

ГРУПА 1 (легкі задачі, 40 балів)

Завдання 1.

1.1. Запишіть рівняння хімічних реакцій. Якщо реакція між сполуками не відбувається, зазначте це словами.

1	$\text{Na}_3\text{PO}_4 + \text{AgNO}_3 =$
2	$\text{Cu} + \text{HNO}_3(\text{конц.}) =$
3	$\text{NH}_4\text{NO}_2 \xrightarrow{t^0}$
4	$\text{Zn} + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O} =$
5	$\text{FeCl}_3 + \text{Sn} =$
6	$\text{FeS}_2 + \text{O}_2 =$
7	$\text{KMnO}_4 + \text{K}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 =$
8	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{I}_2 =$
9	$\text{Si} + \text{HNO}_3 + \text{HF} =$
10	$\text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{NaOH} =$

Завдання 2.

Формули мінералів можна записувати у вигляді комбінації оксидів. Мінерал А містить три оксиди: кальцій оксид, сульфур оксид і водень оксид. Вміст у мінералі кальцій оксиду становить 38,63%, вміст водень оксиду – 6,21%. Вміст Сульфуру в мінералі – 22,09 %.

2.1. Визначте формулу цього мінералу.

Завдання 3.

Для приготування їжі в умовах воєнного стану та морозної української зими можуть стати у нагоді портативні газові пальники, балони до яких заповнюються зрідженою сумішшю пропану і бутану. У процесі її аналізу було виявлено, що при спалюванні у кисні 1,00 л (н.у.) суміші утворюється 3,20 л (н. у.) вуглекислого газу.

3.1. Запишіть рівняння реакцій повного згоряння для пропану та бутану.

3.2. Визначте об'ємну частку пропану в суміші.

3.3. Розрахуйте густину суміші за н.у.

Завдання 4.

Для весняної обробки дерев Ярилу Бальдровичу потрібно приготувати 100 л 2% розчину купрум(II) сульфату. Густину розчину прийміть рівною одиниці.

4.1. Яку масу безводного купрум(II) сульфату має замовити Ярило Бальдрович?

Оскільки на складі не знайшлося безводного купрум(II) сульфату, довелося замовляти мідний купорос.

4.2. Розрахуйте масу мідного купоросу, необхідну для приготування розчину.

ГРУПА 2 (середні задачі, 30 балів)

Завдання 5.

До 2 л розчину CH_3COOH з густиною 1,03 г/мл і масовою часткою 20% додали 30 г CH_3COOH .

5.1. Розрахуйте масову частку (%) CH_3COOH в утвореному розчині.

5.2. Розрахуйте pH утвореного розчину, якщо об'єм розчину не змінився, а $K_d(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$.

Завдання 6.

Кількісне визначення нітритів можна здійснити методом перманганатометрії, у якій як титрант застосовують розчин калій перманганату. Однак через нестабільність цього розчину під дією світла перед використанням його необхідно стандартизувати.

Наважку дигідрату щавлевої кислоти ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) масою 2,3601 г розчинили у воді та перенесли до мірної колби об'ємом 200,00 мл. Із мірної колби відібрали аліквоту об'ємом 10,00 мл і після додавання сульфатної кислоти відтитрували розчином KMnO_4 . Використали 15,45 мл титранту.

6.1. Запишіть рівняння реакції, що відбулась.

6.2. Розрахуйте концентрацію розчину KMnO_4 .

Зразок суміші нітриту та нітрату натрію масою 12,00 г розчинили у мірній колбі об'ємом 200,0 мл і довели об'єм водою до мітки. Отриманий розчин перелили в бюретку для титрування. Аліквоту попередньо стандартизованого (пункт 6.2.) розчину KMnO_4 об'ємом 50,00 мл перенесли до колби для титрування, додали 15 мл сульфатної кислоти, після чого розчин нагріли та відтитрували розчином, що містить NaNO_2 з невідомою концентрацією. На титрування було витрачено 18,21 мл цього розчину.

6.3. Запишіть рівняння реакції, що відбулась.

6.4. Розрахуйте масову частку (%) NaNO_2 у зразку.

Завдання 7.

Серед яскравих і незабутніх хімічних дослідів особливе місце посідає термічний розклад амоній біхромату. Невелика гірка помаранчевого кристалічного порошку, щойно запалена, раптово «оживає»: вона розсипається, здіймаючи клуби газів і залишаючи після себе пористий темно-зелений «попіл» — хром(III) оксид. За дивовижну схожість цього процесу з природним виверженням вулкану дослід і отримав свою загальновідому назву — «хімічний вулкан».

7.1. Запишіть рівняння реакції, що відбувається.

7.2. Розрахуйте зміну ентальпії в ході реакції на 1 моль амоній біхромату, використовуючи наведені дані.

$\Delta_f H^0$	$\text{N}_2 (\text{г})$	$\text{Cr}_2\text{O}_3 (\text{тв})$	$\text{H}_2\text{O} (\text{г})$	$(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 (\text{тв})$
кДж/моль	0	-1128	-242	-1795

Сума ентальпії утворення продуктів:
Сума ентальпії утворення реагентів:
Зміна ентальпії в ході реакції:

7.3. Розрахуйте, скільки енергії (кДж) виділяється при розкладі 10 г амоній біхромату.

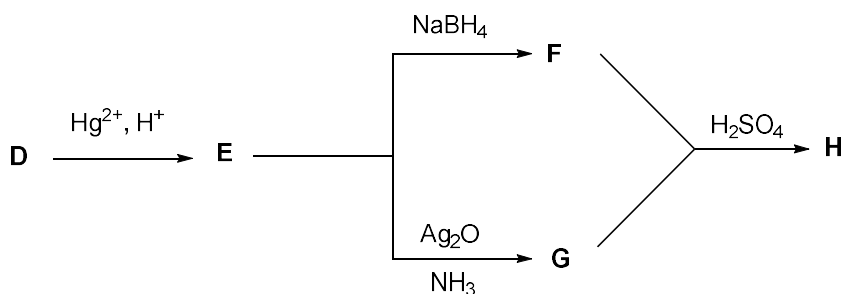
ГРУПА 3 (складні задачі, 30 балів)

Завдання 8.

Бінарні речовини **A** та **B**, масові частки Карбону в яких складають 25,0 та 37,5 % відповідно, використовуються для лабораторного одержання вуглеводнів **C** та **D**. Відомо, що при піролізі газу **C** за температури 1500 °C утворюється газ **D**.

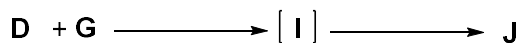
8.1. Визначте речовини **A-D** та **запишіть** згадані вище рівняння реакцій.

Газ **D** цікавий своєю реакційною здатністю, що дозволяє отримувати низку похідних. Наприклад, при взаємодії з водою за наявності солей Hg^{2+} можна одержати речовину **E**, з якої простими перетвореннями можна синтезувати речовину **H**, яка є відомим розчинником в органічному синтезі.



8.2. Зобразіть структурні формули речовин Е-Н

Іншою цікавою особливістю вуглеводню **D** є взаємодія з **G** з утворенням нестійкої речовини **I**, яка полімеризується з утворенням речовини **J**.



8.3. Зобразіть структурні формули речовин **I та **J**. Яка назва речовини **J**?**

Завдання 9.

Атмосферна хімія. Одним з парникових газів у земній атмосфері є елегаз (SF_6), об'ємна частка котрого складає 12 трильйонних часток (12 літрів на 10^{12} літрів повітря). Практично весь сульфур гексафторид має антропогенне походження. Елегаз є надзвичайно інертною речовиною, тож накопичується в повітрі, де може існувати сотні років.

Маса земної атмосфери складає $5,15 \times 10^{18}$ кг, середня «молярна маса» повітря – 29 г/моль.

9.1. Оцініть масу SF_6 , випущеного людством в атмосферу.

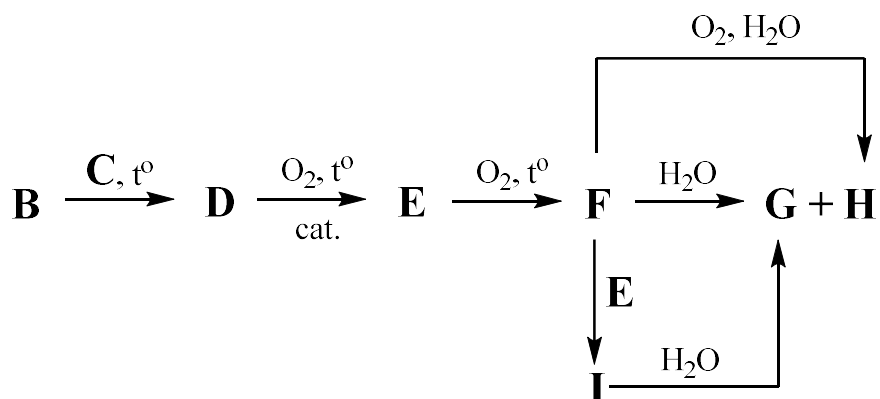
9.2. Запишіть рівняння реакції одержання SF_6 з простих речовин.

9.3. Оцініть енергію зв'язку S-F в елегазі, якщо в процесі синтезу одного моля SF_6 виділяється 1206 кДж теплоти, енергія зв'язку F-F становить 158 кДж/моль, а S-S в молекулі S_8 – 240 кДж/моль.

9.4. Для SF_6 (X**) та SF_4 (**Y**) намалюйте просторову будову молекул та зазначте гібридизацію центрального атома.**

Завдання 10.

Такий знайомий неметал. Проста речовина **B**, що складається з неметалу **A**, вступає в реакцію з газом **C**, що має найменшу густину, даючи бінарну речовину **D** ($W(\text{A}) = 82,35\%$), що забарвлює вологий лакмусовий папірець у синій колір. При взаємодії **D** з киснем за наявності каталізатора утворюється безбарвний бінарний газ **E**, який під дією кисню повітря окиснюється до бурого газу **F**, котрий, у свою чергу, розчиняється у воді з утворенням двох кислот **G** та **H**. Якщо **F** взаємодітиме з водою у присутності кисню, утвориться лише кислота **H**. Кислоту **G** можна одержати з оксиду **I**, в якому масова частка **A** становить 36,84 %. Оксид **I** утворюється при взаємодії оксидів **F** та **E**.



10.1. Визначте речовини **B – **I** та неметал **A**.**

10.2. Запишіть рівняння наведених на схемі реакцій.

10.3. Поясніть, чому газ **D забарвлює вологий лакмусовий папірець у синій колір.**

10.4. Чи зміняться продукти взаємодії **D з киснем за відсутності каталізатора? Якщо так, запишіть відповідне рівняння реакції.**

Завдання 11.1. Якісне визначення неорганічних речовин

Ваша задача провести якісний аналіз розчинів неорганічних речовин без використання інших реактивів.

1.1. У 6 пронумерованих пробірках містяться водні розчини наступних речовин: BaCl_2 , Na_2CO_3 , Na_3PO_4 , AgNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, HCl з концентрацією 0,1 моль/л. Заповніть **Таблицю 1**, вказавши зовнішні ознаки реакцій, що мають відбуватися при їх змішуванні. Використовуйте наступні позначення:

—	Немає видимих змін
↓	Випадає осад (вказіть колір)
↑	Виділяється газ

У перший рядок **Таблиці 1** зліва направо впишіть формули речовин у такій послідовності: BaCl_2 , Na_2CO_3 , Na_3PO_4 , AgNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, HCl

У лівий стовпчик **Таблиці 1** зверху вниз впишіть формули речовин у такій послідовності: BaCl_2 , Na_2CO_3 , Na_3PO_4 , AgNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, HCl

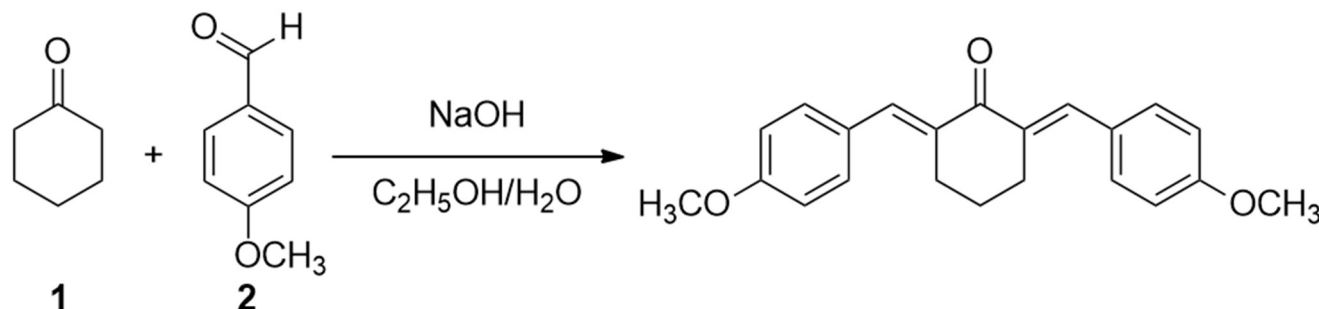
1.2. Таблиця 2 містить результати спостережень попарного злиття розчинів з пробірок 1–6. Проаналізуйте отримані дані та співвіднесіть номери пробірок з формулами речовин. Заповніть **Таблицю 3**.

Таблиця 2

	1	2	3	4	5	6
1		↓(білий)	↓(білий)	—	↑	↓(білий)
2	↓(білий)		↓(білий)	↓(жовтий)	↓(білий)	—
3	↓(білий)	↓(білий)		↓(білий)	—	—
4	—	↓(жовтий)	↓(білий)		—	↓(білий)
5	↑	↓(білий)	—	—		—
6	↓(білий)	—	—	↓(білий)	—	

Завдання 11.2. Синтез біс(ариліден)циклогексанону

Вам необхідно здійснити органічний синтез за наведеною схемою:



2.1. Конденсація циклогексанону (**Речовина 1**) та 4-метоксибензальдегіду (**Речовина 2**) відбувається у водно-спиртовому середовищі в присутності основи. Маса вихідних речовин наведено у **Таблиці 4**. Заповніть порожні комірки. Дайте відповіді на питання.

2.2. Після проходження реакції отримано сирий продукт масою 3,92 г та чистотою 92% (за даними ¹H ЯМР). Розрахуйте вихід продукту у % за масою.

2.3. Сирий продукт розчинили при нагріванні у мінімальній кількості етанолу та охолодили. Утворений осад **чистого** продукту відфільтрували, висушили та зважили. Його маса становила 3,16 г. Розрахуйте вихід продукту після очищення (у % за масою) та втрати речовини при очищенні у % від початкової кількості.

2.4. Дайте відповіді на питання.

ГРУПА 1 (легкі задачі, 40 балів)

Завдання 11.1.

Питання	1.1	Сума
Оцінка	10	10

1.1. Запишіть рівняння хімічних реакцій. Якщо реакція між сполуками не відбувається, зазначте це словами.

