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 कम में प्रयोग में लेकर की जाती है,गुणात्मक विश्लेषण कहलाती है।
गुणात्मक विश्लेषण में निम्नलिखित मूल सिद्धान्त प्रयुक्त होते है –

(1) आयनन सिद्धांत

यह सिद्धान्त 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 $K = \frac{[A^+][B^-]}{[AB]}$

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।

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

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

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

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

अम्लीय मूलक

दुर्बल अम्लीय समूह	प्रबल अम्लीय समूह	सामान्य समूह
(i) कार्बोनेट (CO_3^{2-})	(i) क्लोराइड (Cl^-)	(i) सल्फेट (SO_4^{2-})
(ii) सल्फाइड (S^{2-})	(ii) ब्रोमाइड (Br^-)	(ii) फॉस्फेट (PO_4^{3-})
(iii) सल्फाइट (SO_3^{2-})	(iii) आयोडाइड (I^-)	
(iv) नाइट्राइट (NO_2^-)	(iv) नाइट्रेट (NO_3^-)	
(v) एसीटेट (CH_3COO^-)	(vi) आक्सेलेट ($C_2O_4^{2-}$)	

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 –

लवण + तनु H_2SO_4

तीव्र बुदबुदाहट के साथ रंगहीन गंधहीन गैस (CO_2) मुक्त होती है। **कार्बोनेट** (Co_3^{2-}) हो सकता है।	तीव्र बुदबुदाहट के साथ रंगहीन जलते गंधक की गंध युक्त गैस (SO_2) मुक्त होती है। **सल्फाइट** (SO_3^{2-}) हो सकता है।	रंगहीन सडे अंडे के समान गंधयुक्त गैस (H_2S) मुक्त होती है। **सल्फाइड** (**S^{2-}**) हो सकता है।	तीव्र गंधयुक्त हल्के भूरे रंग की गैस (NO_2) मुक्त होती है। **नाइट्राइट** (**NO_2^-**) हो सकता है।	सिरके के समान गंध आती है। **एसीटेट** (**CH_3COO^-**) हो सकता है।

(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

लवण + सान्द्र H_2SO_4

रंगहीन, तीक्ष्ण गंध युक्त दमघोटू गैस निकलती है। **क्लोराइड** (**Cl^-**) हो सकता है।	तीक्ष्ण गंध युक्त पीली, भूरी गैस मुक्त होती है तथा विलयन लाल नारंगी हो जाता है। **ब्रामाइड** (**Br^-**) हो सकता है।	बैंगनी रंग की वाष्पमुक्त होती है। **आयोडाइड** (**I^-**) हो सकता है।	तीक्ष्ण गंध युक्त भूरे रंग की गैस मुक्त होती हैं। **नाइट्रेट** (**NO_3^-**) हो सकता है।	रंगहीन, गंधहीन गैस, नीली ज्वाला के साथ जलती है। **आक्सेलेट** (**$C_2O_4^{2-}$**) हो सकता है।

