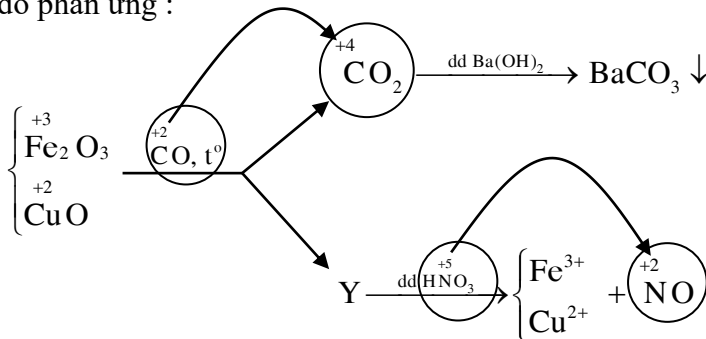


$$\begin{cases} n_{\text{CO}_2} = n_{\text{BaCO}_3} = \frac{29,55}{197} = 0,15 \\ n_{\text{CO}_2} = x + 3y \\ n_{\text{NO}} = \frac{2x}{3} + 2y \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{CO}_2} = x + 3y = 0,15 \\ n_{\text{NO}} = \frac{2(x + 3y)}{3} = 0,1 \end{cases} \Rightarrow V_{\text{NO}} = \boxed{2,24 \text{ lít}}$$

• **Cách 2 : Sử dụng phương pháp bảo toàn electron**

Sơ đồ phản ứng :



Sau phản ứng chỉ có C và N thay đổi số oxi hóa. Vậy chất khử là CO và chất oxi hóa là HNO₃.

Quá trình oxi hóa – khử :

Quá trình oxi hóa	Quá trình khử
$\overset{+2}{\text{C}}(\text{CO}) \rightarrow \overset{+4}{\text{C}}(\text{CO}_2) + 2e \quad (1)$	$\overset{+5}{\text{N}}(\text{NO}_3^-) + 3e \rightarrow \overset{+2}{\text{N}}(\text{NO}) \quad (2)$
(1) là quá trình oxi hóa, sản phẩm sinh ra trong quá trình oxi hóa gọi là sản phẩm oxi hóa (CO ₂).	(2) là quá trình khử, sản phẩm sinh ra trong quá trình khử gọi là sản phẩm khử (NO).

Theo bảo toàn nguyên tố C và bảo toàn electron, ta có :

$$\begin{cases} n_{\text{CO phản ứng}} = n_{\text{CO}_2} = n_{\text{BaCO}_3} = 0,15 \\ \underbrace{2n_{\text{CO phản ứng}}}_{\text{mol electron nhường}} = \underbrace{3n_{\text{NO}}}_{\text{mol electron nhận}} \Rightarrow n_{\text{NO}} = 0,1 \text{ mol} \Rightarrow V_{\text{NO}} = \boxed{2,24 \text{ lít}} \end{cases}$$

b. Kết luận :

So sánh 2 cách giải ở trên, ta thấy : Phương pháp bảo toàn electron có ưu điểm là trong quá trình làm bài tập thay vì phải viết phương trình phản ứng, học sinh chỉ cần lập sơ đồ phản ứng, tính toán đơn giản và cho kết quả nhanh.

Như vậy, nếu sử dụng phương pháp bảo toàn electron một cách hiệu quả thì có thể tăng đáng kể tốc độ làm bài so với việc sử dụng phương pháp thông thường. Đây là điều rất có ý nghĩa đối với các em học sinh trong quá trình làm bài thi trắc nghiệm.

3. Phạm vi áp dụng :

Phương pháp bảo toàn electron có thể giải quyết được hầu hết các bài tập liên quan đến phản ứng oxi hóa – khử trong hóa vô cơ và một số bài tập trong hóa hữu cơ.

Một số dạng bài tập thường dùng phương pháp bảo toàn electron :

- + Kim loại tác dụng với phi kim, với dung dịch muối, với dung dịch axit.
- + Hỗn hợp Fe và các oxit của nó tác dụng với dung dịch H₂SO₄ đặc hoặc dung dịch HNO₃.
- + Muối Fe²⁺, muối Cl⁻ phản ứng với dung dịch KMnO₄/H⁺, K₂Cr₂O₇/H⁺.
- + Khử oxit kim loại bằng khí CO, H₂; phản ứng nhiệt nhôm.
- + Phản ứng điện phân dung dịch chất điện ly.

4. Bảng tính nhanh số mol electron cho, nhận (số electron trao đổi)

Từ ví dụ ở trên, ta thấy có thể tính nhanh số mol electron trao đổi như sau :

- Số mol electron mà chất khử nhường = số electron chất khử nhường \times số mol chất khử = số electron chất khử nhường \times số mol sản phẩm oxi hóa.

- Số mol electron mà chất oxi hóa nhận = số electron chất oxi hóa nhận \times số mol chất oxi hóa = số electron chất oxi hóa nhận \times số mol sản phẩm khử.

Bảng tính nhanh số electron trao đổi trong một số quá trình oxi hóa – khử thường gặp

Quá trình oxi hóa	Quá trình khử	Số mol electron trao đổi
$M^0 \rightarrow M^{n+} + ne$ (M là kim loại, n là số electron nhường)	$M^{n+} + ne \rightarrow M^0$	$n.n_M$ hoặc $n.n_{M^{n+}}$
$2X^- \rightarrow X_2 + 2e$ (X là Cl, Br, I)	$X_2 + 2e \rightarrow 2X^-$	n_{X^-} hoặc $2n_{X_2}$
$2O^{2-} \rightarrow O_2 + 4e$	$O_2 + 4e \rightarrow 2O^{2-}$	$4n_{O_2}$ hoặc $2n_{O^{2-}}$
$H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e$	$2H^+ + 2e \rightarrow H_2$	$2n_{H_2}$ hoặc n_{H^+}
$S^n \rightarrow S^m + (m-n)e$ (m, n là số oxi hóa, $n < m$) Ví dụ : $S^{+6} \rightarrow S^{+4} + 2e$	$S^m + (m-n)e \rightarrow S^n$	$(m-n)n_{S^n}$ hoặc $(m-n)n_{S^m}$ $2n_{S^{+6}}$ hoặc $2n_{S^{+4}}$
$C^n \rightarrow C^m + (m-n)e$ (m, n là số oxi hóa, $n < m$) Ví dụ : $C^{+2} \rightarrow C^{+4} + 2e$	$C^m + (m-n)e \rightarrow C^n$	$(m-n)n_{C^n}$ hoặc $(m-n)n_{C^m}$ $2n_{C^{+2}}$ hoặc $2n_{C^{+4}}$
$Fe_3O_4 \rightarrow 3Fe^{+3} + 1e$		$n_{Fe_3O_4}$ hoặc $\frac{1}{3}n_{Fe^{+3}}$
	$2H^+ + NO_3^- + 1e \rightarrow NO_2 + H_2O$	n_{NO_2} hoặc $\frac{1}{2}n_{H^+}$ (*)
	$4H^+ + NO_3^- + 3e \rightarrow NO + 2H_2O$	$3n_{NO}$ hoặc $\frac{3}{4}n_{H^+}$ (*)
	$10H^+ + 2NO_3^- + 8e \rightarrow N_2O + 5H_2O$	$8n_{N_2O}$
	$12H^+ + 2NO_3^- + 10e \rightarrow N_2 + 6H_2O$	$10n_{N_2}$
	$10H^+ + NO_3^- + 8e \rightarrow NH_4^+ + 3H_2O$	$8n_{NH_4^+}$
	$4H^+ + SO_4^{2-} + 2e \rightarrow SO_2 + 2H_2O$	$2n_{SO_2}$ hoặc $\frac{1}{2}n_{H^+}$ (*)
	$8H^+ + SO_4^{2-} + 6e \rightarrow S + 4H_2O$	$6n_S$
	$10H^+ + SO_4^{2-} + 8e \rightarrow H_2S + 4H_2O$	$8n_{H_2S}$
	$Fe_3O_4 + 8e \rightarrow 3Fe$	$8n_{Fe_3O_4}$
	$Fe_3O_4 + 2e \rightarrow 3Fe^{2+}$	$2n_{Fe_3O_4}$
	$Mn^a + (a-b)e \rightarrow Mn^b$ (a, b là số oxi hóa của Mn, $a > b$)	$(a-b)n_{Mn}$ hoặc $(a-b)n_{Mn^b}$

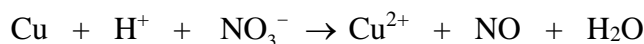
	Ví dụ : $\text{Mn}^{+7} + 5\text{e} \rightarrow \text{Mn}^{+2}$	$5n_{\text{Mn}^{+7}}$ hoặc $5n_{\text{Mn}^{+2}}$
	$\text{Cr}^a + (a - b)\text{e} \rightarrow \text{Cr}^b$ (a, b là số oxi hóa của Cr, $a > b$) Ví dụ : $\text{Cr}^{+6} + 3\text{e} \rightarrow \text{Cr}^{+3}$	$(a - b)n_{\text{Cr}^a}$ hoặc $(a - b)n_{\text{Cr}^b}$ $3n_{\text{Cr}^{+6}}$ hoặc $3n_{\text{Cr}^{+3}}$

(*) chỉ đúng cho trường hợp chất khử là kim loại.

Đối với các quá trình oxi hóa – khử khác ta tính tương tự.

* **Bổ sung kiến thức: Viết bán phản ứng oxi hóa – khử trong môi trường axit**

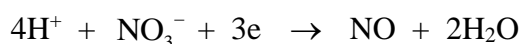
Ví dụ: Viết quá trình khử của phản ứng sau :



• **Cách 1 : Bảo toàn nguyên tố N, O và H**

Bước 1: Viết : $\text{NO}_3^- + 3\text{e} \rightarrow \text{NO}$ (1)

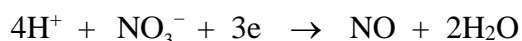
Bước 2: Số nguyên tử N ở hai vế của (1) đã bằng nhau. Vế phải thiếu 2O nên thêm 2H₂O vào vế phải để bảo toàn O, và để bảo toàn H thì phải thêm 4H⁺ vào vế trái :



• **Cách 2 : Bảo toàn N, bảo toàn điện tích và bảo toàn H.**

Bước 1 : Viết : $\text{NO}_3^- + 3\text{e} \rightarrow \text{NO}$ (1)

Bước 2: Số nguyên tử N ở hai vế của (1) đã bằng nhau. Quan sát thấy ở vế trái, tổng điện tích là 4- (điện tích của 1 ion NO₃⁻ là 1-, điện tích của 3e là 3-), trong khi đó tổng điện tích ở vế phải là 0. Để cân bằng điện tích với vế phải, ta thêm 4H⁺ (ứng với điện tích là 4+) vào vế trái. Để bảo toàn H ta thêm 2H₂O vào vế phải :



Nếu viết bán phản ứng khử trong môi trường kiềm thì nên sử dụng cách 2.

II. Phân dạng bài tập và các ví dụ minh họa

1. Dạng 1: Tính lượng chất trong phản ứng oxi hóa – khử

Phương pháp giải

- **Bước 1:** Lập sơ đồ phản ứng biểu diễn quá trình chuyển hóa giữa các chất, để thấy rõ **bản chất hóa học** của bài toán.

- **Bước 2 :** Nhận dạng nhanh phương pháp giải bài tập : Khi gặp bài tập liên quan đến phản ứng oxi hóa – khử mà giữa thông tin đề cho và yêu cầu của đề bài có mối liên hệ với nhau bằng biểu thức

$$\sum \text{số } e \text{ nhường} \times \text{số mol chất khử} = \sum \text{số } e \text{ nhận} \times \text{số mol chất oxi hóa hoặc sản phẩm khử}$$

thì ta nên dùng phương pháp bảo toàn electron.

- **Bước 3:** Dựa vào sự thay đổi số oxi hóa để xác định **chất khử và chất oxi hóa trong toàn bộ quá trình phản ứng**. Từ đó suy ra số mol electron trao đổi theo số mol chất khử (hoặc sản phẩm oxi hóa), chất oxi hóa (hoặc sản phẩm khử).

- **Bước 4:** Thiết lập phương trình bảo toàn electron. Ngoài ra, kết hợp với các giả thiết khác để lập các phương trình toán học có liên quan. Từ đó suy ra lượng chất cần tính.

PS (postscript: chú thích, ghi chú, tái bút):

- Đối với các nguyên tố mà số oxi hóa thay đổi phức tạp (thường là Fe, N,...) thì chỉ cần quan tâm đến số oxi hóa ở trạng thái đầu tiên và cuối cùng.

- Trong phương pháp bảo toàn electron, nếu xác định **sai hoặc thiếu chất oxi hóa, chất khử** thì phương pháp bảo toàn electron không còn đúng nữa.

► Các ví dụ minh họa ◀

a. Phản ứng oxi hóa - khử một giai đoạn

Là phản ứng mà các chất oxi hóa và chất khử tác dụng với nhau rồi kết thúc phản ứng. Do đặc điểm như vậy nên việc xác định chất khử, chất oxi hóa và sự thay đổi số oxi hóa nhìn chung là dễ dàng. Vì vậy có thể nhận định rằng đây là dạng bài tập đơn giản (trừ trường hợp phản ứng tạo ra muối amoni nitrat).

Ví dụ 1: Hòa tan hoàn toàn x mol Fe vào dung dịch chứa y mol FeCl₃ và z mol HCl, thu được dung dịch chỉ chứa một chất tan duy nhất. Biểu thức liên hệ giữa x, y và z là

A. $x = y - 2z.$

B. $2x = y + z.$

C. $2x = y + 2z.$

D. $y = 2x.$

(Đề thi tuyển sinh Đại học khối B năm 2013)

Hướng dẫn giải

Ở ví dụ đầu tiên này, chúng tôi xin trình bày lời giải một bài tập hóa học theo **phương pháp bảo toàn electron** thật chi tiết, để bạn đọc tiện theo dõi, đặc biệt là các bạn đọc mới lần đầu tìm hiểu về phương pháp này. Sau này, khi đã hiểu và vận dụng tốt phương pháp bảo toàn electron, ta có thể lướt nhanh qua các bước 1, 2, 3 để vào bước 4, khi đó thời gian giải một bài tập sẽ được rút ngắn đến mức tối đa. Đối với các chuyên đề khác, ở ví dụ đầu tiên chúng tôi cũng trình bày chi tiết như vậy.

• **Bước 1:** Lập sơ đồ phản ứng biểu diễn quá trình chuyển hóa giữa các chất, để thấy rõ **bản chất hóa học** của bài toán.



Chất khử là Fe; chất oxi hóa là Fe⁺³ trong FeCl₃ và H⁺¹ trong HCl.

Chất tan duy nhất là FeCl₂.

• **Bước 2:** Nhận dạng nhanh phương pháp giải bài tập

Đây là một bài tập liên quan đến **phản ứng oxi hóa - khử** và yêu cầu của đề bài là tìm mối liên hệ giữa số mol của chất khử và số mol chất oxi hóa, tức là giữa thông tin đề cho và yêu cầu của đề bài có mối liên hệ với nhau bằng biểu thức :

$$\sum \text{số } e \text{ nhường} \times \text{số mol chất khử} = \sum \text{số } e \text{ nhận} \times \text{số mol chất oxi hóa hoặc sản phẩm khử}$$

Vậy đây là dấu hiệu chứng tỏ bài tập này sẽ sử dụng phương pháp bảo toàn electron.

• **Bước 3:** Dựa vào sự thay đổi số oxi hóa để xác định **chất khử và chất oxi hóa trong toàn bộ quá trình phản ứng**. Từ đó suy ra số mol electron trao đổi theo số mol chất khử (hoặc sản phẩm oxi hóa), chất oxi hóa (hoặc sản phẩm khử).

* **Hướng 1:** Viết đầy đủ quá trình oxi hóa - khử, suy ra số mol electron trao đổi

Phản ứng	Quá trình oxi hóa	Quá trình khử
$\text{Fe} + \text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2 \quad (1)$		$2\overset{+1}{\text{H}} + 2\text{e} \rightarrow \overset{0}{\text{H}}_2$

	$\overset{0}{\text{Fe}} \rightarrow \overset{+2}{\text{Fe}} + 2e$	mol: $z \rightarrow z$
$\text{Fe} + \text{FeCl}_3 \rightarrow \text{FeCl}_2 \quad (2)$	mol: $x \rightarrow 2x$	$\overset{+3}{\text{Fe}} + 1e \rightarrow \overset{+2}{\text{Fe}}$
		mol: $y \rightarrow y$

Căn cứ vào các quá trình oxi hóa – khử, ta thấy : Số mol electron nhường là $2x$ mol; tổng số mol electron nhận là $(y + z)$ mol.

* **Hướng 2 :** Nhắm nhanh số mol electron trao đổi trong các quá trình oxi hóa – khử

Chất khử là Fe, số oxi hóa của Fe thay đổi từ 0 lên +2, tức là Fe đã nhường 2 electron, nên số mol electron mà Fe nhường = 2 lần số mol của Fe = $2x$ mol.

Chất oxi hóa là $\overset{+3}{\text{Fe}}$ và $\overset{+1}{\text{H}}$; số oxi hóa của Fe trong FeCl_3 thay đổi từ +3 về +2, tức là $\overset{+3}{\text{Fe}}$ đã nhận vào 1 electron, nên số mol electron nhận = số mol $\overset{+3}{\text{Fe}}$ = của số mol của $\text{FeCl}_3 = y$ mol; số oxi hóa của H trong HCl thay đổi từ +1 về 0, tức là H đã nhận vào 1 electron, nên số mol electron nhận = số mol của $\overset{+1}{\text{H}} =$ số mol của HCl = z mol. Như vậy, tổng số mol electron mà các chất oxi hóa đã nhận là $(y + z)$ mol.

• **Bước 4 :** Thiết lập phương trình: **Tổng số mol electron chất khử nhường bằng tổng số mol electron chất oxi hóa nhận.** Ngoài ra, kết hợp với các giả thiết khác để lập các phương trình toán học có liên quan. Giải hệ các phương trình để suy ra số mol của các chất, từ đó suy ra lượng chất cần tìm.

Theo bảo toàn electron, ta có : $n_{\text{electron nhường}} = n_{\text{electron nhận}} \Rightarrow \boxed{2x = y + z}$

PS : Việc nhắm nhanh số mol electron trao đổi rất dễ dàng và giúp cho việc tính toán diễn ra nhanh hơn so với việc phải viết rõ các quá trình oxi hóa – khử. Nó đặc biệt tỏ ra có hiệu quả trong những bài tập có nhiều phản ứng oxi hóa – khử (xem thêm ở ví dụ 6).

Ví dụ 2: Cho m gam bột sắt vào dung dịch hỗn hợp gồm 0,15 mol CuSO_4 và 0,2 mol HCl. Sau khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn, thu được 0,725m gam hỗn hợp kim loại. Giá trị của m là :

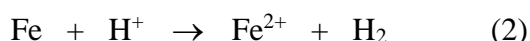
A. 16,0. **B.** 18,0. **C.** 16,8. **D.** 11,2.

(Đề thi tuyển sinh đại học khối B năm 2012)

Hướng dẫn giải

Sau phản ứng, thu được hỗn hợp các kim loại chứng tỏ Fe còn dư, nên Cu^{2+} và H^+ đã phản ứng hết.

Sơ đồ phản ứng :



Chất khử là Fe, số oxi hóa của Fe thay đổi từ 0 lên +2; chất oxi hóa là Cu^{2+} và H^+ , số oxi hóa của Cu thay đổi từ +2 về 0, số oxi hóa của H thay đổi từ +1 về 0.

Áp dụng bảo toàn electron (với cách thức nhắm số mol electron trao đổi như trên), ta có :

$$2n_{\text{Fe phản ứng}} = 2n_{\text{Cu}^{2+}} + n_{\text{H}^+} \Rightarrow n_{\text{Fe phản ứng}} = 0,25 \text{ mol.}$$

Khối lượng chất rắn sau phản ứng là :

$$m_{\text{chất rắn}} = m_{\text{Fe dư}} + m_{\text{Cu tạo thành}} = 0,725m \Rightarrow m = \boxed{16 \text{ gam}}$$

$(m-0,25.56) \quad 0,15.64$

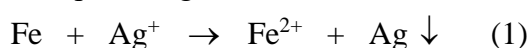
Ví dụ 3: Cho 2,8 gam bột sắt vào 200 ml dung dịch gồm AgNO_3 0,1M và $\text{Cu(NO}_3)_2$ 0,5M; khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn thu được m gam chất rắn X. Giá trị của m là :

A. 4,72. **B.** 4,08. **C.** 4,48. **D.** 3,20.

(Đề thi tuyển sinh đại học khối A năm 2012)

Hướng dẫn giải

Bản chất phản ứng :





Nếu sau 2 phản ứng trên mà Ag^+ còn dư thì :



Ta thấy : $n_{\text{Ag}^+} < 2n_{\text{Fe}} < n_{\text{Ag}^+} + 2n_{\text{Cu}^{2+}} \Rightarrow \text{Ag}^+$ và Fe phản ứng hết, Cu^{2+} dư, muối sắt tạo thành là

$\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$. Chất rắn là Ag và Cu . Vậy chỉ xảy ra hai phản ứng (1) và (2).

Theo bảo toàn electron, ta có :

$$2n_{\text{Fe}} = n_{\text{Ag}^+} + 2n_{\text{Cu}^{2+} \text{ phản ứng}} \Rightarrow n_{\text{Cu}^{2+} \text{ phản ứng}} = 0,04 \Rightarrow n_{\text{Cu tạo thành}} = n_{\text{Cu}^{2+} \text{ phản ứng}} = 0,04.$$

$$\Rightarrow m_{\text{chất rắn}} = m_{\text{Ag tạo thành}} + m_{\text{Cu tạo thành}} = \boxed{4,72 \text{ gam}}$$

PS : Tại sao $n_{\text{Ag}^+} < 2n_{\text{Fe}} < n_{\text{Ag}^+} + 2n_{\text{Cu}^{2+}}$ thì suy ra Ag^+ và Fe phản ứng hết, Cu^{2+} còn dư ?

