

**Завдання з розв'язками**  
**II етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з хімії**  
**2021-2022 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 пару речовин, що відповідає скороченому йонно-молекулярному рівнянню реакції:  $\text{Ba}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{BaCO}_3 \downarrow$ .

**A** BaO та CO<sub>2</sub>

**Б** BaSO<sub>4</sub> та Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

**В** Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> та Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

<b>A</b>	
<b>Б</b>	
<b>В</b>	+

2. У трьох пробірках А, Б, В знаходяться безбарвні розчини. Для визначення середовища розчинів у кожену пробірку додали декілька крапель індикатора метиловий оранжевий. У розчині пробірки А індикатор набув жовтого кольору, у Б – рожевого, у В – залишився оранжевим. Проаналізуйте наведені твердження

I. У розчині пробірки В – нейтральне середовище.

II. При зливанні розчинів із пробірок А і В середовище стане нейтральним.

III. При зливанні розчинів із пробірок Б і В середовище залишиться кислотним.

Правильні 3-поміж них лише

**A** I і II

**Б** I і III

**В** II і III

**Г** усі правильні

<b>A</b>	
<b>Б</b>	+
<b>В</b>	
<b>Г</b>	

3. Укажіть основну причину, що впливає на збільшення терміну зберігання харчових продуктів у вакуумних упаковках.

**A** відсутній доступ кисню

**Б** наявність інгібіторів

**В** збереження у холодильнику

**Г** перешкоджає проникненню мікробів

<b>A</b>	+
<b>Б</b>	
<b>В</b>	
<b>Г</b>	

4. Укажіть правильне твердження для реакції, що відбувається за схемою  $\text{Fe} + \text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$ .

**A** ступінь окиснення Хлору змінюється

**Б** ступінь окиснення Гідрогену не змінюється

**В** атом Феруму приєднує два електрони

**Г** Ферум є відновником

<b>A</b>	
<b>Б</b>	
<b>В</b>	
<b>Г</b>	+

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

5. Увідповідніть реагенти й ознаку хімічної реакції між ними.

*Реагенти*

**A** KOH + HCl →

**Б** K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + BaCl<sub>2</sub> →

**В** Fe(OH)<sub>3</sub> + HCl →

**Г** K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> + HCl →

*Ознаки хімічних реакцій*

**1** випадіння осаду

**2** розчинення осаду

**3** виділення газу

**4** зовнішні зміни відсутні

	<b>A</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>
<b>1</b>		+		
<b>2</b>			+	
<b>3</b>				+
<b>4</b>	+			

6. У відповідність іон і реактив для його виявлення в розчині.

*Йони*

**A**  $\text{Cl}^-$

**Б**  $\text{SO}_4^{2-}$

**В**  $\text{CO}_3^{2-}$

**Г**  $\text{H}^+$

*Реактиви*

**1** лакмус

**2**  $\text{HCl}$

**3** фенолфталеїн

**4**  $\text{BaCl}_2$

**5**  $\text{AgNO}_3$

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

7. У відповідність схему перетворення з числом електронів, відданих або приєднаних елементом.

*Схеми перетворень*

**A**  $\text{Mn}^{+4} \rightarrow \text{Mn}^{+7}$

**Б**  $\text{Mn}^{+4} \rightarrow \text{Mn}^{+2}$

**В**  $\text{Cl}^{+5} \rightarrow \text{Cl}^-$

**Г**  $\text{Cl}^0 \rightarrow \text{Cl}^-$

*Кількість відданих*

*або приєднаних електронів*

**1** +1

**2** +2

**3** -3

**4** +6

**5** +3

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

### Задача 1. (6 балів)

Воднева енергетика – це напрям вироблення та споживання енергії людиною, який базується на використанні водню як засобу для акумулювання, транспортування та вживання енергії населенням, транспортом та різними виробничими напрямками. У промисловості водень виробляється через перетворення пари, з використанням викопних видів палива (наприклад, природного газу, нафти чи вугілля). Невелика частина водню отримується шляхом електролізу води.

**A** Складіть термохімічні рівняння реакцій, якщо відомо, що під час спалювання вугілля виділяється 401 кДж теплоти, а під час розкладання води поглинається 572 кДж теплоти.

**Б** Обчисліть об'єм водню ( $\text{м}^3$ ), що виділиться при розкладанні води масою 12,6 кг.

**В** Обчисліть масу вугілля (кг), яку потрібно спалити для того, щоб отриманої теплоти вистачило для повного розкладу 12,6 кг води.

*Розв'язок*

**A**  $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2 + 401 \text{ кДж}$  (1)

$2\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_2 + \text{O}_2 - 572 \text{ кДж}$  (2)

**Б** Обчислення проводимо за рівнянням хімічної реакції (2):

$2\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_2 + \text{O}_2$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{12600 \text{ г}}{18 \text{ г/моль}} = 700 \text{ моль} \Rightarrow n(\text{H}_2) = 700 \text{ моль}$$

$$n = \frac{V}{V_m} \Rightarrow V = n \cdot V_m \Rightarrow V(\text{H}_2) = 700 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 15680 \text{ л} = 15,68 \text{ м}^3$$

**В** За термохімічним рівнянням (2) визначаємо кількість теплоти, що знадобиться для розкладу 12,6 кг води:

12,6 кг x кДж

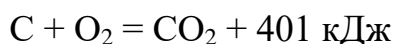
$$2\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_2 + \text{O}_2 - 572 \text{ кДж} \quad x = \frac{12,6 \cdot 572}{36} = 200,2 \text{ кДж}$$

2 · 18 г/моль

За термохімічним рівнянням (1) визначаємо масу вугілля, що знадобиться для одержання 200,2 кДж теплоти:

x кг

200,2 кДж



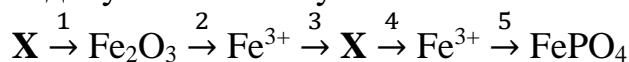
$$x = \frac{12 \cdot 200,2}{401} = 6 \text{ кг}$$

12 кг/моль

Відповідь: з 12,6 кг води утвориться 15,68 м<sup>3</sup> водню і для повного її розкладання знадобиться 6 кг вугілля.

## Задача 2. (10 балів)

Проаналізуйте наведену нижче схему:

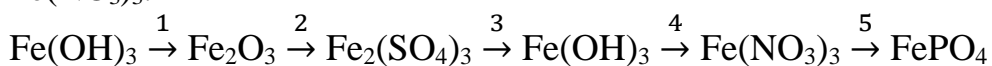


**А** Спрогнозуйте речовини **X** та  $Fe^{3+}$  (речовини утворені катіоном  $Fe^{3+}$  у схемі різні). Запишіть їх молекулярні формули та складіть повну схему перетворення речовин.

**Б** Запишіть молекулярні та йонно-молекулярні рівняння хімічних реакцій, за допомогою яких можна здійснити перетворення. Зазначте умови перебігу цих реакцій, укажіть їх типи та назви продуктів реакції.

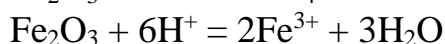
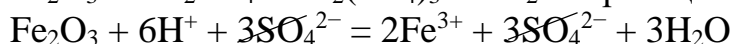
*Розв'язок*

**А** **X** –  $Fe(OH)_3$ ,  $Fe^{3+}$  – це можуть бути розчинні солі Феруму, наприклад  $Fe_2(SO_4)_3$ ,  $Fe(NO_3)_3$ .

