

Металлы ЖИЗНИ

Авторы урока:

АЛЕКСЕЕВА ГАЛИНА МИХАЙЛОВНА,

Кандидат химических наук, заведующая кафедры аналитической химии ФГБОУ ВО СПХФУ

ТРУХАНОВА ЮЛИЯ АЛЕКСАНДРОВНА,

ассистент кафедры аналитической химии ФГБОУ ВО СПХФУ



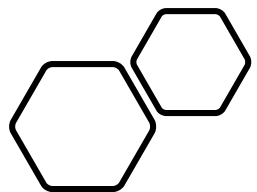
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ОРГАНИЗАЦИИ УРОЧНОЙ И ВНЕУРОЧНОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РАМКАХ МОДУЛЯ

Для возраста

10-11 класс

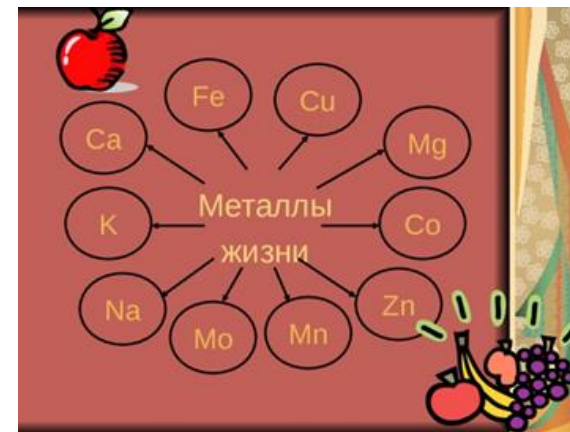
Трудоемкость

2 часа



Металлы, которые всегда с тобой

- Для живых существ необходимы по крайней мере 10 металлов: железо, медь, магний, кобальт, цинк, марганец, молибден, натрий, калий и кальций. Их называют **металлами жизни**.
- Содержание большинства из них в организме ничтожно. Но отсутствие хотя бы малой толики любого такого микроэлемента приводит к недугам. Металлы жизни и их соединения чрезвычайно заинтересовали учёных различных направлений. Это позволило найти принципиально новые подходы к лечению болезней, считавшихся раньше неизлечимыми.



Металлы жизни

- На долю металлов в организме приходится **2,4 %**.
- Все «металлы жизни» в организме или находятся в виде свободных катионов, или являются ионами — комплексообразователями, связанными с биолигандами. Принимают активное участие в обмене веществ. Среди них различают микро и макро- и микроэлементы. К макроэлементам относятся натрий, магний, калий и кальций.
- В последние годы все сильнее подтверждается важная биологическая роль большинства металлов. Многочисленными исследованиями установлено, что влияние металлов весьма разнообразно и зависит от содержания в окружающей среде и степени нужды в них организма человека.
- Самые распространенные макрометаллы-это Са-кальций, Mg-магний, Na-натрий.



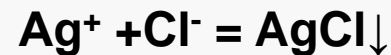
Металл	Массовая доля в организме (в %)	Роль металлов жизни в организме человека
Ca	1,5	Является строительным материалом для образования костей и зубов. Влияет на обмен веществ. Необходим для нормальной деятельности мышечной и нервной систем. Обеспечивает нормальную свёртываемость крови. Обеспечивает устойчивость организма к внешним неблагоприятным факторам: резкой смене погоды и инфекциям.
K	0,35	Регулирует кислотно-щелочное равновесие крови. Участвует в передаче нервных импульсов. Активизирует работу ряда ферментов. Оказывает противосклеротическое действие.
Na	0,15	Поддерживает постоянство осмотического давления крови. Участвует в регулировании водного обмена. Активизирует пищеварительные ферменты, регулирует работу нервной и мышечной тканей
Mg	0,05	Участвует в формировании скелета; в работе нервных клеток, усиливает процессы торможения в коре головного мозга; успокаивающе действует на нервную систему. Является катализатором ферментативных процессов. Влияет на обмен углеводов и энергетический обмен. Оказывает антисептическое и сосудорасширяющее действия, понижает артериальное давление и содержание холестерина в крови.
Fe	0,006	Железосодержащие белки выполняют различные жизненно важные функции: гемоглобин транспортирует кислород от лёгких к тканям всех органов; миоглобин запасает его в мышцах в связанном виде; цитохромы обеспечивают тканевое дыхание. Железо участвует в построении клеточного ядра.
Zn	0,0027	Регулирует рост человека, стимулирует деление клеток. Предохраняет печень и желчь от воздействия вредных веществ. Предупреждает диабет. Обеспечивает нормальное функционирование органов чувств человека.
Cu	$2 \cdot 10^{-4}$	Является составной частью 11 ферментов, необходима для образования гемоглобина, т.к. она активизирует железо. Стимулирует кроветворную функцию костного мозга. Необходима для правильного обмена витаминов групп А, В, С, Е, Р; обладает инсулиноподобным действием и влияет на энергообмен. Необходима для процессов роста и развития.
Mn	$3 \cdot 10^{-5}$	Почти невесомый элемент, но является частью вестибулярного анализатора, влияя на уровень нейромедиаторов. Нехватка марганца способна привести к развитию диабета.
Mo	$2 \cdot 10^{-5}$	Кофактор обменных процессов, он ускоряет ферментативные реакции организма и снижает риск развития заболеваний.
Co	$4 \cdot 10^{-6}$	Этот металл является частью структуры витамина В12 и помогает исправно работать поджелудочной железе.
Всего	2,1 %	