Trả lời : Ta thấy n_{Ag^+} chính là số mol electron mà Ag^+ nhận để tạo ra Ag , $2n_{\text{Cu}^{2+}}$ là số mol electron mà Cu^{2+} nhận để chuyển thành Cu , $2n_{\text{Fe}}$ là số mol electron mà Fe nhường trong phản ứng. Nên $n_{\text{Ag}^+} < 2n_{\text{Fe}}$ chứng tỏ Ag^+ phản ứng hết; $2n_{\text{Fe}} < n_{\text{Ag}^+} + 2n_{\text{Cu}^{2+}}$ chứng tỏ Fe phản ứng hết và muối còn dư. Vì Ag^+ đã phản ứng hết nên chỉ có Cu^{2+} dư.

Ví dụ 4: Hòa tan 25 gam hỗn hợp X gồm FeSO_4 và $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ vào nước, thu được 150 ml dung dịch Y. Thêm H_2SO_4 (dư) vào 20 ml dung dịch Y rồi chuẩn độ toàn bộ dung dịch này bằng dung dịch KMnO_4 0,1M thì dùng hết 30 ml dung dịch chuẩn. Phần trăm khối lượng FeSO_4 trong hỗn hợp X là:

A. 13,68%.

B. 68,4%.

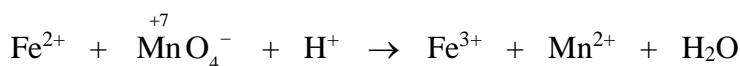
C. 9,12%.

D. 31,6%.

(Đề thi tuyển sinh đại học khối B năm 2011)

Hướng dẫn giải

Bản chất phản ứng chuẩn độ dung dịch Y bằng dung dịch KMnO_4 là nhằm xác định nồng độ mol/lít của ion Fe^{2+} :



Chất khử là Fe trong FeSO_4 , chất oxi hóa là Mn trong KMnO_4 .

Áp dụng bảo toàn electron, ta có : $n_{\text{FeSO}_4} = 5n_{\text{KMnO}_4} = 5 \cdot 0,1 \cdot 0,03 = 0,015 \text{ mol}$.

Phần trăm khối lượng của FeSO_4 trong hỗn hợp X là :

$$\% \text{FeSO}_4 = \frac{0,015 \cdot 152}{3,333} \cdot 100\% = \boxed{68,4\%}$$

PS :

Trong 150 ml dung dịch Y có 25 gam hỗn hợp FeSO_4 và $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$. Suy ra :

Trong 20 ml dung dịch Y có $\frac{20 \cdot 25}{150} = 3,333 \text{ gam}$ hỗn hợp FeSO_4 và $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$.

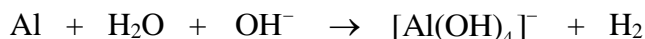
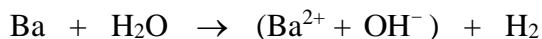
Ví dụ 5: Hỗn hợp X gồm Ba và Al. Cho m gam X vào nước dư, sau khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn, thu được 8,96 lít khí H₂ (đktc). Mặt khác, hòa tan hoàn toàn m gam X bằng dung dịch NaOH, thu được 15,68 lít khí H₂ (đktc). Giá trị của m là

- A. 29,9. **B. 24,5.** C. 19,1. D. 16,4.

(Đề thi tuyển sinh Đại học khối A năm 2013)

Hướng dẫn giải

Bản chất phản ứng là Ba tác dụng với H₂O, Al tác dụng với H₂O và ion OH⁻ :



Coi phản ứng của X với H₂O dư là thí nghiệm 1 (TN1), phản ứng của X với dung dịch NaOH là thí nghiệm 2 (TN2). Theo giả thiết ta thấy, trong các TN1 và TN2, Ba đều phản ứng hết.

Ta thấy : Trong phản ứng với H₂O (TN1), nhôm chưa phản ứng hết (vì lượng khí thu được khi X phản ứng với dung dịch NaOH (TN2) lớn hơn lượng khí thu được khi X phản ứng với H₂O).

Gọi x, y là số mol của Ba và Al ban đầu.

Ở TN1, Al dư nên dung dịch chứa Ba[Al(OH)₄]₂ : x mol. Vậy ở TN1, số mol Al phản ứng là 2x mol.

Áp dụng bảo toàn electron cho các phản ứng ở TN1 và TN2, ta có :

$$\begin{cases} \text{TN1: } 2n_{\text{Ba}} + 3n_{\text{Al phản ứng}} = 2n_{\text{H}_2} \\ \text{TN2: } 2n_{\text{Ba}} + 3n_{\text{Al ban đầu}} = 2n_{\text{H}_2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,1 \\ y = 0,4 \end{cases} \Rightarrow m_X = m_{\text{Al}} + m_{\text{Ba}} = \boxed{24,5 \text{ gam}}$$

0,4.27 0,1.137

Ví dụ 6: Cho hỗn hợp X dạng bột gồm Al, Fe, Cu. Hòa tan 23,4 gam X vào dung dịch H₂SO₄ đặc, nóng, dư thu được 0,675 mol SO₂ (là sản phẩm khử duy nhất). Cho 23,4 gam X vào bình chứa 850 ml dung dịch H₂SO₄ loãng 1M (dư) sau khi phản ứng hoàn toàn thu được khí Y, dẫn toàn bộ khí Y vào ống đựng bột CuO đun nóng, thấy khối lượng chất rắn trong ống giảm 7,2 gam so với ban đầu. Số mol Al, Fe, Cu trong hỗn hợp X lần lượt là :

- A. 0,15; 0,2; 0,2. B. 0,2; 0,2; 0,15. **C. 0,2; 0,15; 0,15.** D. 0,15; 0,15; 0,15.

Hướng dẫn giải

Phản ứng của X với H₂SO₄ đặc (1), chất khử là Al, Fe, Cu; chất oxi hóa là S⁺⁶ trong H₂SO₄ đặc; sản phẩm khử là SO₂.

Phản ứng của X với H₂SO₄ loãng (2), chất khử là Fe, Al; chất oxi hóa là H⁺¹ trong H₂SO₄ loãng; sản phẩm khử là H₂.

Phản ứng của H₂ với CuO (3), chất khử là H₂, chất oxi hóa là CuO. Ở (3) khối lượng chất rắn giảm là khối lượng O trong oxit CuO bị tách ra để chuyển vào nước (CuO + H₂ → Cu + H₂O).

Suy ra : $n_{\text{CuO phản ứng}} = n_{\text{O}} = \frac{7,2}{16} = 0,45 \text{ mol.}$

Theo giả thiết và áp dụng bảo toàn electron cho các phản ứng (1), (2), (3), ta có :

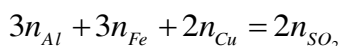
$$\begin{cases} (4) 27n_{\text{Al}} + 56n_{\text{Fe}} + 64n_{\text{Cu}} = 23,4 \\ (5) 3n_{\text{Al}} + 3n_{\text{Fe}} + 2n_{\text{Cu}} = 2n_{\text{SO}_2} = 2.0,675 \\ (6) 3n_{\text{Al}} + 2n_{\text{Fe}} = 2n_{\text{H}_2} \\ (7) 2n_{\text{H}_2} = 2n_{\text{CuO}} = 2.0,45 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 27n_{\text{Al}} + 56n_{\text{Fe}} + 64n_{\text{Cu}} = 23,4 \\ 3n_{\text{Al}} + 3n_{\text{Fe}} + 2n_{\text{Cu}} = 1,35 \\ 3n_{\text{Al}} + 2n_{\text{Fe}} = 0,9 \end{cases}$$

Thay (7) vào (6), ta được hệ 3 phương trình 3 ẩn là n_{Al}, n_{Fe}, n_{Cu}. Giải hệ phương trình ta được kết quả

$n_{\text{Al}} = 0,2; n_{\text{Fe}} = 0,15; n_{\text{Cu}} = 0,15$.

PS : Việc biểu diễn trực tiếp số mol của các chất là các ẩn số trong hệ phương trình bước đầu có thể gây khó khăn đối với hầu hết các bạn đọc khi tham khảo cuốn sách này, vì bạn đọc thường quen với cách biểu diễn số mol của các chất theo các ẩn là x, y, z, ... Vậy tại sao tôi vẫn lựa chọn cách biểu diễn này, có hai lý do :

+ Thứ nhất : Chúng ta muốn tăng tốc độ tính toán thì điều quan trọng là phải **nhằm nhanh được số mol electron trao đổi**, việc biểu diễn trực tiếp số mol của các chất chính là nhằm mục đích đó. Ví dụ để thiết lập biểu thức bảo toàn electron cho phản ứng (1), ta làm như sau : Viết biểu thức với một bên là tổng số mol chất khử, bên kia là số mol sản phẩm khử : $n_{Al} + n_{Fe} + n_{Cu} = n_{SO_2}$. Sau đó nhằm nhanh hệ số của các ẩn : Al và Fe nhường 3 electron nên hệ số mol của Al và Fe là 3, Cu nhường 2 electron nên hệ số mol của Cu là 2, để tạo ra SO_2 thì S đã nhận vào 2 electron để tạo ra $S^{+4} (SO_2)$ nên hệ số mol SO_2 là 2. Như vậy biểu thức bảo toàn electron sẽ là :



+ Thứ 2 : Việc biểu diễn trực tiếp số mol của các chất là các ẩn số rõ ràng là trực quan hơn (dễ nhìn hơn) so với việc biểu diễn dưới dạng các ẩn là x, y, z, ... chỉ có điều các bạn chưa quen mà thôi. Và chúng tôi tin tưởng rằng các bạn sẽ nhanh chóng quen với cách biểu diễn này.

Ví dụ 7: Cho 19,64 gam hỗn hợp X gồm Fe, Cu, Ag vào dung dịch HCl dư thu được 3,136 lít H_2 (đktc). Mặt khác cho toàn bộ X vào dung dịch HNO_3 loãng thu được V lít NO (sản phẩm khử duy nhất ở đktc), dung dịch Y và 12,92 gam chất rắn Z. Giá trị của V là :

A. 1,792.

B. 2,24.

C. 4,48.

D. 3,36.

(Đề thi thử Đại học lần 3 – THPT Chuyên – Đại học Sư Phạm Hà Nội, năm 2011)

Hướng dẫn giải

Cho X vào HCl chỉ có Fe phản ứng.

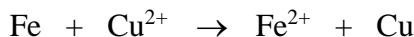
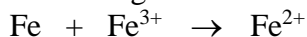
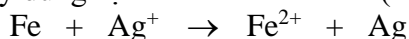
Theo bảo toàn electron, ta có : $n_{Fe} = n_{H_2} = \frac{3,136}{22,4} = 0,14 \text{ mol}$.

Suy ra : $m_{(Cu, Ag)} = m_X - m_{Fe} = 11,8 \text{ gam}$.

19,64 0,14.56

Sau phản ứng của X với dung dịch HNO_3 , thu được $\underbrace{m_{\text{chất rắn Z}}}_{12,92} > \underbrace{m_{(Cu, Ag)}}_{11,8}$ chứng tỏ trong Z có Fe dư.

Vậy dung dịch Y chỉ có muối Fe(II), vì sau khi HNO_3 phản ứng hết sẽ tiếp tục xảy ra các phản ứng :



$n_{Fe \text{ phản ứng với } HNO_3} = \frac{19,64 - 12,92}{56} = 0,12 \text{ mol}$.

Áp dụng bảo toàn electron, ta có :

$$3n_{NO} = 2 \underbrace{n_{Fe \text{ phản ứng}}}_{0,12} \Rightarrow n_{NO} = 0,08 \text{ mol} \Rightarrow V_{NO(\text{đktc})} = 0,08.22,4 = \boxed{1,792 \text{ lít}}$$

• Xét phản ứng của kim loại với dung dịch HNO_3 :

Trong phản ứng của kim loại với dung dịch HNO_3 , vì electron và gốc NO_3^- tạo muối nitrat kim loại đều mang điện tích là 1-, nên kim loại nhường đi bao nhiêu electron thì ion kim loại sẽ nhận về bấy nhiêu gốc NO_3^- để bảo toàn điện tích. Nên suy ra : $n_{NO_3^- \text{ tạo muối nitrat kim loại}} = n_{\text{electron trao đổi}}$

Mở rộng ra, ta thấy :

Trong phản ứng của kim loại với dung dịch H_2SO_4 thì $n_{SO_4^{2-} \text{ tạo muối}} = \frac{n_{\text{electron trao đổi}}}{2}$

• Bây giờ ta sẽ sử dụng kết quả trên để giải các bài tập ở các ví dụ 8, 9 và 10 :

Ví dụ 8: Hỗn hợp X gồm 14 gam Fe và 5,4 gam Al. Cho X tác dụng với dung dịch HNO₃, chỉ thoát ra khí N₂ (sản phẩm khử duy nhất). Thể tích dung dịch HNO₃ 2M tối thiểu cần dùng để hòa tan hoàn toàn hỗn hợp X là:

A. 720 ml.

B. 840 ml.

C. 660 ml.

D. 780 ml.

Hướng dẫn giải

Thể tích HNO₃ tối thiểu cần dùng để hòa tan hết hỗn hợp kim loại X khi muối sắt tạo thành là muối Fe(II). Vì nếu tạo thành muối Fe(III) thì lượng electron nhường nhiều hơn, nên số mol electron nhận cũng nhiều hơn, tức là HNO₃ cần dùng nhiều hơn. Ngoài ra số mol NO₃⁻ tạo muối Fe(III) cũng nhiều hơn số mol NO₃⁻ tạo muối Fe(II)

Áp dụng bảo toàn electron, ta có :

$$n_{\text{electron trao đổi}} = 10n_{\text{N}_2} = 2n_{\text{Fe}} + 3n_{\text{Al}} = 1,1 \Rightarrow n_{\text{N}_2} = 0,11 \text{ mol.}$$

$\begin{matrix} 0,25 & 0,2 \end{matrix}$

Theo bảo toàn nguyên tố N và bảo toàn điện tích, ta có :

$$\begin{cases} n_{\text{HNO}_3} = n_{\text{NO}_3^- \text{ tạo muối nitrat kim loại}} + n_{\text{N trong sản phẩm khử}} \\ n_{\text{NO}_3^- \text{ tạo muối nitrat kim loại}} = n_{\text{electron trao đổi}} \end{cases}$$

$$\Rightarrow n_{\text{HNO}_3} = \underbrace{n_{\text{electron trao đổi}}}_{1,1} + \underbrace{n_{\text{N trong N}_2}}_{2 \cdot 0,11} = 1,32 \text{ mol} \Rightarrow V_{\text{HNO}_3} = \frac{1,32}{2} = 0,66 \text{ lít} = \boxed{660 \text{ ml}}$$

Ví dụ 9: Cho m gam hỗn hợp Fe và Cu có tỉ lệ số mol là 1:1 tác dụng với lượng vừa đủ với V lít dung dịch HNO₃ 1M. Khi phản ứng kết thúc thu được dung dịch A (không chứa muối amoni), 13,44 lít hỗn hợp khí NO và NO₂ (đktc) có tỉ khối so với hydro là 19 và $\frac{4}{15}$ m gam chất rắn. Giá trị của m và V là :

A. 60 và 1,8.

B. 48 và 1,8.

C. 48 và 1,2.

D. 72 và 1,2.

Hướng dẫn giải

Theo giả thiết, ta có :

$$\begin{cases} \sum n_{(\text{NO}, \text{NO}_2)} = n_{\text{NO}} + n_{\text{NO}_2} = 0,6 \\ \overline{M}_{(\text{NO}, \text{NO}_2)} = \frac{30n_{\text{NO}} + 46n_{\text{NO}_2}}{n_{\text{NO}} + n_{\text{NO}_2}} = 19 \cdot 2 = 38 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{NO}} = 0,3 \\ n_{\text{NO}_2} = 0,3 \end{cases}$$

Khối lượng chất rắn còn lại là $\frac{4m}{15}$ gam nhỏ hơn khối lượng của Cu là $\frac{64m}{120}$ gam, chứng tỏ Cu đã phản ứng một phần và Fe đã phản ứng hết (vì Fe có tính khử mạnh hơn Cu). Chất rắn là Cu còn dư. Do Cu dư nên dung dịch A có chứa Fe(NO₃)₂ và Cu(NO₃)₂.

Theo giả thiết và bảo toàn electron, ta có :

$$\begin{cases} n_{\text{Fe}} = n_{\text{Cu}} = \frac{m}{120} \\ 2n_{\text{Fe}} + 2n_{\text{Cu phản ứng}} = 3n_{\text{NO}} + n_{\text{NO}_2} \end{cases} \Rightarrow 2 \cdot \frac{m}{120} + 2 \cdot \left(\frac{m}{120} - \frac{4m}{15 \cdot 64} \right) = 1,2 \Rightarrow m = \boxed{48 \text{ gam}}$$

$\begin{matrix} 0,3 & 0,3 \end{matrix}$

Vận dụng bảo toàn điện tích và bảo toàn nguyên tố N, ta có :

$$\begin{cases} n_{\text{NO}_3^- \text{ tạo muối nitrat kim loại}} = n_{\text{electron trao đổi}} = 3n_{\text{NO}} + n_{\text{NO}_2} \\ n_{\text{HNO}_3} = n_{\text{NO}_3^- \text{ tạo muối nitrat kim loại}} + n_{\text{N trong sản phẩm khử}} \end{cases}$$

$$\Rightarrow n_{\text{HNO}_3} = (3n_{\text{NO}} + n_{\text{NO}_2}) + (n_{\text{NO}} + n_{\text{NO}_2}) = 1,8 \text{ mol} \Rightarrow V_{\text{dd HNO}_3 \text{ 1M}} = \boxed{1,8 \text{ lít}}$$

$\begin{matrix} 0,3 & 0,3 & 0,3 & 0,3 \end{matrix}$

Ví dụ 10: Cho 12,9 gam hỗn hợp Al, Mg phản ứng vừa hết với dung dịch H₂SO₄ đặc, nóng. Sau phản ứng thu được 0,125 mol S, 0,2 mol SO₂ và dung dịch X. Cô cạn dung dịch X thu được m gam muối. Giá trị của m là :

A. 68,1.

B. 84,2.

C. 64,2.

D. 123,3.

Hướng dẫn giải

Sử dụng bảo toàn điện tích và bảo toàn electron, ta có :

$$n_{\text{SO}_4^{2-} \text{ tạo muối}} = \frac{n_{\text{electron trao đổi}}}{2} = \frac{6n_S + 2n_{\text{SO}_2}}{2} = 0,575 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow m_{\text{muối}} = m_{\text{kim loại}} + m_{\text{SO}_4^{2-} \text{ tạo muối}} = 12,9 + 0,575 \cdot 96 = \boxed{68,1 \text{ gam}}$$

Ví dụ 11: Hòa tan hoàn toàn m gam Al bằng dung dịch HNO₃ loãng, thu được 5,376 lít (đktc) hỗn hợp khí X gồm N₂, N₂O và dung dịch chứa 8m gam muối. Tỉ khối của X so với H₂ bằng 18. Giá trị của m là

A. 17,28.

B. 19,44.

C. 18,90.

D. 21,60.

(Đề thi tuyển sinh Đại học khối A năm 2013)

Hướng dẫn giải

Theo giả thiết, ta có :

$$\begin{cases} \sum n_{(N_2, N_2O)} = n_{N_2} + n_{N_2O} = 0,24 \\ \overline{M}_{(N_2, N_2O)} = \frac{28n_{N_2} + 44n_{N_2O}}{n_{N_2} + n_{N_2O}} = 18,2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{N_2} = 0,12 \\ n_{N_2O} = 0,12 \end{cases}$$

Theo bảo toàn nguyên tố Al, ta có :

$$n_{\text{Al(NO}_3)_3} = n_{\text{Al}} = \frac{m}{27} = 0,037m \Rightarrow m_{\text{Al(NO}_3)_3} = 213 \cdot 0,037m = 7,888m < 8m.$$

Suy ra phản ứng tạo ra cả muối NH₄NO₃.

$$m_{\text{NH}_4\text{NO}_3} = 8m - 7,888m = 0,112m \text{ (gam)} \Rightarrow n_{\text{NH}_4\text{NO}_3} = \frac{0,112m}{80} = 0,0014m \text{ (mol)}.$$

Áp dụng bảo toàn electron, ta có :

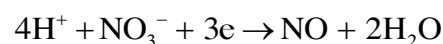
$$3 n_{\text{Al}} = 8 n_{\text{N}_2\text{O}} + 10 n_{\text{N}_2} + 8 n_{\text{NH}_4\text{NO}_3} \Rightarrow m = \boxed{21,6 \text{ gam}}$$

$\begin{matrix} 0,037m & & 0,12 & & 0,12 & & 0,0014m \end{matrix}$

PS : Đối với phản ứng của Mg, Al, Zn với dung dịch HNO₃ loãng, ngoài những sản phẩm khử là khí N₂, N₂O, NO thì trong dung dịch còn có thể có một sản phẩm khử khác là muối NH₄NO₃.

• Xét phản ứng của kim loại hoặc muối chứa ion kim loại còn có tính khử (ví dụ Fe²⁺ trong muối FeCl₂, Fe(NO₃)₂,...) với ion NO₃⁻ trong môi trường H⁺.

Từ bán phản ứng khử ion NO₃⁻ thành sản phẩm khử NO :



Suy ra : nếu $\frac{n_{\text{H}^+}}{n_{\text{NO}_3^-}} > 4$ thì H⁺ dư, ngược lại nếu $\frac{n_{\text{H}^+}}{n_{\text{NO}_3^-}} < 4$ thì NO₃⁻ dư.

+ Nếu H⁺ dư thì số mol electron trao đổi được tính theo ion NO₃⁻ :

$$\boxed{n_{\text{electron trao đổi}} = 3n_{\text{NO}_3^- \text{ phản ứng}}} \text{ và trong trường hợp này } \boxed{n_{\text{NO}} = n_{\text{NO}_3^- \text{ phản ứng}}}$$

+ Nếu NO₃⁻ dư thì ta tính số mol electron trao đổi theo ion H⁺ :

$$n_{\text{electron trao đổi}} = \frac{3}{4} n_{\text{H}^+ \text{ phản ứng}}$$

và trong trường hợp này

$$n_{\text{NO}} = \frac{1}{4} n_{\text{H}^+ \text{ phản ứng}}$$

- Bây giờ ta sẽ sử dụng kết quả trên để giải bài tập ở các ví dụ 12, 13, 14 :

Ví dụ 12: Cho a mol Fe tan hoàn toàn trong dung dịch chứa b mol HNO₃ (tỉ lệ a : b = 16 : 61), thu được một sản phẩm khử duy nhất là NO và dung dịch chỉ chứa muối nitrat. Số mol electron do lượng Fe trên nhường khi bị hoà tan là

A. 2a.

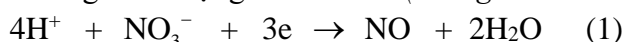
B. 3a.

C. 0,75b.

D. b.

Hướng dẫn giải

Vì dung dịch sau phản ứng chỉ chứa muối nitrat nên HNO₃ đã phản ứng hết. Vậy ta tính số mol electron mà Fe nhường theo lượng H⁺ ban đầu (không tính theo Fe vì có thể Fe chưa chuyển hết thành Fe³⁺) :



mol: b → 0,75b

Theo bảo toàn electron, ta có : $n_{\text{Fe nhường}} = \frac{3}{4} n_{\text{H}^+} = \frac{3}{4} b = \boxed{0,75b}$

Ví dụ 13: Thực hiện hai thí nghiệm :

1) Cho 3,84 gam Cu phản ứng với 80 ml dung dịch HNO₃ 1M thoát ra V₁ lít NO.

2) Cho 3,84 gam Cu phản ứng với 80 ml dung dịch chứa HNO₃ 1M và H₂SO₄ 0,5 M thoát ra V₂ lít NO. Biết NO là sản phẩm khử duy nhất, các thể tích khí đo ở cùng điều kiện. Quan hệ giữa V₁ và V₂ là

A. V₂ = V₁.

B. V₂ = 2V₁.

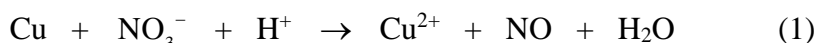
C. V₂ = 2,5V₁.

D. V₂ = 1,5V₁.

(Đề thi tuyển sinh Đại học khối B năm 2007)

Hướng dẫn giải

Bản chất phản ứng ở các thí nghiệm là :



Với dạng bài tập này, các tác giả thường sử dụng phương trình ion rút gọn. Tuy nhiên, nếu sử dụng bảo toàn electron kết hợp với bán phản ứng ion – electron thì sẽ ngắn gọn hơn.

Ở thí nghiệm 1 : $\underbrace{2n_{\text{Cu(TN1)}}}_{\text{mol electron chất khử nhường}} = \frac{3}{4} n_{\text{H}^+} \Rightarrow n_{\text{Cu(TN1)}} = 0,03 \text{ mol.}$
mol electron chất oxi hóa nhận

Ở thí nghiệm 2 người ta cho thêm H₂SO₄ nhằm mục đích cung cấp thêm H⁺ để phản ứng oxi hóa Cu tiếp tục diễn ra. Vì $\frac{n_{\text{H}^+}}{n_{\text{NO}_3^-}} = \frac{0,16}{0,08} = 2 < 4 \Rightarrow \text{NO}_3^-$ dư, nên số mol electron nhận tính theo H⁺.

Tính tương tự như trên, ta có : $n_{\text{Cu(TN2)}} = 0,06 \text{ mol} = n_{\text{Cu(ban đầu)}} \Rightarrow \text{Cu vừa hết.}$

Suy ra : $\frac{n_{\text{Cu(TN1)}}}{n_{\text{Cu(TN2)}}} = \frac{n_{\text{NO(TN1)}}}{n_{\text{NO(TN2)}}} = \frac{V_{\text{NO(TN1)}}}{V_{\text{NO(TN2)}}} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{1}{2} \Rightarrow \boxed{V_2 = 2V_1}$

Ví dụ 14: Cho 0,3 mol bột Cu và 0,6 mol Fe(NO₃)₂ vào dung dịch chứa 0,9 mol H₂SO₄ (loãng). Sau khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn, thu được V lít khí NO (sản phẩm khử duy nhất, ở đktc). Giá trị của V là

A. 6,72.

B. 8,96.

C. 4,48.

D. 10,08.

(Đề thi tuyển sinh Đại học khối B năm 2010)

Hướng dẫn giải

Chất khử là Cu, Fe²⁺, chất oxi hóa là NO₃⁻ trong môi trường H⁺.

$$\text{Do } \frac{n_{\text{H}^+}}{n_{\text{NO}_3^-}} = \frac{1,8}{1,2} = 1,5 < 4 \Rightarrow \text{H}^+ \text{ thiếu, nên số mol electron nhận tính theo H}^+.$$

Áp dụng bảo toàn electron, ta có :

$$\frac{3}{4} n_{\text{H}^+ \text{ phản ứng}} = 2 n_{\text{Cu}} + n_{\text{Fe}^{2+}} \Rightarrow n_{\text{H}^+ \text{ phản ứng}} = 1,6 < 1,8 \Rightarrow \text{H}^+ \text{ và } \text{NO}_3^- \text{ còn dư; Cu và Fe}^{2+} \text{ đã phản ứng}$$

hết.

$$\text{Ta có : } n_{\text{NO}} = \frac{1}{4} n_{\text{H}^+ \text{ phản ứng}} = 0,4 \text{ mol} \Rightarrow V_{\text{NO (đktc)}} = \boxed{8,96 \text{ lít}}$$

PS : Ở bài trên nếu $2n_{\text{Cu}} + n_{\text{Fe}^{2+}} > \frac{3}{4} n_{\text{H}^+ \text{ phản ứng}}$ thì H^+ phản ứng hết, khi đó số mol NO sẽ tính theo mol H^+ ban đầu.

Nếu đề bài yêu cầu tính khối lượng các chất trong dung dịch thì ta phải chú ý đến thứ tự oxi hóa : Cu có tính khử mạnh hơn nên bị oxi hóa trước Fe^{2+} .

Ví dụ 15: Hòa tan hoàn toàn hỗn hợp gồm 9,75 gam Zn và 2,7 gam Al vào 200 ml dung dịch chứa đồng thời HNO_3 2M và H_2SO_4 1,5M thu khí NO (sản phẩm khử duy nhất) và dung dịch X. Cô cạn dung dịch X thu khối lượng muối khan là :

A. 41,25 gam.

B. 53,65 gam.

C. 44,05 gam.

D. 49,65 gam.

Hướng dẫn giải

Theo giả thiết :

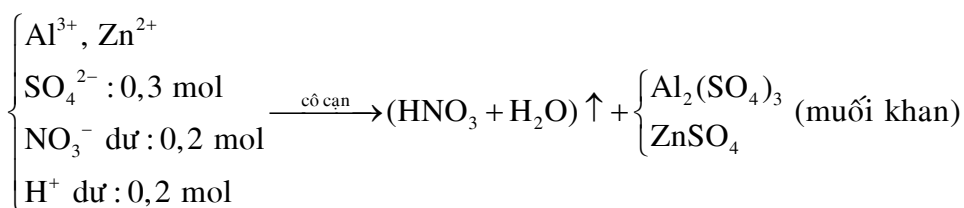
$$n_{\text{H}^+} = n_{\text{HNO}_3} + 2 n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 1 \text{ mol}; n_{\text{NO}_3^-} = n_{\text{HNO}_3} = 0,4 \text{ mol}; n_{\text{SO}_4^{2-}} = n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0,3 \text{ mol}.$$

Bản chất phản ứng : Zn , Al là chất khử, NO_3^- trong môi trường H^+ là chất oxi hóa.

Áp dụng bảo toàn electron, ta có :

$$3 n_{\text{Al}} + 2 n_{\text{Zn}} = 3 n_{\text{NO}} \Rightarrow n_{\text{NO}} = 0,2 \Rightarrow n_{\text{H}^+ \text{ phản ứng}} = 0,8 \text{ mol}; n_{\text{NO}_3^- \text{ phản ứng}} = 0,2 \text{ mol}.$$

Sau phản ứng trong dung dịch có :



$$\Rightarrow m_{\text{muối}} = \underbrace{(9,75 + 2,7)}_{m_{(\text{Zn}, \text{Al})}} + \underbrace{0,3 \cdot 96}_{m_{\text{SO}_4^{2-}}} = \boxed{41,25 \text{ gam}}$$

PS : Các axit HNO_3 , HCl dễ bay hơi. Trong dung dịch sau phản ứng có 0,2 mol H^+ và 0,2 mol NO_3^- , khi cô cạn dung dịch chúng kết hợp vừa đủ với nhau thành HNO_3 thoát ra khỏi dung dịch.

b. Phản ứng oxi hóa khử nhiều giai đoạn

Là phản ứng mà chất oxi hóa, chất khử tác dụng với nhau, sản phẩm thu được lại đem cho phản ứng với các chất khác và quá trình lại tiếp tục diễn ra như vậy cho đến khi kết thúc phản ứng. Có nghĩa từ những chất ban đầu đến sản phẩm cuối cùng đã xảy ra một loạt các phản ứng trung gian. Đây là dạng bài tập mà đề thi đại học từ năm 2009 đến nay hay khai thác. Ở dạng bài tập này việc xác định chất oxi hóa – khử khó khăn hơn, vì có những chất ở giai đoạn này là chất oxi hóa hoặc chất khử, nhưng nhìn tổng thể lại chỉ đóng vai trò chất trung gian và không mang tính oxi hóa – khử. Để xác định được chất oxi hóa – khử ta nên lập sơ đồ phản ứng (sơ đồ chuyển hóa giữa các chất).

Ví dụ 16: Cho m gam Fe vào bình chứa dung dịch gồm H_2SO_4 và HNO_3 , thu được dung dịch X và 1,12 lít khí NO. Thêm tiếp dung dịch H_2SO_4 dư vào bình thu được 0,448 lít khí NO và dung dịch Y. Biết trong cả hai trường hợp NO là sản phẩm khử duy nhất, đo ở điều kiện tiêu chuẩn. Dung dịch Y hòa tan vừa hết 2,08 gam Cu (không tạo thành sản phẩm khử của N^{+5}). Biết các phản ứng đều xảy ra hoàn toàn. Giá trị của m là

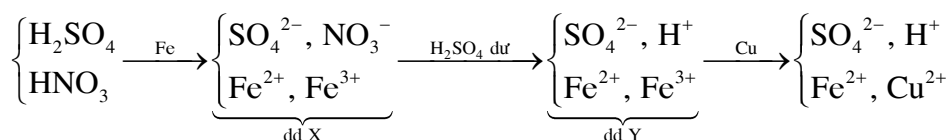
- A. 2,40. B. 4,20. **C. 4,06.** D. 3,92.

(Đề thi tuyển sinh Đại học khối A năm 2013)

Hướng dẫn giải

Khi cho Cu vào dung dịch Y không tạo sản phẩm khử của N^{+5} , chứng tỏ trong Y không còn NO_3^- . Dung dịch Y có thể có Fe^{2+} hoặc không.

Sơ đồ phản ứng :



Sau tất cả các phản ứng dung dịch thu được chứa Fe^{2+} , Cu^{2+} , H^+ và SO_4^{2-} .

Như vậy, chất khử là Cu và Fe, số oxi hóa của Cu và Fe đều tăng từ 0 lên +2; chất oxi hóa là NO_3^- trong môi trường H^+ , sản phẩm khử là NO, số oxi hóa của N giảm từ +5 về +2.

Áp dụng bảo toàn electron, ta có :

$$2n_{\text{Fe}} + 2n_{\text{Cu}} = 3 \sum_{0,07} n_{\text{NO}} \Rightarrow n_{\text{Fe}} = 0,075 \Rightarrow m_{\text{Fe}} = 0,075 \cdot 56 = \boxed{4,06 \text{ gam}}$$

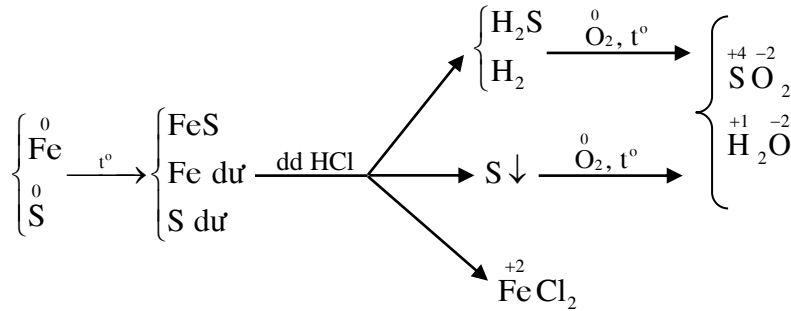
Ví dụ 17: Trộn 5,6 gam bột sắt với 3,2 gam bột lưu huỳnh rồi nung nóng trong điều kiện không có không khí, thu được hỗn hợp rắn Y. Cho Y tác dụng với lượng dư dung dịch HCl, giải phóng hỗn hợp khí Z và còn lại một phần không tan G. Để đốt cháy hoàn toàn Z và G cần vừa đủ V lít O_2 (ở đktc). Giá trị của V là :

- A. 2,8. **B. 3,36.** C. 3,08. D. 4,48.

Hướng dẫn giải

Theo giả thiết suy ra : Z gồm H₂S và H₂, G là S. Vậy phản ứng của S với Fe xảy ra không hoàn toàn, Y gồm FeS, S dư và Fe dư.

Sơ đồ phản ứng :



Căn cứ vào sơ đồ phản ứng ta thấy : Chất khử là Fe và S, sau phản ứng số oxi hóa của Fe là +2, của S là +4; chất oxi hóa là O₂, sau phản ứng số oxi hóa của oxi là -2.

Áp dụng bảo toàn electron, ta có :

$$2n_{\text{Fe}} + 4n_{\text{S}} = 4n_{\text{O}_2} \Rightarrow n_{\text{O}_2} = 0,15 \text{ mol} \Rightarrow V_{\text{O}_2} = 0,15 \cdot 22,4 = \boxed{3,36 \text{ lít}}$$

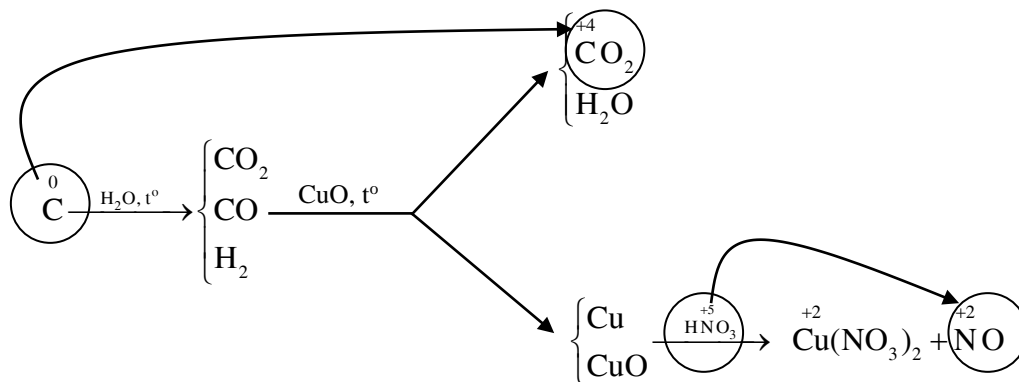
Ví dụ 18: Cho hơi nước đi qua than nóng đỏ, thu được 15,68 lít hỗn hợp khí X (đktc) gồm CO, CO₂ và H₂. Cho toàn bộ X tác dụng hết với CuO (dư) nung nóng, thu được hỗn hợp chất rắn Y. Hòa tan toàn bộ Y bằng dung dịch HNO₃ (loãng, dư) được 8,96 lít NO (sản phẩm khử duy nhất, ở đktc). Phần trăm thể tích khí CO trong X là :

- A. 18,42%. **B. 28,57%.** C. 14,28%. D. 57,15%.

(Đề thi tuyển sinh đại học khối B năm 2011)

Hướng dẫn giải

Sơ đồ phản ứng :



Căn cứ vào sơ đồ phản ứng ta thấy : Chất khử là C, chất oxi hóa là HNO₃; sản phẩm khử của HNO₃ là NO.

Trong quá trình phản ứng này, số oxi hóa của C tăng từ 0 lên +4; số oxi hóa của N giảm từ +5 về +2.

Theo giả thiết, bảo toàn electron, bảo toàn nguyên tố C, ta có :

$$\begin{cases} n_{\text{CO}_2} + n_{\text{CO}} + n_{\text{H}_2} = 0,7 \\ 4n_{\text{C}} = 3n_{\text{NO}} = 3 \cdot \frac{8,96}{22,4} = 1,2 \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{C}} = 0,3 \\ n_{\text{CO}_2} + n_{\text{CO}} + n_{\text{H}_2} = 0,7 \Rightarrow n_{\text{H}_2} = 0,4 \\ n_{\text{CO}_2} + n_{\text{CO}} = 0,3 (*) \end{cases} \\ n_{\text{CO}_2} + n_{\text{CO}} = n_{\text{C}} \end{cases}$$

Dễ thấy O trong CO và CO₂ là O của H₂O; H₂ sinh ra là H của nước.

Áp dụng bảo toàn nguyên tố H, O, ta có :

$$\begin{cases} n_{\text{H}_2\text{O}} = n_{\text{H}_2} = 0,4 \\ n_{\text{CO}} + 2n_{\text{CO}_2} = n_{\text{H}_2\text{O}} \end{cases} \Rightarrow n_{\text{CO}} + 2n_{\text{CO}_2} = 0,4 (**).$$

Giải hệ phương trình (*) và (**) ta có $n_{\text{CO}_2} = 0,1 \text{ mol}$; $n_{\text{CO}} = 0,2 \text{ mol}$.

$$\text{Suy ra } \%V_{\text{CO}} = \frac{0,2}{0,7} \cdot 100\% = \boxed{28,57\%}$$

Từ kết quả trên ta thấy : Trong phản ứng khử C bằng hơi nước, ta có : $n_{\text{H}_2} = n_{\text{CO}} + 2n_{\text{CO}_2}$

Ví dụ 19: Cho m gam hỗn hợp X gồm Fe, Cu vào cốc chứa dung dịch H_2SO_4 loãng, dư thu được V lít khí H_2 . Thêm tiếp NaNO_3 (dư) vào cốc đến khi phản ứng xảy ra hoàn toàn thấy thoát ra 1,5V lít khí NO duy nhất bay ra. Thể tích khí đo ở cùng điều kiện. Tính % khối lượng Cu trong hỗn hợp X ?

A. 66,67%.

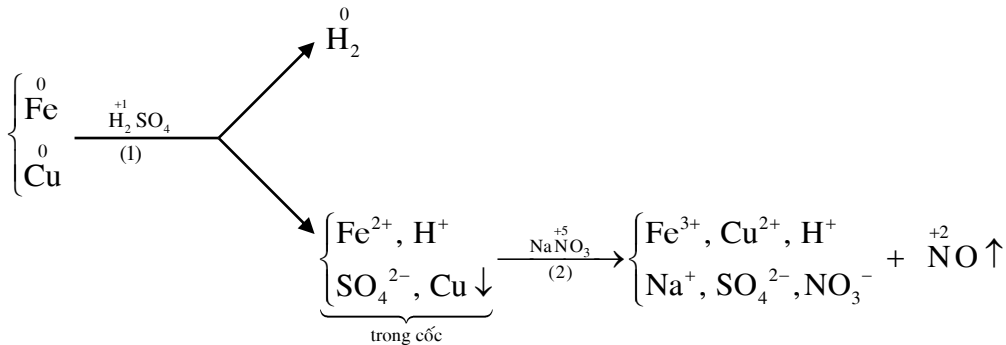
B. 53,33%.

C. 64,0%.

D. 33,33%.

Hướng dẫn giải

Sơ đồ phản ứng :



Đơn giản cho việc tính toán ta coi V lít H_2 ứng với 1 mol H_2 . Suy ra 1,5V lít NO ứng với 1,5 mol NO.

Trong phản ứng (1), Fe là chất khử và H^+ là chất oxi hóa. Trong phản ứng (2), Cu, Fe^{2+} là chất khử, NO_3^- trong môi trường H^+ là chất oxi hóa.

Áp dụng bảo toàn electron cho phản ứng (1) và (2), ta có :

$$\begin{cases} 2n_{\text{Fe}} = 2n_{\text{H}_2} = 2 \cdot 1 \\ 2n_{\text{Cu}} + n_{\text{Fe}^{2+}} = 3n_{\text{NO}} = 3 \cdot 1,5 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{Fe}} = 1 \\ n_{\text{Cu}} = 1,75 \end{cases} \Rightarrow \% \text{Cu} = \frac{1,75 \cdot 64}{1,56 + 1,75 \cdot 64} \cdot 100 = \boxed{66,67\%}$$

Ví dụ 20: Nung hỗn hợp bột gồm Al và Fe_2O_3 (trong điều kiện không có oxi), thu được hỗn hợp chất rắn X. Chia X thành 2 phần bằng nhau:

- Cho phần 1 vào dung dịch HCl (dư) thu được 7,84 lít khí H_2 (đktc);
- Cho phần 2 vào dung dịch NaOH (dư) thu được 3,36 lít khí H_2 (đktc).

Biết rằng các phản ứng đều xảy ra hoàn toàn. Phần trăm khối lượng của Fe trong X là

A. 42,32%.

B. 46,47%.

C. 66,39%.

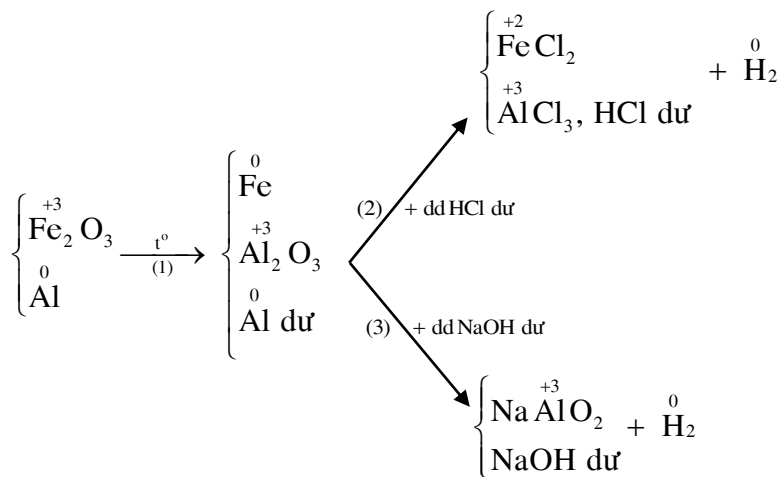
D. 33,61%.

(Đề thi tuyển sinh Cao đẳng năm 2012)

Hướng dẫn giải

Cho chất rắn X tác dụng với dung dịch NaOH thấy giải phóng khí H_2 , chứng tỏ trong X có Al dư. Vì phản ứng xảy ra hoàn toàn nên suy ra Fe_2O_3 đã phản ứng hết; X gồm Al dư, Fe và Al_2O_3 .

Sơ đồ phản ứng :



Ở hướng phản ứng (1), (2) : Al là chất khử; chất oxi hóa là Fe_2O_3 và HCl; sản phẩm khử của HCl là H_2 . Ở hướng phản ứng này, số oxi hóa của sắt thay đổi từ +3 về +2; số oxi hóa của nhôm thay đổi từ 0 lên +3; số oxi hóa của H thay đổi từ +1 về 0.

Ở hướng phản ứng (1), (3) : Al là chất khử; chất oxi hóa là Fe_2O_3 và H_2O trong dung dịch NaOH; sản phẩm khử của H_2O là H_2 . Ở hướng phản ứng này, số oxi hóa của sắt thay đổi từ +3 về 0; số oxi hóa của nhôm thay đổi từ 0 lên +3; số oxi hóa của H thay đổi từ +1 về 0.

Áp dụng bảo toàn electron cho phản ứng (1) + (2) và (1) + (3), ta có :

$$\begin{cases} 3n_{\text{Al}} = 2n_{\text{Fe}_2\text{O}_3} + 2n_{\text{H}_2} \\ 3n_{\text{Al}} = 6n_{\text{Fe}_2\text{O}_3} + 2n_{\text{H}_2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 3n_{\text{Al}} - 2n_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 0,7 \\ 3n_{\text{Al}} - 6n_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 0,3 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{Al}} = 0,3 \\ n_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 0,1 \end{cases}$$

Theo bảo toàn khối lượng và bảo toàn nguyên tố Fe, ta có :

$$\begin{cases} m_X = m_{(\text{Al}, \text{Fe}_2\text{O}_3) \text{ ban đầu}} = 0,3 \cdot 27 + 0,1 \cdot 160 = 24,1 \text{ gam} \\ n_{\text{Fe trong X}} = 2n_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 2 \cdot 0,1 = 0,2 \text{ mol} \end{cases}$$

Vậy phần trăm khối lượng của Fe trong hỗn hợp X là :

$$\%m_{\text{Fe trong X}} = \frac{0,2 \cdot 56}{24,1} \cdot 100\% = \boxed{46,47\%}$$

2. Dạng 2 : Xác định chất khử, sản phẩm khử

Phương pháp giải

Để xác định chất khử, sản phẩm khử trong phản ứng ta làm như sau :

- Đối với việc tìm chất khử là kim loại : Dựa vào giả thiết và áp dụng bảo toàn electron để lập các phương trình toán học, từ đó suy ra biểu thức liên quan giữa **nguyên tử khối của kim loại (M)** và **số oxi hóa của nó (n)**. Thử với n bằng 1, 2, 3 suy ra giá trị M phù hợp.

- Đối với việc xác định sản phẩm khử (NO , N_2 , SO_2 , H_2S ,...) hoặc các chất khử khác (FeO , Fe_3O_4 ,...): Ta tính xem quá trình khử hoặc quá trình oxi hóa đã trao đổi **bao nhiêu electron**, từ đó ta suy ra công thức của sản phẩm khử hoặc chất khử.

► Các ví dụ minh họa ◀

Ví dụ 1: Khi cho 9,6 gam Mg tác dụng hết với dung dịch H_2SO_4 đậm đặc, thấy có 49 gam H_2SO_4 tham gia phản ứng, tạo muối MgSO_4 , H_2O và sản phẩm khử X. X là :

A. SO_2 .

B. S.

C. H_2S .

D. SO_2 , H_2S .

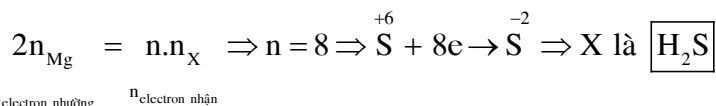
Hướng dẫn giải

Từ bản chất phản ứng ta thấy : X có thể là S hoặc H₂S hoặc SO₂.

Theo giả thiết và bảo toàn nguyên tố Mg và S, ta có :

$$\begin{cases} n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0,5 \\ n_{\text{MgSO}_4} = n_{\text{Mg}} = 0,4 \Rightarrow n_X = 0,1 \text{ mol.} \\ n_X = n_{\text{H}_2\text{SO}_4} - n_{\text{MgSO}_4} \end{cases}$$

Giả sử số electron mà S⁺⁶ đã nhận vào để tạo ra sản phẩm X là n, ta có :



Ví dụ 2: Hoà tan 5,95 gam hỗn hợp Al, Zn có tỉ lệ mol tương ứng 2 : 1 bằng dung dịch HNO₃ loãng dư thu được 0,896 lít khí X là sản phẩm khử duy nhất ở đktc. X là :

- A. NO. **B. N₂.** C. N₂O. D. NO₂.

Hướng dẫn giải

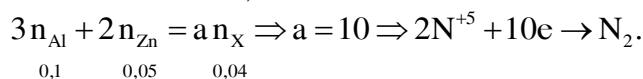
Theo giả thiết, ta có :

$$\begin{cases} 27n_{\text{Al}} + 65n_{\text{Zn}} = 5,95 \\ n_{\text{Al}} : n_{\text{Zn}} = 2 : 1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{Zn}} = 0,05 \\ n_{\text{Al}} = 0,1 \end{cases}$$

$$n_X = \frac{0,896}{22,4} = 0,04 \text{ mol.}$$

Gọi a là số electron N⁺⁵ nhận để tạo ra 1 phân tử khí X.

Theo bảo toàn electron, ta có :



Vậy khí X là $\boxed{\text{N}_2}$.

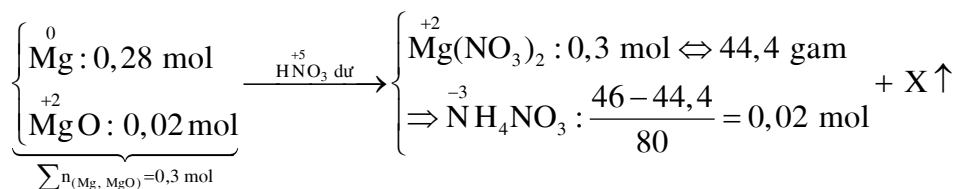
Ví dụ 3: Cho hỗn hợp gồm 6,72 gam Mg và 0,8 gam MgO tác dụng hết với lượng dư dung dịch HNO₃. Sau khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn, thu được 0,896 lít một khí X (đktc) và dung dịch Y. Làm bay hơi dung dịch Y thu được 46 gam muối khan. Khí X là :

- A. NO. B. N₂O. C. NO. **D. N₂.**

(Đề thi tuyển sinh Cao đẳng năm 2010)

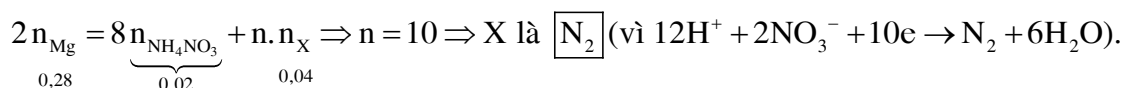
Hướng dẫn giải

Sơ đồ phản ứng :



Gọi n là số electron trao đổi để tạo ra X.

Áp dụng bảo toàn electron, ta có :



Ví dụ 4: Oxi hóa hoàn toàn m gam kim loại X cần vừa đủ 0,25m gam khí O₂. X là kim loại nào sau đây ?

A. Al.

B. Fe.

C. Cu.

D. Ca.

(Đề thi tuyển sinh Cao đẳng năm 2012)

Hướng dẫn giải

Gọi n là số electron mà kim loại X nhường trong phản ứng với O₂.

Áp dụng bảo toàn electron, ta có :

$$\frac{m}{X} \cdot n = \frac{0,25m}{32} \cdot 4 \Rightarrow \frac{X}{n} = 32 \Rightarrow \begin{cases} n = 2 \\ X = 64 \end{cases}$$

mol electron X nhường mol electron O₂ nhận

Vậy X là Cu

Ví dụ 5: Cho 0,01 mol một hợp chất của sắt (hợp chất X) tác dụng hết với H₂SO₄ đặc nóng (dư), chỉ thoát ra 0,112 lít (ở đktc) khí SO₂ (là sản phẩm khử duy nhất). Công thức của hợp chất sắt đó là:

A. FeCO₃.

B. Fe₃O₄.

C. FeO.

D. FeO hoặc Fe₃O₄.

Hướng dẫn giải

Gọi n là số electron mà hợp chất sắt nhường.

Theo giả thiết và bảo toàn electron, ta có :

$$\begin{cases} n_{\text{electron nhận}} = 2n_{\text{SO}_2} = 0,01 \\ n_{\text{electron nhường}} = 0,01n \end{cases} \Rightarrow 0,01n = 0,01 \Rightarrow n = 1.$$

Có ba hợp chất là FeO, Fe₃O₄ và FeCO₃ có thể nhường 1 electron trong phản ứng, nhưng FeCO₃ còn cho ra khí CO₂. Nên X có thể là FeO hoặc Fe₃O₄

Ví dụ 6: Hoà tan 82,8 gam kim loại M trong dung dịch HNO₃ loãng thu được 16,8 lít hỗn hợp khí X (đktc) gồm 2 khí không màu không hoá nâu trong không khí. Tỉ khối hơi của X so với H₂ là 17,2. Kim loại M là (Biết phản ứng không tạo ra NH₄NO₃) :

A. Mg.

B. Ag.

C. Cu.

D. Al.

Hướng dẫn giải

Theo giả thiết ta suy ra hai khí là N₂ và N₂O.

$$\text{Ta có : } \begin{cases} \frac{28n_{\text{N}_2} + 44n_{\text{N}_2\text{O}}}{n_{\text{N}_2} + n_{\text{N}_2\text{O}}} = 17,2 \cdot 2 \\ n_{\text{N}_2} + n_{\text{N}_2\text{O}} = 0,75 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{N}_2} = 0,45 \\ n_{\text{N}_2\text{O}} = 0,3 \end{cases}$$

Gọi n là số electron mà kim loại M nhường trong phản ứng.

Áp dụng bảo toàn electron, ta có :

$$n \cdot n_M = 8n_{\text{N}_2\text{O}} + 10n_{\text{N}_2} \Rightarrow n \cdot \frac{82,8}{M} = 8 \cdot 0,3 + 10 \cdot 0,45 \Rightarrow M = 12n \Rightarrow \begin{cases} n = 2 \\ M = 24 \end{cases}$$

Vậy M là Mg

Ví dụ 7: Hòa tan hoàn toàn 1,805 gam hỗn hợp gồm Fe và kim loại X vào bình dung dịch HCl, thu được 1,064 lít khí H₂. Mặt khác, hòa tan hoàn toàn 1,805 gam hỗn hợp trên bình dung dịch HNO₃ loãng (dư), thu được 0,896 lít khí NO (sản phẩm khử duy nhất). Biết các thể tích khí đều đo ở điều kiện tiêu chuẩn. Kim loại X là

A. Al.

B. Cr.

C. Mg.

D. Zn.

(Đề thi tuyển sinh Đại học khối A năm 2013)

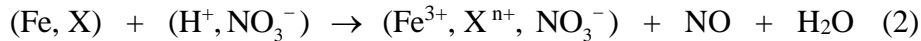
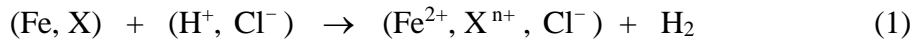
Hướng dẫn giải

Theo giả thiết :

$$n_{H_2} = \frac{1,064}{22,4} = 0,0475 \text{ mol}; n_{NO} = \frac{0,896}{22,4} = 0,04 \text{ mol.}$$

Giả sử kim loại X có hóa trị n không đổi.

Sơ đồ phản ứng :



Trong phản ứng (1), chất khử là Fe, X; chất oxi hóa là HCl; sản phẩm khử là H₂. Trong phản ứng này, Fe thay đổi số oxi hóa từ 0 lên +2; M thay đổi số oxi hóa từ 0 lên +n; H thay đổi số oxi hóa từ +1 về 0.

Trong phản ứng (2), chất khử là Fe, X; chất oxi hóa là HNO₃; sản phẩm khử là NO. Trong phản ứng này, Fe thay đổi số oxi hóa từ 0 lên +3; M thay đổi số oxi hóa từ 0 lên +n; N thay đổi số oxi hóa từ +5 về +2.

Theo giả thiết và bảo toàn electron, ta có :

$$\begin{cases} 56n_{Fe} + n.M_X = 1,805 \\ 2n_{Fe} + n.n_X = 2n_{H_2} = 2.0,0475 = 0,095 \\ 3n_{Fe} + n.n_X = 3n_{NO} = 3.0,04 = 0,12 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{Fe} = 0,025 \\ n.n_X = 0,045 \\ n.M_X = 0,405 \end{cases} \Rightarrow \frac{M_X}{n} = 9.$$

$$\Rightarrow n = 3; M_X = 27 \Rightarrow X \text{ là } \boxed{Al}$$

PS : Nếu trường hợp này ta không tìm được kết quả thì loại các phương án A, C, D và chọn B (vì B là phương án duy nhất kim loại có sự thay đổi hóa trị trong phản ứng với HCl và HNO₃).

Ví dụ 8: Hòa tan m gam hỗn hợp A gồm Fe và một kim loại M (có hóa trị không đổi) trong dung dịch HCl dư thì thu được 1,008 lít khí (đktc) và dung dịch chứa 4,575 gam muối khan. Hòa tan hết cùng lượng hỗn hợp A ở trên trong dung dịch hỗn hợp HNO₃ đặc và H₂SO₄ ở nhiệt độ thích hợp thì thu được 1,8816 lít hỗn hợp hai khí (đktc) có tỉ khối so với H₂ là 25,25. Kim loại M là :

A. Fe.

B. Mg.

C. Ca.

D. Al.

Hướng dẫn giải

Ta có : $n_{Cl^-} = n_{H^+} = 2n_{H_2} = 0,09 \text{ mol} \Rightarrow m_{(Fe, M)} = 4,575 - 0,09.35,5 = 1,38 \text{ gam.}$

Hỗn hợp hai khí chắc chắn có chứa NO₂ (vì HNO₃ là axit đặc), mặt khác khối lượng mol trung bình của hai khí là 50,5 nên khí còn lại là SO₂ (M = 64).

$$\text{Ta có : } \begin{cases} n_{NO_2} + n_{SO_2} = 0,084 \\ \frac{46n_{NO_2} + 64n_{SO_2}}{n_{NO_2} + n_{SO_2}} = 50,5 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{NO_2} = 0,063 \\ n_{SO_2} = 0,021 \end{cases}$$

Gọi n là số electron mà kim loại M nhường trong phản ứng.

Trong phản ứng của Fe, M với HCl, chất khử là Fe, M; sản phẩm khử là H₂. Trong phản ứng của Fe, M với HNO₃ đặc, H₂SO₄, chất khử là Fe, M; sản phẩm khử là NO₂ và SO₂.

Theo giả thiết và bảo toàn electron ta có :

$$\begin{cases} M.n_M + 56n_{Fe} = 1,38 \\ n.n_M + 2n_{Fe} = 2n_{H_2} \\ n.n_M + 3n_{Fe} = n_{NO_2} + 2n_{SO_2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} M.n_M + 56n_{Fe} = 1,38 \\ n.n_M + 2n_{Fe} = 0,09 \\ n.n_M + 3n_{Fe} = 0,105 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{Fe} = 0,015 \\ n.n_M = 0,06 \\ M.n_M = 0,54 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{M}{n} = 9 \Rightarrow n = 3, M = 27 \Rightarrow M \text{ là } \boxed{\text{Al}}$$

3. Dạng 3 : Xác định chất, tính lượng chất trong quá trình điện phân

Phương pháp giải

- **Bước 1** : Tính số mol electron trao đổi trong quá trình điện phân (nếu đề bài cho biết thời gian điện phân và cường độ dòng điện).

$$n_{\text{electron trao đổi}} = \frac{It}{96500}$$

Trong đó : I là cường độ dòng điện tính bằng ampe ; t là thời gian điện phân tính bằng giây.

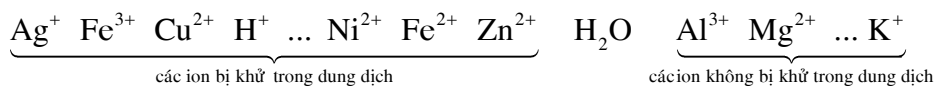
- **Bước 2** : Xác định **chính xác** thứ tự khử trên catot, thứ tự oxi hóa trên anot của các ion và H_2O (Đây là bước rất quan trọng, nếu làm sai bước này thì sẽ không tìm được kết quả của bài toán).

- **Bước 3** : Áp dụng định luật bảo toàn electron cho quá trình điện phân :

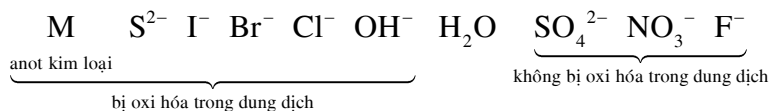
Số mol electron trao đổi = Số mol electron mà các ion dương và H_2O nhận ở catot = Số mol electron mà các ion âm và H_2O nhường ở anot.

PS :

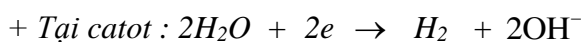
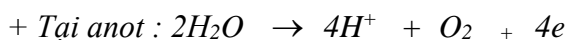
- Thứ tự khử tại catot (cực âm) xảy ra theo thứ tự ưu tiên từ **trái qua phải**



- Thứ tự oxi hóa tại anot (cực dương) xảy ra theo thứ tự ưu tiên từ **trái qua phải** :



Phản ứng điện phân nước ở trên các điện cực :



- Trong quá trình điện phân, khối lượng dung dịch giảm bằng khối lượng của các khí thoát ra và kim loại sinh ra bám vào điện cực.

► Các ví dụ minh họa ◀

Ví dụ 1: Tiến hành điện phân (với điện cực trơ) V lít dung dịch CuCl_2 0,5M. Khi dừng điện phân thu được dung dịch X và 1,68 lít khí Cl_2 (đktc) duy nhất ở anot. Toàn bộ dung dịch X tác dụng vừa đủ với 12,6 gam Fe. Giá trị của V là

A. 0,60.

B. 0,15.

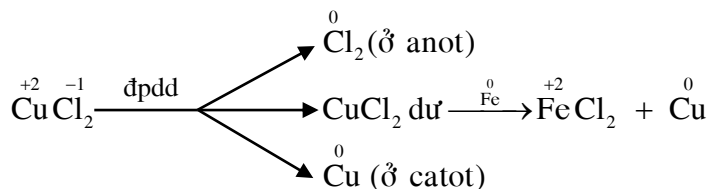
C. 0,45.

D. 0,80.

(Đề thi tuyển sinh Cao đẳng năm 2012)

Hướng dẫn giải

Sơ đồ phản ứng :



Chất oxi hóa là Cu^{2+} trong CuCl_2 , chất khử là Fe và một phần Cl^- trong CuCl_2 .

Áp dụng bảo toàn electron cho toàn bộ quá trình phản ứng, ta có :

$$2n_{\text{Fe}} + 2n_{\text{Cl}_2} = 2n_{\text{Cu}^{2+} \text{ ban đầu}} \Rightarrow n_{\text{Cu}^{2+} \text{ ban đầu}} = 0,3 \Rightarrow V_{\text{dd CuCl}_2} = \frac{0,3}{0,5} = \boxed{0,6 \text{ lít}}$$

Ví dụ 2: Điện phân dung dịch hỗn hợp gồm 0,1 mol FeCl_3 , 0,2 mol CuCl_2 và 0,1 mol HCl (điện cực trơ). Khi ở catot bắt đầu thoát khí thì ở anot thu được V lít khí (đktc). Biết hiệu suất của quá trình điện phân là 100%. Giá trị của V là :

A. 5,60.

B. 11,20.

C. 22,40.

D. 4,48.

(Đề thi tuyển sinh đại học khối B năm 2012)

Hướng dẫn giải

Thứ tự khử ở catot : $\text{Fe}^{3+} > \text{Cu}^{2+} > \text{H}^+ > \text{Fe}^{2+}$.

Khi ở catot bắt đầu thoát khí tức là H^+ vừa bắt đầu bị khử (không đáng kể), khi đó Fe^{3+} đã bị khử hết thành Fe^{2+} và Cu^{2+} vừa bị khử hết thành Cu.

Ở anot chỉ có sự oxi hóa Cl^- tạo ra khí Cl_2 .

Áp dụng bảo toàn electron, ta có :

$$\underbrace{n_{\text{Fe}^{3+}} + 2n_{\text{Cu}^{2+}}}_{\text{số mol e nhận ở catot}} = \underbrace{2n_{\text{Cl}_2}}_{\text{số mol e nhường ở anot}} \Rightarrow n_{\text{Cl}_2} = 0,25 \text{ mol} \Rightarrow V_{\text{Cl}_2} = 0,25.22,4 = \boxed{5,6 \text{ lít}}$$

Ví dụ 3: Điện phân dung dịch chứa 12 gam $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ và 6,75 gam CuCl_2 với điện cực trơ, dòng điện $I = 1,34 \text{ A}$ trong thời gian 168 phút. Khối lượng kim loại bám vào catot và thể tích khí (đktc) thoát ra ở anot là

A. 5,12 gam và 2,464 lít.

B. 2,65 gam và 1,344 lít.

C. 3,2 gam và 1,344 lít.

D. 3,2 gam và 2,464 lít.

(Đề thi thử Đại học lần 8 – THPT Chuyên – Đại học Sư Phạm Hà Nội, năm 2012)

Hướng dẫn giải

• Cách trình bày thứ nhất :

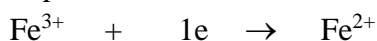
Theo giả thiết, ta có :

$$n_{\text{Fe}^{3+}} = 2n_{\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3} = 2 \cdot \frac{12}{400} = 0,06 \text{ mol}; n_{\text{Cu}^{2+}} = n_{\text{CuCl}_2} = \frac{6,75}{135} = 0,05 \text{ mol};$$

$$n_{\text{Cl}^-} = 2n_{\text{CuCl}_2} = 0,1 \text{ mol}.$$

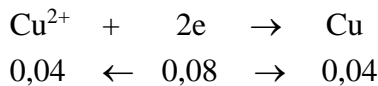
$$n_{\text{electron trao đổi}} = \frac{It}{96500} = \frac{1,34.168.60}{96500} = 0,14 \text{ mol}.$$

- Xét quá trình khử ở catot :



$$0,06 \rightarrow 0,06$$

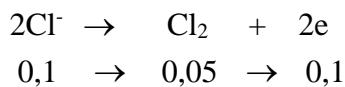
⇒ Số mol electron do Cu^{2+} nhận = $0,14 - 0,06 = 0,08$ mol



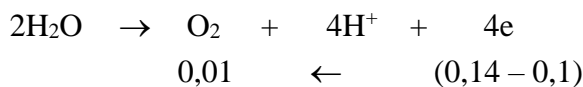
Số mol Cu^{2+} dư = $0,05 - 0,04 = 0,01$ mol, chứng tỏ Fe^{2+} chưa bị điện phân.

