

Аналитическая химия.

Химический анализ.

Аналитическая химия

- наука, развивающая теоретические основы анализа химического состава веществ, разрабатывающая методы идентификации и обнаружения, определения и разделения химических элементов, их соединений, а также методы установления химического строения соединений.

История открытия

- Химия в древности

Химическое производство существовало уже за 3 – 4 тысячи лет до н. э.



Египет

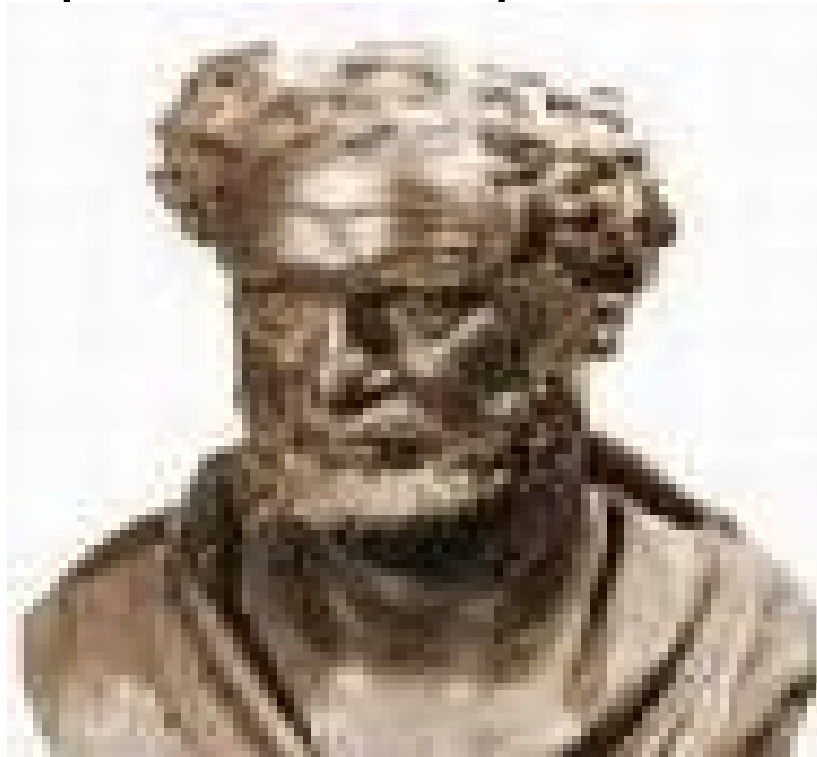
В Древнем Египте умели выплавлять из руд металлы, получать их сплавы, производили стекло, керамику, пигменты, краски, духи, делали вино.

Египетские жрецы
владели приёмами
бальзамирования
тел умерших
фараонов и знати.



Греческий философ Демокрит (V в. до н.э.)

Все тела состоят из мельчайших, невидимых, неделимых и вечно движущихся частиц- АТОМОВ.



Алхимический период (с III в н.э.)

- В поисках философского камня, который якобы превращает металлы в золото зародилась экспериментальная химия;
- углубились и расширились знания о веществах и химических процессах.



Парацельс

- ПАРАЦЕЛЬС (1493-1541),
- врач и естествоиспытатель,
- один из основателей –
«отец» ятрохимии –
науки о лекарствах.
- Способствовал внедрению
химических препаратов в медицину.



Роберт Бойль (1627-1691 гг.)

- Основатель аналитической химии;
- Сторонник атомизма;
- Главная задача химии в изучении состава веществ и зависимости свойств веществ от его состава.
- Приготовил первый индикатор – реактив, изменяющий свою окраску в присутствии кислот



Конец XVIII века

Антуан Лоран Лавуазье(1743-1794 гг.)

- предположил, что атмосферный воздух имеет сложный состав.
- Сформулировал основы кислородной теории горения.
- Выявил суть процессов дыхания.
- Предложил новую номенклатуру химических соединений.



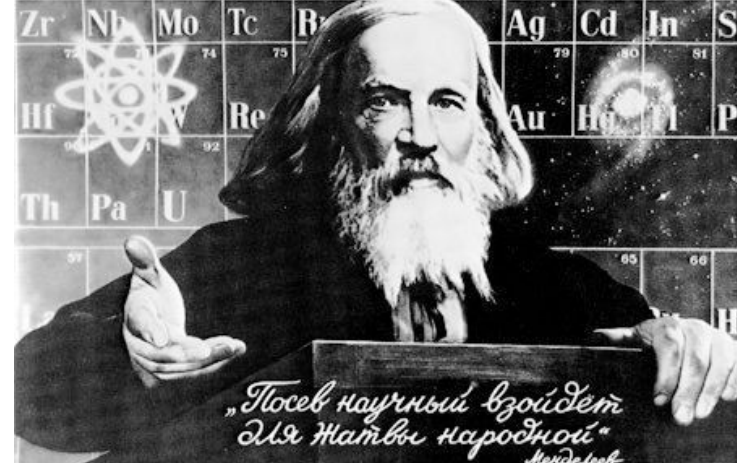
Конец XVIII века

Михаил Васильевич Ломоносов (1711-1765 гг.)

- Применял точные измерения при изучении химических реакций.
- Сформулировал закон сохранения массы веществ в химических реакциях



Д. И. Менделеев (1834-1907)



В 1869 г. открыл основополагающий
закон химии – Периодический закон.

		ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ													
ПЕРИОДЫ	РЯДЫ	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII						
I	1	H						(H)				He			
II	2	Li	Be	B	C	N	O	F				Ne			
III	3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl				Ar			
IV	4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni				
	5	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br				Kr			
V	6	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd				
	7	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I				Xe			
VI	8	Cs	Ba	La*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt				
	9	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At				Rn			
VII	10	Fr	Ra	Ac**	Ku	Db	Sg	Bh	Hs	Mt					
ВЫСШИЕ ОКСИДЫ		R ₂ O	RO	R ₂ O ₃	RO ₂	R ₂ O ₃	RO ₃	R ₂ O ₇	RO ₄						
ПЕРВЫЕ ВОСХОДИЩИЕ ОКСИДЫ					RH ₄	RH ₃	H ₂ R	HR							
* ЛАНТАНОИДЫ															
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	?	▶
** АКТИНОИДЫ															
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	ВЫХОД	

- **Предмет аналитической химии** - разработка методов анализа и их практическое выполнение, а также широкое исследование теоретических основ аналитических методов (изучение форм существования элементов и их соединений в различных средах и агрегатных состояниях, электрохимических и других характеристик вещества, исследование скоростей химических реакций, определение метрологических характеристик методов и т. д.)

Задачи аналитической химии

- Установление химического состава анализируемого объекта
- Определение структуры соединения, то есть установление взаимного расположения и связей элементарных составных частей в молекулах (структурный анализ)
- Обнаружение неоднородностей на поверхности или в объеме твердых тел, распределение элементов в поверхностных слоях осуществляют методом локально-распределительного анализа
- Исследование процессов во времени в ходе производственного процесса

Основные понятия аналитической химии

- **Принцип анализа** определяется явлениями природы, лежащими в основе химического или физического процесса.
- **Метод анализа** - принципы, положенные в основу анализа вещества, то есть вид и природу энергии, вызывающей возмущение химических частиц вещества.
- **Аналитический сигнал** – это фиксируемое и измеряемое свойство объекта.
- **Проба** - части вещества из разных зон исследуемого материала.

Основные разделы аналитической химии:

- **Качественный анализ:**
дробный и систематический методы
- **Количественный анализ:**
 1. **химические методы**
 2. **инструментальные методы:**
 - **Физические методы анализа**
 - **Физико-химические методы анализа**

Качественный анализ

- заключается в идентификации анализируемого вещества и обнаружение отдельных его элементов (или ионов) .

Выделяют:

- анализ катионов
- анализ анионов
- анализ сложных смесей.

Дробный анализ

Метод основан на открытии ионов специфическими реакциями, проводимыми в отдельных порциях исследуемого раствора. Дает возможность обнаруживать ионы в отдельных порциях в любой последовательности

Пример:

Ион Fe^{2+} можно открыть при помощи реактива $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ в присутствии любых ионов.

Систематический анализ

- определенная последовательность обнаружения ионов – после того, как мешающие обнаружению ионы удалены или замаскированы.

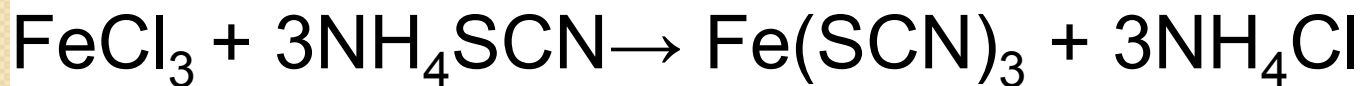
Проводится с помощью групповых реагентов, позволяющих отделять целые группы веществ с последующим определением после разделения исследуемых ионов.

