

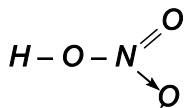
Phần A: Lí Thuyết

- Phần lí thuyết được soạn chi tiết và có sự liên kết với các bài tập bên dưới.

I. Cấu tạo phân tử :

- CTPT : HNO_3

- CTCT :



- Nitrogen có số oxi hoá cao nhất là +5

II. Tính chất vật lý

- Là chất lỏng không màu, bốc khói mạnh trong không khí ẩm ; $D = 1.53\text{g/cm}^3$

- Nitric acid không bền, khi có ánh sáng , phân huỷ 1 phần :



Do đó axit HNO_3 cất giữ lâu ngày có màu vàng do NO_2 phân huỷ tan vào axit.

- Nitric acid tan vô hạn trong nước (HNO_3 đặc có nồng độ 68%, $D = 1,40\text{ g/cm}^3$).

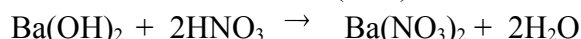
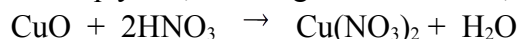
III. Tính chất hoá học

1. **Tính axit :** Là một trong số các acid mạnh nhất, trong dung dịch phân li hoàn toàn ra các ion :



- Dung dịch axit HNO_3 có đầy đủ tính chất của một dung dịch acid.

- làm đỏ quỳ tím, tác dụng với base oxide, base, muối của acid yếu hơn.



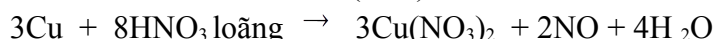
2. Tính oxi hoá

Tùy vào nồng độ của acid và bản chất của chất khử mà HNO_3 có thể bị khử đến NO , NO_2 , N_2O , N_2 , NH_4NO_3 .

a. **Với kim loại :** HNO_3 oxi hoá hầu hết các kim loại (trừ Au và Pt) không giải phóng khí H_2 , do ion NO_3^- có khả năng oxi hoá mạnh hơn H^+ . Khi đó kim loại bị oxi hóa đến *mức oxi hóa cao nhất*.

- Với những kim loại có tính khử yếu như : Cu, Ag...thì **HNO_3 đặc** bị khử đến **NO_2** ; **HNO_3 loãng** bị khử đến **NO** .

Ví dụ :

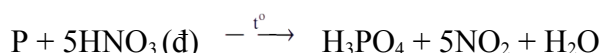
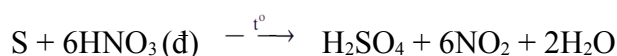
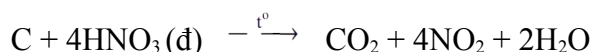


- Khi tác dụng với những kim loại có tính khử mạnh hơn như : Mg, Zn, Al...thì **HNO_3 đặc** bị khử yếu đến **NO_2** ; HNO_3 loãng có thể bị kim loại khử mạnh như Mg, Al, Zn...khử đến N_2O , N_2 hoặc NH_4NO_3 .

● **Lưu ý :** Fe, Al, Cr bị thụ động hoá trong dung dịch HNO_3 đặc nguội vì vậy khi cho các kim loại này tác dụng với HNO_3 thì không xảy ra phản ứng.

b. Với phi kim

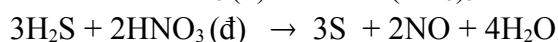
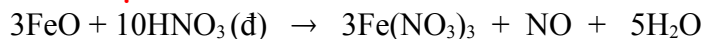
Khi đun nóng HNO_3 đặc có thể tác dụng được với C, P, S... Ví dụ :



c. Với hợp chất

- H_2S , HI, SO_2 , FeO, muối sắt (II)... có thể tác dụng với HNO_3 nguyên tố bị oxi hoá trong hợp chất chuyển lên *mức oxi hoá cao hơn*. Ví dụ :

Tên Giáo Viên Soạn:



- Nhiều hợp chất hữu cơ như giấy, vải, dầu thông... bốc cháy khi tiếp xúc với HNO_3 đặc.

V. Điều chế

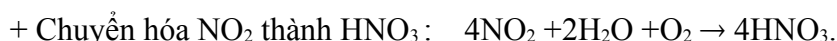
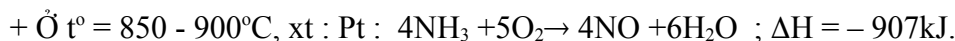
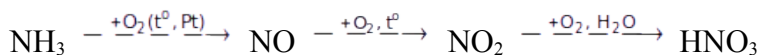
1. Trong phòng thí nghiệm



Hơi HNO_3 thoát ra được dẫn vào bình làm lạnh và ngưng tụ ở đó.

2. Trong công nghiệp

- Được sản xuất từ ammonia theo sơ đồ :



Dung dịch HNO_3 thu được có nồng độ 60 – 62%. Chung cất với H_2SO_4 đậm đặc thu được dung dịch HNO_3 96 – 98%.

Phần B: Bài Tập Được Phân Dạng

Dạng 1: Tính chất của axit HNO_3

1. Ôn tập phương pháp bảo toàn electron

a. Nội dung định luật bảo toàn electron :

- Trong phản ứng oxi hóa – khử, tổng số electron mà các chất khử nhường luôn bằng tổng số electron mà các chất oxi hóa nhận.

b. Nguyên tắc áp dụng :

- Trong phản ứng oxi hóa – khử, tổng số mol electron mà các chất khử nhường luôn bằng tổng số mol electron mà các chất oxi hóa nhận.

- Đối với chất khử hoặc hỗn hợp chất khử mà trong đó các nguyên tố đóng vai trò là chất khử có số oxi hóa duy nhất thì cùng một lượng chất phản ứng với các chất oxi hóa (đur) khác nhau, số mol electron mà các chất khử nhường cho các chất oxi hóa đó là như nhau.

• Lưu ý : Khi giải bài tập bằng phương pháp bảo toàn electron ta cần phải xác định đầy đủ, chính xác chất khử và chất oxi hóa; trạng thái số oxi hóa của chất khử, chất oxi hóa trước và sau phản ứng; không cần quan tâm đến số oxi hóa của chất khử và chất oxi hóa ở các quá trình trung gian.

2. Phương pháp giải toán về HNO_3 và muối nitrat

Dạng 1: HNO_3 tác dụng với chất khử (kim loại, oxit kim loại, oxit phi kim, muối...)

Phương pháp giải

- **Bước 1** : Lập sơ đồ phản ứng biểu diễn quá trình chuyển hóa giữa các chất (Sau này khi đã làm thành thạo thì học sinh có thể bỏ qua bước này).

- **Bước 2** : Xác định đầy đủ, chính xác chất khử và chất oxi hóa ; trạng thái số oxi hóa của chất khử, chất oxi hóa trước và sau phản ứng ; không cần quan tâm đến số oxi hóa của chất khử và chất oxi hóa ở các quá trình trung gian nếu phản ứng xảy ra nhiều giai đoạn.

- **Bước 3** : Thiết lập phương trình toán học : Tổng số mol electron chất khử nhường bằng tổng số mol electron mà chất oxi hóa nhận, kết hợp với các giả thiết khác để lập các phương trình toán học khác có liên quan. Giải hệ phương trình để suy ra kết quả mà đề yêu cầu.

• Lưu ý :

- Trong phản ứng của kim loại **Mg, Al, Zn** với dung dịch HNO_3 loãng thì ngoài những sản phẩm khử là khí $\text{N}_2, \text{N}_2\text{O}, \text{NO}$ thì trong dung dịch còn có thể có một sản phẩm khử khác là muối NH_4NO_3 . Để tính

toán chính xác kết quả của bài toán ta phải kiểm tra xem phản ứng có tạo ra NH_4NO_3 hay không và số mol NH_4NO_3 đã tạo ra là bao nhiêu rồi sau đó áp dụng định luật bảo toàn electron để tìm ra kết quả.

► Các ví dụ minh họa ◀

1. Tính lượng chất phản ứng với dung dịch HNO_3

Ví dụ 1: Chia m gam hỗn hợp A gồm hai kim loại Cu, Fe thành hai phần bằng nhau :

- Phần 1 tác dụng hoàn toàn với dung dịch HNO_3 đặc, nguội thu được 0,672 lít khí.
- Phần 2 tác dụng hoàn toàn với dung dịch H_2SO_4 loãng dư thu được 0,448 lít khí.

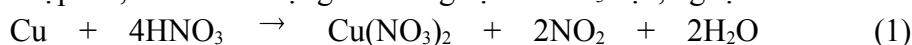
Giá trị của m là (biết các thể tích khí được đo ở đktc) :

- A. 4,96 gam. B. 8,80 gam. C. 4,16 gam. D. 17,6 gam.

Hướng dẫn giải

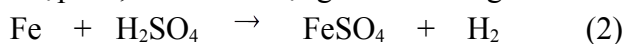
Cách 1 : Tính toán theo phương trình phản ứng

Hỗn hợp Cu, Fe khi tác dụng với dung dịch HNO_3 đặc, nguội thì chỉ có Cu phản ứng :



mol: 0,015 ← 0,03

Hỗn hợp Cu, Fe khi tác dụng H_2SO_4 loãng thì chỉ có Fe phản ứng :



mol: 0,02 ← 0,02

Theo (1), (2) và giả thiết ta có :

$$n_{Cu} = \frac{1}{2} n_{NO_2} = 0,015 \text{ mol}; n_{Fe} = n_{H_2} = 0,02 \text{ mol.}$$

Khối lượng của Cu và Fe trong A là : $m = 2(0,015.64 + 0,02.56) = 4,16 \text{ gam.}$

Cách 2 : Sử dụng định luật bảo toàn electron

Khi A phản ứng với dung dịch HNO_3 đặc, nguội sẽ xảy ra các quá trình oxi hóa - khử



mol: 0,015 ← 0,03 ← 0,03 ← 0,03

Căn cứ vào các quá trình oxi hóa - khử và định luật bảo toàn electron ta có $n_{Cu} = 0,015 \text{ mol.}$

Khi A phản ứng với dung dịch H_2SO_4 loãng sẽ xảy ra các quá trình oxi hóa - khử :



mol: 0,02 ← 0,04 ← 0,04 ← 0,02

Căn cứ vào các quá trình oxi hóa - khử và định luật bảo toàn electron ta có $n_{Fe} = 0,02 \text{ mol.}$

Khối lượng của Cu và Fe trong A là : $m = 2(0,015.64 + 0,02.56) = 4,16 \text{ gam.}$

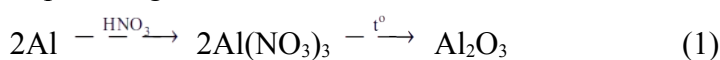
Đáp án C.

Ví dụ 2: Hòa tan hết 0,02 mol Al và 0,03 mol Cu vào dung dịch HNO_3 , cô cạn dung dịch sau phản ứng và nung đến khối lượng không đổi thì thu được m gam chất rắn. Giá trị của m là :

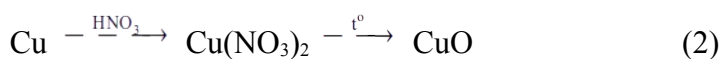
- A. 3,42 gam. B. 2,94 gam. C. 9,9 gam. D. 7,98 gam.

Hướng dẫn giải

Sơ đồ phản ứng :



mol: 0,02 → 0,02 → 0,01



mol: 0,03 → 0,03 → 0,03

Áp dụng định luật bảo toàn nguyên tố cho sơ đồ (1), (2) ta thấy :

Tên Giáo Viên Soạn:

$$n_{\text{Al}_2\text{O}_3} = 0,01 \text{ mol}; n_{\text{CuO}} = 0,03 \text{ mol.}$$

Vậy khối lượng chất rắn thu được là : $0,01.102 + 0,03.80 = 3,42 \text{ gam.}$

Đáp án A.

