

# 12

## Thực hành : XÁC ĐỊNH SUẤT ĐIỆN ĐỘNG VÀ ĐIỆN TRỞ TRONG CỦA MỘT PIN ĐIỆN HOÁ

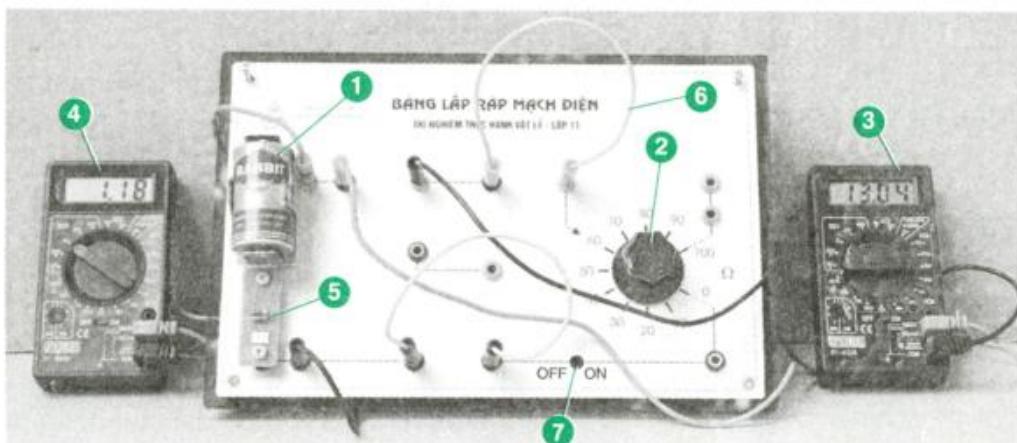
Pin điện hoá luôn có điện trở trong  $r$  khác 0. Khi có dòng điện  $I$  chạy qua pin thì hiệu điện thế  $U$  giữa hai cực của pin này bao giờ cũng nhó hơn suất điện động  $\mathcal{E}$  của pin. Hơn nữa, nếu cường độ dòng điện  $I$  lớn thì pin điện hoá sẽ bị phân cực mạnh (do chất khử cực tác dụng không kịp) nên điện trở trong  $r$  của pin sẽ tăng. Khi đó, hiệu điện thế  $U$  giữa hai cực của pin điện hoá càng nhó so với suất điện động  $\mathcal{E}$  của pin, đồng thời giá trị của cường độ dòng điện  $I$  chạy qua pin không ổn định. Vậy ta phải lựa chọn phương pháp và các dụng cụ đo như thế nào để có thể xác định được giá trị của suất điện động  $\mathcal{E}$  và điện trở trong  $r$  của pin điện hoá ?

### I - MỤC ĐÍCH THÍ NGHIỆM

- Áp dụng hệ thức hiệu điện thế của đoạn mạch chứa nguồn điện và định luật Ôm đối với toàn mạch để xác định suất điện động và điện trở trong của một pin điện hoá.
- Sử dụng các đồng hồ đo điện đa năng hiện số (Digital Multimeter) để đo hiệu điện thế và cường độ dòng điện trong các mạch điện.

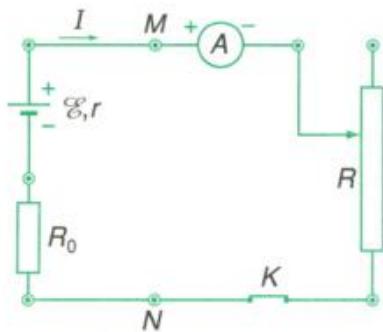
### II - DỤNG CỤ THÍ NGHIỆM

Bộ thiết bị thí nghiệm “Xác định suất điện động và điện trở trong của một pin điện hoá” được bố trí như Hình 12.1.



