

Уважаемый студент! Выполнение задания строго обязательно!

Дисциплина ЕН.01 Химия

Группа ПКД 2/1

Преподаватель: Жарикова Ю.С.

Дата: 30.01.2026г.

ЛЕКЦИЯ (2 часа)

Тема: Количественный анализ. Методы количественного анализа

План

1. Понятие. Сущность методов количественного анализа.
2. Операция весового (гравиметрического) анализа.
3. Сущность и методы объемного анализа.
4. Способы выражения концентрации растворов.
5. Вычисления в объемном анализе.

Цель занятия:

дидактическая: обобщить и закрепить теоретические знания о количественном анализе; о операции весового (гравиметрического) анализа; о методах объемного анализа; о способах выражения концентрации растворов; о вычислении в объемном анализе.

развивающая: развивать политехнический кругозор, химическое мышление, интерес к науке.

Литература

1. Аналитическая химия: уч. для студ. учреждений СПО / [Ю.М.Глубоков, В.А. Головачева, Ю.А.Ефимова и др.]: под ред. А.А. Ищенко. - 12-е изд., стер.- Москва : Издательский центр «Академия», 2017. - 464с.

2. Дополнительная литература:

3. Белик В.В., Киенская К.И. Физическая и коллоидная химия: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. (13 переиздание), Москва : Издательский центр «Академия», 2017. — 288 с.

4. Валова (Копылова), В. Д. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : практикум / Валова В. Д. (Копылова), Е. И. Паршина. — 2-е изд. — Москва : Дашков и К, 2020. — 199 с.

Интернет-ресурсы:

1. Бесплатная электронная библиотека онлайн "Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://windo.edu.ru> - свободный доступ к каталогу образовательных интернет- ресурсов и полнотекстовой электронной учебно-методической библиотеке для общего и профессионального образования.

2. Единая коллекция Цифровых Образовательных Ресурсов <http://school-collection.edu.ru>.

3. Федеральный центр информационно - образовательных ресурсов (ФЦИОР) <http://fcior.edu.ru>

4. ЭБС "Юрайт" <https://biblio-online.ru/>

1. Понятие и сущность методов количественного анализа.

Количественный анализ — это раздел аналитической химии, задачей которого является определение количественного содержания (массы, концентрации, доли) компонентов в исследуемом веществе или смеси.

Сущность: Все методы основаны на измерении величины (массы, объема, интенсивности сигнала), которая прямо пропорциональна количеству определяемого вещества (компонента).

Основные группы методов:

Химические (классические) методы: основаны на проведении химических реакций. Главные виды: гравиметрический (весовой) анализ; титриметрический (объемный) анализ.

Физико-химические (инструментальные) методы: основаны на измерении физических или физико-химических свойств вещества (оптические, электрохимические, хроматографические и др.).

Физические методы: Атомно-абсорбционный анализ, масс-спектрометрия и др.

2. Операции весового (гравиметрического) анализа.

Гравиметрический (весовой) анализ — метод количественного химического анализа, основанный на точном измерении массы определяемого вещества или его составных частей, выделяемых в химически чистом состоянии или в виде соединений точно известного постоянного состава.

Некоторые операции гравиметрического анализа (на примере метода осаждения):

Отбор средней пробы анализируемого образца. **Средняя проба** — небольшая часть объекта, средний состав и свойства которой идентичны среднему составу и свойствам анализируемого объекта.

Взятие навески — количества вещества, необходимого для анализа. Как правило, чем больше навеска, тем выше точность определения, но получающийся большой осадок трудно профильтровать, промыть и прокалить.

Растворение навески. Выбирают подходящий растворитель (вода, кислоты, щелочи, сплавление). Осаждение кристаллических осадков проводят из разбавленных растворов, а аморфных — из концентрированных.

Осаждение — перевод определяемого компонента в определённое химическое соединение, удобное для определения весовым способом. Для осаждения используют химическое вещество — **осадитель**.

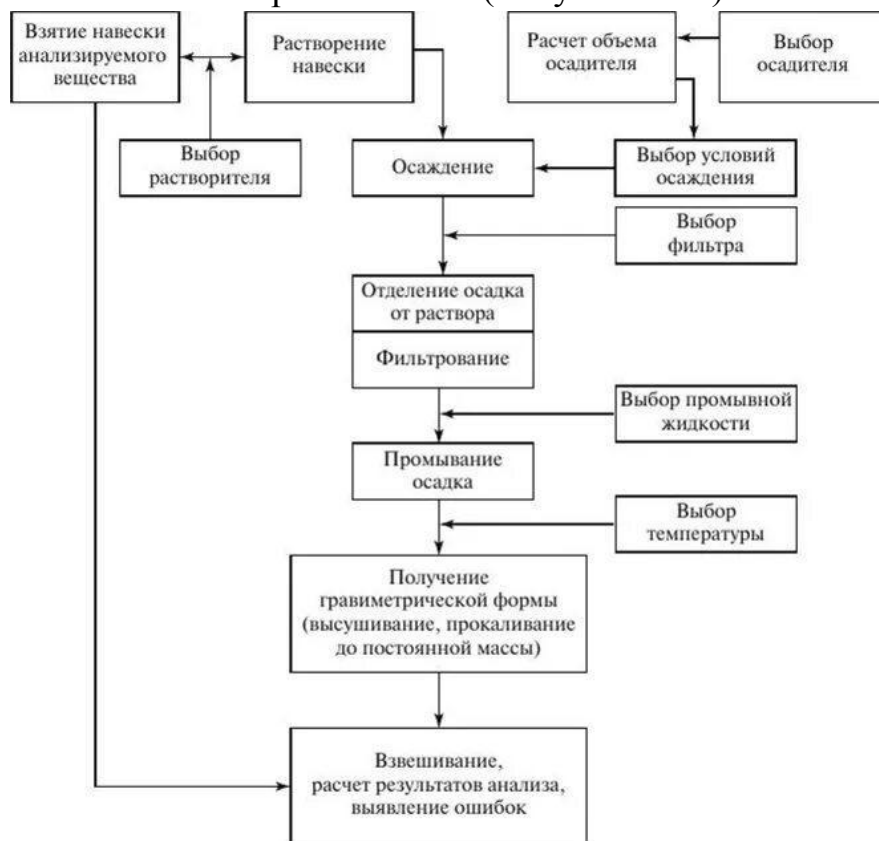
Фильтрование и промывание осадка.

Высушивание или прокаливание осадка до постоянной массы. Как правило, осадки, образованные органическим осадителем, только высушивают, а неорганические осадки прокаливают.

Взвешивание весовой формы на аналитических весах. Поскольку при прокаливании многие осадки претерпевают химические превращения, то взвешивают часто уже не то соединение, которое было получено при осаждении. Поэтому в гравиметрическом анализе различают осаждаемую и гравиметрическую (весовую) формы осадка:

Осаждаемая форма — соединение, осаждающееся из раствора при взаимодействии с соответствующим реагентом.

Гравиметрическая форма — соединение, массу которого определяют взвешиванием после прокаливания (высушивания).



Методика

Некоторые особенности проведения гравиметрического анализа:

Подготовка раствора — создание требуемого pH, маскировка мешающих ионов путём их осаждения или связывания в прочные комплексы, при необходимости упаривание раствора.

Учёт характера осадка — например, крупнокристаллические осадки получают путём осаждения из горячих разбавленных растворов, аморфные — из концентрированных горячих растворов.

Параллельное выполнение операций — чтобы сэкономить время, некоторые операции следует выполнять параллельно, например, проводить фильтрование во время продолжительного прокаливания тигля.

Расчёт

Конечная операция гравиметрического анализа — вычисление массы или процентного содержания определяемого компонента в пробе. Для этого используют гравиметрический фактор — отношение молярных масс определяемого компонента и гравиметрической формы с учётом коэффициентов реакции превращения определяемого компонента в гравиметрическую форму.

Зная массу гравиметрической формы и значение гравиметрического фактора, рассчитывают массу определяемого компонента, его массовую долю или концентрацию в анализируемом образце.

Для гравиметрического анализа используют, например:

Аналитические весы — позволяют определять массу с точностью до 0,0001 г.

Химическую посуду — тонкостенные стаканы с носиком, воронки для фильтрования, стеклянные палочки, часовые стёкла.

Вспомогательное оборудование — сушильные шкафы для сушки посуды и исследуемых веществ, камерные (муфельные) электропечи для прокаливания тиглей и тиглей с осадком.

При выполнении операций анализа, кроме погрешностей взвешивания, возникают и другие погрешности. Они могут быть вызваны потерями вещества в ходе анализа, загрязнением гравиметрической формы посторонними веществами вследствие соосаждения и другими причинами. Всё это увеличивает общую погрешность гравиметрического метода, которая в большинстве случаев составляет 0,2–0,4%.

3. Сущность и методы объемного анализа.

Объемный (титриметрический) анализ — метод, основанный на точном измерении объема раствора реагента с точно известной концентрацией (стандартного раствора, титранта), израсходованного на реакцию с определяемым веществом.

Сущность: Процесс постепенного добавления титранта к анализируемому раствору называется титрованием. Момент, когда количество добавленного титранта эквивалентно количеству определяемого вещества, называется точкой эквивалентности (ТЭ). Ее фиксируют по изменению цвета индикатора или скачку физико-химического параметра (точка конца титрования, ТКТ).

Основные методы (по типу реакции):

Кислотно-основное титрование (нейтрализации): Реакция между кислотой и основанием.

Окислительно-восстановительное титрование (редоксиметрия): Реакции с переносом электронов (перманганатометрия, иодометрия и др.).

Комплексонометрия: Реакции комплексообразования (чаще с ЭДТА).

Осадительное титрование: Реакции с образованием осадка (аргентометрия).

Достоинства: Быстрота, простота, достаточная точность для большинства задач.

4. Способы выражения концентрации растворов.

Концентрация — величина, характеризующая количественный состав раствора.

Основные способы:

1. Молярная концентрация (С, моль/л) — число молей растворенного вещества в 1 литре раствора. $C = n(\text{в-ва}) / V(\text{р-ра})$

2. Молярная концентрация эквивалента (нормальность, Сн) — число молей эквивалентов вещества в 1 литре раствора. Важно: зависит от конкретной реакции. $C_n = n(\text{экв.}) / V(\text{р-ра})$

3. Титр (Т, г/мл) — масса растворенного вещества в 1 миллилитре раствора. $T = m(\text{в-ва}) / V(\text{р-ра})$

4. Титр по определяемому веществу (Т/Х) — масса определяемого вещества (Х), которая реагирует с 1 мл данного титранта.

$$T(p-ra)/X = (C_n * M(экв.X)) / 1000$$

5. Массовая доля (ω, %) — отношение массы растворенного вещества к массе раствора, выраженное в процентах. $\omega = (m(v-ba) / m(p-ra)) * 100\%$

В титриметрии чаще всего используют молярную концентрацию (С) или нормальность (Сн).

5. Вычисления в объемном анализе.

Основой всех расчетов является **закон эквивалентов**: в точке эквивалентности количества вещества эквивалентов титранта и определяемого вещества равны.

$$C_n(\text{титранта}) * V(\text{титранта}) = C_n(\text{аналита}) * V(\text{аналита})$$

или (если аналит взвешен):

$$C_n(\text{титранта}) * V(\text{титранта}) = m(\text{аналита}) / M(\text{экв. аналита})$$

Типовые задачи:

1. Расчет концентрации аналита по результатам титрования:

$$C_n(X) = (C_n(\text{титр}) * V(\text{титр})) / V(X)$$

2. Расчет массовой доли вещества в пробе:

$$\omega(X) = (C_n(\text{титр}) * V(\text{титр}) * M(\text{экв.X})) / m(\text{навески пробы}) * 100\%$$

3. Расчет титра раствора:

$$T = C * M / 1000 \text{ (где } C \text{ — молярная концентрация)}$$

$$T(p-ra)/X = (C_n * M(\text{экв.X})) / 1000$$

Алгоритм решения:

1. Записать уравнение реакции титрования.

2. Определить фактор эквивалентности (f_{экв}) для всех участников реакции.

3. Рассчитать молярную массу эквивалента: $M(\text{экв}) = M * f_{\text{экв}}$.

4. Подставить данные в соответствующую формулу закона эквивалентов и произвести расчет.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение количественному анализу. Какова его основная задача?

2. В чем заключается основная сущность всех методов количественного анализа?

3. На какие две большие группы делятся методы количественного анализа? Приведите по 2-3 примера каждой группы.

4. В чем главное отличие гравиметрического метода от титриметрического? На чем основан результат в гравиметрии?

5. Перечислите основные этапы (операции) гравиметрического анализа.

6. Почему осадок в гравиметрии промывают, а затем прокаливают? Что такое «гравиметрическая форма» и чем она отличается от «формы осаждения»?

7. Назовите основные достоинства и недостатки гравиметрического метода.

8. Дайте определение титриметрическому анализу. Что является его главным измерительным параметром?

9. Что такое «титрант» (стандартный раствор) и каким основным требованиям он должен отвечать?

10. Дайте определения: титрование, точка эквивалентности (ТЭ), точка конца титрования (ТКТ), индикатор. Почему ТЭ и ТКТ могут не совпадать?

11. Перечислите основные методы титриметрии в зависимости от типа реакции и приведите по одному примеру реакции для каждого.

12. Дайте определения и запишите формулы для расчета: молярной концентрации (С); молярной концентрации эквивалента (нормальности, С_н); титра (Т); титра по определяемому веществу (Т/Х)

13. В чем ключевое различие между молярной концентрацией и нормальностью? Почему нормальность зависит от конкретной реакции?

14. Как связаны между собой титр раствора и его молярная концентрация?

15. Сформулируйте закон эквивалентов. Запишите его основную математическую формулу для титриметрии.

16. Как рассчитать молярную массу эквивалента вещества для реакций: а) кислотно-основного взаимодействия, б) окисления-восстановления?

17. Решите типовую задачу: На титрование раствора HCl массой 10.00 г с массовой долей HCl израсходовано 15.00 мл раствора NaOH с титром 0.004000 г/мл. Рассчитайте массовую долю (%) HCl в растворе. (Уравнение реакции: $\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$).

Алгоритм решения: 1) Найдите массу NaOH, пошедшего на титрование. 2) По уравнению реакции рассчитайте массу HCl. 3) Найдите массовую долю HCl в пробе.

Домашнее задание:

1. Ответить на контрольные вопросы письменно.

2. Написать краткий конспект по лекции

3. **Выполненные задания обязательно подписать (подписать на полях каждый лист: ФИО, предмет, группа, пронумеровать страницы), сфотографировать и фото загрузить в Word(желательно!), подписать файл или сообщение: ФИО, курс, группа, дата и переслать на: julia19_pushkareva@mail.ru**

Задание сдать 04.02.2026