એકમ 10

s-વિભાગના તત્ત્વો (The *s*-Block Elements)

હેતુઓ :

આ એકમના અભ્યાસ પછી તમે...

- આલ્કલી ધાતુઓ અને તેમના સંયોજનોની સામાન્ય લાક્ષણિકતાઓને વર્ણવી શકશો.
- આલ્કલાઇન અર્થ ધાતુઓ અને તેમના સંયોજનોની સામાન્ય લાક્ષણિકતાઓને સમજાવી શકશો.
- ઔદ્યોગિક રીતે મહત્ત્વ ધરાવતા પોર્ટલેન્ડ સિમેન્ટ સહિતના સોડિયમ અને કૅલ્શિયમના સંયોજનોના ઉત્પાદન, ગુણધર્મો અને ઉપયોગોને વર્ણવી શકશો.
- સોડિયમ, પોટેશિયમ, મૅગ્નેશિયમ અને કૅલ્શિયમની જૈવિક અગત્યને બિરદાવશો.

"આલ્કલી અને આલ્કલાઇન અર્થ ધાતુ સમૂહોના પ્રથમ તત્ત્વ આ સમૂહોના અન્ય તત્ત્વોથી ઘણા ગુણધર્મોમાં જુદા પડે છે."

આવર્તકોષ્ટકમાં *s*-વિભાગના તત્ત્વો એવા તત્ત્વો છે કે જેમાં છેલ્લો ઇલેક્ટ્રૉન સૌથી બહારની *s*-કક્ષકમાં દાખલ થાય છે. *s*-કક્ષક માત્ર બે જ ઇલેક્ટ્રૉન સમાવી શકે છે. તેથી આવર્તકોષ્ટકના *s*-વિભાગમાં બે સમૂહો (1 અને 2) આવેલા છે. આવર્તકોષ્ટકના સમૂહ 1માં લિથિયમ, સોડિયમ, પોટેશિયમ, રૂબિડિયમ, સિઝિયમ અને ફ્રાન્સિયમ તત્ત્વો આવેલા છે. સામૂહિક રીતે આ તત્ત્વો આલ્કલી ધાતુઓ તરીકે ઓળખાય છે. આ રીતે ઓળખાવાનું કારણ એ છે કે તેઓ પાણી સાથે પ્રક્રિયા કરી હાઇડ્રૉક્સાઇડ બનાવે છે. તે સ્વભાવમાં પ્રબળ આલ્કલાઇન (બેઝિક) હોય છે. સમૂહ 2માં બેરિલિયમ, મૅગ્નેશિયમ, કૅલ્શિયમ, સ્ટ્રૉન્શિયમ, બેરિયમ અને રેડિયમ તત્ત્વો આવેલા છે. આ તત્ત્વો બેરિલિયમના અપવાદ સિવાય સામાન્ય રીતે આલ્કલાઇન અર્થ ધાતુઓ તરીકે ઓળખાય છે. કારણ કે તેઓના ઑક્સાઇડ અને હાઇડ્રૉક્સાઇડ સ્વભાવમાં આલ્કલાઇન છે. આ ધાતુઓના ઑક્સાઇડ પૃથ્વીના પોપડામાં (crust)* મળી આવે છે.

આલ્કલી ધાતુઓ પૈકી સોડિયમ અને પોટેશિયમ પૃથ્વીના પોપડામાં વિપુલ પ્રમાણમાં મળી આવે છે. જ્યારે લિથિયમ, રૂબિડિયમ અને સિઝિયમનું પ્રમાણ ઘણું ઓછું છે (કોષ્ટક 10.1). ફ્રાન્સિયમ ખૂબ જ રેડિયોસક્રિય છે. તેનો સૌથી વધુ આયુષ્ય ધરાવતો સમસ્થાનિક ^{223}Fr નો અર્ધઆયુષ્ય સમય માત્ર 21 મિનિટ છે. આલ્કલાઇન અર્થ ધાતુઓમાંની કૅલ્શિયમ અને મૅગ્નેશિયમનો વિપુલતાક્રમ પૃથ્વીના પોપડામાં અનુક્રમે પાંચમો અને છઠ્ઠો છે, જ્યારે સ્ટ્રૉન્શિયમ અને બેરિયમ ખૂબ જ ઓછા પ્રમાણમાં ઉપલબ્ધ હોય છે. બેરિલિયમ વિરલ (rare) તત્ત્વ છે અને રેડિયમ અતિવિરલ છે. તેનું પ્રમાણ અગ્નિકૃત ખડકો†ના 10^{-10} ટકા જેટલું જ છે (કોષ્ટક 10.2).

s-વિભાગના તત્ત્વોની સામાન્ય ઇલેક્ટ્રૉનીય રચનામાં આલ્કલી ધાતુઓ માટે [ઉમદા વાયુ] ns^1 અને આલ્કલાઇન અર્થધાતુઓ માટે [ઉમદા વાયુ] ns^2 છે.

સમૂહ 1 અને સમૂહ 2ના પ્રથમ તત્ત્વો અનુક્રમે લિથિયમ અને બેરિલિયમ કેટલાક એવા ગુણધર્મો દર્શાવે છે કે તે જ સમૂહના અન્ય તત્ત્વો કરતા અલગ પડે છે. આ અનિયમિત ગુણધર્મો ધરાવતા તત્ત્વ તેમની પછીના સમૂહના બીજા ક્રમના તત્ત્વ સાથે સામ્યતા ધરાવે છે. આમ, લિથિયમ મૅગ્નેશિયમ સાથે અને

---

* પૃથ્વીના પાતળા બાહ્યસ્તરને પોપડો (crust) કહે છે. † મૅગ્મા પિગલિત ખડકમાંથી બનેલો એક પ્રકારનો ખડક જે ઠંડો પડેલ છે અને સખત બનેલ છે.

બેરિલિયમ એલ્યુમિનિયમ સાથે તેમના ઘણા ગુણધર્મોમાં સામ્યતા દર્શાવે છે. આવર્તકોષ્ટકમાં આ પ્રકારની વિકર્ણીય સામ્યતાને સામાન્ય રીતે વિકર્ણ સંબંધ તરીકે દર્શાવવામાં આવે છે. આ વિકર્ણ સંબંધ તત્ત્વોના આયનીય કદ અને/અથવા વીજભાર/ત્રિજ્યા ગુણોત્તરને કારણે હોય છે. એક સંયોજક સોડિયમ અને પોટેશિયમ આયનો અને દ્વિસંયોજક મૅગ્નેશિયમ અને કૅલ્શિયમ આયનો જૈવિક દ્રવમાં (biological fluid) ખૂબ જ પ્રમાણમાં મળે છે. આ આયનો અગત્યના જૈવિક કાર્યો જેવા કે આયન સમતોલનની જાળવણી અને જ્ઞાનતંતુ વલણ વહન (nerve impulse conduction) કરે છે.

10.1 સમૂહ 1ના તત્ત્વો : આલ્કલી ધાતુઓ (Group 1 Elements : Alkali Metals)

આલ્કલી ધાતુઓના રાસાયણિક અને ભૌતિક ગુણધર્મોમાં પરમાણ્વીયક્રમાંક વધવાની સાથે નિયમિત વલણો જોવા મળ્યા છે. આલ્કલી ધાતુઓના પરમાણ્વીય, ભૌતિક અને રાસાયણિક ગુણધર્મોની ચર્ચા નીચે કરવામાં આવી છે :

10.1.1 ઈલેક્ટ્રૉનીય રચના (Electronic Configuration)

બધા આલ્કલી ધાતુ તત્ત્વો એક સંયોજકતા ઈલેક્ટ્રૉન ns^1 ધરાવે છે. આ ઈલેક્ટ્રૉનીય રચનામાં ઉમદા વાયુ તત્ત્વોની ઈલેક્ટ્રૉનીય રચના સમાયેલી હોય છે. આ તત્ત્વોની બાહ્યતમ સંયોજકતા કક્ષામાં રહેલા ઈલેક્ટ્રૉન સરળતાથી ગુમાવી શકાતા હોવાથી તે વધુ વિદ્યુતધન બને છે. તેઓ ઝડપથી ઈલેક્ટ્રૉન ગુમાવીને એક સંયોજક M^+ આયન બનાવે છે. આથી, તેઓ કુદરતમાં મુક્ત અવસ્થામાં મળી આવતા નથી.

તત્ત્વ	સંજ્ઞા	ઈલેક્ટ્રૉનીય રચના
લિથિયમ	Li	$1s^2 2s^1$
સોડિયમ	Na	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$
પૉટેશિયમ	K	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$
રૂબિડિયમ	Rb	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 5s^1$
સિઝિયમ	Cs	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2$ $4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^6 6s^1$ અથવા $[Xe]\ 6s^1$
ફ્રાન્સિયમ	Fr	$[Rn] 7s^1$

10.1.2 પરમાણ્વીય અને આયનીય ત્રિજ્યા (Atomic and Ionic Radii)

આવર્તકોષ્ટકમાં કોઈ પણ આવર્તમાં આલ્કલી ધાતુઓના પરમાણ્વીય કદ સૌથી મોટા હોય છે. પરમાણ્વીયક્રમાંક વધવાની સાથે પરમાણુના કદ પણ વધે છે. એક સંયોજક આયનો (M^+) તેના જનક પરમાણુઓ કરતા નાના હોય છે. સમૂહમાં ઉપરથી નીચેની તરફ જતા આલ્કલી ધાતુઓની પરમાણ્વીય અને આયનીય ત્રિજ્યા વધતી જાય છે એટલે કે Li થી Cs તરફ જતા પરમાણ્વીય કદ વધે છે.

10.1.3 આયનીકરણ એન્થાલ્પી (Ionization Enthalpy)

આલ્કલી ધાતુઓની આયનીકરણ એન્થાલ્પી ઓછી હોય છે અને સમૂહમાં ઉપરથી નીચે Li થી Cs તરફ જતા આયનીકરણ એન્થાલ્પી ઘટે છે. આમ થવાનું કારણ વધતા જતા કેન્દ્રિય વીજભારની સરખામણીમાં વધતા જતા પરમાણ્વીય કદની અસર વધારે હોય છે તથા બાહ્યતમ કક્ષામાં રહેલા ઈલેક્ટ્રૉન કેન્દ્રિય વીજભારથી પરિરક્ષિત થયેલા હોય છે.

10.1.4 જલીયકરણ એન્થાલ્પી (Hydration Enthalpy)

આલ્કલી ધાતુ આયનોની જલીયકરણ એન્થાલ્પીનું મૂલ્ય આયનીય કદ વધવાની સાથે ઘટે છે.

$Li^+ > Na^+ > K^+ > Rb^+ > Cs^+$

Li^+નો જલીયકરણ અંશ સૌથી વધારે હોય છે અને આ કારણને લીધે જ લિથિયમ ક્ષારો મુખ્યત્વે જળયુક્ત હોય છે. દા.ત., $LiCl \cdot 2H_2O$

10.1.5 ભૌતિક ગુણધર્મો (Physical Properties)

બધી જ આલ્કલી ધાતુઓ ચાંદી જેવી સફેદ, નરમ અને વજનમાં હલકી હોય છે. તેમના મોટા કદના કારણે તેમની ઘનતા ઓછી હોય છે, જે સમૂહમાં Li થી Cs તરફ જતાં વધે છે. પોટેશિયમ સોડિયમ કરતાં હલકી ધાતુ છે. તેઓના નીચાં ગલનબિંદુ અને ઉત્કલનબિંદુ દર્શાવે છે કે તેઓમાં એકલ સંયોજકતા ઈલેક્ટ્રૉન હોવાના કારણે નિર્બળ ધાત્વીય બંધ રહેલો છે. આલ્કલી ધાતુઓ અને તેના ક્ષારો ઑક્સિડાઈઝીંગ જ્યોતમાં લાક્ષણિક રંગ દર્શાવે છે. આમ થવાનું કારણ એ છે કે જ્યોતની ગરમી તેની બાહ્યતમ કક્ષામાં રહેલા ઈલેક્ટ્રૉનને ઊંચા શક્તિ સ્તર પર ઉત્તેજિત કરે છે. જ્યારે ઉત્તેજિત થયેલા ઈલેક્ટ્રૉન પાછા ધરાવસ્થામાં પરત આવે છે ત્યારે દૃશ્ય ક્ષેત્રમાં નીચે જણાવ્યા મુજબ વિકિરણ ઉત્સર્જન જોવા મળે છે.

ધાતુ	Li	Na	K	Rb	Cs
રંગ	કિરમજી લાલ	પીળો	જાંબલી	લાલ જાંબલી	વાદળી
λ/nm	670.8	589.2	766.5	780.0	455.5

તેથી આલ્કલી ધાતુઓને તેની અનુરૂપ જ્યોત કસોટીથી પારખી શકાય છે, જ્યારે તેમની સાંદ્રતાને જ્યોત પ્રકાશમિતિ (flame photometry) અથવા પરમાણ્વીય અવશોષણ વર્ણપટદર્શી (atomic absorption spectroscopy) દ્વારા નક્કી કરી શકાય છે. આ તત્ત્વો પર પ્રકાશ આપાત થાય છે ત્યારે

કોષ્ટક 10.1 આલ્કલી ધાતુઓના પરમાણ્વીય અને ભૌતિક ગુણધર્મો

ગુણધર્મો	લિથિયમ Li	સોડિયમ Na	પોટેશિયમ K	રૂબિડિયમ Rb	સિઝિયમ Cs	ફ્રાન્સિયમ Fr
પરમાણ્વીયક્રમાંક	3	11	19	37	55	87
પરમાણ્વીયદળ ($g\ mol^{-1}$)	6.94	22.99	39.10	85.47	132.91	(223)
ઇલેક્ટ્રૉનીય રચના	[He] $2s^1$	[Ne] $3s^1$	[Ar] $4s^1$	[Kr] $5s^1$	[Xe] $6s^1$	[Rn] $7s^1$
આયનીકરણ એન્થાલ્પી / $kJ\ mol^{-1}$	520	496	419	403	376	~375
જલીયકરણ એન્થાલ્પી / $kJ\ mol^{-1}$	–506	–406	–330	–310	–276	–
ધાત્વીય ત્રિજ્યા / pm	152	186	227	248	265	–
આયનીય ત્રિજ્યા M^+ / pm	76	102	138	152	167	(180)
ગ.બિં. / K	454	371	336	312	302	–
ઉ.બિં. / K	1615	1156	1032	961	944	–
ઘનતા / $g\ cm^{-3}$	0.53	0.97	0.86	1.53	1.90	–
પ્રમાણિત પોટેશિયલ (M^+ / M) માટે E^0/ V	–3.04	–2.714	–2.925	–2.930	–2.927	–
મૃદાવરણમાં પ્રાપ્તિ†	18*	2.27**	1.84**	78-12*	2-6*	~ 10^{-18} *

*ppm (parts per million), ** વજનથી ટકાવાર પ્રમાણ; † મૃદાવરણ : પૃથ્વીનું ઉપરનું સ્તર : તેનો પોપડો અને ઉપરના મેન્ટલનો ભાગ

પ્રકાશનું શોષણ થવાના કારણે પરમાણુ ઇલેક્ટ્રૉન ગુમાવે છે. આ ગુણધર્મના કારણે સિઝિયમ અને પોટેશિયમનો ઉપયોગ પ્રકાશ વિદ્યુતકોષમાં વિદ્યુતધ્રુવ તરીકે થાય છે.

