



Учреждение образования
«Белорусская государственная
орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени
сельскохозяйственная академия»



Кафедра биологии растений и химии

ХИМИЯ

**Теоретический раздел
Лекция
Теоретические основы аналитической химии**



Учреждение образования
«Белорусская государственная
ордена Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени
сельскохозяйственная академия»



ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ

1. Сущность и основные понятия

Аналитическая химия – наука о методах исследования состава веществ и их смесей. Она устанавливает, какие химические элементы, в какой форме и в каком количестве содержатся в изучаемом объекте. В соответствии с этими задачами в аналитической химии выделяют два больших раздела: качественный анализ и количественный анализ. Сначала устанавливают качественный состав вещества, а затем уже определяют точное содержание элементов теми или другими методами. Теоретические основы химического анализа составляют физико-химические законы и прежде всего периодический закон Д.И. Менделеева. Кроме того, аналитическая химия использует многочисленные и разнообразные химические, физические и физико-химические методы исследований. Первые основываются на химических превращениях и являются основными, поэтому считаются классическими. Вторые необходимы для проведения более детального анализа, уточнения полученных данных, определения содержания примесей. Физико-химические методы требуют использования специальных приборов и оборудования и применяются в количественном анализе. В случаях, когда состав анализируемого материала приблизительно известен, сразу приступают к количественным измерениям. Настоящее руководство знакомит студента с методами химического качественного анализа.

Аналитическая химия занимает особое место в системе естественных наук. Фундаментом аналитической химии являются общая, неорганическая и физическая химии. Аналитические исследования – это база для проверки теоретических положений, на которых строится здание современной химии и экологии. Аналитическую химию, в частности качественный анализ, можно рассматривать как школу химического мышления. Работа в лаборатории качественного анализа позволяет осмыслить весь тот теоретический материал, который был усвоен при изучении курса неорганической химии. Этот материал помогает овладеть практической частью анализа и позволяет разобраться в многочисленных реакциях, которыми пользуются в качественном анализе.

Аналитическая химия – это раздел химической науки, разрабатывающий на основе фундаментальных законов химии и физики принципиальные методы и приёмы качественного и количественного анализа.

Под химическим анализом понимают совокупность действий, которые имеют своей целью получение информации о химическом составе объекта. В зависимости от поставленной задачи определяют элементный, молекуляр-



ный, фазовый, изотопный, вещественный состав и т.д. В зависимости от вида идентифицируемых частиц различают: элементный, молекулярный, функциональный, изотопный и фазовый анализы.

Элементный анализ – это качественный и (чаще всего) количественный химический анализ, в результате которого определяют, какие химические элементы и в каких количественных соотношениях входят в состав анализируемого вещества.

Функциональный анализ – открытие и определение различных функциональных групп, например, аминогруппы NH_2 , нитрогруппы NO_2 , карбонильной C=O , карбоксильной COOH , гидроксильной OH , нитрильной CN групп и др.

Молекулярный анализ – открытие молекул и определение молекулярного состава анализируемого вещества, т.е. выяснение того, из каких молекул и в каких количественных соотношениях состоит данный анализируемый объект.

Фазовый анализ – открытие и определение различных фаз (твердых, жидких, газообразных), входящих в данную анализируемую систему

В зависимости от массы сухого вещества или объема раствора анализируемого вещества методы анализа подразделяются на: макро-, полумикро-, микро-, ультрамикро- и субмикрометод идентификации.

Для химической идентификации чаще всего используют реакции образования окрашенных соединений, выделение или растворение осадков, газов, образование кристаллов характерной формы, окрашивание пламени газовой горелки образование соединений, люминесцирующих в растворах.

Окрашивание пламени соединениями некоторых элементов

Элемент	Цвет пламени	Элемент	Цвет пламени
Литий	Карминово-красный	Индий	Сине-фиолетовый
Натрий	Желтый	Таллий	Изумрудно-зеленый
Калий	Фиолетовый	Свинец	Бледно-синий
Рубидий	Розово-фиолетовый	Мышьяк	Бледно-синий
Цезий	Розово-фиолетовый	Сурьма	Бледно-синий
Кальций	Кирпично-красный	Селен	Бледно-синий
Стронций	Карминово-красный	Теллур	Изумрудно-зеленый
Барий	Желто-зеленый	Медь	Зеленый, голубой
Бор	Зеленый	Молибден	Желто-зеленый

Окрашивание пламени газовой горелки соединениями металлов используется в качественном анализе для открытия катионов металлов, дающих излучение в видимой области спектра.

2. Методы и средства



Про аналитическую химию говорят, что это наука о методах и средствах химического анализа и в известной мере установления химического строения. Под средствами подразумевают приборы, реактивы, стандартные образцы, программы для компьютеров и т.д.

Методы и средства постоянно изменяются: привлекаются новые подходы, используются новые принципы явления из разных областей знаний. Аналитическая химия это сфера научного поиска, так за создание многих методов анализа присуждены Нобелевские премии (органический микроанализ, полярография, разные виды хроматографического анализа, фотоэлектронная спектроскопия и д. д.). Следует различать метод и методику анализа.

Метод анализа вещества – это краткое определение принципов положенных в основу анализа вещества

Методика анализа – это подробное описание всех условий и операций, которые обеспечивают правильность, воспроизводимость и другие регламентированные характеристики результатов анализа.

Правильность анализа характеризует качество анализа, отражающее близость к нулю систематической погрешности результатов.

Воспроизводимость анализа – показывает степень близости друг к другу результатов отдельных измерений (определений) при анализе проб.

Вообщем, под анализом подразумевают получение опытным путем данных о химическом составе и количестве вещества любыми методами – физическими, химическими, и физико-химическими.

Современная аналитическая химия включает в себя три раздела: качественный химический анализ, количественный химический анализ и инструментальные, т.е. физические и физико-химические методы. Выделение инструментальных методов в самостоятельный раздел до некоторой степени условно, поскольку с помощью этих методов решаются задачи как качественного, так и количественного анализа.

Качественный химический анализ – это определение (открытие) химических элементов, ионов, атомов, атомных групп, молекул в анализируемом веществе.

Количественный химический анализ – это определение количественного состава, т.е. установление количества химических элементов, ионов, атомов, атомных групп, молекул в анализируемом веществе. При проведении качественного и количественного анализов используют аналитические признаки веществ и аналитические реакции.

Аналитические признаки – это свойства анализируемого вещества или продуктов его превращения, которые позволяют судить о наличии в нём тех или иных компонентов.



Характерные аналитические признаки – цвет, запах, угол вращения плоскости поляризации света, радиоактивность, способность к взаимодействию с электромагнитным излучением и др.

Аналитическая реакция – это химическое превращение анализируемого вещества при действии аналитического реагента с образованием продуктов с заметными аналитическими признаками.

Чаще всего используют реакции:

- Образование окрашенных соединений
- Выделение или растворение осадков
- Выделение газов
- Образование кристаллов характерной формы
- Окрашивание пламени газовой горелки
- Образование соединений, люминесцирующих в растворах

На результаты проведения аналитических реакций влияют температура, концентрация растворов, рН среды, присутствие других веществ (мешающих, маскирующих, катализирующих процессы)

Поэтому знания методики проведения аналитических реакций очень важны в получении высшего образования, особенно природоохранного характера. Студент-агроном, занимающийся проблемами охраны природы, должен в совершенстве владеть простейшими методами химического анализа, которые в полной мере предоставляет ему аналитическая химия.

3. Требования, предъявляемые к аналитическим реакциям.

Аналитическое свойство должно быть характерным, присущим данному веществу или группе веществ. Например, вязкость, плотность – не характерные свойства. Характерные свойства – цвет, запах, растворимость, способность к поглощению электромагнитных излучений и полей. Аналитическое свойство должно иметь определенную интенсивность. Под **интенсивностью** понимают количественную характеристику свойства, отнесенную к единице концентрации вещества.

Большое значение имеет устойчивость аналитического свойства к посторонним воздействиям, которое повышает точность анализа.

Аналитические параметры реакций, которые можно измерять и фиксировать, являются рН, электродный потенциал, концентрация компонентов, образование и растворение осадков, образование цветных продуктов.

Аналитические реакции обнаружения должны быть **избирательными** - проходить только с обнаруживаемым веществом и приводить к образованию достаточно характерных продуктов. Если для вещества нет такой реакции, подбирают групповые реакции, проходящие с несколькими веществами. Ис-



пользуют 2-3 реакции, стремясь к тому, чтобы посторонние вещества отличались при этом по своим свойствам, от определяемого.

