#### Вторая группа

### Общая характеристика

Всю группу можно разделить на **типические металлы** *Be,Mg* и **щелочно-земельные** *Ca, Sr, Ba, Ra* земельные

Вниз по группе наблюдается увеличение атомного и ионного радиусов и понижение потенциалов ионизации. Общая закономерность оказывается нарушенной на радии Ra, у которого первые два потенциала ионизации выше, чем у бария Ba. Это объясняется эффектом «инертной»  $6s^2$ -электронной пары, которая экранирована заполненным предпоследним d-подуровнем. Стан-

- Для данных элементов нет "запрета" на получение степени окисления +1. Например, получилось:  $BeO+Be\longrightarrow Be_2O$  . Однако, при попытке восстановить галогениды ЩМ получается смесь продуктов:  $BaCl_2+Ba+H_2\longrightarrow BaHCl$
- Химия бериллия отличается от других элементов этой группы так как ион  $Be^{2+}$  имеет сравнительно малый радиус при относительно высоком заряде и может образовывать не более  ${\bf 4}^{-x}$  ковалентных связей

## Нахождение в природе

- кальцит CaCO<sub>3</sub>
- доломит  $CaCO_3 \cdot MgCO_3$
- ullet оливин  $MgO \cdot SiO_2$
- ГИПС  $CaSO_4 \cdot H_2O$
- целестин  $SrSO_4$
- барит ВаSO<sub>4</sub>
- ullet алюмосиликат берилл  $Be_3Al_2[Si_6O_{18}]$
- несквегонит  $MgCO_3 \cdot 3H_2O$
- Радий образуется при распаде урана и копится в урановых рудах

Токсичность солей бария обусловлена тем, что радиусы  $Ba^{2+}$  и  $K^+$  довольно близки и конкурируют в биохимических процессах.

А вот токсичность бериллия обусловлена тем, что он прочно связывает фосфаты

## Бериллий и алюминий

Их ионы имеют одинаковой поверхностной плотностью, поэтому свойства довольно похожи, например:

- Оксидная пленка
- Пассивация концентрированной азотной
- Оба реагируют с щелочами с выделением водорода
- Соли подвержены гидролизу
- Карбиды  $Be_2C$  и  $Al_4C_3$  при гидролизе образуют метан

# Химия. Получение

### Важно. Промышленная переработка бериллия:

I способ

$$Be_3Al_2[Si_6O_{18}] + H_2SO_4 \longrightarrow BeSO_4Al_2(SO_4)_3 + SiO_2 \downarrow + H_2O_4 \longrightarrow BeSO_4Al_2(SO_4)_3 + SiO_2 \downarrow + H_2O_2 \longrightarrow BeSO_4Al_2(SO_4)_3 + H_2O_2 \longrightarrow B$$

После раствор упаривают, добавляют сульфат аммония, алюминий выделяется в виде алюмоаммонийных квасцов  $(NH_4)Al(SO_4)_2 \cdot H_2O)$ 

$$Be_{3}Al_{2}[Si_{6}O_{18}] + 10K_{2}CO_{3} - 3K_{2}BeO_{2} + 2KAlO_{2} + 6K_{2}SiO_{3} + 10CO_{2}$$

Или:

Или:

$$Be_{3}Al_{2}[Si_{6}O_{18}] + 6Na_{2}[SiF_{6}] \rightarrow \\ - 3Na_{2}[BeF_{4}] + 2Na_{3}[AlF_{6}] + 3SiF_{4}^{\uparrow} + 9SiO_{2}$$

\*\*II второй способ

$$Mg + BeF_2 \stackrel{1000^{\circ}}{----} MgF_2 + Be$$

Получение остальных Ме

$$egin{aligned} Si + MgO & \xrightarrow{1200^{\circ}} CaO \cdot SiO_2 + Mg \uparrow \ & C + MgO & \xrightarrow{2000^{\circ}} CO + Mg \uparrow \ & Al + CaO & \xrightarrow{t^{\circ}} CaO \cdot Al_2O_3 + Ca \uparrow \ & Al + SrO(BaO) & \supset SrO(BaO) \cdot Al_2O_3 + Sr(Ba) \uparrow \end{aligned}$$

# OXC

Все металлы реагируют с серой, галогенами, углеродом, азотом, фосфором, кислотами, магний реагирует даже с хлоридом аммония:

$$Mg + 2NH_4Cl + 2H_2O \rightarrow MgCl_2 + 2NH_3 \cdot H_2O + H_2$$

Для бериллия характерно образование комплексных соединений:

$$Be+NaOH+H_2O
ightarrow Na_2[Be(Oh)_4]+H_2\uparrow$$
  $Be+NH_4F
ightarrow (NH_4)_2[BeF_4]+NH_3+H_2\uparrow$ 

### Взаимодействие с кислородом

В отличие от щелочных металлов, при взаимодействии с кислородом не образуют пероксидов и надпероксидов Еще:

$$\begin{split} & \text{BeO} \, + \, \text{Na}_2\text{CO}_3 \, \twoheadrightarrow \, \text{Na}_2\text{BeO}_2 \, + \, \text{CO}_2 \\ & \text{BeO} \, + \, 2\text{Na}\text{HSO}_4 \, \twoheadrightarrow \, \text{Na}_2\text{SO}_4 \, + \, \text{BeSO}_4 \, + \, \text{H}_2\text{O} \\ & \text{BeO} \, + \, 2\text{Na}\text{HF}_2 \, \twoheadrightarrow \, \text{Na}_2[\text{BeF}_4] \, + \, \text{H}_2\text{O} \\ & \text{BeO} \, + \, \text{C} \, + \, \text{Cl}_2 \, \twoheadrightarrow \, \text{BeCl}_2 \, + \, \text{CO} \end{split}$$

Гидроксиды

Гидроксид бериллия амфотерен, но с преобладанием основных свойств

Be(OH)<sub>2</sub> 
$$\rightleftharpoons$$
 BeOH<sup>+</sup> + OH<sup>-</sup> p $K_b = 5,4$   
Be(OH)<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O  $\rightleftharpoons$  [Be(OH)<sub>3</sub>]<sup>-</sup> + H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>  
p $K_a = pK_w - pK([Be(OH)_3^-] = 14 - 3,54 = 10,46$ 

Все гидроксиды поглощают углекислый газ из воздуха, образуя карбонаты

Соли

С увеличением ионного радиуса, энергия гидратации падает, поэтому понижается устойчивость кристаллогидратов и уменьшению растворимости солей

 $MgO + MgCl_2H_2O o Mg(OH)_2 \cdot MgCl_2 \cdot H_2O$  -"магнезиальный цемент"

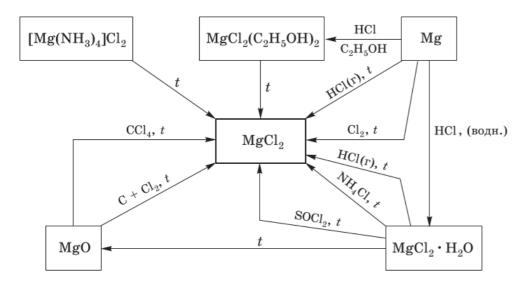


Рис. 10.3. Методы получения безводного хлорида магния

 $MgCl_2(NH_4)_2S + H_2O \rightarrow Mg(OH)_2 \downarrow NH_{4HS} + NH_4HCL$ 

$$BeCl_2 + NaHCO_3 + H_2O \rightarrow Be_2(OH)_2CO_3 + NaCl + CO_2 + H_2O$$
 
$$MgCl_2 + NaHCO_3 \rightarrow MgCO_3 \downarrow + H_2O + NaCl$$
 
$$2BeCl_2 + 2(NH_4)_2CO_3 + H_2O \rightarrow Be_2(OH)_2CO_3 \downarrow + 4NH_4Cl + CO_2$$
 
$$5MgCl_2 + 5(NH_4)_2CO_3 + 5H_2O \rightarrow Mg(OH)_2 \cdot 4MgCO_3 \cdot 4H_2O \downarrow + 10NH_4Cl + CO_2$$
 
$$Be(OH)_2 + K_2CO_3 + HF \rightarrow K_2[BeF_4] + CO_2 + H_2O$$

При кипячении карбонатные комплексы бериллия разлагаются:

$$(NH_4)_6[Be_4O(CO)_6] \stackrel{t^*}{\longrightarrow} Be_2(OH)_2CO_3 \downarrow + CO_2 \uparrow + NH_3 \uparrow + H_2O$$

Остальные хим св-ва

$$3Mg (\kappa) + B_2O_3 (\kappa) = 3MgO (\kappa) + 2B (am);$$

$$2Mg + CO_2 \longrightarrow 2MgO + C$$

$$Be_2C + 4H_2O \longrightarrow 2Be(OH)_2 + CH_4$$

$$Mg_2C_3 + 4H_2O \longrightarrow 2Mg(OH)_2 + CH_3 - C = CH$$

$$CaC_2 + 2H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + C_2H_2$$

$$BeO + SiO_2 \xrightarrow{t} B(SiO)$$

$$BeO + Na_2O \xrightarrow{t} Na_2BeO_2$$