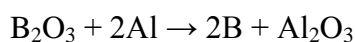
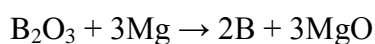
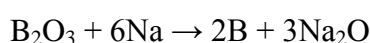


Obecná charakteristika

Bor je hnědočerná pevná látka s chemickou značkou B. Je nejlehčím z řady prvků III. hlavní skupiny prvků v periodické tabulce prvků. Patří mezi polokovy – svými vlastnostmi leží na hranici mezi kovy a nekovy. Jeho valenční el. konfigurace je ${}_5\text{B}: [\text{He}] 2s^2 2p^1$. Přírodní bor je tvořen 2 izotopy: ^{10}B (18,83%), ^{11}B (81,17%).

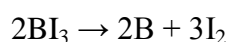
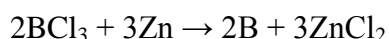
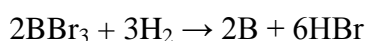
Výroba

Výroba **amorfního boru** se provádí metalotermickou redukcí oxidu boritého B_2O_3 kovovým sodíkem, hořčíkem nebo hliníkem:



Surový amorfní bor se zbavuje nečistot varem se zředěnou kyselinou chlorovodíkovou nebo promýváním kyselinou fluorovodíkovou.

Výroba **krystalického boru** se provádí redukcí bromidu boritého BBr_3 vodíkem při teplotě přes 1200°C nebo redukcí chloridu boritého BCl_3 zinkem za teploty 900°C . Velmi čistý bor je možné připravit termickým rozkladem jodidu boritého BI_3 při teplotě 1000°C na elektricky žhaveném wolframovém vlákne (*van Arkelova a de Boerova metoda*) nebo redukcí chloridu boritého vodíkem působením vysokofrekvenčního elektrického výboje (*Hackspillova metoda*):



Mezi další způsoby výroby boru patří termický rozklad boranů a tavná elektrolýza fluoroboritanů.

Výskyt v přírodě

V přírodě se elementární bor jako prvek nevyskytuje, jako součást kyseliny borité se nachází v některých přírodních vodách, zejména ve vulkanických oblastech.

K známým minerálům boru patří borax $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, kernit $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, kaliborit $\text{KHMg}_2\text{B}_{12}\text{O}_{16}(\text{OH})_{10} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, kotoid $\text{Mg}_3\text{B}_2\text{O}_6$, pro průmyslovou těžbu má dnes v

celosvětovém měřítku rozhodující význam nerost colemanit $\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Mezi další přírodní zdroje boru patří minerály ludwigit Mg_2FeBO_5 , hydroboracit $\text{CaMgB}_6\text{O}_8(\text{OH})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, dumortierit $\text{Al}_7(\text{BO}_3)(\text{SiO}_4)_3\text{O}_3$, datolit $\text{CaB}(\text{SiO}_4)(\text{OH})$, danburit $\text{CaB}_2\text{Si}_2\text{O}_8$.

Nejvyšší obsah boru (25,57 % B) má diomignit $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$, celkem bylo mineralogicky popsáno 250 nerostů s obsahem boru.

Význam boru pro lidský organismus

Bor je důležitý esenciální prvek, který příznivě ovlivňuje metabolismus vápníku, fosforu a hořčíku, reguluje hladinu testosteronu a estrogenu u žen a pomáhá při budování svalové hmoty. Mezi potraviny s vysokým obsahem boru patří zejména sója (28 mg/kg), fazole (26 mg/kg), arašídý (18 mg/kg), jablka (až 6 mg/kg), špenát (2,9 mg/kg) a cibule (1,3 – 3,3 mg/kg).

Využití

Bor se využívá ve sklářství jako přísada do skelných vláken a borokřemičitanových skel, a sice pro jejich vysokou tepelnou odolnost, dále v keramice k výrobě emailů a glazur. Uplatňuje se při výrobě mýdel a detergentů, v metalurgii neželezných kovů a žáruvzdorných materiálů.

