

### **Практичне заняття. 3.**

#### **Тема. СИСТЕМАТИКА ТА НОМЕНКЛАТУРА НЕОРГАНІЧНИХ СПОЛУК.**

**Мета.** Ознайомитися із основними класами та номенклатурою неорганічних сполук, їх фізичними та хімічними властивостями і способами отримання.

#### **Вступ.**

Класифікація речовин передбачає об'єднання різноманітних та багато чисельних сполук (на даний час відомо більше 4 мільйонів хімічних сполук) в певні групи чи класи, які володіють подібними властивостями. Як класифікація, так і номенклатура хімічних сполук складалась на протязі століть, тому вони не завжди взаємопов'язані, а відображають історичний шлях розвитку науки. Наукові, науково-технічні та навчальні хімічні видавництва все ширше використовують міжнародну номенклатуру, розроблену Міжнародним союзом теоретичної і практичної хімії (ІЮПАК). В технічній літературі та лабораторній заводській практиці часто застосовують безсистемні, тривіальні назви, наприклад сода, їдкий натр, мідний купорос, соляна кислота. Крім того в ряді випадків виникає необхідність дати мінералогічну назву речовини.

Всі неорганічні речовини, які зустрічаються в природі, можна поділити на індивідуальні хімічні речовини (чисті речовини) та суміші речовин. Індивідуальні хімічні речовини поділяються, в свою чергу, на прості і складні. Простих речовин з урахуванням алотропних модифікацій елементів на даний час відомо біля 500. В свою чергу прості речовини поділяють на метали і неметали. До неметалів відносяться: благородні гази, галогени, халькогени (крім полонію), а також нітроген, фосфор, арсен, карбон, силіцій, бор, гідроген. Решта елементів відноситься до металів. Складні речовини поділяються на неорганічні та органічні.

Неорганічні сполуки розрізняють по складу (бінарні та багатоеlementні) і функціональним ознакам. До бінарних сполук (нараховується близько 10 тисяч) відносять сполуки елементів з оксисеном (оксиди), галогенами (галіди – фториди, хлориди, броміди, йодиди), халькогенами (халькогеніди – сульфіді, селеніди, телуриди), нітрогеном (нітриди), фосфором (фосфіди), карбоном (карбіди), силіцієм (силіциди), а також сполуки металів один з одним (інтерметаліди) та з гідрогеном (гідриди).

Серед багатоеlementних сполук виділяють гідроксиди (речовини, які містять гідроксидні групи -ОН), похідні гідроксидів – солі, а також комплексні сполуки, гідрати та кристалогідрати. Основи та оксигенвмісні кислоти можна розглядати як один клас – гідроксиди.

#### **План.**

1. Оксиди.
2. Основи.
3. Кислоти.
4. Амфотерні гідроксиди.
5. Солі.

#### **Зміст практичного заняття.**

##### **Номенклатура оксидів.**

За міжнародною (систематичною) номенклатурою назва оксиду складається з латинської назви елемента, його валентності (римською цифрою в дужках) і слова «оксид»;

Наприклад: CrO – хром (II) оксид, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – ферум (III) оксид.

Крім того, розрізняють оксиди за допомогою грецьких числівників, які вказують на кількість атомів кисню, що припадає на один атом елемента:

E<sub>2</sub>O - геміоксид

EO - монооксид

E<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – гемітри- або секвіоксид

EO<sub>2</sub> - диоксид

E<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - геміпентаоксид

EO<sub>3</sub> - триоксид

E<sub>2</sub>O<sub>7</sub> - гемігептаоксид

EO<sub>4</sub> – тетраксид

За тривіальною номенклатурою – вживаються історичні назви.

N<sub>2</sub>O – веселящий газ, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – глинозем, SiO<sub>2</sub> – кремнезем, CO – чадний газ, CO<sub>2(тв)</sub> – сухий лід, CaO – негашене вапно.

### Кислотні оксиди та їх гідрати.

**Кислотні оксиди** – це, перш за все, оксиди неметалів. Умовно до неметалів відносяться хімічні елементи які записані в таблиці.

IIIА	IVА	VА	VIА	VIIА
B	C	N	O	F
	Si	P	S	Cl
		As	Se	Br
			Te	I
				At

Таким чином, неметали знаходяться тільки в головних підгрупах, починаючи з IIIА групи (бор) та послідовно додаючи по одному хімічному елементу.

Більшість кислотних оксидів взаємодіє з водою з утворенням кислот. Тому кислотні оксиди називають ще ангідридами кислот.

