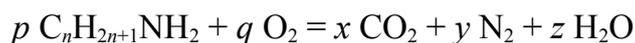


Школьные задачи / Химия / X-17

Дано уравнение горения амина состава $C_nH_{2n+1}NH_2$ (n – число атомов углерода в молекуле):



Найти значения коэффициентов уравнения p, q, x, y, z .

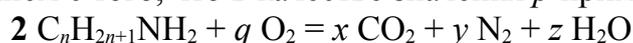
Решение

По условию задачи величины p, q, x, y, z должны представлять или конкретные числа, или математические выражения, содержащие n . Также заметим, что формула амина говорит о том, что он, будучи в общем случае первичным, вторичным или третичным (при $n > 1$ становится возможна изомерия), содержит только алкильные (насыщенные и ациклические) группы.

В молекуле $C_nH_{2n+1}NH_2$ – нечётное число атомов водорода, равное

$$2n + 1 + 2 = 2n + 3,$$

а в молекуле воды два атома Н. К тому же молекула азота является двухатомной. В связи с этим подбор коэффициентов начнём с того, что в качестве значения p примем число 2:



В этом случае из двух молекул амина может образоваться одна молекула азота и $(2n + 3)$ молекул воды:



Поскольку в молекуле амина n атомов углерода, а молекула углекислого газа содержит один атом С, то из двух молекул $C_nH_{2n+1}NH_2$ образуется $2n$ молекул CO_2 :



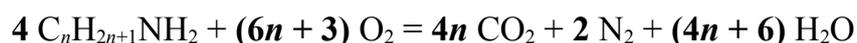
Обратим внимание на то, что сейчас число получающихся молекул воды является нечётным, значит для их образования требуется полуцелое число молекул кислорода O_2 . Чтобы избавиться от дробных величин, удвоим все уже подобранные к этому моменту коэффициенты:



Для образования $4n$ молекул углекислого газа нужно $4n$ молекул кислорода, а для образования $(4n + 6)$ молекул воды понадобится ещё $2n + 3$ молекул O_2 , то есть

$$4n + 2n + 3 = 6n + 3$$

и



Итак, уравнение сбалансировано и $p = 4, q = 6n + 3, x = 4n, y = 2, z = 4n + 6$.

Ответ

$$p = 4, q = 6n + 3, x = 4n, y = 2, z = 4n + 6$$

Комментарий

29.01.2025 под дзен-публикацией, посвящённой разбору этой задачи, пользователь «Алексей Брызгалов» высказал в сообщении интересную мысль:

 **Алексей Брызгалов** 23 д

При горении аминов, содержащих одну аминогруппу, перед формулой амина всегда будет коэффициент 4. Это следует из электронного баланса этой окислительно-восстановительной реакции.

Ответить  1  

 **Широков Александр** 23 д

Алексей Брызгалов, вы правы - можно идти и таким путём

Ответить  

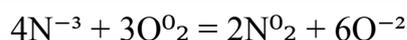
Давайте разберём предложенный подход к решению более подробно. Азот в амине как самый электроотрицательный элемент имеет низшую степень окисления -3 , а окисляется до 0 :



Поскольку молекула азота двухатомна, то это лучше сразу учесть, удвоив коэффициенты в уравнении процесса окисления:



С молекулярным кислородом O_2 , выступающим в роли окислителя, ситуация аналогична, поэтому удвоим коэффициенты и в его случае и составим диаграмму электронного баланса:

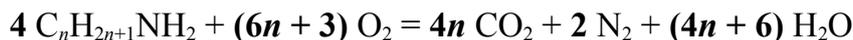


Четыре атома азота N^{-3} фактически означают 4 молекулы амина, то есть $4n$ атомов углерода и $4 \cdot (2n + 3)$ атомов водорода. Из этого напрямую вытекает следующее.

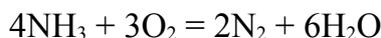
Во-первых, $4n$ атомов углерода образуют $4n$ молекул CO_2 , на которые понадобится $4n$ молекул O_2 .

Во-вторых, $4 \cdot (2n + 3)$ атомов водорода войдут в состав $4 \cdot (2n + 3) / 2 = (4n + 6)$ молекул воды, для образования которых, в свою очередь, понадобится $(4n + 6) / 2 = (2n + 3)$ молекул O_2 .

Таким образом выходит, что на взаимодействие с четырьмя молекулами амина всего нужно $4n + (2n + 3) = 6n + 3$ молекул O_2 . В итоге получается сбалансированное уравнение горения амина:



Кстати, в составленной диаграмме электронного баланса фигурируют только азот и кислород, что делает уравнение верным и при $n = 0$ – в этом случае оно вырождается в реакцию горения аммиака:



© Широков Александр,

опубликовано: 31.10.2024

изменено: 23.02.2025