

БОР

и его соединения

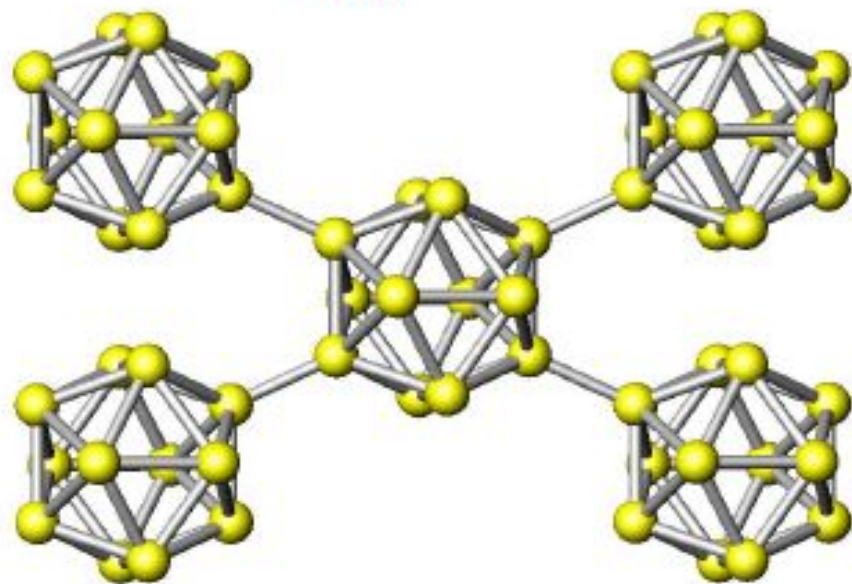


Свойства бора

1. Единственный неметалл в 13 группе
2. Очень высокие т.пл. ($2573\text{ }^{\circ}\text{C}$) и т.кип. ($3660\text{ }^{\circ}\text{C}$)
3. $d = 2.35\text{ г/см}^3$ – черный, кристаллический бор
 $d = 1.73\text{ г/см}^3$ – коричневый, аморфный бор
4. Кристаллический бор очень твердый
(9.5 по шкале Мооса)
5. Кристаллический бор – полупроводник, $E_g = 1.55\text{ эВ}$
6. Бор имеет 2 стабильных изотопа ^{10}B , ^{11}B
 $^{10}_5\text{B} + ^1_0\text{n} = ^4_2\text{He} + ^7_3\text{Li}$ замедление нейтронов
7. Бор – восстановитель, $E^0(\text{H}_3\text{BO}_3/\text{B}) = -0.87\text{ В}$

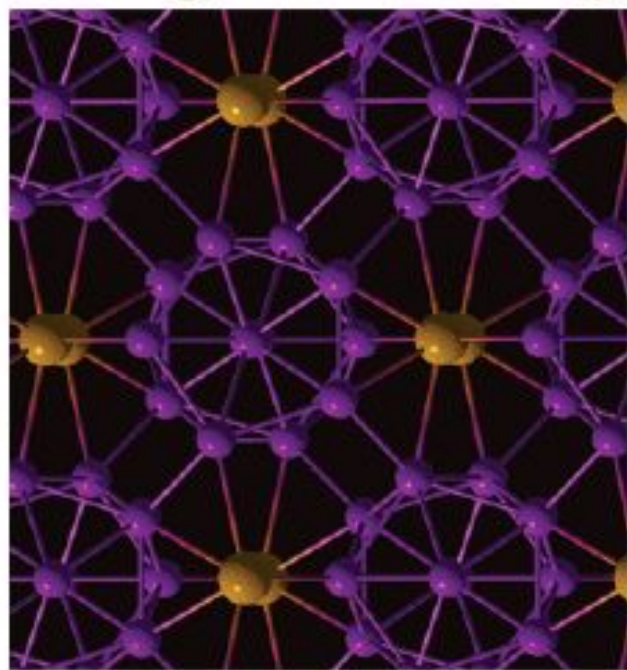
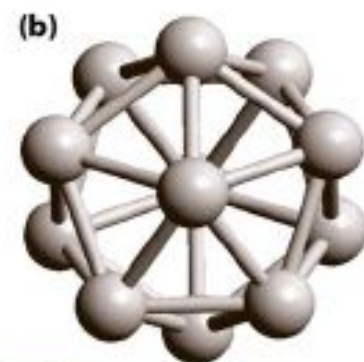
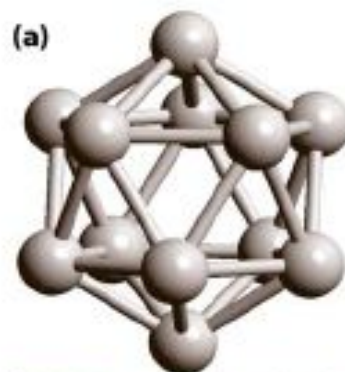
Строение бора