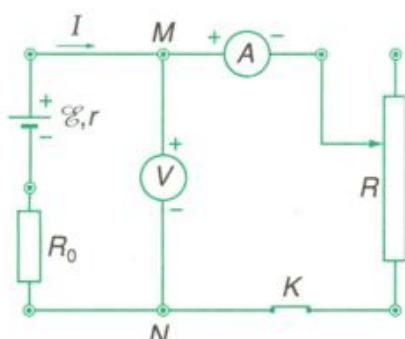
Hình 12.1

- Pin điện hoá (loại pin “Con thỏ”).
- Biến trở nút xoay  $R$  (loại  $10 \Omega \times 10$ ).
- Đồng hồ đo điện đa năng hiện số (DT-830B) dùng làm chức năng miliampé kế một chiều  $A$ .
- Đồng hồ đo điện đa năng hiện số (DT-830B) dùng làm chức năng vôn kế một chiều  $V$ .
- Điện trở bảo vệ  $R_0$ .
- Bộ dây dẫn nối mạch điện có hai đầu phích cắm.
- Khoá đóng – ngắt điện  $K$ .



Hình 12.2

**C1** Hãy nói rõ chức năng hoạt động của miliampé kế  $A$ , biến trở  $R$ , và điện trở bảo vệ  $R_0$  mắc trong mạch điện trên Hình 12.2.



Hình 12.3

**C2** Tại sao khi mắc một vôn kế  $V$  có điện trở không lớn vào hai đầu đoạn mạch  $MN$  thì cường độ dòng điện  $I$  trong đoạn mạch lại tăng lên và hiệu điện thế  $U$  giữa hai đầu đoạn mạch này lại giảm nhỏ?

### III - CƠ SỞ LÍ THUYẾT

Xét mạch điện kín gồm một pin điện hoá có suất điện động  $\mathcal{E}$  và điện trở trong  $r$  mắc nối tiếp với điện trở bảo vệ  $R_0$ , miliampé kế  $A$  và biến trở nút xoay  $R$  (Hình 12.2). **C1**

Áp dụng hệ thức (10.1) đối với hiệu điện thế của đoạn mạch  $MN$  chứa nguồn điện, ta có thể viết :

$$U_{MN} = U = \mathcal{E} - I(R_0 + r) \quad (12.1)$$

Muốn xác định giá trị của suất điện động  $\mathcal{E}$  và điện trở trong  $r$  của nguồn điện, ta phải mắc vôn kế  $V$  vào hai đầu đoạn mạch  $MN$  để đo hiệu điện thế  $U$  (Hình 12.3). Nhưng nếu vôn kế  $V$  có điện trở không lớn, thì khi mắc nó vào hai đầu đoạn mạch  $MN$ , cường độ dòng điện  $I$  chạy trong đoạn mạch sẽ tăng lên và hiệu điện thế  $U$  sẽ bị giảm nhỏ so với giá trị cần đo. **C2**

Để khắc phục khó khăn trên, người ta dùng vôn kế hiện số  $V$  có điện trở trong lớn (cỡ megôm) sao cho khi mắc nó vào hai đầu đoạn mạch  $MN$ , thì cường độ dòng điện  $I$  trong đoạn mạch không bị thay đổi (do cường độ dòng điện chạy qua vôn kế  $V$  có cường độ rất nhỏ, có thể bỏ qua). Như vậy, ta có thể mắc vôn kế hiện số  $V$  vào hai đầu của một đoạn mạch bất kì trong mạch kín mà không làm ảnh hưởng đến cường độ dòng điện và hiệu điện thế của đoạn mạch đó.

Hơn nữa, cần phải chọn giá trị thích hợp của điện trở  $R_0$  để dòng điện chạy qua pin điện hoá có cường độ đủ nhỏ, sao cho chất ôxi hoá có thể khử kịp sự phân cực của pin. Khi đó, giá trị điện trở trong  $r$  hầu như không bị thay đổi.

Nếu thay hiệu điện thế  $U = I(R + R_A)$  đổi với đoạn mạch  $MN$  chứa các điện trở  $R$  của biến trở và  $R_A$  của miliampé kế  $A$  vào hệ thức (12.1), ta sẽ nhận được hệ thức của định luật Ôm đổi với toàn mạch có dạng :

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + R_A + R_0 + r} \quad (12.2)$$

## IV - GIỚI THIỆU DỤNG CỤ ĐO

### 1. Đồng hồ đo điện đa năng hiện số

Đồng hồ đo điện đa năng hiện số DT-830B (Hình 12.4) là dụng cụ đo điện hiện đại, gồm 2000 điểm đo có thể hiển thị bằng 4 chữ số từ 0000 đến 1999 nhờ các tinh thể lỏng (LCD). Ở mặt sau, bên trong đồng hồ có một pin 9 V cấp điện cho đồng hồ hoạt động và một cầu chì bảo vệ 0,2 A.

