

## Phương pháp cân bằng PTHH và các bài tập cân bằng

### I/Cách 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 ( $H_2$ ,  $O_2$ ,  $Cl_2$ ,  $N_2$ ...) 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: (7)

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 PTHH.

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

+ Xác định hóa trị tác dụng:

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

$BaCl_2 + Fe_2(SO_4)_3 \rightarrow BaSO_4 + FeCl_3$

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:

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

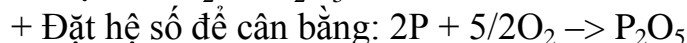
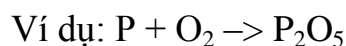
Thay vào phản ứng:

$3BaCl_2 + Fe_2(SO_4)_3 \rightarrow 3BaSO_4 + 2FeCl_3$

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.

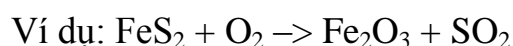


+ Nhân các hệ số với mẫu số chung nhỏ nhất để khử các phân số. Ở đây nhân 2.

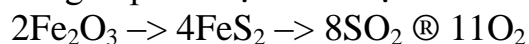


### 4. Phương pháp “chẵn – lẻ”:

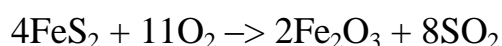
Một phản ứng sau khi đã cân bằng thì số nguyên tử của một nguyên tố ở vế trái bằng số nguyên tử nguyên tố đó ở vế phải. Vì vậy nếu số nguyên tử của một nguyên tố ở một vế là số chẵn thì số nguyên tử nguyên tố đó ở vế kia phải chẵn. Nếu ở một công thức nào đó số nguyên tử nguyên tố đó còn lẻ thì phải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

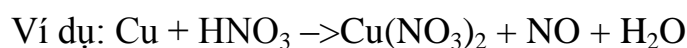


Đó là thứ tự suy ra các hệ số của các chất. Thay vào PTPU ta được:



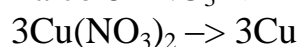
### 5. Phương pháp xuất phát từ nguyên tố chung nhất:

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

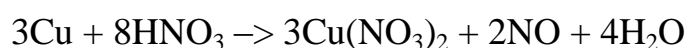


Nguyên tố có mặt nhiều nhất là nguyên tố oxi, ở vế phải có 8 nguyên tử, vế trái có 3. Bội số chung nhỏ nhất của 8 và 3 là 24, vậy hệ số của  $HNO_3$  là  $24 / 3 = 8$

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



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.

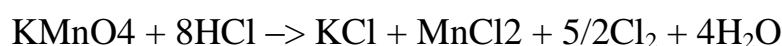
Ví dụ:  $\text{KMnO}_4 + \text{HCl} \rightarrow \text{KCl} + \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$

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

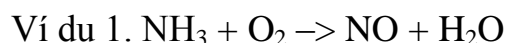


Sau cùng nhân tất cả hệ số với mẫu số chung ta có:



## 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.

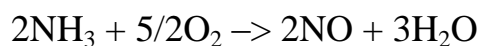


Phản ứng này không có kim loại, nguyên tử phi kim N đã cân bằng. Vậy ta cân bằng luôn H:

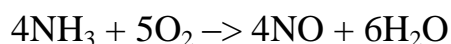
$2\text{NH}_3 \rightarrow 3\text{H}_2\text{O}$  (Tính BSCNN, sau đó lấy BSCNN chia cho các chỉ số để được các hệ số)

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

+ Cân bằng O và thay vào ta có:



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



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

Cu  $\rightarrow$  S  $\rightarrow$  O rồi nhân đôi các hệ số:



## **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 H. Lấy số nguyên tử H của hidrocarbon chia cho 2, nếu kết quả lẻ thì nhân đôi phân tử hidrocarbon, nếu chẵn thì để nguyên.

- Cân bằng số nguyên tử C.

- Cân bằng số nguyên tử O.

Tự lấy ví dụ nhen.

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.

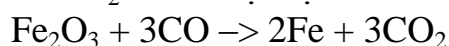
- Cân bằng số nguyên tử O bằng cách tính số nguyên tử O ở vế phải rồi trừ đi số nguyên tử O có trong hợp chất. Kết quả thu được đem chia đôi sẽ ra hệ số của phân tử  $\text{O}_2$ . Nếu hệ số đó lẻ thì nhân đôi cả 2 vế của PT để khử mẫu số.