В основе кристаллического строения бора лежит икосаэдр B_{12}



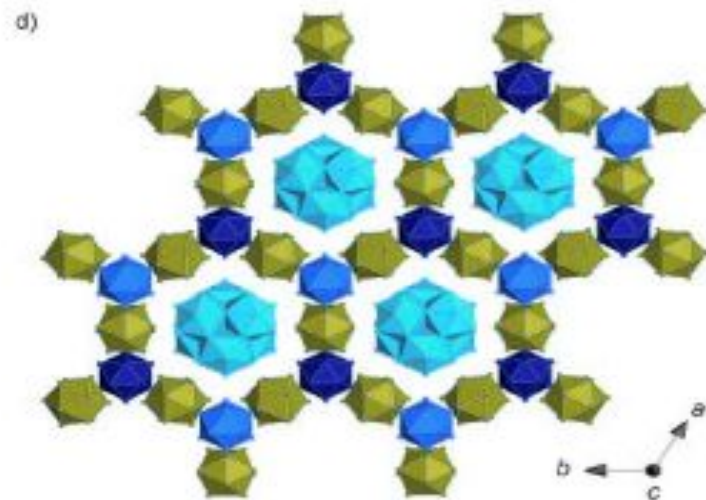
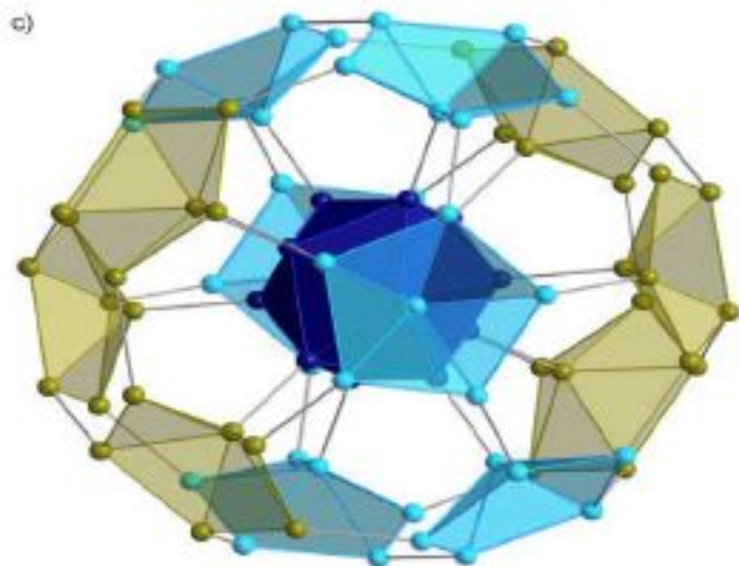
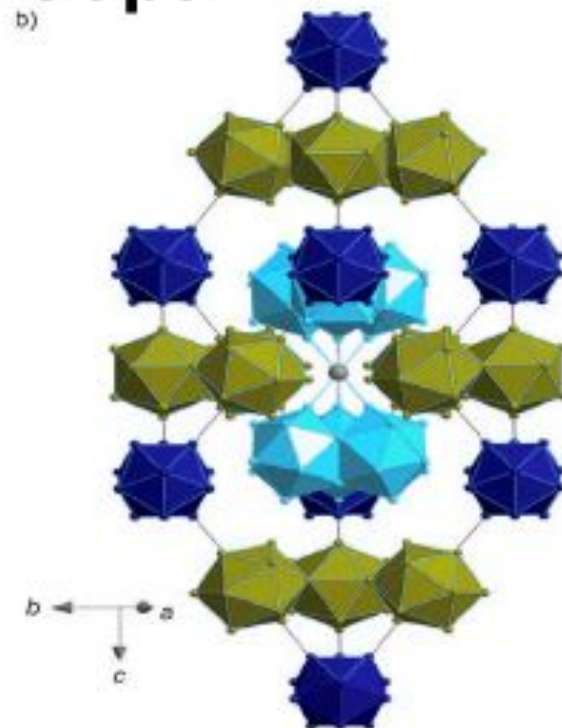
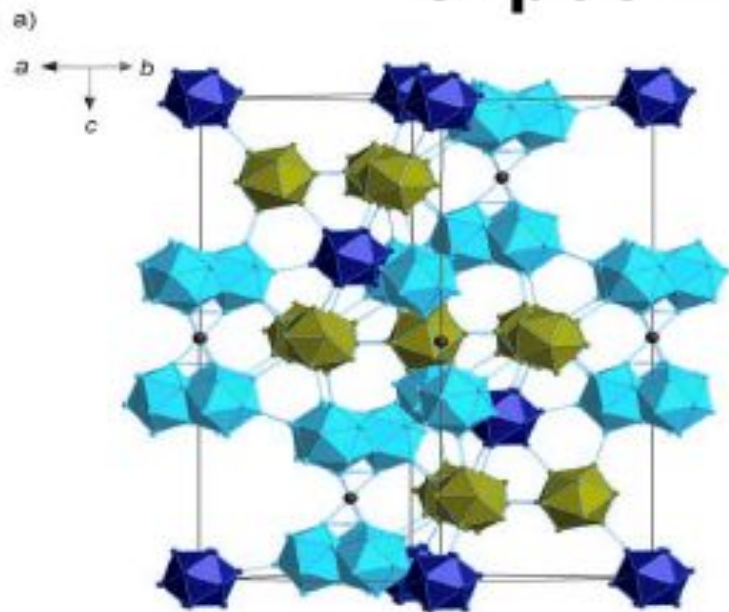
$d(B-B) = 173$ пм
в икосаэдре B_{12}

$d(B-B) = 202$ пм
между икосаэдрами B_{12}



Новая форма – ионный бор
высокого давления ($B_2 + B_{12}$)

Строение бора



Химические свойства бора

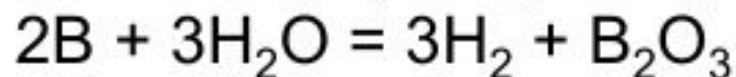
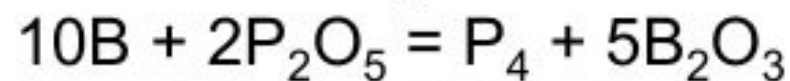
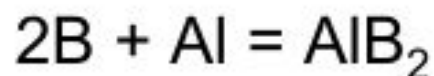
1. Бор химически инертен. Не реагирует с водой, кислотами и щелочами при н.у.

2. При нагревании реагирует с неметаллами



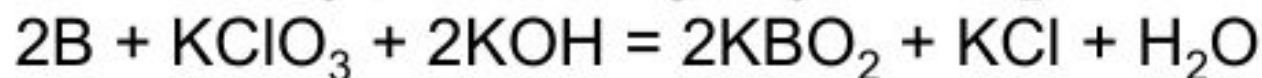
3. При $T > 1000 \text{ }^\circ\text{C}$ реагирует со многими

