिक्रियाएँ :

क्रोमियम व मैग्नीज के लवण गलन मिश्रण के साथ निम्न रासायनिक अभिक्रियाएँ देते है–

(i) क्रोमियम लवण की गलन मिश्रण से क्रिया :

$$Cr_2(SO_4)_3 + 5\,Na_2CO_3 + 3\,KNO_3 \rightarrow \underset{\text{सोडियम क्रोमेट (पीला अवक्षेप)}}{2\,Na_2CrO_4} + 3\,KNO_2 + 3\,Na_2SO_4 + 5\,CO_2$$

(गलन मिश्रण)

(ii) मैग्नीज लवण की गलन मिश्रण के साथ अभिक्रिया :

$$MnSO_4 + 2\,Na_2CO_3 + 2\,KNO_3 \rightarrow \underset{\text{सोडियम मैग्नेट (हरा अवशेष)}}{Na_2MnO_4} + 2\,KNO_2 + Na_2SO_4 + 2\,CO_2$$

(गलन मिश्रण)

7. कोबाल्ट नाइट्रेट राख परीक्षण (Cobalt Nitrate Filter Ash Test)

इस परीक्षण द्वारा Zn^{2+}, Al^{+3}, Mg^{+2}, Sn^{2+} मूलकों की पुष्टि की जाती है।

सिद्धान्त : कोबाल्ट नाइट्रेट अधिक गर्म करने पर कोबाल्ट ऑक्साइड में विघटित हो जाता है। जो जिंक, ऐल्यूमिनियम, मेग्नीशियम तथा टिन के साथ संयुक्त होकर क्रमशः हरा, नीला, गुलाबी तथा गंदा नीला अवशेष बनाता है।

कोबाल्ट नाइट्रेट राख परीक्षण की विधि :

फिल्टर पत्र पर थोड़ी मात्रा में मिश्रण लेकर उस पर कोबाल्ट नाइट्रेट की 2–4 बूँद डालकर फिल्टर पत्र को ज्वाला में ले जाकर धीरे–धीरे सुखाते है अथवा मिश्रण को कोबाल्ट नाइट्रेट विलयन में मिलाकर इस विलयन में फिल्टर पत्र को डुबोकर फिल्टर पत्र को ज्वाला में ले जाकर धीरे–धीरे सुखाते है तथा सूखे कागज को जलाकर फिल्टर पत्र की राख के रंग के आधार पर निम्न सारणी के अनुसार भास्मिक मूलक का अनुमान लगाते है–

	फिल्टर पत्र की राख का रंग	संभावित धनायन
1.	हरा	Zn^{2+}
2.	नीला	Al^{3+}
3.	गुलाबी	Mg^{2+}
4.	गन्दा नीला	Sn^{2+} या Sn^{4+}

नोट :

(1) कोबाल्ट नाइट्रेट विलयन की मात्रा अधिक नहीं डालना चाहिए अन्यथा काले रंग का कोबाल्ट ऑक्साइड (Co_3O_4) बन जायेगा जिससे दूसरे रंग दिखाई नहीं देंगे।

(2) कोबाल्ट नाइट्रेट विलयन डालने के पश्चात् अत्यधिक गर्म करना चाहिए।

आर्द्र परीक्षण (Wet Test)

(1) शून्य समूह का विश्लेषण (Analysis of Zero Group Radicals)

शून्य समूह के धनायन : NH_4^+, K^+, Na^+

अमोनियम (NH_4^+) का परीक्षण

क्र.सं.	प्रयोग	प्रेक्षण	निष्कर्ष
1.	**प्रारम्भिक परीक्षण** लवण में NaOH डालकर गर्म करते है।	अमोनिया की गंध आती है। (NH_3)	अमोनियम (NH_4^+) हो सकता है।
	निश्चयात्मक परीक्षण		
2.	उक्त परखनली के मुंह पर सान्द्र HCl से भीगी छड ले जाने पर	NH_4Cl के श्वेत धूम्र प्राप्त होते है।	अमोनियम (NH_4^+) निश्चित है।
3.	उक्त परखनली के मुंह पर मरक्यूरस नाइट्रेट से भीगा फिल्टर पत्र ले जाने पर	फिल्टर पत्र काला हो जाता है।	अमोनियम (NH_4^+) निश्चित है।
4.	उक्त परखनली के सिरे पर नैसलर अभिकर्मक (K_2HgI_4) से भीगा फिल्टर पत्र ले जाने पर	फिल्टर पत्र लाल भूरा हो जाता है।	अमोनियम (NH_4^+) निश्चित है।
5.	उक्त परखनली के मुंह पर $CuSO_4$ से भीगा फिल्टर पत्र ले जाने पर	फिल्टर पत्र गहरा नीला हो जाता है।	अमोनियम (NH_4^+) निश्चित है।

अमोनियम के परीक्षण में होने वाली रासायनिक अभिक्रियाएं

(1) $NH_4Cl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O + NH_3\uparrow$

(2) $NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl$ (श्वेत धूम्र)

(3) $Hg(NO_3)_2 + 2NH_3 \rightarrow Hg(NH_2)NO_3 + NH_4NO_3$ (मरक्यूरिक अमोनियम नाइट्रेट (काला रंग)

(4) $2K_2(HgI_4) + NH_3 + 3KOH \rightarrow NH_2HgOHgI + 7KI + 2H_2O$ (मिलन बेस का आयोडाइड (लाल भूरा अवक्षेप)

(5) $CuSO_4 + 4NH_3 \rightarrow [Cu(NH_3)_4 SO_4]$ (टेट्राएम्मीन कॉपर II सल्फेट (गहरा नीला रंग)

(2) प्रथम समूह का विश्लेषण

प्रथम समूह के सदस्य : Pb^{2+} (लेड), Ag^+ (सिल्वर), Hg_2^{2+} (मरक्यूरस)

समूह अभिकर्मक : तनु HCl

प्रक्रम : एक स्वच्छ परखनली में लवण का जलीय विलयन या मूल विलयन लेकर उसमें थोडा सा तनु HCl डाले । यदि श्वेत अवक्षेप आये तो I समूह उपस्थित है अर्थात Pb^{2+}, Hg_2^{2+}, Ag^+ हो सकते है। अवक्षेप को छान लेते है।

श्वेत अवक्षेप को आसुत जल के साथ उबालते है

(A) यदि श्वेत अवक्षेप विलेय हो जाता है तो Pb^{2+} हो सकता है । अब विलयन के चार भाग करते है।

(i) प्रथम भाग को ठण्डा करने पर $PbCl_2$ के क्रिस्टल बैठ जाते है जो गर्म करने पर पुनः घुल जाते है
→ Pb^{2+} निश्चित

(ii) द्वितीय भाग + K_2CrO_4 मिलाने पर पीला अवक्षेप आता है
→ Pb^{2+} निश्चित

(iii) तृतीय भाग + C_2H_5OH + तनु H_2SO_4
→ श्वेत अवक्षेप आता है।
→ Pb^{2+} निश्चित

(iv) चतुर्थ भाग + KI मिलाने पर
→ पीला अवक्षेप आता है।
→ Pb^{2+} निश्चित

B. यदि श्वेत अवक्षेप अविलेय हो तो Pb^{2+} अनुपस्थित होगा । अब श्वेत अवक्षेप में NH_4OH अधिक मात्रा में डालते है।

(i) यदि श्वेत अवक्षेप अविलेय या काला अवक्षेप आता है
→ Hg_2^{2+} हो सकता है।

(ii) उक्त अवक्षेप को अम्लराज में घोलते है तथा विलयन के तीन भाग करते है।

(a) प्रथम भाग + $SnCl_2$ विलयन → स्लेटी अवक्षेप आता है
→ Hg_2^{2+} निश्चित है।

(b) द्वितीय भाग + KI विलयन → लाल नांरगी अवक्षेप
→ Hg_2^{2+} निश्चित है।

(c) तृतीय भाग + Cu छीलन → परखनली पर श्वेत परत जम जाती है → Hg_2^{2+} निश्चित है।

यदि श्वेत अवक्षेप विलेय हो जाता है
→ Ag^+ हो सकता है। उक्त विलयन के दो भाग करते है।

(i) प्रथम भाग + तनु HNO_3 → श्वेत अवक्षेप आता है → Ag^+ निश्चित है।

(ii) द्वितीय भाग + KI विलयन → पीला अवक्षेप आता है → Ag^+ निश्चत है।

प्रथम समूह के मूलको के परीक्षण में होने वाली रासायनिक अभिक्रियाएं

1. लेड (Pb^{2+}) के परीक्षण में होने वाली अभिक्रियाएं

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

(ii) $PbCl_2 + H_2SO_4 \rightarrow PbSO_4 + 2\ HCl$
श्वेत अवक्षेप

(iii) $PbCl_2 + 2KI \rightarrow PbI_2 + 2\ KCl$
पीला अवक्षेप

(iv) $PbCl_2 + K_2CrO_4 \rightarrow PbCrO_4 \downarrow + 2\ KCl$
लेड क्रोमेट
(पीला अवक्षेप)

$PbCrO_4 + 4\ NaOH \rightarrow Na_2PbO_2 + Na_2CrO_4 + 2H_2O$

2. मरक्यूरस (Hg_2^{2+}) के परीक्षण में होने वाली अभिक्रियाएं

(i) $Hg_2(NO_3)_2 + 2\ HCl \rightarrow Hg_2Cl_2 + 2\ HNO_3$
श्वेत अवक्षेप

(ii) $Hg_2Cl_2 + 2\ NH_4OH \rightarrow Hg(NH_2)\ Cl + Hg + NH_4Cl + 2\ H_2O$
मरक्यूरस क्लोराइड एमीनो मरक्यूरिक
क्लोराइड (काला अवक्षेप)

(iii) $2\ HCl + HNO_3 \rightarrow NOCl + 2\ Cl + 2\ H_2O$
$2\ Hg\ (NH_2)\ Cl + 6\ Cl \rightarrow 2\ HgCl_2 + 4\ HCl + N_2$
$Hg + 2\ Cl \rightarrow HgCl_2$

(iv) $2\ HgCl_2 + SnCl_2 \rightarrow HgCl_2 + SnCl_4$
$Hg_2Cl_2 + SnCl_2 \rightarrow 2\ Hg + SnCl_4$
काला अवक्षेप

(v) $HgCl_2 + 2\ KI \rightarrow HgI_2 + 2\ HCl$
लाल नारंगी अवक्षेप

(vi) $HgCl_2 + Cu \rightarrow Hg + CuCl_2$

3. सिल्वर (Ag^{+}) के परिक्षण में होने वाली अभिकियाए –

(i) $AgNO_3 + HCl \rightarrow AgCl \downarrow + HNO_3$
वेत अवक्षेप

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

(iii) $[Ag(NH)_3]_2Cl + 2\ HNO_3 \rightarrow AgCl + 2\ NH_4NO_3$
श्वेत अवक्षेप

(iv) $[Ag(NH)_3]_2\ Cl + KI \rightarrow AgI + 2\ NH_3 + KCI$
पीला अवक्षेप

द्वितीय समूह के मूलको का विश्लेषण :

द्वितीय समूह के सदस्य : द्वितीय समूह के मूलको को दो उपवर्गो II A तथा II B में विभाजित किया गया हो ।

→ II-A समूह के सदस्य : Hg^{2+} (मरक्यूरिक), Pb^{2+} (लेड) , Bi^{3+} (बिस्मथ), Cu^{2+} (कॉपर), Cd^{2+} (कैडमियम)

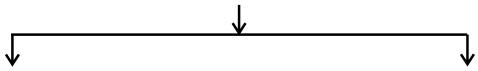
→ II-B समूह के सदस्य : As^{3+} (आर्सेनिक), Sb^{2+} (एन्टीमनी), Sn^{2+} या Sn^{4+} (टिन)

→ समूह अभिकर्मक : तनु HCl की उपस्थित में H_2S गैस

→ प्रक्रम : प्रथम समूह से प्राप्त छनित में कम मात्रा में मंद गति से H_2S गैस प्रवाहित कीजिए । यदि काला , पीला, नारंगी या भूरा अवक्षेप आये तो II समूह के मूलक उपस्थित होंगें। अवक्षेप को फिल्टर पत्र द्वारा छानकर निश्चयातमक परीक्षण करे जबकि छनित को अगले समूह के मूलको के परीक्षण के लिए रखें ।

(i) काला अवक्षेप आये → $Hg^{2+}, Bi^{3+}, Pb^{2+}, Cu^{2+}$
(ii) पीला अवक्षेप आये → Cd^{2+}, As^{3+}
(iii) नारंगी अवक्षेप आये → Sb^{3+}
(iv) भूरा अवक्षेप आये → Sn^{2+}, Sn^{4+}

→ II समूह के अवक्षेप को गर्म पानी से धोए तथा धोवन को फेंक दे तथा इस अवक्षेप में 1–2 mL पीला आमोनियम सल्फाइड मिलाकर गर्म करने पर



(a) यदि अवक्षेप अविलेय रहता है तो II A समूह उपस्थित होगा।

(b) यदि अवक्षेप विलय हो जाता है तो II-B समूह उपस्थित है।

II-A समूह के मूलको का विश्लेषण :

उक्त अवक्षेप को पीले अमोनियम सल्फाइड में घोलने पर यदि अवक्षेप अविलेय रहता है तो II-A समूह उपस्थित होगा । इस अवक्षेप को छानकर 50 प्रतिशत सान्द्र HNO_3 में उबालते है।

(a) यदि पीला अवक्षेप विलेय है Cd^{2+} हो सकता है। उक्त विलयन के दो भाग करते है।

(i) प्रथम भाग में NH_4OH डालकर H_2S गैस प्रवाहित करते है। पीला अवक्षेप आता है। Cd^{2+} उपस्थित है।

(ii) द्वितीय भाग को सान्द्र HCl डालकर उबालते है विलयन को तनु करते है फिर इसे HN_4OH से क्षारीय करके H_2S गैस प्रवाहित करते है पीला अवक्षेप आता है Cd^{2+} निश्चित है।

(b) यदि काला अवक्षेप अविलेय हो Hg^{2+} हो सकता है। काले अवक्षेप को अम्ल राज में घोलते है तथा विलयन के तीन भाग करते है।

(i) प्रथम भाग + KI विलयन → गहरा लाल अवक्षेप आता है → Hg^{2+} निश्चित है।

(ii) द्वितीय भाग +$SnCl_2$ विलयन → स्लेटी अवक्षेप आता है। Hg^{2+} हो सकता है।

(iii) तृतीय भाग + तांबे की छीलन → पारे की श्वेत परत जम जाती है। Hg^{2+} निश्चित है ।

(c) यदि काला अवक्षेप विलेय हो तो Pb^{2+}, Cu^{2+}, Bi^{3+} हो सकता है उक्त विलयन के दो भाग करते है।

I भाग + तनु H_2SO_4 + C_2H_5OH

(i) श्वेत अवक्षेप आता है → Pb^{2+} हो सकता है।

(ii) II भाग + KI विलयन → पीला अवक्षेप आता है। Pb^{2+} निश्चित है।

(i) अवक्षेप नहीं आता है। → Cu^{2+}, Bi^{3+} हो सकता है।

(ii) दूसरे भाग में NH_4OH आधिक्य में मिलाकर गर्म करते है।

(i) श्वेत अवक्षेप आता है → Bi^{3+} हो सकता है।

(ii) अवक्षेप को छानकर सान्द्र HNO_3 में घोलकर दो भाग करते है।

(a) प्रथम भाग + सोडियम स्टेनाइट विलयन डालने पर → काला अवक्षेप आता है। Bi^{3+} निश्चित है।

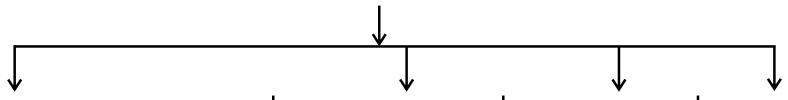
(b) द्वितीय भाग में आधिक्य में आसुत जल मिलाने पर → श्वेत अवक्षेप आता है → Bi^{3+} निश्चित है।

(i) यदि विलयन का रंग नीला हो जाता है → Cu^{2+} हो सकता है।

(ii) उक्त विलयन में CH_3COOH + $K_4[Fe(CN)_6]$ मिलाने पर → चॉकलेटी अवक्षेप आता है → Cu^{2+} निश्चित है।

II- B समूह के मूलको का विश्लेषण

यदि II समूह का अवक्षेप पीले अमोनियम सल्फाइड में विलेय है तो II- B समूह उपस्थित होगा। उक्त विलयन में तनु HCl मिलाकर गर्म करते है तो पीला / काला / नांरगी अवक्षेप आता है। इस अवक्षेप को गर्म आसुत जल से धोकर इसमें सान्द्र HCl मिलाकर गर्म करते है।



यदि पीला अवक्षेप अविलेय रहता है → As^{3+} हो सकता है। उक्त पीले अवक्षेप को सान्द्र HNO_3 में घोलकर विलयन के तीन भाग करते है। (i) प्रथम भाग + अमोनियम मॉलिब्डेट डालकर गर्म करते है तो पीला अवक्षेप आता है → As^{3+} निश्चित है। (ii) द्वितीय भाग + सान्द्र HNO_3 + ठोस NH_4Cl तब तक डालते है जब तक की NH_3 की गंध न आ जाए → श्वेत अवक्षेप आता है → As^{3+} निश्चित है। (iii) तृतीय भाग + $(NH_4)_2CO_3$ → पीला अवक्षेप आता है → As^{3+} निश्चित है।	यदि पीला अवक्षेप विलेय हो जाता है तो Sn^{+4} हो सकता है। (i) उक्त विलयन + Fe चूर्ण + $HgCl_2$ विलयन → स्लेटी अवक्षेप आता है → Sn^{4+} निश्चित है।	यदि काला अवक्षेप विलेय हो जाता है तो → Sb^{2+} हो सकता है। (i) उक्त विलयन + Fe चूर्ण + $HgCl_2$ विलयन → स्लेटी अवक्षेप आता है → Sn^{2+} निश्चित है।	यदि नारंगी अवक्षेप घुल जाता है Sb^{3+} हो सकता है। (i) उक्त विलयन + H_2S गैस प्रवाहित करने पर नारंगी अवक्षेप आता है → Sb^{3+} निश्चित है। (ii) उक्त विलयन में जल आधिक्य में मिलाने पर श्वेत अवक्षेप आता है → Sb^{3+} निश्चित है।

II-A समूह के मूलको के परीक्षण में होने वाली अभिक्रियाएं :

(1) मरक्यूरिक (Hg^{2+})

(i) $HgCl_2 + H_2S \rightarrow HgS \downarrow + 2HCl$
(काला अवक्षेप)

(ii) $3\,HgS + 2\,HNO_3 + 6\,HCl \rightarrow 3\,HgCl_2 + 2\,NO + 3\,S + 4\,H_2O$

(iii) $2\,HgCl_2 + SnCl_2 \rightarrow Hg_2Cl_2 + Sn\,Cl_2$
$Hg_2Cl_2 + SnCl_2 \rightarrow 2\,Hg + Sn\,Cl_4$
(धूसर काला)

(iv) $HgCl_2 + 2\,KI \rightarrow HgI_2 + 2\,KCl$
(लाल नारंगी अवक्षेप)
$HgI_2 + 2\,KI \rightarrow K_2\,[HgI_4]$
(विलेय)

(v) $HgCl_2 + Cu \rightarrow Hg + CuCl_2$

(2) लेड (Pb^{2+})

(i) $PbCl_2 + H_2S \rightarrow PbS + 2\,HCl$

(ii) $3PbS + 8\,HNO_3 \rightarrow 3Pb(NO_3)_2 + 2\,NO + 3S + 4\,H_2O$

$Pb(NO_3)_2 + H_2SO_4 \rightarrow PbSO_4 \downarrow + 2\,HNO_3$

(श्वेत अवक्षेप)

(iii) $PbSO_4 + 2\,CH_3COONH_4 \rightarrow (CH_3COO)_2Pb + (NH_4)_2\,SO_4$

$(CH_3COO)_2\,Pb + K_2CrO_4 \rightarrow PbCrO_4 \downarrow + 2\,CH_3COOK$

(पीला अवक्षेप)

(iv) $(CH_3COO)_2Pb + 2\,KI \rightarrow PbI_2 \downarrow + 2\,CH_3COOK$

(पीला अवक्षेप)

(3) बिस्मथ (Bi^{3+})

(i) $2\,BiCl_3 + 3\,H_2S \rightarrow Bi_2S_3 \downarrow + 6\,HCl$

(ii) $Bi_2S_3 + 8\,HNO_3 \rightarrow 2\,Bi(NO_3)_2 + 2\,NO + 3S + 4\,H_2O$

$2\,Bi(NO_3)_2 + 3\,H_2SO_4 \rightarrow Bi_2(SO_4)_3 + 6\,HNO_3$

$Bi_2(SO_4)_3 + 6\,NH_4OH \rightarrow 2\,Bi(OH)_3 + 3\,(NH_4)_2\,SO_4$

(श्वेत अवक्षेप)

(iii) $Bi(OH)_3 + 3\,HCl \rightarrow BiCl_3 + 3\,H_2O$

$BiCl_3 + H_2O \rightarrow BiOCl \downarrow + 2\,HCl$

(श्वेत अवक्षेप)

(iv) $2\,BiCl_3 + 3\,Na_2SnO_2 + 6\,NaOH \rightarrow 2\,Bi + 3\,Na_2SnO_3 + 6\,NaCl + 3\,H_2O$

(4) कॉपर (Cu^{2+})

(i) $CuCl_2 + H_2S \rightarrow CuS \downarrow + 2\,HCl$

(काला अवक्षेप)

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

$Cu(NO_3)_2 + H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + 2\,HNO_3$

$CuSO_4 + 4\,NH_4OH \rightarrow [Cu(NH_3)_4]SO_4 + 4\,H_2O$

ट्रेटा एम्मीन कॉपर (II) सल्फेट

(नीला रंग)

(iii) $[Cu(NH_3)_4]\,SO_4 + 4\,CH_3COOH \rightarrow CuSO_4 + 4\,CH_3COONH_4$

(iv) $2\,CuSO_4 + K_4\,[Fe(CN)_6] \rightarrow Cu_2[Fe(CN)_6] + K_2SO_4$

पोटेशियम फेरो साइनाइड क्यूप्रिक फेरो सायनाइड

(चॉकलेटी अवक्षेप)

(5) केडमियम (Cd^{2+})

(i) $CdCl_2 + H_2S \rightarrow CdS \downarrow + 2\,HCl$

(पीला अवक्षेप)

(ii) $2\ CdS + 8\ HNO_3 + 3Cd\ (NO_3)_2 + 2\ NO + 3S + 4\ H_2O$

$Cd(NO)_3)_2 + H_2\ SO_4 \rightarrow CdSO_4 + 2\ HNO_3$

$CdSO_4 + 4\ NH_4OH \rightarrow [Cd\ (NH_3)_4]\ SO_4 + 4\ H_2O$

(iii) $[Cd(NH_3)_4]\ SO_4 + H_2S \rightarrow CdS \downarrow + (NH_3)_2\ SO_4 + 2\ NH_3$

(पीला अवक्षेप)

II-B समूह के मूलकों के परीक्षण में होने वाली रासायनिक अभिक्रियाएं

(1) As^{5+} / As^{3+} (आर्सेनिक) के परीक्षण में होने वाली अभिक्रियाएँ

(i) $3\ As_2S_3 + 28\ HNO_3 + 4\ H_2O \rightarrow 6\ H_3\ AsO_4 + 9\ H_2SO_4 + 28\ NO$

$H_3AsO_4 + 12\ (NH_4)_2\ MoO_4 + 21\ HNO_3 \rightarrow (NH_4)_3\ AsO_4 + 12\ MoO_3$

अमोनियम मॉलिब्डेट पीला अवक्षेप

(अमोनियम आर्सीनेट मॉलिब्डेट)

$+ 12\ H_2O + 21\ NH_4NO_3$

(ii) $As_2S_5 + 3\ (NH_4)_2\ CO_3 \rightarrow (NH_4)_3\ AsS_4 + (NH_4)_3\ AsSO_3 + 3\ CO_2$

अमोनियम थायो आर्सीनेट अमोनियम ऑक्सी थायो आर्सीनेट

$2\ (NH_4)_3AsS_4 + 6\ HCl \rightarrow As_2S_5 \downarrow + 6\ NH_4Cl + 3\ H_2S$

पीला अवक्षेप

2. Sb^{3+} (एन्टीमनी) के परीक्षण में होने वाली अभिक्रियाएँ

(i) $(NH_4)_3\ SbS_4 + 6\ HCl \rightarrow Sb_2S_5 \downarrow + 6\ NH_4Cl + 3\ H_2S$

नारंगी अवक्षेप

(ii) $Sb_2S_5 + 6\ HCl \rightarrow 2\ SbCl_3 + 3\ H_2S + 2S$

(सान्द्र) (विलेय)

$SbCl_3 + H_2O \rightarrow SbOCl + 2\ HCl$

ऐन्टीमनी ऑक्सीक्लोराइड

श्वेत अवक्षेप

3. Sn^{2+} तथा Sn^{4+} के परीक्षण में होने वाली अभिक्रियाएँ

(i) $(NH_4)_2\ SnS_3 + 2\ HCl \rightarrow SnS_2 + NH_4Cl + H_2S$

तनु भूरा अवक्षेप

(ii) $SnS_2 + 4\ HCl \rightarrow SnCl_4 + 3\ H_2S$

सान्द्र

(iii) $SnCl_4 + Fe \rightarrow SnCl_2 + FeCl_2$

$SnCl_2 + 2\ HgCl_2 \rightarrow Hg_2Cl_2 \downarrow + SnCl_2$

श्वेत अवक्षेप

$SnCl_2 + Hg_2Cl_2 \rightarrow SnCl_4 + 2\ Hg\downarrow$

स्लेटी अवक्षेप

तृतीय समूह के मूलको का विश्लेषण :

तृतीय समूह के सदस्य – Al^{3+} (एल्युमिनियम), Cr^{3+} (क्रोमियम), Fe^{3+} (आयरन III या फेरिक)

समूह अभिकर्मक – ठोस NH_4Cl की उपस्थिति में NH_4OH आधिक्य में

प्रक्रम :– द्वितीय समूह के छनित्र को देर तक उबाल कर H_2S दूर करते है। H_2S पूर्णतः

निष्कासित हुई या नही यह पता लगाने के लिए परखनली के मुंह पर लेड एसीटेट $(CH_3COO)_2Pb$ से भीगा फिल्टर पत्र ले जाए यदि फिल्टर पत्र चमकीला काला नही होता तो H_2S निष्कासित हो चुकी है। यदि फिल्टर पत्र चमकीला काला होता है तो अभी विलयन में H_2S शेष है, अतः विलयन को पुनः गर्म करें ।

द्वितीय समूह से प्राप्त H_2S रहित छनित्र में, यदि मिश्रण रंगीन हो तो 5–7 बूंद सान्द्र HNO_3 को मिलाकर गर्म करें । अब इस विलयन में लगभग 1ग्राम ठोस NH_4Cl डाले तथा NH_4OH आधिक्य में डाले कि NH_3 की गंध आने लग जाए। यदि जिलेटिनी अवक्षेप (श्वेत, हरा या भूरा) आता है तो तृतीय समूह के क्षारीय मूलक उपस्थित होंगें। उक्त अवक्षेप को छानकर तनु HCl के साथ गर्म करते है । (छनित्र को अगले समूह के परीक्षण के लिए रखेंगें)

↓

↓	↓	↓
यदि भूरा अवक्षेप घुल जाता है तो Fe^{3+} हो सकता है। उक्त विलयन के दो भाग करते है। प्रथम भाग + पोटेशियम फेरो सायनाइड विलयन मिलाने पर गहरा नीला अवक्षेप आता है $\rightarrow Fe^{3+}$ निश्चित है। द्वितीय भाग + पोटेशियम थायो सायनेट विलयन मिलाने पर गहरा लाल अवक्षेप आता है $\rightarrow Fe^{3+}$ निश्चित है।	यदि श्वेत अवक्षेप विलेय हो जाता है। Al^{3+} हो सकता है। प्रथम भाग + ठोस NH_4Cl डालकर गर्म करते है तो श्वेत अवक्षेप आता है। द्वितीय भाग + NaOH डालने पर श्वेत अवक्षेप आता है तो NaOH के आधिक्य में विलेय हो जाता है। Al^{3+} निश्चित है।	यदि हरा अवक्षेप अविलेय हो तो $\rightarrow Cr^{3+}$ हो सकता है। हरे अवक्षेप को छानकर पोर्सलीन प्याली में लेकर गलन मिश्रण मिलाकर गर्म करते है। पीला अवक्षेप रहता है। उक्त पीले अवशेष को जल में विलेय कर ऐसीटिक अम्ल तथा लेड ऐसीटेट डालने पर पीला अवक्षेप प्राप्त होता है। Cr^{3+} निश्चित है।

तृतीय समूह के मूलको के परीक्षण में होने वाली अभिकियाएं :

(1) **आयरन (Fe^{3+})**

(i) $Fe(NO_3)_3 + 3\,NH_4OH \rightarrow Fe(OH)_3 + 3\,NH_4NO_3$
भूरा अवक्षेप

(ii) $Fe(OH)_3 + 3\,HCl \rightarrow FeCl_3 + 3\,H_2O$

(iii) $4\,FeCl_3 + 3\,K_4[Fe(CN)_6] \rightarrow Fe_4[Fe(CN)_6]_2 + 12\,KCl$
(पोटेशियम फैरोसायनाइड) (फैरी – फैरो साइनाइड)
(पर्सियन ब्लू रंग)

(iv) $FeCl_3 + 3\,KCNS \rightarrow Fe(CNS)_3 + 3KCl$
पोटेशियम थायो साइनेट फैरिक थायो साइनेट अवक्षेप (लाल रंग)

(2) **एल्युमिनियम (Al^{3+})**

(i) $AlCl_3 + 3\,NH_4OH \rightarrow Al(OH)_3 + 3\,NH_4Cl$
(श्वेत अवक्षेप)

(ii) $Al(OH)_3 + NaOH \rightarrow NaAlO_2 + 2\,H_2O$
(सोडियम मेटा एल्यूमिनेट)

(iii) $NaAlO_2 + NH_4Cl + H_2O \rightarrow Al(OH)_3 + NaCl + NH_3$
(श्वेत अवक्षेप)

(3) क्रोमियम – (Cr^{3+})

(i) $CrCl_3 + 3\,NH_4OH \rightarrow Cr(OH)_3 + 3\,NH_4Cl$
(हरा अवक्षेप)

(ii) $Cr_2(SO_4)_3 + 5\,Na_2CO_3 + 3\,KNO_3 \rightarrow 2\,Na_2CrO_4 + 3\,KNO_2 + 3\,Na_2SO_4 + 5\,CO_2$
गलन मिश्रण (सोडियम क्रोमेट)
पीला अवक्षेप

$Cr_2O_3 + 4\,NaOH + 13\,KNO_3 \rightarrow 2\,Na_2CrO_4 + 3\,KNO_2 + 2\,H_2O$
(पीला अवक्षेप)

$Na_2CrO_4 + (CH_3COO)_2Pb \xrightarrow{CH_3COOH} PbCrO_4 + 2\,CH_3COONa$
(पीला अवक्षेप)

चतुर्थ समूह के मूलकों का विश्लेषण :

चतुर्थ समूह के सदस्य – Zn^{2+} (जिंक), Mn^{2+} (मेगजीन), Ni^{2+} (निकल), Co^{2+} (कोबाल्ट)

समूह अभिकर्मक – क्षारीय माध्यम में H_2S गैस

प्रक्रम – तृतीय समूह से प्राप्त छनित में NH_4OH आधिक्य में मिलाकर हल्का गर्म करते है तथा H_2S गैस प्रवाहित करते है।

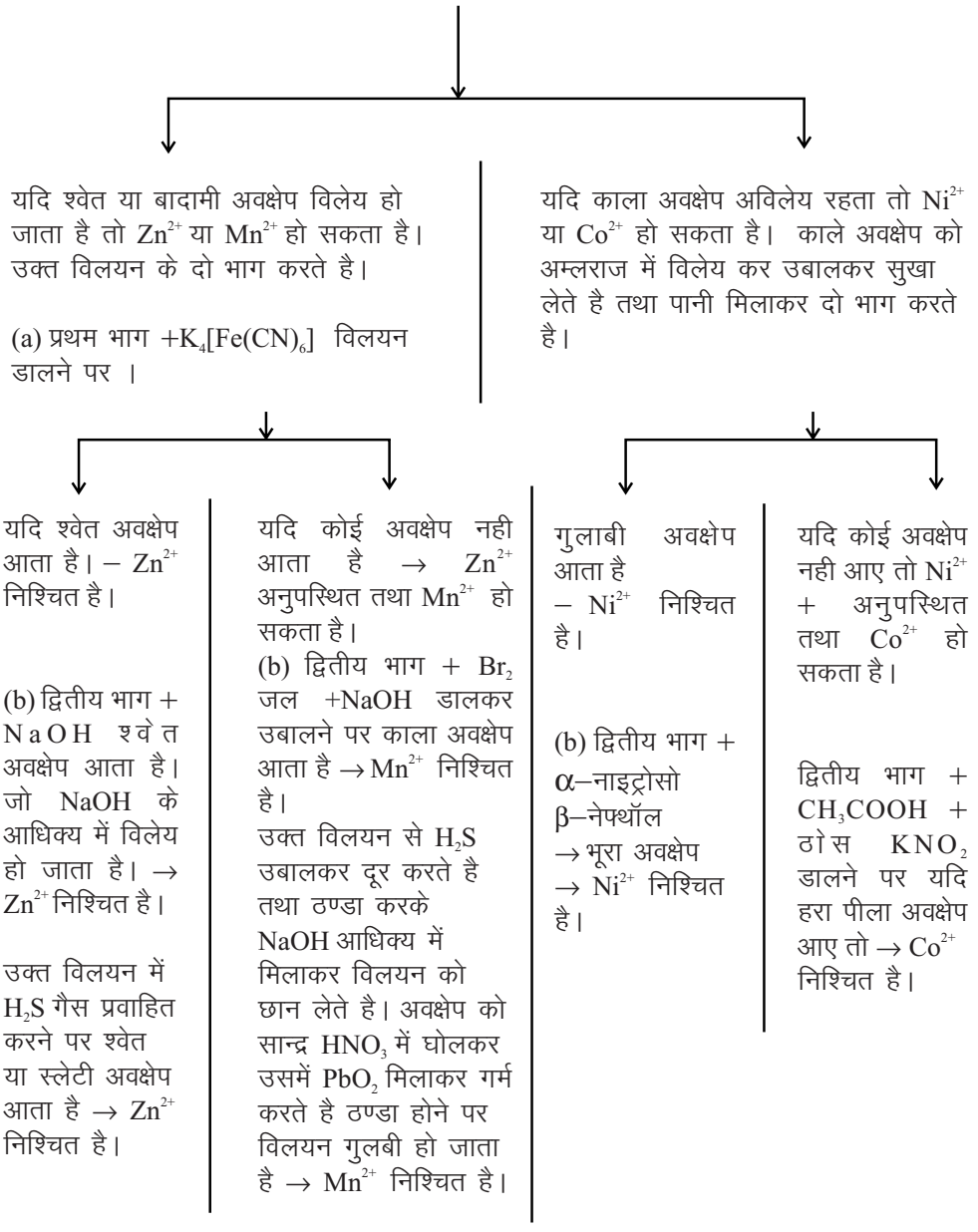
यदि श्वेत / बादामी / काला अवक्षेप आये तो IV समूह उपस्थित होगा ।

काला अवक्षेप – Co^{2+}, Ni^{2+}

श्वेत या स्लेटी अवक्षेप – Zn^{2+}

बादामी अवक्षेप – Mn^{2+}

→उक्त अवक्षेप को तनु HCl के साथ उबालते है।



चतुर्थ समूह के मूलको के परीक्षण में होने वाली अभिक्रियाएं –

(1) जिंक (Zn^{2+})

(i) $ZnCl_2 + H_2S \rightarrow ZnS + 2\,HCl$
(श्वेत अवक्षेप)

(ii) $ZnS + HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2S$
(विलेय)

(iii) $ZnCl_2 + 2NaOH \rightarrow Zn(OH)_2 + 2\,NaCl$
$Zn(OH)_2 + 2NaOH \rightarrow Na_2ZnO_2 + 2\,H_2O$
(सोडियम जिंकेट) विलेय
$Na_2ZnO_2 + H_2S \rightarrow ZnS\downarrow + 2\,NaOH$
श्वेत या धूसर अवक्षेप

(iv) $Na_2ZnO_2 + 4\,CH_3COOH \rightarrow Zn(CH_3COO)_2 + 2\,CH_3COONa + H_2O$
$Zn(CH_3COO)_2 + K_4[Fe(CN)_6] \rightarrow Zn_2[Fe(CN)_6]\downarrow + 4\,CH_3COOH$
(जिंक फेरोसाइनाइड) (श्वेत / धूसर अवक्षेप)

(2) मैंगनीज (Mn^{2+})

(i) $MnCl_2 + H_2S \rightarrow MnS\downarrow + 2\,HCl$
(बदामी अवक्षेप)

(ii) $MnS + 2\,HCl \rightarrow MnCl_2 + H_2S$

(iii) $MnCl_2 + 2\,NaOH \rightarrow Mn(OH)_2 + 2\,NaCl$
(भूरा अवक्षेप)

(iv) $2\,MnO_2 + 4\,HNO_3 \rightarrow 2\,Mn(NO_3)_2 + 2\,H_2O + O_2$
$2\,Mn(NO_3)_2 + 5\,PbO_2 + 6\,HNO_3 \rightarrow 2\,HMnO_4 + 5\,Pb(NO_3)_2 + 2\,H_2O$
परमेंगनिक अम्ल (गुलाबी रंग)

(3) निकल (Ni^{2+})

(i) $NiCl_2 + H_2S \rightarrow NiS + 2\,HCl$
(काला अवक्षेप)

(ii) $3\,NiS + 2\,HNO_3 + 6\,HCl \rightarrow 3\,NiCl_2 + 3S + 2\,NO + 4\,H_2O$
$NiCl_2 + 2\,NH_4OH + 2\,DMG \rightarrow Ni(DMG)_2 + 2\,NH_4Cl + 2\,H_2O$
(डाई मैथिल ग्लाइऑक्सीम)
निकल डाईमेथिल, ग्लाइऑस्मिेट (लाल गुलाबी रंग)

(4) कोबाल्ट (Co^{2+})

(I) $3\,CoS + (6\,HCl + 2\,HNO_3) \rightarrow 3\,CoCl_2 + 2\,NO\uparrow + 3\,S + 4H_2O$

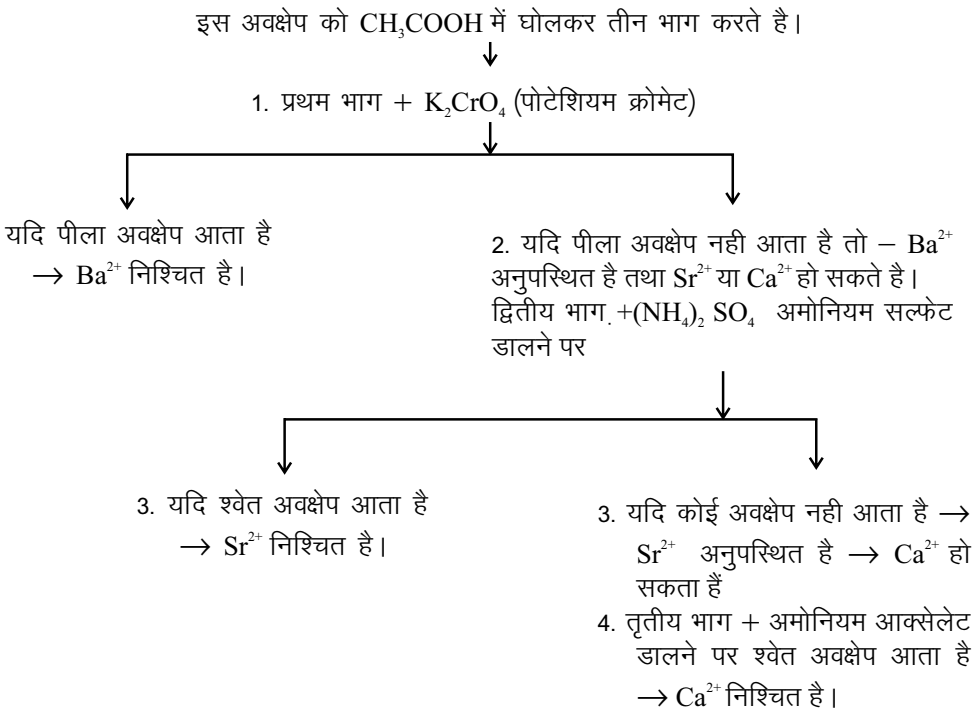
(ii) $CoCl_2 + 7\,KNO_2 + CH_3COOH \rightarrow K_3[CO(NO_2)_6]\downarrow + 2\,KCl + 2\,CH_3COOH + NO + H_2O$
पोटेशियम हेक्सानाइट्रिटो कोबाल्ट (II)
(पीला अवक्षेप)

पंचम समूह के मूलको का विश्लेषण :

V समूह के सदस्य : Ba^{2+} (बेरियम), Sr^{2+} (स्ट्रॉशियम), Ca^{2+} (केल्सियम)

समूह अभिकर्मक : NH_4Cl व NH_4OH की उपस्थिति में $(NH_4)_2CO_3$

प्रक्रम : चतुर्थ समूह से प्राप्त छनित को देर तक उबालकर H_2S को निष्कासित करते है। अब इसमें लगभग 1 ग्राम ठोस NH_4Cl तथा 5–6 बूंदे NH_4OH डाले तथा $(NH_4)_2CO_3$ विलयन तब तक डाले जब तक कि अवक्षेपण पूर्ण न हो जाए । यदि अवक्षेप आता है तो पंचम समूह उपस्थित होगा (Ba^{2+}, Sr^{2+} या Ca^{2+} हो सकता है।



नोट – इस समूह के धनायनो का परीक्षण Ba^{2+}, Sr^{2+}, Ca^{2+} इसी क्रम में करना चाहिए ।

V समूह के मूलको के परीक्षण में होने वाली अभिक्रियाएँ

1. बेरियम (Ba^{2+})

(i) $BaCl_2 + (NH_4)_2CO_3 \rightarrow BaCO_3 + 2NH_4Cl$

बेरियम कार्बोनेट (श्वेत अवक्षेप)

(ii) $BaCO_3 + 2CH_3COOH \rightarrow Ba(CH_3COO)_2 + H_2O + CO_2$

(बेरियम एसीटेट)

(iii) $Ba(CH_3COO)_2 + K_2CrO_4 \rightarrow BaCrO_4 + 2CH_3COOK$

बेरियम क्रोमेट

(पीला अवक्षेप)

2. स्ट्रोशियम (Sr^{2+})

(i) $SrCl_2 + (NH_4)_2CO_3 \rightarrow SrCO_3 + 2\,NH_4Cl$
श्वेत अवक्षेप
(स्ट्रांशियम कार्बोनेट)

(ii) $SrCO_3 + 2\,CH_3COOH \rightarrow Sr(CH_3COO)_2 + H_2O + CO_2$

(iii) $Sr(CH_3COO)_2 + (NH_4)_2SO_4 \rightarrow SrSO_4\downarrow + 2\,CH_3COONH_4$
अमोनियम सल्फेट — स्ट्रांशियम सल्फेट (श्वेत अवक्षेप)

3. केल्सियम (Ca^{2+})

(i) $CaCl_2 + (NH_4)_2CO_3 \rightarrow CaCO_3 + 2\,NH_4Cl$
केल्सियम कार्बोनेट
(श्वेत अवक्षेप)

(ii) $CaCO_3 + 2\,CH_3COOH \rightarrow Ca(CH_3COO)_2 + H_2O + CO_2$
केल्सियम ऐसीटेट

(iii) $Ca(CH_3COO)_2 + (NH_4)_2C_2O_4 \rightarrow CaC_2O_4 + 2\,CH_3COONH_4$
अमोनियम ऑक्सेलेट — कैल्सियम ऑक्सेलेट (श्वेत अवक्षेप)

षष्ठम् समूह के मूलको का विश्लेषण :

VI समूह के सदस्य – Mg^{2+} (मेग्नीशियम)
समूह अभिकर्मक – Na_2HPO_4 डाई सोडियम हाइड्रोजन फॉस्फेट
प्रक्रम – V समूह के छनित में NH_4OH मिलाकर डाई सोडियम हाइड्रोजन फॉस्फेट मिलाते है। यदि श्वेत अवक्षेप आता है तो VI समूह (Mg^{2+}) उपस्थित होगा ।
श्वेत अवक्षेप में तनु HCl मिलाने पर श्वेत अवक्षेप विलेय हो जाता है– Mg^{2+} निश्चित है।
उक्त विलयन + NaOH + टायटन येलो डालने पर लाल गुलाबी अवक्षेप प्राप्त होता है। Mg^{2+} निश्चित है।
कोबाल्ट नाइट्रेट परीक्षण करने पर – गुलाबी राख प्राप्त होती है।

VI समूह के मूलक Mg^{2+} के परीक्षण में होने वाली अभिक्रियाएं :

(i) $MgCl_2 + Na_2HPO_4 + NH_4OH \rightarrow Mg(NH_4)PO_4 + 2\,NaCl + H_2O$
मेग्नीशियम अमोनियम फॉस्फेट (श्वेत अवक्षेप)

(ii) $MgO + CoO \rightarrow MgCoO_2$
(लाल गुलाबी राख)

अध्याय–3

कार्बनिक यौगिक में प्रकार्यात्मक समूह का गुणात्मक विश्लेषण
Qualitative Analysis of Functional group in Organic Compound

कार्बनिक गुणात्मक विश्लेषण : परिचय

कार्बनिक यौगिक C, H, O के अतिरिक्त N, S, और Halogen तत्वो से भी मिलकर बने होते है। इस आधार पर कार्बनिक यौगिको को निम्नलिखित चार वर्गो में विभाजित किया गया है।

वर्ग – I : C, H, O से बने यौगिक
वर्ग – II : C, H, O के साथ N युक्त यौगिक
वर्ग – III : C, H, O से बने S से बने यौगिक
वर्ग – IV : C, H, O के साथ Halogen से बने यौगिक

चूँकि हमारे पाठ्यक्रम में Sulphar व Halogen युक्त यौगिक का परीक्षण नहीं है, अतः यहां केवल वर्ग I एंव II के यौगिको में उपस्थित प्रकार्यात्मक समूह का उल्लेख किया गया है।
नवीनतम पाठ्यक्रमानुसार आपको परीक्षा में एक कार्बनिक यौगिक दिया जाये जिसमें उपस्थित प्रकार्यात्मक समूह का क्रमबद्वपरीक्षण करना होगा ।

प्रकार्यात्मक समूह निम्नलिखित है –

1. कार्बोक्सिलिक – COOH
2. ऐल्कोहॉलिक – OH
3. फीनॉलिक Ar – OH
4. कार्बोनिल – (i) एल्डिहाइडिक – $\overset{\overset{\displaystyle H}{|}}{C}=O$
   (ii) कीटोनिक $>C=O$
5. कार्बोहाइड्रेट – $C_x(H_2O)_y$
6. ऐमीनो – $-NH_2$ Nitrogen युक्त क्रियात्मक समूह
7. ऐमाइड – $-\overset{\overset{\displaystyle O}{||}}{C}-NH_2$
8. नाइट्रो – NO_2
9. ऐस्टर – $-\overset{\overset{\displaystyle O}{||}}{C}-OR$
10. असंतृप्तता – $C=C, C\equiv C$

I. कार्बनिक यौगिक के लिए भौतिक गुणो का विश्लेषण :

नवीनतम् पाठ्यक्रमानुसार दिए गए कार्बनिक यौगिको में उपस्थित प्रकार्यात्मक समूह का विश्लेषण करने के लिए पहले यौगिक के निम्नलिखित भौतिक गुणो का परीक्षण करे

(i) भौतिक अवस्था
(ii) रंग
(iii) गंध
(iv) प्रकृति (अम्लीय, क्षारकीय, उदासीन या फीनोलिक)
(v) जल में विलेयता
(vi) ऐलिफेटिक / ऐरोमैटिक प्रकृति

कार्बनिक यौगिक में उपस्थित प्रकार्यात्मक समूह का परीक्षण करने से पहले उपरोक्त भौतिक गुणो का विश्लेषण करें । हमारे पाठ्यक्रम के अनुसार प्रकार्यात्मक समूहो के परीक्षण के लिए सामान्यतः निम्नलिखित कार्बनिक यौगिक दिये जाते है जिनके आधार पर कार्बनिक यौगिको के भौतिक गुणो का सामान्य विश्लेषण निम्नलिखित प्रकार किया गया है।

	क्रियात्मक समूह	**संभावित कार्बनिक यौगिक जो दिये जाते है**
(1)	– OH	Ethanol, Methanol
(2)	– COOH	Citric Acid, Tartaric Acid, Oxalic Acid, Acetic Acid
(3)	\\ C – OH /	Phenol, Resorsinol
(4)	– CHO	Acetaldehyde, Formaldehyde
(5)	\ C = O /	Acetone
(6)	Ar – NH_2	Aniline
(7)	– $CONH_2$	Acetamide, urea
(8)	– NO_2	Nitrobenzene
(9)	– COOR	Ethylethanoate
(10)	– C = C, C ≡ C	Oil

कार्बनिक यौगिक के प्रारम्भिक परीक्षण के अन्तर्गत कार्बनिक यौगिक की भौतिक अवस्था रंग, गंध, जल में विलेयता, प्रकृति , ऐरोमैटिक / ऐलिफैटिक (ज्वलन परीक्षण) को विश्लेषित किया जाता है।

(1) भौतिक अवस्था : इस पद में दिए गए कार्बनिक यौगिक की भौतिक अवस्था का पता लगाया जाता है अर्थात दिया गया यौगिक ठोस है अथवा द्रव ।

(2) रंग : इस पद में कार्बनिक यौगिक का रंग देखें। कार्बनिक यौगिको का रंग उनमें उपस्थित अवयवी तत्वो तथा सरचंना पर निर्भर करता है।

(3) गन्ध : कार्बनिक यौगिको की गन्ध तथा रासायनिक संघटन में कोई संबंध नही होता है । विभिन्न वर्गो के यौगिको की गन्ध एक समान भी हो सकती है जबकि कुछ यौगिक विशिष्ट गन्ध रखते है।

(4) विलेयता : कार्बनिक यौगिक जल में विलेय / अविलेय है, परीक्षण कर पता लगाए ।

(5) ज्वलन परीक्षण : इस पद में यह पता लगाया जाता है कि कार्बनिक यौगिक एलिफैटिक है अथवा एरोमैटिक निम्नलिखित प्रयोग द्वारा अनुमान लगाया जाता है।

प्रयोग	प्रेक्षण	निष्कर्ष
तांबे के तार को कार्बनिक यौगिक में डूबोकर / लगाकर ज्वाला में ले जाने पर या कॉच की छड को कार्बनिक यौगिक में डूबोकर / लगाकर ज्वाला में ले जाने पर	(i) कार्बनिक यौगिक धूम्र सहित पीली ज्वाला के साथ जलता है। (ii) यदि कार्बनिक यौगिक धूम्र रहित नीली ज्वाला के साथ जलता है।	(i) कार्बनिक यौगिक ऐरोमैटिक है। (ii) कार्बनिक यौगिक ऐलिफेटिक है।

(6) प्रकृति (लिटमस परीक्षण) : इस पद में लिटमस परीक्षण द्वारा कार्बनिक यौगिक की अम्लीय / क्षारकीय / उदासीन प्रकृति का पता लगाया जाता है।

प्रयोग	प्रेक्षण	निष्कर्ष
(i) कार्बनिक यौगिक में नीला लिटमस पत्र / विलयन ले जाने पर	नीला लिटमस पत्र / विलयन लाल हो जाता है।	कार्बनिक यौगिक अम्लीय या फीनॉलिक हो सकता है।
(ii) कार्बनिक यौगिक में लाल लिटमस पत्र ले जाने पर	लिटमस पत्र नीला हो जाता है।	कार्बनिक यौगिक क्षारकीय है।
(iii) कार्बनिक यौगिक + लिटमस पत्र (लाल/ नीला)	कोई क्रिया नही होती है।	कार्बनिक यौगिक उदासीन है।

नोट – यदि कार्बनिक यौगिक नीले लिटमस को लाल कर दे लेकिन $NaHCO_3$ के साथ बुदबुदाहट नही दे तो यौगिक की प्रकृति फीनॉलिक होगी ।

II. कार्बनिक गुणात्मक विश्लेषण : तत्व का परीक्षण

चूँकि कार्बनिक यौगिक कार्बन, हाइड्रोजन, ऑक्सीजन के अलावा, सल्फर , नाइट्रोजन, हैलोजन (क्लोरीन, ब्रोमीन, आयोडीन) आदि से भी बने होते है। नवीन पाठ्यक्रमानुसार सर्वप्रथम कार्बनिक यौगिक में उपस्थित तत्व '' नाइट्रोजन'' का परीक्षण करना होता है । अकार्बनिक और कार्बनिक यौगिक के परीक्षण में मूल भिन्नता यह है कि अकार्बनिक यौगिक जलीय विलयन में विघटित होकर आयन देते है जबकि कार्बनिक यौगिको में सहसयोंजक बन्ध उपस्थित होने के कारण इनमें आयनो का अभाव होता है । अतः कार्बनिक यौगिको में सहसंयोजक बन्ध उपस्थित होने के कारण इनमें आयनो का अभाव होता है । अतः कार्बनिक यौगिको का परीक्षण अकार्बनिक यौगिको के परीक्षण से भिन्न है । कार्बनिक यौगिक में उपस्थित तत्वो को सर्वप्रथम आयनीकृत होने वाले यौगिक में बदला जाता है । इसके लिए कार्बनिक यौगिक को सोडियम के साथ उच्च ताप पर गर्म करते है जिसमें उपस्थित तत्व सोडियम के साथ क्रिया

करके आयनीकृत होने वाले यौगिक बना देते है । यह विधि लैसाने परीक्षण (Lasaigne Test) कहलाती है।

लैसाने विलयन बनाने की विधि :

इस हेतु एक स्वच्छ ज्वलन नली में सोडियम के छोटे से टुकडे को फिल्टर पेपर से सुखाकर मिटटी के तेल रहित करके लिया जाता है। 1–2 ग्राम / 2–3 बूंदे कार्बनिक यौगिक की ज्वलन नली में ली जाती है। इस अवस्था से पूर्व एक Boiling Tube को आसुत जल से आधा भरकर रख दिया जाता है।

अब (सोडियम+कार्बनिक यौगिक) युक्त ज्वलन नली को Tongs की सहायता से पकड कर रक्त तप्त गर्म करते है। ज्वलन नली जब रक्त तप्त (Red Hot) गर्म हो जाए तब उसे आधी जल से भरी Boiling Tube में छोड दिया जाता है प्रतिक्रिया के फलस्वरूप ज्वलन नली फूट जाती है तथा संगलित पदार्थ (सोडियम लवण)जल में विलेय हो जाता है । इस विलयन को गर्म करके छान लिया जाता है । प्राप्त रंगहीन छनित विलयन ही लैसाने विलयन कहलाता है।

लैसाने विलयन में यौगिक के विभिन्न तत्वो जैसे नाइट्रोजन, सल्फर, हैलोजन आदि क्रमशः सायनाइड CN^-, सल्फाइड (S^{-2}) तथा हैलाइड (Cl^-, Br^-, I^-) के रूप में रहते है।

$Na + C + N \rightarrow NaCN$

$2Na + S \rightarrow Na_2S$

$Na + X \rightarrow Na\,X\,(x = Cl, Br, I)$

नोट – (i) तत्वो के परीक्षण के अन्तर्गत नाइट्रोजन का ही परीक्षण करें। हैलोजन तथा सल्फर युक्त यौगिक पाठ्यक्रम में शामिल नही किए गए है। अतः हैलोजन में सल्फर का परीक्षण नही करें । उक्त तथ्यो को ध्यान में रखते हुए यहां केवल Nitrogen के परीक्षण का ही उल्लेख किया गया है।

(ii) लैसाने परीक्षण के अन्तर्गत Notebook में आप लैसाने विलयन की विधि का उल्लेख नही करे बल्कि लैसाने परीक्षण (केवल नाइट्रोजन के लिए) का ही उल्लेख करें ।

नाइट्रोजन का परीक्षण

क्र.स.	**प्रयोग**	प्रेक्षण	निष्कर्ष
1.	परीक्षण में 1–2 मिली लैसाने विलयन लेकर उसमें 1 मिली NaOH डालकर 1–2 मिली फेरस सल्फेट का ताजा विलयन डालते है। उक्त हरा अवक्षेप + तनु H_2SO_4 डालते है। (अवक्षेप के विलेय होने तक)	हरा अवक्षेप प्राप्त होता है । नीला विलयन प्राप्त होता है।	नाइट्रोजन उपस्थित है।

नाइट्रोजन परीक्षण में होने वाली अभिक्रियाएं निम्न है –

(i) $FeSO_4 + 2\,NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + Fe(OH)_2$
(हरा अवक्षेप)

(ii) $Fe(OH)_2 + 6\,NaCN \rightarrow Na_4[Fe(CN)_6] + 2\,NaOH$
(सोडियम हेक्सासायनोफैरेट)

(iii) $3\,Na_4[Fe(CN)_6] + 2Fe_2(SO_4)_3 \rightarrow Fe_4[Fe(CN)_6] + 6\,Na_2SO_4$
फैरीफेरो सायनाइड (नीला रंग)

नोट :– यदि यौगिक के 5% NaOH के साथ गर्म करने पर अमोनिया की गंध आती है तो नाइट्रोजन उपस्थित है तथा यौगिक में $–Nh_2$ प्रकार्यात्मक समूह उपस्थित है।

लैसाने विलयन बनाने में रखी जाने वाली सावधानियाँ :

1. ज्वलन नली पूर्णतया शुष्क होनी चाहिए ।
2. सोडियम का उपयोग सावधानी पूर्वक करना चाहिए इसके लिए

अ. सोडियम के छोटे टुकडे को लेना चाहिए ।

ब. सोडियम को जल से दूर रखना चाहिए ।

स. सोडियम के टुकडे को सिंक में डालने की भूल नही करनी चाहिए ।

3. लैसाने विलयन क्षारकीय होना चाहिए । यदि क्षारकीय न हो तो इसमें 2–3 बूंद NaOH विलयन डाल कर क्षारकीय बना लें।

4. रक्त तप्त ज्वलन नली को आसुत जल युक्त क्वथन नली में डालने पर यदि ज्वलन नली टूटती नही है तो उसे कांच की छड द्वारा तोड देना चाहिए ।

लैसाने विलयन बनाने की आवश्यकता :

कार्बनिक यौगिको की प्रकृति सहसंयोजक होती है। इनका विलयन में आयनन नही होता है। लैसाने विलयन में इनके सोडियम के साथ आयनिक यौगिक प्राप्त होते है जो कि जल में घुलनशील होते है। नाइट्रोजन से सोडियम साइनाइड सल्फर से सोडियम सल्फाइड, हैलोजनो से सोडियम हैलाइड प्राप्त होते है। इन ऋणायनो ($CN^-, S^{2-}, Cl^-, Br^-, I^-$) के परीक्षण ही इन तत्त्वो के परीक्षण होते है।

III. कार्बनिक गुणात्मक विश्लेषण–प्रकार्यात्मक समूह का परीक्षण

दिए गए कार्बनिक यौगिक के प्रारम्भिक परीक्षण यौगिक में उपस्थित तत्व के परीक्षण के आधार पर यौगिक में उपस्थित संभावित प्रकार्यात्मक समूह की पर्याप्त जानकारी मिलती है पाठ्यक्रम में वर्णित प्रकार्यात्मक समूहो के परीक्षण निम्न है –

(A) कार्बन, हाइड्रोजन और / अथवा ऑक्सीजन युक्त प्रकार्यात्मक समूहो की परीक्षण –

1. ऐल्कोहॉलिक (–OH) समूह का परीक्षण

क्र.स.	**प्रयोग**	प्रेक्षण	**निष्कर्ष**
1.	**सोडियम परीक्षण** एक शुष्क परखनली में 2–3 मिली कार्बनिक यौगिक लेकर उसमें शुष्क सोडियम का छोटा टुकडा डालने पर	तीव्र बुदबुदाहट के साथ रंगहीन गंधहीन H_2 गैस निष्कासित होती है।	–OH समूह उपस्थित है।
2.	**सेरिक अमोनियम नाइट्रेट परीक्षण** परखनली में 2–3 मिली कार्बनिक यौगिक लेकर उसमें 1–2 मिली सेरिक अमोनियम नाइट्रेट डालने पर	विलयन का रंग लाल हो जाता है । $2\,ROH + (NH_4)_2Ce(NO_3)_6 \rightarrow [Ce(NO_3)_4(ROH)_2] + 2\,NH_3$	–OH समूह उपस्थित है।
3.	**एस्टर परीक्षण** कार्बनिक यौगिक + ठोस सोडियम एसीटेट + 4–5 बूंदे सान्द्र H_2SO_4 डालकर गर्म करने पर	फलो जैसी गन्ध आती है । $2\,CH_3COONa + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2\,CH_3COOH$ $ROH + CH_3COOH \rightarrow CH_3COOR + H_2O$ फलो जैसी गन्ध	–OH समूह उपस्थित है।

\\
नोट : सोडियम परीक्षण (फीनॉलिक) $C-OH$ तथा $-COOH$ (कार्बेक्सिलिक अम्ल)
/
समूह युक्त यौगिक भी प्रदर्शित करते है।

2. कार्बोक्सिलिक समूह **(–COOH)** का परीक्षण

क्र.स.	प्रयोग	प्रेक्षण	निष्कर्ष
1.	**लिटमस परीक्षण** कार्बनिक यौगिक के जलीय विलयन में नीला लिटमस पत्र ले जाने पर	लिटमस पत्र लाल हो जाता है।	–COOH समूह उपस्थित है।
2.	**सोडियम बाइकार्बोनेट परीक्षण** कार्बनिक यौगिक में सोडियम बाई कार्बोनेट का जलीय विलयन डालने पर	तीव्र बुदबुदाहट के साथ रंगहीन गंधहीन गैस निकलती है । $RCOOH + NaHCO_3 \rightarrow RCOONa + CO_2 + H_2O$	–COOH समूह उपस्थित है।
3.	**एस्टर परीक्षण** एक परखनली में कार्बनिक यौगिक लेकर उसमें सान्द्र H_2SO_4 लेकर धीरे–धीरे C_2H_5OH डालकर गर्म करते है।	फलों जैसी गंध आती है। $R\text{-}COOH + C_2H_5OH \xrightarrow{Con-H_2SO_4} RCOOC_2H_5 + H_2O$	–COOH समूह उपस्थित है।

\\
3. फीनॉलिक समूह $C-OH\,(Ar\text{-}OH)$ का परीक्षण
/

क्र.स.	प्रयोग	प्रेक्षण	निष्कर्ष
1.	**फैरिक क्लोराइड परीक्षण** कार्बनिक यौगिक के जलीय या ऐल्कोहॉलिक विलयन में 2–3 mL उदासीन $FeCl_3$ डालने पर	विलयन का रंग हरा / नीला / लाल / बैगनी हो जाता है। $3\,C_6H_5OH + FeCl_3 \rightarrow (C_6H_5O)_3\,Fe + 3HCl$ आयरन फीनेट (हरा / लाल / नीला)	Ar-OH (फिनॉलिक) समूह उपस्थित है।
2.	सेरिक अमोनियम नाइट्रेट परीक्षण कार्बनिक यौगिक में 2–3 बूंदे सेरिक अमोनियम नाइट्रेट डालकर उसमें 2mL जल मिलाकर हिलाने पर	विलयन का रंग हरा / भूरा हो जाता है। $2\,ArOH + (NH_4)_2\,Ce(NO_3)_6 \rightarrow$ सेरिक अमोनियम नाइट्रेट $[Ce(NO_3)_4\,(Ar(OH)_2] + 2\,NH_4NO_3$ हरा / भूरा रंग	Ar-OH समूह उपस्थित है।

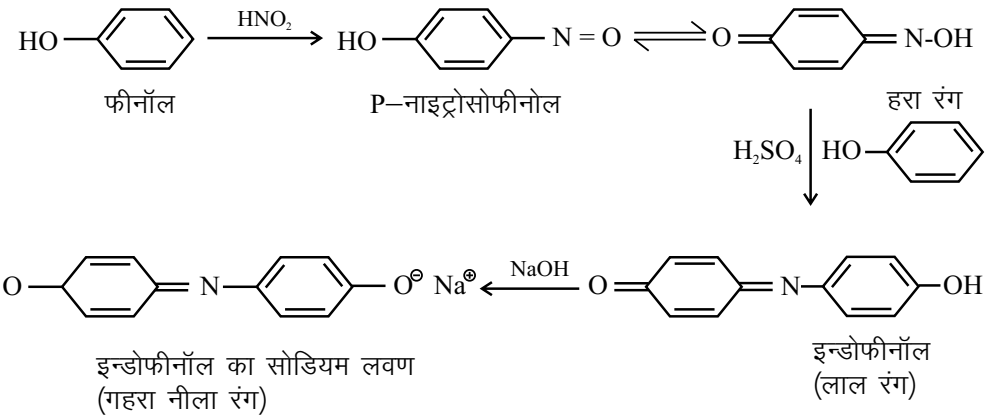
3.	लीबरमान नाइट्रोसो परीक्षण (1) 1–2 mg कार्बनिक यौगिक में थोडा ठोस $NaNO_2$ तथा 1–2 mL तनु H_2SO_4 डालकर गर्म करते है। (2) उक्त विलयन में 2–3 मिली जल डालने पर (3) उक्त विलयन में NaOH (2-3 mL) डालने पर	विलयन का रंग लाल हो जाता है। विलयन का रंग पुनः नीला अथवा हरा हो जाता है। लाल/ गुलाबी /हरी प्रतिदीप्ती उत्पन्न होती है।	Ar-OH (फिनालिक) समूह उपस्थित है।
4.	थैलीन परीक्षण : 0.1 ग्राम कार्बनिक यौगिक में 1–2 ग्राम थैलिक एनहाइड्राइड तथा सान्द्र H_2SO_4 मिलाकर गर्म करते है, प्राप्त मिश्रण को ठंडे जल से भरे बीकर में उडेल दे । बीकर में NaOH विलयन (2-3 ml) डालने पर		Ar-OH (फिनालिक) समूह उपस्थित है।

