

DÒNG ĐIỆN TRONG CHẤT ĐIỆN PHÂN

A. LÝ THUYẾT

1. Bản chất của dòng điện trong chất điện phân

Trong dung dịch, các hợp chất hóa học như axit, bazơ và muối bị phân li (một phần hoặc toàn bộ) thành các nguyên tử (hoặc nhóm nguyên tử) tích điện gọi là ion; ion có thể chuyển động tự do trong dung dịch và trở thành hạt tải điện.

Dòng điện trong chất điện phân là dòng ion dương và ion âm chuyển động có hướng theo hai chiều ngược nhau.

- Ion dương chạy về phía catôt nên gọi là cation.
- Ion âm chạy về phía anôt nên gọi là anion.
- Dòng điện trong chất điện phân không chỉ tải điện lượng mà còn tải cả vật chất (theo nghĩa hẹp) đi theo. Tới điện cực chỉ có electron có thể đi tiếp, còn lượng vật chất đọng lại ở điện cực, gây ra hiện tượng điện phân.
- Chất điện phân không dẫn điện tốt bằng kim loại.

Các hiện tượng diễn ra ở điện cực: Hiện tượng dương cực tan. Hiện tượng dương cực tan xảy ra khi các anion đi tới anot kéo các ion kim loại của điện cực vào trong dung dịch.

Các ion chuyển động về các điện cực có thể tác dụng với chất làm điện cực hoặc với dung môi tạo nên các phản ứng hóa học gọi là phản ứng phụ trong hiện tượng điện phân.

2. Các định luật Fa-Ra-Đây

Vì dòng điện trong chất điện phân tải điện lượng cùng với vật chất (theo nghĩa hẹp) nên khối lượng chất đi đến điện cực:

- Tỷ lệ thuận với điện lượng chạy qua bình điện phân;
- Tỷ lệ thuận với khối lượng của ion (hay khối lượng mol nguyên tử A của nguyên tố tạo nên ion ấy);
- Tỷ lệ nghịch với điện tích của ion (hay hoá trị n của nguyên tố tạo ra ion ấy)

a) Định luật Fa-ra-đây thứ nhất

Khối lượng vật chất được giải phóng ở điện cực của bình điện phân tỷ lệ thuận với điện lượng chạy qua bình đó:

$$m = k \cdot q$$

Trong đó:

k gọi là đương lượng điện hoá của chất được giải phóng ở điện cực (g/C).

q là điện lượng dịch chuyển qua bình điện phân (C).

b) Định luật Fa-ra-đây thứ hai

Đương lượng điện hoá *k* của một nguyên tố tỷ lệ với đương lượng gam A của nguyên tố đó. Hệ số tỷ lệ là F, trong đó F gọi là số Fa-ra-đây.

$$k = \frac{1}{F} \cdot \frac{A}{n}$$

Thí nghiệm cho thấy, nếu I tính bằng ampe, t tính bằng giây thì: $F = 96\,500 \text{ C/mol}$. Kết hợp hai định luật Fa-ra-đây, sẽ được công thức Fa-ra-đây:

$$m = \frac{1}{F} \cdot \frac{A}{n} \cdot It$$

Trong đó:

k là đương lượng điện hóa của chất được giải phóng ra ở điện cực (đơn vị g/C).

$F = 96\,500 \text{ C/mol}$: là hằng số Faraday.

n là hóa trị của chất thoát ra.

A là khối lượng nguyên tử của chất được giải phóng (đơn vị gam/mol).

I là cường độ dòng điện qua bình điện phân. (đơn vị A).

t là thời gian điện phân (đơn vị s).

m là khối lượng chất được giải phóng (đơn vị gam)..

3. Ứng dụng của hiện tượng điện phân

Một số ứng dụng của hiện tượng điện phân:

- Điều chế hoá chất: điều chế clo, hiđrô và xút trong công nghiệp hoá chất.
- Luyện kim: người ta dựa vào hiện tượng dương cực tan để tinh chế kim loại. Các kim loại như đồng, nhôm, magiê và nhiều hoá chất được điều trực tiếp bằng phương pháp điện phân.
- Mạ điện: người ta dùng phương pháp điện phân để phủ một lớp kim loại không gỉ như crôm, niken, vàng, bạc... lên những đồ vật bằng kim loại khác.

