

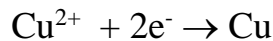
16. Công thức định luật Faraday

1. Định nghĩa

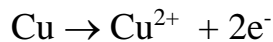
Hiện tượng dương cực tan xảy ra khi các anion đi tới anôt kéo các ion kim loại của điện cực vào trong dung dịch.

Ví dụ: Xét trường hợp bình điện phân đựng dung dịch CuSO_4 với cực dương bằng đồng:

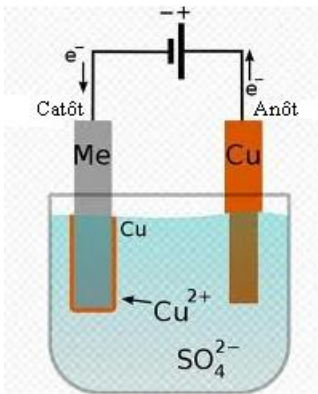
Khi có dòng điện chạy qua, cation Cu^{2+} chạy về catôt và nhận electron trở thành nguyên tử Cu bám vào điện cực.



Ở anôt, electron bị kéo về cực dương của nguồn điện, tạo điều kiện hình thành ion Cu^{2+} trên bề mặt tiếp xúc với dung dịch.



Khi anion $(\text{SO}_4)^{2-}$ chạy về anôt, nó kéo ion Cu^{2+} vào dung dịch. Như vậy, đồng ở anôt sẽ tan dần vào trong dung dịch. Đó là hiện tượng dương cực tan.



Khi xảy ra hiện tượng dương cực tan, 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 hóa trị n của nguyên tố tạo ra ion ấy)

* Định luật Fa-ra-đây thứ nhất

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

* Định luật Fa-ra-đây thứ hai

Đương lượng điện hoá k của một nguyên tố tỉ lệ với đương lượng gam $\frac{A}{n}$ của nguyên tố đó. Hệ số tỉ lệ là $\frac{1}{F}$, trong đó F gọi là số Fa-ra-đây.

2. Công thức – đơn vị đo

* Định luật Fa-ra-đây thứ nhất

Khối lượng vật chất được giải phóng ở điện cực của bình điện phân tỉ 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;
- + q là điện lượng chạy qua bình điện phân, có đơn vị Culong;
- + m là khối lượng vật chất được giải phóng ở điện cực của bình điện phân, có đơn vị gam (g).

* Định luật Fa-ra-đây thứ hai

Đương lượng điện hoá k của một nguyên tố tỉ lệ với đương lượng gam $\frac{A}{n}$ của nguyên tố đó. Hệ số tỉ lệ là $\frac{1}{F}$, trong đó F gọi là số Fa-ra-đây.

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

Trong đó:

- + k là đương lượng điện hóa.
- + F là số Fa-ra-đây, $F = 96494 \text{ C/mol}$, thường lấy chẵn là $F = 96500 \text{ C/mol}$.
- + A là khối lượng mol nguyên tử của nguyên tố tạo nên ion, có đơn vị gam.
- + n là hóa trị của nguyên tố tạo ra ion.

* Kết hợp hai định luật Fa-ra-đây, ta được công thức Fa-ra-đây:

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

Trong đó:

- + m là chất được giải phóng ở điện cực, tính bằng gam.

+ F là số Fa-ra-đây, $F = 96494 \text{ C/mol}$, thường lấy gần là $F = 96500 \text{ C/mol}$.

+ A là khối lượng mol nguyên tử của nguyên tố tạo nên ion, có đơn vị gam.

+ n là hóa trị của nguyên tố tạo ra ion.

+ I là cường độ dòng điện chạy qua bình điện phân, có đơn vị ampe (A);

+ t là thời gian dòng điện chạy qua bình điện phân, có đơn vị giây (s).

3. Mở rộng

Khối lượng vật chất giải phóng ở điện cực dương cũng bằng khối lượng vật chất bám vào cực âm.

Từ công thức định luật Fa-ra-đây, ta có thể suy ra các đại lượng cường độ dòng điện, thời gian điện phân, khối lượng mol nguyên tử (từ đó xác định tên nguyên tố).

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

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

$$m = \frac{1}{F} \cdot \frac{A}{n} It \Rightarrow A = \frac{m \cdot F \cdot n}{I \cdot t} = \frac{m \cdot F \cdot n}{q}$$

4. Bài tập ví dụ

Bài 1: Một bình điện phân đựng dung dịch AgNO_3 có điện trở là $2,5 \Omega$. Anốt của bình điện phân bằng bạc (Ag) và hiệu điện thế đặt vào hai điện cực của bình là 10V. Tính khối lượng m của bạc bám vào catốt sau 16 phút 5 giây. Khối lượng nguyên tử của bạc là $A=108$ và hóa trị $n = 1$.

Bài giải:

Đổi 16 phút 5 giây = 965 giây

Cường độ dòng điện chạy qua bình điện phân là: $I = \frac{U}{R} = \frac{10}{2,5} = 4 \text{ (A)}$

Khối lượng bạc bám vào catốt sau 16 phút 5 giây là:

$$m = \frac{1}{F} \cdot \frac{A}{n} It = \frac{1}{96500} \cdot \frac{108}{1} \cdot 4 \cdot 965 = 4,32 \text{ (g)}$$

Đáp án: 4,32 g

Bài 2: Người ta muốn bóc một lớp đồng dày $d = 10\mu\text{m}$ trên một bản đồng diện tích $S = 1\text{cm}^2$ bằng phương pháp điện phân. Cường độ dòng điện là 0,010 A. Tính thời

gian cần thiết để bóc được lớp đồng. Cho biết đồng có khối lượng riêng là $D = 8900 \text{ kg/m}^3$, khối lượng mol 64 g/mol và hóa trị 2.

Bài giải:

Khối lượng đồng phải bóc đi:

$$m = D.V = D.S.d = 8900.1.10^{-4}.10.10^{-6} = 8,9.10^{-6} \text{ (kg)} = 8,9.10^{-3} \text{ (g)}$$

Áp dụng công thức định luật Faraday:

$$m = \frac{AIt}{F.n} \Rightarrow t = \frac{m.96500.n}{AI} = \frac{8,9.10^{-3}.96500.2}{64.10^{-2}} = 2683 \text{ (s)}$$

Đáp án: 2683 giây