

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

ФАКУЛЬТЕТ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Кафедра охорони праці та навколишнього середовища

ХІМІЯ

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до лабораторних робіт**

для студентів-іноземців підготовчого відділення

Харків 2020

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри охорони праці та навколишнього середовища 06 березня 2020 р. протокол № 8.

Методичні вказівки містять сім лабораторних робіт з дисципліни «Хімія», розділ «Загальна хімія». Мета методичних вказівок – надання студентам-іноземцям навичок роботи в лабораторії хімії й обробки результатів експерименту. Студенти вивчають правила безпеки в хімічній лабораторії. Кожна лабораторна робота містить теоретичні основи з теми лабораторної роботи, її методику та відомості про лабораторне обладнання і хімічний посуд.

Методичні вказівки призначено для студентів-іноземців підготовчого відділення всіх спеціальностей, які вивчають дисципліну «Хімія».

Укладачі:

доценти С. О. Кисельова,
Л. А. Катковнікова

Рецензент

доцент О. В. Костиркін

ЗМІСТ

Вступ	4
Лабораторна робота 1. Правила роботи в хімічній лабораторії. Лабораторне обладнання й хімічний посуд	5
Лабораторна робота 2. Визначення молярної маси магнію	11
Лабораторна робота 3. Визначення молярної маси карбон діоксиду CO_2	15
Лабораторна робота 4. Визначення ентальпії (теплого ефекту) хімічної реакції	19
Лабораторна робота 5. Швидкість хімічної реакції. Хімічна рівновага	23
Лабораторна робота 6. Визначення концентрації розчину	28
Лабораторна робота 7. Окисно-відновні реакції	32
Список літератури	38

ВСТУП

На лабораторній роботі студент виконує досліди під наглядом викладача. Студент закріплює теоретичні знання з хімії через експеримент.

Перед лабораторною роботою студент вивчає:

- теорію з теми лабораторної роботи;
- лабораторне обладнання;
- реактиви.

Перед заняттям студент пише в окремому зошиті:

- тему лабораторної роботи;
- мету;
- лабораторне обладнання й реактиви;
- результати досліду;
- розрахунки.

Після виконання дослідів студент:

- пише результати досліду;
- виконує розрахунки;
- пише висновок.

Викладач перевіряє лабораторну роботу і вказує студенту на помилки. Студент виправляє помилки у роботі.

За правильну роботу студент отримує оцінку «зараховано».

Словник

Українська	English
Лабораторна робота	Lab
Дослід	Experiment
Обладнання	Equipment
Реактив	Reagent
Висновок	Conclusion

Лабораторна робота 1

ПРАВИЛА РОБОТИ В ХІМІЧНІЙ ЛАБОРАТОРІЇ. ЛАБОРАТОРНЕ ОБЛАДНАННЯ Й ХІМІЧНИЙ ПОСУД

Мета: вивчити лабораторне обладнання, хімічний посуд і правила безпеки.

Лабораторні роботи виконують у хімічній лабораторії. Студенти працюють із лабораторним обладнанням, посудом і реактивами. Обладнання, посуд і реактиви небезпечні й можуть спричинити травму.

При роботі в лабораторії хімії дотримуйтесь правил безпеки.

Правила безпеки в хімічній лабораторії

- 1) Досліди виконуйте тільки після дозволу викладача.
- 2) Для дослідів використовуйте тільки чистий лабораторний посуд.
- 3) Заборонено їсти в хімічній лабораторії.
- 4) Заборонено пити воду із лабораторного посуду.
- 5) Якщо пролили кислоту, мийте забруднене місце розчином харчової соди NaHCO_3 .
- 6) Якщо пролили основу (луг), мийте забруднене місце розчином оцтової (етанової) кислоти CH_3COOH .
- 7) Після закінчення дослідів мийте лабораторний посуд і повертайте реактиви на місце.
- 8) Після роботи з реактивами мийте руки.

Лабораторне обладнання й посуд

Лабораторний посуд виготовлено зі скла, порцеляни, пластику. Інколи посуд виготовлено з кварцу, платини, заліза чи золота.

У пробірках проводять хімічні реакції (рисунок 1.1, а). Пробірки виготовлені зі скла.

У штативі із пластику зберігають пробірки (рисунок 1.1, б).

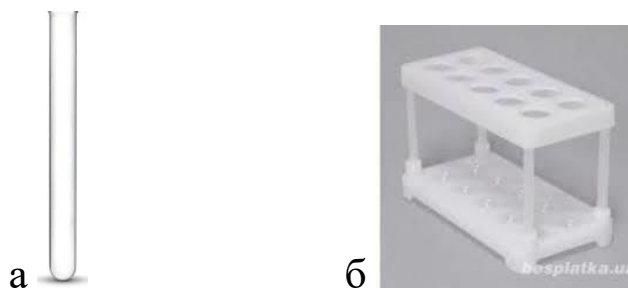
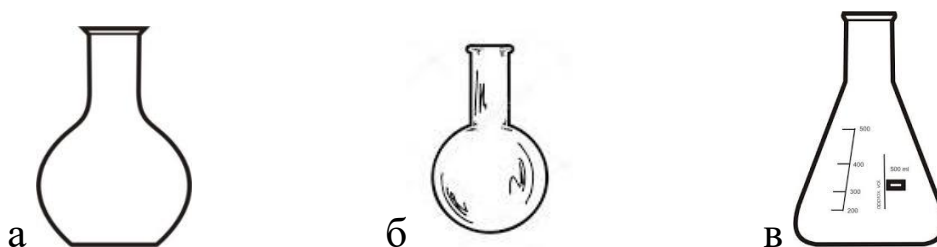


Рисунок 1.1 – Пробірка (а) і штатив (б)

Колби виготовлені зі скла. У колбах проводять хімічні реакції. Колби мають різну форму: круглі з плоским дном, круглодонні, конічні (рисунок 1.2).



а – кругла колба з плоским дном; б – круглодонна колба;
в – конічна колба (конус)

Рисунок 1.2 – Колби

Бутель виготовлено зі скла, пластику (рисунок 1.3). У бутлях зберігають реактиви.



Рисунок 1.3 – Бутель із скла

Бутлі та колби закриває гумова чи скляна *пробка* (рисунок 1.4).



а – скляна; б – гумова
Рисунок 1.4 – Пробки

У *хімічних склянках (стаканах)* готують розчини. Ще в них проводять хімічні реакції (рисунок 1.5). Склянки виготовляють зі скла, порцеляни, пластику.



Рисунок 1.5 – Хімічні склянки (стакани)

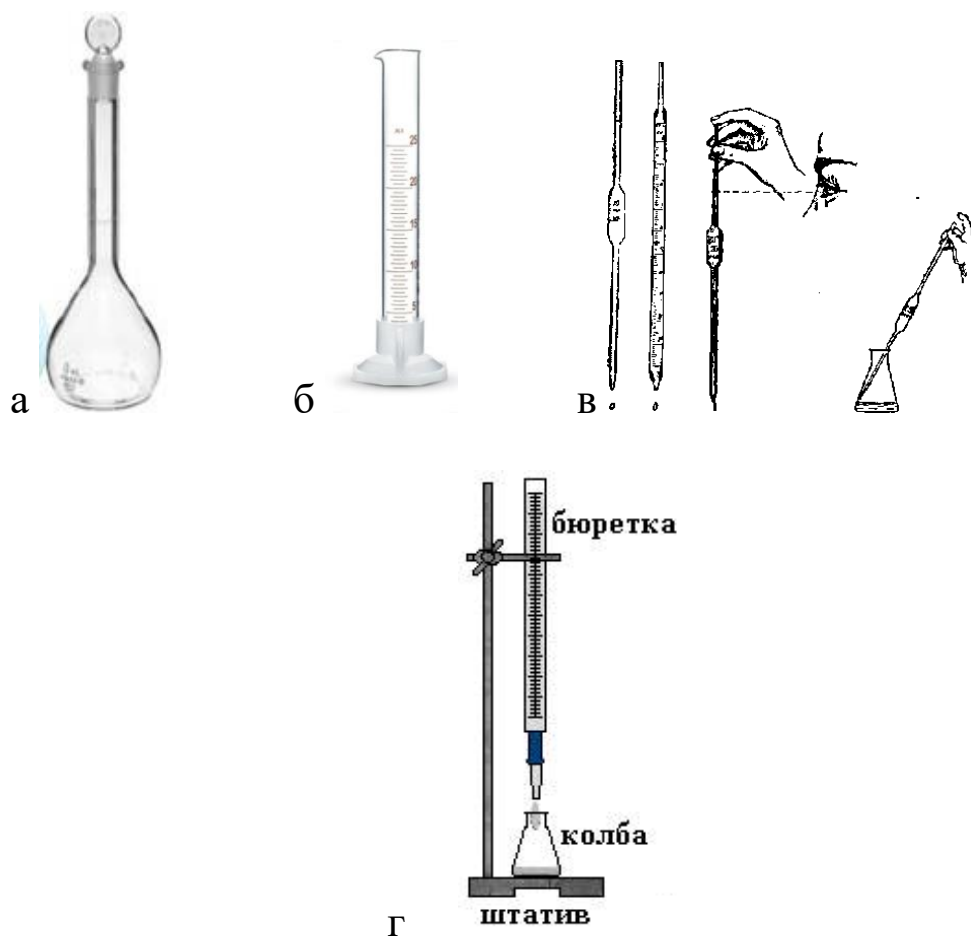
Лабораторний штатив виготовлений із заліза. Штатив тримає пробірку чи колбу (рисунок 1.6).



