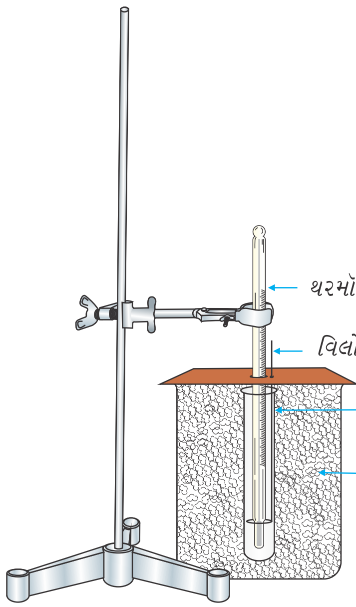


આકૃતિ 3.2 : ક્લૉરોફૉર્મ અને એસિટોનની પારસ્પરિક ક્રિયાની એન્થાલ્પીનું નિર્ધારણ

B. ક્લૉરોફૉર્મ અને એસિટોનને મિશ્ર કરતાં થતા એન્થાલ્પી ફેરફારનું નિર્ધારણ

(i) ક્લૉરોફૉર્મના 0.1 mol (≈ 8.14 mL) ને સમતુલ્ય કદ અંકિત નળાકાર દ્વારા માપીને તેને ઉષ્મારોધક કરેલી ઉત્કલન નળીમાં લો. ક્લૉરોફૉર્મનું દળ m_1 ગ્રામ ગણો.

(ii) ક્લૉરોફૉર્મનું તાપમાન નોંધો. તેને t_1 °C ગણો.

(iii) 0.1 mol એસિટોનને સમતુલ્ય એસિટોનનું કદ (≈ 7.34 mL) એક સાફ કરેલા અંકિત નળાકારમાં લો. તેનું દળ m_2 ગ્રામ ગણો.

(iv) એસિટોનનું તાપમાન નોંધો. તેને t_2 °C ગણો.

(v) ઉષ્મારોધક કરેલી ઉત્કલન નળીમાંના ક્લૉરોફૉર્મમાં અંકિત નળાકારમાંના એસિટોનને ઉમેરો.

(vi) વિલોડકની મદદથી સાવધાનીપૂર્વક ક્લૉરોફૉર્મ અને એસિટોનના મિશ્રણને ધીરેથી હલાવો.

(vii) ક્લૉરોફૉર્મ અને એસિટોનના મિશ્રણનું તાપમાન નોંધો. તેને t_3°C કહો.

---

* 1 મોલ $CHCl_3$નું કદ = $\dfrac{CHCl_3\text{નું મોલર દળ}}{CHCl_3\text{ની ઘનતા}}$

0.1 મોલના કદ = $\dfrac{1}{10}$ × ઉપરનું કદ

(આ જ પ્રમાણે તમે 0.1 મોલ એસિટોનનું કદ ગણી શકશો.)

ક્લૉરોફૉર્મની ઘનતા = 1.47 g/mL	એસિટોનની ઘનતા = 0.79 g/mL
ક્લૉરોફૉર્મનું મોલર દળ = 119.5 g	એસિટોનનું મોલર દળ = 58.0 g
1.47 g = 1 mL કદ	0.79 g = 1 mL
119.5 g = $\dfrac{119.5}{1.47}$ mL	58 g = $\dfrac{58}{0.79}$ mL
1 મોલ = 81.4 mL	1 મોલ = 73.4 mL
0.1 મોલ = 8.14 mL	0.1 મોલ = 7.34 mL

ક્લૉરોફૉર્મ અને એસિટોનનું કુલ કદ = 8.14 + 7.34 = 15.48 mL

પારસ્પરિક ક્રિયાની એન્થાલ્પીની નીચે પ્રમાણે ગણતરી કરો :

(i) ધારો કે ઓરડાનું તાપમાન t °C છે, તો કૅલરીમીટર (ઉત્કલન નળી) દ્વારા મેળવાયેલી ઉષ્મા $W \times (t_3 - t)$ છે. જ્યાં W કેલરીમીટર અચળાંક એટલે કે આ પ્રયોગમાં ઉત્કલન નળી છે.

(ii) માહિતી સાહિત્યમાંથી ક્લૉરોફૉર્મની વિશિષ્ટ ઉષ્માનું મૂલ્ય નોંધો. ધારો કે તે q_1 છે. તો, ક્લૉરોફૉર્મ દ્વારા મેળવાયેલ ઉષ્મા $= m_1 \times q_1 \times (t_3 - t_1)$

(iii) એસિટોનની વિશિષ્ટ ઉષ્માનું મૂલ્ય માહિતી સાહિત્યમાંથી નોંધો. ધારો કે તે q_2 છે. એસિટોન દ્વારા મેળવાયેલ ઉષ્મા $= m_2 \times q_2 \times (t_3 - t_2)$

(iv) ત્રણેય ઘટકો એટલેકે ઉત્કલન નળી, ક્લૉરોફૉર્મ અને એસિટોન દ્વારા મેળવાયેલ કુલ ઉષ્મા $= -\{W \times (t_3 - t_1) + m_1 \times q_1 \times (t_3 - t_1) + m_2 \times q_2 \times (t_3 - t_2)\}$
હકીકતમાં આ 0.1 mol ક્લૉરોફૉર્મ અને 0.1 mol એસિટોનને મિશ્ર કરતાં થતી પારસ્પરિક ક્રિયાનો એન્થાલ્પી ફેરફાર છે.
ઋણ સંજ્ઞા સૂચવે છે કે ક્લૉરોફૉર્મ અને એસિટોનની મિશ્ર થવાની ક્રિયા ઉષ્માક્ષેપક છે.

નોંધ : *અહીં એ કાળજી રાખવી જરૂરી છે કે લીધેલા એસિટોન અને ક્લૉરોફૉર્મનું કુલ કદ કેલરીમીટર માટે જળતુલ્યાંક ગણવા માટે લીધેલા પાણીના કદ સરખા હોવા જોઈએ.*

સાવચેતીઓ :

(a) ક્લૉરોફૉર્મ અને એસિટોનનું કાળજીપૂર્વક માપન કરો.

(b) 0.1°C અંશાંકન કરેલા થરમૉમિટર વડે કાળજીપૂર્વક તાપમાન નોંધો.

ચર્ચાત્મક પ્રશ્નો :

(i) ક્લૉરોફૉર્મ અને એસિટોન આદર્શ પ્રવાહીની જોડ બનાવતું નથી જ્યારે એસિટોન અને બેન્ઝિન બનાવે છે. શા માટે ?

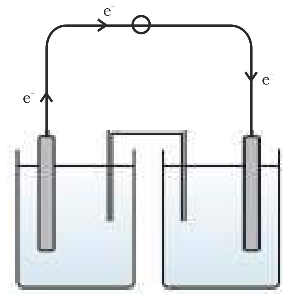
(ii) શા માટે ઈથેનોલ અને પાણીની પ્રવાહી જોડ રાઉલ્ટના નિયમથી ધન વિચલન દર્શાવે છે ?

(iii) પ્રવાહી જોડના એવાં બે ઉદાહરણો આપો જેમાંના દરેકના $\Delta_{mixing}H$ અનુક્રમે ઋણ અને ધન મૂલ્ય હોય.

(iv) પ્રવાહી મિશ્રણનાં ઘટકોના અણુઓ વચ્ચે પારસ્પરિક ક્રિયાની ભાત (pattern) પ્રવાહીના બાષ્પ દબાણ સાથે સંબંધિત છે ?

(v) પ્રણાલીમાંથી ઉત્પન્ન થયેલી ઉષ્માને હાઇડ્રોજન બંધની પ્રબળતા સાથે કેવી રીતે સુસંબંધિત કરશો ?

એકમ 4
વિદ્યુતરસાયણવિજ્ઞાન
(Electrochemistry)



ગેલ્વેનિક કોષના બે વિદ્યુત ધ્રુવો વચ્ચેના પોટૅન્શિયલ તફાવતને **કોષ પોટૅન્શિયલ (વિભવ)** કહે છે અને તે વોલ્ટમાં મપાય છે. તે કેથોડ અને ઍનોડના રિડક્શન પોટૅન્શિયલનો (અથવા ઑક્સિડેશન પોટૅન્શિયલ) તફાવત છે. જ્યારે કોષમાંથી પ્રવાહ મેળવવામાં ન આવે ત્યારે તેને કોષનું વીજચાલક બળ (emf) કહેવામાં આવે છે.

$$E_{cell} = E_{cathode} - E_{anode}$$

વ્યક્તિગત અર્ધકોષનો પોટૅન્શિયલ માપી શકાય નહિ. આપણે માત્ર બે અર્ધકોષ પોટેન્શિયલોના તફાવત માપી શકીએ જે કોષનું વીજચાલક બળ આપે છે. પ્રણાલિકા પ્રમાણે, પ્રમાણિત હાઇડ્રૉજન ધ્રુવ જેને $Pt/H_2(g, 1\ bar)/H^+(aq\ 1M)$ તરીકે દર્શાવાય છે. નીચે પ્રમાણેની પ્રક્રિયા માટે તેનો પોટૅન્શિયલ બધા જ તાપમાને શૂન્ય લેવામાં આવ્યો છે. પ્રક્રિયા નીચે પ્રમાણે છે :

$$H^+(aq) + e^- \rightarrow \frac{1}{2} H_2(g)$$

અર્ધકોષ પોટૅન્શિયલ પ્રમાણિત હાઈડ્રૉજન ધ્રુવના સંદર્ભમાં માપવામાં આવે છે.

કોષની રચના પ્રમાણિત હાઈડ્રૉજન વિદ્યુતધ્રુવને ઍનોડ તરીકે (સંદર્ભ અર્ધકોષ) અને પ્રમાણિત પરિસ્થિતિમાં જેનો પોટૅન્શિયલ માપવાનો છે તેને કૅથોડ તરીકે બીજો અર્ધકોષ બનાવીને કરવામાં આવે છે. આથી કોષનો પોટૅન્શિયલ બીજા અર્ધકોષનો પ્રમાણિત પોટૅન્શિયલ બને છે.

$$E^{\ominus}_{cell} = E^{\ominus}_{cathode} \quad \text{કારણ કે} \quad E^{\ominus}_{anode} = 0$$

નર્ન્સ્ટે દર્શાવ્યું કે પ્રમાણિત હાઇડ્રૉજન વિદ્યુત ધ્રુવના સંદર્ભમાં કોઈ પણ સાંદ્રતાએ પોટૅન્શિયલ માપી શકીએ છીએ. નીચે પ્રમાણેના વિદ્યુત ધ્રુવની પ્રક્રિયા માટે

$$M^{n+}(aq) + ne^- \rightarrow M(s)$$

કોઈ પણ સાંદ્રતાએ પ્રમાણિત હાઇડ્રૉજન વિદ્યુત ધ્રુવની સાપેક્ષમાં માપેલ પોટૅન્શિયલને નીચે પ્રમાણે રજૂ કરી શકાય :

$$E^{\ominus}_{M^{n+}/M} = E^{\ominus}_{M^{n+}/M} - \frac{RT}{nF}\, ln \frac{[M]}{[M^{n+}]}$$

ઘનની સાંદ્રતા M ને એક તરીકે લેવામાં આવે છે અને તેથી આપણને મળશે

$$E_{M^{n+}/M} = E^{\ominus}_{M^{n+}/M} - \frac{RT}{nF}\, ln \frac{1}{[M^{n+}]}$$

અહીંયાં, R વાયુ અચળાંક (8.314 $JK^{-1}mol^{-1}$), F ફેરાડે અચળાંક (96487 $Cmol^{-1}$), T તાપમાન કૅલ્વિનમાં અને $[M^{n+}]$એ M^{n+} સ્પીસિઝની સાંદ્રતા છે.

નીચેના પ્રયોગમાં $Zn/Zn^{2+} \parallel Cu^{2+}/Cu$ કોષમાં વિદ્યુત વિભાજ્યોની સાંદ્રતામાં ફેરફાર સાથે કોષ પોટૅન્શિયલના ફેરફારનો અભ્યાસ કરવામાં આવશે.

પ્રયોગ : 4.1

હેતુ :

$Zn/Zn^{2+} \parallel Cu^{2+}/Cu$ કોષનો વિદ્યુત વિભાજ્યની ($CuSO_4/ZnSO_4$) સાંદ્રતામાં ફેરફાર સાથે કોષ પોટૅન્શિયલના ફેરફારનો ઓરડાના તાપમાને અભ્યાસ કરવો.

સિદ્ધાંત :

પ્રયોગમાંના અભ્યાસ હેઠળના કોષને નીચે પ્રમાણે રજૂ કરી શકાય :

$$(Zn(s)/Zn^{2+}(aq.,\ 1.0M) \parallel Cu^{2+}\ (aq.,\ xM)/Cu(s)$$

અહીંયાં, x M $Cu^{2+}(aq)$ આયનની બદલાતી સાંદ્રતા દર્શાવે છે. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો સાંદ્રતા સાથે કોષ પોટૅન્શિયલમાં તફાવતનો અભ્યાસ છે. $Cu^{2+}(aq)$ ની સાંદ્રતા બદલતા રહીએ છીએ અને $Zn^{2+}(aq)$ ની સાંદ્રતા અચળ રાખીએ છીએ. Cu(II) આયનની દરેક સાંદ્રતા માટે Cu^{2+}/Cu વિદ્યુત ધ્રુવના વિદ્યુત ધ્રુવ પોટૅન્શિયલ કોષનો પોટૅન્શિયલ માપીને ગણી શકીએ છીએ. આ ફેરફારને સૈદ્ધાંતિક રીતે નીચેના સમીકરણથી દર્શાવી શકાય :

$$E_{Cu^{2+}/Cu} = E^{\ominus}_{Cu^{2+}/Cu} + \frac{0.059}{2}\log[Cu^{2+}] \qquad (1)$$

Cu^{2+}/Cu વિદ્યુતધ્રુવના પોટૅન્શિયલમાં ફેરફાર પરિણામરૂપે નીચેના સંબંધ પ્રમાણે કોષ પોટૅન્શિયલમાં ફેરફાર લાવે છે :

$$E_{Cell} = E_{Cu^{2+}/Cu} - E^{\ominus}_{Zn^{2+}/Zn} \qquad (2)$$

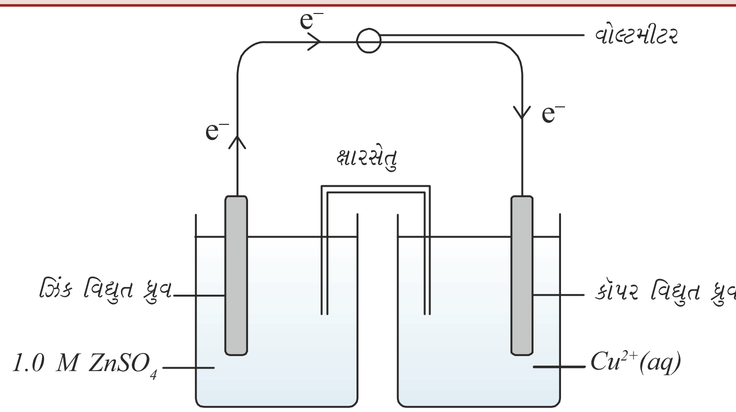
સમીકરણ (2) સ્પષ્ટ રીતે સૂચવે છે કે $E^{\ominus}_{Zn^{2+}/Zn}$ અચળ રાખ્યો છે, છતાં પણ $E_{Cu^{2+}/Cu}$ માં ફેરફાર તેને અનુરૂપ E_{Cell} (કોષનો પોટૅન્શિયલ)માં ફેરફાર લાવશે.

આ જ પ્રમાણે Cu^{2+} આયનોની સાંદ્રતા અચળ રાખી Zn^{2+} આયનોની સાંદ્રતામાં ફેરફાર સાથે કોષ પોટૅન્શિયલમાં તફાવતનો અભ્યાસ કરી શકીએ.

જરૂરી સામગ્રી :

- ઝિંક પ્લેટ : એક
- કૉપર પ્લેટ : એક
- બીકર (50 mL) : છ
- વોલ્ટમીટર (પોટૅન્શિયોમીટર) : એક
- ક્ષાર સેતુ : એક

- 1.0 M ઝિંક સલ્ફેટ દ્રાવણ : 40 mL
- 0.25 M, 0.1 M, 0.05 M, 0.025 M અને 0.0125 M કૉપર સલ્ફેટ દ્રાવણ : દરેકના 40 mL



આકૃતિ 4.1 : *Zn(s)/Zn^{2+}(aq), 1.0 M || Cu^{2+}(aq, x M)/Cu(s)* કોષની રચના

પદ્ધતિ :

(i) 1.0 M $ZnSO_4$ અને 0.2 M $CuSO_4$ દ્રાવણનો ઉપયોગ કરી આકૃતિ 4.1 માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે કોષ ગોઠવો.

(ii) કોષનો પોટૅન્શિયલ તફાવત માપો અને વીજધ્રુવોની ધ્રુવીયતા (polarity)ની પણ નોંધ રાખો. (આ આપણને કોષ પોટૅન્શિયલ E_{cell} ને સંજ્ઞા આપવામાં મદદરૂપ થશે.)

(iii) કોષ પોટૅન્શિયલ નું માપન પૂર્ણ થઈ જાય કે તરત જ ક્ષારસેતુને દૂર કરો.

(iv) 0.2 M $CuSO_4$ દ્રાવણ ધરાવતા બીકરના સ્થાને 0.1 M $CuSO_4$ દ્રાવણ ધરાવતું બીકર ગોઠવો. ક્ષારસેતુને યોગ્ય સ્થાને ગોઠવો અને કોષ પોટૅન્શિયલ માપો.

(v) કૉપર સલ્ફેટ દ્રાવણની સાંદ્રતાના ઊતરતા ક્રમમાંનાં દ્રાવણો વડે આ પદ્ધતિનું પુનરાવર્તન કરો.

(vi) log [Cu^{2+}(aq)] ની ગણતરી કરો અને પછી Cu(II)ની સાંદ્રતામાંના ફેરફાર માટેના દરેક માટે $E_{Cu^{2+}/Cu}$ ગણો.

(vii) કોષ્ટક 4.1 માં દર્શાવ્યા મુજબ Cu^{2+} આયનની જુદી-જુદી સાંદ્રતાએ Cu^{2+}(aq)/Cu(s) વિદ્યુત ધ્રુવના વિદ્યુત ધ્રુવ પોટૅન્શિયલનાં મૂલ્યો નોંધો.

(viii) ($E_{Cu^{2+}/Cu}$)ને *y* - ધરી પર અને log[Cu^{2+}(aq)]ને *x* - ધરી પર લઈ સાંદ્રતા સાથે વિદ્યુત ધ્રુવ પોટૅન્શિયલના ફેરફારનો આલેખ દોરો.

કોષ્ટક 4.1 : કોષ પોટૅન્શિયલની માહિતીની નોંધ

અનુક્રમ	$[Cu^{2+}(aq)]$/mol L^{-1}	log $[Cu^{2+}(aq)]$/mol L^{-1}	E_{cell}/V	$E_{(Cu^{2+}/Cu)}$ પ્રાયોગિક મૂલ્ય
1	0.2			
2	0.1			
3	0.05			
4	0.025			
5	0.0125			

પરિણામ :

મળેલી માહિતીના આધારે તારણ લખો.