10.1.6 રાસાયણિક ગુણધર્મો (Chemical Properties)

આલ્કલી ધાતુઓ તેમના મોટા કદ અને નીચી આયનીકરણ એન્થાલ્પીના કારણે ખૂબ જ પ્રતિક્રિયાત્મક છે. આ ધાતુઓની પ્રતિક્રિયાત્મકતા સમૂહમાં નીચે તરફ જતાં વધતી જાય છે.

(i) **હવા પ્રત્યે પ્રતિક્રિયાત્મકતા :** આલ્કલી ધાતુઓ શુષ્ક હવામાં ઝાંખી પડે છે. કારણ કે તેમના ઑક્સાઇડ બને છે, જે ભેજ સાથે પ્રક્રિયા કરી હાઇડ્રૉક્સાઇડ બનાવે છે. તેઓ હવામાં જલદ રીતે સળગે છે અને ઑક્સાઇડ બનાવે છે. લિથિયમ મોનૉક્સાઇડ બનાવે છે, સોડિયમ પેરૉક્સાઇડ બનાવે છે, અન્ય ધાતુઓ સુપરઑક્સાઇડ બનાવે છે. સુપરઑક્સાઇડ (O_2^-) આયન K, Rb, Cs જેવા મોટા ધનાયનની હાજરીમાં જ સ્થાયી હોય છે.

$4\ Li + O_2 \rightarrow 2\ Li_2O$ (ઑક્સાઇડ)

$2\ Na + O_2 \rightarrow Na_2O_2$ (પેરૉક્સાઇડ)

$M + O_2 \rightarrow MO_2$ (સુપરઑક્સાઇડ)

(M = K, Rb, Cs)

આ બધા જ ઑક્સાઇડમાં આલ્કલી ધાતુની ઑક્સિડેશન અવસ્થા +1 છે. લિથિયમ હવામાંના નાઇટ્રોજન સાથે સીધી જ પ્રક્રિયા કરી અપવાદરૂપ વર્તણૂક દર્શાવી લિથિયમ નાઇટ્રાઇડ (Li_3N) બનાવે છે. આલ્કલી ધાતુઓને તેમની પાણી અને હવા પ્રત્યેની ઊંચી પ્રતિક્રિયાત્મકતાને લીધે કેરોસીનમાં રાખવામાં આવે છે.

કોયડો 10.1

KO_2માં Kની ઑક્સિડેશન અવસ્થા શું છે ?

ઉકેલ :

સુપરઑક્સાઇડ સ્પીસિઝને O_2^- તરીકે દર્શાવવામાં આવે છે. જો કે સંયોજન તટસ્થ છે તેથી પોટેશિયમની ઑક્સિડેશન અવસ્થા +1 છે.

(ii) પાણી પ્રત્યે પ્રતિક્રિયાત્મકતા : આલ્કલી ધાતુઓ પાણી સાથે પ્રક્રિયા કરી હાઇડ્રૉક્સાઇડ અને ડાયહાઇડ્રોજન બનાવે છે.

$$2M + 2H_2O \rightarrow 2M^+ + 2OH^- + H_2$$

(M = આલ્કલી ધાતુ)

અત્રે એ નોંધવું જરૂરી છે કે આલ્કલી ધાતુઓમાં લિથિયમના $E^\ominus$નું મૂલ્ય સૌથી વધુ ઋણ (કોષ્ટક 10.1) હોય છે. જ્યારે સોડિયમના $E^\ominus$નું મૂલ્ય સૌથી ઓછું ઋણ હોય છે. તેમ છતાં લિથિયમ સોડિયમ કરતાં ઓછી ઉગ્ર રીતે પાણી સાથે પ્રક્રિયા કરે છે. લિથિયમની આ વર્તણૂક તેના નાના કદ અને ઊંચી જલીયકરણ એન્થાલ્પીના કારણે ગણવામાં આવે છે. સમૂહની અન્ય ધાતુઓ પાણી સાથે સ્ફોટક રીતે પ્રક્રિયા કરે છે.

આ ઉપરાંત તેઓ પ્રોટોનદાતા જેવા કે આલ્કોહોલ, વાયુમય એમોનિયા અને આલ્કાઇન સાથે પ્રક્રિયા કરે છે.

(iii) ડાયહાઇડ્રોજન પ્રત્યે પ્રતિક્રિયાત્મકતા : લગભગ 673 K (લિથિયમ માટે 1073 K) તાપમાને ડાયહાઇડ્રોજન આલ્કલી ધાતુઓ સાથે પ્રક્રિયા કરી હાઇડ્રાઇડ બનાવે છે. બધી આલ્કલી ધાતુઓના હાઇડ્રાઇડ ઘન અને આયનીય હોય છે, જેના ઉત્કલનબિંદુ ઊંચા હોય છે.

$$2M + H_2 \rightarrow 2M^+H^-$$

(iv) હેલોજન પ્રત્યે પ્રતિક્રિયાત્મકતા : આલ્કલી ધાતુઓ હેલોજન સાથે ઝડપી ઉગ્ર પ્રક્રિયા કરી આયનીય હેલાઈડ M^+X^- બનાવે છે. જો કે લિથિયમના હેલાઈડ સંયોજનો અંશતઃ સહસંયોજક છે. આનું કારણ લિથિયમની ઊંચી ધ્રુવીભવન ક્ષમતા છે (ઋણાયનના ઇલેક્ટ્રૉન વાદળનું ધનાયન દ્વારા વિકૃત થવાની ક્રિયાને ધ્રુવીભવન કહે છે). Li^+ આયનનું કદ ઘણું નાનું હોય છે, તેથી Li^+ હેલાઈડ ઋણાયનની આસપાસ છવાયેલા ઇલેક્ટ્રૉન વાદળમાં વિકૃતિ લાવવા માટે વધુ ક્ષમતા ધરાવે છે. તેથી લિથિયમ આયોડાઇડ સૌથી વધુ સહસંયોજક પ્રકૃતિ દર્શાવે છે.

(v) રિડક્શનકર્તા પ્રકૃતિ : આલ્કલી ધાતુઓ પ્રબળ રિડક્શનકર્તા છે. લિથિયમ સૌથી વધુ અને સોડિયમ સૌથી ઓછી શક્તિશાળી રિડક્શનકર્તા છે (કોષ્ટક 10.1). પ્રમાણિત વિદ્યુતધ્રુવ પોટેન્શિયલ રિડક્શનકર્તા તરીકેની શક્તિનું માપન કરે છે. જે એકંદર ફેરફારને દર્શાવે છે.

$M(s) \rightarrow M(g)$ ઉર્ધ્વપાતન એન્થાલ્પી

$M(g) \rightarrow M^+(g) + e^-$ આયનીકરણ એન્થાલ્પી

$M^+(g) + H_2O \rightarrow M^+(aq)$ જલીયકરણ એન્થાલ્પી

લિથિયમ આયનનું કદ નાનું હોવાના કારણે તેની જલીયકરણ એન્થાલ્પીનું મૂલ્ય સૌથી વધુ હોય છે. જે તેનું $E^\ominus$નું મૂલ્ય વધુ ઋણ હોવાને અને તે વધુ શક્તિશાળી રિડક્શનકર્તા હોવાને અનુમોદન આપે છે.

કોયડો 10.2

Cl_2/Cl^- માટે $E^\ominus$નું મૂલ્ય +1.36, I_2/I^- માટે +0.53, Ag^+/Ag માટે +0.79, Na^+/Na માટે –2.71 અને Li^+/Li માટે –3.04 છે. નીચે દર્શાવેલી આયનીય સ્પીસિઝને રિડક્શનકર્તા તરીકેની પ્રબળતાના ઉતરતા ક્રમમાં ગોઠવો : I^-, Ag, Cl^-, Li, Na

ઉકેલ :

આ ક્રમ : $Li > Na > I^- > Ag > Cl^-$

(vi) પ્રવાહી એમોનિયામાં દ્રાવણ : આલ્કલી ધાતુઓ પ્રવાહી એમોનિયામાં ઓગળે છે અને ઘેરા વાદળી રંગનું દ્રાવણ બનાવે છે, જે સ્વભાવે વિદ્યુતવાહક છે.

$$M + (x + y)NH_3 \rightarrow [M(NH_3)_x]^+ + [e(NH_3)_y]^-$$

દ્રાવણનો વાદળી રંગ એમોનિયામય ઇલેક્ટ્રૉનને લીધે છે, જે પ્રકાશના દૃશ્ય વિસ્તારમાં શક્તિ શોષે છે અને દ્રાવણને વાદળી રંગ આપે છે. આ દ્રાવણો અનુચુંબકીય છે અને તેમને મૂકી રાખતા ધીમે ધીમે ડાયહાઇડ્રોજન વાયુ મુક્ત કરે છે અને એમાઇડ બનાવે છે.

$$M^+_{(am)} + e^- + NH_3(l) \rightarrow MNH_{2(am)} + \frac{1}{2}H_2(g)$$

(જ્યાં 'am' એમોનિયામાં દ્રાવણ સૂચવે છે.) સાંદ્ર દ્રાવણોમાં વાદળી રંગ કાળા-ભૂરા(Bronze)રંગમાં ફેરવાય છે અને પ્રતિચુંબકીય બને છે.

10.1.7 ઉપયોગો (Uses)

લિથિયમનો ઉપયોગ અગત્યની મિશ્ર ધાતુઓ બનાવવામાં થાય છે. દા.ત., લેડની સાથે તે 'સફેદ ધાતુ' (white metal) બનાવે છે જેનાથી એન્જિનની બેરીંગ બનાવવામાં આવે છે. એલ્યુમિનિયમ સાથે જે મિશ્ર ધાતુ બનાવે છે તેનો ઉપયોગ વિમાનના ભાગો બનાવવામાં થાય છે. મૅગ્નેશિયમ સાથે જે મિશ્ર ધાતુ બનાવે છે તેનો ઉપયોગ કવચ પ્લેટ (armour plates) બનાવવામાં થાય છે. આ પ્લેટનો ઉપયોગ થર્મોન્યુક્લિયર પ્રક્રિયાઓમાં થાય છે. લિથિયમનો ઉપયોગ વિદ્યુતરાસાયણિક કોષ બનાવવામાં પણ થાય છે. સોડિયમ ધાતુનો ઉપયોગ Na/Pb મિશ્ર ધાતુ બનાવવામાં થાય છે. જે $PbEt_4$ અને $PbMe_4$ બનાવવામાં જરૂરી છે. આ કાર્બલેડ (organolead) સંયોજનોને અગાઉ પેટ્રોલમાં અપસ્ફોટરોધી (anti knock) તરીકે ઉપયોગમાં લેવાતાં હતાં, પરંતુ હાલમાં વાહનોમાં લેડમુક્ત પેટ્રોલ વપરાય છે. પ્રવાહી સોડિયમનો ઉપયોગ ઝડપી પ્રજનક પરમાણુ ભઠ્ઠીમાં (fast breeder nuclear reactor)

શીતક તરીકે થાય છે. પોટેશિયમ જૈવિક ક્રિયાઓમાં મહત્ત્વની ભૂમિકા ભજવે છે. પોટેશિયમ ક્લોરાઇડ ખાતર તરીકે ઉપયોગી છે. પોટેશિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ નરમ સાબુના ઉત્પાદનમાં અને કાર્બન ડાયૉક્સાઇડના અવશોષકના રૂપમાં ઉપયોગી છે. સિઝિયમનો ઉપયોગ પ્રકાશવિદ્યુત કોષમાં થાય છે.

10.2 આલ્કલી ધાતુઓના સંયોજનોની સામાન્ય લાક્ષણિકતાઓ (General Characteristics of the Compounds of the Alkali Metals)

આલ્કલી ધાતુઓના બધા સામાન્ય સંયોજનો આયનીય પ્રકૃતિ ધરાવે છે. તેઓના કેટલાક સંયોજનોની સામાન્ય લાક્ષણિકતાઓની ચર્ચા અહીં કરવામાં આવી છે.

10.2.1 ઑક્સાઇડ અને હાઇડ્રૉક્સાઇડ સંયોજનો (Oxides and Hydroxides)

વધુ હવાની હાજરીમાં દહન કરતા લિથિયમ મુખ્યત્વે ઑક્સાઇડ Li_2O (તથા કેટલોક પેરૉક્સાઇડ Li_2O_2), સોડિયમ પેરૉક્સાઇડ Na_2O_2 (અને કેટલોક સુપરઑક્સાઇડ NaO_2) જ્યારે પોટેશિયમ, રૂબિડિયમ અને સિઝિયમ સુપરઑક્સાઇડ MO_2 બનાવે છે. યોગ્ય પરિસ્થિતિમાં શુદ્ધ સંયોજનો M_2O, M_2O_2 અને MO_2 બનાવી શકાય છે. ધાતુ આયનોના કદ વધવાની સાથે સાથે પેરૉક્સાઇડ અને સુપરઑક્સાઇડના સ્થાયીત્વમાં પણ વધારો થાય છે. તેનું કારણ લેટિસ ઊર્જા અસર દ્વારા મોટા ઋણ આયનોને મોટા ધનાયનો દ્વારા સ્થાયીતા આપવાનું છે. આ ઑક્સાઇડનું પાણી વડે સરળતાથી જળવિભાજન થઈ હાઇડ્રૉક્સાઇડ બને છે જેની પ્રક્રિયાઓ નીચે દર્શાવી છે :

$$M_2O + H_2O \rightarrow 2M^+ + 2OH^-$$

$$M_2O_2 + 2H_2O \rightarrow 2M^+ + 2OH^- + H_2O_2$$

$$2MO_2 + 2H_2O \rightarrow 2M^+ + 2OH^- + H_2O_2 + O_2$$

શુદ્ધ અવસ્થામાં ઑક્સાઇડ અને પેરૉક્સાઇડ સંયોજનો રંગવિહીન હોય છે, પણ સુપરઑક્સાઇડ સંયોજનો પીળા અથવા નારંગી રંગના હોય છે. સુપરઑક્સાઇડ સંયોજનો અનુચુંબકીય પણ હોય છે. અકાર્બનિક રસાયણવિજ્ઞાનમાં સોડિયમ પેરૉક્સાઇડનો ઑક્સિડેશનકર્તા તરીકે બહોળા પ્રમાણમાં ઉપયોગ થાય છે.

કોયડો 10.3

KO_2 શા માટે અનુચુંબકીય છે ?

ઉકેલ :

સુપરઑક્સાઇડ O_2^- અનુચુંબકીય છે. કારણ કે π^*2p આણ્વીયકક્ષકમાં એક અયુગ્મિત ઇલેક્ટ્રૉન રહેલો હોય છે.

ઑક્સાઇડ સંયોજનોની પાણી સાથેની પ્રક્રિયાથી મળતા હાઇડ્રૉક્સાઇડ સંયોજનો બધા બેઈઝમાં સૌથી વધુ પ્રબળ હોય છે અને તેઓ પાણીમાં સરળતાથી દ્રાવ્ય થઈ ખૂબ જ ગરમી ઉત્પન્ન કરે છે. આમ થવાનું કારણ તીવ્ર જલીયકરણ છે.

10.2.2 હેલાઈડ સંયોજનો (Halides)

બધા જ આલ્કલી ધાતુ હેલાઈડ સંયોજનો MX (X = F, Cl, Br, I) ઊંચા ગલનબિંદુવાળા રંગવિહીન ઘન સ્ફટિક છે. આ સંયોજનોને યોગ્ય ઑક્સાઇડ, હાઇડ્રૉક્સાઇડ અથવા કાર્બોનેટની જલીય હાઇડ્રોહેલિક ઍસિડ સાથે પ્રક્રિયા કરીને બનાવી શકાય છે. આ બધા હેલાઈડ વધુ ઋણ સર્જન એન્થાલ્પી ધરાવે છે. આલ્કલી ધાતુના ફ્લોરાઇડના $\Delta_f H^\ominus$નું મૂલ્ય સમૂહમાં ઉપરથી નીચે તરફ જતાં ઓછું ઋણ થતું જાય છે, જ્યારે આલ્કલી ધાતુઓના ક્લોરાઇડ, બ્રોમાઇડ અને આયોડાઇડ સંયોજનો માટે $\Delta_f H^\ominus$નું મૂલ્ય તેનાથી બરાબર ઊલટું જોવા મળે છે. કોઈ પણ ધાતુ માટે $\Delta_f H^\ominus$નું મૂલ્ય ફ્લોરાઇડથી આયોડાઇડ તરફ હંમેશાં ઓછું ઋણ થતું જાય છે.

ગલનબિંદુ અને ઉત્કલનબિંદુનો ક્રમ હંમેશાં ફ્લોરાઇડ > ક્લોરાઇડ > બ્રોમાઇડ > આયોડાઇડ મુજબનો હોય છે. આ બધા હેલાઈડ સંયોજનો પાણીમાં દ્રાવ્ય હોય છે. LiFની પાણીમાં ઓછી દ્રાવ્યતા તેની વધુ લેટિસ એન્થાલ્પીના કારણે હોય છે તથા CsIની પાણીમાં ઓછી દ્રાવ્યતા તેના બે આયનોની ઓછી જલીયકરણ એન્થાલ્પીના કારણે હોય છે. લિથિયમના અન્ય હેલાઈડ સંયોજનો ઈથેનોલ, એસિટોન અને ઈથાઈલ એસિટેટમાં દ્રાવ્ય હોય છે. LiCl પીરીડીનમાં પણ દ્રાવ્ય છે.

10.2.3 ઑક્સો-ઍસિડના ક્ષારો (Salts of Oxo-acids)

ઑક્સો-ઍસિડ એવા સંયોજનો છે, જેમાં જે પરમાણુ પર ઍસિડિક પ્રોટોનવાળો હાઇડ્રૉક્સિલ સમૂહ હોય છે તે જ પરમાણુ સાથે ઑક્સો-સમૂહ જોડાયેલો હોય છે. દા.ત., કાર્બોનિક ઍસિડ $H_2CO_3[OC(OH)_2]$, સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ $H_2SO_4(O_2S(OH)_2)$. આલ્કલી ધાતુઓ બધા ઑક્સો-ઍસિડ સાથે ક્ષાર બનાવે છે. તેઓ સામાન્ય રીતે પાણીમાં દ્રાવ્ય અને ઉષ્મીય રીતે સ્થાયી હોય છે. તેઓના કાર્બોનેટ (M_2CO_3) અને મોટા ભાગના કિસ્સામાં હાઇડ્રોજન કાર્બોનેટ ($MHCO_3$) પણ ઉષ્મીય રીતે વધુ સ્થાયી હોય છે. જેમ વિદ્યુતધન લાક્ષણિકતા સમૂહમાં નીચે તરફ જતા વધે છે તેમ કાર્બોનેટ અને હાઇડ્રોજન કાર્બોનેટની સ્થાયીતા વધે છે. લિથિયમ કાર્બોનેટ ઉષ્માની હાજરીમાં વધુ સ્થાયી નથી હોતો. લિથિયમનું કદ નાનું હોવાના કારણે તે મોટા ઋણ આયનો CO_3^{2-}ને ધ્રુવિત કરીને વધારે સ્થાયી Li_2O અને CO_2 બનાવે છે. તેના હાઇડ્રોજન કાર્બોનેટનું અસ્તિત્વ ઘન અવસ્થામાં નથી હોતું.

10.3 લિથિયમના અનિયમિત (વિસંગત) ગુણધર્મો (Anomalous Properties of Lithium)

લિથિયમ નીચેના કારણોસર અનિયમિત વર્તણૂક દર્શાવે છે : (i) અપવાદ તરીકે લિથિયમ પરમાણુ અને તેના આયનનું નાનું કદ (ii) ઊંચી ધ્રુવીભવન શક્તિ (એટલે વીજભાર/ત્રિજ્યા ગુણોત્તર). પરિણામે લિથિયમ સંયોજનોની સહસંયોજક લાક્ષણિકતામાં વધારો થાય છે, જે તેઓની કાર્બનિક દ્રાવકમાં દ્રાવ્યતા માટે જવાબદાર હોય છે. વધુમાં લિથિયમ મૅગ્નેશિયમ સાથે વિકર્ણ સંબંધ દર્શાવે છે, જેની ચર્ચા આગળ ઉપર કરીશું.

10.3.1 લિથિયમ અને અન્ય આલ્કલી ધાતુઓ વચ્ચેના તફાવતના મુદ્દાઓ (Points of Difference Between Lithium and Other Alkali Metals)

(i) લિથિયમ ઘણું સખત છે. તેના ગલનબિંદુ અને ઉત્કલનબિંદુ અન્ય આલ્કલી ધાતુઓ કરતાં ઊંચા છે.

(ii) લિથિયમ આલ્કલી ધાતુઓમાં સૌથી ઓછું પ્રતિક્રિયાત્મક છે, પરંતુ સૌથી પ્રબળ રિડક્શનકર્તા છે. હવામાં દહન કરતાં તે મુખ્યત્વે મોનૉક્સાઇડ Li_2O અને નાઇટ્રાઇડ Li_3N બનાવે છે, જે અન્ય આલ્કલી ધાતુઓમાં બનતું નથી.

(iii) LiCl જળશોષક છે અને જળયુક્ત ($LiCl \cdot 2H_2O$) તરીકે સ્ફટિકીકરણ પામે છે. જ્યારે અન્ય આલ્કલી ધાતુ ક્લોરાઇડ જળયુક્ત સંયોજનો બનાવતા નથી.

(iv) લિથિયમ હાઇડ્રોજન કાર્બોનેટ ઘન સ્વરૂપે મળતો નથી, જ્યારે અન્ય બધા જ તત્ત્વો ઘન હાઇડ્રોજન કાર્બોનેટ બનાવે છે.

(v) લિથિયમ અન્ય આલ્કલી ધાતુઓથી વિપરિત ઇથાઇન સાથેની પ્રક્રિયાથી ઇથાઇનાઇડ બનાવતો નથી.

(vi) લિથિયમ નાઇટ્રેટને ગરમ કરવાથી લિથિયમ ઑક્સાઇડ (Li_2O) બને છે, જ્યારે અન્ય આલ્કલી ધાતુઓના નાઇટ્રેટ તેમના અનુવર્તી નાઇટ્રાઇટમાં વિઘટન પામે છે.

$$4LiNO_3 \rightarrow 2Li_2O + 4NO_2 + O_2$$

$$2NaNO_3 \rightarrow 2NaNO_2 + O_2$$

(vii) LiF અને Li_2O અન્ય આલ્કલી ધાતુઓના અનુવર્તી સંયોજનો કરતાં પાણીમાં ઘણા ઓછા દ્રાવ્ય છે.

10.3.2 લિથિયમ અને મૅગ્નેશિયમ વચ્ચેની સામ્યતાના મુદ્દાઓ (Points of Similarities Between Lithium and Magnesium)

લિથિયમ અને મૅગ્નેશિયમ વચ્ચેની સામ્યતા ખાસ કરીને આશ્ચર્યજનક છે અને તે ઉદ્ભવવાનું કારણ તેઓના સરખાં કદ છે. પરમાણ્વીય ત્રિજ્યા Li = 152 pm, Mg = 160 pm; આયનીય ત્રિજ્યા Li^+ = 76 pm, Mg^{2+} = 72 pm. સામ્યતાના મુખ્ય મુદ્દાઓ નીચે પ્રમાણે છે :

(i) લિથિયમ અને મૅગ્નેશિયમ તેઓના અનુવર્તી સમૂહોના અન્ય તત્ત્વો કરતાં વધારે સખત અને હલકાં છે.

(ii) લિથિયમ અને મૅગ્નેશિયમ પાણી સાથે ધીમેથી પ્રક્રિયા કરે છે. તેના ઑક્સાઇડ અને હાઇડ્રૉક્સાઇડ પાણીમાં ઘણા ઓછા દ્રાવ્ય છે. તેમના હાઇડ્રૉક્સાઇડને ગરમ કરતાં વિઘટન પામે છે. લિથિયમ અને મૅગ્નેશિયમ બંને નાઇટ્રોજન સાથે સીધા સંયોજાઈ નાઇટ્રાઇડ (Li_3N અને Mg_3N_2) આપે છે.

(iii) ઑક્સાઇડ Li_2O અને MgO વધુ ઑક્સિજન સાથે સંયોજાઈ કોઈ સુપરઑક્સાઇડ આપતા નથી.

(iv) લિથિયમ અને મૅગ્નેશિયમના કાર્બોનેટને ગરમ કરતાં સહેલાઈથી વિઘટન પામે છે અને ઑક્સાઇડ તથા કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ આપે છે. લિથિયમ અને મૅગ્નેશિયમ દ્વારા ઘન હાઇડ્રોજન કાર્બોનેટ બનતા નથી.

(v) LiCl અને $MgCl_2$ બંને ઇથેનોલમાં દ્રાવ્ય છે.

(vi) LiCl અને $MgCl_2$ બંને ભેજગ્રાહી છે અને જલીય દ્રાવણમાંથી $LiCl \cdot 2H_2O$ તથા $MgCl_2 \cdot 8H_2O$ તરીકે સ્ફટિકીકરણ પામે છે.

10.4 સોડિયમના કેટલાક અગત્યના સંયોજનો (Some Important Compounds of Sodium)

ઔદ્યોગિક રીતે ઉપયોગી સોડિયમના સંયોજનોમાં સોડિયમ કાર્બોનેટ, સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ, સોડિયમ ક્લોરાઇડ અને સોડિયમ બાયકાર્બોનેટનો સમાવેશ થાય છે. આ સંયોજનોનું મોટા પાયે ઉત્પાદન અને તેઓના ઉપયોગો નીચે વર્ણવ્યા છે :

સોડિયમ કાર્બોનેટ (વૉશિંગ સોડા) $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$:

સામાન્ય રીતે સોડિયમ કાર્બોનેટને સૉલ્વે પદ્ધતિથી બનાવવામાં આવે છે. આ પ્રક્રિયામાં સોડિયમ હાઇડ્રોજન કાર્બોનેટની ઓછી દ્રાવ્યતાનો લાભ લેવામાં આવે છે. જેથી તે સોડિયમ ક્લોરાઇડની એમોનિયમ હાઇડ્રોજન કાર્બોનેટ સાથેની પ્રક્રિયાથી અવક્ષેપન પામે છે. એમોનિયા વડે સંતૃપ્ત કરવામાં આવેલા સોડિયમ ક્લોરાઇડના સાંદ્ર દ્રાવણમાંથી CO_2 વાયુ પસાર કરવાથી એમોનિયમ કાર્બોનેટ અને ત્યારબાદ એમોનિયમ હાઇડ્રોજન કાર્બોનેટ બને છે. આ સંપૂર્ણ પ્રક્રિયાને સમીકરણ સ્વરૂપે નીચે મુજબ લખી શકાય છે :

$$2NH_3 + H_2O + CO_2 \rightarrow (NH_4)_2CO_3$$

$$(NH_4)_2CO_3 + H_2O + CO_2 \rightarrow 2NH_4HCO_3$$

$$NH_4HCO_3 + NaCl \rightarrow NH_4Cl + NaHCO_3$$

સોડિયમ હાઇડ્રોજન કાર્બોનેટ સ્ફટિકને અલગ કરવામાં આવે છે, તેને ગરમ કરવાથી સોડિયમ કાર્બોનેટ બને છે.

$$2NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O$$

આ પ્રક્રિયામાં NH_4Cl ધરાવતા દ્રાવણમાં $Ca(OH)_2$ ઉમેરતાં NH_3 ને પુનઃપ્રાપ્ત કરી શકાય છે. કૅલ્શિયમ ક્લોરાઇડ ઉપનીપજ તરીકે મળે છે.

$$2NH_4Cl + Ca(OH)_2 \rightarrow 2NH_3 + CaCl_2 + H_2O$$

અત્રે એ નોંધવું જરૂરી છે કે સૉલ્વે પ્રક્રિયા પોટેશિયમ કાર્બોનેટના ઉત્પાદન માટે વાપરી શકાય નહિ. કારણ કે પોટેશિયમ હાઇડ્રોજન કાર્બોનેટ એટલો બધો દ્રાવ્ય છે કે પોટેશિયમ ક્લોરાઇડના સંતૃપ્ત દ્રાવણમાં એમોનિયમ હાઇડ્રોજન કાર્બોનેટ ઉમેરવા છતાં પણ તે અવક્ષેપન પામતો નથી.

ગુણધર્મો : સોડિયમ કાર્બોનેટ સફેદ સ્ફટિકમય ઘન પદાર્થ છે. જે ડેકાહાઇડ્રેટ ($Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$) તરીકે અસ્તિત્વ ધરાવે છે. તેને ધોવાના સોડા તરીકે પણ ઓળખવામાં આવે છે. તે પાણીમાં સરળતાથી દ્રાવ્ય થાય છે. આ સંયોજનને ગરમ કરતાં ડેકાહાઇડ્રેટમાંથી સ્ફટિકજળ ગુમાવે છે અને મોનોહાઇડ્રેટ બનાવે છે. 373 Kથી ઊંચા તાપમાને મોનોહાઇડ્રેટ સંપૂર્ણપણે નિર્જલીય બને છે અને સફેદ પાઉડરમાં ફેરવાય છે, જેને સોડાએશ કહે છે.

$$Na_2CO_3 \cdot 10H_2O \xrightarrow{375\,K} Na_2CO_3 \cdot H_2O + 9H_2O$$

$$Na_2CO_3 \cdot H_2O \xrightarrow{>373\,K} Na_2CO_3 + H_2O$$

સોડિયમ કાર્બોનેટનો કાર્બોનેટ ભાગ પાણી વડે જળ-વિભાજન પામી દ્રાવણને આલ્કલાઇન બનાવે છે.

$$CO_3^{2-} + H_2O \rightarrow HCO_3^- + OH^-$$

ઉપયોગો :

(i) તે કઠિન પાણીને નરમ બનાવવામાં, ધોબી કામમાં અને સ્વચ્છીકરણમાં ઉપયોગી છે.