Рисунок 1.6 – Лабораторний штатив

Мірний посуд вимірює об'єм рідини. Це мірні колби, мірні циліндри, мірні піпетки (рисунок 1.7, а – в). Мірний посуд має шкалу з поділками. Поділки показують об'єм рідини в мілілітрах.

Бюретка – це скляна трубка, на якій є шкала (рисунок 1.7, г).



а – мірна колба; б – мірний циліндр; в – мірна піпетка;
г – бюретка

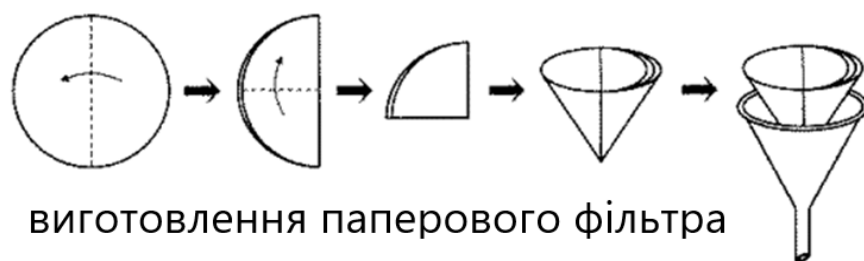
Рисунок 1.7 – Мірний лабораторний посуд

Фільтрування – це процес відділення рідин від маленьких твердих частинок. Для фільтрування використовують *лійки* зі скла й паперові *фільтри* (рисунок 1.8).

Із порцелянової *чашки* випаровують рідину (рисунок 1.9, а).

У порцеляновому *тигелі* прожарюють речовину (рисунок 1.9, б).

Ступка та *товкач* використовуються для подрібнення твердих речовин (рисунок 1.9, в).



ВИГОТОВЛЕННЯ паперового фільтра

Рисунок 1.8 – Фільтр і лійка



а – чашка для випаровування; б – тигель; в – ступка та товкач

Рисунок 1.9 – Посуд із порцеляни

Шпатель використовують для сипких реактивів (рисунок 1.10, а). Шпателем перемішують розчин. Шпатель виготовляють із металу, порцеляни, скла, пластику.

Скляна паличка перемішує розчини (рисунок 1.10, б).

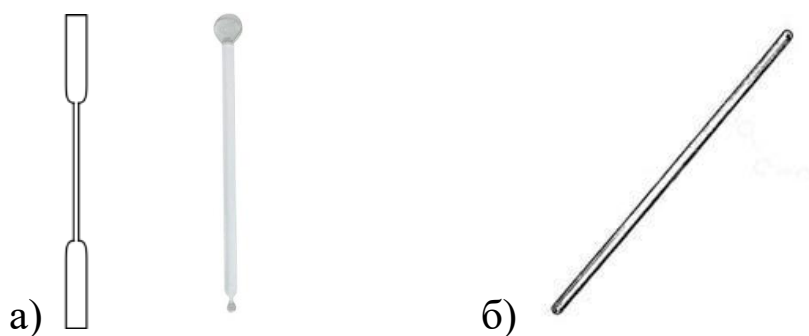


Рисунок 1.10 –Шпатель (а);
скляна паличка (б)

Пробіркотримач тримає пробірку при нагріванні (рисунок 1.11, а).

Щипці тигельні захоплюють і переносять гарячий посуд (рисунок 1.11, б).



а – пробіркотримач; б – щипці тигельні

Рисунок 1.11 – Обладнання для тримання лабораторного посуду

Пишіть відповіді на питання

- 1 З яких матеріалів виготовлено хімічний посуд?
- 2 У якому посуді проводять хімічні реакції?
- 3 Що використовують для фільтрування?
- 4 Який посуд вимірює об'єм рідини?
- 5 Що використовують для сипких твердих речовин?
- 6 У якому посуді проводять хімічні досліди: у чистому чи брудному?
- 7 Чи можна їсти в хімічній лабораторії?
- 8 Чи можна пити воду з лабораторного посуду?
- 9 Що робити, якщо пролили кислоту?
- 10 Що робити, якщо пролили основу (луг)?

Словник

Українська	English
Лабораторна робота	Lab
Лабораторія	Laboratory
Обладнання	Equipment
Хімічний посуд	Chemical vessels
Мета	Purpose, goal
Правила безпеки	Safety rules
Реактив (реагент)	Reagent
Небезпечний	Dangerous, hazardous
Травма	Injure
Дослід	Experiment
Кислота	Acid
Основа	Base
Харчова сода	Baking soda
Оцтова кислота	Acetic acid
Пробірка	Test tube
Штатив	Test rack

Українська	English
Колба	Flask
Колба з пласким дном	Flat bottom flask
Колба круглодонна	Round bottom flask
Колба конічна (конус)	Conical flask, Erlenmeyer flask
Бутель	Reagent bottle
Пробка	Stopper
Склянка (стакан)	Beaker
Лабораторний штатив	Laboratory stand
Мірна колба	Volumetric flask
Мірний циліндр	Measuring cylinder
Бюретка	Burette
Мірна піпетка	Volumetric pipette
Фільтрування	Filtration
Лійка	Funnel
Фільтр	Filter
Чашка для випаровування	Evaporation dish
Тигель	Crucible
Ступка	Mortar
Товкач	Pestle
Шпатель	Spatula
Розчин	Solution
Скляна паличка	Glass stirring rod
Щипці тигельні	Crucible tongs

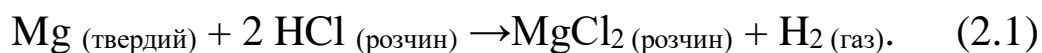
Лабораторна робота 2

ВИЗНАЧЕННЯ МОЛЯРНОЇ МАСИ МАГНІЮ

Мета: на підставі закону збереження маси й газових законів визначити молярну масу Магнію.

Теоретичні положення

Із закону збереження маси можна писати рівняння реакції магнію й хлоридної кислоти,



Стехіометричний коефіцієнт у рівнянні біля магнію дорівнює 1, хлоридної кислоти – 2, магній хлориду – 1, водню – 2. Тому відношення кількості речовини магнію і водню дорівнює

$$n(\text{Mg}) : n(\text{H}_2) = 1 : 1. \quad (2.2)$$

Кількість речовини магнію, моль,

$$n = \frac{m(\text{Mg})}{M(\text{Mg})}, \quad (2.3)$$

де $m(\text{Mg})$ – маса магнію, г;

$M(\text{Mg})$ – молярна маса Магнію, г / моль [грам на моль].

