

**Завдання з розв'язками**  
**II етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з хімії**  
**2021-2022 н.р.**  
**10 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. Мідну дротинку скрутили у спіраль, нагріли у полум'ї спиртівки до утворення чорного нальоту. Потім опустили у пробірку з етанолом.

Проаналізуйте наведені твердження.

I. Чорний наліт на поверхні мідної дротинки зникає.

II. У результаті хімічної реакції утворюється речовина зі специфічним запахом.

А правильне лише I

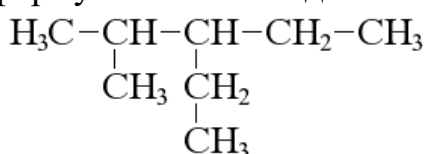
Б правильне лише II

В немає правильних

Г обидва правильні

А	
Б	
В	
Г	+

2. Укажіть назву вуглеводню за систематичною номенклатурою, структурна формула якого наведена



А 2-метил-3-етилпентан

Б 3-етил-2-метилпентан

В 3-етил-4-метилпентан

Г 3-етил-4,4-диметилбутан

А	
Б	+
В	
Г	

3. У колбу налили етанол об'ємом 3-4 мл і долили до нього стільки ж води. Вміст колби ретельно перемішали. У результаті експерименту

А шар етанолу зібрався на поверхні води

Б шар етанолу зібрався на дні колби

В етанол розчинився у воді з виділенням тепла

Г етанол утворив на поверхні плівку

А	
Б	
В	+
Г	

4. Укажіть твердження, що відносяться до гліцеролу:

1 безбарвна в'язка, солодка на смак рідина

2 безбарвна рідина, що має різкий специфічний запах

3 застосовується для виготовлення настоянок

4 у воді розчиняється добре

5 у воді розчиняється погано

6 використовується як зм'якшувальний засіб у парфумерії

А	
Б	+
В	
Г	

А 1, 2, 5

В 2, 3, 4

Б 1, 4, 6

Г 3, 4, 6

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

5. Увідповідніть відмінність властивостей двох речовин із її причиною.

*Властивості речовин*

*Причини*

А за н.у. метанол – рідина, а метаналь – газ

Б  $t_{\text{кип.}}$  пентану вища за метану

В золото пластичне, а кухонна сіль – крихка

Г йодидна кислота сильна, а флуоридна – слабка

1 довжина хімічного зв'язку

2 наявність водневих зв'язків

3 відмінність кратних зв'язків

4 відмінність кристалічних ґраток

5 відмінність молекулярних мас

Відповідь: А2, Б5, В4, Г1

6. У відповідність назву речовини з одним із способів її добування.

Назви речовин

Способи добування

А бензен

1 дегідрування пропану

Б етен

2 повне гідрування етину

В етин

3 тримеризація етину

Г етан

4 дегідрування етану

5 гідроліз кальцій ацетиленіду  $\text{CaC}_2$

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

7. У відповідність схему перетворення з типом хімічної реакції.

Схеми хімічних реакцій

Типи хімічних реакцій

А  $\text{CH} \equiv \text{CH} \rightarrow \text{CH}_3 - \text{CHO}$

1 естерифікації

Б  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{ONa}$

2 заміщення

В  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

3 гідратації

Г  $\text{HCOOH} \rightarrow \text{HCOOC}_5\text{H}_{11}$

4 гідрування

5 бродіння

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

### Задача 1. (6 балів)

Вуглеводень, що набув широкого застосування у синтезі полімерних матеріалів, має густину за вуглекислим газом 2,4 і складається з 90,57% Карбону і 9,43% Гідрогену.

А Установіть молекулярну формулу цього вуглеводню.

Б Складіть структурні формули трьох ізомерів визначеного вуглеводню, дайте їм назви.

Розв'язок

Обчислюємо молярну масу ізомеру:

$$M(\text{C}_x\text{H}_y) = 2,4 \cdot 44 \text{ г/моль} = 105,6 \text{ г/моль} = 106 \text{ г}$$

Визначаємо елементний склад сполуки:

$$M(\text{C}) = 106 \text{ г/моль} \cdot 0,9057 = 96 \text{ г/моль}$$

$$N(\text{C}) = \frac{96}{12} = 8 \text{ атомів}$$

$$M(\text{H}) = 106 \text{ г/моль} \cdot 0,0943 = 9,996 \text{ г/моль} = 10 \text{ г/моль}$$

$$N(\text{H}) = \frac{10}{1} = 10 \text{ атомів}$$

Таким чином, молекулярна формула кожного з ізомерів  $\text{C}_8\text{H}_{10}$ .