Химические реакции, пригодные для качественного анализа, должны сопровождаться заметным внешним эффектом (аналитическим эффектом):

- выделение газа



- изменение окраски раствора



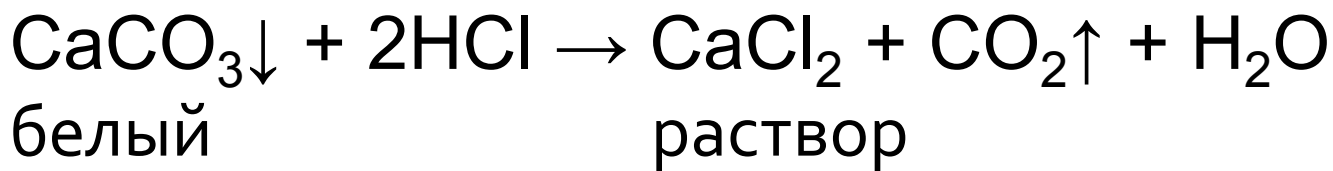
окраска

желтая

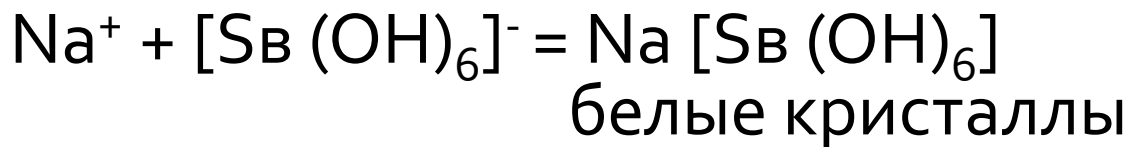
окраска

темно-красная

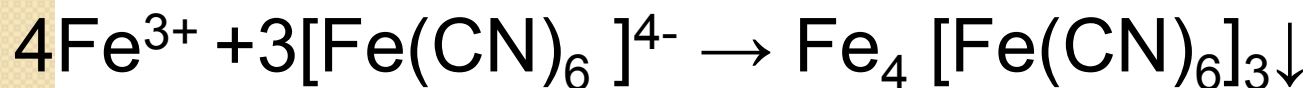
- $$\text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{HCl}$$
- белый



- образование кристаллов характерной формы.



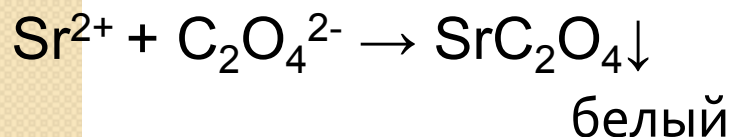
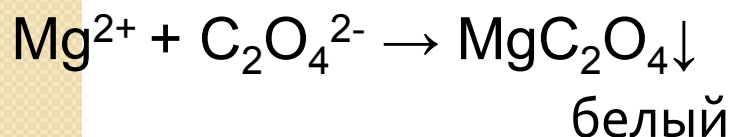
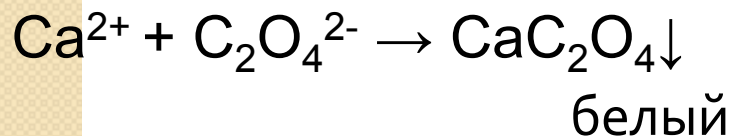
- Аналитические реакции подразделяют на **специфические** и **избирательные** (селективные) реакции.
- **Специфическими** называют те методы, реакции или реагенты, с помощью которых в данных условиях можно обнаружить только одно вещество.



образование темно-синего осадка «берлинской лазури»

- **Избирательные** — методы, реакции и реагенты, позволяющие обнаружить небольшое число веществ.

Избирательный реагент (селективный) — реагент, который реагирует с ограниченным числом ионов.



Групповой реагент — реагент на группу ионов с образованием одного и того же аналитического сигнала (чаще всего осадка).

Чувствительность аналитической реакции определяет возможность обнаружения вещества (ионов, молекул) в растворе.

Предельное разбавление V_{lim} – максимальный объём раствора, в котором может быть обнаружен один грамм данного вещества при помощи данной аналитической реакции.

Предельное разбавление выражается в мл/г.

- **Предельная концентрация $c_{\text{lim}}(c_{\text{min}})$** - это наименьшая концентрация, при которой определяемое вещество может быть обнаружено в растворе данной аналитической реакцией. Выражается в г/мл.

Предельная концентрация и предельное разбавление связаны соотношением:

$$c_{\text{lim}} = 1/v_{\text{lim}}$$

Минимальный объём предельно разбавленного р-ра $V_{\min}$ – это наименьший объём анализируемого раствора, необходимый для обнаружения открываемого вещества данной аналитической реакцией (выражается в мл.).

Предел обнаружения (открываемый минимум) m (в мкг) – это наименьшая масса определяемого вещества, однозначно открываемого данной аналитической реакцией в минимальном объёме предельно разбавленного раствора ($1\text{мкг} = 10^{-6} \text{ г}$).

$$m = c_{\text{lim}} \cdot V_{\min} \cdot 10^6 = V_{\min} \cdot 10^6 / V_{\text{lim}}$$

Количественный анализ

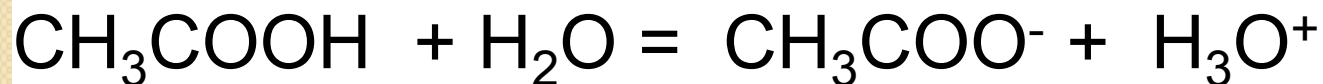
- **закljučается в определении количественного содержания отдельных составных частей анализируемого вещества.**
- **Гравиметрический (Весовой) анализ**
метод анализа основан на выделении определяемого вещества в чистом виде и его взвешивании.
- **Титриметрический (Объемный) анализ**
методы основаны на измерении объема жидкого реагента, израсходованного на взаимодействие с определяемым веществом.

По количеству исследуемой пробы методы делят на:

- **макроанализ** (1–10 г вещества или 20–100 мл раствора)
- **полумикроанализ** (0,05–0,5 г вещества или 1,0 – 10,0 мл раствора)
- **микроанализ** (10^{-3} – 10^{-6} г вещества или 10^{-1} – 10^{-4} мл раствора)
- **ультрамикроанализ** (10^{-6} – 10^{-9} г вещества или 10^{-4} – 10^{-6} мл раствора)
- **субмикроанализ** (10^{-9} – 10^{-12} г вещества или 10^{-7} – 10^{-10} мл раствора)

Основные типы химических реакций, которые применяются в аналитической химии:

- **Протолитические**



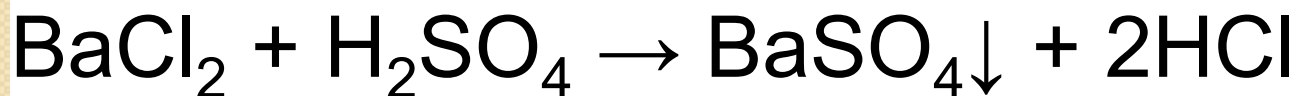
кислота1

основание2

основание1

кислота2

- **Осаждения**



белый

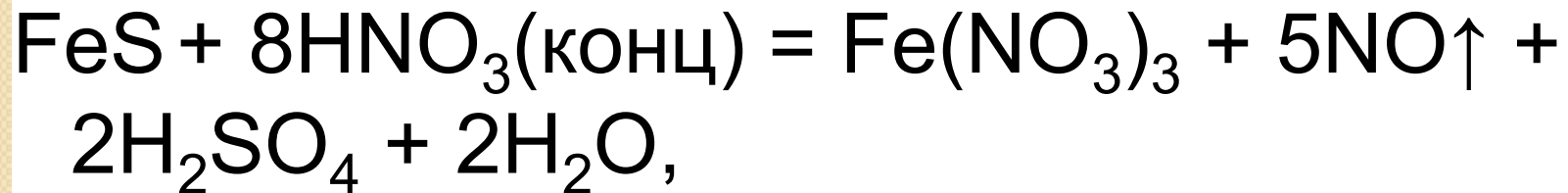
- **Комплексообразования**



тетрагидроксиалюминат (III)

натрия

- **Окислительно-восстановительные**



Аналитические классификации ионов

1. Сероводородная (сульфидная) классификация катионов

В качестве групповых реагентов используются растворы хлороводородной кислоты, сероводорода, сульфида аммония и карбоната аммония.

Катионы по этой классификации подразделяют на пять аналитических групп, в зависимости от растворимости их хлоридов, сульфидов и карбонатов

Аналитические классификации ионов

2. Кислитно-основная классификация - групповыми реагентами являются растворы кислот и оснований.

Группа	Катионы	Групповой реагент
I	Na^+ , K^+ , NH_4^+	Отсутствует
II	Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+}	Раствор H_2SO_4
III	Ag^+ , Hg_2^{2+} , Pb^{2+}	Раствор HCl
IV	Zn^{2+} , Al^{3+} , Sn^{2+} , Sn^{4+} , Cr^{3+} , As^{3+} , As^{5+}	Раствор NaOH (KOH) в избытке
V	Mg^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Bi^{3+} , Sb^{3+} , Sb^{5+}	Раствор NaOH (NH_4OH) в избытке
VI	Cu^{2+} , Cd^{2+} , Hg^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+}	Раствор аммиака (25 %)

Классификация анионов

Группа	Анионы	Групповой реагент
I	SO_4^{2-} , SO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, CO_3^{2-} , $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$, $(\text{BO}_2)^-$, PO_4^{3-} , AsO_4^{3-} , AsO_3^{3-} , F^- , SiO_3^{2-}	Раствор BaCl_2 в нейтральной или слабощелочной среде
II	Cl^- , Br^- , I^- , IO_3^- , CN^- , SCN^- , S^{2-}	Раствор AgNO_3 в азотнокислой среде
III	NO_3^- , NO_2^- , CH_3COO^- и др.	Отсутствует



3. Аммиачно-фосфатная классификация
- основана на различной растворимости фосфатов в воде, сильных и слабых кислотах, щелочах, аммиаке.

По этой классификации катионы делят на 5 групп.