Phương pháp Bảo toàn điện tích

I. CƠ SƠ CỦA PHƯƠNG PHÁP

1. Cơ sở: Nguyên tử, phân tử, dung dịch luôn luôn trung hòa về điện

- Trong nguyên tử: số proton = số electron

- Trong dung dịch:

$$\sum \text{số mol} \times \text{điện tích ion dương} = \left| \sum \text{số mol} \times \text{điện tích ion âm} \right|$$

2. Áp dụng và một số chú ý

a, Khối lượng dung dịch muối (trong dung dịch) = $\sum$ khối lượng các ion tạo muối

b, Quá trình áp dụng định luật bảo toàn điện tích thường kết hợp:

- Các phương pháp bảo toàn khác: Bảo toàn khối lượng, bảo toàn nguyên tố

- Viết phương trình hóa học ở dạng ion thu gọn

II. CÁC DẠNG BÀI TOÁN THƯỜNG GẶP

Dạng 1: Áp dụng đơn thuần định luật bảo toàn điện tích

Ví dụ 1 : Một dung dịch có chứa 4 ion với thành phần : 0,01 mol Na^+, 0,02 mol Mg^{2+}, 0,015 mol SO_4^{2-}, x mol Cl^-. Giá trị của x là

A. 0,015. B. 0,035. C. 0,02. D. 0,01.

Giải:

Áp dụng định luật bảo toàn điện tích ta có:

$0,01.1 + 0,02.2 = 0.015.2 + x.1 \Rightarrow x = 0,02 \Rightarrow$ Đáp án C

Dạng 2: Kết hợp với định luật bảo toàn khối lượng

Ví dụ 2 : Dung dịch A chứa hai cation là Fe^{2+}: 0,1 mol và Al^{3+}: 0,2 mol và hai anion là Cl^- : x mol và SO_4^{2-} : y mol. Đem cô cạn dung dịch A thu được 46,9 gam hỗn hợp muối khan. Giá trị của x và y lần lượt là:

A. 0,6 và 0,1 B. 0,3 và 0,2 C. 0,5 và 0,15 D. 0,2 và 0,3

Giải:

Áp dụng định luật bảo toàn điện tích ta có:

$0,01.2 + 0,2.3 = x.1 + y.2 \Rightarrow x + 2y = 0,8$ (*)

Khi cô cạn dung dịch khối lượng muối = Σ khối lượng các ion tạo muối

$0,1.56 + 0,2.27 + x.35,5 + y.96 = 46,9 \Rightarrow 35,5x + 96y = 35,9$ (**)

Từ (*) và (**) $\Rightarrow$ x = 0,2; y = 0,3 $\Rightarrow$ Đáp án D.

Ví dụ 3 : Chia hỗn hợp X gồm hai kim loại có hoá trị không đổi thành 2 phần bằng nhau.

Phần 1: Hoà tan hoàn toàn bằng dung dịch HCl dư thu được 1,792 lít H_2 (đktc).

Phần 2 : Nung trong không khí dư thu được 2,84 gam hỗn hợp rắn chỉ gồm các oxit. Khối lượng hỗn hợp X là

A. 1,56 gam. B. 1,8 gam. C. 2,4 gam. D. 3,12 gam.

Giải:

Nhận xét: Tổng số mol × điện tích ion dương (của hai kim loại) trong hai phần là bằng nhau $\Rightarrow$ Tổng số mol × điện tích ion âm trong hai phần cũng bằng nhau

$$O^{2-} \Leftrightarrow 2Cl^-$$

Mặt khác: $n_{Cl^-} = n_{H^+} = 2\,n_{H_2} = \dfrac{1,792}{22,4} = 0,08 mol$

$\Rightarrow n_{O(\text{trong oxit})} = 0,04(mol)$

$\Rightarrow$ Trong một phần: $m_{\text{kim loại}} = m_{\text{oxit}} - m_{\text{oxi}} = 2,84 - 0,08.16 = 1,56$ gam

$\Rightarrow$ khối lượng hỗn hợp X = 2.1,56 = 3,12gam $\Rightarrow$ Đáp án D

Dạng 3: Kết hợp với bảo toàn nguyên tố

Ví dụ 4 : Cho hỗn hợp X gồm x mol FeS_2 và 0,045 mol Cu_2S tác dụng vừa đủ với HNO_3 loãng, đun nóng thu được dung dịch chỉ chứa muối sunfat của các kim loại và giải phóng khí NO duy chất. Giá trị của x là:

A. 0,045 B. 0,09. C. 0,135. D. 0,18.

Giải:

- Áp dụng bảo toàn nguyên tố

Fe^{3+}: x mol; Cu^{2+}: 0,09 mol; SO_4^{2-}: (x + 0,045) mol

- Áp dụng định luật bảo toàn điện tích (trong dung dịch chỉ chứa các muối sunfat) ta có:

$3x + 2.0,09 = 2(x + 0,045) \Rightarrow x = 0,09 \Rightarrow$ Đáp án B

Ví dụ 5 : Dung dịch X có chứa 5 ion: Mg^{2+}, Ba^{2+}, Ca^{2+}, 0,1 mol Cl^- và 0,2 mol NO_3^-. Thêm dần V lít dung dịch K_2CO_3 1M vào X đến khi được lượng kết tủa lớn nhất thì giá trị V tối thiểu cần dùng là

A. 150ml B. 300ml C. 200ml D. 250ml

Giải:

Có thể quy đổi các ion Mg^{2+}, Ba^{2+}, Ca^{2+} thành M^{2+} (*xem thêm phương pháp quy đổi*)

$$M^{2+} + CO_3^{2-} \rightarrow MCO_3 \downarrow$$

Khi phản ứng kết thúc, phần dung dịch chứa K^+, Cl^- và NO_3^-

Áp dụng định luật bảo toàn điện tích ta có:

$n_{K^+} = n_{Cl^-} + n_{NO_3^-} = 0,15$ (lít) = 150ml $\Rightarrow$ Đáp án A

Dạng 4: Kết hợp với việc viết phương trình ở dạng ion thu gọn

Ví dụ 6 : Cho tan hoàn toàn 15,6 gam hỗn hợp gồm Al và Al_2O_3 trong 500ml dung dịch NaOH 1M thu được 6,72 lít H_2 (đktc) và dung dịch X. Thể tích HCl 2M tối thiểu cần cho vào X để thu được lượng kết tủa lớn nhất là

A. 0,175 lít. B. 0,25 lít. C. 0,125 lít. D. 0,52 lít.

Giải:

Dung dịch X chứa các ion Na^+; AlO_2^-; OH^- dư (có thể).

Áp dụng định luật bảo toàn điện tích: $n_{AlO_2^-} + n_{OH^-} = n_{Na^+} = 0,5$

Khi cho HCl vào dung dịch X:

$$H^+ + OH^- \rightarrow H_2O \qquad (1)$$

$$H^+ + AlO_2^- + H_2O \rightarrow Al(OH)_3\downarrow \qquad (2)$$

$$3H^+ + Al(OH)_3 \rightarrow Al^{3+} + 3H_2O \qquad (3)$$

Để kết tủa là lớn nhất $\Rightarrow$ không xảy ra (3) và $n_{H+} = n_{AlO_2^-} + n_{OH^-} = 0,5$

$\Rightarrow V_{HCl} = \frac{0,5}{2} = 0,25$ (lít) $\Rightarrow$ Đáp án B

Dạng 5: Bài toán tổng hợp

Ví dụ 7: Hoàn toàn 10 gam hỗn hợp X gồm Mg và Fe bằng dung dịch HCl 2M. Kết thúc thí nghiệm thu được dung dịch Y và 5,6 lít H_2 (đktc). Để kết tủa hoàn toàn các cation có trong Y cần vừa đủ 300ml dung dịch NaOH 2M. Thể tích dung dịch HCl đã dùng là

A. 0,2 lít. B. 0,24 lít. C. 0,3 lít. D. 0,4 lít

Giải:

$n_{Na^+} = n_{OH^-} = n_{NaOH} = 0,6$ (mol)

Khi cho NaOH vào dung dịch Y (chứa các ion: Mg^{2+}; Fe^{2+}; H^+ dư; Cl^-) các ion dương sẽ tác dụng với OH^- để tạo thành kết tủa. Như vậy dung dịch thu được sau phản ứng chỉ chứa Na^+ và Cl^-

$\Rightarrow n_{Cl^-} = n_{Na^+} = 0,6 \Rightarrow n_{H^+} = 0,6 \Rightarrow V_{HCl} = \frac{0,6}{2} = 0,3$lít $\Rightarrow$ Đáp án C

