

**Решение задач на нахождение молекулярной формулы газообразного углеводорода.
Определение формулы по продуктам сгорания**

I. Нахождение формулы органического вещества по массовой доле химических элементов и относительной плотности газов

1. Выпишите в тетрадь основные формулы

$$D_2 = M_r(1)/M_r(2)$$

D - относительная плотность первого газа по второму (безразмерная величина).

Например:

$$D(O_2) = M_r(\text{газа})/M_r(O_2) = M_r(\text{газа})/32;$$

$$D(H_2) = M_r(\text{газа})/M_r(H_2) = M_r(\text{газа})/2;$$

$$D(\text{воздуха}) = M_r(\text{газа})/M_r(\text{воздуха}) = M_r(\text{газа})/29$$

$$W_{\text{элемента}} = (n \cdot A_r(\text{элемента}) \cdot 100\%) / M_r(\text{вещества}),$$

где n – индекс, число атомов;

W – массовая доля элемента (%).

2. Разберите образец решения задачи

Этиловый спирт содержит 52,18% углерода: 13,04% водорода: 34,78% кислорода.

Плотность паров спирта по водороду 23. Определите формулу этилового спирта.

Решение:

1. Определим молекулярную массу искомого вещества:

$$M_r(C_xH_yO_z) = D(H_2) \cdot M_r(H_2) = 23 \cdot 2 = 46$$

2. По формуле $n = (W_{\text{элемента}} \cdot M_r(\text{вещества})) / A_r(\text{элемента}) \cdot 100\%$ вычислим число атомов C, H, O

$$n(C) = (52,18\% \cdot 46) / 12 \cdot 100\% = 2$$

$$n(H) = (13,04\% \cdot 46) / 1 \cdot 100\% = 6$$

$$n(O) = (34,78\% \cdot 46) / 16 \cdot 100\% = 1$$

Получаем $x:y:z = 2:6:1$, следовательно, вещество C_2H_6O

Проверка, $M_r(C_2H_6O) = 46$

II. Нахождение формулы органического вещества по массовой доле химических элементов и плотности вещества при нормальных условиях

1. Выпишите в тетрадь основные формулы

$$M = \rho \cdot V_m$$

где $V_m = 22,4$ л/моль (при н.у.);

M – молярная масса вещества (г/моль);

$\rho = m/V$ (плотность)

$$W_{\text{элемента}} = (n \cdot A_r(\text{элемента}) \cdot 100\%) / M_r(\text{вещества}),$$

где n – индекс, число атомов;

W – массовая доля элемента (%).

2. Разберите образец решения задачи

Углеводород содержит 81,82% углерода. Масса 1 л этого углеводорода (н.у.) составляет 1,964 г. Найдите молекулярную формулу этого углеводорода.

Решение:

1. Определим молярную массу искомого вещества:

$$\rho = m/V, \text{ следовательно } M(C_xH_y) = \rho \cdot V_m = 1,964 \text{ г/л} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 44$$

2. По формуле: $n = (W_{\text{элемента}} \cdot M_r(\text{вещества})) / A_r(\text{элемента}) \cdot 100\%$ вычислим число атомов C, H.

Здесь $M_r = M$

$$n(C) = (81,82\% \cdot 44) / (12 \cdot 100\%) = 3$$

$$n(H) = (18,18\% \cdot 44) / (1 \cdot 100\%) = 8$$

Получаем $x:y = 3:8$, следовательно, вещество C_3H_8

Проверка, $M_r(C_3H_8) = 44$

III. Определение формулы по продуктам сгорания

Разберите образец решения задачи

При сгорании 10,5 г органического вещества получили 16,8 л углекислого газа (н.у.) и 13,5 г воды. Плотность этого вещества при н.у. равна 1,875 г/л. Определите молекулярную формулу вещества.

Решение:

1. Находим молярную массу вещества и его количество вещества:

Если в условии задачи дана относительная плотность органического вещества, то его молекулярную массу определяем согласно формулам:

$$D(O_2) = M_r(\text{газа})/M_r(O_2) = M_r(\text{газа})/32;$$

$$D(H_2) = M_r(\text{газа})/M_r(H_2) = M_r(\text{газа})/2;$$

$$D(\text{воздуха}) = M_r(\text{газа})/M_r(\text{воздуха}) = M_r(\text{газа})/29.$$

$$M(\text{вещества}) = \rho \cdot V_m = 1.875 \text{ г/л} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 42 \text{ г/моль}$$

$$\nu(\text{вещества}) = m / M = 10,5 \text{ г} / 42 \text{ г/моль} = 0,25 \text{ моль}$$

2. Найдём количества вещества C, H по формулам:

$$\nu = V/V_m \text{ или } \nu = m/M$$

$$\nu(C) = \nu(CO_2) = V/V_m = 16,8 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,75 \text{ моль}$$

$$\nu(H) = 2 \cdot \nu(H_2O) = 2 \cdot m/M = (2 \cdot 13,5 \text{ г}) / 18 \text{ г/моль} = 1,5 \text{ моль}$$

3. Определим наличие кислорода в формуле вещества:

$$m(C) = \nu(C) \cdot M(C) = 0,75 \text{ моль} \cdot 12 \text{ г/моль} = 9 \text{ г}$$

$$m(H) = \nu(H) \cdot M(H) = 1,5 \text{ моль} \cdot 1 \text{ г/моль} = 1,5 \text{ г}$$

$$m(O) = m(\text{вещества}) - (m(C) + m(H)) = 10,5 \text{ г} - (9 \text{ г} + 1,5 \text{ г}) = 0 \text{ г, следовательно кислород отсутствует и это углеводород - } C_xH_y$$

4. Находим формулу

$$\nu(C_xH_y) : \nu(C) : \nu(H) = 0,25 : 0,75 : 1,5 = 1 : 3 : 6$$

(здесь к целым числам пришли путём деления всех чисел на меньшее из них, т.е. на 0,25)

Следовательно, 1 моль вещества содержит 3 моль углерода и 6 моль водорода, таким образом, искомая формула C_3H_6 .

IV. Решите задачи

Задача №1. В углеводороде массовая доля углерода равна 84%. Относительная плотность паров углеводорода по воздуху равна 3,45. Определите формулу углеводорода.

Задача №2. Массовая доля углерода в углеводороде составляет 83,33%. Плотность паров углеводорода по водороду равна 36. Определите формулу.

Задача №3. Массовая доля углерода в углеводороде составляет 85,7%. Плотность паров углеводорода по воздуху равна 1,931. Определите формулу.

Задача №4. Углеводород содержит 16,28% водорода. Плотность этого вещества при нормальных условиях 3,839 г/л. Найдите молекулярную формулу этого углеводорода.

Задача №5. Углеводород содержит 82,76% углерода. Масса 1 л этого углеводорода (н.у.) составляет 2,589 г. Найдите молекулярную формулу этого углеводорода.

Задача №6. При сгорании вещества массой 4,25 г образовались оксид углерода (IV) массой 13,2 г и вода массой 5,85 г. Относительная плотность паров этого вещества по воздуху равна 5,862. Определите формулу вещества.