B. BÀI TẬP

B1. TRẮC NGHIỆM

Câu 1. Trong các chất sau, chất không phải là chất điện phân là

- | | |
|----------------------|------------------------|
| A. Nước nguyên chất. | C. HNO_3 . |
| B. NaCl . | D. Ca(OH)_2 . |

Câu 2. Trong các dung dịch điện phân điện phân, các ion mang điện tích âm là

- | | |
|------------------------------|--------------------------|
| A. Gốc axit và ion kim loại. | C. ion kim loại và bazơ. |
| B. Gốc axit và gốc bazơ. | D. Chỉ có gốc bazơ. |

Câu 3. Bản chất dòng điện trong chất điện phân là

- A. Dòng ion dương dịch chuyển theo chiều điện trường.
- B. Dòng ion âm dịch chuyển ngược chiều điện trường.
- C. Dòng electron dịch chuyển ngược chiều điện trường.
- D. Dòng ion dương và dòng ion âm chuyển động có hướng theo hai chiều ngược nhau.

Câu 4. Chất điện phân dẫn điện không tốt bằng kim loại vì

- A. Mật độ electron tự do nhỏ hơn trong kim loại.
- B. Khối lượng và kích thước ion lớn hơn của electron.
- C. Môi trường dung dịch rất mất trật tự.
- D. Cả 3 lý do trên.

Câu 5. Bản chất của hiện tượng dương cực tan là

- A. Cực dương của bình điện phân bị tăng nhiệt độ tới mức nóng chảy.

- B. Cực dương của bình điện phân bị mài mòn cơ học.
- C. Cực dương của bình điện phân bị tác dụng hóa học tạo thành chất điện phân và tan vào dung dịch.
- D. Cực dương của bình điện phân bị bay hơi.

Câu 6. Khi điện phân nóng chảy muối của kim loại kiềm thì

- A. Cả ion của gốc axit và ion kim loại đều chạy về cực dương.
- B. Cả ion của gốc axit và ion kim loại đều chạy về cực âm.
- C. ion kim loại chạy về cực dương, ion của gốc axit chạy về cực âm.
- D. ion kim loại chạy về cực âm, ion của gốc axit chạy về cực dương.

Câu 7. NaCl và KOH đều là chất điện phân. Khi tan trong dung dịch điện phân thì

- A. Na^+ và K^+ là cation.
- B. Na^+ và OH^- là cation.
- C. Na^+ và Cl^- là cation.
- D. OH^- và Cl^- là cation.

Câu 8. Trong các trường hợp sau đây, hiện tượng dương cực tan không xảy ra khi

- A. Điện phân dung dịch bạc clorua với cực dương là bạc
- B. Điện phân axit sunfuric với cực dương là đồng
- C. Điện phân dung dịch muối đồng sunfat với cực dương là graphit (than chì)
- D. Điện phân dung dịch niken sunfat với cực dương là niken.

Câu 9. Khối lượng chất giải phóng ở điện cực của bình điện phân tỉ lệ với

- A. Điện lượng chuyển qua bình.
- B. Thể tích của dung dịch trong bình.
- C. Khối lượng dung dịch trong bình.
- D. Khối lượng chất điện phân.

Câu 10. Nếu có dòng điện không đổi chạy qua bình điện phân gây ra hiện tượng dương cực tan thì khối lượng chất giải phóng ở điện cực không tỉ lệ thuận với:

- A. Khối lượng mol của chất được giải phóng.
- B. Cường độ dòng điện chạy qua bình điện phân.
- C. Thời gian dòng điện chạy qua bình điện phân.
- D. Hóa trị của của chất được giải phóng.

Câu 11. Hiện tượng điện phân không ứng dụng để

- A. Đúc điện.
- B. Mạ điện.
- C. Sơn tĩnh điện.
- D. Luyện nhôm.

Câu 12. Khi điện phân dương cực tan, nếu tăng cường độ dòng điện và thời gian điện phân lên 2 lần thì khối lượng chất giải phóng ra ở điện cực.

- A. Không đổi.
- B. Tăng 2 lần.
- C. Tăng 4 lần.
- D. Giảm 4 lần.

Câu 13. Trong hiện tượng điện phân dương cực tan một muối xác định, muốn tăng khối lượng chất giải phóng ở điện cực thì cần phải tăng

- A. Khối lượng mol của chất được giải phóng.

- B. Hóa trị của chất được giải phóng.
- C. Thời gian lượng chất được giải phóng.
- D. Cả 3 đại lượng trên.

Câu 14. Điện phân cực dương tan một dung dịch trong 20 phút thì khối lượng cực âm tăng thêm 4 gam. Nếu điện phân trong một giờ với cùng cường độ dòng điện như trước thì khối lượng cực âm tăng thêm là

- A. 24 gam.
- B. 12 gam.
- C. 6 gam.
- D. 48 gam.

