

$d^6 - d^8$ -елементи  
(тріада феруму)

---

# Загальні положення

---

- Електронна конфігурація:
- Fe  $3d^64s^2$ , Co  $3d^74s^2$ , Ni  $3d^84s^2$
- Ступені окиснення (стійкість ступеня окиснення +2 зростає, а +3 падає зліва направо)
  - Fe: +2, **+3**, +6
  - Co, Ni: **+2**, +3
- За кислотно-основними властивостями Fe(+2) нагадує Mg(+2), а Fe(+3) – Al(+3). Причина – схожість іонних радіусів (0,92 і 0,86 та 0,79 і 0,68 °А)

# Розповсюдження у природі та найважливіші мінерали

4. Fe – 4,65%

22. Ni – 0,015%

30. Co – 0,0037%



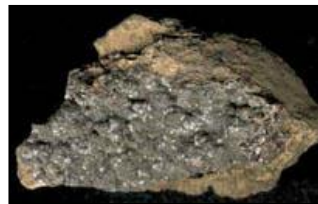
Лімонит



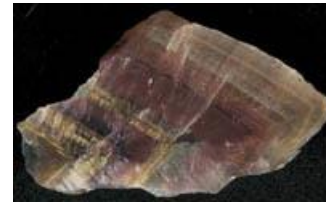
Залізо  
самородне



Гематит



Сидерит



Гётит

*Гематит*  $\text{Fe}_2\text{O}_3$

*Магнетит*  $(\text{Fe}^{\text{II}}\text{Fe}_2^{\text{III}})\text{O}_4$

*Гётит*  $\text{FeO}(\text{OH})$

*Сидерит*  $\text{FeCO}_3$

*Лімонит*  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

# Прості речовини

Fe	Co	Ni
Температури плавлення, °C		
1539	1495	1455

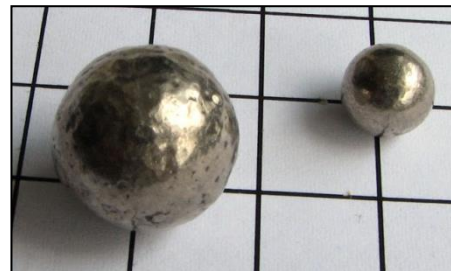
Fe	Co	Ni
У ряду стандартних електродних потенціалів:		
E°, В M <sup>2+</sup> /M		
-0,41	-0,28	-0,23
$M + 2H_3O^+ = M^{2+} + H_2\uparrow + 2H_2O$		



Залізо



Кобальт



Нікель

# Прості речовини

---

- пірофорність високодисперсних порошоків (здатність твердого матеріалу у подрібненому стані до самозаймання на повітрі за відсутності нагрівання):



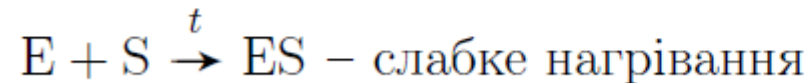
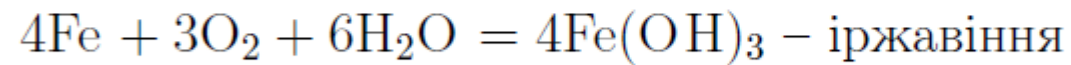
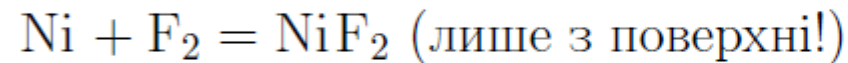
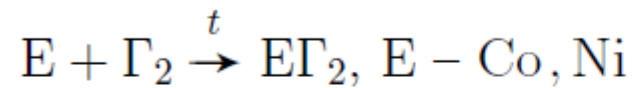
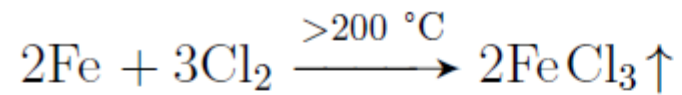
- електронегативність

	VIII B 1	VIII B 2	VIII B 3
Zn 1,66	Fe 1,64	Co 1,70	Ni 1,75

# Прості речовини

---

➤ Метали виявляють активність при нагріванні:



$\text{H}_2$  поглинається металами у помітних кількостях (каталіз!)

