

Định luật điện phân Faraday

Định luật điện phân Faraday là một định luật điện phân cơ bản do Michael Faraday đưa ra năm 1833. Trong bài viết này VnDoc sẽ chia sẻ cho các bạn một số kiến thức về định luật Faraday, mời các bạn cùng tìm hiểu.

I. Tóm tắt lí thuyết

1. Phát biểu định luật Faraday

Khối lượng chất giải phóng ở mỗi điện cực tỉ lệ với điện lượng đi qua dung dịch và đương lượng của chất.

2. Công thức định luật Faraday

$$m = \frac{A \cdot I \cdot t}{n \cdot F}$$

Trong đó:

- m: khối lượng chất giải phóng ở điện cực (gam)
- A: khối lượng mol nguyên tử của chất thu được ở điện cực
- n: số electron mà nguyên tử hoặc ion đã cho hoặc nhận
- I: cường độ dòng điện (A)
- t: thời gian điện phân (s)
- F: hằng số Faraday là điện tích của 1 mol electron hay điện lượng cần thiết để 1 mol electron chuyển dời trong mạch ở catot hoặc ở anot ($F = 1,602 \cdot 10^{-19} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \approx 96500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$)

3. Biểu thức liên hệ:

$$Q = I \cdot t = 96500 \cdot n_e \Rightarrow n_e = \frac{I \cdot t}{F} \quad (n_e \text{ là số mol electron trao đổi ở điện cực})$$

4. Bài tập ví dụ về điện phân

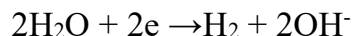
Ví dụ 1: Điện phân 100 ml dung dịch NaCl với điện cực trơ có màng ngăn với cường độ dòng điện $I = 1,93\text{A}$. Dung dịch thu được sau khi điện phân có $\text{pH} = 12$. Biết thể tích dung dịch không đổi, clo không hòa tan trong nước và hiệu suất điện phân 100%. Thời gian tiến hành điện phân là:

- A. 50 s B. 60 s C. 100 s D. 200 s

Hướng dẫn giải

$$\text{pH} = 12 \quad [\text{OH}^-] = 10^{-2} \quad n_{\text{OH}^-} = 10^{-3} \text{ M}$$

Tại catot (–) xảy ra phản ứng:



$$n_{\text{e}} = 10^{-3} \text{ mol}$$

$$t = 50 \text{ s}$$

$$\text{hoặc } m_{\text{H}_2} = 10^{-3} \text{ gam}$$

$$t = 50 \text{ s} \text{ Đáp án A}$$

Ví dụ 2: Điện phân dung dịch CuSO_4 với cường độ dòng điện $I = 3,574 \text{ A}$ trong thời gian $t = 5400 \text{ s}$. Hãy tính thể tích khí thu được ở catot.

A. 1,12 lít

B. 2,24 lít

C. 3,36 lít

D. 4,48 lít

Hướng dẫn giải

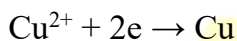
Sơ đồ biểu diễn quá trình điện phân dung dịch CuSO_4

Anot (+)

 $\text{SO}_4^{2-}, \text{H}_2\text{O}$ 

0,05 0,2

Catot (-)

 $\text{Cu}^{2+}, \text{H}_2\text{O}$ 

0,2 0,1

Áp dụng định luật Faraday

$$m_{\text{Cu}} = \frac{A \cdot t}{nF} = \frac{64 \cdot 3,574 \cdot 5400}{2 \cdot 96500} = 6,4 \text{ gam}$$

$$n_{\text{Cu}} = 0,1 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow V_{\text{O}_2} = 0,05 \cdot 22,4 = 1,12 \text{ lít}$$

