(perceptible) થાય] છે. જો આપણે આલ્કલી અનુમાપન ફ્લાસ્કમાં લઈએ, તો રંગ ફેરફાર ગુલાબીમાંથી રંગવિહીન થશે અને રંગ પરિવર્તન નોંધવામાં ચોકસાઈ ઘણી ઓછી રહેશે. પ્રબળ ઍસિડ વિરૂદ્ધ પ્રબળ બેઈઝના અનુમાપનમાં બેમાંથી ગમે તે સૂચક વાપરી શકાય. નિર્બળ ઍસિડ વિરૂદ્ધ નિર્બળ બેઈઝના અનુમાપનમાં કોઈપણ સૂચક પ્રાપ્ય નથી.

પ્રયોગ 6.1

હેતુ

આપેલ સોડિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડ દ્રાવણની સાંદ્રતા (પ્રબળતા) ઑક્ઝેલિક ઍસિડના પ્રમાણિત દ્રાવણ સાથેના અનુમાપનથી નક્કી કરવી.

સિધ્ધાંત

પ્રબળ ઍસિડના પ્રબળ બેઈઝ સાથેના અનુમાપનમાં ઍસિડ અને બેઈઝના પ્રમાણ (જથ્થા) અંતિમબિંદુએ રાસાયણિક રીતે સમતુલ્ય બને છે અને આ રાસાયણિક પ્રક્રિયાને તટસ્થીકરણ પ્રક્રિયા કહે છે. અંતિમબિંદુની નજીકમાં દ્રાવણની pHમાં ઝડપી ફેરફાર થાય છે. જો અંતિમબિંદુ પછી પણ બેઈઝનું અથવા ઍસિડનું થોડું પણ પ્રમાણ ઉમેરવામાં આવે, તો દ્રાવણ અનુક્રમે બેઝિક અથવા ઍસિડિક બને છે. ઑક્ઝેલિક ઍસિડ (નિર્બળ ઍસિડ) અને સોડિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડ (પ્રબળ બેઈઝ)ના અનુમાપનમાં નીચે મુજબ પ્રક્રિયા થાય છે.

$$\begin{array}{l} COOH \\ | \\ COOH \end{array} + 2NaOH \longrightarrow \begin{array}{l} COONa \\ | \\ COONa \end{array} + 2H_2O$$

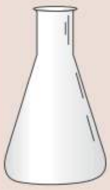
ઑક્ઝેલિક ઍસિડ — સોડિયમ ઑક્ઝેલેટ

આ અનુમાપનમાં ફિનોલ્ફથેલીન (HPh) સૂચક તરીકે વપરાય છે. અજ્ઞાત દ્રાવણની સાંદ્રતા g / L માં ગણવામાં આવે છે. દ્રાવણની મોલારિટી નીચેનું સૂત્ર વાપરીને ગણી શકાય છે.

$$a_1 M_1 V_1 = a_2 M_2 V_2 \qquad \text{.... (4)}$$

જ્યાં, a_1, M_1 અને V_1 અનુક્રમે વપરાયેલ ઍસિડની બેઝિકતા, મોલારિટી અને કદ છે તથા a_2, M_2 અને V_2 અનુમાપનમાં ઉપયોગમાં લેવાયેલ બેઈઝની અનુક્રમે ઍસિડિકતા, મોલારિટી અને કદ છે.

જરૂરી સામગ્રી



- બ્યુરેટ (50 mL) : એક
- પિપેટ (10 mL) : એક
- કોનિકલ ફ્લાસ્ક (100 mL) : એક
- બ્યુરેટ સ્ટેન્ડ : એક
- ગળણી : એક
- સફેદ ગ્લેઝટાઈલ : એક
- માપક ફ્લાસ્ક (100 mL) : એક

- ઑક્ઝેલિક ઍસિડ : જરૂર પ્રમાણે
- સોડિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડ : જરૂર પ્રમાણે
- ફિનોલ્ફ્થેલીન સૂચક : જરૂર પ્રમાણે

પધ્ધતિ

ઑક્ઝેલિક ઍસિડ

સોડિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડ

(A) **ઑક્ઝેલિક ઍસિડનું 0.1 M પ્રમાણિત દ્રાવણ** બનાવવું. પ્રયોગ 2.1 માં વર્ણન કરેલ પધ્ધતિને અનુસરો.

(B) **સોડિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડ અને ઑક્ઝેલિક ઍસિડ દ્રાવણનું અનુમાપન.**

(i) બ્યુરેટને સારી રીતે સાફ કરો, તેને નિસ્યંદિત પાણી વડે ધુઓ, અને છેવટે સોડિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડ દ્રાવણ વડે વીંછળો. (હંમેશા બ્યુરેટ (આકૃતિ 2.17) ને જે દ્રાવણ તેમાં લેવાનું હોય, તેના વડે વીંછળો). બ્યુરેટ સ્ટેન્ડમાં બ્યુરેટને ક્લેમ્પ વડે સીધી ભરાવો.

(ii) બ્યુરેટને ગળણી મારફતે શૂન્ય આંકથી ઉપર સુધી સોડિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડ દ્રાવણ વડે ભરી દો.

(iii) **બ્યુરેટના નોઝલમાં (નાળચામાં) હવાથી રોકાયેલ જગ્યા બ્યુરેટ નોઝલમાંથી દ્રાવણને બળપૂર્વક પસાર કરી દૂર કરો.**

(iv) **બ્યુરેટનું પ્રારંભિક વાંચન કરતાં પહેલાં ગળણીને દૂર કરો.** વળી વાંચન નોંધતી વખતે જુઓ કે પ્રવાહીનું ટીપું બ્યુરેટના નોઝલ પર લટકતું નથી.

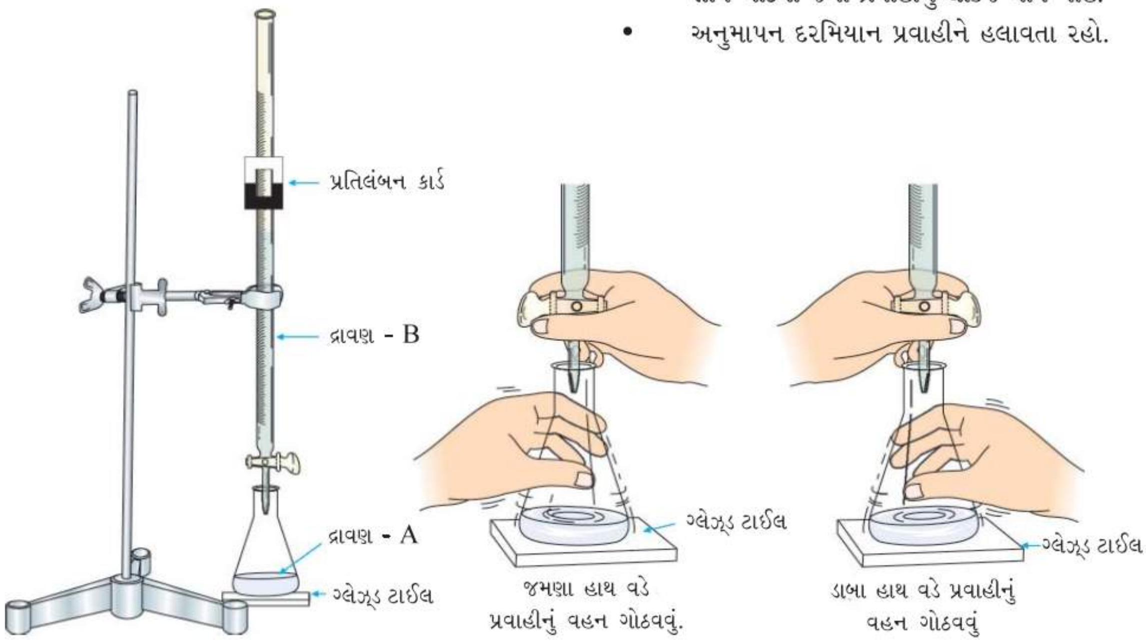
(v) આંખને દ્રાવણની વક્રસપાટીની (meniscus) સપાટીએ રાખીને પ્રારંભિક વાંચન આંક નોંધો.

(vi) 10 mL ઑક્ઝેલિક ઍસિડને પિપેટ વડે ધોયેલા અને શુષ્ક કરેલા કોનિકલ ફ્લાસ્કમાં લો. હંમેશા પિપેટને પહેલાં પાણી વડે અને પછી જે દ્રાવણ પિપેટ વડે લેવાનું હોય તે દ્રાવણ વડે દ્રાવણ લેતાં પહેલાં વીંછળો (આકૃતિ 2.21).

(vii) કોનિકલ ફ્લાસ્કમાં 1-2 ટીપાં ફિનોલ્ફ્થેલીન સૂચક ઉમેરો. આકૃતિ 6.3 માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે ફ્લાસ્કને ગ્લેઝ્ડ ટાઈલ પર મૂકો ઍસિડનું સોડિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડ દ્રાવણ સાથે જ્યાં સુધી આછો કાયમી ગુલાબી રંગ મળે નહિ, ત્યાં સુધી અનુમાપન કરો. સોડિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડ દ્રાવણ ઓછા પ્રમાણમાં શરૂઆતમાં ઉમેરો અને ત્યારબાદ ટીપે ટીપે ઉમેરો.

નોંધ :

- પ્રવાહીના વહનને અંગૂઠો અને બે આંગળીની મદદથી સ્ટોપ કોકની આજુબાજુ થોડાક અંદર તરફના દબાણ સાથે ગોઠવો જેથી પ્રવાહીનું લીકેજ થાય નહિ.
- અનુમાપન દરમિયાન પ્રવાહીને હલાવતા રહો.



આકૃતિ 6.3 : દ્રાવણનું અનુમાપન

(viii) બ્યુરેટમાં ફરીથી દ્રાવણની નીચેની વક્રસપાટી વાંચો અને અંતિમ વાંચન આંક નોંધો.

(ix) જ્યાં સુધી ત્રણ સુસંગત (Concordant) વાંચન આંક મળે નહિ ત્યાં સુધી પધ્ધતિનું પુનરાવર્તન કરો. આ તમારા વાંચન આંક કોષ્ટક 6.1 પ્રમાણે નોંધો.

કોષ્ટક 6.1 : સોડિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડ વિરૂધ્ધ ઑક્ઝેલિક ઍસિડ દ્રાવણનું અનુમાપન

અનુક્રમ	દરેક વખતે કોનિકલ ફલાસ્કમાં લીધેલ ઑક્ઝેલિક ઍસિડનું કદ V_1mL	બ્યુરેટ વાંચન આંક		વપરાયેલ સોડિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડ દ્રાવણનું કદ V_2 mL = (y-x) mL	સુસંગત વાંચન આંક mLમાં
		પ્રારંભિક આંક (x)	અંતિમ આંક (y)		

ગણતરી

NaOH દ્રાવણની મોલારિટી નીચેના સમીકરણથી ગણી શકાય.

ઑક્ઝેલિક ઍસિડ સોડિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડ

$$a_1 M_1 V_1 = a_2 M_2 V_2$$

જ્યાં, M_1 અને V_1 અનુક્રમે ઑક્ઝેલિક ઍસિડ દ્રાવણની મોલારિટી અને કદ છે.

M_2 અને V_2 સોડિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડ દ્રાવણની મોલારિટી અને કદ છે.

a_1 અને a_2 અનુક્રમે ઑક્ઝેલિક ઍસિડની બેઝિકતા અને સોડિયમ હાઈડ્રોક્સાઈડની ઍસિડિકતા છે આ કિસ્સામાં $a_1 = 2$ અને $a_2 = 1$.

ઑક્ઝેલિક ઍસિડ $(COOH)_2 \cdot 2H_2O$ નું મોલર દળ = 126 g mol^{-1} અને સોડિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડ (NaOH) નું મોલર દળ = 40 g mol^{-1}.

સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઈડ દ્રાવણની સાંદ્રતા g/L માં નીચે આપેલા સમીકરણની મદદથી ગણો.

સાંદ્રતા (પ્રબળતા) g/L માં = મોલારિટી $\times$ મોલર દળ

પરિણામ

NaOH દ્રાવણની સાંદ્રતા __________________ g/L.

સાવચેતી

(a) બ્યુરેટને તેમાં લેવાના દ્રાવણ વડે જ હંમેશા વીંછળો.

(b) જો હવાને લીધે જગ્યા હોય, તો બ્યુરેટમાંથી અનુમાપન કરતાં પહેલાં દૂર કરો. એ પણ ખાત્રી કરો કે બ્યુરેટનું નોઝલ દ્રાવણથી ભરાયેલું છે.

(c) બ્યુરેટના આંકનું વાંચન કરતાં પહેલાં ગળણી દૂર કરવાનું કદી ભૂલશો નહિ અને એની પણ ખાતરી કરશો કે આ સમયે નોઝલમાં દ્રાવણનું ટીપું લટકતું નથી.

(d) બધા જ પારદર્શક દ્રાવણો માટે નીચેની વક્રસપાટી વાંચશો અને રંગીન દ્રાવણો માટે ઉપરની વક્રસપાટી વાંચશો.

(e) વાંચન નોંધતી વખતે આંખને હંમેશા વક્રસપાટીની સપાટી સાથે સમતલ રાખશો.

(f) પિપેટને કદી પણ બલ્બની જગ્યાએથી પકડશો નહિ.

(g) તૂટેલા નોઝલવાળી બ્યુરેટ કે પિપેટનો કદાપી પણ ઉપયોગ કરશો નહિ.

(h) પ્રબળ ઍસિડ કે બેઈઝના દ્રાવણને પિપેટ વડે કદીપણ ચૂસશો નહિ.

(i) દ્રાવણ ચૂસો ત્યારે પિપેટનો નીચેનો ભાગ હંમેશા પ્રવાહીમાં ડૂબાડેલો રાખશો.

(j) પિપેટની જેટના છેડામાંથી દ્રાવણનું છેલ્લું ટીપું ફૂંક મારીને ફલાસ્કમાં લેશો નહિ.

(k) દ્રાવણની સાંદ્રતાની (પ્રબળતા) દશાંશના ચાર સ્થાન સુધી ગણતરી કરો.

ચર્ચાત્મક પ્રશ્નો

(i) શા માટે બ્યુરેટ અને પિપેટને તેમાં ભરવાના દ્રાવણ વડે વીંછળવામાં આવે છે ?

(ii) સૂચક શું છે ? ઑક્ઝેલિક ઍસિડ વિરૂદ્ધ સોડિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડના અનુમાપનમાં કયું સૂચક વપરાય છે ? બીજો કોઈ સૂચક વાપરી આ અનુમાપન કરી શકાય ?

(iii) શા માટે પારદર્શક દ્રાવણોના કિસ્સામાં દ્રાવણની નીચેની વક્રસપાટી અને ઘેરા રંગના દ્રાવણોના કિસ્સામાં દ્રાવણની ઉપરની વક્રસપાટી વાંચવી જોઈએ ?

(iv) 'અંતિમબિંદુ' પર્યાય સમજાવો.

(v) 1.0 M દ્રાવણ એટલે તમે શું સમજો છો ?

(vi) શા માટે પિપેટમાંથી દ્રાવણનું છેલ્લું ટીપું ફૂંક મારીને લેવું જોઈએ નહિ ?

(vii) ઍસિડની બેઝિકતા અને બેઈઝની ઍસિડિકતા સમજાવો.

(viii) NaOH વિરૂદ્ધ HCl ના અનુમાપનમાં ફિનોલ્ફથેલીન અને મિથાઈલ ઓરેન્જ બન્ને યોગ્ય સૂચકો છે. શા માટે ?

(ix) 'સુસંગત વાંચન આંક' પર્યાયનો અર્થ શું છે ?

(x) ઑક્ઝેલિક ઍસિડ દ્રાવણ બ્યુરેટમાં અને સોડિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડ દ્રાવણ અનુમાપન ફ્લાસ્કમાં લઈ શકાય ? આ પ્રમાણે કરવામાં કોઈ મર્યાદાઓ સમાયેલી હોય, તો નિર્દેશ કરો.

આ પણ જાણો

સંપૂર્ણ તટસ્થીકરણ ત્યારે જ શક્ય છે જ્યારે આલ્કલીનું પ્રમાણ (જથ્થો) ઍસિડના પ્રમાણ (જથ્થાના) ને સમતુલ્ય હોય. આથી, અંતિમબિંદુએ ઍસિડનું સમતુલ્ય દળ દ્રાવકના V_1 કદમાં ઓગાળેલ હોય તે અને બેઈઝનું સમતુલ્યદળ દ્રાવકના V_2 કદમાં ઓગાળેલ હોય તે બન્ને સરખા થવા જોઈએ. ધારો કે N_1 અને N_2 અનુક્રમે ઍસિડ અને બેઈઝના પ્રતિલિટરમાં ઓગાળેલા સમતુલ્ય દળ છે તો, $N_1V_1 = N_2V_2$ .... (i)

ઍસિડનું અને બેઈઝનું સમતુલ્ય દળ નીચેના સમીકરણથી દર્શાવી શકાય.

$$\text{ઍસિડનું સમતુલ્ય દળ} = \frac{\text{મોલર દળ}}{\text{બેઝિકતા}} \quad \text{.... (ii)}$$

$$\text{બેઈઝનું સમતુલ્ય દળ} = \frac{\text{મોલર દળ}}{\text{ઍસિડિકતા}} \quad \text{.... (iii)}$$

દ્રાવ્યના ગ્રામ સમતુલ્ય દળની જે સંખ્યા એક લિટર દ્રાવણમાં ઓગાળેલ તે દ્રાવણની સપ્રમાણતા (Normality) છે. ઍસિડ અને બેઈઝ માટે

$$\text{સપ્રમાણતા (N)} = \frac{\text{ગ્રામ સમતુલ્ય દળની સંખ્યા}}{\text{દ્રાવણનું કદ લિટરમાં (V)}} = \frac{\text{w / સમતુલ્ય દળ}}{\text{દ્રાવણનું લિટરમાં કદ (V)}} \quad \text{.... (iv)}$$

જ્યાં w = પદાર્થનું દળ ગ્રામમાં

સપ્રમાણતા અને મોલારિટી વચ્ચેનો સંબંધ

સપ્રમાણતા (N) ની વ્યાખ્યા પરથી (સમીકરણ (iv))

$$\text{સમતુલ્ય દળ} = \frac{w}{N \times V} \quad \text{.... (v)}$$

જો ઍસિડિકતા અથવા બેઝિકતા 'a' હોય, તો સમતુલ્ય દળની વ્યાખ્યા પ્રમાણે :

$$\text{સમતુલ્ય દળ} = \frac{\text{મોલર દળ}}{a} \qquad \text{.... (vi)}$$

સમીકરણ (v) અને (vi) ઉપરથી લખી શકીએ કે

$$\frac{w}{N \times V} = \frac{\text{મોલર દળ}}{a}$$

$$\text{અથવા } N = \frac{a(w / \text{મોલર દળ})}{V}$$

$$\text{પરંતુ, } \frac{w / \text{મોલર દળ}}{V} = \text{મોલારિટી M છે.}$$

આથી, $N = a\ M$ .... (vii)

સમીકરણ (vii) સપ્રમાણતા અને મોલારિટી વચ્ચેના સંબંધનું સમીકરણ છે.

સમીકરણ (vii) ને સમીકરણ (i) માં મૂકતા $a_1 M_1 V_1 = a_2 M_2 V_2$ .... (viii)

જ્યાં, a_1 અને a_2 અનુક્રમે ઍસિડ અને બેઈઝની બેઝિકતા અને ઍસિડિકતા છે તથા M_1 અને M_2 અનુક્રમે ઍસિડ અને બેઈઝના મોલર દળ છે. આથી, આપણે જોઈ શકીએ છીએ કે સમીકરણ (i) નો ઉપયોગ દ્રાવણની પ્રબળતા ગણવા માટે કરી શકીએ. સમીકરણ (viii) નો ઉપયોગ મંદનથી દ્રાવણ બનાવવામાં પણ કરી શકાય. એક જ પદાર્થના દ્રાવણો માટે $a_1 = a_2$. આથી સમીકરણ (viii) નો દ્રાવણના મંદન માટે ઉપયોગ કરી શકાય.

$M_1V_1 = M_2V_2$ .... (ix)

આથી, M_1 મોલારિટીવાળા દ્રાવણમાંથી M_2 મોલારિટીવાળા દ્રાવણનું V_2 કદ મેળવવા માટે મંદન માટે જરૂરી મોલારિટી M_1 દ્રાવણના કદ V_1 સમીકરણ (ix) પરથી ગણી શકાય. દ્રાવકનું $(V_2 - V_1)$ કદ M_1 મોલારિટીવાળા દ્રાવણના કદ V_1 માં ઉમેરવાની જરૂર પડશે.

પ્રયોગ 6.2

હેતુ

સોડિયમ કાર્બોનેટનું 0.1 M પ્રમાણિત દ્રાવણ બનાવવું.

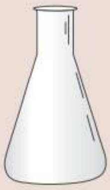
સિધ્ધાંત

સોડિયમ કાર્બોનેટની લાક્ષણિકતા પ્રાથમિક માનકની ઘણી જ નજીક છે. તેથી તેનું પ્રમાણિત દ્રાવણ સીધું જ વજન કરીને બનાવી શકાય છે.

0.1 M Na_2CO_3 દ્રાવણ બનાવવા માટે 10.6000 g સોડિયમ કાર્બોનેટ પ્રતિ લિટર દ્રાવણમાં ઓગાળવો જોઈએ (સોડિયમ કાર્બોનેટનું મોલર દળ 106 g mol^{-1} છે).

આથી, 100 mL 0.1 M Na_2CO_3 દ્રાવણ બનાવવા માટે 1.0600 g સોડિયમ કાર્બોનેટ પાણીના અલ્પતમ જથ્થામાં ઓગાળવામાં આવે અને પછી દ્રાવણનું પાણી ઉમેરી મંદન કરી અને બરોબર 100 mL દ્રાવણ બનાવો.

જરૂરી સામગ્રી



- માપક ફ્લાસ્ક (100 mL) : એક
- વૉચ ગ્લાસ : એક
- ગળણી : એક
- વૉશ બોટલ : એક

- સોડિયમ કાર્બોનેટ : જરૂર પ્રમાણે

પધ્ધતિ

પ્રયોગ 2.1 પ્રમાણેની પધ્ધતિને અનુસરો.

પ્રયોગ 6.3

હેતુ

આપેલ મંદ હાઈડ્રૉક્લોરિક ઍસિડ દ્રાવણની પ્રબળતા (સાંદ્રતા) સોડિયમ કાર્બોનેટના પ્રમાણિત દ્રાવણ સાથેના અનુમાપન દ્વારા નક્કી કરવું.

સિધ્ધાંત

હાઈડ્રોક્લોરિક ઍસિડની પ્રબળતા (સાંદ્રતા) તેને સોડિયમ કાર્બોનેટના પ્રમાણિત દ્રાવણ સાથે અનુમાપન કરીને નક્કી કરી શકાય. નીચેની પ્રક્રિયા થાય છે :

$$Na_2CO_3 + 2HCl \rightarrow 2\ NaCl + CO_2 + H_2O$$

આ અનુમાપનમાં મિથાઈલ ઓરેન્જ - નિર્બળ બેઈઝ (બિનઆયનીકરણ સ્વરૂપમાં પીળો) નો સૂચક તરીકે ઉપયોગ થાય છે.

આ પ્રયોગમાં અનુમાપન સામાન્ય માર્ગને અનુસરે છે એટલે કે ઍસિડના ઉમેરણથી પ્રાપ્ત થતો પ્રોટોન પ્રથમ સોડિયમ કાર્બોનેટ દ્રાવણનું તટસ્થીકરણ કરે છે. જ્યારે બધા જ સોડિયમ કાર્બોનેટનું તટસ્થીકરણ થઈ જાય છે, ત્યારે બ્યુરેટમાંથી ઉમેરેલા ઍસિડનું છેલ્લું ટીપું ગુલાબી લાલ રંગનો ફેરફાર દર્શાવે છે, જે અંતિમબિંદુ છે.

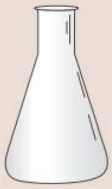
અજ્ઞાત દ્રાવણની સાંદ્રતા (પ્રબળતા) g/L માં ગણવામાં આવે છે. તેને દ્રાવણની મોલારિટી પરથી ગણવામાં આવે છે. અહીંયા, મોલારિટી સમીકરણ નીચે પ્રમાણે લખી શકાય :

બેઈઝ ઍસિડ

$$a_1\ M_1\ V_1 = a_2\ M_2\ V_2$$

જ્યાં, a_1 અને a_2 અનુક્રમે આલ્કલી અને ઍસિડની ઍસિડિકતા તથા બેઝિકતા છે. M_1 અને M_2 અનુક્રમે મોલારિટી છે. V_1 અને V_2 અનુક્રમે બેઈઝ અને ઍસિડના કદ છે, જેને એકબીજાનું તટસ્થીકરણ કરવા ઉપયોગમાં લેવાયું હતું.

જરૂરી સામગ્રી



- બ્યુરેટ (50 mL) : એક
- પિપેટ (10 mL) : એક
- કોનિકલ ફ્લાસ્ક (100 mL) : એક
- બ્યુરેટ સ્ટેન્ડ : એક
- ગળણી : એક
- ગ્લેઝ્ડ ટાઈલ (સફેદ) : એક
- માપક ફ્લાસ્ક (100 mL) : એક

- હાઈડ્રૉક્લોરિક ઍસિડ : જરૂર પ્રમાણે
- સોડિયમ કાર્બોનેટ : જરૂર પ્રમાણે
- મિથાઈલ ઓરેન્જ દ્રાવણ : જરૂર પ્રમાણે

પધ્ધતિ

હાઈડ્રૉક્લોરિક ઍસિડ

(A) સોડિયમ કાર્બોનેટનું 0.1 M પ્રમાણિત દ્રાવણ બનાવવું.

પ્રયોગ 2.1 માં વર્ણન કરેલ પધ્ધતિ અનુસરો.

(B) હાઈડ્રૉક્લોરિક ઍસિડ અને પ્રમાણિત સોડિયમ કાર્બોનેટ દ્રાવણનું અનુમાપન

પ્રયોગ 6.1 માં આપેલ પધ્ધતિને અનુસરો.

આ કિસ્સામાં હાઈડ્રૉક્લોરિક ઍસિડ બ્યુરેટમાં લેવામાં આવે છે અને સોડિયમ કાર્બોનેટ દ્રાવણને કોનિકલ ફ્લાસ્કમાં લેવામાં આવે છે. મિથાઈલ ઑરેન્જ સૂચક તરીકે વપરાય છે. અંતિમ બિંદુએ રંગ ફેરફાર પીળામાંથી આછો ગુલાબી - લાલ હશે. તમારા અવલોકનો કોષ્ટક 6.2 માં નોંધો.

કોષ્ટક 6.2 : હાઈડ્રૉક્લોરિક ઍસિડનું પ્રમાણિત સોડિયમ કાર્બોનેટ દ્રાવણ સાથે અનુમાપન

અનુક્રમ	દરેક વખતે કોનિકલ ફ્લાસ્કમાં લીધેલ Na_2CO_3 દ્રાવણનું કદ V_1 mL માં	બ્યુરેટ વાંચન આંક		વપરાયેલ HCl દ્રાવણનું કદ V_2 mL = (y-x) mL	સુસંગત વાંચન આંક mLમાં
		પ્રારંભિક આંક (x)	અંતિમ આંક (y)		

ગણતરી

નીચેનું સમીકરણ વાપરીને HCl દ્રાવણની પ્રબળતા (સાંદ્રતા) ગણો.

Na_2CO_3 દ્રાવણ HCl દ્રાવણ

$a_1 M_1 V_1 = a_2 M_2 V_2$

જ્યાં M_1 અને V_1 અનુક્રમે સોડિયમ કાર્બોનેટ દ્રાવણની મોલારિટી અને કદ છે અને a_1 એક મોલ બેઈઝમાંથી મળતા OH^- (aq) આયનના મોલની સંખ્યા છે (એટલે કે Na_2CO_3 દ્રાવણની ઍસિડિકતા).

$\therefore\ a_1 = 2$

M_2 અને V_2 અનુક્રમે હાઈડ્રૉક્લોરિક ઍસિડ દ્રાવણની મોલારિટી અને કદ છે.

a_2 એક મોલ ઍસિડમાંથી મળતા H^+ (aq) આયનની મોલ સંખ્યા છે (એટલે કે HClની બેઝિકતા).

$\therefore\ a_2 = 1$

Na_2CO_3 નું મોલર દળ = 106 g mol^{-1} ; HCl નું મોલર દળ = 36.5 g mol^{-1}

$\therefore$ HCl દ્રાવણની સાંદ્રતા (પ્રબળતા) g/L માં = મોલારિટી × આણ્વીય દળ.

પરિણામ

આપેલ HCl દ્રાવણની સાંદ્રતા (પ્રબળતા) _______________ g/L.

સાવચેતી

(a) ઍસિડ અને બેઈઝ સાથે કાર્ય કરતાં સાવચેતી રાખવી.

(b) હંમેશા બ્યુરેટ અને પિપેટને તેમના વડે લેવાના દ્રાવણો વડે વીંછળો.

(c) અનુમાપન પહેલાં બ્યુરેટમાંથી હવાને લીધેની ખાલી જગ્યા દૂર કરો.

(d) બ્યુરેટનું પ્રાથમિક વાંચન કરતાં પહેલાં ગળણી દૂર કરવાનું કદી પણ ભૂલશો નહિ અને ખાતરી કરો કે નોઝલના છેડે દ્રાવણનું ટીપું લટકતું નથી.

(e) હંમેશા બધા જ પારદર્શક દ્રાવણ માટે નીચેની વક્રસપાટી વાંચો અને રંગીન દ્રાવણ માટે ઉપરની વક્રસપાટી વાંચો.

(f) તૂટેલા નોઝલવાળી બ્યુરેટ કે પિપેટ કદીપણ વાપરશો નહિ.

(g) પ્રબળ ઍસિડ અથવા આલ્કલીને પિપેટની મદદ વડે કદી પણ ચૂસશો નહિ. પિપેટ બલ્બનો ઉપયોગ કરો.

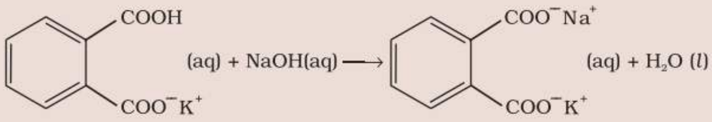
(h) પ્રવાહી ચૂસો ત્યારે પિપેટનો નીચેનો છેડો દ્રાવણમાં ડૂબેલો રાખશો.

(i) જ્યારે દ્રાવણને પિપેટમાંથી ફ્લાસ્કમાં લો, ત્યારે પિપેટની જેટમાંથી દ્રાવણનું છેલ્લું ટીંપું ફૂંક મારીને લેશો નહિ.

(j) દ્રાવણની પ્રબળતાની ગણતરી દશાંશના ચાર સ્થાન સુધી કરો.

આ પણ જાણો

સોડિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડ દ્રાવણને પ્રમાણિત કરવા માટે પોટેશિયમ હાઈડ્રૉજન થેલેટ પ્રાથમિક માનક છે. પોટેશિયમ હાઈડ્રૉજન થેલેટનું સૂત્ર $C_6H_5O_4K$ છે. તે એક બેઝિક ઍસિડ તરીકે વર્તે છે. સોડિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડ, પોટેશિયમ હાઇડ્રૉજન થેલેટ સાથે નીચેના સમીકરણ પ્રમાણે પ્રક્રિયા કરે છે.



આ અનુમાપનમાં ફિનોલ્ફથેલીન સૂચક તરીકે વપરાય છે.

ચર્ચાત્મક પ્રશ્નો

(i) સોડિયમ કાર્બોનેટનું હાઈડ્રૉક્લોરિક ઍસિડ વડે અનુમાપનમાં કયો સૂચક વપરાય છે ? અને અંતિમબિંદુએ રંગ પરિવર્તન કેવું હોય છે ?

(ii) તમે 250 mL 0.05 M સોડિયમ કાર્બોનેટ દ્રાવણ કેવી રીતે બનાવશો ?

(iii) સોડિયમ કાર્બોનેટ ક્ષાર છે તેમ છતાં પણ તેનું જલીય દ્રાવણ નિર્બળ આલ્કલાઈન દ્રાવણ છે. સમજાવો શા માટે ?

(iv) સોડિયમ કાર્બોનેટ દ્રાવણની એસિડિકતા તમે કેવી રીતે નક્કી કરશો ?

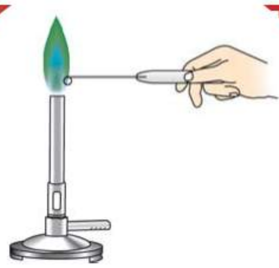
(v) શા માટે મિથાઈલ ઓરેન્જ આર્હેનિયસ બેઈઝ નથી ?

(vi) તમે Na_2CO_3 અને $NaHCO_3$ ના મિશ્રણના દ્રાવણનું HCl સામે કેવી રીતે અનુમાપન કરશો ?

(vii) અંતિમ બિંદુ અને સમતુલ્યબિંદુ વચ્ચે શું તફાવત છે ?

(viii) તમે HCl, HNO_3 અને H_2SO_4 ના પ્રમાણિત દ્રાવણ સીધા જ બનાવી શકશો ?

એકમ-7
પધ્ધતિસર ગુણાત્મક પૃથક્કરણ (Systematic Qualitative Analysis)



પૃથક્કરણનો હંમેશા એવો અર્થ નથી થતો કે પદાર્થને તેના અંતિમ ઘટકોમાં તોડી નાંખવો. પદાર્થનો સ્વભાવ શોધી કાઢવો અને તેના 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 ઍસિડનું 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 જુદા જુદા 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 દશ્ય 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 પધ્ધતિસર પૃથક્કરણમાં નીચેના સોપાનોનો સમાવેશ થાય છે.

(i) ઘનક્ષાર 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. જો કે 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, બોરેકસ 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 સલ્ફાઈડ 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 પહેલા 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 ક્ષારની હાજરી વિશે અગત્યનો સંકેત આપે છે (જૂઓ 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)

સિધ્ધાંત

પૃથક્કરણમાં ખૂબ જ ઉપયોગી બે પાયાના સિધ્ધાંતો 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

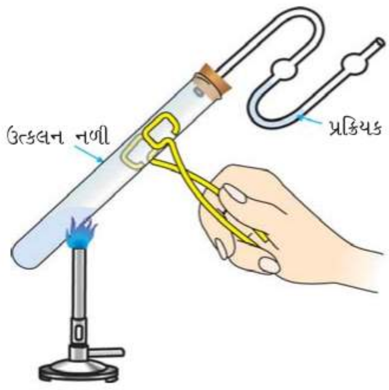
- ઉત્કલન નળી : જરૂરિયાત મુજબ
- કસનળી : જરૂરિયાત મુજબ
- અંકિત નળાકાર : એક
- કસનળી સ્ટેન્ડ : એક
- કસનળી હોલ્ડર : એક
- નિકાસ નળી : એક
- બૂચ : જરૂરિયાત મુજબ
- ગાળણપત્ર : જરૂરિયાત મુજબ

- પ્રક્રિયકો : જરૂરિયાત મુજબ

ઋણાયનનું પદ્ધતિસર પૃથક્કરણ

સોપાન I : મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ સાથેની પ્રાથમિક કસોટી

આ કસોટીમાં ક્ષાર પર મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડની ઓરડાના તાપમાને અને ગરમ કરતાં અસર નોંધવામાં આવે છે (પધ્ધતિ નીચે આપેલ છે). કાર્બોનેટ (CO_3^{2-}) સલ્ફાઈડ (S^{2-}), સલ્ફાઈટ (SO_3^{2-}), નાઈટ્રાઈટ (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

પધ્ધતિ :

(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 કસનળીમાંના 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 (જૂઓ 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, છે ચૂનાના પાણીને દૂધિયું બનાવે છે.	CO_2	કાર્બોનેટ (CO_3^{2-})
રંગવિહીન, સડેલા ઈંડા જેવી વાસવાળો વાયુ ઉત્પન્ન થાય છે, જે લેડ એસિટેટ પત્રને કાળો બનાવે છે.	H_2S	સલ્ફાઈડ (S^{2-})
સલ્ફરના બળવા જેવી તીવ્ર વાસવાળો રંગવિહીન વાયુ, જે ઍસિડમય પોટેશિયમ ડાયક્રોમેટના દ્રાવણને લીલું બનાવે છે.	SO_2	સલ્ફાઈટ (SO_3^{2-})
કથ્થાઈ ધુમાડો જે સ્ટાર્ચ દ્રાવણ ધરાવતા ઍસિડમય પોટેશિયમ આયોડાઈડ દ્રાવણને વાદળી બનાવે છે.	NO_2	નાઈટ્રાઈટ (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 મિશ્ર કરો. તેમાં 15 mL નિસ્યંદિત પાણી ઉમેરો, હલાવો અને મિશ્રણને 10 મિનિટ સુધી ઉકાળો, ઠંડુ 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 દૂધિયુ બનાવે છે. થોડા વધારે સમય માટે વાયુ પસાર કરતાં દૂધિયાપણુ દૂર થાય છે.
સલ્ફાઈડ (S^{2-})	1 mL જળનિષ્કર્ષ લો અને તેમાં ઍમોનિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડ અથવા સોડિયમ કાર્બોનેટ નિષ્કર્ષ ઉમેરી તેને આલ્કલાઈન બનાવો. તેમાં સોડિયમ નાઈટ્રોપ્રુસાઈડનું 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 હાઈડ્રૉક્લોરિક ઍસિડમાં દ્રાવ્ય થાય છે અને સલ્ફર ડાયૉક્સાઈડ વાયુ ઉત્પન્ન થાય છે. (b) એક કસનળીમાં તબક્કા(a)માં મળેલા અવક્ષેપ લો અને તેમાં મંદ H_2SO_4 વડે ઍસિડિક બનાવેલા પોટેશિયમ પરમેંગેનેટના થોડા ટીપાં ઉમેરો. પોટેશિયમ પરમેંગેનેટ દ્રાવણનો રંગ દૂર થાય છે.
નાઈટ્રાઇટ (NO_2^-)	(a) કસનળીમાં 1 mL જળનિષ્કર્ષ લો. તેમાં થોડા ટીપાં પોટેશિયમ આયોડાઈડ દ્રાવણના અને થોડા ટીપાં સ્ટાર્ચના દ્રાવણના ઉમેરો. ઍસિટિક ઍસિડ વડે ઍસિડમય બનાવો. વાદળી રંગ જોવા મળે છે. (b) 1 mL જળનિષ્કર્ષને ઍસિટિક ઍસિડ વડે ઍસિડિક બનાવો. તેમાં 2-3 ટીપાં સલ્ફાનિલિક ઍસિડના દ્રાવણના ઉમેરો, બાદમાં 2–3 ટીપાં 1–નેપ્થાઈલએમાઈન પ્રક્રિયકના ઉમેરો. લાલ રંગ દેખાશે. જે નાઈટ્રાઈટ આયનની હાજરી સૂચવે છે.

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

એસિટેટ (CH_3COO^-)	(a)	ચાયના ડીશમાં 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 ક્લોરાઈડ દ્રાવણના ઉમેરો. ઘેરો લાલ રંગ દેખાય છે, જે ઉકાળતાં દૂર થાય છે અને કથ્થાઈ – લાલ અવક્ષેપ બને છે.

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

નિર્ણાયક કસોટીઓનું રસાયણવિજ્ઞાન

1. કાર્બોનેટ આયનની [CO_3^{2-}] 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 દૂધિયુ બનાવે છે, કારણ કે $CaCO_3$ બને છે (આકૃતિ 7.1).

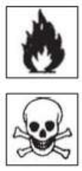
$$Na_2CO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + H_2O + CO_2$$

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

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

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

હાઈડ્રોજન સલ્ફાઈડ



2. સલ્ફાઈડ આયનની [S^{2-}] કસોટી

(a) સલ્ફાઈડ ગરમ મંદ H_2SO_4 સાથે હાઈડ્રોજન સલ્ફાઈડ 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 સલ્ફાઈડ 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 હાઈડ્રૉક્સાઈડ વડે આલ્કલાઈન બનાવી તેમાં સોડિયમ નાઈટ્રોપ્રુસાઈડનું દ્રાવણ ઉમેરો. જો ક્ષાર પાણીમાં અદ્રાવ્ય હોય, તો સોડિયમ કાર્બોનેટ નિષ્કર્ષ લો અને તેમાં થોડા ટીપાં સોડિયમ નાઈટ્રોપ્રુસાઈડના ઉમેરો. જાંબુડિયો અથવા જાંબલી રંગ દેખાય છે, જે

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

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

સોડિયમ નાઈટ્રોપ્રુસાઈડ — જાંબુડિયા રંગનો સંકીર્ણ

3. સલ્ફાઈટ આયનની $[SO_3^{2-}]$ કસોટી

(a) સલ્ફાઈટ આયનની ગરમ મંદ H_2SO_4 સાથે પ્રક્રિયા કરવાથી SO_2 વાયુ ઉત્પન્ન થાય છે. જે સલ્ફર બળવાની વાસ ધરાવતો ગુંગળામણકારક 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 પોટેશિયમ ડાયક્રોમેટ પત્રને લીલા રંગનું બનાવે છે.

બેરિયમ સંયોજનો

પોટેશિયમ પરમેંગેનેટ

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

ક્રોમિયમ સલ્ફેટ (લીલો રંગ)

(b) સલ્ફાઈટના ક્ષારના જલીય દ્રાવણ અથવા સોડિયમ કાર્બોનેટ નિષ્કર્ષમાં બેરિયમ ક્લોરાઈડ ઉમેરવાથી બેરિયમ સલ્ફાઈટના 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 સલ્ફાઈટનું 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) સલ્ફાઈટના અવક્ષેપ ઍસિડિક પોટેશિયમ પરમેંગેનેટના 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. નાઈટ્રાઈટ આયનની $[NO_2^-]$ કસોટી

(a) ઘન નાઈટ્રાઈટને મંદ H_2SO_4 સાથે મિશ્ર કરી ગરમ કરતાં, NO_2 વાયુનો લાલાશ પડતો કથ્થાઈ રંગનો ધુમાડો ઉત્પન્ન થાય છે. નાઈટ્રાઈટના ક્ષારના દ્રાવણમાં પોટેશિયમ આયોડાઈડનું દ્રાવણ ઉમેર્યા બાદ, તેમાં તાજુ બનાવેલું સ્ટાર્ચનું દ્રાવણ ઉમેરવામાં આવે છે. આ દ્રાવણને ઍસિટિક ઍસિડ વડે ઍસિડિક બનાવવાથી વાદળી રંગ ઉત્પન્ન થાય છે. અન્ય રીતમાં ગાળણપત્રને પોટેશિયમ આયોડાઈડ અને સ્ટાર્ચના દ્રાવણ વડે ભીંજવવામાં આવે છે. આ ગાળણપત્ર પર ઍસિટિક ઍસિડના થોડા ટીપાં મૂકીને તેને ઉત્પન્ન થતાં વાયુના સંપર્કમાં લાવતા મૂક્ત 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

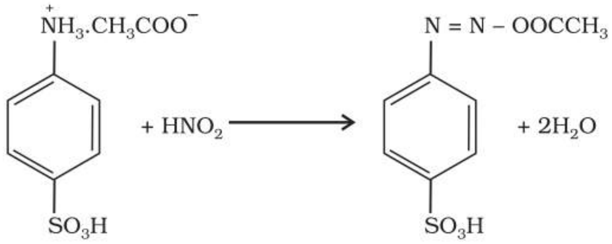
(ii) $NO_2^- + CH_3COOH \rightarrow HNO_2 + CH_3COO^-$

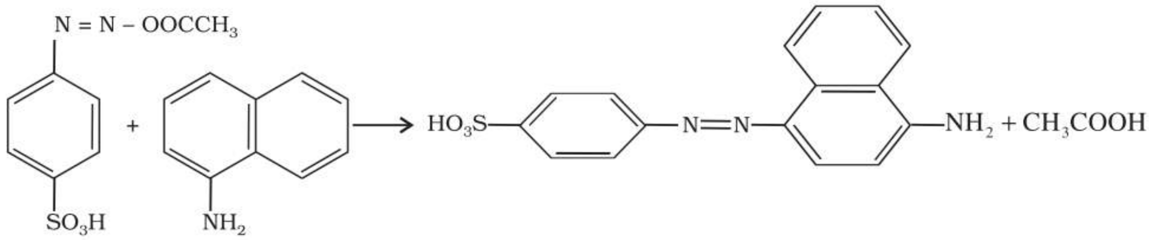
$2HNO_2 + 2KI + 2CH_3COOH \rightarrow 2CH_3COOK + 2H_2O + 2NO + I_2$

I_2 + સ્ટાર્ચ $\rightarrow$ વાદળી સંકીર્ણ સંયોજન

(b) સલ્ફાનિલિક ઍસિડ -1- નેપ્થાઈલએમાઈન પ્રક્રિયક કસોટી (ગ્રીસ - ઈલોસ્વાય કસોટી) (Griss - Ilosvay Test) સલ્ફાનિલિક ઍસિડ અને 1- નેપ્થાઈલ ઍમાઈન પ્રક્રિયકને જળનિષ્કર્ષમાં ઉમેરતાં અથવા ઍસિટિક ઍસિડ વડે ઍસિડિક બનાવતા ઉત્પન્ન થતા નાઈટ્રસ ઍસિડ વડે સલ્ફાનિલિક ઍસિડનું ડાયએઝોટાઈઝેશન થાય છે. ડાયએઝોટાઈઝેશન પામેલ ઍસિડ યુગ્મો 1- નેપ્થાઈલ ઍમાઈન સાથે પ્રક્રિયા કરી લાલ એઝો રંગક બનાવે છે.

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





1-નેપ્થાઈલ એમાઈન

લાલ એઝોરંગક

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

5. એસિટેટ આયનની [CH_3COO^-] કસોટી

(a) ક્ષારની પ્રક્રિયા મંદ H_2SO_4 સાથે કરવાથી, જો વિનેગરની વાસ આવે, તો તે સૂચવે છે કે ક્ષારમાં એસિટેટ આયન હાજર છે. ચાઈના ડીશમાં 0.1 g જેટલો ક્ષાર લઈ, તેમાં 1 mL ઈથેનોલ ત્યારબાદ તેમાં 0.2 mL સાંદ્ર H_2SO_4 ઉમેરી તેને ગરમ કરો. જો ઈથાઈલ ઍસિટેટની મીઠી વાસ આવે તો તે CH_3COO^- આયનની હાજરી સૂચવે છે.

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

$$CH_3COOH + C_2H_5OH \longrightarrow CH_3COOC_2H_5 + H_2O$$

ઈથાઈલ એસિટેટ

(મીઠી વાસ)

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

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

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

આયર્ન (III) ડાયહાઈડ્રૉક્સિ એસિટેટ

(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 ના 3 - 4 ટીંપા ઉમેરો. ઠંડી સ્થિતિમાં પ્રક્રિયા મિશ્રણમાં થતો ફેરફાર નોંધો. બાદમાં આ મિશ્રણને ગરમ કરો અને ઉત્પન્ન થતા વાયુને ઓળખો (જૂઓ કોષ્ટક 7.3).

કોષ્ટક 7.3 : સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ સાથેની પ્રાથમિક કસોટીઓ

અવલોકનો	અનુમાન	
	ઉત્પન્ન થતાં વાયુ / બાષ્પ	શક્ય ઋણાયાન
રંગવિહીન તીવ્ર વાસ વાળો વાયુ ઉત્પન્ન થાય છે, જે એમોનિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડમાં ડુબાડેલા સળિયાને કસનળીના મુખ નજીક લાવતા ઘટ્ટ સફેદ ધુમાડા આપે છે.	HCl	કલોરાઈડ (Cl^-)
લાલશ પડતાં 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 ઉર્ધ્વપાતીનું 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 નિતર્યાપાણીને દૂધિયુ બનાવે છે અને ચૂનાના પાણીમાંથી નીકળતા વાયુને સળગાવતા તે વાદળી રંગની જયોતથી 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
ક્લોરાઈડ (Cl^-)	(a)	એક કસનળીમાં 0.1 g ક્ષાર લો. તેમાં એક ચપટી જેટલો મેંગેનીઝ ડાયૉક્સાઈડ અને 3 - 4 ટીપાં સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક ઍસિડના ઉમેરો. પ્રક્રિયા મિશ્રણને ગરમ કરો. લીલાશ પડતો 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 નાઈટ્રેટનું દ્રાવણ ઉમેરો. દહીંના ફોદા જેવા સફેદ અવક્ષેપ મળે છે, જે એમોનિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડના દ્રાવણમાં દ્રાવ્ય થાય છે.
	(c)	એક કસનળીમાં 0.1 g ક્ષાર અને એક ચપટી જેટલો પોટેશિયમ ડાયક્રોમેટ લો, તેમાં સાંદ્ર H_2SO_4 ઉમેરીને ગરમ કરો. ઉત્પન્ન થતાં વાયુને સોડિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડના દ્રાવણમાંથી પસાર કરો. આ દ્રાવણ પીળા રંગનું બનશે. આ દ્રાવણને બે ભાગમાં વહેંચો. એક ભાગને ઍસિટિક ઍસિડ ઉમેરી ઍસિડિક બનાવી તેમાં લેડએસિટેટનું દ્રાવણ ઉમેરો. પીળા રંગના અવક્ષેપ ઉત્પન્ન થશે. બીજા ભાગને મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ વડે ઍસિડિક કરીને 1 mL એમાઈલ આલ્કોહૉલ ઉમેરવામા આવે છે. ત્યારબાદ તેમાં 1 mL 10 % હાઈડ્રૉજન પેરૉક્સાઈડ ઉમેરવામાં આવે છે. આ મિશ્રણને યોગ્ય પ્રમાણમાં હલાવવાથી કાર્બનિક સ્તર વાદળી રંગનું બને છે.
બ્રોમાઈડ (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 હાઈડ્રૉક્લોરિક ઍસિડ વડે તટસ્થ કરો (અથવા જળનિષ્કર્ષ લો). તેમાં 1 mL કાર્બન ટેટ્રાક્લોરાઈડ (CCl_4) / ક્લોરોફોર્મ ($CHCl_3$)/ કાર્બન ડાયસલ્ફાઈડ ઉમેરો. હવે તેમાં વધુ પ્રમાણમાં ક્લોરિનજળને ટીંપે ટીંપે ઉમેરો અને કસનળીને હલાવો. કાર્બનિક સ્તરનો કથ્થાઈ રંગ બ્રોમાઈડ આયનની હાજરી નક્કી કરે છે.
	(c)	1 mL સોડિયમ કાર્બોનેટ નિષ્કર્ષને મંદ HNO_3 વડે ઍસિડિક બનાવો (અથવા 1 mL જળનિષ્કર્ષ લો). તેમાં સિલ્વર નાઈટ્રેટનું દ્રાવણ ઉમેરો. આછા પીળા અવક્ષેપ મળે છે જે એમોનિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડના દ્રાવણમાં મુશ્કેલીથી દ્રાવ્ય થાય છે.
આયોડાઈડ (I^-)	(a)	1 mL ક્ષારનું દ્રાવણ લઈ તેને HCl વડે તટસ્થ બનાવો. તેમાં 1 mL ક્લોરોફોર્મ / કાર્બન ટેટ્રાક્લોરાઈડ / કાર્બન ડાયસલ્ફાઈડ 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 નાઈટ્રેટનું 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 ઠંડુ 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 કેલ્શિયમ કલોરાઈડનું દ્રાવણ ઉમેરો. સફેદ અવક્ષેપ ઉત્પન્ન થાય છે, જે ઍમોનિયમ ઑક્ઝેલેટ અને ઑક્ઝેલિક ઍસિડના દ્રાવણમાં અદ્રાવ્ય તથા મંદ હાઈડ્રૉક્લોરિક ઍસિડ અને મંદ નાઈટ્રિક 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. $KMnO_4$ ના દ્રાવણનો રંગ દૂર થશે. ઉત્પન્ન થતા વાયુને ચૂનાના નીતર્યા પાણીમાં પસાર કરો, જે ચૂનાના પાણીને દૂધિયુ બનાવે છે.

નિર્ણાયક કસોટીઓનું રસાયણવિજ્ઞાન

1. ક્લોરાઈડ 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.

મેંગેનીઝ ડાયૉક્સાઈડ

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

$NaHSO_4$: સોડિયમ હાઈડ્રૉજન સલ્ફેટ; HCl: હાઈડ્રૉજન ક્લોરાઈડ રંગવિહીન વાયુ

સિલ્વર નાઈટ્રેટ

$$HCl + NH_3 \longrightarrow NH_4Cl$$

એમોનિયમ ક્લોરાઈડ

સફેદ ધુમાડો

(b) જો ક્ષારને સાંદ્ર H_2SO_4 અને MnO_2 સાથે ગરમ કરતાં ઊભરા મળે અને આછો લીલાશ પડતો પીળો તીવ્ર વાસ વાળો 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 હાઈડ્રૉક્સાઈડમાં 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)

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

$[Ag(NH_3)_2]Cl$: ડાયએમાઈન 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 હાઇડ્રૉક્સાઈડના 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 ક્લોરાઈડ આયનની હાજરી નિશ્ચિત કરે છે. આ કસોટીને **ક્રોમાઈલ ક્લોરાઈડ કસોટી*** કહે છે.

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

(ક્રોમાઈલ ક્લોરાઈડ)

ક્રોમાઈલ ક્લોરાઈડ

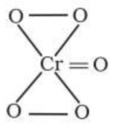
$$CrO_2Cl_2 + 4NaOH \longrightarrow Na_2CrO_4 + 2NaCl + 2H_2O$$

$$(CH_3COO)_2Pb + Na_2CrO_4 \longrightarrow PbCrO_4 + 2CH_3COONa$$

Na_2CrO_4: સોડિયમ ક્રોમેટ; $PbCrO_4$: લેડ ક્રોમેટ (પીળા અવક્ષેપ)

લેડ ક્રોમેટ

બીજા ભાગને મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ વડે ઍસિડિક કરી તેમાં થોડા પ્રમાણમાં એમાઈલ આલ્કોહૉલ ઉમેરો અને ત્યારબાદ તેમાં 1 mL 10 % હાઈડ્રોજન પેરૉક્સાઈડનું દ્રાવણ ઉમેરો. તેને યોગ્ય પ્રમાણમાં હલાવવાથી કાર્બનિક સ્તર વાદળી રંગનું બને છે. ક્રોમાઈલ ક્લોરાઈડની સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઈડ સાથેની પ્રક્રિયામાં CrO_4^{2-} બને છે, જે હાઈડ્રૉજન પેરૉક્સાઈડ સાથે પ્રક્રિયા કરી ક્રોમિયમ પેન્ટૉક્સાઈડ (CrO_5) બનાવે છે (જૂઓ બંધારણ). આ ક્રોમિયમ પેન્ટૉક્સાઈડ એમાઈલ આલ્કોહૉલમાં દ્રાવ્ય થઈને વાદળી રંગ આપે છે.



ક્રોમિયમ પેન્ટૉક્સાઈડનું બંધારણ

$$CrO_4^{2-} + 2H^+ + 2H_2O_2 \longrightarrow CrO_5 + 3H_2O$$

CrO_5: ક્રોમિયમ પેન્ટૉક્સાઈડ

2. બ્રોમાઈડ આયનની (Br^-) કસોટી

બ્રોમિન શ્વાસમાં લેવાયતો વધુ ઝેરી

ક્ષારણકર્તા

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

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

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

(a) ક્ષારના પાણીમાં બનાવેલા દ્રાવણમાં અથવા મંદ HCl વડે તટસ્થ કરેલા સોડિયમ કાર્બોનેટ નિષ્કર્ષમાં 1 mL કાર્બન ટેટ્રાક્લોરાઈડ (CCl_4) / ક્લોરોફોર્મ (CH_3Cl)** અને તાજા બનાવેલા ક્લોરિનજળને ટીંપે ટીપે વધુ પ્રમાણમાં ઉમેરો. કસનળીને વધુ શકિતપૂર્વક હલાવો. તેમાં કાર્બનિક સ્તર નારંગી કથ્થાઈ રંગનું દેખાય છે, જે બ્રોમાઈડ આયનની હાજરી નિશ્ચિત કરે છે. નારંગી કથ્થાઈ રંગ બ્રોમિનના વિયોજનના 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 ક્લોરોફોર્મના 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 હાઈડ્રૉક્સાઈડમાં મુશ્કેલીથી દ્રાવ્ય થાય છે.

$$NaBr + AgNO_3 \rightarrow NaNO_3 + \underset{\text{સિલ્વર બ્રોમાઈડ, આછા પીળા અવક્ષેપ}}{AgBr}$$

3. આયોડાઈડ 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 ઉર્ધ્વપાતી પદાર્થ કસનળીની અંદરની દીવાલ પર જમા થાય છે. આ આયોડાઇડ આયનની હાજરી સૂચવે છે. કેટલાક HI, સલ્ફર ડાયૉક્સાઈડ, હાઇડ્રૉજન સલ્ફાઈડ 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

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

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

ક્લોરોફૉર્મ 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 આયોડાઈડ આયનની હાજરી નિશ્ચિત કરે છે.

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

આયોડિન કાર્બનિક સ્તરમાં ઓગળે છે અને દ્રાવણ 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 આયોડાઈડ આયનની હાજરી નિશ્ચિત થાય છે.

$$NaI + AgNO_3 \rightarrow \underset{\text{સિલ્વર આયોડાઈડ (પીળા અવક્ષેપ)}}{AgI} + NaNO_3$$

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 કોપર સલ્ફેટ બનવાના કારણે તે વાદળી રંગનું બને છે.

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

$$4HNO_3 \rightarrow 4NO_2 + O_2 + 2H_2O$$

$$2NaNO_3 + 4H_2SO_4 + 3Cu \rightarrow 3CuSO_4 + Na_2SO_4 + 4H_2O + 2NO$$

કોપર સલ્ફેટ
(વાદળી)

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

(કથ્થાઈ ધુમાડો)

કોપર 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 ત્યારબાદ 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 આયનની ($C_2O_4^{2-}$) કસોટી

સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ સાથેના પ્રાથમિક પરીક્ષણમાં જો કાર્બન ડાયૉક્સાઈડ વાયુ સાથે કાર્બન મોનૉક્સાઈડ 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 કેલ્શિયમ 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.

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

(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 નીતર્યા 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 ફોસ્ફેટની કસોટી

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

કોષ્ટક 7.5 : સલ્ફેટ અને ફોસ્ફેટ 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.
ફોસ્ફેટ (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 આયનની (SO_4^{2-}) કસોટી

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

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

(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.

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

2. ફોસ્ફેટ આયનની (PO_4^{3-}) કસોટી

(a) ફોસ્ફેટ આયન ધરાવતા મૂળ દ્રાવણમાં (કસોટી માટેના દ્રાવણમાં) સાંદ્ર HNO_3 અને એમોનિયમ મોલિબ્ડેટનું દ્રાવણ ઉમેરી, ઉકાળો. તેથી દ્રાવણ પીળા રંગનું બને છે અથવા એમોનિયમ - ફોસ્ફોમોલિબ્ડેટના $(NH_4)_3[P(Mo_3O_{10})_4]$ આછા પીળા અવક્ષેપ ઉત્પન્ન થાય છે. ફોસ્ફેટનો 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 પધ્ધતિસર 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 (જૂઓ 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 ધાતુઓના ક્લોરાઈડ 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.

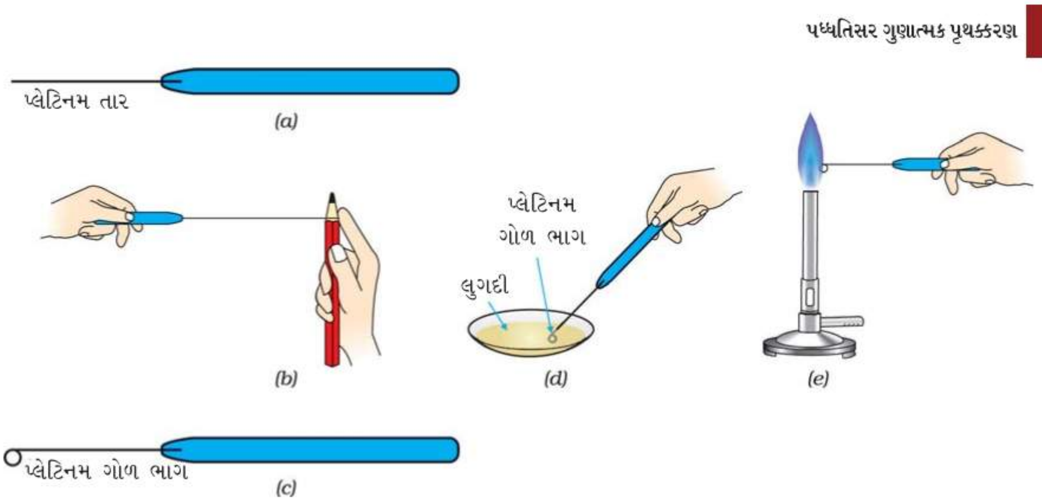
(ii) તારના ગોળ ભાગને સાંદ્ર હાઈડ્રોક્લોરિક ઍસિડમાં ડુબાડીને સાફ કરો અને તેને જ્યોતિહીન જ્યોતમાં ધરી રાખો (આકૃતિ 7.3).

(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 ટીપા 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 ત્યારબાદ 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+}
ઇંટ 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.

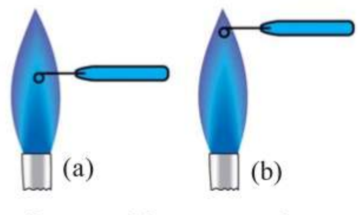
(i) આ કસોટી કરવા માટે પ્લેટિનમ તારના એક છેડે ગોળ ભાગ બનાવો અને તેને લાલ ચોળ ગરમ થાય, ત્યાં સુધી જ્યોતમાં ગરમ કરો.

(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) રિડકશનકર્તા જ્યોતમાં ગરમ કરવાની પ્રક્રિયા
(b) ઑક્સિડેશનકર્તા જ્યોતમાં ગરમ કરવાની પ્રક્રિયા

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

$Na_2B_4O_7 \cdot 10\,H_2O \rightarrow Na_2B_4O_7 + 10H_2O$
બોરેક્સ

$Na_2B_4O_7 \rightarrow 2NaBO_2 + B_2O_3$
સોડિયમ મેટાબોરેટ   બોરિક એનહાઈડ્રાઈડ

ધાતુક્ષારની બોરિક એનહાઈડ્રાઈડ સાથેની પ્રક્રિયાથી ધાતુના મેટાબોરેટ બને છે, જે ઓક્સિડેશનકર્તા અને રિડક્શનકર્તા જ્યોતમાં જુદા જુદા રંગો આપે છે. દા.ત., કોપર 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.

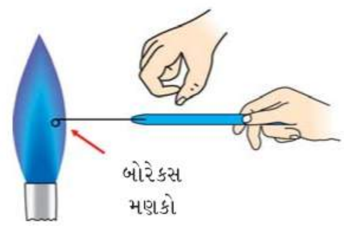
$$2Cu(BO_2)_2 + 2NaBO_2 + C \xrightarrow{\text{જ્યોતિમય જ્યોત}} 2CuBO_2 + Na_2B_4O_7 + CO$$

અથવા

(ii) કોપર મેટાબોરેટ ધાત્વીય કોપરમાં 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

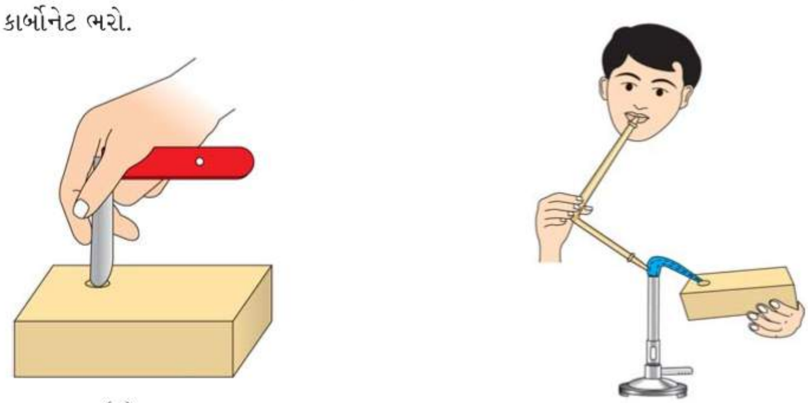
ઑક્સિડેશનકર્તા (જ્યોતિહીન) જ્યોતમાં ગરમ કરવાથી		રિડક્શનકર્તા (જ્યોતિમય) જ્યોતમાં ગરમ કરવાથી		અનુમાન
ક્ષારના મણકાનો રંગ		ક્ષારના મણકાનો રંગ		
ઠંડો હોય ત્યારે	ગરમ હોય ત્યારે	ઠંડો હોય ત્યારે	ગરમ હોય ત્યારે	
વાદળી	લીલો	લાલ અપારદર્શક	રંગવિહીન	Cu^{2+}
લાલાશ પડતો કથ્થાઈ	જાંબલી	રાખોડી	રાખોડી	Ni^{2+}
આછો જાંબલી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

5. કોલસા પોલાણ કસોટી

જ્યારે ધાત્વીય કાર્બોનેટને કોલસાના પોલાણમાં ગરમ કરવામાં આવે છે, ત્યારે તે વિઘટન પામી અનુવર્તી ઑકસાઈડ આપે છે. આ ઑકસાઈડ પોલાણમાં રંગીન અવશેષ તરીકે જોવા મળે છે. કેટલીકવાર ઑકસાઈડ કોલસાના પોલાણના કાર્બન દ્વારા ધાતુમાં રિડકશન પામી શકે છે. આ કસોટીને નીચે દર્શાવ્યા મુજબ કરી શકાય છે.

(i) કોલસાના ચોસલામાં કોલસા વેધક વડે નાનું પોલાણ બનાવો. વધુ દબાણ લગાવવું નહિ, નહિ તો તે તૂટી જશે [આકૃતિ 7.6 (a)].

(ii) આ પોલાણમાં આશરે 0.2 g ક્ષાર અને આશરે 0.5 g નિર્જળ સોડિયમ કાર્બોનેટ ભરો.



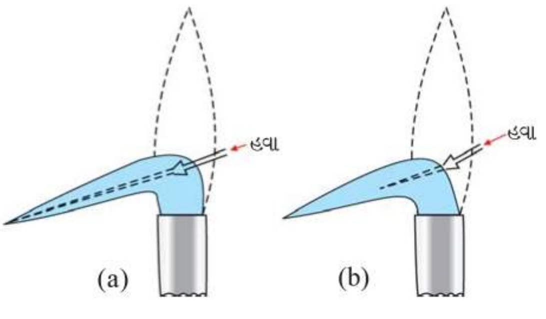
(a) (b)

આકૃતિ 7.6 : (a) કોલસામાં પોલાણ બનાવવું (b) પોલાણમાં ક્ષારને ગરમ કરવું

(iii) પોલાણમાં રહેલા ક્ષારને પાણીના એક કે બે ટીપાં વડે ભીંજવો, નહિ તો ક્ષાર / મિશ્રણ દૂર ફૂંકાઈ જશે.

(iv) ક્ષારને ફૂંકણી (blowpipe)ની મદદથી જ્યોતિમય (રિડકશનકર્તા) જ્યોતમાં ગરમ કરો અને પોલાણમાં રચાતા ઑકસાઈડ / ધાત્વીય મણકાના રંગનું જ્યારે તે ગરમ અને ઠંડો હોય ત્યારે એમ બંને સ્થિતિમાં તેનું અવલોકન કરો [આકૃતિ 7.6 (b)]. આકૃતિ 7.7 (a) અને (b) માં દર્શાવ્યા મુજબ ઑકિસડેશનકર્તા અને રિડકશનકર્તા જ્યોત મેળવો.

(v) નવા ક્ષારની કસોટી માટે હંમેશા નવું પોલાણ બનાવવું.



(a) (b)

આકૃતિ 7.7 : ઑકિસડેશનકર્તા અને રિડકશનકર્તા જ્યોતની પ્રાપ્તિ
(a) ઑકિસડેશનકર્તા જ્યોત (b) રિડકશનકર્તા જ્યોત

નોંધ :
- ફૂંકણીના મોંઢિયાને જ્યોતના એકતૃતીયાંશ ભાગની અંદર રાખીને ઑકિસડેશનકર્તા જ્યોત મેળવો.
- ફૂંકણીના મોંઢિયાને જ્યોતની બહારની બાજુ રાખીને રિડકશનકર્તા જ્યોત મેળવો.

જ્યારે આ કસોટી $CuSO_4$ સાથે કરવામાં આવે છે, ત્યારે નીચે દર્શાવેલા ફેરફારો થાય છે :

$$CuSO_4 + Na_2CO_3 \xrightarrow{\text{ગરમી}} CuCO_3 + Na_2SO_4$$

$$CuCO_3 \xrightarrow{\text{ગરમી}} CuO + CO_2$$

$$CuO + C \xrightarrow{\text{ગરમી}} \underset{\text{લાલ રંગ}}{Cu} + CO$$

$ZnSO_4$ ના કિસ્સામાં :

$$ZnSO_4 + Na_2CO_3 \xrightarrow{\text{ગરમી}} ZnCO_3 + Na_2SO_4$$

$$ZnCO_3 \xrightarrow{\text{ગરમી}} ZnO + CO_2$$

ગરમ હોય ત્યારે પીળો

ઠંડો હોય ત્યારે સફેદ

ધાતુ આયનનું અનુમાન કોષ્ટક 7.10 ના આધારે કરી શકાય છે.

કોષ્ટક 7.10 કોલસા પોલાણ કસોટીના આધારે અનુમાન

અવલોકન	અનુમાન
ગરમ હોય ત્યારે પીળા અવશેષ અને ઠંડું હોય ત્યારે રાખોડી ધાતુ	Pb^{2+}
લસણની વાસ વાળા સફેદ અવશેષ	As^{3+}
કથ્થાઈ અવશેષ	Cd^{2+}
ગરમ હોય ત્યારે પીળા અવશેષ અને ઠંડા હોય ત્યારે સફેદ અવશેષ	Zn^{2+}

6. કોબાલ્ટ નાઈટ્રેટ કસોટી

જો કોલસાના પોલાણમાં રહેલો અવશેષ સફેદ હોય, તો કોબાલ્ટ નાઈટ્રેટ કસોટી કરવામાં આવે છે.

(i) અવશેષ પર કોબાલ્ટ નાઈટ્રેટ દ્રાવણના બે કે ત્રણ ટીપાં મૂકો.

(ii) આ અવશેષને ફૂંકણીની મદદથી જ્યોતિહીન જ્યોતમાં ગરમ કરો અને અવશેષના રંગનું અવલોકન કરો.

ગરમ કરવાથી કોબાલ્ટ નાઈટ્રેટ, કોબાલ્ટ (II) ઑક્સાઈડમાં વિઘટન પામે છે, જે પોલાણમાં રહેલા ધાતુ ઑક્સાઈડ સાથે લાક્ષણિક રંગ આપે છે.

આમ, ZnO, Al_2O_3 અને MgO સાથે નીચે દર્શાવ્યા મુજબની પ્રક્રિયાઓ થાય છે.

$$2Co(NO_3)_2 \xrightarrow{\text{ગરમી}} 2CoO + 4NO_2 + O_2$$

$$CoO + ZnO \rightarrow \underset{\text{લીલો રંગ}}{CoO.ZnO}$$

$$CoO + MgO \rightarrow \underset{\text{ગુલાબી રંગ}}{CoO.MgO}$$

$$CoO + Al_2O_3 \rightarrow \underset{\text{વાદળી રંગ}}{CoO.Al_2O_3}$$

સોપાન - II : ધનાયનોની પરખ માટે ભીની કસોટીઓ

ઉપર દર્શાવેલી પ્રાથમિક કસોટીઓ જે ધનાયનની હાજરીનું સૂચન કરે છે તેઓને નીચે દર્શાવેલી પધ્ધતિસરની પૃથક્કરણ પધ્ધતિ દ્વારા નિશ્ચિત કરવામાં આવે છે.

આ માટે સૌ પ્રથમ આવશ્યક સોપાન ક્ષારનું ચોખ્ખું અને પારદર્શક દ્રાવણ બનાવવાનું છે. તેને મૂળ દ્રાવણ કહેવામાં આવે છે. તેને નીચે દર્શાવ્યા મુજબ બનાવી શકાય છે.

મૂળ દ્રાવણની બનાવટ (મૂ.દ્રા)

મૂળ દ્રાવણને બનાવવા માટે નીચે દર્શાવેલા સોપાનને પધ્ધતિસરના ક્રમમાં એક પછી એક અનુસરવામાં આવે છે. જો ક્ષાર કોઈ ચોક્કસ દ્રાવકમાં ગરમી આપવા છતાં પણ દ્રાવ્ય ન થાય, તો બીજા દ્રાવક વડે પ્રયત્ન કરો.

નીચે દર્શાવેલા દ્રાવકો માટે પ્રયત્ન કરવામાં આવે છે :

1. સ્વચ્છ કસનળીમાં ક્ષારનો થોડો જથ્થો લો અને તેમાં થોડા mL નિસ્યંદિત પાણી ઉમેરી તેને હલાવો. જો ક્ષાર દ્રાવ્ય ન થાય તો, કસનળીમાં રહેલો ક્ષાર સંપૂર્ણપણે દ્રાવ્ય થાય, ત્યાં સુધી કસનળીને ગરમ કરો.
2. ઉપર દર્શાવ્યા મુજબ ક્ષાર જો પાણીમાં અદ્રાવ્ય રહે તો, અન્ય સ્વચ્છ કસનળીમાં ફરીથી ક્ષારને લો અને મંદ HCl ના થોડા mL તેમાં ઉમેરો. જો ક્ષાર ઠંડામાં અદ્રાવ્ય રહે તો, કસનળીને ક્ષાર સંપૂર્ણપણે દ્રાવ્ય થાય ત્યાં સુધી ગરમ કરો.
3. જો ક્ષાર પાણી અથવા મંદ HCl માં ગરમ કરવા છતાં દ્રાવ્ય ન થતો હોય, તો તેને સાંદ્ર HCl ના થોડા mL સાથે ગરમ કરી દ્રાવ્ય કરવાનો પ્રયત્ન કરો.
4. જો ક્ષાર સાંદ્ર HCl માં દ્રાવ્ય ન થાય તો તેને મંદ નાઈટ્રિક ઍસિડમાં દ્રાવ્ય કરો.
5. જો ક્ષાર નાઈટ્રિક ઍસિડમાં પણ દ્રાવ્ય ન થાય તો, સાંદ્ર HCl અને સાંદ્ર HNO_3 ના 3 : 1 પ્રમાણના મિશ્રણનો પ્રયત્ન કરવામાં આવે છે. આ મિશ્રણને એકવારીજીઆ (અમ્લરાજ) કહે છે. જે ક્ષાર એકવારીજીઆમાં દ્રાવ્ય થતો નથી તેને અદ્રાવ્ય ક્ષાર તરીકે ગણવામાં આવે છે.

સમૂહ પૃથક્કરણ

(I) શૂન્ય સમૂહ ધનાયનનું (NH_4^+ આયન) પૃથક્કરણ

(a) કસનળીમાં 0.1 g ક્ષાર લો અને તેમાં 1-2 mL NaOH નું દ્રાવણ ઉમેરી ગરમ કરો. જો એમોનિયાની વાસ આવે, તો તે એમોનિયમ આયનની હાજરી સૂચવે છે. હાઇડ્રૉક્લોરિક ઍસિડમાં બોળેલા કાચના સળિયાને કસનળીના મુખ આગળ લાવો. સફેદ ધુમાડો જોવા મળે છે.

(b) આ વાયુને નેસ્લર પ્રક્રિયકમાં પસાર કરો. કથ્થાઈ રંગના અવક્ષેપ પ્રાપ્ત થાય છે.

NH_4^+ આયનની નિર્ણાયક કસોટીઓનું રસાયણવિજ્ઞાન

(a) એમોનિયમ ક્ષારની સોડિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડ સાથેની પ્રક્રિયાથી એમોનિયા વાયુ ઉત્પન્ન થાય છે. તે હાઇડ્રૉક્લોરિક ઍસિડ સાથે પ્રક્રિયા કરી, એમોનિયમ ક્લોરાઈડ બનાવે છે, જે ઘટ્ટ સફેદ ધૂમાડા તરીકે જોવા મળે છે.

$$(NH_4)_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + 2NH_3 + 2H_2O$$

$$NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl$$

આ વાયુને નેસ્લર પ્રક્રિયકમાં પસાર કરતાં દ્રાવણ કથ્થાઈ રંગનું અથવા બેઝિક મરક્યુરી (II) એમિડો - આયોડિનના અવક્ષેપ બને છે.

મરક્યુરી ક્ષાર

$$2K_2HgI_4 + NH_3 + 3KOH \rightarrow HgO.Hg(NH_2)I + 7KI + 2H_2O$$

બેઝિક મરક્યુરી (II)
એમિડો-આયોડિન
(કથ્થાઈ અવક્ષેપ)

સમૂહો I - VI માં રહેલા ધનાયનના પૃથક્કરણ માટે, નીચે દર્શાવેલા ક્રમદર્શી રેખાચિત્રમાં (Flow chart) સૂચવ્યા મુજબની યોજના અનુસાર સમૂહ પ્રક્રિયકોની (જૂઓ કોષ્ટક 7.11) મદદથી મૂળ દ્રાવણમાંથી ધનાયનોને અવક્ષેપિત કરવામાં આવે છે.

બધા છ સમૂહોનું અલગીકરણ નીચે રજૂ કર્યું છે.

ક્રમદર્શી રેખાચિત્ર (Flow Chart)*

મૂળ દ્રાવણ

↓ મંદ HCl

- અવક્ષેપ, સમૂહ I (Pb^{2+}) ક્લોરાઈડ તરીકે
- જો અવક્ષેપ ન મળે તો H_2S વાયુ પસાર કરો ↓
  - અવક્ષેપ, સમૂહ II (Pb^{2+}, Cu^{2+}, As^{3+}) સલ્ફાઈડ તરીકે
  - જો અવક્ષેપ ન મળે તો, મૂળ દ્રાવણ લો. મૂળદ્રાવણને સાંદ્ર HNO_3 સાથે ગરમ કરો, ઠંડુ પાડો અને ઘન $NH_4Cl + NH_4OH$ નું દ્રાવણ (વધુ પ્રમાણમાં) ઉમેરો.
    - અવક્ષેપ, સમૂહ III (Fe^{3+}, Al^{3+}) હાઈડ્રૉક્સાઈડ તરીકે
    - જો અવક્ષેપ ન મળે તો H_2S વાયુ પસાર કરો
      - અવક્ષેપ, સમૂહ IV (Co^{2+}, Ni^{2+}, Mn^{2+}, Zn^{2+}) સલ્ફાઈડ તરીકે
      - જો અવક્ષેપ ન મળે તો, મૂળ દ્રાવણ લો. NH_4OH અને ઘન $(NH_4)_2CO_3$ ઉમેરો
        - અવક્ષેપ, સમૂહ V (Ba^{2+}, Sr^{2+}, Ca^{2+}) કાર્બોનેટ તરીકે
        - જો અવક્ષેપ ન મળે તો, સમૂહ VI ની કસોટી માટે, મૂળ દ્રાવણ લો. Mg^{2+}

* આ ક્રમદર્શી રેખાચિત્ર માત્ર એક ધનાયની પરખ માટે છે.
એક કરતાં વધુ ધનાયનની પરખ માટે તેમાં સુધારો જરૂરી બને છે.

કોષ્ટક 7.11: આયનોના અવક્ષેપન માટે સમૂહ પ્રક્રિયકો

સમૂહ	ધનાયન*	સમૂહ પ્રક્રિયક
સમૂહ શૂન્ય	NH_4^+	કોઈ નહિ
સમૂહ - I	Pb^{2+}	મંદ HCl
સમૂહ - II	Pb^{2+} , Cu^{2+}, As^{3+}	મંદ HCl ની હાજરીમાં H_2S વાયુ
સમૂહ - III	Al^{3+} , Fe^{3+}	NH_4Cl ની હાજરીમાં NH_4OH
સમૂહ - IV	Co^{2+}, Ni^{2+}, Mn^{2+} , Zn^{2+}	NH_4OH ની હાજરીમાં H_2S વાયુ
સમૂહ -V	Ba^{2+}, Sr^{2+} , Ca^{2+}	NH_4OH ની હાજરીમાં $(NH_4)_2\ CO_3$
સમૂહ -VI	Mg^{2+}	કોઈ નહિ

(II) સમૂહ - I ના ધનાયનોનું પૃથક્કરણ

કસનળીમાં થોડા પ્રમાણમાં મૂળ દ્રાવણ (જો ગરમ સાંદ્ર HCl માં બનાવેલું હોય તો) લો અને તેમાં ઠંડું પાણી ઉમેરો. આ કસનળીને પાણીના નળ નીચે ઠંડું કરો. જો સફેદ અવક્ષેપ જોવા મળે, તો તે સમૂહ - I ના Pb^{2+} આયનની હાજરી સૂચવે છે. અન્ય રીતમાં જો મૂળ દ્રાવણ પાણીમાં બનાવેલુ હોય અને તેમાં મંદ HCl ઉમેરવામાં આવતાં સફેદ અવક્ષેપ જોવા મળે, તો તે પણ Pb^{2+} ની હાજરી સૂચવે છે. તેની નિર્ણાયક કસોટીઓ નીચે કોષ્ટક 7.12 માં વર્ણવી છે.

કોષ્ટક 7.12 : સમૂહ - I ના ધનાયન (Pb^{2+}) ની નિર્ણાયક કસોટીઓ

પ્રયોગ	અવલોકન
અવક્ષેપને ગરમ પાણીમાં દ્રાવ્ય કરો અને આ ગરમ દ્રાવણને ત્રણ ભાગમાં વહેંચો.	
1. પહેલા ભાગમાં પોટેશિયમ આયોડાઈડનું દ્રાવણ ઉમેરો.	પીળા અવક્ષેપ મળે છે.
2. બીજા ભાગમાં પોટેશિયમ ક્રોમેટનું દ્રાવણ ઉમેરો.	પીળા અવક્ષેપ મળે છે, જે NaOH માં દ્રાવ્ય અને એમોનિયમ એસિટેટના દ્રાવણમાં અદ્રાવ્ય હોય છે.
3. ગરમ દ્રાવણના ત્રીજા ભાગમાં આલ્કોહૉલના થોડા ટીંપા અને મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ ઉમેરો.	સફેદ અવક્ષેપ મળે છે, જે એમોનિયમ એસિટેટ દ્રાવણમાં દ્રાવ્ય થાય છે.

Pb^{2+} આયનની નિર્ણાયક કસોટીનું રસાયણવિજ્ઞાન

પ્રથમ સમૂહમાં લેડ, લેડ ક્લોરાઈડ તરીકે અવક્ષેપિત થાય છે. આ અવક્ષેપ ગરમ પાણીમાં દ્રાવ્ય થાય છે.

1. પોટેશિયમ આયોડાઈડનું (KI) દ્રાવણ ઉમેરવાથી લેડ આયોડાઈડના પીળા અવક્ષેપ મળે છે. જે Pb^{2+} આયનની હાજરી નિશ્ચિત કરે છે.

$$\underset{\text{(ગરમ દ્રાવણ)}}{PbCl_2} + 2KI \rightarrow \underset{\text{પીળા અવક્ષેપ}}{PbI_2} + 2KCl$$

* અહીંયા, જે ધનાયનો અભ્યાસક્રમમાં છે તે જ આપ્યા છે.

આ પીળા અવક્ષેપ (PbI_2) ઉકળતા પાણીમાં દ્રાવ્ય થાય છે અને ઠંડા પાડતાં ચળકતા સ્ફટિક સ્વરૂપે પુનઃ પ્રાપ્ત થાય છે.

2. પોટેશિયમ ક્રોમેટનું (K_2CrO_4) દ્રાવણ ઉમેરવાથી લેડ ક્રોમેટના પીળા અવક્ષેપ મળે છે, જે Pb^{2+} આયનની હાજરી નિશ્ચિત કરે છે.

$$\underset{\text{(ગરમ દ્રાવણ)}}{PbCl_2} + K_2CrO_4 \rightarrow \underset{\substack{\text{લેડ ક્રોમેટ} \\ \text{(પીળા અવક્ષેપ)}}}{PbCrO_4} + 2KCl$$

આ પીળા અવક્ષેપ ($PbCrO_4$) ગરમ NaOHના દ્રાવણમાં દ્રાવ્ય હોય છે.

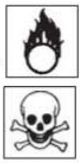
$$PbCrO_4 + 4NaOH \rightleftharpoons \underset{\substack{\text{સોડિયમ ટેટ્રા -} \\ \text{હાઈડ્રૉક્સોપ્લમ્બેટ(II)}}}{Na_2[Pb(OH)_4]} + Na_2CrO_4$$

3. આલ્કોહૉલ અને ત્યારબાદ મંદ H_2SO_4 ઉમેરવાથી, લેડ સલ્ફેટના ($PbSO_4$) સફેદ અવક્ષેપ બને છે.

$$PbCl_2 + H_2SO_4 \rightarrow \underset{\substack{\text{લેડ સલ્ફેટ} \\ \text{(સફેદ અવક્ષેપ)}}}{PbSO_4} + 2HCl$$

લેડ સલ્ફેટ, એમોનિયમ એસિટેટ દ્રાવણમાં દ્રાવ્ય છે, કારણ કે તેઓની વચ્ચે પ્રક્રિયા થઈ ટેટ્રાએસિટોપ્લમ્બેટ(II) આયન બને છે. એસિટિક ઍસિડના થોડા ટીપાં ઉમેરવાથી પ્રક્રિયા સરળતાથી આગળ વધી શકે છે.

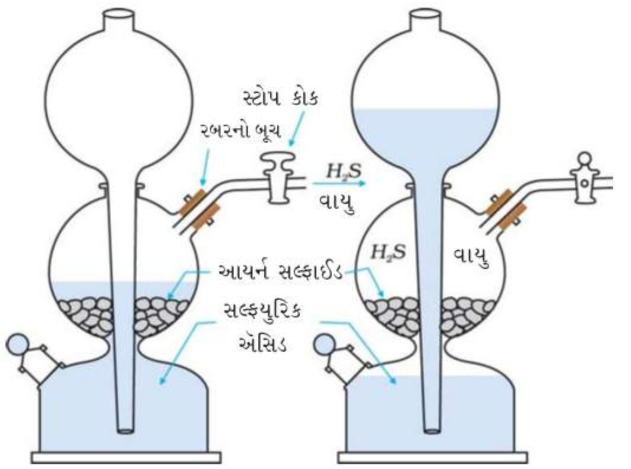
હાઈડ્રોજન સલ્ફાઈડ



$$PbSO_4 + 4CH_3COONH_4 \rightarrow \underset{\substack{\text{એમોનિયમ} \\ \text{ટેટ્રાએસિટોપ્લમ્બેટ (II)}}}{(NH_4)_2\,[Pb(CH_3COO)_4]} + (NH_4)_2\,SO_4$$

(III) સમૂહ - II ના ધનાયનોનું પૃથક્કરણ

જો સમૂહ - I ગેરહાજર હોય, તો તે જ કસનળીમાં વધુ પાણી ઉમેરો. દ્રાવણને સહેજ ગરમ કરો અને તેમાં 1-2 મિનિટ માટે H_2S વાયુ પસાર કરો (આકૃતિ 7.8). કસનળીને હલાવો. જો અવક્ષેપ જોવા મળે, તો તે સમૂહ - II ના ધનાયનોની હાજરી સૂચવે છે. હવે તે દ્રાવણમાં વધુ H_2S વાયુ પસાર કરો, જેથી સંપૂર્ણ અવક્ષેપન થાય. આ અવક્ષેપને અલગ તારવી લો. જો અવક્ષેપ કાળા રંગના હોય, તો તે Cu^{2+} અથવા Pb^{2+} આયનોની હાજરી સૂચવે છે. જો અવક્ષેપ પીળા રંગના હોય તો તે As^{3+} ની હાજરી સૂચવે છે.



આકૃતિ 7.8 : H_2S વાયુ બનાવવા માટે કિપનું ઉપકરણ

સમૂહ - II ના અવક્ષેપને કસનળીમાં લો અને તેમાં વધુ પ્રમાણમાં પીળા એમોનિયમ સલ્ફાઈડના દ્રાવણને ઉમેરો. કસનળીને હલાવો. જો અવક્ષેપ અદ્રાવ્ય રહે, તો **સમૂહ II - A (કોપર સમૂહ)** હાજર છે. જો અવક્ષેપ દ્રાવ્ય થાય, તો તે **સમૂહ II - B ની (આર્સેનિક સમૂહ)** હાજરી સૂચવે છે.

સમૂહ II-A અને સમૂહ II-B ની નિર્ણાયક કસોટીઓ કોષ્ટક 7.13માં આપેલી છે.

કોષ્ટક 7.13 : સમૂહ II-A અને સમૂહ II-B ના ધનાયનોની નિર્ણાયક કસોટીઓ

<table>
<tr><td colspan="2">સમૂહ II-A ના (Pb^{2+} , Cu^{2+}) કાળા અવક્ષેપ મળે છે, જે પીળા એમોનિયમ સલ્ફાઈડમાં અદ્રાવ્ય હોય છે.</td><td>જો પીળા અવક્ષેપ મળે અને તે પીળા એમોનિયમ સલ્ફાઈડના દ્રાવણમાં દ્રાવ્ય હોય, તો As^{3+} આયન હાજર હોય.</td></tr>
<tr><td colspan="2">સમૂહ II-A ના અવક્ષેપને મંદ નાઈટ્રિક ઍસિડ સાથે ઉકાળો અને તેમાં આલ્કોહૉલના થોડા ટીપાં અને મંદ H_2SO_4 ઉમેરો.</td><td rowspan="2">આ દ્રાવણને મંદ HCl વડે ઍસિડિક બનાવો. તેથી પીળા અવક્ષેપ મળે છે. અવક્ષેપને સાંદ્ર નાઈટ્રિક ઍસિડ સાથે ગરમ કરો અને તેમાં એમોનિયમ મોલિબ્ડેટનું દ્રાવણ ઉમેરો. તેથી આછા પીળા રંગના અવક્ષેપ ઉત્પન્ન થાય છે.</td></tr>
<tr><td>સફેદ અવક્ષેપ Pb^{2+} આયનની હાજરી નિશ્ચિત કરે છે. અવક્ષેપને એમોનિયમ એસિટેટના દ્રાવણમાં દ્રાવ્ય કરો. આ દ્રાવણને એસિટિક ઍસિડ વડે ઍસિડિક કરી તેને બે ભાગમાં વહેંચો :
(i) પહેલા ભાગમાં પોટેશિયમ ક્રોમેટનું દ્રાવણ ઉમેરો, પીળા અવક્ષેપ ઉત્પન્ન થાય છે.
(ii) બીજા ભાગમાં પોટેશિયમ આયોડાઈડનું દ્રાવણ ઉમેરો પીળા અવક્ષેપ ઉત્પન્ન થાય છે.</td><td>જો અવક્ષેપ ન મળે, તો વધુ પ્રમાણમાં એમોનિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડનું દ્રાવણ ઉમેરો. વાદળી રંગનું દ્રાવણ મળે છે. તેને એસિટિક ઍસિડ વડે ઍસિડિક કરો અને પોટેશિયમ ફેરોસાયનાઇડનું દ્રાવણ ઉમેરો. અહીં કથ્થાઈ ચોકલેટ રંગના અવક્ષેપ મળે છે.</td></tr>
</table>

સમૂહ - II A (કૉપર સમૂહ)

સમૂહ - II Aના ધનાયનોની નિર્ણાયક કસોટીનું રસાયણવિજ્ઞાન

1. લેડ આયનની (Pb^{2+}) કસોટી

આલ્કોહૉલ

લેડ સલ્ફાઈડના અવક્ષેપ મંદ HNO_3માં દ્રાવ્ય થાય છે. આ દ્રાવણમાં મંદ H_2SO_4 અને આલ્કોહૉલના થોડા ટીંપા ઉમેરતાં લેડ સલ્ફેટના સફેદ અવક્ષેપ મળે છે. તે લેડ આયનની હાજરી સૂચવે છે.

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

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

આ સફેદ અવક્ષેપને એમોનિયમ એસિટેટના દ્રાવણમાં ઉકાળતા ઓગળે છે. જ્યારે આ દ્રાવણને એસિટિક ઍસિડ વડે ઍસિડિક બનાવીને તેમાં પોટેશિયમ ક્રોમેટનું દ્રાવણ ઉમેરતાં $PbCrO_4$ ના પીળા અવક્ષેપ મળે છે. જો પોટેશિયમ આયોડાઈડનું દ્રાવણ ઉમેરવામાં આવે, તો લેડ આયોડાઈડના પીળા અવક્ષેપ મળે છે.

$$PbSO_4 + 4CH_3COONH_4 \rightarrow (NH_4)_2[Pb(CH_3COO)_4] + (NH_4)_2SO_4$$

$$(NH_4)_2\ [Pb(CH_3COO)_4] + K_2CrO_4 \rightarrow PbCrO_4 + 2CH_3COOK + 2(NH_4)_2SO_4$$

એમોનિયમ ટેટ્રાએસિટોપ્લમ્બેટ (II) — પીળા અવક્ષેપ

2. કોપર આયનની (Cu^{2+}) કસોટી

(a) કૉપર સલ્ફાઈડ, નાઈટ્રિક ઍસિડમાં દ્રાવ્ય થાય છે કારણ કે તેમની વચ્ચે પ્રક્રિયા થઈ કૉપર નાઈટ્રેટ બને છે.

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

પ્રક્રિયા મિશ્રણને લાંબો સમય ગરમ કરવાથી સલ્ફરનું સલ્ફેટમાં ઑક્સિડેશન થાય છે અને કૉપર સલ્ફેટ બને છે. જે દ્રાવણને વાદળી રંગનું બનાવે છે. થોડા જથ્થામાં ઉમેરેલા NH_4OH બેઝિક કૉપર સલ્ફેટના અવક્ષેપ ઉત્પન્ન કરે છે. જે વધુ એમોનિયમ હાઇડ્રૉક્સાઈડમાં ટેટ્રાએમાઈન કૉપર (II) સંકીર્ણ બનવાના કારણે દ્રાવ્ય થાય છે.

$$S + 2HNO_3 \rightarrow H_2SO_4 + 2NO$$

$$2Cu^{2+} + SO_4^{2-} + 2NH_3 + 2H_2O \rightarrow Cu(OH)_2.CuSO_4 + 2NH_4^+$$

$$Cu(OH)_2.CuSO_4 + 8NH_3 \rightarrow 2\,[Cu(NH_3)_4]SO_4 + 2OH^- + SO_4^{2-}$$

ટેટ્રાએમાઈન કૉપર (II)

સલ્ફેટ (ઘેરો વાદળી)

(b) આ વાદળી દ્રાવણને એસિટિક ઍસિડ વડે ઍસિડિક કરી તેમાં પોટેશિયમ ફેરોસાયનાઈડનું $[K_4Fe(CN)_6]$ દ્રાવણ ઉમેરતાં કોપર ફેરોસાયનાઈડ $Cu_2\,[Fe(CN)_6]$ બનવાના કારણે દ્રાવણ ચોકલેટ રંગનું બને છે.

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

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

પોટેશિયમ હેક્ઝાસાયનોફેરેટ(II) — કૉપર હેક્ઝાસાયનોફેરેટ(II)

(ચોકલેટ કથ્થાઈ અવક્ષેપ)

સમૂહ - II B (આર્સેનિક સમૂહ)

જો સમૂહ – II ના અવક્ષેપ પીળા એમોનિયમ સલ્ફાઈડમાં દ્રાવ્ય થાય અને દ્રાવણ પીળા રંગનું રહે, તો તે As^{3+} આયનની હાજરી સૂચવે છે. As_2S_3 ના વિયોજનથી એમોનિયમ થાયોઆર્સેનાઈડ બને છે. જે મંદ HCl સાથે વિઘટન પામી આર્સેનિક (V) સલ્ફાઈડના પીળા અવક્ષેપ બનાવે છે. આ અવક્ષેપને સાંદ્ર નાઈટ્રિક ઍસિડ સાથે ગરમ કરવાથી બનતા આર્સેનિક ઍસિડના કારણે તે દ્રાવ્ય થાય છે. આ પ્રક્રિયા મિશ્રણમાં એમોનિયમ મોલિબ્ડેટનું દ્રાવણ ઉમેરતાં આછા પીળા રંગના અવક્ષેપ મળે છે. આ As^{3+} આયનની હાજરી નિશ્ચિત કરે છે.

$$As_2S_3 + 3\,(NH_4)_2S_2 \rightarrow 2\,(NH_4)_3AsS_4 + S$$

પીળો એમોનિયમ

સલ્ફાઈડ

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

$$3As_2S_5 + 10HNO_3 + 4H_2O \rightarrow 6H_3AsO_4 + 10NO + 15S$$

આર્સેનિક

ઍસિડ

$$H_3AsO_4 + 12(NH_4)_2MoO_4 + 21HNO_3 \rightarrow (NH_4)_3[As(Mo_3O_{10})_4] + 21NH_4NO_3 + 12H_2O$$

આર્સેનિક ઍસિડ   એમોનિયમ મોલિબ્ડેટ   એમોનિયમ આર્સિનોમોલિબ્ડેટ (પીળા અવક્ષેપ)

(IV) સમૂહ - III ના ધનાયનોનું પૃથક્કરણ

જો સમૂહ - II ગેરહાજર હોય, તો મૂળ દ્રાવણ લો અને તેમાં સાંદ્ર HNO_3ના 2-3 ટીંપા ઉમેરો, જેથી જો તેમાં Fe^{2+} હોય, તો તે Fe^{3+} માં ઑક્સિડેશન પામી શકે. આ દ્રાવણને થોડી મિનિટ માટે ગરમ કરો. દ્રાવણને ઠંડું પાડયા બાદ, તેમાં થોડા પ્રમાણમાં ઘન એમોનિયમ ક્લોરાઈડ (NH_4Cl) ઉમેરી, એમોનિયાની વાસ આવે, ત્યાં સુધી તેમાં વધુ પ્રમાણમાં એમોનિયમ હાઇડ્રૉક્સાઈડનું (NH_4OH) દ્રાવણ ઉમેરો. કસનળીને હલાવો. જો કથ્થાઈ અથવા સફેદ રંગના અવક્ષેપ મળે તો તે સમૂહ - III ના ધનાયનોની હાજરી સૂચવે છે. સમૂહ IIIના ધનાયનોની નિર્ણાયક કસોટીઓને કોષ્ટક 7.14માં સંક્ષિપ્ત રીતે દર્શાવેલ છે.

અવક્ષેપના રંગ અને તેની પ્રકૃતિનું અવલોકન કરો. શ્લેષીય (gelatinous) સફેદ અવક્ષેપ એલ્યુમિનિયમ આયન (Al^{3+}) ની હાજરીનું સૂચન કરે છે. જો અવક્ષેપ કથ્થાઈ રંગના હોય, તો તે ફેરિક આયનની (Fe^{3+}) હાજરી સૂચવે છે.

કોષ્ટક 7.14 : સમૂહ - III ના ધનાયનોની નિર્ણાયક કસોટીઓ

કથ્થાઈ અવક્ષેપ Fe^{3+}	સફેદ અવક્ષેપ Al^{3+}
અવક્ષેપને મંદ HClમાં દ્રાવ્ય કરો અને દ્રાવણના બે ભાગ પાડો. (a) પહેલા ભાગમાં પોટેશિયમ ફેરોસાયનાઈડ (પોટેશિયમ હેક્ઝાસાયનોફેરેટ(III))નું દ્રાવણ ઉમેરો. વાદળી અવક્ષેપ / રંગ જોવા મળે છે. (b) બીજા ભાગમાં પોટેશિયમ થાયોસાયનેટનું દ્રાવણ ઉમેરો. લોહી જેવો લાલ રંગ જોવા મળે છે.	અવક્ષેપને મંદ HClમાં દ્રાવ્ય કરો અને દ્રાવણના બે ભાગ પાડો. (a) પહેલા ભાગમાં સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઈડ ઉમેરો અને ગરમ કરો. સફેદ શ્લેષીય અવક્ષેપ વધુ સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઈડના દ્રાવણમાં દ્રાવ્ય થાય છે. (b) બીજા ભાગમાં સૌ પ્રથમ વાદળી લિટમસનું દ્રાવણ ઉમેરો અને કસનળીની દીવાલને અડકાડીને ટીપે ટીપે એમોનિયમ હાઇડ્રૉક્સાઈડનું દ્રાવણ ઉમેરો. તેથી રંગવિહીન દ્રાવણમાં વાદળી તરતું દ્રવ્ય જોવા મળે છે.

સમૂહ - III ના ધનાયનોની નિર્ણાયક કસોટીઓનું રસાયણવિજ્ઞાન

જ્યારે મૂળ દ્રાવણને સાંદ્ર નાઇટ્રિક ઍસિડ સાથે ગરમ કરવામાં આવે છે, ત્યારે તેમાં જો ફેરસ આયન હાજર હોય, તો તે ફેરિક આયનમાં ઑક્સિડેશન પામે છે.

$$2FeCl_2 + 2HCl + [O] \rightarrow 2FeCl_3 + H_2O$$

ત્રીજા સમૂહના ધનાયનો તેના હાઇડ્રૉક્સાઈડ તરીકે અવક્ષેપિત થાય છે. જે મંદ હાઇડ્રૉક્લોરિક ઍસિડમાં તેઓના અનુવર્તી ક્લોરાઈડ બનવાને કારણે દ્રાવ્ય થાય છે.

1. એલ્યુમિનિયમ આયનની (Al^{3+}) કસોટી

(a) જ્યારે એલ્યુમિનિયમ ક્લોરાઈડ ધરાવતાં દ્રાવણની પ્રક્રિયા સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઈડ સાથે કરવામાં

આવે છે, ત્યારે એલ્યુમિનિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડના સફેદ શ્લેષીય અવક્ષેપ બને છે. જે વધુ સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઈડના દ્રાવણમાં સોડિયમ એલ્યુમિનેટ બનવાના કારણે દ્રાવ્ય હોય છે.

$$AlCl_3 + 3NaOH \rightarrow Al(OH)_3 + 3NaCl$$

$$\underset{\text{સફેદ શ્લેષીય અવક્ષેપ}}{Al(OH)_3} + NaOH \rightarrow \underset{\text{સોડિયમ એલ્યુમિનેટ}}{NaAlO_2} + 2H_2O$$

(b) બીજી કસોટીમાં જ્યારે દ્રાવણમાં વાદળી લિટમસપત્ર નાંખવામાં આવે છે, ત્યારે દ્રાવણ ઍસિડિક હોવાથી તે લાલ રંગનું બને છે. તેમાં ટીપે ટીપે NH_4OH નું દ્રાવણ ઉમેરવાથી દ્રાવણ બેઝિક બને છે અને એલ્યુમિનિયમ હાઇડ્રૉક્સાઈડ અવક્ષેપિત થાય છે. એલ્યુમિનિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ દ્રાવણમાંથી વાદળી રંગનું શોષણ કરે છે અને 'લેક' નામનું અદ્રાવ્ય અધિશોષિત સંકીર્ણ બનાવે છે. આમ, રંગવિહીન દ્રાવણમાં વાદળી રંગનું તરતું દ્રવ્ય જોવા મળે છે. તેથી આ કસોટીને **લેક કસોટી** કહેવામાં આવે છે.

2. ફેરિક આયનની (Fe^{3+}) કસોટી

ફેરિક હાઇડ્રૉક્સાઈડના લાલાશ પડતા કથ્થાઈ અવક્ષેપ હાઇડ્રૉક્લોરિક ઍસિડમાં ઓગળે છે અને ફેરિક ક્લોરાઇડ બને છે.

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

(a) જ્યારે ફેરિક ક્લોરાઈડ ધરાવતા દ્રાવણની પોટેશિયમ ફેરોસાયનાઈડ દ્રાવણ સાથે પ્રક્રિયા કરવામાં આવે છે, ત્યારે વાદળી અવક્ષેપ / રંગ મળે છે. આ અવક્ષેપનો રંગ પ્રુસિયન બ્લુ (Prussian blue) હોય છે. તે ફેરિક ફેરોસાયનાઇડ છે. આ પ્રક્રિયા નીચે દર્શાવ્યા મુજબ થાય છે :

$$4FeCl_3 + \underset{\text{પોટેશિયમ ફેરોસાયનાઈડ}}{3K_4[Fe(CN)_6]} \rightarrow \underset{\text{પ્રુસિયન બ્લુ અવક્ષેપ}}{Fe_4[Fe(CN)_6]_3} + 12KCl$$

જો પોટેશિયમ હેકઝાસાયનોફેરેટ(II) ને (એટલે કે પોટેશિયમ ફેરોસાયનાઇડ) વધુ પ્રમાણમાં ઉમેરવામાં આવે, તો $KFe[Fe(CN)_6]$ સંયોજન નીપજ તરીકે બને છે. આ કલિલ દ્રાવણ (દ્રાવ્ય પ્રુસિયન બ્લુ) બનાવે છે અને તેનું ગાળણ કરી શકાતું નથી.

$$FeCl_3 + K_4[Fe(CN)_6] \rightarrow \underset{\text{(દ્રાવ્ય પ્રુસિઅન બ્લુ)}}{KFe[Fe(CN)_6]} + 3KCl$$

(b) દ્રાવણના બીજા ભાગમાં પોટેશિયમ થાયોસાયનેટ (પોટેશિયમ સલ્ફોસાયનાઇડ) ઉમેરો. લોહી જેવા લાલ રંગનું ઉત્પન્ન થવું Fe^{3+} આયનની હાજરી નિશ્ચિત કરે છે.

$$Fe^{3+} + SCN^- \rightarrow \underset{\text{લોહી જેવો લાલ રંગ}}{[Fe(SCN)]^{2+}}$$

(V) સમૂહ - IVના ધનાયનોનું પૃથક્કરણ

જો સમૂહ - III ગેરહાજર હોય, તો સમૂહ - III ના દ્રાવણમાં H_2S વાયુ થોડી મિનિટ માટે પસાર કરો. જો અવક્ષેપ (સફેદ, કાળા અથવા માંસવર્ણી) મળે, તો તે સમૂહ - IV ના ધનાયનોની

હાજરી સૂચવે છે. કોષ્ટક 7.15 સમૂહ-IVના ધનાયનોની નિર્ણાયક કસોટીઓને સંક્ષિપ્તમાં દર્શાવે છે.

કોષ્ટક 7.15 : સમૂહ-IVના ધનાયનોની નિર્ણાયક કસોટીઓ

સફેદ અવક્ષેપ (Zn^{2+})	માંસવર્ણી અવક્ષેપ (Mn^{2+})	કાળા અવક્ષેપ (Ni^{2+}, Co^{2+})
અવક્ષેપને મંદ HCl માં ઉકાળીને દ્રાવ્ય કરો. આ દ્રાવણને બે ભાગમાં વહેંચો : (a) પહેલા ભાગમાં સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઈડનું દ્રાવણ ઉમેરો. બનતા સફેદ અવક્ષેપ વધુ સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઈડના દ્રાવણમાં દ્રાવ્ય થાય છે, જે Zn^{2+} આયનની હાજરી નિશ્ચિત કરે છે. (b) બીજા ભાગને એમોનિયમ હાઇડ્રૉક્સાઈડના દ્રાવણ વડે તટસ્થ કરો અને તેમાં પોટેશિયમ ફેરોસાયનાઇડનું દ્રાવણ ઉમેરો. વાદળી પડતાં સફેદ અવક્ષેપ ઉત્પન્ન થાય છે.	અવક્ષેપને મંદ HCl માં ઉકાળીને દ્રાવ્ય કરો. બાદમાં સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઈડના દ્રાવણને વધુ પ્રમાણમાં ઉમેરો. સફેદ અવક્ષેપ ઉત્પન્ન થાય છે, જેને રાખી મૂકવાથી કથ્થાઈ રંગમાં ફેરવાય છે.	અવક્ષેપને એકવારીજીયામાં દ્રાવ્ય કરો. દ્રાવણને શુષ્ક થાય ત્યાં સુધી, ગરમ કરો અને ઠંડુ પાડો. અવશેષને પાણીમાં દ્રાવ્ય કરો અને દ્રાવણને બે ભાગમાં વહેંચો. (a) દ્રાવણના પહેલા ભાગમાં દ્રાવણ બેઝિક થાય, ત્યાં સુધી એમોનિયમ હાઇડ્રૉક્સાઈડનું દ્રાવણ ઉમેરો. ડાય મિથાઈલ ગ્લાયોક્ઝાઈમના થોડા ટીપાં ઉમેરો અને કસનળીને હલાવો. ચળકતા લાલ અવક્ષેપનું બનવુ Ni^{2+} આયનની હાજરી નિશ્ચિત કરે છે. (b) બીજા ભાગને એમોનિયમ હાઇડ્રૉક્સાઈડના દ્રાવણ વડે તટસ્થ કરો. તેને એસિટિક ઍસિડ વડે ઍસિડિક બનાવો અને ઘન પોટેશિયમ નાઇટ્રાઈટ ઉમેરો. મળતા પીળા અવક્ષેપ Co^{2+} આયનની હાજરી નિશ્ચિત કરે છે.

સમૂહ - IV ના ધનાયનોની નિર્ણાયક કસોટીનું રસાયણવિજ્ઞાન

ચોથા સમૂહના ધનાયનો તેમના સલ્ફાઈડ તરીકે અવક્ષેપિત થાય છે. અવક્ષેપના રંગનું અવલોકન કરો. અવક્ષેપનો સફેદ રંગ ઝિંક આયનની હાજરી સૂચવે છે, માંસ જેવો (માસવર્ણી) રંગ મેંગેનીઝની હાજરી સૂચવે છે અને કાળો રંગ Ni^{2+} અથવા Co^{2+} ની હાજરી સૂચવે છે.

1. ઝિંક આયનની (Zn^{2+}) કસોટી

ઝિંક સલ્ફાઈડ હાઈડ્રૉક્લોરિક ઍસિડમાં દ્રાવ્ય થઈ ઝિંક ક્લોરાઈડ બનાવે છે.

$$ZnS + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2S$$

(a) દ્રાવણમાં સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઈડનું દ્રાવણ ઉમેરવાથી ઝિંક હાઈડ્રૉક્સાઈડના સફેદ અવક્ષેપ મળે છે, જે વધુ NaOH ના દ્રાવણમાં ગરમ કરવાથી દ્રાવ્ય થાય છે. તે Zn^{2+} આયનની હાજરી નિશ્ચિત કરે છે.

$$ZnCl_2 + 2NaOH \rightarrow Zn(OH)_2 + 2NaCl$$

$$Zn(OH)_2 + 2NaOH \rightarrow \underset{\text{સોડિયમ ઝિંકેટ}}{Na_2ZnO_2} + 2H_2O$$

(b) જ્યારે દ્રાવણને NH_4OH નાં દ્રાવણ વડે તટસ્થ કર્યા બાદ તેમાં પોટેશિયમ ફેરોસાયનાઈડ $K_4[Fe(CN)_6]$ નું દ્રાવણ ઉમેરવામાં આવે છે, ત્યારે ઝિંક ફેરોસાયનાઈડના સફેદ અથવા વાદળી પડતાં સફેદ અવક્ષેપ મળે છે.

$$2ZnCl_2 + K_4[Fe(CN)_6] \rightarrow \underset{\text{ઝિંક ફેરોસાયનાઈડ}}{Zn_2[Fe(CN)_6]} + 4KCl$$

2. મેંગેનીઝ આયનની (Mn^{2+}) કસોટી

મેંગેનીઝ સલ્ફાઈડના અવક્ષેપને મંદ HCl માં ઉકાળીને દ્રાવ્ય કરો. NaOH ના દ્રાવણને વધુ પ્રમાણમાં ઉમેરવાથી મેંગેનીઝ હાઈડ્રૉક્સાઈડના સફેદ અવક્ષેપ ઉત્પન્ન થાય છે, જે વાતાવરણીય ઑક્સિડેશન દ્વારા જળયુક્ત મેંગેનીઝ ડાયૉક્સાઈડમાં રૂપાંતર પામવાના કારણે કથ્થાઈ રંગના બને છે.

$$MnS + 2HCl \rightarrow MnCl_2 + H_2S$$

$$MnCl_2 + 2NaOH \rightarrow \underset{\text{(સફેદ અવક્ષેપ)}}{Mn(OH)_2} + 2NaCl$$

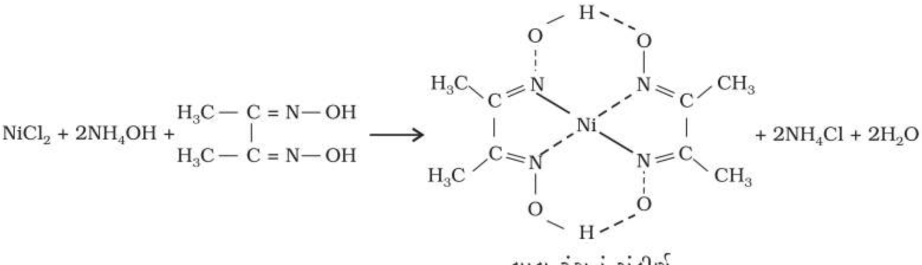
$$Mn(OH)_2 + [O] \rightarrow \underset{\text{જળયુક્ત મેંગેનીઝ ડાયૉક્સાઈડ (કથ્થાઈ રંગ)}}{MnO(OH)_2}$$

3. નિકલ આયનની (Ni^{2+}) કસોટી

નિકલ સલ્ફાઈડના કાળા અવક્ષેપ એક્વારીજીયામાં દ્રાવ્ય થાય છે અને નીચે જણાવેલી પ્રક્રિયા થાય છે :

$$3NiS + 2HNO_3 + 6HCl \rightarrow 3NiCl_2 + 2NO + 3S + 4H_2O$$

એક્વારીજીયા સાથે પ્રક્રિયા કર્યા બાદ નિકલ ક્લોરાઈડ મળે છે, જે પાણીમાં દ્રાવ્ય હોય છે. નિકલ ક્લોરાઈડના જલીય દ્રાવણને NH_4OH ઉમેરીને બેઝિક બનાવીને, તેમાં ડાયમિથાઈલ ગ્લાયોક્ઝાઈમ ઉમેરવામાં આવે, તો ચળકતા લાલ અવક્ષેપ મળે છે.



લાલ રંગનું સંકીર્ણ
(સંકીર્ણનું સ્થાયી સ્વરૂપ)

4. કોબાલ્ટ આયનની (Co^{2+}) કસોટી

નિકલ સલ્ફાઈડની જેમ કોબાલ્ટ સલ્ફાઈડ પણ એકવારીજીયામાં દ્રાવ્ય થાય છે. જ્યારે એકવારીજીયાની પ્રક્રિયા થયા બાદ મળતા અવશેષના જલીય દ્રાવણને એમોનિયમ હાઇડ્રૉક્સાઈડ વડે તટસ્થીકરણ કર્યાબાદ તેમાં પોટેશિયમ નાઇટ્રાઇટનું દ્રાવણ ઉમેરીને એસિટિક ઍસિડ વડે ઍસિડિક કરવામાં આવે, તો પોટેશિયમ હેક્ઝાનાઈટ્રાઈટોકોબાલ્ટેટ (III) નામના કોબાલ્ટના સંકીર્ણના પીળા અવક્ષેપ મળે છે.

$$CoS + HNO_3 + 3HCl \rightarrow CoCl_2 + NOCl + S + 2H_2O$$

$$CoCl_2 + 7KNO_2 + 2CH_3COOH \rightarrow K_3[Co(NO_2)_6] + 2KCl + 2CH_3COOK + NO + H_2O$$

પોટેશિયમ
હેક્ઝાનાઈટ્રાઈટોકોબાલ્ટેટ(III)
(પીળા અવક્ષેપ)

(VI) સમૂહ-Vના ધનાયનોનું પૃથક્કરણ

જો સમૂહ - IV ગેરહાજર હોય, તો મૂળ દ્રાવણ લો અને તેમાં થોડા પ્રમાણમાં ઘન NH_4Cl અને વધુ પ્રમાણમાં NH_4OH નું દ્રાવણ ઉમેર્યા બાદ ઘન એમોનિયમ કાર્બોનેટ $(NH_4)_2CO_3$ ઉમેરો. જો સફેદ અવક્ષેપ મળે, તો તે સમૂહ - V ના ધનાયનોની હાજરી સૂચવે છે.

સફેદ અવક્ષેપને મંદ એસિટિક ઍસિડ સાથે ઉકાળીને દ્રાવ્ય કરો અને દ્રાવણને Ba^{2+}, Sr^{2+} અને Ca^{2+} આયનોના પરીક્ષણ માટે ત્રણ ભાગમાં વહેંચો. **અવક્ષેપનો થોડો જથ્થો જ્યોત કસોટી માટે સાચવી રાખો.** નિર્ણાયક કસોટીઓને સંક્ષિપ્તમાં કોષ્ટક 7.16 માં દર્શાવવામાં આવી છે.

કોષ્ટક 7.16 : સમૂહ - V ના ધનાયનોની નિર્ણાયક કસોટી

અવક્ષેપને મંદ એસિટિક ઍસિડ સાથે ઉકાળીને દ્રાવ્ય કરો અને દ્રાવણને Ba^{2+}, Sr^{2+} અને Ca^{2+} આયનોના પરીક્ષણ માટે ત્રણ ભાગમાં વહેંચો		
Ba^{2+} આયન	Sr^{2+} આયન	Ca^{2+} આયન
(a) પહેલા ભાગમાં પોટેશિયમ ક્રોમેટનું દ્રાવણ ઉમેરો. પીળા અવક્ષેપ મળે છે. (b) સાચવી રાખેલા અવક્ષેપથી જ્યોત કસોટી કરો. ઘાસ જેવા લીલા રંગની જ્યોત મળે છે.	(a) જો બેરિયમ ગેરહાજર હોય, તો દ્રાવણનો બીજો ભાગ લો અને તેમાં એમોનિયમ સલ્ફેટનું દ્રાવણ ઉમેરો. દ્રાવણને ગરમ કરો અને કસનળીની અંદરની દીવાલોને કાચના સળિયા વડે ઘસો અને ઠંડુ કરો. સફેદ અવક્ષેપ મળે છે. (b) સાચવી રાખેલા અવક્ષેપથી જ્યોત કસોટી કરો. કિરમજી લાલ જ્યોત Sr^{2+} આયનની હાજરી નિશ્ચિત કરે છે.	(a) જો બેરિયમ અને સ્ટ્રૉન્શિયમ ગેરહાજર હોય, તો દ્રાવણનો ત્રીજો ભાગ લો. તેમાં એમોનિયમ ઑક્ઝેલેટ દ્રાવણ ઉમેરો અને બરાબર હલાવો. કેલ્શિયમ ઑક્ઝેલેટના સફેદ અવક્ષેપ મળે છે. (b) સાચવી રાખેલા અવક્ષેપથી જ્યોત કસોટી કરો. ઈંટ જેવા લાલરંગની જ્યોત મળે છે, જેને વાદળી કાચથી જોતાં લીલાશ પડતી પીળી જોવા મળે છે. આ Ca^{2+} આયનની હાજરી નિશ્ચિત કરે છે.

સમૂહ-Vના ધનાયનોની નિર્ણાયક કસોટીઓનું રસાયણવિજ્ઞાન

સમૂહ - Vના ધનાયનો તેમના કાર્બોનેટ તરીકે અવક્ષેપિત થાય છે, જે એસિટિક ઍસિડમાં તેમના અનુવર્તી એસિટેટ બનવાના કારણે દ્રાવ્ય થાય છે.

1. બેરિયમ આયનની (Ba^{2+}) કસોટી

(a) જ્યારે પાંચમા સમૂહના અવક્ષેપને એસિટિક ઍસિડમાં લઈને પોટેશિયમ ક્રોમેટના (K_2CrO_4) દ્રાવણ સાથે પ્રક્રિયા કરતાં, બેરિયમ ક્રોમેટના પીળા અવક્ષેપ મળે છે.

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

$$(CH_3COO)_2Ba + K_2CrO_4 \rightarrow \underset{\text{બેરિયમ ક્રોમેટ (પીળા અવક્ષેપ)}}{BaCrO_4} + 2CH_3COOK$$

(b) **જ્યોત કસોટી :** પ્લેટિનમનો તાર લો અને સાંદ્ર HCl માં ડુબાડો. તેને ત્યાં સુધી વધુ ગરમ કરો જ્યાં સુધી તે જ્યોતિહીન જ્યોતમાં રંગ આપવાનું બંધ કરી દે. હવે તારને સાંદ્ર HClમાં બનાવેલી અવક્ષેપની (સમૂહ-V) લુગદીમાં ડુબાડો. તેને જ્યોતમાં ગરમ કરો. ઘાસ જેવા લીલારંગની જ્યોત Ba^{2+} આયનની હાજરી નિશ્ચિત કરે છે.

2. સ્ટ્રૉન્શિયમ આયનની (Sr^{2+}) કસોટી

(a) પાંચમા સમૂહના અવક્ષેપોનું એસિટિક ઍસિડમાં બનાવેલા દ્રાવણને એમોનિયમ સલ્ફેટના $[(NH_4)_2SO_4]$ દ્રાવણ સાથે ગરમ કરવાથી અને કસનળીની અંદરની દીવાલોને કાચના સળિયા વડે ઘસવાથી સ્ટ્રૉન્શિયમ સલ્ફેટના સફેદ અવક્ષેપ મળે છે.

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

$$(CH_3COO)_2\,Sr + (NH_4)_2SO_4 \rightarrow \underset{\text{સ્ટ્રૉન્શિયમ સલ્ફેટ (સફેદ અવક્ષેપ)}}{SrSO_4} + 2CH_3COONH_4$$

(b) **જ્યોત કસોટી :** Ba^{2+} માં દર્શાવ્યા મુજબ જ્યોત કસોટી કરો. કિરમજી લાલ જ્યોત Sr^{2+} ની હાજરી નિશ્ચિત કરે છે.

3. કેલ્શિયમ આયનની (Ca^{2+}) કસોટી

(a) પાંચમા સમૂહના અવક્ષેપોનું એસિટિક ઍસિડમાં બનાવેલુ દ્રાવણ એમોનિયમ ઑક્ઝેલેટના દ્રાવણ સાથે પ્રક્રિયા કરી સફેદ અવક્ષેપ આપે છે.

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

$$(CH_3COO)_2Ca + \underset{\text{એમોનિયમ ઑક્ઝેલેટ}}{(NH_4)_2C_2O_4} \rightarrow \underset{\text{કેલ્શિયમ ઑક્ઝેલેટ (સફેદ અવક્ષેપ)}}{(COO)_2Ca} + 2CH_3COONH_4$$

(b) **જ્યોત કસોટી :** ઉપર જણાવ્યા મુજબ જ્યોત કસોટી કરો. કેલ્શિયમના કારણે ઇંટ જેવી લાલ જ્યોત મળે છે, જેને વાદળી કાચથી જોતાં લીલાશ પડતી પીળી જ્યોત દેખાય છે.

(VII) સમૂહ-VI ના ધનાયનોનું પૃથક્કરણ

જો સમૂહ - V ગેરહાજર હોય તો Mg^{2+} આયનની નીચે દર્શાવેલી કસોટી કરો.

સમૂહ- VI ના ધનાયનોની નિર્ણાયક કસોટીનું રસાયણવિજ્ઞાન

મૅગ્નેશિયમ આયનની (Mg^{2+}) કસોટી

(a) જો સમૂહ - V ગેરહાજર હોય, તો દ્રાવણમાં મૅગ્નેશિયમ કાર્બોનેટ હોઈ શકે છે, જે એમોનિયમ ક્ષારની હાજરીમાં પાણીમાં દ્રાવ્ય હોય છે, કારણ કે સંતુલન જમણી તરફ સ્થાનાંતર પામે છે.

$$NH_4^+ + CO_3^{2-} \rightleftharpoons NH_3 + HCO_3^-$$

અવક્ષેપ ઉત્પન્ન કરવા માટે કાર્બોનેટ આયનોની જરૂરી સાંદ્રતા પ્રાપ્ત થતી નથી. જ્યારે ડાયસોડિયમ હાઇડ્રોજન ફોસ્ફેટનું દ્રાવણ ઉમેરવામાં આવે છે અને કસનળીની અંદરની દીવાલને કાચના સળિયા વડે ઘસવામાં આવે છે ત્યારે મૅગ્નેશિયમ એમોનિયમ ફોસ્ફેટના સફેદ અવક્ષેપ મળે છે, જે Mg^{2+} આયનની હાજરી સૂચવે છે.

$$Mg^{2+} + Na_2HPO_4 \rightarrow Mg\,(NH_4)PO_4 + NH_4OH + 2Na^+ + H_2O$$

મૅગ્નેશિયમ એમોનિયમ
ફોસ્ફેટ (સફેદ અવક્ષેપ)

ગુણાત્મક પૃથક્કરણના અવલોકનો અને અનુમાનોને પછીના પાનામાં પ્રશ્નોની યાદી પછી દર્શાવેલા નમૂનાની નોંધ (specimen record) મુજબ કોષ્ટક સ્વરૂપે નોંધો.

નોંધ :

કેટલીકવાર મૅગ્નેશિયમ એમોનિયમ ફોસ્ફેટના અવક્ષેપ થોડા સમય બાદ જોવા મળે છે. તેથી સોડિયમ હાઇડ્રોજન ફોસ્ફેટનું દ્રાવણ ઉમેર્યા બાદ દ્રાવણને ગરમ કરો અને કસનળીની અંદરની દીવાલને ઘસો.

સાવચેતીઓ

(a) રસાયણવિજ્ઞાનની પ્રયોગશાળામાં કામ કરતી વખતે હંમેશા એપ્રોન, આંખ રક્ષક તરીકે ચશ્મા અને હાથના મોજાંનો ઉપયોગ કરો.

(b) કોઈપણ પ્રક્રિયક કે રસાયણનો ઉપયોગ કરતા પહેલા બોટલ પરના લેબલને કાળજીપૂર્વક વાંચો. લેબલ વિનાના પ્રક્રિયકનો ઉપયોગ કરવો નહિ.

(c) રસાયણો અને પ્રક્રિયકોને બિનજરૂરી રીતે મિશ્ર ન કરો. કોઈપણ રસાયણનો સ્વાદ ચાખશો નહિ.

(d) રસાયણો કે બાષ્પને સૂંઘતી વખતે સાવચેતી રાખો. બાષ્પને હંમેશા હાથ વડે પવન નાંખીને ધીમેથી તમારા નાક સુધી પહોંચાડો (આકૃતિ 7.9).

(e) સોડિયમ ધાતુને પાણીમાં નાંખશો નહિ કે સિંક અથવા કચરાપેટીમાં ફેંકશો નહિ.

(f) મંદન માટે હંમેશા પાણીમાં ઍસિડ ઉમેરો. ઍસિડમાં પાણી નહિ.

(g) જ્યારે કસનળીને ગરમ કરો, ત્યારે સાવચેતી રાખો. ગરમ કરતી વખતે કે પ્રક્રિયક ઉમેરતી વખતે, કસનળીનું મુખ તમારી કે તમારા પડોશી તરફ રાખવું જોઈએ નહિ.

આકૃતિ 7.9 : વાયુને કેવી રીતે સૂંઘશો

(h) વિસ્ફોટક સંયોજનો, જ્વલનશીલ પદાર્થો, ઝેરી વાયુઓ, વિદ્યુત ઉપકરણો, કાચના પાત્રો, જ્યોત અને ગરમ પદાર્થોનો ઉપયોગ કરતી વખતે સાવચેતી રાખો.

(i) તમારા કાર્યસ્થળને સાફ રાખો. કાગળ અને કાચને સિંકમાં નાખશો નહિ. તે માટે હંમેશા કચરાપેટીનો ઉપયોગ કરો.

(j) પ્રયોગશાળાનું કાર્ય પૂર્ણ થયા બાદ હંમેશા તમારા હાથ ધુઓ.

(k) હંમેશા પ્રક્રિયકના ઓછામાં ઓછા જથ્થાનો ઉપયોગ કરો. પ્રક્રિયકનો વધુ ઉપયોગ માત્ર રસાયણોનો બગાડ જ નહિ પણ પર્યાવરણને નુકસાન પણ પહોંચાડે છે.

ચર્ચાત્મક પ્રશ્નો

(i) ગુણાત્મક અને જથ્થાત્મક પૃથક્કરણ વચ્ચે શું તફાવત છે ?

(ii) શું આપણે જ્યોત કસોટી કરવા માટે પ્લેટિનમ તારના બદલે કાચનો સળિયો વાપરી શકીએ ? તમારો ઉત્તર સમજાવો.

(iii) જ્યોત કસોટી માટે અન્ય ધાતુઓની સાપેક્ષે પ્લેટિનમ ધાતુને શા માટે અગ્રિમતા આપવામાં આવે છે ?

(iv) મંદ H_2SO_4 ની મદદથી પારખી શકાતા હોય, તેવા ઋણાયનોના નામ જણાવો.

(v) ઋણાયનોની કસોટી માટે મંદ HCl ની સાપેક્ષે મંદ H_2SO_4 ને શા માટે અગ્રિમતા આપવામાં આવે છે ?

(vi) સાંદ્ર H_2SO_4 વડે પારખી શકાતા ઋણાયનોના નામ લખો.

(vii) સોડિયમ કાર્બોનેટ નિષ્કર્ષ કેવી રીતે તૈયાર કરવામાં આવે છે ?

(viii) ચૂનાનું પાણી એટલે શું ? તેમાં કાર્બન ડાયૉક્સાઈડ વાયુ પસાર કરવાથી શું થાય છે ?

(ix) કાર્બન ડાયૉક્સાઈડ અને સલ્ફર ડાયૉક્સાઈડ બંને વાયુઓ ચૂનાના પાણીને દૂધિયુ બનાવે છે. તમે તે બંને વચ્ચેનો ભેદ કેવી રીતે પારખશો ?

(x) તમે કાર્બોનેટ આયનની હાજરીની કસોટી કેવી રીતે કરશો ?

(xi) નાઈટ્રેટ માટેની વીંટી કસોટીમાં બે સ્તરોના સંગમ સ્થાને રચાતી ઘેરા કથ્થાઈ રંગની વીંટીનું સંઘટન (Composition) શું હોય છે ?

(xii) સોડિયમ નાઈટ્રોપ્રુસાઈડ કસોટી દ્વારા નિશ્ચિત થતા આયનના નામ જણાવો.

(xiii) ક્રોમાઈલ ક્લોરાઈડ કસોટી એટલે શું ? તમે CrO_2Cl_2 ના ઍસિડિક સ્વભાવનું વાજબીપણું કેવી રીતે નક્કી કરશો ?

(xiv) બ્રોમાઈડ અને આયોડાઈડ ક્રોમાઈલ ક્લોરાઈડ જેવી કસોટીઓ શા માટે નથી આપતા ?

(xv) બ્રોમાઈડ અને આયોડાઈડ આયનો માટેની સ્તર કસોટી વર્ણવો.

(xvi) સિલ્વર નાઈટ્રેટના દ્રાવણને શા માટે ઘેરા રંગની બોટલમાં ભરવામાં આવે છે ?

(xvii) સલ્ફાઈડ આયનની હાજરી પારખવા માટે તમે કઈ કસોટી કરશો ?

(xviii) આયોડિન સ્ટાર્ચના દ્રાવણ સાથે શા માટે વાદળી રંગ આપે છે ?

(xix) નેસ્લર પ્રક્રિયક એટલે શું ?

(xx) ધનાયનો માટેનું મૂળ દ્રાવણ શા માટે સાંદ્ર HNO_3 અથવા H_2SO_4 માં બનાવવામાં આવતું નથી ?

(xxi) પ્રથમ સમૂહના ધનાયનોના અવક્ષેપન માટે સમૂહ પ્રક્રિયક તરીકે મંદ HCl ના બદલે સાંદ્ર HCl નો ઉપયોગ શા માટે કરી શકાતો નથી ?

(xxii) દ્વિતીય સમૂહની સાથે સમૂહ-IV ના આયનોનું અવક્ષેપન કેવી રીતે રોકી શકાય છે ?

(xxiii) સમૂહ-III ના આયનોના અવક્ષેપન અગાઉ દ્રાવણમાંથી શા માટે H_2S વાયુને ઉકાળીને દૂર કરવામાં આવે છે ?

(xxiv) સમૂહ-III ના અવક્ષેપન અગાઉ દ્રાવણને શા માટે સાંદ્ર નાઈટ્રિક ઍસિડ સાથે ગરમ કરવામાં આવે છે ?

(xxv) શું સમૂહ-III માં આપણે એમોનિયમ કલોરાઈડના સ્થાને એમોનિયમ સલ્ફેટ વાપરી શકીએ ?

(xxvi) સમૂહ-V ના ધનાયનોનું અવક્ષેપન કરવા માટે $(NH_4)_2CO_3$ નું દ્રાવણ ઉમેરતાં અગાઉ શા માટે NH_4OH ઉમેરવામાં આવે છે ?

(xxvii) ક્યારેક - ક્યારેક ક્ષારમાં Mg^{2+} ન હોવા છતાં સમૂહ-VI માં સફેદ અવક્ષેપ શા માટે જોવા મળે છે ?

(xxviii) એકવાયરીજીયા (અમ્લરાજ) એટલે શું ?

(xxix) એવા એક ધનાયનનું નામ જણાવો જે ધાતુમાંથી મેળવવામાં આવતું નથી.

(xxx) એમોનિયમ આયનની હાજરીની કસોટી તમે કેવી રીતે કરશો ?

(xxxi) સમૂહ-V ના આયનોની કસોટીમાં શા માટે Ba^{2+} , Sr^{2+} અને Ca^{2+} ના ક્રમમાં કરવામાં આવે છે ?

(xxxii) બોટલમાં રાખેલો સાંદ્ર HNO_3 શા માટે પીળો થઈ જાય છે ?

(xxxiii) સમૂહ-V ની કસોટી કરતાં અગાઉ દ્રાવણને શા માટે સંકેન્દ્રિત કરવું જોઈએ ?

(xxxiv) સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઈડ દ્રાવણની પ્રક્રિયક બોટલને શા માટે બંધ કરવામાં આવતી નથી ?

(xxxv) સમાન આયન અસર અંગે તમારી સમજ શું છે ?

(xxxvi) સમૂહ-II માં ઝિંક સલ્ફાઈડ શા માટે અવક્ષેપિત થતો નથી ?

ક્ષારના પૃથક્કરણ માટે નમૂનાની નોંધ

હેતુ :

આપેલા ક્ષારમાં રહેલા એક ધનાયન અને એક ઋણાયનને જાણવા માટે પૃથક્કરણ કરવું.

જરૂરી સામગ્રી :

- ઉત્કલન નળીઓ, કસનળીઓ, કસનળી હોલ્ડર, કસનળી સ્ટેન્ડ, નિકાસ નળી, કોર્ક, ગાળણપત્ર, પ્રક્રિયકો

ક્રમ	પ્રયોગ	અવલોકન	અનુમાન
1.	આપેલા ક્ષારનો રંગ નોંધ્યો.	સફેદ	Cu^{2+}, Fe^{2+}, Ni^{2+}, Co^{2+}, Mn^{2+} ગેરહાજર છે.
2.	ક્ષારની વાસ નોંધી.	કોઈ વિશિષ્ટ વાસ નથી.	S^{2-}, SO_3^{2-}, CH_3COO^- ગેરહાજર હોઈ શકે છે.
3.	0.5 g ક્ષારને શુષ્ક કસનળીમાં ગરમ કર્યો અને ઉત્પન્ન થતાં વાયુનો રંગ નોંધ્યો તથા અવશેષના રંગને ગરમ અને ઠંડી સ્થિતિમાં નોંધ્યો.	(i) કોઈ વાયુ નીકળ્યો નહિ (ii) ગરમ અને ઠંડી સ્થિતિમાં અવશેષના રંગમાં કોઈ ફેરફાર જોવા મળ્યો નથી.	(i) CO_3^{2-} હાજર હોઈ શકે છે. NO_3^-, NO_2^-, Br^- ગેરહાજર હોઈ શકે છે. (ii) Zn^{2+} ગેરહાજર હોઈ શકે છે.
4.	ક્ષારની સાંદ્ર HCl સાથે લુગદી બનાવી અને જ્યોત કસોટી કરી.	જ્યોતમાં કોઈ વિશેષ રંગ જોવા મળ્યો નહિ.	Ca^{2+}, Sr^{2+}, Ba^{2+}, Cu^{2+} ગેરહાજર હોઈ શકે છે.
5.	ક્ષારનો રંગ સફેદ હોવાથી બોરેક્સ મણકા કસોટી કરી નહિ.	-	-
6.	0.1g ક્ષારને 1 mL મંદ H_2SO_4 સાથે ગરમ કર્યો.	ઊભરા જોવા મળતા નથી અને કોઈ બાષ્પ નીકળી નહિ.	CO_3^{2-}, SO_3^{2-}, S^{2-}, NO_2^- CH_3COO^- ગેરહાજર
7.	0.1 g ક્ષારને 1 mL સાંદ્ર H_2SO_4 સાથે ગરમ કર્યો.	કોઈ વાયુ ઉત્પન્ન થયો નહિ.	Cl^-, Br^-, I^-, NO_3^-, $C_2O_4^{2-}$ ગેરહાજર
8.	1 mL ક્ષારના જલીય દ્રાવણને સાંદ્ર HNO_3 વડે ઍસિડિક કર્યું. આ મિશ્રણને ગરમ કરી તેમાં 4 - 5 ટીપાં એમોનિયમ મોલિબ્ડેટ દ્રાવણના ઉમેર્યા.	પીળા અવક્ષેપ પ્રાપ્ત થયા નહિ.	PO_4^{3-} ગેરહાજર

9.	ક્ષારના જલનિષ્કર્ષને મંદ HCl વડે ઍસિડિક બનાવી તેમાં 2mL $BaCl_2$ નું દ્રાવણ ઉમેર્યુ.	સફેદ અવક્ષેપ મળ્યા જે સાંદ્ર HNO_3 અને સાંદ્ર HCl માં અદ્રાવ્ય રહે છે.	SO_4^{2-} હાજર
10.	0.1 g ક્ષારને 2 mL NaOH નાં દ્રાવણ સાથે ગરમ કરો.	એમોનિયા વાયુ ઉત્પન્ન થયો નહિ.	NH_4^+ ગેરહાજર
11.	1 g ક્ષારને 20 mL પાણીમાં દ્રાવ્ય કરી મૂળ દ્રાવણ બનાવ્યું.	પારદર્શક દ્રાવણ બન્યું.	પાણીમાં દ્રાવ્ય ક્ષાર હાજર
12.	ઉપરના ક્ષારના થોડા દ્રાવણમાં 2 mL મંદ HCl ઉમેર્યું.	સફેદ અવક્ષેપ ઉત્પન્ન થયા નહિ.	સમૂહ-I ગેરહાજર
13.	તબક્કા-12 ના દ્રાવણના એક ભાગમાં H_2S વાયુ પસાર કર્યો.	અવક્ષેપ ઉત્પન્ન થયા નહિ.	સમૂહ-II ગેરહાજર
14.	ક્ષાર સફેદ છે તેથી તેને સાંદ્ર HNO_3 સાથે ગરમ કરવાની જરૂર નથી. તબક્કા-12 ના દ્રાવણમાં 0.2 g ઘન એમોનિયમ ક્લોરાઈડ ઉમેર્યા બાદ, વધુ પ્રમાણમાં એમોનિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડનું દ્રાવણ ઉમેર્યુ.	કોઈ અવક્ષેપ ઉત્પન્ન થતા નથી.	સમૂહ-III ગેરહાજર
15.	ઉપરના દ્રાવણમાં H_2S વાયુ પસાર કર્યો.	કોઈ અવક્ષેપ ઉત્પન્ન થતા નથી.	સમૂહ-IV ગેરહાજર
16.	મૂળ દ્રાવણમાં વધુ પ્રમાણમાં એમોનિયમ હાઇડ્રૉક્સાઈડ ઉમેર્યા બાદ તેમાં 0.5 g એમોનિયમ કાર્બોનેટ ઉમેર્યો.	અવક્ષેપ ઉત્પન્ન થતા નથી.	સમૂહ-V ગેરહાજર
17.	ક્ષારના મૂળ દ્રાવણમાં એમોનિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડનું દ્રાવણ ઉમેરી તેમાં ડાયસોડિયમ હાઈડ્રૉજન ફોસ્ફેટનું દ્રાવણ ઉમેર્યુ, ગરમ કર્યુ અને કસનળીની અંદરની દીવાલોને ઘસી.	સફેદ અવક્ષેપ	Mg^{2+} નિશ્ચિત હાજર

પરિણામ

આપેલા ક્ષારમાં નીચે દર્શાવેલા આયનો હાજર છે.

ઋણાયન : SO_4^{2-}

ધનાયન : Mg^{2+}

પરિયોજનાઓ (Projects)

શોધ પરિયોજનાઓ અંગેની પૃષ્ઠભૂમકિા

પ્રસ્તાવના (Introduction)

વૈજ્ઞાનિક જ્ઞાનનું વિસ્તરણ અને તેના પરિણામસ્વરૂપ શિક્ષણ પધ્ધતિમાં પરિવર્તનને કારણે શિક્ષણ પ્રવિધિઓમાં બદલાવ આવ્યો છે. હાલમાં શિક્ષણ માટેની જૂની વ્યાખ્યાન પધ્ધતિને બદલે પૂછપરછ અભિગમ અને ચર્ચા પધ્ધતિને વિશેષ મહત્ત્વ અપાઈ રહ્યું છે. ઉચ્ચતર માધ્યમિક સ્તરે વિજ્ઞાન શિક્ષણમાં પરિયોજના કાર્યને સમાવીને વિજ્ઞાન શિક્ષણને નવી દિશા આપવામાં આવી છે. પરિયોજના કાર્ય દ્વારા શિક્ષણ આપવું તે વ્યક્તિગત શિક્ષણ પધ્ધતિ છે. તે વિદ્યાર્થીને સમસ્યાને વ્યાખ્યાયિત કરવાની, તેના કાર્યનું આયોજન કરવાની, યોગ્ય સંશાધનો શોધવાની, તેના આયોજનને અમલમાં મૂકવાની અને તારણો કાઢવાની તક આપે છે. આ રીતે વિદ્યાર્થી પાયાના વૈજ્ઞાનિક સિધ્ધાંતો, પધ્ધતિઓ અને પ્રક્રિયાઓથી પરિચિત થાય છે અને વૈજ્ઞાનિક શોધમાં સમાયેલા વિવિધ તબક્કાઓનું પ્રત્યક્ષ જ્ઞાન મેળવે છે. આમ, પરિયોજના કાર્ય મદદરૂપ થાય છે : (a) વિજ્ઞાનમાં રસને વધારવામાં (b) વૈજ્ઞાનિક જિજ્ઞાસા ઉત્પન્ન કરવામાં (c) સ્વતંત્ર વિવેચાત્મક વિચાર ઉત્પન્ન કરવામાં (d) વિજ્ઞાનના ક્ષેત્રના વિવિધ સાધનો અને પ્રવિધિઓના ઉપયોગોના અનુભવ આપવામાં (e) આત્મવિશ્વાસ વિકસાવવામાં. આમ, વિજ્ઞાન શિક્ષણની આધુનિક પધ્ધતિમાં પરિયોજના કાર્યને વધુ પ્રોત્સાહન આપવામાં આવે છે.

કોઈપણ પ્રકારની શોધનું નિરૂપણ, આયોજન અને અમલીકરણ પુસ્તકાલયમાં, પ્રયોગશાળામાં, કાર્યક્ષેત્રમાં અથવા ઘરમાં થયું હોય, તો તે શોધ પરિયોજના છે. પરિયોજના એટલી સરળ હોઈ શકે છે કે જેમાં ખનીજોના નમૂના એકત્ર કરવાના હોય અને એટલી કઠિન પણ હોઈ શકે છે કે જેમાં કોઈ રસાયણના ઉત્પાદન માટે સ્થાનિક નવી જ પ્રક્રિયા શોધવામાં આવે. કેટલીક પરિયોજનાઓ સંપૂર્ણપણે સૈધ્ધાંતિક હોય છે અને તેમાં માત્ર પુસ્તકાલયને લગતું કાર્ય રહેલું હોય છે. અન્ય પરિયોજનાઓમાં પ્રાયોગિક કાર્ય રહેલું હોય છે, જે પ્રયોગશાળામાં કરવામાં આવે છે. વિજ્ઞાનમાં પ્રાયોગિક કાર્ય વિદ્યાર્થીઓને અનેક વૈજ્ઞાનિક ઉપકરણો, સાધનો, પ્રવિધિઓ અને બૌધ્ધિક કૌશલ્યનો પરિચય કરાવે છે.

પરિયોજનાની પસંદગી (Selection of Projects)

સામાન્ય રીતે પરિયોજનાની પસંદગી, વિદ્યાર્થીઓ દ્વારા થવી જોઈએ. પરિયોજનાનો વિચાર વર્ગખંડમાં વિષય શીખતી વખતે, વિવિધ પરિયોજનાના અહેવાલ વાંચતી વખતે, વિજ્ઞાન સમાચારમાંથી, વિજ્ઞાનના મેગેઝીનમાં રહેલાં વિજ્ઞાનના લેખમાંથી પ્રાપ્ત થાય છે. કેટલીક વખત વિજ્ઞાન પરિયોજનાનો વિચાર વર્ગખંડમાં ચર્ચાતા વિષય મુદ્દા પરથી આવી શકે છે, જેમાં પરીક્ષણ, માપન અને અર્થઘટન જરૂરી હોઈ શકે છે. પરિયોજના અંગેનો વિચાર મેળવવા માટે વિજ્ઞાનના કેટલાક મેગેઝીન છે : (a) જર્નલ ઑફ કેમિકલ

એજ્યુકેશન (b) કેમિસ્ટ્રી એજ્યુકેશન (c) એજ્યુકેશન ઇન કેમિસ્ટ્રી (d) ન્યૂ સાયંટિસ્ટ (e) સ્કૂલ સાયન્સ (f) સ્કૂલ સાયન્સ રિવ્યુ (g) સાયન્સ (h) સાયંટિફિક અમેરિકન (i) સ્કૂલ સાયન્સ રિર્સોસ પત્ર, વગેરે. એકવાર પરિયોજના કાર્ય શરૂ થાય, તે બાદ નવા શીર્ષક અને વિચારો પ્રાપ્ત થઈ શકે છે.

જો ઉપરોક્ત વૈજ્ઞાનિક સાહિત્ય સહેલાઈથી પ્રાપ્ત હોય, તો પણ એ માની લેવું યોગ્ય નથી કે વિદ્યાર્થી સ્વયંભૂ પરિયોજના કાર્ય કરી શકશે. વૈજ્ઞાનિક મેગેઝીનોની ઉપરોક્ત યાદીમાંથી મોટાભાગના ભારતીય શાળાઓમાં ઉપલબ્ધ હોતા નથી. તેથી વિદ્યાર્થીઓને શિક્ષકોના માર્ગદર્શન અને મદદની જરૂર પડે છે. જો કેટલાક વિદ્યાર્થીઓને પરિયોજના માટે કોઈ વિચાર ન મળે, તો શિક્ષક તેઓને પરિયોજના અંગેના મુદ્દાઓની યાદી આપી શકે છે અથવા વિદ્યાર્થીઓને વિજ્ઞાન મેળામાં અથવા પ્રદર્શનમાં તે જોવા લઈ જઈ શકે છે કે બીજા વિદ્યાર્થીઓ શું કામ કરી રહ્યા છે. પરિયોજના અંતર્ગત કામ કરવાની રૂપરેખા નીચે દર્શાવી છે :

1. પરિયોજનાનું શીર્ષક

2. પરિયોજનાના હેતુઓ અને મહત્ત્વ

3. પરિયોજના અંગેના કાર્યની ટૂંકમાં રૂપરેખા

પરિયોજનાનું શીર્ષક તે પ્રમાણે લખવું જોઈએ કે જેથી પરિયોજનાના હેતુઓ અને મહત્ત્વ સ્પષ્ટ રીતે વ્યાખ્યાયિત થતા હોય. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો પરિયોજનાના શીર્ષક અને હેતુઓ રસ અને જિજ્ઞાસા ઉત્પન્ન કરવાવાળા હોવા જોઈએ. 'પરિયોજનાના કાર્ય-આયોજનનું સંક્ષિપ્ત વર્ણન' વિદ્યાર્થીને કાર્ય શરૂ કરવામાં મદદરૂપ થાય છે.

આ વિવાદાસ્પદ હોઈ શકે છે કે પરિયોજના માટેના વિચારો અંગે સૂચનો આપવાથી પરિયોજનાનો મૂળ હેતુ મૌલિકતા સમાપ્ત થઈ જાય છે. પરંતુ દરેક વિદ્યાર્થીને કોઈ હેતુ સંદર્ભે પ્રથમ વખત કાર્યની શરૂઆત કરવા માટે માર્ગદર્શન આપવું તે સંપૂર્ણપણે વૈજ્ઞાનિક અને જરૂરિયાત છે.

