

Титриметричний або об'ємний аналіз це частина кількісного аналізу речовин.

Титрування – це додавання (приливання) одного розчину до другого.

Вимірювальний посуд та його застосування

В титриметричному аналізі використовують різний вимірювальний хімічний посуд.

- 1) Колби конічні – використовують для титрування.
- 2) Колби мірні – використовують для виготовлення розчинів точної концентрації.
- 4) Бюретка – для титрування.
- 3) Піпетки – для переносу певного об'єму розчину. Із кінцевої піпетки розчин виливають до кінця; із некінцевої – до нижньої поділки.
- 4) Воронки – для переносу наважки та для фільтрування осаду.
- 5) Стакан мірний – для вимірювання приблизного об'єму рідини

Титриметричний аналіз ґрунтується на точному вимірюванні об'єму титрованого розчину, витраченого на взаємодію з певним об'ємом досліджуваного розчину. Титрованим називають розчин із точно відомою концентрацією.

Методи приготування титрованого розчину:

- 1) із фіксаналу: ампула з точною наважкою речовини, яку розчиняють в певному об'ємі розчинника;
- 2) за точною наважкою (точно зважена маса), яку розчиняють в певному об'ємі розчинника;
- 3) за приблизною наважкою, з наступним визначенням точної концентрації (титру) за вихідною речовиною.

Незавжди можна приготувати титрований розчин за точною наважкою. Наприклад, NaOH поглинає з повітря вологу та карбон (IV) оксид (вуглекислий газ), тому склад його непостійний; H₂SO₄ – гігроскопічна (поглинає воду). Тому беруть приблизну наважку, розчиняють у воді, а потім встановлюють титр за вихідними речовинами.

Вихідними називаються речовини, з яких готують титрований розчин за точною наважкою.

Такі речовини повинні відповідати певним вимогам: а) повинні бути хімічно чистими, тобто не містити домішок; б) склад повинен відповідати формулі. Наприклад, H₂C₂O₄·2H₂O; в) не повинні змінюватися під час зберігання; г) повинні добре розчинятися у воді.

Кінець реакції між титрованим та досліджуваним розчинами встановлюють за зміною забарвлення індикатора.

Індикатори – це слабкі органічні кислоти або основи, які змінюють своє забарвлення залежно від рН розчину. Інтервал значення рН, в якому індикатор змінює своє забарвлення, називається **інтервалом переходу забарвлення індикатора**. В об'ємному аналізі частіше використовують такі індикатори:

Індикатор	Забарвлення в кислому середовищі	Інтервал переходу забарвлення, рН	Забарвлення в лужному середовищі
Метилоранж	рожевий	3,1 – 4,4	жовтий
Фенолфталеїн	безбарвний	8,2 – 10,5	малиновий

Індикатори змінюють своє забарвлення, тому що молекули та іони індикатора мають різне забарвлення, а наявність молекул або іонів залежить від реакції середовища розчину. Залежно від типу хімічної реакції титриметричний аналіз поділяється на різні методи: нейтралізації,

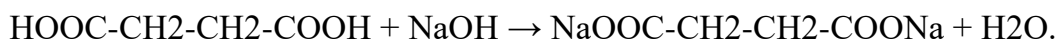
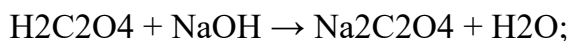
осадження, комплексометрії, оксидиметрії. Ми розглянемо метод нейтралізації або метод кислотно-основного титрування.

Метод нейтралізації – це метод об'ємного аналізу, в якому використовуються титровані розчини кислот та лугів. В основі методу лежить реакція нейтралізації. Наприклад:



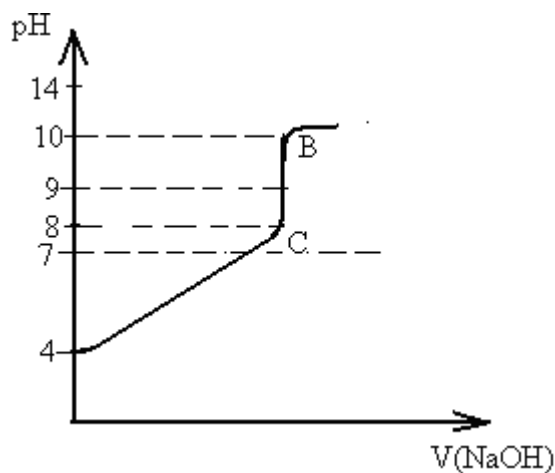
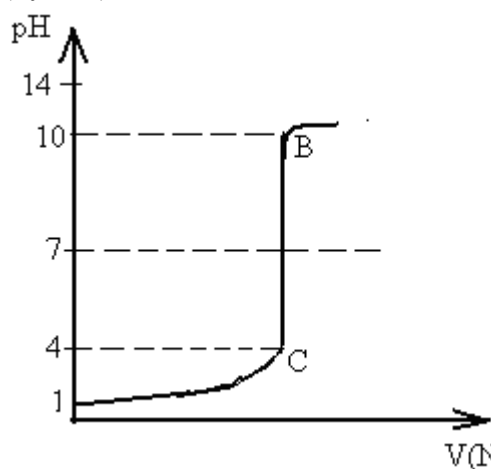
Це основне рівняння методу **нейтралізації**. Залежно від розчину метод нейтралізації ділиться на метод алкаліметрії та ацидиметрії.

