



Бор и его соединения

Бор в природе
Элемент бор
Простое вещество
Гидриды бора
Галогениды бора
Оксиды бора
Борные кислоты
Бораты

Бор в природе

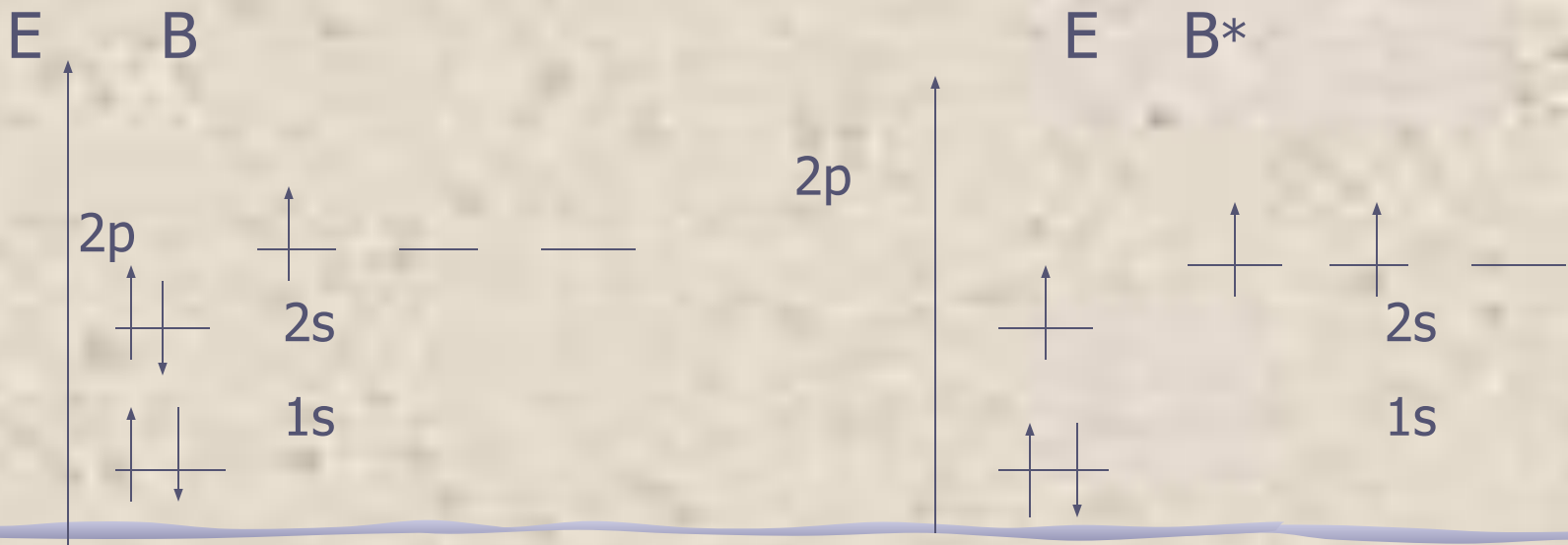
- В природе - $6 \cdot 10^{-4}$
- Входит в состав более 80 минералов
- Наиболее известный – турмалин
- Соединения известны более 1000 лет
- Первое используемое соединение – бура – $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$
- Является одним из пяти важнейших микроэлементов, ускоряет созревание семян, повышает урожайность

Химический элемент

- Впервые выделен в 1836 г. Ж Гей-Люссак и Л. Тенар
- Изотопов – 6, в природе – 2
- Электронная формула – $1s^2 2s^2 p^1$
- Возможно состояние sp^2
- Степени окисления - 0, +3
- $E_i = 8,3$ эв (804,8 КДж/моль)

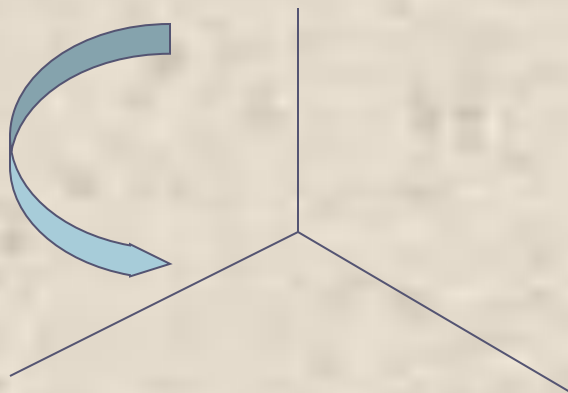
Атом бора

- $1s^2 2s^2 p^1$ – стационарное состояние
- $1s^2 2s^1 p^2$ – возбужденное состояние