(ii) તે કાચ, સાબુ, બોરેક્ષ અને કોસ્ટિક સોડા જેવા સંયોજનોના ઉત્પાદનમાં ઉપયોગી છે.

(iii) તે કાગળ, રંગ અને કાપડ ઉદ્યોગોમાં ઉપયોગી છે.

(iv) તે પ્રયોગશાળાના અગત્યના પ્રક્રિયક તરીકે જથ્થાત્મક અને ગુણાત્મક પૃથક્કરણમાં ઉપયોગી છે.

સોડિયમ ક્લોરાઇડ (NaCl)

સોડિયમ ક્લોરાઇડનો મુખ્ય સ્રોત સમુદ્રનું પાણી છે, જેમાં તેના દળના લગભગ 2.7થી 2.9 ટકા ક્ષાર હોય છે. આપણા દેશ જેવા દેશોમાં સમુદ્રજળના બાષ્પીભવનથી મીઠું પ્રાપ્ત કરવામાં આવે છે. આપણા દેશમાં દર વર્ષે સૂર્ય દ્વારા બાષ્પીભવનથી લગભગ 50 લાખ ટન મીઠાનું ઉત્પાદન કરવામાં આવે છે. અશુદ્ધ (crude) સોડિયમ ક્લોરાઇડને સામાન્ય રીતે ક્ષારીય દ્રાવણમાંથી સ્ફટિકીકરણ દ્વારા મેળવાય છે. આ અશુદ્ધ સોડિયમ ક્લોરાઇડમાં સોડિયમ સલ્ફેટ, કૅલ્શિયમ સલ્ફેટ, કૅલ્શિયમ ક્લોરાઇડ અને મૅગ્નેશિયમ ક્લોરાઇડ જેવા સંયોજનો અશુદ્ધિ તરીકે હોય છે. કૅલ્શિયમ ક્લોરાઇડ અને મૅગ્નેશિયમ ક્લોરાઇડની અશુદ્ધિનું કારણ તેઓનો ભેજશોષક સ્વભાવ છે (વાતાવરણમાંથી ભેજને સહેલાઈથી શોષે છે). શુદ્ધ સોડિયમ ક્લોરાઇડ પ્રાપ્ત કરવા માટે અશુદ્ધ ક્ષારને પાણીની થોડી માત્રામાં ઓગાળવામાં આવે છે અને અદ્રાવ્ય અશુદ્ધિઓને ગાળણ ક્રિયાથી દૂર કરવામાં આવે છે. આ દ્રાવણને હાઇડ્રોજન ક્લોરાઇડ વાયુ વડે સંતૃપ્ત કરવામાં આવે છે જેથી શુદ્ધ સોડિયમ ક્લોરાઇડના સ્ફટિકને અલગ તારવી શકાય છે, જ્યારે કૅલ્શિયમ ક્લોરાઇડ અને મૅગ્નેશિયમ ક્લોરાઇડ પાણીમાં વધુ દ્રાવ્ય હોવાના કારણે દ્રાવણમાં જ રહે છે.

સોડિયમ ક્લોરાઇડ 1081 K તાપમાને પીગળે છે. તેની દ્રાવ્યતા 273 K તાપમાને 100 g પાણીમાં 36 g છે. તાપમાન વધવાની સાથે તેની દ્રાવ્યતામાં વિશેષ વધારો જોવા મળતો નથી.

ઉપયોગો :

(i) તે ઘરેલુ વપરાશમાં સામાન્ય મીઠા તરીકે ઉપયોગી છે.

(ii) તે Na_2O_2, NaOH અને Na_2CO_3ની બનાવટમાં ઉપયોગી છે.

સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ (કોસ્ટિક સોડા) (NaOH)

સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડનું ઔદ્યોગિક ઉત્પાદન સામાન્ય રીતે કાસ્ટનર કેલનર (Castner-Kellner) કોષમાં સોડિયમ ક્લોરાઇડના વિદ્યુતવિભાજન દ્વારા કરવામાં આવે છે. ક્ષારીય દ્રાવણનું મરક્યુરી કૅથોડ અને કાર્બન ઍનોડ વાપરીને વિદ્યુત-વિભાજન કરવામાં આવે છે. કૅથોડ પર મુક્ત થતી સોડિયમ ધાતુ મરક્યુરી સાથે જોડાઈને સોડિયમ સંરસ (amalgam) બનાવે છે અને ઍનોડ પર ક્લોરિન વાયુ ઉત્પન્ન થાય છે.

કૅથોડ : $Na^+ + e^- \xrightarrow{Hg}$ Na-સંરસ

ઍનોડ : $Cl^- \rightarrow \frac{1}{2}Cl_2 + e^-$

આ સંરસની પાણી સાથે પ્રક્રિયા કરવાથી સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ અને ડાયહાઇડ્રોજન વાયુ ઉત્પન્ન થાય છે.

$$2Na - \text{સંરસ} + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + 2Hg + H_2$$

સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ સફેદ પારભાષક (translucent) ઘન પદાર્થ છે. તે 591 K તાપમાને પીગળે છે. તે પાણી સાથે પ્રક્રિયા કરી તેમાં ઓગળે છે અને પ્રબળ આલ્કલાઇન દ્રાવણ બનાવે છે. સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડના સ્ફટિકો ભેજશોષક છે. તેના દ્રાવણની સપાટી પર રહેલો સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ વાતાવરણમાંના CO_2 સાથે પ્રક્રિયા કરીને Na_2CO_3 બનાવે છે.

ઉપયોગો : સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડનો ઉપયોગ : (i) સાબુ, કાગળ, કૃત્રિમ રેશમ અને અસંખ્ય રસાયણો બનાવવામાં થાય છે. (ii) પેટ્રોલિયમના શુધ્ધીકરણમાં થાય છે. (iii) બૉક્સાઇટના શુધ્ધીકરણમાં થાય છે. (iv) કાપડ ઉદ્યોગમાં સુતરાઉ કાપડને સુંવાળુ બનાવવામાં થાય છે. (v) શુદ્ધ ચરબી અને તેલ બનાવવા માટે થાય છે. (vi) પ્રયોગશાળામાં પ્રક્રિયક તરીકે થાય છે.

સોડિયમ હાઇડ્રોજન કાર્બોનેટ (બેકિંગ સોડા) $NaHCO_3$

સોડિયમ હાઇડ્રોજન કાર્બોનેટ બેકિંગ સોડા તરીકે ઓળખાય છે. કારણ કે તેને ગરમ કરતાં તે વિઘટન પામે છે અને મુક્ત થતા કાર્બન ડાયૉક્સાઇડના પરપોટા ઉત્પન્ન કરે છે (જેને લીધે કેક અથવા પૅસ્ટ્રી જેવા ખાદ્ય પદાર્થોમાં છિદ્રો રચાય છે. તેથી તે હલકા અને પોચા બને છે.)

સોડિયમ હાઇડ્રોજન કાર્બોનેટ બનાવવા માટે સોડિયમ કાર્બોનેટના દ્રાવણને કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ વડે સંતૃપ્ત કરવામાં આવે છે. પાણીમાં ઓછા દ્રાવ્ય સોડિયમ હાઇડ્રોજન કાર્બોનેટના સફેદ સ્ફટિકોને અલગ તારવવામાં આવે છે.

$$Na_2CO_3 + H_2O + CO_2 \rightarrow 2NaHCO_3$$

સોડિયમ હાઇડ્રોજન કાર્બોનેટ ચામડીના રોગોના ચેપ માટે મંદ ચેપનાશક છે. તેનો ઉપયોગ અગ્નિશામકમાં થાય છે.

10.5 સોડિયમ અને પોટેશિયમની જૈવિક અગત્ય (Biological Importance of Sodium and Potassium)

70 kg વજન ધરાવતી કોઈ સામાન્ય વ્યક્તિ 90 g Na અને 170 g K ધરાવે છે. જેની સરખામણીમાં 5 g Fe અને 0.06 g Cu ધરાવે છે.

સોડિયમ આયન પ્રાથમિક રીતે રુધિર પ્લાઝ્મામાં રહેલા કોષની બહારની બાજુએ અને આંતરાલીય પ્રવાહી જે કોષની આજુબાજુ હોય છે તેમાં રહેલા હોય છે. આ આયનો જ્ઞાનતંતુ સંદેશાવહન માટે, કોષ પડદાની વચ્ચે પાણીના વહેણના નિયમન માટે, કોષમાં શર્કરા તથા એમિનો ઍસિડના વહન માટે ભાગ ભજવે છે. સોડિયમ અને પોટેશિયમ આયન રાસાયણિક દૃષ્ટિએ ઘણી જ સામ્યતા ધરાવતા જણાય છે. પરંતુ કોષપટલમાંથી પસાર થવું, તેમની વહન ક્રિયાવિધિ અને તેમની ઉત્સેચકને સક્રિયકૃત કરવાની ક્ષમતામાં તેઓ જથ્થાત્મક રીતે અલગ પડે છે. આમ, પોટેશિયમ આયનો કોષ દ્રવમાં વિપુલ પ્રમાણમાં રહેલા ધનાયન છે જ્યાં તેઓ ઉત્સેચકને સક્રિયકૃત કરે છે અને ગ્લુકોઝના ઑક્સિડેશનથી ATP ઉત્પન્ન કરવા માટે ભાગ ભજવવામાં અને સોડિયમ સાથે જ્ઞાનતંતુ સિગ્નલમાં પ્રસરણ માટે જવાબદાર છે.

કોષપટલની વિરુદ્ધ બાજુઓએ સોડિયમ અને પોટેશિયમ આયનોની સાંદ્રતામાં પ્રમાણમાં નોંધપાત્ર વિચલન જણાય છે. એક વિશિષ્ટ ઉદાહરણ લઈએ તો, રુધિર પ્લાઝ્મામાંના રક્તકણોમાં સોડિયમ આયનનું સ્તર 143 mmolL^{-1} જેટલું હોય છે. જ્યારે પોટેશિયમ આયનનું સ્તર માત્ર 5 mmolL^{-1} છે. આ સાંદ્રતાઓ બદલાઈને 10 mmolL^{-1} (Na^+) અને 105 mmolL^{-1} (K^+) થાય છે. આ આયનીય ઉતાર-ચઢાવ એક વિભેદનીય ક્રિયાવિધિનું નિર્દેશન કરે છે. જેને સોડિયમ પોટેશિયમ પંપ કહે છે. આ પંપ પ્રાણી આરામ કરતું હોય ત્યારે એક તૃતીયાંશ ભાગથી વધારે ATPનો વપરાશ કરે છે અને આરામ કરતાં માનવમાં દર 24 કલાકે આશરે 15 kg જેટલું હોય છે.

10.6 સમૂહ 2ના તત્ત્વો : આલ્કલાઈન અર્થ ધાતુઓ (Group 2 Elements : Alkaline Earth Metals)

સમૂહ 2માં બેરિલિયમ, મૅગ્નેશિયમ, કૅલ્શિયમ, સ્ટ્રૉન્શિયમ, બેરિયમ અને રેડિયમ તત્ત્વોનો સમાવેશ થાય છે. આવર્તકોષ્ટકમાં તેઓ આલ્કલી ધાતુઓ પછીના સમૂહમાં આવે છે. આ તત્ત્વોને (બેરિલિયમ સિવાય) આલ્કલાઈન અર્થ ધાતુઓ તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. પ્રથમ તત્ત્વ બેરિલિયમ સમૂહના અન્ય તત્ત્વોથી અલગ પડે છે અને ઍલ્યુમિનિયમ તત્ત્વ સાથે વિકર્ણ સંબંધ દર્શાવે છે. આલ્કલાઈન અર્થ ધાતુઓના પરમાણ્વીય અને ભૌતિક ગુણધર્મો કોષ્ટક 10.2માં દર્શાવેલા છે.

10.6.1 ઇલેક્ટ્રૉનીય રચના (Electronic Configuration)

આ તત્ત્વોની સંયોજકતા કોષની s-કક્ષકમાં બે ઇલેક્ટ્રૉન હોય છે (કોષ્ટક 10.2). તેઓની સામાન્ય ઇલેક્ટ્રૉનીય રચના [ઉમદા વાયુ] ns^2 તરીકે દર્શાવી શકાય છે. આલ્કલી ધાતુઓની જેમ આ તત્ત્વોના સંયોજનો મુખ્યત્વે આયનીય પ્રકૃતિ ધરાવે છે.

તત્ત્વ	સંજ્ઞા	ઇલેક્ટ્રૉનીય રચના
બેરિલિયમ	Be	$1s^22s^2$
મૅગ્નેશિયમ	Mg	$1s^22s^22p^63s^2$
કૅલ્શિયમ	Ca	$1s^22s^22p^63s^23p^64s^2$
સ્ટ્રૉન્શિયમ	Sr	$1s^22s^22p^63s^23p^63d^{10}4s^24p^65s^2$
બેરિયમ	Ba	$1s^22s^22p^63s^23p^63d^{10}4s^24p^64d^{10}5s^25p^66s^2$ or $[Xe]6s^2$
રેડિયમ	Ra	$[Rn]7s^2$

10.6.2 પરમાણ્વીય અને આયનીય ત્રિજ્યા (Atomic and Ionic Radii)

એક જ આવર્તમાં રહેલી આલ્કલાઈન અર્થ ધાતુઓની પરમાણ્વીય અને આયનીય ત્રિજ્યા તેને અનુવર્તી આલ્કલી

કોષ્ટક 10.2 આલ્કલાઈન અર્થ ધાતુઓના પરમાણ્વીય અને ભૌતિક ગુણધર્મો

ગુણધર્મો	બેરિલિયમ Be	મૅગ્નેશિયમ Mg	કૅલ્શિયમ Ca	સ્ટ્રૉન્શિયમ Sr	બેરિયમ Ba	રેડિયમ Ra
પરમાણ્વીય-ક્રમાંક	4	12	20	38	56	88
પરમાણ્વીયદળ ($g\ mol^{-1}$)	9.01	24.31	40.08	87.62	137.33	226.03
ઇલેક્ટ્રૉનીય રચના	[He] $2s^2$	[Ne] $3s^2$	[Ar] $4s^2$	[Kr] $5s^2$	[Xe] $6s^2$	[Rn] $7s^2$
આયનીકરણ એન્થાલ્પી (I) / $kJ\ mol^{-1}$	899	737	590	549	503	509
આયનીકરણ એન્થાલ્પી (II) /$kJ\ mol^{-1}$	1757	1450	1145	1064	965	979
જલીયકરણ એન્થાલ્પી (kJ/mol)	– 2494	– 1921	–1577	– 1443	– 1305	–
ધાત્વીય ત્રિજ્યા / pm	111	160	197	215	222	–
આયનીય ત્રિજ્યા M^{2+} / pm	31	72	100	118	135	148
ગ.બિં. / K	1560	924	1124	1062	1002	973
ઉ.બિં. / K	2745	1363	1767	1655	2078	(1973)
ઘનતા / $g\ cm^{-3}$	1.84	1.74	1.55	2.63	3.59	(5.5)
પ્રમાણિત પોટેન્શિયલ (M^{2+}/ M) માટે $E^{\ominus}$ / V	–1.97	–2.36	–2.84	–2.89	– 2.92	–2.92
મૃદાવરણમાં પ્રાપ્તિ	2*	2.76**	4.6**	384*	390 *	10^{-6}*

*ppm (parts per million); ** વજનથી ટકાવાર પ્રમાણ

ધાતુઓની પરમાણ્વીય અને આયનીય ત્રિજ્યા કરતાં ઓછી હોય છે. આમ થવાનું કારણ આ તત્ત્વોમાં વધતો જતો કેન્દ્રિય વીજભાર છે, એક જ સમૂહમાં તત્ત્વોનો પરમાણ્વીયક્રમાંક વધવાની સાથે પરમાણ્વીય અને આયનીય ત્રિજ્યા વધે છે.

10.6.3 આયનીકરણ એન્થાલ્પી (Ionization Enthalpies)

આલ્કલાઈન અર્થ ધાતુઓની નીચી આયનીકરણ એન્થાલ્પીનું કારણ પરમાણુઓના કંઈક અંશે મોટા કદ છે. સમૂહમાં ઉપરથી નીચે તરફ જઈએ તેમ પરમાણ્વીય કદ વધવાની સાથે તેમની આયનીકરણ એન્થાલ્પી ઘટે છે (કોષ્ટક 10.2). આલ્કલાઈન અર્થ ધાતુઓની પ્રથમ આયનીકરણ એન્થાલ્પી તેમને અનુવર્તી સમૂહ-1ની ધાતુઓ કરતાં વધારે છે. આનું કારણ તેમને અનુવર્તી આલ્કલી ધાતુઓની સરખામણીમાં તેમના નાના કદ છે. એ નોંધવું રસપ્રદ છે કે આલ્કલાઈન અર્થ ધાતુઓની દ્વિતીય આયનીકરણ એન્થાલ્પી તેમને અનુવર્તી આલ્કલી ધાતુઓની આયનીકરણ એન્થાલ્પી કરતાં ઓછી છે.

10.6.4 જલીયકરણ એન્થાલ્પી (Hydration Enthalpies)

આલ્કલી ધાતુ આયનોની જેમ આલ્કલાઈન અર્થ ધાતુ આયનોની જલીયકરણ એન્થાલ્પીનું મૂલ્ય સમૂહમાં નીચેની તરફ જતાં આયનીય કદ વધવાની સાથે ઘટે છે.

$$Be^{2+} > Mg^{2+} > Ca^{2+} > Sr^{2+} > Ba^{2+}$$

આલ્કલાઈન અર્થ ધાતુ આયનોની જલીયકરણ એન્થાલ્પીનું મૂલ્ય આલ્કલી ધાતુ આયનોની જલીયકરણ એન્થાલ્પી કરતાં વધારે હોય છે. આથી આલ્કલાઈન અર્થ ધાતુઓના સંયોજનો આલ્કલી ધાતુઓના સંયોજનો કરતાં વધુ પ્રમાણમાં જલીયકરણ પામેલા હોય છે. દા.ત., $MgCl_2$ અને $CaCl_2$ અનુક્રમે $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ અને $CaCl_2 \cdot 6H_2O$ તરીકે અસ્તિત્વ ધરાવે છે, જ્યારે NaCl અને KCl જળયુક્ત હોતા નથી.

10.6.5 ભૌતિક ગુણધર્મો (Physical Properties)

આલ્કલાઈન અર્થ ધાતુઓ સામાન્ય રીતે ચાંદી જેવી સફેદ, ચળકતી અને પોચી પણ સાપેક્ષમાં આલ્કલી ધાતુઓ કરતાં કઠણ છે. બેરિલિયમ અને મૅગ્નેશિયમ કંઈક અંશે રાખોડી રંગની

દેખાય છે. આ ધાતુઓના ગલનબિંદુ અને ઉત્કલનબિંદુ તેમને અનુવર્તી આલ્કલી ધાતુઓ કરતાં ઊંચા હોય છે, કારણ કે તેમના કદ નાનાં છે. આ વલણ જો કે નિયમિત નથી. નીચી આયનીકરણ એન્થાલ્પીને કારણે તેઓ સ્વભાવે પ્રબળ વિદ્યુતધનમય હોય છે. સમૂહમાં Beથી Ba તરફ જતાં વિદ્યુતધનમય લાક્ષણિકતામાં વધારો થાય છે. કૅલ્શિયમ, સ્ટ્રૉન્શિયમ અને બેરિયમ લાક્ષણિક જ્યોત અનુક્રમે ઈંટ જેવી લાલ, કિરમજી લાલ અને આછી લીલી આપે છે. જ્યોતમાં તત્ત્વની બાહ્ય કક્ષાનો ઇલેક્ટ્રૉન ઉત્તેજિત થઈ ઊંચા શક્તિસ્તરમાં જાય છે અને ત્યારબાદ તે ધરાસ્થિતિમાં પાછો આવે છે ત્યારે તે દશ્યપ્રકાશ સ્વરૂપે શક્તિ ઉત્સર્જિત કરે છે. બેરિલિયમ અને મૅગ્નેશિયમના ઇલેક્ટ્રૉન એટલી પ્રબળ રીતે જોડાયેલા હોય છે કે તે જ્યોતમાં ઉત્તેજિત થઈ કોઈ રંગ દર્શાવી શકતા નથી. Ca, Sr અને Ba તત્ત્વોને ગુણાત્મક પૃથક્કરણમાં જ્યોત કસોટી કરી પારખવામાં આવે છે. કૅલ્શિયમનું જથ્થાત્મક પૃથક્કરણ જ્યોત પ્રકાશમિતિ દ્વારા કરવામાં આવે છે. આલ્કલાઇન અર્થ ધાતુઓ આલ્કલી ધાતુઓની જેમ ઊંચી વિદ્યુતીય અને ઉષ્મીય વાહકતા ધરાવે છે. આ ધાતુઓની આ એક ખાસ લાક્ષણિકતા છે.

10.6.6 રાસાયણિક ગુણધર્મો (Chemical Properties)

આલ્કલાઇન અર્થ ધાતુઓ આલ્કલી ધાતુઓ કરતાં ઓછી પ્રતિક્રિયાત્મક છે. સમૂહમાં નીચે તરફ જતાં આ તત્ત્વોમાં પ્રતિક્રિયાત્મકતા વધતી જાય છે.

(i) હવા અને પાણી પ્રત્યે પ્રતિક્રિયાત્મકતા : બેરિલિયમ અને મૅગ્નેશિયમ ગતિકીય રીતે ઑક્સિજન અને પાણી પ્રત્યે નિષ્ક્રિય હોય છે, કારણ કે તેઓની સપાટી પર ઑક્સાઇડનું સ્તર બનેલું હોય છે. જોકે પાઉડર કરેલ બેરિલિયમ તેજસ્વી રીતે હવામાં સળગીને BeO અને Be_3N_2 આપે છે. મૅગ્નેશિયમ વધારે વિદ્યુતધનમય હોવાથી ઝગારા મારતા પ્રકાશ સાથે તેજસ્વી રીતે હવામાં સળગે છે અને MgO અને Mg_3N_2 આપે છે. કૅલ્શિયમ, સ્ટ્રૉન્શિયમ અને બેરિયમ ત્વરાથી હવા વડે અસર પામે છે અને ઑક્સાઇડ તથા નાઇટ્રાઇડ આપે છે. તે પાણી સાથે વધુ તીવ્રતાથી પ્રક્રિયા કરે છે, તે ઠંડા પાણી સાથે પણ પ્રક્રિયા કરી હાઇડ્રૉક્સાઇડ બનાવે છે.

(ii) હેલોજન પ્રત્યે પ્રતિક્રિયાત્મકતા : બધી જ આલ્કલાઇન અર્થ ધાતુઓ ઊંચા તાપમાને હેલોજન સાથે સંયોજાઈ તેમના હેલાઇડ સંયોજનો બનાવે છે.

$$M + X_2 \rightarrow MX_2 \; (X = F, Cl, Br, I)$$

$(NH_4)_2BeF_4$ નું ઉષ્મીય વિઘટન BeF_2ની બનાવટ માટે ઉત્તમ પ્રક્રિયા છે. $BeCl_2$ તેના ઑક્સાઇડમાંથી સરળતાથી બનાવી શકાય છે.

$$BeO + C + Cl_2 \xrightarrow{600-800\,K} BeCl_2 + CO$$

(iii) હાઇડ્રોજન પ્રત્યે પ્રતિક્રિયાત્મકતા : બેરિલિયમ સિવાયની આલ્કલાઇન અર્થ ધાતુઓ ગરમીની હાજરીમાં હાઇડ્રોજન સાથે પ્રક્રિયા કરી હાઇડ્રાઇડ બનાવે છે. જો કે BeH_2ને $BeCl_2$ સાથે $LiAlH_4$ની પ્રક્રિયા કરવાથી બનાવી શકાય છે.

$$2BeCl_2 + LiAlH_4 \rightarrow 2BeH_2 + LiCl + AlCl_3$$

(iv) ઍસિડ પ્રત્યે પ્રતિક્રિયાત્મકતા : આલ્કલાઇન અર્થ ધાતુઓ ઍસિડ સાથે ઝડપી પ્રક્રિયા કરી ડાયહાઇડ્રોજન વાયુ મુક્ત કરે છે.

$$M + 2HCl \rightarrow MCl_2 + H_2$$

(v) રિડક્શનકર્તા પ્રકૃતિ : આલ્કલાઇન અર્થ ધાતુઓ આલ્કલી ધાતુઓની જેમ પ્રબળ રિડક્શનકર્તા છે. આ બાબતને તેઓના રિડક્શન પોટેન્શિયલના વધુ ઋણ મૂલ્યો અનુમોદન આપે છે (કોષ્ટક 10.2). જોકે તેઓની રિડક્શનકર્તા તરીકેની શક્તિ તેઓની અનુવર્તી આલ્કલી ધાતુઓ કરતાં ઓછી હોય છે અન્ય આલ્કલાઇન અર્થ ધાતુઓની સરખામણીમાં બેરિલિયમનું મૂલ્ય ઓછું ઋણ છે. તેનો રિડક્શનકર્તા સ્વભાવ વધારે જલીયકરણ એન્થાલ્પી જે તેના Be^{2+}ના નાના કદ સાથે સુસંગત છે અને ધાતુ પરમાણ્વીયકરણ એન્થાલ્પીના ઊંચા મૂલ્યને કારણે છે.

(vi) પ્રવાહી એમોનિયામાં દ્રાવણ : આલ્કલી ધાતુઓની જેમ આલ્કલાઇન અર્થ ધાતુઓ પ્રવાહી એમોનિયામાં ઓગળે છે અને એમોનિયાયુક્ત આયન બનાવીને ઘેરું વાદળી દ્રાવણ આપે છે.

$$M(s) + (x + y)NH_3 \rightarrow [M(NH_3)_x]^{2+} + 2[e(NH_3)_y]^-$$

આ દ્રાવણોમાંથી એમોનિયાયુક્ત $[M(NH_3)_6]^{2+}$ આયન મેળવી શકાય છે.

10.6.7 ઉપયોગો (Uses)

બેરિલિયમ મિશ્ર ધાતુના ઉત્પાદનમાં વપરાય છે. કૉપર-બેરિલિયમ મિશ્ર ધાતુ વધારે મજબૂતાઈ ધરાવતી સ્પ્રિંગો બનાવવામાં વપરાય છે. Be ધાતુનો ઉપયોગ X-કિરણોની ટ્યૂબની બારીઓ બનાવવામાં થાય છે. મૅગ્નેશિયમ એલ્યુમિનિયમ, ઝિંક, મૅંગેનીઝ અને ટીન ધાતુ સાથે મિશ્ર ધાતુ બનાવે છે. મૅગ્નેશિયમ-એલ્યુમિનિયમ મિશ્ર ધાતુ વજનમાં હલકી હોવાથી હવાઈ જહાજો બનાવવામાં વપરાય છે. મૅગ્નેશિયમ (પાઉડર અને પટ્ટી) ફ્લેશ (flash) પાઉડરમાં, બલ્બમાં, ઇન્સિડરી (incidery) બૉમ્બ તથા સિગ્નલમાં પણ વપરાય છે. મૅગ્નેશિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડનું પાણીમાં નિલંબન (suspension) (જે મિલ્ક ઑફ મેગ્નેશિયા તરીકે ઓળખાય છે) દવાઓમાં એન્ટાસિડ તરીકે વપરાય છે. મૅગ્નેશિયમ કાર્બોનેટ ટૂથપેસ્ટનો એક ઘટક છે. કૅલ્શિયમનો ઉપયોગ જે ધાતુઓને તેમના ઑક્સાઇડમાંથી કાર્બન વડે રિડક્શન કરી મેળવી શકાતી નથી, તે મેળવવામાં થાય છે. કૅલ્શિયમ અને બેરિયમ ધાતુઓ તેમની ઑક્સિજન અને નાઇટ્રોજન સાથેની ઊંચા તાપમાને પ્રતિક્રિયાત્મકતાને લીધે શૂન્યાવકાશ નળીઓમાંથી હવા દૂર કરવા માટે વપરાય છે. રેડિયમના ક્ષારો રેડિયોચિકિત્સામાં (Radiotherapy) વપરાય છે. દા.ત., કૅન્સરની સારવારમાં.

10.7 આલ્કલાઈન અર્થ ધાતુઓના સંયોજનોની સામાન્ય લાક્ષણિકતાઓ (General Characteristics of the Compounds of the Alkaline Earth Metals)

સમૂહ 2ના તત્ત્વોમાં સંયોજકતા તરીકે દ્વિધન ઑક્સિડેશન અવસ્થા (M^{2+}) સવિશેષ જોવા મળે છે. આલ્કલાઈન અર્થ ધાતુ તત્ત્વો સવિશેષ રીતે આયનીય સંયોજનો બનાવે છે પણ આલ્કલી ધાતુ તત્ત્વોની સરખામણીમાં ઓછા આયનીય સંયોજનો બનાવે છે. આનું કારણ તેઓમાં વધતો જતો કેન્દ્રિય વીજભાર અને નાનું કદ છે. બેરિલિયમ અને મૅગ્નેશિયમના ઑક્સાઈડ અને અન્ય સંયોજનો ભારે અને મોટા કદવાળા તત્ત્વો (Ca, Sr, Ba) દ્વારા બનતા સંયોજનો કરતાં વધુ સહસંયોજક હોય છે. આલ્કલાઈન અર્થ ધાતુ તત્ત્વોના કેટલાક સંયોજનોની લાક્ષણિકતાઓને નીચે વર્ણવી છે.

(i) ઑક્સાઈડ અને હાઈડ્રૉક્સાઈડ સંયોજનો : આલ્કલાઈન અર્થ ધાતુઓ ઑક્સિજનની હાજરીમાં બળીને મોનૉક્સાઈડ (MO) બનાવે છે, જેનું બંધારણ BeO સિવાય ખડક-ક્ષાર (rock salt) જેવું હોય છે. BeO આવશ્યક રીતે સહસંયોજક પ્રકૃતિનું હોય છે. આ ઑક્સાઈડ સંયોજનોની સર્જન એન્થાલ્પીનું મૂલ્ય ઊંચું હોય છે. જેના કારણે તેઓ ઉષ્માની હાજરીમાં વધુ સ્થાયી હોય છે. BeO ઊભયધર્મી છે, જ્યારે અન્ય તત્ત્વોના ઑક્સાઈડ આયનીય પ્રકૃતિ દર્શાવે છે. BeO સિવાયના આ બધા ઑક્સાઈડ સંયોજનો બેઝિક સ્વભાવ ધરાવે છે અને પાણી સાથે પ્રક્રિયા કરીને અલ્પદ્રાવ્ય હાઈડ્રૉક્સાઈડ સંયોજનો બનાવે છે.

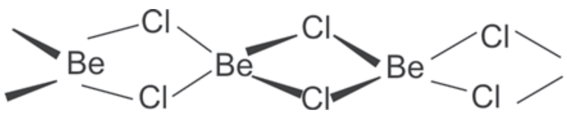
$$MO + H_2O \rightarrow M(OH)_2$$

આ હાઈડ્રૉક્સાઈડ સંયોજનોની દ્રાવ્યતા, ઉષ્મીય સ્થાયીતા અને બૅઝિક સ્વભાવ $Mg(OH)_2$થી $Ba(OH)_2$ સુધી પરમાણ્વીય-ક્રમાંક વધવાની સાથે વધે છે. આલ્કલાઈન અર્થ ધાતુઓના હાઈડ્રૉક્સાઈડ આલ્કલી ધાતુઓના હાઈડ્રૉક્સાઈડ કરતાં ઓછા બેઝિક અને ઓછા સ્થાયી હોય છે. બેરિલિયમ હાઈડ્રૉક્સાઈડ ઊભયધર્મી છે કારણ કે તે ઍસિડ અને બેઇઝ બંને સાથે પ્રક્રિયા કરે છે.

$$Be(OH)_2 + 2OH^- \rightarrow [Be(OH)_4]^{2-}$$
બેરિલેટ આયન

$$Be(OH)_2 + 2HCl + 2H_2O \rightarrow [Be(OH)_4]Cl_2$$

(ii) હેલાઈડ સંયોજનો : બેરિલિયમ હેલાઈડ સિવાય બાકીની આલ્કલાઈન અર્થ ધાતુઓના હેલાઈડ સ્વભાવે આયનીય છે. બેરિલિયમ હેલાઈડ મુખ્યત્વે સહસંયોજક છે અને કાર્બનિક દ્રાવકોમાં દ્રાવ્ય છે. બેરિલિયમ ક્લોરાઈડ ઘન અવસ્થામાં નીચે દર્શાવ્યા મુજબનું સાંકળ જેવું બંધારણ ધરાવે છે.



બાષ્પ અવસ્થામાં $BeCl_2$ ક્લોરો સેતુ ધરાવતું દ્વિઅણુ બનાવે છે જે 1200 K જેટલા ઊંચા તાપમાને રેખીય એકાકી અણુમાં વિયોજન પામે છે. હેલાઈડ હાઈડ્રેટ બનવાનું વલણ સમૂહમાં નીચે તરફ જતાં ક્રમશઃ ઘટે છે. (દા.ત., $MgCl_2 \cdot 8H_2O$, $CaCl_2 \cdot 6H_2O$, $SrCl_2 \cdot 6H_2O$ અને $BaCl_2 \cdot 2H_2O$). Ca, Sr અને Baના જળયુક્ત ક્લોરાઈડ, બ્રોમાઈડ અને આયોડાઈડનું નિર્જલીકરણ તેમને ગરમ કરવાથી થઈ શકે છે, પરંતુ તેને અનુવર્તી Be અને Mgના જળયુક્ત હેલાઈડ જળવિભાજન દર્શાવે છે. ક્લૉરાઈડ કરતા ફ્લોરાઈડ સાપેક્ષમાં ઓછા દ્રાવ્ય છે. તેનું કારણ તેમની ઊંચી લેટિસ ઊર્જા છે.

(iii) ઑક્સો ઍસિડના ક્ષાર : આલ્કલાઈન અર્થ ધાતુઓ પણ ઑક્સો ઍસિડના ક્ષાર બનાવે છે. તે પૈકીના કેટલાક નીચે દર્શાવ્યા છે.

કાર્બોનેટ સંયોજનો : આલ્કલાઈન અર્થ ધાતુઓના કાર્બોનેટ પાણીમાં અદ્રાવ્ય છે. તેમના દ્રાવ્ય ક્ષારોના દ્રાવણમાં સોડિયમ કાર્બોનેટ અથવા એમોનિયમ કાર્બોનેટ ઉમેરી તેમનું અવક્ષેપન કરી શકાય છે. ધાતુ આયનોના પરમાણ્વીયક્રમાંક વધવાની સાથે કાર્બોનેટ ક્ષારોની પાણીમાં દ્રાવ્યતા ઘટતી જાય છે. બધા કાર્બોનેટ સંયોજનોને ગરમ કરવાથી તેઓ કાર્બન ડાયૉક્સાઈડ અને ઑક્સાઈડમાં વિઘટન પામે છે. બેરિલિયમ કાર્બોનેટ અસ્થાયી છે. જેને માત્ર CO_2ના વાતાવરણમાં રાખવામાં આવે છે. ધનાયનના કદ વધવાની સાથે કાર્બોનેટ સંયોજનોની ઉષ્મીય સ્થાયીતા વધે છે.

સલ્ફેટ સંયોજનો : આલ્કલાઈન અર્થ ધાતુઓના બધા સલ્ફેટ સંયોજનો સફેદ ઘન છે અને ઉષ્માની હાજરીમાં સ્થાયી હોય છે. $BeSO_4$ અને $MgSO_4$ પાણીમાં ઝડપથી દ્રાવ્ય થાય છે. $CaSO_4$ થી $BaSO_4$ તરફ જતાં દ્રાવ્યતા ઘટે છે. Be^{2+} અને Mg^{2+} આયનોની જલીયકરણ એન્થાલ્પી વધારે હોવાથી લેટિસ એન્થાલ્પી પરિબળને વટાવી જાય છે, માટે તેઓ પાણીમાં દ્રાવ્ય છે.

નાઈટ્રેટ સંયોજનો : ધાતુ કાર્બોનેટની મંદ નાઈટ્રિક ઍસિડ સાથે પ્રક્રિયા કરી નાઈટ્રેટ મેળવી શકાય છે. મૅગ્નેશિયમ નાઈટ્રેટ પાણીના છ અણુ સાથે જોડાઈ સ્ફટિકીકરણ પામે છે. જ્યારે બેરિયમ નાઈટ્રેટ નિર્જળ ક્ષાર તરીકે સ્ફટિકીકરણ પામે છે. આ પણ એમ દર્શાવે છે કે કદના વધારા સાથે અને ઘટતી જતી જલીયકરણ એન્થાલ્પીને લીધે જળયુક્ત બનવાના વલણમાં ઘટાડો જોવા મળે છે. તે બધા જ ગરમ કરતાં લિથિયમ નાઈટ્રેટની જેમ વિઘટન પામીને ઑક્સાઈડ આપે છે.

$$2M(NO_3)_2 \rightarrow 2MO + 4NO_2 + O_2$$
(M = Be, Mg, Ca, Sr, Ba)

કોયડો 10.4

આલ્કલાઇન અર્થ ધાતુઓના હાઇડ્રૉક્સાઇડની પાણીમાં દ્રાવ્યતા સમૂહમાં નીચે તરફ જઈએ તેમ શા કારણે વધે છે ?

ઉકેલ :

આલ્કલાઇન અર્થ ધાતુ હાઇડ્રૉક્સાઇડમાં ઋણ આયન સમાન હોવાથી ધનાયનની ત્રિજ્યા લેટિસ એન્થાલ્પીને અસર કરે છે. જો કે વધતી જતી આયનીય ત્રિજ્યાની સાથે જલીયકરણ એન્થાલ્પીની સરખામણીમાં લેટિસ એન્થાલ્પી ઝડપથી ઘટે છે. તેથી સમૂહમાં નીચે તરફ જતાં દ્રાવ્યતા વધતી જાય છે.

કોયડો 10.5

આલ્કલાઇન અર્થ ધાતુઓના કાર્બોનેટ અને સલ્ફેટ સંયોજનોની પાણીમાં દ્રાવ્યતા સમૂહમાં ઉપરથી નીચે તરફ જતાં શા કારણે ઘટે છે ?

ઉકેલ :

સામાન્ય રીતે ઋણ આયનનું કદ ધનાયનના કદ કરતાં વધુ હોય છે તથા એક જ સમૂહમાં લેટિસ એન્થાલ્પી લગભગ અચળ રહેતી હોય છે. જો કે સમૂહમાં ઉપરથી નીચે તરફ જતાં જલીયકરણ એન્થાલ્પીનું મૂલ્ય ઘટે છે. આથી આલ્કલાઇન અર્થ ધાતુઓના કાર્બોનેટ અને સલ્ફેટ સંયોજનોની દ્રાવ્યતા સમૂહમાં ઉપરથી નીચે તરફ જતા ઘટે છે.

10.8 બેરિલિયમની અનિયમિત વર્તણૂક (Anomalous Behaviour of Beryllium)

સમૂહ 2નું પ્રથમ તત્ત્વ બેરિલિયમ સમૂહમાં મૅગ્નેશિયમ તથા અન્ય તત્ત્વો સાથે અનિયમિત વર્તણૂક દર્શાવે છે. તે એલ્યુમિનિયમ સાથે વિકર્ણ સંબંધ દર્શાવે છે જેની ચર્ચા હવે પછી કરીશું.

(i) બેરિલિયમને અપવાદરૂપ નાના પરમાણ્વીય અને આયનીય કદ છે અને આથી તેને સમૂહના અન્ય તત્ત્વોની સાથે સરખાવી શકાતું નથી. ઊંચી આયનીકરણ એન્થાલ્પી અને નાના કદને કારણે તે જે સંયોજનો બનાવે છે તે મોટે ભાગે સહસંયોજક હોય છે અને સહેલાઈથી જળવિભાજન પામે છે.

(ii) બેરિલિયમની સંયોજકતા કોષમાં માત્ર ચાર જ કક્ષકો હોવાથી તે ચાર કરતાં વધુ સવર્ગાંક દર્શાવી શકતું નથી. સમૂહના બાકીના સભ્યો *d*-કક્ષકોનો ઉપયોગ કરીને સવર્ગાંક 6 પ્રાપ્ત કરી શકે છે.

(iii) અન્ય તત્ત્વોના હાઇડ્રૉક્સાઇડથી વિરુદ્ધ બેરિલિયમના ઑક્સાઇડ અને હાઇડ્રૉક્સાઇડ સંયોજનો ઊભય ગુણધર્મી સ્વભાવ દર્શાવે છે.

10.8.1 બેરિલિયમ અને એલ્યુમિનિયમ વચ્ચેનો વિકર્ણ સંબંધ (Diagonal Relationship Between Beryllium and Aluminium)

Be^{2+}ની આયનીય ત્રિજ્યા અંદાજે 31 pm છે. Be^{2+} આયનનો વીજભાર/ત્રિજ્યાનો ગુણોત્તર Al^{3+} આયનના ગુણોત્તરની લગભગ નજીક છે. આથી બેરિલિયમ કેટલીક બાબતોમાં એલ્યુમિનિયમ સાથે સામ્યતા ધરાવે છે. આવી કેટલીક સામ્યતાઓ નીચે પ્રમાણે છે :

(i) એલ્યુમિનિયમની જેમ બેરિલિયમ પણ ઝડપથી ઍસિડ સાથે પ્રક્રિયા કરતું નથી. કારણ કે ધાતુની સપાટી પર ઑક્સાઇડનું સ્તર હાજર હોય છે.

(ii) બેરિલિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ અધિક આલ્કલીમાં દ્રાવ્ય થઈ બેરિલેટ આયન $[Be(OH)_4]^{2-}$ આપે છે, જે એલ્યુમિનિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડમાંથી બનતા એલ્યુમિનેટ આયન $[Al(OH)_4]^-$ ને મળતું આવે છે.

(iii) બંને બેરિલિયમ અને એલ્યુમિનિયમ ક્લોરાઇડ બાષ્પ અવસ્થામાં Cl^- સેતુયુક્ત ક્લોરાઇડ બંધારણ ધરાવે છે. બંનેના ક્લોરાઇડ કાર્બનિક દ્રાવકોમાં દ્રાવ્ય છે અને પ્રબળ લુઈસ ઍસિડ છે, જે ફ્રિડલ-ક્રાફ્ટ્સ ઉદ્દીપક તરીકે વપરાય છે.

(iv) બેરિલિયમ અને એલ્યુમિનિયમ આયન સંકીર્ણ બનાવવાનું પ્રબળ વલણ ધરાવે છે. દા.ત., $[BeF_4]^{2-}$, $[AlF_6]^{3-}$

10.9 કૅલ્શિયમના કેટલાક અગત્યના સંયોજનો (Some Important Compounds of Calcium)

કૅલ્શિયમના કેટલાક અગત્યના સંયોજનો કૅલ્શિયમ ઑક્સાઇડ, કૅલ્શિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ, કૅલ્શિયમ સલ્ફેટ, કૅલ્શિયમ કાર્બોનેટ અને સિમેન્ટ છે. આ ઔદ્યોગિક દૃષ્ટિએ અગત્યના સંયોજનો છે. મોટા પાયા પર આ સંયોજનોના ઉત્પાદન અને ઉપયોગો નીચે દર્શાવ્યા છે.

કૅલ્શિયમ ઑક્સાઇડ અથવા ક્વિક લાઇમ (કળી ચૂનો) (CaO)

કૅલ્શિયમ ઑક્સાઇડ (કળી ચૂનો) વ્યાપારી ધોરણે ચૂનાના પથ્થર($CaCO_3$)ને રોટરી ભઠ્ઠીમાં 1070-1270 K તાપમાને ગરમ કરીને મેળવવામાં આવે છે.

$$CaCO_3 \xrightleftharpoons{\text{ગરમી}} CaO + CO_2$$

કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ જેવો ઉત્પન્ન થાય છે તેવો જ તેને દૂર કરવામાં આવે છે, જેથી પ્રક્રિયા પૂર્ણ થવા તરફ આગળ વધે છે.

કૅલ્શિયમ ઑક્સાઇડ સફેદ અસ્ફટિકમય ઘન પદાર્થ છે. તેનું ગલનબિંદુ 2870 K છે. વાતાવરણમાં ખુલ્લો રાખતાં તે ભેજ અને કાર્બન ડાયૉક્સાઇડને શોષે છે.

$$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$$
$$CaO + CO_2 \rightarrow CaCO_3$$

સીમિત પ્રમાણમાં પાણી ઉમેરતાં કળી ચૂનાના ટુકડા તૂટે છે. આ ક્રિયાને ચૂનાનું ફૂટવું (slaking of lime) કહે છે. કળી ચૂનાને જ્યારે સોડા સાથે ફોડવામાં આવે છે ત્યારે ઘન સોડા લાઈમ બને છે. તે બેઝિક ઑક્સાઇડ હોવાથી ઊંચા તાપમાને ઍસિડિક ઑક્સાઇડ સાથે સંયોજાય છે.

$$CaO + SiO_2 \rightarrow CaSiO_3$$
$$6CaO + P_4O_{10} \rightarrow 2Ca_3(PO_4)_2$$

ઉપયોગો :

(i) સિમેન્ટની બનાવટમાં પ્રાથમિક પદાર્થ તરીકે તથા સૌથી સસ્તા આલ્કલી તરીકે ઉપયોગી છે.

(ii) તે કૉસ્ટિક સોડામાંથી સોડિયમ કાર્બોનેટના ઉત્પાદનમાં ઉપયોગી છે.

(iii) તે શર્કરાના શુદ્ધીકરણમાં તથા રંગકોના ઉત્પાદનમાં ઉપયોગી છે.

કૅલ્શિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ (ફોડેલો ચૂનો) [$Ca(OH)_2$]

કળી ચૂના(CaO)માં પાણી ઉમેરીને કૅલ્શિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ બનાવી શકાય છે. તે સફેદ અસ્ફટિકમય પાઉડર છે. તે પાણીમાં અલ્પદ્રાવ્ય છે. તેના જલીય દ્રાવણને ચૂનાનું પાણી (lime water) કહે છે અને ભીંજવેલા ચૂનાનું નિલંબન 'મિલ્ક ઑફ લાઈમ' તરીકે ઓળખાય છે.

ચૂનાના પાણીમાં જ્યારે કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ વાયુ પસાર કરવામાં આવે છે ત્યારે કૅલ્શિયમ કાર્બોનેટ બને છે જેથી દ્રાવણ દૂધિયું બને છે.

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

જો આ દ્રાવણમાં વધુ કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ વાયુ પસાર કરવામાં આવે તો કૅલ્શિયમ કાર્બોનેટના અવક્ષેપ દ્રાવ્ય થઈ કૅલ્શિયમ હાઇડ્રોજન કાર્બોનેટ બને છે.

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

મિલ્ક ઑફ લાઈમ ક્લોરિન સાથેની પ્રક્રિયાથી હાઇપોક્લોરાઇડ બનાવે છે, જે બ્લીચિંગ પાઉડરનો એક ઘટક છે.

$$2Ca(OH)_2 + 2Cl_2 \rightarrow CaCl_2 + \underset{\text{બ્લીચિંગ પાઉડર}}{Ca(OCl)_2} + H_2O$$

ઉપયોગો :

(i) તે બાંધકામમાં ઉપયોગી પદાર્થ મોર્ટારની બનાવટમાં ઉપયોગી છે.

(ii) તેના સંક્રમણહારક સ્વભાવને કારણે દીવાલો ધોળવામાં તે ઉપયોગી છે.

(iii) તે કાચની બનાવટમાં, ચર્મઉદ્યોગમાં, બ્લીચિંગ પાઉડરની બનાવટમાં અને ખાંડના શુદ્ધીકરણમાં ઉપયોગી છે.

કૅલ્શિયમ કાર્બોનેટ ($CaCO_3$)

કૅલ્શિયમ કાર્બોનેટ કુદરતમાં જુદા જુદા સ્વરૂપે જેવા કે ચૂનાના પથ્થર, ચૉક, આરસપહાણ વગેરે મળી આવે છે. તેને ભીંજવેલા ચૂનામાંથી કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ વાયુ પસાર કરીને અથવા કૅલ્શિયમ ક્લોરાઇડના દ્રાવણમાં સોડિયમ કાર્બોનેટ ઉમેરીને પણ બનાવી શકાય છે.

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$$
$$CaCl_2 + Na_2CO_3 \rightarrow CaCO_3 + 2NaCl$$

વધુ પ્રમાણમાં કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ વાયુ પસાર કરવો જોઈએ નહિ, નહિ તો પાણીમાં દ્રાવ્ય કૅલ્શિયમ હાઇડ્રોજન કાર્બોનેટ બને છે.

કૅલ્શિયમ કાર્બોનેટ સફેદ લીસો પાઉડર હોય છે. તે પાણીમાં લગભગ અદ્રાવ્ય છે, જ્યારે તેને 1200 K તાપમાને ગરમ કરવામાં આવે ત્યારે તેનું વિઘટન થઈ કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ વાયુ મુક્ત થાય છે.

$$CaCO_3 \xrightarrow{1200\ K} CaO + CO_2$$

તે મંદ ઍસિડ સાથે પ્રક્રિયા કરી કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ વાયુ ઉત્પન્ન કરે છે.

$$CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2$$
$$CaCO_3 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + H_2O + CO_2$$

ઉપયોગો :

તે આરસપહાણ સ્વરૂપે બાંધકામ પદાર્થ તરીકે અને કળી ચૂનાની બનાવટમાં ઉપયોગી છે. કૅલ્શિયમ કાર્બોનેટ અને મૅગ્નેશિયમ કાર્બોનેટનું મિશ્રણ લોખંડ જેવી ધાતુના નિષ્કર્ષણમાં ફ્લક્સ (flux) તરીકે વપરાય છે. ખાસ પ્રકારે અવક્ષેપિત કરેલો $CaCO_3$ ઉચ્ચ ગુણવત્તાવાળા કાગળના ઉત્પાદનમાં વિશેષ પ્રમાણમાં વપરાય છે. તે ઍન્ટાસિડ તરીકે દવામાં, ટૂથપેસ્ટમાં ઘર્ષક (abrasive) તરીકે, ચ્યુંઇંગમમાં એક ઘટક તરીકે અને સૌંદર્ય-પ્રસાધનોમાં ફિલર તરીકે પણ વપરાય છે.

કૅલ્શિયમ સલ્ફેટ (પ્લાસ્ટર ઑફ પૅરિસ) ($CaSO_4 \cdot \frac{1}{2}H_2O$)

તે કૅલ્શિયમ સલ્ફેટનો અર્ધ જળયુક્ત પદાર્થ છે. તે જિપ્સમ $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ને 393 K તાપમાને ગરમ કરીને મેળવી શકાય છે.

$$2(CaSO_4 \cdot 2H_2O) \rightarrow 2(CaSO_4) \cdot H_2O + 3H_2O$$

393 Kથી ઊંચા તાપમાને સ્ફટિકજળ રહેતું નથી અને નિર્જળ કૅલ્શિયમ સલ્ફેટ ($CaSO_4$) બને છે. તે 'મૃત બળેલ પ્લાસ્ટર' (dead burnt plaster) તરીકે ઓળખાય છે.

તેનો પાણી સાથે જામી જવાનો ગુણધર્મ (property of setting) નોંધપાત્ર છે. તેને પાણીના જરૂરી જથ્થા સાથે મિશ્ર

કરતાં પ્લાસ્ટિક જેવો પદાર્થ બનાવે છે જે 5 થી 15 મિનિટમાં સખત અને ઘનસ્વરૂપમાં ફેરવાય છે.

ઉપયોગો : પ્લાસ્ટર ઑફ પેરિસનો સૌથી વધુ ઉપયોગ બાંધકામ ઉદ્યોગમાં તથા પ્લાસ્ટરમાં થાય છે. તે ફ્રેક્ચર થયેલા હાડકાં અથવા સ્નાયુઓ પર દબાણ આવ્યું હોય ત્યારે તેને હલનચલનરહિત સ્થિર રાખવા માટે પ્લાસ્ટર કરવા ઉપયોગી છે. તે દંતવિદ્યામાં, દાગીનાની બનાવટમાં અને પૂતળાં બનાવવાના કામમાં બીબા તૈયાર કરવામાં ઉપયોગી થાય છે.

સિમેન્ટ : સિમેન્ટ એક અગત્યનો બાંધકામ માટેનો પદાર્થ છે. તેની સૌપ્રથમ જાણ 1824માં ઇંગ્લૅન્ડમાં જૉસેફ ઍસ્પિડિન (Joseph Aspidin) દ્વારા કરવામાં આવી હતી. તેને પૉર્ટલૅન્ડ સિમેન્ટ પણ કહેવામાં આવે છે. કારણ કે તે ઇંગ્લૅન્ડના ઇસલ ઑફ પૉર્ટલૅન્ડમાં (Isle of Portland) પથ્થરની ખાણમાંથી મળતા કુદરતી ચૂનાના પથ્થર જેવાં જ છે.

સિમેન્ટ એક એવી નીપજ છે જે ચૂનામાં (CaO) અધિક પ્રમાણમાં હોય તેવા પદાર્થ સાથે બીજા પદાર્થો જેવા કે માટી જે સિલિકા (SiO_2) ઉપરાંત એલ્યુમિનિયમ, આયર્ન અને મૅગ્નેશિયમના ઑક્સાઇડ ધરાવે છે. તેની સાથે પ્રક્રિયા કરવાથી મેળવાય છે. પૉર્ટલૅન્ડ સિમેન્ટનું સરેરાશ બંધારણ CaO : 50-60 %, SiO_2 : 20-25 %, Al_2O_3 : 5-10 %, MgO : 2-3 %, Fe_2O_3 : 1-2 % અને SO_3 : 1-2 % છે. સારી ગુણવત્તાવાળા સિમેન્ટ માટે સિલિકા (SiO_2) અને એલ્યુમિના (Al_2O_3)નો ગુણોત્તર 2.5 થી 4 વચ્ચે હોવો જોઈએ તથા ચૂના (CaO) અને કુલ ઑક્સાઇડ [સિલિકોનના ઑક્સાઇડ (SiO_2) + એલ્યુમિનિયમના ઑક્સાઇડ (Al_2O_3) + આયર્ન ઑક્સાઇડ (Fe_2O_3)]નો ગુણોત્તર 2ની શક્ય હોય તેટલો નજીક હોવો જોઈએ.

સિમેન્ટના ઉત્પાદન માટેનો કાચો માલ ચૂનાનો પથ્થર અને માટી છે. જ્યારે માટી અને ચૂનાને સખત ગરમ કરવામાં આવે છે ત્યારે તે પિગળે છે અને પ્રક્રિયા કરીને 'સિમેન્ટ ક્લિન્કર' (Cement Clinker) બનાવે છે. આ સિમેન્ટ ક્લિન્કરને વજનથી 2-3 % જેટલા જિપ્સમ ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) સાથે મિશ્ર કરી સિમેન્ટ બનાવાય છે. આમ પૉર્ટલૅન્ડ સિમેન્ટમાં અગત્યના ઘટકોમાં ડાયકૅલ્શિયમ સિલિકેટ (Ca_2SiO_4) 26 %, ટ્રાયકૅલ્શિયમ સિલિકેટ (Ca_3SiO_5) 51 % અને ટ્રાયકૅલ્શિયમ એલ્યુમિનેટ ($Ca_3Al_2O_6$) 11 % છે.

સિમેન્ટનું જામી જવું (Setting of Cement) : સિમેન્ટને પાણી સાથે મિશ્ર કરવામાં આવે છે, ત્યારે તે જામી જાય છે અને કઠણ પદાર્થ બનાવે છે. આમ થવાનું કારણ સિમેન્ટમાં રહેલા ઘટકોના અણુઓનું જલીયકરણ અને તેઓની પુનઃગોઠવણી છે. જિપ્સમ ઉમેરવાનું કારણ એ છે કે તે સિમેન્ટના જામી જવાના સમયને ધીમો પાડી દે છે, જેથી તે પૂરતો કઠણ બની શકે છે.

ઉપયોગો : કોઈ પણ દેશ માટે લોખંડ અને સ્ટીલ પછીની રાષ્ટ્રીય જરૂરિયાતની પસંદગીની વસ્તુ સિમેન્ટ છે. તેનો ઉપયોગ કૉંક્રિટમાં, અત્યંત સખત કૉંક્રિટમાં (Reinforced concrete), પ્લાસ્ટર કરવામાં તથા પુલ, બંધ અને ઈમારતોના બાંધકામમાં થાય છે.

10.10 મૅગ્નેશિયમ અને કૅલ્શિયમનું જૈવિક અગત્ય (Biological Importance of Magnesium and Calcium)

એક પુખ્ત વ્યક્તિનું શરીર આશરે 25 g Mg અને 1200 g Ca તથા 5 g Fe અને 0.06 g Cu ધરાવે છે. માણસના શરીરમાં તેની રોજિંદી જરૂરિયાત 200-300 mg અંદાજવામાં આવે છે.

બધા જ ઉત્સેચકો ફોસ્ફેટ સ્થાનાંતરમાં ATPનો ઉપયોગ કરે છે. તેમને સહઅવયવ તરીકે મૅગ્નેશિયમની જરૂરિયાત હોય છે. વૃક્ષમાં પ્રકાશના શોષણ માટેનું મુખ્ય વર્ણક (pigment) ક્લૉરોફિલ છે. જે મૅગ્નેશિયમ ધરાવે છે. શરીરમાંનો લગભગ 99 % કૅલ્શિયમ હાડકાં અને દાંતમાં રહેલો છે. આ ઉપરાંત તે જ્ઞાનતંતુમય સ્નાયુના કાર્યમાં, આંતરજ્ઞાન તંતુમય પ્રસરણમાં, કોષપટલની અખંડિતતામાં અને લોહીના ગંઠાઈ જવામાં અગત્યનો ભાગ ભજવે છે. પ્લાઝ્મામાં 100 mgL^{-1} જેટલી કૅલ્શિયમની સાંદ્રતાનું નિયમન કરવામાં આવે છે. આ નિયમન બે હોર્મોન-કેલ્શિટોનીન તથા પેરાથાઇરોઇડ વડે થાય છે. તમે જાણો છો કે હાડકું એક નિષ્ક્રિય અને બદલાતો ન હોય તેવો પદાર્થ નથી, પરંતુ સતત ઓગળતો જતો અને પુનઃનિક્ષેપન (Re-deposit) પામતો પદાર્થ છે. માણસમાં તેનું પ્રમાણ 400 mg પ્રતિદિવસ જેટલું હોય છે. આ બધો જ કૅલ્શિયમ પ્લાઝ્માની આરપાર પસાર થાય છે.

સારાંશ

આવર્તકોષ્ટકના ***s*-વિભાગમાં સમૂહ 1** (આલ્કલી ધાતુઓ) અને **સમૂહ 2** (આલ્કલાઇન અર્થ ધાતુઓ)નો સમાવેશ થાય છે. તેઓને આલ્કલી ધાતુઓ અને આલ્કલાઇન અર્થ ધાતુઓ કહેવાનું કારણ એ છે કે તેઓના ઑક્સાઇડ અને હાઇડ્રૉક્સાઇડ સ્વભાવે આલ્કલાઇન હોય છે. આલ્કલી ધાતુઓ અને આલ્કલાઇન અર્થ ધાતુઓની ઓળખ તેઓના પરમાણુની સંયોજકતા કોષમાં રહેલા અનુક્રમે એક *s*-ઇલેક્ટ્રૉન અને બે *s*-ઇલેક્ટ્રૉનના આધારે થાય છે. આ વધુ પ્રતિક્રિયાત્મક ધાતુઓ છે જે અનુક્રમે એક ધનીય (M^+) અને દ્વિધનીય (M^{2+}) આયનો બનાવે છે.

આલ્કલી ધાતુઓમાં તેઓના વધતા જતા પરમાણ્વીયક્રમાંકની સાથે તેઓના ભૌતિક અને રાસાયણિક ગુણધર્મોમાં નિયમિત વલણ જોવા મળે છે. સમૂહમાં ઉપરથી નીચે તરફ જતા **પરમાણ્વીય** અને **આયનીય** કદ વધવાની સાથે વ્યવસ્થિત રીતે **આયનીકરણ એન્થાલ્પી**નું મૂલ્ય ઘટે છે. આલ્કલાઇન અર્થ ધાતુઓનાં ગુણધર્મોમાં લગભગ આ જ પ્રકારનું વલણ જોવા મળે છે.

આ સમૂહોમાં દરેક સમૂહનું પ્રથમ તત્ત્વ સમૂહ 1માં લિથિયમ અને સમૂહ 2માં બેરિલિયમ તેઓના તરત પછીના સમૂહના બીજા તત્ત્વ સાથે ગુણધર્મોમાં સામ્યતા દર્શાવે છે. આવર્તકોષ્ટકમાં આ પ્રકારની સામ્યતાને **'વિકર્ણ સંબંધ'** કહે છે. આ સમૂહોના પ્રથમ તત્ત્વ તે જ સમૂહોના અન્ય તત્ત્વો સાથે અનિયમિત વર્તણૂક દર્શાવે છે.

આલ્કલી ધાતુઓ ચાંદી જેવી સફેદ, નરમ અને નીચા ગલનબિંદુવાળી હોય છે. તેઓ વધુ પ્રતિક્રિયાત્મક હોય છે. આલ્કલી ધાતુઓના સંયોજનો મુખ્યત્વે આયનીય હોય છે. તેઓના ઑક્સાઇડ અને હાઇડ્રૉક્સાઇડ પાણીમાં ઓગળીને પ્રબળ આલ્કલી બનાવે છે. સોડિયમના અગત્યના સંયોજનોમાં સોડિયમ કાર્બોનેટ, સોડિયમ ક્લોરાઇડ, સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ અને સોડિયમ હાઇડ્રોજન કાર્બોનેટનો સમાવેશ થાય છે. સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડનું **કાસ્ટનર-કેલનર** (Castner-Kellner) પદ્ધતિ અને સોડિયમ કાર્બોનેટનું **સૉલ્વે** (Solvay) પદ્ધતિ દ્વારા ઉત્પાદન કરવામાં આવે છે.

આલ્કલાઇન અર્થ ધાતુઓનું રસાયણવિજ્ઞાન લગભગ આલ્કલી ધાતુઓના રસાયણવિજ્ઞાનને સમાન હોય છે. આલ્કલાઇન અર્થ ધાતુઓમાં તેઓના ઘટતા જતા પરમાણ્વીય અને આયનીય કદ અને વધતા જતા ધનાયનીય વીજભારને કારણે કેટલીક અસમાનતા જોવા મળે છે. તેઓના ઑક્સાઇડ અને હાઇડ્રૉક્સાઇડ આલ્કલી ધાતુઓના ઑક્સાઇડ અને હાઇડ્રૉક્સાઇડ કરતાં ઓછા બેઝિક હોય છે. કૅલ્શિયમના ઔદ્યોગિક અગત્ય ધરાવતા સંયોજનોમાં કૅલ્શિયમ ઑક્સાઇડ (કળી ચૂનો), કૅલ્શિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડ (ફોડેલો ચૂનો), કૅલ્શિયમ સલ્ફેટ **(પ્લાસ્ટર ઑફ પેરિસ)**, કૅલ્શિયમ કાર્બોનેટ (ચૂનાનો પથ્થર) અને સિમેન્ટનો સમાવેશ થાય છે. **પૉર્ટલેન્ડ સિમેન્ટ** એક અગત્યનો બાંધકામ માટેનો પદાર્થ છે. તેનું ઉત્પાદન ચૂનાના પથ્થરને માટી સાથે મિશ્ર કરી રોટરી ભઠ્ઠીમાં ગરમ કરીને કરવામાં આવે છે. આ રીતે મળતા ક્લિન્કરમાં થોડો જિપ્સમ (2-3 %) મિશ્ર કરીને અતિબારિક પાઉડર સ્વરૂપે સિમેન્ટ મેળવવામાં આવે છે. આ બધા પદાર્થો જુદા જુદા ક્ષેત્રોમાં જુદી જુદી રીતે ઉપયોગી થાય છે.

જૈવિક દ્રવમાં (biological fluids) એક સંયોજક સોડિયમ અને પોટેશિયમ તથા દ્વિસંયોજક મૅગ્નેશિયમ અને કૅલ્શિયમ વિશેષ પ્રમાણમાં મળી આવે છે. આ આયનો કેટલાક અગત્યના **જૈવિક કાર્યો** જેવા કે આયન સમતોલનનું નિયમન અને ચેતા આવેગ સંચરણમાં (Nerve Impluse Conduction) અગત્યની ભૂમિકા ભજવે છે.

સ્વાધ્યાય

10.1 આલ્કલી ધાતુઓના સામાન્ય ભૌતિક અને રાસાયણિક ગુણધર્મો કયા છે ?

10.2 આલ્કલાઇન અર્થ ધાતુઓની સામાન્ય લાક્ષણિકતાઓ અને ગુણધર્મોમાં આવર્તિતાની ચર્ચા કરો.

10.3 આલ્કલી ધાતુઓ શા માટે કુદરતમાં મળી આવતી નથી ?

10.4 Na_2O_2 માં સોડિયમનો ઑક્સિડેશન આંક શોધો.

10.5 પોટેશિયમ કરતાં સોડિયમ શા માટે ઓછો પ્રતિક્રિયાત્મક છે ? સમજાવો.

10.6 નીચે દર્શાવેલા ગુણધર્મો સંદર્ભે આલ્કલી ધાતુઓ અને આલ્કલાઇન અર્થ ધાતુઓની સરખામણી કરો : (i) આયનીકરણ એન્થાલ્પી (ii) ઑક્સાઇડ સંયોજનોની બેઝિકતા (iii) હાઇડ્રૉક્સાઇડ સંયોજનોની દ્રાવ્યતા

10.7 લિથિયમ કઈ રીતે મૅગ્નેશિયમની રાસાયણિક વર્તણૂક સાથે સામ્યતા દર્શાવે છે ?

10.8 આલ્કલી અને આલ્કલાઇન અર્થ ધાતુઓ શા માટે રાસાયણિક રિડક્શન પદ્ધતિઓ દ્વારા મેળવી શકાતી નથી ? સમજાવો.

10.9 પ્રકાશ વિદ્યુતકોષમાં લિથિયમના સ્થાને પોટેશિયમ અને સિઝિયમનો શા માટે ઉપયોગ કરવામાં આવે છે ?

10.10 જ્યારે આલ્કલી ધાતુઓને પ્રવાહી એમોનિયામાં દ્રાવ્ય કરવામાં આવે છે ત્યારે જુદા જુદા રંગ પ્રાપ્ત કરી શકાય છે. આ રંગ પરિવર્તનના કારણો સમજાવો.

10.11 બેરિલિયમ અને મૅગ્નેશિયમ જ્યોત સાથે રંગ આપતા નથી, જ્યારે આલ્કલાઇન અર્થ ધાતુઓ તે આપે છે. શા માટે ?

10.12 સૉલ્વે પદ્ધતિમાં થતી વિવિધ પ્રક્રિયાઓની ચર્ચા કરો.

10.13 પોટેશિયમ કાર્બોનેટને સૉલ્વે પદ્ધતિ દ્વારા બનાવી શકાતો નથી. શા માટે ?

10.14 Li_2CO_3 નીચા તાપમાને અને Na_2CO_3 ઊંચા તાપમાને શા માટે વિઘટન પામે છે ?

10.15 આલ્કલી ધાતુઓ અને આલ્કલાઇન અર્થ ધાતુઓના નીચે દર્શાવેલા સંયોજનોની દ્રાવ્યતા અને ઉષ્મીય સ્થાયીતાની સરખામણી કરો.
(a) નાઇટ્રેટ (b) કાર્બોનેટ (c) સલ્ફેટ

10.16 સોડિયમ ક્લોરાઇડથી શરૂઆત કરીને તમે નીચે દર્શાવેલા પદાર્થો કેવી રીતે બનાવશો ?
(i) સોડિયમ ધાતુ (ii) સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ (iii) સોડિયમ પેરૉક્સાઇડ (iv) સોડિયમ કાર્બોનેટ

10.17 શું થાય છે ? જ્યારે... (i) મૅગ્નેશિયમને હવામાં બાળવામાં આવે છે. (ii) કળી ચૂનાને સિલિકા સાથે ગરમ કરવામાં આવે છે. (iii) ફોડેલા ચૂના સાથે ક્લોરિન પ્રક્રિયા કરે છે.
(iv) કૅલ્શિયમ નાઇટ્રેટને ગરમ કરવામાં આવે છે.

10.18 નીચે દર્શાવેલા સંયોજનોના બે અગત્યના ઉપયોગો વર્ણવો :
(i) કોસ્ટિક સોડા (ii) સોડિયમ કાર્બોનેટ (iii) ક્વિક લાઇમ

10.19 બંધારણ દોરો : (i) $BeCl_2$ (બાષ્પ) (ii) $BeCl_2$ (ઘન)

10.20 સોડિયમ અને પોટેશિયમના હાઇડ્રૉક્સાઇડ અને કાર્બોનેટ સંયોજનો પાણીમાં સહેલાઈથી દ્રાવ્ય થાય છે. જ્યારે મૅગ્નેશિયમ અને કૅલ્શિયમના અનુવર્તી ક્ષારો પાણીમાં અલ્પદ્રાવ્ય થાય છે. સમજાવો.

10.21 નીચે દર્શાવેલા સંયોજનોની અગત્ય વર્ણવો : (i) ચૂનાનો પથ્થર (ii) સિમેન્ટ (iii) પ્લાસ્ટર ઑફ પેરિસ

10.22 સામાન્ય રીતે લિથિયમના ક્ષારો જળયુક્ત હોય છે અને આલ્કલી આયનોના ક્ષારો નિર્જલીય હોય છે, શા માટે ?

10.23 LiF મુખ્યત્વે પાણીમાં અદ્રાવ્ય હોય છે, જ્યારે LiCl પાણી ઉપરાંત એસિટોનમાં દ્રાવ્ય હોય છે. શા માટે ?

10.24 જૈવિક દ્રવમાં સોડિયમ, પોટેશિયમ, મૅગ્નેશિયમ અને કૅલ્શિયમની સાર્થકતા સમજાવો.

10.25 શું થાય છે ? જ્યારે... (i) સોડિયમ ધાતુને પાણીમાં નાખવામાં આવે છે. (ii) સોડિમય ધાતુને હવાના વધુ જથ્થાની હાજરીમાં ગરમ કરવામાં આવે છે. (iii) સોડિયમ પેરૉક્સાઇડ પાણીમાં ઓગળે છે.

10.26 નીચે દર્શાવેલા દરેક અવલોકનો માટે તમારું સ્પષ્ટીકરણ જણાવો :
(i) જલીય દ્રાવણોમાં આલ્કલી ધાતુ આયનોની ગતિશીલતાનો ક્રમ $Li^+ < Na^+ < K^+ < Rb^+ < Cs^+$ હોય છે.
(ii) લિથિયમ એક માત્ર આલ્કલી ધાતુ છે જે સીધું નાઇટ્રાઇડ સંયોજન બનાવે છે.
(iii) $M^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow M(s)$ (જ્યાં, M = Ca, Sr અને Ba) માટે $E^{\ominus}$ લગભગ અચળ છે.

10.27 સમજાવો :
(i) Na_2CO_3નું દ્રાવણ શા માટે આલ્કલાઇન હોય છે ?
(ii) આલ્કલી ધાતુઓને તેમના સંગલિત (fused) ક્લોરાઇડ સંયોજનોના વિદ્યુતવિભાજનથી શા માટે બનાવવામાં આવે છે ?
(iii) પોટેશિયમ કરતાં સોડિયમ શા માટે વધુ ઉપયોગી છે ?

10.28 નીચે દર્શાવેલા સંયોજનો વચ્ચે થતી પ્રક્રિયા માટેના સમતોલિત સમીકરણો લખો :
(i) Na_2O_2 અને પાણી (ii) KO_2 અને પાણી (iii) Na_2O અને CO_2.

10.29 નીચે દર્શાવેલા અવલોકનોને તમે કેવી રીતે સમજાવશો ?
(i) BeO પાણીમાં અદ્રાવ્ય છે પણ $BeSO_4$ પાણીમાં દ્રાવ્ય છે.
(ii) BaO પાણીમાં દ્રાવ્ય છે પણ $BaSO_4$ અદ્રાવ્ય છે.
(iii) KI કરતાં LiI ઈથેનોલમાં વધુ દ્રાવ્ય છે.

10.30 કઈ આલ્કલી ધાતુનું ગલનબિંદુ સૌથી નીચું છે ?
(a) Na (b) K (c) Rb (d) Cs

10.31 નીચેના પૈકી કઈ આલ્કલી ધાતુ જળયુક્ત ક્ષારો આપે છે ?
(a) Li (b) Na (c) K (d) Cs

10.32 નીચેના પૈકી કયું આલ્કલાઇન અર્થ ધાતુ કાર્બોનેટ સંયોજન ઉષ્મીય રીતે સૌથી વધુ સ્થાયી છે ?
(a) $MgCO_3$ (b) $CaCO_3$ (c) $SrCO_3$ (d) $BaCO_3$