

# Решение задач. Состав и сжигание

Лекция курса «**органическая химия**»

для 10-х ф-м классов СУНЦ

В.В.Загорский,

Е.А.Менделеева,

Н.И.Морозова

# Формула по составу (1)

1. Определите молекулярную формулу вещества, если известно, что массовая доля углерода в нем равна 39,97%, водорода – 6,73%, кислорода – 53,3%. Плотность паров этого вещества по углекислому газу равна 4,091.

# Формула по составу(2)

Брутто-формула вещества будет иметь вид:  $C_xH_yO_z$ .

1) На основе закона постоянства состава вещества запишем:

$$2) \quad 12x : 1y : 16z = 39,97 : 6,73 : 53,3;$$

3) где 12, 1, 16 – относительные атомн. массы С, Н и О.

$$\text{Отсюда } x : y : z = 39,97/12 : 6,73/1 : 53,3/16 = 3,33 :$$

6,73 : 3,33 Коэффициент должен быть целым числом, поэтому все полученные числа делим на

наименьшее из них (в данном случае 3,33) и

$$\text{получаем: } x : y : z = 1 : 2,02 : 1$$

4) Следовательно, простейшая формула вещества:

$CH_2O$ . Относительная молекулярная масса  $M_r(CH_2O) = 30$ .

# Формула по составу(3)

Относительную молекулярную массу истинного вещества рассчитываем, исходя из плотности паров вещества по углекислому газу. Эта величина численно равна отношению масс равных объемов газов или отношению молекулярных масс газов.  $D_{CO_2} = \rho_{CO_2} - \rho_{CO_2} = Mr(\text{истин})/Mr(CO_2)$ , тогда

$$D_{CO_2}^{6-60} = Mr(\text{истин})/Mr(CO_2), \text{ тогда } Mr(\text{истин}) = Mr(CO_2) * D_{CO_2}^{6-60}$$

$Mr(\text{истин}) = 44 * 4,091 = 180$ . Определим отношение  $Mr(\text{истин})/Mr(CH_2O) = 180 / 30 = 6$ . Значит, индексы в истинной формуле будут в 6 раз больше, чем в простейшей формуле, т. е.  $x = 6, y = 12, z = 6$ . Формула вещества  $C_6H_{12}O_6$ . Ответ:  $C_6H_{12}O_6$ .

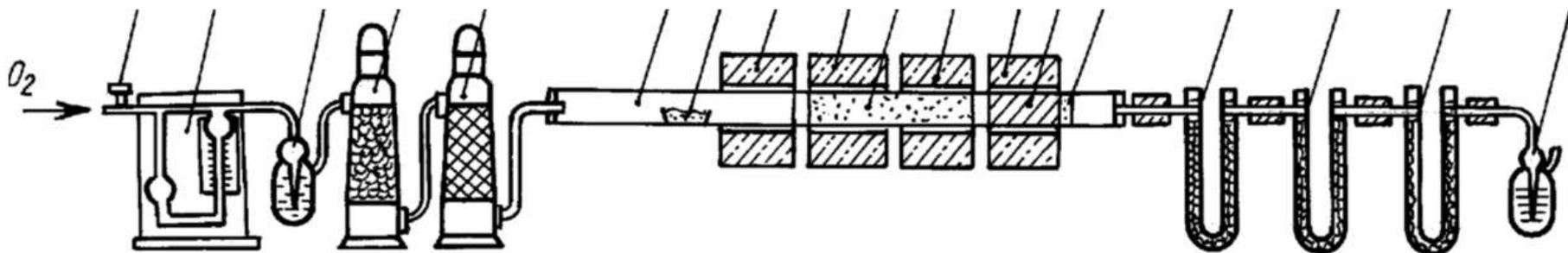
# Формула по сжиганию(1)

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

Схема прибора для сжигания орг. Вещества

¶

→ → → 1 → → .....2..... → → .....3.....4.....5¶



## Формула по сжиганию(2)

Решение: Брутто-формула данного вещества может иметь вид:  $C_xH_yO_z$  или  $C_xH_y$ , где  $x, y, z$  – индексы.

- 1) Образование углекислого газа при горении указывает на наличие в исходном веществе атомов углерода.
- 2) Составим схему:
- 3)  $m \quad 16,8 \text{ л}$
- 4)  $C \quad \rightarrow \quad CO_2$
- 5)  $12 \text{ г} \quad 22,4 \text{ л}$
- 6)  $m(C) = (12 * 16,8) / 22,4 = 9 \text{ (г)}$ . Или: число моль  $CO_2 : v = 16,8 / 22,4 = 0,75 \text{ (моль)}$ .
- 7) В 1 моль  $CO_2$  содержится 1 моль атомов  $C$ , тогда в 0,75 моль  $CO_2$  содержится 0,75 моль атомов  $C$ , следовательно:  $m(C) = 12 * 0,75 = 9 \text{ (г)}$ .

## Формула по сжиганию(3)

2) Образование воды при горении указывает на наличие в исходном веществе атомов водорода. Составим схему:

m            13,5 г

2H    →    H<sub>2</sub>O

2г            18 г

$m(\text{H}) = (2 * 13,5) / 18 = 1,5 \text{ (г)}$ . Или: число моль H<sub>2</sub>O :  $v = 13,5 / 18 = 0,75 \text{ (моль)}$ . В 1 моль H<sub>2</sub>O содержится 2 моль атомов H, тогда в 0,75 моль H<sub>2</sub>O содержится 1,5 моль атомов H, следовательно:  $m(\text{H}) = 1 * 1,5 = 1,5 \text{ (г)}$ .

3) Суммарная масса углерода и водорода:  $\Sigma m(\text{C}+\text{H}) = 9 + 1,5 = 10,5 \text{ (г)}$ . Следовательно, сгоревшее вещество содержит только углерод и водород, кислород отсутствует, формула вещества C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>.

# Формула по сжиганию(4)

4) Выводим простейшую формулу углеводорода (см. задачу 1).

$$12x : 1y = 9 : 1,5; x : y = 9/12 : 1,5/1 = 0,75 : 1,5 = 1 : 2.$$

Простейшая формула  $\text{CH}_2$ .

$$M_r(\text{CH}_2) = 14.$$

$$5) M(\text{C}_x\text{H}_y) = V * \rho = 22,4 * 1,875 = 42 \text{ (г/моль)}.$$

$$M_r(\text{C}_x\text{H}_y) = 42.$$

6)  $M_r(\text{C}_x\text{H}_y) / M_r(\text{CH}_2) = 42 / 14 = 3$  Значит, индексы в истинной формуле будут в 3 раза больше, чем в простейшей формуле, т.е.  $x = 3$ ,  $y = 6$ . Формула вещества  $\text{C}_3\text{H}_6$ . Ответ:  $\text{C}_3\text{H}_6$ .

## Формула по сжиганию(5)

3. Определить состав бутана, если известно, что он состоит только из водорода и углерода, а при сжигании порции этого вещества в избытке кислорода было получено 44,8 мл углекислого газа и 45 мг воды.

# Формула по сжиганию(6)

1 моль газа при н.у. – 22,4 л = 22400 мл

$44,8/22400 = 0,002$  моль  $\text{CO}_2$  или в бутане 0,002 моль углерода

$45\text{мг}/18\text{г} = 0,0025$  моль  $\text{H}_2\text{O}$  или в бутане 0,005 моль водорода. Получили простейшую формулу  $\text{C}_2\text{H}_5$

4.Плотность бутана по водороду равна 29. Какова молекулярная формула бутана, если его простейшая формула  $\text{C}_2\text{H}_5$ .

Мол.масса водорода  $\text{H}_2 = 2$

Мол.масса бутана  $29 \times 2 = 58$

Тогда истинная формула = простейшая  $\times 2 = \text{C}_4\text{H}_{10}$

## Формула по сжиганию(7)

5. При сжигании 0,62 г этиленгликоля – вещества, которое используется в качестве антифриза в радиаторах машин – в избытке кислорода получено 0,88 г углекислого газа и 0,54 г воды. Определите состав этого вещества, если известно, что плотность его паров по воздуху составляет 2,14

## Формула по сжиганию(8)

$0,88/44 = 0,02$  моль  $\text{CO}_2$  -  $0,02$  моль углерода

$0,54/18 = 0,03$  моль  $\text{H}_2\text{O}$  -  $0,06$  моль водорода

В веществе мог быть кислород, проверяем по разности:

Углерода  $12 \times 0,02 = 0,24$  г

Водорода  $1 \times 0,06 = 0,06$  г

Тогда для кислорода останется  $0,62 - 0,24 - 0,06 = 0,32$  г

$0,32/16 = 0,02$  моль кислорода(O)

Простейшая Формула этиленгликоля  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$

Средний мол.вес воздуха = 29

Этиленгликоль:  $29 \times 2,14 = 62$ . Получилось под формулу!

Формула по сжиганию(9)