

РОЗВ'ЯЗКИ ЗАВДАНЬ

I (дистанційного) етапу Всеукраїнської олімпіади НУХТ з хімії

1. Позначимо об'ємну частку водню у суміші через x , тоді об'ємна частка кисню становитиме $1 - x$. $M(H_2) = 2$ г/моль; $M(O_2) = 32$ г/моль. Вираз для молярної маси даної суміші буде:

$$2 \cdot x + 32 \cdot (1 - x) = 20.$$

Звідси об'ємна частка водню $x = 0,4$, а об'ємна частка кисню становитиме $1 - 0,4 = 0,6$.

Співвідношення газів за умовою задачі буде $V(H_2) : V(O_2) = 0,4 : 0,6 = 2 : 3$.

Знаходимо співвідношення газів із рівняння: $2H_2 + O_2 = 2H_2O$.

За рівнянням $V(H_2) : V(O_2) = 2 : 1$. Отже, у надлишку наявний кисень.

2. Знаходимо кількість молекул за формулою: $n = \frac{N}{N_A}$, де N_A – число Авогадро.

$$n(\text{молекул}) = 4,25 \cdot 10^{23} / 6,02 \cdot 10^{23} = 0,706 \text{ моль.}$$

Молярну масу сполуки знаходимо за формулою: $M = m/n$.

$$M(\text{сполуки}) = 45,2 \text{ г} / 0,706 \text{ моль} = 64 \text{ г/моль}; \quad M(SE_x) = 64 \text{ г/моль};$$

Елемент **E** може бути тільки неметалічним (за умовою речовина має молекулярну будову – утворює молекули). Робимо висновок, що невідомий елемент – Оксиген.

$$M(SO_2) = 64 \text{ г/моль.}$$

3. ${}_{12}\text{Mg } 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$;
 ${}_{16}\text{S } 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$;
 ${}_{20}\text{Ca } 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$.

Магній та Сульфур – це елементи третього періоду, Кальцій належить до четвертого періоду, водночас, Кальцій та Магній належать до однієї підгрупи (головна підгрупа другої групи). Відомо, що зі зростанням порядкового номера елемента радіуси атомів у періоді зменшуються, а в підгрупі збільшуються. Отже, найменший радіус 104 пм матиме атом Сульфуру, найбільший радіус 197 пм – у атома Кальцію, а атом Магнію має радіус 160 пм.

4. Знаходимо вміст Нітрогену у сполуці:

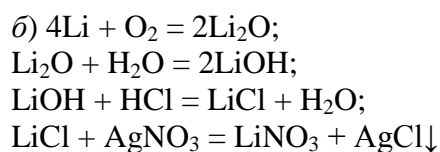
$$W(N) = 100\% - 85,96\% - 4,92\% = 9,12\%. \text{ Формулу сполуки можна записати як } C_xH_yN_z.$$

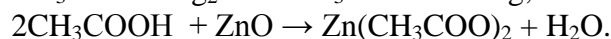
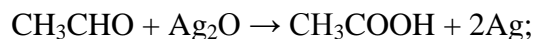
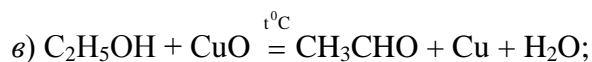
Знаходимо кількісні співвідношення:

$$x : y : z = (85,96/12,01) : (4,92/1,008) : (9,12/14,007); \quad x : y : z = 7,157 : 4,881 : 0,651.$$

Індекси можуть бути тільки цілими числами. Найменше число (0,651) приймаємо за одиницю і одержуємо співвідношення $x : y : z = 11 : 7,5 : 1$. Щоб одержати цілі числа, помножуємо на 2. Одержуємо: $x : y : z = 22 : 15 : 2$. **Найпростіша формула тетрафенілпорфірину $C_{22}H_{15}N_2$**

5. а) $S + O_2 = SO_2$;
 $SO_2 + H_2O = H_2SO_3$;
 $2NaOH + H_2SO_3 = Na_2SO_3 + 2H_2O$;
 $CaCl_2 + Na_2SO_3 = CaSO_3 \downarrow + 2NaCl$.





6. Знаходимо кількість йонів PO_4^{3-} в 1 л стічних вод:

$$n = 15 \text{ г} : 95 \text{ г/моль} = 0,16 \text{ моль}; M(\text{PO}_4^{3-}) = 95 \text{ г/моль}.$$

В 1 м³ йонів буде в 1000 разів більше, ніж в 1 л, тобто, 160 моль. Зв'язування йонів відбувається за йонним рівнянням: $3\text{Ca}^{2+} + 2\text{PO}_4^{3-} = \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\downarrow$.

Враховуючи співвідношення йонів, знаходимо кількість йонів Ca^{2+} :

$$n(\text{Ca}^{2+}) = \frac{3}{2} n(\text{PO}_4^{3-}); n(\text{Ca}^{2+}) = 240 \text{ моль}. \text{ Кількість речовини } \text{CaCl}_2 \text{ буде такою ж, як і}$$

$$\text{кількість йонів Кальцію: } n(\text{CaCl}_2) = n(\text{Ca}^{2+}) = 240 \text{ моль}; M(\text{CaCl}_2) = 111 \text{ г/моль};$$

$$m(\text{CaCl}_2) = 240 \text{ моль} \cdot 111 \text{ г/моль} = 26640 \text{ г} = \mathbf{26,6 \text{ кг}}.$$

7. Особливість цієї задачі в тому, що натрій буде взаємодіяти з водою розчину натрій гідроксиду. Знаходимо масу NaOH у вихідному розчині лугу:

$$m_1(\text{NaOH}) = 200 \text{ г} \cdot 0,15 = 30 \text{ г}.$$

Взаємодія відбувається за рівнянням: $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2\uparrow$;

$$n(\text{NaOH}) = n(\text{Na}) = 2 \text{ моль}; n(\text{H}_2) = \frac{1}{2} n(\text{Na}) = 1 \text{ моль}.$$

Знаходимо масу лугу, що утвориться: $m_2(\text{NaOH}) = 2 \text{ моль} \cdot 40 \text{ г/моль} = 80 \text{ г}.$

Знаходимо масу лугу ($m(\text{NaOH})_{\text{загальна}}$) у виготовленому розчині:

$$m(\text{NaOH})_{\text{загальна}} = 30 + 80 = \mathbf{110 \text{ г}}; \text{ що відповідає такій кількості речовини:}$$

$$110 \text{ г} : 40 \text{ г/моль} = \mathbf{2,75 \text{ моль NaOH}}.$$

Знаходимо масу водню, що виділився: $m(\text{H}_2) = 1 \text{ моль} \cdot 2 \text{ г/моль} = 2 \text{ г}.$

Маса виготовленого розчину ($m_{\text{р-ну}}$) буде дорівнювати :

$$m_{\text{р-ну}} = 200 \text{ г} + m(\text{Na}) - m(\text{H}_2).$$

$$m_{\text{р-ну}} = 200 + 2 \text{ моль} \cdot 23 \text{ г/моль} - 2 \text{ г} = \mathbf{244 \text{ г}}.$$

Взагалі, масою водню, що виділився, можна знехтувати: на відповідь це суттєво не вплине.

Обчислюємо масову частку лугу:

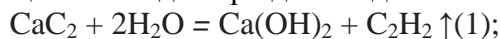
$$W(\text{NaOH}) = (110 : 244) \cdot 100 \% = \mathbf{45,1 \%}.$$

Знаходимо об'єм виготовленого розчину та концентрацію лугу в моль/дм³

$$V_{\text{розчину}} = 244 \text{ г} : 1,483 \text{ г/см}^3 = 164,5 \text{ см}^3 = 0,1645 \text{ дм}^3.$$

$$C(\text{моль/дм}^3) = 2,75 \text{ моль} : 0,1645 \text{ дм}^3 = \mathbf{16,7 \text{ моль/дм}^3}.$$

8. Складаємо рівняння реакцій взаємодії карбідів з водою:



$$M(\text{CaC}_2) = 64 \text{ г/моль}, M(\text{Al}_4\text{C}_3) = 144 \text{ г/моль}.$$

Знаходимо сумарну кількість речовини газів – продуктів реакцій:

$$n = 4,48 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,2 \text{ моль}.$$

Позначимо кількість речовини метану через x , тоді кількість ацетилену буде $0,2 - x$.

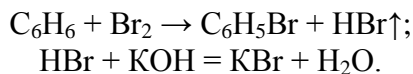
Згідно рівняння реакції (1) у суміші міститься така ж кількість кальцій карбїду як і кількість речовини ацетилену, тобто, $(0,2 - x)$ моль. А згідно рівняння реакції (2) визначаємо, що кількість речовини алюміній карбїду буде у три рази менша ніж кількість речовини ацетилену: $x/3$. Складаємо рівняння з одним невідомим та розв'язуємо його:

$$(x/3) \cdot 144 \text{ г/моль} + (0,2 - x) \cdot 64 \text{ г/моль} = 9,92 \text{ г}.$$

$$x = 0,18 \text{ моль}.$$

Кількість речовини Al_4C_3 буде у три рази меншою, тобто 0,06 моль. Обчислюємо масу алюміній карбіду: $m = 0,06 \text{ моль} \cdot 144 \text{ г/моль} = \mathbf{8,64 \text{ г}}$
 Маса кальцій карбіду дорівнюватиме різниці: $9,92 - 8,64 = \mathbf{1,28 \text{ г}}$

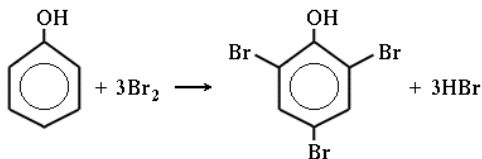
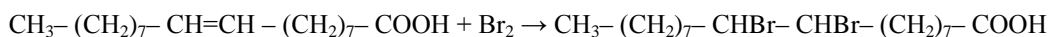
9. Складаємо рівняння реакцій, що відбуваються:



Обчислюємо масу та кількість речовини KOH в розчині:

$m = 11,2 \text{ г} \cdot 0,1 = 1,12 \text{ г}$; $n(\text{KOH}) = 1,12 \text{ г} / 56 \text{ г/моль} = 0,02 \text{ моль}$ ($M(\text{KOH}) = 56 \text{ г/моль}$).
 Як видно із наведених рівнянь реакцій кількості речовин HBr, KOH і C_6H_6 повинні бути однакові, тобто, 0,02 моль. Молярна маса бензену дорівнює 78 г/моль. Обчислюємо його масу: $m = 78 \text{ г/моль} \cdot 0,02 \text{ моль} = \mathbf{1,56 \text{ г}}$.

10. Для виконання якісних реакцій відбираємо у чотири пробірки невеликі порції досліджуваних речовин. До кожної порції додаємо бромної води. У пробірці з *олеїноюю кислотою*, яка належить до ненасичених кислот, відбувається знебарвлення бромної води, а в пробірці де знаходився *фенол* – утвориться білий осад 2,4,6 –трибром фенолу:



Свіжеосаджений осад купрум(II) гідроксиду розділемо на дві пробірки та добавимо невеликі порції двох зразків, які залишились для розпізнавання. Характерною ознакою багатоатомних спиртів, до яких належать гліцерол та глюкоза, є розчинення осаду купрум(II) гідроксиду з утворенням прозорого розчину синього кольору. Але глюкоза, на відміну від гліцеролу, містить альдегідну групу. Нагріємо пробірки. Там, де містилась *глюкоза* відбудеться окиснення глюкози з утворенням глюконової кислоти та червоного осаду купрум(I) оксиду:

