

Ca

Fr

Rb

Sr

Na

*Щелочные и Щелочноземельные  
металлы и их роль  
в организме человека*

K

Li

Cs

Ba

Ra

# Щелочные металлы

Щелочные металлы – это элементы главной подгруппы I группы Периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева: *литий Li, натрий Na, калий K, рубидий Rb, цезий Cs и франций Fr*. Эти металлы получили название щелочных, потому что большинство их соединений растворимо в воде. По-славянски «выщелачивать» означает «растворять», это и определило название данной группы металлов. При растворении щелочных металлов в воде образуются растворимые гидроксиды, называемые *щёлочами*.



# Общая характеристика

Атомный номер	Название	Атомная масса	Электронная конфигурация	$\rho$ г/см <sup>3</sup>	$t^{\circ}\text{пл.}$ °C	$t^{\circ}\text{кип.}$ °C	ЭО	Атомный радиус, нм	Степень окисления
3	Литий	6,9	[He] 2s <sup>1</sup>	0,531	180,5	1347	0,97	0,157	+1
11	Натрий	23,0	[Ne]3s <sup>1</sup>	0,97	97,9	882,9	1,01	0,191	+1
19	Калий	39,1	[Ar] 4s <sup>1</sup>	0,859	63,65	774	0,91	0,236	+1
27	Рубидий	85,5	[Kr] 5s <sup>1</sup>	1,53	38,4	688	0,89	0,253	+1
55	Цезий	132,9	[Xe] 6s <sup>1</sup>	1,88	28,4	678	0,86	0,274	+1
87	Франций	223	[Rn] 7s <sup>1</sup>	-	-	-	-	-	+1

# НАХОЖДЕНИЕ В ПРИРОДЕ

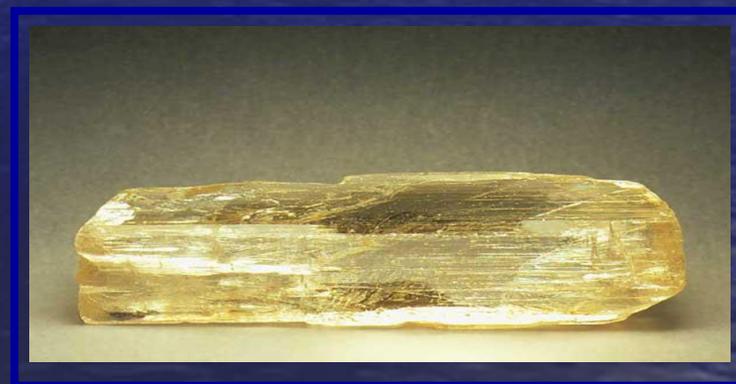
- ◆ **Li**:  $\text{Li}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2$  – сподумен
- ◆ **Na**:  $\text{NaCl}$  - каменная соль  
 $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  - глауберова соль (мирабилит)  
 $\text{NaNO}_3$  – чилийская селитра
- ◆ **K**:  $\text{KCl} \cdot \text{NaCl}$  – 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)



**Карналлит**



**Каменная соль**



**Сподумен**

# ПОЛУЧЕНИЕ

## Литий

В настоящее время для получения металлического лития его природные минералы или разлагают серной кислотой (кислотный способ), или спекают с CaO или CaCO<sub>3</sub> (щелочной способ), или обрабатывают K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (солевой способ), а затем выщелачивают водой. В любом случае из полученного раствора выделяют плохо растворимый карбонат лития Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, который затем переводят в хлорид LiCl. Электролиз расплава хлорида лития проводят в смеси с KCl или BaCl<sub>2</sub> (эти соли служат для понижения температуры плавления смеси).



В дальнейшем полученный литий очищают методом вакуумной дистилляции.

# ПОЛУЧЕНИЕ

## Натрий



Первым способом получения натрия стала реакция восстановления карбоната натрия углем при нагревании тесной смеси этих веществ в железной ёмкости до 1000°C:



Затем появился другой способ получения натрия — электролиз расплава едкого натра или хлорида натрия.

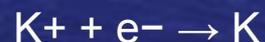
# ПОЛУЧЕНИЕ

## Калий



Калий, как и другие щелочные металлы, получают электролизом расплавленных хлоридов или щелочей. Так как хлориды имеют более высокую температуру плавления (600—650 °С), то чаще проводят электролиз расплавленных щелочей с добавкой к ним соды или поташа (до 12 %). При электролизе расплавленных хлоридов на катоде выделяется расплавленный калий, а

на аноде — хлор:



При электролизе щелочей на катоде также выделяется расплавленный калий, а на аноде — кислород:



Вода из расплава быстро испаряется. Чтобы калий не взаимодействовал с хлором или кислородом, катод изготовляют из меди и над ним помещают медный цилиндр. Образовавшийся калий в расплавленном виде собирается в цилиндре.

# ПОЛУЧЕНИЕ

## Рубидий

Большую часть добываемого рубидия получают как побочный продукт при производстве лития из лепидолита. После выделения лития в виде карбоната или гидроксида рубидий осаждают из маточных растворов в виде смеси алюморубидиевых, алюмокалиевых и алюмоцезиевых квасцов  $\text{RbAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CsAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ . Смесь разделяют многократной перекристаллизацией.

Рубидий также выделяют и из отработанного электролита, получающегося при получении магния из карналлита. Из него рубидий выделяют сорбцией на осадках ферроцианидов железа или никеля. Затем ферроцианиды прокаливают и получают карбонат рубидия с примесями калия и цезия. При получении цезия из поллуцита рубидий извлекают из маточных растворов после осаждения  $\text{Cs}_3[\text{Sb}_2\text{Cl}_9]$ . Можно извлекать рубидий и из технологических растворов, образующихся при получении глинозёма из нефелина.

Для извлечения рубидия используют методы экстракции и ионообменной хроматографии. Соединения рубидия высокой чистоты получают с использованием полигалогенидов.



# ПОЛУЧЕНИЕ

## Цезий

Существует несколько лабораторных методов получения цезия. Он может быть получен:

- ❖ нагревом в вакууме смеси хромата или дихромата цезия с цирконием;
- ❖ разложением азиды цезия в вакууме;
- ❖ нагревом смеси хлорида цезия и специально подготовленного кальция.

Все методы являются трудоёмкими. Второй позволяет получить высокочистый металл, однако является взрывоопасным и требует на реализацию несколько суток.



# ПОЛУЧЕНИЕ

## Франций

Микроскопические количества франция-223 и франция-224 могут быть химически выделены из минералов урана и тория. Другие изотопы франция получают искусственным путём с помощью ядерных реакций.

# Физические свойства

В виде простых веществ - мягкие, серебристо белые металлы, цезий имеет золотисто-желтый цвет. Плотности лития, натрия и калия меньше плотности воды ( $1 \text{ г/см}^3$ ), температура плавления плавно уменьшается от лития ( $180^\circ\text{C}$ ) к цезию ( $28^\circ\text{C}$ ). Так же изменятся и температура кипения - от  $1337^\circ\text{C}$  у лития до  $668^\circ\text{C}$  у цезия. Твердость щелочных металлов мала - они легко режутся ножом.

В видимой области спектра в парах щелочные металлы имеют интенсивные линии излучения: натрий - желтую, литий - карминово-красную, калий - фиолетовую, рубидий - красную, цезий - голубую. Это позволяет распознавать эти металлы с помощью пламенной фотометрии.

# Химические свойства

Из-за высокой химической активности щелочных металлов по отношению к воде, кислороду, азоту их хранят под слоем керосина. Чтобы провести реакцию со щелочным металлом, кусочек нужного размера аккуратно срезают скальпелем под слоем керосина, в атмосфере аргона тщательно очищают поверхность металла от продуктов его взаимодействия с воздухом и только потом помещают образец в реакционный сосуд.

**Щелочные металлы** обладают следующими свойствами:

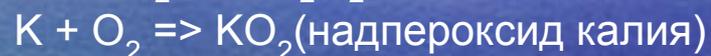
1) Взаимодействие с водой. Важное свойство щелочных металлов – их высокая активность по отношению к воде. Наиболее спокойно (без взрыва) реагирует с водой литий:



При проведении аналогичной реакции натрия горит жёлтым пламенем и происходит небольшой взрыв. Калий ещё более активен: в этом случае взрыв гораздо сильнее, а пламя окрашено в фиолетовый цвет.

2) Взаимодействие с кислородом. Продукты горения щелочных металлов на воздухе имеют разный состав в зависимости от активности металла.

# Химические свойства



3) В реакциях с другими неметаллами образуются бинарные соединения:



4) Взаимодействие с другими веществами. При нагревании щелочные металлы способны реагировать с другими металлами, образуя *интерметаллиды*. Активно (со взрывом) реагируют щелочные металлы с кислотами.