металлами и оксидами



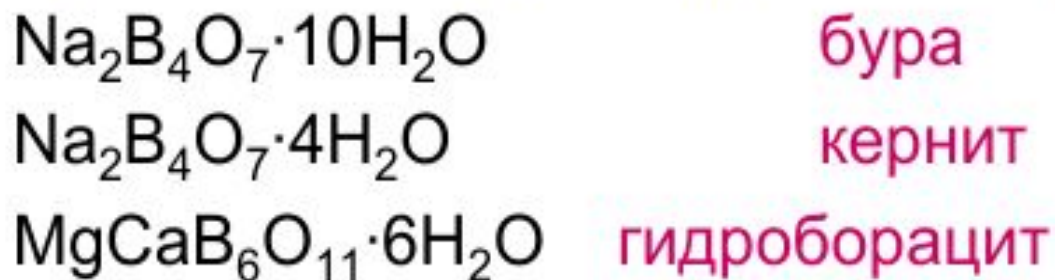
4. Окисляется кислотами-окислителями

и в щелочных расплавах

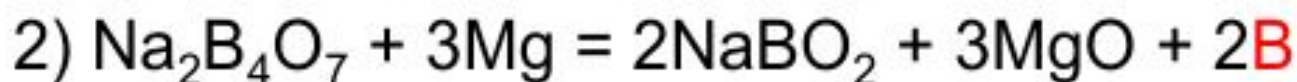
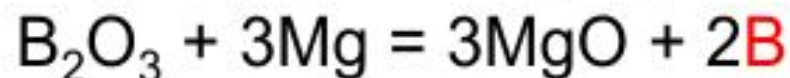
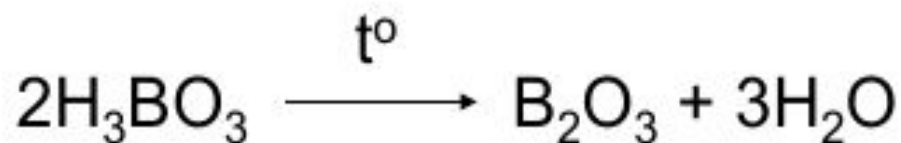
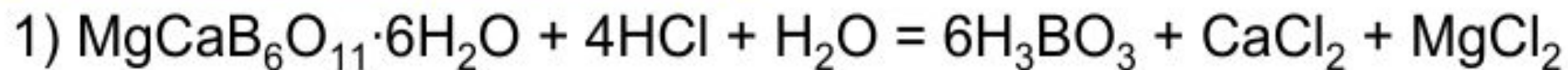


Получение бора

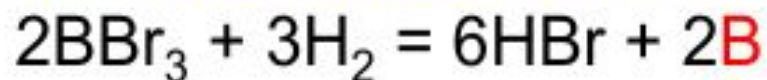
Бор встречается в виде оксидных минералов



Получение аморфного бора

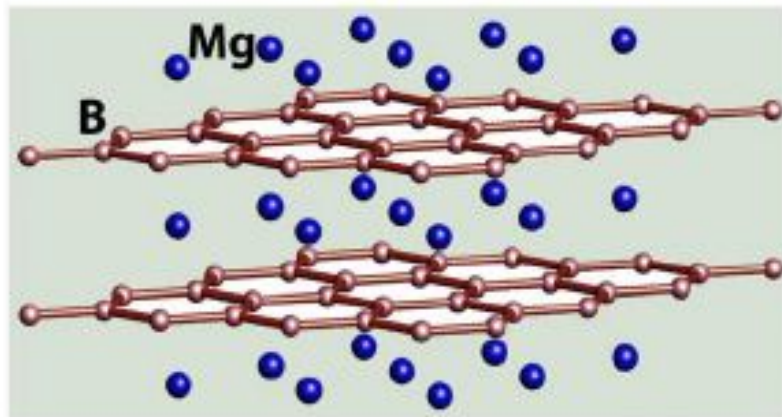


Получение кристаллического бора

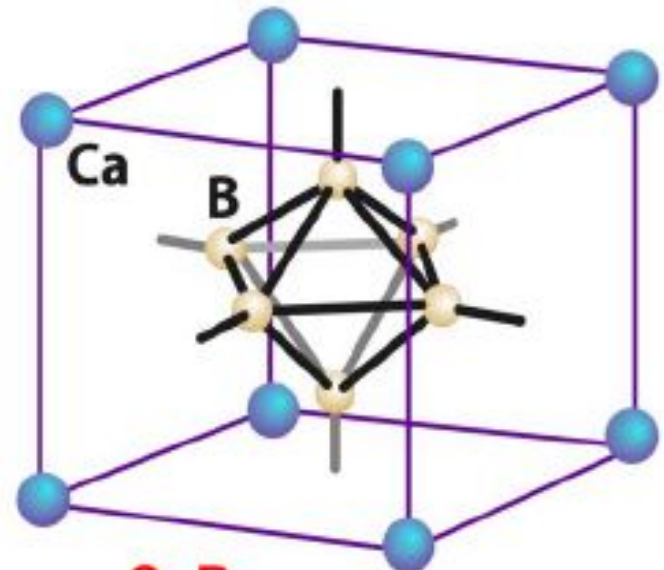


Бориды

1. Образуются большинством металлов
2. Бориды d-металлов тугоплавки, часто нестехиометричны
т.пл. (ZrB) = 2996 °C
3. Получаются прямым взаимодействием при высокой t°
4. По кристаллическому строению делятся на 2 группы
 - Образованные внедрением атомов В в структуру металла
 - Содержащие кластеры В



