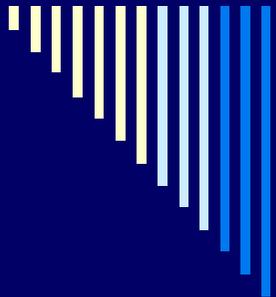


# Элементы ША группы

## лекция 8



## *Основные вопросы лекции:*

- 1. Общая характеристика элементов группы III A**
- 2. Химические свойства бора**
- 3. Важнейшие соединения бора**
- 4. Применение соединений бора**
- 5. Химические свойства алюминия**
- 6. Важнейшие соединения алюминия**
- 7. Применение соединений алюминия**

# PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS

<http://www.ktf-split.hr/periodni/en/>

PERIOD	GROUP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
		IA	IIA	LANTHANIDES										IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA	
1		1 <b>H</b> 1.0079 HYDROGEN																		2 <b>He</b> 4.0026 HELIUM
2		3 <b>Li</b> 6.941 LITHIUM	4 <b>Be</b> 9.0122 BERYLLIUM											5 <b>B</b> 10.811 BORON	6 <b>C</b> 12.011 CARBON	7 <b>N</b> 14.007 NITROGEN	8 <b>O</b> 15.999 OXYGEN	9 <b>F</b> 18.998 FLUORINE	10 <b>Ne</b> 20.180 NEON	
3		11 <b>Na</b> 22.990 SODIUM	12 <b>Mg</b> 24.305 MAGNESIUM											13 <b>Al</b> 26.987 ALUMINUM	14 <b>Si</b> 28.086 SILICON	15 <b>P</b> 30.974 PHOSPHORUS	16 <b>S</b> 32.065 SULPHUR	17 <b>Cl</b> 35.453 CHLORINE	18 <b>Ar</b> 39.948 ARGON	
4		19 <b>K</b> 39.098 POTASSIUM	20 <b>Ca</b> 40.078 CALCIUM	21 <b>Sc</b> 44.956 SCANDIUM	22 <b>Ti</b> 47.867 TITANIUM	23 <b>V</b> 50.942 VANADIUM	24 <b>Cr</b> 51.996 CHROMIUM	25 <b>Mn</b> 54.938 MANGANESE	26 <b>Fe</b> 55.845 IRON	27 <b>Co</b> 58.933 COBALT	28 <b>Ni</b> 58.693 NICKEL	29 <b>Cu</b> 63.546 COPPER	30 <b>Zn</b> 65.39 ZINC	31 <b>Ga</b> 69.723 GALLIUM	32 <b>Ge</b> 72.64 GERMANIUM	33 <b>As</b> 74.922 ARSENIC	34 <b>Se</b> 78.96 SELENIUM	35 <b>Br</b> 79.904 BROMINE	36 <b>Kr</b> 83.80 KRYPTON	
5		37 <b>Rb</b> 85.468 RUBIDIUM	38 <b>Sr</b> 87.62 STRONTIUM	39 <b>Y</b> 88.906 YTTRIUM	40 <b>Zr</b> 91.224 ZIRCONIUM	41 <b>Nb</b> 92.906 NIOBIUM	42 <b>Mo</b> 95.94 MOLYBDENUM	43 <b>Tc</b> (98) TECHNETIUM	44 <b>Ru</b> 101.07 RUTHENIUM	45 <b>Rh</b> 102.91 RHODIUM	46 <b>Pd</b> 106.42 PALLADIUM	47 <b>Ag</b> 107.87 SILVER	48 <b>Cd</b> 112.4 CADMIUM	49 <b>In</b> 114.82 INDIUM	50 <b>Sn</b> 118.71 TIN	51 <b>Sb</b> 121.76 ANTIMONY	52 <b>Te</b> 127.60 TELLURIUM	53 <b>I</b> 126.90 IODINE	54 <b>Xe</b> 131.29 XENON	
6		55 <b>Cs</b> 132.91 CAESIUM	56 <b>Ba</b> 137.33 BARIUM	57-71 <b>La-Lu</b> Lanthanide	72 <b>Hf</b> 178.49 HAFNIUM	73 <b>Ta</b> 180.95 TANTALUM	74 <b>W</b> 183.84 TUNGSTEN	75 <b>Re</b> 186.21 RHENIUM	76 <b>Os</b> 190.23 OSMIUM	77 <b>Ir</b> 192.22 IRIDIUM	78 <b>Pt</b> 195.08 PLATINUM	79 <b>Au</b> 196.97 GOLD	80 <b>Hg</b> 200.59 MERCURY	81 <b>Tl</b> 204.38 THALLIUM	82 <b>Pb</b> 207.2 LEAD	83 <b>Bi</b> 208.98 BISMUTH	84 <b>Po</b> (209) POLONIUM	85 <b>At</b> (210) ASTATINE	86 <b>Rn</b> (222) RADON	
7		87 <b>Fr</b> (223) FRANCIUM	88 <b>Ra</b> (226) RADIUM	89-103 <b>Ac-Lr</b> Actinide	104 <b>Rf</b> (261) RUTHERFORDIUM	105 <b>Db</b> (262) DUBNIUM	106 <b>Sg</b> (266) SEABORGIUM	107 <b>Bh</b> (264) BOHRIUM	108 <b>Hs</b> (277) HASSIUM	109 <b>Mt</b> (268) MEITNERIUM	110 <b>Uun</b> (281) UNUNNIUM	111 <b>Uuu</b> (272) UNUNUNIUM	112 <b>Uub</b> (285) UNUNBIUM	113 <b>Uut</b> (288) UNUNTRIUM	114 <b>Uuq</b> (289) UNUNQUADIUM					

RELATIVE ATOMIC MASS (A)

GROUP IUPAC

GROUP CAS

ATOMIC NUMBER

SYMBOL

ELEMENT NAME

- Metal
- Semimetal
- Nonmetal
- 1 Alkali metal
- 2 Alkaline earth metal
- Transition metals
- Lanthanide
- Actinide
- 16 Chalcogens element
- 17 Halogens element
- 18 Noble gas

STANDARD STATE (25 °C; 101 kPa)

Ne - gas Fe - solid Ga - liquid Tc - synthetic

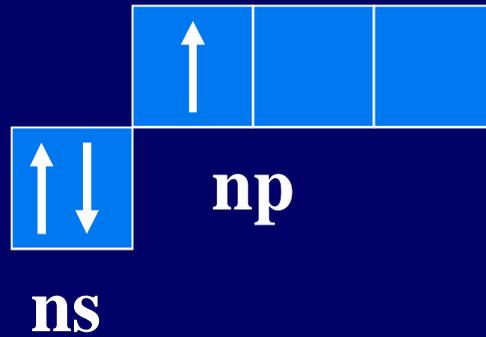
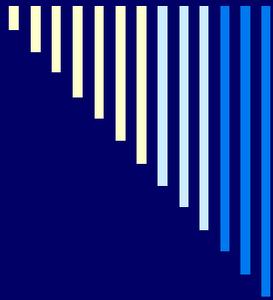
LANTHANIDE

57 138.91 <b>La</b> LANTHANUM	58 140.12 <b>Ce</b> CERIUM	59 140.91 <b>Pr</b> PRASEODYMIUM	60 144.24 <b>Nd</b> NEODYMIUM	61 (145) <b>Pm</b> PROMETHIUM	62 150.36 <b>Sm</b> SAMARIUM	63 151.96 <b>Eu</b> EUROPIUM	64 157.25 <b>Gd</b> GADOLINIUM	65 158.93 <b>Tb</b> TERBIUM	66 162.50 <b>Dy</b> DYSPROSIUM	67 164.93 <b>Ho</b> HOLMIUM	68 167.26 <b>Er</b> ERBIUM	69 168.93 <b>Tm</b> THULIUM	70 173.04 <b>Yb</b> YTTERBIUM	71 174.97 <b>Lu</b> LUTETIUM
-------------------------------------	----------------------------------	--	-------------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------

ACTINIDE

89 (227) <b>Ac</b> ACTINIUM	90 232.04 <b>Th</b> THORIUM	91 231.04 <b>Pa</b> PROTACTINIUM	92 238.03 <b>U</b> URANIUM	93 (237) <b>Np</b> NEPTUNIUM	94 (244) <b>Pu</b> PLUTONIUM	95 (243) <b>Am</b> AMERICIUM	96 (247) <b>Cm</b> CURIUM	97 (247) <b>Bk</b> BERKELIUM	98 (251) <b>Cf</b> CALIFORNIUM	99 (252) <b>Es</b> EINSTEINIUM	100 (257) <b>Fm</b> FERMIUM	101 (258) <b>Md</b> MENDELEVIUM	102 (259) <b>No</b> NOBELIUM	103 (262) <b>Lr</b> LAWRENCIUM
-----------------------------------	-----------------------------------	--	----------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	---------------------------------	------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------------	------------------------------------	--------------------------------------

(1) Pure Appl. Chem., 73, No. 4, 667-683 (2001)  
Relative atomic mass is shown with five significant figures. For elements having no stable nuclides, the value enclosed in brackets indicates the mass number of the longest-lived isotope of the element.  
However three such elements (Th, Pa, and U) do have a characteristic terrestrial isotopic composition, and for these an atomic weight is tabulated.



## Электронные формулы внешнего слоя атомов

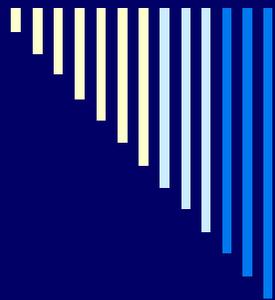
IIA группы:





## Свойства элементов подгруппы III A

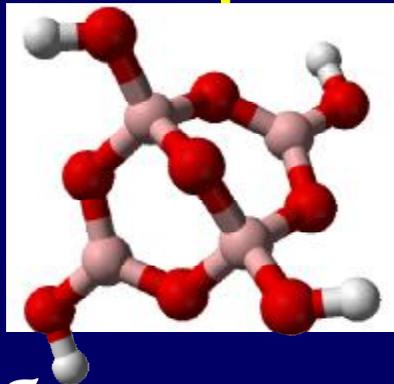
Свойства элементов	B	Al	Ga	In	Tl
Содержание в земной коре, %	$6 \cdot 10^{-4}$	6,6	$1,5 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-5}$	$4,5 \cdot 10^{-5}$
Атомный радиус, нм	0,083	0,143	0,135	0,166	0,171
Ионный радиус $\text{Э}^{3+}$ , нм	0,027	0,054	0,061	0,08	0,189
Энергия ионизации, $\text{Э}^0 - e = \text{Э}^+$ , эВ	8,298	5,986	5,998	5,786	6,108
Электроотрицательность	2,04	1,61	1,81	1,78	2,04



## Основные минералы - бораты:

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

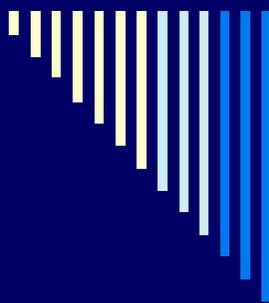
$\text{Na}_2[\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4] \cdot 8\text{H}_2\text{O}$



$\text{B}(\text{OH})_3$  - борная кислота (*сассолит*)

$\text{BN}$  - нитрид бора





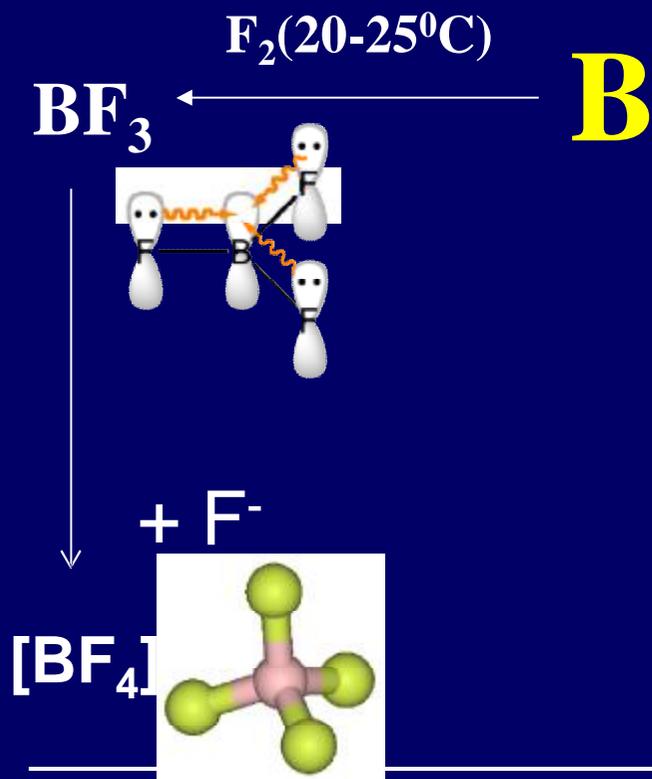
# Способы получения бора

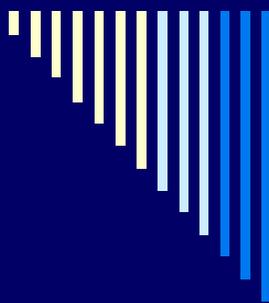


1300°



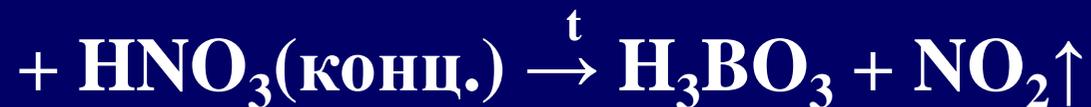
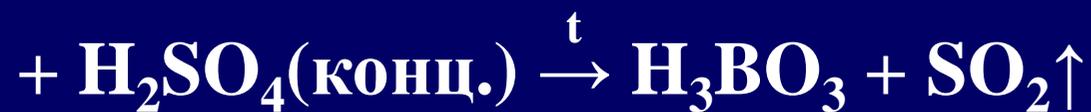
# Химические свойства бора



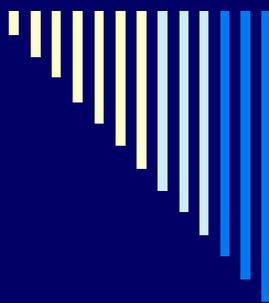


**В**

+ H<sub>2</sub>O ≠ ( без нагревания)



+ HCl, HF ≠



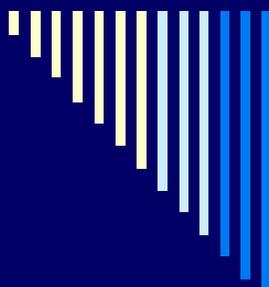
# Метабораты



метаборат калия



метаборат натрия

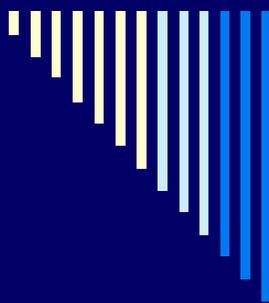


## Бориды металлов

(низшие – богатые металлом;  
высшие – богатые бором)

$\text{Me}_4\text{B}$ ,  $\text{Me}_2\text{B}$ ,  $\text{MeB}$ ,  $\text{Me}_2\text{B}_4$ ,  $\text{MeB}_2$ ,  $\text{MeB}_6$





