

Розв'язки завдань
II етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з хімії
2023-2024 навчального року
11 клас

Завдання 1. Тести (10 балів)

1. Позначте речовину, змішування якої з водою супроводжується хімічною реакцією

- А хлороводень
 Б сульфур(VI) оксид
 В натрій хлорид
 Г калій сульфат

| | |
|---|---|
| А | |
| Б | + |
| В | |
| Г | |

2. Для елемента зі скороченою електронною конфігурацією атома в основному стані $\dots 3d^5 4s^1$ справедливі твердження

- А розміщений у 3-му періоді
 Б розміщений у VI-A групі
 В розміщений у VI-B групі
 Г в атомі 5 валентних електронів

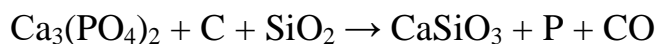
| | |
|---|---|
| А | |
| Б | |
| В | + |
| Г | |

3. Укажіть електронну конфігурацію атома хімічного елемента, здатного утворювати металічний зв'язок

- А $1s^1$
 Б $1s^2$
 В $\dots 2s^2 2p^2$
 Г $\dots 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$

| | |
|---|---|
| А | |
| Б | |
| В | |
| Г | + |

4. Укажіть значення коефіцієнта перед формулою відновника в окисно-відновній реакції, що відбувається за схемою



- А 1
 Б 2
 В 3
 Г 5

| | |
|---|---|
| А | |
| Б | |
| В | |
| Г | + |

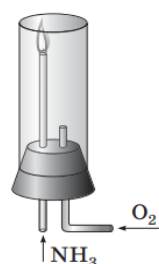
5. Укажіть сіль, що у водному розчині гідролізується за катіоном і аніоном

- А амоній нітрат
 Б амоній ацетат
 В аргентум фторид
 Г натрій карбонат

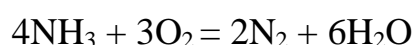
| | |
|---|---|
| А | |
| Б | + |
| В | |
| Г | |

6. Амоніак горить у кисні. Складіть рівняння цієї реакції й укажіть коефіцієнт перед киснем

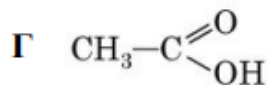
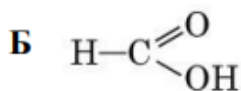
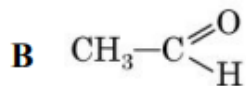
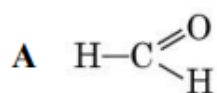
- А 2
 Б 3
 В 4
 Г 6



| | |
|---|---|
| А | |
| Б | + |
| В | |
| Г | |

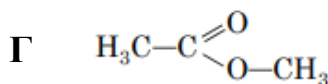
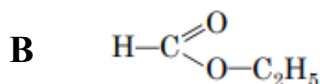
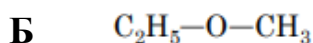
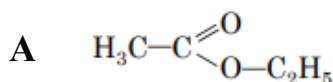
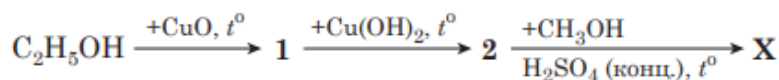


7. Речовина **X** реагує з натрій карбонатом у водному розчині, унаслідок чого виділяється газ. Також речовина **X** за нагрівання реагує з амоніачним розчином аргентум(I) оксиду. Укажіть формулу речовини **X**.



| | |
|----------|---|
| A | |
| Б | + |
| B | |
| Г | |

8. Укажіть формулу речовини **X** у схемі перетворень:



| | |
|----------|---|
| A | |
| Б | |
| B | |
| Г | + |

9. Проаналізуйте твердження щодо схематично зображеного на рисунку способу розділення неоднорідної суміші рідин.

I. У такий спосіб можна розділити суміш води й бензену.

II. Цей спосіб розділення ґрунтується на різній густині складників неоднорідної суміші.

Чи є поміж них правильні?

A правильне лише I

Б правильне лише II

B обидва правильні

Г немає правильних



| | |
|----------|---|
| A | |
| Б | |
| B | + |
| Г | |

10. Укажіть реактив, який потрібно використати, щоб експериментально розпізнати вміст трьох пронумерованих склянок з водними розчинами етанолу, гліцеролу й етанолу?

