

Качественный химический анализ. Основные понятия



Задачи качественного анализа: обнаружение в исследуемом образце и идентификация строго определенных компонентов: химических элементов или ионов, функциональной группы или какого-либо конкретного химического вещества.

Качественный анализ проводят с помощью химических реакций и в результате наблюдения некоторых физических свойств веществ.

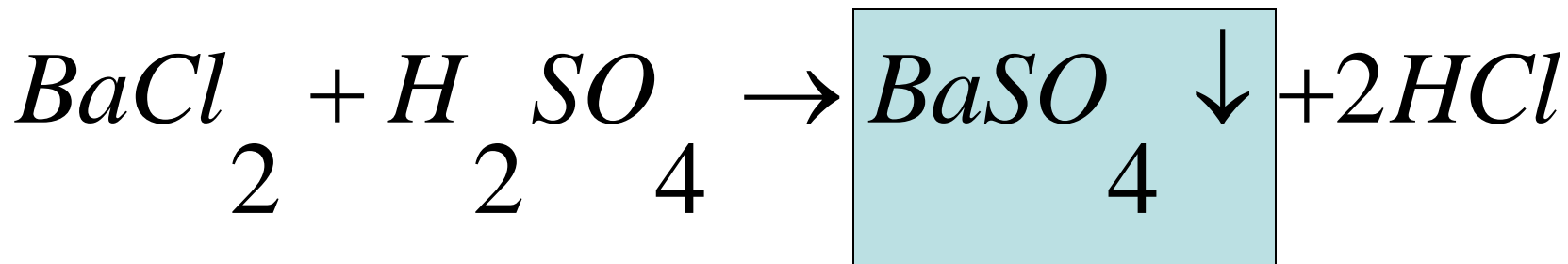
Аналитические реакции – это химические реакции, сопровождающиеся заметным, характерным для определенного вещества, изменением реакционной смеси, т.е. аналитическим эффектом или сигналом.

Аналитическим эффектом может быть появление (или исчезновения) осадка, окраски, выделение газа, характерной окраски пламени при внесении в него исследуемой пробы и т.д.

В качестве аналитических реакций могут быть использованы химические реакции разных типов.

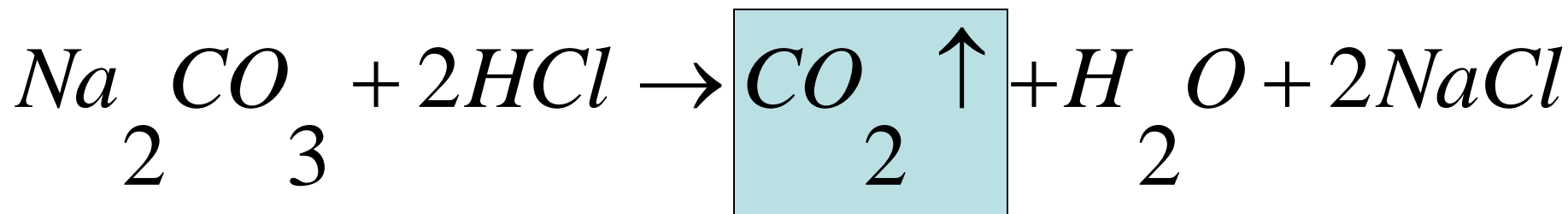
Типы аналитических реакций

1. Реакции осаждения



Белый кристаллический осадок

2. Кислотно-основные реакции

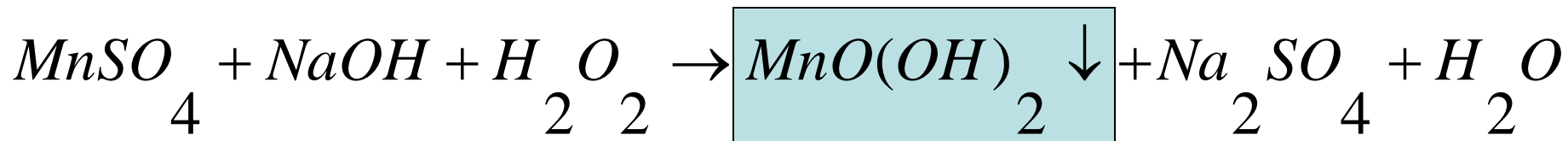


Бесцветный газ,
без запаха

Открываемый ион



3. Окислительно-восстановительные реакции

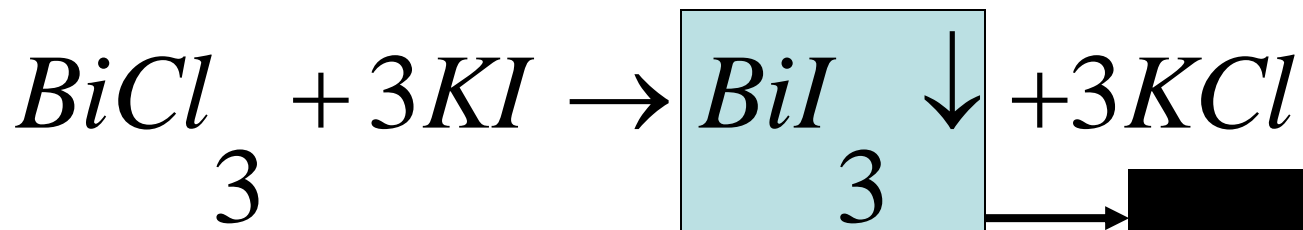


Осадок темно-бурого
цвета

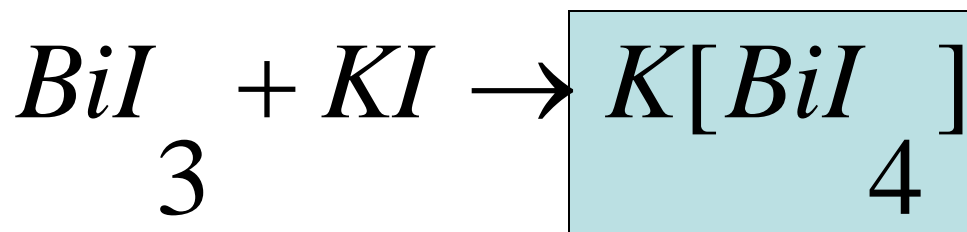
Открываемый ион

Mn⁺²

4. Реакции комплексообразования



Осадок черного
цвета

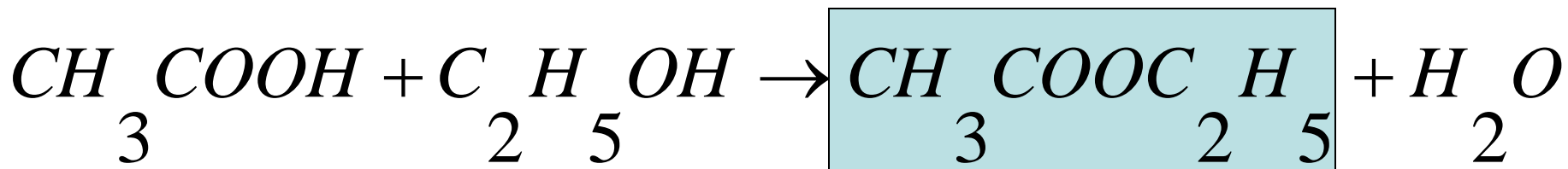


Раствор оранжевого
цвета

Открываемый ион

Bi^{+3}

5. Реакции этерификации

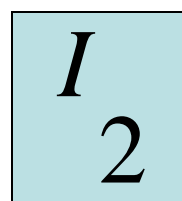
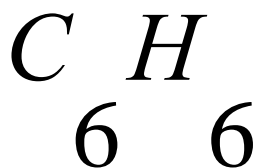
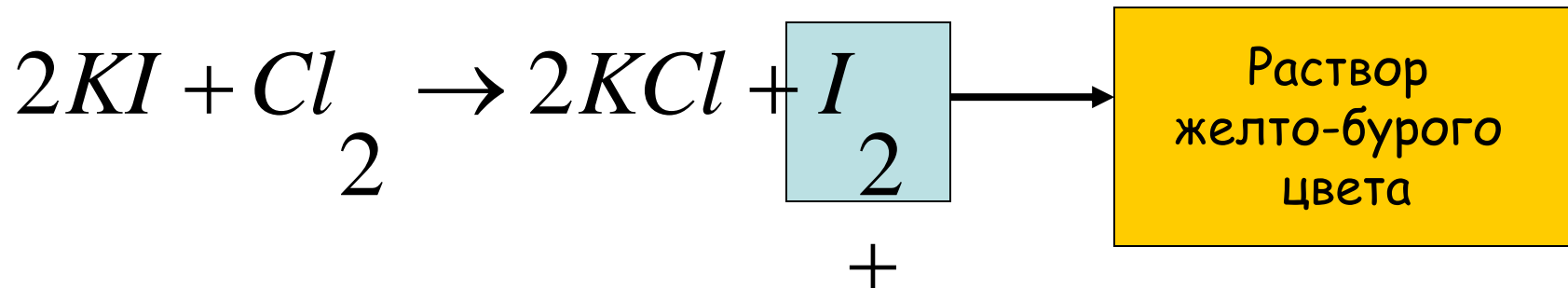


↓
Приятный запах
(грушевая эссенция)

Открываемый ион



6. Реакции экстракции



Слой органического растворителя окрашивается в характерный фиолетовый цвет



Открываемый ион

I^-

Кроме ярко выраженного аналитического эффекта аналитическая реакция, применяемая в качественном анализе, должна обладать высокой чувствительностью и характеризоваться достаточной селективностью.

Чувствительность аналитической реакции – это ее способность показывать аналитический эффект при очень малых содержаниях определяемого вещества.

Селективность аналитической реакции - это ее способность давать аналитический эффект с ограниченным числом веществ.

Специфичность аналитической реакции - это наивысший случай селективности, когда аналитический эффект возникает только при наличии одного единственного вещества.

Характеристика чувствительности аналитических реакций

Аналитические реакции позволяют обнаруживать определяемое вещество в анализируемом растворе только тогда, когда это вещество содержится в растворе при достаточной концентрации, превышающей некоторый минимальный предел.

Если концентрация определяемого вещества ниже этого предела, то и концентрация продуктов аналитической реакции окажется настолько незначительной, что их невозможно будет определить.

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

Предельное разбавление

Предельное разбавление ($V_{\text{пред}}$, мл/г) – максимальный объём раствора, в котором может быть однозначно обнаружен один грамм данного вещества при помощи данной аналитической реакции.

Пример:

При реакции Cu^{2+} с аммиаком в водном растворе:
 $\text{Cu}^{2+} + 4\text{NH}_3 = [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, образуется окрашенный ярко-синий аммиачный комплекс меди (II).

Предельное разбавление иона Cu^{2+} равно 250 000 мл/г.

Ионы Cu^{2+} можно открыть с помощью этой реакции в растворе, содержащем 1г меди (II) в 250 000 мл воды или в растворе, в котором содержится меньше 1г меди (II) в указанном объеме, обнаружить катион невозможно.

Предельная концентрация

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

Пример:

Ион K^+ в водном растворе открывают аналитической реакцией с гексанитрокобальтатом(III) натрия $Na_3[Co(NO_2)_6]$ при которой выделяется малорастворимый в воде кристаллический жёлтый осадок.



Предельная концентрация ионов K^+ в этой реакции равна $C_{\text{пред}} = 10^{-5}$ г/мл (или 1:100000 или 1/100000), т.е. ион K^+ нельзя открыть указанной реакцией, если его соединение составляет меньше 10^{-5} г в 1 мл анализируемого раствора.

Минимальный объём

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

Пример:

Минимальный объём предельно разбавленного раствора при открытии ионов Cu^{2+} равен $V_{\min} = 0,05\text{мл}$ при $C_{\text{пред}} = 4 \cdot 10^{-6}$ г/мл. Это означает, что в объёме меньше $0,05\text{мл}$, нельзя открыть ион Cu^{2+} реакцией с аммиаком.

Предел обнаружения (открываемый минимум)

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

Показатель чувствительности:

Аналитическая реакция тем чувствительней, чем меньше её открываемый минимум, минимальный объём предельно разбавленного раствора и чем больше предельное разбавление.

Аналитические реакции

```
graph TD; A[Аналитические реакции] --- B[Реакции «открытия»]; A --- C[Реакции идентификации]; A --- D[Реакции осаждения];
```

Реакции «открытия» -

это реакции сопровождающиеся образованием осадков и изменением окраски растворов, с помощью которых обнаруживаются присутствующие в растворе ионы.

Реакции идентификации -

это реакции, с помощью которых проверяется правильность открытия иона.

Реакции осаждения -

это реакции, с помощью которых отделяется одна группа ионов от другой или один ион от других ионов.

Индивидуальные реакции – это реакции обнаружения иона в растворе его чистой соли.

Индивидуальные реакции

```
graph TD; A[Индивидуальные реакции] --- B[Общие реакции]; A --- C[Характерные реакции];
```

Общие реакции –

это реакции, в которых участвуют реактивы, взаимодействующие со многими ионами.

Характерные реакции –

Это реакции, в которых участвуют реактивы, взаимодействующие с небольшим числом ионов или с одним ионом.

Реактивы или реагенты – это вещества, которые используют для проведения аналитических реакций.



Реактивы

(по степени
чистоты)

особой чистоты (оч)

(содержание примесей менее 0,1 %)

химически чистые (хч)

(содержание примесей менее 0,5 %)

чистые для анализа (чда)

(содержание примесей 1-2 %)

чистые (ч)

(содержание примесей до 5 %)

очищенные (очищ)

технические (техн)



ard.com.ua

Для качественного анализа используют реактивы марок «чда» и «хч».



БРОМ

XЧ

ГОСТ 4109-79

Netto: 0,015 кг



ГЛИЦЕРИН

ч

ИМП.

Соответствует ГОСТ 6259-75

Вес нетто 1,2 кг

Партия 23 Дата изг.

Гарантийный срок хранения 1 год



ОАО "КАУСТИК"
РОССИЯ, ВОЛГОГРАД
JSC "KAUSTIK"
RUSSIA, VOLGOGRAD

PROPER SHIPPING NAME
SODIUM HYDROXIDE, GRANULATED
UN 1823

НАТР ЕДКИЙ CAUSTIC SODA

(НАТРИЯ ГИДРОКСИД)
(SODIUM HYDROXIDE)

ТЕХНИЧЕСКИЙ ГРАНУЛИРОВАННЫЙ 8212
TECHNICAL GRANULATED 8212

TU 8-01-1306-85
TU 8-01-1306-85

МАРКА ГР
GRADE GR
ПАРТИЯ №
BATCH №
МАССА НЕТТО:
NET WEIGHT:

62
25-025

ДАТА ИЗГОТОВЛЕНИЯ II 2004 ГОД
DATE OF MANUFACTURING 2004 YEAR

SH3/Y25/S/04
RUS/GOST 26319/MT79-C1

Реактивы

(в зависимости от
состава)

Неорганические реактивы

Органические реактивы



Групповые реактивы - это реактивы, используемые для разделения изучаемых ионов на аналитические группы.

Селективные реактивы - это реактивы, которые взаимодействуют с небольшим числом ионов.

Специфические реактивы - это реактивы, которые взаимодействуют с одним ионом.

Требования к реактивам:

1. Используемые реактивы должны быть правильно приготовлены и правильно храниться.
2. Нельзя использовать загрязненные реактивы.

Методы качественного анализа

(в зависимости от
способов проведения)

**Дробный метод
анализа**

**Систематический
метод анализа**

Дробный метод анализа – проводится при анализе простых смесей или поиске ограниченного числа компонентов.

При выполнении дробного метода анализа присутствие компонентов устанавливают в отдельных пробах с помощью небольшого числа характерных реакций.

В дробном методе анализа используют специфические реактивы, которые позволяют обнаружить определяемый ион в присутствии других ионов.

Особенности дробного метода анализа:

1. Искомый ион обнаруживают в любой последовательности в отдельных пробах.
2. Исключаются процессы выпаривания и прокаливания.
3. Исключается промывание осадка, так как обычно анализируют фильтрат.

Систематический метод анализа проводится при более полном определении неорганических компонентов в исследуемом веществе.

В систематическом методе анализа соблюдают определенную последовательность выполнения аналитических операций: исходную смесь разделяют на несколько аналитических групп, а затем для открытия каждого иона применяют несколько характерных реакций.

Каждый ион обнаруживают после того, как удалены другие ионы, мешающие своим присутствием.

Реакции обнаружения отдельных ионов чередуются с реакциями отделения их друг от друга.

Особенности систематического метода анализа:

1. Метод позволяет значительно увеличить количество получаемой аналитической информации.
2. Повышается надежность результатов.

Недостатки:

1. Громоздкость.
2. Длительность выполнения анализа.
3. Потери обнаруживаемых ионов, если они находятся в малых количествах.

Методы качественного анализа

(в зависимости от
применяемых реактивов)

Сероводородный метод

Бессероводородные методы

Аммиачно-фосфатный метод

Кислотно-основной метод

Сероводородный метод основан на использовании в качестве реактива сероводорода (или сульфидов).

Достоинства:

- большая четкость разделения ионов;
- высокая чувствительность используемых аналитических реакций.

Недостатки:

- сероводород сильно ядовит;
- сероводород имеет неприятный запах.

Аммиачно-фосфатный метод основан на использовании различной растворимости фосфатов в воде, кислотах, щелочах и водном растворе аммиака.

Кислотно-основной метод основан на разном отношении катионов к действию на них важнейших кислот и оснований.