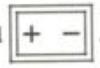
Loại đồng hồ này có nhiều thang đo ứng với các chức năng khác nhau như : đo điện áp một chiều (DCV), đo điện áp xoay chiều (ACV), đo cường độ dòng điện một chiều (DCA), đo điện trở ( $\Omega$ )...

### 2. Những điểm cần chú ý thực hiện

- Khi sử dụng đồng hồ DT-830B, ta vặn núm xoay của nó đến vị trí tương ứng với chức năng và thang đo cần chọn. Sau đó nối các cực của đồng hồ vào mạch điện. Gạt núm bật – tắt (ON – OFF) sang vị trí “ON” để các chữ số hiển thị trên màn hình của nó.
- Nếu chưa biết rõ giá trị giới hạn của đại lượng cần đo, ta phải chọn thang đo có giá trị lớn nhất phù hợp với chức năng đã chọn.



Hình 12.4

- c) Không đo cường độ dòng điện và hiệu điện thế vượt quá giới hạn thang đo đã chọn.
- d) Không chuyển đổi chức năng thang đo của đồng hồ khi đang có dòng điện chạy qua nó.
- e) Không dùng nhầm thang đo cường độ dòng điện để đo hiệu điện thế. **C3**
- f) Khi thực hiện xong các phép đo, phải gạt nút bật – tắt của đồng hồ về vị trí “OFF” để tắt điện trong đồng hồ.
- g) Phải thay pin 9 V bên trong đồng hồ khi ở góc trên bên trái màn hình của nó hiển thị kí hiệu .
- h) Phải tháo pin 9 V này ra khỏi đồng hồ nếu trong thời gian dài (khoảng vài tháng) không sử dụng nó.

## V - TIẾN HÀNH THÍ NGHIỆM

1. Mắc pin điện hoá  $\mathcal{E}$  vào mạch điện Hình 12.3, trong đó chọn điện trở  $R_0 \approx 20 \Omega$  để cường độ dòng điện chạy qua pin điện hoá không vượt quá 100 mA và chú ý đặt đúng :
  - Khoá  $K$  ở vị trí ngắt điện (OFF) ;
  - Biến trở  $R$  ở vị trí  $100 \Omega$  ;
  - Miliampé kế hiện số A ở vị trí DCA 200m, cực dương (+) là lỗ cắm “ $V\Omega mA$ ”, cực âm (-) là lỗ cắm “COM” ;
  - Vôn kế hiện số V ở vị trí DCV 20, cực (+) là lỗ cắm “ $V\Omega mA$ ”, cực (-) là lỗ cắm “COM”.

**C4** Trong mạch điện Hình 12.3, nếu để biến trở  $R$  hở mạch, thì số chỉ của vôn kế V sẽ bằng bao nhiêu ? Số chỉ này có đúng bằng giá trị suất điện động  $\mathcal{E}$  của pin điện hoá mắc trong mạch điện không ?

2. Gạt nút bật – tắt của miliampé kế A và của vôn kế V sang vị trí “ON”. Đóng khoá  $K$ . Ghi giá trị ổn định của cường độ dòng điện  $I$  trên miliampé kế A và của hiệu điện thế  $U$  trên vôn kế V vào Bảng thực hành 12.1. **C4**

**3.** Thực hiện lại động tác (2) nêu trên ứng với mỗi giá trị điện trở của biến trở  $R$ , bằng cách vặn núm xoay của nó sang vị trí tiếp sau để giảm dần điện trở của biến trở  $R$  từ  $100 \Omega$  xuống tới  $30 \Omega$ , mỗi lần giảm  $10 \Omega$ .

