

# Элементы IIА-группы

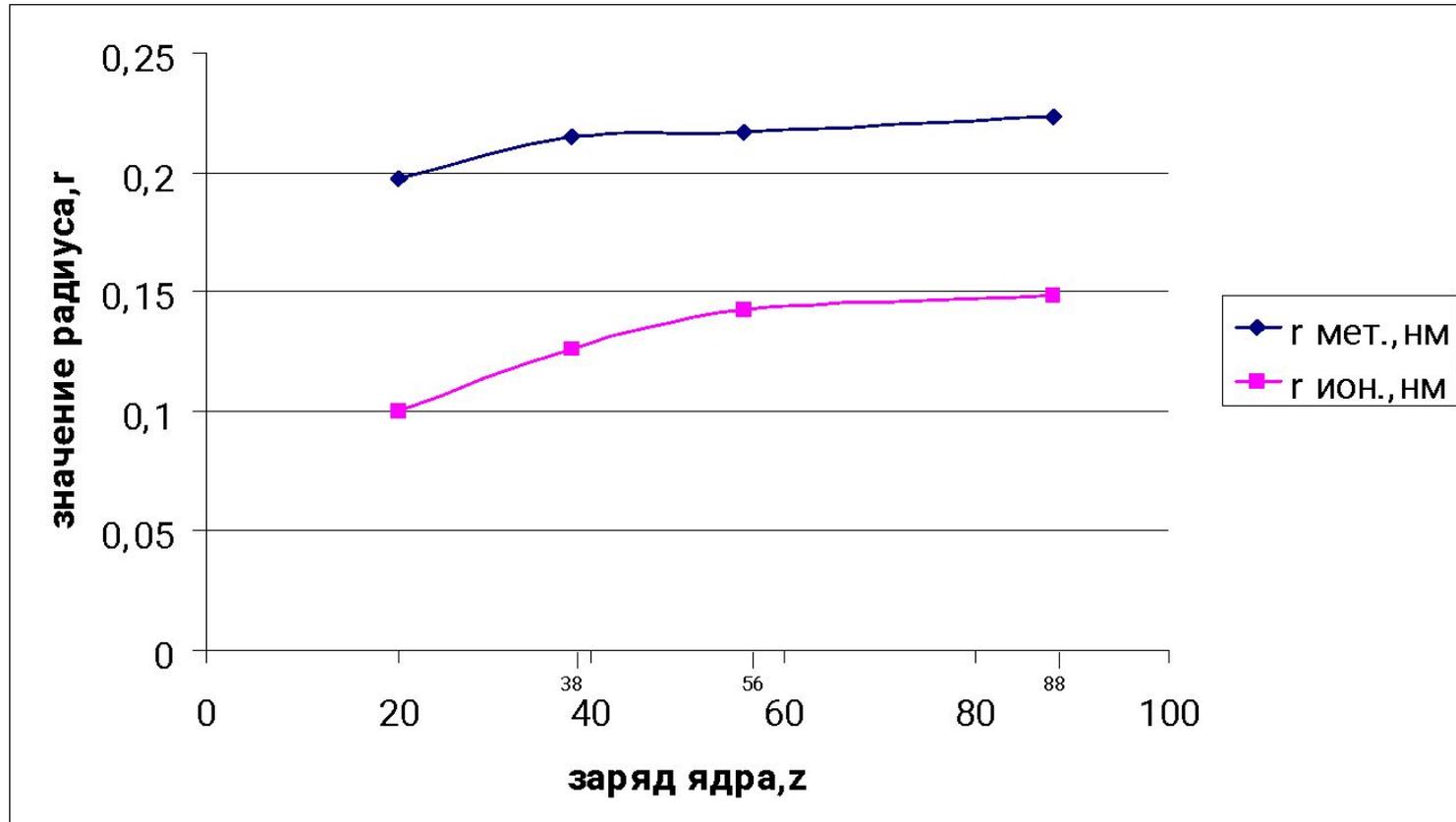
## Электронное строение

- **Ca, Sr, Ba, Ra** – щелочноземельные металлы
- Общая электронная формула:  $[\text{Э}]ns^2np^0$   
Э – благородный газ, завершающий (n-1) период

### Электронные конфигурации изолированных атомов

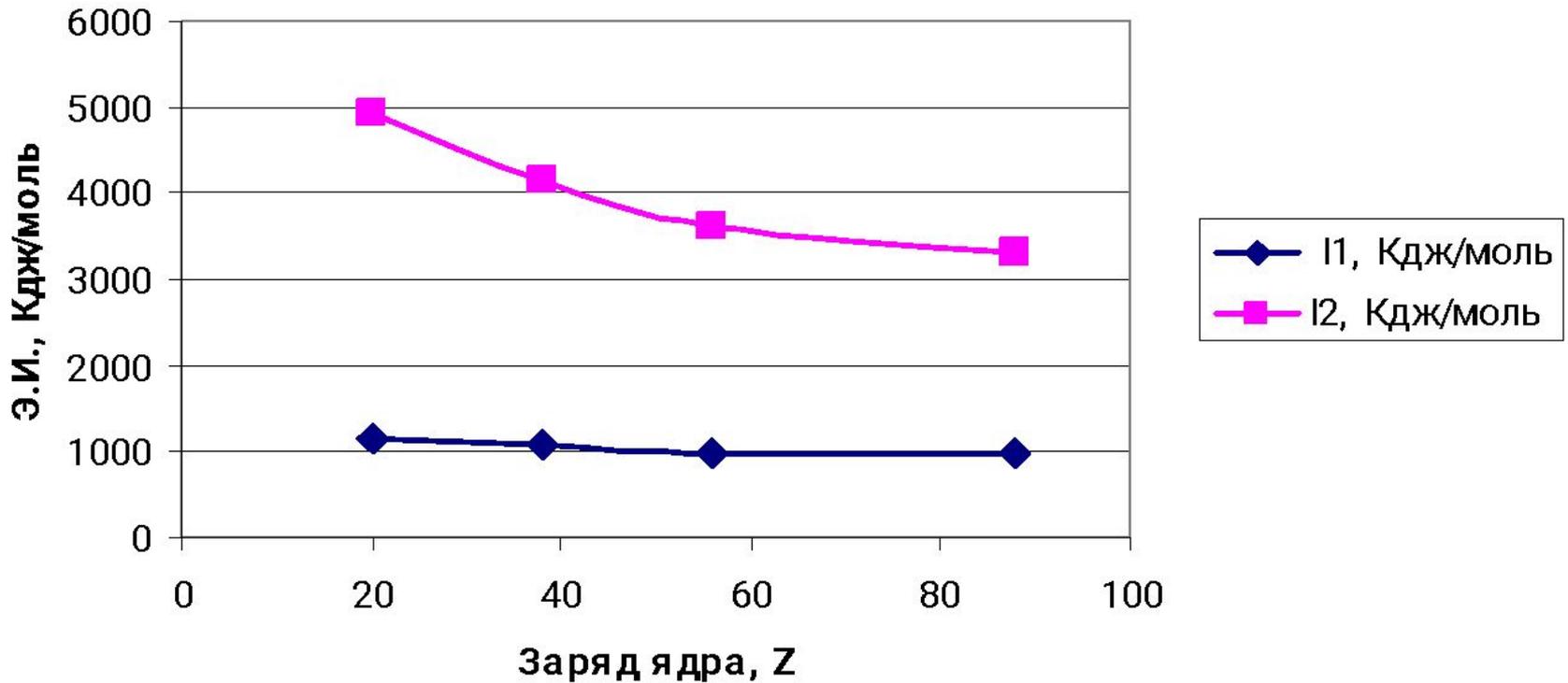
IIА-группа	Название элемента	№ элемента	Период	Электронная конфигурация
<b>Be</b>	<b>Бериллий</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b><math>[\text{He}]2s^2</math></b>
<b>Mg</b>	<b>Магний</b>	<b>12</b>	<b>3</b>	<b><math>[\text{Ne}]3s^2</math></b>
<b>Ca</b>	<b>Кальций</b>	<b>20</b>	<b>4</b>	<b><math>[\text{Ar}]4s^2</math></b>
<b>Sr</b>	<b>Стронций</b>	<b>38</b>	<b>5</b>	<b><math>[\text{Kr}]5s^2</math></b>
<b>Ba</b>	<b>Барий</b>	<b>56</b>	<b>6</b>	<b><math>[\text{Xe}]6s^2</math></b>
<b>Ra</b>	<b>Радий</b>	<b>88</b>	<b>7</b>	<b><math>[\text{Rn}]7s^2</math></b>

# Характеристика атомов элементов IIА-группы



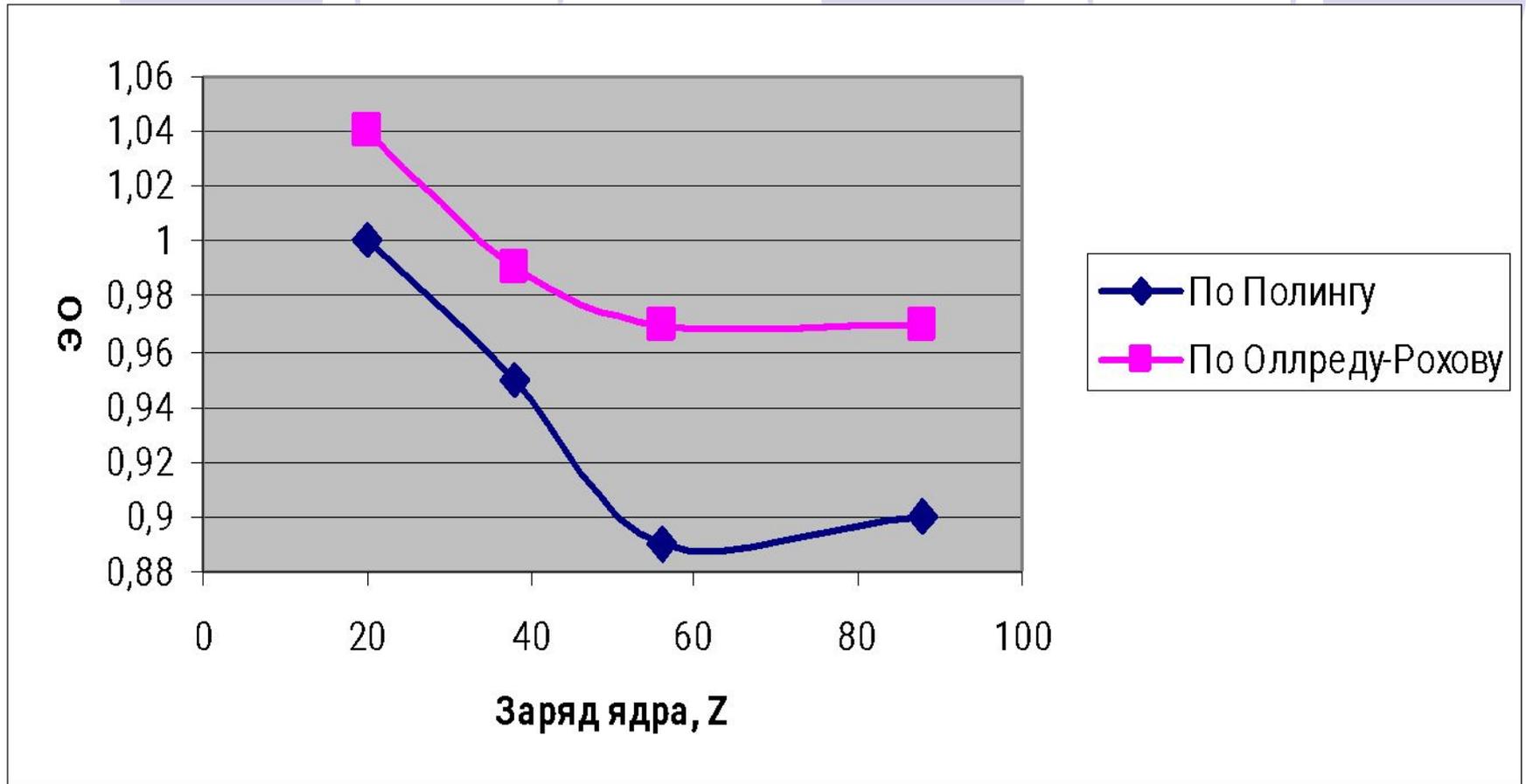
- Увеличение числа электронов в атоме и размеров орбиталей, занимаемых последними электронами
- Потеря единственного валентного электрона  $\Rightarrow r_{ион} < r_{мет}$

## Энергия ионизации



- От I-А группы ко II-А уменьшаются орбитальные атомные радиусы и увеличивается прочность связи внешних электронов с ядром.
- Имеется значительная разница между  $I_1$  и  $I_2$ , поэтому элементы II-А группы проявляют степень окисления +2

# Электроотрицательность



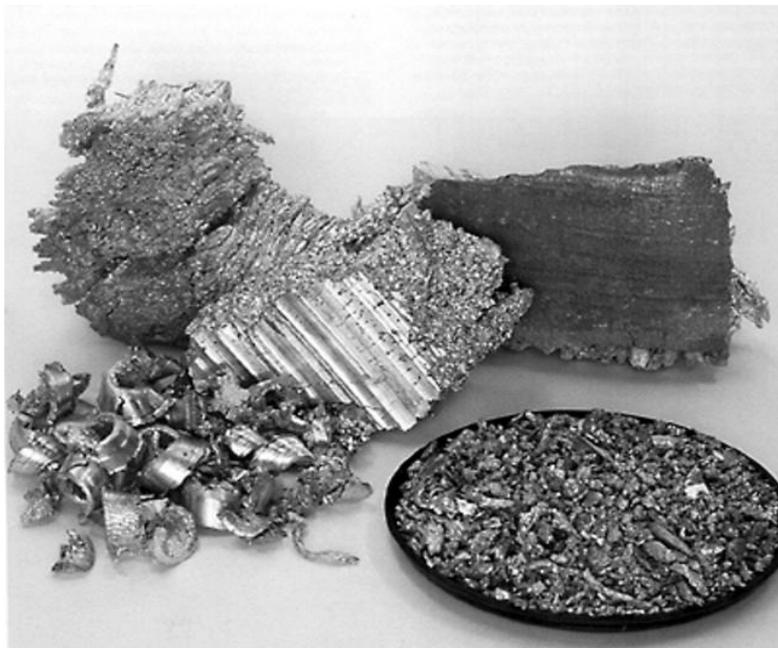
- Электроотрицательность уменьшается с возрастанием атомного номера элемента

# Особенности химии бериллия

- ❑ Ион  $\text{Be}^{2+}$  устойчив лишь в газовой фазе при высокой температуре
- ❑ Химическая связь в бинарных соединениях **Be** с наиболее электроотрицательными элементами обладает высокой долей ковалентности ( $\text{BeO}$ ,  $\text{BeF}_2$ )
- ❑ Химия водных растворов **Be** имеет свою специфику: в первой координационной сфере **Be** могут находиться 4 лиганда  $[\text{Be}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$  ,  $[\text{Be}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2-}$

# Физические свойства

- В чистом виде **Be**, **Mg** и щелочноземельные металлы имеют серебристо-белый цвет.
- Все металлы, кроме **Be**, очень легкие.



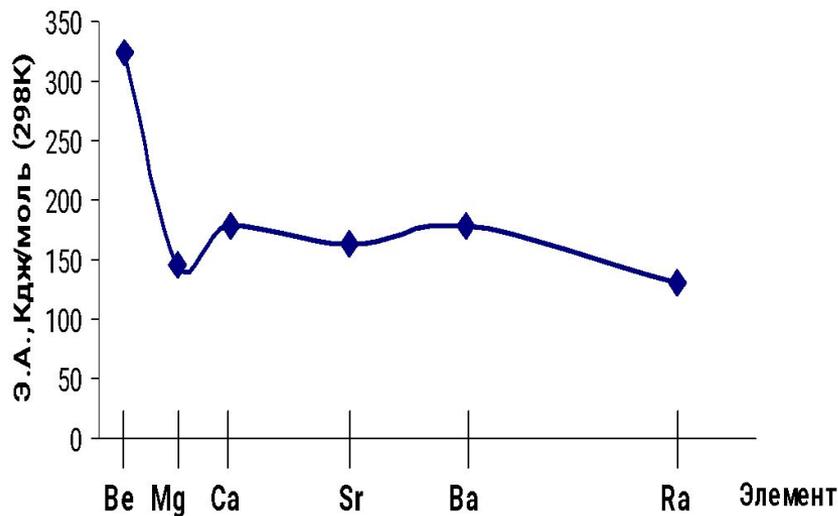
Кальций



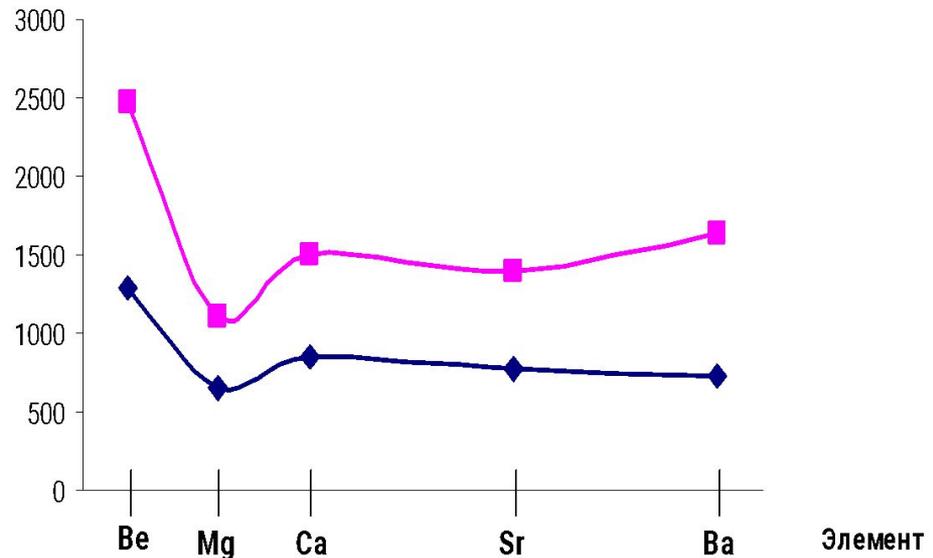
Бериллий

- В образовании металлической связи участвуют оба валентных электрона, и это приводит к более прочному перекрыванию орбиталей.
- $t_{\text{кип}}$  и  $t_{\text{пл}}$  °С вниз по группе изменяются немонотонно.

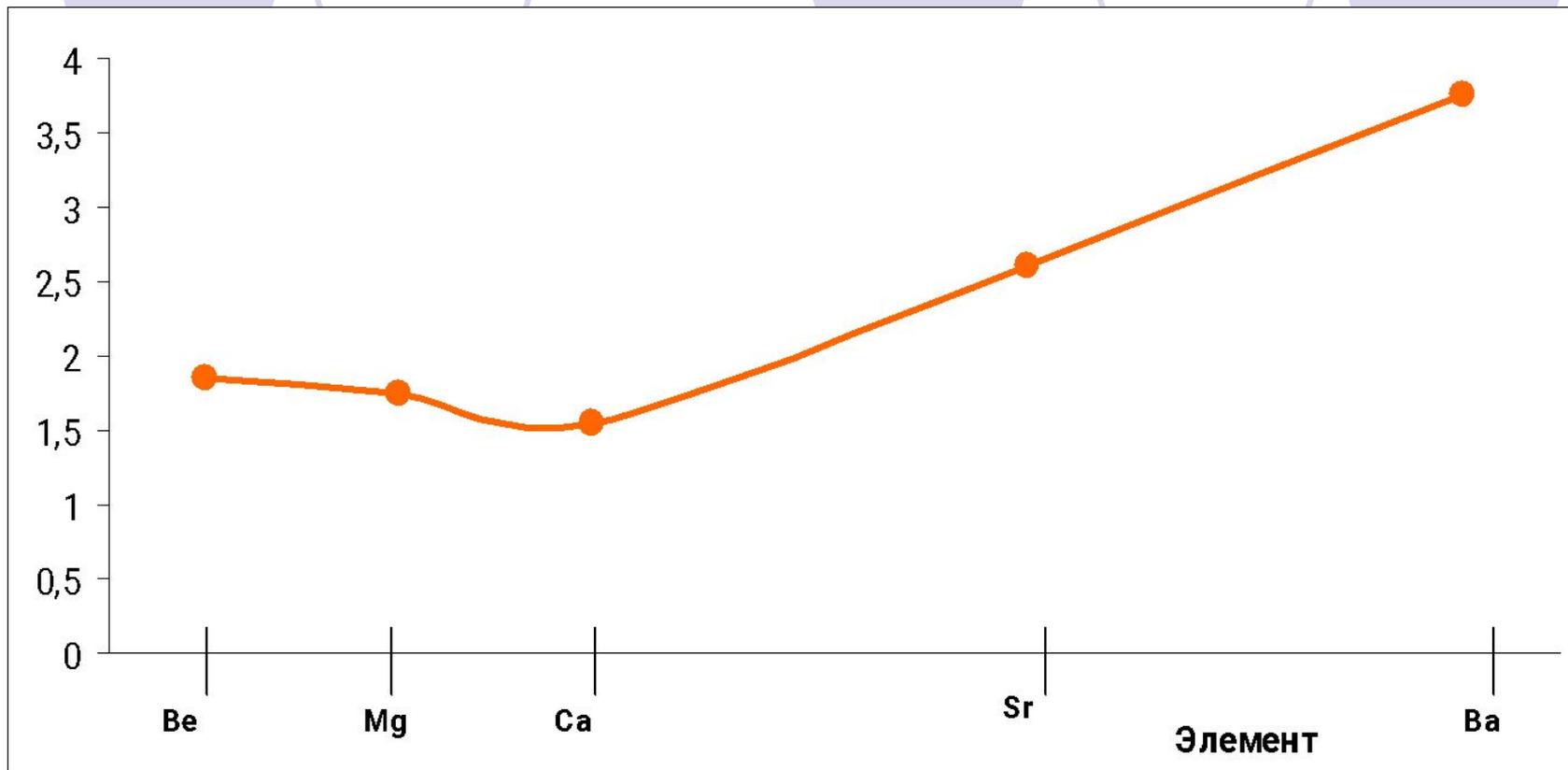
Энергия атомизации



—◆—  $T_{\text{пл}}, ^\circ\text{C}$  —■—  $T_{\text{кип}}, ^\circ\text{C}$



# Плотность, г/см<sup>3</sup>



В кристаллическом виде металлы имеют **объемно-центрированную** кристаллическую решетку с **металлическим** типом химической связи

