

Міністерство науки та освіти України
Дніпровська академія неперервної освіти
Дніпропетровське відділення малої академії наук
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
Олімпіада з хімії 2025-2026
Міський (районний) тур

У завданнях 1-5 виберіть правильні відповіді.

1. (5 балів) Відрізнити розчин сульфатної кислоти від розчину нітратної кислоти можна за допомогою:

- А. фенолфталеїну;
- Б. барій хлориду;
- В. натрій карбонату;
- Г. калій перманганату.

2. (5 балів) Серед наведених сполук оберіть усі, що належать до неорганічних сполук Карбону.

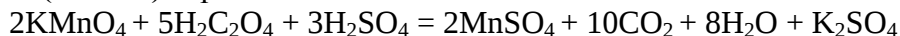
- А. кальцій карбонат;
 - Б. метанова кислота;
 - В. карбон(IV) оксид;
 - Г. натрій гідрогенкарбонат;
 - Д. етаналь;
- Відповідь: А, В, Г.

3. (5 балів) Укажіть число нейтронів у атомі ізотопу ${}^{37}_{17}\text{Cl}$.

- А. 17
- Б. 20
- В. 37
- Г. 54

Відповідь: Б. 20.

4. (5 балів) У реакції

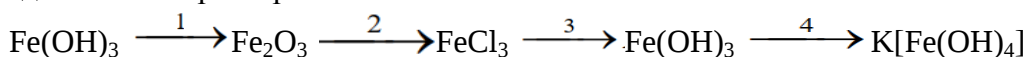


окисником є:

- А. $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$
- Б. KMnO_4
- В. H_2SO_4
- Г. CO_2

Відповідь: Б. KMnO_4

5. (5 балів) Установіть речовини-реагенти, або умови, які можна використати для здійснення перетворення:



- А. HCl ;
- Б. NaOH ;
- В. t° (нагрівання);
- Г. KOH ;
- Д. Cl_2 .

1	2	3	4
В	А	Б	Г

Міністерство науки та освіти України
Дніпровська академія неперервної освіти
Дніпропетровське відділення малої академії наук
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
Олімпіада з хімії 2025-2026
Міський (районний) тур

6. (15 балів) В лабораторії залишився розчин сульфатної кислоти невідомої концентрації. Для визначення концентрації відібрали 25,00 мл цього розчину, додали декілька крапель фенолфталеїну та розчин лугу до появи стійкого забарвлення розчину. Для цього було використано 27,20 мл розчину натрій гідроксиду з концентрацією 0,20 моль/л.

1) Запишіть рівняння проведеної хімічної реакції.

2) Як називається метод аналізу, який застосували для визначення концентрації кислоти? Які реакції можуть у ньому застосовуватися та де він практично використовується?

3) Яке забарвлення мав фенолфталеїн у розчині кислоти та як він змінив його при додаванні лугу?

4) Дайте визначення, що таке молярна концентрація та напишіть формулу для її розрахунку.

5) Обчисліть молярну концентрацію розчину сульфатної кислоти та масову частку кислоти в ньому, якщо густина розчину 1,066 г/см³.

6) Яку масу середньої солі можна отримати, якщо до 46 мл такого розчину сульфатної кислоти додати 35 мл розчину натрій гідроксиду з концентрацією 2 моль/л.

Розв'язок:

1) Реакція нейтралізації: $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$.

2) Цей метод називається титриметричним аналізом (титруванням) – сукупність методів кількісного аналізу в аналітичній і фармацевтичній хімії, в основі яких лежить вимірювання об'єму розчину реактиву відомої концентрації, що витрачається на реакцію з розчином речовини, концентрація якої визначається.

В титриметричному аналізі використовуються реакції нейтралізації, окиснення-відновлення, осадження, комплексоутворення.

Титрування використовують в:

Аналітична хімія: для точного визначення концентрації невідомих речовин у зразках.

Промисловість: для аналізу складу руд, мінералів, промислових матеріалів та контролю якості продуктів харчування.

Фармацевтика: для аналізу фармацевтичних препаратів та контролю їх концентрації.

Наукові дослідження: для встановлення складу речовин та вивчення хімічних реакцій.

Контроль якості: для перевірки якості води, напоїв, кормів та інших продуктів.

Визначення окремих речовин:

Йодометрія: визначення відновників (наприклад, сірководню) та окисників (наприклад, пероксиду водню).

Аргентометрія: визначення галогенідів та солей срібла.

Комплексонометрія: визначення іонів металів.

3) У розчині кислоти фенолфталеїн безбарвний у точці еквівалентності при нейтралізації він забарвлюється в малиновий колір.

4) Молярна концентрація показує яка кількість розчиненої речовини міститься в 1 л розчину. $C = n/V$

5) Кількість речовини NaOH:

$$n(\text{NaOH}) = C \times V = 0,20 \text{ моль/л} \times 0,0272 \text{ л} = 0,00544 \text{ моль}$$

Кількість речовини H_2SO_4 :

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{NaOH})/2 = 0,00544/2 = 0,00272 \text{ моль}$$

Концентрація кислоти:

$$C(\text{H}_2\text{SO}_4) = n/V = 0,00272/0,025 = 1,088 \text{ М}$$

Масова частка H_2SO_4 :

Міністерство науки та освіти України
Дніпровська академія неперервної освіти
Дніпропетровське відділення малої академії наук
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
Олімпіада з хімії 2025-2026
Міський (районний) тур

Маса кислоти на 1 л = $1,088 \times 98 = 106,624$ г

Маса 1 л розчину = $1000 \text{ мл} \times 1,066 = 1066$ г

$w = 106,624/1066 \approx 0,1 = 10\%$.

6) $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,046 \cdot 1,088 = 0,05$ моль

$n(\text{NaOH}) = 0,035 \cdot 2 = 0,07$ моль

$\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$.

$n_1(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,07/2 = 0,035$ моль = $n_{\text{пр}}(\text{H}_2\text{SO}_4)$

$n_{\text{зал}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,05 - 0,035 = 0,015$ моль

$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{NaHSO}_4$.

$n_{\text{зал}}(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,035 - 0,015 = 0,02$ моль

$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,02 \cdot 142 = 2,84$ г.

7. (15 балів) Після повного згоряння 500 мл газоподібного вуглеводню і 5,50 л кисню утворилась суміш газів об'ємом 7,00 л. Після конденсації водяної пари об'єм газової суміші зменшився до 4,00 л, а після пропускання залишку газів через надлишок розчину лугу об'єм газу, що не поглинувся, склав 0,500 л. Густина пари вуглеводню за метаном дорівнює 7.

1) Визначте молекулярну формулу вуглеводню.

2) До якого класу вуглеводнів він може належати?

3) Охарактеризуйте особливості будови цього класу та наведіть декілька структурних формул з їх назвами.

Розв'язок

1) Об'єми продуктів

Реакція згоряння алкану C_xH_y :

$\text{C}_x\text{H}_y + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Об'єм води у вигляді пари:

$V(\text{H}_2\text{O}) = V(\text{суміші до конденсації}) - V(\text{суміші після конденсації}) = 7,00 - 4,00 = 3,00$ л

Об'єм CO_2 :

$V(\text{CO}_2) = V(\text{суміші після конденсації}) - V(\text{не поглинувся}) = 4,00 - 0,500 = 3,50$ л

Об'єм O_2 , що залишився (не реагував):

$V(\text{O}_2 \text{ залишок}) = 0,500$ л

Об'єм кисню, що вступив в реакцію:

$V_{\text{пр.}}(\text{O}_2) = V_{\text{почат.}}(\text{O}_2) - V(\text{O}_2 \text{ залишок}) = 5,5 - 0,500 = 5$ л

$\text{C}_x\text{H}_y + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

0,5 л 5 л 3,5 л 3 л Після скорочення на 0,5 отримаємо:

1 10 7 6

$\text{C}_x\text{H}_y + 10\text{O}_2 \rightarrow 7\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$

Звідки $x=7$, $y=6 \cdot 2=12$

Молекулярна формула:

C_7H_{12}

3) Клас та структура

Клас сполук: алкіни, дієнові або циклоалкени.

Можлива структура:

Алкіни: гепт-1-ін, гепт-2-ін...

Лінійний гептадієн (наприклад, 1,3-гептадієн)

Циклоалкен (наприклад, циклогептен)

8. (15 балів) Під час проведення аналізу невідомого розчину отримали такі результати:

Міністерство науки та освіти України
Дніпровська академія неперервної освіти
Дніпропетровське відділення малої академії наук
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
Олімпіада з хімії 2025-2026
Міський (районний) тур

а) при додаванні розчину аргентум(I) нітрату утворюється білий осад, який темніє на світлі;

б) при додаванні розчину барій хлориду утворюється білий осад;

в) при додаванні розчину амоній гідроксиду утворюється синьо-блакитний осад, який розчиняється в надлишку амоніаку;

г) при додаванні розчину калій гексаціаноферату (II) ($K_4[Fe(CN)_6]$) утворюється темно-синій осад.

1) Визначте йонний склад невідомого розчину та складіть відповідні рівняння хімічних реакцій в молекулярному та йонному виді.

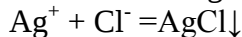
2) Поясніть, як поведуть себе осад, утворені в пунктах а) та б), по відношенню до розчинів сильних кислот.

3) Які додаткові реакції ви б запропонували для підтвердження катіонного складу розчину? Напишіть відповідні рівняння реакцій.

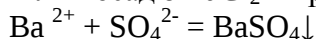
Розв'язок

1) Виявлення аніона:

Білий осад з $AgNO_3$, що темніє на світлі $\rightarrow Cl^-$



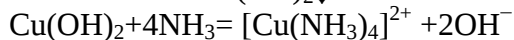
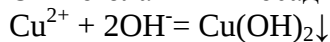
Білий осад з $BaCl_2 \rightarrow$ реакція з сульфат-іоном SO_4^{2-}



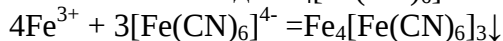
Отже, аніон SO_4^{2-} присутній (бо утворився осад з $BaCl_2$), а Cl^- також присутній.

Виявлення катіона:

Синьо-блакитний осад з NH_4OH , що розчиняється в надлишку аміаку $\rightarrow Cu^{2+}$



Темно-синій осад з $K_4[Fe(CN)_6] \rightarrow Fe^{3+}$

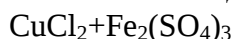


Висновок:

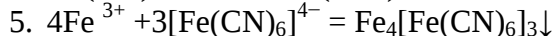
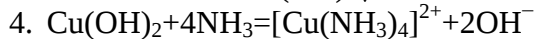
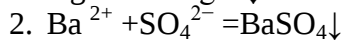
Катіони: Cu^{2+} та Fe^{3+}

Аніони: Cl^- та SO_4^{2-}

Можливий склад розчину:



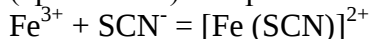
Рівняння:



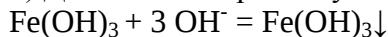
2) Аргентум хлорид та барій сульфат, солі утворені сильними кислотами, які не можна витіснити іншими сильними кислотами, а отже, осад не розчиняється в кислотах.

3) Додаткові реакції для підтвердження Fe^{3+} :

а) Реакція з калій тіоціанатом ($KSCN$) — набуває характерного інтенсивно-червоного (кров'яного) забарвлення через утворення комплексу

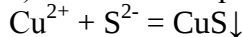


б) Додавання гідроксиду натрію ($NaOH$) - утворюється бурий осад $Fe(OH)_3$:



Додаткові реакції для підтвердження Cu^{2+}

а) Реакція з натрію сульфідом утворюється чорний CuS :



Міністерство науки та освіти України
Дніпровська академія неперервної освіти
Дніпропетровське відділення малої академії наук
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
Олімпіада з хімії 2025-2026
Міський (районний) тур

б) Купрум дає зелене або блакитно-зелене полум'я (залежить від умов: змочений у розчині солі (маленька петля) дріт підносять до полум'я — спостерігають забарвлення).

9. (15 балів) Під час гурткового заняття учні досліджували швидкість реакції розкладу гідроген пероксиду. Вони встановили, що в присутності каталізатора за температури 30°C впродовж 5 хв утворилося 120 мл кисню. За тих самих умов, але без каталізатора, за той самий час утворилося лише 30 мл кисню.

- 1) Визначте у скільки разів каталізатор збільшує швидкість реакції.
- 2) Як зміниться швидкість реакції, якщо температуру підвищити до 60°C? Відомо, що підвищення температури на кожні 10°C збільшує швидкість реакції у 2 рази?
- 3) Поясніть, чому каталізатор збільшує швидкість реакції. Чи чинить він вплив на зсув хімічної рівноваги?
- 4) Поясніть, як зміниться швидкість реакції, якщо кількість каталізатора подвоїти.

Розв'язання:

1) Швидкість реакції пропорційна кількості продукту, що утворюється за одиницю часу.

$$v \text{ (з каталізатором)} / v \text{ (без каталізатора)} = 120/30 = 4.$$

Каталізатор прискорює реакцію у 4 рази.

2) Підвищення температури на кожні 10°C швидкість зростає у 2 рази.

Підвищення температури 60–30= 30°C

$$V(60^\circ\text{C}) = 2^3 \times V(30^\circ\text{C}) = 8 \times V(30^\circ\text{C})$$

При 60 °C реакція буде відбуватись у 8 разів швидше, ніж при 30°C.

3) Каталізатор змінює шлях реакції, зменшуючи енергію активації, але не змінює енергію реагентів і продуктів, тобто не впливає на тепловий ефект (ΔH) та константу рівноваги (K). Він лише допомагає швидше досягти тієї рівноваги, яка вже визначена термодинамікою.

4) Каталізатор не витрачається і не змінює термодинаміку реакції. Він збільшує швидкість реакції, зменшуючи енергію активації (E_a). Чим більше каталізатора, тим більше активних центрів для взаємодії реагентів й реакція відбувається швидше. Якщо реакція гетерогенна (каталізатор у твердому стані, реагенти у розчині чи газі): подвоєння кількості каталізатора призводить до подвоєння активної площі поверхні, швидкість приблизно подвоюється (для низки реакцій першого порядку за каталізатором). Якщо реакція гомогенна (каталізатор у розчині): збільшення концентрації каталізатора викликає те, що більше молекул каталізатора беруть участь у проміжних стадіях, тому швидкість зростає майже пропорційно концентрації каталізатора.

Якщо каталізатора буде вдвічі більше, за той самий час реакція відбуватиметься у 2 рази швидше:

$$V = 2 \cdot 120 \text{ мл} = 240 \text{ мл кисню за 5 хв.}$$

Таким чином,

1. Каталізатор збільшує швидкість реакції у 4 рази.
2. При підвищенні температури до 60 °C швидкість реакції збільшиться 8 разів.
3. Каталізатор лише допомагає швидше досягти тієї рівноваги, яка вже визначена термодинамікою.
4. Якщо каталізатора буде вдвічі більше, за той самий час реакція відбуватиметься у 2 рази швидше.

10. (15 балів) Суміш хлоридів магнію та барію масою 1,00 г спочатку обробили надлишком розчину натрій сульфату. Утворився білий осад (1) масою 0,30 г. Після

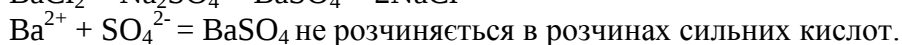
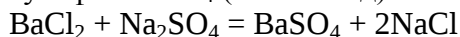
Міністерство науки та освіти України
Дніпровська академія неперервної освіти
Дніпропетровське відділення малої академії наук
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
Олімпіада з хімії 2025-2026
Міський (районний) тур

відділення і видалення цього осаду до залишкового розчину додали надлишок розчину натрій карбонату, внаслідок чого утворився білий осад (2) масою 0,649 г. Визначте:

- 1) Склад кожного осаду. Відповідь підтвердьте складанням рівнянь хімічних реакцій у молекулярній та йонній формах.
- 2) Як ці осади поведуть себе по відношенню до розчинів сильних кислот? Наведіть відповідні рівняння хімічних реакцій.
- 3) Масовий склад (%) вихідної суміші хлоридів.

Розв'язок

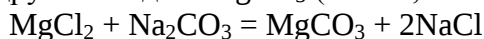
- 1) При додаванні Na_2SO_4 до розчину з іонами Ba^{2+} і Mg^{2+} барій(II) дає нерозчинний сульфат BaSO_4 (білий осад).



Отже перший осад — BaSO_4 (маса 0,30 г).

Після видалення Ba^{2+} залишився Mg^{2+} ; при додаванні CO_3^{2-} магній утворює карбонат MgCO_3 (білий осад).

Отже другий осад — MgCO_3 (маса 0,649 г).



$\text{Mg}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{MgCO}_3$ розчиняється в розчинах сильних кислот, оскільки при цьому утворюється нестійка карбонатна кислота:



- 2) Обчислення мас вихідних солей

Потрібні молярні маси:

$$M(\text{BaSO}_4) = 233 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{BaCl}_2) = 208 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{MgCO}_3) = 84 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{MgCl}_2) = 95 \text{ г/моль}$$

$$n(\text{BaSO}_4) = 0,300 / 233 = 0,00129 \text{ моль} = n(\text{BaCl}_2)$$

$$m(\text{BaCl}_2) = n \times M(\text{BaCl}_2) = 0,00129 \times 208 = 0,268 \text{ г.}$$

$$n(\text{MgCO}_3) = 0,649 / 84 = 0,0077 \text{ моль}$$

Це число молів Mg^{2+} відповідна маса MgCl_2 :

$$m(\text{MgCl}_2) = n \times M(\text{MgCl}_2) = 0,0077 \times 95 = 0,732 \text{ г}$$

Перевірка:

$$m(\text{BaCl}_2) + m(\text{MgCl}_2) = 0,268 + 0,732 = 0,97 \text{ г}$$

Масові частки в суміші

$$W = m_i / m \text{ суміші}$$

$$W(\text{BaCl}_2) = 0,268 / 0,97 = 27,62\%$$

$$W(\text{MgCl}_2) = 100 - 27,62 = 72,38\%$$