Ví dụ 8 : Để hoà tan hoàn toàn 20 gam hỗn hợp X gồm Fe, FeO, Fe_3O_4, Fe_2O_3 cần vừa đủ 700ml dung dịch HCl 1M thu được dung dịch X và 3,36 lít H_2 (đktc). Cho NaOH dư vào dung dịch X rồi lấy toàn bộ kết tủa thu được đem nung trong không khí đến khối lượng không đổi thì lượng chất rắn thu được là

A. 8 gam B. 16 gam C. 24 gam D. 32 gam

Giải:

Với cách giải thông thường, ta viết 7 phương trình hoá học, sau đó đặt ẩn số, thiết lập hệ phương trình và giải

Nếu áp dụng định luật bảo toàn điện tích ta có:

$$Fe + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2$$

Số mol HCl hoà tan là Fe là: $n_{HCl} = 2n_{H_2} = 0,3$(mol)

Số mol HCl hoà tan các oxit = 0,7 – 0,3 = 0,4 mol

Theo định luật bảo toàn điện tích ta có:

$$n_{O^{2-}(oxit)} = \frac{1}{2}n_{Cl^-} = 0,2(mol) \Rightarrow n_{Fe(trongX)} = \frac{m_{oxit} - m_{oxi}}{56} = \frac{20 - 0,2.16}{56} = 0,3(mol)$$

Có thể coi: 2Fe (trong X) $\rightarrow Fe_2O_3$

$\Rightarrow n_{Fe_2O_3} = 0,15mol \Rightarrow m_{Fe_2O_3} = 24$ gam $\Rightarrow$ Đáp án C

BÀI TẬP TỰ LUYỆN

Câu 1: Dung dịch X có chứa a mol Na^+ ; b mol Mg^{2+} ; c mol Cl^- và d mol SO_4^{2-}. Biểu thức liên hệ giữa a, b, c, d là

A. a + 2b = c + 2d

B. a+ 2b = c + d.

C. a + b = c + d

D. 2a + b = 2c + d

Câu 2: Có hai dung dịch, mỗi dung dịch đều chứa hai cation và hai anion không trùng nhau trong các ion sau : K^+: 0,15 mol, Mg^{2+}: 0,1 mol, NH_4^+ : 0,25 mol, H^+ : 0,2 mol. Cl^- : 0,1 mol, SO_4^{2-} : 0,075 mol, NO_3^- : 0,25 mol và CO_3^{2-} : 0,15 mol. Một trong hai dung dịch trên chứa:

A. K^+, Mg^{2+}, SO_4^{2-} và Cl^-

B. K^+, NH_4^+, CO_3^{2-} và Cl^-

C. NH_4^+, H^+, NO_3^- và SO_4^{2-}

D. Mg^{2+}, H^+, SO_4^{2-} và Cl^-

Câu 3 : Dung dịch Y chứa Ca^{2+} 0,1 mol, Mg^{2+} 0,3 mol, Cl^- 0,4 mol, HCO_3^- y mol. Khi cô cạn dung dịch Y thì lượng muối khan thu được là

A. 37,4 gam B. 49,8 gam. C. 25,4 gam. D. 30,5 gam.

Câu 4 : Một dung dịch chứa 0,02 mol Cu^{2+}, 0,03 mol K^+, x mol Cl^- và y mol SO_4^{2-}. Tổng khối lượng các muối tan có trong dung dịch là 5,435 gam. Giá trị của x và y lần lượt là :

A. 0,03 và 0,02. B. 0,05 và 0,01 C. 0,01 và 0,03 D. 0,02 và 0,05

Câu 5 : Hoà tan hoàn toàn hỗn hợp gồm 0,12 mol FeS_2 và x mol Cu_2S vào dung dịch HNO_3 vừa đủ, thu được dung dịch X chỉ chứa 2 muối sunfat của các kim loại và giải phóng khí NO duy nhất. Giá trị X là

A. 0,03 B. 0,045 C. 0,06. D. 0,09.

Câu 6 : Cho m gam hỗn hợp Cu, Zn, Mg tác dụng hoàn toàn với dung dịch HNO_3 loãng, dư. Cô cạn cẩn thận dung dịch thu được sau phản ứng thu được (m + 62) gam muối khan. Nung hỗn hợp muối khan trên đến khối lượng không đổi thu được chất rắn có khối lượng là

