

Розв'язки завдань
III етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з хімії
2022-2023 н.р.
9 клас

ТЕОРЕТИЧНИЙ ТУР

Задача Т-9-1. (7 балів)

Для того щоб запобігти загниванню овочів і фруктів, їх обкурюють сульфур(IV) оксидом. Якщо цей газ, масою 96 г, прореагує з достатньою кількістю кисню, утворюється сульфур(VI) оксид і виділяється 297 кДж теплоти.

А Зробіть необхідні обчислення та складіть термохімічне рівняння взаємодії сульфур(IV) оксиду з киснем. Визначте тип реакції за тепловим ефектом.

Б Запишіть термохімічне рівняння розкладу сульфур(VI) оксиду. Визначте тип реакції за тепловим ефектом.

Розв'язок

А 1. Обчислюємо кількість сульфур(IV) оксиду:

$$n(\text{SO}_2) = \frac{96\text{г}}{64\text{г/моль}} = 1,5 \text{ моль}$$

2. Записуємо рівняння першої реакції, складаємо пропорцію та обчислюємо тепловий ефект:

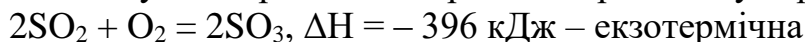
$$\begin{matrix} 1,5 \text{ моль} & & 297 \text{ кДж} \\ 2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3 + x\text{кДж} \end{matrix}$$

$$1,5 \text{ моль} \text{ --- } 297 \text{ кДж}$$

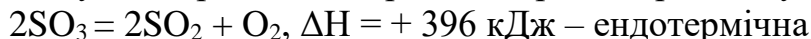
$$2 \text{ моль} \text{ --- } x \text{ кДж}$$

$$x = \frac{2 \text{ моль} \cdot 297 \text{ кДж}}{1,5 \text{ моль}} = 396 \text{ кДж}$$

3. Записуємо термохімічне рівняння реакції сульфур(IV) оксиду з киснем:



Б Записуємо термохімічне рівняння реакції розкладу сульфур(VI) оксиду:



Задача Т-9-2. (10 балів)

У колбі, що містить 50 см³ розчину нітратної кислоти з концентрацією 2 моль/л і густиною 1,07 г/см³, розчинили 10 г кристалогідрату натрій карбонату Na₂CO₃·10H₂O.

А Визначте, які речовини і в якій кількості знаходяться в розчині, що утворився.

Б Обчисліть масові частки (%) речовин, що знаходяться в кінцевому розчині.

Розв'язок

А 1. Складаємо рівняння хімічної реакції, що відбувається під час розчинення кристалогідрату:



2. Обчислюємо кількості речовин кислоти й кристалогідрату:

$$n(\text{HNO}_3) = C \cdot V = 2 \text{ моль/л} \cdot 0,05 \text{ л} = 0,1 \text{ моль}$$

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = m/M = 10 \text{ г} / 286\text{г/моль} = 0,035 \text{ моль}$$

За рівнянням реакції, на розчинення 0,035 моль кристалогідрату потрібно $0,035 \cdot 2 = 0,07$ моль кислоти (співвідношення кристалогідрату до кислоти 1 : 2). Отже, у кінцевому розчині буде:

$$n(\text{HNO}_3) = 0,1 \text{ моль} - 0,07 \text{ моль} = 0,03 \text{ моль}$$

$$n(\text{NaNO}_3) = 0,035 \text{ моль} \cdot 2 = 0,07 \text{ моль}$$

Б 1. Обчислюємо маси речовин, що знаходяться в утвореному розчині:

$$m(\text{HNO}_3) = n \cdot M = 0,03 \text{ моль} \cdot 63 \text{ г/моль} = 1,89 \text{ г}$$

$$m(\text{NaNO}_3) = n \cdot M = 0,07 \text{ моль} \cdot 85 \text{ г/моль} = 5,95 \text{ г}$$

Під час реакції також виділяється 0,035 моль CO_2 , отже обчислюємо і його масу: $m(\text{CO}_2) = n \cdot M = 0,035 \text{ моль} \cdot 44 \text{ г/моль} = 1,54 \text{ г}$

