

Завдання з розв'язками
II етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з хімії
2019-2020 н.р.
11 клас

Тести 1-8. (8 балів)

Завдання 1-8 мають по чотири варіанти відповіді, з яких лише одна правильна. Знайдіть і позначте її. Максимальна оцінка за кожне правильно виконане завдання 1 бал.

1. Укажіть формулу речовини, що має немолекулярну будову.

A I₂

B SO₂

B H₂

Г K₂S

А	Б	В	Г
			x

2. За будовою молекули спрогнозуйте властивості метилметакрилату, структурна формула якого $\text{CH}_2 = \text{C} - \text{COOCH}_3$, і проаналізуйте твердження



Чи є з-поміж них правильні?

I. Взаємодіє з бромною водою.

II. Вступає в реакцію гідролізу.

A правильне лише I

Б правильне лише II

В обидва правильні

Г немає правильних

А	
Б	
В	x
Г	

3. Укажіть схему реакції, в якій Нітроген є окисником.

A $\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightarrow$

B $\text{HNO}_3(\text{розб.}) + \text{Mg} \rightarrow$

Б $\text{NH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow$

Г $\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow$

А	Б	В	Г
		x	

4. Закінчіть речення: «Під час хімічної реакції KOH із SO₂, кількості речовин яких відносяться як 1:1, утвориться ...»

A K₂SO₄

B KHSO₃

Б K₂SO₃

Г KHSO₄

А	Б	В	Г
		x	

5. Дайверам, які використовують балони з повітрям, не рекомендують занурюватися занадто глибоко, адже при підвищеному тиску це небезпечно для життя. Якщо все ж таки треба зануритися на велику глибину, використовують суміші газів, у яких азот замінено на інший інертний газ. Укажіть причину.

A азот перетворюється на нітратну кислоту

Б азот може спричинити сп'яніння та наркоз

В азот руйнує кисень в балонах

Г азот перетворюється на амоніак

А	
Б	x
В	
Г	

6. При потраплянні на шкіру нітратна кислота викликає утворення жовтих плям. Укажіть причину.

A це якісна реакція на визначення ліпідів у шкірі

Б це біуретова реакція – якісна реакція на визначення білків

В з вуглеводами нітратна кислота утворює речовини яскраво-жовтого кольору

Г з білками нітратна кислота утворює речовини яскраво-жовтого кольору

А	
Б	
В	
Г	x

Завдання 7 передбачає встановлення відповідності між правим і лівим стовпчиками. Максимальна оцінка за правильно виконане завдання 2 бали.

7. Установіть відповідність між формулою аніону та якісною реакцією на нього.

Формула аніону	Якісна реакція
1 SO_4^{2-}	A + $\text{Ag}^+ \rightarrow$ білий сироподібний осад
2 PO_4^{3-}	B + $\text{Pb}^{2+} \rightarrow$ чорний осад
3 Cl^-	B + $\text{Ag}^+ \rightarrow$ жовтий осад
4 S^{2-}	Г + $\text{Cu}^{2+} \rightarrow$ блакитний осад
	Д + $\text{Ba}^{2+} \rightarrow$ білий осад, нерозчинний у кислотах

	А	Б	В	Г	Д
1					x
2			x		
3	x				
4		x			

Задача 1. (8 балів)

У надлишку сульфатної кислоти розчинили зразок технічного цинку масою 5,14 г, в якому масова частка нерозчинних домішок дорівнює 2%. Визначте, чи вистачить утвореного водню для того, щоб повністю відновити мідь із купрум(II) оксиду масою 6,4 г.

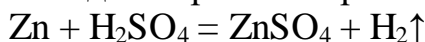
Розв'язок

1. Обчислюємо масу цинку в зразку.

$$w(\text{Zn}) = 100\% - 2\% = 98\% \text{ або } 0,98$$

$$m(\text{Zn}) = 0,98 \cdot 5,14 \text{ г} = 5,04 \text{ г}$$

2. Складаємо рівняння реакції, відповідно до умови задачі.

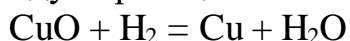


3. Обчислюємо кількість речовини цинку і водню, що виділився в результаті реакції:

$$n(\text{Zn}) = \frac{5,04\text{г}}{65\text{г/моль}} = 0,0775\text{моль}$$

$$n(\text{Zn}) = n_1(\text{H}_2) = 0,0775 \text{ моль}$$

4. Визначаємо, чи вистачить одержаного водню на відновлення міді із купрум(II) оксиду за реакцією:



Обчислюємо кількість речовини купрум(II) оксиду і водню, потрібного для повного відновлення міді з оксиду.

$$n(\text{CuO}) = \frac{m}{M} = \frac{6,4\text{г}}{80\text{г/моль}} = 0,08\text{моль}$$

$$n_2(\text{H}_2) = n(\text{CuO}) = 0,08 \text{ моль}$$

$n_2(\text{H}_2) > n_1(\text{H}_2)$, що означає, що одержаного водню не вистачить для повного відновлення міді з купрум(II) оксиду.

Відповідь: утвореного водню не вистачить на відновлення міді.

Задача 2. (8 балів)

Під час згоряння органічної речовини масою 4,5 г утворилися вуглекислий газ об'ємом 4,48 л, азот об'ємом 1,12 л і вода об'ємом 6,3 мл (об'єми наведено за н.у.).

А Знайдіть молекулярну формулу цієї речовини, якщо відомо, що відносна густина її парів за воднем дорівнює 22,5.

Б Складіть структурну формулу цієї речовини і дайте їй назву. Наведіть можливі ізомери і дайте їм назви.

Розв'язок

- На підставі аналізу продуктів реакції складаємо ймовірну молекулярну формулу органічної речовини – $C_xH_yO_zN_d$.
- Обчислюємо кількості речовин і маси хімічних елементів, що входять до складу органічної сполуки.

$$n(C) = n(CO_2) = 4,48 : 22,4 = 0,2(\text{моль}); \quad m(C) = 12 \cdot 0,2 = 2,4 (\text{г});$$

$$n(N) = 2n(N_2) = 2 \cdot 1,12 : 22,4 = 0,1 (\text{моль}); \quad m(N) = 14 \cdot 0,1 = 1,4 (\text{г});$$

$$m(H_2O) = 6,3 \text{ мл} \cdot 1 \text{ г/мл} = 6,3 \text{ г};$$

$$n(H) = 2n(H_2O) = 2 \cdot 6,3 : 16 = 0,7 \text{ моль}; \quad m(H) = 1 \cdot 0,7 = 0,7(\text{г});$$

$$m(O) = 4,5 - (2,4 + 1,4 + 0,7) = 0, \text{ Оксигену в складі органічної речовини немає.}$$

- Обчислюємо мольні співвідношення:

$$n(C):n(H):n(N) = \frac{2,4}{12} : \frac{0,7}{1} : \frac{1,4}{14} = 0,2:0,7:0,1 = 2:7:1$$

Найпростіша формула речовини C_2H_7N , $M(C_2H_7N) = 45 \text{ г/моль}$

- Обчислюємо молярну масу речовини за відносною густиною за воднем:

$$D_{H_2} = \frac{M}{M(H_2)}; \quad M = D_{H_2} \cdot M(H_2) = 22,5 \cdot 2 = 45(\text{г/моль})$$

Отже дійсна формула речовини C_2H_7N .

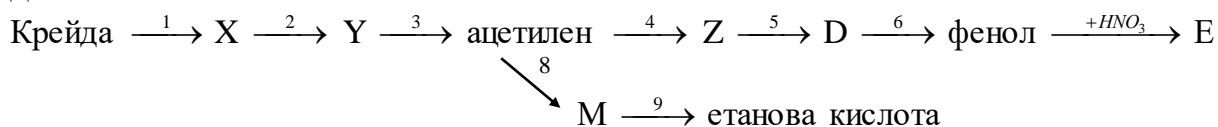
Б Складаємо структурну формулу цієї речовини і даємо їй назву.