Можна навчитися складати формули відповідних кислот за реакціями кислотних оксидів з водою. Наведена нижче таблиця показує, як, виходячи з формули кислотного оксиду, або знаючи тільки ступінь окиснення елемента, визначити формулу кислоти:

Ступінь окиснення елемента	Формула кислотного оксиду	Реакція з водою	Формула мета-форми кислоти	Формула орто-форми кислоти
+1	E <sub>2</sub> O	E <sub>2</sub> O + H <sub>2</sub> O = 2HEO	HEO	
+2	EO	EO + H <sub>2</sub> O = H <sub>2</sub> EO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> EO <sub>2</sub>	
+3	E <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	E <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> O = 2HEO <sub>2</sub> E <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + 3H <sub>2</sub> O = 2H <sub>3</sub> EO <sub>3</sub>	HEO <sub>2</sub>	H <sub>3</sub> EO <sub>3</sub>
+4	EO <sub>2</sub>	EO <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> O = H <sub>2</sub> EO <sub>3</sub> EO <sub>2</sub> + 2H <sub>2</sub> O = H <sub>4</sub> EO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> EO <sub>3</sub>	H <sub>4</sub> EO <sub>4</sub>
+5	E <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	E <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + H <sub>2</sub> O = 2HEO <sub>3</sub> E <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + 3H <sub>2</sub> O = 2H <sub>3</sub> EO <sub>4</sub>	HEO <sub>3</sub>	H <sub>3</sub> EO <sub>4</sub>
+6	EO <sub>3</sub>	EO <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> O = H <sub>2</sub> EO <sub>4</sub> TeO <sub>3</sub> + 3H <sub>2</sub> O = H <sub>6</sub> TeO <sub>6</sub>	H <sub>2</sub> EO <sub>4</sub>	H <sub>6</sub> TeO <sub>6</sub> *
+7	E <sub>2</sub> O <sub>7</sub> *	E <sub>2</sub> O <sub>7</sub> + H <sub>2</sub> O = 2HEO <sub>4</sub> I <sub>2</sub> O <sub>7</sub> + 5H <sub>2</sub> O = 2H <sub>5</sub> IO <sub>6</sub>	HEO <sub>4</sub>	H <sub>5</sub> IO <sub>6</sub> *

\* - в шостій та сьомій групах утворення орто-форм кислот характерне тільки починаючи з 5 періоду. Наприклад: H<sub>6</sub>TeO<sub>6</sub>, H<sub>5</sub>IO<sub>6</sub>.

Якщо приєднується одна молекула води – мета-кислота, три (а у випадку ст.ок. неметалу +4 – дві) – орто, в інших по кількості атомів елементу.

Елементи 3 та вищих періодів, а також бору, можуть утворювати як метаформи кислот (тобто кислот, утворених приєднанням однієї молекули води до формули кислотного оксиду), так і орто-форми кислот (утворених приєднанням більш ніж однієї молекули води до формули кислотного оксиду). Причому орто-форми виявляються більш характерними. Це зумовлюється тим, що такі елементи мають більший радіус і, внаслідок цього, можуть утримувати більшу кількість ОН-груп навколо атому кислотоутворюючого елемента.

### Номенклатура кислот:

За міжнародною номенклатурою назва кислоти складається з латинської назви елемента з різними закінченнями, що відповідають його ступеням окиснення, та слова «кислота»:

- у вищому ступені – закінчення «-атна»; якщо вищих ступенів два, то найвищий отримує ще й префікс «пер-»:  $\text{H}_2\text{SO}_4$  – сульфатна,  $\text{HMnO}_4$  – перманганатна.
- у проміжних ступенях – закінчення «-итна» або «-ітна»; якщо проміжних ступенів два, то нижчий з них отримує ще й префікс «гіпо-»:  $\text{HClO}$  – гіпохлоритна,  $\text{HClO}_2$  – хлоритна;
- у найнижчому ступені – закінчення «-идна» або «-ідна»:  $\text{H}_2\text{S}$  – сульфідна.

#### **III – група.**

$\text{B}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = 2\text{HBO}_2$  (метаборатна кислота)

$\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_3\text{BO}_3$  (ортоборатна кислота)

$2\text{B}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$  (тетраборатна кислота)

У водних розчинах існує тільки ортоборатна кислота  $\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , але при прожарюванні можна одержати метаборатну і тетраборатну кислоту. Крім того солі метаборатної і тетраборатної є стійкими сполуками при звичайних умовах.

#### **IV - група**

$\text{CO}$  – монооксид вуглецю є несолетвірним оксидом.

$\text{CO} + \text{NaOH} = \text{HCOONa}$  (форміат натрію)

$2\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HNO}_2 + \text{HNO}_3$

$\text{CO}_2$  – є солетвірним оксидом, якому відповідає  $\text{H}_2\text{CO}_3$  (карбонатна кислота).

$\text{CO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CO}_3$

$\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SiO}_3$  – метакремнієва кислота.

Для  $\text{CO}_2$  можна писати реакцію  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} =$ , можна також писати через крапку тобто хімічний склад  $\text{CO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O} =$ , а для  $\text{SiO}_2$  тільки через крапку  $\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O} =$ . для  $\text{SiO}_2$  є метакремнієва кислота, ортокремнієва кислота, існує також багато інших полісилікатних кислот.

$\text{H}_3\text{BO}_3 = \text{HBO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

$\text{H}_4\text{SiO}_4$  (ортосилікатна кислота)  $= \text{H}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

Тут, на відміну від інших для ортокислот, коли записуємо три молекули води, тут буде на 1 моль  $\text{SiO}_2$  дві молекули води  $\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_4\text{SiO}_4$ .

#### **V - група**

Для азоту з п'яти оксидів розглянемо два солетвірних.

$\text{N}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_2$

$\text{N}_2\text{O}_5 \cdot \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3$

Для  $\text{N}_2\text{O}_3$  тільки одна кислота, і для  $\text{N}_2\text{O}_5$  – також. Тут змінюється ступінь окиснення нітрогену від +3, +5.

Для максимального ступеня окиснення елемента в назві кислоти використовується суфікс *-at* (нітратна). Для меншої ступені окиснення елемента суфіксом є *-it*, яке часом трансформується в *-um* (нітритна).

$\text{P}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HPO}_3$  метафосфорна кислота.

$P_2O_5 + 2H_2O = H_4P_2O_7$  дифосфатна кислота.

$P_2O_5 + 3H_2O = 2H_3PO_4$  ортофосфорна кислота.

$P_2O_3 + 3H_2O = 2H_3PO_3$  фосфітна кислота.

Ортофосфатна кислота у водних розчинах дуже стійка, при кип'ятінні вона перетворюється у метафосфатну. Дифосфатна кислота у воді не існує, вона утворюється тільки при прожарюванні на вогні (піро).

Оксиди фосфору дуже енергійно поглинають воду і тому оксид  $P_2O_3$  з водою утворює одну кислоту, і зразу захоплює три молекули води.

#### ***VI - група***

Для сірки найбільш розповсюдженим є сірчистий газ  $SO_2$ , та сірчаний ангідрид  $SO_3$ , відповідно їм існує:

$SO_2 + H_2O = H_2SO_3$  (сульфітна або сірчиста кислота)

$SO_3 + H_2O = H_2SO_4$  (сульфатна або сірчана кислота)

Для Se і Te відповідно існують селенітна, селенатна, телуритна і телуратна кислоти.

#### ***VII - група***

Галогени, крім фтору, утворюють оксиди і відповідні гідрати оксидів:

$Cl_2O \cdot H_2O = 2HClO$  гіпохлоритна кислота

$Cl_2O_3 \cdot H_2O = 2HClO_2$  хлоритна кислота

$Cl_2O_5 \cdot H_2O = 2HClO_3$  хлоратна кислота

$Cl_2O_7 \cdot H_2O = 2HClO_4$  перхлоратна кислота

+1, +3 – найнижча ступінь окиснення для хлору, а +5, +7 – вища ступінь окиснення для хлору. Аналогічні кислоти спостерігаються для оксидів бром, йоду і астату.

### **Основні оксиди та їх гідрати.**

**Основними оксидами**, перш за все, є оксиди металів першої і другої головних підгруп, крім берилію (Be є проміжним елементом між основним Li та кислотним B, тому він є амфотерним).

#### ***IA - група***

$Li_2O \cdot H_2O = 2LiOH$  (основний)

$Na_2O \cdot H_2O = 2NaOH$

#### ***IIA - група***

$Mg(OH)_2$

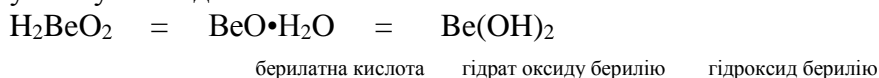
$Ca(OH)_2$

Основи IA-підгрупи добре розчиняються у воді, тому їх називають лугами. Найчастіше використовують NaOH, KOH. Основи лужних металів добре розчиняються у воді і тому метали I головної підгрупи називають *лужними*.

### **Амфотерні оксиди та їх гідрати**

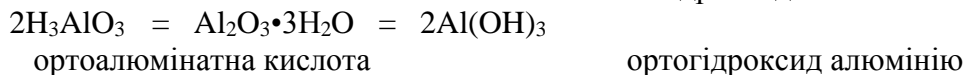
Більшість оксидів металів можуть бути: основними, амфотерними, кислотними.

В **II періоді** оксид берилію BeO є амфотерним, тому що він знаходиться між основним літієм Li та кислотним бором B. Тому оксид берилію та його гідрат можна записувати у вигляді:



Гідрат оксиду берилію в залежності від умов проявляє властивості або кислотні, або основні. Якщо він вступає в реакцію з сильною кислотою, то  $BeO \cdot H_2O$  є основою, а якщо взаємодіє з лугом, то гідрат оксиду берилію буде кислотним.

У **III періоді** Al є перехідним елементом, тому він є амфотерний:



У **IV періоді**, починаючи зі скандію і закінчуючи германієм, всі елементи є перехідними (їх налічується 12), вони всі будуть амфотерні.