नोट :–

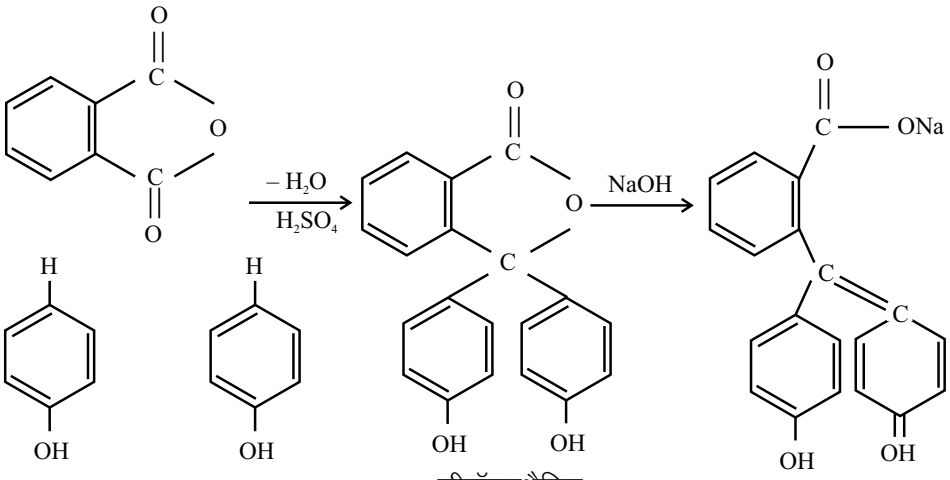
1. फेरिक क्लोराइड परीक्षण नाइट्रोफीनॉल, ट्राईब्रोमोफीनॉल पैरा हाइड्राक्सी बेन्जोइक अम्ल नही देते यद्यपि इन सभी यौगिक में (Ar-OH) समूह उपस्थित होता है।

2. लीबरमान परीक्षण की अभिक्रिया निम्नलिखित है

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



नोट : (3) थैलीन परीक्षण की अभिक्रिया निम्न है।



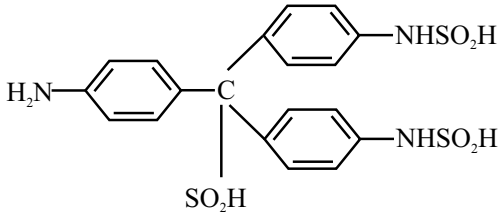
फीनॉलफ्थैलिन
(रंगहीन)

(गुलाबी रंग)

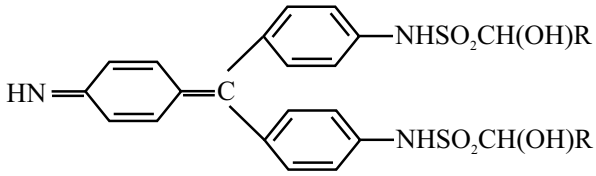
4. एल्डिहाइड (–CHO) समूह का परीक्षण

क्र.स.	प्रयोग	प्रेक्षण	निष्कर्ष
1.	**कार्बोनिल समूह का परीक्षण** कार्बनिक यौगिक + 2,4 डाइनाइट्रो फेनिल हाइड्रेजीन डालने पर	विलयन का रंग पीला हो जाता है।	कार्बोनिल (>C=0) समूह उपस्थित है।
2.	**–CHO समूह का परीक्षण** **फेहलिंग परीक्षण** फेहलिंग विलयन A तथा फेहलिंग विलयन B की समान मात्रा लेकर उसमें कार्बोनिक यौगिक डालकर गर्म करने पर	विलयन का रंग लाल / या लाल अवक्षेप आता है। R-CHO + 2 CuO → RCOOH + Cu2 O लाल अवक्षेप	(-CHO) समूह उपस्थित है।
3.	**टॉलेन परीक्षण** कार्बनिक यौगिक में टॉलेन अभिकर्मक डालकर गर्म करने पर	रजत दर्पण बनता है। R-CHO+ Ag_2O → R-COOH + 2Ag रजत दर्पण	-CHO समूह उपस्थित है।
4.	**शिफ अभिकर्मक परीक्षण** कार्बनिक यौगिक में शिफ अभिकर्मक डालने पर	विलयन का रंग गुलाबी हो जाता है।	(-CHO) समूह उपस्थित है।

नोट :— शिफ परीक्षण में होने वाली रासायनिक अभिक्रिया



(रंगहीन शिफ अभिकर्मक)



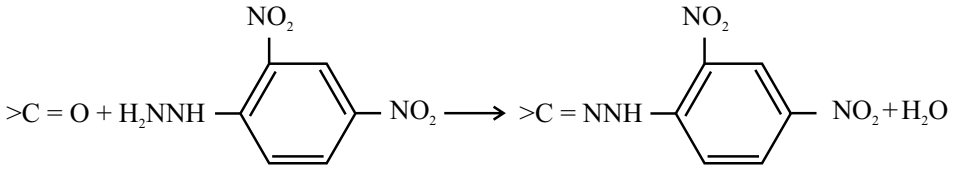
(गुलाबी योगोत्पाद)

5. कीटोन ($>\mathbf{C}=\mathbf{O}$) समूह का परीक्षण

क्र.स.	प्रयोग	प्रेक्षण	निष्कर्ष
1.	**कार्बोनिल समूह का परीक्षण** कार्बनिक यौगिक में. 2,4 डाइनाइट्रो फेनिल हाइड्रेजीन डालने पर	पीला अवक्षेप प्राप्त होता है।	कार्बोनिल ($>C=O$) समूह उपस्थित है।
2.	**मेटा डाइनाइट्रो बैंज़ीन परीक्षण** कार्बनिक यौगिक में 0.1 ग्राम ठोस मेटा डाइनाइट्रो बैंज़ीन डालकर इसमें तनु NaOH विलयन आधिक्य में डालने पर **नोट** — यह परीक्षण केवल मेथिल $H_3C-\underset{\displaystyle R}{\underset{\vert}{C}}=O$ कीटोन ही देते है।	विलयन का रंग बैगनी हो जाता है।	कीटोन ($>C=O$) समूह उपस्थित है।
3.	कार्बनिक यौगिक + 0.5 प्रतिशत ताजा सोडियम नाइट्रोप्रुसाइड विलयन + 4–5 बूंद NaOH विलयन डालने पर	विलयन का रंग बैगनी हो जाता है।	कीटोनिक समूह ($>C=O$) उपस्थित है।

नोट :

2, 4 डाईनाइट्रोफेनिल हाइड्रेजीन परीक्षण की अभिक्रिया



2, 4-di nitrophenyl hydrazine

(पीला अवक्षेप)

6. ऐमीनो समूह ($-NH_2$) (ऐरोमैटिक ऐमीन) का परीक्षण

क्र.स.	**प्रयोग**	**प्रेक्षण**	**निष्कर्ष**
1.	**आइसो सायनाइड परीक्षण** 1–2 mL कार्बनिक यौगिक + 2–3 बूंद क्लोरोफार्म + 0.1–0.2 mL ऐल्कोहॉलिक KOH डालकर गर्म करने पर	असहनीय तथा अरूचिकर गन्ध आती है। (isocynide बनने के कारण) $R\text{-}NH_2 + CHCl_3 + 3\ KOH \rightarrow R\text{-}N \rightrightarrows C + 3\ KCl + 3\ H_2O$	$Ar\text{-}NH_2$ समूह उपस्थित है।
2.	**ऐजोरंजक परीक्षण** एक परखनली में 1–2 mL कार्बनिक यौगिक लेकर उसमें 2 mL जल + सान्द्र HCl डालते है। उक्त विलयन में $NaNO_2$ का जलीय विलयन + β नेफ्थॉल का क्षारीय विलयन डालते है।	नारंगी रंग का रंजक प्राप्त होता है।	$Ar\text{-}NH_2$ समूह उपस्थित है।

7. ऐमाइड़ ($-CONH_2$) समूह का परीक्षण

क्र.स.	**प्रयोग**	**प्रेक्षण**	**निष्कर्ष**
1.	कार्बनिक पदार्थ विलयन डालकर गर्म करने पर	अमोनिया जैसी गंध आती है	ऐमाइड समूह उपस्थित है
2.	कार्बनिक पदार्थ तनु HCl + $NaNO_2$ का जलीय विलयन	तीव्र बुदबदाहट के साथ N_2 गैस निष्कासन	ऐमाइड समूह उपस्थित है
3.	ऐरोमैटिक एमाइड परीक्षण कार्बनिक पदार्थ +8-10 बूंदे H_2O_2 मिलाकर उबालने पर ठण्डा करते है $+FeCl_3$ विलयन	ठण्डे मे नीला लाल विलयन गर्म करने पर भूरा रंग	ऐरोमैटिक ऐमाइड समूह निश्चित है

8. नाइट्रो ($-NO_2$) समूह का परीक्षण

क्र.स.	प्रयोग	प्रेक्षण	निष्कर्ष
1.	**मुलिकन बार्कर परीक्षण** कार्बनिक पदार्थ + ऐल्कोहॉल मे घोलकर + NH_4Cl की कुछ बूंदे + जस्ते का चूर्ण मिलाकर खूब गर्म करते है मिश्रण को ठण्डा करके टॉलन अभिकर्मक मे छानते है।	भूरा–काला अवक्षेप या रजत दर्पण बनता है	नाइट्रो समूह उपस्थित है
2.	**ऐज़ो रंजक परीक्षण** कार्बनिक पदार्थ + दानेदार टिन + सान्द्र HCl मिलाकर 2–3 मिनिट उबालते है। मिश्रण को छानकर ठण्डा करके 1mL $NaNO_2$का जलीय विलयन +β- नेफ्थॉल का क्षारीय विलयन मिलाते है।	लाल–नारंगी रंग का रंजक बनता है	नाइट्रो समूह निशिचित है

9. एस्टर (-COOR) समूह का परीक्षण

क्र.स.	प्रयोग	प्रेक्षण	निष्कर्ष
1.	कार्बनिक पदार्थ + एक बूंद फीनॉलफ्थलीन + एक बूंद तक NaOH का जलीय विलयन–गुलाबी रंग आता है। मिश्रण को कुछ देर उबालने पर।	गुलाबी रंग अदृश्य हो जाता है	एस्टर समूह उपस्थित हो
2.	**फीगल परीक्षण** कार्बनिक पदार्थ मेथिल ऐल्कोहॉल मे बने हाइड्रॉक्सील ऐमीन हाइड्रोक्लोराइड का विलयन + मेथिल ऐल्कोहॉल में बने पोटैशियम हाइड्रोक्साइड का विलयन के मिश्रण को जल उष्मक मे गर्म कर ठण्डा करके HCl से अम्लीय करते है + $FeCl_3$ विलयन	लाल बैंगनी रंग	एस्टर समूह निश्चित है।

10. असंतृप्तता (C = C, C ≡ C) का परीक्षण

क्र.स.	प्रयोग	प्रेक्षण	निष्कर्ष
1.	**ब्रोमीन परीक्षण** कार्बनिक पदार्थ + CCl_4 + Br_2 का CCl_4 मे बना विलयन मिलाते है तथा तेजी से हिलाते है	लाल भूरा रंग विलुप्त हो जाता है।	यौगिक मे असंतृप्तता उपस्थित है
2.	**बेयर परीक्षण** कार्बनिक पदार्थ का विलयन जल या ऐसीटोन मे 5–7 बूंद बेयर अभिकर्मक डालकर तेजी से हिलाते है।	गुलाबी रंग विलुप्त हो जाता है।	यौगिक मे असंतृप्तता उपस्थित है

* * * * *

अध्याय–4
कार्बोहाइड्रेट, वसा और प्रोटीन का खाद्य पदार्थों में उपस्थिति की जांच करना
(To Detect The Presence of Carbohydrate, Fat and Protein in Food Stuffs)

समस्त जीव तथा वनस्पति जगत के लिये भोजन आवश्यक है। भोजन से –

1. ऊर्जा मिलती है।
2. शारीरिक वृद्धि होती है।
3. नष्ट उत्तकों का प्रतिस्थापन होता है।
4. जीवन चलता है। और
5. स्वांगीकरण (Assimilation) व पाचन (Digestion) क्रिया नियमित चलती है।

भोजन के अभिन्न अंग हैं :

कार्बोहाइड्रेट, लिपिड (वसा और तेल), प्रोटीन, खनिज पदार्थ, विटामिन और जल।

मानव शरीर के लिये आवश्यक ये पदार्थ मुख्य रुप से अनाज, दाल, चावल, आलू, फल, दूध, घी, मूंगफली, मांस, अण्डे आदि से प्राप्त होते हैं। इस अध्याय में कार्बोहाइड्रेट, वसा व तेल एवं प्रोटीन की कुछ खाद्य पदार्थों में उपस्थिति की जांच के बारे में बताया गया है।

कार्बोहाइड्रेट (Carbohydrate)

कार्बोहाइड्रेट को कार्बन के हाइड्रेट भी कहा जाता है, क्योंकि इनका सामान्य सूत्र $C_x(H_2O)_y$ है। जैसे ग्लूकोस ($C_6H_{12}O_6$), फ्रक्टोस ($C_6H_{12}O_6$), सूक्रोस ($C_{12}H_{22}O_{11}$) आदि। परन्तु यह परिभाषा निम्नांकित दो कारणों से सही नहीं है।

प्रथम कारण यह कि कई पदार्थ जिनका सामान्य सूत्र $C_x(H_2O)_y$ है पर वे कार्बोहाइड्रेट की तरह व्यवहार नहीं करते, जैसे एसीटिक अम्ल ($C_2H_4O_2$), फॉर्मऐल्डिहाइड (HCHO) आदि।

दूसरा कारण यह कि कई पदार्थ जिनका सामान्य सूत्र $C_x(H_2O)_y$ नहीं है पर वे कार्बोहाइड्रेट की तरह व्यवहार करते हैं, जैसे रैम्नोस ($C_6H_{12}O_5$)।

अतः पॉलिहाइड्रोक्सी ऐल्डिहाइड, पॉलिहाइड्रोक्सी कीटोन, उनके व्युत्पन्न और वे पदार्थ जो जल – अपघटन पर उक्त यौगिक बनाते हैं, कार्बोहाइड्रेट कहलाते हैं।

कार्बोहाइड्रेट शरीर के लिये जैव ईंधन का कार्य करते हैं।

एन्जाइम की उपस्थिति में ग्लूकोस का CO_2 तथा H_2O में मन्द ऑक्सीकरण होता है और ऊर्जा निकलती है।

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6\,CO_2 + 6H_2O + 2832\ kJ$$

ये कोशिका कला (Cell membrane) के प्रमुख घटक होते हैं।

प्रयोग 1

उद्धेश्य–दिये गये पदार्थ में कार्बोहाइड्रेट की पहचान करना।

आवश्यक रसायन

ग्लूकोस, सुक्रोस (ईक्षु–शर्करा), लैक्टोस (दुग्ध शर्करा), स्टार्च, मॉलिश अभिकर्मक, फेहलिंग विलयन, बेनेडिक्ट विलयन और आयोडीन विलयन।

कार्बोहाइड्रेट के प्रमुख परीक्षण :

1. मॉलिश परीक्षण

यह परीक्षण सभी कार्बोहाइड्रेट देते हैं। 1–2 mL कार्बोहाइड्रेट के जलीय विलयन (या स्टार्च का निलंबन) में कुछ बूँदें मॉलिश अभिकर्मक (∝ – नेफ्थॉल का 10% ऐल्कोहॉलिक विलयन) की मिलाओ। परखनली की दीवार के सहारे विलयन में सान्द्र H_2SO_4 मिलाओ। दोनों द्रवों के मिलने की सतह पर लाल–बैंगनी वलय (Ring) बनती है। कार्बोहाइड्रेट उपस्थित है।

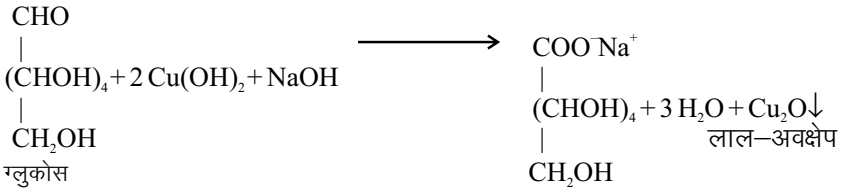
इस परीक्षण में सान्द्र H_2SO_4, कार्बोहाइड्रेट को फरफ्यूरल (furfural) या इसके व्यूत्पन्न में बदल देता है, जो ∝ – नेफ्थॉल से क्रिया करके रंगीन पदार्थ बनाता है।

2. फेहलिंग विलयन परीक्षण

फेहलिंग विलयन A : 17.5 ग्राम क्रिस्टलीय कॉपर सल्फेट को थोड़े आसुत जल में विलेय कर कुछ बूँदे सान्द्र H_2SO_4 की मिलाते है और आसुत जल मिलाकर आयतन को 250 mL कर लेते हैं।

फेहलिंग विलयन B : 8.7 ग्राम रोशेल लवण (सोडियम पोटैशियम टार्टरेट) और 30 ग्राम ठोस कॉस्टिक सोडा को आसुत जल में विलेय कर कुल आयतन 250 mL कर लेते हैं।

कार्बोहाइड्रेट (5% जलीय विलयन) के 2mL विलयन में फेहलिंग विलयन A और B की 1 या 2 बूँद (प्रत्येक की) मिलाओ। इस परखनली को उबलते जल–ऊष्मक में रखो। लाल–अवक्षेप का बनना, अपचायी शर्करा (Reducing Sugar) की उपस्थिति का द्योतक है।



3. बेनेडिक्ट परीक्षण

बेनेडिक्ट अभिकर्मक बनाने के लिये 17.3 ग्राम सोडियम साइट्रेट और 9 ग्राम निर्जल Na_2CO_3 को लगभग 80 mL आसुत जल में विलेय करो। विलेय नहीं हो तो गर्म करो। अन्य 100 mL आसुत जल में 1.73 ग्राम कॉपर सल्फेट को विलेय करो। दोनों को मिलाकर कुल आयतन, आसुत जल मिलाकर 250 mL करो।

कार्बोहाइड्रेट का 1–2 mL जलीय विलयन परखनली में लेकर बेनेडिक्ट अभिकर्मक की थोड़ी मात्रा मिलाओ। परखनली को जल ऊष्मक के उबलते जल में रखो। लाल– अवक्षेप का बनना, कार्बोहाइड्रेट की उपस्थिति को दर्शाता है। इस परीक्षण में भी लाल अवक्षेप Cu_2O का ही बनता है।

4. टॉलेन परीक्षण

टॉलेन अभिकर्मक का निर्माण करने के लिये थोड़े NaOH के विलयन में $AgNO_3$ का विलयन

यह विलयन टॉलेन अभिकर्मक कहलाता है। कार्बोहाइड्रेट का 2–3 mL जलीय विलयन परखनली में लेकर उतना ही टॉलेन अभिकर्मक मिलाओ। परखनली को करीब 10 मिनट तक जल–ऊष्मक के उबलते जल में रखो। चमकता हुआ रजत दर्पण दिखाई दें तो अपचायी शर्करा की उपस्थिति निश्चित है। इस परीक्षण में

$$AgNO_3 + NH_4OH \rightarrow NH_4NO_3 + AgOH$$
$$2\,AgOH \rightarrow Ag_2O + H_2O$$
$$Ag_2O + 2\,NH_4OH \rightarrow 2[Ag(NH_3)_2]\,OH + 3\,H_2O$$

विलेय

$$\begin{array}{l} CH_2OH \\ | \\ (CHOH)_4 + Ag_2O \\ | \\ CHO \end{array} \xrightarrow{NH_4OH} \begin{array}{l} COONH_4 \\ | \\ (CHOH)_4 + 2Ag \\ | \\ CH_2OH \end{array}$$

ग्लूकोस — रजत दर्पण

5. आयोडीन परीक्षण (केवल स्टार्च के लिये)

पदार्थ के जलीय निलंबन में 1–2 बूँद आयोडीन विलयन की मिलाओ। नीले रंग की उपस्थिति स्टार्च की उपस्थिति दर्शाती है।

उक्त परीक्षणों के परिणामों को निम्नतालिका में दर्शाया गया है–

परीक्षण	ग्लूकोस	लैक्टोस	स्युक्रोस	स्टार्च
1. स्वाद	मीठा	मीठा	मीठा	स्वादहीन
2. विलेयता	विलेय	विलेय	विलेय	अविलेय
3. मॉलिश परीक्षण	बैंगनी–वलय	बैंगनी–वलय	बैंगनी–वलय	बैंगनी–वलय
4. फेहलिंग परीक्षण	लाल अवक्षेप	लाल अवक्षेप	नहीं	नहीं
5. बेनेडिक्ट परीक्षण	लाल अवक्षेप	लाल अवक्षेप	नहीं	नहीं
6. आयोडीन परीक्षण	नहीं	नहीं	नहीं	नीला रंग

नोट : जो पदार्थ परीक्षण नहीं देता है उसे ''नहीं'' दर्शाया गया है।

वसा और तेल (Fat and Lipid)

रासायनिक दृष्टि से वसा और तैल, ग्लिसरॉल तथा वसा अम्लों के ट्राईऐस्टर (Triesters) होते हैं। साधारण तापक्रम पर तेल द्रव अवस्था में और वसा ठोस अवस्था में पाए जाते हैं। वसा की तुलना में तेलों में असंतृप्त अम्ल अधिक पाए जाते हैं। वसा एवं तेल की प्राप्ति वनस्पति और जन्तु वर्ग से होती है। शरीर के लिये ऊर्जा के ये श्रेष्ठ स्रोत हैं। इनके दहन (Combustion) से ऊष्मा तथा ऊर्जा निकलती है। ये कोमल अंगों को चोट से बचाने के लिए उनके आस–पास वसा – ऊत्तक (Fatty Tissues) बना लेते हैं। इनके कारण शरीर के चारों ओर ऊष्मा–रोधी परत (Heat Insulating Coat) बन जाती है, जो ठण्ड से रक्षा करती है।

प्रयोग 2

उद्धेश्य –दिये गये पदार्थ में तेल तथा वसा की पहचान करना

आवश्यक रसायन

क्लोरोफार्म, एथिल ऐल्कोहॉल, $KHSO_4$ के क्रिस्टल, फरफ्यूरल विलयन, हुब्ल विलयन, देशी घी, वनस्पति घी और परिष्कृत तेल।

प्रमुख परीक्षण

1. विलेयता परीक्षण :

इस परीक्षण का आधार यह है कि तेल ओर वसा कार्बनिक विलायकों जैसे क्लोरोफॉर्म, ऐल्कोहॉल आदि में विलेय होते हैं, जबकि जल में अविलेय होते हैं।

तीन अलग–अलग परखनलियों में क्रमशः 5 mL आसुत जल, क्लोरोफॉर्म और ऐल्कोहॉल लेकर दिये गए नमूने को मिलाकर हिलाओ (Shake)। निम्नांकित तालिका के अनुसार प्रेक्षण करके परिणाम ज्ञात करो।

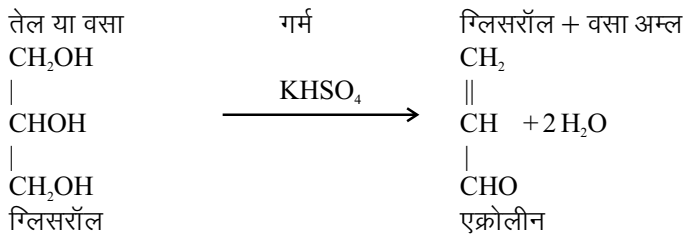
परखनली	विलायक	प्रेक्षण	परिणाम
1.	जल	1. अविलेय 2. विलेय	1. तेल या वसा उपस्थित 2. तेल या वसा अनुपस्थित
2.	ऐल्कोहॉल	1. नीचे परत बनती है, जो गर्म करने पर विलेय हो जाती है 2. गर्म करने पर भी अविलेय	1. तेल या वसा उपस्थित 2. तेल या वसा अनुपस्थित
3.	क्लोरोफॉर्म	1. विलेय 2. अविलेय	1. तेल या वसा उपस्थित 2. तेल या वसा अनुपस्थित

2. पारभासक धब्बा परीक्षण (Translucent Spot Test)

दिये गये नमूने को छन्ने कागज की तह के मध्य रखकर दबाओ। यदि छन्ने कागज की तह को खोलने पर पारभासक या ग्रीज (Grease) जैसा धब्बा दिखाई दे तो तेल या वसा उपस्थित है। यह धब्बा छन्ना कागज को गर्म करने या सुखाने पर फैलने लगता है।

3. एक्रोलीन परीक्षण (Acrolein Test)

परखली में दिये नमूने की थोड़ी मात्रा को $KHSO_4$ के क्रिस्टल के साथ गर्म करो। एक्रोलीन की तीव्र उत्तेजक गन्ध आए तो तेल या वसा उपस्थित है।



4. बौद्वाँ परीक्षण (Baudouin Test)

इस परीक्षण मं देशी घी और वनस्पति घी में अन्तर ज्ञात किया जाता है। वनस्पति घी में 5% मात्रा तिल के तेल (Sesame oil) की पायी जाती है जबकि देशी घी में नहीं पायी जाती है।

परीक्षण करने के लिये 5 मिली (सेमी^{3}) नमूने के पिघले घी को 5 मिली सान्द्र HCl और 2–3 बूँद 2% फरफ्यूरल विलयन (एल्कोहॉल में) के साथ मिलाकर हिलाओ। अब 8–10 मिनट तक पड़ा रहने दो। लाल गुलाबी रंग प्राप्त होता है तो तिल का तेल नमूने में उपस्थित है।

इस परीक्षण से देशी घी में यदि वनस्पति घी मिलाया गया है, तो भी जांच की जा सकती है।

5. हुब्ल परीक्षण (Huble's Test)

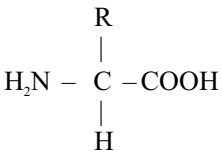
हुब्ल अभिकर्मक का निर्माण दो विलयनों के समान आयतन को मिलाकर किया जाता है। वे विलयन हैं– ऐल्कोहॉल में बना 5–7% $HgCl_2$ का विलयन और 95% ऐल्कोहॉल में बना 5% आयोडीन का विलयन।

इस परीक्षण से नमूने में असंतृप्तता का अंश (Degree) ज्ञात किया जाता है। दो परखनलियां लेकर उन पर ''अ'' तथा ''ब'' अंकित करो। दोनों में तीन–तीन मिली (सेमी^{3}) क्लोरोफॉर्म लो। परखनली ''अ'' में 3–4 बूँदे कपास के बीजों के तेल (Cotton Seed Oil) की और परखनली ''ब'' में 3–4 बूँदें अलसी के तैल (Linseed Oil) की मिलाकर खूब हिलाओ। अब प्रत्येक परखनली में हुब्ल अभिकर्मक की तीन–तीन बूँदें मिलाओ और बैंगनी रंग के फीका पड़ने का प्रेक्षण करो। परखनली ''अ'' में रंग फीका नहीं पड़ता है जबकि परखनली ''ब'' में यह I_2 का बैंगनी रंग फीका पड़ जाता है। इससे निष्कर्ष निकलता है कि अलसी का तेल, कपास के बीजों के तेल की तुलना में अधिक असंतृप्त होता है।

प्रोटीन (PROTEINS)

प्रोटीन ∝–ऐमीनो अम्ल के उच्च अणुभार वाले लम्बी श्रृंखला के बहुलक होते हैं। इन्हें प्रकृति में निर्मित सबसे जटिल, यौगिक माना जाता है। यूनानी भाषा में प्रोटीन का अर्थ सबसे महत्वपूर्ण पदार्थ है। प्रोटीन कोशिका के अभिन्न अंग हैं जो सभी सजीवों में पाए जाते हैं। प्रोटीन में पाये जाने वाले तत्व हैं : कार्बन, हाइड्रोजन, नाइट्रोजन और ऑक्सीजन। परन्तु कुछ प्रोटीन में इनके अतिरिक्त फास्फोरस तथा गन्धक भी पाए जाते हैं।

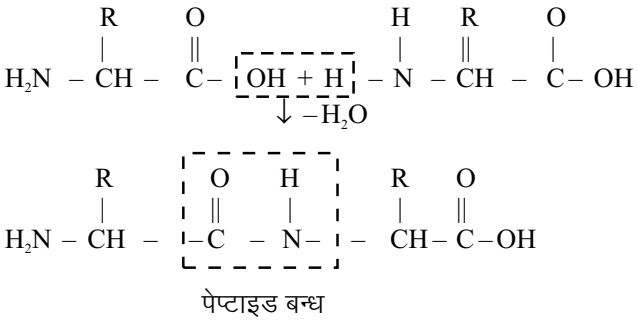
ऐमीनो अम्लों में ऐमीनो समूह ($–NH_2$) और कार्बोक्सिलिक समूह (–COOH) पाये जाते हैं, जैसे–



∝–ऐमीनो अम्ल

क्योंकि उक्त सूत्र में ऐमीनो समूह ∝–कार्बन से जुड़ा है, इसलिये इन्हें ∝–ऐमीनो अम्ल कहते हैं।

ऐमीनो अम्लों में अम्लीय तथा क्षारीय समूह पाया जाता है, जो निम्नलिखित प्रकार संघनन (Condensation) द्वारा पेप्टाइड बन्ध (Peptide Linkage) बनाते हैं।



पेप्टाइड बन्ध

दो ऐमीनो अम्ल के अणुओं के जुड़ने से बने उत्पाद को डाइपेप्टाइड और तीन अणुओं से बने उत्पाद को ट्राईपेप्टाइड कहते हैं। पॉलिपेप्टाइड में ∝–ऐमीनों अम्लों के अणुओं की बहुत बड़ी संख्या होती है।

वे पॉलिपेप्टाइड जिनका अणुभार 10000 से अधिक होता है प्रोटीन कहलाते हैं। अभी तक प्रोटीन के जल अपघटन से 26 प्रकार के ऐमीनो अम्ल प्राप्त किए गए हैं।

प्रोटीन की उपयोगिता

1. प्रोटीन हमारे शरीर की मांसपेशियों, त्वचा तथा बाल के अभिन्न हिस्से हैं।
2. कुछ प्रोटीन एन्जाइम का कार्य कर जैव रसायन अभिक्रियाओं का संचालन करते हैं।
3. अधिकांश हार्मोन प्रोटीन होते हैं, जो उपापचयी (Metabolic) क्रियाओं पर नियंत्रण रखते हैं। इन क्रियाओं में ऊर्जा उत्पन्न होती है।
4. कुछ प्रोटीन शरीर के लिये प्रतिरक्षी (Antibodies) का कार्य करते हैं।

प्रयोग 3

उद्धेश्य – दिये गये पदार्थ में प्रोटीन की पहचान करना

आवश्यक पदार्थ : अंड–एल्ब्यूमिन (Egg Albumin) परिक्षेपण, जिलेटिन परिक्षेपण, मिलॉस अभिकर्मक (Millon's Reagent) तथा निनहाइड्रिन अभिकर्मक।

प्रोटीन के प्रमुख परीक्षण

1. बाइयूरेट परीक्षण (Biuret Test)

दिये गए पदार्थ के नमूने (माना कि अंड–एल्ब्यूमिन का 5% विलयन) में लगभग 2 मिली NaOH विलयन मिलाओ। अब 1% $CuSO_4$ की इसमें 4–5 बूँदें मिलाओ। नीला– बैंगनी रंग प्रोटीन की उपस्थिति दर्शाता है।

2. जेन्थोप्रोटीइक परीक्षण

लगभग 2 mL अंड–एल्ब्यूमिन (या नमूना) परिक्षेपण परखनली में लेकर कुछ बूँदें सान्द्र HNO_3 की मिलाकर गरम करो। पीले रंग का अवक्षेप प्रोटीन की उपस्थिति दर्शाता है।

3. मिलाँस परीक्षण

मिलाँस अभिकर्मक बनाने के लिये 5 ग्राम $Hg(NO_3$ तथा 5 ग्राम $Hg(NO_3)_2$ को 100 mL तनु HNO_3 में विलेय करो।

यह परीक्षण वे प्रोटीन देते हैं, जिनमें फीनॉलिक ऐमीन अम्ल होते हैं। जिलेटिन यह परीक्षण नहीं देते हैं।

लगभग एक या दो मिली अंड–एल्ब्यूमिन परिक्षेपण में दो बूँद मिलाँस अभिकर्मक मिलाओ। श्वेत अवक्षेप बनता है, जो उबालने पर ईंट जैसा लाल रंग का हो जाता है तथा प्रोटीन की उपस्थिति दर्शाता है।

4. निनहाइड्रिन परीक्षण

निनहाइड्रिन विलयन बनाने के लिए थोड़े से निनहाइड्रिन को 100 mL आसुत जल में विलेय करते हैं। यह विलयन अस्थायी होता है, जो दो दिन तक प्रयोग में लाया जा सकता है। परखनली में लगभग 2 mL अंड–एल्ब्यूमिन परिक्षेपण लेकर 1–2 mL निनहाइड्रिन विलयन मिलाओ। विलयन को उबालो। गहरा नीला रंग प्रोटीन की उपस्थिति को दर्शाता है।

महत्त्वपूर्ण प्रयोग

छात्र, अध्यापक के मार्गदर्शन से पूर्व में दिये गए प्रयोगों के अनुसार निम्नांकित प्रमुख खाद्य सामग्री का निष्कर्ष (Extract) तैयार कर उनमें कार्बोहाइड्रेट, तेल और वसा तथा प्रोटीन की पहचान करें इस पहचान के आधार पर आगे दी गई तालिका में जानकारी अंकित करें। यह जानकारी दैनिक जीवन के लिए उपयोगी है।

प्रयोग से पूर्व में दिये गए खाद्य पदार्थ को खरल और मूसल से पीसकर या जल में उबालकर तथा कार्बनिक विलायक से निष्कर्षण कर तैयार कर लेते हैं। कुछ पदार्थों के निष्कर्षण निम्नप्रकार तैयार करते हैं–

1. अँगूर – रस निकालकर
2. आलू – छोटे–छोटे टुकड़ों को पानी में उबालकर
3. चावल – पानी में उबालकर
4. मक्खन – सीधे ही परीक्षण
5. बिस्कुट – पानी में उबालकर
6. दूध – सीधे ही परीक्षण
7. मूँगफली – खरल में पीसकर
8. उबले हुए अण्डे – श्वेत भाग को पीसकर पानी के साथ हिलाकर

प्रेक्षण सारणी

सारणी में यदि पदार्थ परीक्षण देता है तो ''हां'' और नहीं देता है तो ''नहीं'' लिखे।

खाद्य	कार्बोहाइड्रेट			प्रोटीन			तेल और वसा		
पदार्थ	फेहलिंग परीक्षण	टॉलेन परीक्षण	मॉलिश परीक्षण	आयोडीन परीक्षण	बाइयूरेट परीक्षण	निनहाइड्रिन परीक्षण	विलेयता परीक्षण	धब्बा परीक्षण	एक्रोलीन परीक्षण
1. अंगूर									
2. आलू									
3. चावल									
4. मक्खन									
5. बिस्कुट									
6. दूध									
7. मूँगफली									
8. उबले हुए अंडे									

नोट : प्रयोगशाला में किए गए प्रयोग 1, 2 तथा 3 को निम्नांकित सारणी अनुसार नोट कर अभिलेख संधारित करो।

प्रयोग संख्या :
दिनांक : .....