Алкаліметрія. – це метод визначення кислот та солей, які дають під час гідролізу кислу реакцію, за допомогою титрованого розчину лугу. **Титровані робочі розчини** методу – це розчини NaOH або KOH. Так як склад їх несталий (поглинають із повітря воду і вуглекислий газ), спочатку готують розчин за приблизною наважкою, а потім встановлюють титр за вихідними речовинами. Вихідними речовинами в алкаліметрії є щавлева кислота (оксалатна) $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (HOOC–COOH) або янтарна кислота HOOC–CH₂–CH₂–COOH (сукцинат), які взаємодіють із робочим розчином лугу так:



Хід титрування характеризується кривою титрування. Крива титрування показує зміну рН розчину, що титрується, залежно від об'єму титрованого.

В алкаліметрії є два варіанти титрування. А) Сильна кислота титрується сильною основою (лугом): $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}.$

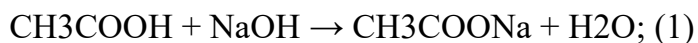


Розглянемо криву А:

початковий рН сильної кислоти може дорівнювати 1. В процесі доливання до розчину кислоти титрованого розчину лугу рН поступово збільшується – відрізок 1–С. В точці С кислоти залишається дуже мало, і в результаті додавання однієї краплі титрованого розчину лугу відбувається різка зміна рН – відрізок С–В. Внаслідок цього змінюється забарвлення індикатора і титрування закінчується. Така різка зміна рН внаслідок додавання однієї зайвої краплі титрованого розчину, називається стрибком титрування. Під час титрування сильної кислоти лугом стрибок титрування знаходиться в межах рН = 4-10. Посередині стрибка титрування знаходиться точка з величиною рН = 7. Це точка еквівалентності: величина рН, за якого

речовини прореагували в еквівалентних кількостях. Кінець титрування визначають за зміною забарвлення індикатора. Принцип вибору індикатора такий:

інтервал переходу індикатора повинен співпадати зі стрибком титрування. Для даного випадку беруть індикатор фенолфталеїн, тому що його інтервал переходу забарвлення $pH=8,2-10,5$ розміщується в межах стрибка титрування. В досліджуваному розчині кислоти фенолфталеїн безбарвний, а в кінці титрування з'являється малинове забарвлення. Б) Слабка кислота титрується сильною основою. Наприклад:



Розглянемо криву Б:

початковий pH слабкої кислоти може дорівнювати 4. На початку додавання до розчину кислоти титрованого розчину лугу pH поступово збільшується – відрізок 4–С. В точці С кислоти залишається дуже мало, і після додавання однієї краплі титрованого розчину лугу відбувається різка зміна pH – відрізок С–В. Внаслідок змінюється забарвлення індикатора і титрування закінчується. Під час титрування слабкої кислоти лугом стрибок титрування лежить в межах $pH = 8-10$, а точка еквівалентності $pH = 9$. Індикатор беруть також фенолфталеїн. Тобто під час титрування лугом треба використовувати індикатор фенолфталеїн. Чому під час титрування слабкої кислоти лугом стрибок титрування та еквівалентна точка знаходяться в лужному середовищі? Це пояснюється тим, що під час взаємодії слабкої кислоти та лугу утворюється сіль (рівняння 1), яка гідролізується і створює лужне середовище (рівняння 2).

Застосування алкаліметрії в медицині

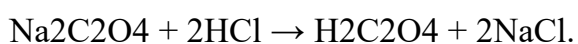
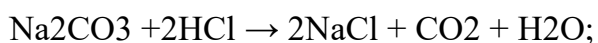
Існує багато методів визначення концентрації речовин, але алкаліметрію використовують для попереднього аналізу або в тих випадках, коли немає можливості застосувати інші методи.

Методом алкаліметрії можна визначити:

а) HCl – 8,2-8,3%-ний розчин застосовується як фармакопейний препарат для підвищення кислотності шлункового соку; H_2SO_4 , H_3PO_4 , H_3BO_3 , CH_3COOH , лимонна та ін. – використовуються в фармації для аналізу; б) можна визначати кислотність шлункового соку, сечі.