**Не плутати:** перехідні d-елементи і перехідні від основного металу до неметалу. Більшість перехідних хімічних елементів мають змінну ступінь окиснення. Встановлено, що з підвищенням ступеня окиснення посилюються кислотні властивості оксидів. А це означає, що з цих 12 елементів всі вони, перш за все, є амфотерними. Але крім цього вони можуть бути основними і кислотними. Це залежить від ступеня окиснення. Якщо хімічний елемент має одну ступінь окиснення, то він є амфотерний. А якщо хімічний елемент має декілька значень ступені окиснення, то для нижчих ступеней окиснення оксид буде основним (+1, +2), а для вищих ступеней окиснення (+5, +6, +7) оксиди будуть кислотними.

TiO – основний

TiO<sub>2</sub> - амфотерний

V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – кислотний

VO<sub>2</sub> – амфотерний

V<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – амфотерний

VO – основний.

CrO•H<sub>2</sub>O = Cr(OH)<sub>2</sub> – основний

Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – амфотерний

CrO<sub>3</sub> – кислотний,

CrO<sub>3</sub>•H<sub>2</sub>O = H<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>,

хроматна кислота

2CrO<sub>3</sub>•H<sub>2</sub>O = H<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>

дихроматна кислота

HCrO<sub>2</sub> = Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>•H<sub>2</sub>O = 2CrO(OH)

метахромітна кислота

хром (III) метагідроксид

2H<sub>3</sub>CrO<sub>3</sub> = Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>•3H<sub>2</sub>O = 2Cr(OH)<sub>3</sub>

ортохромітна кислота

хром (III) ортогідроксид

MnO•H<sub>2</sub>O = Mn(OH)<sub>2</sub> – основний

MnO<sub>2</sub> – амфотерний

MnO<sub>3</sub>•H<sub>2</sub>O = H<sub>2</sub>MnO<sub>4</sub> (манганатна кислота)

Mn<sub>2</sub>O<sub>7</sub>•H<sub>2</sub>O = 2HMnO<sub>4</sub> (перманганатна кислота)

FeO•H<sub>2</sub>O = Fe(OH)<sub>2</sub>

FeO<sub>3</sub>•H<sub>2</sub>O = H<sub>2</sub>FeO<sub>4</sub> (фератна кислота)

HFeO<sub>2</sub> = Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>•H<sub>2</sub>O = 2FeO(OH)

метаферитна кислота

ферум (III) метагідроксид

2H<sub>3</sub>FeO<sub>3</sub> = Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>•3H<sub>2</sub>O = 2Fe(OH)<sub>3</sub>

ортоферитна кислота

ферум (III) ортогідроксид

Феритні кислоти, особливо HFeO<sub>2</sub>, є основою напівпровідникових магнітних матеріалів – феритів.

CoO – основний

Co<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – амфотерний

NiO – основний

Ni<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – амфотерний

CuO – амфотерний

Cu<sub>2</sub>O – основний

ZnO – амфотерний

Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – амфотерний

GeO – амфотерний

GeO<sub>2</sub> – амфотерний (більш кислий)

Виберемо ті хімічні елементи IV періоду які мають одну ступінь окиснення:

Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ZnO Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - амфотерні

Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – амфотерний, але контактує з Ca, тому він є основним; Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – амфотерний (але у нього переважають кислотні властивості, оскільки галій контактує з неметалом).

В інших періодах спостерігається така сама закономірність.

В **V періоді** 13 елементів, починаючи з ітрію і закінчуючи стибієм. Вони також всі амфотерні, але їх кислотно – основні властивості змінюються в залежності від місця знаходження в періодичній системі, а також від ступеня окиснення. Наприклад:  $Y_2O_3$  є амфотерний, але з сильною перевагою основних властивостей.  $Sb_2O_3$  теж амфотерний, але з переважанням кислотних властивостей. А такі елементи, як Zr, Nb, Mo є стійкими у вищій ступені окиснення.

$ZrO_2$  – амфотерний, але більш кислотний, ніж  $Y_2O_3$ ;

$Nb_2O_5$  – кислотний,  $MoO_3$  – кислотний,

$Tc_2O_7$  – кислотний

$Ag_2O$  – основний оксид, але в комплексних сполуках існують аргентати. Тим більше, що  $Ag^{3+}$  є амфотерним.

Cd – амфотерний, але з сильною перевагою основних властивостей.

$In_2O_3$  – амфотерний,  $SnO_2$ ,  $SnO$  – амфотерні.

Що стосується Sb, то  $Sb_3O_3$  – амфотерний із сильною перевагою кислотних властивостей,  $Sb_2O_5$  – кислотний.

В **VI періоді** перехідні елементи починаються з La і закінчуються Po. Сюди входять лантаноїди. У La сильно переважають основні властивості. Для лантаноїдів, як для перехідних, оксиди амфотерні в ступені окиснення +3, +4:

$Gd_2O_3$ ,  $CeO_2$  – амфотерні.

Оксиди лантаноїдів будуть основними у ступенях окиснення +2 ( $EuO$ ,  $YbO$ ). Тут можуть бути навіть кислотні оксиди ( $Pr_2O_5$ ,  $Pm_2O_7$ ,  $NdO_3$ ).

Починаючи від гафнію і закінчуючи Ві властивості оксидів змінюються аналогічно V періоду.

$Tl_2O$  – основний

$Tl_2O_3$  – амфотерний

$PbO$  – амфотерний

$PbO_2$  – амфотерний

$Bi_2O_3$  – амфотерний

$Bi_2O_5$  – кислотний

У **VII періоді** (незакінченому) є аналогія із VI періодом (включаючи актиноїди, серед яких оксиди можуть бути не тільки амфотерними, але і основними, і кислотними).

$AmO$  – основний

$NoO$  – основний

$ThO_2$  – амфотерний

Pa, U, Np – кислотні

Найбільш вивчений уран ( $UO_3$ ):

$UO_3 \cdot H_2O = H_2UO_4$  – уранатна кислота

$2UO_3 \cdot H_2O = H_2U_2O_7$  – диуранатна кислота

Особливе значення у промисловості мають солі амонію:  $(NH_4)_2U_2O_7$  – диуранат амонію.

## СОЛІ

Солі – кристалічні речовини, які можна розглядати як продукти заміщення атомів Гідрогену кислоти (амфотерних гідроксидів) на метал або гідроксильних груп основ (амфотерних гідроксидів) на кислотні залишки.

**Солі** – це продукти взаємодії речовин кислотних властивостей з речовинами основних властивостей.

**Речовини кислотних властивостей:** кислотний оксид; кислота; амфотерний оксиди та їх гідрати.

**Речовини основних властивостей:** основні оксиди та їх гідрати; основи; амфотерні оксиди та їх гідроксиди.

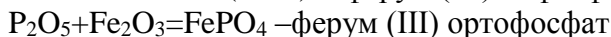
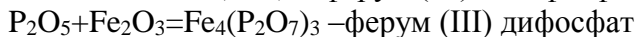
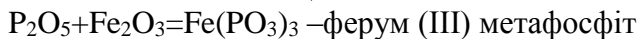
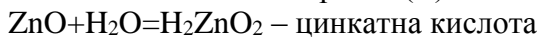
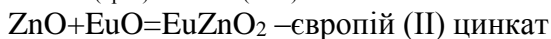
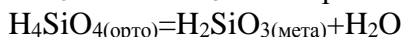
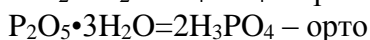
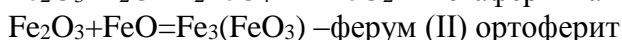
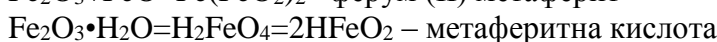
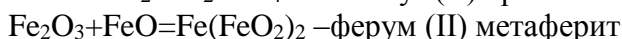
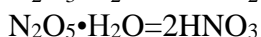
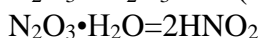
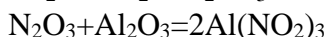
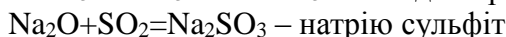
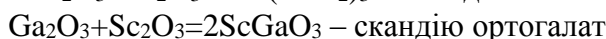
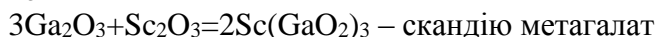
Солі поділяються на кілька типів:

1. **Середні солі** – це продукти повного заміщення атомів гідрогену в кислоті на метал (чи металоподобну групу).

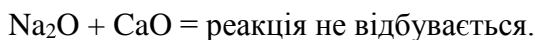
Середня (нормальна) сіль – утворюються шляхом взаємодії двох оксидів.

1. Для того щоб записати реакцію між двома оксидами, треба спочатку вивчити який оксид є основним, а який є кислотним (в реакції ніякої амфотерності немає, тому що оди як кислотний, а другий як основний).
2. Умовно уявити собі які кислоти відповідають цьому кислотному оксиду, або записати формули цих кислот.
3. Виходячи з формули кислот записуємо їх солі.

В даному випадку кислоти які відповідають метагалатна  $\text{HGaO}_2$  та ортогалатна  $\text{H}_3\text{GaO}_3$ .



*Кислотні оксиди між собою не реагують, основні оксиди також між собою не реагують.*



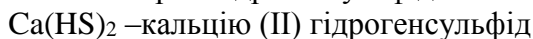
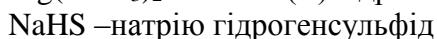
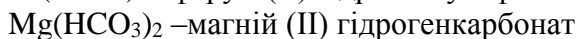
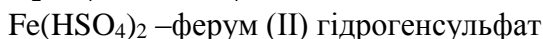
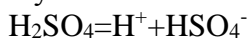
2. **Кислі солі** – це продукти неповного заміщення атомів гідрогену в кислоті на метал.

Утворення кислих солей характерне тільки для багатоосновних кислот.

Кислі солі називають так само як і середні, але з додаванням до назви катіона префікса гідроген-, що пишуть разом з відповідним числовим префіксом.

Одноосновні кислоти – це такі як  $\text{HCl}$ ,  $\text{HNO}_3$ , кислих солей не утворюють.

Двохосновні кислоти – це  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , утворюють один ряд кислих солей в цьому випадку заміщується один атом водню атомом металу, а один залишається для кислотного залишку.