Подготовка вещества для анализа.

К подготовительным операциям относятся:

- Отбор средней пробы
- Взвешивание пробы
- Приготовление раствора для анализа
- Отделение мешающих примесей
- Выбор метода анализа.

На производстве приходится иметь дело с большим количеством сырья готовой продукции. Поэтому важно, чтобы химический состав отбираемой пробы в точности соответствовал среднему химическому составу всей партии анализируемого продукта.

Очистка вещества от примесей необходима в тех случаях, когда они вносят погрешность в результат анализа.

Для очистки от примесей используют:

- Перекристаллизацию
- Сублимацию
- Экстракцию
- Дистилляцию
- Электролиз
- Хроматографию

Выбор метода анализа обусловлен размером анализируемой пробы, содержанием определяемого компонента, скоростью выполнения, наличием подходящего оборудования.

Правила, соблюдаемые при проведении качественного анализа.

- В основе многих аналитических реакций лежит реакция осаждения.
- Осаждение проводят в конических пробирках.
- К анализируемому раствору медленно по каплям добавляют соответствующий реактив.
- При осаждении необходимо перемешивать раствор.
- После выпадения осадка надо проверять полноту осаждения. Для этого, после того как жидкость над осадком станет прозрачной, добавляют еще каплю осадителя. Если в растворе не появляется муть, полнота осаждения достигнута. В противном случае добавляют еще несколько капель осадителя.
- Если для проведения осаждения необходимо нагревать раствор, то пробирки помещают в водяную баню.



- Для отделения осадков от раствора применяют центрифугирование. После окончания центрифугирования осадок остается в конической части пробирки, центрифугат (надосадочная жидкость) осветляется.
- Перед отделением центрифугата от осадка проверяют полноту осаждения.
- Раствор отделяют от осадка пипеткой с резиновым колпачком.
- Если нужно анализировать осадок, то его сначала промывают 2-3 раза дистиллированной водой.

4. Типы химических реакций

Пирохимические реакции. Ряд методов качественного анализа основан на проведении химических реакций, проводимых сплавлением, нагреванием на древесном угле, в пламени газовой горелки или паяльной лампы. При этом вещества окисляются кислородом воздуха, восстанавливаются оксидом углерода, атомарным углеродом пламени или древесного угля. Окисление или восстановление может привести к образованию окрашенных продуктов. Одной из наиболее употребительных пирохимических реакций является проба окрашивания пламени. Пламя окрашивается в характерный для катиона цвет.

Микрокристаллоскопические реакции – это реакции при проведении которых образуются осадки, состоящие из кристаллов характерной формы и цвета. Определяют внешнюю форму кристаллов, которые обладают определенной симметрией. Газовыделительные реакции – реакции, в которых выделяются газообразные соединения. Для обнаружения отдельных газов применяют специфичные реактивы (сероводород обнаруживают ацетатом свинца – почернение, аммиак – фенолфталеином – покраснение в щелочной среде). Цветные реакции – основной тип реакций обнаружения веществ. Цвет сохраняется у всех соединений цветных катионов и анионов (манганаты, хроматы, дихроматы). Цвет может появиться и измениться в зависимости от условий под действием иона противоположного знака – например б/ц ионы йода и серебра образуют иодид серебра желто–коричневого цвета.

Открытие ионов, специфическим реакциями в отдельной пробе всего исследуемого раствора в любой последовательности называется дробным анализом. Систематический ход анализа в отличие от дробного анализа заключается в том, что смесь ионов с помощью особых реактивов предварительно разделяют на отдельные группы. Из этих групп каждый ион выделяют в определенной последовательности, а потом уже открывают характерной реакцией. Реактивы, позволяющие в определенной последовательности разделять ионы на аналитические группы, называются групповыми.



ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Ахметов, Н. С. Общая и неорганическая химия: Учебник для вузов/ Н. С. Ахметов. – М.: Высш. шк., 2006. – 743. .
2. Барковский, Е. В. Аналитическая химия: Учеб. пособие/ Е. В. Барковский. – Мн.: Высш. шк., 2004. – 351 с.
3. Барковский, Е. В. Введение в химию биогенных элементов и химический анализ: Учеб. пос./ Е. В. Барковский, С. В. Ткачев и др. – М.: Высш. шк., 1997. –126 с.
4. Болдырев, А. И. Физическая и коллоидная химия. – М.: Высш. шк., 1983.
5. Гольбрайх, З. Е. Сборник задач и упражнений по химии: Учеб. пособие/ З. Е. Гольбрайх.–М.:ООО «Издательство Астрель»,2004.–383с
6. Грандберг, И.И. Органическая химия: Учеб. для студ. вузов обучающихся на агрономических специальностях/ И. И. Грандберг. – М.: Дрофа, 2004. –672 с.
7. Князев Д. А. Неорганическая химия: Учебник для вузов/ Д. А. Князев, С. Н. Смартыгин. – М.: Высш. шк., 1990. – 430 с.
8. Руководство к изучению курса “Общая и неорганическая химия”: Пособие для студентов нехимических специальностей / И. Е. Шиманович [и др.]; под ред. И.Е. Шимановича. – 3-е изд. – Минск: РИВШ, 2008. – 112 с.
9. Химия. Лабораторный практикум: учеб. пособие/А. Р. Цыганов, О. В. Поддубная, И. В. Ковалева, Т. В. Булак.–Минск: ИВЦ Минфина, 2015. – 320 с.
10. Угай Я. А. Общая и неорганическая химия: Учебник для вузов/ Я. А. Угай. 4-е изд. – М.: Высш. шк., 2004. – 440 с.
11. Химия: учебно-методический комплекс: Учебно-методическое пособие / О. В. Поддубная, И.В. Ковалева и др. – Горки: БГСХА, 2011. – 452 с. ISBN 978-985-467-359-2
12. Хмельницкий, Р. А. Физическая и коллоидная химия: Учебник для вузов/ Р. А. Хмельницкий. – М.: Высш. шк., 1988.
13. Цитович, Н. К. Курс аналитической химии: Учебник для вузов/ Н. К. Цитович. – М.: Высш. шк., 1987. – 403 с.
14. Цыганов, А. Р. Сборник задач и упражнений по химии: Учеб. пособие / А. Р. Цыганов, О. В. Поддубная. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 236 с.
15. Щербина, А.Э. Органическая химия. Задачи и упражнения: Учеб. пособие / А.Э. Щербина, Л.Г. Матусевич, И.В. Сенько. – Минск : Новое знание, 2007. – 304 с.

Дополнительная

1. Белясова, Н.А. Биохимия и молекулярная биология: Учеб. пособие/ Н.А. Белясова. – Минск: Книжный дом, 2004. – 416 с.
2. Введение в лабораторный практикум по неорганической химии: Учеб. пособие / В.В. Свиридов, Г.А.Попкович и др. – Мн : Выш. шк., 2003. – 96 с.
3. Дорохова, Е. Н. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа: Учебник для почвенно-агрохимических специальностей / Е. Н. Дорохова, Г. В. Прохорова. – М.: Высш. шк., 1991. – 354 с.
4. Жарский, И. М.Теоретические основы химии: сборник задач: Учеб. пособие. – Минск.: Аверсев, 2004. – 397 с.
5. Практикум по общей и биоорганической химии: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / под ред. В. А. Попкова. – 3-е изд. – М.: Изд. центр «Академия», 2008. – 240 с.
6. Слесарев, В. И. Химия: основы химии живого: Учебник для вузов / В. И. Слесарев. – СПб: Химиздат, 2001. – 784 с.
7. Степин, Б. Д. Неорганическая химия: Учебник для вузов/ Б. Д. Степин, А.А. Цветков. – М.: Высш. шк., 1994. – 608 с.

Справочники:

1. Краткий химический справочник. – М.: Химия, 1977.



Учреждение образования
«Белорусская государственная
орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени
сельскохозяйственная академия»



2. Кольман, Я. Наглядная биохимия: Пер. с нем/ Я.Кольман, К.Г. Рем. – М.: Мир, 2000. – 469 с.
3. Лидин, Р.А. Химические свойства неорганических веществ/ Под ред. Р.А. Лидина. – 5-е изд., стер. – М.: КолосС, 2008, – 480 с.

Составитель
Поддубная Ольга Владимировна