# Бороводороды (**бораны**)

*от 2 до 20 атомов бора*



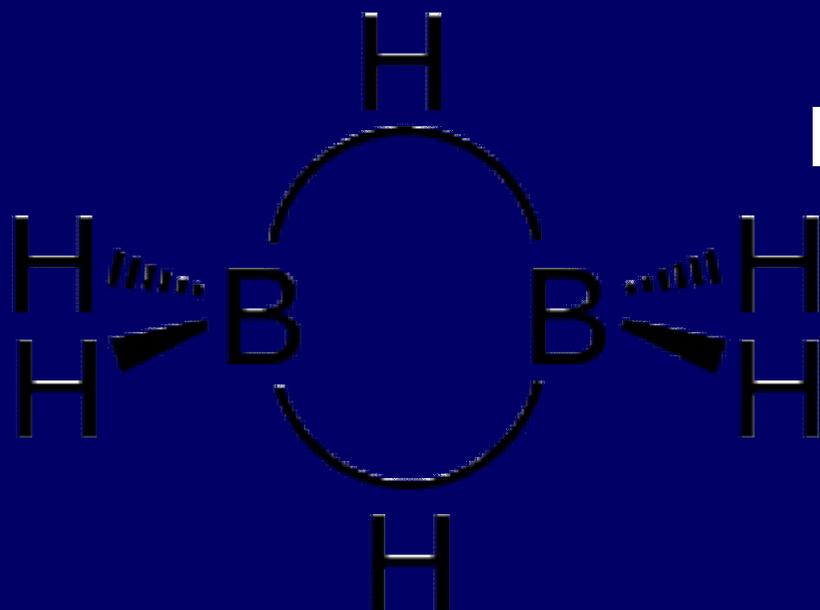
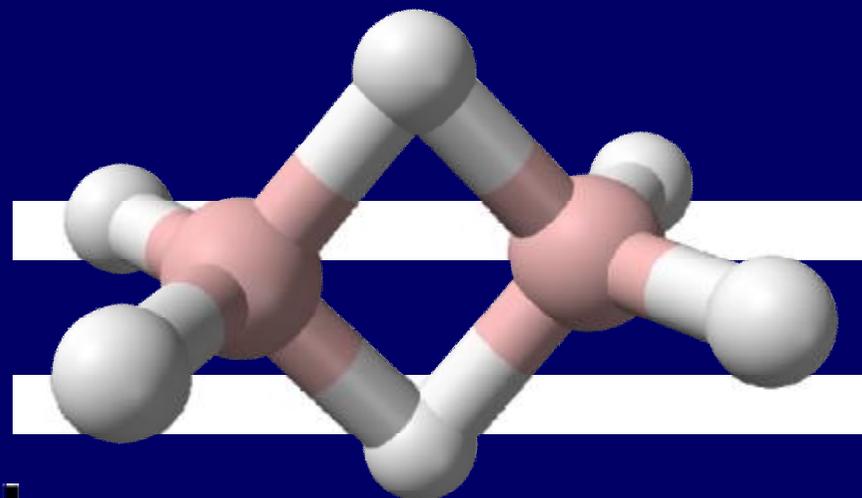
$\mathbf{B_2H_6}$  (диборан),  $\mathbf{B_4H_{10}}$  (тетроборан) } газы;

$\mathbf{B_3H_9}$ ,  $\mathbf{B_6H_{10}}$  } жидкости;

$\mathbf{B_{10}H_{14}}$  – твердое вещество

---

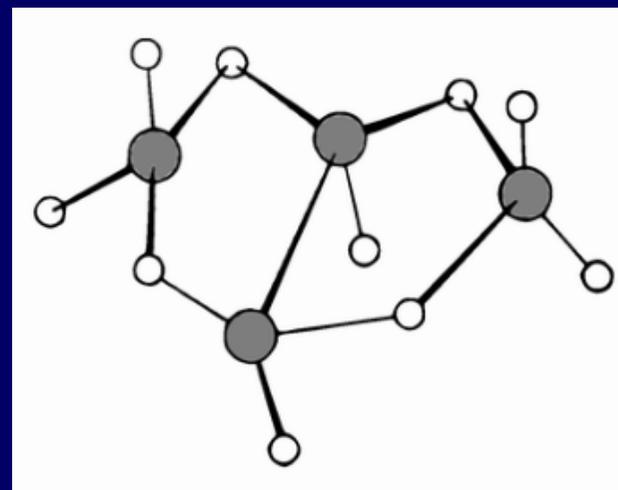
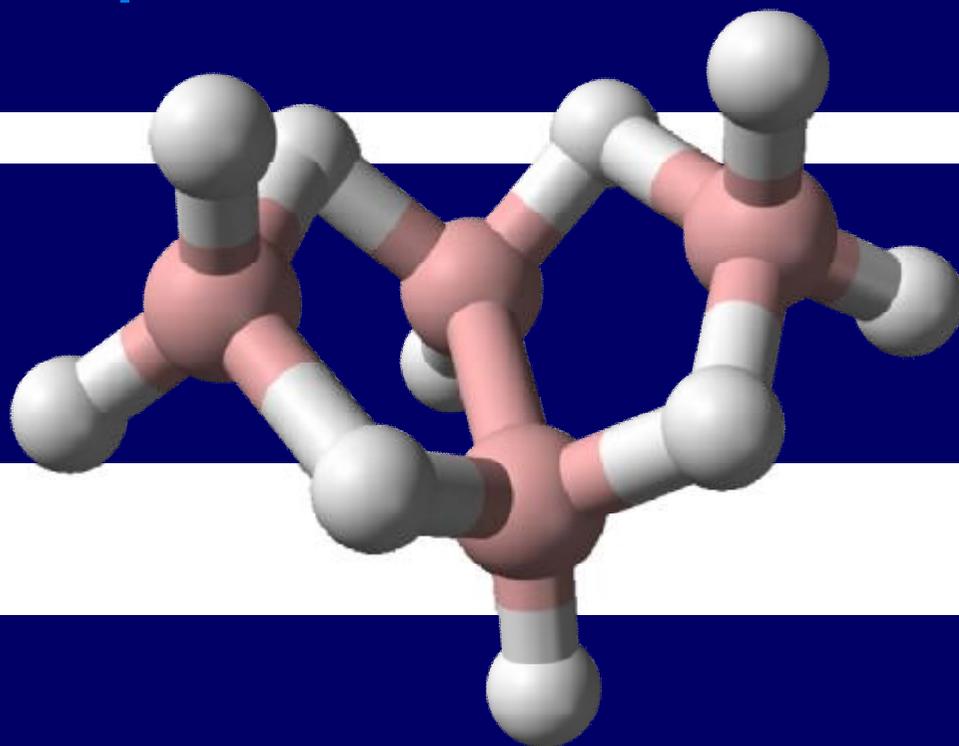
# $B_2H_6$ - диборан