Трьох валентні кислоти такі як  $\text{H}_3\text{PO}_4$  утворюють два ряди кислих солей.

$\text{H}_3\text{PO}_4 = \text{H}^+ + \text{H}_2\text{PO}_4^-$  - дигідрогенортофосфат-йон

$\text{H}_3\text{PO}_4 = 2\text{H}^+ + \text{HPO}_4^{2-}$  – гідрогенортофосфат-йон

$\text{NaH}_2\text{PO}_4$  – натрій дигідрогенортофосфат

$\text{Fe}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  – ферум (II) дигідрогенортофосфат

$\text{Al}_2(\text{HPO}_4)_3$  – алюміній гідрогенортофосфат

Кислі солі володіють властивостями середніх солей та кислот які входять в склад кислій солі.

$3\text{Fe}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 = \text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$  (середня сіль) +  $4\text{H}_3\text{PO}_4$

$2\text{NaHSO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4$  (середня сіль) +  $\text{H}_2\text{SO}_4$

Одним із прикладів технічного застосування кислотних солей є перетворення фосфоритів (середні фосфати) в кислі солі (як гідрогенортофосфати Ca, та дигідрогенортофосфати Ca).

До кислих солей відносяться також солі, в яких мольний вміст кислотного оксиду більший від мольного вмісту основного оксиду, наприклад,  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ,  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_7$ ,  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ . При реакції з основними оксидами і гідроксидами ці солі переходять в середні солі:

$\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2\text{NaOH} = 2\text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

$\text{CoO} + \text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 = 2\text{NaBO}_2 + \text{Co}(\text{BO}_2)_2$ .

3. **Основні солі** – продукти неповного заміщення гідроксогруп основ (амфотерних гідроксидів) на кислотні залишки. Утворення основних солей характерне тільки для багатокислотних основ.

Основні солі називають так як і середні, з додаванням до назви металу слова гідроксид, що пишуть разом з відповідним числовим префіксом (магній гідроксид хлорид, алюміній дигідроксид нітрат).

Однокислотні основи (одноатомні) такі як NaOH, KOH – основних солей не утворюють. Двохкислотні основи утворюють один ряд основних солей.

$\text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{OH}^- + \text{CaOH}^+$  - кальційгідроксид-катіон

$\text{Fe}(\text{OH})_2 = \text{OH}^- + \text{FeOH}^+$  - ферум (II) гідроксид-катіон

Основні солі утворюються шляхом не повного заміщення гідроксильних груп основи та іншими аніонами ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$  і т.д.

$\text{CaOHCl}$  – кальцій гідроксид хлорид

$(\text{MgOH})_2\text{SO}_4$  – магній гідроксид сульфат.

Якщо основа трьохкислотна така як:  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , то утворюють два ряди основних солей.

$\text{Cr}(\text{OH})_3 = \text{OH}^- + \text{Cr}(\text{OH})_2^+$  - хром (III) дигідроксид-катіон

$\text{Al}(\text{OH})_3 = \text{OH}^- + \text{Al}(\text{OH})_2 = 2\text{OH}^- + \text{AlOH}^{+2}$  – алюмінію (III) гідроксид-катіон

$\text{AlOHSO}_4$  – алюміній гідроксид сульфат

$[\text{Al}(\text{OH})_2]^+ \text{SO}_4^{2-}$  – алюміній дигідроксид сульфат

Властивості основних солей можна розглядати як сполук які складаються із середніх солей і основ.

$2\text{MgOHCl} = \text{MgCl}_2 + \text{Mg}(\text{OH})_2$

$3[\text{Al}(\text{OH})_2]_2\text{SO}_4 = \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 4\text{Al}(\text{OH})_3$

## Література.

1. Пономарьова В.В. Основні класи неорганічних сполук: Навч. пос. Для студентів нехім. спец. – К.: ВПЦ «Київський університет», 2003. – 39 с.
2. Буря О.І., Повхан М.Ф., Чигвінцева О.П., Антрапцева Н.М. Загальна хімія: Навчальний посібник. – Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2002. – 306 с.
3. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия. Учеб. для вузов. – 4-е изд., испр. – Москва: Высш. шк., Изд. центр «Академия», 2001. – 743 с., ил.



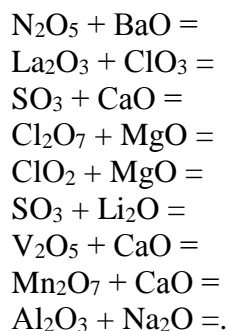
4. Кириченко В.І. Загальна хімія: Навчальний посібник. [для студ. інженер.-техн. спец. вищ. навч. закл.] / Віктор Іванович Кириченко; [Мін-во освіти і науки України; гриф: лист №14/18.2–1285 від 03.06.2005]. – Київ: Вища шк., 2005. –639с.: іл., 83 рис., 80 табл. – Інформаційне середовище: на поч. розд. – Контрол. запитання: після розд. – Структурно-логічні схеми: після розд. – Бібліогр.: с. 635 (22 назви). – ISBN 966-642-182-8.
5. Михалічко Б.М. Курс загальної хімії. Теоретичні основи: Навчальний посібник / Михалічко Борис Миронович; [Мін-во освіти і науки України; гриф: лист № 1.4/18-Г-1180 від 22.11.2006]. – Київ: Знання, 2009. – 548 с. - Бібліогр.: с. 511 (21 назва). – Предм. покажч.: с. 543–548. – ISBN 978-966-346-712-2.
6. Неорганическая химия: В 3 т. /Под редакцией Ю.Д.Третьякова. Т.1: Физико-химические основы неорганической химии: Учебник для студ. высш. учеб. заведений /М.Е.Тамм, Ю.Д.Третьяков; - М.: Издательский центр «Академия», 2004.- 240 с. ISBN 5-7695-1446-9.
7. Неорганическая химия: В 3 т. /Под редакцией Ю.Д.Третьякова. Т.2: Химия непереходных элементов: Учебник для студ. высш. учеб. заведений /А.А.Дроздов, В.П.Зломанов, Г.Н.Мазо, Ф.М.Спиридонов. – М.: Издательский центр «Академия», 2004.-368 с. ISBN 5-7695-1436-9.
8. Неорганическая химия: В 3 т. /Под редакцией Ю.Д.Третьякова. Т.3: Химия переходных элементов. Кн.1 : Учебник для студ. высш. учеб. заведений /А.А.Дроздов, В.П.Зломанов, Г.Н.Мазо, Ф.М.Спиридонов. – М.: Издательский центр «Академия», 2007.-352 с. ISBN 5-7695-2532-0.
9. Неорганическая химия: В 3 т. /Под редакцией Ю.Д.Третьякова. Т.3: Химия переходных элементов. Кн.2 : Учебник для студ. высш. учеб. заведений /А.А.Дроздов, В.П.Зломанов, Г.Н.Мазо, Ф.М.Спиридонов. – М.: Издательский центр «Академия», 2007.-400 с. ISBN 5-7695-2533-9.
10. Загальна та неорганічна хімія у двох частинах: Підручник. Частина II [для студ. вищ. навч. закл.] / О.М. Степаненко, Л.Г. Рейтер, В.М. Ледовських, С.В. Іванов; [Мін-во освіти і науки України; гриф: лист № 212 від 03.06.1999]. – Київ: Пед. преса, 2000. – 784с.: іл., 125 рис., 63 табл. – Бібліогр.: с. 771 (28 назв). – Імен. покажч.: с.772–773. – Предметн. покажч.: с.774–783. – ISBN 955-7320-13-8.
11. Романова Н.В. Загальна та неорганічна хімія: Підручник [для студ. вищ. навч. закл.] / Неоніла Володимирівна Романова; [Мін-во освіти і науки України; гриф: лист №13710594 від 30.06.1995]. – Київ: Ірпінь: ВТФ «Перун», 2004. – 480с.: 54 рис., 30 табл. – Бібліогр.: с. 465 (25 назв). – Імен. покажч.: с. 466–467. – Предм. покажч.: с. 468–477. – ISBN 966-569-106-6.
12. Угай Я.А. Общая и неорганическая химия. – Москва: Высш. шк., 1997. – 527 с.

### Запитання для самоперевірки.

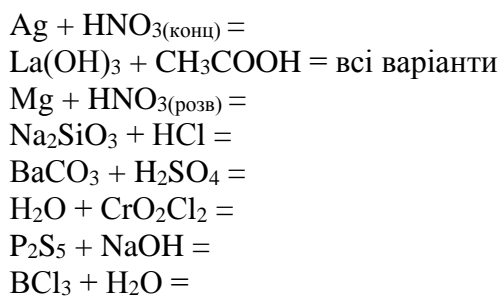
1. Як можна за положенням елемента в періодичній системі визначити хімічну природу його оксиду?
2. Які з перелічених оксидів належать до кислотних, основних та амфотерних:  $\text{Cl}_2\text{O}$ ,  $\text{SrO}$ ,  $\text{N}_2\text{O}_5$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{BeO}$ ,  $\text{Rb}_2\text{O}$ ,  $\text{MoO}_3$ ,  $\text{Mn}_2\text{O}_7$ ,  $\text{As}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ?
3. Як залежать кислотно-основні властивості оксидів від характеру хімічного зв'язку в сполуках і чому?
4. Напишіть формули кислот, які відповідають зазначеним ангідридам:  $\text{SO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}_5$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{ClO}_2$ ,  $\text{Mn}_2\text{O}_7$ ,  $\text{Cl}_2\text{O}$ ,  $\text{N}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MoO}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{ClO}_3$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{As}_2\text{O}_5$ .
5. Закінчіть рівняння реакцій між оксидами:
 
$$\text{P}_2\text{O}_5 + \text{CaO} =$$

$$\text{ClO}_3 + \text{SrO} =$$

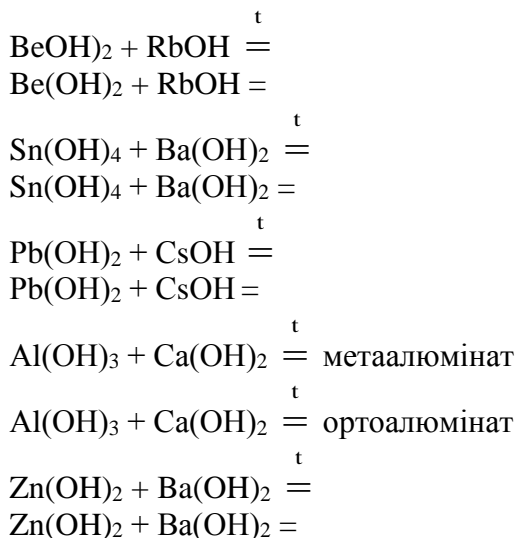
$$\text{NO}_2 + \text{BaO} =$$



6. З якими з перелічених речовин взаємодіє KOH: BeO, CaO, La(OH)<sub>3</sub>, Li<sub>2</sub>O, Cl<sub>2</sub>O, NO<sub>2</sub>, Mn<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, BaO, Fe(OH)<sub>2</sub>, HNO<sub>3</sub>. Наведіть відповідні рівняння реакцій.
7. Напишіть рівняння реакцій, які доводять кислотний характер таких оксидів: SeO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>, Mn<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, ClO<sub>3</sub>.
8. З якими з перелічених речовин взаємодіє HCl: ZnO, Cl<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, SrO, Fe(OH)<sub>3</sub>, Rb<sub>2</sub>O, Cl<sub>2</sub>O, CaO, Co(OH)<sub>2</sub>, ClO<sub>2</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>? Наведіть відповідні рівняння реакцій.
9. Закінчіть рівняння реакцій.
 
$$\begin{aligned} \text{N}_2\text{O}_5 + \text{Sr}(\text{OH})_2 &= \\ \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{K}_2\text{CO}_3 &= \\ \text{Cl}_2\text{O} + \text{Ba}(\text{OH})_2 &= \\ (\text{ClO}_3)_2 + \text{KOH} &= \\ \text{P}_2\text{O}_5 + \text{KOH} &= \\ \text{BeO} + \text{H}_2\text{SO}_4 &= \\ \text{ZnO} + \text{NaOH} &= \\ \text{ZnO} + \text{HNO}_3 &= \\ \text{ZnO} + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} &= \\ \text{ClO}_2 + \text{LiOH} &= \\ \text{ZnO} + \text{Na}_2\text{CO}_3 &= \\ \text{NO}_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2 &= \end{aligned}$$
10. Написати формули ангідридів наведених кислот: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, H<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, HClO, HMnO<sub>4</sub>, H<sub>3</sub>AsO<sub>4</sub>, HClO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>.
11. Що таке кислоти-окисники? Навести приклади хімічних реакцій.
12. Складіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити зазначені перетворення:
 
$$\begin{aligned} \text{Ba} &\rightarrow \text{BaO} \rightarrow \text{BaCl}_2 \rightarrow \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{BaO} \rightarrow \text{BaSO}_4 \\ \text{Mg} &\rightarrow \text{MgO} \rightarrow \text{MgSO}_4 \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{MgO} \rightarrow \text{MgCl}_2 \end{aligned}$$
13. З якими з перелічених речовин буде реагувати сульфатна кислота: N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, ZnO, Al(OH)<sub>3</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, BaO, La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>?
14. Напишіть рівняння реакцій, які доводять кислотний характер наступних сполук: ClO<sub>3</sub>, H<sub>3</sub>AsO<sub>4</sub>, HClO, HMnO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>SeO<sub>4</sub>, SO<sub>3</sub>.
15. Закінчити рівняння реакцій:
 
$$\begin{aligned} \text{Zn} + \text{HCl} &= \\ \text{La}_2\text{O}_3 + \text{HNO}_3 &= \\ \text{Cl}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} &= \\ \text{BaO} + \text{H}_2\text{SO}_4 &= \\ \text{Ca} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц})} &= \\ \text{Li}_2\text{O} + \text{H}_3\text{PO}_4 &= \\ \text{Be} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{розв})} &= \\ \text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{H}_3\text{PO}_4 &= \text{всі варіанти} \\ \text{P} + \text{HNO}_3 &= \\ \text{Be}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 &= \text{всі варіанти} \\ \text{Si} + \text{HNO}_3 + \text{HF} &= \text{H}_2[\text{SiF}_6] + \\ \text{Cr}(\text{OH})_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 &= \text{всі варіанти} \end{aligned}$$



16. Закінчіть рівняння реакцій:



17. Які властивості виявляють  $\text{Zn}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Sn}(\text{OH})_4$  при взаємодії з такими сполуками:  $\text{HCl}$ ,  $\text{CsOH}$ ,  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{SrO}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ? Наведіть відповідні рівняння реакцій.

18. Закінчіть рівняння реакцій:

