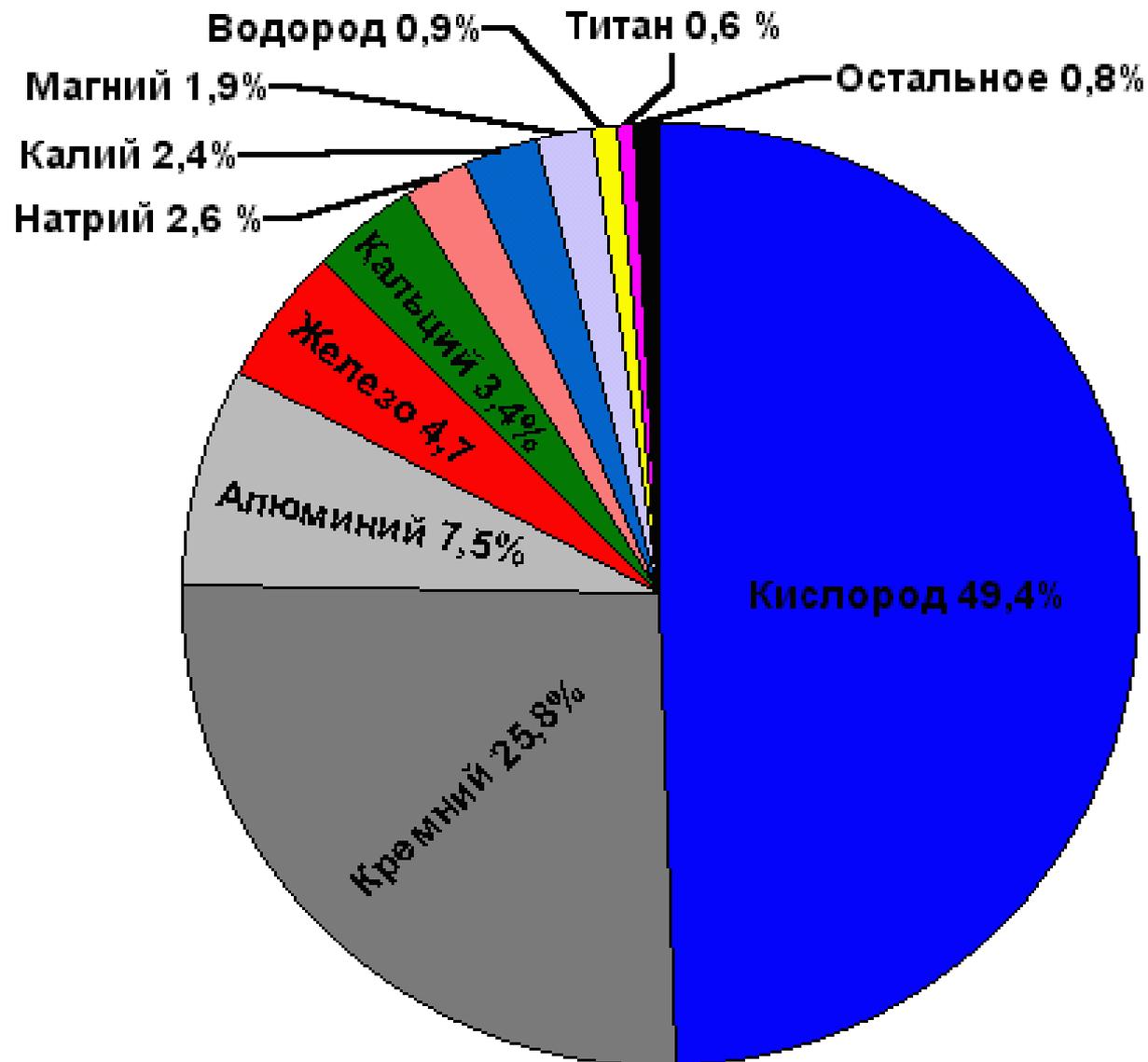




БИОГЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Распределение элементов в земной коре



Учение о биосфере и ноосфере



Владимир Иванович
Вернадский

По Вернадскому:

Биосфера - часть земной оболочки, занятой растительными и животными организмами и переработанная ими и космическими излучениями и приспособленная к жизни.

