



# **s-Элементы I группы**

**Li, Na, K, Rb, Cs, Fr**

# Атомные характеристики

Элемент	Li	Na	K	Rb	Cs	Fr
Вал. эл-ны	$ns^1$					
Раг, нм	1.55	1.89	2.36	2.48	2.68	2.80
I, эВ	5.39	5.14	4.34	4.18	3.89	-
ЭО	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9

с.о. = +1

Li Na K Rb Cs Fr

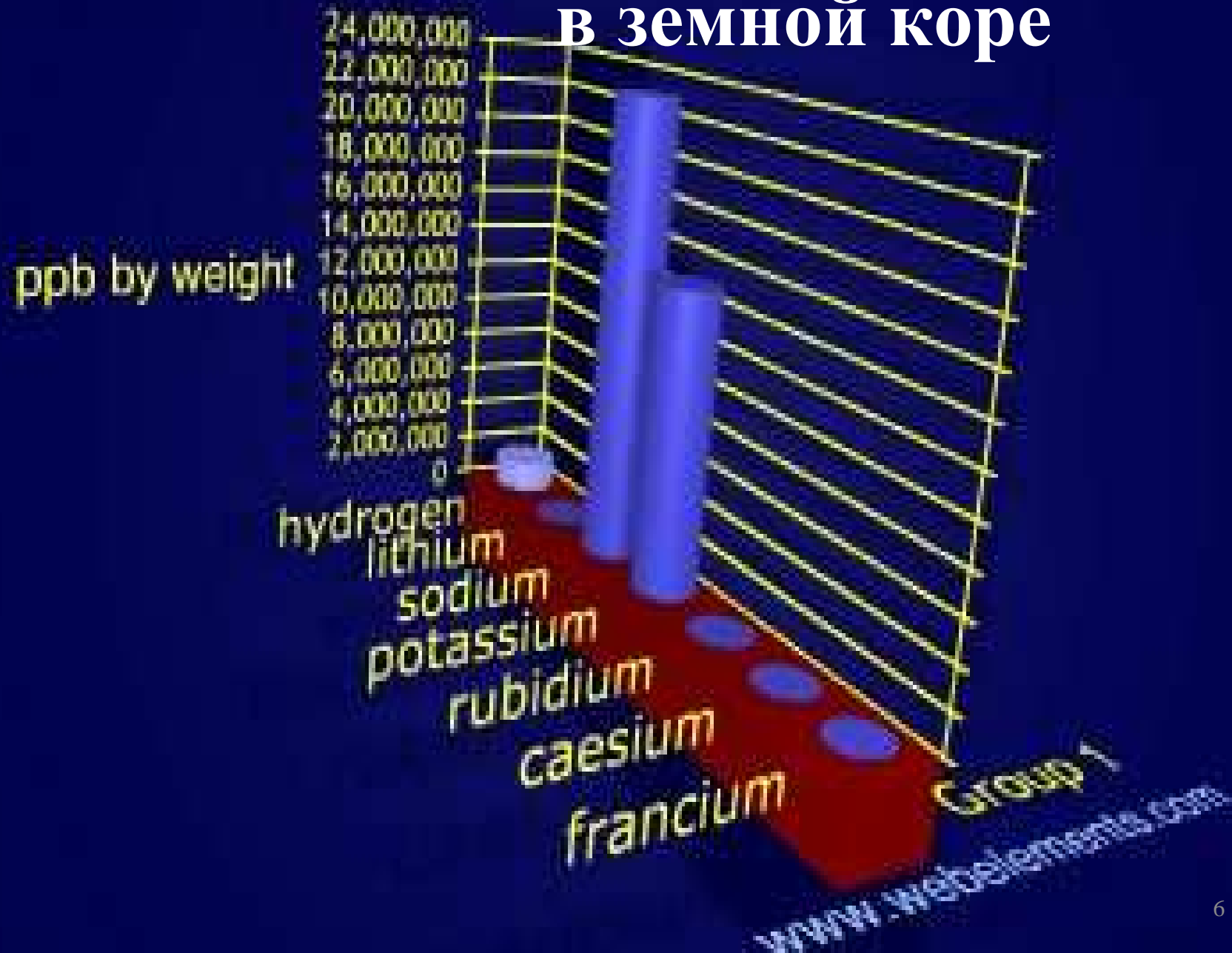
металлы

# Природные ресурсы

- Кларки: Na - 2,6%, K - 2,4%
- Li, Rb, Cs - редкие эл-ты
- Fr - радиоактивный эл-т
- NaCl - галит (каменная соль, поваренная соль)
- KCl - сильвин
- KCl • MgCl<sub>2</sub> • 6H<sub>2</sub>O - карналит
- NaCl • KCl - сильвинит
- Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> • NaHCO<sub>3</sub> • 2H<sub>2</sub>O - трона

- $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  - **мирабилит**
- $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$
- $\text{Li}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2$  - **сподумен**
- $\text{LiAlPO}_4\text{F}$  - **амблигонит**
- $4\text{Cs}_2\text{O} \cdot 4\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 18\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  -  
**полунит**

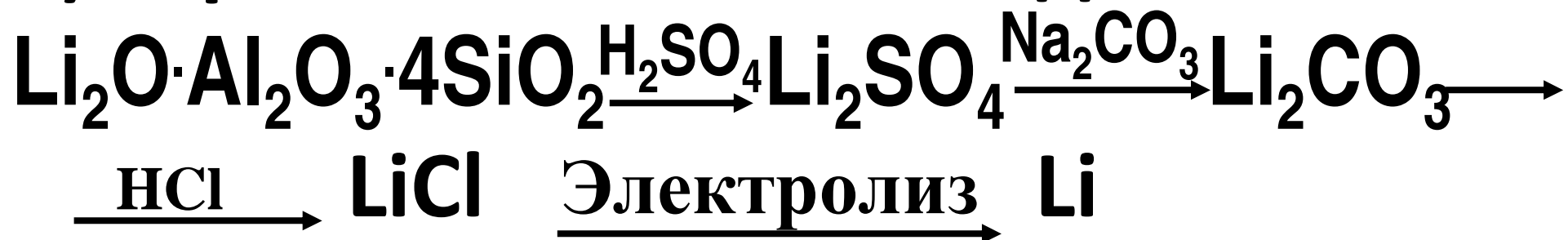
# Abundance in Earth's crust    Распространенность в земной коре



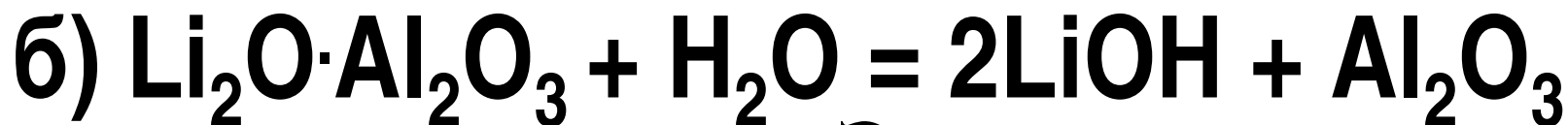
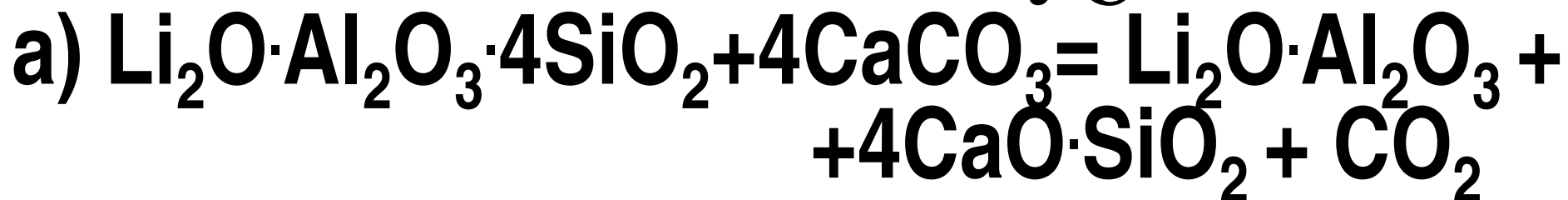
# Простые вещества

# Получение Li

1) сернокислотный метод



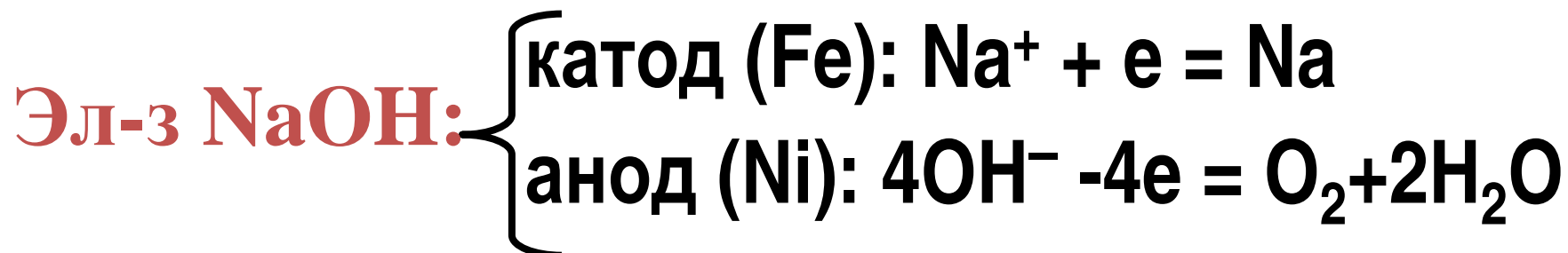
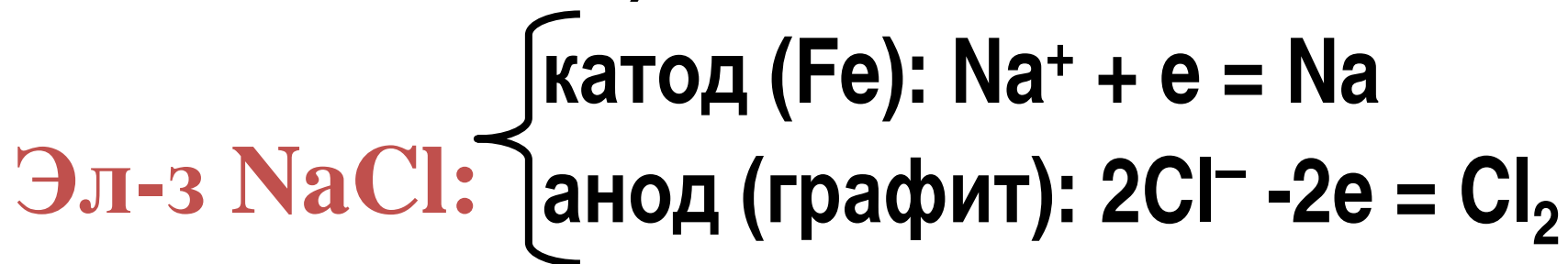
2) Известковый метод  $t^\circ\text{C}$

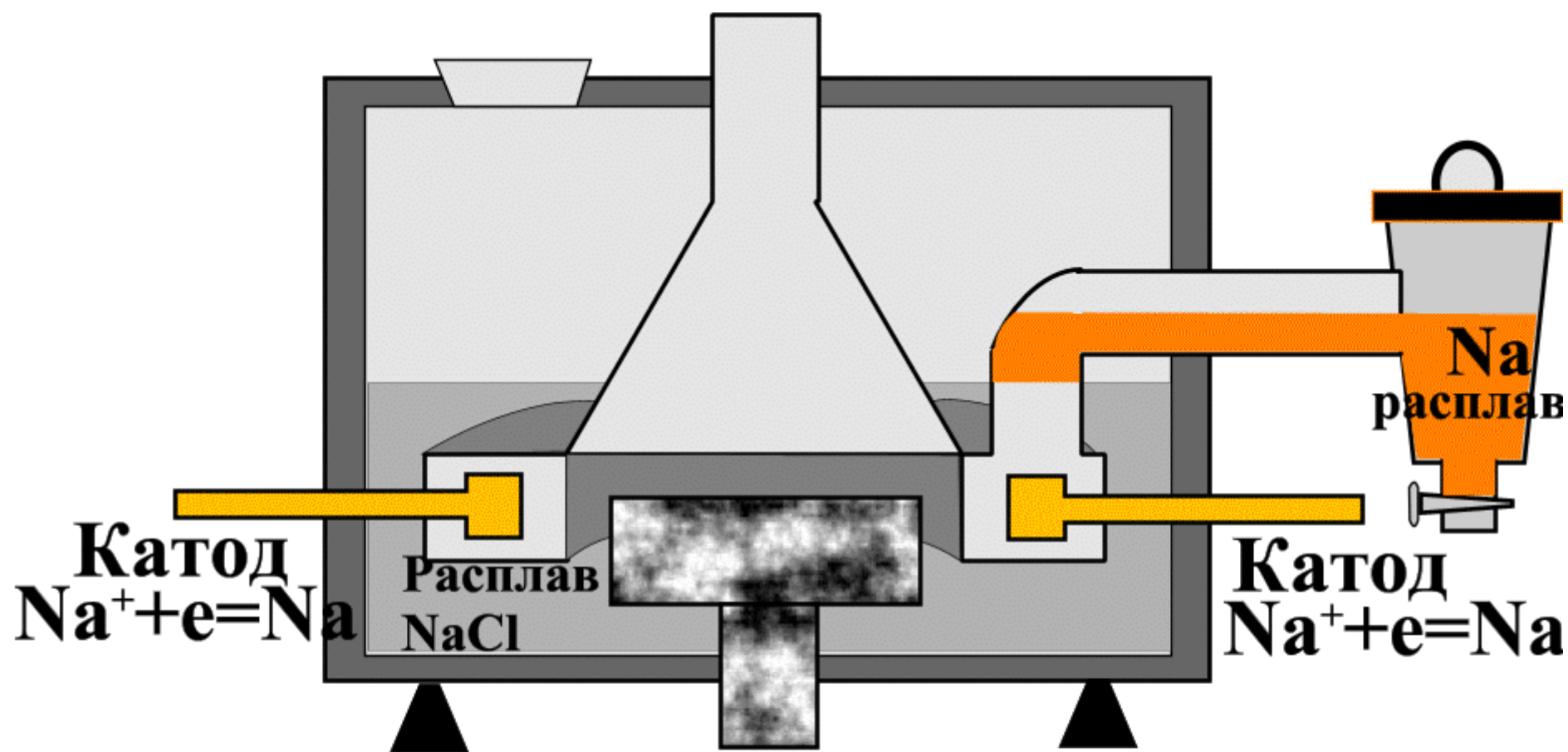




# Получение Na

- Электролиз расплава NaCl с добавлением KCl или NaF (для снижения темп-ры от 800°C до 600°C)





**Катод**  
 $\text{Na}^+ + e^- = \text{Na}$

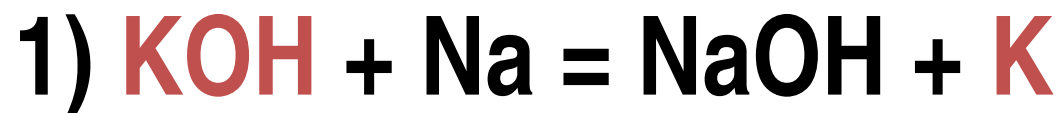
Расплав  
NaCl

**Катод**  
 $\text{Na}^+ + e^- = \text{Na}$

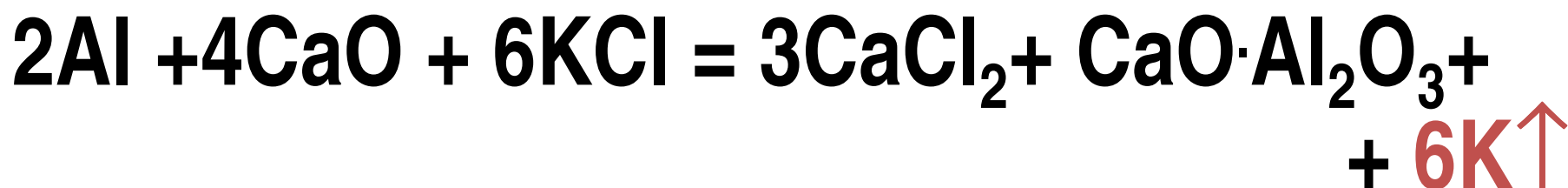
**Анод**  
 $2\text{Cl}^- - 2e^- = \text{Cl}_2$