Ví dụ 3: Hoà tan hoàn toàn hỗn hợp gồm x mol FeS₂ và y mol Cu₂S vào axit HNO₃ (vừa đủ), thu được dung dịch X (chỉ chứa hai muối sulfate) và khí duy nhất NO. Tỷ lệ x : y là :

- A. 1 : 3. B. 3 : 1. C. 1 : 2. D. 2 : 1.

Hướng dẫn giải

Sơ đồ phản ứng :



Áp dụng định luật bảo toàn nguyên tố cho sơ đồ (1), ta thấy :

$$\frac{n_{\text{FeS}_2}}{n_{\text{Cu}_2\text{S}}} = \frac{2}{1} \Rightarrow x : y = 2 : 1$$

Đáp án D.

Ví dụ 4: Hòa tan hoàn toàn m gam Al trong dung dịch HNO₃ loãng thu được 1,12 lít hỗn hợp X gồm 3 khí NO, N₂O, N₂ có tỉ lệ số mol là: 1 : 2 : 2. Giá trị của m là :

- A. 5,4 gam. B. 3,51 gam. C. 2,7 gam. D. 8,1 gam.

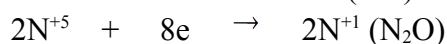
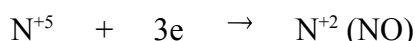
Hướng dẫn giải

Theo giả thiết ta có : $n_{(\text{NO}, \text{N}_2, \text{N}_2\text{O})} = 0,05 \text{ mol.}$

Mặt khác, tỉ lệ mol của 3 khí NO, N₂O, N₂ là 1 : 2 : 2 nên suy ra :

$$n_{\text{NO}} = 0,01 \text{ mol}; n_{\text{N}_2\text{O}} = 0,02 \text{ mol và } n_{\text{N}_2} = 0,02 \text{ mol.}$$

Các quá trình oxi hóa – khử :



Áp dụng định luật bảo toàn electron ta có :

$$3.n_{\text{Al}} = 10.n_{\text{N}_2} + 8.n_{\text{N}_2\text{O}} + 3.n_{\text{NO}} \Rightarrow n_{\text{Al}} = 0,13 \text{ mol} \Rightarrow m_{\text{Al}} = 3,51 \text{ gam.}$$

Đáp án B.

Ví dụ 5: Hòa tan 15 gam hỗn hợp X gồm hai kim loại Mg và Al vào dung dịch Y gồm HNO₃ và H₂SO₄ đặc thu được 0,1 mol mỗi khí SO₂, NO, NO₂, N₂O. Phần trăm khối lượng của Al và Mg trong X lần lượt là :

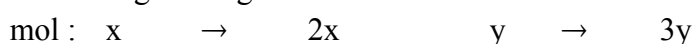
- A. 63% và 37%. B. 36% và 64%. C. 50% và 50%. D. 46% và 54%.

Hướng dẫn giải

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

$$\text{Ta có : } 24x + 27y = 15 \quad (1)$$

Quá trình oxi hóa :



⇒ Tổng số mol electron nhường bằng (2x + 3y).

Quá trình khử :



Tên Giáo Viên Soạn:

mol : $0,1 \leftarrow 0,1$ $0,2 \leftarrow 0,1$

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

Theo định luật bảo toàn electron ta có :

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

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

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

$$\%Mg = 100\% - 36\% = 64\%.$$

Đáp án B.

Ví dụ 6: Cho m gam bột Fe vào dung dịch HNO₃ lấy dư, ta được hỗn hợp gồm hai khí NO₂ và NO có V_x = 8,96 lít (đktc) và tỉ khối đối với O₂ bằng 1,3125. Thành phần phần trăm theo thể tích của NO, NO₂ và khối lượng m của Fe đã dùng là :

A. 25% và 75% ; 1,12 gam.

B. 25% và 75% ; 11,2 gam.

C. 35% và 65% ; 11,2 gam.

D. 45% và 55% ; 1,12 gam.

Hướng dẫn giải

Ta có : $n_x = 0,4$ mol; $\bar{M}_x = 42$.

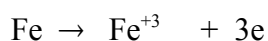
Áp dụng sơ đồ đường chéo cho hỗn hợp N₂O và NO ta có :

$$\begin{array}{ccc} n_{NO_2} & 46 & \\ & \diagdown & \diagup \\ & 42 & \\ & \diagup & \diagdown \\ n_{NO} & 30 & \end{array} \begin{array}{l} 42 - 30 = 12 \\ 46 - 42 = 4 \end{array} \Rightarrow \frac{n_{NO_2}}{n_{NO}} = \frac{12}{4} = \frac{3}{1}$$

Đặt $n_{NO} = x$ mol; $n_{NO_2} = 3x$ mol.

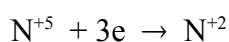
$$\Rightarrow 4x = 0,4 \Rightarrow x = 0,1 \Rightarrow \begin{cases} n_{NO} = 0,1 \\ n_{NO_2} = 0,3 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \%V_{NO} = 25\% \\ \%V_{NO_2} = 75\% \end{cases}$$

Quá trình oxi hóa :

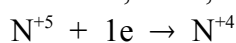


mol : a \rightarrow 3a

Quá trình khử :



mol : $0,3 \leftarrow 0,1$



mol : $0,3 \leftarrow 0,3$

Áp dụng định luật bảo toàn electron ta có :

$$3a = 0,6 \Rightarrow a = 0,2 \text{ mol} \Rightarrow m_{Fe} = 0,2 \cdot 56 = 11,2 \text{ gam.}$$

Đáp án B.

Ví dụ 7: Cho 12 gam hỗn hợp hai kim loại Fe, Cu tác dụng vừa đủ với dung dịch HNO₃ 63%. Sau phản ứng thu được dung dịch A và 11,2 lít khí NO₂ duy nhất (đktc). Nồng độ % các chất có trong dung dịch A là :

A. 36,66% và 28,48%.

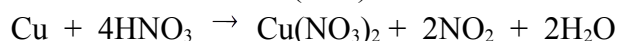
B. 27,19% và 21,12%.

C. 27,19% và 72,81%.

D. 78,88% và 21,12%.

Hướng dẫn giải

Phương trình phản ứng :



Tên Giáo Viên Soạn:

$$n_{\text{NO}_2} = 0,5 \text{ mol} \Rightarrow n_{\text{HNO}_3} = 2n_{\text{NO}_2} = 1 \text{ mol.}$$

Áp dụng định luật bảo toàn khối lượng ta có :

$$\begin{aligned} m_{\text{ddmuối}} &= m_{\text{hkh.lơ'i}} + m_{\text{ddHNO}_3} - m_{\text{NO}_2} \\ &= 12 + \frac{1.63.100}{63} - 46.0,5 = 89 \text{ gam.} \end{aligned}$$

Đặt $n_{\text{Fe}} = x \text{ mol}$, $n_{\text{Cu}} = y \text{ mol}$ ta có:

$$\begin{cases} 56x + 64y = 12 \\ 3x + 2y = 0,5 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,1 \\ y = 0,1 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \%m_{\text{Fe}(\text{NO}_3)_3} = \frac{0,1.242.100}{89} = 27,19\%$$

$$\%m_{\text{Cu}(\text{NO}_3)_2} = \frac{0,1.188.100}{89} = 21,12\%.$$

Đáp án B.

Ví dụ 8: Hòa tan 4,59 gam Al bằng dung dịch HNO₃ thu được hỗn hợp khí NO và N₂O có tỉ khối hơi đối với hydro bằng 16,75. Thể tích NO và N₂O thu được lần lượt là :

A. 2,24 lít và 6,72 lít.

B. 2,016 lít và 0,672 lít.

C. 0,672 lít và 2,016 lít.

D. 1,972 lít và 0,448 lít.

Hướng dẫn giải

Áp dụng sơ đồ đường chéo cho hỗn hợp N₂O và NO ta có :

$$\begin{array}{ccc} n_{\text{N}_2\text{O}} & 44 & \searrow \\ & 33,5 & \nearrow \\ n_{\text{NO}} & 30 & \nearrow \end{array} \begin{array}{l} 33,5 - 30 = 3,5 \\ 44 - 33,5 = 10,5 \end{array} \Rightarrow \frac{n_{\text{N}_2\text{O}}}{n_{\text{NO}}} = \frac{3,5}{10,5} = \frac{1}{3}$$

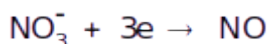
Đặt $n_{\text{N}_2\text{O}} = x \text{ mol}$; $n_{\text{NO}} = 3x \text{ mol}$.

Quá trình oxi hóa :

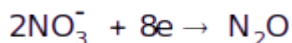


$$\text{mol: } 0,17 \rightarrow 3.0,17$$

Quá trình khử :



$$\text{mol: } 9x \leftarrow 3x$$



$$\text{mol: } 8x \leftarrow x$$

Áp dụng định luật bảo toàn electron ta có :

$$3. n_{\text{NO}} + 8. n_{\text{N}_2\text{O}} = 3. n_{\text{Al}} \Rightarrow 9x + 8x = 3.0,17 \Rightarrow x = 0,03$$

Thể tích NO và N₂O thu được là :

$$V_{\text{NO}} = 3.0,03.22,4 = 2,016 \text{ lít}; V_{\text{N}_2\text{O}} = 0,03.22,4 = 0,672 \text{ lít.}$$

Đáp án B.

Ví dụ 9: Hòa tan hoàn toàn 12 gam hỗn hợp Fe, Cu (tỉ lệ mol 1:1) bằng acid HNO₃, thu được V lít (đktc) hỗn hợp khí X (gồm NO và NO₂) và dung dịch Y (chỉ chứa hai muối và acid dư). Tỉ khối của X đối với H₂ bằng 19. Giá trị của V là :

A. 2,24 lít.

B. 4,48 lít.

C. 5,60 lít.

D. 3,36 lít.

Hướng dẫn giải

Tên Giáo Viên Soạn:

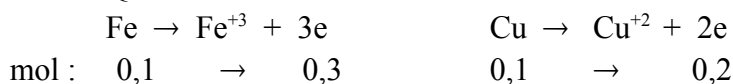
Áp dụng sơ đồ đường chéo cho hỗn hợp N_2O và NO ta có :

$$\begin{array}{ccc} n_{NO} & 30 & \searrow \\ & & 38 \\ n_{NO_2} & 46 & \swarrow \end{array} \begin{array}{l} 46 - 38 = 8 \\ 38 - 30 = 8 \end{array} \Rightarrow \frac{n_{NO}}{n_{NO_2}} = \frac{8}{8} = \frac{1}{1}$$

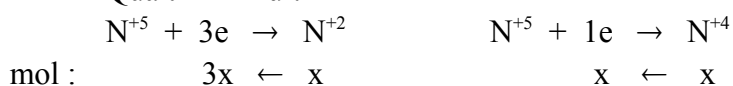
Đặt $n_{NO_2} = n_{NO} = x \text{ mol}$.

Đặt $n_{Fe} = n_{Cu} = a \text{ mol} \Rightarrow 56a + 64a = 12 \Rightarrow a = 0,1 \text{ mol}$.

Quá trình oxi hóa :



Quá trình khử :



Áp dụng định luật bảo toàn electron ta có :

$$\Rightarrow 3x + x = 0,5 \Rightarrow x = 0,125 \Rightarrow V_{\text{hỗn hợp khí (đktc)}} = 0,125 \cdot 2 \cdot 22,4 = 5,6 \text{ lít.}$$

Đáp án C.

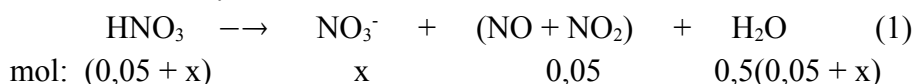
2. Tính lượng muối nitrate tạo thành

Ví dụ 1: Cho 1,35 gam hỗn hợp gồm Cu, Mg, Al tác dụng với dung dịch HNO_3 dư, thu được 1,12 lít (đktc) hỗn hợp khí NO và NO_2 có tỉ khối so với hydro bằng 20. Tổng khối lượng muối nitrate sinh ra là :
A. 66,75 gam. B. 33,35 gam. C. 6,775 gam. D. 3,335 gam.

Hướng dẫn giải

Cách 1 : Kết hợp định luật bảo toàn nguyên tố và khối lượng

Sơ đồ thể hiện vai trò của HNO_3 :



Theo giả thiết ta có : $n_{(NO, NO_2)} = 0,05 \text{ mol}$

Đặt số mol NO_3^- tạo muối là x.

Theo định luật bảo toàn nguyên tố suy ra :

Số mol của HNO_3 là $(0,05 + x)$; số mol của H_2O là $0,5(0,05 + x)$.

Áp dụng định luật bảo toàn khối lượng suy ra :

$$63 \cdot (0,05 + x) = 62 \cdot x + 0,05 \cdot 20 \cdot 2 + 18 \cdot 0,5(0,05 + x) \Leftrightarrow x = 0,0875$$

Khối lượng muối nitrat thu được là : $m = 1,35 + 0,0875 \cdot 62 = 6,775 \text{ gam}$.

Đáp án C.

Cách 2 : Áp dụng định luật bảo toàn electron và bảo toàn khối lượng

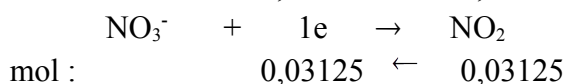
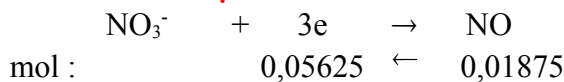
Áp dụng sơ đồ đường chéo cho hỗn hợp NO_2 và NO ta có :

$$\begin{array}{ccc} n_{NO_2} & 46 & \searrow \\ & & 40 \\ n_{NO} & 30 & \swarrow \end{array} \begin{array}{l} 40 - 30 = 10 \\ 46 - 40 = 6 \end{array} \Rightarrow \frac{n_{NO_2}}{n_{NO}} = \frac{10}{6} = \frac{5}{3}$$

Suy ra : $n_{NO_2} = \frac{5}{8} \cdot 0,05 = 0,03125 \text{ mol}$, $n_{NO} = 0,05 - 0,03125 = 0,01875 \text{ mol}$.

Ta có các quá trình oxi hóa – khử :

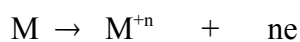
Quá trình khử :

Tên Giáo Viên Soạn:

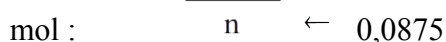
Như vậy, tổng electron nhận = tổng electron nhường = 0,0875 mol.

Thay các kim loại Cu, Mg, Al bằng kim loại M.

Quá trình oxi hóa :



$$\frac{0,0875}{n}$$



Khối lượng muối nitrat sinh ra là :

$$m = m_{\text{M}(\text{NO}_3)_n} = m_{\text{M}} + m_{\text{NO}_3^-} = 1,35 + \frac{0,0875}{n} \cdot n \cdot 62 = 6,775 \text{ gam.}$$

Suy ra : $n_{\text{NO}_3^- \text{ tạo muối}} = n_{\text{electron trao đổi}}$

Đáp án C.**• Nhận xét :**

+ Trong phản ứng của kim loại với nitric acid tạo ra muối nitrate (phản ứng không tạo ra muối ammonium nitrate) ta có :

$$m_{\text{muối nitrat}} = m_{\text{kim loại}} + m_{\text{NO}_3^- \text{ tạo muối}} = m_{\text{kim loại}} + 62 \cdot n_{\text{electron trao đổi}}$$

+ Trong phản ứng của kim loại với nitric acid tạo ra muối nitrate kim loại và muối ammonium nitrate ta có :

$$m_{\text{M muối}} = m_{\text{muối nitrat kim loại}} + m_{\text{NH}_4\text{NO}_3} = (m_{\text{kim loại}} + m_{\text{NO}_3^- \text{ tạo muối}}) + m_{\text{NH}_4\text{NO}_3} = (m_{\text{kim loại}} + 62 \cdot m_{\text{electron trao đổi}}) + m_{\text{NH}_4\text{NO}_3}$$

3. Tính lượng HNO₃ tham gia phản ứng

Ví dụ 1: Hòa tan 10,71 gam hỗn hợp gồm Al, Zn, Fe trong 4 lít dung dịch HNO₃ aM vừa đủ thu được dung dịch A (không chứa muối NH₄NO₃) và 1,792 lít hỗn hợp khí gồm N₂ và N₂O có tỉ lệ mol 1:1. Cô cạn dung dịch A thu được m gam muối khan. Giá trị của m, a là :

A. 55,35 gam và 2,2M.

B. 55,35 gam và 0,22M.

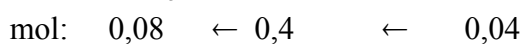
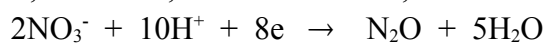
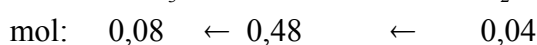
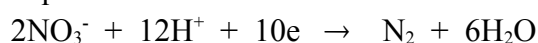
C. 53,55 gam và 2,2M.

D. 53,55 gam và 0,22M.

Hướng dẫn giải

$$n_{\text{N}_2\text{O}} = n_{\text{N}_2} = \frac{1,792}{2 \cdot 22,4} = 0,04 \text{ mol.}$$

Các quá trình khử :



$$\Rightarrow n_{\text{HNO}_3} = n_{\text{H}^+} = 0,88 \text{ mol} \Rightarrow a = \frac{0,88}{4} = 0,22 \text{ M.}$$

Tên Giáo Viên Soạn:

Số mol NO_3^- tạo muối bằng $0,88 - (0,08 + 0,08) = 0,72 \text{ mol}$.

Khối lượng muối bằng $10,71 + 0,72.62 = 55,35 \text{ gam}$.

Đáp án B.

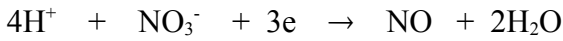
Ví dụ 2: Hòa tan một hỗn hợp X gồm hai kim loại A và B trong dung dịch HNO_3 loãng. Kết thúc phản ứng thu được hỗn hợp khí Y gồm $0,1 \text{ mol NO}$, $0,15 \text{ mol NO}_2$ và $0,05 \text{ mol N}_2\text{O}$. biết rằng không có phản ứng tạo muối NH_4NO_3 . Số mol HNO_3 đã phản ứng là :

- A. 0,95. B. 0,105. C. 1,2. D. 1,3.

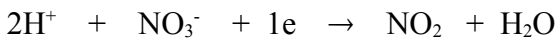
Hướng dẫn giải

Cách 1 : Sử dụng các nửa phản ứng ion – electron

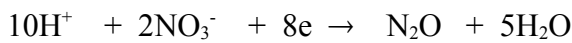
Các quá trình khử :



$$\text{mol : } 0,4 \qquad \qquad \qquad \leftarrow \qquad \qquad 0,1$$



$$\text{mol : } 0,3 \qquad \qquad \qquad \leftarrow \qquad \qquad 0,15$$



$$\text{mol : } 0,5 \qquad \qquad \qquad \leftarrow \qquad \qquad 0,05$$

Vậy số mol của $\text{HNO}_3 =$ số mol của $\text{H}^+ = 0,4 + 0,3 + 0,5 = 1,2 \text{ mol}$.

Đáp án C.

Cách 2 : Ta có thể tính số mol của axit dựa vào công thức :

$$n_{\text{HNO}_3} = n_{\text{electron trao đổi}} + n_{\text{N trong các sản phẩm khử}} \quad (*)$$

Áp dụng công thức trên ta có :

$$n_{\text{e nhận}} = 0,1.3 + 0,15 + 0,05.8 = 0,85 \Rightarrow n_{\text{axit}} = 0,85 + 0,1 + 0,15 + 0,05.2 = 1,2 \text{ mol}$$

• **Chứng minh công thức (*) :** Áp dụng định luật bảo toàn nguyên tố đối với N ta có :

$$n_{\text{HNO}_3} = n_{\text{NO}_3^- \text{ tạo muối}} + n_{\text{N trong các sản phẩm khử}}$$

Mặt khác $n_{\text{NO}_3^- \text{ tạo muối}} = n_{\text{electron trao đổi}}$. Từ đó ta suy ra công thức (*).

Ví dụ 4: Cho $13,5 \text{ gam}$ nhôm tác dụng vừa đủ với $2,5 \text{ lít}$ dung dịch HNO_3 , phản ứng tạo ra muối nhôm và một hỗn hợp khí gồm NO và N_2O . Tính nồng độ mol của dung dịch HNO_3 . Biết rằng tỉ khối của hỗn hợp khí đối với hydro bằng $19,2$.

- A. 0,95. B. 0,86. C. 0,76. D. 0,9.

Hướng dẫn giải

Áp dụng sơ đồ đường chéo ta có :

$$\frac{n_{\text{N}_2\text{O}}}{n_{\text{NO}}} = \frac{38,4 - 30}{44 - 38,4} = \frac{8,4}{5,6} = \frac{3}{2}$$

Đặt số mol của NO và N_2O là $2x$ và $3x$, áp dụng định luật bảo toàn electron ta có :

$$3.n_{\text{Al}} = 3.n_{\text{NO}} + 8.n_{\text{N}_2\text{O}} \Rightarrow 3.\frac{13,5}{27} = 3.2x + 8.3x \Rightarrow x = 0,05$$

Vậy số mol HNO_3 là : $n_{\text{HNO}_3} = n_{\text{electron trao đổi}} + n_{\text{N ở trong các sản phẩm khử}}$

$$= 3.\frac{13,5}{27} + (2.0,05 + 3.0,05.2) = 1,9 \text{ mol} \Rightarrow V = \frac{1,9}{2,5} = 0,76 \text{ lít}$$

Đáp án C.

Ví dụ 5: Cho 3 kim loại Al , Fe , Cu vào 2 lít dung dịch HNO_3 phản ứng vừa đủ thu được $1,792 \text{ lít}$ khí X (đktc) gồm N_2 và NO_2 có tỉ khối hơi so với He bằng $9,25$. Nồng độ mol/lít HNO_3 trong dung dịch đầu là :

Tên Giáo Viên Soạn:

A. 0,28M.

B. 1,4M.

C. 1,7M.

D. 1,2M.

Hướng dẫn giải

Áp dụng sơ đồ đường chéo ta có :

$$\frac{n_{\text{NO}_2}}{n_{\text{N}_2}} = \frac{37 - 28}{46 - 37} = \frac{9}{9} = \frac{1}{1}$$

⇒ số mol của NO₂ và N₂ bằng nhau và bằng 0,04 mol.

Vậy số mol HNO₃ là :

$$n_{\text{HNO}_3} = n_{\text{electron trao đổi}} + n_{\text{N ở trong các sản phẩm khử}} = (0,04 \cdot 1 + 0,04 \cdot 10) + 0,04 + 0,04 \cdot 2 = 0,56 \text{ mol}$$
$$\frac{0,56}{2} = 0,28\text{M}$$

⇒ Nồng độ mol/lít của dung dịch HNO₃ là

Đáp án A.

Ví dụ 6: Hòa tan hết hỗn hợp chứa 10 gam CaCO₃ và 17,4 gam FeCO₃ bằng dung dịch HNO₃ loãng, nóng. Số mol HNO₃ đã tham gia phản ứng là :

A. 0,8 mol.

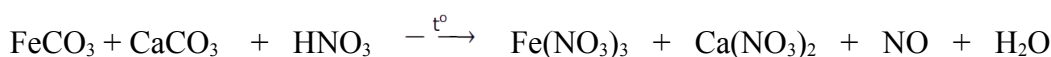
B. 0,5 mol.

C. 0,7 mol.

D. 0,2 mol.

Hướng dẫn giải

Sơ đồ phản ứng :



Áp dụng bảo toàn electron ta có : $n_{\text{FeCO}_3} = 3 \cdot n_{\text{NO}} \Rightarrow n_{\text{NO}} = 0,05 \text{ mol.}$

Áp dụng định luật bảo toàn nguyên tố đối với N ta có :

$$n_{\text{HNO}_3} = n_{\text{N}/\text{muối}} + n_{\text{N}/\text{NO}} = (2 \cdot n_{\text{CaCO}_3} + 3 \cdot n_{\text{FeCO}_3}) + n_{\text{NO}} = 0,7 \text{ mol.}$$

Đáp án C.

Ví dụ 7: Cho 18,5 gam hỗn hợp gồm Fe và Fe₃O₄ tác dụng với 200 ml dung dịch HNO₃ loãng, đun nóng. Sau phản ứng thu được 2,24 lít khí NO duy nhất (đktc), dung dịch D và còn lại 1,46 gam kim loại. Nồng độ mol của dung dịch HNO₃ là :

A. 3,2M.

B. 3,5M.

C. 2,6M.

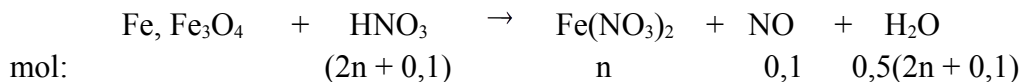
D. 5,1M.

Hướng dẫn giải

Cách 1 : Sử dụng định luật bảo toàn nguyên tố và bảo toàn khối lượng

Khối lượng Fe dư là 1,46 gam, do đó khối lượng Fe và Fe₃O₄ đã phản ứng là 17,04 gam. Vì sau phản ứng sắt còn dư nên trong dung dịch D chỉ chứa muối sắt (II).

Sơ đồ phản ứng :



Đặt số mol của Fe(NO₃)₂ là n, áp dụng định luật bảo toàn nguyên tố đối với nitơ ta có số mol của axit HNO₃ là (2n + 0,1). Áp dụng định luật bảo toàn nguyên tố đối với H ta có số mol H₂O bằng một nửa số mol của HNO₃.

Áp dụng định luật bảo toàn khối lượng ta có :

$$17,04 + 63(2n + 0,1) = 180n + 0,1 \cdot 30 + 18 \cdot 0,5(2n + 0,1)$$

Giải ra ta có n = 2,7, suy ra [HNO₃] = (2 \cdot 2,7 + 0,1) : 0,2 = 3,2M.

Đáp án A.

Cách 2 : Sử dụng định luật bảo toàn electron kết hợp với định luật bảo toàn nguyên tố. Cách này ngắn gọn hơn!

Tên Giáo Viên Soạn:

4. Phản ứng tạo muối ammonium

Ví dụ 1: Cho 5,52 gam Mg tan hết vào dung dịch HNO₃ thì thu được 0,896 lít hỗn hợp khí N₂ và N₂O có tỉ khối so với H₂ là 16. Cô cạn dung dịch sau phản ứng thu được một lượng chất rắn là :

- A. 34,04 gam. B. 34,64 gam. C. 34,84 gam. D. 44, 6 gam.

Hướng dẫn giải

Tổng số mol của N₂ và N₂O là 0,04 mol

Áp dụng sơ đồ đường chéo ta có :

$$\frac{n_{N_2}}{n_{N_2O}} = \frac{44 - 32}{32 - 28} = \frac{3}{1}$$

Suy ra $n_{N_2} = 0,03 \text{ mol}$; $n_{N_2O} = 0,01 \text{ mol}$

Tổng số mol electron mà N⁺⁵ đã nhận để sinh ra N₂ và N₂O là : $10.0,03 + 8.0,01 = 0,38 \text{ mol}$.

Tổng số mol electron mà Mg đã nhường để sinh ra Mg⁺² là : $0,23.2 = 0,46 > 0,38$ nên suy ra phản ứng đã tạo ra cả NH₄NO₃.

Số mol NH₄NO₃ là : $\frac{0,46 - 0,38}{8} = 0,01 \text{ mol}$ (Vì quá trình khử N⁺⁵ thành N⁻³ đã nhận vào 8e).

Vậy khối lượng muối thu được là :

$$m_{\text{muối}} = m_{Mg(NO_3)_2} + m_{NH_4NO_3} = 0,23.148 + 0,01.80 = 34,84 \text{ gam}$$

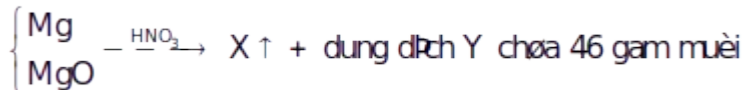
Đáp án C.

Ví dụ 2: Cho hỗn hợp gồm 6,72 gam Mg và 0,8 gam MgO tác dụng hết với lượng dư dung dịch HNO₃. Sau khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn, thu được 0,896 lít một khí X (đktc) và dung dịch Y. Làm bay hơi dung dịch Y thu được 46 gam muối khan. Khí X là :

- A. NO₂. B. N₂O. C. NO. D. N₂.

Hướng dẫn giải

Sơ đồ phản ứng :



Theo định luật bảo toàn nguyên tố ta có :

$$n_{Mg(NO_3)_2} = n_{Mg} + n_{MgO} = 0,3 \text{ mol} \Rightarrow m_{Mg(NO_3)_2} = 0,3.148 = 44,4 \text{ gam} < 46 \text{ gam}$$

⇒ Phản ứng đã tạo ra muối NH₄NO₃, số mol NH₄NO₃ bằng $\frac{46 - 44,4}{80} = 0,02 \text{ mol}$

Gọi n là số electron mà N⁺⁵ đã nhận để tạo ra khí X.

Áp dụng định luật bảo toàn electron ta có :

$$2.n_{Mg} = n.n_X + 8.n_{NH_4NO_3} \Rightarrow n = 10 \Rightarrow 2N^{+5} + 10e \rightarrow N_2$$

Vậy X là N₂.

Đáp án D.

Ví dụ 3: Cho hỗn hợp A gồm 0,200 mol Al, 0,350 mol Fe phản ứng hết với V lít dung dịch HNO₃ 1M, thu được dung dịch B, hỗn hợp G gồm 0,050 mol N₂O và 0,040 mol N₂ và còn 2,800 gam kim loại. Giá trị V là :

- A. 1,200. B. 1,480. C. 1,605. D. 1,855.

Hướng dẫn giải

Tên Giáo Viên Soạn:

Ta thấy 2,8 gam kim loại còn dư là Fe vì vậy trong dung dịch chỉ chứa muối sắt(II).

$$n_{Fe\text{ dư}} = 0,35 - 0,05 = 0,3 \text{ mol.}$$

$$n_{e\text{ cho}} = 0,2.3 + 0,3.2 = 1,2 \text{ mol}; n_{e\text{ nhận}} = 0,05.8 + 0,04.10 = 0,8 \text{ mol} < 1,2 \text{ mol nên phản ứng đã tạo}$$

ra NH_4NO_3 . Số mol của $NH_4NO_3 = \frac{1,2 - 0,8}{8} = 0,05 \text{ mol.}$

Vậy số mol HNO_3 là :

$$n_{HNO_3} = n_{e\text{ trao đổi}} + n_{N\text{ ở trong các sản phẩm khử}} = 1,2 + 0,05.2 + 0,04.2 + 0,05.2 = 1,48 \text{ mol.}$$

$$\Rightarrow V = 1,48 \text{ lít.}$$

Đáp án B.

Ví dụ 4: Hòa tan 30 gam hỗn hợp gồm Al, Zn, Mg trong dung dịch HNO_3 dư. Sau phản ứng thu được hỗn hợp khí gồm 0,1 mol NO , 0,1 mol N_2O và dung dịch X. Cô cạn dung dịch X thu được 127 gam chất rắn. Số mol HNO_3 đã tham gia phản ứng là bao nhiêu ?

Hướng dẫn giải

Giả sử phản ứng có tạo ra muối NH_4NO_3 với số mol là x.

Ta có :

$$m_{\text{Chất rắn}} = m_{\text{muối nitrat kim loại}} + m_{NH_4NO_3} = (m_{\text{kim loại}} + m_{NO_3^- \text{ tạo muối}}) + m_{NH_4NO_3} = (m_{\text{kim loại}} + 62.n_{\text{electron trao đổi}}) + m_{NH_4NO_3}$$
$$\Rightarrow 127 = 30 + (0,1.3 + 0,1.8 + 8x).62 + 80x \Rightarrow x = 0,05$$

Vậy số mol HNO_3 đã phản ứng là :

$$n_{HNO_3} = n_{\text{electron trao đổi}} + n_{N\text{ ở trong các sản phẩm khử}} = (0,1.3 + 0,1.8 + 0,05.8) + (0,1 + 0,1.2 + 0,05.2) = 1,9 \text{ mol.}$$

Ví dụ 5: Hòa tan hoàn toàn 5,525 gam một kim loại trong dung dịch HNO_3 loãng được duy nhất dung dịch X. Cô cạn dung dịch X được 17,765 gam chất rắn khan. Tính số mol axit HNO_3 tham gia phản ứng.
A. 0,17. B. 0,425. C. 0,85. D. 0,2125.

Hướng dẫn giải

Theo giả thiết suy ra kim loại đã phản ứng với HNO_3 tạo ra muối amoni, ta có :

$$m_{\text{Chất rắn}} = m_{\text{muối nitrat kim loại}} + m_{NH_4NO_3} = (m_{\text{kim loại}} + m_{NO_3^- \text{ tạo muối}}) + m_{NH_4NO_3} = (m_{\text{kim loại}} + 62.n_{\text{electron trao đổi}}) + \frac{n_{\text{electron trao đổi}}}{8}.80$$
$$\Rightarrow 17,765 = 5,525 + 62.n_{\text{electron trao đổi}} + \frac{n_{\text{electron trao đổi}}}{8}.80 \Rightarrow n_{\text{electron trao đổi}} = 0,17 \text{ mol}$$
$$\Rightarrow n_{HNO_3} = n_{N/\text{muối nitrat kim loại}} + n_{N/\text{muối amoni nitrat}} = 0,17 + \frac{0,17}{8}.2 = 0,2125 \text{ mol.}$$

Đáp án D.

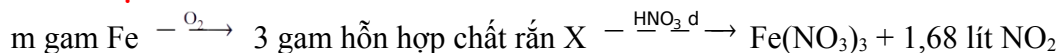
5. Phản ứng oxi hóa – khử xảy ra theo nhiều giai đoạn

Ví dụ 1: Nung m gam bột sắt trong oxi, thu được 3 gam hỗn hợp chất rắn X. Hòa tan hoàn toàn hỗn hợp X trong dung dịch HNO_3 (dư), thoát ra 1,68 lít (đktc) NO_2 (là sản phẩm khử duy nhất). Giá trị của m là :
A. 2,52 gam. B. 2,22 gam. C. 2,62 gam. D. 2,32 gam.

Hướng dẫn giải

Cách 1 :

Sơ đồ phản ứng :

Tên Giáo Viên Soạn:

Đặt số mol của Fe là x và số mol của O₂ là y (x, y > 0)

Ta có phương trình theo tổng khối lượng của hỗn hợp X : $56x + 32y = 3$ (1)

Căn cứ vào sơ đồ phản ứng ta thấy : Chất khử là Fe ; chất oxi hóa là O₂ và HNO₃

Theo định luật bảo toàn electron ta có : $3n_{\text{Fe}} = 4n_{\text{O}_2} + n_{\text{NO}_2} \Rightarrow 3x = 4y + 0,075$ (2)

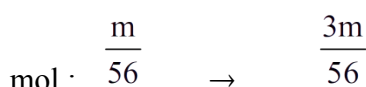
Từ (1), (2) suy ra x = 0,045 ; y = 0,015

Vậy khối lượng sắt là : m = 0,045.56 = 2,52 gam.

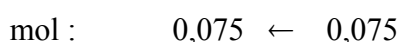
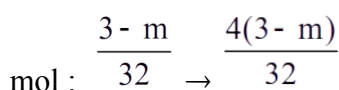
Đáp án A.**Cách 2 :**

Thực chất các quá trình oxi hóa - khử trên là :

Quá trình oxi hóa :



Quá trình khử :



Áp dụng định luật bảo toàn electron ta có :

$$\frac{3m}{56} = \frac{4(3-m)}{32} + 0,075$$

$$\Rightarrow m = 2,52 \text{ gam.}$$

Đáp án A.

Nhận xét : Như vậy nếu làm theo cách 1 thì việc giải phương trình tìm ra số mol của Fe sẽ nhanh hơn.

Ví dụ 2: Để m gam phôi bào sắt ngoài không khí sau một thời gian biến thành hỗn hợp A có khối lượng 12 gam gồm Fe và các oxit FeO, Fe₃O₄, Fe₂O₃. Cho B tác dụng hoàn toàn với nitric acid dư thấy giải phóng ra 2,24 lít khí duy nhất NO. Giá trị của m và số mol HNO₃ đã phản ứng là :

A. 10,08 gam và 0,64 mol.

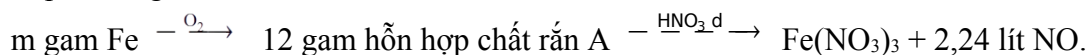
B. 8,88 gam và 0,54 mol.

C. 10,48 gam và 0,64 mol.

D. 9,28 gam và 0,54 mol.

Hướng dẫn giải

Sơ đồ phản ứng :



Căn cứ vào sơ đồ phản ứng ta thấy : Chất khử là Fe ; chất oxi hóa là O₂ và HNO₃

$$n_{\text{Fe}} = \frac{m}{56} \text{ và } n_{\text{NO}} = 0,1$$

Áp dụng định luật bảo toàn electron ta có :

$$3.n_{\text{Fe}} = 4.n_{\text{O}_2} + 3.n_{\text{NO}} \Rightarrow 3.\frac{m}{56} = 4.\frac{12-m}{32} + 3.0,1 \Rightarrow m = 10,08 \text{ gam.}$$

$$n_{\text{HNO}_3} = 3.n_{\text{Fe(NO}_3)_3} + n_{\text{NO}} = 3.n_{\text{Fe}} + n_{\text{NO}} = 0,64 \text{ mol.}$$

Đáp án A.

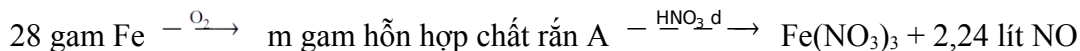
Tên Giáo Viên Soạn:

Ví dụ 3: Đun nóng 28 gam bột sắt trong không khí một thời gian thu được m gam hỗn hợp rắn A gồm FeO, Fe₂O₃, Fe₃O₄ và Fe. Hòa tan hết A trong lượng dư dung dịch HNO₃ đun nóng, thu được dd B và 2,24 lít khí NO duy nhất (đktc). Giá trị của m là :

- A. 35,2 gam. **B. 37,6 gam.** C. 56 gam. D. 40 gam.

Hướng dẫn giải

Sơ đồ phản ứng :



Căn cứ vào sơ đồ phản ứng ta thấy : Chất khử là Fe ; chất oxi hóa là O₂ (x mol) và HNO₃

$$n_{\text{Fe}} = 0,5 \text{ mol và } n_{\text{NO}} = 0,1 \text{ mol}$$

Áp dụng định luật bảo toàn electron ta có :

$$3.n_{\text{Fe}} = 4.n_{\text{O}_2} + 3.n_{\text{NO}} \Rightarrow 0,5.3 = 4x + 3.0,1 \Rightarrow x = 0,3$$

$$\Rightarrow m_{\text{O}_2} = 0,3.32 = 9,6 \text{ gam} \Rightarrow m = 28 + 9,6 = 37,6 \text{ gam.}$$

Đáp án B.

Ví dụ 4: Trộn 0,81 gam bột nhôm với bột Fe₂O₃ 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 HNO₃ 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 HNO₃.

Quá trình oxi hóa :



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

Quá trình khử :



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

$$\Rightarrow V_{\text{NO}} = 0,03.22,4 = 0,672 \text{ lít.}$$

Đáp án D.

Ví dụ 5: Hòa tan hoàn toàn 28,8 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. 100,8 lít. **B. 10,08 lít.** C. 50,4 lít. **D. 5,04 lít.**

Hướng dẫn giải

Nhận xét : Kết thúc các phản ứng trên chỉ có Cu và O₂ thay đổi số oxi hóa :

Quá trình oxi hóa :



$$\text{mol : } 0,45 \rightarrow 0,9$$

Quá trình khử :



$$\text{mol : } x \rightarrow 4x$$

$$\text{Áp dụng định luật bảo toàn electron ta có : } 4x = 0,9 \Rightarrow x = 0,225$$

Tên Giáo Viên Soạn:

$$\Rightarrow V_{O_2} = 0,225.22,4 = 5,04 \text{ lít.}$$

Đáp án D.

Ví dụ 6: Hòa tan hoàn toàn 30,4 gam chất rắn X gồm Cu, CuS, Cu₂S và S bằng dung dịch HNO₃ dư, thoát ra 20,16 lít khí NO duy nhất (đktc) và dung dịch Y. Thêm Ba(OH)₂ dư vào dung dịch Y thu được m gam kết tủa. Giá trị của m là :

A. 81,55.

B. 110,95.

C. 115,85.

D. 104,20.

Hướng dẫn giải

Quy đổi hỗn hợp X thành hỗn hợp Cu và S.

Quá trình oxi hóa :

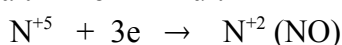


$$\text{mol: } x \rightarrow x \rightarrow 2x$$



$$\text{mol: } y \rightarrow y \rightarrow 6y$$

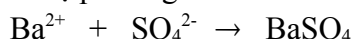
Quá trình oxi - khử :



$$\text{mol: } 3.0,9 \leftarrow 0,9$$

$$\text{Ta có hệ phương trình : } \begin{cases} 2x + 6y = 0,9.3 \\ 64x + 32y = 30,4 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,3 \text{ mol} \\ y = 0,35 \text{ mol} \end{cases}$$

Ta có hệ phương trình :



$$\text{mol: } 0,35 \rightarrow 0,35$$



$$\text{mol: } 0,3 \rightarrow 0,3$$

$$\text{Vậy } m = 0,35.233 + 0,3. 98 = 110,95 \text{ gam.}$$

Đáp án B.

Dạng 2 : Xác định tên kim loại ; xác định công thức của sản phẩm khử trong phản ứng của kim loại với dung dịch HNO₃

Phương pháp giải

- **Bước 1 :** Xác định đầy đủ, chính xác chất khử và chất oxi hóa ; trạng thái số oxi hóa của chất khử, chất oxi hóa trước và sau phản ứng ; không cần quan tâm đến số oxi hóa của chất khử và chất oxi hóa ở các quá trình trung gian (nếu phản ứng xảy ra nhiều giai đoạn).

- **Bước 2 :** Thiết lập phương trình toán học : Tổng số mol electron chất khử nhường bằng tổng số mol electron mà chất oxi hóa nhận.

- **Bước 3 :** Lập biểu thức liên quan giữa nguyên tử khối của kim loại (M) và số oxi hóa của kim loại (n), thử n bằng 1, 2, 3 suy ra giá trị M thỏa mãn.

- Đối với việc xác định sản phẩm khử ta cần tính xem để tạo ra sản phẩm khử đó thì quá trình đã nhận vào bao nhiêu electron, từ đó ta suy ra công thức của sản phẩm khử cần tìm.

► Các ví dụ minh họa ◀

Ví dụ 1: Hòa tan hoàn toàn 11,2 gam Fe vào HNO₃ dư, thu được dung dịch A và 6,72 lít hỗn hợp khí B gồm NO và một khí X, với tỉ lệ thể tích là 1:1. Khí X là :

A. NO₂.

B. N₂.

C. N₂O.

D. NO.

Hướng dẫn giải

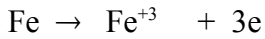
$$n_B = \frac{6,72}{22,4} = 0,3 \text{ mol} \Rightarrow n_{\text{NO}} = n_X = 0,15 \text{ mol}$$

Số mol của hỗn hợp khí B:

Giả sử số electron mà N⁺⁵ đã nhận vào để tạo ra sản phẩm X là n ta có :

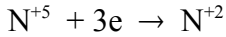
Tên Giáo Viên Soạn:

Quá trình oxi hóa :



$$\text{mol : } 0,2 \rightarrow 0,6$$

Quá trình khử :



$$\text{mol : } 0,45 \leftarrow 0,15$$



$$\text{mol : } 0,15\text{n} \leftarrow 0,15$$

Áp dụng định luật bảo toàn electron ta có :

$$0,15\text{n} + 0,45 = 0,6 \Rightarrow \text{n} = 1 \Rightarrow \text{N}^{+5} + 1\text{e} \rightarrow \text{N}^{+4}$$

Vậy khí X là NO₂.

Đáp án A.

Ví dụ 2: Hoà tan hoàn toàn 8,862 gam hỗn hợp gồm Al và Mg vào dung dịch HNO₃ loãng, thu được dung dịch X và 3,136 lít (đktc) hỗn hợp Y gồm hai khí không màu, trong đó có một khí hóa nâu trong không khí. Khối lượng của Y là 5,18 gam. Cho dung dịch NaOH (dư) vào X và đun nóng, không có khí mùi khai thoát ra. Phần trăm khối lượng của Al trong hỗn hợp ban đầu là :

- A. 19,53%. **B. 12,80%.** C. 10,52%. D. 15,25%.

Hướng dẫn giải

Theo giả thiết Y gồm hai khí không màu, trong đó có một khí hóa nâu trong không khí. Suy ra hỗn hợp Y có chứa NO và một khí còn lại là N₂ hoặc N₂O.

$$n_Y = \frac{3,136}{22,4} = 0,14 \text{ mol} \Rightarrow \bar{M}_Y = \frac{m_Y}{n_Y} = \frac{5,18}{0,14} = 37 \text{ gam/mol} \Rightarrow M_{\text{NO}} < \bar{M}_Y < M_{\text{N}_2\text{O}}$$

Vậy hỗn hợp Y gồm hai khí là NO và N₂O. Đặt số mol của hai khí là x và y, ta có :

$$\begin{cases} x + y = 0,14 \\ 30x + 44y = 5,18 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,07 \\ y = 0,07 \end{cases}$$

Gọi số mol của Al và Mg trong hỗn hợp là a và b, ta có :

$$\begin{cases} 27a + 24b = 8,862 \\ 3a + 2b = 0,07 \cdot 3 + 0,07 \cdot 8 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = 0,042 \\ b = 0,322 \end{cases}$$

Phần trăm khối lượng của Al trong hỗn hợp ban đầu là :

$$\% \text{Al} = \frac{0,042 \cdot 27}{8,862} = 12,8\%$$

Đáp án B.

Ví dụ 3: Hoà tan hoàn toàn 19,2 gam kim loại M trong dung dịch HNO₃ dư thu được 8,96 lít (đktc) hỗn hợp khí gồm NO₂ và NO có tỉ lệ thể tích 3:1. Kim loại M là :

- A. Fe. **B. Cu.** C. Al. D. Zn.

Hướng dẫn giải

$$n_{\text{khí}} = \frac{8,96}{22,4} = 0,4 \text{ mol}$$

Số mol của hỗn hợp khí:

$$\text{V}_{\text{NO}_2} : \text{V}_{\text{NO}} = 3:1 \Rightarrow n_{\text{NO}_2} : n_{\text{NO}} = 3:1 \Rightarrow n_{\text{NO}_2} = \frac{3}{4} \cdot 0,4 = 0,3 \text{ mol} ; n_{\text{NO}} = \frac{1}{4} \cdot 0,4 = 0,1 \text{ mol}$$

Gọi n là hóa trị của M. Quá trình nhường electron: $\text{M} \rightarrow \text{M}^{+n} + \text{ne}$ (1)

Áp dụng định luật bảo toàn electron ta có :

Tên Giáo Viên Soạn:

$$3.n_{\text{NO}} + n_{\text{NO}_2} = n.n_M \Leftrightarrow 3.0,1 + 0,3 = n \cdot \frac{19,2}{M} \Leftrightarrow M = 32n \Rightarrow n = 2 ; M = 64.$$

Vậy kim loại M là Cu.

Đáp án B.

Ví dụ 4: Chia 38,6 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 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). Kim loại M là :

A. Zn.

B. Mg.

C. Pb.

D. Al.

Hướng dẫn giải

Áp dụng định luật bảo toàn electron :

- Cho trường hợp phản ứng với HCl ta có :

$$2.n_{\text{Fe}} + n.n_M = 2.n_{\text{H}_2} \Rightarrow 2x + ny = 1,3$$

- Cho trường hợp phản ứng với HNO₃ ta có :

$$3.n_{\text{Fe}} + n.n_M = 3.n_{\text{NO}} \Rightarrow 3x + ny = 1,5$$

$$\begin{cases} 2x + ny = 1,3 \\ 3x + ny = 1,5 \\ 56x + My = 19,3 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,2 \\ ny = 0,9 \Rightarrow M = 9n \Rightarrow \\ My = 8,1 \end{cases}$$

Kết hợp với giả thiết ta có hệ :

M là Al.

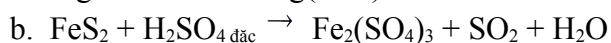
Đáp án D.

Phần C: Bài Tập Từ Các Đề Thi Chọn Lọc

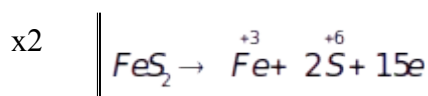
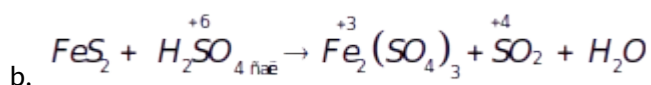
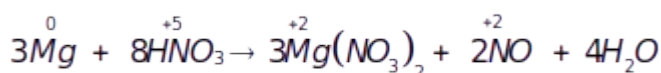
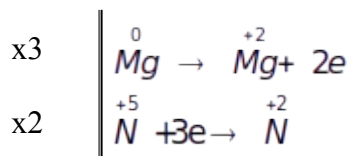
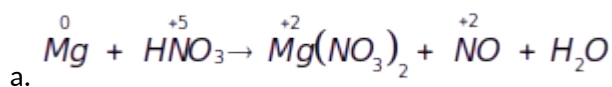
(Chọn lọc các bài tập từ các đề thi HSG hoặc thi chuyên)

Câu 1: (HSG Tỉnh Hoà Bình năm 2021-2022)

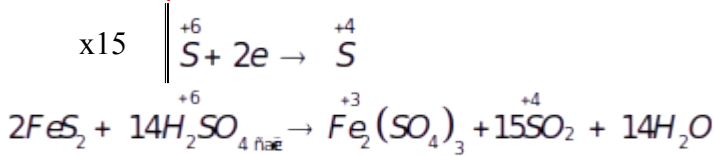
Cân bằng các phản ứng oxi hoá – khử sau bằng phương pháp thăng bằng electron.



Hướng dẫn giải



Tên Giáo Viên Soạn:



Câu 2: (HSG Tỉnh Bắc Giang năm 2022-2023)

Hòa tan hoàn toàn 19,2 gam hỗn hợp X gồm Fe, FeO, Fe₂O₃ và Fe₃O₄ trong 400 ml dung dịch HNO₃ 3M (dư), đun nóng, thu được dung dịch Y và V lít khí NO (sản phẩm khử duy nhất, ở đktc). Cho 350 ml dung dịch NaOH 2M vào dung dịch Y, sau khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn, thu được 21,4 gam kết tủa. Giá trị của V là

- A. 3,36.
- B. 5,04.
- C. 5,60.
- D. 4,48.

Hướng dẫn giải

19,2g X (Fe, FeO, Fe₃O₄, Fe₂O₃) + 1,2 mol HNO₃ dư → Dung dịch Y (Fe³⁺, H⁺ dư) + 0,7 mol NaOH → Fe(OH)₃ 0,2 mol.

$$n_{H^+ dư} = n_{NaOH} - 3n_{Fe(OH)_3} = 0,7 - 3 \cdot 0,2 = 0,1 \text{ mol}$$

Coi hỗn hợp X ban đầu gồm Fe: x mol và O: y mol

Gọi n_{NO} = z mol

$$\text{BTKL: } 56x + 16y = 19,2 \quad (1)$$

$$\text{BT e: } 3x = 2y + 3z \quad (2)$$

$$\text{BTNT N: } 3x + z + 0,1 = 1,2 \quad (3)$$

Giải (1), (2), (3): x = 0,3; y = 0,15; z = 0,2 → V_{NO(đktc)} = 4,48 lít.

Câu 3: (HSG Tỉnh Bắc Giang năm 2022-2023)

Nung 40,8 gam hỗn hợp X gồm Fe và Mg (có tỉ lệ mol tương ứng là 2 : 1) trong không khí một thời gian, thu được m gam hỗn hợp Y gồm kim loại và các oxit của chúng. Hòa tan hết lượng Y trong dung dịch HNO₃ loãng (dư), thu được 0,1 mol NO (khí duy nhất) và dung dịch Z chứa 190,6 gam muối. Giá trị của m là

- A. 148,0.
- B. 64,0.
- C. 68,0.
- D. 56,8.

Hướng dẫn giải

Đặt mol Fe là 2x; Mg là x có: 56.2x + 24x = 40,8 → x = 0,3

$$m_{\text{muối}} = m_{Fe(NO_3)_3} + m_{Mg(NO_3)_2} + m_{NH_4NO_3}$$

$$190,6 = 0,3 \cdot 2 \cdot 242 + 0,3 \cdot 148 + m_{NH_4NO_3} \rightarrow n_{NH_4NO_3} = 0,0125$$

$$\text{BT e: } 3n_{Fe} + 2n_{Mg} = 3n_{NO} + 2n_O + 8n_{NH_4NO_3} \rightarrow n_{NO} = 1 \text{ mol}$$

$$m = m_{KL} + m_O = 40,8 + 1 \cdot 16 = 56,8$$

Câu 4: (HSG Tỉnh Bắc Giang năm 2022-2023)

Hỗn hợp X gồm Mg và kim loại R có hóa trị không đổi. Để hòa tan hoàn toàn 21,56 gam X cần vừa đủ V lít dung dịch HNO₃ 0,75M, thu được 0,784 lít hỗn hợp khí Y gồm N₂, N₂O (đktc) và dung dịch Z. Chia Z thành hai phần bằng nhau. Đem cô cạn phần 1 thu được 39,41 gam muối khan. Phần 2 cho tác dụng với dung dịch KOH (dư), thu được 4,06 gam kết tủa. Biết tỉ khối của Y so với H₂ bằng 17,2 và trong quá trình cô cạn không xảy ra phản ứng hóa học. Xác định kim loại R và tính giá trị của V.

Hướng dẫn giải

Y: N₂ a mol; N₂O b mol

$$n_Y = a + b = 0,035 \quad \text{và} \quad m_Y = 28a + 44b = 0,035 \cdot 2 \cdot 17,2 \rightarrow a = 0,021 \quad ; \quad b = 0,014$$

$$n_{NH_4NO_3} = c$$

$$m_{\text{muối}} = 21,56 + 62(10a + 8b + 8c) + 80c = 39,41,2 \rightarrow c = 0,06475$$

$$n_{HNO_3} = 12a + 10b + 10c = 1,0395 \rightarrow V = 1,386 \text{ lít}$$

Tên Giáo Viên Soạn:

$m_{kt} = 4,06,2 < 21,56$ nên chỉ có kết tủa $Mg(OH)_2$ 0,14 mol

X gồm: Mg 0,14 mol và R x mol có hoá trị y

BT e: $0,14,2 + xy = 10a + 8b + 8c \rightarrow xy = 56$

$m_x = 0,14,24 + Rx = 21,56 \rightarrow Rx = 18,2 \rightarrow R = 32,5y \rightarrow y = 2; R = 65 \rightarrow Zn$

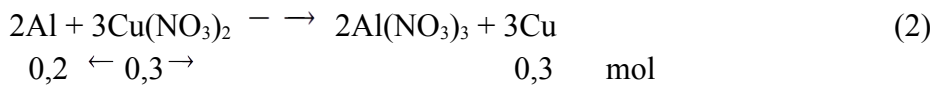
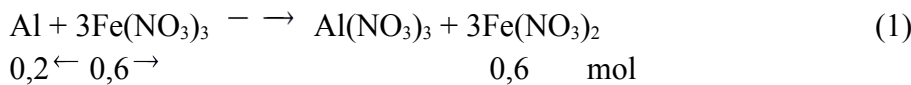
Câu 5: (Vào 10 chuyên Bắc Giang năm 2022-2023)

Cho m gam Al và 300 ml dung dịch X gồm $Fe(NO_3)_3$ 2M và $Cu(NO_3)_2$ 1M, sau khi phản ứng xảy ra hoàn toàn thu được 36 gam kim loại. Mặt khác hòa tan hết m gam Al ở trên bằng dung dịch HNO_3 loãng (vừa đủ) thu được 267,12 gam dung dịch Y và khí NO (sản phẩm khử duy nhất). Làm lạnh Y đến $20^{\circ}C$ thì có x gam tinh thể $Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ tách ra khỏi dung dịch. Biết độ tan của $Al(NO_3)_3$ ở $20^{\circ}C$ là 75,44 gam. Xác định giá trị của m và x.

Hướng dẫn giải

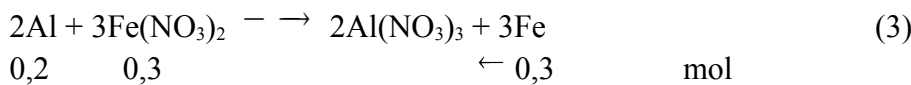
- Số mol: $Fe(NO_3)_3$: 0,6 mol; $Cu(NO_3)_2$: 0,3 mol

- Phương trình hóa học:



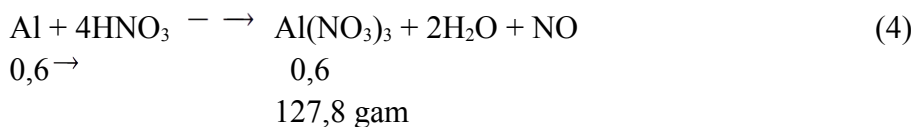
- Sau phản ứng (2), khối lượng Cu tạo ra = $0,3 \times 64 = 19,2$ gam nên có Fe tạo ra;

$$\Rightarrow n_{Fe} = \frac{36 - 19,2}{56} = 0,3 \text{ mol}$$



- Theo PTHH (1), (2), (3): $n_{Al} = 0,6$ mol $\Rightarrow m_{Al} = 0,6 \times 27 = 16,2$ (gam)

- Khi tác dụng với dung dịch HNO_3 :



- Trong 267,12 gam dung dịch Y có: $\begin{cases} Al(NO_3)_3 : 127,8 \text{ gam} \\ H_2O : 139,32 \text{ gam} \end{cases}$

- Giả sử sau khi hạ nhiệt độ có a mol $Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ tách ra $\Rightarrow x = (213 + 162) \times a$ (gam)

- Dung dịch thu được sau khi hạ nhiệt độ gồm:

$$\begin{cases} m_{Al(NO_3)_3} = 127,8 - 213a \\ m_{H_2O} = 139,32 - 162a \end{cases}$$

- Độ tan $Al(NO_3)_3$ là 75,44 gam $\Rightarrow \frac{127,8 - 213a}{139,32 - 162a} \times 100 = 75,44$

$$\Rightarrow a = 0,25 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow x = 375 \times 0,25 = 93,75 \text{ gam}$$

$$C\% = \frac{213 \times (0,6 - a)}{267,12 - 275a} \times 100 = \frac{75,44}{75,44 + 100} \times 100$$

- Có thể tính giá trị của a như sau:

$$\Rightarrow a = 0,25 \text{ mol} \Rightarrow x = 375 \times 0,25 = 93,75 \text{ gam}$$

Tên Giáo Viên Soạn:**Câu 6: (Vào 10 Đà Nẵng năm 2022-2023)**

Trong tiết Hóa học, một bạn học sinh nhận được 5 mẫu dung dịch chứa các chất sau: AlCl_3 , HNO_3 (loãng), AgNO_3 , NaOH và NH_4NO_3 nhưng quên không đánh dấu các ống nghiệm. Để xác định thành phần của mỗi mẫu, bạn đó bắt đầu chia chúng thành từng cặp và kiểm tra xem có hiện tượng khi mỗi cặp trộn lẫn vào nhau không. Kết quả thu được như sau:

Ống nghiệm	1	2	3	4	5
1	-	Kết tủa 1	-	-	Kết tủa 2
2	Kết tủa 1	-	-	-	?
3	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	Khí
5	Kết tủa 2	?	-	Khí	-

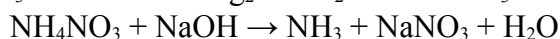
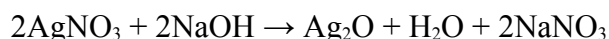
Kí hiệu “-” là “không có hiện tượng”; “?” là “tùy thuộc vào trình tự đổ hóa chất và thể tích tương đối của các tác nhân”.

(a) Xác định thành phần trong mỗi ống nghiệm và viết phương trình hóa học minh họa cho các phản ứng tạo thành kết tủa và khí.

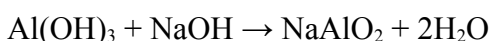
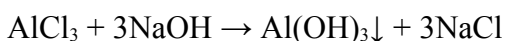
(b) Giải thích tại sao sự tạo thành kết tủa trong trường hợp các mẫu 2 và 5 tùy thuộc vào trình tự trộn các dung dịch. Viết các phương trình hóa học minh họa cho các phản ứng.

Hướng dẫn giải

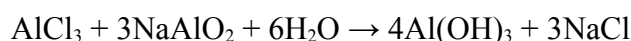
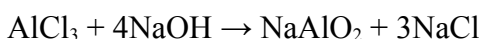
(a) Ống 1: AgNO_3 , ống 2: AlCl_3 , ống 3: HNO_3 , ống 4: NH_4NO_3 , ống 5: NaOH



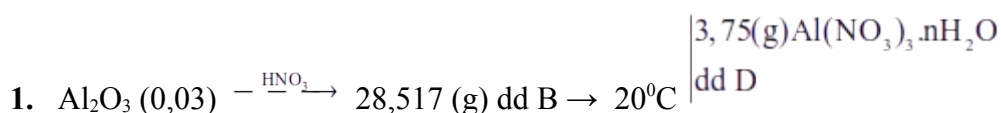
(b) Khi nhỏ từ từ dung dịch NaOH vào dung dịch AlCl_3 thì đầu tiên xuất hiện kết tủa trắng, tăng đến cực đại rồi tan dần tạo dung dịch trong suốt không màu:



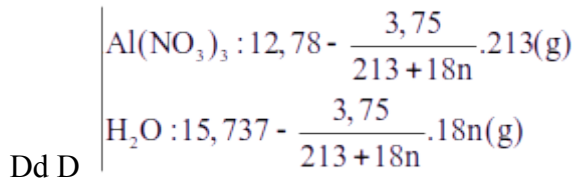
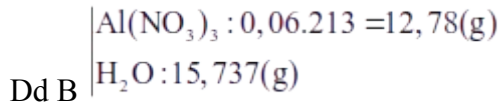
Khi nhỏ từ từ dung dịch AlCl_3 vào dung dịch NaOH thì đầu tiên dung dịch trong suốt, sau đó xuất hiện kết tủa trắng.

**Câu 7: (Vào 10 Đà Nẵng năm 2022-2023)**

Hòa tan hoàn toàn 3,06 gam Al_2O_3 bằng một lượng vừa đủ dung dịch HNO_3 , đun nóng thu được 28,517 gam dung dịch B. Làm lạnh B đến 20°C thì có 3,75 gam tinh thể $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ tách ra. Biết ở 20°C , cứ 100 gam H_2O hòa tan được tối đa 75,44 gam $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$. Xác định công thức của tinh thể trên.

Hướng dẫn giải

Tên Giáo Viên Soạn:



$$(15,737 - \frac{3,75}{213+18n} \cdot 18n) \cdot 75,44 = (12,78 - \frac{3,75}{213+18n} \cdot 213) \cdot 100$$

$$\rightarrow n = 9 \rightarrow \text{Al(NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$$

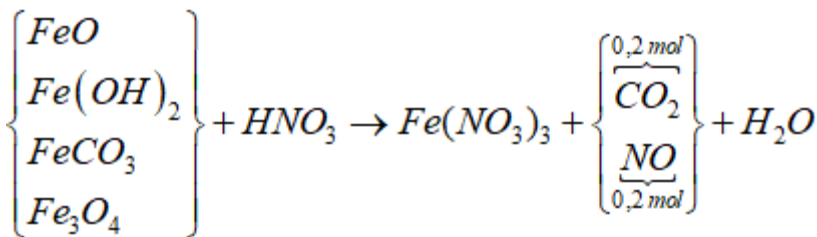
Câu 8: (HSG Bắc Giang năm 2023-2024)

Hòa tan m gam hỗn hợp gồm FeO, Fe(OH)₂, FeCO₃ và Fe₃O₄ (trong đó Fe₃O₄ chiếm $\frac{1}{3}$ tổng số mol hỗn hợp) vào dung dịch HNO₃ loãng (dư), thu được 8,96 lít (đktc) hỗn hợp gồm CO₂ và NO (sản phẩm khử duy nhất của NO₃⁻) có tỉ khối so với H₂ là 18,5. Số mol HNO₃ phản ứng là

- A. 1,8. B. 3,2. C. 2,0. D. 3,8.

Hướng dẫn giải

Sơ đồ quá trình phản ứng:



Giải hỗn hợp khí gồm 0,2 mol NO và 0,2 mol CO₂.

Tất cả các chất trong m gam hỗn hợp (gọi là hỗn hợp X) đều cho đúng 1 electron

→ Bảo toàn electron ta có $n_X = 3n_{\text{NO}} = 0,6 \text{ mol}$.

Theo đó, $n_{\text{Fe}_3\text{O}_4} = 0,2 \text{ mol}$ (do chiếm 1/3 tổng số mol)

$$\Rightarrow \sum n_{\text{FeO}} + n_{\text{Fe(OH)}_2} + n_{\text{FeCO}_3} = 0,4 \text{ mol.}$$

Dựa vào sự đặc biệt của nguyên tố Fe trong hỗn hợp ta có

$$\sum n_{\text{nguyên tố Fe}} = 0,2 \times 3 + 0,4 = 1,0 \text{ mol.}$$

Ban bật sơ đồ có 1,0 mol Fe(NO₃)₃

→ số mol HNO₃ = 1,0 × 3 + 0,2 = 3,2 mol (bảo toàn nguyên tố N)

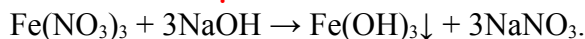
Câu 9: (HSG Hoà Bình 2023-2024)

Cho 38,4 gam hỗn hợp Fe, FeO, Fe₃O₄ tác dụng với 2,4 mol HNO₃ (dư) trong dung dịch, thu được V lít khí NO (sản phẩm khử duy nhất, đktc) và dung dịch X. Dung dịch X phản ứng với 1400 ml dung dịch NaOH 1M thu được 42,8 gam kết tủa. Viết phương trình hóa học các phản ứng xảy ra và tính giá trị của V.

Hướng dẫn giải

HNO₃ dùng dư nên dung dịch X thu được gồm Fe(NO₃)₃ và HNO₃ còn dư.

NaOH phản ứng với X: NaOH + HNO₃ → NaNO₃ + H₂O.

Tên Giáo Viên Soạn:

Có 42,8 gam $\text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow \Leftrightarrow 0,4 \text{ mol}$ mà $\sum n_{\text{NaOH}} = 1,4 \text{ mol}$

$\Rightarrow n_{\text{HNO}_3}$ còn dư trong X = $1,4 - 0,4 \times 3 = 0,2 \text{ mol}$. Rút gọn lại:



Gọi $n_{\text{Fe}} = x \text{ mol}$; $n_{\text{O}} = y \text{ mol}$

$$\Rightarrow 56x + 16y = 38,4 \text{ gam}.$$

Bảo toàn electron có:

$$3n_{\text{Fe}} = 2n_{\text{O}} + 2n_{\text{NO}} \Rightarrow n_{\text{NO}} = (3x - 2y) \div 3 \text{ mol}.$$

Bảo toàn nguyên tố N có:

$$n_{\text{HNO}_3} = n_{\text{N trong Fe}(\text{NO}_3)_3} + n_{\text{NO}}.$$

$$\Rightarrow \text{thay số có: } 3x + (3x - 2y) \div 3 = 2,2 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow \text{giải } x = 0,6 \text{ mol và } y = 0,3 \text{ mol}.$$

Thay lại có $n_{\text{NO}} = (3x - 2y) \div 3 = 0,4 \text{ mol}$

$$\Rightarrow V = 0,4 \times 22,4 = 8,96 \text{ lít}$$

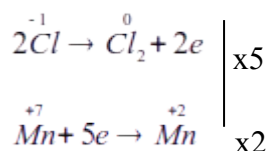
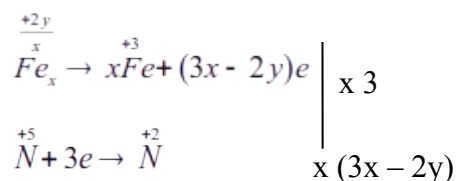
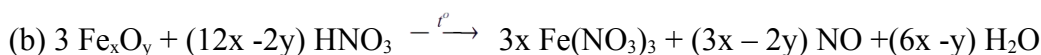
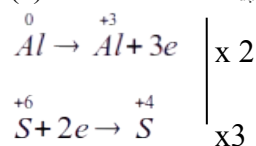
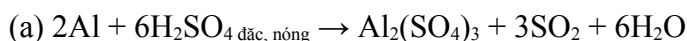
Câu 10: (Vào 10 Hoà Bình 2021-2022)

Viết các phương trình hóa học xảy ra cho các thí nghiệm sau và cân bằng phản ứng bằng phương pháp thăng bằng electron:

(a) Hòa tan Al trong dung dịch H_2SO_4 đặc nóng có khí SO_2 thoát ra.

(b) Hòa tan hết Fe_xO_y trong dung dịch HNO_3 đun nóng thu dung dịch chứa muối Fe^{3+} và khí NO

(c) Hòa tan KMnO_4 vào dung dịch HCl đặc, dư đun nóng thấy có khí màu vàng lục thoát ra theo sơ đồ phản ứng: $\text{HCl} + \text{KMnO}_4 \rightarrow \text{KCl} + \text{MnCl}_2 + \dots$

Hướng dẫn giải**Câu 11: (Vào 10 Hoà Bình 2021-2022)**

Hòa tan hoàn toàn 4,2 gam kim loại M (có hóa trị n duy nhất) trong 500 ml dung dịch HNO_3 1M thu được dung dịch A (không chứa muối NH_4NO_3) và 896 ml hỗn hợp khí N_2 và N_2O (ở đktc). Tỉ khối hơi của hỗn hợp khí này so với H_2 là 19.

1. Tính số mol từng loại khí trong hỗn hợp.
2. Xác định kim loại M.

Tên Giáo Viên Soạn:

3. Hòa tan hoàn toàn 6,9 gam Na kim loại vào 200 ml dung dịch HCl nồng độ xM thu được V lit khí H₂ ở đktc và dung dịch E. Trộn dung dịch A và dung dịch E thu được 5,8 gam kết tủa. Tính giá trị của X và V.

Hướng dẫn giải

$$1. n_{\text{khí}} = \frac{0,896}{22,4} = 0,04 \text{ (mol)} \quad d_{\text{khí}/\text{H}_2} = \frac{\bar{M}}{2} = 19 \rightarrow \bar{M} = 38.$$

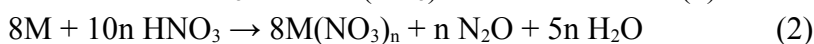
Đặt a, b lần lượt là số mol của khí N₂ và N₂O trong hỗn hợp, ta có hệ phương trình sau:

$$n_{\text{hỗn hợp khí}} = a + b = 0,04 \text{ mol}$$

$$m_{\text{khí}} = 28a + 44b = 0,04 \times 38 = 1,52 \text{ gam}$$

Giải được a = 0,015 mol; b = 0,025 mol

2.



$$\text{Từ pt (1) số mol kim loại M} = \frac{0,015 \times 10}{n} = \frac{0,15}{n} \text{ (mol)}$$

$$\text{Từ pt (2) số mol kim loại M} = \frac{0,025 \times 8}{n} = \frac{0,2}{n} \text{ (mol)}$$

$$\text{Số mol kim loại M đã phản ứng: } \frac{0,15}{n} + \frac{0,2}{n} = \frac{0,35}{n} \text{ (mol)}$$

$$\frac{4,20}{0,35}$$

$$M_{\text{kim loại}} = n = 12.n$$

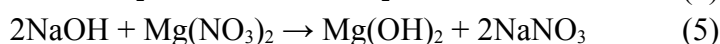
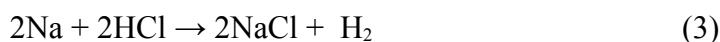
Biện luận:

Hóa trị n	1	2	3
M	12	24 (Mg)	36

Vậy M là Magie

3. Dung dịch A chứa Mg(NO₃)₂

Trộn dung dịch A với dung dịch E thu được kết tủa, nên dung dịch E phải chứa NaOH, và kết tủa là Mg(OH)₂



$$n_{\text{kết tủa}} = \frac{5,8}{24 + 17 \times 2} = 0,1 \text{ (mol)}$$

$$n_{\text{Na ban đầu}} = \frac{6,9}{23} = 0,3 \text{ (mol)}$$

$$n_{\text{Mg}(\text{NO}_3)_2} = \frac{0,2}{n} = 0,1 \text{ mol.}$$

Ta thấy, $n_{\text{kết tủa}} = n_{\text{Mg}(\text{NO}_3)_2}$ nên theo phương trình (5), $n_{\text{NaOH}} = \frac{0,1 \times 2}{1} = 0,2 \text{ mol}$

Từ pt (4), $n_{\text{Na(4)}} = n_{\text{NaOH}} = 0,2 \text{ mol} \Rightarrow n_{\text{Na(3)}} = 0,3 - 0,2 = 0,1 \text{ mol} = n_{\text{HCl}}$

Tên Giáo Viên Soạn:

$$C_{M_{HCl}} = x = \frac{0,1}{0,2} = 0,5M$$

$$V_{H_2} = (n_{(3)} + n_{(4)}) \times 22,4 = 0,15 \times 22,4 = 3,36 (l)$$

Câu 12: (Vào 10 ĐHQG TP Hồ Chí Minh 2022-2023)

a) Thành phần chính của bông vải là gì? Viết công thức phân tử?

b) Bông vải được tạo thành trong cây từ các chất nào? Viết phương trình hóa học tương ứng?

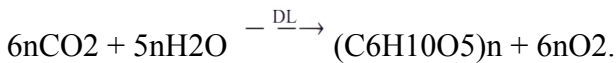
c) Bông vải có cho phản ứng với H₂SO₄ đặc, nóng không? Nếu có mô tả hiện tượng và viết các phương trình hóa học.

d) Cho bông vải phản ứng với hỗn hợp HNO₃ và H₂SO₄. Viết phương trình hóa học. Để làm verni, phim, chất dẻo hàm lượng nito trong sản phẩm cần 12%. Đề nghị công thức hóa học của sản phẩm.

Hướng dẫn giải

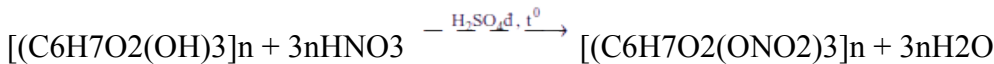
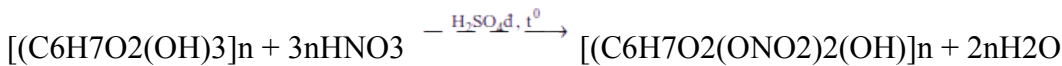
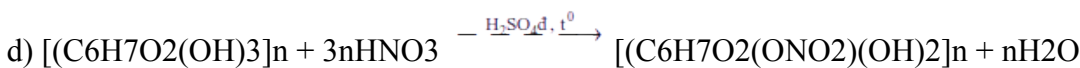
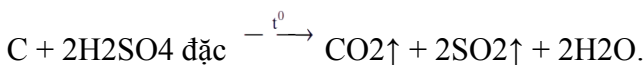
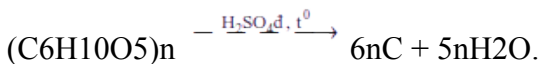
a) Thành phần chính của bông vải là Xenlulozo. Công thức phân tử là (C₆H₁₀O₅)_n hoặc [(C₆H₇O₂(OH)₃]_n.

b) Bông vải được tạo thành trong cây từ CO₂, H₂O thông qua quá trình quang hợp của cây nhờ chất diệp lục.



c) Bông vải có phản ứng với H₂SO₄ đặc, nóng.

- Khi cho H₂SO₄ đặc, nóng vào bông vải thì bông vải bị hóa đen do H₂SO₄ đặc có tính háo nước mạnh, nó hút hết nước của bông vải. Ngoài ra còn thấy có khí thoát ra.



- Để làm verni, phim, chất dẻo hàm lượng nito trong sản phẩm cần 12%. Nghĩa là

$$\%N = \frac{14t}{M} \cdot 100 = 12\% \Leftrightarrow M = \frac{350t}{3}$$

Biện luận $\Rightarrow t = 3, M = 350 \text{ g/mol}$

Verni, phim, chất dẻo là polime thuộc dạng -NH-R'-CO-NH-R'-CO-

\Rightarrow CTTQ có dạng R(CONH)₃ $\Rightarrow R + 129 = 350 \Rightarrow R = 221$

$\Rightarrow R$ có dạng C₁₇H₁₇ -> CTPT dạng C₂₀H₂₀N₃O₃ hoặc C₁₆H₂₉ -> CTPT dạng C₁₉H₃₂N₃O₃

Câu 13: (Vào 10 Kiên Giang 2022-2023)

Cho oxit M_xO_y của kim loại M có hóa trị không đổi.

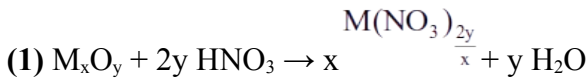
(1) Hãy xác định công thức của oxit trên biết rằng 3,06 gam M_xO_y nguyên chất tan trong HNO₃ dư thu được 5,22 gam muối.

(2) Khi cho 7,05 gam loại oxit trên có lẫn tạp chất trơ để trong không khí, một phần bị hút ẩm, một phần biến thành muối cacbonat, sau một thời gian khối lượng mẫu oxit đó là 7,184 gam. Hòa tan mẫu oxit này vào nước thu được dung dịch A, khối lượng cặn còn lại là 0,209 gam. Hòa tan cặn trong HCl dư, còn lại 0,012gam chất không tan.

a. Tính khối lượng tạp chất trong mẫu oxit ban đầu.

b. Tính khối lượng của oxit đã bị hút ẩm và đã bị biến thành cacbonat.

Hướng dẫn giải



Đặt $a = n_{HNO_3 \text{ phản ứng}}$ (mol) $\rightarrow n_{H_2O} = \frac{a}{2}$ (mol)

Áp dụng định luật bảo toàn khối lượng: $3,06 + 63.a = 5,22 + 18. \frac{a}{2}$

Suy ra: $a = 0,04 \text{ mol} \rightarrow n_{M_xO_y} = \frac{0,02}{y}$ (mol) $\rightarrow xM + 16y = 153y \rightarrow xM = 137y$
 $\rightarrow M = \frac{137.y}{x}$

Biện luận

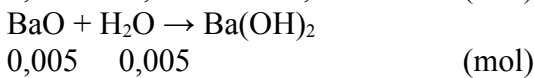
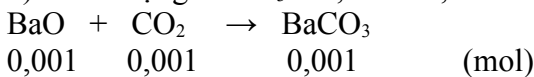
$\frac{y}{x}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{2=1}$	$\frac{3}{2}$
M	68,5 (loại)	137 (Ba)	205,5 (loại)

Vậy công thức oxit là BaO

(2)

a) Khi hòa tan vào nước thu được dung dịch A chứa Ba(OH)₂, cặn còn lại là BaCO₃ và tạp chất trơ. Hòa tan cặn trong dung dịch HCl dư thì còn lại chất không tan là tạp chất trơ ban đầu. Nên khối lượng tạp chất trơ ban đầu là 0,012 gam

b) Khối lượng BaCO₃ = 0,209 – 0,012 = 0,197 gam



$n_{BaCO_3} = \frac{0,197}{197} = 0,001 \text{ mol}$

Áp dụng định luật bảo toàn khối lượng: $\Delta m = m_{H_2O} + m_{CO_2} = m_2 - m_1 = 0,134 \text{ gam}$

$\rightarrow m_{H_2O} = 0,134 - 0,001.44 = 0,09 \text{ gam} \rightarrow n_{H_2O} = 0,005 \text{ mol}$

$n_{BaO} = 0,001 + 0,005 = 0,006 \text{ mol}$

Khối lượng BaO đã hút ẩm và biến thành muối cacbonat là $m = 0,006.153 = 0,918 \text{ gam}$

Câu 14: (Vào 10 Hưng Yên 2022-2023)

Nung m gam hỗn hợp X gồm Al, Fe₃O₄ trong môi trường khí trơ đến khi phản ứng xảy ra hoàn toàn thu được hỗn hợp chất rắn Y. Chia Y thành hai phần:

- Phần 1: Cho tác dụng với dung dịch NaOH dư thu được 3,36 lít khí H₂ (đktc), dung dịch Z và phần không tan T.

- Phần 2: Cho tác dụng với lượng dư dung dịch HCl thì thấy có 4,8 mol HCl đã phản ứng và thoát ra 26,88 lít khí (đktc).

a. Tính giá trị của m.

b. Cho m gam hỗn hợp X trên tan hết vào dung dịch HNO₃ loãng dư, thu được dung dịch không chứa muối amoni và thoát ra khí NO duy nhất. Tính số mol HNO₃ đã phản ứng.

Hướng dẫn giải

a.

Phần 1:

$n_{H_2} = 0,015 \rightarrow n_{Al} = 0,01$

Tên Giáo Viên Soạn:

Gọi tỉ lệ số mol các chất trong 2 phần là k

Phần 2:

$$\begin{cases} n_{Al} = 0,1k \\ n_{Fe} = b \\ n_{Al_2O_3} = c \end{cases} \rightarrow \begin{cases} 0,1k \cdot 3 + 2b + 6c = n_{HCl} = 4,8 \\ 0,1k \cdot \frac{3}{2} + b = n_{H_2} = 1,2 \\ 3c = b \cdot \frac{4}{3} \end{cases}$$

— (Bảo toàn nguyên tố Oxi) — $\rightarrow \begin{cases} k = 2 \\ a = 0,9 \\ b = 0,4 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} n_{Al} = 1,5 \\ n_{Fe_3O_4} = 0,45 \end{cases} \rightarrow m = 144,9(gam)$

b.

Bảo toàn electron

$$n_{NO} = \frac{1,5 \cdot 3 + 0,45 \cdot 1}{3} = 1,65(mol)$$

$$\rightarrow n_{HNO_3} = n_{NO} + 3n_{Al(NO_3)_3} + 3n_{Fe(NO_3)_3} = 1,65 + 3 \cdot 1,5 + 3 \cdot 0,45 = 10,2(mol)$$

Hoặc có thể dựa vào hai PTPƯ sau để tính toán số mol HNO₃ phản ứng:

