

Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»

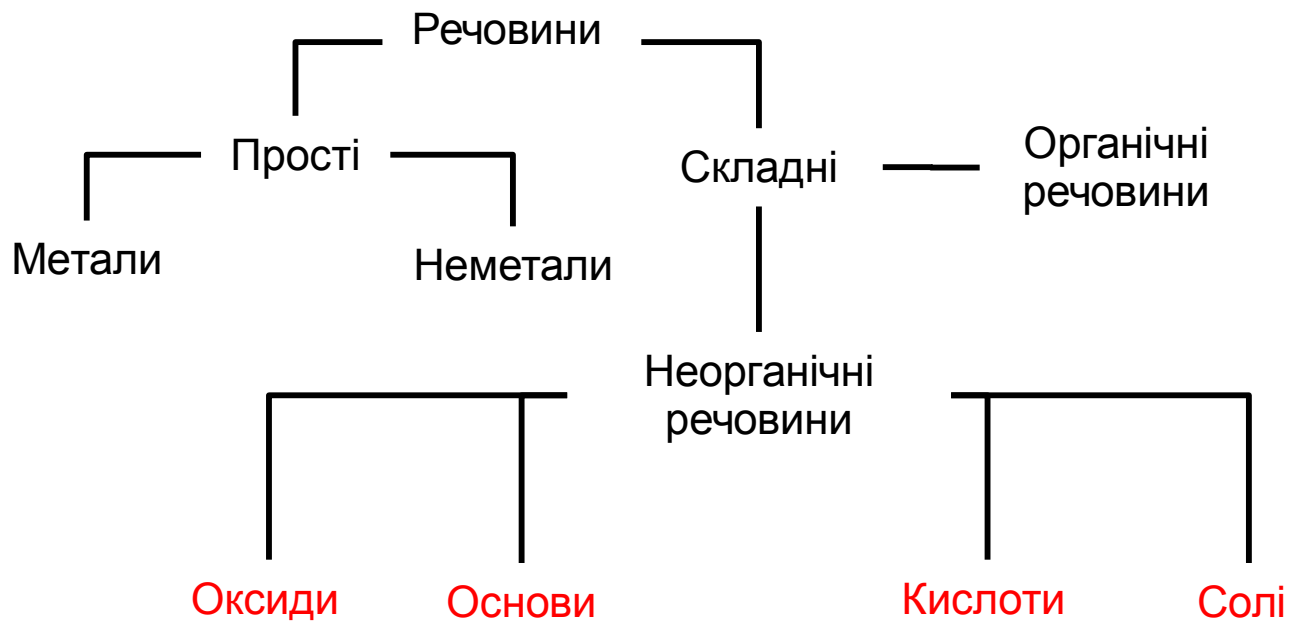
Тема: Основні класи неорганічних сполук.

Викладач: Волобуєв Максим Миколайович  
vmn2007@ukr.net

Кафедра загальної та неорганічної хімії,  
НТУ «ХПІ»  
Харків 2017

# 1 Вступ

## Зв'язок між основними класами сполук



## Принципи класифікації

- Елементи поділяються на метали та **неметали**

						H	He
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn

- Метали при утворенні сполук легше віддають електрони, а неметали – приймають
- *Критерій ділення: домінуючий тип іонів:*
  - *катіонний тип* – елемент є металом ( $K^{+1}Cl^{-1}$ )
  - *аніонний тип* – елемент є неметалом ( $H^{+1}_2S^{-2}$ )
- *Амфотерність: поєднання властивостей:* ( $Al^{+3}Cl^{-1}_3, Na^{+1}AlO_2^{-1}$ )

## 2 Оксиди

### 2.1 Загальні зауваження

- Оксиди – *бінарні* сполуки елементів з киснем у ступені окиснення –2
- Назва: «елемент» + оксид (ступінь окиснення)  
CaO – кальцій оксид, SO<sub>3</sub> – сульфур (VI) оксид
- Класифікація оксидів
  - несолетвірні (CO, N<sub>2</sub>O, NO, SiO): не вступають в обмінні реакції
  - солетвірні: вступають у реакції з *речовинами протилежної природи*
    - \* основні (Na<sub>2</sub>O, MgO, CuO) – оксиди металів с низьким ступенем окиснення (+1, +2)
    - \* кислотні (SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Mn<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, CrO<sub>3</sub>) – оксиди неметалів і *металів з великим ступенем окиснення*
    - \* амфотерні (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZnO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SnO<sub>2</sub>) – оксиди *деяких металів*
- Графічні формули Ca = O, Na – O – Na
- Збільшення ступеня окиснення метала в ряду оксидів M<sub>x</sub>O<sub>y</sub> завжди супроводжується посиленням кислотних властивостей і послабленням основних  

$\overset{+2}{\text{Mn}}\text{O}$	$\overset{+4}{\text{Mn}}\text{O}_2$	$\overset{+7}{\text{Mn}}_2\text{O}_7$
основний	амфотерний	кислотний
- Змішані оксиди: Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> = Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·FeO, Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub> = PbO<sub>2</sub>·2PbO
- Змішаним оксидом є також «бор фосфат»: 2BPO<sub>4</sub> = B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