Современные представления:

Биосфера - это своеобразная оболочка Земли, содержащая всю совокупность живых организмов и ту часть вещества планеты, которая находится в непрерывном обмене с этими организмами.

Важным этапом необратимой эволюции биосферы Вернадский считал её переход в стадию **ноосферы** ("**ноос**" - **разум**). Под ноосферой понимают сферу взаимодействия природы и общества. Ноосфера - новое эмоциональное состояние биосферы, при котором разумная деятельность человека становится решающим фактором ее развития.

- **БИОГЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ** - элементы, необходимые для построения и жизнедеятельности различных клеток и организмов.
- **ОРГАНОГЕНЫ** - C, H, O, N, P, S – эти элементы составляют 97,4% . Органогеном №1 является – углерод

Элемент	O	C	H	N	P	S
Массовая доля в организме, %	62	21	10	3	1	0,1

Критерии биогенности

- Растворимость соединений элемента в воде (чем лучше растворимость природных соединений элемента в воде, тем выше массовая доля этого элемента в организме).
- Размеры атомов (чем меньше порядковый номер элемента, тем больше его массовая доля в организме, т.к. тем меньше заряд ядра и радиус атома и тем легче элементу внедряться в живые системы)
- Способность приобретать устойчивую электронную конфигурацию - эта способность является причиной прочности связей элемента в соединении и устойчивости образующейся биохимической структуры.
 Элементы 1-3-й групп ПСЭ отдают 1-3 электрона:



Элементы 4-7-й групп ПСЭ принимают 4-1 электрона:



– устойчивая электронная конфигурация, как у инертных газов. Так образуются ионы электролитов организма: Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- .

- Способность к образованию прочных полярных ковалентных связей, кратных связей, созданию сопряженных систем
- Склонность к комплексообразованию (максимальна для d-элементов, имеющих большой заряд ядра и значительное количество вакантных орбиталей. Катионы “металлов жизни”- Fe , Zn , Cu , Co , Mn , Mo – in vivo соединяются с биолигандами, образуя жизненно необходимые комплексы, например, гемоглобин (Fe^{2+}), витамин B_{12} (Co^{3+}), карбоангидразу (Zn^{2+}) и др.

Классификация элементов

В зависимости от массовой доли в организме человека (В. И. Вернадский)

1. Макроэлементы (10^{-2} %) – Н, О, С, N, P, S, Ca, Na, Mg, K, Cl
2. Микроэлементы (от 10^{-3} до 10^{-5} %) - I, Cu, As, F, Br, Sr, Ba, Co
3. Ультрамикроэлементы (ниже 10^{-5} %) – Hg, Au, U, Th, Ra

Исходя из значимости для жизнедеятельности (В.В.Ковальский)

1. Незаменимые (жизненно необходимые) элементы – Н, О, С, P, N, S, Ca, K, Na, Mg, F, Cl, I, Mn, Cu, Co, Fe, Zn, Mo, V + Ni, Se
2. Примесные элементы, постоянно содержащиеся в организме – Ga, Br, Li, Al, As, Pb, Bi, Cr, Ag и пр.
3. Примесные элементы, обнаруженные в организме – Sc, Tl, La, Sm, и пр

Организм человека состоит из:

60 % воды

34 % органические вещества

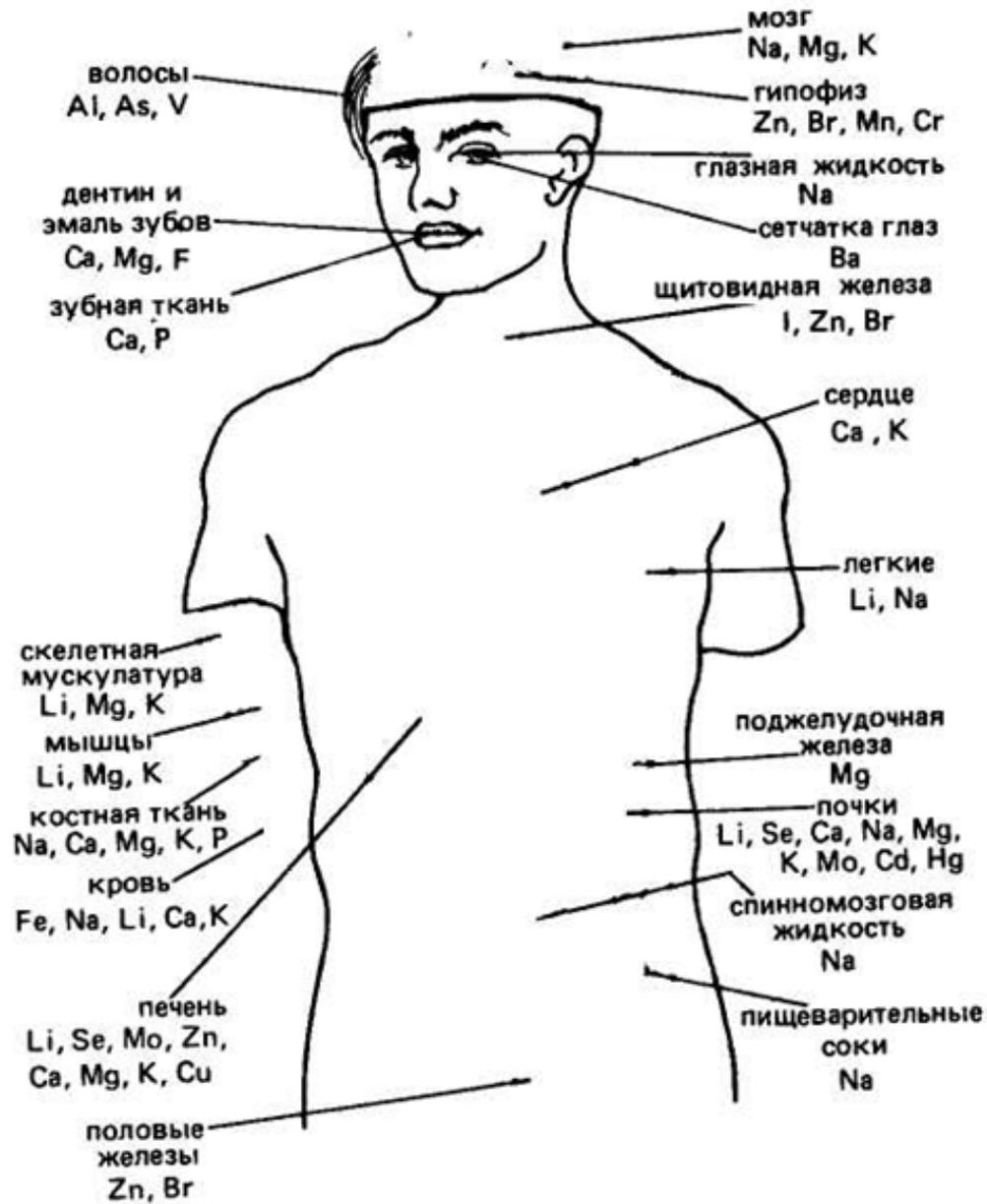
6 % неорганические вещества

В неорганических веществах организма человека **ОБЯЗАТЕЛЬНО** присутствуют 22 химических элемента: Ca, P, O, Na, Mg, S, B, Cl, K, V, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Mo, Cr, Si, I, F, Se

Десять металлов, жизненно необходимых для организма, получили название «**металлы жизни**». Так, установлено, что в организме человека массой 70 кг содержание «металлов жизни» составляет (в г):

- кальция – 1700;
- калия - 250;
- натрия – 70;
- магния – 42;
- железа – 5;
- цинка – 3;
- меди – 0,2;
- марганца, молибдена и кобальта, вместе взятых – менее 0,1.

ТОПОГРАФИЯ



Типы элементов и их соединений в зависимости от их поведения в организме человека:

1. Необходимые – при их недостатке возникают функциональные нарушения, устраняемые путем введения в организм этого элемента.
2. Стимуляторы - проявляют избирательное активирующее действие на организм.
3. Терапевтические агенты – лекарственные препараты
4. Инертные – не оказывают никакого воздействия
5. Токсичные – причиняют вред организму, иногда – необратимый, что ведет к функциональным нарушениям, деформациям, смерти.

В зависимости от концентрации и времени контакта элемент может действовать по одному из пяти указанных типов (в одном и том же организме).



«Все есть яд, и ничто не лишено ядовитости, одна лишь доза делает яд незаметным»

Условно элементы можно разделить на токсичные и нетоксичные. **Токсичные элементы** — химические элементы, оказывающие отрицательное влияние на живые организмы, которое проявляется только при достижении некоторой концентрации, определяемой природой организма. **Потенциально опасные металлы**, наличие которых даже в следовых количествах подвергает риску отравления: Li (I), **Be (II)**, Al (III), V (V), **Cr (III)**, Mn (II), Te (II), Co (II), **Ni (II)**, **Cu (II)**, Zn (II), Sr (II), Mo (VI), Ag (I), **Cd (II)**, Sn (IV), Sb (III), Cs (I), **Hg (II)**, **Pb (II)**, U (VI), Pu (III).

Характерные симптомы дефицита химических элементов в организме человека

Дефицит элемента	Типичный симптом
Ca	Замедление роста скелета
Mg	Мышечные судороги
Fe	Анемия, нарушение иммунной системы
Zn	Повреждение кожи, замедление роста, замедление сексуального созревания
Cu	Слабость артерий, нарушение деятельности печени, вторичная анемия
Mn	Бесплодность, ухудшение роста скелета
Mo	Замедление клеточного роста, склонность к кариесу
Co	Злокачественная анемия
Ni	Учащение депрессий, дерматиты
Cr	Симптомы диабета
Si	Нарушение роста скелета
F	Кариес зубов
I	Нарушение работы щитовидной железы, замедление метаболизма
Se	Мышечная (в частности, сердечная) слабость

Некоторые функции необходимых ионов тяжелых металлов

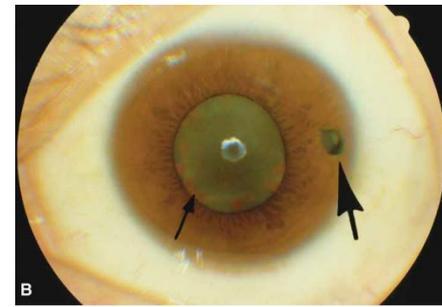
23	Ванадий	Фиксация азота, окислительно-восстановительный катализ, метаболизм железа.
24	Хром	Кофактор инсулина (глюкозный фактор толерантности)
25	Марганец	Окислительно-восстановительные реакции, <u>фотосистема</u> в фотосинтезе, метаболизм жиров и их синтез в хрящах.
26	Железо	Обратимые реакции Fe (II)/Fe (III), фундаментальные для многих процессов, метаболизм O ₂ в конечных оксидах, <u>пероксидах</u> ; необходимо для синтеза <u>порфирина</u> в гемоглобин и миоглобин.
27	Кобальт	В составе витамина B ₁₂ ; <u>необходим</u> для <u>метилирования</u> , фиксации азота в сине-зеленых водорослях.
28	Никель	Содержится в <u>уреазе</u> , стабилизирует структуру ДНК и РНК и структуру рибосом
29	Медь	Содержится в окислительно-восстановительных системах хлоропластов; в <u>аскорбат-</u> и <u>полифенолоксидазе</u> , участвующих в метаболизме фенольных соединениях, переносчик O ₂ в реакциях сшивания коллагена и в образовании пигментов.
30	Цинк	Входит в состав ZO Zn – содержащих ферментов, включая <u>карбонгидразу</u> , <u>дегидрогеназы</u> , <u>щелочную фосфатазу</u> , участвует в усвоении силикатов, метаболизме нуклеиновых кислот и клеточном делении
42	Молибден	В составе <u>нитратредуктазы</u> , <u>альдегидоксидазы</u> , антагонист меди.