Возможный вариант гибридизации атомных орбиталей

Валентное состояние – sp^2 ($1s+2p=3sp^2$)
атом плоский, $\angle = 120^\circ$



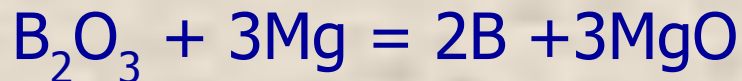
Простое вещество

Модификации бора

- Формула - B_n
- Твердое вещество. Нет единого мнения о числе модификаций
- Обычно содержит примеси. Модификации бора резко различаются по свойствам из-за содержания примесей, которые не удаляются
- Кристаллический бор – черного цвета $t_{пл.} = 2300^{\circ}C$, $t_{кип.} \sim 2550^{\circ}C$, диамагнетик, полупроводник
- Аморфный бор – цвет меняется от бурого до черного, температуры плавления и кипения колеблются около 2300 и $3000^{\circ}C$
- Чистый бор по прочности не уступает алмазу

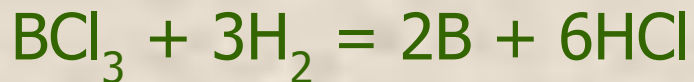
Получение бора

- Металлотермия:



полученный бор быстро промывают в растворах щелочи, соляной и плавиковой кислот, хранить в инертной атмосфере

- Восстановление из галогенидов:



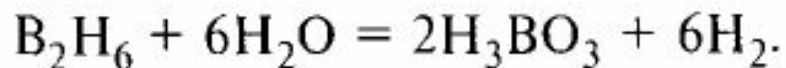
- Наиболее чистый – термическим разложением бромиды бора на танталовой проволоке при 1500°C

Химические свойства

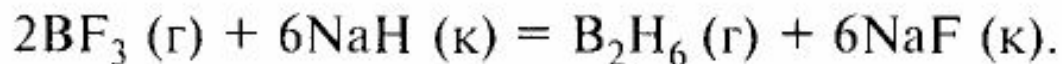
- Инертен, при обычных условиях взаимодействует только со фтором(?)
- При нагревании до 400-700⁰С – с хлором, серой, азотом, кислородом, восстановитель (?)
- С водородом не взаимодействует
- При сильном нагревании восстановительная активность проявляется по отношению к оксидам (кремния, фосфора, углерода, водорода) (?)
- Горячие концентрированные кислоты (азотная, серная, «царская водка») переводят бор в кислоту H_3BO_3 (?)
- При сплавлении со щелочами в присутствии окислителя образует бораты
- $2B + 2NaOH + NaClO_3 = 2NaBO_2 + NaCl + H_2O$

Гидриды бора

- Бораны – аналоги силанов
- BH_3 – при обычных условиях не существует, т.к. нет возможности образования делокализованной p –связи
- Стабилизация возникает при сочетании молекул: B_4H_{10} , B_5H_9 , B_6H_{10} , $\text{B}_{10}\text{H}_{14}$
- Получаются действием кислот на бориды металлов
- Бораны – соединения с дефицитом электронов, окислители, сгорают в выделением большого количества теплоты (~ 2000 КДж/моль)
- Взаимодействуют с водой



- Используются в качестве ракетного топлива
- Имеют неприятный запах, ядовиты
- В промышленности диборан получают восстановлением при 1800°C :



Галогениды бора

- Известны для всех галогенов



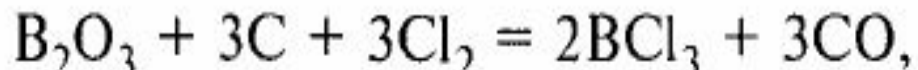
Температуры плавления - >

Температуры кипения - >

Устойчивость падает

Галогениды бора

- Ковалентные молекулярные соединения
- Акцепторы электронов, активно присоединяют воду, аммиак, эфир, спирт
- С водой и аммиаком образуют гидраты и аммиакаты:
 $\text{BF}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{BF}_3 \cdot \text{NH}_3$
- В продуктах присоединения атомы бора находятся в состоянии sp^3
- Имеют кислотный характер, при гидролизе образуют кислоты
- Могут быть получены как прямым синтезом, так и из оксида и других соединений бора



- Применяются в органическом синтезе как катализаторы

Оксиды бора

- B_2O_3 – существует в виде нескольких модификаций
 1. Аморфная: атомы бора находятся внутри равностороннего треугольника BO_3 , sp^2 -гибридизация
 2. Кристаллическая: атомы бора находятся внутри тетраэдра BO_4 , связанных в спиральные цепи, sp^3 -гибридизация.
- Расположение треугольников и тетраэдров может быть различно

Свойства оксида бора

- Кристаллический оксид, $t_{\text{пл.}} = 450^{\circ}\text{C}$,
 $t_{\text{кип.}} = 2250^{\circ}\text{C}$
- Переходит в стеклообразное состояние, трудно кристаллизуется
- Типичный кислотный оксид, ангидрид борной кислоты:



Борные кислоты

- Метаборная кислота – HBO_2
- Ортоборная кислота – H_3BO_3
- Пироборная кислота – $\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$
- При нагревании теряют воду и превращаются в оксид бора:



- Ортоборная, борная кислота – слабая, одноосновная, проявление кислотных свойств – присоединение OH^- :
$$\text{B}(\text{OH})_3 + \text{H-OH} = [\text{B}(\text{OH})_4]^- + \text{H}^+$$
- Все кислоты существуют в полимерном состоянии за счет образования водородных связей