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।

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

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 (ii) मुक्त गैस (CO_2) को चूने के पानी में अधिक देर तक प्रवाहित करने पर	चूने का पानी दुधिया हो जाता है। $Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$ चूने के पानी का दुधियापन समाप्त हो जाता है। $CaCO_3 + H_2O + CO_2 \rightarrow \underset{\text{(विलेय)}}{Ca(HCO_3)_2}$	CO_3^{2-} निश्चित 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। $2KI + 2HNO_2 + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + I_2 + 2NO + 2H_2O$ 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। $2NaNO_2 + H_2SO_4 \rightarrow 2HNO_2 + Na_2SO_4$ $3HNO_2 \rightarrow H_2O + HNO_3 + 2NO$ $FeSO_4 + NO \rightarrow FeSO_4 \cdot NO$ (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। $2CH_3COONa + H_2SO_4 \rightarrow 2CH_3COOH + Na_2SO_4$ (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। $FeCl_3 + 3CH_3COONa \rightarrow (CH_3COO)_3Fe + 3NaCl$ (लाल रंग) $(CH_3COO)_3Fe + 2H_2O \rightarrow (CH_3COO)Fe(OH)_2 + 2CH_3COOH$ (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। $2CH_3COONa + H_2SO_4 \rightarrow 2CH_3COOH + Na_2SO_4$ $CH_3COOH + C_2H_5OH \rightarrow CH_3COOC_2H_5 + H_2O$ (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। $4HCl + MnO_2 \rightarrow MnCl_2 + 2H_2O + Cl_2$	
	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 $AgCl + 2NH_4OH \rightarrow [Ag(NH_3)_2]Cl + 2H_2O$	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। $4NaCl + K_2Cr_2O_7 + 6H_2SO_4 \rightarrow$ $2KHSO_4 + 4NaHSO_4 + 3H_2O + 2(CrO_2Cl_2)$ (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) $CrO_2Cl_2 + 4NaOH \rightarrow 2NaCl + Na_2CrO_4 + 2H_2O$	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। $Na_2CrO_7 + (CH_3COO)_2Pb \rightarrow PbCrO_4 + 2CH_3COONa$	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। $NaBr + H_2SO_4 \rightarrow NaHSO_4 + HBr$ $2HBr + H_2SO_4 \rightarrow 2H_2O + SO_2 + Br_2\uparrow$ (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। $2NaBr + Cl_2 \rightarrow 2NaCl + Br_2\uparrow$	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 $NaI + H_2SO_4 \rightarrow NaHSO_4 + HI$ $2HI + H_2SO_4 \rightarrow 2H_2O + SO_2 + I_2$ (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। $2\,NaNO_3 + H_2SO_4 \rightarrow Na_2\,SO_4 + 2\,HNO_3$	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। **निश्चयात्मक परीक्षण** (i) सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष + तनु $CH_3COOH + CaCl_2$ विलयन (ii) श्वेत अवक्षेप को पृथक करके तनु H_2SO_4 के साथ हिलाते है तनु $KMnO_4$ की 2–3 बूंद डालते है।	निष्कासित गैस (CO) नीली ज्वाला के साथ जलती है। $Na_2C_2O_4 + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + H_2O + CO + CO_2$ श्वेत अवक्षेप (CaC_2O_4) प्राप्त होता है। $(NH_4)_2C_2O_4 + CaCl_2 \rightarrow CaC_2O_4 + 2\,NH_4Cl$ $KMnO_4$ 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 ($C_2O_4^{2-}$) हो सकता है। ऑक्सेलेट ($C_2O_4^{2-}$) निश्चित है। 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।

$$MCl_3 + (NH_4)_3PO_4 \rightarrow MPO_4 + 3\ NH_4Cl\ (M = Fe, Al, Cr)$$
$$MCl_3 + 3CH_3\ COONa \rightarrow (CH_3COO)_2\ M + 3\ NaCl$$

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)

