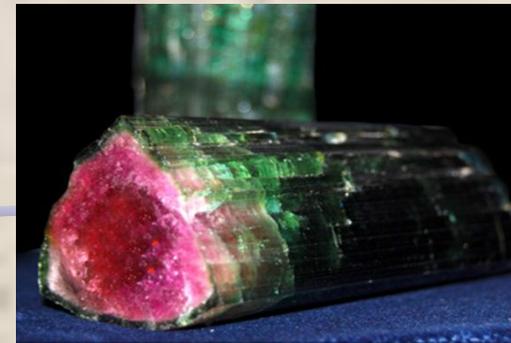


# Бор и его соединения





- единственный неметалл в 3 группе
- 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



- Изотопов – 6, в природе – 2
- Электронная формула –  $1s^2 2s^2 p^1$
- Возможно состояние  $sp^2$
- Степени окисления - 0, +3

Очень высокие т.пл. ( $2573\text{ }^\circ\text{C}$ ) и т.кип. ( $3660\text{ }^\circ\text{C}$ )

$d = 2.35\text{ г/см}^3$  – черный, кристаллический бор

$d = 1.73\text{ г/см}^3$  – коричневый, аморфный бор

Кристаллический бор очень твердый  
( $9.5$  по шкале Мооса)

Кристаллический бор – полупроводник,  $E_g = 1.55\text{ эВ}$

Бор имеет 2 стабильных изотопа  $^{10}\text{B}$ ,  $^{11}\text{B}$

# 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  $1500^\circ\text{C}$

# Химические свойства

## Химические свойства бора

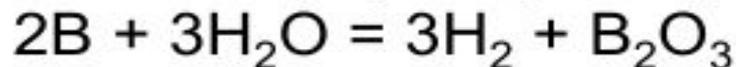
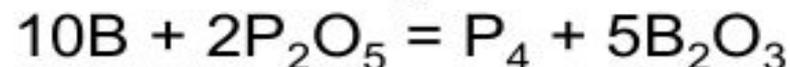
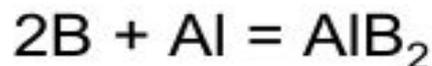
1. Бор химически инертен. Не реагирует с водой, кислотами и щелочами при н.у.

2. При нагревании реагирует с неметаллами



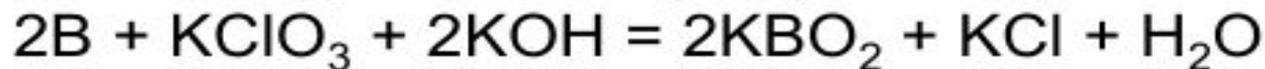
3. При  $T > 1000 \text{ }^\circ\text{C}$  реагирует со многими

металлами и оксидами



4. Окисляется кислотами-окислителями

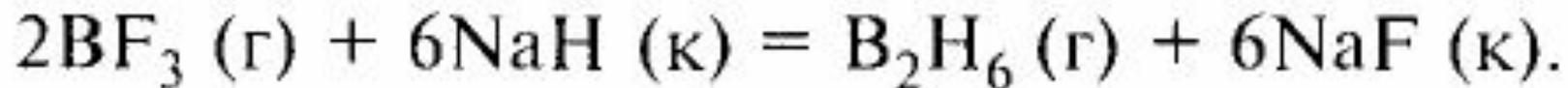
и в щелочных расплавах



# Гидриды бора

- Бораны – аналоги силанов
- $\text{BH}_3$  – при обычных условиях не существует, т.к. нет возможности образования делокализованной  $\text{p-p}$  связи
- Стабилизация возникает при сочетании молекул
- Получаются действием кислот на бориды металлов
- Бораны – соединения с дефицитом электронов, окислители, сгорают в выделением большого количества теплоты ( $\sim 2000$  КДж/моль)
- Взаимодействуют с водой

- Используются в промышленности
- $\text{B}_2\text{H}_6 + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_3\text{BO}_3 + 6\text{H}_2$ .
- Имеют неприятный запах, ядовиты
- В промышленности диборан получают восстановлением при  $1800^\circ\text{C}$ :



# 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:

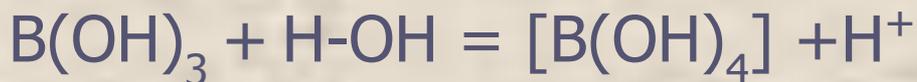


# Борные кислоты

- Метаборная кислота –  $\text{HBO}_2$
- Ортоборная кислота –  $\text{H}_3\text{BO}_3$
- 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  $\text{OH}^-$ :

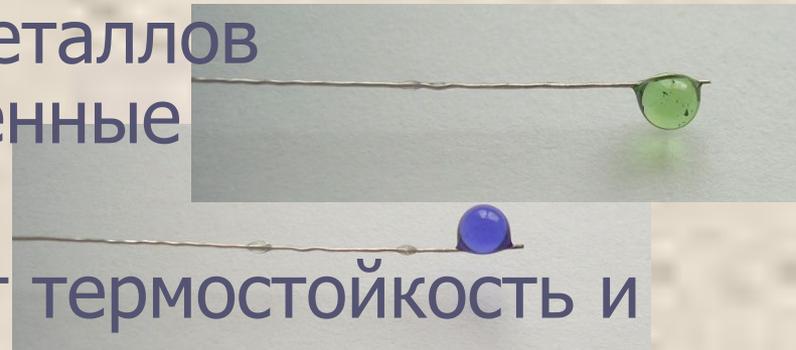


- Все кислоты существуют в полимерном состоянии за счет образования водородных связей



# 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



# Бура - $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$



- используется как компонент флюса при сварке металлов, а также в изготовлении эмалей, стекла, глазурей.
- Без буры не обходится производство смазок, тормозных жидкостей, тосола.
- инсектицид (отравляющее вещество)
- эффективный способ борьбы с грибковыми заболеваниями. это отличный антисептик.
- консервант, продлевающим срок хранения косметологических продуктов (кремов, масок, шампуней, гелей для душа, солей для ванной и т.д.)
- неотъемлемый компонент «бомбочек» для ванной. Именно это вещество, в частности, отвечает за «шипучий» эффект необычного косметического средства.



# Боразотные соединения

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



- При нагревании до  $1350^\circ\text{C}$  под давлением образует алмазоподобную структуру – боразон, по твердости равен алмазу
- Устойчив до  $2000^\circ\text{C}$  (алмаз – до  $850^\circ\text{C}$ )

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



# Применение бора и его соединений

- добавка при получении коррозионно-устойчивых и жаропрочных сплавов.
- Карбиды бора ( $B_4C$  и  $B_{13}C_2$ ) — хорошие абразивные материалы. Ранее их широко использовали для изготовления сверл, применяемых зубными врачами
- Бор (в виде волокон) служит упрочняющим веществом многих композиционных материалов.
- Сам бор и его соединения — нитрид BN и другие — используются как полупроводниковые материалы и диэлектрики
- Около 50% природных и искусственных соединений бора используют при производстве стекол (так называемые боросиликатные стекла)
- около 30% — при производстве моющих средств
- производство эмалей, глазурей, металлургических флюсов.
- В медицине бура и борная кислота антисептические средства