

Химия элементов. Лекция

**Общая характеристика  
элементов IIIA-группы.  
Бор. Алюминий**

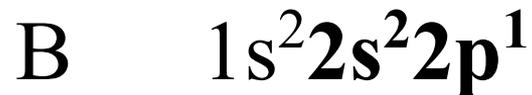
• В главную подгруппу III группы входят:

Периоды	Ряды	ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ																Энергетический уровень												
		I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII														
		a	б	a	б	a	б	a	б	a	б	a	б	б		a														
1	1	<b>H</b> водород 1,008																<b>He</b> Гелий 4,003	К											
2	2	<b>Li</b> литий 6,941	<b>Be</b> бериллий 9,0122	<b>B</b> бор 10,811	<b>C</b> углерод 12,011	<b>N</b> азот 14,007	<b>O</b> кислород 15,999	<b>F</b> фтор 18,998										<b>Ne</b> неон 20,179	К-1											
3	3	<b>Na</b> натрий 22,99	<b>Mg</b> магний 24,312	<b>Al</b> алюминий 26,992	<b>Si</b> кремний 28,086	<b>P</b> фосфор 30,974	<b>S</b> сера 32,064	<b>Cl</b> хлор 35,453										<b>Ar</b> аргон 39,948	К-2											
4	4	<b>K</b> калий 39,102	<b>Ca</b> кальций 40,08	<b>Sc</b> скандий	<b>Ti</b> титан 47,956	<b>V</b> ванадий 50,941	<b>Cr</b> хром 51,996	<b>Mn</b> марганец 54,938	<b>Fe</b> железо 55,849	<b>Co</b> кобальт 58,933	<b>Ni</b> никель 58,7								К-2, К-3											
	5	<b>Cu</b> медь 63,546	<b>Zn</b> цинк 65,37	<b>Ga</b> галлий 69,72	<b>Ge</b> германий 72,59	<b>As</b> мышьяк 74,922	<b>Se</b> селен 78,96	<b>Br</b> бром 79,904										<b>Kr</b> криптон 83,8	К-3, К-4											
5	6	<b>Rb</b> рубидий 85,468	<b>Sr</b> стронций 87,62	<b>Y</b> иттрий	<b>Zr</b> цирконий 91,22	<b>Nb</b> ниобий 92,906	<b>Mo</b> молибден 95,94	<b>Tc</b> технеций [99]	<b>Ru</b> рутений 101,07	<b>Rh</b> родий 102,906	<b>Pd</b> палладий 106,4								К-3, К-4, К-5											
	7	<b>Ag</b> серебро 107,868	<b>Cd</b> кадмий 112,411	<b>In</b> индий 114,82	<b>Sn</b> олово 118,69	<b>Sb</b> сурьма 121,75	<b>Te</b> теллур 127,6	<b>I</b> йод 126,905										<b>Xe</b> ксенон 131,3	К-4, К-5, К-6											
6	8	<b>Cs</b> цезий 132,905	<b>Ba</b> барий 137,34	<b>57-71</b> лантаноиды	<b>Hf</b> гафний 178,49	<b>Ta</b> тантал 180,948	<b>W</b> вольфрам 183,85	<b>Re</b> рений 186,207	<b>Os</b> осмий 190,2	<b>Ir</b> иридий 192,22	<b>Pt</b> платина 195,09								К-5, К-6, К-7											
	9	<b>Au</b> золото 196,967	<b>Hg</b> ртуть 200,59	<b>Pb</b> свинец 207,19	<b>Bi</b> висмут 208,98	<b>Po</b> полоний [210]	<b>At</b> астат [210]											<b>Rn</b> радон [222]	К-6, К-7, К-8											
7	10	<b>Fr</b> франций [223]	<b>Ra</b> радий [226]	<b>89-103</b> актиноиды	<b>Rf</b> резерфордий [261]	<b>Db</b> дубний [262]	<b>Sg</b> сиборгий [263]	<b>Bh</b> борий [262]	<b>Hn</b> ханний [265]	<b>Mt</b> мейтнерий									К-7, К-8, К-9, К-10											
Высшие оксиды		$R_2O$	$RO$	$R_2O_3$	$RO_2$	$R_2O_5$	$RO_3$	$R_2O_7$	$RO_4$																					
Летучие водородные соединения					$RH_4$	$RH_3$	$H_2R$	$HR$																						
<b>ЛАНТАНОИДЫ</b>																														
57	<b>La</b> лантан 138,906	58	<b>Ce</b> церий 140,12	59	<b>Pr</b> празодим 140,908	60	<b>Nd</b> неодим 144,24	61	<b>Pm</b> прометий [145]	62	<b>Sm</b> самарий 150,4	63	<b>Eu</b> европий 151,96	64	<b>Gd</b> гадолиний 157,25	65	<b>Tb</b> тербий 158,926	66	<b>Dy</b> диспрозий 162,5	67	<b>Ho</b> гольмий 164,93	68	<b>Er</b> эрбий 167,26	69	<b>Tm</b> тулий 168,934	70	<b>Yb</b> иттербий 173,04	71	<b>Lu</b> лютеций 174,97	К-7, К-8
<b>АКТИНОИДЫ</b>																														
89	<b>Ac</b> актиний [227]	90	<b>Th</b> торий 232,038	91	<b>Pa</b> протактиний [231]	92	<b>U</b> уран 238,29	93	<b>Np</b> нептуний [237]	94	<b>Pu</b> плутоний [244]	95	<b>Am</b> амерций [243]	96	<b>Cm</b> кюрий [247]	97	<b>Bk</b> берклий [247]	98	<b>Cf</b> калифорний [251]	99	<b>Es</b> эйнштейний [254]	100	<b>Fm</b> фермий [257]	101	<b>Md</b> менделевий [258]	102	<b>No</b> нобелий [261]	103	<b>Lr</b> лоренций [260]	К-8, К-9, К-10

# III группа Периодической системы

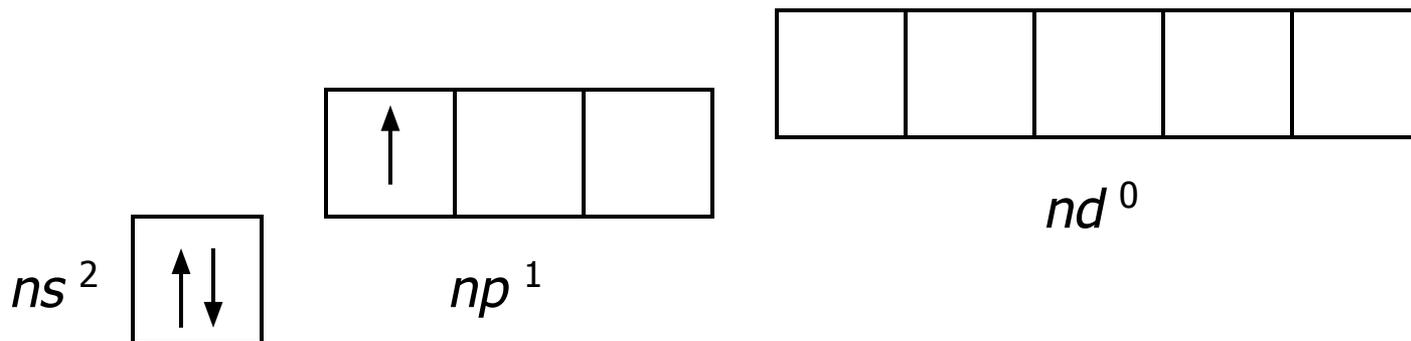
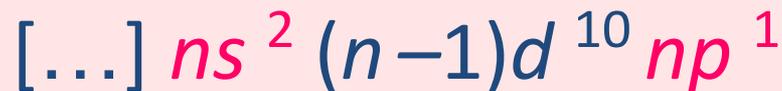
К *p*-элементам III группы относятся бор, алюминий, галлий, индий и таллий:

*p*- Элементы:



# Общая характеристика Элементы IIIA-группы

- Общая электронная формула:



- Степени окисления: 0, +1, +3

Для бора и алюминия характерны соединения только со степенью окисления +3.

( $Tl^{+3}$  – сильный ок-ль)

# Элементы IIIA-группы

Элемент	B	Al	Ga	In	Tl
$z$	5	13	31	49	81
$A_r$	10,811	26,98	69,72	114,82	204,38
$\chi$	2,01	1,47	1,82	1,49	1,44

Неметалл

Амфотерные элементы

В отличие от алюминия бор обладает явно неметаллическими свойствами. Эти свойства в ряду Ga, In, Tl ослабевают, а металлические свойства усиливаются.

# Физические свойства простых веществ

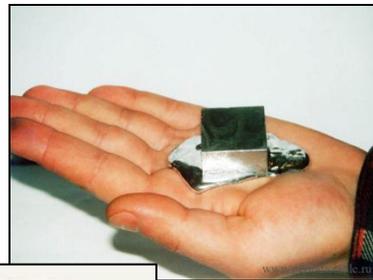
	B	Al	Ga	In	Tl
Т. пл., °C	2075	660,4	29,8	156,6	303,6
Т. кип., °C	3700	2500	2403	2024	1457
$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	2,34	2,70	5,90 (т)	7,30	11,84