**4.** Dùng vôn kế hiện số đặt ở vị trí thang đo DCV 2000m, lần lượt măc song song với điện trở  $R_0$  và  $R_A$  trong mạch điện Hình 12.2 để đo hiệu điện thế  $U'$  ở hai đầu mỗi điện trở ứng với cường độ dòng điện  $I$  chạy qua các điện trở. Từ đó suy ra giá trị của  $R_0$  và  $R_A$  theo công thức :  $R = \frac{U'}{I}$ . Ghi các giá trị của  $R_0$  và  $R_A$  vào Bảng thực hành 12.1.

**5.** Xác định giá trị suất điện động  $\mathcal{E}$  và điện trở trong  $r$  của pin điện hoá theo một trong hai phương án sau đây :

#### • Phương án thứ nhất

Căn cứ các giá trị tương ứng của  $I$  và  $U$  trong Bảng thực hành 12.1 :

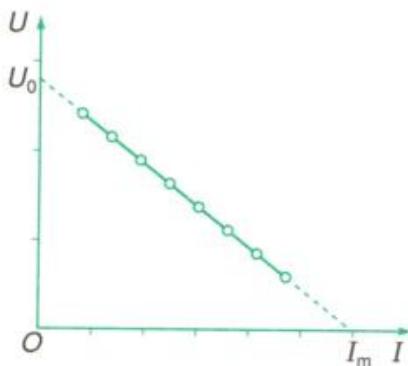
a) Vẽ đồ thị  $U = f(I)$  biểu diễn sự phụ thuộc của hiệu điện thế  $U$  của đoạn mạch  $MN$  chứa nguồn điện vào cường độ dòng điện  $I$  trong đoạn mạch (Hình 12.5) để nghiệm lại hệ thức (12.1). **C5**

b) Xác định toạ độ  $U_0$  và  $I_m$  của các điểm tại đó đường kéo dài của đồ thị  $U = f(I)$  cắt trục tung và trục hoành :

$$I = 0 \Rightarrow U_0 = \mathcal{E} \quad (12.3)$$

$$U = 0 \Rightarrow I_m = \frac{\mathcal{E}}{R_0 + r} \quad (12.4)$$

Từ (12.3) và (12.4), suy ra giá trị suất điện động  $\mathcal{E}$  và điện trở trong  $r$  của pin điện hoá.



Hình 12.5

**C5** Phải vẽ đường biểu diễn của đồ thị  $U = f(I)$  như thế nào để phù hợp với phép tính giá trị trung bình (thống kê) đối với các giá trị  $I$  và  $U$  ghi được trong Bảng thực hành 12.1 ?

### • Phương án thứ hai

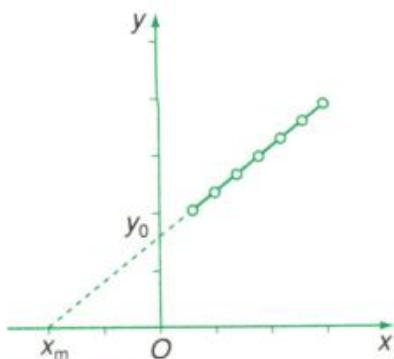
Có thể viết hệ thức (12.2) dưới dạng :

$$\frac{1}{I} = \frac{1}{\mathcal{E}} (R + R_A + R_0 + r)$$

hay  $y = \frac{1}{\mathcal{E}} (x + b)$  (12.5)

với  $y = \frac{1}{I}$ ;  $x = R$ ;  $b = R_A + R_0 + r$ .

Căn cứ các giá trị tương ứng của  $R$  và  $I$  trong Bảng thực hành 12.1 :



Hình 12.6

a) Tính các giá trị tương ứng của  $y$  và  $x$ .

b) Vẽ đồ thị  $y = f(x)$  biểu diễn gián tiếp sự phụ thuộc của cường độ dòng điện  $I$  trong mạch kín vào điện trở của biến trở  $R$  (Hình 12.6) để nghiệm lại định luật Ôm đối với toàn mạch theo hệ thức (12.2).

c) Xác định toạ độ  $y_0$  và  $x_m$  của các điểm tại đó đường kéo dài của đồ thị  $y = f(x)$  cắt trục tung và trục hoành :

$$y = 0 \Rightarrow x_m = -b \quad (12.6)$$

$$x = 0 \Rightarrow y_0 = \frac{b}{\mathcal{E}} \quad (12.7)$$

Từ (12.6) và (12.7), suy ra giá trị suất điện động  $\mathcal{E}$  và điện trở trong  $r$  của pin điện hoá.

