

Tổng hợp kiến thức về hợp chất Sắt (II) và Sắt (III)

Sắt là kim loại có hai số oxi hóa phổ biến trong hợp chất là +2 và +3. Do đó, tính chất hóa học của hợp chất sắt (II) và sắt (III) có những điểm khác biệt rõ rệt, chủ yếu liên quan đến tính oxi hóa và tính khử.

I. Hợp chất Sắt (II)

Trong hợp chất, ion sắt (II) (Fe^{2+}) có số oxi hóa trung gian (+2). Do đó, hợp chất sắt (II) vừa có khả năng thể hiện tính khử (khi bị oxi hóa lên Fe^{3+}), vừa có khả năng thể hiện tính oxi hóa (khi bị khử xuống Fe^0). Tuy nhiên, tính khử là tính chất đặc trưng và chủ yếu.

1. Tính khử (chủ yếu) của hợp chất Sắt (II)

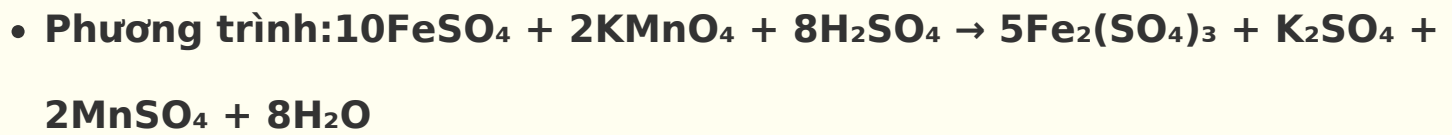
Các hợp chất sắt (II) dễ dàng nhường 1 electron để chuyển thành hợp chất sắt (III) có cấu hình electron bền vững hơn.



a. Tác dụng với chất oxi hóa mạnh (KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)

Dung dịch muối sắt (II) làm mất màu dung dịch thuốc tím (KMnO_4) trong môi trường axit.

- **Ví dụ 1:** Phản ứng giữa sắt (II) sunfat và kali pemanganat trong môi trường H_2SO_4 .



- **Hiện tượng:** Dung dịch KMnO_4 màu tím bị mất màu, dung dịch chuyển sang màu vàng nâu của ion Fe^{3+} .

b. Tác dụng với axit có tính oxi hóa mạnh (HNO_3 , H_2SO_4 đặc, nóng)

Hợp chất sắt (II) bị oxi hóa lên mức cao nhất là sắt (III).

- **Ví dụ 2:** Sắt (II) oxit tác dụng với axit nitric loãng.
- **Phương trình:** $3\text{FeO} + 10\text{HNO}_3 (\text{loãng}) \rightarrow 3\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO} + 5\text{H}_2\text{O}$
- **Giải thích:** Fe^{+2} trong FeO bị oxi hóa thành Fe^{+3} trong $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$.
- **Ví dụ 3:** Sắt (II) clorua tác dụng với axit sunfuric đặc, nóng.
- **Phương trình:** $2\text{FeCl}_2 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 (\text{đặc, nóng}) \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{SO}_2 + 4\text{HCl} + 2\text{H}_2\text{O}$

c. Tác dụng với phi kim (Cl_2 , O_2)

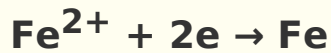
Hợp chất sắt (II) dễ bị oxi hóa bởi các phi kim mạnh.

- **Ví dụ 4:** Sắt (II) clorua tác dụng với khí clo.
- **Phương trình:** $2\text{FeCl}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{FeCl}_3$
- **Hiện tượng:** Dung dịch FeCl_2 màu lục nhạt chuyển thành dung dịch FeCl_3 màu vàng nâu.
- **Ví dụ 5:** Sắt (II) hidroxit bị oxi hóa trong không khí.
- **Phương trình:** $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Fe}(\text{OH})_3$

- **Hiện tượng:** Kết tủa $\text{Fe}(\text{OH})_2$ màu trắng xanh nhanh chóng chuyển sang màu nâu đỏ của $\text{Fe}(\text{OH})_3$ khi để trong không khí.

2. Tính oxi hóa (yếu) của hợp chất Sắt (II)

Khi tác dụng với các chất khử mạnh hơn (như Al, Zn, Mg), ion Fe^{2+} có thể bị khử thành kim loại sắt (Fe^0).



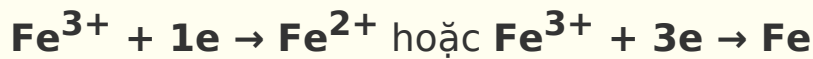
- **Ví dụ 1:** Cho kẽm vào dung dịch sắt (II) sunfat.
- **Phương trình:** $\text{Zn} + \text{FeSO}_4 \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{Fe}$
- **Giải thích:** Kẽm có tính khử mạnh hơn sắt nên đã đẩy sắt ra khỏi dung dịch muối.
- **Ví dụ 2:** Điện phân dung dịch sắt (II) clorua.
- **Phương trình điện phân:** $\text{FeCl}_2 \rightarrow \text{Fe} + \text{Cl}_2$ (tại catot, Fe^{2+} bị khử thành Fe).

3. Một số hợp chất Sắt (II) quan trọng

- **Sắt (II) oxit (FeO):** Chất rắn, màu đen. Là một oxit bazơ, tác dụng với axit. Ngoài ra, nó còn là chất khử khi tác dụng với axit có tính oxi hóa mạnh.
- **Sắt (II) hidroxit ($\text{Fe}(\text{OH})_2$):** Chất rắn, kết tủa màu trắng xanh. Là một bazơ không tan, dễ bị oxi hóa trong không khí tạo thành $\text{Fe}(\text{OH})_3$ màu nâu đỏ.
- **Muối sắt (II) (FeSO_4 , FeCl_2):** Dễ tan trong nước, dung dịch có màu lục nhạt. Dễ bị oxi hóa thành muối sắt (III). Muối $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ còn gọi là phèn xanh.

II. Hợp chất Sắt (III)

Trong hợp chất, ion sắt (III) (Fe^{3+}) có số oxi hóa cao nhất và bền vững. Do đó, tính chất hóa học đặc trưng và chủ yếu của hợp chất sắt (III) là tính oxi hóa.



1. Tính oxi hóa (chủ yếu) của hợp chất Sắt (III)

Hợp chất sắt (III) dễ dàng nhận electron để bị khử thành hợp chất sắt (II) hoặc kim loại sắt.

a. Tác dụng với kim loại

Dung dịch muối sắt (III) có thể oxi hóa được nhiều kim loại đứng trước Sắt trong dãy điện hóa (như Cu, Fe).

- **Ví dụ 1:** Cho đồng vào dung dịch sắt (III) clorua.
- **Phương trình:** $\text{Cu} + 2\text{FeCl}_3 \rightarrow \text{CuCl}_2 + 2\text{FeCl}_2$
- **Hiện tượng:** Dung dịch từ màu vàng nâu chuyển dần sang màu xanh của Cu^{2+} và lục nhạt của Fe^{2+} .
- **Ví dụ 2:** Cho sắt vào dung dịch sắt (III) sunfat.
- **Phương trình:** $\text{Fe} + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow 3\text{FeSO}_4$
- **Hiện tượng:** Dung dịch từ màu vàng nâu chuyển sang màu lục nhạt.

b. Tác dụng với chất khử khác

Hợp chất sắt (III) có thể tác dụng với các chất khử như H_2S , SO_2 , ion I^- .

- **Ví dụ 3:** Sục khí H_2S vào dung dịch sắt (III) clorua.

- **Phương trình:** $2\text{FeCl}_3 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow 2\text{FeCl}_2 + \text{S} \downarrow + 2\text{HCl}$
- **Hiện tượng:** Dung dịch mất màu vàng nâu, xuất hiện kết tủa lưu huỳnh màu vàng.
- **Ví dụ 4:** Cho dung dịch KI vào dung dịch FeCl_3 .
- **Phương trình:** $2\text{FeCl}_3 + 2\text{KI} \rightarrow 2\text{FeCl}_2 + \text{I}_2 + 2\text{KCl}$
- **Hiện tượng:** Dung dịch chuyển sang màu nâu của I_2 .

2. Một số hợp chất Sắt (III) quan trọng

- **Sắt (III) oxit (Fe_2O_3):** Chất rắn, màu đỏ nâu (gỉ sắt). Là một oxit bazơ, tác dụng với axit mạnh. Được dùng để luyện gang và sản xuất sơn.
- **Sắt (III) hidroxit ($\text{Fe}(\text{OH})_3$):** Chất rắn, kết tủa màu nâu đỏ. Là một bazơ không tan, dễ tan trong axit.
- **Muối sắt (III) (FeCl_3 , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$):** Dễ tan trong nước, dung dịch có màu vàng nâu (do sự thủy phân của ion Fe^{3+}). Có tính oxi hóa mạnh. FeCl_3 được dùng làm chất xúc tác trong tổng hợp hữu cơ.

III. Bảng so sánh tính chất hợp chất Sắt (II) và Sắt (III)

Tiêu chí	Hợp chất Sắt (II)	Hợp chất Sắt (III)
Số oxi hóa của Fe	+2	+3
Tính chất hóa học đặc trưng	Tính khử ($\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+} + 1\text{e}$) và tính oxi hóa yếu.	Tính oxi hóa ($\text{Fe}^{3+} + 1\text{e} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$).
Màu sắc ion trong dung dịch	Lục nhạt	Vàng nâu
Hidroxit tương ứng	$\text{Fe}(\text{OH})_2$ (kết tủa trắng xanh)	$\text{Fe}(\text{OH})_3$ (kết tủa nâu đỏ)
Phản ứng đặc trưng	Bị oxi hóa bởi KMnO_4 , Cl_2 , O_2 . $2\text{FeCl}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{FeCl}_3$	Oxi hóa được Cu, Fe, I^- . $2\text{FeCl}_3 + \text{Cu} \rightarrow 2\text{FeCl}_2 + \text{CuCl}_2$
Phản ứng với dung dịch kiềm	$\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow$ (trắng xanh)	$\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$ (nâu đỏ)

IV. Nhận biết ion Fe^{2+} và Fe^{3+} trong dung dịch

Thuốc thử phổ biến nhất để nhận biết ion sắt trong dung dịch là dung dịch kiềm (NaOH , KOH , NH_3).

- **Nhận biết ion Fe^{2+} :** Cho dung dịch kiềm vào dung dịch muối sắt (II), xuất hiện kết tủa trắng xanh, sau đó hóa nâu đỏ trong không khí.



- **Nhận biết ion Fe^{3+} :** Cho dung dịch kiềm vào dung dịch muối sắt (III), xuất hiện ngay kết tủa màu nâu đỏ, không đổi màu trong không khí.



Ngoài ra, có thể dùng dung dịch KSCN (Kali xyanua) để nhận biết ion Fe^{3+} , tạo phức chất màu đỏ máu đặc trưng.