Щелочные металлы растворяются в жидком аммиаке и его производных — аминах и амидах:

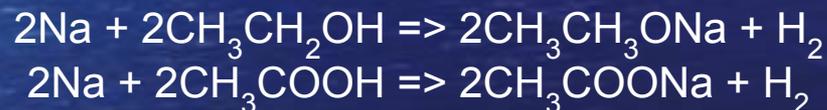
# Химические свойства



При растворении в жидком аммиаке щелочной металл теряет электрон, который сольватируется молекулами аммиака и придаёт раствору голубой цвет. Образующиеся амиды легко разлагаются водой с образованием щёлочи и аммиака:



Щелочные металлы взаимодействуют с органическими веществами - спиртами (с образованием алкоголятов) и карбоновыми кислотами (с образованием солей):



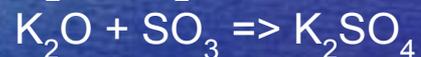
5) Качественная реакция на катионы щелочных металлов - окрашивание пламени в следующие цвета:

$\text{Li}^+$  - карминово-красный;  $\text{Na}^+$  - жёлтый

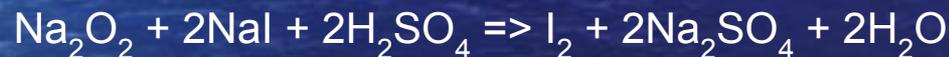
$\text{K}^+$ ,  $\text{Rb}^+$ ,  $\text{Cs}^+$  - фиолетовый

# Химические свойства

**Оксиды щелочных металлов** обладают всеми свойствами, присущими основным оксидам: они реагируют с водой, кислотными оксидами и кислотами:



*Пероксиды и надпероксиды* проявляют свойства сильных окислителей:



*Пероксиды и надпероксиды* интенсивно взаимодействуют с водой, образуя гидроксиды:



# Роль металлов в организме человека

## Литий

В течение суток в организм взрослого человека поступает около 100 мкг лития. Ионы лития  $\text{Li}^+$  быстро и практически полностью абсорбируются из желудочно-кишечного тракта, по-видимому, из тонкого кишечника, а также из мест парентерального введения. Ионы лития легко проникают через биологические мембраны. Среднее содержание лития (в мкг/г), в различных органах значительно различается: в лимфоузлах – 200, легких – 60, печени – 7, цельной крови – 6, мышцах – 5, мозге – 4. Литий можно обнаружить в костях, кишечнике, надпочечниках и других тканях. Выведение лития осуществляется преимущественно через почки и в меньшей степени с калом и потом. В организме литий, по-видимому, способствует высвобождению магния из клеточных «депо» и тормозит передачу нервного импульса, тем самым, снижая возбудимость нервной системы.

Имеются данные о воздействии лития на структурные компоненты организма на различных уровнях. Одним из органов-мишеней лития может быть скелет и щитовидная железа. В костной ткани при длительном воздействии лития его концентрация оказывается более высокой, чем в других органах. Скелет, несомненно, является местом активного взаимодействия лития с магнием, кальцием и другими минеральными компонентами костной ткани. Имеются данные о влиянии лития на нейро-эндокринные процессы, жировой и углеводный обмен. В обменных процессах литий активно взаимодействует с ионами  $\text{K}^+$  и  $\text{Na}^+$ .

# Роль металлов в организме человека

## Литий

Назначение препаратов лития на фоне дефицита натрия опасно для здоровья, т.к. может вызывать поражение почек. Кроме того, к побочным эффектам терапии препаратами лития, можно отнести угнетение функции щитовидной железы путем блокирования литием высвобождения ТТГ-релизинг фактора, ТТГ и тироксина. Под влиянием лития возрастает поглощение глюкозы, синтез гликогена и уровень инсулина в сыворотке крови больных диабетом, применяющих препараты лития, снижается уровень глюкозы и кетоновых тел в моче. Литий обладает инсулиноподобным эффектом.

Токсическая доза для человека: 92-200 мг.

Летальная доза для человека: данные отсутствуют.

# Роль металлов в организме человека

## Натрий

Натрий широко распространен во всех органах, тканях и биологических жидкостях организма человека.

В противоположность калию, большая часть натрия находится во внеклеточных жидкостях - около 50%, в костях и хрящах - около 40% и менее 10% - внутри клеток.

Натрий играет важную роль в процессе внутриклеточного и межклеточного обмена. Вместе с калием натрий участвует в возникновении нервного импульса, играет роль в механизме кратковременной памяти, влияет на состояние мышечной и сердечно-сосудистой систем; ионы натрия и хлора также играют важную роль в секреции соляной кислоты в желудке.

Соотношение ионов натрия и калия выполняют два важных взаимосвязанных процесса: поддерживают постоянное осмотическое давление и постоянный объем жидкости. Потребление натрия в большом количестве ведет к потере калия. Именно для этого важное значение имеет сбалансированное поступление в организм как калия, так и натрия.

Суточная потребность человека, как правило, перекрывается потреблением поваренной соли, которая является основным источником натрия. В сутки человек употребляет 10-12 г поваренной соли, в том числе в хлебе и натуральных пищевых продуктах.

# Роль металлов в организме человека

## Натрий

Ряд ученых высказывают мнение, что количество потребляемой соли в сутки должно быть значительно меньше и ограничиваться содержанием ее в продуктах питания. Считается, что употребление большого количества поваренной соли является одной из основных причин развития гипертонической болезни.

