# Общая характеристика неметаллов.

*Неметаллы* ― химические элементы, которые образуют простые тела, не обладающие свойствами, характерными для металлов. Качественной характеристикой неметаллов является электроотрицательность.

*Электроотрицательность* ― это способность поляризовать химическую связь, оттягивать к себе общие электронные пары.

К неметаллам относят 22 элемента.

**Положение неметаллических элементов в периодической системе химических элементов**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Группа | I | III | IV | V | VI | VII | VIII |
| 1-й период | Н |  |  |  |  |  | He |
| 2-й период |  | В | С | N | O | F | Ne |
| 3-й период |  |  | Si | P | S | CL | Ar |
| 4-й период |  |  |  | As | Se | Br | Kr |
| 5-й период |  |  |  |  | Te | I | Xe |
| 6-й период |  |  |  |  |  | At | Rn |

Как видно из таблицы, неметаллические элементы в основном расположены в правой верхней части периодической системы.

**Строение атомов неметаллов**

Характерной особенностью неметаллов является большее (по сравнению с металлами) число электронов на внешнем энергетическом уровне их атомов. Это определяет их большую способность к присоединению дополнительных электронов и проявлению более высокой окислительной активности, чем у металлов. Особенно сильные окислительные свойства, т. е. способность присоединять электроны, проявляют неметаллы, находящиеся во 2-ом и 3-м периодах VI-VII групп. Если сравнить расположение электронов по орбиталям в атомах фтора, хлора и других галогенов, то можно судить и об их отличительных свойствах. У атома фтора свободных орбиталей нет. Поэтому атомы фтора могут проявить только валентность I и степень окисления ― 1. Самым сильным окислителем является *фтор*. В атомах других галогенов, например в атоме хлора, на том же энергетическом уровне имеются свободные d-орбитали. Благодаря этому распаривание электронов может произойти тремя разными путями. В первом случае хлор может проявить степень окисления +3 и образовать хлористую кислоту HClO2, которой соответствуют соли ― хлориты, например хлорит калия KClO2. Во втором случае хлор может образовать соединения, в которых степень окисления хлора +5. К таким соединениям относятся хлорноватая кислота HClO3 и ее соли ― хлораты, например хлорат калия КClO3 (бертолетова соль). В третьем случае хлор проявляет степень окисления +7, например в хлорной кислоте HClO4 и в ее солях, ― перхлоратах (в перхлорате калия КClO4).

**Строения молекул неметаллов. Физические свойства неметаллов**

В газообразном состоянии при комнатной температуре находятся:

водород ― H2;

азот ― N2;

кислород ― O2;

фтор ― F2;

хлор ― CI2.

И инертные газы:

гелий ― He;

неон ― Ne;

аргон ― Ar;

криптон ― Kr;

ксенон ― Xe;

радон ― Rn).

В жидком ― бром ― Br.

В твердом:

бор ― B;

углерод ― C;

кремний ― Si;

фосфор ― P;

сера ― S;

мышьяк ― As;

селен ― Se;

теллур ― Te;

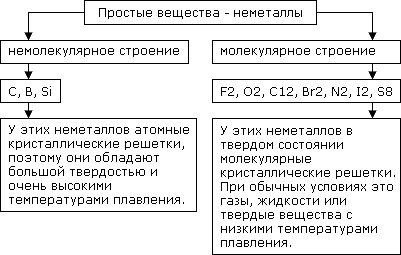
йод ― I;

астат ― At.

Гораздо богаче у неметаллов и спектр цветов: красный ― у фосфора, бурый ― у брома, желтый ― у серы, желто-зеленый ― у хлора, фиолетовый ― у паров йода и т. д.

Самые типичные неметаллы имеют молекулярное строение, а менее типичные ― немолекулярное. Этим и объясняется отличие их свойств.

**Состав и свойства простых веществ - неметаллов**



Неметаллы образуют как одноатомные, так и двухатомные молекулы. К *одноатомным* неметаллам относятся инертные газы, практически не реагирующие даже с самыми активными веществами. Инертные газы расположены в VIII группе периодической системы, а химические формулы соответствующих простых веществ следующие: He, Ne, Ar, Kr, Xe и Rn.

Некоторые неметаллы образуют *двухатомные* молекулы. Это H2, F2, Cl2, Br2, Cl2 (элементы VII группы периодической системы), а также кислород O2 и азот N2. Из *трехатомных* молекул состоит газ озон (O3). Для веществ неметаллов, находящихся в твердом состоянии, составить химическую формулу довольно сложно. Атомы углерода в графите соединены друг с другом различным образом. Выделить отдельную молекулу в приведенных структурах затруднительно. При написании химических формул таких веществ, как и в случае с металлами, вводится допущение, что такие вещества состоят только из атомов. Химические формулы, при этом, записываются без индексов: C, Si, S и т. д. Такие простые вещества, как озон и кислород, имеющие одинаковый качественный состав (оба состоят из одного и того же элемента ― кислорода), но различающиеся по числу атомов в молекуле, имеют различные свойства. Так, кислород запаха не имеет, в то время как озон обладает резким запахом, который мы ощущаем во время грозы. Свойства твердых неметаллов, графита и алмаза, имеющих также одинаковый качественный состав, но разное строение, резко отличаются (графит хрупкий, алмаз твердый). Таким образом, свойства вещества определяются не только его качественным составом, но и тем, сколько атомов содержится в молекуле вещества и как они связаны между собой. Неметаллы в виде простых тел находятся в твердом или газообразном состоянии (исключая бром ― жидкость). Они не имеют физических свойств, присущих металлам. Твердые неметаллы не обладают характерным для металлов блеском, они обычно хрупки, плохо проводят электрический ток и тепло (за исключением графита). Кристаллический бор В (как и кристаллический кремний) обладает очень высокой температурой плавления (2075°С) и большой твердостью. Электрическая проводимость бора с повышением температуры сильно увеличивается, что дает возможность широко применять его в полупроводниковой технике. Добавка бора к стали и к сплавам алюминия, меди, никеля и др. улучшает их механические свойства. Бориды (соединения бора с некоторыми металлами, например с титаном: TiB, TiB2) необходимы при изготовлении деталей реактивных двигателей, лопаток газовых турбин. Как видно из схемы 1, углерод ― С, кремний ― Si, бор ― В имеют сходное строение и обладают некоторыми общими свойствами. Как простые вещества они встречаются в двух видоизменениях ― в кристаллическом и аморфном. Кристаллические видоизменения этих элементов очень твердые, с высокими температурами плавления. Кристаллический кремний обладает полупроводниковыми свойствами. Все эти элементы образуют соединения с металлами ― карбиды, силициды и бориды (CaC2, Al4C3, Fe3C, Mg2Si, TiB, TiB2). Некоторые из них обладают большей твердостью, например Fe3C, TiB. Карбид кальция используется для получения ацетилена.