1	$\text{Na}_3\text{PO}_4 + 3\text{AgNO}_3 = 3\text{NaNO}_3 + \text{Ag}_3\text{PO}_4\downarrow$
2	$\text{Cu} + 4\text{HNO}_{3(\text{конц.})} = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
3	$\text{NH}_4\text{NO}_2 \xrightarrow{t^0} \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
4	$\text{Zn} + 2\text{KOH} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{K}_2\text{Zn}(\text{OH})_4 + \text{H}_2$
5	$2\text{FeCl}_3 + \text{Sn} = 2\text{FeCl}_2 + \text{SnCl}_2$
6	$4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 = 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$
7	$8\text{KMnO}_4 + 5\text{K}_2\text{S} + 12\text{H}_2\text{SO}_4 = 8\text{MnSO}_4 + 9\text{K}_2\text{SO}_4 + 12\text{H}_2\text{O}$ $2\text{KMnO}_4 + 5\text{K}_2\text{S} + 8\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{MnSO}_4 + 5\text{S} + 6\text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$ приймається за повний бал
8	$2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{I}_2 = \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6 + 2\text{NaI}$
9	$3\text{Si} + 4\text{HNO}_3 + 18\text{HF} = 3\text{H}_2\text{SiF}_6 + 4\text{NO} + 8\text{H}_2\text{O}$
10	$\text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{NaOH} =$ реакція між сполуками не відбувається

Правильно записані продукти реакції оцінюються у 0,5 бали

Правильно розставлені коефіцієнти у реакції – 0,5 бали

Завдання 11.2.

Питання	2.1	Сума
Оцінка	10	10

Формули мінералів можна записувати у вигляді комбінації оксидів. Мінерал А містить три оксиди: кальцій оксид, сульфур оксид і водень оксид. Вміст у мінералі кальцій оксиду становить 38,63%, вміст водень оксиду – 6,21%. Вміст Сульфуру в мінералі – 22,09 %.

2.1. Визначте формулу цього мінералу.

Нехай формула мінералу $x\text{CaO} \cdot y\text{SO}_3 \cdot z\text{H}_2\text{O}$. Визначимо спершу формулу сульфур оксиду: Масова частка Оксигену у сульфур оксиді становитиме: $100 - 38,63 - 6,21 - 22,09 = 33,07\%$, тоді $1:n = 22,09/32 : 33,07/16 = 1:3$, тобто мінерал містить SO_3 з масовою часткою 55,16%, Тоді $x:y:z = 38,63/56 : 55,16/80 : 6,21/18 = 0,69:0,69:0,345 = 2:2:1$, формулу мінералу можна представити у вигляді $2\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
$2\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ чи $2\text{CaO} \cdot 2\text{SO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

Вірна відповідь – 5 балів

Наявність розрахунку – 5 балів

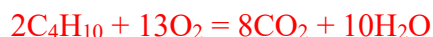
Завдання 11.3.

Питання	3.1	3.2	3.3	Сума
Оцінка	4	3	3	10

Для приготування їжі в умовах воєнного стану та морозної української зими можуть стати у нагоді портативні газові пальники, балони до яких заповнюються зрідженою сумішшю пропану і бутану. У процесі її аналізу було виявлено, що при спалюванні у кисні 1,00 л (н.у.) суміші утворюється 3,20 л (н. у.) вуглекислого газу.

3.1. Запишіть рівняння реакцій повного згоряння для пропану та бутану.

$\text{C}_3\text{H}_8 + 5\text{O}_2 = 3\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$



3.2. Визначте об'ємну частку пропану в суміші.

Нехай $V(\text{пропану}) = x$ л, тоді $V(\text{бутану}) = (1-x)$ л.

Відповідно до об'ємних співвідношень $V(\text{CO}_2) = 3x + 4(1-x)$

$$3x + 4(1-x) = 3,2$$

$$x = 0,8$$

Таким чином об'ємна частка пропану складає 80%

3.3. Розрахуйте густину суміші за н.у.

$$M(\text{суміші}) = m(\text{сум})/V(\text{сум}) = (V(\text{бутану}) \cdot \rho(\text{бутану}) \cdot M(\text{бутану}) + V(\text{пропану}) \cdot \rho(\text{пропану}) \cdot M(\text{пропану})) / (V(\text{сум}) \cdot V_m) = 2,09 \text{ г/л}$$

Завдання 11.4.

Питання	4.1	4.2	Сума
Оцінка	5	5	10

Для весняної обробки дерев Ярилу Бальдровичу потрібно приготувати 100 л 2% розчину купрум(II) сульфату. Густину розчину прийміть рівною одиниці.

4.1. Яку масу безводного купрум(II) сульфату має замовити Ярило Бальдрович?

$$m(\text{CuSO}_4) = V \cdot \rho \cdot W = 2000 \text{ г}$$

Вірна відповідь – 5 балів

Оскільки на складі не знайшлося безводного купрум(II) сульфату, довелося замовляти мідний купорос.

