

A background image showing laboratory glassware. In the foreground, there are four Erlenmeyer flasks containing liquids of different colors: yellow, pink, light blue, and dark blue. In the upper right, a hand is holding a pipette, dispensing a small amount of liquid into one of the flasks. The background is a light, neutral color.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ

ОСНОВЫ

КАЧЕСТВЕННОГО

АНАЛИЗА

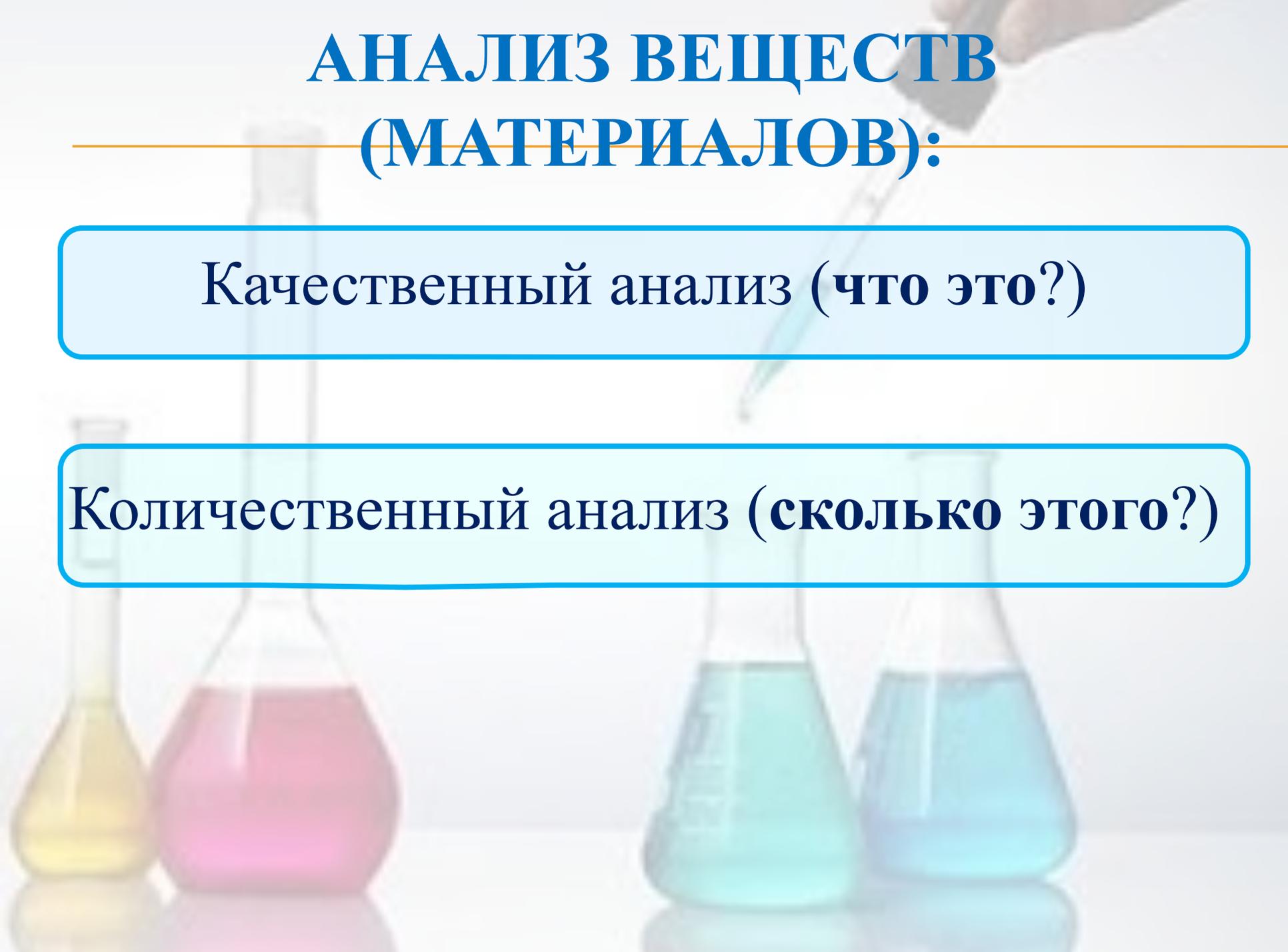
ПЛАН ЛЕКЦИИ:

- 1
 - Цель, задачи и методы качественного анализа
- 2
 - Качественная химическая реакция и требования к ней 
- 3
 - Классификация качественных химических реакций 
- 4
 - Аналитические классификации ионов 
- 5
 - Дробный и систематический методы качественного анализа 
- 6
 - Идентификация неизвестного вещества 

АНАЛИЗ ВЕЩЕСТВ (МАТЕРИАЛОВ):

Качественный анализ (что это?)

Количественный анализ (сколько этого?)



ЦЕЛЬ:

Получение достоверной информации о содержании структурных единиц определенного типа (атомов того или иного элемента, функциональных групп, молекул, индивидуальных веществ) в анализируемом объекте

ЗАДАЧИ:

Обнаружение – установление наличия или отсутствия данного структурного элемента в анализируемом объекте

Идентификация – установление тождества данного структурного элемента или анализируемого объекта с уже известным

МЕТОДЫ КАЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА:

Сенсорные (органолептические)

при помощи органов чувств
(зрение, обоняние, осязание)

Химические

при помощи качественных
химических реакций

Физические и физико-химические

при помощи физических приборов

СЕНСОРНЫЕ (ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ) МЕТОДЫ



ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ



ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВЕННОЙ АНАЛИТИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ:

Внешний эффект

Чувствительность

Селективность

КЛАССИФИКАЦИЯ РЕАКЦИЙ

```
graph TD; A[КЛАССИФИКАЦИЯ РЕАКЦИЙ] --> B[по степени селективности]; A --> C[по чувствительности]; A --> D[по способу выполнения]; A --> E[по объему (массе) анализируемой пробы];
```

**по степени
селективности**

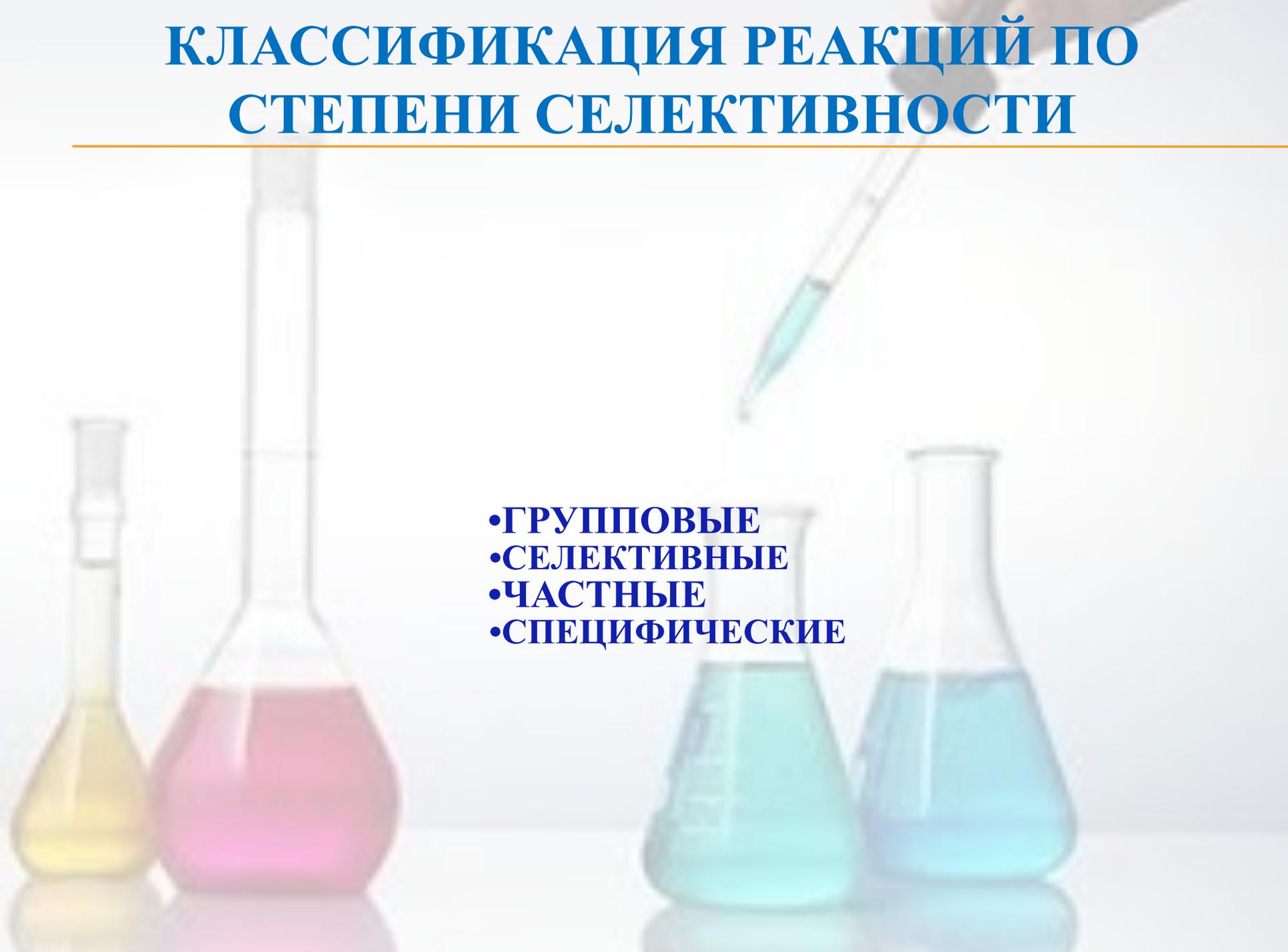
**по
чувствительности**

**по способу
выполнения**

**по объему (массе)
анализируемой
пробы**

КЛАССИФИКАЦИЯ РЕАКЦИЙ ПО СТЕПЕНИ СЕЛЕКТИВНОСТИ

- ГРУППОВЫЕ
- СЕЛЕКТИВНЫЕ
- ЧАСТНЫЕ
- СПЕЦИФИЧЕСКИЕ



Классификация реакций по степени селективности

Групповая - реакция, в которой реагент образует с целой группой ионов сходные продукты с характерными свойствами

Пр
и
труд



дает
иде
белого

Классификация реакций по степени селективности

Характерная (частная) - реакция с реагентом, образующим характерный внешний эффект только с данным ионом. Но этот же реагент способен образовать характерные внешние эффекты с некоторыми другими ионами

Пример
рас



ованного
ется

Классификация реакций по степени селективности

Специфическая - реакция, с помощью которой можно обнаружить данный ион в присутствии любых других ионов



Классификация реакций по чувствительности

Чувствительность качественной реакции характеризует ее способность к образованию внешнего эффекта при различном содержании иона в анализируемой пробе

Высокочувствительная реакция – внешний эффект проявляется при минимальном содержании иона

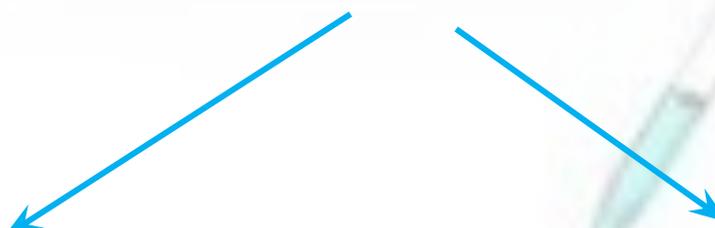
КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ

предельное разбавление (например, 1 : 25000)

предел обнаружения (например, 0,16 мкг)

предельная концентрация (например, 0,1 мкг/мл)

КЛАССИФИКАЦИЯ РЕАКЦИЙ ПО СПОСОБУ ВЫПОЛНЕНИЯ



«Сухой» способ

- пирохимические
- получение перлов
- растирание

«Мокрый» способ

- качественные химические реакции в растворах

Окрашивание пламени

(пирохимические реакции)

Элемент		Цвет пламени	Элемент		Цвет пламени
1	натрий	ярко-желтый	5	барий	желто-зеленый
2	калий	фиолетовый	6	медь	ярко-зеленый
3	кальций	кирпично-красный	7	бор	ярко-зеленый
4	стронций	карминово-красный	8	свинец и мышьяк	бледно-голубой

Пирохимические реакции



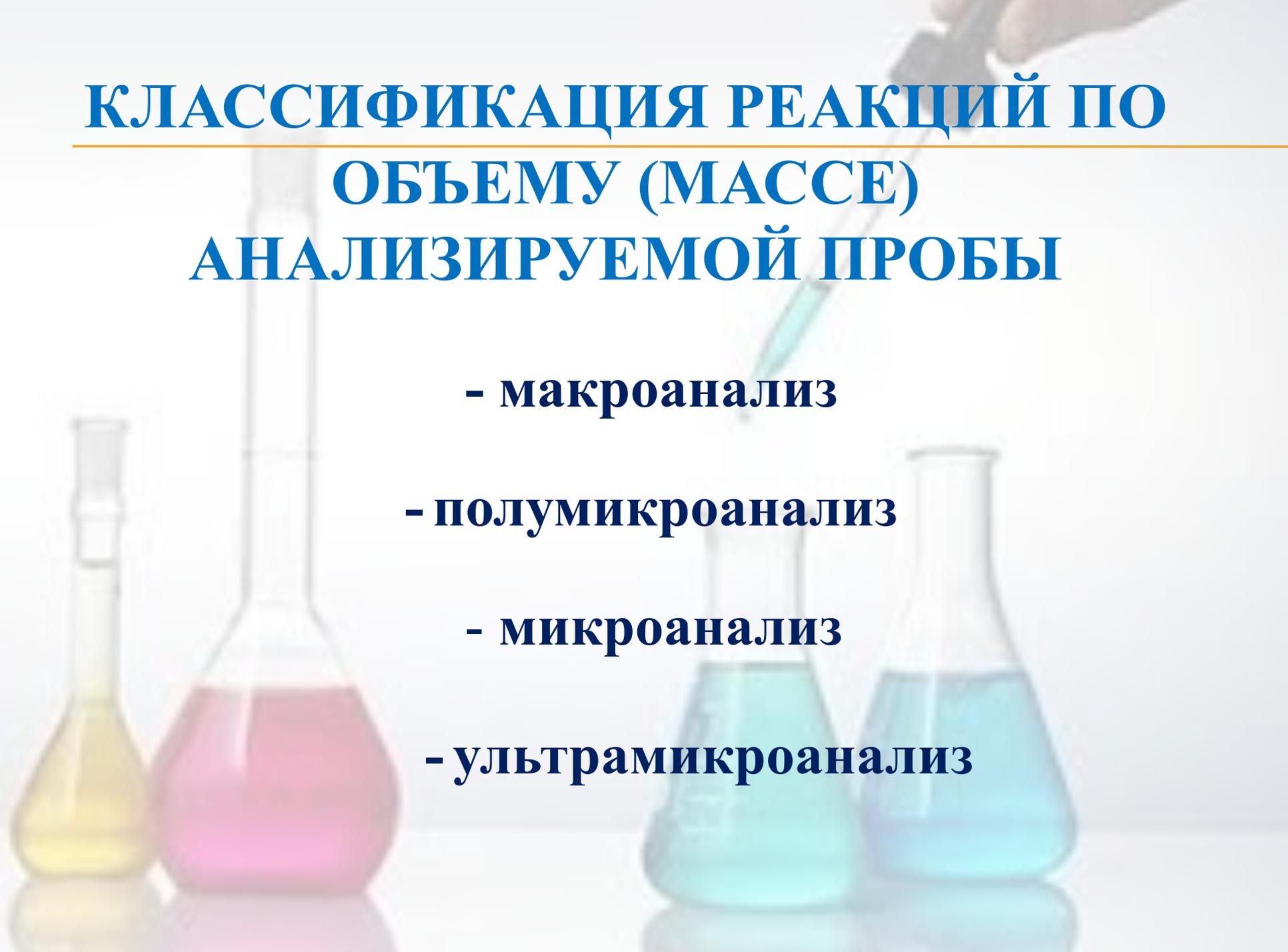
КЛАССИФИКАЦИЯ РЕАКЦИЙ ПО ОБЪЕМУ (МАССЕ) АНАЛИЗИРУЕМОЙ ПРОБЫ

- макроанализ

- полумикроанализ

- микроанализ

- ультрамикроанализ



Классификация реакций

Наименование		Количество исследуемого вещества		
старое	новое	масса, г	объем, мл	
1	Микроанализ	грамм-метод	1 – 10	10 – 100
2	<u>Полумикроанализ</u>	сантиграмм-метод	0,05 – 0,5	1 – 10
3	<u>Микроанализ</u>	миллиграмм-метод	$10^{-3} - 10^{-6}$	$10^{-1} - 10^{-4}$
4	Ультрамикроанализ	микрограмм-метод	$10^{-6} - 10^{-9}$	$10^{-4} - 10^{-6}$

АНАЛИТИЧЕСКИЕ КЛАССИФИКАЦИИ ИОНОВ

(по групповому реагенту):

Сероводородная (сульфидная) –
разработана Н.А. Меншуткиным

Аммиачно-фосфатная –
разработана в МХТИ им. Д.И. Менделеева

Кислотно-основная –
разработана С.Д. Бесковым

СЕРОВОДОРОДНАЯ (СУЛЬФИДНАЯ) КЛАССИФИКАЦИЯ

Сульфиды растворимые в воде		Сульфиды не растворимые в воде (или разлагаются водой с образованием нерастворимых в ней гидроксидов)		
Карбонаты растворимые в воде	Карбонаты не растворимые в воде	Сульфиды растворимые в разбавленных кислотах	Сульфиды не растворимые в разбавленных кислотах	
Первая группа	Вторая группа	Третья группа	Четвертая группа	Пятая группа
Na ⁺ , K ⁺ , NH ₄ ⁺ , Mg ²⁺ и др.	Ca ²⁺ , Sr ²⁺ , Ba ²⁺ и др.	Al ³⁺ , Cr ³⁺ , Fe ³⁺ , Fe ²⁺ , Mn ²⁺ , Co ²⁺ , Ni ²⁺ , Zn ²⁺ и др.	Хлориды не растворимые в воде: Ag ⁺ , Pb ²⁺ , Hg ₂ ⁺ Хлориды растворимые в воде: Cu ²⁺ , Cd ²⁺ , Bi ³⁺	Сульфиды растворимые в Na ₂ S: Hg ²⁺ , As(III), As(V), Sb(III), Sb(V), Sn(II), Sn(IV) и др.
Группового реагента нет.	Групповой реагент (NH ₄) ₂ CO ₃	Групповой реагент (NH ₄) ₂ S	Групповой реагент H ₂ S в присутствии HCl.	Групповой реагент Na ₂ S

КИСЛОТНО-ОСНОВНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ КАТИОНОВ

Группы	Групповой реагент	Катионы	Получаемые соединения
I	Нет	Na^+ , K^+ , NH_4^+	—
II	2н. HCl	Ag^+ , Pb^{2+} , Hg_2^+	Осадки хлоридов нерастворимые в NaOH
III	2н. H_2SO_4	Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+}	Осадки сульфатов, нерастворимые в HCl , NaOH
IV	2н. NaOH избыток	Al^{3+} , Cr^{3+} , Zn^{2+} , Sn^{2+} , Sn^{4+} , As^{3+} , As^{5+}	Растворимые в избытке NaOH и кислотах соли
V	NH_4OH (концентрированный)	Fe^{3+} , Fe^{2+} , Mg^{2+} , Mn^{2+} , Bi^{3+} , Sb^{3+} , Sb^{5+}	Нерастворимые гидроксиды
VI	Избыток NH_4OH (концентрированный)	Cu^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Hg^{2+} , Cd^{2+}	Растворимые комплексные аммиакаты

Дробный анализ

Обнаружение ионов с помощью специфических и селективных реакций в отдельных порциях анализируемого раствора, производимое в любой последовательности, называют дробным анализом

Дробный анализ не требует много времени и позволяет открывать искомые ионы, минуя длительные операции последовательного отделения одних ионов от других

СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Систематический ход анализа – определенная последовательность выполнения аналитических реакций, при которых каждый ион обнаруживают после того, как будут обнаружены и удалены мешающие ионы

Недостатки систематического метода заключаются в громоздкости, длительности выполнения анализа, в потерях обнаруживаемых ионов, если они находятся в малых количествах

Идентификация неизвестного вещества (Качественный химический анализ сухой соли)

Предварительные испытания

- ❖ Внешний осмотр
- ❖ Проба кислотой
- ❖ Растворение в воде
- ❖ Определение реакции среды раствора соли

Идентификация катиона

- ❖ Определение принадлежности к аналитической группе (групповые реагенты)
- ❖ Специфические реакции

Идентификация аниона

- ❖ Определение принадлежности к аналитической группе (групповые реагенты)
- ❖ Специфические реакции