Bor je jeden z mála prvků, které přicházejí v úvahu jako palivo pro nukleární fúzi.

Bor a jeho sloučeniny barví plamen intenzivně zeleně. Tento jev se uplatňuje při přípravě směsí pro pyrotechnické účely a v analytické chemii slouží jako důkaz přítomnosti boru v analyzovaném vzorku.

Významné místo patří sloučeninám boru ve sklářském a keramickém průmyslu. Tzv. borosilkátová skla se vyznačují vysokou tepelnou odolností a pod označením Pyrex (u nás Simax) slouží k výrobě chemického i kuchyňského nádobí. V keramice nalézá bor uplatnění především jako složka glazur.

Sloučeniny

1. Boridy

- zahrnují skupinu více než 200 podvojných sloučenin – rozmanité stechiometrie (M_5B , M_4B , M_3B , M_5B_2 , M_7B_3 , M_{11}B_8 , MB_{15} , MB_{66} , atd.)

- připravují se přímou syntézou, např.: $\text{Cr} + n\text{B} \rightarrow \text{CrB}_n$ ($t = 1150^\circ\text{C}$)
- redukcí oxidů kovů borem: $\text{Sc}_2\text{O}_3 + 7\text{B} \rightarrow 2\text{ScB}_2 + 3\text{BO}$ ($t = 1800^\circ\text{C}$)
- boridy bohaté na kov jsou mimořádně tvrdé
- chemicky netečné, netěkavé
- žáruvzdorné
- elektricky vodivé (např. TiB_2 5× větší vodivost než kovový Ti)
- užití:
 - odolávají roztaveným kovům – výroba vysokoteplotních reakčních nádob
 - TiB_2 , ZrB_2 , CrB_2 - rotory čerpadel, turbínové lopatky, vnitřní povrchy spalovacích komor a raketových trysek
 - chemická odolnost za vysoké teploty a vynikající elektrická vodivost - výroba **elektrod**

2. Borany

- bezbarvé diamagnetické látky
- střední tepelná stálost
- nižší plynné
- s rostoucí molekulovou hmotností přecházejí na těkavé kapaliny až na pevné látky
- toxické při vdechování nebo po absorpci kůží
- podle stechiometrie bylo charakterizováno více než 25 nenabitých boranů B_nH_m a ještě větší množství anionů $(\text{B}_n\text{H}_m)^{x-}$
- borany jsou mimořádně reaktivní
- některé jsou i samozápalné v kontaktu se vzduchem
 - diboran (B_2H_6)
 - příprava – plynný diboran – působením jodu na tetrahydroboritan sodný: $2\text{NaBH}_4 + \text{I}_2 \rightarrow \text{B}_2\text{H}_6 + 2\text{NaI} + \text{H}_2$
 - výroba – redukce fluoridu boritého pevným hybridem sodným: $2\text{BF}_3 + 6\text{NaH} \rightarrow 2\text{B}_2\text{H}_6 + 6\text{NaF}$ ($t = 180^\circ\text{C}$)
 - připravují se z něho všechny ostatní borany
 - tetrahydroborat sodný ($\text{Na}[\text{BH}_4]$)
 - redukční činidlo
 - bezproudové chemické pokovování
 - povlékání plastů vodivou vrstvou pro následné elektrochemické pokovování
 - tvrdé krycí povlaky odolné vůči korozi

3. Halogenidy

- nejstálější jsou trihalogenidy BX_3
- všechny halové prvky vytváří halogenidy typu B_2X_4 (samozápalné na vzduchu)
- fluor vytváří složitější systémy (B_3F_5 , B_4F_6 , B_8F_{12})
- chlor vytváří sloučeniny B_nCl_n ($n = 4, 8$ až 12)
- brom B_nBr_n ($n = 7$ až 10)

