

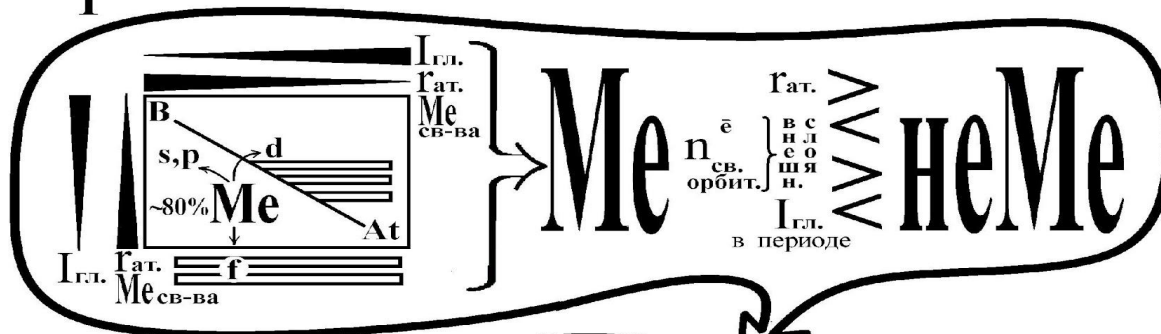
Металлы s-семейства

Автор: к.х.н., доцент

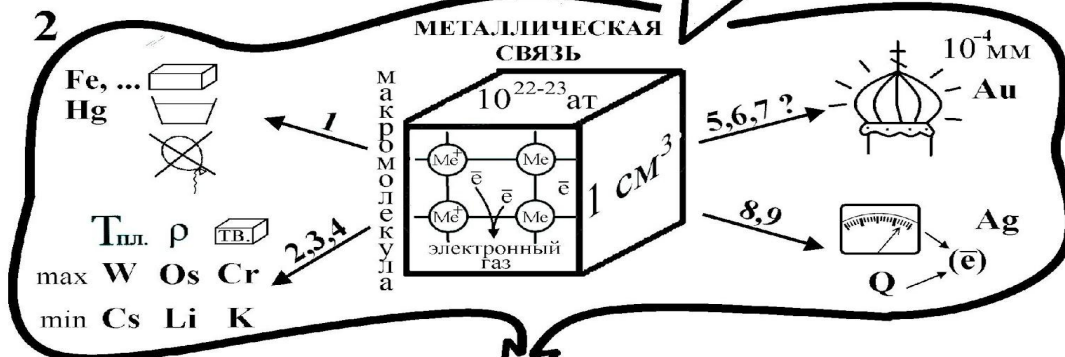
Мартынова Т.В.

Металлы

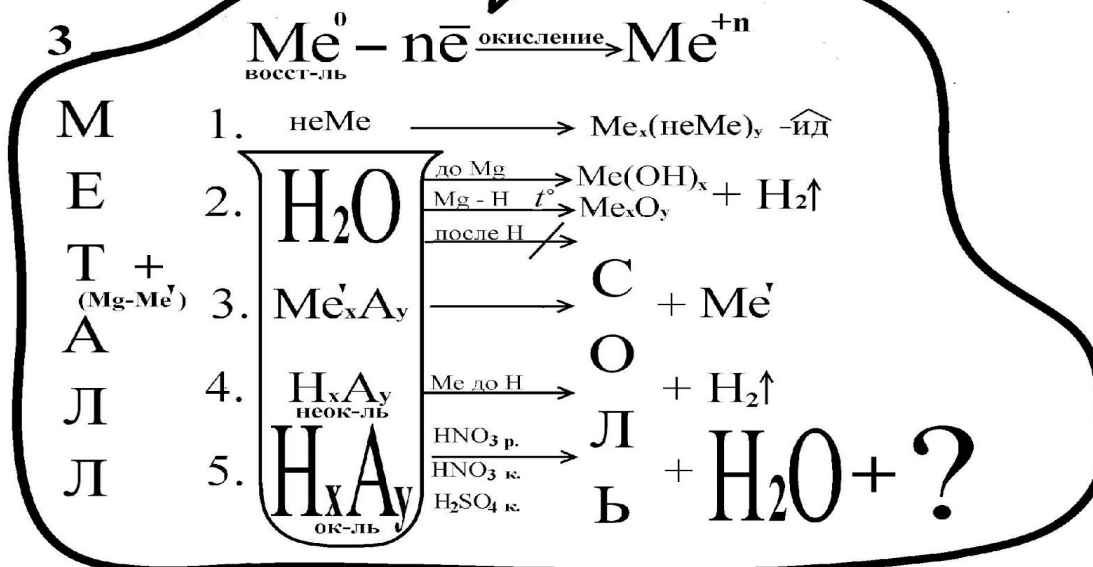
1



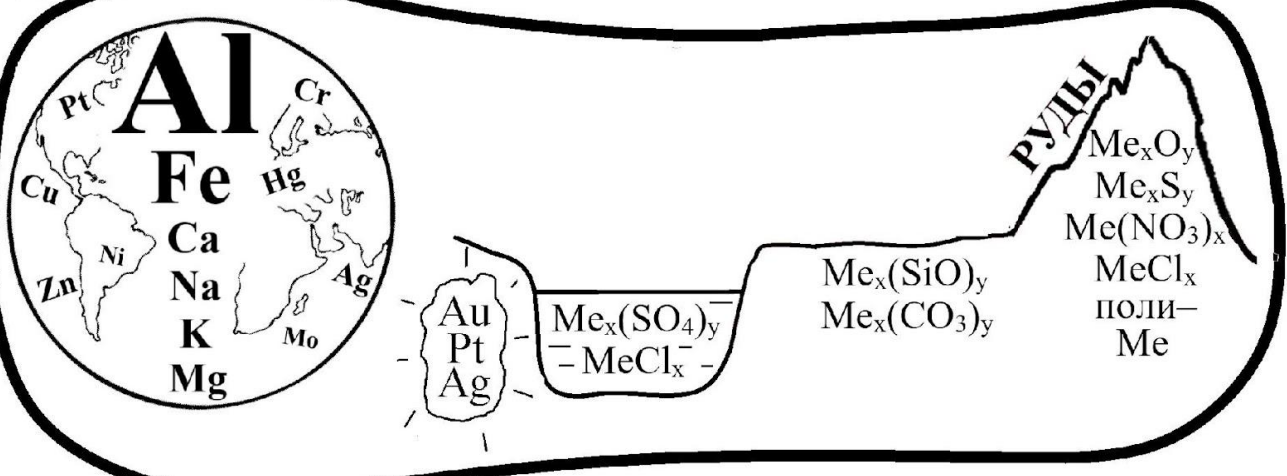
2



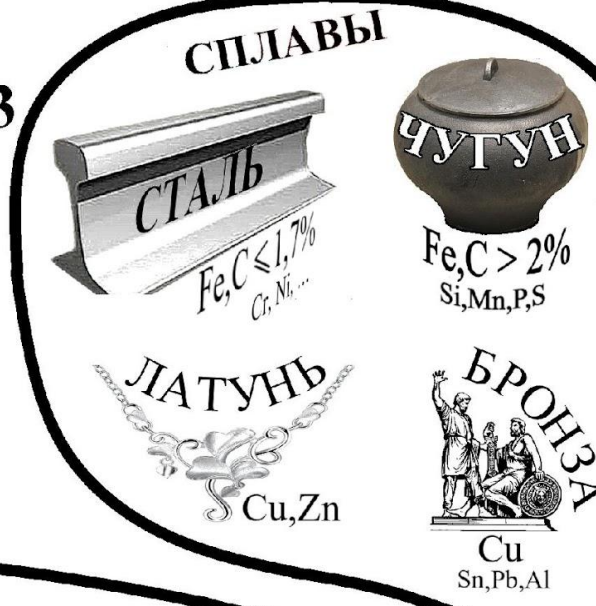
3



1

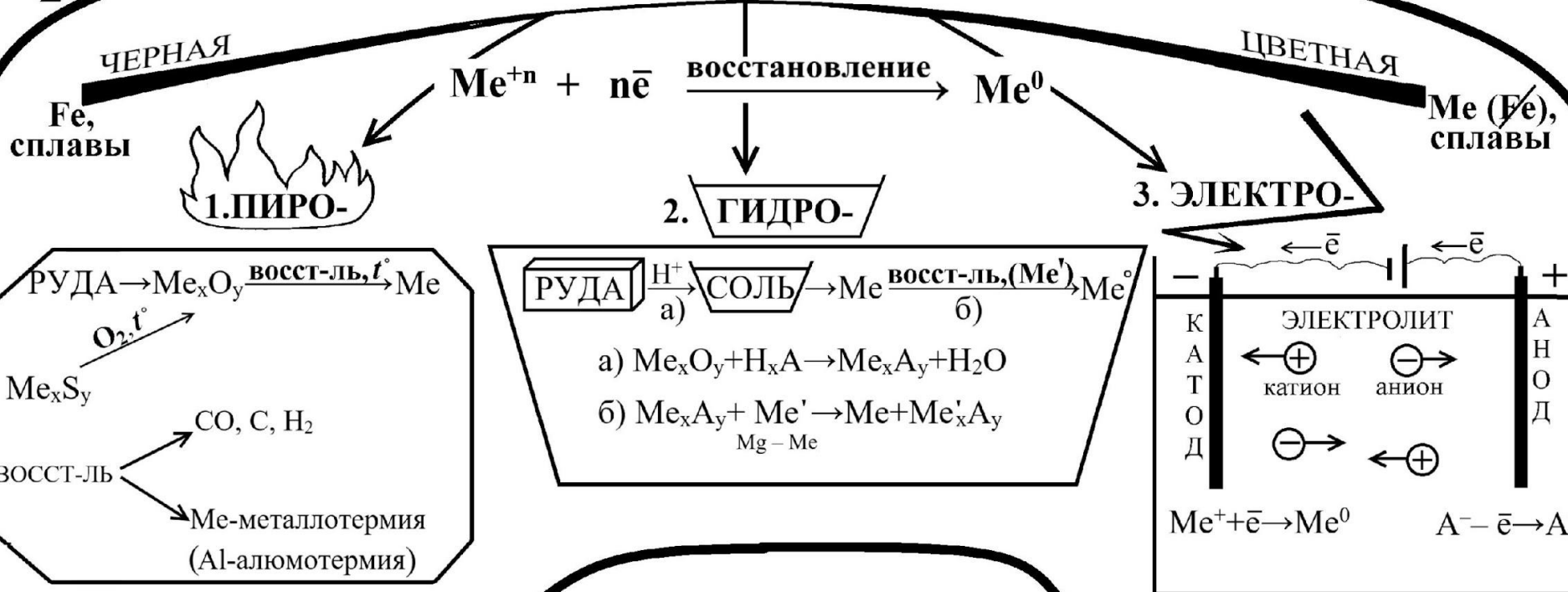


3



2

МЕТАЛЛУРГИЯ



Щелочные металлы

Свойства элементов I A группы

Свойства	Li	Na	K	Rb	Cs	Fr
Содержание в земной коре, %	$3,2 \cdot 10^{-3}$	2,25	1,84	$1,5 \cdot 10^{-2}$	$3,7 \cdot 10^{-4}$	—
Атомная масса	6,94	22,99	39,1	85,47	132,9	223
Валентные электроны	$2s^1$	$3s^1$	$4s^1$	$5s^1$	$6s^1$	$7s^1$
Радиус атома, нм	0,155	0,189	0,236	0,248	0,268	0,280
Радиус иона, нм	0,068	0,095	0,133	0,149	0,165	—
Энергия ионизации, эВ	5,39	5,14	4,34	4,18	3,89	3,83
Температура плавления, °C	180,5	97,8	63,6	39,5	28,4	—
Стандартный электродный потенциал, В	-3,045	-2,714	-2,924	-2,925	-2,923	—

Нахождение в природе

- $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ - натриевый полевой шпат,
- $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ – калиевый полевой шпат,
- NaCl - галинит или каменная соль,
- KCl – сильвин,
- $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ – карналит,
- $\text{LiAl}(\text{SiO}_3)_2$ – сподумен.
- В золе наземных растений содержится K_2CO_3 , а в золе водорослей – Na_2CO_3

Получение щелочных металлов

- Электролиз **расплавов**:

1) смеси LiCl и KCl,

2) NaCl или NaOH:



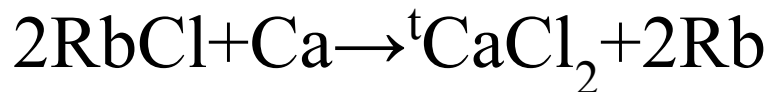
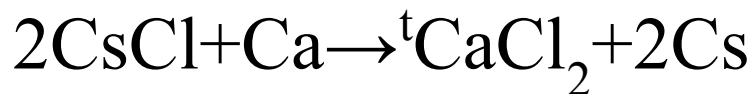
Анод:

Катод:



3) смеси KCl и K₂CO₃.

- Кальцийтермия в вакууме с последующей отгонкой легкоплавких металлов:



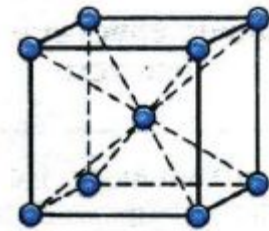
Физические свойства

- Li, Na, K, Rb – серебристо белые с металлическим блеском, Cs – золотисто-желтый.
- Имеют объемно-центрированную кубическую кристаллическую решетку
- Характерны высокая сжимаемость, электро- и теплопроводность.
- Легкие металлы ($\rho < 5 \text{ г/см}^3$).
- Ионы окрашивают пламя:

Литий - малиновый

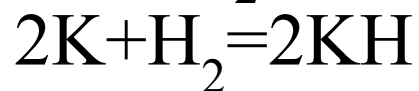
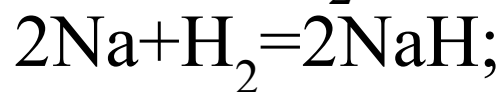
Натрий - желтый

Калий - фиолетовый

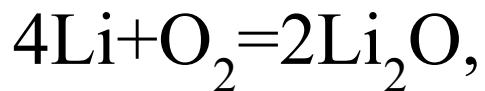


Химические свойства ЩМ

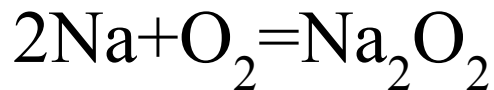
- + сухой $\text{H}_2 \rightarrow$ гидриды



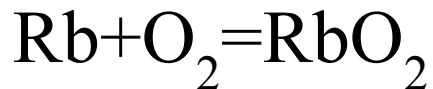
- + $\text{O}_2 \rightarrow$ оксиды:



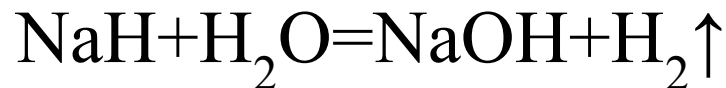
- пероксиды:



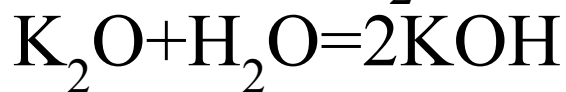
- надпереоксиды:



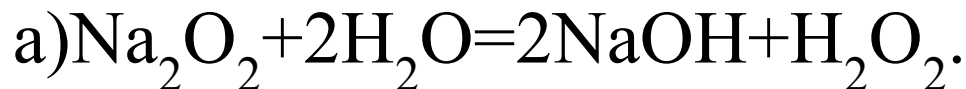
Гидриды – твердые вещества с ионной кристаллической решеткой, сильные восстановители:



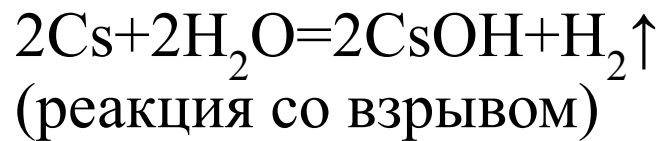
Оксиды с $\text{H}_2\text{O} \rightarrow$ гидроксиды:



Пероксиды – как соли слабой кислоты гидролизуются (а), они сильные окислители (б):



Me + H₂O → гидроксиды:



+ галогены (1),

+ халькогалогены (2),

+ кислоты (3) → соли



Гидроксиды ЩМ - щелочи:

бесцветные,

кристаллические,

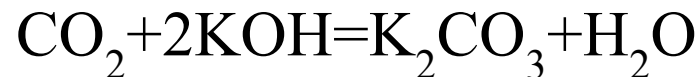
легкоплавкие, хорошо

растворимые в воде,

гигроскопичные, поглощают

CO₂ воздуха, разрушают

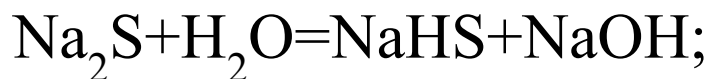
стекло фарфор, Pt:



Соли ЩМ проявляют общие химические свойства солей.

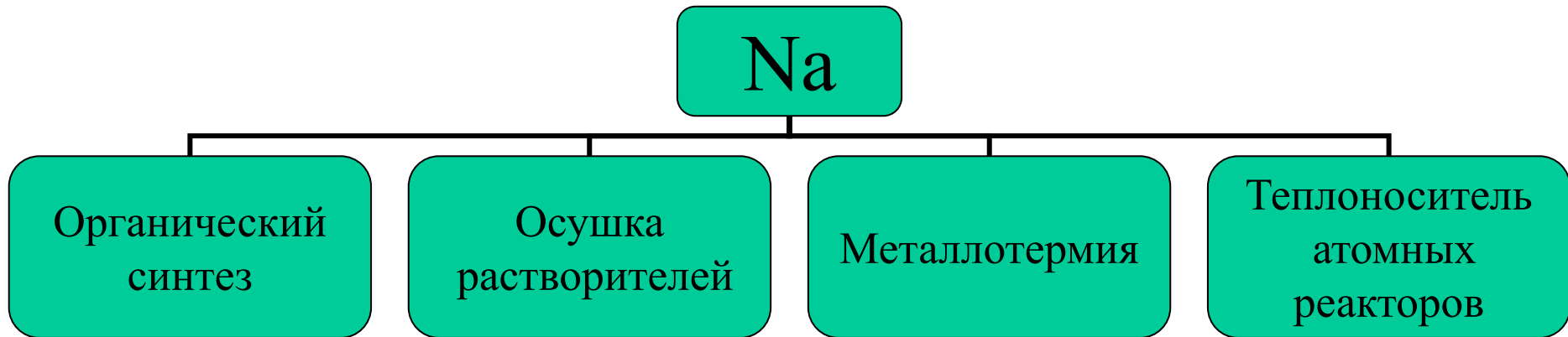
Соли слабых кислот

подвергаются гидролизу:



pH > 7.

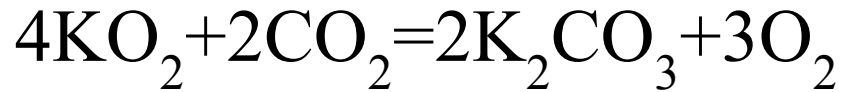
Применение



Применение

• Калий

1. Металлотермия
2. Получение KO_2
(используется для поглощения CO_2 и регенерации кислорода в подлодках и космических кораблях):



• Литий

1. Добавка к сплавам.
2. В химических источниках тока.

• Цезий

- в фотоэлементах

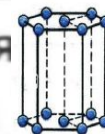
Применение соединений ЩМ

- NaCl – в пище, консервировании, производстве мыла, органических красителей.
- NaOH – в производстве искусственного волокна, очистки нефтепродуктов.
- Na_2CO_3 – в производстве алюминия, мыловарении.
- NaHCO_3 – в пищевой промышленности.
- Na_2SO_4 , Na_2CO_3 , K_2CO_3 – в производстве стекла.
- KCl , KNO_3 – удобрения.

Металлы II A группы

Свойства элементов II A группы

Свойства	Be	Mg	Ca	Sr	Ba	Ra
Содержание в земной коре, %	$6 \cdot 10^{-4}$	2,1	2,96	$3,4 \cdot 10^{-2}$	$6,5 \cdot 10^{-2}$	$12 \cdot 10^{-10}$
Атомный радиус, $r_{мет}$, нм	0,112	0,160	0,197	0,215	0,217	0,223
Энергия ионизации, эВ	9,32	7,64	6,11	5,69	5,21	5,28
Температура плавления, °C	1287	650	842	768	727	969
Температура кипения, °C	2507	1095	1495	1382	11805	1500
Плотность, г/см ³	1,84	1,74	1,55	2,63	3,63	5,8
Стандартный электродный потенциал, В	-1,85	-2,36	-2,87	-2,89	-2,90	-2,92
Электроотрицательность	1,47	1,23	1,04	0,89	0,87	0,87
Тип решетки	Гексагональная плотная упаковка (ГЦК)				ОЦК	

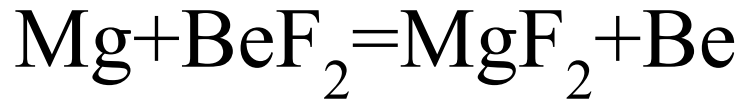


Нахождение в природе

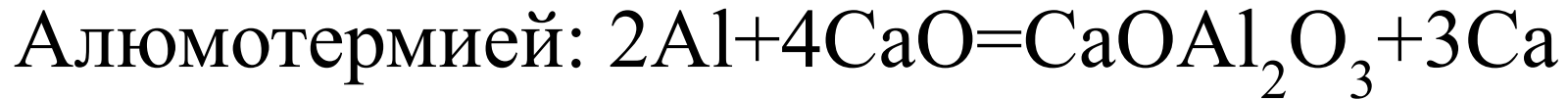
- $\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$ – берилл (изумруды, аквамарины).
- MgCO_3 – магнезит.
- $\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$ – доломит.
- $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ – тальк.
- $\text{CaO} \cdot 3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2$ – асбест.
- $\text{KCl} \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ – каинит.
- $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ – карналлит.
- CaCO_3 – мел, мрамор, известняк.
- $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – гипс.
- $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ – фосфорит.

Получение

- Ве – магнийтермией из фторидов:



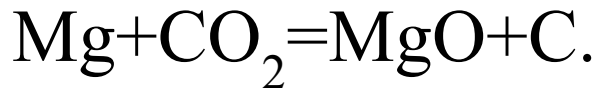
- Mg и Ca – электролизом расплава смесей:



- Ba, Sr – алюмотермией.

Химические свойства металлов IIIA группы

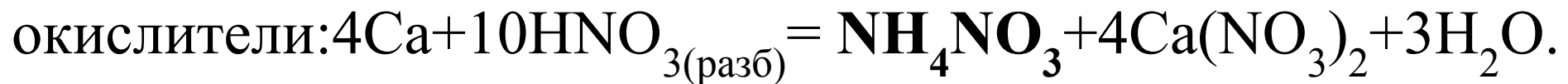
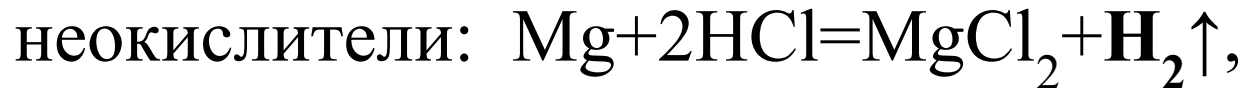
- Все - сильные восстановители.



- Be + H₂O → не взаимодей.



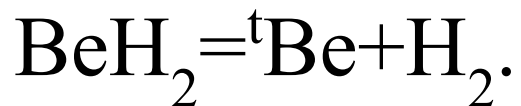
- Кислоты -



- Щелочи: $\text{Be} + 2\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2[\text{Be}(\text{OH})_4] + \text{H}_2 \uparrow$

Химические свойства соединений

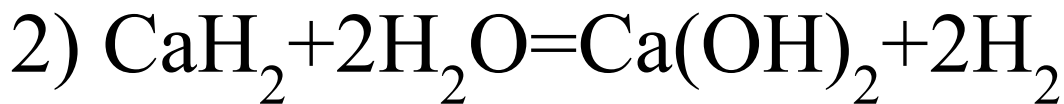
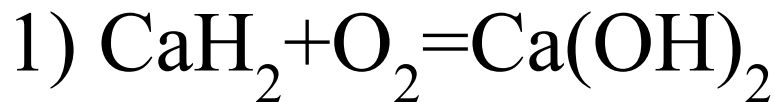
- Гидриды Be и Mg твердые в-ва, при слабом нагревании разлагаются:



Получаются косвенным путем (1), при высоком p , с катализатором - I_2 (2) :



- CaH_2 , BaH_2 , SrH_2 – прямой синтез (t).
- Кристаллические вещества, окисляются на воздухе (1), легко реагируют с H_2O (2):



Химические свойства оксидов

- Получение в лаборатории и промышленности:
1) $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{t} \text{CaO} + \text{CO}_2$, 2) $\text{Mg(OH)}_2 \xrightarrow{t} \text{MgO} + \text{H}_2\text{O}$.
- BeO – амфотер:
1) $\text{BeO} + \text{SiO}_2 \xrightarrow{t} \text{BeSiO}_3$;
2) $\text{BeO} + \text{Na}_2\text{O} \xrightarrow{t} \text{Na}_2\text{BeO}_2$.
- Оксиды Mg и щ-з металлов - основные:
1) $\text{MgO} + 2\text{HCl} = \text{MgCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$,
2) $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca(OH)}_2$; $-\Delta H$

Получение и свойства пероксидов

- При нагревании оксидов с избытком O_2 (1) или действием H_2O_2 на гидроксиды (2) :