MgB₂



CaB₆

Галогениды бора

	BF_3	BCl_3	BBr_3	BI_3
Т.пл., °С	-128	-107	-46	50
Т.кип., °С	-100	13	90	210
$\Delta_f H^\circ_{298}$ (г) кДж/моль	-1104	-407	-208	-38
$\Delta_f G^\circ_{298}$ (г) кДж/моль	-1112	-339	-232	+21
$d(\text{B-X})$, пм	130	174	188	210



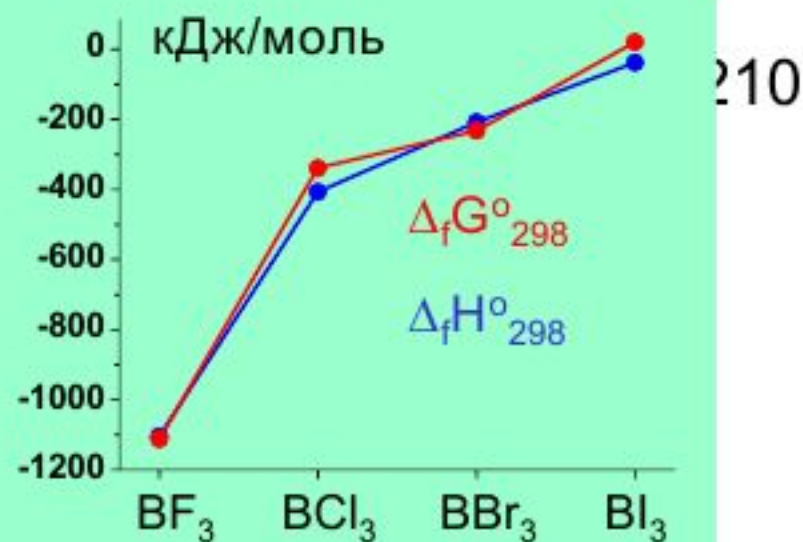
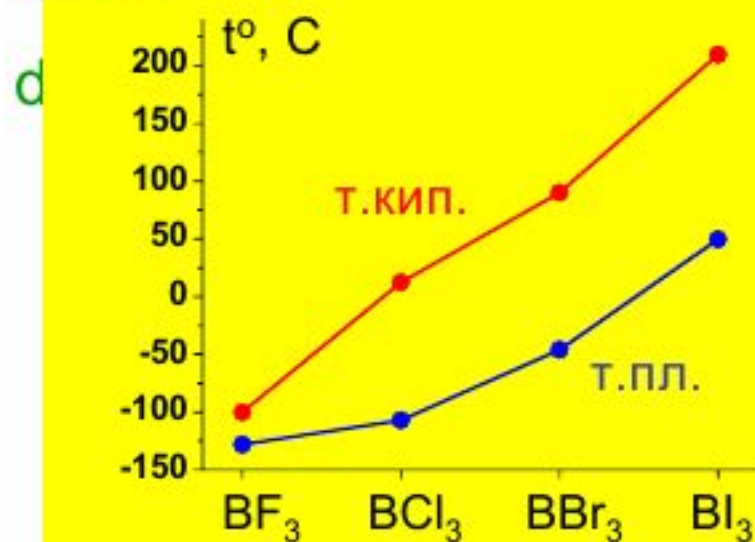
Плоская молекула
 $\angle(\text{X-B-X}) = 120^\circ$

