

CÔNG THỨC TÍNH NHANH SỐ MOL HNO₃ PHẢN ỨNG

Dạng toán cho kim loại, oxit kim loại phản ứng với HNO₃ là bài tập đặc trưng liên quan đến các quá trình oxi hóa - khử. Các dạng bài tập này thường tính toán khá phức tạp và dễ nhầm lẫn nếu chưa thành thạo. Một số công thức tính số mol HNO₃ dưới đây sẽ giúp các em giải nhanh và chính xác dạng bài tập này.

1. Công thức tính nhanh số mol HNO₃ phản ứng

- Trong phản ứng giữa kim loại với dung dịch HNO₃ tạo thành muối nitrat, nước và các sản phẩm khử (NO₂, NO, N₂O, N₂, NH₄NO₃)

Số mol HNO₃ cần dùng:

$$n_{\text{HNO}_3} = (\text{số e trao đổi} + \text{số nguyên tử N trong sản phẩm khử}) \cdot n_{\text{sản phẩm khử}}$$

$$\rightarrow n_{\text{HNO}_3} = 2n_{\text{NO}_2} + 4n_{\text{NO}} + 10n_{\text{N}_2\text{O}} + 12n_{\text{N}_2} + 10n_{\text{NH}_4\text{NO}_3}$$

- Hỗn hợp cả kim loại và oxit kim loại phản ứng với HNO₃ thì:

$$n_{\text{HNO}_3} = 2n_{\text{NO}_2} + 4n_{\text{NO}} + 10n_{\text{N}_2\text{O}} + 12n_{\text{N}_2} + 10n_{\text{NH}_4\text{NO}_3} + 2n_{\text{O}} (\text{trong oxit kim loại})$$

Chú ý: Sản phẩm khử nào không có thì số mol bằng 0.

Ví dụ: Cho hỗn hợp Al, Fe vào dung dịch HNO₃ loãng, dư thu được 6,72 lít NO (là sản phẩm khử duy nhất của $\overset{+5}{\text{N}}$ ở đktc). Số mol axit đã phản ứng là

A. 0,3 mol.

B. 0,6 mol.

C. 1,2 mol.

D. 2,4 mol.

Hướng dẫn giải:

$$n_{\text{NO}} = 0,3 \text{ mol}$$

$$n_{\text{HNO}_3} = 4 \cdot n_{\text{NO}} = 4 \cdot 0,3 = 1,2 \text{ mol}$$

→ **Chọn C**

2. Bạn nên biết

Sử dụng định luật bảo toàn electron tính nhanh các quá trình oxi hóa – khử:

$$\sum n_{\text{e nhường}} = \sum n_{\text{e nhận}}$$

$$\rightarrow \sum (n_{\text{KI}} \cdot \text{Hóa trị}) = \sum (\text{Số e nhận} \cdot n_{\text{sản phẩm khử}})$$

Nếu là hỗn hợp kim loại và oxit kim loại:

$$\sum (n_{\text{KI}} \cdot \text{Hóa trị}) = 2 \cdot n_{\text{O}} (\text{trong oxit kim loại}) + \sum (\text{Số e nhận} \cdot n_{\text{sản phẩm khử}})$$

Trong đó sản phẩm khử thường là các khí hoặc muối NH₄⁺

| Khí (NH ₄ ⁺) | NO ₂ | NO | N ₂ O | N ₂ | NH ₄ ⁺ |
|-------------------------------------|-----------------|----|------------------|----------------|------------------------------|
| Số e nhận | 1 | 3 | 8 | 10 | 8 |

3. Kiến thức mở rộng

- Một số kim loại (Fe, Al, Cr,...) thụ động trong axit HNO₃ đặc nguội.

- Kim loại Fe tác dụng với HNO₃ dư luôn lên mức oxi hóa cao nhất $\overset{+3}{\text{Fe}}$.

- Trong phản ứng của kim loại Mg, Al, Zn với dung dịch HNO_3 loãng, ngoài những sản phẩm khử là khí thì dung dịch còn có thể có sản phẩm khử khác là muối NH_4NO_3 .

4. Bài tập minh họa

Câu 1: Hòa tan hết m gam hỗn hợp Mg, Al và Cu bằng dung dịch chứa x mol HNO_3 (vừa đủ) thu được 3,36 lít N_2O (là sản phẩm khử duy nhất, đktc). Giá trị của x là

A. 1,0.

B. 1,5.

C. 1,8.

D. 1,2.

Hướng dẫn giải:

$$n_{\text{N}_2\text{O}} = 0,15 \text{ mol}$$

$$n_{\text{HNO}_3} = 10. \quad n_{\text{N}_2\text{O}} = 1,5 \text{ mol}$$

$$\rightarrow x = 1,5$$

→ **Chọn B**

Câu 3: Thể tích dung dịch HNO_3 1M (loãng) ít nhất cần dùng để hoà tan hoàn toàn một hỗn hợp gồm 0,15 mol Fe và 0,15 mol Cu là (biết phản ứng tạo chất khử duy nhất là NO)

A. 1,2 lít.

B. 0,6 lít.

C. 0,8 lít.

D. 1,0 lít.

Hướng dẫn giải:

Áp dụng định luật bảo toàn electron

$$\sum (n_{\text{KI}} \cdot \text{Hóa trị}) = \sum (\text{Số e nhận} \cdot n_{\text{sản phẩm khử}})$$

$$3.n_{\text{Fe}} + 2.n_{\text{Cu}} = 3.n_{\text{NO}}$$

$$\rightarrow 3.0,15 + 2.0,15 = 3.n_{\text{NO}}$$

$$\rightarrow n_{\text{NO}} = 0,25 \text{ mol}$$

$$n_{\text{HNO}_3} = 4. \quad n_{\text{NO}} = 4.0,25 = 1 \text{ mol}$$

$$\rightarrow V_{\text{HNO}_3} = 1 \text{ lít}$$

→ **Chọn D**

Ví dụ 2: Hòa tan hoàn toàn 14,58 gam Al trong dung dịch HNO_3 loãng, đun nóng thì có 2,0 mol HNO_3 , đã phản ứng, đồng thời có V lít khí N_2 thoát ra (đktc). Giá trị của V là

A. 2,24

B. 2,80

C. 1,12

D. 1,68

Lời giải

$$n_{\text{Al}} = 0,54 \text{ mol}$$

Giả sử sau phản ứng có tạo thành muối NH_4NO_3

Áp dụng định luật bảo toàn electron:

$$\rightarrow 3n_{\text{Al}} = 10n_{\text{NH}_4\text{NO}_3} + 8n_{\text{N}_2} = 1,62 \quad (1)$$

Lại có: $n_{\text{HNO}_3} = 12n_{\text{NH}_4\text{NO}_3} + 10n_{\text{N}_2} = 2 \quad (2)$

Giải hệ (1) và (2) $\rightarrow n_{\text{N}_2} = 0,05 \text{ mol}$

$$\rightarrow V_{\text{N}_2} = 1,12 \text{ lít}$$

\rightarrow **Chọn C**