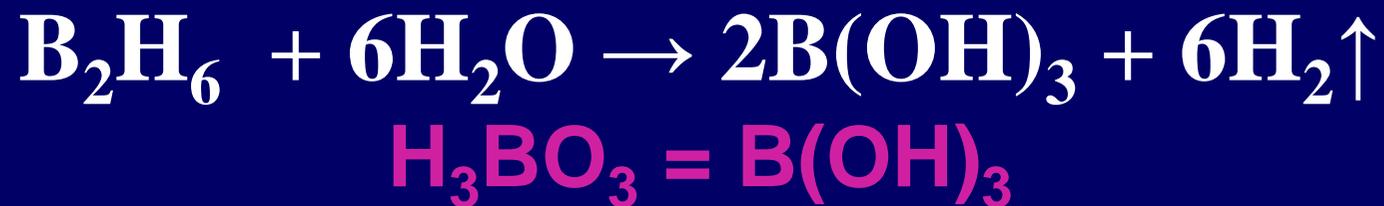
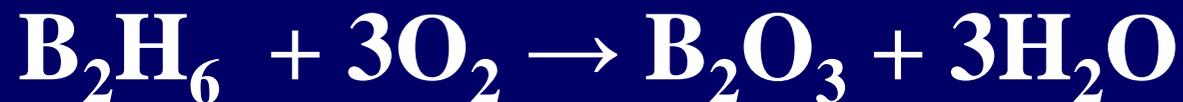


Электроотрицательность:

B	1,5
H	2,1

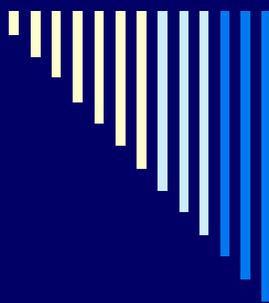
**$B_4H_{10}$  – тетраборан**





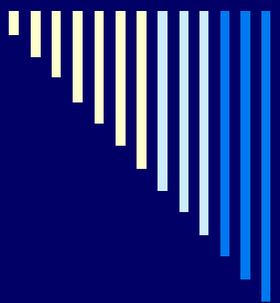
---

тетрагидроборат натрия

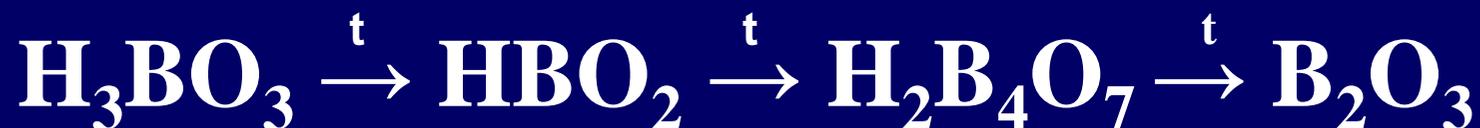


## Галиды (галогениды) бора



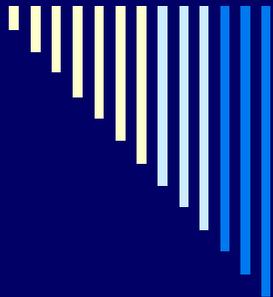


## Борный ангидрид, борная кислота



метаборная к-та

тетраборная к-та

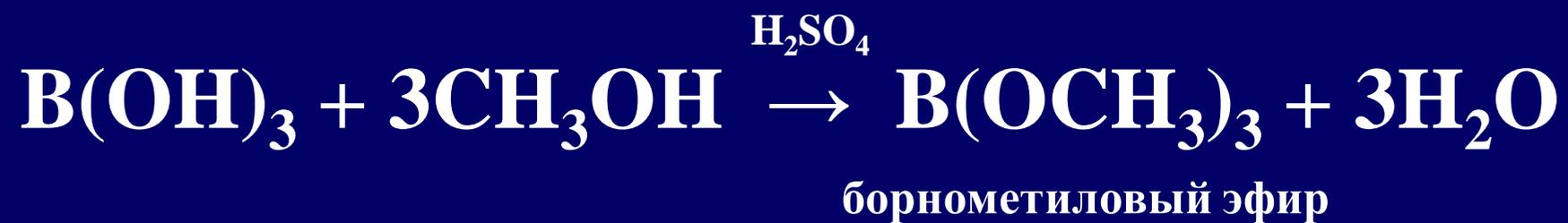
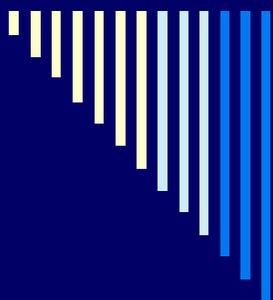


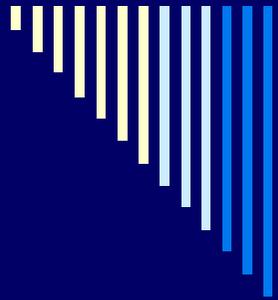
Тетраборат натрия (бура)

сплавление



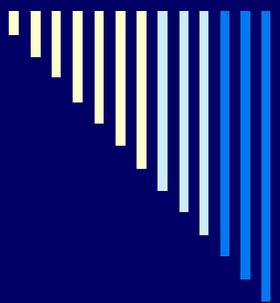
Метаборат кальция



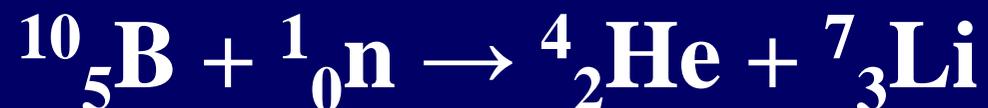


## Способ снижения жёсткости ВОДЫ





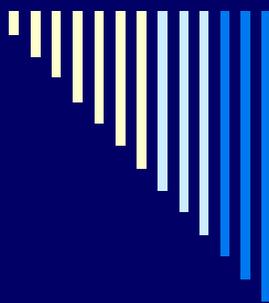
## Использование бора и его соединений



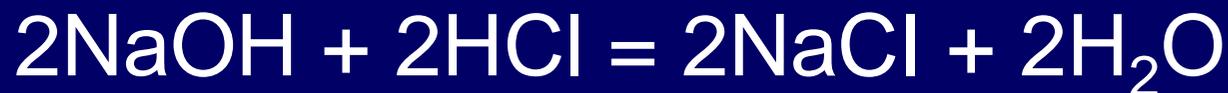
**В – «улавливатель» нейтронов**

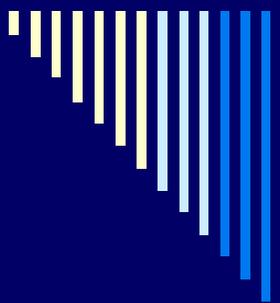
Борная кислота применяется в медицине с 60-х годов XIX века как антисептическое средство.

Из-за токсичности и малой эффективности, использование борной кислоты в качестве антисептического средства для детей, а также беременных кормящих женщин было запрещено в 1987 году.

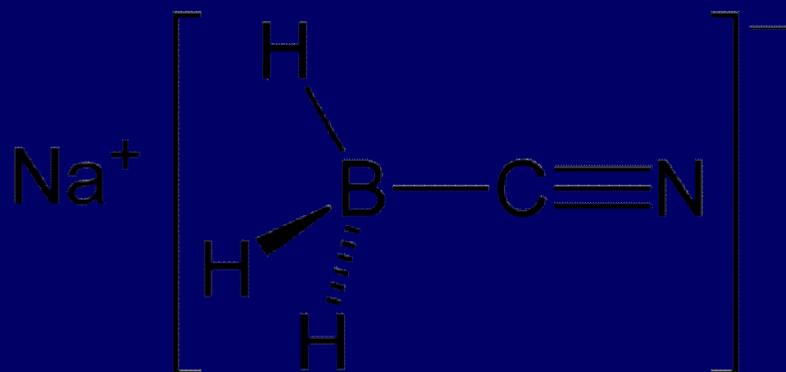


## Стандартизация HCl по $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$





# Цианоборгидрат натрия



«МЯГКИЙ»

ВОССТАНОВИТЕЛЬ

# Минералы алюминия

*боксит*  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$   
*сапфир, рубин*  $\text{Al}_2\text{O}_3$

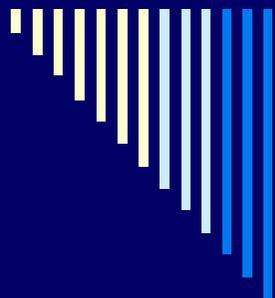


*изумруд*  $3\text{BeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$

*каолинит*  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

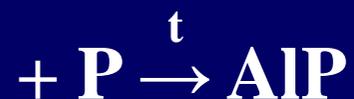
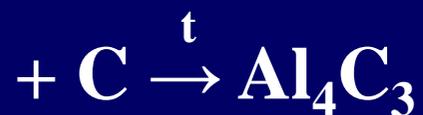
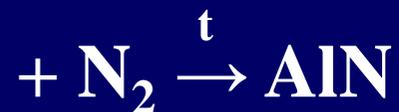
$\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$

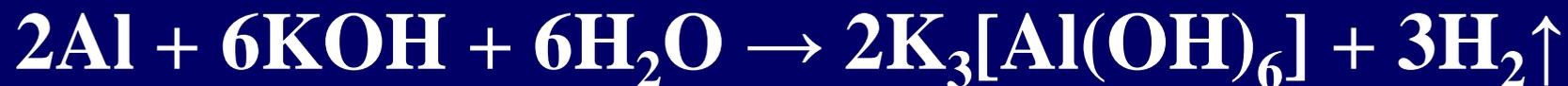
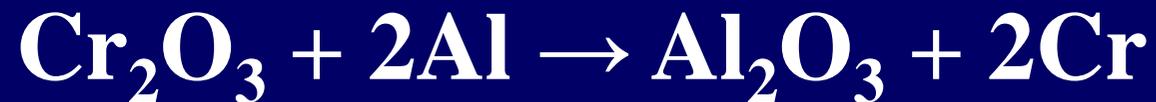


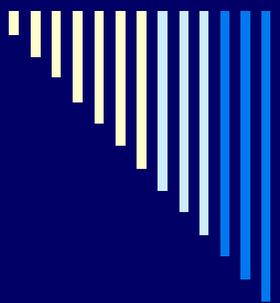


Химические  
свойства

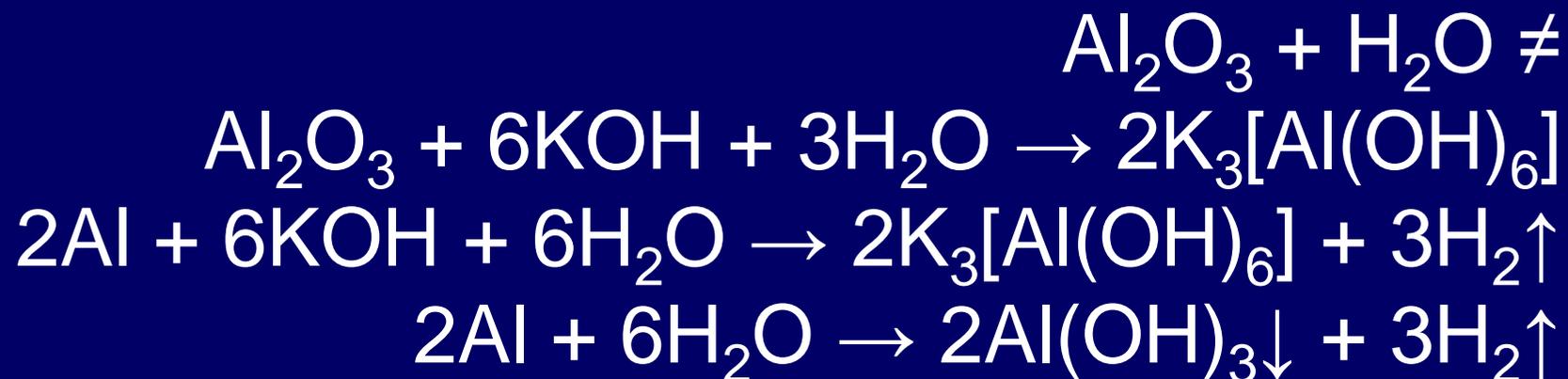
**Al**







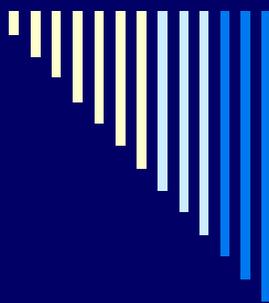
## Взаимодействие алюминия с водой



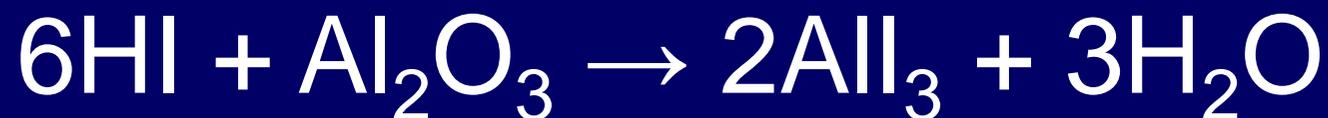
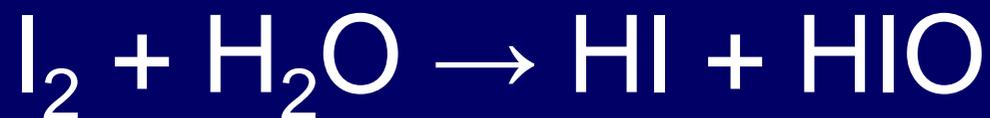
После разрушения защитной  
плёнки  $\text{Al}_2\text{O}_3$  алюминий проявляет  
свойства активного металла

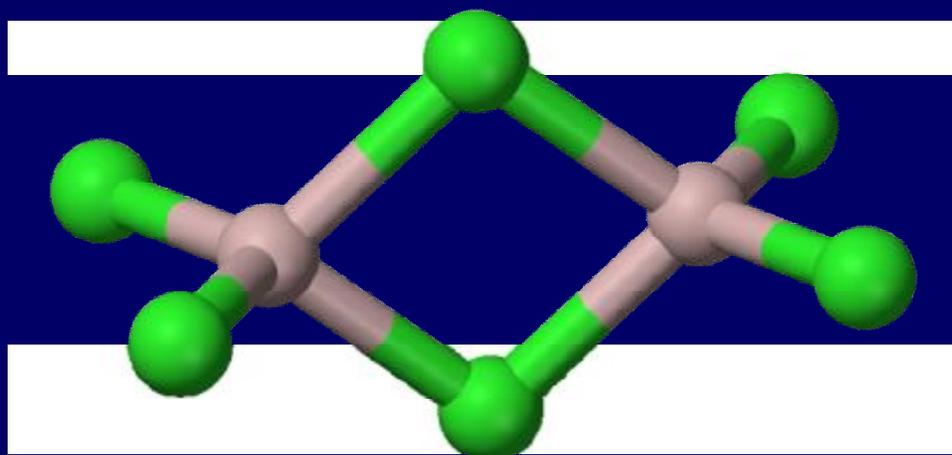
## Комплексы с галогенид-ионами

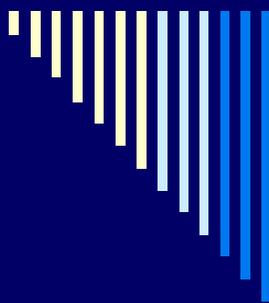




# Взаимодействие алюминия с йодом







---

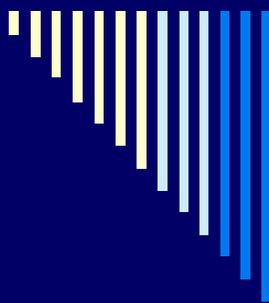
## Оксид алюминия: $Al_2O_3$

$\alpha - Al_2O_3$   
(корунд)

$\gamma - Al_2O_3$

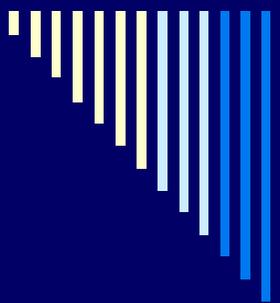
### При сплавлении:



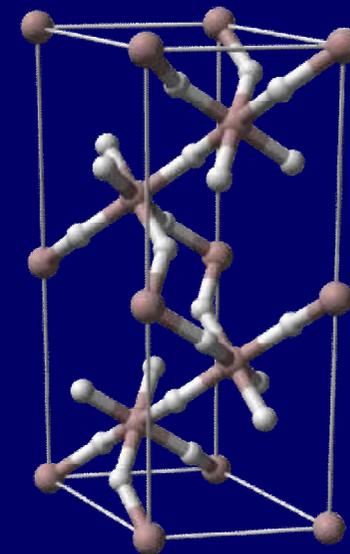
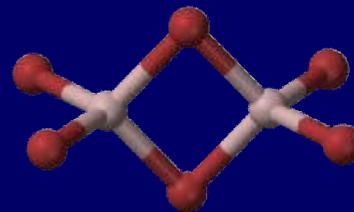


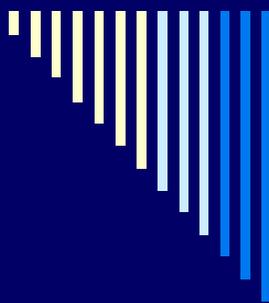
# Гидроксид алюминия





Гидрид алюминия (алан) -  $\text{AlH}_3$





# Кристаллогидраты

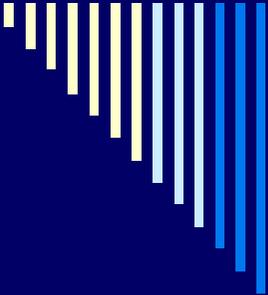


$\text{Me}^+$  -  $\text{K}^+$ ,  $\text{Rb}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ;  $\text{Me}^{3+}$  -  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  и др.

$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  — калиево-алюминиевые квасцы

$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$  — жженые квасцы

---

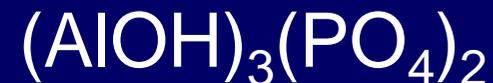


# Адъюванты на основе солей алюминия

Гидроксид алюминия



Гидроксофосфат алюминия

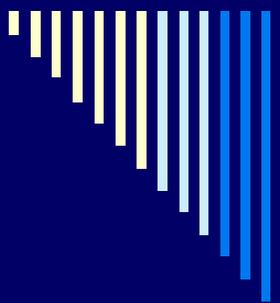


Сульфат калия алюминия



Гидроксофосфат сульфат алюминия





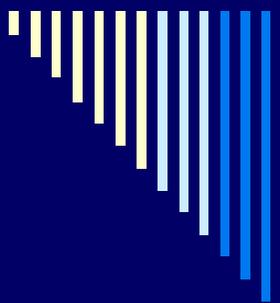
---

# Антацидные средства

Гидроксид алюминия  
 $\text{Al}(\text{OH})_3$

Фосфат алюминия  
 $\text{AlPO}_4$

---



Спасибо за внимание!