Зоны, в пределах которых животные и растения характеризуются определенным химическим элементарным составом, называют **биогеохимическими провинциями**. Биогеохимические провинции - это территории различных размеров в составе субрегионов биосферы с постоянными характерными реакциями организмов (например эндемические заболевания). **Эндемические заболевания** - заболевания и синдромы, в этиологии которых главную роль играет недостаток биогенных (эссенциальных) элементов или избыток как биогенных, так и токсических микроэлементов, а также их дисбаланс, в том числе аномальные соотношения микро- и макроэлементов.

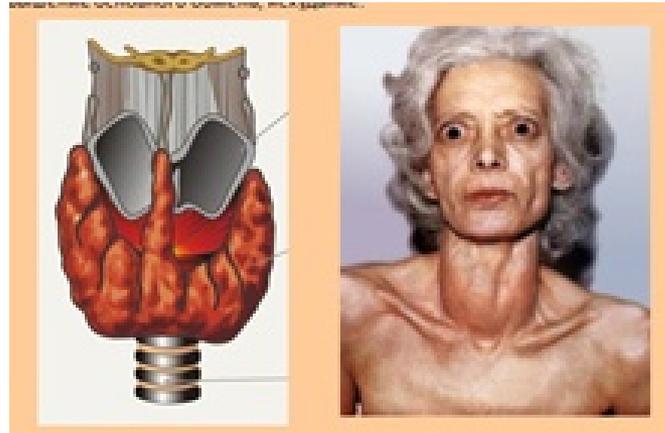
Fe (изб) – сидероз (Урал)

Mo (изб) – молибденовая подагра (Армения)

Cu (изб) – болезнь Вильсона, синдром Мениеса



I (недостаток) – Базедова болезнь, гипотериоз (Урал, Волгоградская обл.)



Sr (изб) – Уровская болезнь – болезнь Кашина-Бека (Забайкалье, Китай, Корея)

Ba (изб) – Па-пинг



K (нед) – гипокалиемия

Нахождение в периодической системе

- Щелочные металлы
- Щелочноземельные металлы
- Переходные металлы
- Галогены
- Благородные газы

The diagram shows a simplified periodic table with colored blocks representing different groups of elements:

- Green blocks:** Alkali metals (Group 1).
- Blue blocks:** Alkaline earth metals (Group 2).
- Yellow blocks:** Transition metals (Groups 3-10).
- White blocks:** Representative elements (Groups 11-16).
- Orange blocks:** Halogens (Group 17).
- Red blocks:** Noble gases (Group 18).

Green	Blue	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	White	White	White	White	Orange	Red
Green	Blue	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	White	White	White	White	Orange	Red
Green	Blue	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	White	White	White	White	Orange	Red
Green	Blue	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	White	White	White	White	Orange	Red
Green	Blue	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	White	White	White	White	Orange	Red
Green	Blue	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	White	White	White	White	Orange	Red
Green	Blue	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	White	White	White	White	Orange	Red
Green	Blue	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	White	White	White	White	Orange	Red

