

## Вступ

### План.

1. Аналітична хімія, її завдання, предмет, значення у підготовці спеціалістів-технологів.
2. Методи якісного аналізу, аналітичні реакції, їх чутливість.
3. Теорія електролітичної дисоціації, її значення в якісному аналізі.
4. Закон дії мас, його застосування в аналітичній хімії.

**Аналітична хімія** – це наука, яка розвиває теоретичні основи аналізу і розробляє методи відкриття, ідентифікації, визначення і розділення хімічних елементів та їх сполук.

Аналітичну хімію поділяють на дві частини: **якісний аналіз і кількісний аналіз**.

Якісний аналіз дозволяє встановити, з яких хімічних елементів складається досліджувана проба, які іони, функціональні групи або молекули входять до її складу. При дослідженні невідомих речовин якісний аналіз завжди передує кількісному, основним завданням якого є визначення того, скільки певного компонента міститься в аналізованій пробі.

В залежності від складу досліджуваного об'єкта розрізняють:

Аналіз неорганічних сполук, який включає виявлення катіонів і аніонів, а також аналіз органічних сполук, який включає: а) елементний аналіз – знаходження і визначення хімічних елементів; б) функціональний аналіз – визначення функціональних груп; в) молекулярний аналіз – знаходження окремих хімічних сполук.

### Характеристика методів аналізу

**Аналіз** – це одержування даних про якісний і кількісний склад речовини, хімічної сполуки, суміші хімічних сполук тощо.

**Метод аналізу** – це коротке визначення принципів, на яких ґрунтується аналіз речовини. Методи аналізу включені в технологічні регламенти та стандарти на готову продукцію.

**Стандарт** – це нормативний документ на метод або методику аналізу, який визначає допустимі кількості речовин домішок та методи їх визначення.

**Методика аналізу** – це описування всіх умов і операцій, які забезпечують задану вірність аналізу.

Методи аналізу класифікують на:

- 1). Хімічні методи, які ґрунтуються на якісних хімічних реакціях. За допомогою таких реакцій потрібний хімічний елемент чи функціональну групу перетворюють у сполуку, яка має ряд характерних властивостей: колір, запах, агрегатний стан.
- 2). Фізичні методи основані на спостереженні будь-якої фізичної властивості, яка характерна для даного елемента (вимірювання густини, в'язкості, вивчення оптичних, електричних, магнітних та інших властивостей речовин).
- 3). Фізико-хімічні методи основані на вивченні фізичних явищ, які відбуваються при хімічних реакціях.

Фізичні та фізико-хімічні методи називаються ще інструментальними методами, оскільки для виконання аналізу потрібні пристрої – інструменти.

У хімічних методах якісного аналізу використовують якісні аналітичні реакції. За допомогою таких реакцій потрібний хімічний елемент чи функціональну групу перетворюють у сполуку, яка має ряд характерних властивостей: колір, запах, агрегатний стан. Речовина, яка використовується для проведення якісної аналітичної реакції, зветься реагентом або реактивом.

Реактиви за ступенем чистоти діляться на:

- особо чисті (о.ч);
- хімічно чисті (х.ч);
- чисті для аналізу (ч.д.а.);
- чисті (ч).

Реактиви, які осаджують цілу групу іонів називають груповими.

### **Аналітичні реакції та вимоги до них**

Аналітичними реакціями називаються такі хімічні реакції, які використовують для ідентифікації, розділення та кількісного визначення елементів, іонів, молекул.

Аналітичні реакції класифікуються за застосуванням:

- а) реакції виявлення;
- б) реакції кількісного визначення;
- в) реакції розподілення

За характером хімічної взаємодії:

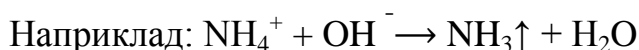
- а) кислотно-основні (протолітичні);
- б) реакції осадження;
- в) реакції комплексоутворення;
- г) окисно-відновні реакції.

Аналітичні реакції, які характерні для даного іона або речовини називаються **характерними аналітичними реакціями**.

Аналітичні реагенти на даний іон або речовину **називаються характерними аналітичними реагентами (реактивами)**.

**Селективними (вибірковими) аналітичними реакціями** називають такі реакції, які при визначених умовах відбуваються одночасно тільки з певними іонами.