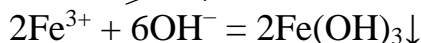
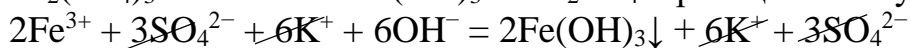


**Б** 1)  $Fe(OH)_3 \xrightarrow{t^0C} Fe_2O_3 + 3H_2O$  – реакція розкладу

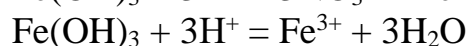
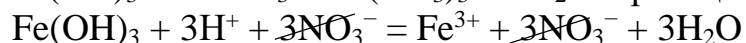
2)  $Fe_2O_3 + 3H_2SO_4 = Fe_2(SO_4)_3 + 3H_2O$  – реакція обміну



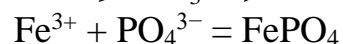
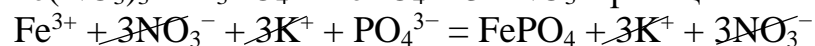
3)  $Fe_2(SO_4)_3 + 6KOH = 2Fe(OH)_3 + 3K_2SO_4$  – реакція обміну



4)  $Fe(OH)_3 + 3HNO_3 = Fe(NO_3)_3 + 3H_2O$  – реакція обміну



5)  $Fe(NO_3)_3 + K_3PO_4 = FePO_4 + 3KNO_3$  – реакція обміну



## Задача 3. (8 балів)

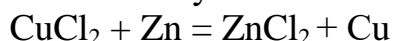
Цинкову пластинку масою 20 г занурили у розчин купрум(II) хлориду масою 300 г з масовою часткою солі 20%.

**А** Обчисліть масу пластинки після того, як прореагує  $\frac{1}{4}$  частина солі, що є в розчині.

**Б** Складіть електронний баланс для реакції, що відбувається за умовою задачі, визначте окисник і відновник, процеси окиснення та відновлення.

*Розв'язок*

**А** Більш активний метал Zn витискує менш активний за рівнянням:



Усього в розчині:  $m(CuCl_2) = 300 \text{ г} \cdot 0,2 = 60 \text{ г}$ .

За умовою реакції реагує  $\frac{1}{4}$  маси солі, тобто  $60 \text{ г} / 4 = 15 \text{ г}$

$M(\text{CuCl}_2) = 135 \text{ г/моль}$ ,  $M(\text{Zn}) = 65 \text{ г/моль}$ ,  $M(\text{Cu}) = 64 \text{ г/моль}$

За наведеним рівнянням проводимо обчислення:

$$n(\text{CuCl}_2) = \frac{15 \text{ г}}{135 \text{ г/моль}} = 0,11 \text{ моль}$$

$$n(\text{CuCl}_2) = n(\text{Zn}) = 0,11 \text{ моль}$$

$$m(\text{Zn}) = 0,11 \text{ моль} \cdot 65 \text{ г/моль} = 7,15 \text{ г}$$

Маса міді, що виділяється становить:

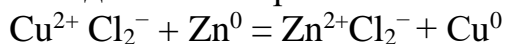
$$n(\text{CuCl}_2) = n(\text{Cu}) = 0,11 \text{ моль}$$

$$m(\text{Cu}) = 0,11 \text{ моль} \cdot 64 \text{ г/моль} = 7,04 \text{ г}$$

Після реакції маса пластинки складе:  $m(\text{пластинки}) = 20 \text{ г} - 7,15 \text{ г} - 7,04 \text{ г} = 5,81 \text{ г}$ .

Відповідь: маса пластинки після того, як прореагує  $\frac{1}{4}$  частина солі, буде становити 5,81 г.

**Б** Складаємо електронний баланс:

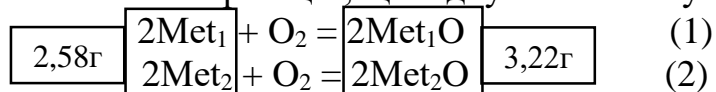


#### Задача 4. (13 балів)

При повному згорянні суміші двох двовалентних металів масою 2,58 г утворилася суміш оксидів масою 3,22 г, а при обробці суміші металів такої самої маси надлишком хлоридної кислоти виділився водень об'ємом 0,448 л (н.у.) і залишився нерозчинний залишок масою 1,28 г. Визначте метали, що були у вихідній суміші.

*Розв'язок*

Записуємо рівняння хімічних реакцій, що відбуваються за умовою задачі:



(2)



Отже,  $m(\text{Met}_1) = 2,58 \text{ г} - 1,28 \text{ г} = 1,3 \text{ г}$

$$n(\text{H}_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{0,448 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,02 \text{ моль}$$

За рівнянням реакції (1)  $n(\text{H}_2) = n(\text{Met}_1) = 0,02 \text{ моль}$

$$M(\text{Met}_1) = \frac{1,3 \text{ г}}{0,02 \text{ моль}} = 65 \text{ г/моль, отже } \text{Met}_1 - \text{Zn (Цинк), метал - цинк.}$$

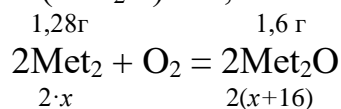
Тоді, рівняння (1) можна записати як  $2\text{Zn} + \text{O}_2 = 2\text{ZnO}$

$$n(\text{Zn}) = \frac{1,3 \text{ г}}{65 \text{ г/моль}} = 0,02 \text{ моль} \Rightarrow n(\text{Zn}) = n(\text{ZnO}) = 0,02 \text{ моль}$$

$$m(\text{ZnO}) = n \cdot M = 0,02 \text{ моль} \cdot 81 \text{ г/моль} = 1,62 \text{ г}$$

Отже, при повному згорянні суміші двох металів утворюється 1,62 г ZnO та

$$m(\text{Met}_2\text{O}) = 3,22 \text{ г} - 1,62 \text{ г} = 1,6 \text{ г}$$



$$\frac{1,28}{2x} = \frac{1,6}{2x+32}$$

$$1,28(2x+32) = 2x \cdot 1,6$$

$$2,56x + 40,96 = 3,2x$$

$$0,64x = 40,96$$

$x = 64 \Rightarrow \text{Met}_2 - \text{Cu}$  (Купрум), метал – мідь.

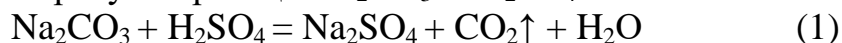
Відповідь: метали, що утворювали суміш – мідь та цинк.

### Задача 5. (13 балів)

До суміші натрій сульфату, натрій нітрату та натрій карбонату масою 52,2 г додано розчин 10%-ного  $\text{H}_2\text{SO}_4$  масою 117,6 г і отримано 2,688 дм<sup>3</sup> (н.у.) газу. До одержаного розчину додано надлишок розчину барій нітрату. Випав осад масою 55,92 г. Обчисліть масову частку натрій нітрату в суміші.

*Розв'язок*

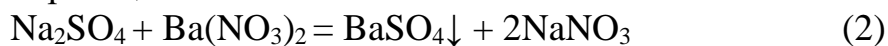
Газ виділяється лише за рахунок реакції  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  з  $\text{H}_2\text{SO}_4$ :



$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 117,6 \cdot \frac{0,1}{98} = 0,12 \text{ (моль)}$$

$$n(\text{CO}_2) = \frac{2,688}{22,4} = 0,12 \text{ (моль)} = n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(\text{Na}_2\text{SO}_4) \text{ за (1).}$$

Осад утворюється за реакцією:



$$n(\text{BaSO}_4) = \frac{55,92}{233} = 0,24 \text{ (моль)} = n(\text{Na}_2\text{SO}_4) \text{ за (2).}$$

Отже, решта 0,12 моль  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  утворилась за рахунок теж кількістю 0,12 моль  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , який був у вихідній суміші.

$$\text{Тоді, } m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,12 \text{ моль} \cdot 106 \text{ г/моль} = 12,72 \text{ (г).}$$

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,12 \text{ моль} \cdot 142 \text{ г/моль} = 17,04 \text{ (г).}$$

$$m(\text{NaNO}_3) = m(\text{сум.}) - [m(\text{Na}_2\text{CO}_3) + m(\text{Na}_2\text{SO}_4)] = 52,2 - (12,72 + 17,04) = 22,44 \text{ (г).}$$

$$w(\text{NaNO}_3) = \frac{22,44}{52,2} \cdot 100\% = 43\%.$$

**Максимальна кількість балів – 60**