A водно-спиртовий розчин фенолфталеїну

Б амоніачний розчин аргентум(I) оксиду

B свіжоосаджений купрум(II) гідроксид

Г водний розчин натрій гідрокарбонату

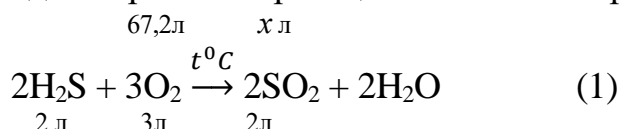
| | |
|----------|---|
| A | |
| Б | |
| B | + |
| Г | |

Завдання 2. (8 балів)

Після спалювання суміші сірководню з надлишком кисню й конденсації води об'єм газової суміші зменшився на 67,2 л (н.у.). Газ, що утворився, пропустили крізь 400 мл розчину калій гідроксиду з масовою часткою луку 40% і густиною розчину 1,4 г/мл. Обчисліть масу утвореної солі.

Розв'язання

1. Складаємо рівняння реакції спалювання сірководню:



Оскільки об'єми спаленого сірководню і одержаного газу сульфур(IV) оксиду однакові, то зменшення об'єму газової суміші дорівнює об'єму кисню, що вступив у реакцію. Тоді, згідно з рівнянням реакції (1):

$$V(\text{SO}_2) = \frac{2 \cdot V(\text{O}_2)}{3} = \frac{2\text{ л} \cdot 67,2\text{ л}}{3} = 44,8\text{ л}$$

$$n(\text{SO}_2) = \frac{V(\text{SO}_2)}{V_m} = \frac{44,8\text{ л}}{22,4\text{ л/моль}} = 2\text{ моль}$$

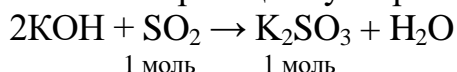
2. Обчислюємо кількість речовини калій гідроксиду, що міститься в розчині:

$$m(\text{р} - \text{ну KOH}) = \rho \cdot V = 1,4\text{ г/мл} \cdot 400\text{ мл} = 560\text{ г}$$

$$m(\text{KOH}) = 560\text{ г} \cdot 0,4 = 224\text{ г}$$

$$n(\text{KOH}) = \frac{224\text{ г}}{56\text{ г/моль}} = 4\text{ моль}$$

3. Оскільки кількість речовини KOH удвічі більша від кількості речовини SO₂, то відбуватиметься реакція з утворенням середньої солі:



$$n(\text{K}_2\text{SO}_3) = n(\text{SO}_2) = 2\text{ моль}$$

4. Обчислюємо масу утвореної солі:

$$m(\text{K}_2\text{SO}_3) = 2\text{ моль} \cdot 158\text{ г/моль} = 316\text{ г}$$

Завдання 3. (10 балів)

Для поліпшення смакових якостей продуктів, маринування, консервування використовують карбонову кислоту. У промисловості її добувають каталітичним окисненням бутану.

А Виведіть молекулярну формулу карбонової кислоти, якщо відомо, що її відносна молекулярна маса дорівнює 60, і в ній масова частка Карбону становить 40%, Оксигену – 53,33% та міститься Гідроген.

Б Запишіть структурну формулу визначеної карбонової кислоти та дайте їй назву за систематичною та тривіальною номенклатурами.

В Обчисліть об'єм (м³) бутану (н.у.) потрібного для виробництва цієї карбонової кислоти масою 2 т, якщо масова частка виходу її становить 80% теоретично можливого.

Розв'язання

А 1. Обчислюємо масову частку Гідрогену, що входить до складу карбонової кислоти: $w(\text{H}) = 100\% - (40\% + 53,33\%) = 6,67\%$

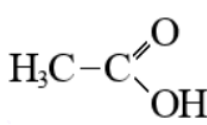
2. Визначаємо емпіричну формулу карбонової кислоти:

$$x : y : z = \frac{40}{12} : \frac{6,67}{1} : \frac{53,33}{16} = 3,33 : 6,67 : 3,33 = 1 : 2 : 1$$

отже, найпростіша формула (емпірична формула) – CH₂O

3. Проводимо перевірку:

$$\frac{Mr(\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z)}{Mr(\text{CH}_2\text{O})} = \frac{60}{30} = 2, \text{ отже істина формула } \text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$$

Б  за систематичною номенклатурою – етанова кислота
за тривіальною номенклатурою – оцтова кислота

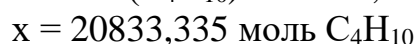
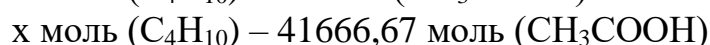
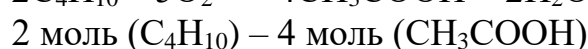
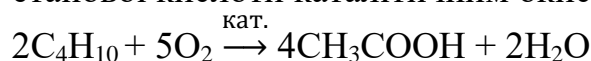
В 1. Обчислюємо масу оцтової кислоти і її кількість:

$$\eta = \frac{m_{\text{пр.}}}{m_{\text{теор.}}} \Rightarrow m_{\text{теор.}} = \frac{m_{\text{пр.}}}{\eta}$$

$$m_{\text{теор.}}(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{2\text{т}}{0,8} = 2,5\text{т}$$

$$n(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{m}{M} = \frac{2500000\text{г}}{60\text{г/моль}} = 41666,67\text{моль}$$

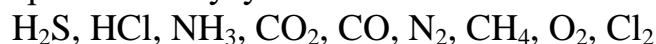
2. Записуємо рівняння хімічної реакції, що відображає процес добування етанової кислоти каталітичним окисненням бутану:



$$V(\text{C}_4\text{H}_{10}) = n \cdot V_{\text{м}} = 20833,335 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 466666,704 \text{ л} = 466,67 \text{ м}^3$$

Завдання 4. (10 балів)

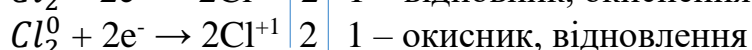
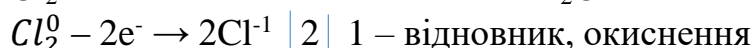
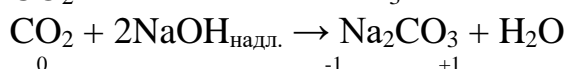
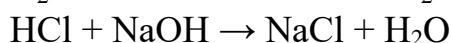
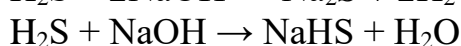
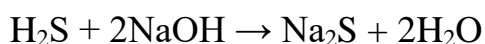
Проаналізуйте перелік нижче запропонованих газів і визначте, які з них можуть поглинатися розчином лугу:



А Складіть усі відповідні рівняння хімічних реакцій та дайте назву їх продуктам.

Б Для окисно-відновних реакцій складіть електронний баланс та визначте окисник і відновник.

Розв'язання



Завдання 5. (12 балів)

Суміш етану, пропілену й ацетилену займає об'єм 448 мл (н.у.) і може знебарвити 40 мл 5% розчину бром у тетрахлорометані ($\rho = 1,6 \text{ г/мл}$). Мінімальний об'єм розчину з масовою часткою калій гідроксиду 40% ($\rho = 1,4 \text{ г/мл}$), яким можна поглинути весь карбон(IV) оксид, що утворився після згоряння суміші, становить 5 мл.

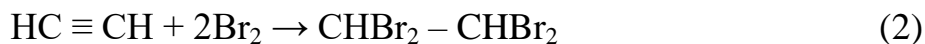
А Визначте об'ємні частки газів у складі вихідної суміші.

Б У результаті згоряння одного моля ацетилену в кисні виділилося 1300 кДж теплоти. Визначте теплоту утворення ацетилену, якщо

стандартні теплоти утворення CO_2 (г) і H_2O (р) дорівнюють 393,5 кДж/моль і 286 кДж/моль відповідно.

Розв'язання

- А 1. Складаємо рівняння хімічної реакції відповідно до умови задачі. З розчином бром у взаємодіють тільки пропен і етин. Отже,
- $$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_3 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CH}_2\text{Br} - \text{CHBr} - \text{CH}_3 \quad (1)$$



2. Обчислюємо масу бром у та його кількість речовини:

$$m(\text{Br}_2)_{\text{р-ну}} = 40 \text{ мл} \cdot 1,6 \text{ г/мл} = 64 \text{ г}$$

$$m(\text{Br}_2)_{\text{р-ни}} = 64 \text{ мл} \cdot 0,05 = 3,2 \text{ г}$$

$$n(\text{Br}_2) = \frac{m}{M} = \frac{3,2 \text{ г}}{160 \text{ г/моль}} = 0,02 \text{ моль}$$

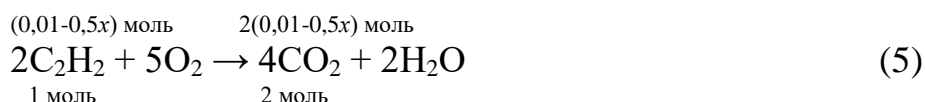
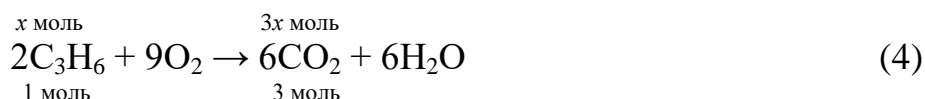
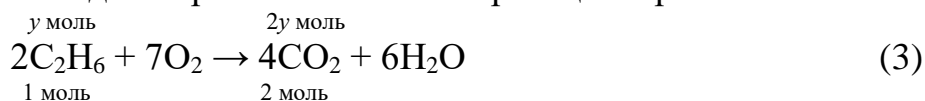
Нехай кількість речовини бром у за рівнянням реакції (1) становить x моль, тоді кількість речовини бром у за рівнянням (2) буде $(0,02 - x)$ моль. Згідно з рівнянням реакції (1), кількість речовини пропену буде x моль. Згідно з рівнянням реакції (2):

$$n(\text{C}_2\text{H}_2) : n(\text{Br}_2) = 1:2 \Rightarrow n(\text{C}_2\text{H}_2) = \frac{(0,02-x)\text{моль}}{2} = (0,01 - 0,5x)\text{моль}$$

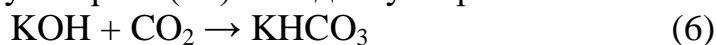
3. Визначаємо загальну кількість речовини газів у суміші:

$$n(\text{суміші}) = \frac{0,448\text{л}}{22,4\text{л/моль}} = 0,02\text{моль}$$

4. Складаємо рівняння хімічних реакцій горіння газів:



5. За умовою задачі, об'єм розчину калій гідроксиду мінімальний, тому після взаємодії лугу з карбон(IV) оксидом утворюється кисла сіль:



Обчислюємо кількість речовини калій гідроксиду:

$$m(\text{KOH})_{\text{р-ну}} = 5 \text{ мл} \cdot 1,4 \text{ г/мл} = 7 \text{ г}$$

$$m(\text{KOH})_{\text{р-ни}} = 7 \text{ г} \cdot 0,4 = 2,8 \text{ г}$$

$$n(\text{KOH}) = \frac{m}{M} = \frac{2,8 \text{ г}}{56 \text{ г/моль}} = 0,05 \text{ моль}$$

За рівнянням реакції (6) $n(\text{CO}_2) : n(\text{KOH}) = 1:1 \Rightarrow n(\text{CO}_2) = 0,05 \text{ моль}$

6. Складаємо систему рівнянь:

Нехай у вихідній суміші газів міститься y моль C_2H_6 , тоді:

$$\begin{cases} y + x + 0,01 - 0,5x = 0,02 & y + 0,5 \cdot 0,01 = 0,01 \\ 2y + 3x + 0,02 - x = 0,05 & y + 0,005 = 0,01 \\ y + 0,5x = 0,01 & (\times -2) & y = 0,01 - 0,005 \\ 2y + 2x = 0,03 & & y = 0,005 \text{ моль } \text{C}_2\text{H}_6 \\ -2y - x = -0,02 & & \\ 2y + 2x = 0,03 & & \end{cases}$$

$$x = 0,01 \text{ моль } C_3H_6$$

$$n(C_2H_2) = 0,01 \text{ моль} - 0,5 \cdot 0,01 \text{ моль} = 0,005 \text{ моль}$$

7. Обчислюємо об'ємні частки газів у вихідній суміші, значення яких будуть дорівнювати мольним часткам:

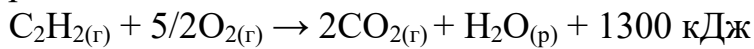
$$\varphi(\text{газу}) = \frac{V(\text{газу})}{V(\text{суміші})} = \frac{n(\text{газу})}{n(\text{суміші})}$$

$$\varphi(C_3H_6) = \frac{0,01 \text{ моль}}{0,02 \text{ моль}} = 0,5 = 50\%$$

$$\varphi(C_2H_2) = \frac{0,005 \text{ моль}}{0,02 \text{ моль}} = 0,25 = 25\%$$

$$\varphi(C_2H_6) = \frac{0,005 \text{ моль}}{0,02 \text{ моль}} = 0,25 = 25\%$$

Б З умови задачі випливає, що зміна ентальпії ΔH у реакції горіння ацетилену дорівнює 1300 кДж/моль. Обчислимо теплоту утворення ацетилену за рівнянням:



Звідси можна записати:

$$\Delta H = -1300 \text{ кДж} = 2\Delta H_{\text{утв.}}(CO_2) + \Delta H_{\text{утв.}}(H_2O) - \Delta H_{\text{утв.}}(C_2H_2) - 5/2\Delta H_{\text{утв.}}(O_2)$$

$$\Delta H = 1300 \text{ кДж} - (2 \cdot 393,5 \text{ кДж/моль} + 286 \text{ кДж/моль}) = 227 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta H^0_{\text{утв.}}(C_2H_2) = 227 \text{ кДж/моль}$$

Відповідь: теплота утворення C_2H_2 дорівнює -227 кДж/моль .