Водень – це газ. Тому у формулі (2.3) пишуть не масу, а об'єм газу. Кількість речовини водню, моль,

$$n = \frac{V_0(\text{H}_2)}{V_m(\text{H}_2)}, \quad (2.4)$$

де $V_0(\text{H}_2)$ – об'єм водню за нормальних умов, л (нормальні умови – це температура $T_0 = 273 \text{ К}$ [кельвіна], тиск $P_0 = 101,325 \text{ кПа}$ [кілопаскаля]);

$V_m(\text{H}_2)$ – молярний об'єм водню за нормальних умов, $V_m(\text{H}_2) = 22,4 \text{ л / моль}$ [літр на моль].

Із формул (2.3) і (2.4)

$$\frac{m(\text{Mg})}{M(\text{Mg})} = \frac{V_0(\text{H}_2)}{V_m(\text{H}_2)}. \quad (2.5)$$

Молярна маса Магнію, г / моль,

$$M(\text{Mg}) = \frac{m(\text{Mg}) \cdot V_m(\text{H}_2)}{V_0(\text{H}_2)}. \quad (2.6)$$

Лабораторне обладнання й реактиви

- 1 Лабораторний штатив і дві бюретки. Бюретки з'єднує гумова трубка.
- 2 Пробірка. Вона має газовідвідну трубку і гумову пробку.
- 3 Скляна паличка.
- 4 Метал магній Mg.
- 5 Хлоридна кислота HCl, розчин.
- 6 Мірний циліндр.
- 7 Барометр.
- 8 Термометр.

Методика лабораторної роботи

- 1 Пишіть рівень води в нижній бюретці V_1 .
- 2 Пишіть масу магнію m (Mg).
- 3 Відкрийте паперовий пакет з Магнієм з одного боку.
- 4 Відміряйте мірним циліндром 5 мл хлоридної кислоти HCl.
- 5 Зніміть пробку з пробірки і вилийте кислоту в пробірку.
- 6 Опустить пакет з магнієм у пробірку. При цьому закрита частина пакета спрямована вниз.
- 7 Візьміть скляну паличку. Посуньте пакет з магнієм у пробірку. Уникайте контакту магнію з кислотою.
- 8 Закрийте пробірку гумовою пробкою.
- 9 Пробку на газовідвідній трубці з'єднайте з нижньою бюреткою.
- 10 З'єднайте кислоту і Магній.
- 11 Після реакції запишіть рівень води в бюретці з пробіркою V_2 .
- 12 Запишіть тиск з барометра P .
- 13 Запишіть температуру з термометра t .

Результати досліду

Маса магнію, $m(\text{Mg}) =$ _____ г,

Рівень води в бюретці до реакції, $V_1 =$ _____ мл [мілілітрів],

Рівень води в бюретці після реакції, $V_2 =$ _____ мл,

Тиск, $P =$ _____ кПа

Температура, $t = \underline{\hspace{2cm}}$ °С [градусів Цельсія].

Розрахунки

1 Об'єм водню V_0 за нормальних умов, л,

$$V_0 = \frac{V(P-h) \cdot T_0}{P \cdot T}, \quad (2.7)$$

де V – об'єм водню, який дорівнює

$$V = (V_2 - V_1) \cdot 10^{-3} = (\dots - \dots) \cdot 10^{-3} = \dots \text{ л};$$

P – тиск, кПа;

h – парціальний тиск водяної пари $\underline{\hspace{2cm}}$ кПа;

T_0 – температура за нормальних умов, $T_0 = 273$ К;

P_0 – тиск за нормальних умов, $P_0 = 101,325$ кПа;

T – температура, $T = t + 273 = \underline{\hspace{2cm}}$ ° К.

2 Із формули (2.6) молярна маса Магнію дорівнює, г/моль,

$$M(\text{Mg}) = \dots \dots$$

3 У Періодичній системі хімічних елементів атомний номер Магнію $Z(\text{Mg}) = \dots$

Теоретична молярна маса Магнію, $M(\text{Mg})_{\text{теор.}} = \dots$ г/моль.

4 Рахуйте відносну похибку вимірювання, %,

$$\delta = \frac{|M(\text{Mg}) - M(\text{Mg})_{\text{теор.}}|}{M(\text{Mg})_{\text{теор.}}} \quad (2.8)$$

$$\delta = \dots$$

Висновок. На основі закону $\dots \dots$ й \dots законів обчислили \dots
 \dots Магнію, $M(\text{Mg}) = \underline{\hspace{2cm}}$ г/моль. Порівняли її з теоретичною
 $\dots \dots$ Магнію, $M(\text{Mg})_{\text{теор.}} = \dots$ г/моль. Обчислили $\dots \dots$
вимірювання $\delta = \dots$ %.

Словник

Українська	English
Молярна маса	Molar mass
Закон збереження маси	The law of conservation of the masses, principle of mass conservation
Газові закони	Gas Laws
Стехіометричні коефіцієнти	Stoichiometric coefficients
Кількість речовини	Amount of substance
Нормальні умови	Standard conditions (STP)
Лабораторний штатив	Ring stand
Бюретка	Buret
Гумова трубка	Rubber tube
Пробірка з газовідвідною трубкою	Test tube with a vapor tube
Хлоридна кислота	Hydrochloric Acid
Мірний циліндр	Graduated cylinder
Барометр	Barometer
Термометр	Thermometer
Рівень води	Water level
Тиск	Pressure
Температура	Temperature
Парціальний тиск	Partial pressure
Відносна похибка вимірювання	Relative measurement error
Висновок	Conclusion

Лабораторна робота 3

ВИЗНАЧЕННЯ МОЛЯРНОЇ МАСИ КАРБОН ДІОКСИДУ CO₂

Мета: визначити молярну масу карбон діоксиду (вуглекислого газу) CO₂.

Теоретичні положення

Дослід спирається на закон *ідеального газу* (газовий закон Менделєєва-Клапейрона):

$$PV = nRT, \quad (3.1)$$

де P – тиск газу, кПа;

V – об'єм газу, л;

n – кількість речовини, моль;

R – універсальна газова стала, $R = 8,314$ Дж/(моль·К)
(кПа·л/(моль·К));

T – температура, К.

Кількість речовини газу дорівнює, моль,

$$n = \frac{m}{M}, \quad (3.2)$$

де m – маса речовини, г;

M – молярна маса, г / моль.

Із формули (3.2) і рівняння (3.1),

$$PV = \frac{m}{M} \cdot RT. \quad (3.3)$$

Із формули (3.3) можна рахувати молярну масу газу, г / моль,

$$M = \frac{mRT}{PV}. \quad (3.4)$$

Лабораторне обладнання й реактиви

- 1 Апарат Кіппа (рисунок 3.1).
- 2 Технохімічні ваги та комплект гир і важків.
- 3 Колба з пласким дном і гумовою пробкою.
- 4 Мірний циліндр об'ємом 500 мл.
- 5 Барометр.
- 6 Термометр.

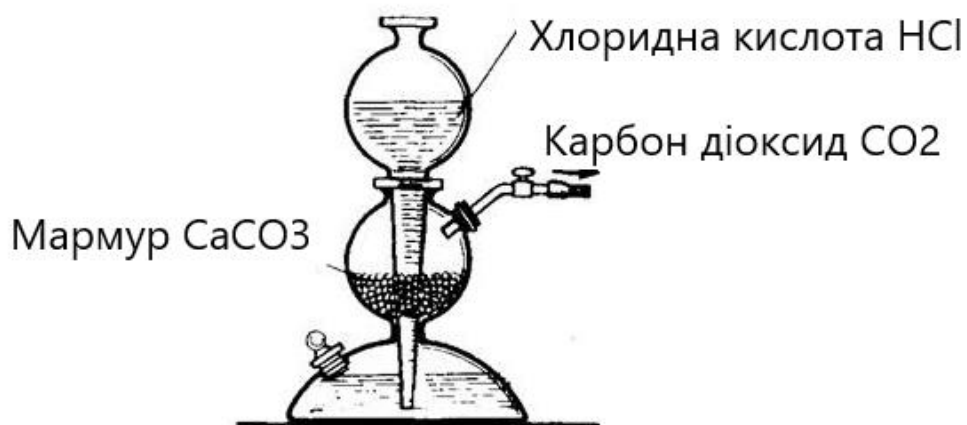


Рисунок 3.1 – Апарат Кіппа (виготовлений із скла)

Методика лабораторної роботи

1 На технохімічних вагах зважте суху колбу. Напишіть масу колби з повітрям A , г.

