

**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:  $\text{SO}_3$  – оксид серы (VI), триоксид серы;  $\text{Cu}_2\text{Se}$  – селенид меди (I), селенид димеди.

Для некоторых соединений (наиболее распространенные кислоты, их соли, ряд других соединений), согласно рассматриваемой номенклатуре, допускается использование традиционных названий, например:  $\text{H}_2\text{SO}_4$  – серная кислота,  $\text{KNO}_3$  – 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 ( $\text{NH}_3$ ), аммоний ( $\text{NH}_4^+$ ), гидразин ( $\text{N}_2\text{H}_4$ ), соляная кислота, сода, гашеная известь, едкий натр, рутил ( $\text{TiO}_2$ ), 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-, кислген-
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).

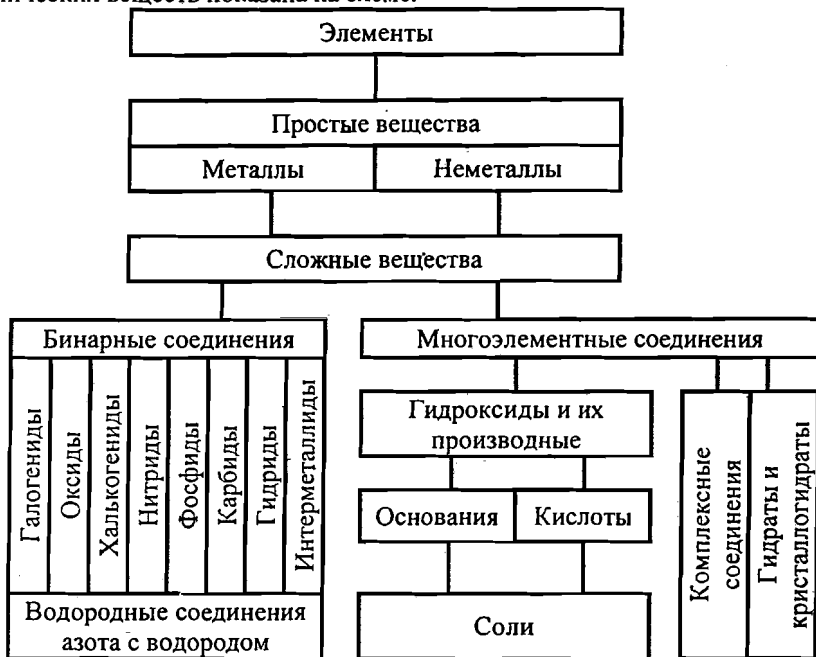
Элементы семейства платины Pt, Ru, Rh, Pd, Os, Ir ( $d$  – элементы VIII В группы 5, 6 период).

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  $^1_1\text{H}$  - протий,  $^2_1\text{H}$

или Д - дейтерий,  $^3_1\text{H}$  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:

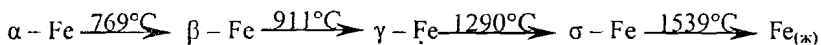
моно – 1	пента – 5	нона – 9
ди – 2	гекса – 6	дека – 10
три – 3	гепта – 7	ундека – 11
тетра – 4	окта – 8	додека – 12

Например: Хе – ксенон, Na – натрий, O – монокислород, O<sub>2</sub> – диоксиген, Na<sub>2</sub> – динатрий, O<sub>3</sub> – триоксиген, P<sub>4</sub> – тетрафосфор, S<sub>8</sub> – октасера, S<sub>n</sub> – полисера. Специальные названия используются лишь для некоторых простых веществ: алмаз, озон (O<sub>3</sub>), белый фосфор (P<sub>4</sub>), 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, O<sub>2</sub> – кислород, O<sub>3</sub> – 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: K<sub>2</sub>S, CaCl<sub>2</sub>, CrO<sub>3</sub>, AlP, ScF<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. 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:

$\text{NH}_3$ – аммиак;	$\text{CN}^-$ - цианид;
$\text{N}_2\text{H}_4$ – гидразин;	$\text{N}_3^-$ - азид;
$\text{HN}_3$ – азидоводород;	$\text{NO}^+$ - нитрозил;
$\text{AsH}_3$ – арсин;	$\text{OH}^-$ - 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  $\text{OH}^-$  и цианид-ионы  $\text{CN}^-$ .

### Названия гидроксидов

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

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

Например:

Русское

$\text{NaOH}$ – гидроксид натрия	едкий натр, каустик, каустиковая сода
$\text{KOH}$ – гидроксид калия	едкое кали, калиевый щелок
$\text{Ca(OH)}_2$ – 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:

$\text{MoO(OH)}_2$  – гидрооксид-оксид молибдена;

$\text{V}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$  – тетрагидрооксид-пентаоксид триванадия.

Неорганические кислоты делятся на содержащие кислород (оксокислоты) типа  $\text{H}_n\text{ЭO}_m$  и бескислородные типа  $\text{H}_n\text{X}_m$ , 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,  $\text{H}_2\text{SO}_5$  или  $\text{HNO}_4$ , 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,  $\text{H}_3\text{PS}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3\text{S}$ ).

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:

$\text{H}_2\text{CO}_3$  – триоксокарбонат (IV) водорода;

$\text{H}_2\text{SO}_4$  – тетраоксосульфат (VI) водорода;

$\text{HNO}_2$  – диоксонитрат (III) водорода;

$\text{HNO}_3$  – триоксонитрат (V) водорода;

$\text{H}_3\text{PO}_4$  – тетраоксофосфат (V) водорода;

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

$\text{H}_6\text{TeO}_6$  – 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:

$\text{HSO}_2\text{F}$  – фтородиоксосульфат (IV) водорода (фторосернистая кислота);

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

$\text{H}_2\text{CS}_3$  – 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:

$\text{H}_3\text{BO}_3$  – 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:

$\text{Na}_2\text{CO}_3$  – карбонат натрия;  $\text{K}_2\text{SiO}_3$  – силикат натрия.

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

$\text{CaSO}_4$  – сульфат кальция;  $\text{MgSO}_3$  – 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:

$\text{KBrO}_4$  – пербромат калия;

затем (в порядке уменьшения степеней окисления) суффикс –ат без приставки:  $\text{KBrO}_3$  – бромат калия;

суффикс –ит:  $\text{KBrO}_2$  – бромит калия;

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

$\text{KBrO}$  – гипобромит калия.

В традиционных названиях солей сохраняются приставки мета-, орто-, а также числовые приставки ди-, три- и другие, которые имелись в названиях кислот:  $\text{Li}_3\text{BrO}_3$  – 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:

$\text{NaHSO}_3$  – гидросульфит натрия;

$\text{KHCO}_3$  – 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<sup>-</sup> - фторо, H<sup>-</sup> - гидридо, OH<sup>-</sup> - гидроксо, O<sup>2-</sup> - оксо, S<sup>2-</sup> - тио, CN<sup>-</sup> - циано, CNS<sup>-</sup> - тиоцианато.

В качестве названия нейтральных лигандов берутся названия соответствующих веществ, например: C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> – этилен; исключения: H<sub>2</sub>O – акво, NH<sub>3</sub> – амин, CO – карбонил, NO – нитрозил.

Названия нейтральных комплексов строятся из названия лиганда и комплексообразователя: [Pt(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>] – дихлородиамин платина (II), [Fe<sub>2</sub>(CO)<sub>9</sub>] – нонакарбонил дижелезо.

Названия катионных комплексов состоят из названия аниона, затем дается название комплексного катиона с указанием степеней окисления комплексообразователя: [Al(H<sub>2</sub>O)<sub>6</sub>]Cl<sub>3</sub> – хлорид гексаакваалюминия, [Fe(H<sub>2</sub>O)<sub>5</sub>(NO)]SO<sub>4</sub> – сульфат нитрозилпентаакважелеза (II).

В названия анионных комплексов дают название комплексного иона с окончанием –ат и указанием степени окисления комплексообразователя, а затем называют катион: K<sub>2</sub>[BeF<sub>4</sub>] – тетрафторбериллат (II) калия, Na<sub>3</sub>[Al(H<sub>2</sub>O)<sub>2</sub>(OH)<sub>4</sub>] – 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: [Mo<sub>6</sub>Cl<sub>14</sub>] – 14 хлорогексамолибден, [Mo<sub>6</sub>(H<sub>2</sub>O)<sub>6</sub>Cl<sub>8</sub>]Cl<sub>4</sub> – хлорид октахлорогексааквагексамолибдена (II), K<sub>2</sub>[Re<sub>2</sub>Br<sub>8</sub>] – 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)<sub>5</sub>Re-Mn(CO)<sub>5</sub>] - пентакарбонилмарганец-пентакарбонилрений (Mn-Re), [(CO)<sub>5</sub>Mn-Mn(CO)<sub>5</sub>] - бис (пентакарбонилмарганец) (Mn-Mn).

Задания для самостоятельной работы

Назовите, используя предложенную номенклатуру, следующие соединения:

1. KCN; Zn(OH)<sub>2</sub>; K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>; BI<sub>3</sub>; CrOH<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.
2. Na<sub>2</sub>ZnO<sub>2</sub>; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; FeSO<sub>3</sub>; HNO<sub>3</sub>; KI; Ca[H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>]<sub>2</sub>.
3. Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; AlOII(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>; NaHSO<sub>3</sub>; HF; Al<sub>3</sub>Zn<sub>4</sub>; Mn<sub>2</sub>O<sub>7</sub>.
4. K<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>; K<sub>3</sub>N; NaHSO<sub>4</sub>; KMnO<sub>2</sub>; [Al(OH)<sub>2</sub>]<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.
5. (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; Na<sub>2</sub>S<sub>3</sub>O<sub>10</sub>; Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>; NCl<sub>3</sub>; ZnOIIHNO<sub>3</sub>; CaHPO<sub>4</sub>.
6. H<sub>2</sub>MnO<sub>4</sub>; Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>; H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>; N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.
7. H<sub>3</sub>P; KCrO<sub>2</sub>; H<sub>2</sub>S<sub>3</sub>; Mg<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>; (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>O)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; NaHSO<sub>3</sub>.
8. FeCl<sub>3</sub>; KHCO<sub>3</sub>; KClO<sub>3</sub>; H<sub>3</sub>AsO<sub>4</sub>; Fe(OH)<sub>2</sub>; FeOHCl<sub>2</sub>.
9. H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>; ZnOHNO<sub>2</sub>; Na<sub>2</sub>Se; Pb<sub>2</sub>PbO<sub>4</sub>; CaCO<sub>3</sub>; KHSO<sub>3</sub>.

10.  $\text{CaCrO}_4$ ;  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ;  $\text{CO}_2$ ;  $\text{CO}$ ;  $\text{BaO}_2$ ;  $\text{Fe}(\text{OH})_2\text{NO}_3$ .
11.  $\text{KClO}$ ;  $\text{ClF}_3$ ;  $\text{K}_2\text{S}_3$ ;  $\text{AlOHSO}_4$ ;  $\text{Na}_2\text{ZnO}_2$ ;  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ .
12.  $\text{NaCNS}$ ;  $\text{Hg}(\text{OH})_2$ ;  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ;  $\text{N}_2\text{O}$ ;  $\text{Na}_2\text{O}_2$ ;  $\text{CuOHCl}$ .
13.  $\text{NaNO}_2$ ;  $\text{Na}_4\text{SiO}_4$ ;  $\text{SiCl}_4$ ;  $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ;  $\text{FeOH}(\text{NO}_3)_2$ .
14.  $\text{PF}_3$ ;  $\text{NaClO}_2$ ;  $\text{Na}_2\text{S}$ ;  $\text{HBrO}$ ;  $\text{Be}(\text{OH})_2$ ;  $\text{Ca}(\text{HS})_2$ .
15.  $\text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ;  $\text{Mg}(\text{HSO}_4)_2$ ;  $\text{KNO}_2$ ;  $\text{KClO}_4$ ;  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ;  $\text{Cr}(\text{OH})_2\text{NO}_3$ .
16.  $\text{SiH}_4$ ;  $\text{PbI}_2$ ;  $\text{CaCO}_3$ ;  $\text{Co}_3\text{O}_4$ ;  $\text{NaPO}_3$ ;  $\text{Na}_2\text{HAsO}_4$ .
17.  $\text{BaOHNO}_3$ ;  $\text{KBrO}_3$ ;  $\text{H}_3\text{AsO}_3$ ;  $\text{H}_4\text{N}_2$ ;  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$ ;  $\text{NaH}_2\text{AsO}_4$ .
18.  $\text{H}_2\text{SeO}_3$ ;  $\text{KNH}_2$ ;  $\text{K}_2\text{O}_2$ ;  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ;  $\text{HBO}_2$ ;  $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ .
19.  $\text{HClO}_4$ ;  $\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ ;  $\text{Al}(\text{OH})_2\text{NO}_3$ ;  $\text{PH}_4\text{OH}$ ;  $\text{B}_2\text{O}_3$ ;  $\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2$ .
20.  $\text{BiOCl}$ ;  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ;  $(\text{ZnOH})_2\text{SO}_3$ ;  $\text{H}_4\text{SiO}_4$ ;  $\text{N}_2\text{O}_5$ ;  $\text{NaHSO}_4$ .
21.  $\text{TiOSO}_4$ ;  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ;  $\text{K}_2\text{Cr}_3\text{O}_{10}$ ;  $\text{N}_2\text{O}$ ;  $\text{NH}_4\text{NO}_2$ ;  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ .
22.  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ;  $\text{KMnO}_4$ ;  $\text{SO}_3$ ;  $\text{NaHCrO}_4$ ;  $\text{N}_2\text{O}_4$ ;  $[\text{Cr}(\text{OH})_2]_2\text{SO}_4$ .
23.  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ ;  $\text{KH}_2\text{PO}_3$ ;  $\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ;  $\text{SbONO}_2$ ;  $\text{Pb}_2\text{O}_3$ ;  $\text{CoOHCl}$ .
24.  $\text{NH}_4\text{HSO}_3$ ;  $\text{NaH}$ ;  $\text{C}_4\text{OHNO}_3$ ;  $\text{Co}(\text{OH})_2$ ;  $\text{H}_2\text{FeO}_4$ ;  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ .
25.  $\text{NaHS}$ ;  $\text{Na}_3\text{BO}_3$ ;  $\text{B}_2\text{O}_3$ ;  $\text{Mg}_3\text{Bi}_2$ ;  $\text{K}_3\text{AsO}_3$ ;  $(\text{NH}_4)_2\text{PO}_4$ .
26.  $\text{BaSO}_4$ ;  $\text{PH}_4\text{NO}_2$ ;  $\text{KI}$ ;  $\text{HClO}_4$ ;  $\text{KMnO}_4$ ;  $\text{NiOHCl}$ .
27.  $\text{VOCl}_2$ ;  $\text{V}_2\text{O}_5$ ;  $\text{Sb}(\text{NO}_3)_3$ ;  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ;  $\text{H}_3\text{AsO}_3$ ;  $\text{CuOHNO}_3$ .
28.  $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_2$ ;  $\text{NaAlO}_2$ ;  $\text{Na}_2\text{HAsO}_3$ ;  $\text{FeO}$ ;  $\text{KCNS}$ ;  $[\text{Zn}(\text{OH})_2]\text{CO}_3$ .
29.  $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ;  $\text{CuOHCl}$ ;  $\text{AgNO}_3$ ;  $\text{H}_2\text{O}_2$ ;  $\text{NH}_4\text{I}$ ;  $\text{Na}_2\text{HAsO}_3$ .
30.  $\text{HAsO}_2$ ;  $\text{K}_3\text{H}$ ;  $\text{Ag}_2\text{O}$ ;  $\text{NaClO}_3$ ;  $\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl}$ ;  $(\text{NH}_4)_2\text{PO}_4$ .

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. $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}$ ;                | $\text{H}_2[\text{PtCl}_4(\text{OH})_2]$ ; | $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2(\text{OH})_2]$ .                 |