Галогениды бора



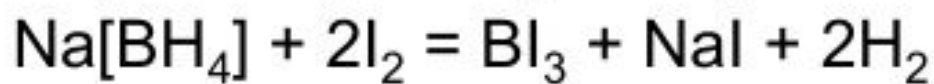
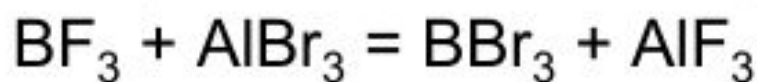
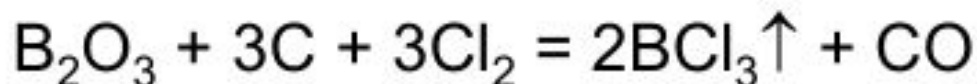
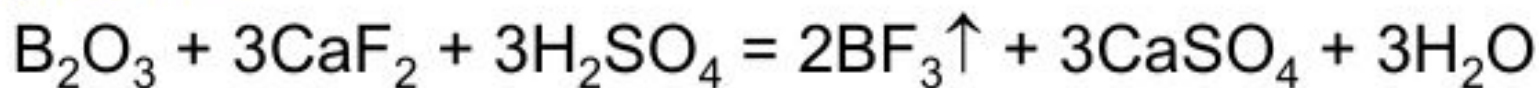
Т.пл., °С	-128	-107	-46	50
Т.кип., °С	-100	13	90	210
$\Delta_f H^\circ_{298}$ (г) кДж/моль	-1104	-407	-208	-38
$\Delta_f G^\circ_{298}$ (г) кДж/моль	-1112	-339	-232	+21

кДж/моль

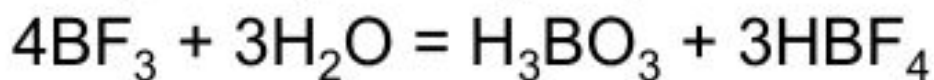
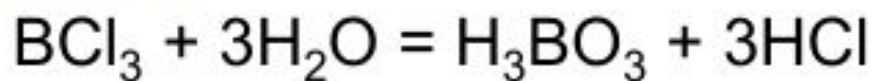


Галогениды бора

1. Получение



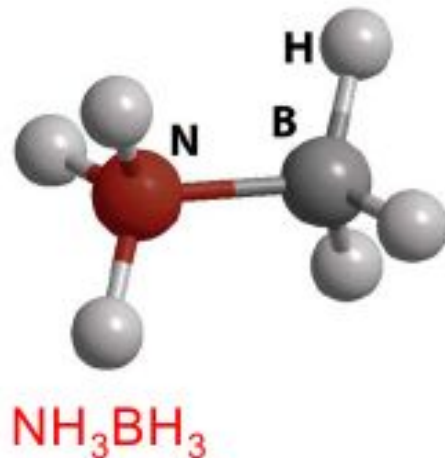
2. Гидролиз



3. Реакции с основаниями Льюиса



трифторборазан



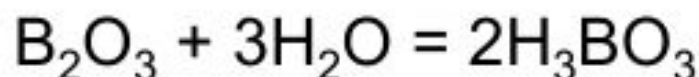
Кислородные соединения бора

1. Оксид бора B_2O_3

т.пл. 577 °С, т.кип. 1860 °С

$\Delta_f G^0_{298} = -1193.7$ кДж/моль

ангидрид борной кислоты,
легко переходит в аморфное состояние (стекло)



2. Ортоборная кислота H_3BO_3

твердое белое вещество
растворимое в воде (~15% при н.у.)
одноосновная кислота

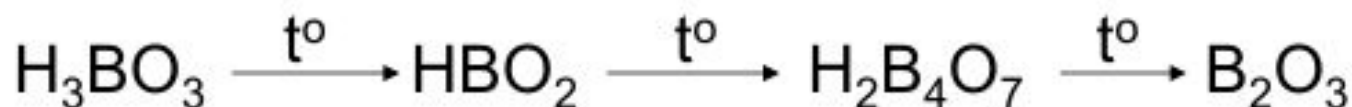


$pK_a = 9.2$

Кислородные соединения бора

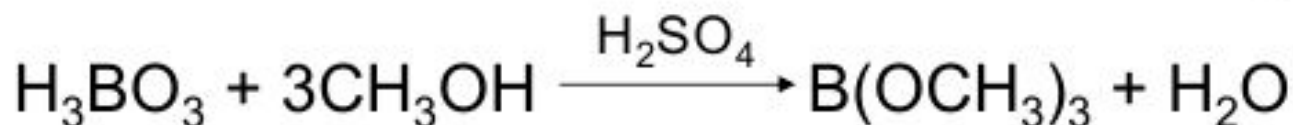
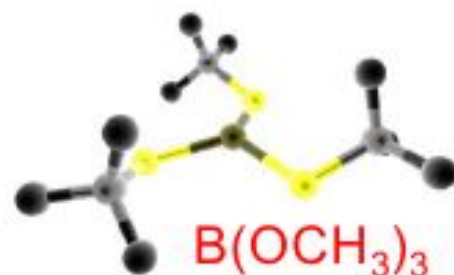
3. Тетраборная кислота $\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$

