

Лабораторна робота № 7
*Дослідження залежності швидкості хімічної реакції
від концентрації реагентів та від температури.*

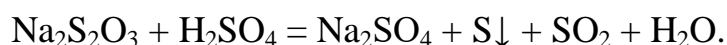
Мета роботи: експериментально вивчити, як впливає концентрація речовин і температура на швидкість хімічних реакцій.

Прилади: штатив з пробірками, бюретки, скляні стакани, термостат, секундомір, реактиви.

Порядок виконання роботи

Дослід 1: Вплив концентрації реагуючих речовин на швидкість реакції.

Налийте в три пронумеровані хімічні склянки розчин тіосульфату натрію ($\omega(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)=0,5\%$) та дистильовану воду в кількостях, вказаних у Табл. 1. Додайте в кожену склянку по 15 мл розчину сульфатної (сірчаної) кислоти ($\omega(\text{H}_2\text{SO}_4)=0,5\%$) та визначте час від моменту змішування розчинів до моменту появи помутніння. Помутніння обумовлене виділенням сірки в результаті реакції:



Дані дослідів занесіть до Табл. 7.1.

Таблиця 7.1

Номер склянки	Розчин $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, мл	Вода дист., мл	C_1	Розчин H_2SO_4 , мл	C_2	Загальний об'єм розчину, мл	Час появи помутніння τ , с	Відносна швидкість реакції ν , с^{-1}	Константа швидкості, k
1	5	10	1	15	3	30			
2	10	5	2	15	3	30			
3	15	–	3	15	3	30			

Розрахуйте відносну швидкість реакції ($\nu = 100/\tau$) та умовну константу швидкості реакції ($k = \nu/C_1 \cdot C_2$, де C_1 і C_2 – відносні концентрації $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ та H_2SO_4 відповідно).

Залежність швидкості реакції від концентрації тіосульфату відобразіть у вигляді графіка $\nu = f(C_1)$. По осі абсцис відкладіть відносну концентрацію, а по осі ординат – відносну швидкість реакції.

Визначте порядок реакції за тіосульфатом натрію (x), для цього побудуйте графік $\lg v = f(\lg C_1)$.

Порядок реакції визначається за формулою: $x = \frac{\Delta \lg v}{\Delta \lg C_1}$.

Дослід 2: Вплив температури на швидкість реакції. В одну пробірку налийте 5 мл розчину $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, в іншу – 5 мл розчину H_2SO_4 . Обидві пробірки помістіть у термостат, нагрітий до 40°C . Через 5 хв. до розчину тіосульфату долейте розчин сульфатної кислоти. Визначте час до появи помутніння. Такі ж вимірювання проведіть для температури 60°C . Результати досліду занесіть до Табл. 7.2.

Таблиця 7.2

Номер досліду	Температура $t, ^\circ\text{C}$	Час появи помутніння $\tau, \text{с}$	Відносна швидкість v	Константа швидкості k	Температурний коефіцієнт γ
1	20*				
2	40				
3	60				

* Чи інша кімнатна температура

Розрахуйте відносну швидкість ($v = 100/\tau$) та умовну константу швидкості реакції ($k = v/C_1C_2$, де $C_1=C_2=3$). Залежність швидкості реакції від температури відобразіть у вигляді графіка, відклавши по осі абсцис температуру, а по осі ординат – швидкість реакції. Розрахуйте значення температурного коефіцієнта γ за співвідношенням (правило Вант-Гоффа):

$$\frac{g_2}{g_1} = \gamma^{\frac{t_2-t_1}{10}}$$

Контрольні запитання

1. Що таке швидкість реакції в гомогенній та гетерогенній системах? Як залежить швидкість реакції в гомогенній системі від концентрації вихідних речовин?
2. Який фізичний зміст константи швидкості реакції? Від чого вона залежить?
3. Чому зміна температури суттєво впливає на швидкість хімічних реакцій? Наведіть відповідне рівняння.
4. Що таке енергія активації, перехідний стан?
5. Які речовини називають каталізаторами, як і чому вони впливають на

швидкість реакцій?

6. Чим різняться порядок та молекулярність реакції? Як їх визначають? Наведіть приклади.

7. Поясніть механізм протікання розгалужених та нерозгалужених ланцюгових реакцій на відомих вам прикладах. Які головні стадії характерні для таких реакцій?

8. Для реакції: а) $2\text{NO} + \text{Cl}_2 = 2\text{NOCl}$; б) $2\text{NO} = \text{N}_2 + \text{O}_2$; наведіть математичний вираз закону діючих мас та розрахуйте, у скільки разів збільшиться швидкість реакції при: 1) збільшенні концентрації оксиду азоту (II) в 4 рази; 2) підвищенні тиску в 2 рази.

9. Реакція $2\text{NO} + 2\text{H}_2 = \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ має перший порядок за воднем і другий порядок за оксидом азоту. Запишіть кінетичне рівняння швидкості цієї реакції. Яку розмірність має константа швидкості цієї реакції?

10. У скільки разів треба знизити тиск, аби швидкість реакції $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ зменшилася в 729 разів?

11. У скільки разів збільшиться швидкість реакції при підвищенні температури на 50°C , якщо $\gamma = 2$?

12. На скільки градусів треба підвищити температуру в системі, аби швидкість реакції збільшилась в 256 разів ($\gamma = 4$)?

13. Розрахуйте температурний коефіцієнт реакції, швидкість якої зменшилась у 27 разів при зменшенні температури від 313 К до 283 К.

14. Визначте початкову швидкість реакції $\text{A} + 2\text{B} = \text{C}$, якщо вихідна концентрація речовини А дорівнює 0,4 моль/л, вихідна концентрація речовини В - 0,6 моль/л, а константа швидкості – $0,7 \text{ л}^2/(\text{моль}^2 \cdot \text{с})$. Якою буде швидкість, якщо в процесі реакції концентрація речовини А зменшиться на 0,2 моль/л.

15. Швидкості реакції $\text{A} + \text{B} = \text{C}$ при концентраціях А 0,04 і 0,12 моль/л відповідно дорівнюють 0,1 і 0,9 моль/(л·с). Визначте порядок реакції за речовиною А.

16. На енергетичній діаграмі для екзотермічної реакції позначте енергії активації прямої та зворотної реакції, а також ΔH реакції. У якої реакції (прямої чи зворотної) температурний коефіцієнт більший, чому?

17. Температурні коефіцієнти прямої і зворотної реакцій дорівнюють відповідно 2,5 і 2,0. Поясніть, для якої з цих