

ОБЩИЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛОВ

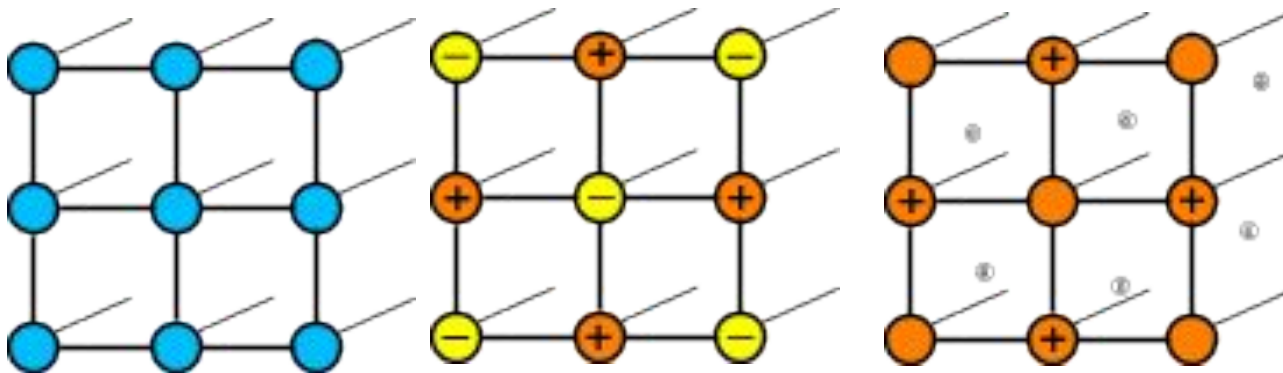
Положение металлов в периодической таблице:

Диагональ от бериллия к астату: слева внизу по диагонали находятся элементы-Ме. Элементы, расположенные вблизи диагонали (Be, Al, Ti, Ge, Sb и др.), являются амфотерными.

Ме: s - элементы I и II групп, p- элементы главных подгрупп: III (кроме B), IV (Ge, Sn, Pb), V (Sb, Bi) и VI (Po), все d- и f – элементы.

У атомов Ме обычно на внешнем слое находится 1-4 электронов.

Виды кристаллических решеток



атомная

ионная

металлическая

Кристаллические решетки металлического типа содержат в узлах положительно заряженные ионы и нейтральные атомы; между ними передвигаются относительно свободные электроны («электронный газ»).

Общие физические свойства металлов

1) **Пластичность** - способность изменять форму при ударе, вытягиваться в проволоку, прокатываться в тонкие листы.

В ряду **Au, Ag, Cu, Sn, Pb, Zn, Fe** уменьшается.

2) **Блеск, серый цвет и непрозрачность.**

Связано со взаимодействием свободных электронов с падающими на Me квантами света.

3) **Электропроводность** - направленное движение свободных электронов под влиянием небольшой разности потенциалов.

В ряду **Ag, Cu, Al, Fe** уменьшается.

4) Теплопроводность. Закономерность та же.

Высокой подвижностью свободных электронов и колебательным движением атомов, отсюда быстрое выравнивание температуры по Me.

Наибольшая – у **Ag** и **Cu**, наименьшая - у **Bi** и **Hg**.

5) Твердость. Самый твердый – **Cr** - режет стекло; самые мягкие – **K, Na, Rb** и **Cs** – режутся ножом.

6) Плотность.

Чем меньше A_r Me и чем больше $R_{ат}$, тем меньше его плотность. Самый легкий - **Li** ($\rho = 0.54 \text{ г/см}^3$); самый тяжелый – **Os** ($\rho = 22.6 \text{ г/см}^3$).

7) Температуры плавления и кипения.

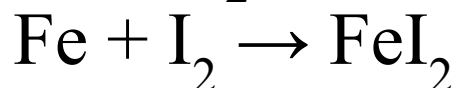
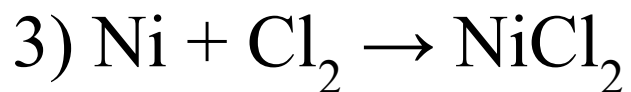
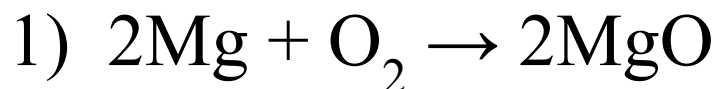
Самый легкоплавкий – **Hg** ($t.пл. = -39^\circ\text{C}$), самый тугоплавкий – **W** ($t.пл. = 3390^\circ\text{C}$).

