

Завдання з розв'язками
II етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з хімії
2020-2021 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. Укажіть пару речовин, розчини яких необхідно використати, щоб виконати перехід $\text{Cr}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3 \downarrow$

- А $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{NaOH} \rightarrow$
 Б $\text{CrCl}_3 + \text{NaOH} \rightarrow$
 В $\text{Cr} + \text{NaOH} \rightarrow$
 Г $\text{Cr} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$

А	
Б	+
В	
Г	

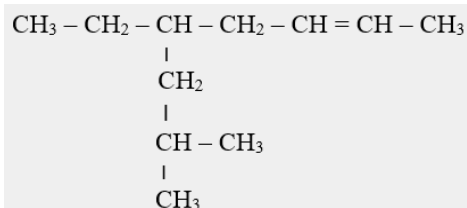
2. Укажіть формулу речовини, в якій Бром може виявляти тільки відновні властивості.

- А NaBrO
 Б NaBrO₃
 В Br₂
 Г FeBr₃

А	
Б	
В	
Г	+

3. Укажіть назву сполуки за номенклатурою IUPAC

- А 4-етил-2-метилокт-6-ен
 Б 5-етил-7-метилокт-2-ен
 В 2-метил-4-етилокт-6-ен
 Г 5-ізобутилгепт-2-ен



А	
Б	+
В	
Г	

4. Укажіть реакцію, що не є реакцією заміщення.

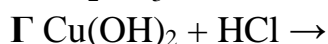
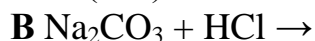
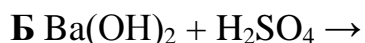
- А $\text{CH}_2\text{Cl}_2 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{h\nu} \text{CHCl}_3 + \text{HCl}$
 Б $\text{C}_3\text{H}_8 + 2\text{Br}_2 \xrightarrow{t} \text{C}_3\text{H}_6\text{Br}_2 + 2\text{HBr}$
 В $\text{C}_3\text{H}_6 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{C}_3\text{H}_6\text{Br}_2$
 Г $\text{C}_6\text{H}_6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

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 реагенти й ознаки хімічної реакції між ними.

Реагенти



Ознаки хімічної реакції

1 виділення газу

2 розчинення осаду

3 випадіння осаду

4 зміни відсутні

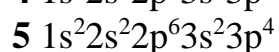
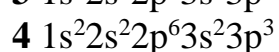
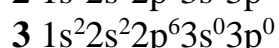
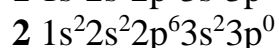
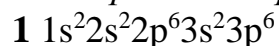
	1	2	3	4
А				+
Б			+	
В	+			
Г		+		

6. Увідповідніть іон з електронною конфігурацією, що йому відповідає.

Іон



Електронна конфігурація



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

7. У відповідність схему перетворення з типом хімічної реакції.

Схеми перетворень

А пентан → 2-метилбутан

Б бензен → хлоробензен

В етин → етан

Г етан → етен

Типи хімічних реакцій

1 заміщення

2 гідрування

3 ізомеризація

4 окиснення

5 дегідрування

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

Задача 1. (6 балів)

Обчисліть об'єм розчину сульфатної кислоти ($\rho = 1,03$ г/мл) з масовою часткою 4,5% необхідного для взаємодії з технічним натрій карбонатом масою 50 г, що містить 16% домішок, які не реагують з кислотами.

Розв'язок

1. Обчислюємо масову частку натрій карбонату у технічному зразку:

$$w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 100\% - w(\text{домішок}) = 100\% - 16\% = 84\%$$

2. Визначаємо масу та кількість чистого натрій карбонату в зразку:

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = m(\text{Na}_2\text{CO}_3)_{\text{техн.}} \cdot w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 50 \cdot 0,84 = 42 \text{ г}$$

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{m(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{M(\text{Na}_2\text{CO}_3)} = \frac{42 \text{ г}}{106 \text{ г/моль}} = 0,396 \text{ моль}$$

3. Складаємо рівняння хімічної реакції, що відбувається відповідно до умови задачі:



$$\text{Отже, } n(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,396 \text{ моль}$$

4. Обчислюємо об'єм розчину сульфатної кислоти:

$$w(p - \text{ни}) = \frac{m(p - \text{ни})}{m(p - \text{ну})} \cdot 100\% \Rightarrow m(p - \text{ну}) = \frac{m(p - \text{ни})}{w(p - \text{ни})}$$

$$V(p - \text{ну}) = \frac{m(p - \text{ну})}{\rho(p - \text{ну})} \Rightarrow \frac{m(p - \text{ни})}{0,045 \cdot 1,03 \text{ г/мл}}$$

$$V(p - \text{ну}) = \frac{42 \text{ г}}{0,045 \cdot 1,03 \text{ г/мл}} = 906 \text{ мл}$$

Відповідь: об'єм розчину сульфатної кислоти становить 906 мл.

Задача 2. (9 балів)

При спалюванні 1,44 г речовини одержали 0,53 г натрій карбонату (кальцинованої соди), 1,456 л карбон(IV) оксиду (н.у.) та 0,45 г води. Визначте молекулярну формулу речовини та дайте їй назву.

Розв'язок

1. Обчислюємо кількість складових суміші одержаної після спалювання:

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{0,53 \text{ г}}{106 \text{ г/моль}} = 0,005 \text{ моль}$$

$$n(\text{Na}) = 2n(\text{Na}_2\text{CO}_3) \Rightarrow n(\text{Na}) = 2 \cdot 0,005 \text{ моль} = 0,01 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{0,45 \text{ г}}{18 \text{ г/моль}} = 0,025 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}) = 2n(\text{H}_2\text{O}) \Rightarrow n(\text{H}) = 2 \cdot 0,025 \text{ моль} = 0,05 \text{ моль}$$

$$n(\text{CO}_2) = \frac{1,456 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,065 \text{ моль}$$

Оскільки Карбон входить до складу і Na_2CO_3 і CO_2 , то

$$n(\text{C}) = n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,005 \text{ моль}$$

$$n(\text{C}) = n(\text{CO}_2) = 0,065 \text{ моль}$$

$$\text{Отже, } n(\text{C}) = n(\text{Na}_2\text{CO}_3) + n(\text{CO}_2) = 0,005 \text{ моль} + 0,065 \text{ моль} = 0,07 \text{ моль}$$

2. Визначаємо, чи є в сполучі Оксиген і якщо є, то яка його кількість:
 $m(\text{Na} + \text{C} + \text{H}) = 23 \cdot 0,01 + 12 \cdot 0,07 + 1 \cdot 0,05 = 0,23 + 0,84 + 0,05 = 1,12 \text{ г}$
 $m(\text{O}) = 1,44 \text{ г} - 1,12 \text{ г} = 0,32 \text{ г}$
 $n(\text{O}) = \frac{0,32 \text{ г}}{16 \text{ г/моль}} = 0,02 \text{ моль}$
3. Встановлюємо формулу сполуки:
 $n(\text{Na}) : n(\text{C}) : n(\text{O}) : n(\text{H}) = 0,01 : 0,07 : 0,02 : 0,05 = 1 : 7 : 2 : 5$
 Отже, формула речовини $\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_2\text{Na}$ або $\text{C}_6\text{H}_5\text{COONa}$ – натрій бензоат.
Відповідь: молекулярна формула речовини $\text{C}_6\text{H}_5\text{COONa}$ – натрій бензоат.

Задача 3. (9 балів)

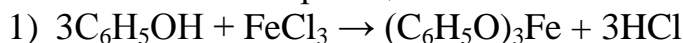
У п'ятьох пронумерованих пробірках без етикеток містяться водні розчини: фенолу, гліцеролу, мурашиної кислоти, етанової кислоти та глюкози. Складіть план розпізнавання речовин, використовуючи додаткові реагенти, а не органолептичні властивості речовин. Запишіть відповідні рівняння хімічних реакцій в молекулярній формі.

Розв'язок

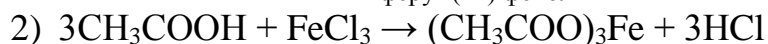
Складаємо план уявного експерименту розпізнавання речовин.

Спостереження Формули речовин за умовою задачі	Додаткові реактиви			
	FeCl_3	$\text{Cu}(\text{OH})_2$ (свіжовиготовлений)	$\text{Ag}_2\text{O} +$ амоніачний розчин + $t^0 \text{ C}$	Na_2CO_3
$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$	фіолетовий колір р-ну			
$\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$		яскраво-синій колір р-ну		
HCOOH			срібний осад	$\uparrow \text{CO}_2$
$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$		р-н яскраво- синього кольору, що при нагріванні стає жовтий \rightarrow червоний	срібний осад	
CH_3COOH	слабко-виражене червоно-буре забарвлення р-ну			$\uparrow \text{CO}_2$

Рівняння хімічних реакцій:

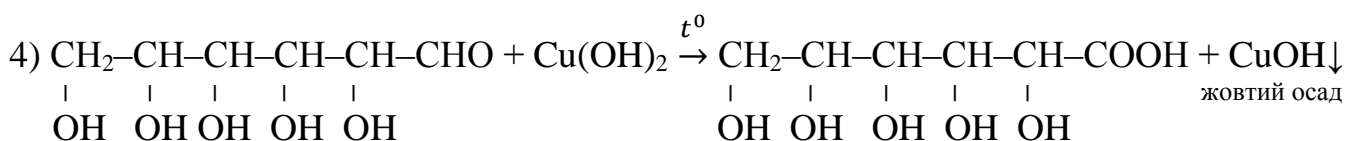
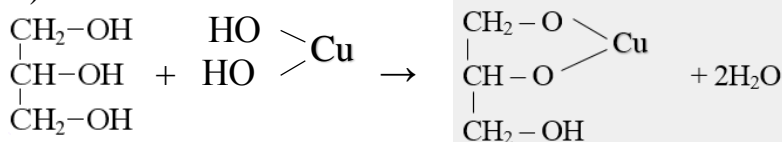


ферум(III) фенолят

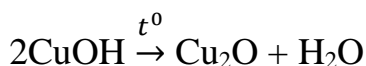


ферум(III) ацетат

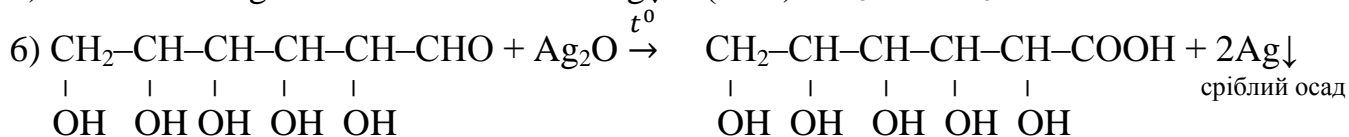
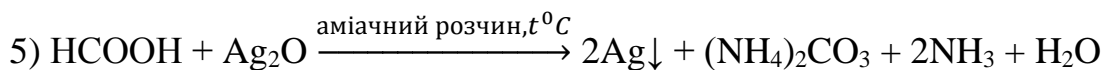
3)



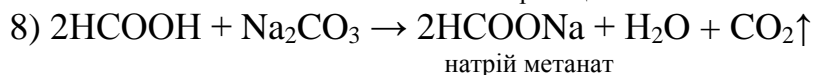
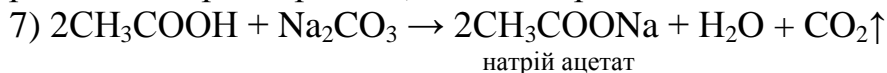
жовтий осад



жовтий осад червоний осад



Додатково, або в якості альтернативи, можна ще використати для розпізнавання речовин натрій карбонат, що дасть реакції на кислоти:

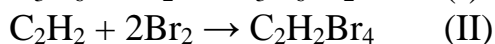
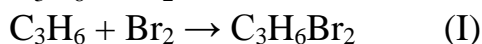
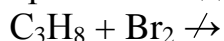


Задача 4. (12 балів)

Суміш пропану, пропену й ацетилену об'ємом 20,16 л (н.у.) пропустили крізь водний розчин брому масою 3,2 кг з масовою часткою брому 5,0 %. Об'єм газу, що не увібрався, склав 6,72 л (н.у.). Для повного знебарвлення бромної води витратили 13 г цинкового порошку. Обчисліть об'ємні частки газів у вихідній суміші.

Розв'язок

1. Складаємо рівняння хімічних реакцій, що відбуваються між складовими суміші і бромною водою:



2. Обчислюємо кількість бромну, що вступив у реакцію з пропеном та ацетиленом за реакціями (I) і (II):

$$m(\text{Br}_2) = m(\text{Br}_{2\text{р-ну}}) \cdot w(\text{Br}_2) = 3200 \text{ г} \cdot 0,05 = 160 \text{ г}$$

$$n(\text{Br}_2) = \frac{m(\text{Br}_2)}{M(\text{Br}_2)} = \frac{160 \text{ г}}{160 \text{ г/моль}} = 1 \text{ моль}$$

$$n(\text{Zn}) = \frac{m(\text{Zn})}{M(\text{Zn})} = \frac{13 \text{ г}}{65 \text{ г/моль}} = 0,2 \text{ моль}$$

З рівняння (III) випливає, що $n(\text{Br}_2) = n(\text{Zn}) \Rightarrow n(\text{Br}_2) = 0,2 \text{ моль}$

Тоді за рівнянням реакції I і II прореагувало $1 \text{ моль} - 0,2 \text{ моль} = 0,8 \text{ моль Br}_2$.

3. Обчислюємо кількість пропану, що не вступив у реакцію, та кількість суміші газів, що прореагувала з бромною водою.

$$n(\text{сум.}) = \frac{V(\text{сум.})}{V_m} = \frac{20,16 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,9 \text{ моль}$$

$$n(\text{C}_3\text{H}_8) = \frac{V(\text{C}_3\text{H}_8)}{V_m} = \frac{6,72 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,3 \text{ моль}$$

Тоді, сумарна кількість $n(\text{C}_3\text{H}_6) + n(\text{C}_2\text{H}_2) = n(\text{сум.}) - n(\text{C}_3\text{H}_8)$

$n(\text{C}_3\text{H}_6 + \text{C}_2\text{H}_2) = 0,9 \text{ моль} - 0,3 \text{ моль} = 0,6 \text{ моль}$ суміші вступило в реакцію з бромною водою.

4. Припустимо, що $n(\text{C}_3\text{H}_6) = x \text{ моль}$, тоді $n(\text{C}_2\text{H}_2) = (0,6 - x) \text{ моль}$

З рівняння (I) випливає: $n(\text{Br}_2) = n(\text{C}_3\text{H}_6) = x \text{ моль}$

З рівняння (II) випливає: $n(\text{Br}_2) = 2n(\text{C}_2\text{H}_2) = 2(0,6 - x) \text{ моль}$

Складаємо рівняння: $x + 2(0,6 - x) = 0,8$

$$x + 1,2 - 2x = 0,8$$

$$-1x = -0,4 \Rightarrow x = 0,4 \text{ моль}$$

$$n(\text{C}_2\text{H}_2) = 0,6 \text{ моль} - 0,4 \text{ моль} = 0,2 \text{ моль}$$

Отже, вихідна суміш містила 0,4 моль C_3H_6 , 0,3 моль C_3H_8 , 0,2 моль C_2H_2 .

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

$$\varphi(C_3H_6) = \frac{n(C_3H_6)}{n(\text{сум.})} = \frac{0,4}{0,9} = 0,444 \text{ або } 44,4\%$$

$$\varphi(C_2H_2) = \frac{n(C_2H_2)}{n(\text{сум.})} = \frac{0,2}{0,9} = 0,222 \text{ або } 22,2\%$$

$$\varphi(C_3H_8) = 100\% - 44,4\% - 22,2\% = 33,4\%$$

Відповідь: об'ємні частки газів у вихідній суміші становлять 44,4% C_3H_6 , 22,2% C_2H_2 , 33,4% C_3H_8 .

Задача 5. (14 балів)

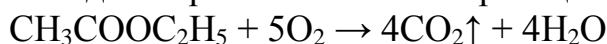
При спалюванні пари етилацетату в кисні виділилося 620 кДж теплоти. Не прореагувало 20,16 л кисню (за температури 30 °C і тиску 106 кПа).

А Визначте масові частки компонентів у вихідній суміші, якщо відомо, що теплоти утворення карбон(IV) оксиду, пари води та пари етилацетату дорівнюють відповідно – 393,5 кДж/моль, – 241,8 кДж/моль та – 486,6 кДж/моль.

Б Запишіть рівняння хімічних реакцій, що ілюструють синтез етилацетату з кальцій карбідом.

Розв'язок

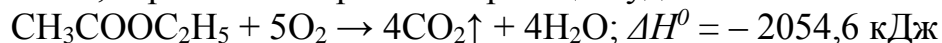
А 1. Складаємо рівняння хімічної реакції горіння етилацетату:



2. Обчислюємо стандартний тепловий ефект цієї реакції:

$$\Delta H^0 = 4 \cdot (-393,5) + 4 \cdot (-241,8) - (-486,6) = -2054,6 \text{ кДж}$$

Отже, термохімічне рівняння реакції буде:



3. Складаємо пропорцію:

при спалюванні 1 моль естеру виділилося 2054,6 кДж теплоти

при спалюванні x моль естеру виділилося 620 кДж теплоти

$$x = \frac{1 \text{ моль} \cdot 620 \text{ кДж}}{2054,6 \text{ кДж}} = 0,3018 \text{ моль}$$

З рівняння реакції спалювання етилацетату випливає що:

$$n(O_2) = 5n(CH_3COOC_2H_5) = 5 \cdot 0,3018 \text{ моль} = 1,509 \text{ моль}$$

4. Обчислюємо об'єм кисню (н.у.), який не прореагував:

$$V_0(O_2) = \frac{T_0 P_1 V_1}{P_0 T_1} = \frac{273 \cdot 106 \cdot 20,16 \text{ л}}{101,325 \cdot 303} = 19 \text{ л}$$

$$n(O_2) = \frac{V(O_2)}{V_m} = \frac{19 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,8483 \text{ моль}$$

Отже, вихідна суміш містила $n(O_2) = 0,8483 \text{ моль} + 1,509 \text{ моль} = 2,3573 \text{ моль}$

5. Обчислюємо маси компонентів суміші:

$$m(O_2) = n(O_2) \cdot M(O_2) = 2,3573 \text{ моль} \cdot 32 \text{ г/моль} = 75,43 \text{ г}$$

$$m(CH_3COOC_2H_5) = n(CH_3COOC_2H_5) \cdot M(CH_3COOC_2H_5) = 0,3018 \text{ моль} \cdot 88 \text{ г/моль} = 26,56 \text{ г}$$

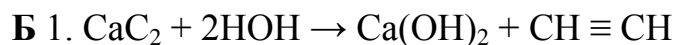
Отже, маса суміші становить:

$$m(\text{сум.}) = 75,43 \text{ г} + 26,56 \text{ г} = 101,99 \text{ г}$$

6. Обчислюємо масові частки компонентів суміші:

$$w(O_2) = \frac{m(O_2)}{m(\text{сум.})} = \frac{75,43 \text{ г}}{101,99 \text{ г}} = 0,74 \text{ або } 74\%$$

$$w(CH_3COOC_2H_5) = 100\% - 74\% = 26\%$$



Відповідь: масові частки компонентів у вихідній суміші становлять 74% O_2 та 26% $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$

Максимальна кількість балів – 60