

p – વિભાગનાં કેટલાંક તત્વો - I

5.1 પ્રસ્તાવના

- p-વિભાગનાં તત્વોની સામાન્ય માહિતી, ઈલેક્ટ્રોનીય રચના, સમૂહનાં 13નાં તત્વોની ઈલેક્ટ્રોનીય રચના, પ્રાપ્તિસ્થાન ગુણધર્મોમાં વિવિધતા, ઓક્સિડેશન અવસ્થા, રાસાયણિક પ્રતિક્રિયાત્મકતાનું વલણ, સમૂહના પ્રથમ તત્વના ગુણધર્મોમાં અનિયંત્રિતતા.
- 5.2 બોરોન-ભૌતિક અને રાસાયણિક ગુણધર્મો (રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ)
- 5.3 બોરોનનાં કેટલાંક અગત્યનાં સંયોજનો-બોરેક્સ પાઉડર, બોરિક એસિડ, બોરોન હાઇડ્રાઈડ
- 5.4 એલ્યુમિનિયમના ગુણધર્મો, ઉપયોગો અને એસિડ તથા બેઇઝ સાથેની પ્રક્રિયાઓ
- 5.5 સમૂહ 14નાં તત્વોની સામાન્ય માહિતી, ઈલેક્ટ્રોનીય રચના, પ્રાપ્તિસ્થાન, ગુણધર્મોમાં વિવિધતા, ઓક્સિડેશન અવસ્થા, રાસાયણિક પ્રતિક્રિયાત્મકતાનું વલણ, સમૂહના પ્રથમ તત્વના ગુણધર્મોમાં અનિયંત્રિતતા.
- 5.6 કાર્બન-કેટેનેશન, અપરરૂપો, ભૌતિક અને રાસાયણિક ગુણધર્મો, કેટલાંક અગત્યનાં સંયોજનોના ઉપયોગ, ઓક્સાઈડ સંયોજનો-CO, CO₂

- 5.7 સિલિકોનનાં અગત્યનાં સંયોજનો અને સિલિકોન ટેટ્રાકલોરાઈડ, સિલિકોન્સ, સિલિકેટની સામાન્ય માહિતી અને બંધારણ, જિયોલાઈટના ઉપયોગો.

5.1 પ્રસ્તાવના (Introduction)

જે તત્વોની બાબતમ સંયોજકતાકક્ષકની ઈલેક્ટ્રોનીય રચના $ns^2 np^1$ થી $ns^2 np^6$ (સિલાય He તત્વ) હોય તે તત્વો p-વિભાગનાં તત્વો કહેવાય છે, જ્યાં n = 2 થી 6 છે. p-પ્રકારની કક્ષકમાં વધુમાં વધુ છ ઈલેક્ટ્રોનનો સમાવેશ થતો હોવાથી આ તત્વો છ સમૂહમાં ગોઠવાયેલાં છે. આવર્તકોષ્ટકમાં સમૂહ 13 થી 18, p-વિભાગનાં તત્વો છે. આવર્તકોષ્ટકમાં સંકાન્તિ તત્વોથી જમણી બાજુ આ તત્વો ગોઠવાયેલાં છે. p-વિભાગનાં તત્વોની સંયોજકતા કક્ષકો સિલાયની અંદરના ભાગની (Inner core) ઈલેક્ટ્રોનીય રચનામાં ફેરફાર હોવાથી, આ તત્વોના ભૌતિક અને રાસાયણિક ગુણધર્મોમાં વિવિધતા માલ્યમ પડે છે. સામાન્ય રીતે સમૂહનું પ્રથમ તત્વ તે જ સમૂહના અન્ય સત્યો કરતાં કેટલાક ગુણધર્મોમાં જુદાપણું ધરાવે છે. આ પ્રકરણમાં સમૂહ 13 (IIIA) અને 14 (IVA)નાં તત્વોનો અભ્યાસ કરીશું. સમૂહ 13 અને 14 નાં પ્રથમ તત્વ અનુક્રમે બોરોન અને કાર્બન હોવાથી આ સમૂહ અનુક્રમે બોરોનસમૂહ અને કાર્બનસમૂહ તરીકે ઓળખાય છે. કાર્બન કેટેનેશનના ગુણધર્મને કારણે અસંખ્ય કાર્બનિક સંયોજનો બનાવે છે, જેનો સમાવેશ કાર્બનિક રસાયણવિજ્ઞાનમાં કરવામાં આવ્યો છે. હવે p-વિભાગનાં તત્વોની કેટલીક સામાન્ય માહિતીનો અભ્યાસ કરીશું.

p-વિભાગનાં તત્વોની સામાન્ય માહિતી : સમૂહ 13થી 18નાં તત્વો એટલે કે p-વિભાગનાં તત્વોમાં ભૌતિક અને રાસાયણિક ગુણધર્મોમાં વિવિધતા માલ્યમ પડે છે. છતાં પણ તેમના કેટલાક ગુણધર્મોના વલણને સામાન્ય રીતે નીચે પ્રમાણે દર્શાવી શકાય.

કોષ્ટક 5.1
p-વિભાગનાં તત્ત્વો

						He
2p	13	14	15	16	17	18
	B	C	N	O	F	Ne
3p	Al	Si	P	S	Cl	Ar
4p	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5p	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6p	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn

પરમાણુઓ દ્વારા પરિણામિત વિધૂતબળ અનુભૂતિ

વિદ્યુતજ્ઞાનસ્થાન, આયનિકરણ, એન્થ્રોપોલોજી, ઓક્સિડશન કર્તૃ

પરમાણુય ત્રિજ્યા ધાત્વિક લક્ષણ

સામાન્ય રીતે વિદ્યુતજ્ઞાનસ્થાન, આયનીકરણ-એન્થ્રોપોલોજી અને ઓક્સિડશનની ક્રાંતિકતા (Oxidizing power) આવર્તમાં પરમાણુયકમાંક વધતાં વધે છે, જ્યારે સમૂહમાં પરમાણુયકમાંક વધતાં તે ઘટે છે. સામાન્ય રીતે પરમાણુય ત્રિજ્યા, વાન્ડ ડર વાલ્સ ત્રિજ્યા અને ધાત્વિક ગુણધર્મ સમૂહમાં પરમાણુકમાંક વધતાં વધે છે, તેથી p-સમૂહનાં તત્ત્વોની લાક્ષણિકતા છે કે તેમાં અધાતુ, અર્ધાતુ અને ધાતુતત્ત્વોનો એક જ સમૂહમાં સમાવેશ થયેલો જોવા મળે છે. આ ગુણધર્મો આવર્તમાં પરમાણુય કમાંક વધતાં ઘટે છે.

p-વિભાગનાં તત્ત્વોની સંયોજકતાકષકની હલેકડ્રોનીય રૂપના $ns^2 np^{1-6}$, જ્યાં n = 2 થી 6 છે. તેથી આ તત્ત્વોની મહત્તમ ઓક્સિડશન અવસ્થાનું મૂલ્ય તેના સમૂહના મૂલ્યમાંથી દસ બાદ (-10) કરવાથી મળે છે. સમૂહ 13થી 16માં પરમાણુકમાંક વધે એટલે કે સમૂહમાં ઉપરથી નીચે તરફ જતાં મહત્તમ ઓક્સિડશન અવસ્થાના મૂલ્યમાંથી બે બાદ (-2) કરતાં મળતી ઓક્સિડશન અવસ્થાની સ્થિરતામાં વધારો થાય છે. આ વલણને નિષ્ઠિય યુગમાસર (Inert pair effect) કહે છે. p-વિભાગનાં તત્ત્વોની સામાન્ય ઓક્સિડશન-અવસ્થા કોષ્ટક 5.2માં દર્શાવી છે.

કોષ્ટક 5.2 p-વિભાગનાં તત્ત્વોની સામાન્ય ઓક્સિડશન-અવસ્થા

સમૂહ	13	14	15	16	17	18
ઓક્સિડશન-	B	C	N	O	F	Ne
	+3	+4, -4	+5 થી -3	-1, -2	-1	-
અવસ્થા	Al	Si	P, As	S, Se, Te	Cl, Br, I	Xe
	+3	+4,	+3, +5, -3	-2, +2 +4, +6	-1, +1, +3 +5, +7	+2, +4 +6, +8
અવસ્થા	Ga, In, Tl +1, +3	Ge, Sn, Pb +2, +4	Sb, Bi, +5, +3			

p-વિભાગનાં તત્ત્વોની સામાન્ય માહિતી મેળવ્યા પછી હવે સમૂહ 13 અને 14નાં તત્ત્વોના કેટલાક ગુણવર્ણનો વિગતવાર અભ્યાસ કરીશું.

સમૂહ 13નાં તત્ત્વો (બોરોનસમૂહ) : ઈલેક્ટ્રોનીય રચના : સમૂહ 13માં આવેલાં તત્ત્વો બોરોન (B), એલ્યુમિનિયમ (Al), ગેલિયમ (Ga), ઇન્ડિયમ (In), અને

થેલિયમ (Tl) છે. તેમની સંયોજકતાકોષની ઈલેક્ટ્રોનીય રચના $ns^2 np^1$, જ્યાં $n = 2$ થી 6 છે. આમ, સંયોજકતા કોષમાં s-પ્રકારની કક્ષકમાં બે ઈલેક્ટ્રોન અને p-પ્રકારની કક્ષકમાં એક એમ મળી કુલ ત્રણ ઈલેક્ટ્રોન આવેલા છે. સમૂહ 13નાં તત્ત્વોની ઈલેક્ટ્રોનીય રચના કોઈક 5.3માં દર્શાવી છે.

કોઈક 5.3 સમૂહ 13નાં તત્ત્વોની ઈલેક્ટ્રોનીય રચના

તત્ત્વ	પરમાણવિય ક્રમાંક	સંપૂર્ણ ઈલેક્ટ્રોનીય રચના	નિર્ધિય વાયુ કોર (Core) સાથે
બોરોન (B)	5	$1s^2 2s^2 2p^1$	[He] $2s^2 2p^1$
એલ્યુમિનિયમ (Al)	13	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$	[Ne] $3s^2 3p^1$
ગેલિયમ (Ga)	31	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^1$	[Ar] $3d^{10} 4s^2 4p^1$
ઇન્ડિયમ (In)	49	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6$ $4d^{10} 5s^2 5p^1$	[Kr] $4d^{10} 5s^2 5p^1$
થેલિયમ (Tl)	81	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6$ $4d^{10} 4f^{14} 5s^2 5p^6 5d^{10} 6s^2 6p^1$	[Xe] $4f^{14} 5d^{10} 6s^2 6p^1$

પ્રાપ્તિસ્થાન : બોરોનની પ્રચુરતા પૃથ્વીના પોપડામાં વજનથી 0.0001% કરતાં ઓછી છે. તે ખનિજ સ્વરૂપે મળી આવે છે. તેનાં અગત્યનાં ખનિજો નીચે પ્રમાણે છે.

બોરેક્સ : $(Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O)$

કેર્નાઈટ : $(Na_2B_4O_7 \cdot 4H_2O)$

ગેલિમેનાઈટ : $(Ca_2B_6O_{11} \cdot 2H_2O)$

ઓર્ભોબોરિક ઓસિડ : (H_3BO_3)

બોરોન કેલિસોનિયા (અમેરિકા) અને તૂંકીમાં મળી આવે છે. ભારતમાં તે કાશીરના લાદાખ વિસ્તારની પુગા ઘીશમાંથી અને રાજસ્થાનના સાંભર સરોવરમાંથી બોરેક્સ સ્વરૂપે મળી આવે છે. પૃથ્વીના પોપડામાંથી મળી આવતાં તત્ત્વોમાં એલ્યુમિનિયમનું સ્થાન ગ્રીજા કરે છે. પ્રથમ કરે ઓક્સિસિજન વજનથી 45.5%, દ્વિતીય કરે સિલિકોન વજનથી 27.7% અને ગ્રીજા કરે એલ્યુમિનિયમ વજનથી 8.3% છે. એલ્યુમિનિયમનાં કેટલાક અગત્યના ખનિજો નીચે પ્રમાણે છે :

બોક્સાઈટ : $Al_2O_3 \cdot xH_2O$

ઓર્ભોક્લેર્ડ : $KAlSi_3O_8$

કાયોલાઈટ : Na_3AlF_6

ક્રોરેન્ડમ : Al_2O_3

બેરિલ : $Be_3Al_2Si_6O_{18}$

અભરખ (માઈકા) : $KAl_2(Si_3AlO_{10})(OH)_2$

એલ્યુમિનિયમનાં અગત્યનાં ખનિજો બોક્સાઈટ અને કાયોલાઈટ છે. ભારતમાં અભરખ(માઈકા) ખનિજ મધ્ય પ્રદેશ, કર્ણાટક, ઓરિસ્સા અને જમ્બુમાં મળી આવે છે. દુનિયામાં અભરખની સૌથી વધુ નિકાસ કરતો દેશ ભારત છે. ગેલિયમ, ઇન્ડિયમ અને થેલિયમની ઉપસ્થિતિ ખૂબ ઓછી છે. Zn, Cu, Ge અને Asના બનેલા સંકીર્ણ સલ્ફાઈડના ખનિજ જર્મેનાઈટમાંથી ગેલિયમ (0.1 – 1%) મળી આવે છે. લિંકના સલ્ફાઈડ ખનિજમાંથી અલ્યુમાનામાં ઇન્ડિયમ મળી આવે છે. લેડના સલ્ફાઈડ ખનિજમાંથી થેલિયમ પ્રાપ્ત થાય છે.

ગુણવર્ણનોમાં વિવિધતા : બોરોનસમૂહના સભ્યોના કેટલાક ગુણવર્ણનોમાં વિવિધતા માલૂમ પડે છે, જે કોઈક 5.4માં દર્શાવી છે.

કોષ્ટક 5.4 સમૂહ 13નાં તત્ત્વોના ભૌતિક ગુણધર્મો

ભૌતિક ગુણધર્મો	તત્ત્વો				
	B	Al	Ga	In	Tl
પરમાણિવય કમાંક	5	13	31	49	81
પરમાણિવય દળ	10.81	26.98	69.72	114.82	204.38
પરમાણિવય ત્રિજ્યા (pm)	85	143	135	167	170
આયનીય ત્રિજ્યા (pm)	27	53.5	62.0	80.0	88.5
આયનીય ત્રિજ્યા M^{1+} (pm)	—	—	120	140	150
આયનીકરણ-એન્થાલ્પી (ક્રિ જૂલ મોલ $^{-1}$) (I)	800	577	578	558	590
(II)	2427	1816	1979	1820	1971
(III)	3659	2744	2962	2704	2877
(IV)	25026	11578	6200	5200	—
વિદ્યુતત્ત્રણમયતા (પોલિંગ કમ)	2.0	1.5	1.6	1.7	1.8
ધનતા (ગ્રામ સેમી $^{-3}$)	2.35	2.70	5.90	7.31	11.85
ગલનબિંદુ (K)	2453	933	303	430	576
ઉત્કલનબિંદુ (K)	3923	2740	2676	2353	1730
$E_{(v)}^0 298 K \quad M_{(aq)}^{3+} + 3e^- \rightarrow M_{(s)}$	—	- 1.66	- 0.56	- 0.34	+ 1.26
$E_{(v)}^0 298 K \quad M_{(aq)}^+ + e^- \rightarrow M_{(s)}$	—	+ 0.55	—	- 0.18	- 0.34

(pm) પિકોમીટર = 10^{-12} મીટર

(i) પરમાણિવય ત્રિજ્યા અને આયનીય ત્રિજ્યા : બોરોનસમૂહનાં તત્ત્વોમાં પરમાણિવય કમાંક વધતાં તેમાં નવો કોષ ઉમેરાય છે, તેથી કેન્દ્ર અને બાધ્યતમ કોશમાં આવેલા ઈલેક્ટ્રોન વચ્ચેનું અંતર વધે છે. તેને લીધે પરમાણિવય ત્રિજ્યા વધે છે. આવું જ વલણ આયનીય ત્રિજ્યામાં માલૂમ પડે છે. જોકે એલ્યુમિનિયમ અને ગેલિયમની પરમાણિવય ત્રિજ્યામાં અપવાદ છે. એલ્યુમિનિયમની પરમાણિવય ત્રિજ્યા (143 pm) કરતાં ગેલિયમની પરમાણિવય ત્રિજ્યા (135 pm) ઓછી છે, કારણ કે એલ્યુમિનિયમની ઈલેક્ટ્રોનીય રચનામાં d-ક્ષક્ષકો આવેલી નથી, જ્યારે ગેલિયમની ઈલેક્ટ્રોનીય રચનામાં d-ક્ષક્ષકો આવેલી છે. વળી, તેનું કદ પણ મોટું હોવાથી તેમાં આવેલા ઈલેક્ટ્રોન દ્વારા કેન્દ્ર (ન્યુક્લિયસ) સાથેની આવરણ પડની અસર (સ્ક્રીનિંગ અસર)ની સક્રિયતા ઓછી થાય છે. હવે ગેલિયમમાં કેન્દ્રીય ભાર પણ વધુ હોવાથી બાધ્યતમ કોશમાં આવેલા ઈલેક્ટ્રોનનું કેન્દ્ર તરફ આકર્ષણ વધે છે. તેથી ગેલિયમની પરમાણિવય ત્રિજ્યા એલ્યુમિનિયમની

પરમાણિવય ત્રિજ્યા કરતાં ઓછી છે. જોકે આયનીય ત્રિજ્યા માટે નિયમિત વલણ માલૂમ પડે છે.

(ii) આયનીકરણ એન્થાલ્પી : બોરોનસમૂહનાં તત્ત્વોની પ્રથમ આયનીકરણ એન્થાલ્પી (ΔH_f)નો ક્રમ $B > Al < Ga < In < Tl$ છે. બોરોન કરતાં એલ્યુમિનિયમની પ્રથમ આયનીકરણ એન્થાલ્પી ઓછી છે. કારણ કે એલ્યુમિનિયમમાં નવો સંયોજકતાકોષ ઉમેરાતાં એલ્યુમિનિયમનું પરમાણિવય કદ વધે છે અને સ્ક્રીનિંગ અસર પણ વધે છે. પરિણામે એલ્યુમિનિયમની બાધ્યતમ ક્ષક્ષક્ષમાં આવેલા ઈલેક્ટ્રોનનું કેન્દ્ર તરફ આકર્ષણબળ ઘટે છે. તેથી પ્રથમ આયનીકરણ એન્થાલ્પી બોરોન કરતાં ઓછી છે. પરંતુ એલ્યુમિનિયમ કરતાં ગેલિયમની પ્રથમ આયનીકરણ એન્થાલ્પી થોડી વધારે (1 kJ mol^{-1}) છે, કારણ કે ગેલિયમમાં નવો સંયોજકતાકોષ ઉમેરાય છે અને સાથે 3d-ક્ષક્ષક્ષમાં પણ ઉમેરાતી હોવાથી સ્ક્રીનિંગ અસરમાં ઘટાડો થાય છે. એટલે કે તે વધુ અસરકારક રહેતી નથી.

તેથી ગેલિયમમાં કેન્દ્ર તરફ ઈલેક્ટ્રોનનું આકર્ષણબળ વધે છે. આના લીધે પ્રથમ આયનીકરણ-એન્થાલ્પી થોડી વધારે છે. તેવી જ રીતે ઇન્ઝિયમમાં $4d$ -ક્ષક આવેલી હોવાથી તેની સ્કીનિંગ-અસરની સક્રિયતા ઘટે છે અને કેન્દ્રમાં થતા વીજભારના વધારાને ($49 - 31 = 18$ એકમ) સ્કીનિંગ અસર વટાવી જાય છે. પરિણામે બાધ્યતમ કક્ષકમાં ગોઠવાયેલા ઈલેક્ટ્રોનનું કેન્દ્ર તરફ આકર્ષણ ગેલિયમ કરતાં ઓછું થાય છે. તેથી ઇન્ઝિયમની પ્રથમ આયનીકરણ એન્થાલ્પી ગેલિયમ કરતાં ઓછી છે. ઇન્ઝિયમ કરતાં થેલિયમની પ્રથમ આયનીકરણ એન્થાલ્પી વધારે છે. કારણ કે થેલિયમના કેન્દ્રમાં વીજભારમાં થતો વધારો ($81 - 49 = 32$ એકમ) છે. વળી $4f$ અને $5d$ -ક્ષકો ઉપસ્થિત છે, ઇતાં સ્કીનિંગ અસરની સક્રિયતામાં થતા ઘટાડાને કેન્દ્રનો વીજભાર વટાવી જાય છે. પરિણામે બાધ્યતમ કોશના ઈલેક્ટ્રોનનું કેન્દ્ર તરફ આકર્ષણબળ વધે છે. તેથી પ્રથમ આયનીકરણ એન્થાલ્પીનું મૂલ્ય વધે છે.

