

1 Загальні положення

- Електронна конфігурація: $(n - 1)d^{10}ns^2$
- Ступені окиснення
 - Zn, Cd: +2
 - Hg: +1, +2
- Валентними є лише зовнішні електрони; *сполуки безбарвні*
- Всі сполуки Hg(+1) містять $[\text{Hg} - \text{Hg}]^{2+}$
- Властивості сполук d^{10} і s^2 елементів дуже подібні. Відмінність – комплексоутворення.
- Zn і Cd близькі за властивостями; Hg – унікальний елемент.
- Сполуки Cd і Hg сильно отруйні!

2 Прості сполуки

Прості сполуки: загальні зауваження

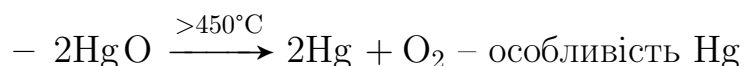
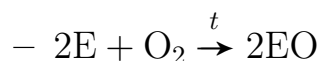
- Деякі характеристики металів

	Zn	Cd	Hg
$t_{\text{пл}}, ^\circ\text{C}$	420	321	-39
$E^\circ(\text{M}^{2+}/\text{M}), \text{V}$	-0,76	-0,40	+0,85

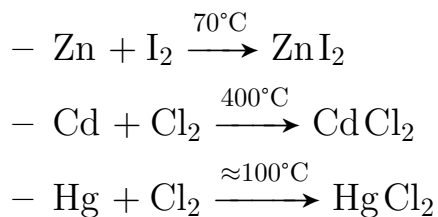
- Провідність Hg складає 1% від провідності Ag
- Hg не змочує скло і деякі інші матеріали

Реакції простих речовин

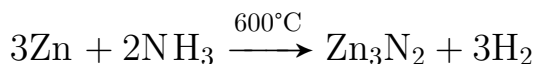
- З O_2 реакція відбувається при 350°C :



- З S реакція відбувається за тієї ж температури $\text{E} + \text{S} \xrightarrow{t} \text{ES}$
- З галогенами реакції відбуваються легше, наприклад



- Zn не реагує з N₂, однак:

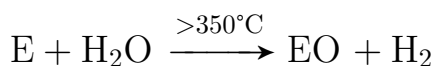


- Hg розчиняє багато металів з утворенням *амальгам*

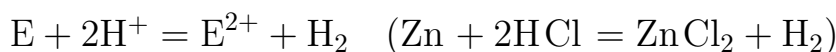
- приклади амальгам: HgAu₃, KHg₂
- ферум не утворює амальгами
- при нагріванні амальгами розкладаються

Реакції з основними реагентами

- Zn і Cd реагують з водяною парою

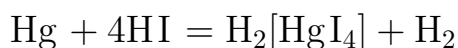


- Кислоти-неокисники діють на Zn і Cd

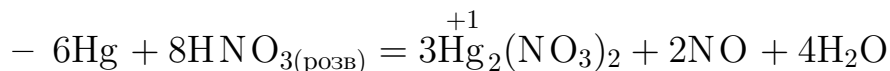
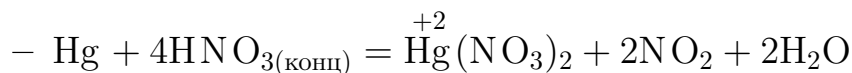
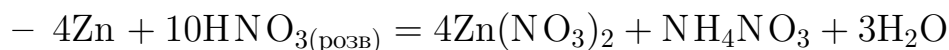


- Дуже чистий Zn розчиняється погано, тому в розчин додають Cu²⁺

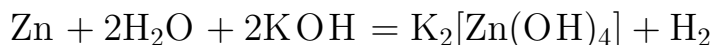
- Hg можна розчинити у концентрований HI



