

PHƯƠNG PHÁP BẢO TOÀN ELECTRON

I: Nguyên tắc chung:

Trước hết cần nhấn mạnh đây không phải là phương pháp cân bằng phản ứng oxi hóa - khử, mặc dù phương pháp thăng bằng electron dùng để cân bằng phản ứng oxi hóa - khử cũng dựa trên sự bảo toàn electron.

Nguyên tắc của phương pháp như sau: khi có nhiều chất oxi hóa, chất khử trong một hỗn hợp phản ứng (nhiều phản ứng hoặc phản ứng qua nhiều giai đoạn) thì tổng số electron của các chất khử cho phải bằng tổng số electron mà các chất oxi hóa nhận. Ta chỉ cần nhận định đúng trạng thái đầu và trạng thái cuối của các chất oxi hóa hoặc chất khử, thậm chí không cần quan tâm đến việc cân bằng các phương trình phản ứng. Phương pháp này đặc biệt lý thú đối với các bài toán cần phải biện luận nhiều trường hợp có thể xảy ra.

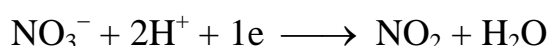
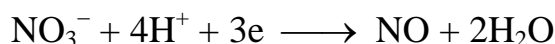
II. Bài tập tham khảo

Ví dụ 1: Cho 1,35 gam hỗn hợp A gồm Cu, Mg, Al tác dụng với HNO₃ dư được 1,12 lít NO và NO₂ (đktc) có khối lượng mol trung bình là 42,8. Tổng khối lượng muối nitrat sinh ra là:

- A. 9,65 gam B. 7,28 gam C. 4,24 gam ✓D. 5,69 gam

Hướng dẫn giải

Dựa vào sơ đồ đường chéo tính được số mol NO và NO₂ lần lượt là 0,01 và 0,04 mol. Ta có các bán phản ứng:



Như vậy, tổng electron nhận là 0,07 mol.

Gọi x, y, z lần lượt là số mol Cu, Mg, Al có trong 1,35 gam hỗn hợp kim loại. Ta có các bán phản ứng:



$$\Rightarrow 2x + 2y + 3z = 0,07.$$

Khối lượng muối nitrat sinh ra là:

$$\begin{aligned} m &= m_{\text{Cu}(\text{NO}_3)_2} + m_{\text{Mg}(\text{NO}_3)_2} + m_{\text{Al}(\text{NO}_3)_3} \\ &= 1,35 + 62(2x + 2y + 3z) \\ &= 1,35 + 62 \times 0,07 = 5,69 \text{ gam.} \end{aligned}$$

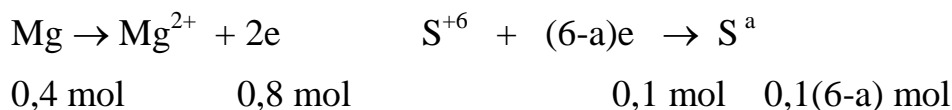
Ví dụ 2 : Khi cho 9,6 gam Mg tác dụng hết với dung dịch H₂SO₄ đậm đặc, thấy có 49 gam H₂SO₄ tham gia phản ứng, tạo muối MgSO₄, H₂O và sản phẩm khử X. X là

- A. SO₂ B. S ✓C. H₂S D. SO₂, H₂S

Hướng dẫn giải

Dung dịch H_2SO_4 đậm đặc vừa là chất oxi hóa vừa là môi trường.

Gọi a là số oxi hóa của S trong X.



Tổng số mol H_2SO_4 đã dùng là : $\frac{49}{98} = 0,5$ (mol)

Số mol H_2SO_4 đã dùng để tạo muối bằng số mol Mg = $9,6 : 24 = 0,4$ mol.