## 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 CO<sub>2</sub> nó sẽ kết hợp thêm oxi. Trong phân tử Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> có 3 nguyên tử oxi, như vậy đủ để biến 3 phân tử CO thành 3 phân tử CO<sub>2</sub>. Do đó ta cần đặt hệ số 3 trước công thức CO và CO<sub>2</sub> sau đó đặt hệ số 2 trước Fe:



## II/Bài tập:

### A. Dạng cơ bản:

I: Cân bằng các phương trình phản ứng sau:

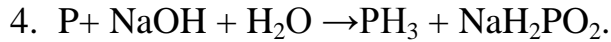
1.  $\text{P} + \text{KClO}_3 \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5 + \text{KCl}$ .
2.  $\text{P} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .
3.  $\text{S} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO}$ .
4.  $\text{C}_3\text{H}_8 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$ .
5.  $\text{H}_2\text{S} + \text{HClO}_3 \rightarrow \text{HCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$ .
6.  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{C}_2\text{H}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .

### B. Dạng có môi trường:

1.  $\text{Mg} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$ .
2.  $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .
3.  $\text{Mg} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MgSO}_4 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}$ .
4.  $\text{Al} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Al}(\text{NO}_3)_3 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ .
5.  $\text{FeCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{S} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .
6.  $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$ .
7.  $\text{Al} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Al}(\text{NO}_3)_3 + \text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$ .
8.  $\text{KMnO}_4 + \text{HCl} \rightarrow \text{KCl} + \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .
9.  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{HCl} \rightarrow \text{KCl} + \text{CrCl}_3 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .

### C. Dạng tự oxi hóa khử:

1.  $\text{S} + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ .
2.  $\text{Cl}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{KCl} + \text{KClO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ .
3.  $\text{NO}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaNO}_2 + \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ .



#### D. Dạng phản ứng nội oxihoa khử

1.  $KClO_3 \rightarrow KCl + O_2.$
2.  $KMnO_4 \rightarrow K_2MnO_4 + MnO_2 + O_2$
3.  $NaNO_3 \rightarrow NaNO_2 + O_2.$
4.  $NH_4NO_3 \rightarrow N_2O + H_2O.$

#### E. Dạng phức tạp.

1.  $FeS_2 + O_2 \rightarrow Fe_2O_3 + SO_2 .$
2.  $FeS_2 + HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + H_2SO_4 + NO + H_2O.$
3.  $As_2S_3 + HNO_3 \rightarrow H_3AsO_4 + H_2SO_4 + NO.$

#### F. Dạng có ẩn số:

1.  $C_xH_y + H_2SO_4 \rightarrow SO_2 + CO_2 + H_2O.$
2.  $Fe_xO_y + H_2SO_4 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + S + H_2O.$
3.  $M + HNO_3 \rightarrow M(NO_3)_n + NO + H_2O.$
4.  $M_xO_y + HNO_3 \rightarrow M(NO_3)_n + NO + H_2O.$
5.  $Fe_xO_y + O_2 \rightarrow Fe_nO_m.$

2: Cân bằng các phản ứng sau bằng phương pháp thăng bằng electron, xác định chất khử-chất oxi hóa:

1.  $NH_3 + O_2 \rightarrow NO + H_2O.$
2.  $Na + H_2O \rightarrow NaOH + H_2 .$
3.  $Cu + H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + SO_2 + H_2O.$
4.  $Fe_3O_4 + H_2 \rightarrow Fe + H_2O.$
5.  $NO_2 + O_2 + H_2O \rightarrow HNO_3.$
6.  $Ag + HNO_3 \rightarrow AgNO_3 + NO_2 + H_2O.$
7.  $Cu + HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + NO_2 + H_2O.$
8.  $Zn + HNO_3 \rightarrow Zn(NO_3)_2 + NO + NO_2 + H_2O.$
9.  $Mg + HNO_3 \rightarrow Mg(NO_3)_2 + N_2 + H_2O.$
10.  $Al + HNO_3 \rightarrow Al(NO_3)_3 + N_2O + N_2 + H_2O.$
11.  $MnO_2 + HCl \rightarrow MnCl_2 + Cl_2 + H_2O.$
12.  $KClO_3 \rightarrow KCl + KClO_4.$
13.  $NaBr + H_2SO_4 + KMnO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + K_2SO_4 + MnSO_4 + Br_2 + H_2O.$

