

CÁC DẠNG PHẢN ỨNG OXI HÓA, KHỬ CHỌN LỌC CÓ ĐÁP ÁN CHI TIẾT

Dạng 1. Xác định loại phản ứng hóa học

Phương pháp & Ví dụ

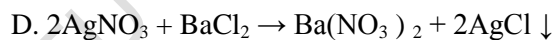
Lý thuyết và Phương pháp giải

Phân biệt các loại phản ứng hóa học:

- **Phản ứng hoá hợp** : Là phản ứng hóa học, trong đó 2 hay nhiều chất hóa hợp với nhau tạo thành một chất mới. Trong phản ứng hoá hợp, số oxi hoá của các nguyên tố có thể thay đổi hoặc không thay đổi.
- **Phản ứng phân huỷ**: Là phản ứng hóa học, trong đó một chất bị phân huỷ thành 2 hay nhiều chất mới. Trong phản ứng phân huỷ, số oxi hoá của các nguyên tố có thể thay đổi hoặc không thay đổi.
- **Phản ứng thế**: Là phản ứng hóa học, trong đó nguyên tử của nguyên tố này ở dạng đơn chất thay thế nguyên tử của nguyên tố khác trong hợp chất. Trong hoá học vô cơ, phản ứng thế bao giờ cũng có sự thay đổi số oxi hoá của các nguyên tố.
- **Phản ứng trao đổi**: Là phản ứng hóa học, trong đó các hợp chất trao đổi nguyên tử hay nhóm nguyên tử với nhau. Trong phản ứng trao đổi, số oxi hoá của các nguyên tố không thay đổi.
- **Phản ứng oxi hóa khử**: là phản ứng hóa học, trong đó có sự chuyển electron giữa các chất trong phản ứng hay phản ứng oxi hóa khử là phản ứng hóa học trong đó có sự thay đổi số oxi hóa của một số nguyên tố.

Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Phản ứng nào sau đây là phản ứng oxi hóa – khử?



Hướng dẫn:

Nhắc lại: Phản ứng oxi hóa khử là phản ứng có sự thay đổi số oxi hóa.

Xét sự thay đổi số oxi hóa của các chất trong các phản ứng trên ta thấy chỉ có đáp án C có sự thay đổi số oxi hóa Fe^{3+} xuống Fe^0 ; C^{+2} lên C^{+4}

⇒ Chọn C

Ví dụ 2: Phản ứng nào sau đây vừa là phản ứng hóa hợp, vừa là phản ứng oxi hóa – khử?

- A. $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$
- B. $2\text{NO}_2 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_4$
- C. $2\text{NO}_2 + 4\text{Zn} \rightarrow \text{N}_2 + 4\text{ZnO}$
- D. $4\text{Fe(OH)}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Fe(OH)}_3$

Hướng dẫn:

Nx: Đáp án A và B không có sự thay đổi số oxi hóa nên không phải là phản ứng oxi hóa khử. Còn lại đáp án C và D.

Phản ứng hóa hợp là phản ứng từ nhiều chất tham gia tạo thành 1 chất mới. Do đó loại đáp án C.

⇒ Chọn D

Ví dụ 3: Phản ứng nào sau đây vừa là phản ứng phân hủy, vừa là phản ứng oxi hóa – khử?

- A. $\text{NH}_4\text{NO}_2 \rightarrow \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- B. $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$
- C. $8\text{NH}_3 + 3\text{Cl}_2 \rightarrow \text{N}_2 + 6\text{NH}_4\text{Cl}$
- D. $2\text{NH}_3 + 3\text{CuO} \rightarrow \text{N}_2 + 3\text{Cu} + 3\text{H}_2\text{O}$

Hướng dẫn:

⇒ Chọn A

Dạng 2. Xác định chất khử, chất oxi hóa trong phản ứng hóa học

Phương pháp & Ví dụ

Lý thuyết và Phương pháp giải

- Trước hết xác định số oxi hóa.

Nếu trong phản ứng có chứa một hoặc nhiều nguyên tố có số oxi hóa thay đổi thì phản ứng đó thuộc loại oxi hóa – khử

- Chất oxi hóa là chất nhận e (ứng với số oxi hóa giảm)

- Chất khử là chất nhường e (ứng với số oxi hóa tăng)

Cần nhớ: khử cho – O nhận

Tên của chất và tên quá trình ngược nhau

Chất khử (cho e) - ứng với quá trình oxi hóa.