**Получение Na из расплава NaCl**

# Получение K, Rb, Cs



2) Эл-з расплава  $\text{KCl} + \text{NaCl}$  до сплава  $\text{K-Na}$  и разделением их перегонкой



В вакууме



# Хранение щелочных металлов

- **Li, Na, K** в герметичной железной таре, а в лаборатории - под слоем керосина
- **Rb и Cs** - в запаянных стеклянных ампулах

# Физические свойства

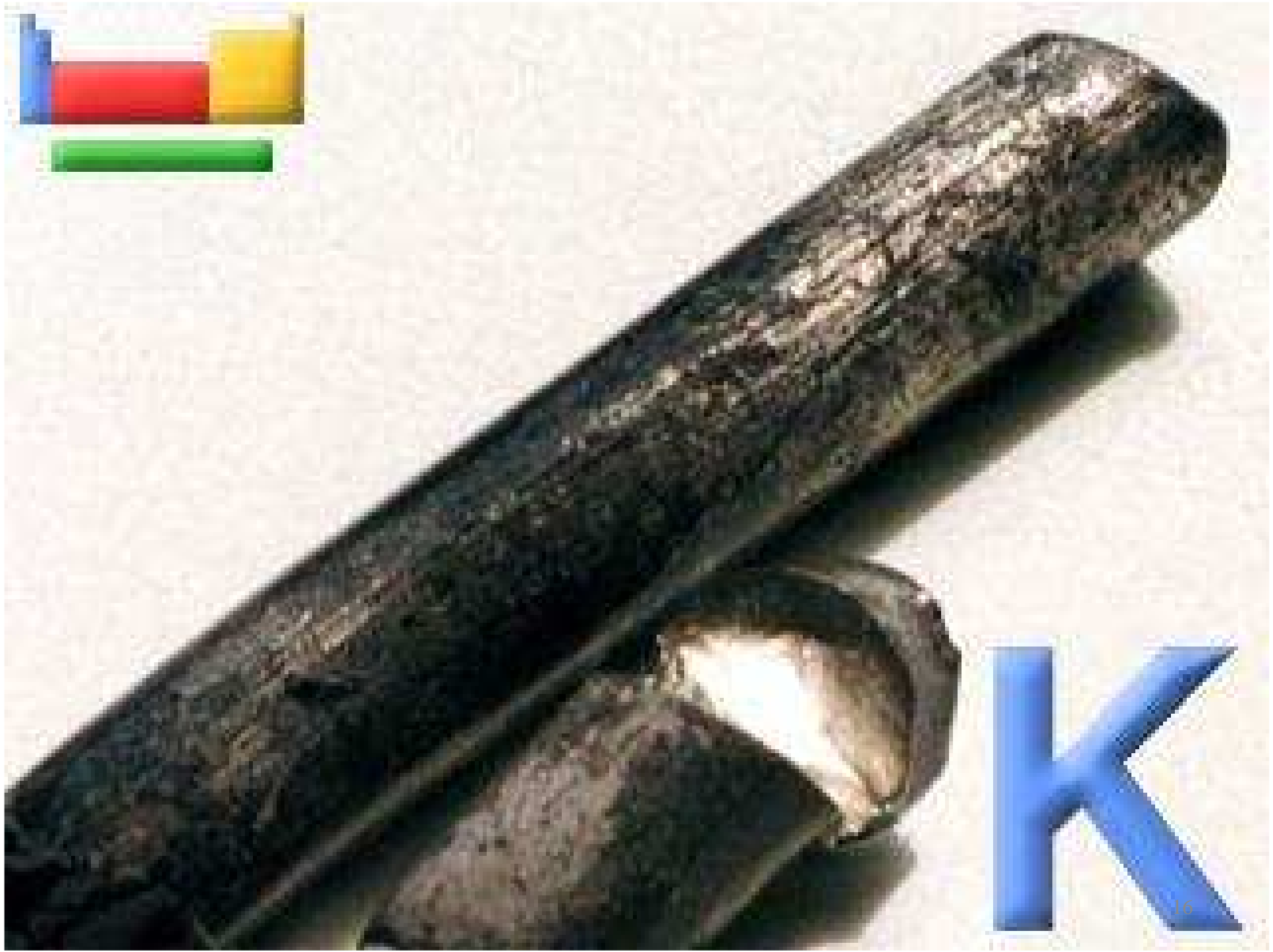
	Li	Na	K	Rb	Cs	Fr	
$t^{\circ}$ пл.	180	98	64	39	29	-	
$t^{\circ}$ кип.	1340	883	759	696	706	-	
$\varphi^{\circ}$ , В	-3.05	-2.71	-2.93	-2.92	-2.92	-	
$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	0.53	0.97	0.86	1.52	1.89		

**Li, Na, K, Rb** - серебристо-белые

**Cs**- золотисто-желтый

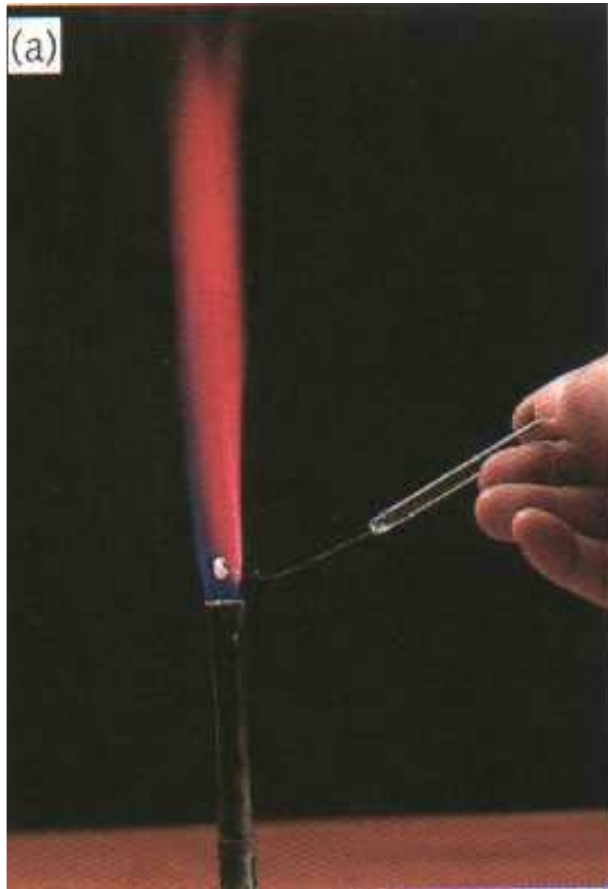








# Li



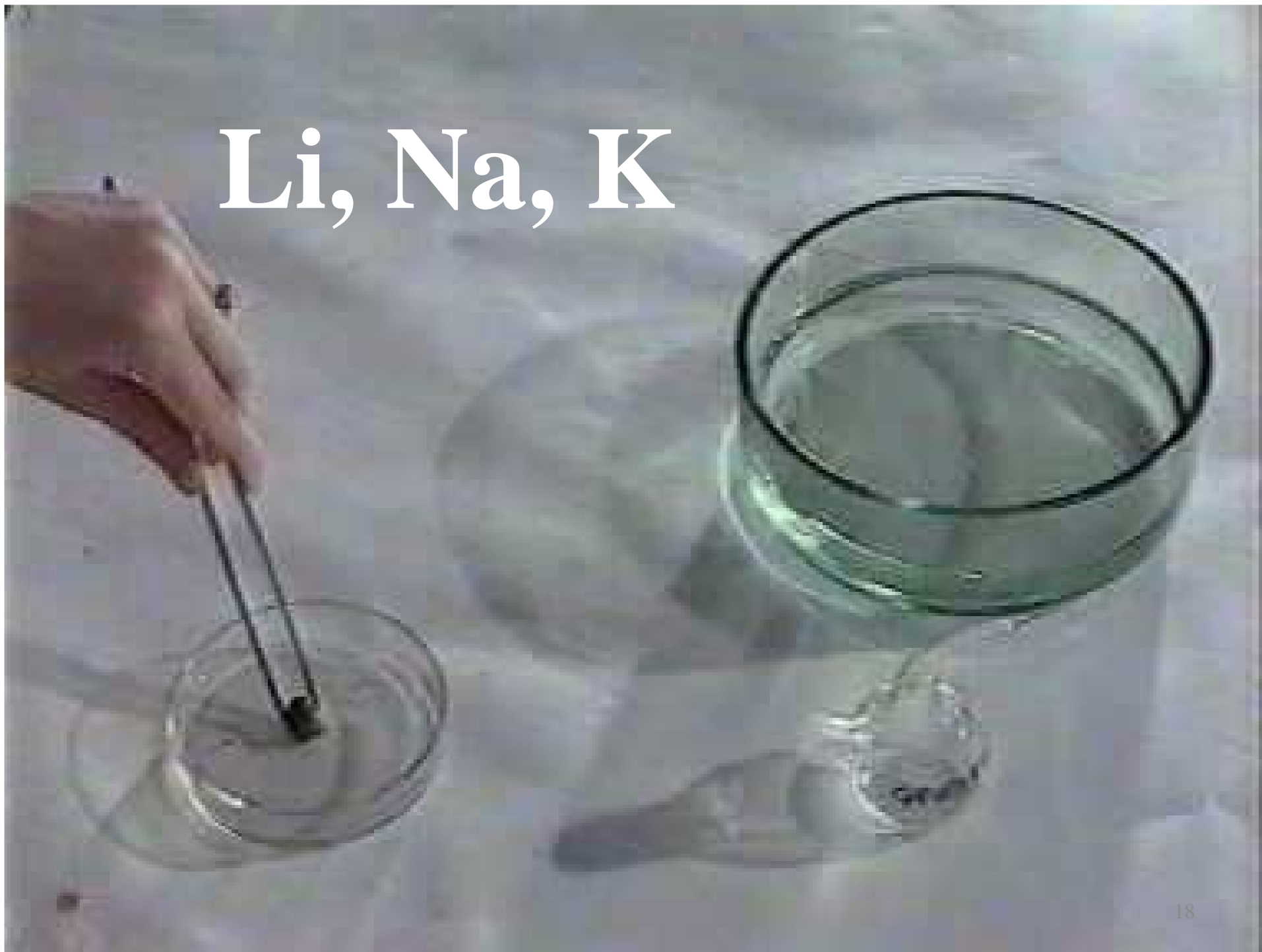
# Na

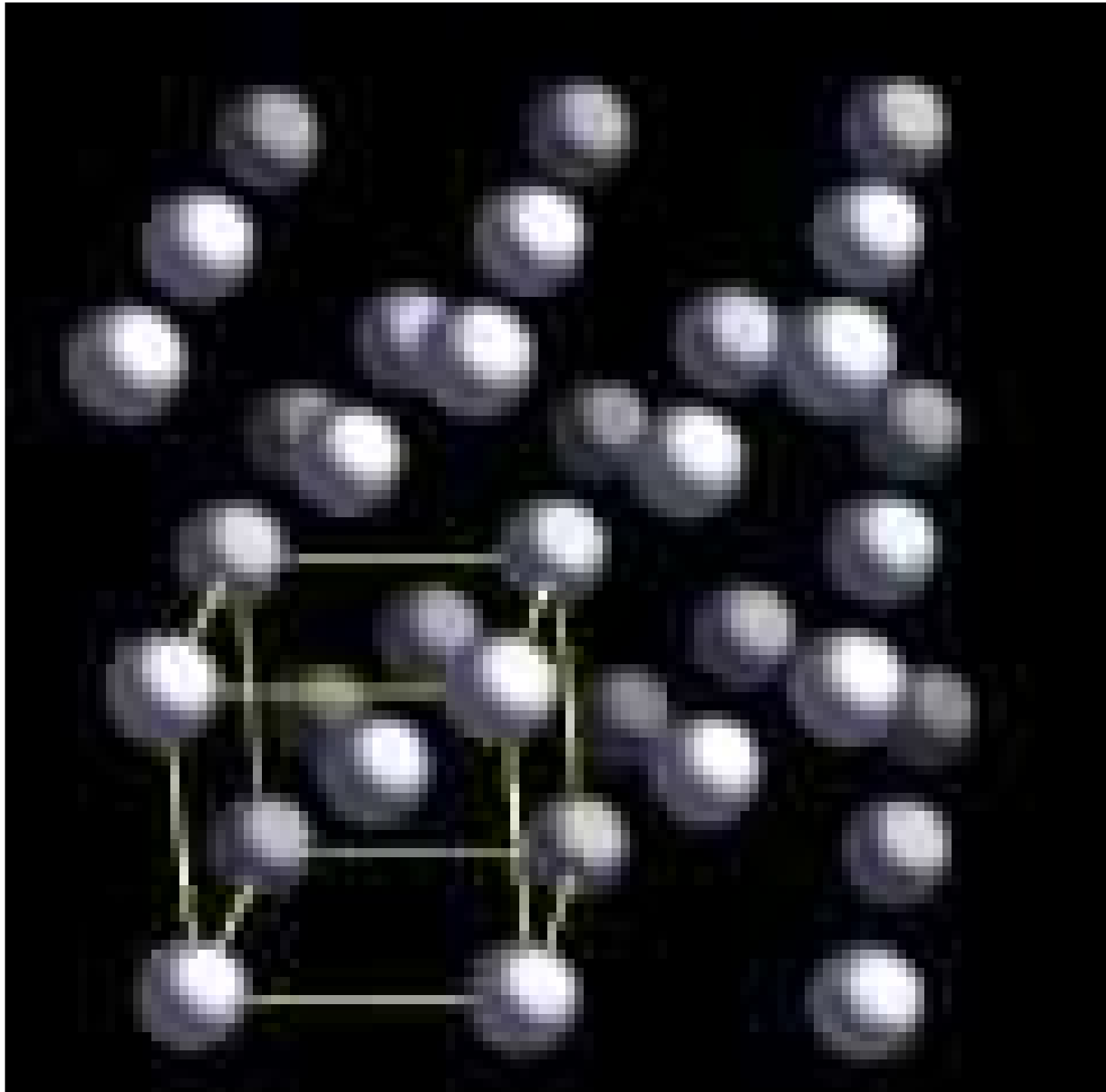


# K

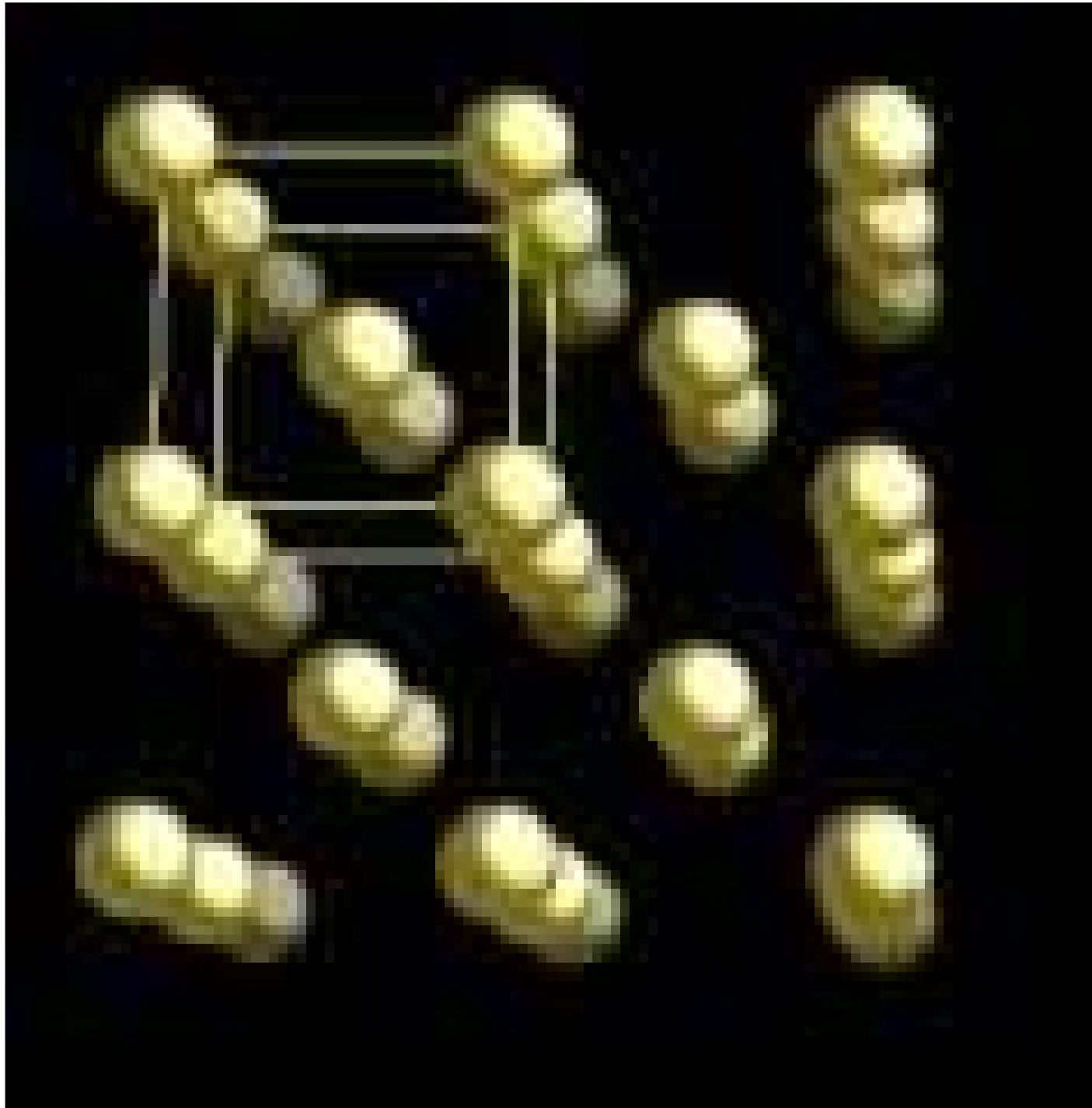


# Li, Na, K

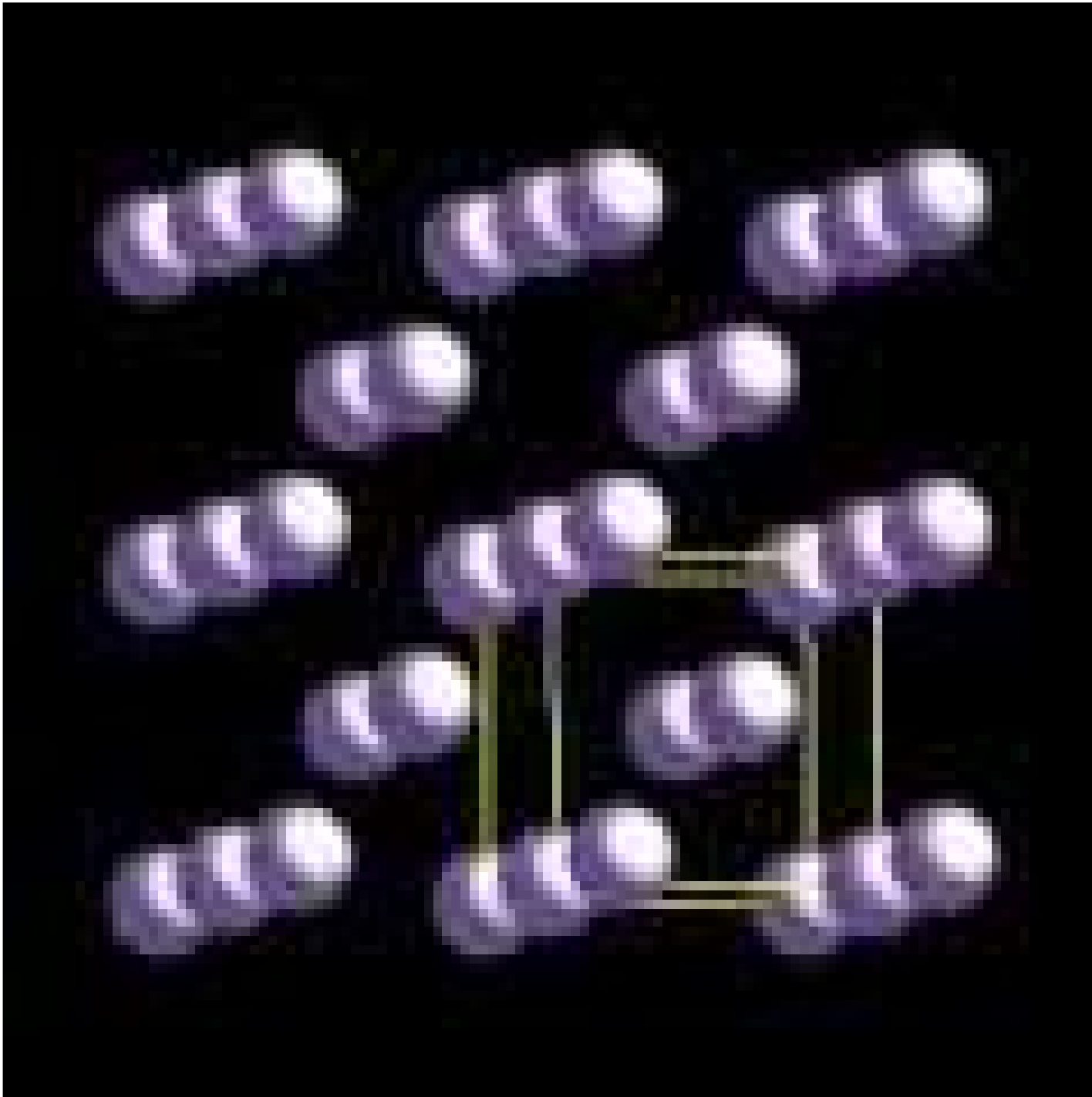




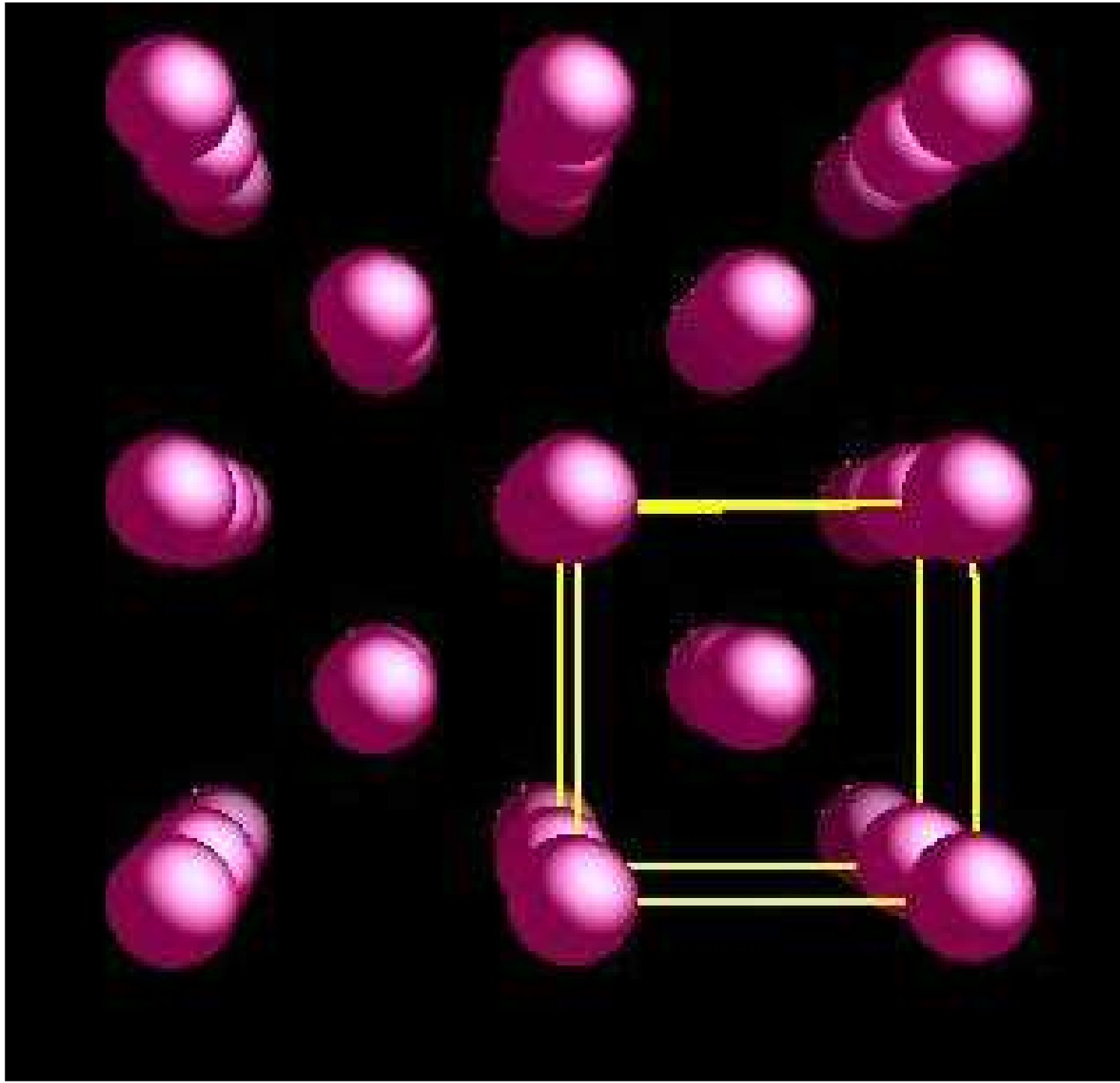
**Li**



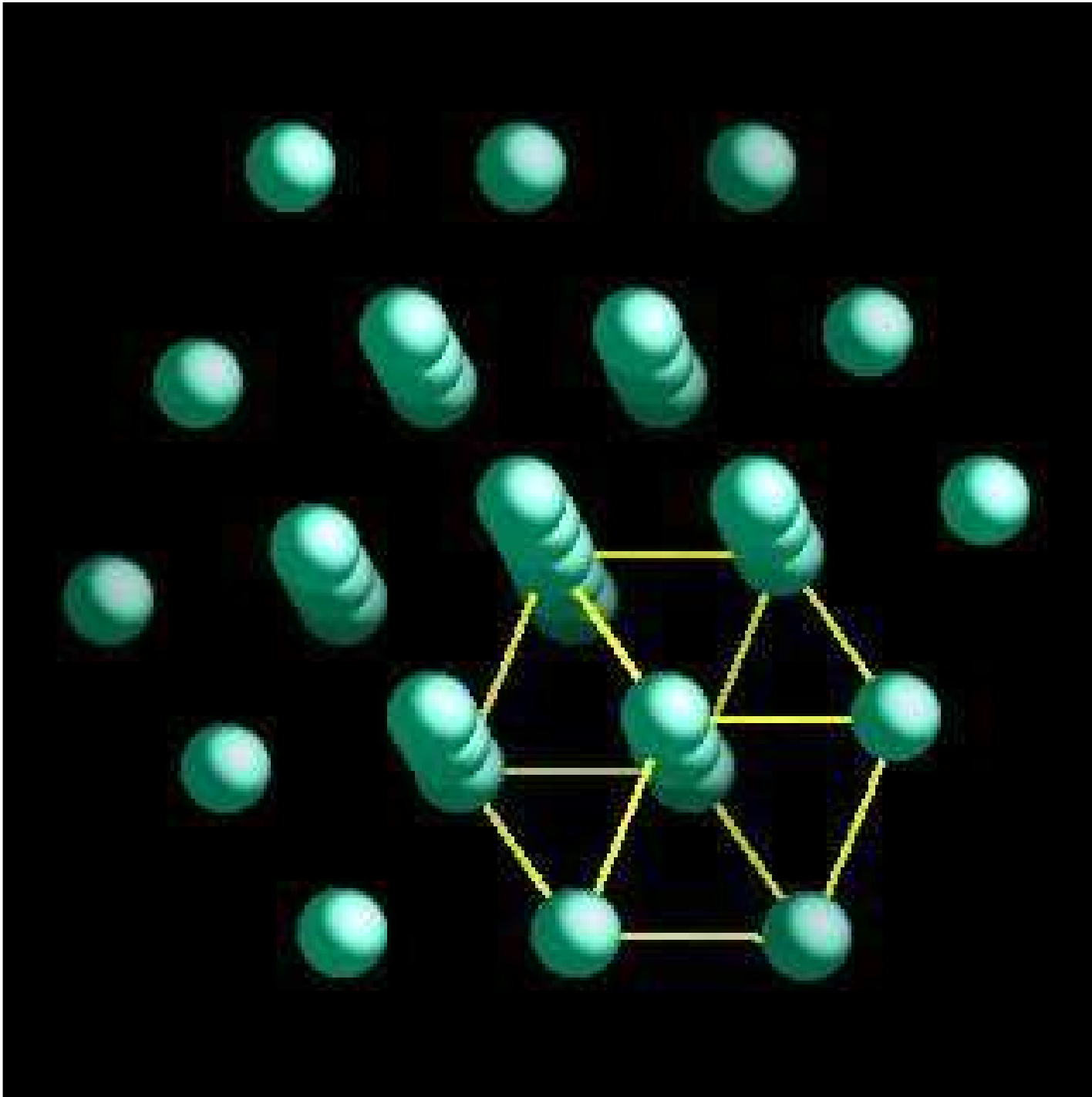
**Na**



K



**Rb**




**Cs**

- **Li** - самый легкий из твердых в-в
- мягкие и легкоплавкие
- высокая сжимаемость
- высокая электро- и теплопроводность
- легко окисляются на воздухе
- **Rb** и **Cs** - самовозгораются
- **K** и **Rb** - слаборадиоактивны
- ${}_{87}^{223}\text{Fr}$  -  $\beta$ -радиоактивен ( $T_{1/2}=21$ мин)

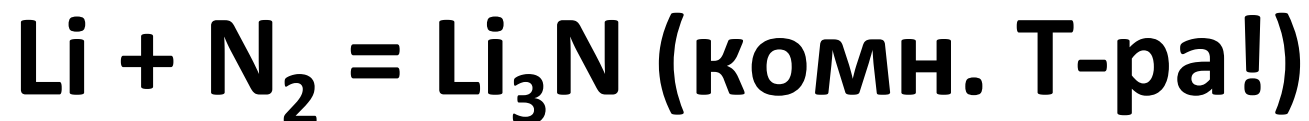
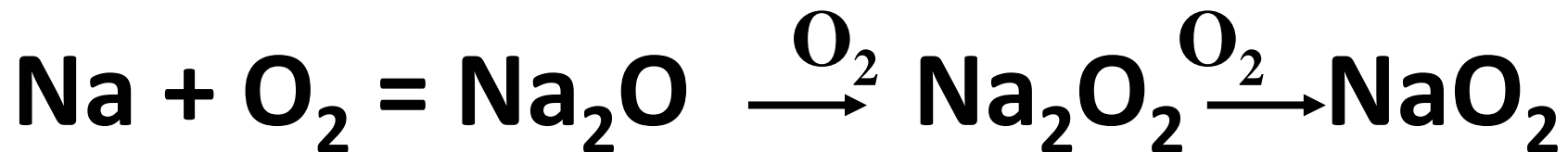


# Химические свойства

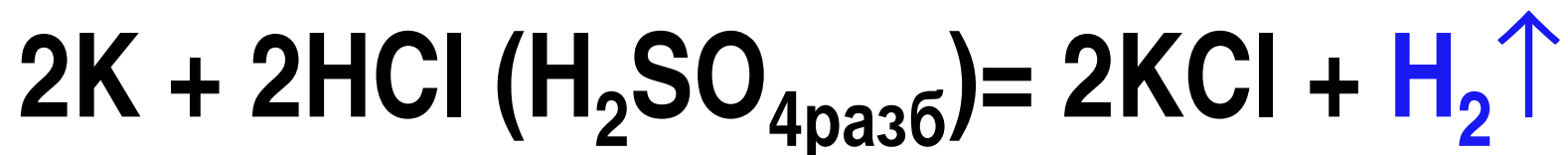
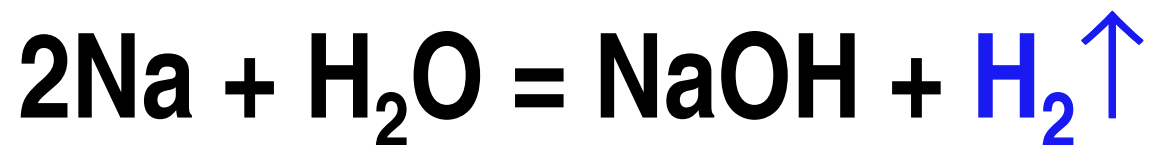
- Все щелочные металлы - очень сильные восстановители ( $\varphi^\circ$  от -3.05 до -2.92)