2. Обчислюємо масу кінцевого розчину:

$$m_{\text{к.р-ну}} = m_p(\text{HNO}_3) + m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) - m(\text{CO}_2)$$

$$m_p(\text{HNO}_3) = 50 \text{ см}^3 \cdot 1,07 \text{ г/см}^3 = 53,5 \text{ г}$$

$$m_{\text{к.р-ну}} = 53,5 \text{ г} + 10 \text{ г} - 1,54 \text{ г} = 61,96 \text{ г}$$

3. Обчислюємо масові частки розчинених речовин у кінцевому розчині:

$$w(\text{NaNO}_3) = \frac{m(\text{NaNO}_3)}{m(\text{р-ну})} = \frac{5,95\text{г}}{61,96\text{г}} = 0,096 \cdot 100\% = 9,6\%$$

$$w(\text{HNO}_3) = \frac{m(\text{HNO}_3)}{m(\text{р-ну})} = \frac{1,89\text{ г}}{61,96\text{г}} = 0,031 \cdot 100\% = 3,1\%$$

Відповідь: у кінцевому розчині міститься 9,6% NaNO_3 та 3,1% HNO_3 .

Задача Т-9-3. (10 балів)

Проаналізуйте запропоновані схеми хімічних реакцій:

1. $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO} \rightarrow \text{X} + \text{D}$
2. $\text{X} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Y} + \text{H}_2\text{O}$
3. $\text{Y} + \text{NaOH} \rightarrow \text{Z} + \text{Na}_2\text{SO}_4$
4. $\text{Z} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{E}$

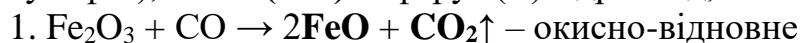
А Визначте та назвіть речовини **X**, **D**, **Y**, **Z**, **E**. Складіть відповідні рівняння хімічних реакцій. Укажіть їх типи.

Б Для однієї з реакцій складіть електронний баланс. Визначте окисник та відновник.

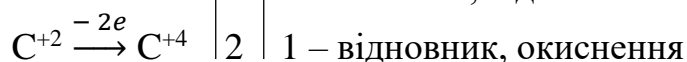
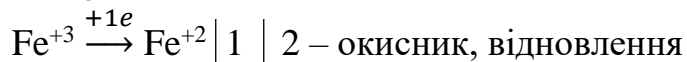
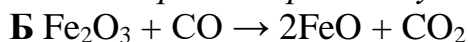
В Для однієї з реакцій складіть повне та скорочене йонно-молекулярні рівняння реакцій.

Розв'язок

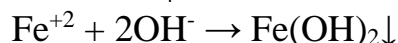
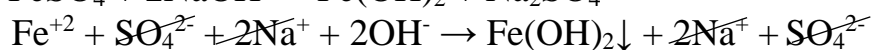
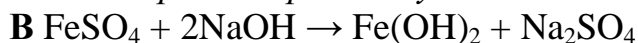
А **X** – FeO (ферум(II) оксид); **D** – CO_2 (карбон(IV) оксид); **Y** – FeSO_4 (ферум(II) сульфат), **Z** – Fe(OH)_2 – ферум(II) гідроксид, **E** – Fe(OH)_3 – ферум(III) гідроксид



Один з варіантів розв'язку



Один з варіантів розв'язку



Задача Т-9-4. (13 балів)

На одному з етапів промислового процесу виробництва міді з халькопіриту (CuFeS_2) отримують розплав купрум(I) сульфід. Далі відбувається його спалювання з обдувом гарячим повітрям: $\text{Cu}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{Cu} + \text{SO}_2$

А Скільки кілограмів Cu_2S потрібно спалити для того, щоб отримати річну норму виробництва міді у світі $1,4 \cdot 10^{10}$ кг?

Б Скільки літрів SO_2 за стандартних умов утворюється як побічний продукт при цьому?

В Якби весь SO_2 потрапив до атмосфери і, взаємодіючи з водою під час дощу, перетворився на кислотний дощ, то скільки б кілограмів сульфатної кислоти було б у дощі?

Розв'язок

А Проводимо обчислення за рівнянням хімічної реакції, що відбулося за умовою задачі: $\text{Cu}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{Cu} + \text{SO}_2$

$$n(\text{Cu}) = \frac{1,4 \cdot 10^{10} \cdot 10^3}{64} = 0,022 \cdot 10^{13} \text{ моль}$$

$$n(\text{Cu}_2\text{S}) = 2 \cdot n(\text{Cu}) = 2 \cdot 0,022 \cdot 10^{13} = 0,044 \cdot 10^{13} \text{ моль}$$

$$m(\text{Cu}_2\text{S}) = 160 \text{ г/моль} \cdot 0,044 \cdot 10^{13} \text{ моль} = 7,04 \cdot 10^{13} \text{ кг}$$

Б $n(\text{SO}_2) = n(\text{Cu}_2\text{S}) = 0,044 \cdot 10^{13} \text{ моль}$

$$PV = nRT \Rightarrow V = \frac{nRT}{P}$$

Стандартні умови: $P = 101325 \text{ Па}$, $T = 25^\circ\text{C}$, $R = 8,314 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К}$

$$V(\text{SO}_2) = \frac{0,044 \cdot 10^{13} \cdot 8,314 \cdot 298}{101325} = 1,08 \cdot 10^{10} \text{ м}^3 = 1,08 \cdot 10^{13} \text{ л}$$

В $2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{SO}_4$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{SO}_2) = 0,044 \cdot 10^{13} \text{ моль}$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,044 \cdot 10^{13} \text{ моль} \cdot 98 \text{ г/моль} = 4,312 \cdot 10^{13} \text{ г} = 4,3 \cdot 10^{10} \text{ кг}$$

Відповідь: $m(\text{Cu}_2\text{S}) = 7,04 \cdot 10^{13} \text{ кг}$; $V(\text{SO}_2) = 1,03 \cdot 10^{13} \text{ л}$; $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 4,3 \cdot 10^{10} \text{ кг}$

ПРАКТИЧНИЙ ТУР

Задача П-9-1. (5 балів)

У пронумерованих пробірках містяться розчини калій сульфату, калій карбонату, барій хлориду та хлоридної кислоти. Запропонуйте спосіб розпізнавання цих речовин.

А Складіть план(таблицю) віртуального експерименту розпізнавання цих речовин, якщо у вас немає додаткових реактивів.

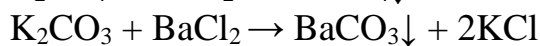
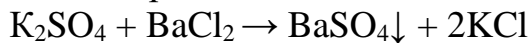
Б Запишіть рівняння хімічних реакцій, що підтверджують проходження проміжних процесів, або ж кінцевий їх перебіг там, де це потрібно.

Розв'язок

А План віртуального експерименту розпізнавання речовин.

спостереження додаткові реагенти	Солі, відповідно до умови задачі			
	K ₂ SO ₄	K ₂ CO ₃	BaCl ₂	HCl
K ₂ SO ₄		---	BaSO ₄ ↓б.	---
K ₂ CO ₃	---		BaCO ₃ ↓б.	CO ₂ ↑
BaCl ₂	BaSO ₄ ↓б.	BaCO ₃ ↓б.		
HCl	---	CO ₂ ↑	---	

Б Складаємо рівняння хімічних реакцій, що супроводжують процес розпізнавання речовин.



Задача 6. (5 балів)

За допомогою рівнянь хімічних реакцій запишіть два способи одержання цинк оксиду, використовуючи лише цинк, кальцій оксид, воду і хлоридну кислоту, а також продукти проміжних реакцій. Дайте назви усім реагентам і продуктам реакцій. Укажіть типи реакцій, що відбуваються.

Розв'язок

Перший спосіб:

1. $\text{Zn} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2\uparrow$ – заміщення
2. $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$ – сполучення
3. $\text{Ca(OH)}_2 + \text{ZnCl}_2 \rightarrow \text{Zn(OH)}_2\downarrow + \text{CaCl}_2$ – обміну
4. $\text{Zn(OH)}_2 \xrightarrow{t^0\text{C}} \text{ZnO} + \text{H}_2\text{O}$ – розкладу

Другий спосіб:

1. $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{електроліз}} 2\text{H}_2 + \text{O}_2$ – розкладу
2. $2\text{Zn} + \text{O}_2 \xrightarrow{t^0\text{C}} 2\text{ZnO}$ – сполучення