

Министерство образования Российской Федерации

Нижегородский государственный технический университет

Кафедра «Общая и неорганическая химия»



Классификация и номенклатура неорганических соединений

**Нижний Новгород
2003**

Составители: Г.А. Паничева, Т.В. Сазонтьева

УДК 54 (07)

Классификация и номенклатура неорганических соединений:
Методические указания по курсу общей и неорганической химии для
студентов дневного и вечернего ИФХФ/НГТУ; Сост.: Г.А. Паничева,
Т.В. Сазонтьева. Н. Новгород, 2003. 15 с.

Методические указания по курсу общей и неорганической химии
общей и неорганической химии для студентов химических специальностей
НГТУ содержат сведения по классификации и номенклатуре неорганических
соединений, а также варианты для самостоятельной работы.

Научный редактор Ю.М. Тюрин

Редактор И.И. Морозова

Подп. к печ. 04.06.03 Формат 60×84 1/16. Бумага газетная. Печать оф-
сетная. Печ. л. 1,0. Уч.-изд. л. 0,7. Тираж 800 экз. Заказ 452.

Нижегородский государственный технический университет.
Типография НГТУ. 603600, Н. Новгород, ул. Минина, 24

© Нижегородский государственный
технический университет, 2003

Химия занимается изучением превращений химических веществ, поэтому для неё очень важна классификация химических соединений. Под классификацией понимают объединение разнообразных и многочисленных соединений в определенные группы или классы, обладающие общими свойствами.

С проблемой классификации тесно связана проблема номенклатуры, т.е. системы названий этих веществ. Такой системой в химии является химическая номенклатура – совокупность правил составления химических формул, а также способов наименования индивидуальных химических свойств.

В современной химии наиболее употребительной является номенклатура ИЮПАК, разработанная Международным союзом теоретической и прикладной химии.

По правилам номенклатуры ИЮПАК, каждое вещество в соответствии с его формулой получает систематическое название, полностью отражающее его состав. Таких равноценных названий может быть несколько, например: SO_3 – оксид серы (VI), триоксид серы; Cu_2Se – селенид меди (I), селенид димеди.

Для некоторых соединений (наиболее распространенные кислоты, их соли, ряд других соединений), согласно рассматриваемой номенклатуре, допускается использование традиционных названий, например: H_2SO_4 – серная кислота, KNO_3 – нитрат калия, наряду с систематическими – соответственно тетраоксосульфат (VI) водорода и триоксонитрат (V) калия. Кроме того, эти же правила допускают использование названий, таких как вода, аммиак (NH_3), аммоний (NH_4^+), гидразин (N_2H_4), соляная кислота, сода, гашеная известь, едкий натр, рутил (TiO_2), малахит [$\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$].

В основу систематических названий неорганических веществ положены названия (или их производные) элементов, входящих в состав веществ. Символы химических элементов, их написание и названия приведены в периодической системе элементов Менделеева. Для большинства элементов корни их русских названий совпадают с корнями латинских названий. В случае такого несовпадения в производные названия вводятся корни латинских названий элементов (табл. 1).

Таблица 1. Названия и корни латинских названий некоторых элементов

Символ	Название	Корни латинских названий
Ag	Серебро	Аргент-
As	Мышьяк	Арс-, арсен-
Au	Золото	Аур-
C	Углерод	Карб-, карбон-
Cu	Медь	Купр-
Fe	Железо	Ферр-

Символ	Название	Корни латинских названий
H	Водород	Гидр-, гидроген-
Hg	Ртуть	Меркур-
Mn	Марганец	Марган-
N	Азот	Нитр-
Ni	Никель	Никкол-
O	Кислород	Окс-, кислород-
Pb	Свинец	Плюмб-
S	Сера	Сульф-, тио-
Sb	Сурьма	Стиб-
Si	Кремний	Сил-, силиц-, силик-
Sn	Олово	Стани-

Элементы можно классифицировать по строению внешнего квантового слоя. Элементы, у атомов которых происходит заполнение s – орбитали, называются s – элементами; аналогично применяют названия p -, d -, f – элементы; d – элементы иногда называют переходными металлами.

Ряд элементов имеет групповые названия:

Лантаноиды – La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu (f -элементы III В группы, 6 период).

Актиноиды – Ac, Th, Pa, U, Np, Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md, (No), (Lr) (f – элементы III В группы, 7 период)

Благородные газы He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn (иногда их называют инертными газами, p – элементы VIII А группы).

Галогены F, Cl, Br, I, Ac (p – элементы VIII А группы).

Халькогены O, S, Se, Te, Po (p – элементы VI А группы).

Щелочно-земельные металлы Ca, Sr, Ba, Ra (s – элементы II А группы; Be, Mg в эту группу металлов не включаются).

Щелочные металлы Li, K, Na, Rb, Cs, Fr (s – элементы I А группы).

Элементы семейства железа Fe, Co, Ni (d – элементы VIII В группы).

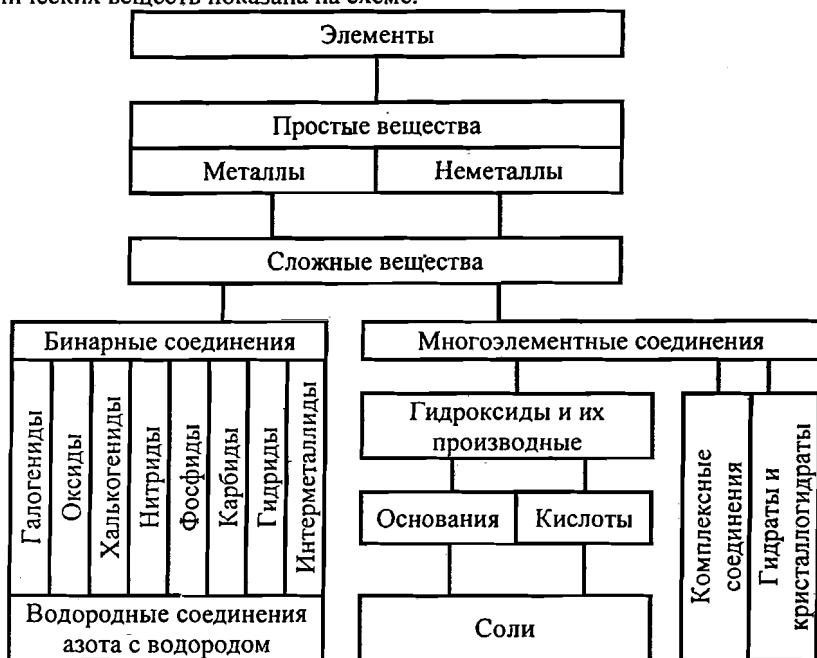
Элементы семейства платины Pt, Ru, Rh, Pd, Os, Ir (d – элементы VIII В группы 5, 6 период).

Разновидность атомов одного элемента, обладающая одинаковыми зарядами ядер, но разными массовыми числами, называется изотопами. Изотопы отличаются друг от друга числом нейтронов, входящих в состав ядра. Массовое число (сумма протонов и нейтронов) проставляется у изотопов вверху слева от химического знака. Например, кислород имеет изотопы с массовыми числами 16, 17, 18, ${}^{16}_8\text{O}$, ${}^{17}_8\text{O}$, ${}^{18}_8\text{O}$; ка-

$^{18}_8\text{O}$; калий - $^{39}_{19}\text{K}$, $^{40}_{19}\text{K}$, $^{41}_{19}\text{K}$; изотопы водорода ^1_1H - протий, ^2_1H

или Д - дейтерий, ^3_1H или Т - тритий.

Химические элементы в свободном виде находятся в форме простых веществ. Простыми веществами называются вещества, состоящие из атомов одного элемента, сложными – состоящие из атомов двух или более элементов. Сложные вещества делятся на органические и неорганические. Принципиальная схема взаимосвязи между классами неорганических веществ показана на схеме.



Простые вещества

Химические формулы простых веществ записываются символами соответствующего химического элемента с указанием числа атомов с помощью подстрочных индексов (индекс «1» в формулах простых одноатомных веществ не ставится). Систематические названия простых веществ строятся из названий химических элементов с указанием числа атомов с помощью греческих числительных, используемых как числовые приставки:

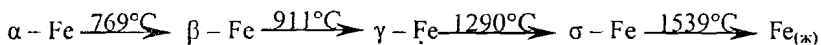
моно – 1	пента – 5	нона – 9
ди – 2	гекса – 6	дека – 10
три – 3	гепта – 7	ундека – 11
тетра – 4	окта – 8	додека – 12

Например: Хе – ксенон, Na – натрий, O – монокислород, O₂ – диоксиген, Na₂ – динатрий, O₃ – трикислород, P₄ – тетрафосфор, S₈ – октасера, S_n – полисера. Специальные названия используются лишь для некоторых простых веществ: алмаз, озон (O₃), белый фосфор (P₄), красный фосфор, белое олово, серый селен.

Некоторые химические элементы образуют несколько простых веществ, различных по строению и свойствам. Это явление называется аллотропией, а образующиеся вещества – аллотропными видоизменениями или модификациями. Явление аллотропии вызывается различным числом атомов в молекуле. Например, O₂ – кислород, O₃ – озон. Свойства аллотропных видоизменений одного и того же элемента, проявляемые в различных агрегатных состояниях, различны.