આ સમૂહનાં તત્ત્વોની દ્રિતીય આયનીકરણ એન્થાલ્પી (Δ_1H_2) અને તૃતીય આયનીકરણ એન્થાલ્પી (Δ_1H_3)નાં મૂલ્યો ખૂબ જ વધારે છે, કારણ કે પ્રથમ ઈલેક્ટ્રોન મુક્ત થતાં બનતા આયનનું કદ ઘટે છે અને અસરકારક કેન્દ્રીય ભાર વધે છે, તેથી કેન્દ્ર તરફ આકર્ષણ વધે છે. વળી, બીજો અને ત્રીજો ઈલેક્ટ્રોન d -પ્રકારની કક્ષકમાંથી મુક્ત થતા હોય છે d -ક્ષકનું કેન્દ્ર તરફ વધુ આકર્ષણ હોવાથી તેમાંથી ઈલેક્ટ્રોન દૂર કરવા વધુ ઊર્જાની જરૂર પડે છે, તેથી Δ_1H_2 અને Δ_1H_3 નાં મૂલ્યો ખૂબ જ વધારે છે.

(iii) ધ્ાત્વિક ગુણાર્થમઃ : સમૂહ 13નાં તત્ત્વોમાં ધ્ાત્વિક ગુણાર્થમાં વિવિધતા માલૂમ પડે છે બોરોન કરતાં એલ્યુમિનિયમમાં ધ્ાત્વિક ગુણાર્થમ વધારે છે, કારણ કે બોરોન કરતાં એલ્યુમિનિયમની વિદ્યુતધનમયતા વધુ હોવાથી એલ્યુમિનિયમ વિદ્યુત અને ઉભાનો સુવાહક છે. એલ્યુમિનિયમથી થેલિયમ તરફ જતાં તેના રિડક્શન પોટોનિયલનાં મૂલ્યો વધે છે, તેથી તેની વિદ્યુતધનમયતાનાં મૂલ્યોમાં ઘટાડો થાય છે. આના પરિણામે ધ્ાત્વિક ગુણાર્થમાં વધારો થાય છે. આમ, બોરોન અધારુ છે, જ્યારે એલ્યુમિનિયમ ધારુ છે. ઇન્ઝિયમ, ગેલિયમ અને થેલિયમમાં ધારુ ગુણાર્થમ કમશઃ વધે છે.

(iv) વિદ્યુતક્રષ્ણતા : સમૂહ 13નાં તત્ત્વોની વિદ્યુતક્રષ્ણતા સમૂહમાં ઉપરથી નીચે તરફ જતાં બોરોન કરતાં એલ્યુમિનિયમની વિદ્યુતક્રષ્ણતા જડપથી ઘટે છે અને ત્યાર બાદ એલ્યુમિનિયમથી થેલિયમ તરફ જતાં તે ધીમેથી કમશઃ વધે છે, કારણ કે પરમાણિવિય કમાંક વધતાં પરમાણિવિય

કદ વધે છે. તેથી કેન્દ્ર તરફ ઈલેક્ટ્રોન માટેનું આકર્ષણબળ ઘટે છે.

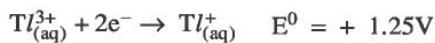
(v) ગલનબિંદુ અને ઉત્કલનબિંદુ : સમૂહ-13નાં તત્ત્વોનાં ગલનબિંદુમાં અનિયમિત વલણ માલૂમ પડે છે. જેમકે, બોરોનનું ગલનબિંદુ સૌથી વધારે છે, જ્યારે એલ્યુમિનિયમનું ગલનબિંદુ ઓછું છે અને ગેલિયમનું ગલનબિંદુ સૌથી ઓછું છે. વળી, ગેલિયમ કરતાં ઇન્ઝિયમનું ગલનબિંદુ વધારે છે અને થેલિયમનું ગલનબિંદુ તેથી થોડું વધારે છે; $B > Al > Ga < In < Tl$. આ માટે તત્ત્વોની સ્ટાટિક ર્યાના જવાબદાર છે. સમૂહ-13નાં તત્ત્વોનાં ઉત્કલનબિંદુમાં સમૂહમાં ઉપરથી નીચે તરફ જતાં નિયમિત વલણ માલૂમ પડે છે. પરમાણિવિય કમાંક વધતાં તેમનાં ઉત્કલનબિંદુ નિયમિત રીતે ઘટે છે.

(vi) ધાનતા : સમૂહ-13નાં તત્ત્વોના પરમાણિવિય કમાંક વધતાં તેમની ધાનતાનાં મૂલ્યોમાં વધારો થાય છે. કારણ કે પરમાણિવિય કમાંક વધતાં કદ વધે છે. પરંતુ પરમાણિવિય ધનમાં થતો વધારો કદની સરખામજીમાં વધારે થતો હોવાથી ધાનતા વધે છે.

(vii) રિડક્શનકર્તાનો ગુણાર્થમઃ : સમૂહ-13નાં તત્ત્વોનો રિડક્શનકર્તાનો ગુણાર્થમ સમૂહમાં ઉપરથી નીચે એટલે કે એલ્યુમિનિયમથી થેલિયમ તરફ જતાં ઘટે છે, કારણ કે એલ્યુમિનિયમથી થેલિયમ તરફ જતાં તેમનાં રિડક્શન-પોટોનિયલનાં મૂલ્યો વધે છે. તેથી તેમની રિડક્શન કરવાની ક્ષમતામાં ઘટાડો થાય છે અને તેથી રિડક્શનકર્તાનો ગુણાર્થમ ઘટે છે.

(viii) સંયોજનોનો સ્વભાવ : સમૂહ-13માં પરમાણિવિય કમાંક વધતાં સહસંયોજક-બંધ ધરાવતાં સંયોજનો બનવાનું વલણ ઘટે છે અને આયનીય બંધ ધરાવતાં સંયોજનો બનવાનું વલણ વધે છે, કારણ કે બોરોનનું કદ નાનું છે અને B^{3+} આયન બનવા માટે જરૂરી કુલ આયનીકરણ એન્થાલ્પી ($\Delta_1H_1 + \Delta_1H_2 + \Delta_1H_3$)નું મૂલ્ય વધારે છે. આથી, બોરોન સરળતાથી B^{3+} આયન બનાવતો નથી અને તેથી સહસંયોજક બંધ રૂપે છે. હવે જેમ પરમાણિવિય કમાંક વધે છે, તેમ પરમાણનું કદ વધે છે અને કુલ આયનીકરણ એન્થાલ્પીના મૂલ્યમાં ઘટાડો થાય છે. તેથી સહસંયોજક બંધ બનાવવાનું વલણ ઘટે છે અને આયનીય બંધ બનાવવાનું વલણ વધે છે. બોરોન સહસંયોજક બંધ ધરાવતાં સંયોજનો બનાવે છે. જ્યારે એલ્યુમિનિયમમાં પડી સહસંયોજક બંધ ધરાવતાં સંયોજનો અને થોડે ઘણો અંશે આયનીય સંયોજનોનું વલણ માલૂમ પડે છે, જ્યારે ગેલિયમ, ઇન્ઝિયમ અને થેલિયમમાં પરમાણિવિય કમાંક વધતાં આયનીય બંધ ધરાવતાં સંયોજનોનું વલણ પ્રબળ બને છે.

ઓક્સિડેશન અવસ્થા : સમૂહ 13નાં તત્ત્વોની ઈલેક્ટ્રોનીય રચનામાં બાધ્યતમ કક્ષકમાં d-પ્રકારની કક્ષકમાં બે ઈલેક્ટ્રોન અને p-પ્રકારની કક્ષકમાં એક ઈલેક્ટ્રોન, એટલે કે કુલ ત્રણ ઈલેક્ટ્રોન હોવાથી તે +3 ઓક્સિડેશન અવસ્થા ધરાવે છે. બોરેન અને એલ્યુમિનિયમની ઓક્સિડેશન અવસ્થા +3 છે. જ્યારે ગેલિયમ, ઇન્ઝિયમ અને થેલિયમ +1 અને +3 એમ બે પ્રકારની ઓક્સિડેશન અવસ્થા ધરાવે છે. જેમ-જેમ પરમાણુય કમાંક વધે તેમ-તેમ +3 ઓક્સિડેશન અવસ્થાની સ્થિરતા ઘટે છે અને +1 ઓક્સિડેશન અવસ્થાની સ્થિરતામાં વધારો થાય છે, કારણ કે જેમ-જેમ સમૂહમાં ઉપરથી નીચે તરફ જતાં પરમાણુય કમાંક વધે તેમ-તેમ d-પ્રકારની કક્ષકના ઈલેક્ટ્રોનની બંધ બનાવવાની કિયામાં ભાગ લેવાનું વલણ ઘટે છે. એટલે કે ns² ઈલેક્ટ્રોન ગેલિયમ, ઇન્ઝિયમ અને થેલિયમમાં યુગ્મ સ્વરૂપે જ રહે છે, કારણ કે તેમાં d અને f પ્રકારની કક્ષકો આવેલી હોવાથી ns²-કક્ષકની સ્કીનિંગ અસર નિર્ભળ બને છે અને નિર્ઝિય યુગ્મ અસર પરમાણુય કમાંક વધતાં પ્રબળ બને છે, તેથી ns²-કક્ષકના ઈલેક્ટ્રોન વધુ મજબૂત રીતે કેન્દ્ર તરફ આકર્ષયેલા હોય છે, તેથી તે દૂર કરવા મુશ્કેલ બને છે. આના કારણે +1 ઓક્સિડેશન અવસ્થાની સ્થિરતા વધે છે અને +3 ઓક્સિડેશન અવસ્થાની સ્થિરતા ઘટે છે. નીચેની પ્રક્રિયા આ ઓક્સિડેશન અવસ્થાની સ્થિરતાની તરફેણમાં છે.



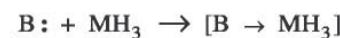
આ સમીકરણ દર્શાવે છે કે થેલિયમની +1 ઓક્સિડેશન અવસ્થા + 3 કરતાં વધુ સ્થાયી છે, કારણ કે આ પ્રક્રિયા માટેના રિક્ષન-પોટોનિયાલનું મૂલ્ય ધન છે.

રાસાયણિક પ્રતિક્રિયાત્મકતાનું વલણ (Trends in Chemical Reactivity) : સમૂહ 13નાં તત્ત્વોની રાસાયણિક પ્રતિક્રિયાત્મકતામાં વિવિધતા માલૂમ પડે છે. કારણ કે B અને Al તત્ત્વોની ઈલેક્ટ્રોનીય રચનામાં ઉમદા વાયુની ઈલેક્ટ્રોનીય રચના પછી ns² np¹ પ્રકારની ઈલેક્ટ્રોનીય રચના છે, જ્યારે ગેલિયમ અને ઇન્ઝિયમની ઈલેક્ટ્રોનીય રચનામાં ઉમદા વાયુની ઈલેક્ટ્રોનીય રચના પછી d-પ્રકારની કક્ષકનો પણ સમાવેશ થયેલો છે. ત્યાર પછી ns² np¹ પ્રકારની ઈલેક્ટ્રોનીય રચના છે. હવે થેલિયમની ઈલેક્ટ્રોનીય રચનામાં નિર્ઝિયવાયુની ઈલેક્ટ્રોનીય રચના પછી d અને f-બને પ્રકારની કક્ષકનો સમાવેશ થયેલો છે. ત્યાર બાદ ns² np¹ પ્રકારની ઈલેક્ટ્રોનીય રચના છે. તેથી સમૂહ 13નાં સંયોજનોમાં તત્ત્વોની રાસાયણિક પ્રતિક્રિયાત્મકતા નીચે પ્રમાણે છે :

(i) હાઈડ્રોઇડ સંયોજનો : સમૂહ 13નાં તત્ત્વો H₂ સાથે સીધાં સંયોજાવાથી હાઈડ્રોઇડ બનાવતાં નથી, પરંતુ આડકતરી રીતે સંયોજાઈને હાઈડ્રોઇડ સંયોજનો બનાવે છે. દા.ત., બોરેનના હાઈડ્રોઇડની બનાવત BF_3 ની LiH સાથે પ્રક્રિયા થતાં બને છે.

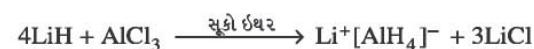


બોરેન ઘણા હાઈડ્રોઇડ બનાવે છે. તેમાં મોટા ભાગના હાઈડ્રોઇડનાં અશુસૂત્ર B_nH_{n+4} અને B_nH_{n+6} છે, જે બોરેન (Borane) સંયોજનો તરીકે જાહીતાં છે. અન્ય તત્ત્વોના હાઈડ્રોઇડ બહુલક સ્વરૂપે હોય છે. દા.ત., $(AlH_3)_n$, $(GaH_3)_n$ અને $(InH_3)_n$ છે. તેના બંધારણમાં M.....H.....M (જ્યાં M = Al, Ga, In) જોડાણ બનાવે છે. પરમાણુય કમાંક વધતાં હાઈડ્રોઇડની સ્થિરતામાં ઘટાડો થાય છે. તેથી થેલિયમનો હાઈડ્રોઇડ ખૂબજ અસ્થાયી છે. આ હાઈડ્રોઇડ નિર્ભળ લૂઈસ એસિડ છે. તે ત્વરિત પ્રબળ લૂઈસ બેઇઝ (B:) સાથે જોડાય છે.



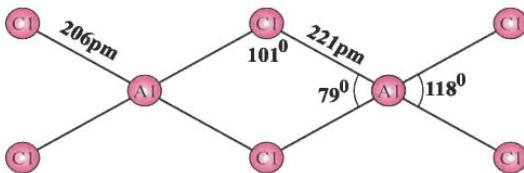
(જ્યાં M = Al અથવા Ga)

એલ્યુમિનિયમ અને ગેલિયમનાં બહુલક હાઈડ્રોઇડ સંયોજનો ઉપરાંત વધારામાં લિથિયમ ટેટ્રાહાઇડ્રો એલ્યુમિનેટ (III), LiHની $AlCl_3$ સાથે સૂક્ષ્મ ઈથરની ડાજરીમાં પ્રક્રિયા થતાં બને છે. તે સામાન્ય રીતે લિથિયમ એલ્યુમિનિયમ હાઈડ્રોઇડ નામથી વધુ પ્રચલિત છે.



ખાસ કરીને કાર્બનિક પ્રક્રિયામાં $LiAlH_4$ રિક્ષનકર્તા તરીકે ઉપયોગી છે.

(ii) હેલાઇડ સંયોજનો : સમૂહ 13નાં તત્ત્વો MX₃ પ્રકારના ટ્રાયહેલાઇડ બનાવે છે, જ્યાં X = F, Cl, Br અને I છે. બોરેન પરમાણુનાં નાનાં કદ અને ઊંચી આયનીકરણ એન્થાલ્પીના કારણે સહસંયોજક બંધનું વલણ ધરાવતો હોવાથી તે sp^2 -સંકરણ કરી સહસંયોજક બંધ રહે છે અને ટ્રાયહેલાઇડ બનાવે છે. આ ટ્રાયહેલાઇડ BX_3 લૂઈસ એસિડ તરીકે વર્તે છે. તેની પ્રબળતાનો કમ $Bi_3 > BBr_3 > BCl_3 > BF_3$ છે. પરંતુ એલ્યુમિનિયમ ટ્રાયક્લોરોઇડ તેના બાધ્ય સ્વરૂપમાં કલોરિન પરમાણુના સેતુબંધ જોડાણને કારણે દ્વિઅણ સ્વરૂપે અસ્થિત્વ ધરાવે છે. તેનું બંધારણ આકૃતિ 5.1માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે છે.



આકૃતિ 5.1 Al_2Cl_6 નું બંધારણ (દ્વિઅશુ) (બાધ્ય અવસ્થા)

AlCl_3 પણ લૂઈસ એસિડ છે. BF_3 અને AlCl_3 પ્રબળ લૂઈસ એસિડ હોવાથી ફિડલ અને કાફટની આલ્કાઈલેશન અને એસાઈલેશન પ્રક્રિયામાં તેમજ ઈલેક્ટ્રોન અનુરાગી એરોમેટિક વિસ્થાપન પ્રક્રિયામાં ઉદ્દીપક તરીકે વર્તે છે. ગેલિયમ અને થેલિયમ MX પ્રકારનાં ડેલાઈડ સંયોજનો (જ્યાં $X = \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$) બનાવે છે. MX પ્રકારનાં ડેલાઈડ સંયોજનોની સ્થિરતા પરમાણિય કમાંક વધતાં વધે છે, તેથી GaX કરતાં TIX વધુ સ્થાયી છે.

(iii) ઓક્સાઈડ અને હાઈડ્રોક્સાઈડ સંયોજનો :

સમૂહ 13નાં બધાં જ તત્ત્વો M_2O_3 પ્રકારનાં ઓક્સાઈડ અને $\text{M}(\text{OH})_3$ પ્રકારનાં હાઈડ્રોક્સાઈડ બનાવે છે. તત્ત્વોના પરમાણિય કમાંક વધતાં ઓક્સાઈડ અને હાઈડ્રોક્સાઈડ સંયોજનોનો એસિડિક ગુણવર્ભ ઘટતો જાય છે. જ્યારે બેઝિક ગુણવર્ભ વધતો જાય છે. દા.ત. બોરોનના ઓક્સાઈડ અને હાઈડ્રોક્સાઈડ એસિડિક, એલ્યુમિનિયમ અને ગેલિયમના ઓક્સાઈડ ઉલ્લયગુણવર્ભ અને ઇન્ઝિયમના બેઝિક જ્યારે થેલિયમના ઓક્સાઈડ પ્રબળ બેઇઝ છે.

(iv) સંકીર્ણ અને દ્વિકાર સંયોજનો : સમૂહ 13નાં તત્ત્વોમાં બોરોનની ઈલેક્ટ્રોનોનીય રૂચનામાં d-ક્ષક્ક ઉપલબ્ધ ન હોવાથી તે ફક્ત ચતુર્ભલકીય સંકીર્ણ $[\text{BH}_4]^-$, $[\text{BF}_4]^-$ વર્ગે બનાવે છે, જ્યારે એલ્યુમિનિયમ, ગેલિયમ, ઇન્ઝિયમ અને થેલિયમની ઈલેક્ટ્રોનોનીય રૂચનામાં d-ક્ષક્ક (Al માં $3d^0$ સ્વરૂપે છે.) આવેલી હોવાથી અભફલકીય સંકીર્ણ જેવા કે $[\text{AlF}_6]^{3-}$, $[\text{GaCl}_6]^{3-}$, $[\text{InCl}_6]^{3-}$, અને $[\text{TiCl}_6]^{3-}$ પાણી સાથે અભફલકીય એકવાાઅયન $[\text{M}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ (જ્યાં, $\text{M} = \text{Al}, \text{Ga}, \text{In}$, અને Ti છે.) બનાવે છે. એલ્યુમિનિયમ સલ્કેટની આલ્કલી ધાતુ આયન અને NH_4^+ ના સલ્કેટ સાથે પ્રક્રિયા કરીને દ્વિકાર બનાવે છે. તેનું સૂત્ર $\text{M}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ અથવા $\text{MAI}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ જ્યાં, $\text{M} = \text{Na}^+, \text{K}^+, \text{Rb}^+$ અને NH_4^+ છે. $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ દ્વિકાર (ફટકી) તરીકે ઓળખાય છે. દ્વિકારનો ઉપયોગ કંદળ પાણીને નરમ બનાવવા અને રંગરસાયણમાં મોર્ડન્ટ તરીકે થાય છે.

