अध्याय – 10

अम्लीय मूलकों का परीक्षण

(TEST FOR ACID REDICALS)

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

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

(i) प्रथम समूह (तनु अम्ल समूह) :

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

(ii) द्वितीय समूह (सान्द्र अम्ल समूह) :

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

(iii) तृतीय समूह

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

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

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

ऋणायनों का विलयन में परीक्षण :

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

सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष बनाना :

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

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

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

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

$$BaCl_2 + Na_2CO_3 \rightarrow \underset{\text{अवक्षेप}}{BaCO_3} + \underset{\text{विलेय}}{2\,NaCl}$$

$$2NH_4Cl + Na_2CO_3 \rightarrow \underset{\text{अवक्षेप}}{(NH_4)_2CO_3} + \underset{\text{विलेय}}{2\,NaCl}$$

$$Ca(NO_3)_2 + Na_2CO_3 \rightarrow \underset{\text{अवक्षेप}}{CaCO_3} + \underset{\text{विलेय}}{2NaNO_3}$$

महत्वपूर्ण बिन्दु

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

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

कार्बोनेट (CO_3^{2-}) मूलक का परीक्षण

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

सल्फाइट (SO_3^{2-}) मूलक का परीक्षण

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

सल्फाइड (S^{2-}) मूलक का परीक्षण

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

नाइट्राइट (NO_2^-) मूलक का परीक्षण

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

एसीटेट (CH_3COO^-) मूलक का परीक्षण

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

तनु H_2SO_4 द्वारा परीक्षण का प्रक्रम चित्र (Flow sheet)

मिश्रण + तनु H_2SO_4

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

↓ हल्का गर्म करने पर

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

महत्वपूर्ण बिन्दु

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

तनु H_2SO_4 द्वारा अपघटित होने वाले ऋणायनों का रसायन

कार्बोनेट (CO_3^{2-}) मूलक

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

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

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

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

अविलेय कैल्सियम कार्बोनेट

(दूधिया)

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

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

विलेय कैल्सियम बाई कार्बोनेट

सल्फाइट (SO_3^{2-}) मूलक :–

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

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

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

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

अविलेय कैल्सियम सल्फाइट

(दूधिया)

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

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

विलेय कैल्सियम बाइसल्फाइट

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

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

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

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

क्रोमिक सल्फेट (हरा)

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

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

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

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

बेरियम सल्फेट (श्वेत अवक्षेप)

सल्फाइड (S^{2-}) मूलक :–

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

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

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

$$(CH_3COO)_2Pb + H_2S \rightarrow PbS + CH_3COOH$$

लेड सल्फाइड (काला चमकीला)

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

$$Na_2S + (CH_3COO)_2Pb \rightarrow PbS\downarrow + 2CH_3COONa$$

काला अवक्षेप

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

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

सोडियम थायोनाइट्रोप्रुसाइड (बैंगनी रंग)

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

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

पीला अवक्षेप

नाइट्राइड (NO_2^-) मूलक :–

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

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

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

रंगहीन

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

भूरे रंग की गैस

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

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

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

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

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

नाइट्रोसोफेरस सल्फेट (काला भूरा)

ऐसीटेट (CH_3COO^-) मूलक :–

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

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

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

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

सिरका

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

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

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

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

भूरा अवक्षेप

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

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

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

एथिल एसीटेट (फलों जैसी गंध)

द्वितीय वर्ग :

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

क्लोराइड (Cl^-) मूलक का परीक्षण

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

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

ब्रोमाइड (Br^-) मूलक का परीक्षण

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

आयोडाइड (I^-) मूलक का परीक्षण

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

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

नाइट्रेट (NO_3^-) मूलक का परीक्षण

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

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

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

सान्द्र H_2SO_4 द्वारा परीक्षण का प्रक्रम चित्र (Flow Sheet)

मिश्रण + सान्द्र H_2SO_4
(हल्का गर्म करने पर)

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

सान्द्र H_2SO_4 द्वारा अपघटित होने वाले ऋणायनों की रसायन :

क्लोराइड (Cl^-) मूलक

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

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

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

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

$$HCl + NH_4OH \rightarrow \underset{\text{श्वेत धूम}}{NH_4Cl}\uparrow + H_2O$$

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

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

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

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

$$NaCl + AgNO_3 \rightarrow \underset{\text{श्वेत अवक्षेप}}{AgCl}\downarrow + NaNO_3$$

$$AgCl + 2\,NH_4OH \rightarrow \underset{\text{विलेय डाइएमीन सिल्वर (I) क्लोराइड}}{[Ag(NH_3)_2]\,Cl} + 2H_2O$$

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

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

(v) क्रोमिल क्लोराइड परीक्षण

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

क्रोमिल क्लोराइड (गहरे लाल रंग की वाष्प)

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

सोडियम क्रोमेट विलयन)

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

लेड क्रोमेट (पीला अवक्षेप)

ब्रोमाइड (Br^-) मूलक

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

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

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

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

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

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

सिल्वर ब्रोमाइड (हल्का पीला)

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

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

$$\underset{\text{क्लोरोफॉर्म}}{Br_2 + CHCl_3} \rightarrow \underset{\text{पीली या भूरी परत}}{CHCl_3.Br_2}$$

आयोडाइड (I^-) मूलक

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

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

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

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

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

$$AgNO_3 + NaI \rightarrow NaNO_3 + \underset{\text{सिल्वर आयोडाइड (पीला)}}{AgI\downarrow}$$

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

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

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

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

$$I_2 + CHCl_3 \rightarrow \underset{\text{बैंगनी परत}}{CHCl_3.I_2}$$

नाइट्रेट (NO_3^-) मूलक के परीक्षण

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

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

$$4HNO_3 \rightarrow 2H_2O + O_2 + \underset{\text{भूरी गैस}}{4NO_2}$$

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

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

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

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

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

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

नाइट्रोसोफेरस सल्फेट
(भूरा रंग)

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

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

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

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

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

कैल्सीयम ऑक्सलेट (श्वेत अवक्षेप)

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

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

तृतीय वर्ग

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

SO_4^{2-} मूलक का परीक्षण

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

सल्फेट ($\mathbf{SO_4^{2-}}$) मूलक का रसायन :

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

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

बेरियम सल्फेट (श्वेत अवक्षेप)

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

फॉस्फेट PO_4^{3-} मूलक का परीक्षण

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

PO_4^{3-} फॉस्फेट मूलक की अभिक्रियाएं –

(1) $Na_2HPO_4(aq) + 12\,(NH_4)_2MoO_4 + 23\,HNO_3 \rightarrow (NH_4)_3PMo_{12}O_{40} + 2\,NaNO_3 + 21\,NH_4NO_3 + 12\,H_2O$

डाइसोडियम हाइड्रोजन फॉस्फेट; पीला अवक्षेप अमोनियम फॉस्फोमॉलिण्डेट

या

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

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

मैग्नीशीयम अमोनियम फॉस्फेट (श्वेत अवक्षेप)

* * * *