Твердое белое вещество, хорошо растворимо в воде
двухосновная кислота $\text{pK}_{\text{a}1} = 4.1$; $\text{pK}_{\text{a}2} = 5.1$
образуются только двузамещенные соли



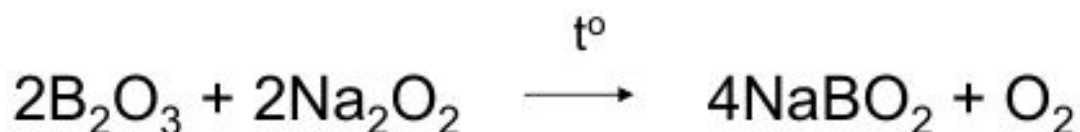
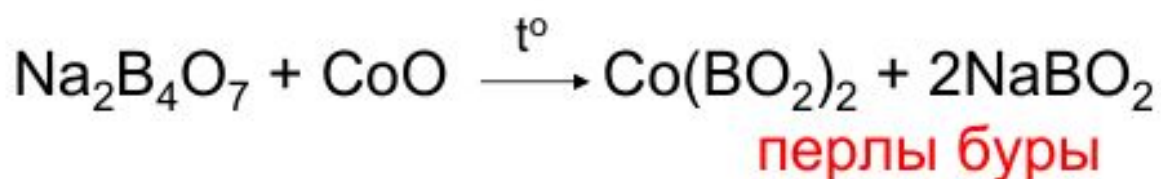
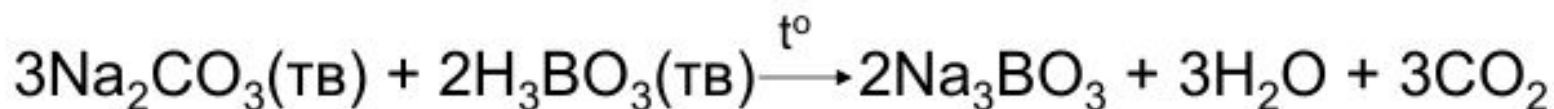
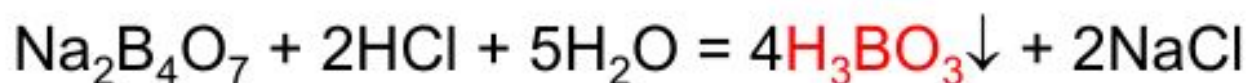
4. Эфиры борной кислоты

окрашивают пламя в зеленый цвет



Кислородные соединения бора

5. Бораты (в растворе только тетрабораты)

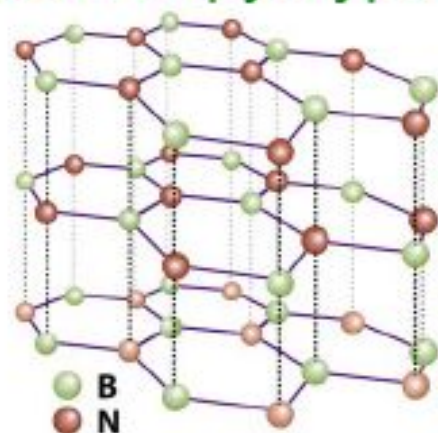


Соединения бора с азотом

Нитрид бора

α -BN структура графита

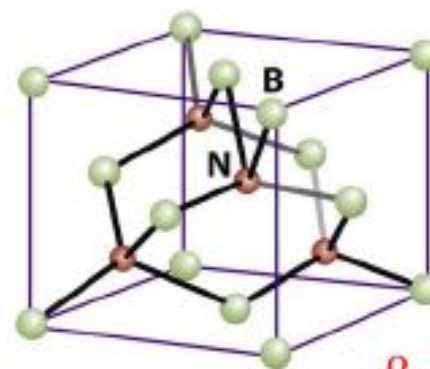
β -BN структура алмаза



α -BN

1350 °C

β -BN



β -BN