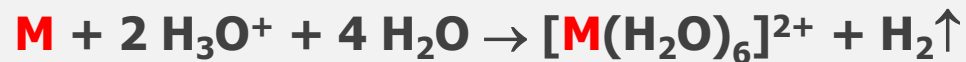
# Прості речовини

Взаємодія з O<sub>2</sub>:

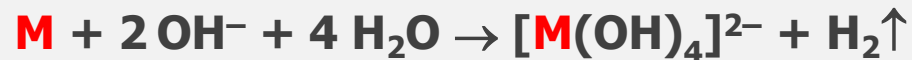


У ряду потенціалів: Ga, Fe, Cd ... Co, Ni ... Sn... H

Взаємодія з кислотами-неокисниками:



С концентрованими розчинами лугів (Fe, Co):



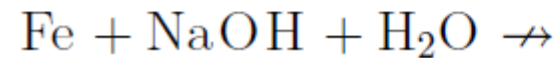
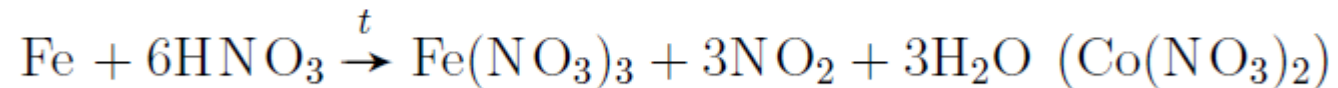
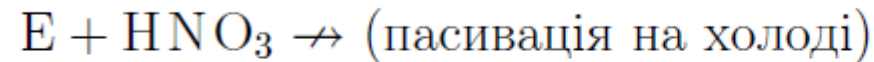
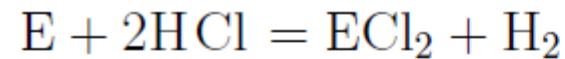
↓↑



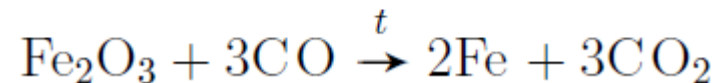
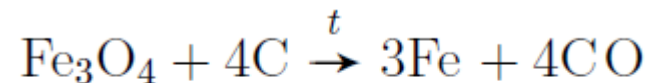
# Прості речовини

---

- В кислотах-окисниках на холоді Fe, Co та Ni пасивуються, а з лугами не реагують через основний характер оксидів металів



- Одержання – відновлення оксидів:





# Прості речовини

---

Карбон розчиняється у залізі:

- до 0,2% C – м'яке залізо
- 0,2 – 1,7% C – сталь
- 1,7 – 5% C – чавун

*Доменний процес* – одержання чавуну з оксидів Fe

*Мартенівський і конверторний процеси* – одержання сталі

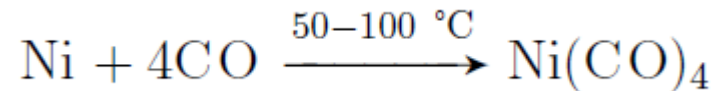
Властивості сталі залежать від термічної обробки: гартування та відпускання

Одержання Co і Ni – складний процес. На кінцевому етапі оксиди металів відновлюють коксом; одержаний метал очищують електролізом

# Сполуки E (0)

---

- Карбоніли:  $\text{Fe}(\text{CO})_5$ ,  $\text{Co}_2(\text{CO})_8$ ,  $\text{Ni}(\text{CO})_4$
- Найлегше утворюється карбоніл ніколу:



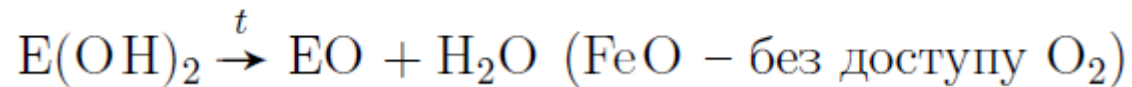
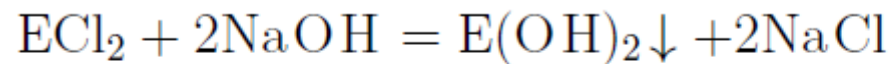
## Використання

- одержання чистих металів розкладом карбонілу
- нанесення металічних покриттів при розкладі
- $\text{Co}_2(\text{CO})_8$ ,  $\text{Ni}(\text{CO})_4$  – каталізатори
- розділення Co і Ni:  $\text{Co}_2(\text{CO})_8$  менш леткий, ніж  $\text{Ni}(\text{CO})_4$

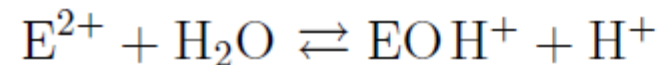
# Сполуки E (+2)

---

- Стійкість сполук збільшується від Fe до Ni
- Одержання: розчинення металів у кислотах



- Гідроксиди – слабкі, тому солі гідролізовані

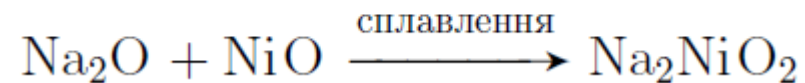
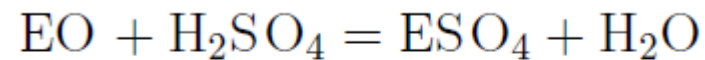


продукти гідролізу – комплекси типу  $Ni_3(OH)_3^{3+}$

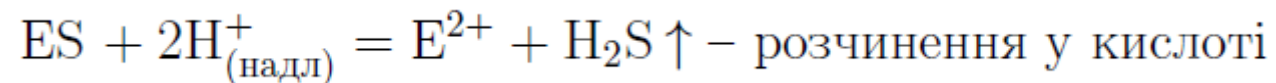
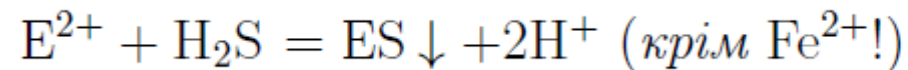
# Сполуки E (+2)

---

- Оксиди і гідроксиди – основні, аніонні сполуки отримують у жорстких умовах



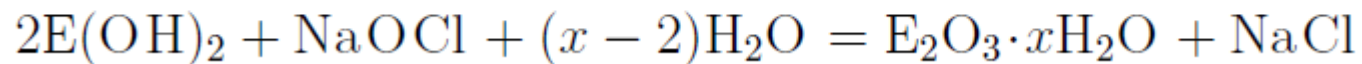
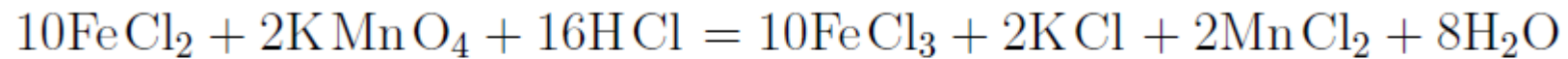
- Сульфіди одержують осадженням



# Сполуки E (+2)

---

- Лише Fe (+2) виявляє помітні відновні властивості. Сполуки кобальту (+2) та нікелю (+2) окиснюються лише сильними окисниками

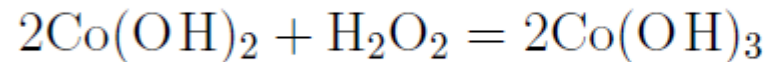
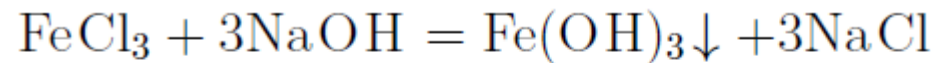


- Ця реакція є основою кількісного визначення солей Fe (+2) методом перманганатометрії.
- Fe(II) утворює солі майже з усіма аніонами.

# Сполуки E (+3)

---

- Сполуки характерні для феруму і, частково, кобальту. З похідних нікелю (+3) стійкими є лише комплекси
- Одержання гідроксидів

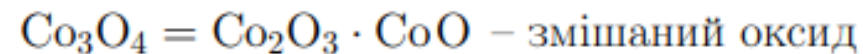
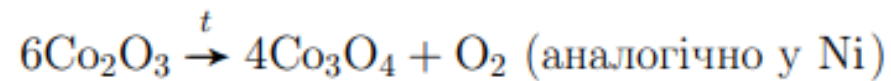
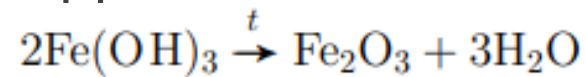


- Виділити  $\text{E}_2\text{O}_3$  для Co і Ni не вдається

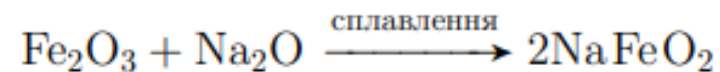
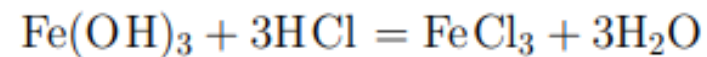
# Сполуки E (+3)

---

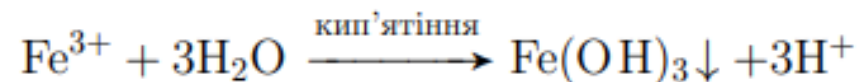
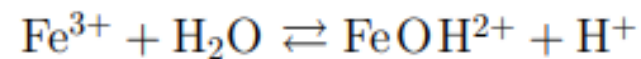
➤ Змішані оксиди



➤ Гідроксиди E(+3) мають амфотерний характер



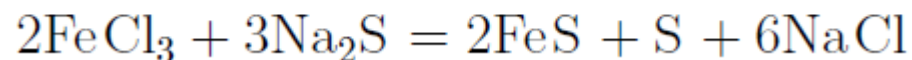
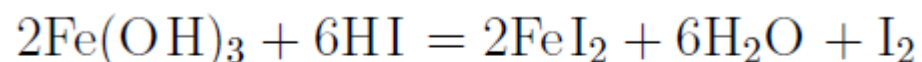
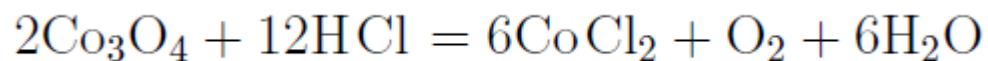
➤  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  – слабка основа, солі гідролізовані



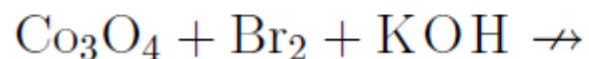
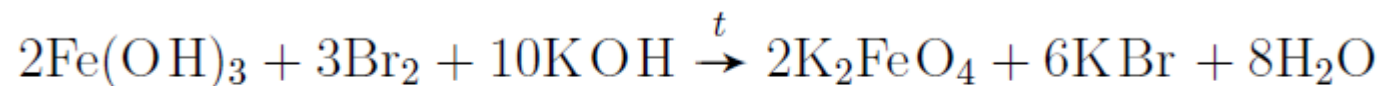
# Сполуки E (+3) та Fe (+6)

---

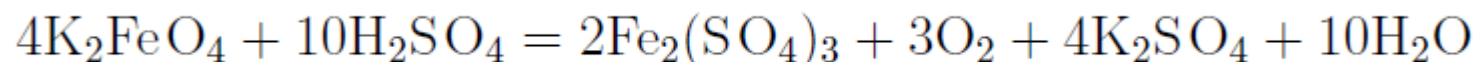
- Сполуки Co(+3) та Ni(+3) – сильні окисники, Fe (+3) – ні (окиснює I<sup>-</sup>, S<sup>2-</sup>)