2 Опустіть газовідвідну трубку на апараті Кіппа в колбу.

3 Відкрийте кран на апараті Кіппа. В апараті Кіппа реагують мармур CaCO_3 і хлоридна кислота HCl ,



4 З апарата Кіппа 2 – 3 хв набирайте в колбу карбон діоксид (вуглекислий газ).

5 Повільно приберіть газовідвідну трубку з колби. Закрийте колбу гумовою пробкою. Закрийте кран на апараті Кіппа.

6 Колбу з вуглекислим газом зважте. Напишіть масу колби з вуглекислим газом B , г.

7 Визначте об'єм колби:

- а) налейте в колбу воду до пробки;
- б) вилийте воду в мірний циліндр;
- в) напишіть об'єм колби V , л.

8 Виміряйте температуру T термометром .

9)Виміряйте тиск P барометром.

Результати дослідів

1 Маса колби з повітрям, A ____ г.

- 2 Маса колби з вуглекислим газом, B ____ г.
 3 Об'єм колби, V ____ мл, _____ л.
 4 Температура, t ____ ° С, $T = t + 273 =$ _____ К.
 5 Тиск, P ____ кПа.

Розрахунки

1 Із формули (3.4) обчисліть молярну масу вуглекислого газу, г / моль,

$$M_{CO_2} = \frac{(B - A) \cdot RT}{PV} + M_{\text{повітря}}, \quad (3.5)$$

де $M_{\text{повітря}}$ – середня молярна маса повітря, $M_{\text{повітря}} = 29$ г/моль.

$$M_{CO_2} = \dots \dots$$

2 Відносна похибка вимірювання, %,

$$\delta = \frac{M_{CO_2} - M_{CO_2}(\text{теоретична})}{M_{CO_2}(\text{теоретична})}, \quad (3.6)$$

де $M_{CO_2(\text{теоретична})}$ – теоретична молярна маса вуглекислого газу:

$$M(CO_2)_{\text{теоретична}} = M(C) + 2 \cdot M(O) = \dots + \dots \dots = \text{г/моль.}$$

$$\delta = \dots \dots$$

Висновок. На основі закону визначили молярну масу вуглекислого газу $M_{CO_2} = \dots \dots$. Відносна похибка вимірювання $\delta = \dots \dots$.

Словник

Українська	English
Карбон оксид (вуглекислий газ)	Carbon dioxide
Закон ідеального газу (газовий закон Менделєєва-Клапейрона)	Ideal Gas Law (Mendeleev-Clapeyron law)

Українська	English
Універсальна газова стала	Universal gas constant
Апарат Кіппа	Kipp's apparatus (Kipp generator)
Технохімічні ваги	Techno-chemical balances
Комплект гир і важків	Weight complete set (Set of weights)
Колба з пласким дном	Flat bottom flask
Гумова пробка	Rubber stopper
Мірний циліндр	Graduated cylinder (Measuring cylinder)
Барометр	Barometer
Термометр	Thermometer
Зважте	Weigh it
Газовідвідна трубка	Vapor tube
Кран на апараті Кіппа	Stopcock
Мармур	Marble
Налийте	Pour
Вилийте	Pour out
Відносна похибка вимірювання	Relative measurement error

Лабораторна робота 4

ВИЗНАЧЕННЯ ЕНТАЛЬПІЇ (ТЕПЛОВОГО ЕФЕКТУ) ХІМІЧНОЇ РЕАКЦІЇ

Мета: дослідити зміни енергії при хімічних реакціях. Обчислити ентальпію (тепловий ефект) при реакції хлоридної кислоти HCl і натрій гідроксиду NaOH.

Теоретичні положення

При хімічних реакціях змінюється енергія системи. При зміні енергії часто виділяється або поглинається теплота.

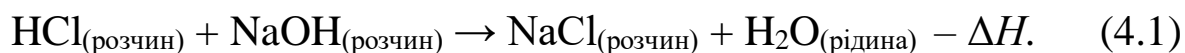
Тепловий ефект хімічної реакції Q – це енергія, яка виділяється або поглинається при хімічній реакції.

Ентальпія ΔH (дельта аш) – це різниця внутрішньої енергії продуктів реакції і реагентів. ΔH вимірюють у кДж / моль (кілоджоулях на моль).

При *екзотермічних реакціях* виділяється теплота і збільшується температура. Енергія системи зменшується. Ентальпія від'ємна ($-\Delta H$).

При *ендотермічних реакціях* поглинається теплота і зменшується температура. Енергія системи збільшується. Ентальпія додатна ($+\Delta H$).

Термохімічне рівняння – це рівняння, у якому написано агрегатний стан речовин і зміна ентальпії ΔH . Приклад термохімічного рівняння,



Хімічне обладнання та реактиви

- 1 Кювета з пластику.
- 2 Порцелянова склянка.
- 3 Мірний циліндр.
- 4 Термометр.
- 5 Розчин хлоридної кислоти HCl. Молярна концентрація розчину $C(\text{HCl}) = 0,5$ моль/л.
- 6 Розчин натрій гідроксиду NaOH. Молярна концентрація розчину $C(\text{NaOH}) = 0,5$ моль/л.

Методика лабораторної роботи

- 1 З приладами і реактивами працюйте тільки в кюветі з пластику!
- 2 У мірний циліндр налейте 50 мл розчину хлоридної кислоти HCl.
- 3 Вилийте розчин HCl у порцелянову склянку.
- 4 Опустіть термометр у склянку з розчином кислоти. Напишіть температуру t_1 . Залиште термометр у склянці.
- 5 У мірний циліндр налейте 50 мл розчину натрій гідроксиду NaOH.

6 У порцелянову склянку вилийте розчин NaOH. Перемішайте розчини.

7 Напишіть температуру розчину після хімічної реакції t_2 .

Результати досліду

1 Температура розчину хлоридної кислоти HCl, t_1 _____ °C.

2 Температура розчину після хімічної реакції, t_2 _____ °C.

Розрахунки

1 Реакція між хлоридною кислотою і натрій гідроксидом – це ендотермічна або екзотермічна реакція? Це ... реакція.

2 Обчисліть зміну ентальпії після змішування розчинів HCl і NaOH, кДж:

$$\Delta H_1 = \frac{V \cdot \rho \cdot c \cdot (t_1 - t_2)}{1000}, \quad (4.2)$$

де V – об'єм розчину після реакції, $V = 100$ мл;

ρ – густина розчину, г/мл;

c – питома теплоємність розчину, $c = 4,18$ Дж/(г °C);

t_1, t_2 – початкова і кінцева температура розчинів, °C.

$$\Delta H_1 = \dots \dots$$

3 Молярна концентрація розчину хлоридної кислоти C (HCl) = 0,5 моль/л. Тому один літр розчину HCl містить кількість речовини n (HCl) = 0,5 моль.

4 Обчисліть масу HCl в 1 л розчину, г,

$$m(\text{HCl}) = n(\text{HCl}) \cdot M(\text{HCl}). \quad (4.3)$$

$$m(\text{HCl}) = \dots \dots$$

5 Обчисліть масу HCl в 50 мл розчину, г,

$$m_{50}(\text{HCl}) = m(\text{HCl}) \cdot 50 / 1000. \quad (4.4)$$

$$m_{50}(\text{HCl}) = \dots \dots$$

6 Коли реагує маса хлоридної кислоти $m_{50}(\text{HCl})$, то зміна ентальпії реакції дорівнює ΔH_1 .

