МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВНУТРІШНІХ СПРАВ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ

Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

навчальної дисципліни «Хімія»
обов'язкових компонент
освітньої-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
бакалавр з електроенергетики, електротехніки та електромеханіки за

Електромеханіка

за темою 4 – Класи неорганічних сполук і їх властивості.

Харків 2022

ЗАТВЕРДЖЕНО
Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 26.09.2022 № 9

СХВАЛЕНО
Методичною радою
Кременчуцького льотного коледжу
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 19.09.2022 № 2

ПОГОДЖЕНО
Секцією науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 23.09.2022 № 9

Розглянуто на засіданні циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, протокол від 14.09.2022 № 3

Розробник:
1. канд. хім. наук, доцент, спеціаліст вищої категорії, викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, Козловська Т. Ф.

Рецензенти:
1. канд. хім. наук, доцент, завідувач кафедри екології та біотехнологій Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського, професор Новохатько О. В.
2. канд. техн. наук, доцент, викладач циклової комісії природничих дисциплін Кременчуцького льотного коледжу Харківського національного університету внутрішніх справ, викладач-методист, спеціаліст вищої категорії Долударєва Я. С.

План лекції:

1. Оксиди.
2. Основи.
3. Кислоти. Графічні формули.
4. Типи солей та їх властивості.
5. Генетичні зв'язки між основними класами неорганічних сполук

Рекомендована література:

Основна

1. Романова Н. В. Загальна та неорганічна хімія : практикум. Київ : Либідь, 2003. 205 с.
2. Кириченко В. І. Загальна хімія : навч. посібник. Київ : Вища школа, 2005. 635 с.
3. Басов В. П., Радіонов В. М. Хімія : навч. посібн. 4-те вид. Київ : Каравела, 2004. 302 с.
4. Бочеров А. Д., Жикол О. А., Красовська М. В. Хімія : Довідник з прикладами розв'язання задач. Харків, 2011. 416 с.
5. Григор'єва В. В., Самійленко В.М., Сич А. М., Голуб О. А. Загальна хімія : підручник для студентів нехімічних спеціальностей вищих навчальних закладів. Київ : Вища школа, 2009. 471 с.
6. Степаненко О. М., Рейтер Л. Г., Ледовських В. М., Іванов С. В. Загальна та неорганічна хімія. Част. 1. Київ : Педагогічна преса, 2002. 418 с.
7. Степаненко О. М., Рейтер Л. Г., Ледовських В. М., Іванов С. В. Загальна та неорганічна хімія. Част. 2. Київ : Педагогічна преса, 2000. 783 с.

Додаткова

1. Панасенко О. І. та ін. Неорганічна хімія : підручник. Запоріжжя : Запорізький державний медичний університет, 2016. 462 с.
2. Андрійко О. О. Неорганічна хімія біогенних елементів. Київ : НТТУ«КПІ», 2013. 332 с.
3. Рейтер Л. Г., Степаненко О. М., Басов В. П. Теоретичні розділи загальної хімії. Київ : Каравела, 2012. 303 с.
4. Загальна та неорганічна хімія : підруч. для студентів вищ. навч. закл. / Є. Я. Левітін, А. М. Бризицька, Р. Г. Клюєва; за заг. ред. Є.Я. Левітіна. 3-тє вид. Харків : НФаУ : Золоті сторінки, 2017. 512 с.
5. Гомонай В. І., Мільович С. С. Загальна та неорганічна хімія : підручник для студентів вищих навчальних закладів. Вінниця, 2016. 448 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. Віртуальна читальня освітніх матеріалів для студентів, вчителів, учнів та батьків. URL : https://subject.com.ua/

Текст лекції

1. Оксиди

Оксиди – це складні з'єднання, що складаються з двох елементів один з яких кисень.

Наприклад: CaO, SiO_2, SO_3, Al_2O_3

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 умов
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, Mn_2O_7) або тверді (P_2O_5, CrO_3, N_2O_5) речовини
Амфотерні	Оксиди, що взаємодіють як із кислотними, так і з основними речовинами	Здебільшого йонний зв'язок; йонні або атомні кристалічні ґратки	Тверді тугоплавкі речовини
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 тверді (SiO) речовини

Отримання оксидів:

1. При безпосередній взаємодії елементів з киснем:

$$2Mg + O_2 = 2MgO$$

$$2S + O_2 = SO_2$$

2. При розкладанні кислот, основ, солей:

$$H_2CO_3 = CO_2 + H_2O$$

$$Cu(OH)_2 = CuO + H_2O$$

$$MgCO_3 = MgO + CO_2$$

3. При обжигу сульфідів:

$$2ZnS + 3O_2 = 2ZnO + SO_2$$

4. При спалюванні водневих з'єднань:

$$2H_2S + 3O_2 = 2SO_2 + 2H_2O$$

Типи оксидів.

Оксиди підрозділяються на *солеутворюючі (солетворні), несолетвірні (інертні*).

Солеутворюючі оксиди CaO, MgO, SO_2, SO_3, SiO_2 при взаємодії з кислотами і осовами утворюють солі:

$$CaO + H_2SO_4 = CaSO_4 + H_2O$$

$$SO_3 + 2NaOH = Na_2SO_4 + H_2O$$

Несолеутворюючі (інертні) оксиди NO, CO не утворюють солей, але вступають в хімічні реакції:

$$NO + O = NO$$

$$CO + O_2 = CO_2$$

Залежно від хімічних властивостей солеутворюючі оксиди підрозділяють на три типи: ***основні, кислотні і амфотерні***.

Основні оксиди – це оксиди, гідрати яких є підставами або взаємодіючі з кислотами з утворенням солей.

$$CaO + H_2O = Ca(OH)_2$$

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

До складу основних оксидів входять типовий або перехідної метал, якщо він проявляє низький (+) позитивний ступінь окислення, наприклад: CrO, TiO.

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	$3MnO + 2Al = Al_2O_3 + 3Mn$ $FeO + C = Fe + CO$ $CuO + H_2 = Cu + H_2O$

Кислотні оксиди – це оксиди, гідрати яких є кислотами або взаємодіючі з підставами з утворенням солі.

До складу кислотних оксидів входять неметал або перехідної метал, якщо він проявляє вищий (+) ступінь окислення. Наприклад, CO, SiO, CrO_3, Mn_2O_7.

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)	$CaCO_3 + SiO_2 \xrightarrow{t} CaSiO_3 + CO_2\uparrow$

Амфотерні оксиди– це оксиди, що володіють властивостями як основних, так і кислотних оксидів або створюючі солі при взаємодії як з кислотами так і з основами.

$$ZnO + 2HCl = ZnCl_2 + H_2O$$
$$ZnO + 2NaOH = Na_2\ ZnO_2 + H_2O$$

До складу амфотерних оксидів входить метал, що володіє амфотерними властивостями, а також перехідної метал, що проявляє більш високі (+) ступені окислення.

Наприклад: Al_2O_3, Cr_2O_3, TiO_2, MnO_2.

Тип оксиду визначається положенням елементів, їх створюючих, в періодичній системі. У періодах біля елементів головної підгрупи зліва направо у зв'язку із зменшенням атомного розпаду відбувається ослаблення основних і наростання кислотних властивостей оксидів. Так, наприклад, для елементів третього періоду:

Na_2O, Mg	Al_2O_3	SiO_2, P_2O_5, SO_3, Cl_2O_7
Основні	*амфотерний*	*кислотні*

У групах біля елементів головних підгруп зверху вниз у зв'язку із зростанням атомного розпаду спостерігається посилення основних властивостей оксидів.

Наприклад, для елементів третьої групи.

B_2O_3	кислотний
Al_2O_3	амфотерні Ga_2O_3
In_2O_3	основні Tl_2O_3

Біля елементів побічних підгруп (перехідні метали) характер зміни властивостей оксидів в періодах і групах складніший. З підвищенням їх ступеня

окислення відбувається ослаблення основних і наростання кислотних властивостей, утворюваних ними оксидів.

Наприклад:

MnO, Mn_2O_3	MnO_2	MnO_3, Mn_2O_7
Основні	амфотерний	кислотні

По агрегатному поляганню оксиди підрозділяються на тверді, рідкі і газоподібні.

Тверді: CaO, MgO, SiO_2, P_2O_5. Рідкі: N_2O_3, N_2O_4

Газоподібні: SO_2, NO, SO_3 CO_2

Також оксиди діляться на розчинні і нерозчинні у воді. Розчинні у воді оксиди утворюють підстави.

Реакції, характерні для кожного типу оксидів

Для *основних оксидів характерні реакції* взаємодії з кислотними оксидами, кислотами а також амфотерними оксидами і гідроксидами:

$MgO + H_2CO_3 = MgCO_3 + H_2O$ (з кислотами)

$MgO + CO_2 = MgCO_3$ (з кислотними оксидами)

$Li_2O_3 + ZnO = Li_2ZnO_2$ (з амфотерними оксидами)

$Li_2O + Zn(OH)_2 = Li_2ZnO_2 + H_2O$ (з гідроксидами металів)

Для *кислотних оксидів характерні реакції* з основами і основними оксидами, а також з амфотерними оксидами і гідроксидами:

$CO_2 + Ca(OH)_2 = CaCO_3 + H_2O$ (з гідроксидами)

$CO_2 + CaO = CaCO_3$ (з основними оксидами)

$SO_2 + ZnO = ZnSO_3$ (з амфотерними оксидами)

$SO_2 + Zn(OH)_2 = ZnSO_3 + H_2O$ (з гідроксидами металів)

Для *амфотерних оксидів характерні реакції* – з основами і основними оксидами, з кислотами і кислотними оксидами.

$Al_2O_3 + 2\ NaOH = 2\ NaAlO_2 + H_2O$ (з основами)

$Al_2O_3 + Na_2O = 2\ NaAlO_2$ (з основними оксидами)

$Al_2O_3 + 3\ H_2SO_4 = Al_2(SO_4)_3 + 3H_2O$ (з кислотами)

$Al_2O_3 + 3\ SO_3 = Al_2(SO_4)_3$ (з кислотними оксидами)

Назва оксидів походить від основного елементу становить оксид з вказівкою ступеня окислення (якщо вона змінна).

Наприклад: MgO – оксид магнію (II), SO_2 – оксид сульфуру (IV), CuO – оксид міді (I).

2. Основи

Основи – це складні з'єднання, в яких атоми електропозитивних елементів пов'язані з гідроксогрупами (ОН). Наприклад: NaOH, $Ca(OH)_2$ і т.д.

Основи (гідроксиди) бувають розчинні і нерозчинні у воді. Розчинні у воді основи називають *лугами***.** До лугів відносяться, освічені елементи ІА і ІІА групи (виключення Be, Mg).

По числу гідроксогруп основи підрозділяються на одно – (з однією групою ОН-) і багатокислотні (з декількома групами ОН-)

Отримання. Розчинні у воді основи одержують при взаємодії активних металів і їх оксидів з водою:

$$2Li + 2H_2O = 2LiOH + H_2$$

$$2Li_2O + H_2O = 2LiOH$$

Нерозчинні у воді гідроксиди одержують при дії лугів на солі:

$$CdSO_4 + 2\ NaOH = Cd(OH)_2 + Na_2SO_4.$$

Хімічні властивості основ.

Характерними *реакціями для основ є* реакції взаємодії з кислотами і кислотними оксидами, а також амфотерними оксидами і гідроксидами.

$$2NaOH + H_2SO_4 = Na_2\ SO_4 + H_2O \text{ (з кислотами)}$$

$$NaOH + SO_2 = NaH\ SO_3 \text{ (з кислотними оксидами)}$$

$$2NaOH + ZnO = Na_2\ ZnO_2 + H_2O \text{ (з амфотерними оксидами)}$$

$$2NaOH + Zn(OH)_2 = Na_2\ ZnO_2\ + 2\ H_2O \text{ (з гідроксидами металів)}$$

Гідроксиди також взаємодіють з солями:

$$2NaOH + CuSO_4 = Cu\ (OH)_2 + Na_2\ SO_4.$$

Назва основ походить від слова гідроксид і назва металу з вказівкою ступеня окислення, якщо вона змінна.