1. उद्धेश्य
2. सिद्धांत
3. उपकरण
4. आवश्यक रसायन
5. प्रेक्षण सारणी

क्र.सं.	प्रयोग	प्रेक्षण	निष्कर्ष

6. परिणाम : दिए गए पदार्थ में ..... उपस्थित है।

* * * * *

अध्याय–5

यौगिकों का विरचन
(Preparation of Compounds)

हमारे दैनिक आवश्यकताओं में अनेक रसायनों का उपयोग होता है, इनमें कुछ अकार्बनिक तथा कुछ कार्बनिक रसायन होते है। कुछ रसायन प्रकृति प्रदत्त होते है तथा कुछ संश्लेषित होते है।

वर्तमान जगत की बढ़ती आवश्यकताओं के कारण अब यौगिकों के संश्लेषण की अत्यन्त आवश्यकता हैं। इस अध्याय में कुछ यौगिकों का संश्लेषण का अभ्यास करेंगे।

(अ) अकार्बनिक यौगिकों का विरचन
(Preparation of some inorganic compounds)

अकार्बनिक यौगिकों में फिटकरी (पोटाश एलम) एवं मोर लवण (फेरस अमोनियम सल्फेट) के विचरण की विधि को समझाया गया है।

प्रयोग–1

उद्देश्य – द्विक्लवण पोटाश एलम या फिटकरी का विरचन करना।

सिद्धान्त – जब पोटेशियम सल्फेट एवं ऐलुमिनियम सल्फेट किया जाता है तो द्विक् लवण पोटेशियम ऐलुमिनियम सल्फेट बनता है। इसे पोटाश एलम या फिटकरी कहते हैं।

$$K_2SO_4 + Al_2(SO_4)_3 + 24\,H_2O \rightarrow K_2SO_4\ Al_2(SO_4)_3\ 24\,H_2O$$

Al^{3+} आयन जल अपघटित हो जाते है, इसलिए, ऐलुमिनियम सल्फेट का गर्म जलीय विलय बनाते है समय तनु सल्फ्यूरिक अम्ल मिलाया जाता है, जिससे जल अपघटन न हो।

उपकरण – दो बीकर (250 mL), वाष्पीकरण, कीप, थर्मामीटर, कीप स्टेण्ड, कांच की छड़, वाश बोतल, स्टेण्ड, निस्यंद पत्र, वायर गॉज आदि।

आवश्यक रसायन – पोटेशियम सल्फेट, ऐलुमिनियम सल्फेट, तनु सल्फ्युरिक अम्ल, आसुत जल, ऐथेनॉल आदि।

विधि –

1. 250 mL के एक बीकर को आसुत जल से धोते है, इसमें 10 mL आसुत जल लेकर $40^{\circ}C$ तक गरम करते है, इसमें 6.6 g ऐलुमिनियम सल्फेट घोलते है एवं 0.4 mL तनु सल्फ्युरिक अम्ल मिलाते हैं।
2. उपरोक्त विलयन में 2.4 g पोटेशियम सल्फेट का चूर्ण मिला देते है।
3. इस मिश्रण को तब तक विलोडित करते है जब पोटेशियम सल्फेट पूरा न घुल जाएं। तथा साथ–साथ गरम करते रहें।
4. अब मिश्रण को कमरे के ताप पर धीरे–धीरे ठंडा होने दें।

5. ठण्डा करने पर फिटकरी के श्वेत रंगहीन क्रिस्टल प्राप्त होते हैं।

6. अब मातृ द्रव को निथार लें और क्रिस्टलों को 1 : 1 आसुत जल व ऐथेनॉल के मिश्रण की थोड़ी–थोड़ी सी मात्रा में धोएं जिससे चिपका हुआ मातृद्रव निकल जाए।

7. क्रिस्टलों को निस्यंदित करें एवं निस्यंद पत्रों की परतों के बीच रखकर सुखाएं तथा लब्धि नोट करें।

परिणाम – पोटाश ऐलम (फिटकरी) की लब्धि ..... g है।

प्रयोग–2

उद्देश्य – द्विक्लवण फेरस अमोनियम सल्फेट का विरचन करना।

सिद्धान्त – जब अमोनियम सल्फेट एवं फेरस सल्फेट की सममोलर मात्रा युक्त मिश्रण को इसके विलयन से क्रिस्टलित किया जाता है तो द्विक्लवण फेरस अमोनियम सल्फेट बनता है। इसे मोर लवण भी कहते हैं।

$FeSO_4 + (NH_4)_2SO_4 + 6\,H_2O \rightarrow FeSO_4\ (NH)_2SO_4\ 6H_2O$

Fe^{2+} आयन जल अपघटित हो जाता है, इसलिए फैरस सल्फेट का गर्म जलीय विलयन बनाते समय तनु सल्फ्युरिक अम्ल मिलाया जाता है, जिससे जल अपघटन न हो।

उपकरण – दो बीकर (250 mL), वाष्पीकरण प्याली, कीप, थर्मामीटर, कीप स्टेण्ड, कांच की छड़, वाश बोतल, त्रिपाद स्टेण्ड, निस्यंद पत्र, वायर गॉज आदि।

आवश्यक रसायन – फैरस सल्फेट, अमोनियम सल्फेट, तनु सल्फ्युरिक अम्ल, आसुत जल, ऐथेनॉल आदि।

विधि –

1. 250 mL के एक बीकर को आसुत जल से धोते है, इसमें 5 mL आसुत जल लेकर 40°C तक गरम करते है, इसमें 3.5 g फैरस सल्फेट घोलते है एवं 0.4 mL तनु सल्फ्युरिक अम्ल मिलाते हैं।

2. उपरोक्त विलयन में 1.7 g अमोनियम सल्फेट का चूर्ण मिला देते है।

3. इस मिश्रण को तब तक विलोडित करते है जब अमोनियम सल्फेट पूरा न घुल जाएं। तथा साथ–साथ गरम करते रहें।

4. अब मिश्रण को कमरे के ताप पर धीरे–धीरे ठंडा होने दें।

5. ठण्डा करने पर मोर लवण के हल्के हरे क्रिस्टल प्राप्त होते हैं।

6. अब मातृ द्रव को निथार लें और क्रिस्टलों को 1 : 1 आसुत जल व ऐथेनॉल के मिश्रण की थोड़ी–थोड़ी सी मात्रा में धोएं जिससे चिपका हुआ मातृद्रव निकल जाए।

7. क्रिस्टलों को निस्यंदित करें एवं निस्यंद पत्रों की परतों के बीच रखकर सुखाएं तथा लब्धि नोट करें।

परिणाम – फैरस अमोनियम सल्फेट (मोर लवण) की लब्धि ..... g है।

(ब) कार्बनिक यौगिकों का विरचन
(Preparation of some organic compounds)

कार्बनिक यौगिकों में ऐसिटेनिलाइड, पेरा नाइट्रो ऐसिटेनिलाइड व आयोडोफॉर्म के विचरन की विधि को समझाया गया है।

प्रयोग–3

उद्देश्य – आयोडोफार्म का विरचन करना

सिद्धांत – आयोडोफार्म का विरचन एथिल एल्कोहॉल या ऐसीटोन पर, जलीय सोडियम कार्बोनेट या जलीय सोडियम हाइड्रोक्साइड की उपस्थिति में आयोडीन की क्रिया से किया जाता है। अभिक्रिया के समीकरण :

$$C_2H_5OH + 4\ I_2 + 3\ Na_2CO_3 \rightarrow CHI_3 + 5\ NaI + HCOONa + 3\ CO_2 + 2\ H_2O,$$

अथवा

$$CH_3COCH_3 + 3\ I_2 + 2\ Na_2CO_3 \rightarrow CHI_3 + 3\ NaI + CH_3COONa + 2\ CO_2 + H_2O,$$

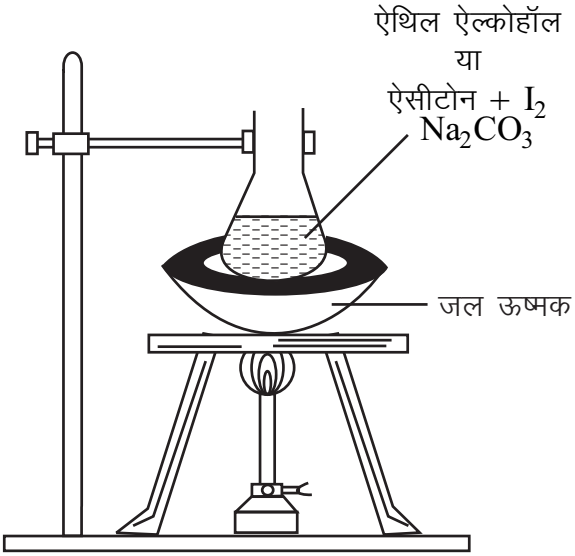
अथवा

$$CH_3COCH_3 + 3\ I_2 + 4\ NaOH \rightarrow CHI_3 + 3\ NaI + CH3COONa + 3\ H_2O$$

उपकरण : कोनिकल फ्लास्क (250 मिली), बीकर (250 मिली), बुकनर कीप, वाटर पम्प, फिल्टरन फ्लास्क, जल ऊष्मक, त्रिपाद स्टेण्ड, बर्नर आदि।

आवश्यक रसायन – एथिल ऐल्कोहॉल अथवा ऐसीटोन, सोडियम कार्बोनेट, पाउडर आयोडीन, परिशोधित स्प्रिट, आसुत जल।

विधि –



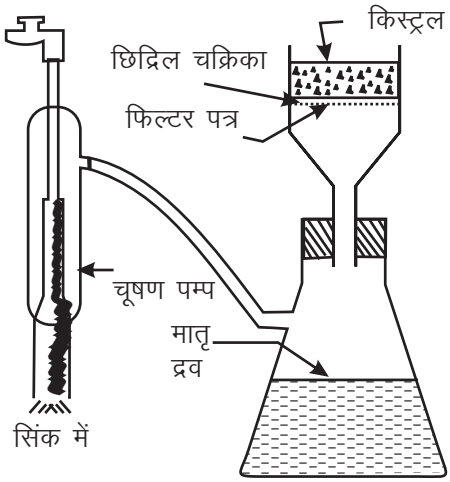
चित्र–5.1 जल ऊष्मक पर गर्म करना

1. कोनिकल फ्लास्क में 3 mL ऐल्कोहॉल या 4 mL ऐसीटोन तथा सोडियम कार्बोनेट का मिश्रण लेकर लगभग 50 mL आसुत जल मिलाओ। अब कोनिकल फ्लास्क को जल उष्मक रखकर लगभग 70° –80° C तापक्रम पर 10 से 15 मिनिट तक गर्म करते है।

2. अब कोनिकल फ्लास्क के गर्म मिश्रण में 5 g पाउडर आयोडीन थोड़ी–थोड़ी मात्रा में, हिलाते है एवं मिलाते है।

3. कोनिकल फ्लास्क को कक्ष के तापक्रम तक ठण्डा होने के लिये रख दो, थोड़ी देर बाद आयोडोफार्म के तीक्ष्ण पीले रंग के क्रिस्टल पृथक् होना आरंभ हो जाते है।

4. बुकनर कीप और वाटर पम्प की सहायता से पीले रंग के ठोस क्रिस्टल को छानकर मातृद्रव से



चित्र –5.2 बुकनर कीप और वाटर पम्प से छानना

प्रयोग–4

उद्देश्य – ऐसिटेनिलाइड का विरचन करना।

सिद्धांत – ऐसिटेनिलाइड का विरचन ग्लेशियल ऐसीटिक अम्ल की उपस्थिति में, ऐनिलीन का ऐसीटिक एनहाइड्राइड की सहायता से ऐसिटीलीकरण करके किया जाता है।

अभिक्रिया का समीकरण :

$$C_6H_6NH_2 + CH_3COOCOCH_3 \rightarrow C_6H_5NHCOCH_3 + CH_3COOH$$

उपकरण – गोल पैंदे का फ्लास्क (250 mL, वायु संघनित्र, बालू ऊष्मक, बीकर (250 mL), त्रिपाद स्टेण्ड, बर्नर, लोहे का स्टेण्ड, मापक सिलिण्डर (100 mL) आदि।

आवश्यक रसायन :

ऐनिलीन, ऐसीटिक ऐनहाइड्राइड, ग्लेशियल ऐसीटिक अम्ल, यशद् रज, ऐथिल ऐल्कोहॉल, आसुत जल।

विधि –

1. 250 mL गोल पैंदे के फ्लास्क में 10 मिली ऐसीटिक ऐनहाइड्राइड और 10 mL ऐसीटिक

अम्ल लेकर अच्छी तरह हिलाकर मिलाओ। अब इसमें 10 mL ऐनिलीन और 0.1 ग्राम यशद् रज (जिंक–चूर्ण) मिलाकर वायु संघनित्र लगाते है।

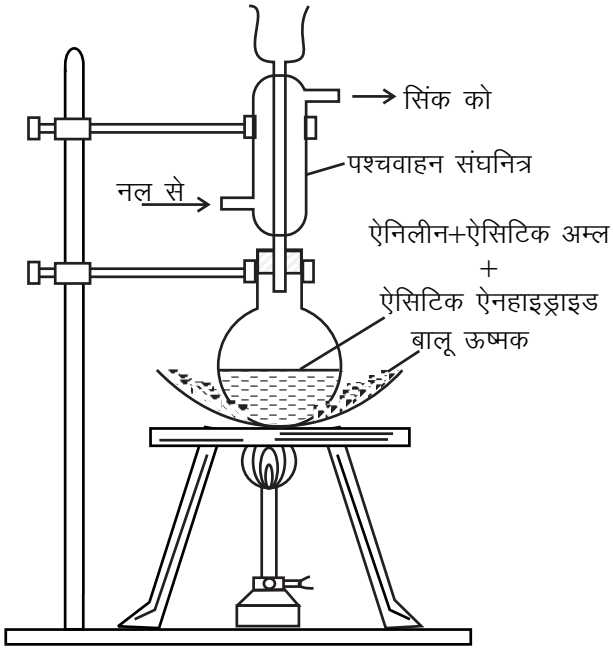
2. बालु उष्मक में रखकर बर्नर की सहायता से गर्म करते है। लगभग 30 मिनिट तक पश्चवाहन (Reflux) करते है।

3. बीकर में करीब 200 mL बर्फ का पानी लेते है। अब फ्लास्क को संघनित्र से पृथक् करते है तथा गर्म–गर्म पदार्थ को ही बर्फ में पानी में डालते है। कांच की छड़ से थोड़ी देर हिलाते है।

4. प्राप्त श्वेत अवक्षेप को छानकर ठण्डे जल से धोते है फिर गर्म जल व 4 mL ऐल्कॉहल मिलाकर क्रिस्टलित करते है।

5. छानकर क्रिस्टलों को पृथक् करते है तथा निस्पन्द पत्रों के सेट से क्रिस्टलों को सुखाकर लब्धि नोट करते हैं।

परिणाम : ऐसिटेनिलाइड की लब्धि ..... ग्राम है।

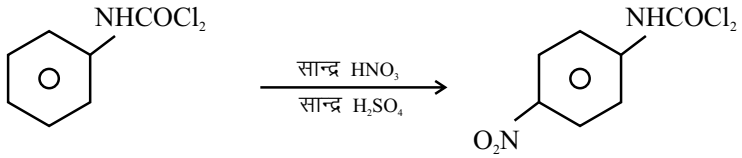


चित्र–5.3 ऐसिटेनिलाइड का विरचन

प्रयोग–5

उद्देश्य : पेरा नाइट्रोऐसिटेनिलाइड का विरचन करना।

सिद्धान्त : पेरा नाइट्रोऐसिटेनिलाइड को ऐसिटेनिलाइड के नाइट्रोकरण से बराबर आता है, जिसको सान्द्र नाइट्रिक अम्ल और सांद्र सल्फ्यूरिक अम्ल का मिश्रण प्रयुक्त होता है। दोनों अम्लों के योग से नाइट्रोनियम आयन (NO_2^+) बनता है, जो अभिक्रिया में इलेक्ट्रॉन रागी के समान कार्य करता है।
नाइट्रोनियम आयन ऐनिलाइड समूह युक्त बेलीन वलय की मुख्यतः पेरा स्थान पर आक्रमण करके पेरानाइट्रोऐसिटेनिलाइड मुख्य उत्पाद के रूप में बनाता है। यह ऐरोमैटिक इलेक्ट्रॉन रागी प्रतिस्थापित अभिक्रिया का एक उदाहरण है।



उपकरण – बीकर (100 mL), फनल, कांच की छड़, बर्फ अवगाह।

रसायन – ऐसिटेनिलाइड, ग्लेशियन ऐसिटिक अम्ल सान्द्र HNO_3, सान्द्र H_2SO_4, बर्फ, एथेनॉल, आसुत जल।

विधि –

1. एक 250 mL के बीकर में 29 ग्राम ऐसिटेनिलाइड लेकर 2 mL ऐसीटिक अम्ल में घोल लेते है।

2. इस मिश्रण में 4 mL सान्द्र H_2SO_4 मिलाते हुए विलोडित करते है। इस सामग्री को 0° से 5° C अनुरक्षित ताप पर बर्फ अवगाह में ठण्डा करते है।

3. ठण्डे मिश्रण में 1 mL सान्द्र HNO_3 और 1 mL सान्द्र H_2SO_4 का ठण्डा मिश्रण लगातार विलोडित करते हुए बूंद–बूंद मिलाते है ताकि ताप 10°C से अधिक न बढ़े।

4. बीकर को बर्फ अवगाह में से हटा देते है अब लगभग 30 मिनिट तक हिलाते हुए कमरे के ताप पर मिश्रण को रखते है। इस मिश्रण को 100 ग्राम कुटी हुई बर्फ में डालते हैं।

5. मिश्रण को अच्छी तरह विलोडित करने पर हल्के पीले रंग का ठोस प्राप्त होता है। इसे ठण्डे जल से घोकर सुखा लेते हैं।

6. ऐल्कोहॉल की थोड़ा मात्रा में घोलकर पुनः क्रिस्टलीकृत करने पर पेरानाइट्रोऐसिटेनियम के रंगहीन क्रिस्टल प्राप्त होते है।

7. धोकर सुखाकर लब्धि नोट करते है।

परिणाम – पेरानाइट्रोऐसिटेनिलाइड की लब्धि ..... ग्राम है।

* * * * *

अध्याय–6

पाठ्यवस्तु आधारित प्रयोग

Content Based Experiment

विज्ञान में अधिगम को सुगम बनाने के लिए प्रायोगिक कार्य का अत्यन्त महत्व है। इस हेतु सैद्धान्तिक पाठ्यवस्तु के साथ–साथ अध्ययन किये जाने वाले प्रायोगिक कार्यो को प्रयोगशाला में करके देखने एंव सीखने के उद्देश्य से कुछ प्रयोगो को प्रायोगिक पाठ्यक्रम में सम्मिलित किया है। ये सामान्यतयः पृष्ठीय रसायन, रासायनिक बलगतिकी, वैधुत रसायन, विलयन व क्रियात्मक समूहों के वर्गीकरण से संबंधित हो सकते है। इन पाठ्य बिन्दुओ के सरल कुछ क्रियाकलापो का इस अध्याय में अभ्यास करेंगें ।

(1) पृष्ठ रसायन (Surface chemistry)

पदार्थ के पृष्ठ (Surface) के कारण उत्पन्न गुणो का अध्ययन पृष्ठ रसायन में किया जाता है। इसमें मुख्यतयाः अधिशोषण , उत्प्रेरण एंव कोलाइड आदि है।

दो अवयवो का विषमांगी मिश्रण जो स्थाई है अर्थात् गुरूत्वाकर्षण के कारण अवसादित नही होता है, टिण्डल प्रभाव, ब्राउनी गति, वैधुत कण संचलन जैसे गुण दर्शाता है इसे कोलाइड कहते है ।
कोलाइड को द्रव रागी एंव द्रवविरागी में वर्गीकृत किया जा सकता है। इस अध्याय में कुछ द्रव रागी एंव कुछ द्रवविरागी कोलाइड बनाना, टिण्डल प्रभाव व वैद्युतकण संचलन का प्रायोगिक अध्ययन करेंगें।

(अ) द्रव रागी कोलाइड (Lyophillic Colloid)

इसमें परिक्षिप्त अवस्था (dispersed phase) एवं परिक्षेपण माध्यम (Dispersion medium) के मध्य आकर्षण बल पाया जाता है एवं ये आसानी से मिश्रित की जा सकती है। जैसे –गोंद का हाइड्रोसॉल आदि ।

प्रयोग – 1

उद्देश्य – अरेबिक गोंद का हाइड्रोसॉल बनाना ।

सिद्धान्त – अरेबिक गोंद का हाइड्रोसॉल एक द्रव रागी कोलाइड है। इसमें गोंद ठोस अवस्था में एंव जल द्रव अवस्था में होता है। परिक्षेपण माध्यम जल है तथा परिक्षिप्त अवस्था गोंद है।
गोंद वृहद् कार्बनिक अणु है अतः यह वृहद अधिक कोलाइड भी है । कण का आकार 10^{-9} से 10^{-6} m के मध्य होता है।

उपकरण – दो बीकर 250 मिली, मापक सिलेंडर, पिपेट, कांच की छड़, बर्नर, त्रिपद स्टेण्ड, वायर गॉज, थर्मामीटर, निस्यंद पत्र, कीप आदि।

रसायन – अरेबिक गोंद, आसुत जल।

विधि –

1. एक 250 मिली के बीकर में 100 मिली आसुत जल लेकर $35^{0}C$ से 45^{0} C तक गर्म करते है।
2. इसमें 250 मिली के बीकर में 5 ग्राम अरेबिक गोंद का चूर्ण लेकर 10 मिली गर्म आसुत जल में पेस्ट बनाते है।
3. इस पेस्ट को गर्म आसुत जल में धीरे–2 मिलाकर विलोपित करते है।
4. प्राप्त मिश्रण को 10 मिनट तक पुनः गर्म करते है । अब मिश्रण को निस्यंद पत्र की सहायता से छान लेते है।
5. प्राप्त छनित गोंद का हाइड्रोसॉल है।

परिणाम – अरेबिक गोंद का हाइड्रोसॉल बनाया गया ।

प्रयोग – 2

उद्देश्य – स्टार्च का हाइड्रोसॉल बनाना ।

सिद्वान्त – स्टार्च का हाइड्रोसॉल एक द्रवरागी कोलाइड है। इसमें स्टार्च ठोस अवस्था में है एंव जल द्रव अवस्था में होता है। परिक्षेपण माध्यम जल है तथा परिक्षिप्त अवस्था स्टार्च है।

स्टार्च वृहद् कार्बनिक अणु है $(C_6H_{10}O_5)_n$ यहां $n > 50{,}000$ है। अतः यह वृहद आण्विक कोलाइड भी है। कण का आकार 10^{-9} से $10^{-6}m$ के मध्य होता है।

उपकरण – दो बीकर 250 मिली, मापक सिलेण्डर, पिपेट, कांच की छड, बर्नर, त्रिपद स्टेण्ड, वायर गॉज, थर्मामीटर, निस्यंद पत्र, कीप आदि ।

रसायन – स्टार्च, आसुत जल आदि ।

विधि –

1. एक 250 मिली के बीकर में 100 मिली आसुत जल लेकर 35^{0} C से 65^{0} C तक गर्म करते है।
2. दूसरे 250 मिली के बीर में 5g स्टार्च पावडर को 10 मिली आसुत जल में मिलाकर पेस्ट बनाते है।
3. इस पेस्ट को गर्म आसुत जल में धीरे–धीरे मिलाकर विलोपित करते है।
4. प्राप्त मिश्रण को 10 मिनिट तक 60^{0} C से 65^{0} C पर पुनः गर्म करते है। अब मिश्रण को निस्यंद पत्र से छान लेते है।
5. प्राप्त छनित स्टार्च का हाइड्रोसॉल है।

परिणाम – स्टार्च का हाइड्रोसॉल बनाया गया ।

प्रयोग – 3

उद्देश्य – अण्डएल्बुमिन का हाइड्रोसॉल बनाना ।

सिद्वान्त – अण्डएल्बुमिन का हाइड्रोसॉल एक द्रवरागी कोलाइड है। इसमें अण्डएल्बुमिन ठोस अवस्था में है एवं जल द्रव अवस्था में होता है।

परिक्षेपण माध्यम जल है तथा परिक्षिप्त अवस्था अण्डएल्बुमिन है।

अण्डएल्बुमिन वृहद कार्बनिक सरंचना है।

अतः यह वृहद आण्विक कोलाइड भी है। कण का आकार 10^{-9} से 10^{-6} m के मध्य होता है।

उपकरण – दो बीकर 250 मिली, मापक सिलेण्डर, पिपेट, कांच की छड, बर्नर, त्रिपद स्टेण्ड ,वायर गॉज, थर्मामीटर, निस्यंद पत्र, कीप आदि ।

रसायन – अण्डएल्बुमिन , आसुत जल, सोडियम क्लोराइड आदि

विधि –

1. एक 250 मिली के बीकर में 100 मिली सोडियम क्लोराइड का 5 प्रतिशत (w/V) जलीय विलयन

लेते है।

2. दूसरे 250 मिली के बीकर में एक अण्डा तोडकर अण्डएल्बुमिन को अण्डपीत से पृथक कर लेते है। अब अण्डएल्बुमिन का लगभग 5 ग्राम लेकर आसुत जल में धीरे धीरे मिलाकर विलोपित करते है।
3. प्राप्त मिश्रण को निस्यंद पत्र से छान लेते है।
4. प्राप्त छनित अण्डएल्बुमिन का हाइड्रोसॉल है।

परिणाम – अण्डएल्बुमिन का हाइड्रोसॉल बनाया गया ।

(ब) द्रव विरागी कोलाइड (Lyophobic colloid)

इसमें परिक्षिप्त प्रावस्था (dispersed phase) एवं परिक्षेपण माध्यम (Despersion medium) के मध्य अत्यन्त कम आकर्षण होता है अतः विशिष्ट विधियो द्वारा इन्हें मिश्रित किया जाता है। जैसे – जल अपघटन , पेप्टीकरण, परिक्षेपण आदि ।

प्रयोग – 4

उद्देश्य – फैरिक हाइड्रोक्साइड का हाइड्रोसॉल बनाना ।

सिद्वान्त – यह द्रव विरागी कोलाइड है। परिक्षेपण माध्यम द्रव अवस्था में जल है तथा परिक्षिप्त प्रावस्था ठोस अवस्था में फैरिक हाइड्रोक्साइड है। यहां फैरिक क्लारोइड को जल में घोलने पर जल अपघटन के कारण फैरिक हाइड्रोक्साइड का लाल अवक्षेप प्राप्त होता है।

$$FeCl_3 + 3H_2O \xrightarrow{\text{जल अपघटन}} Fe(OH)_3 \downarrow + 3HCl$$

लाल अवक्षेप

ताजा प्राप्त अवक्षेप में थोडा सा वैद्युत अपघट्य फैरिक क्लारोइड मिलाने पर पेप्टन या पेप्टीकरण के कारण फैरिक हाइड्रोक्साइड का धनावेशित लाल भूरा हाइड्रोसॉल बनता है।

$$\underset{\text{अवक्षेप}}{Fe(OH)_3} + \underset{\text{वै.अ.}}{FeCl_3} \xrightarrow{\text{पेप्टन}} \underset{\text{धनावेशित हाइड्रोसॉल}}{[Fe(OH)_3]Fe^{3+}} + 3Cl^-$$

उपकरण – बीकर – 250 मिली, वायर गॉज, त्रिपद स्टण्ेड, मापक सिलेण्डर 100 मिली, कांच की छड, कीप, निस्पंद पत्र आदि ।

रसायन – ठोस फैरिक क्लोराइड, आसुत जल आदि

विधि –

1. एक 250 मिली के बीकर में 100 एमएल आसुत जल लेकर उबालते है।
2. उबलते जल में 2 ग्राम फैरिक क्लोराइड का चूर्ण मिलाकर अच्छी तरह विलोपित करते है।
3. दूसरे बीकर में 10 मिली आसुत जल लेकर उबालते है। बूंद – बूंद कर इसे प्रयोग के विलयन में डालकर हिलाने पर भूरा– लाल सॉल प्राप्त होता है।
4. प्राप्त सॉल को निस्यंद पत्र की सहायता से छान लेते है। लाल–भूरी छनित्र ही फैरिक हाड्राक्साइड का हाइड्रोसॉल है।

परिणाम – फैरिक हाइड्रोक्साइड का हाइड्रोसॉल बनाया गया ।

प्रयोग – 5

उद्धेश्य – ऐलुमिनियम हाइड्रोक्साइड का हाइड्रोसॉल बनाना ।

सिद्धान्त – यह द्रव विरागी कोलाइड है। परिक्षैपण माध्यम द्रव अवस्था में जल है तथा परिक्षिप्त प्रावस्था ठोस अवस्था में ऐलुमिनियम हाइड्रोक्साइड है। यहां ऐलुमिनियम क्लोराइड को जल में घोलने पर जल अपघटन के कारण ऐलुमिनियम हाइड्रोक्साइड का श्वेत अवक्षेप प्राप्त होता है।

$$AlCl_3 + 3H_2O \xrightarrow{\text{जल अपघटन}} Al(OH)_3 \downarrow + 3HCl$$

श्वेत अवक्षेप

ताजा प्राप्त अवक्षेप में थोडा सा वैधुत अपघटय ऐलुमिनियम क्लोराइड मिलाने पर पेप्टन या पेप्टीकरण के कारण ऐलुमिनियम हाइड्रोक्लोराइड का धनावेशित सफेद हाइड्रोसॉल बनता है।

उपकरण – बीकर 250 मिली, वायर गॉज, बर्नर, त्रिपद स्टण्ड, मापक सिलेण्डर 100 एमएल , कांच की छड, कीप, निस्पंद पत्र आदि

