15 p-વિભાગના તત્ત્વો

જે તત્ત્વોની બાહ્યતમ સંયોજકતા કક્ષકની ઈલેક્ટ્રૉનીય રચના ns^2np^1 થી ns^2np^6 (સિવાય He તત્ત્વ) હોય, તે તત્ત્વો p-વિભાગનાં કહેવાય છે. જ્યાં n = 2 થી 6 છે. આવર્ત કોષ્ટકમાં સંક્રાંતિ તત્ત્વોથી જમણી બાજુ આ તત્ત્વો ગોઠવાયેલાં છે. p-વિભાગનાં તત્ત્વોની સંયોજકતા કક્ષકો સિવાયની અંદરના ભાગની ઈલેક્ટ્રૉનીય રચનામાં ફેરફાર હોવાથી, આ તત્ત્વોના ભૌતિક અને રાસાયણિક ગુણધર્મોમાં વિવિધતા માલૂમ પડે છે. સમૂહનું પ્રથમ તત્ત્વ તે જ સમૂહના અન્ય સભ્યો કરતાં કેટલાક ગુણધર્મોમાં જુદાપણું ધરાવે છે.

સમૂહ	13	14	15	16	17	18
2P	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

વિદ્યુતઋણમયતા, આયનીકરણ એન્થાલ્પી અને ઑક્સિડેશન-ક્ષમતા આવર્તમાં પરમાણ્વિય-ક્રમાંક વધતાં વધે છે. જ્યારે સમૂહમાં પરમાણ્વિય-ક્રમાંક વધતાં તે ઘટે છે. પરમાણ્વિયત્રિજ્યા, વાન્ડરવાલ્સ ત્રિજ્યા અને ધાત્વિક ગુણધર્મ સમૂહમાં પરમાણુ-ક્રમાંક વધતાં વધે છે. p-સમૂહનાં તત્ત્વોમાં અધાતુ, અર્ધધાતુ અને ધાતુતત્ત્વોનો એક જ સમૂહમાં સમાવેશ થયેલો જોવા મળે છે. આ ગુણધર્મો આવર્તમાં પરમાણ્વિય-ક્રમાંક વધતાં ઘટે છે.

● P-વિભાગનાં તત્ત્વોની સામાન્ય ઑક્સિડેશન-અવસ્થા

p-વિભાગનાં તત્ત્વોની સંયોજકતા કક્ષકની ઈલેક્ટ્રૉનીય રચના ns^2np^{1-6} જ્યાં n = 2 થી 6 છે. તેથી આ તત્ત્વોની મહત્તમ ઑક્સિડેશન અવસ્થાનું મૂલ્ય તેના સમૂહના મૂલ્યમાંથી દસ બાદ (–10) કરવાથી મળે છે. સમૂહ 13થી 16માં પરમાણુ-ક્રમાંક વધે એટલે કે સમૂહમાં ઉપરથી નીચે તરફ જતાં મહત્તમ ઑક્સિડેશન અવસ્થાના મૂલ્યમાંથી બે બાદ (–2) કરતાં મળતી ઑક્સિડેશન અવસ્થાની સ્થિરતામાં વધારો થાય છે. આ વલણને **નિષ્ક્રિય યુગ્મ અસર** કહે છે.

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

● **સમૂહ 13નાં તત્ત્વો (બોરોન સમૂહ) : ઈલેક્ટ્રૉનીય રચના**

ક્રમ	તત્ત્વનું નામ	(સંજ્ઞા)	પરમાણ્વિય-ક્રમાંક	કોર ઈલેક્ટ્રૉનીય રચના
(1)	બોરોન	(B)	5	[He] $1s^2 2p^1$
(2)	ઍલ્યુમિનિયમ	(Al)	13	[Me] $3s^2 3p^1$
(3)	ગેલિયમ	(Ga)	31	[Ar] $3d^{10} 4s^2 4p^1$
(4)	ઈન્ડિયમ	(In)	49	[Kr] $4d^{10} 5s^2 5p^1$
(5)	થેલિયમ	(Tl)	81	[Xe] $4f^{14} 5d^{10} 6s^2 6p^1$

તેમની સંયોજકતાકોષની ઈલેક્ટ્રૉનીય રચના $ns^2 np^1$ જ્યાં $n = 2$ થી 6 છે. આમ, સંયોજકતા કોષમાં s-પ્રકારની કક્ષકમાં બે ઈલેક્ટ્રૉન અને p-પ્રકારની કક્ષકમાં એક એમ મળી કુલ ત્રણ ઈલેક્ટ્રૉન આવેલાં છે.

● **પ્રાપ્તિસ્થાન :**

બોરોનની પ્રચુરતા પૃથ્વીના પોપડામાં વજનથી 0.0001 % કરતાં ઓછી છે. બોરોન કેલિફોર્નિયા (અમેરિકા) અને તુર્કીમાં મળી આવે છે. ભારતમાં તે કશ્મીરના લડાખ વિસ્તારની પુત્રા ખીણમાંથી અને રાજસ્થાનના સાંભર સરોવરમાંથી બોરેક્સ સ્વરૂપે મળે છે.

ખનિજો :	બોરેક્સ	$(Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O)$	પૃથ્વીના પોપડામાં	પ્રથમ ક્રમે વજનથી	O (45.5 %)
	કેર્નાઇટ	$(Na_2B_4O_7 \cdot 4H_2O)$		દ્વિતીય ક્રમે વજનથી	Si (27.7 %)
	કોલિમેનાઇટ	$(Ca_2B_6O_{11} \cdot 2H_2O)$		તૃતીય ક્રમે વજનથી	Al (8.3 %)
	ઑર્થોબોરિક ઍસિડ	(H_3BO_3)			

ખનિજો :	બૉક્સાઇટ	$Al_2O_3 \cdot XH_2O$
	ઑર્થોક્લેઇમ	$KAlSi_3O_8$
	ક્રાયોલાઇટ	Na_3AlF_6
	કોરેન્ડમ	Al_2O_3
	બેરિલ	$Be_3Al_2Si_6O_{18}$
	અબરખ	$KAl_2(Si_3AlO_{10})(OH)_2$

ભારતમાં અબરખ (માઇકા) ખનિજ મધ્યપ્રદેશ, કર્નાટક, ઓરિસ્સા અને જમ્મુમાં મળી આવે છે. દુનિયામાં અબરખની સૌથી વધુ નિકાસ કરતો દેશ ભારત છે. Ga, In, અને Tlની ઉપસ્થિતિ ખૂબ જ ઓછી છે. Zn, Cu, Ge અને Asના બનેલા સંકીર્ણ સલ્ફાઇડના ખનિજ જર્મેનાઇટમાંથી ગેલિયમ (0.1 – 1 %) મળી આવે છે. Znના સલ્ફાઇડમાંથી અલ્પ માત્રામાં ઇન્ડિયમ મળી આવે છે. લેડના સલ્ફાઇડ ખનિજમાંથી થેલિયમ પ્રાપ્ત થાય છે.

● **ગુણધર્મોમાં વિવિધતા**

(1) પરમાણ્વિય ત્રિજ્યા અને આયનીય ત્રિજ્યા : બોરોન સમૂહનાં તત્ત્વોમાં પરમાણ્વિય-ક્રમાંક વધતાં પરમાણ્વિય ત્રિજ્યા (આયનીય ત્રિજ્યા) વધે છે. Al કરતાં Gaની પરમાણ્વિય ત્રિજ્યા ઓછી છે. (અપવાદ) પરંતુ આયનીય ત્રિજ્યામાં નિયમિત વલણ માલૂમ પડે છે.

(2) આયનીકરણ એન્થાલ્પી : બોરોન સમૂહનાં તત્ત્વોની પ્રથમ આયનીકરણ એન્થાલ્પી $(\Delta_i H_1)$નો ક્રમ $B > Al < Ga > In < Tl$. આ સમૂહનાં તત્ત્વોની $\Delta_i H_2$ અને $\Delta_i H_3$નાં મૂલ્યો ખૂબ જ વધારે છે.