**Химические свойства неметаллов**

В соответствии с численными значениями относительных электроотрицательностей окислительные способности неметаллов увеличивается в следующем порядке: Si, B, H, P, C, S, I, N, Cl, O, F.

Неметаллы как окислители

Окислительные свойства неметаллов проявляются при их взаимодействии:

с металлами: 2Na + Cl2 = 2NaCl;

с водородом: H2 + F2 = 2HF;

с неметаллами, которые имеют более низкую электроотрицательность: 2Р + 5S = Р2S5;

с некоторыми сложными веществами: 4NH3 + 5O2 = 4NO + 6H2O,

2FeCl2 + Cl2 = 2 FeCl3.

Неметаллы как восстановители

Все неметаллы (кроме фтора) проявляют восстановительные свойства при взаимодействии с кислородом:

S + O2 = SO2, 2H2 + O2 = 2H2О.

Кислород в соединении с фтором может проявлять и положительную степень окисления, т. е. являться восстановителем. Все остальные неметаллы проявляют восстановительные свойства. Так, например, хлор непосредственно с кислородом не соединяется, но косвенным путем можно получить его оксиды (Cl2O, ClO2, Cl2O2), в которых хлор проявляет положительную степень окисления. Азот при высокой температуре непосредственно соединяется с кислородом и проявляет восстановительные свойства. Еще легче с кислородом реагирует сера.

Многие неметаллы проявляют восстановительные свойства при взаимодействии со сложными веществами:

ZnO + C = Zn + CO, S + 6HNO3 конц = H2SO4 + 6NO2 + 2H2О.

Существуют и такие реакции, в которых один и тот же неметалл является одновременно и окислителем и восстановителем:

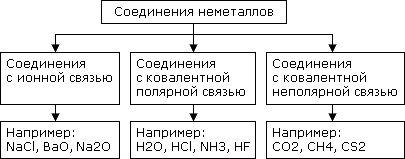
Cl2 + H2О = HCl + HClO.

Фтор ― самый типичный неметалл, которому нехарактерны восстановительные свойства, т. е. способность отдавать электроны в химических реакциях.

Соединения неметаллов

Неметаллы могут образовывать соединения с разными внутримолекулярными связями.

**Виды соединений неметаллов**



Общие формулы водородных соединений по группам периодической системы химических элементов приведены в таблицe:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| I | II | III | IV | V | VI | VII |
| RH | RH2 | RH3 | RH4 | RH3 | H2R | HR |
| Нелетучие водородные соединения | | | | Летучие водородные соединения | | |

С металлами водород образует (за некоторым исключением) нелетучие соединения, которые являются твердыми веществами немолекулярного строения. Поэтому их температуры плавления сравнительно высоки. С неметаллами водород образует летучие соединения молекулярного строения (например, фтороводород HF, сероводород H2S, аммиак NH3, метан CH4). В обычных условиях это газы или летучие жидкости. При растворении в воде водородные соединения галогенов, серы, селена и теллура образуют кислоты той же формулы, что и сами водородные соединения: HF, HCl, HBr, HI, H2S, H2Se, H2Te. При растворении в воде аммиака образуются аммиачная вода, обычно обозначаемая формулой NH4OH и называемая гидроксидом аммония. Ее также обозначают формулой NH3∙H2O и называют гидратом аммиака.

С кислородом неметаллы образуют кислотные оксиды. В одних оксидах они проявляют максимальную степень окисления, равную номеру группы (например, SO2, N2O5), а других ― более низкую (например, SO2, N2O3). Кислотным оксидам соответствуют кислоты, причем из двух кислородных кислот одного неметалла сильнее та, в которой он проявляет более высокую степень окисления. Например, азотная кислота HNO3 сильнее азотистой HNO2, а серная кислота H2SO4 сильнее сернистой H2SO3.

Характеристики кислородных соединений неметаллов

Свойства высших оксидов (т. е. оксидов, в состав которых входит элемент данной группы с высшей степенью окисления) в периодах слева направо постепенно изменяются от основных к кислотным.

В группах сверху вниз кислотные свойства высших оксидов постепенно ослабевают. Об этом можно судить по свойствам кислот, соответствующих этим оксидам.

Возрастание кислотных свойств высших оксидов соответствующих элементов в периодах слева направо объясняется постепенным возрастанием положительного заряда ионов этих элементов.

В главных подгруппах периодической системы химических элементов в направлении сверху вниз кислотные свойства высших оксидов неметаллов уменьшаются.