4.2. Розрахуйте масу мідного купоросу, необхідну для приготування розчину.

$$n(\text{CuSO}_4) = 12,53 \text{ моль, тоді } n(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 12,53 \text{ моль, тоді } m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 3128 \text{ г}$$

Вірна відповідь – 2,5 бали

Наявність розрахунку – 2,5 бали

ГРУПА 2 (середні задачі, 30 балів)

Завдання 11.5.

Питання	5.1	5.2	Сума
Оцінка	5	5	10

До 2 л розчину CH_3COOH з густиною 1,03 г/мл і масовою часткою 20% додали 30 г CH_3COOH .

5.1. Розрахуйте масову частку (%) CH_3COOH в утвореному розчині.

$$\text{Знайдемо масу 20\% розчину: } 2000 \cdot 1,03 = 2060 \text{ г}$$

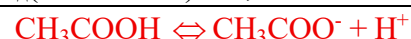
$$\text{Знайдемо масу кислоти в розчині: } 2060 \cdot 0,2 = 412 \text{ г}$$

$$\text{Знайдемо загальну масу кислоти в розчині: } 412 + 30 = 442 \text{ г}$$

$$\text{Знайдемо масу утвореного розчину: } 2060 + 30 = 2090 \text{ г}$$

$$\text{Знайдемо масову частку в утвореному розчині: } W = 442/2090 = 0,21 \text{ (21\%)}$$

5.2. Розрахуйте pH утвореного розчину, якщо об'єм розчину не змінився, а $K_d(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$.



$$K_d = [\text{H}^+]^2 / [\text{CH}_3\text{COOH}]$$

$$C(\text{CH}_3\text{COOH}) = (412 + 30) / (60 \cdot 2) = 3,68 \text{ (моль/л)}$$

$$[\text{H}^+] = [K_d \cdot C(\text{CH}_3\text{COOH})]^{0,5} = [1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 3,68]^{0,5} = 8,14 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{pH} = 2,09$$

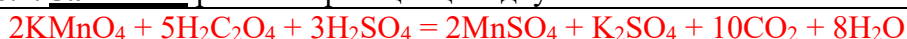
Завдання 11.6.

Питання	6.1	6.2	6.3	6.4	Сума
Оцінка	1	4	1	4	10

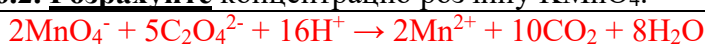
Кількісне визначення нітритів можна здійснити методом перманганатометрії, у якій як титрант застосовують розчин калій перманганату. Однак через нестабільність цього розчину під дією світла перед використанням його необхідно стандартизувати.

Наважку дигідрату щавлевої кислоти ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) масою 2,3601 г розчинили у воді та перенесли до мірної колби об'ємом 200,00 мл. Із мірної колби відібрали аліквоту об'ємом 10,00 мл і після додавання сульфатної кислоти відтитрували розчином KMnO_4 . Використали 15,45 мл титранту.

6.1. Запишіть рівняння реакції що відбулась.



6.2. Розрахуйте концентрацію розчину KMnO_4 .



Тоді: $2n(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}, \text{аліквота})/5 = n(\text{MnO}_4^-)$

$$n(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) = m(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O})/M(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 2,3601 \text{ г}/126,065 \text{ г моль}^{-1} = 0,0187 \text{ моль}$$

$$n(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}, \text{аліквота}) = n(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})/20 = 9,35 \times 10^{-4} \text{ моль}$$

$$n(\text{MnO}_4^-) = 2 \times 9,35 \times 10^{-4} \text{ моль} / 5 = 3,74 \times 10^{-3} \text{ моль}$$

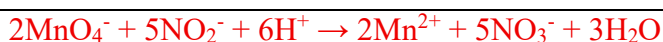
$$C(\text{MnO}_4^-) = n(\text{MnO}_4^-) / V(\text{MnO}_4^-) = 3,74 \times 10^{-3} \text{ моль} / 0,01545 \text{ л} = 0,242 \text{ М}$$

Зразок суміші нітриту та нітрату натрію масою 12,00 г розчинили у мірній колбі об'ємом 200,0 мл і довели об'єм водою до мітки. Отриманий розчин перелили в бюретку для титрування. Аліквоту попередньо стандартизованого (пункт 6.2.) розчину KMnO_4 об'ємом 50,00 мл перенесли до колби для титрування, додали 15 мл сульфатної кислоти, після чого розчин нагріли та відтитрували розчином, що містить NaNO_2 з невідомою концентрацією. На титрування було витрачено 18,21 мл цього розчину.

6.3. Запишіть рівняння реакції що відбулась.



6.4. Розрахуйте масову частку (%) NaNO_2 у зразку.



$$\text{Тоді: } n(\text{NO}_2^-, \text{титрування}) = 5n(\text{MnO}_4^-)/2 = 5C(\text{MnO}_4^-) \times V(\text{MnO}_4^-)/2 =$$

$$= 5/2 \times 0,242 \text{ М} \times 0,05000 \text{ л} = 0,00303 \text{ моль}$$

$$n(\text{NO}_2^-, \text{зразок}) = n(\text{NO}_2^-, \text{титрування}) \times (V(\text{мірна колба}) / V(\text{NO}_2^-, \text{титрування})) =$$

$$= 0,00303 \text{ моль} \times (200,00 \text{ мл} / 18,21 \text{ мл}) = 0,0332 \text{ моль}$$

$$m(\text{NaNO}_2, \text{зразок}) = n(\text{NO}_2^-, \text{зразок}) \times M(\text{NaNO}_2) = 0,0332 \text{ моль} \times 69,00 \text{ г моль}^{-1} =$$

$$= 2,291 \text{ г}$$

$$w(\text{NaNO}_2, \text{зразок}) = m(\text{зразок}) / (m(\text{зразок}) + m(\text{H}_2\text{O})) = 2,291 \text{ г} / 12,0000 \text{ г} = 0,1909$$

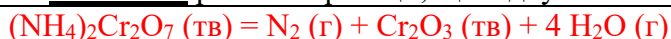
$$w(\text{NaNO}_2, \text{зразок}) = 19,09 \%$$

Завдання 11.7.

Питання	7.1	7.2	7.3	Сума
Оцінка	2	1+1+2	4	10

Серед яскравих і незабутніх хімічних дослідів особливе місце посідає термічний розклад амоній біхромату. Невелика гірка помаранчевого кристалічного порошку, щойно запалена, раптово «оживає»: вона розсипається, здіймаючи клуби газів і залишаючи після себе пористий темно-зелений «попіл» — хром(III) оксид. За дивовижну схожість цього процесу з природним виверженням вулкану дослід і отримав свою загальновідому назву — «хімічний вулкан».

7.1. Запишіть рівняння реакції, що відбувається.



7.2. Розрахуйте зміну ентальпії в ході реакції на 1 моль амоній біхромату, використовуючи наведені дані.

$\Delta_f H^0$	$\text{N}_2 (\text{г})$	$\text{Cr}_2\text{O}_3 (\text{тв})$	$\text{H}_2\text{O} (\text{г})$	$(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 (\text{тв})$
кДж/моль	0	-1128	-242	-1795

Сума ентальпії утворення продуктів: $4 \times \Delta_f H^0(\text{H}_2\text{O}) + \Delta_f H^0(\text{Cr}_2\text{O}_3) + \Delta_f H^0(\text{N}_2) = 4 \times (-242) + (-1128) + 0 = -2096$ кДж/моль

Сума ентальпії утворення реагентів: $\Delta_f H^0((\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = -1795$ кДж/моль

Зміна ентальпії в ході реакції: $-2096 - (-1795) = -301$ кДж/моль

7.3. Розрахуйте, скільки енергії (кДж) виділяється при розкладі 10 г амоній біхромату.

$n((\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 0,04$ моль, тоді $Q = 0,04$ моль $\times 301$ кДж/моль = 11,94 кДж

ГРУПА 3 (складні задачі, 30 балів)

Завдання 11.8.

Питання	8.1	8.2	8.3	Сума
Оцінка	4*0,5+3*0,5	1+1+1+1	1+1+0,5	10

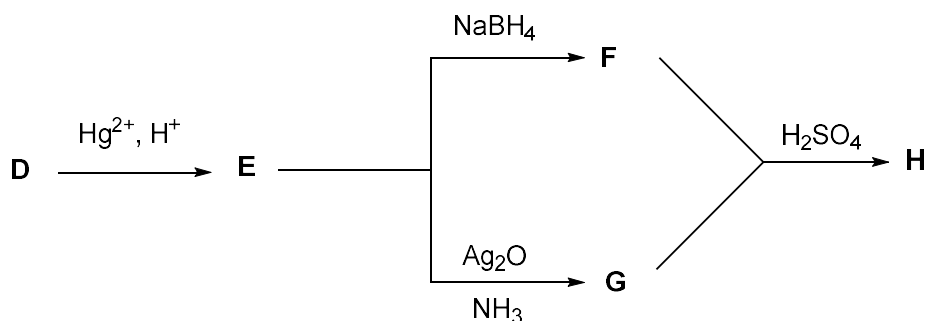
Бінарні речовини **A** та **B**, масові частки Карбону в яких складають 25,0 та 37,5 % відповідно, використовуються для лабораторного одержання вуглеводнів **C** та **D**. Відомо, що при піролізі газу **C** за температури 1500 °C утворюється газ **D**.

8.1. Визначте речовини **A-D** та **запишіть** згадані вище рівняння реакцій.

Для лабораторного одержання вуглеводнів використовуються карбіди, причому **D** утворюється піролізом **C** за температури 1500 °C, що наводить на думку, що **D** = C_2H_2 , а **C** = CH_4 . Таким чином можна припустити, що **A** = Al_4C_3 , **B** = CaC_2 , що підтверджується вмістом Карбону

A	Al_4C_3	B	CaC_2	C	CH_4	D	C_2H_2
$\text{Al}_4\text{C}_3 + 12\text{H}_2\text{O} = 4\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{CH}_4$							
$\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{C}_2\text{H}_2$							
$2\text{CH}_4 = \text{C}_2\text{H}_2 + 3\text{H}_2$							

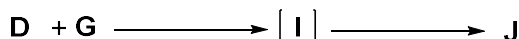
Газ **D** цікавий своєю реакційною здатністю, що дозволяє отримувати низку похідних. Наприклад, при взаємодії з водою за наявності солей Hg^{2+} можна одержати речовину **E**, з якої простими перетвореннями можна синтезувати речовину **H**, яка є відомим розчинником в органічному синтезі.



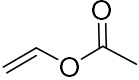
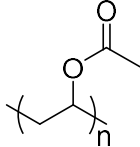
8.2. Зобразіть структурні формули речовин **E-H**

E	CH_3CHO	F	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	G	CH_3COOH	H	$\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$
----------	-------------------------	----------	---------------------------------	----------	--------------------------	----------	--------------------------------------

Іншою цікавою особливістю вуглеводню **D** є взаємодія з **G** з утворенням нестійкої речовини **I**, яка полімеризується з утворенням речовини **J**.



8.3. Зобразіть структурні формули речовин **I** та **J**. Яка назва речовини **J**?

I		J	
Полівінілацетат			

Завдання 11.9.

Питання	9.1	9.2	9.3	9.4	Сума
Оцінка	2	1	3	1+1+4*0,5	10

Атмосферна хімія. Одним з парникових газів у земній атмосфері є елегаз (SF_6), об'ємна частка котрого складає 12 трильйонних часток (12 літрів на 10^{12} літрів повітря). Практично весь сульфур гексафторид має антропогенне походження. Елегаз є надзвичайно інертною речовиною, тож накопичується в повітрі, де може існувати сотні років.

Маса земної атмосфери складає $5,15 \times 10^{18}$ кг, середня «молярна маса» повітря – 29 г/моль.

9.1. Оцініть масу SF_6 , випущеного людством в атмосферу.

Загальна кількість газів у земній атмосфері: $n = 5.15 \times 10^{18} \cdot 1000 / 29 = 1.78 \times 10^{20}$ моль Кількість SF_6 : $1.78 \times 10^{20} \cdot 12 \times 10^{-12} = 2.13 \times 10^9$ моль Маса SF_6 : $2.13 \times 10^9 \cdot 146.06 = 3.11 \times 10^{11}$ г = 3.11×10^8 кг = 3.11×10^5 т m = 311000 тонн
--

9.2. Запишіть рівняння реакції одержання SF_6 з простих речовин.

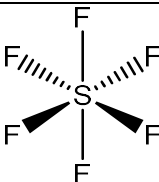
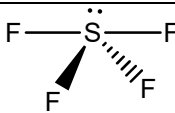
$\text{S} + 3 \text{F}_2 = \text{SF}_6$ або $\text{S}_8 + 24 \text{F}_2 = 8 \text{SF}_6$

9.3. Оцініть енергію зв'язку S-F в елегазі, якщо в процесі синтезу одного моля SF_6 виділяється 1206 кДж теплоти, енергія зв'язку F-F становить 158 кДж/моль, а S-S в молекулі S_8 – 240 кДж/моль.

$E(\text{S-S}) + 3E(\text{F-F}) + 1206 = 6E(\text{S-F})$ $E(\text{S-F}) = (E(\text{S-S}) + 3E(\text{F-F}) + 1206) / 6 = 320$ кДж/моль
$E(\text{S-F}) = 320$ кДж/моль

9.4. Для SF_6 та SF_4 **наведіть** просторову будову молекул та **зазначте** гібридизацію центрального атома.

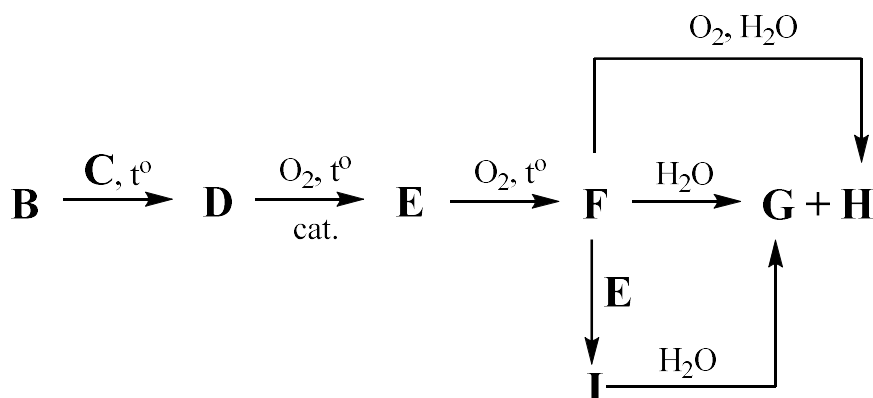
Параметр	SF_6	SF_4
----------	---------------	---------------

Просторова будова		
Геометрія молекули	Октаедр	Бісфеноїд (гойдалка, козли) чи тригональна біпіраміда з неподіленою електронною парою в екваторіальному положенні
Гібридизація	sp^3d^2	sp^3d

Завдання 11.10.

Питання	10.1	10.2	10.3	10.4	Сума
Оцінка	9*0,5	7*0,5	1	0,5+0,5	10

Такий знайомий неметал. Проста речовина **B**, що складається з неметалу **A**, вступає в реакцію з газом **C**, що має найменшу густину, даючи бінарну речовину **D** ($W(A) = 82,35\%$), що забарвлює вологий лакмусовий папірець у синій колір. При взаємодії **D** з киснем за наявності каталізатора утворюється безбарвний бінарний газ **E**, який під дією кисню повітря окиснюється до бурого газу **F**, котрий, у свою чергу, розчиняється у воді з утворенням двох кислот **G** та **H**. Якщо **F** взаємодіятиме з водою у присутності кисню, утвориться лише кислота **H**. Кислоту **G** можна одержати з оксиду **I**, в якому масова частка **A** становить 36,84 %. Оксид **I** утворюється при взаємодії оксидів **F** та **E**.



10.1. Визначте речовини B – I та неметал A.

З умови зрозуміло, що **C** = H_2 , тоді **D** має формулу AH_n . Відповідно до значення масової частки встановлюємо, що $n = 3$, а **A** = **N**.

A	B	C	D	E
N	N_2	H_2	NH_3	NO
F	G	H	I	
NO_2	HNO_2	HNO_3	N_2O_3	

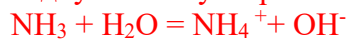
10.2. Запишіть рівняння наведених на схемі реакцій.

1	$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$
2	$4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 = 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ (за наявності каталізатора)

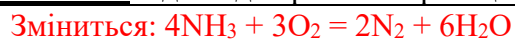
3	$2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$
4	$2\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HNO}_2 + \text{HNO}_3$
5	$4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$
6	$\text{NO} + \text{NO}_2 = \text{N}_2\text{O}_3$
7	$\text{N}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{HNO}_2$

10.3. Поясніть, чому газ **D** забарвлює вологий лакмусовий папірець у синій колір.

Відбувається утворення амоній гідроксиду:



10.4. Чи зміняться продукти взаємодії **D** з киснем за відсутності каталізатора? Якщо так, **запишіть** відповідне рівняння реакції.



Завдання 11.1. Якісне визначення неорганічних речовин

Оцінка за задачу (заповнюється журі)

Питання	1.1	1.2	Сума
Оцінка	14	6	20
Перевірка			

1.1. Заповніть Таблицю 1

Таблиця 1

	BaCl ₂	Na ₂ CO ₃	Na ₃ PO ₄	AgNO ₃	Ca(NO ₃) ₂	HCl	Бал
BaCl ₂		↓(білий)	↓(білий)	↓(білий)	—	—	30×0,467 = 14 (округлен ня до найбільш ого полуцілог о)
Na ₂ CO ₃	↓(білий)		—	↓(білий)	↓(білий)	↑	
Na ₃ PO ₄	↓(білий)	—		↓(жовтий)	↓(білий)	—	
AgNO ₃	↓(білий)	↓(білий)	↓(жовтий)		—	↓(білий)	
Ca(NO ₃) ₂	—	↓(білий)	↓(білий)	—		—	
HCl	—	↑	—	↓(білий)	—		

1.2. Заповніть Таблицю 3

Таблиця 3

Пробірка	1	2	3	4	5	6	Бал
Речовина	Na ₂ CO ₃	AgNO ₃	BaCl ₂	Na ₃ PO ₄	HCl	Ca(NO ₃) ₂	6 × 1 = 6

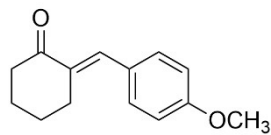
Завдання 11.2. Синтез біс(ариліден)циклогексанону

Оцінка за задачу (заповнюється журі)

Питання	2.1	2.2	2.3	2.4	Сума
Оцінка	10	2	4	4	20
Перевірка					

2.1. Заповніть порожні комірки у *Таблиці 4*.

Таблиця 4

Речовина	Циклогексанон	4-Метоксибензальдегід	Бал
Маса, г	1,470	4,610	
Молярна маса, г/моль	98	136	1+1
Кількість речовини, моль	0,015	0,033897	1+1
Речовина у надлишку (так/ні)?	Ні	Так	2
Розрахуйте надлишок у %, якщо він є.	—	13 (12,9–13,1)	2
Напишіть другий продукт реакції H₂O			1
Чи має значення, яка з речовин може бути у надлишку? Аргументуйте. У надлишку має бути речовина з одним реакційним центром. В іншому випадку цільовий продукт може бути забруднений продуктом конденсації 1:1.			1

2.2. Розрахуйте вихід продукту у % за масою.

Вихід: 71,98 %	2
-----------------------	----------

2.3. Розрахуйте вихід продукту після очищення (у % за масою) та втрати речовини при очищенні у % від початкової кількості.

Вихід продукту: 63,07 %	Втрати: 12,38 %	2+2
--------------------------------	------------------------	------------

2.4. Дайте відповіді на питання.

В синтезі біс(ариліден)циклогексанону NaOH є:	☐ Нуклеофіл ☒ Каталізатор	☐ Електрофіл ☐ Осушувач	2
Як називається проведений процес очищення речовини? Перекристалізація			2