Способность одного и того же вещества существовать в различных кристаллических формах называют полиморфизмом. Он может быть двух типов:

1) энантиотропный, когда относительная устойчивость полиморфных видоизменений зависит от температуры и существует температура обратимого превращения. В связи с этим полиморфные модификации обозначают буквами греческого алфавита, которая соответствует самой низкотемпературной модификации. Например, олово существует в виде α-, β-, γ - модификаций. Металлическая форма олова (белое β – Sn) устойчива при стандартных условиях, серое олово (α – Sn) имеет алмазоподобную структуру, обладает полупроводниковыми свойствами и устойчиво ниже 13,2°C. Третья форма олова (γ – Sn) устойчива выше 161°C.



2) монотропный, когда одно видоизменение устойчивее другого независимо от температуры. Монотропные полиморфные видоизменения являются, по существу, аллотропными видоизменениями в кристаллическом состоянии. Например, углерод может существовать в виде алмаза, графита и карбина.

Сложные вещества

Согласно принципам систематической номенклатуры, химическая формула сложного вещества разделяется на условно электроположительную (катион) и условно отрицательную (анион) составляющие. Первая составляющая ставится в формуле слева, а вторая – справа.

В формулах бинарных соединений, состоящих из металла и неметалла, на первом месте всегда стоит металл:

Например: K₂S, CaCl₂, CrO₃, AlP, ScF₃, Fe₂O₃. В формулах соединений, не содержащих атомов металлов, на первом месте помещается

элемент с меньшей электроотрицательностью. Порядок увеличения электроотрицательности определяется практическим рядом

Rn, Xe, Kr, B, Si, C, As, P, H, Te, Se, S, At, I, Br, Cl, N, O, F.

Например: H_2O , CS_2 , Cl_3N , NO_2 , C_2H_6 , AsI_3 , OF_2 .

Исключение составляют некоторые соединения азота с водородом, для которых оставлено традиционное написание формул: NH_3 , N_2H_4 (но для кислоты HNO_3).

Стехиометрический состав сложных веществ отражается в их названиях с помощью числовых приставок или, когда это возможно, указывается степень окисления одноэлементного (обычно металлического) катиона при точно известном заряде аниона.

Название сложного вещества читается справа налево, т.е. вначале называется электроотрицательная составляющая в именительном падеже, а затем электроположительная – в родительном падеже. При этом в случае одноэлементной электроотрицательной составляющей используется суффикс «-ид», а в случае многоэлементной – суффикс –ат (названия одноименных составляющих пишутся через дефис).

Например:

$CuCl$ – хлорид меди (I);	CS_2 – дисульфид углерода;
$CuCl_2$ – хлорид меди (II);	Mg_3N_3 – динитрид тримагния;
Al_2Cl_6 – гексахлорид диалюминия;	BN – мононитрид бора;
Cl_3N – нитрид трихлора;	H_2S_n – полисульфан;
SCl_2O_2 – диоксид-дихлорид серы;	Ca_3P_2 – дифосфид трикальция;
$HClO_2$ – диоксохлорат (III) водорода;	Mg_2C_3 – трикарбид димагния;
$KNaPO_3$ – триоксополонат (IV) натрия-калия;	FeH_2 – дигидрид железа;
	TaC – карбид тантала.

Названия окислов образуются из латинского корня названия элемента с большей электроотрицательностью с окончанием –ид и русского названия элемента с меньшей электроотрицательностью в родительном падеже. Если элемент образует несколько оксидов, то в их названиях указывается степень окисления элемента римской цифрой в скобках сразу же после названия.

Например: H_2O – оксид водорода (вода);
 FeO – оксид железа (II);
 Fe_2O_3 – оксид железа (III);
 Cu_2O – оксид меди (I);
 P_2O_5 – оксид фосфора (V).

Особую группу кислородных соединений элементов составляют пероксиды. Обычно их рассматривают как соли пероксида водорода (H_2O_2). У пероксидов атомы кислорода химически связаны между собой и с атомами других элементов (образуют пероксидную группу – O – O –).

Степень окисления кислорода в пероксидах – I.

Например: Na_2O_2 – пероксид натрия;
 H_2O_2 – пероксид водорода.

Для широко известных сложных веществ, катионов и анионов используют специальные названия:

NH_3 – аммиак;	CN^- - цианид;
N_2H_4 – гидразин;	N_3^- - азид;
HN_3 – азидоводород;	NO^+ - нитрозил;
AsH_3 – арсин;	OH^- - гидроксид.

