

Bor -  $_5\text{B}$

Obecně:

- Polokov
- V elementárním stavu a některých sloučeninách má vlastnost polovodiče
- Vytváří výhradně kovalentní vazby
- Bor je schopen řetězit své atomy
- Podobnost s křemíkem
- Má vysokou teplotu tání ( $2076^\circ\text{C}$ ) i varu ( $3927^\circ\text{C}$ )

Vazebné možnosti boru:

- Hybridizace  $sp^2$  a  $sp^3$
- Ve sloučeninách boru s vodíkem (boranech) a jejich derivátech se nachází vazba třířadová dvouelektronová (dva atomy B a jeden atom H mohou být spolu poutány prostřednictvím jen jednoho elektronového páru), existují dva typy třířadové dvouelektronové vazby - uzavřená a otevřená/můstková

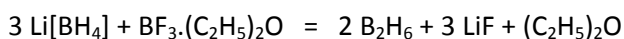
Chemické vlastnosti boru

- Krystalický elementární bor je chemicky velmi inertní (díky pevné polymerní krystalické mřížce vystavěné z ikosaedru  $B_{12}$ )
- Amorfni modifikace boru má větší reaktivitu
- Nepůsobí na něj vroucí kyselina chlorovodíková ani fluorovodíková
- Oxiduje se horkou kyselinou dusičnou nebo sírovou
- Stále jsou sloučeniny boru s kyslíkem, dusíkem, sírou, halogenidy a boridy kovů

Binární sloučeniny boru

#### 1. Borany

- Sloučeniny boru s vodíkem
- Výzkum - Stock, rok 1909 až 1936
- V boranech se uplatňují elektronově deficitní třířadové vazby – neobvyklá struktura
- Nejjednodušší stabilní boran – diboran  $B_2H_6$
- Ikosaedr  $B_{12}$  je základní tavební jednotkou elementárního boru
- Příprava boranů: rozklad boridu hořčíku kyselinami, kdy vznikne směs několika nižších boranů (ne  $B_2H_6$ )
- Příprava diboranu:



- Diboran je výchozí látkou pro vyšší borany
- Borany o menší relativní molekulové hmotnosti jsou plynné nebo kapalné
- Vyšší borany (počínaje dekaboranem) jsou vesměs tuhé látky
- Kovalentní vazby mezi atomy H a B mají polární charakter s elektronovou hustotou lokalizovanou na do jisté míry atomu H (polokovový bor je elektropozitivní)

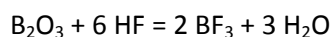
- Koncový vodík B-H má hydridový charakter a je příčinou výrazných redukčních vlastností boranů a jejich hydrolyzovatelnosti
- Vodík můstkový je kyselý a může se odštěpit jako proton H<sup>+</sup>
- Atomy boru v boranových skeletech mohou být nahrazovány atomy jiných prvků – vzniklé sloučeniny se nazývají heteroborany (karborany – bor nahrazen uhlíkem)

## 2. Boridy

- Binární sloučeniny boru s elektropozitivnějšími prvky
- Tvrdé, netěkavé, chemicky značně nereaktivní látky
- Příprava – syntézou z prvků, redukcí oxidů kovů elementárním borem, redukcí směsi oxidu kovu a oxidu boritého uhlíkem i elektrochemicky

## Halogenidy boru

- Základním typem jsou nízkomolekulární látky s obecným vzorcem BY<sub>3</sub> (Y=F, Cl, Br, I)
- Jejich molekuly jsou planární, tvar rovnostranného trojúhelníku
- Příprava plynného fluoridu boritého BF<sub>3</sub>



- Halogenidy borité jsou látky s deficitem elektronů na středovém atomu, chovají se jako Lewisovy kyseliny

## 3. Oxidy boru

- Stálý a běžný oxid boru je B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
- Přípravuje se termickou dehydratací kyseliny borité nebo spalováním boru v kyslíku
- S vodou ochotně poskytuje kyselinu boritou
- Redukovat lze jen silnými redukčními činidly (Na, Mg, Al...)

