

**Розв'язки завдань**  
**III етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з хімії**  
**2023-2024 навчального року**  
**9 клас**

**ТЕОРЕТИЧНИЙ ТУР**

**Завдання 1. Тести (10 балів)**

1. Властивості окремих молекул зумовлюють властивості всієї речовини, яку вони складають. Позначте фізичні властивості речовин, на які впливає здатність молекул притягуватися одна до одної.

- I Колір  
II Густина  
III Запах  
IV Температура кипіння  
V Наявність блиску

- A I та II  
B I та IV  
B II та IV  
Г III та V

A	
Б	
В	+
Г	

2. Позначте порядковий номер елемента X, що утворює речовину XO з відносною молекулярною масою 56.

- A 8  
B 18  
B 20  
Г 26

A	
Б	
В	+
Г	

3. Позначте пару реагентів, взаємодія яких відповідає скороченому рівнянню реакції  $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$ .

- A хлоридна кислота й калій гідроксид  
Б нітратна кислота й купрум(II) гідроксид  
B сульфатна кислота й алюміній гідроксид  
Г сульфатна кислота й кальцій хлорид

A	+
Б	
В	
Г	

4. Визначте правильність тверджень щодо будови електронної оболонки.

- I p-підрівень електронної оболонки може містити понад 10 електронів.  
II Будь-яка орбіталь може містити не більше 2 електронів.  
III Атоми Нітрогену на зовнішньому електронному рівні містять по 7 електронів.  
IV Електронна оболонка атома Неону містить 10 електронів.

- A правильні твердження відсутні  
Б правильні лише I та III  
B правильні лише II та IV  
Г правильні лише II та III

A	
Б	
В	+
Г	

5. Позначте схему, що відповідає перетворенню  $N^0 \rightarrow N^{+3}$

- A  $1s^2 2s^2 2p^3 - 3e^- \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6$   
Б  $1s^2 2s^2 2p^3 + 3e^- \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6$   
B  $1s^2 2s^2 2p^5 + e^- \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6$   
Г  $1s^2 2s^2 2p^3 - 3e^- \rightarrow 1s^2 2s^2$

A	
Б	
В	
Г	+

6. Позначте речовину, що реагує з натрій гідроксидом.

- А кальцій оксид  
Б етанол  
В калій сульфат  
Г магній хлорид

А	
Б	
В	
Г	+

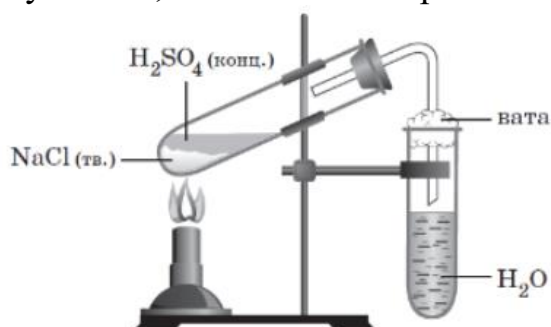
7. За певних, умов унаслідок взаємодії літію з воднем утворюється літій гідрид. Температура плавлення літій гідриду становить 692 °С, його розплав добре проводить електричний струм. Укажіть тип кристалічних ґраток літій гідриду.

- А молекулярні  
Б металічні  
В атомні  
Г йонні

А	
Б	
В	
Г	+

8. Укажіть газ, що добувають у спосіб, схематично зображений на рисунку.

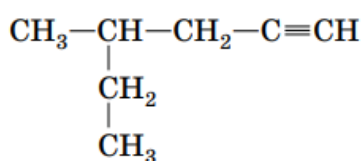
- А H<sub>2</sub>  
Б Cl<sub>2</sub>  
В HCl  
Г H<sub>2</sub>S



А	
Б	
В	+
Г	

9. Укажіть назву за номенклатурою IUPAC речовини, структурна формула якої наведена

- А 4-метилгекс-1-ин  
Б 3-метилгекс-5-ин  
В 4-етилпент-1-ин  
Г 2-етилпент-4-ин



