

ТИТРИМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Сущность титриметрического анализа

Основан на измерении объема реагента точно известной концентрации, затраченного на реакцию с определяемым компонентом.

- Применяются **титрованные растворы** – растворы концентрация которых точно известна.
- Основан на **законе эквивалентов**:

$$C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$$

- + Анализ быстрый;
- + Довольно точный;
- Анализ эталонный.

Основные понятия

- **Титрование** – процесс постепенного прибавления по каплям раствора-титранта к анализируемому раствору.
- **Титрант (рабочий раствор)** – это раствор которым титруют, его концентрация должна быть точно известна.
- **Титр** – это концентрация раствора, указывающая какая масса вещества содержится в одном мл раствора (Т, г/мл).
- **Точка эквивалентности (ТЭ)** – это тот момент титрования, когда количество добавленного титранта химически эквивалентно количеству титруемого вещества.
- **Конечная точка титрования (КТТ)** - это момент окончания титрования (часто определяется по изменению окраски индикатора).

Способы фиксирования КТТ

Способы
фиксировани
я
КТТ

Безынди-
каторный

Индикаторны
й

Инструмен-
тальный

ОБНАРУЖЕНИЕ КОНЕЧНОЙ ТОЧКИ ТИТРОВАНИЯ

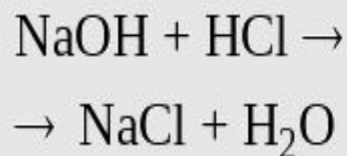
химические титриметрические методы анализа

изменение окраски
или другого
свойства
индикатора

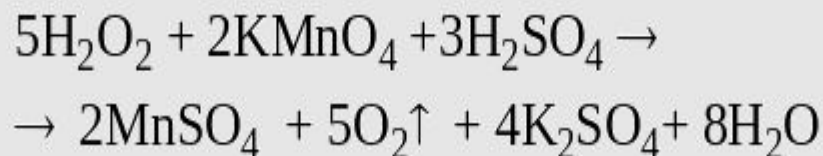
изменение свойств
системы, обусловленных
самими реагирующими
веществами

физико-химические титриметрические методы анализа

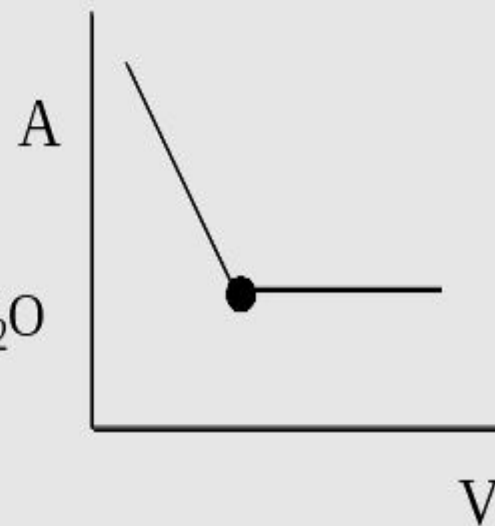
резкое изменение
свойства системы,
регистрируемое с
помощью прибора



исчезновение окраски
фенолфталеина



появление розовой окраски
раствора



Требования к химическим реакциям в титриметрическом анализе

- **Реакция должна протекать:**
 - по строго определенному стехиометрическому уравнению, побочные реакции должны быть исключены;
 - количественно (практически до конца), $K_{x.p.}$ должна быть достаточно большой;
 - быстро, чтобы в любой момент титрования состояние химического равновесия наступало практически мгновенно.
- **Посторонние вещества не должны мешать титрованию.**
- **КТТ должно фиксироваться резко и быстро.**
- **Реакции по возможности должны идти при комнатной температуре.**

Классификация методов

**Методы
титриметрии**

**Нейтрализации
и
(КОТ)**

**Комплексо-
метрические
(КМТ)**

**Осаждения
(ОТ)**

**Окислительно-
восстанови-
тельные
(ОВТ)**

- В основе методов КОТ лежит реакция нейтрализации. **Что это за реакция?**
- В основе методов КМТ лежат реакции комплексообразования. **Что это за реакции?**
- В основе методов ОТ лежат реакции осаждения. **Что это за реакции?**
- В основе методов ОВТ лежат окислительно-восстановительные реакции. **Что это за реакции?**

Виды и способы титрования

Виды титрования

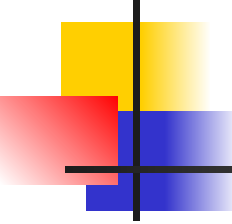
Прямое:
 $A + B$

Заместительно
е:
 $A + P = C;$
 $C + B$

Обратное:
 $A + B_{1(\text{изб})};$
 $B_1 + B_2$

Прямое титрование – к раствору определяемого вещества (А) добавляют небольшими порциями титрант (В).

Реверсное титрование – разновидность прямого, в котором определяемое вещество (А) и титрант (В) меняются местами.



Заместительное титрование – применяют в тех случаях, когда прямое или обратное титрование вещества невозможно или вызывает затруднение, т.е. непосредственная реакция исследуемого вещества и реагента не удовлетворяет требованиям, предъявляемым к реакциям, применяемым в титриметрии. К определяемому веществу (А) добавляют реагент (Р) в избытке. При этом выделяется эквивалентное определяемому веществу количество заместителя (С), который затем оттитровывают подходящим титрантом (В). Оттитровывается заместитель (С), а в расчетах берется определяемое вещество (А).

Обратное титрование – используют два титранта. Сначала к анализируемому раствору (А) добавляют избыточное, но точно измеренное количество титранта-1 (титрант по отношению к определяемому веществу) (V_1). Не прореагировавший объем титранта-1 (V_1) оттитровывают титрантом-2 (титрант по отношению к титранту 1) (V_2). Количество израсходованного титранта-1 (V_1) на взаимодействие с определяемым веществом определяют по разнице между добавленным объемом титранта 1 (V_1) и его объемом, оттитрованным титрантом-2 (V_2).

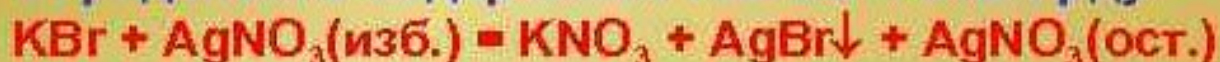
ТИТРИМЕТРИЯ

Обратное титрование

Титрование непрореагировавшего вещества, которое прибавлено в избытке в виде стандартного раствора к анализируемому раствору

Пример

Определение содержания KBr по Фольгарду



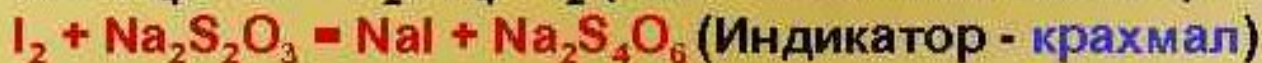
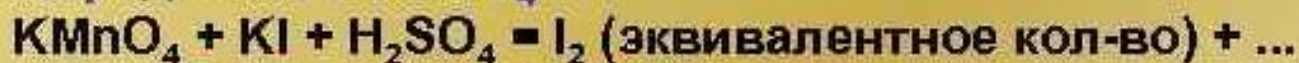
Индикатор - Fe^{3+} ($Fe^{3+} + 3CNS^- = Fe(CNS)_3$ (алый))

Заместительное титрование

Если определяемое вещество не реагирует с титрантом, к раствору добавляют вспомогательный реагент, образующий с определяемым веществом эквивалентное количество вещества-заместителя.

Пример

Определение $KMnO_4$



Виды и способы титрования

Способы титрования

Отдельных навесок

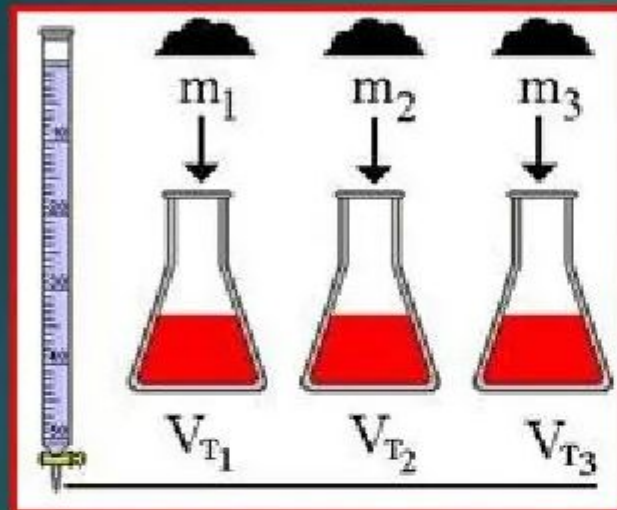
В способе *отдельных навесок* взвешивают на аналитических весах точную навеску $m(A)$ вещества A , количественно переносят ее в колбу для титрования, растворяют, прибавляя в колбу некоторое количество растворителя, и титруют полученный раствор. При этом объем титруемого раствора можно не измерять. Измеряется только объем титранта.

Пипетирования

В способе *пипетирования* отбирают с помощью калиброванной пипетки аликвоту — точно измеренный объем $V(X)$ анализируемого раствора вещества X с неизвестной молярной концентрацией эквивалента $c(1/z X)$ и титруют аликвоту стандартным раствором титранта с молярной концентрацией эквивалента $c(1/z T)$.

Классификация способов титрования в зависимости от подхода к выполнению параллельных определений

Способ отдельных навесок



$$m_{\text{н.х.ч.}} = \frac{C_M \cdot V \cdot E_M}{1000}$$

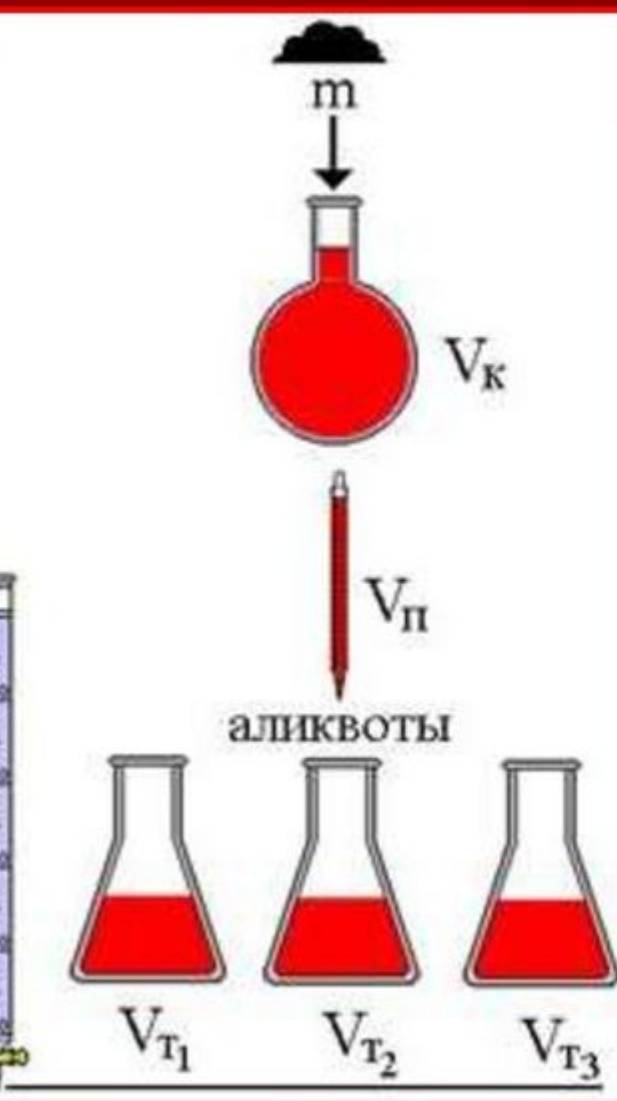
Рассчитывают навеску анализируемого вещества. На аналитических весах взвешивают отдельные, близкие по величине, навески вещества. Растворяют в удобном для титрования объеме растворителя и титруют стандартным раствором.

Метод отдельных навесок наиболее точен, но требует больших затрат времени.

к выполнению параллельных определений

Способ пипетирования

$$m_{\text{н.х.ч.}} = \frac{C_M \cdot V \cdot E_M \cdot V_{\text{м.к.}}}{1000 \cdot V_{\text{п}}}$$



Рассчитывают навеску анализируемого вещества. Взвешивают на аналитических весах. Количественно переносят в мерную колбу, растворяют в растворителе и доводят объем раствора тем же растворителем до метки. Аликвотную часть приготовленного раствора пипеткой переносят в коническую колбу и титруют стандартным раствором.

Аликвота – объем раствора, точно отмеренный калиброванной

Способы выражения концентрации растворов

**Концент-
рация**

**Процентная
(массовая
доля)**
 $C_{\%} = \frac{\omega\%}{\%}$
(г/100г р-ра)

Молярная;
 $M = C_M;$
Моль/л

**Нормальная
(эквивалентн
ая)**
 $N = C_N;$
Моль/л

**Титр;
Т.
Титр рабочего
по
определяемо
му;**
 $T_{p/op};$
г/мл.