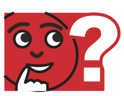
સાવચેતીઓ :

(a) કૉપર અને ઝિંકની પટ્ટીઓ તથા જોડાણ માટેના તારને ઉપયોગ કરતાં પહેલાં રેત પત્ર (કાચપેપર) વડે ઘસીને સાફ કરો.

(b) ક્ષારસેતુનો ઉપયોગ કર્યા પછી તરત જ નિસ્યંદિત પાણીમાં મૂકો.

(c) દ્રાવણનું એકમાંથી બીજામાં મંદન ખૂબ જ સાવચેતીપૂર્વક કરો.

(d) આલેખ દોરવા માટે યોગ્ય માપની પસંદગી કરો.



ચર્ચાત્મક પ્રશ્નો :

(i) નીચે આપેલી પ્રક્રિયા માટે લ-શેટેલિયરનો નિયમ લાગુ પાડો અને તમે નોંધેલાં પરિણામોને વાજબી ઠેરવો અને તમારાં પરિણામોમાં ગાણિતીય યુક્તિ સંગતિકરણ (rationalization) પણ મેળવો.

$Zn\ (s) + Cu^{2+}\ (aq) \rightleftharpoons Zn^{2+}\ (aq) + Cu\ (s)$

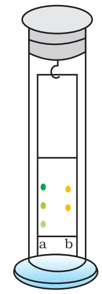
(ii) આલેખનો ઢાળ નક્કી કરો. પ્રાયોગિક મૂલ્યને સૈદ્ધાંતિક મૂલ્ય સાથે સરખાવો. કયાં પરિબળો પર ઢાળનું મૂલ્ય આધાર રાખે છે ?

(iii) કોષ પ્રક્રિયામાં સમાવિષ્ટ આયનોમાંથી કોઈ એકની સાંદ્રતા સાથે કોષ પોટૅન્શિયલમાં ફેરફારના અભ્યાસ માટે બીજા પ્રયોગની રચના કરો.

(iv) ક્ષારસેતુની રચના માટે વિદ્યુતવિભાજ્ય દ્રાવણની પસંદગી કરવા માટે કયાં પરિબળને ધ્યાનમાં રાખશો ?

(v) એકાકી વિદ્યુતધ્રુવનો પોટૅન્શિયલ માપવાનું શક્ય છે ?

એકમ 5
વર્ણલેખિકી
(Chromatography)



ક્રોમેટોગ્રાફી (વર્ણલેખિકી) કાર્યપદ્ધતિ સંયોજનોના અલગીકરણ, શુદ્ધીકરણ અને ઓળખ માટે વિપુલ પ્રમાણમાં વપરાય છે. IUPAC ના મત પ્રમાણે ક્રોમેટોગ્રાફી અલગીકરણની એક ભૌતિક પદ્ધતિ છે. જેમાં અલગ કરવાનાં ઘટકોનું બે કલા વચ્ચે વિતરણ થાય છે જેમાંની એક કલા સ્થિર હોય છે, જ્યારે બીજી કલા ચોક્કસ દિશામાં ખસે છે.

સ્થિર કલા સામાન્ય રીતે ભરેલા (pack) સ્તંભના (સ્તંભ ક્રોમેટોગ્રાફી) સ્વરૂપમાં હોય છે, પણ તે બીજા સ્વરૂપે લઈ શકાય છે. જેવા કે સપાટ શીટ અથવા પાતળું સ્તર જે કોઈ યોગ્ય આધાર આપતા પદાર્થના સ્વરૂપમાં હોય છે. આવા આધાર આપતા પદાર્થોમાં કાચ (પાતળું - સ્તર ક્રોમેટોગ્રાફી) હોય છે. **સ્તંભ ક્રોમેટોગ્રાફી**માં ગતિશીલ (mobile) કલા ભરેલા સ્તંભમાંથી વહે છે, જ્યારે **પાતળા સ્તર ક્રોમેટોગ્રાફી**માં ગતિશીલ કલા કેશાકર્ષણ ક્રિયાથી ખસે છે. આમાં સ્થિર કલામાં પાતળું પડ (film) પ્રવાહી અથવા ઘન હોઈ શકે છે. ગતિશીલ કલા પ્રવાહી અથવા વાયુ હોઈ શકે છે. આવી કલાઓના જુદા-જુદા શક્ય જોડાણ ક્રોમેટોગ્રાફીની મુખ્ય કાર્યપદ્ધતિનો ઉદય કરે છે. આમાંની બેનું વર્ણન નીચે આપવામાં આવ્યું છે :

વિભાગીય (partition) ક્રોમેટોગ્રાફીમાં સ્થિર કલા એક નિષ્ક્રિય આધાર પર અધિશોષિત પ્રવાહીનું પાતળું પડ (film) હોય છે. જ્યારે ગતિશીલ કલા પ્રવાહી અથવા વાયુ હોઈ શકે છે. જ્યારે **પેપર (paper) ક્રોમેટોગ્રાફી** એવું ઉદાહરણ છે જેમાં પેપરમાંનાં છિદ્રોમાં હાજર પ્રવાહી સ્થિર કલા છે અને બીજું કોઈ પ્રવાહી ગતિશીલ કલા હોય છે. અલગીકરણનો આધાર બે કલાઓ વચ્ચે પદાર્થનું વિતરણ થાય છે અને નિષ્ક્રિય આધાર પર પદાર્થોના અધિશોષણ અસરોને લીધે ક્રોમેટોગ્રાફિક અલગીકરણ થાય છે.

અધિશોષણ ક્રોમેટોગ્રાફીમાં સ્થિર કલા ખૂબ ઝીણો ઘન અધિશોષક હોય છે અને ગતિશીલ કલા સામાન્ય રીતે પ્રવાહી હોય છે. અલગીકરણ પ્રક્રમ (process) મિશ્રણનાં ઘટકોના ઘનની સપાટી પર પસંદગીયુક્ત (selective) અધિશોષણ પર આધાર રાખે છે.

ક્રોમેટોગ્રાફીમાં પદાર્થ સ્થિર અને ગતિશીલ કલાઓ વચ્ચે સંતુલિત થાય છે. સ્થિર કલા સાથે પદાર્થની પારસ્પરિક ક્રિયા જેટલી વધારે તેટલી ધીમી તેની ગતિ હોય છે.

આ એકમમાં તમે પેપર ક્રોમેટોગ્રાફીનો ઉપયોગ કરી મિશ્રણમાંનાં ઘટકોના અલગીકરણનો અભ્યાસ કરશો.

પ્રયોગ 5.1

હેતુ :

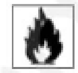
પાલકની ભાજી (spinach)નાં પાંદડાંમાં રહેલા અને ગુલાબનાં ફૂલની પાંખડીમાં રહેલા તથા હજારીગલમાં રહેલા રંજકોનું પેપર ક્રોમેટોગ્રાફી વડે અલગીકરણ અને ઘટકોનાં R_f મૂલ્યોનું નિર્ધારણ કરવું.

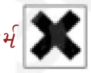
સિદ્ધાંત :

પેપર ક્રોમેટોગ્રાફીમાં ગાળણપત્રનાં છિદ્રોમાં રહેલા પાણીના અણુ સ્થિર કલા તરીકે કાર્ય કરે છે અને ગતિશીલ કલા તરીકે દ્રાવક જેવાં કે હેક્ઝેન, ટોલ્યુઇન, એસિટોન અથવા દ્રાવકોનું મિશ્રણ જેવાં કે મિથેનોલ - પાણી મિશ્રણ વગેરે હોઈ શકે છે. જ્યારે ગતિશીલ કલા એ બિંદુમાંથી પસાર થાય છે જેના પર નમૂનો અધિશોષિત થયેલો હોય છે તે ધીમે કે તરત જ તેમાંનાં ઘટકોને ઓગાળે છે જે તેમની દ્રાવ્યતા પર આધાર રાખે છે અને તે જ્યારે આધાર પર ખસે છે ત્યારે પોતાની સાથે લઈ જાય છે.

મિથેનોલ

એસિટોન

પેટ્રોલિયમ ઈથર 

ક્લૉરોફૉર્મ 

આપેલા તાપમાને અને આપેલા દ્રાવક માટે ક્રોમેટોગ્રાફિક પેપર પર ગતિશીલ કલા ખસે છે તેમ દરેક પદાર્થની ગતિનો લાક્ષણિક દર નક્કી કરવું શક્ય બને છે. આને સાપેક્ષ અગ્ર (front) અથવા **પ્રતિવેગ (retaradation) અવયવ એટલે કે R_f મૂલ્ય તરીકે દર્શાવાય છે.** ગતિશીલ કલા (દ્રાવક) એક જ હોય તોપણ જુદા જુદા સંયોજનનાં R_f મૂલ્યો અલગ-અલગ હોય છે. વળી, જુદા-જુદા દ્રાવકોમાંના એક જ પદાર્થનાં R_f મૂલ્યો અલગ-અલગ હોય છે. R_f મૂલ્યો નીચેના સમીકરણનો ઉપયોગ કરીને ગણી શકાય છે :

$$R_f = \frac{\text{સંદર્ભ રેખાથી પદાર્થ વડે પસાર કરાયેલું અંતર (cm)}}{\text{સંદર્ભ રેખાથી દ્રાવક વડે પસાર કરાયેલું અંતર (cm)}}$$

દ્રાવક અગ્ર સંયોજનો કરતાં વધારે ઝડપથી ખસતા હોવાને કારણે પદાર્થોનાં R_f મૂલ્યો એક કરતાં ઓછાં હોય છે. આ સાથે એ પણ નોંધો કે R_f મૂલ્યોને કોઈ એકમ નથી.

જો સંયોજન રંગીન હોય તો ક્રોમેટોગ્રાફિક પેપર પર તેમનું સ્થાન સહેલાઈથી નક્કી કરી શકાય છે. તેમ છતાં પણ જો પદાર્થ રંગવિહીન હોય તો તેને કોઈ પ્રક્રિયક સાથે પ્રક્રિયા કરવામાં આવે છે જે તેને લાક્ષણિક રંગ આપે છે. આ પ્રક્રિયકને **વિકાસક - ડેવલપર (developer)** કહે છે. પેપર ક્રોમેટોગ્રાફીમાં આયોડિન સૌથી વધારે સામાન્ય રીતે ઉપયોગ થતો ડેવલપર છે. બીજી કેટલીક પદ્ધતિઓ બિંદુનાં સ્થાન નક્કી કરવા માટે પ્રાપ્ય છે.

જરૂરી સામગ્રી :

- વૉટમેન ગાળણ પત્ર નં. 1 4 cm × 17 cm માપનો : એક
- 5 cm × 20 cm માપની એક ગૅસ જાર (વાયુ બરણી) : એક
- કેન્દ્રમાં હૂક બેસાડેલો હોય તેવો રબરનો બૂચ : એક
- કસનળી : જરૂર પ્રમાણે

- ફૂલનું નિષ્કર્ષ અને પાંખડીના નિષ્કર્ષ : જરૂર પ્રમાણે
- નિસ્યંદિત પાણી : જરૂર પ્રમાણે
- મિથેનોલ/એસિટોન : જરૂર પ્રમાણે
- (60-80 °C) ઉત્કલન ગાળાવાળું પેટ્રોલિયમ ઈથર : જરૂર પ્રમાણે
- ક્લૉરોફૉર્મ/એસિટોન : જરૂર પ્રમાણે

પદ્ધતિ :

(i) ખલમાં ફૂલો/પાંખડીઓને લસોટો અને લુગદીને કસનળીમાં લો.

(ii) લસોટેલા પદાર્થમાં થોડા પ્રમાણમાં મિથેનોલ અથવા એસિટોન ઉમેરો.

યોગ્ય બૂચ વડે કસનળીને બંધ કરી દો અને તેને સારી રીતે હલાવો. તેને ગાળી લો અને ગાળણને એક કસનળીમાં એકઠું કરો અને કસનળીને બૂચ વડે બંધ કરી દો.

(iii) 4 cm × 17 cm માપનો વોટમેન ગાળણ પત્ર નં. 1 મેળવો. પેન્સિલની મદદ વડે બેમાંથી એક છેડાથી 3 cm ઊંચે એક રેખા દોરો (આકૃતિ 5.1(a)).

(iv) ખૂબ ઝીણી કેશનળીનો ઉપયોગ કરીને પાંદડાના નિષ્કર્ષનું એક ટીપું 'a' અને ફૂલના નિષ્કર્ષનું એક ટીપું 'b' મૂકો. આકૃતિ 5.1 (a)માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે બંને ટીપાંને સુકાવા દો.

(v) 20 mL પેટ્રોલિયમ ઈથર (ઉત્કલન ગાળો 60-80 ^{o}C) અને ક્લૉરોફૉર્મનું મિશ્રણ જે 19 mL પેટ્રોલિયમ ઈથર અને 1 mL ક્લૉરોફૉર્મનું બનાવેલું હોય છે અને એસિટોન 9:1ના ગુણોત્તરમાં (18 mL પેટ્રોલિયમ ઈથર + 2 mL એસિટોન) ભરેલી બરણી (જાર)માં ગાળણપત્રને એવી રીતે લટકાવો કે જેથી દ્રાવક આકૃતિ 5.1 (b)માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે સંદર્ભ રેખાને અડકે નહિ.

(vi) આ બરણી (જાર)ને ત્યાં સુધી સ્થિર સ્થિતિમાં રાખો કે જ્યાં સુધી ગતિશીલ કલા (દ્રાવક) ગાળણપત્રની આશરે 2/3 ભાગની ઊંચાઈ સુધી ઉપર ચઢે (આકૃતિ 5.1 (c)).

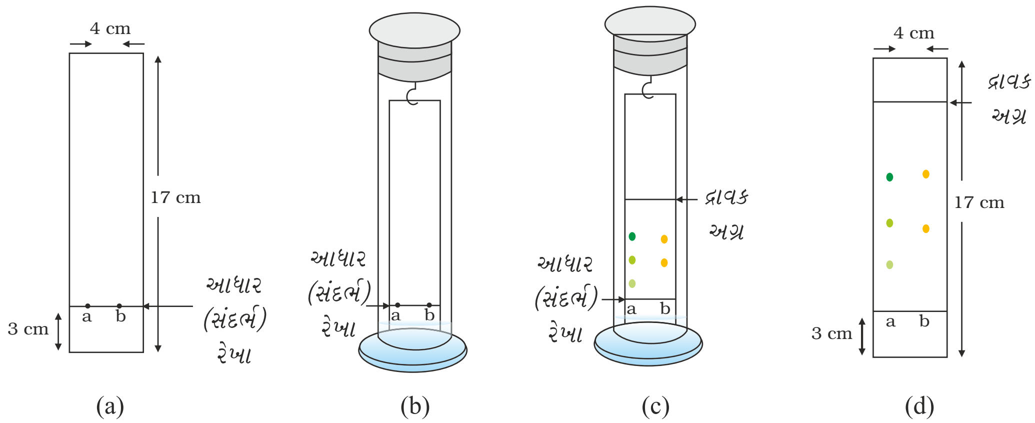
(vii) બરણી (જાર)માંથી ગાળણપત્રને બહાર કાઢી લો અને દ્રાવક અગ્રને ચિહ્નિત કરો. પેન્સિલની મદદ વડે બિંદુઓને રૂપરેખિત (outline) કરો અને ગાળણપત્રને સુકાવા દો.

(viii) દ્રાવક અગ્ર વડે પસાર કરાયેલું અંતર માપો અને આકૃતિ 5.1 (d)માં આપ્યા પ્રમાણે જુદાં-જુદાં બિંદુઓના કેન્દ્રોનું સંદર્ભ રેખાથી અંતર માપો.

(ix) પાંદડાના અને ફૂલોના નિષ્કર્ષમાં રહેલા રંજકોની સંખ્યા નિશ્ચિત કરો.

(x) અગાઉ જણાવેલ સમીકરણની મદદથી જુદાં-જુદાં બિંદુઓનાં R_f મૂલ્યો ગણો.

(xi) કોષ્ટક 5.1માં તમારાં અવલોકનો નોંધો.



આકૃતિ 5.1 : *(a) ચિહ્નિત પત્ર (b) દ્રાવકમાં ગાળણપત્રને ડુબાડવું (c) ક્રોમેટોગ્રામ વિકસિત કરવો (d) વિકસિત ક્રોમેટોગ્રામ*

કોષ્ટક 5.1 : પાંદડાં અને ફૂલોના રંજકોનું અલગીકરણ

અનુ-ક્રમ	નિષ્કર્ષનું નામ	બિંદુનો રંગ	સંદર્ભ રેખાથી 'a' અને 'b' બિંદુઓનાં ઘટકોએ પસાર કરેલું અંતર cmમાં	દ્રાવક વડે સંદર્ભ રેખાથી પસાર કરાયેલ અંતર cmમાં	R_f મૂલ્ય
1					
2					
3					
4					

પરિણામ :

(i) ફૂલની પાંખડીનાં ઘટકોનાં R_f મૂલ્યો .... છે.

(ii) ભાજીનાં પાંદડાંનાં ઘટકોનાં R_f મૂલ્યો .... છે.

સાવચેતીઓ :

(a) સંદર્ભ રેખાને દોરવા માટે સારી ગુણવત્તાવાળી ડ્રૉઇંગ પેન્સિલનો ઉપયોગ કરો જેથી કરીને કરેલી નિશાની TLC પ્રક્રમ ચાલુ હોય તે દરમિયાન દ્રાવકમાં ઓગળી ન જાય.

(b) પેપરની પટ્ટીને દ્રાવકમાં એ રીતે ડૂબાડો કે જેથી મિશ્રણનું બિંદુ દ્રાવક સ્તરથી ઉપર રહે અને દ્રાવકની ગતિ વાંકીચૂંકી ન હોય.

(c) નમૂનાના દ્રાવણનું બિંદુ મૂકતી વખતે ધ્યાન રાખો કે બિંદુ ફેલાઈ ન જાય. સારી રીતે ઝીણી બનાવેલી કેશનળીનો ઉપયોગ પેપર પર બિંદુ મૂકવા માટે કરો.

(d) એની પણ ખાતરી કરો કે ગાળણપત્રની પટ્ટી બરણીમાં મુક્ત રીતે લટકે છે.

(e) એકવાર પ્રયોગ સેટ (ચાલુ) થાય એટલે જ્યાં સુધી ક્રોમેટોગ્રામ વિકસે નહિ ત્યાં સુધી બરણીને ખલેલ ન પહોંચાડશો.

(f) જ્યારે ક્રોમેટોગ્રામ વિકસિત થતો હોય ત્યારે બરણીને ઢાંકેલી રાખશો.

(g) બિંદુઓને વિકસાવતાં પહેલાં પેપરની પટ્ટીને સંપૂર્ણ રીતે સૂકવશો.

(h) કાર્બનિક દ્રાવક/દ્રાવકો સાથે કાળજીપૂર્વક કાર્ય કરો.

પ્રયોગ 5.2

હેતુ :

ક્રોમેટોગ્રાફિક પ્રવિધિનો ઉપયોગ કરીને Pb^{2+} અને Cd^{2+} બે ધનાયનો ધરાવતા અકાર્બનિક સંયોજનોના મિશ્રણનાં ઘટકોનું અલગીકરણ.

