

Кубанский государственный аграрный университет

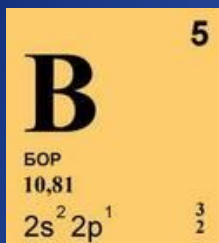
Кафедра неорганической и аналитической химии

Бор

Костенко Е.С.,
Пестунова С.А.,
Кайгородова Е.А.

Краснодар 2012





Бор (лат. Borum) – химический элемент III группы периодической системы Менделеева. Неметалл.

Символ	B	Валентный уровень	$2s^2 2p^1$
Атомная номер	5	Радиус атома	98 пм
Атомная масса	10,811 а.е.м.	Электроотрицательность	2,01

Изотопы

Природный бор состоит из двух стабильных изотопов:

^{10}B (19%) и **^{11}B** (81%)

Физические свойства

Внешний вид простого вещества – кристаллы серовато-черного цвета (очень чистый бор бесцветен).

$$T_{\text{пл}} = 2075 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{кип}} = 3700 \text{ }^{\circ}\text{C}$$



Основные модификации

α - ромбоэдрическая $\rho = 2,46 \text{ г/см}^3$

тетрагональная $\rho = 2,37 \text{ г/см}^3$

β -ромбоэдрическая $\rho = 2,35 \text{ г/см}^3$

Распространенность

Бор сравнительно мало распространен в природе – общее содержание в земной коре около 10^{-3} % (масс.). Элементарный бор в природе не встречается. Он входит во многие соединения и широко распространён, особенно в небольших концентрациях; в виде боросиликатов и боратов, а также в виде изоморфной примеси в минералах входит в состав многих изверженных и осадочных пород. Бор известен в нефтяных и морских водах (в морской воде - 4,6 мг/л), в водах соляных озёр, горячих источников и грязевых вулканов.

Важнейшие минералы

Датолит	$\text{CaBSiO}_4(\text{OH})$	Кернит	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
Сассолин	H_3BO_3	Колемапит	$\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
Бура	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	Гидроборацит	$\text{MgCaB}_6\text{O}_{11} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
Аппарит	MgHBO_3	Улексит	$\text{NaCaB}_5\text{O}_9 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$

Получение



Луи Жак Тенар

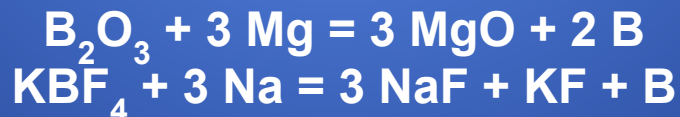
Свободный бор впервые получили в 1808 г. французские химики Ж. Гей-Люссак и Л. Тенар нагреванием борного ангидрида B_2O_3 с металлическим калием



Жозеф Луи Гей-Люссак

1. Наиболее чистый бор получают пиролизом бороводородов. Такой бор используется для производства полупроводниковых материалов и тонких химических синтезов.

2. Метод металлотермии (чаще восстановление магнием или натрием):



3. Термическое разложение паров бромиды бора на раскаленной вольфрамовой проволоке в присутствии водорода (метод Ван-Аркеля):



Химические свойства

Бор – химически пассивен: не реагирует с водородом, водой, разбавленными кислотами, щелочами в разбавленном растворе.

Бор реагирует в жестких условиях с :

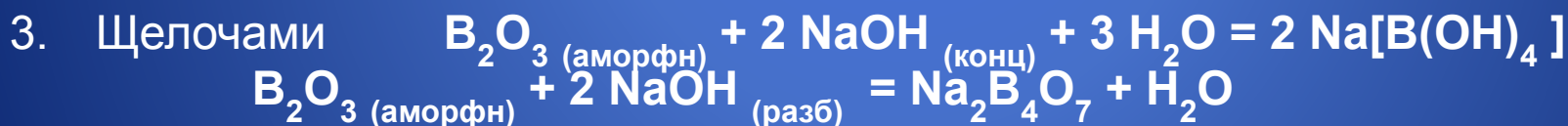
1. Водяным паром (700-800 °С) $2 \text{B} + 3 \text{H}_2\text{O}_{(\text{пар})} = \text{B}_2\text{O}_3 + 3 \text{H}_2$
2. Концентрированной HNO_3 $\text{B} + 3 \text{HNO}_{3(\text{конц, гор})} = \text{B}(\text{OH})_3 \downarrow + 3 \text{NO}_2 \uparrow$
3. Щелочами $2 \text{B}_{(\text{аморфн})} + 2 \text{NaOH}_{(\text{конц})} + 6 \text{H}_2\text{O} = 2 \text{Na}[\text{B}(\text{OH})_4] + 3 \text{H}_2 \uparrow$
4. Галогенами (Hal=F, 30 °С; Hal=Cl, Br, I 400 °С) $2 \text{B} + 3 \text{Hal}_2 = 2 \text{BHal}_3$
5. Азотом (900-1000 °С) $2 \text{B} + \text{N}_2 = 2 \text{BN}$
6. Галогеноводородами (400-500 °С) $2 \text{B} + 6 \text{HHal} = 2 \text{BHal}_3 + 3 \text{H}_2$
7. Сероводородом (800-900 °С) $2 \text{B} + 3 \text{H}_2\text{S} = \text{B}_2\text{S}_3 + 3 \text{H}_2$
8. Аммиаком (1000-1200 °С) $2 \text{B} + 3 \text{NH}_3 = 2 \text{BN} + 3 \text{H}_2$

