

s-Элементы I группы

Li, Na, K, Rb, Cs, Fr

Атомные характеристики

Элемент	Li	Na	K	Rb	Cs	Fr
Вал. эл-ны	ns^1					
$r_{ат}$, 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



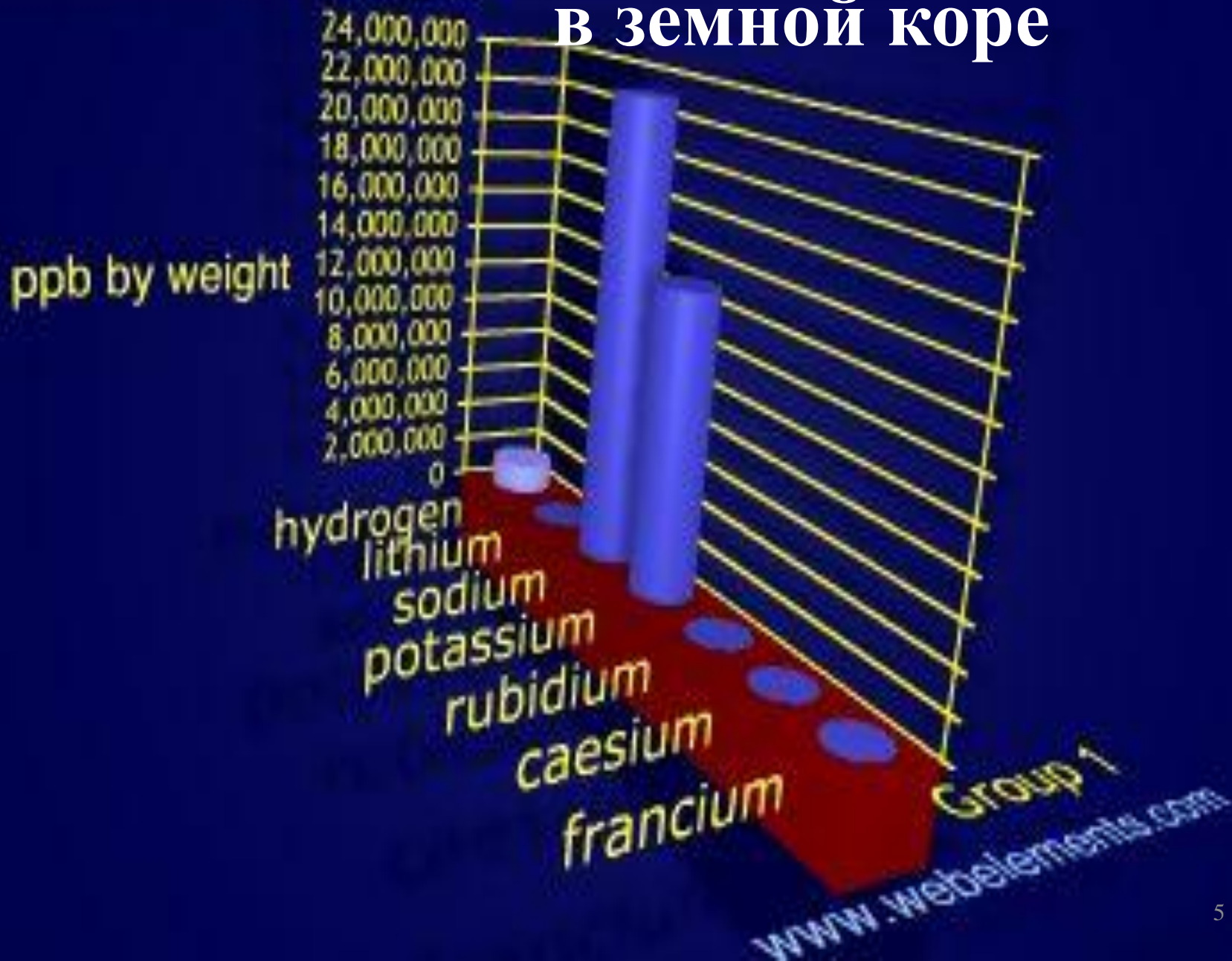
Природные ресурсы

- 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 • MgCl₂ • 6H₂O** - карналит
- **NaCl • KCl** - сильвинит
- **Na₂CO₃ • NaHCO₃ • 2H₂O** - трона

- $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ - **мирабилит**
- Na_2CO_3 , K_2CO_3
- $\text{Li}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2$ - **сподумен**
- LiAlPO_4F - **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

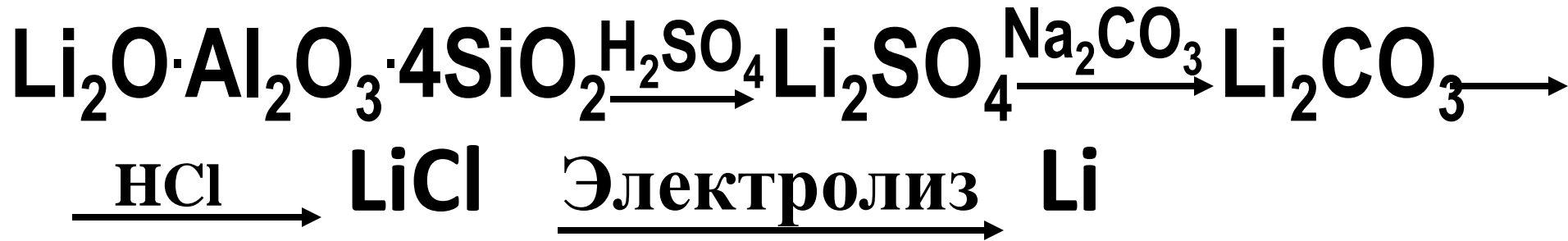
Распространенность в земной коре



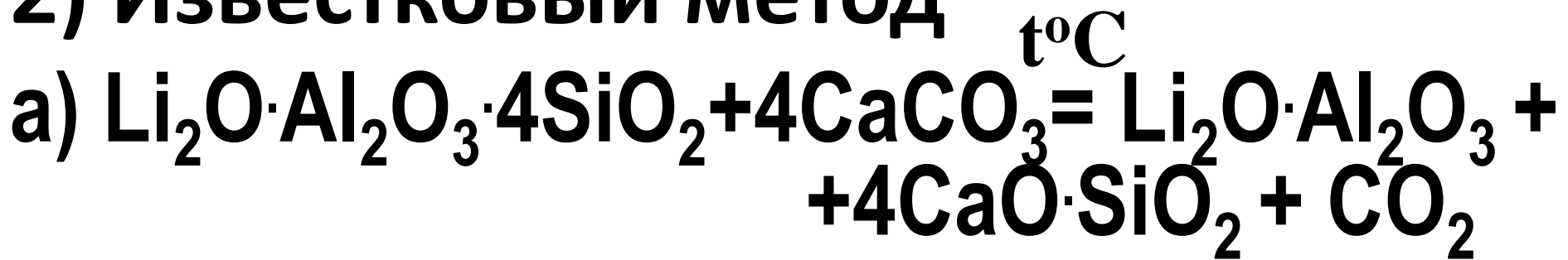
Простые вещества

Получение Li

1) сернокислотный метод

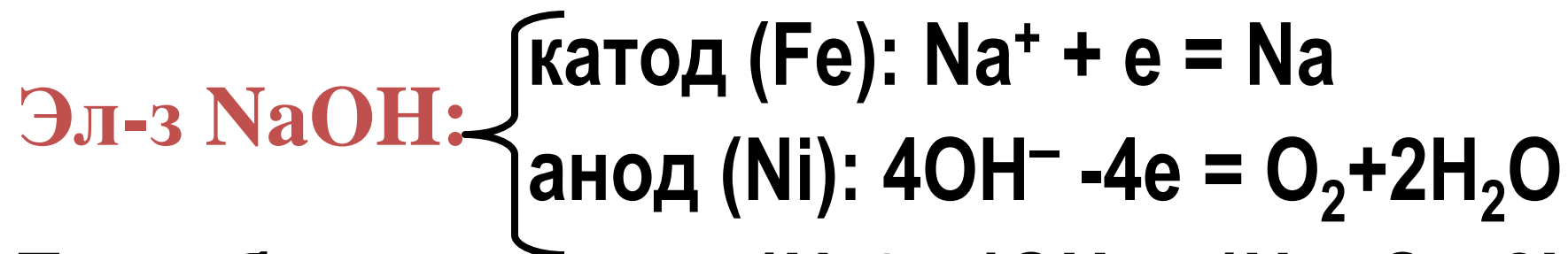
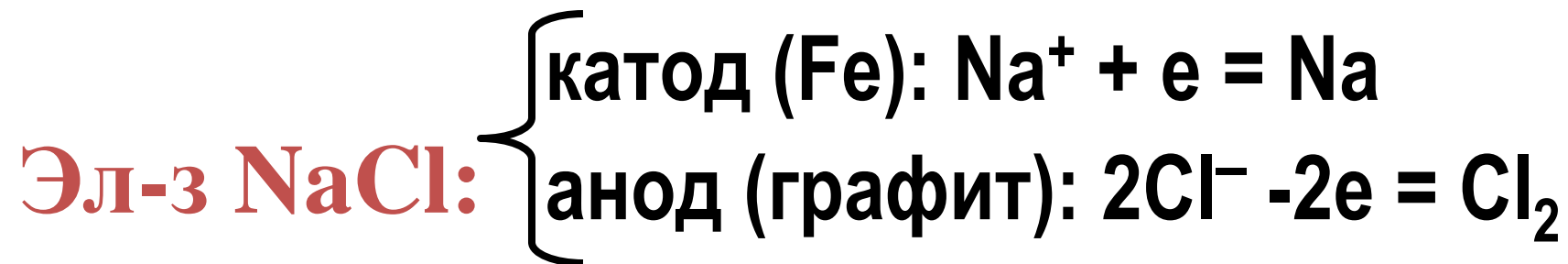


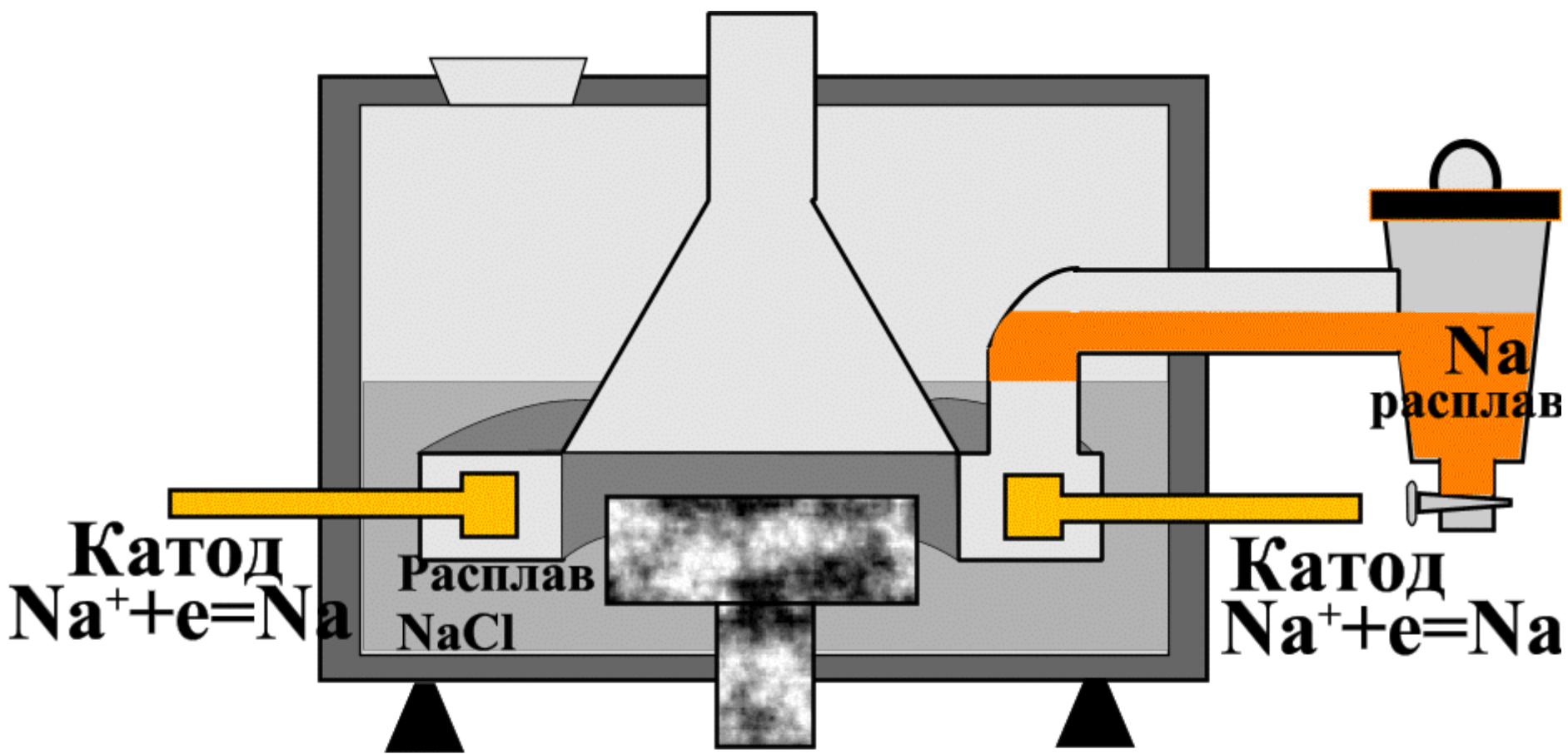
2) Известковый метод



Получение Na

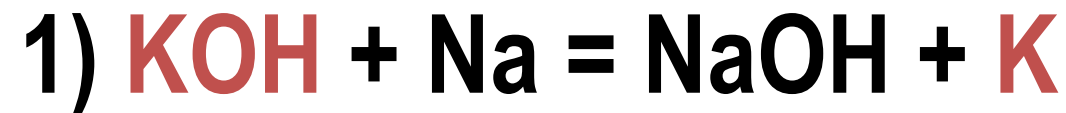
- Электролиз расплава NaCl с добавлением KCl или NaF (для снижения темп-ры от 800°C до 600°C)