(3) ધાત્વિક ગુણધર્મ : B કરતાં Alમાં ધાત્વિક ગુણધર્મ વધારે છે. કારણ કે B કરતાં Alની વિદ્યુતધનમયતા વધુ હોવાથી Al વિદ્યુત અને ઉષ્માનો સુવાહક છે. Al થી Tl તરફ જતાં તેના રિડક્શન પોટેન્શિયલનાં મૂલ્યો વધે છે. તેથી તેની વિદ્યુત ધનમયતાનાં મૂલ્યોમાં ઘટાડો થાય છે. તેથી ધાત્વિક ગુણધર્મમાં વધારો થાય છે. આમ, બોરોન અધાતુ, ઍલ્યુમિનિયમ ધાતુ અને In અને Tlમાં ધાતુ ગુણધર્મ ક્રમશઃ વધે છે.

(4) વિદ્યુતઋણતા : સમૂહ-13નાં તત્ત્વોની વિદ્યુતઋણતા સમૂહમાં ઉપરથી નીચે તરફ જતાં B કરતાં Alની વિદ્યુતઋણતા ઝડપથી ઘટે છે અને ત્યાર બાદ Al થી Tl તરફ જતાં તે ધીમેથી ક્રમશઃ વધે છે.

(5) ગલનબિંદુ અને ઉત્કલનબિંદુ : ગલનબિંદુના ક્રમઃ $B > Al > Ga < In < Tl$ ઉત્કલનબિંદુ પરમાણુ-ક્રમાંક વધતાં ઉત્કલનબિંદુ ક્રમશઃ ઘટે છે.

(6) ઘનતા : સમૂહ-13નાં તત્ત્વોના પરમાણ્વિય-ક્રમાંક વધતાં તેમની ઘનતાનાં મૂલ્યોમાં વધારો થાય છે.

(7) રિડક્શનકર્તાનો ગુણધર્મ : Al થી Tl તરફ જતાં ઘટે છે. કારણ કે Al થી Tl તરફ જતાં તેમનાં E^0_{Red}નાં મૂલ્યો વધે છે. તેથી તેમની રિડક્શન કરવાની ક્ષમતામાં ઘટાડો થાય છે અને તેથી રિડક્શનકર્તાનો ગુણધર્મ ઘટે છે.

(8) સંયોજનોનો સ્વભાવ : સમૂહ-13માં પરમાણ્વિય-ક્રમાંક વધતાં સહસંયોજક બંધ ધરાવતાં સંયોજનો બનવાનું વલણ ઘટે છે અને આયનીય બંધ ધરાવતાં સંયોજનો બનવાનું વલણ વધે છે.

ઑક્સિડેશન અવસ્થા : સમૂહ-13નાં તત્ત્વોની ઇલેક્ટ્રૉનીય રચનામાં બાહ્યતમ કક્ષકમાં s-પ્રકારની કક્ષકમાં $2e^-$ અને p-પ્રકારની કક્ષકમાં $1e^-$ એટલે કે $3e^-$ કુલ હોવાથી +3 ઑક્સિડેશન અવસ્થા ધરાવે છે. B અને Al ઑક્સિડેશન અવસ્થા +3 છે, જ્યારે Ga, In અને Tl +1 અને +3 એમ બે પ્રકારની ઑક્સિડેશન અવસ્થા ધરાવે છે. જેમ-જેમ પરમાણ્વિય-ક્રમાંક વધે તેમ +3 ઑક્સિડેશન અવસ્થાની સ્થિરતા ઘટે છે અને +1 ઑક્સિડેશન અવસ્થાની સ્થિરતામાં વધારો થાય છે.

● **હાઇડ્રાઇડ સંયોજનો :**

$$2BF_3 + 6LiH \xrightarrow{450\ K} B_2H_6 + 6LiF$$

$B_n H_{n+4}$ અને $B_n H_{n+6}$ પ્રકારના બોરોનના હાઇડ્રાઇડ "બોરેન" તરીકે જાણીતા છે. જ્યારે અન્ય તત્ત્વોના હાઇડ્રાઇડ બહુલક સ્વરૂપે હોય છે. દા.ત., $(AlH_3)_n$, $(GaH_3)_n$ અને $(InH_3)_n$ તેઓ નિર્બળ લુઇસ ઍસિડ છે.

$$4LiH + AlCl_3 \xrightarrow{\text{સૂકો ઇથર}} Li[AlH_4] + 3LiCl$$

(રિડક્શનકર્તા)

હેલાઇડ સંયોજનો : બોરોનના હેલાઇડની પ્રબળતાનો ક્રમ $BI_3 > BBr_3 > BCl_3 > BF_3$, $AlCl_3$ સેતુબંધ જોડાણને લીધે દ્વિઅણુ બનાવે છે. (Al_2Cl_6) જે લુઇસ ઍસિડ Ga અને Tl, MX પ્રકારના હેલાઇડ બનાવે છે. જેમની સ્થિરતા પરમાણ્વિય-ક્રમાંક વધતાં વધે છે.

ઑક્સાઇડ અને હાઇડ્રોક્સાઇડ સંયોજનો : M_2O_3 અને $M(OH)_3$ સંયોજનોના પરમાણ્વિય-ક્રમાંક વધે તેમ ઍસિડિક ગુણધર્મ ઘટે અને બેઝિક ગુણધર્મ વધે છે.

સંકીણ અને દ્વિક્ષાર સંયોજનો : બોરોનમાં d-કક્ષક ઉપલબ્ધ ન હોવાથી $[BH_4]^-$, $[BF_4]^-$ જેવા ચતુષ્ફલકીય સંકીર્ણ બનાવે છે, જ્યારે Al, Ga, In અને d-કક્ષક આવેલી હોવાથી $[MF_6]^{3-}$ જેવા અષ્ટફલકીય સંયોજનો બનાવે છે. જેઓ પાણી સાથે $[M(H_2O)_6]^{3+}$ અસ્ટફલકીય એકવા આયન બનાવે છે. $Al_2(SO_4)_3$ આલ્કલી ધાતુ આયન સાથે અને NH_4^+ના સલ્ફેટ સાથે પ્રક્રિયા કરીને $M_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$ અથવા $MAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ બનાવે છે. જ્યાં $M = Na^+, K^+, Rb^+$, અને NH_4^+.

K_2SO_4, $Al_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$ દ્વિક્ષાર (ફટકડી) તરીકે ઓળખાય છે. પાણીને નરમ બનાવવા અને રંગરસાયણમાં મોર્ડન્ટ તરીકે વપરાય છે.

● **સમૂહ-13નાં પ્રથમ તત્ત્વ (બોરોન)ના ગુણધર્મોમાં અનિયમિતતા**

બોરોન અધાતુ છે. એકાંકી અણુ બનાવે છે. પાણી સાથે પ્રક્રિયા કરતો નથી તેના ઑક્સાઇડ અને હાઇડ્રોક્સાઇડ ઍસિડિક છે. બોરોન સિવાયનાં તત્ત્વોના ટ્રાયહેલાઇડ જળવિભાજન પ્રક્રિયાથી સંકીર્ણ આયન બનાવે છે.

● **બોરોનના ભૌતિક અને રાસાયણિક ગુણધર્મો**

હીરા પછીનો બોરોન કઠિન પદાર્થ છે. ગ.બિ/ઉ.બિ ખૂબ જ ઊંચા છે. ઉષ્મા અને વિદ્યુતનો મંદવાહક છે. ^{10}B અને ^{11}B સમસ્થાનિકોની પ્રચુરતાનું સાપેક્ષ પ્રમાણ અનુક્રમે 20 % અને 80 % છે. ઘેરા બદામી રંગનું અસ્ફટીકમય અને કાળો ચળકાટ ધરાવતું ધાત્વીય સ્ફટીકમય અપરરૂપ ધરાવે છે.

રાસાયણિક ગુણધર્મો : પ્રબળ ઑક્સિડેશનકર્તા સાથે પ્રક્રિયા આપે છે.

ઊંચા તાપમાને બોરોન N_2, O_2 અને X_2 સાથે અનુક્રમે BN, B_2O_3 અને BX_3 સંયોજનો બનાવે છે.

HCl સાથે પ્રક્રિયા કરતો નથી, પરંતુ HNO_3 અને H_2SO_4 સાથે પ્રક્રિયા કરે છે.

$$2B + 2H_2SO_4 \xrightarrow{\Delta} 2H_3BO_3 + 3SO_2$$

$$B + 3HNO_3 \xrightarrow{\Delta} H_3BO_3 + 3NO_2$$

● **આલ્કલી સાથે બોરેટ બનાવે છે :**

$2B + 6MOH \xrightarrow{\Delta} 2M_3BO_3 + 3H_2$ (M = Na કે K) ધાતુ સાથે બોરાઇડ બનાવે છે જે ખૂબ જ કઠણ અને ઊંચું ગલનબિંદુ ધરાવતો ઘન પદાર્થ છે. $B + Cr \xrightarrow{\Delta} CrB$ (ક્રોમિયમ બોરાઇડ).

---

1. p-વિભાગનાં તત્ત્વોના દરેક સમૂહની સૌથી ભારે ધાતુ માટે નીચેના પૈકી કયું વિધાન ખોટું છે ?

(A) સૌથી વધુ ધાત્વિક ગુણધર્મ

(B) સમૂહની ઑક્સિડેશન અવસ્થા કરતાં 2 એકમ ઓછી ઑક્સિડેશન અવસ્થા દર્શાવે છે.

(C) તે અર્ધધાતુ છે. (D) ધનાયન સ્પિસિઝનું નિર્માણ કરે છે.

2. સમૂહ-13નાં તત્ત્વો .... ઑક્સિડેશન અવસ્થા દર્શાવે છે.

(A) +3 (B) +1 (C) +1 અને +3 બંને (D) +1, +2 અને +3

3. નીચેના પૈકી સૌથી ઓછું ગલનબિંદુ કોનું છે ?

(A) B (B) Al (C) Ga (D) Tl

4. યોગ્ય જોડકું જોડો :

ખનીજ	અણુસૂત્ર
(P) બોરેક્ષ	(T) $Ca_2B_6O_{11}\cdot 2H_2O$
(Q) કેર્નાઇટ	(U) H_3BO_3
(R) કોલિમેનાઇટ	(V) $Na_2B_4O_7\cdot 4H_2O$
(S) ઓર્થોબોરિકઍસિડ	(W) $Na_2B_4O_7\cdot 10H_2O$

(A) (P)-(W), (Q)-(V), (R)-(T), (S)-(U)

(B) (P)-(U), (Q)-(W), (R)-(V), (S)-(T)

(C) (P)-(T), (Q)-(U), (R)-(W), (S)-(V)

(D) (P)-(V), (Q)-(T), (R)-(U), (S)-(W)

5. સમૂહ-13નાં તત્ત્વો માટે આયનીકરણ એન્થાલ્પીનો સાચો ક્રમ કયો છે ?

(A) B > Al < Ga > In > Tl (B) B > Al > Ga > In < Tl

(C) B < Al < Ga < In < Tl (D) B < Al > Ga > In > Tl

6. સમૂહ-13નાં તત્ત્વો માટે ગલનબિંદુ માટે સાચો ક્રમ કયો છે ?

(A) B > Al > Ga > In > Tl (B) B > Al > Ga < In < Tl

(C) B < Al < Ga < In < Tl (D) B > Al < Ga > In > Tl

7. Al એ Al^{3+} આયન બનાવે છે, પરંતુ B એ B^{3+} આયન બનાવતો નથી કારણ કે,

(A) Bનું કદ Al કરતાં નાનું છે. (B) Bની $IE_1 + IE_2 + IE_3$નું મૂલ્ય Al કરતાં વધારે છે.

(C) Alની $IE_1 + IE_2 + IE_3$નું મૂલ્ય B કરતાં વધારે છે. (D) (A) અને (B) બંને.

8. બોરોન ટ્રાયહેલાઇડ માટે ઍસિડિકતા પ્રબળતાનો સાચો ક્રમ કયો છે ?

(A) $BI_3 > BBr_3 > BCl_3 > BF_3$ (B) $BI_3 < BBr_3 < BCl_3 < BF_3$

(C) $BI_3 > BBr_3 > BF_3 > BCl_3$ (D) $BCl_3 > BBr_3 > BF_3 > BI_3$

9. નીચે પૈકી કયો ઑક્સાઇડ સૌથી વધુ બેઝિક છે ?

(A) B_2O_3 (B) Al_2O_3 (C) Ga_2O_3 (D) Tl_2O

10. નીચેના પૈકી કયો હાઇડ્રૉક્સાઇડ ઉભયગુણી છે ?

(A) $Al(OH)_3$ (B) $B(OH)_3$ (C) $In(OH)_3$ (D) TlOH

11. નીચેના પૈકી કોણ ફક્ત ચતુષ્ફલકીય સંકીર્ણ જ બનાવે છે ?

(A) Al (B) B (C) Ga (D) Tl

જવાબો : **1.** (C), **2.** (C), **3.** (C), **4.** (A), **5.** (A), **6.** (B), **7.** (D), **8.** (A), **9.** (D), **10.** (A), **11.** (B)

● બોરોનનાં અગત્યનાં સંયોજનો

બોરેક્સ (સોડિયમ ટેટ્રાબોરેટ $Na_2B_4O_7$) અશુદ્ધ સ્વરૂપ ટિંકલ છે. જેમાં 55 % બોરેક્સ હોય છે. જે ભારત, તીબેટ, સિલોન અને કેલિફોર્નિયામાં આવેલા સૂકાં સરોવરોમાંથી તે મળી આવે છે. બોરેક્સ ટિંકલ ખનીજમાંથી તથા કોલમેનાઇટમાંથી બોરેક્સ મળે છે.

(1) $Ca_2B_6O_{11} + 2Na_2CO_3 \xrightarrow{\Delta} 2CaCO_3 + Na_2B_4O_7 + 2NaBO_2$

કોલમેનાઇટ → બોરેક્સ, સોડિયમ મેટાબોરેટ

(2) $4NaBO_2 + CO_2 \rightarrow Na_2B_4O_7 + Na_2CO_3$

(3) $4H_3BO_3 + Na_2CO_3 \xrightarrow{\Delta} Na_2B_4O_7 + 6H_2O + CO_2$

બોરિક ઍસિડ → બોરેક્સ

ગુણધર્મો : (a) ત્રિપાર્શ્વીય $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$

(b) અષ્ટફલકીય $Na_2B_4O_7 \cdot 5H_2O$

(c) બોરેક્સ કાચ $Na_2B_4O_7$

$Na_2B_4O_7 + 2H_2O \xrightarrow{\Delta} H_2B_4O_7 + 2NaOH$ (બેઝિક)

● **બોરેક્સ મણકા-કસોટી**

$$Na_2B_4O_7 + 10H_2O \xrightarrow{\Delta} Na_2B_4O_7 + 10H_2O$$

$$\downarrow\Delta$$

$$2NaBO_2 \quad + \quad B_2O_3$$

સોડિયમ મેટાબોરેટ બોરોન ઑક્સાઇડ

(બોરીક એનહાઇડ્રાઇડ)

કાચ જેવો પારદર્શક બોરેક્સ મણકો

રંગીન ધાતુ આયન Ni^{2+}, Co^{2+}, Cr^{3+}, Cu^{2+}, Mn^{2+} સાથે ગરમ કરતાં રંગીન મેટાબોરેટ બને છે. જેનો રંગ અનુક્રમે બદામી, ભૂરો, લીલો, ભૂરો અને ગુલાબી છે. $NiO + B_2O_3 \xrightarrow{\Delta} Ni(BO_2)_2$

નિકલ મેટાબોરેટ (બદામી રંગ)

ઉપયોગ : ગુણાત્મક પૃથક્કરણમાં બોરેક્સ મણકા-કસોટીમાં, માટીના ઘડાના રંગ અને ગ્લેઝ માટે, મીણબત્તીની બનાવટમાં, ઍન્ટિસેપ્ટિક હોવાથી ઔષધીય સાબુની બનાવટમાં, ઓપ્ટિકલ કાચની બનાવટમાં તથા કઠણ પાણીને નરમ બનાવવા વપરાય છે.

● **બોરિક ઍસિડ (H_3BO_3)**

બનાવટ : (1) $Na_2B_4O_7 + 2HCl + 5H_2O \rightarrow 4H_3BO_3 + 2NaCl$

(2) $Ca_2B_6O_{11} + 11H_2O \xrightarrow{\Delta} 2Ca(OH)_2 + 6H_3BO_3$

$2Ca(OH)_2 + 4SO_2 \xrightarrow{\Delta} 2Ca(HSO_3)_2$

$Ca_2B_6O_{11} + 11H_2O + 4SO_2 \rightarrow 6H_3BO_3 + 2Ca(HSO_3)_2$

(3) BCl_3 અને BN જળ વિભાજનથી બોરિક ઍસિડ બનાવે છે.

ગુણધર્મો : બોરિક ઍસિડ સફેદ સ્ફટીકમય ઘન (પોચો) સાબુ જેવો પદાર્થ છે. ઠંડા પાણીમાં અદ્રાવ્ય પણ ગરમ પાણીમાં દ્રાવ્ય છે.

તાપમાનની અસર : $4H_3BO_3 \xrightarrow[-H_2O]{373\ K} 4HBO_2 \xrightarrow[-H_2O]{433\ K} H_2B_4O_7$

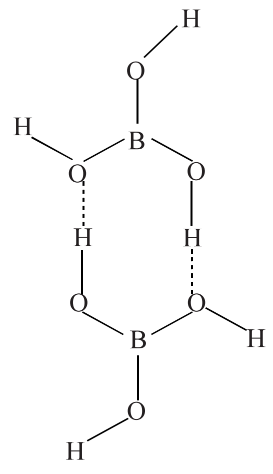
ઓર્થોબોરિક ઍસિડ મોટાબોરિક ઍસિડ ટેટ્રાબોરિક ઍસિડ

$-H_2O \downarrow$ રક્તતાલ

$2B_2O_3$

બોરોન ઑક્સાઇડ

બંધારણ (H_3BO_3)



નિર્બળ મોનાબેઝિક અને લુઇસ ઍસિડ છે.

$$H_3BO_3 + 3C_2H_5OH \xrightarrow{[HCl]} B(OC_2H_5)_3 + 3H_2O$$

ઇથનોલ ઇથાઇલ બોરેટ

● **બંધારણ**

ઉપયોગ : ખોરાક સંરક્ષક પિગમેન્ટ અને બોરેક્સની બનાવટમાં આંખને સ્વચ્છ રાખવા ઓષધ તરીકે, રંગરસાયણ અને પોટરી ગ્લેઝની બનાવટમાં ઉપયોગી છે.

બોરોન હાઈડ્રાઈડ (બોરેન) : B_2H_6 (ડાયબોરેન)

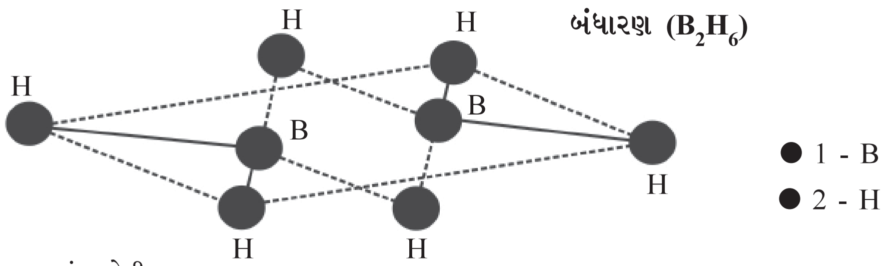
બનાવટ : $2NaBH_4 + I_2 \xrightarrow{\text{પોલી ઈથર}} B_2H_6 + 2NaI + H_2$

સોડિયમ બોરોહાઈડ્રાઈડ ડાયબોરેન

ઔદ્યોગિક પ્રક્રિયા : (X = F કે Cl)

$$2BX_3 + 6LiH \xrightarrow{450\ K} B_2H_6 + 6LiF$$

બંધારણ (B_2H_6)



ગુણધર્મો : રંગવિહીન, અત્યંત ઝેરી વાયુ

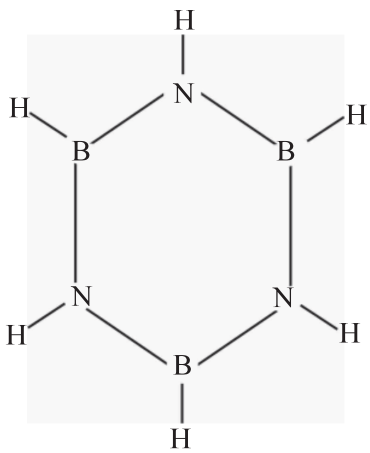
$B_2H_6 + 3O_2 \rightarrow B_2O_3 + 3H_2O$ (આપમેળે સળગે)

(હવા) $\Delta H = -2008$ KJ.mole^{-1}

(1) $3B_2H_6 + 6NH_3 \xrightarrow{450\ K} 2B_3N_3H_6 + 12H_2$

(બોરેઝિન)

(અકાર્બનિક બેન્ઝિન)



$B_2H_6 + 6H_2O \xrightarrow{450\ K} 2H_3BO_3 + 6H_2$

(બોરિક ઍસિડ)

● **બંધારણ**

બોરોન અને તેનાં સંયોજનોના ઉપયોગ : ^{10}B સમસ્થાનિક ન્યુટ્રૉન શોષવાની ક્ષમતા ધરાવતો હોવાથી ન્યુક્લિયર રિએક્ટરમાં ધાતુ બોરાઈડ રક્ષણાત્મક આવરણ અને નિયંત્રણ સળિયા તરીકે તથા કૅન્સરની કેમોથેરાપી સારવારમાં વપરાય છે. બોરોનના રેષાઓ વિમાન ઉદ્યોગમાં હલકા અને સંયોજિત પદાર્થો બનાવવા વપરાય છે. બોરેક્સ અને બોરિક ઍસિડ ઉષ્માપ્રતિકારક, બોરોસિલિકેટ પાયરેક્સ કાચ બનાવવા તથા ધાતુ કર્મવિધિમાં ધાતુઓના સોલ્ડરિંગ ફ્લક્સ તરીકે વપરાય છે. પોર્સેલિન ઈનેમલ, મણકા-કસોટીમાં, ચેપનાશક, ખોરાક ઉદ્યોગના સંરક્ષક તરીકે તથા ડાયબોરેન ઊંચી ઊર્જાક્ષમતા ધરાવતા બળતણ તરીકે ઉપયોગી છે.

● **ઍલ્યુમિનિયમના ગુણધર્મો**

ઍલ્યુમિનિયમ હલકી, ચાંદી જેવી સફેદ ધાતુ છે. ઊંચું તન્ય સામર્થ્ય, ઊંચી વીજવાહકતા તથા ઉષ્માવાહકતા (Cu કરતાં બમણી), વિદ્યુત ધનમયતા ધરાવે છે. O_2 સાથે ઝડપથી પ્રક્રિયા કરી Al_2O_3નું રક્ષણ કવચ બનાવે છે, તેથી નિષ્ક્રિય બને છે.

● ઍલ્યુમિનિયમના ઉપયોગો

ઉદ્યોગોમાં તથા રોજિંદા જીવનમાં, મિશ્રધાતુ બનાવવા, વાસણો, એરોપ્લેનના ભાગ બનાવવા, Cr અને Mn ધાતુનું તેમની ઑક્સાઇડમાંથી નિષ્કર્ષણ કરવા વપરાતી એલ્યુમિનો થર્માઇટ પદ્ધતિમાં પ્રબળ રિડક્શનકર્તા તરીકે વપરાય છે.

● ઍલ્યુમિનિયમની ઍસિડ અને બેઇઝ સાથે પ્રક્રિયા

$2Al + 6HCl_{(મંદ)} + 12H_2O \rightarrow 2[Al(H_2O)_6]Cl_3 + 3H_2$

$2Al + 6H_2SO_{4(મંદ)} \xrightarrow{\Delta} Al_2(SO_4)_3 + 3SO_2 + 6H_2O$

Alને સાંદ્ર HNO_3 સાથે Al_2O_3નું નિષ્ક્રિય પડ બનાવે છે. તેથી સપાટી પર આગળ થતી પ્રક્રિયા અટકે છે.

$2Al + 2NaOH + 6H_2O \rightarrow 2Na[Al(OH)_4] + 3H_2$

સોડિયમ એલ્યુમિનેટ

12. બોરોન કાર્બાઇડનું સાચું આણ્વિય બંધારણ કયું છે ?

(A) B_2C_3 (B) $B_{13}C_2$ (C) B_3C_{12} (D) $B_{12}C_3$

13. $Ca_2B_6O_{11} + 2Na_2CO_3 \xrightarrow{\Delta} 2CaCO_{3(s)} + \boxed{X} + 2\boxed{Y}$ આપેલ પ્રક્રિયામાં X અને Y અનુક્રમે શું છે ?

(A) $Na_2B_4O_7$, $NaBO_2$ (B) $NaHCO_3$, $NaBO_2$ (C) $Na_2B_4O_7$, $NaHCO_3$ (D) Na_3BO_3, $NaHCO_3$

14. યોગ્ય જોડકું જોડો :

આયન	બોરેક્ષ મણકા-કસોટીમાં રંગ
(P) Co^{2+}	(T) ગુલાબી
(Q) Cr^{3+}	(U) બદામી
(R) Ni^{2+}	(V) લીલો
(S) Mn^{2+}	(W) ભૂરો

(A) (P)-(W), (Q)-(V), (R)-(U), (S)-(T)
(B) (P)-(T), (Q)-(W), (R)-(V), (S)-(U)
(C) (P)-(U), (Q)-(T), (R)-(W), (S)-(V)
(D) (P)-(V), (Q)-(U), (R)-(T), (S)-(W)

15. આંખોને સ્વચ્છ રાખવાના વોશિંગ સોલ્યુશનમાં શેનો ઉપયોગ થાય છે ?

(A) H_3BO_3 (B) B_2H_6 (C) HBO_2 (D) $B_3N_3H_6$

16. BF_3ની જળવિભાજન પ્રક્રિયાથી શું મળે ?

(A) $H_3BO_3 + HF$ (B) $H_3BO_3 + HBF_4$ (C) $B(OH)_3 + B_2O_3$ (D) $H_3BO_3 + F_2$

17. નીચે પૈકી કયું સંયોજન અકાર્બનિક બેન્ઝિન તરીકે ઓળખાય છે ?

(A) B_6H_6 (B) $C_3N_3H_3$ (C) $B_3N_3H_6$ (D) C_5H_5B

18. BF_3 માટે નીચેનાં વિધાનોની સત્યાર્થતા જણાવો ?

(i) તે લુઇસ ઍસિડ તરીકે વર્તે છે.

(ii) તે NH_3 સાથે પ્રક્રિયા કરી મિશ્રસંયોજન બનાવે છે.

(iii) તે ઓરડાના તાપમાને બાષ્પશીલ છે.

(iv) તે ઇથર સાથે જોડાઈ બોરોન ટ્રાય ફ્લોરાઈડ ઇથરેટ બનાવે છે.

(A) TTTT (B) FTFT (C) TFFT (D) TTFT

19. મૅંગેનીઝ ક્ષારને બોરિક એનહાઇડ્રાઇડ સાથે ગરમ કરતાં ગુલાબી રંગનો મણકો કયા સંયોજનને કારણે બને છે ?

(A) $Mn_2B_4O_7$ (B) $Mn(BO_2)_2$ (C) MnO (D) આપેલ પૈકી એક પણ નહિ.

20. બોરેઝીનમાં σ અને π બંધની સંખ્યા કેટલી છે ?

(A) 9σ, 6π (B) 12σ, 3π (C) 6σ, 9π (D) 15σ, 0π

21. BCl_3ની પાણી સાથેની પ્રક્રિયાથી નીચેના પૈકી શું મળે ?

(A) $H_3BO_3 + HCl$ (B) $B_2H_6 + HCl$ (C) $B_2O_3 + HCl$ (D) એક પણ નહિ.

22. 'અકાર્બનિક ગ્રેફાઇટ' કોને કહેવાય છે ?

(A) $B_3N_3H_6$ (B) B_3N_3 (C) SiC (D) $Fe(CO)_5$

23. પ્રવાહી સ્વરૂપે નીચેની કઈ ધાતુનું ઘનીકરણ થતાં તે વિસ્તરણ પામે છે ?

(A) Ga (B) Al (C) Zn (D) Cu

24. પોટાશ એલમને પાણીમાં ઓગાળતાં તે .... આપે છે.

(A) H_2SO_4નું ઍસિડિક દ્રાવણ (B) બેઝિક દ્રાવણ

(C) HClનું ઍસિડિક દ્રાવણ (D) તટસ્થ દ્રાવણ

25. નીચેના પૈકી કયું વિધાન સાચું નથી ?

(A) Al તેનાં બધા જ સંયોજનોમાં આયોનિક છે.

(B) Al એ હલકી ધાતુ છે, છતાં ઊંચી તણાવશક્તિ ધરાવે છે.

(C) Al એ પ્રબળ રિડક્શનકર્તા છે.

(D) ઊંચા તાપમાને પણ Al પાણીની વરાળ સાથે પ્રક્રિયા કરતું નથી.

26. બૉમ્બમાં વપરાતું 'એમોનાલ' એ શેનું મિશ્રણ છે ?

(A) $Al + NH_4NO_3$ (B) $Al + Al_2O_3 + B_2O_3$ (C) $Al + KNO_3$ (D) $Al_2O_3 + C$

27. ઓરડાના તાપમાને થેલિયમ ટ્રાય બ્રોમાઇડ ધીમેથી શેમાં રૂપાંતરિત થાય છે ?

(A) TlBr (B) Tl_2Br_6 (C) $TlBr_2$ (D) $Tl[TlBr_4]$

28. 'લેપિસ લાઝુલી' નામે ઓળખાતો વાદળી રંગનો કીમતી પથ્થર કઈ વર્ગની ખનિજમાં સમાવેશ પામે છે ?

(A) સોડિયમ એલ્યુમિનો સિલિકેટ (B) ઝિંક કોબાલ્ટેટ

(C) બેઝિક કૉપર કાર્બોનેટ (D) આપેલ બધા જ.

જવાબો : **12.** (B), **13.** (A), **14.** (A), **15.** (A), **16.** (B), **17.** (C), **18.** (D), **19.** (C), **20.** (B), **21.** (A), **22.** (B), **23.** (A), **24.** (A), **25.** (A), **26.** (A), **27.** (D), **28.** (A)

● **સમૂહ 14નાં તત્ત્વોની સામાન્ય માહિતી**

ક્રમ	તત્ત્વનું નામ	સંજ્ઞા	પરમાણ્વિય-ક્રમાંક	નિષ્ક્રિય કોર સાથે ઈલેક્ટ્રૉનીય રચના
1.	કાર્બન	(C)	6	$[He]\ 2s^2\ 2p_x^1\ 2p_y^1$
2.	સિલિકોન	(Si)	14	$[Ne]\ 3s^2\ 3p_x^1\ 3p_y^1$
3.	જર્મેનિયમ	(Ge)	32	$[Ar]\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p_x^1\ 4p_y^1$
4.	ટીન (ક્લાઈ)	(Sn)	50	$[Kr]\ 4d^{10}\ 5s^2\ 5p_x^1\ 5p_{y_a}^1$
5.	લેડ (સીસુ)	(Pb)	82	$[Xe]\ 4f^{14}\ 5d^{10}\ 6s^2\ 6p_x^1\ 6p_y^1$

કાર્બનનું કદ નાનું, ઊંચી વિદ્યુતઋણતા અને કાર્બન બંધ ઊર્જાનું મૂલ્ય ઊંચું હોવાથી તેમાં કેટેનેશનનો ગુણ માલૂમ પડે છે. કાર્બનમાં ધાતુઓ, અધાતુઓ અને અર્ધધાતુઓ સાથેનાં સંયોજનોને દ્વિઅંગી કાર્બનિક સંયોજનો કહે છે. દા.ત., CaC, SiC, CO, HCN.

પ્રાપ્તિસ્થાન : પૃથ્વીના પોપડામાં વજનથી સત્તરમા ક્રમે કાર્બન, બીજા ક્રમે સિલિકોન (27 %), જર્મેનિયમ સૂક્ષ્મ માત્રિક તત્ત્વ છે અને ઝિંક ખનિજોને ઊંચા તાપમાને ગરમ કરતાં, તેમાંથી નીકળતા ધૂમ્રમેશમાંથી, ટિન (2 ppm) અને લેડ(સીસુ) (13 ppm) જેટલા પ્રમાણમાં મળે છે.

કાર્બન કોલસો, ખનિજ તેલ, ધાતુ કાર્બોનેટ સ્વરૂપે, સિલિકોન SiO_2 અને સિલિકેટ સ્વરૂપે, લેડની મુખ્ય ખનિજ ગેલીના (PbS) સાથે ઝિંક બ્લેન્ડ (ZnS) પણ ભળેલો હોય છે. લેડની એંગ્લેસાઇટ ($PbSO_4$) અને સેરુસાઇટ ($PbCO_3$) છે.

● **ગુણધર્મોમાં વિવિધતા**

પરમાણ્વિય ત્રિજ્યા : સમૂહમાં ઉપરથી નીચે તરફ જતાં વધે છે.

આયનીકરણ એન્થાલ્પી : $C > Si > Ge > Sn < Pb$

ધાત્વિક ગુણધર્મ : સમૂહમાં ઉપરથી નીચે તરફ જતાં વધે છે.

વિદ્યુત ઋણતા : પરમાણ્વિય-ક્રમાંક વધતાં ઘટે છે.

ગલનબિંદુ અને ઉત્કલનબિંદુ : સમૂહ 13 કરતાં સમૂહ 14માં ઘણો વધારો થાય છે. સમૂહ 14માં પરમાણ્વિય ક્રમાંક વધતાં ઘટે છે.

ઘનતા : કાર્બનથી લેડ તરફ જતાં વધે છે.

કેટેનેશન : $C >> Si > Ge = Sn >> Pb$

અપરરૂપતા : કાર્બનનાં અનેક અપરરૂપો છે. જેમાં હીરો, ગ્રેફાઇટ અને ફૂલેરિન સ્ફટીકમય અપરરૂપો છે. ટિનનાં બે અપરરૂપો છે. સફેદ ટિન (β-ટિન) ઓરડાના તાપમાને સ્થાયી છે. ભૂખરું ટિન (α-ટિન) અસ્થાયી છે. તેને β-ટિનમાંથી 286K તાપમાને મેળવી શકાય છે.

$$\text{સફેદ ટિન } (\beta\text{-ટિન}) \xrightleftharpoons{286K} \text{ભૂખરુ ટિન } (\alpha\text{-ટિન})$$

● **ઑક્સિડેશન અવસ્થા અને રાસાયણિક સક્રિયતા :**

C અને Siની ઑક્સિડેશન અવસ્થા +4, Ge, Sn અને Pb +4 ઉપરાંત +2 અવસ્થા ધરાવે છે.

- $Ge < Sn < Pb$ +2 અવસ્થાનું સ્થાયિત્વ દર્શાવે છે.
  આ સમૂહનાં તત્ત્વોના M^{4+} આયનો જાણીતા નથી.
- +4થી વધુ સવર્ગાંક ધરાવતાં સંયોજનો બનાવે છે.
  $[SiF_5]^-$, $[SiF_6]^{2-}$, $[PbCl_6]^{2-}$
- C અને Siના MX_2 દુર્લભ પરંતુ $Ge < Sn < Pb$ ચઢતા ક્રમમાં
- પોતાના જ પરમાણુ સાથે $p^{\pi} - p^{\pi}$ બંધ બનાવવાની ક્ષમતા અને N_2 અને O_2 જેવા અન્ય સાથે C થી Pb તરફ જતાં બંધ બનાવવાની સમતા ઘટતી જાય છે. CO_2 વાયુ છે. SiO_2 ઘન છે.

MX_4 પ્રકારના ટેટ્રાહેલાઇડનું આયનીય લક્ષણ અને ઉષ્મીય સ્થાયિતા હેલોજનનો પરમાણુ-ક્રમાંક વધતાં ઘટે છે અને પાણી સાથે જળવિભાજન પામે છે.

$SiCl_4 + 4H_2O \rightarrow Si(OH)_4 + 4HCl$

$SnCl_4 + 2H_2O \rightarrow SnO_2 + 4HCl$

Ge, Sn અને Pbના MX_2 પ્રકારના હેલાઇડની સ્થાયિતા

$CX_2 << SiX_2 << GeX_2 << SnX_2 < PbX_2$

MO_2 પ્રકારના ઑક્સાઇડ બનાવે છે.

સ્ફટિકમય SiO_2 ક્વાર્ટ્ઝનો ઉપયોગ દાબ વૈદ્યુત સ્ફટિક તરીકે, સ્ફટિક આંદોલક તરીકે અને ટ્રાન્સડ્યુસરમાં થાય છે. સોડિયમસિલિકેટને ઍસિડીક બનાવી સિલિકાજૅલ મેળવવામાં આવે છે. જેનું નિર્જલીકરણ કરવાથી સિલિકાજૅલનો ઉપયોગ ક્રોમેટોગ્રાફી, પદાર્થોની સુકવણી અને ભેજશોષક તરીકે થાય છે.

SiO_2 ઍસિડીક છે, GeO_2 અને SnO_2 ઉભયગુણી છે અને PbO_2 બેઝિક છે.

Sn ને O_2 સાથે ગરમ કરતાં અથવા સંકેન્દ્રિત HNO_3 સાથે પ્રક્રિયા કરીને SnO_2 બનાવવામાં આવે છે.

SnO_2 પોલિશિંગ પાઉડર તરીકે તથા કાચ અને માટીનાં વાસણો બનાવવામાં વપરાય છે.

$Pb_3O_4 + 4HNO_3 \rightarrow 2Pb(NO_3)_2 + PbO_2 + 2H_2O$

PbO_2 ઑક્સિડેશનકર્તા છે. ઍસિડ સાથે તેમાંથી O_2 છૂટો પાડે છે. Sn અને Pb, MO પ્રકારના ઑક્સાઇડ બનાવે છે.

$SnC_2O_4 \xrightarrow{\Delta} SnO + CO + CO_2$

ટિન ઑક્ઝેલેટ

PbOનો રંગ રાતો, નારંગી અથવા પીળો તેની બનાવટની રીત પર આધારિત છે. $PbCO_3$ને ગરમ કરી તે બનાવી શકાય છે. PbOને હવા સાથે પરાવર્તની (રેવરબંટરી) ભઠ્ઠીમાં 773 K તાપમાને ગરમ કરવાથી Pb_3O_4 મળે છે, જે $[2(PbO)\ (PbO_2)]$નું સંયોગી મિશ્રણ છે.

● કાર્બનના ગુણધર્મોની અનિયમિતતા

કાર્બન પરમાણુનું કદ નાનું, વિદ્યુતઋણતા ઊંચી, આયનીકરણ એન્થાલ્પી વધારે અને ઇલેક્ટ્રૉનીય રચનામાં d પ્રકારની કક્ષકનો અભાવ છે. તેથી સમૂહના અન્ય તત્ત્વથી જુદું પડે છે.

કાર્બન ચાર સહસંયોજક બંધ બનાવે છે, જ્યારે અન્ય તત્ત્વોમાં d અથવા d અને f કક્ષકો હોવાથી 5 કે 6 (વધુ) સહસંયોજક બંધ બનાવી શકે છે.

કાર્બન બીજા કાર્બન પરમાણુ સાથે એકલબંધ ઉપરાંત દ્વિબંધ અને ત્રિબંધ રચી શકે છે, જ્યારે અન્ય તત્ત્વોના પરમાણ્વિય કદ મોટા હોવાથી $p\pi - p\pi$ કક્ષક સંમિશ્રણ અસરકારક હોતા નથી.

કાર્બનમાં C – C એકલબંધ એન્થાલ્પીનું મૂલ્ય (348 KJ $mole^{-1}$) વધુ હોવાથી કેટેનેશનનું વલણ મહત્તમ હોય છે, જ્યારે અન્ય તત્ત્વોમાં આ વલણ ઘટતું જાય છે.

કાર્બન ફક્ત $p\pi$. $p\pi$ પ્રકારના બંધ બનાવે છે, જ્યારે અન્ય તત્ત્વો $p\pi$. $p\pi$ ઉપરાંત $d\pi$. $p\pi$ પ્રકારના બંધ પણ બનાવે છે.

---

29. સમૂહ-14નાં તત્ત્વો માટે આયનીકરણ એન્થાલ્પીનો સાચો ક્રમ કયો છે ?

(A) $C > Si > Ge > Sn < Pb$ (B) $C > Si > Ge > Sn > Pb$

(C) $C < Si < Ge < Sn > Pb$ (D) $C < Si < Ge < Sn < Pb$

30. નીચેના પૈકી ઉષ્મીય સ્થિરતા કોની સૌથી વધુ છે ?

(A) CCl_4 (B) $SiCl_4$ (C) $SnCl_4$ (D) $PbCl_4$

31. SnOની બનાવવા માટે કોને ગરમ કરવામાં આવે છે ?

(A) ટિન ઓક્ઝેલેટ (B) ટિન કાર્બોનેટ (C) ટિન બાયકાર્બોનેટ (D) ટિન ડાયૉક્સાઇડ

32. લેડ ટેટ્રાક્લોરાઇડના જળ-વિભાજનથી નીચેના પૈકી શું મળશે ?

(A) PbO (B) PbO_2 (C) Pb_3O_4 (D) $Pb(OH)_2$

33. ટિનની ગરમ સાંદ્ર HNO_3 સાથેની પ્રક્રિયાથી .... બને છે.

(A) $Sn(NO_3)_2$ (B) H_2SnO_3 (C) Na_2SnO_3 (D) Na_2SnO_2

34. લેડનો ઑક્સાઇડ કે જેનો સ્ત્રીઓ સિંદુર તરીકે ઉપયોગ કરે છે. તેનું સૂત્ર કયું છે ?

(A) PbO (B) PbO_2 (C) Pb_3O_4 (D) Pb_2O_3

35. મેટા સ્ટેનિક ઍસિડનું અણુસૂત્ર કયું છે ?

(A) H_2SnO_3 (B) $HSnO_2$ (C) H_4SnO_3 (D) H_2SnO_2

જવાબો : 29. (A), **30.** (A), **31.** (A), **32.** (B), **33.** (B), **34.** (C), **35.** (A)

● **કાર્બન કેટેનેશન**

એક કાર્બન પરમાણુ બીજા કાર્બન પરમાણુ સાથે સહસંયોજક બંધથી જોડાઈને કાર્બનની શૃંખલા કે ચક્રિય રચનામાં જોડાવાના વલણને કેટેનેશન કહે છે.

કાર્બન પરમાણુના નાના કદ અને ઊંચી વિદ્યુતઋણતાના કારણે આ વલણ માલૂમ પડે છે. કેટેનેશનનો આધાર બે કાર્બન પરમાણુ વચ્ચે રચાતાં સહસંયોજક બંધની એન્થાલ્પી પર છે. જેમ બંધ એન્થાલ્પી વધુ તેમ કેટેનેશનનું વલણ વધુ થાય. C–C બંધઊર્જા 348 $KJ.mol^{-1}$ છે. જે તેના સમૂહમાં આવેલા તત્ત્વોની બંધઊર્જા કરતાં મહત્તમ હોવાથી કાર્બન સરળ શૃંખલા તેમજ ચક્રીય રચના ધરાવતા અસંખ્ય સંયોજનો બનાવે છે. કેટેનેશન અને $p\pi - p\pi$ બંધ નિર્માણના કારણે કાર્બનમાં વિવિધ અપર રૂપો જોવા મળે છે.

(1) હીરો : sp^3 સંકરણ, સમચતુષ્ફલકીય, ત્રિપરિમાણીય જાળીદાર રચના, કાર્બન પરમાણુ વચ્ચેનું અંતર 154 pm, મજબૂત બંધ તેથી કઠણ ઘન પદાર્થ.

(2) ગ્રેફાઇટ : sp^2 સંકરણ, ષટ્કોણીય સ્તરિય રચના, કાર્બન પરમાણુ વચ્ચેનું અંતર 141.5 pm, બે સ્તર વચ્ચેના નિર્બળ વાન્ડરવાન આકર્ષણને લીધે અંતર 340 pm, તેથી ગ્રેફાઇટ મૃદુ છે.

(3) ફૂલેરિન : કાર્બનનું સ્ફટિકમય સ્વરૂપ જે છિદ્રાળુ પિંજર જેવા અણુનું બનેલું છે. તે C_{2n} બંધારણ ધરાવે છે. C_{60} અને C_{70} અલ્પ માત્રામાં બેકી નંબર ધરાવતા 350 કે તેથી વધુ કાર્બન પરમાણુ ધરાવતા બીજા ફૂલેરિન મળે છે. C_{60}નો આકાર સોકરબોલ જેવો છે તેને બક મિનિસ્ટર પણ કહે છે. ફૂટબૉલ જેવો આકાર તેથી બકી બૉલ પણ કહે છે. તેમાં પાંચ કાર્બન પરમાણુવાળા બાર વલયો અને છ કાર્બન પરમાણુવાળા વીસ વલયો હોય છે. કાર્બનયુક્ત વલયરચના બંને પ્રકારની વલયરચના સાથે જોડાયેલી હોય છે. જ્યારે પાંચ કાર્બનયુક્ત વલયરચના માત્ર છ કાર્બનયુક્ત વલયરચના સાથે જ જોડાયેલી હોય છે. કાર્બન sp^2 સંકરણમાં દરેક કાર્બન બીજા ત્રણ કાર્બન પરમાણુ સાથે σ-બંધથી જોડાય છે અને બાકી રહેલ ઈલેક્ટ્રૉન π-બંધ બનાવે છે.

એક બંધ અને દ્વિબંધનું મૂલ્ય અનુક્રમ 143.5 pm અને 138.3 pm છે. C_{60} અને C_{70} ફૂલેરિન ટોલ્યુઇન દ્રાવકમાં થઈ અનુક્રમે જાંબલી અને નારંગી લાલ રંગનાં દ્રાવણો આપે છે.

● **કાર્બનના રાસાયણિક ગુણધર્મો**

ઑક્સિજન સાથે $C + O_2 \rightarrow CO_2$ + ઊર્જા

રિડક્શન કાર્ય : $Pb_3O_4 + 3C \rightarrow 2Fe + 3CO$

$PbSO_4 + 4C \rightarrow 4CO + PbS$

$C + H_2O \rightarrow CO + H_2$

અન્ય તત્ત્વો સાથે : $C + 2S \rightarrow CS_2$ (કાર્બન ડાયસલ્ફાઇડ)

$2C + H_2 \xrightarrow{\text{વિદ્યુતચાપ}} C_2H_2$ (એસિટિલિન)

$2Be + C \rightarrow Be_2C$ (બેરિલિયમ કાર્બાઇડ)

ઍસિડ સાથે : $C + 4HNO_3 \rightarrow CO_2 + 4NO_2 + 2H_2O$

$C + H_2SO_4 \rightarrow CO_2 + SO_2 + 2H_2O$

$12C + 9H_2SO_4 \rightarrow C_6(COOH)_6 + 6H_2O + 9SO_2$

(મેલિટિક ઍસિડ)

- **કાર્બનનાં સંયોજનોનો ઉપયોગ**

કાર્બનનાં હેલાઇડ : $CF_4 > CCl_4 > CBr_4 > CI_4$ (સ્થિરતાક્રમ) અગ્નિસમનમાં તથા રિયોન રેફ્રિજિરેટરમાં શિતક તરીકે ઉપયોગી. CCl_4 આંતરડામાં થતા કૃમિ. અટકાવવા ઉપયોગી.

કાર્બન ડાયસલ્ફાઇડ (CS_2) : વિસ્કોષ રેષા, સડી ગયેલા અનાજનો સડો દૂર કરવા જંતુનાશક તરીકે, રબર વલ્કેનાઇઝેશનમાં, દીવાસળી અને રંગના ઉત્પાદનમાં, CCl_4ના ઉત્પાદનમાં ઉપયોગી.

કાર્બાઇડ સંયોજનો : કાર્બન તેના કરતાં વધુ વિદ્યુતધનમયતા ધરાવતાં તત્ત્વો સાથેનાં સંયોજનોને કાર્બાઇડ સંયોજનો કહે છે. કાર્બોરેન્ડમ (SiC) અપઘર્ષક તરીકે, ધાર કાઢવા અને દળવા માટે ઘંટીઓમાં તેમજ ઉચ્ચ તાપસહ તરીકે વપરાય છે.

WC : હથિયાર કે ઓજાર બનાવવા તેમજ સિક્કાનાં બીબાંની બનાવટમાં વપરાય છે. CaC_2 એસિટિલિનવાયુની બનાવટમાં અને તેનો ઉપયોગ ઝારણકામ (વેલ્ડિંગ)માં થાય છે. એસિટિક ઍસિડ અને ઇથેનોલની બનાવટમાં થાય છે.

Be_4C : ઘણો સખત પદાર્થ-રેડિયોએક્ટિવ વિકિરણોને અટકાવવાના આવરણ પડ તરીકે વપરાય છે.

- **કાર્બનના ઑક્સાઇડ**

  - **કાર્બન મોનોક્સાઇડ (CO) :**

બનાવટ : (1) $C + \frac{1}{2}O_2 \xrightarrow{\Delta} CO$

(2) $ZnO + C \rightarrow Zn + CO$

$Fe_2O_3 + 3C \rightarrow 2Fe + 3CO$

(3) $HCOOH \xrightarrow[\text{સાંદ્ર } H_2SO_4]{373-413K} CO + H_2O$

(4) $C + H_2O \xrightarrow{473-1273K} CO + H_2$

જળવાયુ

(5) $2C_{(g)} + O_{2(g)} + 4N_{2(g)} \xrightarrow[1273K]{} 2CO_{(g)} + 4N_{2(g)}$

(ઉત્પાદક વાયુ)

ગુણધર્મો : રિડક્શનકર્તા તરીકે $ZnO + CO \rightarrow Zn + O_2$

$Fe_2O_3 + 3CO \rightarrow 3Fe + 2CO_2$

ધાતુકાર્બનિલ બનાવવા

$$Ni_{(s)} + 4CO_{(g)} \xrightarrow{333-343K} [Ni(CO)_4]$$

નિકલ ટેટ્રા કાર્બોનિલ

$$Fe_{(s)} + 5CO_{(g)} \rightarrow [Fe(CO)_5]$$

આયર્ન પેન્ટાકાર્બોનિલ

- **ઉપયોગ**

ધાતુ નિષ્કર્ષણમાં $Fe_2O_3 + 3CO \rightarrow 2Fe + 3CO_2$

- મોન્ડકાર્બોનિલ પદ્ધતિમાં
- જળવાયુ કે ઉત્પાદક વાયુની બનાવટમાં
- મિથેનોલ અને ફોર્મિક ઍસિડની બનાવટમાં
- મૅગ્નેટિક ટેપ (આર્યન કાર્બોનિલ)-ટેપરેકોર્ડરમાં વપરાય છે.

- **કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ (CO_2)**

બનાવટ : $C + O_2 \rightarrow CO_2$ $\quad\quad CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$

$2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2$

$CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$ (પ્રયોગશાળામાં)

ઔદ્યોગિક ક્ષેત્રે $CaCO_3 \xrightarrow[1600K]{\Delta} CaO + CO_2$

લાઈમ

(ચૂનો)

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow[\text{ઉત્સેચક}]{\text{ઝાયમેઝ}} 2C_2H_5OH + 2H_2O$$

ઈથેનોલ

ગુણધર્મો : હવા કરતાં 1.5 ગણો ભારે, ઝેરી નથી, પરંતુ O_2ની ઊણપને કારણે CO_2ની વિશેષ હાજરીમાં પ્રાણી મૃત્યુ પામે છે. ઘન CO_2 (સૂકો બરફ) તરીકે ઓળખાય છે.

$2Mg + CO \rightarrow 2MgO + C$ (સક્રિય ધાતુઓની હાજરીમાં સળગે છે.)

CO_2 ઍસિડીક છે. પાણીમાં અલ્પ દ્રાવ્ય-કાર્બોનિક ઍસિડ H_2CO_3 સોડા વોટર) બનાવે છે.

$$H_2CO_3 + H_2O \rightleftharpoons HCO_3^- + H_3O^+$$

$$HCO_3^- + H_2O \rightleftharpoons CO^{2}{}_3^- + H_3O^+$$

ચૂનાના નિતર્યાં પાણીને દૂધિયું બનાવે છે.

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

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

કેલ્શિયમ હાઇડ્રોજન સલ્ફેટ

પ્રકાશસંશ્લેષણમાં $6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow[\text{ક્લોરોફિલની હાજરી}]{h\nu} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$

ઉપયોગ : કૉલ્ડ સ્ટોરેજમાં શીતક તરીકે અગ્નિસમનમાં, સોડા વોટર, ઠંડાં પીણાંની બનાવટમાં, ધોવાના સોડાની બનાવટની સોલ્વે પદ્ધતિમાં વપરાય છે. દાઝેલા અને ચામડી પર ઉઝરડાની સારવાર માટે સૂકો બરફ ($CO_{2(s)}$) વપરાય છે. CO_2ની ઝેરી અસરના ભોગ બનેલા દર્દીને કૃત્રિમ શ્વાસોચ્છ્વાસ માટે કાર્બોજન (95 $\%O_2$ + 5 $\%CO_2$) ઉપયોગી છે. શેરડીના રસના શુદ્ધીકરણમાં (ખાંડની બનાવટ), પ્રકાશસંશ્લેષણમાં, લોહીનો pH (7.26 થી 7.42) નિયંત્રિત રાખવા માટે બફર પ્રણાલી ($H_2CO_3 + HCO_3^-$)માં ઉપયોગી. યુરિયા જેવા ખાતરની બનાવટમાં વપરાય છે.

36. હીરા અને ગ્રેફાઇટમાં બે કાર્બન-કાર્બન પરમાણુ વચ્ચેના અંતરનો તફાવત .... છે.

(A) 154 pm (B) 141.5 pm (C) 12.5 pm (D) 20 pm

37. ફુલેરિનમાં પાંચ કાર્બનવાળા વલયોની સંખ્યા .... અને છ કાર્બન પરમાણુવાળા વલયોની સંખ્યા .... હોય છે.

(A) 12, 20 (B) 6, 8 (C) 7, 14 (D) 6, 10

38. C_{60} અને C_{70} ટોલ્યુઇન દ્રાવકમાં ઓગળી અનુક્રમે કયા રંગનાં જલીય દ્રાવણો આપે છે ?

(A) જાંબલી, નારંગી લાલ (B) વાદળી, જાંબલી (C) લાલ, વાદળી (D) પીળો, નારંગી

39. $12C + 9H_2SO_4 \rightarrow \boxed{X} + 6H_2O + 9SO_2$ આપેલી પ્રક્રિયામાં $\boxed{X}$ શું છે ?

(A) મેલિટિક ઍસિડ (B) સલ્ફ્યુરસ ઍસિડ (C) ફૉર્મિક ઍસિડ (D) એસિટિક ઍસિડ

40. આંતરડામાં થતા કૃમિ અટકાવવા શેનો ઉપયોગ થાય છે ?

(A) CO_2 (B) CCl_4 (C) CF_2Cl_2 (D) $CHCl_3$

41. ફળો શેની હાજરીમાં ઝડપથી પાકી જાય છે ?

(A) Na_2SO_4 (B) NaCl (C) CaC_2 (D) $CaCl_2$

42. રેડિયો સક્રિય વિકિરણોને અટકાવવા માટે આવરણ-પડ તરીકે શેનો ઉપયોગ થાય છે ?

(A) WC (B) CaC_2 (C) SiC (D) Be_4C

43. COની ઝેરી અસરના ભોગ બનેલા દર્દીને કૃત્રિમ શ્વાસોચ્છ્વાસની પ્રક્રિયા માટે ઉપયોગી કાર્બોજનમાં વાયુમિશ્રણનું પ્રમાણ કેટલું હોય છે ?

(A) 95 $\%O_2$ + 5 $\%CO_2$ (B) 5 $\%O_2$ + 95 $\%CO_2$ (C) 95 $\%O_2$ + 5 $\%N_2$ (D) 5 $\%O_2$ + 95 $\%N_2$

જવાબો : 36. (C), **37.** (A), **38.** (A), **39.** (A), **40.** (B), **41.** (C), **42.** (D), **43.** (A)

● સિલિકોનનાં અગત્યનાં સંયોજનો

(1) સિલિકોન હાઇડ્રાઇડ : Si_nH_{2n+2} જ્યાં n = 1 થી 8

Si – Si બંધ એન્થાલ્વી 297 $K.J.mole^{-1}$, કેટેનેશનનો ગુણ સિલેન સંયોજનો. C કરતાં Siના હાઇડ્રાઇડની સ્થિરતા ઓછી તેથી રિડક્શન કરવાની શક્તિ વધુ હોય છે.

(2) સિલિકોન ડાયૉક્સાઇડ (સિલિકા SiO_2) :

SiO_2 સ્વતંત્ર એક અણુ સ્વરૂપે અસ્તિત્વ ધરાવતો નથી પરંતુ અસંખ્ય પરમાણુઓની ગોઠવણીથી વિરાટ સ્ફટિક રચાય છે. શુદ્ધ સિલિકાના બાવીસ કરતાં વધુ વિવિધ સ્વરૂપો જાણીતાં છે.