

**Завдання з розв'язками**  
**II етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з хімії**  
**2020-2021 н.р.**  
**9 клас**

**Тести 1-7. (10 балів)**

**Завдання 1-4 мають по чотири варіанти відповіді, з яких лише одна правильна. Максимальна оцінка за кожне правильно виконане завдання 1 бал.**

1. Укажіть йони, що утворюються у водному розчині під час дисоціації натрій сульфату.

- А  $2\text{Na}^+$  і  $\text{SO}_3^{2-}$   
 Б  $\text{Na}^+$  і  $\text{SO}_4^{2-}$   
 В  $2\text{Na}^+$  і  $\text{SO}_4^{2-}$   
 Г  $2\text{Na}^+$  і  $\text{S}^{2-}$

А	
Б	
В	+
Г	

2. У трьох пробірках А, Б, В знаходяться безколіорові розчини. Для визначення середовища розчинів у кожену пробірку додали декілька крапель індикатора метилового оранжевого. У пробірці А розчин став жовтим, у Б – рожевим, у В – оранжевим.

*Визначте правильні твердження*

- I. У пробірці В – нейтральне середовище.  
 II. При зливанні розчинів пробірок А і В середовище стане нейтральним.  
 III. При зливанні розчинів пробірок Б і В середовище залишиться кислотним.

- А I і II  
 Б I і III  
 В II і III  
 Г усі правильні

А	
Б	+
В	
Г	

3. Виберіть пару реагентів, реакція між якими є окисно-відновною.

- А кислота і луг  
 Б метал і кислота  
 В основний оксид і кислота  
 Г нерозчинна основа і кислота

А	
Б	+
В	
Г	

4. Обчисліть кількість речовини кальцій гідроксиду за рівнянням термохімічної реакції  $\text{CaO}_{(т)} + \text{H}_2\text{O}_{(г)} = \text{Ca}(\text{OH})_{2(т)}$ ;  $\Delta H = -65$  кДж, якщо виділилось 650 кДж теплоти.

- А 0,5 моль  
 Б 5 моль  
 В 10 моль  
 Г 4 моль

А	
Б	
В	+
Г	

**Завдання 5-7 передбачають встановлення відповідності між правим і лівим стовпчиками. Максимальна оцінка за кожне правильно виконане завдання 2 бали.**

5. Увідповідніть дисперсну систему з її видом.

*Дисперсна система*

- А зубна паста  
 Б дим  
 В пемза  
 Г джерельна вода

*Вид дисперсних систем*

- 1 емульсія  
 2 суспензія  
 3 аерозоль  
 4 тверда піна  
 5 істинний розчин

	1	2	3	4	5
А		+			
Б			+		
В				+	
Г					+

6. У відповідність окисно-відновні властивості Хрому з формулами його сполук.

*Властивості Хрому*

**А** тільки окисник

**Б** тільки відновник

**В** як окисник, так і відновник

*Формули сполук Хрому*

**1**  $\text{Cr}_2\text{O}_3$

**2**  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

**3**  $\text{Cr}$

	1	2	3
А		+	
Б			+
В	+		

7. У відповідність реагенти й ознаки хімічної реакції між ними.

*Реагенти*

**А**  $\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow$

**Б**  $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$

**В**  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} \rightarrow$

**Г**  $\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{HCl} \rightarrow$

*Ознаки хімічної реакції*

**1** виділення газу

**2** розчинення осаду

**3** випадіння осаду

**4** зміни відсутні

	1	2	3	4
А				+
Б			+	
В	+			
Г		+		

### Задача 1. (6 балів)

Сульфур(IV) оксид (сірчистий газ) має здатність убивати різні мікроби, тому ним обкурюють складські приміщення, підвали тощо, а також овочі та фрукти, щоб запобігти їхньому загниванню. Цей оксид масою 16 г пропустили через воду. Обчисліть масу натрій оксиду, що можна розчинити в утвореному розчині.

*Розв'язок*

1. Складаємо рівняння хімічних реакцій, що відбуваються за умовою задачі:



2. Обчислюємо кількість речовини  $\text{SO}_2$  за формулою:

$$n(\text{SO}_2) = \frac{m(\text{SO}_2)}{M(\text{SO}_2)} = \frac{16\text{г}}{64\text{г/моль}} = 0,25 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_3) = n(\text{SO}_2) = 0,25 \text{ моль}$$

3. За рівнянням (II) визначаємо кількість і масу натрій оксиду:

$$n(\text{Na}_2\text{O}) = n(\text{H}_2\text{SO}_3) = 0,25 \text{ моль}$$

$$m(\text{Na}_2\text{O}) = n \cdot M = 0,25 \text{ моль} \cdot 62 \text{ г/моль} = 15,5 \text{ г}$$

Відповідь: маса натрій оксиду, що можна розчинити в утвореному розчині, становить 15,5 г.

### Задача 2. (10 балів)

У трьох склянках міститься по 100 мл 0,1 М розчину  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  з густиною 1,012 г/мл. До однієї з них додали 60 мл води, до другої – 10 г сухого  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , а з третьої випарили 20 г води. Як змінилася масова частка в кожному випадку. Відповідь підтвердьте обчисленнями.

*Розв'язок*

1. Визначаємо масову частку  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  у вихідному розчині:

$$m(\text{р-ну}) = \rho(\text{р-ну}) \cdot V(\text{р-ну}) = 1,012 \text{ г/мл} \cdot 100 \text{ мл} = 101,2 \text{ г}$$

$$0,1 \text{ моль} \cdot 1000 \text{ мл}$$

$$x \text{ моль} \cdot 100 \text{ мл, тоді } x = 0,01 \text{ моль}$$

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,01 \text{ моль} \cdot 142 \text{ г/моль} = 1,42 \text{ г}$$

$$w = \frac{m(\text{Na}_2\text{SO}_4)}{m(\text{р-ну})} = \frac{1,42 \text{ г}}{101,2 \text{ г}} = 0,014 \text{ (або 14\%)}$$

2. Після того, як у першу склянку долили воду, маса одержаного розчину збільшилася на масу води:

$m(\text{H}_2\text{O}) = \rho(\text{H}_2\text{O}) \cdot V(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ г/мл} \cdot 60 \text{ мл} = 60 \text{ г}$ , тобто маса першого розчину дорівнює:  $m(\text{р-ну})_1 = m(\text{р-ну}) + m(\text{H}_2\text{O}) = 101,2 \text{ г} + 60 \text{ г} = 161,2 \text{ г}$ , а масова частка  $w_1$  у ньому становить:

$$w_1 = \frac{m(\text{Na}_2\text{SO}_4)}{m(\text{р-ну})} = \frac{1,42 \text{ г}}{161,2 \text{ г}} = 0,0088 \text{ (або 0,88\%)}$$

Отже, у першій склянці масова частка зменшилась у  $w/w_1 = 0,014/0,0088 = 1,6$  рази

3. У другій склянці після додавання 10 г  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  маса розчину становить:

$$m(\text{р-ну})_2 = m(\text{р-ну}) + m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 101,2 \text{ г} + 10 \text{ г} = 111,2 \text{ г}$$

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 1,42 \text{ г} + 10 \text{ г} = 11,42 \text{ г}$$

тоді масова частка у другому розчині:

$$w_2 = \frac{m(\text{Na}_2\text{SO}_4)}{m(\text{р-ну})_2} = \frac{11,42 \text{ г}}{111,2 \text{ г}} = 0,1027 \text{ (або 10,27\%)}$$

Отже, масова частка у другому розчині зросла у  $w_2/w = 0,1027/0,014 = 7,3$  рази

4. Маса розчину у третій склянці після випаровування 20 г води дорівнює:

$$m(\text{р-ну})_3 = m(\text{р-ну}) - m(\text{H}_2\text{O}) = 101,2 \text{ г} - 20 \text{ г} = 81,2 \text{ г}$$

Беручи до уваги, що маса речовини не змінилась, обчислюємо масову частку у третьому розчині:

$$w_3 = \frac{m(\text{Na}_2\text{SO}_4)}{m(\text{р-ну})_3} = \frac{1,42 \text{ г}}{81,2 \text{ г}} = 0,0175 \text{ (або 1,75\%)}$$

Отже, у третьому розчині масова частка теж зросла в  $w_3/w = 0,0175/0,014 = 1,25$  рази

Відповідь: першій склянці масова частка зменшилась у 1,6 рази;

масова частка у другому розчині зросла у 7,3 рази;

третьому розчині масова частка зросла у 1,25 рази.

### Задача 3. (10 балів)

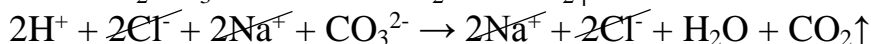
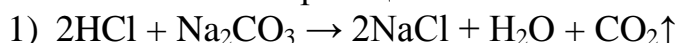
Лаборант, готуючись до практичної роботи, переплутав пробірки з реагентами, що за зовнішнім виглядом є прозорими безкольоровими розчинами. Проте він пам'ятає, що наливав розчини хлоридної кислоти, натрій сульфату, натрій карбонату, алюміній нітрату та барій хлориду. Допоможіть лаборанту розпізнати ці речовини, не використовуючи додаткових реагентів. Складіть план розпізнавання речовин і відповідні рівняння хімічних реакцій в молекулярній та йонних формах.

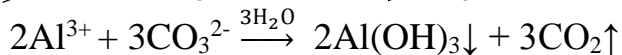
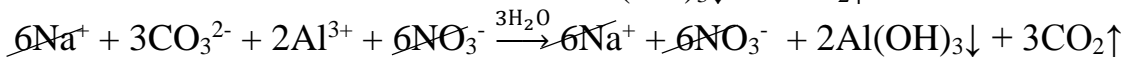
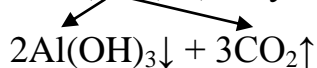
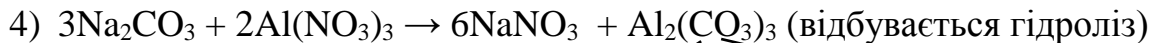
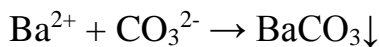
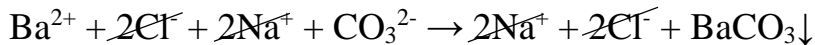
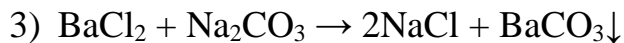
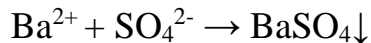
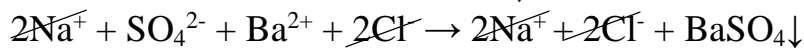
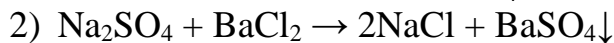
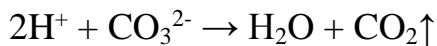
*Розв'язок*

Складаємо план уявного експерименту розпізнавання речовин.

Спостереження Формули речовин за умовою задачі	Формули реагентів					Висновок
	HCl	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	BaCl <sub>2</sub>	
HCl		---	↑	---	---	↑
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	---		---	---	↓б.	↓б.
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	↑	---		гідроліз ↓↑	↓б.	2↑, 2↓б.
Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	---	---	гідроліз ↓↑		---	↓↑
BaCl <sub>2</sub>	---	↓б.	↓б.	---		2↓б.

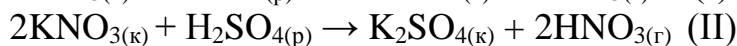
Рівняння хімічних реакцій:





#### Задача 4. (11 балів)

При одержанні нітратної кислоти із калій нітрату відбуваються наступні реакції:



При цьому відомо, що стандартні ентальпії утворення речовин становлять:

$$\Delta H^0(\text{HNO}_{3(\text{г})}) = -133,9 \text{ кДж/моль}, \Delta H^0(\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{р})}) = -811,3 \text{ кДж/моль},$$

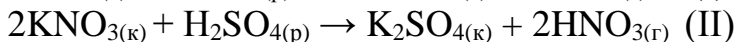
$$\Delta H^0(\text{K}_2\text{SO}_{4(\text{к})}) = -1433,44 \text{ кДж/моль}, \Delta H^0(\text{KNO}_{3(\text{к})}) = -492,71 \text{ кДж/моль},$$

$$\Delta H^0(\text{KHSO}_{4(\text{к})}) = -1158,1 \text{ кДж/моль}.$$

Обчисліть, скільки теплоти виділиться (чи поглинеться) при перетворенні калій нітрату масою 2 кг у нітратну кислоту, якщо 70% солі реагує за реакцією (I).

*Розв'язок*

1. Записуємо рівняння хімічних реакцій, що відбуваються відповідно до умови задачі:



2. Визначаємо стандартний тепловий ефект реакції (I):

$$\Delta H^0 = -133,9 + (-1158,1) - [-492,71 + (-811,3)] = 12,01 \text{ кДж}$$

3. Визначаємо стандартний тепловий ефект реакції (II):

$$\Delta H^0 = 2(-133,9) + (-1433,44) - [2(-492,71) + (-811,3)] = 95,48 \text{ кДж}$$

4. За реакцією (I) прореагує  $2000 \text{ г} \cdot 0,7 = 1400 \text{ г KNO}_3$ ,

а за реакцією (II)  $2000 \text{ г} - 1400 \text{ г} = 600 \text{ г KNO}_3$ .

5. За рівнянням (I) поглинеться  $\frac{1400 \cdot 12,01}{101} = 166,5 \text{ кДж теплоти}$

За рівнянням (II) поглинеться  $\frac{600 \cdot 95,48}{2 \cdot 101} = 283,6 \text{ кДж теплоти}$

6. Обчислюємо загальну кількість теплоти, що поглинеться:

$$166,5 + 283,6 = 450,1 \text{ кДж теплоти}.$$

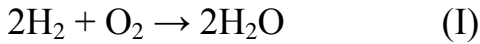
Відповідь: при перетворенні калій нітрату масою 2 кг у нітратну кислоту поглинеться 450,1 кДж теплоти.

#### Задача 5. (13 балів)

Суміш водню, метану та чадного газу, має густину 2,197 г/л за температури 0 °C і тиску 3 атм. Для спалювання цієї суміші об'ємом 150 мл потрібно 487,5 мл повітря (н.у.). Обчисліть об'ємні частки компонентів вихідної суміші. Об'ємна частка кисню в повітрі становить 20%.

*Розв'язок*

1. Складаємо рівняння відповідних хімічних реакцій:



$$2. M(\text{сум.}) = \frac{mRT}{PV} = \frac{\rho VRT}{PV} = \frac{\rho RT}{P} = \frac{2,197 \cdot 0,082 \cdot 273}{3} = 16,4 \text{ г/моль}$$

У 487,5 мл повітря міститься 487,5 мл  $\cdot 0,2 = 97,5$  мл  $\text{O}_2$ .

Складаємо пропорцію:

для спалювання 150 мл суміші потрібно 97,5 мл  $\text{O}_2$

для спалювання 1 мл суміші потрібно  $a$  мл  $\text{O}_2$

$$\text{отже, } a = \frac{1 \text{ мл} \cdot 97,5 \text{ мл}}{150 \text{ мл}} = 0,65 \text{ мл}$$

Якщо на спалювання 1 мл суміші потрібно 0,65 мл  $\text{O}_2$ , то на спалювання 1 моль суміші теж потрібно 0,65 мл  $\text{O}_2$ .

3. Припустимо, що спалили 1 моль вихідної суміші, в якій міститься  $x$  моль  $\text{H}_2$ ,  $y$  моль  $\text{CH}_4$  та  $z$  моль  $\text{CO}$ , тоді:  $m(\text{H}_2) = M(\text{H}_2) \cdot n(\text{H}_2) = 2x$  (г)

$$m(\text{CH}_4) = M(\text{CH}_4) \cdot n(\text{CH}_4) = 16y \text{ (г)}$$

$$m(\text{CO}) = M(\text{CO}) \cdot n(\text{CO}) = 28z \text{ (г)}$$

З рівняння реакції (I) випливає:  $n(\text{O}_2) = 1/2 n(\text{H}_2) = 0,5x$  моль

З рівняння реакції (II) випливає:  $n(\text{O}_2) = 2n(\text{CH}_4) = 2y$  моль

З рівняння реакції (III) випливає:  $n(\text{O}_2) = 1/2 n(\text{CO}) = 0,5z$  моль

4. Складаємо систему рівнянь:

$$\begin{cases} x + y + z = 1 \\ 0,5x + 2y + 0,5z = 0,65 \\ 2x + 16y + 28z = 16,4 \end{cases}$$

Звідси,  $x = 0,4$ ;  $y = 0,1$ ;  $z = 0,5$

5. Обчислюємо об'ємні частки компонентів вихідної суміші:

$$\varphi(\text{H}_2) = \frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{сум.})} = \frac{0,4 \text{ моль}}{1 \text{ моль}} = 0,4 \cdot 100\% = 40\%$$

$$\varphi(\text{CH}_4) = \frac{n(\text{CH}_4)}{n(\text{сум.})} = \frac{0,1 \text{ моль}}{1 \text{ моль}} = 0,1 \cdot 100\% = 10\%$$

$$\varphi(\text{CO}) = \frac{n(\text{CO})}{n(\text{сум.})} = \frac{0,5 \text{ моль}}{1 \text{ моль}} = 0,5 \cdot 100\% = 50\%$$

Відповідь:  $\varphi(\text{H}_2) = 40\%$ ,  $\varphi(\text{CH}_4) = 10\%$ ,  $\varphi(\text{CO}) = 50\%$

**Максимальна кількість балів – 60**