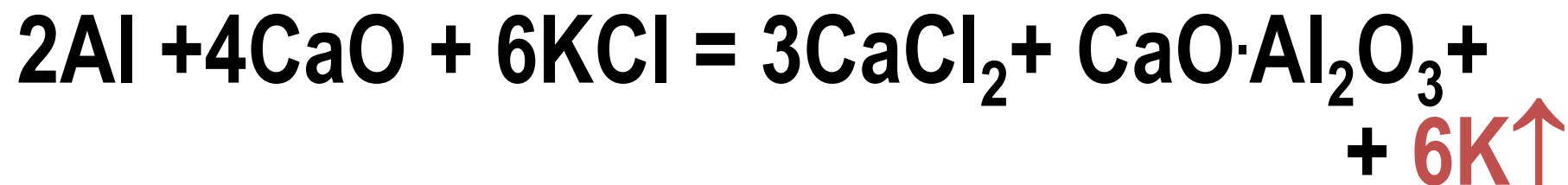


Получение Na из расплава NaCl

Получение K, Rb, Cs



2) Эл-з расплава $\text{KCl} + \text{NaCl}$ до сплава 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° пл.	180	98	64	39	29	-
t° кип.	1340	883	759	696	706	-
φ° , В	-3.05	-2.71	-2.93	-2.92	-2.92	-
ρ , г/см ³	0.53	0.97	0.86	1.52	1.89	

Li, Na, K, Rb - серебристо-белые

Cs - золотисто-желтый



Li



Na



K

Li

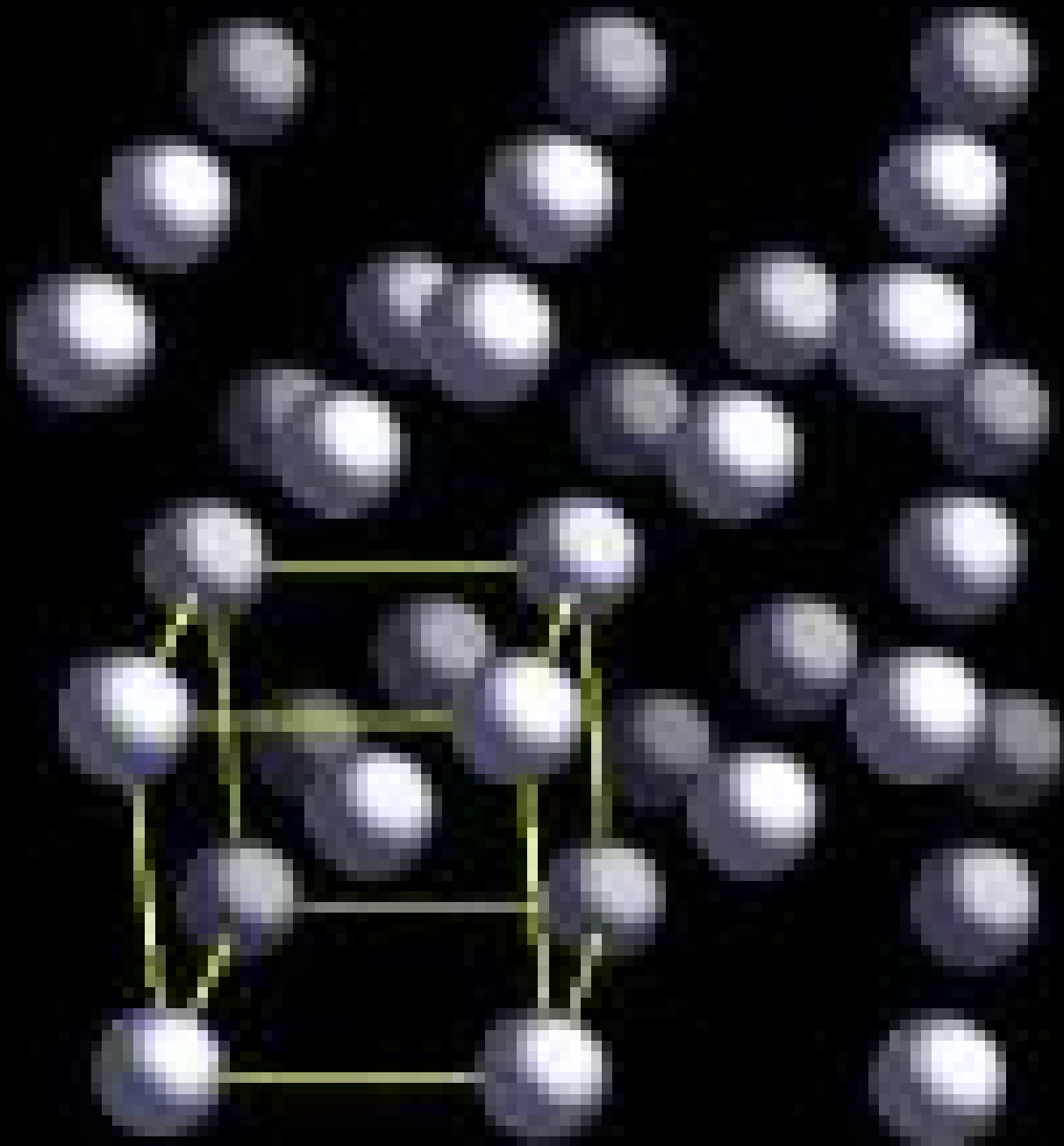


Na

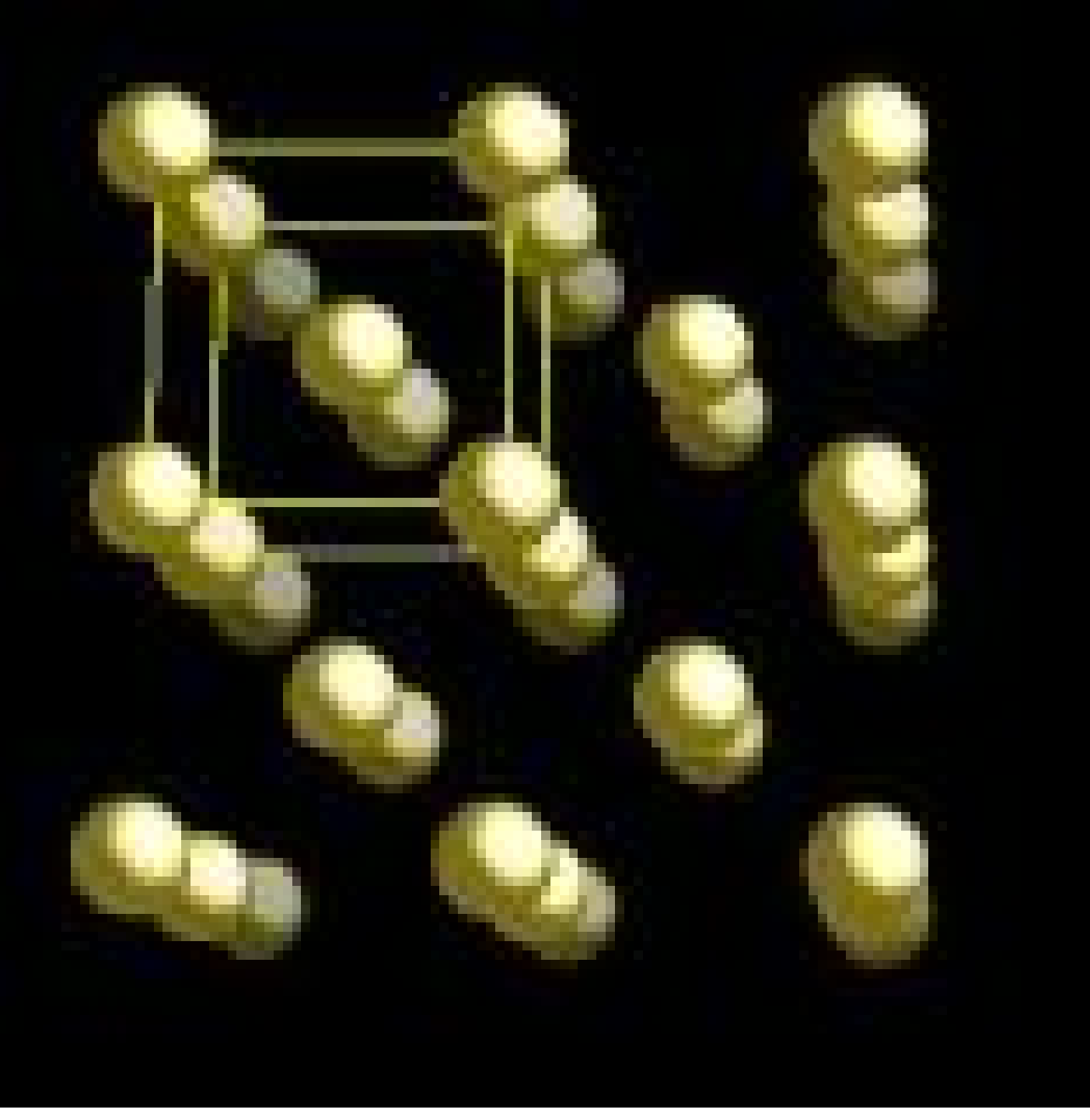


K

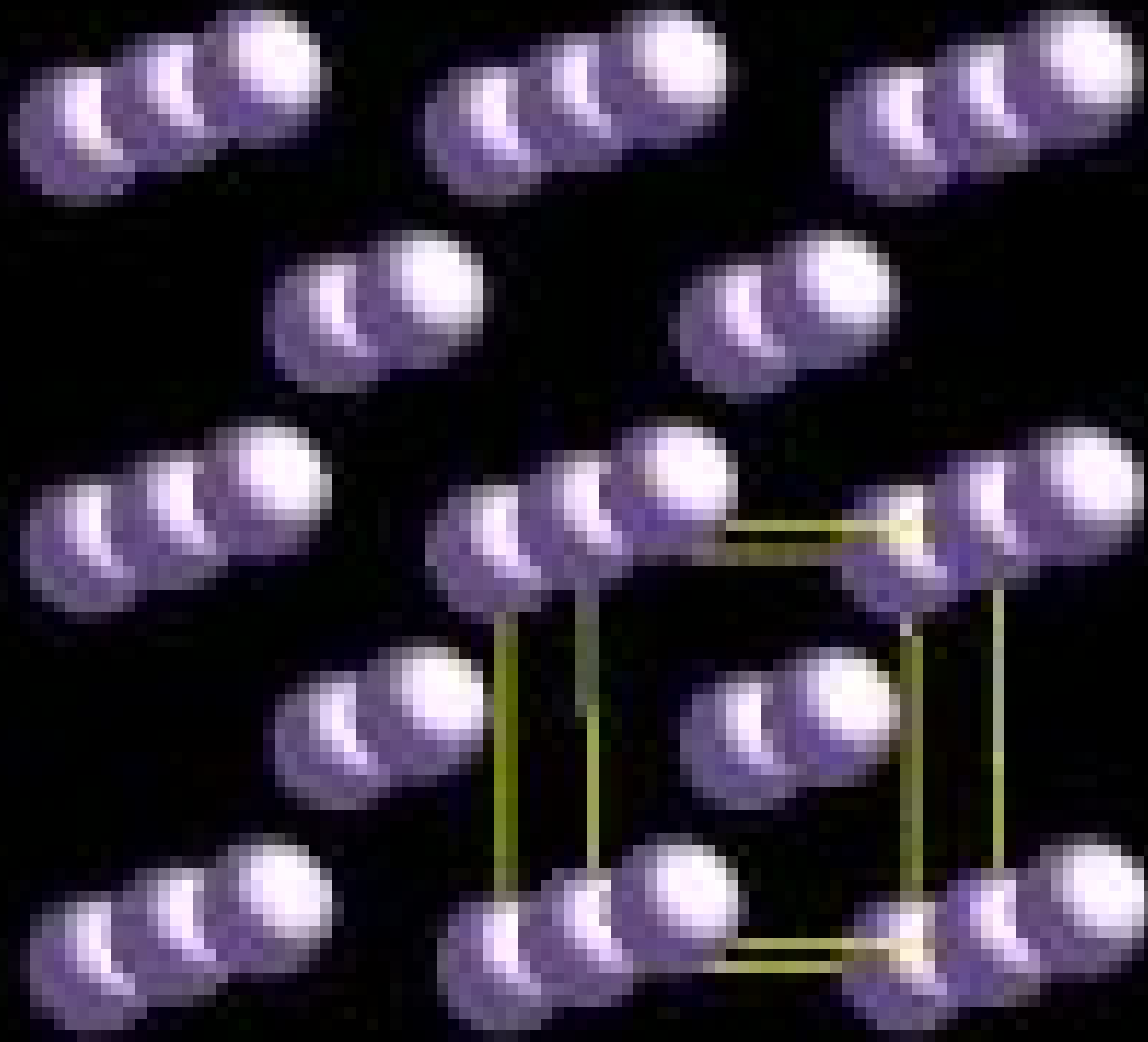




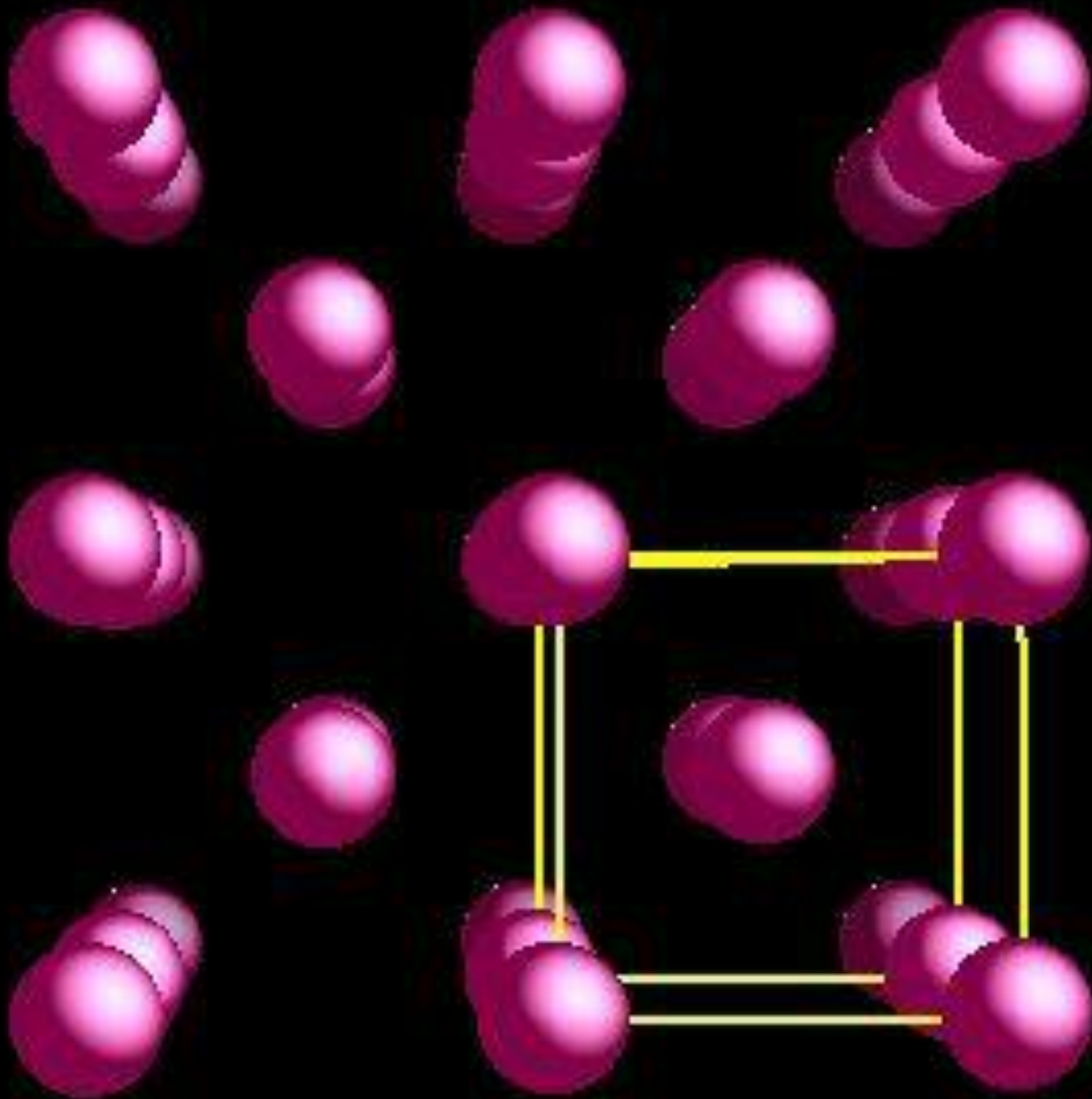
Li



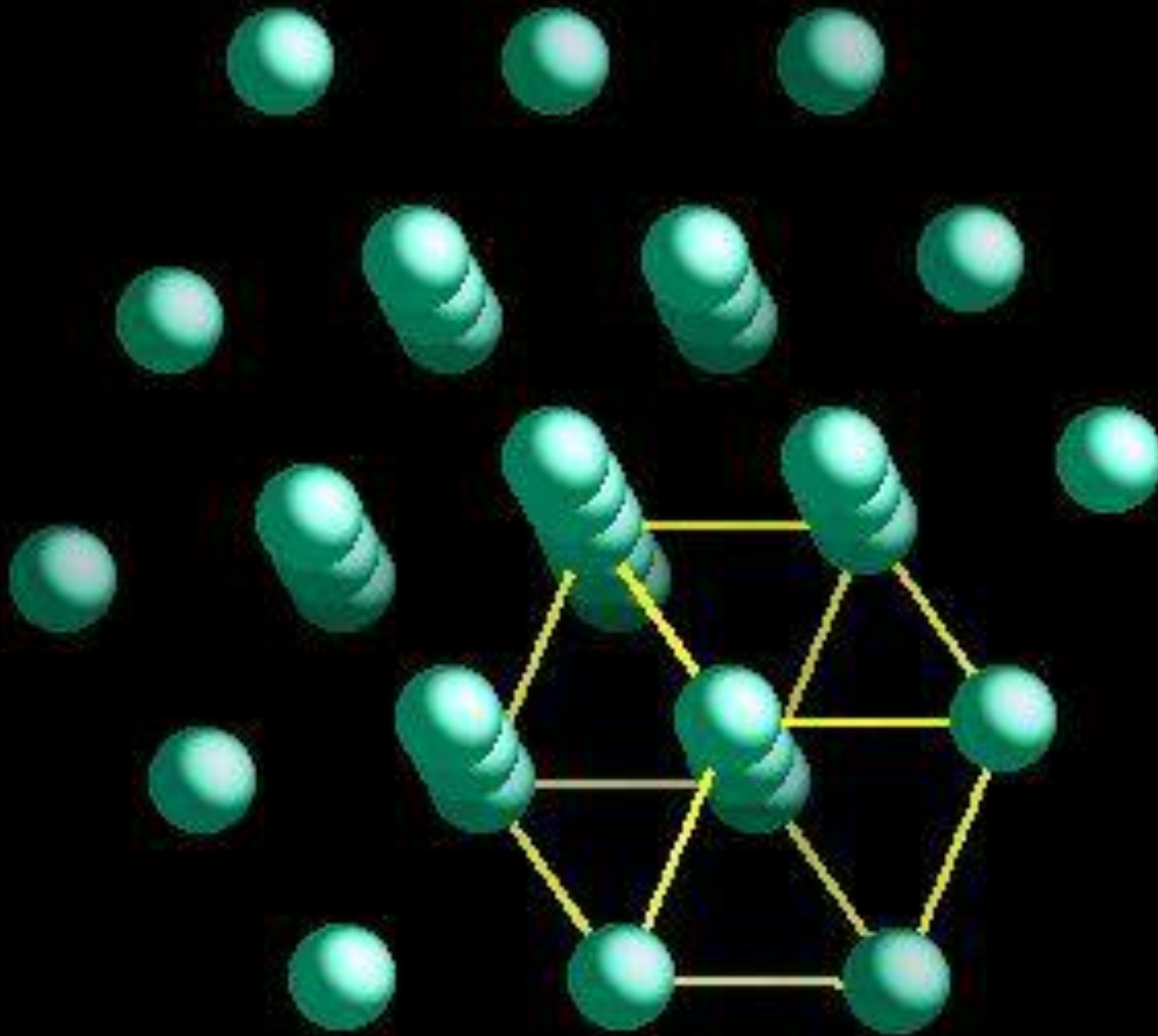
Na



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
- ${}_{87}^{223}\text{Fr}$ - β -радиоактивен ($T_{1/2}=21$ мин)

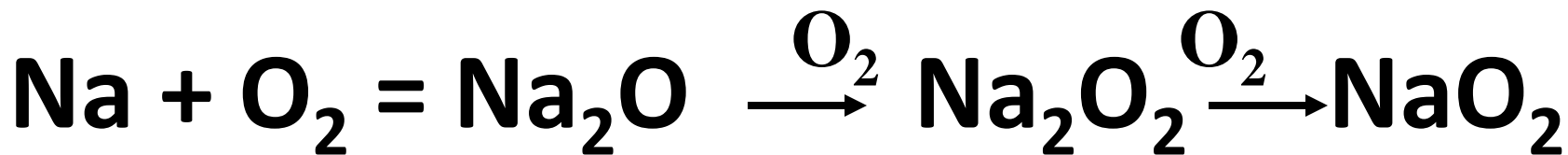
Химические свойства

- Все щелочные металлы - очень сильные восстановители (φ° от -3.05 до -2.92)

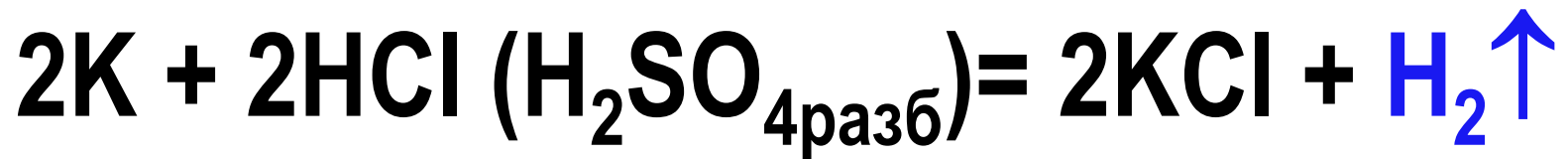
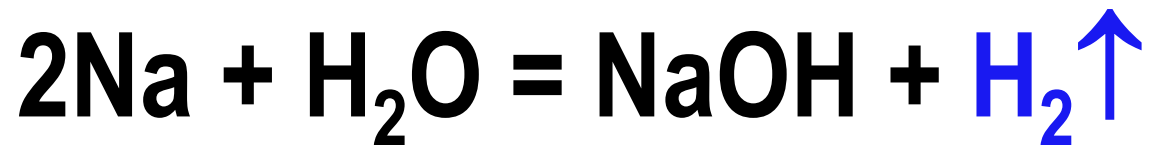
Li Na K Rb Cs

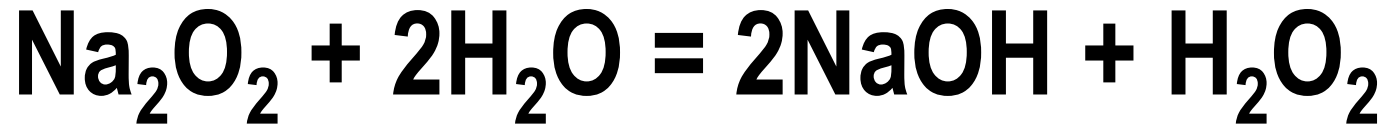
восстановительная способность
увеличивается

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



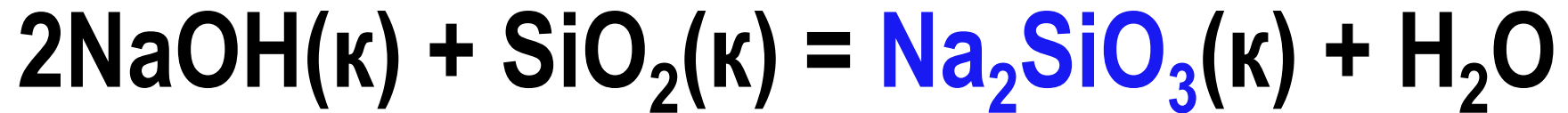
Взаимодействие с водой и кислотами





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

- При хранении щелочи поглощают из воздуха влагу и CO_2 (MOH , M_2CO_3).
- При плавлении щелочи разрушают стекло и фарфор



а при доступе кислорода – и платину.

Плавят щелочь в посуде из Ag, Ni, Fe.

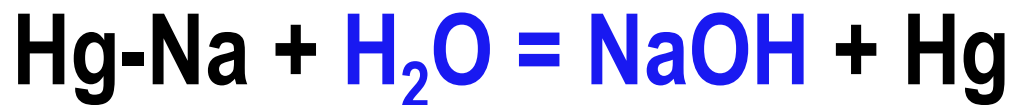
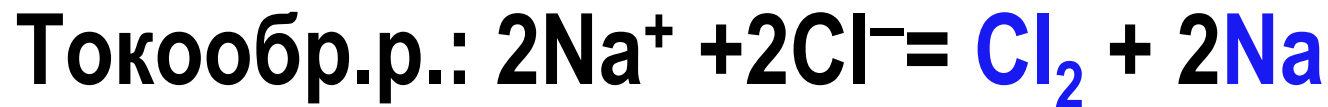
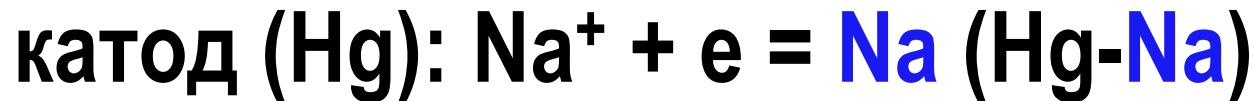
Щелочи разрушают живые ткани.

Получение NaOH

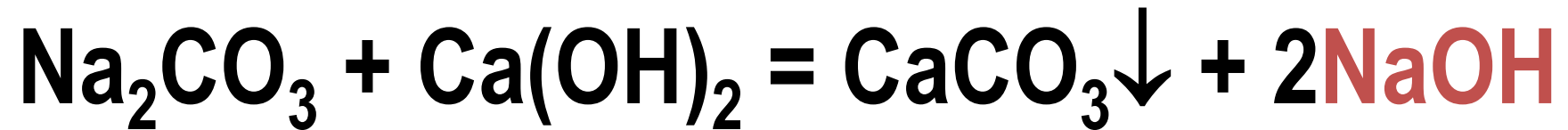
1) Электролиз р-ра NaCl



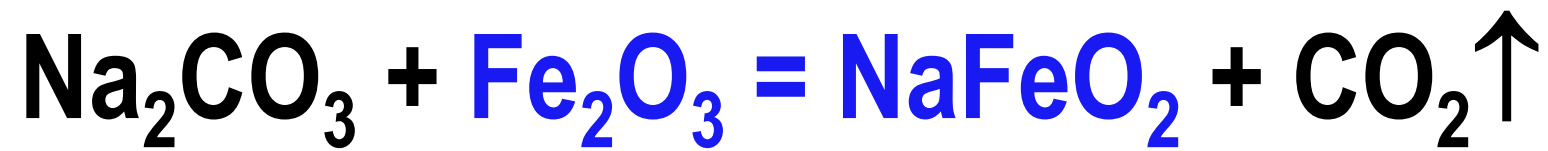
2) Электролиз с Hg катодом



3) Содовый метод



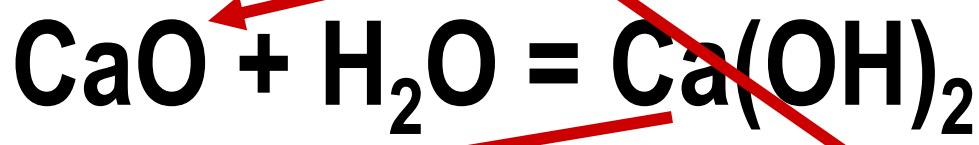
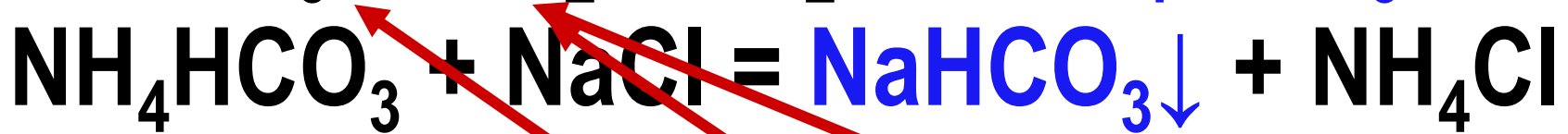
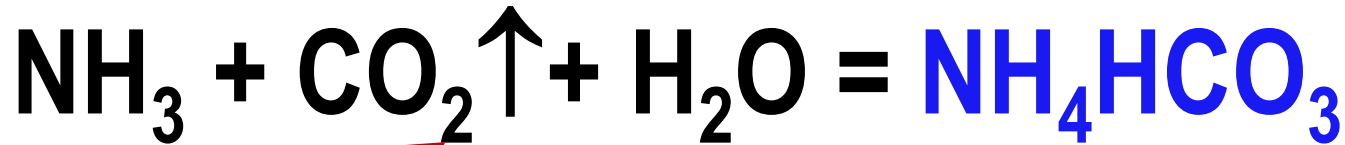
4) Ферритный метод



Соли

- Известны **нормальные** соли: ЭГ, Э NO_3 , Э (CH_3COO) , Э $_2\text{CO}_3$, Э $_2\text{SO}_3$, Э $_2\text{SO}_4$, Э $_3\text{PO}_4$...
- и **кислые** соли: Э HCO_3 , Э HSO_3 , Э HSO_4 , Э H_2PO_4 , Э $_2\text{HPO}_4$ и др.
- Соли щелочных металлов, как правило, хорошо растворимы в воде

- Na_2CO_3 - карбонат натрия или кальцинированная сода, имеет большое практическое значение
- Получение Na_2CO_3 методом Сольве (Бельгия, 1863 г.)



Особенности химии Li

- По химическим св-вам похож на Mg
- Сильное поляризующее действие катиона Li^+ , поэтому большая энергия гидратации и наиболее отрицательное значение электродного потенциала
- LiF , Li_2CO_3 , Li_3PO_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 Na_2O_2
- 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 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. Na_2CO_3 , NaOH , Cl_2

NaCl - в пищу

KCl и **KNO_3** - удобрения

Na_2CO_3 - пр-во Al , мыла, стекла и др.

Na_2SO_4 и **K_2CO_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

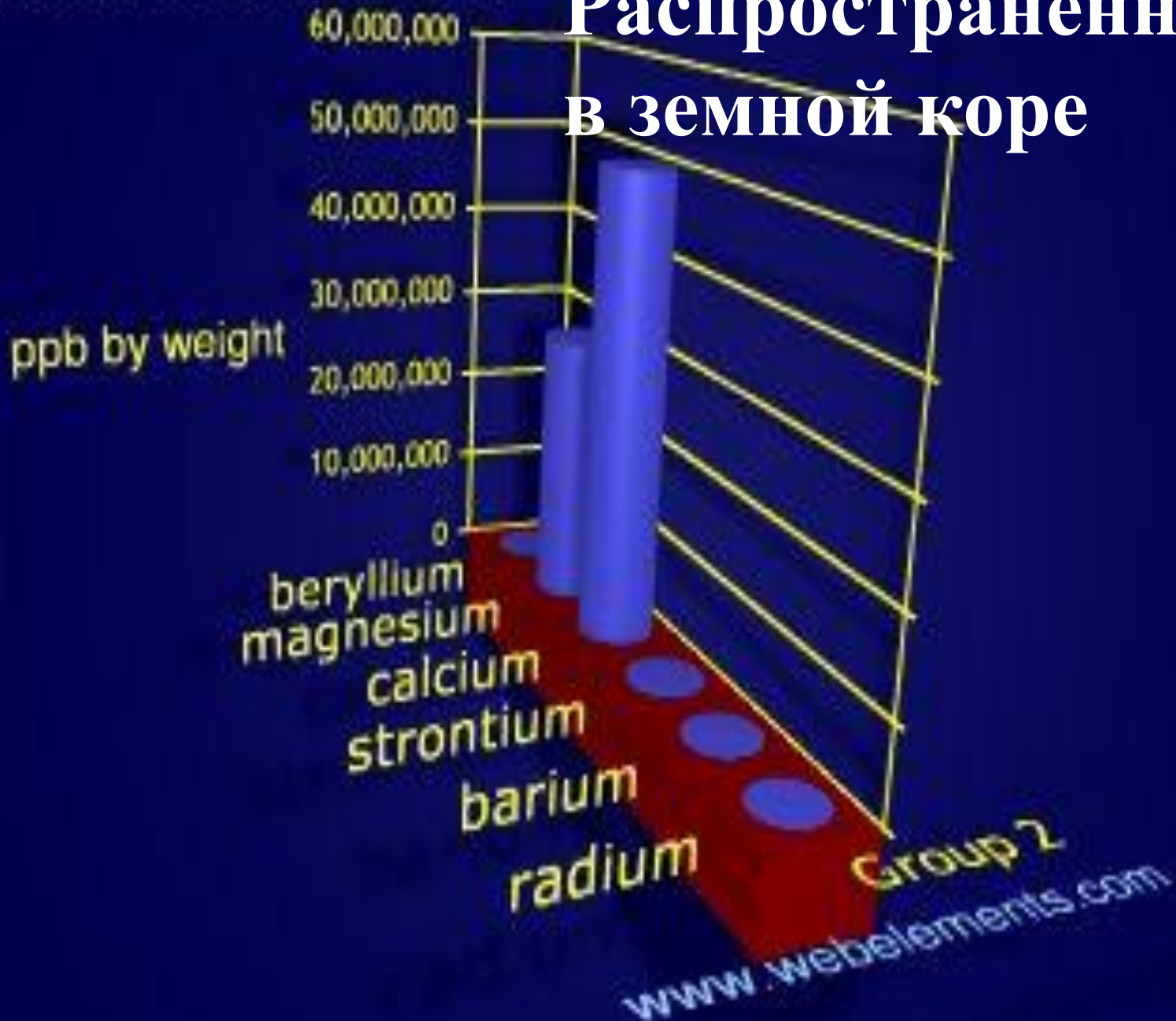
металлы

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
- CaCO_3 - мел, мрамор, известняк
- SrSO_4 , BaSO_4
- Ra - в урановых рудах

Abundance in Earth's crust

Распространенность в земной коре



CaF_2

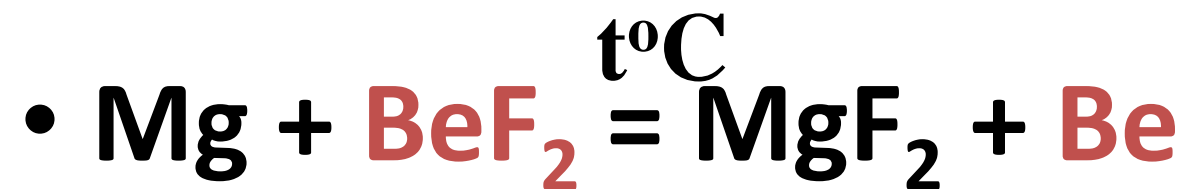
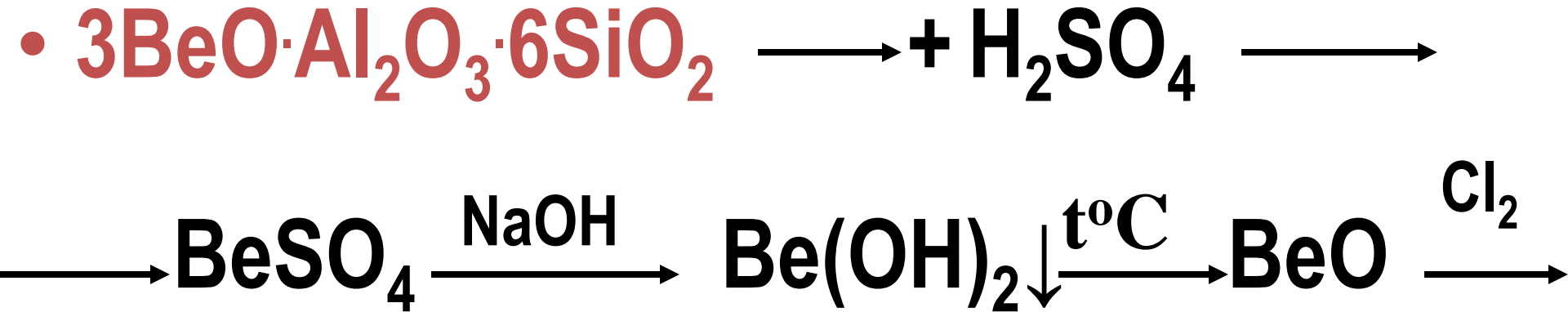


CaCO_3 - кальцит

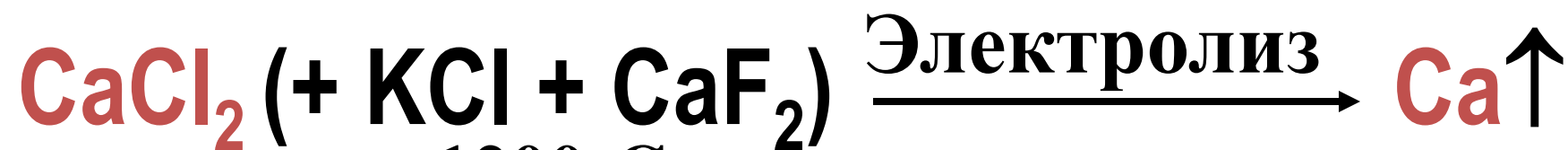
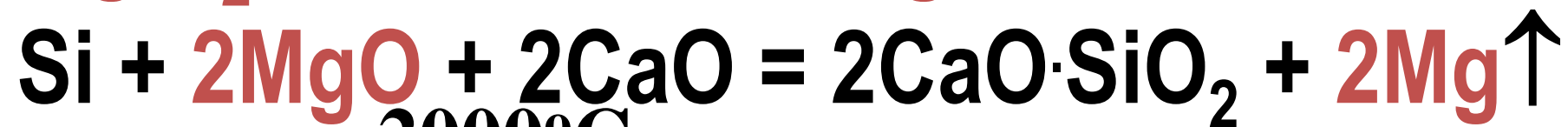


Простые вещества

Получение Be



Получение Mg, Ca, Sr, Ba

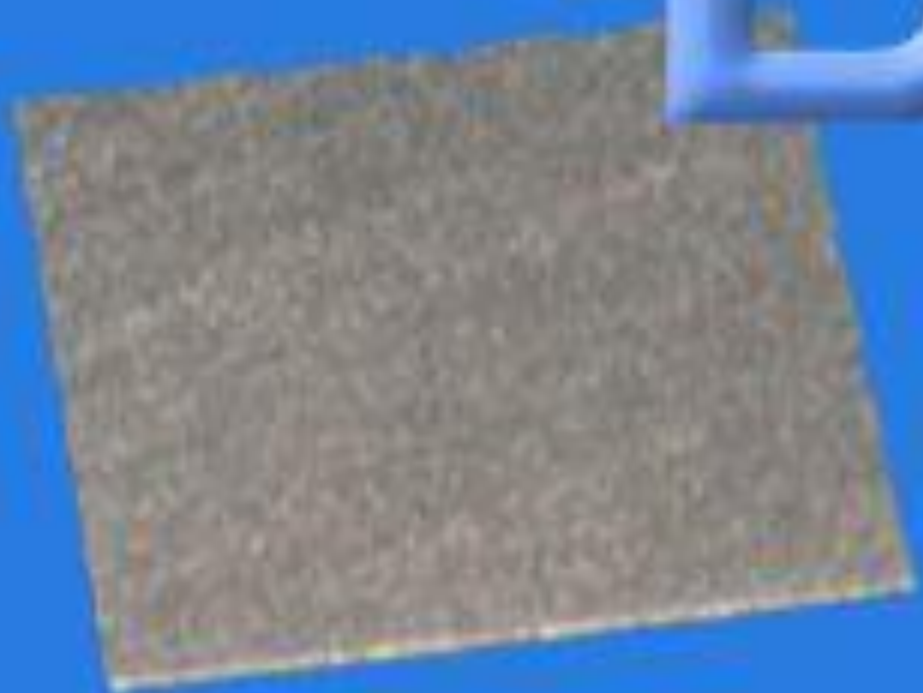


Физические свойства

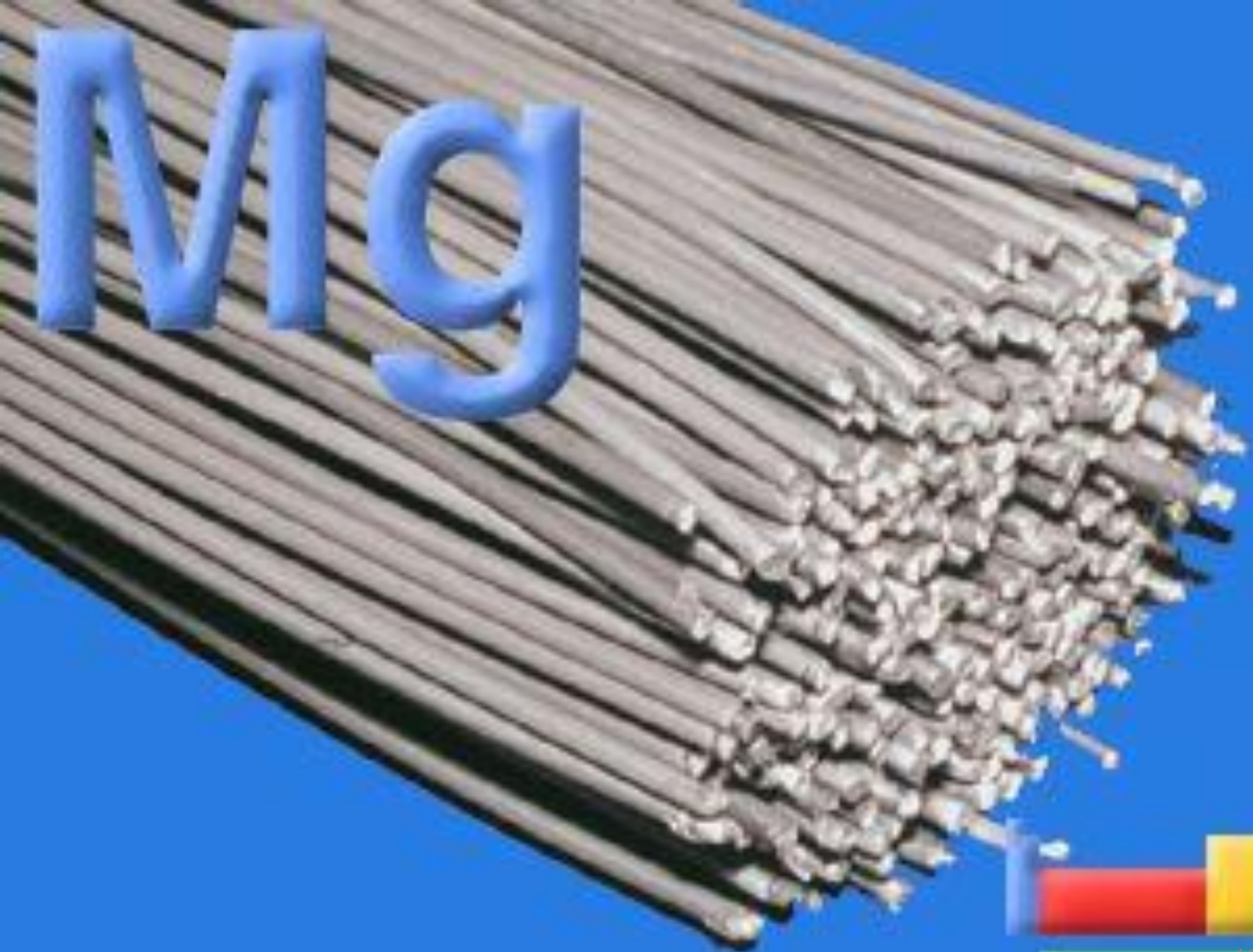
	Be	Mg	Ca	Sr	Ba	Ra
t° пл.	1278	651	851	767	707	700
t° кип.	2270	1107	1437	1366	1637	1140
φ°, В	-1.85	-2.36	-2.87	-2.89	-2.90	-2.92
ρ, г/см³	1.85	1.74	1.55	2.54	3.59	5

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

Be



Mg



Ca

Sr

Ba





Mg

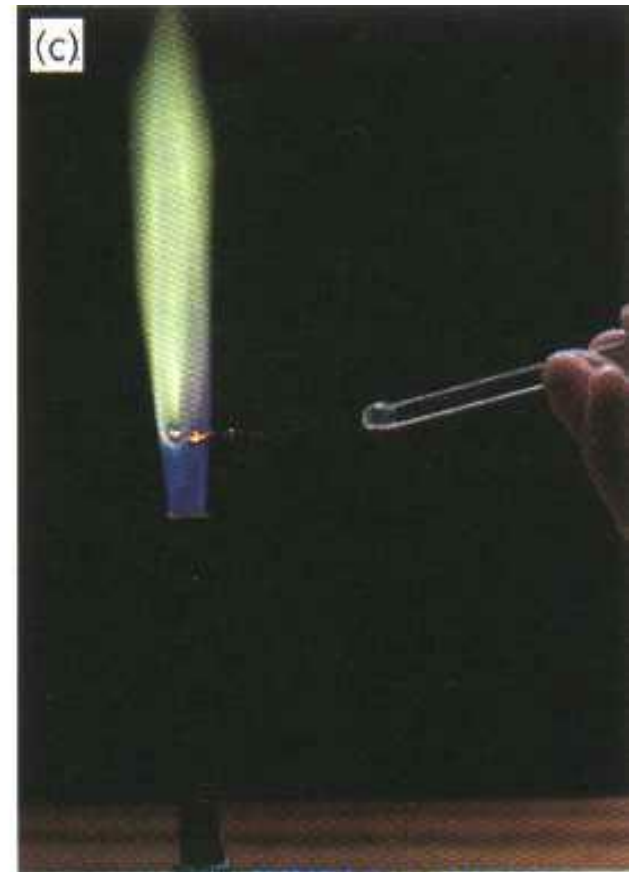
Ca



Sr



Ba



Ba

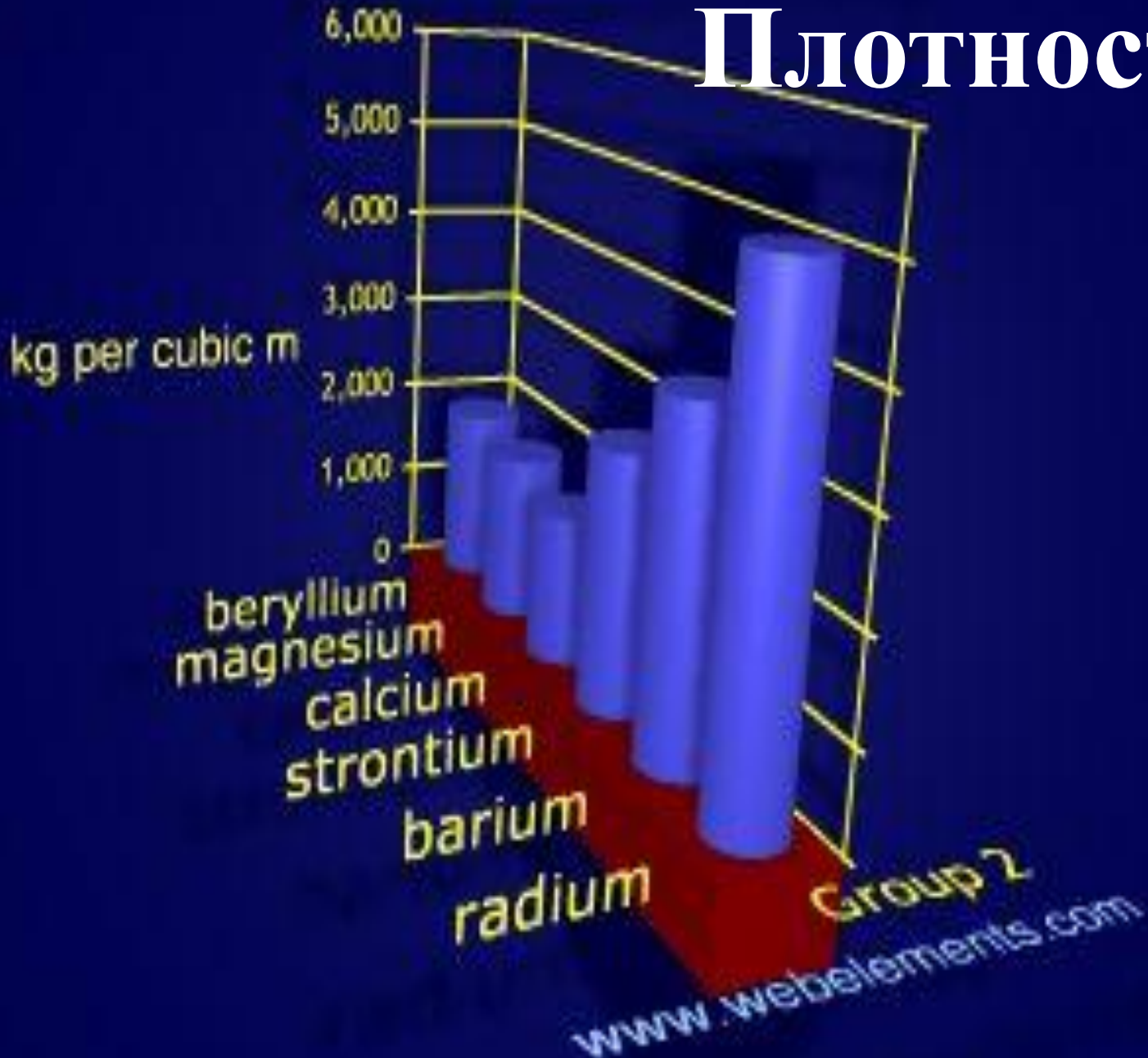


Sr

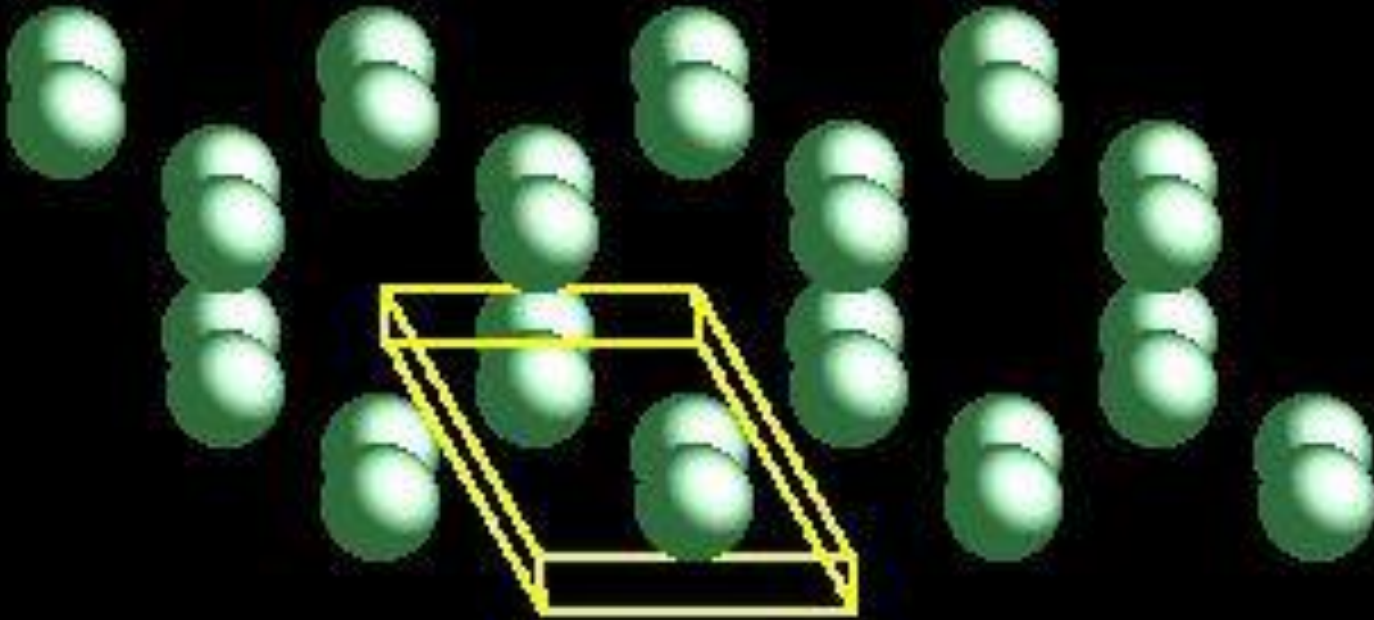


Density

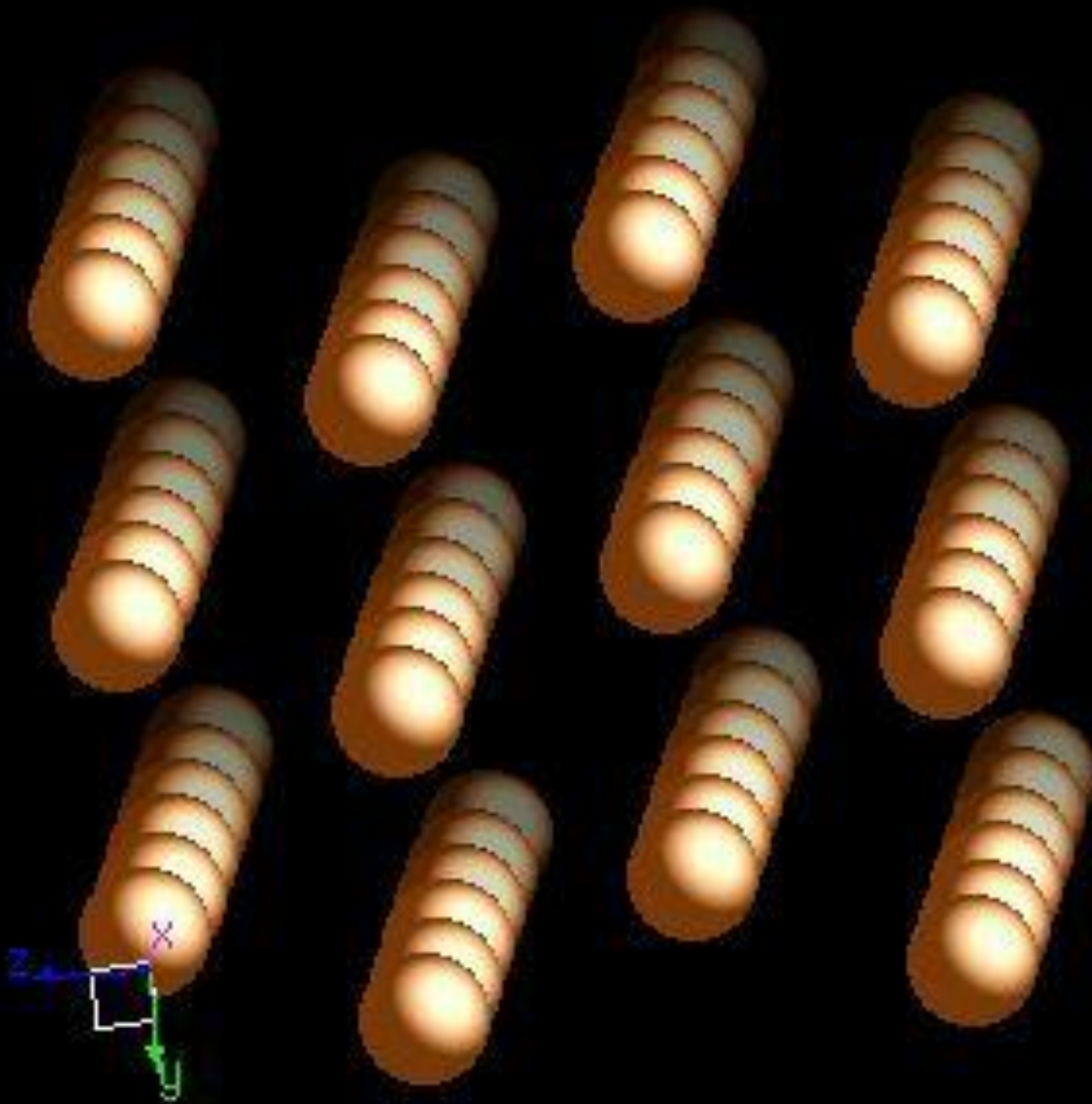
Плотность

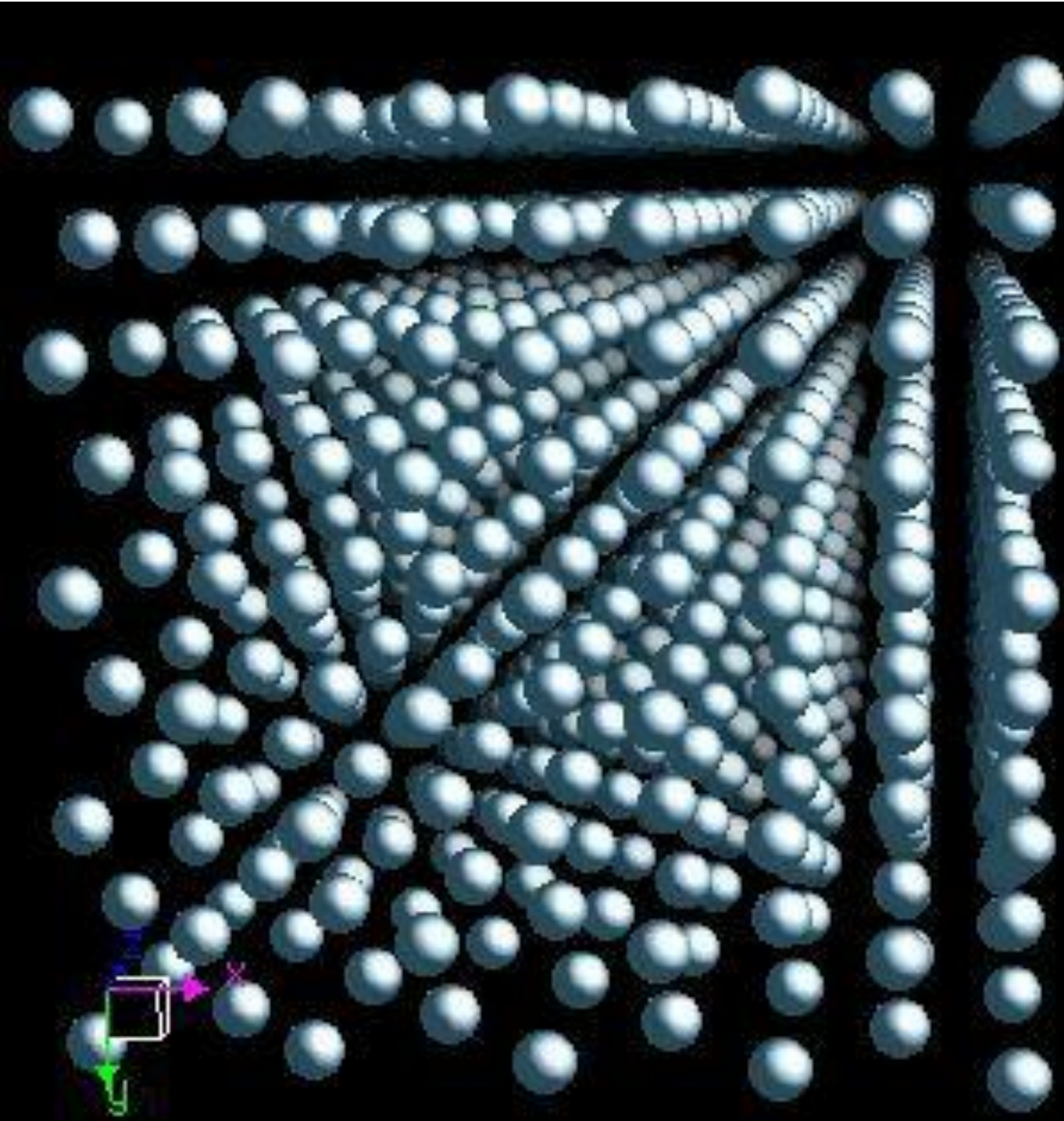


Be

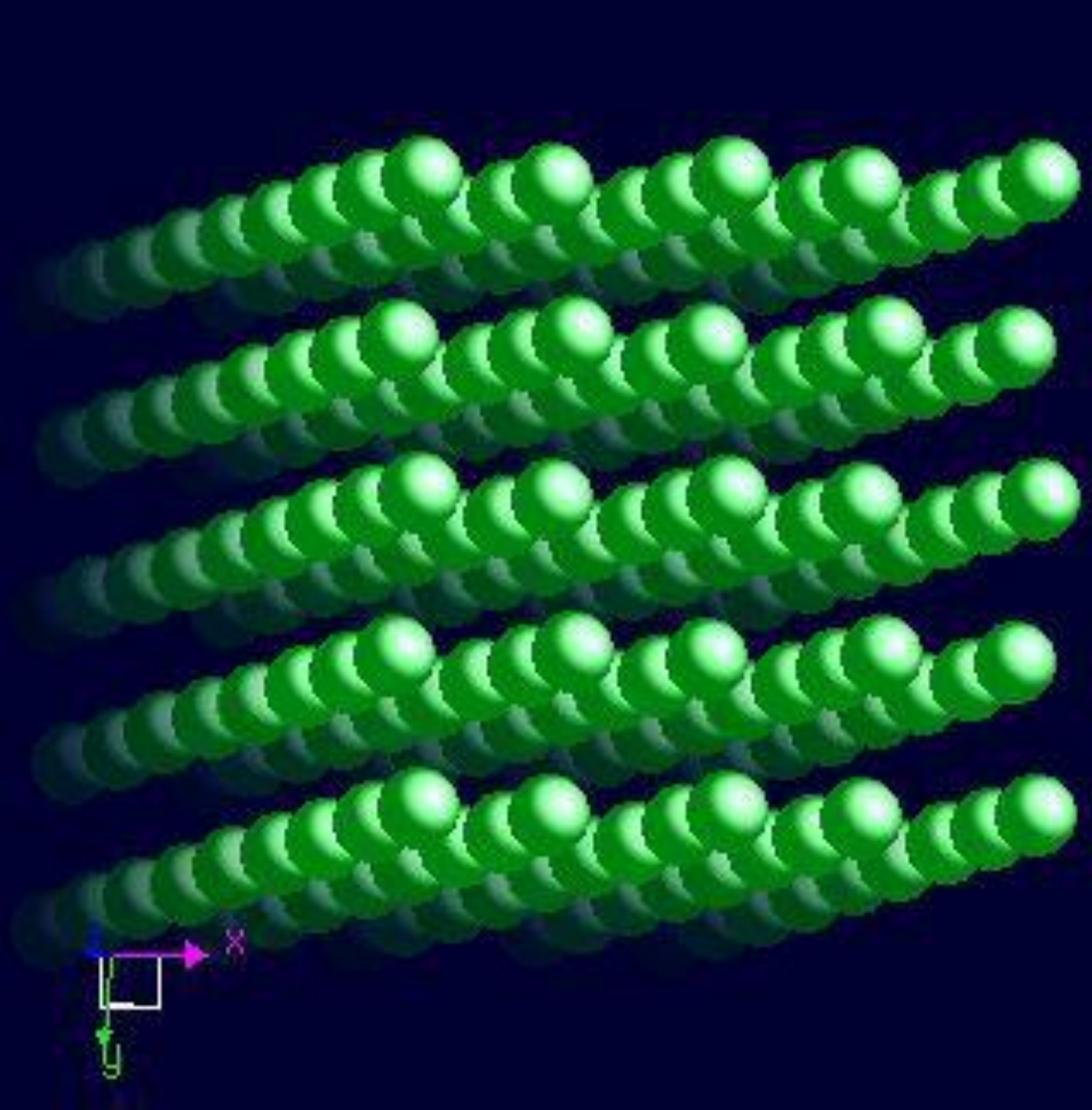


Mg

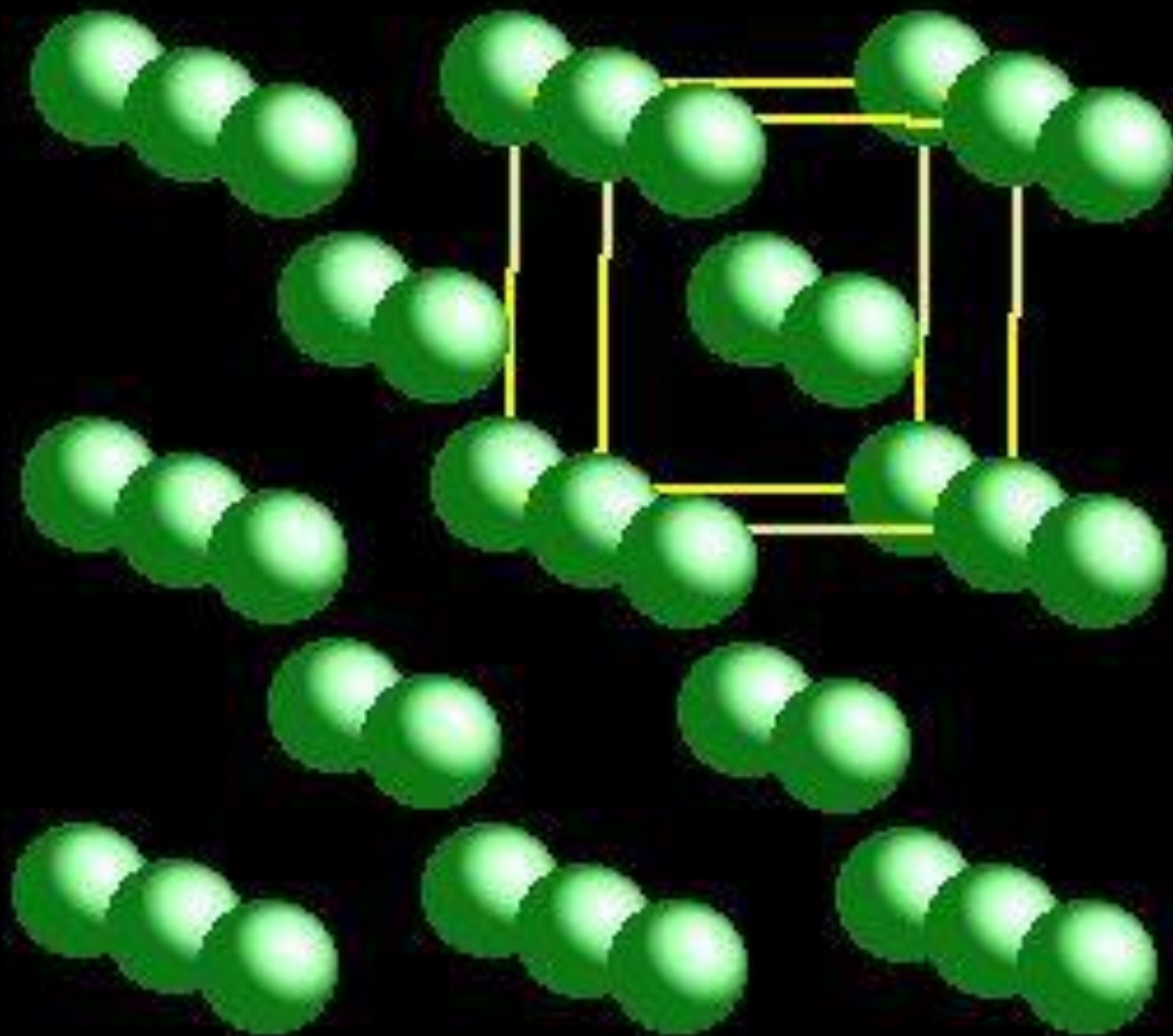




Ca



Sr



Ba



Ra

- Ве 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 Be^{2+} к Ba^{2+}

Особенности химии Ве

- Соединения Ве имеют **более ковалентные связи**
- По многим св-вам Ве **похож на Al**
- Ве **пассивируется** в конц. HNO_3 и H_2SO_4 , **рств – ся** в щелочах **как Al**
- Соединения Ве **амфотерны**

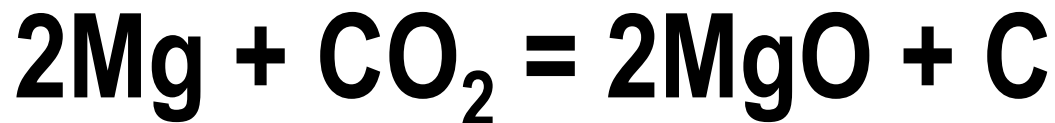
Химические свойства

- Все металлы - сильные восстановители (φ° от -1.85 до -2.92)

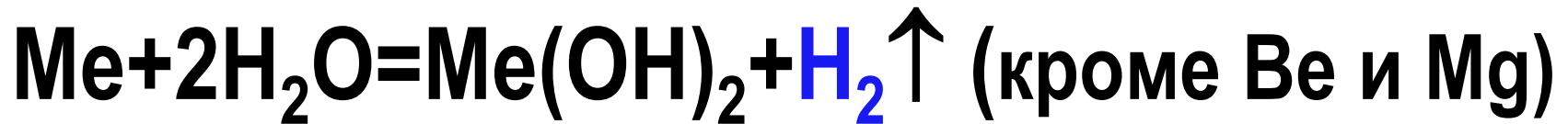
Be Mg Ca Sr Ba Ra

реакционная способность увеличивается

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



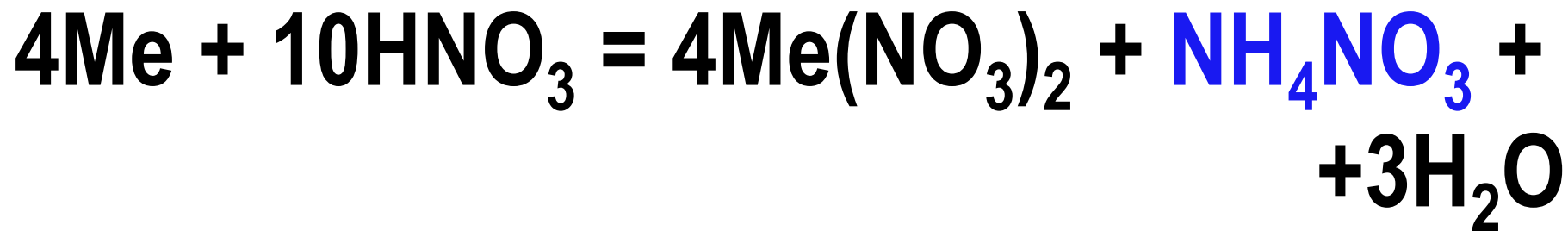
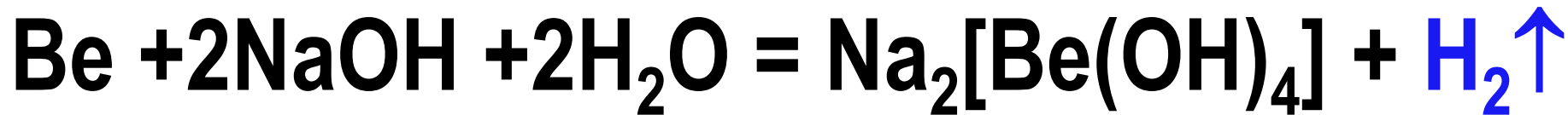
Взаимодействие с водой и кислотами



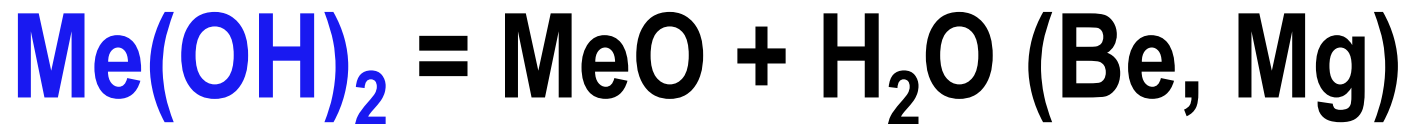
или при комн-ой t° -ре в присутствии NH_4Cl



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

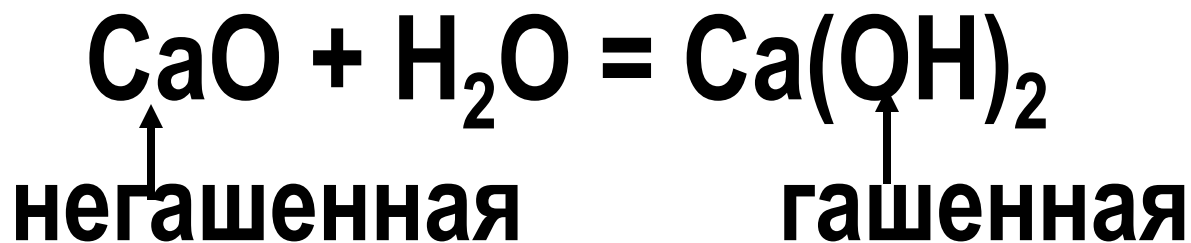


- Оксиды (ЭО) - твердые, тугоплавкие соедин-я,
- Основные св-ва, хим. активность ув-ся от BeO к BaO
- Получают оксиды термическим разложением гидроксидов и солей



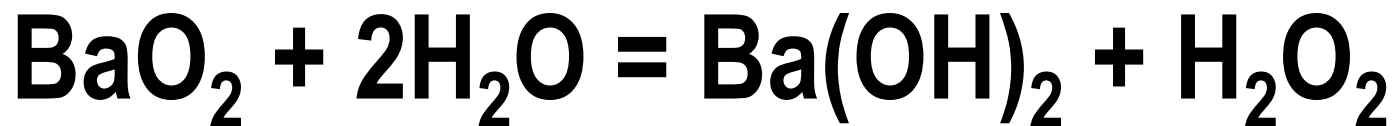
BeO - амфот.св-ва, реаг с водой, к-ми и щелочами при нагревании

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



известь

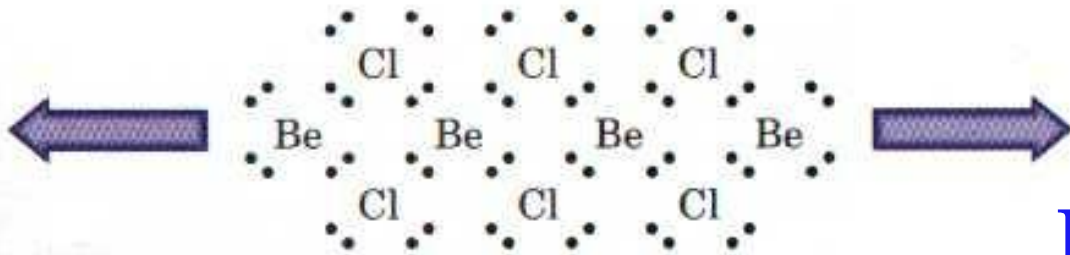
**Устойчивость пероксидов ум-ся от
BaO₂ к BeO₂**



- **Галогениды, сульфиды и нитриды** щелзем металлов ($MГ_2$) - кристаллические в-ва с **ионной решеткой**
- **Галогениды** хорошо **растворимы** в воде (фториды – исключение)
- $BeГ_2$ и $MgГ_2$ - сильно **гидролизуются**
- **Сульфиды и нитриды** - гидролизуются, нитриды - необратимо



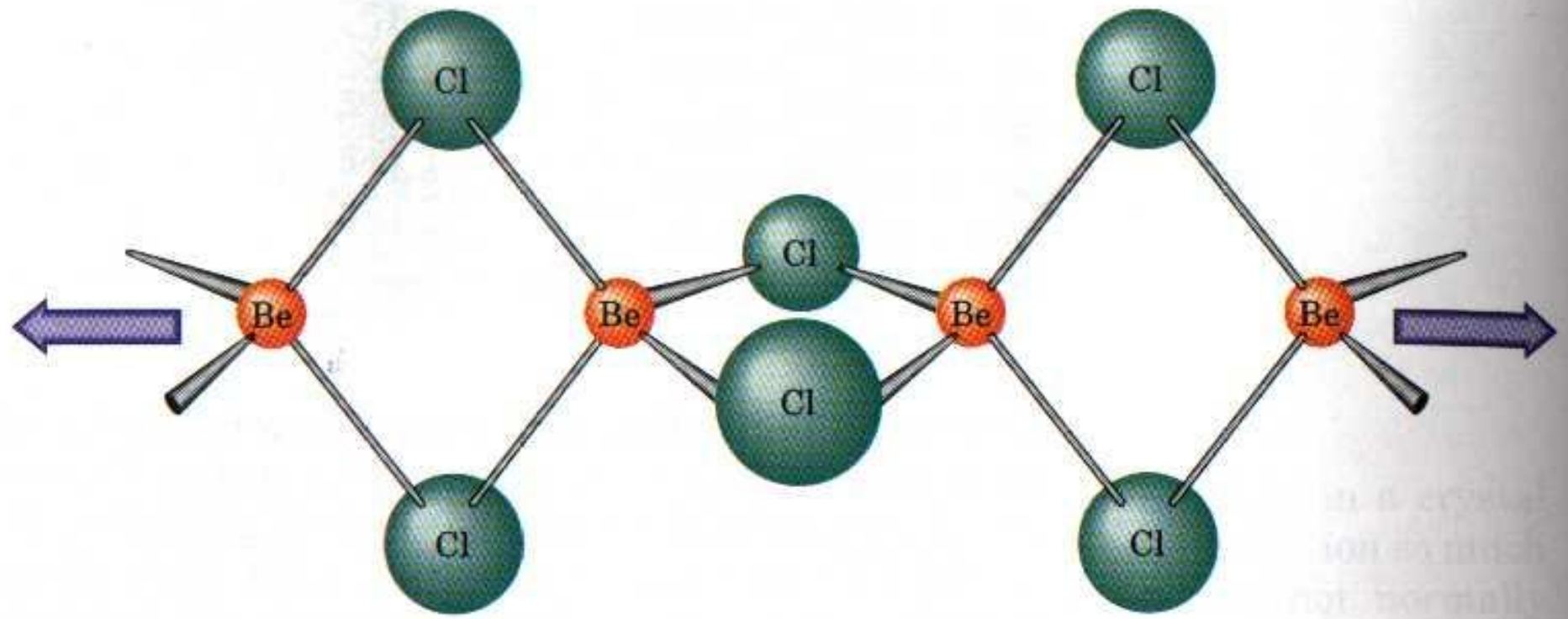
- **Карбиды** получают при выс. t° -ре
 $CaO + C = CaC_2 + CO$



(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-
творим

растворимость в воде ув-ся

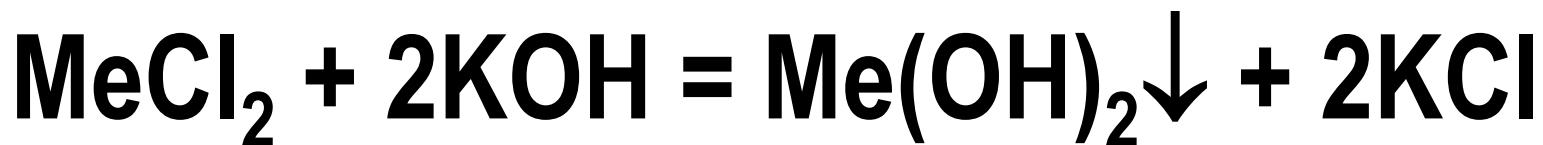
термическая устойчивость ув-ся

основные св-ва ув-ся

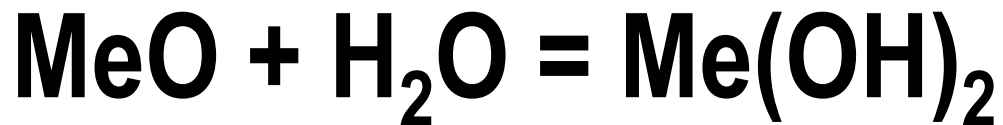
сильные основания

Получение

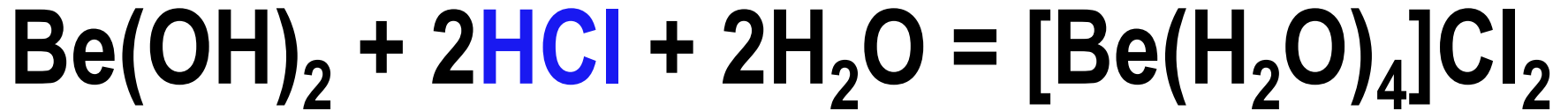
- $\text{Be}(\text{OH})_2$ и $\text{Mg}(\text{OH})_2$ - обменные реакции:



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



Химические свойства

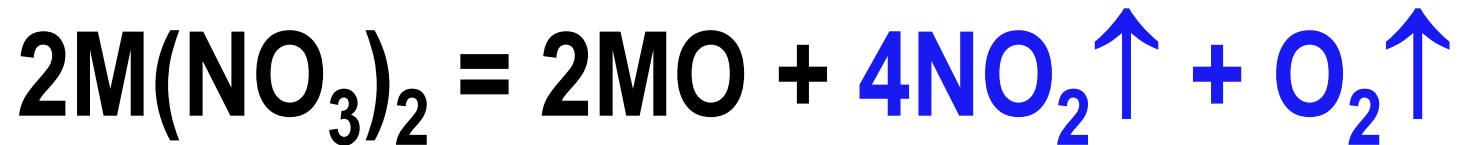
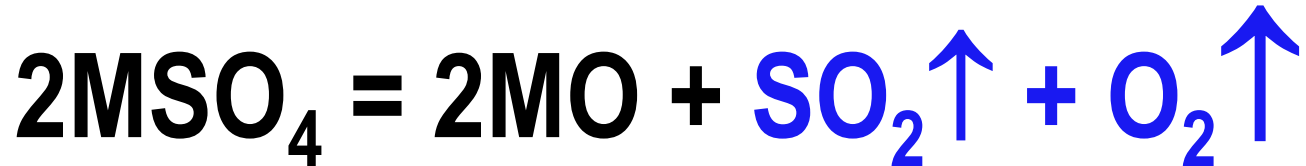


$\text{Mg}(\text{OH})_2$ - только **основные** св-ва,
слабый электролит (малорастворим)

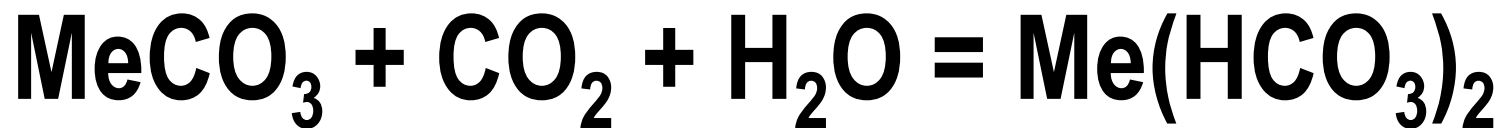
Соли

- Известны **нормальные** соли: M_2CO_3 , 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**
- $2\text{BeSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = (\text{BeOH})_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$

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
- **BaTiO₃** - сегнетоэлектрик ($\epsilon \sim 10000$ - в радиоэлектронике)
- **Mg** и **Ca** – в строительных материалах
- **BeO** и **MgO** – в огнеупорных изделиях
- **CaCl₂**, **SrO**, **SrCO₃** - для осушки и очистки ряда веществ