5. Ứng dụng của điện phân

Sự điện phân có nhiều ứng dụng trong công nghiệp

1. Điều chế các kim loại (xem bài điều chế các kim loại)
2. Điều chế một số phi kim như H_2 , O_2 , F_2 , Cl_2
3. Điều chế một số hợp chất như NaOH , H_2O_2 , nước Gia – ven
4. Tinh chế một số kim loại như Cu , Pb , Zn , Fe , Ag , Au ...
5. Mạ điện

Điện phân với anot tan cũng được dùng trong mạ điện, nhằm bảo vệ kim loại khỏi bị ăn mòn và tạo vẻ đẹp cho vật mạ. Anot là kim loại dùng để mạ (như hình vẽ là vàng) còn catot là vật cần mạ (cái thìa). Lớp mạ thường rất mỏng, có độ dày từ $5 \cdot 10^{-5} \div 1 \cdot 10^{-3} \text{ cm}$.

II. Bài tập vận dụng.

Câu 1. Điện phân nóng chảy m gam NaCl , đến khi kết thúc quá trình điện phân thì ở anốt thu được 2,24 lít khí (đktc). Xác định giá trị của m

- A. 11,7 gam B. 5,85 gam C. 23,4 gam D. 8,775 gam

Câu 2. Điện phân Al_2O_3 nóng chảy, dư với dòng điện có $I = 16,1\text{A}$, thời gian là 30 giờ. Khối lượng nhôm thu được là:

- A. 216g B. 162g C. 324g D. 108g

Câu 3. Điện phân nóng chảy 2.34 gam NaCl với cường độ dòng điện một chiều $I = 9.65\text{A}$. Tính khối lượng Na bám vào catot khi thời gian điện phân là 200 giây.

- A. 0.23 gam B. 0.276 gam C. 0.345 gam D. 0.46 gam

Câu 4. Điện phân 100ml dung dịch CuSO_4 0,2M với cường độ $I=9,65\text{A}$. Tính khối lượng Cu bám bên catot khi thời gian điện phân $t_1 = 200\text{s}$ và $t_2 = 500\text{s}$ (với hiệu suất là 100%)

- A. 0,32g ; 0,64g B. 0,64g ; 1,28g C. 0,64g ; 1,32g D. 0,32g ; 1,28g

Câu 5. Điện phân dung dịch CuSO_4 bằng điện cực trơ với dòng điện có cường độ $I = 0,5\text{A}$ trong thời gian 1930 giây thì khối lượng đồng và thể tích khí O_2 sinh ra là

- A: 0, 64g và 0,112 lít B: 0, 32g và 0, 056 lít C: 0, 96g và 0, 168 lít D: 1, 28g và 0, 224 lít

Câu 6. Điện phân 500 ml dung dịch CuSO_4 với cường độ dòng điện không đổi thì sau 600s, nước bắt đầu bị điện phân ở cả 2 điện cực. nếu thời gian điện phân là 300s thì khối lượng Cu thu được bên catot là 3,2g. tính nồng độ mol của CuSO_4 trong dung dịch ban đầu và cường độ dòng điện.

- A. 0,1M; 16,08A B. 0,25M; 16,08A C. 0,20 M; 32,17A D. 0,12M; 32,17A

Câu 7. Điện phân 100 ml dung dịch CuSO_4 0,12M thu được 0,384g Cu bên catot lúc $t_1 = 200\text{s}$; nếu tiếp tục điện phân với cường độ I_2 bằng 2 lần cường độ I_1 của giai đoạn trên thì phải tiếp tục điện phân trong bao lâu để bắt đầu sủi bọt bên catot ? Cho $\text{Cu} = 64$.