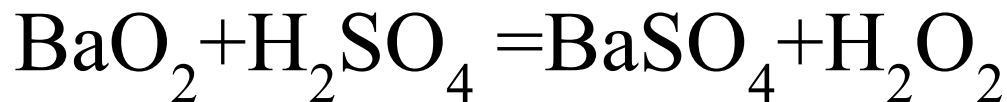


- Все пероксиды

1) подвергаются гидролизу:



2) разлагаются кислотами:



Свойства гидроксидов

- $\text{Be}(\text{OH})_2$ – амфотерное основание:
 $\text{Be}(\text{OH})_2 + 2\text{HNO}_3 = \text{Be}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$,
 $\text{Be}(\text{OH})_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2[\text{Be}(\text{OH})_4]$.
- $\text{Mg}(\text{OH})_2$ – основание средней силы.
- $\text{Ca}(\text{OH})_2, \text{Ba}(\text{OH})_2, \text{Sr}(\text{OH})_2$ – щелочи, проявляют общие химические свойства оснований.
 $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

Получение и свойства солей

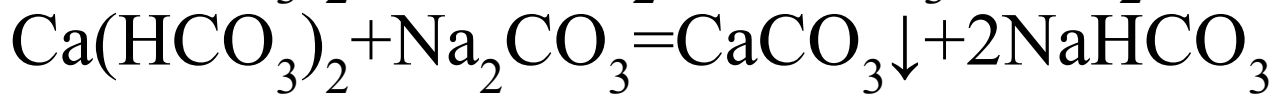
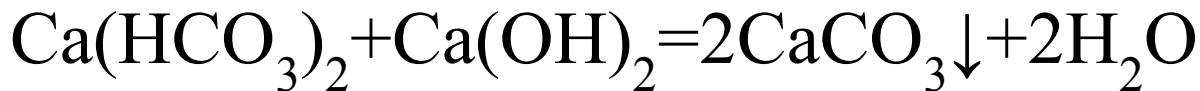
- **Карбонаты** MgCO_3 и CaCO_3 с CO_2 и H_2O дают растворимые гидрокарбонаты:
$$\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$$
- **Сульфиды:** $\text{Ba} + \text{S} = \text{BaS}$,
Легко гидролизуются: $\text{CaS} + 2\text{HON} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{S}\uparrow$.
- **Карбиды:** $\text{CaO} + 3\text{C} \xrightarrow{t} \text{CaC}_2 + \text{CO}$.
Могут иметь состав: Mg_2C_3 , Be_2C , MgC_2 .
Легко гидролизуются: $\text{CaC}_2 + 2\text{HON} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{C}_2\text{H}_2$
- Нитраты, перхлораты, ацетаты хорошо растворимы в воде.

Сульфаты, фосфаты, фториды (кроме BeF_2) нерастворимы

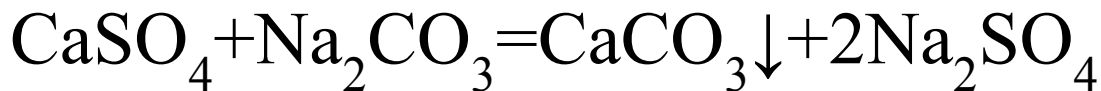
Жесткость воды и ее устранение

- *Жесткость воды* обусловлена содержанием Ca^{2+} , Mg^{2+} .
- *Временная*: $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ -разрушаются при кипячении: $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \xrightarrow{t} \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$.

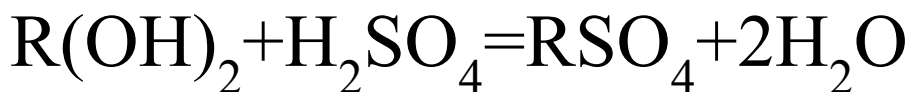
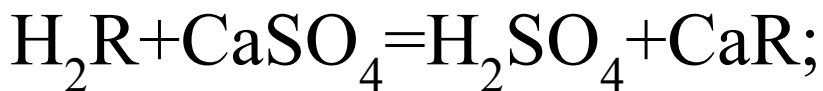
Устраняется химически:



- *Постоянная*: сульфаты и хлориды Ca^{2+} , Mg^{2+} осаждаются содой, фосфатами :

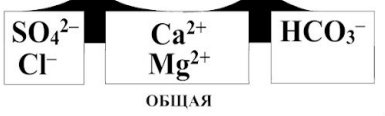
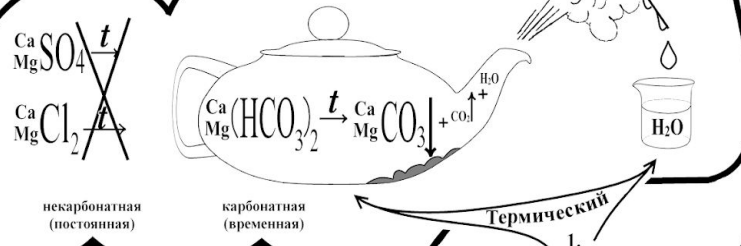


- опресняются ионнообменными смолами:



ЖЕСТКОСТЬ ВОДЫ

1.



ЖЕСТКОСТЬ

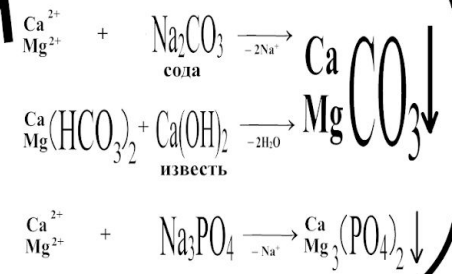
$(C_{\text{Ca}^{2+}} + C_{\text{Mg}^{2+}}) \cdot 10^3 \text{ [ммоль экв/л]}$

- очень жесткая > 12
- жесткая 8...12
- средняя 4...8
- мягкая < 4

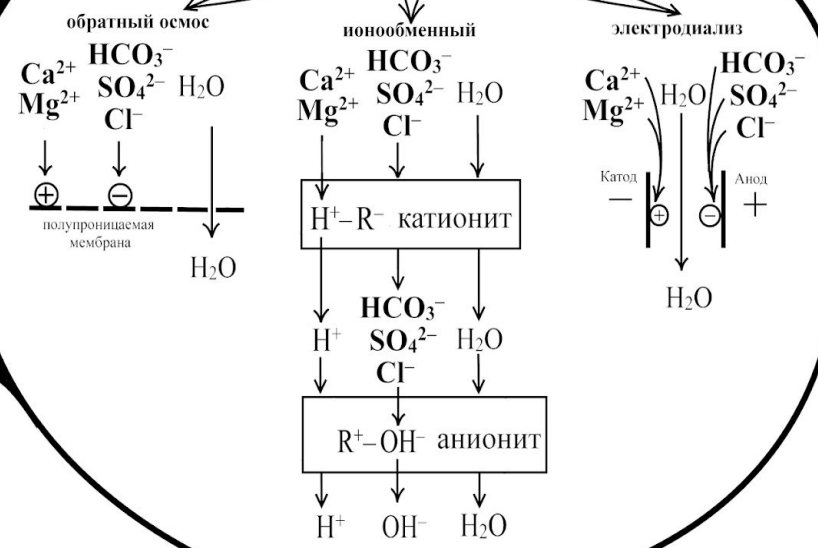
способы умягчения

3.

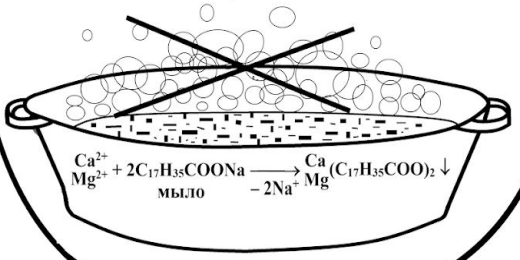
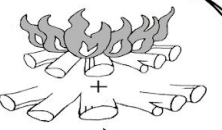
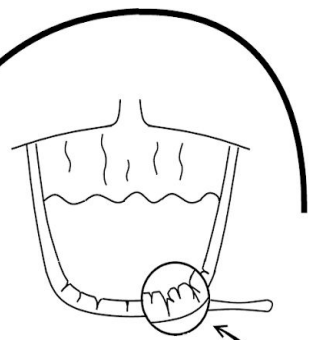
2. Химический



3. Физико-химический



2.



Применение

- Вe – в космической технике, ядерных реакторах.
- ВeO и MgO – огнеупорные материалы.
- Mg- в магнийтермии, сплавах.
- Ва – поглотитель газов в вакуумных приборах.
- CaCO₃ – строительный материал.
- Асбест – теплоизолятор.
- Тальк – в керамической промышленности, производстве красок.
- Mg²⁺ - элемент питания растений.