А	+
Б	
В	
Г	

10. Укажіть варіант відповіді, у якому правильно вказано спільні властивості для етену й етину:

- I добре розчиняються у воді  
II вступають в реакцію гідратації  
III взаємодіють з амоніачним розчином аргентум(I) оксиду  
IV взаємодіють з бромною водою  
V здатні до поліконденсації

- А правильні I та III  
Б правильні II та IV  
В правильні III та V  
Г правильні IV та V

А	
Б	+
В	
Г	

## Завдання 2. (10 балів)

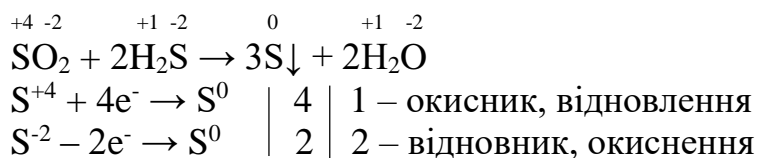
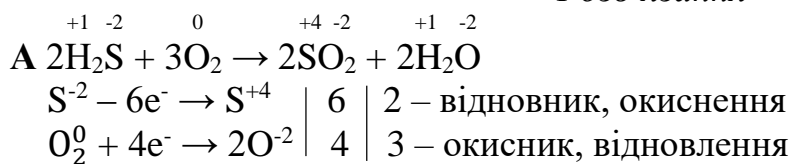
Вважають, що поклади сірки біля підніжжя вулканів та навколо гарячих джерел утворилися внаслідок двох окислювально-відновних реакцій. Спочатку, відбувається згоряння сірководню. Потім, оксид, що утворився, реагує з сірководнем із утворенням сірки.

**А** Напишіть рівняння хімічних реакцій, що відбуваються за умовою задачі.

Складіть схеми окисно-відновних процесів. Укажіть окисник та відновник, процеси окиснення та відновлення.

**Б** Обчисліть мінімальний об'єм сірководню за н.у., необхідний для осадження 5 кг сірки.

*Розв'язання*



$$\text{Б } n(\text{S}) = \frac{5000\text{г}}{32\text{г/моль}} = 156,25 \text{ моль}$$

За другим рівнянням:  $n(\text{H}_2\text{S}) = 2/3n(\text{S}) = 2/3 \cdot 156,25 = 104,17 \text{ моль}$

$$V(\text{H}_2\text{S}) = 104,17 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 2333 \text{ л}$$

$$n(\text{SO}_2) = \frac{n(\text{H}_2\text{S})}{2} = \frac{104,17}{2} = 52,085 \text{ моль}$$

За першим рівнянням хімічної реакції:

$$n(\text{SO}_2) = n(\text{H}_2\text{S}) = 52,085 \text{ моль}$$

$$V(\text{H}_2\text{S}) = 52,085 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 1166,7 \text{ л}$$

$$V(\text{H}_2\text{S})_{\text{загальний}} = 1166,7\text{л} + 2333\text{л} = 3499,7 \text{ л}$$

### Завдання 3. (12 балів)

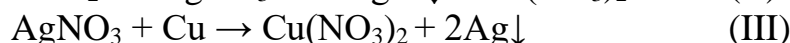
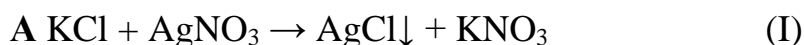
Приготували розчин калій хлориду та кальцій хлориду масою 204,5 г. Масова частка розчинених речовин у розчині 10%. До цього розчину додали розчин аргентум нітрату масою 600 г, що містить 68 г солі. Утворений осад відфільтрували, а у фільтрат помістили мідну дротину, у результаті чого утворився купрум(II) нітрат масою 9,4 г.

**А** Складіть рівняння хімічних реакцій за умовою задачі.

**Б** Обчисліть маси солей у вихідному розчині.

**В** Обчисліть масові частки речовин в одержаному фільтраті.

*Розв'язання*



$$\text{Б } m(\text{солей}) = m(\text{р-ну}) \cdot w(\text{солей}) = 204,5 \text{ г} \cdot 0,1 = 20,45 \text{ (г)}$$

$$n(\text{AgNO}_3) = \frac{m(\text{AgNO}_3)}{M(\text{AgNO}_3)} = \frac{68 \text{ г}}{170 \text{ г/моль}} = 0,4 \text{ моль}$$

$$n(\text{Cu(NO}_3)_2) = \frac{m(\text{Cu(NO}_3)_2)}{M(\text{Cu(NO}_3)_2)} = \frac{9,4 \text{ г}}{188 \text{ г/моль}} = 0,05 \text{ моль}$$

З рівняння (III) бачимо, що  $n(\text{AgNO}_3) = 2n(\text{Cu(NO}_3)_2) = 2 \cdot 0,05 = 0,1 \text{ моль}$

Тоді на реакції (I) та (II) витратили:  $0,4 - 0,1 = 0,3 \text{ моль AgNO}_3$

Припустимо, що на реакцію (II) витратили  $x \text{ моль AgNO}_3$ . Тоді на реакцію (I) витратили  $(0,3 - x) \text{ моль AgNO}_3$ .

З рівняння (I) випливає:  $n(\text{KCl}) = n(\text{AgNO}_3) = (0,3 - x) \text{ моль}$

З рівняння (II) випливає:  $n(\text{CaCl}_2) = 0,5n(\text{AgNO}_3) = 0,5x$  моль

$$m(\text{KCl}) = M(\text{KCl}) \cdot n(\text{KCl}) = 74,5(0,3 - x) \text{ г}$$

$$m(\text{CaCl}_2) = M(\text{CaCl}_2) \cdot n(\text{CaCl}_2) = 111 \cdot 0,5x \text{ г}$$

$$\text{Складаємо рівняння: } 74,5(0,3 - x) + 111 \cdot 0,5x = 20,45$$

$$x = 0,1$$

$$\text{Тоді, } m(\text{CaCl}_2) = 111 \cdot 0,5 \cdot 0,1 = 5,55 \text{ (г)}$$

$$m(\text{KCl}) = 20,45 - 5,55 = 14,9 \text{ (г)}$$

**В** За реакціями (I) та (II) випав осад  $\text{AgCl}$  кількістю речовини 0,3 моль.

Фільтрат містив 0,2 моль  $\text{KNO}_3$  (із реакції (I)), 0,05 моль  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  (із реакції (II)) і 0,1 моль  $\text{AgNO}_3$ .

$$m(\text{KNO}_3) = n(\text{KNO}_3) \cdot M(\text{KNO}_3) = 0,2 \text{ моль} \cdot 101 \text{ г/моль} = 20,2 \text{ г}$$

$$m(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) = n(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) \cdot M(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) = 0,05 \text{ моль} \cdot 164 \text{ г/моль} = 8,2 \text{ г}$$

$$m(\text{AgNO}_3) = n(\text{AgNO}_3) \cdot M(\text{AgNO}_3) = 0,1 \text{ моль} \cdot 170 \text{ г/моль} = 17 \text{ г}$$

$$m(\text{AgCl}) = n(\text{AgCl}) \cdot M(\text{AgCl}) = 0,3 \text{ моль} \cdot 143,5 \text{ г/моль} = 43,05 \text{ г}$$

$$m(\text{р-ну}) = 204,5 + 600 - 43,5 = 761,5 \text{ г}$$

За формулою  $w(\text{р} - \text{ни}) = \frac{m(\text{р-ни})}{m(\text{р-ну})}$  обчислюємо:

$$w(\text{KNO}_3) = \frac{20,2 \text{ г}}{761,5 \text{ г}} = 0,0265 \text{ або } \approx 2,7\%$$

$$w(\text{AgNO}_3) = \frac{17 \text{ г}}{761,5 \text{ г}} = 0,0223 \text{ або } \approx 2,2\%$$

$$w(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) = \frac{8,2 \text{ г}}{761,5 \text{ г}} = 0,0108 \text{ або } \approx 1,1\%$$

#### Завдання 4. (11 балів)

Значення хімічних процесів у навколишньому світі неможливо досягнути повною мірою. Щосекунди і навіть за менші проміжки часу відбувається безліч хімічних реакцій, унаслідок яких одні речовини перетворюються на інші.

**А** Запропонуйте і напишіть рівняння хімічних реакцій, щоб під час взаємодії:

- 1) двох газів без запаху, утворився газ з різким запахом;
- 2) двох газів із запахом, утворились за звичайних умов тверда та рідка речовина;
- 3) двох газів, утворились за звичайних умов газувата і рідка речовина;
- 4) двох газів із запахом, утворилася тверда речовина;
- 5) двох газів, утворилася за звичайних умов рідка речовина.

**Б** Зазначте назви усіх реагентів і продуктів реакцій. Укажіть типи реакцій за щонайменше двома класифікаційними характеристиками.

*Розв'язання*

Можливі варіанти відповіді:

1. Продукт реакції: амоніак, хлороводень тощо.
2. Взаємодія сірководню та сірчистого газу.
3. Взаємодія метану і кисню; сірководню і надлишку кисню.
4. Взаємодія амоніаку і хлороводню.
5. Взаємодія водню та кисню.

### Завдання 5. (16 балів)

Суміш кальцію та алюмінію масою 39,6 г прожарили без доступу повітря з надлишком порошку графіту. Продукти реакції обробили розведеною хлоридною кислотою, при цьому виділилося 23,52 л (н.у.) газів, які спалили у надлишку кисню. Гарячі продукти згоряння пропустили через 400 г 8% охолодженого водного розчину натрій гідроксиду.

**А** Запишіть рівняння всіх хімічних реакцій, що відбуваються за умовою задачі. Назвіть усі реагенти та продукти реакцій.

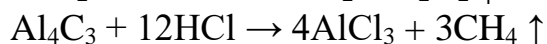
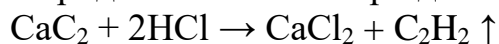
**Б** Визначте масові частки речовин у кінцевому розчині.

#### Розв'язання

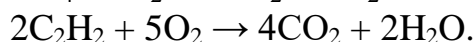
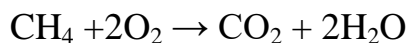
**А** При прожарюванні без доступу повітря з надлишком порошку графіту утворюються карбіди:  $\text{Ca} + 2\text{C} \rightarrow \text{CaC}_2$  (1)



Взаємодія розведеної хлоридної кислоти з карбідами:



Взаємодія газів з надлишком кисню:



Продукти згоряння – це суміш вуглекислого газу та пари води.

При пропусканні через охолоджений розчин лугу водяна пара поглинається розчином, а вуглекислий газ реагує з натрій гідроксидом.

При надлишку лугу утворюється середня сіль:  $\text{CO}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ .

При надлишку вуглекислого газу середня сіль у водному розчині реагує далі з  $\text{CO}_2$  з утворенням гідрокарбонату:  $\text{CO}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaHCO}_3$ .

**Б**  $n(\text{CH}_4 + \text{C}_2\text{H}_2) = V(\text{CH}_4 + \text{C}_2\text{H}_2)/V_0 = 23,52 / 22,4 = 1,05$  моль.

Нехай утворилося  $x$  моль метану і  $y$  моль ацетилену, тоді  $x + y = 1,05$  (моль).

$x$  моль  $\text{CH}_4$  утворилось із  $4/3x$  моль алюмінію, а  $y$  моль  $\text{C}_2\text{H}_2$  з  $y$  моль кальцію.

Отже,  $m(\text{Al}) + m(\text{Ca}) = n(\text{Al}) \cdot M(\text{Al}) + n(\text{Ca}) \cdot M(\text{Ca}) = 4/3 \cdot x \cdot 27 + y \cdot 40 = 39,6$  г

Отримуємо систему із двох рівнянь:

$$\begin{cases} x + y = 1,05 \\ 36x + 40y = 39,6 \end{cases}$$

$$x = 0,6 \text{ моль}$$

$$y = 0,45 \text{ моль}$$

За рівняннями продукти згоряння – це суміш  $x + 2y = 1,5$  моль  $\text{CO}_2$

$$\text{та } 2x + y = 1,65 \text{ моль } \text{H}_2\text{O}.$$

$$m(\text{NaOH}) = 400 \cdot 0,08 = 32 \text{ г}$$

$$n(\text{NaOH}) = m(\text{NaOH})/M(\text{NaOH}) = 32 / 40 = 0,8 \text{ моль}.$$

Отже,  $n(\text{CO}_2) > n(\text{NaOH})$ , вуглекислий газ у надлишку. Отже, у розчині після поглинання продуктів згоряння буде лише кисла сіль  $\text{NaHCO}_3$ .

Розрахунок кількості поглинутого  $\text{CO}_2$  і гідрокарбонату, що утворився, будемо вести по лугу:

$$n(\text{погл. CO}_2) = n(\text{NaOH}) = 0,8 \text{ моль}, m(\text{погл. CO}_2) = 0,8 \cdot 44 \text{ г/моль} = 35,2 \text{ г};$$

$$n(\text{NaHCO}_3) = n(\text{NaOH}) = 0,8 \text{ моль}, m(\text{NaHCO}_3) = 0,8 \cdot 84 \text{ г/моль} = 67,2 \text{ г}.$$

Маса розчину:

$m(\text{кінцевий розчин}) = m(\text{вихідний розчин}) + m(\text{погл. CO}_2) + m(\text{водяна пара})$

$m(\text{кінцевий розчин}) = 400 + 35,2 + 1,65 \cdot 18 = 464,9 \text{ г.}$

Масова частка натрій гідрокарбонату в розчині, що утворився:

$w(\text{NaHCO}_3) = m(\text{NaHCO}_3)/m(\text{кінцевий розчин}) = 67,2/464,9 = 0,1445 = 14,45 \text{ \%}.$

**Розв'язки завдань**  
**III етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з хімії**  
**2023-2024 навчального року**  
**9 клас**

**ПРАКТИЧНИЙ ТУР**

**Завдання 1. (10 балів)**

У лабораторії для проведення аналізу якісного складу неорганічних речовин використовують 5-ти відсоткові розчини солей. Уявіть, що вам необхідно приготувати 5% розчин кальцинованої соди масою 30 г.

**А** Запишіть послідовність дій, які потрібно виконати під час приготування потрібного розчину. Виконайте необхідні обчислення.

**Б** Уявіть, що у дві пробірки ви відібрали піпеткою по 2 мл приготовленого розчину. До розчину в першій пробірці додали надлишок хлоридної кислоти (близько 3 мл). До розчину у другій пробірці додали надлишок барій хлориду (близько 3 мл).

**Контрольні запитання та завдання**

- 1.1. Який газ виділяється у першій пробірці? Запишіть відповідне рівняння хімічної реакції у молекулярній та йонній формах.
- 1.2. Яким способом можна зібрати даний газ? Відповідь обґрунтуйте.
- 1.3. Як можна довести наявність даного газу у посудині?
- 1.4. Осад якої речовини утворюється у другій пробірці? Запишіть відповідне рівняння хімічної реакції у молекулярній та йонній формах.
- 1.5. Як хімічно відрізнити даний осад від осаду барій сульфату? Запишіть відповідне рівняння реакції.

*Розв'язання*

**А Приготування розчину**

1. Обчисліть масу соди, що необхідна для приготування розчину.

$$w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{m(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{m(\text{р} - \text{ну})} \Rightarrow m(\text{NaHCO}_3) = 0,05 \cdot 30\text{г} = 1,5\text{г}$$

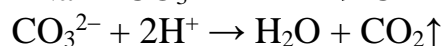
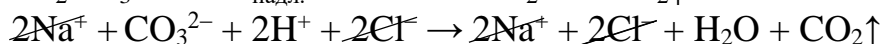
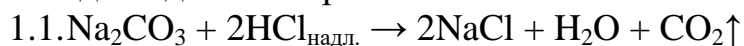
2. Обчисліть масу, а потім об'єм води, що необхідний для приготування розчину ( $\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ г/мл}$ )

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 30 \text{ г} - 1,5 \text{ г} = 28,5 \text{ г}$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m}{\rho} = \frac{28,5 \text{ г}}{1 \text{ г/мл}} = 28,5 \text{ мл}$$

3. Зважити обчислену масу соди та відміряйте необхідний об'єм води.
4. Змішати речовини та приготувати розчин.

**Б Відповіді на контрольні питання**



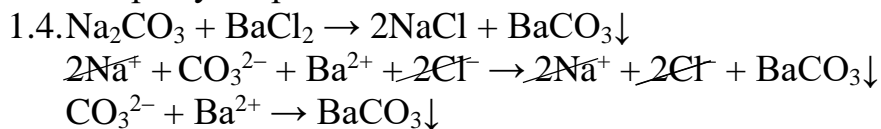
У першій порції виділяється вуглекислий газ

- 1.2. Зібрати вуглекислий газ можна тримаючи ємність (пробірку, колбу тощо) донизу дном, оскільки він важчий за повітря:

$$M(\text{повітря}) = 29 \text{ г/моль}$$

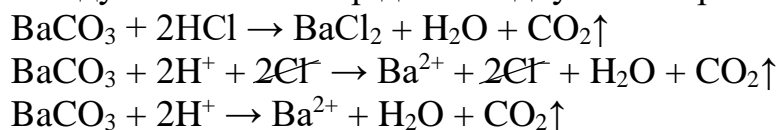
$$M(\text{CO}_2) = 12 + 16 \cdot 2 = 44 \text{ г/моль}$$

1.3. Довести наявність вуглекислого газу можна за допомогою тліючої скіпки. У середовищі вуглекислого газу вона буде тухнути/згасати, оскільки цей газ не підтримує горіння.



У другій пробірці утворився осад барій карбонату

1.5. Потрібно до обох осадів долити сильну кислоту, наприклад, хлоридну. Барій сульфат не розчиняється у сильній кислоті, а розчинення барій карбонату супроводжується виділенням великої кількості вуглекислого газу, що нагадує «закипання» рідини. Відбувається реакція:



## Завдання 2. (10 балів)

На столі знаходяться п'ять пронумерованих не підписаних пробірок із водними розчинами наступних речовин: натрій йодид, натрій карбонат, хлоридна кислота, купрум(II) хлорид, барій хлорид.

Визначте, у якій пробірці буде яка речовина, якщо при зливанні розчину з першої пробірки з розчином із другої пробірки виділяється газ, а при зливанні вмісту першої пробірки із вмістом третьої утворюється білий осад. Знаючи фізичні та хімічні властивості речовин, визначте, в якій пробірці знаходиться кожна з речовин.

**А** Складіть план визначення речовин у пробірках.

**Б** Запишіть мінімум хімічних реакцій (не більше чотирьох), які би було необхідно провести під час реального експерименту.

**В** Які ще реакції можна провести між указаними речовинами?

**Г** Для реакцій йонного обміну напишіть повні та скорочені йонні рівняння реакцій.

## Розв'язання

**А** Складаємо орієнтовний план умовного експерименту у формі таблиці 1.

Номери пробірок Спостереження	Колір розчину	Номери пробірок				
		$\text{Na}_2\text{CO}_3$	$\text{HCl}$	$\text{BaCl}_2$	$\text{CuCl}_2$	$\text{NaI}$
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	прозорий розчин	—	$\text{CO}_2\uparrow$	$\text{BaCO}_3\downarrow$	$\text{CuCO}_3\downarrow$	—
$\text{HCl}$	прозорий розчин	$\text{CO}_2\uparrow$	—	—	—	—
$\text{BaCl}_2$	прозорий розчин	$\text{BaCO}_3\downarrow$	—	—	—	—
$\text{CuCl}_2$	блакитний розчин	$\text{CuCO}_3\downarrow$	—	—	—	—
$\text{NaI}$	прозорий розчин	—	—	—	—	—

**Б Г** Для реакцій йонного обміну напишіть повні та скорочені йонні рівняння реакцій.