सामान्यत: 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 ।

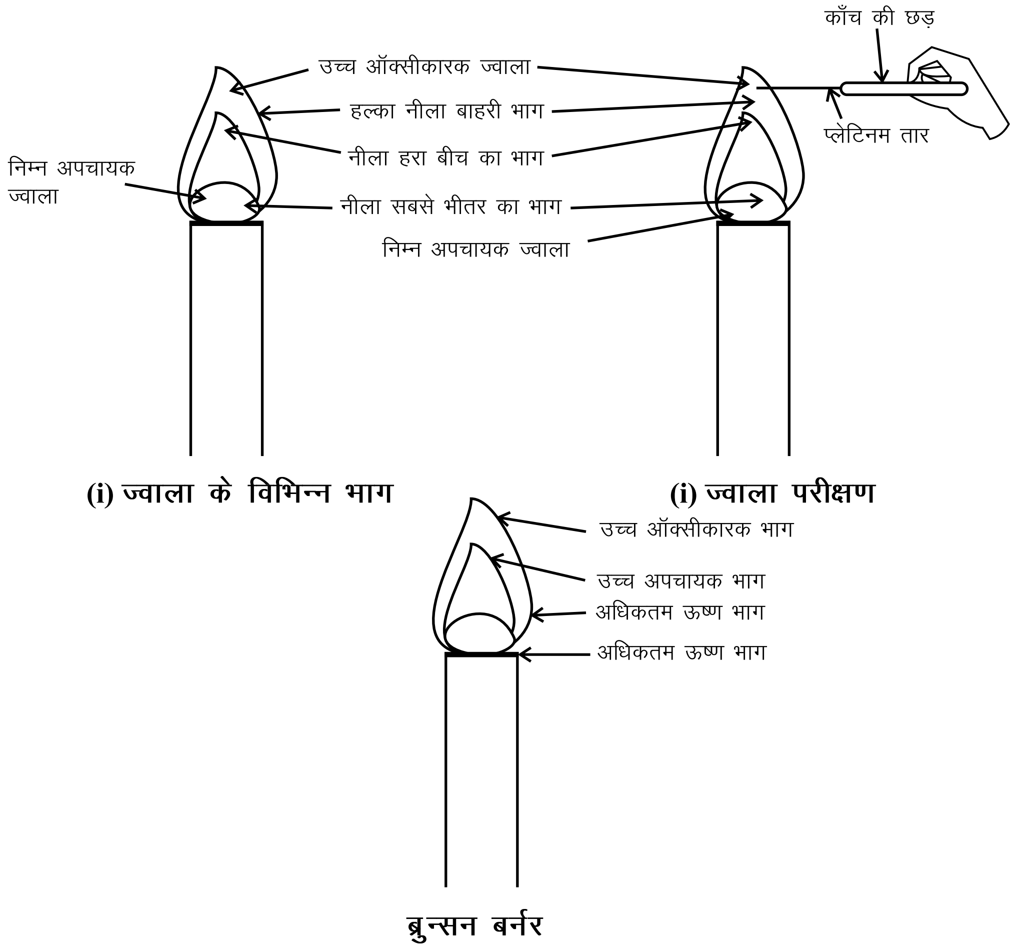
3. ज्वलन परीक्षण (Flame Test)

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)

सिद्वान्त – 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।

$$Na_2B_4O_7 \cdot 10\,H_2O \xrightarrow[-H_2O]{\Delta} Na_2B_4O_7 \xrightarrow{\Delta} 2\,NaBO_2 + B_2O_3$$

बोरेक्स — क्रिस्टल जल — निर्जल बोरेक्स — सोडियम मेटाबोरेट — बोरिक एनहाइड्राइड

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

$$CuO + NaBO_2 \rightarrow CuNaBO_3$$

सोडियम मेटाबोरेट — क्यूप्रिक आर्थोबोरेट

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

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**

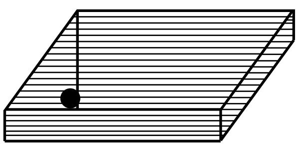
$NiO \rightarrow Ni(BO_2)_2$ निकल मेटाबोरेट (भूरा)

(B) **अपचायक ज्वाला में**

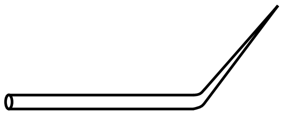
$Ni(BO_2)_2 + C \rightarrow Ni + B_2O_3 + CO\uparrow$
(हल्का स्लेटी)

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 :

$MgSO_4 + Na_2CO_3 \rightarrow MgCO_3 + Na_2SO_4$

$MgCO_3 \rightarrow MgO + CO_2$

$MgO + C \rightarrow Mg$ (श्वेत अवक्षेप जमता है) $+ CO$

इसी प्रकार

(ii) $ZnSO_4 + Na_2CO_3 \rightarrow ZnCO_3 + Na_2\ SO_4$

$ZnCO_3 \rightarrow ZnO + CO_2$

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

(iii) $CuSO_4 + Na_2CO_3 \rightarrow CuCO_3 + Na_2\ SO_4$

$CuCO_3 \rightarrow CuO + CO_2$

$CuO + C \rightarrow Cu$ (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 :

$$Cr_2(SO_4)_3 + 5\ Na_2CO_3 + 3\ KNO_3 \rightarrow 2\ Na_2CrO_4 + 3\ KNO_2 + 3\ Na_2SO_4 + 5\ CO_2$$

गलन मिश्रण — सोडियम क्रोमेट (पीला अवक्षेप)

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

$$MnSO_4 + 2\ Na_2CO_3 + 2\ KNO_3 \rightarrow Na_2MnO_4 + 2\ KNO_2 + Na_2SO_4 + 2\ CO_2$$

गलन मिश्रण — सोडियम मैग्नेट (हरा अवशेष)

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।
2.	**निश्चयात्मक परीक्षण** 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
$\rightarrow Pb^{2+}$ निश्चित

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

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

(iv) चतुर्थ भाग + KI मिलाने पर
$\rightarrow$ पीला अवक्षेप आता है।
$\rightarrow Pb^{2+}$ 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
$\rightarrow Hg_2^{2+}$ हो सकता है।

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

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

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

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

यदि श्वेत अवक्षेप विलेय हो जाता है
$\rightarrow Ag^{+}$ हो सकता है। उक्त विलयन के दो भाग करते है।

(i) प्रथम भाग + तनु HNO_3 $\rightarrow$ श्वेत अवक्षेप आता है $\rightarrow Ag^{+}$ निश्चित है।

(ii) द्वितीय भाग + KI विलयन $\rightarrow$ पीला अवक्षेप आता है $\rightarrow Ag^{+}$ 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 अभिक्रियाए –

(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 / नारंगी अवक्षेप आता है। इस अवक्षेप को गर्म आसुत जल से धोकर इसमें सान्द्र HCl मिलाकर गर्म करते है।

यदि पीला अवक्षेप अविलेय रहता है $\rightarrow As^{3+}$ 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 $\rightarrow As^{3+}$ 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 $\rightarrow$ श्वेत अवक्षेप आता है $\rightarrow As^{3+}$ निश्चित है। (iii) तृतीय भाग + $(NH_4)_2CO_3$ $\rightarrow$ पीला अवक्षेप आता है $\rightarrow As^{3+}$ निश्चित है।	यदि पीला अवक्षेप विलेय हो जाता है तो Sn^{+4} हो सकता है। (i) उक्त विलयन + Fe चूर्ण + $HgCl_2$ विलयन $\rightarrow$ स्लेटी अवक्षेप आता है $\rightarrow Sn^{4+}$ निश्चित है।	यदि काला अवक्षेप विलेय हो जाता है तो $\rightarrow Sb^{2+}$ हो सकता है। (i) उक्त विलयन + Fe चूर्ण + $HgCl_2$ विलयन $\rightarrow$ स्लेटी अवक्षेप आता है $\rightarrow Sn^{2+}$ 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 $\rightarrow Sb^{3+}$ निश्चित है। (ii) उक्त विलयन में जल आधिक्य में मिलाने पर श्वेत अवक्षेप आता है $\rightarrow Sb^{3+}$ 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) $PbSO_4 + 2\,CH_3COONH_4 \rightarrow (CH_3COO)_2Pb + (NH_4)_2SO_4$

$(CH_3COO)_2Pb + K_2CrO_4 \rightarrow PbCrO_4 \downarrow + 2\,CH_3COOK$

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

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

$Bi_2(SO_4)_3 + 6\,NH_4OH \rightarrow 2\,Bi(OH)_3 + 3\,(NH_4)_2SO_4$

(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) $4\,FeCl_3 + 3\,K_4[Fe(CN)_6] \rightarrow Fe_4[Fe(CN)_6]_3 + 12\,KCl$
(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

प्रकम – 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।

यदि श्वेत या बादामी अवक्षेप विलेय हो जाता है तो Zn^{2+} या Mn^{2+} हो सकता है। उक्त विलयन के दो भाग करते है।

(a) प्रथम भाग $+K_4[Fe(CN)_6]$ विलयन डालने पर ।

यदि श्वेत अवक्षेप आता है। – Zn^{2+} निश्चित है।

(b) द्वितीय भाग + NaOH श्वेत अवक्षेप आता है। जो NaOH के आधिक्य में विलेय हो जाता है। → Zn^{2+} निश्चित है।

उक्त विलयन में H_2S गैस प्रवाहित करने पर श्वेत या स्लेटी अवक्षेप आता है → Zn^{2+} निश्चित है।

यदि कोई अवक्षेप नही आता है → Zn^{2+} अनुपस्थित तथा Mn^{2+} हो सकता है।

(b) द्वितीय भाग + Br_2 जल +NaOH डालकर उबालने पर काला अवक्षेप आता है → Mn^{2+} निश्चित है।

उक्त विलयन से H_2S उबालकर दूर करते है तथा ठण्डा करके NaOH आधिक्य में मिलाकर विलयन को छान लेते है। अवक्षेप को सान्द्र HNO_3 में घोलकर उसमें PbO_2 मिलाकर गर्म करते है ठण्डा होने पर विलयन गुलबी हो जाता है → Mn^{2+} निश्चित है।

यदि काला अवक्षेप अविलेय रहता तो Ni^{2+} या Co^{2+} हो सकता है। काले अवक्षेप को अम्लराज में विलेय कर उबालकर सुखा लेते है तथा पानी मिलाकर दो भाग करते है।

गुलाबी अवक्षेप आता है – Ni^{2+} निश्चित है।

(b) द्वितीय भाग + α–नाइट्रोसो β–नेफ्थॉल → भूरा अवक्षेप → Ni^{2+} निश्चित है।

यदि कोई अवक्षेप नही आए तो Ni^{2+} + अनुपस्थित तथा Co^{2+} हो सकता है।

द्वितीय भाग + CH_3COOH + ठोस KNO_2 डालने पर यदि हरा पीला अवक्षेप आए तो → Co^{2+} निश्चित 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, ग्लाइऑस्मिट (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।

इस अवक्षेप को CH_3COOH में घोलकर तीन भाग करते है।

↓

1. प्रथम भाग + K_2CrO_4 (पोटेशियम क्रोमेट)

↓

- यदि पीला अवक्षेप आता है $\rightarrow$ Ba^{2+} निश्चित है।
- 2. यदि पीला अवक्षेप नही आता है तो – Ba^{2+} अनुपस्थित है तथा Sr^{2+} या Ca^{2+} हो सकते है। द्वितीय भाग +$(NH_4)_2SO_4$ अमोनियम सल्फेट डालने पर

↓

- 3. यदि श्वेत अवक्षेप आता है $\rightarrow$ Sr^{2+} निश्चित है।
- 3. यदि कोई अवक्षेप नही आता है $\rightarrow$ Sr^{2+} अनुपस्थित है $\rightarrow$ Ca^{2+} हो सकता हैं
- 4. तृतीय भाग + अमोनियम आक्सेलेट डालने पर श्वेत अवक्षेप आता है $\rightarrow$ Ca^{2+} निश्चित 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 अभिक्रियाऍं

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) $SrCl_2 + (NH_4)_2 CO_3 \rightarrow SrCO_3 + 2 NH_4Cl$
श्वेत अवक्षेप
(स्ट्रांशियम कार्बोनेट)

(ii) $SrCO_3 + 2 CH_3 COOH \rightarrow Sr(CH_3COO)_2 + H_2O + CO_2$

(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) $CaCl_2 + (NH_4)_2 CO_3 \rightarrow CaCO_3 + 2 NH_4Cl$
केल्सियम कार्बोनेट
(श्वेत अवक्षेप)

(ii) $CaCO_3 + 2 CH_3 COOH \rightarrow Ca(CH_3COO)_2 + H_2O + CO_2$
केल्सियम ऐसीटेट

(iii) $Ca(CH_3COO)_2 + (NH_4)_2 C_2O_4 \rightarrow CaC_2O_4 + 2 CH_3 COONH_4$
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)