

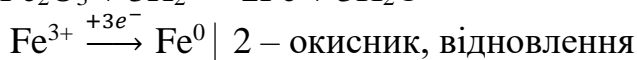
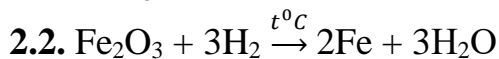
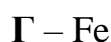
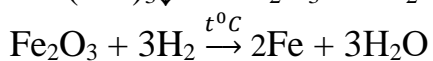
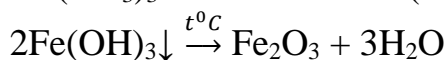
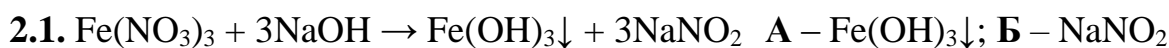
**Розв'язки завдань**  
**III етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з ХІМІЇ**  
**2024-2025 навчального року**  
**9 клас**  
**ТЕОРЕТИЧНИЙ ТУР**

**Завдання 1. Тести**

1. Б, Г
2. А, Б
3. В, Г, Д
4. А, Г, Д

**Завдання 2.**

*Розв'язки*



$$n(\text{Fe}) = \frac{6,72\text{г}}{56\text{г/моль}} = 0,12 \text{ моль}$$

$$2n(\text{Fe}) = 3n(\text{Cl}_2) \Rightarrow n(\text{Cl}_2) = 0,18 \text{ моль}$$

$$V(\text{Cl}_2) = 0,18 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 4,032 \text{ л}$$

**Завдання 3.**

*Розв'язок*

**3.1.** За формулою  $C(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{n(\text{Na}_2\text{SO}_4)}{V(\text{р-ну})}$  обчислимо кількість речовини солі в розчині:  $n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = C(\text{Na}_2\text{SO}_4) \cdot V(\text{р-ну}) = 2 \text{ моль/л} \cdot 0,4 \text{ л} = 0,8 \text{ моль}$

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = n(\text{Na}_2\text{SO}_4) \cdot M(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,8 \text{ моль} \cdot 142 \text{ г/моль} = 113,6 \text{ г}$$

**3.2.** 1. Обчислюємо кількість речовини натрій сульфату, що міститься в розчині:

$$m(\text{р-ну}) = 2000 \text{ мл} \cdot 1,14 \text{ г/мл} = 2280 \text{ г}$$

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 2280 \text{ г} \cdot 0,15 = 342 \text{ г}$$

$$n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{342 \text{ г}}{142 \text{ г/моль}} = 2,41 \text{ моль}$$

2. Обчислюємо масу кристалогідрату, що потрібна для приготування розчину:

$$n(\text{Na}_2\text{SO}_4) : n(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 1:1 \Rightarrow n(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 2,41 \text{ моль}$$

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 2,41 \text{ моль} \cdot 322 \text{ г/моль} = 776 \text{ г}$$

3. Обчислюємо масу води, що потрібна для приготування розчину:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{р-ну}) - m(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 2280 \text{ г} - 776 \text{ г} = 1504 \text{ г.}$$



$$M(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 142 \text{ г/моль}; M(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 322 \text{ г/моль}$$

З умови задачі можна зробити висновок, що при  $80^\circ\text{C}$   $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , масою 28,3 г міститься 128,3 г розчину. Отже в 1026,4 г розчину міститься 226,4 г солі і 800 г води.

З рівняння реакції видно, що для утворення кристалогідрату масою  $x$  г потрібно  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  масою  $y$  г і вода масою  $180y/142 = 1,27y$  г. У розчині залишиться  $\text{Na}_2\text{SO}_4$

масою  $(226,4 - y)$  г і вода масою  $(800 - 1,27y)$  г. З урахуванням розчинності  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  при  $10^\circ\text{C}$  одержимо:

У 100 г  $\text{H}_2\text{O}$  розчиняється 9 г  $\text{Na}_2\text{SO}_4$

У  $(800 - 1,27y)$  г  $\text{H}_2\text{O}$  розчиняється  $(226,4 - y)$  г  $\text{Na}_2\text{SO}_4$

Складаємо рівняння  $9(800 - 1,27y) = 100(226,4 - y)$

$$y = 174,3$$

Отже маса кристалогідрату, що утворюється за реакцією складає:

$$x = 174,3 \cdot 322 / 142 = 395,3 \text{ г}$$

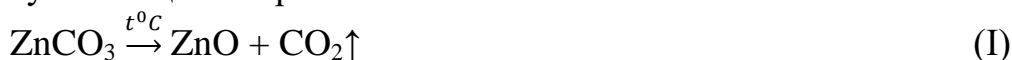
#### Завдання 4.

##### Розв'язок

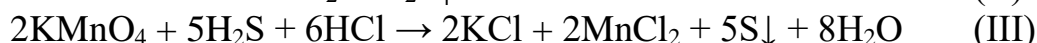
**4.1.** 1.Обчислюємо молекулярну масу газу, що утворюється під час прожарювання:

$$M(\text{газу}) = D(\text{H}_2) \cdot M(\text{H}_2) = 22 \cdot 2 \text{ г/моль} = 44 \text{ г/моль}$$

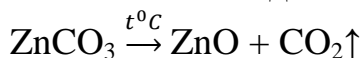
Одна з можливих і реальних гіпотез, що газ – це вуглекислий газ  $\text{CO}_2$ , отже в суміші є цинк карбонат.



**4.2.** Проста речовина А жовтого кольору – це сірка S, що може утворитися при взаємодії калій перманганату з сульфуровмісною речовиною і ступінь окиснення Сульфуру має бути менше нуля. Таким чином, це найбільш імовірно – гідроген сульфід ( $\text{H}_2\text{S}$ ).



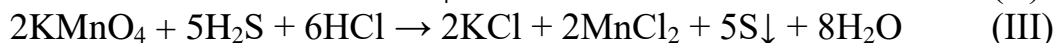
**4.3.** Визначаємо складові компоненти цинкової руди і їх кількість.



$$n(\text{CO}_2) = n(\text{ZnCO}_3) = \frac{m(\text{CO}_2)}{M(\text{CO}_2)} = \frac{2,184 \text{ г}}{44 \text{ г/моль}} = 0,05 \text{ моль}$$

Обчислюємо кількість речовини сірки:

$$n(\text{S}) = \frac{m(\text{S})}{M(\text{S})} = \frac{2,39 \text{ г}}{32 \text{ г/моль}} = 0,075 \text{ моль}$$



За рівнянням хімічних реакцій (II) і (III) визначаємо кількість цинк сульфід:

За рівнянням (III):  $n(\text{S}) = n(\text{H}_2\text{S}) = 0,075 \text{ моль}$

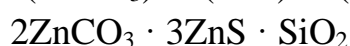
За рівнянням реакції (II):  $n(\text{H}_2\text{S}) = n(\text{ZnS}) = 0,075 \text{ моль}$

Обчислюємо масу і кількість речовини  $\text{SiO}_2$ :

$$m(\text{SiO}_2) = m(\text{руди}) - m(\text{ZnCO}_3) - m(\text{ZnS}) = 15 \text{ г} - 0,05 \cdot 125 - 0,075 \cdot 97 = 1,5 \text{ г}$$

$$n(\text{SiO}_2) = \frac{m(\text{SiO}_2)}{M(\text{SiO}_2)} = \frac{1,5 \text{ г}}{60 \text{ г/моль}} = 0,025 \text{ моль}$$

Склад руди:  $n(\text{ZnCO}_3) : n(\text{ZnS}) : n(\text{SiO}_2) = 0,05 : 0,075 : 0,025 = 2 : 3 : 1$



$$x \text{ л} \quad -108 \text{ кДж}$$

**4.4.**  $\text{S} + \text{H}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{S} \quad \Delta H^0 = -20,9 \text{ кДж/моль}$

$$22,4 \text{ л} \quad -20,9 \text{ кДж}$$

$$V(\text{H}_2\text{S}) = \frac{22,4 \text{ л} \cdot -108 \text{ кДж}}{-20,9 \text{ кДж}} = 115,8 \text{ л}$$

## Завдання 5.

### Розв'язок

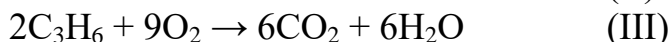
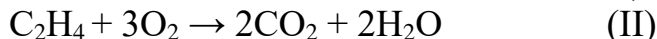
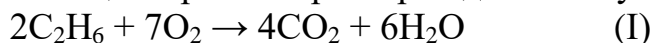
5.1. Усі компоненти суміші належать до класу вуглеводнів:

$\text{CH}_3 - \text{CH}_3$  – насичений вуглеводень, алкан

$\text{CH}_2 = \text{CH}_2$  – ненасичений вуглеводень, алкен

$\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH}_2$  – ненасичений вуглеводень, алкен

5.2. Реакція горіння характерна для всіх вуглеводнів:



Реакція приєднання бромів характерна лише для ненасичених вуглеводнів:



5.3. 1. Обчислюємо кількість суміші вуглеводнів:

$$n(\text{сум.}) = \frac{22,4 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 1 \text{ моль}$$

$$M(\text{сум.}) = M(\text{H}_2) \cdot D(\text{H}_2) = 2 \cdot 16,5 = 33 \text{ г/моль}$$

$$n(\text{сум.}) = \frac{m(\text{сум.})}{M(\text{сум.})} = \frac{79,2 \text{ г}}{33 \text{ г/моль}} = 2,4 \text{ моль}$$

2. Обчислюємо кількість бромів:

$$m(\text{Br}_2) = m(\text{р-ну Br}_2) \cdot w(\text{Br}_2) = 960 \text{ г} \cdot 0,1 = 96 \text{ г}$$

$$n(\text{Br}_2) = \frac{m(\text{Br}_2)}{M(\text{Br}_2)} = \frac{96 \text{ г}}{160 \text{ г/моль}} = 0,6 \text{ моль}$$

За рівняннями реакції (IV) і (V) –  $n(\text{Br}_2) = n(\text{алкенів}) = 0,6 \text{ моль}$ ,  
тоді  $n(\text{C}_2\text{H}_6) = 0,4 \text{ моль}$

3. Припустимо, що 1 моль вихідної суміші містить  $x$  моль  $\text{C}_2\text{H}_4$ ,

тоді  $\text{C}_3\text{H}_6$  –  $(0,6 - x)$  моль і  $\text{C}_2\text{H}_6$  –  $0,4$  моль:

$$m(\text{C}_2\text{H}_4) = M(\text{C}_2\text{H}_4) \cdot n(\text{C}_2\text{H}_4) = 28x \text{ г}$$

$$m(\text{C}_3\text{H}_6) = M(\text{C}_3\text{H}_6) \cdot n(\text{C}_3\text{H}_6) = 42(0,6 - x) \text{ г}$$

$$m(\text{C}_2\text{H}_6) = M(\text{C}_2\text{H}_6) \cdot n(\text{C}_2\text{H}_6) = 30 \cdot 0,4 = 12 \text{ г}$$

$$\text{Складаємо рівняння: } 28x + 42(0,6 - x) + 12 = 33$$

$$28x + 25,2 - 42x + 12 = 33$$

$$-14x = -4,2$$

$$x = 0,3 \text{ моль} - n(\text{C}_2\text{H}_4)$$

$$n(\text{C}_3\text{H}_6) = 0,6 - 0,3 = 0,3 \text{ моль}$$

$$n(\text{C}_2\text{H}_6) = 0,4 \text{ моль}$$

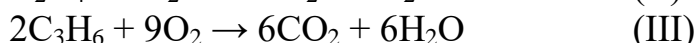
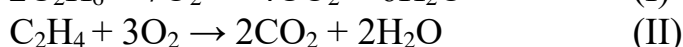
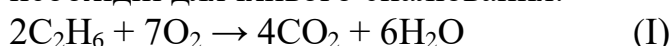
4. Обчислюємо вміст кожного газу в суміші кількістю 2,4 моль:

$$n(\text{C}_2\text{H}_4) = 2,4 \text{ моль} \cdot 0,3 \text{ моль} = 0,72 \text{ моль}$$

$$n(\text{C}_3\text{H}_6) = 2,4 \text{ моль} \cdot 0,3 \text{ моль} = 0,72 \text{ моль}$$

$$n(\text{C}_2\text{H}_6) = 2,4 \text{ моль} \cdot 0,4 \text{ моль} = 0,96 \text{ моль}$$

За рівняннями реакцій горіння вуглеводнів обчислюємо кількості речовин кисню, необхідні для їхнього спалювання:



$$\text{За рівнянням (I): } n(\text{O}_2) = 7/2n(\text{C}_2\text{H}_6) = 7/2 \cdot 0,96 = 3,36 \text{ моль}$$

$$\text{За рівнянням (II): } n(\text{O}_2) = 3n(\text{C}_2\text{H}_4) = 3 \cdot 0,72 = 2,16 \text{ моль}$$

$$\text{За рівнянням (III): } n(\text{O}_2) = 9/2n(\text{C}_3\text{H}_6) = 9/2 \cdot 0,72 = 3,24 \text{ моль}$$

Отже, для спалювання вуглеводнів потрібно:  $2,16 + 3,36 + 3,24 = 8,76 \text{ моль O}_2$

$$1. V(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \cdot V_m = 8,76 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 196,2 \text{ л}$$

$$V(\text{пов.}) = \frac{V(O_2)}{\varphi(O_2)} = \frac{196,2\text{л}}{0,21} = 934\text{ л}$$

