# **Лабораторне заняття № 8**

**Тема: ТИТРИМЕТРИЧНИЙ (ОБ’ЄМНИЙ) АНАЛІЗ.**

**Мета:** засвоїти теоретичні основи титриметричного методу аналізу. Вміти проводити розрахунки з визначення концентрації розчинів, розрахунки маси речовин за результатами титрування.

**Теоретичні положення**

Титриметричний аналіз базується на точному вимірюванні об’єму розчину реактиву відомої концентрації (титранту), котрий витрачено на реакцію з певним об’ємом розчину досліджуваної речовини.

Процес додавання одного розчину, який міститься в бюретці, до другого розчину, для визначення концентрації одного з них, називається***титруванням***.

В титриметричному аналізі розчин із точно відомою концентрацією називають***титрантом***або ***титрованим* *робочим розчином*.**

При титруванні до розчину, концентрацію якого визначають, поступово додають титрант, доки кількість молей еквівалентів його дорівнювала би кількості молей еквівалентів речовини, яку визначають. Цей момент титрування називають ***точкою еквівалентності.***

Точку еквівалентності фіксують за допомогою речовин, які змінюють колір в точці еквівалентності в залежності від природи середовища. Ці речовини називають ***індикаторами***.

**2.1. Визначення концентрації в титриметричному аналізі**

а)***Молярна концентрація См [моль/л].*** Молярна концентрація виражається числом молей речовини в 1 л розчину:

*См* **= **

де *v* – кількість розчиненої речовини, моль;

V – об’єм розчину, л

Використовують, наприклад, таку форму позначення молярної концентрації:

Cм(HCl) = 0,1 моль/л, або 0,1 М HCl.

б) ***Молярна концентрація еквівалента (нормальна концентрація) Сн [моль∙екв/л],******(у формулах іноді позначається N).*** Нормальна концентрація визначається числом еквівалентів речовини в 1 л розчину :

*Cн* =  ,

де *Е* – кількість еквівалентів розчиненої речовини, моль∙екв;

V – об’єм розчину, л.

Використовують таку формулу запису нормальної концентрації

Сн(H2SO4) = 1 моль∙екв/л, або 1н H2SO4

в) ***Титр розчину Т(А), [г/мл]*** (простий титр) – це маса речовини А в грамах, яка міститься в 1мл розчину:

*Т* = ,

де m – маса розчиненої речовини, г;

V – об’єм розчину, мл.

Знаючи нормальну концентрацію розчину речовини А, обчислюють простий титр Т(А) за формулою:

*Т(А)* = 

Використовують таку форму позначення титру, наприклад, титру HCl:

T(HCl) = 0,01000 г/мл.

г)***Титр по речовині, яку визначають ТА/В, [г/мл]*** – це маса речовини В в грамах, що реагує з 1 мл розчину реактиву А.

Приклад форми запису титру по речовині, яку визначають:

Т**HCl/NaOH**

таке позначення читають: титр хлоридної кислоти за натрію гідроксидом.

Наприклад, титр хлоридної кислоти за натрію гідроксидом дорівнює:

T**HCl/NaOH** = 0,01000 г/мл

Це означає: 0,01000г NaOH титрується 1 мл розчину HCl, тобто число молей NaOH, що містяться в 0,01000 г NaOH дорівнює числу молей HCl, що містяться в 1 мл розчину HCl, або 0,01000 г NaOH реагує з 1 мл розчину HCl.

Формула переходу від простого титру Т(А) до титру по речовині, яку визначають ТА/В, має вигляд:

ТА/В =

де mе(А), mе(В) – еквівалентні маси речовин А і В, г/моль.

2.2. Розрахунки в титриметричному аналізі

Всі розрахунки в титриметричному аналізі базуються на понятті точки еквівалентності.

Точка еквівалентності – момент титрування, в якому число молей еквівалентів титранту дорівнює числу молей еквівалентів речовини, яку визначають.

Розрахунки проводять за законом еквівалентів для об’ємних визначень за результатами титрування. При цьому обчислюють:

- концентрації розчинів;

- маси речовин, які визначають.

**Розрахунки концентрації розчинів**

**Визначення нормальної концентрації Сн(А) через відому нормальну концентрацію Сн(В)**

Якщо розчин аліквотної частки речовини А об’ємом V(А) мл титрують розчином речовини В з відомою нормальною концентрацією Сн(В), об’єм розчину V(В) мл речовини В знаходять за результатами титрування.

Нормальну концентрацію розчину речовини А обчислюють так:

*Сн(A)·V (A) = Сн(B)·V (B)*

Звідси розраховують нормальну концентрацію *Сн*(А) розчину речовини А:

*Сн(A)* = 

**2.3. Розрахунки маси речовин за результатами титрування**

Визначення маси речовин проводять:

- за результатами титрування аліквотної частки розчину;

- за результатами титрування окремої наважки.

***Визначення маси за результатами титрування аліквотної частки***

Коли відомі концентрація титранту В, об’єми V(В) і аліквотної частки V(А), в точці еквівалентності маємо:

*Сн(A)·V (A) = Сн (B)·V (B)*

тоді: *m(A)* **=**

де mе(А) – молярна маса еквівалента речовини А, г/моль.

***Визначення маси речовини за результатами титрування точної маси наважки***

Коли відомі концентрація титранту В і об’єм V(В), в залежності від способу вираження концентрації розчину В використовують наступні формули визначення маси:

* + концентрація титранту В виражена через нормальну концентрацію Сн(В).

В точці еквівалентності маємо:

** =**

тоді:

*m(A)* **=**

- концентрація титранту В виражена через титр Т (В).

В точці еквівалентності справедлива рівність:

** = **

де *me(В)* – молярна маса еквівалента речовини В. Тоді:

*m(A)* **=**

- концентрація титранту виражена через титр по речовині, яку визначають Т В/А:

*m(A) = T B/A·V (B)*

Коли ж титрується не вся кількість визначуваної речовини, а лише частка її, яка міститься в аліквоті розчину, враховують співвідношення:

*Vк*

*Vп*

де *Vк* – об’єм мірної колби, мл; *Vп* – об’єм піпетки Мора, мл.

Тоді:

*m(A) = T B/A·V(В) Vк*

*Vп*

**2.4. Способи приготування титрантів**

За способом приготування титровані розчини діляться на ***первинні стандартні розчини, вторинні стандартні розчини і фіксанальні*.**

***Первинні стандартні розчини*** – це розчини, які отримують розчиненням наважки вихідної речовини, взятої на аналітичних вагах, в мірній колбі заданого об’єму.

***Первинні стандартні (вихідні) речовини*** – це речовини, які відповідають таким вимогам:

- відповідність складу речовини її хімічній формулі;

- стійкість речовини як в сухому вигляді, так і в розчині;

- бажано, щоб вона мала якомога більшу молярну масу еквівалента.

Приклади вихідних речовин: Na2B4O7·10H2O; Na2CO3; H2C2O4·2H2O; K2Cr2O7 та інші.

Розрахунки нормальної концентрації первинного стандартного розчину.

; ;

.

***Вторинні стандартні розчини –***це розчини, точну концентрацію яких визначають за допомогою розчину вихідної речовини шляхом титрування.

Розрахунки нормальної концентрації вторинного стандартного розчину.

*Сн(A)·V (A) = Сн(B)·V (B)*

Звідси розраховують нормальну концентрацію *Сн*(А) розчину речовини А:

*Сн(A) = *

Поправковий коефіцієнт Кп – число, що показує відношення практичної концентрації (Сн)пр речовини в розчині до її теоретичної концентрації (Сн)теор. Наприклад, потрібно приготувати розчин з теоретичною концентрацією) 0,1000 моль/л. Практично приготовлений розчин з концентрацією 0,1056 моль/л. Тоді

Кп=  = 1,056

***Фіксанальні розчини*** – це розчини, які отримують розчиненням 0,1 еквівалента маси речовини, що міститься в запаяній скляній ампулі, в мірній колбі ємністю 1 л.