### 2.2 Хімічні властивості

- Взаємодія з водою (гідратація, гідроліз):  
Na<sub>2</sub>O + H<sub>2</sub>O = 2NaOH, SO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O = H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- Взаємодія з *кислотою* або *основою*  
CuO + 2H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = CuSO<sub>4</sub> + H<sub>2</sub>O,  
SO<sub>2</sub> + 2NaOH = Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O
- Взаємодія з оксидом протилежної природи  
Na<sub>2</sub>O + CO<sub>2</sub> = Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>
- Відновлення: CuO + H<sub>2</sub>  $\xrightarrow{t}$  Cu + H<sub>2</sub>O
- Основні способи одержання оксидів

- взаємодія з киснем  
 $2\text{Mg} + \text{O}_2 = 2\text{MgO}, \quad 4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 = 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O};$
- термічний розклад складних речовин  
 $\text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{t} \text{CaO} + \text{H}_2\text{O};$
- Витискання одного елемента іншим (активним)  
 $2\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 = \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Fe}.$

## 3 Основи

### 3.1 Загальні зауваження

- При розпаді на іони у воді утворюють аніони лише одного типу –  $\text{OH}^-$
- Назва: «елемент» + гідроксид (ступінь окиснення)  
 $\text{Cu}(\text{OH})_2$  – купрум (II) гідроксид
- Способи класифікації
  - за *силою* дисоціації у воді:
    - \* сильні – легко розпадаються на іони ( $\text{NaOH}$ )
    - \* слабкі – погано розпадаються на іони ( $\text{Fe}(\text{OH})_3$ )
  - за *стійкістю* до термічного розкладу:
    - \* стійкі не розкладаються при нагріванні ( $\text{NaOH}$ )
    - \* нестійкі розкладаються легко ( $\text{AgOH}$ ,  $\text{Hg}(\text{OH})_2$ )
  - *кислотність* – кількість груп  $\text{OH}^-$  у частинці
    - \*  $\text{NaOH}$  – однокислотна основа
    - \*  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$  – багатокислотні основи
  - *луги* – сильні розчинні основи ( $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$ )
- Графічні формули  $\text{Na} - \text{O} - \text{H}$ ,  $\text{HO} - \text{Ca} - \text{OH}$

### 3.2 Хімічні властивості

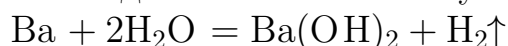
- Найважливіші властивості основ
  - зміна кольору індикаторів: **лакмус**, **фенолфталеїн**, **метилоранж**
  - $\text{HCl} + \text{KOH} = \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$  – нейтралізація *кислотою*
  - взаємодія з амфотерними металами та неметалами:  
 $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2$

– реакція з солями нерозчинних основ:  
 $2\text{KOH} + \text{CuSO}_4 = \text{Cu}(\text{OH})_2\downarrow + \text{K}_2\text{SO}_4$

– термічний розклад:  
 $2\text{Fe}(\text{OH})_3 \xrightarrow{t} \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

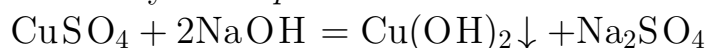
• Основні способи одержання основ:

– взаємодія активного металу з водою:



– реакція основного оксиду з водою:  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$

– сіль + луг = *нерозчинна основа* + сіль:



–  $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{електроліз}} 2\text{NaOH} + \text{H}_2 + \text{Cl}_2$

## 4 Кислоти

### 4.1 Загальні зауваження

- При розпаді на іони у воді утворюють катіони лише одного типу –  $\text{H}^+$
- Формула: « $\text{H}_x$  + кислотний залишок» ( $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ )
- Класифікація більш різноманітна, ніж у інших класів
  - *оксигенні* ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) і *безоксигенні* ( $\text{H}_2\text{S}$ )
  - *сила дисоціації* ( $\text{HNO}_3$  – сильна,  $\text{H}_2\text{S}$  – слабка)
  - *стійкість* ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{HClO}$  – нестійкі;  $\text{H}_2\text{SO}_4$  – стійка)
  - *основність* ( $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ )
  - за вмістом води у формульній одиниці:
    - \* *орто-* – найбільш багата форма ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ )
    - \* *мета-* – найменш багата форма ( $\text{HPO}_3$ )
  - *окиснюючі* ( $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{K})}$ ) та *неокиснюючі* ( $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{P})}$ ) кислоти класифікують за характером перебігу окисно-відновної реакції (ОВР)
- Номенклатура залежить від типу кислотного залишку
  - $\text{HCl}$  (хлоридна),  $\text{H}_2\text{S}$  (сульфідна)
  - $\text{HNO}_3$  (нітратна),  $\text{HNO}_2$  (нітратна (III))