Бор



Алюминий



Галлий



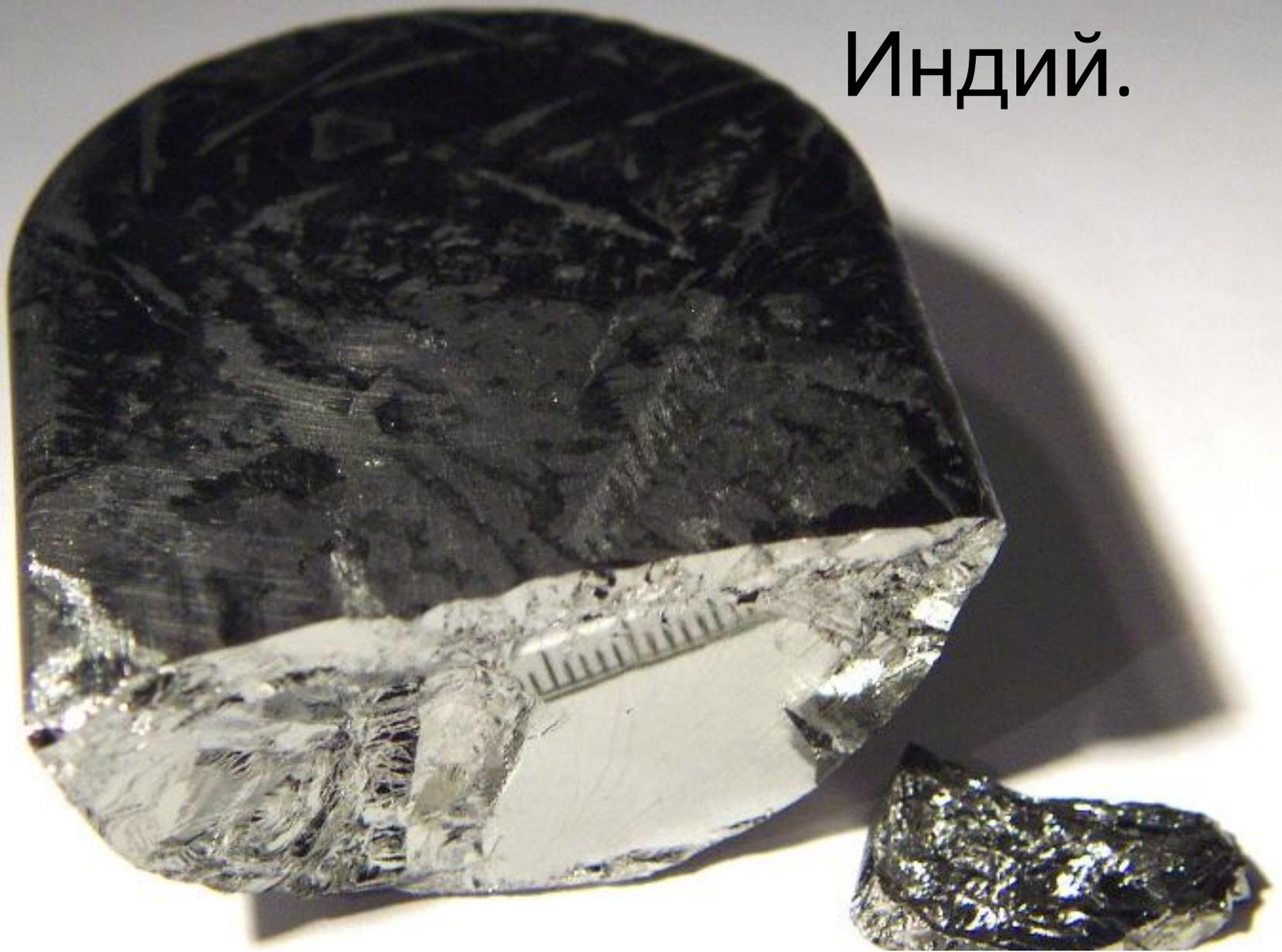
Таллий

# Галлий.



- Гáллий мягкий пластичный металл серебристо-белого цвета с синеватым оттенком. Лёгкий металл.

Индий.



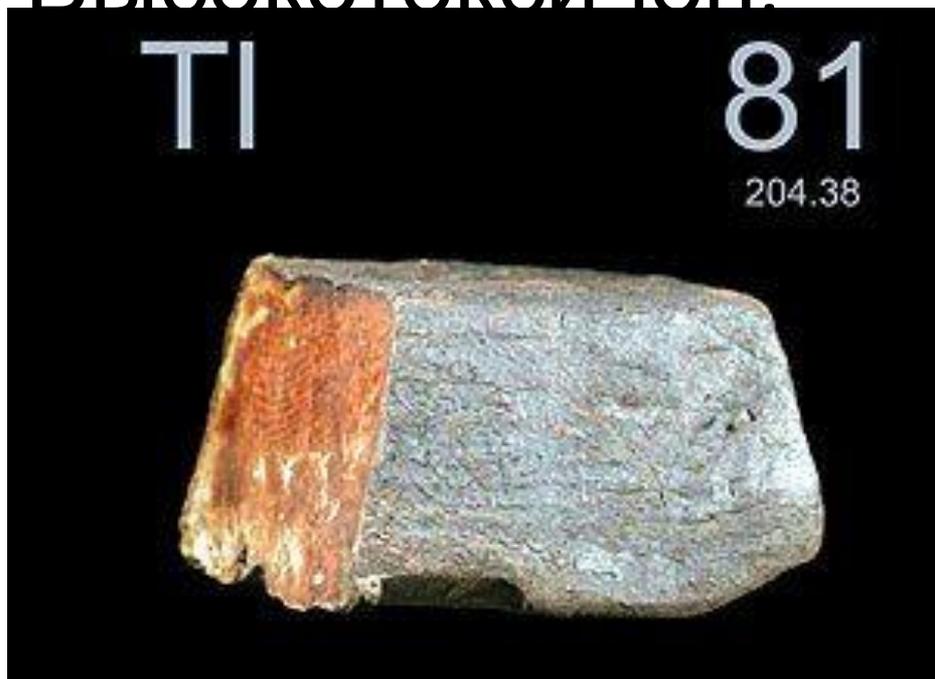
**Индий** ковкий, легкоплавкий, очень мягкий металл серебристо-белого цвета.

# Таллий.

Таллий мягкий металл белого цвета с голубоватым оттенком. Относится к группе тяжёлых металлов.

Сверхпроводник. На воздухе быстро тускнеет, покрываясь чёрной плёнкой оксида таллия  $Tl_2O$ .

Высокотоксичен.



# Кислородные соединения

## Оксиды

кислотный

амфотерные

B

Al

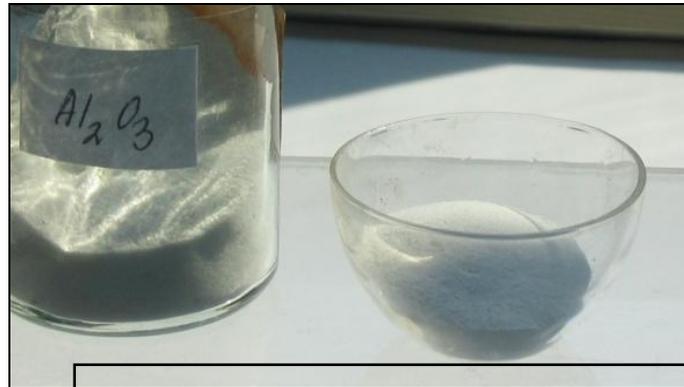
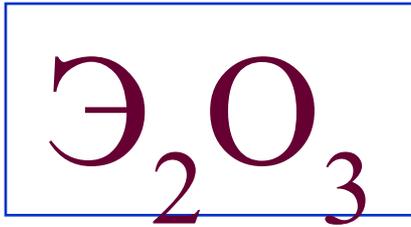
Ga

In

Tl



кислотность увеличивается



Оксид алюминия

# Гидроксиды



В

$\text{B}(\text{OH})_3$   
кислота

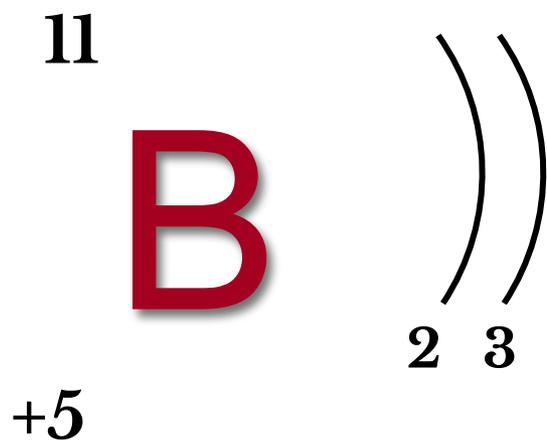
Al Ga In Tl

амфотерные гидроксиды



Гидроксид алюминия

# Бор



$$P = 5$$

$$\bar{e} =$$

$$\cancel{5} N = 6$$

Электронная формула:



# Бор

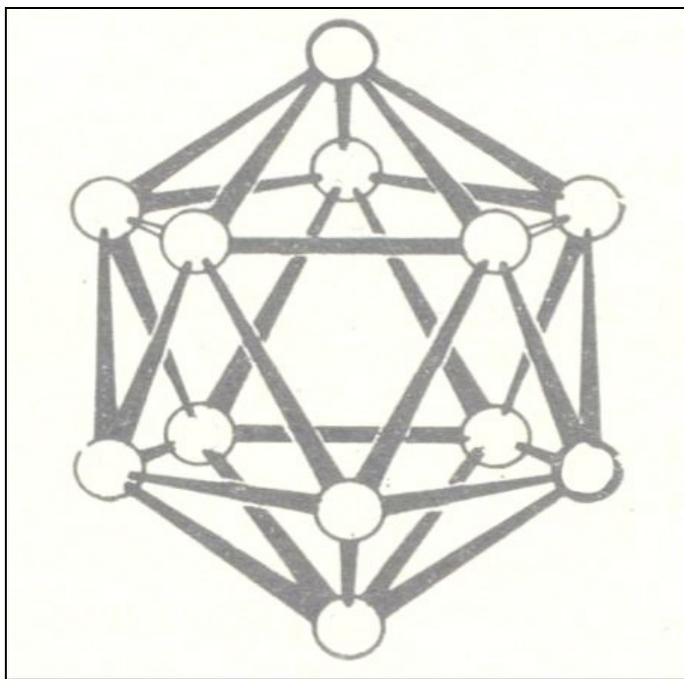
Кристаллы бора черного цвета, тугоплавкие, диамагнитны. В свободном состоянии бор — серое кристаллическое, либо тёмное аморфное вещество. *По твердости он уступает только алмазу и нитриду бора.*



$B_{12}$

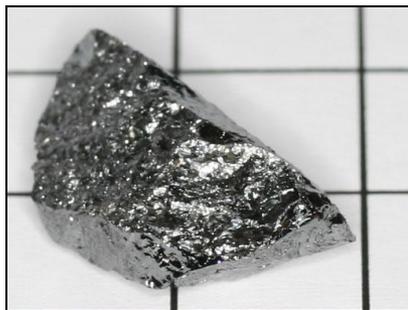
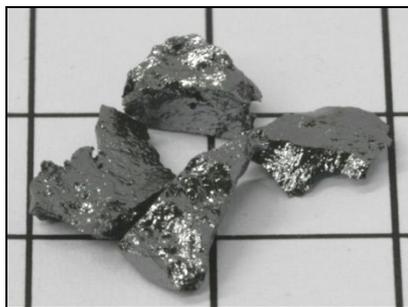
# Бор

- Кристаллический бор построен из двадцатигранника, химически инертен.

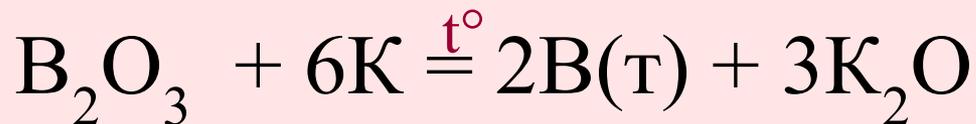


# Особенности химии бора

$B_{12}$  крист.



Получение:



<https://www.youtube.com/watch?v=tvAWQkdkaFY>

- В обычных условиях кристаллический бор весьма инертен и непосредственно взаимодействует только со фтором.

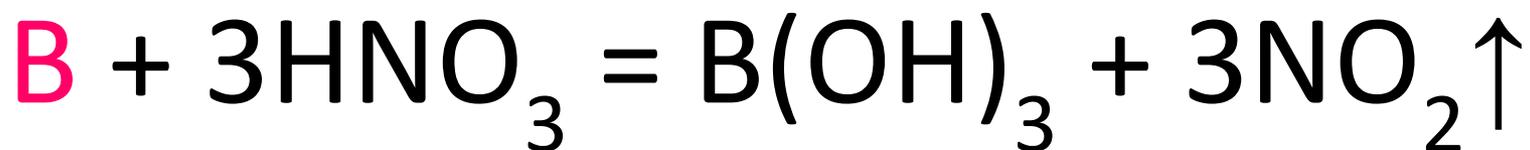


- *при нагревании* (400—700 °С) окисляется кислородом, серой, хлором (и др. галогенами).



- С водородом бор не взаимодействует.

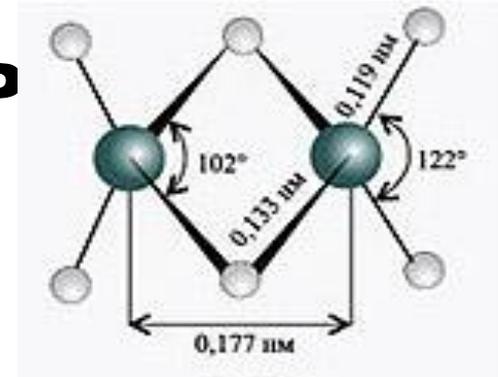
# Взаимодействие со сложными веществами



# Водородные соединения - борань



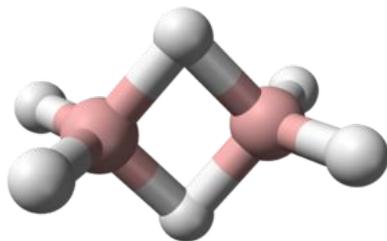
не существует



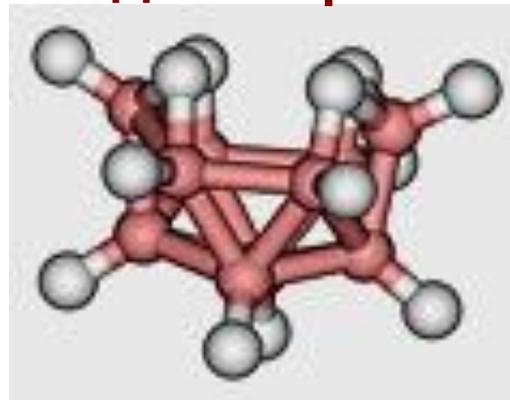
$\text{B}_2\text{H}_6$  – диборан



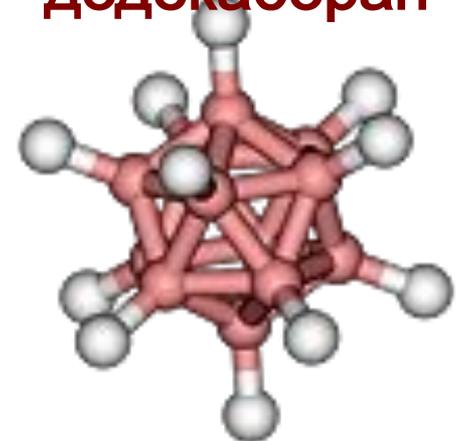
диборан



декаборан



додекаборан



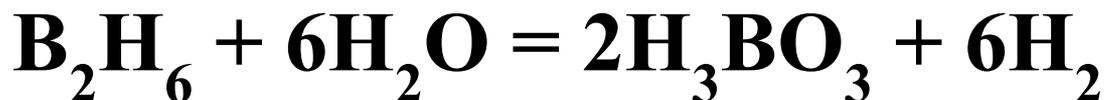
# • Бороводороды

- - *химически* весьма активны.

- Так, большинство боранов *на воздухе самовоспламеняются* и сгорают с выделением очень большого количества тепла. Это позволяет использовать их в качестве *ракетного топлива*.



- Гидриды бора разлагаются водой, спиртами и щелочами с выделением водорода. Наиболее активно гидролизуется диборан:



- **Большинство боранов имеет отвратительный запах и очень ядовиты!**

# Оксид бора (III) $B_2O_3$

- Оксид бора (III)  $B_2O_3$  легко переходит в стеклообразное состояние и очень трудно кристаллизуется.
- Как кислотный оксид  $B_2O_3$  энергично взаимодействует с водой с образованием борной кислоты  $H_3BO_3$ .



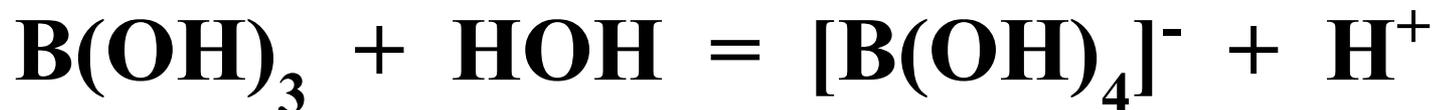


**$\text{H}_3\text{BO}_3$**

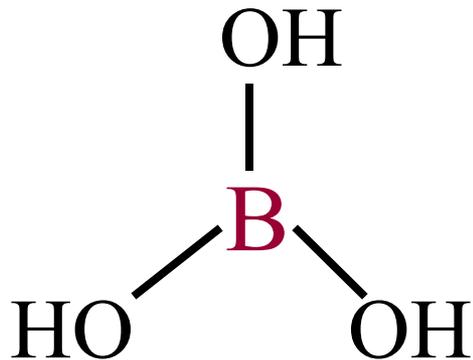
**Борная кислота**

# Ортоборная кислота

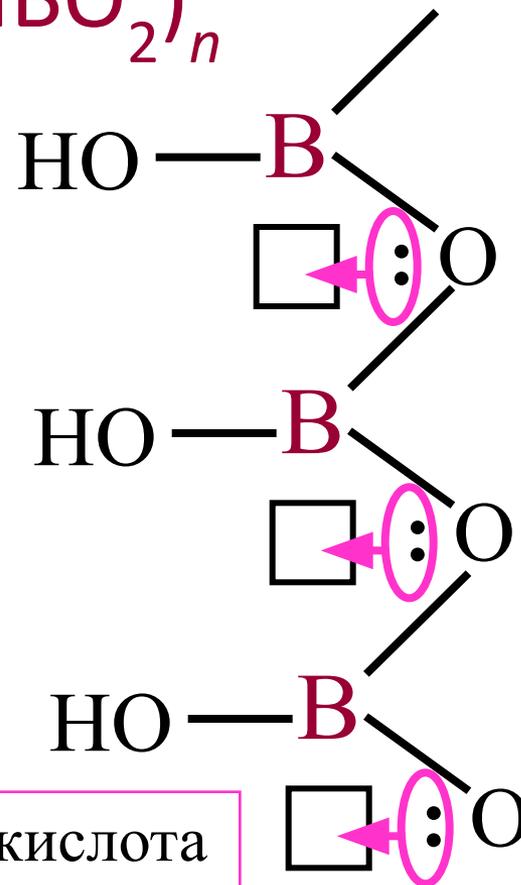
- Ортоборат водорода (в растворе *ортоборная кислота*).
- В твердом состоянии  $\text{H}_3\text{BO}_3$  — *чешуйки, жирные на ощупь*.
- Ортоборная кислота — очень слабая, *одноосновная*. В отличие от обычных кислот ее кислотные свойства обязаны не отщеплению протона, а присоединению  $\text{OH}^-$ -ионов:



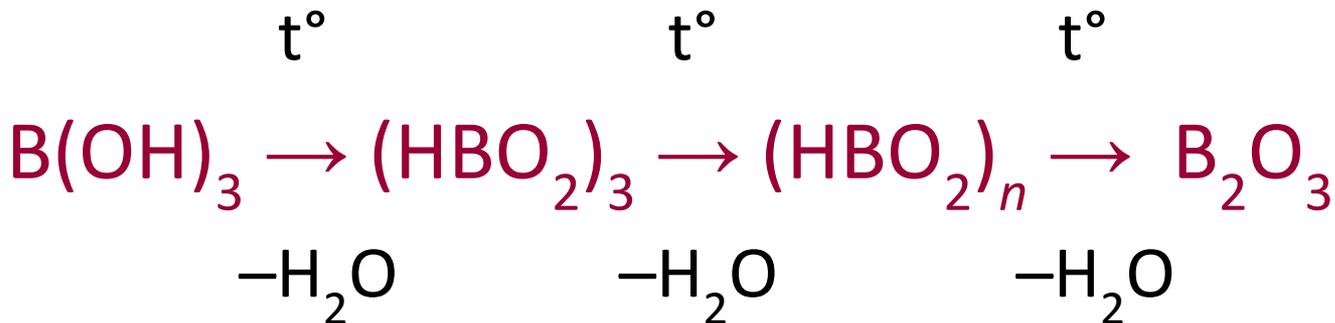
# Строение $\text{B}(\text{OH})_3$ и $(\text{HBO}_2)_n$



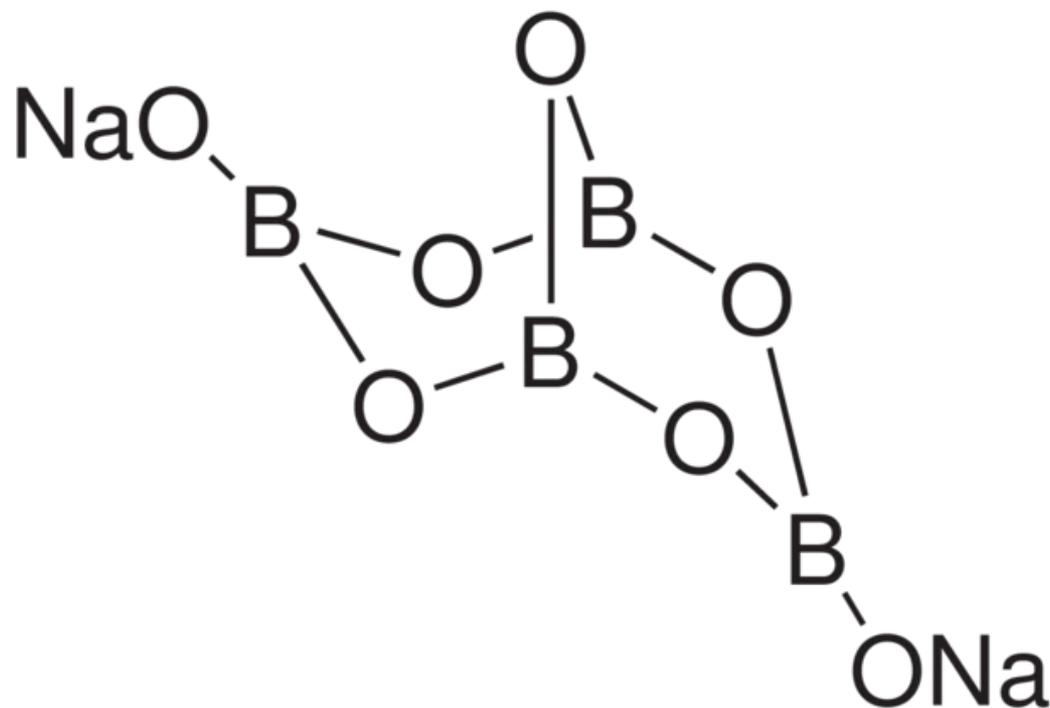
$\text{B}(\text{OH})_3$



Полиметаборная кислота

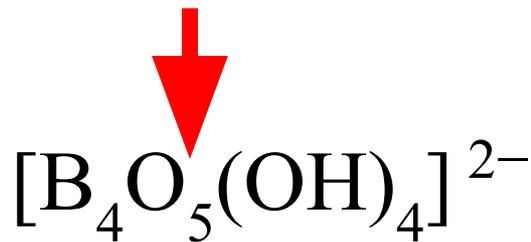
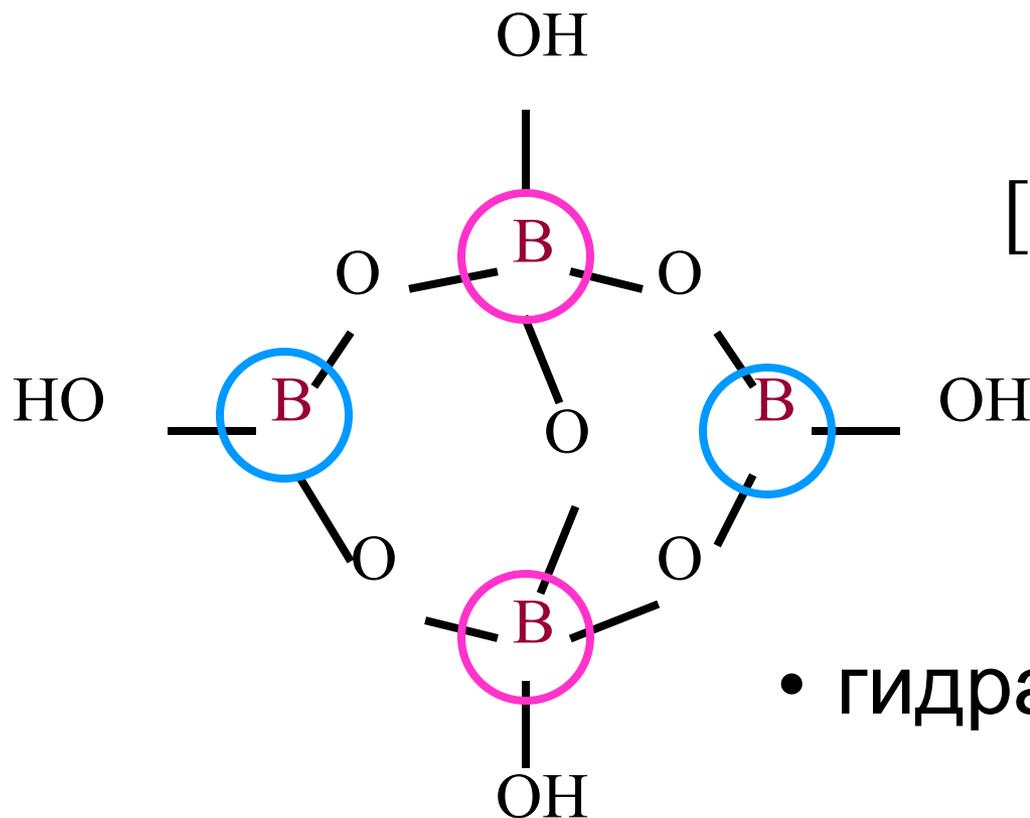


- При нейтрализации  $\text{H}_3\text{BO}_3$  избытком щелочи образуются полибораты, выделяющиеся из растворов в виде кристаллогидратов, например:



# Тетраборат натрия $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (бура)

• Большинство оксоборатов в воде не растворяется.  
Кроме боратов *s*-элементов I группы.



• гидратация

# Тетраборат натрия $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (бура)

- При прокаливании буры с солями некоторых металлов образуются двойные высокомолекулярные полиметабораты — **стекла**, часто окрашенные в характерные цвета, например:  $\text{NaBO}_2 \cdot \text{Cr}(\text{BO}_2)_3$  — **зеленый**,  $2\text{NaBO}_2 \cdot \text{Co}(\text{BO}_2)_2$  — **синий**:



# Борная кислота против

## муравьев

- эффективна за счет того, что влияет на работу его нервной системы. После всасывания в кишечнике она вызывает серьезные нарушения в работе **нервной системы**, которые через несколько часов переходят в паралич и смерть насекомого.



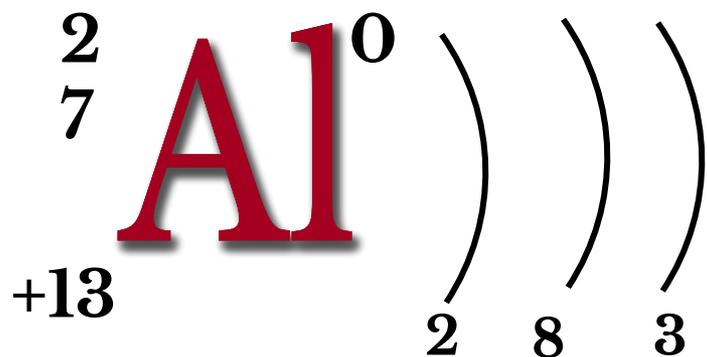
# Ортоборная кислота $H_3BO_3$

антисептическое средство

удобрение



# Алюминий

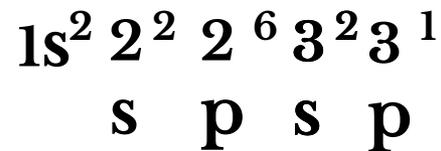


$$P = 13$$

$$\bar{e} = 13$$

$$N = 14$$

Электронная формула:

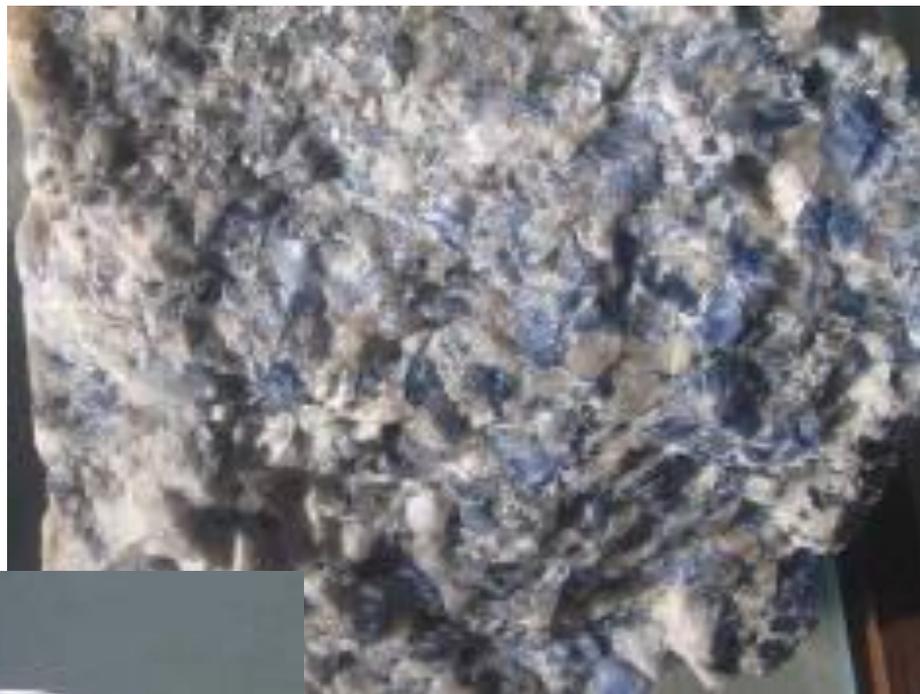


# Нахождение в природе

По распространённости в земной коре Земли занимает 1-е место среди металлов и 3-е место среди элементов, уступая только кислороду и кремнию, но не встречается в чистом виде.

**Боксит** - Является основной рудой, из которой извлекают алюминий. Основу камня составляет гидроксид алюминия и глинозем  $Al_2O_3$  (28-80%)





*Корунд*

*рубин сапфир*



**Синий цвет сапфира обусловлен  
примесями титана и  
железа в кристаллической решётке  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .**

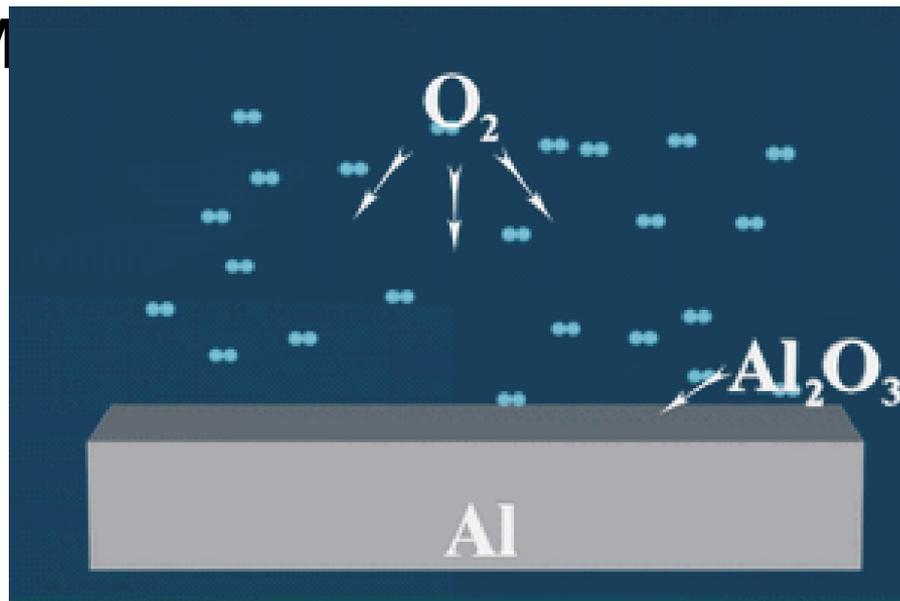
# Физические свойства



- *серебристо-белый с характерным металлическим блеском*
- *Мягкий, пластичный* (легко вытягивается в проволоку и раскатывается в листы)
- *легкий* (с малой плотностью –  $2,7 \text{ г/см}^3$ )
- *с высокой тепло- и электропроводностью*
- *легкоплавкий* (температура плавления  $660^\circ\text{C}$ )

# ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Al – активный металл, восстановитель. На воздухе всегда покрыт защитной оксидной плёнкой  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Поэтому при обычных условиях не вступает во взаимодействие с другим



# ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ МЕТАЛЛОВ (ЭХРН)

Ряд активности металлов

Li	Cs	K	Ba	Ca	Na	Mg	Al	Zn	Fe	Co	Ni	Sn	Pb	H <sub>2</sub>	Cu	Ag	Hg	Pt	Au
----	----	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----------------	----	----	----	----	----



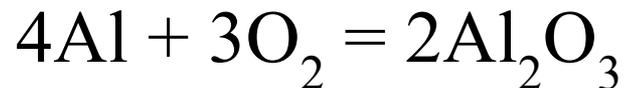
Восстановительная активность металлов (свойство отдавать электроны) уменьшается

Himege.ru

# *Химические свойства*

## *Взаимодействие с простыми веществами:*

❖ *с кислородом, образуя оксид алюминия:*



❖ *с серой, образуя сульфид алюминия:*



❖ *с азотом, образуя нитрид алюминия:*



❖ *с углеродом, образуя карбид алюминия:*

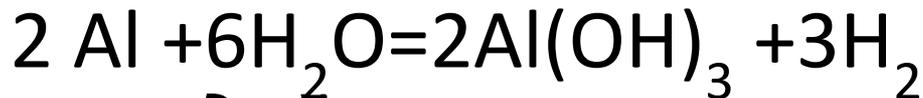


❖ *с хлором, образуя хлорид алюминия:*

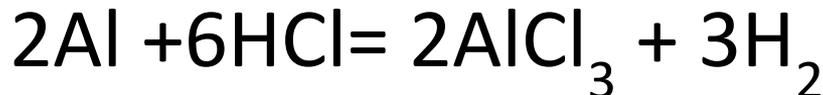


# Взаимодействие со сложными веществами

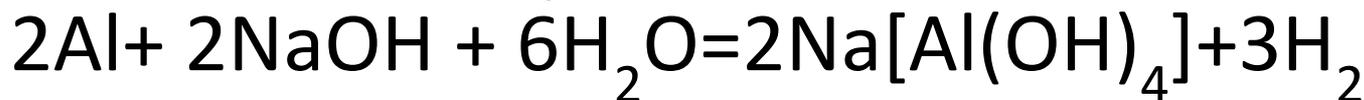
- Взаимодействие с водой (очищенный от оксидной пленки, например, амальгамированием или растворами горячей щёлочи): )



- Взаимодействует с растворами кислот



- Взаимодействует с растворами щелочей



тетрагидроксоалюминат

натрия

<https://www.youtube.com/watch?v=YQFOR6UNE1A>

<https://www.youtube.com/watch?v=h-1dkeMGiKE>

<https://www.youtube.com/watch?v=9wnYXTP1OC8>

# **УДАЛЕНИЕ ОКСИДНОЙ ПЛЕНКИ АЛЮМИНИЯ**

Алюминий при обычных  
условиях не взаимодействует  
с концентрированными  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и  
 $\text{HNO}_3$

# Домашнее задание

- Подберите коэффициенты методом электронного баланса:



- Гидроксид алюминия  $\text{Al}(\text{OH})_3$  — полимерное соединение. Так, природный гидроксид (минерал гидраргиллит) имеет слоистую кристаллическую решетку.



- . Получаемый по обменной реакции гидроксид — студенистый белый осадок.



Состав и структура осадка  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  существенно зависят от условий получения и хранения.

- При прокаливании гидроксида алюминия  $Al_2O_3 \cdot nH_2O$  постепенно теряет воду, превращаясь в конечном счете в  $Al_2O_3$ . Одна из форм дегидратированного гидроксида — *алюмогель* используется в технике в качестве адсорбента.



# *Современный метод получения алюминия*



**Современный метод  
получения заключается  
в растворении оксида  
алюминия в расплаве  
криолита с  
последующим  
электролизом с  
использованием  
коксовых или  
графитовых  
электродов.**

# ***ПРИМЕНЕНИЕ АЛЮМИНИЯ***

- **В Авиации**
- **Военная промышленность**
- **В Космической технике**
- **В Электротехнике**
- **В Судостроении**
- **В Строительстве**
- **В Автотранспорте**
- **В быту**



# Использование соединений алюминия в медицине

АЛМАГЕЛЬ

алюминия гидроксид  
+  
магния гидроксид

МААЛОКС



В одной таблетке содержится:  
магния гидроксид.....400 мг  
алюминия гидроксид.....400 мг  
наполнители - см. инструкцию по применению.

