

Для полного восстановления **0,372** моля транс-изомера органического соединения, содержащего одну двойную связь между атомами углерода, потребовалось **25,0** л (н.у.) водорода. В результате был получен спирт, углерода в котором по массе в **1,5 раза** больше, чем кислорода, а кислорода – в **3,2** раза больше, чем водорода. Определите строение исходного органического соединения. Рассчитайте массу серебра, которая выделяется при взаимодействии **0,372** моля рассматриваемого транс-изомера с аммиачным раствором оксида серебра. Напишите уравнения всех упомянутых реакций.

Поскольку при восстановлении образуется спирт, то неизвестным соединением является ненасыщенное карбонильное соединение.

Рассчитаем количество вещества водорода:  $\nu(\text{H}_2) = V/V_m = 25 \text{ л}/22,4 \text{ л/моль} = 1,116 \text{ моль}$ .

Видно, что  $\nu(\text{H}_2) : \nu(\text{карб. соедин.}) = 3:1$ , значит в составе карбонильного соединения одна С=С связь и две С=О связи. Все они будут гидрироваться. Следовательно, это **ненасыщенный диальдегид**.

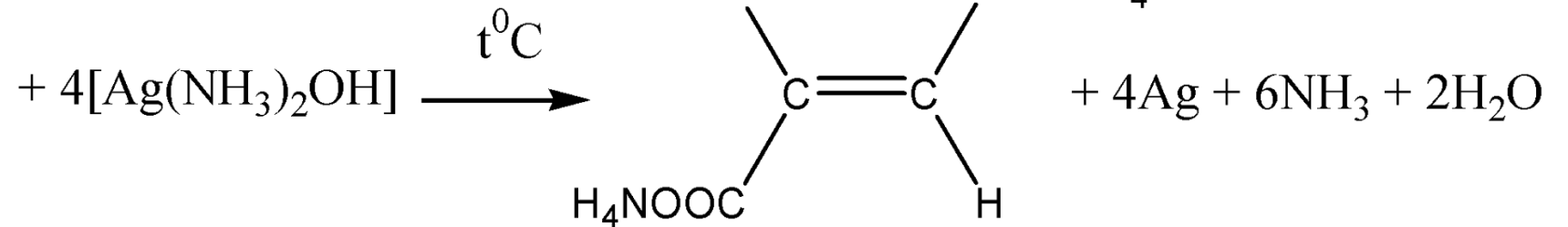
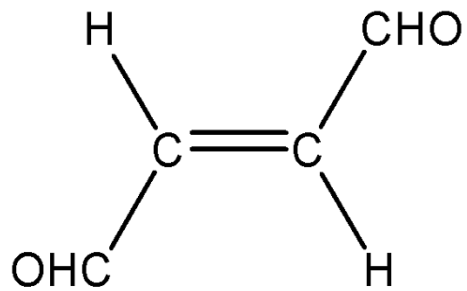
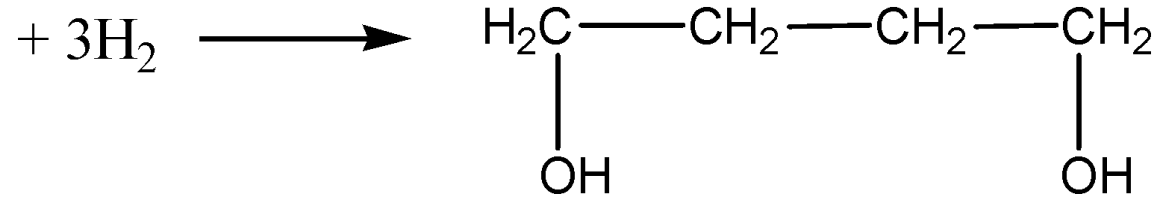
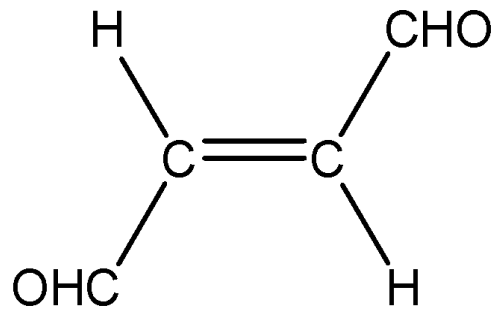
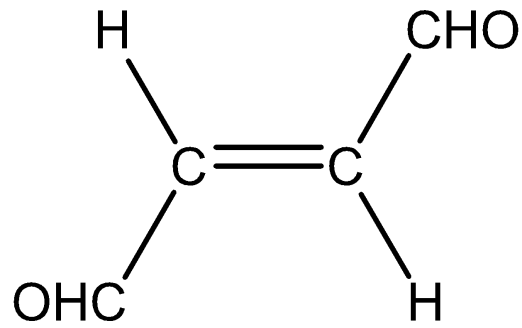
Предположим, что масса углерода равна 1,5 г, а масса кислорода 1 г. Тогда их количества вещества будут равны соответственно:

$$\nu(\text{C}) = m/M = 1,5 \text{ г}/12 \text{ г/моль} = 0,125 \text{ моль}; \quad \nu(\text{O}) = m/M = 1 \text{ г}/16 \text{ г/моль} = 0,0625 \text{ моль};$$

С учетом того, что кислорода в 3,2 раза больше чем водорода, то  $m(\text{H}) = 1/3,2 = 0,3125 \text{ г}$ . Тогда  $\nu(\text{H}) = m/M = 0,3125 \text{ г}/1 \text{ г/моль} = 0,3125 \text{ моль}$ .

$$\nu(\text{C}) : \nu(\text{H}) : \nu(\text{O}) = 0,125 : 0,3125 : 0,0625, \text{ или } 2:1:5, \text{ или } 4:2:10.$$

Молекулярная формула  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}_2$ .



$\nu(\text{альдегида}) : \nu(\text{Ag}) = 1 : 4$ ;  $\nu(\text{Ag}) = 0,372 \cdot 4 = 1,488$  моль.

$m(\text{Ag}) = \nu \cdot M = 1,488 \text{ моль} \cdot 108 \text{ г/моль} = 160,7 \text{ г}$ .

В результате сгорания азотсодержащего гетероцикла объем полученной газовой смеси составил **6,16** л (н.у.). Относительная плотность полученной газовой смеси **по воздуху** равна **1,467**. Определите строение этого гетероцикла и массу сгоревшего образца, если известно, что плотность паров гетероцикла в **1,904** раза больше плотности конечной газовой смеси.

Является ли гетероцикл ароматическим соединением? Ответ объясните.

Определим среднюю молярную массу газовой смеси и ее количество вещества:

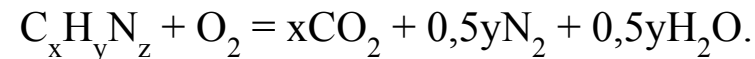
$$M(\text{г.см.}) = D \cdot M_{\text{возд}} = 1,467 \cdot 29 \text{ г/моль} = 42,543 \text{ г/моль.}$$

$$v(\text{г.см.}) = \frac{V}{V_m} = \frac{6,16 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,275 \text{ моль}$$

Определим молярную массу гетероцикла:

$$M(\text{гц}) = M(\text{г.см.}) \cdot 1,467 = 81 \text{ г/моль.}$$

Уравнение реакции горения гетероцикла в общем виде имеет вид:



Поскольку данные приведены для н.у. – в конечной газовой смеси присутствуют углекислый газ и азот. Пусть углекислого газа –  $x$  моль, а азота –  $y$  моль. Можно записать:  $x+y = 0,275$ . Второе уравнение составим из формулы  $M = m/v$ . Тогда среднюю молярную массу газовой смеси можно выразить как:  $(44x+28y)/0,275 = 42,543$ . Где 44 и 28 – молярные массы углекислого газа и азота соответственно

$$\begin{cases} x + y = 0,275 \\ \frac{(44x + 28y)}{0,275} = 42,543 \end{cases}$$

Решая систему уравнений, получаем:  $x = 0,25$  моль;  $y = 0,025$  моль.

$\nu(\text{CO}_2) = 0,25$  моль;  $\text{C} \rightarrow \text{CO}_2$ ;  $\nu(\text{C}) = 0,25$  моль.

$\nu(\text{N}_2) = 0,025$  моль;  $2\text{N} \rightarrow \text{N}_2$ ;  $\nu(\text{N}) = 0,05$  моль.