Общие химические свойства металлов

Все Me восстановители:

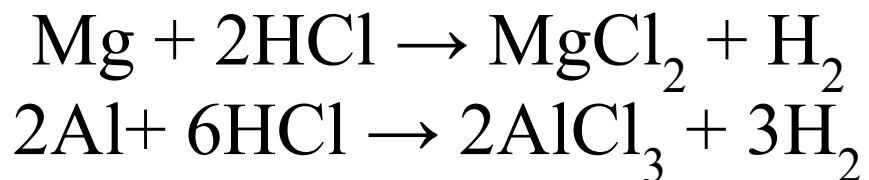


I. Реакции с неметаллами



II. Реакции с кислотами

Активные Me и Me средней активности
восстанавливают кислоты-неокислители до водорода:



Li-Cs-Rb-K-Ba-Sr-Ca-Na-Mg-Be-Al-Mn-Zn-Cr-Fe-Cd-In-
Tl-Co-Ni-Sn-Pb-**H**-W-Sb-Bi-Ge-Cu-Hg-Ag-Pd-Os-Ir-Pt-A
u

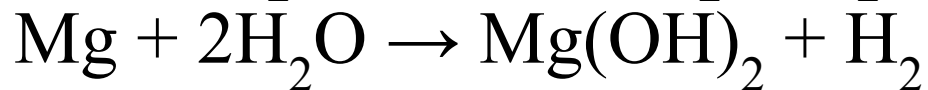
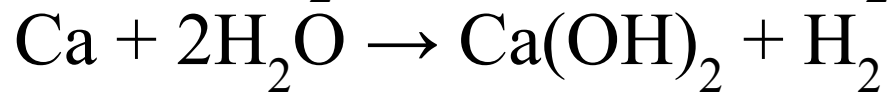
Li, K, Ba, Ca, Na, Mg, Al, Mn, Zn, Cr, Fe, Co, Sn, Pb, **H**, Cu, Hg, Ag, Au

ослабление восстановительных свойств, активности

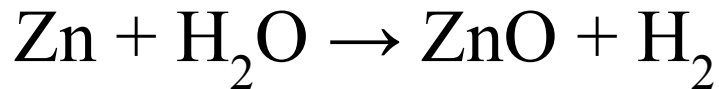


III. Взаимодействие с водой

1) Активные :



2) Средней активности:



3) Неактивные (Au, Ag, Pt и др.) - не реагируют

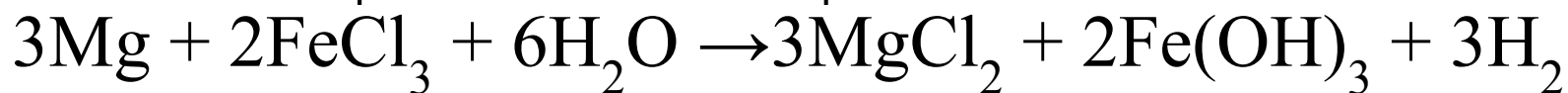
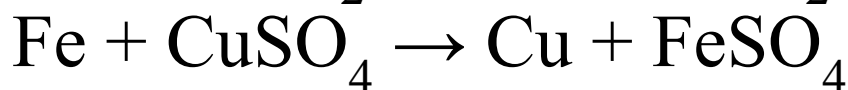
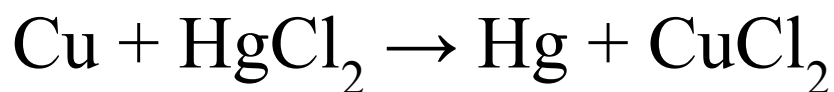
IV. Взаимодействие металлов друг с другом

Металлы могут образовывать химические соединения между собой, которые называются **интерметаллидами**.