Амфотерні гідроксиди – це складні з'єднання, які залежно від умов проявляють властивості як кислот, так і основ (подвійні властивості).

Наприклад: $Zn(OH)_2$, $Al(OH)_3$, $Cr(OH)_3$, $Mn(OH)_4$.

По відношенню до кислот і кислотних оксидів вони поводяться як основи:

$$Zn(OH)_2 + H_2\ SO_4 = ZnSO_4 + 2H_2O$$

$$Zn(OH)_2 + SO_3 = ZnSO_4 + H_2O$$

По відношенню до основ і основних оксидів поводяться як кислоти:

$$Zn(OH)_2 + 2NaOH + = Na_2\ ZnO_2 + 2\ H_2O$$

$$Zn(OH)_2 + Na_2O = Na_2\ ZnO_2 + H_2O$$

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: $2NaOH + ZnO \overset{t}{=} Na_2ZnO_2 + H_2O$ $KOH + Al(OH)_3 = KAl(OH)_4$ (у розчині)	Взаємодіють з амфотерними оксидами й гідроксидами під час сплавляння: $Fe(OH)_2 + ZnO \overset{t}{=} FeZnO_2 + H_2O$ $3Fe(OH)_2 + 2Al(OH)_3 \overset{t}{=} \overset{t}{=} Fe_3(AlO_3)_2 + 6H_2O$
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: $Ca(OH)_2 \overset{t}{=} CaO + H_2O$	За нагрівання розкладаються з утворенням оксиду та води: $Fe(OH)_2 \overset{t}{=} FeO + H_2O$

3. Кислоти. Графічні формули.

Кислоти – це складні речовини, до складу яких входять атоми водню, пов'язані з кислотними залишками.

Наприклад, H_2SO_4, HNO_3, HCl.

З погляду теорії електролітичної дисоціації кислоти – це з'єднання, при дисоціації яких утворюються (+) заряджені іони гідрогену H^+. Наприклад, електролітична дисоціація нітратної кислоти:

$$HNO_3 \leftrightarrow H^+ + NO^{3-}$$

По числу атомів водню, що входять в їх склад, кислоти підрозділяються на одно (з одним іоном H^+) – і багато основні (з декількома H^+).

Наприклад, **H**NO_3 – одноосновна, **H_2**SO_4-двоосновна, **H_3**PO_4 – трьохосновна.

Група атомів, що утворюється в результаті відщеплювання одного або

декількох атомів гідрогену в молекулі кислоти, називається **кислотним залишком.** Заряд кислотного залишку визначається числом відщеплених атомів гідрогену і завжди має заряд (-).

Наприклад: HNO_3 ($-NO_3^-$), H_3PO_4 ($-PO_4^{3-}$)

Кислоти бувають безкисневі і кисневмісні.

Наприклад, HCl, HF,HCN (без кисневі кислоти)

$H_2S\mathbf{O}_4$, $HN\mathbf{O}_3$ (кисневмісні)

Отримання кислот

Кислоти одержують:

1. При безпосередній взаємодії кислотних оксидів з водою:

$$SO_3 + H_2O = H_2SO_4$$

2. При безпосередній взаємодії елементів з воднем або водою:

$$H_2 + Cl_2 = 2\ HCl$$

$$Cl_2 + H_2O = HCl + HClO$$

3. При взаємодії кислот з солями:

$$2NaNO_3 + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2\ HNO_3$$

Хімічні властивості

Характерними реакціями для кислот є реакції взаємодії з основами і основними оксидами, а також амфотерними оксидами і гідроксидами.