Обчисліть ентальпію (тепловий ефект) реакції, кДж/моль,

$$\Delta H = \frac{\Delta H_1 \cdot M(\text{HCl})}{m_{50}(\text{HCl})}. \quad (4.5)$$

$$\Delta H = \dots \dots$$

Висновок. Вивчили зміну енергії при реакції хлоридної кислоти ... і натрій гідроксиду Це ... реакція, теплота

Обчислили ... (... ефект) реакції $\Delta H = \dots \dots$

Словник

Українська	English
Ентальпія	Enthalpy
Тепловий ефект	Heat effect
Енергія	Energy
Теплота	Heat
Виділяється теплота	Heat release
Поглинається теплота	Heat absorption
Екзотермічна реакція	Exothermic reaction
Ендотермічна реакція	Endothermic reaction
Термохімічне рівняння	Thermochemical equation
Агрегатний стан	State of aggregation (physical state)
Кювета	Cuvette
Порцелянова склянка	Porcelain beaker
Мірний циліндр	Graduated cylinder
Розчин	Solution
Налийте	Pour
Вилийте	Pour out
Перемішайте	Mix
Густина	Density

Українська	English
Питома теплоємність	Specific heat capacity
Початкова температура	Initial temperature
Кінцева температура	Final temperature

Лабораторна робота 5

ШВИДКІСТЬ ХІМІЧНОЇ РЕАКЦІЇ. ХІМІЧНА РІВНОВАГА

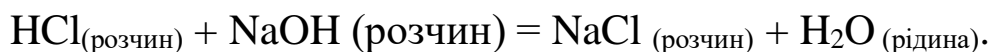
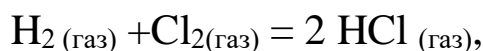
Мета: вивчити вплив концентрації реагентів на швидкість хімічної реакції і хімічну рівновагу.

Теоретичні положення

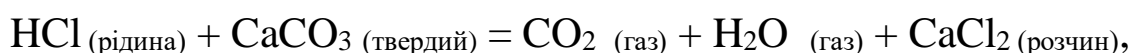
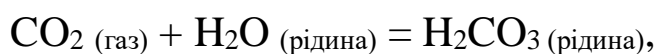
Хімічна кінетика вивчає швидкість хімічних реакцій. Швидкість різних хімічних реакцій різна. Швидкість хімічної реакції – це час, за який маса (або кількість речовини) реагентів перетворюється на продукти реакції.

На швидкість хімічної реакції впливає багато факторів: природа реагентів, агрегатний стан, площа поверхні, концентрація, температура, каталізатор, тиск (для газів).

Гомогенні реакції – це реакції, у яких реагенти не мають поверхні розділу (суміш газів, розчин). Наприклад:



Гетерогенні реакції – це реакції, у яких реагенти мають поверхню (межу) розділу. Наприклад, газ і рідина, рідина й тверда речовина, газ і тверда речовина:

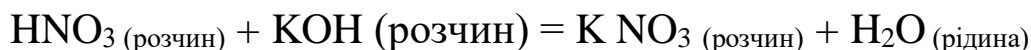
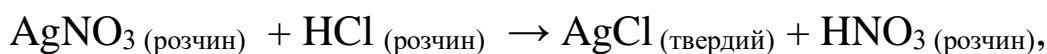
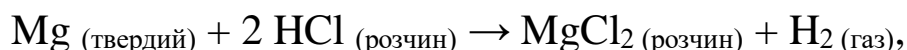




Хімічні реакції бувають *необоротні* й *оборотні*.

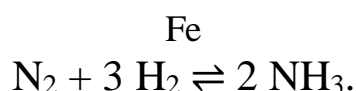
У рівнянні необоротної реакції знак рівності (=) пишуть як *стрілку* (\rightarrow). У рівнянні оборотної реакції знак рівності пишуть як *подвійну напівстрілку* (\rightleftharpoons).

Необоротні реакції відбуваються лише в одному напрямку до повної витрати реагенту. У таких реакціях утворюється газ, осад чи вода. Наприклад,



Оборотні реакції відбуваються у двох напрямках. *Пряма* реакція йде зліва направо. *Зворотна* реакція йде справа наліво.

Приклад оборотної реакції – реакція утворення амоніаку із азоту і водню:



Хімічна рівновага – це стан, коли швидкість прямої реакції дорівнює швидкості зворотної реакції.

Каталізатор – це речовина, яка збільшує швидкість хімічної реакції. Хімічний склад каталізатора в реакції не змінюється. Наприклад, реакції утворення амоніаку – каталізатор із заліза Fe.

Хімічне обладнання й реактиви

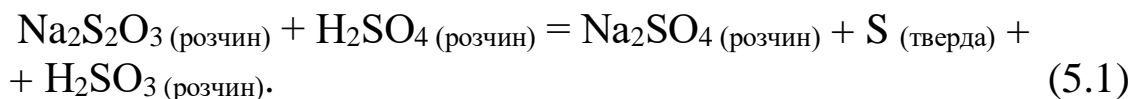
- 1 Пластиковий штатив і мікропробірки.
- 2 Секундомір.
- 3 Крапельниці з розчинами:
 - а) натрій тіосульфат $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$;
 - б) сульфатна кислота H_2SO_4 ;

- в) вода H_2O ;
- г) ферум (III) хлорид FeCl_3 , розбавлений;
- д) ферум (III) хлорид FeCl_3 , концентрований;
- е) калій роданід KCNS , розбавлений;
- ж) калій роданід KCNS , концентрований.

Методика лабораторної роботи

Дослід 1. Вплив концентрації речовини на швидкість реакції

Реакція між натрій тіосульфатом і сульфатною кислотою:



Це гомогенна необоротна реакція. При реакції сірка S утворює осад і розчин мутніє. Початок реакції – час змішування розчинів. Кінець реакції – помутніння розчину.

Приготуйте в трьох мікропробірках три розчини $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ з різною концентрацією:

1) у першу мікропробірку додайте чотири краплі розчину $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ і вісім крапель води;

2) у другу мікропробірку додайте вісім крапель розчину $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ і чотири краплі води;

3) у третю мікропробірку додайте 12 крапель розчину $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$;

4) відношення концентрацій розчину $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ в трьох пробірках дорівнює 1 : 2 : 3;

5) у першу пробірку додайте одну краплю розчину H_2SO_4 та увімкніть секундомір;

6) коли розчин помутнів, вимкніть секундомір. Напишіть час реакції $t_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ с;

7) повторіть це в другій пробірці. Час реакції $t_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ с;

8) повторіть це в третій пробірці. Час реакції $t_3 = \underline{\hspace{2cm}}$ с;

9) Розрахуйте відносну швидкість хімічної реакції за формулою

$$V = \frac{1}{t} \cdot 100. \quad (5.2)$$

$$V_1 = \dots$$

$$V_2 = \dots$$

$$V_3 = \dots$$

10) Нарисуйте графік залежності швидкості реакції від концентрації розчину (рисунок 5.1), $V = f(C(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3))$.

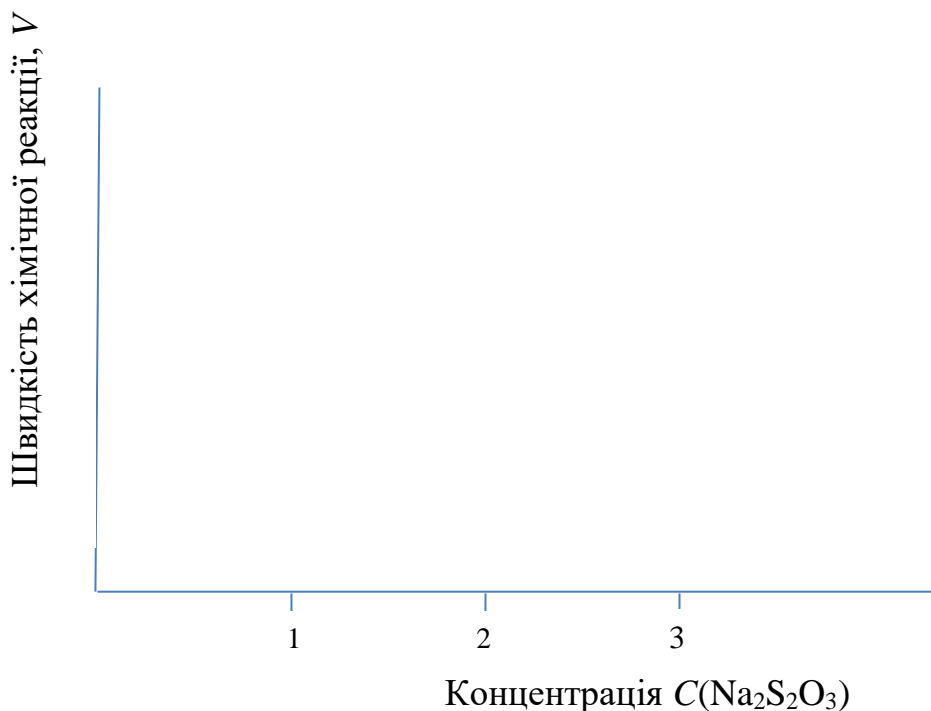
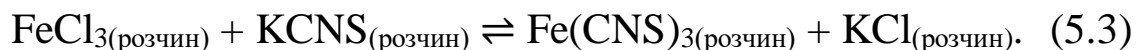


