

Tổng hợp kiến thức: Phân loại phản ứng hóa học dựa trên sự thay đổi số oxi hóa

Trong hóa học, các phản ứng xảy ra vô cùng đa dạng. Một trong những cách phân loại quan trọng và cơ bản nhất là dựa vào sự thay đổi số oxi hóa của các nguyên tố trong phản ứng. Dựa trên tiêu chí này, chúng ta có thể chia các phản ứng hóa học thành hai loại chính: phản ứng không phải oxi hóa - khử và phản ứng oxi hóa - khử.

1. Phản ứng không phải oxi hóa - khử

Đây là loại phản ứng hóa học trong đó số oxi hóa của tất cả các nguyên tố không thay đổi trước và sau phản ứng.

a. Định nghĩa

Phản ứng không phải oxi hóa - khử là phản ứng hóa học trong đó không có sự thay đổi số oxi hóa của bất kỳ nguyên tố nào.

b. Đặc điểm

- Bản chất của phản ứng là sự trao đổi các ion trong dung dịch để tạo ra chất kết tủa, chất khí hoặc chất điện li yếu (như nước).
- Loại phản ứng này thường bao gồm các phản ứng trao đổi ion, phản ứng trung hòa (axit - bazơ),...
- Không có sự cho và nhận electron giữa các chất tham gia.

c. Ví dụ minh họa

1. Phản ứng trung hòa giữa axit và bazơ:



Xác định số oxi hóa:

- Trước phản ứng: Na^{+1} , O^{-2} , H^{+1} ; H^{+1} , Cl^{-1}
- Sau phản ứng: Na^{+1} , Cl^{-1} ; H^{+1} , O^{-2}

Nhận xét: Số oxi hóa của Na, O, H, Cl đều không thay đổi.

2. Phản ứng tạo chất kết tủa:



Xác định số oxi hóa:

- Trước phản ứng: Ba^{+2} , Cl^{-1} ; Na^{+1} , S^{+6} , O^{-2}
- Sau phản ứng: Ba^{+2} , S^{+6} , O^{-2} ; Na^{+1} , Cl^{-1}

Nhận xét: Số oxi hóa của tất cả các nguyên tố Ba, Cl, Na, S, O đều được giữ nguyên.

3. Phản ứng tạo chất khí:



Xác định số oxi hóa:

- Trước phản ứng: Ca^{+2} , C^{+4} , O^{-2} ; H^{+1} , Cl^{-1}
- Sau phản ứng: Ca^{+2} , Cl^{-1} ; C^{+4} , O^{-2} ; H^{+1} , O^{-2}

Nhận xét: Số oxi hóa của Ca, C, O, H, Cl không có sự thay đổi.

2. Phản ứng oxi hóa - khử

Đây là loại phản ứng hóa học phổ biến và quan trọng, liên quan đến sự thay đổi số oxi hóa của các nguyên tố.

a. Định nghĩa

Phản ứng oxi hóa - khử là phản ứng hóa học trong đó có sự thay đổi số oxi hóa của một số nguyên tố. Phản ứng này còn được định nghĩa là phản ứng có sự chuyển electron giữa các chất phản ứng.

b. Các khái niệm liên quan

Trong một phản ứng oxi hóa - khử, luôn tồn tại đồng thời bốn khái niệm sau:

Chất khử (hay chất bị oxi hóa)

- **Định nghĩa:** Là chất nhường electron, làm cho số oxi hóa của nó tăng lên sau phản ứng.

- **Ví dụ:** Xét phản ứng: $\text{Zn} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{Cu}$

Số oxi hóa của Zn thay đổi từ 0 (trong đơn chất Zn) lên +2 (trong hợp chất ZnSO_4). Do đó, Zn đã nhường 2 electron.

→ **Zn là chất khử.**

Chất oxi hóa (hay chất bị khử)

- **Định nghĩa:** Là chất nhận electron, làm cho số oxi hóa của nó giảm xuống sau phản ứng.

- **Ví dụ:** Trong cùng phản ứng trên: $\text{Zn} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{Cu}$

Số oxi hóa của Cu thay đổi từ +2 (trong hợp chất CuSO_4) xuống 0 (trong đơn chất Cu). Do đó, ion Cu^{2+} đã nhận 2 electron.

→ **CuSO_4 (chứa ion Cu^{2+}) là chất oxi hóa.**

Quá trình oxi hóa (hay sự oxi hóa)

- **Định nghĩa:** Là quá trình nhường electron của chất khử.
- **Ví dụ:** Trong phản ứng trên, quá trình oxi hóa của Zn được biểu diễn:



Quá trình khử (hay sự khử)

- **Định nghĩa:** Là quá trình nhận electron của chất oxi hóa.
- **Ví dụ:** Trong phản ứng trên, quá trình khử ion Cu^{2+} được biểu diễn:



Mẹo ghi nhớ:

- "Khử cho, O nhận" (Chất khử cho electron, chất oxi hóa nhận electron).
- "Chất khử tăng, chất oxi giảm" (Số oxi hóa của nguyên tố trong chất khử tăng, trong chất oxi hóa giảm).

c. Đặc điểm của phản ứng oxi hóa - khử

- **Luôn có sự thay đổi số oxi hóa:** Đây là dấu hiệu nhận biết cơ bản nhất.
- **Quá trình oxi hóa và quá trình khử xảy ra đồng thời:** Không thể có quá trình này mà không có quá trình kia.

- **Bảo toàn electron:** Tổng số electron mà chất khử nhường luôn bằng tổng số electron mà chất oxi hóa nhận. Đây là nguyên tắc cốt lõi để cân bằng phản ứng oxi hóa - khử.

d. Một số loại phản ứng oxi hóa - khử điển hình

1. Phản ứng oxi hóa - khử thông thường:

Chất khử và chất oxi hóa là hai chất khác nhau.

Ví dụ 1: $\text{Fe} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2$

- $\text{Fe}^0 \rightarrow \text{Fe}^{+2} + 2\text{e}^-$ (Fe là chất khử)
- $2\text{H}^{+1} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2^0$ (HCl là chất oxi hóa)

Ví dụ 2: $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

- $\text{Mn}^{+4} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{+2}$ (MnO_2 là chất oxi hóa)
- $2\text{Cl}^{-1} \rightarrow \text{Cl}_2^0 + 2\text{e}^-$ (HCl là chất khử)

2. Phản ứng oxi hóa - khử nội phân tử:

Chất khử và chất oxi hóa cùng nằm trong một phân tử. Thường là các phản ứng nhiệt phân.

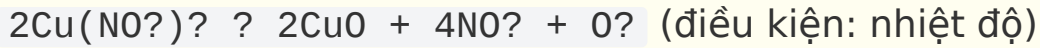
Ví dụ 1: Phản ứng nhiệt phân potassium chlorate (kali clorat)

$2\text{KClO}_3 \rightarrow 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$ (điều kiện: nhiệt độ, xúc tác MnO_2)

- Nguyên tố Cl có số oxi hóa +5 trong KClO_3 giảm xuống -1 trong $\text{KCl} \rightarrow$ đóng vai trò oxi hóa.

- Nguyên tố O có số oxi hóa -2 trong KClO_3 tăng lên 0 trong $\text{O}_2 \rightarrow$ đóng vai trò khử.

Ví dụ 2: Nhiệt phân copper(II) nitrate (đồng(II) nitrat)



- N^{+5} (trong NO_3^-) giảm xuống N^{+4} (trong NO_2) $\rightarrow$ đóng vai trò oxi hóa.
- O^{-2} (trong NO_3^-) tăng lên $\text{O}_2^0 \rightarrow$ đóng vai trò khử.

3. Phản ứng tự oxi hóa - tự khử:

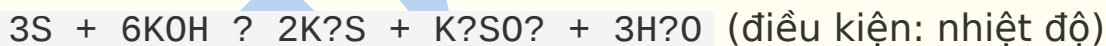
Một nguyên tố trong một chất vừa đóng vai trò là chất khử, vừa đóng vai trò là chất oxi hóa (số oxi hóa của nó vừa tăng, vừa giảm).

Ví dụ 1: Phản ứng của chlorine với dung dịch kiềm loãng, nguội.



- Số oxi hóa của Cl từ 0 giảm xuống -1 (trong NaCl) $\rightarrow \text{Cl}_2$ là chất oxi hóa.
- Số oxi hóa của Cl từ 0 tăng lên +1 (trong NaClO) $\rightarrow \text{Cl}_2$ cũng là chất khử.

Ví dụ 2: Phản ứng của sulfur với dung dịch kiềm.



- S^0 giảm xuống S^{-2} (trong K_2S) $\rightarrow \text{S}$ là chất oxi hóa.
- S^0 tăng lên S^{+4} (trong K_2SO_3) $\rightarrow \text{S}$ là chất khử.

3. Bảng so sánh và cách nhận biết

a. Bảng so sánh

Tiêu chí	Phản ứng oxi hóa - khử	Phản ứng không phải oxi hóa - khử
Sự thay đổi số oxi hóa	Có sự thay đổi số oxi hóa của ít nhất một nguyên tố.	Không có sự thay đổi số oxi hóa của bất kỳ nguyên tố nào.
Bản chất	Có sự cho và nhận electron giữa các chất.	Thường là sự trao đổi ion, không có sự chuyển electron.
Dấu hiệu nhận biết	Phản ứng thường có sự tham gia của đơn chất (kim loại, phi kim như O ₂ , H ₂ , Cl ₂ ,...).	Phản ứng giữa các dung dịch muối, axit, bazơ tạo ra kết tủa, khí, hoặc nước.
Ví dụ điển hình	$Mg + H_2SO_4 \rightarrow MgSO_4 + H_2$	$AgNO_3 + NaCl \rightarrow AgCl + NaNO_3$

b. Các bước xác định loại phản ứng

Để xác định một phản ứng hóa học có phải là phản ứng oxi hóa - khử hay không, ta thực hiện các bước sau:

- Bước 1:** Viết phương trình hóa học của phản ứng.
- Bước 2:** Xác định số oxi hóa của tất cả các nguyên tố trong các chất trước và sau phản ứng. (Nhắm vững các quy tắc xác định số oxi hóa).

3. **Bước 3:** So sánh số oxi hóa của từng nguyên tố trước và sau phản ứng.

4. **Bước 4: Kết luận:**

- Nếu có ít nhất một nguyên tố có số oxi hóa thay đổi, đó là **phản ứng oxi hóa - khử**.
- Nếu số oxi hóa của tất cả các nguyên tố đều không thay đổi, đó là **phản ứng không phải oxi hóa - khử**.