Câu 15. Cực âm của một bình điện phân dương cực tan có dạng một lá mỏng. Khi dòng điện chạy qua bình điện phân trong 1 h thì cực âm dày thêm 1mm. Để cực âm dày thêm 2 mm nữa thì phải tiếp tục điện phân cùng điều kiện như trước trong thời gian là

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

Câu 16. Khi điện phân dung dịch AgNO_3 với cực dương là Ag biết khối lượng mol của bạc là 108. Cường độ dòng điện chạy qua bình điện phân để trong 1 h để có 27 gam Ag bám ở cực âm là

- A. 6,7 A.
- B. 3,35 A.
- C. 24124 A.
- D. 108 A.

Câu 17. Điện phân dương cực tan một muối trong một bình điện phân có cực âm ban đầu nặng 20 gam. Sau 1 h đầu hiệu điện thế giữa 2 cực là 10 V thì cực âm nặng 25 gam. Sau 2 h tiếp theo hiệu điện thế giữa 2 cực là 20 V thì khối lượng của cực âm là

- A. 30 gam.
- B. 35 gam.
- C. 40 gam.
- D. 45 gam.

Câu 18. Một bình điện phân dung dịch CuSO_4 có anốt làm bằng đồng, điện trở của bình điện phân $R = 8 (\Omega)$, được mắc vào hai cực của bộ nguồn $E = 9 (V)$, điện trở trong $r = 1 (\Omega)$. Khối lượng Cu bám vào catốt trong thời gian 5 h có giá trị là:

- A. 5 (g).
- B. 10,5 (g).
- C. 5,97 (g).
- D. 11,94 (g).

Câu 19. Đặt một hiệu điện thế U không đổi vào hai cực của bình điện phân. Xét trong cùng một khoảng thời gian, nếu kéo hai cực của bình ra xa sao cho khoảng cách giữa chúng tăng gấp 2 lần thì khối lượng chất được giải phóng ở điện cực so với lúc trước sẽ:

- A. tăng lên 2 lần.
- B. giảm đi 2 lần.
- C. tăng lên 4 lần.
- D. giảm đi 4 lần.

Câu 20. Cho dòng điện chạy qua bình điện phân đựng dung dịch muối của niken, có anốt làm bằng niken, biết nguyên tử khối và hóa trị của niken lần lượt bằng 58,71 và 2. Trong thời gian 1h dòng điện 10A đã sản ra một khối lượng niken bằng:

- A. 8.10-3kg
- B. 10,95 (g).
- C. 12,35 (g).
- D. 15,27 (g).

B2. TỰ LUẬN

Bài 1. Một bình điện phân chứa AgNO_3 , có anod bằng Ag và điện trở $R = 2 \Omega$. Hiệu điện thế đặt vào hai cực của bình là $U = 10 \text{ V}$. Biết bạc có $A = 108 \text{ g/mol}$, $n = 1$, thời gian điện phân 2 giờ. Tính khối lượng bạc bám vào cực âm.

Bài 2. Chiều dày của lớp Niken phủ lên một tấm kim loại là $d = 0,05 \text{ (mm)}$ sau khi điện phân trong 30 phút. Diện tích mặt phủ của tấm kim loại là 30 cm^2 . Cho biết Niken có khối lượng riêng là $\rho = 8,9 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, nguyên tử khối $A = 58 \text{ g/mol}$ và hoá trị $n = 2$. Cường độ dòng điện qua bình điện phân là bao nhiêu?

Bài 3. Một nguồn gồm 30 pin mắc thành 3 nhóm nối tiếp, mỗi nhóm có 10 pin mắc song song, mỗi pin có suất điện động $0,9 \text{ (V)}$ và điện trở trong $0,6 \text{ (}\Omega\text{)}$. Bình điện phân dung dịch CuSO_4 có điện trở 205 mắc vào hai cực của bộ nguồn. Trong thời gian 50 phút khối lượng đồng Cu bám vào catốt là bao nhiêu?

Bài 4. Khi hiệu điện thế giữa hai cực bóng đèn là $U_1 = 20 \text{ mV}$ thì cường độ dòng điện chạy qua đèn là $I_1 = 8 \text{ mA}$, nhiệt độ dây tóc bóng đèn là $t_1 = 25 \text{ }^\circ\text{C}$. Khi sáng bình thường, hiệu điện thế giữa hai cực bóng đèn là $U_2 = 240 \text{ V}$ thì cường độ dòng điện chạy qua đèn là $I_2 = 8 \text{ A}$. Biết hệ số nhiệt điện trở $\alpha = 4,2 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$. Nhiệt độ t_2 của dây tóc đèn khi sáng bình thường là bao nhiêu?

