

## Лекция 1.

### *Введение. Предмет и задачи аналитической химии.*

#### **Вопросы:**

1. Предмет и задачи аналитической химии. Структура современной аналитической химии.
2. Классификации видов анализа.
3. Методы аналитической химии.
4. Значение аналитической химии для технологических производств.

**1. Аналитическая химия** – наука о методах качественного и количественного исследования состава веществ (или их смесей), развивающая теоретические основы анализа химического состава веществ,

**Предмет аналитической химии** – разработка методов анализа: идентификации и обнаружения, определения и разделения химических элементов, их соединений, а также методы установления химического строения соединений.

#### **Задачи аналитической химии:**

1. Выяснение природы вещества (органическое или неорганическое);
2. Установление формы нахождения отдельных составляющих (ионы, молекулы, атомы) и степени окисления элементов;
3. Определение состава и содержания главного (основного) компонента и посторонних в нем примесей, а также микропримесей в особо чистых технических объектах;
4. Установление формулы неизвестного соединения;
5. Установление структурных элементов и строения соединения.

#### **Структура современной аналитической химии.**

Можно выделить **три функции аналитической химии** как области знаний:

1. Решение общих вопросов анализа (например, развитие его метрологии).
2. Разработка аналитических методов.
3. Решение конкретных задач анализа (например, создание аналитической химии пестицидов).

**Анализ** – это метод исследования, основанный на разложении данного сложного вещества на более простые составные части и последующим определении этих составных частей особыми способами. Противоположностью анализа в химии является синтез – получение сложного вещества из менее простых веществ.

**Цель аналитической химии** – установление качественного и количественного состава вещества или смеси веществ. В соответствии с этим аналитическая химия состоит из двух больших разделов – качественного и количественного анализа.

**Качественный анализ** – обнаружение и идентификация компонентов анализируемого образца.

**Количественный анализ** – определение концентраций или масс компонентов анализируемого образца.

При определении микропримесей грань между этими видами анализа подчас стирается.

## 2.Классификации видов анализа:

а) по способу проведения:

- валовой – локальный;
- деструктивный – недеструктивный;
- контактный – дистанционный;
- дискретный – непрерывный.

б) по масштабу работы, объёме или массы пробы:

- макроанализ (для анализа требуется 0,1 г вещества и больше);
- полумикроанализ (0,1...0,01 г);
- микроанализ ( $0,01...10^{-3}$  г);
- ультрамикроанализ ( $10^{-6}$  г);
- субмикроанализ ( $10^{-9}$  г).

в) по природе обнаруживаемых или определяемых частиц:

- изотопный анализ, например, определение дейтерированной воды в обычной воде, а также «тяжелого» кислорода (изотоп кислорода-18) в смеси с распространенным изотопом кислородом-16;
- элементный (атомно-ионный): из каких элементов состоит данный объект, какова их концентрация или количество;
- структурно-групповой (функциональный): определение функциональных групп, т.е. отдельных групп органических соединений- карбоксильной, гидроксильной, аминогруппы и др.,
- молекулярный: обнаружение и определение химических соединений. Типичным примером является анализ смеси газов, например, определение в воздухе основных компонентов (азот, кислород, диоксид углерода, инертные газы, озон и таких примесей, как оксиды азота или серы);
- вещественный: определяют, в какой форме присутствует интересующий нас компонент в анализируемом объекте и каково содержание этих форм. Например, в какой степени окисления присутствует элемент (мышьяк (III) или (V)) или в каком химическом состоянии присутствует элемент, например, медь в минерале может быть в виде оксида или сульфида или смеси этих соединений.
- фазовый: анализ включений в неоднородном объекте, например в минералах. Так, сульфид и оксид меди не распределены в минерале гомогенно, а образуют отдельные фазы.

## 3.Методы аналитической химии.

Задачи аналитической химии решаются с помощью различных методов. В аналитической химии существуют *методы разделения* и *методы определения*.

Основной **задачей методов разделения** является отделение мешающих компонентов или выделение определяемого компонента в виде, пригодном для количественного определения. В некоторых случаях методы разделения и определения настолько тесно связаны между собой, что составили единое целое. Представителем таких методов является газовая хроматография. В процессе хроматографирования

смесь разделяется на компоненты, и количественно определяется содержание компонентов. Такие методы анализа называют *гибридными*.

**Методы определения** можно классифицировать, основываясь на свойстве вещества, которое положено в основу определения. Если измеряется масса осадка, метод называется *гравиметрическим*, если определяется интенсивность окраски раствора, - *фотометрическим*, или *спектрофотометрическим*, а если величина ЭДС, - *потенциометрическим* и т. д.

**Методы определения** можно классифицировать на: химические, физические и физико-химические.

**Химические методы** базируются на химических реакциях. Химические процессы, используемые в целях анализа, называют **аналитическими реакциями**. Вещества, вызывающие химические превращения, называются **реактивами** или **ре-агентами**. К химическим (классическим) методам анализа относится *гравиметрический и титриметрический*.

**Физические методы** основаны на физических явлениях и процессах. Физические методы анализа – это методы, которые позволяют определить состав вещества, не прибегая к использованию химических реакций. Физические методы основаны на измерении каких-либо параметров системы (оптических, электрических, магнитных, тепловых), которые являются функцией состава. К физическим методам анализа относятся спектральный, люминесцентный, рентгеноструктурный, масс-спектрометрический методы анализа. Например, в спектральном анализе исследуют спектры излучения, возникающие при внесении вещества в пламя горелки, электрической дуги. По наличию в спектре линий, характерных для данных элементов, судят о присутствии этих элементов в исследуемом веществе, а по яркости линий — об их количественном содержании.

**Физико-химические методы** анализа основаны на изучении физических явлений, которые происходят при химических реакциях. Например, колориметрия использует явление изменения цвета раствора в ходе химических реакций, кондуктометрия – изменение электропроводности, и т.д. Физико-химические методы анализа получили широкое применение в научно-исследовательских и производственных лабораториях. Эти методы характеризуются высокой чувствительностью и быстрым выполнением анализа. При выполнении анализов физико-химическими методами точку эквивалентности (конец реакции) определяют не визуально, а при помощи приборов, которые фиксируют изменение физических свойств исследуемого вещества в точке эквивалентности. Для этой цели, обычно, применяют приборы со сложными оптическими и электрическими схемами, позволяющие с большой точностью измерять значения определенных параметров, характеризующих те или иные свойства вещества. Поэтому эти методы получили название *методов инструментального анализа*.

К ним относятся:

1. *Оптические методы*:

а) *спектральный* (о присутствии того или иного элемента судят по наличию в спектре линий, характерных для этого элемента);

б) *люминесцентный* (флуоресцентный) – используют свечение исследуемого объекта, возникающее под действием ультрафиолетовых лучей;

в) *рефрактометрический анализ* основан на зависимости между показателем преломления, концентрацией растворенного вещества и его молекулярным строением.

2. *Радиометрический анализ* основан на измерении радиоактивного излучения того или иного элемента.

3. *Рентгеноструктурный анализ* использует рентгеновские лучи для изучения строения веществ.

4. *Масс-спектрометрический анализ* позволяет определять массу отдельных ионизированных атомов, молекул и радикалов с помощью специальных приборов – масс-спектрометров

5. *Колориметрический метод* основан на сравнении интенсивности окраски исследуемого и стандартного растворов;

6. *Кондуктометрический* – измеряют электропроводность раствора, в котором протекает реакция;

7. *Потенциометрический* – потенциал электрода, находящегося в исследуемом растворе;

8. *Полярографический метод* учитывает изменение силы тока с ростом напряжения при электролизе анализируемого раствора в специальном приборе – полярографе;

9. *Хроматографические методы* основаны на разделении компонентов между двумя фазами – подвижной и неподвижной.

Физико-химические методы позволяют вести в промышленности непрерывный контроль сырья, полуфабрикатов и готовых изделий. Наибольшее практическое значение имеют оптические и хроматографические методы анализа.

#### **4.3. Значение аналитической химии.**

Аналитическая химия имеет огромное практическое значение в жизни общества, она создает средства для химического анализа и обеспечивает его осуществление – в этом ее главное предназначение. Без эффективного химического анализа невозможно функционирование ведущих отраслей народного хозяйства, систем охраны природы и здоровья населения, оборонного комплекса, невозможно развитие многих смежных областей знания. Анализ обеспечивает контроль многих технологических процессов, качества продукции, лекарственных препаратов, контроль окружающей среды и т.д.

С помощью методов аналитической химии осуществляется анализ промышленного сырья и готовой продукции, контроль технологических процессов во многих отраслях промышленности, химическое исследование полезных ископаемых и т.д.

Задача повышения урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности животноводства тесно связана с изучением состава почв, кормов, определением в них макро- и микроэлементов, с анализом удобрений и сельскохозяйственных ядов, а также с постоянным контролем качества продукции растениеводства и животноводства.

Большое значение для сельского хозяйства имеет количественный анализ. Расход различных химических соединений (извести, гипса, азотных фосфорных, ка-

лийных удобрений и т. д.) на единицу площади рассчитывают исходя из химического состава почвы.

Заметно возросла роль аналитической химии в связи с тем, что больше внимания стало уделяться состоянию окружающей среды и контролю за ее загрязнением, контролю за технологическими выбросами, сточными водами и т. д.

Существенное значение имеют достижения аналитической химии в развитии отраслей промышленности и народного хозяйства, связанных с новой техникой – применением атомной энергии, развитием ракетостроения и промышленности жаропрочных сплавов, электроникой и промышленностью полупроводниковых материалов. Аналитическая химия не только обеспечила эти области эффективными методами анализа, но и послужила основой разработки многих новых технологических процессов.

Знание аналитической химии необходимо при изучении специальных дисциплин: почвоведения, общего земледелия, агрохимии, физиологии животных и растений, микробиологии, химической защиты растений, процессов переработки продукции сельского хозяйства.

Таким образом, методами аналитической химии пользуются сельскохозяйственные, биологические, медицинские и технические науки.

## **Лекция 2**

### ***Метрологические основы аналитической химии.***

#### **Вопросы:**

1. Единицы измерения количества вещества. Способы выражения концентраций: процентная (массовая доля), молярная, молярная концентрация эквивалента, моляльная, титр.
2. Выбор метода анализа. Понятие метода, методики. Факторы, влияющие на выбор метода или методики.
3. Аналитический сигнал. Фиксирование и измерение аналитического сигнала.
4. Погрешности химического анализа. Виды погрешностей.

## **Лекция 3**

### ***Качественный анализ. Методы выделения, разделения и концентрирования. Методы обнаружения и идентификации.***

#### **Вопросы:**

1. Основные термины и понятия качественного анализа.
2. Чувствительность реакции. Основные способы повышения чувствительности реакции
3. Условия выполнения аналитических реакций.
4. Виды учебных заданий в качественном анализе.
5. Кислотно-основная классификация катионов на аналитические группы.
6. Классификация анионов на аналитические группы.

## Лекция 4

### *Предмет и методы количественного анализа.*

#### **Вопросы:**

1. Задачи количественного анализа.
2. Объекты анализа в сельском хозяйстве.
3. Современная классификация методов количественного анализа.

## Лекция 5

### *Гравиметрический (весовой) анализ*

#### **Вопросы:**

1. Характеристика весового анализа.
2. Направления использования гравиметрии.
3. Операции гравиметрического анализа:
  - а) *отбор средней пробы методом квартования;*
  - б) *выбор величины навески анализируемого вещества;*
  - в) *растворение навески анализируемого вещества;*
  - г) *получение осаждаемой формы;*
  - д) *требования к осадку;*
  - е) *требования к осадителю; расчет количества осадителя;*
  - ж) *фильтрование полученной смеси;*
  - з) *промывание осадка;*
  - и) *получение гравиметрической формы;*
  - к) *взвешивание.*
4. Вычисления в гравиметрическом анализе.
5. Недостатки и преимущества гравиметрического анализа.

## Лекция 6

### *Объемный (титриметрический) анализ.*

#### **Вопросы:**

1. Сущность и задачи титриметрического анализа.
2. Термины и понятия титриметрии.
3. Условия реализации объемного анализа.
4. Приготовление титрантов.
5. Порядок проведения титриметрического анализа.
6. Вычисления в объемном анализе.
7. Методы объемного (титриметрического) анализа.

## Лекция 7

### *Кислотно – основное титрование.*

#### *Метод нейтрализации*

##### **Вопросы:**

1. Суть метода нейтрализации.
2. Теория индикаторов. Области перехода важнейших рН-индикаторов. Правило подбора индикатора для каждого случая титрования
3. Типичные случаи титрования в методе нейтрализации. Кривые титрования.
4. Способы приготовления растворов в методе нейтрализации.

## Лекция 8

### *Оксидиметрические (редоксиметрические) методы объемного анализа*

##### **Вопросы:**

1. Характеристика и классификация оксидиметрических методов анализа.
2. Особенности метода перманганатометрии, рабочий раствор, установление точки эквивалентности.
3. Сущность метода йодометрии. Йодометрическое определение окислителей и восстановителей. Преимущество йодометрических определений и особенности, ограничивающие применение йодометрии
4. Характеристика метода хроматометрии. Рабочие растворы, индикаторы, применяемые в данном методе. Преимущество хроматометрических определений.

## Лекция 9

### *Осадительное титрование*

##### **Вопросы:**

1. Сущность метода осаждения. Условия, которым должны отвечать реакции данного метода. Методы прямого и обратного титрования.
2. Характеристика аргентометрии. В чем заключается сущность метода Мора? Что является индикатором в данном методе и на чем основано его применение? Причины, ограничивающие применение аргентометрии.
3. Характеристика роданидометрии. Определение содержания  $\text{Ag}^+$  и  $\text{Hg}^{2+}$  методом роданидометрии. В чем особенность роданидометрического определения галогенов? Суть метода Фольгарда.
4. Преимущества роданидометрических определений перед аргентометрическими. Причины, делающие невозможным применение метода Фольгарда.

## **Лекция 10**

### ***Комплексонометрическое титрование.***

#### **Вопросы:**

1. Сущность метода комплексонометрии. Реакции, лежащие в основе метода.
2. Характеристика рабочих растворов – комплексонов.
3. Установление точки эквивалентности в данном методе. Индикаторы, применяемые в методе комплексонометрии.
4. Методы комплексонометрического титрования: метод прямого титрования, метод обратного титрования, метод титрования заместителя, метод алкалиметрического титрования.
5. Применение комплексонометрии.
6. Понятие о жесткости воды и способах ее устранения. Определение жесткости воды комплексонометрическим методом.