Рисунок 5.1 – Графік залежності швидкості реакції від концентрації натрій тіосульфату

Висновок за дослідом 1. Вивчили реакцію між розчинами натрій тіосульфату ... і сульфатної кислоти Це ... реакція. Встановили, що при збільшенні ... розчину, швидкість реакції

Дослід 2. Вплив концентрації речовини на хімічну рівновагу

Реакція між ферум (III) хлоридом і калій роданідом,



Це оборотна гомогенна реакція.

Колір реагенту FeCl_3 – жовтий, колір продукту реакції $\text{Fe}(\text{CNS})_3$ – червоний.

На зміщення рівноваги реакції показує зміна кольору розчину. Якщо колір розчину змінився на більш червоний, то рівновага змістилася вправо. Якщо колір розчину змінився на більш жовтий, то рівновага змістилася вліво.

1 Приготуйте три однакових розчини:

а) візьміть три мікропробірки у штативі;

б) у першу мікропробірку додайте п'ять крапель розбавленого ферум (III) хлориду;

в) зробіть те саме у мікропробірках 2 і 3;

г) у кожену мікропробірку додайте п'ять крапель розбавленого калій роданіду;

д) при реакції утворився розчин ... кольору.

2 У першу мікропробірку додайте дві краплі концентрованого FeCl_3 . Колір стає більш Рівновага реакції зміщується

3 У другу мікропробірку додайте дві краплі концентрованого KCNS . Колір стає більш Рівновага реакції зміщується

4 У третю мікропробірку додайте два мікрошпателі калій хлориду KCl . Колір стає більш Рівновага реакції зміщується

Висновок за дослідом 2. Вивчили реакцію між ферум (III) хлоридом ... і калій роданідом Встановили, що на зміщення хімічної ... впливає концентрація речовини. Збільшення концентрації реагентів зміщує рівновагу Збільшення концентрації продуктів реакції зміщує рівновагу

Словник

Українська	English
Швидкість хімічної реакції	Rates of chemical reaction
Вплив	Influences
Рівновага	Equilibrium
Концентрація	Concentration
Хімічна кінетика	Chemical kinetics
Перетворюється	Transmute

Українська	English
Площа поверхні	Surface area
Каталізатор	Catalyst
Гомогенний	Homogeneous
Гетерогенний	Heterogeneous
Необоротна реакція	Irreversible reaction
Оборотна реакція	Reversible reaction
Пряма реакція	Forward reaction
Обернена реакція	Backward reaction
Подвійна стрілка	Double arrow
Секундомір	Stopwatch
Крапельниця	Dropper
Розбавлений	Dilute
Концентрований	Concentrated
Осад	Precipitate
Мутніє	Grows cloudy
Крапля	Drop
Увімкніть	Turn on
Вимкніть	Turn off
Зміщення рівноваги	Equilibrium moves to

Лабораторна робота 6

ВИЗНАЧЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ РОЗЧИНУ

Мета: приготувати розчин натрій карбонату (соди) Na_2CO_3 та визначити молярну концентрацію й нормальність розчину.

Теоретичні положення

Розчин – це гомогенна суміш. Розчин складається з двох або декількох речовин. Компоненти розчину – це *розчинник* і *розчинені речовини*.

Концентрація розчину – це його кількісна характеристика. Концентрацію розчину пишуть у різний спосіб.

Молярна концентрація – це кількість молів розчиненої речовини в об'ємі розчину, моль/л,

$$C_M = n / V, \quad (6.1)$$

де n – кількість розчиненої речовини, моль;
 V – об'єм розчину, л.

Нормальність – це варіант молярної концентрації. Нормальність і молярну концентрацію пов'язує формула, моль/л,

$$C_N = C_M / f_{\text{екв}}, \quad (6.2)$$

де C_M – молярна концентрація, моль/л;
 $f_{\text{екв}}$ – фактор еквівалентності. Він залежить від природи речовини й типу хімічної реакції.

Якщо реагують два розчини, то їх нормальності й об'єми мають відношення

$$C_{N1} / C_{N2} = V_2 / V_1, \quad (6.3)$$

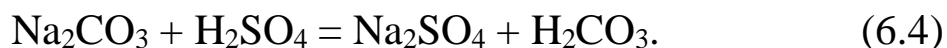
де C_{N1} , C_{N2} – нормальність першого й другого розчинів, моль/л;
 V_1 , V_2 – об'єм першого й другого розчинів, л.

Хімічне обладнання й реактиви

- 1 Бюретка й лійка (рисунок 1.7 г, 1.8).
- 2 Мірна колба (рисунок 1.7 а), об'єм 100 мл.
- 3 Мірний циліндр (рисунок 1.7 б).
- 4 Конус для хімічного аналізу (рисунок 1.2 в).
- 5 Конус для надлишків розчинів.
- 6 Натрій карбонат (сода) Na_2CO_3 .
- 7 Вода дистильована у бутелі.
- 8 Сульфатна кислота H_2SO_4 , нормальність
 $C_N (\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,1$ моль/л
- 9 Метилоранж (індикатор) у крапельниці.

Методика лабораторної роботи

Концентрацію розчину натрій карбонату (соди) визначте *методом титрування*. Дивіться на реакцію між розчинами натрій карбонату і сульфатної кислоти:



1 Приготуйте розчин натрій карбонату:

- а) розкрийте паперовий пакет із содою Na_2CO_3 ;
- б) висипте соду в мірну колбу;
- в) у мірну колбу налийте дистильовану воду до половини (1/2) об'єму колби;
- г) перемішайте до повного розчинення соди;
- д) у мірну колбу налийте дистильовану воду до поділки;
- е) перемішайте розчин.

2 Підготуйте бюретку;

- а) через лійку налийте в бюретку сульфатну кислоту H_2SO_4 вище від нуля;
- б) носик бюретки поставте горизонтально над конусом для зливу розчинів;
- в) натисніть на кульку всередині гумової трубки. Розчин H_2SO_4 витискує повітря з носика бюретки;
- г) опустить розчин кислоти в бюретці до поділки «0».

3 Титрування розчину натрій карбонату розчином сульфатної кислоти:

- а) із мірної колби налийте в мірний циліндр 10 мл розчину Na_2CO_3 , $V(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 10$ мл;
- б) вилийте розчин з мірного циліндра в конус для титрування;
- в) до розчину Na_2CO_3 в конусі додайте дві краплі метилоранжу. Колір метилоранжу у розчині жовтий;
- г) повільно капайте розчин H_2SO_4 з бюретки до розчину Na_2CO_3 в конусі. Жовтий колір розчину зміниться на рожевий від останньої краплі H_2SO_4 ;

д) напишіть об'єм кислоти H_2SO_4 в бюретці $V(H_2SO_4)$ _____ мл.

Розрахунки

1 Нормальність розчину натрій карбонату (із формули (6.3)), моль/л:

$$C_H(Na_2CO_3) = \frac{C_H(H_2SO_4) \cdot V(H_2SO_4)}{V(Na_2CO_3)}. \quad (6.5)$$

$$C_H(Na_2CO_3) = \dots = \dots$$

2 Фактор еквівалентності натрій карбонату:

$$f_{\text{екв}}(Na_2CO_3) = \frac{1}{\text{валентність Натрію} \cdot \text{число атомів Натрію}} \quad (6.6)$$

$$f_{\text{екв}}(Na_2CO_3) = \dots$$

3 Молярна концентрація розчину натрій карбонату (формула (6.2)), моль/л,

$$C_M(Na_2CO_3) = C_H(Na_2CO_3) \cdot f_{\text{екв}}(Na_2CO_3). \quad (6.7)$$

$$C_M(Na_2CO_3) = \dots$$

Висновок. Визначили ... розчину натрій карбонату Na_2CO_3 методом Нормальність розчину $C_H(Na_2CO_3) = \dots$
концентрація $C_M(Na_2CO_3) = \dots$

Словник

Українська	English
Концентрація	Concentration
Розчин	Solution
Сода	Soda
Молярна концентрація	Molar concentration
Нормальність	Normality

Українська	English
Розчинник	Solvent
Розчинена речовина	Dissolved substance
Кількісний	Quantitative
Фактор еквівалентності	Equivalence factor
Бюретка	Burette
Лійка	Funnel
Мірна колба	Volumetric flask
Конус	Conical flask (Erlenmeyer flask)
Надлишки розчинів	Excess of solutioni
Дистильований	Distilled
Метилоранж	Methylorang
Титрування	Titration
Паперовий пакет	Paper bag
Висипте	Pour out
Повне розчинення	Complete dissolution
Натисніть	To press
Витискує	Will push away

Лабораторна робота 7

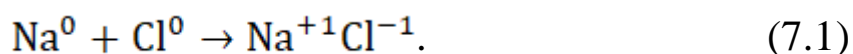
ОКИСНО-ВІДНОВНІ РЕАКЦІЇ

Мета: вивчити деякі окисно-відновні реакції. Зрівняти рівняння окисно-відновні реакції методом електронного балансу.

Теоретичні положення

Окисно-відновні реакції – це реакції, при яких змінюється ступінь окиснення атомів.

Ступінь окиснення – це умовний заряд атома. Ступінь окиснення пишуть над символом елемента. Над ним пишуть знак «плюс» або «мінус» і арабську цифру. Наприклад, $\text{H}_2^{+1}\text{S}^{+6}\text{O}_4^{-2}$. Ступінь окиснення змінюється при переході електронів від одного атома до іншого:



Окиснення – це процес віддання електронів. При окисненні ступінь окиснення атома збільшується,



Відновник – це атом, який віддає електрони й окиснюється.

Відновлення – це процес приєднання електронів. При відновленні ступінь окиснення атома зменшується,



Окисник – це атом, який приймає електрони і відновлюється.

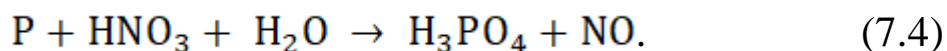
Правила для визначення ступеня окиснення

- 1 Ступінь окиснення простого елемента дорівнює нулю:
 $\text{Cl}_2^0, \text{Na}^0, \text{S}_6^0$.
- 2 Метали групи ІА мають ступінь окиснення (+1): Na^{+1}Cl .
- 3 Метали групи ІІА мають ступінь окиснення (+2): $\text{Ca}^{+2}\text{Cl}_2$.
- 4 Галогени, елементи групи VІІА, зазвичай мають ступінь окиснення (-1): CaCl_2^{-1} . У сполуках з Оксигеном ступінь окиснення Галогену додатний: HCl^{+1}O .
- 5 Ступінь окиснення Флуору завжди (-1): OF_2^{-1} .
- 6 Гідроген у сполуках з неметалами має ступінь окиснення (+1): H^{+1}Cl . У сполуках із металами ступінь окиснення Гідрогену (-1): ZnH_2^{-1} .
- 7 Оксиген зазвичай має ступінь окиснення (-2): MgO^{-2} . У пероксидах його ступінь окиснення (-1): $\text{H}_2\text{O}_2^{-1}$.
- 8 Сума ступенів окиснення всіх атомів у молекулі дорівнює нулю: $\text{H}^{+1}\text{N}^{+5}\text{O}_3^{-2}$ ($+1 + 5 + (-2) \cdot 3 = 0$).
- 9 Ступінь окиснення одноатомного йона дорівнює заряду йона: $(\text{Cl}^{-1})^{-1}$.

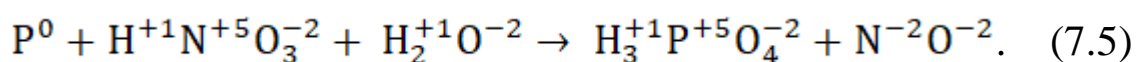
10 Сума ступенів окиснення атомів у багатоатомному йоні дорівнює заряду йона: $(S^{+6}O_4^{-2})^{-2}$, $(+6 + (-2) \cdot 4 = -2)$.

Метод електронного балансу. Методом електронного балансу зрівнюють рівняння окисно-відновних реакцій. Число електронів, яке віддає відновник, дорівнює числу електронів, які приймає окисник.

Приклад

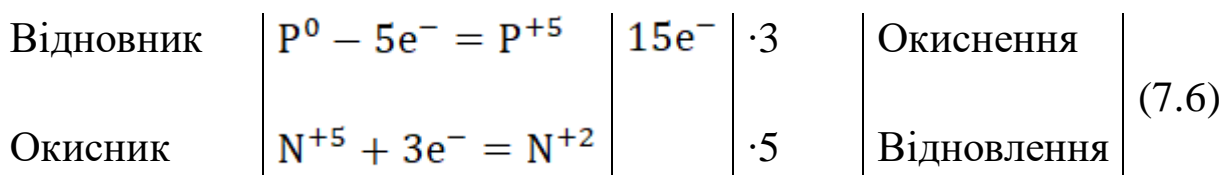


1 Напишіть ступені окиснення всіх елементів

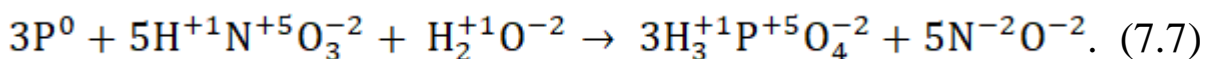


2 Знайдіть елементи, які змінили ступінь окиснення. Це $P^0 \rightarrow P^{+5}$ і $N^{+5} \rightarrow N^0$.

3 Напишіть напівреакції окиснення – відновлення для елементів: Нітрогену і Фосфору:



4 Множники «3» і «5» напишіть у рівняння реакції

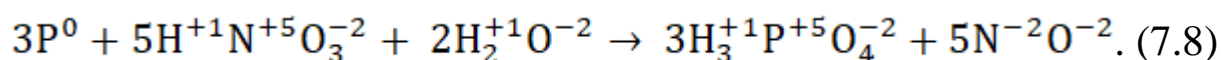


5 Зрівняйте число атомів металів зліва й справа.

6 Зрівняйте число аніонів кислотних залишків.

7 Зрівняйте число атомів Гідрогену.

8 Рахуйте атоми Оксигену зліва й справа. Їх число має бути однаковим.



Хімічне обладнання й реактиви

- 1 Штатив і мікропробірки.
- 2 Цинк Zn.
- 3 Крапельниці з розчинами:
 - а) хлоридна кислота HCl;
 - б) калій дихромат K₂Cr₂O₇;
 - в) сульфатна кислота H₂SO₄;
 - г) калій йодид KI;
 - д) крохмаль;
 - е) дистильована вода H₂O;
 - ж) калій перманганат KMnO₄;
 - и) натрій гідроксид NaOH;
- 4 Калій сульфит K₂SO₃ у пробірці, мікрошпатель.

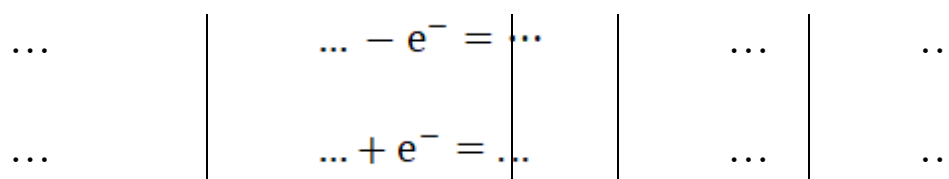
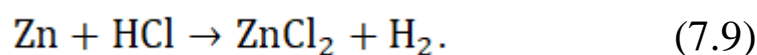
Методика лабораторної роботи

Дослід 1. Відновні властивості металів

1 Додайте у мікропробірку шматочок цинку. Додайте 10 крапель хлоридної кислоти HCl.

При реакції утворився газ

2 Зрівняйте рівняння реакції методом електронного балансу.



Дослід 2. Окисні властивості калій дихромату

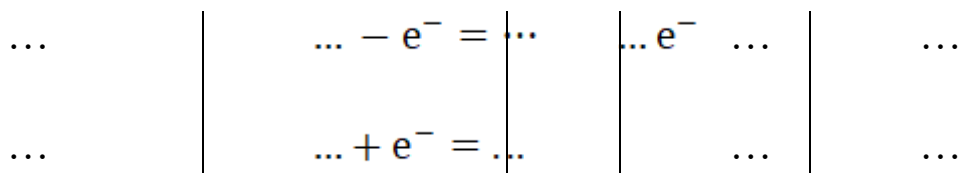
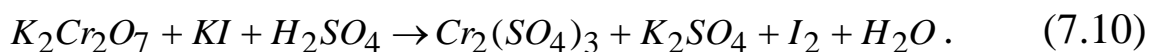
1 У мікропробірку додайте чотири краплі калій дихромату K₂Cr₂O₇. Колір розчину ...

2 Додайте дві краплі сульфатної кислоти H₂SO₄. Колір розчину ...

3 Додайте три краплі калій йодиду KI. Колір розчину

4 Додайте одну краплю крохмалю. Колір крохмалю в розчині Це показує, що при реакції утворилася речовина ... I₂.

5 Зрівняйте реакцію методом електронного балансу.



Дослід 3. Вплив рН розчину на результат окисно-відновної реакції

pH – це шкала, яка показує кислотність або основність (лужність) розчину.

1 Візьміть три чисті мікропробірки.

2 У три мікропробірки додайте три краплі калій перманганату KMnO₄. Колір розчину

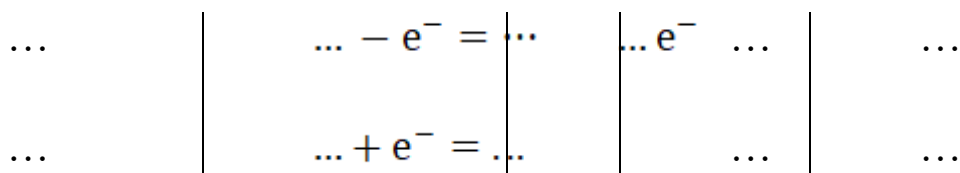
3 У першу мікропробірку додайте дві краплі сульфатної кислоти H₂SO₄. Середовище розчину кисле, *pH* < 7. Колір ... змінюється.

4 У другу пробірку додайте 10 крапель натрій гідроксиду NaOH. Середовище розчину лужне, *pH* > 7. Колір ... змінюється.

5 У третю пробірку додайте три краплі води H₂O. Середовище розчину нейтральне, *pH* = 7. Колір ... змінюється.

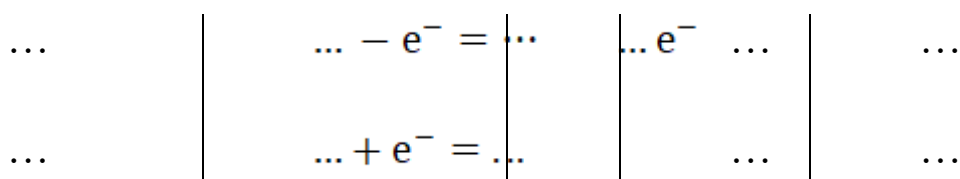
6 У першу пробірку додайте 1/2 мікрошпателя калій сульфіту K₂SO₃. Колір розчину

7 Зрівняйте реакцію методом електронного балансу.



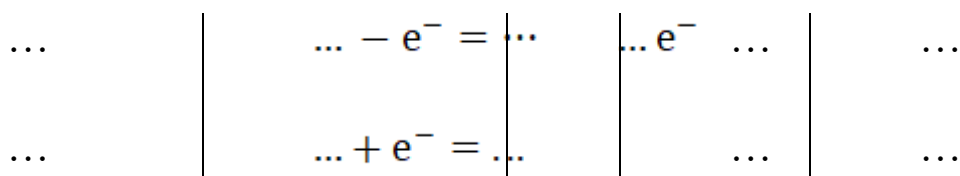
8 У другу пробірку додайте 1/2 мікрошпателя калій сульфіту K₂SO₃. Колір розчину

9 Зрівняйте реакцію методом електронного балансу.



10 У третю пробірку додайте 1/2 мікрошпателя калій сульфіту K_2SO_3 . Утворився осад ... кольору.

11 Зрівняйте реакцію методом електронного балансу.



Висновок. Дослідили ...-... реакції. Метали мають ... властивості. Хром (+ ...) у калій дихроматі – це Манган (+ ...) у калій перманганаті – це – Результат окисно-відновної ... залежить від середовища розчину

Словник

Українська	English
Окисно-відновні реакції	Redox (Reduction–oxidation reaction)
Зрівнювати	Equate (balanced)
Рівняння	The equation
Метод електронного балансу	Electronic balance method
Ступінь окиснення	Oxidation States (Oxidation number)
Умовний заряд	Hypothetical charge
Перехід електронів	Electron Transfer
Окиснення	Oxidation
Віддання електронів	The loss of electrons
Відновник	Reducing agent

Українська	English
Відновлення	Reduction
Приєднання електронів	The gain of electrons
Окисник	Oxidizing agent
Напівреакція	Half-Reactions
Зрівняйте число атомів	Equalize the number of atoms
Кислотність розчину	Acidic solution
Основність (лужність) розчину	Basic solution
Середовище розчину	Solution medium

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Костиркін О. В., Корогодська А. М. Хімія : конспект лекцій. Харків : УкрДУЗТ, 2016. 106 с.

2 Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Хімія» / О. В. Костиркін, С. О. Кисельова, О. В. Присяжний, М. Ю. Іващенко. Харків : УкрДАЗТ, 2015. 54 с.

3 Леухина Л. В., Мосьпан Е. П., Папонов Б. В. и др. Общая и неорганическая химия. Вводный курс: Методические рекомендации для иностранных студентов подготовительных факультетов. Харьков : УкрГУЖТ, 2006. 71с.

4 Луценко В. І. Українська мова для іноземних студентів : навч. посіб. у 4 т. Т. 1 / М-во освіти і науки України; Нац. гірн. ун-т. Дніпро : НГУ, 2017. 84 с.

5 Бешенцева О. А., Кулик А. П. Лабораторный практикум по химии: Методические рекомендации для выполнения лабораторных работ по химии иностранными студентами подготовительных факультетов. Харьков : ХНАДУ, 2011. 104 с.

6 Лашевська Г. А., Лашевська А. А. Хімія: підручн. для 7 кл. загальноосвітн. навч. закл. Київ : Генеза, 2015. 192 с.

7 Лашевська Г. А., Лашевська А. А. Хімія: підручн. для 8 кл. загальноосвітн. навч. закл. Київ : Генеза, 2016. 216 с.

8 Лашевська Г. А., Лашевська А. А. Хімія: підручн. для 9 кл. загальноосвітн. навч. закл. Київ : Генеза, 2017. 264 с.

ХІМІЯ
МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до лабораторних робіт
для студентів-іноземців підготовчого відділення

Відповідальний за випуск Кисельова С. О.

Редактор Еткало О. О.

Підписано до друку 07.07.20 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 1,75. Тираж 5. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Український державний університет
залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейербаха, 7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018 р.