## BÁO CÁO THỰC HÀNH

Họ và tên ..... Lớp ..... Tổ .....

### 1. Tên bài thực hành :

### 2. Bảng thực hành 12.1

Giá trị : $R_0 = \dots (\Omega)$ ; $R_A = \dots (\Omega)$			
$x = R (\Omega)$	$I (10^{-3}A)$	$U (V)$	$y = \frac{1}{I} (A^{-1})$
100			
90			
80			
70			
60			
50			
40			
30			

#### • Phương án thứ nhất

- a) Vẽ đồ thị  $U = f(I)$  trên giấy kẻ ô vuông (khổ A4) với tỉ xích thích hợp, hoặc vẽ trên máy vi tính, trong Microsoft Excel.
- b) Nhận xét và kết luận :
- Dạng của đồ thị  $U = f(I)$  có giống với Hình 12.5 không.
  - Hệ thức (12.1) đối với đoạn mạch chứa nguồn điện có được nghiệm đúng không.
- c) Xác định toạ độ  $U_0$  và  $I_m$  của các điểm tại đó đường kéo dài của đồ thị  $U = f(I)$  cắt trực tung và trực hoành :

$$I = 0 \Rightarrow U_0 = \mathcal{E} = \dots \text{ (V)}$$

$$U = 0 \Rightarrow I_m = \frac{\mathcal{E}}{R_0 + r} = \dots \text{ (A)}$$

Từ đó suy ra :  $\mathcal{E} = \dots \text{ (V)}$  ;  $r = \dots \text{ (\Omega)}$

### • Phương án thứ hai

- Tính các giá trị tương ứng của  $y$  và  $x$  trong Bảng thực hành 12.1.
- Vẽ đồ thị  $y = f(x)$  trên giấy kẻ ô vuông (khổ A4) với tỉ xích thích hợp, hoặc vẽ trên máy vi tính, trong Microsoft Excel.
- Nhận xét và kết luận :
  - Dạng của đồ thị  $y = f(x)$  có giống với Hình 12.6 không.
  - Định luật Ôm đối với toàn mạch (hệ thức (12.2)) có được nghiệm đúng không.
- Xác định toạ độ  $x_m$  và  $y_0$  của các điểm tại đó đường kéo dài của đồ thị  $y = f(x)$  cắt trực tung và trực hoành :

$$y = 0 \Rightarrow x_m = -b = -(R_A + R_0 + r) = \dots \quad (\Omega)$$

$$x = 0 \Rightarrow y_0 = \frac{b}{\mathcal{E}} = \dots \quad (\Omega/V)$$

Từ đó suy ra :  $\mathcal{E} = \dots \quad (V)$ ;  $r = \dots \quad (\Omega)$

## CÂU HỎI



1. Vẽ mạch điện và mô tả phương pháp xác định suất điện động và điện trở trong của pin điện hoá theo phương án thứ nhất của thí nghiệm này.
2. Vẽ mạch điện và mô tả phương pháp xác định suất điện động và điện trở trong của pin điện hoá theo phương án thứ hai trong thí nghiệm này.
3. Muốn sử dụng đồng hồ đo điện đa năng hiện số làm chúc năng miliampere kế hoặc vôn kế một chiều, ta phải làm như thế nào ?  
Nêu những điểm cần chú ý thực hiện khi sử dụng đồng hồ này.
4. Tại sao có thể mắc nối tiếp vôn kế với pin điện hoá thành mạch kín để đo hiệu điện thế  $U$  giữa hai cực của pin, nhưng không được mắc nối tiếp miliampere kế với pin này thành mạch kín để đo cường độ dòng điện chạy qua pin ?
5. Tại sao cần phải mắc thêm điện trở bảo vệ  $R_0$  nối tiếp với pin điện hoá trong mạch điện ?
6. Với các dụng cụ thí nghiệm đã cho trong bài này, ta có thể tiến hành thí nghiệm theo những phương án nào khác nữa ?

