

# TÀI LIỆU THÍ NGHIỆM VẬT LÝ ĐẠI CƯƠNG – A2

## PHẦN 2: ĐIỆN – QUANG

Họ và tên : .....

Xác nhận của giáo viên:

.....  
.....  
.....

Số liệu đo	Kết quả

Lớp : .....Nhóm : .....

### BÀI 1: ĐO ĐIỆN TRỞ BẰNG CẦU WHEASTON

#### I. MỤC ĐÍCH

- Đo điện trở.
- Nghiệm lại công thức mắc điện trở nối tiếp và song song.

#### II. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

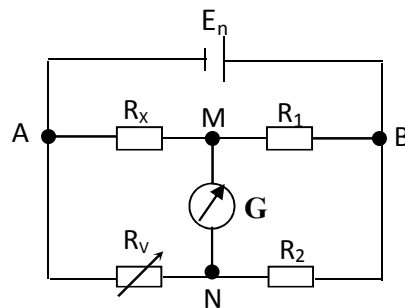
Xét mạch cầu Wheaston như hình vẽ:

- $R_1, R_2$  đã biết,  $R_V$  là biến trở,  $R_x$  là điện trở cần đo.
- Điều chỉnh  $R_V$  sao cho điện kế G chỉ số 0, ta nói rằng cầu cân bằng. Khi đó ta có:

$$V_A - V_M = V_A - V_N \text{ Hay } I_1 R_x = I_2 R_V$$

$$V_M - V_B = V_N - V_B \quad I_1 R_1 = I_2 R_2$$

$$\text{Suy ra} \quad R_x = \frac{R_1}{R_2} R_V \quad (1)$$



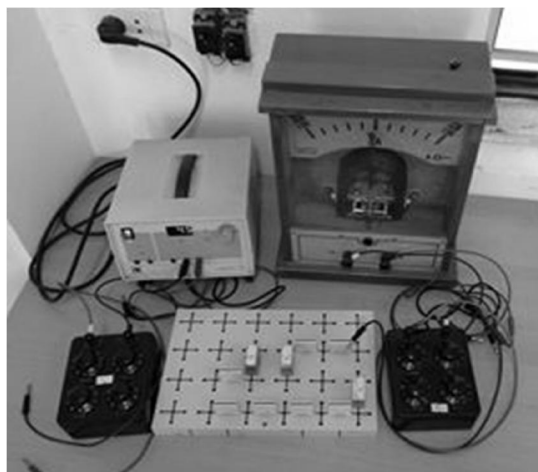
Hình 1: Sơ đồ nguyên lý

Thay vào vị trí  $R_x$  các điện trở khác cần xác định và làm tương tự như trên.

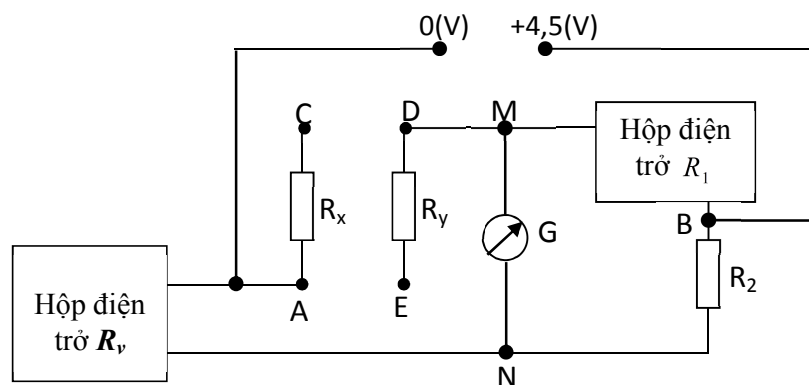
#### III. DỤNG CỤ THÍ NGHIỆM

TT	Tên dụng cụ	Số lượng
1	Nguồn điện	1
2	Bảng mạch điện	1
3	Hộp điện trở xoay( $R_1, R_V$ )	2
4	Điện trở ( $R_x, R_y, R_2 = 100 \Omega$ )	3
5	Điện kế	1
6	Dây nối mềm	2
7	Cầu nối	5

**Bảng 1: Dụng cụ thí nghiệm**



**Hình 2: Hệ đo**



**Hình 3: Sơ đồ hệ đo**

#### IV. TRÌNH TỰ TIẾN HÀNH

##### 4.1 Chuẩn bị hệ đo, kiểm tra mạch điện.

- Bước 1: Bật nguồn điện, điều chỉnh hiệu điện thế  $U = 4,5 \text{ V}$ .

**Chú ý: hai đầu âm, đầu dương của nguồn điện.**

- Bước 2: Tắt nguồn điện, lắp mạch như sơ đồ hình 3.

##### 4.2 Tiến hành thí nghiệm.

###### a) Đo $R_x$ .

- Bước 1: Kiểm tra mạch điện như hình 3.
- Bước 2: Nối C với D; ngắt A, E.
- Bước 3: Đặt  $R_1 = 100 \Omega$  và bật nguồn điện.
- Bước 4: Xoay  $R_v$  sao cho điện kế G chỉ số 0, đọc giá trị  $R_v$  khi đó ghi vào bảng số liệu 2.

- Bước 5: Đặt  $R_I$  lần lượt là 200  $\Omega$ , 300  $\Omega$  và làm tương tự như bước 4.
- b) Đo  $R_y$ .**
  - Bước 1: Nối điểm E với A; ngắt C, D.
  - Bước 2: Làm tương tự các bước 3, 4, 5 như phần a.
- c) Đo  $R_x$  nối tiếp  $R_y$ .**
  - Bước 1: Nối chéo điểm C với E.
  - Bước 2: Làm tương tự các bước 3, 4, 5 như phần a.
- d) Đo  $R_x$  song song  $R_y$ .**
  - Bước 1: Nối điểm C với D; nối điểm E với A.
  - Bước 2: Làm tương tự các bước 3, 4, 5 như phần a.

#### 4.3 Kết thúc thí nghiệm

- Tắt nguồn điện.
- Tháo các dây dẫn, dây nối mềm, xếp dụng cụ gọn gàng.

### V. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM

**Bảng 2.**

$R_1(\Omega)$	$R_v(\Omega)$	$R_x(\Omega)$	$R_v(\Omega)$	$R_y(\Omega)$	$R_v(\Omega)$	$R_{nt}(\Omega)$	$R_v(\Omega)$	$R_{ss}(\Omega)$
100								
200								
300								

### VI. XỬ LÝ SỐ LIỆU

#### 6.1 Tính $R_x$ .

$$\begin{aligned}\overline{R_x} &= \frac{R_{x1} + R_{x2} + R_{x3}}{3} = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots (\Omega) \\ \overline{\Delta R_x} &= \frac{|\overline{R_x} - R_{x1}| + |\overline{R_x} - R_{x2}| + |\overline{R_x} - R_{x3}|}{3} = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots (\Omega) \\ \delta &= \frac{\overline{\Delta R_x}}{\overline{R_x}} \cdot 100\% = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \\ R_x &= \overline{R_x} \pm \overline{\Delta R_x} = \dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots (\Omega)\end{aligned}$$

#### 6.2 Tính $R_y$ .

$$\begin{aligned}\overline{R_y} &= \frac{R_{y1} + R_{y2} + R_{y3}}{3} = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots (\Omega) \\ \overline{\Delta R_y} &= \frac{|\overline{R_y} - R_{y1}| + |\overline{R_y} - R_{y2}| + |\overline{R_y} - R_{y3}|}{3} = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots (\Omega) \\ \delta &= \frac{\overline{\Delta R_y}}{\overline{R_y}} \cdot 100\% = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots\end{aligned}$$

$$R_y = \overline{R_y} \pm \overline{\Delta R_y} = \dots \pm \dots (\Omega)$$

### 6.3 Tính $R_{nt}$ .

$$\overline{R_{nt}} = \frac{R_{nt1} + R_{nt2} + R_{nt3}}{3} = \dots = \dots (\Omega)$$

$$\overline{\Delta R_{nt}} = \frac{|\overline{R_{nt}} - R_{nt1}| + |\overline{R_{nt}} - R_{nt2}| + |\overline{R_{nt}} - R_{nt3}|}{3} = \dots = \dots (\Omega)$$

$$\delta = \frac{\overline{\Delta R_{nt}}}{\overline{R_{nt}}} \cdot 100\% = \dots = \dots$$

$$R_{nt} = \overline{R_{nt}} \pm \overline{\Delta R_{nt}} = \dots \pm \dots (\Omega)$$