# Распространенность в природе

	Be	Mg	Ca	Sr	Ba	Ra
Содержание (кларк %)	$6,0 \cdot 10^{-4}$	2,00	3,4	$1,4 \cdot 10^{-2}$	$2,6 \cdot 10^{-2}$	$10^{-10}$
Место по распростране нности	48	8	5	23	19	84

- **Ca** и **Mg** – наиболее широко распространены в природе.
- Из-за высокой химической активности, элементы II-A группы в свободном виде не встречаются (только в минералах).

# Минералы



$2\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$   
(оливин)



$3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$   
(тальк)



**$\text{CaCO}_3$  кальцит**  
(известняк, мрамор,  
мел)



**$\text{SrSO}_4$  (целестин)**



**$\text{BaSO}_4$  (барит)**

# Получение

**Mg:** электролиз расплава  $\text{MgCl}_2$ .

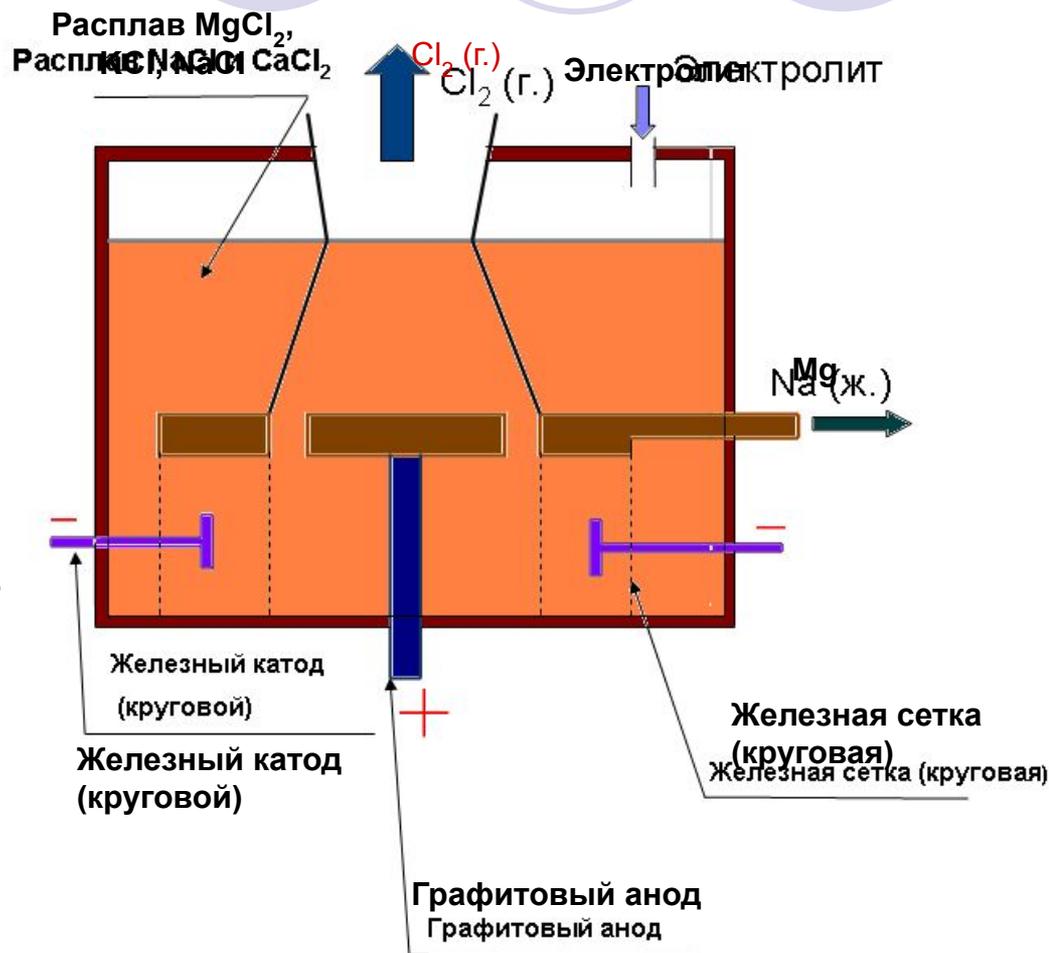
катод:  $\text{Mg}^{2+} + 2e^- = \text{Mg}$

анод:  $2\text{Cl}^- - 2e^- = \text{Cl}_2$

$\text{BeF}_2 + \text{Mg} \rightarrow \text{MgF}_2 + \text{Be}$

Ca, Sr, Ba получают  
восстановлением их оксидов  
при температуре выше  
 $1200^\circ\text{C}$ :

- $4\text{SrO} + 2\text{Al} \rightarrow 3\text{Sr} + \text{SrO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$
- $2\text{MgO} + \text{Si} + 2\text{CaO} \rightarrow \text{Ca}_2\text{SiO}_4 + \text{Mg}$
- $\text{MgO} + \text{C} \rightarrow \text{CO}\uparrow + \text{Mg}$



# Применение

- **Be** и его сплавы применяются в самолето- и ракетостроении, ядерной энергетике.
- **Mg** и его сплавы с алюминием (Al) – применяют для изготовления деталей в самолето- и автомобилестроении. Порошок магния используется в сигнальных ракетах, а другие соединения: жженая магнезия  $MgO$  или горькая соль  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  – применяются в медицине.
- **Ca** служит восстановителем в металлотермии, раскислителем при выплавке стали;  $CaO$  и  $Ca(OH)_2$  используется в строительстве, металлургии, при производстве стекла, сахара, бумаги.
- **Sr** при добавлении улучшает механические свойства чугуна и титановых сплавов.
- **Ba** используется в качестве геттера (газопоглотитель) в вакуумных трубках.

# Качественный анализ на s-металлы по окрашиванию пламени



**Ba<sup>2+</sup>**

(желто-зеленый)



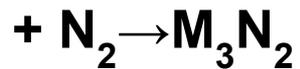
**Ca<sup>2+</sup>** (кирпично-красный)



**Sr<sup>2+</sup>** (карминово-красный)

# Химические свойства.

## Взаимодействие с простыми веществами



Be

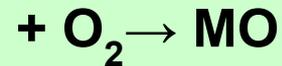
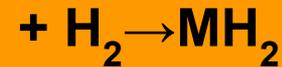
Mg

Ca

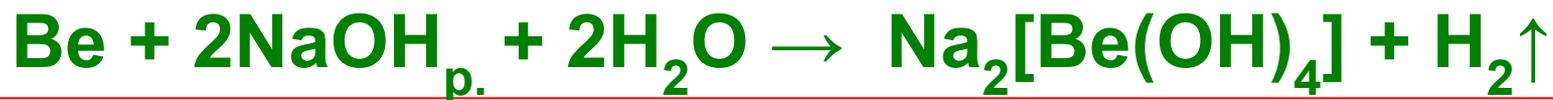
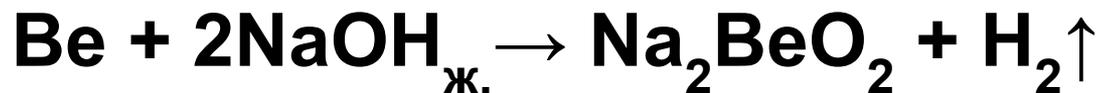
Sr

Ba

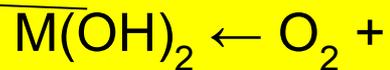
Ra



(Ba, Sr => MO, MO<sub>2</sub>)

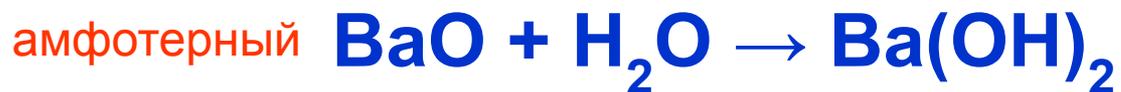


# Соединения с неметаллами



# Кислородные соединения

BeO



CaO



MgO

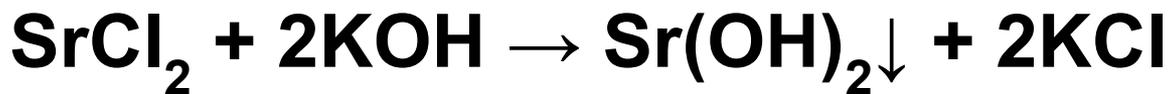
BaO



SrO



# Гидроксиды



# Соли

- Хорошо растворимы лишь галогениды (кроме фторидов), нитраты, перхлораты, ацетаты и др.
- Многие соли образуют устойчивые кристаллогидраты.
- Катионы ЩЗЭ не подвергаются протолизу.

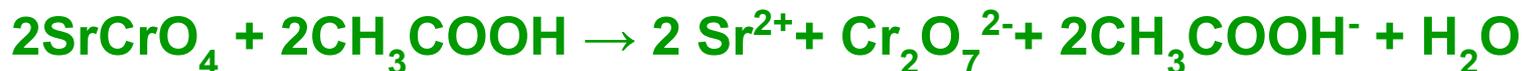
**Карбонаты:**  $\text{CaCO}_3$  – одна из наиболее растворимых солей



**Сульфаты и хроматы:**  $\text{BeSO}_4$  и  $\text{MgSO}_4$  - хорошо растворимы в воде, остальные - малорастворимые

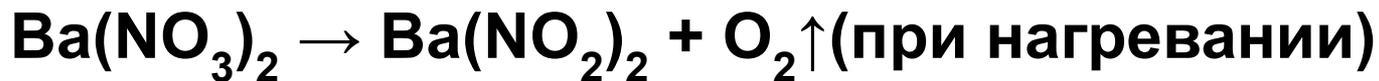


Дихроматы всех элементов группы хорошо растворимы в воде



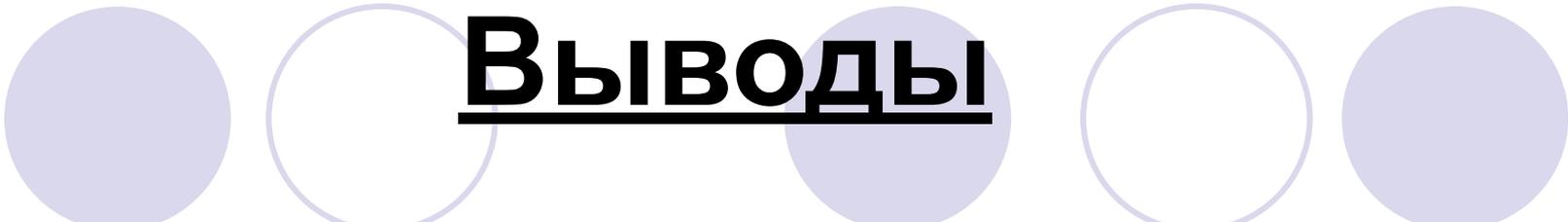


- $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  кристаллизуется в безводном состоянии
- Остальные соли образуют кристаллогидраты



# Комплексные соединения

- Образование комплексных соединений более характерно, чем для щелочных металлов.
- В водном растворе Be входит в состав аквакатиона  $[\text{Be}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$  в кислотной среде или в состав гидроксоаниона  $[\text{Be}(\text{H}_2\text{O})]^{2-}$  в щелочной среде.
- $\text{Be}^{2+}$  способен удерживать большое число электронных пар, образуя различные комплексные ионы с К.Ч.=4; наиболее стабильны гидроксид ион, альдегид, эфиры и др.
- Комплексы Mg и ЩЗЭ с монодентатными лигандами малоустойчивы.
- Ионы  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$  образуют устойчивые комплексы с краун-эфирами, широко применяются в органическом синтезе (RMgX-реактивы Гриньяра).



# Выводы

- **Элементы II-A группы содержат на внешнем энергетическом уровне два электрона.**
- **Вниз по группе радиус атомов растёт, энергия ионизации и Э.О. уменьшается.**
- **Ве по своим физико-химическим свойствам выделяется среди элементов II-A группы (Ве пассивирует с холодными концентрированными  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и  $\text{HNO}_3$ ).**
- **Из-за наиболее высокого значения энергии ионизации, Ве образует преимущественно ковалентные связи.**
- **Способность образовывать комплексные соединения.**

# Список литературы

- Неорганическая химия: В 3 т. / Под ред. Ю. Д. Третьякова. Т. 2: Химия непереходных элементов: Учебник для студ. высш. учеб. заведений / А. А. Дроздов, В. П. Зломанов, Г. Н. Мазо, Ф. М. Спиридонов. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 368 с.
- Савинкина Е. В., Давыдова М. Н., Рукк Н. С. Химия s-элементов. Учебно-методическое пособие. М.: МИТХТ, 2003, 56 с.
- Интернет-сайт [www.chemist.ru](http://www.chemist.ru), [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)