Многоэлементные соединения

К этому типу неорганических веществ относятся соединения, которые имеют в своем составе электроположительные и электроотрицательные составляющие, содержащие более одного элемента. Однако существуют многоэлементные соединения, которые традиционно рассматривают как бинарные (их часто называют псевдобинарными). К псевдобинарным соединениям относят ряд веществ, среди которых наиболее известны соединения, содержащие гидроксид-ионы OH^- и цианид-ионы CN^- .

Названия гидроксидов

Согласно международной номенклатуре названия оснований составляют из слова гидроксид и названия металла. Например: NaOH – гидроксид натрия. KOH – гидроксид калия, Ca(OH)_2 – гидроксид кальция. Если элемент образует несколько оснований, то в названиях указывается степень его окисления римской цифрой в скобках: Fe(OH)_2 – гидроксид железа (II), Fe(OH)_3 – гидроксид железа (III).

Кроме этих названий для некоторых наиболее важных оснований применяются традиционные русские названия.

Например:

Русское

NaOH – гидроксид натрия	едкий натр, каустик, каустиковая сода
KOH – гидроксид калия	едкое кали, калиевый щелок
Ca(OH)_2 – гидроксид кальция	гашеная известь

Если электроотрицательная составляющая гидроксида включает также и оксидные анионы, то в систематическом названии, помимо слова «оксид», необходимо использовать и числовые приставки:

MoO(OH)_2 – гидрооксид-оксид молибдена;

$\text{V}_3\text{O}_3(\text{OH})_4$ – тетрагидрооксид-пентаоксид триванадия.

Неорганические кислоты делятся на содержащие кислород (оксокислоты) типа $\text{H}_n\text{ЭO}_m$ и бескислородные типа H_nX_m , где Э – кислотообразующий элемент; X – атомы галогенов, халькогенов и некоторых других элементов; n и m – количество соответствующих атомов.

Продукты замещения в молекулах оксокислот атомов кислорода на группу -O-O- называются пероксокислотами (например, H_2SO_5 или HNO_4 , формулы которых более правильно записывать как $\text{H}_2\text{SO}_3(\text{O}_2)$ и

$\text{HNO}_2(\text{O}_2)$), а продукты замещения кислорода на атомы серы – тиокислотами (например, H_3PS_4 , $\text{H}_2\text{SO}_3\text{S}$).

В номенклатуре кислот и солей используются два типа названий систематические и традиционные. Однако традиционные названия не полностью отражают состав веществ и поэтому пригодны только для наименования ограниченного числа хорошо известных кислот и солей.

Правила составления систематического названия кислот сводятся к следующему: формула и название включают две части: электроположительную (атомы водорода) и электроотрицательную (кислотный остаток или анион). В названии аниона вначале указываются атомы кислорода (-оксо-), а затем – кислотообразующего элемента с добавлением суффикса -ат. Необходимо помнить, что название аниона всегда оканчивается на суффикс -ат независимо от степени окисления кислотообразующего элемента, например:

H_2CO_3 – триоксокарбонат (IV) водорода;

H_2SO_4 – тетраоксосульфат (VI) водорода;

HNO_2 – диоксонитрат (III) водорода;

HNO_3 – триоксонитрат (V) водорода;

H_3PO_4 – тетраоксофосфат (V) водорода;

$\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ – гетпаоксодихромат (VI) водорода;

H_6TeO_6 – гексаоктеллулат (VI) водорода;

$\text{P}_2(\text{PHO}_3)$ – триоксогидрофосфат (III) водорода.

Для полиатионовых кислот, имеющих общую формулу $\text{H}_2(\text{O}_3\text{S} - \text{S}_n - \text{SO}_3)$ с атомами серы в различных степенях окисления, систематическое название не отражает эту характеристику, но в нем количественно перечисляются атомы всех элементов формулы, например: $\text{H}_2\text{S}_4\text{O}_6$ – персульфидодисульфат водорода (тетратионовая кислота).

При наличии в анионе других атомов (заместителей кислорода) название аниона состоит из корней названий соответствующих элементов и соединительной гласной -о- в порядке их размещения в формуле:

HSO_2F – фтородиоксосульфат (IV) водорода (фторосернистая кислота);

$\text{H}_2\text{SO}_3\text{S}$ – сульфидотриоксосульфат водорода (тиосерная кислота);

H_2CS_3 – тритиокарбонат (IV) водорода (тритиоугольная кислота).

Традиционные названия оксокислот также состоят из двух слов: прилагательного, производного от корня названия кислотообразующего элемента, и группового слова «кислота», например азотная кислота, борная кислота.

