ЛЕКЦИЯ

ОСНОВЫ КАЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА



План лекции:

1. Методы качественного анализа.
2. Аналитические реакции и их виды.
3. Условия проведения аналитических реакций.
4. Классификация катионов на аналитические группы.
5. Классификация анионов на аналитические группы.

Аналитической химией называют науку о методах качественного и количественного исследования состава веществ (или их смесей).

Задачей аналитической химии является развитие теории химических и физико-химических методов анализа и операций в научных исследованиях.

Аналитическая химия состоит из двух основных разделов:
-качественный анализ состоит в «открытии», т.е. обнаружении отдельных элементов (или ионов), из которых состоит анализируемое вещество;

- количественный анализ заключается в определении количественного содержания отдельных составных частей сложного вещества.

- ***Элементный анализ*** – это качественный и (чаще всего) количественный химический анализ, в результате которого определяют, какие химические элементы и в каких количественных соотношениях входят в состав анализируемого вещества.
- ***Функциональный анализ*** – открытие и определение различных функциональных групп, например, аминогруппы NH_2, нитрогруппы NO_2, карбонильной C=O, карбоксильной COOH, гидроксильной OH, нитрильной CN групп и др.

Задачей *качественного анализа* является определение химических элементов, ионов, атомов, молекул и т. д. в анализируемом веществе (объекте).



Качественный анализ можно проводить как химическими, так и инструментальными (физическими и физико-химическими) методами. Качественный анализ всегда предшествует количественному.



Качественный химический анализ **базируется на системе химических реакций, характерных для данного вещества - разделения, отделения и обнаружения.**



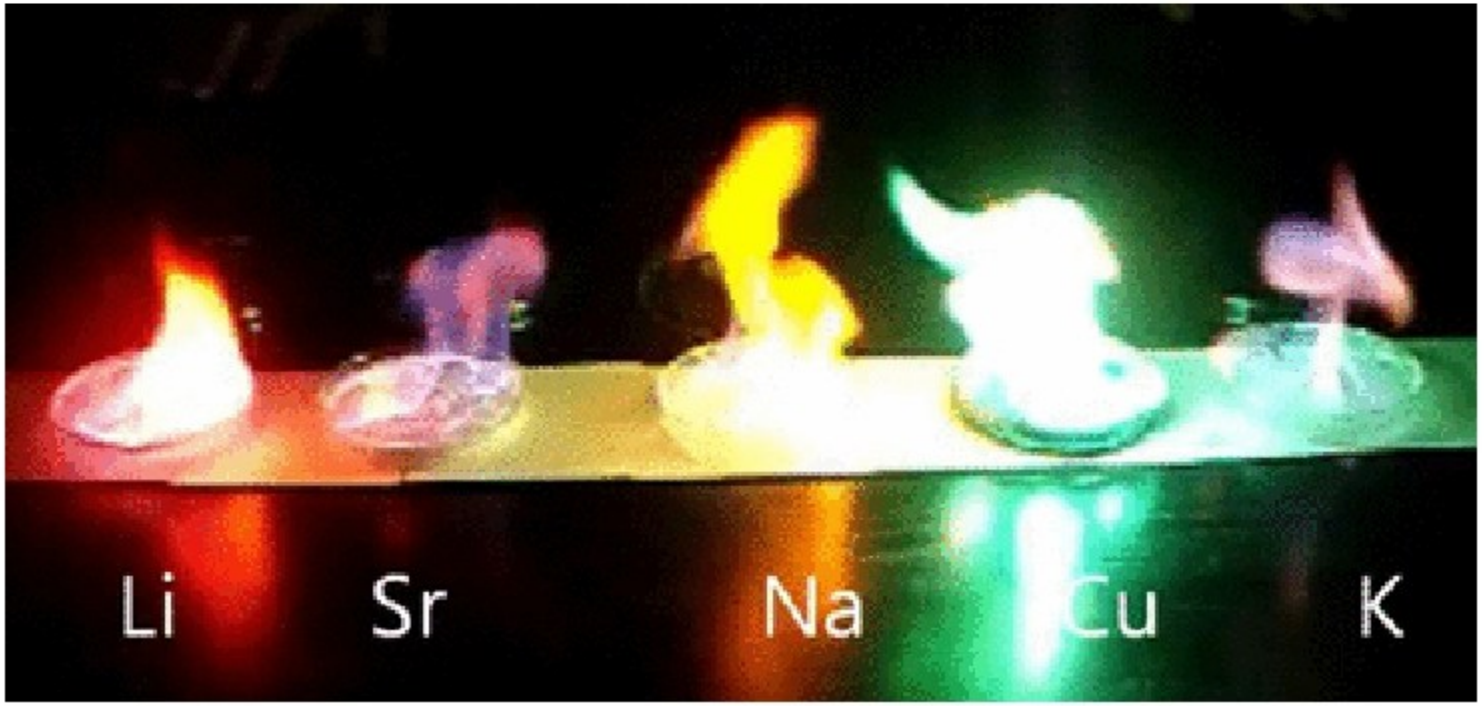
Для качественного химического анализа используют все известные типы реакций: кислотно-основные, окислительно-восстановительные, осаждения, комплексообразования и другие.



Анализ исследуемого вещества в качественном химическом анализе можно проводить «мокрым» и «сухим» путем. В первом случае анализ осуществляют в растворах путем добавления соответствующих реактивов.



Во втором случае определение состава вещества основано на его способности окрашивать в характерный цвет бесцветное пламя горелки или давать окрашенные «перлы» при сплавлении с бурой. Открытие отдельных ионов в полумикроанализе производится в основном «мокрым путем».



Окрашенные перлы — это сплавы, которые образуются при сплавлении исследуемого образца с бурой ($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$) или «фосфорной солью» ($Na(NH_4)HPO_4 \cdot 4H_2O$).

Цвет перла зависит от природы металла и условий его получения. Например, перл буры образца, содержащего хлорид кобальта, окрашен в синий цвет благодаря образованию метабората кобальта(II).

Получение окрашенных перлов включает следующие шаги:

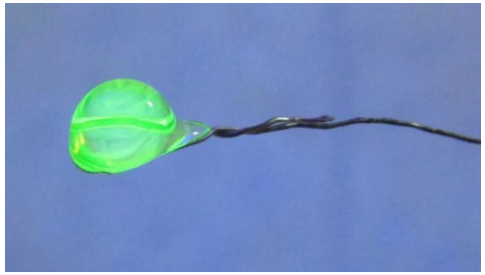
1.Платиновую проволочку, один конец которой согнут в «ушко», накаливают в пламени газовой горелки и погружают в соль.

2.Часть соли расплавляется около горячей проволоки и пристаёт к ней.

3.Проволоку с кристалликами соли сначала держат над пламенем горелки, а затем помещают в бесцветную часть пламени и получают бесцветный перл.

4.Горячим перлом прикасаются к исследуемому веществу, затем его накаливают в пламени горелки до полного растворения взятого вещества и отмечают цвет перла в горячем и холодном состоянии.

Окраска перла может меняться при меняющейся температуре пламени, а также при переходе от окислительного пламени к восстановительному.



Окраска перлов буры



$$Na_2B_4O_7 \cdot 10\,H_2O = 2\,NaBO_2 + B_2O_3 + 10\,H_2O$$

$$B_2O_3 + CoO = Co(BO_2)_2 \text{ (перл буры)}$$

К химическим реакциям в качественном анализе предъявляют следующие требования.

1. Реакция должна протекать практически мгновенно.

2. Реакция должна быть необратимой.



3. Реакция должна сопровождаться внешним эффектом:

а) изменением окраски раствора;

б) образованием или растворением осадка;

в) выделением газообразных веществ;

г) окрашиванием пламени и др.

4. Реакция должна быть чувствительно и по возможности специфичной.

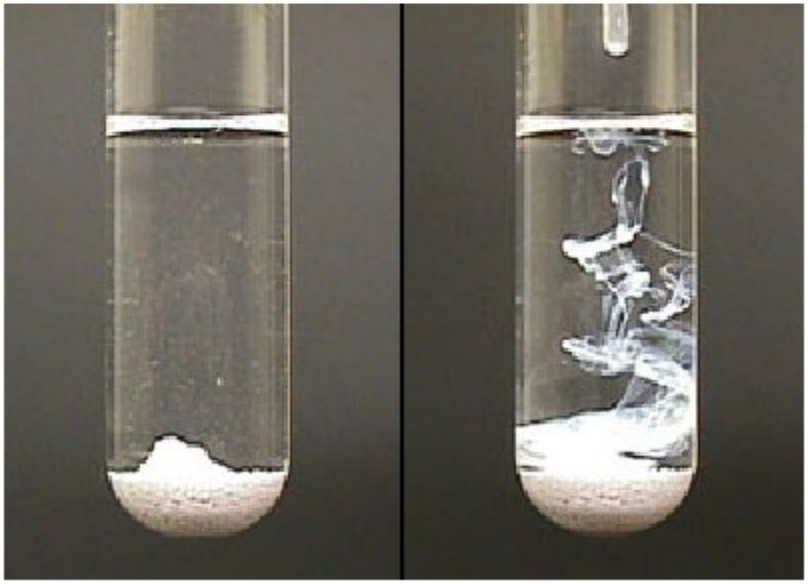




Вещества, с помощью которых открывают ионы, называются *реагентами* на соответствующие ионы, а происходящие при этом химические превращения – *аналитическими реакциями*.



Для открытия ионов в растворах применяют различные характерные реакции, которые сопровождаются внешними эффектами – возникновением *аналитического сигнала*, например, изменением цвета раствора, выпадением или растворением осадка, выделением газа.





Реактивы, для выполнения аналитических реакций делятся:

- Специфические
- Избирательные (селективные)
- Групповые

Специфические реактивы

образуют характерный осадок или окрашивание только с определённым ионом

НАПРИМЕР:

Реактив $K_3[Fe(CN)_6]$- красная кровяная соль образует тёмно-синий осадок только с ионами Fe^{2+}

$$3\ FeSO_4 + 2K_3[Fe(CN)_6] \rightarrow$$

$$Fe_3[Fe(CN)_6]_2 \downarrow + 3K_2SO_4$$

Ионное уравнение:

$$3Fe^{2+} + 2[Fe(CN)_6]^{3-} \rightarrow$$

$$Fe_3[Fe(CN)_6]_2 \downarrow$$

Избирательные (селективные) реактивы

реагируют с несколькими ионами, которые могут принадлежать к одной или к разным группам

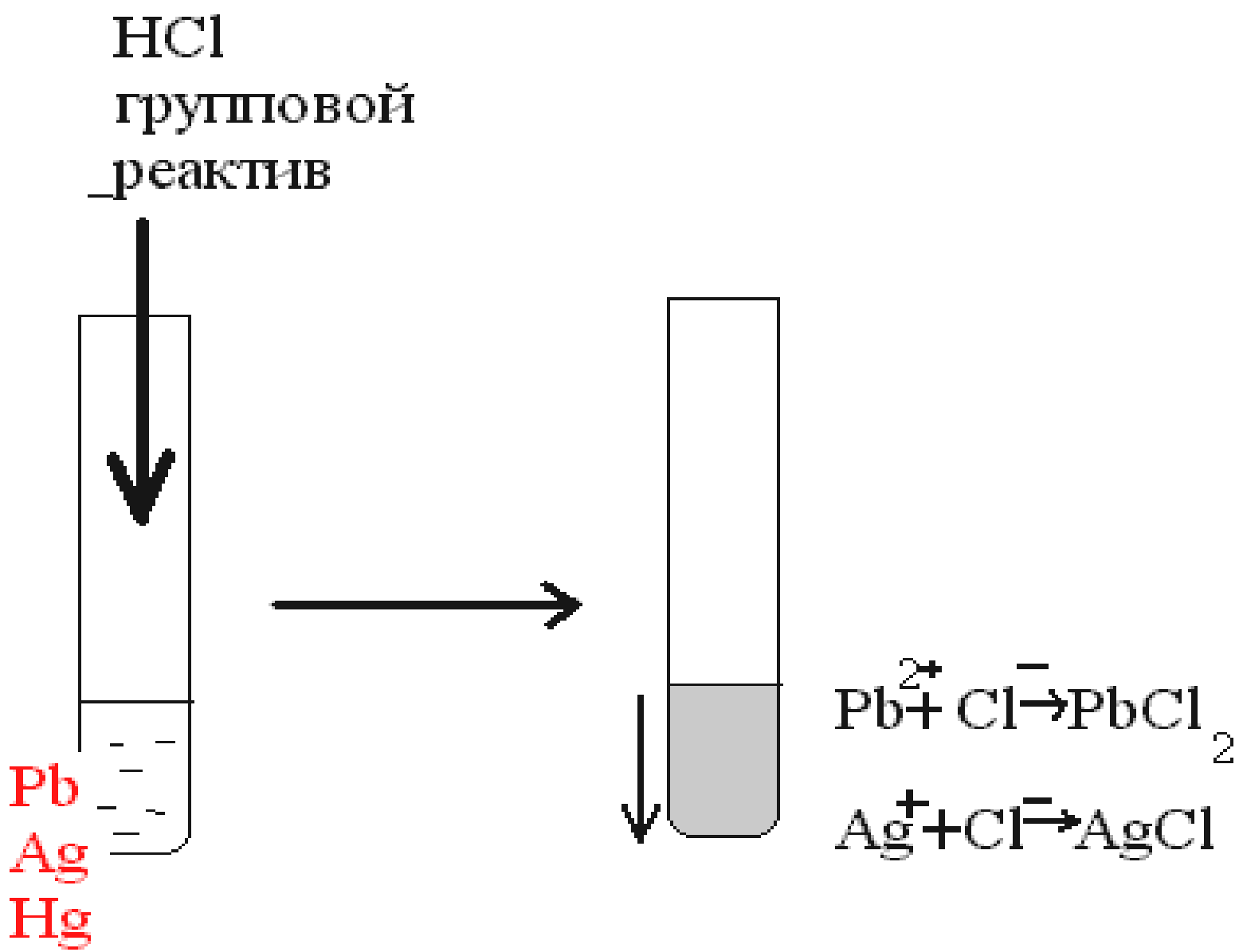
НАПРИМЕР:

Реактив KI реагирует с ионами:

Pb^{2+}, Ag^{+}, Hg_2^{2+}(II группа),
Hg^{2+} и Cu^{2+}(VI группы)

Групповой реактив

вступает в реакцию со всеми ионами данной группы


HCl
групповой
реактив
Pb
Ag
Hg
$Pb^{2+} + Cl^{-} \rightarrow PbCl_2$
$Ag^{+} + Cl^{-} \rightarrow AgCl$

Для аналитических реакций важнейшими требованиями являются:

- специфичность
- чувствительность

Специфичность

чем меньше количество ионов вступает в реакцию с данным реактивом, тем более специфична данная реакция

Нр, реакция открытия ионов Fe^{3+} с реактивом $K_4[Fe(CN)_6]$ (жёлтая кровяная соль) является специфичной,

т.к. благодаря образованию характерного тёмно-синего осадка $Fe_4[Fe(CN)_6]$ позволяет открывать Fe^{3+} в присутствии многих других катионов.

$4FeCl_3 + 3K_4[Fe(CN)_6] \rightarrow Fe_4[Fe(CN)_6]_3 \downarrow + 12\ KCl$

$4\ Fe^{3+} + [Fe(CN)_6]^{4-} \rightarrow Fe_4[Fe(CN)_6]_3 \downarrow$ - берлинская лазурь

Чувствительность

чем меньшее количество вещества может быть определено с помощью данного реактива, тем более чувствительна эта реакция

Условия проведения аналитической реакции:

- Концентрация раствора
- Среда раствора
- Температура

Кислотно – щелочной метод качественного анализа

Разработан в 1947г.
советскими учёными:
С.Д.Бесковым и
О.А.Слизковской

основан на различной растворимости в воде хлоридов и сульфатов, а также гидроксидов в воде, избытке щелочи и водном растворе аммиака

Классификация катионов

группа	катионы	гр.реактив	хар-ка

I группа катионов

K^+ , Na^+ , NH_4^+

ГРУППОВОЙ РЕАКТИВ
ОТСУТСТВУЕТ

I I группа катионов

Ag^{+} , Pb^{2+} , Hg_2^{2+}

ГРУППОВОЙ РЕАКТИВ

HCL

СОЛЯНАЯ КИСЛОТА

I I I группа катионов

Ba^{2+}, Ca^{2+}

ГРУППОВОЙ РЕАКТИВ

H_2SO_4

СЕРНАЯ КИСЛОТА

I V группа катионов

Al^{3+} , Cr^{3+}, Zn^{2+}

ГРУППОВОЙ РЕАКТИВ

NaOH избыток

ГИДРОКСИД НАТРИЯ

V группа катионов

Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} , Mg^{2+}

ГРУППОВОЙ РЕАКТИВ

NaOH

ГИДРОКСИД НАТРИЯ

VI группа катионов

Cu^{2+} , Hg^{2+}

ГРУППОВОЙ РЕАКТИВ

NH_4OH

ВОДНЫЙ Р-Р АММИАКА

I группа анионов	PO_4^{3-}, SO_4^{2-}, SO_3^{2-}, CO_3^{2-}, $S_2O_3^{2-}$ BO_2^- ($B_4O_7^{2-}$), CrO_4^{2-}, $Cr_2O_7^{2-}$, $C_2O_4^{2-}$	Групповой реактив $BaCl_2$ в нейтральной или слабощелочной среде. Образуют труднорастворимые в воде соли с Ba^{2+}
II группа анионов	Cl^-, Br^-, I^-, S^{-2}	Групповой реактив $AgNO_3$. Анионы этой группы образуют с ионами Ag^+ труднорастворимые в воде и нерастворимые в разб. азотной кислоте соли.
III группа анионов	NO_3^-, NO_2^-, CH_3COO^-	Серебряные и бариевые соли этих анионов хорошо растворимы в воде. Группового реактива нет.

Контрольные вопросы:

1.На чем основаны химические методы анализа?

2.Какими свойствами должны обладать аналитические реакции?

3.Какие аналитические реакции называются общими? Частными?

Спасибо за внимание!