Тема 2.3. КЛАССЫ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

КЛАССИФИКАЦИЯ И НОМЕНКЛАТУРА ПРОСТЫХ И СЛОЖНЫХ ВЕЩЕСТВ

Под **классификацией** понимают объединение разнообразных и многочисленных соединений в определённые группы или классы, в которых вещества обладают сходными свойствами.

С проблемой классификации тесно связана проблема **номенклатуры**, то есть системы названий этих веществ.

Чистые индивидуальные химические вещества принято делить на две группы:

немногочисленную группу **простых веществ** (их, с учётом аллотропных модификаций, насчитывается около 400)

и очень многочисленную группу **сложных веществ**.

Приведём сводную таблицу **классов неорганических веществ:**

КЛАССЫ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Неорганические вещества

Простые вещества

- **Металлы**: Na, K, Mg, Ca, Ba
- **Неметаллы**: F_2, O_2, N_2, Cl_2, S, C
- **Амфотерные (амфигены)**: Al, Pb, Fe, Cr, Zn
- **Благородные газы (аэрогены)**: He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn

Сложные вещества

Оксиды
- Основные: Na_2O, K_2O, MgO, CaO
- Кислотные: CO_2, P_2O_5
- Амфотерные: ZnO, Al_2O_3

Гидроксиды
- Основные (Основания): NaOH, KOH, $Mg(OH)_2$
- Кислотные (Кислоты): H_2CO_3, H_2SO_4, HNO_3
- Амфотерные: $Zn(OH)_2$, $Pb(OH)_2$, $AL(OH)_3$

Соли
- Средние: Na_2CO_3, K_2SO_4, $Mg(NO_3)_2$, $Ca_3(PO_4)_2$
- Кислые: $NaHCO_3$, $KHSO_4$, $Ca(H_2PO_4)_2$
- Основные: $Cu_2CO_3(OH)_2$, $Fe(NO_3)OH$
- Двойные: $CaMg(CO_3)_2$, $KAl(SO_4)_2$, $K_2Mg(SO_4)_2$

Бинарные соединения
- Бескислородные кислоты: HF, HCl, HBr, HJ, H_2S, HCN
- Бескислородные соли: KBr, Na_2S, NH_4Cl, $KMgCl_3$, $Ba(HS)_2$
- Прочие: OF_2, H_2O_2, NH_3, CaH_2, CaC_2, Mg_3N_2, SCl_2O_2

Простые вещества образованы из атомов одного единственного элемента.

Как и элементы имеются простые вещества:

МЕТАЛЛЫ,

НЕМЕТАЛЛЫ,

АМФОТЕРНЫЕ (АМФИГЕНЫ),

БЛАГОРОДНЫЕ ГАЗЫ.

Все они определённым образом располагаются в периодической системе и обладают общими для каждого класса физическими и химическими свойствами.