Строение и свойства атомов



валентность постоянная
 $V = 1$

степень окисления постоянная
 $C.O. = +1$

сильные восстановители

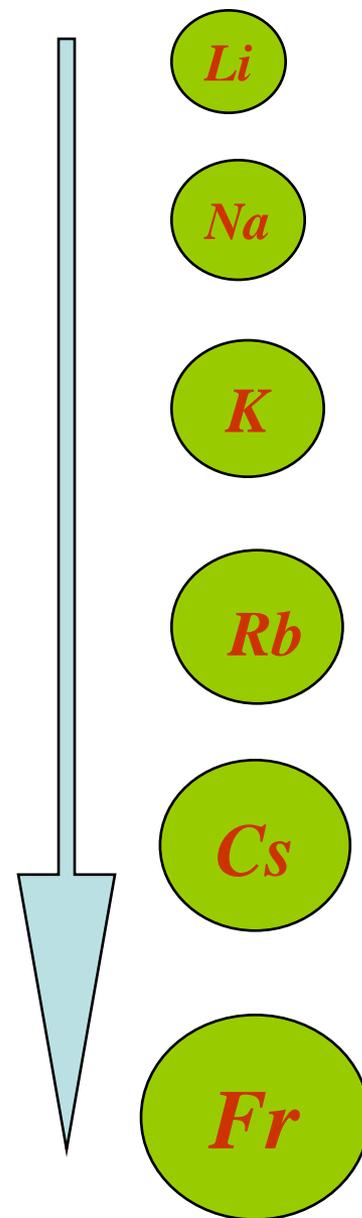


Электрохимический ряд напряжений металлов

Li, **Rb**, **K**, Ca, **Na**, Mg, Al, Mn, Zn, Cr, Fe, Pb, **H**, Cu, Hg, Ag, Pd, Pt, Au.

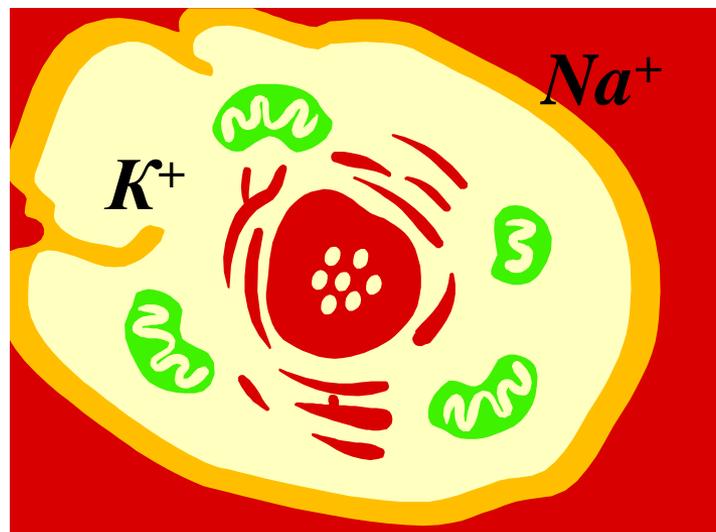
В РЯДУ ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ

- *Радиус атома увеличивается*
- *Увеличиваются восстановительные свойства (способность отдавать электроны)*
- *Уменьшается прочность химической связи металл – металл*
- *Уменьшается температура плавления, температура кипения*



Содержание в организме человека

Li	10^{-4}	
Na	0,08 %	60 г
K	0,23 %	160 г
Rb	10^{-5}	
Cs	10^{-4}	



Суточная
потребность:

калия – **2 – 3 г**

натрия – **1 г**

Физические свойства

*...легкоплавки и мягки,
серебристы,
как снежки...*



*Натрий – мягкий
металл, его можно
резать ножом*



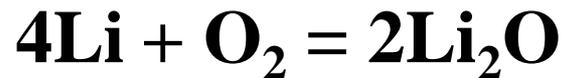
*Металлический
рубидий в ампуле*



*Металлический
золотисто-
белый цезий в
ампуле
(плавится в
руке)*

ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Щелочные металлы активно взаимодействуют почти со всеми неметаллами



С кислородом натрий образует не оксид, а пероксид: $2\text{Na}^0 + \text{O}_2^0 = \text{Na}_2\text{O}^{-1}_2$ пероксид

