

Розв'язування задач на виведення формули органічної сполуки за даними про масу та об'єм реагентів

Хімічну формулу речовини можна вивести, якщо знати, до якого класу чи групи сполук вона належить і яка її відносна молекулярна або молярна маса. Молярну масу за відсутності відомостей про неї обчислюють за густиною речовини в газоподібному стані або її відносною густиною за певним газом:

$$\rho = \frac{M}{V_M} \Rightarrow M = \rho \cdot V_M \quad (1)$$

$$D_A(B) = \frac{M(B)}{M(A)} \Rightarrow M(B) = D_A(B) \cdot M(A) \quad (2)$$

Розглянемо, як розв'язують відповідні задачі на виведення хімічних формул алканів. Так само можна знаходити хімічні формули ненасичених вуглеводнів, спиртів, кислот тощо, а також неорганічних сполук.

ЗАДАЧА 1. Знайти хімічну формулу алкану, молярна маса якого становить 44 г/моль.

Дано:	Розв'язання
$M(C_nH_{2n+2}) = 44 \text{ г/моль}$	1. Виводимо формулу для розрахунку молярної маси алкану, використавши молярні маси Карбону і Гідрогену:
$C_nH_{2n+2} - ?$	$M(C_nH_{2n+2}) = n \cdot M(C) + (2n + 2) \cdot M(H) = 12n + 2n + 2 = 14n + 2.$
	2. Знаходимо хімічну формулу сполуки:
	$14n + 2 = 44; \quad n = 3.$
	Формула алкану — C_3H_8 .

Відповідь: C_3H_8 .

Формулу сполуки, яка вступає в реакцію, можна також вивести за її кількістю речовини, масою або об'ємом і аналогічними відомостями про речовини, які утворюються. Такі дані отримують, здійснюючи хімічний експеримент. Наприклад, певну порцію речовини спалюють у спеціальному приладі в надлишку кисню і визначають маси або об'єми продуктів її згоряння — вуглекислого газу, води, азоту тощо.

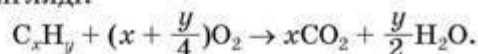
ЗАДАЧА 3. Знайти хімічну формулу газуватого вуглеводню, якщо при повному згорянні 50 мл цієї сполуки утворюються 150 мл вуглекислого газу і 200 мл водяної пари (об'єми відповідають однаковим умовам).

Дано:

$$\begin{aligned} & \text{C}_x\text{H}_y \\ & V(\text{C}_x\text{H}_y) = 50 \text{ мл} \\ & V(\text{CO}_2) = 150 \text{ мл} \\ & V(\text{H}_2\text{O, пара}) = \\ & = 200 \text{ мл} \\ & \text{C}_x\text{H}_y - ? \end{aligned}$$

Розв'язання

1. Складаємо рівняння реакції в загальному вигляді:



Згідно з хімічним рівнянням, із 1 моль C_xH_y утворюються x моль CO_2 та $\frac{y}{2}$ моль H_2O .

2. Обчислюємо відношення кількостей речовини вуглеводню, вуглекислого газу і водяної пари (за законом об'ємних співвідношень, кількість речовини газу пропорційна його об'єму за незмінності зовнішніх умов):

$$\begin{aligned} n(\text{C}_x\text{H}_y) : n(\text{CO}_2) : n(\text{H}_2\text{O, пара}) &= \\ = V(\text{C}_x\text{H}_y) : V(\text{CO}_2) : V(\text{H}_2\text{O, пара}) &= \\ = 50 : 150 : 200 &= 1 : 3 : 4. \end{aligned}$$

3. Знаходимо формулу вуглеводню.
Коефіцієнти в хімічному рівнянні пропорційні кількостям речовини вуглеводню і продуктів реакції:

Дано:

$$\begin{aligned} & \text{C}_x\text{H}_y \\ & m(\text{CO}_2) = 22 \text{ г} \\ & m(\text{H}_2\text{O}) = 11,25 \text{ г} \\ & D_{\text{H}_2}(\text{C}_x\text{H}_y) = 29 \\ & \text{C}_x\text{H}_y - ? \end{aligned}$$

Розв'язання

1. При повному згорянні вуглеводню всі атоми Карбону «переходять» у молекули вуглекислого газу, а Гідрогену — в молекули води. Обчислюємо кількості речовини Карбону і Гідрогену в продуктах згоряння, а отже, й у вуглеводні:

$$n(\text{CO}_2) = \frac{m(\text{CO}_2)}{M(\text{CO}_2)} = \frac{22}{44} = 0,5 \text{ (моль)};$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{11,25}{18} = 0,625 \text{ (моль)}.$$

Звідси

$$n(\text{C}) = 0,5 \text{ моль}; \quad n(\text{H}) = 1,25 \text{ моль}.$$

2. Знаходимо найпростішу формулу вуглеводню:

$$\begin{aligned} x : y &= n(\text{C}) : n(\text{H}) = 0,5 : 1,25 = \\ &= \frac{0,5}{0,5} : \frac{1,25}{0,5} = 1 : 2,5. \end{aligned}$$

Помноживши кожне число знайденого співвідношення на 2, отримуємо цілі індекси x та y :

$$x : y = (1 \cdot 2) : (2,5 \cdot 2) = 2 : 5.$$

Вуглеводню C_2H_5 не існує. Істинна формула сполуки C_xH_y кратна найпростішій — $(\text{C}_2\text{H}_5)_z$.

3. Виводимо істинну формулу сполуки. Для цього спочатку обчислюємо молярну масу вуглеводню, використавши математичний вираз (2), що на с. 41:

$$M(C_xH_y) = D_{H_2}(C_xH_y) \cdot M(H_2) = \\ = 29 \cdot 2 = 58 \text{ (г/моль)}.$$

Оскільки $M(C_xH_y) = zM(C_2H_5)$, то

$$z = \frac{M(C_xH_y)}{M(C_2H_5)} = \frac{58}{29} = 2.$$

Істинна формула сполуки — $(C_2H_5)_2$, або C_4H_{10} .

Відповідь: C_4H_{10}

ВИСНОВКИ

Вивести хімічну формулу органічної речовини можна за загальною формулою відповідного гомологічного ряду та молярною (відотною молекулярною) масою цієї сполуки або її густиною чи відотною густиною. Формулу сполуки також визначають за масами, об'ємами або кількостями речовини реагентів і продуктів відповідної реакції.