

Тема: Окислительно-восстановительные реакции. Степень окисления. Восстановители, окислители. Восстановительные и окислительные свойства веществ.

Окислительно-восстановительные реакции (ОВР) — это встречно-параллельные химические реакции, протекающие с изменением степеней окисления атомов, входящих в состав реагирующих веществ, реализующихся путём перераспределения электронов между атомом-окислителем и атомом-восстановителем. К окислительно-восстановительным реакциям относятся реакции замещения, соединения, почти все реакции разложения.



Для записи процессов окисления, восстановления и окислительно-восстановительных реакций вспомогательной условной величиной является степень окисления (окислительное число).

Степень окисления равна числу электронов, смещённых от атома или к атому. Если электроны смещаются от атома, то его степень окисления положительная. Положительную степень окисления в соединениях имеет атом менее электроотрицательного элемента.

Если смещение электронов происходит к атому, то его степень окисления отрицательная.

В простых веществах сдвига электронов нет, и степень окисления атомов равна 0. Значение степени окисления указывают над знаком химического элемента: $\text{Ca}^{+2}\text{O}^{-2}$, $\text{N}^{+4}\text{O}^{-2}$. В сложных веществах степень окисления атомов металла всегда положительная: $\text{Na}^{+1}\text{Cl}^{-1}$, $\text{Li}^{+1}\text{O}^{-2}$.

Окислителем называется элемент, который принимает электроны в ходе окислительно-восстановительной реакции. Окислитель, принимая электроны, приобретает восстановительные свойства, превращаясь в сопряжённый восстановитель:

Восстановителем называют элемент, который отдаёт электроны в ходе окислительно-восстановительной реакции. Восстановитель, отдавая электроны, приобретает окислительные свойства, превращаясь в сопряжённый окислитель:

Важнейшие окислители и восстановители

Окислители – KMnO_4 , H_2O_2 , Cl_2 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, Br_2 , KIO_3 , HNO_3 , I_2 .

Восстановители – MnSO_4 , HCl , $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$, FeSO_4 , HBr , HI , SnCl_2 , $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

Окислением называют процесс отдачи электронов атомом или молекулой, который сопровождается повышением степени окисления. Окисление - процесс отдачи электронов, с увеличением степени окисления. При окислении вещества в результате отдачи электронов увеличивается его степень окисления. Атомы окисляемого вещества называются донорами электронов, а атомы окислителя — акцепторами электронов.

Восстановлением называют процесс присоединения электронов атомом или молекулой, который сопровождается понижением степени окисления. При восстановлении атомы или ионы присоединяют электроны. При этом

происходит понижение степени окисления элемента. Примеры: восстановление оксидов металлов до свободных металлов при помощи водорода, углерода, других веществ; восстановление органических кислот в альдегиды и спирты; гидрогенизация жиров и др.

Реакции окисления и восстановления взаимосвязаны и не могут рассматриваться изолированно друг от друга. Эти реакции называют реакциями окисления – восстановления.

Восстановительные свойства - это главные химические свойства, характерные для всех металлов - простых веществ. Они проявляются во взаимодействии с самыми разнообразными окислителями, в том числе с окислителями из окружающей среды. В химических реакциях атомы металлов отдают электроны, превращаясь в положительно заряженные ионы:

Примеры окисления металлов $\text{Fe} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}^{(+3)}$ $4\text{Fe} + 3\text{O}_2 = 2\text{Fe}_2\text{O}_3$



Атомы неметаллов, а также простые вещества, образованные неметаллами, могут проявлять, как окислительные, так и восстановительные свойства - всё зависит от того, с какими веществами неметаллы вступают в реакцию.

Окислительные свойства неметаллов проявляются при их взаимодействии:

- с металлами: $4\text{Al}^0 + 3\text{C}^0 = \text{Al}_4^{+3}\text{C}_3^{-4}$ (карбид)
- с неметаллами $2\text{Al}^0 + \text{N}_2^0 = 2\text{Al}^{+3}\text{N}^{-3}$ (нитриды)
- с кислородом: $4\text{Al}^0 + 3\text{O}_2^0 = 2\text{Al}_2^{+3}\text{O}_3^{-2}$ (оксиды)

Восстановительные свойства неметаллов – простых веществ проявляются при их взаимодействии:

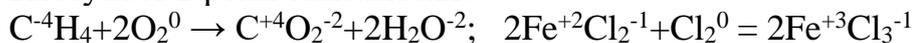
- по отношению к фтору все неметаллы проявляют восстановительные свойства;
- все неметаллы, кроме фтора, являются восстановителями при реакции с кислородом, образуя оксиды неметаллов:



- многие неметаллы выступают в роли восстановителя в реакциях со сложными веществами-окислителями:



Кислород, хлор при взаимодействии со сложными веществами выступает в роли окислителя:



Окислительно-восстановительные свойства того или иного вещества от образованных элементами с различными степенями окисления.

Существует несколько правил, позволяющих характеризовать о/в-ные свойства.

Атомы, находящиеся в низшей степени окисления, могут быть только восстановителями, поскольку способны отдавать, но не принимать электроны. Поэтому только восстановительные свойства проявляют, например, сера в составе H_2S и сульфидов, азот в составе NH_3 , NH_4^+ и нитридов, хлор в составе HCl и хлоридов и т.д.

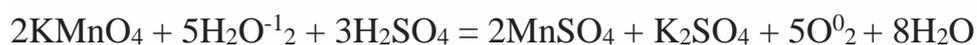
Атомы, находящиеся в высшей степени окисления, могут быть только окислителями, поскольку способны принимать, но не отдавать электроны. Например, сера в составе H_2SO_4 находится в своей высшей степени окисления +6, и, следовательно, может проявлять только окислительные свойства. Аналогично, только окислительные свойства проявляет азот в составе азотной кислоты и нитратов, хлор в составе кислоты HClO_4 и ее солей и т.д.

Атомы, находящиеся в промежуточной степени окисления, могут и принимать, и отдавать электроны. Вещества, содержащие такие атомы, обладают *окислительно-восстановительной двойственностью*: они выступают в роли окислителя или восстановителя в зависимости от свойств реагента, с которым взаимодействуют, и от условий проведения реакции.

Например, в молекуле пероксида водорода H_2O_2 кислород находится в промежуточной степени окисления -1; следовательно, это вещество может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства.

Окислительные свойства H_2O_2 преобладают и проявляются в реакциях со многими типичными восстановителями, например с сульфидом свинца: $\text{PbS} + 4\text{H}_2\text{O}^{-1}_2 = \text{PbSO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}^{-2}$

Однако при действии на H_2O_2 еще более энергичного окислителя, чем он сам, например, перманганата калия, пероксид водорода выступает в роли восстановителя:



Вещества, содержащие элементы в промежуточной степени окисления, способны к реакциям *диспропорционирования*. К этому типу реакций относится разложение пероксида водорода на воду и кислород: $2\text{H}_2\text{O}^{-1}_2 = 2\text{H}_2\text{O}^{-2} + \text{O}^0_2$

Приведенные выше правила позволяют предсказать окислительно-восстановительные возможности веществ. Однако, опираясь только на эти правила, не всегда можно сделать вывод о том, насколько выраженными будут эти свойства, и какие именно продукты образуются в результате реакции.

Домашнее задание:

1. Подготовиться к семинару, проработать материал лекций.
2. Выучить важнейшие окислители и восстановители.