સિદ્ધાંત :

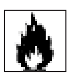
ધનાયનોના અલગીકરણનો સિદ્ધાંત પ્રયોગ 5.1 માં સમજાવ્યા પ્રમાણેના જેવો જ છે. આ કિસ્સામાં જે બે ધનાયનોને અલગ કરવાના છે તે રંગવિહીન છે અને તેથી વિકાસક (ડેવલપર)ની જરૂર પડે છે. વર્તમાન કિસ્સામાં એમોનિયમ સલ્ફાઇડ $(NH_4)_2S$* ને ક્રોમેટોગ્રાફિક પેપર અથવા પ્લેટ પર આ આયનોનાં સ્થાન નક્કી કરવા માટે વાપરી શકાય.

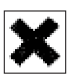
જરૂરી સામગ્રી :

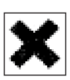
- 4 cm × 17 cm માપનું વોટમેન ગાળણપત્ર નં. 1 : એક
- 5 cm × 20 cm માપની વાયુ-બરણી (જાર) : એક
- કેન્દ્રમાં બેસાડેલા હૂકવાળો રબરનો બૂચ : એક
- કસનળી : જરૂર પ્રમાણે

- 1-2 % $Pb(NO_3)_2$ અને $Cd(NO_3)_2$નું દ્રાવણ : જરૂર પ્રમાણે
- ઈથેનોલ : જરૂર પ્રમાણે
- 6.0 M HNO_3 : જરૂર પ્રમાણે

પદ્ધતિ :

ઈથેનોલ 

લેડ નાઈટ્રેટ 

કેડમિયમ નાઈટ્રેટ 

(i) 4 cm × 17 cm માપનું વોટમેન નં. 1નું ગાળણપત્ર લો. પેન્સિલની મદદથી આ પત્રના બેમાંના એક છેડાથી 3 cm ઊંચે નિશાની કરો.

(ii) ઝીણી કેશનળી વડે મિશ્રણનું એક બિંદુ નિશાની કરેલ રેખા પર મૂકો.

(iii) ઈથેનોલ, 6.0 M HNO_3 અને નિસ્યંદિત પાણીનું 8:1:1 ગુણોત્તરમાં બનાવેલા દ્રાવણ ભરેલી બરણીમાં ગાળણપત્રને લટકાવો.

(iv) પત્રની 2/3 લંબાઈ (ઊંચાઈ) સુધી દ્રાવક ઉપર સુધી ચઢે નહિ ત્યાં સુધી બરણીને ખલેલ પહોંચાડ્યા વગર રાખી મૂકો.

(v) બરણીમાંથી ગાળણપત્રને કાઢી લો. દ્રાવક અગ્રની (front) નિશાની કરો.

(vi) પીળા અને કાળા રંગનાં બિંદુઓ મેળવવા માટે ક્રોમેટોગ્રાફી પેપર પર એમોનિયમ સલ્ફાઇડ દ્રાવણનો છંટકાવ કરો. પેન્સિલની મદદ વડે બિંદુઓના સ્થાન ચિહ્નિત કરો અને પત્રને સુકાવા દો.

(vii) દ્રાવક અગ્ર દ્વારા પસાર કરાયેલું અંતર અને સંદર્ભ રેખાથી ધનાયનના જુદાં-જુદાં બિંદુઓ સુધીના અંતર માપો. આ અંતર સંદર્ભ રેખા અને જુદાં-જુદાં બિંદુઓ વચ્ચેના સૌથી ઓછા અંતર હશે.

(viii) કોષ્ટક 5.2માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે અવલોકનોને કોષ્ટક રૂપે નોંધો. દરેક ધનાયન માટે R_f મૂલ્યની ગણતરી કરો.

* *100 mL પાણી અને 10 mL લીકર એમોનિયા ધરાવતા મિશ્રણમાંથી H_2S વાયુને આશરે 45 મિનિટ સુધી પસાર કરીને એમોનિયમ સલ્ફાઇડ બનાવવામાં આવે છે.*

કોષ્ટક 5.2 : પેપર ક્રોમેટોગ્રાફી વડે Pb^{2+} અને Cd^{2+} આયનોનું અલગીકરણ

અનુ-ક્રમ	બિંદુનો રંગ	સંદર્ભ રેખાથી ઘટકો વડે પસાર કરાયેલ અંતર/cm	સંદર્ભ રેખાથી દ્રાવક વડે પસાર કરાયેલ અંતર/cm	R_f મૂલ્ય
1.				
2.				
3.				

પરિણામ :

(i) Pb^{2+} આયનનું R_f મૂલ્ય............ છે.

(ii) Cd^{2+} આયનનું R_f મૂલ્ય............ છે.

સાવચેતીઓ :

(a) સંદર્ભ રેખા દોરવા માટે સારી ગુણવત્તાવાળી પેન્સિલનો ઉપયોગ કરવો જેથી જે દ્રાવકમાં TLC પ્રક્રમ ચાલુ હોય તે દરમિયાન નિશાની દ્રાવકમાં ઓગળી ન જાય.

(b) પેપરની પટ્ટીને દ્રાવકમાં એવી રીતે ડુબાડો કે જેથી મિશ્રણનું બિંદુ દ્રાવક સ્તરથી ઉપર રહે અને દ્રાવકની ગતિ વાંકીચૂંકી ન હોય.

(c) જ્યારે નમૂનાના દ્રાવણનું બિંદુ મૂકતી વખતે ધ્યાન રાખો કે બિંદુ ફેલાઈ ન જાય. સારી રીતે ઝીણી બનાવેલી કેશનળીનો ઉપયોગ પટ્ટી પર બિંદુ મૂકવા માટે કરો.

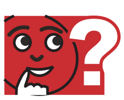
(d) એની પણ ખાતરી કરો કે ગાળણપત્રની પટ્ટી બરણીમાં મુક્ત રીતે લટકે છે.

(e) એકવાર પ્રયોગ સેટ (ચાલુ) થાય એટલે જ્યાં સુધી ક્રોમેટોગ્રામ વિકસે નહિ ત્યાં સુધી બરણીને ખલેલ ન પહોંચાડશો.

(f) જ્યારે ક્રોમેટોગ્રામ વિકસિત થતો હોય ત્યારે બરણીને ઢાંકેલી રાખશો.

(g) બિંદુઓને વિકસાવતા પહેલાં પેપરની પટ્ટીને સંપૂર્ણ રીતે સૂકવશો.

(h) કાર્બનિક દ્રાવક/દ્રાવકો સાથે કાળજીપૂર્વક કાર્ય કરો.



ચર્ચાત્મક પ્રશ્નો :

(i) ક્રોમેટોગ્રામ શું છે ? જે સિદ્ધાંત પર ક્રોમેટોગ્રાફીની કાર્યપદ્ધતિ આધારિત છે તેને સમજાવો.

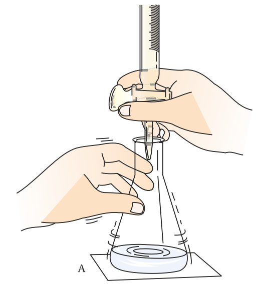
(ii) વિકાસક તરીકે ઉપયોગ કરેલા પદાર્થની આવશ્યક ખાસિયતો શું છે ?

(iii) ક્રોમેટોગ્રાફી વડે સંયોજનોના અલગીકરણમાં અધિશોષણ ઘટના કઈ રીતે લાગુ પાડવામાં આવે છે ?

એકમ 6

અનુમાપનીય પૃથક્કરણ (રેડોક્ષ પ્રક્રિયાઓ)

Titrimetric Analysis (Redox Reactions)



જલીય દ્રાવણોમાં ઑક્સિડેશન અને રિડક્શન પ્રક્રિયાઓ એક સ્પીસિઝમાંથી બીજી સ્પીસિઝમાં ઈલેક્ટ્રૉનના સ્થાનાંતરણનો (transfer) સમાવેશ કરે છે. પદાર્થના ઑક્સિડેશનમાં ઈલેક્ટ્રૉન સ્પીસિઝમાંથી ઈલેક્ટ્રૉનનું સ્થાનાંતર (ગુમાવાય) થાય છે અને રિડક્શનમાં સ્પીસિઝ વડે ઈલેક્ટ્રૉન પ્રાપ્ત થાય છે. ઑક્સિડેશન અને રિડક્શન પ્રક્રિયાઓ એક સાથે જ (સમક્ષણિક) થાય છે. એ પ્રક્રિયા જેમાં ઑક્સિડેશન અને રિડક્શન એક સાથે જ થાય છે તેને રેડોક્ષ પ્રક્રિયા કહે છે. રેડોક્ષ પ્રક્રિયાનો સમાવેશ કરતાં અનુમાપનને રેડોક્ષ અનુમાપન કહે છે. તમે જાણો છો કે ઍસિડ-બેઈઝ અનુમાપનમાં અંતિમ બિંદુની નોંધ માટે pH પ્રત્યે સંવેદનશીલ હોય તેવા સૂચકો વાપરવામાં આવે છે. એ જ પ્રમાણે રેડોક્ષ પ્રક્રિયામાં પ્રણાલીના ઑક્સિડેશન પોટૅન્શિયલ (વિભવ)માં ફેર થતો હોય છે. રેડોક્ષ પ્રક્રિયામાં વપરાતા સૂચકો ઑક્સિડેશન પોટૅન્શિયલ તફાવત પ્રત્યે સંવેદનશીલ હોય છે. આદર્શ ઑક્સિડેશન - રિડક્શન સૂચકોનો ઑક્સિડેશન પોટૅન્શિયલ જેનું અનુમાપન કરવાનું છે તે દ્રાવણ અને અનુમાપકનાં પોટૅન્શિયલ મૂલ્યોની મધ્યમાં હોય છે અને આ સહેલાઈથી સ્પષ્ટ પરખ કરી શકાય તેવો રંગ ફેરફાર દર્શાવે છે.

પ્રયોગ 6.1

હેતુ :

$KMnO_4$ દ્રાવણની સાંદ્રતા/મોલારિટી, ઑક્ઝેલિક ઍસિડના 0.1M પ્રમાણિત દ્રાવણ સાથે અનુમાપન કરીને નક્કી કરવી.

સિદ્ધાંત :

આ પ્રયોગમાં પોટેશિયમ પરમૅંગેનેટ એક પ્રબળ ઑક્સિડેશનકર્તા તરીકે વર્તે છે. $KMnO_4$ ઑક્સિડેશનકર્તા તરીકે આલ્કલાઈન માધ્યમમાં પણ વર્તે છે, પરંતુ જથ્થાત્મક (માત્રાત્મક) પૃથક્કરણમાં મુખ્યત્વે ઍસિડિક માધ્યમનો ઉપયોગ થાય છે. $KMnO_4$ નું ઍસિડિક માધ્યમમાં ઑક્સિડેશનકર્તા તરીકેનું વર્તન નીચેના સમીકરણથી રજૂ કરી શકાય :

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

આ અનુમાપનમાં વપરાતો ઍસિડ, મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ છે. નાઈટ્રિક ઍસિડનો ઉપયોગ કરી શકતો નથી કારણ કે તે પોતે જ ઑક્સિડેશનકર્તા તરીકે વર્તે છે અને હાઇડ્રૉક્લોરિક ઍસિડનો ઉપયોગ સામાન્ય રીતે ટાળવામાં આવે છે કારણ કે તે $KMnO_4$ સાથે નીચે આપેલા સમીકરણ પ્રમાણે પ્રક્રિયા કરે છે અને ક્લોરિન ઉત્પન્ન કરે છે અને ક્લોરિન પોતે પણ જલીય દ્રાવણમાં ઑક્સિડેશનકર્તા તરીકે વર્તે છે.

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

ઑક્ઝેલિક ઍસિડ રિડક્શનકર્તા તરીકે વર્તે છે. તેથી ઍસિડિક માધ્યમમાં પોટૅશિયમ પરમૅંગેનેટ સાથે નીચેના સમીકરણ પ્રમાણે અનુમાપન કરી શકાય છે :

ઑક્ઝેલિક ઍસિડની પ્રક્રિયાઓ

A. રાસાયણિક સમીકરણ

રિડક્શન અર્ધપ્રક્રિયા : $2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 3H_2O + 5[O]$

ઑક્સિડેશન અર્ધપ્રક્રિયા : $[H_2C_2O_4 + [O] \xrightarrow{60\ ^oC} 2CO_2 + H_2O] \times 5$

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

B. આયનીય પ્રક્રિયા

રિડક્શન અર્ધપ્રક્રિયા : $[MnO_4^- + 5e^- + 8H^+ \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O] \times 2$

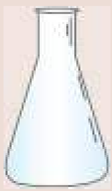
ઑક્સિડેશન અર્ધપ્રક્રિયા : $[C_2O_4^{2-} \longrightarrow 2CO_2 + 2e^-] \times 5$

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

આ સમીકરણોમાં MnO_4^- નું Mn^{2+}માં રિડક્શન થાય છે અને $C_2O_4^{2-}$નું CO_2માં ઑક્સિડેશન થાય છે. $C_2O_4^{2-}$માંના કાર્બનનો ઑક્સિડેશન આંક +3થી +4માં ફેરવાય છે.

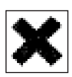
આ અનુમાપનોમાં પોટૅશિયમ પરમૅંગેનેટ સ્વયંસૂચક તરીકે વર્તે છે. શરૂઆતમાં પોટૅશિયમ પરમૅંગેનેટનું ઑક્ઝેલિક ઍસિડ વડે રિડક્શન થવાથી રંગ દૂર થાય છે. ઓક્ઝેલેટ આયનોના સંપૂર્ણ વપરાશ પછી થોડા પ્રમાણમાં ઉમેરેલા અને પ્રક્રિયા ન પામેલા પોટૅશિયમ પરમૅંગેનેટ દ્વારા ઉત્પન્ન થતો આછો ગુલાબી રંગ અંતિમબિંદુ સૂચવે છે. ઑક્ઝેલિક ઍસિડના દ્રાવણને (50 – 60 ^oC) તાપમાને મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ સાથે ગરમ કરવામાં આવે છે. આ જરૂરી છે કારણ કે પ્રક્રિયા ઊંચા તાપમાને પરિણમે છે. અનુમાપન દરમિયાન શરૂઆતમાં મેંગેનસ સલ્ફેટ બને છે. જે ઑક્ઝેલિક ઍસિડ વડે $KMnO_4$ના રિડક્શન માટે ઉદ્દીપક તરીકે વર્તે છે. આથી શરૂઆતમાં પ્રક્રિયા-વેગ ધીમો હોય છે અને જેમ-જેમ પ્રક્રિયા આગળ વધે છે તેમ-તેમ પ્રક્રિયાનો વેગ વધે છે.

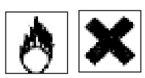
જરૂરી સામગ્રી :



- માપક ફ્લાસ્ક (250 mL) : એક
- બ્યુરેટ (50 mL) : એક
- બ્યુરેટ સ્ટૅન્ડ : એક
- પિપેટ : એક
- કોનિકલ ફ્લાસ્ક : એક
- ગળણી : એક
- વજન કરવાની બોટલ : એક
- ગ્લેઝ્ડ ટાઇલ (સફેદ) : એક
- બર્નર : એક
- તારજાળી : એક
- રાસાયણિક તુલા : એક

- ઑક્ઝેલિક ઍસિડ : જરૂર પ્રમાણે
- પોટૅશિયમ પરમૅંગેનેટ દ્રાવણ : જરૂર પ્રમાણે
- 1.0M સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ : જરૂર પ્રમાણે

ઑક્ઝેલિક ઍસિડ 

પોટૅશિયમ પરમૅંગેનેટ 

સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ

પદ્ધતિ :

A. 0.1 M પ્રમાણિત ઑક્ઝેલિક ઍસિડના દ્રાવણની બનાવટ

0.1 M ઑક્ઝેલિક ઍસિડનું દ્રાવણ પ્રયોગ 2.1 (એકમ 2, ધોરણ XI પ્રાયોગિક માર્ગદર્શિકા) પ્રમાણે બનાવો.

B. ઑક્ઝેલિક ઍસિડ દ્રાવણનું પોટૅશિયમ પરમૅંગેનેટ દ્રાવણ સામે અનુમાપન

(i) બ્યુરેટને દ્રાવણ વડે વીંછળો અને સ્વચ્છ બ્યુરેટમાં પોટૅશિયમ પરમૅંગેનેટનું દ્રાવણ ભરો. આ બ્યુરેટના નોઝલ (નાળચા)માં જો હવાના પરપોટા રહ્યા હોય તો કેટલુંક દ્રાવણ તેમાંથી પસાર કરી તેને દૂર કરો. પરમૅંગેનેટ સાથેના અનુમાપનમાં કાચના સ્ટૉપકોકવાળી બ્યુરેટનો ઉપયોગ કરવો જોઈએ. કારણ કે પરમૅંગેનેટ આયન રબર પર હુમલો (પ્રક્રિયા) કરે છે.

(ii) કોનિકલ ફ્લાસ્કમાં 0.1 M ઑક્ઝેલિક ઍસિડના 10 mL લો અને તેમાં 1.0 M H_2SO_4નું દ્રાવણ અડધી કશનળી જેટલું (5mL) ઉમેરો જેથી અનુમાપન પ્રક્રિયા દરમિયાન મૅંગેનીઝ ડાયૉક્સાઇડના કોઈ પણ અવક્ષેપના નિર્માણને અટકાવી શકાય.

(iii) બ્યુરેટમાં લીધેલા પરમૅંગેનેટ દ્રાવણ સાથે ઑક્ઝેલિક ઍસિડના દ્રાવણને અનુમાપન કરતાં પહેલાં 50 - 60 °C તાપમાને ગરમ કરો. રંગ-પરિવર્તનને સારી રીતે જોઈ શકાય તે માટે જે દ્રાવણનું અનુમાપન કરવાનું છે તે દ્રાવણ ધરાવતા કોનિકલ ફ્લાસ્કને ગ્લેઝ્ડ ટાઇલ પર સીધી રીતે ગોઠવેલી બ્યુરેટના નોઝલ નીચે મૂકો.

(iv) બ્યુરેટમાંના પરમૅંગેનેટ દ્રાવણના કદનું શરૂઆતનું માપન નોંધો અને તેનું થોડું-થોડું કદ ગરમ કરેલા ઑક્ઝલિક ઍસિડના દ્રાવણમાં ઉમેરતા જાવ અને ફ્લાસ્કમાંના દ્રાવણને હલાવતા રહો. ઑક્ઝેલિક ઍસિડ સાથેની

પ્રક્રિયાથી પરમૅંગેનેટ દ્રાવણનો જાંબલી રંગ દૂર થશે.
થોડાક વધારે પરમૅંગેનેટ દ્રાવણને લીધે કાયમી આછો ગુલાબી રંગ દેખાય તે અંતિમ બિંદુનું સૂચન કરે છે.

(v) જ્યાં સુધી ત્રણ સુસંગત (concordant) વાચન-આંક મળે નહિ ત્યાં સુધી પ્રયોગ ફરી કરો. $KMnO_4$ નું દ્રાવણ ઘેરા રંગનું હોવાથી બ્યુરેટનું વાચન કરતી વખતે ઉપરની વક્રસપાટીને (મેનિસ્કસ) ધ્યાનમાં રાખવી.

(vi) અવલોકન-કોષ્ટક 6.1માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે વાચન-આંક નોંધો અને પોટૅશિયમ પરમૅંગેનેટ દ્રાવણની પ્રબળતા (સાંદ્રતા) mol/litre માં ગણો.

કોષ્ટક 6.1 : પોટૅશિયમ પરમૅંગેનેટ દ્રાવણનું પ્રમાણિત ઑક્ઝેલિક ઍસિડ દ્રાવણ સામે અનુમાપન

અનુક્રમ	ઑક્ઝેલિક ઍસિડનું કદ mLમાં	બ્યુરેટ વાચન-આંક		વપરાયેલ $KMnO_4$નું કદ $V = (y - x)$ mL
		પ્રારંભિક (x)	અંતિમ (y)	

ગણતરી :

અજ્ઞાત દ્રાવણની પ્રબળતા (સાંદ્રતા) મોલારિટી પર્યાયમાં નીચેના સમીકરણથી નક્કી કરી શકાય :

$$a_1 M_1 V_1 = a_2 M_2 V_2 \qquad (6.1)$$

ઑક્ઝેલિક ઍસિડ વિરુદ્ધ પોટૅશિયમ પરમૅંગેનેટ દ્રાવણ માટે :

$a_1 = 2$ (સમતોલિત અર્ધકોષ પ્રક્રિયામાં ઑક્ઝેલિક ઍસિડના પ્રતિ સૂત્ર એકમમાંથી ગુમાવેલા ઇલેક્ટ્રૉનની સંખ્યા)

$a_2 = 5$ (સમતોલિત અર્ધકોષ પ્રક્રિયામાં પોટૅશિયમ પરમૅંગેનેટના પ્રતિસૂત્ર એકમમાં મેળવેલા ઇલેક્ટ્રૉનની સંખ્યા)

M_1 અને M_2 અનુમાપનમાં વાપરેલ ઑક્ઝેલિક ઍસિડ અને પોટૅશિયમ પરમૅંગેનેટ દ્રાવણોની મોલારિટી છે.

V_1 અને V_2 અનુક્રમે ઑક્ઝેલિક ઍસિડ અને પોટૅશિયમ પરમૅંગેનેટ દ્રાવણના કદ છે.

સમીકરણ 6.1 માં a_1 અને a_2 નાં મૂલ્યો મૂકતાં આપણને મળશે,

ઑક્ઝેલિક ઍસિડ $KMnO_4$

$$2M_1V_1 = 5M_2V_2$$

$$M_2 = \frac{2M_1V_1}{5V_2} \qquad (6.2)$$

આપણે સમીકરણ 6.2 નો ઉપયોગ કરીને પોટૅશિયમ પરમૅંગેનેટ દ્રાવણની મોલારિટી ગણી શકીએ. દ્રાવણની સાંદ્રતા (પ્રબળતા) નીચેના સમીકરણથી આપી શકાય:

સાંદ્રતા (પ્રબળતા) = મોલારિટી × મોલર દળ

પરિણામ :

(i) $KMnO_4$ દ્રાવણની મોલારિટી .... છે.

(ii) $KMnO_4$ દ્રાવણની સાંદ્રતા (પ્રબળતા) .... છે.

સાવચેતીઓ :

(a) હંમેશાં બ્યુરેટ અને પિપેટને તેમાં લેવાનાં દ્રાવણો વડે વીંછળો.

(b) પ્રયોગમાં વાપરવાના દ્રાવણ વડે કોનિકલ ફ્લાસ્કને ક્યારેય પણ વીંછળશો નહિ.

(c) બ્યુરેટમાં હવાથી કોઈ ખાલી જગા હોય તો તેને દૂર કરો.

(d) બ્યુરેટનું પ્રારંભિક વાચન-આંક નોંધતા પહેલા બ્યુરેટ ઉપરથી ગળણી દૂર કરવાનું ક્યારેય પણ ભૂલશો નહિ.

(e) અંતિમ બિંદુ અને બ્યુરેટનું વાચન-આંક નોંધતી વખતે બ્યુરેટના છેડે દ્રાવણનું ટીપું લટકવું જોઈએ નહિ.

(f) બધાં જ રંગીન દ્રાવણોની બાબતમાં હંમેશાં બ્યુરેટ વાચન-આંક સમયે ઉપરની વક્ર સપાટી (મેનિસ્કસ)ને ધ્યાનમાં લેશો.

(g) તૂટેલા નોઝલ (નાળચા)વાળી બ્યુરેટ કે પિપેટનો ઉપયોગ ક્યારેય પણ કરશો નહિ.

(h) પ્રવાહીને જ્યારે ચૂસો (ખેંચો) ત્યારે પિપેટનો પાતળો છેડો હંમેશાં દ્રાવણમાં ડૂબેલો હોવો જોઈએ.

(i) પિપેટના જેટ છેડા (પાતળા છેડા)માંના દ્રાવણના ટીપાંને ફૂંક મારીને બહાર કાઢશો નહિ.

(j) દ્રાવણની સાંદ્રતા (પ્રબળતા) ચોથા દશાંશસ્થળ સુધી ગણવી જોઈએ.

(k) ઑક્ઝેલિક ઍસિડ અને H_2SO_4 દ્રાવણના મિશ્રણનું અનુમાપન કરતાં હોય ત્યારે તેને 50-60 °C વચ્ચે ગરમ કરવાનું ભૂલશો નહિ.

ચર્ચાત્મક પ્રશ્નો :

(i) પરમૅંગેનેટ અનુમાપનને કયું વિશિષ્ટ નામ આપવામાં આવેલ છે ?

(ii) પરમૅંગેનેટ અનુમાપનમાં કયો સૂચક વપરાય છે ?

(iii) પરમૅંગેનેટ અનુમાપનમાં રબરના બૂચવાળી બ્યુરેટ શા માટે વાપરવી જોઈએ નહિ ?

(iv) પરમૅંગેનેટ અનુમાપનમાં સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ ધરાવતા ઑક્ઝેલિક ઍસિડ દ્રાવણને શા માટે 50-60 ^oC તાપમાને ગરમ કરીએ છીએ ?

પ્રયોગ 6.2

હેતુ :

$KMnO_4$ દ્રાવણની સાંદ્રતા/મોલારિટી પ્રમાણિત ફેરસ એમોનિયમ સલ્ફેટના દ્રાવણ સાથેના અનુમાપનથી નક્કી કરવી.

સિદ્ધાંત :

ઑક્ઝેલિક ઍસિડની જેમ ફેરસ એમોનિયમ સલ્ફેટ, પોટૅશિયમ પરમૅંગેનેટ સામેના અનુમાપનમાં રિડક્શનકર્તા તરીકે વર્તે છે. આ પ્રક્રિયા નીચે દર્શાવ્યા મુજબ થાય છે :

(a) રાસાયણિક સમીકરણ

રિડક્શન અર્ધપ્રક્રિયા : $2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 3H_2O + 5[O]$

ઑક્સિડેશન અર્ધપ્રક્રિયા : $[2FeSO_4\,(NH_4)_2\,SO_4 \cdot 6H_2O + H_2SO_4 + [O] \longrightarrow Fe_2(SO_4)_3 + 2(NH_4)_2\,SO_4 + 13H_2O] \times 5$

$$2KMnO_4 + 8H_2SO_4 + 10FeSO_4\,(NH_4)_2SO_4 \cdot 6H_2O \longrightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 5Fe_2(SO_4)_3 + 10(NH_4)_2\,SO_4 + 68H_2O$$

(b) આયનીય સમીકરણ

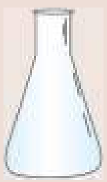
રિડક્શન અર્ધપ્રક્રિયા : $MnO_4^- + 5e^- + 8H^+ \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$

ઑક્સિડેશન અર્ધપ્રક્રિયા : $[Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + e^-] \times 5$

$$MnO_4^- + 5Fe^{2+} + 8H^+ \longrightarrow Mn^{2+} + 5Fe^{3+} + 4H_2O$$

મોહ્ર ક્ષારમાં આયર્નનો ઑક્સિડેશન-આંક +2 છે. આયર્ન પ્રક્રિયા દરમિયાન ઑક્સિડેશન પામે છે અને તેનો ઑક્સિડેશન-આંક +2થી +3માં ફેરવાય છે. આ અનુમાપનમાં ફેરસ એમોનિયમ સલ્ફેટ દ્રાવણને ગરમ કરવાની જરૂર નથી. કારણ કે પ્રક્રિયાનો વેગ ઓરડાના તાપમાને પણ ઘણો ઊંચો છે. વળી, ઊંચા તાપમાને ફેરસ આયનો હવામાંના ઑક્સિજનથી ફેરિક આયનોમાં ઑક્સિડેશન પામે તો પ્રયોગમાં ત્રુટિ (ભૂલ) દાખલ થાય છે.

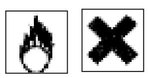
જરૂરી સામગ્રી :



- માપક ફ્લાસ્ક (250 mL) : એક
- બ્યુરેટ (50 mL) : એક
- બ્યુરેટ સ્ટૅન્ડ : એક
- પિપેટ : એક
- કોનિકલ ફ્લાસ્ક : એક
- ગ્લેઝ્ડ ટાઇલ (સફેદ) : એક
- ગળણી : એક
- વજન કરવાની શીશી : એક

- પોટૅશિયમ પરમૅંગેનેટ દ્રાવણ : જરૂર પ્રમાણે
- મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ : જરૂર પ્રમાણે
- ફેરસ એમોનિયમ સલ્ફેટ : જરૂર પ્રમાણે

પોટૅશિયમ પરમૅંગેનેટ



સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ

પદ્ધતિ :

A. ફેરસ એમોનિયમ સલ્ફેટના 0.05 M પ્રમાણિત દ્રાવણની બનાવટ

($FeSO_4\ (NH_4)_2\ SO_4\ .\ 6H_2O$નું મોલર દળ = 392 g mol^{-1})

(i) 4.9000 g ફેરસ એમોનિયમ સલ્ફેટનું વજન કરો અને તેને ગળણીની મદદ વડે 250 mL માપક ફ્લાસ્કમાં લો.

(ii) ગળણીને ચોંટી રહેલા ઘન પદાર્થને નિસ્યંદિત પાણીની મદદ વડે ફ્લાસ્કમાં લઈ લો અને મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ ટીપે ટીપે ફ્લાસ્કમાં ઉમેરો જેથી ચોખ્ખું દ્રાવણ મળે.

(iii) ફ્લાસ્કને હલાવો અને જ્યારે બધો પદાર્થ ઓગળી જાય ત્યારે દ્રાવણને નિસ્યંદિત પાણી વડે નિશાની સુધી ભરી દો.

B. ફેરસ એમોનિયમ સલ્ફેટનું પોટૅશિયમ પરમૅંગેનેટ દ્રાવણ સામે અનુમાપન

(i) બ્યુરેટને પોટૅશિયમ પરમૅંગેનેટ દ્રાવણ વડે વીંછળો અને સ્વચ્છ બ્યુરેટમાં પોટૅશિયમ પરમૅંગેનેટ દ્રાવણ ભરી દો. જો બ્યુરેટમાં હવાના પરપોટા હોય તો દ્રાવણને થોડોક સમય બહાર જવા દઈ તેને દૂર કરો.

(ii) કોનિકલ ફ્લાસ્કમાં 10 mL ફેરસ એમોનિયમ સલ્ફેટનું દ્રાવણ લો અને અડધી કસનળી (5 mL) 1.0 M H_2SO_4 દ્રાવણ તેમાં ઉમેરો.

(iii) ઉપરના દ્રાવણનું પોટૅશિયમ પરમૅંગેનેટ સાથે ગુલાબી રંગ દેખાય ત્યાં સુધી અનુમાપન કરતાં રહો. અનુમાપન દરમિયાન ફ્લાસ્કમાંના દ્રાવણને હલાવતા રહો.

(iv) પ્રયોગનું પુનરાવર્તન જ્યાં સુધી ત્રણ સુસંગત વાચન-આંક મળે નહિ ત્યાં સુધી ચાલુ રાખો.

(v) અવલોકન-કોષ્ટક 6.2માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે વાચન-આંક નોંધો અને પોટૅશિયમ પરમૅંગેનેટ દ્રાવણની પ્રબળતા mol/litreમાં ગણો.

કોષ્ટક 6.2 : પોટૅશિયમ પરમૅંગેનેટ દ્રાવણનું પ્રમાણિત ફેરસ એમોનિયમ સલ્ફેટ દ્રાવણ સામેનું અનુમાપન

અનુક્રમ	દરેક અનુમાપન માટે ઉપયોગમાં લીધેલ ફેરસ એમોનિયમ સલ્ફેટ દ્રાવણનું કદ mLમાં	બ્યુરેટ વાચન-આંક		વપરાયેલા $KMnO_4$નું કદ (V) $V = (y - x)$ mL
		પ્રારંભિક (x)	અંતિમ (y)	

ગણતરી :

અજ્ઞાત દ્રાવણની સાંદ્રતા (પ્રબળતા) મોલારિટીના પર્યાયમાં નીચેના સમીકરણથી નક્કી કરી શકાય :

$a_1M_1V_1 = a_2M_2V_2$

જ્યાં, M_1 અને M_2 ફેરસ એમોનિયમ સલ્ફેટ અને પોટૅશિયમ પરમૅંગેનેટ દ્રાવણોની મોલારિટી છે અને V_1 અને V_2 અનુક્રમે ફેરસ એમોનિયમ સલ્ફેટ અને પોટૅશિયમ પરમૅંગેનેટ દ્રાવણોના કદ છે.

$a_1 = 1$ (અર્ધકોષ પ્રક્રિયામાં ફેરસ એમોનિયમ સલ્ફેટના પ્રતિ એક સૂત્ર એકમમાં ગુમાવેલા ઇલેક્ટ્રૉનની સંખ્યા છે)

$a_2 = 5$ (અર્ધકોષ પ્રક્રિયામાં પોટૅશિયમ પરમૅંગેનેટના પ્રતિ સૂત્ર એકમમાં મેળવેલા ઇલેક્ટ્રૉનની સંખ્યા છે.)

નીચે આપેલા સૂત્ર વડે સાંદ્રતા (પ્રબળતા) ગણી શકાય :

સાંદ્રતા (પ્રબળતા) = મોલારિટી × મોલર દળ

પરિણામ :

આપેલ પોટૅશિયમ પરમૅંગેનેટ દ્રાવણની સાંદ્રતા (પ્રબળતા) .... g/L છે.

સાવચેતીઓ :

(a) પ્રમાણિત દ્રાવણ બનાવવા માટે હંમેશાં તાજો જ ફેરસ એમોનિયમ સલ્ફેટ વાપરવો.

(b) અન્ય સાવચેતીઓ પ્રયોગ 6.1 પ્રમાણેની જ છે.

ચર્ચાત્મક પ્રશ્નો :

(i) ફેરસ એમોનિયમ સલ્ફેટના દ્રાવણને અનુમાપન કરતા પહેલાં શા માટે ગરમ કરવામાં આવતું નથી ?

(ii) પરમૅંગેનેટ અનુમાપનમાં નાઇટ્રિક ઍસિડ અથવા હાઇડ્રૉક્લોરિક ઍસિડ શા માટે વપરાતા નથી ? સમજાવો.

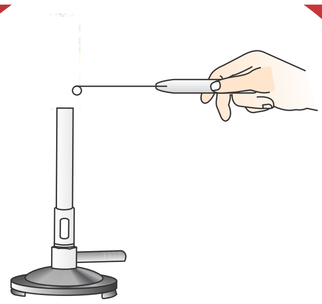
(iii) ફેરસ એમોનિયમ સલ્ફેટનું પ્રમાણિત દ્રાવણ બનાવવામાં મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ શા માટે ઉમેરવામાં આવે છે ?

(iv) તમે 0.1M ફેરસ એમોનિયમ સલ્ફેટનું પ્રમાણિત 100 mL દ્રાવણ કેવી રીતે બનાવશો ?

(v) પોટૅશિયમ પરમૅંગેનેટને શા માટે પ્રાથમિક માનક (standard) ગણવામાં આવતો નથી ?

(vi) કયા પ્રકારના અનુમાપનને રેડોક્ષ અનુમાપન નામ આપવામાં આવેલ છે ? બીજા કેટલાક રેડોક્ષ અનુમાપનોનાં નામ આપો.

એકમ 7
પદ્ધતિસર ગુણાત્મક પૃથક્કરણ (Systematic Qualitative Analysis)



પૃથક્કરણનો હંમેશાં એવો અર્થ નથી થતો કે પદાર્થને તેના અંતિમ ઘટકોમાં તોડી નાંખવો. પદાર્થનો સ્વભાવ શોધી કાઢવો અને તેનાં ઘટકોની ઓળખાણને પણ પૃથક્કરણ તરીકે ઓળખવામાં આવે છે અને તેને ગુણાત્મક પૃથક્કરણ કહે છે. અકાર્બનિક ક્ષારોનું ગુણાત્મક પૃથક્કરણ એટલે ક્ષારમાં અથવા ક્ષારના મિશ્રણમાં રહેલા ધનાયન અને ઋણાયનની ઓળખ. અકાર્બનિક ક્ષાર ઍસિડના બેઈઝ વડે સંપૂર્ણ અથવા આંશિક તટસ્થીકરણથી અથવા તેની ઊલટી રીતે મેળવી શકાય છે. ક્ષારની બનાવટમાં ઍસિડ તરફથી મળતા ભાગને ઋણાયન કહે છે અને બેઈઝ તરફથી મળતા ભાગને ધનાયન કહે છે. દા.ત., $CuSO_4$ અને NaCl ક્ષારમાં Cu^{2+} અને Na^+ આયનો ધનાયન છે અને SO_4^{2-} અને Cl^- આયનો ઋણાયન છે. ગુણાત્મક પૃથક્કરણ જુદાં-જુદાં માપના આધારે કરવામાં આવે છે. આમાં લેવાયેલા પદાર્થના જથ્થા અલગ-અલગ હોય છે. સ્થૂળ (macro) પૃથક્કરણમાં 0.1 થી 0.5 g પદાર્થ અને આશરે 20 mL જેટલું દ્રાવણ વપરાય છે. અર્ધસૂક્ષ્મ (semimicro) પૃથક્કરણમાં 0.05 g પદાર્થ અને 1 mL દ્રાવણની જરૂર પડે છે, જ્યારે સૂક્ષ્મ (micro) પૃથક્કરણમાં જરૂરી જથ્થો ઘણો ઓછો હોય છે. ગુણાત્મક પૃથક્કરણ એવી પ્રક્રિયાઓ દ્વારા કરવામાં આવે છે, કે જે આપણી દૃશ્ય અને વાસ સંદર્ભી જ્ઞાનેન્દ્રિયોને સરળતાથી અવગત કરે. નીચે જણાવેલ પ્રક્રિયાઓનો તેમાં સમાવેશ થાય છે :

(a) અવક્ષેપનું નીપજવું.

(b) રંગમાં ફેરફાર.

(c) વાયુની ઉત્પત્તિ વગેરે.

