

I. Các khái niệm cơ bản về phản ứng Oxi hóa - Khử

Phản ứng oxi hóa - khử là một trong những loại phản ứng hóa học quan trọng và phổ biến nhất, diễn ra trong tự nhiên, trong đời sống và trong công nghiệp. Để hiểu và cân bằng được loại phản ứng này, chúng ta cần nắm vững các khái niệm nền tảng.

1. Định nghĩa Phản ứng Oxi hóa - Khử

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. Hay nói cách khác, đây là phản ứng có sự chuyển electron giữa các chất phản ứng.

- **Ví dụ 1:** Phản ứng giữa sắt và dung dịch đồng(II) sunfat.



Trong phản ứng này, số oxi hóa của Fe tăng từ 0 lên +2, và số oxi hóa của Cu giảm từ +2 xuống 0.

- **Ví dụ 2:** Phản ứng đốt cháy metan.



Số oxi hóa của C tăng từ -4 lên +4, số oxi hóa của O giảm từ 0 xuống -2.

2. Số Oxi hóa

Định nghĩa: Số oxi hóa của một nguyên tố trong phân tử là điện tích của nguyên tử nguyên tố đó nếu giả định rằng tất cả các liên kết đều là liên kết ion.

Quy tắc xác định số oxi hóa

1. **Quy tắc 1:** Trong đơn chất, số oxi hóa của nguyên tố bằng 0.

Ví dụ: Số oxi hóa của Cu, Zn, H_2 , O_2 , Cl_2 đều bằng 0.

2. **Quy tắc 2:** Trong một phân tử, tổng số oxi hóa của các nguyên tố nhân với số nguyên tử của từng nguyên tố bằng 0.

Ví dụ: Trong H_2SO_4 , ta có: $2*(+1) + 1*S + 4*(-2) = 0 \rightarrow$ Số oxi hóa của S là +6.

3. **Quy tắc 3:** Trong các ion, số oxi hóa được quy ước như sau:

- Số oxi hóa trong ion đơn nguyên tử bằng điện tích của ion đó.

Ví dụ: Trong ion Fe^{3+} , số oxi hóa của Fe là +3. Trong ion Cl^- , số oxi hóa của Cl là -1.

- Trong ion đa nguyên tử, tổng số oxi hóa của các nguyên tố nhân với số nguyên tử tương ứng bằng điện tích của ion.

Ví dụ: Trong ion SO_4^{2-} , ta có: $1*S + 4*(-2) = -2 \rightarrow$ Số oxi hóa của S là +6.

4. **Quy tắc 4:** Trong hầu hết các hợp chất:

- Số oxi hóa của Hidro (H) là +1 (trừ các hidrua kim loại như NaH, CaH_2 thì H có số oxi hóa -1).
- Số oxi hóa của Oxi (O) là -2 (trừ OF_2 , peoxit như H_2O_2).
- Số oxi hóa của kim loại kiềm (nhóm IA) là +1.
- Số oxi hóa của kim loại kiềm thổ (nhóm IIA) là +2.
- Số oxi hóa của nhôm (Al) là +3.

3. Chất khử và Chất oxi hóa

Trong phản ứng oxi hóa - khử, luôn có chất cho electron và chất nhận electron.

- **Chất khử (chất bị oxi hóa):** Là chất cho electron, có số oxi hóa tăng sau phản ứng. Câu ghi nhớ: "Khử cho, O nhận".
- **Chất oxi hóa (chất bị khử):** Là chất nhận electron, có số oxi hóa giảm sau phản ứng.

4. Quá trình Oxi hóa và Quá trình Khử

- **Quá trình oxi hóa (sự oxi hóa):** Là quá trình một chất cho electron. Đây là quá trình của chất khử.
- **Quá trình khử (sự khử):** Là quá trình một chất nhận electron. Đây là quá trình của chất oxi hóa.

Ví dụ phân tích tổng hợp

Xét phản ứng: $\text{Zn} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$

Bước 1: Xác định số oxi hóa

- Trước phản ứng: Zn^0 , $\text{H}^{+1}\text{Cl}^{-1}$
- Sau phản ứng: $\text{Zn}^{+2}\text{Cl}_2^{-1}$, H_2^0

Bước 2: Phân tích sự thay đổi

- $\text{Zn}^0 \rightarrow \text{Zn}^{+2}$: Số oxi hóa tăng, Zn là chất khử.
- $\text{H}^{+1} \rightarrow \text{H}_2^0$: Số oxi hóa giảm, HCl (cụ thể là ion H^+) là chất oxi hóa.

Bước 3: Viết quá trình

- Quá trình oxi hóa: $\text{Zn}^0 \rightarrow \text{Zn}^{+2} + 2\text{e}$
- Quá trình khử: $2\text{H}^{+1} + 2\text{e} \rightarrow \text{H}_2^0$

Thành phần	Định nghĩa	Ví dụ trong phản ứng trên
Chất khử	Chất cho e, số oxi hóa tăng	Zn
Chất oxi hóa	Chất nhận e, số oxi hóa giảm	HCl (H^+)
Quá trình oxi hóa	Quá trình chất khử cho e	$\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{+2} + 2\text{e}$
Quá trình khử	Quá trình chất oxi hóa nhận e	$2\text{H}^+ + 2\text{e} \rightarrow \text{H}_2$

II. Phương pháp cân bằng phản ứng Oxi hóa - Khử (Phương pháp thăng bằng electron)

Đây là phương pháp phổ biến và hiệu quả nhất để cân bằng các phản ứng oxi hóa - khử phức tạp. Nguyên tắc của phương pháp này dựa trên định luật bảo toàn electron: **Tổng số electron mà chất khử cho phải bằng tổng số electron mà chất oxi hóa nhận.**

Các bước tiến hành

- Bước 1: Xác định số oxi hóa** của các nguyên tố có sự thay đổi số oxi hóa để tìm ra chất khử và chất oxi hóa.
- Bước 2: Viết các quá trình** oxi hóa và quá trình khử, cân bằng số nguyên tử của mỗi nguyên tố ở hai vế.

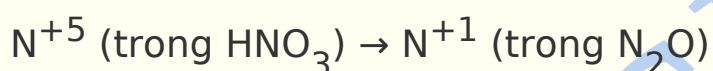
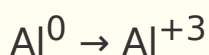
3. **Bước 3: Tìm hệ số** thích hợp cho chất khử và chất oxi hóa sao cho tổng số electron cho bằng tổng số electron nhận. (Tìm bội số chung nhỏ nhất của số e cho và nhận).
4. **Bước 4: Đặt hệ số** của chất khử và chất oxi hóa vào sơ đồ phản ứng. Từ đó, cân bằng các nguyên tố còn lại (thường theo thứ tự: kim loại → phi kim → hiđro → oxi).

Ví dụ minh họa

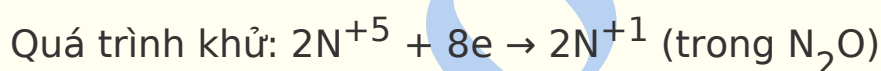
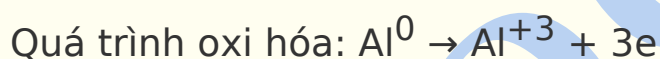
Ví dụ 1: Phản ứng đơn giản

Cân bằng phương trình: $\text{Al} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Al}(\text{NO}_3)_3 + \text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$

- **Bước 1:** Xác định số oxi hóa thay đổi.



- **Bước 2:** Viết quá trình oxi hóa, quá trình khử.



- **Bước 3:** Tìm hệ số (Thăng bằng electron).

Bội số chung nhỏ nhất của 3 và 8 là 24.



- **Bước 4:** Đặt hệ số vào phương trình và cân bằng.



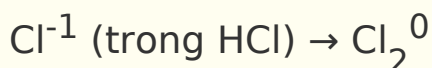
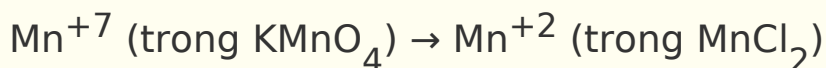
Kiểm tra:

- Đặt 8 trước Al và 8 trước $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$. Đặt 3 trước N_2O .
- Đếm tổng số nguyên tử N ở vế phải: $8 * 3$ (trong $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$) + $3 * 2$ (trong N_2O) = $24 + 6 = 30$ N. Vậy đặt 30 trước HNO_3 .
- Đếm số nguyên tử H ở vế trái: 30 H. Vậy đặt 15 trước H_2O ($15 * 2 = 30$ H).
- Kiểm tra Oxi: Vế trái: $30 * 3 = 90$ O. Vế phải: $8 * 3 * 3 + 3 * 1 + 15 * 1 = 72 + 3 + 15 = 90$ O. → Phương trình đã cân bằng.

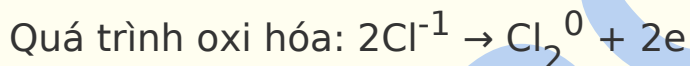
Ví dụ 2: Phản ứng có chất môi trường

Cân bằng phương trình: $\text{KMnO}_4 + \text{HCl} \rightarrow \text{KCl} + \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$

- **Bước 1:** Xác định số oxi hóa thay đổi.



- **Bước 2:** Viết quá trình.

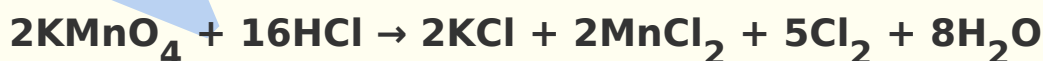


- **Bước 3:** Tìm hệ số.

Bội số chung nhỏ nhất của 5 và 2 là 10.



- **Bước 4:** Đặt hệ số và cân bằng.



Kiểm tra:

- Đặt 2 trước KMnO_4 , 2 trước MnCl_2 . Đặt 5 trước Cl_2 .
- Vế trái có 2 K, vậy đặt 2 trước KCl.

- Đếm tổng Cl ở vế phải: 2 (trong KCl) + 2*2 (trong MnCl_2) + 5*2 (trong Cl_2)
= 2 + 4 + 10 = 16 Cl. Vậy đặt 16 trước HCl. (Lưu ý: HCl vừa là chất khử, vừa là chất tạo môi trường).

- Đếm H ở vế trái: 16 H. Vậy đặt 8 trước H_2O .

- Kiểm tra O: Vế trái: 2 * 4 = 8 O. Vế phải: 8 * 1 = 8 O. → Phương trình đã cân bằng.

Ví dụ 3: Phản ứng tự oxi hóa - khử

Đây là phản ứng trong đó một nguyên tố vừa đóng vai trò là chất khử, vừa là chất oxi hóa.

Cân bằng phương trình: $\text{Cl}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$ (điều kiện thường)

• **Bước 1:** $\text{Cl}_2^0 \rightarrow \text{Cl}^{-1}$ (trong NaCl) và Cl^{+1} (trong NaClO)

• **Bước 2:**

Quá trình khử: $\text{Cl}_2^0 + 2e \rightarrow 2\text{Cl}^{-1}$

Quá trình oxi hóa: $\text{Cl}_2^0 \rightarrow 2\text{Cl}^{+1} + 2e$

• **Bước 3:** Số e cho và nhận đã bằng nhau (đều là 2). Tỷ lệ 1:1.

1 x | $\text{Cl}^{0} + 2e \rightarrow 2\text{Cl}^{-1}$ 1 x | $\text{Cl}^{0} \rightarrow 2\text{Cl}^{+1} + 2e$

• **Bước 4:**



Kiểm tra:

- Từ các quá trình, ta có 1 Cl_2 tạo ra 2 Cl^{-1} (tức 2 NaCl) và 1 Cl_2 tạo ra 2 Cl^{+1} (tức 2 NaClO). Tuy nhiên, vì tỷ lệ 1:1, ta chỉ cần 1 Cl_2 tạo ra 1 NaCl và 1

NaClO.

- Đặt 1 trước NaCl và 1 trước NaClO.

- Vế phải có 2 Na, vậy đặt 2 trước NaOH.

- Vế trái có 2 H, vậy đặt 1 trước H_2O .

- Kiểm tra Oxi: Vế trái 2 O, vế phải $1 + 1 = 2$ O. → Phương trình đã cân bằng.

III. Một số lưu ý và mẹo cân bằng nhanh

- **Ưu tiên cân bằng nguyên tử kim loại trước:** Sau khi đặt hệ số cho chất khử và chất oxi hóa, hãy cân bằng các nguyên tử kim loại, sau đó đến các gốc axit, phi kim, rồi đến H và cuối cùng kiểm tra lại bằng O.
- **Phản ứng với HNO_3 , H_2SO_4 đặc:** Cần cẩn thận khi đếm số nguyên tử N hoặc S. Tổng số mol axit tham gia phản ứng bằng tổng số mol axit tạo sản phẩm khử cộng với số mol axit tạo muối (vai trò môi trường).
- **Ghi nhớ số oxi hóa phổ biến:** Việc nhớ số oxi hóa của các gốc axit thông dụng (SO_4^{2-} , NO_3^- , PO_4^{3-} , ...) và các ion kim loại phổ biến sẽ giúp bạn xác định số oxi hóa của nguyên tố trung tâm nhanh hơn rất nhiều.
- **Kiểm tra lại toàn bộ:** Sau khi cân bằng xong, luôn dành một chút thời gian để kiểm tra lại số lượng nguyên tử của tất cả các nguyên tố ở hai vế để đảm bảo phương trình đã chính xác.