

# Харківська обласна хімічна олімпіада 2024 р.

## 8 клас (розв'язки)

### 1. Незамінний кристалогідрат.

1.  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  – залізний купорос.

$M(\text{FeSO}_4) = 151.93$  г/моль,  $M(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 278.02$  г/моль.

Масова частка води:  $w = \frac{n(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})}$ , де  $n$  – к-ть молекул води в кристалогідраті

$$w(\text{H}_2\text{O}) = \frac{7 \cdot 18}{278} = 0.4535 \text{ або } 45.35\%$$

2.  $c = \frac{n}{V} = \frac{m}{M \cdot V}$  отже  $m = c \cdot M \cdot V$ ,  $m(\text{FeSO}_4) = 1.5 \cdot 152 \cdot 15 = 3420$  (г) або 3.420 кг.

В 278.02 г кристалогідрату – 151.93 г  $\text{FeSO}_4$ , в  $X$  г кристалогідрату – 3420 г  $\text{FeSO}_4$

Тоді шукана маса кристалогідрату  $m = (278.02 \cdot 3420) / 151.93 = 6255$  (г) або 6.255 кг

3.  $1.087$  г/мл =  $1.087$  кг/л, тоді маса вихідного розчину:  $m(\text{розчину}) = 1.087 \cdot 13 = 14.131$  (кг)

Масова частка розчиненої речовини:  $w = m(\text{розч. речовини}) / m(\text{розчину})$

Маса  $\text{FeSO}_4$  в 2% розчині:  $m = 0.02 \cdot 14.131 = 0.28262$  кг

Знайдемо масу кристалогідрату, яку необхідно додати для отримання 3% розчину.

$$w_2 = 0.03 = (282.62 + m_2(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) \cdot 0.5455) / (14131 + m_2(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})),$$

де 0.5455 – масова частка  $\text{FeSO}_4$  в кристалогідраті,  $m_2(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})$  – маса кристалогідрату, яку необхідно додати до вихідного 2% розчину.

Тоді шукана маса кристалогідрату  $m_2(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 274.66$  г.

**2. Газові балони.** 1. Кількість моль газу, що займає певний об'єм за певних тиску та температури, розраховується за рівнянням Менделєєва–Клапейрона  $pV = nRT$ . де,  $n$  – кількість речовини газу (моль),  $V$  – об'єм г ( $\text{м}^3$ ),  $P$  – тиск (Па),  $R$  – універсальна газова стала (Дж/мольК),  $T$  – температура (К).

$$pV = (m/M)RT.$$

Звідси маса газу:  $m = (pVM)/RT$ ,  $m = (1.6 \cdot 10^6 \cdot 0.03 \cdot 32) / (8.314 \cdot 300) = 615$  г або 0.615 кг

2.  $N$  (молекул кисню) =  $(m \cdot N_A) / M(\text{O}_2) = (615 \cdot 6.02 \cdot 10^{23}) / 32 = 1.157 \cdot 10^{25}$

За нормальних умов 30 л кисню містить молекул:

$$N \text{ (молекул кисню)} = (V \cdot N_A) / V_m = (30 \cdot 6.02 \cdot 10^{23}) / 22.4 = 8.06 \cdot 10^{23}$$

3. З рівняння Менделєєва–Клапейрона густина газів ( $m/V$ ) дорівнює:

$$(m/V)_{\text{N}_2} = (P(\text{N}_2) \cdot M(\text{N}_2)) / (R \cdot T)$$

$$(m/V)_{\text{Ar}} = (P(\text{Ar}) \cdot M(\text{Ar})) / (R \cdot T)$$

Прирівнюючи ці величини отримуємо:

$$P(\text{N}_2) \cdot M(\text{N}_2) = P(\text{Ar}) \cdot M(\text{Ar})$$

$$P(\text{N}_2) / P(\text{Ar}) = M(\text{Ar}) / M(\text{N}_2)$$

$$P(\text{N}_2) / P(\text{Ar}) = 40 / 28, \text{ тобто в } 1.43 \text{ рази}$$

4. З рівняння Менделєєва–Клапейрона знайдемо температуру:

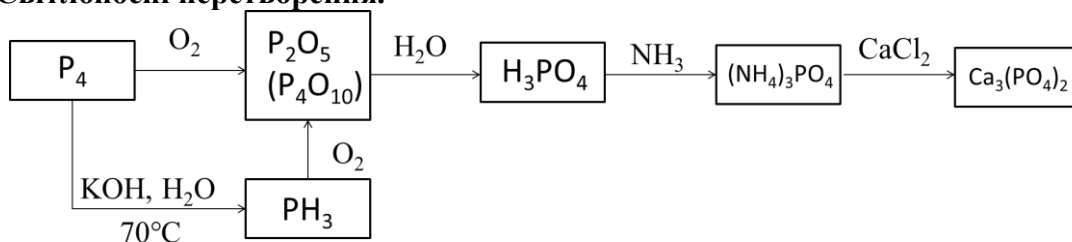
$$T = (PVM) / (mR) \text{ (уважно одиниці виміру!!!)}$$

$$T = (8.0510 \cdot 10^5 \cdot 2.8 \cdot 10^{-3} \cdot 28) / (26 \cdot 8.314) = 291\text{K}$$

Молярна концентрація  $c = n/V = 0.15$  (моль/л) або 150 моль/ $\text{м}^3$

З рівняння Менделєєва–Клапейрона:  $P = (n/V) \cdot R \cdot T$ ,  $P = 150 \cdot 8.314 \cdot 291 = 362906.1$  Па

### 3. Світлоносні перетворення.





### 3. Перекидування електронів.

Елемент	Вказана електронна конфігурація	Правильна електронна конфігурація	Різниця
Be	$2s^2 2p^3$	$2s^2$	3 зайвих електрони
Co	$3d^6 4s^2$	$3d^7 4s^2$	Не вистачає 1 електрона
Ag	$4d^9 5s^2$	$4d^{10} 5s^1$	Кількість електронів правильна
I	$4d^{10} 5s^2 5p^3$	$4d^{10} 5s^2 5p^5$	Не вистачає 2 електронів

### 6. “Без рівнянь було б складніше!”.

1. З рівнянь реакцій випливає:  $XaOb - X_2O_2$ ;  $XcOd - X_2O$ .

Виразимо кількість речовини XOH:

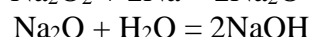
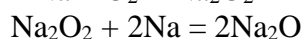
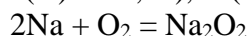
$$m(XOH) = 2320 \text{ г} * 0,15 = 348 \text{ г}$$

$$M(XOH) = M(X) + M(OH) = (M(X) + 17,01) \text{ г/моль}$$

$$n(XOH) = 348 / (M(X) + 17,01).$$

З рівнянь реакцій:  $2n(X) = n(XOH)$ .

$$2 * 100 / M(X) = 348 / (M(X) + 17,01), M(X) = 22,9 \text{ г/моль}, X - Na.$$



2. Знайдемо кількості речовини Na та  $Na_2O_2$  :

$$n(Na) = 100 * 0,9 / 22,99 = 3,9 \text{ моль}, n(Na_2O_2) = 100 * 0,1 / 77,98 = 0,13 \text{ моль}$$

Тепер знайдемо кількість загальну кількість речовини  $Na_2O_2$  після повного проходження першої реакції:  $n(Na_2O_2) = 3,9 / 2 + 0,13 = 2,08 \text{ моль}$ .

З рівнянь 2 і 3 випливає:  $n(NaOH) = 2,08 * 4 = 8,32 \text{ моль}$ .

Тоді  $m(NaOH) = 8,32 * 40,0 = 332,8 \text{ г}$ ,  $\omega(NaOH) = 332,8 / 2320 = 0,144$  (14,4 %).

3.  $H_2SO_4 + 2NaOH = Na_2SO_4 + 2H_2O \quad (4)$

$$n(H_2SO_4) = 1 * 4,35 = 4,35 \text{ моль}, n(NaOH) = 2320 * 0,15 / 40,0 = 8,7 \text{ моль}.$$

Кількості речовини  $H_2SO_4$  та NaOH у стехіометричному співвідношенні 1 : 2. Отже, вони повністю реагують між собою.

4. Папірець з універсальним індикатором залишається жовтим. З рівняння реакції (4) випливає:  $n(Na_2SO_4) = n(H_2SO_4) = 4,35 \text{ моль}$ .

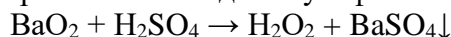
### 7. Завдання експериментального туру.

1. Газ Г – це кисень. Молярна маса речовини Д дорівнює  $2 \times 9 = 18 \text{ г/моль}$ , таку молярну масу має пара води. Якщо Д – це вода, тоді А – гідроген пероксид. Гідроген пероксид здатний розкладатися з виділенням кисню під час додавання деяких речовин, що діють як каталізatori. Простою речовиною Б може бути активоване вугілля, адже карбон утворює два оксиди, CO та  $CO_2$ , з молярними масами 28 та 44; відношення їх молярних мас дорівнює  $28 : 44 = 7 : 11$ .

Сполука В є оксидом, або гідридом. Нехай В – це оксид з формулою  $Y_2O_z$ , z – валентність елемента Y. Маємо:  $\omega(Y) = 2M(Y) / (2M(Y) + 16z) = 0,6319$ ,  $M = 13,561z$ . Якщо z = 4, то  $M = 54,94$ , що дуже близько до молярної маси Мангану, отже Y – це Манган, а речовина В –  $MnO_2$ .

2. Реакції:  $2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2 \uparrow$ ,  $C + O_2 \rightarrow CO_2$ .

3. Гідроген пероксид можна отримати взаємодією сульфатної кислоти з пероксидом барію



4. Елемент №6 Карбон може існувати у вигляді таких простих речовин: алмаз, графіт, карбін, фулерен.