

ОДНОЧАСНЕ ВИЗНАЧЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ ДВУХ РЕЧОВИН ПРИ ЇХ СПІЛЬНІЙ ПРИСУТНОСТІ

В основу методів визначення концентрації двох речовин в суміші покладена відмінність в спектрах поглинання речовин, що визначаються і правило адитивності світлопоглинання: якщо в розчині міститься дві забарвлені речовини А і В, які не взаємодіють між собою, то сумарне поглинання світла адитивно складається з поглинання світла окремими компонентами.

Спектри поглинання двох речовин, які не взаємодіють між собою, можуть:

- а) не перекриватися;
- б) частково перекриватися;
- в) перекриватися протягом видимої області спектру.

Тому при виконанні практичної задачі визначення компонентів А і В в суміші може бути три варіанти розв'язання:

1. У випадку а) смуги поглинання компонентів А і В, які визначаються, так розграничені між собою, що при фотометруванні суміші з відповідним світлофільтром поглинанням іншого компонента можна знехтувати. Тому вимірявши оптичну густину розчину суміші при $\lambda_{\text{макс. А}}$, можна визначити концентрацію компонента А методом порівняння зі стандартом при тій же довжині хвилі або по градуовальному графіку, побудованому для стандартних розчинів компонента А при $\lambda_{\text{макс. А}}$. Аналогічно визначають концентрацію компонента В, вимірявши оптичну густину розчину суміші при $\lambda_{\text{макс. В}}$. Другий компонент визначенню в цьому випадку не заважає.

2. У випадку б) при фотометруванні з різними світлофільтрами можна знехтувати світлопоглинанням лише одного з компонентів забарвленої суміші (компонент А при $\lambda_{\text{макс. А}}$). В) при вимірюванні оптичної густини забарвленої суміші з іншим світлофільтром ($\lambda_{\text{макс. А}}$) спостерігається сумарне поглинання світла обома компонентами. В цьому випадку світлопоглинанням другого компоненту знехтувати не можна.

Розв'язання задачі такого типу буде розглянуто в лабораторній роботі № 2 «Визначення хрому і мангану в суміші».

3. У випадку в) не можна вибрати ніяких ділянок видимої галузі спектру, де можна було б знехтувати світлопоглинанням якого-небудь компоненту.

Визначення концентрації C_1 і C_2 розчину в цьому випадку ведеться при двох довжинах хвиль за рівняннями:

$$A\lambda_1 = \varepsilon_1\lambda_1 C_1 \ell + \varepsilon_2\lambda_1 C_2 \ell;$$

$$A\lambda_2 = \varepsilon_1\lambda_2 C_1 \ell + \varepsilon_2\lambda_2 C_2 \ell,$$

де $A\lambda_1$ і $A\lambda_2$ – виміряні експериментально оптичні густини суміші речовин 1 і 2 при довжинах хвиль λ_1 і λ_2 , C_1 і C_2 – концентрації поглинаючих речовин 1 і 2, $\varepsilon_1\lambda_1$ і $\varepsilon_1\lambda_2$ – молярні коефіцієнти поглинання речовини 1 при довжинах хвиль λ_1 і λ_2 , ℓ - товщина поглинаючого шару.

Значення молярних коефіцієнтів поглинання беруть або з таблиць, або (частіше) визначають експериментально наступним чином. Готують стандартний розчин досліджуваної речовини 1 і вимірюють його оптичні густини при тих довжинах хвиль, при яких буде вестись спектрофотометрування суміші обох компонентів. Знаючи оптичну густину, концентрацію (моль/л) і товщину шару кювети, розраховують значення молярного коефіцієнта поглинання для компонента 1 при λ_1 і λ_2 .

Аналогічним чином визначають значення молярного коефіцієнта поглинання для компонента 2 при λ_1 і λ_2 .

Отриманні значення молярних коефіцієнтів поглинання підставляють в систему рівнянь і розв'язують її відносно двох невідомих C_1 і C_2 .

Лабораторна робота № 2. Визначення Хрому і Мангану в суміші

Визначення Хрому і Мангану при їх спільній присутності засновано на різноманітності спектрів поглинання забарвлених розчинів перманганат- і біхромат-іонів. Внаслідок того, що в спектрі є ділянка, в якій поглинає лише один із компонентів, а поглинанням іншого компонента можна знехтувати, найбільш зручним є метод градуювальних графіків.

Перед визначенням будують градуювальні графіки для калій перманганату при $\lambda = 550$ нм (світлофільтр зелений) і $\lambda = 430$ нм (світлофільтр синій)

Потім вимірюють оптичну густину A_1 досліджуваної суміші перманганату і біхромату при 550 нм і на графіку одразу визначають концентрацію мангану. Вимірюють оптичну густину A_2 аналізованої суміші при 430 нм. Ця оптична густина являє собою суму оптичних густин розчинів перманганату і біхромату при $\lambda=430$ нм.

$$A_2 = A_3 + A_4$$

де A_3 – оптична густина калій перманганату при 430 нм, яку знаходять по градуувальному графіку, знаючи концентрацію Мангану, уже визначену раніше по A_1 при 550 нм;

A_4 – оптична густина, обумовлена поглинанням світла калій біхроматом (при 430 нм), який знаходиться в суміші.

Знаючи величини A_3 і A_2 , знаходять: $A_4 = A_2 - A_3$.

По значенню A_4 і кривій 3 визначають вміст Хрому в аналізуючій суміші.

Прилади та реактиви:

1. Фотоелектроколориметри КФК 2, КФК 3 або спектрофотометр СФ-46.
2. Калій біхромат, 0,1 н розчин.
3. Калій перманганат, 0,002 М розчин.
4. Аналізуючий розчин, який містить суміш перманганату і біхромату.

Виконання роботи.

В мірні колби ємністю 50 мл вводять 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 мл стандартного розчину калій перманганату, об'єм доводять до мітки дистильованою водою та вимірюють оптичну густину приготованих розчинів при 550 нм (зелений світлофільтр) і 430 нм (синій світлофільтр) в кюветі з товщиною шару рідини 10 мм або 20 мм.

Розчини калій біхромату для побудови градуувального графіка готують аналогічно, але вимірювання оптичної густини цих розчинів проводять тільки при 430 нм.

Отримані дані наносять на один графік, який потім використовують для визначення концентрації Хрому і Мангану в розчині, який містить суміш перманганат- і біхромат-іонів.