Бораты

- $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ – перборат натрия, самая распространенная соль, широко используется
- При сплавлении с солями металлов образуются перлы – окрашенные стекловидные материалы
- Добавки к стеклу повышают термостойкость и химическую стойкость
- Безводные бораты получают сплавлением оксида бора с соответствующим оксидом металла
- Растворимы только соли щелочных металлов

Боразотные соединения

- Нитрид бора – BN – «белый графит», синтезируют из бора или его оксида в присутствии С или Mg как катализатора

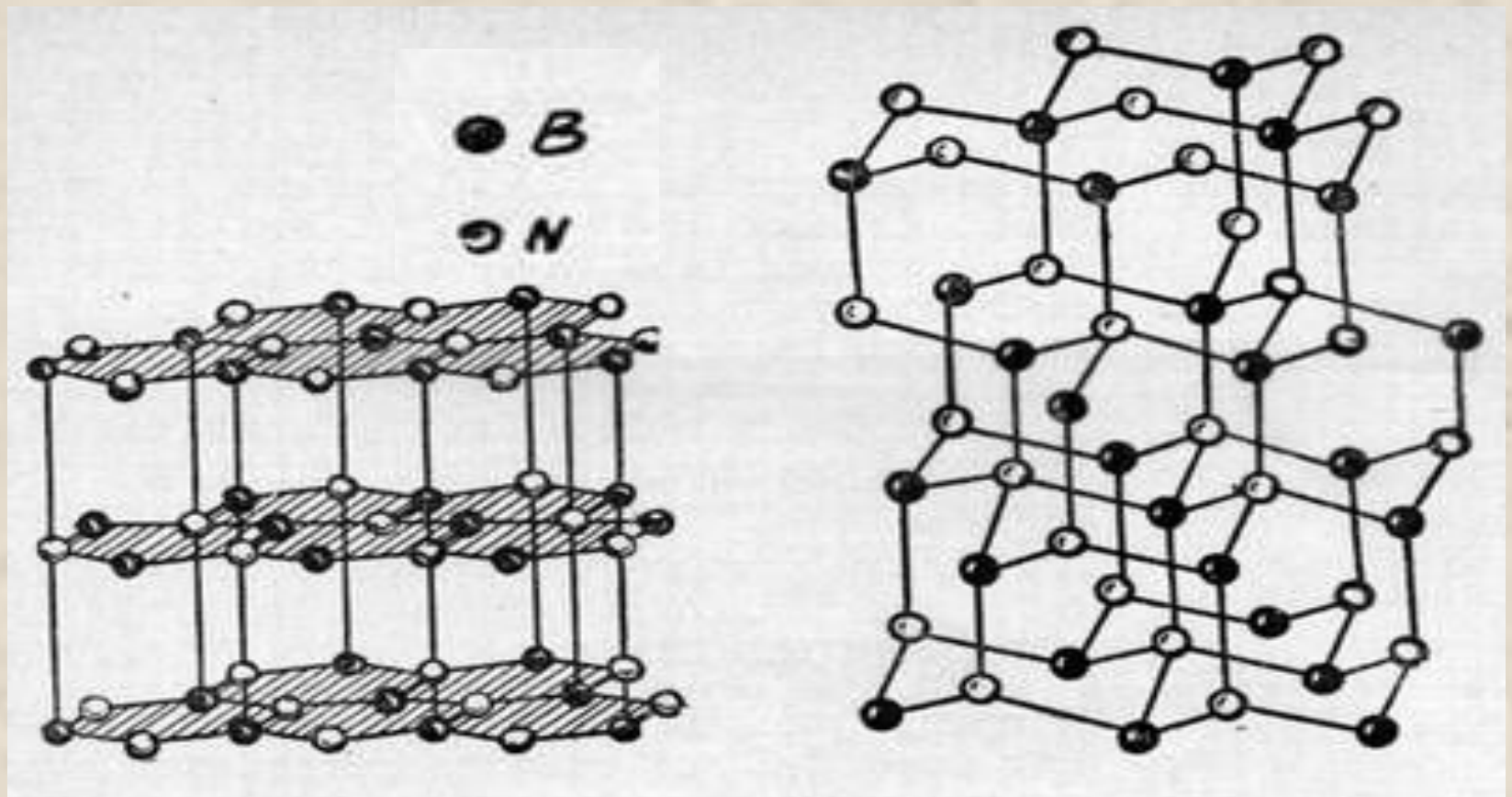


- При нагревании до 1350°C под давлением образует алмазоподобную структуру – боразон, по твердости равен алмазу
- Устойчив до 2000°C (алмаз – до 850°C)

Боразол – $\text{B}_3\text{N}_3\text{H}_6$, бесцветная жидкость, по структуре и свойствам близок к бензолу, температуры плавления и кипения соответственно -56°C и 55°C



Структура боразона



Спасибо за внимание!