Оксид бора B_2O_3

B_2O_3 – белый, аморфный или кристаллический, очень твердый, гигроскопичный, низкоплавкий ($T_{пл} = 480\text{ }^\circ\text{C}$), термически устойчивый.

Кристаллический B_2O_3 – химически пассивен.

Аморфный оксид бора реагирует с:



Гидроксид бора $\text{B(OH)}_3 \leftrightarrow \text{H}_3\text{BO}_3$

B(OH)_3 – белый, разлагается при нагревании, перегоняется с водяным паром. Растворяется в воде, метаноле, ацетоне, глицерине, жидком аммиаке.

Соединение B(OH)_3 имеет внутри молекулы наиболее "ковалентную" связь бора с кислородом, поскольку бор ближе по электроотрицательности к кислороду, чем Al и Ca. Из-за высокой электро-отрицательности бору энергетически выгоднее входить в состав отрицательно заряженной частицы – кислотного остатка. Поэтому формулу B(OH)_3 чаще записывают как H_3BO_3 :



B(OH)_3 реагирует с:

1. Щелочами $4 \text{B(OH)}_3 + 2 \text{NaOH} \text{ (разб)} = \text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 + 7 \text{H}_2\text{O}$
 $\text{B(OH)}_3 + \text{NaOH} \text{ (насыщ)} = \text{Na[B(OH)}_4\text{]}$
2. Концентрированной HF $\text{B(OH)}_3 + 4 \text{HF} \text{ (конц)} = \text{H[BF}_4\text{]} + 3 \text{H}_2\text{O}$
3. Солями образует комплексы
 $2 \text{B(OH)}_3 + \text{M}_2\text{SO}_4 + 3 \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (безводн)} = 2 \text{M[B(SO}_4\text{)}_2\text{]} + 6 \text{H}_2\text{O}$
 $\text{M} = \text{K}^+, \text{NH}_4^+, \frac{1}{2} \text{Sr}^{2+}$

Применение

Элементарный бор

- упрочняющее вещество композиционных материалов
- в электронике бор используется для изменения типа проводимости кремния
- в металлургии - в качестве микролегирующего элемента сталей
- в медицине бор используют для лечения злокачественных опухолей

Соединения бора

- пербораты используют в качестве отбеливающих средств
- нитрид бора применяется в качестве абразивного материала
- борная кислота применяется в атомной энергетике в качестве поглотителя нейтронов
- бороводороды чрезвычайно эффективными ракетными топливами
- полимерные соединения бора с водородом и углеродом являются чрезвычайно стойкими к химическим воздействиям и высоким температурам

Биологическая роль

В мышечной ткани человека содержится $(0,33 - 1) \cdot 10^{-4}$ % бора, в костной ткани $(1,1 - 3,3) \cdot 10^{-4}$ %, в крови – 0,13 мг/л. Ежедневно с пищей человек получает 1 – 3 мг бора. Токсичная доза – 4 г.

Бор нормализует работу эндокринных желез, он способствует улучшению обмена магния, фтора и кальция – элементов, являющихся основным материалом для «строительства» костей, и тем самым укрепляет и улучшает структуру скелета

Соединения бора могут оказывать противовоспалительное, противоопухолевое и гиполипидемическое (нормализующее жировой обмен) действие. При остеопорозе, костном флюорозе, артритах и в начальных стадиях эпилепсии медики назначают препараты бора

Источниками бора для человека являются, в основном, продукты растительного происхождения. Это орехи, бобовые, чернослив, груши, помидоры, яблоки, виноград, финики, корнеплоды, соя, изюм, мёд, морепродукты, пиво и красное вино

Бор необходим для роста растений. При недостатке бора растения плохо развиваются, замедляется их рост, появляются разные заболевания.