### 6.4 Tính $R_{ss}$ .

$$\overline{R_{ss}} = \frac{R_{ss1} + R_{ss2} + R_{ss3}}{3} = \dots = \dots (\Omega)$$

$$\overline{\Delta R_{ss}} = \frac{|\overline{R_{ss}} - R_{ss1}| + |\overline{R_{ss}} - R_{ss2}| + |\overline{R_{ss}} - R_{ss3}|}{3} = \dots = \dots (\Omega)$$

$$\delta = \frac{\overline{\Delta R_{ss}}}{\overline{R_{ss}}} \cdot 100\% = \dots = \dots$$

$$R_{ss} = \overline{R_{ss}} \pm \overline{\Delta R_{ss}} = \dots \pm \dots (\Omega)$$

### 6.5 Tính $R_{nt}$ và $R_{ss}$ theo công thức lý thuyết.

$$R_{nt} = R_X + R_Y = \dots (\Omega)$$

$$R_{ss} = \frac{R_X \cdot R_Y}{R_X + R_Y} = \dots (\Omega)$$

**Nhận xét:**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## BÀI 2: NGHIÊN CỨU ĐẶC TUYẾN CỦA TRANSITOR

### I. MỤC ĐÍCH

- Nghiên cứu tính chất khuếch đại của Transitor.
- Vẽ đường đặc tuyến truyền qua của nó.
- Tính hệ số khuếch đại của Transitor BD137.

### II. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

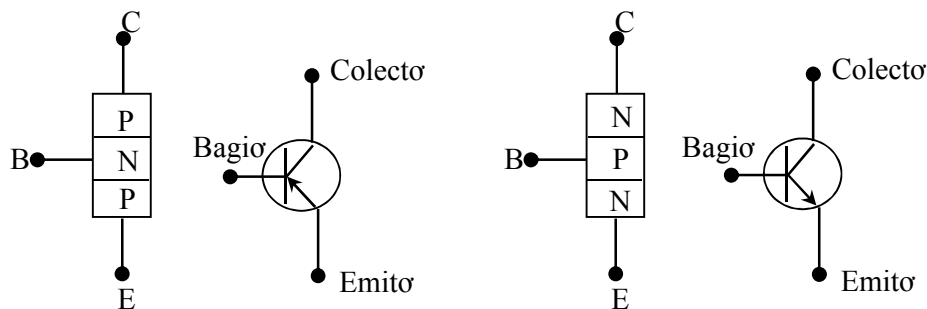
**Chất bán dẫn thuần khiết** (tinh khiết): điển hình Ge, Si, đó là các nguyên tố thuộc nhóm IV bảng tuần hoàn. Các chất này có cấu trúc mạng tinh thể và khi ở nhiệt độ thấp các điện tử liên kết bền vững với các nguyên tử. Nhưng khi nhiệt độ tăng, hoặc khi bị kích thích, một số điện tử thoát khỏi liên kết trở thành điện tử tự do và tạo ra lỗ trống so với liên kết trước đây. Điện tử lân cận sẽ lấp lỗ trống đó và lại tạo ra lỗ trống ở vị trí mới. Quá trình này cứ thế tiếp diễn. Như vậy, trong chất bán dẫn có hai loại hạt dẫn điện đó là điện tử và lỗ trống.

**Chất bán dẫn loại P và chất bán dẫn loại N:** để tăng tính dẫn điện của bán dẫn thuần (cơ bản) người ta tăng nồng độ điện tử hoặc lỗ trống bằng cách pha thêm vào bán dẫn cơ bản một lượng nhỏ tạp chất.

Khi tạp chất là các nguyên tố thuộc nhóm III (ví dụ B (Bo)) thì tạo ra chất bán dẫn loại P với đặc điểm nồng độ lỗ trống lớn hơn nhiều so với nồng độ điện tử. Như vậy trong chất bán dẫn loại P, lỗ trống là hạt dẫn điện đa số còn điện tử là hạt dẫn điện thiểu số.

Ngược lại, khi tạp chất là các nguyên tố thuộc nhóm V (ví dụ P (Phốt pho)) thì tạo ra chất bán dẫn loại N trong đó điện tử là hạt dẫn điện đa số còn lỗ trống là hạt dẫn điện thiểu số.

**Transitor:** đó là linh kiện bằng cách pha tạp tạo ra 3 miền bán dẫn PNP (thuận) hoặc NPN (ngược). Trong 3 miền đó, miền có nồng độ tạp chất lớn nhất là miền emitor; miền có nồng độ tạp chất nhỏ nhất và có độ dày bé nhất (cỡ  $\mu m$ ) là miền bagior; miền còn lại là miền colector. Các dây nối hàn với các miền này tương ứng được gọi là các cực emitor, bagior và colector.



**Hình 1: Cấu tạo của Transitor**

Các miền của transistor tạo ra 2 lớp tiếp giáp PN. Nếu miền P của tiếp giáp nối với điện thế cao hơn và miền N được nối với điện thế thấp hơn thì tiếp giáp đó được phân cực thuận. Trường hợp ngược lại ta nói tiếp giáp đó được phân cực ngược.

Để hoạt động ở chế độ khuếch đại thì tiếp giáp emitter - base phải được phân cực thuận còn tiếp giáp collector - base phân cực ngược. Dưới tác dụng của các điện áp phân cực như trên, các lỗ trống từ miền emitter phun qua lớp tiếp giáp E-B tạo nên dòng emitter  $I_E$ . Chúng tới vùng base trở thành hạt thiểu số và tiếp tục được khuếch tán hướng tới tiếp giáp B-C. Trên đường khuếch tán một phần nhỏ các lỗ trống tái hợp với các điện tử (là hạt đa số của base) tạo nên dòng base  $I_B$ . Gần như toàn bộ lỗ trống khuếch tán được tới bờ của tiếp giáp B - C và bị điện trường tại đó cuốn qua miền collector tạo nên dòng  $I_C$ . Ta có hệ thức (gần đúng) giữa các dòng điện như sau:  $I_E = I_B + I_C$  và  $I_C, I_E \gg I_B$ ; khi đó hệ số khuếch đại dòng điện:

$$\beta = \frac{I_C}{I_B} \quad (1)$$

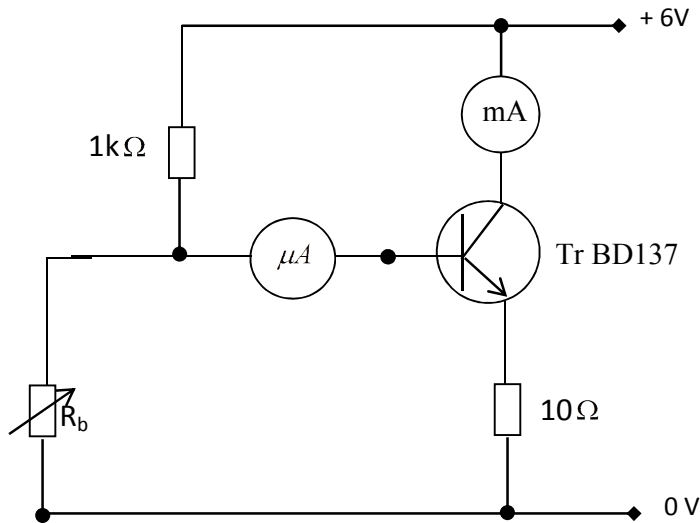
Nếu  $I_B$  thay đổi thì  $I_C$  cũng thay đổi theo. Đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của  $I_C$  vào  $I_B$  khi  $U_{CE} = \text{const}$ , gọi là đặc tuyến truyền qua của transistor:  $I_C = f(I_B)$ .

### III. DỤNG CỤ THÍ NGHIỆM

TT	Tên dụng cụ	Số lượng
1	Transistor BD137	1
2	Nguồn điện	1
3	Bảng mạch điện	1
4	Ampe kế	2
5	Biến trở	1
6	Điện trở	2



**Hình 2: Hệ đo**



**Hình 3: Sơ đồ hệ đo**

#### **IV. TRÌNH TỰ THÍ NGHIỆM**

##### **4.1 Quan sát, kiểm tra mạch điện.**

Bước 1: Bật công tắc nguồn điện, đặt điện áp nguồn bằng 6V.

**Chú ý:** Hai đầu âm, đầu dương của nguồn.

Bước 2: Tắt nguồn và mắc mạch điện như sơ đồ hình vẽ.