- A. 150s B. 200s C. 180s D. 100s

Câu 8. 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. 3,2g và 1000 s B. 2,2 g và 800 s C. 6,4 g và 3600 s D. 5,4 g và 1800 s

Câu 9. Điện phân dùng điện cực trơ dung dịch muối sunfat kim loại hoá trị II với cường độ dòng điện 3A. Sau 1930 giây thấy khối lượng catot tăng 1,92 gam, Cho biết tên kim loại trong muối sunfat

A. Fe

B. Ca

C. Cu

D. Mg

Câu 10. Điện phân dung dịch một muối nitrat kim loại với hiệu suất dòng điện là 100%, cường độ dòng điện không đổi là 7,72A trong thời gian 9 phút 22,5 giây. Sau khi kết thúc khối lượng catot tăng lên 4,86 gam do kim loại bám vào. Kim loại đó là

A. Cu

B. Ag

C. Hg

D. Pb

8. Hướng dẫn giải chi tiết câu hỏi

Câu 1.

Vì dung dịch có $\text{pH} = 12$

$\Rightarrow$ Môi trường kiềm .

$\text{pH} = 12 \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-12}$

$\Rightarrow [\text{OH}^-] = 0,01 \text{ M} \Rightarrow n_{\text{OH}^-} = 0,001 \text{ mol}$

$\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$

Catot (-)

Na^+ không bị điện phân

$2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$

Anot (+)

$\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$

$0,001 \rightarrow 0,001$

$n_{\text{e}^-} \text{ trao đổi} = 0,001 \text{ mol} = It/F \Rightarrow t = 50\text{s}$

Câu 2.

Đáp án Theo định luật Faraday khối lượng nhôm thu được là

$$m_{Al} = \frac{Alt}{96500n} = \frac{27.9,65.3000}{96500.3} = 2,7g$$

Câu 3.

Xem đáp án

Đáp án B

$$t = 400s \Rightarrow m_{Na} \text{ thu được lí thuyết} = A.I.t / nF = 0,184 \text{ gam}$$

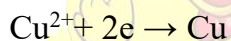
$$\text{mà } m_{Na} \text{ thực tế} = 0,1472 \text{ gam}$$

$$\Rightarrow H = 0,1472 / 0,184 .100\% = 80\%$$

Câu 4.**Đáp án B**

$$\text{Ta có: } n_{CuSO_4} \text{ ban đầu} = 0,02 \text{ mol}$$

$$\text{Với } t_1 = 200s, \text{ ta có: } n_{e \text{ trao đổi}} = It/F = 9,65.200 : 96500 = 0,02 \text{ mol}$$



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

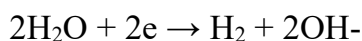
$$\text{Vậy } m_{Cu} = 0,01.64 = 0,64 \text{ gam}$$

$$\text{Với } t_2 = 500s, \text{ ta có: } n_{e \text{ trao đổi}} = It/F = 9,65.500 : 96500 = 0,05 \text{ mol}$$



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

Ta có số mol e do Cu^{2+} tối đa nhận là $0,04 < 0,05 \text{ mol}$ nên ở đây có xảy ra sự điện phân của nước:

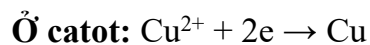


$$\text{Vậy } m_{Cu} = 0,02.64 = 1,28 \text{ gam}$$

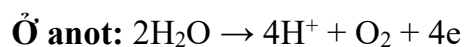
Câu 5.

Đáp án B

$$n_e \text{ trao đổi} = I.t / F = 0,01 \text{ mol}$$



$$\Rightarrow n_{\text{Cu}} = 0,01 : 2 = 0,005 \text{ (mol)} \Rightarrow m_{\text{Cu}} = 0,32 \text{ (g)}$$



$$\Rightarrow n_{\text{O}_2} = 0,01:4 = 0,0025 \text{ (mol)} \Rightarrow V_{\text{O}_2} = 0,056 \text{ (l)}$$

Câu 6.**Đáp án C**

$$n_{\text{Cu}} = 3.2/64 = 0.05 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow n_{\text{Cu}} \text{ sau 600 giây} = 0.05 \times 2 = 0.1 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow C_{\text{MCuSO}_4} = 0.1/0.5 = 0.2 \text{ M}$$

Ta có công thức: $n_e = It/A$

$$\Rightarrow I = n_e.A/t = 0.05.2.96500/300 = 32.17 \text{ A}$$

Câu 7.

Xem đáp án

Đáp án D

CuSO₄: 0,012 mol

Catot (-): Cu^{2+} 0,012 mol; H_2O $\text{Cu}^{2+} + 2e \rightarrow \text{Cu}$ Bđ: 0,012 Đp: 0,006 0,012 0,384/64 Với $t_1 = 200$ s Dư 0,006 $\rightarrow$ 0,012 Với $t_2 = ?$	Anot (-): SO_4^{2-} 0,012 mol; H_2O $2\text{H}_2\text{O} - 4e \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+$
--	--

Với $t_1 = 200$ s thì dòng mới điện phân hết 0,006 mol đang còn dư 0,006 mol

Từ các tính số mol $e = I.t/F \Rightarrow I_2 = 2I_1$ thì $t_1 = 2t_2 \Rightarrow t = 100$ s

Câu 8.

Đáp án A

Ta có $n_{\text{H}_2} = n_{\text{O}_2} = 0,05$ mol

$n_e = 2n_{\text{Cu}} + 2n_{\text{H}_2} = 4n_{\text{O}_2} = 4.0,05 = 0,2 \Rightarrow n_{\text{Cu}} = (0,2 - 2.0,05)/2 = 0,05$

$\Rightarrow m_{\text{Cu}} = 0,05.32 = 3,2$ gam

$t = (0,2.96500)/9,65 = 2000$ (s)

Chọn A

Câu 9.

Đáp án C

Quá trình điện phân: $\text{M}^{2+} + 2e \rightarrow \text{M}$

Có: $n_e = I.t/F = 3.1930/96500 = 0,06$ mol

$\Rightarrow n_{\text{M}} = 1/2 n_e = 0,03$ mol

$\Rightarrow M_{\text{M}} = 1,92 : 0,03 = 64$ (g/mol) $\Rightarrow \text{Cu}$

Câu 10.

Đáp án B

Khối lượng catot tăng chính là khối lượng kim loại sinh ra bám vào

Áp dụng định luật Faraday:

$$m_{KL} = AIt/Fn \Rightarrow 4,86 = (A \cdot 7,72 \cdot 562,5) / (96500 \cdot 2) \Rightarrow A = 108n$$

Câu 11.**Đáp án D**

$$m_{NaOH} \text{ trước điện phân} = 200 \cdot 10 / 100 = 20 \text{ gam.}$$

Điện phân dung dịch NaOH thực chất là điện phân nước: $2H_2O \rightarrow O_2 + 2H_2$. Gọi số mol bị điện phân là x mol:

Sau khi điện phân khối lượng dung dịch còn lại là $200 - 18x$.

$$\text{Nồng độ NaOH sau điện phân là } 25\% \Rightarrow 200 \cdot 0,1 / (200 - 18x) \cdot 100\% = 25\% \Rightarrow x = 20/3 \text{ mol}$$

$$\text{Thể tích khí (ở đktc) thoát ra ở anot là } V_{O_2} = 0,5 \cdot 22,4 \cdot 20/3 = 7467 \text{ lít.}$$

$$\text{Thể tích khí (ở đktc) thoát ra ở catot là } V_{H_2} = 22,4 \cdot 20/3 = 149,3 \text{ lít}$$

Câu 12.**Đáp án D**

$$\text{Ta có: } t = 16 \text{ phút } 5 \text{ giây} = 965s$$

Khối lượng bạc bám vào anot được tính theo công thức:

$$m = 1/96500 \cdot A_n \cdot I \cdot t \Rightarrow I = (96500 \cdot n \cdot m) / A \cdot t = (96500 \cdot 4,32 \cdot 1) / 108 \cdot 965 = 4A$$

$$\text{Điện trở của bình điện phân là: } R = U/I = 20/4 = 5\Omega$$

Xem thêm tài liệu tại đây: <https://vndoc.com/tai-lieu-hoc-tap-lop-11>