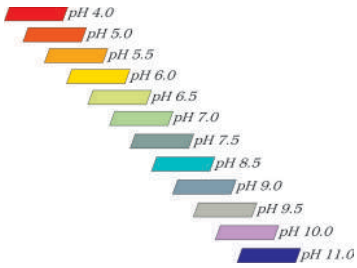
એકમ-5

pH અને જલીય દ્રાવણોમાં pH ફેરફાર (pH And pH Change in Aqueous Solutions)



તમે આયનીકરણ ન પામેલા ક્ષાર અને તેને દ્રાવકમાં ઓગાળતાં મળતાં આયનો વચ્ચેના ગતિશીલ સંતુલન અંગેના પ્રયોગો કર્યા છે. આ એકમમાં આપણે આયનીકરણ નહિ પામેલા પાણીના અણુ અને H^+ અને OH^- આયનો વચ્ચેના આયનીય સંતુલનનો અભ્યાસ કરીશું. વાહકતાના પ્રયોગોએ સાબિત કર્યું છે કે શુધ્ધ પાણી કંઈક અંશે આયનીકરણ પામે છે. જો કે તેની વાહકતા ઘણી ઓછી છે, તો પણ આના આધારે એમ તારવી શકાય કે શુધ્ધ પાણીમાં પણ આયનીય સંતુલન સ્થપાય છે. આયનીય સંતુલન નીચે પ્રમાણે રજૂ કરી શકાય :

$$H_2O\,(l) \rightleftharpoons H^+\,(aq) + OH^-\,(aq)$$

ધનવીજભાર અને નાની આયનીય ત્રિજ્યાને કારણે પાણીમાં H^+ આયનનું સ્વતંત્ર અસ્તિત્વ હોતું નથી આ સંતુલનની નીચે પ્રમાણેની રજૂઆત વધારે સારી છે :

$$2H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+\,(aq) + OH^-\,(aq)$$

આ પાણીનું **સ્વ આયનીકરણ છે.** આ રાસાયણિક સમીકરણ માટે સંતુલન અચળાંક નીચે પ્રમાણે લખી શકાય :

$$K = \frac{[H_3O^+][OH^-]}{[H_2O]^2}$$

પાણી વિપુલ પ્રમાણમાં હોવાથી, તેની સાંદ્રતા અચળ છે એમ માની લઈને તેને K સાથે સંયોજી શકાય અને નવો અચળાંક K_w દર્શાવી શકાય, જે નીચે પ્રમાણે લખી શકાય.

$$K_w = [H_3O^+]\,[OH^-]$$

K_w પાણીનો સ્વ આયનીકરણ અચળાંક છે અથવા પાણીનો આયનીય અચળાંક છે. તે અચળ તાપમાને અચળ રહે છે. 25 ^{0}C તાપમાને K_w નું મૂલ્ય 1.0×10^{-14} છે. આમ એ સ્પષ્ટ છે કે આપેલ તાપમાને કોઈપણ જલીય દ્રાવણમાં આ ગુણાકાર એટલે કે $[H_3O^+]\,[OH^-]$ દ્રાવણ ઍસિડિક, આલ્કલાઈન અથવા તટસ્થ હોય, તો પણ અચળ રહે છે. જો પદાર્થને ઓગાળવાથી સંતુલનને એવી રીતે ખસેડે જેથી હાઈડ્રૉનિયમ આયનની સાંદ્રતા હાઈડ્રૉક્સિલ આયનની સાંદ્રતા કરતાં વધી જાય, તો દ્રાવણ ઍસિડીક સ્વભાવનું રહેશે. જો પદાર્થને ઓગાળવાથી સંતુલનને એવી રીતે ખસેડે, કે જેથી OH^- ની સંતુલન સાંદ્રતા હાઈડ્રૉનિયમ આયનની સાંદ્રતા કરતાં વધારે થાય, તો દ્રાવણ આલ્કલાઈન સ્વભાવનું રહેશે. આમ જલીય દ્રાવણમાં હાઈડ્રૉનિયમ આયનની સાંદ્રતા દ્રાવણના ઍસિડીક, બેઝિક અને તટસ્થ સ્વભાવની માહિતી પૂરી પાડે છે. દ્રાવણમાં H_3O^+ આયનની સાંદ્રતા pH ના પર્યાયમાં મપાય છે. જે હાઈડ્રૉનિયમ આયનની સાંદ્રતાનો ઋણ લઘુગણક છે અને તે નીચેના સમીકરણથી આપી શકાય છે :

$$pH = -\log_{10}\,[H_3O^+]$$

ઓરડાના તાપમાને તટસ્થ પાણીની pH 7 છે. આનાથી ઓછી pH વાળું દ્રાવણ ઍસિડિક સ્વભાવનું અને આનાથી વધારે pH વાળું દ્રાવણ બેઝિક સ્વભાવનું હોય છે.

પ્રયોગ 5.1

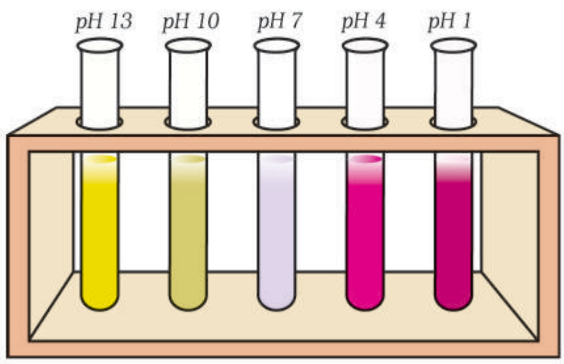
હેતુ

કેટલાક ફળના રસ (જ્યુસ)ની pH નક્કી કરવી.

સિધ્ધાંત

કેટલાક રંગકો જુદી જુદી pH કિંમતે જુદા જુદા રંગ દર્શાવે છે. આ ઍસિડ-બેઈઝ સૂચક તરીકે વર્તે છે. દ્રાવણની આશરે pH મેળવવા માટે રંગકોના મિશ્રણનું દ્રાવણ વાપરી શકાય છે. રંગકોના મિશ્રણનું દ્રાવણ શૂન્યથી 14 સુધીના pH મૂલ્યો માપવા માટે વપરાય છે. તેને સાર્વત્રિક સૂચક કહે છે. કેટલાક સાર્વત્રિક સૂચકો 0.5 જેટલા pH ફેરફારને પણ માપી શકે છે. હકીકતમાં, રંગકો પોતે જ નિર્બળ ઍસિડ કે બેઈઝ હોય છે. પ્રોટોનના સ્વીકાર અથવા મુક્તિ (દાન)ને કારણે રંગકના બંધારણ બદલાય છે અને તેને પરિણામે રંગ ફેરફાર થાય છે. રંગકના જુદા જુદા સ્વરૂપોના રંગ જુદા જુદા હોય છે અને તેથી દ્રાવણની pH ના ફેરફાર સાથે રંગમાં ફેરફાર થાય છે. એક પ્રમાણિત ચાર્ટ જેમાં સાર્વત્રિક સૂચકનો pH સાથે રંગના ફેરફાર દર્શાવતો સૂચક પત્ર અથવા દ્રાવણ સાથેનો આપવામાં આવે છે અને અવલોકન કરેલ રંગ અને ચાર્ટ પરના રંગને સરખાવવાથી દ્રાવણની pH નો સારો એવો અંદાજ મેળવી શકાય છે.

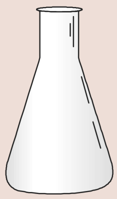
કુદરતી pH સૂચકો



લાલ કોબીજ જ્યુસને અતિવિશાળ (vast) pH ગાળો છે. તે જલીય દ્રાવણમાં pH નો સાર્વત્રિક સૂચક છે.

આ હાયડ્રાન્જીસ (Hydrangeas) નો રંગ જેમાં તે ઉગે છે તે જમીનની pH પર આધાર રાખે છે. જો જમીનની pH ઍસિડિક હોય, તો ફૂલો વાદળી હોય છે અને જો pH આલ્કલાઈન હોય તો ફૂલો ગુલાબી હોય છે.

જરૂરી સામગ્રી



- બીકર (100 mL) : ચાર
- કાચનું ડ્રોપર : ચાર
- કસનળી : ચાર
- pH ચાર્ટ : એક

- ફળનો રસ (જ્યુસ) : લીંબુ, નારંગી, સફરજન, પાઈનેપલ
- pH પત્ર/ સાર્વત્રિક સૂચક દ્રાવણ : જરૂર પ્રમાણે

પધ્ધતિ

(i) લીંબુ, નારંગી, સફરજન અને પાઈનેપલના તાજા રસને (જ્યુસ) 100 mL ધારિતા વાળા અલગ અલગ બીકરમાં લો.