Bước 3: Vận chiết áp  $R_b$  ngược chiều kim đồng hồ về vị trí a ( $0\ \Omega$ ).

##### **4.2 Đo $I_C$ tương ứng $I_B$ .**

Bước 1: Kiểm tra lại mạch điện như phần 3.1 và bật nguồn điện.

Bước 2: Tăng dần giá trị của chiết áp từ vị trí a theo chiều kim đồng hồ. Khi thấy đồng hồ Microampe kế chỉ  $I_B = 20\ (\mu A)$  thì dừng xoay chiết áp để đọc giá trị  $I_C$  tương ứng và ghi vào bảng 2.

**Chú ý:** Vì dây đo mắc vào chốt 30 (mA) nên phải nhân đôi số đọc được, sau đó mới ghi vào bảng 2.

Bước 3: Tiếp tục xoay chiết áp và đọc giá trị  $I_C$  tương ứng với  $I_B$  lần lượt là 40; 60;.....; 180  $\mu A$ .

Bước 4: Tắt nguồn, rút các dây nối (cắm dưới phần đế nhựa).

## V. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM

**Bảng 2: Cường độ dòng điện  $I_C$  tương ứng với  $I_B$ .**

$I_B (\mu A)$	$I_C (mA)$	$\beta = I_C / I_B$
20		
40		
60		
80		
100		
120		
140		
160		
180		

## VI. XỬ LÝ SỐ LIỆU

### 6.1 Tính các sai số tuyệt đối.

$$\Delta I_B = K_1 \cdot 500(\mu A) = \dots\dots\dots (\mu A) \text{ với } K_1 = \dots\dots\dots \%$$

$$\Delta I_C = K_2 \cdot 30(mA) = \dots\dots\dots (mA) \text{ với } K_2 = \dots\dots\dots \%$$

### 6.2 Vẽ đường đặc tuyến.

Trục hoành là  $I_B (\mu A)$ , trục tung là  $I_C (mA)$ .

Đánh dấu các điểm đo được.

Tạo các hình dấu cộng (+) sai số.

Vẽ đồ thị đi qua các dấu cộng, thành đường không gãy khúc.





### BÀI 3: KHẢO SÁT HIỆN TƯỢNG QUANG ĐIỆN NGOÀI XÁC ĐỊNH HẲNG SỐ PLANCK

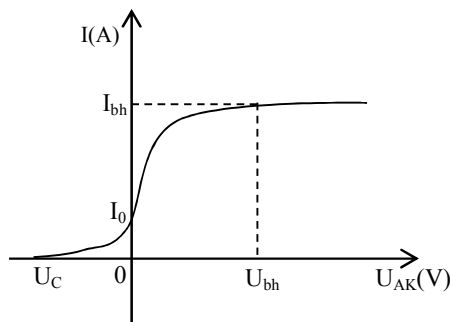
#### I. MỤC ĐÍCH

- Khảo sát và vẽ đường đặc trưng Vôn - Ampe của tế bào quang điện.
- Xác định hằng số Planck.

#### II. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

Hiệu ứng quang điện là hiện tượng các electron bứt ra khỏi bản kim loại (gọi là quang electron) khi được chiếu vào bề mặt bản đó ánh sáng thích hợp có bước sóng  $\lambda \leq \lambda_o$ , giá trị  $\lambda_o$  gọi là giới hạn quang điện (phụ thuộc bản chất của mỗi kim loại).

Để nghiên cứu hiện tượng này, ta dùng một tế bào quang điện chân không. Cấu tạo của nó gồm một bóng thủy tinh đã hút chân không ( $10^{-6} \div 10^{-8}$  mmHg), bên trong có hai điện cực: anốt A là một vòng dây kim loại đặt ở giữa, catốt K là một lớp chất nhạy quang (thí dụ như hợp chất ăngtimônit xêzi SbCs...) phủ lên nửa mặt phía trong của bóng thủy tinh. Tất cả được đặt trong một hộp kín có cửa sổ nhỏ cho ánh sáng chiếu vào. Anốt A nối với cực (+) và catốt K nối với cực âm (-) của nguồn một chiều U. Hiệu điện thế  $U_{AK}$  giữa anốt và catốt được đo bằng vôn kế V và có thể thay đổi nhờ biến trở R.



**Hình 1: Đường đặc trưng Vôn - Ampe**

Khi chiếu ánh sáng thích hợp  $\lambda \leq \lambda_o$  vào catốt K, trong mạch xuất hiện dòng quang điện có cường độ  $I_a$ .

Cường độ  $I_a$  tăng theo hiệu điện thế  $U_{AK}$ , tới khi  $U_{AK} \geq U_{bh}$  thì cường độ  $I_a$  không tăng nữa và đạt giá trị không đổi  $I_{bh}$  gọi là dòng quang điện bão hòa.

Cường độ dòng quang điện bão hòa tăng tỷ lệ với cường độ chùm sáng chiếu vào catốt.

Đồ thị  $I_a = f(U_{AK})$  gọi là đường đặc trưng Vôn-Ampe của tế bào quang điện.

Hiện tượng quang điện được giải thích bằng thuyết lượng tử ánh sáng của Einstein. Theo thuyết này, ánh sáng cấu tạo bởi vô số photon (lượng tử ánh sáng). Mỗi photon mang một năng lượng xác định bằng:  $\varepsilon = h \cdot f = h \frac{c}{\lambda}$

$h$ : là hằng số Planck.

$c = 3.10^8$  (m/s): là vận tốc ánh sáng trong chân không.

$f$ : là tần số của ánh sáng đơn sắc có bước sóng  $\lambda$ .

Như đã biết, electron tự do trong kim loại muốn thoát ra khỏi bề mặt kim loại thì cần phải nhận được năng lượng tối thiểu bằng công thoát  $A_0$  của nó đối với kim loại đó. Nếu chiếu ánh sáng thích hợp vào mặt bản kim loại, electron nằm gần sát mặt bản này sẽ hấp thụ hoàn toàn năng lượng  $\varepsilon = h \cdot f$  của photon để chuyển một phần thành công thoát  $A_0$  của nó và phần còn lại chuyển thành động năng ban đầu cực đại  $m \cdot V_{\max}^2 / 2$ . Khi vừa thoát khỏi bề mặt kim loại. Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng đối với các quang electron, ta nhận được phương trình Einstein:

$$\varepsilon = h \cdot f = A_0 + \frac{mV_{\max}^2}{2}$$

Vì  $\frac{mV_{\max}^2}{2} > 0$  nên  $h \cdot f \geq A_0$ . Suy ra điều kiện xảy ra HTQĐ:

$$\lambda \leq \frac{h \cdot c}{A_0} = \lambda_0$$

Khi  $U_{AK} > 0$  và càng tăng thì số quang electron chuyển động từ catốt  $K$  về anốt  $A$  trong một đơn vị thời gian càng nhiều và cường độ  $I_a$  của dòng quang điện càng tăng.

Khi  $U_{AK} \geq U_{bh}$  thì toàn bộ số quang electron thoát khỏi catốt  $K$  trong một đơn vị thời gian đều bị hút hết về anốt  $A$ , do đó cường độ  $I_a$  của dòng quang điện không tăng nữa và đạt giá trị bão hòa  $I_{bh}$ .

Nếu cường độ chùm ánh sáng thích hợp chiếu vào catốt  $K$  càng mạnh thì số photon đến đập vào catốt  $K$  trong một đơn vị thời gian càng nhiều. Do đó, số quang electron thoát khỏi catốt  $K$  và chuyển động về anốt  $A$  trong một đơn vị thời gian càng nhiều và cường độ dòng quang điện bão hòa  $I_{bh}$  càng lớn.

Rõ ràng là ngay cả khi  $U_{AK} = 0$ , một số quang electron có động năng cực đại  $m \cdot V_{\max}^2 / 2$  đủ lớn vẫn có thể bay từ catốt  $K$  sang anốt  $A$  để tạo thành dòng quang điện ban đầu có cường độ rất nhỏ  $I_0 \neq 0$ . Muốn triệt tiêu dòng quang điện này ( $I_0 = 0$ ), ta phải đặt vào hai cực của tế bào quang điện thế âm  $U_{AK} = -U_C$  và  $U_C$  được gọi là hiệu điện thế cản có giá trị sao cho:

$$|e| \cdot U_C = \frac{m \cdot V_{\max}^2}{2} = h \cdot f - A_0; \quad \text{ở đây } e = -1,6.10^{-19} \text{ (C)}.$$

Với các ánh sáng đơn sắc có tần số lần lượt là  $f_1$  và  $f_2$ , hiệu điện thế cần có giá trị tương ứng là  $U_{C1}$  và  $U_{C2}$ . Khi đó ta có:

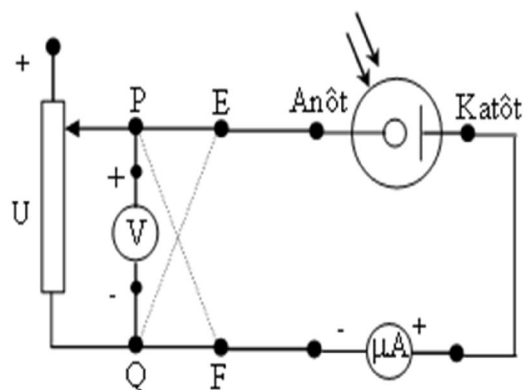
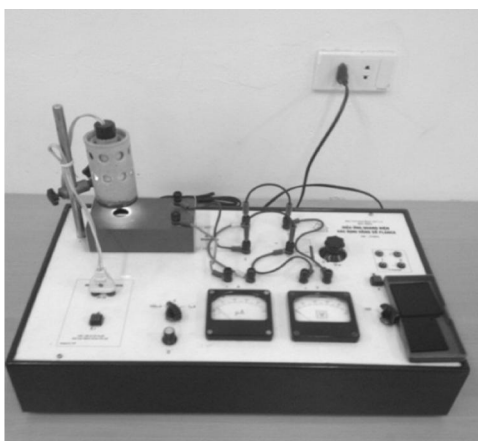
$$|e| \cdot U_{C1} = h \cdot f_1 - A_0$$

$$|e| \cdot U_{C2} = h \cdot f_2 - A_0$$

Từ đó suy ra:

$$h = |e| \cdot \frac{U_{C1} - U_{C2}}{f_1 - f_2}$$

### III. DỤNG CỤ THÍ NGHIỆM



**Hình 1: Hệ đo và sơ đồ nguyên lý**

TT	Tên dụng cụ	Số lượng
1	Nguồn sáng	1
2	Dây nối	2
3	Kính lọc sắc	3
4	Vôn kế	1
5	Ampe kế	1
6	Tế bào quang điện	1

**Bảng 1: Dụng cụ thí nghiệm**

## IV. TIẾN HÀNH THÍ NGHIỆM

### 4.1 Khảo sát và vẽ đặc tuyến Vôn -Ampe của tế bào quang điện.

#### a) Quan sát, kiểm tra mạch điện.

Bước 1: Các công tắc K và  $K_1$  ở vị trí ngắt (đèn LED không sáng).

Bước 2: Mắc mạch điện như trên sơ đồ 1: Nối Q với F và P với E.

Bước 3: Vôn kế V chọn thang đo 100 (V).

Micrô Ampe kế A chọn thang 100 ( $\mu A$ ).

Bước 4: Nguồn 1 chiều  $U_{AK}$  đặt ở vị trí 0 (Núm xoay  $U_{AK}$  vặn về vị trí tận cùng trái).

Bước 5: Đèn chiếu Đ đặt ở vị trí cố định với tế bào quang điện (Giáo viên đã đặt) và nối nó với nguồn điện xoay chiều  $U = 6V/3A$ .

#### b) Tiến hành thí nghiệm.

##### Thí nghiệm 1: Khảo sát dòng điện $I_{bh1} = 20 \mu A$ .

Bước 1: Bấm các công tắc K và  $K_1$ , các đèn LED báo hiệu sẽ sáng.

Bước 2: Thiết lập dòng quang điện bão hòa  $I_{bh1} = 20 (\mu A)$  bằng cách: Vặn núm xoay  $U_{AK}$  sao cho Vôn kế chỉ 60 (V), điều chỉnh cửa sổ đèn chắn sáng để có dòng quang điện  $I_{a1} = 20 (\mu A)$ .

Bước 3: Vặn núm xoay  $U_{AK}$  để giảm  $U_{AK}$  về 0.

Bước 4: Tăng dần  $U_{AK}$  từng 2 (V) một từ 0 đến 20 (V) và từng 10 (V) một từ 20 đến 100(V), đọc và ghi các giá trị  $I_{a1}$  vào bảng 2.

##### Thí nghiệm 2: Khảo sát dòng điện $I_{bh2} = 40 \mu A$ .

Thiết lập dòng quang điện bão hòa  $I_{bh2} = 40 (\mu A)$  và thực hiện các bước 1, 2, 3, 4 ở thí nghiệm 1, đọc và ghi các giá trị  $I_{a2}$  tương ứng vào bảng 2.

### 4.2 Xác định hằng số Planck:

#### a) Quan sát, kiểm tra mạch điện.

Bước 1: Các công tắc  $K_1$  và K ở vị trí ngắt.

Bước 2: Mắc lại mạch điện: Nối Q với E và P với F.

Bước 3: Vôn kế V chọn thang đo 1(V).

MicrôAmpe kế A chọn thang 1( $\mu A$ ).

Bước 4: Nguồn 1 chiều  $U_{AK}$  đặt ở vị trí 0 (Núm xoay  $U_{AK}$  vặn về vị trí tận cùng trái). Giữ cố định đèn chiếu Đ.

#### b) Tiến hành thí nghiệm.

##### Thí nghiệm 3.

Bước 1: Bấm công tắc K,  $K_1$  đèn LED báo hiệu sẽ sáng.

Bước 2: Dùng tấm nhựa đen che kín cửa sổ tế bào quang điện.

Bước 3: Vặn núm quy “0” điều chỉnh chính xác kim đồng hồ Micrô-Ampe kế chỉ về đúng số 0 (không thay đổi núm quy “0” trong quá trình đo)

Bước 4: Thay tấm nhựa đen bằng tấm kính xanh lục, ta có ánh sáng bước sóng  $\lambda_1 = 0,505(\mu m)$ .

Bước 5: Điều chỉnh cửa sổ đèn chắn sáng để cho dòng ban đầu  $I_0$  là  $0,6 (\mu A)$

**Chú ý:** Vì MircôAmpe có thang đo đặt ở vị trí  $1\mu A$ , nên toàn bộ đồng hồ MircôAmpe có giá trị lớn nhất là  $1\mu A$ , vậy  $0,6\mu A$  tương đương vạch với 60 trên đồng hồ MircôAmpe).

Bước 6: Vận núm xoay  $U_{AK}$  để tăng dần hiệu điện thế ngược đặt vào Catốt và Anốt. Ta thấy dòng  $I$  giảm dần đến triệt tiêu. Để đọc được chính xác hiệu điện thế cản  $U_C$  ta vận núm xoay  $U_{AK}$  tăng dần 0,1(V) để có  $U_{KA}$ . Đọc và ghi các giá trị dòng  $I_I$  tương ứng vào bảng 3, khi thấy dòng  $I = 0$  thì dừng lại.

#### **Thí nghiệm 4.**

Thay kính xanh lục bằng kính xanh lam, để có ánh sáng bước sóng  $\lambda_2 = 0,450 (\mu m)$ . Thực hiện lại như thí nghiệm 3 ghi giá trị  $I_2$  vào bảng 4.

### **V. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM**

**Bảng 2: Cường độ dòng điện  $I_{bh}$ .**

$U_{AK} (V)$	$I_{a1} (\mu A)$	$I_{a2} (\mu A)$	$U_{AK} (V)$	$I_{a1} (\mu A)$	$I_{a2} (\mu A)$
0			20		
2			30		
4			40		
6			50		
8			60		
10			70		
12			80		
14			90		
16			100		
18					

**Bảng 3: Cường độ dòng điện của tấm kính xanh lục  $\lambda_1 = 0,505 (\mu m)$**

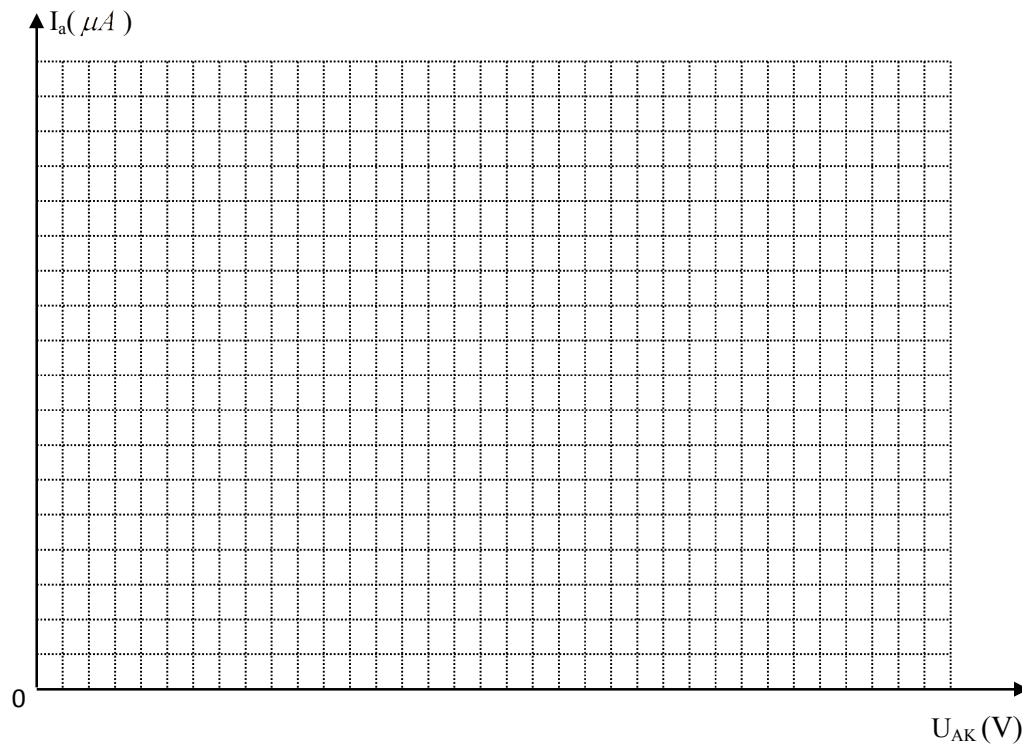
$U_{KA}(V)$	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$I_1 (\mu A)$											

**Bảng 4: Cường độ dòng điện của tấm kính xanh lam  $\lambda_2 = 0,450 (\mu m)$**

$U_{KA}(V)$	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$I_2 (\mu A)$											

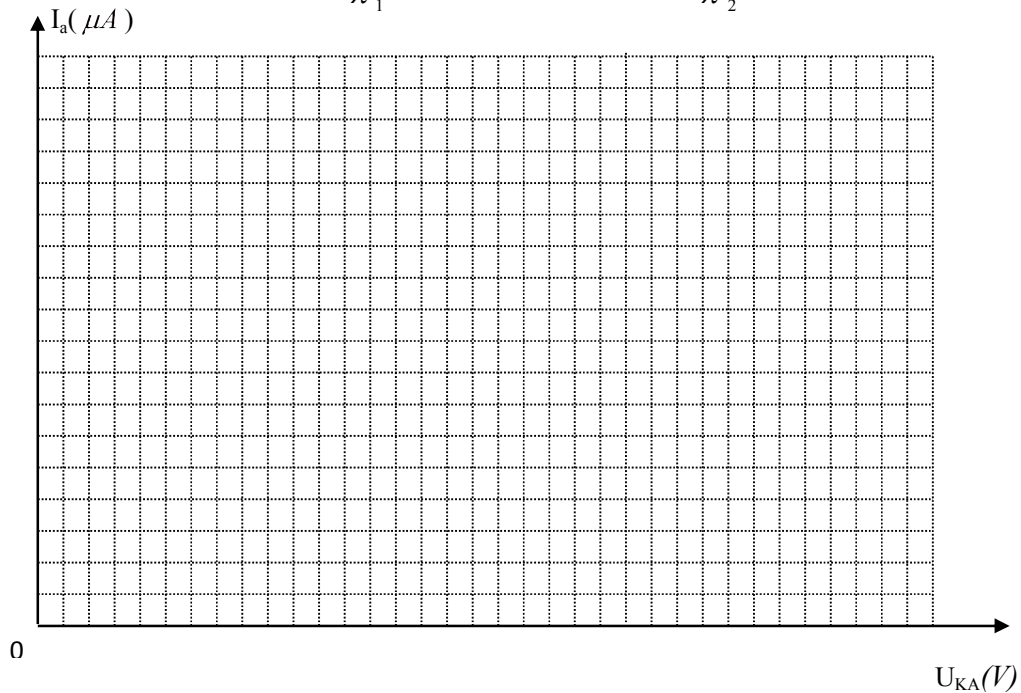
## VI. XỬ LÝ SỐ LIỆU

### 6.1. Vẽ đặc tuyến Vôn - Ampe của tế bào quang điện.



## 6.2 Xác định hằng số Planck.

Xác định các tần số:  $f_1 = \frac{c}{\lambda_1} = \dots\dots\dots(\text{Hz})$ ;  $f_2 = \frac{c}{\lambda_2} = \dots\dots\dots(\text{Hz})$



Xác định  $U_{C1}$ ;  $U_{C2}$  từ đồ thị:

Từ đồ thị xác định:  $U_{C1} = \dots\dots\dots(\text{V})$

$U_{C2} = \dots\dots\dots(\text{V})$

Tính hằng số Planck:  $h = |e| \cdot \frac{U_{C1} - U_{C2}}{f_1 - f_2} = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots(\text{J.s})$

**Nhận xét:**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## BÀI 4: KHẢO SÁT GIAO THOA QUA KHE YOUNG VÀ XÁC ĐỊNH BƯỚC SÓNG ÁNH SÁNG CỦA CHÙM TIA LASER

### I. MỤC ĐÍCH

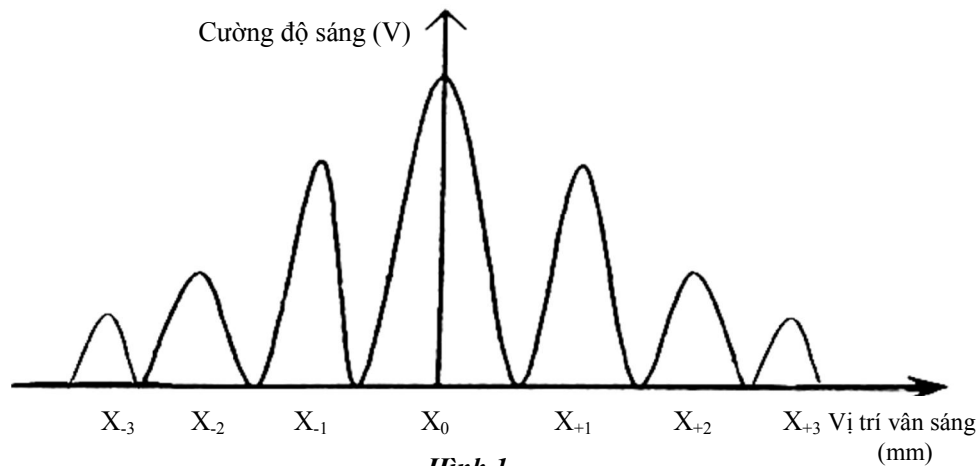
- Quan sát và vẽ sự phân bố cường độ sáng của ảnh giao thoa qua khe Young.
- Xác định bước sóng ánh sáng của chùm tia LASER.

### II. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

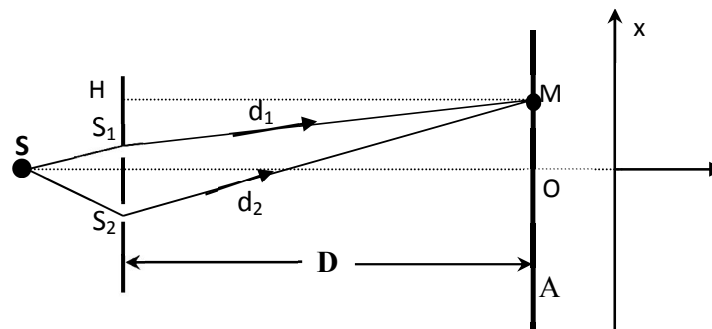
#### 2.1 Sự giao thoa ánh sáng.

Theo thuyết điện từ của Mắc xoen, ánh sáng là các sóng điện từ truyền trong chân không với vận tốc  $c = 3.10^8(\text{m/s})$ . Ánh sáng trắng là tập hợp của mọi ánh sáng đơn sắc có bước sóng  $\lambda = 0,40 \div 0,76(\mu\text{m})$ .

**Giao thoa ánh sáng:** là sự chồng chất của hai sóng ánh sáng kết hợp (có cùng tần số và hiệu số pha không đổi theo thời gian) trong không gian tạo thành các vân sáng và vân tối xen kẽ nhau (Hình 1).



Xét hiện tượng giao thoa ánh sáng qua khe Young (Hình 2):



**Hình 2**



Ánh sáng đơn sắc phát ra từ một nguồn khe S, truyền qua hai khe hở hẹp song song  $S_1, S_2$  nằm rất gần nhau trên màn chắn P. Đặt màn ảnh A song song với màn chắn P và cách P một khoảng D để quan sát được ảnh giao thoa. Giả sử dao động sáng tại  $S_1$  và  $S_2$  cùng được biểu diễn bởi phương trình:  $E = E_0 \cdot \cos(2\pi f \cdot t)$

Tại M trên màn A các dao động có dạng:

$$E_1 = E_{01} \cdot \cos 2\pi(f \cdot t - d_1 / \lambda)$$

$$E_2 = E_{02} \cdot \cos 2\pi(f \cdot t - d_2 / \lambda)$$

và dao động sáng tại M có giá trị bằng tổng hai dao động sáng thành phần:  
 $E_M = E_1 + E_2$

Biên độ  $E_{0M}$  của sóng tổng hợp là:

$$E_{0M} = \sqrt{E_{01}^2 + E_{02}^2 + 2E_{01}E_{02}\cos\frac{2\pi}{\lambda}(d_2 - d_1)}$$

+ Vì cường độ sáng I tỷ lệ với  $E_{0M}^2$ , nên tùy thuộc vào hiệu pha:

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda}(d_2 - d_1) = \frac{2\pi \cdot \Delta}{\lambda}$$

với  $d_2 - d_1 = \Delta$  là hiệu đường đi của hai sóng ánh sáng.

Giá trị cực đại  $I_{\max}$  ứng với vân sáng hay cực đại giao thoa, khi  $\cos\frac{2\pi\Delta}{\lambda} = 1$

$$\text{hay } \Delta = d_2 - d_1 = \pm k \cdot \lambda \quad \text{với } k = 0, 1, 2, \dots$$

Giá trị cực tiểu  $I_{\min}$  ứng với vân tối hay cực tiểu giao thoa, khi  $\cos\frac{2\pi\Delta}{\lambda} = -1$

$$\text{Hay } \Delta = d_2 - d_1 = \pm(2k + 1) \cdot \frac{\lambda}{2} \quad \text{với } k = 0, 1, 2, \dots$$

Vị trí các vân giao thoa trên màn ảnh A có thể xác định như sau:

Kẻ đường thẳng MH vuông góc với đường thẳng  $S_1S_2$ , khi đó  $S_1H = x - a/2$  và  $S_2H = x + a/2$  với  $x = MO$ ;  $a = S_1S_2$ .

Áp dụng định lý Pitago cho hai tam giác vuông  $MHS_1$  và  $MHS_2$ :  
 $d_1^2 = (x - a/2)^2 + D^2$ ;  $d_2^2 = (x + a/2)^2 + D^2$

Trừ vế với vế của hai đẳng thức trên ta được:

$$d_2^2 - d_1^2 = (d_2 + d_1)(d_2 - d_1) = 2a \cdot x$$

Thí nghiệm chứng tỏ các vân giao thoa chỉ quan sát rõ trong khoảng gần điểm giữa O trên màn ảnh A, nên coi gần đúng:

$$d_2 + d_1 \approx 2 \cdot D \text{ thì } \Delta = d_2 - d_1 \approx a \cdot x / D; \text{ khi đó}$$

+ Vị trí vân sáng xác định bởi công thức:  $x_s = \pm k \frac{\lambda D}{a}$

Vân sáng ứng với  $k = 0$  trùng với điểm giữa O trên màn ảnh A gọi là vân sáng trung tâm. Các vân sáng khác ứng với  $k = 1, 2, \dots$  nằm đối xứng với nhau về hai phía của vân sáng giữa.

+ Vị trí vân tối xác định bởi công thức:  $x_s = \pm(k + \frac{1}{2}) \frac{\lambda D}{a}$

Các vân tối ứng với  $k = 0, 1, 2, \dots$  cũng nằm đối xứng với nhau về hai phía của vân sáng giữa O và nằm xen kẽ giữa các vân sáng. Các vân sáng hoặc các vân tối trên màn ảnh A nằm cách đều nhau, nhưng cường độ sáng của các vân sáng này không bằng nhau mà giảm dần từ vân sáng giữa về hai phía của nó.

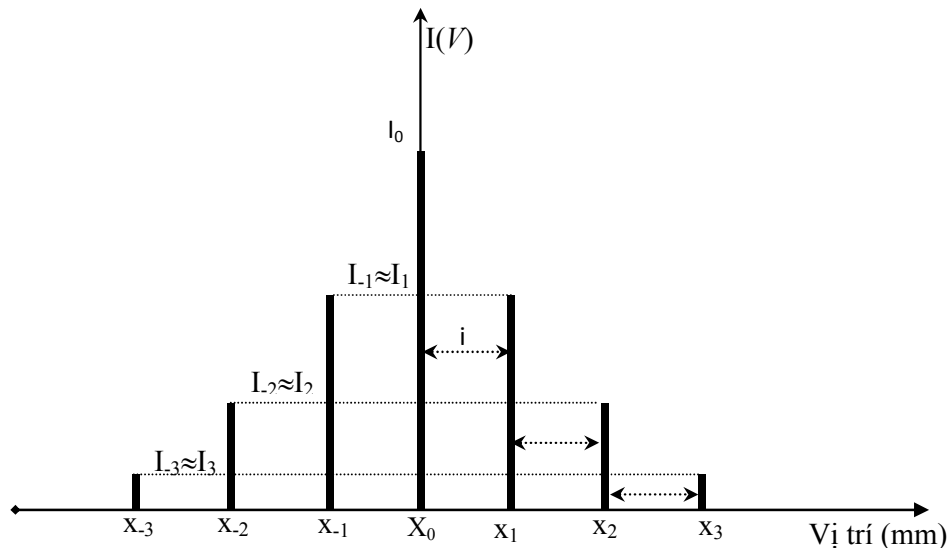
Khoảng cách  $i$  giữa hai vân sáng (hoặc hai vân tối) kế tiếp nhau là:  $i = \frac{\lambda D}{a}$

Như vậy, ta có thể xác định được bước sóng  $\lambda$  của ánh sáng đơn sắc, nếu biết trước các khoảng cách  $a, D$  và đo được khoảng vân  $i$ .

Trong thí nghiệm này, ta sẽ xác định giá trị của khoảng vân  $i$  và suy ra bước sóng  $\lambda$  của chùm tia laser. Đồng thời khảo sát hiện tượng giao thoa của chùm tia laser bằng cách khảo sát sự phân bố cường độ sáng trên ảnh giao thoa cho bởi khe Young.

## 2.2 Khảo sát sự phân bố cường độ sáng và xác định bước sóng của chùm tia Laser qua ảnh giao thoa cho bởi khe Young.

Vì cường độ sáng tỷ lệ với cường độ  $I$  của dòng quang điện, nên ta có thể khảo sát sự phân bố cường độ sáng trong ảnh giao thoa của chùm tia laser bằng cách khảo sát sự biến thiên cường độ  $I$  của dòng quang điện phụ thuộc vào vị trí  $X$  ứng với các vân sáng nằm ở hai bên vân sáng giữa (vân sáng trung tâm) theo hàm  $I = f(x)$  và vẽ đồ thị  $I = f(x)$ . Từ đó xác định bước sóng của chùm tia Laser. Trong bài này ta chỉ vẽ ảnh hiện tượng giao thoa của chùm sáng Laser qua khe Young, ứng với vân sáng  $k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3$  (như hình vẽ 3).



Hình 3

### 2.3 Xác định bước sóng của chùm tia Laser.

Từ số liệu bảng 2, ta tính ra khoảng cách L của các vân sáng đối xứng qua vân sáng giữa:  $L_1 = |x_1 - x_{-1}|$ ;  $L_2 = |x_2 - x_{-2}|$ ;  $L_3 = |x_3 - x_{-3}|$

$$\text{Suy ra khoảng cách vân là: } i_1 = \frac{L_1}{2}; \quad i_2 = \frac{L_2}{4}; \quad i_3 = \frac{L_3}{6};$$

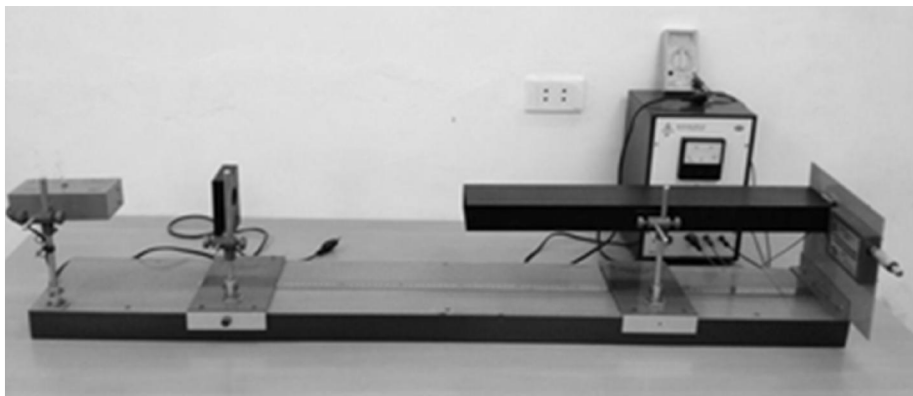
Sau đó tính các giá trị:  $\bar{i}$ ;  $\overline{\Delta i}$ ;  $\overline{\delta_i}$  từ các giá trị i ở trên.

Áp dụng công thức:  $\lambda = \frac{a.i}{D}$  với  $D=1000$  (mm) là khoảng cách  $S_1S_2$  đến màn A;  $a = 0,4$  (mm) là khoảng cách giữa 2 khe  $S_1, S_2$ .

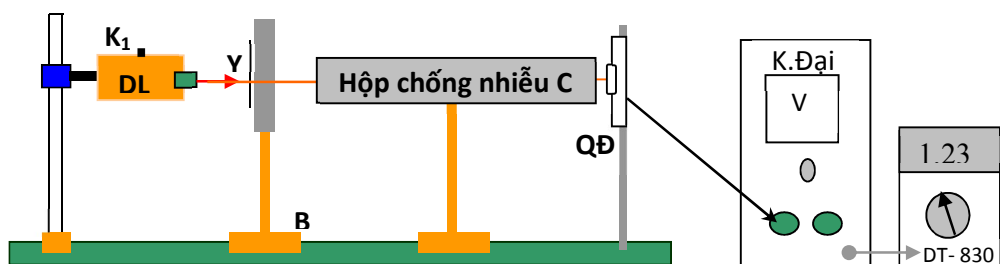
### III. DỤNG CỤ THÍ NGHIỆM

TT	Tên dụng cụ	Số lượng
1	Diode DL Laser	1
2	Hệ khe Young	1
3	Khe cảm biến quang điện	1
4	Hộp chống nhiễu	1
5	Giá trượt G	1
6	Đồng hồ khuếch đại G	1
7	Đồng hồ hiển thị số DT-830B	1
8	Thước đo Panme P	1

**Bảng 1: Dụng cụ thí nghiệm**



**Hình 4: Hệ đo**

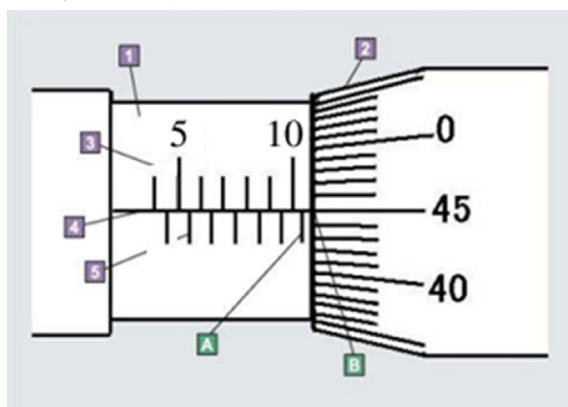


**Hình 5: Sơ đồ hệ đo**



**Hình 6: Khe cảm biến quang điện và thước đo Panme P**

**a) Cấu tạo thước Panme**



- 1: Thân thước chính
- 2: Thước tròn
- 3: Vạch N phía trên thước chính
- 4: Đường ngang chuẩn
- 5: Vạch N phía dưới thước chính
- B: Chỉ số n
- A: Mép thước tròn nằm bên phải vạch chia thứ N

**Hình 7: Cấu tạo thước panme**

### b) Cách đọc thước panme P

Số đo trên Panme được đọc như sau:

$$X = N + 0,01.n \quad (1): \text{ khi mép thước tròn nằm bên phải vạch}$$

chia thứ N của thước chia milimet phía trên.

$$X = N + 0,5 + 0,01.n \quad (2): \text{ khi mép thước tròn nằm bên phải vạch}$$

chia thứ N của thước chia milimet phía dưới.

**Chú ý:**  $n$  là giá trị đọc trên thước tròn tại đường ngang chuẩn

**Ví dụ:** Xác định số đo  $X$  trên hình 7?

Do mép thước tròn nằm bên phải vạch chia thứ N của thước chia milimet phía dưới nên ta sử dụng công thức (2):  $X = N + 0,5 + 0,01.n$

Với  $N = 10$ ,  $n = 45$  nên  $X = 10 + 0,5 + 0,01 \cdot 45 = 10,95 \text{ (mm)}$

## IV. TRÌNH TỰ THÍ NGHIỆM

### 4.1 Thực hiện việc chuẩn trực đối với hệ quang học của khe Young.

Bước 1: Cắm nguồn điện, bật  $K_1$  trên nguồn DL, ta sẽ nhận được chùm tia Laser màu đỏ.

Bước 2: Vặn cán thước panme P để số đo ở vị trí 12,5 (mm) như hình 8.

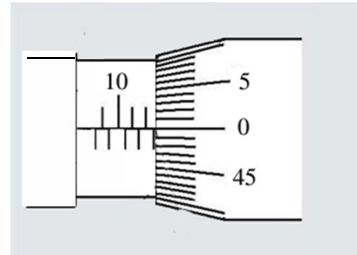
Bước 3: Đặt khe Young Y nằm nghiêng, không chắn chùm tia laser.

Bước 4: Điều chỉnh chùm sáng tia Laser dọi vào khe cảm biến QĐ (trên màn A). Sau đó giữ cố định nguồn Laser DL trong suốt quá trình đo.

Bước 5: Đặt mép B của bàn trượt chứa khe Young ở vị trí 91 cm trên thước gắn với giá G. Khi đó ta có khoảng cách từ khe Young đến màn là 1000 mm, giữ cố định khoảng cách trong suốt quá trình thực hiện phép đo.

Bước 6: Đặt khe Young vuông góc với chùm tia Laser, điều chỉnh khe Young và giá đỡ khe Young sao cho chùm tia Laser qua hai khe Young có thông số 0.1 - 0.3 - 0.1 (hệ khe ở chính giữa, nghĩa là  $a = 0,4 \text{ mm}$ ). Sao cho ảnh giao thoa thu được trên màn rõ nhất.

Bước 7: Đặt hộp C vào giá G, dịch chuyển hộp C lại gần cảm biến QĐ.



**Hình 8: Vị trí Panme ở  $x = 12,5 \text{ mm}$**

### 4.2 Điều chỉnh bộ khuếch đại KĐ.

Bước 1: Bấm khóa K ở bộ KĐ đèn LED sáng, chọn thang RANGES ở thang 1,5 (mV), vặn núm  $R_f$  về tận cùng bên trái.

Bước 2: Đồng hồ vạn năng hiện số DT - 830B đặt ở vị trí 20 thang đo DCV (lúc đó số liệu đo được có đơn vị là Vôn).

Bước 3: Điều chỉnh từ từ núm qui “0” để cho đồng hồ vạn năng hiện số DT - 830B có giá trị khoảng  $1,40 \div 1,60$  (V).

Bước 4: Giữ nguyên vị trí này của núm qui “0” trong suốt thời gian tiến hành thí nghiệm.

**Chú ý:** Sau khi điều chỉnh chuẩn không được chạm vào nguồn Laser DL, khe Young, hộp C.

#### 4.3 Xác định các cặp số (I, X).

Bước 1: Vận Panme P từ vị trí 12,5 mm về vị trí 10mm.

Bước 2: Ta vận Panme P từ vị trí 10 mm đến 15mm, mắt quan sát đồng hồ DT-830B, trong khoảng vận Panme P từ  $10 \div 15$ mm, ghi lại giá trị cao nhất xuất hiện trên đồng hồ DT - 830B, đó chính là  $I_0$  cần tìm.

Bước 3: Tiếp đó vận từ từ Panme P từ 15 mm theo chiều kim đồng hồ, mắt quan sát đồng hồ DT - 830B thấy vị trí nào đạt giá trị  $I_0$  hoặc sai khác  $I_0$  mà ta quan sát thấy ở trên một lượng 0,01 V thì dừng không vận Panme P, đọc giá trị trên Panme P, đó là giá trị  $X_0$ . Ghi giá trị  $I_0, X_0$  vào bảng 2.

Bước 4: Để xác định  $I_1, X_1; I_2, X_2; I_3, X_3$ ; vận Panme P từ vị trí  $X_0$  ngược chiều kim đồng hồ thấy cường độ sáng thể hiện trên đồng hồ hiện số DT - 830B giảm, sau đó lại từ từ tăng, tăng đến giá trị cao nhất (nếu vận tiếp thì giảm) đó là  $I_1$ , không vận Panme P, đọc giá trị trên Panme P, đó là giá trị  $X_1$ ; ghi giá trị  $I_1, X_1$  vào bảng 2.

Bước 5: Tiếp tục vận Panme P ngược chiều kim đồng hồ và làm tương tự như trên ta sẽ xác định các giá trị  $I_2, X_2; I_3, X_3$ , ghi các giá trị vào bảng 2.

Bước 6: Để xác định  $I_{-1}, X_{-1}; I_{-2}, X_{-2}; I_{-3}, X_{-3}$ ; vận Panme P về vị trí  $X_0$ , đồng hồ DT- 830B sẽ xuất hiện giá trị  $I_0$ .

Bước 7: Vận từ từ Panme P theo chiều kim đồng hồ và quan sát đồng hồ DT-830B, làm tương tự ta xác định được  $I_{-1}, X_{-1}$ ; tiếp đó là  $I_{-2}, X_{-2}; I_{-3}, X_{-3}$ ; ghi các giá trị vào bảng 2.

Bước 8: Sau khi đo xong, tắt khoá  $K_1, K$  và chuyển thang đo trên DT- 830B về vị trí “OFF”.

**Chú ý:** Kết quả đo được phải thoả mãn điều kiện:

$$I_0 > I_1(I_{-1}) > I_2(I_{-2}) > I_3(I_{-3});$$

$$I_1 \approx I_{-1}; I_2 \approx I_{-2}; I_3 \approx I_{-3}; \text{ (chỉ được phép sai số giữa } I_1 \text{ và } I_{-1}; I_2 \text{ và } I_{-2};$$

$$I_3 \text{ và } I_{-3} \text{ là } 0,02V).$$

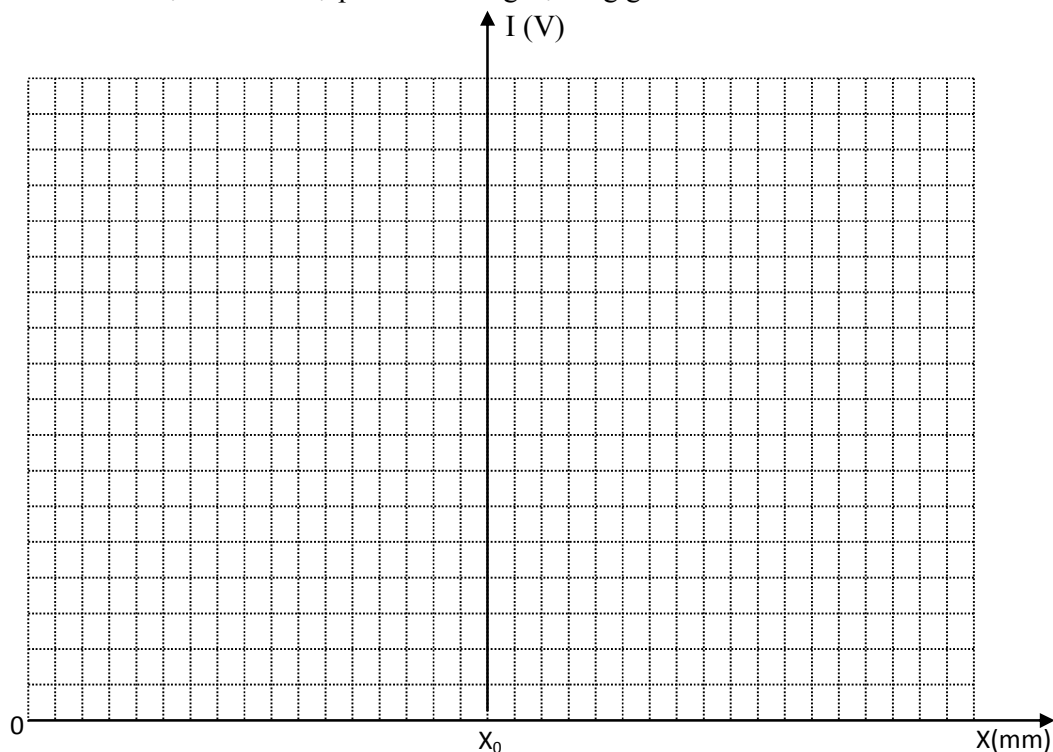
Các giá trị  $X_+$  và  $X_-$  có giá trị đối xứng xấp xỉ qua  $X_0$ .

## V. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM

### • Bảng 2:

$I_0 = \dots\dots\dots (V); \quad X_0 = \dots\dots\dots (mm)$					
Panme P vận theo chiều kim đồng hồ			Panme P vận ngược chiều kim đồng hồ		
Đỉnh	I (V)	X (mm)	Đỉnh	I (V)	X (mm)
k = - 1	.....	.....	k = 1	.....	.....
k = - 2	.....	.....	k = 2	.....	.....
k = - 3	.....	.....	k = 3	.....	.....

- Vẽ đồ thị biểu diễn sự phân bố cường độ sáng giao thoa của chùm tia Laser.



## VI. XỬ LÝ SỐ LIỆU

- Xác định khoảng cách giữa các cực đại sáng cùng bậc:

$$L_1 = |x_1 - x_{-1}| = \dots\dots\dots (\text{m});$$

$$L_2 = |x_2 - x_{-2}| = \dots\dots\dots (\text{m});$$

$$L_3 = |x_3 - x_{-3}| = \dots\dots\dots (\text{m});$$

- Suy ra khoảng cách giữa các vân sáng liên tiếp là:

$$i_1 = \frac{L_1}{2} = \dots\dots\dots (\text{m});$$

$$i_2 = \frac{L_2}{4} = \dots\dots\dots (\text{m});$$

$$i_3 = \frac{L_3}{6} = \dots\dots\dots (\text{m});$$

- Tính các giá trị:  $\bar{i} = \frac{i_1 + i_2 + i_3}{3} = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots (\text{m})$

$$\Delta i_1 = |\bar{i} - i_1| = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots (\text{m})$$

$$\Delta i_2 = |\bar{i} - i_2| = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots (\text{m})$$

$$\Delta i_3 = |\bar{i} - i_3| = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots (\text{m})$$

Khi đó:  $\overline{\Delta i} = \frac{\Delta i_1 + \Delta i_2 + \Delta i_3}{3} = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots (\text{m})$

- Tính bước sóng:  $\bar{\lambda} = \frac{\bar{a} \cdot \bar{i}}{\bar{D}} = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots (\text{m})$

- Với  $\bar{D} = 1000 (\text{mm})$ ;  $\bar{a} = 0,4 (\text{mm})$ ;  $\overline{\Delta D} = 1,00 (\text{mm})$ ;  $\overline{\Delta a} = 0,01 (\text{mm})$

$$\delta = \frac{\overline{\Delta \lambda}}{\bar{\lambda}} = \frac{\overline{\Delta i}}{\bar{i}} + \frac{\overline{\Delta a}}{\bar{a}} + \frac{\overline{\Delta D}}{\bar{D}} = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \%$$

$$\overline{\Delta \lambda} = \delta \cdot \bar{\lambda} = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots (\text{m})$$

Kết quả:  $\lambda = \bar{\lambda} \pm \overline{\Delta \lambda} = \dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots (\text{m})$

**Nhận xét:**

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....