1. **જ્યારે બોરેક્ષના જલીય દ્રાવણને HCl ના દ્રાવણ વડે ઍસિડિક કરવામાં આવે ત્યારે સફેદ સ્ફટિકમય પદાર્થ મળે છે. જેને અડતા સાબુ જેવો લાગે છે. તે સ્ફટિકમય ઘન પદાર્થ ઍસિડિક હશે કે બેઝિક ?**

➠ જ્યારે બોરેક્ષના જલીય દ્રાવણને HCl વડે ઍસિડિક કરવામાં આવે ત્યારે બોરિક ઍસિડ મળે છે.

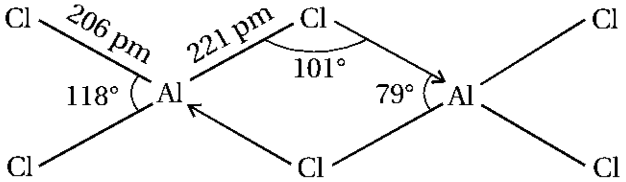
$Na_2B_4O_7 + 2HCl + 5H_2O \rightarrow 2NaCl + 4H_3BO_3$
બોરિક ઍસિડ

બોરિક ઍસિડ એ સફેદ સ્ફટિકમય પદાર્થ છે. જેને અડતા સાબુ જેવો લાગે છે. કેમકે તેનું બંધારણ સમતલીય અને સ્તરીય હોય છે. બોરિક ઍસિડ એ મંદ મોનોબેઝિક ઍસિડ છે. તે પ્રોટોનિક ઍસિડ નથી. પણ તે લૂઈસ ઍસિડ છે. કેમકે તે OH^- આયન પાસેથી ઇલેક્ટ્રૉન મેળવે છે.

$B(OH)_3 + 2HOH \rightarrow [B(OH)_4]^- + H_3O^+$

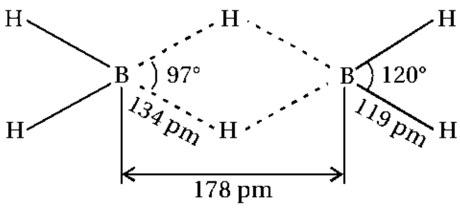
2. **BCl_3 એ એકાકી અણુ છે. જ્યારે $AlCl_3$ એ દ્વિઅણુ બને છે. કારણ આપો અને $AlCl_3$ બંધારણ સમજાવો.**

➠ બોરોન હેલાઈડ દ્વિઅણુ બનાવતો નથી. કારણ કે બોરોન પરમાણુનું કદ નાનું હોય છે. આથી તે મોટા કદના ચાર હેલોજન સાથે જોડાઈ શકતો નથી. $AlCl_3$ એ દ્વિઅણુ બનાવે છે. કારણ કે તેની ખાલી પડેલી 3*p* કક્ષક સવર્ગ સહસંયોજક બંધ બનાવે છે અને આ રીતે Al નું અષ્ટક પૂર્ણ થાય છે.



3. **બોરોનનો ફ્લોરાઈડ BF_3 તરીકે અસ્તિત્વ ધરાવે છે. પણ બોરોનનો હાઇડ્રાઇડ BH_3 બનાવતું નથી. કારણ આપો અને બોરોનના હાઇડ્રાઇડનું બંધારણ સમજાવો.**

➠ $p\pi - p\pi$ પ્રકારના પાછળના બંધ (Back bond) ના કારણે તથા F પાસેના બંધમાં ભાગ લીધા વગરના ઇલેક્ટ્રૉન B ને મળે છે. આ કારણે B પાસે ઇલેક્ટ્રૉનની ઊણપ પૂર્ણ થાય છે અને B ની સ્થાયિતા વધે છે. આથી BH_3 એ દ્વિઅણુ તરીકે અસ્તિત્વમાં હોય છે.



H પરમાણુ પાસે બંધમાં ભાગ લીધા વગરના ઇલેક્ટ્રૉનની જોડી હોતી નથી. આથી B પાસે ઇલેક્ટ્રૉનની ઊણપ વર્તાય છે. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો આથી BH_3 એકાકી અણુ મળતો નથી. તે દ્વિઅણુ રૂપે જોડાઈ B_2H_6 બનાવે છે.
B_2H_6 માં 4 છેડા પરના હાઇડ્રોજન અને બે B પરમાણુ એક જ સમતલમાં હોય છે. જ્યારે બે સેતુ બંધ ધરાવતા H અલગ સમતલમાં હોય છે. આ રચનામાં છેડા પરના 4- સાદા B – H બંધ હોય છે. જ્યારે વચ્ચે બે સેતુ બંધ (B – H – B) પ્રકારના હોય છે.

4. **સંયોજન (A) કે જે બોરોનનું છે. તેની પ્રક્રિયા NMe_3 સાથે કરતા સંયોજન (B) નીપજ તરીકે મળે છે અને સંયોજન (B)નું જળ વિભાજન કરતા નીપજ (C) મળે છે. સાથે H_2 વાયુ પણ મુક્ત થાય છે અને નીપજ (C) એ ઍસિડ છે. તો સંયોજન A, B અને C કયા હશે ?**

➠ સંયોજન (A) કે જે બોરોનનું બનેલું છે અને NMe_3 સાથે પ્રક્રિયા કરતાં નીપજ (B) આપે છે. તે પાક્કું લૂઈસ ઍસિડ હોવું જોઈએ. નીપજ (B) ની જળવિભાજન પ્રક્રિયા કરતાં ઍસિડ (C) અને H_2 મળે છે. આથી પ્રક્રિયક A ડાયબોરેન જ (B_2H_6) હોવો જોઈએ અને (C) એ બોરિક ઍસિડ જ હોવો જોઈએ.

$$\underset{\text{ડાયબોરેન (A)}}{B_2H_6} + 2NMe_3 \rightarrow 2BH_3\ NMe_3$$

$$BH_3NMe_3 + 3H_2O \rightarrow \underset{\text{બોરિક ઍસિડ}}{H_3BO_3} + NMe_3 + 6H_2$$

5. **સમૂહ-13 નું કયું અધાતુ તત્ત્વ બુલેટ પ્રૂફ જેકેટની બનાવટમાં વપરાય છે અને તે ખૂબ જ સખત છે તથા કાળા રંગનો પદાર્થ છે. તેના ઘણા બધા અપરરૂપો મળે છે તથા તેનું ઉત્કલનબિંદુ ઘણું ઊંચું હોય છે. તેનો ટ્રાયફ્લોરાઈડ એમોનિયા સાથે જોડાય છે. ત્યારે તે લૂઈસ ઍસિડ તરીકે વર્તે છે. તે મહત્તમ 4 બંધ બનાવી શકે છે. તો તે તત્ત્વ કયું હશે ? અને શા માટે તેનો ટ્રાયફ્લોરાઈડ લૂઈસ ઍસિડ તરીકે વર્તે છે સમજાવો.**

➠ સમૂહ-13 માં એક જ અધાતુ તત્ત્વ આવેલું છે અને તે બોરોન છે અને તે ખૂબ જ મજબૂત તત્ત્વ છે. આથી તેનો ઉપયોગ બુલેટપ્રૂફ જૅકેટ બનાવવામાં વપરાય છે. તેના ઘણા બધા અપરરૂપો મળે છે અને તેનું ઉત્કલનબિંદુ ઘણું ઊંચું હોય છે. વળી બોરોન પરમાણુ પાસે માત્ર S અને P કક્ષકો જ છે. પણ *d* કક્ષકો હોતી નથી. બોરોનની સંયોજકતા 4 હોય છે. ત્રણ સંયોજકતાવાળા મધ્યસ્થ પરમાણુ પાસે માત્ર છ જ ઇલેક્ટ્રૉન હોય છે. BF_3 માં પણ આવું જ હોય છે. આવા ઇલેક્ટ્રૉનની જરૂરિયાતવાળા સંયોજનો ઇલેક્ટ્રૉન સ્વીકારવાની વૃત્તિ ધરાવતા હોય છે અને તેઓ લૂઈસ ઍસિડ તરીકે વર્તે છે. BF_3 સહેલાઈથી NH_3 પાસેથી ઇલેક્ટ્રૉન મેળવે છે.

$$BF_3 + \ddot{N}H_3 \rightarrow F_3B \leftarrow NH_3$$

6. **એક તત્ત્વ કે જે ચાર સંયોજકતા ધરાવે છે. તે ઑક્સિજન સાથે જોડાઈ મોનૉક્સાઇડ અને ડાયૉક્સાઇડ આપે છે. જ્યારે તેને ખૂબ જ ગરમ કરી (લગભગ 1273K) તેના ઉપરથી હવા પસાર કરતા ઉત્પાદન વાયુ મળે છે. આ તત્ત્વનો મોનૉક્સાઇડ ખૂબ જ પ્રબળ રિડક્શનકર્તા છે અને તે ફેરિક ઑક્સાઈડનું Fe(s) માં રૂપાંતર કરે છે. તો આ તત્ત્વ કયું હશે ? તેના મોનૉક્સાઇડ અને ડાયૉક્સાઇડનું અણુસૂત્ર લખો અને તેની મદદથી કઈ રીતે ઉત્પાદન વાયુ બનાવવામાં આવે છે. તેનું સમીકરણ આપો તથા તે તત્ત્વનો મોનૉક્સાઇડ ફેરિક ઑક્સાઈડનું કઈ રીતે રિડક્શન કરે છે, તે જણાવો.**

➠ ઉત્પાદન વાયુ એ CO અને N_2 વાયુનું મિશ્રણ છે. આથી તે ચતુર્થ સંયોજક તત્ત્વ કાર્બન હશે. તેના મોનૉક્સાઇડ અને ડાયૉક્સાઇડ અનુક્રમે CO અને CO_2 હશે. (અનુક્રમે)

$$2C(s) + \underbrace{O_{2(s)} + 4N_{2(g)}}_{\text{હવા}} \xrightarrow{1273\,K} \underbrace{2CO_{(g)} + 4N_{2(g)}}_{\text{ઉત્પાદન વાયુ}}$$

➠ કાર્બન મોનૉક્સાઇડ એ પ્રબળ રિડક્શનકર્તા છે અને તે ફેરિક ઑક્સાઈડનું લોખંડમાં રૂપાંતર કરે છે.

$$Fe_2O_{3(s)} + 3CO_{(g)} \xrightarrow{\Delta} 2Fe_{(s)} + 3CO_{2(g)}$$

7. **નીચેના વિધાન સમજાવો.**

(A) $AlCl_3$ લૂઈસ ઍસિડ છે.

(B) F એ Cl કરતાં વધારે વિદ્યુતઋણ છે. છતાં BF_3 એ CI_3 કરતાં નિર્બળ લૂઈસ ઍસિડ છે.

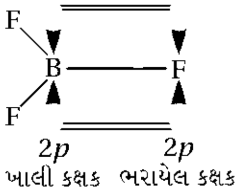
(C) PbO_2 એ SnO_2 કરતાં પ્રબળ ઑક્સિડેશનકર્તા છે.

(D) Tl ની +1 ઑક્સિડેશન અવસ્થા તેની +3 ઑક્સિડેશન અવસ્થા કરતાં વધારે સ્થાયી છે.

➠ **(A)** $AlCl_3$ માં Al પરમાણુ પાસે સંયોજકતા કક્ષામાં માત્ર છ ઇલેક્ટ્રૉન આવેલા હોય છે. આથી તેમાં ઇલેક્ટ્રૉનની ઊણપ હોવાથી તે ઇલેક્ટ્રૉન મેળવવા પ્રયત્ન કરે છે. આથી તેને લૂઈસ ઍસિડ કહે છે.

➠ **(B)** BF_3 માં B પાસે એક ખાલી $2p$ કક્ષક હોય છે અને F પાસે એક $2p$ કક્ષક ભરાયેલી હોય છે. બંને કક્ષકો એકસમાન ઊર્જા ધરાવે છે. આથી તેઓ એકબીજા સાથે સંમિશ્રણ પામી $p\pi - p\pi$ બંધ બનાવી શકે છે. આ પ્રકારના બંધને

પાછળથી બનતો બંધ કહે છે.જ્યારે આ પ્રકારનો બંધ BCl_3 માં જોવા મળતો નથી. કારણ કે તેમાં B ની $2p$ અને Cl ની $3p$ કક્ષકો વચ્ચે સંમિશ્રણ થઈ શકતું નથી. આથી ઇલેક્ટ્રૉનની ઊણપ BCl_3 માં BF_3 કરતા વધારે હોય છે. આથી BF_3 નિર્બળ લૂઈસ ઍસિડ છે.



➠ (C) PbO_2 તેમજ SnO_2 માં લેડ તેમજ ટીન બંને +4 ઑક્સિડેશન અવસ્થા ધરાવે છે પણ પ્રબળ નિષ્ક્રિય યુગ્મ અસરને કારણે Pb^{+2} આયન Sn^{+2} આયન કરતાં વધારે સ્થાયી હોય છે. આથી PbO_4 આયન સહેલાઈથી Pb^{+2} માં રૂપાંતર પામે છે. જ્યારે Sn^{+4} સહેલાઈથી Sn^{+2} માં રૂપાંતર પામતા નથી. આથી PbO_2 વધારે પ્રબળ ઑક્સિડેશનકર્તા છે.

➠ (D) Tl^+ એ Tl^{+3} કરતાં નિષ્ક્રિય યુગ્મ અસરના કારણે વધારે સ્થાયી છે.

8. **નીચે સંયોજનોની ત્રણ જોડ આપેલ છે. નીચેની દરેક જોડીમાંથી સમૂહ-13 નું તત્ત્વ સ્થાયી ઑક્સિડેશન અવસ્થા ધરાવતું શોધો અને તે કેમ સ્થાયી છે તેનું કારણ આપો : (A) $TlCl_3$, TlCl (B) $AlCl_3$, AlCl (C) $InCl_3$, InCl**

➠ (A) TlCl એ $TlCl_3$ કરતાં વધારે સ્થાયી છે. જે નિષ્ક્રિય યુગ્મ અસરને કારણે થાય છે. $TlCl_3$ એ ઓછું સ્થાયી છે અને તેનો સ્વભાવ સહસંયોજક છે. જ્યારે TlCl વધારે સ્થાયી છે અને આયોનિક સ્વભાવ ધરાવે છે.

➠ (B) d- કક્ષકોની ગેરહાજરીને કારણે Al એ નિષ્ક્રિય યુગ્મ અસર દર્શાવતું નથી. આથી તેની સૌથી સ્થાયી ઑક્સિડેશન અવસ્થા +3 છે. આથી $AlCl_3$ એ AlCl કરતાં વધારે સ્થાયી છે. આ ગુણધર્મ ઘન અથવા વાયુ એમ બંને અવસ્થામાં જોવા મળે છે. $AlCl_3$ સહસંયોજક છે. પણ પાણીમાં તેનું આયનીકરણ થઈ Al^{+3} અને Cl^- આયન છૂટા પડે છે.

➠ (C) નિષ્ક્રિય યુગ્મ અસરને કારણે ઈન્ડિયમ +1 અને +3 બંને ઑક્સિડેશન અવસ્થા ધરાવે છે. પણ બંનેમાં +1 કરતાં +3 ઑક્સિડેશન અવસ્થા વધારે સ્થાયી છે. બીજા શબ્દોમાં $InCl_3$ એ InCl કરતાં વધારે સ્થાયી છે.

$$3\,InCl \rightarrow 2\,In_{(s)} + In^{3+}_{(aq)} + 3Cl^{-}_{(aq)}$$

9. **સમૂહ-13 અને સમૂહ-14 ના તત્ત્વોમાં નીચે આપેલા સામાન્ય ગુણધર્મોમાં શું ફેરફાર થાય છે તે સમજાવો.**

(A) પરમાણુનું કદ (B) આયનીકરણ એન્થાલ્પી (C) ધાત્વીય લાક્ષણિકતા

(D) ઑક્સિડેશન અવસ્થા (E) હેલાઈડનો સ્વભાવ

➠ **સમૂહ-13 માટે**

➠ (A) **પરમાણુનું કદ :** સમૂહમાં ઉપરથી નીચે તરફ જતા દરેક પરમાણુમાં નવો કોષ ઉમેરાય છે અને તેમાં નવો ઇલેક્ટ્રૉન ઉમેરાય છે. આથી પરમાણ્વીય ત્રિજ્યા વધે છે. છતાં પણ તેમાં કોઈકવાર અપવાદ જોવા મળે છે.
Ga ની પરમાણ્વીય ત્રિજ્યા Al ની પરમાણ્વીય ત્રિજ્યા કરતાં નાની છે. જેનું કારણ વધારાના $3d$ કક્ષકોમાં આવેલા 10 ઇલેક્ટ્રૉન છે. જેના કારણે બાહ્યતમ કક્ષાના ઇલેક્ટ્રૉન પર નિર્બળ સ્ક્રિનિંગ અસર ઉદ્ભવે છે.

➠ (B) **આયનીકરણ એન્થાલ્પી :** આયનીકરણ એન્થાલ્પી સામાન્ય રીતે સમૂહમાં ઉપરથી નીચે તરફ જતાં ઘટે છે. B થી Al તરફ જતા કદમાં વધારો થતા આયનીકરણ એન્થાલ્પીમાં ઘટાડો થાય છે.આ વર્તણૂકમાં આગળ જતાં વર્તન બદલાય છે. Al થી Ga અને In થી Tl તરફ જતાં નિર્બળ સ્ક્રિનિંગ અસરના કારણે તથા d અને f કક્ષકમાં આવતા ઇલેક્ટ્રૉન પર કેન્દ્રના વધારાના ભારના કારણે આ વર્તણૂક જોવા મળે છે.

➠ (C) **ધાત્વીય લાક્ષણિકતા :** બોરોન પરમાણુ અર્ધધાતુ છે. કારણ કે તેની આયનીકરણ એન્થાલ્પી ઘણી ઊંચી છે. B થી Al તરફ જતા કદ વધવાના કારણે ધાત્વિક ગુણમાં વધારો થાય છે. Al થી Tl તરફ જતા નિર્બળ સ્ક્રિનિંગ અસરના કારણે આ ગુણધર્મમાં ઘટાડો થાય છે.

➠ (D) **ઑક્સિડેશન અવસ્થા :** સમૂહમાં ઉપરથી નીચે તરફ જતાં +3 ઑક્સિડેશન અવસ્થાની સ્થાયિતા ઘટતી જાય છે. જ્યારે +1 ઑક્સિડેશનની સ્થાયિતા વધતી જાય છે. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો +1 ઑક્સિડેશનની સ્થાયિતાનો વધતો જતો

ક્રમ Al < Ga < In < Tl અને In, Ga અને Tl માં +1 અને +3 બંને ઑક્સિડેશન અવસ્થા મળે છે.

➠ **(E) હેલાઈડનો સ્વભાવ :** આ સમૂહનાં તત્ત્વો હેલોજન સાથે પ્રક્રિયા કરી ટ્રાયહેલાઈડ આપે છે. (અપવાદ : TlI_3)

$2E_{(s)} + 3X_{2(g)} \rightarrow 2EX_{3(s)}$ [X = F, Cl, Br, I]

બોરોનના હેલાઈડમાં ઇલેક્ટ્રૉનની ઊણપ હોય છે અને તે લૂઈસ ઍસિડ તરીકે વર્તે છે. લૂઈસ ઍસિડ તરીકેની લાક્ષણિકતા નીચેના ક્રમમાં ઘટે છે.

$BI_3 > BBr_3 > BCl_3 > BF_3$

➠ **સમૂહ-14 માટે**

➠ **(A) પરમાણુનું કદ :** C થી Si તરફ જતાં પરમાણુની સહસંયોજક ત્રિજ્યામાં નોંધપાત્ર વધારો થાય છે. ત્યારબાદ Si થી Pb તરફ જતાં તેમાં ઓછો વધારો થાય છે. આમ થવાનું કારણ *d* અને *f* કક્ષકો છે. જે સંપૂર્ણપણે ભરાયેલી છે.

➠ **(B) આયનીકરણ એન્થાલ્પી :** સમૂહ-14 ના પરમાણુની પ્રાથમિક આયનીકરણ એન્થાલ્પી સમૂહ-13 નાં તત્ત્વોની પ્રાથમિક આયનીકરણ એન્થાલ્પી કરતાં વધારે હોય છે. આનું કારણ અંદરની ભરાયેલી કક્ષકોના ઇલેક્ટ્રૉનની અસર છે. સામાન્ય રીતે સમૂહમાં ઉપરથી નીચે તરફ જતાં આયનીકરણ એન્થાલ્પી ઘટે છે. Si થી Ge અને Ge થી Sn તરફ જતાં આયનીકરણ એન્થાલ્પીમાં થોડો ઘટાડો જોવા મળે છે. એના માટે *d* અને *f* કક્ષકો પૂર્ણ ભરાયેલી હોવાથી તેની લીધે ઉદ્‌ભવતી નિર્બળ સ્ક્રિનિંગ અસર જવાબદાર છે.

➠ **(C) ધાત્વીય લાક્ષણિકતા :** સમૂહમાં ઉપરથી નીચે તરફ જતાં ધાત્વીય ગુણધર્મમાં વધારો થાય છે. C અધાતુ છે જ્યારે Si અને Ge અર્ધધાતુ છે. જ્યારે Sb અને Pb ધાતુ છે.

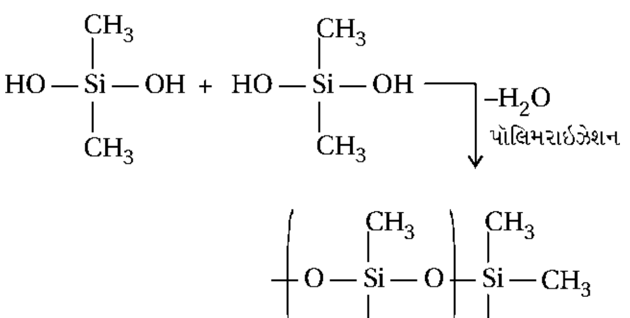
➠ **(D) ઑક્સિડેશન અવસ્થા :** સમૂહ-14 નાં તત્ત્વો તેની બાહ્યતમ કક્ષામાં 4 ઇલેક્ટ્રૉન ધરાવે છે. આ સમૂહનાં તત્ત્વોની સામાન્ય ઑક્સિડેશન અવસ્થા +4 અને +2 હોય છે. કાર્બનની ઋણ ઑક્સિડેશન અવસ્થા પણ હોય છે. આ ચાર આયનીકરણ એન્થાલ્પીનું મૂલ્ય ઘણું વધારે હોવાથી +4 ઑક્સિડેશન અવસ્થા ધરાવતા પરમાણુ સહસંયોજક બંધ બનાવી શકે છે. ભારે ધાતુઓમાં +2 ઑક્સિડેશન અવસ્થાનું વલણ Ge < Sn < Pd જતા ઘટે છે. જે નિષ્ક્રિય યુગ્મ અસરના કારણે હોય છે.

➠ **(E) હેલાઈડનો સ્વભાવ :** આ સમૂહનાં તત્ત્વો MX_2 તથા MX_4 પ્રકારના હેલાઈડ બનાવે છે, સિવાય કે કાર્બન. બધા જ તત્ત્વો હેલોજન સાથે સીધી જ પ્રક્રિયા કરે છે અને હેલાઈડ બનાવે છે. મોટાભાગના બધા જ MX_4 પ્રકારના સંયોજન sp^3 સંકરણ ધરાવે છે અને તેમનો આકાર સમચતુષ્ફલકીય હોય છે. જ્યારે SnF_4 અને PbF_4 સ્વભાવે આયોનિક હોય છે. સમૂહના Ge થી Pb સુધીના ભારે તત્ત્વો MX_2 પ્રકારના હેલાઈડ બનાવે છે. આ હેલાઈડની સ્થાયિતા નીચે તરફ જતાં વધતી જાય છે.

10. **(A) સિલિકોન્સ શું છે ? તેના ઉપયોગો જણાવો. (B) બોરેન શું છે ? ડાયબોરેનની બનાવટનું સમીકરણ આપો.**

➠ **(A)** સિલિકોન્સ એ ઓર્ગેનો સિલિકોન પ્રકારના પૉલિમર છે. તેમાં R_2SiO પુનરાવર્તિત એકમ હોય છે. તે રેખીય, શાખીય અથવા મિશ્રબંધિત પણ હોય છે. $SiCl_4$ ના આલ્કાઇલ અથવા ઍરાઇલ સમૂહના જળ વિભાજનથી મળે છે. તે $RSiCl_3$, R_2SiCl_2 અને R_3SiCl પ્રકારના મળે છે.

$$2CH_3Cl + Si \xrightarrow[570\,K]{[Cu]} (CH_3)_2SiCl_2 \xrightarrow[+2H_2O,\ -2HCl]{\text{જળ વિભાજન}} (CH_3)_2Si(OH)_2$$



સિલિકોન્સ

ઉપયોગો : તેનો ઉપયોગ જોડાણમાં, ઊંજણ તરીકે, વિદ્યુતના અવાહકોમાં તથા પાણી અવરોધક કાપડ બનાવવામાં થાય છે. તેમજ સૌંદર્ય પ્રસાધનના ઉદ્યોગો તેમજ ચિકિત્સાનાં સાધનો બનાવવામાં પણ થાય છે.

➠ **(B)** બોરોન ઘણા બધા પ્રકારના હાઇડ્રાઇડ બનાવે છે. તેના સામાન્ય સૂત્ર BnHn + 4 અને BnHn + 6 છે. તે બોરોન તરીકે જાણીતા છે. આ બંને શ્રેણીના જાણીતા સૂત્ર B_2H_6 અને B_4H_{10} છે.

ડાયબોરેનની બનાવટ : બોરોન ટ્રાયફ્લોરાઇડની $LiAlH_4$ સાથે ડાયઇથાઇલ ઇથરની હાજરીમાં પ્રક્રિયા કરતા મળે છે.

$4BF_3 + 3LiAlH_4 \rightarrow 2B_2H_6 + 3LiF + 3AlF_3$

ઔદ્યોગિક રીતે B_2H_6 બનાવવા BF_3 ની પ્રક્રિયા NaH સાથે કરવામાં આવે છે.

$2BF_3 + 6NaH \xrightarrow{450\,K} B_2H_6 + 6NaF$