

Hệ thống hóa lý thuyết về Sắt và các Oxit Sắt

A. SẮT (Fe)

I. Vị trí trong bảng tuần hoàn và cấu hình electron

- **Kí hiệu hóa học:** Fe
- **Số hiệu nguyên tử (Z):** 26
- **Vị trí:** Ô số 26, chu kì 4, nhóm VIIIB của bảng tuần hoàn các nguyên tố hóa học.
- **Cấu hình electron nguyên tử:** $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$, viết gọn là **[Ar] $3d^6 4s^2$** .
- **Cấu hình ion:**
 - Ion Fe^{2+} : Nguyên tử Fe nhường 2 electron ở phân lớp 4s. Cấu hình: **[Ar] $3d^6$** .
 - Ion Fe^{3+} : Nguyên tử Fe nhường 2 electron ở phân lớp 4s và 1 electron ở phân lớp 3d. Cấu hình: **[Ar] $3d^5$** (cấu hình bán bão hòa bền vững).
- **Số oxi hóa:** Trong các hợp chất, sắt có hai số oxi hóa phổ biến là **+2** và **+3**.

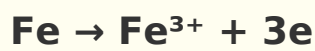
II. Tính chất vật lý

- Là kim loại màu trắng hơi xám, có ánh kim.
- Có tính dẻo, dễ rèn, dễ dát mỏng, kéo sợi.

- Dẫn điện và dẫn nhiệt tốt (kém hơn nhôm và đồng).
- Là kim loại nặng, khối lượng riêng lớn ($D = 7,87 \text{ g/cm}^3$).
- Nhiệt độ nóng chảy khá cao (1540°C).
- **Đặc biệt:** Sắt có tính nhiễm từ, tức là bị nam châm hút và có thể bị nhiễm từ trở thành nam châm.

III. Tính chất hóa học

Sắt là kim loại có tính khử trung bình. Trong các phản ứng hóa học, nguyên tử sắt có thể nhường 2 electron (tạo ion Fe^{2+}) hoặc nhường 3 electron (tạo ion Fe^{3+}) tùy thuộc vào chất oxi hóa.



1. Tác dụng với phi kim

Ở nhiệt độ cao, sắt tác dụng với hầu hết các phi kim, thường bị oxi hóa lên số oxi hóa +3 (trừ S, $\text{I}_2, \dots$).

- **Với oxi (O_2):** Khi đốt trong không khí hoặc oxi, sắt cháy tạo ra oxit sắt từ (Fe_3O_4).

- **Phương trình:** $3\text{Fe} + 2\text{O}_2 \xrightarrow{t^\circ} \text{Fe}_3\text{O}_4$

- **Ví dụ:** Thanh sắt nung đỏ cháy trong khí oxi tạo ra các hạt màu đen là Fe_3O_4 .

- **Với halogen (Cl_2 , Br_2):** Sắt phản ứng mạnh với các halogen mạnh, tạo ra muối sắt(III).

◦ **Phương trình:** $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{t^\circ} 2\text{FeCl}_3$

◦ **Ví dụ:** Đốt dây sắt trong bình chứa khí clo màu vàng lục, phản ứng xảy ra mãnh liệt tạo khói màu nâu đỏ là FeCl_3 .

• **Với lưu huỳnh (S):** Khi đun nóng với lưu huỳnh, sắt chỉ bị oxi hóa lên số oxi hóa +2.

◦ **Phương trình:** $\text{Fe} + \text{S} \xrightarrow{t^\circ} \text{FeS}$

◦ **Ví dụ:** Trộn bột sắt và bột lưu huỳnh rồi đun nóng, hỗn hợp phản ứng tạo thành chất rắn màu đen là sắt(II) sunfua.

2. Tác dụng với axit

• **Với dung dịch axit có tính oxi hóa yếu (HCl , H_2SO_4 loãng):** Sắt bị oxi hóa thành ion Fe^{2+} , tạo muối sắt(II) và giải phóng khí hiđro.

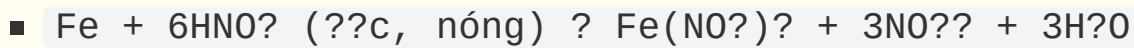
◦ **Phương trình:** $\text{Fe} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2$

◦ **Ví dụ:** Cho một đinh sắt vào dung dịch H_2SO_4 loãng, thấy có bọt khí không màu (H_2) thoát ra và sắt tan dần tạo dung dịch muối sắt(II) sunfat không màu (lúc đầu).