$CH_3 - CH_2 - NH_2$ – етанамін або етиламін (первинний амін)

$CH_3 - NH - CH_3$ – диметиламін (вторинний амін)

Задача 3. (10 балів)

Складіть рівняння реакцій за нижче наведеною схемою, зазначивши умови їх проведення:

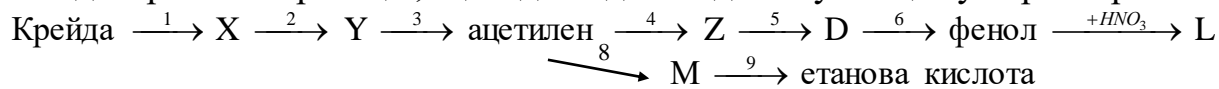


А Визначте речовини X, Y, Z, D, E, M. Укажіть умови проходження реакцій.

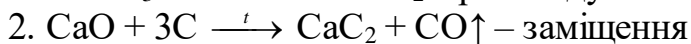
Б Укажіть типи реакцій та назвіть усі продукти реакцій.

Розв'язок

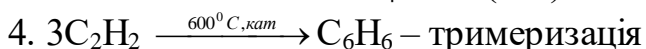
Складіть рівняння реакцій, що відповідають даному ланцюгу перетворення:



X – CaO – кальцій оксид



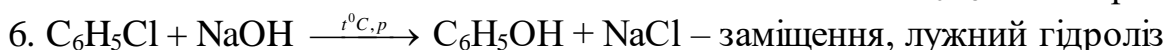
Y – CaC_2 – кальцій карбід



Z – C_6H_6 – бензен



D – C_6H_5Cl – хлоробензен



E – 2,4,6-тринітрофенол

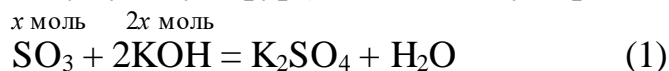
8. $C_2H_2 + H_2O \xrightarrow{HgSO_4} CH_3CHO$ – гідратація **М** – CH_3CHO – оцтовий альдегід
 9. $CH_3CHO + 2Cu(OH)_2 \xrightarrow{t} CH_3COOH + Cu_2O + 2H_2O$, або
 $CH_3CHO + Ag_2O \xrightarrow{NH_3, t} CH_3COOH + 2Ag\downarrow$ – окиснення, «срібного дзеркала»

Задача 4. (12 балів)

На нейтралізацію 69 г олеуму пішло 149 мл розчину калій гідроксиду з масовою часткою лугу 40% ($\rho = 1,41\text{г/мл}$). Обчисліть кількість речовини сульфур(VI) оксиду, що припадає на 1 моль сульфатної кислоти в олеумі.

Розв'язок

1. Складаємо рівняння хімічних реакцій. З калій гідроксидом реагують складові олеуму – сульфур(VI) оксид і сульфатна кислота.



2. Обчислюємо кількість речовини калій гідроксиду.

$$m_{p-ny}(KOH) = V_{p-ny}(KOH) \cdot \rho_{p-ny}(KOH) = 149 \text{ мл} \cdot 1,41\text{г/мл} = 210,1\text{г}$$

$$m(KOH) = m_{p-ny}(KOH) \cdot w(KOH) = 210,1\text{г} \cdot 0,4 = 84,04\text{г}$$

$$n(KOH) = 84,04\text{г} / 56\text{г/моль} = 1,5\text{моль}$$

3. Складаємо систему рівнянь:

Нехай $n(SO_3) = x$ моль, а $n(H_2SO_4) = y$ моль, тоді

$$m(SO_3) = 80x \text{ г}, \text{ а } m(H_2SO_4) = 98y \text{ г}$$

За рівнянням реакції (1), $n_1(KOH) = 2x$ моль,

а за рівнянням реакції (2), $n_2(KOH) = 2y$ моль, отже

$$\begin{cases} 2x + 2y = 1,5 \\ 80x + 98y = 69 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 80x + 80y = 60 \\ 80x + 98y = 69 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 18y = 9 \\ 80x + 98y = 69 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x = 0,25 \text{ отже } n(SO_3) = 0,25 \text{ моль} \\ y = 0,5 \end{cases}$$

$$n(H_2SO_4) = 0,5 \text{ моль}$$

4. Обчислюємо кількість речовини SO_3 , що припадає на 1 моль H_2SO_4

$$n(H_2SO_4) : n(SO_3) = 0,5\text{моль} : 0,25\text{моль} = 1 \text{ моль} : 0,5\text{моль}$$

Відповідь: на 1 моль сульфатної кислоти в олеумі припадає 0,5 моль – сульфур(VI) оксиду.

Задача 5. (14 балів)

До 5 л суміші нітроген(II) оксиду і нітроген(IV) оксиду (н.у.), що має густину за воднем 19, додали 3 л (н.у.) кисню.

А Обчисліть густину за воднем утвореної суміші.

Б Обчисліть, на скільки зменшився загальний об'єм газів після реакції.

Розв'язок

- А** 1. Обчислюємо молярну масу вихідної газової суміші:

$$M(\text{суміші}) = 19 \cdot 2 = 38 \text{ г/моль}$$

2. Обчислюємо мольну частку NO та NO_2 у складі вихідної суміші. Припустимо, що мольна частка нітроген(II) оксиду – x , тоді мольна частка нітроген(IV) оксиду – $(1 - x)$.

$$M(NO) = 30 \text{ г/моль}, M(NO_2) = 46 \text{ г/моль}.$$

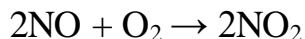
$$\text{Складаємо алгебраїчне рівняння: } 30x + 46(1 - x) = 38$$

$$x = 0,5$$

$$\text{Отже, } \varphi(NO) = 0,5; \quad V_1(NO) = 5 \cdot 0,5 = 2,5 \text{ л}$$

$$\varphi(\text{NO}_2) = 0,5; \quad V_1(\text{NO}_2) = 5 \cdot 0,5 = 2,5 \text{ л}$$

3. Газ (NO_2) не вступає у реакцію з киснем. Нітроген(II) оксид окиснюється киснем за рівнянням реакції:



За законом об'ємних відношень $V(\text{O}_2) = \frac{1}{2} V_1(\text{NO}) = \frac{1}{2} \cdot 2,5 \text{ л} = 1,25 \text{ л}$

$$V_2(\text{NO}_2) = V_1(\text{NO}) = 2,5 \text{ л}$$

$$4. V_{\text{залиш.}}(\text{O}_2) = 3 \text{ л} - 1,25 \text{ л} = 1,75 \text{ л}$$

5. Обчислюємо $V_{\text{заг.}}(\text{газів})$ після реакції:

$$V_{\text{заг.}} = V_1(\text{NO}_2) + V_2(\text{NO}_2) + V_{\text{залиш.}}(\text{O}_2) = 2,5 \text{ л} + 2,5 \text{ л} + 1,75 \text{ л} = 6,75 \text{ л}$$

6. Обчислюємо об'ємні (мольні) частки газів у суміші після реакції

$$\varphi(\text{NO}_2) = 5 \text{ л} : 6,75 = 0,74; \quad \varphi(\text{O}_2) = 1,75 : 6,75 = 0,26$$

6. Обчислюємо молярну масу утвореної суміші газів.

$$M(\text{суміші 2}) = M(\text{NO}_2) \cdot \varphi(\text{NO}_2) + M(\text{O}_2) \cdot \varphi(\text{O}_2) = 46 \cdot 0,74 + 32 \cdot 0,26 = 34,04 + 8,32 = 42,36$$

7. Обчислюємо густину за воднем утвореної суміші:

$$D_{\text{H}_2}(\text{отриманої суміші газів}) = \frac{42,36}{2} = 21,18$$

$$\text{Б } \Delta V_{\text{загальна}}(\text{суміші}) = 8 \text{ л} - 6,75 \text{ л} = 1,25 \text{ л}$$

Відповідь: густина за воднем утвореної суміші газів дорівнює 21,18; об'єм газів після реакції зменшився на 1,25 л.

Максимальна кількість балів – 60