Ацидіметрія – це метод визначення основ та солей, що дають під час гідролізу лужну реакцію, титрованим розчином кислоти. Титровані робочі розчини методу – це розчини HCl або H_2SO_4 . Склад їх несталій (HCl випаровується, «димить», а H_2SO_4 поглинає з повітря воду), спочатку готують розчин за приблизною наважкою, а потім встановлюють титр за вихідними речовинами. Вихідними речовинами в ацидіметрії є: натрій карбонат – Na_2CO_3 ; натрій тетраборат (бура) – $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$; натрій оксалат – $Na_2C_2O_4$.

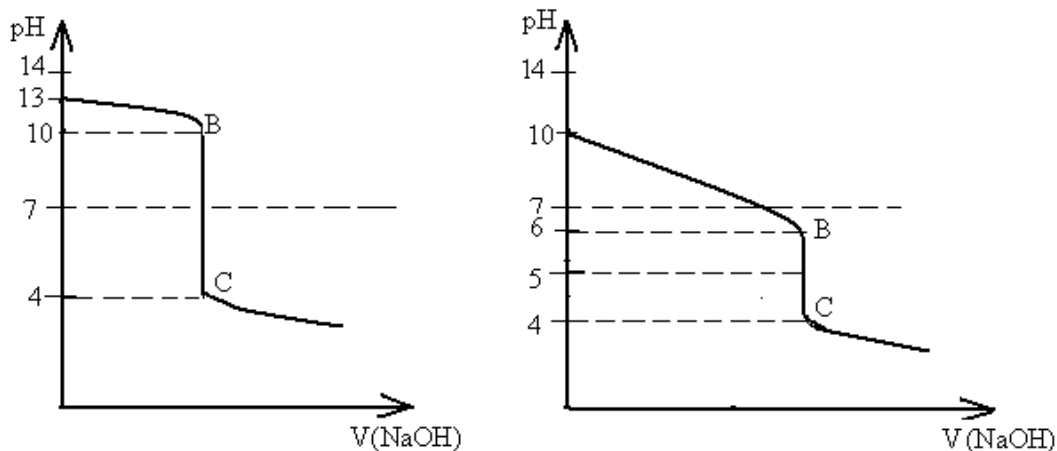
Вони реагують і з робочим розчином кислоти так:



Ці солі використовують як вихідні речовини, тому що вони в результаті гідролізу дають лужну реакцію і можуть титруватися кислотою. Хід титрування графічно показують кривою титрування. А) Сильна основа титрується сильною кислотою: $NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$

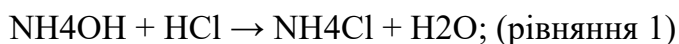
Розглянемо криву А:

початковий рН сильної основи може дорівнювати 13. На початку доливання до розчину основи титрованого розчину кислоти рН поступово зменшується – відрізок 13–В. В точці В основи залишається дуже мало, і під час додавання однієї краплі титрованого розчину кислоти відбувається різка зміна рН – відрізок В–С. В результаті змінюється забарвлення індикатора і титрування закінчують.



Стрибок титрування рН = 10 - 4, точка еквівалентності рН=7. Індикатор вибираємо метилоранж, тому що його інтервал переходу рН= 3,1 - 4,4 співпадає зі стрибком титрування. В досліджуваному розчині основи метилоранж жовтий, а в кінці титрування змінює забарвлення на рожеве.

В) Слабка основа титрується сильною кислотою. Наприклад:



Розглянемо криву Б:

початковий рН слабкої основи може дорівнювати 10. На початку додавання до розчину основи титрованого розчину кислоти рН поступово зменшується – відрізок 10–В. В точці В основи залишається дуже мало, і в результаті додавання однієї краплі титрованого розчину кислоти відбувається різка зміна рН – відрізок В–С. Змінюється забарвлення індикатора і титрування закінчують. Стрибок титрування лежить в межах рН = 6 – 4, а точка еквівалентності рН = 5. Індикатор беруть також метилоранж. Під час титрування сильною кислотою краще брати індикатор метилоранж. Чому під час титрування слабкої основи сильною кислотою стрибок титрування та еквівалентна точка знаходяться в кислому середовищі? Це пояснюється тим, що продуктом взаємодії слабкої основи та сильної кислоти є сіль (рівняння 1), яка гідролізується і створює кисле середовище (рівняння 2).

Застосування ацидіметрії в медицині

Ацидіметрію також використовують для попереднього аналізу або в тих випадках, коли немає можливості застосувати інші методи.

Методом ацидіметрії можна визначати:

- NaOH, KOH – використовують в фармації для аналізу;
- NH₄OH – визначають в питній воді, його надлишок негативно впливає на ЦНС; визначають концентрацію лікарського препарату (3%-ий розчин);
- NaHCO₃ – антацидний засіб, необхідно знати його чистоту;
- визначають тимчасову твердість води;
- визначають рН кишкового соку. ё