અકાર્બનિક ક્ષારનાં પદ્ધતિસર પૃથક્કરણમાં નીચેનાં સોપાનોનો સમાવેશ થાય છે.

(i) ઘન ક્ષાર અને તેના દ્રાવણની પ્રાથમિક કસોટી.

(ii) દ્રાવણમાં થતી પ્રક્રિયાઓ (ભીની કસોટીઓ) દ્વારા ઋણાયનોનું નિર્ધારણ અને નિર્ણાયક કસોટીઓ.

(iii) દ્રાવણમાં થતી પ્રક્રિયાઓ (ભીની કસોટીઓ) દ્વારા ધનાયનોનું નિર્ધારણ અને નિર્ણાયક કસોટીઓ.

ક્ષારની પ્રાથમિક કસોટીઓ અગત્યની માહિતી પૂરી પાડે છે, જે આગળના પૃથક્કરણને સરળ બનાવે છે. જોકે આ કસોટીઓ પરિણામી હોતી નથી, પરંતુ તે કેટલીક વખત કેટલાક ધનાયન અથવા ઋણાયનની હાજરી માટે અગત્યની કડી (clue) આપે છે. આ કસોટીઓ 10-15 મિનિટમાં કરી શકાય છે. આમાં ક્ષારનો સામાન્ય દેખાવ અને ભૌતિક ગુણધર્મો જેવા કે રંગ, વાસ, દ્રાવ્યતા વગેરેની નોંધનો સમાવેશ થાય છે. આને સૂકી કસોટીઓ કહે છે.

શુષ્ક ક્ષારને ગરમ કરવો, ફૂંકણી કસોટી, જ્યોત કસોટી, બોરેક્સ મણકા કસોટી, સોડિયમ કાર્બોનેટ મણકા કસોટી, કોલસા પોલાણ કસોટી વગેરેનો સૂકી કસોટીઓમાં સમાવેશ થાય છે. આ કસોટીઓ આ એકમમાં આપેલ છે.

પાણીમાં ક્ષારની દ્રાવ્યતા અને જલીય દ્રાવણની pH ક્ષારમાં હાજર આયનોના સ્વભાવ અંગેની અગત્યની માહિતી આપે છે. જો દ્રાવણ ઍસિડિક અથવા બેઝિક સ્વભાવ દર્શાવે, તો ક્ષારનું જળવિભાજન થયેલું છે તેમ સૂચવે છે. જો દ્રાવણ સ્વભાવમાં બેઝિક હોય તો, તે ક્ષાર કોઈ કાર્બોનેટ અથવા સલ્ફાઇડ વગેરે હોવો જોઈએ. જો દ્રાવણ ઍસિડિક સ્વભાવ દર્શાવે તો તે ઍસિડ ક્ષાર હોવો જોઈએ અથવા પ્રબળ ઍસિડ અને નિર્બળ બેઈઝનો ક્ષાર હોવો જોઈએ. આ પરિસ્થિતિમાં ઋણાયનની કસોટી કરતાં પહેલાં દ્રાવણને સોડિયમ કાર્બોનેટ વડે તટસ્થ કરવું ઉત્તમ છે.

પ્રાથમિક કસોટીઓમાં મંદ H_2SO_4 / મંદ HCl અને સાંદ્ર H_2SO_4 સાથેની કસોટીમાં વાયુ ઉત્પન્ન થાય, તો તે ઍસિડ મૂલકની (radical) હાજરી વિશે અગત્યનો સંકેત આપે છે (જુઓ કોષ્ટક 7.1 અને 7.3). આયનોની નિર્ણાયક કસોટીઓ કરતાં પહેલાં પ્રાથમિક કસોટીઓ કરવી જ જોઈએ.

પ્રયોગ 7.1

હેતુ :

નીચે આપેલા આયનોમાંથી આપેલા ક્ષારમાં રહેલા એક ધનાયન અને એક ઋણાયનની પરખ કરવી :

ધનાયન : Pb^{2+}, Cu^{2+}, As^{3+}, Al^{3+}, Fe^{3+}, Mn^{2+}, Ni^{2+}, Zn^{2+}, Co^{2+}, Ca^{2+}, Sr^{2+}, Ba^{2+}, Mg^{2+}, NH_4^+

ઋણાયન : CO_3^{2-}, S^{2-}, SO_3^{2-}, SO_4^{2-}, NO_2^-, NO_3^-, Cl^-, Br^-, I^-, PO_4^{3-}, $C_2O_4^{2-}$, CH_3COO^-

(અદ્રાવ્ય ક્ષારને બાકાત રાખવા.)

સિદ્ધાંત :

પૃથક્કરણમાં ખૂબ જ ઉપયોગી બે પાયાના સિદ્ધાંતો નીચે મુજબ છે :

(i) દ્રાવ્યતા ગુણાકાર અને

(ii) સમાન આયન અસર

જ્યારે ક્ષારનો આયનીય ગુણાકાર તેના દ્રાવ્યતા ગુણાકાર કરતાં વધી જાય ત્યારે અવક્ષેપન થાય છે. ક્ષારના આયનીય ગુણાકારનું નિયંત્રણ સમાન આયનની અસરના ઉપયોગ વડે કરી શકાય છે, જેનો અભ્યાસ તમોએ રસાયણવિજ્ઞાનના પાઠ્યપુસ્તકમાં કરેલો છે.

જરૂરી સામગ્રી :

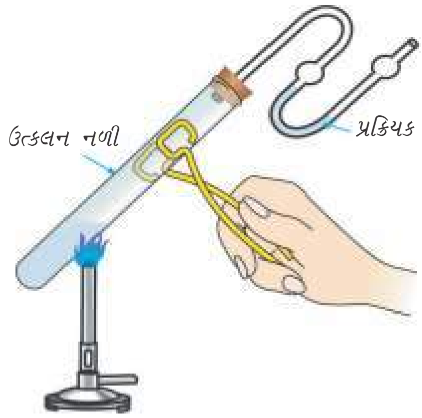
- ઉત્કલન નળી : જરૂરિયાત મુજબ
- કસનળી : જરૂરિયાત મુજબ
- અંકિત નળાકાર : એક
- કસનળી સ્ટૅન્ડ : એક
- કસનળી હોલ્ડર : એક
- નિકાસ નળી : એક
- બૂચ : જરૂરિયાત મુજબ
- ગાળણપત્ર : જરૂરિયાત મુજબ

- પ્રક્રિયકો : જરૂરિયાત મુજબ

ઋણાયનનું પદ્ધતિસર પૃથક્કરણ

સોપાન I : મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ સાથેની પ્રાથમિક કસોટી

આ કસોટીમાં ક્ષાર પર મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડની ઓરડાના તાપમાને ગરમ કરતાં અસર નોંધવામાં આવે છે (પદ્ધતિ નીચે આપેલ છે). કાર્બોનેટ (CO_3^{2-}), સલ્ફાઇડ (S^{2-}), સલ્ફાઇટ (SO_3^{2-}), નાઇટ્રાઇટ (NO_2^-) અને એસિટેટ (CH_3COO^-) મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ સાથે પ્રક્રિયા કરે છે અને જુદા-જુદા વાયુઓ ઉત્પન્ન કરે છે. ઉત્પન્ન થયેલા વાયુઓની લાક્ષણિકતાના અભ્યાસ પરથી ઋણાયન વિશે માહિતી મેળવાય છે. વાયુઓના લાક્ષણિક ગુણધર્મોનો સારાંશ નીચે કોષ્ટક 7.1માં દર્શાવેલ છે :



આકૃતિ 7.1 : વાયુની કસોટી

પદ્ધતિ :

(a) કસનળીમાં 0.1 g ક્ષાર લો અને 1-2 mL મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ ઉમેરો. ઓરડાના તાપમાને કોઈ ફેરફાર હોય, તો નોંધો. જો કોઈ વાયુ ઉત્પન્ન થયો ન હોય, તો કસનળીમાંનાં મિશ્રણને ગરમ કરો. જો વાયુ ઉત્પન્ન થતો હોય, તો આકૃતિ 7.1માં દર્શાવ્યા મુજબના સાધનોનો ઉપયોગ કરી કસોટી કરો અને ઉત્પન્ન થયેલા વાયુને ઓળખી કાઢો (જુઓ કોષ્ટક 7.1).

કોષ્ટક 7.1 : મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ સાથે પ્રાથમિક કસોટી

અવલોકનો	અનુમાન	
	ઉત્પન્ન થયેલો વાયુ	સંભવિત ઋણાયન
રંગવિહીન, વાસવિહીન વાયુ સત્વરે ઊભરા સાથે ઉત્પન્ન થાય છે, જે ચૂનાના પાણીને દૂધિયું બનાવે છે.	CO_2	કાર્બોનેટ (CO_3^{2-})
રંગવિહીન, સડેલાં ઈંડા જેવી વાસવાળો વાયુ ઉત્પન્ન થાય છે, જે લેડ એસિટેટ પત્રને કાળો બનાવે છે.	H_2S	સલ્ફાઇડ (S^{2-})
સલ્ફરના બળવા જેવી તીવ્ર વાસવાળો રંગવિહીન વાયુ, જે ઍસિડમય પોટૅશિયમ ડાયક્રોમેટના દ્રાવણને લીલું બનાવે છે.	SO_2	સલ્ફાઇટ (SO_3^{2-})
કથ્થાઈ ધુમાડો જે સ્ટાર્ચ દ્રાવણ ધરાવતા ઍસિડમય પોટૅશિયમ આયોડાઇડ દ્રાવણને વાદળી બનાવે છે.	NO_2	નાઇટ્રાઇટ (NO_2^-)
સરકા જેવી વાસવાળી રંગવિહીન બાષ્પ. બાષ્પ વાદળી લિટમસને લાલ બનાવે છે.	CH_3COOH બાષ્પ	ઍસિટેટ (CH_3COO^-)

CO_3^{2-}, S^{2-}, SO_3^{2-}, NO_2^- અને CH_3COO^- ની નિર્ણાયક કસોટીઓ

ઋણાયન માટેની નિર્ણાયક કસોટીઓ (ભીની) ક્ષાર પાણીમાં દ્રાવ્ય હોય, ત્યારે જળનિષ્કર્ષ અને જ્યારે ક્ષાર પાણીમાં અદ્રાવ્ય હોય, ત્યારે સોડિયમ કાર્બોનેટ નિષ્કર્ષનો ઉપયોગ કરી કરવામાં આવે છે. CO_3^{2-} ની નિર્ણાયક કસોટી ક્ષારના જલીયદ્રાવણ અથવા ઘનક્ષાર સાથે કરવામાં આવે છે કારણ કે સોડિયમ કાર્બોનેટ નિષ્કર્ષ કાર્બોનેટ આયન ધરાવે છે. જળનિષ્કર્ષ ક્ષારને પાણીમાં ઓગાળીને બનાવવામાં આવે છે. સોડિયમ કાર્બોનેટ નિષ્કર્ષની બનાવટ નીચે આપેલી છે.

સોડિયમ કાર્બોનેટ નિષ્કર્ષની બનાવટ

1 g ક્ષારને પોર્સેલિન ડિશ અથવા ઉત્કલન નળીમાં લો. આશરે 3 g ઘન સોડિયમ કાર્બોનેટને ક્ષાર સાથે તેને મિશ્ર કરો. તેમાં 15 mL નિસ્યંદિત પાણી ઉમેરો, હલાવો અને મિશ્રણને 10 મિનિટ સુધી ઉકાળો, ઠંડું પાડો, ગાળી લો અને ગાળણને કસનળીમાં એકઠું કરો. તેને સોડિયમ કાર્બોનેટ નિષ્કર્ષ એમ લેબલ લગાવો.

મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ સાથે પ્રક્રિયા કરે છે, તેવા ઍસિડ મૂલકોની નિર્ણાયક કસોટીઓ નીચે કોષ્ટક 7.2 માં આપેલી છે :

કોષ્ટક 7.2 : CO_3^{2-}, S^{2-}, SO_3^{2-}, NO_2^-, CH_3COO^- માટેની નિર્ણાયક કસોટીઓ

ઋણાયન	નિર્ણાયક કસોટી
કાર્બોનેટ (CO_3^{2-})	કસનળીમાં 0.1 g ક્ષાર લો, તેમાં મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ ઉમેરો. તીવ્ર ઉભરા સાથે CO_2 વાયુ ઉત્પન્ન થાય છે જે ચૂનાના પાણીને દૂધિયું બનાવે છે. થોડા વધારે સમય માટે વાયુ પસાર કરતાં દૂધિયાપણું દૂર થાય છે.
સલ્ફાઈડ (S^{2-})	1 mL જળનિષ્કર્ષ લો અને તેમાં ઍમોનિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ અથવા સોડિયમ કાર્બોનેટ નિષ્કર્ષ ઉમેરી તેને આલ્કલાઈન બનાવો. તેમાં સોડિયમ નાઇટ્રોપ્રુસાઇડનું ટીપું ઉમેરો. જાંબુડિયો અથવા જાંબલી રંગ દેખાય છે.
* સલ્ફાઈટ (SO_3^{2-})	(a) કસનળીમાં 1 mL જળનિષ્કર્ષ અથવા સોડિયમ કાર્બોનેટ નિષ્કર્ષ લો અને તેમાં બેરિયમ ક્લોરાઈડનું દ્રાવણ ઉમેરો. સફેદ અવક્ષેપ મળે છે જે મંદ હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડમાં દ્રાવ્ય થાય છે અને સલ્ફર ડાયૉક્સાઇડ વાયુ ઉત્પન્ન થાય છે. (b) એક કસનળીમાં તબક્કા(a)માં મળેલા અવક્ષેપ લો અને તેમાં મંદ H_2SO_4 વડે ઍસિડિક બનાવેલા પોટૅશિયમ પરમૅંગેનેટના થોડાં ટીપાં ઉમેરો. પોટૅશિયમ પરમૅંગેનેટ દ્રાવણનો રંગ દૂર થાય છે.
નાઇટ્રાઇટ (NO_2^-)	(a) કસનળીમાં 1 mL જળનિષ્કર્ષ લો. તેમાં થોડાં ટીપાં પોટૅશિયમ આયોડાઇડ દ્રાવણનાં અને થોડાં ટીપાં સ્ટાર્ચના દ્રાવણના ઉમેરો. ઍસિટિક ઍસિડ વડે ઍસિડિક બનાવો. વાદળી રંગ જોવા મળે છે. (b) 1 mL જળનિષ્કર્ષને ઍસિટિક ઍસિડ વડે ઍસિડિક બનાવો. તેમાં સલ્ફાનિલિક ઍસિડના દ્રાવણના 2-3 ટીપાં ઉમેરો. બાદમાં 1–નેપ્થાઈલએમાઈન પ્રક્રિયકના 2–3 ટીપાં ઉમેરો. લાલ રંગ દેખાશે. જે નાઇટ્રાઇટ આયનની હાજરી સૂચવે છે.

* *CO_2 ની જેમ સલ્ફર ડાયૉક્સાઇડ પણ ચૂનાના પાણીને દૂધિયું બનાવે છે. પરંતુ CO_2 વાસવિહીન વાયુ છે જ્યારે SO_2 ને લાક્ષણિક વાસ હોય છે.*

એસિટેટ (CH_3COO^-)	(a) ચાઈના ડિશમાં 0.1 g ક્ષાર લો. તેમાં 1 mL ઈથેનોલ અને 0.2 mL સાંદ્ર H_2SO_4 ઉમેરો અને ગરમ કરો. ફળ જેવી વાસ ઍસિટેટ આયનની હાજરીને નિશ્ચિત કરે છે. (b) કસનળીમાં 0.1 g ક્ષાર લો. તેમાં 1-2 mL નિસ્યંદિત પાણી ઉમેરો. બરાબર હલાવો, જરૂર જણાય તો ગાળી લો. ગાળણમાં 1 થી 2 mL તટસ્થ** ફેરિક ક્લોરાઇડ દ્રાવણમાં ઉમેરો. ઘેરો લાલ રંગ દેખાય છે, જે ઉકાળતાં દૂર થાય છે અને કથ્થાઈ - લાલ અવક્ષેપ બને છે.

** *તટસ્થ ફેરિક ક્લોરાઇડની બનાવટ : ફેરિક ક્લોરાઇડના દ્રાવણમા મંદ NaOH નું દ્રાવણ ટીપે-ટીપે ત્યાં સુધી ઉમેરો અને હલાવતા રહો, જ્યાં સુધી થોડા પણ કાયમી અવક્ષેપ મળે. અવક્ષેપને ગાળી લો અને ગાળણને પૃથક્કરણ માટે ઉપયોગમાં લો.*

નિર્ણાયક કસોટીઓનું રસાયણવિજ્ઞાન

1. કાર્બોનેટ આયન [CO_3^{2-}]ની કસોટી

જો ઘન ક્ષારમાં મંદ H_2SO_4 ઉમેરતાં, રંગવિહીન અને વાસવિહીન વાયુ ઉભરા સાથે ઉત્પન્ન થાય, તો તે કાર્બોનેટ આયનની હાજરી સૂચવે છે. વાયુ ચૂનાના પાણીને દૂધિયું બનાવે છે, કારણ કે $CaCO_3$ બને છે (આકૃતિ 7.1).

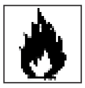
$$Na_2CO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + H_2O + CO_2$$

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

જો CO_2 વાયુને ચૂનાના દૂધિયા પાણીમાંથી વધારે સમય પસાર કરવામાં આવે તો ઉત્પન્ન થયેલું દૂધિયાપણું દૂર થાય છે. કારણ કે આ દરમિયાન કેલ્શિયમ હાઇડ્રોજન કાર્બોનેટ બને છે, જે પાણીમાં દ્રાવ્ય હોય છે.

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

હાઈડ્રોજન સલ્ફાઇડ



2. સલ્ફાઇડ આયન [S^{2-}]ની કસોટી

(a) સલ્ફાઇડ ગરમ મંદ H_2SO_4 સાથે હાઇડ્રોજન સલ્ફાઇડ વાયુ ઉત્પન્ન કરે છે જે સડેલા ઈંડા જેવી વાસ ધરાવે છે. લેડ એસિટેટમાં બોળેલ ગાળણપત્રની પટ્ટીને વાયુ સામે ધરતાં તે કાળા રંગની બને છે. કારણ કે લેડ સલ્ફાઇડ બને છે, જે રંગમાં કાળો હોય છે.

$$Na_2S + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + H_2S$$

$$(CH_3COO)_2Pb + H_2S \longrightarrow \underset{\text{લેડ સલ્ફાઈડ, કાળા અવક્ષેપ}}{PbS} + 2CH_3COOH$$

(b) જો ક્ષાર પાણીમાં દ્રાવ્ય હોય, તો ક્ષારનું પાણીમાં બનાવેલું દ્રાવણ લો અને તેને ઍમોનિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ વડે આલ્કલાઈન બનાવી તેમાં સોડિયમ નાઇટ્રોપ્રુસાઇડનું દ્રાવણ ઉમેરો. જો ક્ષાર પાણીમાં અદ્રાવ્ય હોય, તો સોડિયમ કાર્બોનેટ નિષ્કર્ષ લો અને તેમાં થોડાં ટીપાં સોડિયમ નાઇટ્રોપ્રુસાઇડના ઉમેરો. જાંબુડિયો અથવા જાંબલી રંગ દેખાય છે, જે

સંકીર્ણ સંયોજન $Na_4[Fe(CN)_5NOS]$ બનવાના કારણે છે, તે ક્ષારમાં સલ્ફાઇડ આયનની હાજરી નિશ્ચિત કરે છે.

