ТЕМА: Генетичні зв’язки між неорганічними речовинами.

Між класами неорганічних сполук є зв’язки, які називають генетичними. З курсів хімії та біології ви вже знаєте значення слова «генетичний», яке походить від грецького слова γεννάω (розтлумачте його). Генетичний зв’язок між класами неорганічних сполук полягає в тому, що з речовин одного класу можна добути речовини - представники інших класів. Отже, генетичні зв’язки - це зв’язки між різними класами сполук, які ґрунтуються на їхніх взаємоперетвореннях. До генетичного ряду речовин входять представники різних класів неорганічних сполук того самого хімічного елемента. Вони мають єдине походження - генезис - і пов’язані взаємоперетвореннями.

• *1. Проаналізуйте наведені далі ланцюжки перетворень, які відображають генетичні зв’язки між класами неорганічних сполук.*

$Na \rightarrow Na_2O \rightarrow NaOH \rightarrow Na_2SO_4 \rightarrow NaCl \rightarrow NaNO_3$;

$Cu \rightarrow CuO \rightarrow CuSO_4 \rightarrow Cu(OH)_2 \rightarrow CuCl_2 \rightarrow Cu \rightarrow CuBr_2$;

$Al \rightarrow AlCl_3 \rightleftarrows Al(OH)_3 \rightarrow Na[Al(OH)_4]$;

Al_2O_3 ⇅

$Al_2(SO_4)_3$

$P \rightarrow P_2O_5 \rightarrow H_3PO_4 \rightarrow Na_3PO_4 \rightarrow Ag_3PO_4$;

$Si \rightarrow SiO_2 \xrightarrow{t} Na_2SiO_3 \rightarrow H_2SiO_3 \rightarrow SiO_2$.

2. За наведеними на рисунку 35.1 генетичними рядами складіть рівняння відповідних реакцій, проаналізуйте їх з погляду окиснення-відновлення та електролітичної дисоціації.

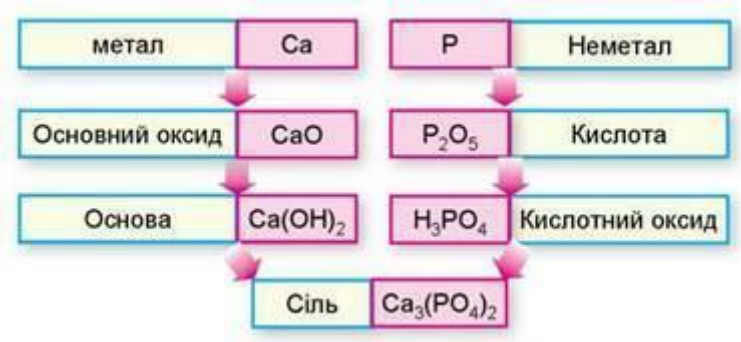


Рис. 35.1. Генетичні ряди Кальцію та Фосфору й зв’язки між ними

Повніше різноманітні генетичні зв’язки між основними класами неорганічних сполук описує схема на рисунку 35.2.

Оксиди

Фізичні властивості оксидів зумовлені типом кристалічних ґраток у речовинах, а отже, і типом хімічного зв'язку.

Оксиди	Визначення	Хімічний зв'язок та кристалічні ґратки	Агрегатний стан за звичайних

Основні	Оксиди, гідрати яких є основами	Здебільшого йонний зв'язок і йонні кристалічні ґратки	Тверді речовини
Кислотні	Оксиди, гідрати яких є кислотами. Їх також називають ангідридами кислот	Ковалентний полярний зв'язок; молекулярні кристалічні ґратки	Газуваті (CO_2, SO_2), рідкі (SO_3, M або тверді (P_2O_5, CrO_3, N_2O_5) речо
Амфотерні	Оксиди, що взаємодіють як із кислотними, так і з основними речовинами	Здебільшого йонний зв'язок; йонні або атомні кристалічні ґратки	Тверді тугоплавкі речовин
Несолетворні	Оксиди, яким не відповідають ані кислотні, ані основні речовини	Ковалентний полярний зв'язок; молекулярні або атомні кристалічні ґратки	Газуваті (N_2O, NO, CO) або тверд речовини

Залежно від того, до якої групи належить оксид, він виявляє різні хімічні властивості.

