

## Школьные задачи / Химия / X-25

Дано вещество состава  $C_nH_{2n+2-2k}O_m$  ( $k$  и  $m$  – целые неотрицательные числа). Какому требованию должно соответствовать число атомов углерода  $n$  в молекуле, чтобы ему при конкретных значениях  $k$  и  $m$  можно было приписать нулевую степень окисления (при условии, что существование такого химического соединения вообще возможно)?

### Решение

При решении задачи будем опираться на алгоритм, описанный в разборе задания X-20. Входящие в состав вещества элементы по своей электроотрицательности (ЭО) образуют следующий ряд:



Это означает, что кислород будет иметь типичную низшую для него степень окисления, равную  $-2$ , а у водорода она будет  $+1$ . Помня, что по условию задачи степень окисления углерода  $0$ , запишем уравнение электронейтральности вещества:

$$n \cdot 0 + (2n + 2 - 2k) \cdot (+1) + m \cdot (-2) = 0$$

Решим его относительно  $n$ :

$$\begin{aligned} n \cdot 0 + (2n + 2 - 2k) \cdot (+1) + m \cdot (-2) = 0 & \Leftrightarrow 2n + 2 - 2k - 2m = 0 & \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow n + 1 - k - m = 0 & \Leftrightarrow n = k + m - 1 \end{aligned}$$

Полученное равенство и есть спрашиваемое в условии требование.

### Ответ

$$n = k + m - 1$$

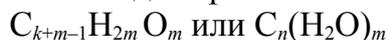
### Комментарий

Запись  $C_nH_{2n+2-2k}O_m$  является довольно общей, величина  $k$  в ней характеризует суммарное число циклов и двойных связей в молекуле вещества (тройная связь углерод-углерод  $C \equiv C$  стехиометрически эквивалентна двум двойным). Так, сочетание  $k = 0$ ,  $m = 0$  описывает алканы, а комбинация  $k = 1$ ,  $m = 1$  соответствует альдегидам, кетонам и ненасыщенным спиртам (енолам), а также циклическим насыщенным спиртам или простым эфирам (тоже насыщенным и содержащим циклы в молекуле).

Если отталкиваться от ответа и продолжить рассуждения немного дальше – посчитать число атомов водорода в молекуле вещества, которое удовлетворяет выведенному требованию, то оно окажется равным

$$2n + 2 - 2k = 2 \cdot (k + m - 1) + 2 - 2k = 2k + 2m - 2 + 2 - 2k = 2m$$

Общую формулу вещества можно тогда переписать в виде



Иными словами, ответ на задачу вполне допускает и другую формулировку: если в молекуле кислородсодержащего органического соединения число атомов водорода вдвое больше числа атомов кислорода, то углерод в таком веществе номинально имеет нулевую степень окисления. Примерами подобных соединений являются формальдегид ( $H_2C=O$ ), пирогаллол (1,2,3-тригидроксибензол  $C_6H_3(OH)_3$ ) и глюкоза ( $C_6H_{12}O_6$ ).

Кстати, формулы многих сахаров могут быть записаны как  $C_6(H_2O)_6$  (фруктоза),  $C_5(H_2O)_5$  (рибоза),  $C_{12}(H_2O)_{11}$  (сахароза). Это, собственно, и объясняет происхождение другого названия таких веществ – углеводы, то есть состоящие из «угля» (углерода) и воды, по аналогии с углеводородами  $C_nH_m$  (веществами из «угля» и водорода).

© Широков Александр, 23.02.2025