**Специфічними аналітичними реакціями** називаються такі реакції, які дозволяють визначити даний іон (речовину) в присутності інших іонів (речовин).



(за запахом, за посинінням лакмусового паперу, а папір, який змочений фенолфталеїном набуває рожевого кольору).

Ця реакція є специфічною, а КОН – специфічний реагент на катіон амонію.

Цією реакцією можна визначити  $\text{NH}_4^+$  в присутності інших іонів в неорганічному аналізі.

Для запису рівнянь хімічних реакцій в аналітичній хімії використовують:

- молекулярні рівняння;
- йонно-молекулярні;
- йонно-електронні.

Термохімічні рівняння дуже рідко використовують в аналітичній хімії.

Вимоги до якісних аналітичних реакцій:

- повинні відбуватися швидко;
- бути незворотними;
- повинні проходити в еквівалентних співвідношеннях;

- бути специфічними або селективними.

### **Якісний аналіз та методи якісного аналізу.**

**Якісний аналіз** – це перша частина курсу аналітична хімія. Предметом якісного аналізу є розвиток теоретичних основ, вдосконалення існуючих і розробка нових методів визначення якісного складу речовини. Якісний склад речовини є:

- а) елементний;
- б) йонний;
- в) молекулярний;
- г) фазовий.

**Завдання якісного аналізу** – визначення “якості” речовини, виявлення та ідентифікація структурних елементів (атомів, атомних частинок, молекул, функціональних груп).

Якісний аналіз детально розглядає, які речовини чи реактиви необхідно взяти і які властивості їх треба використати, щоб відкрити той чи інший структурний елемент речовини.

Залежно від агрегатного стану речовини, яку аналізують, аналіз проводять методом **сухої хімії та методом мокрої хімії**.

Метод сухої хімії включає:

1. Пірохімічний аналіз, який здійснюється при нагріванні досліджуваного об'єкта до високої температури в безбарвному полум'ї газового пальника.

Прийоми пірохімічного аналізу:

а) перевірка на забарвлення полум'я – легкі солі багатьох елементів забарвлюють полум'я в різні кольори, характерні для цих елементів.

Сполуки бору, купрум – блакитний або зелений (при великому вмісті).

Сполуки арсену, стибію, плюмбуму – блідо-блакитний.

Нелеткі солі (борати, фосфати, силікати) змочують перед внесенням у полум'я  $\text{HCl}_{\text{кон}}$  для переведення у леткі хлоридні сполуки.

б) одержання забарвлених перлин при сплавленні досліджуваної речовини з бурою ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ ). При цьому сіль чи оксид металу розчиняються в розплавленій бурі з утворенням скла (перлин) забарвлених у відповідний колір.

Аналіз **методом мокрої хімії** введений у практику англійським хіміком Р.Бойлем. Речовину, яку аналізують, розчиняють у воді, кислотах, лугах, органічних розчинниках. В основному на практиці використовують водні розчини різних речовин, тобто мають справу з реакціями, які проходять у воді.

При аналізі методом мокрої хімії за **технікою виконання** використовують наступні методи:

1. пробірковий – реакцію осадження проводять у маленьких пробірках, у які поміщають декілька крапель досліджуваного розчину і додають з піпетки необхідну кількість крапель реактиву.

2. краплинний метод – реакцію виконують змішуванням краплин досліджуваного розчину і реактиву на фарфоровій (керамічній або скляній) пластинці із заглибленнями, чи просто на смужці фільтрувального паперу і спостерігають характерне забарвлення, або утворення кристалів. Краплинний метод аналізу неорганічних сполук розробив у 30-х роках 20 ст. радянський вчений М.О. Тананаєв.

3. Мікрокристалоскопічний метод – ґрунтується на утворенні хімічних сполук-осадів, які мають характерні форми, колір та здатність кристалів заломлювати світло. Одержуючи і досліджуючи ці особливості кристалів під мікроскопом, встановлюють наявність того чи іншого компонента в досліджуваній речовині.

При аналізі методом мокрої хімії **залежно від маси досліджуваної речовини** використовують такі методи:

<i>Назва</i>		<i>Маса речовини, г</i>	<i>Об'єм розчину, см<sup>3</sup></i>
<i>нова</i>	<i>стара</i>		
Грам-метод	Макроаналіз	1-10	50-100

Сантіграм-метод	Напівмікроаналіз	0,05-0,5	1-10
Міліграм-метод	Мікроаналіз	$10^{-3}$ - $10^{-6}$	$10^{-1}$ - $10^{-4}$
Мікрограм-метод	Ультрамікроаналіз	$10^{-6}$ - $10^{-9}$	$10^{-4}$ - $10^{-6}$
Сублікограм-метод	Нанограм-метод	$10^{-9}$ - $10^{-12}$	$10^{-7}$ - $10^{-10}$

Класичним методом аналізу є макроаналіз, який проводиться у пробірках з водними розчинами солей і вимагає порівняно великих мас і об'ємів розчинів речовин, які досліджують.

**Закон дії мас для зворотних реакцій . Гомогенна система** – це система, яка не має поверхні розділення між частинками системи з різними властивостями, тобто складається з однієї фази. Наприклад, водні розчини кислот, основ і солей; суміші розчинених одна в одній рідких чи твердих речовин (наприклад, вода – етанол (етиловий спирт)) тощо.

Аналітичні реакції відбуваються з різною швидкістю. Вперше на залежність швидкості реакції від концентрації реагуючих речовин звернув увагу М.М.Бекетов. а в 1867 році К.М.Тулуберг і П.Вааге експериментально довели, що швидкість хімічних реакцій прямо пропорційна добутку концентрацій реагуючих речовин: - **закон дії мас**.

Для реакції:  $A+B=C$

Закон дії мас записується:  $V=k[A][B]$

де,  $V$ -швидкість реакції;  $k$ -константа швидкості;

$[A]$  і  $[B]$ - молярні концентрації реагуючих речовин.

Вся теорія якісного аналізу є послідовне застосування закону дії мас. Кожна аналітична реакція є зворотною, але в багатьох випадках ця зворотність виявляється мало, тому її можна не враховувати.

Зворотні реакції не проходять до кінця і в системі встановлюється рівновага.

### **Теорія електролітичної дисоціації.**

Хімічний аналіз неорганічних сполук ґрунтується на хімічних реакціях і, звичайно, проводиться у водних розчинах. За більшістю випадків у

хімічному аналізі використовують іонні реакції, тобто реакції між іонами. Взаємодія між протилежно зарядженими іонами проходить практично швидко, миттєво. А всі особливості водних розчинів при якісному аналізі (проводять електричний струм – електроліти, киплять при більш високих, а замерзають при більш низьких температурах ніж електроліти, тощо) пояснює **теорія електролітичної дисоціації (ТЕД).**

Теорія електролітичної дисоціації була запропонована в 1887р. Арреніусом, вона ґрунтується на наступних положеннях:

1. Молекули електролітів розпадаються в розчині на позитивно та негативно заряджені йони і цей процес називається електролітичною дисоціацією.

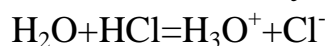
2. При розчиненні тільки визначна частина молекул розпадається на йони. Кількість молекул які розпалися на йони залежить від природи речовини та концентрації даної речовини в розчині.

В залежності від структури речовини яка розчинюється дисоціація відбувається за різними механізмами.

- дисоціація солей, тобто кристалів з іонною структурою (KCl, NaCl, BaCl<sub>2</sub>).

- розчинення речовин які складаються з полярних молекул. Цей процес прийнято називати – **йонізацією.**

**Наприклад,** при розчиненні соляної кислоти відбувається утворення іона гідроксонія:



Процес дисоціації практично не зворотній, а процес іонізації зворотній.

Кількісними характеристиками процесу дисоціації є ступінь дисоціації і константа дисоціації.

**Електроліти** – це речовини, розчини або розплави яких проводять електричний струм. Мірою сили електроліту є його здатність дисоціювати на йони.

**Сильні електроліти** – це електроліти, які практично повністю дисоціюють на йони (більшість неорганічних солей, кислот, луги).

**Слабкі електроліти** – не повністю дисоціюють на йони (більшість органічних сполук, H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, HCN, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NH<sub>4</sub>OH, CH<sub>3</sub>COOH).