

Определите степени окисления у:

- а) углерода в гексахлорбензоле C_6Cl_6
- б) углерода в щавелевой кислоте $H_2C_2O_4$
- в) углерода в глюкозе $C_6H_{12}O_6$
- г) углерода в метиловом спирте CH_3OH

- д) азота в гидроксилamine NH_2OH
- е) кислорода в диоксидфториде O_2F_2
- ж) кислорода в озониде калия KO_3
- з) кислорода в надпероксиде натрия NaO_2

Решение

Общий подход по нахождению степени окисления элемента в веществе можно описать следующим алгоритмом.

- обозначаем искомую величину буквой k
- определяем степени окисления у остальных элементов, имеющих в веществе, руководствуясь их типом (металл/неметалл), а также их положением в ряду электроотрицательностей (ЭО)
- помня, что вещество в целом электронейтрально, составляем уравнение, правая часть которого равна нулю, а левая представляет сумму произведений индекса элемента на его степень окисления
- при решении уравнения находим значение k .

Рассмотрим подробно, как реализуется описанная последовательность действий на примере первого фигурирующего в задании соединения – гексахлорбензола.

а) Это вещество является бинарным соединением – состоит из атомов двух элементов-неметаллов: хлора Cl и углерода C . Хлор более электроотрицателен, нежели углерод:

$$ЭО(C) < ЭО(Cl)$$

По указанной причине Cl имеет отрицательное значение степени окисления, равное -1 (типичное значение для галогенов). Отталкиваясь от формулы $C^k_6Cl^{-1}_6$ составляем уравнение:

$$6 \cdot k + 6 \cdot (-1) = 0$$

Решаем его:

$$6k + 6 \cdot (-1) = 0 \Leftrightarrow$$

$$6k - 6 = 0 \Leftrightarrow$$

$$6k = 6 \Leftrightarrow$$

$$k = 1$$

Таким образом, углерод в C_6Cl_6 имеет степень окисления $+1$.

Применяя аналогичные рассуждения, разберём остальные предложенные варианты в упражнении.

б) Щавелевая кислота $H_2C_2O_4$ состоит из трёх элементов-неметаллов – водорода, углерода и кислорода. Заметим, что

$$ЭО(H) < ЭО(C) < ЭО(O),$$

из чего следует, что кислорода в данном соединении будет иметь типичную для него степень окисления -2 , а водород $+1$. Составляем уравнение:

$$2 \cdot (+1) + 2 \cdot k + 4 \cdot (-2) = 0$$

и находим, что $k = 3$: $H_2C^{+3}_2O_4$

в) Глюкоза $C_6H_{12}O_6$, как и щавелевая кислота, состоит из тех же самых элементов-неметаллов, поэтому кислород там тоже будет иметь степень окисления -2 , а водород $+1$. Если теперь составить уравнение

$$6 \cdot k + 12 \cdot (+1) + 6 \cdot (-2) = 0,$$

то при его решении получится $k = 0$: $C^0_6H_{12}O_6$

г) Для удобства запишем формулу метилового спирта как CH_4O . По аналогии с вариантами б) и в) у кислорода будет степень окисления -2 , а у водорода $+1$. Составляем уравнение:

$$1 \cdot k + 4 \cdot (+1) + 1 \cdot (-2) = 0$$

Из него получаем $k = -2$: $\text{C}^{-2}\text{H}_3\text{OH}$.

д) Запишем формулу гидроксилamina как NH_3O . Поскольку

$$\text{ЭО}(\text{H}) < \text{ЭО}(\text{N}) < \text{ЭО}(\text{O}),$$

то как и в предыдущих случаях б), в) и г) у кислорода степень окисления -2 , а у водорода $+1$. Составляем уравнение:

$$1 \cdot k + 3 \cdot (+1) + 1 \cdot (-2) = 0,$$

откуда $k = -1$: $\text{N}^{-1}\text{H}_2\text{OH}$.

е) Диоксидфторид состоит из двух элементов-неметаллов – фтора и кислорода, причём

$$\text{ЭО}(\text{O}) < \text{ЭО}(\text{F}),$$

следовательно, фтор имеет отрицательное значение степени окисления, равное -1 . Отсюда

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

и $k = 1$: $\text{O}^{+1}_2\text{F}_2$.

ж) Озонид калия KO_3 состоит из двух элементов: металла (К) и неметалла (О). Это означает, что калий имеет положительную и типичную для щелочных металлов степень окисления $+1$. Для нахождения степени окисления кислорода запишем уравнение:

$$1 \cdot (+1) + 3 \cdot k = 0$$

Из него получается, что $k = -\frac{1}{3}$, то есть формально у кислорода в данном соединении дробная отрицательная степень окисления.

з) Надпероксид натрия NaO_2 состоит из металла (Na) и неметалла (О), значит натрий имеет характерную для щелочных металлов степень окисления $+1$. Уравнение для отыскания степени окисления кислорода имеет вид:

$$1 \cdot (+1) + 2 \cdot k = 0$$

Отсюда $k = -\frac{1}{2}$.

О т в е т

а) $+1$; б) $+3$; в) 0 ; г) -2 ; д) -1 ; е) $+1$; ж) $-\frac{1}{3}$; з) $-\frac{1}{2}$.

Ко м м е н т а р и й

Подход с составлением уравнения применим и к ионам с той лишь разницей, что правая часть уравнения должна быть равна заряду иона. Вот два примера с нахождением степени окисления у хрома и азота:

дихромат-анион $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$

$$\begin{aligned} 2 \cdot k + 7 \cdot (-2) &= -2 \\ k &= +6 \end{aligned}$$

катион гидразиния $[\text{N}_2\text{H}_5]^+$

$$\begin{aligned} 2 \cdot k + 5 \cdot (+1) &= +1 \\ k &= -2 \end{aligned}$$

© Широков Александр, 11.02.2025