Идентификация металлов с помощью химических реакций. Качественный химический анализ

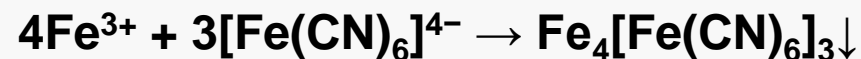
Качественный анализ — совокупность химических, физико-химических и физических методов, применяемых для обнаружения элементов, радикалов и соединений, входящих в состав анализируемого вещества или смеси веществ.

В качественном химическом анализе находят применение только те реакции, которые сопровождаются каким-либо внешним эффектом — изменением окраски раствора, образованием осадка с характерным цветом и формой кристаллов, выделением газообразных продуктов, такие реакции называют аналитическими реакциями.

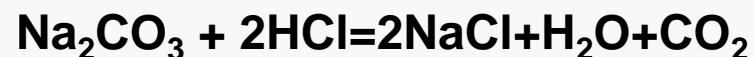
- ☐ Образование и растворение осадка



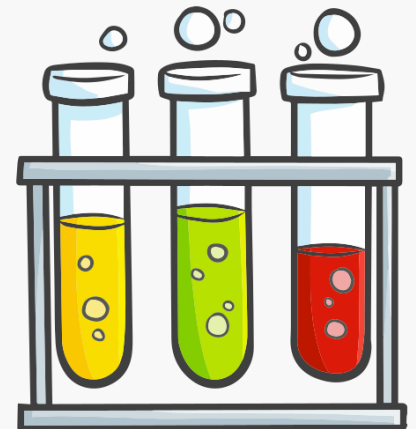
- ☐ Появление и изменение окраски раствора



- ☐ Выделение газа



- ☐ Образование характеристических кристаллов



Идентификация металлов с помощью химических реакций

При анализе неорганических катионов чаще всего применяют реакции, происходящие в водных растворах между определяемыми ионами и реагентом.

По технике выполнения различают

- **реакции в пробирке (рис.1);**
- **микрористаллоскопические реакции (рис.2).**

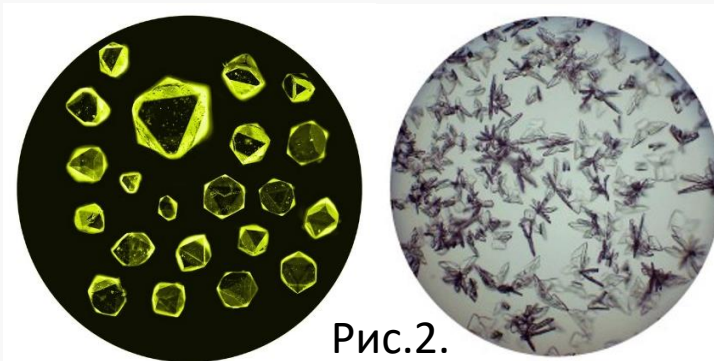
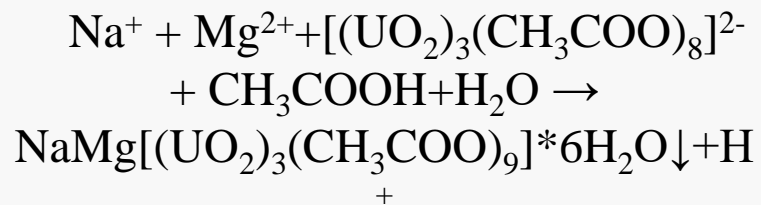


Рис.2.

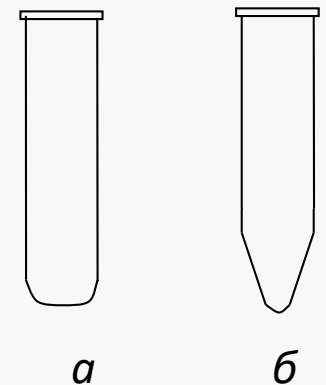


Рис.1. Пробирки: *а* – цилиндрическая; *б* – коническая (центрифужная)

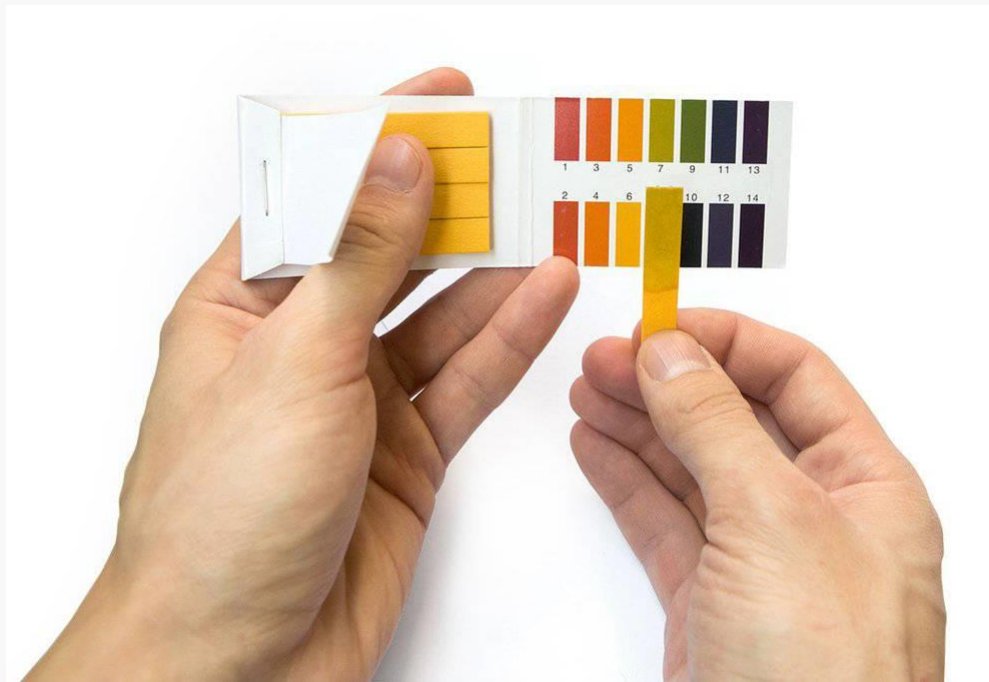
Идентификация металлов с помощью химических реакций



Одним из важнейших условий выполнения реакций является надлежащая *кислотность среды*. Контроль за кислотностью среды при проведении аналитических реакций осуществляют с помощью универсальной индикаторной бумаги, окраска которой в соответствии со специальной шкалой указывает на значение pH реакционной смеси.

ВНИМАНИЕ!

- При проведении химических реакций необходимо **ИЗБЕГАТЬ** добавление больших количеств реагентов.
- При проведении аналитических реакций необходимо **создавать строго определенные условия для её протекания, так как иначе результат реакции может оказаться недостоверным.**

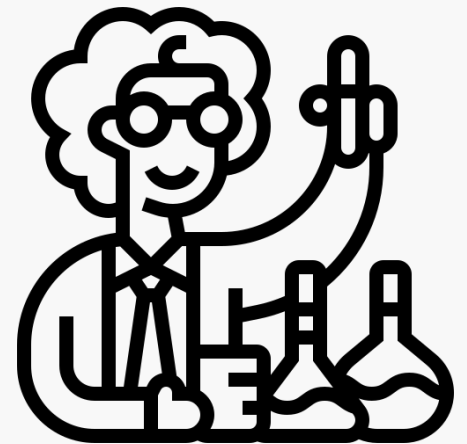


Идентификация металлов с помощью химических реакций

Специфические и селективные реакции

Специфической реакцией на ион называется такая реакция, которая позволяет обнаружить его в смеси с другими ионами. Таких реакций немного и чаще приходится иметь дело с **селективными (избирательными) реакциями**, которые дают одинаковый или сходный эффект с несколькими ионами (два, три). Степень селективности таких реакций тем выше, чем меньше число ионов, с которыми они дают положительный результат. Предельным случаем селективности является специфическая реакция.

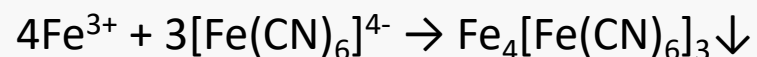
Применяя специфические и высокоселективные реакции, можно обнаруживать ионы так называемым *дробным методом*, то есть непосредственно в отдельных порциях исследуемого раствора независимо от содержания в нем других ионов. В этом случае не имеет значения порядок обнаружения отдельных компонентов смеси.



Качественный анализ

Реакции Fe^{3+} -ионов.

Реакция с гексацианоферратом(II) калия (фармакопейная). Гексацианоферрат(II) калия (ферроцианид калия) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ образует с ионами Fe^{3+} темно-синий осадок «берлинской лазури»:



Реакция проводится в слабокислых или нейтральных растворах ($\text{pH} = 3-7$), строго специфична и позволяет детально обнаруживать ион Fe^{3+} в присутствии других катионов.

Выполнение реакции. В пробирку помещают 2-3 капли раствора соли железа (III), добавляют 1 каплю 2 М раствора HCl и 1-2 капли раствора $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Наблюдают образование темно-синего осадка.

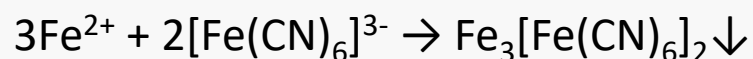


Качественный анализ

Реакции Fe^{2+} -ионов

Водные растворы солей железа (II) окрашены в бледно-зеленый цвет.

Реакция с гексацианоферратом (III) калия. Гексацианоферрат (III) калия (феррицианид калия) $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ образует с ионами Fe^{2+} синий осадок «турнбулевой сини»:



Реакция проводится в слабокислых или нейтральных растворах ($\text{pH} = 3-7$), строго специфична и позволяет детально обнаруживать ион Fe^{2+} в присутствии других катионов.

Выполнение реакции. В пробирку помещают 2-3 капли раствора соли железа (II), добавляют 1 каплю 2 М раствора HCl и 1-2 капли раствора $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Наблюдают образование темно-синего осадка.



Качественный анализ

Реакции Ca^{2+} -ионов

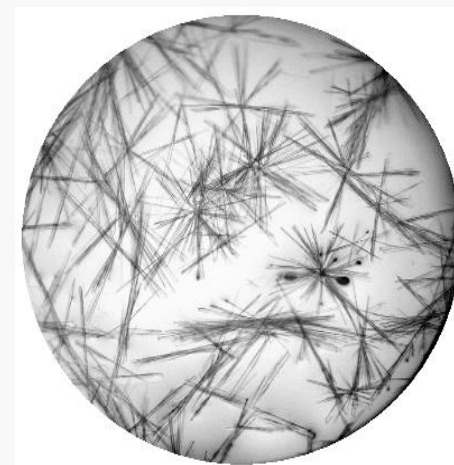
1. *Реакция с оксалатом аммония.* Оксалат аммония $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ образует с ионами кальция белый осадок оксалата кальция, растворимый в минеральных кислотах, но не растворимый в уксусной кислоте: $\text{Ca}^{2+} + \text{C}_2\text{O}_4^{2-} \rightarrow \text{CaC}_2\text{O}_4 \downarrow$

Выполнение реакции. В пробирку помещают 2-3 капли раствора соли кальция (не следует брать насыщенный раствор сульфата кальция!!!) и добавляют 2-3 капли раствора оксалата аммония. Наблюдают образование белого кристаллического осадка.

Реакция не специфичная. Реакции мешает присутствие ионов Ba^{2+} , Sr^{2+} и Mg^{2+} , дающие аналогичные осадки.

