

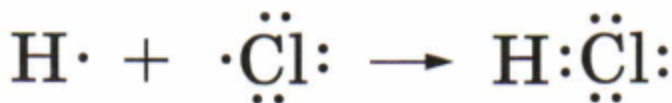
Степень окисления

При изучении ионной и ковалентной полярной химических связей вы познакомились со сложными веществами, состоящими из двух химических элементов. Такие вещества называют *бинарными* (от лат. *би* — два) или *двухэлементными*.

Вспомним типичные бинарные соединения, которые мы приводили в качестве примера для рассмотрения механизмов образования ионной и ковалентной полярной химической связи: NaCl — хлорид натрия и HCl — хлороводород. В первом случае связь ионная: атом натрия передал свой внешний электрон атому хлора и превратился при этом в ион с зарядом +1, а атом хлора принял электрон и превратился в ион с зарядом -1. Схематически процесс превращения атомов в ионы можно изобразить так:



В молекуле же хлороводорода HCl химическая связь образуется за счёт спаривания неспаренных внешних электронов и образования общей электронной пары атомов водорода и хлора:



Правильнее представлять образование ковалентной связи в молекуле хлороводорода как перекрывание одно-

электронного *s*-облака атома водорода с одноэлектронным *p*-облаком атома хлора:

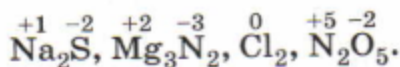


При химическом взаимодействии общая электронная пара смещена в сторону более электроотрицательного атома хлора: $\overset{\delta+}{\text{H}}-\overset{\delta-}{\text{Cl}}$, т. е. электрон не полностью перейдёт от атома водорода к атому хлора, а частично, обуславливая тем самым частичный заряд атомов δ (см. § 12): $\text{H}^{+0,18}\text{Cl}^{-0,18}$. Если же представить, что и в молекуле хлороводорода HCl , как и в хлориде натрия NaCl , электрон полностью перешёл от атома водорода к атому хлора, то они получили бы заряды $+1$ и -1 : $\overset{+1}{\text{H}}\overset{-1}{\text{Cl}}$. Такие условные заряды называют **степенью окисления**. При определении этого понятия условно предполагают, что в ковалентных полярных соединениях связующие электроны полностью перешли к более электроотрицательному атому, а потому соединения состоят только из положительно и отрицательно заряженных ионов.



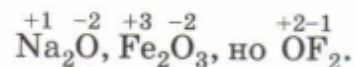
Степень окисления — это условный заряд атомов химического элемента в соединении, вычисленный на основе предположения, что все соединения (и ионные, и ковалентно-полярные) состоят только из ионов.

Степень окисления может иметь отрицательное, положительное или нулевое значения, которые обычно ставятся над символом элемента сверху, например:

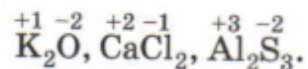


Отрицательное значение степени окисления имеют те атомы, которые приняли электроны от других атомов или к которым смещены общие электронные пары, т. е. атомы более электроотрицательных элементов. Фтор всегда имеет степень окисления -1 во всех соединениях. Кислород, второй после фтора по значению электроотрицательности

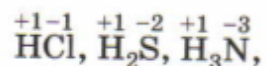
элемент, почти всегда имеет степень окисления -2 , кроме соединений со фтором, например:



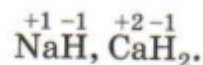
Положительное значение степени окисления имеют те атомы, которые отдают свои электроны другим атомам или от которых оттянуты общие электронные пары, т. е. атомы менее электроотрицательных элементов. Металлы в соединениях всегда имеют положительную степень окисления. У металлов главных подгрупп: I группы (IA группы) во всех соединениях степень окисления равна $+1$, II группы (IIA группы) равна $+2$, III группы (IIIA группы) — $+3$, например:



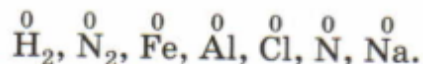
В большинстве соединений атомы водорода имеют степень окисления $+1$, например:



но в соединениях с металлами у водорода степень окисления -1 :



Нулевое значение степени окисления имеют атомы в молекулах простых веществ и атомы в свободном состоянии, например:

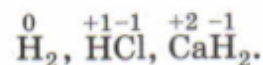


К понятию «степень окисления» близко понятие «валентность», с которым вы знакомились, рассматривая ковалентную химическую связь. Однако это не одно и то же.

Понятие «валентность» применимо для веществ, имеющих молекулярное строение. Подавляющее большинство органических веществ, с которыми вы будете знакомиться в 10 классе, имеет именно такое строение. В курсе основной школы вы изучаете неорганическую химию, предметом которой являются вещества как молекулярного, так и немолекулярного, например ионного, строения. Поэтому предпочтительнее использовать понятие «степень окисления».

Чем же отличается валентность от степени окисления?

Часто валентность и степень окисления численно совпадают, но валентность не имеет знака заряда, а степень окисления — имеет. Например, одновалентный водород имеет следующие степени окисления в различных веществах:



Казалось бы, что одновалентный фтор — самый электроотрицательный элемент — должен иметь полное совпадение значений степени окисления и валентности. Ведь его атом способен образовывать лишь одну-единственную ковалентную связь, так как ему недостаёт до завершения внешнего электронного слоя одного электрона. Однако и здесь наблюдается различие:

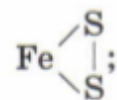


Ещё более различаются между собой валентность и степень окисления, если они численно не совпадают. Например:

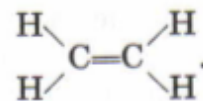
• в пероксиде водорода $\overset{+1}{\text{H}}_2\overset{-1}{\text{O}}_2$ степень окисления кислорода равна -1 , а валентность равна II:



• в серном колчедане $\overset{+2}{\text{Fe}}\overset{-1}{\text{S}}_2$ степень окисления серы равна -1 , а валентность — II:



• в этилене $\overset{-2}{\text{C}}_2\overset{+1}{\text{H}}_4$ степень окисления углерода равна -2 , а валентность — IV:



В соединениях суммарная степень окисления всегда равна нулю. Зная это и степень окисления одного из эле-

ментов, можно найти степень окисления другого элемента по формуле, например бинарного соединения. Так, найдём степень окисления хлора в соединении Cl_2O_7 .

Обозначим степень окисления кислорода: $\text{Cl}_2\overset{-2}{\text{O}_7}$. Следовательно, семь атомов кислорода будут иметь общий отрицательный заряд $(-2) \cdot 7 = -14$. Тогда общий заряд двух атомов хлора будет равен $+14$, а одного атома хлора: $(+14) : 2 = +7$. Следовательно, степень окисления хлора равна $+7$: $\overset{+7}{\text{Cl}}_2\overset{-2}{\text{O}_7}$.

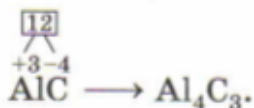
Аналогично, зная степени окисления элементов, можно составить формулу соединения, например карбида алюминия (соединения алюминия и углерода).

1. Запишем знаки алюминия и углерода рядом AlC , причём сначала — знак алюминия, так как это металл, т. е. менее электроотрицательный элемент.

2. Определим по Периодической системе Д. И. Менделеева число внешних электронов: у Al — три электрона, у C — четыре. Атом алюминия отдаст свои три внешних электрона углероду и получит при этом степень окисления $+3$, равную заряду иона. Атом углерода, наоборот, примет недостающие до заветной восьмёрки четыре электрона и получит при этом степень окисления -4 .

3. Запишем эти значения в формулу $\overset{+3}{\text{Al}}\overset{-4}{\text{C}}$.

4. Найдём наименьшее общее кратное (НОК) для них, оно равно 12. Затем рассчитаем индексы, разделив НОК на соответствующие значения степеней окисления,



Нетрудно заметить, что аналогично вы работали с понятием «валентность», когда выводили формулу ковалентного соединения или определяли валентность элемента по формуле его соединения.

Названия бинарных соединений образуют из двух слов — названий входящих в их состав химических элементов. Первое слово обозначает электроотрицательную часть соединения — неметалл, его латинское название

с суффиксом *-ид* стоит всегда в именительном падеже. Второе слово обозначает электроположительную часть — металл или менее электроотрицательный элемент, его название всегда стоит в родительном падеже:

«элемент-ид» + «элемент[а]» (с. о., если переменная).

Например: NaCl — хлорид натрия, MgS — сульфид магния, KH — гидрид калия, CaO — оксид кальция. Если же электроположительный элемент проявляет разные степени окисления, то это отражают в названии, обозначив степень окисления римской цифрой, которую

ставят в конце названия, например: $\overset{+2}{\text{Fe}}\overset{-2}{\text{O}}$ — оксид железа (II) (читают «оксид железа два»), $\overset{+2}{\text{Fe}}_2\overset{-2}{\text{O}}_3$ — оксид железа (III) (читают «оксид железа три»).

Если соединение состоит из двух элементов-неметаллов, то к названию более электроотрицательного из них прибавляют суффикс *-ид*, второй компонент ставится после этого в родительном падеже. Например: $\overset{+2}{\text{O}}\overset{-1}{\text{F}}_2$ — фторид кислорода (II), $\overset{+4}{\text{S}}\overset{-2}{\text{O}}_2$ — оксид серы (IV) и $\overset{+6}{\text{S}}\overset{-2}{\text{O}}_3$ — оксид серы (VI).

В некоторых случаях число атомов элементов обозначают при помощи названий числительных на греческом языке — моно, ди, три, тетра, пента, гекса и т. д. На-

пример: $\overset{+2}{\text{C}}\overset{-2}{\text{O}}$ — монооксид углерода, или оксид углерода (II), $\overset{+4}{\text{C}}\overset{-2}{\text{O}}_2$ — диоксид углерода, или оксид углерода (IV), $\overset{+4}{\text{Pb}}\overset{-1}{\text{Cl}}_4$ — тетрахлорид свинца, или хлорид свинца (IV).

Чтобы химики разных стран понимали друг друга, потребовалось создание единой терминологии и номенклатуры веществ. Принципы химической номенклатуры были впервые разработаны французскими химиками А. Лавуазье, А. Фуркруа, Л. Гитоном де Мерво и К. Бертолле в 1785 г. В настоящее время Международный союз теоретической и прикладной химии (ИЮПАК) координирует деятельность учёных разных стран и издаёт рекомендации по номенклатуре веществ и терминологии, используемой в химии.