



# Химия элементов IVA группы

# Соединения Pb<sup>4+</sup>



**Сильный окислитель:**



**Плюмбаты:**



В растворах  $[\text{Pb}(\text{OH})_6]^{2-}$

# Соединения $\text{Э}^{2+}$ ( $\text{Э} = \text{Ge}, \text{Sn}, \text{Pb}$ )

## Ох-Red свойства

- Уменьшение восстановительных свойств в ряду  $\text{Ge-Sn-Pb}$  (для  $\text{Э}^{2+}$ )
- Соединения  $\text{Sn}^{2+}$  – удобные мягкие восстановители

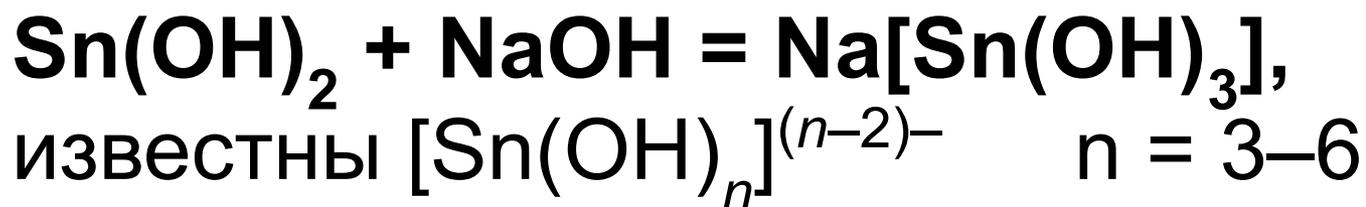
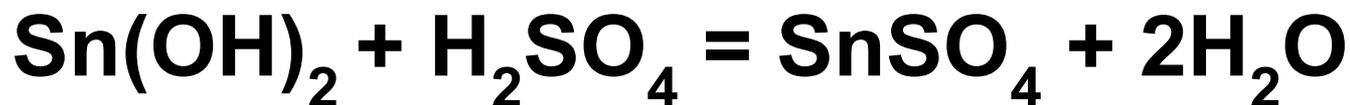
## Кислотно-основные свойства

- $\text{ЭO}$  и  $\text{Э(OH)}_2$  – амфотерные, но с преобладанием основных свойств
- Для  $\text{ЭO}$  и  $\text{Э(OH)}_2$  основные св-ва в ряду  $\text{Ge-Sn-Pb}$  увеличиваются

# Соединения Sn<sup>2+</sup>



*сине-черный*



**Диспропорционирование при  
нагревании**

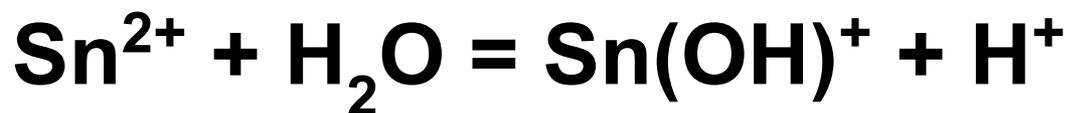


# Соединения $\text{Sn}^{2+}$

Растворимые соли  $\text{SnX}_2$ :



Гидролиз:



Комплексообразование:

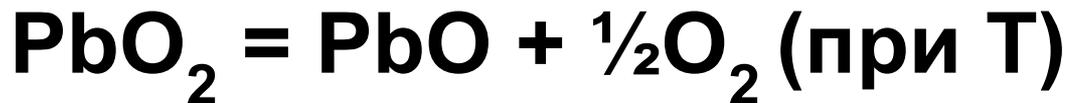


(пирамидальное строение, донор эл. пары:



# Соединения $\text{Pb}^{2+}$

$\text{PbO}$  – красный ( $\alpha$ ,  $< 490$  °C) или желтый ( $\beta$ ,  $> 490$  °C)



Растворимые в воде соли:

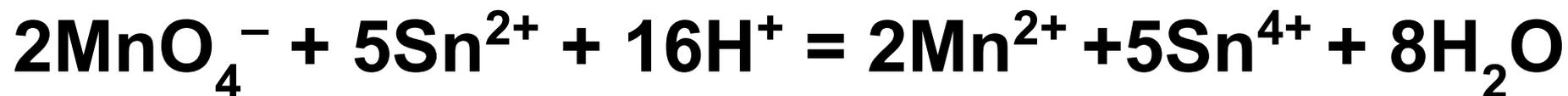
$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Pb}(\text{OAc})_2$  – свинцовый сахар.

Нерастворимые в воде соли:

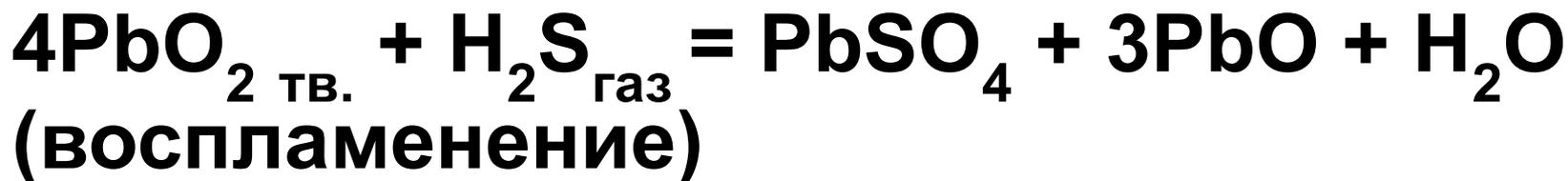
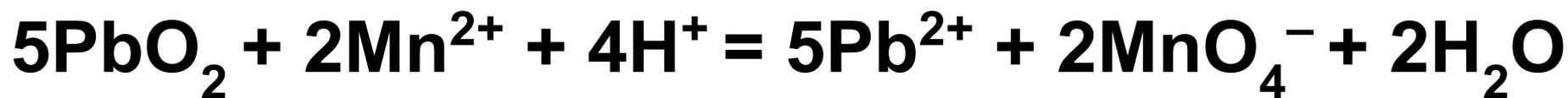
$\text{PbX}_2$  ( $\text{X} = \text{F}, \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}, \frac{1}{2}\text{SO}_4, \frac{1}{2}\text{S}, \frac{1}{2}\text{CO}_3 \dots$ )

## Примеры Ox-Red

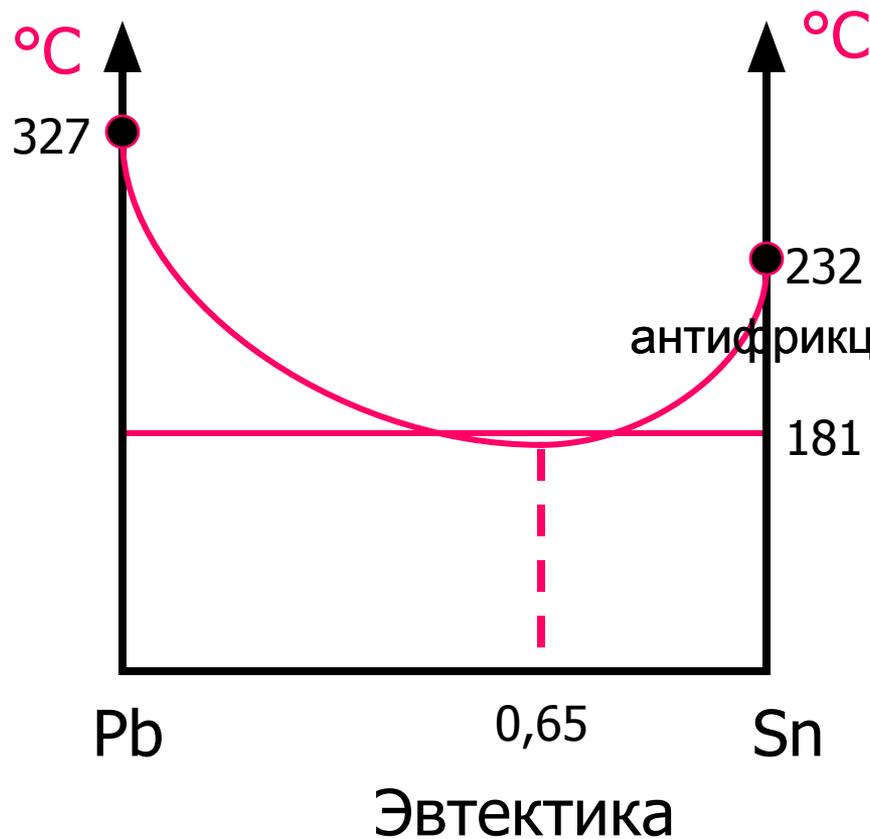
**$\text{Sn}^{2+}$  – удобный мягкий восстановитель**



**$\text{PbO}_2$  сильный окислитель, особенно в кислой среде**



# Sn, Pb



## Сплавы:

- припой (30-70)% Sn, Pb
- бронза Cu+Sn, Al, Be, Pb
- баббит Sn+Sb, Cu; Pb+Sb, Cu
- гарт (типограф. сплав) 84% Pb, 11% Sb, 5% Sn

**Олово** – лужение железа (белая жечь); станиоль

**Свинец** – аккумуляторы, защита от радиации, хим. аппаратура

Sn(т) – уст. на воздухе; Pb(т) – покр. оксидн. пленкой



# Химия элементов IIIA группы

## Периодическая система элементов Д. И. Менделеева (длинная форма)

Периоды	Группы элементов																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIIB	VIIIB			IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
1	( <sup>1</sup> H)																<sup>1</sup> H	<sup>2</sup> He
2	<sup>3</sup> Li	<sup>4</sup> Be											<sup>5</sup> B	<sup>6</sup> C	<sup>7</sup> N	<sup>8</sup> O	<sup>9</sup> F	<sup>10</sup> Ne
3	<sup>11</sup> Na	<sup>12</sup> Mg											<sup>13</sup> Al	<sup>14</sup> Si	<sup>15</sup> P	<sup>16</sup> S	<sup>17</sup> Cl	<sup>18</sup> Ar
4	<sup>19</sup> K	<sup>20</sup> Ca	<sup>21</sup> Sc	<sup>22</sup> Ti	<sup>23</sup> V	<sup>24</sup> Cr	<sup>25</sup> Mn	<sup>26</sup> Fe	<sup>27</sup> Co	<sup>28</sup> Ni	<sup>29</sup> Cu	<sup>30</sup> Zn	<sup>31</sup> Ga	<sup>32</sup> Ge	<sup>33</sup> As	<sup>34</sup> Se	<sup>35</sup> Br	<sup>36</sup> Kr
5	<sup>37</sup> Rb	<sup>38</sup> Sr	<sup>39</sup> Y	<sup>40</sup> Zr	<sup>41</sup> Nb	<sup>42</sup> Mo	<sup>43</sup> Tc	<sup>44</sup> Ru	<sup>45</sup> Rh	<sup>46</sup> Pd	<sup>47</sup> Ag	<sup>48</sup> Cd	<sup>49</sup> In	<sup>50</sup> Sn	<sup>51</sup> Sb	<sup>52</sup> Te	<sup>53</sup> I	<sup>54</sup> Xe
6	<sup>55</sup> Cs	<sup>56</sup> Ba	<sup>57</sup> La*	<sup>72</sup> Hf	<sup>73</sup> Ta	<sup>74</sup> W	<sup>75</sup> Re	<sup>76</sup> Os	<sup>77</sup> Ir	<sup>78</sup> Pt	<sup>79</sup> Au	<sup>80</sup> Hg	<sup>81</sup> Tl	<sup>82</sup> Pb	<sup>83</sup> Bi	<sup>84</sup> Po	<sup>85</sup> At	<sup>86</sup> Rn
7	<sup>87</sup> Fr	<sup>88</sup> Ra	<sup>89</sup> Ac**	<sup>104</sup> Db	<sup>105</sup> Lr	<sup>106</sup> Rf	<sup>107</sup> Bh	<sup>108</sup> Hn	<sup>109</sup> Mt	110	111	112	...	...				
	s <sup>1</sup>	s <sup>2</sup>	d <sup>1</sup>	d <sup>2</sup>	d <sup>3</sup>	d <sup>4</sup>	d <sup>5</sup>	d <sup>6</sup>	d <sup>7</sup>	d <sup>8</sup>	d <sup>9</sup>	d <sup>10</sup>	p <sup>1</sup>	p <sup>2</sup>	p <sup>3</sup>	p <sup>4</sup>	p <sup>5</sup>	p <sup>6</sup>
	s		d										p					

\*Лантаноиды

<sup>58</sup> Ce	<sup>59</sup> Pr	<sup>60</sup> Nd	<sup>61</sup> Pm	<sup>62</sup> Sm	<sup>63</sup> Eu	<sup>64</sup> Gd	<sup>65</sup> Tb	<sup>66</sup> Dy	<sup>67</sup> Ho	<sup>68</sup> Er	<sup>69</sup> Tm	<sup>70</sup> Yb	<sup>71</sup> Lu
------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------

\*\*Актиноиды

<sup>90</sup> Th	<sup>91</sup> Pa	<sup>92</sup> U	<sup>93</sup> Np	<sup>94</sup> Pu	<sup>95</sup> Am	<sup>96</sup> Cm	<sup>97</sup> Bk	<sup>98</sup> Cf	<sup>99</sup> Es	<sup>100</sup> Fm	<sup>101</sup> Md	<sup>102</sup> No	<sup>103</sup> Lr
------------------	------------------	-----------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------

# Распространенность в земной коре и минералы

**B – 28 место,  $9 \cdot 10^{-4}$  мас.%**

$H_3BO_3$  – сассолит,  $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$  – бура,

$Na_2B_4O_7 \cdot 4H_2O$  – кернит, боросиликаты.

**Al – 3 место (з. кора, 7,5 мас.%) или 8 место (з. шар, 1,5 мас.%)**

$xAl(OH)_3 \cdot yAlO(OH)$  – бокситы – **основной источник Al**,

$Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$  – каолинит,

$Na_3K[AlSiO_4]$  – алюмосиликаты,

$Al_2O_3$  – корунд (рубин и сапфир),

$Na_3[AlF_6]$  – криолит



# Распространенность в земной коре и минералы

**Ga** – редкий и рассеянный,  $4,6 \cdot 10^{-4}$  мас.%,  
примерно 60-70 место,  $\text{CuGaS}_2$  – галлит,  
сопутствует Al в бокситах

**In** – редкий и рассеянный,  $2 \cdot 10^{-6}$  мас.%,  
примерно 70-75 место, примесь к  
сульфидным рудам

**Tl** – редкий и рассеянный,  $8 \cdot 10^{-7}$  мас.%,  
примерно 75-80 место, примесь к  
сульфидным рудам, сопутствует K в  
алюмосиликатах

# Открытие элементов

- **B** – 1808 г., фр. Гей-Люссак и Тенар.



- **Al** – 1825 г., дат. Эрстед,  
 $\text{AlCl}_3 + 3\text{K(Hg)} = \text{Al} + 3\text{KCl} + \text{Hg}$   
от лат. *Alumen* или *Alumin* – квасцы

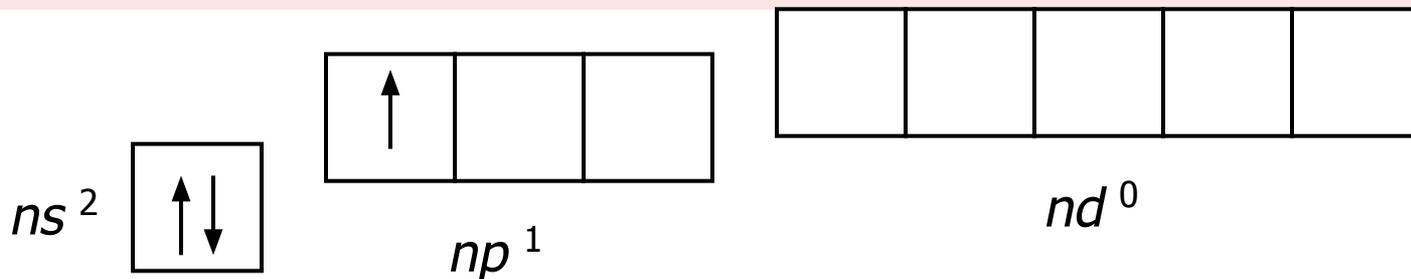
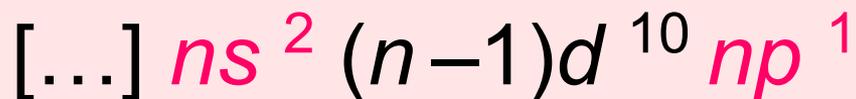
- **Ga** – предсказан Менделеевым в 1871 г., открыт фр. Лекок де Буабодран в 1875 г.,  
в честь Франции, лат. *Gallia*.

- **In** – 1863 г., нем. Рейх и Рихтез, от синей краски индиго (две синие линии в спектре руд)

- **Tl** – 1861 г., англ. Крукс, от гр. «таллос» – молодая зеленая ветвь (зеленая линия в спектре отходов производства серной кислоты)

# Элементы IIIA-группы

- Общая электронная формула:



	$r_{\text{ат.}}, \text{Э} (\text{Å})$	$\chi_{\text{п}}$	Степени окисления
<b>B</b>	<b>0,83</b>	<b>2,04</b>	<b>0,+3</b>
<b>Al</b>	<b>1,43</b>	<b>1,61</b>	<b>0, (+1), +3</b>
<b>Ga</b>	<b>1,39</b>	<b>1,81</b>	<b>0, (+1), +3</b>
<b>In</b>	<b>1,63</b>	<b>1,78</b>	<b>0, (+1), +3</b>
<b>Tl</b>	<b>1,70</b>	<b>1,62</b>	<b>0, +1, (+3)</b>

# Физические свойства простых веществ

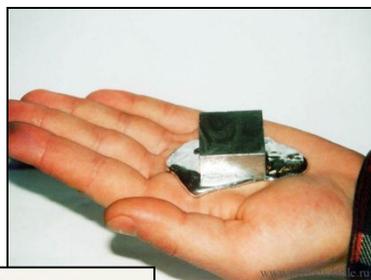
	<b>B</b>	<b>Al</b>	<b>Ga</b>	<b>In</b>	<b>Tl</b>
Т. пл., °C	2075	660,4	29,8	156,6	303,6
Т. кип., °C	3700	2500	2403	2024	1457
$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	2,34	2,70	5,90 (т)	7,30	11,84



**Бор**



**Алюминий**



**Галлий**



**Индий**



**Таллий**

# Элементы IIIA-группы

B	Al	Ga	In	Tl
Неметалл	Амфотерные элементы			
Рост металличности				
				
Рост устойчивости ст. ок. +III				
				
Рост устойчивости ст. ок. +I				
				

$\text{Э}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Э}(\text{OH})_3$ ,  
 $\text{ЭX}_3 \dots$

$\text{Tl}^{\text{III}}$  – окисл.  
св-ва

$\text{Э}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Э}(\text{OH})_3$ ,  
 $\text{ЭX}_3 \dots$

$\text{Tl}_2\text{O}$ ,  $\text{TlOH}$ ,  
 $\text{TlCl} \dots$

# Бор

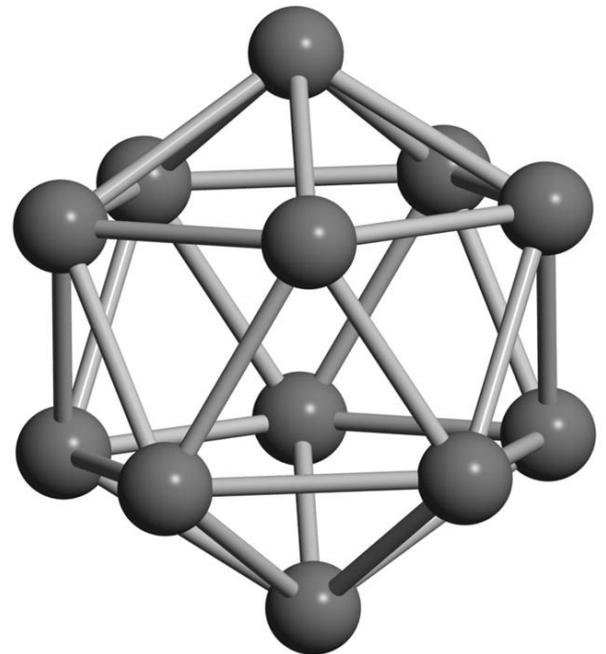
Коричневый, полупроводник, аномально высокая  $t_{\text{пл.}} = 2075 \text{ }^\circ\text{C}$

Получение:



**БОР ХИМИЧЕСКИ ИНЕРТЕН**

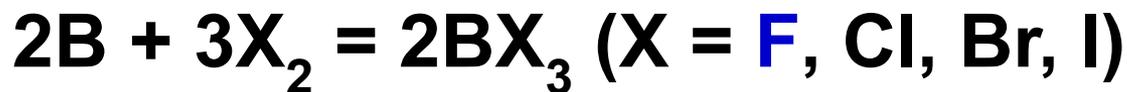
**Икосаэдр**



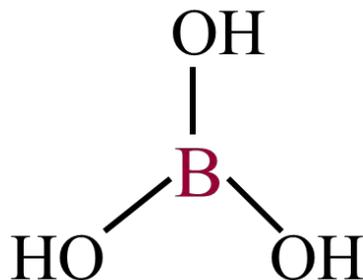
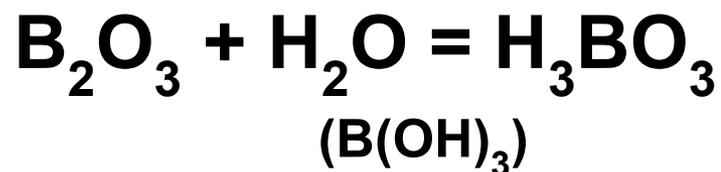
# Бор



**Кинетические затруднения**, нет реакции с водой ниже 100 °С

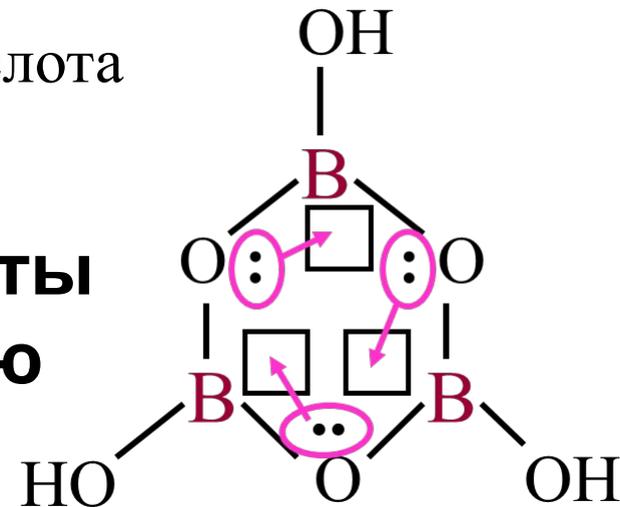


# Соединения В с кислородом



ортоборная кислота

Нагревание ортоборной кислоты при 100 °С дает триметаборную кислоту  $\text{H}_3\text{B}_3\text{O}_6$

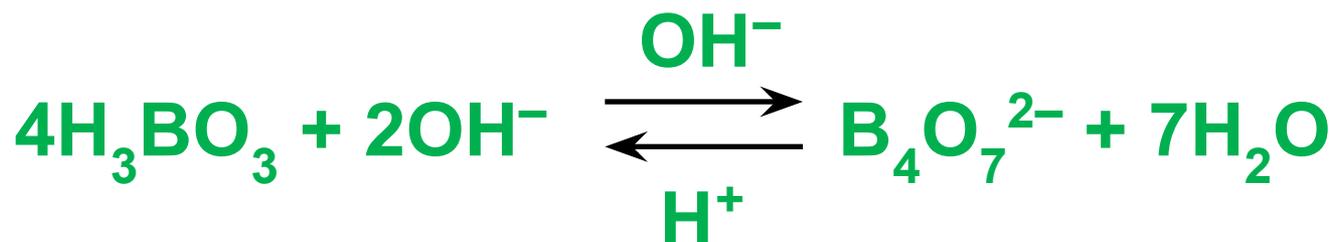
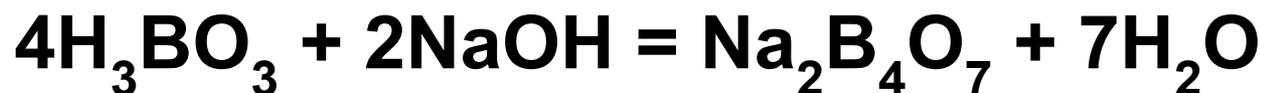


триметаборная кислота

# Борная кислота – $\text{H}_3\text{BO}_3$

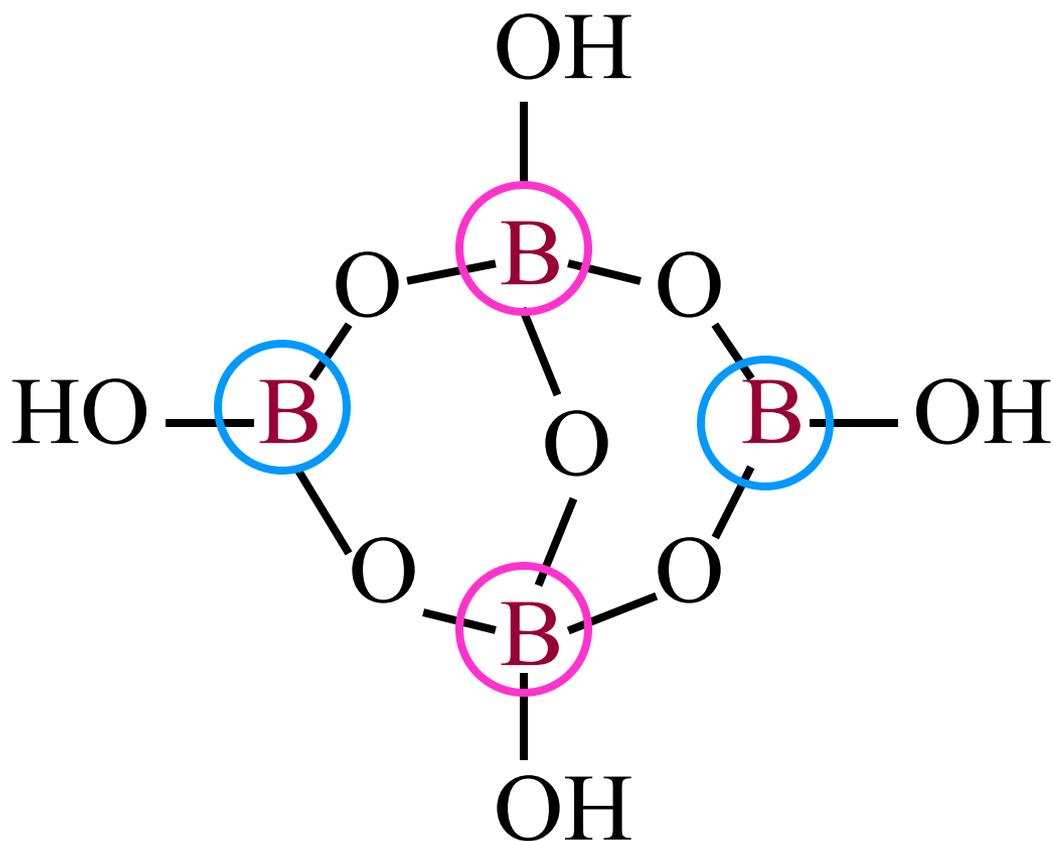
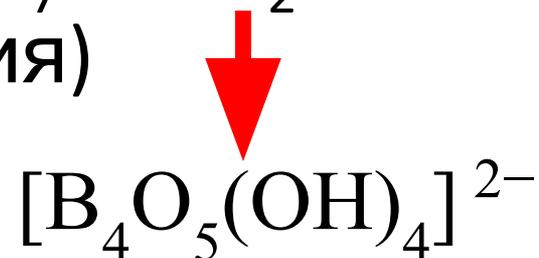
**ОДНООСНОВНАЯ И СЛАБАЯ,  $\text{pK}_a = 9,2$**

$\text{B}(\text{OH})_3 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_3\text{O}^+ + [\text{B}(\text{OH})_4]^-$  – солей с таким анионом мало, есть тетрабораты ( $\text{M}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ) и метабораты ( $\text{MBO}_2$ ).



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

- $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Na}^+ + [\text{B}_4\text{O}_7^{2-} \cdot 2\text{H}_2\text{O}]$   
(диссоциация и гидратация)



# Получение $\text{H}_3\text{BO}_3$

- $\text{BCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = \text{B}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{HCl}$  (лаб.)
- $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 + 5\text{H}_2\text{O} =$   
 $= 4\text{B}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$  (лаб., пром.)



# Al – получение алюминия

## Промышленное получение алюминия:

Электролиз раствора  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (10%) в расплаве (962 °C) криолита  $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$ :

на катоде – Al (жидкий,  $T_{\text{пл.}} = 660$  °C)

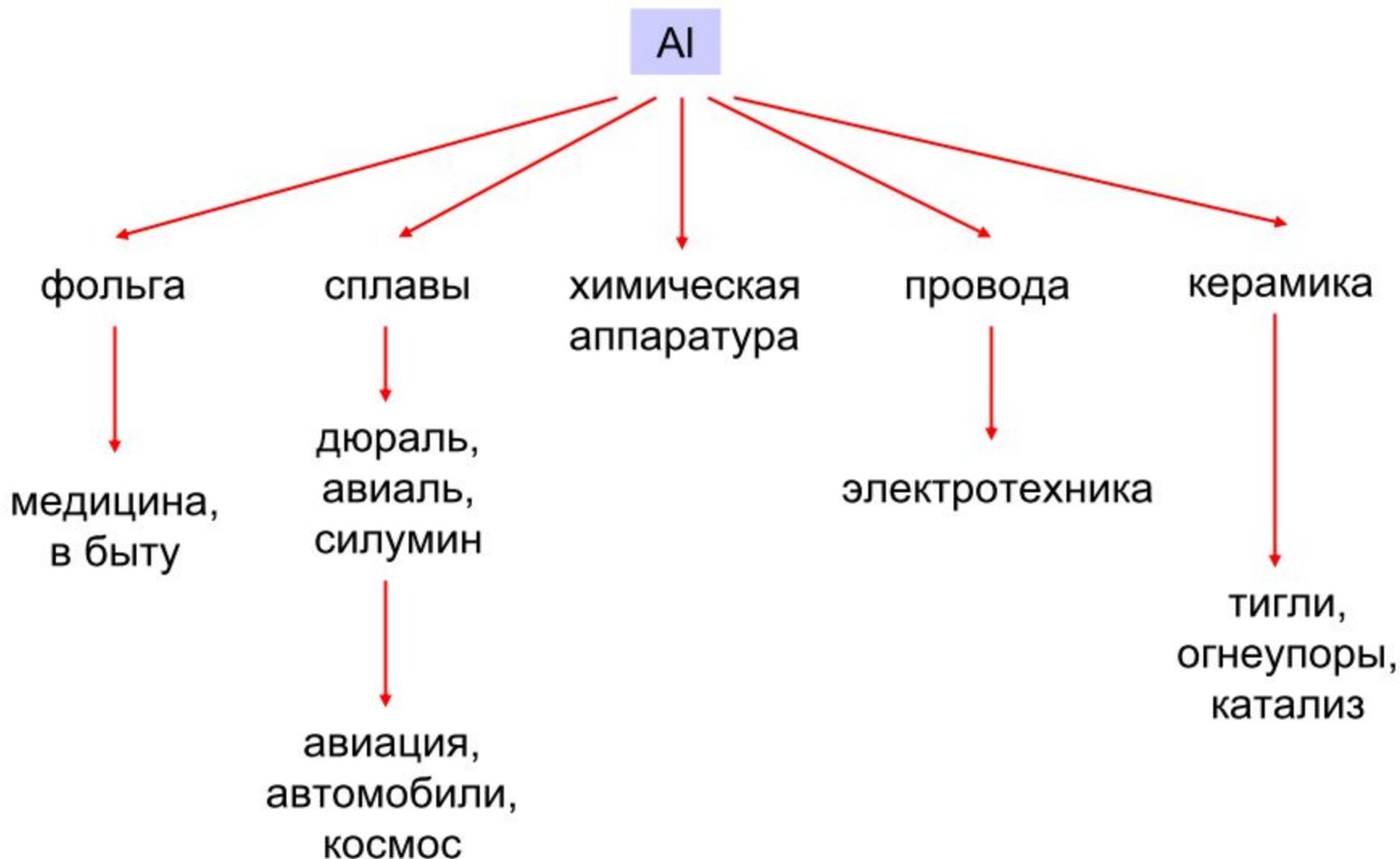
на аноде –  $\text{O}_2$  ( $\text{CO}$  и  $\text{CO}_2$  за счет окисления угольных электродов)

Такой метод получения требует больших затрат электроэнергии, и поэтому оказался востребован только в 20 веке.

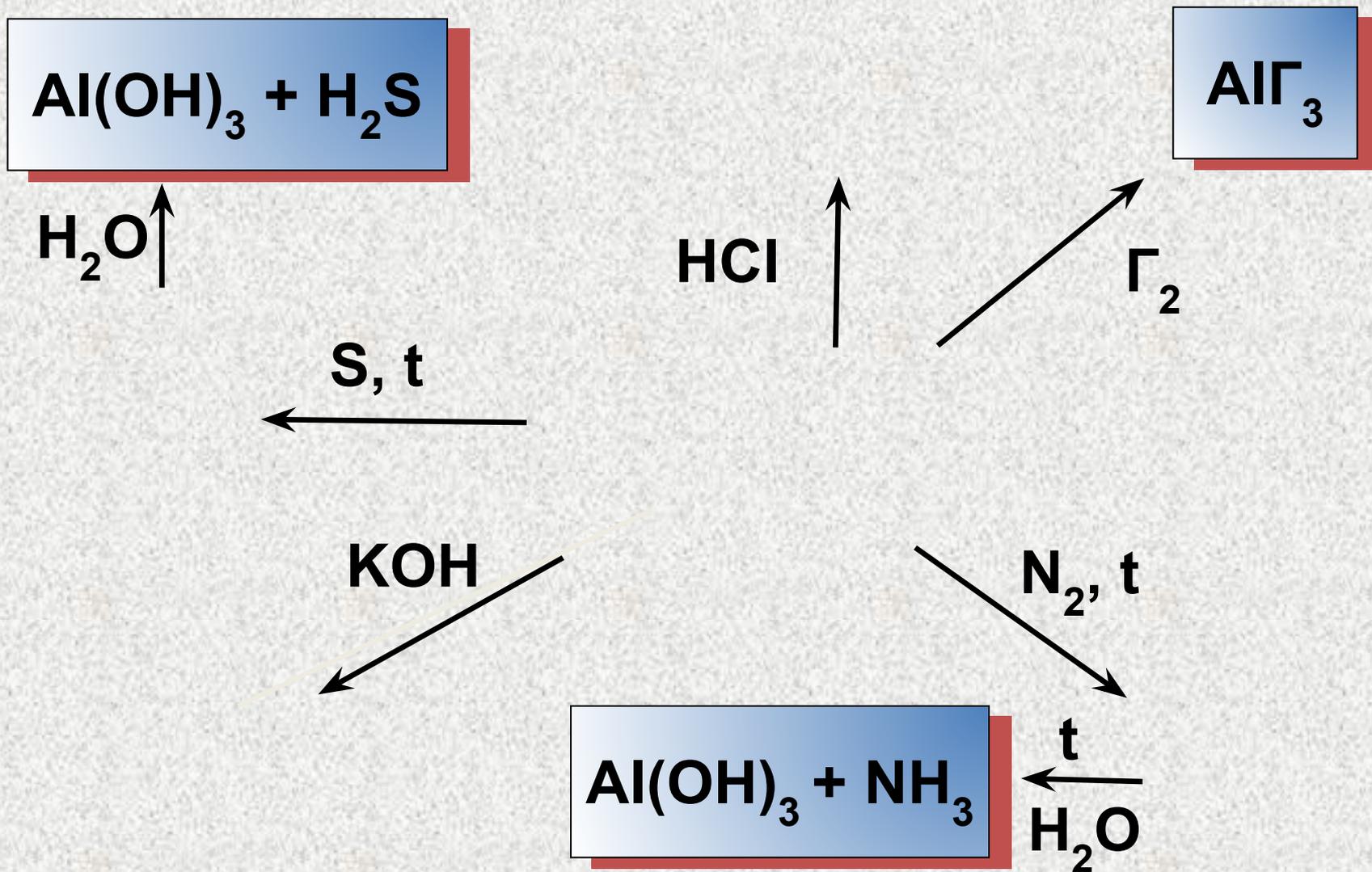
Для производства 1 т алюминия требуется 1,9 т глинозёма и 18 тыс. кВт·ч электроэнергии!!!

Такое количество электричества потребляет большой 150-квартирный дом в течение целого месяца.

# Применение алюминия



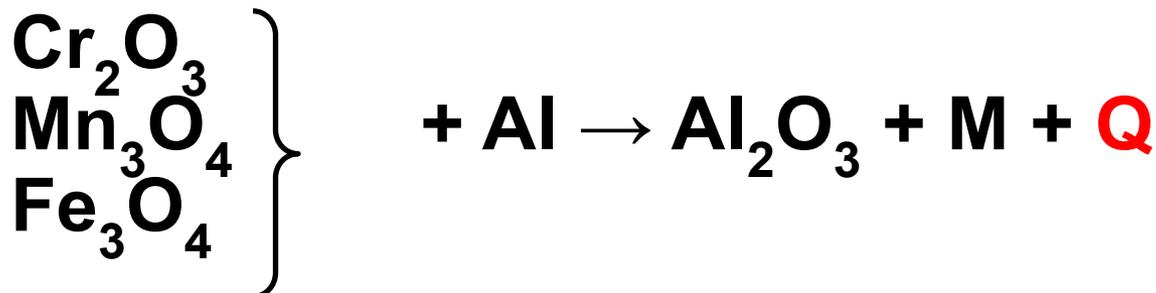
# Химические свойства Al



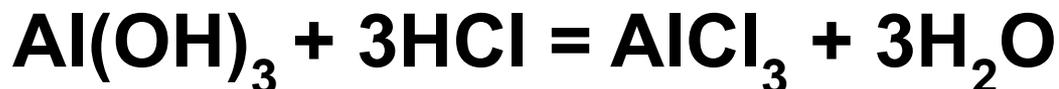
# Химические свойства Al

$\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})}$  и  $\text{HNO}_{3(\text{конц.})}$  пассивируют Al

Алюмотермия:



$\text{Al}(\text{OH})_3$  – амфотерный



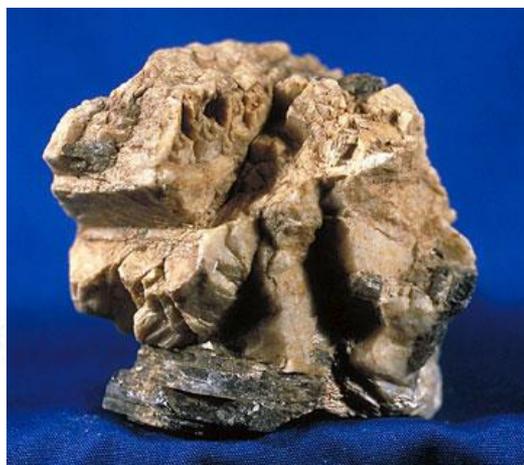
Al – ст. ок. +1 редко – AlF, AlCl



# ОКСИД АЛЮМИНИЯ

$\text{Al}_2\text{O}_3$  – корунд, сапфир, рубин...

Минералы различаются лишь наличием различных примесей, благодаря которым камни обретают тот или иной цвет. Чистый корунд бесцветен, окись хрома дарует камню все оттенки красного цвета, титан способен окрасить минерал в синий цвет, а окись железа придает кристаллам желтый оттенок.



# Получение и применение Ga, In, Tl

Ga, In, Tl своих значимых минералов не имеют

Ga, In – из отходов производства Al или Zn

Tl – сопутствует свинцу в сульфидных рудах

Ga, In, Tl получают электролизом водных растворов солей, очищают переплавкой в инертной атмосфере

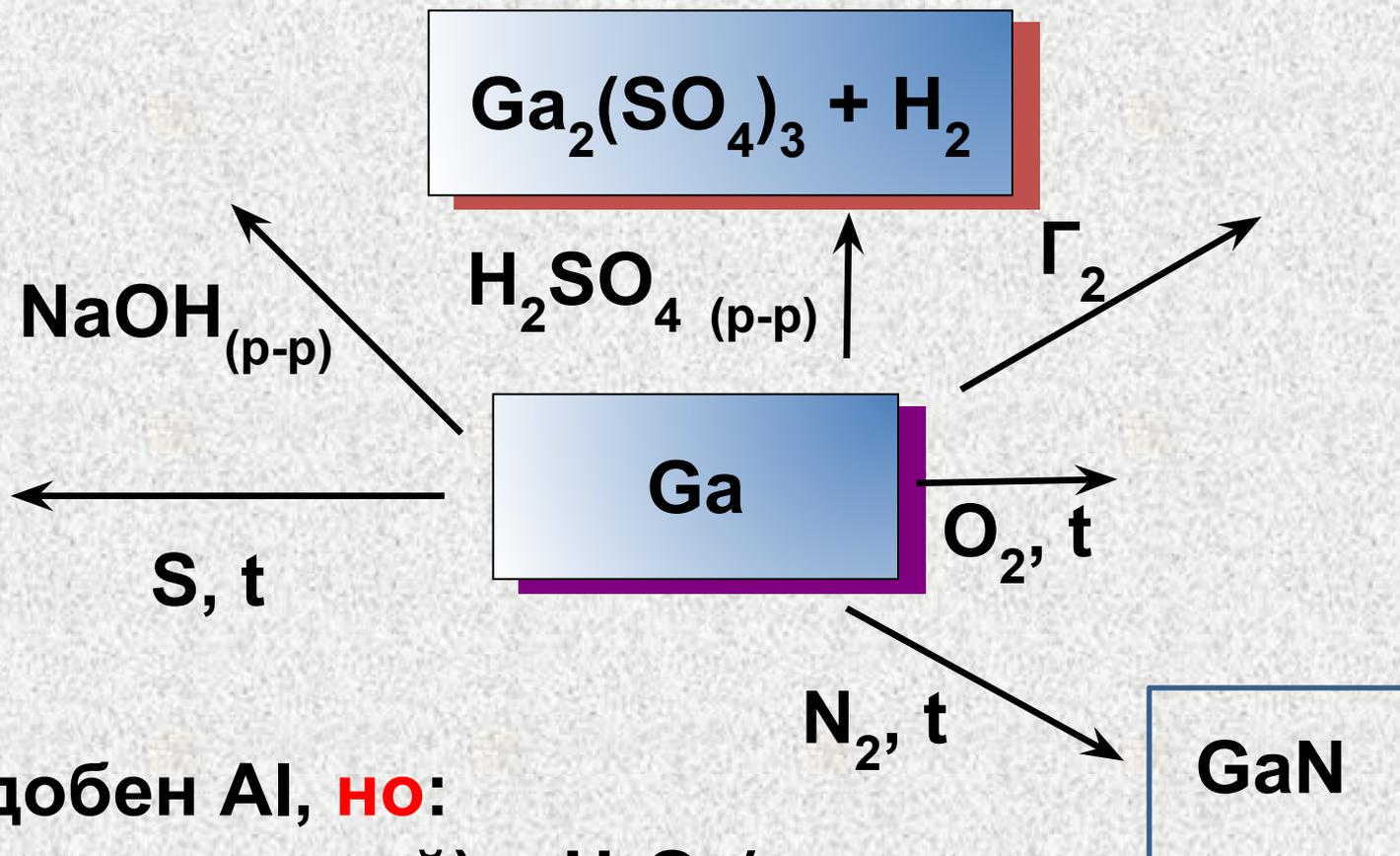
Ga, In применяют:

1. В качестве жидкой эвтектики или в составе легкоплавких сплавов

2. В полупроводниковой технике в виде GaN, GaP, GaAs, InP, InAs

Tl практически не применяется ввиду высокой токсичности

# Химические свойства Ga (In)



Ga подобен Al, **но**:

$\text{GaN}$  (ковалентный) +  $\text{H}_2\text{O} \neq$  **не идет**

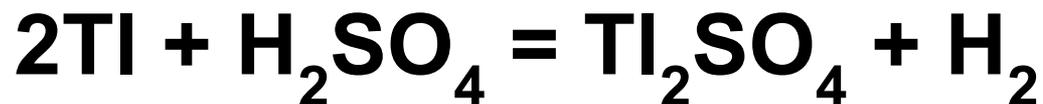
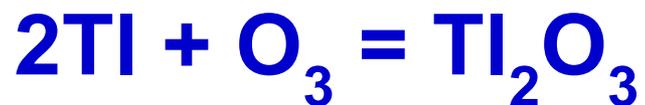
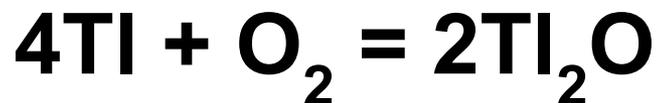
In подобен Ga, **но**:

индаты ( $\text{Na}[\text{In}(\text{OH})_4]$ ) только в **конц.**  $\text{NaOH}$

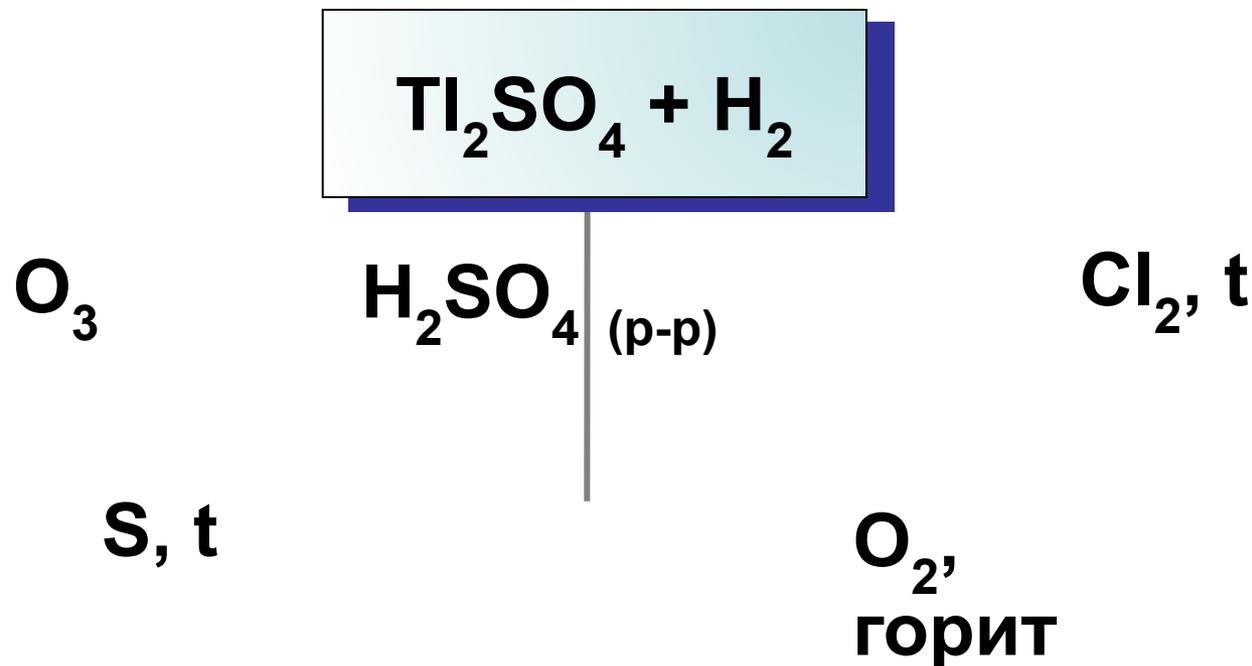
# Химические свойства Tl

Активный металл,

$Tl^{1+}$  – наиболее устойчивая степень окисления



# Химические свойства Тl



Металлический Тl хранят под слоем масла, т.к.



# Химические свойства Тl

Сравнение со щелочными металлами

**Tl<sup>1+</sup> - наиболее устойчивая ст.ок.**

сходство с К и Na

	NaOH	TlOH
<b>основные свойства</b>	<b>сильн.</b>	<b>сильн.</b>
<b>растворимость в H<sub>2</sub>O</b>	<b>хорошо р-м</b>	<b>хорошо р-м</b>
<b>растворимые соли</b>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> NaNO <sub>3</sub> Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Tl <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> TlNO <sub>3</sub> Tl <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
<b>образует квасцы</b>	<b>KCr(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·12H<sub>2</sub>O</b>	<b>TlCr(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·12H<sub>2</sub>O</b>

# Химические свойства Tl

Сходство с побочной п/гр. I гр.

Нерастворимые в воде галогениды и сульфиды



Галогениды таллия светочувствительны:  
подобно галогенидам серебра разлагаются

Все соединения таллия – сильные яды!!!

$\text{Tl}^{3+}$  – сильный окислитель



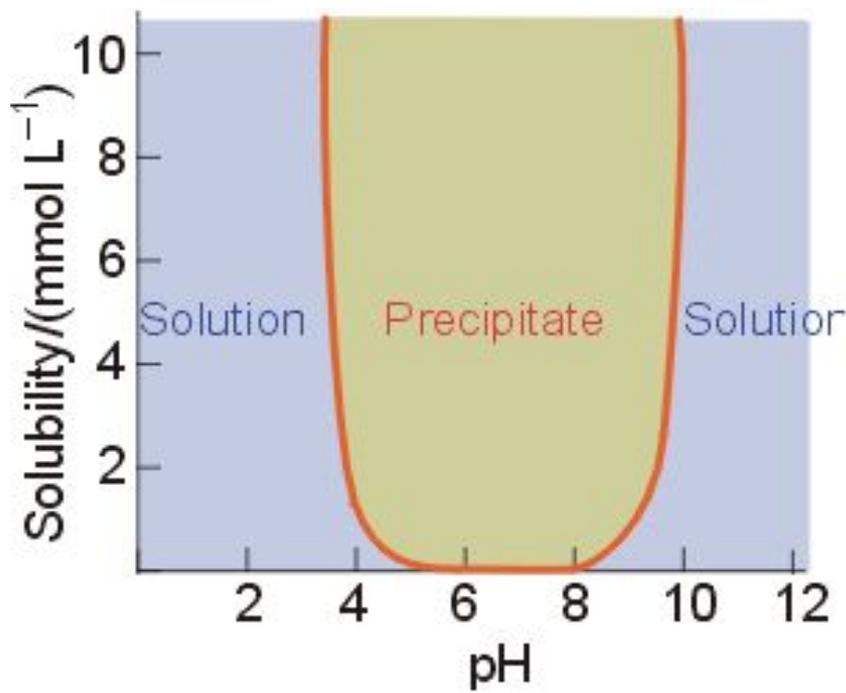
Существует  $\text{TlI}_3$  (аналог  $\text{NaI}_3$ ), т.е.  $\text{Tl}^{\text{I}+}\text{I}^- \cdot \text{I}_2$

# К.-осн. свойства В, Al, Ga, In, Tl

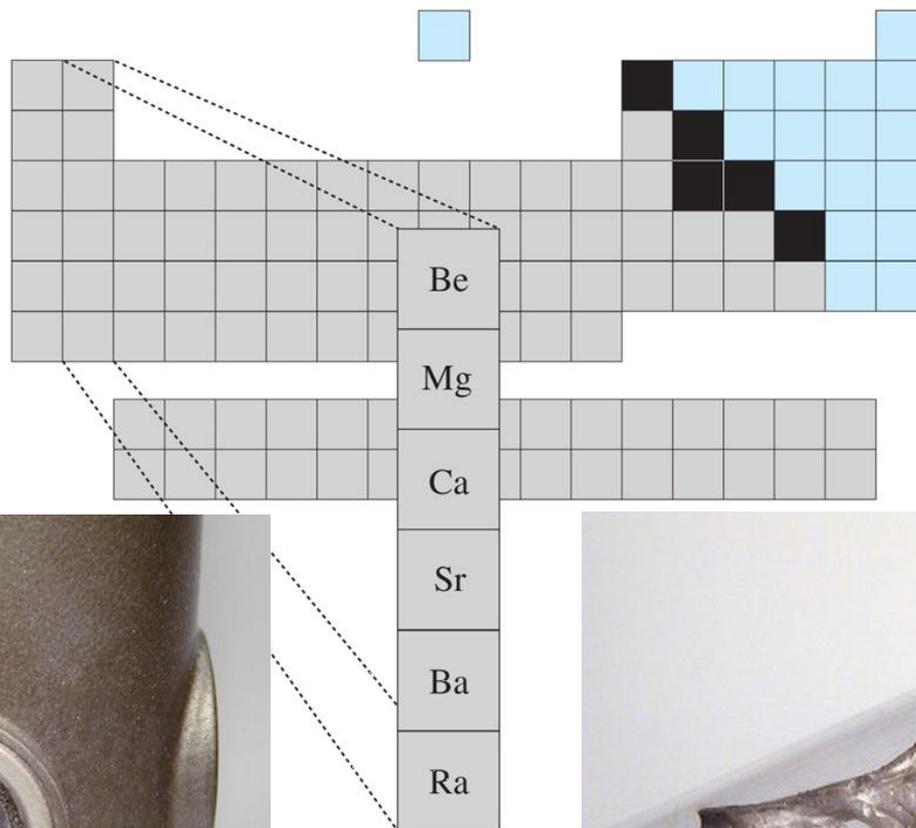


увеличение основных свойств,

$\text{Tl}(\text{OH})_3$  только основные



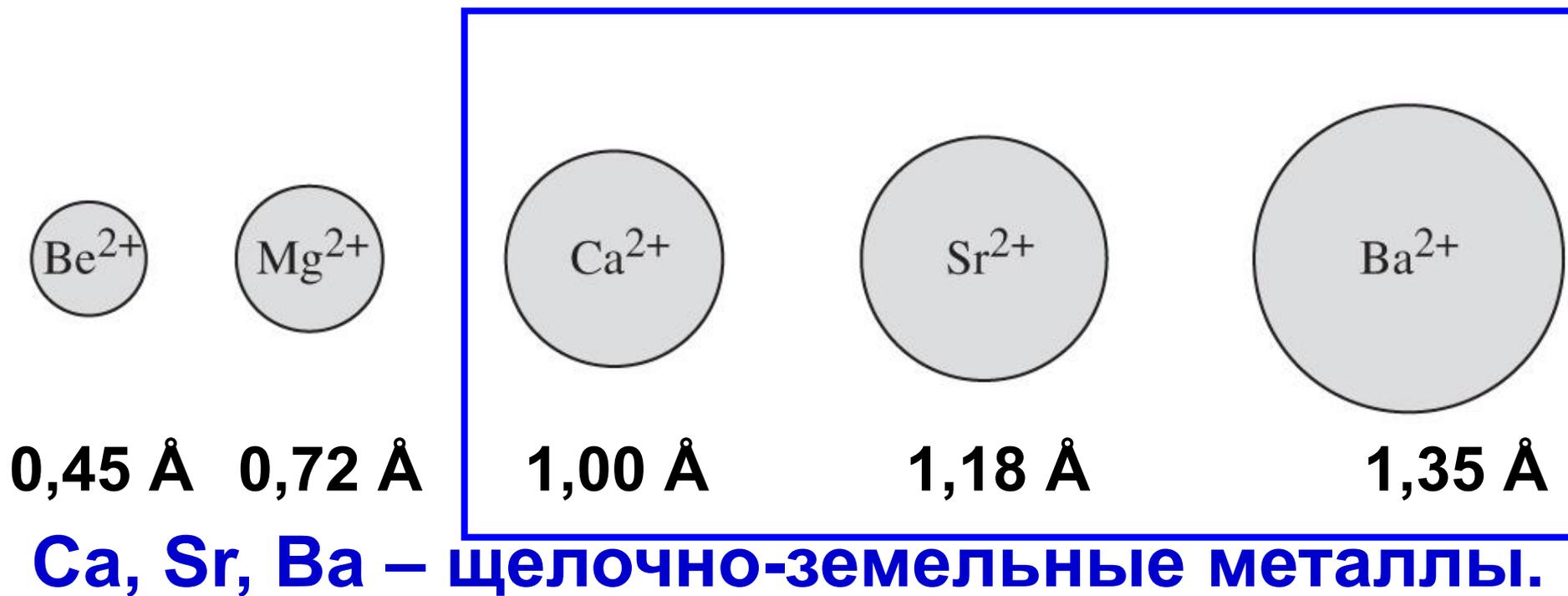
# Химия элементов IIА группы



# Be, Mg, Ca, Sr, Ba ( $ns^2$ )

	$r, \text{\AA}^0$	$\chi_{\text{п}}$	Степени окисления
<b>Be</b>	<b>1,12</b>	<b>1,47</b>	<b>0, +2</b>
<b>Mg</b>	<b>1,60</b>	<b>1,23</b>	<b>0, +2</b>
<b>Ca</b>	<b>1,97</b>	<b>1,04</b>	<b>0, +2</b>
<b>Sr</b>	<b>2,15</b>	<b>0,98</b>	<b>0, +2</b>
<b>Ba</b>	<b>2,22</b>	<b>0,97</b>	<b>0, +2</b>

**Очень маленький радиус катионов  
бериллия и магния  
(резкое отличие химических свойств).**



# Распространенность и минералы

- **Be – 48 место;**  $3\text{BeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$  (берилл: изумруд, аквамарин и др.)
- **Mg – 7 место;**  $2\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (карналлит),  $\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$  (доломит)
- **Ca – 5 место;**  $\text{CaCO}_3$  (кальцит),  $\text{CaF}_2$  (флюорит),  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (гипс)



Zu "Allgemeine und Anorganische Chemie" (Binnewies, Jackel, Wilber, Rayner-Canham), erschienen bei Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg. © 2004 Elsevier GmbH München. berYl.jpg

берилл



Zu "Allgemeine und Anorganische Chemie" (Binnewies, Jackel, Wilber, Rayner-Canham), erschienen bei Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg. © 2004 Elsevier GmbH München. calc3.jpg

кальцит

# Распространенность и минералы

- **Sr – 19 место;  $\text{SrCO}_3$  (стронцианит)**
- **Ba – 17 место;  $\text{BaSO}_4$  (барит),  $\text{BaCO}_3$  (витерит)**



Zu "Allgemeine und Anorganische Chemie" (Binnewies, Jäckel, Willner, Rayner-Canham), erschienen bei Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, © 2004 Elsevier GmbH München. witherit.jpg

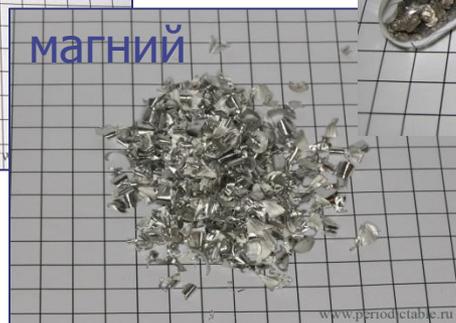
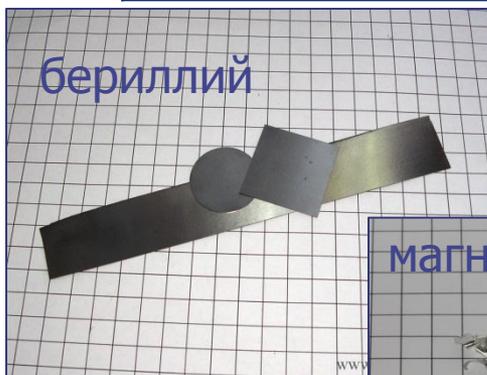
- **Ra – радиоактивен; в урановых рудах**

# Открытие элементов

- Be – 1798 г., фр. Воклен, от минерала берилл (впервые выделен в 1828 г. фр. Бюсси)
- Mg – 1808 г., англ. Дэви, от названия города Магнезия, в окрестностях которого имеются залежи минерала магнезита  $MgCO_3$
- Ca – 1808 г., англ. Дэви, лат. *calx* – известь
- Sr – 1808 г., англ. Дэви, от стронцианит
- Ba – 1808 г., англ. Дэви, гр. «барис»  
тяжелый
- Ra – 1898 г., супруги Кюри,  
лат. «радиус» – луч

# Физические свойства простых веществ (IIA-группа)

Свойство	Be	Mg	Ca	Sr	Ba	Ra
Т. пл., °С	1287	650	842	768	727	969
Т. кип., °С	2507	1095	1495	1390	1860	1536
Плотность, г/см <sup>3</sup> (20 °С)	1,85	1,74	1,55	2,54	3,59	5,00



# Получение

**Be – электролиз расплава  $\text{Ba}[\text{BeF}_4]$**

**или восстановление:**

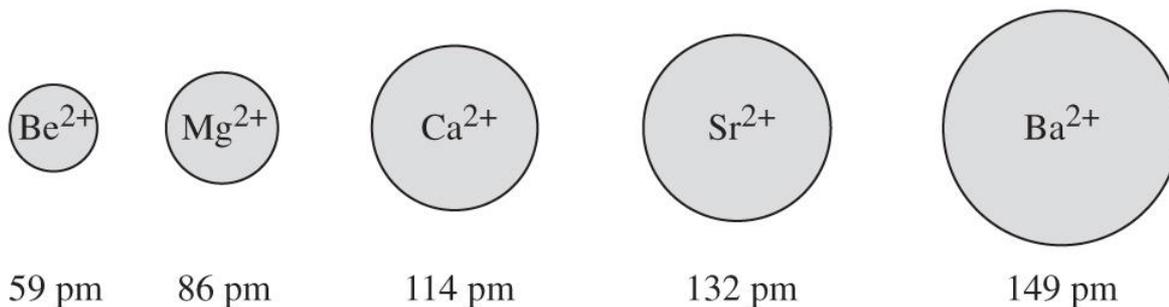


**Mg – электролиз расплава  $\text{MgCl}_2$**

**Sr, Ba – электролиз расплава  $\text{MCl}_2$  или  $\text{BaO}$**

# Основные свойства

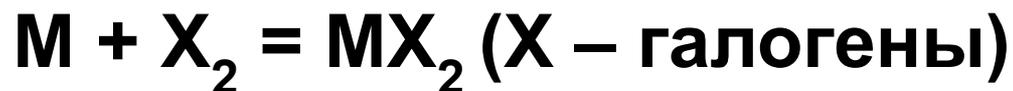
- 1) степень окисления ТОЛЬКО +2;
- 2) очень маленький радиус катиона бериллия и магния;  
Ca, Sr, Ba – щелочно-земельные металлы;
- 3) диагональное сходство: Be и Al;  
Be – ковалентные соединения;
- 4) увеличение основных свойств  $M(OH)_2$ :  
 $Be(OH)_2$  – амфотерное,  $Ca(OH)_2$  – средней силы



# Свойства простых веществ



(Be – нет; Mg – при нагревании; Ca, Sr, Ba – очень бурно)



# Свойства простых веществ

Be – амфотерные свойства:



# $M(OH)_2$

$Be(OH)_2$  – амфотерный.

$Mg(OH)_2$  – основание средней силы,  $K_{b2} = 3 \cdot 10^{-3}$ .

$Ca(OH)_2$ ,  $Sr(OH)_2$ ,  $Ba(OH)_2$  – сильные основания (щелочи) – мало растворимы в воде.

## Соединения с N

$M = Mg, Ca, Sr, Ba$  образуют  $M_3N_2$  ионные нитриды



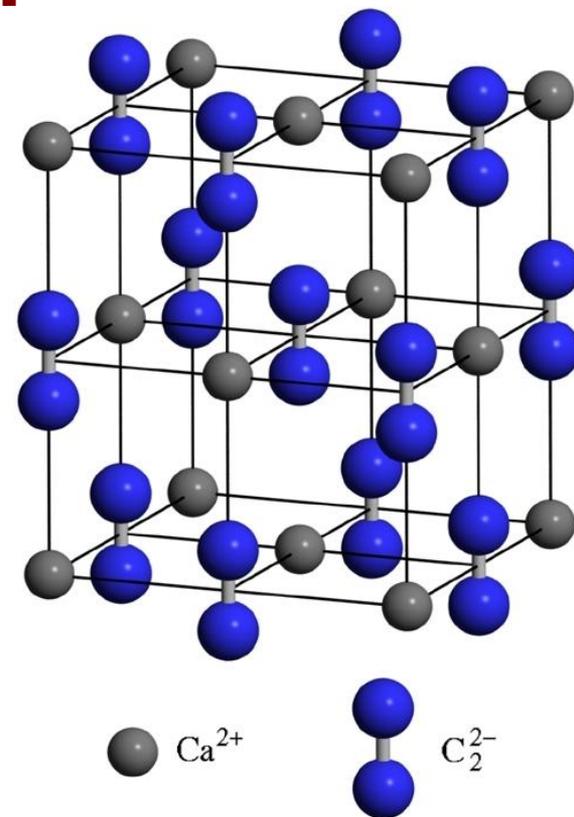
$Be_3N_2$  – ковалентное соединение, не гидролизуется при обычных условиях

# Соединения с углеродом

**M = Mg, Ca, Sr, Ba – ионные ацетилениды  $MC_2$**



**$CaC_2$  – наиболее важен**



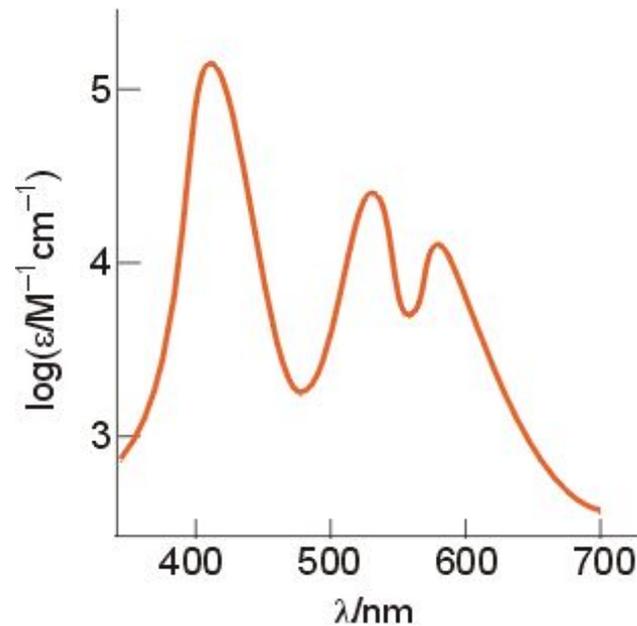
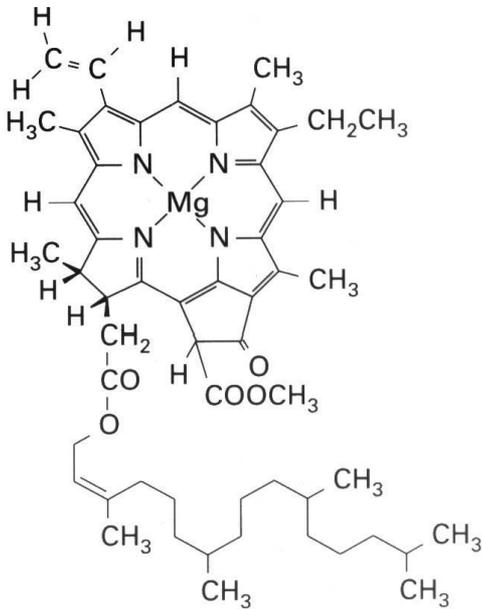
**Другая стехиометрия:**



**$Be_2C$  – ионный карбид, МЕТАНИД.**

# Биологическая роль

## Фотосинтез (фотосистема II):



**<sup>90</sup>Sr – опасный радиоактивный изотоп (аналог Ca);  
Be – наиболее токсичный элемент среди  
нерадиоактивных элементов**



# Li, Na, K, Rb, Cs ( $ns^1$ )

	$R (\text{Э}^0), \text{Å}$	$\chi_{\text{п}}$	$E^0_{\text{M}^+/\text{M}}, \text{В}$	Степени окисления
<b>Li</b>	<b>1,57</b>	<b>0,97</b>	<b>-3,04</b>	<b>0, +1</b>
<b>Na</b>	<b>1,92</b>	<b>1,01</b>	<b>-2,71</b>	<b>0, +1</b>
<b>K</b>	<b>2,36</b>	<b>0,91</b>	<b>-2,93</b>	<b>0, +1</b>
<b>Rb</b>	<b>2,53</b>	<b>0,89</b>	<b>-2,93</b>	<b>0, +1</b>
<b>Cs</b>	<b>2,74</b>	<b>0,86</b>	<b>-2,91</b>	<b>0, +1</b>

# Распространенность и минералы

**Li** – 29 место;  $\text{Li}_2[\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}]$  (сподумен)

**Na** – 6 место;  $\text{NaCl}$  (галит, кам. соль),

**K** – 8 место;  $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$   
(карналлит),  $\text{KCl}$  (сильвин)

**Rb** – 26 место;  $\text{KLi}_2\text{Al}(\text{Al},\text{Si})_3\text{O}_{10}(\text{F},\text{OH})_2$   
(лепидолит)

**Cs** – 38 место;  $(\text{Cs},\text{Na})[\text{AlSi}_2\text{O}_6] \cdot n\text{H}_2\text{O}$   
(поллуцит)

**Fr** – радиоактивен

# Открытие элементов

**Li – 1817 г.**, Берцелиус; греч. «литос» – камень

**Na – 1807 г.**, англ. Дэви, араб. «натрон» – сода

**K – 1807 г.**, англ. Дэви, араб. «алкали» –  
щелочное вещество

**Rb – 1861 г.**, нем. Бунзен и Кирхгоф;  
лат. «рубидос» – красный

**Cs – 1861 г.**, нем. Бунзен и Кирхгоф;  
лат. «цесиус» – небесно-голубой

**Fr – 1939 г.**, фр. Перей, в честь Франции



# Физические свойства простых веществ (IA-группа)

Свойство	Li	Na	K	Rb	Cs	Fr
Т. пл., °С	180,5	97,83	63,5	39,3	28,7	21
Т. кип., °С	1336,6	886	760	696	667,6	660
Плотность, г/см <sup>3</sup> (20 °С)	0,53	0,97	0,86	1,53	1,90	—



# Получение

Электролиз **расплавов**  $MCl$  или  $MOH$   
( $M = Li, Na, K$ )

Катод:  $M^+ + e = M$

Анод:  $2OH^- - 2e = H_2O + \frac{1}{2}O_2$  (или  $Cl_2$ )

Восстановление

$2MCl + Ca = 2M + CaCl_2$  ( $M = Rb, Cs$ )

700 °C, вакуум.

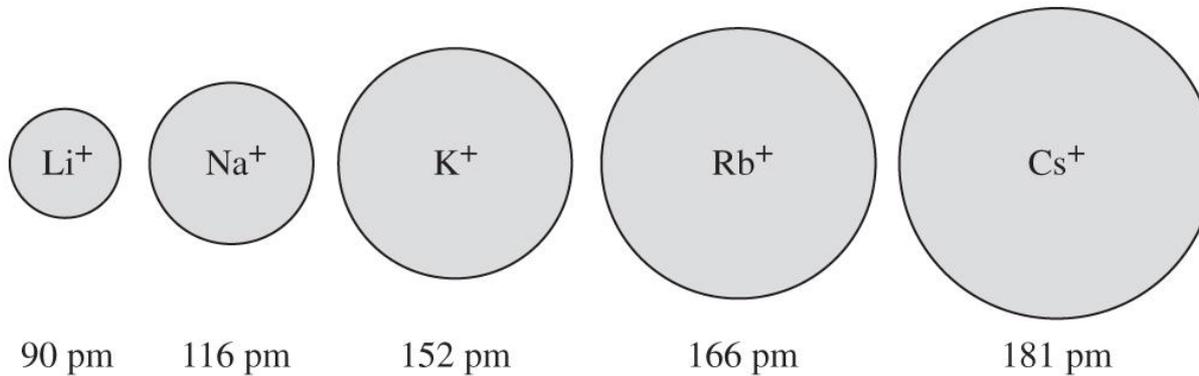
$t_{кип.}(Ca) = 1484$  °C,

$t_{кип.}(Cs) = 668$  °C;  $t_{кип.}(Rb) = 696$  °C

# Методы работы в инертной атмосфере



# Особенности Li



Li резко отличается от остальных M, похож на Mg (диагональное сходство). Ковалентный характер связей.

$6\text{Li} + \text{N}_2 = 2\text{Li}_3\text{N}$  – нитрид (при нагревании)

Остальные M реагируют с  $\text{N}_2$  только в эл. разряде и выход  $\text{M}_3\text{N}$  низкий

Н/р в воде:  $\text{LiF}$ ,  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Li}_3\text{PO}_4$  (как и соли  $\text{Mg}^{2+}$ )

# Диагональное сходство

I	II	III	IV
<b>1</b> <b>H</b> 1,00795 водород			
<b>3</b> <b>Li</b> 6,9412 литий	<b>4</b> <b>Be</b> 9,01218 бериллий	<b>5</b> <b>B</b> 10,812 бор	<b>6</b> <b>C</b> 12,0108 углерод
<b>11</b> <b>Na</b> 22,98977 натрий	<b>12</b> <b>Mg</b> 24,305 магний	<b>13</b> <b>Al</b> 26,98154 алюминий	<b>14</b> <b>Si</b> 28,086 кремний
<b>19</b> <b>K</b> 39,0983 калий	<b>20</b> <b>Ca</b> 40,08 кальций	<b>21</b> <b>Sc</b> 44,9559 скандий	<b>22</b> <b>Ti</b> 47,90 титан

Основания оксидов  $B_2O_3$  и  $SiO_2$   
 Гидролиз  $B_2O_3$  и  $SiO_2$   
 Реакция образования комплексов  
 Летучие гидриды

# Основные свойства

- 1) Степень окисления **ТОЛЬКО +1**
- 2) Щелочные металлы. Очень реакционноспособные
- 3) МОН – растворимы в воде, **ЩЕЛОЧИ**

# Св-ва простых веществ

Реакции с водой (K, Rb, Cs – взрываются)



$2\text{M} + \text{H}_2 = 2\text{MH}$  при нагревании  
(солеобразные гидриды) реагируют с водой



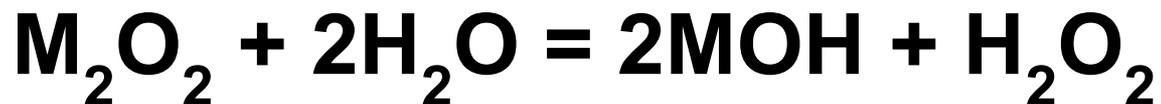
# Горение М

	Li	Na	K	Rb	Cs
Оксид	$\text{Li}_2\text{O}$	$\text{Na}_2\text{O}$ мало			
Пероксид	$\text{Li}_2\text{O}_2$ мало	$\text{Na}_2\text{O}_2$	$\text{K}_2\text{O}_2$ мало		
Надпероксид			$\text{KO}_2$	$\text{RbO}_2$	$\text{CsO}_2$

# Кислородные соединения

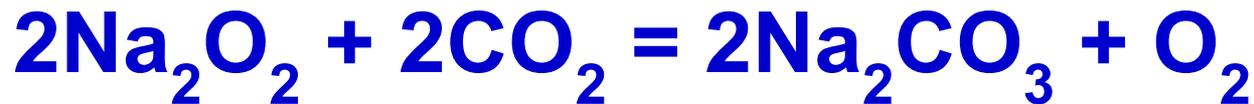
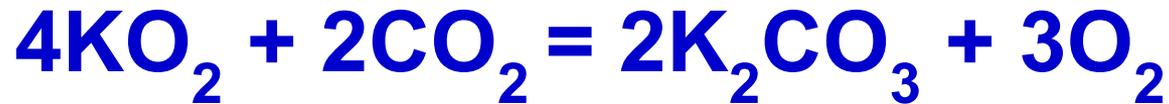


## Реакции с водой:

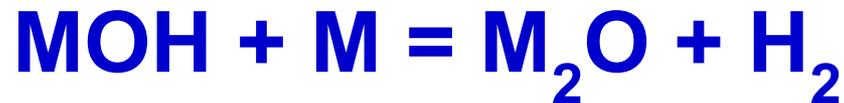


# Кислородные соединения

«Проветривание» закрытых помещений:



Косвенные методы получения оксидов:



(прокаливание карбонатов)