- У кислотах-окисниках розчиняються всі метали



- У розчинах лугів розчиняється лише цинк



Одержання простих речовин

- Одержання з багатих сульфідних руд:
 - $2ES + 3O_2 \xrightarrow{t} 2EO + 2SO_2$ – обпал
 - $EO + C \xrightarrow{t} E + CO$ – відновлення
 - Zn і Cd рафінують електролітично: $Zn_{(чорнов)} \xrightarrow{\text{електроліз}} Zn_{(чист)}$:
 - A: $Zn_{(чорнов)} - 2e = Zn^{2+}$
 - K: $Zn^{2+} + 2e = Zn_{(чист)}$ ($2H_2O + 2e = H_2 + 2OH^-$)
 - Меркурій легко відганяється, адже має низьку температуру кипіння ($357^\circ C$)
- Бідні руди переробляють гідрометалургічно
 - обпал (до EO) і концентрування
 - $EO + H_2SO_4 = ESO_4 + H_2O$ – розчинення
 - електролітичне відновлення
 - видалення домішок, наприклад Cd і Cu:
 - * $E^{2+} + Zn = Zn^{2+} + E$
 - * $E + H_2SO_4 = CdSO_4 + Cu \downarrow + H_2$

3 Властивості сполук

3.1 Кислотно-основні властивості

- Одержання оксиду та гідроксиду Zn і Cd
 - $ECl_2 + 2NaOH = E(OH)_2 \downarrow + 2NaCl$
 - $E(OH)_2 \xrightarrow{t} EO + H_2O$
- У Hg одразу утворюється оксид:
 $HgCl_2 + 2NaOH = HgO \downarrow + 2NaCl + H_2O$
- Основи слабкі, солі гідролізовані:
 $E^{2+} + H_2O \rightleftharpoons EOH^+ + H^+$
- Основність характеру збільшується від Zn до Hg
 - $EO + H_2SO_4 = ESO_4 + H_2O$
 - $ZnO + 2NaOH + H_2O = Na_2[Zn(OH)_4]$ – амфотерний

Деякі сполуки

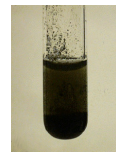
- Малостійкі гідриди одержують непрямим шляхом:
$$2\text{EI}_2 + \text{LiAlH}_4 = 2\text{EH}_2\downarrow + \text{LiI} + \text{AlI}_3$$
- Сульфіди одержують «сухим» шляхом або у розчині
 - $\text{E} + \text{S} = \text{ES}$
 - $\text{ECl}_2 + \text{H}_2\text{S} = \text{ES}\downarrow + 2\text{HCl}$
- *Забарвлення сульфідів*: ZnS – безбарвний, CdS – лимонний, HgS – чорний (є червона модифікація)



ZnS



CdS



HgS



кіновар

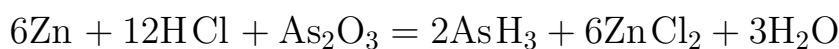
- ZnS і CdS розчиняються у HCl , а HgS – ні
 - $\text{ZnS} + 2\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2\text{S}$
 - $3\text{HgS} + 8\text{HNO}_3 + 6\text{HCl} = 3\text{HgCl}_2 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 + 8\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$
- Розклад роданіду меркурію: *фараонова змія*
$$2\text{Hg}(\text{SCN})_2 = \text{HgS} + \text{C}_3\text{N}_4 + \text{CS}_2$$

3.2 Окисно-відновні властивості

- Сполуки $\text{Hg}(+2)$ – непогані окисники
$$\text{HgCl}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Hg} + \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$$
- Для $\text{Hg}(+2)$ спостерігаються реакції конпропорціонування
$$\overset{+2}{\text{Hg}}(\text{NO}_3)_2 + \overset{0}{\text{Hg}} = \overset{+1}{\text{Hg}}_2(\text{NO}_3)_2$$
- Сполуки $\text{Hg}(+1)$ навпаки диспропорціонують
$$\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{S} = \text{HgS} + \text{Hg} + 2\text{HNO}_3$$
- $\text{Hg}(+1)$ може бути і окисником:
$$\text{Hg}_2\text{Cl}_2 + \text{SnCl}_2 = 2\text{Hg} + \text{SnCl}_4$$
- Широко використовуються
 - HgCl_2 – сулемá

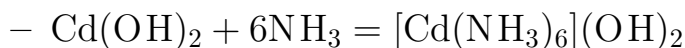
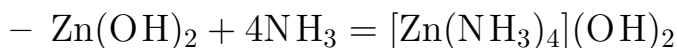
– Hg_2Cl_2 – каломель