Bài 5. Một bình điện phân đựng dung dịch bạc nitrat với anốt bằng bạc. Điện trở của bình điện phân là $R = 2 \text{ (}\Omega\text{)}$. Hiệu điện thế đặt vào hai cực là $U = 10 \text{ (V)}$. Cho $A = 108 \text{ g/mol}$ và $n = 1$. Khối lượng bạc bám vào cực âm sau 2 giờ là bao nhiêu?

Bài 6. Chiều dày của lớp niken phủ lên một tấm kim loại là $d = 0,05 \text{ mm}$ sau khi điện phân trong 30 phút. Diện tích mặt phủ của tấm kim loại là 30 cm^2 . Cho biết Niken có khối lượng riêng là $D = 8,9 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, nguyên tử khối $A = 58 \text{ g/mol}$ và hóa trị 2. Tính cường độ dòng điện chạy qua bình điện phân.

Bài 7. Một bình điện phân chứa dung dịch đồng sunfat với hai điện cực bằng đồng. Khi cho dòng điện không đổi $1,93 \text{ A}$ chạy qua bình này trong một khoảng thời gian, thì thấy khối lượng của catod tăng thêm $1,143 \text{ g}$. Khối lượng mol nguyên tử của đồng là $A = 63,5 \text{ g/mol}$. Lấy số Faraday $F = 96500 \text{ C/mol}$. Tính thời gian điện phân.

Bài 8. Một tấm kim loại được mạ niken bằng phương pháp điện phân. Tính chiều dày của lớp niken trên tấm kim loại sau khi điện phân 30 phút. Biết diện tích bề mặt kim loại là 40 cm^2 , cường độ dòng điện qua bình điện phân là 2 A , niken có khối lượng riêng là $D = 8,9 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, $A = 58 \text{ g/mol}$, $n = 2$. Coi như niken bám đều lên mặt tấm kim loại.

Bài 9. Muốn mạ đồng một tấm sắt có diện tích tổng cộng 200 cm^2 , người ta dùng nó làm catod của một bình điện phân đựng dung dịch đồng sunfat và anod là một thanh đồng nguyên chất, rồi cho một dòng điện có cường độ 10 A chạy qua trong thời gian 2 giờ 40 phút 50 giây. Tìm bề dày của lớp đồng bám trên mặt tấm sắt. Cho biết khối lượng riêng của đồng $D = 8,9 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, $A = 64 \text{ g/mol}$.

Bài 10. Một vật kim loại đem mạ niken có diện tích $S = 120 \text{ cm}^2$. Tính bề dày của lớp niken mạ trên vật. Cho biết dòng điện qua bình điện phân có cường độ $I = 0,3 \text{ A}$; thời gian mạ $t = 5 \text{ giờ}$; $A = 58,7 \text{ g/mol}$; $n = 2$; và $D = 8,8 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$.

Bài 11. Một bình điện phân chứa dung dịch niken với hai điện cực bằng Niken. Đương lượng điện hóa của Niken là $k = 0,3 \text{ g/C}$. Khi cho dòng điện cường độ 5 A chạy qua bình này trong thời gian 1 giờ. Tính khối lượng Niken bám vào catod.

Bài 12. Một bình điện phân đựng dung dịch đồng sunfat (CuSO_4) với anot bằng đồng (Cu). Điện trở của bình điện phân là $R = 10\ \Omega$. Hiệu điện thế đặt vào hai cực là $U = 40\text{V}$.

- Xác định cường độ dòng điện đi qua bình điện phân.
- Xác định lượng đồng bám vào cực âm sau 1 giờ 4 phút 20 giây. Cho biết đối với đồng $A = 64\ \text{g/mol}$ và $n = 2$.

Bài 13. Một bình điện phân đựng dung dịch bạc nitrat (AgNO_3) với a nốt bằng bạc (Ag). Sau khi điện phân 30 phút có 5,04g bạc bám vào ca tốt. Xác định cường độ dòng điện đi qua bình điện phân. Cho biết đối với bạc $A = 108\ \text{g/mol}$ và $n = 1$.

Bài 14. Khi điện phân dung dịch muối ăn trong nước, người ta thu được khí hiđrô tại catod. Khí thu được có thể tích $V = 1$ (lít) ở nhiệt độ $t = 27$ ($^\circ\text{C}$), áp suất $p = 1$ (atm). Điện lượng đã chuyển qua bình điện phân là bao nhiêu ?