4. Trihalogenidy

- těkavé, reaktivní sloučeniny
 - fluorid boritý (BF_3)
 - plynná látka
 - připravuje se zahříváním směsi fluoridu vápenatého a oxidu boritého s koncentrovanou kyselinou sírovou:
$$3CaF_2 + B_2O_3 + 3H_2SO_4 \rightarrow 3CaSO_4 + 3H_2O + 2BF_3$$
 - čistý se vyrábí z boraxu:
$$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O + 12HF \rightarrow Na_2O(BF_3)_4 + 16H_2O$$
$$Na_2O(BF_3)_4 + 2H_2SO_4 \rightarrow 2NaHSO_4 + H_2O + 4BF_3$$
 - do prodeje přichází fluorid boritý buď v ocelových lahvích pod tlakem 12-14 MPa nebo ve formě pevných resp. kapalných adičních sloučenin s vodou
 - chlorid boritý (BCl_3)
 - plynná látka
 - ve speciálních případech vhodnější než BF_3
 - bromid boritý (BBr_3)
 - těkavá kapalina
 - jodid boritý (BI_3)
 - pevná látka
 - průmyslově se vyrábějí přímou halogenací oxidu v přítomnosti uhlíku:
$$B_2O_3 + 3C + 3X_2 \rightarrow 3CO + 2BX_3 \quad (t = 500 \text{ } ^\circ\text{C}), \quad (X = Cl, Br, I)$$

5. Karbid boru (B_4C)

- je tvrdší než diamant a vysoce odolný vůči chemikáliím
- užití:
 - neutronové štíty a kontrolní tyče v jaderném průmyslu (působením neutronu na B vznikají stálé neradioaktivní prvky Li a He)
 - brusný materiál

6. Nitrid boru (BN)

- vzniká přímou syntézou za vysoké teploty ($t = 1200^{\circ}\text{C}$)
- varem s vodou hydrolyzuje – uniká amoniak (NH_3)

7. Oxid boritý (B_2O_3)

- připravuje se opatrnou dehydratací kyseliny trihydrogenborité:
$$2\text{H}_3\text{BO}_3 \rightarrow \text{B}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$$
- vzniká hořením boru na vzduchu
- bezbarvá látka
- v žáru tvoří hmotu podobnou sklu
- ve vodě se snadno rozpouští za vzniku kys. trihydrogenborité:
$$\text{B}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_3\text{BO}_3$$
- roztavený B_2O_3 rozpouští oxidy kovů – vznikají charakteristicky zbarvená boritanová skla
- užití – sklářský průmysl (borosilikátová skla např. Pyrex - malý koeficient tepelné roztažnosti)

8. Kyselina trihydrogenboritá (H_3BO_3)

- bílé průhledné krystaly, dobře rozpustné v horké vodě a alkoholu
- velmi slabá kyselina
- připravuje se rozkladem boraxu kyselinami:
$$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O} + 2\text{HCl} \rightarrow 4\text{H}_3\text{BO}_3 + 2\text{NaCl} + 5\text{H}_2\text{O}$$
- užití:
 - příprava borové vody (3% vodný roztok)
 - příprava dalších sloučenin boru

9. Tetraboritan sodný – borax ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)

- tvoří bílé krystalky
- zahříváním ztrácí krystalovou vodu a mění se v borax bezvodý
- při 900°C taje na čirou sklovitou hmotu, která se barví přítomností některých kationtů kovů a toho se využívá v analytické chemii k důkazům kationtů v boraxové perličce
- zbarvení perliček: Cu^{2+} - modrozelená, Co^{2+} - modrá, Cr^{3+} - žlutozelená, Mn^{2+} - fialová, Ni^{2+} - červenohnědá
- užití:
 - sklářský průmysl – borosilikátová skla
 - skleněná vlákna a skleněné pěny (izolace)

- výroba smaltů
- prostředky pro snížení hořlavosti

10. Peroxohydrát boritanu sodného (NaBO₂*H₂O₂*3H₂O)

- oxidační činidlo s bělicím účinkem
- příprava



- užití:
 - lékařství
 - výroba pracích prostředků