હાઈ[illegible]

5.1 પ્રસ્તાવના

5.2 હાઈડ્રોજન(H)નું આવર્ત કોષ્ટકમાં સ્થાન

5.3 હાઈડ્રોજનના સમસ્થાનિકો

5.4 ડાયહાઈડ્રોજન(H_2)ની બનાવટ અને ભૌતિક ગુણધર્મો

5.5 હાઈડ્રાઈડ

5.5.1 ક્ષારીય અથવા આયનીય હાઈડ્રાઈડ

5.5.2 ધાત્વીય અથવા આંતરાણ્વિય હાઈડ્રાઈડ

5.5.3 આણ્વિય અથવા સહસંયોજક હાઈડ્રાઈડ

પાણી (H_2O)

5.6.1 [illegible]

5.1 પ્રસ્તાવના

5.2 હાઈડ્રોજન (H)નું આવર્ત કોષ્ટકમાં સ્થાન

(Position of Hydrogen (H) in the Periodic Table)

હોય છે. તો બીજી બાજુ ઇલેક્ટ્રૉન સ્વીકારીને તે ઉમદાવાયુ He ($1s^2$) જેવી રચના પ્રાપ્ત કરી શકે છે.

આલ્કલી ધાતુઓ એક ઇલેક્ટ્રૉન ગુમાવી ધન વીજભારિત આયન અથવા ધનાયન (Li^+, Na^+, K^+) બનાવે છે. તે રીતે હાઇડ્રોજન પણ એક ઇલેક્ટ્રૉન ગુમાવી ધન વીજભારિત આયન અથવા ધનાયન (H^+) બનાવી શકે છે. આલ્કલી ધાતુઓની સંયોજકતા +1 ગણાય છે. આલ્કલી ધાતુઓની જેમ તે સ્થાયી ઑક્સાઇડ, પેરૉક્સાઇડ, હેલાઇડ અને સલ્ફાઇડ બનાવે છે. જેમકે $Na_2O, H_2O, Na_2O_2, H_2O_2$, NaCl, HCl, Na_2S, H_2S. હાઇડ્રોજન આલ્કલી ધાતુઓની માફક પ્રબળ રિડક્શનકર્તા છે. આમ છતાં આલ્કલી ધાતુઓ ઘન સ્વરૂપે છે; જ્યારે હાઇડ્રોજન વાયુરૂપ અધાતુ છે. આલ્કલી ધાતુઓની આયનીકરણ એન્થાલ્પી ઘણી ઓછી છે જ્યારે હાઇડ્રોજનની આયનીકરણ એન્થાલ્પી ઘણી વધારે છે. (Li $\Delta_i H$ 520 કિલો જૂલ મોલ$^{-1}$, H $\Delta_i H$ 1312 કિલો જૂલ મોલ$^{-1}$) આયનીકરણ એન્થાલીના સંદર્ભમાં હાઇડ્રોજન, હેલોજન્સ સાથે વધારે સામ્યતા ધરાવે છે. F $\Delta_i H$ 1680 કિલો જૂલ મોલ$^{-1}$

હાઇડ્રોજનને 17મા સમૂહ અથવા હેલોજન સમૂહનાં તત્ત્વો સાથે મૂકી શકાય કારણ કે હાઇડ્રોજન 17 મા સમૂહના હેલોજન તત્ત્વો સાથે પણ સામ્યતા ધરાવે છે. હાઇડ્રોજન એક ઇલેક્ટ્રૉન મેળવી હેલાઇડ આયન (X^-)ની જેમ હાઇડ્રાઇડ આયન (H^-) ઋણ આયન બનાવે છે. હેલોજન તત્ત્વો જેમ સ્થાયી દ્વિ-પરિમાણ્વિય અણુ બનાવે છે (F_2, Cl_2, Br_2),તેમ હાઇડ્રોજન અણુ દ્વિ-પરિમાણ્વિય (H_2) અણુ બનાવે છે. હેલોજનની માફક તે અન્ય પ્રબળ વિદ્યુતધનમય તત્ત્વો સાથે હાઇડ્રાઇડ સંયોજન આપે છે. પરંતુ પ્રતિક્રિયાત્મકતાના સંદર્ભે તે હેલોજનની તુલનામાં ઘણી ઓછી પ્રતિક્રિયાત્મકતા ધરાવે છે. આમ છતાં હેલોજન તત્ત્વો રંગીન અને પ્રબળ ઑક્સિડેશન-કર્તા (Oxidising Agent) છે જ્યારે હાઇડ્રોજન પ્રબળ રિડક્શન-કર્તા (Reducing Agent) છે.

કેટલીક ચોક્કસ બાબતોમાં હાઇડ્રોજન આલ્કલી ધાતુઓ અને હેલોજન અધાતુઓને મળતું આવતું હોવા છતાં વાસ્તવિકતા એ છે કે તે તેમનાથી જુદો પણ પડે છે. આમ હાઇડ્રોજનનું સ્થાન આજે પણ અનિશ્ચિત છે કે પ્રથમ સમૂહ કે સત્તરમા સમૂહમાં ગણવો. આથી પ્રથમ અથવા સત્તરમા સમૂહમાં દર્શાવવાને બદલે પ્રથમ આવર્તની મધ્યમાં દર્શાવવામાં આવે છે. હાઇડ્રોજન ઇલેક્ટ્રૉન ગુમાવીને પ્રોટોન (H^+ આયનીય ત્રિજ્યા $\sim 1.5 \times 10^{-3}$ pm)

(pm = પિકો મીટર = 10^{-12} મીટર)

આયનમાં પરિણમે છે જે સામાન્ય આયનોના પરમાણ્વિય (Atomic) અને આયનીય (Ionic) કદ (આયનીય ત્રિજ્યા 50 થી 200 pm)ની સરખામણીમાં ઘણું જ નાનું છે. તેથી (H^+) મુક્ત રીતે અસ્તિત્વ ધરાવી શકતો નથી. તેથી તે બીજા પરમાણુ (Atom) અથવા અણુ (molecule) સાથે હંમેશાં સંયોજિત રહે છે. જેમકે $H^+ + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+$ આથી હાઇડ્રોજન તત્ત્વ વર્તણૂકની દૃષ્ટિએ અજોડ છે. તેથી જ પ્રથમ આવર્તમાં અલગ રીતે મૂકવામાં આવેલ છે.

5.3 હાઇડ્રોજનના સમસ્થાનિકો (Isotopes of Hydrogen)

હાઇડ્રોજનના ત્રણ સમસ્થાનિકો છે. પ્રોટિયમ (Protium ^1_1H અથવા P) ડ્યુટેરિયમ (Deuterium ^2_1H અથવા D) અને ટ્રિટિયમ (Tritium ^3_1H અથવા T) ના નામથી ઓળખાય છે. ન્યુટ્રૉનની હાજરીમાંના સંદર્ભે આ સમસ્થાનિકો એકબીજાથી જુદા પડે છે. અમેરિકન વૈજ્ઞાનિક હેરોલ્ડ સી. યુરેને (Harold C. Urey) હાઇડ્રોજનના સમસ્થાનિકોને ભૌતિક રીતે અલગ કરવા બદલ નોબેલ પારિતોષિક 1934માં મળેલું.

પ્રોટિયમનું કેન્દ્ર (નાભિ) ફક્ત એક પ્રોટોન ધરાવે છે. ડ્યુટેરિયમનું કેન્દ્ર એક પ્રોટોન અને એક ન્યુટ્રૉન ધરાવે છે. જ્યારે ટ્રિટિયમનું કેન્દ્ર એક પ્રોટોન અને બે ન્યુટ્રૉન ધરાવે છે. આમ અનુક્રમે તેમના દળક્રમાંક એક, બે અને ત્રણ છે. કુદરતમાં મળતા ડાયહાઇડ્રોજનમાં પ્રોટિયમ સૌથી વધારે પ્રમાણમાં હોય છે. તેના પરમાણુઓ ડ્યુટેરિયમના પરમાણુઓ કરતાં આશરે 5000 ગણા વધારે હોય છે. જ્યારે ટ્રિટિયમના પરમાણુનું પ્રમાણ ખૂબ જ ઓછું હોય છે. ટ્રિટિયમ અને પ્રોટિયમના પરમાણુઓમાં તેનું સાપેક્ષ પ્રમાણ $1:10^{17}$ હોય છે. ટ્રિટિયમના ઓછા પ્રમાણ માટે તેની અસ્થાયીતા અને તેના કેન્દ્ર (નાભિ)નો વિકિરણીય ગુણધર્મ જવાબદાર છે. આ સમસ્થાનિકો પૈકી ટ્રિટિયમ રેડિયોસક્રિય છે અને ઓછી ઊર્જાવાળા (β^-) કણોનું ઉત્સર્જન કરે છે. તેનું અર્ધ આયુષ્ય ($t_{1/2}$ =12.33) વર્ષ છે.

આ ત્રણ સમસ્થાનિકોની ઇલેક્ટ્રૉનીય રચના સમાન હોવાથી તેના રાસાયણિક ગુણધર્મો સમાન હોય છે. પરંતુ બંધન ઊર્જા એન્થાલ્પીના તફાવતને કારણે પ્રક્રિયાવેગમાં તફાવત જોવા મળે છે. આ સમસ્થાનિકોના ભૌતિક ગુણધર્મોમાં તેમના વિપુલ જથ્થાને કારણે ઘણાબધા જુદા પડે છે જે કોષ્ટક 5.1માં દર્શાવ્યા છે.

કોષ્ટક 5.1

ગુણધર્મ	પ્રોટિયમ	ડ્યુટેરિયમ	ટ્રિટિયમ
સાપેક્ષ પ્રચૂરતા (%)	99.985	0.015	10^{-15}
સાપેક્ષ પરમાણ્વિય દળ ($gmol^{-1}$)	1.008	2.014	3.016
ગલનબિંદુ (K)	13.96	18.73	20.62
ઉત્કલનબિંદુ (K)	20.39	23.67	25.0
ઘનતા (gL^{-1})	0.09	0.18	0.27
ગલન એન્થાલ્પી ($kJ\ mol^{-1}$)	0.117	0.197	-
બાષ્પન એન્થાલ્પી ($kJ\ mol^{-1}$)	0.904	1.226	-
બંધન વિયોજન એન્થાલ્પી ($kJ\ mol^{-1}$ at 298 K)	435.88	443.35	-
આંતરકેન્દ્રીય અંતર (pm)	74.14	74.14	-
આયનીકરણ એન્થાલ્પી ($kJ\ mol^{-1}$)	1312	-	-
ઇલેક્ટ્રૉન પ્રાપ્તિ એન્થાલ્પી ($kJ\ mol^{-1}$)	-73	-	-
સહસંયોજક ત્રિજ્યા (pm)	37	-	-
આયનીય ત્રિજ્યા (pm)	208	-	-

5.4 ડાયહાઇડ્રોજન(H_2)ની બનાવટ અને તેના ભૌતિક ગુણધર્મો (Preparation of Dihydrogen and Its Physical Properties)

હાઇડ્રોજન વિપુલ પ્રમાણમાં વિશ્વસૃષ્ટિમાં સંયોજન સ્વરૂપે પાણીમાં મળી આવે છે. સામાન્ય રીતે ઝિંક ધાતુની મંદ હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ અથવા મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ અથવા જલીય સાંદ્ર આલ્કલી સાથે રાસાયણિક પ્રક્રિયા કરીને ડાયહાઇડ્રોજન મેળવી શકાય છે.

$$Zn_{(s)} + 2\,HCl_{(aq)} \rightarrow ZnCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$$

$$Zn_{(s)} + H_2SO_{4(aq)} \rightarrow ZnSO_{4(q)} + H_{2(g)}$$

$$Zn_{(s)} + 2\,NaOH_{(aq)} \rightarrow Na_2ZnO_{2(aq)} + H_{2(g)}$$

(સોડિયમ ઝિંકેટ)

સામાન્ય રીતે પ્રયોગશાળામાં ઝિંક અને મંદ H_2SO_4નો ઉપયોગ કરી ડાયહાઇડ્રોજન વાયુ બનાવવામાં આવે છે.

ડાયહાઇડ્રોજનની ઔદ્યોગિક બનાવટ

(i) પાણીમાં થોડાંક ટીપાં મંદસલ્ફ્યુરિક ઍસિડના ઉમેરી તેનું પ્લેટિનમ વિદ્યુત ધ્રુવો વડે વિદ્યુતવિભાજન કરવાથી ડાયહાઇડ્રોજન મેળવી શકાય છે.

$$2H_2O_{(\ell)} \xrightarrow[\text{વિભાજન}]{\text{વિદ્યુત}} 2H_{2(g)} + O_{2(g)}$$

(ii) શુદ્ધ ડાયહાઇડ્રોજન ($>99.96\ \%$) ગરમ જલીય બેરિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડના દ્રાવણનું નિકલના બે ધ્રુવોની મદદથી વિદ્યુતવિભાજન કરતાં મેળવી શકાય છે.

(iii) હાઇડ્રોકાર્બન અથવા કોલસાને આશરે 1270 K તાપમાને આયર્ન (Fe) અથવા નિકલ (Ni) ઉદ્દીપકની હાજરીમાં પાણીની બાષ્પ સાથે ગરમ કરતાં જળવાયુના ઘટક તરીકે ડાય હાઇડ્રોજન મળે છે.

$$CH_{4(g)} + H_2O_{(g)} \xrightarrow[Ni]{1270\ K} Co(g) + 3H_{2(g)}$$

$$C_{(s)} + H_2O_{(g)} \xrightarrow{1270\ K} \underbrace{CO_{(g)} + H_{2(g)}}_{\text{જળવાયુ}}$$

આ જળવાયુનો ઉપયોગ મિથેનોલ અને હાઇડ્રોકાર્બન જેવા પદાર્થોના સંશ્લેષણમાં વપરાતો હોવાથી તેને સાંશ્લેષિત વાયુ (Syn gas) કહેવામાં આવે છે.

જળવાયુને 673 K તાપમાને અને આયર્ન ક્રોમેટ ($FeCrO_4$) ઉદ્દીપકની હાજરીમાં પાણીની બાષ્પ સાથે ગરમ કરતાં બનતા કાર્બન ડાયોક્સાઇડને દૂર કરી ડાયહાઇડ્રોજન મેળવી શકાય છે.

$$CO_{(g)} + H_{2(g)} + H_2O_{(g)} \xrightarrow[(FeCrO_4)]{673\ K} CO_{2(g)} + 2H_{2(g)}$$

(iv) મિથેનોલનું 50 બાર(S.I એકમમાં વાતાવરણને બદલે બાર (bar) લખાય છે.) દબાણે અને 673K તાપમાને ક્યુપ્રસ ઑક્સાઇડ (Cu_2O) ઉદ્દીપકની હાજરીમાં વિઘટન કરવાથી ડાયહાઇડ્રોજન મેળવી શકાય છે.

$$CH_3OH_{(l)} \xrightarrow[(Cu_2O)]{50\ \text{બાર}\ 673K} \underbrace{CO_{(g)} + 2H_{2(g)}}$$

આધુનિક સમયમાં આ સાંશ્લેષિત વાયુ સુએજ, લાકડાનો

વ્હેર (Saw dust), સમાચારપત્રો વગેરેના કચરામાંથી મેળવી શકાય છે.

ઔદ્યોગિક ડાયહાઇડ્રોજનનું 77 % જેટલું ઉત્પાદન પેટ્રોકેમિકલ્સમાંથી, 18 % કોલસામાંથી, 4 % વિદ્યુત-વિભાજનથી અને 4 % બીજા સ્રોતમાંથી કરવામાં આવે છે.

ડાયહાઇડ્રોજનના ભૌતિક ગુણધર્મો :

ડાયહાઇડ્રોજન(H_2) રંગવિહીન, ગંધવિહીન, સ્વાદવિહીન વાયુ છે. હવા કરતાં હલકો વાયુ છે અને પાણીમાં અદ્રાવ્ય અને દહનશીલ વાયુ છે. ડાયહાઇડ્રોજન પ્રતિચુંબકીય છે. તેનું રિડક્શન પોટેન્શિયલ મૂલ્ય 0.0 વૉલ્ટ (V) છે. તેના બીજા ભૌતિક ગુણધર્મો કોષ્ટક 5.1માં દર્શાવ્યા છે.

ડાયહાઇડ્રોજનના રાસાયણિક ગુણધર્મો :

(i) હેલોજન સાથેની પ્રતિક્રિયાત્મકતા (પ્રક્રિયા)

ડાયહાઇડ્રોજન (H_2) અણુ હેલોજન (X_2) સાથે પ્રક્રિયા કરીને હાઇડ્રોજન હેલાઇડ (HX) આપે છે.

$$H_{2(g)} + X_{2(g)} \rightarrow 2HX_{(g)} \ (X = F, Cl, Br, I)$$

(ii) ડાયઑક્સિજન સાથેની પ્રતિક્રિયાત્મકતા :

ડાયહાઇડ્રોજન H_2 અણુ ડાયઑક્સિજન O_2 અણુ સાથે સ્ફોટક રીતે પ્રક્રિયા કરી હાઇડ્રોજન ઑક્સાઇડ-પાણી H_2O આપે છે.

$$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \xrightarrow[\text{અથવા } \Delta]{\text{ઉદ્દીપક}} 2H_2O \ \Delta H = -285.9 \text{ કિ.જૂલમોલ}^{-1}$$

(iii) નાઇટ્રોજન સાથેની પ્રતિક્રિયાત્મકતા :

ડાયહાઇડ્રોજન H_2 અણુ ડાયનાઇટ્રોજન N_2 અણુ સાથેની પ્રક્રિયાથી એમોનિયા વાયુ મળે છે.

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \xrightarrow[\text{(Fe)}]{673K \ 200 \text{ બાર}} 2NH_{3(g)} \Delta_r H^{-} = -92.6 \text{ કિ.જૂલ મોલ}^{-1}$$

(iv) ધાતુ સાથેની પ્રતિક્રિયાત્મકતા :

ડાયહાઇડ્રોજન H_2 અણુ ઊંચા તાપમાને ઘણી ધાતુઓ સાથે પ્રક્રિયા કરી ધાતુને અનુરૂપ હાઇડ્રાઇડ આપે છે.

$$H_{2(g)} + 2M_{(s)} \rightarrow 2MH_{(s)}$$ M આલ્કલી ધાતુ છે.

(v) ધાતુ આયન અને ધાતુના ઑક્સાઇડ સાથેની પ્રતિક્રિયાત્મકતા :

ઘણા ધાતુ આયન જલીય સ્થિતિમાં અને ધાતુના ઑક્સાઇડ (Fe કરતાં ઓછી પ્રતિક્રિયાત્મકતા) ડાય હાઇડ્રોજન H_2 સાથે રિડક્શન પ્રક્રિયા કરી ધાતુ આપે છે.

$$Pd^{2+}_{(aq)} + H_{2(g)} \rightarrow Pd_{(s)} + 2H^+_{(aq)}$$
$$M_xO_{y(g)} + yH_{2(g)} \rightarrow xM_{(s)} + yH_2O_{(l)}$$
$$Fe_2O_{3(s)} + 3H_{2(g)} \rightarrow 2Fe_{(s)} + 3H_2O_{(l)}$$

(vi) કાર્બનિક સંયોજન સાથેની પ્રતિક્રિયાત્મકતા :

ડાયહાઇડ્રોજન H_2 ઘણા કાર્બનિક સંયોજન સાથે ઉદ્દીપકની હાજરીમાં પ્રક્રિયા કરી પ્રબળ રિડક્શનકર્તા તરીકે હાઇડ્રોજીનેટેડ નીપજ આપે છે, જે ઔદ્યોગિક મહત્ત્વ ધરાવે છે.

$$\underset{\text{ઇથિન}}{CH_2 = CH_2} + H_2 \xrightarrow[390K]{(Ni)} \underset{\text{ઇથેન}}{CH_3 - CH_3}$$

$$\underset{\text{ઇથાઇન}}{CH \equiv CH} + 2H_2 \xrightarrow[390K]{\text{રેની Ni}} \underset{\text{ઇથેન}}{CH_3 - CH_3}$$

તેમજ વનસ્પતિ તેલનું હાઇડ્રોજીનેશન નિકલ ઉદ્દીપકની હાજરીમાં કરવાથી એડીબલ ફેટ (વનસ્પતિ ઘી) બને છે.

ડાયહાઇડ્રોજનના ઉપયોગો (Uses of Dihydrogen) :

(i) હેબર પદ્ધતિ દ્વારા એમોનિયાના ઔદ્યોગિક ઉત્પાદન માટે ડાય હાઇડ્રોજન ઉપયોગી કાચો માલ છે.

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \underset{\underset{\text{(Fe)}}{200\text{બાર}}}{\overset{600K}{\rightleftharpoons}} 2NH_{3(g)}$$

(ii) મિથેનોલના ઔદ્યોગિક ઉત્પાદન માટે સાંશ્લેષિત વાયુમાંનો ડાયહાઇડ્રોજન ઉપયોગી છે.

$$\underbrace{CO_{(g)} + 2H_{2(g)}} \xrightarrow[\underset{(Cu_2O)}{50\text{બાર}}]{573K} CH_3OH_{(l)}$$

(iii) હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ જેવા વધુ ઉપયોગી રસાયણના ઔદ્યોગિક ઉત્પાદન માટે ડાયહાઇડ્રોજન ઉપયોગી છે.

$$H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \xrightarrow{hv} 2HCl_{(g)}$$

તેમજ હેલોજન ઍસિડ જેવા કે HBr, HI ના ઉત્પાદનમાં પણ ડાયહાઇડ્રોજન ઉપયોગી છે.

(iv) ધાતુ તત્ત્વોના હાઇડ્રાઇડની બનાવટ માટે તેમજ ભારે ધાત્વીય ઑક્સાઇડમાંથી ધાતુ મેળવવા માટે ડાયહાઇડ્રોજન ઉપયોગી છે.

(v) અવકાશીય સંશોધનમાં વપરાતા રૉકેટમાં તેમજ બળતણ કોષમાં બળતણ તરીકે ડાયહાઇડ્રોજન ઉપયોગી છે.

(vi) આણ્વીય હાઇડ્રોજન અને ઑક્સિ-હાઇડ્રોજન જ્યોત દ્વારા ધાતુઓ કાપવા માટે અને વેલ્ડિંગ કામમાં ડાયહાઇડ્રોજન વપરાય છે.

5.5 હાઇડ્રાઇડ (Hydride)

ડાયહાઇડ્રોજન મોટા ભાગનાં ધાતુ તત્ત્વો સાથેની પ્રક્રિયાથી MH અથવા M_mH_n પ્રકારના હાઇડ્રાઇડ આપે છે. ઉમદા વાયુઓ અને કેટલાંક તત્ત્વો જેવાં કે ઇન્ડિયમ (In) અને થેલિયમ (Tℓ) હાઇડ્રાઇડ આપતા નથી. હાઇડ્રાઇડ સંયોજનો મુખ્યત્વે ત્રણ પ્રકારમાં વહેંચી શકાય છે :

(1) ક્ષારીય અથવા આયનીય હાઇડ્રાઇડ

(2) ધાત્વીય અથવા આંતરાલીય હાઇડ્રાઇડ

(3) આણ્વીય અથવા સહસંયોજક હાઇડ્રાઇડ

5.5.1 ક્ષારીય અથવા આયનીય હાઇડ્રાઇડ (Saline or Ionic hydride) :

s-વિભાગનાં ધાતુ તત્ત્વો (1 અને 2 સમૂહ) વધારે ધનવિદ્યુતમય લક્ષણ ધરાવે છે. તેથી તે હલકા ધાત્વીય હાઇડ્રાઇડ સંયોજનોનું નિર્માણ કરે છે. જેવાં કે LiH, NaH, BeH_2

બેરિલિયમહાઇડ્રાઇડ અને મૅગ્નેશિયમ હાઇડ્રાઇડ બહુ શૃંખલામય રચના (Polymeric) ધરાવે છે જેમ કે $(BeH_2)_n$, $(MgH_2)_n$આયનીય હાઇડ્રાઇડ સ્ફટિકમય (Crystalline) ઘન સ્વરૂપમાં અબાષ્પશીલ (Non volatile) અને વિદ્યુતના અવાહક હોય છે. પરંતુ તેઓની પિગલિત અવસ્થામાં આયનીકરણ થઈ (H^-) સ્વરૂપે એનોડ ઉપર ઑક્સિડેશન પ્રક્રિયાથી વિદ્યુતવિભાજન દરમિયાન ડાયહાઇડ્રોજન (H_2) મુક્ત કરે છે.

$$2H^- \text{ (પિગલિત) } \xrightarrow{\text{એનોડ}} H_{2(g)} + 2e^-$$

ક્ષારીય હાઇડ્રાઇડ પાણી સાથે તીવ્ર રીતે પ્રક્રિયા કરી ડાયહાઇડ્રોજન H_2 મુક્ત કરે છે.

$$NaH_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow NaOH_{(aq)} + H_{2(g)}$$

લિથિયમ હાઇડ્રાઇડ સામાન્ય તાપમાને O_2 અને Cl_2 સાથે પ્રક્રિયા કરતો નથી. તેથી તેનો ઉપયોગ અન્ય હાઇડ્રાઇડના નિર્માણમાં થાય છે.

$$8LiH + Al_2Cl_6 \rightarrow 2LiAlH_4 + 6LiCl$$

$$2LiH + B_2H_6 \rightarrow 2LiBH_4$$

5.5.2 ધાત્વિક અથવા આંતરાલીય હાઇડ્રાઇડ (Metallic or Interstitial Hydrides) :

d-વિભાગનાં તેમજ f-વિભાગનાં ધાતુ તત્ત્વો હાઇડ્રોજન સાથે સંયોજાઈને ધાત્વિક હાઇડ્રાઇડ આપે છે. જે બિનતત્ત્વયોગમિતીય છે. જેમકે

(VH, VH_2, NbH, NbH_2, TiH, TiH_3, LaH_2, LaH_3, HfH_2)

7, 8 અને 9 સમૂહની ધાતુઓ હાઇડ્રાઇડ બનાવી શકતી નથી. તેવી જ રીતે છઠ્ઠા સમૂહની માત્ર Cr ધાતુ CrH બનાવે છે. આ હાઇડ્રાઇડ ઉષ્મા અને વિદ્યુતનું વહન કરે છે પરંતુ તેમની જનક ધાતુઓ જેટલી ક્ષમતાથી વહન કરતાં નથી.

ધાત્વિક હાઇડ્રાઇડ મોટે ભાગે બિનતત્ત્વયોગમિતીય સંયોજનો હોય છે. દા.ત. $LaH_{2.87}$, $YbH_{2.55}$, $TiH_{1.5-1.8}$, $ZrH_{1.3-1.75}$, $VH_{0.56}$, $NiH_{0.6-0.7}$, $PdH_{0.6-0.8}$ વગેરે. આ ધાત્વિક હાઇડ્રાઇડમાં ધાતુના આંતરાલીય સ્થાનમાં હાઇડ્રોજન શોષાય છે. તે વખતે તેમાંના બંધના પ્રકારમાં ફેરબદલી થતી નથી તેથી તેમને આંતરાલીય હાઇડ્રાઇડ કહે છે. Ni, Pd, Ce અને Ac જેવી ધાતુના હાઇડ્રાઇડ મૂળ ધાતુ કરતાં અલગ બંધારણ ધરાવે છે. તેથી આ ધાતુના હાઇડ્રાઇડનો ઉદ્દીપકીય પ્રક્રિયા માટે હાઇડ્રોજિનેશન પ્રક્રિયામાં વધારે પ્રમાણમાં ઉપયોગ થાય છે.

5.5.3 આણ્વિય અથવા સહસંયોજક હાઇડ્રાઇડ (Molecular or Covalent Hydrides) :

p-વિભાગનાં ધાતુ અને અધાતુ તત્ત્વો હાઇડ્રોજન સાથે સંયોજાઈ આણ્વિય હાઇડ્રાઇડ આપે છે. જેમકે CH_4, NH_3, PH_3, SbH_3, H_2O, H_2S, H_2Se, H_2Te, HF વગેરે આણ્વિય હાઇડ્રાઇડને ઇલેક્ટ્રૉનની સંખ્યા અને તેમના લુઈસ બંધારણને આધારે નીચે પ્રમાણે વર્ગીકૃત કરી શકાય છે :

(i) અપૂરતા ઇલેક્ટ્રૉનવાળા હાઇડ્રાઇડ (Electron deficient hydrides) દા.ત. B_2H_6

(ii) પૂરતા ઇલેક્ટ્રૉનવાળા હાઇડ્રાઇડ (Electron precise hydrides) દા.ત. CH_4

(iii) વધારે ઇલેક્ટ્રૉનવાળા હાઇડ્રાઇડ (Electron rich hydrides) દા.ત. H_2O, HF

5.6. પાણી (H_2O) (Water)

સજીવોમાં પાણી મહત્ત્વનો ભાગ ભજવે છે. માનવ-શરીરમાં લગભગ 65 % અને અમુક વનસ્પતિમાં 95 % જેટલા ઊંચા પ્રમાણમાં પાણી હોય છે. તે સજીવો માટે અગત્યનું સંયોજન અને જીવન માટે પણ અગત્યનું સંયોજન છે તેથી જીવવા માટે અનિવાર્ય છે. તે સાર્વત્રિક દ્રાવક છે. પૃથ્વી પર પાણીનું વિતરણ અસમાન રીતે થયેલું છે જે ટકામાં નીચેના કોષ્ટક 5.2 માં દર્શાવેલ છે :

કોષ્ટક 5.2

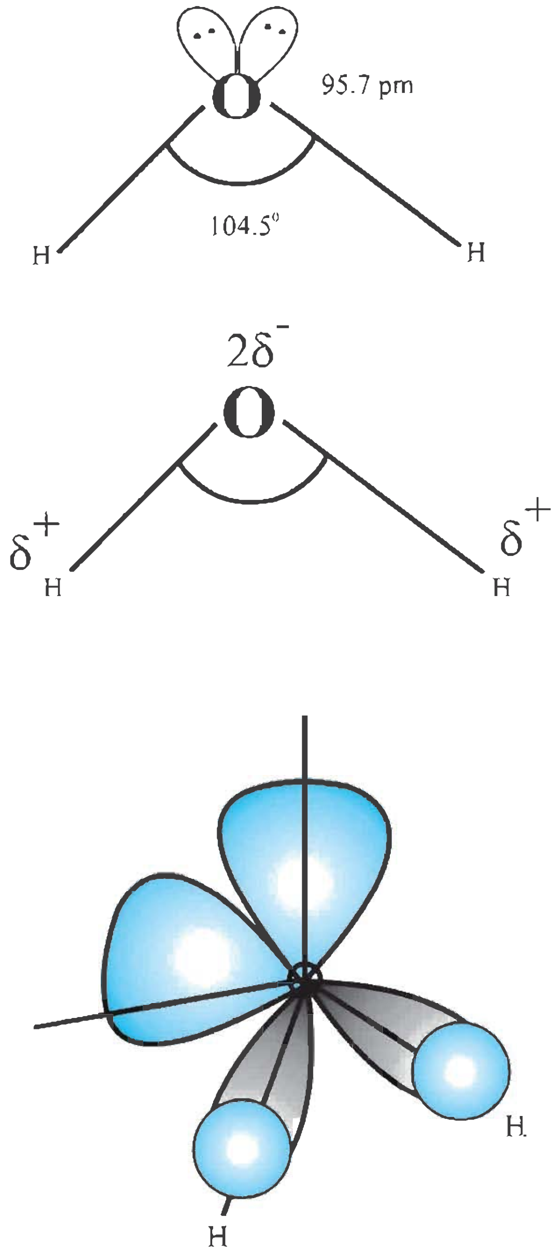
કુદરતી સ્રોત	ટકા
સમુદ્ર	97.33
ક્ષારયુક્ત તળાવ અને ટાપુના દરિયા	0.008
ધ્રુવીય બરફ તેમજ ધુમ્મસ	2.04
જમીન પરનું પાણી	0.61
સરોવરો અથવા તળાવ	0.009
જમીનમાંનો ભેજ	0.005
વાતાવરણીય પાણીની બાષ્પ	0.001
નદીઓ	0.0001

5.6.1 ભૌતિક ગુણધર્મો (Physical properties) :

પાણી રંગવિહીન, સ્વાદવિહીન અને ગંધવિહીન પ્રવાહી છે. તેનું ગલનબિંદુ 273 K અને ઉત્કલનબિંદુ 373 K છે. તેની ઘનતા (298 K) તાપમાને લગભગ 1.00 ગ્રામ સેમી$^{-3}$ (SI એકમમાં ઘનતા kg/m^3 અથવા કિગ્રામ/મીટર^3 તરીકે દર્શાવાય છે.)તે ધ્રુવીય ગુણધર્મ ધરાવે છે. તે અણુ કોણીય રચના ધરાવે છે જે sp^3 સંકરણ ધરાવે છે. તેમાં H-O-H બંધકોણ $109^0 28'$ને બદલે 104.5^0 જેટલો હોય છે. તે 273 K થી 277 K તાપમાને અનિયમિત કદ-પ્રસરણ ધરાવે છે. તેથી ઊંચા તાપમાને અન્ય પ્રવાહીની જેમ કદ-પ્રસરણ દર્શાવે

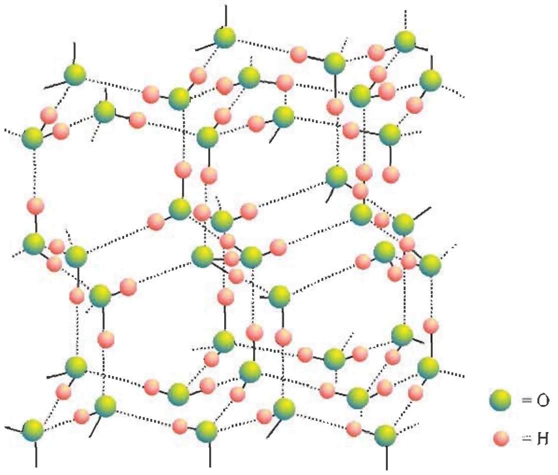
છે. તે ઑક્સિજન સમૂહનાં અન્ય તત્ત્વો S, Se, Te ના હાઇડ્રાઇડ H_2S, H_2Se અને H_2Te કરતાં ઊંચા ઉત્કલનબિંદુ અને ગલનબિંદુ ધરાવે છે જે તેમાં રહેલા હાઇડ્રોજન બંધને કારણે છે. તે પ્રોટોનદાતા દ્રાવક અને પ્રોટોનયાચક દ્રાવકનો ગુણધર્મ ધરાવે છે. આમ તે ઉભય-ગુણધર્મી ઑક્સાઇડ તરીકે વર્તે છે.

પાણીનું બંધારણ : H_2O માં રહેલા બે H અને એક O માં (ઑક્સિજન) રચાયેલા બંધ, બંધ લંબાઈ તથા બંધકોણ નીચેની આકૃતિમાં દર્શાવ્યા છે :



sp^3 સંકરણ વિકૃત સમચતુષ્ફલકીય રચના
આકૃતિ 5.1

5.6.2 બરફનું બંધારણ (Structure of ice) :



બરફમાં હાઇડ્રોજન બંધ દ્વારા એક ચોક્કસ ત્રિપારિમાણીય રચના સર્જાય છે, જે આકૃતિમાં દર્શાવેલ છે. બરફના સ્ફટિકીય સ્વરૂપનું X-કિરણો દ્વારા પરીક્ષણ કરતાં જણાયું છે કે પ્રત્યેક ઑક્સિજન પરમાણુની આસપાસ ચતુષ્ફલકીય રચના ધરાવે છે અને ચાર ઑક્સિજન પરમાણુ 276 pm અંતરે ગોઠવાયેલ છે.

બરફમાં હાઇડ્રોજન બંધને કારણે મોટાં પોલાણો રચી અને ખુલ્લા પ્રકારનું બંધારણ બનાવે છે. પોલાણો દ્વારા અન્ય અણુઓનું ચોક્કસ કદ આંતરિક રીતે જાળવી રાખે છે.

5.6.3 રાસાયણિક ગુણધર્મો (Chemical Properties) :

(i) 298 K તાપમાને પાણીની સાંદ્રતા 55.55 મોલ લિટર$^{-1}$ છે. તેનું સ્વ-આયનીકરણ થતાં સંતુલન સ્થિતિએ $(H_3O^+) = (OH^-) = 1.0 \times 10^{-7}$ મોલ લિટર$^{-1}$ મળે છે.

$$H_2O_{(l)} + H_2O_{(l)} = H_3O^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

(ii) તેની pH = pOH = 7.0 છે. આથી તે તટસ્થ દ્રાવક છે.

(iii) પાણી ઊભય ગુણધર્મી તરીકે વર્તે છે.

પાણીની એમોનિયા વાયુ સાથેની પ્રક્રિયાથી એમોનિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ મળે છે.

$$NH_{3(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow NH_4^+{}_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

બેઇઝ એસિડ એસિડ બેઇઝ

$$H_2S_{(l)} + H_2O_{(l)} \rightarrow HS^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

એસિડ બેઇઝ બેઇઝ એસિડ

$$HS^-_{(aq)} + H_2O \rightarrow S^{2-}_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

એસિડ બેઇઝ બેઇઝ એસિડ

(iv) પાણીની રેડોક્ષ (ઑક્સિડેશન અને રિડક્શન) પ્રક્રિયામાં વધારે વિદ્યુતધનમય ધાતુ સાથે ઑક્સિડેશનકર્તા તરીકે પાણીમાંના હાઇડ્રોજન આયનનું રિડક્શન કરે છે.

$$2H_2O_{(l)} + 2Na_{(s)} \rightarrow 2NaOH_{(aq)} + H_{2(g)}$$

પ્રકાશસંશ્લેષણની પ્રક્રિયામાં પણ O_2 છૂટો પડે છે.

$$6CO_{2(g)} + 6H_2O_{(l)} \xrightarrow[\text{સંશ્લેષણ}]{\text{પ્રકાશ}} C_6H_{12}O_{6(aq)} + 6O_{2(g)}$$

રિડક્શનકર્તા તરીકે ફ્લોરિનનું F^-માં રિડક્શન કરે છે.

$2F_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow 4H^+_{(aq)} + 4F^-_{(aq)} + O_{2(g)}$

(v) પાણીની જલીયકરણ પ્રક્રિયા :

$P_4O_{10(s)} + 6H_2O_{(l)} \rightarrow 4H_3PO_{4(aq)}$

$AlCl_{3(g)} + 6H_2O_{(l)} \rightarrow [Al(H_2O)_6]^{3+}_{(aq)} + 3Cl^-_{(aq)}$

$SiCl_{4(l)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow SiO_{2(aq)} + 4HCl_{(aq)}$

$Ca_3N_{2(s)} + 6H_2O_{(l)} \rightarrow 3Ca(OH)_{2(aq)} + 2NH_{3(g)}$

(vi) કેટલાંક સંયોજનો સજળ હોય છે તેની સાથે સંકળાયેલ પાણીના અણુઓને આપણે સ્ફટિક જળ કહીએ છીએ.

$CuSO_4 \cdot 5H_2O, FeSO_4 \cdot 7H_2O, BaCl_2 \cdot 2H_2O$(ધાત્વિક ક્ષાર)

$[Ni(H_2O)_6]^{2+}2NO_3^-, [Cr(H_2O)_6]^{3+}3Cl^-$ (સંકીર્ણ ક્ષાર)

તે લિગૅન્ડ તરીકે જોડાઈ સંકીર્ણક્ષાર બનાવે છે.

5.6.4 કઠિન (સખત) અને નરમ પાણી (Hard and Soft Water) :

વરસાદી પાણી મોટે ભાગે શુદ્ધ હોય છે. પરંતુ તેમાં કેટલાક વાતાવરણીય વાયુઓ ભળે છે. તે પૃથ્વીની સપાટી પર ઘન, પ્રવાહી અને વાયુ સ્વરૂપે મળે છે. આમ દરેક પાણીમાં તેના સ્રોત પ્રમાણે કોઈક પ્રકારની અશુદ્ધિ હોય છે. તે ઉત્તમ દ્રાવક છે અને સરળતાથી વહનીય હોવાથી પૃથ્વીની સપાટી ઉપર વહે છે ત્યારે ચૂનાનો પથ્થર, આરસપહાણ, કૅલ્સાઇટ, ડોલોમાઇટ વગેરે જે ખનીજોમાંથી તે પસાર થાય છે ત્યારે વરસાદના પાણીમાં કૅલ્શિયમ હાઇડ્રોજન કાર્બોનેટ (કૅલ્શિયમ બાયકાર્બોનેટ) અશુદ્ધિ રૂપે દાખલ થાય છે તે જ પ્રમાણે કાર્બન ડાયૉક્સાઇડયુક્ત પાણી મૅગ્નેસાઇટ, ડોલોમાઇટ વગેરે ખનીજોમાંથી પસાર થતાં મૅગ્નેશિયમ હાઇડ્રોજન કાર્બોનેટ (મૅગ્નેશિયમ બાયકાર્બોનેટ) અશુદ્ધિ રૂપે દાખલ થાય છે. આ ઉપરાંત પાણીમાં સોડિયમ હાઇડ્રોજન કાર્બોનેટ, (સોડિયમ બાયકાર્બોનેટ), સોડિયમ સલ્ફેટ, સોડિયમ ક્લોરાઇડ, કૅલ્શિયમ સલ્ફેટ, કૅલ્શિયમ ક્લોરાઇડ, મૅગ્નેશિયમ સલ્ફેટ, મૅગ્નેશિયમ ક્લોરાઇડ અને જમીનમાંથી જુદાં જુદાં ખનીજો રાસાયણિક પ્રક્રિયા અને દ્રાવ્યતાને કારણે અશુદ્ધિ રૂપે ઉમેરાય છે. આ રીતે કૅલ્શિયમ અને મૅગ્નેશિયમના ક્ષારો પાણીમાં દ્રાવ્ય થયા હોવાથી પાણીમાં કઠિનતા દાખલ થાય છે. આવા કઠિન પાણીની વ્યાખ્યા નીચે પ્રમાણે આપી શકાય :

જે પાણી સાબુ સાથે સહેલાઈથી ફીણ થવા દેતું નથી અને સાબુનો વ્યય કરે છે તેને કઠિન (સખત) પાણી કહે છે.

કઠિન પાણી સાબુના સંસર્ગમાં આવે ત્યારે સાબુમાંના ચરબીજ ઍસિડમાંથી બનેલા સોડિયમ ક્ષારમાંના ધનાયનો પાણીમાંના કૅલ્શિયમ અને મૅગ્નેશિયમ આયનો સાથેની પ્રક્રિયાથી અદ્રાવ્ય કૅલ્શિયમ અને મૅગ્નેશિયમ ક્ષારોનું અવક્ષેપન કરે છે.

$2C_{17}H_{35}COONa + M^{2+}_{(aq)} \rightarrow (C_{17}H_{35}COO)_2M_{(s)} + 2Na^+_{(aq)}$

ચરબીજ ઍસિડનો સોડિયમ ક્ષાર (M=Ca, Mg)

આથી સાબુની મેલને દૂર કરવાની સ્વચ્છીકરણ પ્રક્રિયાને બદલે મોટા ભાગનું પ્રમાણ પાણીમાંના કૅલ્શિયમના અને મૅગ્નેશિયમના ક્ષાર તરીકે ફેરવાય છે. બોઇલરમાં જો કઠિન પાણીનો ઉપયોગ કરવામાં આવે તો ક્ષાર જામી જવાના કારણે બોઇલર ફાટવા જેવા ઘણા પ્રશ્નો ઊભા કરે છે. આથી બોઇલરમાં વપરાતું પાણી નરમ એટલે કે Ca અને Mg ના ક્ષાર દૂર અથવા ઓછાં કરેલું હોવું જોઈએ.

કઠિનતા બે પ્રકારની હોય છે : (1) અસ્થાયી કઠિનતા અને (2) સ્થાયી કઠિનતા.

અસ્થાયી કઠિનતા :

અસ્થાયી કઠિનતામાં દ્રાવ્ય થયેલા કૅલ્શિયમ અને મૅગ્નેશિયમના હાઇડ્રોજન કાર્બોનેટ હોય છે. આ પ્રકારની કઠિનતા પાણીને ઉકાળવાથી દૂર કરી શકાય છે. પાણીને ઉકાળવાથી તેમાં દ્રાવ્ય થયેલા કૅલ્શિયમ અને મૅગ્નેશિયમ હાઇડ્રોજન કાર્બોનેટનું વિઘટન થઈને કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ અને અદ્રાવ્ય કાર્બોનેટ મળે છે.

$Mg(HCO_3)_{2(aq)} \xrightarrow{\text{ગરમ કરતાં}} MgCO_{3(s)} + 2CO_{2(g)} + H_2O_{(g)}$

$Ca(HCO_3)_{2(aq)} \xrightarrow{\text{ગરમ કરતાં}} CaCO_{3(s)} + H_2O_{(g)} + CO_{2(g)}$

અદ્રાવ્ય કાર્બોનેટને ગાળણક્રિયાથી દૂર કરી શકાય. ચૂનાનું પાણી ($Ca(OH)_2$) પણ કઠિન પાણીમાં ઉમેરતાં અસ્થાયી કઠિનતા દૂર કરે છે. આ પ્રક્રિયામાં કૅલ્શિયમ અને મૅગ્નેશિયમના અદ્રાવ્ય કાર્બોનેટ ક્ષારોનું અવક્ષેપન થાય છે. જેને ગાળણ ક્રિયાથી દૂર કરવામાં આવે છે. આ પદ્ધતિને **ક્લર્કની પદ્ધતિ (Clark's Method)** કહે છે.

$Ca(HCO_3)_{2(aq)} + Ca(OH)_{2(aq)} \rightarrow 2CaCO_{3(s)} + 2H_2O_{(l)}$

$Mg(HCO_3)_{2(aq)} + 2Ca(OH)_{2(aq)} \rightarrow 2CaCO_{3(s)} + Mg(OH)_{2(s)} + 2H_2O_{(l)}$

સ્થાયી કઠિનતા :

પાણીમાંની સ્થાયી કઠિનતા દ્રાવ્ય થયેલા બાયકાર્બોનેટ સિવાયના કૅલ્શિયમ અને મૅગ્નેશિયમના ક્લોરાઇડ અને સલ્ફેટ ક્ષારોને લીધે આવે છે. સ્થાયી કઠિનતા પાણી ઉકાળવાથી દૂર કરી શકાતી નથી. સ્થાયી કઠિનતા દૂર કરવા માટેની પદ્ધતિઓ નીચે પ્રમાણે છે :

(i) રાસાયણિક પદ્ધતિઓ : આ પદ્ધતિમાં ગણતરીથી નક્કી કરેલ ધોવાના સોડાનો જથ્થો વાપરવામાં આવે છે. જેનાથી કઠિનતા (Ca^{2+} અને Mg^{2+}, SO_4^{2-}, Cl^-) દૂર કરી શકાય છે. કારણ કે ધોવાના સોડા સાથે કૅલ્શિયમ અને મૅગ્નેશિયમના અદ્રાવ્ય કાર્બોનેટ બને છે જે દૂર કરી શકાય છે.

$MCl_{2(aq)} + Na_2CO_{3(s)} \rightarrow MCO_{3(s)} + 2NaCl_{(aq)}$

$MSO_4 + Na_2CO_{3(s)} \rightarrow MCO_{3(s)} + Na_2SO_4$

(M = Mg,Ca)

સોડિયમ હેક્ઝામેટાફૉસ્ફેટ ($Na_6P_6O_{18}$) ના ઉપયોગથી પણ (Ca^{2+} અને Mg^{2+}) આયનો બિનઅસરકારક બનાવી શકાય છે. સોડિયમ હેક્ઝામેટાફૉસ્ફેટને વ્યાપારી ધોરણે કાલગોન (Calgon) કહે છે.

$Na_6P_6O_{18} \rightarrow 2Na^+ + Na_4P_6O_{18}^{2-}$

$M^{2+} + Na_4P_6O_{18}^{2-} \rightarrow 2Na^+ + [Na_2MP_6O_{18}]^{2-}$

(M=Mg,Ca) સંકીર્ણ ઋણ આયન દ્રાવણમાં રહે છે.

(ii) આયન વિનિમય પદ્ધતિ : સ્થાયી કઠિન પાણીમાં દ્રાવ્ય સ્વરૂપે રહેલા Ca^{2+} અને Mg^{2+} આયનોને Na^+ આયનો વડે વિસ્થાપિત કરવાની (વિનિમય કરવાની) પદ્ધતિને આયન વિનિમય પદ્ધતિ કહે છે. સૌપ્રથમ ધન આયન વિનિયમક તરીકે ઝીઓલાઇટ ખનીજનો ઉપયોગ થતો હતો. ઝીઓલાઇટ $Na_2 Al_2 Si_4 O_{12}$ સૂત્ર ધરાવતું ઍલ્યુમિનો સિલિકેટ છે. તેમાં ઍલ્યુમિનિયમ Al, સિલિકોન Si તથા ઑક્સિજન પરમાણુનું બનેલું સંકીર્ણ માળખું હોય છે. આ માળખામાં મધપૂડાની માફક પોલાણ હોય છે. જેમાં સોડિયમ Na^+ આયન રહેલા હોય છે. જ્યારે કઠિન પાણી ઝીઓલાઇટના કણો ઉપર થઈને પસાર થાય છે ત્યારે સોડિયમના કેટલાક આયન પોલાણમાંથી બહાર નીકળી દ્રાવણમાં જાય છે અને તેના સ્થાને Ca^{2+} અને Mg^{2+} ના આયનો દાખલ થાય છે. તેથી ત્યાં વિનિમય પામે છે અને Na^+ મુક્ત કરે છે. આ પ્રમાણે પાણીની કઠિનતા દૂર કરી શકાય છે. કેટલાક સમય પછી વપરાયેલ ઝીઓલાઇટને ફરીથી કાર્યક્ષમ બનાવી શકાય છે. કારણ કે તેમાંના Ca^{2+} અને Mg^{2+} આયનોનો પણ વિનિમય કરી શકાય.

જો એક ઋણ વીજભાર ધરાવતા ઝીઓલાઇટના માળખાના નાના ભાગને દર્શાવવા Z^- ગણવામાં આવે, તો પાણીમાં Ca^{2+} આયનનું Na^{1+} આયન વડે થતું વિસ્થાપન (વિનિમય) નીચેની પ્રક્રિયાથી દર્શાવી શકાય છે :

$$2Na^+Z^- + Ca^{2+} \rightarrow Ca^{2+}(Z^-)_2 + 2Na^+$$

(iii) સાંશ્લેષિત રેઝિન પદ્ધતિ (Synthetic resin method) : પ્રવર્તમાન સમયમાં કઠિન પાણીને નરમ બનાવવા માટે સાંશ્લેષિત ધન આયન વિનિમયકર્તાનો (Synthetic Cation Exchanger) ઉપયોગ થાય છે. આ પદ્ધતિ ઝીઓલાઇટ પદ્ધતિ કરતાં વધુ અસરકારક છે. ધન આયન વિનિમય રેઝિન $-SO_3H$ સમૂહ ધરાવતો મોટો ધન કાર્બનિક અણુ છે.

ધન આયન વિનિમય રેઝિનને (RSO_3H) સોડિયમ ક્લોરાઇડ સાથે પ્રક્રિયા કરી (RSO_3Na)માં ફેરવવામાં આવે છે. કઠિન પાણીને આ રેઝિન (RSO_3Na)માંથી પસાર કરતાં કઠિન પાણીમાં રહેલા Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+ આયનો દ્વારા વિનિમય પામે છે. એટલે કે Ca^{2+} અને Mg^{2+} રેઝિન સાથે સંયોજાયેલા રહે છે. આમ, કઠિન પાણીમાંથી Mg^{2+} અને Ca^{2+} આયનો દૂર થવાથી પાણી નરમ બને છે.

$$2RSO_3Na + M^{2+}_{(aq)} \rightarrow (RSO_3)_2M + 2Na^+_{(aq)}$$

જ્યાં, $M^{2+} \rightarrow Ca^{2+}$, Mg^{2+}

આ રેઝિનને ફરીથી કાર્યક્ષમ બનાવવા તેમાંથી NaCl પસાર કરવામાં આવે છે.

આવી જ રીતે પાણીમાંથી ઋણ આયન દૂર કરવા માટે ઋણ આયન વિનિમય રેઝિનો ઉપયોગમાં લેવામાં આવે છે.

5.7 હાઇડ્રોજન પેરૉક્સાઇડ (Hydrogen Peroxide)

રોજિંદા જીવનમાં ઔદ્યોગિક રીતે નિર્માણ પામતા પ્રદૂષકોનું નિયંત્રણ કરવા માટે હાઇડ્રોજન પેરૉક્સાઇડ એક અગત્યનું ઉપયોગી રસાયણ છે.

5.7.1 બનાવટ (Preparation) :

(1) 1818 માં વૈજ્ઞાનિક જે.એલ.થેનાર્ડે (J. L.Thenard) બેરિયમ પેરૉક્સાઇડ અને સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ વચ્ચે પ્રક્રિયા કરીને હાઇડ્રોજન પેરૉક્સાઇડ મેળવ્યો હતો.

$$BaO_2 + H_2SO_4 \rightarrow BaSO_4 + H_2O_2$$

(2) HSO_4^- આયનના એનોડિક ઑક્સિડેશનથી મળતા પરડાયસલ્ફ્યુરિક ઍસિડ ($H_2S_2O_8$) ના વિદ્યુત જળવિભાજનથી હાઇડ્રોજન પેરૉક્સાઇડ મેળવી શકાય છે.

$$2HSO_4^-{}_{(aq)} \xrightarrow{\text{વિદ્યુત વિભાજન}} HO_3SOOSO_3H_{(aq)} + 2e^-$$

(પરડાયસલ્ફ્યુરિક ઍસિડ)

$$\xrightarrow[2H_2O]{\text{જળ વિભાજન}} 2HSO^-_{4(aq)} + 2H^+_{(aq)} + H_2O_{2(aq)}$$

(3) ઔદ્યોગિક રીતે 2 - આલ્કાઇલ એન્થ્રાક્વીનોલના સ્વયં ઑક્સિડેશન દ્વારા બનાવી શકાય છે.

$$\text{2 - આલ્કાઇલ એન્થ્રાક્વીનોલ} \underset{H_2/Pd}{\overset{O_2\,(\text{હવા})}{\rightleftharpoons}} H_2O_{2(l)} + \text{ઑક્સિડાઇઝ નીપજ}$$

હાઇડ્રોજન પેરૉક્સાઇડમાં પાણીમાંના ઑક્સિજન કરતાં બે ગણા વજનનો ઑક્સિજન હોય છે. પ્રત્યય 'પર' એટલે વધુ આથી શબ્દ પર-ઑક્સાઇડ (પેરૉક્સાઇડ) દર્શાવે છે કે હાઇડ્રાઇડમાં વધારે ઑક્સિજન રહેલો છે અને તે પેરૉક્સાઇડ બંધરચના ધરાવે છે.

5.7. 2 ભૌતિક ગુણધર્મો (Physical Properties) :

હાઇડ્રોજન પેરૉક્સાઇડ શુદ્ધ સ્વરૂપે રંગવિહીન પરંતુ વધારે પ્રમાણમાં હોય તો આછા ભૂરા રંગનું ઘટ્ટ પ્રવાહી છે. ઘનતા ઘન સ્વરૂપમાં 1.64 ગ્રામ સેમી$^{-3}$ અને પ્રવાહી સ્વરૂપમાં 1.44 ગ્રામ સેમી$^{-3}$ અને ગલનબિંદુ 272.4 K, ઉત્કલનબિંદુ 423 K છે. તે ખૂબ જ પ્રબળ ઑક્સિડેશનકર્તા છે. તે કાર્બનિક પદાર્થોનું સ્વતઃ ઑક્સિડેશન કરે છે. તેના ઉપયોગો મુખ્યત્વે તેની ઑક્સિડેશન શક્તિને કારણે છે. તે પાણી સાથે સંપૂર્ણપણે મિશ્ર થઈ જાય છે. બજારમાં વેચાતા H_2O_2 માં 100 કદમાં 30 % H_2O_2 પાણી સાથે હોય છે. STP એ એક મિલીલિટર 30 % H_2O_2 દ્રાવણ 100 ml ઑક્સિજન આપે છે. વ્યાપારિક ધોરણે બજારના નમૂના 10 કદમાં એટલે કે તે નમૂનામાં 3 % H_2O_2 હોય છે. આ બાબત નીચેના ઉદાહરણથી સમજીએ :

ઉદાહરણ : 10 કદ H_2O_2 ના દ્રાવણની પ્રબળતા (Strength) ગણતરીથી કરો.

10 કદના H_2O_2 નું દ્રાવણ STP એ 10 લિટર O_2 આપશે.

S.T.P એ O_2ની હાજરીમાં

$$2H_2O_{2(l)} \rightarrow O_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$$

2×34

= 68 ગ્રામ

S.T.P એ એક મોલ વાયુનું કદ 22.4 લિટર થાય માટે,

22.4 લિટર O_2 વાયુમાં 68 ગ્રામ H_2O_2 હોવો જોઈએ.

∴ 10 લિટર O_2 વાયુમાં કેટલા ગ્રામ H_2O_2 હોવો જોઈએ ?

$$\therefore \frac{10 \times 68}{22.4} = 30.36 \text{ ગ્રામ}$$

5.7.3 રાસાયણિક ગુણધર્મો (Chemical Properties) : હાઈડ્રોજન પેરોક્સાઈડ જલીય દ્રાવણ છે. તેમાં અલ્પ પ્રમાણમાં ફૉસ્ફોરિક ઍસિડ જેવો સ્થાયીક (Stabilizer) ઉમેરવાથી તેનું ઑક્સિડેશન અને પાણીમાં થતુ વિઘટન ઘટાડી શકાય છે.

$$2H_2O_{2(l)} \rightarrow 2H_2O_{(l)} + O_{2(g)}$$

હાઈડ્રોજન પેરોક્સાઈડ ઑક્સિડેશનકર્તા તેમજ રિડક્શનકર્તા એમ બંને તરીકે ઍસિડિક અને બેઝિક એમ બંને પ્રકારના માધ્યમમાં કાર્ય કરી શકે છે. જ્યારે હાઈડ્રોજન પેરોક્સાઈડ ઑક્સિડેશનકર્તા તરીકે હોય ત્યારે ઑક્સિડેશનના દરેક પરમાણુના ઑક્સિડેશન આંક -1 માંથી -2 થાય છે. નીચે કેટલાંક ઉદાહરણો આપ્યાં છે.

(a) $H_2SO_{3(aq)} + H_2O_{2(aq)} \rightarrow H_2SO_{4(aq)} + H_2O_{(l)}$

(b) $HNO_{2(aq)} + H_2O_{2(aq)} \rightarrow HNO_{3(aq)} + H_2O_{(l)}$

(c) $PbS_{(s)} + 4H_2O_{2(aq)} \rightarrow PbSO_{4(g)} + 4H_2O_{(l)}$

(d) $2Fe^{2+}_{(aq)} + 2H^+_{(aq)} + H_2O_{2(aq)} \rightarrow 2Fe^{3+} + 2H_2O_{(l)}$

જ્યારે હાઈડ્રોજન પેરોક્સાઈડ રિડક્શનકર્તા તરીકે હોય છે ત્યારે ઑક્સિજનના દરેક પરમાણુના ઑક્સિડેશન આંક -1 માંથી 0 (શૂન્ય) થાય છે. ઍસિડિક દ્રાવણમાં તે પોટેશિયમ પરમૅન્ગેનેટના દ્રાવણને રંગવિહીન કરે છે.

$$2KMnO_4 + 3H_2O_2 \rightarrow 2MnO_2 + 2KOH + 2H_2O + 3O_2$$

નીચે કેટલાંક ઉદાહરણો આપ્યાં છે :

(a) $HOCl + H_2O_2 \rightarrow H_3O^+ + Cl^- + O_{2(g)}$

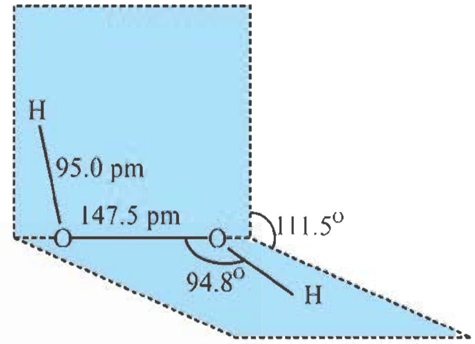
(b) $Cl_2 + H_2O_2 + 2OH^- \rightarrow 2Cl^- + 2H_2O + O_{2(g)}$

(c) $I_2 + H_2O_2 + 2OH^- \rightarrow 2I^- + 2H_2O + O_{2(g)}$

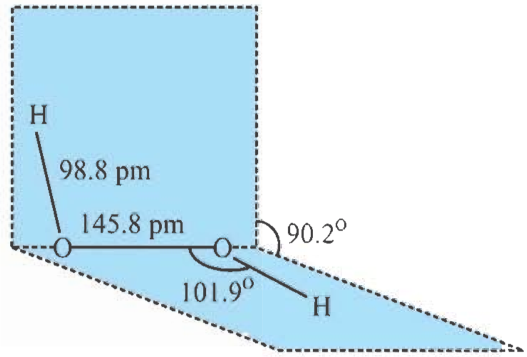
(d) $2Fe^{3+} + H_2O_2 + 2OH^- \rightarrow 2Fe^{2+} + 2H_2O + O_{2(g)}$

બંધારણ :

હાઈડ્રોજન પેરોક્સાઈડમાં O-O અને H-O એમ બંને બંધ હોય છે. પેરોક્સાઈડમાં $(O\text{-}O)^{2-}$ આયન હોય છે. તેમાં અણુ અસમતલીય છે અને તેનું અણુબંધારણ નીચે પ્રમાણે છે :



(વાયુ-સ્વરૂપ)



(ઘન સ્વરૂપ)

ઉપયોગો :

(1) હાઈડ્રોજન પેરોક્સાઈડનો ઉપયોગ ઔદ્યોગિક એકમો જેવા કે કાપડ, કાગળ , ચર્મ ઉદ્યોગો, તેલ-ચરબી વગેરેમાં બ્લીચિંગ એજન્ટ તરીકે થાય છે.

(2) રોજિંદા જીવનમાં તે વાળને બ્લીચ કરવા, દંતવિદ્યામાં મંદ ચેપ અવરોધક તરીકે (Mild disinfectant) થાય છે. જે બજારમાં પર-હાઈડ્રલ (Perhydral) તરીકે ઓળખાય છે.

(3) સારી જાતના ડિટરજન્ટ બનાવવા માટે જરૂરી સોડિયમ પરકાર્બોનેટ, સોડિયમ પરબોરેટ જેવાં રસાયણો બનાવવામાં પણ હાઈડ્રોજન પેરોક્સાઈડ ઉપયોગી છે.

(4) વ્યવહારમાં તેમજ ઔદ્યોગિક ક્ષેત્રે પ્રદૂષકોના નિયંત્રક તરીકે તેનો ઉપયોગ થાય છે. ખાસ કરીને સાઈનાઈડના ઑક્સિડેશનમાં અને ઉત્સર્ગ દ્રવ્યોના વધુ ઉપયોગ, ઔદ્યોગિક પ્રદૂષણમાં ઘટાડો કરી પર્યાવરણની જાળવણી (ગ્રીન કેમેસ્ટ્રી) કરવામાં થાય છે.

5.8 ભારે પાણી (D_2O) (Heavy Water)

ભારે પાણી ડાયહાઈડ્રોજનના સમસ્થાનિક ડ્યુટેરિયમનો ઑક્સાઈડ છે. ડ્યુટેરિયમને ભારે હાઈડ્રોજન

ગણતા હોઈ D_2O ને ભારે પાણી કહે છે. તેનો વધારે પ્રમાણમાં ઉપયોગ ન્યુક્લિઅર રીએક્ટરમાં મોડરેટર તરીકે, ડ્યુટેરિયમનાં સંયોજનો મેળવવાં, પ્રક્રિયાની ક્રિયાવિધિ સમજવા માટે, આયનોની ફેરબદલી સમજવા વગેરે માટે થાય છે. ખાતરના ઉત્પાદનમાં થતા પાણીના વિદ્યુત-વિભાજનથી મળતા હાઇડ્રોજનમાંથી ભારે પાણી (D_2O) ઉપર નીપજ તરીકે મળે છે.

$SO_3 + D_2O \rightarrow D_2SO_4$

$CaC_2 + 2D_2O \rightarrow C_2D_2 + Ca(OD)_2$

$Al_4C_3 + 12\ D_2O \rightarrow 3CD_4 + 4Al(OD)_3$

5.9 ડાયહાઇડ્રોજનની આર્થિક ઉપયોગિતા (Economy of Dihydrogen)

પૃથ્વીના પેટાળમાંથી મળી આવતા ખનીજ તેલના જથ્થામાં થતા ઘટાડાને, વિદ્યુતઊર્જાનો સંગ્રહ ન થઈ શકવાના કારણે તેમજ ન્યુક્લિઅર ઊર્જા મેળવવાની મર્યાદાના કારણે ડાયહાઇડ્રોજનની ઉપયોગિતા ઊર્જા સ્રોતોની અવેજીમાં કરવામાં આવે છે.

હાઇડ્રોજનની આર્થિક ઉપયોગિતાનો મુખ્ય ધ્યેય અને લાભ એ છે કે પ્રાપ્ય ઊર્જાનું રૂપાંતર હાઇડ્રોજનના સ્વરૂપમાં કરવામાં આવે છે જે ઊર્જાનો સંગ્રહ અને ઊર્જાના પ્રસારણના પ્રશ્નો નિવારે છે.

બળતણ તરીકે પ્રવાહી હાઇડ્રોજનનો ઉપયોગ :

બળતણ તરીકે પ્રવાહી હાઇડ્રોજનના ઉપયોગમાં હવાનું પ્રદૂષણ થતું નથી. થર્મલ પાવર વિદ્યુતમથકોની સરખામણીમાં તે ખૂબ ઊંચી ક્ષમતા ધરાવે છે.

અમેરિકાના વૈજ્ઞાનિકોએ અવકાશી એપોલો પ્રોગ્રામમાં અવકાશયાનમાં આ પ્રકારના બળતણનો ઉપયોગ બળતણ કોષમાં કરીને કોષ-પ્રક્રિયા દરમિયાન ઉત્પન્ન થતી પાણીની બાષ્પને ઠંડી પાડીને મળતા પાણીનો ઉપયોગ પીવા માટે કર્યો હતો.

ભારત માટે આ ઇતિહાસ છે કે ઑક્ટોબર, 2005 માં એક માત્ર પાયલોટ પ્રૉજેક્ટ તરીકે ડાયહાઇડ્રોજનનો બળતણ તરીકેનો ઉપયોગ પસંદ કરવામાં આવ્યો. જેના દ્વારા ઓટોમોબાઇલ યુગમાં નવું સંશોધન હાથ ધરાયું. સામાન્ય રીતે 5 % ડાયહાઇડ્રોજનનો ઉપયોગ CNG માં કાર જેવા વાહન માટે મિશ્ર કરવામાં થાય છે. આવી રીતે ડાય-હાઇડ્રોજનથી ટકાવારી બળતણ તરીકે વધારી શકાશે. ડાયહાઇડ્રોજનનો બળતણ તરીકે ઉપયોગ કરાય તેવાં સરળ અને સસ્તાં સાધનો બનાવી શકાય તો પાણીમાંથી પણ ડાયહાઇડ્રોજન મેળવી ઊર્જાના વૈશ્વિક પ્રશ્નમાં વૈજ્ઞાનિકો યોગદાન આપી શકે.

સારાંશ

હાઇડ્રોજન પરમાણુ સૌથી હલકો છે જે માત્ર એક જ પ્રોટોન અને ઇલેક્ટ્રૉન ધરાવે છે. તે ઇલેક્ટ્રૉન ગુમાવવાને કારણે ધનભારિત બને છે અને પ્રોટોનમાં રૂપાંતર પામે છે. હાઇડ્રોજનના ત્રણ સમસ્થાનિકો છે જેની માહિતી આપણે આ એકમમાં સવિસ્તાર સમજ્યા. ડાયહાઇડ્રોજનની બનાવટ, તેના ભૌતિક ગુણધર્મો, રાસાયણિક ગુણધર્મો અને તેની ઉપયોગિતા વિશેની માહિતી પણ આ એકમમાં આપણે સવિસ્તાર સમજ્યા. ડાયહાઇડ્રોજનની આર્થિક ઉપયોગિતા, બળતણ કોષ, રૉકેટ અને CNG વગેરેમાં જોઈ ગયા. હાઇડ્રોજન પેરૉક્સાઇડની બનાવટ, ઉપયોગ અને બંધારણ તેમજ ગુણધર્મોની ચર્ચા કરી. સ્થાયી, અસ્થાયી, કઠિન પાણી અને તેને નરમ કરવાની પદ્ધતિઓ વિશે આ એકમમાં આપણે સમજ્યા. ભારે પાણી અને તેનો ઉપયોગ તેમજ બરફની સંરચના હાઇડ્રોજન ઇકોનોમી વગેરેની ચર્ચા આપણે આ એકમમાં કરી ગયા છીએ. હાઇડ્રોજન પેરૉક્સાઇડ એક રસપ્રદ અધ્રુવીય સંરચના ધરાવતું બહોળા પ્રમાણમાં ઔદ્યોગિક ક્ષેત્રે બ્લીચિંગ તેમજ દવાઓની બનાવટ માટે, તેમજ પ્રદૂષકોના નિયંત્રણની પદ્ધતિઓમાં ઔદ્યોગિક અને વ્યાવહારિક પ્રદૂષકો દૂર કરવા માટે અગત્યનું સંયોજન છે જેની વિગતવાર માહિતી આપણે આ એકમમાં જોઈ ગયા.

સ્વાધ્યાય

1. આપેલા બહુવિકલ્પમાંથી યોગ્ય વિકલ્પ પસંદ કરો :

(1) નીચેના પૈકી કયું વિધાન ડાયહાઇડ્રોજન માટે સાચું છે ?

(A) તે સ્થાયી ઑક્સાઇડ અને પેરૉક્સાઇડ આપે છે.

(B) તે અસ્થાયી ઑક્સાઇડ અને સ્થાયી પેરૉક્સાઇડ આપે છે.

(C) તે સામાન્ય તાપમાને ડાયઑક્સિજન સાથે વિસ્ફોટક-પ્રક્રિયા કરે છે.

(D) તે અસ્થાયી પેરૉક્સાઇડ આપે છે.

(2) ડાયહાઇડ્રોજન નીચેનામાંથી શેમાં ઉપયોગી છે ?

(A) બળતણ કોષમાં (B) એમોનિયાની બનાવટમાં

(C) વનસ્પતિ ઘીની બનાવટમાં (D) આપેલા બધામાં

(3) અસ્થાયી કઠિનતા દૂર કરવા સામાન્ય રીતે કઈ પદ્ધતિ વપરાય છે ?

(A) પાણીને ગરમ કરી ઠંડું પાડવાથી (B) રેઝિન પદ્ધતિ

(C) આયન વિનિમય પદ્ધતિ (D) આપેલામાંથી એક પણ નહિ.

(4) બેરિયમ પેરૉક્સાઇડમાંથી કયા વૈજ્ઞાનિકે હાઇડ્રોજન પેરૉક્સાઇડ મેળવ્યો ?

(A) જે. એલ. લેનાર્ડ (B) જે. જે. થોમસન

(C) જે. એલ. થિનાર્ડ (D) ગોલ્ડસ્ટીન

(5) ક્રિયાશીલતા માટે શું સાચું છે ?

(A) પ્રોટિયમ = ટ્રિટિયમ (B) પ્રોટિયમ $<$ ડ્યુટેરિયમ

(C) પ્રોટિયમ $>$ ડ્યુરેટિયમ (D) પ્રોટિયમ = ડ્યુરેટિયમ

(6) $H_2O_2 \rightarrow 2H^+ + O_2 + 2e^-$ આપેલા સમીકરણમાં H_2O_2 માં કઈ પ્રક્રિયા થાય છે ?

(A) ઑક્સિડેશન (B) રિડક્શન

(C) તટસ્થીકરણ (D) રેડોક્ષ

(7) વ્યાપારી ધોરણે 'કાલગોન' કયા પદાર્થને કહે છે ?

(A) સોડિયમ પાયરોમેટાફૉસ્ફેટ (B) સોડિયમ મેટાફૉસ્ફેટ

(C) સોડિયમ હેક્ઝામેટાફૉસ્ફેટ (D) સોડિયમ પોલીફૉસ્ફેટ

(8) આયન વિનિમય પદ્ધતિમાં વિનિમય તરીકે કોનો ઉપયોગ થાય છે ?

(A) એલમ (B) ઝીઓલાઇટ

(C) કળી ચૂનો (D) આપેલા બધા જ

(9) સોડિયમ હેક્ઝામેટાફૉસ્ફેટનું સાચું અણુસૂત્ર કયું છે ?

(A) $Na_4 P_4 O_{16}$ (B) $Na_6 P_6 O_{16}$

(C) $Na_6 P_4 O_{18}$ (D) $Na_6 P_6 O_{18}$

(10) ટ્રિટિયમની સાપેક્ષમાં પ્રોટિયમનું સાપેક્ષ પ્રમાણ કેટલું હોય છે ?

(A) 10^{16} (B) 10^{17}

(C) 10^{-17} (D) 10^{-16}

2. નીચેના પ્રશ્નોના ટૂંકમાં ઉત્તર લખો :

(1) સમસ્થાનિક એટલે શું ?

(2) હાઇડ્રોજનને આધુનિક આવર્ત કોષ્ટકમાં કયા સ્થાને મૂકવામાં આવે છે ?

(3) હાઇડ્રોજનના સમસ્થાનિકોનાં નામ લખો.

(4) હાઇડ્રાઇડ સંયોજનના પ્રકાર જણાવો.

(5) કઠિન પાણીમાં કયા ધાતુ આયનોની અશુદ્ધિઓ રહેલી છે ?

(6) ભારે પાણીનું અણુસૂત્ર આપો.

(7) પાણીના અણુમાં બંધકોણ અને સંકરણનો પ્રકાર લખો.

(8) ક્લર્ક પદ્ધતિ લખો.

(9) હાઇડ્રોજન પેરોક્સાઇડનું બંધારણ લખો.

(10) હાઇડ્રોજન પેરોક્સાઇડ ઑક્સિડેશનકર્તા તરીકે વર્તે છે. તે માટેનું સમીકરણ લખો.

(11) બે ધાત્વિક ક્ષારનાં અણુસૂત્રો લખો.

3. નીચેના પ્રશ્નોના ઉત્તર લખો :

(1) હાઇડ્રોજનના સમસ્થાનિકોની ટૂંકમાં સમજૂતી આપો.

(2) કઠિન પાણી અને નરમ પાણી વિશે સમજાવો.

(3) હાઇડ્રોજનની આર્થિક ઉપયોગિતા લખો.

(4) H_2O નું બંધારણ સમજાવો.

(5) સ્થાયી કઠિનતા દૂર કરવા માટેની રાસાયણિક પદ્ધતિ લખો.

(6) સ્થાયી કઠિનતા દૂર કરવા માટેની આયન વિનિમય પદ્ધતિ લખો.

(7) હાઇડ્રોજન પેરોક્સાઇડના ઉપયોગો જણાવો.

4. નીચેના પ્રશ્નોના વિગતવાર જવાબ આપો :

(1) હાઇડ્રોજનના આધુનિક આવર્ત કોષ્ટકમાં સ્થાનની ચર્ચા કરો.

(2) હાઇડ્રોજનની બનાવટ લખી ભૌતિક અને રાસાયણિક ગુણધર્મો સમજાવો.

(3) હાઇડ્રોજનના ઉપયોગ લખો.

(4) હાઇડ્રોજન પેરોક્સાઇડની બનાવટ લખી ભૌતિક અને રાસાયણિક ગુણધર્મો સમજાવો.

(5) હાઇડ્રાઇડ સંયોજનો એટલે શું ? તેના પ્રકાર આપી સમજાવો.

s - વિભાગનાં તત્ત્વો (આલ્કલી અને આલ્કલાઇન અર્થ તત્ત્વો)

6.1 પ્રસ્તાવના
6.2 આલ્કલી ધાતુઓ - પ્રાપ્તિસ્થાન, પરમાણ્વિય અને ભૌતિક ગુણધર્મો
6.3 પરમાણ્વિય કદ અને આયનીય કદ
6.4 તત્ત્વોની પ્રક્રિયા એન્થાલ્પી
6.4.1 આયનીકરણ એન્થાલ્પી (ઊર્જા, શક્તિ)
6.4.2 જલીયકરણ એન્થાલ્પી (ઊર્જા, શક્તિ)
6.5 આલ્કલી ધાતુઓની રાસાયણિક પ્રતિક્રિયાત્મકતા (પ્રક્રિયાઓ) રાસાયણિક ગુણધર્મો
6.6 ઑક્સાઇડ અને હાઇડ્રૉક્સાઇડ સંયોજનો તથા ડાયહાઇડ્રોજન, હેલોજન, એમોનિયા સાથેની પ્રતિક્રિયાત્મકતા (પ્રક્રિયાઓ)
6.7 વિકર્ણ સંબંધ અને અનિયમિત વર્તણૂંક (લિથિયમ અને મેગ્નેનિશયમ)
6.7.1 લિથિયમનો મૅગ્નેશિયમ સાથેનો વિકર્ણ સંબંધ
6.7.2 લિથિયમનું સમૂહનાં અન્ય તત્ત્વોથી અલગ પડવું (અનિયમિત વર્તણૂંક)
6.8 વિકર્ણ સંબંધ અને અનિયમિત વર્તણૂંક (બેરેલિયમ અને ઍલ્યુમિનિયમ)
6.8.1 બેરિલિયમનો ઍલ્યુમિનિયમ સાથેનો વિકર્ણ સંબંધ
6.8.2 બેરિલિયમનું સમૂહનાં અન્ય તત્ત્વોથી અલગ પડવું (અનિયમિત વર્તણૂંક)
6.9 લિથિયમ - પ્રાપ્તિસ્થાન, ગુણધર્મો અને ઉપયોગો
6.10 સોડિયમ - પ્રાપ્તિસ્થાન, ગુણધર્મો અને ઉપયોગો
6.11 આલ્કલાઇન અર્થ ધાતુઓ - પ્રાપ્તિસ્થાન - ભૌતિક ગુણધર્મો અને ઇલેક્ટ્રૉનીય રચના
6.12 ભૌતિક ગુણધર્મો વચ્ચે સંબંધિત વલણ
6.13 રાસાયણિક ગુણધર્મો
6.14 ઑક્સાઇડ અને હાઇડ્રૉક્સાઇડ
6.15 હેલાઇડ સંયોજનો
6.16 ઑક્સો ક્ષારોની દ્રાવ્યતા અને ઉષ્મીય સ્થાયીતા
6.17 સોડિયમનાં કેટલાંક સંયોજનોનાં ઉત્પાદન,ગુણધર્મો અને ઉપયોગો
6.18 Na^+ અને K^+ ની જૈવિક અગત્ય
6.19 કૅલ્શિયમનાં કેટલાંક સંયોજનો
6.20 મૅગ્નેશિયમ અને કૅલ્શિયમની જૈવિક અગત્ય

6.1 પ્રસ્તાવના

આધુનિક આવર્ત કોષ્ટકમાં તત્ત્વોને s, p, d અને f એમ ચાર વિભાગોમાં વિભાજિત કરવામાં આવ્યાં છે. આવર્ત કોષ્ટકના s-વિભાગનાં તત્ત્વોનો આપણે આ એકમમાં અભ્યાસ કરીશું. આવર્ત કોષ્ટકના s-વિભાગનાં તત્ત્વો એવાં તત્ત્વો છે જેમાં છેલ્લો ઇલેક્ટ્રૉન સૌથી બહારની s-કક્ષકમાં દાખલ થાય છે. s-કક્ષકમાં માત્ર બે જ ઇલેક્ટ્રૉનનો સમાવેશ થઈ શકે છે. માટે આવર્ત કોષ્ટકના s-વિભાગમાં બે સમૂહો (1 અને 2) (જૂના પ્રમાણે I-A અને II-A) આવેલા છે.

આવર્ત કોષ્ટકના પ્રથમ સમૂહ-1 (સમૂહ IA) નાં તત્ત્વો છે : લિથિયમ (Lithium-Li), સોડિયમ (Sodium-Na), પોટેશિયમ (Potassium-K), રૂબિડિયમ (Rubidium-Rb), સીઝિયમ (Cesium-Cs) અને ફ્રાન્સિયમ (Francium-Fr), સામૂહિક રીતે આ તત્ત્વો આલ્કલી ધાતુઓ તરીકે ઓળખાય છે. આ શબ્દ ઍરેબિક શબ્દ - Alguis પરથી આવેલો છે. તેનો અર્થ છોડવાંની રાખ થાય છે. કારણ કે વનસ્પતિના છોડની રાખમાં સોડિયમ અને પોટેશિયમ કાર્બોનેટ ક્ષારો વધુ પ્રમાણમાં છે. અન્ય કારણ એમ પણ છે કે તેઓ પાણી સાથેની પ્રક્રિયામાં જે હાઇડ્રૉક્સાઇડ બનાવે છે તે સ્વભાવમાં (ગુણધર્મમાં) આલ્કલાઇન હોય છે.

સમૂહ-2 (II-A) નાં તત્ત્વોમાં બેરિલિયમ (Beryllium-Be), મૅગ્નેશિયમ (Magnesium -Mg), કૅલ્શિયમ (Calcium-Ca), સ્ટ્રોન્શિયમ (Strontium-Sr), બેરિયમ (Barium-Ba) અને રેડિયમ (Radium-Ra) છે.

આ તત્ત્વો બેરિલિયમના અપવાદ સિવાય સામાન્ય રીતે આલ્કલાઇન અર્થ ધાતુઓ તરીકે ઓળખાય છે. કારણ કે તેમનાં ઑક્સાઇડ અને હાઇડ્રૉક્સાઇડ સ્વભાવમાં (ગુણધર્મોમાં) આલ્કલાઇન છે અને આ ધાતુઓના ઑક્સાઇડ પૃથ્વીના પોપડામાં (Crust)* મળી આવે છે.

* પૃથ્વીના પાતળા બાહ્ય સ્તરને પોપડો (Crust) કહે છે.