Số mol H_2SO_4 đã dùng để oxi hóa Mg là:

$$0,5 - 0,4 = 0,1 \text{ mol.}$$

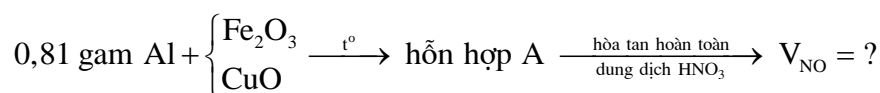
Ta có: $0,1 \times (6 - a) = 0,8 \rightarrow x = -2$. Vậy X là H_2S . (Đáp án C)

Ví dụ 3: Trộn 0,81 gam bột nhôm với bột Fe_2O_3 và CuO rồi đốt nóng để tiến hành phản ứng nhiệt nhôm thu được hỗn hợp A. Hoà tan hoàn toàn A trong dung dịch HNO_3 đun nóng thu được V lít khí NO (sản phẩm khử duy nhất) ở đktc. Giá trị của V là

A. 0,224 lít. ✓ B. 0,672 lít. C. 2,24 lít. D. 6,72 lít.

Hướng dẫn giải

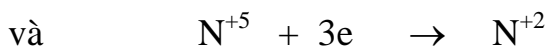
Tóm tắt theo sơ đồ:



Thực chất trong bài toán này chỉ có quá trình cho và nhận electron của nguyên tử Al và N.



$$\frac{0,81}{27} \rightarrow 0,09 \text{ mol}$$



$$0,09 \text{ mol} \rightarrow 0,03 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow V_{\text{NO}} = 0,03 \times 22,4 = 0,672 \text{ lít. (Đáp án D)}$$

Ví dụ 4: Hòa tan 15 gam hỗn hợp X gồm hai kim loại Mg và Al vào dung dịch Y gồm HNO_3 và H_2SO_4 đặc thu được 0,1 mol mỗi khí SO_2 , NO, NO_2 , N_2O . Phần trăm khối lượng của Al và Mg trong X lần lượt là

A. 63% và 37%. ✓ B. 36% và 64%.

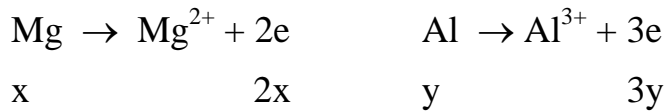
C. 50% và 50%. D. 46% và 54%.

Hướng dẫn giải

Đặt $n_{Mg} = x \text{ mol}$; $n_{Al} = y \text{ mol}$. Ta có:

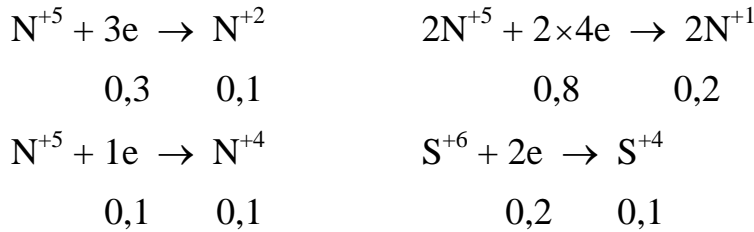
$$24x + 27y = 15. \quad (1)$$

Quá trình oxi hóa:



\Rightarrow Tổng số mol e nhường bằng $(2x + 3y)$.

Quá trình khử:



\Rightarrow Tổng số mol e nhận bằng 1,4 mol.

Theo định luật bảo toàn electron:

$$2x + 3y = 1,4 \quad (2)$$

Giải hệ (1), (2) ta được: $x = 0,4 \text{ mol}$; $y = 0,2 \text{ mol}$.

$$\Rightarrow \% \text{Al} = \frac{27 \times 0,2}{15} \times 100\% = 36\%.$$

$$\% \text{Mg} = 100\% - 36\% = 64\%. \text{ (Đáp án B)}$$

Ví dụ 5: Trộn 60 gam bột Fe với 30 gam bột lưu huỳnh rồi đun nóng (không có không khí) thu được chất rắn A. Hoà tan A bằng dung dịch axit HCl dư được dung dịch B và khí C. Đốt cháy C cần V lít O_2 (đktc). Biết các phản ứng xảy ra hoàn toàn. V có giá trị là

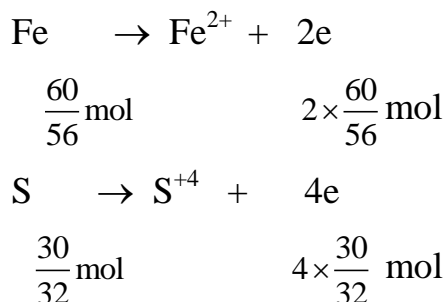
A. 11,2 lít. B. 21 lít. C. 33 lít. D. 49 lít.

Hướng dẫn giải

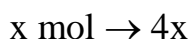
Vì $n_{\text{Fe}} > n_{\text{S}} = \frac{30}{32}$ nên Fe dư và S hết.

Khí C là hỗn hợp H_2S và H_2 . Đốt C thu được SO_2 và H_2O . Kết quả cuối cùng của quá trình phản ứng là Fe và S nhường e, còn O_2 thu e.

Nhường e:



Thu e: Gọi số mol O_2 là x mol.



Ta có: $4x = \frac{60}{56} \times 2 + \frac{30}{32} \times 4$ giải ra $x = 1,4732 \text{ mol}$.

$\Rightarrow V_{\text{O}_2} = 22,4 \times 1,4732 = 33 \text{ lít}$. (Đáp án C)

III. Bài tập vận dụng

Bài 1. Để m gam bột sắt ngoài không khí một thời gian thu được 11,8 gam hỗn hợp các chất rắn FeO, Fe₃O₄, Fe₂O₃, Fe. Hòa tan hoàn toàn hỗn hợp đó bằng dung dịch HNO₃ loãng thu được 2,24 lít khí NO duy nhất (đktc). Giá trị của m là

- A. 5,02 gam B. 10,04 gam C. 15,12 gam
D. 20,16 gam

Đáp án B

Bài 2. Hòa tan hoàn toàn 17,4 gam hỗn hợp 3 kim loại Al, Fe, Mg trong dung dịch HCl thấy thoát ra 13,44 lít khí. Nếu cho 34,8 gam hỗn hợp trên tác dụng với dung dịch CuSO₄ dư, lọc lấy toàn bộ chất rắn thu được sau phản ứng tác dụng với dung dịch HNO₃ nóng dư thì thu được V lít khí NO₂ (đktc). Giá trị V là

- A. 11,2 lít B. 22,4 lít C. 53,76 lít D. 76,82 lít

Đáp án C

Bài 3. Hòa tan hoàn toàn 43,2 gam kim loại Cu vào dung dịch HNO₃ loãng, tất cả khí NO thu được đem oxi hóa thành NO₂ rồi sục vào nước có dòng oxi để chuyển hết thành HNO₃. Thể tích khí oxi ở đktc đã tham gia vào quá trình trên là

- A. 5,04 lít B. 7,56 lít C. 6,72 lít D. 8,96 lít

Bài 4. Chia m gam hỗn hợp 2 kim loại A, B có hóa trị không đổi thành 2 phần bằng nhau :

- Phần 1 tan hết trong dung dịch HCl, tạo ra 1,792 lít H₂ (đktc).
- Phần 2 nung trong oxi thu được 2,84 g hỗn hợp oxit.