$$2HCl + Mg(OH)_2 = Mg\ Cl_2 + 2H_2O \text{ (з основами)}$$

$$2HCl + MgO = Mg\ Cl_2 + H_2O \text{ (з основними оксидами)}$$

$$2HCl + ZnO = ZnCl_2 + H_2O \text{ (з амфотерними оксидами)}$$

$$2HCl + Zn(OH)_2 = ZnCl_2 + 2H_2O \text{ (з гідроксидами)}$$

1. Кислоти взаємодіють з металами:

$$2HCl + Mg = Mg\ Cl_2 + H_2$$

2. З солями:

$$2HCl + MgCO_3 = Mg\ Cl_2 + H_2CO_3$$

Назва кислот

Назва безкисневих кислот походить від назви елементу, створюючого кислоту з приставлянням закінчення воднева:

HI – йодидна, H_2S – сульфідна

Назва кисневмісних кислот походить від назви елементу, створюючого кислоту, з надбавкою закінчення, що характеризує його ступінь окислення.

Якщо елемент утворює тільки одну кислоту, то її назва одержує закінчення а:

$H_2\mathbf{C}O_3$ – карбонатна кислота, $H_2\mathbf{Si}O_3$ – силіцієва кислота.

Якщо елемент утворює дві кислоти, то коли він проявляє низький ступінь окислення, назва кислоти одержує закінчення -иста, -овиста; а коли він проявляє вищий ступінь окислення – -а, -ова:
HNO_2 – нітритна (азотиста), HNO_3 – нітратна (азотна);
H_3AsO_3 – миш'яковиста, H_3AsO_4– миш'якова

4. Типи солей та їх властивості

Солі – це складні речовини, що складаються з атомів металу або групи NH^{4+}, а також основних залишків, пов'язаних з кислотними залишками. Наприклад: $ZnCl_2$, $(CuOH)_2SO_4$

З погляду теорії електролітичної дисоціації солі – це електроліти, які при дисоціації утворюють в розчині негативно заряджені іони кислотних залишків.

$$ZnCl_2 \rightarrow Zn^{+2} + 2Cl^-$$
$$(CuOH)_2SO_4 \rightarrow 2\,(CuOH)^{+1} + SO_4^{2-}$$

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	$CaCO_3 \xrightarrow{t} CaO + CO_2\uparrow$ $CuSO_4 \xrightarrow{t} CuO + SO_3\uparrow$ $Cu(NO_3)_2 \xrightarrow{t} CuO + 2NO_2\uparrow + O_2\uparrow$
Активніші метали витісняють менш активні метали з розчинів солей	$CuSO_4 + Fe = FeSO_4 + Cu\downarrow$

Отримання солей

Солі одержують при взаємодії:

1. Металів з неметалами: $2Na + Cl_2 = 2\,NaCl$
2. Металів з кислотами: $Ca + 2HCl = Ca\,Cl_2 + H_2$
3. Основних і кислотних оксидів: $CaO + CO_2 = CaCO_3$
4. Основних і амфотерных оксидів з кислотами:

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

5. Кислотних і амфотерних оксидів з основами:

$$SO_3 + 2\ NaOH = Na_2SO_4 + H_2O$$

$$ZnO + 2\ NaOH = Na_2ZnO_2 + H_2O$$

6. Основ з кислотами: $Ca(OH)_2 + H_2SO_4 = CaSO_4 + 2\ H_2O$
7. Солей з основами: $Ni\ SO_4 + 2\ NaOH = Na_2\ SO_4 + Ni(OH)_2$
8. Солей з кислотами: $CaCl_2 + H_2SO_4 = CaSO_4 + 2\ HCl$
9. Солей з солями: $CaSO_4 + Na_2\ S = CaS + Na_2SO_4$
10. Металів з солями: $Ca + CuSO_4 = Cu + CaSO_4$

Типи солей

Залежно від складу розрізняють три типи солей: нормальні (середні), кислі, основні.