Chất oxi hóa (nhận e) - ứng với quá trình khử.

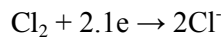
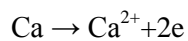
Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Cho phản ứng: $\text{Ca} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CaCl}_2$.

Kết luận nào sau đây đúng?

- A. Mỗi nguyên tử Ca nhận 2e.
- B. Mỗi nguyên tử Cl nhận 2e.
- C. Mỗi phân tử Cl_2 nhường 2e.
- D. Mỗi nguyên tử Ca nhường 2e.

Hướng dẫn:

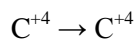


⇒ Chọn D

Ví dụ 2: Trong phản ứng: $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$, nguyên tố cacbon

- A. Chỉ bị oxi hóa.
- B. Chỉ bị khử.
- C. Vừa bị oxi hóa, vừa bị khử.
- D. Không bị oxi hóa, cũng không bị khử.

Hướng dẫn:



⇒ Chọn D

Ví dụ 3: Trong phản ứng: $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{đặc, nóng}) \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$, axit sunfuric

- A. là chất oxi hóa.
- B. vừa là chất oxi hóa, vừa là chất tạo môi trường.
- C. là chất khử.
- D. vừa là chất khử, vừa là chất tạo môi trường.

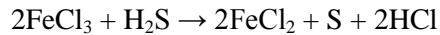
Hướng dẫn:

$S^{+6} \rightarrow S^{+4} \Rightarrow H_2SO_4$ đóng vai trò là chất oxi hóa

Mặt khác SO_4^{2-} đóng vai trò môi trường để tạo muối $CuSO_4$

\Rightarrow Chọn B

Ví dụ 4. Trong phản ứng dưới đây, vai trò của H_2S là :

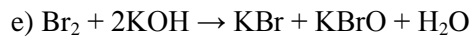
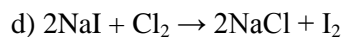
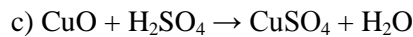
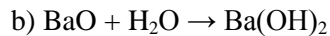
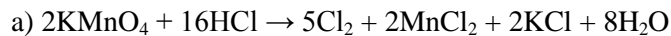


A. chất oxi hóa. B. chất khử. C. Axit. D. vừa axit vừa khử.

Hướng dẫn:

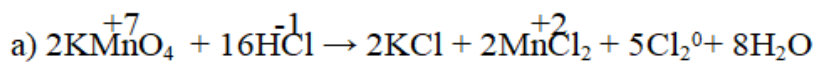
Đáp án B

Ví dụ 5. Cho các phản ứng sau, phản ứng nào là phản ứng oxi hóa – khử. Hãy xác định chất khử, chất oxi hóa

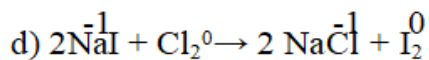


Hướng dẫn:

Phản ứng oxi hóa – khử là a, d, e vì có sự thay đổi số oxi hóa giữa các nguyên tố.



Chất oxi hóa: $KMnO_4$; Chất khử: HCl .



Chất oxi hóa: Cl_2 ; Chất khử: NaI



Br_2 vừa là chất khử, vừa là chất oxi hóa.

Dạng 3. Cách xác định số oxi hóa của các nguyên tố

Phương pháp & Ví dụ

Lý thuyết và Phương pháp giải

- Quy tắc 1 : Số oxi hóa của các nguyên tố trong đơn chất bằng 0.

Ví dụ : Số oxi hóa của các nguyên tố Na, Fe, H, O, Cl trong đơn chất tương ứng Na, Fe, H₂, O₂, Cl₂ đều bằng 0.

- Quy tắc 2 : Trong hầu hết các hợp chất :

Số oxi hóa của H là +1 (trừ các hợp chất của H với kim loại như NaH, CaH₂, thì H có số oxi hóa -1).

Số oxi hóa của O là -2 (trừ một số trường hợp như H₂O₂, F₂O, oxi có số oxi hóa lần lượt là : -1, +2).

- Quy tắc 3 : Trong một phân tử, tổng đại số số oxi hóa của các nguyên tố bằng 0. Theo quy tắc này, ta có thể tìm được số oxi hóa của một nguyên tố nào đó trong phân tử nếu biết số oxi hóa của các nguyên tố còn lại.

- Quy tắc 4 : Trong ion đơn nguyên tử, số oxi hóa của nguyên tử bằng điện tích của ion đó. Trong ion đa nguyên tử, tổng đại số số oxi hóa của các nguyên tử trong ion đó bằng điện tích của nó.

Ví dụ : Số oxi hóa của Na, Zn, S và Cl trong các ion Na⁺, Zn²⁺, S²⁻, Cl⁻ lần lượt là : +1, +2, -2, -1.

Tổng đại số số oxi hóa của các nguyên tố trong các ion SO₄²⁻, MnO₄⁻, NH₄⁺ lần lượt là : -2, -1, +1.

Chú ý: Để biểu diễn số oxi hóa thì viết dấu trước, số sau, còn để biểu diễn điện tích của ion thì viết số trước, dấu sau.

Nếu điện tích là 1+ (hoặc 1-) có thể viết đơn giản là + (hoặc -) thì đối với số oxi hóa phải viết đầy đủ cả dấu và chữ (+1 hoặc -1).

Trong hợp chất, kim loại kiềm, kiềm thổ, nhôm luôn có số oxi hóa lần lượt là : +1, +2, +3.

Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Tìm số oxi hóa của S trong phân tử H₂SO₄ ?

Hướng dẫn:

Gọi số oxi hóa của S trong H₂SO₄ là x, ta có :

$$2.(+1) + 1.x + 4.(-2) = 0 \rightarrow x = +6$$

Vậy số oxi hóa của S là +6.

Ví dụ 2 : Tìm số oxi hóa của Mn trong ion MnO₄⁻ ?

Hướng dẫn:

Gọi số oxi hóa của Mn là x, ta có :

$$1.x + 4.(-2) = -1 \rightarrow x = +7$$

Vậy số oxi hóa của Mn là +7.

Ví dụ 3. Xác định số oxi hóa của các ion sau: Na^+ , Cu^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} .

Hướng dẫn:

Ion	Na^+	Cu^{2+}	Fe^{2+}	Fe^{3+}	Al^{3+}
Số oxi hóa	+1	+2	+2	+3	+3

***Lưu ý:** Trong ion đơn nguyên tử, số oxi hóa của nguyên tử bằng điện tích của ion đó.

Dạng 4. Phương pháp cân bằng phản ứng oxi hóa khử

Phương pháp & Ví dụ

Lý thuyết và Phương pháp giải

Theo trình tự 3 bước với nguyên tắc:

Tổng electron nhường = tổng electron nhận

Bước 1. Xác định sự thay đổi số oxi hóa.

Bước 2. Lập thăng bằng electron.

Bước 3. Đặt các hệ số tìm được vào phản ứng và tính các hệ số còn lại.

Lưu ý:

- Ngoài phương pháp thăng bằng electron, còn có thể cân bằng phản ứng oxi hóa – khử theo phương pháp tăng – giảm số oxi hóa với nguyên tắc: tổng số oxi hóa tăng = tổng số oxi hóa giảm.

- Phản ứng oxi hóa – khử còn có thể được cân bằng theo phương pháp thăng bằng ion – electron: lúc đó vẫn đảm bảo nguyên tắc thăng bằng electron nhưng các nguyên tố phải được viết ở dạng ion đúng, như NO_3^- , SO_4^{2-} , MnO_4^- , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$,...

- Nếu trong phản ứng oxi hóa – khử có nhiều nguyên tố có số oxi hóa cùng tăng (hoặc cùng giảm) mà:

+ Chúng thuộc một chất thì phải đảm bảo tỉ lệ số nguyên tử của các nguyên tố trong phân tử.

+ Chúng thuộc các chất khác nhau thì phải đảm bảo tỉ lệ số mol của các chất đó theo đề cho.

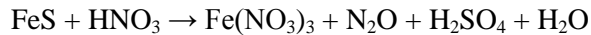
* Với hợp chất hữu cơ:

- Nếu hợp chất hữu cơ trước và sau phản ứng có một nhóm nguyên tử thay đổi và một số nhóm không đổi thì nên xác định số oxi hóa của C trong từng nhóm rồi cân bằng.

- Nếu hợp chất hữu cơ thay đổi toàn phân tử, nên cân bằng theo số oxi hóa trung bình của C.

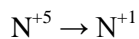
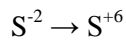
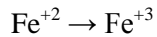
Ví dụ minh họa

Ví dụ 1. Cân bằng phản ứng:

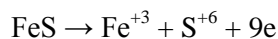
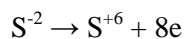
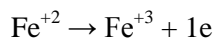


Hướng dẫn:

Bước 1. Xác định sự thay đổi số oxi hóa:

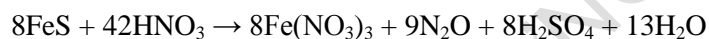


Bước 2. Lập thăng bằng electron:



→ Có 8FeS và 9N₂O.

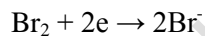
Bước 3. Đặt các hệ số tìm được vào phản ứng và tính các hệ số còn lại:



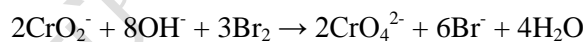
Ví dụ 2. Cân bằng phản ứng trong dung dịch bazơ:



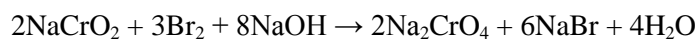
Hướng dẫn:



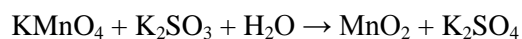
Phương trình ion:



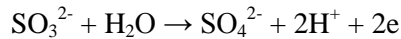
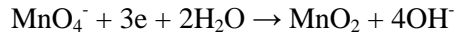
Phương trình phản ứng phân tử:



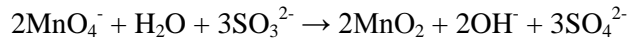
Ví dụ 3. Cân bằng phản ứng trong dung dịch có H₂O tham gia:



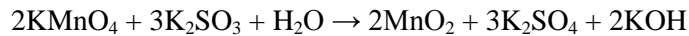
Hướng dẫn:



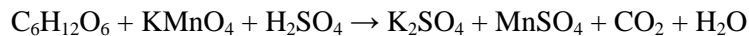
Phương trình ion:



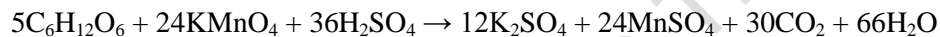
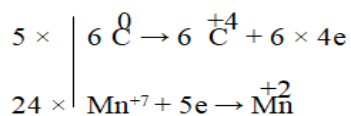
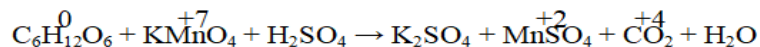
Phương trình phản ứng phân tử:



Ví dụ 4. Cân bằng phản ứng oxi hóa – khử sau:



Hướng dẫn:



Dạng 5. Các dạng bài tập về oxi hóa khử

Phương pháp:

*** Định luật bảo toàn electron**

Trong phản ứng oxi hoá - khử, số mol electron mà chất khử cho bằng số mol electron mà chất oxi hoá nhận. $\sum n_{\text{e cho}} = \sum n_{\text{e nhận}}$

Sử dụng tính chất này để thiết lập các phương trình liên hệ, giải các bài toán theo phương pháp bảo toàn electron.

*** Nguyên tắc**

Viết 2 sơ đồ: sơ đồ chất khử nhường e^- và sơ đồ chất oxi hoá nhận e^- .

*** Một số chú ý**

- Chủ yếu áp dụng cho bài toán oxi hóa khử các chất vô cơ
- Có thể áp dụng bảo toàn electron cho một phương trình, nhiều phương trình hoặc toàn bộ quá trình.
- Xác định chính xác chất nhường và nhận electron. Nếu xét cho một quá trình, chỉ cần xác định trạng thái đầu và trạng thái cuối số oxi hóa của nguyên tố, thường không quan tâm đến trạng thái trung gian số oxi hóa của nguyên tố.

- Khi áp dụng PP bảo toàn electron thường sử dụng kèm các PP bảo toàn khác (bảo toàn khối lượng, bảo toàn nguyên tố).

- Khi cho KL tác dụng với dung dịch HNO_3 và dung dịch sau phản ứng không chứa muối amoni: $n_{NO_3^-} =$ tổng số mol e nhường (hoặc nhận).

a/ Bài toán kim loại tác dụng với axit không có tính oxi hóa

- Công thức liên hệ giữa số mol kim loại và số mol khí H_2

2. $n_{H_2} = n_1 \cdot n_{M1} + n_2 \cdot n_{M2} + \dots$ (với n_1, n_2 là số electron nhường của kim loại M1 và M2 ; n_{M1}, n_{M2} là số mol của kim loại M1, M2).

- Công thức tính khối lượng muối trong dung dịch:

$$M_{\text{muối}} = m_{\text{KL}} + m_{\text{gốc ax}} (m_{SO_4^{2-}}, m_{X^-} \dots)$$

Trong đó, số mol gốc axit được cho bởi công thức:

$N_{\text{gốc ax}} =$ tổng e trao đổi/ điện tích gốc axit.

+ Với $H_2 SO_4$: $m_{\text{Muối}} = m_{\text{KL}} + 96 \cdot n_{H_2}$

+ Với HCl: $m_{\text{muối}} = m_{\text{KL}} + 71 \cdot n_{H_2}$

+ Với HBr: $m_{\text{muối}} = m_{\text{KL}} + 160 \cdot n_{H_2}$

Ví dụ 1: Hoà tan 7,8g hỗn hợp bột Al và Mg trong dung dịch HCl dư. Sau phản ứng khối lượng dung dịch axit tăng thêm 7,0g. Khối lượng nhôm và magie trong hỗn hợp đầu là:

A. 2,7g và 1,2g **B. 5,4g và 2,4g** C. 5,8g và 3,6g D. 1,2g và 2,4g

Hướng dẫn:

Áp dụng định luật bảo toàn khối lượng ta có : $m_{H_2} = 7,8 - 7,0 = 0,8$ gam

Mặt khác theo công thức 1 và theo đề ta có hệ phương trình:

(Khi tham gia phản ứng nhôm nhường 3 e, magie nhường 2 e và H_2 thu về 2 e)

$$3 \cdot n_{Al} + 2 \cdot n_{Mg} = 2 \cdot n_{H_2} = 2 \cdot 0,8 / 2 \quad (1)$$

$$27 \cdot n_{Al} + 24 \cdot n_{Mg} = 7,8 \quad (2)$$

Giải phương trình (1), (2) ta có $n_{Al} = 0,2$ mol và $n_{Mg} = 0,1$ mol

Từ đó ta tính được $m_{Al} = 27 \cdot 0,2 = 5,4$ gam và $m_{Mg} = 24 \cdot 0,1 = 2,4$ gam chọn đáp án B

Ví dụ 2: Cho 15,8 gam $KmnO_4$ tác dụng với dung dịch HCl đậm đặc. Thể tích khí clo thu được ở điều kiện tiêu chuẩn là:

A. 5,6 lít. B. 0,56 lít. C. 0,28 lít. D. 2,8 lít.

Hướng dẫn:

Ta có: Mn^{+7} nhường 5 e (Mn^{+2}), Cl^- thu 2.e (Cl_2)

Áp dụng định luật bảo toàn e ta có :

$$5.n_{KmnO_4} = 2.n_{Cl_2}$$

$$\Rightarrow n_{Cl_2} = 5/2 n_{KmnO_4} = 0.25 \text{ mol rArr; } V_{Cl_2} = 0,25 \cdot 22,4 = 0,56 \text{ lít}$$

Ví dụ 3. Hòa tan hoàn toàn 20g hỗn hợp Mg và Fe vào dung dịch axit HCl dư thấy có 11,2 lít khí thoát ra ở đktc và dung dịch X. Cô cạn dung dịch X thì thu được bao nhiêu gam muối khan?

A. 55,5g. B. 91,0g. C. 90,0g. D. 71,0g.

Hướng dẫn:

Áp dụng công thức 2 ta có:

$$m_{\text{muối}} = m_{\text{kim loại}} + m_{\text{ion tạo muối}}$$

$$= 20 + 71.0,5 = 55.5g$$

⇒ Chọn A

b/ Bài toán kim loại tác dụng với hỗn hợp axit có tính oxi hóa

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:

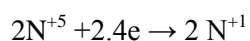
$$\text{Ta có } 24 n_{Mg} + 27 n_{Al} = 15 \quad (1)$$

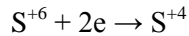
- Xét quá trình oxi hóa



$$\Rightarrow \text{tổng số mol e nhường} = 2n_{Mg} + 3 n_{Al}$$

- Xét quá trình khử





⇒ tổng số mol e nhận = 2.0,4 + 0,2 = 1,4 mol

Theo định luật bảo toàn e ta có:

$$2n_{Mg} + 3n_{Al} = 1,4 \quad (2)$$

Giải hệ (1) và (2) ta được $n_{Mg} = 0,4$ mol, $n_{Al} = 0,2$ mol

$$\Rightarrow \% Al = 27.0,2/15 = 36\%$$

$$\Rightarrow \% Mg = 64\%$$

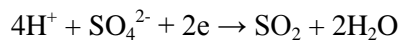
⇒ Chọn B

Ví dụ 5: Một hỗn hợp X có khối lượng 18,2g gồm 2 Kim loại A (hóa trị 2) và B (hóa trị 3). Hòa tan X hoàn toàn trong dung dịch Y chứa H_2SO_4 và HNO_3 . Cho ra hỗn hợp khí Z gồm 2 khí SO_2 và N_2O . Xác định 2 kim loại A, B (B chỉ có thể là Al hay Fe). Biết số mol của hai kim loại bằng nhau và số mol 2 khí SO_2 và N_2O lần lượt là 0,1 mol mỗi khí.

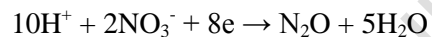
A. Cu, Al B. Cu, Fe C. Zn, Al D. Zn, Fe

Hướng dẫn:

Quá trình khử hai anion tạo khí là:

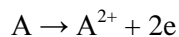


$$0,2 \qquad 0,1 \text{ mol}$$



$$0,8 \qquad 0,1 \text{ mol}$$

$$\text{Tổng e (nhận)} = 0,2 + 0,8 = 1 \text{ mol}$$



$$a \qquad 2a$$



$$b \qquad 3b$$

$$\text{Tổng e (cho)} = 2a + 3b = 1 \quad (1)$$

$$\text{Vì số mol của hai kim loại bằng nhau nên: } a = b \quad (2)$$

Giải (1), (2) ta có $a = b = 0,2$ mol

Vậy $0,2A + 0,2B = 18,2 \Rightarrow A + B = 91 \Rightarrow A$ là Cu và B là Al.

c/ Bài toán kim loại tác dụng với axit có tính oxi hóa

Trong các phản ứng oxy hóa khử, sản phẩm tạo thành có chứa các muối mà ta thường gặp như muối sunfat SO_4^{2-} (có điện tích là -2), muối nitrat NO_3^- , (có điện tích là -1), muối halogen X^- (có điện tích là -1), ... Thành phần của muối gồm cation kim loại (hoặc cation NH_4^+), và anion gốc acid. Muốn tính khối lượng muối tạo thành trong dung dịch ta tính như sau:

$$m_{\text{muối}} = m_{\text{kim loại}} + m_{\text{gốc acid}}$$

Trong đó: $m_{\text{gốc acid}} = M_{\text{gốc acid}} \cdot n_e (\text{nhận}) / (\text{số điện tích gốc acid})$

Ví dụ 6: Cho 6,3 g hỗn hợp Mg và Zn tác dụng hết với dung dịch HCl thấy thoát ra 3,36 lít H_2 (đktc). Khối lượng muối tạo ra trong dung dịch là:

A. 15,69 g **B. 16,95 g** C. 19,65 g D. 19,56 g

Hướng dẫn:

Ta có: $2\text{H}^+ + 2e \rightarrow \text{H}_2$

$$0,3 \quad 0,15 \text{ mol/}$$

Vậy khối lượng muối trong dung dịch là:

$$M_{\text{muối}} = m_{\text{kim loại}} + m_{\text{gốc acid}} = 6,3 + 35,5 \cdot 0,3 / 1 = 16,95 \text{ g.}$$

⇒ Chọn B

Một số lưu ý:

- Với kim loại có nhiều số oxy hóa khác nhau khi phản ứng với dung dịch axit HNO_3 loãng, HNO_3 đặc nóng sẽ đạt số oxy hóa cao nhất.

- Hầu hết các kim loại phản ứng được với HNO_3 đặc nóng (trừ Pt, Au) và HNO_3 đặc nguội (trừ Pt, Au, Fe, Al, Cr...) khi đó N^{+5} trong HNO_3 bị khử về mức oxy hóa thấp hơn trong những đơn chất khí tương ứng.

- Các kim loại tác dụng với ion trong môi trường axit H^+ coi như tác dụng với HNO_3 . Các kim loại Zn, Al tác dụng với ion trong môi trường kiềm OH^- giải phóng NH_3 .