## 4. Sloučeniny boru s dusíkem a uhlíkem

- Významnou sloučeninou je nitrid boritý BN (příprava reakcí BCl<sub>3</sub> s NH<sub>3</sub> a rozkladem vzniklého aduktu při 750°C nebo přímou reakcí boru s dusíkem)
- Ve své hexagonální formě má stejnou strukturu jako grafit
- Nejjednodušší sloučenina boru a uhlíku – karbid tetraboru B<sub>4</sub>C
- Mechanicky pevná a chemicky odolná látka
- Příprava reakcí B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> s C v elektrické peci
- Uplatnění v jaderné technice (retardér neutronů)
- Borazol (B<sub>3</sub>N<sub>3</sub>H<sub>6</sub>) – fyzikálními i chemickými vlastnostmi podobný benzenu

## 5. Ternární kyslíkaté sloučeniny boru

- Řadíme sem: kyseliny borité, boritany a jejich deriváty
- Kyselina trihydrogenboritá - lze ji získat vytěsněním z jejích solí kyselinou sírovou nebo kyselinou chlorovodíkovou
- Patří mezi slabé kyseliny, nemá oxidační vlastnosti
- Vyznačuje se vrstevnatou strukturou (lístkovité krystaly), jednotlivé molekuly spojeny do struktury vodíkovými můstky
- Je rozpustná ve vodě

- Zahříváním na teplotu kolem 180°C odštěpuje krystalická kyselina trihydrogenboritá vodu a vzniká kyselina hydrogenboritá  $\text{HBO}_2$
- Boritany – složením formálně odpovídají solím kyseliny trihydrogenborité a kyseliny hydrogenborité (mohou být odvozeny i od dalších hypotetických polyjaderných kyselin boritých)
- Borax – stechiometrický vzorec  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  (dekahydrát tetraboritanu disodného) a funkční vzorec (vyjadřující skutečnou strukturu)  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  (oktahydrát tetrahydroxo-pentaoxo-tetraboritanu disodného)
- Jen extrémně silná oxidovadla je dokáží převést na elementární bor nebo boridy
- Taveniny boritanů rozpouštějí většinu oxidů kovů a poskytují s nimi amorfní boritany (skla)

#### Výroba a použití technicky významných sloučenin boru

- Zdrojem boru a jeho sloučenin jsou ložiska kernitu, sassolinu, colemanitu, boraxu
- Elementární bor se uplatňuje v metalurgii jako složka slitin (používaných v atomových reaktorech) a při úpravě povrchu kovových součástí
- Používá se při výrobě polovodičů
- Výroba kyseliny trihydrogenborité - rozklad přírodních boritanů kyselinou sírovou za zvýšené teploty
- Kyselina boritá se používá ve sklářství, keramickém průmyslu, farmacii, potravinářském průmyslu, zemědělství, metalurgii (stejně jako elementární bor)

#### Výroba boritanů a peroxohydrátů boritanů

- Nejdůležitější boritan – tetraboritan di sodný - se může získávat čištěním přírodního boraxu nebo jiných tetraboritanů
- Borax lze připravit (podobně jako jiné boritany) prostou neutralizací kyseliny borité hydroxidem nebo uhličitánem sodným
- Výroba peroxohydrátu boritanu sodného ( $\text{NaBO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ )



- Látka je silné oxidovadlo, bělicí prostředek, uplatňuje se v textilním průmyslu, při výrobě pracích prostředků, lékařství, kosmetice

#### Výroba oxidu boritého

- Prostou dehydratací kyseliny trihydrogenborité při teplotách kolem 450°C

#### Výroba fluoridu boritého

- Běžná je výroba z boraxu působením fluorovodíku a koncentrované kyseliny sírové

#### Výroba komplexních hydridoboritanů

- Nejdůležitější je tetrahydridoboritan sodný a tetrahydridoboritan lithný
- Připravují se reakcí hydridu sodného nebo hydridu lithného s oxidem boritým, fluoridem boritým nebo borany