Нормальні (середні) солі – це продукт повного заміщення атомів гідрогену в молекулі кислоти на метал або гідроксильних груп в молекулі основи на кислотні залишки. Ці солі утворюються, коли метал і кислота або основа і кислота взяті в еквівалентних кількостях.

$$3Ca + 2H_3\ PO_4 = Ca_3(PO_4) + 3H_2$$

$$Cu(OH)_2 + H_2CO_3 = CuCO_3 + 2H_2O$$

Кислі солі – це продукт неповного заміщення атомів водню в молекулі кислоти на метал. Ці солі утворюються, коли метал узятий в недоліку. Одноосновні кислоти кислих солей не утворюють.

$$Ca + H_3\ PO_4 = CaHPO_4 + H_2$$

$$Ca + 2H_3\ PO_4 = CaH_2PO_4 + H_2$$

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	$2NaHCO_3 \xrightarrow{t} Na_2CO_3 + CO_2\uparrow + H_2O$ $Ca(HCO_3)_2 \xrightarrow{t} CaCO_3\downarrow + CO_2\uparrow + H_2O$

Основні солі – це продукт неповного заміщення гідроксильних груп в молекулах багатокислотних основ кислотними залишками. Ці солі утворюються, коли кислота узята в недостачі.

$$2Cu(OH)_2 + H_2CO_3 = (CuOH)_2CO_3 + 2H_2O$$

Хімічні властивості

Солі взаємодіють:

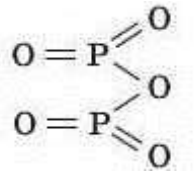
1. З основами: $Ni\,SO_4 + 2\,NaOH = Na_2\,SO_4 + Ni(OH)_2$
2. З кислотами: $CaCl_2 + H_2SO_4 = CaSO_4 + 2\,HCl$
3. З солями: $CaSO_4 + Na_2S = CaS + Na_2\,SO_4$
4. З металами: $Ca + CuSO_4 = Cu + CaSO_4$

Графічні (структурні) формули. Вони показують положення атомів, що входять до складу сполуки, на площини і послідовність їх з'єднання.

Для складання графічних формул необхідно визначити ступінь окислення кожної частинки, що входить в дану молекулу. Одиничний заряд в графічній формулі визначається однією межею. Елементи, що мають однаковий знак заряду, між собою не з'єднуються, окрім перекисних сполук, вуглецевих сполучень.

Графічні формули оксидів

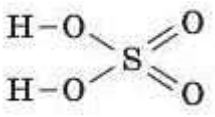
Наприклад, структурна формула P_2O_5



Графічні формули кислот

У кислотах кожен атом гідроген у через атом оксисену зв'язується з кислотоутворювачем.

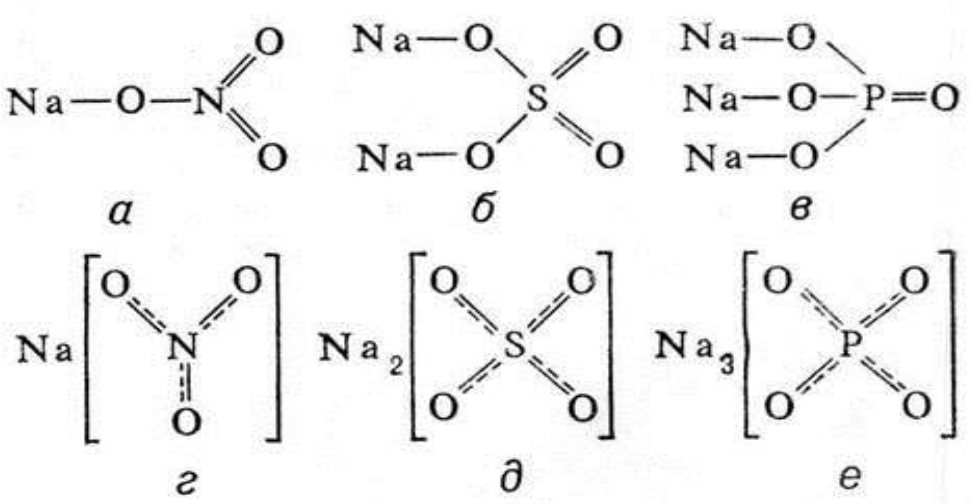
Наприклад,структурна формула H_2SO_4 (сульфатної кислоти)

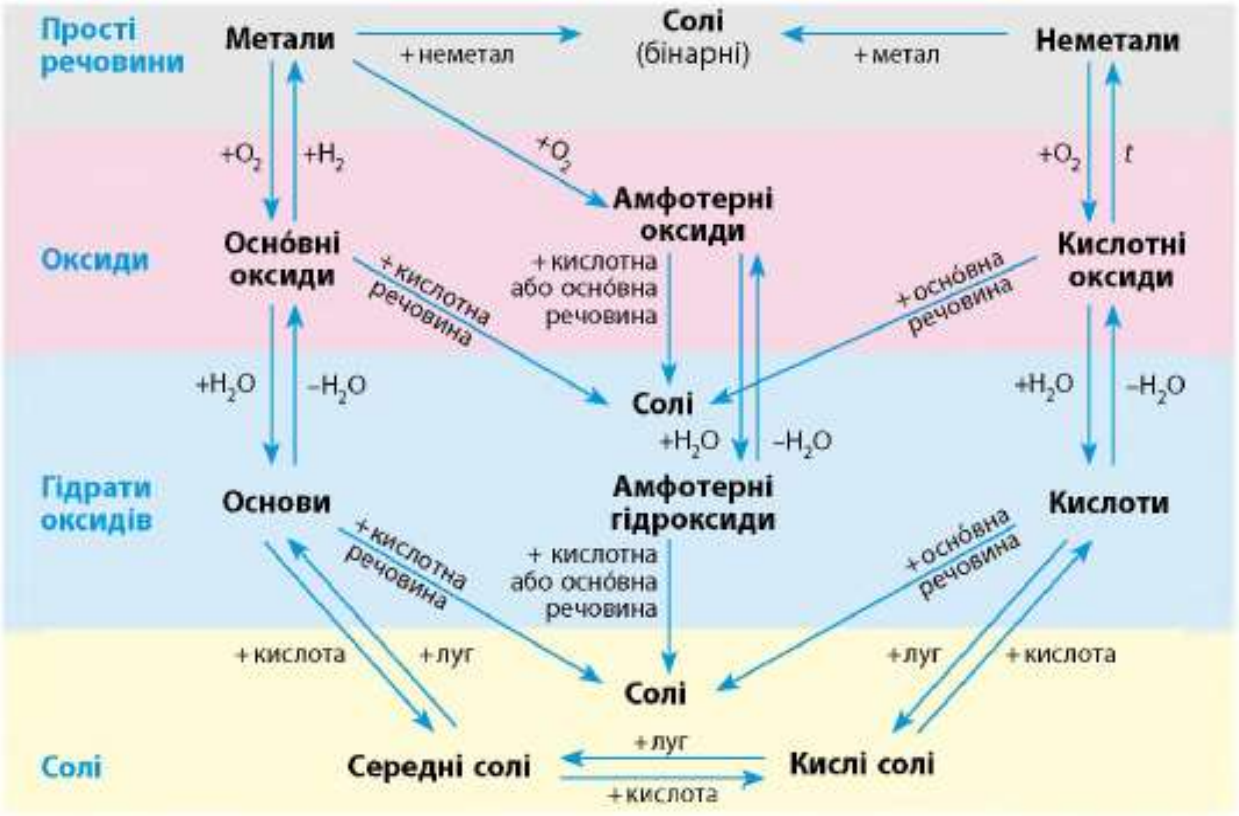


Графічні формули основ, наприклад NaOH (гідроксид натрію)

Na – O – H

Графічні формули солей відображають, виходячи з початкових речовин з яких утворені солі. Наприклад: а), г) $Na\,NO_3$; б), д) Na_2SO_4 ; в),е) Na_3PO_4



5. 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.