- Fe(+3) можна окиснити у сильно лужному середовищі



- Ферати (+6) – більш сильні окисники, ніж манганат (+7)





# Комплексні сполуки

## ➤ Аквакомплекси $[E(H_2O)_6]^{2+}$

Fe(+2)	Co(+2)	Ni(+2)
блідозелений	рожевий	зелений

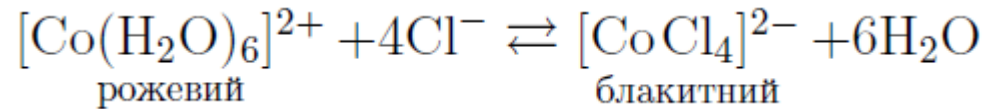
➤ Поширеною сіллю є  $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$  – сіль Мора, вона стійкіша до окислення киснем повітря, ніж сіль  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  – стабілізація нижчого ступеня окиснення

	КЧ	Приклади
Fe <sup>II</sup>	6	$[Fe(H_2O)_6]^{2+}$
Fe <sup>III</sup>	6	$[Fe(H_2O)_6]^{3+}$
Co <sup>II</sup>	4	$[CoCl_4]^{2-}$
Co <sup>II</sup>	6	$[Co(NH_3)_6]^{2+}$
Co <sup>III</sup>	6	$[Co(NH_3)_6]^{3+}$
Ni <sup>II</sup>	4	$[Ni(CN)_4]^{2-}$
Ni <sup>II</sup>	6	$[Ni(NH_3)_6]^{2+}$

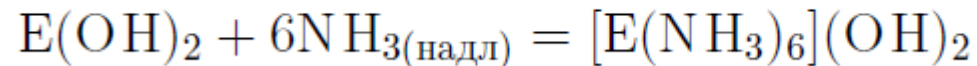
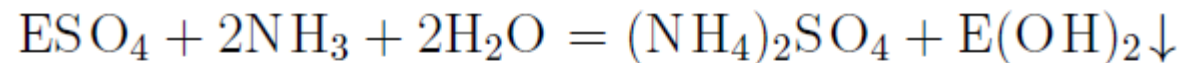
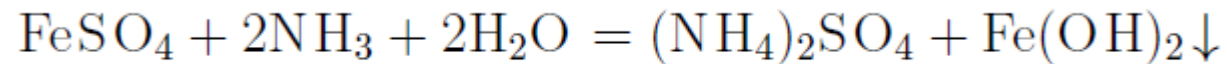
# Комплексні сполуки

---

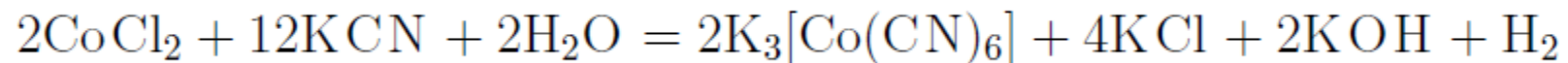
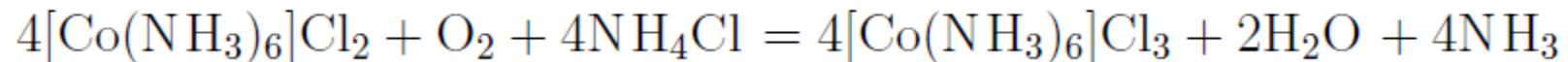
- $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$  - використовують як гігрометр



- Амоніачні комплекси нестійкі для Fe та характерні для Co і Ni



- У комплексах Co (+3) більш стійкий, ніж у простих сполуках



# Комплексні сполуки

---

- Найбільш стійкі – ціанідні комплекси

$K_3[Fe(CN)_6]$  – червона кров'яна сіль



$K_4[Fe(CN)_6]$  – жовта кров'яна сіль



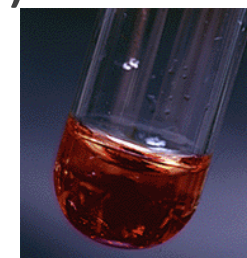
- Якісні реакції

$K_3[Fe(CN)_6] + Fe^{2+} = KFe[Fe(CN)_6] \downarrow + 2K^+$  (турнбулева синь)



$K_4[Fe(CN)_6] + Fe^{3+} = KFe[Fe(CN)_6] \downarrow + 3K^+$  (берлінська лазур)

$Fe^{3+} + 6CNS^- = [Fe(CNS)_6]^{3-}$  (темно-червоний)

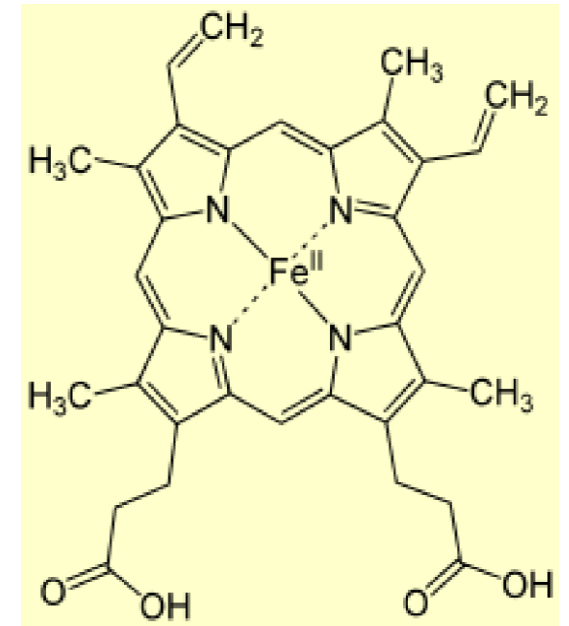
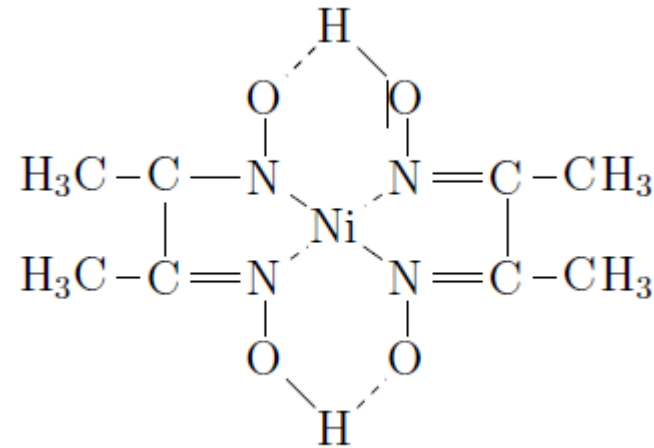


# Комплексні сполуки

- Якісна реакція на іони Ni (+2) – взаємодія з диметилглюксимом (реакція Чугаєва)



Диметилглюксимат  
ніколу  $(C_4H_7O_2N_2)_2Ni$



Гемоглобін

# Використання сполук Fe, Co та Ni

---

## **Ферум**

- Різноманітні чавуни та сталі, зокрема нержавіючі, є основними конструкційними матеріалами сучасної промисловості.
- У обмежених кількостях карбонільне залізо знаходить використання як каталізатор.

## **Кобальт**

- Сполуки кобальту використовують як синій пігмент при виготовленні фарб.
- Кобальт - компонент потужних постійних магнітів.
- Як каталізatori сполуки кобальту відомі для певних органічних реакцій.

## **Нікель**

- Більша частина нікелю йде на виготовлення спеціальних сплавів (ніхром, нейзильбер, монель-метал тощо).
- Нікель використовують у роботі з деякими агресивними речовинами, зокрема з  $F_2$  та розплавленими лугами.
- Як каталізатор при гідруванні ненасиченої рослинної олії використовують порошкоподібний нікель.
- Ni - складова частина залізно-нікелевих акумуляторів.
- Декоративні нікелеві покриття використовують у побуті.