$m_{\text{Cu}} = 0,04.64 = 2,56$ gam.

- Xét quá trình oxi hóa ở anot



Số mol electron Cl^- nhường = $0,1 < 0,14 \Rightarrow \text{H}_2\text{O}$ bị điện phân, khí thoát ra ở anot có Cl_2 và O_2



Thể tích khí thoát ra ở anot là = $22,4(0,05 + 0,01) = 1,344$ lít.

• **Cách trình bày thứ 2 :**

Ta vẫn tính số mol của các ion như trên.

Thứ tự khử trên catot : $\text{Fe}^{3+} > \text{Cu}^{2+} > \text{Fe}^{2+}$.

Áp dụng bảo toàn electron, ta có :

$$n_{\text{Fe}^{3+}} + 2n_{\text{Cu}^{2+} \text{ phản ứng}} = n_{\text{electron trao đổi}} \Rightarrow n_{\text{Cu}^{2+} \text{ phản ứng}} = 0,04 < n_{\text{Cu}^{2+} \text{ ban đầu}} \text{ nên } \text{Fe}^{2+} \text{ chưa bị khử.}$$

Khối lượng Cu bám vào catot là : $m_{\text{Cu}} = 0,04.64 = \boxed{2,56 \text{ gam}}$

Thứ tự oxi hóa trên anot : $\text{Cl}^- > \text{H}_2\text{O}$

Áp dụng bảo toàn electron, ta có :

$$\begin{cases} n_{\text{Cl}_2} = 0,5n_{\text{Cl}^-} = 0,05 \\ 2n_{\text{Cl}_2} + 4n_{\text{O}_2} = n_{\text{electron trao đổi}} \Rightarrow n_{\text{O}_2} = 0,01 \Rightarrow V_{(\text{O}_2, \text{Cl}_2)} = 22,4.0,06 = \boxed{1,344 \text{ lít}} \end{cases}$$

Ví dụ 4: Hòa tan 13,68 gam muối MSO_4 vào nước được dung dịch X. Điện phân X (với điện cực trơ, cường độ dòng điện không đổi) trong thời gian t giây, được y gam kim loại M duy nhất ở catot và 0,035 mol khí ở anot. Còn nếu thời gian điện phân là 2t giây thì tổng số mol khí thu được ở cả hai điện cực là 0,1245 mol. Giá trị của y là :

A. 4,480.

B. 3,920.

C. 1,680.

D. 4,788.

(Đề thi tuyển sinh đại học khối A năm 2011)

Hướng dẫn giải

Điện phân X (với điện cực trơ, cường độ dòng điện không đổi) trong thời gian t giây ở catot thu được kim loại M duy nhất chứng tỏ chỉ có M^{2+} bị khử.

Áp dụng bảo toàn electron, ta có :

$$4n_{\text{O}_2} = 2n_{\text{M}^{2+}} \Rightarrow n_{\text{M}^{2+}} = 0,07 \text{ mol} \Rightarrow n_{\text{M}} = 0,07 \text{ mol.}$$

Điện phân X (với điện cực trơ, cường độ dòng điện không đổi) trong thời gian 2t giây :

$$n_{\text{O}_2} = 2.0,035 = 0,07 \text{ mol} \Rightarrow n_{\text{H}_2} = 0,0545 \text{ mol} \Rightarrow \text{M}^{2+} \text{ đã bị điện phân hết.}$$

Như vậy trong thời gian 2t giây, ở catot M^{2+} đã bị khử hết sau đó nước bị khử.

Áp dụng bảo toàn electron, ta có :

$$4n_{\text{O}_2} = 2n_{\text{M}^{2+}} + 2n_{\text{H}_2} \Rightarrow n_{\text{M}^{2+}} = 0,0855 \text{ mol} \Rightarrow n_{\text{M}} = 0,0855 \text{ mol.}$$

$$\Rightarrow M + 96 = \frac{13,68}{0,0855} = 160 \Rightarrow M = 64 \text{ (Cu)}.$$

$$\text{Vậy } y = 0,07.64 = \boxed{4,48 \text{ gam}}$$

III. Bài tập áp dụng

1. Bài tập có lời giải

• Bài tập dành cho học sinh lớp 10

Câu 1: Nung m gam bột sắt trong oxi, thu được 3 gam hỗn hợp chất rắn X. Hòa tan hết hỗn hợp X trong dung dịch HNO_3 (đư), thoát ra 0,56 lít (ở đktc) NO (là sản phẩm khử duy nhất). Giá trị của m là :

- A. 2,52. B. 2,22. C. 2,62. D. 2,32.

(Đề thi tuyển sinh đại học khối B năm 2007)

Câu 2: Hòa tan hoàn toàn 12 gam hỗn hợp Fe, Cu (tỉ lệ mol 1:1) bằng axit HNO_3 , thu được V lít (ở đktc) hỗn hợp khí X (gồm NO và NO_2) và dung dịch Y (chỉ chứa hai muối và axit dư). Tỉ khối của X đối với H_2 bằng 19. Giá trị của V là :

- A. 2,24. B. 4,48. C. 5,60. D. 3,36.

(Đề thi tuyển sinh Đại học khối A năm 2007)

Câu 3: Cho 7,84 lít hỗn hợp khí X (đktc) gồm Cl_2 và O_2 phản ứng vừa đủ với 11,1 gam hỗn hợp Y gồm Mg và Al, thu được 30,1 gam hỗn hợp Z. Phần trăm khối lượng của Al trong Y là

- A. 75,68%. B. 24,32%. C. 51,35%. D. 48,65%.

(Đề thi tuyển sinh Cao đẳng khối A và khối B năm 2013)

Câu 4: Đốt cháy hoàn toàn 7,2 gam kim loại M (có hoá trị không đổi trong hợp chất) trong hỗn hợp khí Cl_2 và O_2 . Sau phản ứng thu được 23,0 gam chất rắn và thể tích hỗn hợp khí đã phản ứng là 5,6 lít (ở đktc). Kim loại M là :

- A. Ca. B. Mg. C. Be. D. Cu.

Câu 5: Nếu cho 1 mol mỗi chất: CaOCl_2 , KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, MnO_2 lần lượt phản ứng với lượng dư dung dịch HCl đặc, chất tạo ra lượng khí Cl_2 nhiều nhất là

- A. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. B. CaOCl_2 . C. MnO_2 . D. KMnO_4 .

(Đề thi tuyển sinh Đại học khối A năm 2009)

Câu 6: Hoà tan 5,6 gam Fe bằng dung dịch H_2SO_4 loãng (đư), thu được dung dịch X. Dung dịch X phản ứng vừa đủ với V ml dung dịch KMnO_4 0,5M. Giá trị của V là :

- A. 80. B. 40. C. 20. D. 60.

(Đề thi tuyển sinh Đại học khối A năm 2007)

Câu 7: Cho 3,024 gam một kim loại M tan hết trong dung dịch HNO_3 loãng, thu được 940,8 ml khí N_xO_y (sản phẩm khử duy nhất, ở đktc) có tỉ khối hơi đối với H_2 bằng 22. Khí N_xO_y và kim loại M là:

- A. N_2O và Al. B. NO và Mg. C. NO_2 và Al. D. N_2O và Fe.

(Đề thi tuyển sinh Đại học khối A năm 2009)

Câu 8: Cho x mol Fe tan hoàn toàn trong dung dịch chứa y mol H_2SO_4 (tỉ lệ x : y = 2 : 5), thu được một sản phẩm khử duy nhất và dung dịch chỉ chứa muối sunfat. Số mol electron do lượng Fe trên nhường khi bị hoà tan là

- A. 3x. B. y. C. 2x. D. 2y.

(Đề thi tuyển sinh Đại học khối A năm 2010)

Câu 9: Hoà tan hết 9,6 gam kim loại M trong dung dịch H_2SO_4 đặc, nóng, thu được SO_2 là sản phẩm khử duy nhất. Cho toàn bộ lượng SO_2 này hấp thụ vào 0,5 lít dung dịch NaOH 0,6M, sau phản ứng đem cô cạn dung dịch được 18,9 gam chất rắn. Kim loại M đó là :

- A. Ca. B. Mg. C. Fe. D. Cu.

Câu 10: Khi cho 7,2 gam Al tác dụng hết với dung dịch H_2SO_4 đậm đặc, thấy có 49 gam H_2SO_4 tham gia phản ứng, tạo muối $Al_2(SO_4)_3$, H_2O và sản phẩm khử X. X là :

- A. SO_2 . B. S. C. H_2S . D. SO_2, H_2S .

• **Bài tập dành cho học sinh lớp 11**

Câu 11: Hoà tan hoàn toàn 1,23 gam hỗn hợp X gồm Cu và Al vào dung dịch HNO_3 đặc, nóng thu được 1,344 lít khí NO_2 (sản phẩm khử duy nhất, ở đktc) và dung dịch Y. Sục từ từ khí NH_3 (dư) vào dung dịch Y, sau khi phản ứng xảy ra hoàn toàn thu được m gam kết tủa. Phần trăm về khối lượng của Cu trong hỗn hợp X và giá trị của m lần lượt là

- A. 21,95% và 0,78. B. 78,05% và 0,78.
C. 78,05% và 2,25. D. 21,95% và 2,25.

(Đề thi tuyển sinh Đại học khối B năm 2009)

Câu 12: Hoà tan hoàn toàn 8,862 gam hỗn hợp gồm Al và Mg vào dung dịch HNO_3 loãng, thu được dung dịch X và 3,136 lít (ở 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. 15,25%. C. 10,52%. D. 12,80%.

(Đề thi tuyển sinh Cao đẳng năm 2009)

Câu 13: Cho 13,92 gam Fe_3O_4 tác dụng hoàn toàn với dung dịch HNO_3 , sau phản ứng thu được dung dịch X và 0,448 lít khí N_xO_y (sản phẩm khử duy nhất ở đktc). Khối lượng HNO_3 nguyên chất đã tham gia phản ứng là:

- A. 12,4 gam. B. 17,64 gam. C. 35,28 gam. D. 33,48 gam.

(Đề thi thử Đại học lần 5 – THPT Chuyên – Đại học Sư Phạm Hà Nội, năm học 2011 – 2012)

Câu 14: Hòa tan hoàn toàn 19,2 gam hỗn hợp X gồm Fe, FeO, Fe_2O_3 , Fe_3O_4 trong 400 ml dung dịch HNO_3 3M (dư), đun nóng, thu được dung dịch Y và V lít khí NO (là sản phẩm khử duy nhất). Để trung hòa dung dịch Y cần 100 ml NaOH 1M. Giá trị của V là :

- A. 3,36. B. 5,04. C. 5,6. D. 4,48.

Câu 15: Hòa tan hoàn toàn 12,42 gam Al bằng dung dịch HNO_3 loãng (dư), thu được dung dịch X và 1,344 lít (ở đktc) hỗn hợp khí Y gồm hai khí là N_2O và N_2 . Tỉ khối của hỗn hợp khí Y so với khí H_2 là 18. Cô cạn dung dịch X, thu được m gam chất rắn khan. Giá trị của m là:

- A. 97,98. B. 106,38. C. 38,34. D. 34,08.

(Đề thi tuyển sinh Đại học khối A năm 2009)

Câu 16: 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.

(Đề thi thử Đại học lần 1 – THPT Chuyên Hùng Vương – Phú Thọ, năm học 2011 – 2102)

Câu 17: Cho 1,82 gam hỗn hợp bột X gồm Cu và Ag (tỉ lệ số mol tương ứng 4 : 1) vào 30 ml dung dịch gồm H_2SO_4 0,5M và HNO_3 2M, sau khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn, thu được a mol khí NO (sản phẩm khử duy nhất của N^{+5}). Trộn a mol NO trên với 0,1 mol O_2 thu được hỗn hợp khí Y. Cho toàn bộ Y tác dụng với H_2O , thu được 150 ml dung dịch có pH = z. Giá trị của z là :

- A. 1. B. 3. C. 2. D. 4.

(Đề thi tuyển sinh đại học khối B năm 2011)

Câu 18: Cho 0,448 lít khí NH_3 (đktc) đi qua ống sứ đựng 16 gam CuO nung nóng, sau khi phản ứng xảy ra hoàn toàn thu được chất rắn X. Cho X vào dung dịch HNO_3 (dư) thu được V lít khí NO (là sản phẩm khử duy nhất ở đktc). Giá trị của V là

- A. 8,960. B. 0,448. C. 0,672. D. 1,344.

Câu 19: Để oxi hoá hết 10,6 gam o-xylen (1,2-đimetylbenzen) cần bao nhiêu lít dung dịch KMnO_4 0,5M trong môi trường H_2SO_4 loãng. Giả sử lượng KMnO_4 dùng dư 20% so với lượng phản ứng.

- A. 0,48 lít. B. 0,24 lít. C. 0,12 lít. D. 0,576 lít.

Câu 20: Để tác dụng vừa đủ với 1,26 gam tinh thể $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ cần vừa đủ 250 ml dung dịch KMnO_4 xM trong môi trường H_2SO_4 . Giá trị của x là :

- A. 0,1. B. 0,16. C. 0,02. D. 0,016.

(Đề thi thử Đại học lần 1 – THPT Chuyên Hùng Vương – Phú Thọ, năm học 2011 – 2012)

• Bài tập dành cho học sinh lớp 12

Câu 21: Cho hỗn hợp chứa x mol Mg và 0,2 mol Fe vào 200 ml dung dịch hỗn hợp $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 1M và CuSO_4 1M, đến phản ứng hoàn toàn thu được dung dịch A và 18,4 gam chất rắn. Giá trị của x là:

- A. 0,3. B. 0,2. C. 0,1. D. 0,4.

Câu 22: Cho 100 ml dung dịch AgNO_3 2a mol/l vào 100 ml dung dịch $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ a mol/l. Sau khi phản ứng kết thúc thu được 8,64 gam chất rắn và dung dịch X. Cho dung dịch HCl dư vào X thu được m gam kết tủa. Giá trị của m là :

- A. 17,22. B. 14,35. C. 11,48. D. 22,96.

(Đề thi tuyển sinh đại học khối A năm 2012)

Câu 23: Điện phân 150 ml dung dịch AgNO_3 1M với điện cực trơ trong t giờ, cường độ dòng điện không đổi 2,68A (hiệu suất quá trình điện phân là 100%), thu được chất rắn X, dung dịch Y và khí Z. Cho 12,6 gam Fe vào Y, sau khi các phản ứng kết thúc thu được 14,5 gam hỗn hợp kim loại và khí NO (sản phẩm khử duy nhất của N^{+5}). Giá trị của t là :

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

(Đề thi tuyển sinh đại học khối A năm 2012)

Câu 24: Hỗn hợp X gồm Na, Al và Fe (với tỉ lệ số mol giữa Na và Al tương ứng là 2 : 1). Cho X tác dụng với H_2O (dư) thu được chất rắn Y và V lít khí. Cho toàn bộ Y tác dụng với dung dịch H_2SO_4 loãng (dư) thu được 0,25V lít khí. Biết các khí đo ở cùng điều kiện, các phản ứng đều xảy ra hoàn toàn. Tỉ lệ số mol của Fe và Al trong X tương ứng là

- A. 1 : 2. B. 5 : 8. C. 5 : 16. D. 16 : 5.

(Đề thi tuyển sinh Cao đẳng năm 2012)

Câu 25: Hỗn hợp X gồm 3,92 gam Fe, 16 gam Fe_2O_3 và m gam Al. Nung X ở nhiệt độ cao trong điều kiện không có không khí, thu được hỗn hợp chất rắn Y. Chia Y thành hai phần bằng nhau. Phần một tác dụng với dung dịch H_2SO_4 loãng (dư), thu được 4a mol khí H_2 . Phần hai phản ứng với dung dịch NaOH dư, thu được a mol khí H_2 . Biết các phản ứng đều xảy ra hoàn toàn. Giá trị của m là

- A. 5,40. B. 3,51. C. 7,02. D. 4,05.

(Đề thi tuyển sinh Đại học khối A năm 2013)

Câu 26*: Hòa tan hoàn toàn hỗn hợp gồm 2,8 gam Fe và 1,6 gam Cu trong 500 ml dung dịch hỗn hợp HNO_3 0,1M và HCl 0,4M, thu được khí NO (khí duy nhất) và dung dịch X. Cho X vào dung dịch AgNO_3 dư, thu được m gam chất rắn. Biết các phản ứng đều xảy ra hoàn toàn, NO là sản phẩm khử duy nhất của N^{+5} trong các phản ứng. Giá trị của m là

- A. 29,24. B. 30,05. C. 28,70. D. 34,10.

(Đề thi tuyển sinh Đại học khối B năm 2013)

Câu 27: Hòa tan hết 6,08 gam hỗn hợp gồm Cu, Fe bằng dung dịch HNO_3 thu được dung dịch X và 1,792 lít NO (đktc). Thêm từ từ 2,88 gam bột Mg vào dung dịch X đến khi phản ứng xảy ra hoàn toàn thu được 0,448 lít NO (đktc), dung dịch Y và m gam chất rắn không tan. Giá trị của m là :

- A. 4,96 gam. B. 3,84 gam. C. 6,4 gam. D. 4,4 gam.

(Đề thi thử Đại học lần 2 – THPT Chuyên Nguyễn Huệ – Hà Nội, năm học 2010 – 2011)

Câu 28: Cho hỗn hợp gồm 1,12 gam Fe và 1,92 gam Cu vào 400 ml dung dịch chứa hỗn hợp gồm H_2SO_4 0,5M và NaNO_3 0,2M. Sau khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn, thu được dung dịch X và khí NO (sản phẩm khử duy nhất). Cho V ml dung dịch NaOH 1M vào dung dịch X thì lượng kết tủa thu được là lớn nhất. Giá trị tối thiểu của V là

- A. 240. B. 120. C. 360. D. 400.

(Đề thi tuyển sinh Đại học khối A năm 2009)

Câu 29: Đốt 16,2 gam hỗn hợp X gồm Al và Fe trong khí Cl_2 thu được hỗn hợp chất rắn Y. Cho Y vào nước dư, thu được dung dịch Z và 2,4 gam kim loại. Dung dịch Z tác dụng được với tối đa 0,21 mol KMnO_4 trong dung dịch H_2SO_4 (không tạo ra SO_2). Phần trăm khối lượng của Fe trong hỗn hợp X là :

- A. 72,91%. B. 64,00%. C. 66,67%. D. 37,33%.

(Đề thi tuyển sinh đại học khối B năm 2012)

Câu 30: Cho m gam hỗn hợp A gồm MgO , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , Fe_3O_4 , CuO và Cr_2O_3 tác dụng với dung dịch H_2SO_4 đặc nóng, dư thấy giải phóng 1,12 lít khí SO_2 (sản phẩm khử duy nhất ở đktc). Dẫn CO qua m gam hỗn hợp A, đun nóng, sau một thời gian thu được chất rắn B và hỗn hợp khí X. Dẫn X qua nước vôi trong, dư thu được 12 gam kết tủa. Hòa tan chất rắn B trong dung dịch HNO_3 dư giải phóng V lít hỗn hợp khí NO_2 và NO (đktc). Tỉ khối của hỗn hợp khí này so với H_2 là 19,44. Giá trị của V là :

- A. 4,032. B. 2,846. C. 1,66. D. 3,439.

(Thi thử đại học lần 6 – Trường THPT Chuyên – Đại học Sư Phạm Hà Nội, năm học 2011– 2012)

2. Bài tập chỉ có đáp án

Câu 31: Cho m gam bột Fe phản ứng hết với x mol Cl_2 , cũng m gam bột Fe phản ứng vừa hết với dung dịch chứa y mol HCl. Tính tỉ lệ y : x.

- A. 2 : 1. B. 4 : 3. C. 1 : 2. D. 3 : 4.

(Đề thi thử Đại học lần 1 – THPT Chuyên Hùng Vương – Phú Thọ, năm học 2011 – 2012)

Câu 32: Cho 11,2 lít hỗn hợp khí A gồm clo và oxi phản ứng vừa hết với 16,98 gam hỗn hợp B gồm magie và nhôm tạo ra 42,34 gam hỗn hợp các muối clorua và oxit hai kim loại. Thành phần % khối lượng của magie và nhôm trong hỗn hợp B là :

- A. 77,74% và 22,26%. B. 48% và 52%.
C. 43,15% và 56,85%. D. 75% và 25%.

Câu 33: Hòa tan hoàn toàn cùng một lượng Mg vào 4 cốc đựng HNO_3 . Giả thiết mỗi cốc chỉ xảy ra 1 quá trình khử N^{+5} , trong đó cốc 1 giải phóng NO, cốc 2 giải phóng NO_2 , cốc 3 giải phóng N_2 và cốc 4 giải phóng N_2O . Khí thu được ít nhất và nhiều nhất (đo ở cùng điều kiện) lần lượt là

- A. (3) và (2). B. (1) và (2). C. (4) và (2). D. (3) và (1).

Câu 34: Hỗn hợp A gồm 2 kim loại R_1 và R_2 có hóa trị x, y không đổi. Hòa tan hoàn toàn A trong dung dịch HNO_3 dư thu được 1,12 lít NO (sản phẩm khử duy nhất ở đktc). Nếu cho lượng hỗn hợp A trên tác dụng với dung dịch HNO_3 dư thu được V lít N_2 (sản phẩm khử duy nhất ở đktc). Giá trị của V là :

- A. 0,336. B. 0,224. C. 0,448. D. 0,112.

Câu 35: Cho 12 gam Cu và Fe vào dung dịch H_2SO_4 loãng dư, sau phản ứng thấy thoát ra 2,24 lít khí H_2 (đktc). Mặt khác, khi cho 12 gam hỗn hợp trên tác dụng với 300 ml dung dịch AgNO_3 1,5M đến khi phản ứng hoàn toàn, thu được m gam chất rắn. Giá trị của m là :

- A. 38,8. B. 48,6. C. 56,7. D. 43,2.

(Đề thi thử Đại học lần 3 – THPT Chuyên Khoa Học Tự Nhiên, năm học 2012 - 2013)

Câu 36: Hòa tan hoàn toàn m gam hỗn hợp 3 kim loại chưa rõ hóa trị bằng dung dịch HNO_3 thu được V lít hỗn hợp khí A (đktc) gồm NO_2 và NO (không sinh ra muối NH_4NO_3). Tỉ khối hơi của A so với H_2 bằng 18,2. Tổng số gam muối khan tạo thành theo m và V là :

- A. $m + 6,0893V$. B. $m + 3,2147V$. C. $m + 2,3147V$. D. $m + 6,1875V$.

Câu 37: Có một cốc đựng dung dịch hỗn hợp HNO_3 đặc và H_2SO_4 . Hoà tan hết 3,64 gam kim loại M vào dung dịch trong cốc thì thu được 2,1504 lít (đktc) hỗn hợp 2 khí. Sau phản ứng khối lượng các chất trong cốc giảm 1,064 gam. Kim loại M là :

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

Câu 38: Cho 10,4 gam hỗn hợp gồm Fe và C (Fe chiếm 53,846% về khối lượng) phản ứng với dung dịch HNO₃ đặc, nóng, dư tạo ra NO₂ là sản phẩm khử duy nhất. Thể tích khí (đktc) tạo thành sau phản ứng là:

A. 44,8 lít. B. 14,2 lít. C. 51,52 lít. D. 42,56 lít.

Câu 39: Cho m gam bột Fe vào 800 ml dung dịch hỗn hợp gồm Cu(NO₃)₂ 0,2M và H₂SO₄ 0,25M. Sau khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn, thu được 0,6m gam hỗn hợp bột kim loại và V lít khí NO (sản phẩm khử duy nhất, ở đktc). Giá trị của m và V lần lượt là

A. 17,8 và 4,48. B. 17,8 và 2,24. C. 10,8 và 4,48. D. 10,8 và 2,24.

(Đề thi tuyển sinh Đại học khối B năm 2009)

Câu 40: Một hỗn hợp bột gồm 2 kim loại Mg và R (R có hóa trị duy nhất) được chia thành 2 phần bằng nhau.

- Phần 1: Cho tác dụng với dung dịch HNO₃ dư thu được 1,68 lít N₂O (sản phẩm khử duy nhất ở đktc).

- Phần 2: Hòa tan trong 400 ml dung dịch HNO₃ 0,7M thu được V lít khí không màu hóa nâu trong không khí (sản phẩm khử duy nhất ở đktc). Giá trị của V là

A. 2,24. B. 1,568. C. 1,68. D. 4,48.

Câu 41: Cho 29 gam hỗn hợp gồm Al, Cu và Ag tác dụng vừa đủ với 950 ml dung dịch HNO₃ 1,5M, thu được dung dịch chứa m gam muối và 5,6 lít hỗn hợp khí X (đktc) gồm NO và N₂O. Tỉ khối của X so với H₂ là 16,4. Giá trị của m là :

A. 97,20. B. 98,20. C. 98,75. D. 91,00.

(Đề thi tuyển sinh đại học khối B năm 2012)

Câu 42: 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.

Câu 43: Cho 4,48 gam Fe phản ứng với dung dịch chứa 19,6 gam H₂SO₄ đặc nóng thu được dung dịch X và SO₂ (sản phẩm khử duy nhất ở đktc). Số gam muối chứa trong dung dịch X là

A. 22,08. B. 12,16. C. 32. D. 14,08.

(Đề thi thử Đại học lần 8 – THPT Chuyên – Đại học Sư Phạm Hà Nội, năm học 2011 – 2012)

Câu 44: Cho m gam hỗn hợp A gồm Mg, Fe, Al vào dung dịch HCl dư, sau khi kim loại tan hết thu được 6,72 lít khí (đktc). Nếu hòa tan m gam hỗn hợp A bằng lượng tối thiểu dung dịch HNO₃ 1M tạo ra khí NO (sản phẩm khử duy nhất ở đktc) thì dùng hết V ml dung dịch HNO₃ 1M. Tìm V.

A. 800. B. 700. C. 900. D. 750.

(Đề thi thử Đại học lần 1 – THPT chuyên Hùng Vương – Phú Thọ năm học 2009 – 2010)

Câu 45: Cho hỗn hợp gồm 2 gam Fe và 3 gam Cu tác dụng với dung dịch HNO₃ thu được dung dịch X và 0,448 lít NO (sản phẩm khử duy nhất ở đktc). Cô cạn dung dịch X thu được bao nhiêu gam muối khan?

A. 5,4. B. 2,6. C. 4,8. D. 6,4.

Câu 46: Cho hỗn hợp A chứa 0,15 mol Cu và 0,15 mol Fe tác dụng với HNO₃ loãng, thu được sản phẩm khử duy nhất là 0,2 mol khí không màu hóa nâu trong không khí và dung dịch B. Khối lượng muối khan thu được sau khi cô cạn dung dịch B là :

A. 64,5 gam. B. 55,2 gam. C. 45,8 gam. D. 38,6 gam.

Câu 47: Cho m gam Fe tan hết trong dung dịch HNO₃ thu được 6,72 lít NO (sản phẩm khử duy nhất ở đktc) và dung dịch X. Số mol Fe phản ứng bằng 32,5% số mol HNO₃ phản ứng. Giá trị của m và khối lượng muối khan thu được sau khi cô cạn dung dịch X là

A. 20,48 và 29,04. B. 21,84 và 29,04. C. 29,04 và 21,84. D. 21,84 và 77,64.

Câu 48*: Lấy 19,2 gam Cu và m gam Fe(NO₃)₂ cho vào 2 lít dung dịch H₂SO₄ loãng aM khuấy đều thấy tạo ra sản phẩm khử NO duy nhất và dung dịch X chỉ chứa 2 muối. Xác định m và a ?

A. 18 gam và 0,2 M. B. 18 gam và 0,2M hoặc 21,6 gam và 0,24M.
C. 21,6 gam và 0,24M. D. 18 gam và 0,24M hoặc 27 gam và 0,28M.

Câu 49: Cho x mol Al và y mol Zn vào dung dịch chứa z mol muối Fe^{2+} và t mol muối Cu^{2+} . Biết $2t < 3x$, các phản ứng xảy ra hoàn toàn. Tìm điều kiện của y theo x, t, z để dung dịch sau phản ứng chứa 3 muối.

- A. $2y < 2t + 2z - 3x$. B. $2y > 2t + 2z - 3x$.
C. $2y \leq 2t + 2z - 3x$. D. $2y = 2t + 2z - 3x$.

Câu 50: Cho a mol Al vào dung dịch chứa b mol Fe^{2+} và c mol Cu^{2+} . Kết thúc phản ứng thu được dung dịch chứa 2 loại ion kim loại. Kết luận nào sau đây là đúng?

- A. $\frac{2c}{3} \leq a < \frac{2(b+c)}{3}$. B. $\frac{2b}{3} \leq a \leq \frac{2(b+c)}{3}$. C. $\frac{2b}{3} \leq a < \frac{2(b+c)}{3}$. D. $\frac{2c}{3} \leq a \leq \frac{2(b+c)}{3}$.

(Đề thi thử Đại học lần 2 – Trường THPT Quỳnh Lưu – Nghệ An năm học 2012 – 2013)

Câu 51*: Cho a gam bột Al vào dung dịch chứa 0,1 mol AgNO_3 ; 0,15 mol $\text{Cu(NO}_3)_2$ và 0,2 mol $\text{Fe(NO}_3)_3$ thu được dung dịch X và kết tủa Y. Hãy lựa chọn giá trị của a để kết tủa Y thu được chứa 3 kim loại.

- A. $a \geq 3,6$ gam. B. $2,7$ gam $< a < 5,4$ gam.
C. $3,6$ gam $< a \leq 9$ gam. D. $5,4$ gam $< a \leq 9$ gam.

Câu 52: Nhiệt phân 50,56 gam KMnO_4 sau một thời gian thu được 46,72 gam chất rắn. Cho toàn bộ lượng khí sinh ra phản ứng hết với hỗn hợp X gồm Mg, Fe thu được hỗn hợp Y nặng 13,04 gam. Hòa tan hoàn toàn hỗn hợp Y trong dung dịch H_2SO_4 đặc, nóng dư thu được 1,344 lít SO_2 (đktc). Thành phần phần trăm khối lượng Mg trong X là

- A. 52,17%. B. 46,15%. C. 28,15%. D. 39,13%.

Câu 53: Cho m gam Fe vào dung dịch chứa đồng thời H_2SO_4 và HNO_3 thu được dung dịch X và 4,48 lít NO (duy nhất). Thêm tiếp H_2SO_4 vào X thì lại thu được thêm 1,792 lít khí NO duy nhất nữa và dung dịch Y. Dung dịch Y hoà tan vừa hết 8,32 gam Cu không có khí bay ra (các khí đo ở đktc). Khối lượng của Fe đã cho vào là :

- A. 11,2 gam. B. 16,24 gam. C. 16,8 gam. D. 9,6 gam.

Câu 54: Cho 2,8 gam Fe tác dụng hoàn toàn với V lít dung dịch HNO_3 0,5M thu được dung dịch X và NO (sản phẩm khử duy nhất ở đktc). Dung dịch X tác dụng vừa đủ với dung dịch chứa 0,03 mol AgNO_3 . Giá trị của V là :

- A. 0,32. B. 10,08. C. 6,72. D. 0,25.

Câu 55: Hòa tan hoàn toàn 5,6 gam Fe vào 500 ml dung dịch HNO_3 thì thu được 2,24 lít khí NO (sản phẩm khử duy nhất ở đktc). Dung dịch thu được hòa tan tối đa 5,12 gam Cu. Nồng độ mol/l của dung dịch HNO_3 ban đầu là

- A. 1,226. B. 0,69. C. 0,96. D. 0,8.

(Đề thi thử Đại học lần 1 – THPT chuyên Hùng Vương – Phú Thọ năm học 2013)

Câu 56: Sau khi đun nóng 23,7 gam KMnO_4 thu được 22,74 gam hỗn hợp chất rắn. Cho hỗn hợp chất rắn trên tác dụng hoàn toàn với dung dịch axit HCl 36,5% ($d = 1,18$ g/ml) đun nóng. Thể tích khí Cl_2 (đktc) thu được là :

- A. 2,24. B. 4,48 C. 7,056. D. 3,36.

Câu 57: Cho m gam hỗn hợp Cu và Fe_2O_3 trong dung dịch H_2SO_4 loãng dư thu được dung dịch X và 0,328m gam chất rắn không tan. Dung dịch X làm mất màu vừa hết 48 ml dung dịch KMnO_4 1M. m có giá trị là :

- A. 40 gam. B. 43,2 gam. C. 56 gam. D. 27,208 gam.

Câu 58: Cho 0,5 mol sắt phản ứng hết với dung dịch có a mol AgNO_3 sau khi phản ứng kết thúc được dung dịch X. Biết X phản ứng vừa đủ với dung dịch chứa 0,15 mol Br_2 . Giá trị của a là :

- A. 1,5. B. 1,05. C. 1,2. D. 1,3.

(Đề thi thử Đại học lần 1 – THPT Chuyên Hùng Vương – Phú Thọ, năm học 2011 – 2012)

Câu 59*: Cho 8,3 gam hỗn hợp Al, Fe vào 600 ml dung dịch HCl 1M, thu được dung dịch X và thu được 5,6 lít khí (đktc). Cho dung dịch X tác dụng vừa hết với 500 ml dung dịch KMnO_4 x mol/lít trong H_2SO_4 . Giá trị của x là :

- A. 0,28M. B. 0,24M. C. 0,48M. D. 0,04M.

Câu 60: Nung nóng m gam hỗn hợp Al và Fe₂O₃ (trong môi trường không có không khí) đến khi phản ứng xảy ra hoàn toàn, thu được hỗn hợp rắn Y. Chia Y thành hai phần bằng nhau :

- Phần 1 tác dụng với dung dịch H₂SO₄ loãng (dư), sinh ra 3,08 lít khí H₂ (ở đktc);
- Phần 2 tác dụng với dung dịch NaOH (dư), sinh ra 0,84 lít khí H₂ (ở đktc). Giá trị của m là :

A. 22,75. **B. 29,4.** **C. 29,43.** **D. 21,40.**

(Đề thi tuyển sinh Đại học khối A năm 2008)

Câu 61*: Thổi khí CO đi qua ống sứ đựng m gam Fe₂O₃ nung nóng. Sau phản ứng thu được m₁ gam chất rắn Y gồm 4 chất. Hoà tan hết chất rắn Y bằng dung dịch HNO₃ dư thu được 0,448 lít khí NO (sản phẩm khử duy nhất, đo ở điều kiện chuẩn) và dung dịch Z. Cô cạn dung dịch Z thu được (m₁ + 16,68) gam muối khan. Giá trị của m là :

A. 8,0 gam. **B. 16,0 gam.** **C. 12,0 gam.** **D. 4 gam.**

Câu 62: Trộn 21,6 gam bột Al với m gam hỗn hợp X (gồm FeO, Fe₂O₃ và Fe₃O₄) được hỗn hợp Y. Nung Y ở nhiệt độ cao trong điều kiện không có không khí đến khi phản ứng hoàn toàn thu được hỗn hợp chất rắn Z. Cho Z tác dụng với dung dịch NaOH dư thu được 6,72 lít khí. Nếu cho Z tác dụng với dung dịch HNO₃ loãng, dư thì thu được 19,04 lít NO (sản phẩm khử duy nhất). Biết các thể tích khí đo ở đktc. Giá trị của m là:

A. 58,6. **B. 50,8.** **C. 46,0.** **D. 62,0.**

(Đề thi thử Đại học lần 5 – THPT Chuyên – Đại học Sư Phạm Hà Nội, năm học 2011 – 2012)

Câu 63: Có hỗn hợp X gồm nhôm và một oxit sắt. Nung nóng hỗn hợp X trong điều kiện không có không khí đến khi phản ứng xảy ra hoàn toàn, thu được 96,6 gam chất rắn Y. Hoà tan 96,6 gam chất rắn Y trong NaOH dư thu được 6,72 lít khí (đktc) và còn lại một phần không tan A. Hoà tan hoàn toàn A trong H₂SO₄ đặc nóng được 30,24 lít (đktc) khí B. Công thức của sắt oxit là :

A. Fe₂O₃. **B. FeO.** **C. Fe₃O₄.** **D. FeO hoặc Fe₃O₄.**

Câu 64*: Khử hoàn toàn m gam oxit M_xO_y cần vừa đủ 17,92 lít khí CO (đktc), thu được a gam kim loại M. Hòa tan hết a gam M bằng dung dịch H₂SO₄ đặc nóng (dư), thu được 20,16 lít khí SO₂ (sản phẩm khử duy nhất, ở đktc). Oxit M_xO_y là

A. Cr₂O₃. **B. Fe₃O₄.** **C. FeO.** **D. CrO.**

(Đề thi tuyển sinh Đại học khối B năm 2010)

Câu 65: Điện phân (điện cực trơ) 100 ml dung dịch CuSO₄ 0,2M và AgNO₃ 0,1M với cường độ dòng điện I = 3,86 A. Tính thời gian điện phân để thu được 1,72 gam kim loại bám vào catot.

A. 500 giây. **B. 1000 giây.** **C. 250 giây.** **D. 750 giây.**

Câu 66: Dung dịch X có a mol AgNO₃, b mol Cu(NO₃)₂. Điện phân dung dịch (với điện cực trơ) đến khi khí thoát ra ở hai điện cực bằng nhau và bằng V lít (đktc). Giá trị của V theo a, b là (hiệu suất điện phân 100%) là

A. 11,2(2a + b). **B. 22,4(a + 2b).** **C. 11,2(a + 2b).** **D. 22,4(2a + b).**

Câu 67: Hòa tan m gam CuSO₄ vào H₂O thu được dung dịch X. Điện phân dung dịch X với điện cực trơ, nhận thấy: Sau t giây thu được 0,014 mol khí ở anot, chưa có khí ở catot. Sau 2t giây thu được 0,048 mol khí ở cả hai điện cực. Giá trị của m là

A. 5,76. **B. 6,4.** **C. 4,8.** **D. 7,2.**

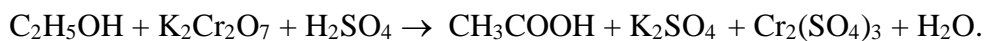
Câu 68: Điện phân 2 lít dung dịch hỗn hợp gồm NaCl và CuSO₄ đến khi H₂O bị điện phân ở hai cực thì dừng lại, tại catot thu 1,28 gam kim loại và anot thu 0,336 lít khí (đktc). Coi thể tích dung dịch không đổi thì pH của dung dịch thu được là :

A. 3. **B. 2.** **C. 12.** **D. 13.**

Câu 69: Tiến hành điện phân 500 ml dung dịch Cu(NO₃)₂ 0,1M (điện cực trơ) với cường độ dòng điện 19,3A, sau thời gian 400 giây ngắt dòng điện để yên bình điện phân để phản ứng xảy ra hoàn toàn (tạo khí NO là sản phẩm khử duy nhất) thu được dung dịch X. Khối lượng dung dịch X giảm bao nhiêu gam so với dung dịch ban đầu?

A. 1,88. **B. 1,28.** **C. 3,8.** **D. 1,24.**

Câu 70: Khi chuẩn độ 25,0 gam huyết tương máu của một người lái xe có uống rượu, cần dùng 20 ml dung dịch $K_2Cr_2O_7$ 0,010M. Xác định % về khối lượng C_2H_5OH có trong máu của người lái xe đó. Cho biết phương trình phản ứng là :



A. 0,0552%.

B. 0,046%.

C. 0,092%.

D. 0,138%.

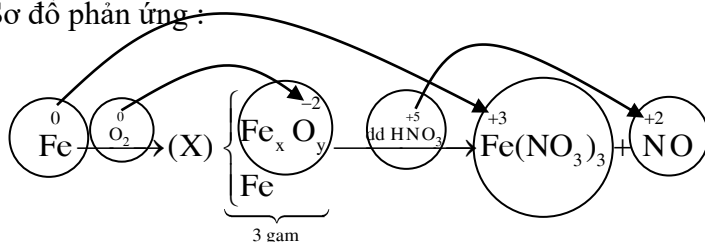
Phân tích và hướng dẫn giải

1A	2C	3B	4B	5A	6B	7A	8B	9D	10C
11B	12D	13C	14D	15B	16D	17A	18B	19D	20D
21A	22C	23C	24B	25C	26B	27D	28C	29C	30A
31B	32A	33A	34A	35B	36A	37D	38C	39B	40B
41B	42B	43D	44A	45A	46B	47D	48B	49A	50A
51D	52D	53B	54A	55C	56C	57A	58C	59A	60A
61A	62B	63C	64B	65D	66C	67A	68B	69A	70A

Câu 1:

Hỗn hợp X có thể gồm các oxit sắt (Fe_xO_y) và sắt dư.

Sơ đồ phản ứng:



Dựa vào sự thay đổi số oxi hóa ta thấy : Chất khử là Fe; chất oxi hóa là O₂ và HNO₃; sản phẩm khử của HNO₃ là NO. Sau phản ứng, số oxi hóa của Fe là +3, của O là -2, của N là +2.

Theo bảo toàn khối lượng và bảo toàn electron, ta có :

$$\begin{cases} 56n_{\text{Fe}} + 32n_{\text{O}_2} = m_X \\ 3n_{\text{Fe}} = 4n_{\text{O}_2} + 3n_{\text{NO}} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 56n_{\text{Fe}} + 32n_{\text{O}_2} = 3 \\ 3n_{\text{Fe}} - 4n_{\text{O}_2} = 0,075 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{Fe}} = 0,045 \\ n_{\text{O}_2} = 0,015 \end{cases}$$

Vậy khối lượng của sắt là : $m_{\text{Fe}} = 0,045 \cdot 56 = \boxed{2,52 \text{ gam}}$

Câu 2:

Theo giả thiết, ta có :

$$\begin{cases} 56n_{\text{Fe}} + 64n_{\text{Cu}} = 12 \\ n_{\text{Fe}} = n_{\text{Cu}} \end{cases} \Rightarrow n_{\text{Fe}} = n_{\text{Cu}} = 0,1 \text{ mol.}$$

Trong phản ứng của Fe, Cu với dung dịch HNO₃, chất khử là Fe, Cu; chất oxi hóa là N⁺⁵ trong HNO₃; sản phẩm khử là NO, NO₂.

Bản chất phản ứng là : Fe⁰, Cu⁰ bị oxi hóa lên Fe⁺³, Cu⁺²; N⁺⁵ bị khử về N⁺² trong NO và N⁺⁴ trong NO₂.

Theo giả thiết và bảo toàn electron, ta có :

$$\begin{cases} \overline{M}_{(\text{NO}, \text{NO}_2)} = \frac{30n_{\text{NO}} + 46n_{\text{NO}_2}}{n_{\text{NO}} + n_{\text{NO}_2}} = 19,2 \\ 3n_{\text{Fe}} + 2n_{\text{Cu}} = 3n_{\text{NO}} + n_{\text{NO}_2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 8n_{\text{NO}} - 8n_{\text{NO}_2} = 0 \\ 3n_{\text{NO}} + n_{\text{NO}_2} = 0,5 \end{cases}$$

$$\Rightarrow n_{\text{NO}} = n_{\text{NO}_2} = 0,125 \text{ mol} \Rightarrow V_{(\text{NO}, \text{NO}_2)} = 0,125 \cdot 2 \cdot 22,4 = \boxed{5,6 \text{ lít}}$$

Câu 3:

Bản chất phản ứng của Cl₂, O₂ với Mg, Al là phản ứng oxi hóa – khử. Chất khử là Al, Mg; chất oxi hóa là Cl₂ và O₂.

Theo giả thiết và bảo toàn khối lượng, ta có :

$$\begin{cases} n_{\text{Cl}_2} + n_{\text{O}_2} = \frac{7,84}{22,4} = 0,35 \\ 71n_{\text{Cl}_2} + 32n_{\text{O}_2} = m_Z - \underbrace{m_{(\text{Al}, \text{Mg})}}_{11,1} = 19 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{Cl}_2} = 0,2 \\ n_{\text{O}_2} = 0,15 \end{cases}$$

Theo giả thiết và bảo toàn electron, ta có :

$$\begin{cases} 24n_{\text{Mg}} + 27n_{\text{Al}} = 11,1 \\ 2n_{\text{Mg}} + 3n_{\text{Al}} = 2n_{\text{Cl}_2} + 4n_{\text{O}_2} = 1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{Mg}} = 0,35 \\ n_{\text{Al}} = 0,1 \end{cases}$$

$$\text{Suy ra } \%m_{\text{Al trong Y}} = \frac{0,1 \cdot 27}{11,1} \cdot 100\% = \boxed{24,32\%}$$

Câu 4:

Theo giả thiết và bảo toàn khối lượng, ta có :

$$\begin{cases} n_{\text{O}_2} + n_{\text{Cl}_2} = \frac{5,6}{22,4} = 0,25 \\ 32n_{\text{O}_2} + \underbrace{71n_{\text{Cl}_2}}_{m_{\text{Cl}_2}} + 7,2 = 23 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{O}_2} + n_{\text{Cl}_2} = 0,25 \\ 32n_{\text{O}_2} + 71n_{\text{Cl}_2} = 15,8 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{O}_2} = 0,05 \\ n_{\text{Cl}_2} = 0,2 \end{cases}$$

Theo bảo toàn electron, ta có :

$$n \cdot \frac{7,2}{M} = 4n_{O_2} + 2n_{Cl_2} \Rightarrow \frac{M}{n} = 12 \Rightarrow \begin{cases} n = 2 \\ M = 24 \end{cases}$$

Vậy M là \boxed{Mg}

Câu 5:

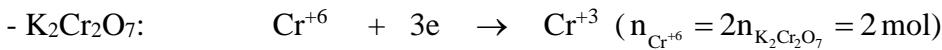
Xét quá trình khử của các chất



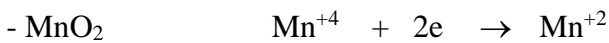
mol: 1 1



mol: 1 5



mol: 2 6



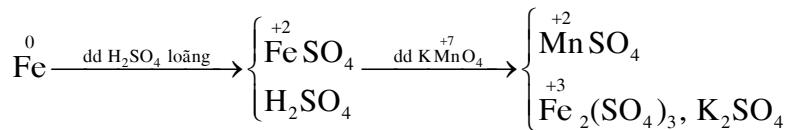
mol: 1 2

Xét quá trình oxi hóa: $2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e$

Theo bảo toàn electron: số mol electron Cr^{+6} nhận nhiều nhất nên Cl^- nhường electron nhiều nhất để tạo ra Cl_2 nhiều nhất. Vậy $\boxed{K_2Cr_2O_7}$ cho ra nhiều Cl_2 nhất.

Câu 6:

Sơ đồ phản ứng :



Căn cứ vào sự thay đổi số oxi hóa ta thấy : Trong phản ứng của X với dung dịch $KMnO_4$, chất khử là Fe^{+2} trong $FeSO_4$, chất oxi hóa là Mn^{+7} trong $KMnO_4$. Sau phản ứng, số oxi hóa của Fe là +3, của Mn là +2.

Theo bảo toàn nguyên tố Fe và bảo toàn electron, ta có :

$$\begin{cases} n_{Fe} = n_{Fe^{2+}} = 0,1 \\ n_{Fe^{2+}} = 5n_{KMnO_4} \end{cases} \Rightarrow n_{KMnO_4} = 0,02 \Rightarrow V_{\text{dd } KMnO_4} = \frac{0,02}{0,5} = 0,04 \text{ lít} = \boxed{40 \text{ ml}}$$

Câu 7:

Gọi n là số electron mà kim loại M nhường trong phản ứng.

Theo giả thiết, ta có :

$$M_{N_xO_y} = 22.2 = 44 \Rightarrow 14x + 16y = 44 \Rightarrow \begin{cases} x = 1 \\ y = 2 \end{cases} \Rightarrow N_xO_y \text{ là } N_2O.$$

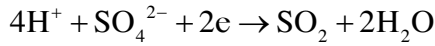
Áp dụng bảo toàn electron, ta có :

$$n \cdot n_M = 8n_{N_2O} \Rightarrow \frac{3,024n}{M} = 0,042.8 \Rightarrow \frac{M}{n} = 9 \Rightarrow \begin{cases} n = 3 \\ M = 27 \end{cases}$$

Vậy M là \boxed{Al}

Câu 8:

Nếu dung dịch H₂SO₄ là dung dịch axit loãng thì khí giải phóng là H₂ và phản ứng của Fe với H₂SO₄ diễn ra theo tỉ lệ mol 1 : 1, khi đó H₂SO₄ còn dư : Trái với giả thiết (loại). Vậy H₂SO₄ tham gia phản ứng là axit đặc và khí giải phóng là SO₂ (do Fe có tính khử trung bình).



$$\Rightarrow n_{\text{electron nhận}} = \frac{1}{2} n_{H^+}$$

Ta có :

$$\begin{cases} n_{\text{electron nhường (max)}} = 3n_{Fe} = 3x \\ n_{\text{electron nhận (max)}} = \frac{1}{2} n_{H^+} = n_{H_2SO_4} = y \end{cases}$$

Vì $\frac{x}{y} = \frac{2}{5} \Rightarrow \frac{3x}{y} > 1 \Rightarrow$ mol electron nhường > mol electron nhận nên sắt không thể nhường 3x mol

electron mà chỉ nhường được \boxed{y} mol electron.

Câu 9:

Khí SO₂ tác dụng với dung dịch NaOH có thể xảy ra các khả năng :

- Tạo ra muối NaHSO₃ (1)
- Tạo ra muối Na₂SO₃ (2)
- Tạo ra muối NaHSO₃ và Na₂SO₃ (3)
- Tạo ra muối Na₂SO₃ và dư NaOH (4)

Theo giả thiết và bảo toàn nguyên tố Na, S, ta có :

$$\begin{cases} 104n_{NaHSO_3} + 126n_{Na_2SO_3} = 18,9 \\ n_{NaHSO_3} + 2n_{Na_2SO_3} = n_{NaOH} = 0,3 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{NaHSO_3} = 0 \\ n_{Na_2SO_3} = 0,15 \end{cases} \Rightarrow \underbrace{n_{SO_2} = n_{NaHSO_3} + n_{Na_2SO_3}}_{\text{bảo toàn nguyên tố S}} = 0,15$$

Gọi n là hóa trị của kim loại M. Áp dụng bảo toàn electron, ta có :

$$n \cdot n_M = 2 \cdot n_{SO_2} \Rightarrow \frac{9,6}{M} \cdot n = 2 \cdot 0,15 \Rightarrow M = 32n \Rightarrow \begin{cases} n = 2 \\ M = 64 \end{cases}$$

Vậy M là \boxed{Cu}

PS : Khi ta sử dụng hệ phương trình trên là đã xét được ba trường hợp (1), (2), (3) : Nếu $n_{Na_2SO_3} = 0$ thì xảy ra trường hợp (1); Nếu $n_{NaHSO_3} = 0$ thì xảy ra trường hợp (2); Nếu $\begin{cases} n_{NaHSO_3} > 0 \\ n_{Na_2SO_3} > 0 \end{cases}$ thì xảy ra trường hợp (3). Còn nếu một trong số mol của hai muối nhỏ hơn 0 thì sẽ xảy ra trường hợp (4).

Câu 10 :

Sản phẩm khử của phản ứng giữa Al và H₂SO₄ đặc chỉ có thể là S hoặc H₂S hoặc SO₂.

$$n_{Al} = \frac{4}{15} \text{ mol} \Rightarrow n_{Al_2(SO_4)_3} = \frac{4}{30} \text{ mol} \Rightarrow n_{SO_4^{2-} \text{ tạo muối}} = 3 \cdot \frac{4}{30} = 0,4 \text{ mol.}$$

$$n_{SO_4^{2-} \text{ tạo sản phẩm khử}} = n_X = n_{H_2SO_4} - \underbrace{n_{SO_4^{2-} \text{ tạo muối}}}_{0,4} = 0,1 \text{ mol.}$$

Gọi n là số electron mà S⁺⁶ nhận vào để tạo ra sản phẩm khử X.

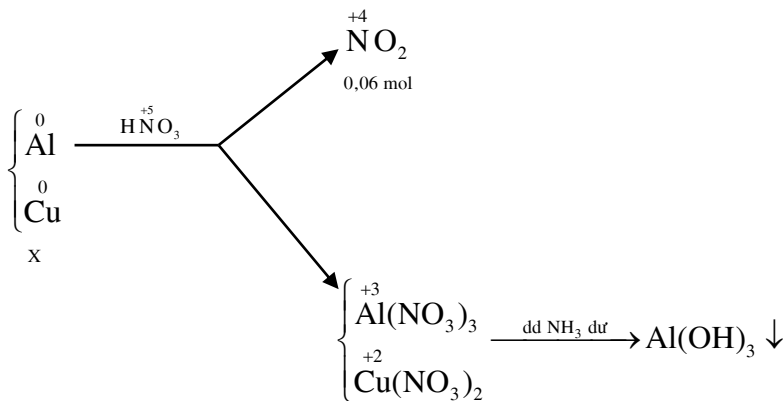
Áp dụng bảo toàn electron ta có :

$$3 \cdot n_{Al} = n \cdot n_X \Rightarrow 3 \cdot \frac{7,2}{27} = 0,1n \Rightarrow n = 8 \Rightarrow S^{+6} + 8e \rightarrow S^{-2}.$$

Vậy X là $\boxed{\text{H}_2\text{S}}$.

Câu 11:

Sơ đồ phản ứng :



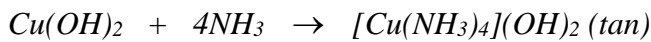
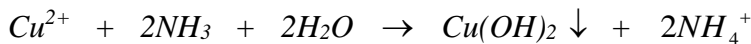
Trong phản ứng của Al, Cu với HNO₃, chất khử là Al, Cu; chất oxi hóa là HNO₃; sản phẩm khử của HNO₃ là NO₂.

Theo giả thiết và bảo toàn electron, ta có :

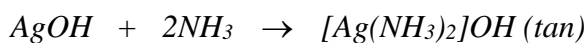
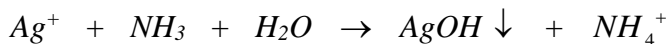
$$\begin{cases} 27n_{\text{Al}} + 64n_{\text{Cu}} = 1,23 \\ 3n_{\text{Al}} + 2n_{\text{Cu}} = n_{\text{NO}_2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 27n_{\text{Al}} + 64n_{\text{Cu}} = 1,23 \\ 3n_{\text{Al}} + 2n_{\text{Cu}} = \frac{1,344}{22,4} = 0,06 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{Al}} = 0,01 \\ n_{\text{Cu}} = 0,015 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \%m_{\text{Cu}} = \frac{0,015 \cdot 64}{1,23} \cdot 100\% = \boxed{78,05\%}; n_{\text{Al}(\text{OH})_3} = n_{\text{Al}} = 0,01 \Rightarrow m_{\text{Al}(\text{OH})_3} = \boxed{0,78 \text{ gam}}$$

PS : Các muối Cu²⁺, Zn²⁺, Ni²⁺, Ag⁺ tạo phức tan trong dung dịch NH₃ dư.



Phản ứng của muối Zn²⁺, Ni²⁺ tương tự như với muối Cu²⁺.



Câu 12:

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

$$\bar{M}_Y = \frac{5,18}{0,14} = 37 \Rightarrow Y \text{ gồm } \begin{cases} \text{NO} (M = 30) \\ \text{N}_2\text{O} (M = 44) \end{cases}$$

Dung dịch sau phản ứng tác dụng với dung dịch NaOH đun nóng, không có khí mùi khai thoát ra chứng tỏ phản ứng của Al, Mg với HNO₃ không tạo ra NH₄NO₃.

Theo giả thiết, ta có :

$$\begin{cases} n_{\text{NO}} + n_{\text{N}_2\text{O}} = 0,14 \\ 30n_{\text{NO}} + 44n_{\text{N}_2\text{O}} = 5,18 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{NO}} = 0,07 \\ n_{\text{N}_2\text{O}} = 0,07 \end{cases}$$

Theo giả thiết và bảo toàn electron, ta có :

$$\begin{cases} 27n_{\text{Al}} + 24n_{\text{Mg}} = 8,862 \\ 3n_{\text{Al}} + 2n_{\text{Mg}} = 3n_{\text{NO}} + 8n_{\text{N}_2\text{O}} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{Al}} = 0,042 \\ n_{\text{Mg}} = 0,322 \end{cases} \Rightarrow \%m_{\text{Al}} = \frac{0,042 \cdot 27}{8,862} \cdot 100\% = \boxed{12,8\%}$$

Câu 13:

Gọi a là số electron N trong phân tử HNO₃ nhận vào để sinh ra khí N_xO_y.

Áp dụng bảo toàn electron và bảo toàn nguyên tố đối với Fe, N, ta có :

$$\begin{cases} n_{\text{Fe}_3\text{O}_4} = a \cdot n_{\text{N}_x\text{O}_y} \\ 0,06 \quad \quad 0,02 \\ n_{\text{Fe}(\text{NO}_3)_3} = 3n_{\text{Fe}_3\text{O}_4} \\ \quad \quad \quad 0,06 \\ n_{\text{HNO}_3} = n_{\text{trong muối nitrat}} + n_{\text{trong sản phẩm khử}} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = 3; \text{N}_x\text{O}_y : \text{NO} \\ n_{\text{Fe}(\text{NO}_3)_3} = 0,18 \\ n_{\text{HNO}_3} = 3 \underbrace{n_{\text{Fe}(\text{NO}_3)_3}}_{0,18} + n_{\text{NO}} = 0,56 \end{cases}$$

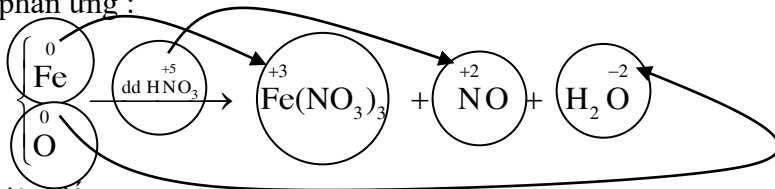
Khối lượng HNO₃ nguyên chất đã tham gia phản ứng là :

$$m_{\text{HNO}_3} = 0,56 \cdot 63 = \boxed{35,28 \text{ gam}}$$

Câu 14:

Để đơn giản cho việc tính toán, ta coi X gồm Fe và O.

Sơ đồ phản ứng :



Theo giả thiết :

$$\begin{cases} n_{\text{HNO}_3 \text{ ban đầu}} = 0,4 \cdot 3 = 1,2 \\ n_{\text{HNO}_3 \text{ dư}} = n_{\text{NaOH}} = 0,1 \end{cases} \Rightarrow n_{\text{HNO}_3 \text{ phản ứng với X}} = n_{\text{HNO}_3 \text{ ban đầu}} - n_{\text{HNO}_3 \text{ dư}} = 1,1 \text{ mol.}$$

Theo bảo toàn khối lượng, bảo toàn electron và bảo toàn nguyên tố N, Fe, ta có :

$$\begin{cases} 56n_{\text{Fe}} + 16n_{\text{O}} = 19,2 & (1) \\ 3n_{\text{Fe}} = 2n_{\text{O}} + 3n_{\text{NO}} & (2) \\ \underbrace{n_{\text{HNO}_3} = 3n_{\text{Fe}(\text{NO}_3)_3} + n_{\text{NO}} = 1,1}_{\text{bảo toàn nguyên tố N}} & (3) \Rightarrow \begin{cases} 56n_{\text{Fe}} + 16n_{\text{O}} = 19,2 \\ 3n_{\text{Fe}} - 2n_{\text{O}} - 3n_{\text{NO}} = 0 \\ 3n_{\text{Fe}} + n_{\text{NO}} = 1,1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{Fe}} = 0,3 \\ n_{\text{O}} = 0,15 \\ n_{\text{NO}} = 0,2 \end{cases} \\ \underbrace{n_{\text{Fe}(\text{NO}_3)_3} = n_{\text{Fe}}}_{\text{bảo toàn nguyên tố Fe}} & (4) \end{cases}$$

Thể tích khí NO thoát ra ở điều kiện tiêu chuẩn là : $V_{\text{NO}} = 0,2 \cdot 22,4 = \boxed{4,48 \text{ lít}}$

PS : Thay (4) vào (3) ta được hệ 3 phương trình 3 ẩn là $n_{\text{Fe}}, n_{\text{O}}, n_{\text{NO}}$. Giải hệ tính được số mol của Fe, O và NO.

Câu 15:

Theo giả thiết, ta có :

$$\begin{cases} n_{\text{N}_2\text{O}} + n_{\text{N}_2} = 0,06 \\ \frac{44n_{\text{N}_2\text{O}} + 28n_{\text{N}_2}}{n_{\text{N}_2\text{O}} + n_{\text{N}_2}} = 18,2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{N}_2} = 0,03 \\ n_{\text{N}_2\text{O}} = 0,03 \end{cases}$$

Giả sử phản ứng tạo ra muối NH₄NO₃, ta có :

$$\begin{cases} n_{\text{Al}} = \frac{12,42}{27} = 0,46 \\ 3n_{\text{Al}} = 8n_{\text{N}_2\text{O}} + 10n_{\text{N}_2} + 8n_{\text{NH}_4\text{NO}_3} \end{cases} \Rightarrow n_{\text{NH}_4\text{NO}_3} = 0,105 \text{ mol.}$$

$$\Rightarrow m_{\text{muối}} = m_{\text{Al(NO}_3)_3} + m_{\text{NH}_4\text{NO}_3} = 0,46 \cdot 213 + 0,105 \cdot 80 = \boxed{106,38 \text{ gam}}$$

Câu 16:

Theo giả thiết suy ra : Kim loại đã phản ứng với HNO_3 tạo ra sản phẩm khử duy nhất là muối amoni, ta có :

$$\begin{aligned} m_{\text{chất rắn}} &= m_{\text{muối nitrat kim loại}} + m_{\text{NH}_4\text{NO}_3} = (m_{\text{kim loại}} + m_{\text{NO}_3^- \text{ trong muối nitrat kim loại}}) + m_{\text{NH}_4\text{NO}_3} \\ &= (m_{\text{kim loại}} + 62 \cdot n_{\text{electron trao đổi}}) + \frac{n_{\text{electron trao đổi}}}{8} \cdot 80 \end{aligned}$$

$$\Rightarrow 17,765 = 5,525 + 62 \cdot n_{\text{electron trao đổi}} + \frac{n_{\text{electron trao đổi}}}{8} \cdot 80 \Rightarrow n_{\text{electron trao đổi}} = 0,17 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow n_{\text{HNO}_3} = n_{\text{N trong muối nitrat kim loại}} + n_{\text{N trong muối amoninitrat}} = 0,17 + \frac{0,17}{8} \cdot 2 = \boxed{0,2125 \text{ mol}}$$

Câu 17:

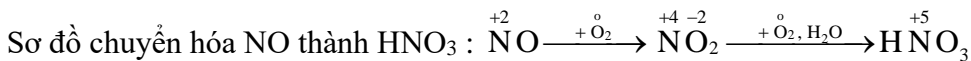
Theo giả thiết :

$$\begin{cases} \frac{n_{\text{Ag}}}{n_{\text{Cu}}} = \frac{1}{4} \\ 108n_{\text{Ag}} + 64n_{\text{Cu}} = 1,82 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{Ag}} = 0,005 \\ n_{\text{Cu}} = 0,02 \end{cases} \Rightarrow n_{\text{electron nhường (max)}} = n_{\text{Ag}} + 2n_{\text{Cu}} = 0,045 \text{ mol (1).}$$

$$\frac{n_{\text{H}^+}}{n_{\text{NO}_3^-}} = \frac{0,09}{0,06} = 1,5 < 4 \Rightarrow \text{H}^+ \text{ thiếu} \Rightarrow n_{\text{electron nhận (max)}} = \frac{3}{4} n_{\text{H}^+} = 0,675 \text{ mol (2).}$$

Từ (1) và (2) ta thấy kim loại phản ứng hết, H^+ và NO_3^- còn dư.

$$\text{Ta có : } \underbrace{3n_{\text{NO}} = n_{\text{Ag}} + 2n_{\text{Cu}}}_{\text{bảo toàn electron}} \Rightarrow n_{\text{NO}} = 0,015 \text{ mol.}$$



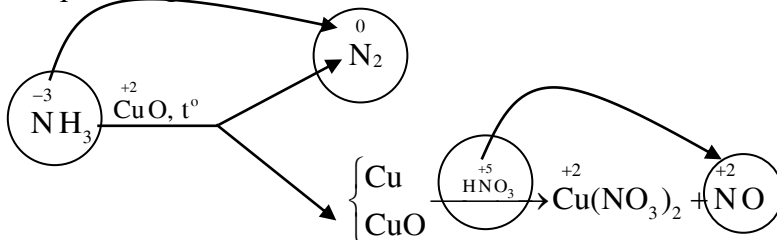
Vì $3n_{\text{NO}} < 4n_{\text{O}_2}$ nên O_2 dư, do đó NO chuyển hết thành HNO_3 .

$$\text{Suy ra : } n_{\text{HNO}_3} = n_{\text{NO}} = 0,015 \text{ mol} \Rightarrow [\text{HNO}_3] = \frac{0,015}{0,15} = 0,1\text{M} \Rightarrow \boxed{\text{pH} = 1}$$

Câu 18:

Vì $3n_{\text{NH}_3} < 2n_{\text{CuO}} \Rightarrow \text{CuO}$ dư, NH_3 phản ứng hết.

Sơ đồ phản ứng :



Căn cứ vào sơ đồ phản ứng ta thấy : Chất khử là NH_3 , chất oxi hóa là HNO_3 .

$$\text{Ta có: } \underset{n_{\text{electron nhường}}}{3n_{\text{NH}_3}} = \underset{n_{\text{electron nhận}}}{3n_{\text{NO}}} \Rightarrow n_{\text{NO}} = 0,02 \text{ mol} \Rightarrow V_{\text{NO (dktc)}} = \boxed{0,448 \text{ lít}}$$

Câu 19:

Sơ đồ phản ứng :



Suy ra : Chất khử là o-xilen, có hai nguyên tử C thay đổi số oxi hóa từ -3 lên +3; chất oxi hóa là KMnO₄, số oxi hóa của Mn thay đổi từ +7 về +2.

Theo giả thiết và bảo toàn electron, ta có :

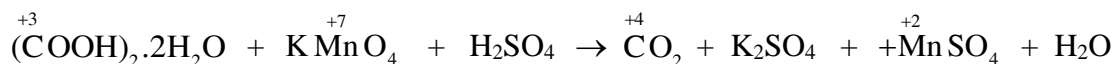
$$\begin{cases} n_{\text{o-xilen}} = 0,1 \\ \underbrace{5n_{\text{KMnO}_4 \text{ phản ứng}}}_{n_{\text{electron nhận}}} = \underbrace{12n_{\text{o-xilen}}}_{n_{\text{electron nhường}}} \Rightarrow n_{\text{KMnO}_4 \text{ phản ứng}} = 0,24 \text{ mol} \end{cases}$$

$$\Rightarrow n_{\text{KMnO}_4 \text{ ban đầu}} = 0,24 + 0,24 \cdot 20\% = 0,288 \text{ mol} \Rightarrow V_{\text{dd KMnO}_4} = \frac{0,288}{0,5} = \boxed{0,576 \text{ lít}}$$

Câu 20:

$$n_{(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}} = \frac{1,26}{126} = 0,01 \text{ mol.}$$

Sơ đồ phản ứng :



Chất khử là $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, có 2 nguyên tử C thay đổi từ số oxi hóa từ +3 lên +4.

Chất oxi hóa là KMnO_4 , số oxi hóa của Mn thay đổi từ +7 về +2.

Áp dụng bảo toàn electron, ta có :

$$2n_{(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}} = 5n_{\text{KMnO}_4} \Rightarrow n_{\text{KMnO}_4} = \frac{2}{5} \cdot 0,01 = 0,004 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow [\text{KMnO}_4] = \frac{0,004}{0,25} = \boxed{0,016\text{M}}$$

Câu 21:

Nếu chất rắn chỉ có Cu, khi đó $m_{\text{Cu(max)}} = 0,2 \cdot 64 = 12,8 \text{ gam} < 18,4 \text{ gam}$. Suy ra trong 18,4 gam chất rắn có 12,8 gam Cu tạo thành và 5,6 gam (0,1 mol) Fe dư (không thể có Mg dư, vì nếu Mg dư thì Fe chưa phản ứng, khi đó khối lượng chất rắn thu được lớn hơn 18,4).

Số mol Fe đã tham gia phản ứng là $0,2 - 0,1 = 0,1 \text{ mol}$.

Bản chất phản ứng là x mol Mg và 0,1 mol Fe khử hết Fe³⁺ về Fe²⁺ và Cu²⁺ về Cu.

Áp dụng bảo toàn electron, ta có :

$$2n_{\text{Mg}} + \underbrace{2n_{\text{Fe (phản ứng)}}}_{0,1} = \underbrace{n_{\text{Fe}^{3+}}}_{0,4} + \underbrace{2n_{\text{Cu}^{2+}}}_{0,2} \Rightarrow n_{\text{Mg}} = \boxed{0,3 \text{ mol}}$$

Câu 22:

Phản ứng của dung dịch AgNO₃ với dung dịch Fe(NO₃)₂ là phản ứng oxi hóa - khử giữa Ag⁺ và Fe²⁺, chất rắn thu được là Ag, dung dịch X gồm Fe(NO₃)₃ và AgNO₃ dư.



Phản ứng của dung dịch X với dung dịch HCl là phản ứng trao đổi giữa Ag⁺ dư và Cl⁻.



Áp dụng bảo toàn nguyên tố Ag và bảo toàn electron cho phản ứng (1), ta có :

$$\begin{cases} n_{\text{Ag}^+ \text{ phản ứng}} = n_{\text{Ag}} = \frac{8,64}{108} = 0,08 \\ n_{\text{Ag}^+ \text{ phản ứng}} = n_{\text{Fe}^{2+}} = 0,1a \end{cases} \Rightarrow 0,1a = 0,08 \Rightarrow a = 0,8$$

$$n_{\text{AgCl}} = n_{\text{Ag}^+ \text{ dư}} = \underbrace{n_{\text{Ag}^+ \text{ ban đầu}}}_{0,2a} - \underbrace{n_{\text{Ag}^+ \text{ phản ứng}}}_{0,1a} = 0,1a = 0,08 \Rightarrow m_{\text{AgCl}} = \boxed{11,48 \text{ gam}}$$

Câu 23:

Điện phân dung dịch AgNO_3 (1) thu được sản phẩm là HNO_3 , Ag và O_2 . Vậy dung dịch Y chứa HNO_3 và có thể còn AgNO_3 dư.

Cho Fe vào Y (2), sau phản ứng thu được hỗn hợp kim loại chứng tỏ: Fe dư nên muối sắt tạo thành là $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$; trong Y có AgNO_3 dư. Vì Fe dư nên các chất trong Y đã phản ứng hết với Fe.

Ở (2), chất khử là Fe, chất oxi hóa là AgNO_3 , HNO_3 . Do không biết lượng NO sinh ra nên ta tính số electron mà HNO_3 nhận theo H^+ .

Áp dụng bảo toàn nguyên tố N cho (1), ta có :

$$n_{\text{AgNO}_3 \text{ dư}} + n_{\text{HNO}_3} = n_{\text{AgNO}_3 \text{ ban đầu}} = 0,15 \quad (*)$$

Áp dụng bảo toàn electron cho phản ứng (2), ta có :

$$2n_{\text{Fe phản ứng}} = n_{\text{AgNO}_3 \text{ dư}} + \frac{3}{4}n_{\text{HNO}_3} \quad (**)$$

Khối lượng chất rắn thu được là :

$$m_{\text{Fe dư}} + m_{\text{Ag}} = (12,6 - 56n_{\text{Fe phản ứng}}) + 108n_{\text{AgNO}_3 \text{ dư}} = 14,5 \quad (***)$$

Kết hợp các phương trình (*), (**), (***), ta có hệ :

$$\begin{cases} n_{\text{AgNO}_3 \text{ dư}} + n_{\text{HNO}_3} = 0,15 \\ n_{\text{AgNO}_3 \text{ dư}} + \frac{3}{4}n_{\text{HNO}_3} - 2n_{\text{Fe phản ứng}} = 0 \\ 108n_{\text{AgNO}_3 \text{ dư}} - 56n_{\text{Fe phản ứng}} = 1,9 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{AgNO}_3 \text{ dư}} = 0,05 \\ n_{\text{HNO}_3} = 0,1 \\ n_{\text{Fe phản ứng}} = 0,0625 \end{cases}$$

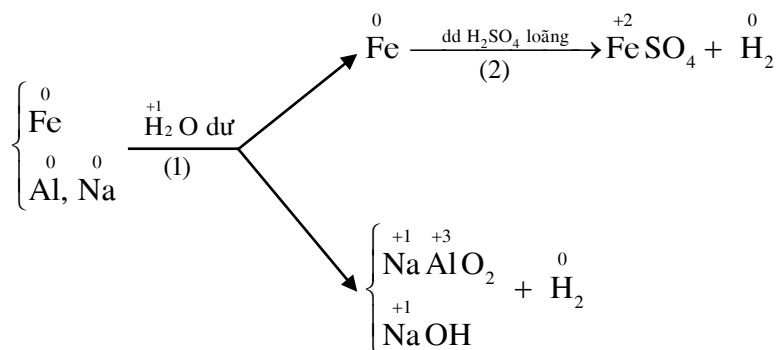
Ta có :

$$n_{\text{electron trao đổi}} = \frac{It}{F} \Rightarrow t = \frac{n_{\text{electron trao đổi}} \cdot F}{I} = \frac{n_{\text{AgNO}_3 \text{ phản ứng}} \cdot F}{I} = \frac{(0,15 - 0,05) \cdot 96500}{2,68} = 3600\text{s} = \boxed{1\text{h}}$$

Câu 24:

Để đơn giản, ta coi V lít khí H_2 ứng với 1 mol khí, suy ra 0,25V lít khí ứng với 0,25 mol khí.

Sơ đồ phản ứng :



Vì tỉ lệ mol của Na và Al là $n_{\text{Na}} : n_{\text{Al}} = 2 : 1$, nên trong phản ứng với H_2O Al tan hết trong NaOH sinh ra.

Ở phản ứng (1), chất khử là Al và Na; chất oxi hóa là H₂O; sản phẩm khử của H₂O là H₂.

Ở phản ứng (2), chất khử là Fe; chất oxi hóa là H⁺ trong H₂SO₄; sản phẩm khử của H⁺ là H₂.

Theo giả thiết và áp dụng bảo toàn electron cho phản ứng (1) và (2), ta có :

$$\begin{cases} n_{\text{Na}} : n_{\text{Al}} = 2 : 1 \\ n_{\text{Na}} + 3n_{\text{Al}} = 2n_{\text{H}_2(1)} \\ 2n_{\text{Fe}} = 2n_{\text{H}_2(2)} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{Na}} : n_{\text{Al}} = 2 : 1 \\ n_{\text{Na}} + 3n_{\text{Al}} = 2.1 \\ 2n_{\text{Fe}} = 2.0,25 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{Na}} = 0,8 \\ n_{\text{Al}} = 0,4 \\ n_{\text{Fe}} = 0,25 \end{cases} \Rightarrow \frac{n_{\text{Fe}}}{n_{\text{Al}}} = \boxed{\frac{5}{8}}$$

Câu 25:

Sau phản ứng nhiệt nhôm, hỗn hợp chất rắn Y thu được phản ứng với NaOH tạo ra khí, chứng tỏ Al dư, Fe₂O₃ đã phản ứng hết.

Áp dụng bảo toàn nguyên tố Fe, ta có :

$$n_{\text{Fe trong Y}} = n_{\text{Fe trong X}} = n_{\text{Fe}} + 2n_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 0,27 \text{ mol.}$$

Áp dụng bảo toàn electron trong phản ứng nhiệt nhôm, ta có :

$$3n_{\text{Al phản ứng}} = 6n_{\text{Fe}_2\text{O}_3} \Rightarrow n_{\text{Al phản ứng}} = 0,2 \text{ mol.}$$

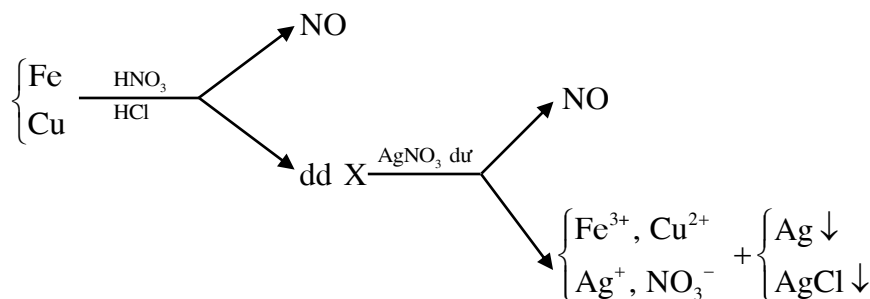
Theo giả thiết suy ra : Khi cho Y phản ứng với dung dịch H₂SO₄ loãng dư, thu được 8a mol H₂; khi cho Y tác dụng với dung dịch NaOH dư, thu được 2a mol khí H₂.

Áp dụng bảo toàn electron, ta có :

$$\begin{cases} 2n_{\text{Fe}} + 3n_{\text{Al}} = 2n_{\text{H}_2} \\ 0,27 \qquad \qquad \qquad 8a \\ 3n_{\text{Al}} = 2n_{\text{H}_2} \\ \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad 2a \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = 0,045 \\ n_{\text{Al}} = 0,06 \end{cases} \Rightarrow m_{\text{Al ban đầu}} = \underbrace{m_{\text{Al dư trong Y}}}_{0,06.27} + \underbrace{m_{\text{Al phản ứng}}}_{0,2.27} = \boxed{7,02 \text{ gam}}$$

Câu 26:

Sơ đồ phản ứng :



Chất khử là Cu, Fe; chất oxi hóa là NO₃⁻ trong môi trường H⁺ và Ag⁺. Vì AgNO₃ dư tức là Ag⁺ dư và NO₃⁻ dư nên số mol electron nhận tính theo H⁺ và Ag⁺.

Ta thấy : $3n_{\text{Fe}} + 2n_{\text{Cu}} > \frac{3}{4}n_{\text{H}^+}$ nên H⁺ phản ứng hết, Ag⁺ có tham gia vào phản ứng oxi hóa – khử.

Như vậy, sau tất cả các phản ứng, dung dịch thu được chứa Fe³⁺, Cu²⁺, Ag⁺ và NO₃⁻; chất rắn gồm AgCl và Ag.

Áp dụng bảo toàn nguyên tố Cl và bảo toàn electron, ta có :

$$\begin{cases} n_{\text{AgCl}} = n_{\text{HCl}} = 0,2 \\ 3n_{\text{Fe}} + 2n_{\text{Cu}} = \frac{3}{4}n_{\text{H}^+} + n_{\text{Ag}^+} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{AgCl}} = 0,2 \\ n_{\text{Ag}} = 0,0125 \end{cases} \Rightarrow m_{\text{chất rắn}} = m_{\text{AgCl}} + m_{\text{Ag}} = \boxed{30,05 \text{ gam}}$$

PS : Đây là một bài tập khó, nhiều học sinh làm sai vì các em không chú ý đến toàn bộ quá trình phản ứng mà chú ý vào từng giai đoạn của phản ứng, khi đó tính ra kết quả là 34,1 gam.

Câu 27:

Trong phản ứng của Fe, Cu với dung dịch HNO₃, ta có :

$$\begin{cases} 64n_{\text{Cu}} + 56n_{\text{Fe}} = 6,08 \\ 2n_{\text{Cu}} + 3n_{\text{Fe}} = 3n_{\text{NO}} = 3.0,08 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{Cu}} = 0,06 \\ n_{\text{Fe}} = 0,04 \end{cases}$$

Bản chất của các phản ứng ở đây là : Mg, Fe, Cu tác dụng với dung dịch HNO₃. Mg có tính khử mạnh nhất nên phản ứng trước, tiếp theo sẽ đến Fe (Fe bị oxi hóa lên Fe(II)) và sau đó đến Cu. Vì :

$$\begin{cases} 2n_{\text{Mg}} < 3 \sum n_{\text{NO}} \\ 0,12 < 3 \cdot 0,1 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 2n_{\text{Mg}} + 2n_{\text{Fe}} > 3 \sum n_{\text{NO}} \\ 0,12 + 0,04 > 3 \cdot 0,1 \end{cases}$$

Suy ra Mg phản ứng hết, Fe phản ứng một phần, Cu chưa phản ứng.

Ta có :

$$2n_{\text{Mg}} + 2n_{\text{Fe phản ứng}} = 3 \sum n_{\text{NO}} \Rightarrow n_{\text{Fe phản ứng}} = 0,03 \text{ mol} \Rightarrow n_{\text{Fe dư}} = 0,01 \text{ mol.}$$

$$\Rightarrow m_{\text{chất rắn}} = m_{\text{Cu}} + m_{\text{Fe dư}} = 0,06.64 + 0,01.56 = \boxed{4,4 \text{ gam}}$$

Câu 28:

$$\frac{n_{\text{H}^+}}{n_{\text{NO}_3^-}} = \frac{0,4}{0,08} = 5 > 4 : \text{H}^+ \text{ dư} \Rightarrow \text{Tính mol electron nhận theo NO}_3^-.$$

$$\begin{cases} n_{\text{electron nhường (max)}} = 3n_{\text{Fe}} + 2n_{\text{Cu}} = 0,12 \\ n_{\text{electron nhận (max)}} = 3n_{\text{NO}_3^-} = 0,24 \end{cases} \Rightarrow \text{Cu, Fe phản ứng hết; H}^+, \text{NO}_3^- \text{ còn dư.}$$

$$\text{Suy ra : } 3n_{\text{NO}_3^- \text{ phản ứng}} = 2n_{\text{Cu}} + 3n_{\text{Fe}} \Rightarrow n_{\text{NO}_3^- \text{ phản ứng}} = 0,04 \text{ mol.}$$

Dung dịch X có :

$$\begin{cases} \text{Fe}^{3+} : 0,02 \text{ mol; Cu}^{2+} : 0,03 \text{ mol} \\ \text{SO}_4^{2-} \\ \text{NO}_3^- \text{ dư} : 0,08 - 0,04 = 0,04 \text{ mol} \\ \text{H}^+ \text{ dư} : 0,4 - 4.0,04 = 0,24 \text{ mol} \end{cases}$$

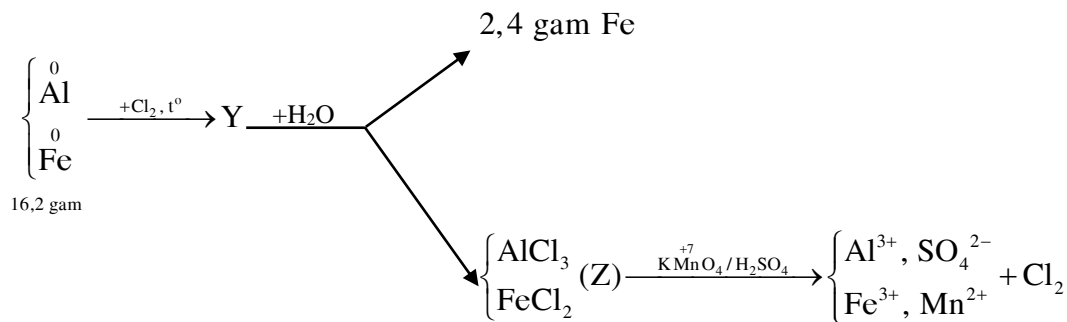
$$\Rightarrow n_{\text{NaOH (min) để kết tủa lớn nhất}} = n_{\text{OH}^- \text{ (min) để kết tủa lớn nhất}} = \underbrace{n_{\text{H}^+} + 3n_{\text{Fe}^{3+}} + 2n_{\text{Cu}^{2+}}}_{\text{trung hòa điện tích}} = 0,36 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow V_{\text{NaOH 1M (min) để kết tủa lớn nhất}} = \boxed{360 \text{ ml}}$$

Câu 29:

Giả sử trong 2,4 gam kim loại có chứa cả Al và Fe, suy ra dung dịch Z chỉ có AlCl₃. Khi đó, Z không phản ứng được với dung dịch KMnO₄. Vậy 2,4 gam kim loại là Fe, dung dịch Z chứa AlCl₃ và FeCl₂. Khối lượng kim loại phản ứng là 16,2 – 2,4 = 13,8 gam.

Sơ đồ phản ứng :



Căn cứ vào sơ đồ ta thấy : Chất khử là Fe, Al và bị oxi hóa thành Al^{3+} , Fe^{3+} ; chất oxi hóa là $\overset{+7}{\text{KMnO}_4}$ và bị khử thành Mn^{2+} .

Theo giả thiết và bảo toàn electron, ta có :

$$\begin{cases} 27n_{\text{Al}} + 56n_{\text{Fe}} = 13,8 \\ 3n_{\text{Al}} + 3n_{\text{Fe}} = 5n_{\text{KMnO}_4} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{Al}} = 0,2 \\ n_{\text{Fe}} = 0,15 \end{cases}$$

Vậy Phần trăm khối lượng của Fe trong hỗn hợp X là :

$$\% \text{Fe} = \frac{0,15 \cdot 56 + 2,4}{16,2} = \boxed{66,67\%}$$

Câu 30:

Trong phản ứng của A với H_2SO_4 đặc nóng, dư (1), A là chất khử và H_2SO_4 đặc là chất oxi hóa. Trong phản ứng của A với CO (2) được chất rắn B, hòa tan B trong dung dịch HNO_3 dư (3) thì chất khử là A và CO, chất oxi hóa là HNO_3 .

Áp dụng bảo toàn nguyên tố C, ta có :

$$n_{\text{CO}} = n_{\text{CO}_2} = n_{\text{CaCO}_3} = 0,12 \quad (*)$$

Áp dụng bảo toàn electron cho phản ứng (1), ta có :

$$n_{\text{electron do A nhường}} = 2n_{\text{SO}_2} = 2 \cdot 0,05 = 0,1 \quad (**)$$

Áp dụng bảo toàn electron cho phản ứng (2), (3), ta có :

$$n_{\text{electron do A nhường}} + 2n_{\text{CO}} = 3n_{\text{NO}} + n_{\text{NO}_2} \quad (***)$$

Thay n_{CO} , $n_{\text{electron do A nhường}}$ ở (*) và (**) vào (***) ta được :

$$3n_{\text{NO}} + n_{\text{NO}_2} = 0,34$$

Mặt khác, theo giả thiết :

$$\frac{30n_{\text{NO}} + 46n_{\text{NO}_2}}{n_{\text{NO}} + n_{\text{NO}_2}} = 19,44 \cdot 2 \Rightarrow -8,88n_{\text{NO}} + 7,12n_{\text{NO}_2} = 0$$

Từ đó ta có hệ :

$$\begin{cases} 3n_{\text{NO}} + n_{\text{NO}_2} = 0,34 \\ -8,88n_{\text{NO}} + 7,12n_{\text{NO}_2} = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{NO}} = 0,08 \\ n_{\text{NO}_2} = 0,1 \end{cases} \Rightarrow V = 22,4(0,08 + 0,1) = \boxed{4,032 \text{ lít}}$$