# **Классификация и номенклатура неорганических веществ**

****Содержание****

Простые и сложные вещества

Оксиды

Основания

Кислоты

Соли

В настоящее время известно более  миллионов соединений, среди которых неорганических насчитывается около  тысяч.

По составу вещества подразделяются на простые и сложные.

****Простые вещества****

вещества, образованные атомами одного химического элемента.

К простым веществам относятся, например водород, кислород, аргон, бром, магний, азот, золото. Наименьшие частицы простого вещества могут представлять собой один атом, как у инертных газов (гелия Не, неона , аргона , ксенона ), содержать два атома (водород , кислород , азот , хлор  и др.) и более двух атомов (озон , фосфор ).

Названия простых веществ обычно совпадают с названиями химических элементов, атомами которых они образованы. Однако одному элементу может соответствовать несколько простых веществ.

****Аллотропия****

явление существования химического элемента в виде двух или нескольких простых веществ

****Аллотропные модификации****

простые вещества, образованные атомами одного и того же элемента

Аллотропные видоизменения одного элемента могут отличаться либо составом молекул, т. е. содержать разное число атомов в молекуле, как например кислород  и озон , либо разной структурой кристаллов. Так, разные по структуре аллотропные видоизменения образует углерод (графит, алмаз, карбин, фуллерен, графен), сера (ромбическая и моноклинная), фосфор (белый , красный, чёрный).

Простые вещества делятся на ****металлы**** и ****неметаллы****.

Металлы обладают рядом общих свойств: характерным «металлическим» блеском, тепло- и электропроводностью, пластичностью, ковкостью. При комнатной температуре все металлы, кроме ртути, находятся в твёрдом агрегатном состоянии.

Твёрдые неметаллы, как правило, не обладают характерными для металлов блеском, хрупки, очень плохо проводят электрический ток и теплоту. Некоторые неметаллы при обычных условиях газообразны (водород , азот , кислород , фтор , хлор ). Единственный жидкий при обычных условиях неметалл — бром .

Некоторые простые вещества по внешнему виду напоминают металлы (например, имеют металлический блеск), а по некоторым свойствам (хрупкость, плохая теплопроводность) —  неметаллы. Их иногда называют ****металлоидами****. Часто они являются полупроводниками. К числу металлоидов относят галлий, германий, мышьяк, сурьму, селен, теллур.

****Сложные вещества****

вещества, которые состоят из атомов двух или нескольких химических элементов.

Среди сложных веществ можно выделить неорганические и органические вещества. В состав органических веществ обязательно входит углерод.

Сложные неорганические вещества обычно делят на четыре класса:

оксиды;

основания (гидроксиды);

кислоты;

соли.

****Оксиды****

соединения, состоящие из двух элементов, одним из которых является кислород в степени окисления .

Состав оксидов выражается общей формулой ЭОу, где  — число атомов элемента, у — число атомов кислорода.

Числовые значения  и у определяются степенью окисления элементов.

Примеры формул оксидов:

В названиях оксидов вначале указывают слово «оксид» в именительном падеже (от латинского названия кислорода «оксигениум»), а затем — название элемента в родительном падеже:  — оксид магния,  — оксид алюминия.

Если элемент образует несколько оксидов, то после названия элемента в скобках римской цифрой указывается численное значение его степени окисления:

 — оксид железа() (читается: «оксид железа два»);

 — оксид железа() (читается: «оксид железа три»);

 — оксид углерода() (читается: «оксид углерода два»);

 — оксид углерода() (читается: «оксид углерода четыре»).

Кислотные оксиды иногда называют также ****ангидридами**** соответствующих кислот, например:  — серный ангидрид,  — фосфорный ангидрид.

Оксиды делятся на две группы: солеобразующие и несолеобразующие.

****Несолеобразующие оксиды****

оксиды, которые не взаимодействуют ни с кислотами, ни с щелочами и не образуют солей.

К ним относятся .

****Солеобразующие оксиды****

оксиды, которые взаимодействуют с кислотами или щелочами с образованием солей и воды.

Солеобразующие оксиды делятся на основные, кислотные, амфотерные.

****Основные оксиды****

оксиды, которые взаимодействуют с кислотами (или кислотными оксидами) с образованием солей.

Основные оксиды образуют только металлы. Примерами основных оксидов являются:  и др. Степень окисления металлов в основных оксидах, как правило, равна . Основным оксидам соответствуют основания.

****Кислотные оксиды****

оксиды, которые взаимодействуют с основаниями (или основными оксидами) с образованием солей.

Кислотные оксиды могут быть образованы как неметаллами, так и металлами, при этом атомы металлов, входящих в состав кислотных оксидов, имеют высокую степень окисления. Примерами кислотных оксидов являются:  и др. Кислотным оксидам соответствуют кислоты.

****Амфотерные оксиды****

оксиды, образующие соли при взаимодействии как с кислотами, так и с щелочами.

К амфотерным относятся оксиды: .

Если металл образует несколько оксидов, в которых он проявляет разные степени окисления, то существует закономерность: с ростом степени окисления металла уменьшаются основные и увеличиваются кислотные свойства образуемых им оксидов. Так, хром образует три оксида: оксид хрома()  проявляет основные свойства, оксид хрома()  — амфотерные, а оксид хрома()  — кислотные.

****По агрегатному состоянию**** оксиды бывают твёрдыми (), жидкими () и газообразными ().

****По растворимости в воде**** оксиды делятся на растворимые (основные оксиды щелочных и щёлочноземельных металлов, практически все кислотные оксиды, кроме ) и нерастворимые (все остальные основные оксиды, амфотерные оксиды, ).

****Гидроксиды****

сложные вещества, в состав которых входит гидроксогруппа .

Некоторые гидроксиды проявляют свойства оснований (основные гидроксиды), например . Другие проявляют кислотные свойства (кислотные гидроксиды), например  и др. Существуют также амфотерные гидроксиды, которые в зависимости от условий способны проявлять либо основные, либо кислотные свойства, например  и др.

Названия основных гидроксидов составляются из слова «гидроксид» и русского названия элемента в родительном падеже с указанием его степени окисления римскими цифрами (если это необходимо). Например:  — гидроксид калия,  — гидроксид хрома(),  — гидроксид серы(). Для кислотного гидроксида серы() более привычным является название «серная кислота».

По функциональным признакам к важнейшим классам неорганических соединений относятся основания, кислоты и соли.

****Основания****

сложные вещества, молекулы которых состоят из атомов металлов и гидроксогрупп.

Общая формула неорганических оснований , где  — число гидроксогрупп.

С точки зрения теории электролитической диссоциации, основания — это соединения, образующие при диссоциации в водном растворе из отрицательных ионов только гидроксид-ионы .

По современной номенклатуре основания принято называть гидроксидами элементов с указанием степени окисления (если она имеет переменное значение), например:  — гидроксид натрия,  — гидроксид калия,  — гидроксид меди(),  — гидроксид железа().

Основания можно классифицировать по следующим признакам:

1. ****По растворимости в воде****: растворимые в воде и нерастворимые в воде.

****Щёлочи****

растворимые в воде основания

Щёлочи образованы щелочными и щёлочноземельными металлами.

К щелочам относятся: . В водных растворах щёлочи диссоциируют с образованием гидроксид-анионов , вследствие чего изменяют окраску индикаторов (лакмус окрашивается в синий цвет):

В растворах щелочей концентрация гидроксид-ионов достаточно высока. Напомним, что абсолютно нерастворимых соединений нет. Поэтому при растворении и диссоциации нерастворимых оснований гидроксид-ионы тоже образуются, но их концентрация чрезвычайно мала и определяется растворимостью основания. Присутствие образующихся гидроксид-ионов даже в очень небольших количествах определяет общие свойства оснований.

2. ****По кислотности****: однокислотные (), двухкислотные (). Кислотность оснований определяется числом гидроксо-групп  в составе основания.

3. По ****степени электролитической диссоциации**** основания делятся на сильные (щёлочи), слабые (гидрат аммония , нерастворимые основания).

4. ****По летучести****: летучие () и нелетучие ( и др.).

5. ****По устойчивости****: устойчивые ( и др.) и неустойчивые (,  и др.).

Все основания (гидроксиды металлов) — твёрдые вещества. Гидроксиды -металлов бесцветны, гидроксиды многих -металлов окрашены.