(ii) 1, 2, 3 અને 4 ચિહ્નિત કરેલી કસનળી દરેકમાં ચાર જુદા જુદા ડ્રોપરની મદદથી આશરે 2 mL તાજો રસ (જ્યુસ) (20 ટીપાં) લો.

(iii) દરેક કસનળીમાં સાર્વત્રિક સૂચકનાં બે ટીપાં ઉમેરો અને દરેક કસનળીમાંના પદાર્થને હલાવીને સારી રીતે મિશ્ર કરો.

(iv) દરેક કસનળીમાં દેખાતો રંગ પ્રમાણિત pH ચાર્ટ પરના રંગ સાથે મેળવો (સરખાવો).

(v) તમારા અવલોકન કોષ્ટક 5.1 માં નોંધો.

(vi) pH પત્રોનો ઉપયોગ કરીને પ્રયોગનું પુનરાવર્તન કરો, જેથી જુદા જુદા જ્યુસના pH ની ખાત્રી કરી શકાય અને તે દરેક રંગને સાર્વત્રિક સૂચકથી મેળવેલ રંગ સાથે સરખાવો.

(vii) ચારેય જ્યુસના pH મૂલ્યોને ચઢતા ક્રમમાં ગોઠવો.

કોષ્ટક 5.1 જુદા જુદા ફળના રસ (જ્યુસ)ના pH મૂલ્યો

રસ (જ્યુસ)નું નામ	સાર્વત્રિક સૂચક સાથે રંગ	pH	અનુમાન
લીંબુ			
નારંગી			
સફરજન			
પાઈનેલ			

પરિણામ

જ્યુસના pH મૂલ્યોનો ચઢતો ક્રમ ________________ છે.

સાવચેતી

(a) દરેક કસનળીમાં સરખા કદના દ્રાવણમાં સાર્વત્રિક સૂચકના ટીપાં સરખી સંખ્યામાં ઉમેરો.

(b) દ્રાવણના રંગને pH ચાર્ટ સાથે ધ્યાનથી સરખાવો.

(c) pH પત્રોને એવી સલામત જગ્યાએ રાખો જેથી પ્રયોગશાળામાંના ઍસિડિક અને બેઝિક પ્રક્રિયકોના સંપર્કમાં આવે નહિ (સંપર્કમાં આવવાનું ટાળો).

(d) પ્રયોગ માટે હંમેશા તાજા રસ (જ્યુસ) વાપરો.

ચર્ચાત્મક પ્રશ્નો

(i) ચારેય જ્યુસમાંથી કયું સૌથી ઓછું ઍસિડિક છે ? સમજાવો.

(ii) જો આપણે દરેક જ્યુસને મંદ બનાવીએ, તો pH મૂલ્યોમાં કેવી અસર જોવા મળશે ?

(iii) કોઈપણ બે જ્યુસને ભેગા કર્યા પછી મળતા મિશ્રણની pH બદલાશે કે બદલાશે નહિ (સરખી જ રહેશે) ?

(iv) તમે સોફ્ટ ડ્રિન્ક (પીણાં)ની pH ની કેવી રીતે ખાતરી કરશો ?

પ્રયોગ 5.2

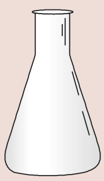
હેતુ

મંદન કરતાં ઍસિડ / બેઈઝના pH માં થતા ફેરફારનું અવલોકન કરવું.

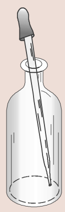
સિધ્ધાંત

પ્રતિ એકમ કદમાં હાઈડ્રૉજન આયનની સાંદ્રતા મંદન કરવાથી ઘટે છે. આથી દ્રાવણનું મંદન કરતાં pH માં ફેરફારની અપેક્ષા રાખી શકાય.

જરૂરી સામગ્રી



- ઉત્કલન નળી : આઠ
- કાચનું ડ્રોપર : ચાર
- કસનળી : જરૂર પ્રમાણે



- 0.1 M HCl દ્રાવણ : 20 mL
- 0.1 M NaOH દ્રાવણ : 20 mL
- 0.05 M H_2SO_4 દ્રાવણ : 20 mL
- pH પત્ર / સાર્વત્રિક સૂચક : જરૂર પ્રમાણે

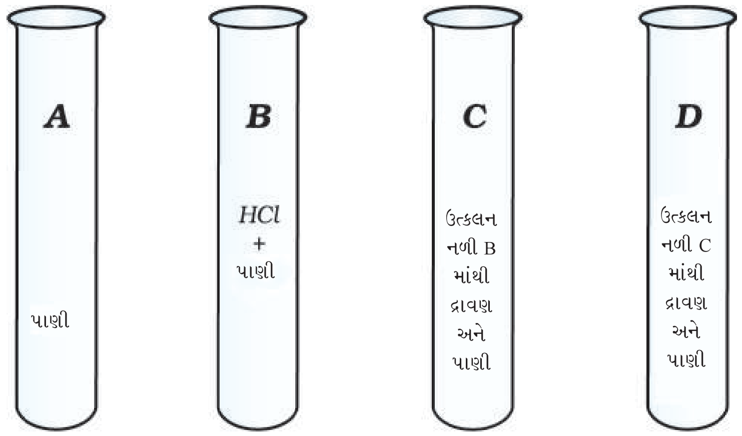
પધ્ધતિ

(i) ચાર ઉત્કલન નળી લો અને તેમને A, B, C અને D એમ ચિહ્નિત કરો (આકૃતિ 5.1).

(ii) ઉત્કલન નળી A માં 2 mL 0.1 M HCl લો.

(iii) ઉત્કલન નળી B માં 2 mL 0.1 M HCl લો અને તેમાં 18 mL પાણી ઉમેરો અને સારી રીતે મિશ્ર કરો.

(iv) ઉત્કલન નળી B માંથી 5 mL મંદ HCl નું દ્રાવણ ઉત્કલન નળી C માં લો અને તેમાં 15 mL પાણી ઉમેરો.



આકૃતિ 5.1 : પ્રયોગ 5.1 માટેની ગોઠવણી

NaOH

H_2SO_4

HCl

જોખમ અંગેની ચેતવણી

- ઍસિડમાં પાણી કદી ઉમેરશો નહીં.
- મંદન માટે પાણીમાં ધીમેથી ઍસિડ ઉમેરો.

(v) ઉત્કલન નળી C માંથી 5 mL મંદ HCl ઉત્કલન નળી D માં લો અને તેમાં 15 mL પાણી ઉમેરો.

(vi) pH પત્રને નાના નાના ટુકડામાં કાપો અને સ્વચ્છ ગ્લેઝ ટાઈલ પર પાથરી દો.

(vii) ડ્રોપરની મદદ વડે ઉત્કલન નળી A માંથી થોડું દ્રાવણ લો અને ગ્લેઝ ટાઈલ પર રાખેલા pH પત્રના એક ટુકડા પર તેનું એક ટીપું મૂકો. pH પત્રનો રંગ પ્રમાણિત ચાર્ટ સાથે સરખાવો.

(viii) આ જ પ્રમાણે ઉત્કલન નળી B, C અને D ના દ્રાવણોની pH ની અનુક્રમે પરખ કરો અને તમારા પરિણામો કોષ્ટક 5.2 માં નોંધો.

(ix) દ્રાવણ B, C અને D ની હાઈડ્રોજન આયનની સાંદ્રતા ગણો.

(x) દરેક ઉત્કલન નળીમાંથી 1 mL દ્રાવણ અલગ અલગ કસનળીમાં લઈ લો. આ ઉત્કલન નળીમાંની દરેકમાં 2 ટીપાં સાર્વત્રિક સૂચક ઉમેરો. ઉત્કલન નળીને બરાબર હલાવો અને pH ની અંદાજ નક્કી કરવા માટે તેમના રંગને પ્રમાણિત pH ચાર્ટ સાથે મેળવો (સરખાવો).

(xi) એ જ પ્રમાણે 0.05 M H_2SO_4 અને 0.1 M NaOH દ્રાવણોને ઉપર દર્શાવેલ તબક્કા (i) થી (ix) માં આપેલી વિગત પ્રમાણે મંદન કરી pH નું અવલોકન કરો.

(xii) તમારા અવલોકનો કોષ્ટક 5.2 માં નોંધો.

(xiii) સાર્વત્રિક સૂચક પત્ર અને સાર્વત્રિક સૂચક દ્રાવણના ઉપયોગ કરી મેળવેલા પરિણામોને સરખાવો.

કોષ્ટક 5.2 મંદન કરતાં pH ફેરફાર

ઉત્કલન નળી	HCl		H_2SO_4		NaOH	
	રંગ	pH	રંગ	pH	રંગ	pH
A						
B						
C						
D						

પરિણામ

(i) ઉત્કલન નળી B, C અને D માંના દ્રાવણોની સાંદ્રતા ____________ છે.

(i) મંદન સાથે pH માં ફેરફાર વિશે તમારું તારણ લખો.

સાવચેતી

(a) દરેક ઉત્કલન નળીમાંના દ્રાવણોના સરખા જથ્થામાં સાર્વત્રિક સૂચકના સરખી સંખ્યામાં ટીપાં ઉમેરો.

(b) દ્રાવણના રંગને pH ચાર્ટ સાથે કાળજીપૂર્વક મેળવો (સરખાવો).

ચર્ચાત્મક પ્રશ્નો

(i) ઍસિડિક તેમજ બેઝિક દ્રાવણ માટે મંદન સાથે pH માં ફેરફાર માટે કેવું વલણ જોવા મળે છે ?

(ii) મંદન સાથે pH માં થતા ફેરફાર અંગેના પરિણામો તમે કેવી રીતે સમજાવશો ?

(iii) જો બે ઍસિડિક દ્રાવણો (ધારો કે A અને C) મિશ્ર કરવામાં આવે, તો મિશ્રણની pH ને શું થશે ? તમારો જવાબ પ્રાયોગિક રીતે ચકાસો.

(iv) દરેક ઍસિડિક દ્રાવણ ભલે તે HCl કે H_2SO_4 હોય, pH લગભગ સરખાં હોય છે. તેમ છતાં પણ HCl 0.1 M છે અને H_2SO_4 0.05 M છે. આ પરિણામને તમે કેવી રીતે સમજાવો છો ?

(v) શું 0.1 M ઍસિટિક ઍસિડની pH, 0.1 M હાઈડ્રૉક્લોરિક ઍસિડની pH સરખી હશે ? તમારા પરિણામને ચકાસો અને તેને સમજાવો.

પ્રયોગ 5.3 :

હેતુ

નિર્બળ ઍસિડ અને નિર્બળ બેઈઝની pH પર સમાન આયનની અસરને કારણે થતાં ફેરફારનો અભ્યાસ કરવો.

સિધ્ધાંત

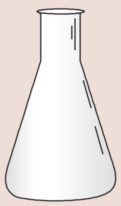
એ જાણીતી હકીકત છે કે નિર્બળ ઍસિડ અથવા નિર્બળ બેઈઝના કિસ્સામાં આયનીકરણ પ્રતિવર્તી પ્રક્રિયા છે.

(1) $HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$ (નિર્બળ ઍસિડ)

(2) $BOH \rightleftharpoons B^+ + OH^-$ (નિર્બળ બેઈઝ)

કિસ્સા (1) માં જો A^- ની સાંદ્રતામાં વધારો થાય, તો અને કિસ્સા (2)માં જો B^+ ની સાંદ્રતામાં વધારો થાય, તો સંતુલન પ્રતિગામી દિશામાં ખસેડશે. જેથી કરીને કિસ્સા (1) અને (2) માં અનુક્રમે H^+ આયન અને OH^- આયનની સાંદ્રતા ઘટશે. જેથી કરીને સંતુલન અચળાંકની સ્થિરતા જળવાઈ રહેશે. H^+ આયનની સાંદ્રતા અથવા OH^- આયનની સાંદ્રતામાં આ ફેરફાર પ્રણાલીની pH માં ફેરફાર લાવશે. જેનો નિર્ણય pH પત્ર અથવા સાર્વત્રિક સૂચક દ્રાવણના ઉપયોગથી કરી શકાય.

જરૂરી સામગ્રી



- બીકર (100 mL) : ચાર
- પિપેટ (25 mL) : બે
- કસનળી : ચાર
- pH ચાર્ટ : એક

- સોડિયમ ઈથેનોએટ : 2 g
- એમોનિયમ ક્લોરાઈડ : 2 g
- ઈથેનોઈક એસિડ (1.0 M) : 50 mL
- એમોનિયા દ્રાવણ (1.0 M) : 50 mL
- pH પત્ર અને સાર્વત્રિક સૂચક : જરૂર પ્રમાણે

પધ્ધતિ

(i) ચાર 100 mL બીકર લો અને તેમને A, B, C, D પ્રમાણે ચિહ્નિત કરો.

(ii) બીકર 'A' માં 25 mL 1.0 M ઈથેનોઈક ઍસિડ લો અને બીકર 'B' માં 25 mL 1.0 M એમોનિયા દ્રાવણ લો.

એમોનિયા દ્રાવણ

ઈથેનોઈક ઍસિડ

એમોનિયમ ક્લોરાઈડ

(iii) તે જ પ્રમાણે બીકર 'C' માં 25 mL 1.0 M ઈથેનોઈક ઍસિડ અને બીકર 'D' માં 25 mL 1.0 M એમોનિયા દ્રાવણ લો. હવે બીકર 'C' માં 2 g સોડિયમ ઈથેનોએટ ઉમેરો અને બીકર 'D' માં 2 g એમોનિયમ ક્લોરાઈડ ઉમેરો અને બીકરને બરાબર હલાવીને તેમાંના પદાર્થને બરાબર ઓગાળો.

(iv) 1, 2, 3 અને 4 ચિહ્ન કરેલ ચાર કસનળીમાં અનુક્રમે 2 mL (20 ટીપાં) દ્રાવણ બીકર A, B, C અને D માંથી લો.

(v) દરેક કસનળીમાં સાર્વત્રિક સૂચક દ્રાવણના બે બે ટીપાં ઉમેરો. કસનળીમાંના દ્રાવણને બરાબર હલાવો અને દરેક કસનળીમાંના રંગને પ્રમાણિત ચાર્ટ સાથે મેળવો (સરખાવો).

(vi) કોષ્ટક 5.3 માં આપ્યા પ્રમાણે તમારા અવલોકનો નોંધો.

(vii) કસનળી 1 અને 3 માંના દ્રાવણની pHની સરખામણી કરો અને pHમાં ફેરફાર નોંધો.

(viii) એ જ પ્રમાણે કસનળી 2 અને 4 માંના દ્રાવણની pHની સરખામણી કરો અને pHમાં ફેરફાર નોંધો.

કોષ્ટક 5.3 : ઍસિડ / બેઈઝ અને તેના બફરની pHની સરખામણી

કસનળીનો ક્રમાંક	પ્રણાલીનું સંઘટન (Composition)	pH પત્રનો રંગ	pH
1	પાણીમાં CH_3COOH		
2	NH_4OH (પાણીમાં NH_3)		
3	CH_3COOH + CH_3COONa		
4	$NH_4OH + NH_4Cl$		

પરિણામ

(a) ઍસિટિક ઍસિડની pH _________ છે.

(b) ઍસિટિક ઍસિડની સોડિયમ ઍસિટેટ સાથેના બફરની pH, ઍસિટિક ઍસિડની pH કરતાં _________ છે.

(c) એમોનિયા દ્રાવણની pH _________ છે.

(d) એમોનિયા દ્રાવણની એમોનિયમ ક્લોરાઈડ સાથેના બફરની pH એમોનિયા દ્રાવણની pH કરતાં _________ છે.

(e) સમાન આયન અસર ઍસિડ / બેઈઝના આયનીકરણને _________ .

સાવચેતી

(a) સમાન આયનની અસરના અભ્યાસ માટે ફક્ત નિર્બળ ઍસિડ / નિર્બળ બેઈઝ અને તેના ક્ષારનો પ્રયત્ન કરવો.

(b) એમોનિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈની બોટલને સાવધાનીપૂર્વક પકડો.

(c) દરેક કસનળીમાં સાર્વત્રિક સૂચકના ટીપાં સરખી સંખ્યામાં ઉમેરો.

(d) pH પત્રને સલામત અને સૂકી જગ્યાએ રાખો.

ચર્ચાત્મક પ્રશ્નો

(i) સોડિયમ એસિટેટ (સોડિયમ ઈથેનોએટ) ને ઍસેટિક ઍસિડમાં ઉમેરતાં pH વધે છે, જ્યારે જલીય NH_3 ના દ્રાવણ (NH_4OH)માં NH_4Cl ઉમેરતાં pH ઘટે છે. આ અવલોકનોને તમે કેવી રીતે સમજાવશો ?

(ii) પ્રણાલી 3 માટે CH_3COONa ના યોગ્ય પ્રતિસ્થાપન (replacement) માટે અને પ્રણાલી 4 માટે NH_4Cl ના યોગ્ય પ્રતિસ્થાપન સૂચવો.

(iii) ઉપર દર્શાવ્યા જેવા પ્રયોગો કરવા માટે લઈ શકાય તેવા નિર્બળ ઍસિડ અને તેના ક્ષાર તથા નિર્બળ બેઈઝ અને તેના ક્ષારની જોડ સૂચવો.

(iv) ક્ષારના પૃથક્કરણમાં / મિશ્રણના પૃથક્કરણમાં એવી પરિસ્થિતિનો નિર્દેશ કરો જ્યાં સમાન આયનની અસરને કારણે pH માં ફેરફાર કરવામાં આવતો હોય.

(v) બફર દ્રાવણો કેવી રીતે pH ફેરફારનો પ્રતિકાર કરે છે ? યોગ્ય ઉદાહરણ સાથે સમજાવો.

પ્રયોગ 5.4

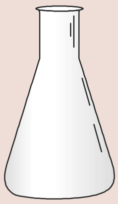
હેતુ

સાર્વત્રિક સૂચકનો ઉપયોગ કરીને પ્રબળ ઍસિડના પ્રબળ બેઈઝ સાથેના અનુમાપન દરમિયાન થતા pH ફેરફારનો અભ્યાસ કરવો.

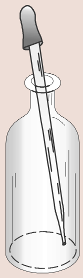
સિધ્ધાંત

એવું ધારવામાં આવે છે કે પ્રબળ ઍસિડ અને પ્રબળ બેઈઝ દ્રાવણમાં સંપૂર્ણપણે આયનીકરણ પામેલા હોય છે. તટસ્થીકરણની પ્રક્રિયા દરમિયાન ઍસિડમાંથી મળતા H^+ આયન બેઈઝ દ્વારા ઉત્પન્ન થયેલ OH^- સાથે સંયોજાય છે અને પાણી બનાવે છે. આથી, જ્યારે પ્રબળ ઍસિડનું દ્રાવણ પ્રબળ બેઈઝના દ્રાવણમાં ઉમેરવામાં આવે છે, ત્યારે દ્રાવણની pH બદલાય અથવા પ્રબળ બેઈઝના દ્રાવણમાં પ્રબળ ઍસિડનું દ્રાવણમાં ઉમેરવામાં આવે, તો દ્રાવણની pH બદલાય છે. જેમ અનુમાપન આગળ વધે છે, તેમ શરૂઆતમાં pH માં ધીમો ફેરફાર જણાય છે. પરંતુ સમતુલ્યતા બિંદુ (equivalence point)ની નજીકમાં દ્રાવણની pHમાં ખૂબ ઝડપી (મોટો) ફેરફાર થાય છે.

જરૂરી સામગ્રી



- બ્યુરેટ : એક
- બીકર (250 mL) : બે
- કોનિકલ ફલાસ્ક (100 mL) : એક
- ડ્રોપર : એક
- pH ચાર્ટ : એક



- હાઈડ્રૉક્લોરિક ઍસિડ દ્રાવણ (0.1 M) : 25 mL
- સોડિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડ દ્રાવણ (0.1 M) : 50 mL
- સાર્વત્રિક સૂચક : જરૂરિયાત પ્રમાણે

પધ્ધતિ

(i) 100 mL કોનિકલ ફલાસ્કમાં 25 mL હાઈડ્રૉક્લોરિક ઍસિડ દ્રાવણ (0.1 M) લો.

(ii) તેમાં સાર્વત્રિક સૂચકનાં પાંચ ટીપાં ઉમેરો.

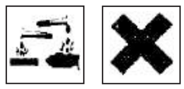
(iii) કોષ્ટક 5.4 માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે સોડિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડ (0.1 M)નું દ્રાવણ બ્યુરેટમાંથી ઉમેરો.

(iv) સોડિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડ દ્રાવણના દરેક ઉમેરણ બાદ ફલાસ્કમાંના દ્રાવણને બરાબર હલાવો. દરેક વખતે કોનિકલ ફલાસ્કમાંના રંગને pH ચાર્ટ સાથે સરખાવો અને pH શોધી કાઢો.

(v) તમારા અવલોકન કોષ્ટક 5.4 માં નોંધો.

(vi) pH વિરૂધ્ધ ઉમેરેલ સોડિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડના કદનો આલેખ દોરો.

હાઈડ્રૉક્લોરિક ઍસિડ



સોડિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડ

કોષ્ટક 5.4 : 25 mL HCl (0.1 M) ના NaOH (0.1 M) દ્રાવણ વડે તટસ્થીકરણ દરમિયાન pH ફેરફાર

અનુક્રમ	ઉમેરેલ NaOHના જથ્થાનું કદ (mL)	ફ્લાસ્કમાંના દ્રાવણમાં ઉમેરેલ NaOH દ્રાવણનું કુલ કદ (mL)	pH
1.	0	0	
2.	12.5	12.5	
3.	10.0	22.5	
4.	2.3	24.8	
5.	0.1	24.9	
6.	0.1	25.0	
7.	0.1	25.1	
8.	0.1	25.2	
9.	0.1	25.3	
10.	0.1	25.4	
11.	0.5	25.9	

સાવચેતી

(a) સારા પરિણામો મેળવવા માટે પ્રબળ ઍસિડ અને પ્રબળ બેઈઝની પ્રક્રિયા કરવા માટે તેમની સરખી સાંદ્રતાવાળા દ્રાવણોથી પ્રયોગ કરો.

(b) ઍસિડ અને બેઈઝની બોટલને સાવધાનીપૂર્વક પકડો.

(c) સૂચકનું ઓછું પ્રમાણ વાપરો.

પરિણામ

માહિતીના આધારે તમારું પરિણામ લખો.

ચર્ચાત્મક પ્રશ્નો

(i) પ્રબળ ઍસિડના પ્રબળ બેઈઝ સાથેના તટસ્થીકરણમાં તમે pH ફેરફારના કેવા વલણની આશા રાખશો ?

(ii) નિર્બળ ઍસિડ (ઍસિટિક ઍસિડ)ની પ્રબળ બેઈઝ (સોડિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડ) સાથેના તટસ્થીકરણ દરમિયાન તમે pH ફેરફારનું વલણ ઉપર પ્રમાણેનું સરખું જ હોવાની આશા રાખશો ?

(iii) જો હાઈડ્રૉક્લોરિક ઍસિડનું સોડિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડ વડે તટસ્થીકરણ કરવામાં આવે, તો કયા pH ગાળા (range) દરમિયાન સૂચક રંગ ફેરફાર (પરિવર્તન) બતાવશે ?

(iv) તટસ્થીકરણ પ્રક્રિયા માટે સૂચકની પસંદગીમાં pH ફેરફારનો અભ્યાસ કઈ રીતે મદદરૂપ થાય છે સમજાવો.

પ્રયોગ 5.5

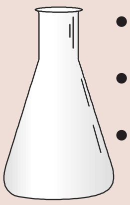
હેતુ

સોડિયમ ક્લોરાઈડ, ફેરિક ક્લોરાઈડ અને સોડિયમ કાર્બોનેટના દ્રાવણની pH નો અભ્યાસ કરવો.

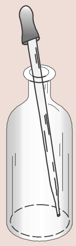
સિધ્ધાંત

પ્રબળ ઍસિડ અને પ્રબળ બેઈઝના ક્ષાર તટસ્થ દ્રાવણ બનાવે છે, જ્યારે નિર્બળ ઍસિડ/ બેઈઝ અને પ્રબળ બેઈઝ / ઍસિડ સાથેના ક્ષાર અનુક્રમે બેઝિક અને ઍસિડિક હોય છે. નિર્બળ ઍસિડ / બેઈઝના પ્રબળ બેઈઝ / ઍસિડ પાણીમાં જળવભિાજન પામે છે. જ્યારે પ્રબળ ઍસિડ અને પ્રબળ બેઈઝના ક્ષાર પાણીમાં જળવભિાજન પામતાં નથી. તમે આનો અભ્યાસ તમારા રસાયણવિજ્ઞાનના પાઠ્યપુસ્તકમાં કરેલ છે.

જરૂરી સામગ્રી



- ઉત્કલન નળી : ત્રણ
- કસનળી : ત્રણ
- કાચના ડ્રોપર : ત્રણ



- pH પત્ર / સાર્વત્રિક સૂચક : જરૂર પ્રમાણે
- 0.1 M NaCl દ્રાવણ : જરૂર પ્રમાણે
- 0.1 M $FeCl_3$ દ્રાવણ : જરૂર પ્રમાણે
- 0.1 M Na_2CO_3 દ્રાવણ : જરૂર પ્રમાણે

પધ્ધતિ

(i) ત્રણ ઉત્કલન નળી લો અને તેના પર A, B, C ચિહ્ન કરો.

(ii) ઉત્કલન નળી A, B અને C માં અનુક્રમે NaCl, $FeCl_3$ અને Na_2CO_3 દ્રાવણના 20 mL દ્રાવણ લો.

(iii) pH પત્રના નાના ટુકડા કરો અને સ્વચ્છ ગ્લેઝ ટાઈલ પર પાથરી દો.

(iv) પ્રયોગ 5.1 પ્રમાણે ઉત્કલન નળી A, B અને C ના દ્રાવણોના pHની પરખ કરો.

(v) કસનળી સ્ટેન્ડમાં ત્રણ સ્વચ્છ કસનળી ગોઠવો.

(vi) કસનળી પર 1, 2 અને 3 ચિહ્ન કરો.

(vii) દરેક કસનળીમાં ઉત્કલન નળી Aનું 4 mL દ્રાવણ ઉમેરો.

(viii) કસનળી 1, 2 અને 3 માં અનુક્રમે 5 mL, 10 mL અને 15 mL પાણી ઉમેરો.

(ix) pH પત્ર અને સાર્વત્રિક સૂચકની મદદ વડે કસનળી 1, 2 અને 3 માં ના દ્રાવણની pH નોંધો.

(x) B અને C ઉત્કલન બિંદુના દ્રાવણો સાથે પ્રયોગનું પુનરાવર્તન કરો.

(xi) કોષ્ટક 5.5 માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે કોષ્ટક સ્વરૂપે તમારા પરિણામ નોંધો.

કોષ્ટક 5.5 : NaCl, $FeCl_3$ અને Na_2CO_3 ની જુદી જુદી સાંદ્રતાવાળા દ્રાવણોની pH

દ્રાવણ	દ્રાવણની pH		
	કસનળી-1	કસનળી-2	કસનળી-3
NaCl			
$FeCl_3$			
Na_2CO_3			

પરિણામ

તમારા અવલોકનોના આધારે પરિણામો લખો.

સાવચેતી

(a) તાજા બનાવેલા દ્રાવણોનો ઉપયોગ કરો.

(b) ક્ષાર લીધા પછી બોટલને ખુલ્લી રાખશો નહિ.

(c) દરેક દ્રાવણ માટે અલગ અને સ્વચ્છ કસનળીનો ઉપયોગ કરો.

(d) pH પત્રને સલામત અને સૂકી જગ્યાએ (સ્થળે) મૂકો.

ચર્ચાત્મક પ્રશ્નો

(i) $FeCl_3$ અને Na_2CO_3 ના દ્રાવણ શા માટે તટસ્થ નથી ?

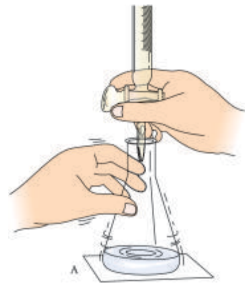
(ii) શા માટે પ્રબળ ઍસિડ અને પ્રબળ બેઈઝના ક્ષાર જળવિભાજન પામતા નથી ? સમજાવો.

(iii) ક્ષારના પૃથક્કરણમાં જળવિભાજન ઘટના કેવી રીતે ઉપયોગી છે ?

(iv) ક્ષારના દ્રાવણના pH પર મંદનની શું અસર થાય છે ? તમારા પરિણામો ચકાસો અને સમજાવો.

એકમ-6

અનુમાપનીય પૃથક્કરણ (Titrimetric Analysis)



તમે એ બાબત જાણો છો કે પદાર્થનું પૃથક્કરણ રાસાયણિક સંઘટનના ગુણાત્મક અને જથ્થાત્મક (પરિમાણાત્મક) બંધારણના સ્થાપન માટે થાય છે. આમ, રાસાયણિક પૃથક્કરણને ગુણાત્મક પૃથક્કરણ અને જથ્થાત્મક પૃથક્કરણ તરીકે વર્ગીકૃત કરી શકાય. આ એકમમાં તમે દ્રાવણમાંના પદાર્થનું પ્રમાણ નક્કી કરવાનું શીખશો. દ્રાવણમાંના રાસાયણિક પદાર્થના નિર્ધારણ માટે સ્વીકારાયેલ પધ્ધતિના આધાર પર પૃથક્કરણની બે રીતો જેમ કે અનુમાપનીય (કદમાપક) પૃથક્કરણ અને ભારમાપક (પરિમાણાત્મક) પૃથક્કરણ છે. અનુમાપનીય પૃથક્કરણમાં માત્ર કદનું જ માપન કરવામાં આવે છે. જ્યારે ભારમાપક પૃથક્કરણમાં કદ ઉપરાંત દળના માપનનો સમાવેશ થાય છે.

અનુમાપનીય પૃથક્કરણમાં જ્ઞાત ચોક્કસ સાંદ્રતાવાળા દ્રાવણનો સમાવેશ થાય છે. જે પદાર્થના દ્રાવણના માપન કરેલા કદ સાથે જથ્થાત્મક રીતે પ્રક્રિયા માટે જરૂરી દ્રાવણનું કદ છે. ચોક્કસ જ્ઞાત સાંદ્રતાવાળા દ્રાવણને **પ્રમાણિત દ્રાવણ** કહે છે. અજ્ઞાત સાંદ્રતાવાળા દ્રાવણમાં ઓગાળેલા પદાર્થનું દળ પ્રમાણિત દ્રાવણના વપરાયેલા કદ પરથી ગણવામાં આવે છે. રાસાયણિક પ્રક્રિયાથી પ્રક્રિયા કરતાં પદાર્થોના સાપેક્ષ દળ પણ ગણી શકાય છે. જ્ઞાત સાંદ્રતાવાળા દ્રાવણને **અનુમાપક (titrant)** કહે છે અને જે પદાર્થનું અનુમાપન કરવામાં આવે છે, તેને **અનુમાપિત (titrand)** કહે છે.

અનુમાપનીય પૃથક્કરણમાં સામાન્ય રીતે પ્રમાણિત દ્રાવણ લાંબી અંકિત નળી જેને બ્યુરેટ કહે છે. તેના વડે ઉમેરવામાં આવે છે. પ્રમાણિત દ્રાવણને અજ્ઞાત સાંદ્રતાવાળા દ્રાવણમાં પ્રક્રિયા પૂર્ણ ન થાય ત્યાં સુધી ઉમેરતા રહેવું તેને **અનુમાપન** કહે છે. જે બિંદુએ પ્રક્રિયા પૂર્ણ થાય છે. તેને **સમતુલ્ય બિંદુ** અથવા **સૈધ્ધાંતિક અથવા તત્ત્વયોગમિતિય અંતિમ બિંદુ** કહે છે. દરેક વખતે પ્રમાણિત દ્રાવણને બ્યુરેટમાં લેવું શક્ય હોતું નથી. આને વિશે તમે આ એકમમાં હવે પછી સોડિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડ અને ઑક્ઝેલિક ઍસિડના અનુમાપનમાં શીખશો.

6.1 અંતિમબિંદુની પરખ (Detection of End Point)

અંતિમબિંદુની પરખ પ્રક્રિયા મિશ્રણમાં જ થતાં ભૌતિક ફેરફાર અથવા સહાયક (auxiliary) પ્રક્રિયકના ઉમેરણથી જેને **સૂચક** કહેવામાં આવે છે, તેના આધારે કરવામાં આવે છે. વૈકલ્પિક રીતે બીજા કોઈ, ભૌતિક માપનનો ઉપયોગ પણ કરવામાં આવે છે. પ્રક્રિયા પૂર્ણ થવા પર સૂચક દૃશ્ય ફેરફાર દર્શાવે છે. ઉદાહરણ તરીકે અનુમાપન થતાં દ્રાવણમાં રંગ પરિવર્તન અથવા રંગ ફેરફાર અથવા ધૂંધળાપણુ (turbidity). આદર્શ અનુમાપનમાં દૃશ્ય અંતિમબિંદુ તત્ત્વયોગમિતીય અથવા સૈધ્ધાંતિક અંતિમબિંદુ સાથે સુસંગત થાય છે. પરંતુ વાસ્તવિકતામાં સામાન્ય રીતે થોડો ઘણો નાનો તફાવત પડે છે આ **અનુમાપન ભૂલ (ક્ષતિ)** દર્શાવે છે.

સૂચક અને પ્રાયોગિક પરિસ્થિતિ એવા પસંદ કરવા જોઈએ કે દૃશ્ય અંતિમબિંદુ અને સૈધ્ધાંતિક અંતિમબિંદુ વચ્ચેનો તફાવત નિમ્નતમ હોય.

6.2 અનુમાપનીય પૃથક્કરણમાં પ્રક્રિયા માટે જરૂરિયાતો (Requirement for a Reaction in Titrimetric Analysis) :

(i) પદાર્થ જેનું પ્રમાણ (જથ્થો) અનુમાપનીય પૃથક્કરણથી નક્કી કરવાનું છે તે બીજા પ્રક્રિયક સાથે તત્ત્વયોગમિતિય પ્રમાણમાં સંપૂર્ણપણે અને ઝડપથી પ્રક્રિયા કરે તેવો હોવો જોઈએ.

(ii) પ્રક્રિયા ઝડપી હોવી જોઈએ અને સમતુલ્યતા બિંદુએ દ્રાવણના ભૌતિક અથવા રાસાયણિક ગુણધર્મમાં ફેરફાર (alteration) હોવો જોઈએ. આને સૂચકની મદદ વડે અથવા પોટેન્શિયલ (વિભવ) તફાવત અથવા વીજપ્રવાહ વગેરેના માપનથી નક્કી કરી શકાય.

6.3 ઍસિડીમિતિ અને આલ્કલીમિતિ (Acidimetry and Alkalimetry):

અનુમાપનીય પૃથક્કરણ જુદા જુદા પ્રકારની પ્રક્રિયાઓ માટે કરી શકાય છે. આ એકમમાં તમે તટસ્થીકરણ પ્રક્રિયા વિશે અભ્યાસ કરશો. આ ઍસિડ અને બેઈઝના અનુમાપનનો સમાવેશ કરે છે. આ અનુમાપનો માટે ઍસિડના પ્રમાણિત દ્રાવણો (એસિડીમિતિ) અને બેઈઝના પ્રમાણિત દ્રાવણો (આલ્કલીમિતિ)નો ઉપયોગ થાય છે. અનુમાપનીય પૃથક્કરણ દ્વારા જથ્થાત્મક પરિમાપનમાં દ્રાવણની સાંદ્રતા મોલારિટીના પર્યાયમાં રજૂ કરાય છે. તે 1 લિટર દ્રાવણમાં દ્રાવ્યના મોલની સંખ્યા છે.

$$\text{મોલારિટી, M} = \frac{\text{દ્રાવ્યના મોલની સંખ્યા}}{\text{દ્રાવણનું કદ લિટરમાં}}$$

પ્રમાણિત દ્રાવણ

ચોક્કસ જ્ઞાત સાંદ્રતાવાળા દ્રાવણને પ્રમાણિત દ્રાવણ કહે છે. કોઈપણ પદાર્થ જે ઓરડાના તાપમાને સ્થાયી હોય અને જે દ્રાવકમાં ઓગાળ્યો હોય, તેની સાથે પ્રક્રિયા કરતો ન હોય, તેનું પ્રમાણિત દ્રાવણ બનાવવા માટે પદાર્થનું સીધું જ વજન કરી શકાય છે. આ દ્રાવણોનું વર્ણન અને બનાવટ નીચે આપેલા છે :

પ્રાથમિક અને દ્વિતીયક માનક

પ્રાથમિક માનક (standard) એવો પદાર્થ છે, જે પૂરતો શુધ્ધ છે અને તેમાં અશુધ્ધિઓનું કુલ પ્રમાણ 0.01 - 0.02 % થી વધુ ન હોવું જોઈએ. પ્રમાણિત દ્રાવણ બનાવવા માટે પ્રાથમિક માનકનું સીધું જ વજન કરીને તેને પાણીમાં (અથવા દ્રાવકમાં) ઓગાળી દ્રાવણનું ચોક્કસ કદ મેળવવામાં આવે છે. જે પદાર્થનો પ્રાથમિક માનક તરીકે ઉપયોગ કરવાનો છે. તેણે નીચેની જરૂરિયાતોને સંતોષવી જોઈએ :

1. તે સહેલાઈથી શુધ્ધ અને શુષ્ક સ્વરૂપમાં મળી આવવો જોઈએ.
2. તેમાં હવાની હાજરીમાં ફેરફાર થવો જોઈએ નહિ. એટલે કે તે ભેજગ્રાહી ન હોવો જોઈએ, હવાથી ઑક્સિડેશન ન પામવો જોઈએ અથવા વાતાવરણમાં હાજર વાયુઓ જેવા કે કાર્બન ડાયૉક્સાઈડ વાયુ વડે અસર પામતો ન હોવો જોઈએ અથવા સ્ફટિક જળ ગુમાવતો ન હોવો જોઈએ. જેથી કરીને તેને સલામત રીતે રાખી શકાય.
3. તેમાં રહેલી અશુધ્ધિઓની પરખ બહુ સહેલી હોવી જોઈએ.
4. તેનું **સાપેક્ષ મોલર દળ** ઘણું ઊંચું હોવું જોઈએ. જેથી વજન કરવા દરમિયાન ભૂલો નહિવત્ હોય.
5. તેની બીજા પદાર્થ સાથેની પ્રક્રિયા ત્વરિત અને તત્ત્વયોગમિતિય હોવી જોઈએ.
6. પદાર્થ પાણીમાં ઝડપથી દ્રાવ્ય હોવો જોઈએ.

આદર્શ પ્રાથમિક માનક મેળવવો મુશ્કેલ છે. એટલા માટે પ્રાથમિક માનકની નજીક હોય તેવી લાક્ષણિકતાવાળા પદાર્થોનો સામાન્ય રીતે ઉપયોગ થાય છે.

અસ્થાયી જળયુક્ત ક્ષાર નિયમ પ્રમાણે પ્રાથમિક માનક તરીકે વાપરવા જોઈએ નહિ, તેમ છતાં સોડિયમ કાર્બોનેટ, સોડિયમ ટેટ્રાબોરેટ, પોટેશિયમ હાઈડ્રૉજન થેલેટ, ઓક્ઝેલિક ઍસિડ, ફેરસ એમોનિયમ સલ્ફેટ વગેરે પ્રાથમિક માનક તરીકે વાપરી શકાય છે. કારણ કે તે પૂરતા પ્રમાણમાં સ્થાયી હોય છે.

દ્વિતીયક માનકનું દ્રાવણ એવું દ્રાવણ છે, જેનો માનક તરીકે ઉપયોગ કરતાં પહેલાં તેની ચોક્કસ સાંદ્રતા પ્રાથમિક માનકના પ્રમાણિત દ્રાવણ સાથેના અનુમાપનથી નક્કી કરવામાં આવી હોય.

દ્વિતીયક માનકનું સીધું વજન કરી, પ્રમાણિત દ્રાવણ બનાવવામાં ઉપયોગ કરી શકાય નહિ. સોડિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડ અને પોટેશિયમ પરમેંગેનેટ દ્વિતીયક માનકના ઉદાહરણ છે.

અનુમાપનીય પૃથક્કરણ શરૂ કરતાં પહેલાં તમારે કેટલીક પ્રવિધિઓ જેવી કે રાસાયણિક તુલાથી વજન કરવું, પ્રમાણિત દ્રાવણ બનાવવું, બ્યુરેટ અને પિપેટ વાપરીને કદનું માપન કરવું વગેરેથી માહિતગાર થવું જોઈએ.

6.4 ઍસિડ-બેઇઝ અનુમાપનમાં સૂચક (Indicators in Acid-Base Titration):

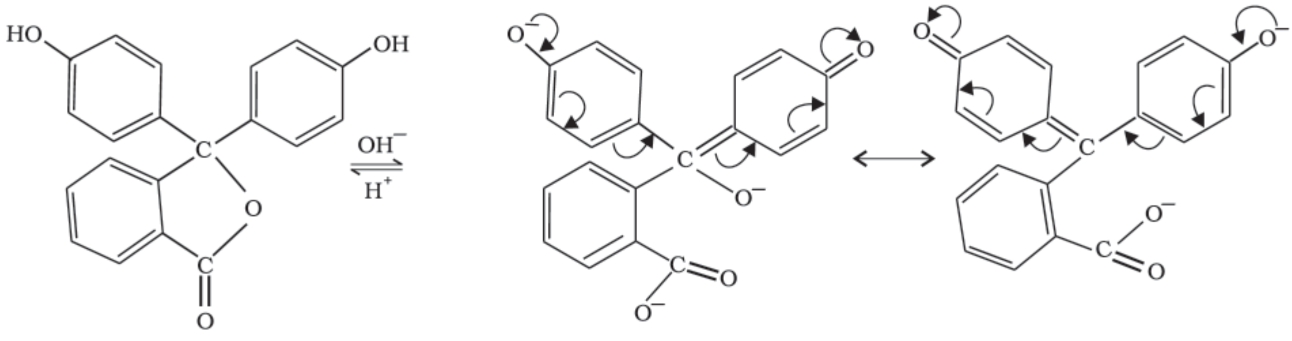
ઍસિડ-બેઈઝ સૂચક pH ફેરફાર સાથે સંવેદનશીલ હોય છે. મોટાભાગના ઍસિડ-બેઈઝ અનુમાપન માટે એ શક્ય છે કે સમતુલ્ય બિંદુની ખૂબ જ નજીકના pH મૂલ્યએ રંગ પરિવર્તન દર્શાવે છે. આપણે અહિંયા બે સૂચકોની ચર્ચા કરીશું. - ફિનોલ્ફથેલીન અને મિથાઈલ ઓરેન્જ.

ફિનોલ્ફથેલીન

ફિનોલ્ફથેલીન નિર્બળ ઍસિડ છે અને તેથી ઍસિડિક માધ્યમમાં વિયોજન પામતો નથી અને બિનઆયનીકરણ સ્વરૂપમાં રહે છે જે રંગવિહીન છે.

$$\underset{\text{બિનઆયનીકરણ પામેલો રંગવિહીન}}{HPh} \rightleftharpoons \underset{\text{આયનીકરણ પામેલો ગુલાબી}}{H^+ + Ph^-}$$

ફિનોલ્ફથેલીનના આયનીકરણ પામેલા અને બિનઆયનીકરણ સ્વરૂપો નીચે આપેલા છે :



(ઍસિડમાં રંગવિહીન)   (આલ્કલીમાં ગુલાબી)

આકૃતિ 6.1 : ઍસિડિક અને બેઝિક માધ્યમમાં ફિનોલ્ફથેલીન

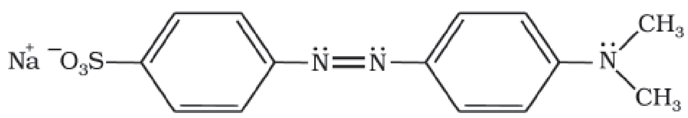
ઍસિડિક માધ્યમમાં સંતુલન ડાબી તરફ રહે છે. આલ્કલીય માધ્યમમાં ફિનોલ્ફથેલીનનું આયનીકરણ સારા પ્રમાણમાં વધે છે. કારણ કે HPh માંથી મુક્ત થયેલો H^+ આયન આલ્કલીના OH^- આયન સાથે સંયોજાય છે, આથી Ph^- આયનની સાંદ્રતા દ્રાવણમાં વધે છે. જે દ્રાવણને ગુલાબી રંગ પ્રદાન કરે છે.

$$HPh \rightleftharpoons H^+ + Ph^-$$
$$NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$$
$$H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O$$

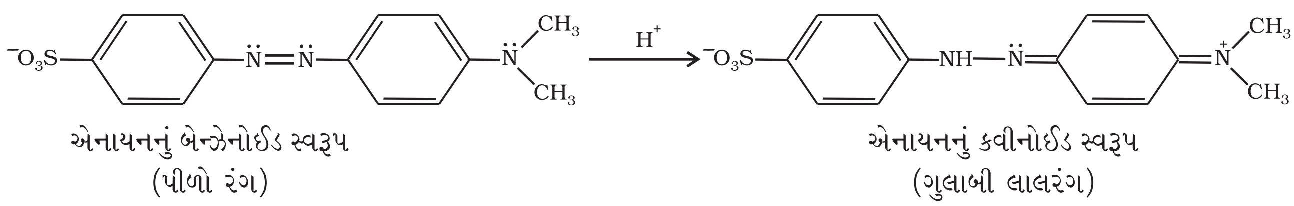
નિર્બળ ઍસિડ વિરૂદ્ધ પ્રબળ આલ્કલીના અનુમાપનમાં ફિનોલ્ફથેલીન સૌથી યોગ્ય સૂચક છે. આ પ્રમાણે હોવાનું કારણ એ છે, કે આલ્કલીનું છેલ્લું ટીપું પડે છે, ત્યારે દ્રાવણની pH એ ગાળામાં આવે છે, જે ગાળામાં ફિનોલ્ફથેલીન તીવ્ર રંગ પરિવર્તન દર્શાવે છે.

મિથાઈલ ઓરેન્જ :

મિથાઈલ ઓરેન્જ નિર્બળ બેઈઝ છે અને તે બિનઆયનીકરણ પામેલા સ્વરૂપમાં પીળો રંગ ધરાવે છે. મિથાઈલ ઓરેન્જનો સોડિયમ ક્ષાર નીચે પ્રમાણે દર્શાવી શકાય :



સૂચકમાંથી બનતા ઋણાયન સક્રિય સ્પીસીઝ છે, જે પ્રોટોનનો સ્વીકાર કરે છે (એટલે કે બ્રોન્સ્ટેડ-લોરી બેઈઝ તરીકે વર્તે છે) અને બેન્ઝેનોઈડ સ્વરૂપમાંથી કવીનોઈડ સ્વરૂપમાં ફેરવાય છે. કવીનોઈડ સ્વરૂપ રંગમાં વધારે ઘેરો છે અને તેથી અંતિમ બિંદુએ થતા રંગ માટે જવાબદાર છે. આને નીચેની રીતે રજૂ કરેલ છે :



આકૃતિ 6.2 : મિથાઈલ ઓરેન્જનું બંધારણ

સૂચકની પસંદગી

પ્રબળ ઍસિડ અને નિર્બળ બેઈઝના અનુમાપનમાં મિથાઈલ ઓરેન્જની સૂચક તરીકે પસંદગી થાય છે. જ્યારે પ્રબળ બેઈઝ અને નિર્બળ ઍસિડનું અનુમાપન હોય, ત્યારે ફિનોલ્ફથેલીન સારો સૂચક છે. આ કિસ્સામાં બ્યુરેટમાંથી આલ્કલી ઉમેરવામાં આવે છે અને ઍસિડ અનુમાપન ફલાસ્કમાં લેવામાં આવે છે. અનુમાપન ફલાસ્કમાં દ્રાવણનો રંગ રંગવિહીનમાંથી ગુલાબી રંગમાં ફેરવાય છે. આ રંગ પરિવર્તન માણસની આંખ વડે સહેલાઈથી પારખી શકાય [અવગમ્ય

(perceptible) થાય] છે. જો આપણે આલ્કલી અનુમાપન ફલાસ્કમાં 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 હાઈડ્રૉકસાઈડ 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 હાઈડ્રૉકસાઈડ (પ્રબળ બેઈઝ)ના અનુમાપનમાં નીચે મુજબ પ્રક્રિયા થાય છે.

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

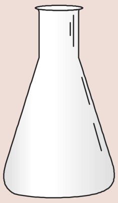
ઑક્ઝેલિક ઍસિડ   સોડિયમ ઑક્ઝેલેટ

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.

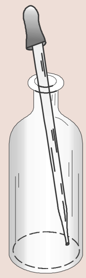
$$a_1 M_1 V_1 = a_2 M_2 V_2 \qquad .... (4)$$

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
- ફિનોલ્ફથેલીન 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 કલેમ્પ 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.

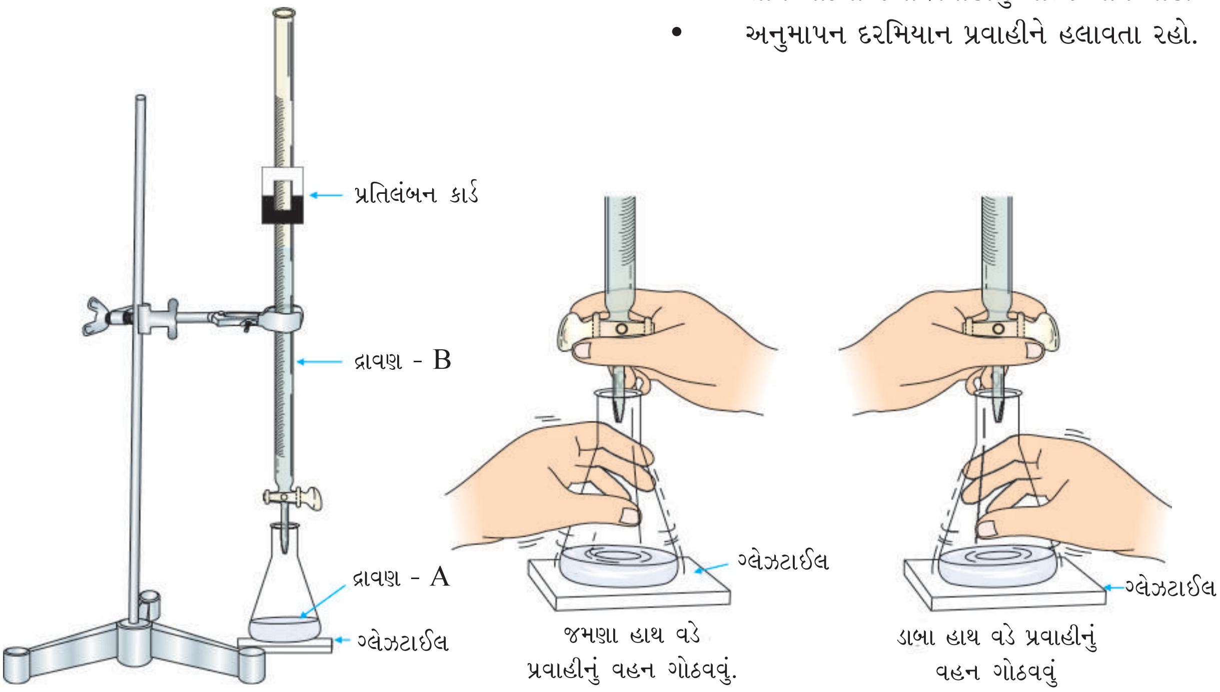
(v) આંખને દ્રાવણની વક્રસપાટીની (meniscus) સપાટીએ રાખીને પ્રારંભિક વાંચન આંક નોંધો.

(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 ફિનોલ્ફથેલીન સૂચક ઉમેરો. આકૃતિ 6.3 માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે ફ્લાસ્કને ગ્લેઝટાઈલ 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 હાઈડ્રૉક્સાઈડ દ્રાવણની સાંદ્રતા g/L માં નીચે આપેલા સમીકરણની મદદથી ગણો.

સાંદ્રતા (પ્રબળતા) g/L માં = મોલારિટી × 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 :

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

સમીકરણ (v) અને (vi) ઉપરથી લખી શકીએ કે

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

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

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

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.

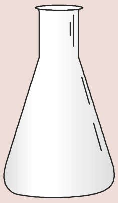
સિધ્ધાંત

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

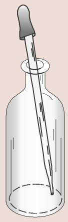
0.1 M Na_2CO_3 દ્રાવણ બનાવવા માટે 10.6000 g સોડિયમ કાર્બોનેટ પ્રતિ લિટર દ્રાવણમાં ઓગાળવો જોઈએ (સોડિયમ કાર્બોનેટનું મોલર દળ 106 g mol^{-1} છે).

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.

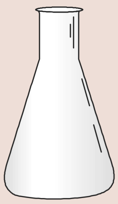
અજ્ઞાત દ્રાવણની સાંદ્રતા (પ્રબળતા) g/L માં ગણવામાં આવે છે. તેને દ્રાવણની મોલારિટી પરથી ગણવામાં આવે છે. અહીંયા, મોલારિટી સમીકરણ નીચે પ્રમાણે લખી શકાય :

બેઈઝ ઍસિડ

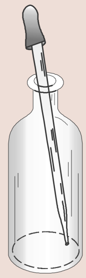
$$a_1\ M_1\ V_1 = a_2\ M_2\ V_2$$

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

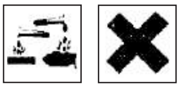


- બ્યુરેટ (50 mL) : એક
- પિપેટ (10 mL) : એક
- કોનિકલ ફ્લાસ્ક (100 mL) : એક
- બ્યુરેટ સ્ટેન્ડ : એક
- ગળણી : એક
- ગ્લેઝટાઈલ (સફેદ) : એક
- માપક ફ્લાસ્ક (100 mL) : એક



- હાઈડ્રૉક્લોરિક ઍસિડ : જરૂર પ્રમાણે
- સોડિયમ કાર્બોનેટ : જરૂર પ્રમાણે
- મિથાઈલ ઑરેન્જ 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.

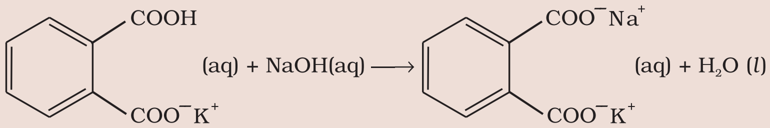
(h) પ્રવાહી ચૂસો ત્યારે પિપેટનો નીચેનો છેડો દ્રાવણમાં ડૂબેલો રાખશો.

(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 હાઈડ્રૉજન 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 ?

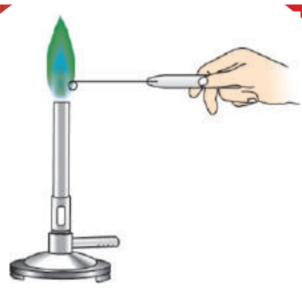
(vi) તમે Na_2CO_3 અને $NaHCO_3$ ના મિશ્રણના દ્રાવણનું HCl સામે કેવી રીતે અનુમાપન કરશો ?

(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 દૃશ્ય અને વાસ સંદર્ભી જ્ઞાનેન્દ્રિયોને સરળતાથી અવગત કરે. નીચે જણાવેલ પ્રક્રિયાઓનો તેમાં સમાવેશ થાય છે.

(a) અવક્ષેપનું નીપજવું.

(b) રંગમાં ફેરફાર.

(c) વાયુની ઉત્પત્તિ વગેરે.

અકાર્બનિક ક્ષારનાં 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, બોરેક્સ મણકા કસોટી, સોડિયમ કાર્બોનેટ મણકા કસોટી, કોલસા પોલાણ કસોટી વગેરેનો સૂકી કસોટીઓમાં સમાવેશ થાય છે. આ કસોટીઓ આ એકમમાં આપેલ છે.

પાણીમાં ક્ષારની દ્રાવ્યતા અને જલીય દ્રાવણની pH ક્ષારમાં હાજર આયનોના સ્વભાવ અંગેની અગત્યની માહિતી આપે છે. જો દ્રાવણ ઍસિડિક અથવા બેઝિક સ્વભાવ દર્શાવે, તો ક્ષારનું જળવિભાજન થયેલું છે તેમ સૂચવે છે. જો દ્રાવણ સ્વભાવમાં બેઝિક હોય. તો, તે ક્ષાર કોઈ કાર્બોનેટ અથવા 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

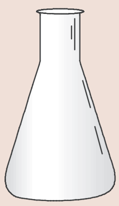
પૃથક્કરણમાં ખૂબ જ ઉપયોગી બે પાયાના સિધ્ધાંતો નીચે મુજબ છે :

(i) દ્રાવ્યતા ગુણાકાર અને

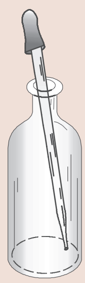
(ii) સમાન આયન અસર

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

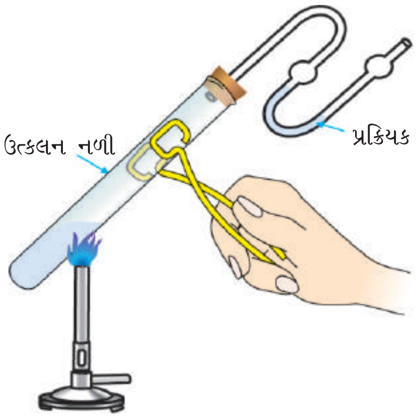


- પ્રક્રિયકો : જરૂરિયાત મુજબ

ઋણાયનનું પધ્ધતિસર 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 $^-$ 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 : $_2$, $^-$ 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.
નાઈટ્રાઈટ (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 નીતર્યા 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.

$$\underset{\text{સોડિયમ નાઈટ્રોપ્રુસાઈડ}}{Na_2S + Na_2[Fe(CN)_5NO]} \longrightarrow \underset{\text{જાંબુડિયા રંગનો સંકીર્ણ}}{Na_4[Fe(CN)_5NOS]}$$

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

$$K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 + 3SO_2 \longrightarrow K_2SO_4 + \underset{\text{ક્રોમિયમ સલ્ફેટ (લીલો રંગ)}}{Cr_2(SO_4)_3} + H_2O$$

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

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

$$2NO + O_2 \longrightarrow \underset{\text{કથ્થાઈ રંગનો વાયુ}}{2NO_2}$$