## Em có biết ?

### CÁCH TÍNH SAI SỐ CỦA ĐỒNG HỒ ĐO ĐIỆN HIỆN SỐ

Nếu  $I_m$  là giá trị giới hạn của thang đo cường độ dòng điện thì *độ phân giải* của thang đo tính bằng :

$$\alpha = \frac{I_m}{2000} \text{ (A/digit)}$$

Giá sú  $\Delta I_m$  là sai số tuyệt đối của  $I_m$ . Khi đó, sai số tỉ đối của  $I_m$  bằng :

$$\delta = \frac{\Delta I_m}{I_m}$$

và gọi là *cấp chính xác* của thang đo. Trường hợp này, sai số tuyệt đối của cường độ dòng điện  $I$  hiển thị trên đồng hồ đo điện đa năng hiện số được tính theo công thức :

$$\Delta I = \delta I + n\alpha$$

trong đó, cấp chính xác  $\delta$  và số digit  $n$  được quy định bởi nhà chế tạo đối với mỗi thang đo (xem Bảng 12.1).

*Ví dụ* : Nếu chọn thang đo DCA 200 mA của đồng hồ hiện số DT-830B và đo được  $I = 26,0$  mA, thì ta có :

$$\Delta I = 1,2\%.26,0 + 2 \cdot \frac{200}{2000} \approx 0,5 \text{ mA}$$

nghĩa là cường độ dòng điện  $I$  đo được nằm trong khoảng các giá trị :

$$(26,0 - 0,5) \text{ mA} < I < (26,0 + 0,5) \text{ mA}$$

hay  $I = (26,0 \pm 0,5) \text{ mA}$

Bảng 12.1

Các thông số kĩ thuật của đồng hồ DT-830B

Chức năng	Thang đo	$\delta$ (%)	$n$
DCV	200 mV	0,5	2
	2 000 mV		
	20 V		
	200 V		
	1 000 V		
DCA	200 $\mu$ A	1,0	2
	2 000 $\mu$ A		
	20 mA		
	200 mA		
	10 A		

# Tổng kết chương II DÒNG ĐIỆN KHÔNG ĐỔI

## 1. Dòng điện

- Cường độ dòng điện :  $I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ .
- Dòng điện không đổi là dòng điện có chiều và cường độ không thay đổi theo thời gian :

$$I = \frac{q}{t} ; 1 A = \frac{1 C}{1 s} = 1 C/s$$

## 2. Nguồn điện

- Suất điện động của nguồn điện đặc trưng cho khả năng thực hiện công của nó và được đo bằng công của lực lự khi dịch chuyển một đơn vị điện tích dương ngược chiều điện trường bên trong nguồn điện.

$$\mathcal{E} = \frac{A}{q}$$

- Các pin điện hoá có cấu tạo chung gồm hai cực có bản chất hoá học khác nhau, được ngâm trong chất điện phân. Do tác dụng hoá học, các cực của pin điện hoá được tích điện khác nhau và giữa chúng có một hiệu điện thế.
- Ac quy là nguồn điện hoá học hoạt động dựa trên phản ứng hoá học thuận nghịch.

- Công của nguồn điện :  $A_{ng} = \mathcal{E}q = \mathcal{E}It$ .

- Công suất của nguồn điện :

$$\mathcal{P}_{ng} = \frac{A_{ng}}{t} = \mathcal{E}I$$

## 3. Định luật ôm đối với toàn mạch

- Cường độ dòng điện chạy trong mạch :

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_N + r}$$

- Suất điện động của nguồn điện bằng tổng các độ gián điện thế ở mạch ngoài và mạch trong :

$$\mathcal{E} = IR_N + Ir$$

## 4. Ghép các nguồn điện thành bộ

- Bộ nguồn nối tiếp :

$$\mathcal{E}_b = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 + \dots + \mathcal{E}_n$$

$$r_b = r_1 + r_2 + \dots + r_n$$

- Bộ nguồn song song :

Nếu  $n$  nguồn điện có cùng suất điện động  $\mathcal{E}$  và điện trở trong  $r$  được mắc song song thì :

$$\mathcal{E}_b = \mathcal{E}; r_b = \frac{r}{n}$$