В тоже время отмечается, что потребность в натрии увеличивается пропорционально его потере с мочой и потом. При значительных физических нагрузках, особенно в жаркое время года или во время работы в горячих цехах, потребность в поваренной соли возрастает до 20 г в сутки.

Всасывание натрия при поступлении в организм человека начинается уже в желудке и происходит в основном в тонком кишечнике.

Недостаточность натрия в организме (гипонатриемия) развивается:

- ❖ при недостаточном поступлении натрия в организм с пищей (при анорексии, заболеваниях пищеварительного тракта, бессолевой диете и др.)
- ❖ при избыточном выведении натрия почками (почечная недостаточность, гипокортицизм, лечение диуретиками)
- ❖ при избыточном выведении натрия через кожу (длительное обильное потоотделение, обширные ожоги кожи)
- ❖ при потере натрия (повторные рвоты, поносы, удаление жидкости при асците, гидротораксе)

# Роль металлов в организме человека

## Натрий

❖ при избыточном поступлении в организм воды или при патологической задержке ее в организме (при сердечной недостаточности, циррозах печени и др.), при которых развивается так называемая гипонатриемия от разведения, хотя общее количество натрия в организме может быть нормальным или даже повышенным.

Проявляется гипонатриемия при суточном поступлении натрия с пищей менее 0,5 г следующими признаками: сухая кожа со сниженной эластичностью и тургором, нередко судороги в мышцах голени, ано-рекия, жажда, тошнота и рвота, апатия, сонливость, иногда спутанность сознания. Отмечается значительное снижение артериального давления, тахикардия. Выделение мочи резко снижено или отсутствует (олигурия или анурия). Лечение проводят только в плане комплексной терапии с учетом основной патологии, которая вызвала гипонатриемию.

При избыточном употреблении в пищу поваренной соли отмечается задержка в организме жидкости, которая затрудняет работу сердца и почек, может вызвать повышение артериального давления. В этих случаях резко ограничивают в суточном рационе количество поваренной соли ("бессолевая диета") для больных с сердечно-сосудистой недостаточностью, гипертонической болезнью и рядом заболеваний почек. В такой диете количество хлоридов натрия ограничивается содержанием в натуральных продуктах (0,5-3 г в сутки).

В медицинской практике используются растворы натрия хлорида, чаще 0,9% раствор для приготовления растворов различных лекарственных препаратов и для внутривенного введения по медицинским показаниям.

# Роль металлов в организме человека

## Калий

Калий, как и натрий, играет большую роль в образовании буферных систем, предотвращающих сдвиги реакции среды и обеспечивающих их постоянство. Калий относится к основным внутриклеточным катионам, являясь необходимым компонентом внутриклеточной среды всех живых организмов. В организме человека около 98% калия находится внутри клеток тканей. Для всех тканей характерно определенное соотношение концентраций между калием и натрием, который содержится преимущественно во внеклеточной среде.

В некоторых физиологических процессах калий выступает как антагонист натрия: увеличение концентрации калия в организме приводит к выведению из организма натрия. Соединения калия оказывают влияния на коллоидное состояние тканей, способствуют выведению из организма жидкости. Это свойство калия используют в так называемых "калиевых диетах" (диета с повышенным содержанием калия) при сердечно-сосудистой и почечной недостаточности для повышения мочевыделения и выведения натрия.

Общее содержание калия в организме человека составляет 160-250 г. Но это количество меняется в зависимости от возраста, пола, конституции человека. Эти сдвиги связаны и с изменением клеточной массы тела.

Калий в основном содержится в растительных продуктах питания, с которыми поступает в организм человека.

Наиболее богаты содержанием калия: соя, фасоль, горох.

# Роль металлов в организме человека

## Калий

Существенными источниками калия являются крупы, картофель, хлеб, абрикосы, персики, бананы и другие продукты.

Суточная потребность калия для взрослого человека 2-3 г в сутки, а для ребенка - 16-30 мг на кг массы тела. Необходимый минимум потребления калия для человека в сутки составляет около 1 г. При нормальном пищевом рационе суточная потребность в калии полностью удовлетворяется, но отмечаются еще сезонные колебания в потреблении калия. Так, весной его потребление невысоко - около 3 г/сутки, а осенью максимальное потребление - 5-6 г/сутки.

Для нормального обмена веществ в пищевом рационе должно выдерживаться соотношение между калием и натрием - 1:2.

Учитывая тенденцию современных людей к употреблению с пищей большого количества поваренной соли, также возрастает и потребность в калии, который может нейтрализовать неблагоприятное влияние избытка количества натрия на организм.

Недостаток поступления калия с пищей может привести к дистрофии даже при нормальном содержании белков в рационе. Нарушение обмена калия проявляется при хронических заболеваниях почек и сердечно-сосудистой системы, при заболеваниях желудочно-кишечного тракта (особенно, сопровождающихся поносом и рвотой), при заболевании желез внутренней секреции и другой патологии.

# Роль металлов в организме человека

## Калий

Недостаток калия в организме проявляется прежде всего нарушениями нервно-мышечной и сердечнососудистой систем (сонливость, нарушение движений, дрожание конечностей, замедленное сердцебиение). В лечебных целях применяются препараты калия.

Избыток калия наблюдается значительно реже, но представляет собой крайне опасное состояние: вялые параличи конечностей, изменения со стороны сердечно-сосудистой системы. Такое состояние может проявляться при выраженном обезвоживании организма, гиперкортицизме с нарушением функции почек и при введении больному большого количества калия.

# Роль металлов в организме человека

## Рубидий, Цезий и Франций

Цезий и рубидий относят к малоизученным микроэлементам. Эти элементы находятся в окружающей среде и поступают в организм различными путями, в основном с пищей. Установлено их постоянное наличие в организме. Однако до сих пор эти элементы не считаются биотическими.

Рубидий и цезий найдены во всех исследованных органах млекопитающих и человека. Поступая в организм с пищей, они быстро всасываются из желудочно-кишечного тракта в кровь. Средний уровень рубидия в крови составляет 2,3-2,7 мг/л, причем его концентрация в эритроцитах почти в три раза выше, чем в плазме. Рубидий и цезий весьма равномерно распределяется в органах и тканях, причем, рубидий, в основном, накапливается в мышцах, а цезий поступает в кишечник и вновь реабсорбируется в нисходящих его отделах.

Известна роль рубидия и цезия в некоторых физиологических процессах. В настоящее время установлено стимулирующее влияние этих элементов на функции кровообращения и эффективность применения их солей при гипотониях различного происхождения. Исходя из выраженного гипертензивного и сосудосуживающего действия, соли цезия еще в 1888 г. впервые были применены С.С.Боткиным при нарушениях функции сердечно-сосудистой системы. В лаборатории И.П.Павлова С. С.Боткиным было установлено, что хлориды цезия и рубидия вызывают повышение артериального давления на длительное время и, что это действие связано, главным образом, с усилением сердечно-сосудистой деятельности и сужением периферических сосудов.

# Роль металлов в организме человека

## Рубидий, Цезий и Франций

Установлено адреноблокирующее и симпатомиметическое действие солей цезия и рубидия на центральные и периферические адренореактивные структуры, которое особенно ярко выражено при подавлении тонуса симпатического отдела центральной нервной системы и дефиците катехоламинов. Солям этих металлов свойственен, главным образом, бетта-адреностимулирующий эффект.

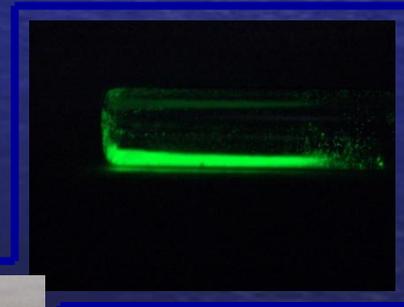
Соли рубидия и цезия оказывают влияние на неспецифические показатели иммунобиологической резистентности - они вызывают значительное увеличение титра комплемента, активности лизоцима, фагоцитарной активности лейкоцитов. Есть указание на стимулирующее влияние солей рубидия и цезия на функции кроветворных органов. В микродозах они вызывают стимуляцию эритро- и лейкопоза (на 20-25%), заметно повышают резистентность эритроцитов, увеличивают содержание гемоглобина в них.

Хлорид рубидия и хлорид цезия участвуют в газовом обмене, активируя деятельность окислительных ферментов, соли этих элементов повышают устойчивость организма к гипоксии.

Франций. Соль франция  $\text{FrCl}$  использовалась для обнаружения раковых опухолей, но по причине чрезвычайно высокой стоимости эту соль в масштабных разработках использовать невыгодно.

# Щелочноземельные металлы

Щелочноземельные металлы — химические элементы: *кальций Ca, стронций Sr, барий Ba, радий Ra*. Названы так потому, что их оксиды — «земли» (по терминологии алхимиков) — сообщают воде щелочную реакцию. Соли щелочноземельных металлов, кроме радия, широко распространены в природе в виде минералов.



# Общая характеристика

Атомный номер	Название	Атомная масса	Электронная конфигурация	$r$ г/с <sup>3</sup>	$t^{\circ}$ пл. °С	$t^{\circ}$ кип. °С	ЭО	Атомный радиус, нм	Степень окисления
20	Кальций	40,08	[Ar] 4s <sup>2</sup>	1,54	850	1487	1,0	0,2	+2
38	Стронций	87,62	[Kr] 5s <sup>2</sup>	2,67	770	1367	1,0	0,213	+2
56	Барий	137,34	[Xe] 6s <sup>2</sup>	3,61	710	1637	0,9	0,25	+2
88	Радий	226	[Rn] 7s <sup>2</sup>	6	700	1140	0,9	-	+2

# НАХОЖДЕНИЕ В ПРИРОДЕ

- ❖ **Ca:**  $\text{CaCO}_3$  – кальцит (известняк, мрамор и др.)  
 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  – апатит, фосфорит  
 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  – гипс  
 $\text{CaSO}_4$  – ангидрит  
 $\text{CaF}_2$  – плавиковый шпат (флюорит)

- ❖ **Sr:**  $\text{SrSO}_4$  – целестин  
 $\text{SrCO}_3$  – стронцианит

- ❖ **Ba:**  $\text{BaSO}_4$  – барит  
 $\text{BaCO}_3$  – витерит



Барит



Ангидрит

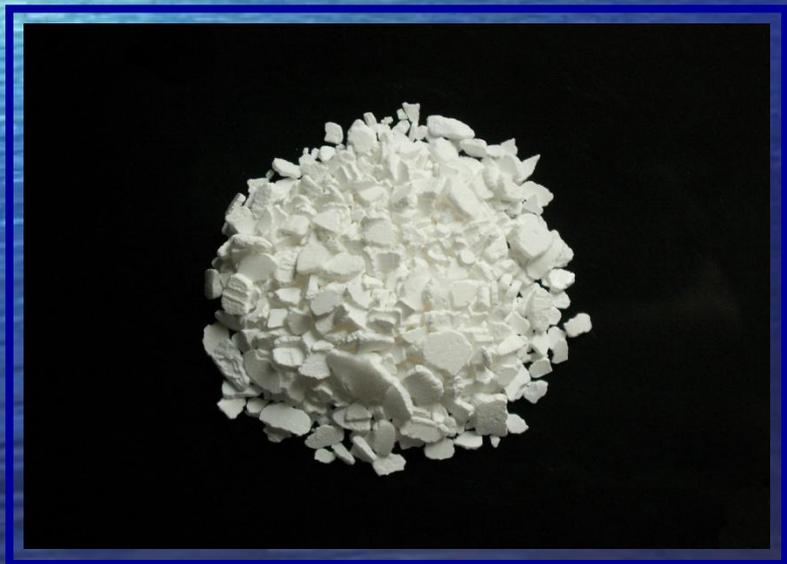
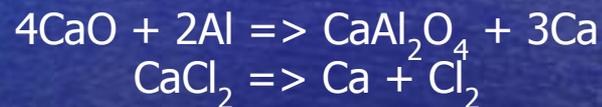


Целести  
н

# ПОЛУЧЕНИЕ

## Кальций

Свободный металлический кальций получают электролизом расплава, состоящего из  $\text{CaCl}_2$  (75-80 %) и  $\text{KCl}$  или из  $\text{CaCl}_2$  и  $\text{CaF}_2$ , а также алюминотермическим восстановлением  $\text{CaO}$  при 1170—1200 °С:



# ПОЛУЧЕНИЕ

## Стронций

Существуют три способа получения стронция:

- ❖ термическое разложение некоторых соединений
- ❖ электролиз
- ❖ восстановление оксида и хлорида



Основным промышленным способом получения металлического стронция является термическое восстановление его оксида алюминием. Далее полученный стронций очищается возгонкой.



Электролитическое получение стронция электролизом расплава смеси  $\text{SrCl}_2$  и  $\text{NaCl}$  не получило широкого распространения из-за малого выхода по току и загрязнения стронция примесями.

При термическом разложении гидроксида или нитрида стронция образуется мелкодисперсный стронций, склонный к легкому воспламенению.

# ПОЛУЧЕНИЕ

## Барий

Основное сырье для получения бария — баритовый концентрат (80-95 % BaSO<sub>4</sub>), который в свою очередь получают флотацией барита. Сульфат бария в дальнейшем восстанавливают коксом или природным газом:



Далее сульфид при нагревании гидролизуют до гидроксида бария Ba(OH)<sub>2</sub> или под действием CO<sub>2</sub> превращают в нерастворимый карбонат бария BaCO<sub>3</sub>, который затем переводят в оксид бария BaO (прокаливание при 800 °C для Ba(OH)<sub>2</sub> и выше 1000 °C для BaCO<sub>3</sub>):



Металлический барий получают из оксида восстановлением алюминием в вакууме при 1200-1250°C:

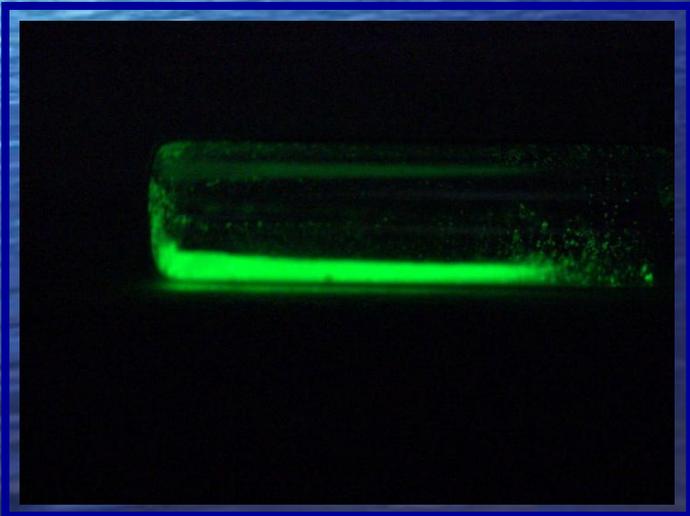


Очищают барий перегонкой в вакууме или зонной плавкой.

# ПОЛУЧЕНИЕ

## Радий

Получить чистый радий в начале XX в. стоило огромного труда. Мария Кюри трудилась 12 лет, чтобы получить крупинку чистого радия. Чтобы получить всего 1 г чистого радия, нужно было несколько вагонов урановой руды, 100 вагонов угля, 100 цистерн воды и 5 вагонов разных химических веществ. Поэтому на начало XX в. в мире не было более дорогого металла. За 1 г радия нужно было заплатить больше 200 кг золота.



# Физические свойства

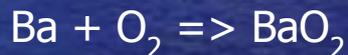
Внешне – серебристо-белые блестящие металлы, твердость значительно выше, чем у щелочных металлов. Твердость по группе уменьшается сверху вниз, барий по твердости близок к свинцу. Температуры плавления щелочноземельных металлов выше, чем у щелочных и составляют: для кальция 851оС, стронция 770оС, бария 710оС. Плотности щелочноземельных металлов в подгруппе сверху вниз увеличиваются и равны для Ca, Sr и Ba, соответственно 1,54, 2,63 и 3,76 г/см<sup>3</sup>.

# Химические свойства

1) Реакция с водой. Ca, Sr и Ba растворяются в воде с образованием гидроксидов, которые являются сильными основаниями:



2) Реакция с кислородом. Все металлы образуют оксиды RO, барий-пероксид – BaO<sub>2</sub>.



3) С другими неметаллами образуются бинарные соединения:



# Химические свойства

4) Все металлы растворяются в кислотах:



5) Качественная реакция на катионы щелочноземельных металлов – окрашивание пламени в следующие цвета:

$\text{Ca}^{2+}$  - темно-оранжевый

$\text{Sr}^{2+}$  - темно-красный

$\text{Ba}^{2+}$  - светло-зеленый

# Роль металлов в организме человека

## Кальций

Наряду с пластической и структурной функциями (основа минерального компонента костной ткани), кальций играет решающую роль в осуществлении многих физиологических и биохимических процессов. Он необходим для нормальной возбудимости нервной системы и сократимости мышц, является активатором ряда ферментов и гормонов и важнейшим компонентом свертывающей системы крови.

Содержание кальция в организме взрослого человека - около 20 г на 1 кг массы тела, а у новорожденного - 9 г на 1 кг массы тела. Около 99% всего кальция, находящегося в организме человека, содержится в костной и хрящевой тканях в виде различных соединений. Остальная часть кальция содержится внутри клеток мягких тканей и во внеклеточной жидкости.

Необходимая суточная доза потребления кальция с пищей для взрослого человека составляет 0,8-1,1 г. Однако, надо учитывать, что не все формы кальция, содержащиеся в пище, легко усваиваются организмом.

Усвоение кальция идет очень трудно. Соединения кальция нерастворимы в воде, а поэтому, попадая с пищей в организм человека лишь частично переходят в растворимые соединения под влиянием желудочного сока и щелочной среды тонкого кишечника. Только желчные кислоты способны перевести большую часть кальция в усвояемые формы. Считается, что наиболее усвояемые формы кальция содержатся в молоке, а поэтому сбалансированный рацион должен включать в себя не менее 0,5 л молока в сутки.

# Роль металлов в организме человека

## Кальций

Выводится кальций из организма в зависимости от характера пищи, с которой поступает. В растущем организме процесс окостенения происходит при нормальном соотношении между кальцием и фосфором в суточном пищевом рационе. Регулирует это соотношение витамин Д.

Пониженное содержание кальция в организме человека (гипокальциемия) наблюдается при нарушении функции паращитовидных желез (гипопаратиреозидизме), нарушении всасывания в кишечнике, недостаточном выделении желчи и других заболеваниях. Гипокальциемия проявляется: тетанией (повышенная возбудимость нервной системы, проявляющаяся судорожными приступами), трофическими нарушениями, катарактой, выкрашиванием зубов, выпадением волос.

Повышенное содержание кальция в организме человека (гиперкальциемия) наблюдается при избыточном введении солей кальция, повышенном их всасывании из кишечника, снижении выделения кальция через почки, при повышенном употреблении витамина Д и ряде заболеваний. Проявляется гиперкальциемия задержкой роста, ухудшением аппетита, рвотой, запорами, жаждой, повышенным мочевыделением, снижением тонуса мышц, повышением рефлексов, ухудшением памяти, реже - спутанностью сознания. Возможно отложение кальция в сосудах почек, в органах и даже в роговице глаз.

Кроме медикаментозных препаратов, назначаемых при гипокальциемии и недостатке кальция в пищевом рационе, кальций входит наравне с другими химическими элементами в комплексы поливитаминов.

# Роль металлов в организме человека

## Стронций

Вместе с пищей в организм взрослого человека поступает 0,8–3,0 мг стронция в сутки. При избыточном поступлении стронция возникает так называемый «стронциевый рахит» или «уровская болезнь». Это эндемическое заболевание, впервые обнаруженное у населения, проживающего вблизи реки Уров в Восточной Сибири. «Уровская болезнь» возникает вследствие вытеснения ионов кальция ионами стронция из костной ткани или повышенного поступления в организм стронция на фоне дефицита кальция. Накопление в организме стронция приводит к поражению всего организма, однако наиболее типичным для этого заболевания является развитие дистрофических изменений костно-суставной системе в период роста и развития организма (формируется симметричный деформирующий остеопороз из-за торможения роста костей со стороны метаэпифизарных хрящей). Болезнь впервые описана у человека российскими врачами Н.М. Кашиным и Е.В. Беком в 1895-1900 гг (второе название уровской болезни – болезнь Кашина-Бека). Как правило, это заболевание сопровождается выраженным нарушением фосфорно-кальциевого соотношения в крови, дисбактериозом кишечника.

Стронций, поступающий с пищей, относительно плохо усваивается организмом (около 5-10%). В основном богаты стронцием растительные продукты, а также кости и хрящи. Абсорбция стронция происходит в основной, 12-перстной и подвздошной кишке. Абсорбированный в организме стронций затем выводится, в основном с мочой, в меньшей степени с желчью. В фекалиях находится неабсорбированный стронций.

# Роль металлов в организме человека

## Стронций

В организме взрослого человека массой 70 кг находится около 320 мг стронция, причем его основное количество (до 99%) депонировано в костях. Относительно высоки концентрации стронция в лимфатических узлах ( $0,30 \pm 0,08$  мкг/г), легких ( $0,20 \pm 0,02$ ), яичниках ( $0,14 \pm 0,06$ ), печени и почках ( $0,1 \pm 0,03$ ). В цельной крови обнаружено  $0,02 \pm 0,002$  мкг/мл стронция.

Токсическая доза для человека: не токсичен.

Летальная доза для человека: нет данных.

# Роль металлов в организме человека

## Барий

Барий относится к токсичным ультрамикроэлементам. Содержание бария в организме взрослого человека составляет около 20 мг, среднесуточное поступление лежит в пределах 0,3-1 мг. Всасываемость растворимых солей бария в желудочно-кишечном тракте составляет около 10%, иногда этот показатель достигает до 30%. В дыхательных путях резорбция достигает 60-80%. Содержание бария в плазме крови изменяется параллельно изменениям концентрации кальция. В незначительных количествах барий находится во всех органах и тканях, однако всего его больше в головном мозге, мышцах, селезенке и хрусталике глаза. Около 90% всего содержащегося в организме бария концентрируется в костях и зубах.

Установлено, что при ишемической болезни сердца, хронической коронарной недостаточности, заболеваниях органов пищеварения содержание бария в тканях снижается. Даже в ничтожных концентрациях барий оказывает выраженное влияние на гладкие мышцы.

Токсическая доза для человека: 200 мг.

Летальная доза для человека: 3,7 г.

# Роль металлов в организме человека

## Радий

Радий чрезвычайно радиотоксичен. В организме он ведёт себя подобно кальцию — около 80 % поступившего в организм радия накапливается в костной ткани. Большие концентрации радия вызывают остеопороз, самопроизвольные переломы костей и злокачественные опухоли костей и кроветворной ткани. Опасность представляет также радон — газообразный радиоактивный продукт распада радия.