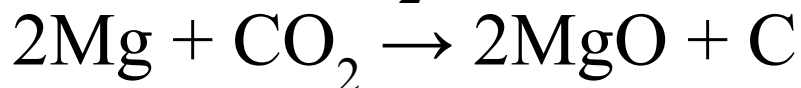
Примеры: Na_2Sb , Ca_3Sb , Ni_4Sb , FeSb_x ($x= 0.72-0.92$)

V. Взаимодействие со сложными веществами

1) С солями:



2) С оксидами:



ХИМИЯ S – ЭЛЕМЕНТОВ

Общая характеристика

В подгруппе IA:



В подгруппе IIA:



Ξ	$I_1, \text{эВ}$	$I_2, \text{эВ}$	$T_{\text{пл}}, ^\circ\text{C}$	$\rho, \text{г/см}^3$	$E, \text{В}$
-------	------------------	------------------	---------------------------------	-----------------------	---------------

Li	5.39	75.62180	50.54		-3.05
----	------	----------	-------	--	-------

Na	5.14	42.29978		0.97	-2.71
----	------	----------	--	------	-------

Be	9.32	18.211284		1.85	-1.85
----	------	-----------	--	------	-------

Mg	7.64	15.03650		1.74	-2.36
----	------	----------	--	------	-------

Нахождение в природе

Наиболее распространенные : Ca, Na, K, Mg.

$\text{Li}_2[\text{Al}(\text{SiO}_3)_2]$ – сподумен

NaCl – каменная соль

$\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ – альбит

$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ – глауберова соль

$\text{KCl} \cdot \text{NaCl}$ – сильвинит

KCl – сильвин

$\text{MgCl}_2 \cdot \text{KCl} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ - карналлит

Rb и **Cs** встречаются в виде примесей к минералам **K** и **Na**.

$\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$ – берилл (*аквамарин и изумруд*)

$\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ – доломит

MgCO_3 – магнезит

CaCO_3 – известняк

$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ – фосфорит

CaF_2 – флюорит

$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ - гипс

SrCO_3 - стронцианит

SrSO_4 - целестин

BaSO_4 - барит

BaCO_3 – витерит

Ra и **Fr** содержатся в урановых рудах.

Физические свойства

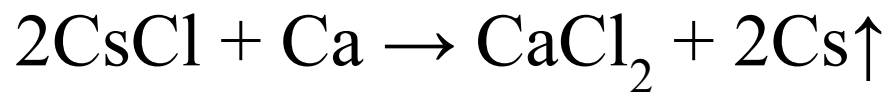
Серебристо-белые, блестящие металлы. Имеют низкие температуры плавления, малые значения плотностей, мягкие, режутся ножом, темнеют на воздухе, обладают хорошей электропроводностью.

Получение

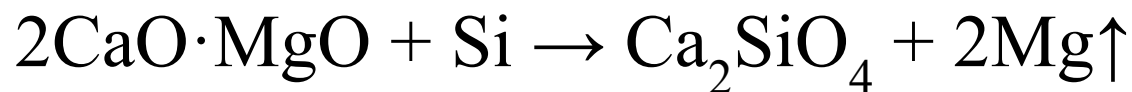
1) Li, Na, K, Me-IIA получают электролизом их расплавленных хлоридов с добавками, понижающими их температуры плавления.

2) Na, K, Ba можно получить электролизом расплавленных щелочей.

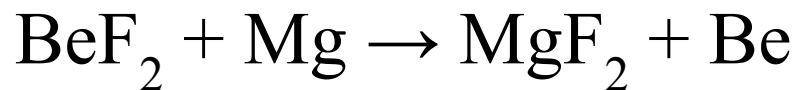
3) Rb, Cs получают химическим путем:



4) Электротермические методы получения Mg:

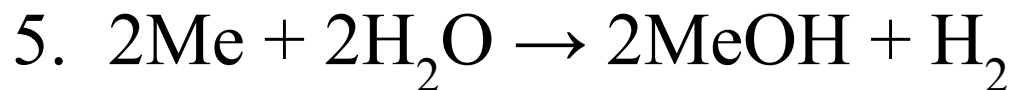
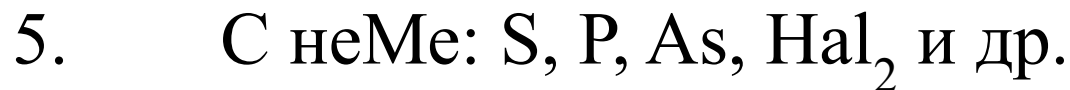
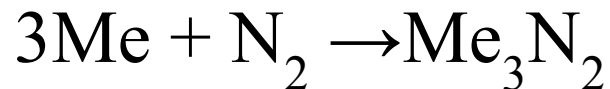
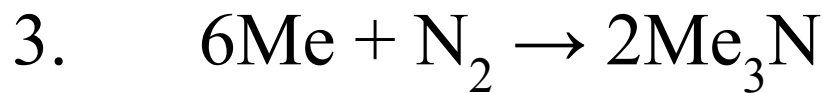
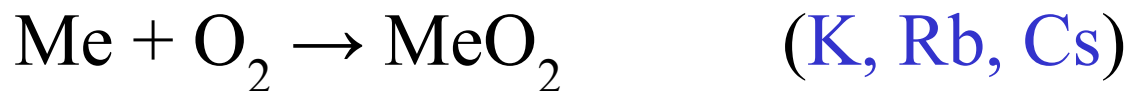
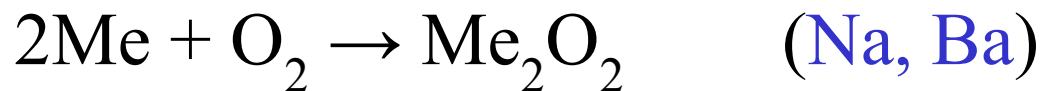
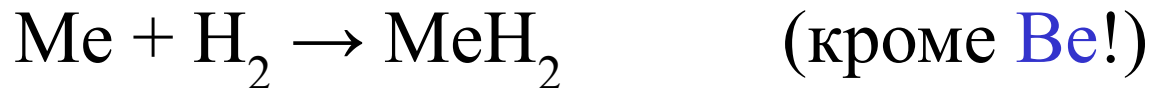


5) Кроме электролиза для получения Be используется:



Химические свойства

Щел. и щ/з Me - очень сильные восстановители.

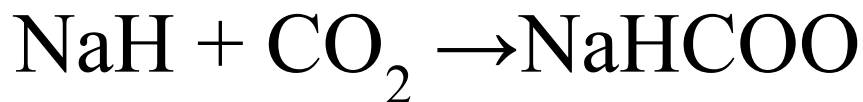
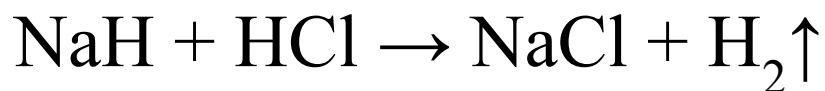
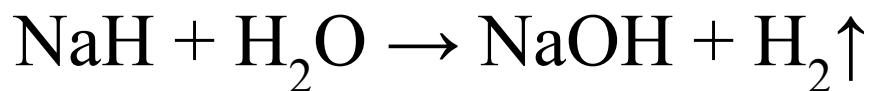
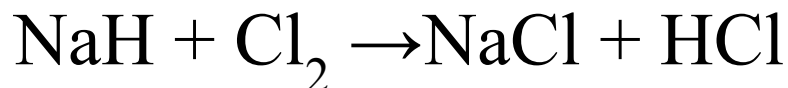
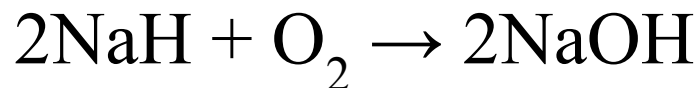


Хранение щелочных Me: в плотно закрытых сосудах под слоем керосина. Недопустим их контакт с кислотами, водой, органическими соединениями, содержащими хлор (CCl_4 и т. п.) и твердым CO_2 .

Если с Li, Na и K можно работать с соблюдением определенных мер предосторожности (очки, перчатки) на воздухе, то цезий на воздухе самовозгорается со взрывом.

ГИДРИДЫ

Твердые, белые вещества. МеН плавятся без разложения, подвергаются электролизу. Сильные восстановители.



ОКСИДЫ

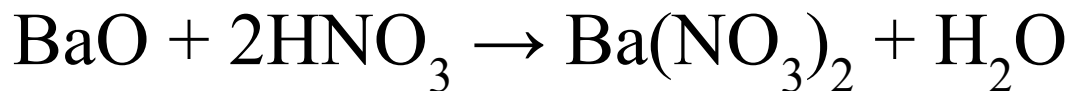
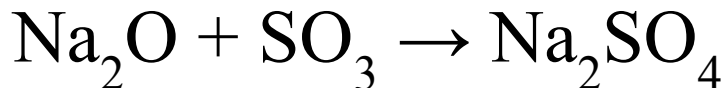
Li₂O Na₂O K₂O Rb₂O Cs₂O
белый белый белый жёлтый оранжевый

MeO –белые, твердые. Все основные, кроме BeO.

Получение

- 1) $4\text{Li} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{Li}_2\text{O}$
 $2\text{Me} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MeO}$
- 2) $\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{Na}_{\text{изб}} \rightarrow 2\text{Na}_2\text{O}$
- 3) $\text{Me}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{MeO} + \text{H}_2\text{O}$
- 4) $\text{MeCO}_3 \rightarrow \text{MeO} + \text{CO}_2 \uparrow$

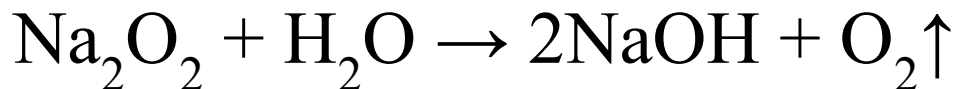
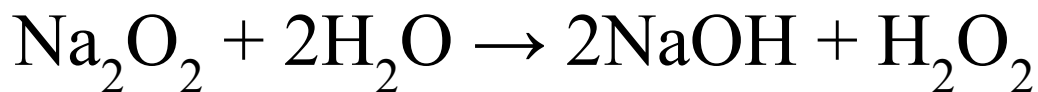
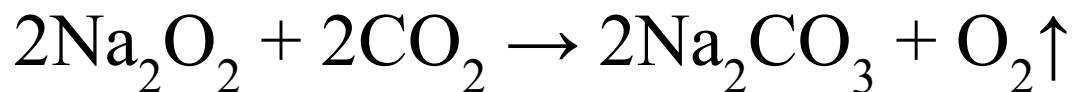
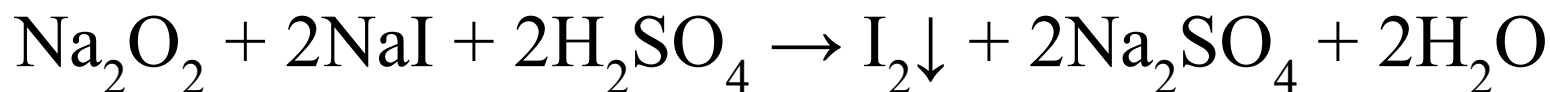
Химические свойства



ПЕРОКСИДЫ

Na_2O_2 - желтый, BaO_2 - белый

Химические свойства

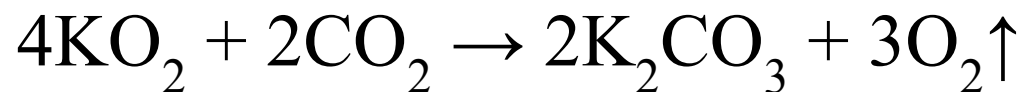


НАДПЕРОКСИДЫ



Оранжево-желтые, твердые

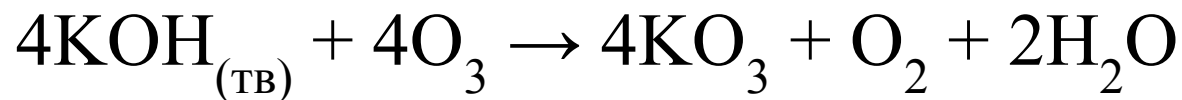
Химические свойства



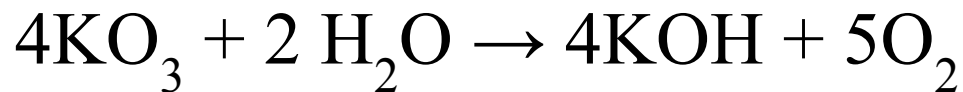
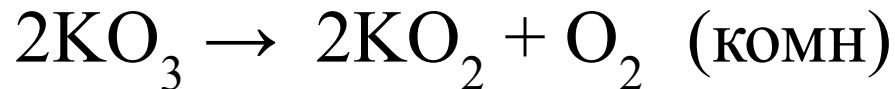
ОЗОНИДЫ

KO_3 – твердый, оранжево–красный, очень сильный окислитель.

Получение



Химические свойства



ГИДРОКСИДЫ

Белые, твердые вещества, гигроскопичны. Щелочи хорошо растворимы в воде (с выделением тепла), в водных растворах нацело диссоциированы.

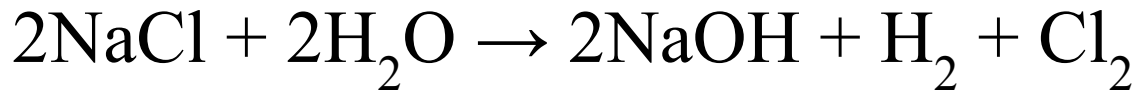
NaOH – едкий натр, каустическая сода

KOH – едкое кали

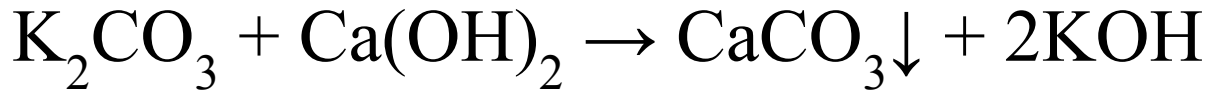
Ca(OH)_2 – гашеная известь, известковая вода

Получение щелочей

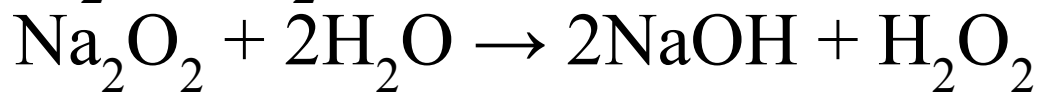
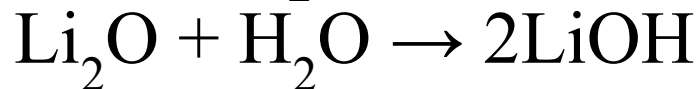
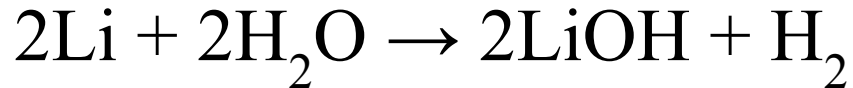
1. Электролиз растворов хлоридов:



2. Обменные реакции между солью и основанием:



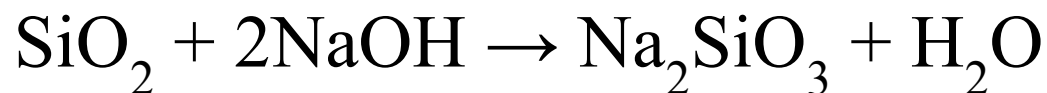
3. Взаимодействие металлов, их основных оксидов (или пероксосоединений) с водой:



Химические свойства

1) С кислотными оксидами и кислотами

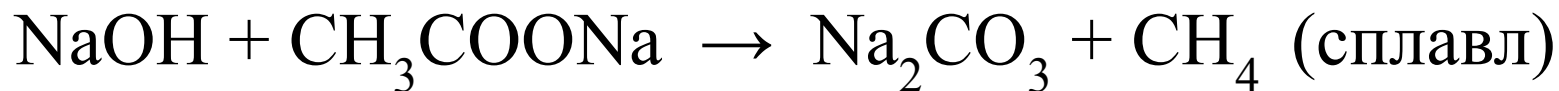
MeOH разъедают стеклянную, фарфоровую, кварцевую посуду:



2) С амфотерными Me, их оксидами и гидроксидами

3) С неметаллами (S, Se, P, Hal₂, Si, B)

4) С солями



Качественные реакции на ионы Me

1) Окрашивание пламени

Li^+ – малиновый

Na^+ – желтый

K^+ , Rb^+ и Cs^+ – фиолетовый

Ca^{2+} - красный

Ba^{2+} - желто-зеленый

Окрашивание пламени с испусканием нагретыми атомами щелочных металлов световых лучей обусловлено перескоком электронов с наиболее высоких на более низкие энергетические уровни.

Na: жёлтая линия спектра возникает при перескоке электрона с $3p$ на $3s$ подуровень.

2) Образование малорастворимых соединений:

а) LiF – белый

б) $\text{Na}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$ - белый

в) MeClO_4 – белые $\text{Me} - \text{K, Rb, Cs}$

г) MgNH_4PO_4 – белый

д) CaCO_3 – белый

е) BaSO_4 – белый

ж) MeCrO_4 – желтые $\text{Me} - \text{Sr, Ba,}$

причем

SrCrO_4 – растворим в CH_3COOH (SrCr_2O_7 –
оранжевый), а BaCrO_4 - нет

Особенности химии лития

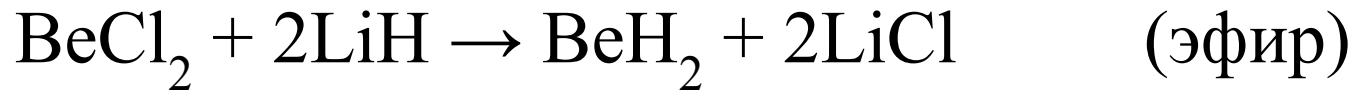
По ряду свойств **Li** похож на **Mg** (диагон. сходство).

- 1) Взаимодействие с кислородом
- 2) Взаимодействие с азотом
- 3) Взаимодействие с водой
- 4) Образование нерастворимых солей
- 5) Ограниченная растворимость LiOH
- 6) Термическая неустойчивость многих соединений:
 LiOH , Li_2CO_3 , LiNO_2

Особенности химии бериллия

По ряду свойств похож на Al (диагональное сходство).
Различие в свойствах от металлов II A группы можно объяснить минимальным среди ионов металлов ионным радиусом Be^{2+} , благодаря чему возникает значительная поляризация анионов в электростатическом поле катиона Be^{2+} , что приводит к появлению большой доли прочной ковалентной связи в соединениях Be .

1) Не взаимодействует с водородом



2) Не взаимодействует с водой

3) Проявляет амфотерные свойства (как и BeO , $\text{Be}(\text{OH})_2$)

4) Образует комплексные соединения



5) Имеет растворимые соли: BeSO_4 , BeF_2 , $\text{BeC}_2\text{O}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (единственный растворимый оксалат среди Me IIА группы)

6) Образует карбид - метанид Be_2C

7) Не растворяется в жидком аммиаке

8) Пассивируется в холодных конц. HNO_3 , H_2SO_4

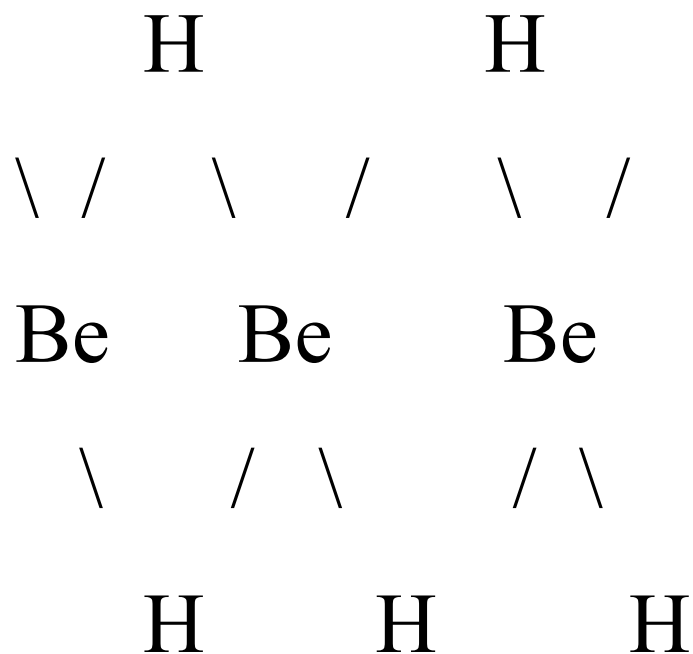


9) Хорошая растворимость BeCl_2 в неполярных углеводородных растворителях (например, C_6H_6), невозможная для галогенидов щ/з Me

10) Не образует пероксидов

Гидрид бериллия

Это непрочное полимерное соединение с трехцентровой гибридной ковалентной sp -связью, разлагается при слабом нагревании на водород и металл.



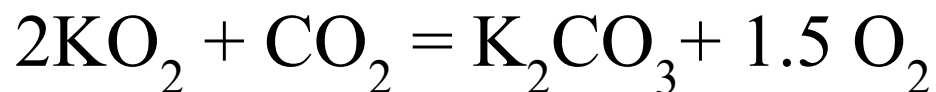
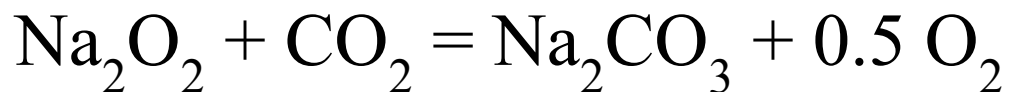
Применение

Li: Производство лития и его соединений в большой мере стимулировалось разработкой водородной бомбы. Легкий изотоп ${}^6\text{Li}$ (7,4%) служит исходным материалом для получения в ядерной реакции с нейтронами тяжелого изотопа водорода ${}^3\text{H}$ – трития, необходимого для осуществления термоядерного процесса. В резиновой промышленности он используется при выработке искусственного каучука (как катализатор полимеризации), в металлургии — как ценная присадка к некоторым другим металлам и сплавам.

Na: широко используется при синтезах органических соединений и отчасти для получения некоторых его производных. В ядерной технике он используется как теплоноситель. В виде амальгамы натрия часто применяется как энергичный восстановитель. Соединения: очень большой спектр применения.

K: в качестве калийного удобрения в растениеводстве. Потребность почв в калии от 50 до 90 кг КСl на гектар.

Для регенерации воздуха на подводных лодках и космических кораблях, в изолирующих противогазах и дыхательных аппаратах используют смесь "оксон":



Rb: и его соединения пока почти не используются. Между тем скоро они будут получаться в больших количествах как один из продуктов переработки соликамских карналитов (содержащих 0,003–0,012 вес. % RbCl и около 0,0002 вес. % CsCl). Поэтому важной становится проблема изыскания рациональных путей ассимиляции рубидия.

Cs: применяется главным образом для изготовления фотоэлементов.

Be: Основным потребителем металлического бериллия в настоящее время является атомная промышленность. Изготовленные из металлического бериллия нейтронные экраны существенно снижают критическую массу плутония-239 и урана-235.

В ядерных боеприпасах Be — основной конструкционный материал нейтронных запалов. Небольшие количества бериллия используются в металлургии меди, магния, железа и других металлов. Например, присадка 1% Be к рессорной стали сильно повышает ее прочность и долговечность.

Mg: один из важных биогенных элементов, в значительных количествах содержится в тканях животных и растений. Является кофактором многих ферментативных реакций; в составе АТФ-нуклеотида является универсальным поставщиком энергии в живых клетках организма. Магний необходим на всех этапах синтеза белка. Сплавы на основе магния являются важным конструкционным материалом в авиационной и автомобильной промышленности благодаря их лёгкости и прочности. В медицине, для производства сигнальных ракет. MgH_2 - один из наиболее емких аккумуляторов водорода, применяемых для его хранения.

Ca: больше всех из элементов группы ПА находит практическое применение кальций. Его оксид – основной компонент (от 40% до 65 %) различных марок цемента – главного вяжущего материала современной строительной индустрии. Широко производится и применяется смешанная соль хлорид-гипохлорид кальция – хлорная известь CaOCl_2 - для отбеливания тканей и бумаги, дезинфекции сточных вод и помещений. Ca - важнейший биогенный элемент: он присутствует во всех тканях животных и растений и является основным скелетообразующим элементом.

Ra: до развития реакторного и циклотронного способа получения радионуклеидов имел очень широкое применение и к 1954 г его мировой запас составлял 2.5 кг. Основная область применения – лучевая терапия.