Если элемент образует несколько кислот, то различие между ними регулируется с помощью суффиксов, присоединяемых к корню русского названия элемента: -н-, -в- или -ев- при высшей или единственной степени окисления элемента:

H_3BO_3 – ортоборная кислота;

$H_2Cr_2O_7$ – хромовая кислота;
 $HReO_4$ – рениевая кислота;
-новат- при промежуточной степени окисления +5;
 $HClO_3$ – хлорноватая кислота;
 $HBrO_3$ – бромноватая кислота;
- (ов) ист – при промежуточной степени окисления +3 и +4;
 H_3AsO_3 – ортомышьяковистая кислота;
 $HClO_2$ – хлористая кислота;
 H_2SO_3 – сернистая кислота;
-новатист- при положительной низшей степени окисления +1;
 $HClO$ – хлорноватистая кислота;
 HIO – иодноватистая кислота.

Если различие между кислотами, образованными одним элементом в одной и той же степени окисления, заключается в разном количестве атомов кислорода, приходящихся на один атом кислотообразующего элемента, то в традиционном названии это отражается с помощью приставок мета- (для кислот с меньшим числом атомов кислорода) или орто- (для кислоты с большим количеством атомов кислорода):

H_2TeO_4 – метателлуровая кислота;
 H_6TeO_6 – ортотеллуровая кислота.

Оксокислоты, содержащие два или более атома кислотообразующего элемента, называются изополикислотами. Для кислот такого типа предпочтительнее систематические названия, но для наиболее известных используются и традиционные, в которых число атомов кислотообразующего элемента указывается с помощью числовой приставки: $H_4P_2O_7$ – дифосфорная кислота; $H_2S_2O_7$ – дисерная кислота.

Соли

Систематическое название соли полностью связано с систематическим названием кислоты, производным от которой является эта соль, например:

Na_2SO_4 – тетраоксосульфат (VI) натрия;
 $K_2Cr_2O_7$ – гептаоксодихромат (VI) калия;
 $Cs_2Fe(SO_4)_2$ – тетраоксосульфат (VI) железа (II)-дидеция;
 $KHSO_3$ – триоксосульфат (IV) водорода-калия.

Традиционные названия солей также составляются из названий анионов в именительном падеже и названий катионов в родительном падеже.

Как и в случае кислот, название аниона включает корень русского или латинского названия кислотообразующего элемента с добавлением суффикса, соответствующего той или иной степени окисления элемента. При этом различаются следующие случаи.

Если кислотообразующий элемент имеет только одну степень окис-

ления, то добавляется суффикс –ат:

Na_2CO_3 – карбонат натрия; K_2SiO_3 – силикат натрия.

Если кислородобразующий элемент имеет две степени окисления, то при высшей степени окисления к корню добавляется суффикс –ат, а при низшей –ит:

CaSO_4 – сульфат кальция; MgSO_3 – сульфит магния.

При наличии анионов, соответствующих четырем степеням окисления кислородобразующего элемента, их названия образуются следующим образом:

Для высшей степени окисления используются приставка пер- и суффикс –ат:

KBrO_4 – пербромат калия;

затем (в порядке уменьшения степеней окисления) суффикс –ат без приставки: KBrO_3 – бромат калия;

суффикс –ит: KBrO_2 – бромит калия;

для наименьшей степени окисления – приставка гипо- и суффикс –ит:

KBrO – гипобромит калия.

В традиционных названиях солей сохраняются приставки мета-, орто-, а также числовые приставки ди-, три- и другие, которые имелись в названиях кислот: Li_3BrO_3 – ортобромат лития; $\text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7$ – дифосфат калия.

При построении традиционных названий кислых солей к названию аниона средней соли добавляются приставка гидро- и числовая приставка, если количество атомов водорода в анионе больше единицы:

NaHSO_3 – гидросульфит натрия;

KHCO_3 – гидрокарбонат калия;

$\text{Fe}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ – дигидрофосфат железа (II);

$\text{KH}_3\text{P}_2\text{O}_7$ – тригидрофосфат калия.

Традиционные названия основных солей образуются добавлением к названию аниона средней соли приставки гидроксо- :

$(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ – гидроксокарбонат меди (II);

$(\text{FeOH})\text{ClO}_4$ – гидроксоперхлорат железа (II).

Если гидроксоли рассматриваются как соль и гидроксид одновременно, то традиционное название должно звучать соответствующим образом, при этом несколько видоизменяется формула:

$\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$ – дигидроксид-карбонат димеди;

$\text{Zn}_2(\text{PO}_4)\text{OH}$ – гидроксид-фосфат дицинка.

Названия двойных и смешанных солей строятся обычным образом. Единственной особенностью при письменной записи является дефис, который разделяет двойную часть (катионную в первом случае и анионную – во втором), например:

двойные соли

$KAl(SO_4)_2$ – сульфат алюминия калия;
 $NaPt(NO_3)_2$ – нитрат таллия (I) – натрия;
смешанные соли
 $CaClOCl$ – хлорид-гипохлорит кальция;
 $Sr(HS)NO_3$ – нитрат-гидросульфит стронция.

Комплексные соединения

Соединения сложного состава, включающие многоэлектронные электроположительные или (и) электроотрицательные составляющие, называются комплексными. В большинстве комплексных соединений различают внутреннюю и внешнюю сферы. Например: $K_2[BeF_4]$ – внутреннюю сферу составляет группировка $[BeF_4]^{-2}$, а внешнюю ионы K^+ . Центральный атом (ион) внутренней сферы называют комплексообразователем, а координированные вокруг него молекулы (ионы) – лигандами. В формулах комплексных соединений внутреннюю сферу (комплекс) заключают в квадратные скобки. По характеру электрического заряда различают катионные, анионные и нейтральные комплексы.

Катионный комплекс можно рассматривать как образованный в результате координации вокруг положительного иона нейтральных молекул (H_2O , NH_3 и др.).

Например: $[Al(OH_2)_6]Cl_3$; Cl^- – внешняя сфера, $[Al(OH_2)_6]^{+3}$ – внутренняя сфера, Al^{+3} – комплексообразователь, H_2O – лиганды.

В роли комплексообразователя в анионном комплексе выступает атом с положительной степенью окисления, а лигандами являются атомы с отрицательной степенью окисления. Например: $K_2[BeF_4]$ – Be^{2+} – комплексообразователь, F^- – лиганды.

Нейтральные комплексы образуются при координации вокруг атома молекул, а также при одновременной координации вокруг комплексообразователя отрицательных ионов и молекул:

$[Pt(NH_3)_2Cl]$ – Pt^{2+} – комплексообразователь, а NH_3 , Cl^- – лиганды. Электроотрицательные комплексы являются комплексными соединениями без внешней сферы.

Комплексные соединения, содержащие два или более центральных атомов (комплексообразователя) во внутренней сфере, называются многоядерными. Например: $[Mo_6Cl_{14}]$.

Название комплексного соединения строится из названия лиганда с предшествующей числовой приставкой, указывающей число лигандных групп, и названия центрального атома. Если название лиганда уже содержит числовую приставку, а также в случаях, когда числовая приставка создает неясность в строении лиганда, используются умножающие приставки («бис-», «трио-», «тетраakis-»).

Например: $(SO_4)_2$ – био (сульфата).

Названия анионных лигандов всегда имеют соединительную

гласную «о»: F⁻ - фторо, H⁻ - гидридо, OH⁻ - гидроксо, O²⁻ - оксо, S²⁻ - тио, CN⁻ - циано, CNS⁻ - тиоцианато.

В качестве названия нейтральных лигандов берутся названия соответствующих веществ, например: C₂H₄ – этилен; исключения: H₂O – акво, NH₃ – амин, CO – карбонил, NO – нитрозил.

Названия нейтральных комплексов строятся из названия лиганда и комплексообразователя: [Pt(NH₃)₂Cl₂] – дихлородиамин платина (II), [Fe₂(CO)₉] – нонакарбонил дижелезо.

Названия катионных комплексов состоят из названия аниона, затем дается название комплексного катиона с указанием степеней окисления комплексообразователя: [Al(H₂O)₆]Cl₃ – хлорид гексаакваалюминия, [Fe(H₂O)₅(NO)]SO₄ – сульфат нитрозилпентаакважелеза (II).

В названия анионных комплексов дают название комплексного иона с окончанием –ат и указанием степени окисления комплексообразователя, а затем называют катион: K₂[BeF₄] – тетрафторбериллат (II) калия, Na₃[Al(H₂O)₂(OH)₄] – тетрагидрооксодиакваалюминат (III) натрия.

Систематические названия многоядерных комплексных соединений строятся по их молекулярным формулам аналогично названиям одноядерных комплексных соединений, но при этом обязательно указывается число комплексообразователей с помощью приставок: [Mo₆Cl₁₄] – 14 хлорогексамолибден, [Mo₆(H₂O)₆Cl₈]Cl₄ – хлорид октахлорогексааквагексамолибдена (II), K₂[Re₂Br₈] – октабромодиренат (III) калия.

Центральные атомы в многоядерных комплексных соединениях могут быть связаны между собой непосредственно. Такие соединения принято называть кластерными. В систематических названиях этих соединений наличие связи между центральными атомами (M – M) указывают в крулых скобках после названия. Если формула внутренней сферы симметрична относительно связи M – M, то названия упрощаются за счет использования умножающей приставки «бис»:

[(CO)₅Re-Mn(CO)₅] - пентакарбонилмарганец-пентакарбонилрений (Mn-Re), [(CO)₅Mn-Mn(CO)₅] - бис (пентакарбонилмарганец) (Mn-Mn).

Задания для самостоятельной работы

Назовите, используя предложенную номенклатуру, следующие соединения:

1. KCN; Zn(OH)₂; K₂Cr₂O₇; BI₃; CrOH₂SO₄.
2. Na₂ZnO₂; Al₂O₃; FeSO₃; HNO₃; KI; Ca[H₂PO₄]₂.
3. Na₂SO₄; AlOII(NO₃)₂; NaHSO₃; HF; Al₃Zn₄; Mn₂O₇.
4. K₂SiO₃; K₃N; NaHSO₄; KMnO₂; [Al(OH)₂]₂SO₄.
5. (NH₄)₂SO₄; Na₂S₃O₁₀; Na₂O₂; NCl₃; ZnOIIHNO₃; CaHPO₄.
6. H₂MnO₄; Na₂S₂O₃; Al₂(SO₄)₃; H₃PO₄; N₂O₃; Ca(HCO₃)₂.
7. H₃P; KCrO₂; H₂S₃; Mg₃(PO₄)₂; (C₆H₅O)₂SO₄; NaHSO₃.
8. FeCl₃; KHCO₃; KClO₃; H₃AsO₄; Fe(OH)₂; FeOHCl₂.
9. H₃BO₃; ZnOHNO₂; Na₂Se; Pb₂PbO₄; CaCO₃; KHSO₃.

10. CaCrO_4 ; NaH_2PO_4 ; CO_2 ; CO ; BaO_2 ; $\text{Fe}(\text{OH})_2\text{NO}_3$.
11. KClO ; ClF_3 ; K_2S_3 ; AlOHSO_4 ; Na_2ZnO_2 ; $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$.
12. NaCNS ; $\text{Hg}(\text{OH})_2$; $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$; N_2O ; Na_2O_2 ; CuOHCl .
13. NaNO_2 ; Na_4SiO_4 ; SiCl_4 ; $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$; Fe_2O_3 ; $\text{FeOH}(\text{NO}_3)_2$.
14. PF_3 ; NaClO_2 ; Na_2S ; HBrO ; $\text{Be}(\text{OH})_2$; $\text{Ca}(\text{HS})_2$.
15. $\text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7$; $\text{Mg}(\text{HSO}_4)_2$; KNO_2 ; KClO_4 ; $\text{Fe}(\text{OH})_3$; $\text{Cr}(\text{OH})_2\text{NO}_3$.
16. SiH_4 ; PbI_2 ; CaCO_3 ; Co_3O_4 ; NaPO_3 ; Na_2HAsO_4 .
17. BaOHNO_3 ; KBrO_3 ; H_3AsO_3 ; H_4N_2 ; $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$; NaH_2AsO_4 .
18. H_2SeO_3 ; KNH_2 ; K_2O_2 ; Na_2HPO_4 ; HBO_2 ; $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$.
19. HClO_4 ; $\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$; $\text{Al}(\text{OH})_2\text{NO}_3$; PH_4OH ; B_2O_3 ; $\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2$.
20. BiOCl ; Na_3PO_4 ; $(\text{ZnOH})_2\text{SO}_3$; H_4SiO_4 ; N_2O_5 ; NaHSO_4 .
21. TiOSO_4 ; $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$; $\text{K}_2\text{Cr}_3\text{O}_{10}$; N_2O ; NH_4NO_2 ; K_2HPO_4 .
22. H_3PO_4 ; KMnO_4 ; SO_3 ; NaHCrO_4 ; N_2O_4 ; $[\text{Cr}(\text{OH})_2]_2\text{SO}_4$.
23. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$; KH_2PO_3 ; $\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$; SbONO_2 ; Pb_2O_3 ; CoOHCl .
24. NH_4HSO_3 ; NaH ; C_4OHNO_3 ; $\text{Co}(\text{OH})_2$; H_2FeO_4 ; $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$.
25. NaHS ; Na_3BO_3 ; B_2O_3 ; Mg_3Bi_2 ; K_3AsO_3 ; $(\text{NH}_4)_2\text{PO}_4$.
26. BaSO_4 ; PH_4NO_2 ; KI ; HClO_4 ; KMnO_4 ; NiOHCl .
27. VOCl_2 ; V_2O_5 ; $\text{Sb}(\text{NO}_3)_3$; $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$; H_3AsO_3 ; CuOHNO_3 .
28. $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_2$; NaAlO_2 ; Na_2HAsO_3 ; FeO ; KCNS ; $[\text{Zn}(\text{OH})_2]\text{CO}_3$.
29. $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$; CuOHCl ; AgNO_3 ; H_2O_2 ; NH_4I ; Na_2HAsO_3 .
30. HAsO_2 ; K_3H ; Ag_2O ; NaClO_3 ; $\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl}$; $(\text{NH}_4)_2\text{PO}_4$.

Назовите, используя предложенную номенклатуру, следующие комплексные соединения:

- | | | |
|---|--|--|
| 1. $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$; | $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$; | $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$. |
| 2. $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$; | $\text{K}_2[\text{HgI}_4]$; | $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_3\text{Cl}_3]$. |
| 3. $[\text{Ca}(\text{NH}_3)_8]\text{Cl}_2$; | $\text{K}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]$; | $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_4\text{Br}_2]$. |
| 4. $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$; | $\text{K}_2[\text{Sn}(\text{OH})_4]$; | $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Br}_4]$. |
| 5. $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$; | $\text{K}_2[\text{PtCl}_6]$; | $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]$. |
| 6. $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$; | $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$; | $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{Br}_2]$. |
| 7. $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4](\text{NO}_3)_2$; | $\text{Na}[\text{Ag}(\text{CH})_2]$; | $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4(\text{OH})_2]$. |
| 8. $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Br}_3$; | $\text{K}[\text{AuCl}_4]$; | $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_4(\text{OH})_2]$. |
| 9. $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}$; | $\text{K}_2[\text{Zn}(\text{CN})_4]$; | $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]$. |
| 10. $[\text{NiH}_2\text{O}_6]\text{SO}_4$; | $\text{K}[\text{CuCl}_4]$; | $[\text{Co}(\text{NH}_3)_3(\text{NO}_2)_3]$. |
| 11. $\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$; | $\text{K}_2[\text{Cd}(\text{CN})_4]$; | $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_3\text{Cl}_3]$. |
| 12. $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$; | $\text{K}_2[\text{SnCl}_6]$; | $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]$. |
| 13. $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$; | $\text{K}_2[\text{Cd}(\text{CO}_3)_2]$; | $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]$. |
| 14. $[\text{Hg}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$; | $\text{K}[\text{AuBr}_2]$; | $[\text{Pt}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{NO}_2)_2]$. |
| 15. $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$; | $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$; | $[\text{Ir}(\text{NH}_3)(\text{NO}_2)_3]$. |
| 16. $[\text{Au}(\text{NH}_3)\text{Cl}]$; | $\text{K}[\text{Cu}(\text{CNH})_2]$; | $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH}]$. |
| 17. $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]$; | $\text{Na}_2[\text{NiCl}_4]$; | $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]$. |
| 18. $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]\text{SO}_4$; | $\text{Na}_4[\text{FeF}_6]$; | $[\text{TeCl}_3(\text{NH}_3)_3]$. |
| 19. $[\text{Co}(\text{NH}_3)_3\text{H}_2\text{O}]\text{Cl}_2$; | $\text{Cu}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$; | $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]$. |

- | | | |
|---|--|---|
| 20. $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$; | $\text{K}[\text{AgCl}_2]$; | $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4(\text{NO}_2)_2]$. |
| 21. $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$; | $\text{K}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$; | $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_3\text{Cl}_3]$. |
| 22. $\text{K}[\text{Al}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]$; | $\text{Na}_2[\text{Ni}(\text{OH})_4]$; | $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_4\text{I}_2]$. |
| 23. $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$; | $\text{Ba}[\text{Pt}(\text{CN})_4]$; | $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]$. |
| 24. $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$; | $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$; | $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2(\text{OH})_2]$. |
| 25. $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$; | $\text{K}_2[\text{MnCl}_6]$; | $[\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_2\text{Cl}_2]$. |
| 26. $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Br}]\text{SO}_4$; | $\text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$; | $[\text{Pt}(\text{H}_2\text{O})_4(\text{OH})_2]$. |
| 27. $[\text{Mg}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$; | $\text{H}_2[\text{PtCl}_4]$; | $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})(\text{NH}_3)\text{Br}_2]$. |
| 28. $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6](\text{NO}_3)_2$; | $\text{Na}_3[\text{AgI}_4]$; | $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4\text{Br}_2]$. |
| 29. $[\text{Cr}(\text{C}_2\text{O}_4)(\text{NH}_3)_4]\text{NO}_3$; | $\text{Ba}[\text{Pt}(\text{CN})_4]$; | $[\text{Pt}(\text{NO}_3)\text{Cl}_3]$. |
| 30. $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}$; | $\text{H}_2[\text{PtCl}_4(\text{OH})_2]$; | $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2(\text{OH})_2]$. |