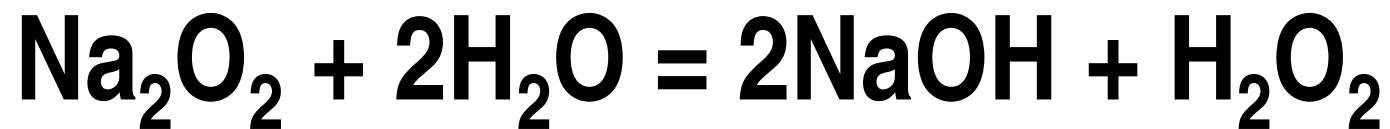
Li   Na   K   Rb   Cs  
  
восстановительная способность  
увеличивается

- реагируют с большинством неметаллов ( $O_2$ ,  $F_2$ ,  $N$ ,  $P$ ,  $C$ ,  $H_2$ ,  $S$ )



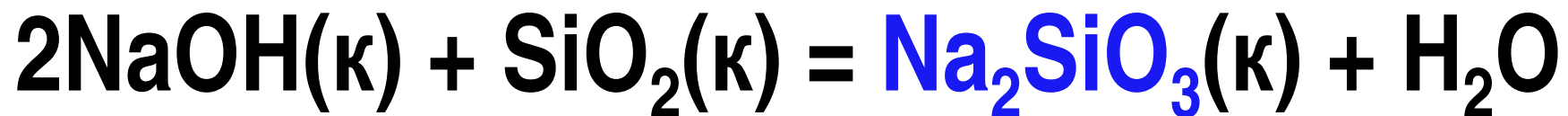
## Взаимодействие с водой и кислотами





- **ЭОН** (щелочи)- б/ц крист. в-ва, относительно легкоплавки и хорошо растворимы в воде (LiOH - исключение)

- При хранении щелочи поглощают из воздуха влагу и  $\text{CO}_2$  ( $\text{MOH}$ ,  $\text{M}_2\text{CO}_3$ ).
- При плавлении щелочи разрушают стекло и фарфор



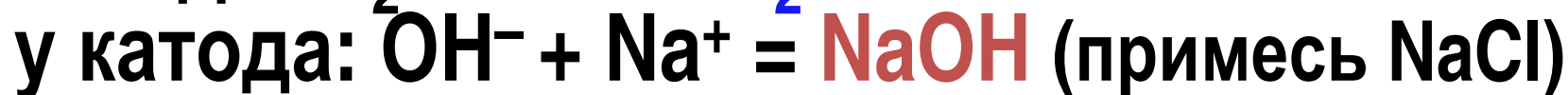
а при доступе кислорода – и платину.

Плавят щелочь в посуде из Ag, Ni, Fe.

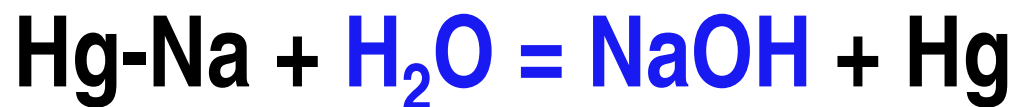
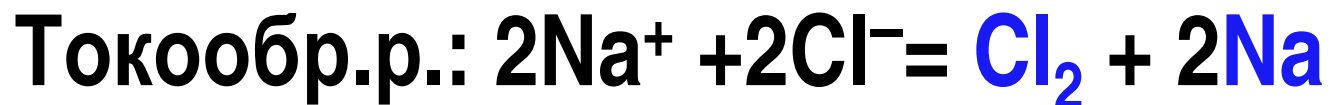
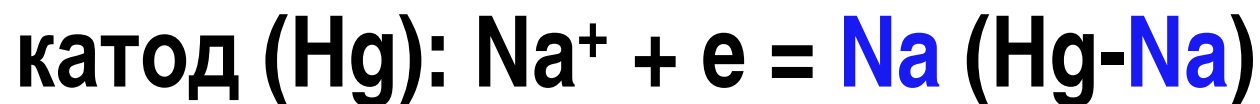
Щелочи разрушают живые ткани.

# Получение NaOH

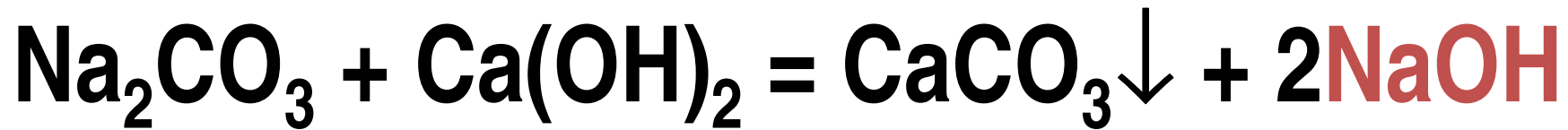
## 1) Электролиз р-ра NaCl



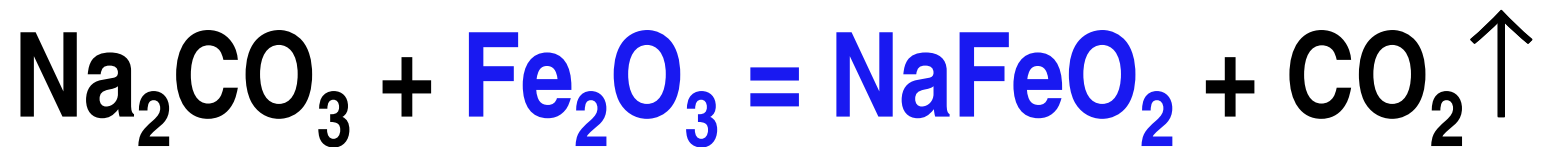
## 2) Электролиз с Hg катодом



### 3) **Содовый** метод



### 4) Ферритный метод

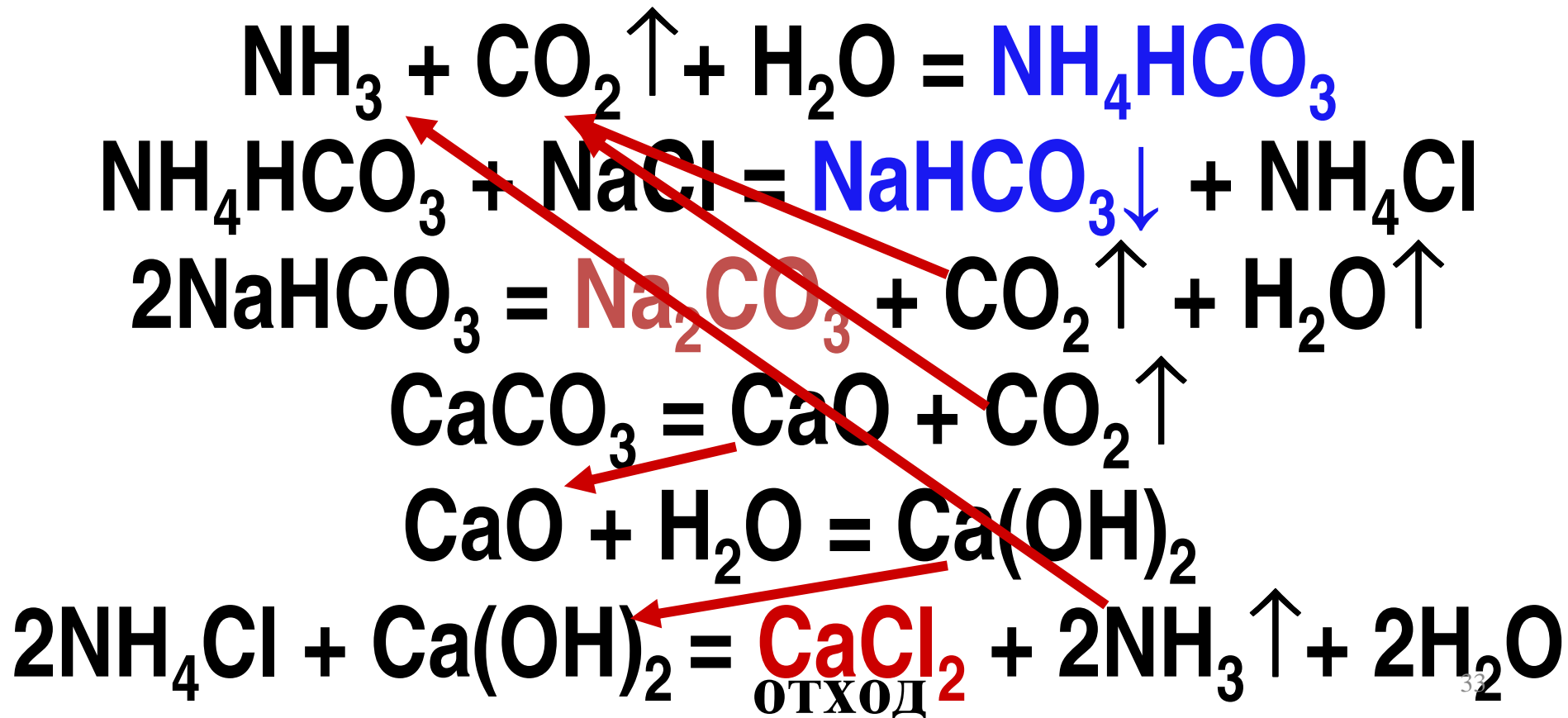


# Соли

- Известны **нормальные** соли: ЭГ, ЭNO<sub>3</sub>, Э(CH<sub>3</sub>COO), Э<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, Э<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, Э<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Э<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>...
- и **кислые** соли: ЭНСO<sub>3</sub>, ЭНСO<sub>3</sub>, ЭНСO<sub>4</sub>, ЭН<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, Э<sub>2</sub>НPO<sub>4</sub> и др.
- Соли щелочных металлов, как правило, хорошо растворимы в воде



- $\text{Na}_2\text{CO}_3$  - карбонат натрия или кальцинированная сода, имеет большое практическое значение
- Получение  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  методом Сольве (Бельгия, 1863 г.)



# Особенности химии Li

- По химическим св-вам похож на Mg
- Сильное поляризующее действие катиона  $\text{Li}^+$ , поэтому большая энергия гидратации и наиболее отрицательное значение электродного потенциала
- $\text{LiF}$ ,  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Li}_3\text{PO}_4$  (как и соли Mg) мало растворимы в воде
- Карбонаты и нитраты легко разлагаются при нагревании, тогда как другие соли разл-ся при  $> 1000^\circ\text{C}$

# Применение

- Na и K - в органическом синтезе, в металлотермии для получ. Ti, Zr, Ta, Nb
- Na - в получении  $\text{Na}_2\text{O}_2$
- $\text{KO}_2$ - в подводных лодках и космических кораблях для регенерации кислорода
- $4\text{KO}_2 + 2\text{CO}_2 = 2\text{K}_2\text{CO}_3 + 3\text{O}_2$

- **Li** - добавка к сплавам, в хим. источниках тока, для получения  $\text{LiAlH}_4$ , который исп-ся в орг. синтезе, для промышленного получения трития  ${}^6_3\text{Li} + {}^1_0\text{n} = {}^3_1\text{H} + {}^4_2\text{He}$

**Cs** - в фотоэлементах

**NaCl** - для получ.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Cl}_2$

**NaCl** - в пищу

**KCl** и  **$\text{KNO}_3$**  - удобрения

**$\text{Na}_2\text{CO}_3$**  - пр-во  $\text{Al}$ , мыла, стекла и др.

**$\text{Na}_2\text{SO}_4$**  и  **$\text{K}_2\text{CO}_3$**  - пр-во стекла

# **s-Элементы II группы**

**Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra**

# Атомные характеристики

Элемент	Be	Mg	Ca	Sr	Ba	Ra
Вал. эл-ны	$ns^2$					
$r_{ат}$ , нм	1.13	1.60	1.97	2.15	2.21	2.35
$I$ , эВ	9.32	7.65	6.11	5.69	5.21	5.28
ЭО	1.5	1.3	1.1	1.0	0.9	0.9

с.о. = +2

щел.-зем. металлы

Be Mg Ca Sr Ba Ra

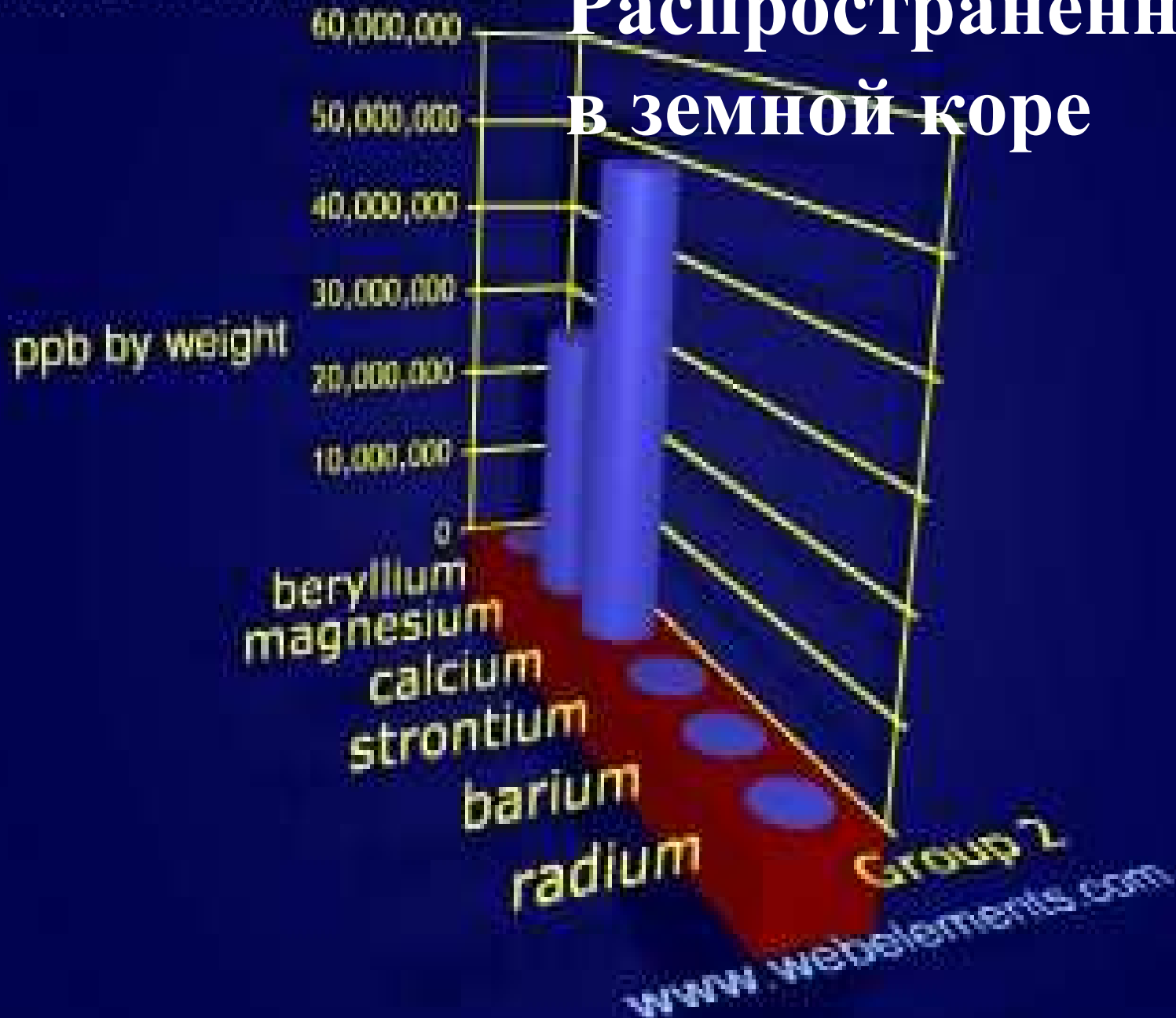
металлы

# Природные ресурсы

- Кларки: Be- $6 \cdot 10^{-4}\%$ , Mg-2,1%, Ca-2,96%  
Sr- $3,4 \cdot 10^{-2}\%$ , Ba- $6,5 \cdot 10^{-2}\%$ , Ra- $1 \cdot 10^{-10}\%$
- Be, Sr, Ba - редкие эл-ты
- Ra - радиоактивный эл-т
- $3\text{BeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$  - берилл
- $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$  - доломит
- $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  - бишофит
- $\text{CaCO}_3$  - мел, мрамор, известняк
- $\text{SrSO}_4$ ,  $\text{BaSO}_4$
- Ra - в урановых рудах

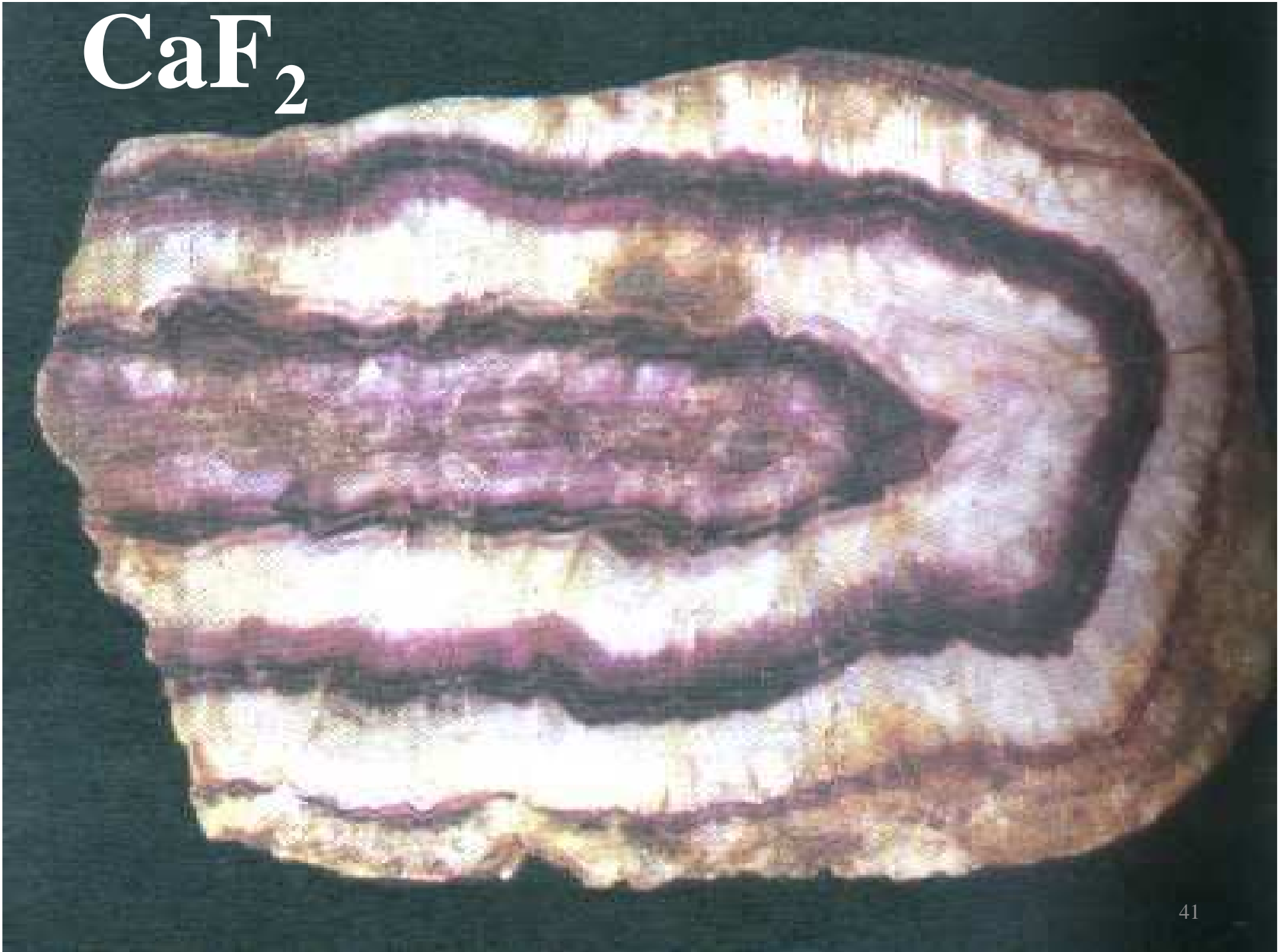
Abundance in Earth's crust

# Распространенность в земной коре





$\text{CaF}_2$

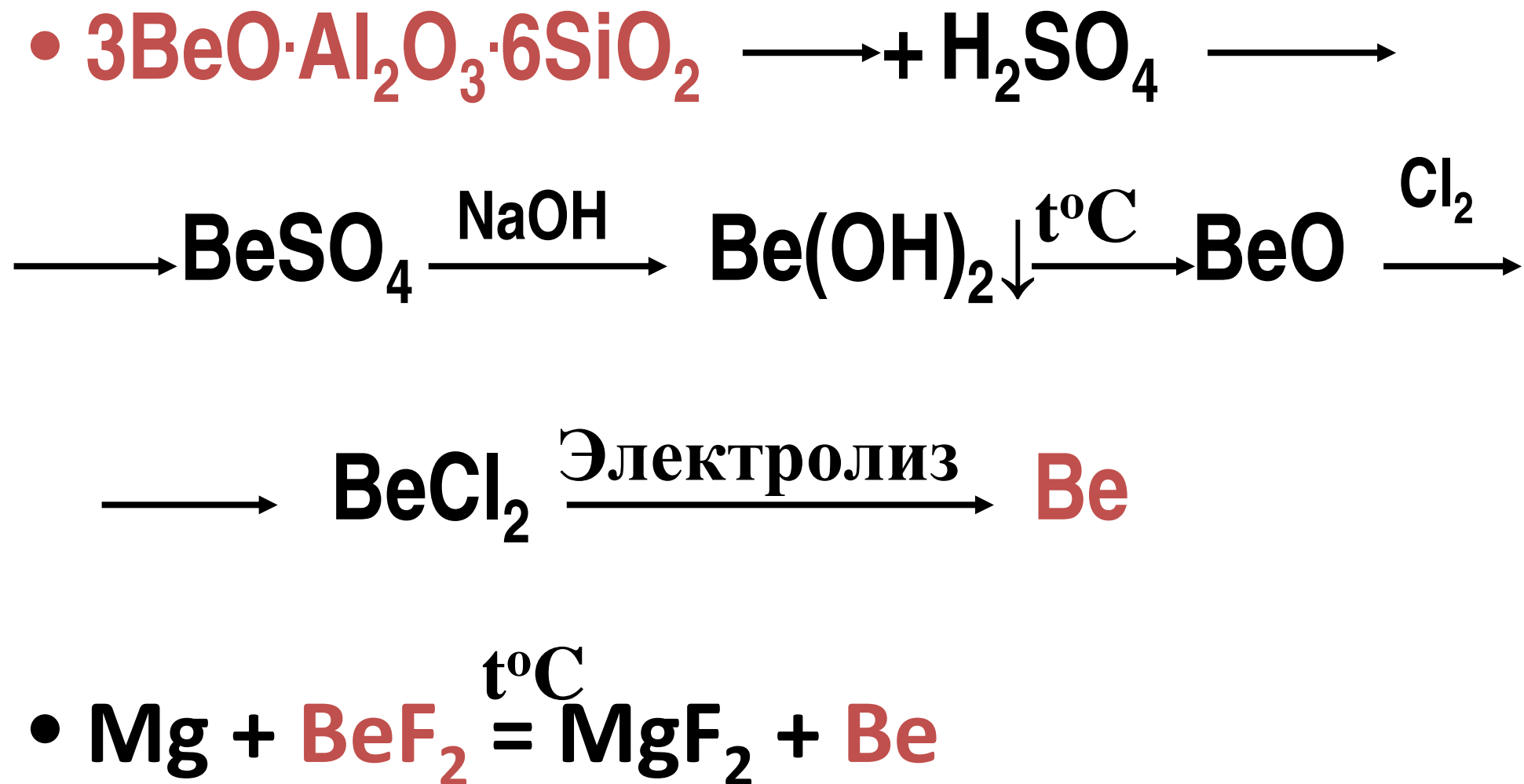


# $\text{CaCO}_3$ - кальцит

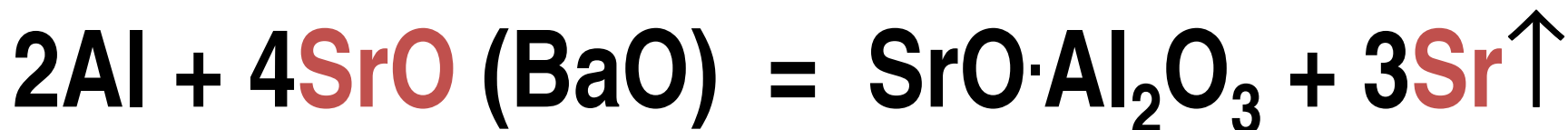
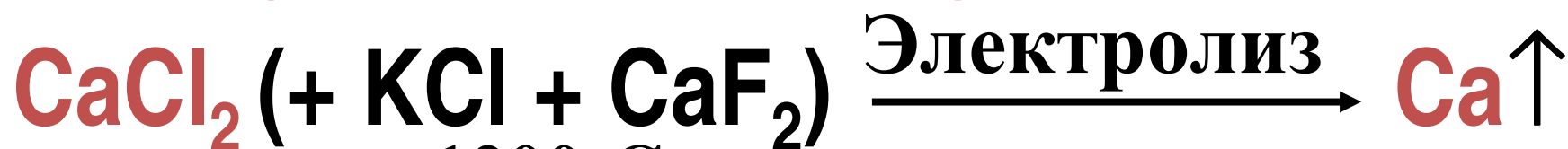
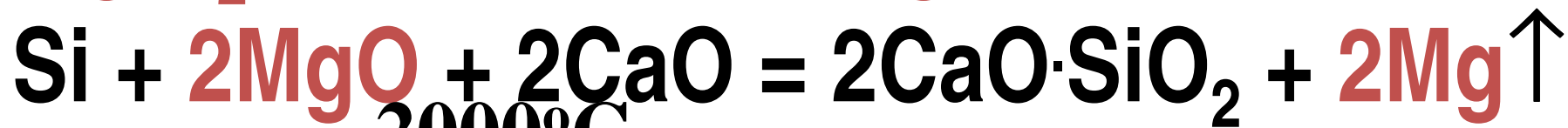


# Простые вещества

# Получение Be



# Получение Mg, Ca, Sr, Ba

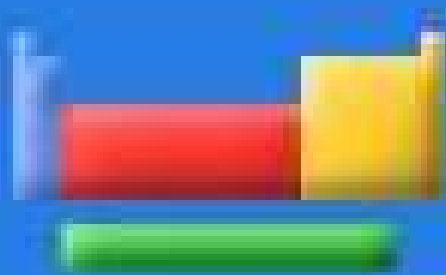
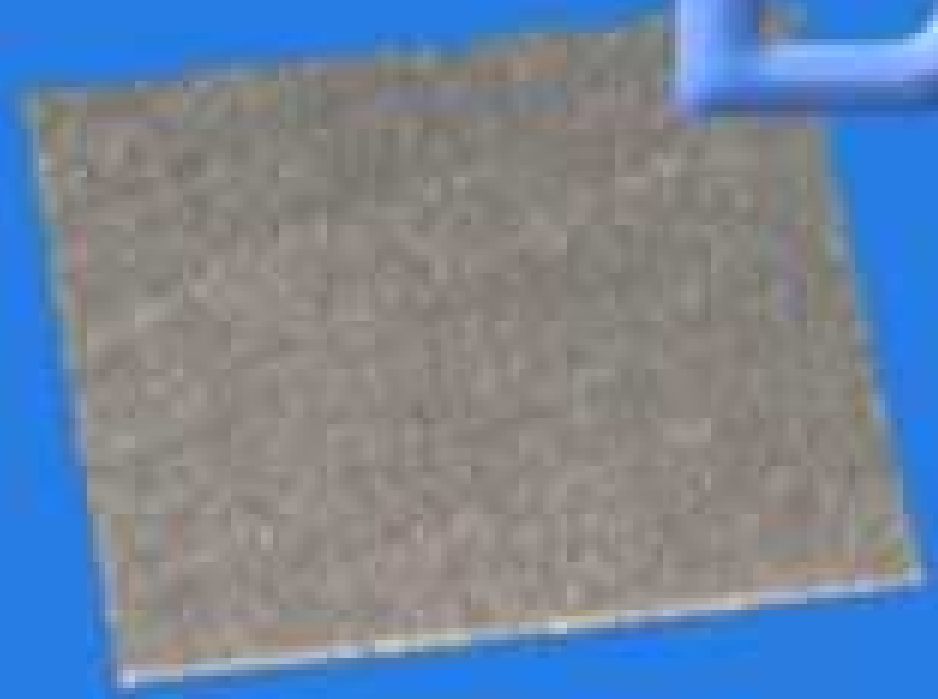


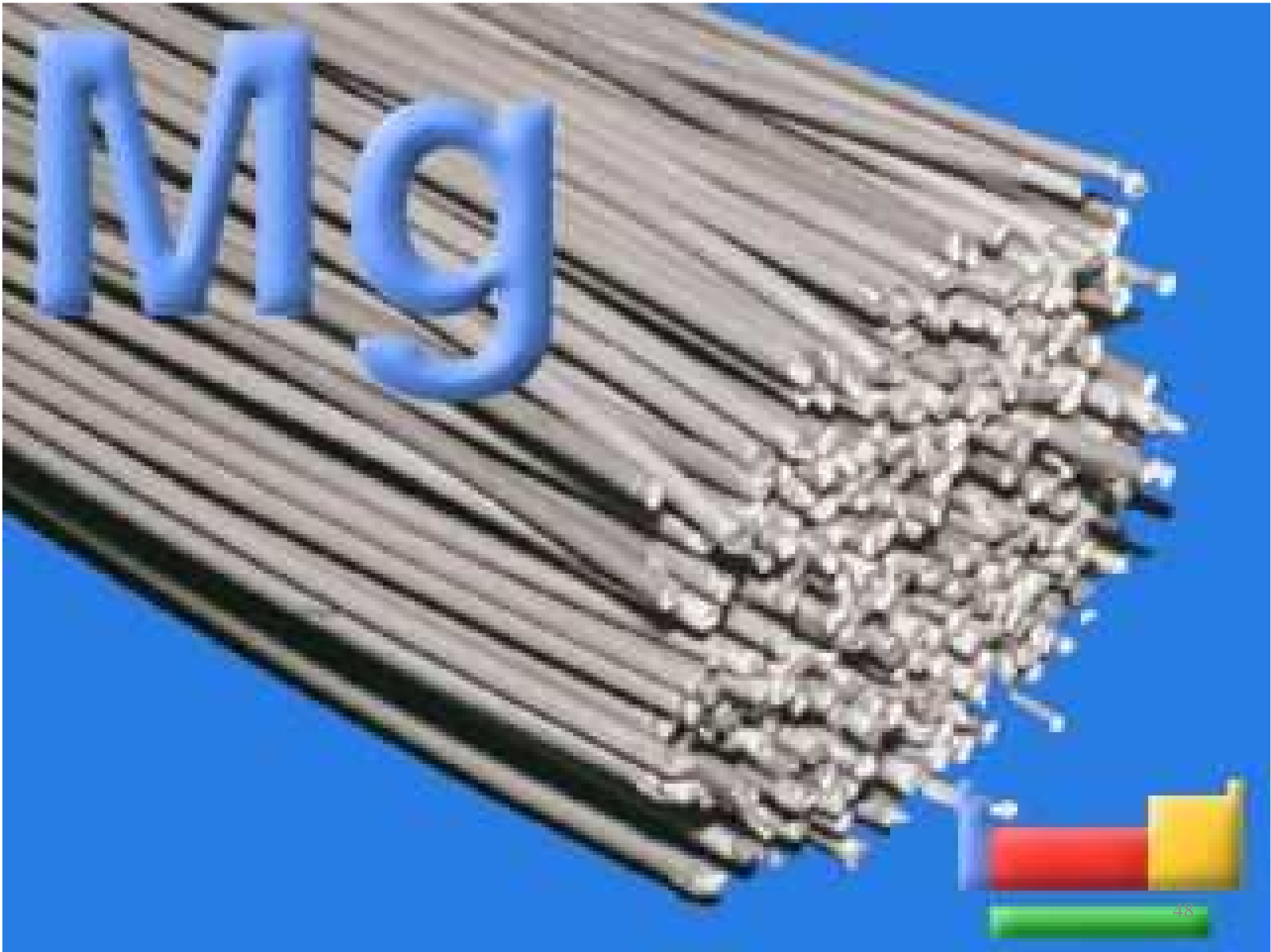
# Физические свойства

	<b>Be</b>	<b>Mg</b>	<b>Ca</b>	<b>Sr</b>	<b>Ba</b>	<b>Ra</b>
$t^{\circ}$ пл.	<b>1278</b>	<b>651</b>	<b>851</b>	<b>767</b>	<b>707</b>	<b>700</b>
$t^{\circ}$ кип.	<b>2270</b>	<b>1107</b>	<b>1437</b>	<b>1366</b>	<b>1637</b>	<b>1140</b>
$\varphi^{\circ}$ , В	<b>-1.85</b>	<b>-2.36</b>	<b>-2.87</b>	<b>-2.89</b>	<b>-2.90</b>	<b>-2.92</b>
$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	<b>1.85</b>	<b>1.74</b>	<b>1.55</b>	<b>2.54</b>	<b>3.59</b>	<b>5</b>

**Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra** - серебристо-  
белые

BE







# Ca

# Sr

# Ba



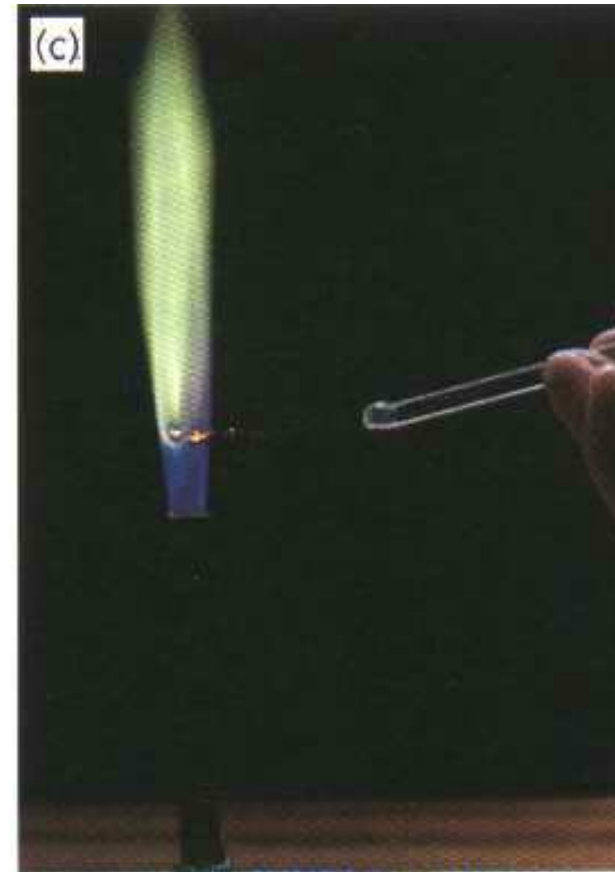


**Mg**

# Ca

# Sr

# Ba



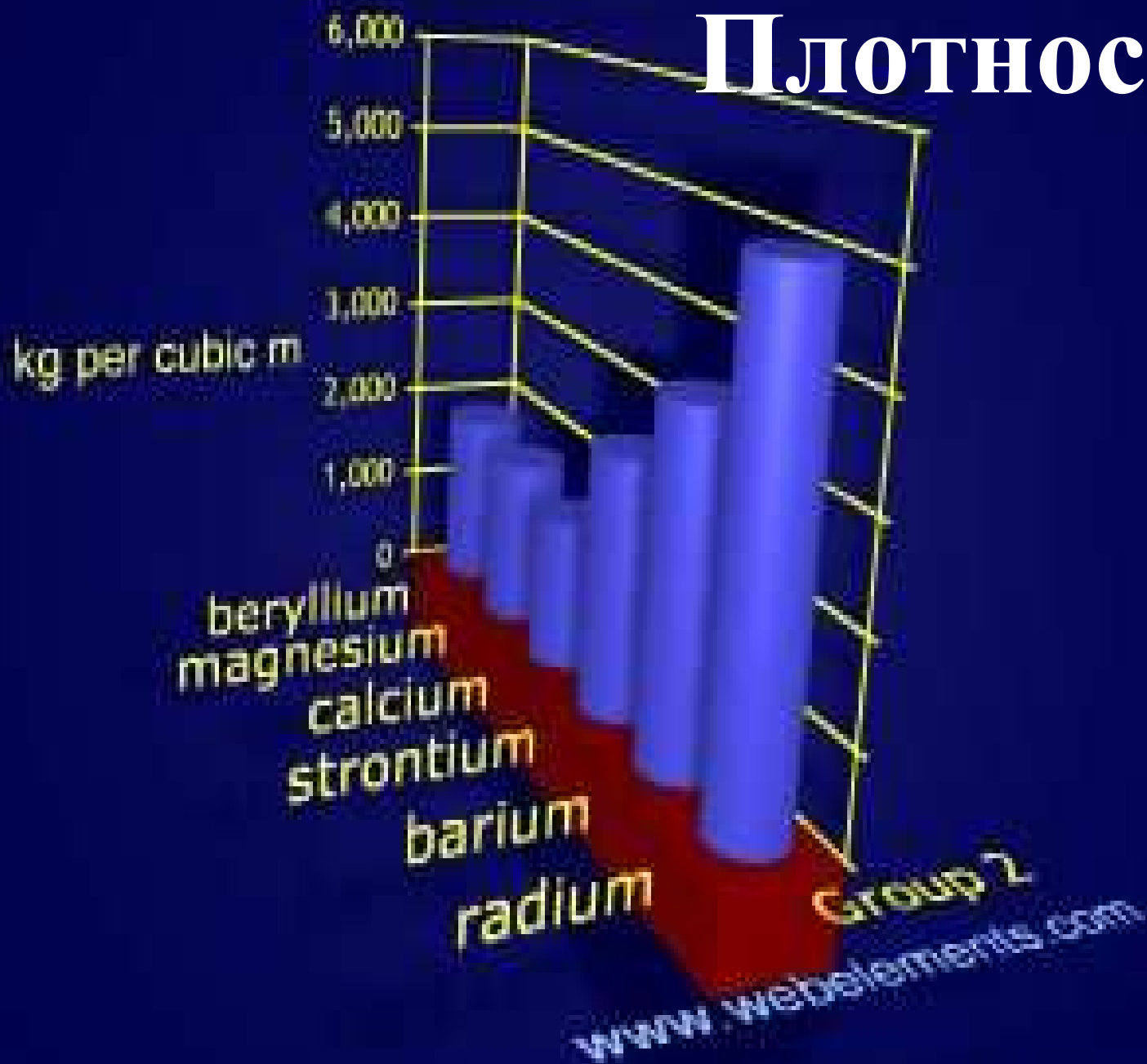
Ba

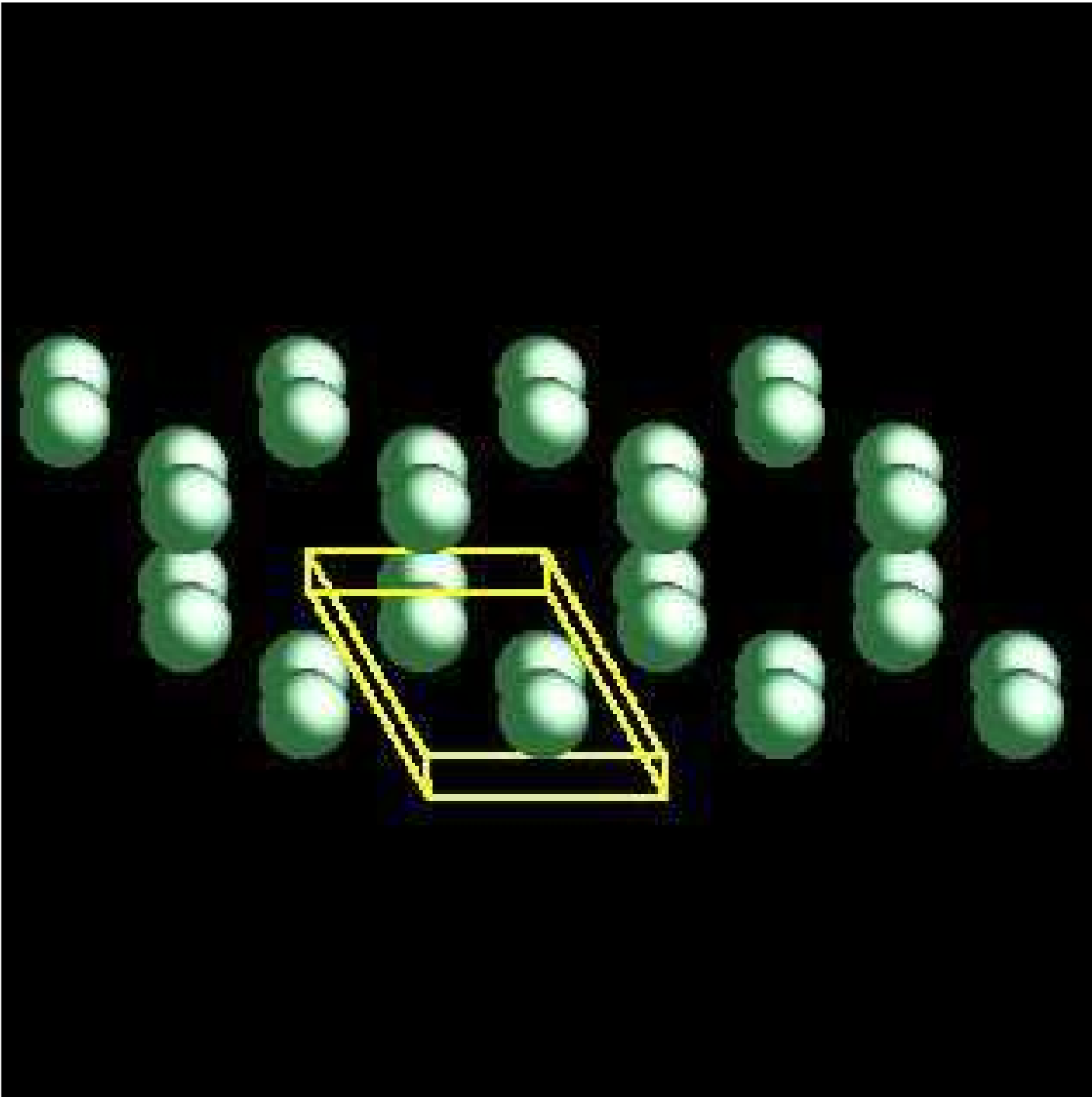
Sr



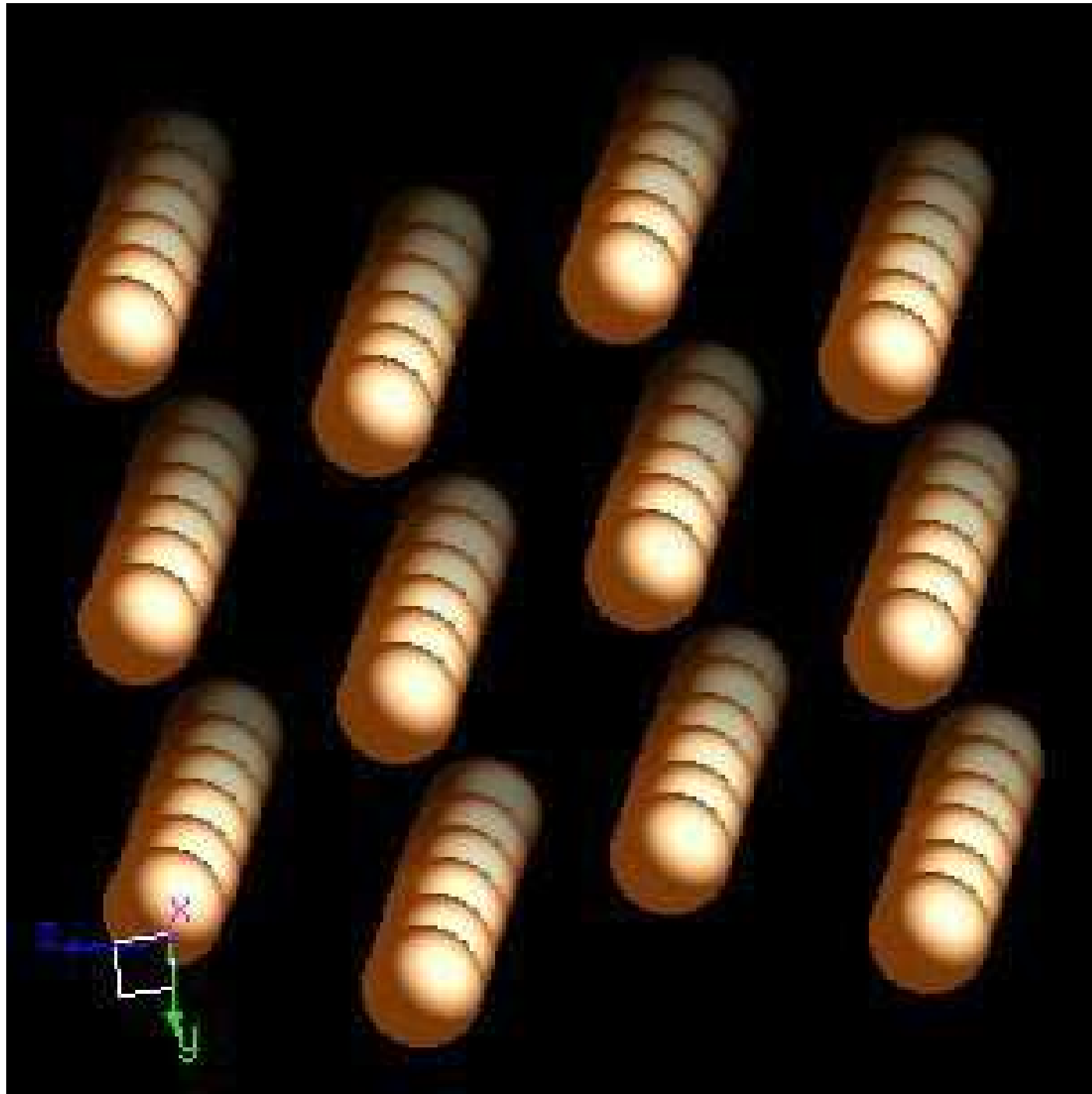
Density

# Плотность



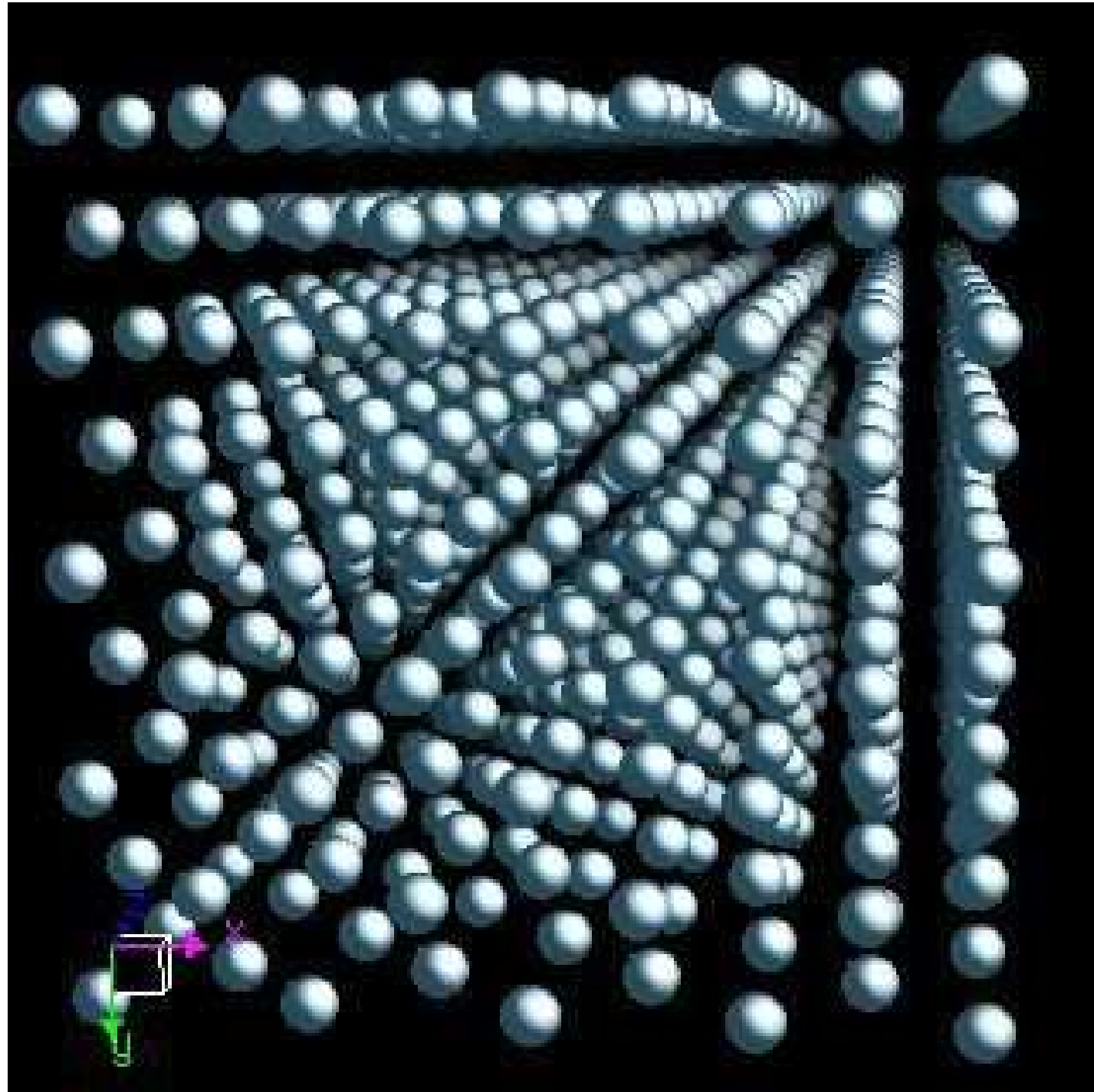


**Be**

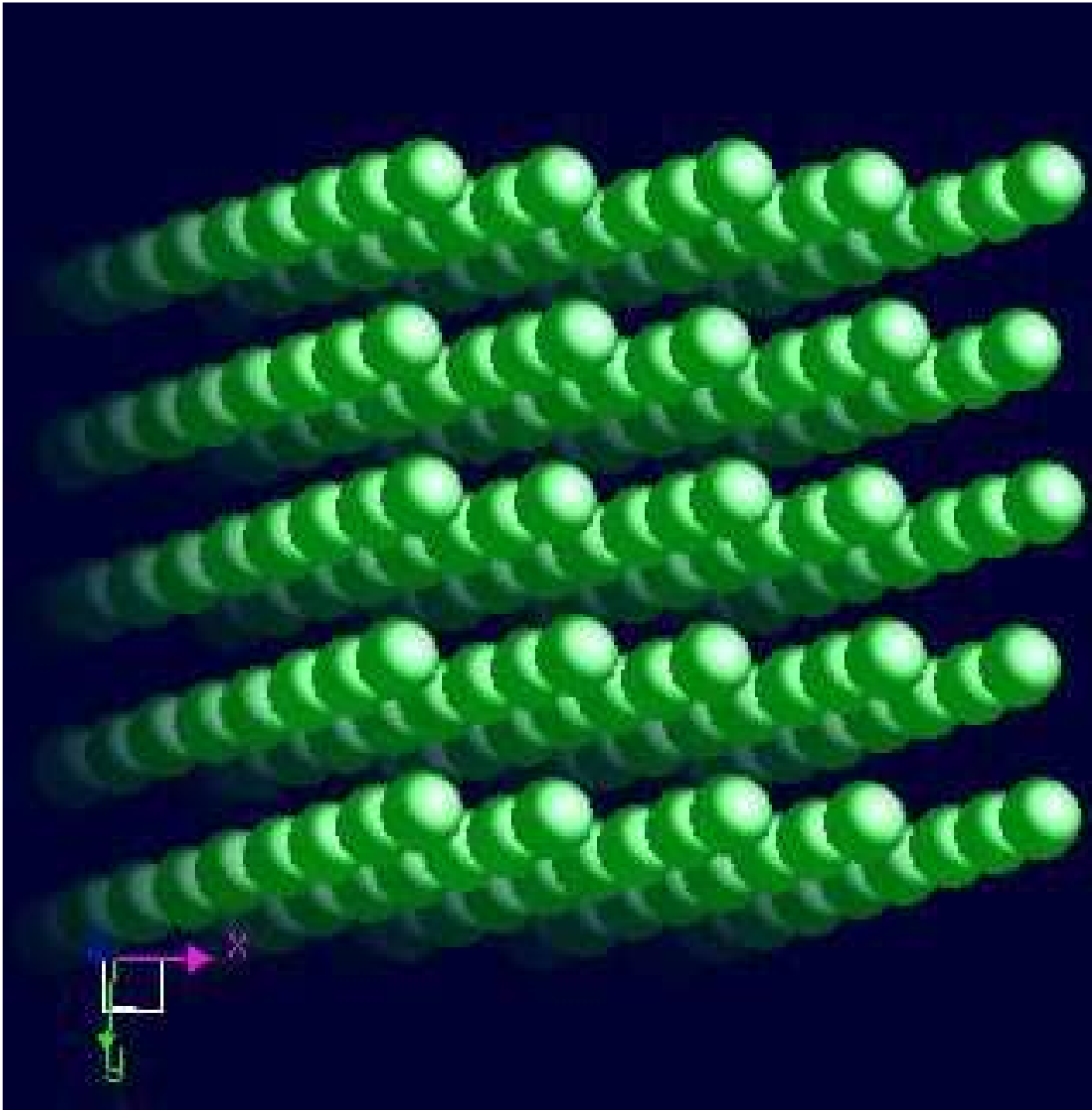


**Mg**



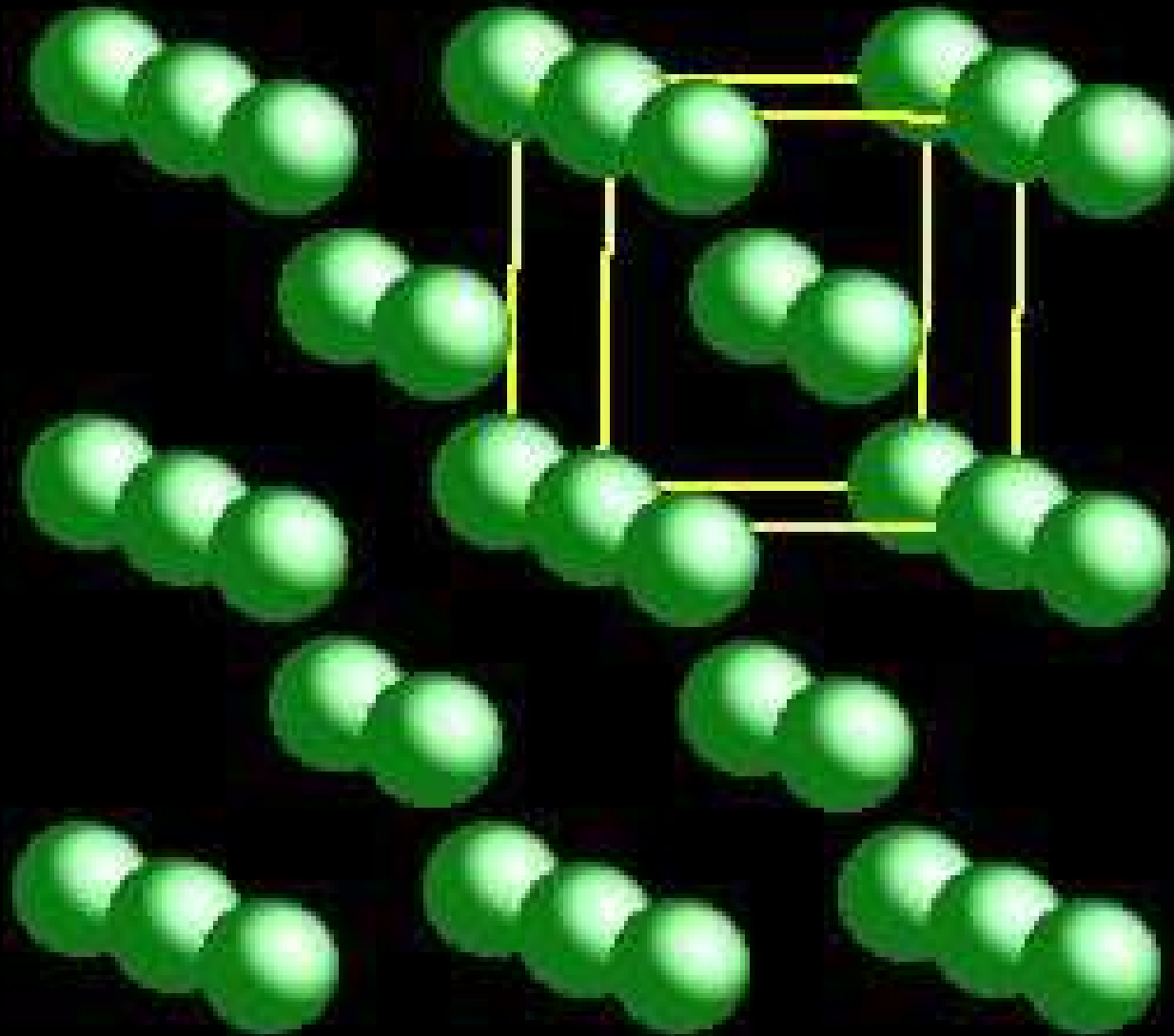


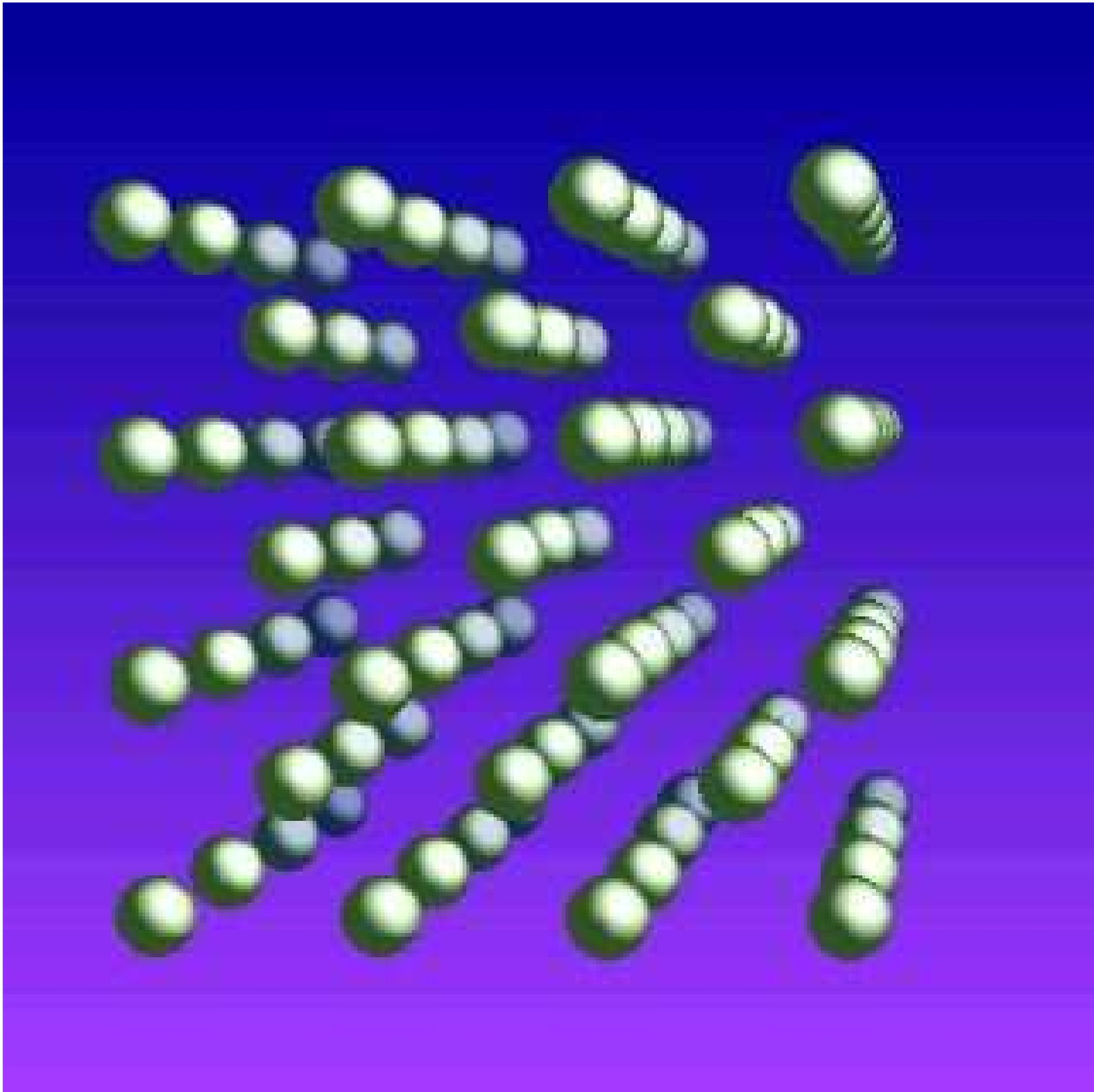
**Ca**



**Sr**

**Ba**





**Ra**

- Be и Mg - **блестят** на воздухе (**тонкая плёнка**)
- Остальные покрываются **толстой** пленкой оксидов и нитридов
- Доля **ковалентной связи** в соедин-х этих элементов выше, чем для щелочных металлов
- Характерно образование **кристаллогидратов и кристаллосольватов**, их прочность ум-ся от  $\text{Be}^{2+}$  к  $\text{Ba}^{2+}$

## Особенности химии Ве

- Соединения Ве имеют **более ковалентные связи**
- По многим св-вам Ве **похож на Al**
- Ве **пассивируется** в конц.  $\text{HNO}_3$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , **рств – ся** в щелочах **как Al**
- Соединения Ве **амфотерны**

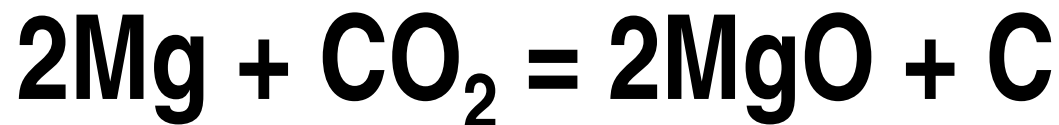
# Химические свойства

- Все металлы - сильные восстановители ( $\varphi^0$  от -1.85 до -2.92)

**Be Mg Ca Sr Ba Ra**

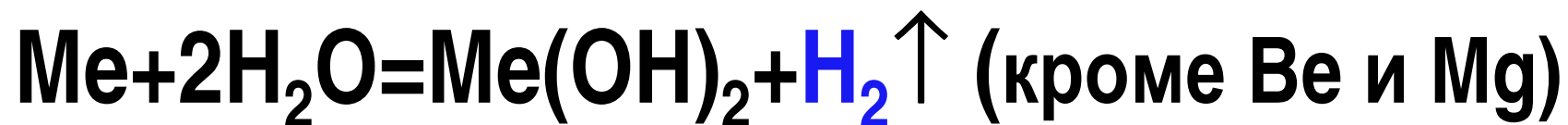
**реакционная способность увеличивается**

- реагируют с большинством неметаллов – чаще при нагревании ( $O_2$ ,  $F_2$ ,  $N$ ,  $P$ ,  $C$ ,  $H_2$ ,  $S$ )





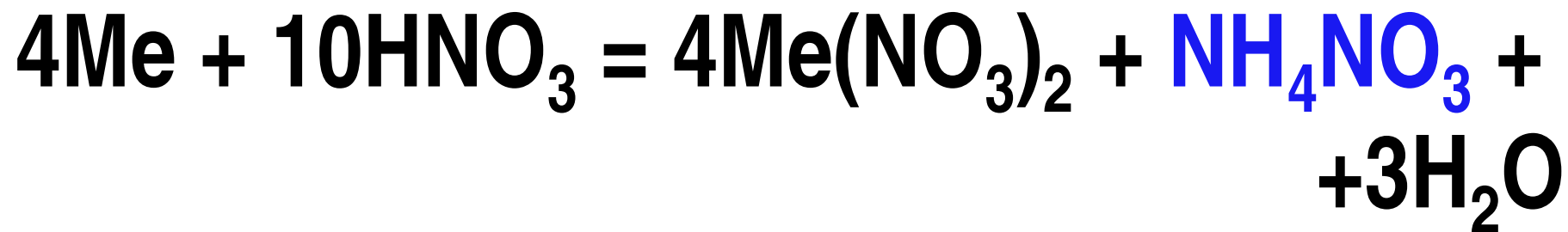
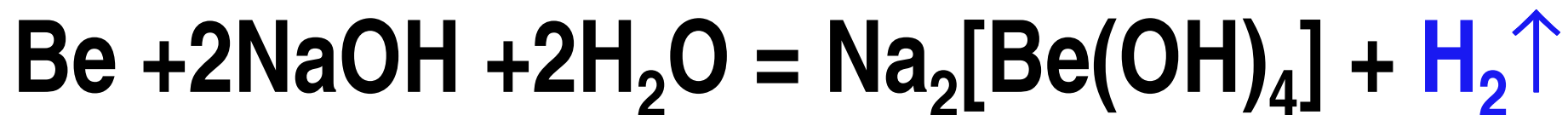
## Взаимодействие с водой и кислотами



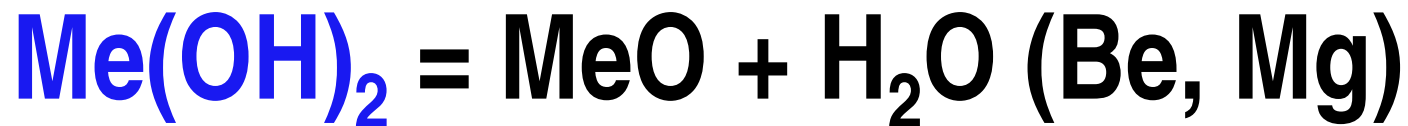
или при комн-ой  $t^\circ$ -ре в присутствии  $\text{NH}_4\text{Cl}$



- $\text{Mg}, \text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}, \text{Ra}$  - растворяются во всех кислотах

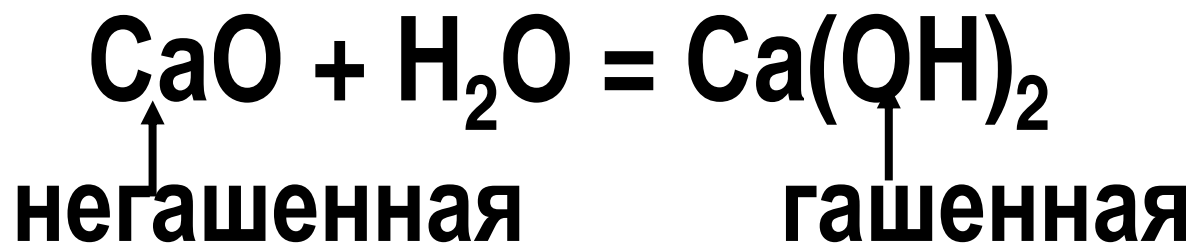


- Оксиды (ЭО) - твердые, тугоплавкие соедин-я,
- Основные св-ва, хим. активность ув-ся от BeO к BaO
- Получают оксиды термическим разложением гидроксидов и солей



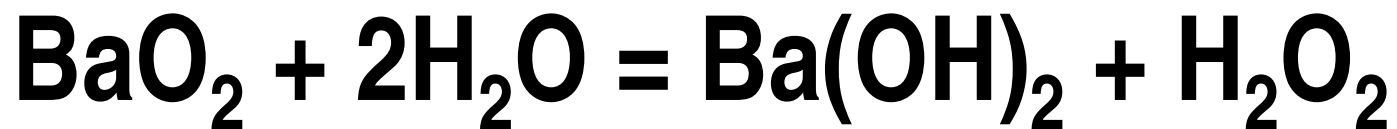
**BeO - амфот.св-ва, реаг с водой, к-ми и щелочами при нагревании**

- **Остальные оксиды реаг. с водой при комн. t°-ре**



**известь**

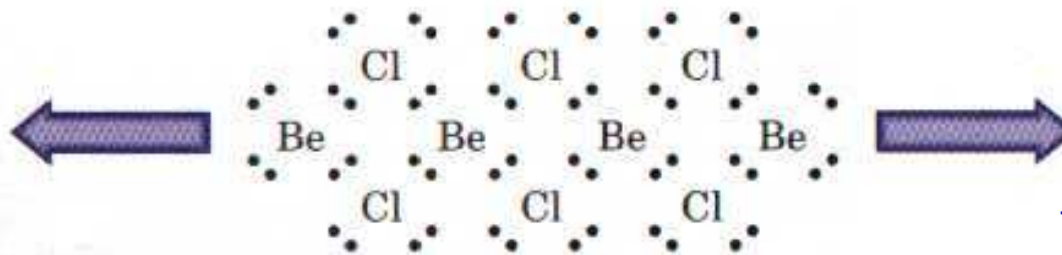
**Устойчивость пероксидов ум-ся от  
BaO<sub>2</sub> к BeO<sub>2</sub>**



- **Галогениды, сульфиды и нитриды** щелзем металлов ( $M\Gamma_2$ ) - кристаллические в-ва с **ионной решеткой**
- **Галогениды** хорошо **растворимы** в воде (фториды – исключение)
- $Be\Gamma_2$  и  $Mg\Gamma_2$  - сильно **гидролизуются**
- **Сульфиды и нитриды** - гидролизуются, нитриды - необратимо



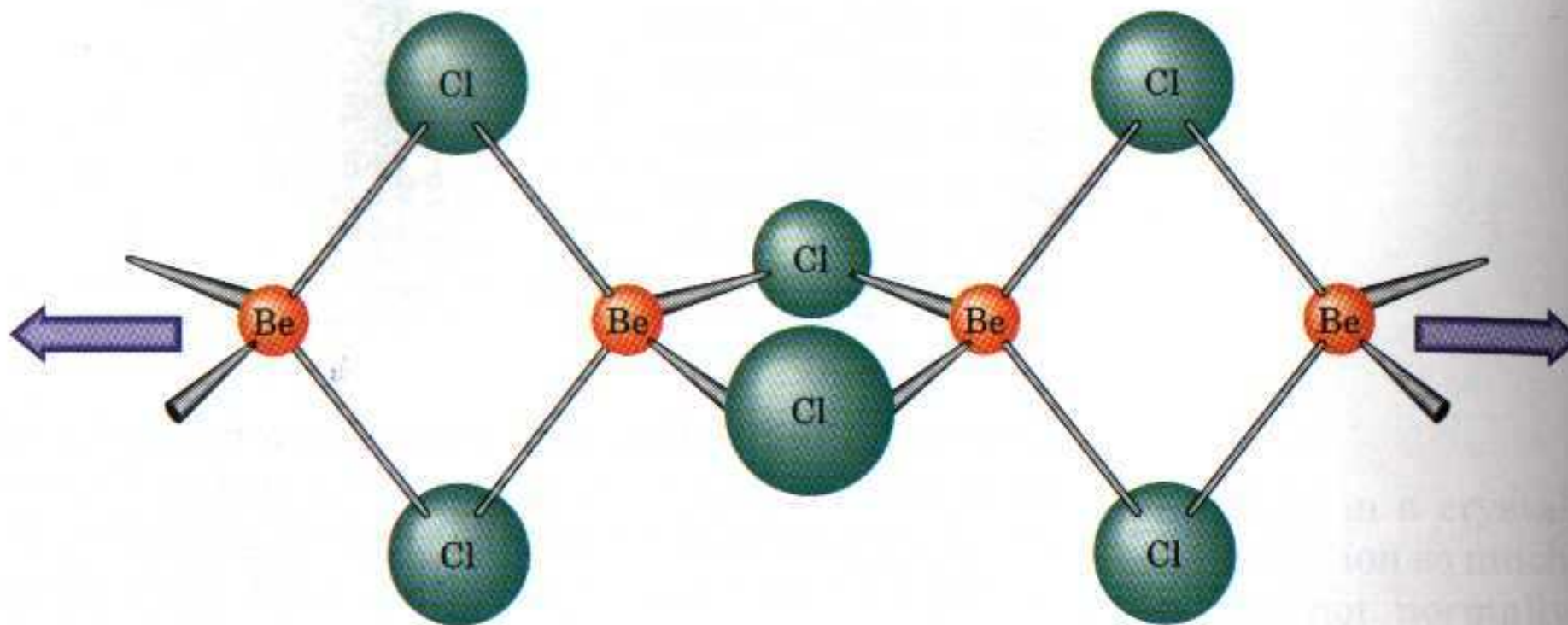
- **Карбиды** получают при выс.  $t^\circ$ -ре  
 $CaO + C = CaC_2 + CO$



(a)



Be(2+) –  
акц. е-пар



# Гидроксиды

- $M(OH)_2$  - белые крист. в-ва (**ионная СВЯЗЬ**)
- Существуют в **безводном** состоянии и в виде **кристаллогидратов (дон.-акц. св.)**



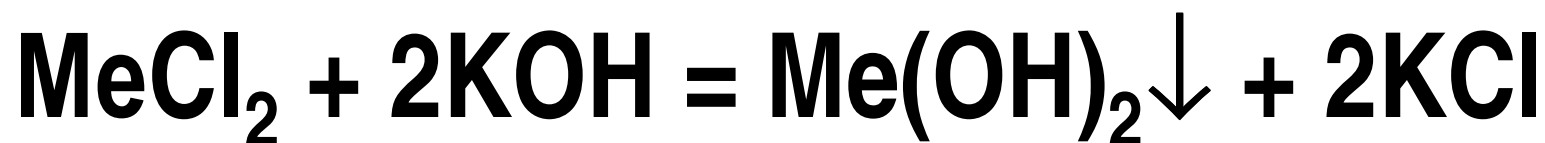
Малорас- растворимость в воде ув-ся  
творим термическая устойчивость ув-ся

**основные св-ва ув-ся**

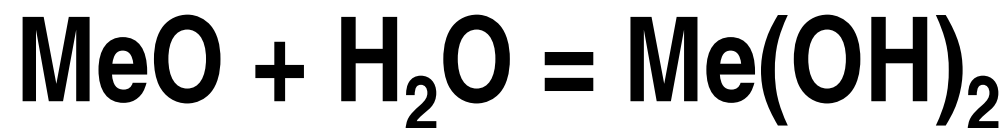
**сильные основания**

# Получение

- $\text{Be}(\text{OH})_2$  и  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  - обменные реакции:



- $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Sr}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  - взаимодействием оксида с водой:





# Химические свойства

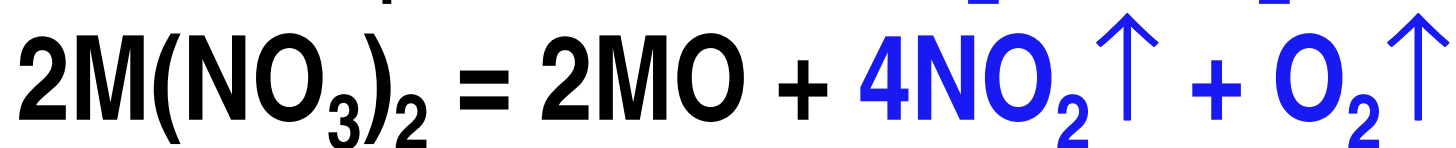
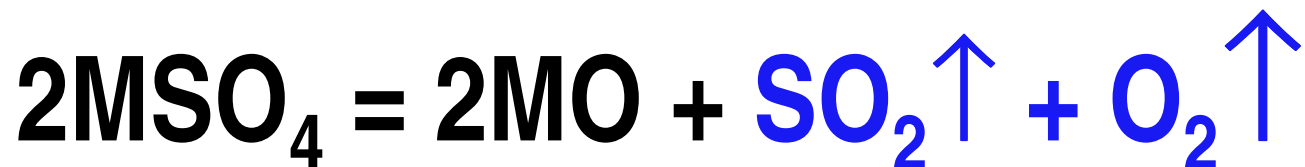


$\text{Mg}(\text{OH})_2$  - только **основные** св-ва,  
слабый электролит (малорастворим)

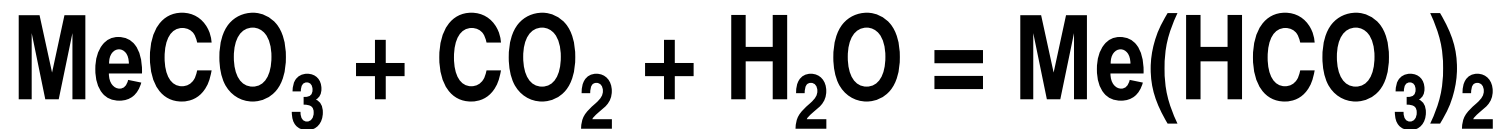
# Соли

- Известны **нормальные** соли:  $MГ_2$ ,  $MCO_3$ ,  $M(CH_3COO)_2$ ,  $MSO_3$ ,  $MSO_4$ ,  $M_3(PO_4)_2$  и др.
- и **кислые** соли:  $M(HCO_3)_2$ ,  $M(HSO_3)_2$ ,  $M(HSO_4)_2$ , и др.
- Кислые соли хорошо **растворимы** в воде, многие нормальные соли **плохо растворимы** в воде (сульфаты, карбонаты, фосфаты, хроматы, оксалаты и др.)

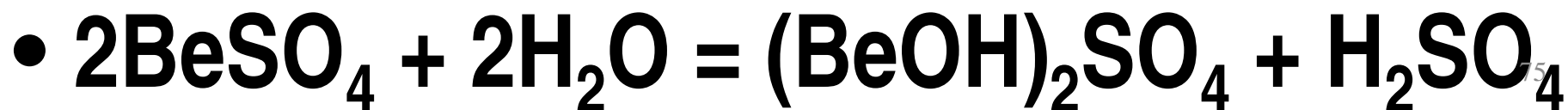
- При нагревании сульфаты, нитраты, карбонаты **разлагаются** по схемам



- Термическая устойчивость солей **ув-ся от Be к Ba**



- Соли Be и Mg - **гидролизуются**



# Применение

- **Mg и Ca** в металлотермии для получ. Ti, U, РЗЭ и др.
- **Be** - в сплавах – придают хим-ую и механическую **стойкость** (машиностроение, электронная и электротехническая пром-ть)
- **Mg** - в **сплавах** (очень легкие) для авиационной пром-ти

- **Ba** - в высоковакуумной технике для **поглощения остатков газов**
- **BaTiO<sub>3</sub>** - сегнетоэлектрик ( $\epsilon \sim 10000$  - в радиоэлектронике)
- **Mg** и **Ca** – в строительных материалах
- **BeO** и **MgO** – в огнеупорных изделиях
- **CaCl<sub>2</sub>**, **SrO**, **SrCO<sub>3</sub>** - для осушки и очистки ряда веществ