- «Цинковий пил» – сильний відновник

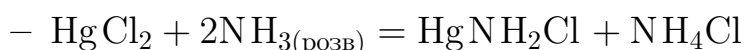


3.3 Комплексні сполуки

- Амоніачні комплекси характерні для Zn і Cd



- Для $\text{Hg}(+2)$ реакції з NH_3 виглядають по-іншому

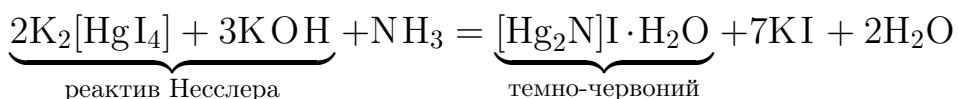


- Розведені розчини NH_3 реагують з HgO інакше



- Іон $[\text{Hg}_2\text{N}]^+$ – заміна Н на Hg у NH_4^+

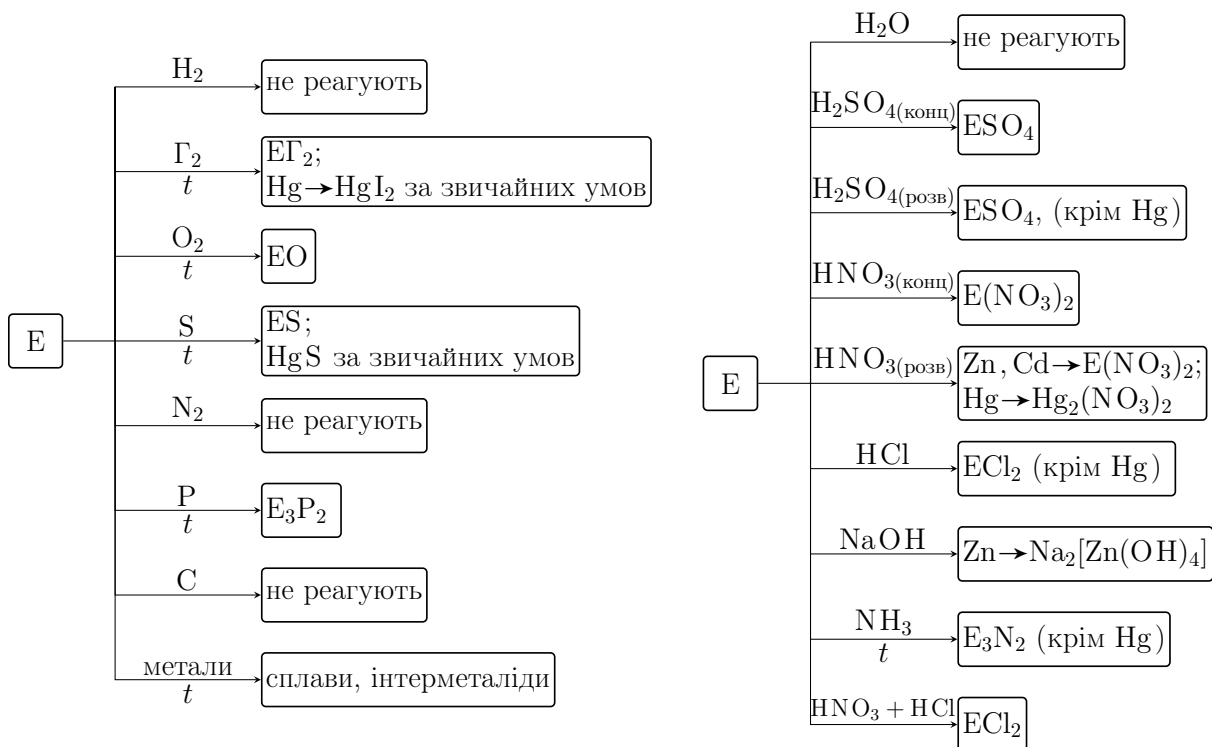
- Якісна реакція на NH_4^+ або NH_3



Вміст амонію ($\omega \cdot 10^4\%$) зліва направо:
> 2,5; 1,0; 0,5; 0,25; 0

- Для Hg характерний комплекс $[\text{HgI}_4]^{2-}$

Реакції d^{10} -елементів



4 Використання

- Zn

- захист Fe від корозії (40%)
- ZnS – неорганічний люмінофор
- $ZnCl_2$ розчиняє клітковину (виробництво паперу)
- $ZnSO_4$ – боротьба зі шкідниками
- ZnO – компонент білої фарби

- Cd

- анод у Cd/Ni акумуляторі
- захист Fe від корозії: краще за Zn

- Hg

- катод у виробництві лугу
- робоче тіло у газорозрядних лампах
- медицина: лікування захворювань шкіри