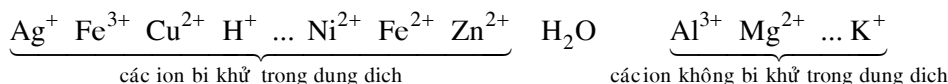


PHƯƠNG PHÁP GIẢI BÀI TẬP ĐIỆN PHÂN

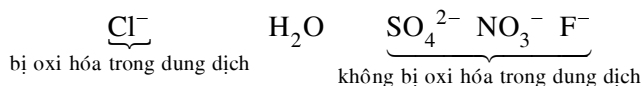
A. KIẾN THỨC, KỸ NĂNG VÀ PHƯƠNG PHÁP GIẢI

1. Kiến thức, kỹ năng

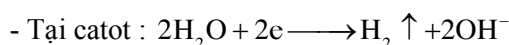
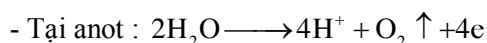
+ Tại catot (cực âm), xảy ra quá trình khử theo thứ tự ưu tiên từ *trái qua phải*:



+ Tại anot (cực dương), xảy ra quá trình oxi hóa theo thứ tự ưu tiên từ *trái qua phải*:



+ Phản ứng điện phân nước ở trên các điện cực



+ Bản chất điện phân các dung dịch như NaOH, KOH, H_2SO_4 là điện phân nước.

+ 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.

+ “Điện phân dung dịch đến khi nước bị điện phân ở cả 2 điện cực” nghĩa là các ion có khả năng tham gia phản ứng đều bị khử và bị oxi hóa hoàn toàn trên catot và anot. Ví dụ điện phân dung dịch hỗn hợp CuSO_4 và NaCl đến khi nước bị điện phân ở cả hai điện cực có nghĩa là Cu^{2+} và Cl^- đã bị khử và oxi hóa hết. Dung dịch sau phản ứng có chứa các ion SO_4^{2-} , Na^+ ngoài ra có thể có OH^- hoặc H^+ tùy thuộc vào số mol của các chất ban đầu.

+ Công thức tính số mol electron trao đổi trên các điện cực:

$$n_{\text{electron trao đổi}} = \frac{It}{F} \quad \text{trong đó} \quad \begin{cases} I : \text{cường độ dòng điện (A)} \\ t : \text{thời gian điện phân (giây)} \\ F : \text{hằng số faraday (96500)} \end{cases}$$

2. Phương pháp giải

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

+ Đối với bài tập điện phân dung dịch hỗn hợp, cần xác định chính xác thứ tự khử trên catot, thứ tự oxi hóa trên anot của các ion và H_2O (điều này rất quan trọng, vì hiểu sai bản chất của vấn đề thì những việc làm tiếp theo đều trở nên vô nghĩa).

+ Với bài tập ở mức độ vận dụng, ta có thể tính theo phản ứng hoặc bán phản ứng. Với bài tập vận dụng cao, ta nên áp dụng các định luật bảo toàn, hay sử dụng nhất là bảo toàn electron. Ngoài ra, hãy xác định thành phần ion trong dung dịch sau điện phân và áp dụng định luật bảo toàn điện tích cho dung dịch này, rồi bạn sẽ thấy việc giải bài tập điện phân thật là đơn giản và thú vị.

Ví dụ 3: Tiến hành điện phân (với điện cực Pt) 200 gam dung dịch NaOH 10% đến khi dung dịch NaOH trong bình có nồng độ 25% thì ngừng điện phân. Thể tích khí (ở đktc) thoát ra ở anốt là
A. 149,34 lít. B. 156,8 lít. C. 78,4 lít. D. 74,66 lít.

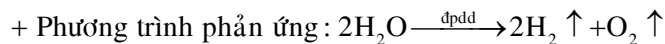
Phân tích và hướng dẫn giải

• Cách 1: Tính theo phương trình phản ứng:

+ Điện phân dung dịch NaOH bản chất là điện phân nước.

$$+ m_{\text{NaOH}} = 200.10\% = 20 \text{ gam} \Rightarrow m_{\text{dd sau điện phân}} = \frac{20}{25\%} = 80 \text{ gam}$$

$$\Rightarrow m_{\text{H}_2\text{O bị điện phân}} = 200 - 80 = 120 \text{ gam} \Rightarrow n_{\text{H}_2\text{O bị điện phân}} = \frac{20}{3} \text{ mol.}$$



$$\text{mol: } \frac{20}{3} \rightarrow \frac{20}{3} \rightarrow \frac{10}{3}$$

$$\Rightarrow V_{\text{O}_2} = 74,66 \text{ lít}$$

• Cách 2: Sử dụng bảo toàn khối lượng, bảo toàn electron

+ Điện phân dung dịch NaOH bản chất là điện phân nước.

$$+ m_{\text{NaOH}} = 200.10\% = 20 \text{ gam} \Rightarrow m_{\text{dd sau điện phân}} = \frac{20}{25\%} = 80 \text{ gam.}$$

$$+ \begin{cases} m_{\text{H}_2\text{O bị điện phân}} = 2n_{\text{H}_2} + 32n_{\text{O}_2} = 200 - 80 = 120 \\ \text{BTE: } 2n_{\text{H}_2} = 4n_{\text{O}_2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{H}_2} = 20/3 \\ n_{\text{O}_2} = 10/3 \end{cases}$$

$$\Rightarrow V_{\text{O}_2} = 74,66 \text{ lít}$$

Bài tập vận dụng

Câu 4: Điện phân có màng ngăn 150 ml dung dịch BaCl_2 . Khí thoát ra ở anốt có thể tích là 112 ml (đktc). Dung dịch còn lại trong bình điện phân sau khi được trung hòa bằng HNO_3 đã phản ứng vừa đủ với 20 gam dung dịch AgNO_3 17%. Nồng độ mol dung dịch BaCl_2 trước điện phân là

A. 0,01M. B. 0,1M. C. 1M. D. 0,001M.

Câu 5: Điện phân 400 ml dung dịch NaCl 1M với điện cực trơ màng ngăn xốp, đến khi ở cả hai điện cực thoát ra 6,72 lít khí (đktc) thì ngừng lại. Thêm 100 ml dung dịch AlCl_3 0,85M vào dung dịch sau điện phân thu được m gam kết tủa. Giá trị của m là

A. 6,63. B. 3,51. C. 3,315. D. 3,12.

(Đề thi thử THPT Quốc Gia lần 3 – chuyên KHTN Hà Nội, năm 2016)

Ví dụ 4: Điện phân 100 ml dung dịch CuSO_4 1M với điện cực trơ, cường độ dòng điện là 5A trong thời gian 25 phút 44 giây thì dừng lại. Khối lượng dung dịch giảm sau điện phân là

A. 2,88 gam. B. 3,84 gam. C. 2,56 gam. D. 3,2 gam.

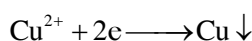
(Đề thi thử THPT Quốc Gia lần 2 – THPT Bắc Ninh – Hàn Thuyên, năm 2016)

Phân tích và hướng dẫn giải

• Cách 1: Tính theo các bán phản ứng

$$+ \text{Ta có: } 2n_{\text{Cu}^{2+}} = 0,2 > n_{\text{electron trao đổi}} = \frac{It}{F} = 0,08 \Rightarrow \text{Cu}^{2+} \text{ dư.}$$

+ Quá trình khử tại catot:



$$\text{mol: } 0,08 \rightarrow 0,04$$

Quá trình oxi hóa tại anốt:



$$\text{mol: } 0,02 \leftarrow 0,08$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \text{Ở anốt thu được } 0,02 \text{ mol O}_2 \\ \text{Ở catot thu được } 0,04 \text{ mol Cu} \end{cases} \Rightarrow m_{\text{dd giảm}} = m_{\text{Cu}} + m_{\text{O}_2} = 3,2 \text{ gam}$$

• Cách 2 : Sử dụng bảo toàn electron

$$+ \begin{cases} n_{\text{Cu}^{2+}} = 0,1 \\ n_{\text{electron trao đổi}} = \frac{It}{F} = 0,08 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \text{Cu}^{2+} \text{ dư} \\ \text{BTE : } 2n_{\text{Cu}} = 4n_{\text{O}_2} = 0,08 \end{cases}$$

$$\Rightarrow n_{\text{Cu}} = 0,04; n_{\text{O}_2} = 0,02 \Rightarrow m_{\text{đđ giảm}} = m_{\text{Cu}} + m_{\text{O}_2} = \boxed{3,2 \text{ gam}}$$

Ví dụ 5: Điện phân 200 ml dung dịch CuSO_4 với điện cực trơ bằng dòng điện một chiều $I = 9,65\text{A}$. Khi thể tích khí thoát ra ở cả hai điện cực đều là 1,12 lít (đktc) thì dừng điện phân. Khối lượng kim loại sinh ra ở catot và thời gian điện phân là:

A. 3,2 gam và 2000 giây.

B. 3,2 gam và 800 giây.

C. 6,4 gam và 3600 giây.

D. 5,4 gam và 800 giây.

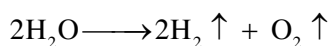
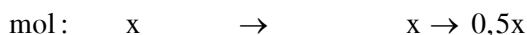
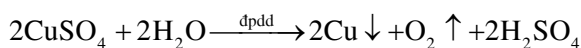
Phân tích và hướng dẫn giải

• Cách 1: Tính theo các bán phản ứng

+ Bản chất phản ứng: $\begin{cases} \text{Tại catot : Cu}^{2+} \text{ bị khử hết sau đó H}_2\text{O bị khử} \\ \text{Tại anot : Chỉ có H}_2\text{O bị oxi hóa} \end{cases}$

$$+ n_{\text{H}_2} = n_{\text{O}_2} = \frac{1,12}{22,4} = 0,05 \Rightarrow n_{\text{electron trao đổi}} = 4n_{\text{O}_2} \Rightarrow t = \frac{96500 \cdot 0,05 \cdot 4}{9,65} = \boxed{2000\text{s}}$$

+ Phương trình phản ứng:



$$\Rightarrow n_{\text{O}_2} = 0,5x + 0,025 = 0,05 \Rightarrow x = 0,05 \Rightarrow m_{\text{Cu}} = \boxed{3,2 \text{ gam}}$$

• Cách 2 : Tính theo bảo toàn electron

$$+ \begin{cases} \text{Giả thiết : } n_{\text{H}_2} = n_{\text{O}_2} = 0,05 \\ \text{BTE : } 2n_{\text{Cu}} + 2n_{\text{H}_2} = 4n_{\text{O}_2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{Cu}} = 0,05; m_{\text{Cu}} = \boxed{3,2 \text{ gam}} \\ t = \frac{96500 \cdot 0,05 \cdot 4}{9,65} = \boxed{2000\text{s}} \end{cases}$$

Ví dụ 6: Điện phân dung dịch KCl (dư) với điện cực trơ, màng ngăn xốp thời gian 16,1 phút dòng điện $I = 5\text{A}$ thu được 500 ml dung dịch X. pH của dung dịch X có giá trị là

A. 12,7.

B. 1.

C. 13.

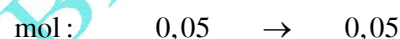
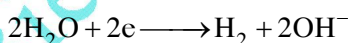
D. 1,3.

Phân tích và hướng dẫn giải

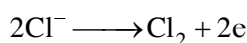
• Cách 1: Tính theo bán phản ứng

$$+ n_{\text{electron trao đổi}} = \frac{It}{F} = \frac{5 \cdot 16,1 \cdot 60}{96500} = 0,05 \text{ mol.}$$

+ Quá trình khử trên catot :



Quá trình oxi hóa trên anot :



$$\Rightarrow [\text{OH}^-] = \frac{0,05}{0,5} = 0,1\text{M} \Rightarrow \text{pOH} = 1 \Rightarrow \boxed{\text{pH} = 13}$$

• Cách 2 : Tính theo bảo toàn điện tích

$$\begin{cases} n_{\text{electron trao đổi}} = \frac{5 \cdot 16,1 \cdot 60}{96500} = 0,05 \\ n_{\text{OH}^- \text{ tạo thành}} = n_{\text{Cl}^- \text{ dư}} = n_{\text{electron trao đổi}} = 0,05 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} [\text{OH}^-] = \frac{0,05}{0,5} = 0,1\text{M} \\ \text{pOH} = 1 \Rightarrow \boxed{\text{pH} = 13} \end{cases}$$

Bài tập vận dụng

Câu 6: Điện phân 10 ml dung dịch AgNO_3 0,4M (điện cực trơ) trong thời gian 10 phút 30 giây với dòng điện có cường độ $I = 2\text{A}$, thu được m gam Ag. Giả sử hiệu suất phản ứng điện phân đạt 100%. Giá trị của m là

- A. 2,16. B. 1,544. C. 0,432. D. 1,41.

(Đề thi thử THPT Quốc Gia lần 1 – THPT chuyên Lam Sơn – Thanh Hóa, năm 2017)

Câu 7: Điện phân dung dịch AgNO_3 (điện cực trơ) trong thời gian 15 phút, thu được 0,432 gam Ag ở catot. Sau đó để làm kết tủa hết ion Ag^+ còn lại trong dung dịch sau điện phân cần dùng 25 ml dung dịch NaCl 0,4M. Cường độ dòng điện và khối lượng AgNO_3 ban đầu là

- A. 0,429A và 2,38 gam. B. 0,492A và 3,28 gam.
C. 0,429A và 3,82 gam. D. 0,249A và 2,38 gam.

Câu 8: Điện phân 500 ml dung dịch AgNO_3 với điện cực trơ cho đến khi catot bắt đầu có khí thoát ra thì ngừng lại. Để trung hòa dung dịch sau điện phân cần 800 ml dung dịch NaOH 1M. Nồng độ mol AgNO_3 và thời gian điện phân là bao nhiêu (biết $I = 20\text{A}$)?

- A. 0,8M, 3860 giây. B. 1,6M, 3860 giây.
C. 1,6M, 360 giây. D. 0,4M, 380 giây.

Câu 9: Điện phân 100 ml dung dịch CuSO_4 0,2M với $I = 9,65\text{A}$. Tính khối lượng Cu bám lên catot khi thời gian điện phân $t_1 = 200$ giây, $t_2 = 500$ giây lần lượt là:

- A. 0,32 gam và 0,64 gam. B. 0,64 gam và 1,28 gam.
C. 0,64 gam và 1,32 gam. D. 0,32 gam và 1,28 gam.

Câu 10: Điện phân dung dịch NaCl đến hết (có màng ngăn, điện cực trơ), cường độ dòng điện 1,61A thì hết 60 phút. Thêm 0,03 mol H_2SO_4 vào dung dịch sau điện phân thì thu được muối với khối lượng là

- A. 4,26 gam. B. 8,52 gam. C. 2,13 gam. D. 6,39 gam.

Câu 11: Điện phân (điện cực trơ, hiệu suất 100%) 300 ml dung dịch CuSO_4 0,5M với cường độ dòng điện không đổi 2,68A, trong thời gian t giờ thu được dung dịch X. Cho dung dịch $\text{Ba}(\text{OH})_2$ dư vào X thấy xuất hiện 45,73 gam kết tủa. Giá trị của t là

- A. 0,10. B. 0,12. C. 0,4. D. 0,8.

(Đề thi thử THPT Quốc Gia lần 3 – THPT chuyên Đại học Vinh – Nghệ An, năm 2015)

Câu 12: Điện phân một lượng dư dung dịch MgCl_2 (điện cực trơ, có màng ngăn xốp bao điện cực) với cường độ dòng điện 2,68A trong 2 giờ. Sau khi dừng điện phân khối lượng dung dịch giảm m gam, giả thiết nước không bay hơi, các chất tách ra đều khan. Giá trị của m là

- A. 8,7. B. 18,9. C. 7,3. D. 13,1.

(Đề thi thử THPT Quốc Gia lần 1 – THPT chuyên KHTN Hà Nội, năm 2017)

Câu 13: Mắc nối tiếp 2 bình điện phân: bình 1 chứa dung dịch CuCl_2 , bình 2 chứa dung dịch Na_2SO_4 . Khi ở bình 1 thoát ra 3,2 gam kim loại thì ở các điện cực khác khối lượng các chất sinh ra là:

	Bình 1		Bình 2	
	Catot	Anot	Catot	Anot
A.	3,20 gam	3,55 gam	0,1 gam	0,8 gam
B.	3,20 gam	3,55 gam	0,2 gam	1,6 gam
C.	3,20 gam	7,10 gam	0,2 gam	1,6 gam
D.	3,20 gam	7,10 gam	0,05 gam	0,8 gam

* **Mức độ vận dụng cao**

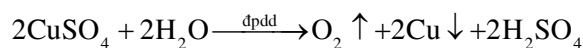
Ví dụ 7: Điện phân 500 ml dung dịch CuSO_4 có nồng độ a mol/lít (điện cực trơ) đến khi thu được 1,12 lít khí (đktc) ở anot thì dừng lại. Cho thanh sắt dư vào dung dịch sau điện phân, kết thúc phản ứng thấy khối lượng thanh sắt tăng 0,8 gam. Giá trị của a là

- A. 0,4. B. 0,2. C. 1,8. D. 1,6.

Phân tích và hướng dẫn giải

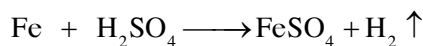
• Cách 1: Tính theo phương trình phản ứng

+ Bản chất phản ứng:

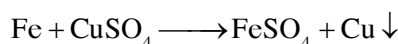


$$\text{mol: } 0,1 \quad \leftarrow \quad \frac{1,12}{22,4} = 0,05 \quad \rightarrow \quad 0,1$$

⇒ Dung dịch sau điện phân chứa: CuSO_4 dư và H_2SO_4 .



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



$$\text{mol: } x \leftarrow x \quad \rightarrow \quad x$$

$$\Rightarrow m_{\text{thanh Fe tăng}} = m_{\text{Cu}} - m_{\text{Fe pư}} = 64x - 56(x + 0,1) = 0,8 \Rightarrow x = 0,8$$

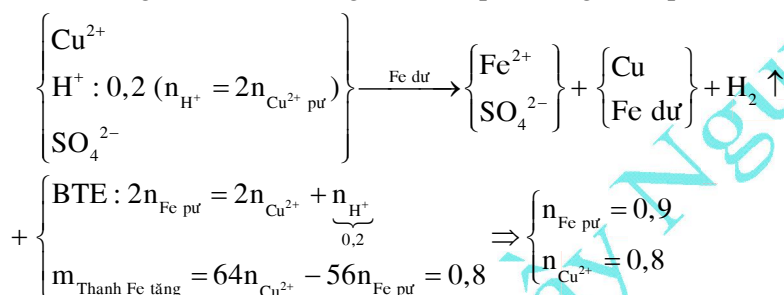
$$\Rightarrow n_{\text{CuSO}_4 \text{ ban đầu}} = 0,9 \Rightarrow [\text{CuSO}_4] = \frac{0,9}{0,5} = \boxed{1,8\text{M}}$$

• Cách 2: Sử dụng bảo toàn electron

+ Trong phản ứng điện phân:

$$\text{BTE: } n_{\text{electron trao đổi}} = 2n_{\text{Cu}} = 4n_{\text{O}_2} = \frac{4 \cdot 1,12}{22,4} = 0,2 \Rightarrow n_{\text{Cu}} = 0,1.$$

+ Phản ứng của Fe với dung dịch sau phản ứng điện phân:



$$\Rightarrow n_{\text{CuSO}_4 \text{ ban đầu}} = 0,9 \Rightarrow [\text{CuSO}_4] = \frac{0,9}{0,5} = \boxed{1,8\text{M}}$$

Ví dụ 8: Điện phân với điện cực trơ dung dịch chứa 0,2 mol $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, cường độ dòng điện 2,68A, trong thời gian t (giờ), thu được dung dịch X. Cho 14,4 gam bột Fe vào X, thu được khí NO (sản phẩm khử duy nhất của N^{+5}) và 13,5 gam chất rắn. Biết các phản ứng xảy ra hoàn toàn và hiệu suất của quá trình điện phân là 100%. Giá trị của t là

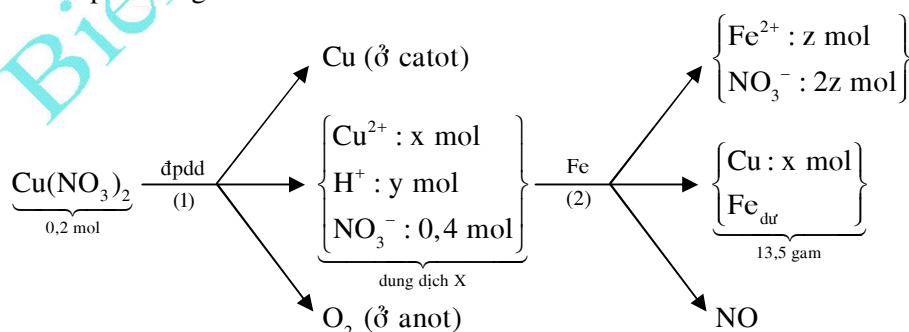
A. 0,60. **B. 1,00.** C. 0,25. D. 1,20.

Phân tích và hướng dẫn giải

• Cách 1:

$$+ n_{\text{Cu}^{2+} \text{ trong X}} < 0,2 \Rightarrow m_{\text{Cu}} < 12,8 \text{ gam} \Rightarrow \text{Chất rắn có Fe dư.}$$

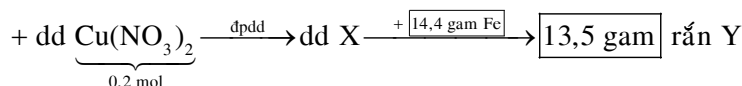
+ Sơ đồ phản ứng:



$$+ \begin{cases} \text{BTĐT trong X: } 2x + y = 0,4 \\ \text{BTE cho pư (2): } 2z = 2x + 3 \underbrace{(0,4 - 2z)}_{n_{\text{NO}}} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,15 \\ y = 0,1 \\ z = 0,1875 \end{cases} \\ m_{\text{chất rắn}} : 64x + (14,4 - 56z) = 13,5 \end{cases}$$

$$\Rightarrow n_{\text{electron trao đổi}} = n_{\text{H}^+} = 0,1 \Rightarrow t = \frac{96500 \cdot 0,1}{2,68} = 3600 \text{ giây} = \boxed{1 \text{ giờ}}$$

• Cách 2 :



$$\Rightarrow \underbrace{\begin{cases} \text{H}^+ : x \\ \text{Cu}^{2+} : 0,2 - 0,5x \\ \text{NO}_3^- : 0,4 \end{cases}}_{\text{dd X}} ; \begin{cases} n_{\text{NO}} = \frac{n_{\text{H}^+}}{4} = 0,25x \\ \text{BTE: } 2n_{\text{Fe pư}} = 3n_{\text{NO}} + 2n_{\text{Cu}^{2+}} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{Fe pư}} = 0,2 - 0,125x \\ n_{\text{Cu tạo thành}} = 0,2 - 0,5x \end{cases}$$

$$\Rightarrow m_Y = 14,4 - 56(0,2 - 0,125x) + 64(0,2 - 0,5x) = 13,5 \Rightarrow x = 0,1$$

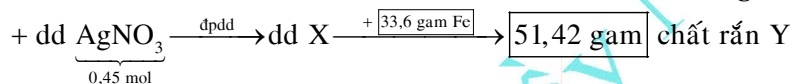
$$\Rightarrow t = \frac{F \cdot n_{\text{electron trao đổi}}}{I} = \frac{96500 \cdot 0,1}{2,68} = 3600 \text{ giây} = \boxed{1 \text{ giờ}}$$

Ví dụ 9: Điện phân với điện cực trơ dung dịch chứa 0,45 mol AgNO_3 bằng cường độ dòng điện 2,68A, trong thời gian t (giờ), thu được dung dịch X. Cho 33,6 gam bột Fe vào dung dịch X thấy thoát ra khí NO (sản phẩm khử duy nhất), thu được 51,42 gam chất rắn Y. Các phản ứng xảy ra hoàn toàn. Giá trị của t là

- A. 1,50. B. 2,40. C. 1,80. **D. 1,20.**

(Đề thi thử THPT Quốc Gia lần 2 – THPT chuyên Quốc Học Huế, năm 2016)

Phân tích và hướng dẫn giải



$$\Rightarrow \underbrace{\begin{cases} \text{H}^+ : x \\ \text{Ag}^+ : 0,45 - x \\ \text{NO}_3^- : 0,45 \end{cases}}_{\text{dd X}} ; \begin{cases} n_{\text{NO}} = \frac{n_{\text{H}^+}}{4} = 0,25x \\ \text{BTE: } 2n_{\text{Fe pư}} = 3n_{\text{NO}} + n_{\text{Ag}^+} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{Fe pư}} = 0,225 - 0,125x \\ n_{\text{Ag tạo thành}} = 0,45 - x \end{cases}$$

$$\Rightarrow m_Y = 33,6 - 56(0,225 - 0,125x) + 108(0,45 - x) = 51,42 \Rightarrow x = 0,12.$$

$$\Rightarrow n_{\text{electron trao đổi}} = n_{\text{H}^+} = 0,12 \Rightarrow t = \frac{n_{\text{electron trao đổi}} \cdot F}{I} = 4320 \text{ giây} = \boxed{1,2 \text{ giờ}}$$

Bài tập vận dụng

Câu 14: Điện phân nóng chảy Al_2O_3 với anot than chì (hiệu suất điện phân 100%) thu được m kg Al ở catot và $67,2 \text{ m}^3$ (đktc) hỗn hợp khí X có tỉ khối so với hydro bằng 16. Lấy $2,24 \text{ lít}$ (đktc) hỗn hợp khí X sục vào dung dịch nước vôi trong (dư) thu được 2 gam kết tủa. Giá trị của m là

- A. 54,0. **B. 75,6.** C. 67,5. D. 108,0.

Câu 15: Điện phân (với điện cực trơ) 200 ml dung dịch CuSO_4 nồng độ $x \text{ mol/l}$, sau một thời gian thu được dung dịch Y vẫn còn màu xanh, có khối lượng giảm 9,6 gam so với dung dịch ban đầu. Cho 20,16 gam bột Fe vào Y, sau khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn, thu được 14,88 gam kim loại. Giá trị của x là

- A. 2,25. **B. 1,5.** C. 1,25. D. 3,25.

Câu 16: Điện phân điện cực trơ dung dịch có $a \text{ mol Cu(NO}_3)_2$ với thời gian 2 giờ cường độ dòng điện 1,93A, thu được dung dịch X có màu xanh. Thêm 10,4 gam Fe vào X, phản ứng hoàn toàn thu được khí NO (sản phẩm khử duy nhất) và 8 gam hỗn hợp Y gồm 2 kim loại. Giá trị của a là

- A. 0,15.** B. 0,125. C. 0,3. D. 0,2.

Câu 17: Điện phân với điện cực trơ dung dịch chứa 0,5 mol AgNO_3 với cường độ dòng điện 3,86A, trong thời gian t giây, thu được dung dịch X (hiệu suất quá trình điện phân là 100%). Cho 22,4 gam bột Fe vào X, thấy thoát ra khí NO (sản phẩm khử duy nhất) và sau các phản ứng hoàn toàn thu được 42,2 gam chất rắn Y. Giá trị của t là

- A. 3000. B. 2500. C. 3600. **D. 5000.**

Câu 18: Điện phân 225 ml dung dịch AgNO_3 1M với điện cực trơ trong t giờ, cường độ dòng điện không đổi 4,02A (hiệu suất quá trình điện phân là 100%), thu được chất rắn X, dung dịch Y và khí Z. Cho 18,9 gam Fe vào Y, sau khi các phản ứng kết thúc thu được 21,75 gam rắn T và khí NO (sản phẩm khử duy nhất của N^{+5}). Phát biểu nào sau đây **sai**?

- A. Chất rắn T thu được chứa 2 kim loại.
 B. Do Y có chứa HNO_3 nên dung dịch sau điện phân có $\text{pH} < 7$.
 C. Trước khi cho sắt vào, nước ở catot chưa bị điện phân.
D. Quá trình điện phân được tiến hành trong 5600 giây.

Câu 19: Điện phân dung dịch muối MSO_4 (M là kim loại) với điện cực trơ, cường độ dòng điện không đổi. Sau thời gian t giây, thu được a mol khí ở anot. Nếu thời gian điện phân là 2t giây thì tổng số mol khí thu được ở cả hai điện cực là 2,5a mol. Giả sử hiệu suất điện phân là 100%, khí sinh ra không tan trong nước. Phát biểu nào sau đây là **sai**?

- A. Khi thu được 1,8a mol khí ở anot thì vẫn chưa xuất hiện bọt khí ở catot.**
 B. Tại thời điểm 2t giây, có bọt khí ở catot.
 C. Dung dịch sau điện phân có $\text{pH} < 7$
 D. Tại thời điểm t giây, ion M^{2+} chưa bị điện phân hết.

Câu 20: Điện phân dung dịch chứa AgNO_3 điện cực trơ, với cường độ dòng điện 2A, một thời gian thu được dung dịch X. Cho m gam bột Mg vào dung dịch X, sau khi phản ứng xảy ra hoàn toàn thu được 1,58m gam hỗn hợp bột kim loại và 1,12 lít hỗn hợp khí Z (đktc) gồm NO, N_2O có tỉ khối hơi đối với H_2 là 19,2 và dung dịch Y chứa 37,8 gam muối. Cho toàn bộ hỗn hợp bột kim loại tác dụng với dung dịch HCl dư thu được 5,6 lít H_2 (đktc). Thời gian điện phân là

- A. 23160 giây.** B. 24125 giây.
 C. 22195 giây. D. 28950 giây.

b. Tìm chất

Ví dụ minh họa

*** Mức độ vận dụng**

Ví dụ 10: Điện phân dung dịch X chứa 0,4 mol $\text{M}(\text{NO}_3)_2$ (với điện cực trơ) trong thời gian 48 phút 15 giây, thu được 11,52 gam kim loại M tại catot và 2,016 lít khí (đktc) tại anot. Tên kim loại M và cường độ dòng điện là

A. Fe và 24A. B. Zn và 12A. C. Ni và 24A. **D. Cu và 12A.**

Phân tích và hướng dẫn giải

$$+ \text{BTE} : n_{\text{electron trao đổi}} = 2n_{\text{M}} = 4n_{\text{O}_2} = \frac{4 \cdot 2,016}{22,4} = 0,36 \Rightarrow n_{\text{M}} = 0,18$$

$$\Rightarrow \text{M} = \frac{11,52}{0,18} = \boxed{64 (\text{Cu})}; I = \frac{0,36 \cdot 96500}{48 \cdot 60 + 15} = \boxed{12\text{A}}$$

Ví dụ 11: Điện phân nóng chảy x gam muối M tạo bởi kim loại R và halogen X, thu được 0,96 gam R ở catot và 0,896 lít khí ở anot. Mặt khác, hoà tan x gam muối M vào nước rồi cho dung dịch trên tác dụng với AgNO_3 dư thì thu được 11,48 gam kết tủa. Công thức của muối M là

- A. CaCl_2 . **B. MgCl_2 .** C. CaBr_2 . D. MgBr_2 .

Phân tích và hướng dẫn giải

$$+ \text{BTNT X: } \begin{cases} n_{X^-} = 2n_X = 0,08 \\ n_{X^-} = n_{AgX} = \frac{11,48}{108 + X} \Rightarrow \frac{11,48}{108 + X} = 0,08 \Rightarrow X = 35,5 \text{ (Cl)}. \end{cases}$$

$$+ \text{BTE: } n \cdot n_R = n_X \Rightarrow \frac{0,96n}{R} = 0,08 \Rightarrow \frac{R}{n} = 12 \Rightarrow n = 2; R = 24 \text{ (Mg)}.$$

\Rightarrow M là MgCl_2

Bài tập vận dụng

Câu 21: Điện phân nóng chảy hoàn toàn 5,96 gam MCl_n , thu được 0,04 mol Cl_2 . Kim loại M là

A. Ca. B. Na. C. Mg. **D. K.**

Câu 22: Điện phân một dung dịch chứa muối MCl_n với điện cực trơ. Khi catot thu được 44,8 gam kim loại M thì anot thu được 15,68 lít một khí (ở đktc). M là kim loại

A. Mg. B. Fe. **C. Cu.** D. Zn.

Câu 23: Điện phân bằng điện cực trơ dung dịch muối sunfat của kim loại hoá trị II với dòng điện có cường độ 6A. Sau 29 phút điện phân thấy khối lượng catot tăng lên 3,45 gam. Kim loại đó là

A. Zn. **B. Cu.** C. Ni. **D. Sn.**

Câu 24: Điện phân 200 ml dung dịch muối nitrat kim loại M hóa trị I điện cực trơ cho đến khi bề mặt catot xuất hiện bọt khí thì ngừng điện phân. Để trung hòa dung dịch sau điện phân phải cần 250 ml dung dịch NaOH 0,8M. Nếu ngâm 1 thanh Zn có khối lượng 50 gam vào 200 ml dung dịch muối nitrat trên, phản ứng xong khối lượng lá Zn tăng thêm 30,2% so với khối lượng ban đầu. Tính nồng độ mol muối nitrat và kim loại M?

A. $[\text{MNO}_3] = 1\text{M}$, Ag. B. $[\text{MNO}_3] = 0,1\text{M}$, Ag.
C. $[\text{MNO}_3] = 2\text{M}$, Na. **D. $[\text{MNO}_3] = 0,011\text{M}$, Cu.**

Câu 25: Mắc nối tiếp hai bình điện phân: bình (1) chứa dung dịch MCl_2 và bình (2) chứa dung dịch AgNO_3 . Sau 3 phút 13 giây thì ở catot bình (1) thu được 1,6 gam kim loại còn ở catot bình (2) thu được 5,4 gam kim loại. Cả hai bình đều không thấy khí thoát ra ở catot. Kim loại M là và cường độ dòng điện đã dùng là

A. Zn; 25A. **B. Cu; 25A.** C. Cu; 12,5A. D. Pb; 25A.

* **Mức độ vận dụng cao**

Ví dụ minh họa

Ví dụ 12: 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)

Phân tích và hướng dẫn giải

+ Vì ion SO_4^{2-} không bị oxi hóa nên ở anot H_2O bị oxi hóa tạo ra khí O_2 .

+ Ở catot thứ tự khử như sau : $\text{M}^{2+} > \text{H}_2\text{O}$.

• Điện phân trong thời gian 2t giây.

+ Theo giả thiết và bảo toàn electron, ta có:

$$\begin{cases} n_{\text{O}_2} + n_{\text{H}_2} = 0,1245 \\ \underbrace{n_{\text{O}_2}}_{0,035 \cdot 2} + \underbrace{n_{\text{H}_2}}_{?} = 0,1245 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{H}_2} = 0,0545; n_{\text{M}^{2+}} = 0,0855 \\ 2 \underbrace{n_{\text{M}^{2+}}}_{?} + 2 \underbrace{n_{\text{H}_2}}_{?} = 4 \underbrace{n_{\text{O}_2}}_{0,035 \cdot 2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} M = \frac{13,68}{0,0855} - 96 = 64 \text{ (Cu)} \end{cases}$$

• Điện phân trong thời gian t giây.

+ Theo bảo toàn electron, ta có:

$$2 \underbrace{n_{\text{Cu}^{2+}}}_{?} = 4 \underbrace{n_{\text{O}_2}}_{0,035} = n_{\text{Cu}^{2+} \text{ pư}} = 0,07 \text{ mol} \Rightarrow y = m_{\text{Cu}} = 0,07 \cdot 64 = \boxed{4,48 \text{ gam}}$$

Bài tập vận dụng

Câu 26: Hòa tan 2,88 gam XSO_4 vào nước thu được dung dịch Y. Điện phân dung dịch Y (với điện cực trơ) trong thời gian t giây thì được m gam kim loại ở catot và 0,007 mol khí ở anot. Nếu thời gian điện phân là 2t giây thì ở catot thu được kim loại và tổng số mol khí (ở cả 2 bên điện cực) là 0,024 mol. Giá trị của m là

- A. 0,784. B. 0,91. C. 0,896. D. 0,336.

Câu 27: Điện phân (với điện cực trơ, cường độ dòng điện không đổi) dung dịch chứa 17 gam muối $\text{M}(\text{NO}_3)_n$ trong thời gian t, thấy khối lượng dung dịch giảm 9,28 gam và tại catot chỉ có a gam kim loại M bám vào. Sau thời gian 2t, khối lượng dung dịch giảm đi 12,14 gam và tại catot thấy thoát ra 0,672 lít khí (đktc). Vậy giá trị của a là

- A. 6,40. B. 8,64. C. 2,24. D. 6,48.

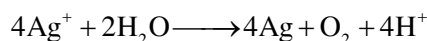
ĐÁP ÁN VÀ HƯỚNG DẪN GIẢI

1C	2C	3C	4B	5D	6C	7A	8B	9B	10A
11D	12D	13A	14B	15B	16A	17D	18D	19A	20A
21D	22C	23B	24A	25B	26C	27B			

Câu 1:

$$+ \text{pH} = 2 \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-2} \Rightarrow n_{\text{H}^+} = 0,01.0,2 = 0,002 \text{ mol.}$$

• Cách 1: Tính theo phản ứng



$$\text{mol:} \quad 0,002 \leftarrow 0,002$$

$$\Rightarrow m_{\text{Ag}} = 0,216 \text{ gam}$$

• Cách 2: Tính theo bảo toàn nguyên tố và bảo toàn điện tích

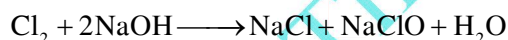
$$n_{\text{Ag}} = n_{\text{Ag}^+ \text{ pư}} = n_{\text{H}^+} \Rightarrow m_{\text{Ag}} = 0,216 \text{ gam}$$

Câu 2:



$$\Rightarrow n_{\text{Cl}_2} = n_{\text{Cu}} = \frac{0,32}{64} = 0,005 \text{ mol.}$$

+ Phản ứng của Cl_2 với NaOH :

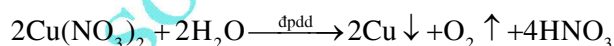


$$\text{mol:} \quad 0,005 \rightarrow 0,01$$

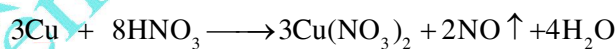
$$+ n_{\text{NaOH ban đầu}} = n_{\text{NaOH dư}} + n_{\text{NaOH pư}} = 0,05.0,2 + 0,01 = 0,02 \Rightarrow [\text{NaOH}] = 0,1\text{M}$$

Câu 3:

+ Bản chất phản ứng:



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

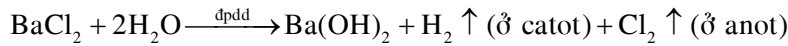


$$\text{mol:} \quad 0,75x \leftarrow 2x$$

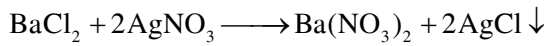
$$+ \Delta m = 64(x - 0,75x) = 3,2 \Rightarrow x = 0,2 \Rightarrow [\text{Cu}(\text{NO}_3)_2] = \frac{0,2}{0,2} = 1\text{M}$$

Câu 4:

- Cách 1: Tính theo phương trình phản ứng



$$\text{mol: } 0,005 \quad \leftarrow \quad 0,005$$



$$\text{mol: } 0,01 \leftarrow 0,02$$

$$\Rightarrow n_{\text{BaCl}_2 \text{ ban đầu}} = 0,015 \text{ mol} \Rightarrow [\text{BaCl}_2 \text{ ban đầu}] = \frac{0,015}{0,15} = \boxed{0,1\text{M}}$$

- Cách 2:

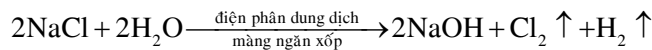
$$n_{\text{Cl}^-} = 2n_{\text{Cl}_2} + n_{\text{Ag}^+} = 0,03 \text{ mol} \Rightarrow n_{\text{BaCl}_2 \text{ ban đầu}} = 0,015 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow [\text{BaCl}_2 \text{ ban đầu}] = \frac{0,015}{0,15} = \boxed{0,1\text{M}}$$

Câu 5:

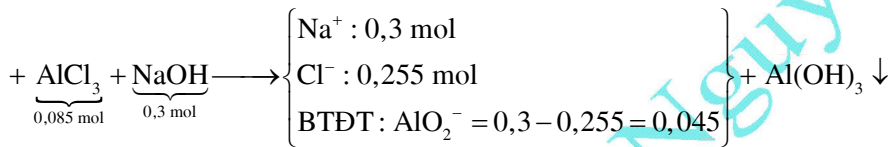
$$+ n_{\text{NaCl bd}} = 0,4 \text{ mol.}$$

- + Phương trình phản ứng:



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

$$\Rightarrow 2x = \frac{6,72}{22,4} = 0,3 \Rightarrow x = 0,15 \text{ mol} \Rightarrow n_{\text{NaOH}} = 0,3 \text{ mol.}$$



$$\Rightarrow n_{\text{Al(OH)}_3} = 0,085 - 0,045 = 0,04 \text{ mol; } m_{\text{Al(OH)}_3} = 0,04 \cdot 78 = \boxed{3,12 \text{ gam}}$$

Câu 6:

$$+ \left\{ \begin{array}{l} n_{\text{Ag}^+} = 0,004 \\ n_{\text{electron trao đổi}} = \frac{It}{F} = 0,013 \end{array} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \text{Ag}^+ \text{ bị điện phân hết} \\ m_{\text{Ag}} = 0,004 \cdot 108 = \boxed{0,432 \text{ gam}} \end{array} \right.$$

Câu 7:

$$+ n_{\text{Ag}^+ \text{ ban đầu}} = n_{\text{Ag}} + n_{\text{Cl}^-} = 0,014 \Rightarrow m_{\text{AgNO}_3 \text{ ban đầu}} = \boxed{2,38 \text{ gam}}$$

$$+ n_{\text{electron trao đổi}} = n_{\text{Ag}} = 0,004 \text{ mol} \Rightarrow I = \frac{n_{\text{electron trao đổi}} \cdot F}{t} = \frac{0,004 \cdot 96500}{15,60} \approx \boxed{0,428\text{A}}$$

Câu 8:

- + Từ giả thiết suy ra AgNO_3 đã bị điện phân hết.

$$+ \text{BTĐT: } n_{\text{Ag}^+} = n_{\text{H}^+} = n_{\text{OH}^-} = 0,8 \Rightarrow [\text{AgNO}_3] = \frac{0,8}{0,5} = \boxed{1,6\text{M}}$$

$$+ n_{\text{electron trao đổi}} = n_{\text{H}^+} = 0,8 \Rightarrow t = \frac{n_{\text{electron trao đổi}} \cdot F}{I} = \frac{0,8 \cdot 96500}{20} = \boxed{3860 \text{ giây}}$$

Câu 9:

$$+ n_{\text{Cu}^{2+}} = 0,02 \text{ mol} \Rightarrow n_{\text{mol electron max do Cu}^{2+} \text{ nhận}} = 2 \cdot 0,02 = 0,04 \text{ mol.}$$

$$+ \text{ Khi } t_1 = 200\text{s} \Rightarrow n_{\text{electron trao đổi}} = \frac{It}{F} = \frac{200 \cdot 9,65}{96500} = 0,02 < 0,04 \Rightarrow \text{Cu}^{2+} \text{ dư}$$

$$\Rightarrow n_{\text{Cu}} = \frac{n_{\text{electron trao đổi}}}{2} = 0,01 \text{ mol}; \boxed{m_{\text{Cu}} = 0,64 \text{ gam}}$$

$$+ \text{ Khi } t_2 = 500\text{s} \Rightarrow n_{\text{electron trao đổi}} = \frac{It}{F} = \frac{500 \cdot 9,65}{96500} = 0,05 > 0,04 \Rightarrow \text{Cu}^{2+} \text{ hết}$$

$$\Rightarrow n_{\text{Cu}} = n_{\text{Cu}^{2+}} = 0,02 \text{ mol}; \boxed{m_{\text{Cu}} = 1,28 \text{ gam}}$$

Câu 10:

+ Trong phản ứng điện phân :

$$\text{BTĐT: } n_{\text{Cl}^- \text{ pư}} = n_{\text{OH}^- \text{ tạo thành}} = \frac{It}{F} = \frac{1,61 \cdot 60 \cdot 60}{96500} = 0,06 \text{ mol.}$$

+ Trong phản ứng trung hòa :

$$n_{\text{H}^+} = n_{\text{OH}^-} = 0,06 \text{ mol} \Rightarrow n_{\text{SO}_4^{2-}} = 0,03 \text{ mol} \Rightarrow n_{\text{Na}_2\text{SO}_4} = 0,03 \text{ mol} \Leftrightarrow \boxed{4,26 \text{ gam}}$$

Câu 11:

$$+ n_{\text{CuSO}_4} = 0,3 \cdot 0,5 = 0,15 \Rightarrow n_{\text{BaSO}_4} = n_{\text{SO}_4^{2-}} = 0,15 \cdot 233 = 34,95$$

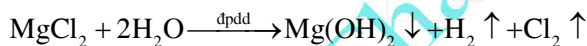
$$\Rightarrow n_{\text{Cu}^{2+} \text{ dư}} = n_{\text{Cu(OH)}_2} = \frac{45,73 - 34,95}{98} = 0,11 \Rightarrow n_{\text{Cu}^{2+} \text{ bị khử}} = 0,04.$$

$$+ \text{ BTE: } 2n_{\text{Cu}^{2+} \text{ bị khử}} = \frac{It}{F} \Rightarrow \frac{2,68t}{96500} = 0,08 \Rightarrow t = 2880 \text{ giây} = \boxed{0,8 \text{ giờ}}$$

Câu 12:

$$+ 2n_{\text{Cl}_2} = 2n_{\text{H}_2} = n_{\text{electron trao đổi}} = \frac{It}{F} = 0,2 \text{ mol} \Rightarrow n_{\text{Cl}_2} = n_{\text{H}_2} = 0,1 \text{ mol.}$$

+ Bản chất phản ứng :



$$\text{mol:} \quad \quad \quad 0,1 \quad \leftarrow \quad 0,1$$

$$\Rightarrow m_{\text{dd giảm}} = m_{\text{Mg(OH)}_2} + m_{\text{Cl}_2} + m_{\text{H}_2} = \boxed{13,1 \text{ gam}}$$

Câu 13:

• Ở bình 1: Tại catot : $m_{\text{Cu}} = 3,2 \text{ gam}$

$$+ \text{ BTE} \Rightarrow n_{\text{Cl}_2} = n_{\text{Cu}} = \frac{3,2}{64} = 0,05 \text{ mol} \Rightarrow \text{Tại anot : } m_{\text{Cl}_2} = 3,55 \text{ gam.}$$

$$+ \text{ Mắc nối tiếp 2 bình điện phân thì } I_{\text{bình 1}} = I_{\text{bình 2}} \Rightarrow n_{\text{e trao đổi bình 1}} = n_{\text{e trao đổi bình 2}}.$$

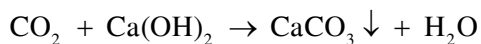
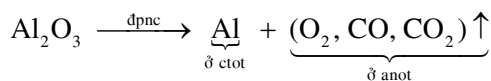
• Ở bình 2:

$$+ 2n_{\text{H}_2} = 4n_{\text{O}_2} = n_{\text{electron trao đổi}} = 0,05 \cdot 2 = 0,1 \text{ mol} \Rightarrow n_{\text{H}_2} = 0,05; n_{\text{O}_2} = 0,025$$

$$\Rightarrow \text{Tại catot : } m_{\text{H}_2} = 0,1 \text{ gam; Tại anot : } 0,025 \cdot 32 = 0,8 \text{ gam.}$$

Câu 14:

+ Bản chất phản ứng :



$$\text{mol: } 0,02 \quad \leftarrow \quad 0,02$$

+ Trong 67,2 m³ X, đặt n_{CO} = x; n_{CO₂} = y; n_{O₂ dư} = z, ta có :

$$\begin{cases} n_X = x + y + z = \frac{67,2}{22,4} = 3 \\ \overline{M}_X = \frac{28x + 44y + 32z}{x + y + z} = 32 \Rightarrow \begin{cases} x = 1,8 \text{ kmol} \\ y = 0,6 \text{ kmol} \\ z = 0,6 \text{ kmol} \end{cases} \\ \%n_{\text{CO}_2} = \frac{y}{x + y + z} = \frac{0,02}{0,1} \end{cases}$$

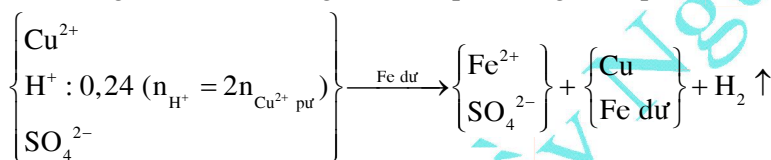
$$\text{+ BTE: } 3n_{\text{Al}} = 2\underbrace{n_{\text{CO}}}_{1,8} + 4\underbrace{n_{\text{CO}_2}}_{0,6} + 4\underbrace{n_{\text{O}_2}}_{0,6} \Rightarrow n_{\text{Al}} = 2,8 \text{ kmol} \Leftrightarrow \boxed{75,6 \text{ kg}}$$

Câu 15:

+ Trong phản ứng điện phân :

$$\begin{cases} \text{BTE: } 2n_{\text{Cu}} = 4n_{\text{O}_2} \\ m_{\text{dd giảm}} = 64n_{\text{Cu}} + 32n_{\text{O}_2} = 9,6 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,12 \\ y = 0,06 \end{cases}$$

+ Phản ứng của Fe với dung dịch sau phản ứng điện phân :

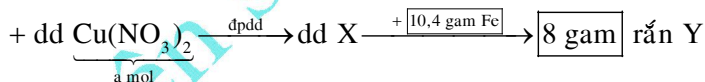


$$\text{+ } \begin{cases} \text{BTE: } 2n_{\text{Fe pư}} = 2n_{\text{Cu}^{2+}} + \underbrace{n_{\text{H}^+}}_{0,24} \\ m_{\text{Thanh Fe tăng}} = 56n_{\text{Fe pư}} - 64n_{\text{Cu}^{2+}} = 20,16 - 14,88 = 5,28 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{Fe pư}} = 0,3 \\ n_{\text{Cu}^{2+}} = 0,18 \end{cases}$$

$$\Rightarrow n_{\text{CuSO}_4 \text{ ban đầu}} = 0,3 \Rightarrow [\text{CuSO}_4] = \frac{0,3}{0,2} = \boxed{1,5\text{M}}$$

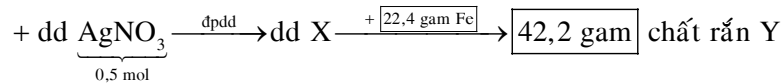
Câu 16:

$$\text{+ } n_{\text{electron trao đổi}} = \frac{It}{F} = 0,144 \text{ mol} \Rightarrow n_{\text{H}^+ \text{ trong X}} = 0,144.$$



$$\Rightarrow \underbrace{\left\{ \begin{array}{l} \text{H}^+ : 0,144 \\ \text{Cu}^{2+} : a - 0,072 \\ \text{NO}_3^- : 2a \end{array} \right\}}_{\text{dd X}} ; \begin{cases} n_{\text{NO}} = \frac{n_{\text{H}^+}}{4} = 0,036 \\ \text{BTE: } 2n_{\text{Fe pư}} = 3n_{\text{NO}} + 2n_{\text{Cu}^{2+}} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{Fe pư}} = a - 0,018 \\ n_{\text{Cu tạo thành}} = a - 0,072 \end{cases}$$

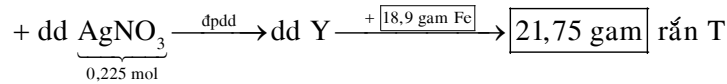
$$\Rightarrow m_Y = 10,4 - 56(a - 0,018) + 64(a - 0,072) = 8 \Rightarrow \boxed{a = 0,15}$$

Câu 17:

$$\Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \text{H}^+ : x \\ \text{Ag}^+ : 0,5 - x \\ \text{NO}_3^- : 0,5 \end{array} \right\}; \left\{ \begin{array}{l} n_{\text{NO}} = \frac{n_{\text{H}^+}}{4} = 0,25x \\ \text{BTE} : 2n_{\text{Fe pư}} = 3n_{\text{NO}} + n_{\text{Ag}^+} \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} n_{\text{Fe pư}} = 0,25 - 0,125x \\ n_{\text{Ag tạo thành}} = 0,5 - x \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow m_Y = 22,4 - 56(0,25 - 0,125x) + 108(0,5 - x) = 42,2 \Rightarrow x = 0,2.$$

$$\Rightarrow n_{\text{electron trao đổi}} = n_{\text{H}^+} = 0,2 \Rightarrow t = \frac{n_{\text{electron trao đổi}} \cdot F}{I} = \boxed{5000 \text{ giây}}$$

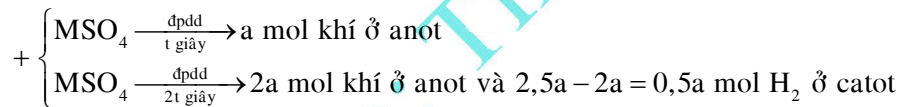
Câu 18:

$$\Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \text{H}^+ : x \\ \text{Ag}^+ : 0,225 - x \\ \text{NO}_3^- : 0,225 \end{array} \right\}; \left\{ \begin{array}{l} n_{\text{NO}} = \frac{n_{\text{H}^+}}{4} = 0,25x \\ \text{BTE} : 2n_{\text{Fe pư}} = 3n_{\text{NO}} + n_{\text{Ag}^+} \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} n_{\text{Fe pư}} = 0,1125 - 0,125x \\ n_{\text{Ag tạo thành}} = 0,225 - x \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow m_T = 18,9 - 56(0,1125 - 0,125x) + 108(0,225 - x) = 21,75 \Rightarrow x = 0,15.$$

$$\Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \text{T có Fe dư và Ag} \\ \text{Dung dịch Y có pH} < 7 \\ \text{Ở catot nước chưa bị điện phân} \\ n_{\text{electron trao đổi}} = n_{\text{H}^+} = 0,15 \Rightarrow t = \frac{n_{\text{electron trao đổi}} \cdot F}{I} = 3600 \text{ giây} \end{array} \right.$$

+ Vậy kết luận sai là Quá trình điện phân được tiến hành trong 5600 giây

Câu 19:

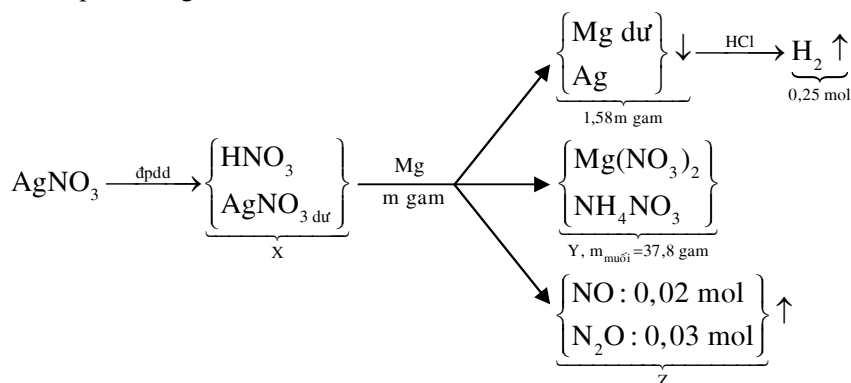
$$+ \left\{ \begin{array}{l} n_{\text{electron trao đổi (ts)}} = 4a \\ n_{\text{electron trao đổi (2ts)}} = 8a = 2n_{\text{M}^{2+}} + 2n_{\text{H}_2} \end{array} \right. \Rightarrow n_{\text{M}^{2+}} = 3,5a$$

$$\Rightarrow \text{Khi anot có } 1,8a \text{ mol khí thì } n_{\text{electron trao đổi}} = 7,2a > 2n_{\text{M}^{2+}} \Rightarrow \text{Catot đã có khí.}$$

Câu 20:

$$+ \begin{cases} n_{\text{NO}} + n_{\text{N}_2\text{O}} = 0,05 \\ 30n_{\text{NO}} + 44n_{\text{N}_2\text{O}} = 0,05 \cdot 19,2 = 1,92 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{NO}} = 0,02 \\ n_{\text{N}_2\text{O}} = 0,03 \end{cases}$$

+ Sơ đồ phản ứng:



+ Trong phản ứng của X với Mg: Chất khử là Mg, chất oxi hóa là N^{+5} , Ag^+ .

$$+ n_{\text{NH}_4\text{NO}_3} = x; n_{\text{Mg(NO}_3)_2} = n_{\text{Mg bd}} - n_{\text{Mg dư}} = n_{\text{Mg bd}} - n_{\text{H}_2} = \left(\frac{m}{24} - 0,25 \right).$$

$$\begin{cases} n_{\text{Ag}} = \frac{1,58m - 0,25 \cdot 24}{108} \\ \text{BTE: } 2 \left(\frac{m}{24} - 0,25 \right) = 0,02 \cdot 3 + 0,03 \cdot 8 + 8x + \frac{1,58m - 0,25 \cdot 24}{108} \\ m_{\text{muối}} = 148 \left(\frac{m}{24} - 0,25 \right) + 80x = 37,8 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} m = 12 \\ x = 0,01 \end{cases}$$

$$+ n_{\text{e trao đổi}} = n_{\text{HNO}_3/\text{X}} = 4n_{\text{NO}} + 10n_{\text{N}_2\text{O}} + 10n_{\text{NH}_4\text{NO}_3} = 0,48 \Rightarrow t = \frac{nF}{I} = \boxed{23160 \text{ giây}}$$

Câu 21:

$$+ \text{BTNT Cl: } n \cdot n_{\text{MCl}_n} = 2n_{\text{Cl}_2} \Rightarrow \frac{5,96n}{M + 35,5n} = 2,0,04 \Rightarrow \frac{M}{n} = 39 \Rightarrow \begin{cases} n = 1 \\ M = 39 \text{ (K)} \end{cases}$$

Câu 22:

$$+ \text{BTE: } n \cdot n_{\text{M}} = 2n_{\text{Cl}_2} \Rightarrow \frac{44,8n}{M} = \frac{2 \cdot 15,68}{22,4} \Rightarrow \frac{M}{n} = 32$$

$$\Rightarrow n = 2; \boxed{M = 64 \text{ (Cu)}}$$

Câu 23:

+ Công thức của muối là MSO_4 .

$$+ \frac{3,45 \cdot 2}{M} = n_{\text{electron trao đổi}} = \frac{It}{F} = 0,108 \Rightarrow M = \boxed{63,88 \text{ (Cu)}}$$

Câu 24:

$$+ \text{BTĐT: } n_{M^+ \text{ pư}} = n_{H^+ \text{ tạo thành}} = n_{OH^-} = 0,8.0,25 = 0,2 \text{ mol.}$$

$$\Rightarrow [MNO_3] = \frac{0,2}{0,2} = \boxed{1M}$$

$$+ \begin{cases} \text{BTE: } 2n_{Zn \text{ pư}} = n_{M^+ \text{ pư}} = 0,2 \\ \Delta m = 0,2M - 65n_{Zn \text{ pư}} = 30,2\%.50 = 15,1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{Zn \text{ pư}} = 0,1 \\ M = 108 \text{ (Ag)} \end{cases}$$

Câu 25:

+ Kim loại ở bình 1 là M, ở bình 2 là Ag.

$$+ \text{Mắc nối tiếp 2 bình điện phân thì } I_{\text{bình 1}} = I_{\text{bình 2}} \Rightarrow n_{\text{c trao đổi bình 1}} = n_{\text{c trao đổi bình 2}}$$

$$+ n_{\text{c trao đổi bình 1}} = n_{\text{c trao đổi bình 2}} = n_{\text{Ag}} = \frac{5,4}{108} = 0,05 \text{ mol} \Rightarrow I = \frac{0,05.96500}{3.60 + 13} = \boxed{25A}$$

$$\Rightarrow \frac{1,6n}{M} = 0,05 \Rightarrow M = 32n \Rightarrow n = 2; \boxed{M = 64 \text{ (Cu)}}$$

Câu 26:

+ Bảo toàn electron trong quá trình điện phân:

$$\begin{cases} t(s): n_{O_2} = 0,07 \Rightarrow \begin{cases} 2n_{M^{2+}} = 4n_{O_2} = 0,028 \\ n_M = n_{M^{2+}} \end{cases} \Rightarrow n_M = n_{M^{2+}} = 0,014 (*) \\ 2t(s): \begin{cases} n_{O_2} = 0,014 \\ n_{H_2} = 0,01 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 2n_{M^{2+}} + 2n_{H_2} = 4n_{O_2} \\ n_{M(NO_3)_2} = n_{M^{2+}} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{M(NO_3)_2} = n_{M^{2+}} = 0,018 \\ M_{M(NO_3)_2} = 160, M \text{ là Cu } (**) \end{cases} \end{cases}$$

$$+ \text{Từ (*) và (**)} \text{ suy ra: } m = 0,014.64 = \boxed{0,896}$$

Câu 27:

+ Điện phân trong thời gian 2t giây

$$\begin{cases} \underbrace{2n_{H_2}}_{0,03} + n_M = \underbrace{4n_{O_2}}_{2x} \\ M.n_M + 32 \underbrace{n_{O_2}}_{2x} + 2 \underbrace{n_{H_2}}_{0,03} = 12,14 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 0,06 + \frac{17n}{M + 62n} = 8x \\ \frac{17M}{M + 62n} + 64x = 12,08 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{17M}{M + 62n} + 8(0,06 + \frac{17n}{M + 62n}) = 12,08 \Rightarrow M = 108n \Rightarrow \begin{cases} n = 1 \\ M = 108 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,02 \\ M \text{ là Ag} \end{cases}$$

+ Điện phân trong thời gian t giây

$$\begin{cases} m_{\text{Ag}} + 32 \underbrace{n_{O_2}}_x = 9,28 \\ x = 0,02 \end{cases} \Rightarrow \boxed{m_{\text{Ag}} = 8,64 \text{ gam}}$$

2. Điện phân hai hay nhiều chất

* **Mức độ vận dụng**

Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Điện phân 200 ml dung dịch hỗn hợp AgNO_3 0,1M và $\text{Cu(NO}_3)_2$ 0,2M với điện cực trơ và cường độ dòng điện bằng 5A. Sau 19 phút 18 giây dừng điện phân, lấy catot sấy khô thấy tăng m gam. Giá trị của m là

- A. 5,16. B. 1,72. C. 2,58. D. 3,44.

(Đề thi thử THPT Quốc Gia lần 1 – THPT Yên Viên – Hà Nội, năm 2015)

Phân tích và hướng dẫn giải

+ Đề bài yêu cầu tính lượng kim loại tạo thành nên ta chỉ tập trung vào quá trình khử và thứ tự khử các ion trên catot.

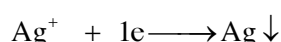
+ Từ các giả thiết ta tính được số mol của các ion Ag^+ , Cu^{2+} và số mol electron trao đổi. Từ đó dễ dàng tính được lượng kim loại tạo thành bằng các cách sau:

• Cách 1: Tính theo các bán phản ứng

$$+ n_{\text{Ag}^+} = 0,02; n_{\text{Cu}^{2+}} = 0,04; n_{\text{electron trao đổi}} = \frac{5 \cdot (19,60 + 18)}{96500} = 0,06.$$

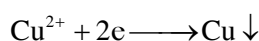
+ Thứ tự khử trên catot: $\text{Ag}^+ > \text{Cu}^{2+}$.

+ Quá trình khử trên catot:



$$\text{mol: } 0,02 \rightarrow 0,02 \rightarrow 0,02$$

$$\Rightarrow n_{\text{electron dùng để khử Cu}^{2+}} = 0,06 - 0,02 = 0,04$$



$$\text{mol: } 0,04 \rightarrow 0,02$$

$$\Rightarrow m = \underbrace{0,02 \cdot 108}_{m_{\text{Ag}}} + \underbrace{0,02 \cdot 64}_{m_{\text{Cu}}} = \boxed{3,44 \text{ gam}}$$

• Cách 2: Sử dụng bảo toàn electron

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

$$+ \begin{cases} n_{\text{Ag}^+} = 0,02; n_{\text{Cu}^{2+}} = 0,04; n_{\text{electron trao đổi}} = \frac{5 \cdot (19,60 + 18)}{96500} = 0,06 \\ \text{BTE: } \underbrace{n_{\text{Ag}^+}}_{0,02} + 2 \underbrace{n_{\text{Cu}^{2+} \text{ pư}}}_{?} = n_{\text{electron trao đổi}} = 0,06 \end{cases}$$

$$\Rightarrow n_{\text{Cu}^{2+} \text{ pư}} = 0,02 \Rightarrow m = \underbrace{0,02 \cdot 108}_{m_{\text{Ag}}} + \underbrace{0,02 \cdot 64}_{m_{\text{Cu}}} = \boxed{3,44 \text{ gam}}$$

Bài tập vận dụng

Câu 1: Điện phân 200 ml dung dịch X chứa $\text{Cu(NO}_3)_2$ và AgNO_3 với cường độ dòng điện 0,804A đến khi bọt khí bắt đầu thoát ra ở catot thì mất 2 giờ, khi đó khối lượng catot tăng thêm 4,2 gam. Nồng độ mol của $\text{Cu(NO}_3)_2$ trong dung dịch X là

- A. 0,1M. B. 0,075M. C. 0,05M. D. 0,15M.

Câu 2: Dung dịch X có a mol AgNO_3 , b mol $\text{Cu(NO}_3)_2$. 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. $22,4(2a + b)$.

Ví dụ 2: Điện phân dung dịch hỗn hợp gồm 0,1 mol $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, 0,2 mol CuSO_4 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. 3,92.

B. 5,6.

C. 8,86.

D. 4,48.

Phân tích và hướng dẫn giải

- + Đề bài yêu cầu tính thể tích khí thoát ra trên anot nên ta cần xác định trên anot thoát ra những khí gì và số mol của từng khí là bao nhiêu.
- + Dựa vào khả năng oxi hóa ta thấy trên anot chắc chắn có khí Cl_2 , ngoài ra còn có thể có khí O_2 .
- + Dựa vào thời điểm kết thúc quá trình điện phân và số mol các chất, ta tính được số mol electron trao đổi trên catot. Áp dụng bảo toàn electron ta xác định được trên anot thoát ra những khí gì với số mol là bao nhiêu.
- + Có thể tính thể tích bằng những cách sau:

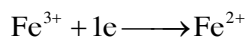
• Cách 1: Tính theo các bán phản ứng

+ Thứ tự khử trên catot : $\text{Fe}^{3+} > \text{Cu}^{2+} > \text{H}^+ > \text{H}_2\text{O}$; Thứ tự oxi hóa : $\text{Cl}^- > \text{H}_2\text{O}$.

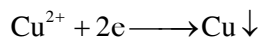
+ $n_{\text{Fe}^{3+}} = 0,2 \text{ mol}$; $n_{\text{Cu}^{2+}} = 0,2 \text{ mol}$; $n_{\text{H}^+} = 0,1 \text{ mol}$; $n_{\text{Cl}^-} = 0,1 \text{ mol}$.

+ Khi catot bắt đầu thoát khí thì tức là Cu^{2+} đã hết.

+ Quá trình khử trên catot :



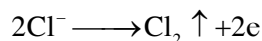
mol : 0,2 → 0,2



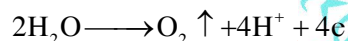
mol : 0,2 → 0,4

⇒ $n_{\text{e cần}} = n_{\text{e nhận}} = 0,6$

Quá trình oxi hóa trên anot :



mol : 0,1 → 0,05 → 0,1



mol : 0,125 ← (0,6 - 0,1) = 0,5

⇒ $V = 22,4(0,125 + 0,05) = 3,92 \text{ lít}$

• Cách 2 : Sử dụng bảo toàn electron

+ Thứ tự khử trên catot : $\text{Fe}^{3+} > \text{Cu}^{2+} > \text{H}^+ > \text{H}_2\text{O}$; Thứ tự oxi hóa : $\text{Cl}^- > \text{H}_2\text{O}$.

+ $n_{\text{Fe}^{3+}} = 0,2 \text{ mol}$; $n_{\text{Cu}^{2+}} = 0,2 \text{ mol}$; $n_{\text{H}^+} = 0,1 \text{ mol}$; $n_{\text{Cl}^-} = 0,1 \text{ mol}$.

+ Khi catot bắt đầu thoát khí thì tức là Cu^{2+} đã hết

⇒ Ở catot xảy ra 2 quá trình khử :

$$\begin{cases} \text{Fe}^{3+} + 1e \longrightarrow \text{Fe}^{2+} \\ \text{Cu}^{2+} + 2e \longrightarrow \text{Cu} \end{cases}$$

+ $\begin{cases} n_{\text{Cl}_2} = 0,5n_{\text{Cl}^-} = 0,05 \\ \text{BTE : } n_{\text{Fe}^{3+}} + 2n_{\text{Cu}^{2+}} = 2n_{\text{Cl}_2} + 4n_{\text{O}_2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{O}_2} = 0,125 \\ V = 22,4(0,125 + 0,05) = 3,92 \text{ lít} \end{cases}$

Ví dụ 3: Điện phân dung dịch chứa x mol NaCl và y mol CuSO_4 với điện cực trơ, màng ngăn xốp đến khi nước bị điện phân ở 2 điện cực thì dừng lại. Thể tích khí ở anot sinh ra gấp 1,5 lần thể tích khí ở catot ở cùng điều kiện nhiệt độ và áp suất. Quan hệ giữa x và y là

A. $x = 1,5y$.

B. $y = 1,5x$.

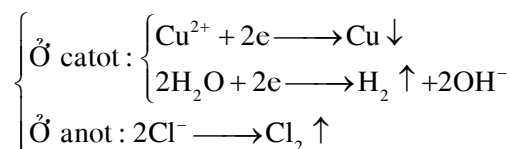
C. $x = 3y$.

D. $x = 6y$.

Phân tích và hướng dẫn giải

+ Thứ tự khử trên catot : $\text{Cu}^{2+} > \text{H}^+ > \text{H}_2\text{O}$; Thứ tự oxi hóa : $\text{Cl}^- > \text{H}_2\text{O}$.

+ Từ giả thiết suy ra bản chất phản ứng :



- Cách 1: Sử dụng bảo toàn điện tích và bảo toàn nguyên tố

+ Dung dịch sau phản ứng có $\begin{cases} n_{\text{Na}^+} = x \text{ mol}; n_{\text{SO}_4^{2-}} = y \text{ mol} \\ \text{BTĐT: } n_{\text{OH}^-} = x - 2y \end{cases}$

$$\Rightarrow \begin{cases} n_{\text{H}_2} = \frac{n_{\text{OH}^-}}{2} = \frac{x - 2y}{2} \\ n_{\text{Cl}_2} = \frac{n_{\text{Cl}^-}}{2} = 0,5x \end{cases} \Rightarrow 0,5x = 1,5 \cdot \frac{x - 2y}{2} \Rightarrow \boxed{x = 6y}$$

- Cách 2: Sử dụng bảo toàn electron và bảo toàn nguyên tố

$$\begin{cases} n_{\text{Cl}_2} = \frac{n_{\text{Cl}^-}}{2} = \frac{x}{2} \\ \text{BTE: } n_{\text{Cu}} + n_{\text{H}_2} = n_{\text{Cl}_2} \Rightarrow n_{\text{H}_2} = \frac{x}{2} - y = \frac{x}{1,5 \cdot 2} \Rightarrow \boxed{x = 6y} \\ \text{GT: } n_{\text{Cl}_2} = 1,5n_{\text{H}_2} \end{cases}$$

Ví dụ 4: Điện phân dung dịch hỗn hợp chứa a mol CuSO_4 và b mol NaCl (với điện cực trơ, màng ngăn xốp), đến khi khí thoát ra ở catot là 2,24 lít (đktc) thì ngừng điện phân. Dung dịch tạo thành hoà tan tối đa 4 gam MgO . Mối liên hệ giữa a và b là

- A. $2a - 0,2 = b$.** **B. $2a = b$.** **C. $2a < b$.** **D. $2a = b + 0,2$.**

Phân tích và hướng dẫn giải

+ Thứ tự khử trên catot: $\text{Cu}^{2+} > \text{H}_2\text{O}$; Thứ tự oxi hóa: $\text{Cl}^- > \text{H}_2\text{O}$.

+ Có khí thoát ra ở catot chứng tỏ Cu^{2+} đã bị khử hết.

+ Dung dịch sau điện phân hòa tan được MgO , chứng tỏ có chứa H^+ , Cl^- đã hết.

\Rightarrow Bản chất phản ứng: $\begin{cases} \text{Tại catot } \text{Cu}^{2+} \text{ bị khử trước, sau đó đến } \text{H}_2\text{O} \\ \text{Tại anot } \text{Cl}^- \text{ bị oxi hóa trước, sau đó đến } \text{H}_2\text{O} \end{cases}$

$$\Rightarrow \text{Dung dịch sau phản ứng có: } \begin{cases} n_{\text{SO}_4^{2-}} = a \text{ mol}; n_{\text{Na}^+} = b \text{ mol} \\ n_{\text{H}^+} = 2n_{\text{Mg}^{2+}} = 2n_{\text{MgO}} = 0,2 \text{ mol} \end{cases}$$

+ BTĐT cho dung dịch sau điện phân: $2a = b + 0,2$ hay $\boxed{2a - 0,2 = b}$

Ví dụ 5: Điện phân (điện cực trơ, có màng ngăn) 2 lít dung dịch gồm CuSO_4 và 0,01 mol NaCl đến khi cả 2 điện cực đều thoát ra 448 ml khí (đktc) thì ngừng điện phân. Giả sử nước bay hơi không đáng kể trong quá trình điện phân. Giá trị pH dung dịch sau điện phân là

- A. 1,4.** **B. 1,7.** **C. 1,2.** **D. 2,0.**

(Đề thi thử THPT Quốc Gia lần 3 – THPT chuyên Nguyễn Huệ – Hà Nội, năm 2015)

Phân tích và hướng dẫn giải

+ Thứ tự oxi hóa trên anot: $\text{Cl}^- > \text{H}_2\text{O}$; thứ tự khử trên catot: $\text{Cu}^{2+} > \text{H}_2\text{O}$.

$$+ \begin{cases} n_{\text{electron trao đổi}} = 2n_{\text{Cu}} + 2n_{\text{H}_2} = 2n_{\text{Cl}_2} + 4n_{\text{O}_2} \\ n_{\text{khí ở anot}} = n_{\text{Cl}_2} + n_{\text{O}_2} = 0,02 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{O}_2} = 0,015 \\ n_{\text{Cu}} = 0,015 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \text{dd sau điện phân có: } \begin{cases} n_{\text{SO}_4^{2-}} = 0,015 \\ n_{\text{Na}^+} = 0,01 \\ n_{\text{H}^+} = 0,015 \cdot 2 - 0,01 = 0,02 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} [\text{H}^+] = \frac{0,02}{2} = 0,01 \\ \boxed{\text{pH} = 2} \end{cases}$$

Ví dụ 6: Điện phân có màng ngăn 100 ml dung dịch chứa hỗn hợp gồm CuCl_2 0,5M và NaCl 2,5M (điện cực trơ, hiệu suất điện phân 100%) với cường độ dòng điện 7,5A trong 3860 giây, thu được dung X. X có khả năng hoà tan m gam Zn. Giá trị lớn nhất của m là

A. 9,75. B. 3,25. C. 6,5. D. 13.

Phân tích và hướng dẫn giải

$$\begin{aligned}
 &+ n_{\text{NaCl}} = 0,25 \text{ mol}; n_{\text{CuCl}_2} = 0,05 \text{ mol} \Rightarrow n_{\text{Cu}^{2+}} = 0,05; n_{\text{Cl}^-} = 0,35. \\
 &+ \text{Thứ tự khử trên catot: } \text{Cu}^{2+} > \text{H}_2\text{O}; \text{Thứ tự oxi hóa: } \text{Cl}^- > \text{H}_2\text{O}. \\
 &+ 2n_{\text{Cu}^{2+}} = 0,1 < n_{\text{electron trao đổi}} = \frac{7,5 \cdot 3860}{96500} = 0,3 < n_{\text{Cl}^-} = 0,35. \\
 &\Rightarrow \text{Ở anot } \text{Cl}^- \text{ không bị oxi hóa hết; Ở catot } \text{Cu}^{2+} \text{ và nước bị khử.} \\
 &+ \begin{cases} \text{BTE: } 2n_{\text{H}_2} + 2n_{\text{Cu}^{2+}} = n_{\text{electron trao đổi}} = 0,3 \\ \text{BT H và OH: } n_{\text{OH}^-} = n_{\text{HOH}} = 2n_{\text{H}_2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{H}_2} = 0,1 \\ n_{\text{OH}^-} = 0,2 \end{cases} \\
 &+ \begin{cases} \text{Zn} + 2\text{OH}^- \longrightarrow \text{ZnO}_2^{2-} + \text{H}_2 \uparrow \\ n_{\text{Zn}} = 0,5n_{\text{OH}^-} = 0,1 \end{cases} \Rightarrow \boxed{m_{\text{Zn}} = 6,5 \text{ gam}}
 \end{aligned}$$

Ví dụ 7: Điện phân dung dịch X gồm x mol KCl và y mol $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ (điện cực trơ, màng ngăn xốp), khi nước bắt đầu bị điện phân ở cả hai điện cực thì ngừng điện phân thu được dung dịch Y (làm quỳ tím hóa xanh), có khối lượng giảm 2,755 gam so với khối lượng dung dịch X ban đầu (giả thiết nước bay hơi không đáng kể). Trung hòa toàn bộ lượng Y bằng dung dịch HCl 1M thì cần 20 ml. Tỷ lệ x : y có giá trị gần nhất với

A. 0,75. B. 1,25. C. 1,65. D. 3,35.

Phân tích và hướng dẫn giải

$$\begin{aligned}
 &+ \text{Y làm quỳ tím hóa xanh} \Rightarrow \text{Trong Y có } \text{OH}^- \\
 &\Rightarrow \text{Bản chất phản ứng: } \begin{cases} \text{anot chỉ có quá trình oxi hóa } \text{Cl}^- \\ \text{catot có quá trình khử } \text{Cu}^{2+} \text{ và } \text{H}_2\text{O} \end{cases} \\
 &\begin{array}{ccc} \left\{ \begin{array}{l} \text{KCl: } x \\ \text{Cu}(\text{NO}_3)_2: y \end{array} \right\} & \xrightarrow[\text{đến khi H}_2\text{O bị phân ở cả hai điện cực}]{\text{dpdd}} & \left\{ \begin{array}{l} \text{K}^+, \text{NO}_3^- \\ \text{OH}^- \end{array} \right\} + \left\{ \begin{array}{l} \text{Cu} \downarrow \\ \text{H}_2 \uparrow \end{array} \right\} + \underbrace{\text{Cl}_2 \uparrow}_{\text{anot}} \\
 \text{X} & & \text{Y} & \text{catot} \\
 &+ \begin{cases} n_{\text{OH}^-} = n_{\text{HCl}} = 0,02 \\ n_{\text{H}_2} = 0,5n_{\text{OH}^-} = 0,01 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \text{BTĐT trong Y: } x = 2y + 0,02 \\ m_{\text{dd giảm}} = 0,01 \cdot 2 + 64y + 0,5x \cdot 71 = 2,755 \end{cases} \\
 &\Rightarrow \begin{cases} x = 0,05 \\ y = 0,015 \end{cases} \Rightarrow x : y = 3,33 \quad \boxed{\text{gần nhất với } 3,35}
 \end{array}
 \end{aligned}$$

Ví dụ 8: Điện phân 200 ml dung dịch hỗn hợp gồm CuSO_4 0,3M và NaCl 1M (điện cực trơ màng ngăn xốp, hiệu suất điện phân 100%, bỏ qua sự hòa tan của khí trong nước và sự bay hơi của nước) với cường độ dòng điện không đổi 0,5A trong thời gian t giây. Dung dịch sau điện phân có khối lượng giảm 9,56 gam so với dung dịch ban đầu. Giá trị của t là

A. 27020. B. 30880. C. 34740. D. 28950.

(Đề thi THPT Quốc Gia năm 2017)

Phân tích và hướng dẫn giải

$$\begin{aligned}
 &+ \text{Thứ tự oxi hóa trên anot: } \text{Cl}^- > \text{H}_2\text{O}; \text{thứ tự khử trên catot: } \text{Cu}^{2+} > \text{H}_2\text{O}. \\
 &+ n_{\text{CuSO}_4} = 0,06 \text{ mol}; n_{\text{NaCl}} = 0,2 \text{ mol} \Rightarrow \underbrace{2n_{\text{Cu}^{2+}}}_{n_{\text{e Cu}^{2+}} \text{ nhận}}} < \underbrace{n_{\text{Cl}^-}}_{n_{\text{e Cl}^-} \text{ nhường}}. \\
 &+ \text{Giả sử } \text{Cu}^{2+} \text{ bị oxi khử hết, BTE: } n_{\text{Cl}_2} = n_{\text{Cu}} = 0,06 \text{ mol}. \\
 &\Rightarrow m_{\text{dd giảm}} = 0,06 \cdot 64 + 0,06 \cdot 71 = 8,1 \text{ gam} < 9,56 \text{ gam}.
 \end{aligned}$$

⇒ Ở catot Cu^{2+} bị khử hết, H_2O đã bị khử tạo ra H_2 .

$$+ \begin{cases} \text{BTE : } n_{\text{electron trao đổi}} = 2n_{\text{Cu}} + 2n_{\text{H}_2} = 2n_{\text{Cl}_2} \\ m_{\text{dd giảm}} = 64n_{\text{Cu}} + 2n_{\text{H}_2} + 71n_{\text{Cl}_2} = 9,56 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{H}_2} = 0,02 \\ n_{\text{Cl}_2} = 0,08 \end{cases}$$

$$\Rightarrow t = \frac{n_{\text{electron trao đổi}} \cdot F}{I} = \frac{0,16.96500}{0,5} = \boxed{30880 \text{ giây}}$$

Ví dụ 9: Điện phân 200 ml dung dịch gồm CuSO_4 1,25M và NaCl a mol/lít (điện cực trơ, màng ngăn xốp, hiệu suất điện phân 100%, bỏ qua sự hòa tan của khí trong nước và sự bay hơi của nước) với cường độ dòng điện không đổi 2A trong thời gian 19300 giây. Dung dịch thu được có khối lượng giảm 24,25 gam so với dung dịch ban đầu. Giá trị của a là

- A. 0,75. B. 0,50. C. 1,00 **D. 1,50.**

(Kỳ thi THPT Quốc Gia năm 2017)

Phân tích và hướng dẫn giải

+ Thứ tự khử trên catot : $\text{Cu}^{2+} > \text{H}_2\text{O}$; Thứ tự oxi hóa : $\text{Cl}^- > \text{H}_2\text{O}$.

$$+ n_{\text{electron trao đổi}} = \frac{It}{F} = 0,4 \text{ mol} < 2n_{\text{Cu}^{2+}} = 2.0,25 = 0,5 \Rightarrow \text{Cu}^{2+} \text{ dư.}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \text{Tại catot : } \text{Cu}^{2+} + 2e \longrightarrow \text{Cu} \\ \text{Tại anot : } \begin{cases} 2\text{Cl}^- \longrightarrow \text{Cl}_2 \uparrow + 2e \\ 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{H}^+ + \text{O}_2 \uparrow + 4e \end{cases} \end{cases}$$

+ Đặt $n_{\text{Cu}} = x$; $n_{\text{O}_2} = y$; $n_{\text{Cl}_2} = 0,5n_{\text{Cl}^-} = 0,1a$.

$$+ \begin{cases} m_{\text{dd giảm}} = 64x + 71.0,1a + 32y = 24,25 \\ \text{BTE : } 2x = 2.0,1a + 4y = 0,4 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = 1,5 \\ y = 0,025 \end{cases}$$

Bài tập vận dụng

Câu 3: Điện phân dung dịch hỗn hợp gồm x mol KCl và x mol $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ (điện cực trơ, màng ngăn xốp) đến khi catot bắt đầu thoát khí thì dừng lại. Khí đã thoát ra ở anot là

- A. là Cl_2 và H_2 . B. chỉ có Cl_2 . C. chỉ có O_2 . **D. là Cl_2 và O_2 .**

Câu 4: Điện phân 200 ml dung dịch hỗn hợp gồm HCl 0,1M và CuSO_4 0,5M bằng điện cực trơ, khi ở catot có 3,2 gam Cu thì ngừng điện phân. Thể tích khí thoát ra ở anot là

- A. 0,672 lít. B. 0,84 lít. **C. 6,72 lít.** D. 0,448 lít.

Câu 5: Điện phân (điện cực trơ, màng ngăn xốp, hiệu suất 100%) dung dịch chứa đồng thời 0,3 mol CuSO_4 và 0,1 mol NaCl, kim loại thoát ra khi điện phân bám hoàn toàn vào catot. Khi ở catot khối lượng tăng lên 12,8 gam thì ở anot có V lít (đktc) khí thoát ra. Giá trị của V là

- A. 2,24 lít. **B. 2,8 lít.** C. 4,48 lít. D. 5,6 lít.

Câu 6: Điện phân dung dịch hỗn hợp gồm 0,1 mol FeCl_3 , 0,2 mol CuSO_4 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. 4,48. B. 11,20. C. 5,60. **D. 5,04.**

Câu 7: Điện phân có màng ngăn với điện cực trơ 250 ml dung dịch hỗn hợp CuSO_4 aM và NaCl 1,5M, với cường độ dòng điện 5A trong 96,5 phút. Dung dịch tạo thành bị giảm so với ban đầu là 17,15 gam. Giả sử nước bay hơi không đáng kể. Giá trị của a là

- A. 0,4M.** B. 0,3M. C. 0,5M. D. 0,6M.

Câu 8: Điện phân dung dịch chứa m gam hỗn hợp NaCl và $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ đến khi dung dịch hết màu xanh thì ở anot thu được 3,36 lít (đktc) hỗn hợp khí X. Biết tỉ khối của X so với H_2 là 29. Giá trị m là

- A. 53. **B. 49,3.** C. 32,5. D. 30,5.

Câu 9: 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 10: Hòa tan hoàn toàn hỗn hợp X gồm CuSO₄ và KCl vào H₂O, thu được dung dịch Y. Điện phân Y (có màng ngăn, điện cực trơ) đến khi H₂O bắt đầu điện phân ở cả hai điện cực thì dừng điện phân. Số mol khí thoát ra ở anot bằng 4 lần số mol khí thoát ra từ catot. Phần trăm khối lượng của CuSO₄ trong X là

- A. 61,70%. **B. 44,61%.** C. 34,93%. D. 50,63%.

(Đề minh họa lần 2 – Bộ Giáo Dục và Đào Tạo, năm 2017)

Câu 11: Điện phân dung dịch hỗn hợp chứa a mol NaCl và b mol CuSO₄ (a < b) với điện cực trơ, màng ngăn xốp đến khi toàn bộ lượng ion Cu²⁺ bị khử vừa hết thì ngừng điện phân, khối lượng dung dịch sau điện phân

- A. giảm = 64b + 35,5a. B. tăng = 80b + 35,5a.
C. giảm = 80b + 27,5a. D. tăng = 64b - 35,5a.

Câu 12: Tiến hành điện phân V lít dung dịch NaCl 1M và CuSO₄ 1,8M bằng điện cực trơ tới khi nước bắt đầu điện phân ở cả 2 cực thì dừng điện phân, thấy khối lượng dung dịch giảm m gam. Dung dịch sau phản ứng hoà tan tối đa 8,84 gam Al₂O₃. Giá trị của m là

- A. 34,8. B. 34,5. C. 34,6. **D. 34,3.**

Câu 13: Điện phân dung dịch gồm 18,8 gam Cu(NO₃)₂ và 29,8 gam KCl (điện cực trơ, màng ngăn). Sau một thời gian khối lượng dung dịch giảm 17,15 gam so với ban đầu, thể tích dung dịch là 400 ml. Nồng độ mol/lít các chất trong dung dịch sau điện phân là:

- A. [KCl] = 0,5M; [KNO₃] = 0,5M; [KOH] = 0,25M.
 B. [KCl] = 0,25M; [KNO₃] = 0,25M; [KOH] = 0,25M.
 C. [KCl] = 0,375M; [KNO₃] = 0,25M; [KOH] = 0,25M.
D. [KCl] = 0,25M; [KNO₃] = 0,5M; [KOH] = 0,25M.

Câu 14: Điện phân 100 ml dung dịch hỗn hợp gồm CuSO₄ a mol/l và NaCl 2M (điện cực trơ, màng ngăn xốp, hiệu suất điện phân 100%, bỏ qua sự hòa tan của khí trong nước và sự bay hơi của nước) với cường độ dòng điện không đổi 1,25A trong 193 phút. Dung dịch sau điện phân có khối lượng giảm 9,195 gam so với dung dịch ban đầu. Giá trị của a là

- A. 0,40.** B. 0,50. C. 0,45. **D. 0,60.**

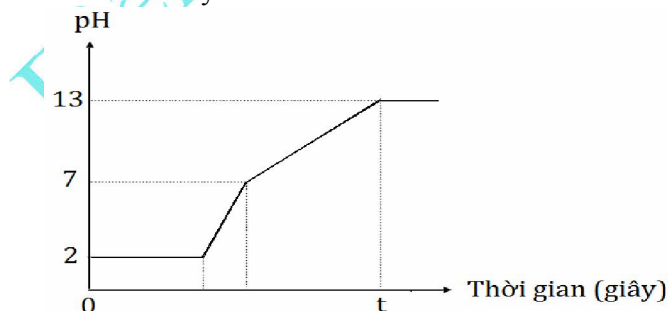
(Đề thi THPT Quốc Gia năm 2017)

Câu 15: Điện phân 100 ml dung dịch hỗn hợp CuSO₄ 0,5M và NaCl 0,6M (điện cực trơ, màng ngăn xốp, hiệu suất điện phân 100%, bỏ qua sự hòa tan của khí trong nước và sự bay hơi của nước) với cường độ dòng điện không đổi 0,5A trong thời gian t giây. Dung dịch sau điện phân có khối lượng giảm 4,85 gam so với dung dịch ban đầu. Giá trị của t là

- A. 17370.** B. 14475. C. 13510. **D. 15440.**

(Đề thi THPT Quốc Gia năm 2017)

Câu 16: Điện phân 400 ml (không đổi) dung dịch gồm NaCl, HCl và CuCl₂ 0,02M (điện cực trơ, màng ngăn xốp) với cường độ dòng điện bằng 1,93A. Mối liên hệ giữa thời gian điện phân và pH của dung dịch điện phân được biểu diễn dưới đây:



Giá trị của t trên đồ thị là

- A. 3600. B. 1200. C. 1800. **D. 3000.**

(Đề thi thử THPT Quốc Gia lần 1 – THPT chuyên ĐHS – Hà Nội, năm 2017)

*** Mức độ vận dụng cao**

Ví dụ minh họa

Ví dụ 10: Điện phân dung dịch X chứa a mol CuSO_4 và 0,2 mol KCl (điện cực trơ, màng ngăn xốp, cường độ dòng điện không đổi) trong thời gian t giây, thu được 2,464 lít khí ở anot (đktc). Nếu thời gian điện phân là 2t giây thì tổng thể tích khí thu được ở cả hai điện cực là 5,824 lít (đktc). Biết hiệu suất điện phân 100%, các khí sinh ra không tan trong dung dịch. Giá trị của a là

- A. 0,26. B. 0,24. C. 0,18. **D. 0,15.**

(Đề thi tuyển sinh Đại học khối A, năm 2014)

Phân tích và hướng dẫn giải

+ Thứ tự khử trên catot : $\text{Cu}^{2+} > \text{H}_2\text{O}$; Thứ tự oxi hóa : $\text{Cl}^- > \text{H}_2\text{O}$.

+ Điện phân trong thời gian t giây :

$$\begin{cases} n_{\text{Cl}_2} = \frac{1}{2} n_{\text{Cl}^-} = \frac{0,2}{2} = 0,1 \\ n_{\text{Cl}_2} + n_{\text{O}_2} = 0,11 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{Cl}_2} = 0,1 \\ n_{\text{O}_2} = 0,01 \end{cases} \Rightarrow n_{\text{e trao đổi}} = 2n_{\text{Cl}_2} + 4n_{\text{O}_2} = 0,24$$

+ Điện phân trong thời gian 2 giây :

$$\begin{cases} \text{ở anot : } n_{\text{electron trao đổi}} = 0,48 = 2n_{\text{Cl}_2} + 4n_{\text{O}_2} \\ \text{ở cả anot và catot : } n_{\text{Cl}_2} + n_{\text{O}_2} + n_{\text{H}_2} = 0,26 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{O}_2} = 0,07 \\ n_{\text{H}_2} = 0,09 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \text{ở catot : } n_{\text{electron trao đổi}} = 2n_{\text{Cu}^{2+}} + 2n_{\text{H}_2} \Rightarrow n_{\text{Cu}^{2+}} = 0,15$$

Ví dụ 11: Tiến hành điện phân (với điện cực trơ, hiệu suất 100% dòng điện có cường độ không đổi) dung dịch X gồm 0,2 mol CuSO_4 và 0,15 mol HCl , sau một thời gian điện phân thu được dung dịch Y có khối lượng giảm 14,125 gam so với khối lượng dung dịch X. Cho 15 gam bột Fe vào Y đến khi kết thúc các phản ứng thu được m gam chất rắn. Biết các khí sinh ra hòa tan không đáng kể trong nước. Giá trị của m là

- A. 8,6.** B. 15,3. C. 10,8. **D. 8,0.**

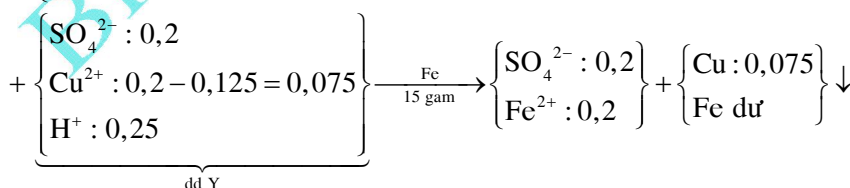
(Đề thi thử THPT Quốc Gia lần 1 – THPT Nguyễn Văn Trỗi – Bình Thuận, năm 2017)

Phân tích và hướng dẫn giải

+ Giả sử ở anot chỉ có Cl^- bị oxi hóa, suy ra :

$$\begin{cases} \text{BT E : } n_{\text{Cu tạo thành}} = n_{\text{Cl}_2 \text{ max}} = 0,075 \\ m_{\text{dd giảm max}} = 71n_{\text{Cl}_2} + 64n_{\text{Cu}} = 10,125 < 14,125 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \text{H}_2\text{O ở anot đã bị oxi hóa} \\ \text{Ở anot thu được Cl}_2 \text{ và O}_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \text{BTE : } n_{\text{Cu}} = n_{\text{Cl}_2} + 2n_{\text{O}_2} \\ m_{\text{dd giảm}} = 64n_{\text{Cu}} + 71n_{\text{Cl}_2} + 32n_{\text{O}_2} = 14,125 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{Cu}} = 0,125 \\ n_{\text{O}_2} = 0,025 \end{cases}$$

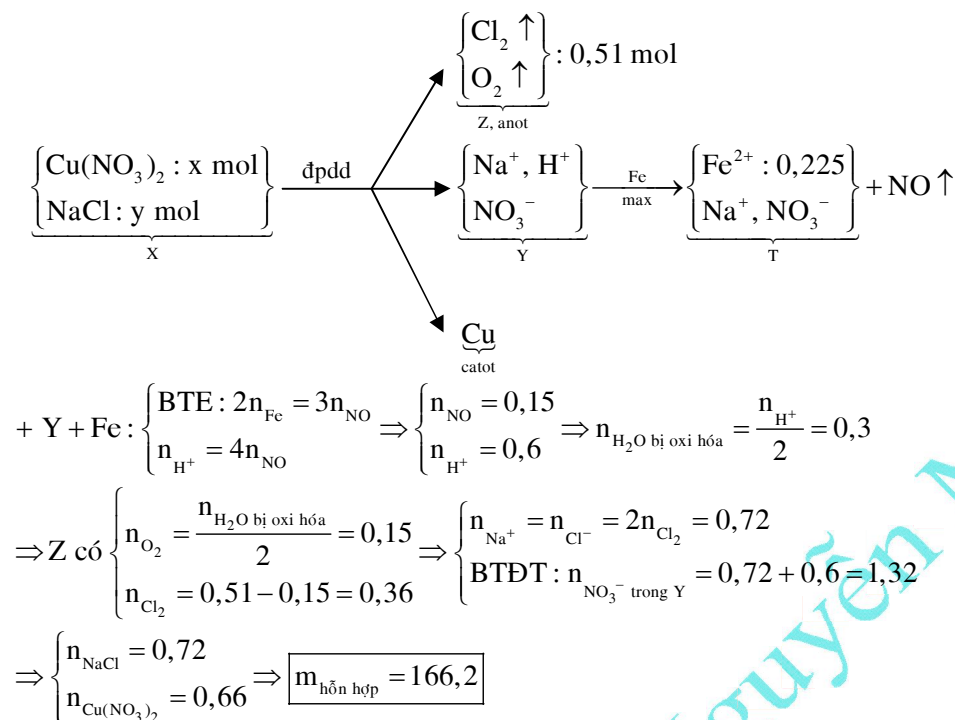


$$\Rightarrow m_{\text{chất rắn}} = \underbrace{0,075 \cdot 64}_{m_{\text{Cu}}} + \underbrace{(15 - 0,2 \cdot 56)}_{m_{\text{Fe dư}}} = 8,6 \text{ gam}$$

Ví dụ 12: Điện phân điện cực trơ màng ngăn xốp, dung dịch X chứa a gam $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ và b gam NaCl đến khi có khí thoát ra ở cả 2 điện cực thì dừng lại, thu được dung dịch Y và 0,51 mol khí Z. Dung dịch Y hòa tan tối đa 12,6 gam

A. 135,36. **B.** 147,5. **C.** 171,525. **D.** 166,2.

+ Sơ đồ phản ứng:

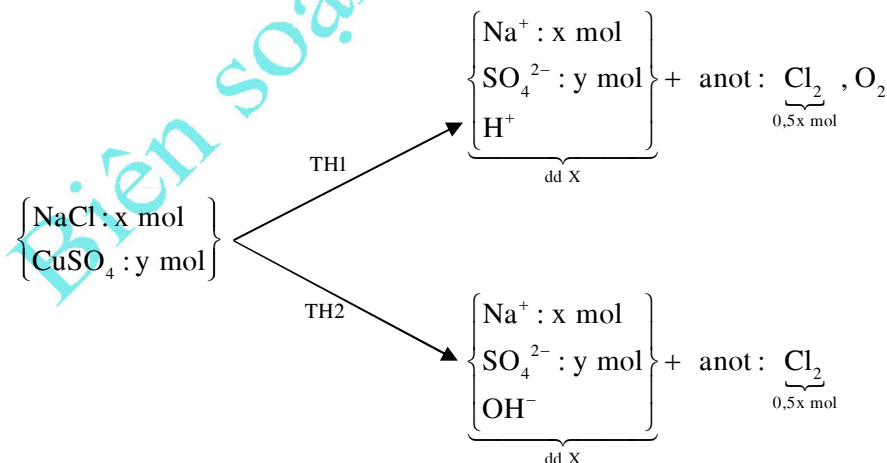


A. 25,6. **B.** 23,5. **C.** 51,1. **D.** 50,4.

Phân tích và hướng dẫn giải

+ Dung dịch X hòa tan được Al_2O_3 , chứng tỏ X có chứa H^+ hoặc OH^- .

+ Sơ đồ phản ứng:



• TH1:

$$+ \begin{cases} n_{H^+} = 3n_{Al^{3+}} = 6n_{Al_2O_3} = 6.0,2 = 1,2 \\ n_{O_2} = \frac{1}{4}n_{H^+} = 0,3 \end{cases} \Rightarrow n_{Cl_2} = 0: \text{ Vô lý.}$$

• TH2:

$$+ n_{OH^-} = n_{AlO_2^-} = 2n_{Al_2O_3} = 2.0,2 = 0,4$$

$$+ \begin{cases} n_{Cl_2} = 0,5x = 0,3 \\ n_{Na^+} = 2n_{SO_4^{2-}} + n_{OH^-} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,6 \\ y = 0,1 \end{cases} \Rightarrow m = \underbrace{0,6.58,5}_{m_{NaCl}} + \underbrace{0,1.160}_{m_{CuSO_4}} = \boxed{51,1 \text{ gam}}$$

Ví dụ 14: Điện phân (điện cực trơ, màng ngăn xốp) một dung dịch chứa m gam hỗn hợp $CuSO_4$ và $NaCl$ cho tới khi nước bắt đầu bị điện phân ở cả hai điện cực thì dừng lại, thu được dung dịch X và 0,56 lít khí (đktc) ở anot. Dung dịch X có thể hoà tan tối đa 0,85 gam Al_2O_3 . Giá trị của m là

A. 5,5916.

B. 6,2125.

C. 5,5916 hoặc 7,4625.

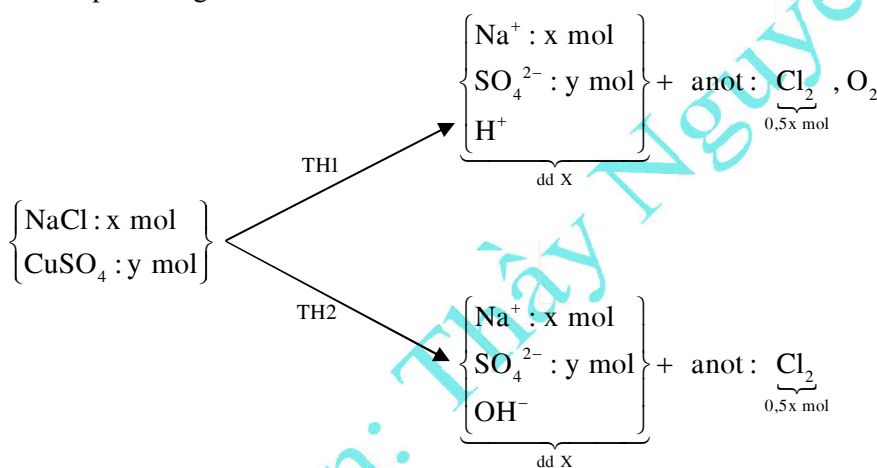
D. 5,5916 hoặc 6,2125.

Phân tích và hướng dẫn giải

+ Thứ tự khử trên catot: $Cu^{2+} > H_2O$; Thứ tự oxi trên anot: $Cl^- > H_2O$.

+ Dung dịch X hòa tan được Al_2O_3 , chứng tỏ X có chứa H^+ hoặc OH^- .

+ Sơ đồ phản ứng:



• TH1:

$$+ \begin{cases} n_{H^+} = 3n_{Al^{3+}} = 6n_{Al_2O_3} = 0,05 \\ n_{O_2} = \frac{1}{4}n_{H^+} = 0,0125 \end{cases} ; \begin{cases} \underbrace{n_{Cl_2}}_{0,5x} + \underbrace{n_{O_2}}_{0,0125} = 0,025 \\ \underbrace{n_{Na^+}}_x + \underbrace{n_{H^+}}_{0,05} = 2\underbrace{n_{SO_4^{2-}}}_y \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,025 \\ y = 0,0375 \end{cases}$$

$$\Rightarrow m = 0,025.58,5 + 0,0375.160 = 7,4625 \text{ gam.}$$

• TH2:

$$+ n_{OH^-} = n_{AlO_2^-} = 2n_{Al_2O_3} = \frac{1}{60}$$

$$+ \begin{cases} n_{Cl_2} = 0,5x = 0,025 \\ n_{Na^+} = 2n_{SO_4^{2-}} + n_{OH^-} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,05 \\ y = \frac{1}{15} \end{cases} \Rightarrow m = 0,05.58,5 + \frac{1}{60}.160 = 5,5916 \text{ gam.}$$

$$\Rightarrow \boxed{m = 7,4625 \text{ gam hoặc } m = 5,5916 \text{ gam}}$$

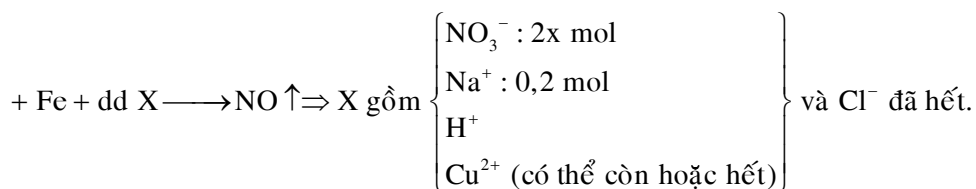
Ví dụ 15: Điện phân dung dịch chứa 0,2 mol NaCl và x mol $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ với điện cực trơ, sau một thời gian thu được dung dịch X và khối lượng dung dịch giảm 21,5 gam. Cho thanh sắt vào dung dịch X đến khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn, thấy khối lượng thanh sắt giảm 1,8 gam và thấy thoát ra khí NO duy nhất. Giá trị của x là

- A. 0,4. **B. 0,5.** C. 0,6. D. 0,3.

(Đề thi thử Đại học lần 1 – THPT chuyên KHTN Huế, năm học 2013 – 2014)

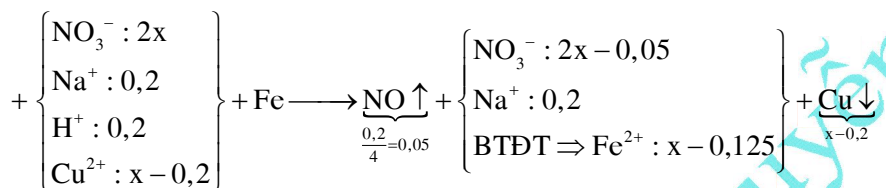
Phân tích và hướng dẫn giải

+ Thứ tự khử trên catot : $\text{Cu}^{2+} > \text{H}_2\text{O}$; Thứ tự oxi hóa : $\text{Cl}^- > \text{H}_2\text{O}$.



$$+ \left\{ \begin{array}{l} n_{\text{O}_2} = a \\ n_{\text{Cl}_2} = 0,5n_{\text{Cl}^-} = 0,1 \\ \text{BTE} : 2n_{\text{Cu}} = 2n_{\text{Cl}_2} + 4n_{\text{O}_2} \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} n_{\text{Cu}} = 0,1 + 2a \\ m_{\text{dd giảm}} = 64(0,1 + 2a) + 32a + 0,1 \cdot 71 = 21,5 \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow a = 0,05 \Rightarrow \text{dd sau điện phân có: } n_{\text{H}^+} = 4n_{\text{O}_2} = 0,2; n_{\text{Cu}^{2+}} = x - 0,2.$$

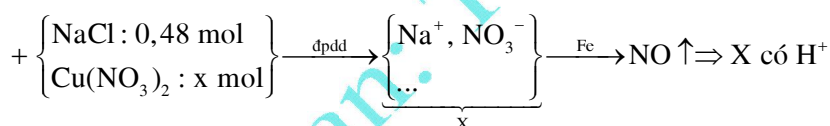


$$\Rightarrow \Delta m = m_{\text{Fe pư}} - m_{\text{Cu tạo thành}} = 56.(x - 0,125) - 64.(x - 0,2) = 1,8 \Rightarrow \boxed{x = 0,5}$$

Ví dụ 16: Điện phân dung dịch gồm 28,08 gam NaCl và m gam $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ (điện cực trơ, màng ngăn xốp) đến khi khối lượng dung dịch giảm 51,60 gam thì ngừng điện phân, thu được dung dịch X. Cho thanh sắt vào X, sau khi các phản ứng kết thúc thấy khối lượng thanh sắt giảm 6,24 gam và thu được khí NO (sản phẩm khử). m có thể nhận giá trị gần nhất nào sau đây?

- A. 180.** B. 160. C. 170. D. 190.

Phân tích và hướng dẫn giải



$$\Rightarrow \text{Ở anot } \text{H}_2\text{O} \text{ đã bị oxi hóa} \Rightarrow \text{X có} \left\{ \begin{array}{l} \text{Na}^+, \text{NO}_3^- \\ \text{H}^+, \text{Cu}^{2+} \end{array} \right\}^{\text{TH1}} \text{ hoặc } \left\{ \begin{array}{l} \text{Na}^+, \text{NO}_3^- \\ \text{H}^+ \end{array} \right\}^{\text{TH2}}$$

• TH1

$$+ \left\{ \begin{array}{l} \text{Ở anot: } n_{\text{Cl}_2} = 0,24 \text{ mol; } n_{\text{O}_2} = y \\ \text{BTE: } n_{\text{Cu}} = n_{\text{Cl}_2} + 2n_{\text{O}_2} = 0,24 + 2y \\ m_{\text{dd giảm}} = 0,24 \cdot 71 + 32y + (0,24 + 2y) \cdot 64 = 51,6 \end{array} \right. \Rightarrow y = 0,12$$

$$+ \left\{ \begin{array}{l} n_{\text{H}^+} = 4n_{\text{O}_2} = 4y = 0,48 \\ n_{\text{Cu}^{2+} \text{ trong X}} = x - 2y - 0,24 = x - 0,48 \end{array} \right.$$

$$+ \begin{cases} 2n_{\text{Fe}} = 3n_{\text{NO}} + 2n_{\text{Cu}^{2+}} \\ n_{\text{NO}} = \frac{n_{\text{H}^+}}{4} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{Fe}} = x - 0,3 \\ m_{\text{thanh Fe giảm}} = 56(x - 0,3) - 64(x - 0,48) = 6,24 \end{cases}$$

$$\Rightarrow x = 0,96 \Rightarrow m_{\text{Cu(NO}_3)_2} = 180,48 \text{ gần nhất với } 180$$

+ Tuy đã tìm được kết quả nhưng ta vẫn xét trường hợp còn lại.

• TH2

$$+ \begin{cases} \text{Ở anot: } n_{\text{Cl}_2} = 0,24 \text{ mol; } n_{\text{O}_2} = y \\ \text{Ở catot: } n_{\text{Cu}} = x; n_{\text{H}_2} = z \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \text{BTE: } 0,24 + 2y = x + z \\ m_{\text{dd giảm}} = 0,24 \cdot 71 + 32y + 64x + 2z = 51,6 \end{cases}$$

$$+ \begin{cases} n_{\text{H}^+} = n_{\text{NO}_3^-} - n_{\text{Na}^+} = 2x - 0,48 \\ 2n_{\text{Fe}} = 3n_{\text{NO}} \\ n_{\text{NO}} = \frac{n_{\text{H}^+}}{4} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{Fe}} = 0,75x - 0,18 \\ m_{\text{thanh Fe giảm}} = 56(0,75x - 0,18) = 6,24 \end{cases}$$

$$\Rightarrow x = 0,38857 \Rightarrow \begin{cases} y = 0,2775 \\ z = 0,4063 \end{cases} \text{ (thỏa mãn)} \Rightarrow m = 73,05$$

• **Kết luận:** Như vậy nếu là bài tập tự luận thì sẽ có 02 đáp án.

Bài tập vận dụng

Câu 17: Dung dịch X gồm $\text{Cu(NO}_3)_2$ và HCl . Điện phân một nửa dung dịch X (điện cực trơ, cường độ dòng điện không đổi), sau một thời gian thu được 0,14 mol một khí duy nhất ở anot. Dung dịch sau điện phân phản ứng vừa đủ 550 ml dung dịch NaOH 0,8M, thu được 1,96 gam kết tủa. Khối lượng Cu tối đa có thể hòa tan trong một nửa dung dịch X (giải phóng khí NO , sản phẩm khử duy nhất) là

- A. 9,6. B. 12,8. C. 6,4. D. 19,2.

Câu 18: Điện phân (điện cực trơ, màng ngăn xốp, cường độ dòng điện không đổi) dung dịch X chứa a mol MSO_4 (M là kim loại) và 0,3 mol KCl trong thời gian t giây, thu được 2,24 lít khí ở anot (đktc) và dung dịch Y có khối lượng giảm m gam so với khối lượng dung dịch X. Nếu thời gian điện phân là 2t giây thì thu được dung dịch Z có khối lượng giảm 19,6 gam so với khối lượng dung dịch X. Biết hiệu suất điện phân 100%, các khí sinh ra không tan trong dung dịch. Phát biểu nào sau đây là đúng?

- A. Giá trị của a là 0,15.
B. Giá trị của m là 9,8.
C. Tại thời điểm 2t giây, chưa có bọt khí ở catot.
D. Tại thời điểm 1,4t giây, nước chưa bị điện phân ở anot.

Câu 19: Điện phân dung dịch chứa a mol CuSO_4 và 0,4 mol KCl (điện cực trơ, màng ngăn xốp, cường độ dòng điện không đổi) trong thời gian t giây thu được 4,48 lít khí ở anot (đktc). Nếu thời gian điện phân là 2t thì tổng thể tích khí thu được ở cả 2 điện cực là 10,08 lít (đktc). Biết hiệu suất điện phân 100%. Giá trị của a là

- A. 0,20. B. 0,15. C. 0,25. D. 0,22.

Câu 20: Điện phân dung dịch hỗn hợp CuSO_4 (0,05 mol) và NaCl bằng dòng điện có cường độ không đổi 2A (điện cực trơ, màng ngăn xốp). Sau thời gian t giây thì ngừng điện phân, thu được dung dịch Y và khí ở hai điện cực có tổng thể tích là 2,24 lít (đktc). Dung dịch Y hòa tan tối đa 0,8 gam MgO . Biết hiệu suất điện phân 100%, các khí sinh ra không tan trong dung dịch. Giá trị của t là

- A. 6755. B. 772. C. 8685. D. 4825.

Câu 21: Điện phân 200 ml dung dịch X chứa CuSO_4 1M và NaCl 0,75M với điện cực trơ, có màng ngăn. Sau một thời gian, thu được dung dịch Y có khối lượng nhỏ hơn dung dịch X là 16,125 gam. Dung dịch Y trên phản ứng vừa đủ với m gam Al . Giá trị m là

- A. 3,24. B. 2,25. C. 2,16. D. 1,35.

Câu 22: Điện phân dung dịch chứa m gam hỗn hợp 2 muối CuSO_4 và NaCl bằng điện cực trơ đến khi nước bị điện phân ở cả hai điện cực thì dừng lại. Dung dịch thu được sau điện phân hoàn tan vừa đủ 1,6 gam CuO và ở anot của bình điện phân có 448 ml khí bay ra (đktc). Giá trị của m là :

A. 5,97. B. 7,14. C. 4,95. D. 3,87.

Câu 23: Điện phân dung dịch hỗn hợp NaCl và 0,05 mol CuSO_4 bằng dòng điện một chiều có cường độ 2A (điện cực trơ, có màng ngăn). Sau thời gian t giây thì ngừng điện phân, thu được khí ở hai điện cực có tổng thể tích là 2,352 lít (đktc) và dung dịch X. Dung dịch X hoà tan được tối đa 2,04 gam Al_2O_3 . Giả sử hiệu suất điện phân là 100%, các khí sinh ra không tan trong dung dịch. Giá trị của t là

A. 9408. B. 7720. C. 9650. D. 8685.

(Đề thi THPT Quốc Gia năm 2016)

Câu 24: Cho m gam hỗn hợp CuSO_4 và NaCl vào nước thu được dung dịch X. Điện phân X với điện cực trơ, màng ngăn xốp, đến khi trên catot thu được 4,48 lít khí ở (đktc) thì ngừng điện phân. Khi đó thu được dung dịch Y và trên anot thu được 6,72 lít khí ở (đktc). Dung dịch Y hòa tan tối đa 10,2 gam Al_2O_3 . Giá trị lớn nhất của m là

A. 53,25. B. 61,85. C. 57,55. D. 77,25.

(Đề thi thử THPT Quốc Gia lần 1 – THPT Đặng Thúc Hứa – Nghệ An, năm 2015)

Câu 25: Điện phân (điện cực trơ, hiệu suất điện phân 100%) dung dịch chứa đồng thời 0,15 mol $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ và 0,12 mol HCl trong thời gian t giờ với cường độ dòng điện không đổi 2,68A thì ở anot thoát ra 0,672 lít khí (đktc) và thu được dung dịch X. Dung dịch X hòa tan tối đa m gam bột sắt (sản phẩm khử của NO_3^- là khí NO duy nhất). Giá trị của t và m lần lượt là

A. 0,6 và 10,08. B. 0,6 và 8,96. C. 0,6 và 9,24. D. 0,5 và 8,96.

Câu 26: Cho 7,76 gam hỗn hợp X gồm Fe và Cu ($n_{\text{Fe}} : n_{\text{Cu}} = 7 : 6$) tác dụng với dung dịch chứa 0,4 mol HNO_3 , thu được dung dịch Y và khí NO (sản phẩm khử duy nhất của N^{+5}). Tiến hành điện phân dung dịch Y với điện cực trơ, cường độ dòng điện không đổi $I = 9,65\text{A}$ trong thời gian t giây, thấy khối lượng catot tăng 4,96 gam (kim loại sinh ra bám hết vào catot). Giá trị của t là

A. 2602. B. 2337. C. 2400. D. 2000.

Câu 27: Điện phân (với điện cực trơ, màng ngăn xốp) dung dịch X chứa CuSO_4 và NaCl (có tỉ lệ mol tương ứng 3:2) bằng dòng điện một chiều có cường độ 5A, sau thời gian t giờ thu được dung dịch Y chứa hai chất tan và thấy khối lượng dung dịch Y giảm 33,1 gam so với khối lượng của dung dịch X. Dung dịch Y hòa tan tối đa 3,6 gam Al . Giả sử khí sinh ra trong quá trình điện phân thoát hết ra khỏi dung dịch. Giá trị của t gần nhất với giá trị nào sau đây?

A. 4,5. B. 6. C. 5,36. D. 6,66.

ĐÁP ÁN VÀ HƯỚNG DẪN GIẢI

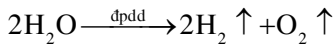
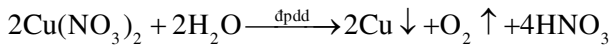
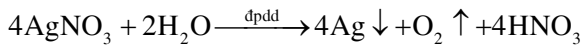
1B	2C	3D	4C	5B	6D	7A	8B	9B	10B
11C	12D	13D	14D	15D	16D	17A	18D	19C	20C
21B	22A	23B	24B	25C	26D	27C			

Câu 1:

$$\begin{aligned}
 & + \begin{cases} n_{\text{AgNO}_3} = x \\ n_{\text{Cu}(\text{NO}_3)_2} = y \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \text{BTE: } x + 2y = \frac{2.3600.0,804}{96500} = 0,06 \\ m_{\text{catot tăng}} = 108x + 64y = 4,2 \end{cases} \\
 & \Rightarrow \begin{cases} x = 0,03 \\ y = 0,015 \end{cases} \Rightarrow [\text{Cu}(\text{NO}_3)_2] = \frac{0,015}{0,2} = \boxed{0,075\text{M}}
 \end{aligned}$$

Câu 2:

+ Từ giả thiết, suy ra bản chất phản ứng diễn ra như sau :



$$+ \begin{cases} \text{Giả thiết : } n_{\text{H}_2} = n_{\text{O}_2} = \frac{V}{22,4} \\ \text{BTE : } n_{\text{Ag}} + 2n_{\text{Cu}} + 2n_{\text{H}_2} = 4n_{\text{O}_2} \end{cases} \Rightarrow a + 2b + \frac{2V}{22,4} = \frac{4V}{22,4}$$

$$\Rightarrow \boxed{V = 11,2(a + 2b)}$$

Câu 3:

$$+ \begin{cases} 2n_{\text{Cu}^{2+}} = 2x > n_{\text{Cl}^-} = x \\ \text{Thứ tự khử trên catot : } \text{Cu}^{2+} > \text{H}_2\text{O}; \text{Thứ tự oxi hóa : } \text{Cl}^- > \text{H}_2\text{O} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \text{Khi ở anot } \text{Cu}^{2+} \text{ vừa hết thì bên anot } \begin{cases} \text{Cl}^- \text{ bị oxi hóa hết} \\ \text{H}_2\text{O bị oxi hóa một phần} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \boxed{\text{Ở anot thu được khí } \text{Cl}_2 \text{ và } \text{O}_2}$$

Câu 4:

$$+ n_{\text{HCl}} = 0,02 \text{ mol}; n_{\text{CuSO}_4} = 0,05 \text{ mol}.$$

$$+ \text{Thứ tự khử trên catot : } \text{Cu}^{2+} > \text{H}^+ > \text{H}_2\text{O}; \text{Thứ tự oxi hóa : } \text{Cl}^- > \text{H}_2\text{O}.$$

$$+ \begin{cases} \text{Ở catot : } n_{\text{Cu}} = 0,05 = n_{\text{Cu}^{2+} \text{ bd}} \\ \text{BTE : } 2 \underbrace{n_{\text{Cu}}}_{0,05} = 2 \underbrace{n_{\text{Cl}_2}}_{0,01} + 4 \underbrace{n_{\text{O}_2}}_{?} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \text{H}^+ \text{ chưa bị khử; } n_{\text{O}_2} = 0,02 \\ V_{(\text{O}_2, \text{Cl}_2)} = 22,4(0,01 + 0,02) = \boxed{0,672 \text{ lít}} \end{cases}$$

Câu 5:

$$+ \text{Thứ tự khử trên catot : } \text{Cu}^{2+} > \text{H}_2\text{O}; \text{Thứ tự oxi hóa : } \text{Cl}^- > \text{H}_2\text{O}.$$

$$+ n_{\text{Cu tạo thành}} = 0,2 < n_{\text{Cu}^{2+}} = 0,3 \Rightarrow \text{Cu}^{2+} \text{ dư, nước chưa bị khử.}$$

$$+ \begin{cases} \text{BTNT Cl : } n_{\text{Cl}_2} = 0,5n_{\text{Cl}^-} = 0,05 \\ \text{BTE : } 2 \underbrace{n_{\text{Cu}}}_{0,2} = 2 \underbrace{n_{\text{Cl}_2}}_{0,05} + 4 \underbrace{n_{\text{O}_2}}_{?} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{O}_2} = 0,075 \\ V_{(\text{O}_2, \text{Cl}_2)} = 22,4(0,075 + 0,05) = \boxed{2,8 \text{ lít}} \end{cases}$$

Câu 6:

$$+ \text{Thứ tự khử trên catot : } \text{Fe}^{3+} > \text{Cu}^{2+} > \text{H}^+ > \text{H}_2\text{O}; \text{Thứ tự oxi hóa : } \text{Cl}^- > \text{H}_2\text{O}.$$

$$+ n_{\text{Fe}^{3+}} = 0,1; n_{\text{Cu}^{2+}} = 0,2; n_{\text{H}^+} = 0,1; n_{\text{Cl}^-} = 0,4.$$

$$+ \text{Khi catot bắt đầu thoát khí (H}_2\text{)} \text{ thì tức là } \text{Cu}^{2+} \text{ đã hết}$$

$$\Rightarrow \text{Ở catot xảy ra 2 quá trình khử : } \begin{cases} \text{Fe}^{3+} + 1e \longrightarrow \text{Fe}^{2+} \\ \text{Cu}^{2+} + 2e \longrightarrow \text{Cu} \end{cases}$$

$$+ \begin{cases} n_{\text{Cl}_2} = 0,5n_{\text{Cl}^-} = 0,2 \\ \text{BTE : } \underbrace{n_{\text{Fe}^{3+}}}_{0,1} + 2 \underbrace{n_{\text{Cu}^{2+}}}_{0,2} = 2 \underbrace{n_{\text{Cl}_2}}_{0,2} + 4 \underbrace{n_{\text{O}_2}}_{?} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{O}_2} = 0,025 \\ V = 22,4(0,025 + 0,2) = \boxed{5,04 \text{ lít}} \end{cases}$$

Câu 7:

+ Thứ tự khử trên catot : $\text{Cu}^{2+} > \text{H}_2\text{O}$; Thứ tự oxi hóa : $\text{Cl}^- > \text{H}_2\text{O}$.

+ $n_{\text{Cu}^{2+}} = 0,25a$; $n_{\text{Cl}^-} = 0,375$; $n_{\text{electron trao đổi}} = 0,3 \Rightarrow \text{Cl}^- \text{ dư}$; $n_{\text{Cl}_2 \text{ tạo thành}} = 0,15$.

+ Ở catot có Cu^{2+} bị khử, ngoài ra H_2O có thể bị khử tạo thành H_2 .

$$+ \begin{cases} \text{BTE : } 2n_{\text{Cu}} + 2n_{\text{H}_2} = 2n_{\text{Cl}_2} = 0,3 \\ \Delta m = 64n_{\text{Cu}} + 2n_{\text{H}_2} + 71n_{\text{Cl}_2} = 17,15 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{Cl}_2} = 0,15 \\ n_{\text{Cu}} = 0,1; n_{\text{H}_2} = 0,05 \end{cases}$$

$$\Rightarrow 0,25a = 0,1 \Rightarrow \boxed{a = 0,4}$$

Câu 8:

+ Bản chất phản ứng điện phân : $\begin{cases} \text{Tại catot : } \text{Cu}^{2+} + 2e \longrightarrow \text{Cu} \downarrow \\ \text{Tại anot : } \begin{cases} 2\text{Cl}^- \longrightarrow \text{Cl}_2 \uparrow + 2e \\ 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+ + 4e \end{cases} \end{cases}$

$$+ \text{Ở anot : } \begin{cases} n_{\text{Cl}_2} + n_{\text{O}_2} = 0,15 \\ 71n_{\text{Cl}_2} + 32n_{\text{O}_2} = 0,15 \cdot 29 \cdot 2 = 8,7 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{Cl}_2} = 0,1 \\ n_{\text{O}_2} = 0,05 \end{cases}$$

$$+ \text{BTE : } 2n_{\text{Cu}} = 2n_{\text{Cl}_2} + 4n_{\text{O}_2} \Rightarrow n_{\text{Cu}} = 0,2.$$

$$+ \text{BTNT : } \begin{cases} n_{\text{Cu}(\text{NO}_3)_2} = n_{\text{Cu}} = 0,2 \\ n_{\text{NaCl}} = 2n_{\text{Cl}_2} = 0,2 \end{cases} \Rightarrow m = m_{\text{Cu}(\text{NO}_3)_2} + m_{\text{NaCl}} = \boxed{49,3 \text{ gam}}$$

Câu 9:

+ Thứ tự khử trên catot : $\text{Cu}^{2+} > \text{H}^+ > \text{H}_2\text{O}$; Thứ tự oxi hóa : $\text{Cl}^- > \text{H}_2\text{O}$.

$$+ \begin{cases} \text{Ở catot : } n_{\text{Cu}} = 0,02 \\ \text{Ở anot : } n_{\text{O}_2} + n_{\text{H}_2} = 0,015 \\ \text{BTE : } 2n_{\text{Cl}_2} + 4n_{\text{O}_2} = 2n_{\text{Cu}} = 0,04 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{O}_2} = 0,01 \\ n_{\text{H}_2} = 0,005 \end{cases}$$

$$+ n_{\text{H}^+ \text{ tạo thành}} = 4n_{\text{O}_2} = 0,02 \Rightarrow [\text{H}^+] = \frac{0,02}{2} = 0,01 \Rightarrow \boxed{\text{pH} = 2}$$

Câu 10:

+ Bản chất phản ứng : $\begin{cases} \text{Catot : } \begin{cases} \text{Cu}^{2+} + 2e \longrightarrow \text{Cu} \downarrow \\ 2\text{H}_2\text{O} + 2e \longrightarrow \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^- \end{cases} \\ \text{Anot : } 2\text{Cl}^- \longrightarrow \text{Cl}_2 \uparrow + 2e \end{cases}$

+ Đặt $n_{\text{Cu}} = x$; $n_{\text{H}_2} = y$; $n_{\text{Cl}_2} = 4y$.

$$+ \text{BTE : } n_{\text{Cu}} + n_{\text{H}_2} = n_{\text{Cl}_2} \Rightarrow x + y = 4y \Rightarrow \frac{x}{y} = \frac{3}{1} \Rightarrow \text{Chọn } \begin{cases} n_{\text{CuSO}_4} = 3 \\ n_{\text{KCl}} = 8 \end{cases}$$

$$+ \%m_{\text{CuSO}_4} = \frac{3 \cdot 160}{3 \cdot 160 + 8 \cdot 74,5} \cdot 100\% \approx \boxed{44,61\%}$$

Câu 11:

$$\begin{aligned}
& + \text{Ta có: } \underbrace{n_{\text{Cl}^-}}_{n_{\text{e do Cl}^- \text{ nhường}}} = a < \underbrace{2n_{\text{Cu}^{2+}}}_{n_{\text{e do Cu}^{2+} \text{ nhận}}} = 2b \Rightarrow \begin{cases} \text{Ở catot: } \text{Cu}^{2+} + 2e \longrightarrow \text{Cu} \downarrow \\ \text{Ở anot: } \begin{cases} 2\text{Cl}^- \longrightarrow \text{Cl}_2 \uparrow + 2e \\ 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+ + 4e \end{cases} \end{cases} \\
& + \begin{cases} \text{BTE: } 2 \underbrace{n_{\text{Cu}}}_b = 2 \underbrace{n_{\text{Cl}_2}}_{0,5a} + 4 \underbrace{n_{\text{O}_2}}_? \\ m_{\text{dd giảm}} = 64n_{\text{Cu}} + 71n_{\text{Cl}_2} + 32n_{\text{O}_2} \end{cases} \\
& \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{O}_2} = 0,5b - 0,25a \\ m_{\text{dd giảm}} = 64b + 71 \cdot 0,5a + 32 \cdot (0,5b - 0,25a) \end{cases} \Rightarrow m_{\text{dd giảm}} = \boxed{80b + 27,5b}
\end{aligned}$$

Câu 12:

$$\begin{aligned}
& + \begin{cases} (\text{NaCl}, \text{CuSO}_4) \xrightarrow[\text{đến khi hết Cl}^-, \text{Cu}^{2+}]{\text{dpdd}} \\ \underbrace{n_{\text{Cl}^-}}_V < \underbrace{2n_{\text{Cu}^{2+}}}_{1,8V} \end{cases} \Rightarrow \text{dd sđp có } \begin{cases} \text{Na}^+ : V \\ \text{SO}_4^{2-} : 1,8V \\ \text{H}^+ : 2 \cdot 1,8V - V = 2,6V \end{cases} \\
& + n_{\text{H}^+} = 3n_{\text{Al}^{3+}} = 6n_{\text{Al}_2\text{O}_3} = 0,52 \Rightarrow V = 0,2 \\
& + \begin{cases} n_{\text{Cu}} = 0,36; n_{\text{Cl}_2} = 0,1; n_{\text{O}_2} = \frac{n_{\text{H}^+}}{4} = 0,13 \\ m_{\text{dd giảm}} = m_{\text{Cu}} + m_{\text{Cl}_2} + m_{\text{O}_2} = \boxed{34,3 \text{ gam}} \end{cases}
\end{aligned}$$

Câu 13:

$$\begin{aligned}
& + n_{\text{Cu}(\text{NO}_3)_2} = 0,1 \text{ mol}; n_{\text{KCl}} = 0,4 \text{ mol}. \\
& + \text{Thứ tự khử trên catot: } \text{Cu}^{2+} > \text{H}_2\text{O}; \text{Thứ tự oxi hóa: } \text{Cl}^- > \text{H}_2\text{O}. \\
& + \begin{cases} \text{BTE: } 2 \underbrace{n_{\text{Cu}}}_{0,1} + 2 \underbrace{n_{\text{H}_2}}_? = 2 \underbrace{n_{\text{Cl}_2}}_? \\ m_{\text{dd giảm}} = 64 \underbrace{n_{\text{Cu}}}_{0,1} + 2 \underbrace{n_{\text{H}_2}}_? + 71 \underbrace{n_{\text{Cl}_2}}_? = 17,15 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{H}_2} = 0,05 \\ n_{\text{Cl}_2} = 0,15 \end{cases} \\
& \Rightarrow \text{Dung dịch sau phản ứng có:} \\
& \begin{cases} n_{\text{NO}_3^-} = 0,2; n_{\text{Cl}^-} = 0,4 - 0,15 \cdot 2 = 0,1 \\ n_{\text{K}^+} = 0,4; \text{BTĐT: } n_{\text{OH}^-} = 0,4 - 0,2 - 0,1 = 0,1 \end{cases} \\
& \Rightarrow \boxed{[\text{KNO}_3] = 0,5\text{M}; [\text{KOH}] = 0,25\text{M}; [\text{KCl}] = 0,25\text{M}}
\end{aligned}$$

Câu 14:

$$\begin{aligned}
& + \text{Thứ tự oxi hóa trên anot: } \text{Cl}^- > \text{H}_2\text{O}; \text{Thứ tự khử trên catot: } \text{Cu}^{2+} > \text{H}_2\text{O}. \\
& + n_{\text{CuSO}_4} = 0,1a \text{ mol}, n_{\text{NaCl}} = 0,2 \text{ mol}, n_{\text{electron trao đổi}} = \frac{193 \cdot 60 \cdot 1,25}{96500} = 0,15 \text{ mol} \\
& + \text{Ở anot: } n_{\text{Cl}^-} < n_{\text{electron trao đổi}} \Rightarrow \text{Cl}^- \text{ dư}, n_{\text{Cl}_2} = \frac{n_{\text{electron trao đổi}}}{2} = 0,075 \text{ mol}. \\
& + \text{Ở catot Cu}^{2+} \text{ bị khử, ngoài ra H}_2\text{O có thể bị khử tạo ra H}_2. \\
& + \begin{cases} \text{BTE: } n_{\text{Cu}} + n_{\text{H}_2} = n_{\text{Cl}_2} = 0,075 \\ m_{\text{dd giảm}} = 64n_{\text{Cu}} + 2n_{\text{H}_2} + 71n_{\text{Cl}_2} = 9,195 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{Cu}} = 0,06 \\ n_{\text{H}_2} = 0,015 \end{cases} \\
& \Rightarrow 0,1a = 0,06 \Rightarrow \boxed{a = 0,6}
\end{aligned}$$

Câu 15:

+ Thứ tự oxi hóa trên anot : $\text{Cl}^- > \text{H}_2\text{O}$; thứ tự khử trên catot : $\text{Cu}^{2+} > \text{H}_2\text{O}$.

$$+ n_{\text{CuSO}_4} = 0,05 \text{ mol}; n_{\text{NaCl}} = 0,06 \text{ mol} \Rightarrow \underbrace{2n_{\text{Cu}^{2+}}}_{n_{\text{e Cu}^{2+}} \text{ nhận}} > \underbrace{n_{\text{Cl}^-}}_{n_{\text{e Cl}^-} \text{ nhường}}.$$

+ Giả sử Cl^- bị oxi hóa hết, BTE : $n_{\text{Cu}} = n_{\text{Cl}_2} = 0,5n_{\text{Cl}^-} = 0,03$

$$\Rightarrow m_{\text{dd giảm}} = 0,03.64 + 0,03.71 = 4,05 \text{ gam} < 4,85 \text{ gam}.$$

\Rightarrow Ở anot Cl^- bị oxi hóa hết, H_2O đã bị oxi hóa tạo ra O_2 .

$$+ \begin{cases} \text{BTE : } n_{\text{electron trao đổi}} = 2n_{\text{Cu}} = 2n_{\text{Cl}_2} + 4n_{\text{O}_2} \\ m_{\text{dd giảm}} = 64n_{\text{Cu}} + 71n_{\text{Cl}_2} + 32n_{\text{O}_2} = 4,85 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{Cu}} = 0,04 \\ n_{\text{O}_2} = 0,005 \end{cases}$$

$$\Rightarrow t = \frac{n_{\text{electron trao đổi}} \cdot F}{I} = \frac{0,08.96500}{0,5} = \boxed{15440 \text{ giây}}$$

Câu 16:

$$+ \text{Từ đồ thị suy ra} \begin{cases} \text{dd tpr có pH} = 2 \\ \text{dd spư có pH} = 13 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} [\text{H}^+] = 10^{-2} \\ [\text{OH}^-] = 10^{-1} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{H}^+} = 0,004 \\ n_{\text{OH}^-} = 0,04 \end{cases}$$

\Rightarrow dd ban đầu có NaCl : 0,04 mol; HCl : 0,004 mol; CuCl_2 : 0,008 mol.

+ Thời điểm t ứng với Cl^- ở anot bị oxi hóa hết, suy ra :

$$n_{\text{electron trao đổi}} = \frac{It}{F} = n_{\text{Cl}^-} \Rightarrow \frac{1,93t}{96500} = 0,06 \Rightarrow \boxed{t = 3000 \text{ giây}}$$

Câu 17:

+ Thứ tự khử trên catot : $\text{Cu}^{2+} > \text{H}_2\text{O}$; Thứ tự oxi hóa trên anot : $\text{Cl}^- > \text{H}_2\text{O}$.

+ NaOH + dd sau điện phân \longrightarrow kết tủa $\Rightarrow \text{Cu}^{2+}$ còn dư, H^+ chưa bị khử.

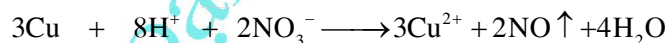
+ Ở anot chỉ thu được khí $\text{Cl}_2 \Rightarrow \text{H}_2\text{O}$ chưa bị oxi hóa.

$$+ n_{\text{NaOH}} = 0,44; n_{\text{Cu(OH)}_2 \downarrow} = 0,02 \Rightarrow n_{\text{H}^+ \text{ trong dd sau dp}} = 0,44 - 0,02.2 = 0,4.$$

$$+ \text{Ở anot } n_{\text{Cl}_2} = 0,14 \Rightarrow \text{Ở catot } n_{\text{Cu}} = 0,14.$$

$$+ \text{Vậy một nửa dung dịch X có: } n_{\text{HCl}} = n_{\text{H}^+} = 0,4 \text{ mol}; n_{\text{Cu(NO}_3)_2} = 0,16 \text{ mol}.$$

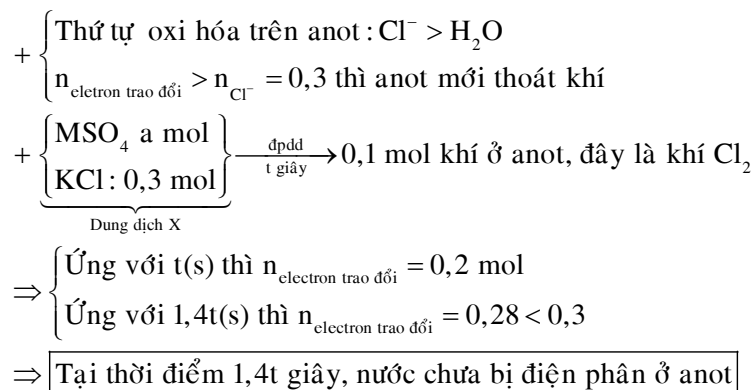
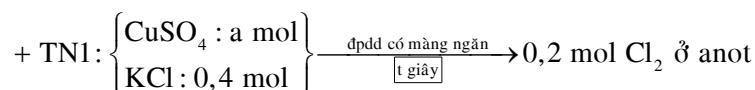
+ Phản ứng của Cu với một nửa dung dịch X :



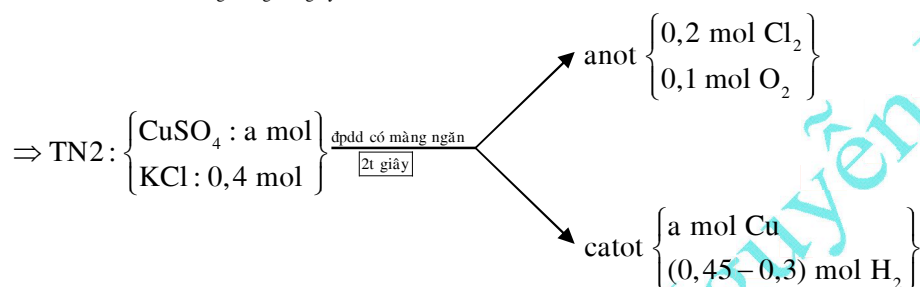
$$\text{mol (bđ):} \quad 0,4 \quad 0,32$$

$$\text{mol (pư): } 0,15 \leftarrow 0,4 \rightarrow 0,1$$

$$\Rightarrow \boxed{m_{\text{Cu}} = 9,6 \text{ gam}}$$

Câu 18:**Câu 19:**

$\Rightarrow n_{\text{electron trao đổi trong thời gian } t \text{ giây}} = 0,2 \cdot 2 = 0,4 \text{ mol.}$

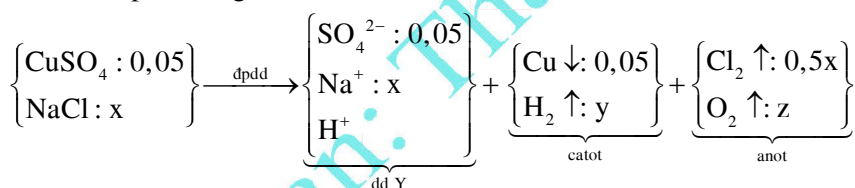


+ BTE ở TN2: $2a + 0,15 \cdot 2 = 0,8 \Rightarrow \boxed{a = 0,25}$

Câu 20:

+ Thứ tự khử trên catot: $\text{Cu}^{2+} > \text{H}_2\text{O}$; Thứ tự oxi hóa: $\text{Cl}^- > \text{H}_2\text{O}$.

+ Bản chất phản ứng:



+ Y hòa tan hết 0,8 gam Mg $\Rightarrow n_{\text{H}^+} = 2n_{\text{Mg}^{2+}} = 2n_{\text{MgO}} = 0,04$; BTĐT $\Rightarrow x = 0,06$.

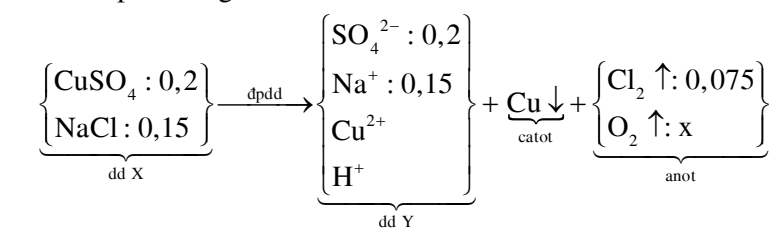
+ $n_{\text{Cl}_2} = 0,5n_{\text{NaCl}} = 0,5x = 0,03$

+ $\left\{ \begin{array}{l} n_{\text{khí}} = 0,03 + y + z = 0,1 \\ \text{BTE: } 0,05 \cdot 2 + 2y = 0,03 \cdot 2 + 4z \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} y = 0,04 \\ z = 0,03 \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} n_{\text{c trao đổi}} = 0,18 \\ t = \frac{0,18 \cdot 96500}{2} = \boxed{8685} \end{array} \right.$

Câu 21:

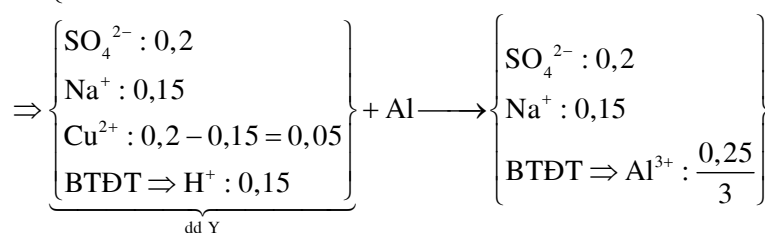
+ Thứ tự khử trên catot : $\text{Cu}^{2+} > \text{H}_2\text{O}$; Thứ tự oxi hóa : $\text{Cl}^- > \text{H}_2\text{O}$.

+ Sơ đồ phản ứng :



$$+ \begin{cases} \text{BTE} : 2n_{\text{Cu}} = 2n_{\text{Cl}_2} + 4n_{\text{O}_2} \\ m_{\text{dd giảm}} = 64n_{\text{Cu}} + 71n_{\text{Cl}_2} + 32n_{\text{O}_2} = 16,125 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} n_{\text{Cu}} = 0,075 + 2x \\ 64(0,075 + 2x) + 0,075 \cdot 71 + 32x = 16,125 \end{cases} \Rightarrow x = 0,0375$$

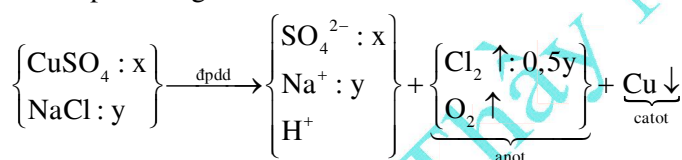


$$\Rightarrow \boxed{m_{\text{Al}} = 2,25 \text{ gam}}$$

Câu 22:

+ Dung dịch sau điện phân hòa tan được CuO, dung dịch này chứa H^+ .

+ Sơ đồ phản ứng :



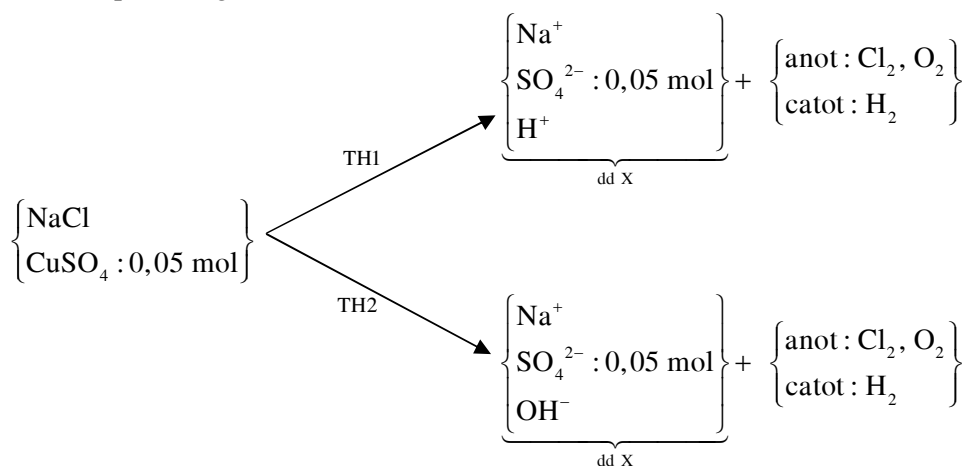
$$+ n_{\text{H}^+} = 2n_{\text{Cu}^{2+}} = n_{\text{CuO}} = 2,0,02 = 0,04 \Rightarrow n_{\text{O}_2} = \frac{n_{\text{H}^+}}{4} = 0,01.$$

$$+ \begin{cases} \text{BTĐT} : 2x = y + 0,04 \\ n_{\text{khí}} = 0,5y + 0,01 = 0,02 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} y = 0,02; x = 0,03 \\ m = 160 \cdot 0,03 + 58,5 \cdot 0,02 = \boxed{5,97 \text{ gam}} \end{cases}$$

Câu 23:

+ Dung dịch X hòa tan được Al_2O_3 , chứng tỏ X có chứa H^+ hoặc OH^- .

+ Sơ đồ phản ứng:



• TH1:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{BTĐT trong pư của X với } \text{Al}_2\text{O}_3 : n_{\text{H}^+} = 3n_{\text{Al}^{3+}} = 6n_{\text{Al}_2\text{O}_3} = 0,12 \\ \text{BTĐT trong X : } n_{\text{Na}^+} = 2n_{\text{SO}_4^{2-}} - n_{\text{H}^+} = -0,02 \text{ (loại)} \end{array} \right.$$

• TH2:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{BTĐT trong pư của X với } \text{Al}_2\text{O}_3 : n_{\text{OH}^-} = n_{\text{AlO}_2^-} = 2n_{\text{Al}_2\text{O}_3} = 0,04 \\ \text{BTĐT trong X : } n_{\text{Na}^+} = 2n_{\text{SO}_4^{2-}} + n_{\text{OH}^-} = 0,14 \end{array} \right. \Rightarrow n_{\text{Cl}_2} = 0,07$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{GT : } \underbrace{n_{\text{Cl}_2}}_{0,07} + \underbrace{n_{\text{O}_2}}_{?} + \underbrace{n_{\text{H}_2}}_{?} = 0,105 \\ \text{BT E : } 2\underbrace{n_{\text{Cl}_2}}_{0,07} + 4\underbrace{n_{\text{O}_2}}_{?} = 2\underbrace{n_{\text{Cu}^{2+}}}_{0,05} + 2\underbrace{n_{\text{H}_2}}_{?} \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} n_{\text{O}_2} = 0,005 \\ n_{\text{H}_2} = 0,03 \end{array} \right.$$

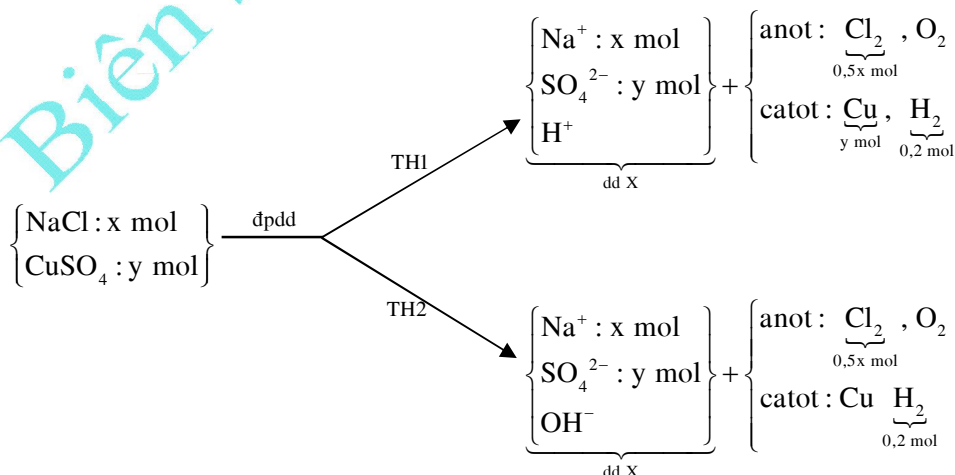
$$\Rightarrow t = \frac{F \cdot n_{\text{electron trao đổi}}}{I} = \frac{96500 \cdot (2 \cdot 0,07 + 4 \cdot 0,005)}{2} = 7720 \text{ giây}$$

Câu 24:

+ Thứ tự khử trên catot : $\text{Cu}^{2+} > \text{H}_2\text{O}$; Thứ tự oxi trên anot : $\text{Cl}^- > \text{H}_2\text{O}$.

+ Dung dịch X hòa tan được Al_2O_3 , chứng tỏ X có chứa H^+ hoặc OH^- .

+ Sơ đồ phản ứng:



• TH1:

$$+ \text{BTĐT} + \text{BTNT} : n_{\text{H}^+} = 3n_{\text{Al}^{3+}} = 6n_{\text{Al}_2\text{O}_3} = 0,6$$

$$+ \begin{cases} \text{Ở anot} : n_{\text{Cl}_2} + n_{\text{O}_2} = 0,3 \\ \text{BTE} : 2n_{\text{Cl}_2} + 4n_{\text{O}_2} = 2n_{\text{Cu}} + 2n_{\text{H}_2} \Rightarrow \begin{cases} 2.0,5x + 4(0,3 - 0,5x) = 2y + 0,4 \\ x + 0,6 = 2y \end{cases} \\ \text{BTĐT} : n_{\text{Na}^+} + n_{\text{H}^+} = 2n_{\text{SO}_4^{2-}} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} x = 0,1 \\ y = 0,35 \end{cases} \Rightarrow m = 61,85$$

• TH2:

$$+ n_{\text{OH}^-} = n_{\text{AlO}_2^-} = 2n_{\text{Al}_2\text{O}_3} = 0,2$$

$$+ \begin{cases} \text{Ở anot} : n_{\text{Cl}_2} + n_{\text{O}_2} = 0,3 \\ \text{BTE} : 2n_{\text{Cl}_2} + 4n_{\text{O}_2} = 2n_{\text{Cu}} + 2n_{\text{H}_2} \Rightarrow \begin{cases} 2.0,5x + 4(0,3 - 0,5x) = 2y + 0,4 \\ x = 2y + 0,2 \end{cases} \\ \text{BTĐT} : n_{\text{Na}^+} = 2n_{\text{SO}_4^{2-}} + n_{\text{OH}^-} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} x = 0,5 \\ y = 0,15 \end{cases} \Rightarrow m = 53,25$$

$$\Rightarrow \boxed{m_{\text{max}} = 61,85}$$

Câu 25:

+ Thứ tự khử trên catot : $\text{Cu}^{2+} > \text{H}^+ > \text{H}_2\text{O}$; thứ tự oxi hóa trên anot : $\text{Cl}^- > \text{H}_2\text{O}$.

$$+ \begin{cases} \text{Ở anot khí thoát ra là } \text{Cl}_2; n_{\text{Cl}_2} = 0,03 \\ \text{Ở catot } \text{Cu}^{2+} \text{ bị khử: BTE : } n_{\text{Cu}} = n_{\text{Cl}_2} = 0,03 \end{cases}$$

$$\Rightarrow t = \frac{n_{\text{electron trao đổi}} \cdot F}{I} = \frac{0,03 \cdot 2.96500}{2,68.3600} = \boxed{0,6 \text{ giờ}}$$

$$+ \begin{cases} \text{Cu}^{2+} : 0,15 - 0,03 = 0,12 \\ \text{NO}_3^- : 0,3 \\ \text{H}^+ : 0,12 \\ \text{Cl}^- : 0,12 - 0,03 \cdot 2 = 0,06 \end{cases} \xrightarrow{\text{Fe (max)}} \begin{cases} \text{Fe}^{2+} : ? \\ \text{Cl}^- : 0,06 \\ \text{NO}_3^- : 0,3 - \frac{0,12}{4} = 0,27 \end{cases} + \dots$$

$$\Rightarrow n_{\text{Fe}} = n_{\text{Fe}^{2+}} = \frac{0,27 + 0,06}{2} = 0,165 \Rightarrow \boxed{m_{\text{Fe}} = 9,24 \text{ gam}}$$

Câu 26:

$$+ \begin{cases} n_{\text{Fe}} = 7x \\ n_{\text{Cu}} = 6x \end{cases} \Rightarrow 7x \cdot 56 + 6x \cdot 64 = 7,76 \Rightarrow x = 0,01 \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{Fe}} = 0,07 \\ n_{\text{Cu}} = 0,06 \end{cases}$$

$$+ \begin{cases} 2n_{\text{Fe}} + 2n_{\text{Cu}} = 0,26 \leq n_{\text{electron do Fe, Cu nhường}} \leq 3n_{\text{Fe}} + 2n_{\text{Cu}} = 0,33 \\ n_{\text{electron do N}^+ \text{ nhận}} = 0,3 \text{ (Vì } \underset{0,4}{4\text{H}^+} + \text{NO}_3^- + \underset{0,3}{3\text{e}^-} \longrightarrow \underset{0,1}{\text{NO}} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}) \end{cases}$$

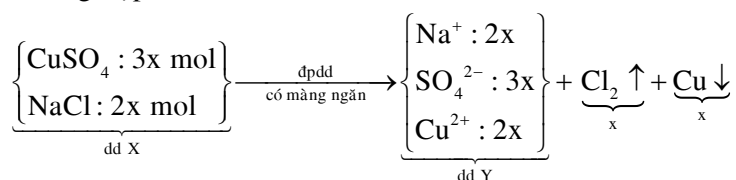
$$\Rightarrow \text{Y có } \begin{cases} \text{Fe}^{2+} : x \text{ mol, Fe}^{3+} : y \text{ mol} \\ \text{Cu}^{2+} : 0,06 \text{ mol, NO}_3^- : 0,3 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x + y = 0,07 \\ 2x + 3y + 0,06 \cdot 2 = 0,3 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,03 \\ y = 0,04 \end{cases}$$

$$+ \text{Y} \xrightarrow[\text{I=9,65 A, t giây}]{\text{dpdd}} 4,96 \text{ gam Cu, Fe} \Rightarrow n_{\text{Fe}^{2+} \text{ pư}} = n_{\text{Fe}} = \frac{4,96 - 0,06 \cdot 64}{56} = 0,02$$

$$+ \text{BTE} : n_{\text{electron trao đổi}} = n_{\text{Fe}^{3+}} + 2n_{\text{Cu}^{2+}} + 2n_{\text{Fe}^{2+} \text{ pư}} = 0,2 \Rightarrow t = \frac{nF}{I} = \boxed{2000 \text{ giây}}$$

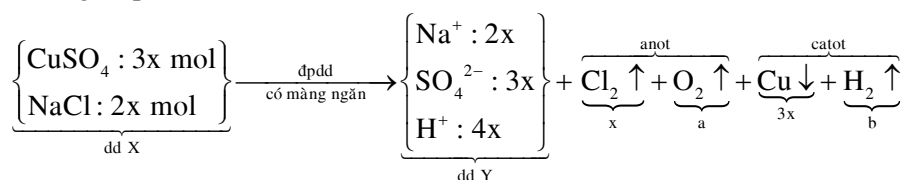
Câu 27:

• Trường hợp 1:



$$+ \begin{cases} m_{\text{dd giảm}} = 71x + 64x = 33,1 \\ \text{BT E: } 3 \underbrace{n_{\text{Al}}}_{3,6/27} = 2 \underbrace{n_{\text{Cu}^{2+} \text{ trong Y}}}_{2x} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,245 \\ x = 0,1 \end{cases} \Rightarrow \text{loại.}$$

• Trường hợp 2:



$$+ \begin{cases} m_{\text{dd giảm}} = m_{\text{Cl}_2} + m_{\text{O}_2} + m_{\text{Cu}} + m_{\text{H}_2} \\ \text{BT E trong pư đp: } 2n_{\text{Cl}_2} + 4n_{\text{O}_2} = 2n_{\text{Cu}} + 2n_{\text{H}_2} \\ \text{BT E cho (Y + Al): } n_{\text{H}^+} = 3n_{\text{Al}} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} 71x + 3x \cdot 64 + 32a + 2b = 33,1 \\ 2x + 4a = 6x + 2b \\ 4x = 0,4 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,1; a = 0,2; b = 0,2 \\ t = \frac{(0,1 \cdot 2 + 0,2 \cdot 4) \cdot 96500}{5.3600} \approx 5,36 \text{ giờ} \end{cases}$$

♦ Chú ý: Tính mol H^+ trong Y bằng bảo toàn điện tích.