

ГРУПА 1 (легкі задачі, 40 балів)

Задача 1. Яку масу води необхідно випарувати з 530 г 5%-го розчину калій сульфату, щоб в залишку отримати K_2SO_4 ?

Задача 2. У сполуці, що містить Манган, Калій та Оксиген, масові частки елементів дорівнюють 34,8%, 24,7% та 40,5% відповідно. Визначте брутто-формулу сполуки.

Задача 3. 100 г 10% розчину натрій гідроксиду змішали з 50 г 5% розчину хлоридної кислоти. Визначте масову частку натрій хлориду в утвореному розчині.

Задача 4. Яку густину (г/л за н.у.) має суміш, що містить 5% CO_2 , 70% N_2 та 25% O_2 за об'ємом.

ГРУПА 2 (середні задачі, 30 балів)

Задача 5. У суміші карбон (II) оксиду (А) та карбон (IV) оксиду (Б) кількість молекул в 2,4 рази менша за кількість атомів.

5.1 Розрахуйте мольні частки газів в суміші.

5.2 Напишіть рівняння реакції(й), що відбуваються при спалюванні цієї суміші.

5.3 Який об'єм кисню знадобиться для спалювання такої суміші об'ємом 10 л? (виміри об'ємів зроблено за однакових умов).

Задача 6. Елемент А входить до еквімолярної бінарної сполуки N, яка зустрічається в природі як мінерал червоного кольору та в давнину використовувалась як пігмент. При спалюванні N утворюється проста речовина елементу А та трьохатомний бінарний газ М з відносною густиною за киснем 2.

6.1 Розрахуйте молярну масу газу М.

6.2 Визначте елемент А, та сполуку N, якщо вміст А в N складає 86,24 % за масою.

6.3 Напишіть рівняння реакції спалювання N.

Задача 7. Елемент А який містить 15 електронів та 16 нейтронів, входить до складу газу К (н.у.). Одним з продуктів спалювання К на повітрі є вода.

7.1 Визначте елемент А та газ К.

7.2 Скільки нуклонів має А?

7.3 Напишіть рівняння реакції горіння К в надлишку кисню.

ГРУПА 3 (складні задачі, 30 балів)

Задача 8. Бертолетова сіль (KClO_3) при нагріванні розкладається за двома паралельними реакціями:



При прожарюванні у відкритому посуді наважки бертолетової солі масою 49 г утворилося 42,3 г твердої суміші. При цьому KClO_3 в суміші не залишилося.

- 8.1 Яка маса кисню утворилася під час розкладу?
- 8.2 Які речовини знаходяться в твердій суміші після прожарювання?
- 8.3 Розставте коефіцієнти у рівняннях реакцій.
- 8.4 Визначте масову частку KClO_4 (А) в твердій суміші.

Задача 9. Чорний порошок – стехіометрична суміш калій нітрату, сірки та вуглецю «горить» з утворенням суміші двох газів та калій сульфід. Обидва гази не містять Сульфур, а один з них є простою речовиною. Суміш цих газів, об'ємом 10 л пропустили крізь розчин барій гідроксиду. Утворився білий осад солі, що не містить Гідрогену.

- 9.1 Запишіть рівняння реакції «горіння» чорного порошку.
- 9.2 Який об'єм газової суміші не поглинувся розчином барій гідроксиду?
- 9.3 Яка маса чорного порошку необхідна для утворення 10 л газової суміші за н.у.?

Задача 10. До 25,00 мл 2,000 %-го розчину алюміній хлориду було додано 6,000 мл розчину натрій гідроксиду. В ході додавання натрій гідроксиду спочатку утворився осад, який, в подальшому, частково розчинився. Маса осаду після додавання всього розчину NaOH дорівнює 131,5 мг. Розчин над осадом містить алюміній лише у складі одного аніону, який складається з трьох елементів та має 34,61 % Алюмінію за масою. *Вважайте, що густина всіх розчинів дорівнює 1.*

- 10.1 Розрахуйте та запишіть формулу аніону, який містить алюміній в кінцевому розчині.
- 10.2 Запишіть рівняння реакцій, які описані в умові.
- 10.3 Розрахуйте молярну концентрацію розчину натрій гідроксиду.

Завдання 8.1. Якісне визначення неорганічних речовин

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

1.1. У 4 пронумерованих пробірках містяться водні розчини наступних речовин: BaCl_2 , Na_2CO_3 , Na_2SO_4 , HNO_3 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
↑	Виділяється газ

У перший рядок Таблиці 1 зліва направо впишіть формули речовин у такій **послідовності**: BaCl_2 , Na_2CO_3 , Na_2SO_4 , HNO_3

У лівий стовпчик Таблиці 1 зверху вниз впишіть формули речовин у такій **послідовності**: BaCl_2 , Na_2CO_3 , Na_2SO_4 , HNO_3

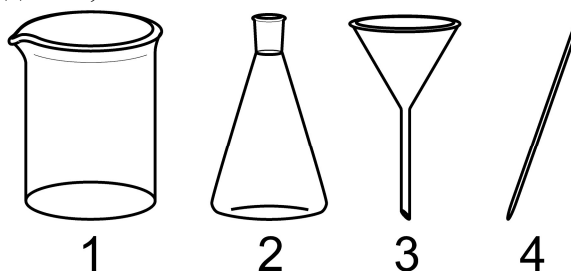
1.2. Таблиця 2 містить результати спостережень попарного злиття розчинів з пробірок 1–4. Проаналізуйте отримані дані та співвіднесіть номери пробірок з формулами речовин. Заповніть Таблицю 3.

Таблиця 2

	1	2	3	4
1		↑	—	↓
2	↑		—	—
3	—	—		↓
4	↓	—	↓	

Завдання 8.2. Визначення кількісного складу суміші

Є суміш піску, натрій сульфату та порошку цинку. Її маса дорівнює 7,000 г. Суміш перенесли у хімічний стакан, додали воду, перемішали скляною паличкою та відфільтрували через лійку з паперовим фільтром. Залишок висушили та зважили. Його маса складала 4,725 г. Цей залишок перенесли до конічної колби, додали надлишок розчину хлоридної кислоти та дочекались завершення реакції. Осад, що залишився, профільтрували, промили водою, висушили та зважили. Його маса складала 2,016 г.



- 2.1. **Вкажіть** масу кожного з компонентів суміші. **Розрахуйте** склад суміші у % за масою.
- 2.2. **Напишіть** рівняння реакції, згаданої в описі досліду.
- 2.3. **Вкажіть** назви посуду, який було використано в роботі.

ГРУПА 1 (легкі задачі, 40 балів)

1. Яку масу води необхідно випарувати з 530 г 5%-го розчину калій сульфату, щоб в залишку отримати K_2SO_4 ?

Відповідь: $m(H_2O) = m(p - n) \times (1 - w(K_2SO_4)) = 503.5 \text{ g}$

2. У сполуці, що містить Манган, Калій та Оксиген, масові частки елементів дорівнюють 34,8%, 24,7% та 40,5% відповідно. Визначте брутто-формулу сполуки. Відповідь: $KMnO_4$

3. 100 г 10% розчину натрій гідроксиду змішали з 50 г 5% розчину хлоридної кислоти. Визначте масову частку натрій хлориду в утвореному розчині. Відповідь: $n(HCl) = 50 \times 0.05 \div 36.5 = 0.069 \text{ mol}$

$$n(NaOH) = 100 \times 0.1 \div 40 = 0.25 \text{ mol}$$

$$w(NaCl) = \frac{0.069 \times 58.5}{150} = 2.69\%$$

4. Яку густину (г/л за н.у.) має суміш, що містить 5% CO_2 , 70% N_2 та 25% O_2 за об'ємом. Відповідь: $\rho = (\sum \chi(\text{газу}) \times M(\text{газу})) / V_m = 1.33 \text{ g/l}$

ГРУПА 2 (середні задачі, 30 балів)

5. У суміші карбон (II) оксиду та карбон (IV) оксиду кількість молекул в 2,4 рази менша за кількість атомів.

5.1 Розрахуйте мольні частки газів в суміші.

Відповідь: Нехай карбон (II) оксиду – x моль, карбон (IV) оксиду – y моль, тоді:

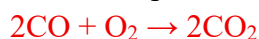
$$2.4 = \frac{2x + 3y}{x + y}$$

$$\frac{x}{y} = \frac{0.6}{0.4}$$

$$\chi(CO) = \frac{0.6}{1} = 60\%$$

$$\chi(CO_2) = 40\%$$

5.2 Напишіть рівняння реакції(й), що відбуваються при спалюванні цієї суміші.



5.3 Який об'єм кисню знадобиться для спалювання такої суміші об'ємом 10 л? (виміри об'ємів зроблено за однакових умов)

Відповідь: 3 киснем реагуватиме лише карбон (II) оксид:



$$V(O_2) = \frac{V(CO)}{2} = \frac{10 \times 0.6}{2} = 3 \text{ л}$$

- 6 Елемент А входить до бінарної сполуки N, яка зустрічається в природі як мінерал червоного кольору та в давнину використовувалась як пігмент. При спалюванні N утворюється проста речовина елементу А та трьохатомний бінарний газ М з відносною густиною за киснем 2.

6.1 Розрахуйте молярну масу газу М.

Відповідь: $M(\text{газу}) = 32 \times 2 = 64 \text{ g/mol}$

SO_2

6.2 Визначте елемент А, та сполуку N, якщо вміст А в N складає 86,24 % за масою.

Відповідь: $M(N) = 32 / (1 - 0.8624) = 232.56 \text{ г/моль}$, Звідки $A_r(A) = 232.56 - 32 = 200.56 \text{ а.о.м.}$

А – Hg, N – HgS.

6.3 Напишіть рівняння реакцій спалювання N.

Відповідь: $HgS + O_2 \rightarrow Hg + SO_2$

- 7 Елемент А який містить 15 електронів та 16 нейтронів, входить до складу газу К (н.у.). Одним з продуктів спалювання К на повітрі є вода.

7.1 Визначте елемент А та газ К.

Відповідь: Р, PH_3

7.2 Скільки нуклонів має А?

$15 + 16 = 31$

7.3 Напишіть рівняння реакцій горіння А та К в надлишку кисню.

Відповідь: $4P + 5O_2 = 2P_2O_5$

$4PH_3 + 8O_2 = 2P_2O_5 + 6H_2O$

ГРУПА 3 (складні задачі, 30 балів)

8. Бертолетова сіль ($KClO_3$) при нагріванні розкладається за двома паралельними реакціями:



При прожарюванні у відкритому посуді наважки бертолетової солі масою 49 г утворилося 42,3 г твердої суміші. При цьому $KClO_3$ в суміші не залишилося.

8.1 Яка маса кисню утворилася під час розкладу?

Відповідь: $m = (49 - 42,3) = 6.7 \text{ г}$

8.2 Які речовини знаходяться в твердій суміші після прожарювання?

Відповідь: KCl , $KClO_4$

8.3 Розставте коефіцієнти у рівняннях реакцій.

Відповідь:



8.4 **Визначте** масову частку KClO_4 в твердій суміші.

$$\text{Відповідь: } n(\text{KClO}_3) = 0.4 \text{ mol}$$

$$\text{KClO}_4 - 3x \text{ mol}$$

$$\text{KCl} - x+y \text{ mol}$$

$$4x + y = 0.4$$

$$x \cdot 74.5 + x \cdot 138.5 \cdot 3 + 74.5 \cdot y = 42.3$$

$$x = 0.065, y = 0.14 \text{ mol}$$

$$w(\text{KClO}_4) = 0.065 \cdot 3 \cdot 138.5 / 42.3 = 63.85\%$$

9. Чорний порошок – суміш калій нітрату, сірки та вуглецю «горить» з утворенням суміші двох газів та калій сульфід. Обидва гази не містять Сульфуру, а один з них є простою речовиною. Суміш цих газів, об'ємом 10 л пропустили крізь розчин барій гідроксиду. Утворився білий осад солі, що не містить Гідрогену.

9.1 Запишіть рівняння реакції «горіння» чорного порошку.



9.2 Який об'єм газової суміші не поглинувся розчином барій гідроксиду?

Відповідь: поглинувся CO_2 .

$$n(\text{N}_2)/n(\text{CO}_2) = 1/3$$

$$\text{Об'єм, що не поглинувся } (\text{N}_2) - 10 \cdot 0.25 = 2.5 \text{ л}$$

9.3 Яка маса чорного порошку необхідна для утворення 10 л газової суміші за н.у.?

$$\text{Відповідь: } n(\text{N}_2) = (10 \cdot 0.25) / 22.4 = 0.112 \text{ моль}$$

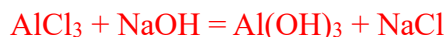
$$m(\text{суміші}) = 2n(\text{N}_2) \cdot M(\text{KNO}_3) + n(\text{N}_2) \cdot M(\text{S}) + 3n(\text{N}_2) \cdot M(\text{C}) = 30.24 \text{ г}$$

10. До 25,00 мл 2,000 %-го розчину алюміній хлориду було додано 6,000 мл розчину натрій гідроксиду. В ході додавання натрій гідроксиду спочатку утворився осад, який, в подальшому, частково розчинився. Маса осаду після додавання всього розчину NaOH дорівнює 131,5 мг. Розчин над осадом містить алюміній лише у складі одного аніону, який складається з трьох елементів та має **34,61 %** Алюмінію за масою. *Вважайте, що густина всіх розчинів дорівнює 1.*

10.1 **Розрахуйте та запишіть** формулу аніону, який містить Al в кінцевому розчині.

$$M(\text{аніону}) = 27 / 0.3461 = 78,01 \text{ г/моль} - [\text{Al}(\text{OH})_4]^- \text{ – із-за помилки в умові цей пункт не має коректного аналітичного розв'язку. – 0 балів.}$$

10.2 **Запишіть** рівняння реакцій, які описані в умові.



10.3 **Розрахуйте молярну концентрацію** розчину натрій гідроксиду.

Для $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$:

$$\text{Відповідь: } n(\text{NaOH}) = n(\text{Na}^+) = n(\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]) + n(\text{NaCl})$$

$$n(\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]) = n(\text{AlCl}_3) - n(\text{Al}(\text{OH})_3) = 0.011/3 - 0.1315/78 = 0.00206 \text{ моль,}$$

$$C(\text{NaOH}) = 0.013/0.00618 = 2.22 \text{ M}$$

Для $\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$:

$$\text{Відповідь: } n(\text{NaOH}) = n(\text{Na}^+) = 3n(\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]) + n(\text{NaCl})$$

$$n(\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]) = n(\text{AlCl}_3) - n(\text{Al}(\text{OH})_3) = 0.011/3 - 0.1315/78 = 0.00206 \text{ моль,}$$

$$C(\text{NaOH}) = (0.00206 \cdot 6 + 0.001686 \cdot 3)/0.006 = 2.903 \text{ M}$$

ОЦІНЮВАННЯ

Числові відповіді зараховуються при умові округлення до кількості значущих цифр, наведених в умові. Допустиме відхилення від правильної відповіді – 2%.

Рівень I

Задача	Відповідь
1	(10 балів за правильну відповідь, 0 балів за неправильну)
2	(10 балів за правильну відповідь, 0 балів за неправильну)
3	(10 балів за правильну відповідь, 0 балів за неправильну)
4	(10 балів за правильну відповідь, 0 балів за неправильну)

Рівень II

Задача 5

Завдання	Відповідь
5.1	4 бали за правильну відповідь, обчислені кількості CO та CO ₂
5.2	4 бали за урівняну реакцію, 0 балів за неправильну. 2 бали – за повністю правильні продукти та реагенти
5.3	2 бали за правильний об'єм

Задача 2

Завдання	Відповідь
6.1	4 бали за правильну молярну масу
6.2	4 бали за правильно визначені A та N. 2 бали, якщо лише правильний елемент A. Інше – 0.
6.3	2 бали за правильну урівняну реакцію, 0 балів за неправильну. 1 бал – за повністю правильні продукти та реагенти.

Задача 3

Завдання	Відповідь
7.1	4 бали за правильно визначені елемент А та газ К. 2 бали за лише елемент А. 0 – будь-які інші відповіді.
7.2	2 бали за правильну відповідь
7.3	4 бали за правильне рівняння реакції (урівняне). 2 бали – за повністю правильні продукти та реагенти.

Рівень III

Задача 1

Завдання	Відповідь
8.1	2 бали за правильну відповідь (масу кисню)
8.2	2 бали за правильну комбінацію речовин. Оцінюється лише повністю правильний список. Інше - 0
8.3	2 бали за правильну відповідь (урівняну реакцію), 0 балів за неправильну) Правильною вважається відповідь з двома повністю правильними наборами коефіцієнтів
8.4	4 бали за правильну відповідь (правильну масову частку)

Задача 2

Завдання	Відповідь
9.1	4 бали за правильно урівняну реакцію. 2 бали за лише повністю правильні продукти та реагенти реакції.
9.2	3 бали за правильний об'єм
9.3	3 бали за правильно визначену масу – 0 за неправильну.

Задача 3

Завдання	Відповідь
10.1	2 бали за правильно визначену формулу аніону
10.2	4 бали за правильні рівняння реакцій (повністю правильний перелік). 2 бали за лише повністю правильний набір продуктів та реагентів.
10.3	4 бали за правильну молярну концентрацію. Зараховуються обидва 2.22М та 2.903М

Завдання 8.1. Якісне визначення неорганічних речовин

Оцінка за задачу (заповнюється журі)

Питання	1.1	1.2	Сума
Оцінка	12	8	20
Перевірка			

1.1. Заповніть Таблицю 1

Таблиця 1

	BaCl ₂	Na ₂ CO ₃	Na ₂ SO ₄	HNO ₃	Бал
BaCl ₂		↓	↓	—	1×3 = 3
Na ₂ CO ₃	↓		—	↑	1×3 = 3
Na ₂ SO ₄	↓	—		—	1×3 = 3
HNO ₃	—	↑	—		1×3 = 3

1.2. Заповніть Таблицю 3

Таблиця 3

Пробірка	1	2	3	4	Бал
Речовина	Na ₂ CO ₃	HNO ₃	Na ₂ SO ₄	BaCl ₂	2×4 = 8

Завдання 8.2. Визначення кількісного складу суміші

Оцінка за задачу (заповнюється журі)

Питання	2.1	2.2	2.3	Сума
Оцінка	12	2	6	20
Перевірка				

2.1. Вкажіть масу кожного з компонентів суміші. **Розрахуйте** склад суміші у % за масою.

Речовина	Маса, г	Бал1	Масова частка, %	Бал2	2.1
SiO ₂	2,016	2	28,8	2	4
Na ₂ SO ₄	2,275	2	32,5	2	4
Zn	2,709	2	38,7	2	4

2.2. Напишіть рівняння реакції, згаданої в описі досліду.

$\text{Zn} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2\uparrow$	Бал 2 за повне рівняння 1 за схему без коефіцієнтів
--	--

2.3. Вкажіть назви посуду, який було використано в роботі.

Посуд №	Назва	Бал
1	Хімічний стакан	1,5
2	Конічна колба	1,5
3	Лійка	1,5
4	Скляна паличка	1,5