विधि –

1. एक 250 मिली के बीकर में 100 मिली आसुत जल लेकर उबालते है।
2. उबलते जल में 20 ऐलुमिनियम क्लोराइड का चूर्ण मिलाकर अच्छी तरह विलोपित करते है।
3. दूसरे बीकर में 10 मिली आसुत जल लेकर उबालते है। बूंद बूंद कर इसे प्रयोग के विलय में डालकर हिलाने पर श्वेत सॉल प्राप्त होता है।
4. प्राप्त सॉल को निस्यंद पत्र की सहायता से छान लेते है।

लाल– भूरी छनित्र ही ऐलुमिनियम हाइड्रोक्लाइड का हाइड्रोसॉल है।

परिणाम – ऐलुमिनियम हाइड्रोक्साइड का हाइड्रोसॉल बनाया गया ।

प्रयोग – 6

उद्देश्य – आर्सेनिक सल्फाइड का हाइड्रोसॉल बनाना ।

सिद्धान्त – यह द्रव विरागी कोलाइड है। परिक्षेपण माध्यम द्रव अवस्था में जल है तथा परिक्षिप्त प्रावस्था ठोस अवस्था में आसेर्निक सल्फाइड है। यहां आर्सेनिक आक्साइड के जलीय विलयन में H_2S गैस प्रवाहित करने पर द्विविस्थापन के कारण आर्सेनिक सल्फाइड का पीला अवक्षेप प्राप्त होता है।

$$As_2O_3 + 3H_2S \longrightarrow As_2S_3 \downarrow + 3H_2O$$

पीला अवक्षेप

ताजा प्राप्त अवक्षेप में H_2S गैस अधिक समय तक प्रवाहित करने पर पेप्टन या पेप्टीकरण के कारण आर्सेनिक सल्फाइड का पीला रंग का ऋणावेशित हाइड्रोसॉल बनता है।

$$\underset{\text{अवक्षेप}}{As_2O_3} + \underset{\text{वै.अ.}}{H_2S} \xrightarrow{\text{पेप्टन}} \underset{\text{ऋणावेशित हाइड्रोसॉल}}{[As_2S_3]\,S^{2-}} \downarrow + 2H^+$$

उपकरण – बीकर 250 मिली , वायर गॉज, बर्नर, त्रिपद स्टेण्ड, मापक सिलेण्डर – 100 मिली ,

कांच की छड, कीप , निस्यंद पत्र आदि ।

रसायन – ठोस फैरिक क्लोराइड , आसुत जल आदि ।

विधि –

1. एक 250 मिली के बीकर में 100 मिली आसुत जल लेकर उबालते है।
2. उबलते जल में 0.2 ग्राम आर्सेनिक आक्साइड का चूर्ण मिलाकर अच्छी तरह विलोपित करते है।
3. प्रयोग – 2 के विलयन में H_2S गैस प्रवाहित करने पर पहले पीला अवक्षेप प्राप्त होता है तथा अधिकता में प्रवाहित करने पर पीले रंग का सॉल प्राप्त होता है।
4. प्राप्त सॉल को निस्पंद पत्र की सहायता से छान लेते है। पीले रंग की छनित्र ही आर्सेनिक सल्फाइड का हाइड्रोसॉल है।

परिणाम – आर्सेनिक सल्फाइड का हाइड्रोसॉल बनाया गया ।

(स) पायस बनाना (Formation of Emulsion)

प्रयोग – 7

उद्धेश्य – विभिन्न तेलो के पायसो के स्थाईकरण में पायसी कर्मको की भूमिका का अध्ययन करना।

सिद्धान्त – पायस ऐसे कोलाइड होते है जिसमें परिक्षिप्त प्रावस्था और परिक्षेपण माध्यम दोनो ही द्रव होते है। यहां परिक्षिप्त प्रावस्था और परिक्षेपण माध्यम को उनकी परस्पर आपेक्षिक मात्रा से पहचाना जाता है। जो द्रव कम अनुपात में होता है वह परिक्षित प्रावस्था तथा जो अपेक्षाकृत अधिक मात्रा में होता है वह परिक्षेपण माध्यम कहलाता है।

जब तेल को जल के साथ हिलाया जाता है तो प्रायः एक हल्का दूधिया विलयन दिखाई पड़ता है जो स्थाई होता हैं इसे जल में तेल का पायस कहते है। रखा रहने पर यह दो परतों में अलग हो जाता है, यानी तेल और जल में। विभिन्न तेलों की जल में मिलने की क्षमता अलग–अलग होती है। तेल की मिलने की क्षमता इसकी प्रकृति के साथ–साथ विलोडित करने की विधि पर भी निर्भर करती है (यानि तेजी से अथवा धीरे घुमाना)।

तेल और जल के पायस का स्थायित्व साबुन के विलयन जैसे उचित पायसीकर्मक को मिलाकर बढ़ाया जा सकता है। साबुन की सान्द्रता को इष्टतम सांद्रता कहते हैं। इस इष्टतम मात्रा की उपस्थिति में तेल का जल में पायस अधिक स्थाई होता है तथा जल की परतें अलग होने में अधिक समय लगता है।

आवश्यक सामग्री

परखनलियाँ	–	छः	साबुन अपमार्जक	–	5 g
ड्रॉपर	–	पाँच	सरसों का तेल	–	प्रत्येक 10 ml
परखनली स्टेण्ड	–	एक	अलसी का तेल		
काँच की छड़	–	एक	एरण्ड का तेल और		
स्टॉप वॉच	–	एक	मशीन का तेल		

प्रक्रिया –

1. परखनली में 10 मिली आसुत जल लेकर उसमें 1 ग्राम साबुन/ अपमार्जक मिलाकर तेजी

से हिलाकर धोलें और आवश्यक होने पर परखनली की सामग्री को गरम करें और इस परखनली को 'क' नामांकित करें।

2. चार परखनलियाँ लेकर उन्हें 'ख', 'ग', 'घ' और 'च' चिहिन्त करें तथा प्रत्येक परखनली में 5 ml आसुत जल डालने के बाद क्रमशः परखनली 'ख' में सरसों का तेल परखनली 'ग' में अलसी का तेल परखनली 'घ' में एरण्ड का तेल तथा परखनली 'च' में मशीन का तेल मिलाएं।

3. परखनली 'ख' को पाँच मिनट तक जोर से हिलाए, इस परखनली रख दें और साथ ही स्टॉप वॉच चला दें। दो परतें बनने में लगे समय को नोट करें।

4. यही प्रक्रिया परखनली 'ग', 'घ' और 'च' के साथ दोहराए और प्रत्येक प्रयोग में दो परतों के अलग होने में लगा समय रिकॉर्ड करें।

5. अब परखनली 'क' से प्रत्येक परखनली (ख, ग, घ और च) में दो बूँद साबुन / अपमार्जक के घोल की मिलाए। प्रत्येक परखनली को पाँच मिनट तक मिलाएँ और प्रत्येक प्रयोग में दो परतों के अलग होने के समय का रिकॉर्ड करें।

6. अपने अवलोकन को सारणी 6.1 के विवरण के अनुसार अलग होने के समय का रिकॉर्ड करें।

सारणी 6.1 विभिन्न तेलों का साबुन / अपमार्जक द्वारा पायसीकरण

परखनली का विवरण लिए तेल का नाम	पायस बनाने के प्रयोग किए गए	परतों के अलग होने में लगा समय	
		बिना साबुन / अपमार्जक के	साबुन / अपमार्जक के साथ
क.			
ख.			
ग.			
घ.			

(द) टिण्डल प्रभाव (Tyndall Effect)

प्रयोग – 8

उद्देश्य – दूध व नमक के जलीय विलयन में टिण्डल प्रभाव द्वारा अन्तर करना ।

सिद्धान्त – दूध एक पायस है अर्थात विषमांगी मिश्रण है यह कोलाइड है जबकि नमक व जल का मिश्रण समांगी है एंव विलयन है।

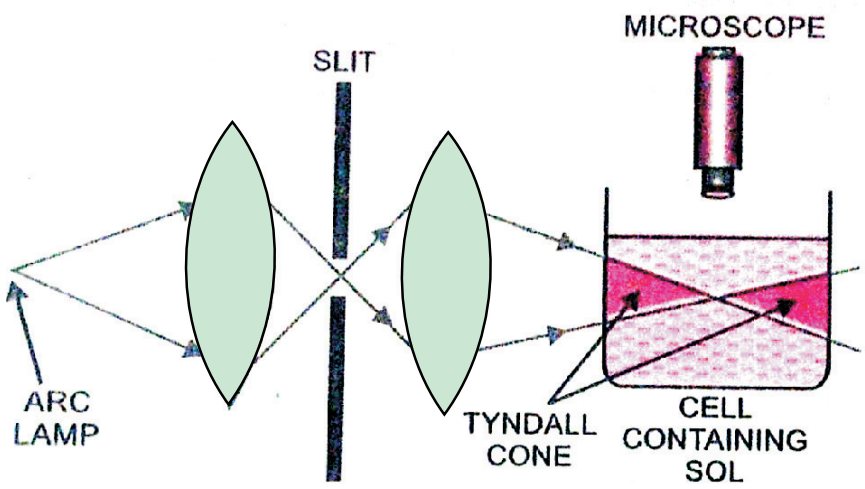
कोलाइड में परिक्षिप्त अवस्था के कण प्रकाश का प्रकीर्णन करते है इस कारण प्रकाश का पथ दिखाई देता है यह टिण्डल प्रभाव कहलाता है।

टिण्डल प्रभाव का दिखना निम्नलिखित कारको पर निर्भर करता है –

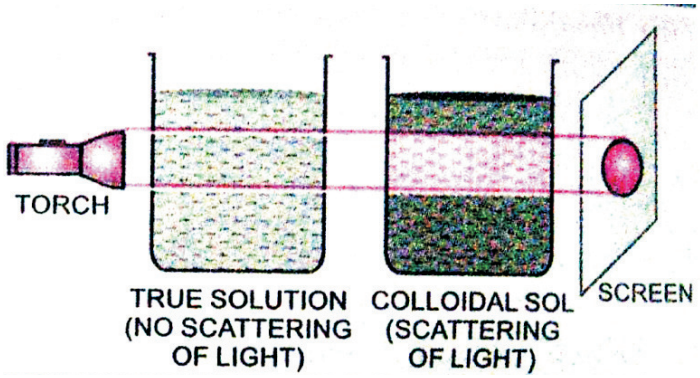
1. परिक्षिप्त अवस्था के कणो का आकार प्रयुक्त प्रकाश के तरंग दैर्ध्य से बहुत कम नही होना चाहिए ।

2. परिक्षिप्त प्रावस्था व परिक्षेपण माध्यम के मध्य अपवर्तन परिमाप में बहुत अंतर होना चाहिए ।

टिण्डल प्रभाव के उपयोग से वास्तविक विलयन व कोलाइड में अंतर दिया जा सकता है।



Tyndall Effect



चित्र – 6.1 टिण्डल प्रभाव का प्रयोग–विलयन व कोलाईड में अन्तर

1. 20 ग्राम दूध या दूध का पाउडर
2 .1 चम्मच
3. 1 ड्रापर
4. 2 बीकर 250 mL
5. 1 छोटी टॉर्च
6. आसुत जल

7. नमक 20 ग्राम

विधि –

1. 250 मिली के दोनो बीकर में 100–100 मिली आसुत जल लेते है।
2. एक बीकर में ड्रापर की सहायता से 20 मिली दूध या चम्मच की सहायता से 20 ग्राम दूध का पाउडर मिलाकर हिलाते है।
3. दूसरे बीकर में 20 ग्राम नमक मिलाकर हिलाते है।
4. अब एक बीकर की और टॉर्च का प्रकाश डाल कर टिण्डल प्रभाव का अध्ययन करते है।
5. नमक के विलयन से प्रकाश प्रवाहित हो जाता है पर प्रकाश का पथ नही दिखाई देता है अतः यह वास्तविक विलयन है।
6. दूध व जल के मिश्रण से गुजरता हुआ प्रकाश चमकीला श्वेत रंग दिखाई देता है। यह टिण्डल प्रभाव है। अतः दूध कोलाइड है।

परिणाम – दूध का द्रव रागी कोलाइड बनाकर टिण्डल प्रभाव का अध्ययन किया गया ।

(य) वैद्युत कण संचलन (Electrophoresis)

प्रयोग – 9

उद्देश्य – फैरिक हाइड्रोक्साइड के हाइड्रोसॉल में वैद्युत कण संचलन का अध्ययन करना

सिद्धान्त – द्रव विरागी कोलाइड में परिक्षिप्त प्रावस्था के कण सामान्यतया आवेशित होते है। कोलाइड पर वैद्युत क्षैत्र लगाने पर परिक्षिप्त प्रावस्था के कण विपरीत आवेशित इलेक्ट्रोड की ओर गति करते है इसे वैद्युत कण संचलन कहते है।

फैरिक हाइड्रोक्साइड निर्माण की क्रिया

$$FeCl_3 + 3H_2O \xrightarrow{\text{जल अपघटन}} Fe(OH)_3 \downarrow + 3HCl$$

लाल अवक्षेप

$$Fe(OH)_3 + FeCl_3 \xrightarrow{\text{पेप्टन}} [Fe(OH)_3]\, Fe^{3+} + 3Cl^-$$

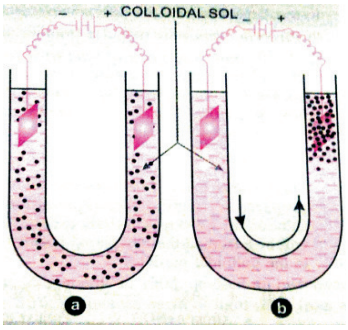
लाल कोलाइड

यहां वैद्युत क्षैत्र लगाने पर लाल कोलाइडी कण ऋणावेशित इलेक्ट्राड की गति करते है तथा पीछे पारदर्शी रंगहीन द्रव शेष रह जाता है। यह वैद्युत कण संचलन है।

उपकरण व रसायन – यू ट्यूब, इलेक्ट्रोड, 9 V डीसी स्त्रोत, बीकर 250mL संयोजन तार, फैरिक क्लाराइड, आसुत जल , स्टेण्ड ।

विधि –

1. प्रयोग – 4 के बिन्दु 1 से 4 के अनुसार फैरिक हाइड्रोक्साइड का हाइड्रोसॉल बनाते है।
2. इसे यू–टयूब में लेते है तथा दोनो सिरो पर दो इलेक्ट्रोड लगाते है।
3. वैद्युत स्त्रोत से संबंधित करके विधुत प्रवाहित करते है।
4. धनावेशित लाल कोलाइड ऋण इलेक्ट्रोड पर पहुंच कर स्कंदित हो जाता है।



चित्र 6.2 वैद्युत कण संचलन

परिणाम – फैरिक हाइड्रोक्साइड का हाइड्रोसॉल बनाकर वैद्युत कण संचलन का अध्ययन किया गया ।

2. रासायनिक बलगतिकी (Chemical Kinetics)

रसायन की वह शाखा जिसमें अभिक्रिया की दर एवं दर को प्रभावित करने वाले कारको का अध्ययन करते है, रासायनिक बलगतिकी कहलाती है।

इकाई समय में अभिकारको या उत्पादो की सांद्रता में परिवर्तन को अभिक्रिया की दर या अभिक्रिया का वेग (r) कहते है

एक काल्पनिक अभिक्रिया के लिए

$A \rightarrow B + 2C$

अभिक्रिया की दर की दर $(r) = \frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{\Delta[B]}{\Delta t} = -\frac{1}{2}\frac{\Delta[C]}{\Delta t}$

अभिक्रिया को प्रभावित करने वाले कारक निम्नलिखित है –

1. अभिकारक की सांद्रता
2. अभिकारक की प्रकृति
3. अभिकारक का पृष्ठीय क्षैत्रफल
4. अभिक्रिया का माध्यम
5. उत्प्रेरक की उपस्थिति
6. ताप
7. विकिरणो का प्रभाव

इस अध्याय में हम अभिक्रिया की दर पर अभिकारक की सांद्रता एंव ताप के प्रभाव का प्रायोगिक अध्ययन करेंगे।

(अ) सान्द्रता का प्रभाव

प्रयोग–10

उद्देश्य – हाइड्रोक्लोरिक अम्ल तथा सोडियम थायोसल्फेट के मध्य अभिक्रिया की दर पर हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की सांद्रता के प्रभाव का अध्ययन करना ।

सिद्धान्त – द्रव्य अनुपाती क्रिया के नियम के अनुसार अभिक्रिया की दर (r) का मान अभिकारको के सक्रिय द्रव्यमानो के गुणनफल के समानुपाती होता है।

$$r \alpha [\text{अभिकारक}]$$

यहां हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की सोडियम थायोसल्फेट के साथ क्रिया से अघुलनशील सल्फर का पारभासी मिश्रण बनता है।

$$Na_2S_2O_3 + 2\,HCl \rightarrow NaCl_{(aq)} + SO_{2(g)} + H_2O_{(l)} + S_{(s)}$$

अभिक्रिया की पूर्णता पर विलयन पारभाषी हो जाने से कोनिकल फ्लास्क के नीचे लगाया गया निशान अदृश्य हो जाता है इससे अभिक्रिया की पूर्णता की जानकारी होती है।

यहां अभिक्रिया की दर का मान

$$r \alpha [HCl]^2 [Na_2S_2O_3]$$

अतः यदि $Na_2S_2O_3$ की सांद्रता स्थिर रहे तो

$$r \alpha [HCl]^2$$

अतः HCl की सांद्रता दुगुनी करने पर वेग चार गुना हो जाता है।

यदि HCl की सांद्रता स्थिर रहे तो

$$r \alpha [Na_2S_2O_3]$$

अतः $Na_2S_2O_3$ की सांद्रता दुगुनी करने पर वेग दुगुना हो जाता है।

उपकरण – अंशाकित पीपेट (10 मिली), स्टाप वॉच, ब्यूरेट, स्टेण्ड, कोनिकल फ्लास्क, द्रोणिका

रसायन – 0.1 M $Na_2S_2O_3$ तथा 1 M HCl विलयन

विधि –

1. सर्वप्रथम ब्यूरेट में 1 M HCl विलयन भरते है फिर एक 250 मिली कोनिकल फ्लास्क के बाहरी तरफ पेंदें में क्रास (X) का निशान बनाकर उसमें 0.1 M $Na_2S_2O_3$ का 50 मिली विलयन लेकर इसे जल से आधी भरी द्रोणिका (ताप स्थायी) में रख देते है। विलयन में से क्रास (X) का निशान साफा दिखाई देता है।

2. जब कोनिकल फ्लास्क व जल का ताप समान हो जाता है तो ब्यूरेट से HCl बूंद–बूंद करके मिलाएं तथा 0.5 मिली HCl मिलाने के बाद स्टाप वॉच चला दे तथा कुल 1 मिली HCl मिलाने के बाद कोनिकल फ्लास्क के पैंदे में बने निशान के ओझल होने का समय नोट करते है। इससे यह ज्ञात होता है कि अभिक्रिया पूर्ण हो गई है।

3. इसी प्रकार $Na_2S_2O_3$ विलयन प्रयोग में 2 मिली, 4 मिली, 8 मिली तथा 16 मिली HCl के साथ पुनः करते है तथा निशान के ओझल होने का समय ज्ञात करते है।

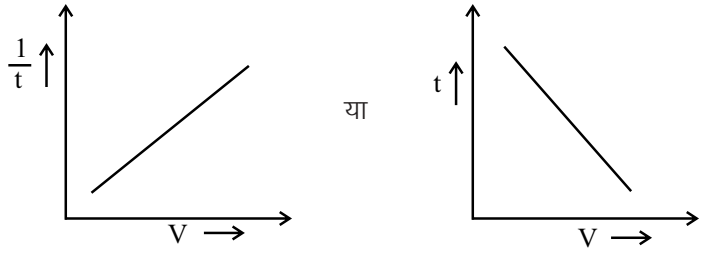
प्रेक्षण सारणी : (i) 0.1 M $Na_2S_2O_3$ के विलयन का आयतन = 50 मिली

(ii) HCl विलयन की सान्द्रता = 1.0 M

क्रस.	ब्यूरेट से मिलाया गया HCl का आयातन **(V)** मिली में (x – axis)	निशान (x) के ओझल होने में लगा समय **t** (सेकण्ड में) (y – axis)
1.	1.0	
2.	2.0	
3.	4.0	
4.	8.0	
5.	16.0	

ग्राफ

प्रेक्षण सारणी के अनुसार x अक्ष पर HCl का आयातन लेते है एवं y-axis पर निशान (x) के ओझल होने का समय लेते है।



परिणाम – प्रेक्षण सारणी एंव ग्राफ के निष्कष निकलता है कि अभिकारक की सान्द्रता बढने से अभिक्रिया का वेग बढता है।

नोट – इस प्रयोग को HCl का आयतन स्थिर रखकर $Na_2S_2O_3$ का आयतन परिवर्तित करके भी किया जा सकता है।

(ब) ताप का प्रभाव

प्रयोग–11

उद्देश्य – सोडियम थायोसल्फेट व हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के मध्य अभिक्रिया की दर पर ताप में परिवर्तन के प्रभाव का अध्ययन करना ।

सिद्वान्त – यहां हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की सोडियम थायोसल्फेट के साथ क्रिया से अघुलनशील सल्फर का पारभासी मिश्रण बनता है।

$$Na_2S_2O_3 + 2\ HCl \rightarrow NaCl_{(aq)} + SO_{2(g)} + H_2O + S_{(s)}$$

अभिक्रिया की पूर्णता पर विलयन पारभाषी हो जाने से कोनिकल फ्लास्क के नीचे लगाया गया निशान अदृश्य हो जाता है इसमें अभिक्रिया की पूर्णता की जानकारी होती है।

आरेनियस की समीकरण के अनुसार

$$k = A\, e^{-Ea/RT}$$

$$\log \frac{k_2}{k_1} = \frac{Ea}{2.303\ R}\left[\frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2}\right]$$

अतः ताप में वृद्वि से दर स्थिरांक में वृद्वि (k) होती है अतः दर बढती है।

$$r\ \alpha T$$

उपकरण – अशंकित पिपेट, ब्यूरेट कोनिकल फ्लास्क, जल उष्मक, थर्मामीटर, बर्नर, त्रिपद स्टेण्ड, ब्यूरेट स्टेण्ड, तापस्थाई

रसायन – 0.1 M $Na_2S_2O_3$ तथा 1 M HCl विलयन

विधि

1. 250 मिली के कोनिकल फ्लास्क के पेंदें के बाहरी तरफ निशान (x) लगा देते है इसमें 0.1 मिली $Na_2S_2O_3$ का 50 mL विलयन लेते है तथा 30°C पर ताप स्थाई में रख देते है। इसमें ब्यूरेट की सहायता से 5 मिली HCl मिलाते है। पर 2.5 मिली मिलाने पर स्टॉप वॉच चालू कर देते है एव निशान अदृश्य होने पर स्टॉप वॉच बंद कर अभिक्रिया पूर्णता का समय ज्ञात करते है।

2. इसी प्रकार कोनिकल फ्लास्क में बार–बार $Na_2S_2O_3$ का विलयन लेकर प्रयोग को 40°C, 50°C, 60°C व 70°C पर पुनः दोहराते है तथा निशान अदृश्य होने का समय नोट करते है।

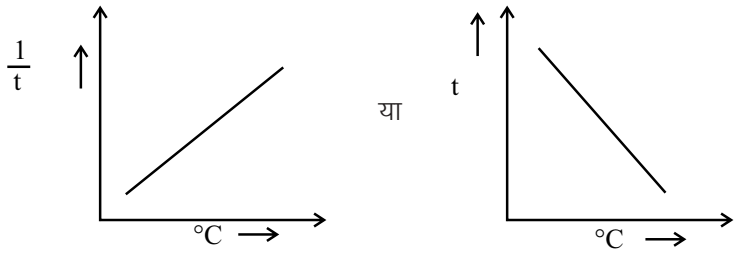
प्रेक्षण सारणी – (i) 0.1 M $Na_2S_2O_3$ का विलयन = 50 मिली

(ii) 1 M HCl का विलयन = 5 मिली

क्र.स.	प्रयोग का ताप (x–अक्ष)	निशान x के अदृश्य होने में लगा समय t सेकण्ड में (y–अक्ष)
1	30° C	
2	40° C	
3	50° C	
4	60° C	
5	70° C	

ग्राफ

प्रेक्षण सारणी के अनुसार x - अक्ष पर प्रयोग का ताप °C में एवं y- अक्ष पर निशान x के अदृश्य होने में लगा समय 1/t में लेते है।



परिणाम – प्रेक्षण सारणी एंव ग्राफ से निष्कर्ष निकलता है कि ताप में वृद्धि करने पर अभिक्रया की दर बढती है।

(3) वैद्युत रसायन (Electrochemistry)

गैल्वेनी सेल के दोनो इलेक्ट्रोडो के बीच विभवांतर, सेल विभव कहलाता है और इसे वोल्ट में मापा जाता है। यह कैथोड और ऐनोड की अपचयन विभवो (अथवा आक्सीकरण विभवो) के मध्य का अंतर होता है। जब सेल से धारा प्रवाहित नही हो रही होती तब इसे सेल का विधुत वाहक बल (emf) कहते है।

$$E_{\text{सेल}} = E_{\text{कैथोड}} - E_{\text{ऐनोड}}$$

अकेले अर्धसेल का विभव नही मापा जा सकता । हम केवल दो अर्ध सेलो की विभवो के मध्य अन्तर ज्ञात कर सकते है जो सेल का emf देता है। परिपाटी के अनुसार Pt, H(g. 1 bar) / H^+ (aq, 1 M)

द्वारा प्रदर्शित मानक हाइड्रोजन इलेक्ट्राड का विभव निम्नलिखित अभिक्रिया के संगत सभी तापो पर शून्य निर्दिष्ट किया गया है।

$$H^+(aq) + e \rightarrow \frac{1}{2} H_2(g)$$

अर्ध सेल के विभव को मानक हाइड्रोजन इलेक्ट्रोड के सापेक्ष मापा जाता है। एक सेल बनाई जाती है जिसमें मानक हाइड्रोजन इलेक्ट्रोड को ऐनोड (संदर्भ अर्ध सेल) और मानक अवस्थाओ में दूसरी अर्ध सेल जिसका विभव मापना है को केथोड बनाया जाता है तब सेल विभव दूसरी अर्ध सेल की मानक इलेक्ट्रोड विभव के बराबर होती है।

$$E_{\text{सेल}} = E_{\text{कैथोड़}} \text{ क्योंकि } E_{\text{ऐनोड}} = 0$$

नेर्नस्ट ने दिखलाया कि हाइड्रोजन इलैक्ट्रोड के संदर्भ में किसी सेल की इलैक्ट्रोड विभव, किसी भी सान्द्रता पर मापी जा सकती है। निम्नलिखित प्रकार की अभिक्रिया के लिए –

$$M^{n+}(aq) + ne \rightarrow M(s)$$

किसी भी सांद्रता पर हाइड्रोजन इलेक्ट्रोड के संदर्भ से मापी गई इलेक्ट्रोड विभव को निम्नलिखित प्रकार से प्रदर्शित किया जा सकता है–

$$E = E'_{M^{n+}/M} - \frac{RT}{nF} \ell n \frac{[M]}{[M^{n+}]}$$

ठोस M की सांद्रता को इकाई माना जाता है और तब

$$E = E'_{M^{n+}/M} - \frac{RT}{nF} \ell n \frac{I}{[M^{n+}]}$$

प्रयोग–12

उद्देश्य – कक्ष ताप पर Zn/Zn^{2+} Cu^{2+} / Cu सेल की सेल विभव में विद्युत अपघटयों ($CuSO_4/ZnSO_4$) की सांद्रता के साथ परिवर्तन का अध्ययन करना ।

सिद्धांत – इस प्रयोग में जांच के अंतर्गत सेल निम्न प्रकार से प्रदर्शित की जा सकती है।

$$Zn(s)/Zn^{2+}(aq.\ 1.0\ M)\ //\ Cu^{2+}(aq.,\ xM)/Cu(s)$$

यहां $xM, Cu^{2+}(aq)$ आयनो की परिवर्तनीय सांद्रता को प्रदर्शित करता है। दूसरे शब्दो मे सांद्रता के साथ सेल विभव में परिवर्तन का अध्ययन करने के लिए की $Cu^{2+}(aq.)$ सांद्रता परिवर्तित की जाती है जबकि $Zn^{2+}(aq)$ की सांद्रता स्थिर रखी जाती है । मापी गई सेल विभव से हम Cu(II) आयनो की प्रत्येक सांद्रता के लिए Cu^{2+}/ Cu इलेक्ट्रोड की इलेक्ट्रोड विभव परिकलित कर सकते है। यह विचरण सैद्वान्ति रूप से निम्नलिखित समीकरण द्वारा प्रदर्शित किया जा सकता है।

$$E = E + \log [Cu^{2+}] \qquad \ldots 1$$

परिणाम स्वरूप इलेक्ट्रोड विभव में परिवर्तन से सेल विभव में निम्नलिखित संबंध के अनुसार परिवर्तन आता है।

$$E_{\text{सेल}} = E_{Cu^{2+}/Cu} - E_{Zn^{2+}/Zn} \qquad \ldots 2$$

समीकरण (2) से यह स्पष्ट है कि यदि $E_{Zn2+/Zn}$ को स्थिर रखा जाए तो E Cu^{2+}/Cu में E सेल परिवर्तन $E_{सेल}$ (सेल विभव) में परिवर्तन लाएगा। इसी प्रकार Cu^{2+} से आयनो की सांद्रता स्थिर रखकर सेल विभव में Zn^{2+} आयनो की सांद्रता में परिवर्तन के साथ विचरण का अध्ययन किया जा सकता है।

आवश्यक सामग्री

जिंक सल्फेट	–	एक	जिंक सल्फेट विलयन	– $ZnSO_4$
कॉपर प्लेट	–	एक	0.25 M, 0.1 M, 0.05 M	
बीकर – 50 एमएल	–	एक	0.025 M , 0.0125 M	
वोल्ट मीटर (पोटेश्योमीटर)	–	एक	कॉपर सल्फेट विलयन	– प्रत्येक के 40 mL
लवण सेतु	–	एक		

प्रक्रिया

1. 1.0 M $ZnSO_4$ और 0.2 M Cu SO_4 विलयन प्रयुक्त करके चित्र 4.1 के अनुसार सेल स्थापित करें ।

2. सेल का विभवांतर नोट करे तथा इलेक्ट्रोडो की ध्रुवता का रिकार्ड भी रखें (यह हमें विभव, $E_{सेल}$ को चिन्ह देने में सहायता करेगा)

3. जैसे ही सेल विभव का मापन समाप्त हो जाए लवण सेतु को निकाल दे ।

4. 0.2 M $CuSO_4$ विलयन वाले बीकर के स्थान पर 0.1 M $CuSO_4$ विलयन वाले बीकर को रखें । लवण सेतु को यथास्थान रखे और सेल विभव नोट करें।

5. प्रक्रिया को कॉपर सल्फेट के अन्य विलयो के साथ दोहराएं जिसमें काूपर सल्फेट के विलयनो की सांद्रता का घटता हुआ क्रम हो ।

6. log $[Cu^{2+}(aq)]$ परिकलित करे और फिर Cu(II) की सांद्रता के प्रत्येक परिवर्तन के लिए $E_{Cu^{2+}/Cu}$ परिकलित करें।

7. Cu^{2+} आयानो की विभिन्न सांद्रताओ के लिए $Cu^{2+}(aq)$ / Cu (s) इलेक्ट्रोड की इलेक्ट्रोड विभव के मान सारणी 4.1 के अनुसार रिकोर्ड करें।

8. सांद्रता के साथ सेल विभव के विचरण का ग्राफ बनाएं जिसमें (E_{Cu2+}/Cu) को y - अक्ष पर और log$[Cu^{2+}(aq)]$ को x- अक्ष पर लें ।

प्रेक्षण सारणी सेल विभव आंकडो का रिकार्ड

क्र.स.	$[Cu^{2+}(ag)]$ / mol L^{-1}	Log $[Cu^{2+}(ag)]$ / mol L^{-1}	E_{cell} / V	$E(E_{Cu2+}/Cu)$ प्रयोग से प्राप्त मान
1	0.2			
2	0.1			
3	0.05			
4	0.025			
5	0.0125			

परिणाम

आंकडो के आधार पर परिणाम लिखे ।

(4) प्राथमिक, द्वितीयक व तृतीयक ऐल्कोहॉल मे अंतर के परीक्षण

प्रयोग–13

उद्धेश्य–दिये गये कार्बनिक पदार्थ A, B, C में प्राथमिक, द्वितीयक व तृतीयक ऐल्कोहॉलिक समूह की पहचान करना।

प्रेक्षण सारणी

क्र.सं.	प्रयोग	प्रेक्षण	निष्कर्ष
1.	एक बूंद कार्बनिक पदार्थ मे 1 मिली शुद्ध एसीटोन मिलाकर क्रोमिक एसीड अभिकर्मक मिलाते है एवं हिलाते है।	हरा नीला अवक्षेप या नारंगी रंग मे कोई परिवर्तन नहीं एवं कोई अवक्षेप नहीं	प्राथमिक व द्वितीयक ऐल्कोहॉल हो सकते है या तृतीयक ऐल्कोहॉल उपस्थित है
2.	1 मिली पदार्थ मे 5 मिली ल्युकस अभिकर्मक मिलाकर हिलाते है	तुरन्त श्वेत अवक्षेप या 5 मिनिट बाद श्वेत अवक्षेप या लगभग 30 मिनिट बाद श्वेत अवक्षेप या धुंधला विलयन	तृतीयक ऐल्कोहॉल या द्वितीयक ऐल्कोहॉल या प्राथमिक ऐल्कोहॉल उपस्थित है
3.	1 मिली पदार्थ 10 मिली ब्रोमीन का कार्बन टेट्रा क्लोराइड मे 0. 01 प्रतिशत विलयन + 0.2 ग्राम N-ब्रोमोसक्सीनेमाइड मिलाकर जल उष्मक में 80^0 पर गर्म करते है।	स्थाई नारंगी रंग या अस्थाई नारंगी रंग या कोई रंग नहीं	प्राथमिक ऐल्कोहॉल या द्वितीयक ऐल्कोहॉल या तृतीयक ऐल्कोहॉल उपस्थित है

परिणाम – दिये गये पदार्थ A में प्राथमिक , B द्वितीयक तथा C तृतीयक ऐल्कोहॉलिक समूह उपस्थित है।

क्रोमिक एसीड अभिकर्मक – 1ग्राम क्रोमियम ऑक्साइड मे 1 मिली सान्द्र सल्फ्युरिक अम्ल मिलाकर हिलाते है एवं सावधानी पूर्वक 25 मिली आसुत जल से तनु करते है।

(5) प्राथमिक, द्वितीयक व तृतीयक ऐल्किल ऐमीन मे अंतर के परीक्षण

प्रयोग–14

उद्धेश्य–दिये गये कार्बनिक पदार्थ A, B, C में प्राथमिक, द्वितीयक व तृतीयक ऐल्किल ऐमीन की पहचान करना।

प्रेक्षण सारणी

क्र.सं.	प्रयोग	प्रेक्षण	निष्कर्ष
1.	कार्बनिक पदार्थ + सान्द्र HCl मिश्रण को ठण्डा करके 5 मिली सोडीयम नाइट्राइट का ठण्डा जलीय विलयन मिलाते है।	तीव्र बुदबुदाहट के साथ N_2 गैस मुक्त होती है या तेलीय द्रव प्राप्त होता है या ठोस प्राप्त होता है दुर्गंध युक्त गैस मुक्त होती है	प्राथमिक ऐमीन या द्वितीयक ऐमीन या तृतीयक ऐमीन
2.	आइसोसाइनाइड परीक्षण – कार्बनिक पदार्थ A + ऐल्कोहॉली KOH + कुछ बूंद क्लोरोफार्म डालकर गर्म करने पर।	हरा–पीला अवक्षेप	प्राथमिक ऐमीन समूह निश्चित है
3.	डाईथायो कार्बमेट परीक्षण कार्बनिक पदार्थ B + सान्द्र HCl + दूसरी परखनली मे 5 मिली निकिल क्लोराइड कार्बनडाईसल्फाइड अभिकर्मक को 1 मिली NH_4OH डालकर क्षारकीय करते है तथा प्रथम परखनली मे 1 मिली मिलाते है।	रंगहीन क्रिस्टल प्राप्त होते है	द्वितीयक ऐमीन समूह निश्चित है।
4.	मेथिलआयोडाइड निर्माण – कार्बनिक पदार्थ C + मेथिल ऐल्कोहॉल + 2–3 बूंद मेथिल आयोडाइड मिलाकर ठण्डा करने पर मिलाकर जल उष्मक में 80^0 पर गर्म करते है।		तृतीयक ऐमीन समूह निश्चित है।

परिणाम – दिये गये पदार्थ A में प्राथमिक , B द्वितीयक तथा C तृतीयक ऐमीन उपस्थित है।

* * * * *

अध्याय–7

मौखिक प्रश्न
(VIVA-VOICE)

1. आयतनमितीय विश्लेषण

प्रश्न 1. अनुमापन किसे कहते हैं?

उत्तर वह प्रक्रिया, जिसमें मानक विलयन के ज्ञात आयतन के साथ पूर्ण क्रिया करने वाले अज्ञात विलयन का आयतन ज्ञात करते हैं और फिर गणना द्वारा अज्ञात विलयन की सान्द्रता ज्ञात करते हैं, अनुमापन कहलाती है।

प्रश्न 2. अनुमापन कितने प्रकार के होते हैं? उनके नाम बताओ।

उत्तर चार प्रकार के होते है। ये हैं–

1. अम्ल – क्षारक अनुमापन 2. उपापचयन अनुमापन 3. अवक्षेपीय अनुमापन 4 . संकुलमितीय अनुमापन

प्रश्न 3. प्राथमिक मानक किसे कहते हैं?

उत्तर जो पदार्थ निम्नांकित शर्तें पूरी करते हैं, वे प्राथमिक मानक कहलाते हैं । इसकी विशेषताएँ इस प्रकार हैं–

1. अधिकतम शुद्ध अवस्था में उपलब्ध होते हैं।
2. वांछित विलायक में आसानी से विलेय हो जाते हैं।
3. विलायक में अपघटित (Decompose) नहीं होते हैं।
4. स्थायी होते हैं और वायु से अप्रभावित रहते हैं।
5. उच्च तुल्यांकी भार वाले होते हैं, ताकि तौलने में त्रुटि न्यूनतम हो और
6. लम्बे समय तक पड़े रहने पर भी संघटन (composition) में अपरिवर्तित रहते हैं।

प्रश्न 4. प्राथमिक मानक वाले कौन–कौन से पदार्थ हैं?

उत्तर निर्जल Na_2CO_3, ऑक्सेलिक अम्ल, सक्सीनिक अम्ल, $K_2Cr_2O_7$, फेरस अमोनियम सल्फेट, $NaCl, AgNO_3$ आदि प्राथमिक मानक वाले पदार्थ हैं।

प्रश्न 5. द्वितीय मानक किसे कहते हैं ?

उत्तर वे पदार्थ जो ऊपर दिये गए प्रश्न 3 की शर्तें पूरी नहीं करते हैं और जिनके मानक विलयन उन्हें सीधे तौलकर नहीं बनाये जा सकते हैं, 'द्वितीय मानक' कहलाते हैं। उदाहरण के लिये क्षारीय हाइड्रॉक्साइड और अकार्बनिक अम्ल, द्वितीय मानक की श्रेणी में आते हैं।

प्रश्न 6. मानकीकरण (standardisation) से आपका क्या आशय है?

उत्तर ज्ञात विलयन में द्वितीयक मानक पदार्थ की मात्रा तौलकर (लगभग, approximate) विलेय करते हैं, फिर उपयुक्त मानक विलयन के साथ इसका अनुमापन करके 'सही' मात्रा ज्ञात करते हैं। इस प्रक्रिया को 'मानकीकरण' कहते हैं।

प्रश्न 7. वे कौन से पदार्थ हैं जो यद्यपि प्राथमिक मानक तो नहीं है फिर भी उनके विलयन प्राथमिक मानक की तरह प्रयोग किए जाते हैं?

उत्तर वे सजल लवण, जो फूलने (efflorescent) वाले नहीं होते हैं, इस श्रेणी में रखे गये हैं। जैसे $CuSO_4.5H_2O, Na_2B_4O_7.10H_2O, H_2C_2O_4.2H_2O$ आदि।

प्रश्न 8. प्राथमिक मानक विलयन कैसे बनाते हैं?

उत्तर प्राथमिक मानक पदार्थ की सही–सही (accurate) मात्रा तौलकर वांछित विलायक के कुछ आयतन में विलेय करके, अच्छी तरह हिलाते हैं एवं और विलायक मिलाकर चाहा गया आयतन तैयार करके पुनः हिला लेते हैं।

प्रश्न 9. सान्द्रता दर्शाने की प्रतिशत (percentage), मोलेलिटी (molality) और मोलेरिटी (molarity) विधि के बारे में बताओ।

उत्तर **(1) प्रतिशत** : किसी यौगिक के जितने ग्राम 100 ग्राम विलयन में विलेय हो, वह उसका प्रतिशत **विलयन** कहलाता है।

(2) मोलेलिटी : किसी यौगिक के ग्राम मोल की संख्या जो 1000 ग्राम विलायक में विलेय हो **मोलेलिटी** कहलाती है।

(3) मोलेरिटी : किसी यौगिक के ग्राम मोल की संख्या जो 1 लीटर विलयन में विलेय हो **मोलेरिटी** कहलाती है।

यदि w ग्राम पदार्थ को V मिली विलयन में घोला जाए और पदार्थ का आण्विक द्रव्यमान M हो तो,

$$M = \frac{w}{m} \times \frac{1000}{V} = \frac{\text{ग्राम}}{\text{लीटर}} \times \frac{1}{\text{आण्विक द्रव्य मान}}$$

प्रश्न 10. नार्मलता (normality) और फॉर्मेलिटी (formality) से सान्द्रता कैसे व्यक्त करते हैं?

उत्तर **(1) नार्मलता (Normality)** : किसी यौगिक के ग्राम तुल्यांकी भारों की संख्या जो एक लीटर विलयन मे विलेय हो, उसकी **नार्मलता** कहलाती है।

यदि एक ग्राम तुल्यांकी भार किसी पदार्थ का एक लीटर आयतन में विलेय है तो वह 'नार्मल' विलयन कहलाता है।

$$\text{नार्मलता} = \frac{w}{E} \times \frac{1000}{V},$$

यहां w = पदार्थ की ग्राम में मात्रा
E = पदार्थ का तुल्यांकी भार
V = विलयन का आयतन मिलीमें

(2) फार्मेलिटी : किसी यौगिक के सूत्र (formula) के भार की ग्राम में मात्रा जो एक लीटर आयतन में विलेय हो, वह उसकी **फार्मेलिटी** कहलाती है।

$$\text{फार्मेलिटी} = \frac{\text{ग्राम}}{\text{लीटर}} \times \frac{1}{\text{सूत्र का भार ग्राम में}}$$

प्रश्न 11. तुल्य बिन्दु किसे कहते हैं? तुल्य बिन्दु तथा अंतिम बिन्दु में क्या अन्तर है?

उत्तर अनुमापन में जिस बिन्दु पर अभिक्रिया पूर्ण होती है, वह तुल्य बिन्दु कहलाता है।

तुल्य बिन्दु व अंतिम बिन्दु में अन्तर बस उस अतिरिक्त एक बूँद का है जिससे

विलयन में प्रेक्षण योग्य परिवर्तन होता है।

प्रश्न 12. बाह्य सूचक एवं स्वयं सूचक, को समझाओ ।

उत्तर **(1) बाह्य सूचक** : ऐसे सूचक, जिन्हें अनुमाप्य विलयन के अन्दर न डालकर विलयन के बाहर प्रयुक्त करते हैं। अनुमापन के दौरान थोड़ी–थोड़ी देर बाद फ्लास्क बीकर से विलयन कांच की छड़ द्वारा बाह्य सूचक जो प्लेट पर लगा है, पर लगाते हैं। अंतिम बिन्दु पर रंग में परिवर्तन आता है। जैसे $K_2Cr_2O_7$ तथा फेरस अमोनियम सल्फेट के अनुमापन में पोटैशियम फेरी सायनाइड विलयन का प्रयोग बाह्य सूचक के रूप में किया जाता है।

(2) स्वयं सूचक : कुछ अभिकर्मक अनुमापन के दौरान स्वयं ही सूचक का काम करते हैं। तब किसी अन्य सूचक का प्रयोग नहीं किया जाता है। जैसे, $KMnO_4$ को ब्यूरेट में लेकर Fe^{2+} आयनों के विलयन के साथ अनुमापन किया जाए तो $KMnO_4$ स्वयं सूचक का काम करता है।

प्रश्न 13. आन्तरिक सूचक के बारे में बताओ।

उत्तर आन्तरिक सूचक (Internal Indicator) वे रासायनिक पदार्थ हैं जिनकी एक या दो बूँद अनुमापन आरंभ करने से पूर्व कोनिकल फ्लास्क या बीकर में मिलाई जाती हैं। ये हैं, मेथिल ओरेन्ज, फिनाल्फ्थलीन, स्टार्च विलयन, एन्थ्रेनिलिक अम्ल, ऐरिओक्रोम ब्लेक टी, डाइफेनिल एमीन, N – फेनिल ऐन्थ्रेनिलिक अम्ल आदि।

प्रश्न 14. ऑक्सीकरण – अपचयन अनुमापन में विलयन की सान्द्रता कौनसी इकाई में लेते है?और क्यों?

उत्तर विलयन की सान्द्रता नार्मलता में लेते हैं क्योंकि पदार्थों में अभिक्रियायें उनके तुल्याँकी भारों के अनुपात में होती हैं।

प्रश्न 15. पोटैशियम परमेंगनेट का तुल्याँकी भार बताओ।

उत्तर अम्लीय माध्यम में 31.6 और क्षारकीय तथा उदासीन माध्यम में क्रमशः 158 तथा 52.66 है।

प्रश्न 16. $KMnO_4$ का अम्लीय माध्यम में तुल्यांकी भार 31.6 होता है, गणना करके बताओ।

उत्तर अम्लीय माध्यम में $KMnO_4$ का अपचयन निम्नानुसार होता है –

$$2\,KMnO_4 + 3\,H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + 2\,MnSO_4 + 3\,H_2O + 5[O]$$

ये ऑक्सीजन के 5 परमाणु उपलब्ध आक्सीजन है जो ऑक्सीकरण में काम आती है। अतः

$$2\,KMnO_4 = 5[O]$$

या $2 \times$ अणुभार $= 5 \times 16$ या $\dfrac{\text{अणुभार}}{5} = 8$

अतः अम्लीय $KMnO_4$ का तुल्याँकी भार $= \dfrac{\text{अणुभार}}{5} = \dfrac{158}{5} = 31.6$

प्रश्न 17. अम्लीय $K_2Cr_2O_7$ के तुल्याँकी भार की गणना करो।

उत्तर $K_2Cr_2O_7 + 4\,H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + 4\,H_2O + 3[O]$

अतः $K_2Cr_2O_7 = 3\,[O]$

अतः अणुभार $= 3 \times 16$ या $\dfrac{\text{अणुभार}}{6} = 8$

$\therefore$ अम्लीय $K_2Cr_2O_7$ का तुल्याँकी भार $= \dfrac{\text{अणुभार}}{6} = \dfrac{294.18}{6} = 49.03$

प्रश्न 18. फेरस सल्फेट के ऑक्सीकरण की समीकरण लिखकर तुल्याँकी भार की गणना करो। (निर्जल फेरस सल्फेट अणुभार = 152, सजल फेरस सल्फेट अणुभार = 278)

उत्तर निम्नांकित समीकरण में फेरस सल्फेट का ऑक्सीकरण फेरिक सल्फेट ($Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+}$) में होता है।

$$2\,FeSO_4 + H_2SO_4 + [O] \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + H_2O$$

$\therefore 2\,FeSO_4 \equiv [O]$

या $2 \times$ अणुभार = 16 या आण्विक द्रव्यमान ≡ 8

$\therefore$ फेरस सल्फेट का तुल्यांकी भार उसके आण्विक द्रव्यमान के बराबर होता है।

निर्जल फेरस सल्फेट ($FeSO_4$) का तुल्याँकी भार = 152

सजल फेरस सल्फेट ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) का तुल्याँकी भार = 278

प्रश्न 19. फेरस अमोनियम सल्फेट, $FeSO_4 \cdot (NH_4)_2SO_4 \cdot 6H_2O$ के ऑक्सीकरण की अभिक्रिया लिखकर तुल्यांकी भार की गणना करो। (आण्विक द्रव्यमान = 392)

उत्तर $$2[FeSO_4 \cdot (NH_4)_2SO_4 \cdot 6H_2O] + H_2SO_4 + [O] \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + 2(NH_4)_2SO_4 + 13\,H_2O$$

$\therefore 2[FeSO_4 \cdot (NH_4)_2SO_4 \cdot 6H_2O] \equiv [O]$

या आण्विक द्रव्यमान ≡ 8

$\therefore$ फेरस अमोनियम सल्फेट का तुल्याँकी भार = आण्विक द्रव्यमान = 392

प्रश्न 20. ऑक्सेलिक अम्ल की ऑक्सीकरण की क्रिया लिखकर तुल्याँकी भार की गणना करो। (आण्विक द्रव्यमान = 126)

उत्तर $$\begin{matrix} COOH \\ | \\ COOH \end{matrix} \cdot 2H_2O + [O] \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$$

$\therefore H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O \equiv [O]$

या आण्विक द्रव्यमान ≡ 16 या $\frac{\text{आण्विक द्रव्यमान}}{2} \equiv 8$

$\therefore$ ऑक्सेलिक अम्ल का तुल्याँकी भार = 63

प्रश्न 21. पोटैशियम परमेंगनेट वाले अनुमापन में कोई सूचक प्रयोग में क्यों नहीं लेते हैं?

उत्तर क्योंकि पोटैशियम परमेंगनेट स्वयं सूचक का कार्य करता है। जब अनुमापन में ऑक्सेलिक अम्ल या फेरस सल्फेट का ऑक्सीकरण हो जाता है तब पोटैशियम परमेंगनेट विलयन और मिलाने से उसका अपधटन नहीं होता बल्कि उसके रंग से सम्पूर्ण विलयन का रंग गुलाबी हो जाता है, जो अंतिम बिन्दु दर्शाता है।

प्रश्न 22. फेरस अमोनियम सल्फेट के साथ पोटैशियम परमेंगनेट का अनुमापन करने पर इसके विलयन को पहले गर्म क्यों नहीं करते ?

उत्तर इसलिये गर्म नहीं करते है, क्योंकि इन दोनों पदार्थों में क्रिया सामान्य ताप पर हो जाती है। यदि फेरस अमोनियम सल्फेट के विलयन को गर्म किया जाए तो उसका कुछ अंश वायुमंडल की ऑक्सीजन द्वारा फेरिक सल्फेट में ऑक्सीकृत हो जाता है। जिसके कारण पोटैशियम परमेंगनेट विलयन का कम आयतन अनुमापन में लगेगा।

प्रश्न 23. ऑक्सीकारक पदार्थ क्या हैं? इनका तुल्यांकी भार कैसे ज्ञात करते हैं?

उत्तर वे पदार्थ जो दूसरे पदार्थ को ऑक्सीकृत कर स्वयं अपचयित हो जाते हैं, ऑक्सीकारक पदार्थ कहलाते हैं। जैसे फेरस अमोनियम सल्फेट और पोटैशियम डाइक्रोमेट के अनुमापन में $K_2Cr_2O_7$ ऑक्सीकारक पदार्थ है जो क्रोमिक सल्फेट में अपचयित हो जाता है और फेरस

आयनों को फेरिक आयनों में ऑक्सीकृत कर देता है।

$$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$$

$$Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + e^-$$

$$\text{आक्सीकारक पदार्थ का तुल्याँक भार} = \frac{\text{आण्विक द्रव्यमान}}{\text{प्राप्त इलेक्ट्रॉन की संख्या}}$$

$$\therefore \quad K_2Cr_2O_7 \text{का तुल्याँकी भार} = \frac{294}{6} = 49$$

प्रश्न 24. अपचायक पदार्थ क्या हैं? इनका तुल्यांकी भार कैसे ज्ञात करते हैं?

उत्तर वे पदार्थ जो रासायनिक अभिक्रिया में इलेक्ट्रॉन त्यागते हैं या जिनका ऑक्सीकरण होता है, अपचायक पदार्थ कहलाते हैं, जैसे– फेरस अमोनियम सल्फेट और पोटैशियम डाइक्रोमेट अनुमापन में फेरस अमोनियम सल्फेट अपचायक का कार्य करता है।

$$Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + e^-$$

$$\text{अपचायक पदार्थ का तुल्याँकी भार} = \frac{\text{आण्विक द्रव्यमान}}{\text{त्यागे गये इलेक्ट्रॉन की संख्या}}$$

$$\therefore \text{ फेरस अमोनियम सल्फेट का तुल्याँकी भार} = \frac{392}{1} = 392$$

प्रश्न 25. $KMnO_4$ के अनुमापन में तनु H_2SO_4 क्यों मिलाते हैं?क्या तनु H_2SO_4 के स्थान पर तनु HCl का प्रयोग कर सकते हैं?

उत्तर $KMnO_4$ के अनुमापन में मैंगनीज हाइड्रोक्सॉइड बनता है जो तनु H_2SO_4 डालने पर विलेय हो जाता है।

तनु H_2SO_4 के स्थान पर तनु HCl का प्रयोग नहीं किया जा सकता क्योंकि तनु HCl, $KMnO_4$ से क्रिया करके क्लोरीन गैस बनाता है।

प्रश्न 26. क्या अनुमापन में फेरस अमोनियम सल्फेट के स्थान पर फेरस सल्फेट का विलयन लिया जाता है?यदि नहीं तो क्यों?

उत्तर नहीं। इसलिये कि फेरस सल्फेट का विलयन वायु में रखने पर फेरिक सल्फेट में ऑक्सीकृत हो जाता है। अतः इसका मानक विलयन नहीं बनाया जा सकता है। यदि इसका विलयन बनाना आवश्यक हो तो पहले इसकी सान्द्रता ज्ञात कर लेते हैं।

प्रश्न 27. फेरस अमोनियम सल्फेट का पोटैशियम डाइक्रोमेट के साथ अम्लीय माध्यम में अनुमापन करने पर होने वाली अभिक्रिया का समीकरण बताओ। अंतिम बिन्दु पर क्या परिवर्तन होता है?

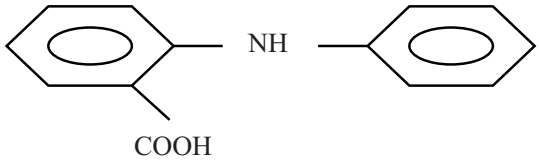
उत्तर $K_2Cr_2O_7 + 6FeSO_4 \cdot (NH_4)_2SO_4 \cdot 6H_2O + 8H_2SO_4$

$\rightarrow 2KHSO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + 3Fe_2(SO_4)_3 + 6(NH_4)_2SO_4 + 43H_2O$

अंतिम बिन्दु पर रंग हरे से बैंगनी लाल हो जाता है।

प्रश्न 28. N– फेनिल ऐन्थानिलिक अम्ल का सूत्र लिखो।

उत्तर

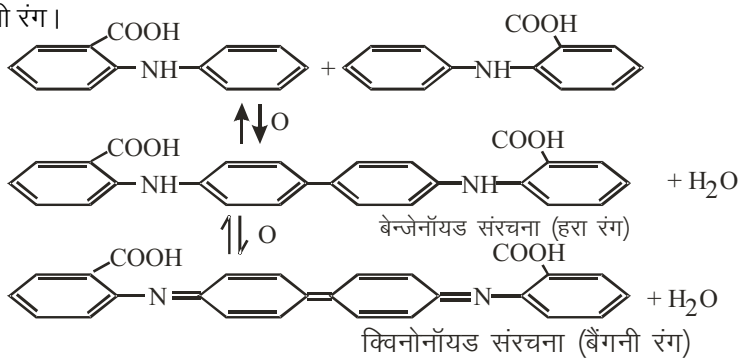


प्रश्न 29. N –फेनिल ऐन्थ्रानिलिक अम्ल का विलयन कैसे बनाते है?इसका रंग कौनसा है?

उत्तर थोड़ा सा N – फेनिल ऐन्थानिलिक अम्ल +12 मिली NaOH विलयन को 250 मिली के फ्लास्क में लेकर हिलाते है। सूचक विलेय होने पर, फ्लास्क की गर्दन में बने वृत्ताकार चिह्न तक जल से भरकर अच्छी तरह हिला देते हैं। इसका रंग हरा होता है।

प्रश्न 30. N –फेनिल ऐन्थ्रानिलिक सूचक ऑक्सीकृत होकर कौनसा रंग देता है?संरचनात्मक परिवर्तन लिखो।

उत्तर बैंगनी रंग।

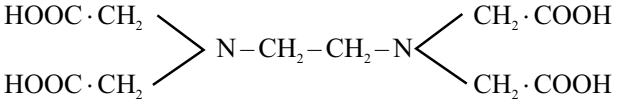


प्रश्न 31. डाइक्रोमेट आयन से फेरस आयन के ऑक्सीकरण का आयनिक समीकरण लिखो।

उत्तर $Cr_2O_7^{2-} + 14\,H^+ + 6\,Fe^{2+} \rightarrow 2\,Cr^{3+} + 6\,Fe^{3+} + 7\,H_2O$

प्रश्न 32. ऐथिलीन डाइऐमीन टेट्राऐसीटिक अम्ल (E.D.T.A.) का सूत्र लिखो।

उत्तर

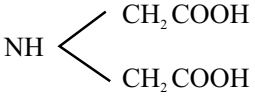


प्रश्न 33. संकुलमिति अनुमापन में अंतिम बिन्दु पर रंग परिवर्तन कैसा होता है?

उत्तर मदिरा – लाल रंग, नीले रंग में परिवर्तित हो जाता है।

प्रश्न 34. इमीनो डाइऐसीटिक अम्ल का सूत्र लिखो।

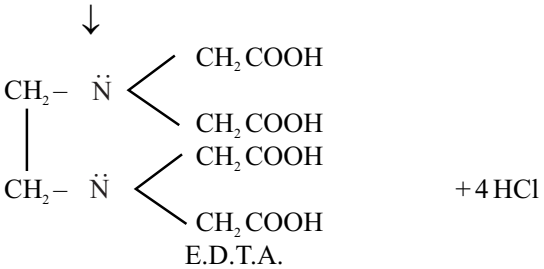
उत्तर



प्रश्न 35. E.D.T.A. के निर्माण का समीकरण लिखो।

उत्तर $NH_2 - CH_2 - CH_2 - NH_2 + 4\,Cl\,CH_2\,COOH$

(एथिलीन डाइऐमीन) (क्लोरोऐसीटिक अम्ल)



E.D.T.A.

प्रश्न 36. E.D.T.A. का पूरा नाम बताओ। यह दुर्बल अम्ल क्यों कहलाता है?

उत्तर एथिलीन डाइऐमीन टेट्राऐसीटिक अम्ल।
जैसा कि इसके सूत्र में चार प्रतिस्थापन योग्य हाइड्रोजन और दोनों नाइट्रोजन परमाणु पर एक–एक असाझित इलेक्ट्रॉन युग्म हैं इसलिए यह दुर्बल अम्ल कहलाता है।

प्रश्न 37. यह द्वि–संयोजी धातुओं जैसे Ca^{++} और Mg^{++} के साथ मुख्यतः जटिल यौगिक क्यों बनाता है?

उत्तर इसका कारण $pK_1 = 2.0, pK_2 = 2.67, pK_3 = 6.16$ तथा $pK_4 = 12.26$ है जिससे पता चलता है कि प्रथम दो हाइड्रोजन परमाणु आसानी से हटाकर यह Ca^{++} या Mg^{++} के साथ जटिल यौगिक बनाता है।

प्रश्न 38. pK का पूरा अर्थ समझाओ।

उत्तर अम्ल का आयनन होने पर आयनित और अनआयनित भागों में साम्य स्थापित हो जाता है। तब K = साम्य स्थिरांक होता है। अतः
$pK = -\log[K]$ और $pK_1 = 2$ तब $K_1 = 1.0 \times 10^{-2}$ होता है।

प्रश्न 39. E.D.T.A. का आयनन कैसे होता है?

उत्तर साधारणतः E.D.T.A. को H_4Y से प्रकट करते हैं, क्योंकि इसमें चार प्रतिस्थापन योग्य हाइड्रोजन परमाणु होते हैं।
यह तीन प्रकार के आयन देता है : H_3Y^-, H_2Y^{2-} और HY^{3-}।

प्रश्न 40. इसका द्विसोडियम लवण क्यों उपयोगी माना गया है?

उत्तर यों तो इसका सोडियम लवण Na_4Y होता है जो अत्यधिक क्षारीय होने के कारण उपयोगी नहीं है, इसी तरह से E.D.T.A. की विलेयता कम होने से यह भी उपयोगी नहीं है।
इसलिये इसका द्वि–सोडियम लवण Na_2H_2Y 'प्राथमिक मानक' होने तथा शुद्ध रूप में उपलब्ध होने के कारण उपयोगी है।

2. अकार्बनिक गुणात्मक विश्लेषण

प्रश्न 41. मूलक क्या होते हैं?ये कितने प्रकार के होते है?

उत्तर एक या अधिक तत्वों के आवेशित परमाणु समूह जो एक समूह की तरह अभिक्रिया में भाग लेते हों और रासायनिक अभिक्रियाओं में अपनी समानता बनाए रखते हों, मूलक कहलाते हैं।
जैसे $Ag^+, Pb^{2+}, NH_4^+, SO_4^{2-}, NO_3^-$ आदि।
मूलक दो प्रकार के होते हैं (1) अम्लीय और (2) क्षारकीय (भास्मिक)

प्रश्न 42. अम्लीय तथा क्षारकीय मूलकों को परिभाषित करो।

उत्तर **अम्लीय मूलक** – किसी विद्युत अपघट्य के पानी में घुलने पर अलग हुआ वह भाग है जिस पर ऋण आवेश होते हैं जैसे $Cl^-, NO_2^-, NO_3^-, SO_4^{2-}$ आदि।
क्षारकीय मूलक – किसी वैद्युत अपघट्य का वह भाग है जो पानी में घुलने पर धन आवेश युक्त होता है, जैसे $Pb^{2+}, Al^{3+}, Mg^{2+}$ आदि।

प्रश्न 43. तनु H_2SO_4 से पहचाने जाने वाले अम्लीय मूलक कौन–कौनसे हैं?

उत्तर $CO_3^{2-}, S^{2-}, SO_3^{2-}, NO_2^-, CH_3COO^-$

प्रश्न 44. सान्द्र H_2SO_4 से पहचाने जाने वाले अम्लीय मूलक कौन–कौनसे हैं?

उत्तर Cl^-, Br^-, I^-, NO_3^-

प्रश्न 45. जलीय विलयन से परीक्षण किए जाने वाले अम्लीय मूलक का नाम बताओ।

उत्तर सल्फेट (SO_4^{2-})

प्रश्न 46. मूलकों (ions or radicals) को विभिन्न समूह में विभक्त करने का आधार क्या है?

उत्तर इसका आधार मूलकों से निर्मित लवण सल्फाइड / हाइड्रोक्सॉइड आदि की भिन्न – भिन्न विलेयता (Solubility) है।

प्रश्न 47. ऋणायन को अम्लीय मूलक क्यों कहते हैं?

उत्तर लवण का ऋणात्मक भाग अम्लों से प्राप्त होता है अतः ऋणायन को अम्लीय मूलक कहते हैं।

प्रश्न 48. धनायन को क्षारकीय (भास्मिक) मूलक क्यों कहते हैं?

उत्तर लवण का धनात्मक भाग क्षारों से प्राप्त होता है, क्षार को भस्म भी कहते हैं अतः इन्हें क्षारीय (भास्मिक) मूलक कहते हैं।

प्रश्न 49. सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष क्या होता है?

उत्तर एक भाग मिश्रण और तीन भाग सोडियम कार्बोनेट को लेकर आसुत जल के साथ अच्छी तरह उबाल कर छान लेते हैं। इस प्रकार प्राप्त छनित सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष कहलाता है।

प्रश्न 50. सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष क्यों बनाया जाता है?

उत्तर लवणों के अम्लीय मूलकों को पूर्णतः विलेयशील बनाने के लिए सोडीयम कार्बोनेट निष्कर्ष बनाया जाता है।

प्रश्न 51. सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष से कौनसे ऋणायन का परीक्षण नहीं किया जा सकता है?

उत्तर कार्बोनेट (CO_3^{2-}) आयन का परीक्षण सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष से नहीं किया जाता है।

प्रश्न 52. जलते गन्धक के समान गंध वाली गैस कौनसी है?

उत्तर सल्फर डाई ऑक्साइड (SO_2) गैस जलते गन्धक के समान गंध वाली गैस है।

प्रश्न 53. मिश्रण में सान्द्र H_2SO_4 मिलाकर गर्म करने पर भूरे रंग की गैस निकली, कौनसे ऋणायन उपस्थित हो सकते हैं?

उत्तर NO_3^- या Br^- ऋणायन उपस्थित हो सकते हैं।

प्रश्न 54. नाइट्रेट के परीक्षण में काला–भूरा छल्ला किस पदार्थ के बनने के कारण होता है?

उत्तर काला–भूरा छल्ला नाइट्रोसोफेरस सल्फेट ($FeSO_4 \cdot NO$) बनने के कारण बनता है।

प्रश्न 55. $AgNO_3$ के विलयन को रंगीन बोतल में क्यों रखा जाता है?

उत्तर $AgNO_3$ सूर्य के प्रकाश द्वारा अपघटित हो जाता है। अतः अपघटन को रोकने के लिये इसे रंगीन बोतल में रखा जाता है।

प्रश्न 56. क्लोराइड के क्रोमिल क्लोराइड परीक्षण के लिये शुष्क परखनली ही क्यों प्रयोग में ली जाती है?

उत्तर क्रोमिल क्लोराइड परीक्षण में निकलने वाली CrO_2Cl_2 गैस जल से संयोग करके क्रोमिक अम्ल बना देती है। इसलिए शुष्क परखनली का उपयोग किया जाता है।

प्रश्न 57. ज्वाला परीक्षण के लिये प्लेटिनम का तार कौन से अम्ल से साफ किया जाता है?

उत्तर सान्द्र HCl से प्लेटिनम का तार को साफ किया जाता है।

प्रश्न 58. नाइट्रेट के वलय परीक्षण में $FeSO_4$ का ताजा विलयन ही क्यों मिलाया जाता है?

उत्तर $FeSO_4$ विलयन अधिक समय तक रखा रहने पर $Fe_2(SO_4)_3$ में ऑक्सीकृत हो जाता है जो परीक्षण में बाधा उत्पन्न करता है।

प्रश्न 59. कार्बोनेट के परीक्षण में कौनसी गैस निकलती है?इस गैस को चूने के पानी में अधिक देर तक प्रवाहित करेंगे तो क्या होगा?

उत्तर कार्बोनेट के परीक्षण में निकलने वाली गैस कार्बन डाई ऑक्साइड है। इसे चूने के पानी में प्रवाहित करने पर अघुलनशील $CaCO_3$ बनने से चूने का पानी दूधिया हो जाता है।

किन्तु इस गैस को अधिक देर तक प्रवाहित करने पर घुलनशील कैल्शियम बाई कार्बोनेट $Ca(HCO_3)_2$ बनता है, जिससे चूने के पानी का दूधियापन समाप्त हो जाता है।

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

अविलेय

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

विलेय

प्रश्न 60. सल्फाइड मूलक से निकलने वाली गैस का नाम बताओ।

उत्तर सल्फाइड मूलक से निकलने वाली गैस का नाम हाइड्रोजन सल्फाइड (H_2S) है।

प्रश्न 61. लैड ऐसीटेट से भीगे फिल्टर पत्र पर H_2S गैस प्रवाहित करने पर चमकीला काला रंग किस पदार्थ का होता है?

उत्तर लैड ऐसीटेट से भीगे फिल्टर पत्र का चमकीला काला रंग लैड सल्फाइड (PbS) बनने के कारण होता है।

प्रश्न 62. सल्फाइट मूलक के परीक्षण में कौन–सी गैस निकलती है? परखनली से निकलने वाली इस गैस को अम्लीय $K_2Cr_2O_7$ के विलयन से भीगे फिल्टर पत्र पर प्रवाहित करने पर हरा रंग किस पदार्थ के बनने के कारण आता है?

उत्तर सल्फाइट मूलक के परीक्षण में सल्फर डाई ऑक्साइड (SO_2) गैस निकलती है। इसे अम्लीय $K_2Cr_2O_7$ के विलयन से भीगे फिल्टर पत्र पर प्रवाहित करने पर हरा रंग क्रोमियम सल्फेट $Cr_2(SO_4)_3$ बनने के कारण आता है।

प्रश्न 63. फेरिक ऐसीटेट का रंग कैसा होता है?

उत्तर फेरिक ऐसीटेट का रंग लाल होता है।

प्रश्न 64. AgCl का श्वेत अवक्षेप NH_4OH विलयन में क्यों घुल जाता है?

उत्तर AgCl का श्वेत अवक्षेप NH_4OH विलयन में जटिल यौगिक बनाता है जो घुलनशील है।

$$AgCl + 2\,NH_4OH \rightarrow Ag[NH_3]_2Cl + 2\,H_2O$$

प्रश्न 65. आयोडाइड लवण को सान्द्र H_2SO_4 एवं MnO_2 के साथ गर्म करने पर बैंगनी रंग की वाष्प निकलती है उस वाष्प का क्या नाम है?

उत्तर आयोडीन वाष्प बैंगनी रंग की निकलती है।

प्रश्न 66. नेसलर अभिकर्मक किन–किन पदार्थों से बनाया जाता है?

उत्तर $HgCl_2$, KI और NaOH से नेसलर अभिकर्मक बनाया जाता है।

प्रश्न 67. प्रथम और द्वितीय समूह के समूह अभिकर्मकों के नाम बताओ।

उत्तर प्रथम समूह का समूह अभिकर्मक तनु HCl है। द्वितीय समूह की समूह अभिकर्मक H_2S गैस (अम्लीय माध्यम) है।

प्रश्न 68. लेड को प्रथम व द्वितीय दोनों समूह में रखे जाने का क्या कारण है?

उत्तर प्रथम समूह में लेड का अवक्षेपण लेड क्लोराइड ($PbCl_2$) के रूप में होता है किन्तु जल में $PbCl_2$ आंशिक विलेय है एवं छनित के साथ चला जाता है, जो द्वितीय समूह में भी H_2S के साथ क्रिया कर लेड सल्फाइड के रूप में अवक्षेपित होता है, इसलिये यह मूलक दोनों समूह में रखा गया है।

प्रश्न 69. द्वितीय समूह के कौन–कौन से मूलक पीले अमोनियम सल्फाइड में विलेय होते है?

उत्तर द्वितीय ''ब'' समूह में रखे गये मूलक पीले अमोनियम सल्फाइड में विलेय है। इनके उदाहरण As^{3+} या As^{5+}, Sb^{3+} या Sb^{5+} और Sn^{2+} या Sn^{4+} हैं।

प्रश्न 70. विलयन में H_2S प्रवाहित करने पर कभी–कभी द्वितीय समूह के मूलक नहीं होने पर भी श्वेत या पीला अवक्षेप क्यों आता है?

उत्तर यदि विलयन में NO_3^-, NO_2^-, SO_3^{2-} या Fe^{3+} आदि ऑक्सीकारक समूह या मूलक उपस्थित हों तो द्वितीय समूह के परीक्षण हेतु अम्लीय माध्यम में H_2S गैस प्रवाहित करने पर सल्फर का श्वेत या हल्का पीला अवक्षेप आ जाता है।

प्रश्न 71. तृतीय समूह का समूह अभिकर्मक क्या है?

उत्तर तृतीय समूह का समूह अभिकर्मक अमोनियम क्लोराइड की उपस्थिति में अमोनियम हाइड्रोक्सॉइड है।

प्रश्न 72. तृतीय समूह के अवक्षेपण के लिये NH_4OH को पहले और NH_4Cl को बाद में डालेंगे तो क्या होगा?

उत्तर तृतीय समूह के अवक्षेपण हेतु यदि NH_4OH को पहले डालेंगे तो चतुर्थ एवं आगे के समूहों के मूलक भी अवक्षेपित हो जाएंगे, जिससे तृतीय समूह के मूलकों की उपस्थिति का भ्रम हो जाएगा।

प्रश्न 73. तृतीय समूह के अवक्षेपण से पूर्व द्वितीय समूह के छनित में HNO_3 डालकर क्यों उबाला जाता है?

उत्तर यदि मिश्रण में Fe^{2+} दिया गया है तो $Fe(OH)_2$ का पूर्ण अवक्षेपण नहीं होगा, क्योंकि $Fe(OH)_2$ के विलेयता गुणनफल का मान उच्च होता है। ये Fe^{2+} आयन आगे के मूलकों के विश्लेषण में बाधा उत्पन्न करेंगे।

अतः HNO_3 के साथ उबालने से Fe^{2+} आयन ऑक्सीकृत होकर Fe^{3+} आयनों में परिवर्तित हो जाते हैं, और $Fe(OH)_3$ के विलेयता गुणनफल का मान कम होने से तृतीय समूह में ही Fe^{3+} आयनों का पूर्ण अवक्षेपण हो जाता है। इसी प्रकार HNO_3, Cr^{2+} को Cr^{3+} में भी ऑक्सीकृत कर देता है।

प्रश्न 74. Fe^{3+}, Al^{3+} और Cr^{3+} किस–किस यौगिक के रूप में अवक्षेपित होते हैं?

उत्तर इनके हाइड्रोक्साइड़ों $Fe(OH)_3$, $Al(OH)_3$ एवं $Cr(OH)_3$ के रूप में अवक्षेपित होते हैं।

प्रश्न 75. चतुर्थ समूह का समूह अभिकर्मक क्या है?

उत्तर चतुर्थ समूह का समूह अभिकर्मक है H_2S गैस क्षारीय माध्यम में।

प्रश्न 76. पंचम समूह का समूह अभिकर्मक क्या है?

उत्तर पंचम समूह का समूह अभिकर्मक NH_4OH की उपस्थिति में $(NH_4)_2CO_3$ है।

प्रश्न 77. पंचम समूह के अवक्षेपण के समय $(NH_4)_2CO_3$ मिलाने से पूर्व पर्याप्त मात्रा में NH_4OH क्यों मिलाया जाता है?

उत्तर NH_4OH मिलाने से सम आयन प्रभाव के कारण $(NH_4)_2CO_3$ का आयनीकरण कम होगा जिससे कम मात्रा में कार्बोनेट आयन उपलब्ध होंगे, जो पँचम समूह के मूलकों को अवक्षेपित करने के लिए पर्याप्त होंगे क्योंकि पँचम समूह के कार्बोनेटों के विलेयता गुणनफल का मान कम होता है जबकि आगे के समूह के कार्बोनेट के विलेयता गुणनफल का मान अधिक होने से वे अवक्षेपित नहीं हो सकेगें।

प्रश्न 78. षष्ठ समूह के समूह अभिकर्मक का क्या नाम है?

उत्तर षष्ठ समूह के समूह अभिकर्मक का नाम डाइसोडियम हाइड्रोजन फॉस्फेट Na_2HPO_4 है।

प्रश्न 79. प्रथम समूह की अनुपस्थिति में कभी–कभी सान्द्र HCl में बने विलयन को जल से तनु करने पर श्वेत अवक्षेप क्यों आ जाता है?

उत्तर जब विलयन में बिस्मथ, आर्सेनिक या एण्टीमनी के आयन होते हैं तो विलयन को तनु करने पर उनके ऑक्सीक्लोराइड बन जाते हैं जो श्वेत अवक्षेप देते हैं।

प्रश्न 80. Cl^-, Br^- तथा I^- में सबसे पहले कौन ऑक्सीकृत होगा?

उत्तर ऑक्सीकरण विभव के मान

$I_2/2I^- = +0.54$; $Br_2/2Br^- = +1.07$; $Cl_2/2Cl^- = +1.36$

उपर्युक्त मानों को देखने से I^- सबसे अच्छा अपचायक है, अतः सबसे पहले I^-, फिर Br^- एवं अन्त में Cl^- का ऑक्सीकरण होगा।

प्रश्न 81. यदि द्वितीय समूह में H_2S गैस प्रवाहित करने से पूर्व विलयन में HCl की सान्द्रता अधिक हो

जाती है तो क्या होगा?

उत्तर इस स्थिति में Cu, Bi, Sb एवं Pb के सल्फाइड पूर्ण रूप से अवक्षेपित नहीं होंगे। विलयन को पहले ही तनु करके गैस प्रवाहित करनी चाहिए।

प्रश्न 82. यदि मूल विलयन HNO_3 में बनाया जाता है तो क्या–क्या कठिनाइयाँ आ सकती है?

उत्तर HNO_3 की उपस्थिति से H_2S ऑक्सीकृत होकर कोलॉइडी गन्धक का श्वेत पीला अवक्षेप देता है तथा द्वितीय समूह के कुछ सल्फाइड विलेय होने से उनका पूर्ण अवक्षेपण नहीं हो पाता।

3. कार्बनिक गुणात्मक विश्लेषण

प्रश्न 83. लैसाने विलयन बनाना क्यों आवश्यक है?

उत्तर कार्बनिक यौगिकों में सहसंयोजक बन्ध होता है अतः वे आयनित नहीं होते हैं। इनके आयनन हेतु लैसाने विलयन बनाते हैं। सोडियम के साथ संगलित होकर विभिन्न तत्व आयन की अवस्था में आ जाते हैं।

$$Na + C + N \rightarrow NaCN \rightleftharpoons Na^+ + CN^-$$
$$2Na + S \rightarrow Na_2S \rightleftharpoons 2Na^+ + S^{--}$$
$$Na + X \rightarrow NaX \rightleftharpoons Na^+ + X^-, (\text{यहां } X = Cl, Br, I)$$

गुणात्मक विश्लेषण के परीक्षणों से इन आयनों की जांच की जा सकती है।

प्रश्न 84. नाइट्रोजन का परीक्षण कैसे करते हैं?

उत्तर लैसाने विलयन में ताजा फेरस सल्फेट मिलाने पर यह क्षार से (Na की H_2O के साथ क्रिया से) अभिक्रिया करके गन्दला $Fe(OH)_2$ का हरा अवक्षेप बनाता है। यह NaCN से क्रिया करके सोडियम फेरोसायनाइड बनाता है जो फेरिक आयन के साथ नीला फेरिक फेरोसायनाइड बनाता है।

$$FeSO_4 + 2\,NaOH \rightarrow Fe(OH)_2 + Na_2SO_4$$
$$Fe(OH)_2 + 6\,NaCN \rightarrow Na_4[Fe(CN)_6] + 2NaOH$$
$$3\,Na_4[Fe(CN)_6] + 4\,FeCl_3 \rightarrow Fe_4[Fe(CN)_6]_3 + 12NaCl$$
नीला (प्रुशन ब्ल्यू)

इसमें Fe^{2+} का Fe^{3+} में ऑक्सीकरण होता है।

प्रश्न 85. लैसाने विलयन का दूसरा नाम बताओ।

उत्तर लैसाने विलयन का दूसरा नाम सोडियम निष्कर्ष है।

प्रश्न 86. लैसाने विलयन बनाने में सोडियम के स्थान पर क्या पोटैशियम को काम में लिया जा सकता है?

उत्तर हॉ, लिया जा सकता है लेकिन K का गलनांक 62.3° सेन्टीग्रेड Na के गलनांक 97° सेन्टीग्रेड से कम है इसलिये इसे काम में लेते समय अधिक सावधानी रखनी पड़ती है।

प्रश्न 87. लैसाने विलयन का रंगहीन होना क्यों आवश्यक है?

उत्तर यदि लैसाने विलयन रंगहीन नहीं है तो इसका अर्थ यह है कि गलन पूरा नहीं हुआ है।

प्रश्न 88. सोडियम धातु को मिट्टी के तेल में क्यों रखा जाता है?

उत्तर क्योंकि सोडियम हवा व पानी से क्रिया करता है।

$$4\,Na + O_2 \rightarrow 2\,Na_2O$$
$$2\,Na + 2\,H_2O \rightarrow 2\,NaOH + H_2$$

प्रश्न 89. NaCl सिल्वर नाइट्रेट विलयन के साथ श्वेत अवक्षेप देता है जबकि क्लोरोफार्म ($CHCl_3$) के साथ नहीं देता है?कारण बताओ।

उत्तर NaCl एक आयनिक यौगिक है, जो विलयन में अपघटित होकर Na^+ तथा Cl^- आयन देता है। ये Cl^- आयन $AgNO_3$ के साथ क्रिया करके AgCl का श्वेत अवक्षेप देता हैं, जबकि $CHCl_3$ सहसंयोजक यौगिक होने के कारण Cl^- आयन नहीं देता है जिससे AgCl नहीं बनता है।

प्रश्न 90. हैलोजेन परीक्षण करने के लिये लैसाने विलयन को सान्द्र नाइट्रिक अम्ल के साथ उबालना क्यों आवश्यक है?

उत्तर दिये गये कार्बनिक यौगिक में नाइट्रोजन उपस्थित हो तो NaCN बनता है। यदि लैसाने विलयन में $AgNO_3$ विलयन मिलाया जाए तो AgCN का श्वेत अवक्षेप आता है जिसे AgCl का श्वेत अवक्षेप समझा जा सकता है। इसलिये हैलोजेन का परीक्षण करने से पूर्व यदि लैसाने विलयन को सान्द्र नाइट्रिक अम्ल के साथ उबाल लिया जाए तो NaCN का अपघटन हो जाता है।

प्रश्न 91. प्रकार्यात्मक समूह या क्रियात्मक समूह किसे कहते है?

उत्तर प्रकार्यात्मक समूह या क्रियात्मक समूह (functional group) किसी कार्बनिक यौगिक का वह भाग है जो उसके रासायनिक गुणों को निर्धारित करता है। अपनी पहचान अलग से बताता है।

प्रश्न 92. दिये गये कार्बनिक यौगिक की अवस्था, रंग और गन्ध से आप क्या अनुमान लगा सकते हो?

उत्तर दिये गए यौगिक के बारे में अनुमान निम्न प्रकार लगाये जा सकते हैं –

रंगहीन ठोस : फीनॉल, कार्बोहाइड्रेट, अम्ल ऐमाइड या ऐनिलाइड।

रंगहीन द्रव : अम्ल, ऐल्कोहॉल, ऐल्डिहाइड, कीटोन।

रंगीन ठोस या द्रव : फीनॉल, नाइट्रो यौगिक, ऐमीन

तीव्र गंध : फॉर्मिक अम्ल या फार्मेलीन।

मीठी गंध : ऐस्टर

कार्बोलिक गन्ध : फीनॉल

कड़वे बादाम की गंध : नाइट्रो बेन्जीन, बेन्जेल्डिहाइड

स्पिरिट जैसी गंध : ऐल्कोहॉल

प्रश्न 93. फेरिक क्लोराइड परीक्षण कब और कैसे करते हैं?

उत्तर यह परीक्षण फीनॉलिक समूह के लिये करते हैं। कार्बनिक यौगिक के जलीय अथवा ऐल्कोहॉलिक विलयन में 2–3 बूँदे उदासीन फेरिक क्लोराइड मिलाने पर गहरा बैंगनी या लाल या नीला या हरा रंग फीनॉल की उपस्थिति दर्शाता है।

$$3\ C_6H_5OH + FeCl_3 \rightarrow (C_6H_5O)_3\ Fe \downarrow + 3\ HCl$$

प्रश्न 94. उदासीन फेरिक क्लोराइड कैसे बनाते हैं?

उत्तर फेरिक क्लोराइड विलयन में तनु NH_4OH विलयन बूँद–बूँद करके तब तक मिलाते हैं, जब तक हल्की टर्बिडिटी न आ जाए। उबाल कर ठण्डा करते हैं, फिर छान लेते हैं। छनित $FeCl_3$ का उदासीन विलयन कहलाता है।

प्रश्न 95. लीबरमेन परीक्षण किसके लिये और कैसे करते हैं?

उत्तर यह परीक्षण फीनॉलिक समूह के लिये करते हैं। थोड़ा सा कार्बनिक पदार्थ + सूक्ष्म मात्रा में $NaNO_2$, + 1 मिली सान्द्र H_2SO_4 मिलाकर हल्का गर्म करते हैं। पहले गहरा नीला रंग बनता है जो तनु करने पर लाल हो जाता है और यदि 20% NaOH विलयन मिलाएं तो गहरा नीला या हरा हो जाता है।

प्रश्न 96. लीबरमेन परीक्षण के अपवाद क्या–क्या है?

उत्तर इस परीक्षण के कुछ अपवाद हैं जैसे नाइट्रोफीनॉल हाइड्रोक्वीनॉन और वे फीनॉल जिनमें ऐल्डिहाइड व कार्बोक्सिलिक समूह उपस्थित होते हैं, लीबरमेन परीक्षण नहीं देते हैं।

प्रश्न 97. नाइट्रो, ऐमीनो तथा ऐमीडो समूह के सूत्र लिखो।

उत्तर

$$-\underset{\underset{0}{\|}}{N} \rightarrow O, -NH_2 \quad \text{तथा} \quad -\underset{\underset{NH_2}{|}}{C} = O$$

प्रश्न 98. मुलिकन परीक्षण कब और कैसे करते हैं?

उत्तर यदि कार्बनिक यौगिक में नाइट्रोजन उपस्थित है तो नाइट्रो समूह की उपस्थिति का पता लगाने के लिये यह परीक्षण करते हैं। थोड़ा–सा पदार्थ उसमें इतना ही जिंक चूर्ण और $CaCl_2$ या NH_4Cl लेते हैं। इसमें 2 मिली ऐथिल ऐल्कोहॉल मिलाकर उबाल लेते हैं और 1 मिली टॉलेन अभिकर्मक में छान लेते हैं। काला या ग्रे रंग का अवक्षेप या रजत दर्पण नाइट्रो समूह की उपस्थिति दर्शाता है।

नाइट्रोबेन्जीन एल्कोहॉल

प्रश्न 99. क्या उक्त परीक्षण नाइट्रो समूह का निश्चयात्मक परीक्षण है?यदि नहीं तो अन्य परीक्षण बताओ।

उत्तर नाइट्रो समूह का यह निश्चयात्मक परीक्षण नहीं है, क्योंकि वे यौगिक जो टॉलेन अभिकर्मक का अपचयन करते हैं; यह परीक्षण देते हैं। इसके लिये निम्न परीक्षण करना चाहिये :

थोड़ा–सा यौगिक + 0.5 मिली सान्द्र HCl में 2–3 टुकड़े दानेदार टिन या थोड़ा–सा $SnCl_2$ मिलाकर जल ऊष्मक पर 3–4 मिनट तक गर्म करते हैं। नल के नीचे ठण्डा करके छान लेते हैं। छनित यदि प्राथमिक ऐमीन का परीक्षण देता है तो दिये गए पदार्थ में नाइट्रो समूह है अन्यथा नहीं है।

प्रश्न 100. आइसो सायनाइड परीक्षण क्या है?

उत्तर यह ऐलिफैटिक तथा ऐरामैटिक प्राथमिक ऐमीन का परीक्षण है, जिसमें विशिष्ट तीक्ष्ण गंध आती है। थोड़ा–सा पदार्थ + 1 मिली क्लोरोफार्म + 3 मिली ऐल्कॉहाली KOH विलयन मिलाकर उबालने पर तीक्ष्ण गन्ध आती है।

$$R-NH_2 + CHCl_3 + 3\,KOH \rightarrow \underset{\text{आइसोसायनाइड}}{R-NC} + 3\,KCl + 3\,H_2O$$

प्रश्न 101. ऐलिफैटिक प्राथमिक ऐमीन का परीक्षण कैसे करते हैं?

उत्तर थोड़ा सा पदार्थ + 2 – 3 मिली तनु $HCl + NaNO_2$ का ठण्डा और संतृप्त विलयन धीरे – धीरे मिलाते हैं। नाइट्रोजन गैस बनने से बुदबुदाहट होती है, जो ऐलिफैटिक प्राथमिक ऐमीन (–NH_2 समूह) की उपस्थिति को दर्शाती है।

प्रश्न 102. डाइऐजोटीकरण परीक्षण को समझाओ।

उत्तर यह परीक्षण ऐरोमैटिक प्राथमिक ऐमीन की उपस्थिति को दर्शाता है।

थोड़ा सा पदार्थ + 2 मिली जल + 1 मिली सान्द्र HCl में 4 मिली बूँद–बूँद करके $NaNO_2$ विलयन (5%) हिलाते हुए मिलाते हैं। अब इसे थोड़ा सा β– नेफ्थॉल घुले हुए कॉस्टिक सोड़ा (10%) के 2 मिली विलयन में मिलाते हैं। नारंगी लाल अवक्षेप आता है।

प्रश्न 103. ऐमिडो समूह का परीक्षण बताओ। क्या यह निश्चयात्मक परीक्षण है?यदि नहींतो निश्चयात्मक

परीक्षण क्या है?

उत्तर यदि दिये गए पदार्थ को 0.5 मिली NaOH विलयन के साथ गर्म करने पर अमोनिया की गन्ध आती है तो ऐमिडो समूह उपस्थित हो सकता है।

$$R - CONH_2 + NaOH \rightarrow R\ COONa + NH_3 \uparrow$$

नहीं, क्योंकि अमोनियम लवण भी उक्त परीक्षण देते हैं।

निश्चयात्मक परीक्षण के लिये पदार्थ + 2 मिली तनु HCl + 2 मिली $NaNO_2$ विलयन (3%) मिलाकर हिलाने पर बुदबुदाहट के रूप में N_2 गैस का निकलना ऐमिडो समूह की उपस्थिति को दर्शाता है।

$$R - CONH_2 + HNO_2 \rightarrow R - COOH + N_2 + H_2O\uparrow$$

4. खाद्य पदार्थों में कार्बोहाइड्रेट, वसा व प्रोटीन की उपस्थिति

प्रश्न 104. टॉलेन अभिकर्मक क्या है?

उत्तर वह विलयन जो $AgNO_3$ विलयन में NaOH विलयन मिलाने पर प्राप्त अवक्षेप में NH_4OH विलयन मिलाते हैं ताकि अवक्षेप विलेय हो जाए, टॉलेन अभिकर्मक कहलाता है।

प्रश्न 105. कार्बोहाइड्रेट क्या होते हैं?

उत्तर ये पॉलिहाइड्रोक्सी ऐल्डिहाइड या पॉलिहाइड्रोक्सी कीटोन या वे यौगिक, जिनका जल अपघटन करने पर ये प्राप्त होते हैं कार्बोहाइड्रेट कहलाते हैं।

प्रश्न 106. कार्बोहाइड्रेट की उपयोगिता बताओ।

उत्तर ये जैविक ईंधन के रुप में हमारे शरीर को ऊर्जा प्रदान करते हैं। ये यकृत (Liver) में ग्लाइकोजन के रूप में रासायनिक ऊर्जा का भंडारण (Storage) करते हैं।
इसके अलावा ये कोशिका कला (cell membranes) के अभिन्न अंग हैं।

प्रश्न 107. फेहलिंग विलयन परीक्षण में लाल अवक्षेप क्यों आता है?

उत्तर क्यूप्रस ऑक्साइड (Cu_2O) बनने के कारण फेहलिंग विलयन परीक्षण में लाल रंग आता है।

प्रश्न 108. टॉलेन परीक्षण में चमकीला दर्पण क्यों बनता है?

उत्तर चाँदी बनने के कारण, जो परखनली की दीवारों पर जमा हो जाती है चमकीला दर्पण बनता है।

प्रश्न 109. मौलिश (Molisch's) अभिकर्मक क्या है?

उत्तर मौलिश अभिकर्मक α– नेफ्थॉल का ऐल्कोहॉलिक विलयन है।

प्रश्न 110. मौलिश परीक्षण में बैंगनी रंग का छल्ला क्यों बनता है?

उत्तर मौलिश परीक्षण में सान्द्र (H_2SO_4) कार्बोहाइड्रेट को फर्फ्यूरल (furfural) या इसके व्युत्पन्न में परिवर्तित कर देता है, जो α– नेफ्थॉल से क्रिया करके बैंगनी रंग का यौगिक बनाता है।

प्रश्न 111. अपचायक और गैर अपचायक (Non reducing) शर्करा के नाम बताओ।

उत्तर ग्लूकोस तथा फ्रॅक्टोस अपचायक शर्करा है, जबकि सुक्रोस गैर अपचायक शर्करा है।

प्रश्न 112. प्रोटीन क्या होते हैं?

उत्तर ये प्रकृति से प्राप्त जटिल नाइट्रोजन युक्त कार्बनिक पदार्थ हैं, जिनका अणुभार उच्च होता है। रासायनिक रुप में ये ऐल्फा ऐमीनो अम्लों के संघनन से प्राप्त पॉलिपेप्टाइड हैं।

प्रश्न 113. प्रोटीन के निनहाइड्रिन परीक्षण में प्राप्त रंग बताओ।

उत्तर प्रोटीन के निनहाइड्रिन परीक्षण में प्राप्त रंग नीला (Blue) होता है।

प्रश्न 114. प्रोटीन पर ऊष्मा का प्रभाव बताओ।

उत्तर प्रोटीन का स्कंदन (Coagulation) हो जाता है।

प्रश्न 115. प्रोटीन पर सान्द्र HNO_3 का प्रभाव बताओ।
उत्तर पीले पड़ जाते हैं।
प्रश्न 116. तेल और वसा क्या होते हैं?
उत्तर तेल और वसा उच्च वसा अम्ल और ग्लिसरॉल के ट्राइऐस्टर होते हैं। इन्हें ट्राइग्लिसेराइड भी कहते हैं।
प्रश्न 117. तेल और वसा में अन्तर बताओ।
उत्तर तेल साधारण ताप पर द्रव होते हैं। इनमें अधिकांश भाग असंतृप्त अम्लों का होता है। वसा साधारण ताप पर ठोस होते हैं। इनमें अधिकांश भाग संतृप्त अम्लों का होता है।
प्रश्न 118. वसा या लिपिड (Lipids) के परीक्षण के लिये दो परीक्षण बताओ।
उत्तर (1) विलेयता परीक्षण और (2) ऐक्रोलीन (Acrolein) परीक्षण।
प्रश्न 119. हुब्ल (Huble's) विलयन क्या है?
उत्तर हुब्ल (Huble's) विलयन : दो समान आयतनों के विलयनों का मिश्रण है, जो आयोडीन (5%) का विलयन एथेनॉल में तथा मर्क्यूरिक क्लोराइड (6%) जलीय विलयन में तैयार करके बनाते हैं।
प्रश्न 120. हुब्ल परीक्षण की क्या महत्ता (importance) है?
उत्तर हुब्ल परीक्षण यौगिक में गुणात्मक रुप से असंतृप्तता की डिग्री ज्ञात करता है, जिससे यौगिक के तेल या वसा होने का पता लगा पाते हैं।

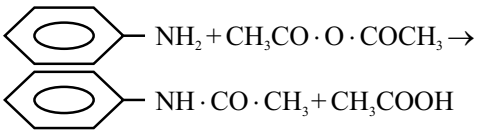
5. कुछ यौगिकों का निर्माण

प्रश्न 121. आयोडोफॉर्म के क्रिस्टल का रंग बताओ।
उत्तर आयोडोफॉर्म पीले रंग का होता है।
प्रश्न 122. एथिल ऐल्कोहॉल से आयोडोफार्म बनाने का समीकरण लिखो।
उत्तर $C_2H_5OH + 4I_2 + 3Na_2CO_3 \rightarrow CHI_3 + 5NaI + HCOONa + 3CO_2 + 2H_2O$
प्रश्न 123. ऐसीटोन से आयोडोफॉर्म बनाने का समीकरण लिखो।
उत्तर $CH_3COCH_3 + 3I_2 + 2Na_2CO_3 \rightarrow CHI_3 + 3NaI + CH_3COONa + 2CO_2 + H_2O$

अथवा

$CH_3COCH_3 + 3I_2 + 4NaOH \rightarrow CHI_3 + 3NaI + CH_3COONa + 3H_2O$

प्रश्न 124. आयोडोफॉर्म का आई.यू.पी.ए.सी. नाम बताओ।
उत्तर आयोडोफॉर्म का आई.यू.पी.ए.सी. नाम ट्राइ आयोडोमेथेन है।
प्रश्न 125. आयोडोफार्म का उपयोग बताओ।
उत्तर आयोडोफार्म पूतिरोधी (Antiseptic) है।
प्रश्न 126. क्लेजन – श्मिट (Claisen - Schmidt) अभिक्रिया क्या है?
उत्तर यह तनु NaOH विलयन की उपस्थिति में ऐरोमैटिक ऐल्डिहाइड और ऐलिफैटिक कीटोन (या ऐरिल ऐल्किल कीटोन) का संघनन है।
प्रश्न 127. ऐसीटऐनिलाइड का आई.यू.पी.ए.सी. नाम बताओ।
उत्तर ऐसीटऐनिलाइड का आई.यू.पी.ए.सी. नाम फेनिलएथेनैमाइड है।
प्रश्न 128. ऐनिलीन से ऐसीटऐनिलाइड बनाने में यशद्रज (Zinc dust) का क्या उपयोग है?
उत्तर यशद्रज ऐनिलीन में उपस्थित रंगीन अशुद्धियों का अपचयन कर देती है और ऐनिलीन का ऑक्सीकरण नहीं होने देती है।
प्रश्न 129. ऐसीटऐनिलाइड के निर्माण का समीकरण लिखो।

उत्तर 

प्रश्न 130. कीप उपकरण में H_2S बनाने का समीकरण लिखो।

उत्तर $FeS + H_2SO_4 \rightarrow FeSO_4 + H_2S\uparrow$
तनु

प्रश्न 131. कीप उपकरण के अपशिष्ट (waste) में कौन–कौन से पदार्थ पाये जाते हैं?
उत्तर फेरस सल्फेट, अप्रयुक्त तनु H_2SO_4 और कुछ मात्रा में फेरिक सल्फेट।
प्रश्न 132. कीप उपकरण के अपशिष्ट से $FeSO_4$ प्राप्त करते समय थोड़ा लौह चूर्ण क्यों मिलाते हैं?
उत्तर यह लौहा चूर्ण शेष तनु H_2SO_4 से क्रिया करके नवजात हाइड्रोजन बनाता है जो फेरिक सल्फेट का अपचयन करके फेरस सल्फेट बनाती है।

$Fe + H_4SO_4 \rightarrow Fe\,SO_4 + 2\,H$
तनु

$Fe_2(SO_4)_3 + 2\,H \rightarrow 2\,Fe\,SO_4 + H_2SO_4$

प्रश्न 133. फेरस अमोनियम सल्फेट का दूसरा नाम और सूत्र लिखो।
उत्तर फेरस अमोनियम सल्फेट का दूसरा नाम मोर लवण (Mohr's salt)
एवं सूत्र $[FeSO_4 \cdot (NH_4)_2\,SO_4 \cdot 6\,H_2O]$ है।
प्रश्न 134. मोर लवण के क्रिस्टल का रंग बताओ।
उत्तर मोर लवण के क्रिस्टल का रंग हल्का नीला या हरा होता है।
प्रश्न 135. मोर लवण बनाने का समीकरण लिखो।
उत्तर $FeSO_4 \cdot 7\,H_2O + (NH_4)_2\,SO_4 \rightarrow FeSO_4 \cdot (NH_4)_2\,SO_4 \cdot 6\,H_2O + H_2O$
278 132 392

(6) पृष्ठ रसायन (Surface Chemistry)

प्रश्न 136. द्रवरागी तथा द्रवविरागी सॉल क्या होते हैं ?
उत्तर – वे सॉल जो द्रव (विलायक) को अपनी ओर आकर्षित करते है, उन्हें द्रवरागी तथा वे सॉल जो द्रव को प्रतिकर्षित करते हैं, उन्हें द्रवविरागी सॉल कहते हैं।
प्रश्न 137. पायस किसे कहते हैं?
उत्तर – पायस एक प्रकार का कोलॉइड हैं, जिसमें परिक्षेपण माध्यम तथा परिक्षिप्त प्रावस्था दोनों ही द्रव होते हैं।
प्रश्न 138. पायसीकारक क्या होता हैं?
उत्तर – वह पदार्थ जो पायस को स्थायी करने में सहायक होता है, उसे पायसीकारक कहते हैं।
प्रश्न 139. पायसीकारकों (इमल्सीकारक) के दो उदाहरण बताइए।
उत्तर – साबुन तथा अपमार्जक पायसीकारक होते हैं।
प्रश्न 140. कोलॉइड के दो उदाहरण दीजिए।
उत्तर – स्टार्च तथा गोंद कोलॉइड के उदाहरण हैं।

प्रश्न 141. द्रवरागी तथा द्रववितरागी सॉलों के दो–दो उदाहरण बताइए।
उत्तर – द्रवरागी सॉल–स्टार्च विलयन तथा अण्डे का एल्ब्यूमिन।
द्रववितरागी सॉल– फेरिक हाइड्रॉक्साइड $Fe(OH)_3$ तथा आर्सेनियम सल्फाइड के (Ar_2S_3) सॉल।
प्रश्न 142. दूध में उपस्थित कौनसा पदार्थ पायसीकर्मक का कार्य करता है?
उत्तर – दूध में उपस्थित केसीन, पायसीकर्मक का कार्य करता है।
प्रश्न 143. पायस (इमल्शन) कितने प्रकार के होते है?
उत्तर – पास दो प्रकार के होते हैं –
(i) तेल का जल में परिक्षेपण (O/W प्रकार) या जलीय इमल्शन
(i) तेल का जल में परिक्षेपण (O/W प्रकार) या तेलीय इमल्शन
प्रश्न 144. एक ऐसा इमल्शन जो दैनिक जीवन में अत्यधिक मात्रा में प्रयुक्त किया जाता है।
उत्तर – दूध
प्रश्न 145. दैनिक जीवन में पायसीकरण का एक महत्त्वपूर्ण उपयोग बताइए।
उत्तर – कपड़ों पर लगी चिकनाई तथा ग्रीस इत्यादि के साबुन द्वारा साफ होने की प्रक्रिया में पायसीकरण होता है।

(7) रासायनिक बलगतिकी (Chemical Kinetics)

प्रश्न 146. अभिक्रिया के वेग की इकाई बताइए।
उत्तर – मोल लीटर$^{-1}$ सेकण्ड$^{-1}$ $(mol\,L^{-1}\,S^{-1})$.
प्रश्न 147. ताप बढ़ाने पर अभिक्रिया के वेग पर क्या प्रभाव होता है?
उत्तर – सामान्यतया ताप बढ़ाने पर अभिक्रिया का वेग बढ़ता है।
प्रश्न 148. अभिक्रिया का वेग किसे कहते हैं?
उत्तर – किसी अभिक्रिया में समय के साथ किसी अभिकारक या उत्पाद की सान्द्रता में परिवर्तन को उस अभिक्रिया का वेग कहते हैं।
प्रश्न 149. सान्द्रता तथा अभिक्रिया के वेग में क्या सम्बन्ध है ?
उत्तर – अभिकारकों की सान्द्रता बढ़ाने पर अभिक्रिया का वेग बढ़ता है।
प्रश्न 150. थायोसल्फेट आयन तथा आयोडाइड आयन के मध्य अभिक्रिया का आयनिक समीकरण लिखिए।
उत्तर – $2\,S_2O_3^{2-} + 2\,I^- \rightarrow I_2 + S_4O_6^{2-}$.
प्रश्न 151. किसी रासायनिक अभिक्रिया में अभिकारक की सान्द्रता में वृद्धि करने पर उस अभिक्रिया के वेग पर कोई प्रभाव नहीं होता, तो इस अभिक्रिया की कोटि कितनी होगी?
उत्तर – यह अभिक्रिया शून्य कोटि की है क्योंकि शून्य कोटि अभिक्रिया का वेग सान्द्रता पर निर्भर नहीं करता है।
प्रश्न 152. वोल्टिक सेल का एक उदाहरण बताइए।
उत्तर – डेनियल सेल, वोल्टिक सेल या गैल्वेनिक सेल का उदाहरण है।
प्रश्न 153. सेल विभव किसे कहते हैं ?
उत्तर – गैल्वेनी सेल के दो इलेक्ट्रॉडों के बीच के विभवान्तर को सेल विभव कहते हैं।
प्रश्न 154. विद्युत वाहक बल (emf) क्या होता है ?
उत्तर – जब सेल में धारा प्रवाहित नहीं होती है उस समय कैथोड़ तथा एनोड के अपचयन विभव मानों का अन्तर विद्युत वाहक बल कहलाता है।

प्रश्न 155. मानक इलेक्ट्रॉड किसे माना जाता है तथा इसका इलेक्ट्रॉड विभव कितना होता है?

उत्तर – नार्मल हाइड्रोजन को मानक इलेक्ट्रॉड माना जाता है तथा परिपाटी के अनुसार इसका इलेक्ट्रॉड विभव शून्य माना जाता है।

प्रश्न 156. डेनियन सेल में प्रयुक्त कैथोड़ एवं ऐनोड बताइए।

उत्तर – डेनियल सेल में Cu की छड़ कैथोड़ का कार्य करती है, जो कि $CuSO_4$ के विलयन में रखी होती है तथा Zn की छड़ ऐनोड का कार्य करती है, जिसे $ZnSO_4$ के के विलयन में रखा जाता है।

प्रश्न 157. गैल्वेनिक सेल किसे कहते हैं ?

उत्तर – गैल्वेनिक सेल वह विद्युत रासायनिक सेल है, जिसमें रासायनिक ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में परिवर्तित किया जाता है अर्थात् उपापचयी रासायनिक अभिक्रिया से विद्युत उत्पन्न की जाती है।

प्रश्न 158. विद्युत रासायनिक सेल में ऐनोड तथा कैथोड़ के चिन्ह तथा उन पर होने वाले प्रक्रम बताइए।

उत्तर – विद्युत रासायनिक सेल में ऐनोड ऋणात्मक होता हैं, जिस पर ऑक्सीकरण होता है तथा कैथोड़ धनात्मक होता है जिस पर हमेशा अपचयन होता है।

* * * * *

परिशिष्ठ – 1

मूल्यांकन की योजना

प्रायोगिक परीक्षा के प्रश्नप्रत्र की रूपरेखा एवं अंकयोजना

समय : 4 घण्टे पूर्णांक : 30 न्यूनतम उत्तीर्णांक : 10

प्रश्न 1. आयतनात्मक विश्लेषण

द्विअनुमापन करना, अज्ञात विलयन की सान्द्रता ग्राम प्रति लीटर में, मोलरता, नार्मलता या प्रतिशत शुद्धता ज्ञात करना।

अंक भार = 11

अंक विभाजन :

(1)	कांच के उपकरणों का सही उपयोग।	2
(2)	सही प्रेक्षण सारणी बनाना तथा अंकों को सार्थक अंकों के आधार पर दर्शाना। (दो प्रेक्षण सारणियां)	1+1
(3)	सही एवं सन्तुलित रासायनिक एवं आयनिक समीकरण	2
(4)	सही सूत्रों का उपयोग करके सही सही गणना करना।	2+1
(5)	परिणाम – 1% त्रुटि तक	2
	1 से 5% त्रुटि तक	1
	5% से अधिक त्रुटि होने पर	0

नोट– एक बैच में तीन अज्ञात विलयन प्रयोग में लिए जाएं तथा विद्यार्थियों को यादृच्छिक विधि से लॉटरी द्वारा आवंटित किया जाए।

प्रश्नपत्र निर्माण में 6 भिन्न–भिन्न प्रकार के प्रश्न होने चाहिए जो प्रत्येक बैच में अलग–अलग रखा जाए।

प्रश्न 2. अकार्बनिक यौगिकों के मिश्रण में से ऋणायन व दो धनायन का क्रमागत विश्लेषण करना।

अंक भार = 8

(a)	ऋणमूलक की पहचान	
	(i) समूह का प्रारम्भिक परीक्षण	1
	(ii) समूह का निश्चयात्मक परीक्षण	1= 2X2= 4
(b)	धनमूलक की पहचान	
	(i) समूह की क्रमागत परीक्षण	1
	(ii) मूलक का निश्चयात्मक परीक्षण	1= 2X2= 4

नोट – एक बैच में न्यूनतम दस प्रकार के मिश्रणों का प्रयोग किया जाना चाहिए। दो से अधिक विद्यार्थियों को समान मिश्रण नहीं मिलना चाहिए।

प्रश्न 3. कार्बनिक यौगिक में एक प्रकार्यात्मक समूह की पहचान करना।

अंक भार = 04

(i) भौतिक अवस्था, रंग, गंध,लिटमस के प्रति व्यवहार	1/2
(ii) एलिफैटिक व एरोमैटिक का परीक्षण	1/2
(iii) यौगिक में N तत्व की पहचान करना	1/2
(iv) क्रियात्मक समूह के लिये प्रारम्भिक परीक्षण	1/2
(v) क्रियात्मक समूह का निश्चयात्मक परीक्षण	1
(vi) क्रियात्मक समूह की सही पहचान एवं संरचना सूत्र	1

नोट – एक बैच में न्यूनतम दस प्रकार के क्रियात्मक समूहों का प्रयोग किया जाना चाहिए। दो से अधिक विद्यार्थियों को समान क्रियात्मक समूह नहीं मिलना चाहिए।

(अथवा)

प्रश्न 3. खाद्य पदार्थ के नमूनें में कार्बोहाइड्रेट, वसा या प्रोटीन की उपस्थिति की जांच करना।

अंक भार = 04

(i) भौतिक अवस्था, रंग, गंध	1
(ii) समूह का सही–सही परीक्षण	2
(iii) सही–सही पहचान करना	1

नोट – एक बैच में लगभग सात तरह के भिन्न–भिन्न खाद्या पदार्थों का प्रयोग करना चाहिए। किन्हीं भी तीन से अधिक विद्यार्थियों के समान नहीं हो।

(अथवा)

प्रश्न 3. कार्बनिक अथवा अकार्बनिक यौगिकों का विरचन करना।

अंक भार = 04

(i) सिद्धान्त	1
(ii) संश्लेषण की विधि	1½
(iii) गलनांक या क्वथनांक	1/2
(iv) लब्धि	1

नोट – पाठ्यक्रमानुसार पांच प्रकार के पदार्थों का संश्लेषण किया जाना चाहिए। किन्हीं चार विद्यार्थियों से अधिक का एक समान नहीं होना चाहिए।

विशेष – प्रश्न 3 एक बैच में प्रत्येक विद्यार्थी के लिए पृथक्–पृथक् होना चाहिए।

प्रश्न 4. विषय वस्तु आधारित प्रयोग करना।

अंक भार = 03

(i) सिद्धान्त	1/2
(ii) विधि, रासायनिक समीकरण या प्रेक्षण	2
(iii) परिणाम	1/2

नोट – प्रत्येक विद्यार्थी को भिन्न–भिन्न प्रयोग आवंटित किया जाना चाहिए। किन्हीं भी दो विद्यार्थियों का एक बैच में प्रयोग समान नहीं होना चाहिए।

प्रश्न 5. सत्रीय कार्य (प्रायोगिक अभिलेख पुस्तिका) अंक भार = 02

सही–सही तरीके से अंकित एवं हस्ताक्षरित

(a) 30 से अधिक प्रयोग	2
(b) 20 से 29 तक प्रयोग	1
(c) 19 व कम प्रयोग	0

प्रश्न 6 . मौखिक प्रश्न अंक भार = 02

प्रत्येक विद्यार्थी से न्यूनतम 5 प्रश्न पूछे जाने चाहिए ताकि सम्पूर्ण विषय वस्तु का एवं विद्यार्थी का पूर्ण मूल्यांकन हो सके।

परिशिष्ठ – 2

प्रयोगशाला में कार्य करने हेतु सामान्य निर्देश

1. प्रयोगशाला में सदैव पूरी तैयारी के साथ आएं। जो प्रयोग आपको करना है उसकी सैद्धांतिक जानकारी, विधि आदि का पूरा ज्ञान होना चाहिए। बिना जानकारी के प्रयोग करने का अर्थ हेागा अपना समय, ऊर्जा और रसायन नष्ट करना ।
2. अपना प्रयोग स्वयं और पूर्ण विश्वास के साथ करें। यदि कोई समस्या हो तो अपने अध्यापक से पूछे लें दूसरे विद्यार्थियों के कार्य में व्यवधान न डालें।
3. प्रयोगशाला में किसी पदार्थ का स्वाद जानने का प्रयास न करें। अधिकांश रसायन विषैले होते हैं तथा किसी भी सीमा तक हानिकारक हो सकते हैं।
4. अपना कार्य सदैव एक व्यवस्था के अनुसार करें। उल्टा सीधा नहीं।
5. फिल्टर पत्र के टुकड़े, कांच के टुकड़े, टूटी परखनली, अन्य ठोस पदार्थ आदि सिंक में न डालें। इन्हें कचरे के लिये रखे गये पात्र में डालें।
6. गर्म सान्द्र विलयन जैसे गर्म सान्द्र H_2SO_4 को सीधा सिंक में न डालें। विलयन को ठंडा होने दें फिर धीरे–धीरे सिंक में डालें।
7. जलती हुई दियासलाई या अन्य कोई जलती हुई वस्तु कचरे के पात्र में न डालें। इससे आग लगने की दुर्घटना हो सकती है।
8. अपनी टेबल पर अधिक संख्या में बोतलें और अन्य सामग्री इकट्ठी न होने दें। इससे गलती हो सकती है। काम होते ही बोतल या अन्य सामग्री को वापस अपने स्थान पर रख दें।
9. पानी का नल व्यर्थ न छोड़ें।
10. गैस बर्नर व्यर्थ न जलने दें। आवश्यक नहीं हो तो बन्द कर दें।
11. अभिकर्मकों की आवश्यक मात्रा ही काम में लें। अधिक मात्रा से परिणाम गलत आ सकता है तथा मूल्यवान रसायन भी व्यर्थ जाते हैं।
12. अपने प्रयोग समाप्त करने के पश्चात अपने उपकरण साफ करके ही प्रयोगशाला छोड़ें।
13. अपने परिणाम अपने शिक्षक को अवश्य दिखाएं जिससे आपको अपनी गलती की जानकारी हो सके और उसे उसी समय सुधारने का अवसर मिल सके।
14. अपने प्रेक्षणों एवं परिणामों को कागज के टुकड़ों पर नोट न करें। इन्हें अपनी प्रायोगिक पुस्तिका

में ही लिखें।

15. प्रयोगशाला में किसी भी प्रकार की दुर्घटना होने पर तुरन्त इसकी सूचना अपने अध्यापक अथवा प्रयोगशाला प्रभारी को दें।

16. अपने प्रयोग सावधानीपूर्वक इस प्रकार करें जिससे न तो आपको कोई हानि पहुंचे और न ही आस–पास कार्य कर रहे अन्य विद्यार्थियों को कोई नुकसान हो।

17. शरीर के किसी हिस्से पर अम्ल या अन्य विलयन गिरने पर उसे जल से अच्छी तरह धोएं। घाव या जलन होने की स्थिति में तुरन्त डॉक्टर को दिखाएं।

18. कोई रसायन या अन्य पदार्थ आंख में गिरने पर आंख को मलें नहीं। आंख जल से भली भांति धोएं और फिर डॉक्टर को दिखा दें।

19. जहां तक हो सके गैसों को अधिक न सूंघें। यदि कोई गैस अधिक सूंघ ली है तो प्रयोगशाला से बाहर जाकर शुद्ध हवा में सांस लें।

20. प्रयोगशाला में इस प्रकार की व्यवस्था होनी चाहिए कि गैस बाहर निकलती रहे। अन्दर के वातावरण को सीमा से अधिक प्रदूषित न होने दें। एक्जास्ट फेन लगावें

* * * * *

परिशिष्ठ–3

प्रयोगशाला में प्रयुक्त होने वाले अभिकर्मक बनाना

1. सान्द्रता

क्र.सं.	अम्ल	लगभग सान्द्रता	आपेक्षिक	घनत्व प्रतिशत
1.	हाइड्रोक्लोरिक अम्ल (HCl)	12 N	1.18	38.00
2.	नाइट्रिक अम्ल (HNO_3)	16N	1.42	70.00
3.	सल्फ्यूरिक अम्ल (H_2SO_4)	36 N	1.84	96.00
4.	ग्लेशियल ऐसीटिक अम्ल (CH_3COOH)	16 N	1.05	99.50

2. तनु अम्ल

क्र.सं.	अम्ल	वांछित सान्द्रता	बनाने की विधि
1.	हाइड्रोक्लोरिक अम्ल (HCl)	5N	430 मिली सान्द्र HCl को जल में विलेय करके आयतन एक लीटर बनाते हैं।
2.	नाइट्रिक अम्ल (HNO_3)	5N	310 मिली सान्द्र HNO_3 को जल में विलेय करके आयतन एक लीटर बनाते हैं।
3.	सल्फ्यूरिक अम्ल (H_2SO_4)	5N	140 मिली सान्द्र H_2SO_4 को जल में विलेय करके आयतन एक लीटर बनाते हैं।
4.	ग्लेशियल एसीटिक अमल	5N	310 मिली सान्द्र CH_3COOH को जल में विलेय करके आयतन एक लीटर बनाते है।

नोट : तनु अम्ल बनाते समय कभी भी अम्ल में जल नहीं मिलाना चाहिए। घोल में अम्ल को धीरे–धीरे गिराना चाहिए तथा विलयन को हिलाते रहना चाहिए।

3. क्षारों के विलयन

क्र.सं.	क्षार	सान्द्रता	बनाने की विधि
1.	अमोनिया द्रव (Ammonia Liqour)	15 N	–
2.	अमोनियम हाइड्रॉक्साइड (Ammonia Liquor)	5N	3.55 मिली सान्द्र अमोनिया लिकर को जल में घोलकर एक लीटर विलयन बनाते हैं
3.	कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड $(Ca(OH)_2)$ चूने का पानी	5N	बिना बुझे चूने (CaO) को एक लीटर जल में विलेय करके एक दो दिन रख देते है फिर कांच की रुई द्वारा छान लेते है तथा वायु में उपस्थित CO_2 से बचाते हैं।
4.	सोडियम हाइड्रॉक्साइड	5 N	200 ग्राम कास्टिक सोडा (NaOH) को आसुत जल मे विलेय कर विलयन एक लीटर बनाते हैं।

4. अन्य अभिकर्मकों के विलयन :

क्र.सं.	अभिकर्मक का नाम	अणुभार	सान्द्रता	बनाने की विधि
1.	अमोनिया ऐसीटेट	77	0.3N	231 ग्राम लवण को एक लीटर आसुत जल में विलेय करते हैं।
2.	अमोनियम कार्बोनेट	96	0.4N	228 ग्राम लवण को 80 मिली लीटर द्रव अमोनिया में विलेय कर आसुत जल मिलाकर आयतन एक लीटर बनाते हैं।
3.	अमोनियम ऑक्सलेट	141	0.5N	35 ग्राम लवण को एक लीटर आसुत जल में विलेय करते हैं।
4.	अमोनियम सल्फेट	132	0.2N	13.2 ग्राम लवण को एक लीटर आसुत जल में विलेय करते हैं।
5.	अमोनियम थायोसायनेट	76	0.5N	38 ग्राम लवण को एक लीटर आसुत जल में विलेय करते हैं।
6.	पीला अमोनियम सल्फाइड	–	0.6N	150 मिली लीटर द्रव अमोनिया को H_2S गैस से संतृप्त करो। इसमें 10

				ग्राम गन्धक के फूल तथा 250 मिली लीटर द्रव अमोनिया मिलाओ तथा तब तक हिलाओ जब तक कि गंधक विलेय न हो जाए।
7.	ब्रोमीन जल	160	0.5N	2 मिली लीटर ब्रोमीन को 100 मिली लीटर आसुत जल में विलेय करके अच्छी तरह हिलाओ।
8.	बेरियम क्लोराइड	244	0.5N	61 ग्राम लवण को एक लीटर आसुत जल में विलेय करते हैं
9.	कैल्सियम क्लोराइड	219	0.5N	55 ग्राम लवण को एक लीटर आसुत जल में विलेय करते हैं।
10.	क्लोरीन जल	71	0.3N	ठोस $KMnO_4$ तथा सान्द्र HCl की क्रिया से उत्पन्न गैस से एक लीटर जल को संतृप्त करो।
11.	डाइमेथिल ग्लाइऑक्सिम	116	—	1 ग्राम पदार्थ को 100 मिली लीटर परिशोधित स्पिरिट में विलेय करते हैं।
12.	कोबाल्ट नाइट्रेट	291	0.3N	44 ग्राम लवण को एक लीटर आसुत जल में विलेय करते हैं।
13.	फैरिक क्लोराइड	270	0.5N	136 ग्राम लवण को एक लीटर आसुत जल में विलेय करके 10–15 मिली सान्द्र HCl मिलाते हैं।
14.	लैडऐसीटेट	379	0.1N	190 ग्राम ठोस लवण को एक लीटर आसुत जल में विलेय करके 10–15 मिली ग्लेशियल ऐसीटिक अम्ल मिलाते हैं।
15.	मरक्यूरिक क्लोराइड	272	0.5N	70 ग्राम लवण को एक लीटर आसुत जल में विलेय करते हैं।
16.	पोटिशियम क्रोमेट	194	0.5N	49 ग्राम लवण को एक लीटर आ सुत जल में विलेय करते हैं।
17.	पोटेशियम डाइक्रोमेट	294	0.1N	49 ग्राम लवण को एक लीटर आसुत जल में विलेय करते हैं।

18.	पोटेशियम फेरोसायनाइड	422	0.5N	83 ग्राम लवण को एक लीटर आसुत जल में विलेय करते हैं।
19.	पोटेशियम थायोसायनेट	329	0.5N	58 ग्राम लवण को एक लीटर आसुत जल में विलेय करते हैं।
20.	सिल्वर नाइट्रेट	170	0.1N	17 ग्राम लवण को एक लीटर आसुत जल में विलेय करते हैं।
21.	डाइसोडियम हाइड्रोजन फॉस्फेट	358	0.3N	120 ग्राम लवण को एक लीटर आसुत जल में विलेय करते हैं।
22.	सोडियम नाइट्रोप्रुसाइड	298	0.1N	2 ग्राम पदार्थ को 100 मिली आसुत जल में विलेय करते हैं।
23.	सोडियम स्टेनाइट	196.7	–	$SnCl_2$ विलयन में तनु NaOH विलयन मिलाते है। प्रारम्भ में श्वेत अवक्षेप आता हैं जो NaOH के आधिक्य में घुल जाता है।
24.	स्टैनस क्लोराइड	226	0.5N	55 ग्राम लवण को 100 मिली लीटर सान्द्र HCl में विलेय करते हैं फिर इसमें आसुत जल मिलाकर आयतन एक लीटर बनाते हैं। ऑक्सीकरण को रोकने के लिए विलयन में कुछ टिन धातु के टुकड़े भी डालते हैं।
25.	टाइटन यलो	–	–	0.1 ग्राम टाइटन यलो को 100 मिली आसुत जल में विलेय करते हैं।
26.	मेग्नेसॉन	–	–	0.001 ग्राम रंजक को 100 मिली 1N NaOH में विलेय करते हैं।
27.	थायो यूरिया	76	–	आसुत जल में 10 प्रतिशत विलयन बनाते हैं।
28.	स्टार्च विलयन	–	–	1 ग्राम स्टार्च को ठण्डे जल में लेई बनाकर इसे धीरे–धीरे हिलाते हुए 100 मिली जल में मिलाकर 3–4 मिनट तक उबालते हैं।

5. कार्बनिक विश्लेषण से सम्बंधित अभिकर्मक

शिफ अभिकर्मक : 1 ग्राम फुक्सीन (पैरा रोजेनेलीन हाइड्रॉक्साइड को 100 मिली जल में धीरे–धीरे गर्म करते हुए घोलते हैं, ठंडा करते हैं और छानते हैं। फिल्टरित को SO_2 गैस से संतृप्त 1 ग्राम विरंजक डालते हुए हिलाते हैं और छानते हैं। फिल्टरित को तनु करके 1 लीटर कर लेते हैं। यदि रखने पर गुलाबी रंग प्रकट हो जाए तो SO_2 तथा जल पुनः मिलाते हैं। जिससे कि गुलाबी रंग लुप्त हो जाए। अभिकर्मकों को प्रयोग में लाने से पहले दो दिनों तक रखते हैं।

सेरिक अमोनियम नाइट्रेट विलयन : 100 ग्राम सेरिक अमोनियम नाइट्रेट को 250 मिली $2N.HNO_3$ में घोलकर हल्का सा गर्म करते हैं।

सोडियम नाइट्रोप्रुसाइड विलयन : 1 ग्राम अभिकर्मक को 200 मिली आसुत जल में विलेय करते हैं।

टॉलन अभिकर्मक : 2 मिली 5 प्रतिशत $AgNO_3$ विलयन में एक बूंद NaOH विलयन की मिलाकर, इसमें लगातार हिलाते हुए, अवक्षेप विलेय होने तक NH_4OH का तनु विलयन डालते हैं।

2, 4 डाइनाइट्रो फेनिल हाड्रेजीन विलयन : 4 ग्राम पदार्थ को 20 मिली सान्द्र H_2SO_4 में विलेय करके दूसरे बीकर, जिसमें 40 मिली परिशोधित स्प्रिट व 40 मिली आसुत जल का मिश्रण होता है, में विलोड़ित करते हैं।

फेनिल हाइड्रेजीन का विलयन : 20 ग्राम फेनिल हाइड्रेजीन को 20 मिली ग्लेशल ऐसिटिक अम्ल में विलेय करके उसमें 200 मिली आसुत जल मिलाते हैं।

मॉलिश अभिकर्मक : 10 ग्राम α नेफ्थॉल में 90 मिली परिशोधित स्प्रिट मिलाकर घोलते हैं।

फेलिंग विलयन (A) : 34.6 ग्राम $CuSO_4$ को 500 मिली आसुत जल में विलेय करके तनु H_2SO_4 की बूँदे मिलाते हैं।

फेलिंग विलयन (B) : 164 ग्राम सोडियम पोटैशियम टार्टरेट (रोशेल लवण) तथा 50 ग्राम NaOH को 500 मिली आसुत जल में विलेय करते हैं।

* * * * *

परिशिष्ठ – 4

प्रयोगशाला में की जाने वाली चिकित्सा

(Primary Treatment which can be done in the Lab)

प्रयोगशाला में प्राथमिक चिकित्सा हेतु प्राथमिक सहायता पेटी (First Aid Box) अवश्य होनी चाहिए। एक सामान्य प्राथमिक सहायता पेटी में निम्नलिखित वस्तुएँ होनी चाहिए– डेटॉल, ग्लिसरीन, बरनॉल, 1 प्रतिशत ऐसीटिक अम्ल, 1 प्रतिशत तथा 8 प्रतिशत जलीय सोडियम हाइड्रोजन कार्बोनेट विलयन ($NaHCO_3$), वैसलीन, एक्रोफ्लेविन, जिंक ऑक्साइड मरहम, जैतून का तेल, 1 प्रतिशत बोरिक अम्ल, रूई, पट्टी, बैण्डएड, प्लास्टर, टेप कैंची।

प्रयोग करते समय गलती से कोई दुर्घटना हो जाए तो तुरन्त अपने अध्यापक या प्रयोगशाला सहायक को सूचित करें।

प्रयोगशाला में होने वाली विभिन्न दुर्घनाओं के प्राथमिक उपचार निम्नलिखित है–

(a) जलने पर :

(i) ज्वाला से जलने पर : जले हुए हिस्से को कुछ देर तक 8% $NaHCO_3$ विलयन में डुबोकर रखें उसके पश्चात् वैसलीन या जिंक ऑक्साइड मरहम लगाकर पट्टी बाँध दें।

(ii) गरम जल से जलने पर : जले हुए हिस्से पर एक्रोफ्लेविन लगावें।

(iii) ब्रोमीन द्वारा जलने पर : ठण्डे जल से धोने के पश्चात् 8 प्रतिशत सोडियम बाई कार्बोनेट विलयन से धोएँ।

(iv) सोडियम धातु द्वारा जलने पर : सोडियम के टुकड़े को हटाने के पश्चात् जल तथा फिर 1 प्रतिशत ऐसीटिक अम्ल से धोएँ तथा उसके बाद घाव पर जैतून का तेल लगाएँ।

(v) अम्ल द्वारा जलने पर : ठण्डे जल से धोएँ तथा उसके पश्चात् 8 प्रतिशत सोडियम बाइकार्बोनेट विलयन से धोएँ, अधिक जलने पर पुनः जल से धोकर एक्रोफ्लेविन लगाएँ।

(vi) कॉस्टिक क्षार द्वारा जलने पर : तुरन्त ठण्डे जल से धोएँ तथा उसके पश्चात् 1 प्रतिशत ऐसीटिक अम्ल से धोएँ।

(b) किसी गैस को सूंघने पर :

गैस सूंघने पर विद्यार्थी को तुरन्त खुली हवा में ले जाएँ। यिद सांस आना रूक गया हो तो कृत्रिम – श्वास दें।

(i) क्लोरीन अथवा ब्रोमीन की अधिक मात्रा सूंघ लेने पर कुछ मात्रा में अमोनिया सुंघाएँ तथा सोडियम बाइकार्बोनेट के विलयन से कुल्ले कराएँ।

(ii) अधिक अमोनिया सूंघने पर नाक में ठंडा जल चढ़ाएँ तथा निकालें।

(c) आग लगने पर :

(i) किसी अभिकर्मक में आग लगने पर तुरन्त गैस सप्लाई बंद कर दें तथा अग्निशामक यंत्र से आग बुझाएँ।

(ii) कपड़ों में आग लगने पर विद्यार्थी को कम्बल या कोई अन्य मोटा कपड़ा लपेट कर जमीन पर लेटा दें। इस स्थिति में भागना नहीं चाहिए।

(d) आँख दुर्घटना होने पर :

(i) आँख में ब्रोमीन जाने पर – आँख को जल द्वारा धोएँ उसके बाद 1 प्रतिशत सोडियम बाईकार्बोनेट विलयन से धोएँ। उपयुक्त प्राथमिक चिकित्सा के बाद डॉक्टर को दिखाएँ।

(ii) आँख में अम्ल जाने पर – यदि अम्ल तनु हो तो आँख को बार–बार 1 प्रतिशत सोडियम बाईकार्बोनेट विलयन से धोएँ तथा अम्ल सान्द्र होने पर आँख को पहले ठण्डे जल से तथा फिर 1 प्रतिशत सोडियम बाइकार्बोनेट विलयन से धोएँ।

(iii) आँख में क्षार जाने पर – आँख को पहले ठण्डे जल से तथा फिर 1 प्रतिशत बोरिक अम्ल विलयन से धोएँ।

(c) मुँह में द्रव चले जाने पर :

(i) मुँह में अम्ल तथा क्षार के चले जाने पर तुरन्त पानी के कुल्ले करें तथा पानी पीएँ।

(ii) मुँह में क्षार चले जाने पर काफी मात्रा में पानी पीएँ तथा इसके बाद चूने का पानी पीएँ। इसके पश्चात् दूध पीएँ।

* * * * *

* * *

* *

*