Периодическая система элементов Д.И. Менделеева

Периоды	Ряды	ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ								
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
		A B	A B	A B	A B	A B	A B	A B	B	A
1	1							$_{1}$H Водород 1,008 $1s^1$ 1		$_{2}$He Гелий 4,003 $1s^2$ 2
2	2	$_{3}$Li Литий $2s^1$ 6,941 1 2	$_{4}$Be Бериллий $2s^2$ 9,012 2 2	$_{5}$B Бор $2p^1$ 10,811 3 2	$_{6}$C Углерод $2s^2 2p^2$ 12,011 4 2	$_{7}$N Азот $2s^2 2p^3$ 14,007 5 2	$_{8}$O Кислород $2s^2 2p^4$ 15,999 6 2	$_{9}$F Фтор $2s^2 2p^5$ 18,998 7 2		$_{10}$Ne Неон $2s^2 2p^6$ 20,180 8 2
3	3	$_{11}$Na Натрий $3s^1$ 22,990 1 8 2	$_{12}$Mg Магний $3s^2$ 24,305 2 8 2	$_{13}$Al Алюминий $3s^2 3p^1$ 26,982 3 8 2	$_{14}$Si Кремний $3s^2 3p^2$ 28,086 4 8 2	$_{15}$P Фосфор $3s^2 3p^3$ 30,974 5 8 2	$_{16}$S Сера $3s^2 3p^4$ 32,066 6 8 2	$_{17}$Cl Хлор $3s^2 3p^5$ 35,453 7 8 2		$_{18}$Ar Аргон $3s^2 3p^6$ 39,948 8 8 2
4	4	$_{19}$K Калий $4s^1$ 39,098 1 8 8 2	$_{20}$Ca Кальций $4s^2$ 40,078 2 8 8 2	$_{21}$Sc Скандий $3d^1 4s^2$ 44,956 2 9 8 2	$_{22}$Ti Титан $3d^2 4s^2$ 47,967 2 10 8 2	$_{23}$V Ванадий $3d^3 4s^2$ 50,943 2 11 8 2	$_{24}$Cr Хром $3d^5 4s^1$ 51,996 1 13 8 2	$_{25}$Mn Марганец $3d^5 4s^2$ 54,938 2 13 8 2	$_{26}$Fe Железо $3d^6 4s^2$ 55,849 2 15 8 2 $_{27}$Co Кобальт $3d^7 4s^2$ 58,933 2 15 8 2 $_{28}$Ni Никель $3d^8 4s^2$ 58,693 2 16 8 2	
	5	$_{29}$Cu Медь $3d^{10} 4s^1$ 63,546 1 18 8 2	$_{30}$Zn Цинк $3d^{10} 4s^2$ 65,390 2 18 8 2	$_{31}$Ga Галлий $3d^{10} 4s^2 4p^1$ 69,723 3 18 8 2	$_{32}$Ge Германий $3d^{10} 4s^2 4p^2$ 72,610 4 18 8 2	$_{33}$As Мышьяк $3d^{10} 4s^2 4p^3$ 74,922 5 18 8 2	$_{34}$Se Селен $3d^{10} 4s^2 4p^4$ 78,960 6 18 8 2	$_{35}$Br Бром $3d^{10} 4s^2 4p^5$ 79,904 7 18 8 2		$_{36}$Kr Криптон $3d^{10} 4s^2 4p^6$ 83,800 8 18 8 2
5	6	$_{37}$Rb Рубидий $5s^1$ 85,468 1 8 18 8 2	$_{38}$Sr Стронций $5s^2$ 87,620 2 8 18 8 2	$_{39}$Y Иттрий $4d^1 5s^2$ 88,906 2 9 18 8 2	$_{40}$Zr Цирконий $4d^2 5s^2$ 91,220 2 10 18 8 2	$_{41}$Nb Ниобий $4d^4 5s^1$ 92,906 2 11 18 8 2	$_{42}$Mo Молибден $4d^5 5s^1$ 95,940 1 13 18 8 2	$_{43}$Tc Технеций $4d^6 5s^1$ 98,906 1 14 18 8 2	$_{44}$Ru Рутений $4d^7 5s^1$ 101,070 1 15 18 8 2 $_{45}$Rh Родий $4d^8 5s^1$ 102,906 1 16 18 8 2 $_{46}$Pd Палладий $4d^{10} 5s^0$ 106,420 0 18 18 8 2	
	7	$_{47}$Ag Серебро $4d^{10} 5s^1$ 107,868 1 18 18 8 2	$_{48}$Cd Кадмий $4d^{10} 5s^2$ 112,411 2 18 18 8 2	$_{49}$In Индий $4d^{10} 5s^2 5p^1$ 114,818 3 18 18 8 2	$_{50}$Sn Олово $4d^{10} 5s^2 5p^2$ 118,710 4 18 18 8 2	$_{51}$Sb Сурьма $4d^{10} 5s^2 5p^3$ 121,760 5 18 18 8 2	$_{52}$Te Теллур $4d^{10} 5s^2 5p^4$ 127,600 6 18 18 8 2	$_{53}$I Йод $4d^{10} 5s^2 5p^5$ 126,904 7 18 18 8 2		$_{54}$Xe Ксенон $4d^{10} 5s^2 5p^6$ 131,290 8 18 18 8 2
6	8	$_{55}$Cs Цезий $6s^1$ 132,905 1 8 18 18 8 2	$_{56}$Ba Барий $6s^2$ 137,327 2 8 18 18 8 2	$_{57}$La* Лантан $5d^1 6s^2$ 138,906 2 9 18 18 8 2	$_{72}$Hf Гафний $4f^{14} 5d^2 6s^2$ 178,490 2 10 32 18 8 2	$_{73}$Ta Тантал $4f^{14} 5d^3 6s^2$ 180,948 2 11 32 18 8 2	$_{74}$W Вольфрам $4f^{14} 5d^4 6s^2$ 183,840 2 12 32 18 8 2	$_{75}$Re Рений $4f^{14} 5d^5 6s^2$ 186,207 2 13 32 18 8 2	$_{76}$Os Осмий $4f^{14} 5d^6 6s^2$ 190,230 2 14 32 18 8 2 $_{77}$Ir Иридий $4f^{14} 5d^7 6s^2$ 192,217 2 15 32 18 8 2 $_{78}$Pt Платина $4f^{14} 5d^9 6s^1$ 195,078 1 17 32 18 8 2	
	9	$_{79}$Au Золото $4f^{14} 5d^{10} 6s^1$ 196,967 1 18 32 18 8 2	$_{80}$Hg Ртуть $4f^{14} 5d^{10} 6s^2$ 200,590 2 18 32 18 8 2	$_{81}$Tl Таллий $4f^{14} 5d^{10} 6s^2 6p^1$ 204,383 3 18 32 18 8 2	$_{82}$Pb Свинец $4f^{14} 5d^{10} 6s^2 6p^2$ 207,199 4 18 32 18 8 2	$_{83}$Bi Висмут $4f^{14} 5d^{10} 6s^2 6p^3$ 208,980 5 18 32 18 8 2	$_{84}$Po Полоний $4f^{14} 5d^{10} 6s^2 6p^4$ 208,982 6 18 32 18 8 2	$_{85}$At Астат $4f^{14} 5d^{10} 6s^2 6p^5$ 209,987 7 18 32 18 8 2		$_{86}$Rn Радон $4f^{14} 5d^{10} 6s^2 6p^6$ 222,018 8 18 32 18 8 2
7	10	$_{87}$Fr Франций 1 8 18 32	$_{88}$Ra Радий 2 8 18 32	$_{89}$Ac** Актиний 2 9 18 32	$_{104}$Rf Резерфордий 2 10 32 32	$_{105}$Db Дубний 2 11 32 32	$_{106}$Sg Сиборгий 2 12 32 32	$_{107}$Bh Борий 2 13 32 32	$_{108}$Hs Хассий 2 14 32 32 $_{109}$Mt Мейтнерий 2 15 32 32 $_{110}$Ds Дармштадтий 1 17 32 32	

МЕТАЛЛЫ И НЕМЕТАЛЛЫ – два противоположных по своим свойствам класса неорганических веществ.

АМФОТЕРНЫЕ ПРОСТЫЕ ВЕЩЕСТВА имеют двойственные свойства, присущие как металлам, так и неметаллам. Обладают более низкой восстановительной способностью по сравнению с **типичными металлами.** В *ряду напряжений металлов* примыкают к водороду.

Среди сложных веществ особое место занимают:

ОКСИДЫ,
ГИДРОКСИДЫ,
СОЛИ.

Гидроксиды принято делить на три группы:

ОСНО́ВНЫЕ ГИДРОКСИДЫ (ОСНОВАНИЯ),

КИСЛОТНЫЕ ГИДРОКСИДЫ (КИСЛОТЫ),

АМФОТЕРНЫЕ ГИДРОКСИДЫ.

НАСЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ В РЯДАХ ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ МЕТАЛЛОВ И НЕМЕТАЛЛОВ

С двумя классами простых веществ **МЕТАЛЛАМИ и НЕМЕТАЛЛАМИ генетически связаны** соответствующие ряды **характеристических соединений:** оксидов и гидроксидов.

(**ГЕНЕТИКА –** наука о наследовании свойств).

Рассмотрим эти ряды.

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ РЯД ТИПИЧНЫХ МЕТАЛЛОВ

Типичный металл (Na, Ca)	$+ O_2 \rightarrow$	Основный оксид (Na_2O, CaO)	$+ H_2O \rightarrow$	Основный гидроксид NaOH, $Ca(OH)_2$

Химическая связь в оксидах наиболее активных металлов носит преимущественно ионный характер. По этой причине оксиды этих металлов в реакциях с водой являются донорами анионов кислорода и акцепторами катионов водорода и образуют основания:

$$Li_2O + HOH = 2Li^+ + OH^- + OH^- = 2LiOH,$$

$$CaO + 2HCl = CaCl_2 + H_2O.$$

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ РЯД НЕМЕТАЛЛОВ

Неметалл (S, P)	$+ O_2 \rightarrow$	**Кислотный оксид (SO_2, P_2O_5)**	$+ H_2O \rightarrow$	**Кислотный гидроксид H_2SO_3, H_3PO_4**

Химическая связь в оксидах неметаллов носит преимущественно ковалентный характер. По этой причине оксиды неметаллов являются акцепторами гидроксид-ионов, и в реакции с водой отщепляют катионы водорода. При этом образуются кислоты. Отсюда название – кислотные оксиды.

$$SO_3 + HOH = HSO_4^- + H^+ = H_2SO_4,$$
$$SO_3 + NaOH = HSO_4^- + Na^+ = NaHSO_4.$$

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ РЯД АМФОТЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ

Амфотерный металл (Zn, Al)	**+ O_2 →**	**Амфотерный оксид (ZnO, Al_2O_3)**	**→**	**Амфотерный гидроксид $Zn(OH)_2$, $Al(OH)_3$**

Оксиды металлов, которым соответствуют элементы, расположенные вблизи линии бор – астат (Al, Zn, Be и др.) проявляют амфотерные свойства, которые выражаются в их способности взаимодействовать как с кислотами, так и со щелочами:

$$Al_2O_3 + 6HCl = 2AlCl_3 + 3H_2O,$$

$$Al_2O_3 + 2KOH + 3H_2O = 2K[Al(OH)_4],$$

И кислотные и основные свойства таких оксидов выражены слабо, поэтому **с водой амфотерные оксиды не реагируют**.

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ РЯД ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

Переходный металл (Cr, Mn)	$+ O_2 \rightarrow$	**Основный оксид (CrO, MnO) С.О.=2,3**	$\rightarrow$	**Основный гидроксид $Cr(OH)_2$, $Mn(OH)_2$**
	$+ O_2 \rightarrow$	**Амфотерный оксид (Cr_2O_3, MnO_2) С.О.=3,4**	$\rightarrow$	**Амфотерный гидроксид $Cr(OH)_3$, $Mn(OH)_4$**
	$+ O_2 \rightarrow$	**Кислотный оксид (CrO_3, Mn_2O_7) С.О.=5,6,7**	$+ H_2O \rightarrow$	**Кислотный гидроксид H_2CrO_4, $HMnO_4$**

ПРАВИЛО:

Основной тип химических взаимодействий заключается в том, что вступают между собой в реакции ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ не одного ряда, а РАЗНЫХ РЯДОВ, причём каждый из генетических типов базируется на одном из классов простых веществ.

Это кислотно-основные или окислительно-восстановительные (для простых веществ) взаимодействия, в результате которых представители разных генетических рядов нейтрализуют друг друга:

$$2NaOH + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2H_2O,$$

$$CaO + SiO_2 = CaSiO_3,$$

$$2Na + S = Na_2S.$$