Наявність різних дипольних моментів передбачає, що ця речовина – диметилбензол (ксилол), причому пара-ксилол має нульовий дипольний момент, орто-ксилол має кут між зв'язками  $60^\circ$ , тому його дипольний момент буде більше, ніж у мета-ксилолу (кут дорівнює  $120^\circ$ ).

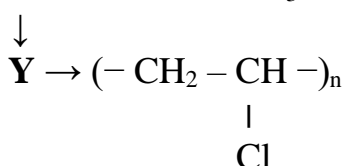
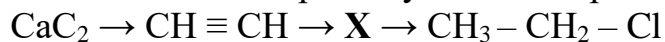
Речовина X – орто-ксилол (1,2-диметилбензол)

Речовина Y – мета-ксилол (1,3-диметилбензол)

Речовина Z – пара-ксилол (1,4-диметилбензол)

### Задача 2. (10 балів)

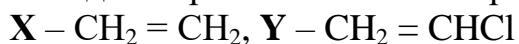
У схемі наведено два синтези: хлороетану та поліхлороетену з кальцій карбиду:



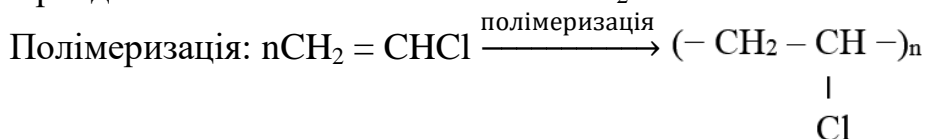
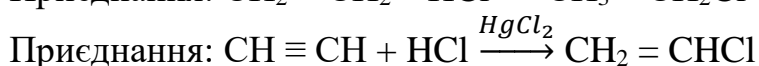
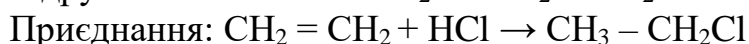
- А** Спрогнозуйте речовини **X** та **Y**, запишіть їх молекулярні формули.
- Б** Запишіть рівняння хімічних реакцій, що відображають постадійний синтез хлороетану (вінілхлориду) та поліхлороетену (полівінілхлориду). Зазначте умови перебігу цих реакцій та укажіть їх типи.
- В** Обчисліть масу кальцій карбїду з масовою часткою домішок 7%, яку потрібно взяти для добування ацетилену об'ємом 33,6 л (н.у.).

*Розв'язок*

- А** Складаємо рівняння хімічних реакцій синтезу вінілхлориду та полівінілхлориду.



- Б** Гідратація:  $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH} \equiv \text{CH} + \text{Ca(OH)}_2$



- В** За умовою задачі відбувається реакція  $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH} \equiv \text{CH} + \text{Ca(OH)}_2$

$$n(\text{C}_2\text{H}_2) = \frac{33,6\text{л}}{22,4\text{л/моль}} = 1,5 \text{ моль}$$

$$n(\text{C}_2\text{H}_2) = n(\text{CaC}_2) \Rightarrow n(\text{CaC}_2) = 1,5 \text{ моль}$$

$$m(\text{CaC}_2)_{\text{чистий}} = nM = 1,5 \text{ моль} \cdot 64 \text{ г/моль} = 96 \text{ г}$$

$$w(\text{CaC}_2) = 100\% - 7\% = 93\%$$

$$m(\text{CaC}_2)_{\text{технічний}} = \frac{m(\text{CaC}_2)_{\text{чистий}}}{w(\text{CaC}_2)} = \frac{96 \text{ г}}{0,93} = 103,23 \text{ г}$$

**Відповідь:** маса кальцій карбїду з масовою часткою домішок 7% становить 103,23 г.

### Задача 3. (10 балів)

До винаходу електричних ламп спалахів у фотосправі використовували магній у якості спалаху, завдяки його здатності горіти на повітрі з виділенням великої кількості світла і тепла. При спалюванні магнію масою 30 г виділялося 751,5 кДж теплоти.