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

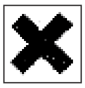
સોડિયમ નાઇટ્રોપ્રુસાઇડ   જાંબુડિયા રંગનો સંકીર્ણ

3. સલ્ફાઇટ આયન $[SO_3^{2-}]$ની કસોટી

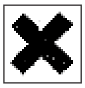
(a) સલ્ફાઇટ આયનની ગરમ મંદ H_2SO_4 સાથે પ્રક્રિયા કરવાથી SO_2 વાયુ ઉત્પન્ન થાય છે. જેસલ્ફર બળવાની વાસ ધરાવતો ગૂંગળામણકારક હોય છે.

$$Na_2SO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + H_2O + SO_2$$

આ વાયુ મંદ H_2SO_4 વડે ઍસિડિક બનાવેલા પોટૅશિયમ ડાયક્રોમેટ પત્રને લીલા રંગનું બનાવે છે.

બેરિયમ સંયોજનો 

પોટૅશિયમ પરમૅંગેનેટ



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

ક્રોમિયમ સલ્ફેટ (લીલો રંગ)

(b) સલ્ફાઇટના ક્ષારના જલીય દ્રાવણ અથવા સોડિયમ કાર્બોનેટ નિષ્કર્ષમાં બેરિયમ ક્લૉરાઇડ ઉમેરવાથી બેરિયમ સલ્ફાઇટના સફેદ અવક્ષેપ ઉત્પન્ન થાય છે.

$$Na_2SO_3 + BaCl_2 \longrightarrow 2NaCl + BaSO_3$$

આ અવક્ષેપ નીચે જણાવેલી કસોટીઓ આપે છે:

(i) આ અવક્ષેપની મંદ HCl સાથે પ્રક્રિયા કરવાથી, મંદ HCl વડે સલ્ફાઇટનું વિઘટન થવાથી અવક્ષેપ દ્રાવ્ય થાય છે. ઉત્પન્ન થતાં SO_2 વાયુને કસોટી દ્વારા પારખી શકાય છે.

$$BaSO_3 + 2HCl \longrightarrow BaCl_2 + H_2O + SO_2$$

(ii) સલ્ફાઇટના અવક્ષેપ ઍસિડિક પોટૅશિયમ પરમૅંગેનેટના દ્રાવણનો રંગ દૂર કરે છે.

$$BaSO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow BaSO_4 + H_2O + SO_2$$

$$2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 3H_2O + 5[O]$$

$$SO_2 + H_2O + [O] \longrightarrow H_2SO_4$$

4. નાઇટ્રાઇટ આયન $[NO_2^-]$ની કસોટી

(a) ઘન નાઇટ્રાઇટને મંદ H_2SO_4 સાથે મિશ્ર કરી ગરમ કરતાં, NO_2 વાયુનો લાલાશપડતો કથ્થાઈ રંગનો ધુમાડો ઉત્પન્ન થાય છે. નાઇટ્રાઇટના ક્ષારના દ્રાવણમાં પોટૅશિયમ આયોડાઇડનું દ્રાવણ ઉમેર્યા બાદ, તેમાં તાજું બનાવેલું સ્ટાર્ચનું દ્રાવણ ઉમેરવામાં આવે છે. આ દ્રાવણને ઍસિટિક ઍસિડ વડે ઍસિડિક બનાવવાથી વાદળી રંગ ઉત્પન્ન થાય છે. અન્ય રીતમાં ગાળણપત્રને પોટૅશિયમ આયોડાઇડ અને સ્ટાર્ચના દ્રાવણ વડે ભીંજવવામાં આવે છે. આ ગાળણપત્ર પર ઍસિટિક ઍસિડનાં થોડાં ટીપાં મૂકીને તેને ઉત્પન્ન થતાં વાયુના સંપર્કમાં લાવતા મુક્ત થતો આયોડિન, સ્ટાર્ચ સાથે પારસ્પરિક ક્રિયા કરીને વાદળી રંગ આપે છે.

(i) $2NaNO_2 + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2HNO_2$

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

$2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2$

કથ્થાઈ રંગનો વાયુ

(ii) $NO_2^- + CH_3COOH \rightarrow HNO_2 + CH_3COO^-$

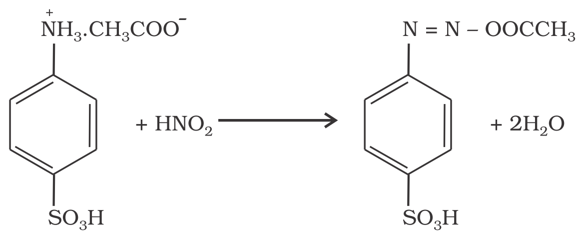
$2HNO_2 + 2KI + 2CH_3COOH \rightarrow 2CH_3COOK + 2H_2O + 2NO + I_2$

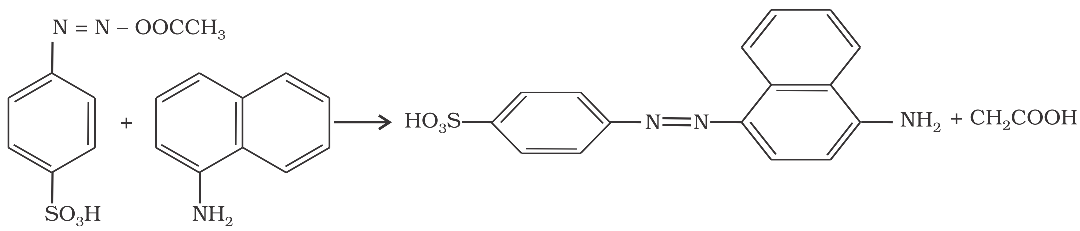
I_2 + સ્ટાર્ચ → વાદળી સંકીર્ણ સંયોજન

(b) સલ્ફાનિલિક ઍસિડ -1- નેપ્થાઈલએમાઈન પ્રક્રિયક કસોટી (ગ્રીસ - ઈલોસ્વાય કસોટી)

(Griss - Ilosvay Test) સલ્ફાનિલિક ઍસિડ અને 1- નેપ્થાઇલ ઍમાઇન પ્રક્રિયકને જળનિષ્કર્ષમાં ઉમેરતાં અથવા ઍસિટિક ઍસિડ વડે ઍસિડિક બનાવતા ઉત્પન્ન થતા નાઇટ્રસ ઍસિડ વડે સલ્ફાનિલિક ઍસિડનું ડાયએઝોટાઇઝેશન થાય છે. ડાયએઝોટાઇટેશન પામેલ ઍસિડ 1- નેપ્થાઇલ ઍમાઇન સાથે યુગ્મન કરી લાલ એઝો રંગક બનાવે છે.

$$NO_2^- + CH_3COOH \longrightarrow HNO_2 + CH_3COO^-$$





1-નેપ્થાઇલ એમાઇન લાલ એઝોરંગક

આ કસોટી માટેનું દ્રાવણ અતિ મંદ હોવું જોઈએ. સાંદ્ર દ્રાવણોમાં પ્રક્રિયા ડાયએઝોટા ઈઝેશનથી આગળ થતી નથી.

5. એસિટેટ આયન [CH_3COO^-]ની કસોટી

(a) ક્ષારની પ્રક્રિયા મંદ H_2SO_4 સાથે કરવાથી, જો વિનેગરની વાસ આવે, તો તે એસિટેટ આયનની હાજરી સૂચવે છે. ચાઈના ડિશમાં 0.1 g જેટલો ક્ષાર લઈ, તેમાં 1 mL ઈથેનોલ ત્યાર બાદ તેમાં 0.2 mL સાંદ્ર H_2SO_4 ઉમેરી તેને ગરમ કરો. જો ઈથાઈલઍસિટેટની મીઠી વાસ આવે તો તે CH_3COO^- આયનની હાજરી સૂચવે છે.

$2CH_3COONa + H_2SO_4 \qquad Na_2SO_4 + 2CH_3COOH$

$CH_3COOH + C_2H_5OH \qquad CH_3COOC_2H_5 + H_2O$

ઈથાઈલ એસિટેટ

(મીઠી વાસ)

(b) ઍસિટેટ આયન તટસ્થ ફેરિક ક્લૉઇરાઇડના દ્રાવણ સાથે પ્રક્રિયા કરી સંકીર્ણ આયન બનાવીને ઘેરો લાલ રંગ આપે છે. આ સંકીર્ણ આયનને ગરમ કરવાથી આયર્ન (III) ડાયહાઇડ્રૉક્સિ ઍસિટેટના કથ્થાઈ લાલ રંગના અવક્ષેપ બને છે.

$$6\,CH_3COO^- + 3Fe^{3+} + 2H_2O \longrightarrow [Fe_3(OH)_2\,(CH_3COO)_6]^+ + 2H^+$$

$$[Fe_3(OH)_2\,(CH_3COO)_6]^+ + 4H_2O \longrightarrow 3[Fe(OH)_2\,(CH_3COO)] + 3CH_3COOH + H^+$$

આયર્ન (III) ડાયહાઇડ્રૉક્સિ ઍસિટેટ
(કથ્થાઈ-લાલ-અવક્ષેપ)

સોપાન-II : સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ સાથેની પ્રાથમિક કસોટી

જો મંદ H_2SO_4 સાથે કોઈ હકારાત્મક પરિણામો ન મળે તો કસનળીમાં 0.1 g ક્ષાર લઈ તેમાં સાંદ્ર H_2SO_4 નાં 3 - 4 ટીપાં ઉમેરો. ઠંડી સ્થિતિમાં પ્રક્રિયા મિશ્રણમાં થતો ફેરફાર નોંધો. બાદમાં આ મિશ્રણને ગરમ કરો અને ઉત્પન્ન થતા વાયુને ઓળખો (જુઓ કોષ્ટક 7.3).

કોષ્ટક 7.3 : સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ સાથેની પ્રાથમિક કસોટીઓ

અવલોકનો	અનુમાન	
	ઉત્પન્ન થતા વાયુ / બાષ્પ	શક્ય ઋણાયન
રંગવિહીન તીવ્ર વાસવાળો વાયુ ઉત્પન્ન થાય છે, જે એમોનિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડમાં ડુબાડેલા સળિયાને કસનળીના મુખ નજીક લાવતા ઘટ્ટ સફેદ ધુમાડા આપે છે.	HCl	ક્લૉરાઈડ (Cl^-)
લાલાશપડતાં કથ્થાઈ રંગનો તીવ્ર વાસવાળો વાયુ ઉત્પન્ન થાય છે. પ્રક્રિયા મિશ્રણમાં ઘન MnO_2 ઉમેરીને ગરમ કરતાં લાલાશ-પડતા વાયુની તીવ્રતા વધે છે. દ્રાવણ પણ લાલ રંગ ધરાવે છે.	Br_2 બાષ્પ	બ્રોમાઈડ (Br-)
જાંબલી બાષ્પ ઉત્પન્ન થાય છે જે સ્ટાર્ચપત્રને વાદળી બનાવે છે અને કસનળીની અંદરની દીવાલો પર જાંબલી ઊર્ધ્વપાતીનું સ્તર બનાવે છે. પ્રક્રિયા મિશ્રણમાં MnO_2 ઉમેરતાં ધુમાડો ઘટ્ટ બને છે.	I_2 બાષ્પ	આયોડાઈડ (I^-)
કથ્થાઈ રંગનો ધુમાડો ઉત્પન્ન થાય છે, જે પ્રક્રિયા મિશ્રણમાં તાંબાની પાતળી વળાંકવાળી પટ્ટીઓ ઉમેરીને ગરમ કરતાં વધુ ઘટ્ટ બને છે તથા દ્રાવણ વાદળી રંગનું બને છે.	NO_2	નાઈટ્રેટ (NO_3^-)
રંગવિહીન, વાસવિહીન વાયુ ઉત્પન્ન થાય છે જે ચૂનાના નિતર્યાં પાણીને દૂધિયું બનાવે છે અને ચૂનાના પાણીમાંથી નીકળતા વાયુને સળગાવતા તે વાદળી રંગની જ્યોતથી સળગે છે.	CO અને CO_2	ઑક્ઝેલેટ ($C_2O_4^{2-}$)

ઋણાયનની નિર્ણાયક કસોટીઓ કોષ્ટક 7.4 માં દર્શાવેલી છે. આ કસોટીઓમાં ઋણાયન સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ સાથે પ્રક્રિયા કરે છે.

કોષ્ટક 7.4 : Cl^-, Br^-, I^-, NO_3^- અને $C_2O_4^{2-}$ ની નિર્ણાયક કસોટીઓ

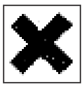
ઋણાયન		નિર્ણાયક કસોટી
ક્લૉરાઈડ (Cl^-)	(a)	એક કસનળીમાં 0.1 g ક્ષાર લો. તેમાં એક ચપટી જેટલો મૅંગેનીઝ ડાયૉક્સાઇડ અને 3-4 ટીપાં સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક ઍસિડના ઉમેરો. પ્રક્રિયા મિશ્રણને ગરમ કરો. લીલાશપડતો પીળો ક્લોરિન વાયુ ઉત્પન્ન થાય છે, જેને તેની તીવ્ર વાસ અને વિરંજન (bleaching) અસરથી ઓળખી શકાય છે.
	(b)	એક કસનળીમાં 1 mL સોડિયમ કાર્બોનેટ નિષ્કર્ષ લો. તેને મંદ HNO_3 વડે ઍસિડિક બનાવો અથવા જળનિષ્કર્ષ લો અને તેમાં સિલ્વર નાઇટ્રેટનું દ્રાવણ ઉમેરો. દહીંના ફોદા જેવા સફેદ અવક્ષેપ મળે છે, જે એમોનિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડના દ્રાવણમાં દ્રાવ્ય થાય છે.
	(c)	એક કસનળીમાં 0.1 g ક્ષાર અને એક ચપટી જેટલો પોટૅશિયમ ડાયક્રોમેટ લો. તેમાં સાંદ્ર H_2SO_4 ઉમેરીને ગરમ કરો. ઉત્પન્ન થતાં વાયુને સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડના દ્રાવણમાંથી પસાર કરો. આ દ્રાવણ પીળા રંગનું બનશે. આ દ્રાવણને બે ભાગમાં વહેંચો. એક ભાગને ઍસિટિક ઍસિડ ઉમેરી ઍસિડિક બનાવી તેમાં લેડ એસિટેટનું દ્રાવણ ઉમેરો. પીળા રંગના અવક્ષેપ ઉત્પન્ન થશે. બીજા ભાગને મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ વડે ઍસિડિક કરીને 1 mL એમાઈલ આલ્કોહૉલ ઉમેરવામાં આવે છે. ત્યાર બાદ તેમાં 1 mL 10 % હાઇડ્રૉજન પેરૉક્સાઇડ ઉમેરવામાં આવે છે. આ મિશ્રણને યોગ્ય પ્રમાણમાં હલાવવાથી કાર્બનિક સ્તર વાદળી રંગનું બને છે.
બ્રોમાઇડ (Br^-)	(a)	એક કસનળીમાં 0.1 g ક્ષાર અને એક ચપટી જેટલો MnO_2 લો. તેમાં 3-4 ટીપાં સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ ઉમેરો અને ગરમ કરો. તીવ્ર કથ્થાઈ રંગનો ધુમાડો ઉત્પન્ન થશે.
	(b)	1 mL સોડિયમ કાર્બોનેટ નિષ્કર્ષને હાઇડ્રૉક્લોરિક ઍસિડ વડે તટસ્થ કરો (અથવા જળનિષ્કર્ષ લો). તેમાં 1 mL કાર્બન ટેટ્રાક્લોરાઇડ (CCl_4) / ક્લૉરોફૉર્મ ($CHCl_3$)/ કાર્બન ડાયસલ્ફાઇડ ઉમેરો. હવે તેમાં વધુ પ્રમાણમાં ક્લોરિનજળને ટીપે-ટીપે ઉમેરો અને કસનળીને હલાવો. કાર્બનિક સ્તરનો કથ્થાઈ રંગ બ્રોમાઇડ આયનની હાજરી નક્કી કરે છે.
	(c)	1 mL સોડિયમ કાર્બોનેટ નિષ્કર્ષને મંદ HNO_3 વડે ઍસિડિક બનાવો (અથવા 1 mL જળનિષ્કર્ષ લો). તેમાં સિલ્વર નાઇટ્રેટનું દ્રાવણ ઉમેરો. આછાપીળા અવક્ષેપ મળે છે જે એમોનિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડના દ્રાવણમાં મુશ્કેલીથી દ્રાવ્ય થાય છે.
આયોડાઈડ (I^-)	(a)	1 mL ક્ષારનું દ્રાવણ લઈ તેને HCl વડે તટસ્થ બનાવો. તેમાં 1 mL ક્લૉરોફૉર્મ / કાર્બન ટેટ્રાક્લોરાઈડ / કાર્બન ડાયસલ્ફાઇડ ઉમેરો. હવે તેમાં વધુ પ્રમાણમાં ક્લોરિન જળને ટીપે-ટીપે ઉમેરો અને કસનળીને હલાવો. કાર્બનિક સ્તરમાં જાંબલી રંગ જોવા મળે છે.
	(b)	1 mL સોડિયમ કાર્બોનેટ નિષ્કર્ષ લઈ, તેને મંદ HNO_3 વડે ઍસિડિક બનાવો (અથવા જળનિષ્કર્ષ લો). તેમાં સિલ્વર નાઇટ્રેટનું દ્રાવણ ઉમેરો. પીળા અવક્ષેપ મળે છે, જે NH_4OH ના દ્રાવણમાં અદ્રાવ્ય હોય છે.

* નાઈટ્રેટ (NO_3^-)		એક કસનળીમાં પાણીમાં બનાવેલા ક્ષારનું 1 mL દ્રાવણ લો. તેમાં 2 mL સાંદ્ર H_2SO_4 ઉમેરી તેને બરાબર મિશ્ર કરો. આ મિશ્રણને પાણીના નળની નીચે ઠંડું કરો. હવે તાજા બનાવેલા ફેરસ સલ્ફેટના દ્રાવણને કસનળીમાં તેની દીવાલને અડકીને, મિશ્રણ હાલે નહિ તે રીતે ઉમેરો. જ્યાં બે દ્રાવણો ભેગા થાય છે ત્યાં ઘેરા કથ્થાઈ રંગની વીંટી જોવા મળે છે.
ઑક્ઝેલેટ $(C_2O_4)^{2-}$	(a)	જળનિષ્કર્ષ અથવા સોડિયમ કાર્બોનેટ નિષ્કર્ષ લઈ તેને ઍસિટિક ઍસિડ વડે ઍસિડિક બનાવી તેમાં કૅલ્શિયમ ક્લોરાઇડનું દ્રાવણ ઉમેરો. સફેદ અવક્ષેપ ઉત્પન્ન થાય છે, જે ઍમોનિયમ ઑક્ઝેલેટ અને ઑક્ઝેલિક ઍસિડના દ્રાવણમાં અદ્રાવ્ય તથા મંદ હાઇડ્રૉક્લોરિક ઍસિડ અને મંદ નાઇટ્રિક ઍસિડમાં દ્રાવ્ય હોય છે.
	(b)	(a) દરમિયાન પ્રાપ્ત થયેલા અવક્ષેપને લો, તેને મંદ H_2SO_4 માં દ્રાવ્ય કરો. તેમાં અતિ મંદ $KMnO_4$ નું દ્રાવણ ઉમેરો અને તેને ગરમ કરો. $KMnO_4$ નાં દ્રાવણનો રંગ દૂર થશે. ઉત્પન્ન થતા વાયુને ચૂનાના પાણીમાં પસાર કરો, જે ચૂનાના પાણીને દૂધિયું બનાવે છે.

નિર્ણાયક કસોટીઓનું રસાયણવિજ્ઞાન

1. ક્લોરાઇડ આયન [Cl^-]ની કસોટી

(a) જો ક્ષારની ગરમ સાંદ્ર H_2SO_4 સાથે પ્રક્રિયા કરવામાં આવે તો તે તીવ્ર વાસવાળો રંગવિહીન વાયુ ઉત્પન્ન કરે છે. જો આ વાયુ એમોનિયાના દ્રાવણ સાથે ઘટ્ટ સફેદ ધુમાડો આપે તો આ ક્ષારમાં Cl^- હાજર હશે અને નીચે દર્શાવેલી પ્રક્રિયાઓ થશે :

મૅંગેનીઝ ડાયૉક્સાઈડ 

સિલ્વર નાઈટ્રેટ

$$NaCl + H_2SO_4 \longrightarrow NaHSO_4 + HCl$$

$(C_2O_4^{2-})$ — સોડિયમ હાઈડ્રૉજન સલ્ફેટ; HCl — હાઇડ્રૉજન ક્લોરાઇડ રંગવિહીન વાયુ

$$HCl + NH_3 \longrightarrow NH_4Cl$$

NH_4Cl — એમોનિયમ ક્લોરાઈડ સફેદ ધુમાડો

(b) જો ક્ષારને સાંદ્ર H_2SO_4 અને MnO_2 સાથે ગરમ કરતાં ઊભરા મળે અને આછો લીલાશપડતો પીળો તીવ્ર વાસવાળો વાયુ ઉત્પન્ન થાય, તો તે ક્લોરાઈડ આયનની હાજરી સૂચવે છે.

$$MnO_2 + 2NaCl + 2H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + MnSO_4 + 2H_2O + Cl_2$$

(c) ક્ષારના દ્રાવણને મંદ HNO_3 વડે ઍસિડિક કરી તેમાં સિલ્વર નાઈટ્રેટનું દ્રાવણ ઉમેરતાં તે એમોનિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડમાં દ્રાવ્ય હોય તેવા દહીંના ફોદા જેવા સફેદ અવક્ષેપ આપે છે, જે ક્ષારમાં Cl^- આયનની હાજરી સૂચવે છે.

$$NaCl + AgNO_3 \longrightarrow NaNO_3 + AgCl$$

AgCl — સિલ્વર ક્લોરાઈડ (સફેદ અવક્ષેપ)

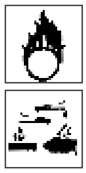
$$AgCl + 2NH_4OH \longrightarrow [Ag(NH_3)_2]Cl + 2H_2O$$

$[Ag(NH_3)_2]Cl$ — ડાયએમ્માઇન સિલ્વર (I) ક્લોરાઈડ

---

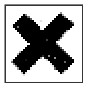
* *આ કસોટીમાં પ્રથમ ફેરસ સલ્ફેટ ઉમેરીને બાદમાં સાંદ્ર H_2SO_4 ઉમેરી શકાય છે.*

(d) એક કસનળીમાં ક્ષારનું થોડું પ્રમાણ લઈ, તેટલા જ પ્રમાણમાં ઘન પોટેશિયમ ડાયક્રોમેટ ($K_2Cr_2O_7$) ઉમેરી મિશ્ર કરી, તેમાં સાંદ્ર H_2SO_4 ઉમેરો. આ કસનળીને ગરમ કરો અને ઉત્પન્ન થતાં વાયુને સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડના દ્રાવણમાં પસાર કરો. જો પીળા રંગનું દ્રાવણ મળે તો તેને બે ભાગમાં વહેંચો. પહેલા ભાગને ઍસિટિક ઍસિડ વડે ઍસિડિક બનાવી તેમાં લેડ એસિટેટનું દ્રાવણ ઉમેરો. લેડ ક્રોમેટના પીળા રંગના અવક્ષેપની ઉત્પત્તિ ક્ષારમાં ક્લોરાઇડ આયનની હાજરી નિશ્ચિત કરે છે. આ કસોટીને **ક્રોમાઈલ ક્લોરાઇડ કસોટી*** કહે છે.


ક્રોમાઈલ ક્લોરાઈડ

$$4NaCl + K_2Cr_2O_7 + 6H_2SO_4 \longrightarrow 2KHSO_4 + \underset{\text{(ક્રોમાઈલ ક્લોરાઇડ)}}{2CrO_2Cl_2} + 4NaHSO_4 + 3H_2O$$

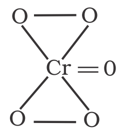
$$CrO_2Cl_2 + 4NaOH \longrightarrow Na_2CrO_4 + 2NaCl + 2H_2O$$


લેડ ક્રોમેટ

$$(CH_3COO)_2Pb + \underset{\text{સોડિયમ ક્રોમેટ}}{Na_2CrO_4} \longrightarrow \underset{\text{લેડ ક્રોમેટ (પીળા અવક્ષેપ)}}{PbCrO_4} + 2CH_3COONa$$

બીજા ભાગને મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ વડે ઍસિડિક કરી તેમાં થોડા પ્રમાણમાં એમાઇલ આલ્કોહૉલ ઉમેરો અને ત્યાર-બાદ તેમાં 1 mL 10 % હાઇડ્રોજન પેરૉક્સાઇડનું દ્રાવણ ઉમેરો. તેને યોગ્ય પ્રમાણમાં હલાવવાથી કાર્બનિક સ્તર વાદળી રંગનું બને છે. ક્રોમાઈલ ક્લોરાઇડની સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ સાથેની પ્રક્રિયામાં CrO_4^{2-} બને છે, જે હાઇડ્રૉજન પેરૉક્સાઇડ સાથે પ્રક્રિયા કરી ક્રોમિયમ પેન્ટૉક્સાઇડ (CrO_5) બનાવે છે (જુઓ બંધારણ). આ ક્રોમિયમ પેન્ટૉક્સાઇડ એમાઇલ આલ્કોહૉલમાં દ્રાવ્ય થઈને વાદળી રંગ આપે છે.

$$CrO_4^{2-} + 2H^+ + 2H_2O_2 \longrightarrow \underset{\text{ક્રોમિયમ પેન્ટૉક્સાઈડ}}{CrO_5} + 3H_2O$$


ક્રોમિયમ પેન્ટૉક્સાઇડનું બંધારણ

2. બ્રોમાઈડ આયન (Br^-)ની કસોટી

જો ક્ષારને સાંદ્ર H_2SO_4 સાથે ગરમ કરતાં બ્રોમિનનો લાલાશપડતો કથ્થાઈ ધુમાડો વધુ પ્રમાણમાં ઉત્પન્ન થાય તો તે Br^- આયનની હાજરી સૂચવે છે. MnO_2ના ઉમેરણથી આ ધુમાડો વધુ તીવ્ર બને છે. બ્રોમિનની બાષ્પ સ્ટાર્ચપત્રને પીળું બનાવે છે.

બ્રોમિન શ્વાસમાં લેવાય તો વધુ ઝેરી

ક્ષારણકર્તા

$$2NaBr + 2H_2SO_4 \longrightarrow Br_2 + SO_2 + Na_2SO_4 + 2H_2O$$

$$2NaBr + MnO_2 + 2H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + MnSO_4 + 2H_2O + Br_2$$

(a) ક્ષારના પાણીમાં બનાવેલા દ્રાવણમાં અથવા મંદ HCl વડે તટસ્થ કરેલા સોડિયમ કાર્બોનેટ નિષ્કર્ષમાં 1 mL કાર્બન ટેટ્રાક્લોરાઇડ (CCl_4) / ક્લૉરોફૉર્મ ($CHCl_3$)** અને તાજા બનાવેલા ક્લોરિનજળને ટીંપે-ટીંપે વધુ પ્રમાણમાં ઉમેરો. કસનળીને વધુ શક્તિપૂર્વક હલાવો. તેમાં કાર્બનિક સ્તર નારંગી કથ્થાઈ રંગનું દેખાય છે, જે બ્રોમાઇડ આયનની હાજરી નિશ્ચિત કરે છે. નારંગી કથ્થાઈ રંગ બ્રોમિનના વિલયનના (dissolution) કારણે જોવા મળે છે.

$$2NaBr + Cl_2 \longrightarrow 2NaCl + Br_2$$

* *ક્રોમાઈલ કોલારાઈડ કસોટીને પદાર્થના ઓછામાં ઓછા જથ્થાથી કરવી જોઈએ, જેથી Cr^{3+} આયનો દ્વારા થતાં પ્રદૂષણને ટાળી શકાય.*

** *કાર્બન ટેટ્રાક્લોરાઈડ અથવા ક્લૉરોફૉર્મના સ્થાને કાર્બન ડાયસલ્ફાઈડ અથવા ડાયક્લોરોમિથેન (CH_2Cl_2) પણ વાપરી શકાય છે.*

(b) ક્ષારના સોડિયમ કાર્બોનેટ નિષ્કર્ષને મંદ HNO_3 વડે ઍસિડિક બનાવો. તેમાં સિલ્વર નાઇટ્રેટનું ($AgNO_3$) દ્રાવણ ઉમેરો અને કસનળીને હલાવો. આછા પીળા અવક્ષેપ મળે છે, જે એમોનિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડમાં મુ-કેલીથી દ્રાવ્ય થાય છે.

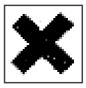
$$NaBr + AgNO_3 \rightarrow NaNO_3 + AgBr$$

સિલ્વર બ્રોમાઇડ
આછા પીળા અવક્ષેપ

3. આયોડાઇડ આયન (I^-)ની કસોટી

(a) જ્યારે ક્ષારને સાંદ્ર H_2SO_4 સાથે ગરમ કરવામાં આવે છે, ત્યારે તીવ્ર વાસવાળી ઘેરા જાંબલી રંગની બાષ્પ ઉત્પન્ન થાય છે. આ બાષ્પ સ્ટાર્ચપત્રને વાદળી બનાવે છે અને જાંબલી ઊર્ધ્વપાતી પદાર્થ કસનળીની અંદરની દીવાલ પર જમા થાય છે. આ આયોડાઇડ આયનની હાજરી સૂચવે છે. કેટલાક HI, સલ્ફર ડાયૉક્સાઇડ, હાઇડ્રૉજન સલ્ફાઇડ અને સલ્ફર પણ નીચે જણાવેલ પ્રક્રિયાઓના કારણે ઉત્પન્ન થાય છે :

આયોડિન શ્વાસમાં લેવાય કે ચામડીના સંપર્કમાં આવે તો નુકસાનકારક



$$2NaI + 2H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + SO_2 + 2H_2O + I_2$$

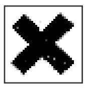
$$I_2 + \text{સ્ટાર્ચનું દ્રાવણ} \rightarrow \text{વાદળી રંગ}$$

ક્લોરિન શ્વાસમાં લેવાય તો ઝેરી

$$NaI + H_2SO_4 \rightarrow NaHSO_4 + HI$$

$$2HI + H_2SO_4 \rightarrow 2H_2O + I_2 + SO_2$$

ક્લૉરોફૉર્મ શ્વાસમાં લેવાય તો નુકસાનકારક અને ઝેરી



$$6\ NaI + 4H_2SO_4 \rightarrow 3I_2 + 4H_2O + S + 3Na_2SO_4$$

$$8NaI + 5H_2SO_4 \rightarrow 4I_2 + H_2S + 4Na_2SO_4 + 4H_2O$$

પ્રક્રિયા મિશ્રણમાં MnO_2 ઉમેરવામાં આવે, તો જાંબલી રંગની બાષ્પ ઘટ્ટ બને છે.

$$2NaI + MnO_2 + 2H_2SO_4 \rightarrow I_2 + MnSO_4 + Na_2SO_4 + 2H_2O$$

(b) પાણીમાં બનાવેલા ક્ષારના દ્રાવણમાં અથવા મંદ HCl વડે તટસ્થ કરેલા સોડિયમ કાર્બોનેટના નિષ્કર્ષમાં 1 mL $CHCl_3$ અથવા CCl_4 અને વધુ પ્રમાણમાં ક્લોરિન જળ ઉમેરો અને કસનળીને વધુ હલાવો. કાર્બનિક સ્તરમાં જાંબલી રંગની હાજરી આયોડાઇડ આયનની હાજરી નિશ્ચિત કરે છે.

$$2NaI + Cl_2 \rightarrow 2NaCl + I_2$$

આયોડિન કાર્બનિક સ્તરમાં ઓગળે છે અને દ્રાવણને જાંબલી રંગનું બનાવે છે.

(c) ક્ષારના સોડિયમ કાર્બોનેટના નિષ્કર્ષને મંદ HNO_3 વડે ઍસિડિક બનાવો અને તેમાં $AgNO_3$ નું દ્રાવણ ઉમેરો. જો પીળા અવક્ષેપ જોવા મળે અને તે વધુ પ્રમાણમાં NH_4OH માં અદ્રાવ્ય રહે, તો આયોડાઇડ આયનની હાજરી નિશ્ચિત થાય છે.

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

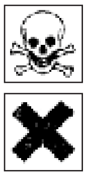
સિલ્વર આયોડાઇડ
(પીળા અવક્ષેપ)

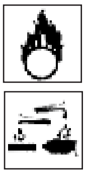
4. નાઈટ્રેટ આયન (NO_3^-)ની કસોટી

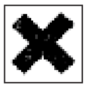
(a) જો ક્ષારને સાંદ્ર H_2SO_4 સાથે ગરમ કરવાથી આછા કથ્થાઈ રંગનો ધુમાડો ઉત્પન્ન થાય, તો આપેલા ક્ષારના ઓછા જથ્થાને તથા ઓછા પ્રમાણમાં તાંબાની પાતળી વળાંકવાળી પટ્ટીઓ અથવા ટુકડાઓને સાંદ્ર H_2SO_4 સાથે ગરમ કરો. વધુ પ્રમાણમાં કથ્થાઈ રંગનો ધુમાડો ઉત્પન્ન થાય, તો તે નાઈટ્રેટ આયનની હાજરી સૂચવે છે. દ્રાવણમાં કૉપર સલ્ફેટ બનવાના કારણે તે વાદળી રંગનું બને છે.

$$NaNO_3 + H_2SO_4 \rightarrow NaHSO_4 + HNO_3$$
$$4HNO_3 \rightarrow 4NO_2 + O_2 + 2H_2O$$
$$2NaNO_3 + 4H_2SO_4 + 3Cu \rightarrow 3CuSO_4 + Na_2SO_4 + 4H_2O + 2NO$$
કૉપર સલ્ફેટ (વાદળી)

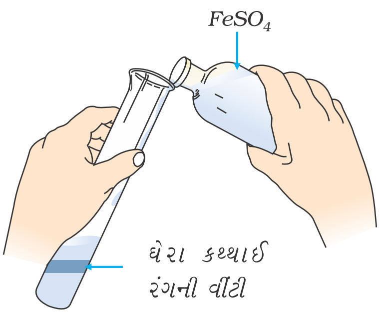
$$2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$$
(કથ્થાઈ ધુમાડો)

કૉપર સલ્ફેટ


નાઈટ્રિક ઍસિડ


ઑક્ઝેલેટ


(b) 1 mL ક્ષારનું જલીય દ્રાવણ લો અને તેમાં 2 mL સાંદ્ર H_2SO_4 ધીમે-ધીમે ઉમેરો. આ દ્રાવણોને બરાબર મિશ્ર કરો અને આ કસનળીને પાણીના નળની નીચે ઠંડી પાડો. હવે તાજા બનાવેલા ફેરસ સલ્ફેટના દ્રાવણને કસનળીમાં તેની દીવાલને અડકીને ટીપે-ટીપે ઉમેરો, જે કસનળીમાં અગાઉથી રહેલા પ્રવાહીના ઉપરના ભાગમાં સ્તર બનાવે છે. અહીં, જ્યાં બે દ્રાવણો ભેગા થાય છે, ત્યાં નાઈટ્રોસો ફેરસ સલ્ફેટ (આકૃતિ 7.2) બનવાને કારણે ઘેરા કથ્થાઈ રંગની વીંટી રચાય છે. અન્ય રીતમાં પ્રથમ ફેરસ સલ્ફેટ ઉમેરવામાં આવે છે અને ત્યાર બાદ સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ ઉમેરવામાં આવે છે.



આકૃતિ 7.2 : *કથ્થાઈ રંગની વીંટી બનવી*

$$NaNO_3 + H_2SO_4 \rightarrow NaHSO_4 + HNO_3$$
$$6\,FeSO_4 + 3H_2SO_4 + 2HNO_3 \rightarrow 3Fe_2(SO_4)_3 + 4H_2O + 2NO$$
$$FeSO_4 + NO \rightarrow [Fe(NO)]SO_4$$
નાઈટ્રોસો ફેરસ સલ્ફેટ (કથ્થાઈ રંગ)

5. ઑક્ઝેલેટ આયન ($C_2O_4^{2-}$)ની કસોટી

સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ સાથેના પ્રાથમિક પરીક્ષણમાં જો કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ વાયુ સાથે કાર્બન મોનૉક્સાઇડ વાયુ ઉત્પન્ન થાય, તો તે ઑક્ઝેલેટ આયનની હાજરી સૂચવે છે.

$$(COONa)_2 + \text{સાંદ્ર } H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + H_2O + CO_2\uparrow + CO\uparrow$$

ઑક્ઝેલેટ આયનની હાજરી નીચે દર્શાવેલી કસોટીઓ દ્વારા નિશ્ચિત થાય છે :

(a) સોડિયમ કાર્બોનેટ નિષ્કર્ષને ઍસિટિક ઍસિડ વડે ઍસિડિક બનાવી તેમાં કૅલ્શિયમ ક્લોરાઈડનું દ્રાવણ ઉમેરો. ઉત્પન્ન થતાં કેલ્શિયમ ઑક્ઝેલેટના સફેદ અવક્ષેપ, જે એમોનિયમ ઑક્ઝેલેટ અને ઑક્ઝેલિક ઍસિડના દ્રાવણમાં અદ્રાવ્ય હોય છે. આ પરિણામ ઑક્ઝેલેટ આયનની હાજરી સૂચવે છે.

$$CaCl_2 + Na_2C_2O_4 \rightarrow \underset{\text{કેલ્શિયમ ઑક્ઝેલેટ (સફેદ અવક્ષેપ)}}{CaC_2O_4} + 2NaCl$$

(b) $KMnO_4$ કસોટી

કસોટી (a)માં મળતાં અવક્ષેપને ગાળો. તેમાં મંદ H_2SO_4 ઉમેરી મંદ $KMnO_4$નું દ્રાવણ ઉમેરો અને મિશ્રણને ગરમ કરો. $KMnO_4$ નો ગુલાબી રંગ દૂર થાય છે.

$$CaC_2O_4 + H_2SO_4 \rightarrow \underset{\text{કેલ્શિયમ સલ્ફેટ}}{CaSO_4} + \underset{\text{ઑક્ઝેલિક ઍસિડ}}{H_2C_2O_4}$$

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

ઉત્પન્ન થતાં વાયુને ચૂનાના પાણીમાં પસાર કરો. સફેદ રંગના અવક્ષેપ ઉત્પન્ન થાય છે, જેમાં ઉત્પન્ન થતા વાયુને વધુ સમય પસાર કરવાથી તે દ્રાવ્ય થાય છે.

સોપાન III : સલ્ફેટ અને ફૉસ્ફેટની કસોટી

જો સોપાન I અને II દરમિયાન કોઈ હકારાત્મક પરિણામો ન મળે તો સલ્ફેટ અને ફૉસ્ફેટ આયનોની હાજરીની કસોટી કરવામાં આવે છે. આ કસોટીઓને કોષ્ટક 7.5 માં ટૂંકમાં દર્શાવેલી છે.

કોષ્ટક 7.5 : સલ્ફેટ અને ફૉસ્ફેટ આયનોની નિર્ણાયક કસોટીઓ

આયન	નિર્ણાયક કસોટી
સલ્ફેટ(SO_4^{2-})	(a) 1 mL ક્ષારનું જળનિષ્કર્ષ અથવા મંદ હાઇડ્રૉક્લોરિક ઍસિડ વડે તટસ્થ કરેલા સોડિયમ કાર્બોનેટના નિષ્કર્ષમાં $BaCl_2$ નું દ્રાવણ ઉમેરો. સાંદ્ર HCl અથવા સાંદ્ર HNO_3 માં અદ્રાવ્ય હોય, તેવા સફેદ અવક્ષેપ મળે છે. (b) ક્ષારના જલીય દ્રાવણ અથવા સોડિયમ કાર્બોનેટ નિષ્કર્ષને ઍસિટિક ઍસિડ વડે ઍસિડિક બનાવો અને તેમાં લેડ એસિટેટનું દ્રાવણ ઉમેરો. ઉત્પન્ન થતાં સફેદ અવક્ષેપ SO_4^{2-} આયનની હાજરીને નિશ્ચિત કરે છે.
ફૉસ્ફેટ (PO_4^{3-})	(a) સોડિયમ કાર્બોનેટ નિષ્કર્ષ અથવા ક્ષારના પાણીમાં બનાવેલા દ્રાવણને સાંદ્ર HNO_3 વડે ઍસિડિક બનાવી તેમાં એમોનિયમ મોલિબ્ડેટનું દ્રાવણ ઉમેરો. આ મિશ્રણને ઉકાળો. આછા પીળા રંગના અવક્ષેપ ઉત્પન્ન થાય છે.

નિર્ણાયક કસોટીઓનું રસાયણવિજ્ઞાન

1. સલ્ફેટ આયન (SO_4^{2-})ની કસોટી

(a) ક્ષારનું જલીય દ્રાવણ અથવા ક્ષારના સોડિયમ કાર્બોનેટ નિષ્કર્ષને ઍસિટિક ઍસિડ વડે ઍસિડિક બનાવી, તેમાં બેરિયમ ક્લોરાઇડ ઉમેરતાં તે બેરિયમ સલ્ફેટના સફેદ અવક્ષેપ આપે છે, જે સાંદ્ર HCl અથવા સાંદ્ર HNO_3 માં અદ્રાવ્ય હોય છે.

$$Na_2SO_4 + BaCl_2 \longrightarrow \underset{\text{બેરિયમ સલ્ફેટ (સફેદ અવક્ષેપ)}}{BaSO_4} + 2NaCl$$

(b) જ્યારે ક્ષારના જલીય દ્રાવણમાં અથવા ઍસિટિક ઍસિડ વડે તટસ્થ બનાવેલા સોડિયમ કાર્બોનેટ નિષ્કર્ષમાં લેડ એસિટેટનું દ્રાવણ ઉમેરવામાં આવે છે, ત્યારે સલ્ફેટ આયન લેડ સલ્ફેટના સફેદ અવક્ષેપ આપે છે.

$$Na_2SO_4 + (CH_3COO)_2Pb \longrightarrow \underset{\text{લેડ સલ્ફેટ (સફેદ અવક્ષેપ)}}{PbSO_4} + 2CH_3COONa$$

2. ફૉસ્ફેટ આયન (PO_4^{3-})ની કસોટી

(a) ફૉસ્ફેટ આયન ધરાવતા મૂળ દ્રાવણમાં (કસોટી માટેના દ્રાવણમાં) સાંદ્ર HNO_3 અને એમોનિયમ મોલિબ્ડેટનું દ્રાવણ ઉમેરી, ઉકાળો. તેથી દ્રાવણ પીળા રંગનું બને છે અથવા એમોનિયમ - ફૉસ્ફોમોલિબ્ડેટના $(NH_4)_3[P(Mo_3O_{10})_4]$ આછા પીળા અવક્ષેપ ઉત્પન્ન થાય છે. ફૉસ્ફેટનો દરેક ઑક્સિજન Mo_3O_{10} સમૂહ વડે વિસ્થાપિત થાય છે.

$$Na_2HPO_4 + 12(NH_4)_2MoO_4 + 23\,HNO_3 \rightarrow \underset{\text{આછા પીળા અવક્ષેપ}}{(NH_4)_3[P(Mo_3O_{10})_4]} + 2NaNO_3 + 21NH_4NO_3 + 12H_2O$$

ધનાયનનું પદ્ધતિસર પૃથક્કરણ

ધનાયનની કસોટીઓ નીચે દર્શાવેલી યોજના (Scheme) મુજબ કરવામાં આવે છે :

સોપાન I : ધનાયનની પરખ માટે ક્ષારનું પ્રાથમિક પરીક્ષણ

1. રંગ-કસોટી

ક્ષારના રંગનું કાળજીપૂર્વક અવલોકન કરો, જે ધનાયન વિશે ઉપયોગી માહિતી આપી શકે છે. કોષ્ટક 7.6 કેટલાક ધનાયનોના ક્ષારોના લાક્ષણિક રંગો દર્શાવે છે.

કોષ્ટક 7.6 : કેટલાક ધાતુ આયનોના લાક્ષણિક રંગો

રંગ	ધનાયન
આછો લીલો, પીળો, કથ્થાઈ	Fe^{2+}, Fe^{3+}
વાદળી	Cu^{2+}
ચળકતો લીલો	Ni^{2+}
વાદળી, લાલ, જાંબલી, ગુલાબી	Co^{2+}
આછો ગુલાબી	Mn^{2+}

2. શુષ્ક ગરમી કસોટી

(i) ચોખ્ખી અને શુષ્ક કસનળીમાં 0.1 g શુષ્ક ક્ષાર લો.

(ii) ઉપરની કસનળીને એક મિનિટ માટે ગરમ કરો અને કસનળીમાં રહેલા અવશેષ જ્યારે ગરમ હોય ત્યારે અને જ્યારે ઠંડા પડે ત્યારે, તેના રંગનું અવલોકન કરો. રંગમાં થતા આ ફેરફારનું અવલોકન ચોક્કસ ધનાયનની હાજરીનું સૂચન કરે છે, જેને નિર્ણયાત્મક પુરાવા તરીકે લઈ શકાશે નહિ (જુઓ કોષ્ટક 7.7).

કોષ્ટક : 7.7 : ક્ષાર ઠંડા હોય ત્યારે અને ગરમ હોય ત્યારે તેઓના રંગના આધારે અનુમાન

ઠંડા હોય ત્યારે રંગ	ગરમ હોય ત્યારે રંગ	અનુમાન
વાદળી	સફેદ	Cu^{2+}
લીલો	ગંદો સફેદ અથવા પીળો	Fe^{2+}
સફેદ	પીળો	Zn^{2+}
ગુલાબી	વાદળી	Co^{2+}

3. જ્યોત કસોટી

કેટલીક ધાતુઓનાં ક્લોરાઇડ સંયોજનો જ્યોતમાં લાક્ષણિક રંગ દર્શાવે છે, કારણ કે તેઓ જ્યોતિહીન (non-luminous) જ્યોતમાં બાષ્પશીલ હોય છે. આ કસોટીને પ્લેટિનમ તારની મદદથી નીચે દર્શાવ્યા મુજબ કરવામાં આવે છે :

(i) પ્લેટિનમ તારના એક છેડે અતિ નાનો ગોળ ભાગ (1oop) બનાવો.

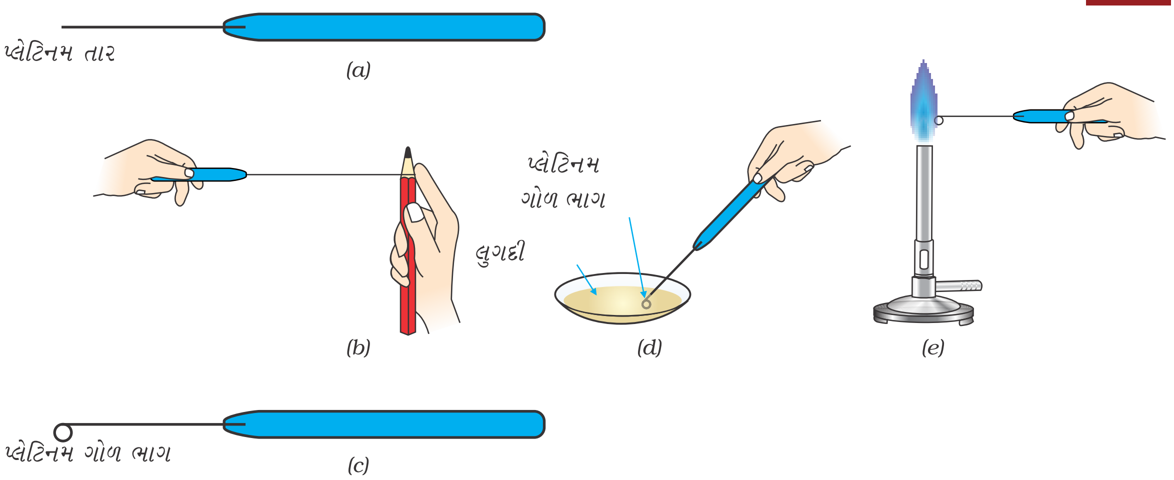
(ii) તારના ગોળ ભાગને સાંદ્ર હાઇડ્રૉક્લોરિક ઍસિડમાં ડુબાડીને સાફ કરો અને તેને જ્યોતિહીન જ્યોતમાં ધરી રાખો (આકૃતિ 7.3).

(iii) જ્યાં સુધી પ્લેટિનમ તાર જ્યોત સાથે રંગ આપતો બંધ થાય, ત્યાં સુધી સોપાન (ii) નું પુનરાવર્તન કરો.

(iv) ચોખ્ખા વૉચ ગ્લાસમાં સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક ઍસિડના 2-3 ટીપાં મૂકો અને તેમાં ક્ષારના ઓછા જથ્થાની લુગદી (paste) બનાવો.

(v) પ્લેટિનમ તારના ચોખ્ખા ગોળ ભાગને આ લુગદીમાં ડુબાડો અને આ ગોળ ભાગને જ્યોતિહીન (ઑક્સિડેશનકર્તા) જ્યોતમાં રાખો (આકૃતિ 7.3).

(vi) પ્રથમ આ જ્યોતના રંગનું અવલોકન નરી આંખ વડે કરો અને ત્યાર બાદ વાદળી રંગના કાચ વડે કરો. કોષ્ટક 7.8ની મદદથી ધાતુ આયનને ઓળખો.



આકૃતિ 7.3 : જ્યોત કસોટી કરવાની રીત

કોષ્ટક 7.8 : જ્યોત કસોટીના આધારે અનુમાન

નરી આંખ વડે અવલોકન કરવામાં આવેલી જ્યોતનો રંગ	વાદળી કાચ વડે અવલોકન કરવામાં આવેલી જ્યોતનો રંગ	અનુમાન
મધ્યમાં વાદળી રંગ હોય તેવી લીલી જ્યોત	કાચની મદદ સિવાય જે રંગ જોવા મળે છે તે જ રંગ	Cu^{2+}
કિરમજી લાલ	જાંબુડિયો	Sr^{2+}
લીલા સફરજન જેવો રંગ	વાદળી પડતો લીલો	Ba^{2+}
ઈંટ જેવો લાલ	લીલો	Ca^{2+}

4. બોરેક્સ મણકા કસોટી

આ કસોટી માત્ર રંગીન ક્ષારો માટે ઉપયોગી બને છે. કારણ કે બોરેક્સ ધાતુ ક્ષારો સાથે પ્રક્રિયા કરી, ધાતુ બોરેટ સંયોજનો અથવા ધાતુઓ બનાવે છે, જે લાક્ષણિક રંગ ધરાવે છે.

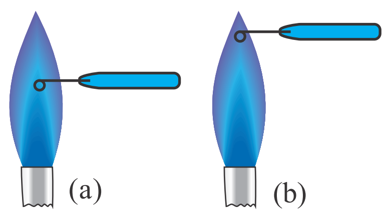
(i) આ કસોટી કરવા માટે પ્લેટિનમ તારના એક છેડે ગોળ ભાગ બનાવો અને તેને લાલચોળ ગરમ થાય, ત્યાં સુધી જ્યોતમાં ગરમ કરો.

(ii) ગરમ ગોળ ભાગને બોરેક્સ પાઉડરમાં ડુબાડો અને તેને ફરીથી ત્યાં સુધી ગરમ કરો, જેથી ગોળ ભાગ પર રંગવિહીન પારદર્શક મણકો બને. આ બોરેક્સ મણકાને કસોટી માટેના ક્ષાર અથવા મિશ્રણમાં ડુબાડતા અગાઉ ચકાસીને નક્કી કરો કે બોરેક્સ મણકો પારદર્શક અને રંગવિહીન છે. જો તે રંગીન માલૂમ પડે, તો તેનો અર્થ એ થાય કે પ્લેટિનમ તાર સ્વચ્છ નથી. હવે પ્લેટિનમ તારને સાફ કર્યા બાદ તાજો બોરેક્સ મણકો બનાવો.

(iii) મણકાને શુષ્ક ક્ષારના થોડા જથ્થામાં ડુબાડો અને તેને ફરીથી જ્યોતમાં રાખો.

(iv) હવે આ મણકાને જ્યોતિમય જ્યોત અને જ્યોતિહીન જ્યોતમાં અલગ-અલગ ગરમ કર્યા બાદ તે ગરમ હોય ત્યારે અને તે ઠંડો હોય ત્યારે તેના રંગનું અવલોકન કરો (આકૃતિ 7.4).

(v) પ્લેટિનમ તારમાંથી મણકાને દૂર કરવા, તારને લાલચોળ ગરમ કરી તેના પર તમારી આંગળી ઠપકારો (આકૃતિ 7.5).



આકૃતિ 7.4 : બોરેક્સ મણકા કસોટી
(a) રિડક્શનકર્તા જ્યોતમાં ગરમ કરવાની પ્રક્રિયા
(b) ઑક્સિડેશનકર્તા જ્યોતમાં ગરમ કરવાની પ્રક્રિયા

ગરમ કરવાથી બોરેક્સ સ્ફટિકજળ ગુમાવે છે અને તેનું વિઘટન થઈ સોડિયમ મેટાબોરેટ અને બોરિક એનહાઇડ્રાઇડ બને છે.

$Na_2B_4O_7.10\ H_2O \longrightarrow Na_2B_4O_7 + 10H_2O$
બોરેક્સ

$Na_2B_4O_7 \longrightarrow 2NaBO_2 + B_2O_3$
સોડિયમ મેટાબોરેટ   બોરિક એનહાઇડ્રાઇડ

ધાતુક્ષારની બોરિક એનહાઇડ્રાઇડ સાથેની પ્રક્રિયાથી ધાતુના મેટાબોરેટ બને છે, જે ઑક્સિડેશનકર્તા અને રિડક્શનકર્તા જ્યોતમાં જુદા-જુદા રંગો આપે છે. દા.ત., કૉપર સલ્ફેટના કિસ્સામાં નીચે દર્શાવેલી પ્રક્રિયાઓ થાય છે.

$$CuSO_4 + B_2O_3 \xrightarrow{\text{જ્યોતિહીન જ્યોત}} Cu(BO_2)_2 + SO_3$$
ક્યુપ્રિક મેટાબોરેટ
વાદળી-લીલો રંગ

રિડક્શનકર્તા જ્યોતમાં બે પ્રક્રિયાઓ થઈ શકે છે :

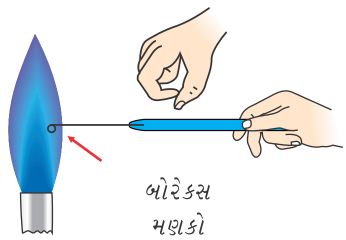
(i) વાદળી $Cu(BO_2)_2$ નીચે દર્શાવ્યા પ્રમાણે રંગવિહીન ક્યુપ્રસ મેટાબોરેટમાં રિડક્શન પામે છે.

$$2Cu(BO_2)_2 + 2NaBO_2 + C \xrightarrow{\text{જ્યોતિમય જ્યોત}} 2CuBO_2 + Na_2B_4O_7 + CO$$

અથવા (ii) કૉપર મેટાબોરેટ ધાત્વીય કૉપરમાં રિડક્શન પામી શકે છે અને મણકો લાલ અને અપારદર્શક જોવા મળે છે.

$$2Cu(BO_2)_2 + 4NaBO_2 + 2C \xrightarrow{\text{જ્યોતિમય જ્યોત}} 2Cu + 2Na_2B_4O_7 + 2CO$$

ધાતુ આયનની પ્રાથમિક ઓળખ કોષ્ટક 7.9 ના આધારે નક્કી કરી શકાય છે :



આકૃતિ 7.5 : બોરેક્સ મણકાને દૂર કરવાની રીત

કોષ્ટક 7.9 : બોરેક્સ મણકા કસોટીના આધારે અનુમાન

ઑક્સિડેશનકર્તા (જ્યોતિહીન) જ્યોતમાં ગરમ કરવાથી		રિડક્શનકર્તા (જ્યોતિમય) જ્યોતમાં ગરમ કરવાથી		અનુમાન
ક્ષારના મણકાનો રંગ		ક્ષારના મણકાનો રંગ		
ઠંડો હોય ત્યારે	ગરમ હોય ત્યારે	ઠંડો હોય ત્યારે	ગરમ હોય ત્યારે	
વાદળી	લીલો	લાલ અપારદર્શક	રંગવિહીન	Cu^{2+}
લાલાશ પડતો કથ્થાઈ	જાંબલી	રાખોડી	રાખોડી	Ni^{2+}
આછો જાંબલી	આછો જાંબલી	રંગવિહીન	રંગવિહીન	Mn^{2+}
પીળો	પીળાશપડતો કથ્થાઈ	લીલો	લીલો	Fe^{3+}