## 4.2 Хімічні властивості

- Найважливіші властивості кислот:
  - зміна кольору індикаторів: **лакмус**, **метилоранж**
  - $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{KOH} = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$  – нейтралізація
  - $2\text{HCl} + \text{CuO} = \text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$  – взаємодія з основними оксидами
  - *Сильна* кислота витискує *слабку* з її солі:  
 $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{H}_2\text{SiO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4$
  - реакція з металами
    - \*  $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\uparrow$  – *неокиснююча* кислота
    - \* у кислоті-*окиснику* окиснює кислотний залишок:  
 $4\text{HNO}_3 + \text{Pd} = \text{Pd}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
  - розклад при нагріванні
    - \*  $\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{t} \text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$  – немає ОВР
    - \*  $4\overset{+5}{\text{N}}\overset{-2}{\text{O}}_3 \xrightarrow{t} 4\overset{+4}{\text{N}}\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \overset{0}{\text{O}}_2$  (ОВР)
- Основні способи одержання кислот
  - взаємодія кислотного оксиду з водою:  $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$
  - витискування сильною кислотою:  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NaCl} \xrightarrow{t} \text{HCl}\uparrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$

## 5 Солі

### 5.1 Загальні зауваження

- Утворюють іони метала (або  $\text{NH}_4^+$ ) і кислотного залишку при розпаді у розчині
- Номенклатура: спочатку катіон, потім – аніон  
 $\text{CuCl}_2$  – купрум (II) хлорид,  $\text{KNO}_3$  – калій нітрат
- Основні способи класифікації солей
  - середні ( $\text{NaCl}$ ) – лише метал і кислотний залишок
  - *кислі* ( $\text{KHSO}_3$ ) – є іони *гідрогену*
  - *основні* ( $\text{FeOHCl}_2$ ) – є іони  $\text{OH}^-$  (*гідроксид*)
  - складні солі
    - \* *змішані* містять залишки двох кислот:  $\text{CaCl}(\text{ClO})$

\* *подвійні* містять два катіони:  $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2$

- *комплексні* солі містять складні групи атомів – комплекси:  $\text{K}_3[\text{AlF}_6]$
- Оксосолі містять у якості аніона багатозарядний метал, що об'єднаний з атомом (або кількома) кисню:  
 $\text{BiONO}_3, \text{UO}_2\text{Cl}_2, \text{SbOCl}$

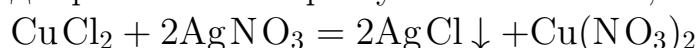
## 5.2 Хімічні властивості

- Найважливіші реакції солей

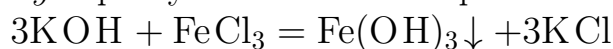
- *солі слабких кислот* розкладаються **сильними кислотами**



- дві розчинні солі реагують між собою, *якщо утворюється осад*:



- *луги* реагують з солями нерозчинних основ



- солі можуть вступати в окисно-відновні реакції  $2\text{FeCl}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{FeCl}_3$

- деякі солі гідролізуються, тобто взаємодіють з водою  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{NaHCO}_3 + \text{NaOH}$

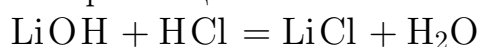
- Солі є продуктом різноманітних реакцій

- взаємодія металу і неметалу:  $\text{Mg} + \text{S} = \text{MgS}$

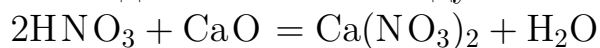
- взаємодія оксидів протилежної природи



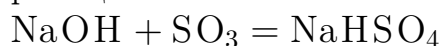
- нейтралізація основи кислотою (чи навпаки)



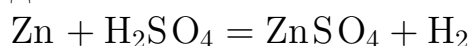
- взаємодія основного оксиду і кислоти



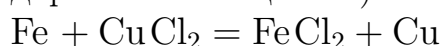
- реакція основи та кислотного оксиду



- дія кислоти на метал:



- витискування металу з солі більш активним металом (див. ряд стандартних потенціалів!)



Клас сполук	Функція		
	<b>Оснóвна</b> Здатність частинки утворювати катіонну частину нової сполуки	<b>Амфотерна</b> Здатність частинки утворювати як катіонну, так і аніонну частину нової сполуки	<b>Кислотна</b> Здатність частинки утворювати аніонну частину нової сполуки
Оксиди	<b>Оснóвні оксиди</b> Оксиди металів у низьких ступенях окиснення: $K_2O$ , $CaO$ .	<b>Амфотерні оксиди</b> Деякі метали і неметали: $ZnO$ , $Sb_2O_3$	<b>Кислотні оксиди</b> Оксиди неметалів і металів у високих ступенях окиснення: $SO_3$ , $WO_3$ .
↓гідратація / дегідратація↑			
Гідроксиди	<b>Основи</b> Ознака – іон $OH^-$ $KOH$ , $Ca(OH)_2$	<b>Амфотерні гідроксиди</b> $Zn(OH)_2$ або $H_2ZnO_2$ , $Sb(OH)_3$ або $H_3SbO_3$	<b>Кислоти</b> Ознака – іон $H^+$ $H_2SO_4$ , $H_2WO_4$
↓нейтралізація / гідроліз↑			
Солі	<b>Оснóвні солі</b> Продукти неповної нейтралізації основ: $CaOHCl$	–	<b>Кислі солі</b> Продукти неповної нейтралізації кислот: $NaHSO_4$