- А** Складіть термохімічне рівняння реакції горіння магнію.

- Б** Обчисліть масу (г) магній оксиду, що утворилася при реакції окиснення магнію, якщо при цьому виділилося 1500 кДж теплоти.

- В** Визначте речовину **X** за схемою  $\text{Mg} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{X} + \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ . Розставте коефіцієнти методом електронного балансу, визначте окисник і відновник.

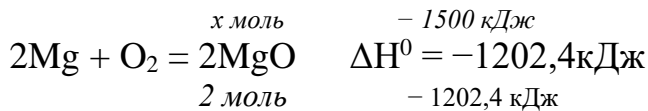
- Г** Складіть два рівняння хімічних реакцій: ОВР та йонного обміну, що характеризують хімічні властивості речовини **X**.

*Розв'язок*

- А** Обчислюємо тепловий ефект реакції:

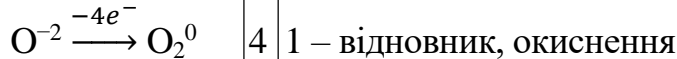
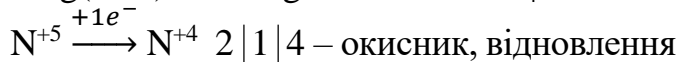
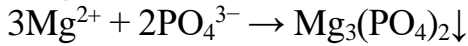
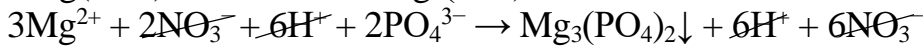
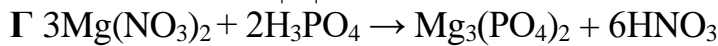
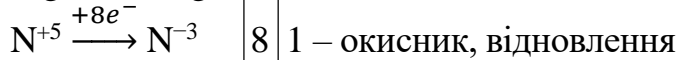
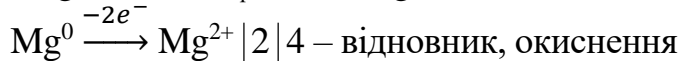
$$\begin{array}{ccc} 30 \text{ г} & - 751,5 \text{ кДж} & \\ 2\text{Mg} + \text{O}_2 = 2\text{MgO} & x & = \frac{48 \cdot 751,5}{30} = 1202,4 \text{ (кДж)} \\ 48 \text{ г/моль} & x \text{ кДж} & \end{array}$$

- Б** Так як тепловий ефект реакції уже відомий, то можна записати термохімічне рівняння, за допомогою якого обчислити масу магній оксиду:



$$x = \frac{2 \text{ моль} \cdot 1500 \text{ кДж}}{1202,4 \text{ кДж}} = 2,495 \text{ моль}$$

$$m(\text{MgO}) = M \cdot n = 40 \text{ г/моль} \cdot 2,495 \text{ моль} = 99,8 \text{ г}$$

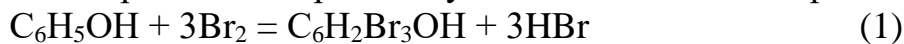


#### Задача 4. (11 балів)

Для нейтралізації розчину масою 80 г, що містить фенол та етанову кислоту знадобилося 177,8 мл 10%-го розчину калій гідроксиду (густина 1,08 г/мл). При додаванні до такої ж кількості суміші надлишку брому випав осад масою 33,1 г. Обчисліть масові частки (%) фенолу й етанової кислоти в розчині.

*Розв'язок*

З двох речовин із бромом буде взаємодіяти лише фенол за реакцією:



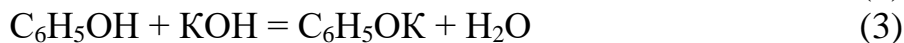
За умовою задачі в осад випало 33,1 г трибромфенолу. Отже обчислюємо його кількість:

$$n(\text{C}_6\text{H}_2\text{Br}_3\text{OH}) = \frac{33,1 \text{ г}}{331 \text{ г/моль}} = 0,1 \text{ моль}$$

$$n(\text{C}_6\text{H}_2\text{Br}_3\text{OH}) = n(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) \Rightarrow n(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = 0,1 \text{ моль}$$

$$m(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = 0,1 \text{ моль} \cdot 94 \text{ г/моль} = 9,4 \text{ г}$$

З етановою кислотою та фенолом реагує калій гідроксид.



$$m_{p-nu}(\text{KOH}) = \rho V = 1,08 \text{ г/мл} \cdot 177,8 \text{ мл} = 192,024 \text{ г}$$

$$m(\text{KOH}) = 192,024 \text{ г} \cdot 0,1 = 19,2 \text{ г}$$

$$n(\text{KOH}) = \frac{19,2 \text{ г}}{56 \text{ г/моль}} = 0,343 \text{ моль}$$

Оскільки по рівнянню хімічної реакції (3)  $n(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = n(\text{KOH})$ , то  $n(\text{KOH}) = 0,1 \text{ моль}$ , тобто після цієї реакції залишиться  $0,343 \text{ моль} - 0,1 \text{ моль} = 0,243 \text{ моль}$ . Ця кількість КОН вступе в реакцію з етановою кислотою.

За рівнянням реакції (2)  $n(\text{KOH}) = n(\text{CH}_3\text{COOH}) \Rightarrow n(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,243 \text{ моль}$

$$\text{Тоді, } m(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,243 \text{ моль} \cdot 60 \text{ г/моль} = 14,58 \text{ г}$$

Обчислюємо масові частки фенолу й етанової кислоти:

$$w(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = \frac{9,4 \text{ г}}{80 \text{ г}} \times 100\% = 11,75\%$$

$$w(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{14,58\text{г}}{80\text{г}} \times 100\% = 18,225\%$$

Відповідь: масові частки фенолу й етанової кислоти в розчині 11,75% і 18,225% відповідно.

### Задача 5. (13 балів)

На взаємодію суміші заліза і міді масою 11,2 г витратили хлор, одержаний обробкою 17,4 г манган(IV) оксиду надлишком концентрованої хлоридної кислоти.

**А** Обчисліть кількість речовини (моль) міді, що містилася у вихідній суміші.

**Б** Обчисліть масову частку (%) заліза в суміші.

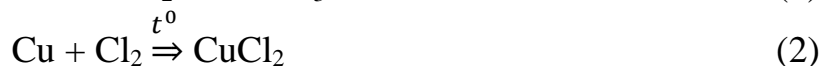
*Розв'язок*

**А** Знаходимо кількість речовини хлору:



$$n(\text{MnO}_2) = \frac{m(\text{MnO}_2)}{M(\text{MnO}_2)} = \frac{17,4}{87} = 0,2 \text{ (моль)} = n(\text{Cl}_2)$$

Далі:



Нехай в суміші металів було  $x$  моль заліза і  $y$  моль міді, то згідно рівнянь (1) і (2) необхідна кількість речовини хлору дорівнює  $1,5x$  (моль) за (1) і  $y$  моль за (2).

$$\text{Тоді, } 1,5x + y = 0,2$$

Маса металів у суміші дорівнюватиме  $56x$  (г) та  $64y$  (г) заліза і міді відповідно.

$$\text{Тоді, } 56x + 64y = 11,2$$

Отже, отримуємо систему двох рівнянь з двома невідомими, яку розв'язуємо.

$$\begin{cases} 1,5x + y = 0,2 \\ 56x + 64y = 11,2 \\ y = 0,2 - 1,5x \\ 56x + 64(0,2 - 1,5x) = 11,2 \end{cases}$$

$$\text{Звідки } x = 0,04$$

Таким чином, у суміші була кількість речовини заліза  $n(\text{Fe}) = 1,5 \cdot 0,04 = 0,06$  (моль).

$$\text{Тоді } n(\text{Cu}) = y = 0,2 - 0,06 = 0,14 \text{ (моль)}.$$

$$\text{Б } m(\text{Fe}) = 0,06 \text{ моль} \cdot 56 \text{ г/моль} = 3,36 \text{ г}$$

$$w(\text{Fe}) = \frac{3,36 \text{ г}}{11,2\text{г}} \times 100\% = 30\%$$

Відповідь: кількість речовини міді, що містилася у вихідній суміші, становить 0,14 моль, а масова частка заліза – 30%.

**Максимальна кількість балів – 60**