2. *Микрористаллоскопическая реакция.* Основана на образовании катионами кальция с сульфат-ионами кристаллов гипса $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ игольчатой формы: $\text{Ca}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \downarrow$

Выполнение реакции. На предметное стекло помещают 1 каплю раствора соли кальция, добавляют 1 каплю 2 н. раствора H_2SO_4 и осторожно нагревают на плитке до появления белой каемки на границе капли. Затем наблюдают под микроскопом образовавшиеся крупные кристаллы гипса $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ игольчатой формы, в виде сросшихся пучков.

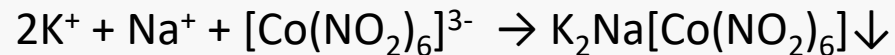


Качественный анализ

Реакции K^+ -ионов

Реакция с гексанитрокобальтатом(III) натрия (фармакопейная).

Гексанитрокобальтат(III) натрия (кобальтинитрит натрия) $Na_3[Co(NO_2)_6]$ образует с ионами калия в нейтральной или слабокислой ($pH = 5-7$) среде желтый осадок преимущественного состава $K_2Na[Co(NO_2)_6]$:



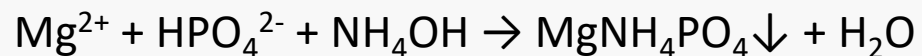
Выполнение реакции. 1-2 капли раствора соли калия помещают в коническую пробирку и добавляют 1-2 капли раствора кобальтинитрита натрия и, если осадок не выпадет, дают постоять 2-3 минуты. Образуется хорошо различимый осадок желтого цвета, который отделяют от раствора на центрифуге.



Качественный анализ

Реакции Mg^{2+} -ионов.

Реакция с гидрофосфатом натрия (фармакопейная). Гидрофосфат натрия Na_2HPO_4 образует с солями магния в присутствии аммонийной буферной смеси (pH = 9) белый кристаллический осадок двойного фосфата магния и аммония:



Присутствие аммонийной буферной смеси необходимо для предотвращения образования осадка $Mg(OH)_2$ и $Mg_3(PO_4)_2$.

Выполнение реакции. В пробирку вносят по 1-2 капли растворов соли магния, хлорида аммония и гидроксида аммония, а затем к полученной смеси добавляют 5 капель раствора гидрофосфата натрия и наблюдают образование характерного белого кристаллического осадка. Затем на предметное стекло помещают 1 каплю полученного раствора с осадком и рассматривают форму кристаллов (звездочки или дендриты) под микроскопом.

Реакцию можно проводить непосредственно на предметном стекле, когда к капле раствора соли магния в аммонийном буфере добавляют 2 капли раствора гидрофосфата натрия.



Кристаллы магний
аммоний фосфата
 $MgNH_4PO_4$



Общая характеристика лекарственных препаратов, содержащих металлы жизни



Одним из востребованных препаратов на рынке фармацевтической промышленности является лекарственный препарат "Панангин", который восполняет дефицит калия и магния в организме.

Препарат предназначен для устранения дефицита калия и магния в составе комбинированной терапии при:

- различных проявлениях ишемической болезни сердца (включая острый инфаркт миокарда);
- хронической сердечной недостаточности;
- нарушениях ритма сердца (включая аритмии, вызванные передозировкой сердечных гликозидов).

Что понимают под фальсификацией лекарственных средств

...При общем годовом объеме мирового фармрынка в **\$200-300 млрд.** на долю фальсифицированных медикаментов приходится **\$14-21 млрд.**

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) считает, что «**фальсифицированным (контрафактным) лекарственным средством** является продукт, преднамеренно и противоправно снабженный этикеткой, неверно указывающей подлинность препарата и (или) изготовителя».



Что понимают под фальсификацией лекарственных средств

Классификация фальсифицированных лекарственных средств.

Первая – это препараты, в которых отсутствуют все ингредиенты зарегистрированного, так называемые «плацебо» (муляжи), которые вообще не содержат действующих веществ.

Вторая – препараты, содержащие ингредиенты, о которых ничего не сказано на упаковке.

Третья группа – лекарства, содержащие ингредиенты, происхождение которых отличается от обозначенного на упаковке.

Четвертая группа – это наиболее распространенная и самая качественная группа подделок, так называемые препараты-копии.



Ситуационная задача

В аналитическую лабораторию поступило два лекарственных препарата «Панангин» с подозрением, что один из них является фальсификатом.

Задание: Провести качественный анализ двух образцов на содержание магния и калия и дать заключение о подлинности представленных на анализ препаратов.