

Задача 10-2(автор О. В. Архангельская)

Все вещества имеют одинаковую плотность, значит, они имеют одинаковую молекулярную массу

$$M = \frac{m \cdot R \cdot T}{P \cdot V} = \frac{0,00228 \cdot \text{г} \cdot 8,31 \cdot \text{Па} \cdot \text{м}^3/\text{К} \cdot 298\text{К}}{101000\text{Па} \cdot 10^{-6} \text{м}^3} = 56\text{г}$$

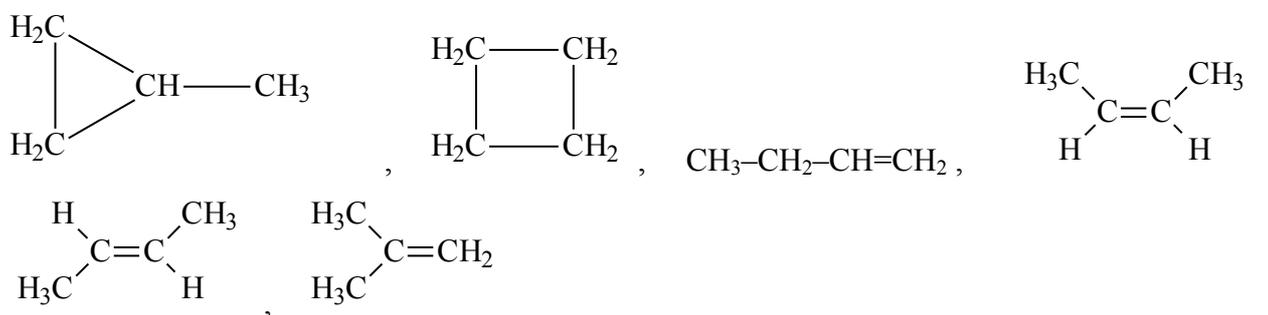
Поскольку при сгорании одного и того же количества веществ А, Б, В, Г, Д и Е образуются одинаковые количества углекислого газа и воды, вещества являются изомерами, имеющими общую формулу: $C_xH_yO_z$.

$$X : Y = \frac{1,6}{22,4} : \frac{1,286 \cdot 2}{18} = 0,0714 : 0,143 = 1 : 2 \quad \text{Формула веществ: } (CH_2)_n$$

Масса кислорода в 1 г веществ равно $1 - 0,143 - 0,0714 \cdot 12 = 0$. Т.е. кислорода в веществах нет.

$(CH_2)_n = (12+2)n = 56$, Отсюда $n = 4$ Истинная формула изомеров C_4H_8 .

2. Графические формулы изомеров:



$$\text{Отсюда } Q_{\text{сгор.}} = 4[Q_{\text{обр.}}(CO_2) + Q_{\text{обр.}}(H_2O)] - Q_{\text{обр.}}(C_4H_8) = K - Q_{\text{обр.}}(C_4H_8).$$

Вещество	А	Б	В	Г	Д	Е
$Q_{\text{обр.}}^1$, кДж/моль	-26,6	7,0	16,9	-53,9	0,12	11,2
$Q_{\text{сгор.}}$, кДж/моль	$K + 26,6$	$K - 7,0$	$K - 16,9$	$K + 53,9$	$K - 0,12$	$K - 11,2$

Теплота сгорания вещества может при определенных допущениях служить мерой прочности связей в этом веществе. В этом случае, чем больше теплота сгорания, тем менее прочные связи в изомере, тем он более напряжен и менее устойчив к окислению. В предыдущем ряду изомеры расположены в порядке увеличения их устойчивости к сгоранию и, следовательно, в порядке убывания величины $Q_{\text{сгор.}}$.

4. Итак:

Формула газообразного вещества	$Q_{\text{обр.}}$, кДж/моль	$Q_{\text{сгор.}}$, кДж/моль	Вещество	Название вещества
$\begin{matrix} H_2C \\ \\ H_2C \end{matrix} \begin{matrix} / \\ \backslash \end{matrix} \begin{matrix} CH \\ \\ CH_3 \end{matrix}$	-53,9	$K + 53,9$	Г	Метилциклопропан
$\begin{matrix} H_2C & - & CH_2 \\ & & \\ H_2C & - & CH_2 \end{matrix}$	-26,6	$K + 26,6$	А	Циклобутан

¹ Д.Сталл, Э.Вестрам, Г.Зинке Химическая термодинамика органических соединений.

$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH=CH}_2$	0,12	К – 0,12	Д	Бутен-1
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \quad \text{CH}_3 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	7,0	К – 7,0	Б	Цис- бутен-2
$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{CH}_3 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H}_3\text{C} \quad \text{H} \end{array}$	11,2	К – 11,2	Е	Транс –бутен 2
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \diagdown \\ \text{C}=\text{CH}_2 \\ \diagup \\ \text{H}_3\text{C} \end{array}$	16,9	К – 16,9	В	Метилпропен