

# 12 CÁCH CÂN BẰNG PHƯƠNG TRÌNH HOÁ HỌC

## I. Khái Niệm

**Cân bằng hóa học** là sự cân bằng về số lượng nguyên tử của các chất trong hai vế của một phản ứng hóa học.

## II. Các Phương Pháp Cân Bằng

### 1. Phương pháp nguyên tử nguyên tố:

Đây là một phương pháp khá đơn giản. Khi cân bằng ta cố ý viết các đơn chất khí ( $H_2$ ,  $O_2$ ,  $N_2$ ...) dưới dạng nguyên tử riêng biệt rồi lập luận qua một số bước.

Ví dụ: Cân bằng phản ứng  $P + O_2 \rightarrow P_2O_5$

Ta viết:  $P + O \rightarrow P_2O_5$

Để tạo thành 1 phân tử  $P_2O_5$  cần 2 nguyên tử P và 5 nguyên tử O:  $2P + 5O \rightarrow P_2O_5$

Nhưng phân tử oxi bao giờ cũng gồm hai nguyên tử, như vậy nếu lấy 5 phân tử oxi tức là số nguyên tử oxi tăng lên gấp 2 thì số nguyên tử P và số phân tử  $P_2O_5$  cũng tăng lên gấp 2, tức 4 nguyên tử P và 2 phân tử  $P_2O_5$

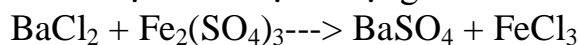
Do đó:  $4P + 5O_2 \rightarrow 2P_2O_5$

### 2. Phương pháp hóa trị tác dụng:

Hóa trị tác dụng là hóa trị của nhóm nguyên tử hay nguyên tử của các nguyên tố trong chất tham gia và tạo thành trong PƯHH.

Áp dụng phương pháp này cần tiến hành các bước sau:

+ Xác định hóa trị tác dụng:



Hóa trị tác dụng lần lượt từ trái qua phải là:

II - I - III - II - II - II - III - I

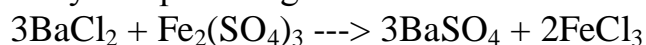
Tìm bội số chung nhỏ nhất của các hóa trị tác dụng:

$$BSCNN(1, 2, 3) = 6$$

+ Lấy BSCNN chia cho các hóa trị ta được các hệ số:

$$6/II = 3, 6/III = 2, 6/I = 6$$

Thay vào phản ứng:

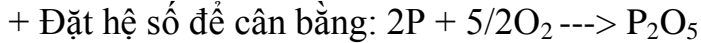
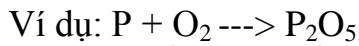


Dùng phương pháp này sẽ củng cố được khái niệm hóa trị, cách tính hóa trị, nhớ hóa trị của các nguyên tố thường gặp.

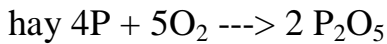
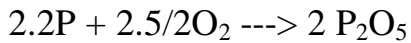
### 3. Phương pháp dùng hệ số phân số:

Đặt các hệ số vào các công thức của các chất tham gia phản ứng, không phân biệt

số nguyên hay phân số sao cho số nguyên tử của mỗi nguyên tố ở hai vế bằng nhau. Sau đó khử mẫu số chung của tất cả các hệ số.

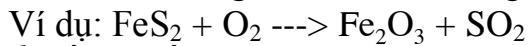


+ Nhân các hệ số với mẫu số chung nhỏ nhất để khử các phân số. Ở đây nhân 2.

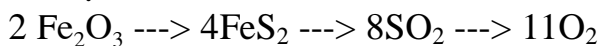


#### 4. Phương pháp "chẵn - lẻ":

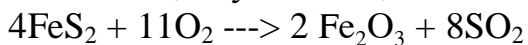
Một phản ứng sau khi đã cân bằng thì số nguyên tử của một nguyên tố ở vế trái bằng số nguyên tử nguyên tố đó ở vế phải. Vì vậy nếu số nguyên tử của một nguyên tố ở một vế là số chẵn thì số nguyên tử nguyên tố đó ở vế kia phải chẵn. Nếu ở một công thức nào đó số nguyên tử nguyên tố đó còn lẻ thì phải nhân đôi.



Ở vế trái số nguyên tử  $O_2$  là chẵn với bất kỳ hệ số nào. Ở vế phải, trong  $SO_2$  oxi là chẵn nhưng trong  $Fe_2O_3$  oxi là lẻ nên phải nhân đôi. Từ đó cân bằng tiếp các hệ số còn lại.

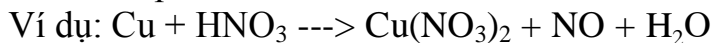


Đó là thứ tự suy ra các hệ số của các chất. Thay vào PTPU ta được:



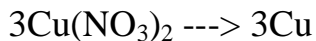
#### 5. Phương pháp xuất phát từ nguyên tố chung nhất:

Chọn nguyên tố có mặt ở nhiều hợp chất nhất trong phản ứng để bắt đầu cân bằng hệ số các phân tử.

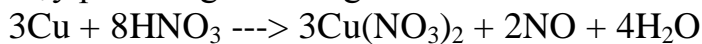


Nguyên tố có mặt nhiều nhất là nguyên tố oxi, ở vế phải có 8 nguyên tử, vế trái có 3. Bội số chung nhỏ nhất của 8 và 3 là 24, vậy hệ số của  $HNO_3$  là  $24/3 = 8$

Ta có  $8HNO_3 \rightarrow 4H_2O \rightarrow 2NO$  (Vì số nguyên tử N ở vế trái chẵn)  $\rightarrow$



Vậy phản ứng cân bằng là:



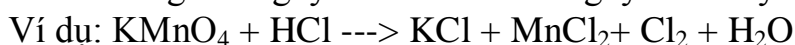
#### 6. Phương pháp cân bằng theo "nguyên tố tiêu biểu":

Nguyên tố tiêu biểu là nguyên tố có đặc điểm sau:

- + Có mặt ít nhất trong các chất ở phản ứng đó.
- + Liên quan gián tiếp nhất đến nhiều chất trong phản ứng.
- + Chưa thăng bằng về nguyên tử ở hai vế.

Phương pháp cân bằng này tiến hành qua ba bước:

- Chọn nguyên tố tiêu biểu.
- Cân bằng nguyên tố tiêu biểu.
- Cân bằng các nguyên tố khác theo nguyên tố này.



- Chọn nguyên tố tiêu biểu: O

b. Cân bằng nguyên tố tiêu biểu:  $\text{KMnO}_4 \rightarrow 4\text{H}_2\text{O}$

c. Cân bằng các nguyên tố khác:

+ Cân bằng H:  $4\text{H}_2\text{O} \rightarrow 8\text{HCl}$

+ Cân bằng Cl:  $8\text{HCl} \rightarrow \text{KCl} + \text{MnCl}_2 + 5/2\text{Cl}_2$

Ta được:

$\text{KMnO}_4 + 8\text{HCl} \rightarrow \text{KCl} + \text{MnCl}_2 + 5/2\text{Cl}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$

Sau cùng nhân tất cả hệ số với mẫu số chung ta có:

$2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl} \rightarrow 2\text{KCl} + 2\text{MnCl}_2 + 5\text{Cl}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$

### 7. Phương pháp cân bằng theo trình tự kim loại - phi kim:

Theo phương pháp này đầu tiên cân bằng số nguyên tử kim loại, sau đến phi kim và cuối cùng là H, sau cùng đưa các hệ số đã biết để cân bằng nguyên tử O.

Ví dụ 1.  $\text{NH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$

Phản ứng này không có kim loại, nguyên tử phi kim N đã cân bằng. Vậy ta cân bằng luôn H:

$2\text{NH}_3 \rightarrow 3\text{H}_2\text{O}$  (Tính BSCNN, sau đó lấy BSCNN chia cho các chỉ số để được các hệ số)

+ Cân bằng N:  $2\text{NH}_3 \rightarrow 2\text{NO}$

+ Cân bằng O và thay vào ta có:

$2\text{NH}_3 + 5/2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO} + 3\text{H}_2\text{O}$

Cuối cùng nhân các hệ số với mẫu số chung nhỏ nhất:

$4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$

Ví dụ 2.  $\text{CuFeS}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CuO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2$

Hoàn toàn tương tự như trên. Do nguyên tử Cu đã cân bằng, đầu tiên ta cân bằng Fe, tiếp theo cân bằng theo thứ tự  $\text{Cu} \rightarrow \text{S} \rightarrow \text{O}$  rồi nhân đôi các hệ số:

$4\text{CuFeS}_2 + 13\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CuO} + 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$

### 8. Phương pháp cân bằng phản ứng cháy của chất hữu cơ:

a. Phản ứng cháy của hidrocarbon:

Nên cân bằng theo trình tự sau:

- Cân bằng số nguyên tử C

- Cân bằng số nguyên tử H

- Cân bằng số nguyên tử O.

Cân bằng số nguyên tử O bằng cách tính tổng số nguyên tử O ở vế phải sau đó chia cho 2 được hệ số O ở vế phải, nếu chia lẻ thì ta nhân tất cả các chất ở 2 vế với 2.

Ví dụ :  $\text{C}_2\text{H}_6 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

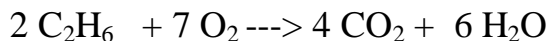
Cân bằng C

$\text{C}_2\text{H}_6 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

cân bằng H

$\text{C}_2\text{H}_6 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$

cân bằng O, số nguyên tử O về phải =  $2 \cdot 2 + 3 = 7$ , sau đó chia cho 2 được hệ số O về trái ( $7:2 = 7/2$ ) do  $7/2$  chia lẻ nên nhân tất cả các phân tử ở 2 vế với 2



b. Phản ứng cháy của hợp chất chứa O.

Cân bằng theo trình tự sau:

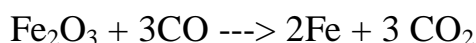
- Cân bằng số nguyên tử C.
- Cân bằng số nguyên tử H.
- Cân bằng số nguyên tử O bằng cách tính số nguyên tử O ở vế phải rồi trừ đi số nguyên tử O có trong hợp chất. Kết quả thu được đem chia đôi sẽ ra hệ số của phân tử  $\text{O}_2$ . Nếu hệ số đó lẻ thì nhân đôi cả 2 vế của PT để khử mẫu số.

### 9. Phương pháp xuất phát từ bản chất hóa học của phản ứng:

Phương pháp này lập luận dựa vào bản chất của phản ứng để cân bằng.

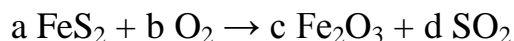


Theo phản ứng trên, khi CO bị oxi hóa thành  $\text{CO}_2$  nó sẽ kết hợp thêm oxi. Trong phân tử  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  có 3 nguyên tử oxi, như vậy đủ để biến 3 phân tử CO thành 3 phân tử  $\text{CO}_2$ . Do đó ta cần đặt hệ số 3 trước công thức CO và  $\text{CO}_2$  sau đó đặt hệ số 2 trước Fe:



### 10. Phương pháp đại số

- **Nguyên tắc:** số nguyên tử của mỗi nguyên tố ở hai vế phải bằng nhau.
- **Các bước cân bằng:**
  - Đặt ẩn số là các hệ số hợp thức.
  - Dùng định luật bảo toàn khối lượng để cân bằng nguyên tố và lập phương trình đại số.
  - Chọn nghiệm tùy ý cho một ẩn, rồi dùng hệ phương trình đại số để suy ra các ẩn số còn lại.
- **Thí Dụ:**



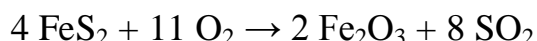
Ta có:

$$\text{Fe: } a = 2c$$

$$\text{S: } 2a = d$$

$$\text{O: } 2b = 3c + 2d$$

Chọn  $c = 1$  thì  $a = 2$ ,  $d = 4$ ,  $b = 11/2$ . Nhân hai vế với 2 ta được phương trình:



## 11. Phương pháp cân bằng electron

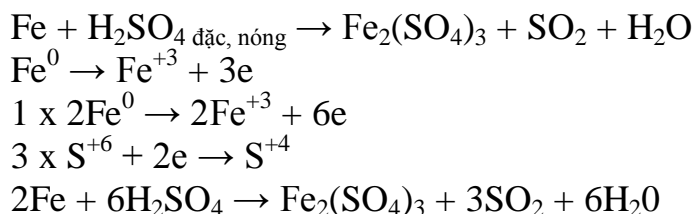
- **Nguyên tắc:** dựa vào sự bảo toàn electron nghĩa là tổng số electron của chất khử cho phải bằng tổng số electron chất oxi hóa nhận.
- **Các bước cân bằng:**
  - Bước 1: Viết sơ đồ phản ứng với các nguyên tố có sự thay đổi số oxi hóa.
  - Bước 2: Viết các quá trình: khử (cho electron), oxi hóa (nhận electron).
  - Bước 3: Cân bằng electron: nhân hệ số để

Tổng số electron cho = tổng số electron nhận.  
(tổng số oxi hóa giảm = tổng số oxi hóa tăng).

- Bước 4: Cân bằng nguyên tố không thay đổi số oxi hoá, thường theo thứ tự
    - Kim loại (ion dương).
    - Góc axit (ion âm).
    - Môi trường (axit, bazơ).
    - Nước (cân bằng H<sub>2</sub>O để cân bằng hiđro).
  - Bước 5: Kiểm tra lại số nguyên tử oxi ở hai vế (phải bằng nhau).
- **Lưu ý:**

Khi viết các quá trình oxi hoá và quá trình khử của từng nguyên tố, cần theo đúng chỉ số qui định của nguyên tố đó.

- **Thí Dụ:**



## 12. Phương pháp cân bằng ion – electron

- **Phạm vi áp dụng:** đối với các quá trình xảy ra trong dung dịch, có sự tham gia của môi trường (H<sub>2</sub>O, dung dịch axit hoặc bazơ tham gia).
- **Các nguyên tắc:**
  - Nếu phản ứng có axit tham gia: vế nào thừa O phải thêm H<sup>+</sup> để tạo H<sub>2</sub>O.
  - Nếu phản ứng có bazơ tham gia: vế nào thừa O phải thêm H<sub>2</sub>O để tạo ra OH<sup>-</sup>.
- **Các bước tiến hành:**

- Bước 1: Tách ion, xác định các nguyên tố có số oxi hóa thay đổi và viết các nửa phản ứng oxi hóa – khử.
- Bước 2: Cân bằng các bán phản ứng:
  - Cân bằng số nguyên tử mỗi nguyên tố ở hai vế

Thêm  $H^+$  hay  $OH^-$ .

Thêm  $H_2O$  để cân bằng số nguyên tử hiđro.

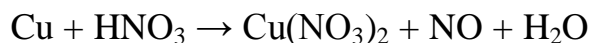
Kiểm soát số nguyên tử oxi ở hai vế (phải bằng nhau).

- Cân bằng điện tích thêm electron vào mỗi nửa phản ứng để cân bằng điện tích.
- Bước 3: Cân bằng electron, nhân hệ số để

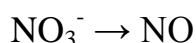
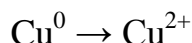
Tổng số electron cho = tổng số electron nhận.

(tổng số oxi hóa giảm = tổng số oxi hóa tăng).

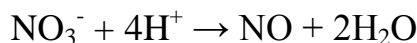
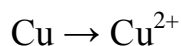
- Bước 4: Cộng các nửa phản ứng ta có phương trình ion thu gọn.
- Bước 5: Để chuyển phương trình dạng ion thu gọn thành phương trình ion đầy đủ và phương trình phân tử cân cộng vào hai vế những lượng bằng nhau các cation hoặc anion để bù trừ điện tích.
- **Thí Dụ:** Cân bằng phương trình phản ứng:



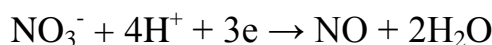
- Bước 1:  $Cu + H^+ + NO_3^- \rightarrow Cu^{2+} + 2NO_3^- + NO + H_2O$



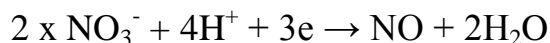
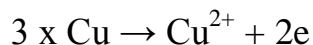
- Bước 2:
  - Cân bằng nguyên tố



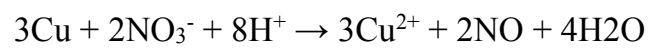
- Cân bằng điện tích



- Bước 3: Cân bằng electron



- Bước 4:



\* Bước 5:

