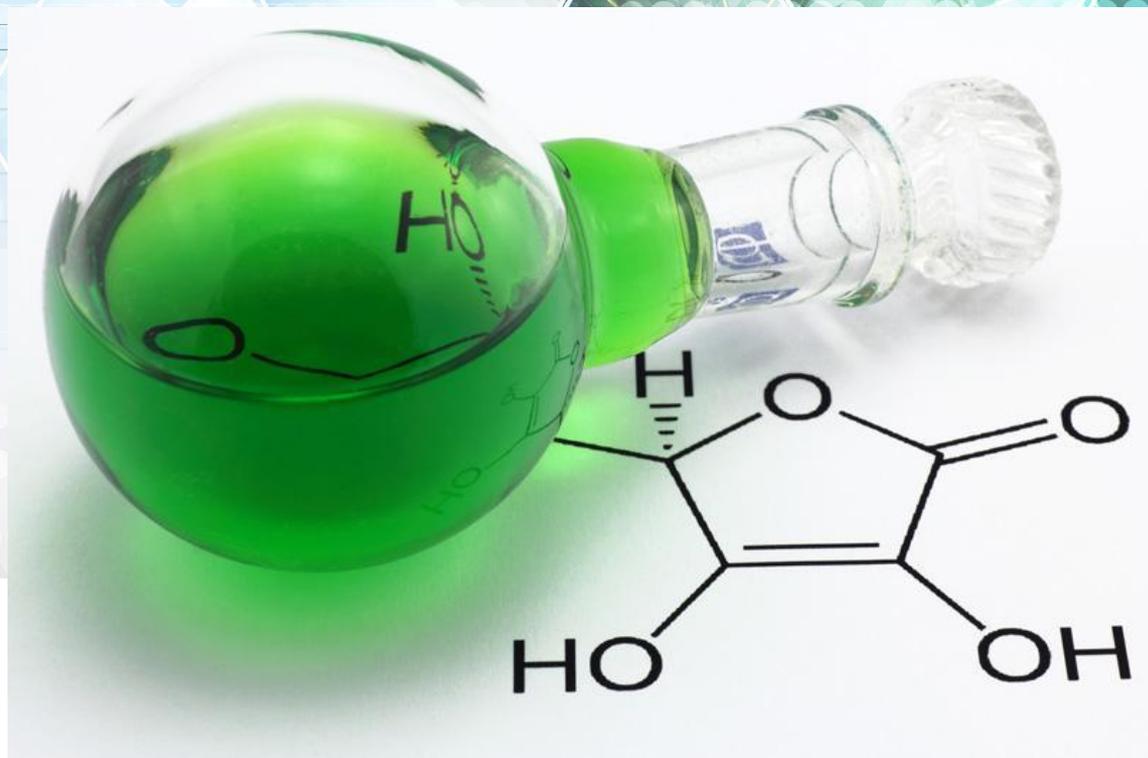


# Решение задач по Органической ХИМИИ



# Задачи по уравнениям реакций



Физическая величина	Буквенное обозначение	Расчетная формула	Единицы измерения
Масса вещества	$m$	$m = m_0 \cdot N$	кг
Масса молекулы	$m_0$	$m_0 = \frac{M}{N_A}$	кг
Количество вещества	$\nu$	$\nu = \frac{m}{M} \quad \nu = \frac{N}{N_A}$	МОЛЬ
Постоянная Авогадро	$N_A$	$N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$	МОЛЬ <sup>-1</sup>
Число молекул в веществе	$N$	$N = N_A \cdot \frac{m}{M}$	
Молекулярная масса	$M_r$	По периодической таблице Менделеева	а.е.м.
Молярная масса	$M$	$M = M_r \cdot 10^{-3}$	кг/МОЛЬ

# Массовая доля

$$w = \frac{m \text{ (компонента)}}{m \text{ (смеси)}} (\cdot 100\%).$$

Для растворов массовая доля вещества ( $w$ ) рассчитывается по формуле:

$$w = \frac{m \text{ (в-ва)}}{m \text{ (р-ра)}} (\cdot 100\%).$$

Если вещество содержит примеси, то его массовая доля (%) равна:

$$w \text{ (в-ва)} = 100\% - w\% \text{ (примесей)}.$$

Определите количество вещества водорода, необходимое для получения 2,5 моль гексана из бензола.

Дано:

$$\nu(\text{C}_6\text{H}_{12}) = 2,5 \\ \text{МОЛЬ}$$

---

$$\nu(\text{H}_2) = ?$$

Решение:

$$x \text{ МОЛЬ} \qquad 2,5 \text{ МОЛЬ}$$



$$x = \nu(\text{H}_2) = 3 \nu(\text{C}_6\text{H}_{12}) = \\ = 3 \cdot 2,5 \text{ МОЛЬ} = 7,5 \text{ МОЛЬ}$$

Ответ:  $\nu(\text{C}_6\text{H}_{12}) = 7,5 \text{ МОЛЬ}$

Вычислите массу этилена, образующегося при дегидратации 9,2 г этилового спирта.

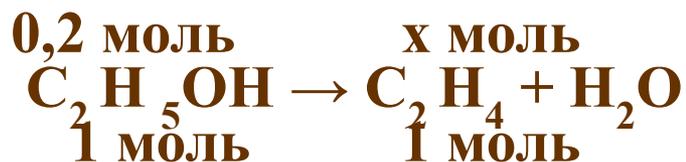
Дано:

$$m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 9,2 \text{ г}$$

$$m(\text{C}_2\text{H}_4) = ?$$

Решение:

$$\nu(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \frac{m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})}{M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})} = \frac{9,2 \text{ г}}{46 \text{ г/моль}} = 0,2 \text{ моль}$$



$$x = \nu(\text{C}_2\text{H}_4) = \nu(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 0,2 \text{ моль}$$

$$m(\text{C}_2\text{H}_4) = \nu(\text{C}_2\text{H}_4) \cdot M(\text{C}_2\text{H}_4) = 0,2 \text{ моль} \cdot 26 \text{ г/моль} = 5,2 \text{ г}$$

Ответ:  $m(\text{C}_2\text{H}_4) = 5,2 \text{ г}$

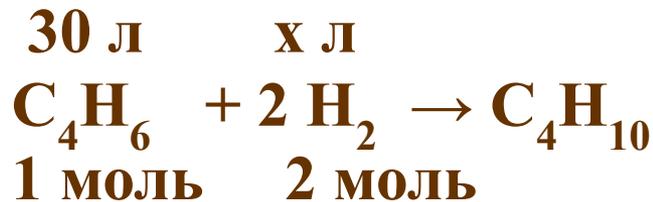
Рассчитайте, какой максимальный объём водорода должен вступить в реакцию с 30 л бутадиена -1,3

Дано:

$$V(\text{C}_4\text{H}_6) = 30 \text{ л}$$

$$V(\text{H}_2) = ?$$

Решение:



по ЗОО:

$$\frac{V(\text{C}_4\text{H}_6)}{V(\text{H}_2)} = \frac{1}{2}$$

$$V(\text{H}_2) = V(\text{C}_4\text{H}_6) \cdot 2 = 60 \text{ л}$$

Ответ:  $V(\text{H}_2) = 60 \text{ л}$

Какой объем водорода (н.у.) получится при взаимодействии 2 моль металлического натрия с 96%-ным (по массе) раствором этанола в воде ( $V = 100$  мл, плотность  $\rho = 0,8$  г/мл).

### Решение:

$$m(\text{раствора}) = V \times \rho$$

$$m(\text{раствора}) = 100 \text{ мл} \times 0,8 \text{ г/мл} = 80 \text{ г}$$

$$m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = (m(\text{раствора}) \times W) : 100\% = 80 \text{ г} \times 0,96 = 76,8 \text{ г}$$

$$\nu(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) / M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 76,8 \text{ г} : 46 \text{ г/моль} = 1,67 \text{ моль}$$



Поскольку заданное количество натрия составляло 2 моль, натрий присутствует в избытке. Поэтому объем выделенного водорода будет определяться количеством этанола:

$$\nu_1(\text{H}_2) = 1/2 \nu(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 1/2 \times 1,67 \text{ моль} = 0,835 \text{ моль}$$

$$V_1(\text{H}_2) = \nu_1(\text{H}_2) \times V_M = 0,835 \text{ моль} \times 22,4 \text{ л/моль} = 18,7 \text{ л}$$

Вода, содержащаяся в растворе спирта, тоже реагирует с натрием с выделением водорода.

$$m(\text{H}_2\text{O}) = (m(\text{раствора}) \times W) : 100\% = 80 \text{ г} \times 0,04 = 3,2 \text{ г}$$

$$\nu(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{H}_2\text{O}) / M(\text{H}_2\text{O}) = 3,2 \text{ г} : 18 \text{ г/моль} = 0,178 \text{ моль}$$



Количество натрия, оставшееся неизрасходованным после реакции с этанолом, составит:

$$\nu(\text{Na, остаток}) = 2 \text{ моль} - 1,67 \text{ моль} = 0,33 \text{ моль}$$

Таким образом, и по сравнению с заданным количеством воды (0,178 моль) натрий все равно оказывается в избытке.

Найдем количество и объем водорода, выделившегося по реакции:

$$\nu_2(\text{H}_2) = 1/2 \nu(\text{H}_2\text{O}) = 1/2 \times 0,178 \text{ моль} = 0,089 \text{ моль}$$

$$V_2(\text{H}_2) = \nu_2(\text{H}_2) \times V_M = 0,089 \text{ моль} \times 22,4 \text{ л/моль} = 1,99 \text{ л}$$

$$\text{Общий объем водорода: } V(\text{H}_2) = V_1(\text{H}_2) + V_2(\text{H}_2) = 18,7 \text{ л} + 1,99 \text{ л} = 20,69 \text{ л}$$

Ответ:  $V(\text{H}_2) = 20,69$  л.

Задачи на  
определение  
формулы  
вещества



## Типы задач на определение формулы вещества

- ✓ решения задач на нахождение формулы вещества по продуктам сгорания вещества
- ✓ нахождение молекулярной формулы вещества по его относительной плотности и массовой доле элементов в соединении.

## Алгоритм для решения задач на нахождение формулы вещества по продуктам сгорания вещества, если дана

1. Вычисляем молярную массу **относительная плотность**

$$M(\text{в}) = D(\text{х}) \cdot M(\text{х}) \quad (1)$$

2. Вычисляем количество атомов С:

а) если  $\text{CO}_2$  дано по массе:

$$n(\text{C}) = \frac{m(\text{CO}_2)}{M(\text{CO}_2)} \quad (2)$$

б) если  $\text{CO}_2$  дано в объеме:

$$n(\text{C}) = \frac{V(\text{CO}_2)}{V_m} \quad (3)$$

3. Вычисляем количество атомов Н:

Так как в молекуле  $\text{H}_2\text{O}$  2 моля Н, тогда формулу умножаем на 2 (это применимо и к N)

$$n(\text{H}) = 2 \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} \quad (4)$$

4. Вычисляем молярную массу полученного вещества.

5. Если молярная масса полученного вещества равна молярной массе вещества (1), тогда задача решена правильно; если молярная масса полученного вещества отличается от молярной массы вещества (1), вычисляем разность и определяем количество атомов кислорода, если вещество кислородосодержащее, или азота, если вещество азотосодержащее.

При сгорании органического вещества массой 2,37 г образовалось 3,36 л оксида углерода(IV) (н.у.), 1,35 г воды и азот. Относительная плотность этого вещества по воздуху равна 2,724. Выведите молекулярную формулу вещества.

**Дано:**

$$m(\text{в-ва}) = 2,37 \text{ г}$$

$$V(\text{CO}_2) = 3,36 \text{ л}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 1,35 \text{ г}$$

$$D(\text{возд.}) = 2,724.$$

**Найти:**



$$M(\text{возд}) = 29 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ г/моль}$$

$$V_m = 22,4 \text{ л/моль}$$

**Решение:**

1. Применяем формулу (1)

$$M(\text{в-ва}) = 29 \text{ г/моль} \cdot 2,724 = 79 \text{ г/моль.}$$

Находим количество атомов С по формуле (3)

$$n(\text{C}) = \frac{m(\text{CO}_2)}{M(\text{CO}_2)} = 5$$

2. Находим количество атомов Н по формуле (4)

$$n(\text{H}) = 2 \cdot \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = 5$$

3. Вычисляем молярную массу  $\text{C}_5\text{H}_5$ .

$$M(\text{C}_5\text{H}_5) = 12 \cdot 5 + 1 \cdot 5 = 65 \text{ г/моль}$$

4. Вычисляем количество атомов азота (5)

$79 - 65 = 14$ . т.к. атомная масса азота – 14, значит в данной формуле один атом N.

Ответ:  $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$

# Алгоритм нахождения молекулярной формулы вещества по его относительной плотности и массовой доле элементов в соединении

1. Вычисляем молярную массу вещества.

$$M(\text{в}) = D(\text{x}) \cdot M(\text{x}) \quad (1)$$

2. Вычисляем количество атомов элемента:

а) если  $w$  дана в процентах:

$$n(\text{Э}) = \frac{w(\text{Э}) \cdot M(\text{в})}{M(\text{Э})} \quad (2)$$

б) если  $w$  дана в долях:

$$n(\text{Э}) = \frac{w(\text{Э}) \cdot M(\text{в})}{M(\text{Э})} \quad (3)$$

3. Вычисляем молярную массу полученного вещества.

4. Если молярная масса полученного вещества равна молярной массе вещества (1), тогда задача решена правильно; если молярная масса полученного вещества отличается от молярной массы вещества (1), вычисляем разность и определяем количество атомов кислорода, если вещество кислородосодержащее, или азота, если вещество азотосодержащее.

Выведите формулу вещества, содержащего 82,75% углерода и 17,25 % водорода. Относительная плотность паров этого вещества по воздуху равна 2.

**Дано:**

$$w(\text{C}) = 82,75\%$$

$$w(\text{H}) = 17,25\%$$

$$D(\text{возд}) = 2$$

---

**Найти:**

$\text{C}_x\text{H}_y$

$$M(\text{воздуха}) = 29\text{г/моль}$$

**Решение:**

1. Применяем формулу  $M(\text{в}) = D(\text{x}) * M(\text{x})$

$$M(\text{в-ва}) = 29 \text{ г/моль} * 2 = 58 \text{ г/моль.}$$

2. Находим количество атомов С по формуле (2)

$$n(\text{C}) = \frac{82,75\% * 58}{12} = 4$$

3. Находим количество атомов Н по формуле (2)

$$n(\text{H}) = \frac{17,25\% * 58}{1} = 10$$

4. Вычисляем молярную массу  $\text{C}_4\text{H}_{10}$

$$M(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 12 * 4 + 1 * 10 = 58\text{г/моль}$$

5. Вычисленная молярная масса совпадает с (1), задача решена.

Ответ:  $\text{C}_4\text{H}_{10}$

**Задача 1.** Вычислите массу спирта, которая образуется при гидратации 112 л этилена.

**Задача 2.** При сгорании 11,2 г. Углеводорода получили оксид углерода массой 35,2 г и воду массой 14,4 г. Относительная плотность этого углеводорода по воздуху равна 1,93. Выведите молекулярную формулу.

**Задача 3.** При сжигании 2,2 г. вещества получили 4,4 г оксида углерода и 1,8 г. воды. Относительная плотность вещества по водороду равна 44. Определите молекулярную формулу вещества.

**Задача 4.** Выведите формулу вещества, содержащего 81,8% углерода и 18,2 % водорода, если относительная плотность по водороду равна 22.

**Задача 5.** Определите молекулярную формулу углеводорода, если массовая доля углерода равна 85,75, а водорода –14,3%. Относительная плотность этого вещества по азоту примерно равна 2.