

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

**Тести 1-7. (10 балів)**

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

1. Укажіть формулу солі, унаслідок гідролізу якої водневий показник у розчині набуває значення  $\text{pH} > 7$ .

- А  $\text{Na}_2\text{SO}_4$   
 Б  $\text{NaNO}_3$   
 В  $\text{Na}_3\text{PO}_4$   
 Г  $\text{MgCl}_2$

А	
Б	
В	+
Г	

2. Укажіть хімічний елемент, сполуки якого застосовують у сонячних батареях, комп'ютерних чипах.

- А Р  
 Б Sn  
 В С  
 Г Si

А	
Б	
В	
Г	+

3. Укажіть рядок, у якому перелічені назви лише ізомерів.

- А 2,3-диметилбутан, 2-метилпентан, 3-метилгексан  
 Б 2,2,3,3-тетраметилбутан, 2,2-диетилпентан, 2,3,4-триметилгексан  
 В 2-метилгексан, 3-метилгептан, 3-етилгексан  
 Г 2,2,3,3-тетраметилбутан, 2,3-диметилгексан, 3,4-диметилгексан

А	
Б	
В	
Г	+

4. Укажіть реакцію, що не є реакцією заміщення.

- А  $\text{CH}_2\text{Cl}_2 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{h\nu} \text{CHCl}_3 + \text{HCl}$   
 Б  $\text{C}_3\text{H}_8 + 2\text{Br}_2 \xrightarrow{t} \text{C}_3\text{H}_6\text{Br}_2 + 2\text{HBr}$   
 В  $\text{C}_3\text{H}_6 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{C}_3\text{H}_6\text{Br}_2$   
 Г  $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{Br}_2 \xrightarrow{\text{FeBr}_3} \text{C}_6\text{H}_5\text{Br} + \text{HBr}$

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 іон з електронною конфігурацією, що йому відповідає.

Іон	Електронна конфігурація
А $\text{Fe}^{+6}$	1 $3d^6 4s^2$
Б $\text{Fe}^{+3}$	2 $3d^5 4s^0$
В $\text{Fe}^0$	3 $3d^2 4s^0$
Г $\text{Fe}^{+2}$	4 $3d^2 4s^2$
	5 $3d^6 4s^0$

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

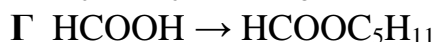
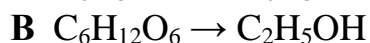
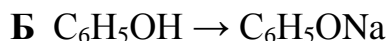
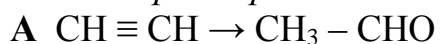
6. Увідповідніть реагенти з продуктами їх реакції.

Реагенти	Продукти реакцій
А $\text{Cu} + \text{HNO}_3(\text{розв.}) \rightarrow$	1 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
Б $\text{Cu} + \text{HNO}_3(\text{конц.}) \rightarrow$	2 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
В $\text{Mg} + \text{HNO}_3(\text{конц.}) \rightarrow$	3 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2 \uparrow$
Г $\text{Mg} + \text{HNO}_3(\text{розв.}) \rightarrow$	4 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{N}_2\text{O} \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
	5 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

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

7. У відповідність схему перетворення з типом її реакції.

*Схеми перетворення*



*Типи реакцій*

**1** естерифікації

**2** заміщення

**3** гідратації

**4** гідрування

**5** бродіння

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

### Задача 1. (7 балів)

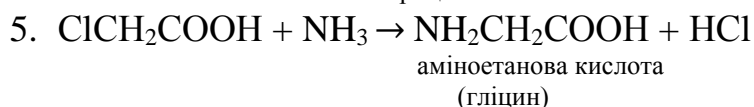
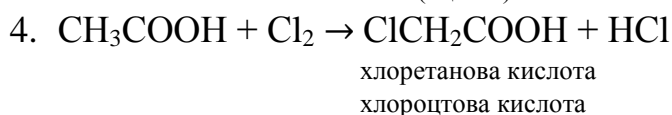
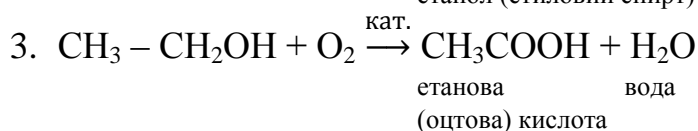
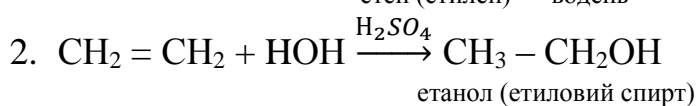
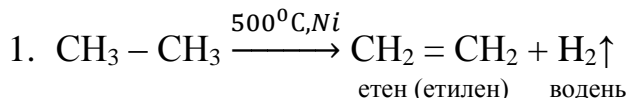
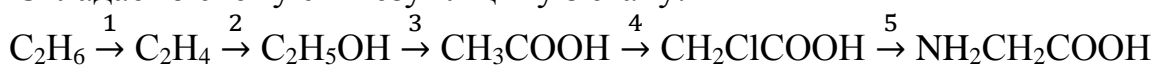
Однією з двадцяти амінокислот, що входять до складу білків є гліцин. В організмі ссавців він синтезується з холіну, а також з інших амінокислот. Проте його можна синтезувати і в лабораторних умовах.

**A** Складіть схему синтезу гліцину (аміноетанової кислоти) з етану. Запишіть відповідні рівняння хімічних реакцій, зазначивши умови їх проходження. Укажіть назви усіх продуктів реакцій.

**Б** Обчисліть масу гліцину, що можна добути з етану масою 60 г, якщо вихід кінцевого продукту становить 90% від теоретично можливого.

*Розв'язок*

**A** Складаємо схему синтезу гліцину з етану:



**Б 1.** Записуємо схему реакції одержання гліцину з етану:  $\text{C}_2\text{H}_6 \rightarrow \text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$

**2.** Відповідно до схеми, кількість атомів Карбону в  $\text{C}_2\text{H}_6$  дорівнює кількості атомів Карбону в  $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ , отже встановлюємо кількість атомів Карбону:

$$n(\text{C}_2\text{H}_6) = \frac{60\text{г}}{30\text{г/моль}} = 2 \text{ моль}$$

Отже,  $n(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}) = 2 \text{ моль}$

**3.** Обчислюємо теоретично можливу масу амінокислоти за рівнянням реакції:

$$m_{\text{теор.}}(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}) = 75 \text{ г/моль} \cdot 2 \text{ моль} = 150 \text{ г}$$

**4.** Обчислюємо масу практичну амінокислоти:

$$m_{\text{практ.}} = \frac{150\text{г} \cdot 90\%}{100\%} = 135 \text{ г}$$

Відповідь: з етану масою 60 г можна добути 135 г гліцину.

## Задача 2. (10 балів)

Фосфор кількісно виділили з 31 г кальцій ортофосфату, окиснили в атмосфері кисню і отриману речовину розчинили в 200 г 8,4%-го розчину калій гідроксиду. Обчисліть масові частки солей, що утворилися в результаті реакції, якщо утворюються тільки солі ортофосфатної кислоти.

*Розв'язок*

1. Обчислюємо кількість Фосфору, що виділили з кальцій ортофосфату:

$$n(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = \frac{m(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2)}{M(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2)} = \frac{31 \text{ г}}{310 \text{ г/моль}} = 0,1 \text{ моль}$$

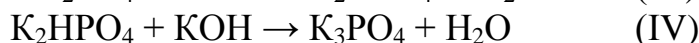
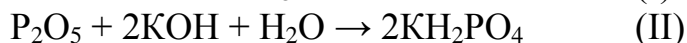
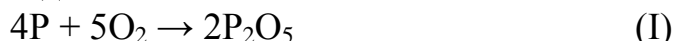
$$n(\text{P}) = 2n(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = 0,1 \text{ моль} \cdot 2 = 0,2 \text{ моль}$$

2. Обчислюємо кількість речовини КОН:

$$m(\text{KOH}) = 200 \text{ г} \cdot 0,084 = 16,8 \text{ г}$$

$$n(\text{KOH}) = \frac{m(\text{KOH})}{M(\text{KOH})} = \frac{16,8 \text{ г}}{56 \text{ г/моль}} = 0,3 \text{ моль}$$

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



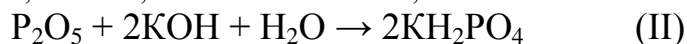
4. З рівняння (I) знаходимо кількість речовини  $\text{P}_2\text{O}_5$ :

$$n(\text{P}_2\text{O}_5) = 0,5n(\text{P}) = 0,5 \cdot 0,2 \text{ моль} = 0,1 \text{ моль, отже кількість } \text{P}_2\text{O}_5 \text{ у недостатці, порівняно з КОН.}$$

5. Кількість речовини КОН у 3 рази перевищує кількість речовини  $\text{P}_2\text{O}_5$ , тому аналізуємо рівняння хімічних реакцій II, III та IV:

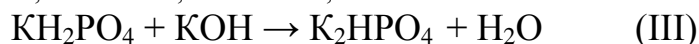
$$0,1 \text{ моль} \quad 0,2 \text{ моль}$$

$$0,2 \text{ моль}$$



на реакцію (II) пішло 0,1 моль  $\text{P}_2\text{O}_5$  та 0,2 моль КОН і утворилося 0,2 моль  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ . Залишилося 0,1 моль КОН (не вступив у реакцію).

$$0,1 \text{ моль} \quad 0,1 \text{ моль} \quad 0,1 \text{ моль}$$



Отже, КОН був використаний під час реакції (III), а тому реакція (IV) – не відбудеться і в розчині залишиться 0,1 моль  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  і 0,1 моль  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ .

6. Обчислюємо масу розчину, що складається з маси  $\text{P}_2\text{O}_5$  і маси розчину КОН:

$$m(\text{P}_2\text{O}_5) = n(\text{P}_2\text{O}_5) \cdot M(\text{P}_2\text{O}_5) = 0,1 \text{ моль} \cdot 142 \text{ г/моль} = 14,2 \text{ г}$$

$$m(\text{р-ну}) = 14,2 \text{ г} + 200 \text{ г} = 214,2 \text{ г}$$

7. Обчислюємо маси солей ортофосфатної кислоти, що утворилися в результаті реакцій:

$$m(\text{K}_2\text{HPO}_4) = n(\text{K}_2\text{HPO}_4) \cdot M(\text{K}_2\text{HPO}_4) = 0,1 \text{ моль} \cdot 174 \text{ г/моль} = 17,4 \text{ г}$$

$$m(\text{KH}_2\text{PO}_4) = n(\text{KH}_2\text{PO}_4) \cdot M(\text{KH}_2\text{PO}_4) = 0,1 \text{ моль} \cdot 136 \text{ г/моль} = 13,6 \text{ г}$$

8. Обчислюємо масові частки солей:

$$w(\text{K}_2\text{HPO}_4) = \frac{17,4 \text{ г}}{214,2 \text{ г}} = 0,081 \text{ або } 8,1\%$$

$$w(\text{KH}_2\text{PO}_4) = \frac{13,6 \text{ г}}{214,2 \text{ г}} = 0,063 \text{ або } 6,3\%$$

Відповідь: масові частки солей, що утворилися в результаті реакції становлять 8,1%  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  і 6,3%  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ .

### Задача 3. (10 балів)

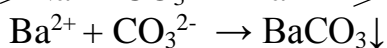
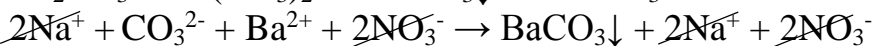
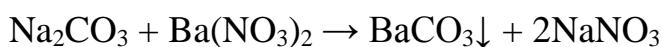
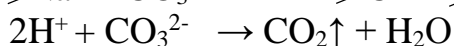
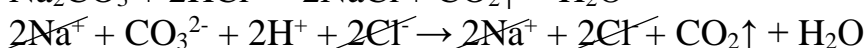
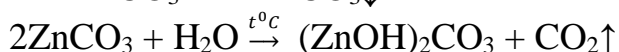
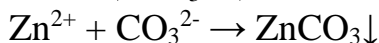
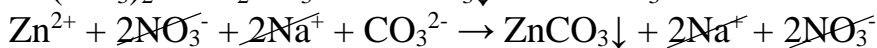
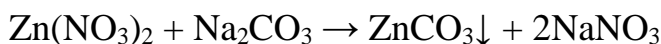
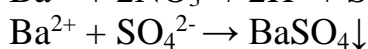
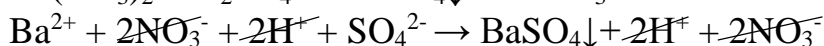
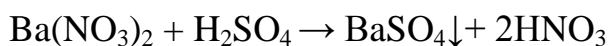
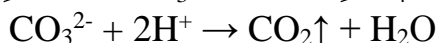
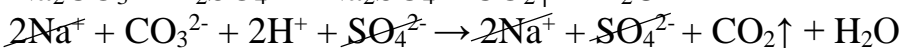
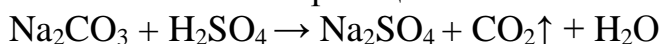
У п'ятьох пронумерованих пробірках без етикеток містяться розчини цинк нітрату, барій нітрату, хлоридної кислоти, сульфатної кислоти і натрій карбонату. Запропонуйте спосіб розпізнавання цих речовин, не використовуючи додаткових реагентів. Складіть план розпізнавання речовин і запишіть відповідні рівняння хімічних реакцій в молекулярній та йонних формах.

Розв'язок

Складаємо план уявного експерименту розпізнавання речовин.

Спостереження Формули речовин за умовою задачі	Реагенти					Висновок
	Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	HCl	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	
Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	---	---	---	---	↓ б. гідроліз	↓ б.
Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	---	---	---	↓ б	↓ б	2 ↓ б.
HCl	---	---	---	---	↑	↑
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	---	↓ б	---	---	↑	↓ б. ↑
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	↓ б. гідроліз	↓ б	↑	↑	---	↓ б. гідроліз ↓ б. 2 ↑

Рівняння хімічних реакцій:

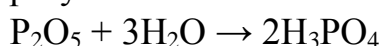


### Задача 4. (10 балів)

Суміш газів, що утворилася при спалюванні 9 г невідомої органічної речовини, спочатку пропустили над фосфор(V) оксидом, а потім крізь розчин кальцій гідроксиду. При цьому маса склянки з фосфор(V) оксидом збільшилась на 13,5 г, а в розчині лугу утворилось 12,5 г кальцій карбонату та 40,5 г кальцій гідрокарбонату. Визначте формулу невідомої речовини та дайте їй назву.

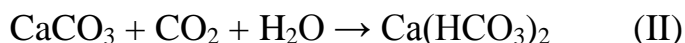
Розв'язок

1. Маса склянки з P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> збільшилася за рахунок вбирання води, що утворилася в результаті спалювання невідомої органічної речовини, отже відбулася реакція:



$$m(\text{H}_2\text{O}) = 13,5 \text{ г, тоді } n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{13,5 \text{ г}}{18 \text{ г/моль}} = 0,75 \text{ моль}$$

2. Другий продукт реакції спалювання органічної речовини, це вуглекислий газ. Він поглинається розчином кальцій гідроксиду:



$$n(\text{CaCO}_3) = \frac{12,5 \text{ г}}{100 \text{ г/моль}} = 0,125 \text{ моль}$$

$$n(\text{Ca(HCO}_3)_2) = \frac{40,5 \text{ г}}{162 \text{ г/моль}} = 0,25 \text{ моль}$$

3. Згідно з рівнянням (II), на утворення 0,25 моль  $\text{Ca(HCO}_3)_2$  було витрачено по 0,25 моль  $\text{CaCO}_3$  і  $\text{CO}_2$ . Отже, за рівняннями (I) і (II) повинно було утворитись  $0,25 \text{ моль} + 0,125 \text{ моль} = 0,375 \text{ моль}$   $\text{CaCO}_3$ .

Оскільки  $n(\text{CO}_2) = n(\text{CaCO}_3) \Rightarrow n(\text{CO}_2) = 0,375 \text{ моль}$ ;

усього витрачено  $n(\text{CO}_2) = 0,25 \text{ моль} + 0,375 \text{ моль} = 0,625 \text{ моль}$

4. Обчислюємо кількості та маси Карбону й Гідрогену.

$$n(\text{C}) = n(\text{CO}_2) = 0,625 \text{ моль} \Rightarrow m(\text{C}) = 12 \cdot 0,625 \text{ моль} = 7,5 \text{ г}$$

$$n(\text{H}) = 2n(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 0,75 \text{ моль} = 1,5 \text{ моль} \Rightarrow m(\text{H}) = 1 \cdot 1,5 \text{ моль} = 1,5 \text{ г}$$

5. Перевіряємо наявність Оксигену в складі органічної сполуки:

$$m(\text{O}) = 9 \text{ г} - (1,5 \text{ г} + 7,5 \text{ г}) = 0 \text{ г}, \text{ отже речовина не містить Оксигену.}$$

6. Встановлюємо формулу органічної речовини:

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) = 0,625 : 1,5 = 1 : 2,4 = 5 : 12, \text{ отже формула речовини } \text{C}_5\text{H}_{12}.$$

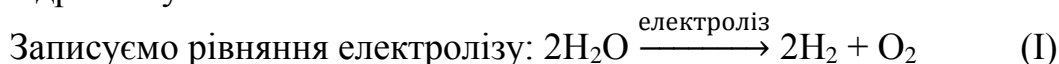
Відповідь: формула органічної речовини  $\text{C}_5\text{H}_{12}$  – пентан.

### Задача 5. (13 балів)

Густина за воднем суміші, що складається з ацетилену, пропену та етану – 14,8. Водню, одержаного при повному електролізі води об'ємом 57,86 мл, вистачило на повне гідрування ненасичених вуглеводнів, що містилися у вихідній суміші об'ємом 80 л. Виміри об'ємів газів проводилися за нормальних умов. Обчисліть об'ємні частки газів у вихідній суміші.

#### Розв'язок

1. Обчислюємо кількість водню, що виділилася під час електролізу води і пішла на гідроліз суміші газів:



$$m(\text{H}_2\text{O}) = \rho \cdot V = 1 \text{ г/мл} \cdot 57,86 \text{ мл} = 57,86 \text{ г}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m}{M} = \frac{57,86 \text{ г}}{18 \text{ г/моль}} = 3,2144 \text{ моль}$$

За рівнянням (I)  $n(\text{H}_2) = n(\text{H}_2\text{O}) = 3,2144 \text{ моль}$

2. Записуємо рівняння хімічних реакцій, що ілюструють процес гідрування.



3. Обчислюємо загальну кількість суміші газів:

$$n(\text{сум.}) = \frac{V(\text{сум.})}{V_m} = \frac{80 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 3,5714 \text{ моль}$$

4. Складаємо пропорцію і обчислюємо кількість водню, що було витрачено на гідрування 1 моль суміші газів:

на гідрування 3,5714 моль суміші витратили 3,2144 моль  $\text{H}_2$

на гідрування 1 моль суміші витратили  $a$  моль  $\text{H}_2$

$$a = \frac{1 \text{ моль} \cdot 3,2144 \text{ моль}}{3,5714 \text{ моль}} = 0,9 \text{ моль}$$

5. Припустимо, що було 1 моль вихідної суміші і вона містила  $x$  моль  $C_2H_2$ ,  $y$  моль  $C_3H_6$  та  $z$  моль  $C_2H_6$ . Тоді:  $m(C_2H_2) = M \cdot n = 26x$  (г)

$$m(C_3H_6) = M \cdot n = 42y \text{ (г)}$$

$$m(C_2H_6) = M \cdot n = 30z \text{ (г)}$$

З рівняння (II):  $n(H_2) = 2n(C_2H_2) = 2x$  моль

З рівняння (III):  $n(H_2) = n(C_3H_6) = y$  моль

6. Обчислюємо молекулярну масу суміші:

$$M(\text{сум.}) = M(H_2) \cdot D(H_2) = 2 \cdot 14,8 = 29,6 \text{ г/моль}$$

7. Складаємо систему рівнянь:

$$\begin{cases} x + y + z = 1 \\ 2x + y = 0,9 \\ 26x + 42y + 30z = 29,6 \end{cases}$$

$$x = 0,4 \text{ моль, } y = 0,1 \text{ моль, } z = 0,5 \text{ моль}$$

8. Обчислюємо об'ємні частки газів у вихідній суміші:

$$\varphi(C_2H_2) = \frac{0,4 \text{ моль}}{1 \text{ моль}} \cdot 100\% = 40 \%$$

$$\varphi(C_3H_6) = \frac{0,1 \text{ моль}}{1 \text{ моль}} \cdot 100\% = 10 \%$$

$$\varphi(C_2H_6) = \frac{0,5 \text{ моль}}{1 \text{ моль}} \cdot 100\% = 50 \%$$

Відповідь: склад вихідної суміші становить 40%  $C_2H_2$ , 10%  $C_3H_6$  і 50%  $C_2H_6$ .

**Максимальна кількість балів – 60**