14.  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ .
15.  $\text{Cl}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{KCl} + \text{KClO} + \text{H}_2\text{O}$ .
16.  $\text{C} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$ .
17.  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{CuO} + \text{NO}_2 + \text{O}_2$ .
18.  $\text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$ .
19.  $\text{NaNO}_2 \rightarrow \text{NaNO}_3 + \text{Na}_2\text{O} + \text{NO}$ .
20.  $\text{CuS} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} + \text{S} + \text{H}_2\text{O}$ .
21.  $\text{FeCu}_2\text{S}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CuO} + \text{SO}_2$ .
22.  $\text{MnO}_2 + \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ .
23.  $\text{SO}_2 + \text{FeCl}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{HCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$ .
24.  $\text{O}_3 + \text{KI} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{KOH} + \text{O}_2 + \text{I}_2$ .
25.  $\text{KMnO}_4 + \text{HNO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ .
26.  $\text{KNO}_3 + \text{S} + \text{C} \rightarrow \text{K}_2\text{S} + \text{N}_2 + \text{CO}_2$ .
27.  $\text{HO-CH}_2\text{-CHO} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{KOH} + \text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .
28.  $\text{Al} + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaAlO}_2 + \text{H}_2$  á
29.  $\text{CrI}_3 + \text{KOH} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{KIO}_4 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$ .
30.  $\text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO}_2 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .
31.  $\text{KMnO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ .
32.  $\text{FeCO}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{CO}_2 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .
33.  $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .
34.  $\text{CH}_3\text{OH} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{HCOOH} + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ .
35.  $\text{CH}_3\text{-CH=CH}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_2\text{OH} + \text{KOH} + \text{MnO}_2$ .
36.  $\text{Fe}_x\text{O}_y + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .
37.  $\text{NaClO}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{NaCl} + \text{ClO}_2$ .
38.  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ .
39.  $\text{Cu}_2\text{S.FeS}_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$ .
40.  $\text{KHSO}_4 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ .

**Bài 3:** Cân bằng các phản ứng sau bằng phương pháp thăng bằng electron

1.  $\text{K}_2\text{S} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{S} + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
2.  $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$

3. **3.**  $\text{K}_2\text{SO}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{KHSO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
4. **4.**  $\text{SO}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$
5. **5.**  $\text{K}_2\text{S} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{S} + \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
6. **6.**  $\text{Mg} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
7. **7.**  $\text{CuS}_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$
8. **8.**  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{I}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
9. **9.**  $\text{FeSO}_4 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{HCl}$
10. **10.**  $\text{KI} + \text{KClO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{I}_2 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$
11. **11.**  $\text{Cu}_2\text{S} + \text{HNO}_3 (\text{l}) \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{CuSO}_4 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$

**4:** Hoàn thành các phản ứng oxi hóa khử

1. **1.**  $\text{FeS}_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO} + \text{SO}_4^{2-} + \dots$
2. **2.**  $\text{FeBr}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$
3. **3.**  $\text{Fe}_x\text{O}_y + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ đ} \rightarrow \text{SO}_2 + \dots$
4. **4.**  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + \text{HNO}_3 \text{ l} \rightarrow \text{NO} + \dots$
5. **5.**  $\text{FeCl}_3 + \text{dd Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{khí A}\uparrow + \dots$
6. **6.**  $\text{FeO} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO} + \dots$
7. **7.**  $\text{FeSO}_4 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \dots$
8. **8.**  $\text{As}_2\text{S}_3 + \text{HNO}_3 (\text{l}) + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO} + \dots$
9. **9.**  $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
10. **10.**  $\text{CuFeS}_2 + \text{O}_2 + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{Cu} + \text{FeSiO}_3 + \dots$
11. **11.**  $\text{FeCl}_3 + \text{KI} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{KCl} + \text{I}_2$
12. **12.**  $\text{AgNO}_3 + \text{FeCl}_3 \rightarrow$
13. **13.**  $\text{MnO}_4^- + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{CO}_2 + \dots$
14. **14.**  $\text{Fe}_x\text{O}_y + \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{SO}_2 + \dots$
15. **15.**  $\text{FeSO}_4 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO} + \dots$