સમૂહ 13નાં પ્રથમ તત્ત્વ (બોરોન)ના ગુણવર્ભોની અનિયમિતતા : સમૂહ 13નાં પ્રથમ તત્ત્વ બોરોનના ગુણવર્ભો તેના સમૂહનાં અન્ય તત્ત્વોના ગુણવર્ભો કરતાં અલગ જોવા મળે છે. તે કેટલીક અનિયમિતતા ધરાવે છે. દા.ત.,

- બોરોન સિવાયનાં અન્ય તત્ત્વો ધાત્ત્વિક લક્ષણ દર્શાવે છે, જ્યારે બોરોન અધાતું છે.
- બોરોન ટ્રાયથેલાઈડ એકાકી અણુ છે, જ્યારે અન્ય તત્ત્વોના ટ્રાયથેલાઈડ દ્વિઅશુ કે બહુલક તરીકે અસ્તિત્વ ધરાવે છે.
- બોરોનનો હાઈડ્રોએક્સાઈડ એકાકી અણુ છે, જ્યારે અન્ય તત્ત્વોના હાઈડ્રોએક્સાઈડ દ્વિઅશુ કે બહુલક તરીકે અસ્તિત્વ ધરાવે છે.
- બોરોન પાણી સાથે પ્રક્રિયા કરતો નથી, જ્યારે અન્ય તત્ત્વો પાણી સાથે પ્રક્રિયા કરી ઓક્સાઈડ બનાવે છે.
- બોરોનના ઓક્સાઈડ અને હાઈડ્રોક્સાઈડ એસિડિક છે, જ્યારે અન્ય તત્ત્વોના ઓક્સાઈડ અને હાઈડ્રોક્સાઈડ ઉલ્લયગુણવર્ભ અને ઇન્ઝિયમના બેઝિક જ્યારે થેલિયમના ઓક્સાઈડ પ્રબળ બેઇઝ છે.
- બોરોન સિવાયનાં તત્ત્વોનાં ટ્રાયથેલાઈડ જળવિભાજન પ્રક્રિયાથી સંકીર્ણ આયન બનાવે છે.

5.2 બોરોનના ભૌતિક અને રાસાયણિક ગુણવર્ભો (રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ) (Physical and Chemical Properties of Boron Chemical Reactions)

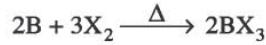
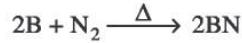
બોરોનના ભૌતિક ગુણવર્ભો :

- બોરોન ખૂબ જ કંદળ પદાર્થ છે. કઠિનતાના ક્રમે હીરા પદ્ધી બોરોન આવે છે.
- બોરોનનાં ગલનબિંદુ અને ઉત્કલનબિંદુ ખૂબ જ ઊંચાં છે.
- બોરોન ઉધ્ભા અને વિદ્યુતનો મંદવાહક છે.
- બોરોન ${}^{10}\text{B}$ અને ${}^{11}\text{B}$ બે સમસ્થાનિકો છે, જેની પ્રચુરતાનું સાપેક્ષ પ્રમાણ અનુક્રમે 20% અને 80% છે.
- બોરોનને બે અપરરૂપો છે. વેરા બદામી રંગનું અસ્ફિટિકમય અને કાળો ચણકાટ ધરાવતું ધાત્ત્વીય સ્ફિટિકમય અપરરૂપ છે.

રાસાયણિક ગુણવર્ભો (રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ) : બોરોન રાસાયણિક રીતે ઓછો સક્રિય છે. સામાન્ય તાપમાને, સામાન્ય રાસાયણિક પ્રક્રિયકો સાથે લગભગ નિષ્ઠિય છે.

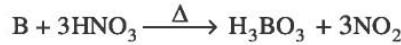
પરંતુ પ્રબળ ઓક્સિડેશનકર્તા તેમજ વિશિષ્ટ પ્રક્રિયકો સાથે તે નીચે મુજબ પ્રક્રિયા કરે છે :

(i) અધાતુ સાથે પ્રક્રિયા : ઊંચા તાપમાને બોરોન અધાતુ નાઈટ્રોજન, ઓક્સિજન અને હેલોજન સાથે પ્રક્રિયા કરે છે.

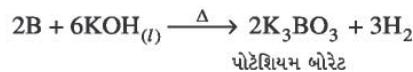
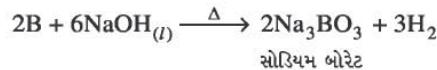


(જ્યાં X = Cl, Br, I)

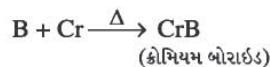
(ii) એસિડ સાથે પ્રક્રિયા : બોરોન HCl સાથે પ્રક્રિયા કરતો નથી, પરંતુ સાંક્રાન્ત HNO₃, અને H₂SO₄ સાથે પ્રક્રિયા કરતાં બોરોનનું ઓક્સિડેશન થઈ બોરિક એસિડ બને છે.



(iii) આલ્કલી સાથે પ્રક્રિયા : બોરોન NaOH અને KOH જેવી આલ્કલીની પિગલિત અવસ્થા સાથે પ્રક્રિયા કરી તેના અનુવર્ત્તી બોરેટ બનાવે છે અને ડાયહાઇટ્રોજન મુક્ત કરે છે.



(iv) ધાતુ સાથે પ્રક્રિયા : બોરોનને કેટલીક ધાતુ સાથે ગરમ કરતાં પ્રક્રિયા થઈ બોરાઈડ બનાવે છે, તે ખૂબ જ કઠણ અને ઊંચું ગલનબંદુ ધરાવતો ઘન પદાર્થ છે. દા.ત.,



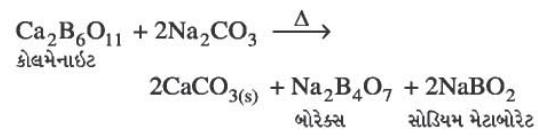
5.3 બોરોનનાં કેટલાંક અગત્યનાં સંયોજનો (Some Important Compounds of Boron)

(1) બોરેક્સ પાઉડર : બોરોનનું અગત્યનું સંયોજન બોરેક્સ અથવા સોલિયમ ટેટ્રાબોરેટ (Na₂B₄O₇) છે. તેનું અશુદ્ધ સ્વરૂપ ટીકલ છે, જેમાં 55% બોરેક્સ હોય છે. ભારત, તિબેટ, સિલોન અને કેલિફોર્નિયમાં આવેલાં સૂક્કાં સરોવરોમાંથી તે મળી આવે છે.

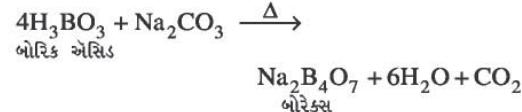
બનાવટ :

(i) ટીકલમાંથી બોરેક્સ : ટીકલને પાડીમાં ઓગાળી, ઉકળી અને ગાળવાથી રેતી, મારી વગેરે અદ્રાવ્ય અશુદ્ધિઓ દૂર થાય છે, જ્યારે બોરેક્સ દ્રાવણમાં ઓગાળેલો રહે છે. દ્રાવણને સંકેન્દ્રિત કરી ઠંડું પાડવાથી બોરેક્સના સ્ફટિક છૂટા પડે છે.

(ii) કોલમેનાઈટમાંથી બોરેક્સ : કોલમેનાઈટ ખનિજને Na₂CO₃ સાથે ઉકળવાથી CaCO₃, બોરેક્સ અને સોલિયમ મેટાબોરેટ બને છે. પ્રાપ્ત થતો CaCO₃ અદ્રાવ્ય હોવાથી, તે અવક્ષેપ સ્વરૂપે હોય છે. આ અવક્ષેપને ગાળી લઈ દૂર કરતાં પ્રાપ્ત થતાં દ્રાવણને સંકેન્દ્રિત કરી ઠંડું પાડતાં બોરેક્સના સ્ફટિક મળે છે. હવે માતુદ્રાવણમાં સોલિયમ મેટાબોરેટ હોવાથી, દ્રાવણમાં કાર્બન ડાયોક્સાઈડ વાયુ પસાર કરતાં, સોલિયમ મેટાબોરેટમાંથી બોરેક્સ મળે છે.



(iii) બોરિક ઔસિડમાંથી બોરેક્સ : બોરિક ઔસિડનું Na₂CO₃ દ્વારા તટસ્થીકરણ કરીને બોરેક્સ મેળવાય છે.



પ્રાપ્ત થતી મિશ્રણને ગરમ કરી ઠંડું પાડતાં બોરેક્સ સ્ફટિકમય સ્વરૂપે છૂટું પડે છે.

બોરેક્સના ગુણાધ્યમો :

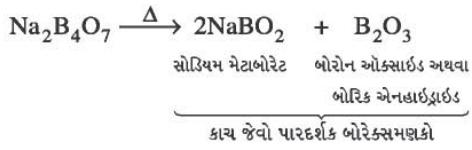
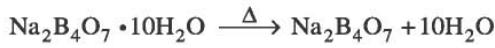
(1) બોરેક્સ ત્રણ સ્વરૂપે જોવા મળે છે : (a) ટ્રિપાર્થીય Na₂B₄O₇ • 10H₂O (b) અષ્ટકલકીય Na₂B₄O₇ • 5H₂O (c) બોરેક્સ કાચ Na₂B₄O₇

(2) બોરેક્સ સફેદ, સ્ફટિકમય, ઠંડા પાડીમાં અલ્યુનાવ્ય અને ગરમ પાડીમાં વધુ દ્રાવ્ય ઘન પદાર્થ છે.

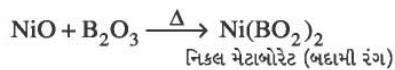
(3) બોરેક્સનું જલીય દ્રાવણ, તેના જળવિભાજનને કારણે બેજિક હોય છે.



(4) બોરેક્સને ગરમ કરતાં તેનું વિભાજન થતાં ફૂલે છે અને સ્ફટિક જળ ઉરી જતાં જળવિલીન બને છે. વધુ ગરમ કરતાં તે પીગાળાને કાચ જેવો પારદર્શક બોરેક્સ મણકો બને છે, જેને બોરેક્સ મણકો કહે છે.



(5) કાચ જેવા પારદર્શક મણકાને રંગીન ધાતુ આયનો જેવાં કે Ni^{2+} , Co^{2+} , Cr^{3+} , Cu^{2+} , Mn^{2+} , સાથે સંપર્કમાં લાલી ગરમ કરતાં તે આયનને અનુરૂપ મેટાબોરેટમાં ફેરવાય છે અને તે રંગીન હોય છે. તેઓના રંગ અનુકૂળે બધામી, ભૂરો, લીલો, ભૂરો અને ગુલાબી છે. દા.ત.,



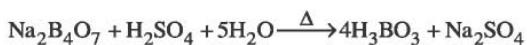
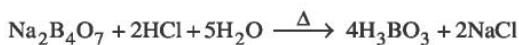
ઉપયોગો :

- (i) પ્રયોગશાળામાં ગુણ્ણાત્મક પૃથક્કરણમાં બોરેક્સ મણકા ક્ષોટી કરવા માટે વપરાય છે.
- (ii) મારીના ઘડા માટે રંગના ઉત્પાદનમાં અને ગલેજ કરવામાં વપરાય છે.
- (iii) મીણાબતીની બનાવટમાં વપરાય છે.
- (iv) એન્ટિસેપ્ટિક ગુણધર્મ ધરાવતો હોવાથી ઔષધીય સાખુની બનાવટમાં વપરાય છે.
- (v) ઓફિલ કાચની બનાવટમાં વપરાય છે.
- (vi) કઠણ પાણીને નરમ કરવા માટે વપરાય છે.

(2) બોરિક ઓસિડ (H_3BO_3) : તેનું પ્રયાલિત નામ ઓફોબોરિક ઓસિડ છે.

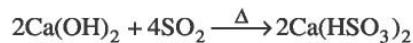
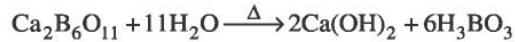
બનાવટ :

(i) બોરેક્સમાંથી બોરિક ઓસિડ : બોરેક્સના જલીય દ્રાવકણમાં HCl કે H_2SO_4 ઉમેરી ઓસિડમય બનાવતાં બોરિક ઓસિડ મળે છે, તેનું સંક્રણા કરીને કંદુ પાડતાં, બોરિક ઓસિડના સ્ફટિક મળે છે.

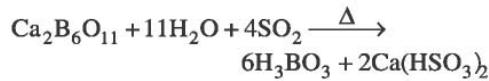


(ii) કોલમેનાઈટ ખનિજમાંથી બોરિક ઓસિડ : કોલમેનાઈટ ખનિજનો બારીક ભૂકો કરી પાણી ઉમેરી ઉકળ્યા બાદ, તેમાંથી SO_2 વાયુ પસાર કરતાં બોરિક

ઓસિડ અને કેલ્લિયમ બાયસલ્ફાઈટ મળે છે. કેલ્લિયમ બાયસલ્ફાઈટ પાણીમાં સુદ્રાવ્ય છે, જ્યારે બોરિક ઓસિડ અલ્યુનાવ્ય હોવાથી કંદુ પાડતાં છૂટો પડે છે.



કુલ પ્રક્રિયા :



(iii) બોરોન સંયોજનોના જળવિભાજનથી બોરિક ઓસિડ : BCl_3 અને BN ના જળવિભાજનથી બોરિક ઓસિડ મળે છે.

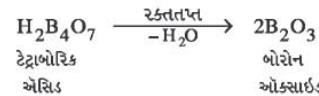
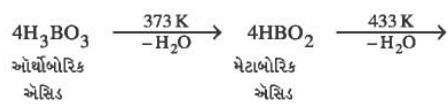


ગુણધર્મો :

(i) બોરિક ઓસિડ સફેદ સ્ફટિકમય ધન પદાર્થ છે. તે સ્પર્શ સાખુ જેવો પોચો છે.

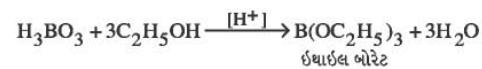
(ii) તે ઠંડા પાણીમાં અલ્યુનાવ્ય, પણ ગરમ પાણીમાં મધ્યમ દ્રાવ્ય છે.

(iii) જુદાં જુદાં તાપમાને તેના પર ગરમીની અસર નીચે મુજબ છે :

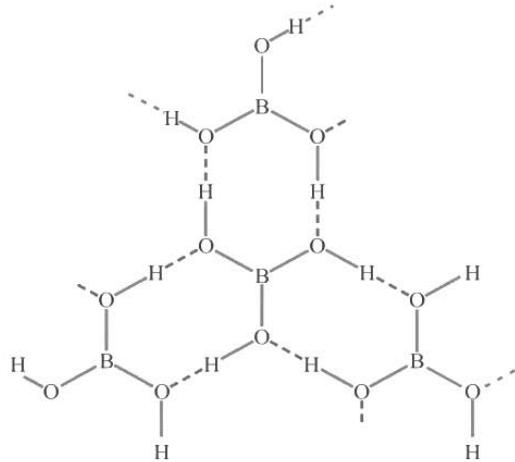


(iv) તે નિર્બળ મોનોબેન્ડિક ઓસિડ છે અને લૂઈસ ઓસિડ તરીકે વર્તે છે.

(v) H_2SO_4 ની હાજરીમાં ઠથેનોલ સાથે પ્રક્રિયા કરી, ઠથાઈલ બોરેટ બનાવે છે.



(vi) $\text{H}-બંધ$ ધરાવતા બોરિક ઓસિડનું બંધારણ આકૃતિ 5.2 પ્રમાણે છે.



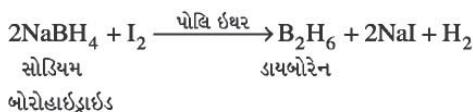
આકૃતિ 5.2 H-બંધ ધરાવતું બોરિક એસિડનું બંધારણ
(તુટક લીટી H-બંધ દર્શાવે છે.)

ઉપયોગો :

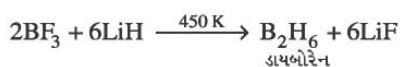
- ખોરાકઉદ્યોગમાં ખોરાકને સાચવવા માટે સંરક્ષક તરીકે ઉપયોગી છે.
- પિગમેન્ટ અને બોરેક્સની બનાવટમાં ઉપયોગી છે.
- અંખને સ્વચ્છ રાખવા માટે ઔષ્ણ તરીકે ઉપયોગી છે.
- રંગરસાયણ અને પોટરી ગ્લેઝની બનાવટમાં ઉપયોગી છે.

(3) બોરોન હાઈડ્રોઇડ : બોરોન અસંખ્ય હાઈડ્રોઇડ સંયોજનો બનાવે છે, તેનું સામાન્ય સૂત્ર B_nH_{n+4} અને B_nH_{n+6} છે. બોરોન હાઈડ્રોઇડને બોરેન (Borane) કહે છે. B_2H_6 (ડાયબોરેન) બોરોન હાઈડ્રોઇડ છે.

ડાયબોરેન (B_2H_6)ની બનાવટ : પ્રયોગશાળામાં સોડિયમ બોરોહાઈડ્રોઇડની આયોડિન સાથે પોલિયીથર ડ્રાવકની હાજરીમાં પ્રક્રિયા થઈ ડાયબોરેન બને છે.



ઔદ્યોગિક ક્ષેત્રે બોરોન ટ્રાયફ્લોરાઇડ કે બોરોન ટ્રાયક્લોરાઇડની લિથિયમ હાઈડ્રોઇડ સાથે 450 K તાપમાને પ્રક્રિયા થતાં ડાયબોરેન મળે છે.



ગુણધર્મો :

- ડાયબોરેન રંગવિહીન, અત્યંત જોરી વાયુ છે.
- ડાયબોરેનને ઓક્સિજન માટે પ્રબળ આકર્ષણ હોવાથી તેને હવામાં ખુલ્લો રાખતાં આપમેળે સળગી ઊઠે છે અને ઉખા મુક્ત કરે છે. તેની દફનઉખાનું મૂલ્ય ખૂબ વધારે છે.

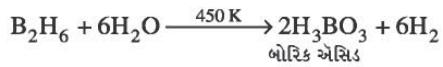


$$\Delta H = -2008 \text{ ક્રી મોલ}^{-1}$$

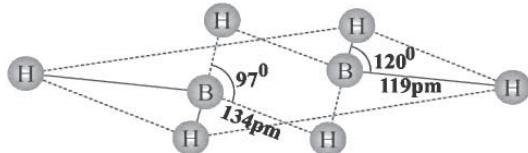
- ડાયબોરેનને NH_3 સાથે 450 K તાપમાને ગરમ કરતાં બોરેઝિન ($B_3N_3H_6$) બને છે, જેનું બંધારણ બેઝિન જેવું હોવાથી તેને અકાર્બનિક બેઝિન પણ કહે છે.



- ડાયબોરેનનું જળવિભાજન થતાં બોરિક એસિડ બને છે અને H_2 વાયુ મુક્ત થાય છે.



- ડાયબોરેનનું બંધારણ આકૃતિ 5.3 મુજબ છે.



આકૃતિ 5.3 ડાયબોરેન (B_2H_6)નું બંધારણ

બોરોન અને તેનાં સંયોજનોના ઉપયોગ :

- બોરોનનો ^{10}B સમસ્થાનિક ન્યુટ્રોન શોષવાની ક્ષમતા ધરાવતો હોવાથી, ન્યુક્લિયર રિઅક્ટરમાં ધાતુ બોરાઇડ રક્ષણાત્મક આવરણ અને નિયંત્રણ-સણિયા તરીકે તથા કેન્સરની કેમોથેરેપી સારવારમાં વપરાય છે.
- બોરોનના રેસાઓ વિમાનઉદ્યોગમાં હલકા પરંતુ સંયોજિત પદાર્થો બનાવવામાં વપરાય છે.
- બોરેક્સ અને બોરિક એસિડ ઉઘમાપ્રતિકારક બોરોસિલિકેટ પાયરેક્સ કાચ બનાવવામાં વપરાય છે. ઉપરાંત ધાતુકર્મવિષમાં ધાતુઓના સોલરિંગ ફ્લુક્સ (Flux) તરીકે વપરાય છે.

- (iv) પોર્સેલીન ઈનેમલ બનાવવામાં બોરેક્સ વપરાય છે.
- (v) બોરેક્સ પાઉડરનો ઉપયોગ પ્રયોગશાળામાં રંગીન ધ્યતુ આમણની પરખ માટેની માણક કસોટીમાં થાય છે.
- (vi) બોરિક એસિડનું જલીય દ્રાવક નિર્બળ ચેપનાશક તરીકે વપરાય છે.
- (vii) બોરેક્સનો ઉપયોગ ચર્મઊદ્યોગમાં ચામડાની સફાઈ માટે અને ખોરાકઊદ્યોગમાં સંરક્ષક તરીકે થાય છે.
- (viii) ડાયબોરેનની દહનઊદ્યા ખૂબ જ વધારે હોવાથી ઊંચી ઊર્જા ધરાવતા બળતણ તરીકે વપરાય છે.

5.4 એલ્યુમિનિયમના ગુણધર્મો (Properties of Aluminium)

- (i) એલ્યુમિનિયમ હલ્કી, ચાંદી જેવી સફેદ ધ્યતુ છે.
- (ii) ઊંચું તનાન સામર્થ્ય (tensile strength) તથા ઊંચી વીજવાહકતા તથા ઉભાવાહકતા (કોપર કરતાં બમણી) છે.
- (iii) તેની વિદ્યુતધનમયતા વધારે છે.
- (iv) ઓક્સિજન સાથે ઝડપી પ્રક્રિયા કરે છે અને સપાટી પર Al_2O_3 નું કઠળ રક્ષણ કવચ બનાવે છે, તેથી તે નિર્જિય બને છે.

ઉપયોગો :

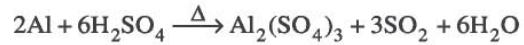
- (i) ઉદ્યોગોમાં અને રોજિંદા જીવનમાં એલ્યુમિનિયમનો બહોળો ઉપયોગ થાય છે.
- (ii) Cu, Mn, Mg, Si અને Zn સાથે તે ઉપયોગી મિશ્રધાતુ બનાવે છે.
- (iii) એલ્યુમિનિયમ અને તેની મિશ્રધાતુઓનો ઉપયોગ વાસણો, એરોલેનના ભાગ તથા અન્ય બનાવટમાં પણ થાય છે.
- (iv) Cr અને Mn ધ્યતુનું તેમની ઓક્સાઇડમાંથી નિર્જર્ખણ કરવા વપરાતી એલ્યુમિનો થર્મોઈટ પદ્ધતિમાં થાય છે.
- (v) એલ્યુમિનિયમનો ઉપયોગ પ્રબળ રિડક્શનકર્તા તરીકે થાય છે.

એલ્યુમિનિયમની એસિડ અને બેંજ સાથે પ્રક્રિયા : એલ્યુમિનિયમ એસિડ અને બેંજ બંને સાથે પ્રક્રિયા કરે છે. આમ, તે ઉભયગુણધર્મી છે.

એસિડ સાથે પ્રક્રિયા : એલ્યુમિનિયમ મંદ HCl અને મંદ H_2SO_4 માં દ્રાવ્ય થઈ ધીમેથી H_2 વાયુ ઉત્પન્ન કરે છે.



એલ્યુમિનિયમને સાંક્રાન્ત H_2SO_4 સાથે ગરમ કરતાં SO_2 વાયુ ઉત્પન્ન કરે છે.



એલ્યુમિનિયમને સાંક્રાન્ત HNO_3 સાથે પ્રક્રિયા કરી તેની સપાટી પર Al_2O_3 નું નિર્જિય રક્ષણપદ બનાવે છે, જેથી સપાટી પર આગળ થતી પ્રક્રિયા અટકે છે.

બેંજ સાથે પ્રક્રિયા : એલ્યુમિનિયમ પ્રબળ આલ્કલી (NaOH અથવા KOH)માં દ્રાવ્ય થઈ સોલિડ એલ્યુમિનેટ અથવા પોટેશિયમ એલ્યુમિનેટ બનાવી H_2 વાયુ મુક્ત કરે છે.



5.5 સમૂહ 14નાં તત્વોની સામાન્ય માહિતી (General Information of Group 14 Elements)

સમૂહ 14નાં તત્વો કાર્બન (C), સિલિકોન (Si), જર્મનિયમ (Ge), ટિન (Sn), અને લેડ (Pb) છે. આ સમૂહનું પ્રથમ તત્વ કાર્બન હોવાથી તેમને કાર્બનસમૂહનાં તત્વો પણ કહે છે. કાર્બનનું કદ નાનું, ઊંચી વિદ્યુતઅંગસ્તા અને કાર્બન-કાર્બન બંધ ઊર્જાનું મૂલ્ય ઊંચું હોવાથી તેમાં કેટેનેશનનો ગુણધર્મ માલૂમ પડે છે. કેટેનેશનના વિશિષ્ટ ગુણધર્મને કારણે તે શુંખલાયુક્ત અને ચકીર્ય સંયોજનો બનાવે છે. તેમાં કાર્બન-કાર્બન વચ્ચે ઠ-બંધ ઉપરાંત પ-બંધ પણ રચાય છે. તદ્વારાંત એક કાર્બન બીજા કાર્બન સાથે અથવા બીજા પરમાણુ સાથે એક કે એક કરતાં વધુ બંધ રચી શકે છે. દા.ત., $\text{C} = \text{C}$, $\text{C} \equiv \text{C}$, $\text{C} - \text{O}$, $\text{C} = \text{O}$, $\text{C} - \text{N}$, $\text{C} \equiv \text{N}$. આવા બંધ ધરાવતાં સંયોજનોનો અભ્યાસ કાર્બનિક રસાયણવિજ્ઞાનમાં કરવામાં આવે છે. કાર્બનનાં ધ્યતુઓ, અધ્યતુઓ અને અર્ધધાતુઓ સાથેનાં સંયોજનોને દ્વિઅંગી (Binary) અકાર્બનિક સંયોજનો કહે છે. અકાર્બનિક રસાયણવિજ્ઞાનમાં આ પ્રકારનાં સંયોજનો જેવાં કે ક્લિનિક કાર્બાઈડ, સિલિકોન કાર્બાઈડ, કાર્બન મોનોકાર્બાઈડ, કાર્બન ડાયોકાર્બાઈડ, હાઈડ્રોજન સાયનાઈડ વગેરેનો અભ્યાસ કરવામાં આવે છે. કાર્બનિક સંયોજનોનું યોગદાન(ફાળો) સઞ્ચલ પદાર્થોમાં, નિર્જિવ પદાર્થોમાં, દવાઓ અને ખાસ્ટિક વગેરે ક્ષેત્રે જોવા મળે છે.

ઇલેક્ટ્રોનીય રચના : કાર્બનસમૂહનાં તત્વોની ઇલેક્ટ્રોનીય રચના બાબતમ સંયોજકતાક્ષકમાં $ns^2 np^2$ પ્રકારની છે. જ્યાં, $n = 2$ થી 6 છે. કોષ્ટક 5.5માં કાર્બન સમૂહનાં તત્વોની ઇલેક્ટ્રોનીય રચના દર્શાવી છે.

કોષ્ટક 5.5 કાર્બનસમૂહનાં તત્ત્વોની ઈલેક્ટ્રોનીય રચના

તત્ત્વ	પરમાણુવિદ્ય ક્રમાંક	સંપૂર્ણ ઈલેક્ટ્રોનીય રચના	નિષ્ઠિય કોર (Core) સાથે
કાર્બન (C)	6	$1s^2 \ 2s^2 \ 2p_x^1 \ 2p_y^1$	[He] $2s^2 \ 2p_x^1 \ 2p_y^1$
સિલિકેન (Si)	14	$1s^2 \ 2s^2 \ 2p^6 \ 3s^2 \ 3p_x^1 \ 3p_y^1$	[Ne] $3s^2 \ 3p_x^1 \ 3p_y^1$
જર્મનિયમ (Ge)	32	$1s^2 \ 2s^2 \ 2p^6 \ 3s^2 \ 3p^6 \ 3d^{10} \ 4s^2 \ 4p_x^1 \ 4p_y^1$	[Ar] $3d^{10} \ 4s^2 \ 4p_x^1 \ 4p_y^1$
ટિન (Sn)	50	$1s^2 \ 2s^2 \ 2p^6 \ 3s^2 \ 3p^6 \ 3d^{10} \ 4s^2 \ 4p^6 \ 4d^{10}$ $5s^2 \ 5p_x^1 \ 5p_y^1$	[Kr] $4d^{10} \ 5s^2 \ 5p_x^1 \ 5p_y^1$
લેડ (Pb)	82	$1s^2 \ 2s^2 \ 2p^6 \ 3s^2 \ 3p^6 \ 3d^{10} \ 4s^2 \ 4p^6 \ 4d^{10}$ $4f^{14} \ 5s^2 \ 5p^6 \ 5d^{10} \ 6s^2 \ 6p_x^1 \ 6p_y^1$	[Xe] $4f^{14} \ 5d^{10} \ 6s^2$ $6p_x^1 \ 6p_y^1$

પ્રાણિસ્થાન : પૃથ્વીના પોપડામાં મળી આવતાં તત્ત્વોમાં વજનથી સતતરમા કે કાર્બન આવે છે. પૃથ્વીના પોપડામાં તે કોલસા, ખનિજ તેલ અને વિદ્યુતધનમય ધ્યતુઅનોના કાર્બનનેટ સ્વરૂપે મળી આવે છે. વાતાવરણમાં કાર્બન ડાયોક્સાઈડ સ્વરૂપે હોય છે. કાર્બન દરેક સત્ત્વ પદાર્થમાં કાર્બનિક સંયોજનો સ્વરૂપે હોય છે. સિલિકેન કુદરતમાં સિલિકા (SiO₂) તથા સિલિકેટ સ્વરૂપે હોય છે જે સિરામિક્સ, ગ્લાસ અને સિમેન્ટનો અગત્યનો ઘટક છે. પૃથ્વીના પોપડામાં વજનથી બીજા કે સિલિકેન (27.7%) છે. જર્મનિયમ એક સૂક્ષ્મ માન્યિક (trace) તત્ત્વ છે તથા

ઝિંક ખનિજોને ઊચા તાપમાને ગરમ કરતાં તેમાંથી નીકળતા ધૂમ્રમેશા (Flue dust)માંથી મેળવવામાં આવે છે. ટિન તથા લેડ (સીસ્યુન્) કુદરતમાં અનુક્રમે 2 ppm તથા 13 ppm જેટલા પ્રમાણમાં આવેલાં છે. લેડનું મુખ્ય ખનિજ ગેલીના (PbS) છે. તેની સાથે ઝિંક બેન્ડ (ZnS) પણ બળેલો હોય છે. લેડનાં અન્ય ખનિજોમાં એંલેસાઈટ (PbSO₄) અને સેરુસાઈટ (PbCO₃) છે.

ગુણધર્મોમાં વિવિધતા : સમૂહ 14નાં તત્ત્વોના કેટલાક ગુણધર્મોમાં વિવિધતા નીચે મુજબ છે, જે કોષ્ટક 5.6માં દર્શાવી છે.

કોષ્ટક 5.6 સમૂહ 14નાં તત્ત્વોના ભૌતિક ગુણધર્મો

ભૌતિક ગુણધર્મ	તત્ત્વો				
	C	Si	Ge	Sn	Pb
પરમાણુવિદ્ય ક્રમાંક	6	14	32	50	82
પરમાણુવિદ્ય દળ	12.01	28.09	72.60	118.71	207.2
સહસંયોજક ન્યિઝા M(III)(pm) અવસ્થા માટે	77	118	122	140	146
આયનીય ન્યિઝા (M ⁴⁺)(pm)	—	40	53	69	78
આયનીય ન્યિઝા (M ²⁺)(pm)	—	—	73	118	119
આયનીકરણ-એન્થાલ્પી (M ⁺) (I)	1086	786	761	708	715
(કિ જૂલ મોલ ⁻¹) (II)	2352	1577	1537	1411	1450
(III)	4620	3228	3300	2942	3081
(IV)	6220	4354	4409	3929	4082

વિદ્યુતજણાતા (પોલિંગ માપકમ)	2.5	1.8	1.8	1.8	1.9
ઘનતા (ગ્રામ સેમી ⁻³) (293 K)	3.51 (હીરા માટે) 2.21 (ગ્રેફાઈટ માટે)	2.34	5.32	7.26	11.34
ગલનબિંદુ (K)	4373	1693	1218	505	600
ઉત્કલનબિંદુ (K)	—	3550	3123	2896	2024
વિદ્યુતીય અવરોધ (ઓહ્મ સેમી)	10^{14} – 10^{16}	50	50	10^{-5}	2×10^{-5}

(i) પરમાણિવય નિજાતા : સમૂહ 14નાં તત્ત્વોની પરમાણિવય નિજાતા સમૂહમાં ઉપરથી નીચે તરફ જતાં, જેમ-જેમ પરમાણિવય કમાંક વધે છે તેમ-તેમ વધે છે. પરંતુ સિલિકોનથી આગળ જતાં Ge, Sn, Pbની ઈલેક્ટ્રોનીય રચનામાં d-અને f-ક્ષક્ષકો ગોઠવાયેલી હોવાથી બિનઅસરકારક સ્ક્રિનિંગ અસરના કારણે પરમાણિવય નિજાતામાં કમશા: વધારો થાય છે.

(ii) આયનીકરણ એન્થાલ્પી : સમૂહ 14માં ઉપરથી નીચે તરફ જતાં જેમ-જેમ પરમાણિવય કમાંક વધે છે, તેમ-તેમ આયનીકરણ-એન્થાલ્પીમાં થતાં ફેરફારનો કમ C > Si > Ge > Sn < Pb છે. કાર્બનથી ટિન સુધી પરમાણિવય કમાંક વધતાં, પરમાણિવય કદ વધે છે, અને તેથી આયનીકરણ એન્થાલ્પી ઘટે છે. પરંતુ લેડની આયનીકરણ-એન્થાલ્પી ઘટવાને બદલે વધે છે, કારણ કે તેની ઈલેક્ટ્રોનીય રચનામાં d અને f-બંને પ્રકારની ક્ષક્ષકો આવેલી હોય છે. તેથી તેની નિર્ભળ સ્ક્રિનિંગ અસરથી બાધાતમ ઈલેક્ટ્રોનનું કેન્દ્ર તરફનું આકર્ષણબળ વધે છે અને તેથી આયનીકરણ એન્થાલ્પી ઘટે છે.

(iii) વિદ્યુતધનમયતા (ધાત્વિક ગુણધર્મ) : સમૂહ 14માં ઉપરથી નીચે તરફ જતાં તત્ત્વોની વિદ્યુતધનમયતા વધે છે, તેથી કાર્બન સંપૂર્ણપણે અધાતુ તરીકે વર્તે છે. સિલિકોન કંઈક અંશે અધાતુ અને જર્મનિયમ અર્ધધતુ (ધાત્વિક લક્ષણ સ્પષ્ટપણે હોય છે.) જ્યારે ટિન તથા લેડ લાક્ષણિક ધાતુઓ છે. સમૂહ 14નાં તત્ત્વોની વિદ્યુતધનમયતા ઓછી હોવાથી તેમાં ધાત્વિક ગુણધર્મ ઓછો માલૂમ પડે છે.

(iv) વિદ્યુતજણાતા : સમૂહ 14નાં તત્ત્વોની વિદ્યુતજણાતા, સમૂહ 13નાં તત્ત્વો કરતાં વધુ છે. પરમાણિવય

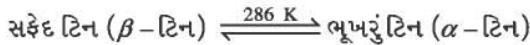
કમાંક વધતાં, વિદ્યુતજણાતા ઘટે છે. કારણ કે પરમાણિવય કદમાં વધારો થાય છે. પરંતુ Siથી Pb સુધી તે લગભગ સરખી રહે છે.

(v) ગલનબિંદુ અને ઉત્કલનબિંદુ : સમૂહ 13નાં તત્ત્વો કરતાં સમૂહ 14નાં તત્ત્વોનાં ગલનબિંદુ અને ઉત્કલનબિંદુમાં ઘણો વધારો થાય છે, કારણ કે સમૂહ 14નાં તત્ત્વો ચાર સહસ્રથોડક બંધ બનાયે છે. તેથી પરમાણુઓ વચ્ચે મજબૂત જોડાણ હોવાથી ગલનબિંદુ અને ઉત્કલનબિંદુ વધારે હોય છે. સમૂહ 14માં પરમાણિવય કમાંક વધતાં અંતર આણિવય આકર્ષણબળ ઘટે છે અને તેથી ગલનબિંદુ અને ઉત્કલનબિંદુ પણ ઘટે છે.

(vi) ઘનતા : સમૂહ 14નાં તત્ત્વોમાં સમૂહમાં ઉપરથી નીચે તરફ જતાં એટલે કે કાર્બનથી લેડ સુધી ઘનતામાં નિયમિત વધારો દર્શાવે છે, કારણ કે પરમાણિવય કદમાં થતા વધારા કરતાં પરમાણિવય ભારમાં થતા વધારાનું મૂલ્ય વધુ છે, તેથી ઘનતા વધે છે.

(vii) કેટેનેશન : સમૂહ 14નાં તત્ત્વો કેટેનેશનનો ગુણધર્મ દર્શાવે છે. આ ગુણધર્મનો કમ C > > Si > Ge = Sn > > Pb છે, કારણ કે કાર્બનનું કદ નાનું છે અને વિદ્યુતજણાતા વધારે છે. ઉપરાંત C-C બંધ ઉર્જા ખૂબ વધારે હોવાથી તેમાં કેટેનેશનનો ગુણધર્મ મહત્વમાં દર્શાવે છે; જ્યારે ડાંનાં તેમાં નોંધપાત્ર ઘટાડે થાય છે.

(viii) અપરરૂપતા : સમૂહ 14નાં તત્ત્વો અપરરૂપો દર્શાવે છે. કાર્બનને અનેક અપરરૂપો છે. હીરો અને ગ્રેફાઈટ અને કુલેરિન તેનાં સ્કટિકમય અપરરૂપો છે. ટિન ને બે અપરરૂપો છે. સફેદ ટિન અથવા બીજી ઓરડાના તાપમાને સ્થાયી છે. ભૂખરું ટિન અથવા બીજી ઓરડાના તાપમાને મેળવી શકાય છે.



ઓક્સિશન અવસ્થાઓ તથા રાસાયણિક સક્રિયતાનું વલણ : સમૂહ 14નાં તત્ત્વોની બાબતમ સંયોજકતા કોશની હલેક્ટ્રોનીય ર્થના $ns^2 np^2$ પ્રકારની હોવાથી, આ તત્ત્વોનો સામાન્ય ઓક્સિશન આંક +4 છે. જર્મનિયમ, ટિન અને લેડમાં દ અને f-પ્રકારની કક્ષકના કારણે નિષ્ઠિય ધૂગમ અસર વધારે ને વધારે પ્રભાવી થતાં તેમાં +4 ઓક્સિશન અવસ્થાની સાથે +2 ઓક્સિશન અવસ્થા પણ માલૂમ પડે છે અને +2 ઓક્સિશન અવસ્થાનું સ્થાયિત્વ નીચેના કમમાં વધતું જાય છે. $\text{Ge} < \text{Sn} < \text{Pb}$. આમ, દ્વિસંયોજક સ્થિતિ લેડ માટે વધુ પ્રભાવી છે. રાસાયણિક સક્રિયતાનાં વલણો નીચે મુજબ છે :

- (i) આ સમૂહમાં સાદાં M^{4+} આયનો જાળીતાં નથી.
- (ii) આ સમૂહનાં કાર્બન સિવાયનાં તત્ત્વો 4થી વધુ સર્વર્ગીક ધરાવતાં સંયોજનો બનાવે છે. દા.ત., $[\text{SiF}_5]^-$, $[\text{SiF}_6]^{2-}$, $[\text{PbCl}_6]^{2-}$ વગેરે.
- (iii) દ્વિસંયોજક સ્થિતિમાં કાર્બન તથા સિલિકોનાં MX_2 પ્રકારનાં સંયોજનો દુર્લભ છે (ભાગ્યેજ હોય છે). દ્વિસંયોજક સ્થિતિનો ચઢતો કમ $\text{Ge} < \text{Sn} < \text{Pb}$ છે.
- (iv) કેટેનેશન વલણનો ઉત્તરતો કમ **C >> Si > Ge ~ Sn > Pb** છે.
- (v) પોતાના જ પરમાણુ સાથે p-p બંધ બનાવવાની ક્ષમતા તથા ડાયનાઈટ્રોજન અને ડાયઓક્સિજન જેવા અન્ય પરમાણુ સાથે આવા બંધ બનાવવાની ક્ષમતા કાર્બનથી લેડ તરફ જતાં ઘટતી જાય છે. કાર્બન ડાયોક્સાઈડ વાયુ છે, પરંતુ સિલિકા ઘન છે.
- (vi) સિલિકોન, જર્મનિયમ, ટિન તથા લેડ MX_4 પ્રકારના ટેટ્રાહેલાઈડ બનાવે છે. આ બધાં ચતુર્ભુલીકીય તથા સહસંયોજક બંધવાળાં સંયોજનો છે. હેલાઈડનું આયનીય લક્ષણ તથા ઉભ્યીય સ્થાયિતા જેમ હેલોજનનો પરમાણિક કમાંક વધતો જાય, તેમ ઘટે છે અને પાણી દ્વારા તે જળવિભાજન પામે છે. દા.ત.,

$$\text{SiCl}_4 + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Si(OH)}_4 + 4\text{HCl}$$

$$\text{SnCl}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SnO}_2 + 4\text{HCl}$$
- જર્મનિયમ, ટિન તથા લેડ પણ MX_2 પ્રકારના ડાયહેલાઈડ બનાવે છે. આ ડાયહેલાઈડની સ્થાયિતા નીચેના કમમાં વધે છે.

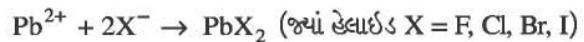


જેમ સમૂહમાં ઉપરથી નીચે ઉત્તરતા જઈએ તેમ દ્વિસંયોજક સ્થિતિ વધુ સ્થાપ્યી બને છે. સંકેન્દ્રિત HCl માં

ટિનને ઓગાળતાં Sn(II)Cl_2 મળે છે. આ દ્રાવણને ઠંકું પાણીની સામાન્ય ઓક્સિશન આંક +4 છે. જર્મનિયમ, ટિન અને લેડમાં દ અને f-પ્રકારની કક્ષકના કારણે નિષ્ઠિય ધૂગમ અસર વધારે ને વધારે પ્રભાવી થતાં તેમાં +4 ઓક્સિશન અવસ્થાની સાથે +2 ઓક્સિશન અવસ્થા પણ માલૂમ પડે છે અને +2 ઓક્સિશન અવસ્થાનું સ્થાયિત્વ નીચેના કમમાં વધતું જાય છે. $\text{Ge} < \text{Sn} < \text{Pb}$. આમ, દ્વિસંયોજક સ્થિતિ લેડ માટે વધુ પ્રભાવી છે. રાસાયણિક સક્રિયતાનાં વલણો નીચે મુજબ છે :



દ્રાવ્ય લેડ ક્ષારમાં હેલાઈડ આયન ઉમેરતાં Pb(II) હેલાઈડ મળે છે.



PbI_2 પીળા રંગનો છે. બાકીના હેલાઈડ રંગવિહીન છે. બધા જ હેલાઈડ પાણીમાં અલ્યુનાય્ય છે.

(vii) Si, Ge, Sn અને Pb એ MO_2 પ્રકારના ઓક્સાઈડ બનાવે છે. સિલિકામાં Si તથા O પરમાણુઓ સહસંયોજક બંધ દ્વારા અસીમિત ત્રિપરિમાણીય નેટવર્ક બનાવે છે. SiO_2 માં પ્રયોગ કરીને પરમાણુ તેના સહસંયોજક બંધ દ્વારા ચાર ઓક્સિજન પરમાણુ સાથે જોડાયેલો હોય છે. SiO_2 માંનો પ્રયોગ Si પરમાણુ ઓક્સિજન પરમાણુ સાથે ચતુર્ભુલીકીય રીતે જોડાયેલા હોય છે.

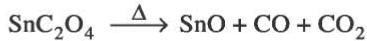
સ્ફટિકમય સિલિકોન ડાયોક્સાઈડ, **ક્વાટ્ર્ઝ**, કિસ્ટોમેલાઈડ તથા ટ્રાયડાયમાઈડ ખનિજોમાં રહેલ છે. ક્વાટ્ર્ઝનો ઉપયોગ દાખવેદુત સ્ફટિક તરીકે, સ્ફટિક આંદોલક તરીકે અને ટ્રાન્સક્ર્યુસરમાં થાય છે. સોડિયમ સિલિકેને એસિડિક બનાવીને સિલિકાજેલ મેળવવામાં આવે છે, જ્યારે આ જેલાનું નિર્જલીકરણ કરવામાં આવે છે, ત્યારે મળતી સિલિકાજેલનો ઉપયોગ મોટા પાયા પર કોમેટોગ્રાફી તથા અન્ય પદાર્થોની સુકવણી માટે બેજશોપક તરીકે થાય છે.

GeO_2 , SnO_2 તથા PbO_2 ઘન સંયોજનો છે તથા અનેક પ્રકારે રૂપાંતરિત હોય છે. **SiO₂ એસિડિક** છે. પરંતુ **GeO₂ અને SnO₂ ઉભયગુણી** છે. જ્યારે **PbO₂ બેલિક** છે. Sn ને O₂ સાથે ગરમ કરતાં અથવા સંકેન્દ્રિત HNO_3 સાથે પ્રક્રિયા કરીને Sn(IV) ઓક્સાઈડ બનાવવામાં આવે છે. SnO_2 નો ઉપયોગ પોલિશ કરવા માટે (પોલિશિંગ માટે) વપરાતા પાઉડર તરીકે તથા કાચ અને માટીનાં વાસકો બનાવવામાં થાય છે. PbO_2 બનાવવા માટે મંદ HNO_3 ની Pb_3O_4 સાથે પ્રક્રિયા કરવામાં આવે છે.



PbO_2 પ્રબળ ઓક્સિશનકર્તા છે. એસિડ સાથે પ્રક્રિયા દ્વારા તેમાંથી O₂ છૂટો પડે છે. Sn તથા Pb બંને

MO પ્રકારના સ્થાયી ઓક્સાઇડ બનાવે છે. SnO મેળવવા માટે ટિન ઓક્ઝલેટને ગરમ કરવામાં આવે છે.



PbOનો રંગ તેની બનાવટની રીત ઉપર આધારિત રાતો, નારંગી અથવા પોણો હોય છે. લેડ(II) કાર્બનેટને ગરમ કરી તે બનાવી શકાય છે. PbOને હવા સાથે પરાવર્તની (રિવરબેટરી) ભક્તીમાં 773 K તાપમાને ગરમ કરવાથી રાતો Pb_3O_4 મળે છે. તે $2(\text{PbO}) \cdot (\text{PbO}_2)$ નું સંયોગી મિશ્રણ છે.

કાર્બનના ગુણધર્મોની અનિયમિતતા : કાર્બન તત્ત્વ તેના સમૂહના અન્ય સભ્યો કરતાં જુદું પડે છે. કારણ કે કાર્બન પરમાણુનું કદ નાનું છે અને તેની વિદ્યુતજ્ઞાતા ઊંચી છે. કાર્બનની આયનીકરણ એન્થાલ્પી વધારે છે અને તેની ઇલેક્ટ્રોનીય રચનામાં d-પ્રકારની કક્ષકોનો અભાવ છે, તેથી તે નીચેના ગુણધર્મોમાં તેના સમૂહના અન્ય સભ્યોથી અલગ પડે છે :

- કાર્બન ફક્ત ચાર સહસંયોજક બંધ બનાવે છે જ્યારે અન્ય તત્ત્વોમાં d અથવા d અને f-કક્ષકો હોવાથી, તે વધુ સહસંયોજક બંધ (5 કે 6) બનાવી શકે છે.
- કાર્બન બીજા કાર્બન પરમાણુ સાથે એકલબંધ ઉપરાંત દ્વિબંધ અને ત્રિબંધ રચી શકે છે. તેમજ કદમાં નાના અને ઊંચી વિદ્યુતજ્ઞાતા ધરાવતા અન્ય પરમાણુ જેવા કે O, N અને S સાથે C = O, C = S, C = N, C ≡ N સાથે pπ-pπ બંધ રચે છે. જો અન્ય તત્ત્વોની પરમાણિય કક્ષકોનાં કદ ઘણાં મોટાં હોય, તો તેમાં pπ-pπ કક્ષક સંમિશ્રણ અસરકારક હોતાં નથી.
- કાર્બનમાં કાર્બન-કાર્બન એકલબંધ એન્થાલ્પીનું મૂલ્ય (348 કિજૂલ મોલ⁻¹) વધુ હોવાથી કેટેનેશનનું વલણ મહત્તમ છે, તેથી તેમાં સરળ શૃંખલા તેમજ ચક્કીય રચના ધરાવતાં અસંખ્ય કાર્બનિક સંયોજનો બને છે, જ્યારે અન્ય તત્ત્વોમાં આ વલણ ઘટતું જાય છે.
- કાર્બન ફક્ત pπ-pπ પ્રકારનાં બંધ બનાવે છે, જ્યારે અન્ય તત્ત્વો pπ-pπ ઉપરાંત dπ-pπ પ્રકારનાં બંધ બનાવે છે.

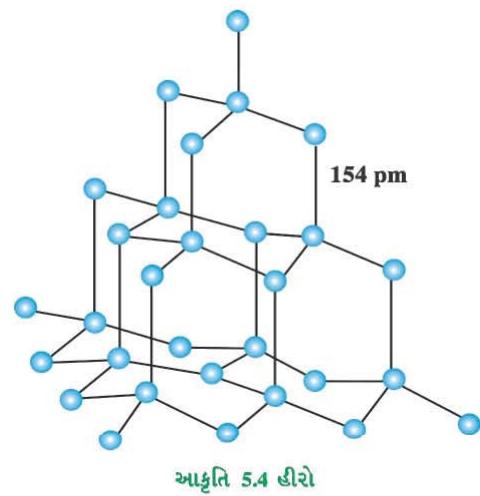
5.6 કાર્બન કેટેનેશન (Carbon Catenation)

એક કાર્બન પરમાણુ બીજા કાર્બન પરમાણુ સાથે સહસંયોજક બંધથી જોડાઈને કાર્બનની શૃંખલા કે ચક્કીય રચનામાં જોડાવાના વલણને કેટેનેશન કહે છે. કાર્બન પરમાણુનાં નાનાં કદ અને ઊંચી વિદ્યુતજ્ઞાતાના કારણો આ વલણ માલૂમ પડે છે. કેટેનેશનનો આધાર બે કાર્બન

પરમાણુ વચ્ચે રચાતા સહસંયોજક બંધની એન્થાલ્પી પર છે. જેમ બંધ એન્થાલ્પી વધુ તેમ કેટેનેશનનું વલણ વધુ થાય છે. C - C બંધ ઊર્જા 348 કિ જૂલ મોલ⁻¹ છે, જે તેના સમૂહમાં આવેલા તત્ત્વોની બંધ ઊર્જા કરતાં મહત્તમ હોવાથી, કાર્બન સરળ શૃંખલા તેમજ ચક્કીય રચના ધરાવતાં અસંખ્ય સંયોજનો બનાવે છે. કેટેનેશન અને pπ-pπ બંધ નિર્માણના કારણે કાર્બનમાં વિવિધ અપરદૂપો જોવા મળે છે.

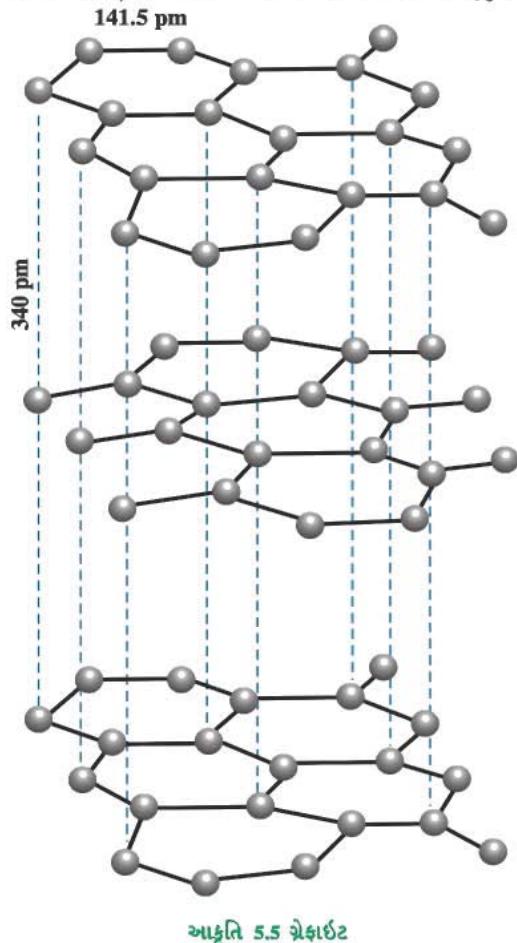
અપરદૂપો : કાર્બનમાં કેટેનેશન અને pπ-pπ બંધનીર્માણને કારણે તેનાં અનેક અપરદૂપો જોવા મળે છે. હીરો અને ગ્રેફાઈટ બંને સ્ફટિકમય રૂપો છે. 1985માં વૈજ્ઞાનિકો એચ. ડબલ્યુ. કોટો, ઈ. સ્મેલી અને આર. એફ. કુરો (H. W. Kroto, E. Smalley and R. F. Curl)એ બીજા સ્ફટિકમય અપરદૂપ ફૂલેરિનની શોધ કરી. કાર્બનનાં અસ્ફટિકમય અપરદૂપો કોલસો, વનસ્પતિજ કોલસો, પ્રાણિજ કોલસો, મેશ, કોક, ગેસ કાર્બન વગેરે છે. સ્ફટિકમય અપરદૂપોનાં બંધારણ અને ગુણધર્મો નીચે મુજબ છે :

(i) **હીરો :** કાર્બન પરમાણુમાં sp^3 સંકરણ થતાં તે બીજા ચાર કાર્બન પરમાણુ સાથે સહસંયોજક એકલબંધથી જોડાય છે. આકૃતિ 5.4માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે જોડાતા ચાર કાર્બન પરમાણુઓ સમયતુલ્ખલકના ચાર ખૂણા તરફ ગોઈવાયેલા હોય છે. દરેક કાર્બન પરમાણુમાં sp^3 સંકરણ થતાં તે બીજા ચાર કાર્બન પરમાણુ સાથે સહસંયોજક એકલબંધથી જોડાતાં તેની ત્રિપરમાણિય જાળીદાર રચના બને છે. બે કાર્બન પરમાણુ વચ્ચેનું અંતર 154 pm છે. બધા જ કાર્બન પરમાણુ એકબીજા સાથે સહસંયોજક બંધથી જોડાયેલા હોવાથી આ બંધ ખૂબ જ મજબૂત હોવાના કારણે, હીરો વણો જ કઠણ ધન પદાર્થ છે.



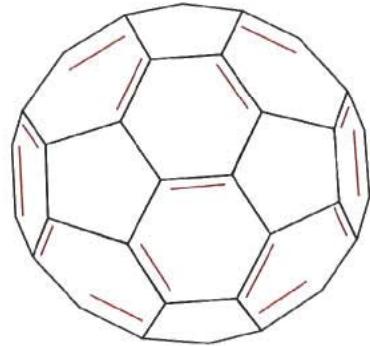
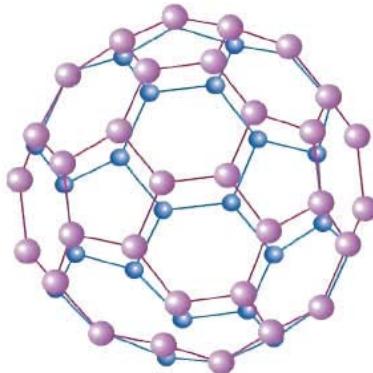
(ii) **ગ્રેફાઈટ :** કાર્બન પરમાણુમાં sp^2 સંકરણ થતાં તે બીજા ત્રણ કાર્બન પરમાણુ સાથે સહસંયોજક બંધથી

જોડાય છે. પરિણામે ષટ્કોષીય સ્તરીય રચના આકૃતિ 5.5 માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે બને છે. તેમાં બે કાર્બન પરમાણુ વચ્ચેનું અંતર **141.5 pm** જેટલું હોય છે અને બે સ્તર વચ્ચે નિબળ વાનું ડર વાલ્સનાં આકર્ષણાબળ અસ્તિત્વ ધરાવે છે. તેથી બે સ્તર વચ્ચેનું અંતર **340 pm** જેટલું હોય છે. આ બે સ્તર વચ્ચેના અંતરમાં સંઝેગો મુજબ નજીવો ફેરફાર થાય છે. નિર્બળ વાનું ડર વાલ્સના બળને કારણે ગ્રેફાઈટ મુદ્દુ છે.



(iii) કુલેરિન : કાર્બનનું સ્ફટિકમય સ્વરૂપ જે છિદ્રાળું પિંજર જેવા અણુનું બનેલું છે, તે C_{2n} બંધારણ ધરાવે છે. તેના બે અગત્યના સભ્યો C_{60} અને C_{70} પરમાણુસંસ્થયા ધરાવે છે. શરૂઆતમાં લેસરના ઉપયોગ વડે ગ્રેફાઈટનું બાધીભવન કરી સ્ફટિકમય કુલેરિન બનાવવામાં આવ્યું હતું, પણ હાલમાં વિદ્યુત્યાપની હાજરીમાં અને હિલિયમ કે ઓર્ગોન દ્વારા નિષ્ઠિય વાતાવરણમાં ગ્રેફાઈટને ગરમ કરતાં મળતા ધૂમાડાયુક્ત પદાર્થનું સંઘનન કરવાથી મુખ્યત્વે C_{60} અને થોડા પ્રમાણમાં C_{70} તથા અલ્યુમિનિયમાં બેકી નંબર ધરાવતા 350 કે તેથી વધુ કાર્બન પરમાણુ ધરાવતા

બીજા કુલેરિન મળે છે. આકૃતિ 5.6માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે C_{60} અણુનો આકાર **સોકર બોલ** (Soccer ball) જેવો છે. તેને બક મિનસ્ટર (Buckminster) કુલેરિન પણ કહે છે. કુલેરિનનો આકાર ફૂટબોલના આકારને મળતો આવે છે. કુલેરિનના આ વિશિષ્ટ આકારને **બકી બોલ** (Bucky ball) પણ કહે છે. તેમાં પાંચ કાર્બન પરમાણુવાળાં બાર વલયો તથા છ કાર્બન પરમાણુવાળાં વીસ વલયો હોય છે. છ કાર્બનયુક્ત વલય રચના બંને પ્રકારની વલય રચના સાથે જોડાયેલી હોય છે. જ્યારે પાંચ



આકૃતિ 5.6 કુલેરિન

કાર્બનયુક્ત વલયરચના માત્ર છ કાર્બનયુક્ત વલયરચના સાથે જ જોડાયેલી હોય છે. કુલેરિનમાં આવેલા બધા જ કાર્બન પરમાણુઓ સમતુલ્ય હોય છે અને તેમાં **sp²** સંકરણ થાય છે. દરેક કાર્બન બીજા ગ્રાહક કાર્બન પરમાણુ સાથે ઠ-બંધથી જોડાય છે અને બાકી રહેલ ઈલેક્ટ્રોન પા-બંધ બનાવે છે. આ પા-બંધના ઈલેક્ટ્રોન તેની આણિવય ક્ષક્રરચનામાં વિસ્થાનીકૃત થતાં કુલેરિનમાં એરોમેટિક ગુણધર્મ જોવા મળે છે. કુલેરિનમાં કાર્બન-કાર્બન એકલબંધ અને દ્વિબંધનું મૂલ્ય અનુક્રમે 143.5 pm અને 138.3 pm છે. C_{60} અને C_{70} કુલેરિન ટોલ્યુઝન દ્રાવકમાં દ્રાવ્ય થઈ

અનુકૂળ જાંબળી અને નારંગી લાલ રંગનાં દ્રાવકો આપે છે. કુલેરિન કાર્બનનું શુદ્ધ સ્વરૂપ છે, કારણ કે તેના બંધારણમાં જૂલતા બંધ (Dangling bond) ન હોવાથી તે લીસું (smooth) બંધારણ ધરાવે છે.

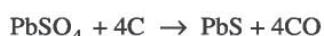
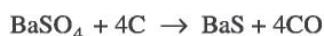
કાર્બનના ભૌતિક ગુણધર્મો :

- કાર્બનનાં અનેક અપરરૂપો છે. તેમાંથી હીરો, ગ્રેફાઈટ અને કુલેરિન સ્ફટિકમય અપરરૂપો છે અને વિવિધ પ્રકારનાં કોલસા, કોક, ગેસ, કાર્બન તેનાં અસ્ફટિકમય અપરરૂપો છે.
- હીરો કઠણ છે, જ્યારે ગ્રેફાઈટ મુદ્દ છે.
- હીરો વિદ્યુતનો અવાહક છે, જ્યારે ગ્રેફાઈટ સુવાહક છે.
- કુલેરિન કાર્બનનું સંશ્લેષિત સ્ફટિકમય સ્વરૂપ છે. તે પિંજરમય બંધારણ ધરાવે છે.
- હીરો અને ગ્રેફાઈટ જાળીદાર બંધારણ ધરાવે છે, જ્યારે કુલેરિન આણિવય બંધારણ ધરાવે છે.
- હીરો અને ગ્રેફાઈટ પ્રવાહી દ્રાવકમાં અન્દાવ્ય છે, જ્યારે કુલેરિન યોગ્ય કાર્બનિક પ્રવાહી દ્રાવક (બેન્જિન)માં દ્રાવ્ય છે.
- ચારકોલ છિદ્રાળું હોવાથી અધિષ્ઠોધણનો ગુણધર્મ ધરાવે છે.

રાસાયણિક ગુણધર્મો (રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ) :

- કાર્બનનાં બધાં જ અપરરૂપો હવા અથવા O_2 સાથે દહન પ્રક્રિયા કરી CO અથવા CO_2 બનાવે છે. જો O_2 નું પ્રમાણ મર્યાદિત હોય, તો CO બનાવે છે. અને O_2 નું પ્રમાણ વધારે હોય, તો CO_2 બનાવે છે. આ દહન પ્રક્રિયાઓ ઉભાસેપક પ્રક્રિયાઓ છે.
- $$2C + O_2 \rightarrow 2CO + \text{ઊર્જા}$$
- $$C + O_2 \rightarrow CO_2 + \text{ઊર્જા}$$

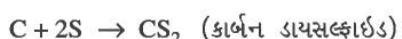
- રિડક્શનનો ગુણધર્મ : કાર્બન પ્રબળ રિડક્શનકર્તા છે. તે ઘણા બધા ધાત્ત્વિક ઔક્સાઈડમાંથી રિડક્શન કરીને અનુવર્ત્તી ધાતુ બનાવે છે. રિડક્શન-પ્રક્રિયા દરમિયાન ધાતુ સલ્ફેટમાંથી સલ્ફાઈડ ધૂટો પડે છે.



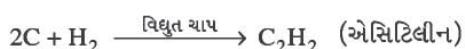
ગરમ લાલ થયેલ કોક ઉપરથી પાઇની વરાળ પસાર કરતાં H_2 વાયુમુક્ત થાય છે.



- અન્ય તત્ત્વો સાથે પ્રક્રિયા : ગરમ લાલ થયેલ કાર્બન પરથી સલ્ફરની વરાળ પસાર કરતાં CS_2 બને છે.



કાર્બનના ધૂવો વચ્ચે વિદ્યુત ચાપ લગાડી સ્પાર્ક કરતાં H_2 ની હાજરીમાં એસિટિલીન બને છે.



બેરિલિયમ સાથે કાર્બનને ગરમ કરતાં બેરિલિયમ કાર્બાઈડ બનાવે છે.



- ઓસિડ સાથે પ્રક્રિયા : ચારકોલને ગરમ મંદ HNO_3 માં ધીમે ધીમે ઓગાળવાથી બદામી રંગનો પદાર્થ મળે છે. તેને કૃત્રિમ ટેનિન કહે છે, જ્યારે કાર્બનની સાંદર HNO_3 સાથે પ્રક્રિયા થતાં ઓક્સિડેશન થઈ CO_2 બને છે.



કાર્બનની ગરમ અને સાંદર H_2SO_4 સાથે પ્રક્રિયા થતાં કાર્બનનું ઓક્સિડેશન થઈ CO_2 અને H_2SO_4 નું રિડક્શન થઈ SO_2 બને છે અને થોડા પ્રમાણમાં મેલિટિક ઓસિડ (બેન્જિન ડેક્ઝાકાર્બોક્સિલિક ઓસિડ) પણ મળે છે.



કાર્બનનાં કેટલાંક અગત્યનાં સંયોજનોના ઉપયોગ (Uses of Some Important Compounds of Carbon) :

- કાર્બનના હેલાઈડ : કાર્બનની હેલોજન સાથેની પ્રક્રિયાથી ટેટ્રાહેલાઈડ બનાવે છે. CF_4 વાયુ, CCl_4 પ્રવાહી જ્યારે CBr_4 અને CI_4 ધન છે. તેની સ્થિરતાનો ક્રમ $CF_4 > CCl_4 > CBr_4 > CI_4$ છે.

ઉપયોગ :

- CCl_4 -નો ઉપયોગ દ્રાવક તરીકે તેમજ અજિશામક તરીકે થાય છે.
- CF_2Cl_2 જે ફિલોન તરીકે ઓળખાય છે અને તેનો ઉપયોગ રેફિનેરેટરમાં શીતક તરીકે થતો હતો.
- CCl_4 -નો ઉપયોગ ઔષ્ણ તરીકે આંતરડાંમાં થતા કૃમિ અટકાવવા માટે થાય છે.

(2) કાર્બન ડાયસલ્ફાઈડ (CS_2) :

ઉપયોગ :

- વિસ્કોસ રેસા (Viscose Yarn)ના ઉત્પાદનમાં ઉપયોગી છે.
- સરી ગયેલાં અનાજનો સડો દૂર કરવા, જંતુનાશક તરીકે ઉપયોગી છે.
- રખરની વહેનાઈએશન-પ્રક્રિયા માટે ઉપયોગી છે.
- દીવાસળી અને રંગના ઉત્પાદનમાં દ્રાવક તરીકે ઉપયોગી છે.
- CCl_4 -ના ઉત્પાદન માટે ઉપયોગી છે.

(3) કાર્બાઈડ સંયોજનો : કાર્બનનાં તેના કરતાં વધુ વિદ્યુતધનમયતા ધરાવતાં તત્ત્વો સાથેનાં સંયોજનોને કાર્બાઈડ સંયોજનો કહે છે. દા.ત., SiC , Fe_3C , CaC_2 , WC , Al_4C_3 , Be_4C વગરે.

ઉપયોગ :

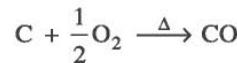
- SiC જે કાર્બોરેન્ડમ તરીકે ઓળખાય છે. તે સખત હોવાથી અપધર્ષક (Abrasive) એટલે કે ધાતુના બનેલા ઓજારની ધાર કાઢવા માટે અને દળવા માટે વંટીઓમાં તેમજ ઉચ્ચ તાપસંડ (Refractory) તરીકે વપરાય છે.
- WC -નો ઉપયોગ હથિયાર કે ઓજારની બનાવટમાં અને સિક્કા વગરેની બનાવટનાં બીબાં બનાવવામાં થાય છે.
- CaC_2 -નો ઉપયોગ એસિટિલીન વાયુની બનાવટમાં થાય છે અને એસિટિલીનનો ઉપયોગ જારણકામ (વેલ્ડિંગ)માં અને સંઘાંખ કાર્બનિક સંયોજનો જેવાં કે ઈથાઈલ આલ્કોહોલ અને એસિટિક એસિડના ઉત્પાદનમાં થાય છે.
- Be_4C ઘણો કઠળા (સખત) પદાર્થ છે. તેનો ઉપયોગ રેઝિયોસક્રિય વિકેરણોને અટકાવવા માટે આવરણપદ તરીકે થાય છે.

(4) કાર્બનના ઓક્સાઈડ : કાર્બનનું હવામાં અથવા O_2 સાથે દહન થવાથી કાર્બન મોનોક્સાઈડ (CO) અને કાર્બન ડાયોક્સાઈડ (CO_2) બને છે.

(i) કાર્બન મોનોક્સાઈડ (CO) :

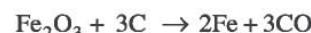
બનાવટ :

(1) કાર્બન કે કાર્બન ધરાવતાં સંયોજનોનું મર્યાદિત જથ્થામાં ઓક્સિજન સાથે દહન કરતાં CO મળે છે.

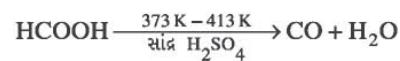


પેટ્રોલ કે ગીઝલનું અપૂર્યતું દહન થવાથી CO ઉત્પન્ન થાય છે.

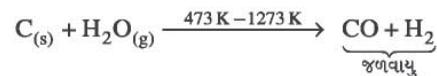
(2) ભારે ધાતુના ઓક્સાઈડનું કાર્બન દ્વારા રિડક્શન થતાં CO બને છે.



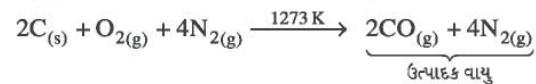
(3) પ્રયોગશાળામાં કે નાના પાયે શુદ્ધ COના ઉત્પાદન માટે ફોર્મિક એસિડ (HCOOH)ને સાંદ્ર H_2SO_4 સાથે 373 K થી 413 K તાપમાને ગરમ કરતાં CO મળે છે. અહીં સાંદ્ર H_2SO_4 નું કાર્ય નિર્જળીકરણકર્તાનું છે.



(4) ઔદ્યોગિક ક્ષેત્રે COના ઉત્પાદન માટે ગરમ કોક પરથી પાણીની વરાળ 473 K થી 1273 K તાપમાને પસાર કરતાં CO અને H_2 નું મિશ્રણ મળે છે. તે જળવાયુ અથવા સંશોધિત વાયુ તરીકે જાણીતું છે.



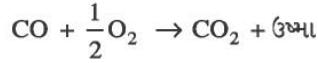
પાણીની વરાળને બદલે હવા વાપરવાથી CO અને N_2 નું મિશ્રણ મળે છે, જે ઉત્પાદક વાયુ તરીકે જાણીતું છે.



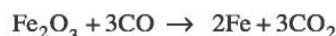
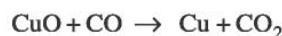
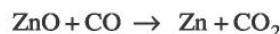
ગુણાધ્યમો :

- કાર્બન મોનોક્સાઈડ રંગવિહીન, વાસવિહીન અને પાણીમાં અલ્યુનાયુ વાયુ છે.
- સ્વભાવે ઘણો ઝેરી છે. લોહીમાં રહેલા ડિમોજ્વોબીન સાથે પ્રક્રિયા કરી સ્થાયી સંકીર્ણ (લગભગ 300 ગાડો સ્થાયી) બનાવી, લોહીની O_2 ના વહનની ક્ષમતા અટકાવી દે છે, તેથી તે જીવલેજા નીવેડે છે.

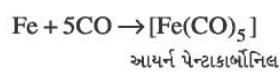
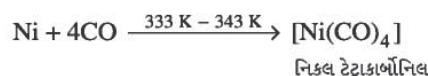
(iii) COના દહનથી આધા ભૂરા રંગની જ્યોત મળે છે.



(iv) રિડક્શનનો ગુણધર્મ : CO ઘણી ધાતુઓના ઓક્સાઈડ સાથે રિડક્શન-પ્રક્રિયા કરી, તેની અનુવર્ત્તી ધાતુ બનાવે છે. દા.ત.,

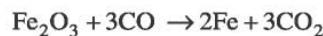


(v) ધાતુ કાર્బોનિલ બનાવવાનો ગુણધર્મ : Ni, Fe, Co વગેરે જેવી સંકાન્તિ ધાતુઓ સાથે CO લિગાન્ડ તરીકે જોડાઈને ધાતુ કાર્బોનિલ સંક્રિય સંયોજનો બનાવે છે. દા.ત.,

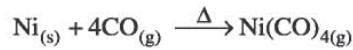


ઉપયોગ :

(i) કેટલીક ધાતુના ઓક્સાઈડમાંથી ધાતુના નિર્જર્ઝણ માટે CO ઉપયોગી છે. જેમ કે, વાતબકીમાં



(ii) અશુદ્ધ નિકલમાંથી શુદ્ધ નિકલ ધાતુ મેળવવા માટેની મોન્ડ કાર્బોનિલ પદ્ધતિ (Mond's Carbonyl Process)માં ટેન્ટ્રકાર્బોનિલ નિકલ બનાવવા કાર્બન મોનોક્સાઈડ ઉપયોગી છે.



(iii) ઔદ્યોગિક ક્ષેત્રે કાર્બન મોનોક્સાઈડનો ઉપયોગ જળવાયું કે ઉત્પાદક વાયુ સ્વરૂપે બળતણ તરીકે થાય છે.

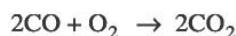
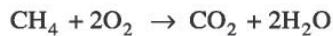
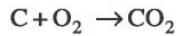
(iv) મિથાઈલ આલ્કોહોલ અને ફોર્મિક એસિડના ઉત્પાદનમાં ઉપયોગી છે.

(v) ટેપરેકર્ડરમાં વપરાત્તી મેંગેટિક ટેપ (આર્થર કાર્బોનિલ)ની બનાવટમાં ઉપયોગી છે.

(ii) કાર્બન ડાયોક્સાઈડ (CO_2) :

બનાવવટ :

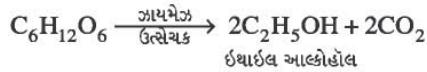
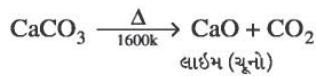
(i) કાર્બન, મિથેન જેવા હાઇડ્રોકાર્બન કે કાર્બન મોનોક્સાઈડનું વધારે પ્રમાણમાં હવા દ્વારા દહન કરવાથી કાર્બન ડાયોક્સાઈડ બને છે.



(ii) પ્રયોગશાળામાં CaCO_3 ની મંદ HCl સાથે પ્રક્રિયા થતાં CO_2 મળે છે.



(iii) ઔદ્યોગિક ક્ષેત્રે લાઈમના ઉત્પાદનમાં અને ઈથાઈલ આલ્કોહોલના ઉત્પાદનમાં ઉપપેદાશ તરીકે CO_2 મળે છે.



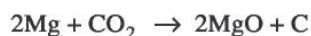
ગુણધર્મ :

(i) CO_2 રંગવિહીન, સ્વાદવિહીન અને હવા કરતાં 1.5 ગણો બારે વાયુ છે.

(ii) તે જેરી નથી પરંતુ માનવજીવન અને પ્રાણીજીવન માટે મદદરૂપ પણ નથી. તેની વિશેષ હાજરીમાં તેઓ મૃત્યુ પામે છે, કારણ કે O_2 વાયુની ઊંઘાપ વર્તાય છે.

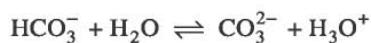
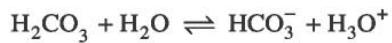
(iii) ઓરડાના તાપમાને અને 50-60 વાતાવરણ દખાણે CO_2 વાયુનું પ્રવાહીકરણ થાય છે અને પ્રવાહી CO_2 નું ઝાપથી બાધીલવન કરતાં એટલે કે તેનું ઝાપથી પ્રસરણ થતાં તે ઘન CO_2 માં ફેરવાય છે, જેને સૂકો બરફ કહે છે.

(iv) CO_2 વાયુ દહનપોથક અથવા દહનશીલ નથી, પરંતુ કેટલીક સક્રિય ધાતુઓ જેવી કે Na, K, Mg વગેરેનું દહન CO_2 વાયુની હાજરીમાં ચાલુ રહે છે.

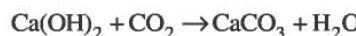


(v) CO_2 વાયુ ભૂરા લિટમસપત્રને લાલ બનાવે છે. તે સ્વભાવે એસિડિક છે.

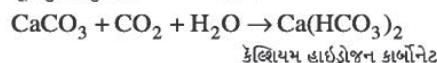
(vi) પાણીમાં તેની દ્રાવ્યતા ઓછી છે, પરંતુ જ્યારે પાણીમાં દ્રાવ્ય થાય છે, ત્યારે કાર્బોનિક એસિડ (સોડાવોટર H_2CO_3) બનાવે છે. જે દ્વિબેઝિક એસિડ છે. તેનું બે તબક્કામાં વિયોજન થાય છે.



(vii) ચૂનાના નીતર્થી પાણીમાં CO_2 વાયુ પસાર કરતાં અદ્રાવ્ય કેલિયમ કાર્બોનેટ બને છે, તેથી દ્રાવક દૂધિયું બને છે અને અધિક કાર્બન ડાયોક્સાઈડ પસાર કરતાં દ્રાવ્ય કેલિયમ હાઇડ્રોજન કાર્બોનેટ (કેલિયમ બાયકાર્બોનેટ) બનવાના કારણે દૂધિયો રંગ દૂર થાય છે.

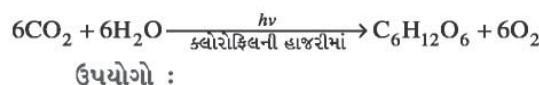


ચૂનાનું નીતર્થી પાણી અદ્રાવ્ય



કેલિયમ હાઇડ્રોજન કાર્બોનેટ

(viii) સૂર્યપ્રકાશની અને લીલી વનસ્પતિમાં રહેલ ક્લોરોફિલની હાજરીમાં CO_2 વાયુની H_2O સાથે પ્રક્રિયા થઈ ગલુકોઝ બને છે. આ પ્રક્રિયાને પ્રકાશસંશોષણ કહે છે.



- ધન CO_2 અને ઈથરના મિશ્રણથી 165 K જેટલું નીચું તાપમાન પ્રાપ્ત થતું હોવાથી અન્ય વાયુઓના પ્રવાહીકરણ માટે ઉપયોગી છે. જડપથી બગડતી ખાદ્યસમગ્રીને સાચવવા માટે કોણ સ્ટોરેજમાં શીતક તરીકે વપરાય છે.
- દહનપોષક કે દહનશીલ ન હોવાથી અભિનશામક તરીકે ઉપયોગી છે.
- સોડાવોટર અને ઠંડા પીણાની બનાવતમાં CO_2 વાયુ વપરાય છે.
- ધોવાના સોડા (Na_2CO_3)ના ઉત્પાદનમાં (સોલ્વે પદ્ધતિ) CO_2 વાયુ વપરાય છે.
- દાઢેલાની સારવાર અને ચામડી ઉપર થયેલા ઊરડા માટે કરવી પડતી વાઢકાપ માટે દવાખાનામાં સૂક્કો બરફ વપરાય છે.
- CO ની જેરી અસરનો ભોગ બનેલા દરદીને કૃત્રિમ શાસોચ્છ્વાસની પ્રક્રિયા માટે કાર્બોજન (Carbogen) (95% O_2 + 5% CO_2) ઉપયોગી છે.
- ખાંડના ઉત્પાદનમાં શેરડીના રસને શુદ્ધ કરવા CO_2 વપરાય છે.
- લીલી વનસ્પતિ પ્રકાશસંશોષણ પ્રક્રિયામાં CO_2 વાપરે છે.
- લોહીનો pH (7.26 થી 7.42) નિયંત્રિત રાખવા માટે કાર્બોનિક એસિડની બફરપ્રણાલી (H_2CO_3 + HCO_3^-)માં CO_2 (ઉપયોગી છે).

(x) યુરિયા જેવા ખાતરના ઉત્પાદનમાં મોટા જથ્થામાં CO_2 વપરાય છે.

5.7 સિલિકોનાં અગત્યનાં સંયોજનો (Important Compounds of Silicon)

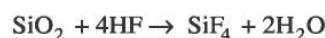
(1) સિલિકોન હાઇડ્રોઈડ : સિલિકોના સામાન્ય હાઇડ્રોઈડનું સામાન્ય-સૂત્ર SiH_{2n+2} છે. સિલિકોન-સિલિકોન બંધ અન્યાન્યાનું મૂલ્ય 297 ડિ જૂલ મોલ⁻¹ હોવાથી તેમાં કેટેનેશનનો ગુણવર્થ જોવા મળે છે, તેથી તે SiH_{2n+2} જ્યાં, n = 1 થી 8 સુધીનાં મર્યાદિત હાઇડ્રોઈડ સંયોજનો બનાવે છે. આ સંયોજનો સિલેન (Silane) પણ કહેવાય છે. કાર્બનના હાઇડ્રોઈડ કરતાં સિલેનની સ્થિરતા ઓછી છે, તેથી તેની રિડક્શન કરવાની શક્તિ વધુ હોય છે.

(2) સિલિકોન ડાયોક્સાઈડ (સિલિકા) SiO_2 : સિલિકા નિપરમાણીય રચના ધરાવતો ધન પદાર્થ છે. એક સિલિકોન પરમાણુ ચાર ઓક્સિજન-પરમાણુ સાથે સહસંયોજક બંધથી જોડાઈને ચતુર્ભુલકીય આકારમાં ગોઠવાય છે અને પ્રત્યેક ઓક્સિજન પરમાણુ બે સિલિકોને પરમાણુ સાથે સહસંયોજક બંધથી જોડાય છે. આમ, SiO_2 સ્વતંત્ર એક આણુ સ્વરૂપે અસ્તિત્વ ધરાવતો નથી, પરંતુ અસંખ્ય પરમાણુઓની ગોઠવણીથી વિરાટ સ્ફટિક રચાય છે. શુદ્ધ સિલિકાનાં બાવીસ કરતાં વધુ વિવિધ સ્વરૂપો જાહીતાં છે. તેમાં કેટલાંક સ્ફટિકમય છે, જેવાં કે કવાર્દ્ઝ, ટ્રાયડાયમાઈટ, કિસ્ટોબેલાઈટ વગેરે. જ્યારે સિલિકાજેલ અને કેસેલગુર (Kieselguhr) અસ્ફટિકમય સ્વરૂપો છે. SiO_2 એસિડિક હોવાથી પિગલિત આલકલી કે આલકલી કાર્બોનેટમાં દ્રાવ્ય થઈ સિલિકેટ સંયોજનો બનાવે છે.

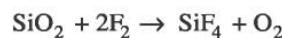
SiO_2 ઊચા તાપમાને NaOH સાથે પ્રક્રિયા કરી Na_2SiO_3 બનાવે છે.



HF સાથે SiO_2 ની પ્રક્રિયા થતાં SiF_4 બને છે.



SiO_2 હેલોજન સાથે (ફક્ત F_2)પ્રક્રિયા કરી SiF_4 બનાવી O_2 મુક્ત કરે છે.

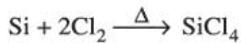


સિલિકના ઉપયોગ :

- તેનો ઉપયોગ દાબ વૈદ્યુતસ્કટિક (Piezo eletrical crystal) તરીકે તથા સ્કટિક-આંડોલક (Crystal oscillators) અને ટ્રાન્સડ્યુસર (Transducer) તરીકે થાય છે.
- પ્રોગશાળામાં વપરાતાં કાચનાં સાધનો બનાવવા તથા પ્રકાશીય ઉપકરણો જેવાં કે લેન્સ અને પ્રિઝમ બનાવવામાં થાય છે.
- પારજાંબલી સ્પેક્ટ્રોફોટોમીટરના સેમ્પલ કોષમાં વપરાય છે.
- સિલિકાજેલ સ્વરૂપે સુકવણીકારક (બેજશોષક) પદાર્થ તરીકે તેમજ કોમેટોગ્રાફી માટેના અધિશોષક પદાર્થ માટે ઉપયોગી છે.
- ઉદ્દીપક તરીકે ઉપયોગી છે.
- પાણીની શુદ્ધીકરણ યોજનામાં (Filteration plants) કેસેલગુર સ્વરૂપે વપરાય છે.

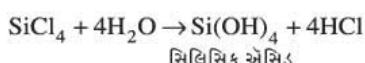
(3) સિલિકોન ટેટ્રાક્લોરોઇડ (SiCl_4) :

સિલિકોનની કલોરિન સાથેની પ્રક્રિયાથી SiCl_4 મળે છે.



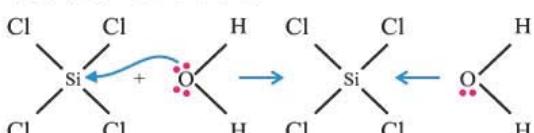
સિલિકોન ટેટ્રાક્લોરોઇડમાં આવેલા Si માં sp^3 -સંકરણ થતું હોવાથી તેનો આકાર સમયતુલ્ખલકીય છે અને કલોરિન પરમાણુ સાથે સહસર્યોજક બંધ બનાવે છે.

SiCl_4 નું જળવિભાજન થતાં સિલિસિક એસિડ (H_4SiO_4) મળે છે.



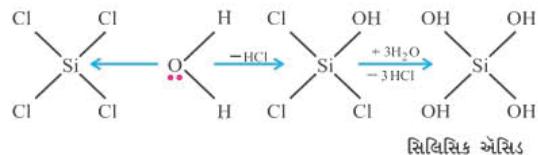
SiCl_4 ની જળવિભાજનની પ્રક્રિયાની કાર્યપ્રણાલીના બે તબક્કા નીચે પ્રમાણે છે :

(i) પ્રથમ તબક્કામાં SiCl_4 માં આવેલા સિલિકોન પરમાણુની d-પ્રકારની ખાલી ક્ષકમાં H_2O અણુનો ઓક્સિસઝન પરમાણુ ઇલેક્ટ્રોનયુગમનું દાન કરી સર્વર્ગ સહસર્યોજક બંધ બનાવે છે.



(ii) બીજા તબક્કામાં HCl અણુ દૂર થતાં SiCl_4 ના

કલોરિન પરમાણુનું વિસ્થાપન $-\text{OH}$ સમૂહ દારા થાય છે. આ રીતે કમશા: ચાર $-\text{Cl}$ પરમાણુનું વિસ્થાપન કરતાં છેવટે સિલિસિક એસિડ મળે છે.

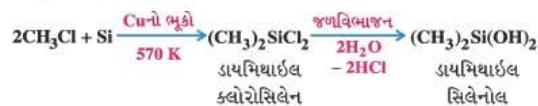


સિલિકોન્સ : સિલિકોન્સ એ સાંશ્લેષિત પદાર્થ છે.

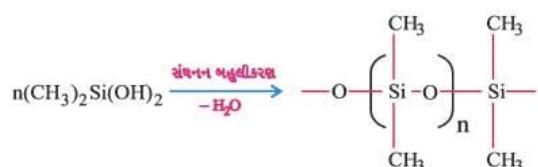
તેમાં $\text{Si} - \text{O} - \text{Si}$ બંધરચના હોય છે. આ સંયોજનો બહુલક પદાર્થો છે. તેમાં R_2SiO એકમ પુનરાવર્તિત થાય છે. તેનું સામાન્ય સૂત્ર (R_2SiO) છે. જ્યાં, $\text{R} =$ આલ્ફાઈલ અથવા એરાઈલ સમૂહ છે. તેનું પ્રમાણસૂચક સૂત્ર R_2SiO જે કાર્બનિક સંયોજનો કિટોન (R_2CO) જેવું હોવાથી તેને સિલિકોન્સ (Silicones) કહે છે.

બનાવટ : CH_3Cl ની સિલિકોન (Si) સાથે 570 K

તાપમાને $\text{Cu}-$ ઉદ્દીપકની હાજરીમાં પ્રકિયા થતાં ડાયમિથાઈલ કલોરોસિલેન મળે છે. તેનું જળવિભાજન કરી, સંઘનન બહુલીકરણ થતાં સિલિકોન્સ મળે છે.



$(\text{CH}_3)_2\text{SiCl}_2$ ઉમેરીને આ બહુલકની શૂંખલા લંબાઈ નિયંત્રિત થઈ શકે છે.



ગુણધર્મો :

- નાની શૂંખલા ધરાવતા સિલિકોન્સ તેલી પ્રવાહી હોય છે. મધ્યમ શૂંખલા ધરાવતા સ્નિગ્ધ તેલ, જેલી અને ગ્રીઝ તરીકે અને મોટી શૂંખલા ધરાવતા રબરયુક્ત ઇલેસ્ટોમર અને રેઝિન તરીકે વર્ત છે.

(ii) સિલિકોન્સ ઓક્સિડેશન, ઉખીય વિબંજન અને કાર્બનિક પ્રક્રિયાઓનો પ્રતિકાર કરતા જોવાથી તે રાસાયણિક રીતે નિર્ણય છે.

(iii) સિલિકોન્સ ઉખારોધક અને વિદ્યુત અવાહક પદાર્થ છે, તેમજ પાણી પ્રત્યે અપાકર્ષણનો ગુણધર્મ ધરાવે છે.

ઉપયોગ :

(i) કાગળ, ઊન, કાપડનાં તાંત્રણ અને લાકડા પર તેનું પાતળું પડ ચડાવીને તેને જલાબેદ (Waterproof) બનાવાય છે.

(ii) સિલિકોન્સ સિલાન્ટ (Sealant) તરીકે, હેલેઇઝ્રોક્લેવ વીજરોધક તરીકે ઉપયોગી છે.

(iii) ઊંચા અને નીચા તાપમાને ઊજણ તરીકે ઉપયોગી છે.

(iv) શલ્યારોપણ (Surgical implants) તરીકે વપરાય છે.

(v) સૌદર્ય-પ્રસાધનોમાં ફીઝ-અવરોધક (એન્ટિફોમિંગ એજન્ટ) તરીકે ઉપયોગી છે.

સિલિકેન્સ સામાન્ય માહિતી અને બંધારણ

(General Information and Structure of Silicates) :

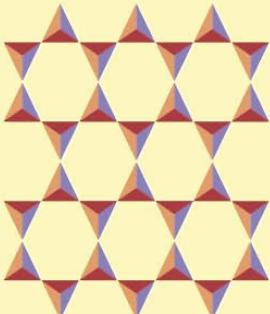
પૃથ્વીના પોપડાનો લગભગ 95% ભાગ સિલિકેટ અને સિલિકાનો બનેલો છે. સિલિકેટ સંયોજનોમાં સ્વતંત્ર રીતે SiO_4^{4-} અથવા તો આવાં આવનોના જોડાણથી બનતાં સંયુક્ત સિલિકેટ આયનોનું Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} જેવાં ધન આયનો દ્વારા વીજભાર સમભારિત કરવા જોડાઈને બનતાં સંયોજનો છે. સિલિકામાં મૂળભૂત બંધારણીય એકમ SiO_4^{4-} સમયતુલ્ફલીય રૂચના ધરાવે છે.

સિલિકેન્સ પ્રકાર :

સિલિકેન્સ બંધારણમાં એક SiO_4^{4-} આયન ચતુર્ભાંગિય બંધારણના કેટલા ખૂણા (0, 1, 2, 3, 4) બીજા કેટલા ચતુર્ભાંગિય સાથે ભાગિદારી કરે છે, તેના આધારે તેનું વર્ગીકરણ થાય છે. તેને કોઈક 5.7માં દરખારેલ છે. નિપરિમાણીય રૂચનામાં SiO_2 માંના Si^{4+} નું Al^{3+} દ્વારા આંશિક વિસ્થાપન કરવાથી એલ્યુમિનોસિલિકેટ (ફેલ્સ્યાર) બને છે. જિઓલાઈટ નામના એલ્યુમિનો-સિલિકેટાં SiO_4^{4-} તથા AlO_4^{5-} ચતુર્ભાંગિય સ્વરૂપે એકબીજા સાથે સરળ રીતે જોડાઈને નિપરિમાણીય નેટવર્ક (ગૂંઘણી) બનાવે છે.

કોષ્ટક 5.7 સિલિકેન્સ વર્ગીકરણ

SiO_4^{4-} ના ખૂણાની ભાગિદારી	બંધારણ-રૂચના	સિલિકેન્સ પ્રકાર	જલાણ આયન એકમ	ઉદાહરણ
0		ઓર્ધોસિલિકેટ	SiO_4^{4-}	ઝિરકોન (ZrSiO_4), ફોરેસ્ટેરાઈટ (Mg_2SiO_4)
1		પાયરોસિલિકેટ	$\text{Si}_2\text{O}_7^{6-}$	થાર્ટેટેરાઈટ $\text{Sc}_2(\text{Si}_2\text{O}_7)$, હેમિભોરફાઈટ $\text{Zn}_2\text{Si}_2\text{O}_7$, $\text{Zn}(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$
2	 (a) રેખીય જોડાણ-શૂભલા (b) વિપરીત જોડાણ-શૂભલા	ચક્કીય-સિલિકેટ રેખીય સિલિકેટ શૂભલા સિલિકેટ (a) રેખીય જોડાણ-શૂભલા (b) વિપરીત જોડાણ-શૂભલા	$\text{Si}_3\text{O}_9^{6-}$ $\text{Si}_6\text{O}_{18}^{12-}$ $(\text{SiO}_3^{2-})_n$ અથવા $(\text{SiO}_3)_n^{2n-}$	વોલસ્ટોનાઈટ $\text{Ca}_3\text{Si}_3\text{O}_9$ બેરીલ (પના રના) $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$ સ્પોન્ધયમીન $\text{LiAl}(\text{SiO}_3)_2$ ડાયોસ્પાઈડ $\text{CaMg}(\text{SiO}_3)_2$ ટ્રીપોલાઈટ $\text{Ca}_2\text{Mg}_5(\text{Si}_8\text{O}_{22})(\text{OH})_2$ એરબેસ્ટોસ

3  4 	સરીય સિલિકેટ $(\text{Si}_2\text{O}_5)^{2n-}$ અથવા $(\text{Si}_2\text{O}_5^{2-})_n$ નિપરમાણીય SiO_2	$(\text{Si}_2\text{O}_5)^{2n-}$ અથવા $(\text{Si}_2\text{O}_5^{2-})_n$ સ્ટીએરોચાઈટ $\text{Mg}_3(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_2$ (શંખળું) મ્યુસ્કોરાચાઈટ $\text{KAl}_2(\text{Si}_3\text{AlO}_{10})(\text{OH})_2$ (ચિનાઈ મારી)
--	--	---

ઝિયોલાઈટના ઉપયોગ : ઝિયોલાઈટમાં રહેલી છિદ્રોરૂપી વાહિકા (ચેનલ) દ્વારા એકબીજા સાથે સંકળાયેલાં હોય છે. આ વાહિકામાં માત્ર નાના અણુઓ જ પ્રવેશી શકતા હોવાથી, ઝિયોલાઈટનો ઉપયોગ આણિવય ચાળણી તરીકે, મોટા અણુઓમાંથી નાના અણુઓને જુદા પાડવા

માટે વપરાય છે. ઝિયોલાઈટ ઉદ્દીપક (આકાર વરણાત્મક ઉદ્દીપક) તરીકે ઉપયોગી છે. ઝિયોલાઈટનો એક અગત્યનો ઉદ્દીપક ZSM-5 છે તે પેટ્રોરસાયણમાં વપરાય છે. તે આઓહોલનું નિર્જલીકરણ કરીને સીધું જ ગેસોલીન (પેટ્રોલ)માં ફેરવે છે, જેમાં હાઇડ્રોકાર્બનનું મિશ્રણ હોય છે.

સારાંશ

જે તત્ત્વોની બાબતમ સંયોજકતાકષકની ઈલેક્ટ્રોનીય રચના $ns^2 np^1$ થી $ns^2 np^6$ (સિવાય He તત્ત્વ) હોય તે તત્ત્વોને p-વિભાગનાં તત્ત્વો કહે છે. p-ક્ષણકમાં વધુમાં વધુ છ ઈલેક્ટ્રોનોનો સમાવેશ થતો હોવાથી સમૂહ 13થી 18 એટલે કે આ તત્ત્વો છ સમૂહમાં ગોઢવાયેલાં હોય છે. સમૂહ 13 અને 14 એટલે કે બોરોન અને કાર્બન સમૂહનાં તત્ત્વોનો સવિસ્તર અભ્યાસ કરીશું. સામાન્ય રીતે વિદ્યુતત્ત્રણતા, આયનીકરણ એન્થાલ્પી અને ઓક્સિડેશનક્ષમતા આવર્તમાં પરમાણિવયકમાંક વધતાં વધે છે. જ્યારે સમૂહમાં પરમાણિવય કમાંક વધતાં તે ઘટે છે. સામાન્ય રીતે સહસ્રાંયોજક ત્રિજ્યા, વાનુ, ડર વાલ્સ ત્રિજ્યા અને ધાત્વિક ગુણધર્મ સમૂહમાં પરમાણિવય કમાંક વધતાં વધે છે અને તેથી p-સમૂહનાં તત્ત્વોની લાક્ષણિકતા છે કે તેમાં અધારુ, અર્ધધારુ અને ધાતુતત્ત્વોનો એક જ સમૂહમાં સમાવેશ થયેલો જોવા મળે છે.

સમૂહ 13માં આવેલાં તત્ત્વો બોરોન, એલ્યુમિનિયમ, ગેલિયમ, ઈન્ટિયમ અને થેલિયમ છે. પૃથ્વીના પોપડામાંથી મળી આવતાં તત્ત્વોમાં એલ્યુમિનિયમનું સ્થાન ત્રીજા કરે છે. એલ્યુમિનિયમની અગત્યની ખનિજ બોક્સાઈટ અને કાયોલાઈટ છે. સમૂહ 13નાં તત્ત્વોના કેટલાક ગુણધર્મો જેવા કે પરમાણિવય ત્રિજ્યા અને આયનીય ત્રિજ્યા, આયનીકરણ એન્થાલ્પી, ધાત્વિક ગુણધર્મ, વિદ્યુતત્ત્રણતા, ઉત્કલનાંદું અને ગલનાંદું, ઘનતા, રિક્ષનકર્તાનો ગુણધર્મ અને સંયોજનોનો સ્વભાગ માલૂમ પડે છે. બોરોન સમૂહનાં તત્ત્વો એટલે કે સમૂહ 13નાં તત્ત્વોની ઈલેક્ટ્રોનીય રચના $ns^2 np^1$ હોવાથી +3 ઓક્સિડેશન અવસ્થા ધરાવે છે અને તેની સ્થિરતા પરમાણિવય કમાંક વધતાં ઘટે છે. આ તત્ત્વો +1 ઓક્સિડેશન અવસ્થા પણ ધરાવે છે. તેની સ્થિરતા પરમાણિવય કમાંક વધતાં વધે છે.

સમૂહ 13નાં તત્ત્વોનું રાસાયણિક પ્રતિક્રિયાત્મકતાનું વલય નીચે દર્શાવ્યા પ્રમાણે છે. સમૂહ 13નાં તત્ત્વો H_2 સાથે સીધા સંયોજાઈ હાઇડ્રાઇડ સંયોજનો બનાવતાં નથી, પરંતુ તેઓ આડકતરી રીતે સંયોજાઈને હાઇડ્રાઇડ સંયોજનો બનાવે છે. બોરોન અસંખ્ય હાઇડ્રાઇડ સંયોજનો, જેનું અણુસૂત્ર $\text{B}_n \text{H}_{n+4}$ અને

$B_n H_{n+6}$ બનાવે છે, જે બોરોન સંયોજનો તરીકે જાડીતાં છે. આ સમૂહનાં બીજાં તત્ત્વોના હાઈડ્રોઇડ બહુલક સ્વરૂપે હોય છે. સમૂહ 13નાં તત્ત્વો MX_3 પ્રકારના દ્રાયહેલાઈડ જ્યાં, $X = F, Cl, Br$ અને I છે. Tl_3 જાડીતો નથી. $AlCl_3$ દ્વિઅણુ સ્વરૂપે અસ્તિત્વ ધરાવે છે. સમૂહ 13નાં તત્ત્વો $M_2 O_3$ અને $M(OH)_3$ પ્રકારના અનુક્રમે ઓક્સાઈડ અને હાઈડ્રોક્સાઈડ બનાવે છે. તત્ત્વોનો પરમાણુવિયકમાંક વખતાં ઓક્સાઈડ અને હાઈડ્રોક્સાઈડની એસિડિક લાક્ષણીકતા (ગુણધર્મ) ઘટની જાય છે. જ્યારે બેઝિક લાક્ષણીકતા વધતી જાય છે. બોરોન ચતુર્ભાજિક સંકીર્ણ બનાવે છે. જ્યારે બાકીના આ સમૂહનાં તત્ત્વો અભિક્લકીય સંકીર્ણ બનાવે છે. એલ્યુમિનિયમ સલ્ફેટ આલ્કલી ધાતુના આયન અને NH_4^+ ના સલ્ફેટ સાથે પ્રક્રિયા કરી દ્વિકાર બનાવે છે. જેનું અણુસૂત્ર $M_2SO_4 Al_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$ અથવા $MAI(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ જ્યાં $M = Na^+, K^+, Rb^+$ અને NH_4^+ છે. સમૂહ 13નું પ્રથમ તત્ત્વ બોરોન અનિયમિતતા દર્શાવે છે. બોરોન રાસાયણિક રીતે ઓદૃષ્ટ સક્રિય છે અને સામાન્ય તાપમાને તે સામાન્ય રાસાયણિક પ્રક્રિયક સાથે મહદૂઅંશે નિર્ણિય છે. પરંતુ ઓક્સિડેશનકર્તા, આલ્કલી અને ધાતુ સાથે પ્રક્રિયા કરે છે. બોરોનના કેટલાંક અગત્યનાં સંયોજનો બોરેક્સ પાઉડર, બોરિક એસિડ અને બોરોન હાઈડ્રોઇડ છે. બોરોન અને તેનાં સંયોજનોના ઉપયોગ દર્શાવ્યા પ્રમાણે છે. એલ્યુમિનિયમ એસિડ અને બેઇઝ સાથે પ્રક્રિયા કરે છે, તેથી તે સ્વભાવે ઉખ્ખીયગુણધર્મી છે.

સમૂહ-14 કાર્બન, સિલિકોન, જર્મેનિયમ, ટિન અને લેડ તત્ત્વો ધરાવે છે. આ સમૂહનું પ્રથમ તત્ત્વ કાર્બન હોવાથી આ સમૂહને કાર્બનસમૂહ પણ કહે છે. કાર્બન તેના નાના કદ, ઊંચી વિદ્યુતપ્રકાશમયતા અને કાર્બન-કાર્બન બંધશક્તિ ખૂબ ઊંચી હોવાથી તે કેટેનેશન દર્શાવે છે. કેટેનેશનના વિશિષ્ટ ગુણધર્મને કારણે તે અસંખ્ય સંયોજનો બનાવે છે, જેનો અભ્યાસ કાર્બનિક રાસાયણવિજ્ઞાનમાં થાય છે. તે ધાતુ અને અધાતુ સાથે સંયોજનો બનાવે છે. સમૂહ-14નાં તત્ત્વોના ગુણધર્મો જેવા કે પરમાણુવિય ત્રિજ્યા, આયારીકરણ-અન્ધાલ્યી, વિદ્યુતપણમયતાનો ગુણધર્મ, વિદ્યુતપ્રકાશતા, ગલનાંબિંદુ અને ઉત્કલનાંબિંદુ, ઘનતા, કેટેનેશન અને વિવિધરૂપોમાં વિવિધતા માલ્યુમ પડે છે. સમૂહ 14નાં તત્ત્વોનો +2 અને +4 ઓક્સિડેશન-ાંક છે. રાસાયણિક પ્રતિક્રિયાત્મકતાનું વલણ દર્શાવ્યા પ્રમાણે છે. કાર્બન તેના ગુણધર્મોમાં અનિયમિતતા દર્શાવે છે. કાર્બનનાં સ્ફટિકમય સ્વરૂપ હોરો, ગ્રેફાઈટ અને કુલેરિન્સ છે. ભૌતિક ગુણધર્મો અને રાસાયણિક ગુણધર્મો એકમમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે છે. કાર્બનનાં કેટલાક અગત્યનાં સંયોજનો કાર્બનના ડેલાઈડ, કાર્બન ડાયસલ્ફાઈડ, કાર્બાઈડ સંયોજનો, કાર્બન મોનોક્સાઈડ અને કાર્બન ડાયોક્સાઈડ છે અને તેની બનાવટની પદ્ધતિ અને ઉપયોગ એકમમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે છે. સિલિકોનનાં અગત્યનાં સંયોજનો સિલિકોન હાઈડ્રોઇડ છે, જેનું સામાન્ય સૂત્ર $Si_n H_{2n+2}$ છે. સિલિકોનમાં સિલિકોન-સિલિકોન બંધ અન્ધાલ્યીનું મૂલ્ય 297 ક્રિક્યુલ મોલ⁻¹ હોવાથી તેમાં કેટેનેશન માલ્યુમ પડે છે અને તેના મર્યાદિત હાઈડ્રોઇડ જેનું સૂત્ર $Si_n H_{2n+2}$ છે. જ્યાં, $n = 1$ થી 8 છે. આ સંયોજનો સિલેન તરીકે પણ જાડીતાં છે. કાર્બનના હાઈડ્રોઇડ કરતાં સિલેન સંયોજનોની સ્થિરતા ઓછી છે. તેથી તેની રિડક્શન- ક્ષમતા વધારે છે. સિલિકોન તે સિલિકોન ડાયોક્સાઈડ પણ બનાવે છે, જેને સિલિકા કહે છે અને તેના 22 કરતાં પણ વધુ વિવિધરૂપો જાડીતાં છે. તેમાંના કેટલાંક સ્ફટિકમય અને કેટલાંક અસ્ફટિકમય છે. સિલિકાનો ગુણધર્મ એસિડિક છે. તેથી તે પ્રવાહીકૃત આલ્કલી કે આલ્કલીયુક્ત કાર્બનેટમાં દ્રાવ્ય થઈ સિલિકેટ સંયોજનો બનાવે છે. સિલિકા ફક્ત F_2 સાથે પ્રક્રિયા કરી SiF_4 , જ્યારે સિલિકોન Cl_2 સાથે પ્રક્રિયા કરી $SiCl_4$ બનાવે છે. $SiCl_4$ નું જલવિભાજનથી સિલિસિક એસિડ બનાવે છે. અને તેની કાર્યપ્રણાલી બે તબક્કામાં થાય છે. સિલિકોન્સ સંશેષિત પદાર્થ છે અને તેમાં $Si - O - Si$ બંધજોડાણ ધરાવે છે. આ સંયોજનો પોલિમર પદાર્થો છે, જેમાં પુનરાવર્તન પામતો એકમ R_2SiO છે. તેનું સામાન્ય સૂત્ર $(R_2 SiO)_n$ છે. જ્યાં R- મિથાઈલ કે ફિનાઈલ સમૂહ છે. તેનું પ્રમાણસૂચક સૂત્ર R_2SiO છે, જે કાર્બનિક સંયોજનો કિટોનને મળતું આવતું હોવાથી તેને સિલિકોન પણ કહે છે. તેની બનાવટ, ગુણધર્મો એકમમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે છે.

પૃથ્વીના પોપડામાં લગભગ 95% સિલિકેટ અને સિલિકા સંયોજનો રહેલાં છે, જેમાં પુનરાવર્તન પામતો સ્વતંત્ર એકમ SiO_4^{4-} જેનું ચતુર્ભલકીય બંધારક છે. સિલિકેટના પ્રકારનો આધાર ખૂણાના નંબર (0, 1, 2, 3 અને 4) ઉપર છે અને SiO_4^{4-} ચતુર્ભલક બીજા ચતુર્ભલક સાથે ભાગીદારી કરે છે, તેના આધારે તે દર્શાવ્યા પ્રમાણે વર્ગીકૃત થાય છે. નિપરમાણિવ્ય બંધારક ધરાવતા SiO_2 જેમાં Si^{4+} ને આંશિક રીતે Al^{3+} દ્વારા વિસ્થાપિત થતાં તે ઓલ્યુમિનો સિલિકેટ જેવા કે ફેલ્દસ્પાર અને જિયોલાઈટ બનાવે છે. જિયોલાઈટમાં SiO_4^{4-} અને AlO_4^{5-} ચતુર્ભલક બીજા સાથે સંયોજાઈને સાદી રીતે નિપરમાણિવ્ય ગૂંધણી બનાવે છે. જિયોલાઈટનો ઉપયોગ આણિવ્ય ચારણી તરીકે અને આકાર વર્ણનાત્મક ઉદ્દીપક તરીકે ઉપયોગી છે. જિયોલાઈટનો એક અગત્યનો ઉદ્દીપક ZSM-5 છે. જેનો ઉપયોગ પેટ્રોક્ષેમિકલ્સઉદ્યોગમાં થાય છે, જે આંકોડોલનું સીધું ગેસોલીનમાં પરિવર્તન કરે છે.

સ્વાધ્યાય

1. આપેલા બન્દુવિકળ્યમાંથી યોગ્ય વિકળ્ય પસંદ કરો :

- (1) p-વિભાગનાં તત્ત્વોની સંયોજકતાક્ષકની સામાન્ય ઈલેક્ટ્રોનીય ર્યાના કઈ છે ?
 - (A) $\text{ns}^2 \text{ np}^1$
 - (B) $\text{ns}^2 \text{ np}^6$
 - (C) $\text{ns}^2 \text{ np}^{1-6}$
 - (D) $\text{ns}^2 \text{ np}^{1-5}$
- (2) સમૂહ-13નાં તત્ત્વોની આધારનીકરણ એન્થાલ્પીનો સાચો કમ કયો છે ?
 - (A) $\text{B} > \text{Al} > \text{Ga} > \text{In} > \text{Tl}$
 - (B) $\text{B} < \text{Al} < \text{Ga} < \text{In} < \text{Tl}$
 - (C) $\text{B} > \text{Al} < \text{Ga} > \text{In} < \text{Tl}$
 - (D) $\text{B} > \text{Al} > \text{Ga} < \text{In} < \text{Tl}$
- (3) બોરોનના હાઈડ્રાઈડનું સામાન્ય સૂત્ર કયું છે ?
 - (A) $\text{B}_n\text{H}_{2n+4}$
 - (B) B_nH_{n+6}
 - (C) $\text{B}_n\text{H}_{2n+6}$
 - (D) $\text{B}_{2n}\text{H}_{n+6}$
- (4) Cr^{3+} આધન ધરાવતા દ્રાવણની બોરેક્સ મણકા કસોટીમાં મણકો કેવા રંગનો દેખાશે ?
 - (A) બદામી
 - (B) ભૂરો
 - (C) ગુલાબી
 - (D) લીલો
- (5) કયું સંયોજન અકાર્બનિક બેન્જિન તરીકે ઓળખાય છે ?
 - (A) બોરેન
 - (B) ડાયબોરેન
 - (C) હેક્ઝાબોરેન
 - (D) બોરેનિન
- (6) પૃથ્વીના પોપડામાં કયા તત્ત્વની પ્રાપ્તિની પ્રચુરતા વજનથી બીજા કમે છે ?
 - (A) કાર્બન
 - (B) જર્મનિયમ
 - (C) સિલિકોન
 - (D) ઓલ્યુમિનિયમ
- (7) કયો હેલાઈડ રંગવિધીન છે ?
 - (A) PbCl_2
 - (B) PbBr_2
 - (C) PbF_2
 - (D) બધા જ
- (8) રેઓસિનો સંકિય વિકિરણ અટકાવવા માટે કયો પદાર્થ વપરાય છે ?
 - (A) Be_4C
 - (B) WC
 - (C) CaC_2
 - (D) Al_4C_3

- (9) કયું મિશ્રણ ઉત્પાદક વાયુ તરીકે જાહીતું છે ?
 (A) $\text{CO} + \text{N}_2$ (B) $\text{CO} + \text{H}_2$ (C) $\text{CO} + \text{H}_2\text{O}$ (D) $\text{O}_2 + \text{N}_2$
- (10) SiCl_4 ના જળવિભાજનથી કયો પદાર્થ મળે છે ?
 (A) SiO_2 (B) SiH_4 (C) Na_4SiO_4 (D) H_4SiO_4
- (11) શંખજુડુ કયા પ્રકારનો સિલિકેટ છે ?
 (A) ચક્કાય (B) શુંખલા (C) પાયરો (D) સતરીય
- (12) ZSM-5નો ઉપયોગ કયો છે ?
 (A) પેટ્રોરસાયાનમાં સમઘટીકરણ (B) આટ્કોહોલમાંથી સીધું ગોસોલીન
 (C) હાઈડ્રોકાર્બનનું વિભાજન (D) બધા જ
- (13) કયું સંયોજન સૌથી વધુ સ્થાયી છે ?
 (A) CF_4 (B) Cl_4 (C) CCl_4 (D) CBr_4
- (14) ચૂનાનાં નીતર્યો પાણીમાં અધિક પ્રમાણમાં CO_2 પસાર કરતાં કયું અવલોકન પ્રાપ્ત થાય છે ?
 (A) ચૂનાનું નીતર્યું પાણી દૂષિષ્યું બને છે.
 (B) ચૂનાનાં નીતર્યો પાણીનો દૂષિષ્યો રંગ દૂર થાય છે.
 (C) ચૂનાનાં નીતર્યો પાણીમાં O_2 વાયુ ઉત્પન્ન થાય છે.
 (D) ચૂનાનાં નીતર્યો પાણીમાં CaCO_3 બને છે.
- (15) બોરોનના સમસ્થાનિક અને તેના પ્રમાણ માટે શું સાચું છે ?
 (A) ${}^{10}\text{B}$, 20 % (B) ${}^{11}\text{B}$, 20 % (C) ${}^{11}\text{B}$, 40 % (D) ${}^{10}\text{B}$, 80 %
2. નીચેના પ્રશ્નોના ટ્રૂકમાં ઉત્તર લખો :
- (1) કયા સમૂહને p-વિભાગનાં તત્ત્વો કહે છે ?
- (2) સમૂહ-13નાં તત્ત્વોનાં નામ જણાવો.
- (3) ઠન્ડિયમ કયા ખનિજમાંથી મળી આવે છે ?
- (4) સમૂહ-13નાં તત્ત્વોની પરમાણીય ટ્રિજયાનો ચઢતો કમ લખો.
- (5) ગેલિયમની ઓક્સિડેશન અવસ્થા જણાવો.
- (6) સમૂહ-13નાં કયાં તત્ત્વોનાં હાઈડ્રોઇડ બહુલક રૂપે જોવા મળે છે ?
- (7) સમૂહ-13નાં કયાં તત્ત્વોનાં હાઈડ્રોક્સાઇડ ઉભયગુણી છે ?
- (8) બોરેકસનાં ત્રણ સ્વરૂપ લખો.
- (9) બોરિક ઑક્સિડ પર ગરમીની અસર લખો.

- (10) ડાયબોરેનનું બંધારણ દોરો.
- (11) એલ્યુમિનિયમની મંદ HCl સાથેની પ્રક્રિયાનું સમીકરણ લખો.
- (12) ક્રેટેનેશન એટલે શું ?
- (13) સમૂહ-14નાં તત્ત્વોનાં નામ લખો.
- (14) ટિનનાં અપરરૂપો લખો.
- (15) કાર્બન સમૂહનાં તત્ત્વોના ડાયહેલાઈડની સ્થાયિતાનો કમ લખો.
- (16) SnO_2 ના ઉપયોગ લખો.
- (17) કયો પદાર્થ રેફિનરેટરમાં શીતક તરીકે વપરાતો હતો ?
- (18) ટંગસ્ટન કાર્బાઈડના ઉપયોગ લખો.
- (19) શુદ્ધ COની બનાવટનું સમીકરણ લખો.
- (20) કાર્બોજન એટલે શું ?
- (21) સિલિકા જેલના ઉપયોગ લખો.
- (22) એલ્યુમિનોસિલિકેટમાં ક્યાં આયનો આવેલાં હોય છે ?
- (23) ZSM-5નો ઉપયોગ લખો.
- (24) કાર્બનની સાંદ્ર HNO_3 સાથેની પ્રક્રિયાનું સમીકરણ લખો.
- (25) સિલિકોન્સનું સામાન્ય અને પ્રમાણસૂચક સૂત્ર લખો.

3. નીચેના પ્રશ્નોના ઉત્તર લખો :

- (1) ઠિન્નિયમની પ્રથમ આયનીકરણ-એન્થાલ્પી, થેલિયમ કરતાં ઓછી છે. શાથી ?
- (2) બોરોન આયનીય બંધને બદલે સહસંયોજક બંધ બનાવે છે. શાથી ?
- (3) સમૂહ-13નાં તત્ત્વોમાં પરમાણવ્ય કમાંક વધતાં +3 ઓક્સિડેશન અવસ્થાની સ્થાયિતા ઘટે છે શાથી ?
- (4) દ્વિક્ષાર એટલે શું ? યોગ્ય ઉદાહરણ આપી સમજાવો.
- (5) બોરોનની H_2SO_4 અને NaOH સાથેની પ્રક્રિયાનું સમીકરણ લખો.
- (6) બોરિક એસિડમાંથી બોરેકસ બનાવટનું સમીકરણ સમજાવો.
- (7) બોરિક એસિડના ઉપયોગ લખો.
- (8) સમૂહ-14નાં તત્ત્વોમાં ધાત્વિક ગુણધર્મ સમજાવો.
- (9) સિલિકાના ઉપયોગ લખો.
- (10) કાર્બન તત્ત્વ તેના સમૂહના સભ્યોથી કઈ બાબતમાં જુદું પડે છે ?

- (11) કાર્બનનો પ્રબળ રિડક્શનકર્તાનો ગુણધર્મ સમજાવો.
- (12) કાર્બન સલ્ફાઈડના ઉપયોગ લખો.
- (13) જળવાયુ અને ઉત્પાદક વાયુની બનાવટનું સમીકરણ લખો.
- (14) CO ના ગુણધર્મો લખો.
- (15) CO_2 ના ઉપયોગ લખો.
- (16) સિલિકોના હાઈડ્રોઇડનાં સૂત્ર લખો.
- (17) સિલિકોન્સની બનાવટનું સમીકરણ લખો.
- (18) સિલિકોન્સના ઉપયોગ લખો.
- (19) ડિયોલાઈટના ઉપયોગ લખો.
- (20) એલ્યુમિનોસિલિકેટ એટલે શું ? સમજાવો.
- (21) કાર્બનનું શુદ્ધ સ્વરૂપ ક્યું છે ? શાથી ?
- (22) બોરેક્સ મણકાની બનાવટનું સમીકરણ લખો.
- (23) બોરેક્સ પાઉડરનો ઉપયોગ લખો.
- (24) Al_2Cl_6 નું બંધારણ દોરી, AlCl_3 ના ઉપયોગ લખો.
4. નીચેના પ્રશ્નોના વિગતવાર ઉત્તર લખો :
- (1) સમૂહ-13નાં તત્ત્વોની રાસાયણિક સક્રિયતાનું વલદા સમજાવો.
 - (2) બોરિક એસિડની બનાવટ અને ગુણધર્મો સમજાવો.
 - (3) બોરોન અને તેનાં સંયોજનોના ઉપયોગ લખો.
 - (4) કાર્બનના રાસાયણિક ગુણધર્મો સમજાવો.
 - (5) CO ની બનાવટ અને ગુણધર્મો લખો.
 - (6) CO_2 ના ગુણધર્મો અને ઉપયોગ લખો.
 - (7) સિલિકોન ટેટ્રાકલોરાઈડની બનાવટ અને તેનું જળવિભાજન સમજાવો.
 - (8) દૂંક નોંધ લખો : (1) સિલિકોન્સ (2) સિલિકેટ સંયોજનો