Giá trị của m là

- A. 1,56 gam B. 2,64 gam C. 3,12 gam D. 4,68 gam

Đáp án C

Bài 5. Chia 44 gam hỗn hợp gồm Fe và kim loại M có hóa trị duy nhất thành 2 phần bằng nhau:

- Phần 1: Tan vừa đủ trong 2 lít dung dịch HCl thấy thoát ra 14,56 lít H₂ (đktc).
- Phần 2: Tan hoàn toàn trong dung dịch HNO₃ loãng nóng thấy thoát ra 11,2 lít khí NO duy nhất (đktc)

a. Nồng độ mol của dung dịch HCl là

- A. 0,45 M B. 0,25 M C. 0,55 M D. 0,65 M

Đáp án D

b. Khối lượng hỗn hợp muối clorua khan thu được khi cô cạn dung dịch sau phản ứng ở phần 1 là

- A. 65,54 gam B. 68,15 gam C. 55,64 gam
D. 54,65 gam

Đáp án B

c. % khối lượng của Fe trong hỗn hợp ban đầu là

- A. 49,01 % B. 47,97 % C. 52,03 % D. 50,91 %

Đáp án D

d. Kim loại M là

- A. Mg B. Zn C. Al D. Cu

Đáp án A

Bài 6. Cho tan hoàn toàn 3,6 gam hỗn hợp gồm Mg và Fe trong dung dịch HNO₃ 2M, thu được dung dịch D, 0,04 mol khí NO và 0,01 mol N₂O. Cho dung dịch D tác dụng với dung dịch NaOH lấy dư, lọc và nung kết tủa đến khối lượng thu được m gam chất rắn. Giá trị của m và thể tích HNO₃ đã phản ứng là

- A. 2,6 g - 0,5 lít B. 3,6g - 0,24 lít C. 5,2 g-0,13lit D. 7,8g - 0,26 lít

Đáp án C

Bài 7. Cho một luồng khí CO qua m gam bột Fe₂O₃ nung nóng, thu được 14 gam hỗn hợp X gồm 4 chất rắn. Cho hỗn hợp X tan hoàn toàn trong dung dịch HNO₃ thu được 2,24 lit khí NO (đktc). Giá trị của m là

- A. 16,4 gam B. 14,6 gam C. 8,2 gam D. 20,5 gam

Đáp án A.

Bài 8. Cho tan hoàn toàn 58 gam hỗn hợp A gồm Fe, Cu, Ag trong dung dịch HNO₃ 2M thu được 0,15 mol NO, 0,05 mol N₂O và dung dịch D. Cô cạn dung dịch D, khối lượng muối khan thu được là

- A. 120,4 gam B. 89,8 gam C. 116,9 gam D. kết

quả khác

Đáp án C

Bài 9. Khử Fe₂O₃ bằng CO ở nhiệt độ cao, được hỗn hợp X gồm 4 chất rắn. Chia X thành 2 phần bằng nhau. Phần một tác dụng với dung dịch HNO₃ dư, thu được 0,02 mol NO và 0,03 mol N₂O. Phần hai cho tan hoàn toàn trong dung dịch H₂SO₄ đặc nóng, thu được V lít (đktc) SO₂. Giá trị của V là

- A. 2,24 B. 3,36 C. 4,48 D. 6,72

Đáp án B

Bài 10. Chia hỗn hợp X gồm Al, Al₂O₃, ZnO thành hai phần bằng nhau. Phần một cho tác dụng với dung dịch NaOH dư, thu được 0,3 mol khí. Phần hai tan hoàn toàn trong dung dịch HNO₃ thu được 0,075 mol khí Y duy nhất. Y là

- A. NO₂ B. NO C. N₂O D. N₂

Đáp án C

Bài 11. Cho tan hoàn toàn 3,76 gam hỗn hợp X ở dạng bột gồm S, FeS và FeS₂ trong dung dịch HNO₃ thu được 0,48 mol NO₂ và dung dịch D. Cho dung dịch D tác dụng với dung dịch Ba(OH)₂ dư, lọc và nung kết tủa đến khối lượng không đổi, được m gam hỗn hợp rắn. Giá trị của m là

- A. 11,650 gam B. 12,815 gam C. 13,980 gam D. 15,145

gam

Đáp án D