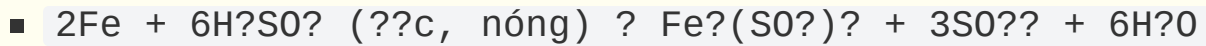
• **Với dung dịch axit có tính oxi hóa mạnh (HNO_3 , H_2SO_4 đặc, nóng):** Sắt bị oxi hóa lên số oxi hóa cao nhất là +3, tạo muối sắt(III) và các sản phẩm khử của N^{+5} hoặc S^{+6} .

◦ **Phương trình với HNO_3 :**

■ $\text{Fe} + 4\text{HNO}_3 (\text{loãng}) \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$



- **Phương trình với H_2SO_4 đặc, nóng:**



- **Lưu ý:** Sắt bị **thụ động hóa** trong dung dịch HNO_3 đặc, nguội và H_2SO_4 đặc, nguội. Do đó, có thể dùng thùng bằng sắt để chuyên chở các axit này.

3. Tác dụng với dung dịch muối

Sắt có thể khử được ion của các kim loại đứng sau nó trong dãy điện hóa (từ Cu^{2+} trở đi).

- **Phương trình tổng quát:** $\text{Fe} + \text{M}^{n+} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{M}$ (với M là kim loại đứng sau Fe)

- **Ví dụ 1:** Ngâm một đinh sắt sạch trong dung dịch đồng(II) sunfat (CuSO_4).

- **Hiện tượng:** Một lớp kim loại màu đỏ (Cu) bám vào đinh sắt, màu xanh của dung dịch nhạt dần.

- **Phương trình:** $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$

- **Ví dụ 2:** Cho sắt tác dụng với dung dịch bạc nitrat (AgNO_3).

- **Phương trình:** $\text{Fe} + 2\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{Ag}$

- **Lưu ý:** Nếu AgNO_3 dư, sẽ xảy ra phản ứng tiếp theo do cặp $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ đứng sau cặp Ag^+/Ag trong dãy điện hóa: $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + \text{AgNO}_3 \text{ (dư)} \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{Ag}$

4. Tác dụng với nước

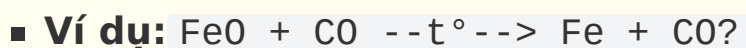
- Ở nhiệt độ thường, sắt không phản ứng với nước.
- Ở nhiệt độ cao, sắt khử được hơi nước:
 - **Nhiệt độ dưới 570°C:** $\text{Fe} + \text{H}_2\text{O}(\text{hơi}) \rightarrow \text{FeO} + \text{H}_2$
 - **Nhiệt độ trên 570°C:** $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}(\text{hơi}) \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$

B. CÁC OXIT SẮT QUAN TRỌNG

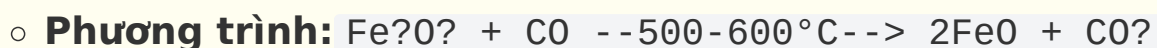
I. Sắt(II) oxit

- **Công thức:** FeO
- **Tính chất vật lý:** Là chất rắn, màu đen, không tan trong nước và không có trong tự nhiên.
- **Tính chất hóa học:**
 1. **Là một oxit bazơ:** Dễ dàng tác dụng với các dung dịch axit.
 - **Ví dụ:** $\text{FeO} + \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{loãng}) \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
 2. **Vừa có tính khử, vừa có tính oxi hóa (tính khử là chủ yếu):** Do Fe có số oxi hóa trung gian +2.
 - **Tính khử:** Tác dụng với các chất oxi hóa mạnh (HNO_3 , H_2SO_4 đặc, nóng), Fe^{2+} bị oxi hóa lên Fe^{3+} .
 - **Ví dụ:** $3\text{FeO} + 10\text{HNO}_3 (\text{loãng}) \rightarrow 3\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} + 5\text{H}_2\text{O}$

- **Tính oxi hóa:** Tác dụng với các chất khử mạnh (Al, CO, H₂) ở nhiệt độ cao, Fe²⁺ bị khử về Fe⁰.



- **Điều chế:** Khử Fe₂O₃ bằng CO hoặc H₂ ở nhiệt độ 500-600°C.



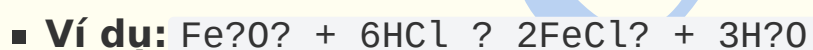
II. Sắt(III) oxit

- **Công thức:** Fe₂O₃

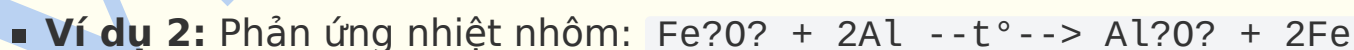
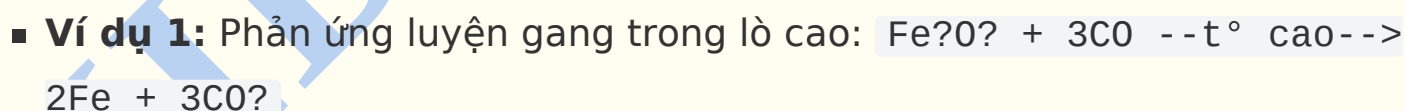
- **Tính chất vật lý:** Là chất rắn, màu đỏ nâu, không tan trong nước. Là thành phần chính của quặng hematit đỏ.

- **Tính chất hóa học:**

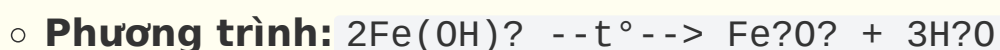
1. **Là một oxit bazơ:** Tác dụng với các dung dịch axit mạnh.



2. **Chỉ có tính oxi hóa:** Do Fe có số oxi hóa cao nhất là +3. Dễ bị khử bởi các chất khử mạnh ở nhiệt độ cao.



- **Điều chế:** Nhiệt phân sắt(III) hiđroxit.



III. Sắt từ oxit (Oxit sắt từ)

- **Công thức:** Fe_3O_4 (có thể xem là hỗn hợp của FeO và Fe_2O_3 , viết là $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$)
- **Tính chất vật lý:** Là chất rắn, màu đen, có từ tính mạnh. Là thành phần chính của quặng manhetit.
- **Tính chất hóa học:** Mang tính chất của cả hai oxit FeO và Fe_2O_3 .
 1. **Là một oxit bazơ:** Tác dụng với dung dịch axit tạo ra hỗn hợp muối sắt(II) và sắt(III).
 - **Ví dụ:** $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 8\text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + 2\text{FeCl}_3 + 4\text{H}_2\text{O}$
 2. **Vừa có tính khử, vừa có tính oxi hóa:**
 - **Tính khử:** Tác dụng với các chất oxi hóa mạnh, cả Fe^{2+} và Fe^{3+} (nếu có thể) đều bị oxi hóa lên +3.
 - **Ví dụ:** $3\text{Fe}_3\text{O}_4 + 28\text{HNO}_3 (\text{loãng}) \rightarrow 9\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO} + 14\text{H}_2\text{O}$
 - **Tính oxi hóa:** Bị khử bởi các chất khử mạnh ở nhiệt độ cao về Fe.
 - **Ví dụ:** $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2 \xrightarrow{t^\circ} 3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}$
- **Điều chế:** Oxi hóa sắt bằng oxi ở nhiệt độ cao.
 - **Phương trình:** $3\text{Fe} + 2\text{O}_2 \xrightarrow{t^\circ} \text{Fe}_3\text{O}_4$

C. BẢNG TỔNG KẾT SO SÁNH CÁC OXIT SẮT

Tiêu chí	Sắt(II) oxit (FeO)	Sắt(III) oxit (Fe ₂ O ₃)	Sắt từ oxit (Fe ₃ O ₄)
Tên gọi khác	Sắt monooxit	Sắt sesquioxit, hematit	Oxit sắt từ, manhetit
Số oxi hóa của Fe	+2	+3	+8/3 (gồm +2 và +3)
Màu sắc	Chất rắn, màu đen	Chất rắn, màu đỏ nâu	Chất rắn, màu đen
Tính tan trong nước	Không tan	Không tan	Không tan
Tính chất oxit	Oxit bazơ	Oxit bazơ	Oxit bazơ
Tác dụng với HCl, H ₂ SO ₄ loãng	Tạo muối sắt(II)	Tạo muối sắt(III)	Tạo hỗn hợp muối sắt(II) và sắt(III)
Tính khử / oxi hóa	Vừa khử, vừa oxi hóa (khử là chính)	Chỉ có tính oxi hóa	Vừa khử, vừa oxi hóa