В таблице представлены состав и названия некоторых комплексных анионов, образующихся при взаимодействии амфотерных оксидов и гидроксидов с щелочами.

****Состав и названия анионов, образующихся при взаимодействии****

****амфотерных оксидов и гидроксидов с щелочами****

|  |  |
| --- | --- |
| **Амфотерный оксид (гидроксид)** | **Анионы, образующиеся в растворе щелочи** |
| **Формула** | **Название аниона** |
|    |  | тетрагидроксоцинкат-ион |
|    |  | тетрагидроксобериллат-ион |
|    |  | тетрагидроксокупрат-ион |
|    |  | тригидроксоплюмбат(II)-ион |
|    |  | гексагидроксохромат(III)-ион |
|    |  | тетрагидроксоалюминат-ионгексагидроксоалюминат-ион |

****Кислоты****

сложные вещества, молекулы которых состоят из атомов водорода и кислотного остатка.

Общая формула кислот , где  — число атомов водорода, а  — кислотный остаток.

С точки зрения теории электролитической диссоциации, кислоты — это соединения, образующие при диссоциации в водном растворе из положительных ионов только ионы водорода . В водных растворах кислоты диссоциируют с образованием катионов водорода , вследствие чего изменяют окраску индикаторов (лакмус окрашивается кислотами в красный цвет):

Кислоты можно классифицировать следующим образом:

****По основности****: одноосновные (хлороводородная , азотная  и др.); многоосновные: двухосновные (сероводородная , серная , угольная  и др.), трёхосновные (ортофосфорная ) и т. д. Основность кислоты определяется количеством атомов водорода, способных отщепляться от молекулы кислоты в виде ионов  при диссоциации и замещаться на атомы металлов.

****По наличию или отсутствию атомов кислорода**** в молекуле кислоты: бескислородные (хлороводородная , фтороводородная , иодоводородная , сероводородная  и др.) и кислородсодержащие (азотистая , азотная , сернистая , серная , угольная , кремниевая  и др.).

****По растворимости**** в воде: растворимые (азотная , серная , хлороводородная , бромоводородная , и др.) и нерастворимые (кремниевая ).

****По степени диссоциации в водных растворах****: сильные (хлороводородная , бромоводородная , иодоводородная , азотная , серная , хлорноватая , хлорная  и др.) и слабые (фтороводородная , сероводородная , азотистая , синильная , органические кислоты и др.).

****По летучести****: летучие (хлороводородная , сероводородная , уксусная  и др.) и нелетучие (серная , кремниевая ).

****По устойчивости****: устойчивые (серная , хлороводородная  и др.) и неустойчивые (угольная , кремниевая , сернистая  и др.).

Названия бескислородных кислот составляют, добавляя к корню русского названия элемента, образующего кислоту, суффикс «-о», а затем «-водородная кислота», например:  — хлороводородная кислота,  — бромоводородная кислота,  — сероводородная кислота.

Названия кислородсодержащих кислот также образуются от русского названия соответствующего элемента с добавлением «кислота». При этом в название кислоты, в которой элемент находится в высшей степени окисления, оканчивается на «-ная» или «-овая», например,  — хлорная кислота,  — серная кислота,  — мышьяковая кислота. При понижении степени окисления элемента окончания изменяются в последовательности: «-оватая» ( — хлорноватая кислота), «-истая» ( — хлористая кислота), «-оватистая» ( — хлорноватистая кислота).

Если одному и тому же оксиду соответствует несколько кислот, то к названию кислоты, содержащей наименьшее число атомов кислорода, добавляется приставка «мета», а к названию кислоты, содержащей наибольшее число атомов кислорода — «орто», например,  — метафосфорная кислота,  — ортофосфорная кислота.

****Соли****

сложные вещества, состоящие из катионов металлов (или катионов аммония) и анионов кислотных остатков.

С точки зрения теории электролитической диссоциации, соли — это соединения, образующие при диссоциации в водном растворе положительно заряженные ионы металлов (или ион аммония) и отрицательно заряженные ионы кислотных остатков.

Соли можно рассматривать как продукты замещения ионов водорода  в кислоте другими катионами или как продукты замещения гидроксид-ионов  в основаниях на анионы кислотных остатков.

При полном замещении образуются ****средние соли****: хлорид магния , сульфат алюминия , фосфат калия  и др.

При частичном замещении ионов водорода на катионы металлов (или ионы аммония) образуются ****кислые соли****: гидрокарбонат натрия , гидросульфит калия , гидрофосфат натрия , дигидрофосфат натрия  и др.

При частичном замещении гидроксид-ионов на анионы кислотных остатков образуются ****основные соли****: гидроксокарбонат меди() , гидроксохлорид алюминия , дигидроксохлорид алюминия  и др.

Соли, образованные ионами двух металлов (или ионами металла и ионами аммония) и анионами одной кислоты, называются ****двойными****, например  — фторид натрия-магния.

Существуют также ****комплексные соли****, содержащие комплексные ионы. Примерами комплексных солей являются: гексагидроксоалюминат натрия ,  — хлорид диамминсеребра(),  — гексацианоферрат() калия (жёлтая кровяная соль,  — гексацианоферрат() калия (красная кровяная соль).

Соли, образованные одним металлом и двумя кислотами, называются ****смешанными****. Примерами смешанных солей являются: хлорид-гипохлорит кальция  (или ) — кальциевая соль хлороводородной () и хлорноватистой () кислот.

Названия солей образуются от названия аниона в именительном падеже и названия катиона в родительном падеже. Название аниона состоит из латинского корня наименования соответствующей кислоты, окончания, приставки (если необходимо). Для названия катиона используют русское наименование соответствующего металла или группы атомов, в случае необходимости указывают степень окисления металла.

При наименовании солей кислородсодержащих кислот к латинскому корню названия элемента добавляется окончание — «-ат» для высших степеней окисления, «-ит» для более низких. При названии солей некоторых кислот используется приставка «гипо-» для низких степеней окисления неметалла; для солей хлорной и марганцовой кислот используется приставка «пер-». Например: карбонат кальция , сульфат железа() , сульфит железа() , ортофосфат натрия , гипохлорит натрия , хлорит калия , хлорат калия , перхлорат калия , перманганат калия , дихромат натрия .

Анионы бескислородных кислот называют по общему для бинарных соединений правилу, т. е. с использованием окончания «-ид». Например,  — бромид калия,  — хлорид аммония,  сульфид меди().

В таблице представлены формулы кислот, их названия и названия соответствующих солей.

****Названия кислот и анионов их солей****

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Формула кислоты** | **Название кислоты** | **Название соответствующей соли** |
|  | Метаалюминиевая | Метаалюминат |
|  | Ортоалюминиевая | Ортоалюминат |
|  | Метамышьяковая | Метаарсенат |
|  | Ортомышьяковая | Ортоарсенат |
|  | Метамышьяковистая | Метаарсенит |
|  | Ортомышьяковистая | Ортоарсенит |
|  | Ортоборная | Ортоборат |
|  | Бромоводородная | Бромид |
|  | Бромноватистая |  Гипобромит |
|  | Бромноватая | Бромат |
|  | Циановодородная | Цианид |
|  | Угольная | Карбонат |
|  | Хлороводородная | Хлорид |
|  | Хлорноватистая | Гипохлорит |
|  | Хлористая | Хлорит |
|  | Хлорноватая | Хлорат |
|  | Хлорная | Перхлорат |
|  | Метахромистая | Метахромит |
|  | Ортохромистая | Ортохромит |
|  | Хромовая | Хромат |
|  | Дихромовая | Дихромат |
|  | Фтороводородная | Фторид |
|  | Иодоводородная | Иодид |
|  | Иодная | Периодат |
|  | Марганцовая | Перманганат |
|  | Азотистая | Нитрит |
|  | Азотная | Нитрат |
|  | Ортофосфорная | Ортофосфат |
|  | Метафосфорная | Метафосфат |
|  | Сероводородная | Сульфид |
|  | Сернистая | Сульфит |
|  | Серная | Сульфат |
|  | Метакремниевая | Метасиликат |
|  | Ортокремниевая | Ортосиликат |

В таблице представлены тривиальные названия некоторых солей.

****Тривиальные названия некоторых солей****

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Тривиальное название** | **Химическое название** | **Формула** |
| Алебастр | Полугидрат сульфата кальция |   |
| Ангидрит | Сульфат кальция |  |
| Аурипигмент | Сульфид мышьяка |  |
| Белила свинцовые | Основной карбонат свинца |  |
| Берлинская лазурь | Гексацианоферрат() железа()-калия |  |
| Бертолетова соль | Хлорат калия |  |
| Бура | Тетрагидрат тетрабората натрия |  |
| Гипосульфит | Пентагидрат тиосульфата натрия |  |
| Глауберова соль | Декагидрат сульфата натрия |  |
| Горькая соль | Гептагидрат сульфата магния |  |
| Жёлтая кровяная соль | Тригидрат гексацианоферрата() калия |  |
| Жёлтый кадмий | Сульфид кадмия |  |
| Каломель | Хлорид ртути() |  |
| Квасцы | Додекагидраты двойных сульфатов трёх- и одновалентных металлов или аммония (например, алюмокалиевые квасцы) | катионыкатионы и др.  |
| Киноварь | Сульфид ртути |  |
| Красная кровяная соль | Гексацианоферрат() калия |  |
| Купоросы | Кристаллогидраты сульфатов ряда двухзарядных металлов |  — катионы  |
| Ляпис | Нитрат серебра |  |
| Нашатырь | Хлорид аммония |  |
| Поваренная (каменная) соль | Хлорид натрия |  |
| Поташ | Карбонат калия |  |
| Растворимое стекло | Нонагидрат силиката натрия |  |
| Свинцовый сахар | Тригидрат ацетата свинца |  |
| Селитра аммиачная | Нитрат аммония |  |
| Селитра калиевая (индийская) | Нитрат калия |  |
| Селитра норвежская | Нитрат кальция |  |
| Селитра чилийская | Нитрат натрия |  |
| Сода кальцинированная | Карбонат натрия |  |
| Сода питьевая | Гидрокарбонат натрия |  |
| Сулема | Хлорид ртути() |  |
| Суперфосфат двойной | Гидрат дигидрофосфата кальция |  |
| Хлорная известь | Смешанный хлорид- гипохлорит кальция |  |
| Хромпик | Дихромат калия |  |
| Ярь-медянка | Основной ацетат меди |  |

****Понятие кислоты и основания****

Кислотно-основные взаимодействия чрезвычайно распространены в природе и находят широкое применение в научной и производственной практике. Теория кислот и оснований — совокупность фундаментальных физико-химических представлений, описывающих природу и свойства кислот и оснований. Кроме привычного определения, данного ещё в  классе, существуют другие определения кислот и оснований в соответствии со следующими теориями:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Теория** | **Содержание** | **Примеры** |
| Теория электролитической диссоциации Аррениуса | ****Кислоты —****это вещества, образующие в водном растворе ионы - гидратированные катионы водорода  (ионы гидроксония ) и анионы кислотного остатка, или другими словами, это электролиты, диссоциирующие на катионы  водорода и анионы кислотного остатка.****Основания —****сложные вещества-электролиты, диссоциирующие с образованием гидроксид-иона и катиона металла. |  основание кислота |
| Протолитическая теория Бренстеда | ****Кислоты —****это сложные вещества, которые в результате гетеролитического разрыва отдают частицу с положительным зарядом — протон водорода (кислота Бренстэда) ****Основание —****это химическое соединение, способное образовывать ковалентную связь с протоном (основание Бренстеда) |   (к-та)  (осн.)  (к-та)  (осн.) |
| Теория Льюиса  | ****Кислота —****молекула либо ион, имеющее вакантные электронные орбитали, являющееся акцептором электронной пары (кислота Льюиса) ****Основание —****это химическое соединение, способное образовывать ковалентную связь с вакантной орбиталью другого химического соединения |   (кислота Льюиса)  (основание Льюиса)  |

****Групповые названия элементов, входящих в таблицу Менделеева****

Для элементов, входящих в периодическую систему (ПС) элементов Д.И. Менделеева разрешено использовать следующие групповые названия, отражающие, как правило, общие свойства элементов и простых веществ.

Для элементов****главных подгрупп****в короткопериодном варианте ПС или ****1-2 и 13-18 групп**** в длиннопериодном (современном) варианте ПС

щелочные металлы (, или  группа): ;

щёлочноземельные металлы (, или  группа, кроме  и ): ;

элементы подгруппы бора (, или  группа)  не имеют специального названия;

элементы подгруппы углерода (, или  группа) — кристаллогены: ;

элементы подгруппы азота (, или  группа) —  пниктогены (устаревшее название): ;

элементы подгруппы кислорода (, или  группа) — халькогены:

галогены (, или  группа): ;

благородные (инертные) газы (, или А группа): .

Для элементов ****побочных подгрупп****:

лантаноиды (),

актиноиды () (названия лантаниды и актиниды использовать не рекомендовано);

редкоземельные металлы (-я или  группа, кроме актиноидов);

семейство железа ();

семейство платины или платиновые металлы ();

благородные металлы (иплатиновые: )

переходные элементы ( и -элементы, то есть все элементы побочных подгрупп).

****Название простых веществ****

Простые вещества называют, как правило, так же, как и соответствующие элементы. Свои собственные названия имеют только аллотропные модификации углерода (алмаз, графит, карбин, фуллерены) и вторая модификация кислорода (озон).

При названиях аллотропных модификаций остальных элементов обычно указывают её краткую физическую характеристику (белый, красный, чёрный фосфор, кристаллическая и пластическая сера, серое и белое олово и т. д.).

****Название анионов****

Элементы кислород, азот, углерод и сера в соединениях с металлами или с менее электроотрицательными неметаллами могут образовывать анионы не только в характерных для них отрицательных степенях окисления , но и ионы, в которых степени окисления элемента зависят от количества атомов в "мостиковых" структурах. Степень окисления углерода в органических  соединениях определяется специальными способами (см. тему "Определение степени окисления углерода"). Так, например, элемент кислород может образовывать перекисные и надперекисные ионы, в которых атомы кислорода образуют "кислородные мостики"  или .

Такие анионы имеют собственные названия:

 — пероксид;

  — надпероксид;

 — озонид;

  — азид;

 — ацетиленид;

 — дисульфид;

 — полисульфид.

Названия некоторых стабильных анионов, состоящих из атомов более чем одного элемента, традиционно также имеют окончания -ид:

 — гидроксид;

 — цианид;

 — цианамид;

 — амид;

 — имид;

 — роданид.

****Классификация и номенклатура солей****

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **средние** | **кислые** | **основные** |
| Продукт полного замещения водорода кислоты на металл | Продукт неполного замещения водорода кислоты на металл (известны только для многоосновных кислот) | Продукт неполного замещения гидроксильных групп основания на кислотный остаток (известны только для многокислотных оснований) |
| Название кислотного остатка (именительный падеж) название катиона металла в родительном падеже | Приставка гидро- (с соотвествующим числительным: ди-, три- и т. д.), название кислотного остатка катиона | Название кислотного остатка, затем название катиона в родительном падеже с приставкой гидроксо- (с соответствующим числительным: ди-, три- и т. д.) |
|  — сульфат натрия — хлорид меди() — ортофосфат кальция |  — гидросульфат натрия — гидроортофосфат кальция — дигидроортофосфат кальция |  — гидроксохлорид меди()  — гидроксоортофосфат кальция |   |
| **двойные** | **смешанные** | **комплексные** |  |
| Продукт полного замещения водорода кислоты на несколько металлов | Продукт полного замещения гидроксильных групп основания на несколько кислотных остатков |  Комплексные соединения состоят из внешней и внутренней координационной сферы, последняя образована атомом-комплексообразователем и лигандами |  |
| Название аниона в именительном падеже и катионов в родительном, через дефис | Названия анионов в именительном падеже через дефис и название катиона в родительном | Названия комплексных соединений состоят из двух частей: внутренней и внешней сферы, причем вся внутренняя сфера называется одним словом |  |
|  — сульфат алюминия-калия; — фосфат магния-аммония; — сульфат железа() — аммония |  — кальциевая соль соляной и хлорноватистой () кислот (или хлорид-гипохлорит кальция) |  — тетрацианокупрат() калия; — хлорид хлоротриамминплатины(); — трифторотриаквакобальт  |  |