A. (m + 4) gam. B. (m + 8) gam. C. (m + 16) gam. D. (m + 32) gam.

Câu 7 : Cho 24,4 gam hỗn hợp Na_2CO_3, K_2CO_3 tác dụng vừa đủ với dung dịch $BaCl_2$ sau phản ứng thu được 39,4 gam kết tủa. Lọc tách kết tủa, cô cạn dung dịch thì thu dược bao nhiêu gam muối clorua khan

A. 2,66 gam B. 22,6 gam C. 26,6 gam D. 6,26 gam

Câu 8 : Trộn dung dịch chứa Ba^{2+}; OH^- 0,06 mol và Na^+ 0,02 mol với dung dịch chứa HCO_3^- 0,04 mol; CO_3^{2-} 0,03 mol và Na^+. Khối lượng kết tủa thu được sau khi trên là

A. 3,94 gam. B. 5,91 gam. C. 7,88 gam. D. 1,71 gam

Câu 9 : Hoà tan hoàn toàn 5,94 gam hỗn hợp hai muối clorua của 2 kim loại nhóm IIA vào nước được 100ml dung dịch X. Để làm kết tủa hết ion Cl^- có trong dung dịch X ở trên ta cho toàn bộ lượng dung dịch X ở trên tác dụng vừa đủ với dung dịch $AgNO_3$. Kết thúc thí nghiệm, thu được dung dịch Y và 17,22 gam kết tủa. Khối lượng muối khan thu được khi cô cạn dung dịch Y là

A. 4,86 gam. B. 5,4 gam. C. 7,53 gam. D. 9,12 gam.

Câu 10 : Dung dịch X chứa 0,025 mol CO_3^{2-} ; 0,1 mol Na^+ ; 0,25 mol NH_4^+ và 0,3 mol Cl^- .Cho 270ml dung dịch $Ba(OH)_2$ 0,2M vào và đun nóng nhẹ (giả sử H_2O bay hơi không đáng kể). Tổng khối lượng dung dịch X và dung dịch $Ba(OH)_2$ sau quá trình phản ứng giảm đi là.

A. 4,215 gam. B. 5,296 gam. C. 6,761 gam. D. 7,015 gam.

Câu 11 : Trộn 100ml dung dịch $AlCl_3$ 1M với 200ml dung dịch NaOH l,8M đến phản ứng hoàn toàn thì lượng kết tủa thu được là

A. 3,12 gam. B. 6,24 gam. C. 1,06 gam. D. 2,08 gam.

Câu 12 : Dung dịch B chứa ba ion K^+ ; Na^+ ; PO_4^{3-}. 1 lít dung dịch B tác dụng với $CaCl_2$ dư thu được 31 gam kết tủa. Mặt khác, nếu cô cạn một lít dung dịch B thu được 37,6 gam chất rắn khan. Nồng độ của hai ba ion K^+ ; Na^+ ; PO_4^{3-} lần lượt là .

A. 0,3M ; 0,3M và 0,6M B. 0,1M ; 0,1M và 0,2M

C. 0,3M ; 0,3M và 0,2M D. 0,3M ; 0,2M và 0,2M

Câu 13 : Cho dung dịnh $Ba(OH)_2$ đến dư vào 100ml dung dịch X gồm các ion : NH_4^+ , SO_4^{2-}, NO_3^- rồi tiến hành đun nóng thì thu được 23,3 gam kết tủa và 6,72 lít (đktc) một chất khí duy nhất. Nồng độ kết tủa $(NH_4)_2SO_4$ và NH_4NO_3 trong dung dịch X lần lượt là:

A. 1M và 1M. B. 2M và 2M. C. 1M và 2M. D. 2M và 1M.

Câu 14 : Dung dịch X chứa các ion : Fe^{3+}, SO_4^{2-} , NH_4^+ , Cl^- . Chia dung dịch X thành hai phần bằng nhau :

- Phần một tác dụng với lượng dư dung dịch NaOH, đun nóng thu được 0,672 lít khí (ở đktc) và 1,07 gam kết tủa.

- Phần hai tác dụng với lượng dư dung dịch $BaCl_2$ thu được 4,66 gam kết tủa.

- Tổng khối lượng các muối khan thu được khi cô cạn dung dịch X là (quá trình cô cạn chỉ có nước bay hơi)

A. 3,73 gam. B. 7,04 gam. C. 7,46 gam. D. 3,52 gam.

ĐÁP ÁN

1A	2B	3A	4A	5C	6B	7C
8A	9D	10C	11A	12C	13A	14C