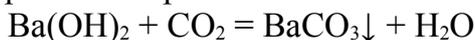


Школьные задачи / Химия / X-1

Сожгли 14,2 г насыщенного углеводорода, продукты реакции полностью поглотили при пропускании их через избыток баритовой воды, при этом образовалось 197 г осадка. Определить брутто-формулу сожжённого углеводорода.

Решение

Баритовая вода – водный раствор гидроксида бария $\text{Ba}(\text{OH})_2$. Продуктами сгорания углеводородов являются вода и углекислый газ, последний реагирует с $\text{Ba}(\text{OH})_2$ с образованием осадка нерастворимого в воде карбоната бария:



Отсюда следует, что при сжигании углеводорода образовалось 197 г BaCO_3 . Найдём его количество вещества (молярная масса карбоната бария составляет 197 г/моль):

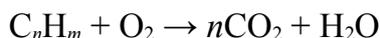
$$\nu(\text{BaCO}_3) = 197 \text{ г} / 197 \text{ г/моль} = 1 \text{ моль}$$

Из приведённого выше уравнения реакции легко заключить, что количество вещества образующегося BaCO_3 равно количеству вещества CO_2 , вступающего в реакцию. Из этого следует, что в свою очередь при сгорании углеводорода образовался 1 моль углекислого газа.

Насыщенный углеводород может быть алканом $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ или циклоалканом C_nH_{2n} . Предположим, что верен первый вариант, тогда молярная масса сожжённого углеводорода составит $12 \cdot n + 1 \cdot (2n+2) = 14n+2$ г/моль, а его количество вещества будет равно:

$$\nu = \frac{14,2}{14n+2}$$

При полном сгорании 1 моль любого углеводорода C_nH_m образуется n моль углекислого газа:



Из условий задачи получается, что при сгорании $14,2/(14n+2)$ моль углеводорода образовался 1 моль CO_2 . Составляем пропорцию:

$14,2/(14n+2)$ моль углеводорода	–	1 моль CO_2
1 моль углеводорода	–	n моль CO_2

Из пропорции получаем уравнение, которое в качестве неизвестного содержит число атомов углерода в молекуле углеводорода:

$$\frac{14,2}{14n+2} \cdot n = 1 \cdot 1$$

Решим его:

$$\begin{aligned} \frac{14,2}{14n+2} \cdot n = 1 \cdot 1 &\Leftrightarrow \frac{14,2n}{14n+2} = 1 \Leftrightarrow 14,2n = 14n+2 \Leftrightarrow \\ &\Leftrightarrow 14,2n - 14n = 2 \Leftrightarrow 0,2n = 2 \Leftrightarrow n = 2/0,2 \Leftrightarrow n = 10 \end{aligned}$$

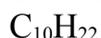
Иными словами, если углеводород – алкан, то в его молекуле 10 атомов углерода.

Если теперь предположить, что углеводород является циклоалканом, то количество вещества его будет выражаться как $\nu = \frac{14,2}{14n}$ и после составления пропорции даст уравнение

вида $\frac{14,2}{14n} \cdot n = 1 \cdot 1$, которое, очевидно, не имеет решения.

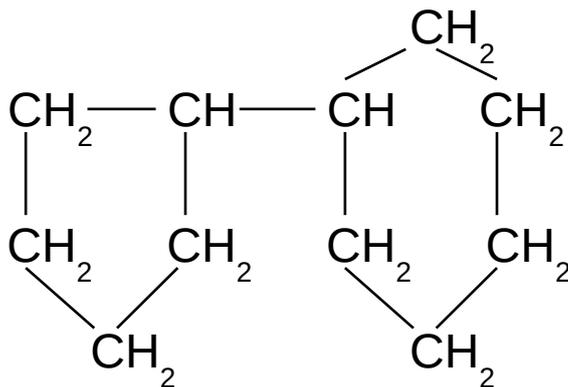
Таким образом, получается, что условиям задачи соответствует именно алкан состава $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$ (декан).

О т в е т



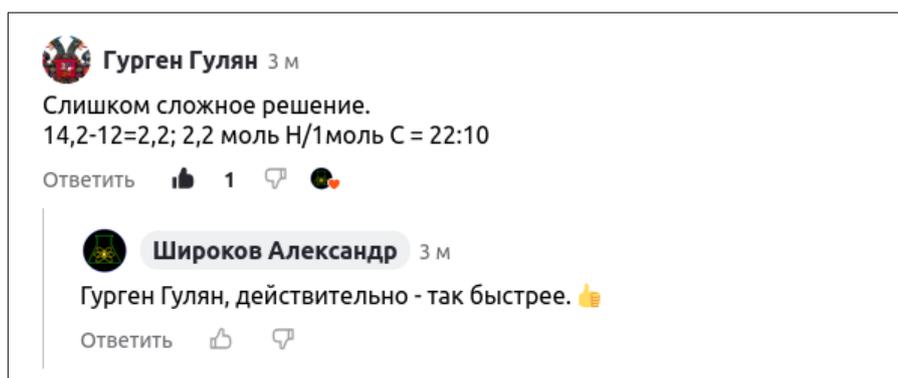
Комментарий

В школьном курсе химии не рассматриваются циклоалканы, содержащие два и более углеродных кольца в молекуле, например такие:



Для углеводородов с двумя углеродными кольцами общая формула будет выглядеть как C_nH_{2n-2} . Если предположить, что было сожжено вещество такого типа, то при составлении пропорции получится уравнение, в котором n (число атомов углерода в молекуле) примет отрицательные значения и условиям задачи всё равно будет удовлетворять только алкан.

Летом 2024 г. у дзен-варианта решения задачи появился комментарий:



Предложенный способ решения действительно подразумевает ход рассуждений, позволяющих получить ответ проще.

При выполнении расчётов устанавливается, что одним из продуктов сгорания 14,2 г углеводорода является 1 моль углекислого газа CO_2 , который содержит 1 моль атомов углерода.

Соответственно, в 14,2 г входил этот же 1 моль или 12 г углерода, поэтому на водород в составе вещества остаётся $14,2 - 12 = 2,2$ г. Поскольку атомная масса водорода 1 г/моль, то 2,2 г – это 2,2 моль водорода.

Таким образом, мольное соотношение углерод/водород в веществе получается равным 1 : 2,2 или, что тоже самое, 10 : 22, откуда напрямую вытекает, что формула углеводорода есть $C_{10}H_{22}$ (вариант соотношения 5 : 11 не подходит, так как отвечает радикалу пентилу C_5H_{11} , а не стабильному веществу).

Разумеется, способ решения от пользователя «Гурген Гулян» очень хорош и имеет полное право на существование, поскольку демонстрирует грамотное использование численных данных, фигурирующих в задаче. Тем не менее, исходный вариант решения (через составление уравнения) хотя и является более долгим, но представляется мне более строгим и универсальным.

© Широков Александр,

опубликовано: 12.05.2020

изменено: 04.01.2025