

# p-Элементы III группы

B, Al, Ga, In, Tl

# Атомные характеристики

Элемент	<b>B</b>	<b>Al</b>	<b>Ga</b>	<b>In</b>	<b>Ta</b>
Вал. эл-ны	$ns^2np^1$				
$R_{ат}$ , нм	0.091	0.143	0.139	0.166	0.171
$I$ , эВ	8.3	6.0	6.0	5.8	6.1
$\chi_0$	2.0	1.5	1.8	1.5	1.5

**B**

**Al**

**Ga**

**In**

**Ta**

неметалл

амфот. металлы

металл

# Степени окисления

**B**    **-3, +3**

**Al**    **+3**

**Ga**    **+1, +2, +3**

**In**    **+1, +2, +3**

**Tl**    **+1, +3**

# Природные ресурсы

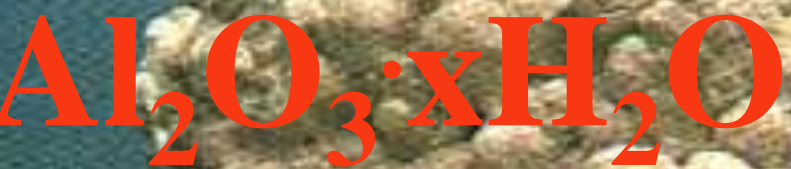
- **Кларки:**

**B** -  $3 \cdot 10^{-4}\%$  , **Al**- **8.8%**, **Ga** -  $1,5 \cdot 10^{-3}$ ,

**In** -  $1,4 \cdot 10^{-5}$ , **Tl** -  $3 \cdot 10^{-4}\%$

- **$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  – бура**
- **$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  - кернит**
- **$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  - боксит**
- **$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  - каолин (глина)**
- **$\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$  - нефелин**
- **$\text{Al}_2\text{O}_3$  - корунд, глинозем, рубин, сапфир**
- **Ga, In, Tl - редкие, рассеянные эл-ты**

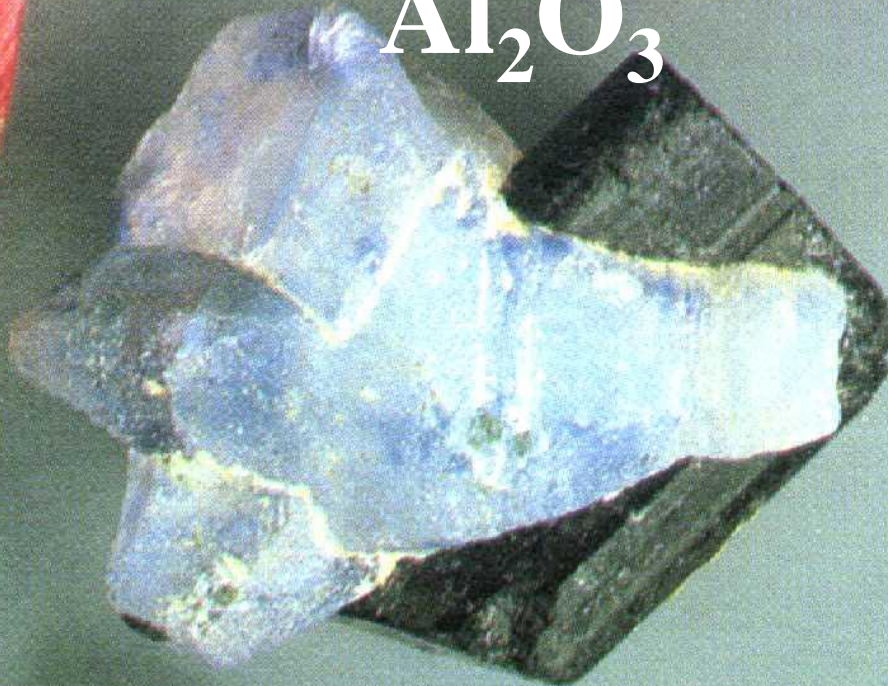
**Боксит**



Рубин -  $Al_2O_3$



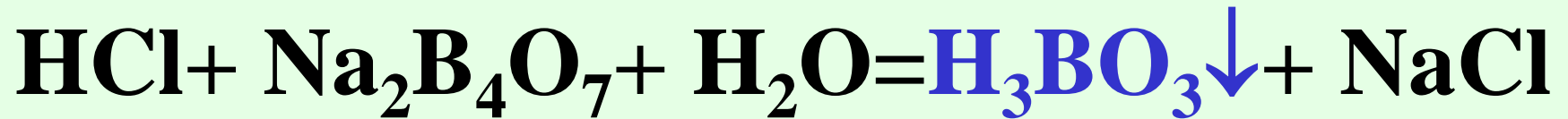
# Рубин и сапфир



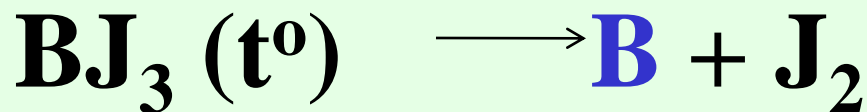
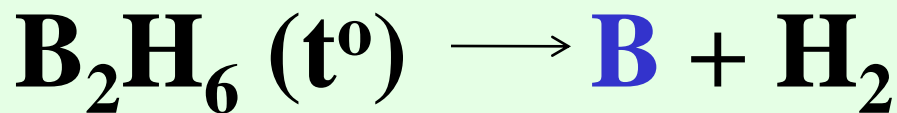
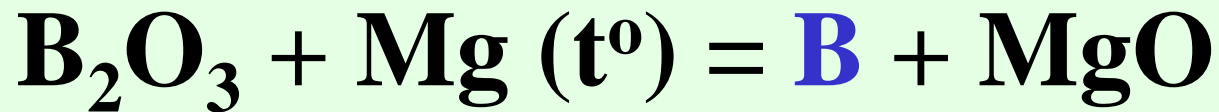
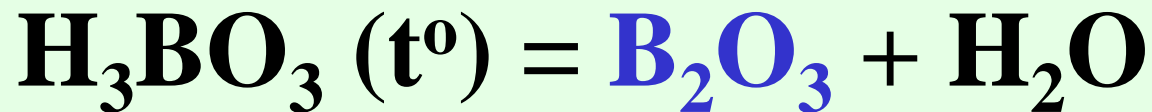
# Простые вещества



# Получение бора

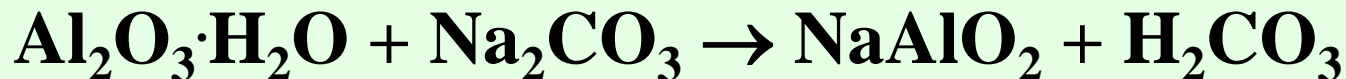


(бура)

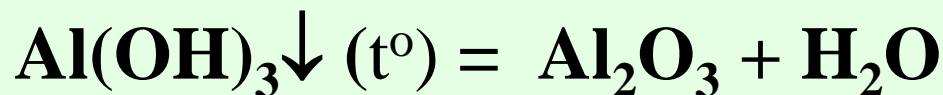
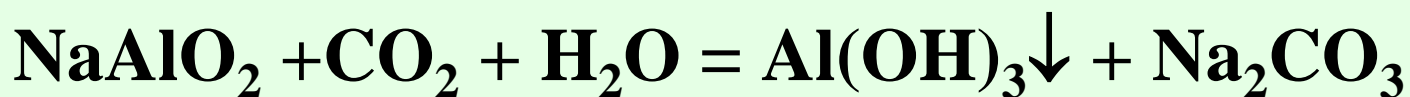


**о.с.ч.**

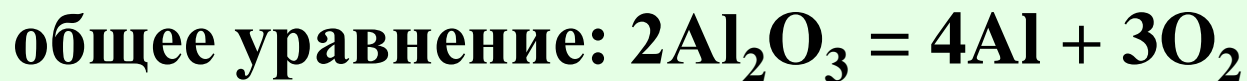
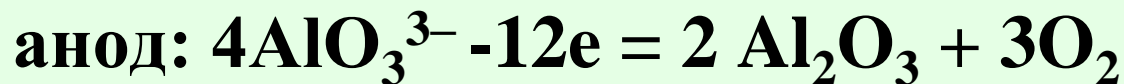
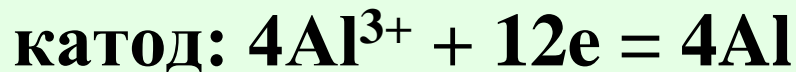
# Получение алюминия



(боксит)



электролиз



# Получение Ga, In, Tl

- **Соли и оксиды:**

- а) отходов производства Al

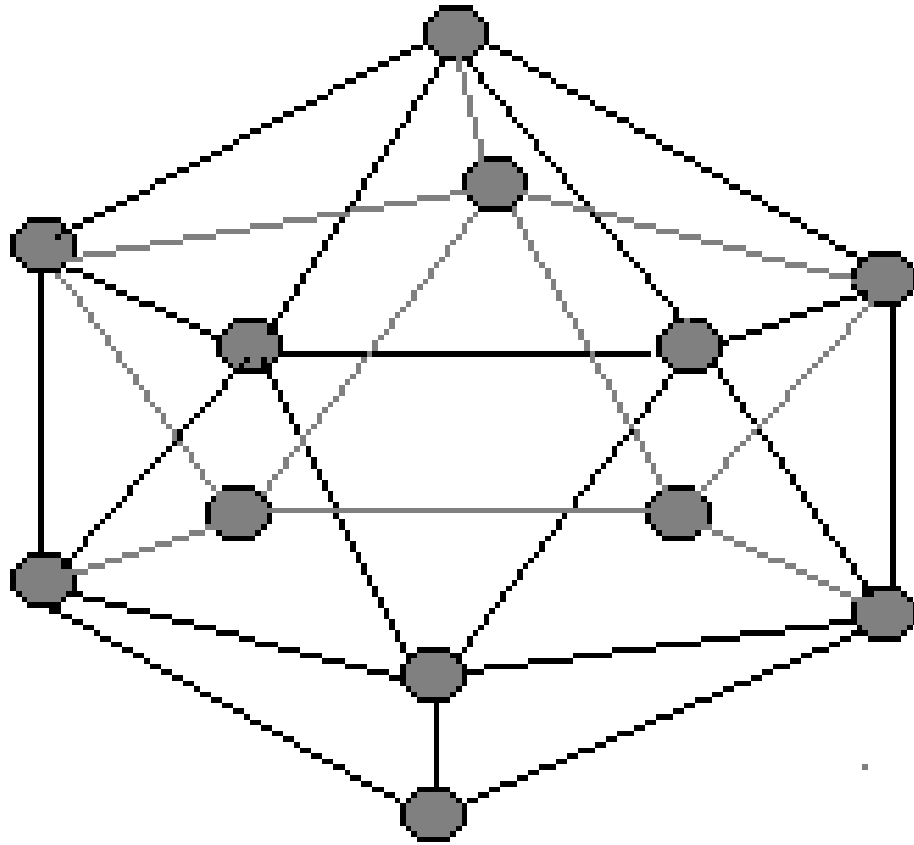
- б) извлекают из полиметал-х руд

- **Металлы:**

- 1) электролиз водных р-ров солей

- 2)  $\text{Э}_2\text{O}_3 + \text{C}$  (или  $\text{H}_2$ ) =  $\text{Э} + \text{CO}_2$

# Структура бора



## Икосаэдр B<sub>12</sub>

Две аллотропные модификации:

- кристаллический ( $S^{\circ} = 7 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К}$ ) – тв., прочн., тугоплавк.  $2300^{\circ}\text{C}$
- аморфный

# Особенности структуры галлия

Крист. решетка Ga состоит из молекул - пар атомов  $\text{Ga}_2$

между парами атомов 0,270-279 нм

между атомами в парах 0,243 нм

$$t_{\text{пл}} (\text{Ga}) = 30^\circ\text{C}$$

$t_{\text{кип}} = 2403^\circ\text{C}$  - сопоставима с др.  
металлами

# Физические свойства

**В      Al      Ga      In      Tl**

• $t^{\circ}$ пл.	<b>2250</b>	<b>660</b>	<b>30</b>	<b>157</b>	<b>303</b>
• $t^{\circ}$ кип.	<b>3658</b>	<b>2467</b>	<b>2403</b>	<b>2080</b>	<b>1457</b>
• цвет	<b>темно серый</b>	 <b>серебристо-белые</b>			

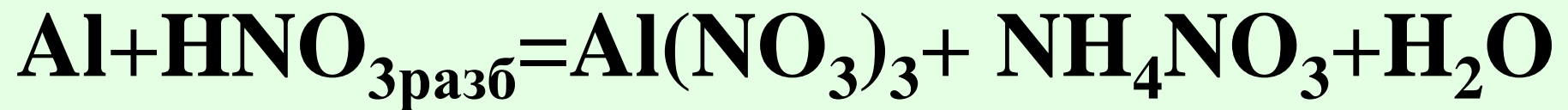
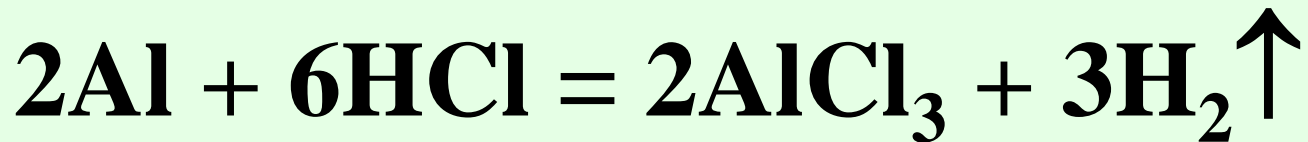
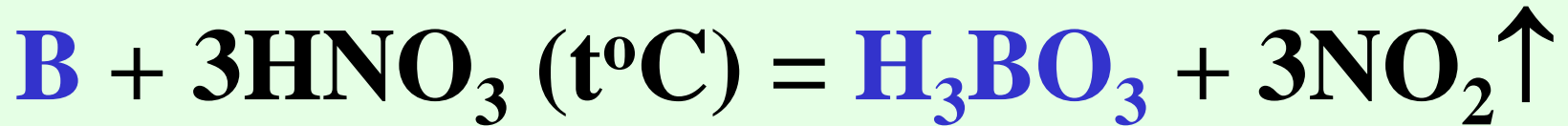
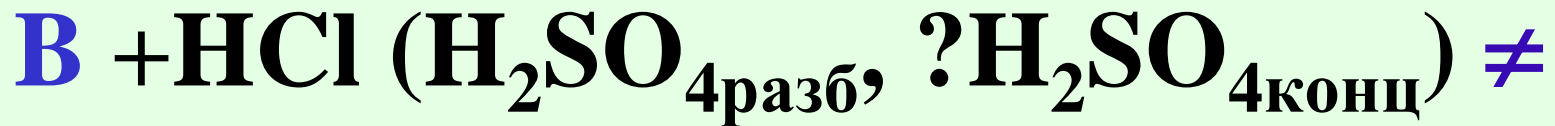
# Химические свойства

# Реакции с простыми веществами

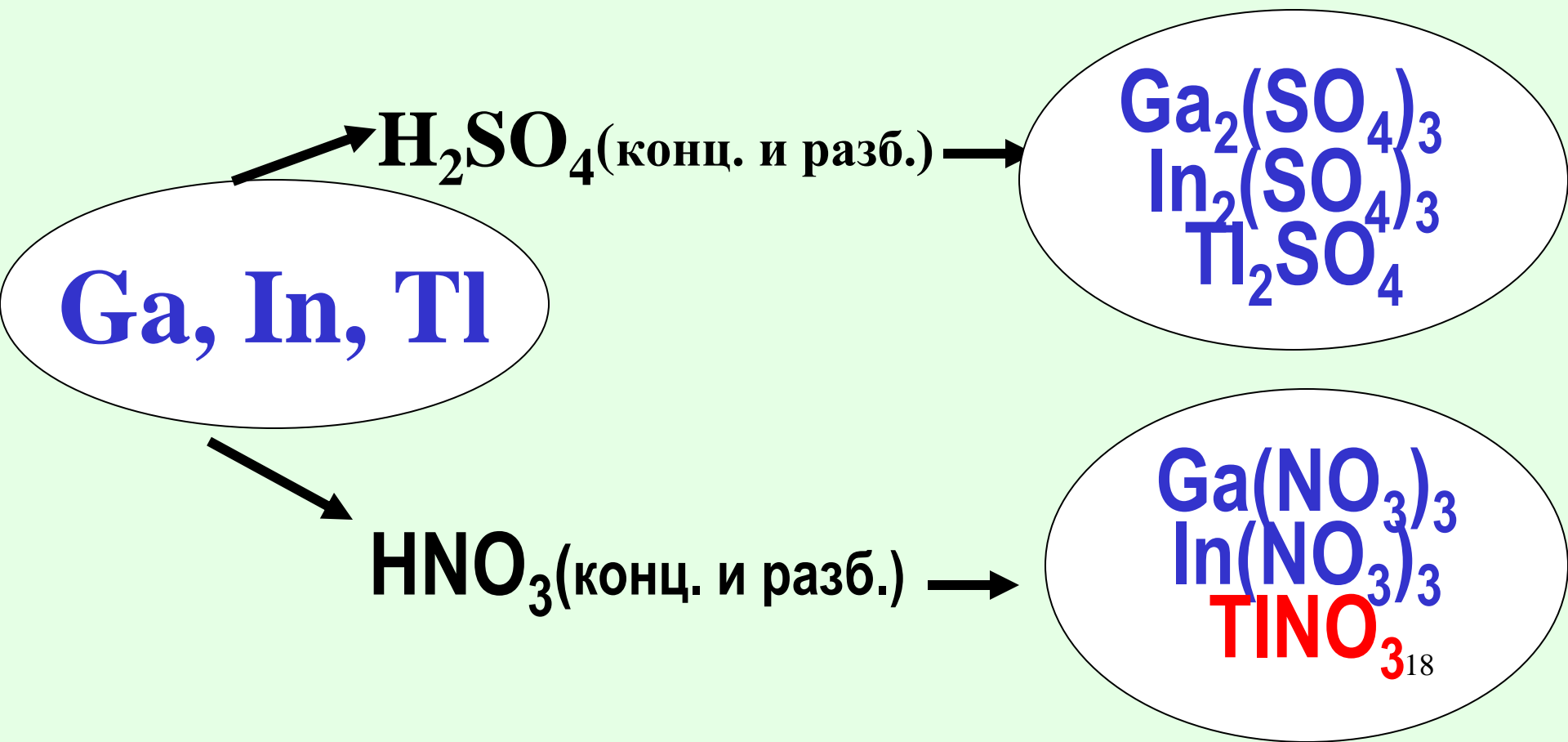
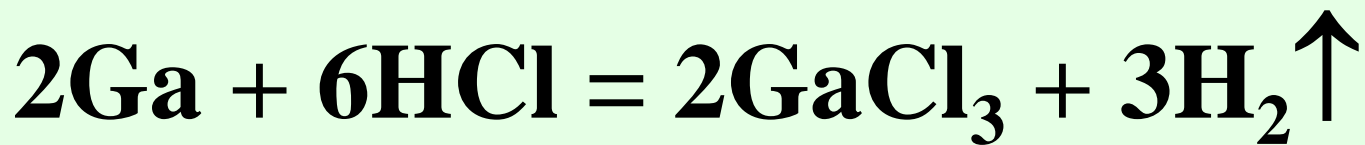
- В - малоактивен при станд.усл., реаг. только с  $F_2$ . При  $400-700^\circ C$  реаг. с  $H_2$ ,  $O_2$ , S.
- Al, Ga, In, Tl при удалении оксидной пленки и нагревании реаг. с  $H_2$ ,  $O_2$ , S, C,  $N_2$ .



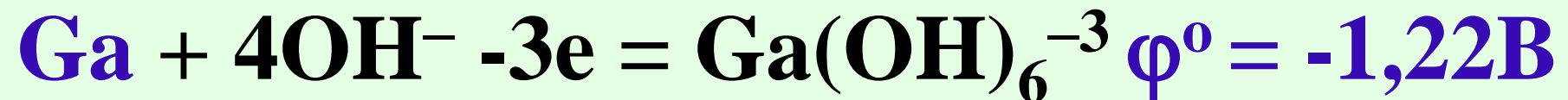
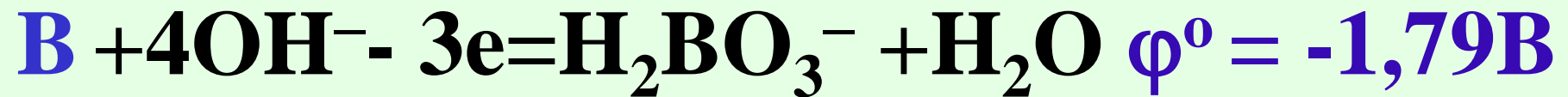
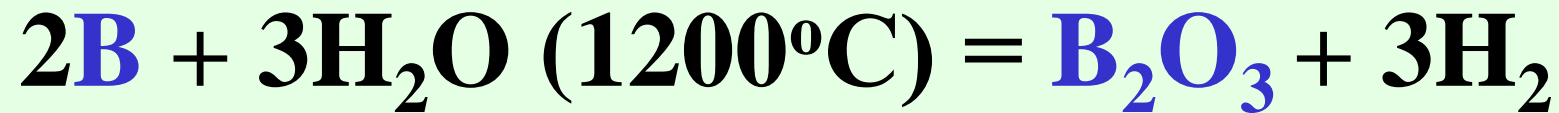
# Реакции с кислотами

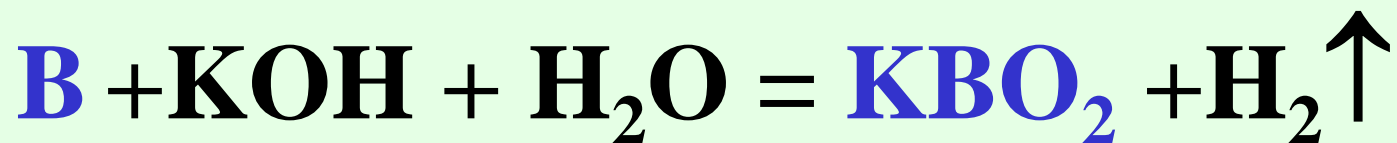


**Ga, In, Tl** - с водой не реаг., с к-тами  
реаг.(металлы средней активности)

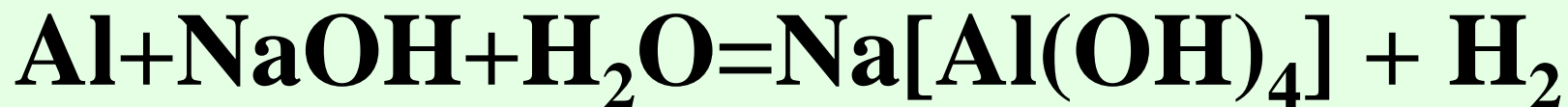


# Реакции с водой и щелочами





**Аморфный**



# Применение простых веществ

- **Бор** - жаропрочность и устойчивость сталей и сплавов
- **Чистый бор** используют от для защиты от нейтронного излучения, поглощает нейтроны
- **Al** - в авиационных сплавах, электрические провода, фольга, при получении металлов из оксидов (метод алюмотермии)

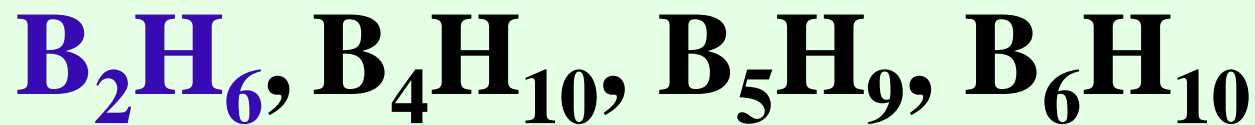
- **Ga** в кварцевых термометрах для измерения температуры до 1000°C и выше
- **In** для покрытия рефлекторов из-за высокой отражательной способности
- **In** в составе сплавов для плавких предохранителей
- **Tl** – компонент сплавов

# Бинарные соединения

# Гидриды

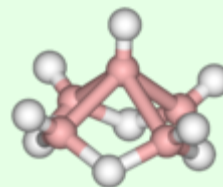
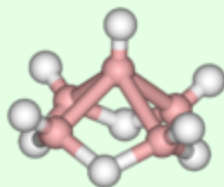
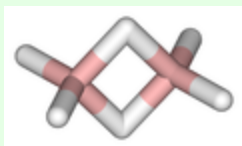
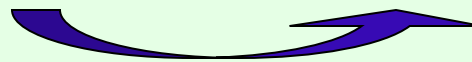
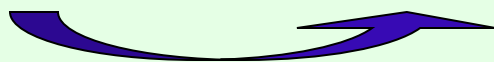


бороводороды или бораны



газы

жидкости



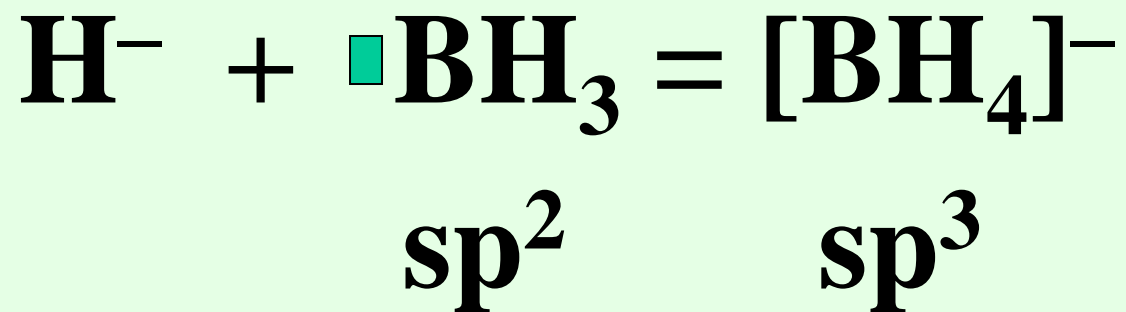
диборан

пентаборан

декаборан

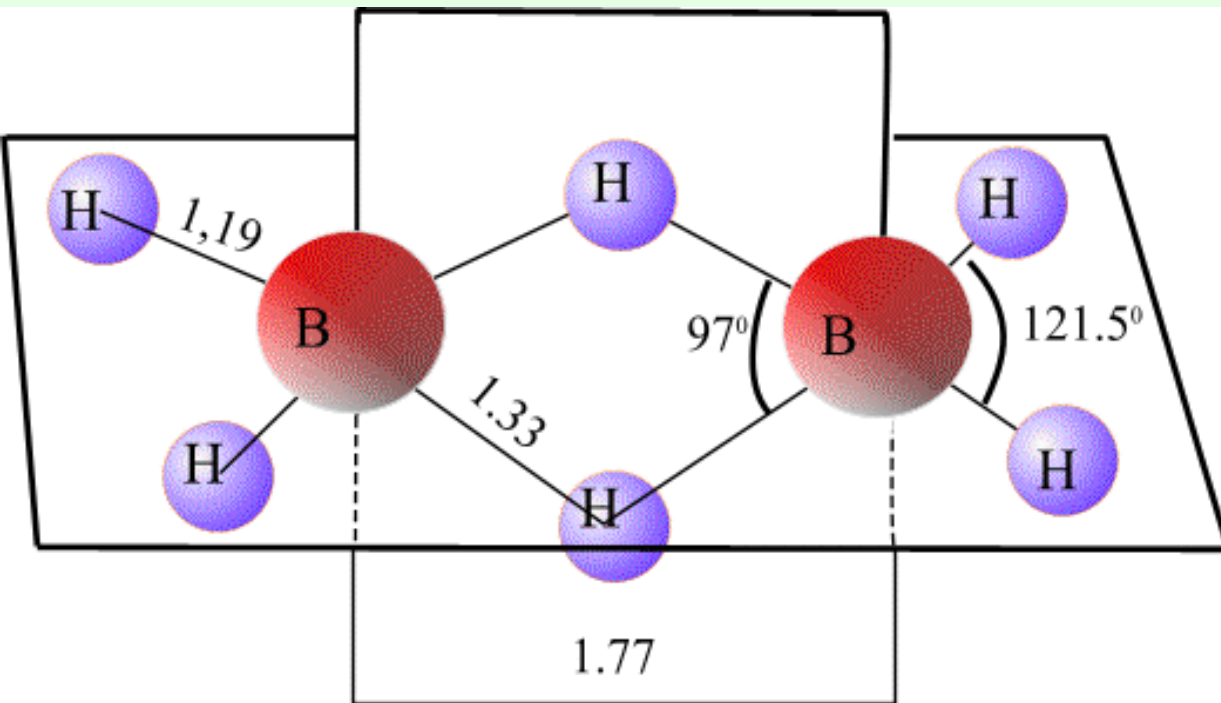
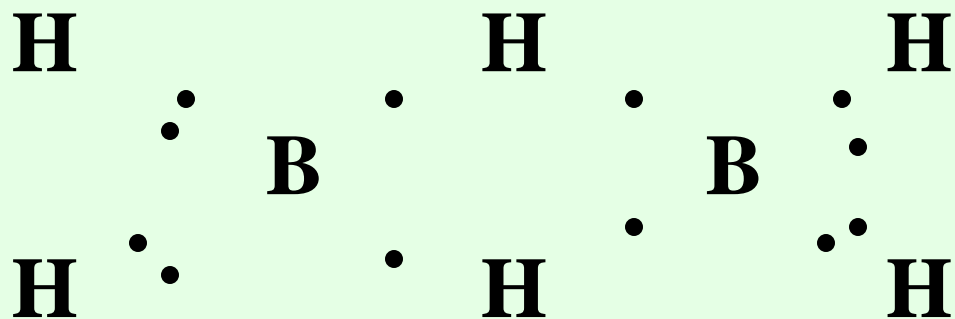
додекаборан<sup>24</sup>





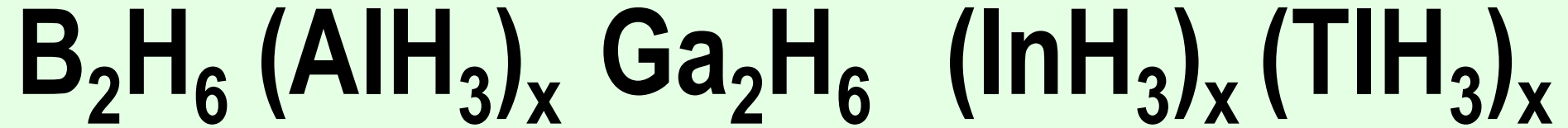
**Соли:**  $\text{NaBH}_4$        $\text{Al}(\text{BH}_4)_3$

# Структура диборана



**B -  $sp^3$**

**Искаженный  
тетраэдр**



**устойчивость ум-ся**

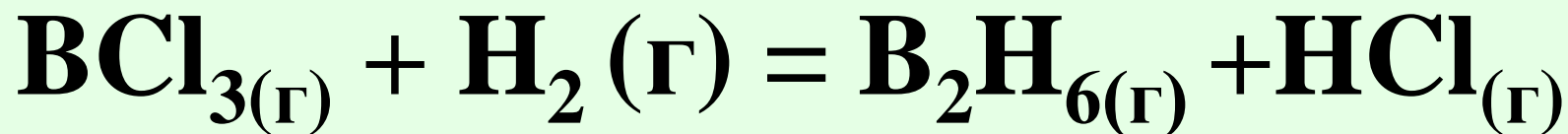
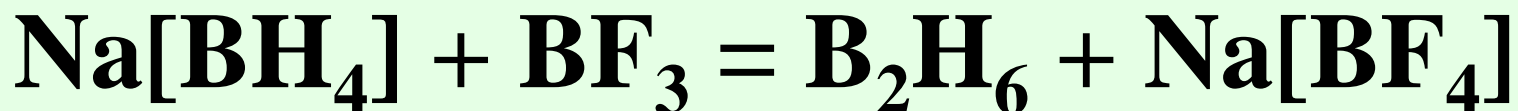
**$(AlH_3)_x$  - алан (полимер)**

**$Ga_2H_6$  - жидкость**

**$(InH_3)_x$ ,  $(TlH_3)_x$  - полимеры**

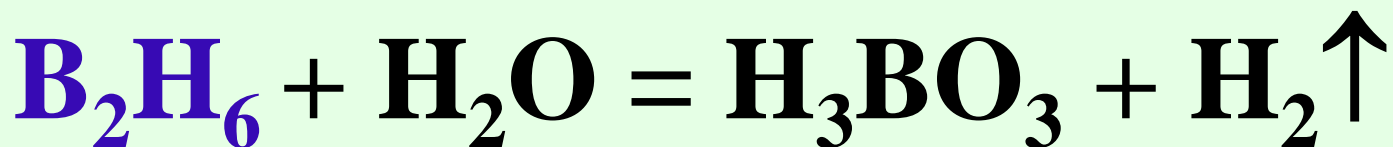
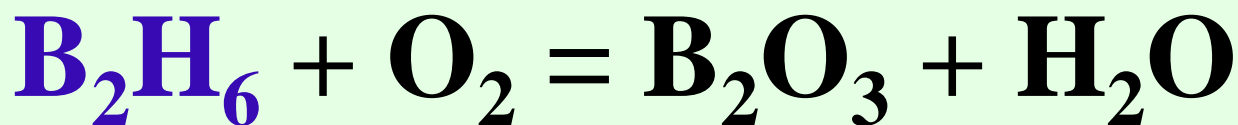
# Получение диборана

**$\text{MgB}_2 + \text{HCl} \rightarrow$  смесь боранов**



# Химические свойства

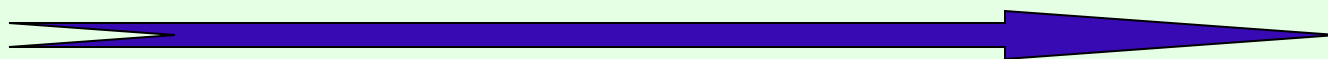
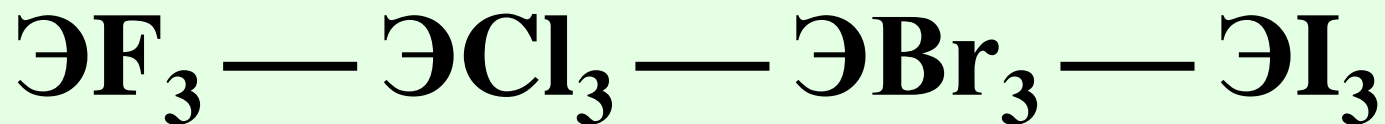
- $\text{B}_2\text{H}_6$  - сильный восстановитель,  
на воздухе самовоспламеняется



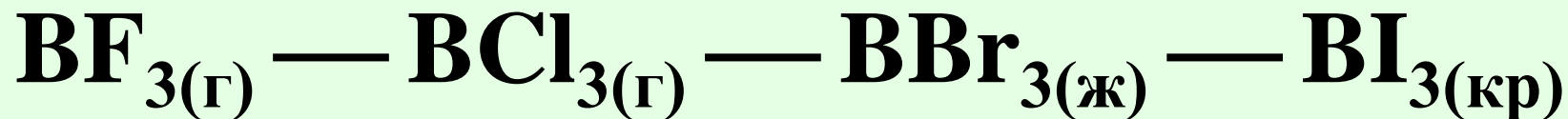
тетрагидридоборат  $\text{Li}$

# Галогениды

- Известны  $\text{ЭГ}_3$  и  $\text{ТГ}$
- $sp^2$  (треугольник)

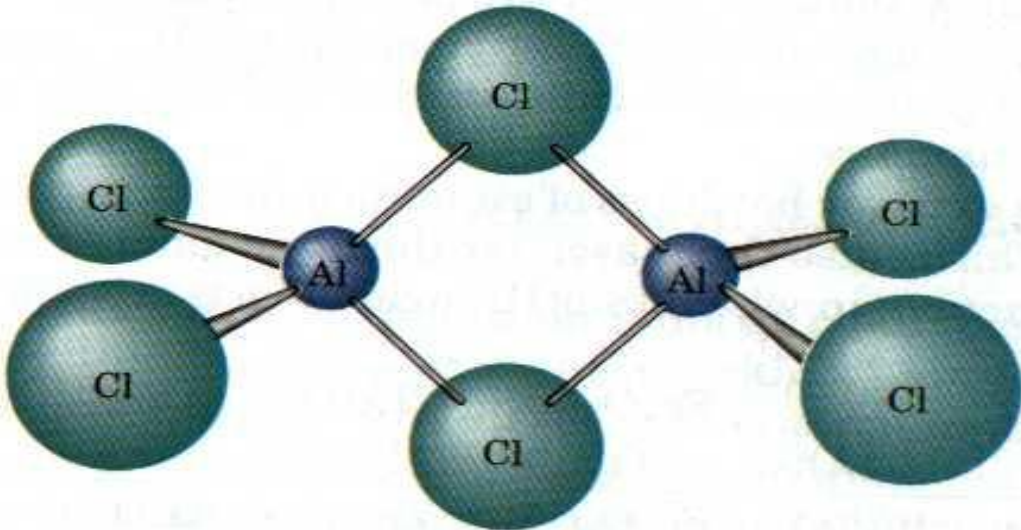
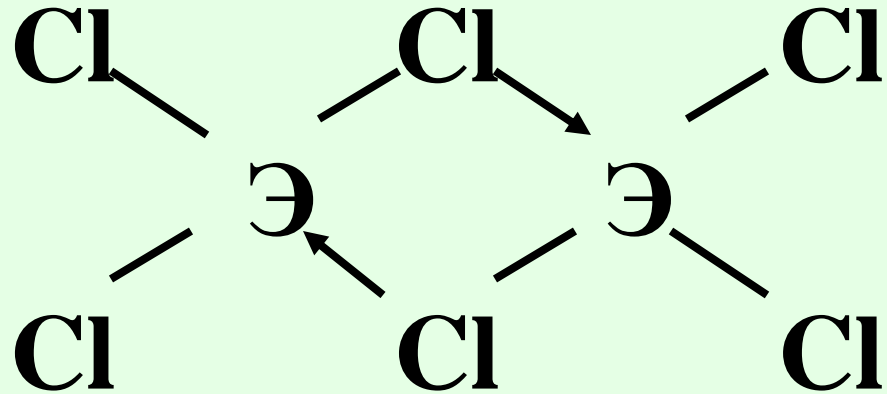


уст-сть ум-ся, ок-е св-ва ув-ся



молекулярные структуры

- ЭГ<sub>3</sub> в газовой фазе в виде Э<sub>2</sub>Г<sub>6</sub>

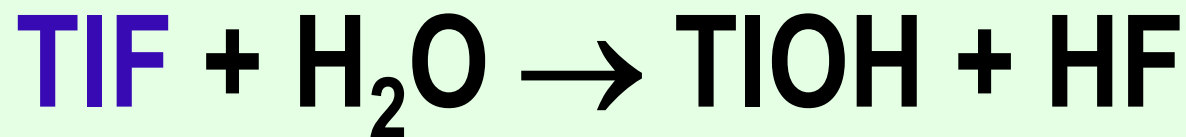
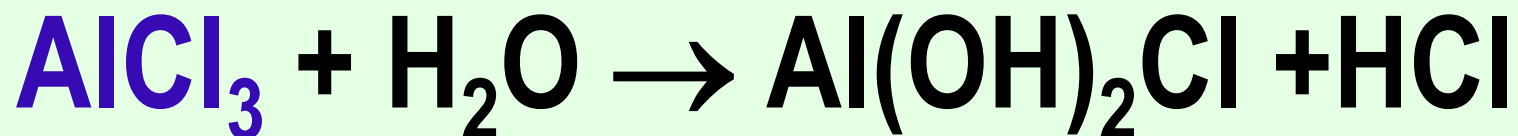
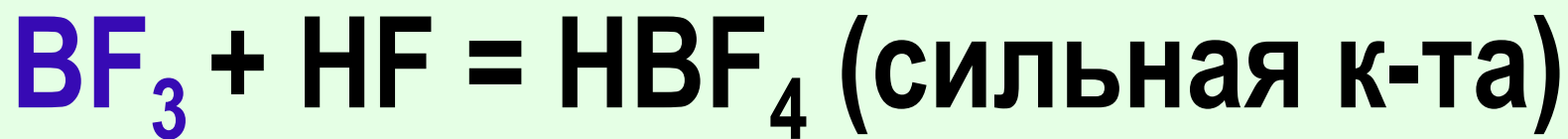
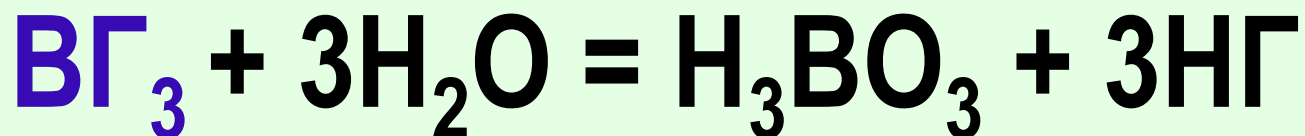


$sp^3$  - гибр.

К.ч. = 4

Бор подобных структур не образует<sub>31</sub>

**ВГ<sub>3</sub> - галогенангидриды**





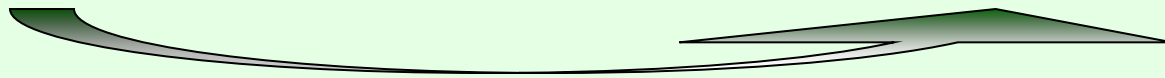
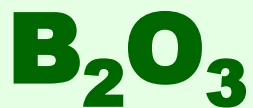
# Нитриды

**ЭN - крист. в-ва**



**(BN)<sub>x</sub> - химически инертен**

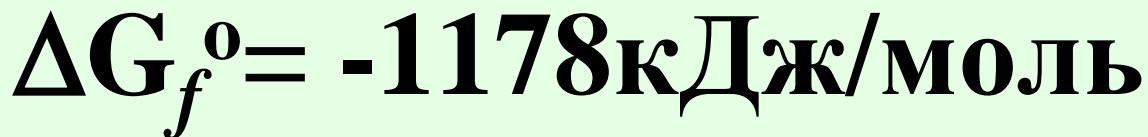
# ОКСИДЫ



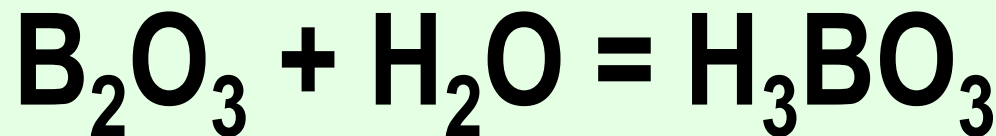
кислотный

амфотерные

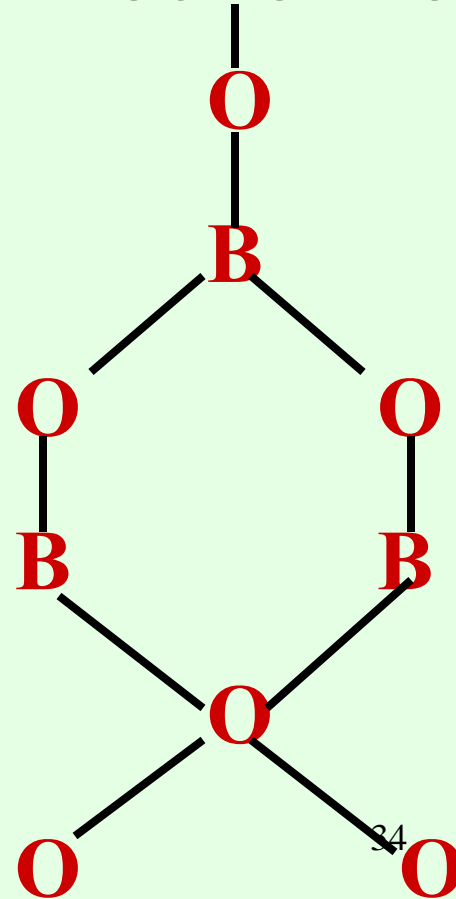
основной



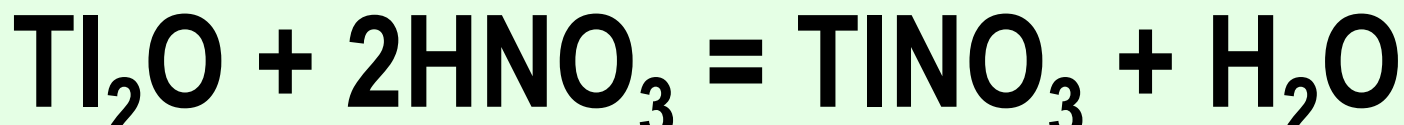
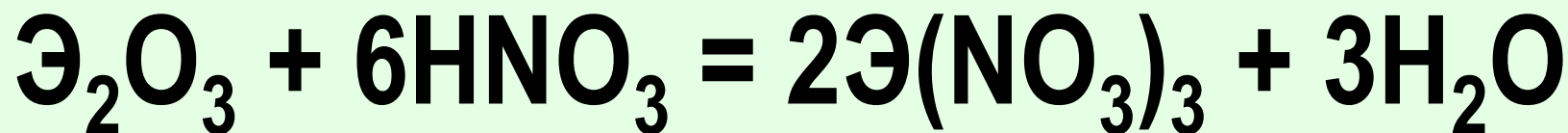
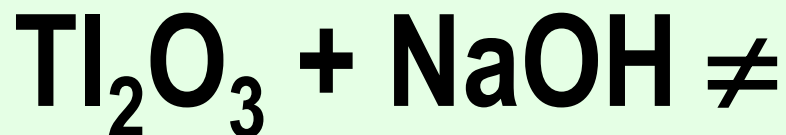
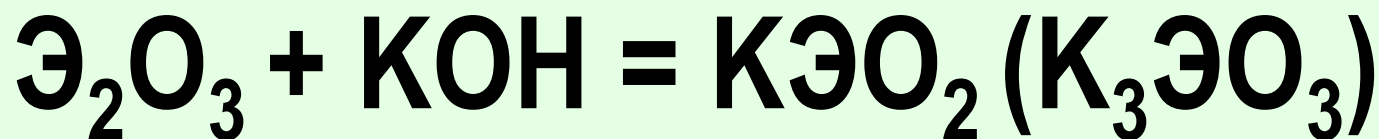
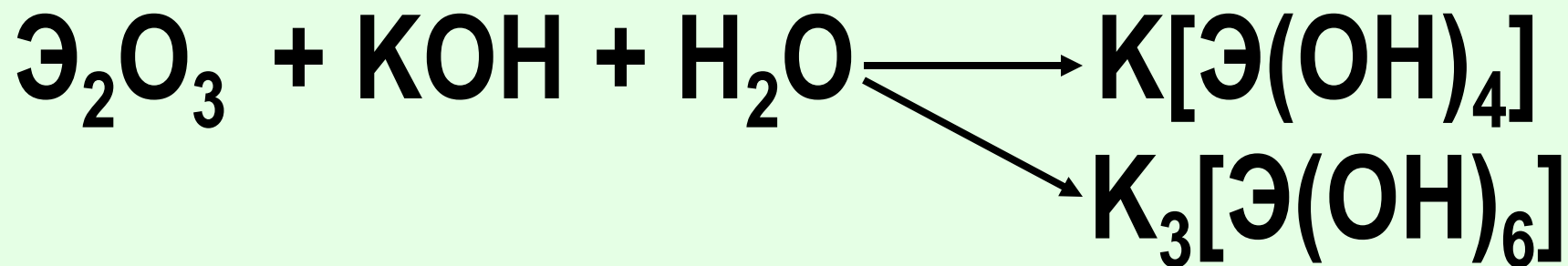
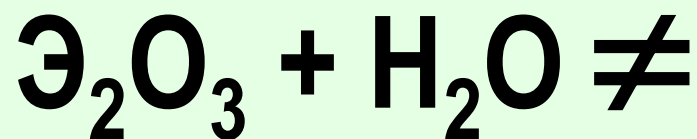
$(\text{B}_2\text{O}_3)_n$  - неорг. полимер



расплав



$\text{Э} = \text{Al, Ga, In, Tl}$



# Применение бинарных соединений

- $\text{B}_2\text{O}_3$  - составная часть эмалей, глазурей, химически устойчивых стекол
- $\text{BF}_3$  - в качестве катализаторов
- Гидридобораты - вос-ли в орг. синтезах
- $\text{BN}$  (графитоподобный) - в качестве высокотемпературной смазки
- $\text{BN}$  (алмазоподобный) - как сверхтвердый материал при бурении твердых пород и при обработке металлов

- $\text{Al}_2\text{O}_3$  - для огнеупорной и химически стойкой керамики
- $\text{AlCl}_3$  - как катализатор в орг. синтезе
- Соединения Ga, In в качестве полупроводников ( $\text{GaAs}$ ,  $\text{GaP}$ ,  $\text{InAs}$ ,  $\text{InP}$ ), люминофоров
- $\text{TlBr}$ ,  $\text{TlI}$  в приборах для обнаружения теплового излучения и в приборах ночного видения и др.

**Гидроксиды**

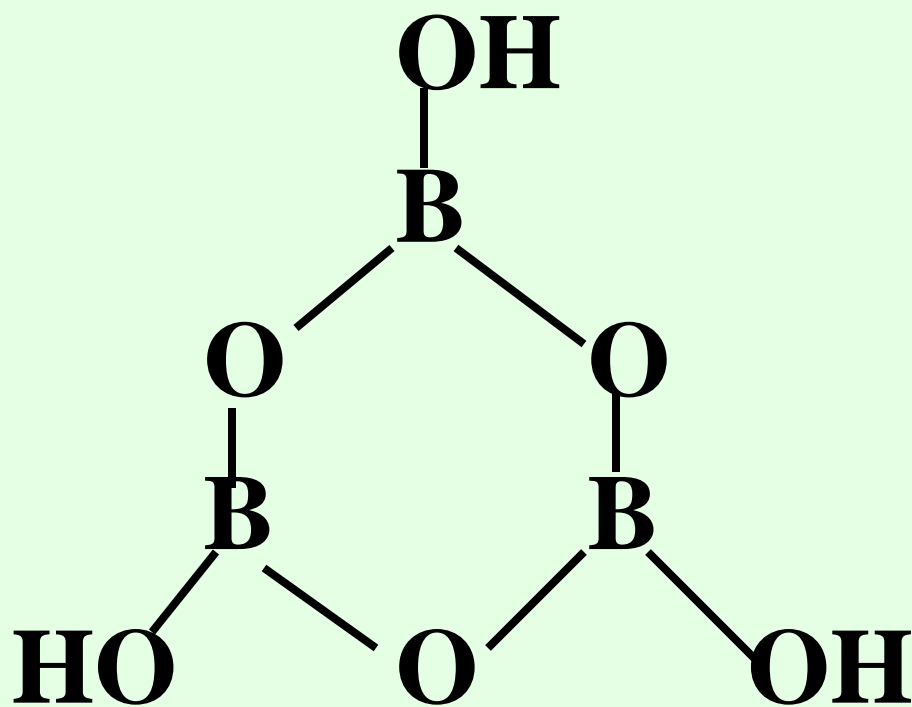
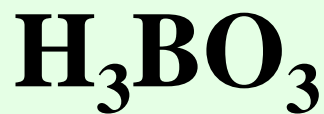
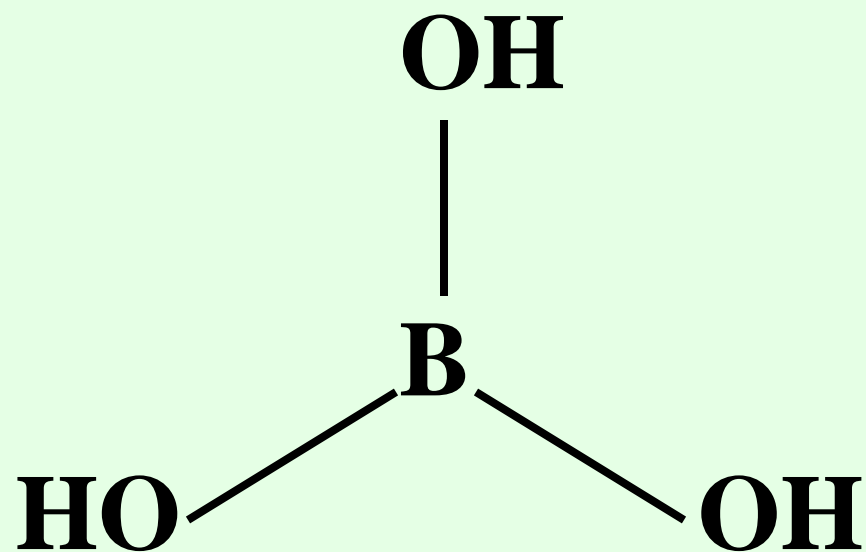
**и**

**соли**

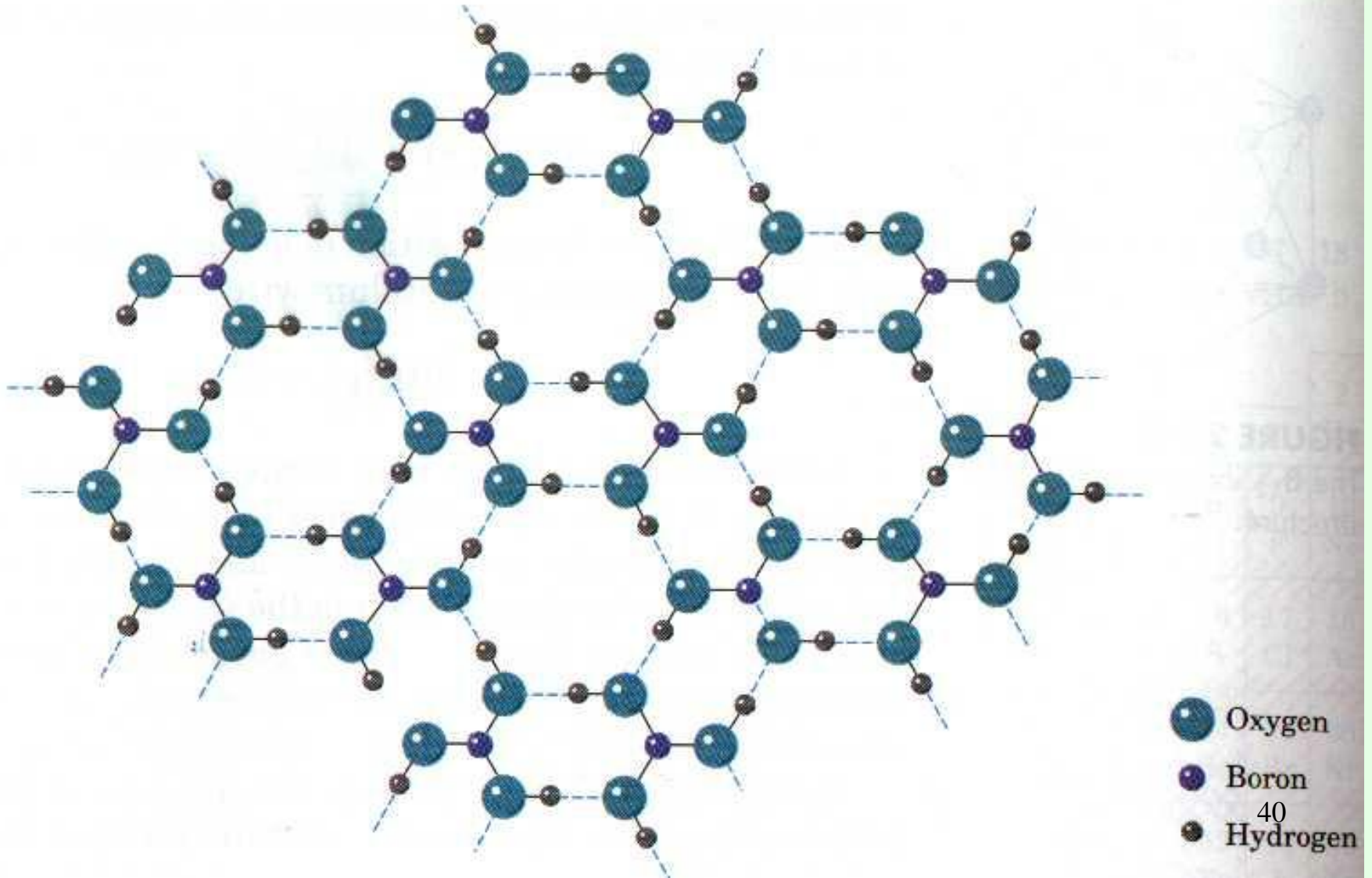
# Борные кислоты

$\text{H}_3\text{BO}_3$  - ортоборная

$\text{HBO}_2$  - метаборная

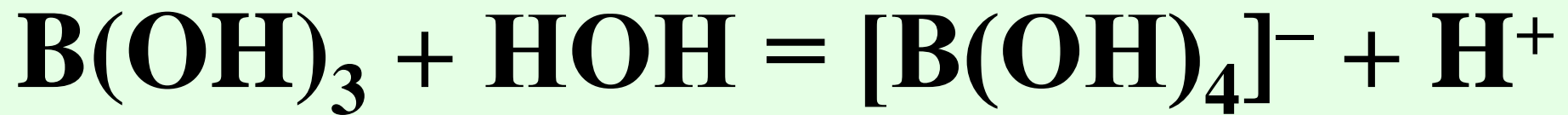


# $\text{H}_3\text{BO}_3$





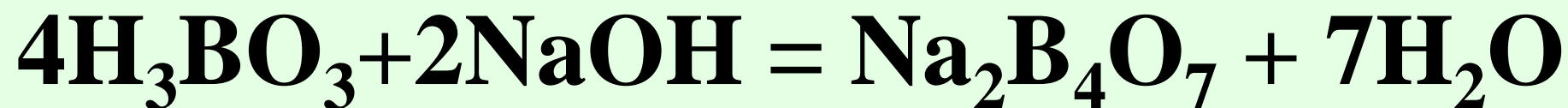
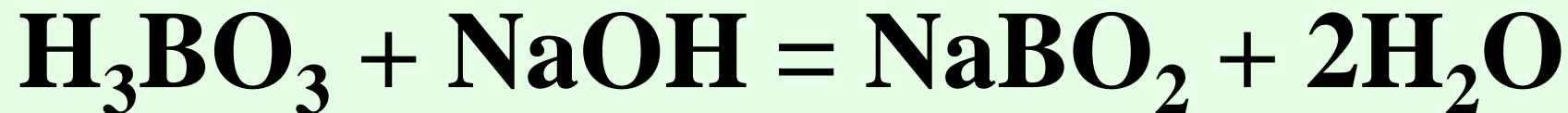
- $\text{H}_3\text{BO}_3$  и  $\text{HVO}_2$  при обычных условиях твердые вещества



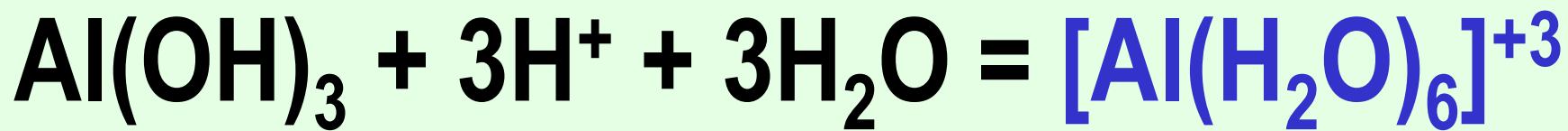
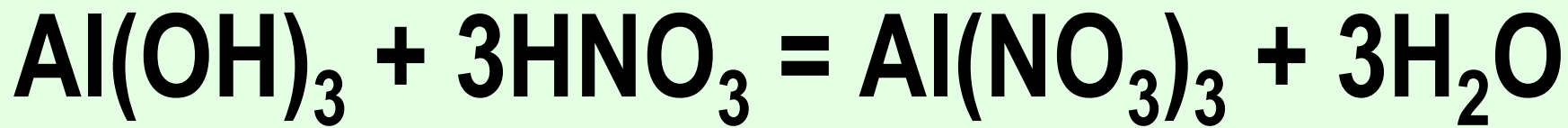
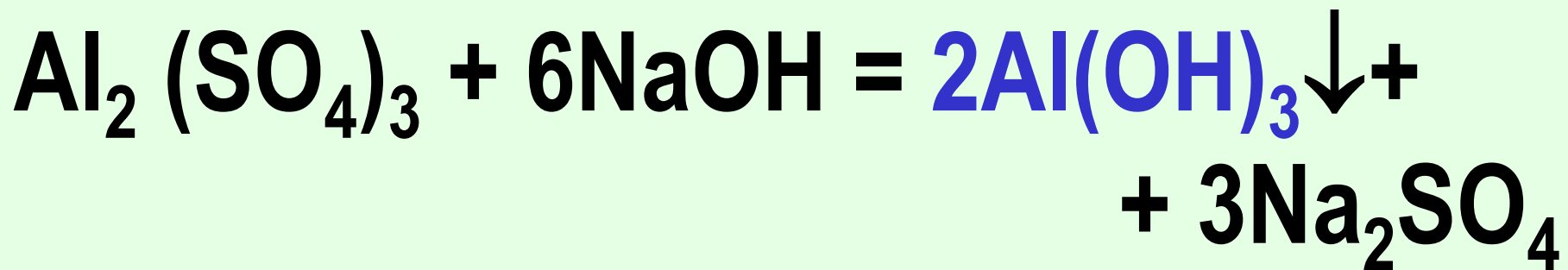
Одноосновная к-та -  $K_d - 7 \cdot 10^{-10}$

# Соли борных кислот

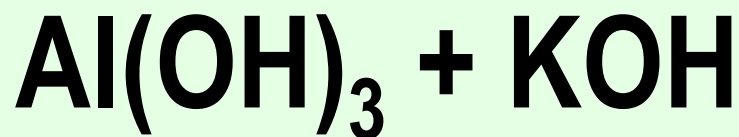
- $\text{H}_3\text{BO}_3$  - не образует своих солей



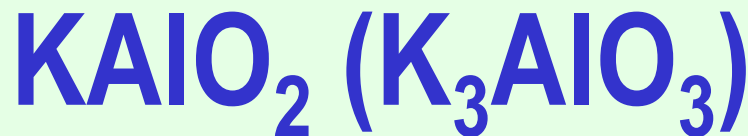
Тетраборат Na



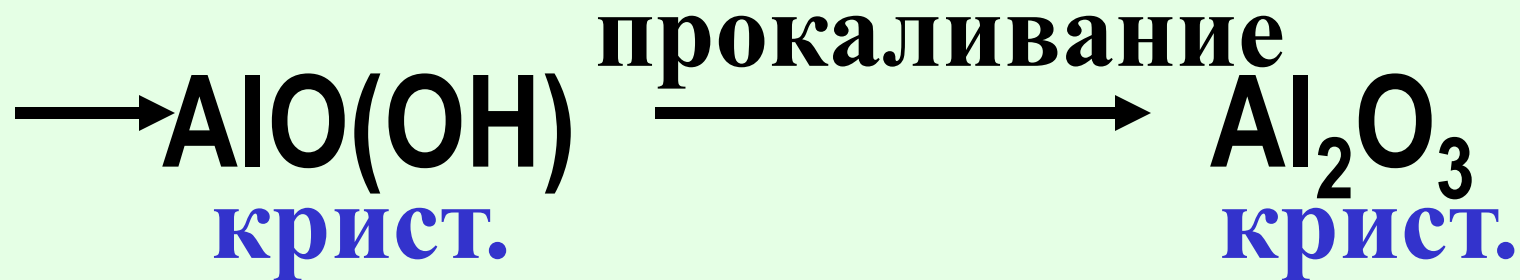
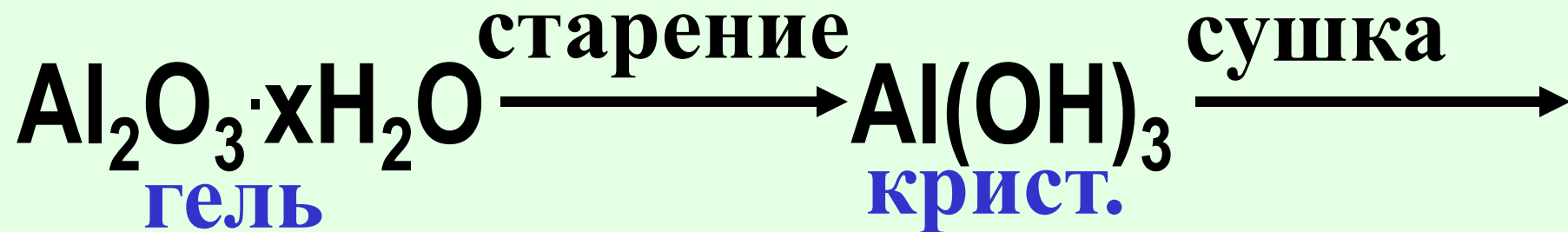
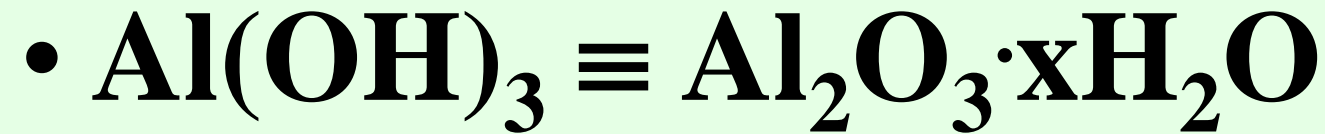
Р-Р



расплав



алюминаты<sup>4B</sup>

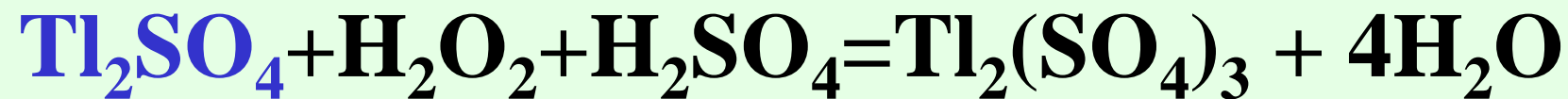


# Особенности химии Tl

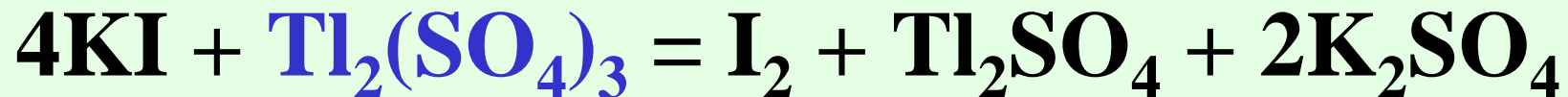
- Сходство Tl по физ.св-вам с Pb
- Сходство Tl с щел.металлами с.о. +1
- TlOH - растворимое основание
- Tl<sub>2</sub>G<sub>3</sub> и Ag<sub>2</sub>G<sub>3</sub> - нерастворимы в воде и светочувствительны



**Tl<sup>+</sup> - устойчив к действию ок-лей**



**Tl<sup>3+</sup> - сильный окислитель**



**Tl и все его соединения очень ядовиты**

# Применение солей

- $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$  (бура) - для очистки поверхностей металлов перед пайкой, в медицине
- $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  - для очистки воды
- $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  - в кожевенной и целлюлозно-бумажной промышленности