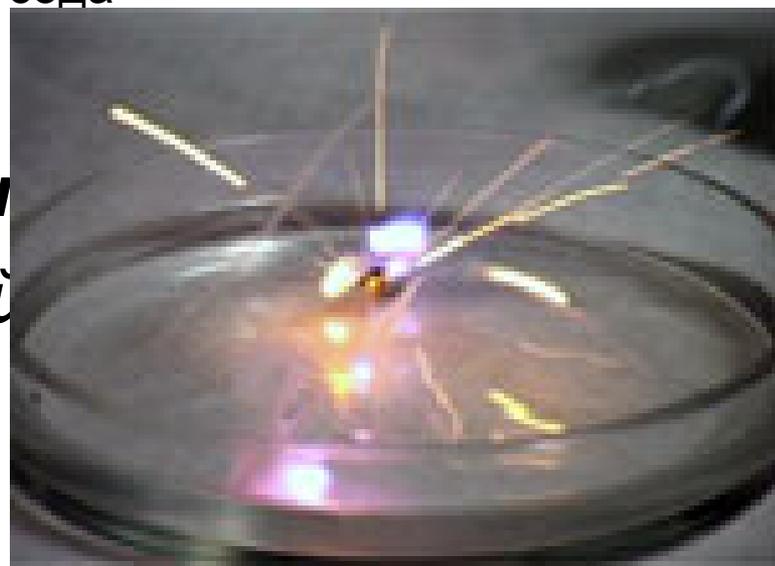
Калий, рубидий и цезий в этих же условиях дают надпероксиды $\text{Me}(\text{O}_2)^{-}$

Все щелочные металлы активно реагируют с водой, образуя щелочи и восстанавливая воду до водорода:

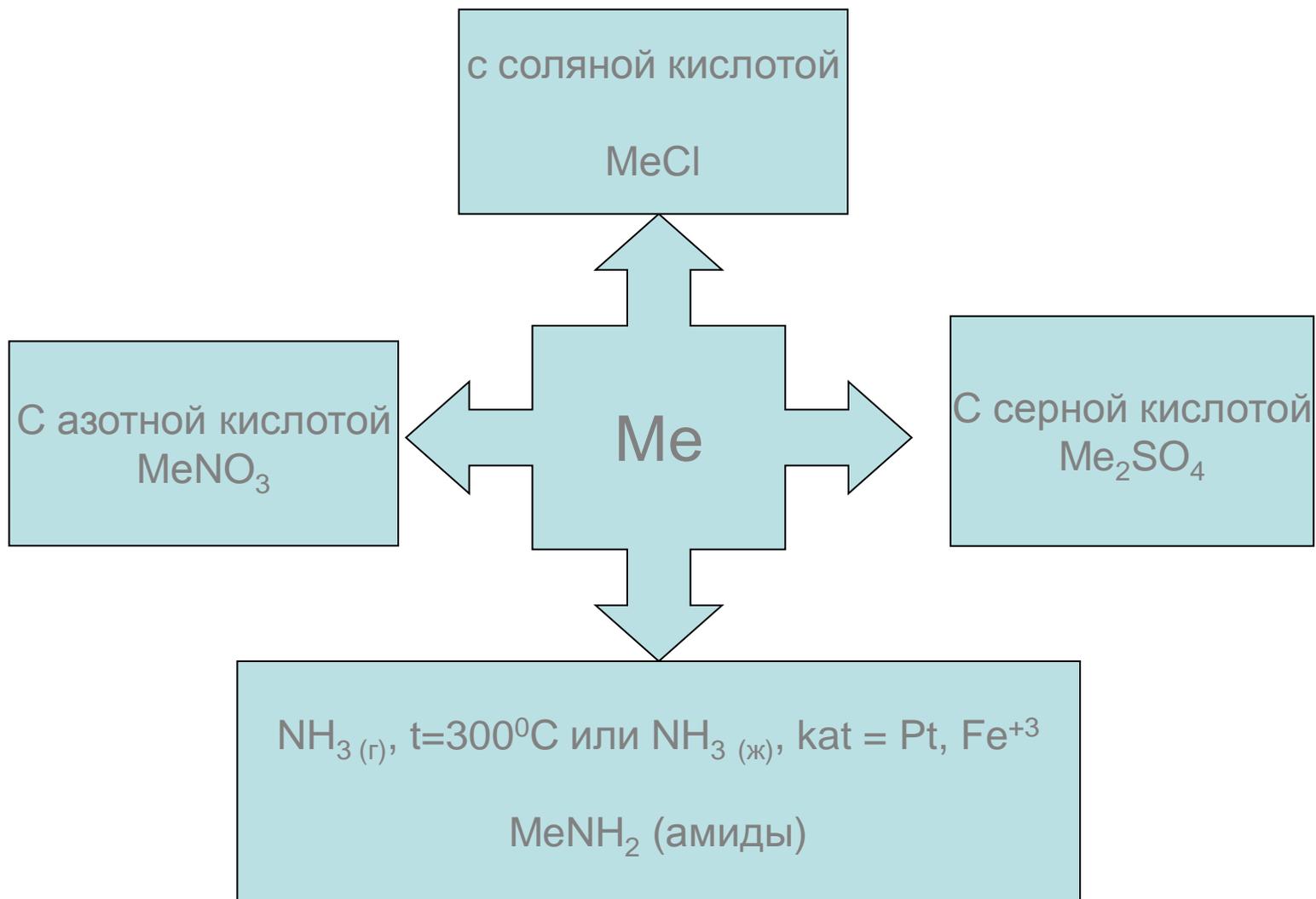


каустическая сода

Скорость взаимодействия щелочного металла с водой увеличивается от лития к цезию.



- На холоде бурно реагируют с разбавленными кислотами и аммиаком:



Оксиды (R_2O)

Типичные основные оксиды.

Реагируют с водой,

кислотными оксидами

и кислотами



Пероксиды, надпероксиды и озониды

Пероксиды и надпероксиды - сильные окислители. Легко разлагаются водой и углекислым газом



Озониды – еще более сильные окислители. Они образуются действием озона на твердые гидроксиды.



При хранении озониды разлагаются $2\text{KO}_3 = 2\text{KO}_2 + \text{O}_2$, а в воде бурно окисляются: $4\text{KO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} = 4 \text{KOH} + 5\text{O}_2$

Гидроксиды щелочных металлов (ROH)

Белые, кристаллические вещества, гигроскопичны; хорошо растворимы в воде (с выделением тепла). В водных растворах диссоциированы .



Химические свойства

**R–OH – сильные основания (щелочи)
(основность увеличивается в ряду: LiOH – NaOH – KOH – RbOH – CsOH);**

реагируют с кислотными оксидами и кислотами:



Окраска пламени ионами щелочных металлов

Li⁺



Na⁺



Cs⁺



Rb⁺



Нахождение в природе

$\text{Li}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2$ – сподумен

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

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

$\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ – полевой шпат (ортоклаз)

NaCl – каменная соль

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

NaNO_3 – чилийская селитра

*Кристаллы хлорида натрия –
минерал галит*



Применение солей щелочных металлов

Растворы хлорида натрия

NaCl 0.85-0.9 % - физиологический раствор

NaCl 3-5-10 % - гипертонический раствор – наружно в виде примочек и компрессов при лечении гнойных заболеваний.

NaCl 2-5 % - для промывания желудка при отравлении солями серебра

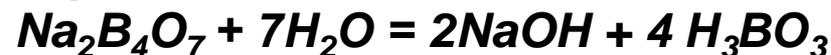
Гидрокарбонат натрия (пищевая сода) NaHCO₃ – белый кристаллический порошок:

=при повышенной кислотности желудочного сока



=В качестве антисептика: $\text{NaHCO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{NaOH} + \text{H}_2\text{CO}_3$

Натрия тетраборат (бура) Na₂B₄O₇*10H₂O – антисептик для полосканий, спринцеваний и смазываний



Натрия сульфат Na₂SO₄*10H₂O (глауберова соль) - слабительное

Калия хлорид KCl – при калиевом истощении

Калия йодид KI – для профилактики и лечения гипотиреоза

При лечение некоторых психических заболеваний ионы K⁺ и Na⁺ заменяют на ионы Li⁺. Концентрация Li⁺ в плазме должна контролироваться во избежание отрицательного эффекта.

Использованные источники

- http://wsyachina.narod.ru/chemistry/bio_elements.html Ю. Н. Кукушкин Химические элементы в организме человека
- http://bioelements.studenthost.ru/pages/page_moli.htm
- Ершов Ю.А., Плетенёва Т.В. Механизмы токсического действия неорганических соединений. М.: Медицина, 1989.