સમયની વ્યવસ્થા (Managing Time)

ગુજરાત માધ્યમિક શિક્ષણ બોર્ડે પરિયોજના કાર્ય માટે દસ તાસનો (Periods) સમય ફાળવ્યો છે. વિદ્યાર્થી શૈક્ષણિક વર્ષની શરૂઆતમાં પરિયોજના કાર્ય શરૂ કરી શકે છે અને તેને તબક્કાવાર પૂર્ણ કરી વર્ષના અંતમાં તેના અહેવાલને રજૂ કરી શકે છે.

પ્રૌદ્યોગિક અને શૈક્ષણિક માર્ગદર્શન (Technical and Academic Guidance)

આ પ્રોજેકટ કાર્યને સરળતાથી કાર્યરત રાખવા માટેનું એક અગત્યનું પરિબળ છે. વિદ્યાર્થીએ પ્રોજેકટ કાર્યનું આયોજન અગાઉથી કરી લેવું જોઈએ અને તેની રૂપરેખા સંદર્ભે શિક્ષક સાથે ચર્ચા કરવી જોઈએ. જો પરિયોજન કાર્ય માટે જરૂરી સાધનો અથવા ઉપકરણો અથવા રસાયણો પ્રયોગશાળામાં પ્રાપ્ય ન હોય, તો તે માટે શિક્ષકની મદદ લઈ શકાય છે. જો પ્રૌદ્યોગિક અને શૈક્ષણિક માર્ગદર્શનની જરૂર હોય, તો માત્ર તમારા રસાયણવિજ્ઞાનના શિક્ષકની જ નહિ પણ ભૌતિકવિજ્ઞાન અને અન્ય વિજ્ઞાનના શિક્ષકોની પણ મદદ લઈ શકો છો.

પ્રયોગશાળાની સગવડો (Laboratory Facilities)

જ્યાં સુધી શક્ય હોય ત્યાં સુધી એવી પરિયોજનાને પસંદ કરવી જોઈએ કે જેના માટેની જરૂરી સામગ્રી (સાધનો, ઉપકરણો, રસાયણો વગેરે) સરળતાથી પ્રાપ્ય હોય. જો રસાયણો કે સાધનો (કામચલાઉ અથવા મૂળ) પ્રયોગશાળામાં પ્રાપ્ય ન હોય, તો વિદ્યાર્થી પરિયોજના કાર્ય માટે એટલો ઉત્સુક હોવો જોઈએ કે તેને ખરીદવાની ઈચ્છા રાખે અને જો તે ખરીદવા સક્ષમ હોય, તો તે ખરીદી શકે છે. વધુ ખર્ચાળ પરિયોજનાથી વિદ્યાર્થી હતોત્સાહી બને છે. અસરકારક પરિયોજના માટે ચોક્કસ વિષયકેન્દ્રી અભિગમ કરતાં એકીકૃત અભિગમ વધુ જરૂરી છે.

પરિયોજના કાર્ય માટે પ્રયોગશાળામાં મોટી અને અલગ જગ્યાની જરૂર હોય છે. એવી વ્યવસ્થા કરવી જોઈએ કે એક જ સમયે બધા વિદ્યાર્થીઓને પ્રયોગશાળામાં કાર્ય ન કરવું પડે. કેટલાક વિદ્યાર્થીઓએ પુસ્તકાલયમાંથી સંદર્ભ-પુસ્તકો મેળવવાનું કાર્ય કરવું જોઈએ તથા અન્ય વિદ્યાર્થીઓએ પ્રયોગની રૂપરેખા તૈયાર કરવી જોઈએ.

પ્રયોગશાળામાં ધાતુક્ષારણ, આથવણ વગેરે જેવા લાંબો સમય ચાલનારા પ્રયોગોને કરવામાં થોડી મુશ્કેલીઓ આવી શકે છે. આ માટે સૂચન છે કે પ્રયોગશાળામાં એક અલગ બેન્ચ (bench) હોવી જોઈએ, જ્યાં લાંબો સમય ચાલનારા પ્રયોગોને ગોઠવી શકાય. પરિયોજના કાર્ય સંબંધિત કેટલાક રસાયણોના નમૂનાઓ અને સાધનોને રાખવા માટે વિદ્યાર્થીઓના નામ લખેલા પૂંઠાના ખોખાનો ઉપયોગ કરી શકાય છે. જો ખાલી બોટલ પ્રાપ્ય હોય, તો તેનો પણ ઉપયોગ રસાયણોનો સંગ્રહ કરવા થાય છે.

પરિયોજના કાર્યની નોંધ (Recording the Project Work)

પરિયોજનામાં વાસ્તવિક અવલોકનોને નોંધવા અતિ આવશ્યક હોય છે. વિદ્યાર્થીઓને નકારાત્મક પરિણામો પણ નોંધવા પ્રોત્સાહિત કરવા જોઈએ. પરિયોજનાના અહેવાલને લખવા માટેનું એક સામાન્ય માળખું નીચે સૂચવ્યુ છે. તેમાં નીચે જણાવેલા મુદ્દાઓ હોવા જોઈએ.

1. હેતુઓને પ્રદર્શિત કરતું પરિયોજનાનું શીર્ષક
2. શોધ માટે ઉપયોગમાં લેવાયેલા સિધ્ધાંતો
3. જરૂરી સાધનો અને રસાયણો
4. જો કોઈ કામચલાઉ વ્યવસ્થા ઊભી કરી હોય, તો તે
5. પધ્ધતિ
6. અવલોકનો અને ગણતરીઓ
7. તારણો અને એવા તર્ક કે જે તારણોના આધાર હોય.
8. સાવચેતીઓ
9. બાદની શોધ માટે જો કોઈ સૂચનો હોય, તો તે

ઉપરોક્ત માળખાંને સ્પષ્ટ કરવા માટે પરિયોજનાના અહેવાલનો એક નમૂનો અંતમાં રજૂ કરવામાં આવ્યો છે. એ ધ્યાન રાખવું જોઈએ કે પરિયોજનાના અહેવાલનો

નમૂનો વિદ્યાર્થીને તેની પરિયોજનાનો અહેવાલ લખવા સંદર્ભે માર્ગદર્શન માટે છે. તે સંપૂર્ણ નથી. તેમાં પણ ઘણા સુધારા થઈ શકે છે. કેટલીક પરિયોજનાઓનું સંક્ષિપ્ત વર્ણન નીચે દર્શાવ્યુ છે.

પરિયોજના 1

શીર્ષક

પાણીમાં સલ્ફાઈડ આયનની સાંદ્રતા તપાસી બેક્ટેરિયા દ્વારા થતા જલપ્રદૂષણનું પરીક્ષણ કરવું અને પ્રદૂષણના કારણો જાણવા

હેતુ

વિવિધ સ્રોતો દ્વારા એકત્રિત કરેલા પાણીના નમૂનાઓમાં સલ્ફાઈડ આયનની સાંદ્રતા નક્કી કરીને જીવાણુ પ્રદૂષણ તપાસવું.

પૃષ્ઠ ભૂમિકા

પાણીમાં જયારે અજારક જીવાણુઓ કાર્બનિક પદાર્થોનું વિઘટન કરે છે અથવા સલ્ફેટનું રિડક્શન કરે છે, ત્યારે સલ્ફાઇડ આયન હાજર હોય છે. તે સ્થિર પાણીમાં જોવા મળે છે. સામાન્ય રીતે કાગળની મિલ, ગેસ ઉદ્યોગ, ચર્મ ઉદ્યોગ, સુએઝ સ્થળ અને અન્ય રાસાયણિક ઉદ્યોગો દ્વારા ઉત્પન્ન થતાં પ્રદૂષકો આ પ્રકારના જીવાણુઓની વૃદ્ધિ માટે જવાબદાર હોય છે.

સંક્ષિપ્ત પધ્ધતિ

નમૂનાઓનું એકત્રિકરણ

સલ્ફાઈડ તરત જ ઑક્સિડેશન પામે છે, તેથી નમૂનો લેતી વખતે કાળજી રાખીને નમૂનામાંથી હવાને નાઈટ્રોજન અથવા કાર્બન ડાયૉક્સાઈડના પ્રવાહથી દૂર કરવી જોઈએ. પરંતુ ઉત્તમ રસ્તો તે છે કે નમૂનો લીધા બાદ તુરત જ તેને બંધ કરવો. આ કેડમિયમ-ઝિંક એસિટેટના દ્રાવણનું ઓછું કદ ઉમેરીને કરી શકાય છે. આ માટે 80 mL પાણી લો અને તેમાં 20 mL કેડમિયમ - ઝિંક એસિટેટનું દ્રાવણ ઉમેરી કુલ કદ 100 mL કરો. Cd-Zn એસિટેટનું દ્રાવણ બનાવવા માટે 1 લિટર પાણીમાં 50 g કેડમિયમ એસિટેટ અને 50 g ઝિંક એસિટેટને ઓગાળો. જો એકત્રિત કરેલા નમૂના સ્વભાવે ઍસિડિક હોય, તો તેઓને પહેલા થોડા વધુ આલ્કલી વડે તટસ્થ બનાવો.

બંધપાત્રમાં રાખેલા દ્રાવણનું અનુમાપન

અનુમાપન ફ્લાસ્કમાં બંધ પાત્રમાં રાખેલા દ્રાવણનું 100 mL કદ લો. તેમાં 20 mL 0.025 M આયોડિનનું દ્રાવણ ઉમેરી તરત જ 15 mL HCl (1:1) ઉમેરી મિશ્ર કરો. વધારાના આયોડિનનું 0.05M $Na_2S_2O_3$ વડે અંતિમબિંદુની નજીક સ્ટાર્ચને સૂચક તરીકે ઉમેરી અનુમાપન કરો. H_2S સાથેની પ્રક્રિયામાં વપરાયેલા આયોડિનના જથ્થાના આધારે મૂળ નમૂનામાં રહેલા સલ્ફાઈડ આયનના જથ્થાની ગણતરી કરો. જો નમૂનારહિત (blank) અનુમાપનનું મૂલ્ય પ્રાપ્ય હોય, તો તેને ગણતરી કરેલા મૂલ્યમાંથી બાદ કરવું.

પરિયોજના 2

શીર્ષક

પાણીની શુધ્ધીકરણ પધ્ધતિઓનો અભ્યાસ

હેતુઓ

- શુધ્ધીકરણની વિવિધ પધ્ધતિઓનો અભ્યાસ કરવો.
- શુધ્ધીકરણ માટે ઉપયોગમાં લેવાતી વિવિધ પધ્ધતિઓના ફાયદા અને ગેરફાયદાનો અભ્યાસ કરવો.
- શુધ્ધ પાણીના વિશિષ્ટ ઉપયોગો અંગે જાણવું.

પૃષ્ઠ ભૂમિકા

જુદા જુદા કુદરતી સ્રોતોથી મળતા પાણીની શુધ્ધતા જુદી જુદી હોય છે. પ્રદૂષણ અને અશુધ્ધિઓનો આધાર પાણી કયા સ્રોતમાંથી મેળવવામાં આવ્યું છે તેના પર હોય છે. પીવાના ઉપયોગ ઉપરાંત આપણને શુધ્ધ પાણીની અન્ય જુદા જુદા ઉપયોગો માટે આવશ્યકતા રહે છે. દા.ત., રાસાયણિક પૃથક્કરણમાં. પાણીના શુધ્ધીકરણ માટે વિવિધ પધ્ધતિઓ ઉપયોગમાં લેવાય છે. તે અશુધ્ધિઓ અને પ્રદૂષણને જુદા જુદા સ્તરે દૂર કરે છે. આ પધ્ધતિઓના ઉપયોગના કેટલાક ફાયદા અને ગેરફાયદા રહેલા છે. શુધ્ધીકરણની વિવિધ પધ્ધતિઓની સરખામણી પરથી ચોક્કસ ઉપયોગ માટે ચોક્કસ શુધ્ધતાવાળા પાણી મેળવવાની જાણકારી મળશે.

સંક્ષિપ્ત પધ્ધતિ

વિદ્યાર્થીઓ પીવાના પાણીના શુધ્ધીકરણ માટેની ઉપયોગમાં લેવાતી વિવિધ પ્રવિધિઓને જાણી શકે છે. તેઓ ચોક્કસ શુધ્ધતાવાળા પાણીના ઉપયોગો જાણવા માટે સાહિત્યનું સર્વેક્ષણ તથા ઉદ્યોગોની મુલાકાત પણ કરી શકે છે. પરિયોજનાના વિવિધ પાસાંઓના અભ્યાસ માટે વિદ્યાર્થીઓ સમૂહમાં કાર્ય કરી શકે છે.

નોંધ : આ પરિયોજનાનો અન્ય હેતુ જુદા જુદા સ્રોતો જેવા કે નદી, કૂવા, બંધકૂવા (bore-well), નગરપાલિકા દ્વારા મેળવવામાં આવતા પાણીના શુધ્ધીકરણની વિવિધ પધ્ધતિઓનો અભ્યાસ કરવાનો છે.

પરિયોજના 3

શીર્ષક

જુદા જુદા વિસ્તારોમાંથી મેળવવામાં આવેલા પીવાના પાણીમાં કઠિનતા, આયર્ન, ફ્લોરાઈડ, ક્લોરાઈડ વગેરેની કસોટી કરવી અને આ આયનો માન્ય માત્રાથી વધુ પ્રમાણમાં હાજર હોય, તો તેની અસરોનો અભ્યાસ કરવો.

હેતુઓ

- પાણીના જુદા જુદા નમૂનાઓમાં કુલ કઠિનતા, આયર્ન, ફ્લોરાઈડ અને ક્લોરાઈડ વગેરેની કસોટી કરવી.
- પાણીમાં ઉપરોક્ત આયનોના સ્થાનિક સ્રોતો અંગેની માહિતી એકત્ર કરવી.
- જો આ આયનોની માત્રા, માન્ય માત્રાથી (permissible limits) વધુ હોય તો તેની તંદુરસ્તી પર થતી અસરોનો અભ્યાસ કરો.
- આવી કોઈ સમસ્યા સ્થાનિક કે તેની આસપાસના વિસ્તારમાં હોય તો તે શોધવું.

પૃષ્ઠ ભૂમિકા

પીવાના પાણીની ગુણવત્તાનો સીધો સંબંધ મનુષ્યની તંદુરસ્તી અને જીવન સાથે છે. જો પાણીમાં રહેલા આયર્ન, ફ્લોરાઈડ, ક્લોરાઈડ વગેરે માન્ય માત્રાથી વધુ પ્રમાણમાં હોય, તો તેઓ તંદુરસ્તીને લગતી કેટલીક સમસ્યાઓ સર્જે છે. દા.ત., જો ફ્લોરાઈડનું પ્રમાણ માન્ય માત્રાથી વધુ હોય, તો તે વિસ્તારના લોકોને ફ્લોરોસીસ રોગ થઈ શકે છે. પાણીની કઠિનતા તેમાં રહેલા કેલ્શિયમ અને મેગ્નેશિયમ આયનોની હાજરીને કારણે હોય છે. આ ખૂબ જાણીતી હકીકત છે કે કઠિન પાણી ધોલાઈના હેતુ માટે યોગ્ય નથી. આમ, પાણીમાં હાજર આયનો અને તેની માત્રા જાણવી ખૂબ અગત્યની છે.

સંક્ષિપ્ત પધ્ધતિ

વિદ્યાર્થીઓ જુદા જુદા સ્રોતોથી પાણીના નમૂનાઓ એકત્રિત કરી શકશે. તેઓ તેમાં જુદા જુદા આયનોની હાજરી સામાન્ય પૃથક્કરણ પધ્ધતિઓ દ્વારા જાણી શકે છે. પાણીની કુલ કઠિનતાનું માપન સંકીર્ણમીતીય અનુમાપનની પ્રમાણિત પધ્ધતિ દ્વારા કરી શકાય છે. આ સ્તરે Cl^-,F^- અને Fe^{2+} નું માપન મુશ્કેલ છે. તેથી અભ્યાસના હેતુ માટે માન્ય પ્રયોગશાળામાં રહેલી માહિતી લઈ શકાય છે.

પરિયોજના 4

શીર્ષક

કપડાં ધોવાના વિવિધ સાબુઓની ફીણ ઉત્પન્ન કરવાની ક્ષમતાની તપાસ અને તેઓની ફીણ ઉત્પન્ન કરવાની ક્ષમતા પર સોડિયમ કાર્બોનેટના ઉમેરાની અસર.

હેતુ

સાબુઓની ફીણ ઉત્પન્ન કરવાની ક્ષમતા અને તેઓની ફીણ ઉત્પન્ન કરવાની ક્ષમતા પર સોડિયમ કાર્બોનેટના ઉમેરાની અસરનો અભ્યાસ.

સંક્ષિપ્ત પધ્ધતિ

સાબુના નમૂનાનું 1 g વજન કરો અને તેને 100 mL નિસ્યંદિત પાણીમાં સંપૂર્ણપણે દ્રાવ્ય કરો. 10 mL સાબુના દ્રાવણને ઉત્કલન નળીમાં લો અને આ નળીનું મુખ બૂચ વડે બંધ કરો. આ દ્રાવણને 20 સમાન ઝટકા આપી હલાવો, જેથી ફીણ એકસમાન રીતે વધે. ઉત્કલન નળીમાં ફીણ જ્યાં સુધી પહોંચ્યો છે, ત્યાં સુધીની લંબાઈ માપો. બરાબર આ જ રીતે અન્ય સાબુના દ્રાવણ માટે પ્રયોગ કરો.

ઉપરના દરેક સાબુના દ્રાવણના 50 mL માં 5 g સોડિયમ કાર્બોનેટને અલગ - અલગ ઉમેરી દ્રાવ્ય કરો. હવે 10 mL દ્રાવણને ઉત્કલન નળીમાં લઈને સમાન વખત (દા.ત., 20 સમાન ઝટકા) હલાવો. જ્યાં સુધી ફીણ પહોંચેલો દેખાય ત્યાં સુધીની ઉત્કલન નળીની લંબાઈ માપો. આજ પ્રકારનો પ્રયોગ અન્ય સાબુના દ્રાવણો માટે કરો. અવલોકનોને કોષ્ટક સ્વરૂપે નોંધો.

સોડિયમ કાર્બોનેટ ઉમેર્યા બાદ અને તે અગાઉના વિવિધ સાબુના દ્રાવણોમાં ફીણ ઉત્પન્ન થયાની ઊંચાઈની સરખામણી કરો અને તારણો કાઢો.

પરિયોજના 5

શીર્ષક

ચાના પર્ણોના વિવિધ નમૂનાઓની ઍસિડિકતા અને આ પર્ણોમાંથી બનેલી ચાના રંગમાં જોવા મળતા તફાવતના કારણોનો અભ્યાસ.

હેતુ

ચાના વિવિધ નમૂનાઓમાં રહેલા ઍસિડની સાંદ્રતાનું માપન કરવું અને ચાના નિષ્કર્ષના રંગ પર ઍસિડ અથવા બેઈઝના ઉમેરણની અસરનો અભ્યાસ કરવો.

સંક્ષિપ્ત પધ્ધતિ

(a) ચામાં રહેલા ઍસિડની સાંદ્રતાનું માપન

ચાના પર્ણોના નમૂનાનું 10 g વજન કરો અને દરેક નમૂનાનું નિષ્કર્ષ અલગ-અલગ રીતે 200 mL નિસ્યંદિત પાણીમાં બનાવો. આ માટે ચાના પર્ણોના વિવિધ નમૂનાઓને નિસ્યંદિત પાણી સાથે નિશ્ચિત સમય માટે ઉકાળો.

5 mL ચાના નિષ્કર્ષને કોનિકલ ફ્લાસ્કમાં લો અને તેને 20 mL નિસ્યંદિત પાણી વડે મંદ કરો. દ્રાવણને સમાંગ રીતે મિશ્રિત કરવા બરાબર હલાવો અને ફિનોલ્ફથેલીનનો સૂચક તરીકે ઉપયોગ કરી તેનું M/50 NaOH ના દ્રાવણ સાથે અનુમાપન કરો. બરાબર આ જ રીતે અન્ય ચાના નિષ્કર્ષોનું M/50 NaOH સાથે

અનુમાપન કરો. ચાના પર્ણોના વિવિધ નમૂનાઓમાં રહેલા ઍસિડની સાંદ્રતાની ગણતરી મોલારિટીમાં કરો. જો ચાના નિષ્કર્ષનો રંગ મુશ્કેલી ઊભી કરતો હોય, તો ચાના નિષ્કર્ષને બ્યુરેટમાં લઈ શકાય અને સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઈડના દ્રાવણને કોનિકલ ફ્લાસ્કમાં લઈ શકાય. જો સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઈડને કોનિકલ ફ્લાસ્કમાં લેવામાં આવે, તો ફિનોલ્ફથેલીનને સૂચક તરીકે લઈ શકાશે. અહીં, રંગપરિવર્તન ગુલાબીમાંથી રંગવિહીન થશે.

(b) ચાના નિષ્કર્ષના રંગ પર ઍસિડ અને બેઈઝની અસર

ગાળણપત્રની પાંચ પટ્ટીઓ લો અને તેઓને A, B, C, D અને E વડે નામાંકિત કરો. કોઈ એક ચાના નમૂનાના નિષ્કર્ષમાં આ બધી પટ્ટીઓને ડુબાડીને બહાર કાઢો. પટ્ટીઓ A, B, C અને D પર અનુક્રમે મંદ HCl ના, એસિટિક ઍસિડનાં દ્રાવણના, NaOH ના દ્રાવણના અને NH_4OH ના દ્રાવણના બે ટીંપા મૂકો. આ પટ્ટીઓના રંગમાં થતા ફેરફારની સરખામણી પટ્ટી E ના રંગ સાથે કરો. અન્ય ચાના નમૂનાના નિષ્કર્ષ માટે આ પ્રયોગનું પુનરાવર્તન કરો.

પરિયોજના 6

શીર્ષક

વિવિધ પ્રવાહીઓના બાષ્પીભવનના દરનો અભ્યાસ

હેતુ

વિવિધ પ્રવાહીઓના બાષ્પીભવનના દર અને તેઓની રાસાયણિક સંરચના વચ્ચેના સંબંધનો અભ્યાસ

સંક્ષિપ્ત પધ્ધતિ

પાંચ સ્વચ્છ અને વજન માટેની શુષ્ક નળીઓ લો અને તેઓને A, B, C, D અને E વડે નામાંકિત કરો. દરેક વજનનળીનું તેનાં ઢાંકણ સાથે વજન કરો. હવે જુદી જુદી વજનનળીઓમાં જુદા જુદા પ્રવાહીઓના (ઈથેનોલ, ઈથર, ટેટ્રાક્લોરોમિથેન, એસિટોન વગેરે) 10 mL કદ લો. દરેક વજનનળીનું ફરીથી વજન કરી વજનનળીમાં લીધેલા પ્રવાહીનું દળ શોધો.

વજનનળીઓના ઢાંકણ દૂર કરી તેઓને એક કલાક માટે ઓરડાના તાપમાને રહેવા દો. બરાબર એક કલાક બાદ બધી વજનનળીઓના મોઢાં ઢાંકણ વડે બંધ કરી દો અને તેઓનું એક પછી એક વજન કરો.

દરેક પ્રવાહીના દળમાં થયેલો ઘટાડો ગણો. દરેક પ્રવાહીના બાષ્પીભવન માટે તાપમાન અને સપાટીનું ક્ષેત્રફળ સમાન હોવું જોઈએ. દરેક પ્રવાહીના બાષ્પીભવનનો દર ગ્રામ પ્રતિ સેકન્ડમાં માપો. પ્રવાહીઓના બાષ્પીભવનના દરમાં જોવા મળતાં તફાવતને તેઓની રાસાયણિક સંરચના અને આંતરઆણ્વીય / આંતઃઆણ્વીય આકર્ષણમાં રહેલા તફાવત સાથે સંબંધિત કરો.

પરિયોજના 7

શીર્ષક

રેસાઓની તનાવ ક્ષમતા પર ઍસિડ અને બેઈઝની અસરનો અભ્યાસ.

હેતુ

વિવિધ પ્રકારના રેસાઓની તનાવ ક્ષમતા પર ઍસિડની અસરનો અભ્યાસ.

સંક્ષિપ્ત પધ્ધતિ

રેસાની તનાવ ક્ષમતાનું માપન રેસાને તોડવા જરૂરી ન્યૂનતમ વજન દ્વારા થાય છે. તેને નીચે મુજબ કરી શકાય છે.

લગભગ 20 cm લાંબો એક દોરો લો. તેના એક છેડાને લોખંડના સ્ટેન્ડમાં સ્થિર રહેલી કડી સાથે બાંધો અને બીજા છેડાને વજન લટકાવવાના હુક સાથે જોડો. હુક પર વજન વધારતા જઈ દોરો તોડવા જરૂરી ન્યૂનતમ વજન શોધો. આ દોરા જેટલી લંબાઈ અને જાડાઈ ધરાવતા વિવિધ પ્રકારના પદાર્થોના (દા.ત., રૂ, ઊન, રેશમ, ટેરીલીન વગેરે) દોરા માટે આ પ્રયોગનું પુનરાવર્તન કરો. આ વજન રેસાઓની તનાવ ક્ષમતાનું માપ છે.

રેસાઓની તનાવ ક્ષમતા પર ઍસિડ અને બેઈઝની અસર, તેઓને અલગથી સમાન પ્રબળતાવાળા મંદ HCl ના દ્રાવણમાં અથવા મંદ NaOH નાં દ્રાવણમાં સમાન સમય માટે ડુબાડી રાખીને જાણી શકાય છે. થોડા પણ નિયત સમય બાદ રેસાઓને દ્રાવણમાંથી બહાર કાઢી, પાણી વડે ધોઈ શુષ્ક કરવામાં આવે છે. બાદમાં આ દોરાઓને તોડવા માટે જરૂરી ન્યૂનતમ વજનને માપવામાં આવે છે. આ વજનો ઍસિડ અને બેઈઝની પ્રક્રિયા કર્યા બાદ રેસાઓની તનાવ ક્ષમતાનું માપ છે. તમારા અવલોકનોનું અર્થઘટન પદાર્થના રેસાઓના રાસાયણિક સંઘટનના આધારે કરો.

પરિયોજના 8

શીર્ષક

શાકભાજી અને ફળોમાં રહેલા ઍસિડ અને ખનીજોનો અભ્યાસ

હેતુ

(a) વિવિધ શાકભાજી અને ફળોમાં રહેલા ઍસિડના જથ્થાનું માપન કરવું.

(b) શાકભાજી અને ફળોમાં આયર્ન, કાર્બોદિત, પ્રોટીન અને શર્કરા વગેરેની હાજરી જાણવી.

સંક્ષિપ્ત પધ્ધતિ

(a) ઍસિડનો જથ્થો

કેટલાક ફળો અને શાકભાજીને (સફરજન, નારંગી, આમળા, લીંબુ, ગાજર, શેરડી વગેરે) દબાવીને તેમાંથી રસ એકઠો કરો. રસનાં નમૂનાઓને અલગ-અલગ પાત્રોમાં રાખો. વિવિધ રસના નમૂનાની pH માપો. તેઓમાં ઍસિડ જથ્થાનું માપન રસના જ્ઞાત જથ્થાનું M/100 પોટેશિયમ હાઇડ્રૉક્સાઈડના દ્રાવણ વડે ફિનોલ્ફથેલીનને સૂચક તરીકે વાપરી અનુમાપન દ્વારા કરો. જો રસનો રંગ ઘેરો હોય તો તેને પુરતી માત્રામાં નિસ્યંદિત પાણી વડે મંદ કરો. જેથી અનુમાપન દરમિયાન અંતિમબિંદુ સ્પષ્ટ મળે.

રસના ઍસિડ મૂલ્યોની સરખામણી દ્વારા રસના ઍસિડ જથ્થાની સરખામણી કરો. 1 ગ્રામ ફળો અથવા શાકભાજીમાં હાજર ઍસિડને તટસ્થ કરવા જરૂરી પોટેશિયમ હાઇડ્રૉક્સાઈડના મિલિગ્રામમાં જથ્થાને શાકભાજી અથવા ફળનું ઍસિડ મૂલ્ય કહે છે.

(b) આયર્ન, કાર્બોદિત (સ્ટાર્ચ અને શર્કરા), પ્રોટીન અને ચરબીની કસોટીઓ

શાકભાજી અને ફળોના રસમાં આયર્નની હાજરી જાણવા માટે તેઓને સાંદ્ર HNO_3 સાથે થોડો સમય ગરમ કરો. ત્યારબાદ આયર્નની કસોટી કરો. કાર્બોદિત (સ્ટાર્ચ, શર્કરા) પ્રોટીન અને ચરબીને સામાન્ય કસોટીઓ દ્વારા પારખી શકાય છે.

પરિયોજના અહેવાલનો નમૂનો

શીર્ષક

એક જ સમાનધર્મી શ્રેણીના કાર્બનિક સંયોજનોના (a) આણ્વીયદળ અને (b) કાર્બન શૃંખલાના બંધારણોમાં ફેરફાર સાથે તેઓની સ્નિગ્ધતામાં થતા ફેરફારનો અભ્યાસ.

પૃષ્ઠ ભૂમિકા

મધ અને મોબિલ તેલ જેવા કેટલાક પ્રવાહીઓ બહુ ધીમે વહન પામે છે જ્યારે પાણી અથવા કેરોસીન જેવા અન્ય પ્રવાહીઓ ઝડપી વહન પામે છે. જે પ્રવાહીઓ ધીરે વહન પામે છે તેને સ્નિગ્ધ પ્રવાહીઓ કહે છે, જ્યારે જે પ્રવાહીઓ ઝડપી વહન પામે છે તેને અસ્નિગ્ધ પ્રવાહીઓ કહે છે. કોઈ પ્રવાહીના વહનનાં અવરોધને સ્નિગ્ધતા કહે છે. તે પ્રવાહીમાં રહેલા આંતરઆણ્વીયબળો સાથે સંબંધિત છે. જુદા જુદા પ્રવાહીઓમાં આંતરઆણ્વીય બળની માત્રા જુદી જુદી હોવાથી તેઓની સ્નિગ્ધતાનું મૂલ્ય જુદું જુદું હોય છે. ચોક્કસ સમાનધર્મી શ્રેણીમાંના વિવિધ સમાનધર્મીઓ અને સમઘટકોની સ્નિગ્ધતાની સરખામણી તેઓમાં રહેલા આંતરઆણ્વીય બળોની માત્રાનો ખ્યાલ આપે છે.

હેતુઓ

આ પરિયોજનાનો હેતુ કાર્બનિક સંયોજનોમાં (a) સ્નિગ્ધતા અને આણ્વીય દળ (b) સ્નિગ્ધતા અને કાર્બન શૃંખલા પ્રકૃતિ વચ્ચે સંબંધ પ્રસ્થાપિત કરવાનો છે.

સમાયેલો સિધ્ધાંત

પ્રવાહીના વહનના અવરોધને સ્નિગ્ધતા ગુણાંક સ્વરૂપે માપવામાં આવે છે જેને નીચે મુજબ વ્યાખ્યાયિત કરવામાં આવે છે. નિયત તાપમાને કોઈ પ્રવાહીના સ્નિગ્ધતા ગુણાંક એવું સ્થિર બળ હોય છે, જે એકમ અંતરે રહેલા પ્રવાહીના બે સમાંતર સ્તરો જે એકમ સંપર્ક ક્ષેત્રફળ ધરાવે છે, તેમની વચ્ચેના વેગનો તફાવત એકમ રાખવા જરૂરી હોય છે.

જોખમ અંગેની ચેતવણી

- આલ્કોહૉલ અને એસિટોનની બોટલ ઉપયોગમાં ન હોય ત્યારે ખુલ્લી રાખવી નહિ કારણ કે તેઓ જ્વલનશીલ છે.
- બોટલને જ્યોતથી દૂર રાખો.
- પ્રયોગ પછી તમારા હાથ ધુઓ.
- સુરક્ષા ચશ્મા પહેરો.

સ્નિગ્ધતા ગુણાંક ઑસ્વાલ્ડ સ્નિગ્ધતા માપક દ્વારા માપી શકાય છે. જો બે પ્રવાહીઓના સ્નિગ્ધતા ગુણાંક η_1, η_2; વહનનો સમય સેકન્ડમાં t_1, t_2 તથા ઘનતા d_1, d_2 હોય, તો તેમની વચ્ચે નીચે દર્શાવ્યા મુજબનો સંબંધ જોવા મળે છે.

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{d_1 \times t_1}{d_2 \times t_2}$$

જો એક પ્રવાહીની સ્નિગ્ધતા જાણતા હોઈએ, તો અન્ય બીજા પ્રવાહીની સ્નિગ્ધતા જાણી શકાય છે.

જરૂરી સામગ્રી

ઑસ્વાલ્ડ સ્નિગ્ધતામાપક (વિસ્કોમીટર), સ્ટૉપ વૉચ, બીકર (250 mL) , પિપેટ, અંકિત નળાકાર, કેરોસીન, પેટ્રોલ, ડીઝલ, મિથાઈલ આલ્કોહૉલ, ઈથાઈલ આલ્કોહૉલ, પ્રોપાઈલ આલ્કોહૉલ, આઈસો પ્રોપાઈલ આલ્કોહૉલ, બ્યુટાઈલ આલ્કોહૉલ, આઈસો બ્યુટાઈલ આલ્કોહૉલ, તૃત્તીયક બ્યુટાઈલ આલ્કોહૉલ અને એમાઈલ આલ્કોહૉલ.

સંક્ષિપ્ત પધ્ધતિ

સ્નિગ્ધતામાપકને ધોયું, આલ્કોહોલથી વીછળ્યું અને શુષ્ક કર્યું. જે પ્રવાહીનું માપન કરવાનું હતું તે પ્રવાહીના 10 mL સ્નિગ્ધતામાપકમાં ભરવામાં આવ્યું. સ્નિગ્ધતામાપકમાં અંકિત કરેલી બે નિશાની વચ્ચે પ્રવાહીના વહનનો સમય સ્ટૉપ-વૉચની મદદથી નોંધ્યો. આ અવલોકનોને કોષ્ટક I અને II માં નોંધ્યા. સમાયેલો સિધ્ધાંત મથાળા હેઠળ ચર્ચા કરવામાં આવેલા સૂત્રની મદદથી વિવિધ પ્રવાહીઓની સ્નિગ્ધતાની ગણતરી કરવામાં આવી.

અવલોકનો અને ગણતરીઓ

ઓરડાનું તાપમાન = 23 ^{0}C

આલ્કોહૉલ માટે વિવિધ ક્ષમતાવાળા સ્નિગ્ધતામાપકનો ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો હતો.

કોષ્ટક 1 : વિવિધ સંયોજનોના વહનના સમયની માહિતી

ક્રમ	સંયોજનનું નામ	વહનનો સમય (સેકન્ડ)	ઘનતા (g / mL)	સ્નિગ્ધતા (મિલિપોઈસ)
1.	પાણી	13.5	1	10.08
2.	પેટ્રોલ	8.5	0.8	6.4
3.	કેરોસીન	22.0	1	16.4
4.	ડિઝલ	48.0	1	18.0

કોષ્ટક 2 : વિવિધ સંયોજનોની સ્નિગ્ધતા વિરૂદ્ધ આણ્વીયદળના સંબંધની માહિતી

ક્રમ	સંયોજનનું નામ	આણ્વીય દળ	વહનનો સમય (સેકન્ડ)	ઘનતા (g / mL)	સ્નિગ્ધતા (મિલિપોઈસ)
1.	પાણી	18	180	1	10.08
2.	મિથેનોલ	32	136	0.79	7.6
3.	ઈથેનોલ	46	258	0.78	14.4
4.	પ્રોપેન-1-ઑલ	60	391	0.8	21.9
5.	પ્રોપેન-2-ઑલ	60	546	0.79	30.6
6.	બ્યુટેન-1-ઑલ	74	612	0.81	34.3
7.	બ્યુટેન-2-ઑલ	74	686	0.80	38.4
8.	2-મિથાઈલ પ્રોપેન-1-ઑલ	74	1406	0.79	78.8
9.	પેન્ટેન-1-ઑલ	88	784	0.817	43.9

નોંધ : * જો આલ્કોહૉલના સમાનધર્મીઓ / સમઘટકો પ્રાપ્ય ન હોય તો, અન્ય અનુકૂળ સંયોજનનો જે પ્રાપ્ય હોય અથવા જેની સહેલાઈથી વ્યવસ્થા કરી શકાય તેમ હોય તેનો આ અભ્યાસમાં ઉપયોગ કરી શકાય છે.

** કોષ્ટકમાં નોંધાયેલો વહનનો સમય સ્નિગ્ધતા માપક પર આધારિત હોય છે, તેથી તેને પ્રમાણિત મૂલ્યો તરીકે ન ગણવા જોઈએ.

તારણ

કોષ્ટક 1 પરથી કહી શકાય કે વિવિધ હાઇડ્રોકાર્બન ઘટકો એટલે કે પેટ્રોલ, કેરોસીન અને ડીઝલની સરેરાશ સ્નિગ્ધતા અનુક્રમે 6.4, 16.4 અને 18.0 છે. આ ઘટકોનું આણ્વીયદળ પેટ્રોલથી ડિઝલ તરફ વધે છે, જે સૂચવે છે કે સ્નિગ્ધતા આણ્વીયદળ વધવાની સાથે વધે છે. આણ્વીયદળ વધે તેમ આંતરઆણ્વીય આકર્ષણબળ પણ વધે છે.

આલ્કોહૉલ સંયોજનોના કિસ્સામાં, નવ આલ્કોહૉલ સંયોજનોની સ્નિગ્ધતાનું માપન કરવામાં આવ્યું અને તેમના મૂલ્યોને કોષ્ટક 2 માં દર્શાવવામાં આવ્યા છે. મિથેનોલ, ઈથેનોલ, પ્રોપેન-1-ઑલ, બ્યુટેન-1-ઑલની સ્નિગ્ધતા અનુક્રમે 7.6, 14.4, 21.9 અને 34.3 મિલિપોઈસ છે. જે દર્શાવે છે કે આલ્કોહૉલ સંયોજનોની સ્નિગ્ધતા તેઓના આણ્વીયદળ વધવાની સાથે વધે છે. આમ, પરિણામો દર્શાવે છે કે સ્નિગ્ધતા આણ્વીયદળ વધવાની સાથે વધે છે.

સાવચેતી

સ્નિગ્ધતામાપકનો ઉપયોગ કરતા અગાઉ તેને યોગ્ય રીતે સાફ કરી, શુષ્ક કરી લેવું જોઈએ.

બાદની શોધ માટે સૂચનો

યોગ્ય સંયોજનોનો ઉપયોગ કરી આંતરઆણ્વીય બળ સાથે સ્નિગ્ધતામાં થતા ફેરફારનો અભ્યાસ કરી શકાય.

સંદર્ભ પુસ્તક

KEENA, C.W. : WOOD, J.H. General Chemistry IVth Edition., Harper and Row Publishers Inc. New York.

પરિશિષ્ટ

પરિશિષ્ટ I

પ્રયોગશાળામાં પ્રક્રિયકોની ગોઠવણી

પ્રયોગશાળા સહાયકે જોવું જ જોઈએ, કે દરેક છાજલી (shelf) પર રહેલી પ્રક્રિયક બોટલો વ્યવસ્થિત ગોઠવાયેલી છે ? તેઓને નામાંકિત કરેલી છે ? તેમાં તાજા બનાવેલા પ્રક્રિયકો પૂરતાં જથ્થામાં છે ?

1. દરેક છાજલી પર રાખવાના થતા પ્રક્રિયકો

પ્રક્રિયકને સાંકડા મુખવાળી ઢાંકણા સહિતની બોટલમાં રાખવા

1. એમોનિયમ કાર્બોનેટ
2. એમોનિયમ હાઇડ્રૉક્સાઈડ
3. હાઇડ્રૉક્લોરિક ઍસિડ (મંદ)
4. હાઇડ્રૉક્લોરિક ઍસિડ (સાંદ્ર)
5. ચૂનાનું પાણી
6. નાઇટ્રિક ઍસિડ (મંદ)
7. સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ (મંદ)
8. સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ (સાંદ્ર)

2. સામાન્ય છાજલી પર રાખવાના થતાં પ્રક્રિયકો

(A) પ્રક્રિયકને સાંકડા મુખવાળી ઢાંકણા સહિતની બોટલમાં રાખવા

1. એસિટિક ઍસિડ (ગ્લેસિઅલ)
2. એસિટિક ઍસિડ (મંદ)
3. આલ્કલાઈન -β નેપ્થોલ
4. એમોનિયમ મોલિબ્ડેટ
5. એમોનિયમ ઑક્ઝેલેટ
6. એમોનિયમ સલ્ફેટ
7. એમોનિયમ સલ્ફેટ (પીળો)
8. બેરિયમ ક્લોરાઇડ
9. બ્રોમિન જળ
10. કેલ્શિયમ ક્લોરાઇડ
11. કેલ્શિયમ સલ્ફેટ
12. કાર્બન ડાયસલ્ફાઈડ
13. ક્લોરિન જળ
14. કૉબાલ્ટ નાઇટ્રેટ
15. કૉપર સલ્ફેટ
16. ડાયમિથાઈલ ગ્લાયોક્ઝાઈમ
17. ફેરિક ક્લોરાઈડ
18. ફેરસ સલ્ફેટ
19. લેડ એસિટેટ
20. મેગ્નેશિયમ સલ્ફેટ
21. મરક્યુરિક ક્લોરાઇડ
22. મિથાઈલ ઑરેન્જ
23. નેસ્લરનો પ્રક્રિયક
24. ફિનોલ્ફથેલીન
25. પોટેશિયમ ક્રોમેટ
26. પોટેશિયમ ડાયક્રોમેટ
27. પોટેશિયમ ફેરિસાયનાઈડ
28. પોટેશિયમ ફેરોસાયનાઈડ
29. પોટેશિયમ આયોડાઈડ
30. પોટેશિયમ પરમૅંગેનેટ
31. પરિશોધિત સ્પિરિટ
32. સિલ્વર નાઇટ્રેટ
33. સોડિયમ હાઇડ્રૉજન ફોસ્ફેટ
34. સોડિયમ નાઇટ્રોપ્રુસાઇડ
35. સ્ટેનસ ક્લોરાઈડ
36. સ્ટાર્ચનું દ્રાવણ
37. સાર્વત્રિક સૂચક

(B) પ્રક્રિયકોને પહોળા મુખવાળી બોટલમાં સામાન્ય છાજલી પર રાખવા

(a) ઘન

1. એમોનિયમ ક્લોરાઈડ
2. બોરેક્સ
3. ફેરસ સલ્ફેટ
4. ગલન મિશ્રણ
5. મૅંગેનીઝ ડાયૉક્સાઈડ
6. ઑક્ઝેલિક ઍસિડ
7. પોટેશિયમ ક્રોમેટ
8. પોટેશિયમ ડાયક્રોમેટ
9. સોડિયમ કાર્બોનેટ
10. સોડિયમ હાઇડ્રૉજન કાર્બોનેટ
11. સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઈડ
12. સોડિયમ નાઈટ્રેટ
13. સોડિયમ નાઇટ્રોપ્રુસાઈડ
14. સોડિયમ પૅરૉક્સાઈડ

(b) ધાતુઓ

1. કૉપર
2. ટિન
3. દાણાદાર ઝિંક
4. ઝિંક પાઉડર

(c) પત્ર

1. લેડ એસિટેટ પત્ર
2. લિટમસ પત્ર (વાદળી)
3. લિટમસ પત્ર (લાલ)
4. પોટેશિયમ ડાયક્રોમેટ પત્ર
5. સ્ટાર્ચ આયોડાઈડ પત્ર
6. સ્ટાર્ચ પત્ર
7. હળદર પત્ર
8. સાર્વત્રિક સૂચક પત્ર

પરિશિષ્ટ II

રસાયણવિજ્ઞાન પ્રયોગશાળા માટેના રસાયણો અને સાધનોની યાદી

ક્રમ	અકાર્બનિક રસાયણો	ગ્રેડ*
1.	ફટકડી (પોટાશ)	L.R.
2.	એલ્યુમિનિયમ ક્લોરાઇડ	L.R.
3.	એલ્યુમિનિયમ સલ્ફેટ	L.R.
4.	એમોનિયમ એસિટેટ	L.R.
5.	એમોનિયમ કાર્બોનેટ	L.R.
6.	એમોનિયમ સેરિક નાઇટ્રેટ	L.R.
7.	એમોનિયમ ક્લોરાઇડ	L.R.
8.	એમોનિયમ મોલિબ્ડેટ	L.R.
9.	એમોનિયમ નાઇટ્રેટ	L.R.
10.	એમોનિયમ ઑક્ઝેલેટ	L.R.
11.	એમોનિયમ ફોસ્ફેટ	L.R.
12.	એમોનિયમ સલ્ફેટ	L.R.
13.	એમોનિયમ થાયોસાયનેટ	L.R.
14.	આર્સેનિયસ ઑક્સાઇડ	L.R.
15.	બેરિયમ ક્લોરાઇડ	L.R.
16.	બેરિયમ નાઇટ્રેટ	L.R.
17.	બિસ્મથ નાઇટ્રેટ	L.R.
18.	બોરિક ઍસિડ	L.R.
19.	બ્રોમિન (પ્રવાહી)	L.R.
20.	કેડમિયમ કાર્બોનેટ	L.R.
21.	કેડમિયમ ક્લોરાઈડ	L.R.
22.	કેડમિયમ નાઇટ્રેટ	L.R.
23.	કેલ્શિયમ કાર્બોનેટ	L.R.
24.	કેલ્શિયમ ક્લોરાઈડ	L.R.
25.	કેલ્શિયમ હાઇડ્રૉક્સાઈડ	L.R.
26.	નિર્જળ કેલ્શિયમ હાઇડ્રોજનફોસ્ફેટ	L.R.
27.	કેલ્શિયમ નાઇટ્રેટ	L.R.
28.	કેલ્શિયમ ઑક્સાઇડ	L.R.
29.	ક્લોરિન જળ	L.R.
30.	કોબાલ્ટ નાઇટ્રેટ	L.R.
31.	કોપર કાર્બોનેટ	L.R.
32.	કોપર સલ્ફેટ	L.R.
33.	કોપરની પાતળી વળાંકવાળી પટ્ટીઓ	-
34.	ક્યુપ્રિક એસિટેટ	L.R.
35.	ક્યુપ્રિક નાઇટ્રેટ	L.R.
36.	ડાયસોડિયમ ટેટ્રાબોરેટ	L.R.
37.	ફેરિક એલમ (ફટકડી)	L.R.
38.	ફેરિક ક્લોરાઇડ	L.R.
39.	ફેરસ એમોનિયમ સલ્ફેટ	L.R.
40.	ફેરસ સલ્ફેટ	L.R.
41.	ફેરસ સલ્ફાઈડ	L.R.
42.	હાઇડ્રૉક્લોરિક ઍસિડ (સાંદ્ર)	L.R.
43.	હાઇડ્રૉજન પેરૉક્સાઇડ	L.R.
44.	આયોડિન	L.R.
45.	લોખંડનો ભૂકો	L.R.
46.	લેડ એસિટેટ	L.R.
47.	લેડ ક્લોરાઈડ	L.R.
48.	લેડ નાઇટ્રેટ	L.R.
49.	લિકર એમોનિયા	L.R.
50.	લિટમસ દ્રાવણ	-
51.	મેગ્નેશિયમ બ્રોમાઈડ	L.R.
52.	મેગ્નેશિયમ કાર્બોનેટ	L.R.
53.	મેગ્નેશિયમ ક્લોરાઇડ	L.R.
54.	મેગ્નેશિયમ પટ્ટી	L.R.
55.	મેગ્નેશિયમ સલ્ફેટ	L.R.
56.	મેંગેનીઝ ડાયૉક્સાઇડ	L.R.
57.	મેંગેનીઝ સલ્ફેટ	L.R.
58.	આરસપહાણના ટુકડા	L.R.

ક્રમ	અકાર્બનિક રસાયણો	ગ્રેડ*
59.	મરક્યુરિક ક્લોરાઇડ	L.R.
60.	મિથાઈલ ઑરેન્જ	A.R.
61.	મિથાઈલ રેડ	A.R.
62.	નિકલ(II) નાઇટ્રેટ	L.R.
63.	નાઇટ્રિક ઍસિડ (સાંદ્ર)	L.R.
64.	pH પેપર અને ચાર્ટ	-
65.	પોટાશ એલમ (ફટકડી)	L.R.
66.	પોટેશિયમ બ્રોમાઈડ	L.R.
67.	પોટેશિયમ ક્રોમેટ	L.R.
68.	પોટેશિયમ ડાયક્રોમેટ	L.R.
69.	પોટેશિયમ ફેરિસાયનાઈડ	L.R.
70.	પોટેશિયમ ફેરોસાયનાઈડ	L.R.
71.	પોટેશિયમ હાઇડ્રૉક્સાઈડ	L.R.
72.	પોટેશિયમ આયોડેટ	L.R.
73.	પોટેશિયમ આયોડાઈડ	L.R.
74.	પોટેશિયમ નાઇટ્રેટ	L.R.
75.	પોટેશિયમ નાઈટ્રાઈટ	L.R.
76.	પોટેશિયમ પરમેંગેનેટ	L.R.
77.	પોટેશિયમ સલ્ફેટ	L.R.
78.	પોટેશિયમ થાયોસાયનેટ	L.R.
79.	સ્કીફનો પ્રક્રિયક (અથવા ફુચ્સિન)	L.R.
80.	સિલ્વર નાઇટ્રેટ	L.R.
81.	સોડિયમ ઍસિટેટ	L.R.
82.	સોડિયમ બ્રોમાઈડ	L.R.
83.	સોડિયમ કાર્બોનેટ	L.R.
84.	સોડિયમ ક્લોરાઈડ	L.R.
85.	સોડિયમ ડાયહાઈડ્રોજન ઓર્થોફોસ્ફેટ	L.R.
86.	સોડિયમ ડાયહાઈડ્રોજન ફોસ્ફેટ	L.R.
87.	સોડિયમ હાઇડ્રોજન કાર્બોનેટ	L.R.
88.	સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઈડ (પતરી સ્વરૂપે)	L.R.
89.	સોડિયમ મેટાબાયસલ્ફાઈટ	L.R.
90.	સોડિયમ ધાતુ	L.R.
91.	સોડિયમ નાઈટ્રેટ	L.R.
92.	સોડિયમ નાઇટ્રાઈટ	L.R.
93.	સોડિયમ નાઇટ્રોપ્રુસાઈડ	L.R.
94.	સોડિયમ ઑક્ઝેલેટ	L.R.
95.	સોડિયમ પેરૉક્સાઈડ	L.R.
96.	સોડિયમ પોટેશિયમ ટાર્ટરેટ (રોચેલનો ક્ષાર)	L.R.
97.	સોડિયમ સલ્ફેટ	L.R.
98.	સોડિયમ ટાર્ટરેટ	L.R.
99.	સોડિયમ થાયોસલ્ફેટ	L.R.
100.	સ્ટેનસ ક્લોરાઈડ	L.R.
101.	સ્ટાર્ચ (દ્રાવ્ય)	L.R.
102.	સલ્ફાનિલિક ઍસિડ	L.R.
103.	સલ્ફર	L.R.
104.	સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ (વ્યાપારિક)	L.R.
105.	ટિન ધાતુ	-
106.	સાર્વત્રિક સૂચક દ્રાવણ / પત્ર	L.R.
107.	યુરેનાઇલ ઝિંક એસિટેટ	L.R.
108.	ઝિંક એસિટેટ	L.R.
109.	ઝિંક કાર્બોનેટ	L.R.
110.	ઝિંક ક્લોરાઈડ	L.R.
111.	ઝિંક ધાતુ (દાણાદાર)	-
112.	ઝિંક ઑક્સાઈડ	L.R.
113.	ઝિંક સલ્ફેટ	L.R.

*L.R. = લેબોરેટરી પ્રક્રિયક (Laboratory reagent)
A.R. = વૈશ્લેષિક પ્રક્રિયક (Analytical reagent)

ક્રમ	કાર્બનિક રસાયણો	ગ્રેડ*
1.	એસિટાલ્ડિહાઈડ	L.R.
2.	એસિટેનીલાઈડ	L.R.
3.	એસિટિક એસિડ (ઈથેનોઈક એસિડ)	L.R.
4.	એસિટિક એનહાઇડ્રાઈડ	L.R.
5.	એસિટોન	L.R.
6.	એસિટાઈલ ક્લોરાઈડ	L.R.
7.	એમાઈલ આલ્કોહોલ	L.R.
8.	એનીલીન	L.R.
9.	બેનેડિકટનો પ્રક્રિયક	L.R.
10.	બેન્ઝિન	L.R.
11.	બેન્ઝોઈક એસિડ	L.R.
12.	બેન્ઝાઈલ આલ્કોહૉલ	L.R.
13.	બેન્ઝાલ્ડિહાઈડ	L.R.
14.	બ્યુટેનોલ	L.R.
15.	કાર્બન ડાયસલ્ફાઈડ	L.R.
16.	કાર્બન ટેટ્રાક્લોરાઈડ	L.R.
17.	દિવેલ (એરંડિયુ)	L.R.
18.	ક્લોરોફોર્મ	L.R.
19.	સાઇટ્રિક એસિડ	L.R.
20.	કોન્ગો રેડ (પ્રત્યક્ષ એઝો રંગક)	L.R.
21.	ડાયએઝોએમિનો બેન્ઝિન	L.R.
22.	p-ડાયક્લોરોબેન્ઝિન	L.R.
23.	ડાયઈથાઈલ ઈથર	L.R.
24.	ડાયમિથાઈલ ગ્લાયોક્ઝાઈમ	L.R.
25.	2,4-ડાયનાઈટ્રો ફિનાઈલ હાઈડ્રેઝીન	L.R.
26.	ડાયફિનાઈલ એમાઈન	L.R.
27.	ઈરિયોક્રોમ બ્લેક-ટી	A.R.
28.	ઈથાઈલ એસિટેટ	L.R.
29.	ઈથાઈલ આલ્કોહોલ	L.R.
30.	ઈથાઈલ એમાઈન	L.R.
31.	ઈથીલીન ડાયએમાઈન ટેટ્રાએસિટિક ઍસિડ ડાયસોડિયમ ક્ષાર	A.R.
32.	ફેહલિંગ દ્રાવણો (A અને B)	L.R.
33.	ફોર્માલ્ડિહાઈડ	L.R.

ક્રમ	કાર્બનિક રસાયણો	ગ્રેડ*
34.	ફોર્મિક એસિડ	L.R.
35.	ફ્રુક્ટોઝ	L.R.
36.	ગ્લુકોઝ	L.R.
37.	ગ્લિસરોલ	L.R.
38.	લેક્ટોઝ	L.R.
39.	અળસીનું તેલ	L.R.
40.	પ્રવાહી પેરાફીન	L.R.
41.	મેલેચાઈટ ગ્રીન (બેઝિક રંગક)	L.R.
42.	માલ્ટોઝ	L.R.
43.	યંત્ર(મશીન)તેલ	L.R.
44.	મિથાઈલ આલ્કોહોલ	L.R.
45.	મિથાઈલ ઓરેન્જ (એસિડિક રંગક)	L.R.
46.	સરસવનું તેલ	L.R.
47.	નેપ્થેલીન	L.R.
48.	1-નેપ્થાઈલએમાઈન	L.R.
49.	1-નેપ્થોલ	L.R.
50.	2-નેપ્થોલ	L.R.
51.	નીનહાઈડ્રીન	L.R.
52.	ઑક્ઝેલિક એસિડ	L.R.
53.	પેટ્રોલિયમ ઈથર (60^0 - 80^0)	L.R.
54.	ફિનોલ	L.R.
55.	ફિનોલ્ફથેલીન	L.R.
56.	ફિનાઈલ હાઇડ્રેઝીન હાઈડ્રોક્લોરાઈડ	L.R.
57.	પ્થેલિક એસિડ	L.R.
58.	પ્થેલિક એનહાઇડ્રાઈડ	L.R.
59.	પીરીડીન	L.R.
60.	પાયરોગેલોલ	L.R.
61.	રિસોર્સિનોલ	L.R.
62.	સેલિસિલિક એસિડ	L.R.
63.	સકસિનિક એસિડ	L.R.
64.	સુક્રોઝ	L.R.
65.	થાયોયુરિયા	L.R.
66.	p-ટોલ્યુડિન	L.R.
67.	યુરિયા	L.R.

ક્રમ	કાચની વસ્તુઓ (બોરોસિલિકેટ કાચ)
1.	બીકર (50 mL)
2.	બીકર (100 mL)
3.	બીકર (150 mL)
4.	બીકર (250 mL)
5.	બીકર (500 mL)
6.	ઉત્કલન નળીઓ
7.	બ્યુરેટ (50 mL)
8.	કોનિકલ ફ્લાસ્ક (100 mL)
9.	કોનિકલ ફ્લાસ્ક (150 mL)
10.	કોનિકલ ફ્લાસ્ક (250 mL)
11.	સપાટ તળિયાવાળો ફ્લાસ્ક (1 લિટર)
12.	ગળણી (8 cm વ્યાસ)
13.	કાચનું ડ્રૉપર
14.	કિપનું સાધન (વ્યાસ 1000 mm)
15.	જેલ્ડાહ્લનો ફ્લાસ્ક
16.	લિબિગનું સંઘનિત્ર

ક્રમ	કાચની વસ્તુઓ (બોરોસિલિકેટ કાચ)
17.	અંકિત નળાકાર (10 mL)
18.	અંકિત નળાકાર (50 mL)
19.	અંકિત નળાકાર (100 mL)
20.	અંકિત ફ્લાસ્ક (100 mL)
21.	અંકિત ફ્લાસ્ક (250 mL)
22.	પેટ્રી ડીશ (8 cm વ્યાસ)
23.	પિપેટ (10 mL)
24.	પિપેટ (25 mL)
25.	ગોળ તળિયાવાળો ફ્લાસ્ક (500 mL)
26.	ગોળ તળિયાવાળો ફ્લાસ્ક (1 લિટર)
27.	ભિન્નકારી ગળણી (250 mL)
28.	કસનળી (15 mL)
29.	થીલેની નળી
30.	વૉચ ગ્લાસ (9 cm વ્યાસ)
31.	જળ ચૂષક વજન કરવાની બોટલ

ક્રમ	વસ્તુની વિગત
1.	અગર - અગર
2.	એમીટર (0-1 amp)
3.	બીહાઈવ શેલ્ફ
4.	ફૂંકણી
5.	વાદળી કાચ
6.	બુન્સેન બર્નર
7.	બ્યુરેટ બ્રશ
8.	બ્યુરેટ સ્ટેન્ડ (લાકડાનું)
9.	કેલરીમીટર
10.	કેશનળી (કેશાકર્ષણ નળી)
11.	કોલસાનો ચોસલો
12.	રાસાયણિક તુલા
13.	ક્લેમ્પ
14.	જોડાણના તાર
15.	કોપર પ્લેટ
16.	બૂચ
17.	બૂચને કાણા પાડવાનો સેટ
18.	બૂચ ખોલવાનું સાધન
19.	સૂકોકોષ (1.5 વૉલ્ટ)
20.	ગાળણપત્રની શીટ (વૉટમેન અને સામાન્ય)
21.	વિભાગી વજન
22.	ગળણીનું સ્ટેન્ડ
23.	વાયુપાત્ર ઢાંકણ સાથે
24.	કાચનો સળિયો
25.	કાચની નળી
26.	કાચનું રૂ
27.	ગ્લેઝડટાઈલ (સફેદ)
28.	દહનનળી
29.	લોખંડનું સ્ટેન્ડ
30.	ચાકી (એકમાર્ગી)

ક્રમ	વસ્તુની વિગત
31.	ખલ અને દસ્તો
32.	ચીપિયો
33.	પ્લેટિનમ તાર
34.	પોલીથીનની વૉશ બોટલ (500 mL)
35.	પોર્સેલીન ડીશ
36.	પ્રક્રિયક શીશી (બોટલ) (150 mL)
37.	પ્રક્રિયક શીશી (બોટલ) (250 mL)
38.	પ્રક્રિયક શીશી (બોટલ) (500 mL)
39.	પ્રક્રિયક શીશી (બોટલ) (2500 mL)
40.	વલય (રિંગ) ક્લેમ્પ
41.	રબરના બૂચ (બધા જ માપના)
42.	રબરની નળી
43.	રેત પત્ર (sand paper)
44.	રેત ઉષ્મક
45.	ચમચો (પ્લાસ્ટિક)
46.	સ્પિરિટ
47.	સ્પિરિટ દીવો (લેમ્પ)
48.	સ્ટૉપ વૉચ
49.	કસનળી બ્રશ
50.	કસનળી હોલ્ડર
51.	કસનળી સ્ટેન્ડ (પ્લાસ્ટિક)
52.	થર્મોમીટર - સામાન્ય (100 °C અને 360 °C)
53.	થર્મોમીટર (0-110 °C અને 1/10 કાપાવાળુ)
54.	થીસલ ગળણી
55.	ત્રિકોણીય કાનસ
56.	ત્રિપાઈ સ્ટેન્ડ (લોખંડનું)
57.	છીછરું પાત્ર
58.	વૉશ બોટલ
59.	જળ ઉષ્મક
60.	જળ નિસ્યંદન પ્લાન્ટ
61.	મીણ (પેરાફીન)
62.	વજનપેટી (રાસાયણિક તુલા માટે)
63.	તારની જાળી (મધ્યમાં એસ્બેસ્ટોસવાળી)
64.	વુલ્ફ બોટલ
65.	ઝિંક પ્લેટ

પરિશિષ્ટ III

સામાન્ય પ્રયોગશાળા પ્રક્રિયકોની બનાવટ

I. સાંદ્ર ઍસિડ સંયોજનો

	નામ	અંદાજિત સાંદ્રતા	વિશિષ્ટ ઘનતા	અંદાજિત જથ્થો	વજનથી ટકા
1.	એસિટિક ઍસિડ (ગ્લેસિઅલ)	17.6 M (17.6 N)	1.06	1.06 g/mL	99.5%
2.	સાંદ્ર હાઇડ્રૉક્લોરિક ઍસિડ	11.7 M (11.7 N)	1.19	0.426 g/mL	36.0%
3.	સાંદ્ર નાઇટ્રિક ઍસિડ	15.6 M (15.6 N)	1.42	0.998 g/mL	69.5%
4.	સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ	18 M (36.0 N)	1.84	1.76 g/mL	98.0%

નોંધ : સાંદ્ર ઍસિડ સંયોજનોને બજારમાંથી જે સ્વરૂપે પ્રાપ્ત થયાં હોય તે જ સ્વરૂપે વાપરવામાં આવે છે.

II. મંદ ઍસિડ સંયોજનો

	નામ	સાંદ્રતા	બનાવટની રીત
1.	મંદ એસિટિક ઍસિડ	5 M (5 N)	285 mL ગ્લેસિઅલ એસિટિક ઍસિડને નિસ્યંદિત પાણી વડે મંદ કરો અને તેનું કુલ કદ 1 લિટર કરો.
2.	મંદ હાઇડ્રૉક્લોરિક ઍસિડ	5 M (5 N)	નિસ્યંદિત પાણીમાં 430 mL સાંદ્ર HCl ઉમેરો અને દ્રાવણનું કુલ કદ 1 લિટર કરો.
3.	મંદ નાઇટ્રિક ઍસિડ	5 M (5 N)	નિસ્યંદિત પાણીમાં 320 mL સાંદ્ર નાઈટ્રિક ઍસિડ ઉમેરો અને દ્રાવણનું કુલ કદ 1 લિટર કરો.
4.	મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ	2.5 M (5 N)	500 mL નિસ્યંદિત પાણીમાં 140 mL સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક ઍસિડને ધીમે ધીમે ઉમેરો અને સતત હલાવતા રહો. દ્રાવણને ઠંડુ પાડો અને કુલ કદ 1 લિટર કરો.

III. બેઈઝ સંયોજનો

	નામ	સાંદ્રતા	બનાવટની રીત
1.	એમોનિયા દ્રાવણ (લિકર એમોનિયા)	15 M (15 N)	બજારમાંથી પ્રાપ્ત થયા હોય તે સ્વરૂપે
2.	મંદ એમોનિયા દ્રાવણ (એમોનિયમ હાઇડ્રૉક્સાઈડ)	2 M (2 N)	નિસ્યંદિત પાણીમાં 266.6 mL સાંદ્ર એમોનિયાના દ્રાવણને ઉમેરો અને દ્રાવણનું કુલ કદ 1 લિટર કરો.
3.	સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઈડ	5 M (5 N)	200 g સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઈડની ગોળીઓને (pellets) નિસ્યંદિત પાણીમાં ઓગાળીને દ્રાવણનું કુલ કદ 1 લિટર કરો.

IV. અન્ય પ્રક્રિયકો

	નામ	સાંદ્રતા	મોલર દળ	બનાવટની રીત
1.	એમોનિયમ એસિટેટ	2 M (2 N)	77	154 g ક્ષારને નિસ્યંદિત પાણીમાં ઓગાળો અને તેને 1 લિટર સુધી મંદ કરો.
2.	એમોનિયમ ક્લોરાઈડ	5 M (5 N)	53.5	267.5 g ક્ષારને નિસ્યંદિત પાણીમાં ઓગાળો અને તેને 1 લિટર સુધી મંદ કરો.
3.	એમોનિયમ કાર્બોનેટ	1.7 M (3.5 N)	96	160 g એમોનિયમ કાર્બોનેટને 140 mL લીકર એમોનિયામાં ઓગાળો અને નિસ્યંદિત પાણી વડે દ્રાવણનું કુલ કદ 1 લિટર બનાવો.

4.	એમોનિયમ મોલિબ્ડેટ			100 ગ્રામ ક્ષારને 100 mL લિકર એમોનિયાના દ્રાવણ અને 250 g એમોનિયમ નાઈટ્રેટના મિશ્રણમાં ઓગાળો અને દ્રાવણને 1 લિટર સુધી નિસ્યંદિત પાણી વડે મંદ કરો.
5.	એમોનિયમ ઑક્ઝેલેટ	0.5 M (1 N)	142	71 g ક્ષારને નિસ્યંદિત પાણીમાં ઓગાળો અને તેને 1 લિટર સુધી મંદ કરો.
6.	એમોનિયમ સલ્ફેટ	1 M (2 N)	132	132 g ક્ષારને નિસ્યંદિત પાણીમાં ઓગાળો અને તેને 1 લિટર સુધી મંદ કરો.
7.	બેરિયમ ક્લોરાઈડ $BaCl_2.2H_2O$	0.5 M (0.5 N)	244	61 g ક્ષારને નિસ્યંદિત પાણીમાં ઓગાળો અને તેને 1 લિટર સુધી મંદ કરો.
8.	બ્રોમિન જળ	અંદાજે સંતૃપ્ત	160	2 mL બ્રોમિનને 100 mL નિસ્યંદિત પાણીમાં ઉમેરો અને મિશ્રણને ખૂબ હલાવો. તેને ઘેરા રંગની બોટલમાં રાખો.
9.	કેલ્શિયમ ક્લોરાઈડ	0.5 M (0.5 N)	219	55 g ક્ષારને નિસ્યંદિત પાણીમાં ઓગાળો અને તેનું કદ 1 લિટર કરો.
10.	ક્લોરિન જળ	-	71	ઘન $KMnO_4$ ની સાંદ્ર HCl સાથે પ્રક્રિયા કરી ક્લોરિન વાયુ બનાવો. ક્લોરિન વાયુ વડે 1 લિટર નિસ્યંદિત પાણીને સંતૃપ્ત કરો અને આ દ્રાવણને ઘેરા રંગની બોટલમાં રાખો.
11.	કોપર સલ્ફેટ	14 %	249.5	14 g ક્ષારને નિસ્યંદિત પાણીમાં ઓગાળો અને તેનું કદ 100 mL કરો.
12.	કોબાલ્ટ નાઈટ્રેટ	0.15 M (0.075 N)	291	43.65 g ક્ષારને નિસ્યંદિત પાણીમાં ઓગાળો અને તેનુ કુલ કદ 1 લિટર કરો.
13.	ડાયમિથાઈલ ગ્લાયોક્ઝાઈમ	1%		1 g પદાર્થને 100 mL ઈથાઈલ આલ્કોહૉલમાં ઓગાળો.
14.	ડાયફિનાઈલએમાઈન	0.5 %		0.5 g પદાર્થને 85 mL સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક ઍસિડમાં ઓગાળો અને તેને કાળજીપૂર્વક નિસ્યંદિત પાણી વડે 100 mL સુધી મંદ કરો.
15.	ડાયસોડિયમ હાઈડ્રોજન ફોસ્ફેટ $Na_2HPO_4.12H_2O$	0.3 M (N)	358	120 g પદાર્થને નિસ્યંદિત પાણીમાં ઓગાળો અને તેનું કદ 1 લિટર કરો.
16.	ફેરિક ક્લોરાઈડ $FeCl_3.6H_2O$	0.33 M (1 N)	270	90 g ક્ષારને 10 mL સાંદ્ર હાઈડ્રોક્લોરિક ઍસિડ ધરાવતા પાણીમાં ઓગાળો અને દ્રાવણનું કદ 1 લિટર કરો.
17.	આયોડિન દ્રાવણ		254	1.0 g આયોડિનના સ્ફટિકોને 2 g પોટેશિયમ આયોડાઈડને પાણીના ઓછામાં ઓછા જથ્થામાં દ્રાવ્ય કરીને બનાવેલા દ્રાવણમાં દ્રાવ્ય કરો અને દ્રાવણને 100 mL સુધી મંદ કરો.
18.	લેડ એસિટેટ $(CH_3COO)_2Pb$	0.5 M (N)		15 mL એસિટિક ઍસિડ ધરાવતા 500 mL નિસ્યંદિત પાણીમાં 200 g પદાર્થને દ્રાવ્ય કરો અને નિસ્યંદિત પાણી વડે દ્રાવણનું કુલ કદ 1 લિટર કરો.
19.	ચૂનાનું પાણી $Ca(OH)_2$	0.02 M (0.04N)	74	2 - 3 g કેલ્શિયમ હાઇડ્રૉક્સાઈડને 1 લિટર નિસ્યંદિત પાણીમાં હલાવો.
20.	લિટમસ દ્રાવણ (વાદળી)	-		10 g લિટમસ પદાર્થને નિસ્યંદિત પાણીમાં ઓગાળો અને દ્રાવણનું કુલ કદ 1 લિટર કરો.
21.	લિટમસ દ્રાવણ (લાલ)	-		વાદળી લિટમસના દ્રાવણમાં 10 ટીપા મંદ હાઈડ્રૉક્લોરિક ઍસિડના ઉમેરો.
22.	મિથાઈલ ઓરેન્જ	-		1 g પદાર્થને 1 લિટર નિસ્યંદિત પાણીમા દ્રાવ્ય કરો.
23.	મરક્યુરિક ક્લોરાઈડ	0.25 M (0.5 N)	272	70 g ક્ષારને નિસ્યંદિત પાણીના થોડા જથ્થામાં ઓગાળો અને નિસ્યંદિત પાણી વડે દ્રાવણનું કુલ કદ 1 લિટર કરો.

24.	નેસ્લરનો પ્રક્રિયક			23 g મરક્યુરિક આયોડાઈડ અને 16 g પોટેશિયમ આયોડાઈડને નિસ્યંદિત પાણીમાં ઓગાળો અને દ્રાવણનું કદ 100 mL કરો. તેમાં 150 mL 4M NaOH નું દ્રાવણ ઉમેરો. તેને 24 કલાક રહેવા દો. બાદમાં દ્રાવણને નિતારી દો. દ્રાવણને ઘેરારંગની બોટલમાં રાખવું જોઈએ.
25.	પોટેશિયમ ક્રોમેટ K_2CrO_4	0.25 M (0.5 N)	194	49 g ક્ષારને નિસ્યંદિત પાણીમાં ઓગાળો અને દ્રાવણનું કુલ કદ 1 લિટર કરો.
26.	પોટેશિયમ ડાયક્રોમેટ	0.15 M (1 N)	294	49 g ક્ષારને નિસ્યંદિત પાણીમાં ઓગાળો અને દ્રાવણનું કુલ કદ 1 લિટર કરો.
27.	પોટેશિયમ ફેરોસાયનાઈડ	0.15 M (0.5 N)	368	46 g ક્ષારને નિસ્યંદિત પાણીમાં ઓગાળો અને દ્રાવણને 1 લિટર સુધી મંદ કરો.
28.	પોટેશિયમ ફેરિસાયનાઈડ	0.2 M (0.5 N)	329	55 g ક્ષારને નિસ્યંદિત પાણીમાં ઓગાળો અને તેને 1 લિટર સુધી મંદ કરો.
29.	પોટેશિયમ આયોડાઈડ	0.5 M (0.5 N)	166	83 g ક્ષારને નિસ્યંદિત પાણીમાં ઓગાળો અને દ્રાવણનું કુલ કદ 1 લિટર કરો.
30.	પોટેશિયમ પરમેંગેનેટ	0.06 M (0.3 N)	158	10.0 g ક્ષારને 1 લિટર નિસ્યંદિત પાણીમાં ઓગાળો. દ્રાવણને ગરમ કરો અને તેને કાચના ઊન દ્વારા ગાળો.
31.	પોટેશિયમ થાયોસાયનેટ	0.5 M (0.5 N)	97	49.0 g ક્ષારને નિસ્યંદિત પાણીમાં ઓગાળો અને દ્રાવણનું કુલ કદ 1 લિટર કરો.
32.	ફિનોલ્ફથેલીન	1 %		1.0 g ઘન પદાર્થને 100 mL ઈથાઈલ આલ્કોહૉલમાં ઓગાળો.
33.	સિલ્વર નાઈટ્રેટ	0.1 M	170	17 g ક્ષારને 250 mL નિસ્યંદિત પાણીમાં ઓગાળો અને કથ્થાઈ રંગની બોટલમાં સંગ્રહ કરો.
34.	સોડિયમ એસિટેટ	5 M (5 N)	82	410 g ક્ષારને નિસ્યંદિત પાણીમાં ઓગાળો અને તેને 1 લિટર સુધી મંદ કરો.
35.	સોડિયમ નાઈટ્રોપ્રુસાઈડ			4 g ઘન પદાર્થને 100 mL નિસ્યંદિત પાણીમાં ઓગાળો.
36.	સ્ટાર્ચ			1.0 g દ્રાવ્ય સ્ટાર્ચની ઠંડા પાણીમાં લુગદી બનાવો. તેને 100 mL ઉકળતા પાણીમાં ધીમે-ધીમે ઉમેરી સતત હલાવતા રહો. 10 મિનિટ સુધી ઉકાળો અને ઠંડુ પાડો.
37.	સ્ટેનસ ક્લોરાઈડ $SnCl \cdot 2H_2O$	0.25 M (0.5 N)	226	55 g ક્ષારને 200 mL સાંદ્ર હાઈડ્રૉક્લોરિક ઍસિડમાં ગરમ કરીને (જો જરૂરી હોય તો) દ્રાવ્ય કરો. નિસ્યંદિત પાણી વડે મંદ કરી દ્રાવણનું કુલ કદ 1 લિટર કરો. ધાત્વીય ટિનના કેટલાક ટુકડાઓને આ દ્રાવણમાં ઉમેરો.
38.	પીળો એમોનિયમ સલ્ફાઈડ $(NH_4)_2Sx$	6 N		એક બોટલમાં આશરે 200 mL સાંદ્ર એમોનિયાનું દ્રાવણ લો અને તેને H_2S વાયુ વડે સંતૃપ્ત કરો. તેમાં 10 g સલ્ફર પાઉડર અને 200 mL સાંદ્ર NH_4OH ઉમેરો. યોગ્ય પ્રમાણમાં ગરમ કરો અને સલ્ફર ઓગળી જાય ત્યાં સુધી વધુ પ્રમાણમાં હલાવો. દ્રાવણને નિસ્યંદિત પાણી વડે 1 લિટર સુધી મંદ કરો.
39.	બિનજલીય માધ્યમમાં બફર દ્રાવણ (EDTA અનુમાપન માટે)			67.5 g એમોનિયમ ક્લોરાઈડને 570 mL સાંદ્ર એમોનિયાના દ્રાવણમાં ઓગાળો અને દ્રાવણનું કુલ કદ 1 લિટર કરો.
40.	બિનજલીય માધ્યમમાં ઈરિયોક્રોમ બ્લૅક ટી (EDTA અનુમાપન માટે સૂચક)			0.5 g ઘન ઈરિયોક્રોમ બ્લૅક ટીને મિથેનોલમાં ઓગાળો અને તેનું કુલ કદ 100 mL કરો.

કાર્બનિક પૃથક્કરણમાં વપરાતા વિશેષ પ્રક્રિયકો

1.	આલ્કોહોલ (1 : 1)	:	પરિશોધિત (rectified) સ્પિરિટ અને નિસ્યંદિત પાણીના સરખા કદને મિશ્ર કરો.
2.	આલ્કોહોલીય પોટેશિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડ દ્રાવણ	:	11.2 g પોટેશિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડને 100 mL ઈથેનોલમાં (અથવા પરિશોધિત સ્પિરિટ) 30 મિનિટ ઉકાળીને ઓગાળો.
3.	આલ્કલાઈન β-નેપ્થોલ	:	10 g β-નેપ્થોલને 100 mL 10 % સોડિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડના દ્રાવણમાં ઓગાળો.
4.	બારફોડ પ્રક્રિયક	:	13 g કૉપર એસિટેટને 200 mL 1 % એસિટિક ઍસિડમાં ઓગાળો.
5.	બેનેડિક્ટનું દ્રાવણ	:	17.3 g સ્ફટિક કૉપર સલ્ફેટને 100 mL પાણીમાં ઓગાળો. ઉપરાંત અલગથી 173 g સોડિયમ સાઈટ્રેટ અને 100 g નિર્જળ સોડિયમ કાર્બોનેટને 800 mL પાણીમાં ઓગાળો. આ બંને દ્રાવણોને મિશ્ર કરો અને દ્રાવણનું કુલ કદ 1 લિટર કરો.
6.	સેરિક એમોનિયમ નાઈટ્રેટ દ્રાવણ	:	40 g પ્રક્રિયકને 100 mL 2 N નાઈટ્રિક ઍસિડમાં ઓગાળો.
7.	કોપર સલ્ફેટનું દ્રાવણ	:	14 g કૉપર સલ્ફેટને 100 mL પાણીમાં ઓગાળો (14 % દ્રાવણ)
8.	2,4-ડાયનાઈટ્રોફિનાઈલહાઈડ્રૅઝિન પ્રક્રિયક	:	
	(i) પાણીમાં દ્રાવ્ય સંયોજનો માટે	:	0.5 g ઘન પદાર્થને 42 mL સાંદ્ર HCl અને 54 mL પાણીના મિશ્રણમાં ઉમેરો તથા તેને જળઉષ્મક પર ગરમ કરો. પાણી ઉમેરીને દ્રાવણનું કદ 250 mL કરો.
	(ii) પાણીમાં અદ્રાવ્ય સંયોજનો માટે	:	1 g પ્રક્રિયકને 7.5 mL સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક ઍસિડમાં ઓગાળો. આ દ્રાવણને 7.5 mL પરિશોધિત સ્પિરિટમાં ધીમે-ધીમે ઉમેરો. પાણી ઉમેરીને દ્રાવણનું કુલ કદ 250 mL કરો.
9.	*ફેહલિંગનું દ્રાવણ A	:	69.28 g કૉપર સલ્ફેટના સ્ફટિકોને 1 લિટર પાણીમાં ઓગાળો.
10.	*ફેહલિંગનું દ્રાવણ B	:	350 g રોચેલના ક્ષાર અને 100 g સોડિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડને 1 લિટર પાણીમાં દ્રાવ્ય કરો.
11.	હાઈડ્રૉક્સિલ એમાઈન હાઈડ્રૉક્લોરાઈડ	:	69.5 g શુષ્ક ઘન પદાર્થને 1 લિટર મિથાઈલ આલ્કોહૉલમાં દ્રાવ્ય કરો.
12.	મોલિસ્ચનો પ્રક્રિયક	:	10 g 1-નેપ્થોલને 90 mL પરિશોધિત સ્પિરિટમાં ઓગાળો.
13.	નીનહાઈડ્રિન પ્રક્રિયક	:	0.25 % નું જલીય દ્રાવણ બનાવો.
14.	પોટેશિયમ પરમેંગેનેટ	:	1 % નું જલીય દ્રાવણ બનાવો.
15.	સ્કીફનો પ્રક્રિયક	:	1 g રોસાનીલીનને 50 mL પાણીમાં યોગ્ય પ્રમાણમાં ગરમ કરી ઓગાળો, ઠંડુ કરો, સલ્ફર ડાયૉક્સાઈડ વાયુ વડે સંતૃપ્ત કરો. આ દ્રાવણને 1 લિટર સુધી પાણી વડે મંદ કરો. જો ગુલાબી રંગ ફરીથી જોવા મળે, તો તેમાં સંતૃપ્ત જલીય SO_2 ના દ્રાવણના થોડા ટીપા જ્યાં સુધી દ્રાવણનો રંગ દૂર ન થાય, ત્યાં સુધી દ્રાવણને હલાવવાની સાથે ઉમેરો.
16.	સેલીવાનોફનો પ્રક્રિયક	:	1 g રિસોર્સિનોલને 100 mL 20 % હાઈડ્રૉક્લોરિક ઍસિડમાં ઓગાળો.
17.	સોડિયમ હાઈપોક્લોરાઈડ (2 M)	:	એક મોટા બીકરમાં 100 g NaOH ને 200 mL પાણીમાં દ્રાવ્ય કરો. દ્રાવણને ઠંડુ કરો અને તેમાં આશરે 500 g બરફના ભૂકાને ઉમેરો. સાદી તુલા પર બીકરનું વજન કરો અને તેનું વજન 72 g વધે, ત્યાં સુધી તેમાં ક્લોરિન વાયુ પસાર કરો. દ્રાવણને પાણી વડે 1 લિટર સુધી મંદ કરો. આ દ્રાવણને ઠંડી અંધારી જગ્યાએ જ રાખવું, નહિ તો તે ધીમે-ધીમે વિઘટન પામે છે.
18.	ટોલેન્સ પ્રક્રિયક	:	1 mL 2 % સિલ્વર નાઈટ્રેટના દ્રાવણમાં અવક્ષેપ આવે, ત્યાં સુધી સોડિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડનું દ્રાવણ ઉમેરો. દ્રાવણને હલાવતા જઈ દ્રાવણ પારદર્શક બને ત્યાં સુધી એમોનિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડ ઉમેરો. એમોનિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડ વધુ પ્રમાણમાં ન ઉમેરાવો જોઈએ. હંમેશા તાજા બનાવેલા ટોલેન્સના પ્રક્રિયકનો ઉપયોગ કરો.

* ઉપયોગમાં લેતાં અગાઉ ફેહલિંગના દ્રાવણ A અને ફેહલિંગના દ્રાવણ B નાં સમાન કદને મિશ્ર કરો.

પરિશિષ્ટ IV

કેટલાંક ઉપયોગી કોષ્ટકો

કોષ્ટક 1 : મૂળભૂત ભૌતિક અચળાંકો

ભૌતિક અચળાંક	સંજ્ઞા	મૂલ્ય
ગુરુત્વપ્રવેગ	g	$9.81\ ms^{-2}$
પરમાણ્વીય દળ એકમ	amu	1.66053×10^{-27} kg
એવોગેડ્રો અચળાંક	N_A	$6.02217 \times 10^{23}\ mol^{-1}$
બોલ્ટ્ઝમેન અચળાંક	k	$1.38062 \times 10^{-23}\ J\ K^{-1}$
ઈલેક્ટ્રોન વીજભાર	e	1.602192×10^{-19} C
ફેરાડે અચળાંક	F	$9.64867 \times 10^{4}\ C\ mol^{-1}$
વાયુ અચળાંક	R	$8.314\ J\ K^{-1}\ mol^{-1}$
હિમાંક (Ice-point) તાપમાન	T_{ice}	273.150 K
STP એ આદર્શવાયુનું મોલરકદ	V_m	$2.24136 \times 10^{-2}\ m^3\ mol^{-1}$
શૂન્યાવકાશનો પરાવૈદ્યુતાંક	E_0	8.854185×10^{-12} $kg^{-1}\ m^{-3}s^4\ A^2$
પ્લાન્ક અચળાંક	h	6.62620×10^{-34} J s
રીડબર્ગ અચળાંક	R_w	$1.973731 \times 10^{7}\ m^{-1}$
પ્રમાણિત દબાણ (વાતાવરણ)	p	$101325\ N\ m^{-2}$
પાણીનું ત્રિકબિંદુ		273.16 K
શૂન્યાવકાશમાં પ્રકાશનો વેગ	c	$2.997925 \times 10^{8}\ m\ s^{-1}$

કોષ્ટક 2 : કાર્બનિક સંયોજનોના સામાન્ય ગુણધર્મો

સંયોજન	ગલનબિંદુ ^0C	ઉત્કલન બિંદુ ^0C	ઘનતા $kg\ m^{-3}$ (298 K)	વક્રીભવનાંક (n_D) (293 K)	$10^4 \times$ સ્નિગ્ધતા $N\ s\ m^{-2}$) (298 K)	$10^3 \times$ પૃષ્ઠતાણ $N\ m^{-1}$ (293 K)
એસિટિક એસિડ	16.7	117.9	1044.0	1.3716	11.55	27.8
એસિટોન	-94.7	56.1	785.0	1.3588	3.16	23.7
એનિલીન	-6.3	184.1	1022.0 (293)	1.5863	3.71	42.9
બેન્ઝોઈક એસિડ	122.4	249.0	1266.0 (288)	1.504 (405)	-	-
કાર્બન ટેટ્રાક્લોરાઈડ	-22.9	76.5	1584.0	1.4601	8.8	26.95
ક્લોરોબેન્ઝિન	-45.2	132.0	1106.0	1.5241	7.97	33.56
ક્લોરોફોર્મ	-63.5	61.7	1480.0	1.4459	5.42	27.14
સાયક્લોહેક્ઝેન	6.6	80.7	774.0	1.42662	9.8	25.5
ડાયઈથાઈલઈથર	-116.2	34.51	714.0	1.3526	2.22	17.01
ઈથાઈલ એસિટેટ	-82.4	77.1	900.0 (293)	1.3723	4.41	23.9
ઈથેનોલ	-114.1	78.3	785.0	1.3611	10.6	22.75
ગ્લિસરોલ	18.07	290.0	1264.4	1.4746	942.0	63.4
હેક્ઝેન	-95.3	68.7	655.0	1.37506	2.94	18.43
મિથેનોલ	-97.7	64.5	787.0	1.3288	5.47	22.61
નેપ્થેલીન	80.3	218.0	1180.0	1.4003(297)	-	-
ફિનોલ	40.9	181.8	1132.0	1.5509	-	-
ટોલ્યુઈન	-95.1	110.6	862.0	1.4961	5.50	28.5

કોષ્ટક 3 : સામાન્ય અકાર્બનિક સંયોજનોની પાણીમાં દ્રાવ્યતા

એનાયનનું નામ	સંજ્ઞા	આ આયનો ધનાયનો સાથે દ્રાવ્ય સંયોજનો બનાવે છે. (દ્રાવ્યતા 0.1 M કરતાં વધુ)	અલ્પદ્રાવ્ય સંયોજનો બનાવે છે. (દ્રાવ્યતા 0.1 M કરતાં ઓછી)
નાઈટ્રેટ	NO_3^-	મોટાભાગના ધનાયનો	કોઈપણ નહિ
એસિટેટ	CH_3COO^-	મોટાભાગના ધનાયનો	Ag^+
ક્લોરાઈડ	Cl^-	મોટાભાગના ધનાયનો	Ag^+, Pb^{2+}, Hg_2^{2+}
બ્રોમાઈડ	Br^-	મોટાભાગના ધનાયનો	Ag^+, Pb^{2+}, Hg_2^{2+}
આયોડાઈડ	I^-	મોટાભાગના ધનાયનો	Ag^+, Pb^{2+}, Hg_2^{2+}
સલ્ફેટ	SO_4^{2-}	મોટાભાગના ધનાયનો	Ba^{2+}, Sr^{2+}, Pb^{2+}, Ag^+
ક્રોમેટ	CrO_4^{2-}	મોટાભાગના ધનાયનો	Ba^{2+}, Sr^{2+}, Pb^{2+}, Ag^+
સલ્ફાઈડ	S^{2-}	NH_4^+, આલ્કલી ધાતુ ધનાયનો, આલ્કલાઈન અર્થ ધાતુ ધનાયનો	મોટાભાગના અન્ય ધનાયનો
હાઈડ્રૉક્સાઈડ	OH^-	NH_4^+, આલ્કલી ધાતુ અને આલ્કલાઈન અર્થધાતુ તથા Ba^{2+}, Sr^{2+}	મોટાભાગના અન્ય ધનાયનો
કાર્બોનેટ	CO_3^{2-}	NH_4^+ અને આલ્કલી ધાતુ ધનાયનો	મોટાભાગના અન્ય ધનાયનો
ફોસ્ફેટ	PO_4^{3-}	Li^+ સિવાય	

પરિશિષ્ટ V

તત્ત્વો, તેમના પરમાણ્વીય ક્રમાંક અને મોલર દળ

તત્ત્વ	સંજ્ઞા	પરમાણ્વીય ક્રમાંક	મોલર દળ ($gmol^{-1}$)
Actinium	Ac	89	227.03
Aluminium	Al	13	26.98
Americium	Am	95	(243)
Antimony	Sb	51	121.75
Argon	Ar	18	39.95
Arsenic	As	33	74.92
Astatine	At	85	210
Barium	Ba	56	137.34
Berkelium	Bk	97	(247)
Beryllium	Be	4	9.01
Bismuth	Bi	83	208.98
Bohrium	Bh	107	(264)
Boron	B	5	10.81
Bromine	Br	35	79.91
Cadmium	Cd	48	112.40
Caesium	Cs	55	132.91
Calcium	Ca	20	40.08
Californium	Cf	98	251.08
Carbon	C	6	12.01
Cerium	Ce	58	140.12
Chlorine	Cl	17	35.45
Chromium	Cr	24	52.00
Cobalt	Co	27	58.93
Copper	Cu	29	63.54
Curium	Cm	96	247.07
Dubnium	Db	105	(263)
Dysprosium	Dy	66	162.50
Einsteinium	Es	99	(252)
Erbium	Er	68	167.26
Europium	Eu	63	151.96
Fermium	Fm	100	(257.10)
Fluorine	F	9	19.00
Francium	Fr	87	(223)
Gadolinium	Gd	64	157.25
Gallium	Ga	31	69.72
Germanium	Ge	32	72.61
Gold	Au	79	196.97
Hafnium	Hf	72	178.49
Hassium	Hs	108	(269)
Helium	He	2	4.00
Holmium	Ho	67	164.93
Hydrogen	H	1	1.0079
Indium	In	49	114.82
Iodine	I	53	126.90
Iridium	Ir	77	192.2
Iron	Fe	26	55.85
Krypton	Kr	36	83.30
Lanthanum	La	57	138.91
Lawrencium	Lr	103	(262.1)
Lead	Pb	82	207.19
Lithium	Li	3	6.94
Lutetium	Lu	71	174.96
Magnesium	Mg	12	24.31
Manganese	Mn	25	54.94
Meitneium	Mt	109	(268)
Mendelevium	Md	101	258.10

તત્ત્વ	સંજ્ઞા	પરમાણ્વીય ક્રમાંક	મોલર દળ ($gmol^{-1}$)
Mercury	Hg	80	200.59
Molybdenum	Mo	42	95.94
Neodymium	Nd	60	144.24
Neon	Ne	10	20.18
Neptunium	Np	93	(237.05)
Nickel	Ni	28	58.71
Niobium	Nb	41	92.91
Nitrogen	N	7	14.0067
Nobelium	No	102	(259)
Osmium	Os	76	190.2
Oxygen	O	8	16.00
Palladium	Pd	46	106.4
Phosphorus	P	15	30.97
Platinum	Pt	78	195.09
Plutonium	Pu	94	(244)
Polonium	Po	84	210
Potassium	K	19	39.10
Praseodymium	Pr	59	140.91
Promethium	Pm	61	(145)
Protactinium	Pa	91	231.04
Radium	Ra	88	(226)
Radon	Rn	86	(222)
Rhenium	Re	75	186.2
Rhodium	Rh	45	102.91
Rubidium	Rb	37	85.47
Ruthenium	Ru	44	101.07
Rutherfordium	Rf	104	(261)
Samarium	Sm	62	150.35
Scandium	Sc	21	44.96
Seaborgium	Sg	106	(266)
Selenium	Se	34	78.96
Silicon	Si	14	28.08
Silver	Ag	47	107.87
Sodium	Na	11	22.99
Strontium	Sr	38	87.62
Sulphur	S	16	32.06
Tantalum	Ta	73	180.95
Technetium	Te	43	(98.91)
Tellurium	Tc	52	127.60
Terbium	Tb	65	158.92
Thallium	Tl	81	204.37
Thorium	Th	90	232.04
Thulium	Tm	69	168.93
Tin	Sn	50	118.93
Titanium	Ti	22	47.88
Tungsten	W	74	183.85
Ununbium	Uub	112	(277)
Ununnilium	Uun	110	(269)
Unununium	Uuu	111	(272)
Uranium	U	92	238.03
Vanadium	V	23	50.94
Xenon	Xe	54	131.30
Ytterbium	Yb	70	173.04
Yttrium	Y	39	88.91
Zinc	Zn	30	65.37
Zirconium	Zr	40	91.22

કૌંસમાં દર્શાવેલ મોલરદળનું મૂલ્ય સૌથી વધુ અર્ધ આયુષ્ય ધરાવતા સમસ્થાનિકોનું છે.

પરિશિષ્ટ VI

કેટલાંક ઉપયોગી રૂપાંતર ગુણકો

દળ અને વજનના સામાન્ય એકમો

1 pound = 453.59 gram

1 pound = 453.59 gram = 0.45359 kilogram
1 kilogram = 1000 gram = 2.205 pound
1 gram = 10 decigram = 100 centigram
= 1000 milligram
1 gram = 6.022×10^{23} atomic mass unit or u
1 atomic mass unit = 1.6606×10^{-24} gram
1 metric tonne = 1000 kilogram
= 2205 pound

કદના સામાન્ય એકમો

1 quart = 0.9463 litre

1 litre = 1.056 quart

1 litre = 1 cubic decimetre = 1000 cubic centimetre = 0.001 cubic metre
1 millilitre = 1 cubic centimetre = 0.001 litre
= 1.056×10^{-3} quart
1 cubic foot = 28.316 litre = 29.902 quart
= 7.475 gallon

ઊર્જાના સામાન્ય એકમો

1 joule = 1×10^{7} erg
1 thermochemical calorie** = 4.184 joule
= 4.184×10^{7} erg
= 4.129×10^{-2} litre-atmosphere
= 2.612×10^{19} electron volt
1 erg = 1×10^{-7} joule = $2.390.1 \times 10^{-8}$ calorie
1 electron volt = 1.6022×10^{-19} joule
= 1.6022×10^{-12} erg
= 96.487 kJ/mol+
1 litre-atmosphere = 24.217 calories
= 101.32 joule
= 1.0132×10^{9} erg
1 British thermal unit = 1055.06 joule
= 1.5506×10^{10} erg
= 252.2 calorie

લંબાઈના સામાન્ય એકમો

1 inch = 2.54 centimetres (exactly)

1 mile = 5280 feet = 1.609 kilometre
1 yard = 36 inche = 0.9144 metre
1 metre = 100 centimetre
= 39.37 inche
= 3.281 feet
= 1.094 yard
1 kilometre = 100 metre
= 1094 yard
= 0.6215 mile
1 Angstrom = 1.0×10^{-8} centimetre
= 0.10 nanometre
= 3.937×10^{-9} inch

બળ* અને દબાણના સામાન્ય એકમો

1 atmosphere = 760 millimetres of mercury
= 1.013×10^{5} pascal
= 14.70 pounds per square inch
1 bar = 10^{5} pascal
1 torr = 1 millimetre of mercury
1 pascal = 1 kg/ms^2 = 1 N/m^2

તાપમાન

SI આધારિત એકમ : કેલ્વિન (K)

K = -273.15 ^0C
K = ^0C + 273.15
$^0F = 1.8(^0C) + 32$

$$^\circ C = \frac{^\circ F - 32}{1.8}$$

* બળ : 1 ન્યૂટન (N) = 1 kg m/s^2; એટલે કે બળ એટલે જ્યારે તેને 1 સેકન્ડ માટે લગાડવામાં આવે, તો 1 કિલોગ્રામ દળને 1 મીટર પ્રતિસેકન્ડ જેટલો વેગ આપે છે.

** એક ગ્રામ પાણીના તાપમાનમાં 14.5 ^0C થી 15.5 ^0C ના વધારા માટે જરૂરી ઉષ્માનો જથ્થો.

\+ નોંધવું જોઈએ કે અન્ય એકમો પ્રતિ કણ છે અને તેઓની સરખામણી કરવા માટે 6.022×10^{23} વડે ગુણવા

પરિશિષ્ટ VII

298 K તાપમાને વિદ્યુતરસાયણમાં પ્રમાણિત પોટેન્શિયલ

રિડક્શન અર્ધ-પ્રક્રિયા	$E^{\ominus}/V$	રિડક્શન અર્ધ-પ્રક્રિયા	$E^{\ominus}/V$
$H_4XeO_6 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow XeO_3 + 3H_2O$	+ 3.0	$Pu^{4+} + e^- \rightarrow Pu^{3+}$	+0.97
$F_2 + 2e^- \rightarrow 2F^-$	+2.87	$NO_3^- + 4H^+ + 3e^- \rightarrow NO + 2H_2O$	+0.96
$O_3 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow O_2 + H_2O$	+2.07	$2Hg^{2+} + 2e^- \rightarrow Hg_2^{2+}$	+0.92
$S_2O_8^{2-} + 2e^- \rightarrow 2SO_4^{2-}$	+2.05	$ClO^- + H_2O + 2e^- \rightarrow Cl^- + 2OH^-$	+0.89
$Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$	+1.98	$Hg^{2+} + 2e^- \rightarrow Hg$	+0.86
$Co^{3+} + e^- \rightarrow Co^{2+}$	+1.81	$NO_3^- + 2H^+ + e^- \rightarrow NO_2 + H_2O$	+0.80
$H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow 2H_2O$	+1.78	$Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$	+0.80
$Au^+ + e^- \rightarrow Au$	+1.69	$Hg_2^{2+} + 2e^- \rightarrow 2Hg$	+0.79
$Pb^{4+} + 2e^- \rightarrow Pb^{2+}$	+1.67	$Fe^{3+} + e^- \rightarrow Fe^{2+}$	+0.77
$2HClO + 2H^+ + 2e^- \rightarrow Cl_2 + 2H_2O$	+1.63	$BrO^- + H_2O + 2e^- \rightarrow Br^- + 2OH^-$	+0.76
$Ce^{4+} + e^- \rightarrow Ce^{3+}$	+1.61	$Hg_2SO_4 + 2e^- \rightarrow 2Hg + SO_4^{2-}$	+0.62
$2HBrO + 2H^+ + 2e^- \rightarrow Br_2 + 2H_2O$	+1.60	$MnO_4^{2-} + 2H_2O + 2e^- \rightarrow MnO_2 + 4OH^-$	+0.60
$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$	+1.51	$MnO_4^- + e^- \rightarrow MnO_4^{2-}$	+0.56
$Mn^{3+} + e^- \rightarrow Mn^{2+}$	+1.51	$I_2 + 2e^- \rightarrow 2I^-$	+0.54
$Au^{3+} + 3e^- \rightarrow Au$	+1.40	$I_3^- + 2e^- \rightarrow 3I^-$	+0.53
$Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Cl^-$	+1.36	$Cu^+ + e^- \rightarrow Cu$	+0.52
$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$	+1.33	$NiOOH + H_2O + e^- \rightarrow Ni(OH)_2 + OH^-$	+0.49
$O_3 + H_2O + 2e^- \rightarrow O_2 + 2OH^-$	+1.24	$Ag_2CrO_4 + 2e^- \rightarrow 2Ag + CrO_4^{2-}$	+0.45
$O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$	+1.23	$O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$	+0.40
$ClO_4^- + 2H^+ + 2e^- \rightarrow ClO_3^- + 2H_2O$	+1.23	$ClO_4^- + H_2O + 2e^- \rightarrow ClO_3^- + 2OH^-$	+0.36
$MnO_2 + 4H^+ + 2e^- \rightarrow Mn^{2+} + 2H_2O$	+1.23	$[Fe(CN)_6]^{3-} + e^- \rightarrow [Fe(CN)_6]^{4-}$	+0.36
$Pt^{2+} + 2e^- \rightarrow Pt$	+1.20	$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$	+0.34
$Br_2 + 2e^- \rightarrow 2Br^-$	+1.09	$Hg_2Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Hg + 2Cl^-$	+0.27

$AgCl + e^- \rightarrow Ag + Cl^-$	+0.27	$S + 2e^- \rightarrow S^{2-}$	-0.48
$Bi^{3+} + 3e^- \rightarrow Bi$	+0.20	$In^{3+} + e^- \rightarrow In^{2+}$	-0.49
$SO_4^{2-} + 4H^+ + 2e^- \rightarrow H_2SO_3 + H_2O$	+0.17	$U^{4+} + e^- \rightarrow U^{3+}$	-0.61
$Cu^{2+} + e^- \rightarrow Cu^+$	+0.16	$Cr^{3+} + 3e^- \rightarrow Cr$	-0.74
$Sn^{4+} + 2e^- \rightarrow Sn^{2+}$	+0.15	$Zn^{2+} + 2e^- \rightarrow Zn$	-0.76
$AgBr + e^- \rightarrow Ag + Br^-$	+0.07	$Cd(OH)_2 + 2e^- \rightarrow Cd + 2OH^-$	-0.81
$Ti^{4+} + e^- \rightarrow Ti^{3+}$	0.00	$2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$	-0.83
$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$ (વ્યાખ્યા દ્વારા)	0.0	$Cr^{2+} + 2e^- \rightarrow Cr$	-0.91
$Fe^{3+} + 3e^- \rightarrow Fe$	-0.04	$Mn^{2+} + 2e^- \rightarrow Mn$	-1.18
$O_2 + H_2O + 2e^- \rightarrow HO_2^- + OH^-$	-0.08	$V^{2+} + 2e^- \rightarrow V$	-1.19
$Pb^{2+} + 2e^- \rightarrow Pb$	-0.13	$Ti^{2+} + 2e^- \rightarrow Ti$	-1.63
$In^+ + e^- \rightarrow In$	-0.14	$Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al$	-1.66
$Sn^{2+} + 2e^- \rightarrow Sn$	-0.14	$U^{3+} + 3e^- \rightarrow U$	-1.79
$AgI + e^- \rightarrow Ag + I^-$	-0.15	$Sc^{3+} + 3e^- \rightarrow Sc$	-2.09
$Ni^{2+} + 2e^- \rightarrow Ni$	-0.23	$Mg^{2+} + 2e^- \rightarrow Mg$	-2.36
$V^{3+} + e^- \rightarrow V^{2+}$	-0.26	$Ce^{3+} + 3e^- \rightarrow Ce$	-2.48
$Co^{2+} + 2e^- \rightarrow Co$	-0.28	$La^{3+} + 3e^- \rightarrow La$	-2.52
$In^{3+} + 3e^- \rightarrow In$	-0.34	$Na^+ + e^- \rightarrow Na$	-2.71
$Tl^+ + e^- \rightarrow Tl$	-0.34	$Ca^{2+} + 2e^- \rightarrow Ca$	-2.87
$PbSO_4 + 2e^- \rightarrow Pb + SO_4^{2-}$	-0.36	$Sr^{2+} + 2e^- \rightarrow Sr$	-2.89
$Ti^{3+} + e^- \rightarrow Ti^{2+}$	0.37	$Ba^{2+} + 2e^- \rightarrow Ba$	-2.91
$Cd^{2+} + 2e^- \rightarrow Cd$	-0.40	$Ra^{2+} + 2e^- \rightarrow Ra$	-2.92
$In^{2+} + e^- \rightarrow In^+$	-0.40	$Cs^+ + e^- \rightarrow Cs$	-2.92
$Cr^{3+} + e^- \rightarrow Cr^{2+}$	-0.41	$Rb^+ + e^- \rightarrow Rb$	-2.93
$Fe^{2+} + 2e^- \rightarrow Fe$	-0.44	$K^+ + e^- \rightarrow K$	-2.93
$In^{3+} + 2e^- \rightarrow In^+$	-0.44	$Li^+ + e^- \rightarrow Li$	-3.05

પરિશિષ્ટ VIII

લઘુગણક (Logarithms)

ઘણીવાર મોટી સંખ્યાના ગુણાકાર, ભાગાકાર અથવા સંમેય ઘાતનો સંખ્યાત્મક અભિવ્યક્તિમાં સમાવેશ થાય છે. આવી ગણતરીઓ માટે લઘુગણક ઘણુ ઉપયોગી છે. તે મુશ્કેલ ગણતરીઓને સરળ બનાવે છે. રસાયણવિજ્ઞાનમાં રાસાયણિકગતિકી, ઉષ્માગતિશાસ્ત્ર, વીજરસાયણ-વિજ્ઞાન વગેરેના કોયડા ઉકેલવામાં લઘુગણક મૂલ્યોની જરૂર પડે છે. આપણે સૌ પ્રથમ આ સંકલ્પનાની પ્રસ્તાવના જોઈશું અને જેને લઘુગણક સાથે કામ કરવામાં અનુસરવુ પડશે તેવા નિયમોની ચર્ચા કરીશું, અને ત્યારબાદ આ પદ્ધતિ અનેક કોયડાઓને લાગું પાડીશું જેથી મુશ્કેલ ગણતરીઓ કેવી રીતે સરળ બને છે તે દર્શાવી શકીશું.

આપણે જાણીએ છીએ કે,

$2^3 = 8,\ 3^2 = 9,\ 5^3 = 125,\ 7^0 = 1$

સામાન્ય રીતે ધન વાસ્તવિક સંખ્યા a માટે અને સંમેય સંખ્યા m માટે ધારોકે $a^m = b$, જ્યાં b વાસ્તવિક સંખ્યા છે.

બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો b આધાર aનો m ઘાત છે.

આને રજૂ કરવાનો બીજો રસ્તો છે કે m આધાર a પરના b નો લઘુગણક છે.

જો ધન વાસ્તવિક સંખ્યા a માટે, $a \neq 1$

$a^m = b$

આને આપણે એમ કહીએ છીએ કે m, a ના આધાર પરના bનો લઘુગણક છે.

આને આપણે આમ લખી શકીએ

"log" શબ્દ "logarithm (લઘુગણક)" શબ્દનું ટૂંકુ રૂપ છે.

આમ હવે આપણને મળશે,

$\log_2 8 = 3$ કારણ કે $2^3 = 8$

$\log_3 9 = 2$ કારણ કે $3^2 = 9$

$\log_5 125 = 3$ કારણ કે $5^3 = 125$

$\log_7 1 = 0$ કારણ કે $7^0 = 1$

લઘુગણકના નિયમો

નીચેની ચર્ચામાં આપણે કોઈપણ આધાર a પર લઘુગણક લઈશું ($a > 0$ અને $a \neq 1$)

પ્રથમ નિયમ : $\log_a (mn) = \log_a m + \log_a n$

સાબિતી : ધારો કે $\log_a m = x$ અને $\log_a n = y$ તો

$$a^x = m\ ;\ a^y = n$$

તેથી $mn = a^x \cdot a^y = a^{x+y}$

હવે લઘુગણકની વ્યાખ્યામાંથી એ ફલિત થાય છે કે

$\log_a(mn) = x + y = \log_a m + \log_a n$

બીજો નિયમ : $\log_a \left(\frac{m}{n}\right) = \log_a m - \log_a n$

સાબિતી : ધારોકે $\log_a m = x$, $\log_a n = y$

તો $a^x = m$, $a^y = n$

તેથી $\frac{m}{n} = \frac{a^x}{a^y} = a^{x-y}$

એટલા માટે $\log_a\left(\frac{m}{n}\right) = x - y = \log_a m - \log_a n$

ત્રીજોનિયમ :

$\mathbf{\log_a(m^n) = n \log_a m}$

સાબિતી : અગાઉ પ્રમાણે, જો $\log_a m = x$, તો $a^x = m$

તેથી $m^n = (a^x)^n = a^{xn}$, જે આપશે

$\log_a(m^n) = nx = n \log_a m$

આમ પ્રથમ નિયમ પ્રમાણે : બે સંખ્યાઓના ગુણાકારનો લઘુગણક તેઓના લઘુગણકના સરવાળા બરાબર થશે. તે જ પ્રમાણે બીજો નિયમ દર્શાવે છે : બે સંખ્યાના ગુણોત્તરનો લઘુગણક તેઓના લઘુગણકનો તફાવત છે. આમ, આ નિયમોનો ઉપયોગ ગુણાકાર / ભાગાકારના કોયડાને સરવાળા / બાદબાકીમાં ફેરવે છે. જે ગુણાકાર અને ભાગાકાર કરવા કરતાં વધુ સરળ છે. આથી જ સંખ્યાત્મક ગણતરીઓમાં લઘુગણક શા માટે ઉપયોગી છે તે સમજાશે.

10ના આધાર પર લઘુગણક

સંખ્યા 10 લખવાની સંખ્યાના આધારને કારણે, લઘુગણકનો ઉપયોગ 10 ના આધાર પર ઘણી અનુકૂળ પડે છે.

$\log_{10} 10 = 1$ કારણ કે $10^1 = 10$

$\log_{10} 100 = 2$ કારણ કે $10^2 = 100$

$\log_{10} 10000 = 4$ કારણ કે $10^4 = 10000$

$\log_{10} 0.01 = -2$ કારણ કે $10^{-2} = 0.01$

$\log_{10} 0.001 = -3$ કારણ કે $10^{-3} = 0.001$

અને $\log_{10} 1 = 0$ કારણ કે $10^0 = 1$

ઉપરના પરિણામો સૂચવે છે કે જો n એ 10 નો સંકલન (integral) ઘાત હોય, એટલે કે 1ની પાછળ કેટલાક શૂન્ય અથવા 1ની આગળ તરત જ આવતા શૂન્ય દશાંશ ચિહ્નની જમણી બાજુ આવે, તો n સહેલાઈથી મેળવી શકાય.

જો n, 10 ના આધારનો સંકલન ઘાત ન હોય, તો log n ની ગણતરી કરવી સહેલી નથી. પરંતુ ગણિતશાસ્ત્રીઓએ કેટલાક કોષ્ટકો બનાવ્યા છે જેમાંથી આપણે 1 થી 10 વચ્ચેની ધન સંખ્યાના લઘુગણકના અંદાજીત મૂલ્ય વાંચી શકીએ છીએ અને આ આપણા માટે કોઈપણ સંખ્યા જે દશાંશ રૂપમાં દર્શાવવામાં આવી હોય તેના લઘુગણક ગણવા માટે પૂરતા છે. આ હેતુ માટે આપણે હંમેશા આપેલ દશાંશને 10ના સંકલન ઘાતના અને 1 થી 10 વચ્ચેની સંખ્યાના ગુણાકાર તરીકે દર્શાવીએ છીએ.

દશાંશનું પ્રમાણિત સ્વરૂપ

આપણે કોઈપણ સંખ્યાને દશાંશ સ્વરૂપમાં દર્શાવી શકીએ છીએ, (i) 10 ના સંકલન ઘાત અને (ii) 1 અને 10 વચ્ચેની સંખ્યાને ગુણાકાર તરીકે રજૂ કરી શકીએ.

કેટલાંક ઉદાહરણો આપ્યા છે :

(i) 25.2, 10 અને 100 ની વચ્ચે રહે છે.

$$25.2 = \frac{25.2}{10} \times 10 = 2.52 \times 10^1$$

(ii) 1038.4, 1000 અને 10000 ની વચ્ચે રહે છે.

$$\therefore\ 1038.4 = \frac{1038.4}{1000} \times 10^3 = 1.0384 \times 10^3$$

(iii) 0.005, 0.001 અને 0.01 ની વચ્ચે રહે છે.

$\therefore\ 0.005 = (0.005 \times 1000) \times 10^{-3} = 5.0 \times 10^{-3}$

(iv) 0.00025, 0.0001 અને 0.001 ની વચ્ચે રહે છે.

$\therefore\ 0.00025 = (0.00025 \times 10000) \times 10^{-4} = 2.5 \times 10^{-4}$

દરેક કિસ્સામાં આપણે દશાંશને 10ના ઘાત વડે ગુણીએ છીએ કે ભાગીએ છીએ. જેથી શૂન્ય વગરનો આંક દશાંશ ચિહ્નની ડાબી બાજુએ આવે અને તે જ 10 ના ઘાતની વિપરિત પ્રક્રિયા કરીએ છીએ જેને અલગથી દર્શાવીએ છીએ.

આમ, કોઈપણ ધન દશાંશને આ રૂપમાં લખી શકાય.

$n = m \times 10^p$

જ્યાં પૂર્ણાંક (ધન, શૂન્ય અથવા ઋણ) છે અને $1 \le m < 10$ આને "nનું પ્રમાણિત રૂપ" કહે છે.

કાર્યગત (Working) નિયમો

1. દશાંશ ચિહ્નને જરૂર હોય, તે પ્રમાણે ડાબી કે જમણીબાજુ ખસેડો જેથી શૂન્ય ન હોય, તે અંક દશાંશ ચિહ્નની ડાબી બાજુ આવે.
2. (i) જો તમે p સ્થાન ડાબી બાજુ ખસો, તો 10^p વડે ગુણો.

   (ii) જો તમે p સ્થાન જમણી બાજુ ખસો, તો 10^{-p} વડે ગુણો.

   (iii) જો તમે દશાંશ ચિહ્નથી બિલકુલ ખસો નહિ તો 10^0 વડે ગુણો.

   (iv) હવે 10 ના ઘાતથી મળેલ નવો દશાંશ લખો (તબક્કો 2) જેથી આપેલા દશાંશનું પ્રમાણિત રૂપ મળશે.

પૂર્ણાંક (Characteristic) અને અપૂર્ણાંશ (Mantissa)

nના પ્રમાણિત સ્વરૂપને ધ્યાને લો.

$n = m \times 10^p$ જ્યાં, $1 \le m < 10$

10 ના આધારનો લઘુગણક લેતાં અને લઘુગણકના નિયમોનો ઉપયોગ કરતાં,

$\log n = \log m + \log 10^p$

$= \log m + p \log 10$

$= p + \log m$

અહિંયા, p પૂર્ણાંક છે. અને $1 \le m < 10$ હોવાથી $0 \le \log m < 1$ થાય. એટલે કે m, 0 અને 1 ની વચ્ચે રહે છે. જ્યારે log n ને p + log m તરીકે દર્શાવીએ, જ્યાં p પૂર્ણાંક છે અને $0 < \log m < 1$ છે. ત્યારે આપણે કહીએ છીએ કે p એ log n નો "પૂર્ણાંક" છે અને log m એ log nનો અપૂર્ણાંશ છે. એ નોંધો કે પૂર્ણાંક હંમેશા પૂર્ણ અંક હોય છે - ધન, ઋણ અથવા શૂન્ય તથા અપૂર્ણાંશ કદી ઋણ હોતો નથી અને તે હંમેશા 1 કરતાં ઓછો હોય છે. જો આપણે log n ના પૂર્ણાંક અને અપૂર્ણાંક શોધી શકીએ, તો log n મેળવવા માટે આપણે માત્ર તેમને ઉમેરવાના જ હોય છે.

આમ, log n શોધવા માટે આપણે નીચે પ્રમાણે કરવું પડશે.

1. n ને પ્રમાણિત રૂપમાં મૂકો જેમ કે,

   $n = m \times 10^p,\ 1 \le m < 10$

2. આ અભિવ્યક્તિ (10 નો ઘાતાંક) માંથી log n નો p પૂર્ણાંક વાંચવામાંથી દૂર કરો.

3. log m નેકોષ્ટકમાંથી મેળવો, જે નીચે સમજાવેલ છે.

4. log n = p + log m લખો.

જો n સંખ્યાનો પૂર્ણાંક p હોય, જેમ કે 2 અને અપૂર્ણાંશ 0.4133 હોય, તો log n = 2 + 0.4133 થાય. જેને આપણે 2.4133 તરીકે લખીશું. ધારો કે સંખ્યા mનો પૂર્ણાંક p ને –2 કહો અને અપૂર્ણાંશને 0.4123 કહો તો log m = –2 + 0.4123 થાય. આને આપણે –2.4123 તરીકે લખી શકીએ નહિ (શા માટે ?). આ મૂંઝવણ દૂર કરવા આપણે -2 ને આ પ્રમાણે લખીએ છીએ, $\log m = \bar{2}.4123$.

ચાલો, હવે આપણે અપૂર્ણાંશ શોધવા માટે લઘુગણકના કોષ્ટકનો કેવી રીતે ઉપયોગ કરીશું તે સમજીએ. પરિશિષ્ટના અંતે કોષ્ટક આપેલું છે.

કોષ્ટકનું અવલોકન કરો, દરેક આડી હરોળ બે અંકથી શરૂ થાય છે, 10, 11, 12 ....., 97, 98, 99. દરેક ઊભા સ્તંભ એક અંકી સંખ્યાથી શરૂ થાય છે, 0, 1, 2, ..., 9. જમણી બાજુ આપણી પાસે એક વિભાગ છે જેને **"સરેરાશ તફાવત"** કહેવામાં આવે છે, જેમાં 9 સ્તંભો છે જેના મથાળે 1, 2, ..., 9 દર્શાવેલા હોય છે.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
61	7853	7860	7868	7875	7882	7889	7896	7803	7810	7817	1	1	2	3	4	4	5	6	6
62	7924	7931	7935	7945	7954	7959	7966	7973	7980	7987	1	1	2	3	3	4	5	6	6
63	7993	8000	8007	8014	8021	8028	8035	8041	8048	8055	1	1	2	3	3	4	5	6	6
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..

હવે ધારો કે આપણે log (6.234) નું મૂલ્ય શોધવું છે, તો 62 થી શરૂ થતી હરોળમાં જોવાનું શરૂ કરો. આ હરોળમાં મથાળે 3 દર્શાવતા સ્તંભમાં રહેલા અંકને જૂઓ. તે અંક 7945 છે. આનો અર્થ એમ થાય કે,

log (6.230) = 0.7945*

પરંતુ આપણે તો log (6.234) જોઈએ છે. આથી આપણો જવાબ 0.7945 કરતાં સહેજ વધારે હશે. કેટલો વધારે ? આ આપણે સરેરાશ તફાવત વિભાગમાં જોઈશું. આપણો ચોથો અંક 4 છે. તેથી સરેરાશ તફાવતના વિભાગમાં મથાળે 4 દર્શાવતા સ્તંભમાં જૂઓ (હરોળ 62 માં). આપણને સંખ્યા 3 મળશે. તેથી 3 ને 7945 માં ઉમેરો. આપણને 7948 મળશે. તેથી અંતે મળશે, log (6.234) = 0.7948. બીજુ ઉદાહરણ લો. log (8.127) શોધવા માટે આપણે 81 સંખ્યાવાળી હરોળમાં 2 સંખ્યાવાળા સ્તંભમાં જોઈએ તો આપણને 9096 મળે છે. આપણે તે જ હરોળમાં આગળ વધીશું અને સરેરાશ તફાવત 7 ની નીચે 4 મળશે. તેને 9096 માં ઉમેરીશું અને તેથી આપણને 9100 મળશે. તેથી, log (8.127) = 0.9100

log n આપેલ હોય, તો n શોધવો

આપણે હજુ સુધી ધન સંખ્યા n આપેલી હોય તેનો log n શોધવાની પદ્ધતિની ચર્ચા કરી. હવે આપણે તેનાથી વિપરિત તરફ જઈએ, એટલે કે log n આપેલ હોય તો n શોધવો અને આ હેતુ માટેની પદ્ધતિ આપવી. જો log n = t તો, આપણે કોઈકવાર કહીએ છીએ n = antilog t. આથી આપણું કાર્ય એ છે કે t આપેલો છે અને તેનો પ્રતિલઘુગણક શોધવો. આ માટે આપણે તૈયાર આપેલા પ્રતિલઘુગણક કોષ્ટકનો ઉપયોગ કરીએ છીએ.

ધારો કે log n = 2.5372

n શોધવા માટે, સૌ પ્રથમ log n ના અપૂર્ણાંશ લો. આ કિસ્સામાં તે 0.5372 છે (ખાત્રી કરી કે તે ધન છે). આ સંખ્યાનો પ્રતિલઘુગણક લેવા માટે પ્રતિલઘુગણક કોષ્ટકનો ઉપયોગ લઘુગણક કોષ્ટકની જેમ જ કરો.

* જો કે અહીં નોંધવું જોઈએ કે કોષ્ટકમાં દર્શાવેલા મૂલ્યો ચોક્કસ હોતા નથી. તે માત્ર અંદાજિત મૂલ્યો હોય છે, જો કે આપણે સમાનતા માટેની નિશાની વાપરીએ છીએ જે તેઓ ચોક્કસ મૂલ્ય દર્શાવે છે તેવો પ્રભાવ પાડે છે. આવી સમાન પદ્ધતિ સંખ્યાના પ્રતિલઘુગણક માટે અનુસરી શકીએ છીએ.

આ પ્રતિલઘુગણક કોષ્ટકમાં 0.53 વાળી હરોળમાં 7 વાળા સ્તંભની હેઠળ 3443 મળે છે અને છેલ્લા અંક 2 માટે તે જ હરોળમાં સરેરાશ તફાવતના વિભાગમાં અંક 2 છે. આથી કોષ્ટક 3445 મૂલ્ય આપે છે. આથી,

antilog (0.5372) = 3.445

હવે log n = 2.5372, log n નો પૂર્ણાંક 2 છે. તેથી n નું પ્રમાણિત સ્વરૂપ $n = 3.445 \times 10^2$ અથવા n = 344.5 થાય.

ઉદાહરણ 1

જો $\log x = 1.0712$ તો x શોધો.

ઉકેલ : પ્રતિ લઘુગણક કોષ્ટકમાંથી આપણને 0712 ને અનુવર્તી સંખ્યા 1179 મળે છે. $\log x$ નો પૂર્ણાંક 1 છે, તેથી મળશે,

$x = 1.179 \times 10^1$

$= 11.79$

ઉદાહરણ 2

જો $\log x = \overline{2}.1352$, તો x શોધો.

ઉકેલ : પ્રતિલઘુગણક કોષ્ટકમાંથી, આપણને 1352 ને અનુવર્તી સંખ્યા 1366 મળે છે. આ માટે પૂર્ણાંક $\overline{2}$ છે એટલે કે –2. તેથી,

$x = 1.366 \times 10^{-2} = 0.01366$

સંખ્યાત્મક ગણતરીઓમાં લઘુગણકનો ઉપયોગ

ઉદાહરણ 1

6.3×1.29 શોધો.

ઉકેલ : ધારો કે $x = 6.3 \times 1.29$

તો $\log x = \log (6.3 \times 1.29) = \log 6.3 + \log 1.29$

હવે,

$\log 6.3 = 0.7993$

$\log 1.29 = 0.1106$

$\log x = 0.9099$

પ્રતિલઘુગણક લેતાં, $x = 8.127$

ઉદાહરણ 2

$\dfrac{(1.23)^{\frac{3}{2}}}{11.2 \times 23.5}$ શોધો.

ઉકેલ : ધારો કે $x = \dfrac{(1.23)^{\frac{3}{2}}}{11.2 \times 23.5}$

તેથી $\log x = \log \frac{(1.23)^{\frac{3}{2}}}{11.2 \times 23.5}$

$= \frac{3}{2} \log 1.23 - \log (11.2 \times 23.5)$

$= \frac{3}{2} \log 1.23 - \log 11.2 - \log 23.5$

હવે,

$\log 1.23 = 0.0899$

$\frac{3}{2} \log 1.23 = 0.13485$

$\log 11.2 = 1.0492$

$\log 23.5 = 1.3711$

$\log x = 0.13485 - 1.0492 - 1.3711$

$= \bar{3}.71455$

$\therefore x = 0.005183$

ઉદાહરણ 3

$\sqrt{\frac{(71.24)^5 \times \sqrt{56}}{(2.3)^7 \times \sqrt{21}}}$ શોધો

ઉકેલ : ધારો કે, $x = \sqrt{\frac{(71.24)^5 \times \sqrt{56}}{(2.3)^7 \times \sqrt{21}}}$

તેથી $\log x = \frac{1}{2} \log \left[\frac{(71.24)^5 \times \sqrt{56}}{(2.3)^7 \times \sqrt{21}} \right]$

$= \frac{1}{2} [\log (71.24)^5 + \log \sqrt{56} - \log (2.3)^7 - \log \sqrt{21}]$

$= \frac{5}{2} \log 71.24 + \frac{1}{4} \log 56 - \frac{7}{2} \log 2.3 - \frac{1}{4} \log 21$

હવે, લઘુગણક કોષ્ટકનો ઉપયોગ કરતાં,

$\log 71.24 = 1.8527,$ $\log 56 = 1.7482$

$\log 2.3 = 0.3617,$ $\log 21 = 1.3222$

$\therefore \log x = \frac{5}{2} (1.8527) + \frac{1}{4} (1.7482) - \frac{7}{2} (0.3617) - \frac{1}{4} (1.3222)$

$= 3.4723$

$\therefore x = 2967$

લઘુગણક

કોષ્ટક 1

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0000	0043	0086	0128	0170	0212	0253	0294	0334	0374	5 4	9 8	13 12	17 16	21 20	26 24	30 28	34 32	38 36
11	0414	0453	0492	0531	0569	0607	0645	0682	0719	0755	4 4	8 7	12 11	16 15	20 18	23 22	27 26	31 29	35 33
12	0792	0828	0864	0899	0934	0969	1004	1038	1072	1106	3 3	7 7	11 10	14 14	18 17	21 20	25 24	28 27	32 31
13	1139	1173	1206	1239	1271	1303	1335	1367	1399	1430	3 3	6 7	10 10	13 13	16 16	19 19	23 22	26 25	29 29
14	1461	1492	1523	1553	1584	1614	1614	1673	1703	1732	3 3	6 6	9 9	12 12	15 14	19 17	22 2	25 023	28 26
15	1791	1790	1818	1847	1875	1903	1931	1959	1987	2014	3 3	6 6	9 8	11 11	14 14	17 17	20 19	23 22	26 25
16	2041	2068	2098	2122	2148	2175	2201	2227	2253	2279	3 3	6 5	8 8	11 10	14 13	16 16	19 18	22 21	24 23
17	2304	2330	2365	2380	2405	2430	2455	2480	2504	2529	3 3	5 5	8 8	10 10	13 12	15 15	18 17	20 20	23 22
18	2553	2577	2601	2625	2648	2672	2695	2718	2742	2765	2 2	5 4	7 7	9 9	12 11	14 14	17 16	19 18	21 21
19	2788	2810	2833	2856	2878	2900	2923	2945	2967	2989	2 2	4 4	7 6	9 8	11 11	13 13	16 15	18 17	20 19
20	3010	3032	3054	3075	3096	3118	3139	3160	3181	3201	2	4	6	8	11	13	15	17	19
21	3222	3243	3263	3284	3304	3324	3345	3365	3385	3404	2	4	6	8	10	12	14	16	18
22	3424	3444	3464	3483	3502	3522	3540	3560	3579	3598	2	4	6	8	10	12	14	15	17
23	3617	3636	3655	3675	3692	3711	3729	3747	3766	3784	2	4	6	7	9	11	13	15	17
24	3802	3820	3838	3856	3874	3892	3909	3927	3945	3962	2	4	5	7	9	11	12	14	16
25	3979	3997	4014	4031	4048	4065	4082	4099	4116	4133	2	3	5	7	9	10	12	14	15
26	4150	4166	4182	4200	4216	4232	4279	4265	4281	4298	2	3	5	7	8	10	11	13	15
27	4314	4330	4346	4362	4378	4393	4409	4425	4440	4456	2	3	5	6	8	9	11	13	14
28	4472	4487	4502	4518	4533	1548	4564	4579	4594	4609	2	3	5	6	8	9	11	12	14
29	4624	4639	4654	4669	4683	4698	4713	4728	4742	4757	1	3	4	6	7	9	10	12	13
30	4771	4786	4800	4814	4829	4843	4857	4871	4886	4900	1	3	4	6	7	9	10	11	13
31	4914	4928	4942	4955	4969	4983	4997	5011	5024	5038	1	3	4	6	7	8	10	11	12
32	5051	5065	5079	5092	5105	5119	5132	5142	5159	5172	1	3	4	5	7	8	9	11	12
33	5185	5198	5211	5224	5238	5250	5263	5276	5289	5302	1	3	4	5	6	8	9	10	12
34	5315	5328	5340	5353	5366	5378	5391	5403	5416	5428	1	3	4	5	6	8	9	10	11
35	5441	5453	5465	5478	5490	5502	5514	5527	5539	5551	1	2	4	5	6	7	9	10	11
36	5563	5575	5587	5599	5611	5623	5635	5647	5658	5670	1	2	4	5	6	7	8	10	11
37	5682	5694	5705	5717	5729	5740	5752	5763	5775	5786	1	2	3	5	6	7	8	9	10
38	5798	5809	5821	532	5843	5855	5866	5877	5888	5899	1	2	3	5	6	7	8	9	10
39	5911	5922	5933	5944	5922	5966	5977	5988	5999	6010	1	2	3	4	5	7	8	9	10
40	6021	6031	6042	6053	6064	6075	6085	6096	6107	6117	1	2	3	4	5	6	8	9	10
41	6128	6138	6149	6160	6170	6180	6191	6201	6212	6222	1	2	3	4	5	6	7	8	9
42	6232	6243	6253	6263	6274	6284	6294	6304	6314	6325	1	2	3	4	5	6	7	8	9
43	6335	6345	6355	6365	6375	6385	6395	6405	6415	6425	1	2	3	4	5	6	7	8	9
44	6435	6444	6454	6464	6474	6484	6493	6503	6513	6522	1	2	3	4	5	6	7	8	9
45	6235	6542	6551	6561	6571	6580	6590	6599	6609	6618	1	2	3	4	5	6	7	8	9
46	6628	6637	6646	6656	6665	6675	6684	6693	6702	6712	1	2	3	4	5	6	7	7	8
47	6721	6730	6739	6749	6758	6767	6776	6785	6794	6803	1	2	3	4	5	5	6	7	8
48	6812	6821	6830	6839	6848	6857	6866	6875	6884	6893	1	2	3	4	4	5	6	7	8
49	6902	6911	6920	6928	6937	6946	6955	6964	6972	6981	1	2	3	4	4	5	6	7	8

કોષ્ટક 1 ચાલુ

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
50	6990	6998	7007	7016	7024	7033	7042	7050	7059	7067	1	2	3	3	4	5	6	7	8
51	7076	7084	7093	7101	7110	7118	7126	7135	7143	7152	1	2	3	3	4	5	6	7	8
52	7160	7168	7177	7185	7193	7202	7210	7218	7226	7235	1	2	2	3	4	5	6	7	7
53	7243	7251	7259	7267	7275	7284	7292	7300	7308	7316	1	2	2	3	4	5	6	6	7
54	7324	7332	7340	7348	7356	7364	7372	7380	7388	7396	1	2	2	3	4	5	6	6	7
55	7404	7412	7419	7127	7435	7443	7451	7459	7466	7474	1	2	2	3	4	5	5	6	7
56	7482	7490	7497	7505	7513	7530	7528	7536	7543	7551	1	2	2	3	4	5	5	6	7
57	7559	7566	7574	7582	7589	7597	7604	7612	7619	7627	1	2	2	3	4	5	5	6	7
58	7634	7642	7649	7657	7664	7672	7679	7686	7694	7701	1	1	2	3	4	4	5	6	7
59	7709	7716	7723	7731	7738	7745	7752	7760	7767	7774	1	1	2	3	4	4	5	6	7
60	7782	7789	7796	7803	7810	7818	7825	7832	7839	7846	1	1	2	3	4	4	5	6	6
61	7853	7860	7768	7875	7882	7889	7896	7903	7910	7917	1	1	2	3	4	4	5	6	6
62	7924	7931	7938	7945	7952	7959	7966	7973	7980	7987	1	1	2	3	3	4	5	6	6
63	7993	8000	8007	8014	8021	8028	8035	8041	8048	8055	1	1	2	3	3	4	5	6	6
64	8062	8069	8075	8082	8089	8096	8102	8109	8116	8122	1	1	2	3	3	4	5	5	6
65	8129	8136	8142	8149	8156	8162	8169	8176	8182	8189	1	1	2	3	3	4	5	5	6
66	8195	8202	8209	8215	8222	8228	8235	8241	8248	8254	1	1	2	3	3	4	5	5	6
67	8261	8267	8274	8280	8287	8293	8299	8306	8312	8319	1	1	2	3	3	4	5	5	6
68	8325	8331	8338	8344	8351	8357	8367	8370	8376	8382	1	1	2	3	3	4	4	5	6
69	8388	8395	8401	8407	8414	8420	8426	8432	8439	8445	1	1	2	2	3	4	4	5	6
70	8451	8457	8463	8470	8476	8482	8488	8494	8500	8506	1	1	2	2	3	4	4	5	6
71	8513	8519	8525	8531	8537	8543	8549	8555	8561	8567	1	1	2	2	3	4	4	5	5
72	8573	8579	8585	8591	8597	8603	8609	8615	8621	8627	1	1	2	2	3	4	4	5	5
73	8633	8639	8645	8651	8657	8663	8669	8675	8681	8686	1	1	2	2	3	4	4	5	5
74	8692	8698	8704	8710	8716	8722	8727	8733	8739	8745	1	1	2	2	3	4	4	5	5
75	8751	8756	8762	8768	8774	8779	8785	8791	8797	8802	1	1	2	2	3	3	4	5	5
76	8808	8814	8820	8825	8831	8837	8842	8848	8854	8859	1	1	2	2	3	2	4	5	6
77	8865	8871	8876	8882	8887	8893	8899	8904	8910	8915	1	1	2	2	3	3	4	4	5
78	8921	8927	8932	8938	8943	8949	8954	8960	8965	8971	1	1	2	2	3	3	4	4	5
79	8976	8982	8987	8993	8998	9004	9009	9015	9020	9025	1	1	2	2	3	3	4	4	5
80	9031	9036	9042	9047	9053	9058	9063	9069	9074	9079	1	1	2	2	3	3	4	4	5
81	9085	9090	9096	9101	9106	9112	9117	9122	9128	9133	1	1	2	2	3	3	4	4	5
82	9138	9143	9149	9154	9159	9165	9170	9175	9180	9186	1	1	2	2	3	3	4	4	5
83	9191	9196	9201	9206	9212	9217	9222	9227	9232	9238	1	1	2	2	3	3	4	4	5
84	9243	9248	9253	9258	9263	9267	9274	9279	9284	9289	1	1	2	2	3	3	4	4	5
85	9294	9299	9304	9309	9315	9320	9325	9330	9335	9340	1	1	2	2	3	3	4	4	5
86	9345	9350	9355	9360	9365	9370	9375	9380	9385	9390	1	1	2	2	3	3	4	4	5
87	9395	9400	9405	9410	9415	9420	9425	9430	9435	9440	0	1	1	2	2	3	3	4	4
88	9445	9450	9455	9460	9465	9469	9474	9479	9484	9489	0	1	1	2	2	3	3	4	4
89	9494	9499	9504	9509	9513	9518	9523	9528	9533	9538	0	1	1	2	2	3	3	4	4
90	9542	9547	9552	9557	9562	9566	9571	9576	9581	9586	0	1	1	2	2	3	3	4	4
91	9590	9595	9600	9605	9609	9614	9619	9624	9628	9633	0	1	1	2	2	3	3	4	4
92	9638	9643	9647	9652	9657	9661	9666	9671	9675	9680	0	1	1	2	2	3	3	4	4
93	9685	9689	9694	9699	9703	9708	9713	9717	9722	9727	0	1	1	2	2	3	3	4	4
94	9731	9736	9741	9745	9750	9754	9759	9763	9768	9773	0	1	1	2	2	3	3	4	4
95	9777	9782	9786	9791	9795	9800	9805	9809	9814	9818	0	1	1	2	2	3	3	4	4
96	9823	9827	9832	9836	9841	9845	9850	9854	9859	9863	0	1	1	2	2	3	3	4	4
97	9868	9872	9877	9881	9886	9890	9894	9899	9903	9908	0	1	1	2	2	3	3	4	4
98	9912	9917	9921	9926	9930	9934	9939	9943	9948	9952	0	1	1	2	2	3	3	4	4
99	9956	9961	9965	9969	9974	9978	9983	9987	9997	9996	0	1	1	2	2	3	3	3	4

પ્રતિલઘુગણક

કોષ્ટક 2

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
.00	1000	1002	1005	1007	1009	1012	1014	1016	1019	1021	0	0	1	1	1	1	2	2	2
.01	1023	1026	1028	1030	1033	1035	1038	1040	1042	1045	0	0	1	1	1	1	2	2	2
.02	1047	1050	1052	1054	1057	1059	1062	1064	1067	1069	0	0	1	1	1	1	2	2	2
.03	1072	1074	1076	1079	1081	1084	1086	1089	1091	1094	0	0	1	1	1	1	2	2	2
.04	1096	1099	1102	1104	1107	1109	1112	1114	1117	1119	0	1	1	1	1	2	2	2	2
.05	1122	1125	1127	1130	1132	1135	1138	1140	1143	1146	0	1	1	1	1	2	2	2	2
.06	1148	1151	1153	1156	1159	1161	1164	1167	1169	1172	0	1	1	1	1	2	2	2	2
.07	1175	1178	1180	1183	1186	1189	1191	1194	1197	1199	0	1	1	1	1	2	2	2	2
.08	1202	1205	1208	1211	1213	1216	1219	1222	1225	1227	0	1	1	1	1	2	2	2	3
.09	1230	1233	1236	1239	1242	1245	1247	1250	1253	1256	0	1	1	1	1	2	2	2	3
.10	1259	1262	1265	1268	1271	1274	1276	1279	1282	1285	0	1	1	1	1	2	2	2	3
.11	1288	1291	1294	1297	1300	1303	1306	1309	1312	1315	0	1	1	1	2	2	2	2	3
.12	1318	1321	1324	1327	1330	1334	1337	1340	1343	1346	0	1	1	1	2	2	2	2	3
.13	1349	1352	1355	1358	1361	1365	1368	1371	1374	1377	0	1	1	1	2	2	2	3	3
.14	1380	1384	1387	1390	1393	1396	1400	1403	1406	1409	0	1	1	1	2	2	2	3	3
.15	1413	1416	1419	1422	1426	1429	1432	1435	1439	1442	0	1	1	1	2	2	2	3	3
.16	1445	1449	1452	1455	1459	1462	1466	1469	1472	1479	0	1	1	1	2	2	2	3	3
.17	1479	1483	1486	1489	1493	1496	1500	1503	1507	1510	0	1	1	1	2	2	2	3	3
.18	1514	1517	1521	1524	1528	1531	1535	1538	1542	1545	0	1	1	1	2	2	2	3	3
.19	1549	1552	1556	1560	1563	1567	1570	1574	1578	1581	0	1	1	1	2	2	3	3	3
.20	1585	1589	1592	1596	1600	1603	1607	1611	1614	1618	0	1	1	1	2	2	3	3	3
.21	1622	1626	1629	1633	1637	1641	1644	1648	1652	1656	0	1	1	2	2	2	3	3	3
.22	1660	1663	1667	1671	1675	1679	1683	1687	1690	1694	0	1	1	2	2	2	3	3	3
.23	1698	1702	1706	1710	1714	1718	1722	1726	1730	1734	0	1	1	2	2	2	3	3	4
.24	1738	1742	1746	1750	1754	1758	1762	1766	1770	1774	0	1	1	2	2	2	3	3	4
.25	1778	1782	1786	1791	1795	1799	1803	1807	1811	1816	0	1	1	2	2	2	3	3	4
.26	1820	1824	1828	1832	1837	1841	1845	1849	1854	1858	0	1	1	2	2	3	3	3	4
.27	1862	1866	1871	1875	1879	1884	1888	1892	1897	1901	0	1	1	2	2	3	3	3	4
.28	1905	1910	1914	1919	1923	1928	1932	1936	1941	1945	0	1	1	2	2	3	3	4	4
.29	1950	1954	1959	1963	1968	1972	1977	1982	1986	1991	0	1	1	2	2	3	3	4	4
.30	1995	2000	2004	2009	2014	2018	2023	2028	2032	2037	0	1	1	2	2	3	3	4	4
.31	2042	2046	2051	2056	2061	2065	2070	2075	2080	2084	0	1	1	2	2	3	3	4	4
.32	2089	2094	2099	2104	2109	2113	2118	2123	2128	2133	0	1	1	2	2	3	3	4	4
.33	2138	2143	2148	2153	2158	2163	2168	2173	2178	2183	0	1	1	2	2	3	3	4	4
.34	2188	2193	2198	2203	2208	2213	2218	2223	2228	2234	1	1	2	2	3	3	4	4	5
.35	2239	2244	2249	2254	2259	2265	2270	275	2280	2286	1	1	2	2	3	3	4	4	5
.36	2291	2296	2301	2307	2312	2317	2323	2328	2333	2339	1	1	2	2	3	3	4	4	5
.37	2344	2350	2355	2360	2366	2371	2377	2382	2388	2393	1	1	2	2	3	3	4	4	5
.38	2399	2404	2410	2415	2421	2427	2432	2438	2443	2449	1	1	2	2	3	3	4	4	5
.39	2455	2460	2466	2472	2477	2483	2489	2495	2500	2506	1	1	2	2	3	3	4	5	5
.40	2512	2518	2523	2529	2535	2541	2547	2553	2559	2564	1	1	2	2	3	4	4	5	5
.41	2570	2576	2582	2588	2594	2600	2606	2612	2618	2624	1	1	2	2	3	4	4	5	5
.42	2630	2636	2642	2649	2655	2661	2667	2673	2679	2685	1	1	2	2	3	4	4	5	6
.43	2692	2698	2704	2710	2716	2723	2729	2735	2742	2748	1	1	2	3	3	4	4	5	6
.44	2754	2761	2767	2773	2780	2786	2793	2799	2805	2812	1	1	2	3	3	4	4	5	6
.45	2818	2825	2831	2838	2844	2851	2858	2864	2871	2877	1	1	2	3	3	4	5	5	6
.46	2884	2891	2897	2904	2911	2917	2924	2931	2938	2944	1	1	2	3	3	4	5	5	6
.47	2951	2958	2965	2972	2979	2985	2992	2999	3006	3013	1	1	2	3	3	4	5	5	6
.48	3020	3027	3034	3041	3048	3055	3062	3069	3076	3083	1	1	2	3	3	4	5	6	6
.49	3090	3097	3105	3112	3119	3126	3133	3141	3148	3155	1	1	2	3	3	4	5	6	6

કોષ્ટક 2 ચાલુ

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
.50	3162	3170	3177	3184	3192	3199	3206	3214	3221	3228	1	1	2	3	4	4	5	6	7
.51	3236	3243	3251	3258	3266	3273	3281	3289	3296	3304	1	2	2	3	4	5	5	6	7
.52	3311	3319	3327	3334	3342	3350	3357	3365	3373	3381	1	2	2	3	4	5	5	6	7
.53	3388	3396	3404	3412	3420	3428	3436	3443	3451	3459	1	2	2	3	4	5	6	6	7
.54	3467	3475	3483	3491	3499	3508	3513	3524	3532	3540	1	2	2	3	4	5	6	6	7
.55	3548	3556	3565	3573	3581	3589	3597	3606	3614	3622	1	2	2	3	4	5	6	7	7
.56	3631	3639	3648	3656	3664	3673	3681	3690	3698	3707	1	2	3	3	4	5	6	7	8
.57	3715	3724	3733	3741	3750	3758	3767	3776	3784	3793	1	2	3	3	4	5	6	7	8
.58	3802	3811	3819	3828	3837	3846	3855	3864	3873	3882	1	2	3	4	4	5	6	7	8
.59	3890	3899	3908	3917	3926	3936	3945	3954	3963	3972	1	2	3	4	5	5	6	7	8
.60	3981	3990	3999	4009	4018	4027	4036	4046	4055	4064	1	2	3	4	5	6	6	7	8
.61	4074	4083	4093	4102	4111	4121	4130	4140	4150	4159	1	2	3	4	5	6	7	8	9
.62	4169	4178	4188	4198	4207	4217	4227	4236	4246	4256	1	2	3	4	5	6	7	8	9
.63	4266	4276	4285	4295	4305	4315	4325	4335	4345	4355	1	2	3	4	5	6	7	8	9
.64	4365	4375	4385	4395	4406	4416	4426	4436	4446	4457	1	2	3	4	5	6	7	8	9
.65	4467	4477	4487	4498	4508	4519	4529	4539	4550	4560	1	2	3	4	5	6	7	8	9
.66	4571	4581	4592	4603	4613	4624	4634	4645	4656	4667	1	2	3	4	5	6	7	9	10
.67	4677	4688	4699	4710	4721	4732	4742	4753	4764	4775	1	2	3	4	5	7	8	9	10
.68	4786	4797	4808	4819	4831	4842	4853	4864	4875	4887	1	2	3	4	5	7	8	9	10
.69	4898	4909	4920	4932	4943	4955	4966	4977	4989	5000	1	2	3	4	5	7	8	9	10
.70	5012	5023	5035	5047	5058	5070	5082	5093	5105	5117	1	2	4	5	6	7	8	9	11
.71	5129	5140	5152	5164	5176	5188	5200	5212	5224	5236	1	2	4	5	6	7	8	10	11
.72	5248	5260	5272	5284	5297	5309	5321	5333	5346	5358	1	2	4	5	6	7	9	10	11
.73	5370	5383	5395	5408	5420	5433	5445	5458	5470	5483	1	3	4	5	6	8	9	10	11
.74	5495	5508	5521	5534	5546	5559	5572	5585	5598	5610	1	3	4	5	6	8	9	10	12
.75	5623	5636	5649	5662	5675	5689	5702	5715	5728	5741	1	3	4	5	7	8	9	10	12
.76	5754	5768	5781	5794	5808	5821	5834	5848	5861	5875	1	3	4	5	7	8	9	11	12
.77	5888	5902	5916	5929	5943	5957	5970	5984	5998	6012	1	3	4	5	7	8	10	11	12
.78	6026	6039	6053	6067	6082	6095	6109	6124	6138	6152	1	3	4	6	7	8	10	11	13
.79	6166	6180	6194	6209	6223	6237	6252	6266	6281	6295	1	3	4	6	7	9	10	11	13
.80	6310	6324	6339	6353	6368	6383	6397	6412	6427	6442	1	3	4	6	7	9	10	12	13
.81	6457	6471	6486	6501	6516	6531	6546	6561	6577	6592	2	3	5	6	8	9	11	12	14
.82	6607	6622	6637	6653	6668	6683	6699	6714	6730	6745	2	3	5	6	8	9	11	12	14
.83	6761	6776	6792	6808	6823	6839	6855	6871	6887	6902	2	3	5	6	8	9	11	13	14
.84	6918	6934	6950	6966	6982	6998	7015	7031	7047	7063	2	3	5	6	8	10	11	13	15
.85	7079	7096	7112	7129	7145	761	7178	7194	7211	7228	2	3	5	7	8	10	12	13	15
.86	7244	7261	7278	7295	7311	7328	7345	7362	7379	7396	2	3	5	7	8	10	12	13	15
.87	7413	7430	7447	7464	7482	7499	7516	7534	7551	7568	2	3	5	7	9	10	12	14	16
.88	7586	7603	7621	7638	7656	7674	7691	7709	7727	7745	2	4	5	7	9	11	12	14	16
.89	7765	7780	7798	7816	7834	7852	7870	7889	7907	7925	2	4	5	7	9	11	13	14	16
.90	7943	7962	7980	7998	8017	8035	8054	8072	8091	8110	2	4	6	7	9	11	13	15	17
.91	8128	8147	8166	8185	8204	8222	8241	8260	8279	8299	2	4	6	8	9	11	13	15	17
.92	8318	8337	8356	8375	8395	8414	8433	8453	8472	8492	2	4	6	8	10	12	14	15	17
.93	8511	8531	8551	8570	8590	8610	8630	8650	8670	8690	2	4	6	8	10	12	14	16	18
.94	8710	8730	8750	8770	8790	8810	8831	8851	8872	8892	2	4	6	8	10	12	14	16	18
.95	8913	8933	8954	8974	8995	9016	9036	9057	9078	9099	2	4	6	8	10	12	15	17	19
.96	9120	9141	9162	9186	9204	9226	9247	9268	9290	9311	2	4	6	8	11	13	15	17	19
.97	9333	9354	9376	9397	9419	9441	9462	9484	9506	9525	2	4	7	9	11	13	15	17	20
.98	9550	9575	9594	9616	9638	9661	9683	9705	9727	9750	2	4	7	9	11	13	16	18	20
.99	9772	9795	9817	9840	9863	9886	9908	9931	9954	9977	2	5	7	9	11	14	16	18	20