1. Основні оксиди

Хімічні властивості	Рівняння реакції
Взаємодіють із кислотними оксидами з утворенням солі. Не взаємодіють з основними оксидами	$CaO + CO_2 = CaCO_3$
Взаємодіють із кислотами з утворенням солі та води. Не взаємодіють з основами	$CaO + 2HCl = CaCl_2 + H_2O$
З водою взаємодіють лише ті оксиди, що утворюють луги (оксиди лужних і лужноземельних елементів). Інші оксиди з водою не взаємодіють	$CaO + H_2O = Ca(OH)_2$ $FeO + H_2O \neq$
Взаємодіють із відновниками: активнішими металами або вуглецем чи воднем. Не взаємодіють із солями	$3MnO + 2Al = Al_2O_3 + 3Mn$ $FeO + C = Fe + CO$ $CuO + H_2 = Cu + H_2O$

2. Кислотні оксиди

Хімічні властивості	Рівняння реакції
Взаємодіють з основними оксидами з утворенням солі. Не взаємодіють із кислотними оксидами	$SO_3 + CaO = CaSO_4$
Взаємодіють з основами з утворенням солі та води. Не взаємодіють із кислотами	$SO_3 + Ca(OH)_2 = CaSO_4 + H_2O$
Взаємодіють із водою з утворенням кислот (за винятком силіцій(IV) оксиду)	$SO_3 + H_2O = H_2SO_4$ $SiO_2 + H_2O \neq$
Взаємодіють із солями за умови утворення леткого оксиду (CO_2, SO_2)	$CaCO_3 + SiO_2 \overset{t}{=} CaSiO_3 + CO_2\uparrow$

3. Амфотерні оксиди

Хімічні властивості	Рівняння реакції
Взаємодіють із кислотами й основами з утворенням солі та води	$ZnO + 2HCl = ZnCl_2 + H_2O$ $ZnO + 2NaOH \overset{t}{=} Na_2ZnO_2 + H_2O$
Взаємодіють із кислотними й основними оксидами та між собою під час сплавляння	$ZnO + CO_2 \overset{t}{=} ZnCO_3$ $ZnO + CaO \overset{t}{=} CaZnO_2$ $ZnO + Al_2O_3 \overset{t}{=} Zn(AlO_2)_2$

4. Несолетворні оксиди не взаємодіють ані з водою, ані з кислотними та основними оксидами. Для них більш характерними є відновні властивості.

Хімічні властивості	Рівняння реакції
Взаємодіють із киснем	$2NO + O_2 = 2NO_2$ $2CO + O_2 = 2CO_2$
Карбон(II) оксид відновлює метали з оксидів	$CuO + CO = Cu + CO_2$

Кислоти

Кислоти — це електроліти, під час дисоціації яких утворюються аніони кислотних залишків та катіони лише одного виду — йони H^+.

Розбавлені розчини кислот виявляють загальні хімічні властивості, що є спільними як для неорганічних, так і для органічних кислот.

Хімічні властивості	Рівняння реакції
Електролітична дисоціація і, як наслідок, зміна забарвлення індикаторів	$HxAn \leftrightarrows xH^+ + An^{x-}$
Взаємодіють із металами, розташованими в ряду активності лівіше за водень	$H_2SO_4 + Zn = ZnSO_4 + H_2\uparrow$

Взаємодіють із основними та амфотерними оксидами з утворенням солі і води	$H_2SO_4 + FeO = FeSO_4 + H_2O$ $Al_2O_3 + 6HCl = 2AlCl_3 + 3H_2O$
Взаємодіють з основами та амфотерними гідроксидами з утворенням солі і води	$H_3PO_4 + 3NaOH = Na_3PO_4 + 3H_2O$ $H_2SO_4 + Zn(OH)_2 = ZnSO_4 + 2H_2O$
Взаємодіють із солями, якщо в результаті реакції виділяється газ, утворюється осад або вода	$H_2SO_4 + BaCl_2 = BaSO_4\downarrow + 2HCl$ $2HCl + Na_2SiO_3 = H_2SiO_3\downarrow + 2NaCl$ $2HCl + FeS = FeCl_2 + H_2S\uparrow$ $2HNO_3 + CaCO_3 = Ca(NO_3)_2 + CO_2\uparrow + H_2O$

Основи

Основи — це електроліти, під час дисоціації яких утворюються катіони металічних елементів, амонію (або його органічних похідних) та аніони лише одного виду — гідроксид-іони OH^-. Розчинні основи — гідроксиди лужних елементів та амонію — називають лугами. Хоча луги та нерозчинні гідроксиди є основними речовинами, але їхні хімічні властивості дещо відрізняються внаслідок різної розчинності.

Луги	Нерозчинні гідроксиди
Змінюють забарвлення індикаторів	Не змінюють забарвлення індикаторів
Взаємодіють із кислотами (реакція нейтралізації): $2KOH + H_2SO_4 = K_2SO_4 + 2H_2O$	Взаємодіють із кислотами: $Fe(OH)_2 + H_2SO_4 = FeSO_4 + 2H_2O$
Взаємодіють із кислотними оксидами: $2NaOH + CO_2 = Na_2CO_3 + H_2O$	Взаємодіють із кислотними оксидами, які є ангідридами сильних кислот: $Ca(OH)_2 + SO_3 = CaSO_4 + H_2O$
Взаємодіють з амфотерними оксидами й гідроксидами: $2NaOH + ZnO \xrightarrow{t} Na_2ZnO_2 + H_2O$ $KOH + Al(OH)_3 = KAl(OH)_4$ (у розчині)	Взаємодіють з амфотерними оксидами й гідроксидами під час сплавляння: $Fe(OH)_2 + ZnO \xrightarrow{t} FeZnO_2 + H_2O$ $3Fe(OH)_2 + 2Al(OH)_3 \xrightarrow{t} Fe_3(AlO_3)_2 + 6H_2O$
Взаємодіють із розчинами солей, якщо утворюється нерозчинна речовина (випадає осад): $2NaOH + CuSO_4 = Cu(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4$	Із розчинами солей зазвичай не взаємодіють
Гідроксиди лужних елементів стійкі до нагрівання (не розкладаються). Гідроксиди лужноземельних елементів розкладаються, але за значно більшої температури, ніж нерозчинні гідроксиди: $Ca(OH)_2 \xrightarrow{t} CaO + H_2O$	За нагрівання розкладаються з утворенням оксиду та води: $Fe(OH)_2 \xrightarrow{t} FeO + H_2O$

Амфотерні гідроксиди

Амфотерними є сполуки, що взаємодіють із речовинами як кислотної, так і основної природи. Алюміній, Цинк і деякі інші елементи утворюють амфотерні оксиди та гідроксиди. Амфотерні гідроксиди виявляють усі властивості нерозчинних гідроксидів. Їхні особливості проявляються у взаємодії з основними речовинами.

Під час сплавляння з основними оксидами або гідроксидами утворюються сіль (цинкат або алюмінат) та вода:

$$Zn(OH)_2 + MgO \xrightarrow{t} MgZnO_2 + H_2O$$
$$Zn(OH)_2 + Mg(OH)_2 \xrightarrow{t} MgZnO_2 + 2H_2O$$

У випадку алюміній гідроксиду залежно від співвідношення лугу й оксиду утворюються два типи солей — метаалюмінат та ортоалюмінат:

• за нестачі лугу:

$$Al(OH)_3 + NaOH \xrightarrow{t} NaAlO_2 + 2H_2O$$

• за надлишку лугу:

$$Al(OH)_3 + 3NaOH \xrightarrow{t} Na_3AlO_3 + 3H_2O$$

Свіжоприготовлений алюміній та цинк гідроксиди активно взаємодіють із розчинами лугів за звичайних умов:

$$Zn(OH)_2 + 2NaOH = \underset{\text{(натрій тетрагідроксоцинкат)}}{Na_2[Zn(OH)_4]}$$

Залежно від концентрації лугу алюміній гідроксид може утворювати два різні продукти:

$$Al(OH)_3 + NaOH(\text{розб.}) = \underset{\text{(натрій тетрагідроксоалюмінат)}}{Na[Al(OH)_4]}$$
$$Al(OH)_3 + 3NaOH(\text{конц.}) = \underset{\text{(натрій гексагідроксоалюмінат)}}{Na_3[Al(OH)_6]}$$

Солі

Солі — це хімічні сполуки, що складаються з катіонів та аніонів. Для середніх солей характерні реакції обміну та розкладання на оксиди.

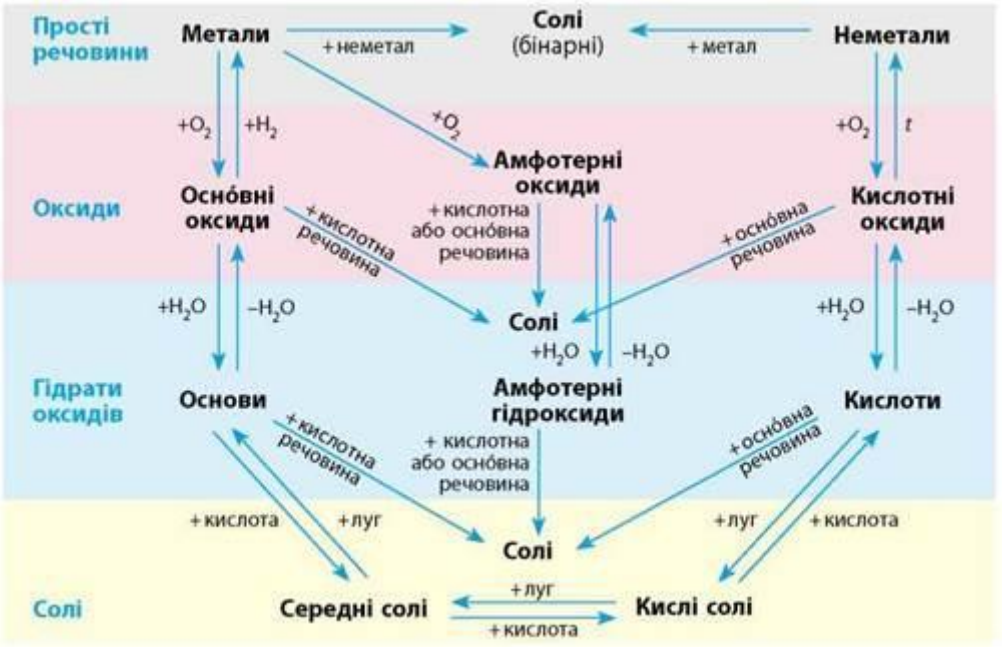
Хімічні властивості середніх солей	Рівняння реакції
Взаємодіють із кислотами, якщо утворюється слабкіша чи нестійка кислота або осад	$FeS + 2HCl = FeCl_2 + H_2S\uparrow$ $CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + CO_2\uparrow + H_2O$ $BaCl_2 + H_2SO_4 = BaSO_4\downarrow + 2HCl$ $Na_2SiO_3 + 2HCl = 2NaCl + H_2SiO_3\downarrow$
Взаємодіють із лугами, якщо утворюється нерозчинний гідроксид. Із нерозчинними гідроксидами не взаємодіють	$CuCl_2 + 2NaOH = Cu(OH)_2\downarrow + 2NaCl$
Вступають у реакції обміну з іншими солями, якщо утворюється осад	$AgNO_3 + NaCl = AgCl\downarrow + NaNO_3$ $BaCl_2 + Na_2SO_4 = BaSO_4\downarrow + 2NaCl$ $CaCl_2 + Na_2CO_3 = CaCO_3\downarrow + 2NaCl$
Розкладаються за нагрівання, якщо утворюються леткі оксиди	$CaCO_3 \overset{t}{=} CaO + CO_2\uparrow$ $CuSO_4 \overset{t}{=} CuO + SO_3\uparrow$ $Cu(NO_3)_2 \overset{t}{=} CuO + 2NO_2\uparrow + O_2\uparrow$
Активніші метали витісняють менш активні метали з розчинів солей	$CuSO_4 + Fe = FeSO_4 + Cu\downarrow$

Хімічні властивості кислих солей певною мірою подібні до властивостей кислот.

Хімічні властивості кислих солей	Рівняння реакції
Із кислотами взаємодіють за умови утворення слабкішої або нестійкої кислоти	$NaHS + HCl = NaCl + H_2S\uparrow$ $Ca(HCO_3)_2 + 2HCl = CaCl_2 + 2CO_2\uparrow + 2H_2O$
Із лугами взаємодіють з утворенням солі та води, як кислоти	$NaHCO_3 + NaOH = Na_2CO_3 + H_2O$ $Ca(H_2PO_4)_2 + Ca(OH)_2 = 2CaHPO_4\downarrow + 2H_2O$ $Ca(H_2PO_4)_2 + 2Ca(OH)_2 = Ca_3(PO_4)_2\downarrow + 4H_2O$
Із середніми солями вступають у реакції обміну за умови утворення нерозчинної солі	$Na_2HPO_4 + CaCl_2 = CaHPO_4\downarrow + 2NaCl$ $Na_2HPO_4 + 3AgNO_3 = Ag_3PO_4\downarrow + 2NaNO_3 + HNO_3$
За незначного нагрівання розкладаються з утворенням середніх солей за умови виділення леткого оксиду	$2NaHCO_3 \overset{t}{=} Na_2CO_3 + CO_2\uparrow + H_2O$ $Ca(HCO_3)_2 \overset{t}{=} CaCO_3\downarrow + CO_2\uparrow + H_2O$

Генетичні зв'язки між основними класами неорганічних сполук

Ґрунтуючись на взаємоперетвореннях речовин основних класів неорганічних сполук, можна визначити певні закономірності поступового їх ускладнення та взаємозв'язки між ними.


Прості речовини
Оксиди
Гідрати оксидів
Солі
Метали
+ неметал
Солі (бінарні)
+ метал
Неметали
+O2
+H2
+O2
+O2
t
Основні оксиди
+ кислотна речовина
+ кислотна або основна речовина
Амфотерні оксиди
+ основна речовина
Кислотні оксиди
+H2O
–H2O
Солі
+H2O
–H2O
+H2O
–H2O
Основи
+ кислотна речовина
+ кислотна або основна речовина
Амфотерні гідроксиди
+ основна речовина
Кислоти
+ кислота
+ луг
Солі
+ луг
+ кислота
Середні солі
+ луг
+ кислота
Кислі солі