$\nu(\text{C}):\nu(\text{N}) = 0,25:0,05 = 5:1$ . Формула гетероцикла:  $\text{C}_5\text{H}_y\text{N}$ .

Определим количество атомов водорода при помощи молярной массы гетероцикла:

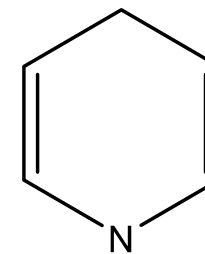
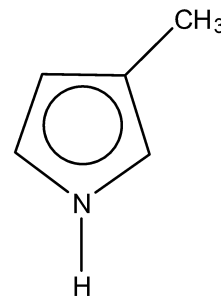
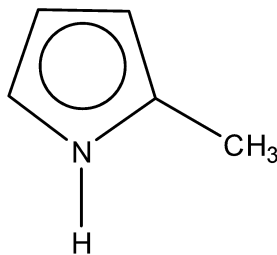
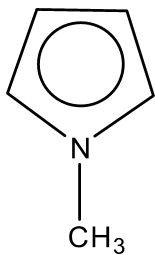
$M(\text{C}_5\text{H}_y\text{N}) = 12 \cdot 5 + y + 14 = 81$  г/моль. Откуда  $y = 7$ . Формула гетероцикла  $\text{C}_5\text{H}_7\text{N}$ .

Уравнение реакции горения гетероцикла:



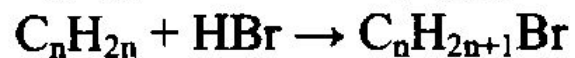
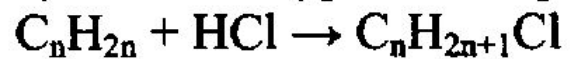
$\nu(\text{N}_2):\nu(\text{C}_5\text{H}_7\text{N}) = 1:2$ .  $\nu(\text{C}_5\text{H}_7\text{N}) = 0,05$  моль.  $m(\text{C}_5\text{H}_7\text{N}) = \nu \cdot M = 0,05 \text{ моль} \cdot 81 \text{ г/моль} = 4,05 \text{ г}$ .

Под формулу  $\text{C}_5\text{H}_7\text{N}$  подходят такие структуры:



71. Определите молекулярную формулу алкена, если известно, что одно и то же количество его, взаимодействуя с различными галогеноводородами, образует, соответственно, или 5,23 г хлорпроизводного, или 8,2 г бромпроизводного.

1) Записаны уравнения реакций и указано, что количества веществ галогеналканов равны друг другу:



$$n(C_nH_{2n+1}Cl) = n(C_nH_{2n+1}Br)$$

2) Составлены алгебраические уравнения для расчетов n галогенпроизводных:

$$n(C_nH_{2n+1}Cl) = \frac{5,23}{14n + 36,5}$$

$$n(C_nH_{2n+1}Br) = \frac{8,2}{14n + 81}$$

3) Решением алгебраического уравнения найдена молекулярная формула алкена:

$$5,23/(14n+36,5) = 8,2/(14n+81)$$

$$n = 3$$

молекулярная формула алкена  $C_3H_6$

**81.** При сгорании 17,5 г органического вещества получили 28 л (н.у.) углекислого газа и 22,5 мл воды. Плотность паров этого вещества (н.у.) составляет 3,125 г/л. Известно также, что это вещество было получено в результате дегидратации третичного спирта.

На основании данных условия задачи:

- 1) проведите необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин) и установите молекулярную формулу органического вещества;
- 2) составьте структурную формулу этого вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 3) напишите уравнение реакции получения данного вещества дегидратацией соответствующего третичного спирта.

81.

Общая формула вещества –  $C_xH_yO_z$

1) Найдены количество вещества углекислого газа, воды и органического вещества:

$$n(CO_2) = 28 / 22,4 = 1,25 \text{ моль}$$

$$n(H_2O) = 22,5 / 18 = 1,25 \text{ моль}$$

$$M(C_xH_yO_z) = 3,125 \cdot 22,4 = 70 \text{ г/моль}$$

$$n(C_xH_yO_z) = 17,5 / 70 = 0,25 \text{ моль}$$

Определена молекулярная формула вещества:

$$n(C) = n(CO_2) = 1,25 \text{ моль}$$

$$n(H) = 2n(H_2O) = 2,5 \text{ моль}$$

$$x = n(C) / n(C_xH_yO_z) = 1,25 / 0,25 = 5$$

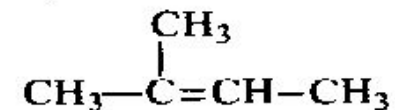
$$y = n(H) / n(C_xH_yO_z) = 2,5 / 0,25 = 10$$

$$5 \cdot 12 + 10 + z \cdot 16 = 70$$

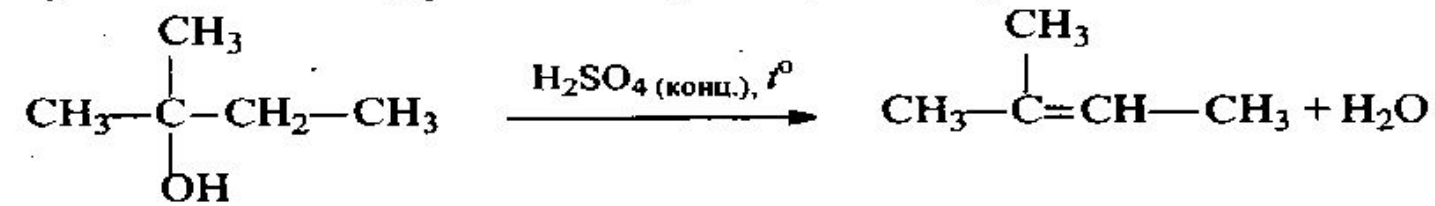
$$z = 0$$

Молекулярная формула вещества –  $C_5H_{10}$

2) Составлена структурная формула вещества:



3) Составлено уравнение реакции получения вещества из третичного спирта:



7. При сгорании 40,95 г органического вещества получили 39,2 л углекислого газа (н.у.), 3,92 л азота (н.у.) и 34,65 г воды. При нагревании с соляной кислотой данное вещество подвергается гидролизу, продуктами которого являются соединение состава  $C_2H_6NO_2Cl$  и вторичный спирт.

На основании данных условия задания:

- 1) проведите необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин) и установите молекулярную формулу органического вещества;
- 3) составьте структурную формулу этого вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 4) напишите уравнение реакции гидролиза исходного вещества в присутствии соляной кислоты.



87.

1) Найдено количество вещества продуктов сгорания:

$$n(\text{CO}_2) = 39,2 / 22,4 = 1,75 \text{ моль}; n(\text{C}) = 1,75 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 34,65 / 18 = 1,925 \text{ моль}; n(\text{H}) = 1,925 \cdot 2 = 3,85 \text{ моль}$$

$$n(\text{N}_2) = 3,92 / 22,4 = 0,175 \text{ моль}; n(\text{N}) = 0,175 \cdot 2 = 0,35 \text{ моль}$$

Установлены масса и количество вещества атомов кислорода, и определена молекулярная формула вещества:

$$m(\text{C} + \text{H} + \text{N}) = 1,75 \cdot 12 + 3,85 \cdot 1 + 0,35 \cdot 14 = 29,75 \text{ г}$$

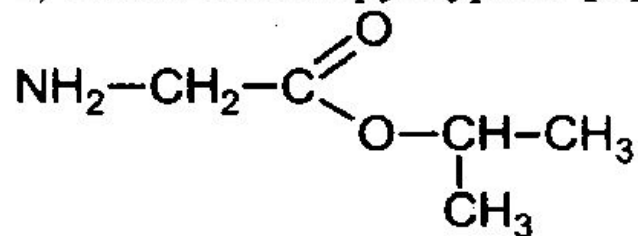
$$m(\text{O}) = 40,95 - 29,75 = 11,2 \text{ г}$$

$$n(\text{O}) = 11,2 / 16 = 0,7 \text{ моль}$$

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{N}) : n(\text{O}) = 1,75 : 3,85 : 0,35 : 0,7 = 5 : 11 : 1 : 2$$

Молекулярная формула –  $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{NO}_2$

2) Составлена структурная формула вещества:



3) Написано уравнение реакции гидролиза вещества:

