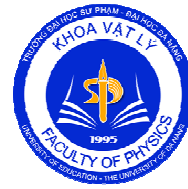




ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM
KHOA VẬT LÝ



TÀI LIỆU HƯỚNG DẪN
THÍ NGHIỆM VẬT LÝ ĐẠI CƯƠNG
ĐIỆN-TỬ VÀ QUANG
(Phòng thí nghiệm A)

Giáo viên hướng dẫn:
Sinh viên thực hiện :
Lớp sinh hoạt :
Nhóm học phần :
Nhóm thí nghiệm :

LƯU HÀNH NỘI BỘ

Đà Nẵng, 2017-2018

NỘI QUY

Trước khi vào phòng thí nghiệm , sinh viên phải tuân thủ những quy định sau đây:

- 1) Phải chuẩn bị bài đầy đủ (đọc kỹ các bài phải làm, hiểu rõ nội dung, chú ý các bước tiến hành thí nghiệm). Sinh viên sẽ không được làm thí nghiệm nếu không chuẩn bị bài.
- 2) Trong khi làm thí nghiệm phải nghiêm túc, không hút thuốc, không nói chuyện hoặc đi lại lộn xộn làm ảnh hưởng đến những người xung quanh.
- 3) Không được tự ý thay đổi các dụng cụ đo, sửa đổi mạch điện.... nếu không được phép của giáo viên hướng dẫn. Sau khi làm xong thí nghiệm phải bàn giao đầy đủ các dụng cụ đã mượn và phải chịu trách nhiệm bồi thường các dụng cụ bị hư hỏng vì lý do chủ quan.
- 4) Đi làm thí nghiệm đúng giờ, những sinh viên vắng không có lý do chính đáng sẽ không được làm thí nghiệm bù cũng như những sinh viên đã làm thí nghiệm đầy đủ nhưng không nộp báo cáo thì sẽ không được dự thi kết thúc học phần thí nghiệm.
- 5) Nộp báo cáo thí nghiệm đúng hạn. Mỗi sinh viên phải tự làm báo cáo của mình, báo cáo phải được viết bằng tay trên giấy A₄ rồi đóng thành tập và nộp cho giáo viên hướng dẫn. Báo cáo thí nghiệm của mỗi bài gồm có 2 phần:
 - Phần 1: Tóm tắt nội dung bài thí nghiệm và phương pháp đo.
 - Phần 2: Điền số liệu đã đo được vào bảng số liệu và dựa vào phần hướng dẫn ở giáo trình để tính ra đến kết quả cuối cùng. Các đồ thị (nếu có) phải được vẽ chính xác, tuyệt đối không cầu thả. Chú ý khi viết kết quả của các đại lượng đo được (trực tiếp hoặc gián tiếp) đều phải có đơn vị kèm theo (dùng hệ đơn vị SI).

Điểm thi kết thúc học phần thí nghiệm sẽ dựa trên đánh giá tổng hợp của các phần: chuẩn bị bài, thái độ học tập, bài báo cáo thí nghiệm và bài kiểm tra.

PHÒNG THÍ NGHIỆM VẬT LÝ

LÝ THUYẾT SAI SỐ

I. VAI TRÒ CỦA THÍ NGHIỆM VẬT LÝ

Vật lý là một môn khoa học thực nghiệm, việc đo lường các đại lượng Vật lý cho phép:

- Thiết lập mối quan hệ giữa chúng để xây dựng các định luật Vật lý.
- Kiểm tra lại sự đúng đắn của các định luật Vật lý.

II. NGUYÊN NHÂN SAI SỐ KHI ĐO CÁC ĐẠI LƯỢNG VẬT LÝ

- Dụng cụ đo chỉ có một độ chính xác nhất định
- Khả năng quan sát của người đo là có giới hạn và phụ thuộc vào từng người.

III. PHÂN LOẠI SAI SỐ

1. Phân loại theo nguyên nhân sai số

a. Sai số có hệ thống

- Sai số có hệ thống là sai số làm cho kết quả đo luôn thay đổi theo một chiều (hoặc tăng, hoặc giảm) so với giá trị thực của nó.
- Nguyên nhân: Dụng cụ đo làm sai so với dụng cụ mẫu mà người đo không hiệu chỉnh lại dụng cụ; phương pháp đo tiến hành sai.
- Cách khử: Dựa vào số đo được để hiệu chỉnh thích hợp, hiệu chỉnh dụng cụ đo, cẩn thận khi làm thí nghiệm.

b. Sai số do nhầm lẫn

- Sai số do nhầm lẫn là sai số làm cho kết quả đo lệch hẳn so với giá trị thực của đại lượng cần đo.
- Nguyên nhân: Đọc nhầm, ghi sai, tính sai.
- Cách khử: Tiến hành đo nhiều lần.

c. Sai số ngẫu nhiên

- Sai số ngẫu nhiên là sai số làm cho kết quả đo thay đổi hỗn loạn so với giá trị thực.
- Nguyên nhân: Dụng cụ có độ chính xác nhất định, giác quan không hoàn chỉnh, nguồn nuôi thay đổi.
- Không khử được sai số này, chỉ có thể xác định giới hạn trên của nó.

2. Phân loại theo ý nghĩa sai số

a. Sai số tuyệt đối ΔX

Sai số tuyệt đối là trị tuyệt đối của hiệu giá trị thực x và giá trị đo được X của nó:

$$\Delta X = |x - X| \quad (1)$$

Nó cho biết giới hạn của đại lượng phải đo (bao hàm giá trị thực của nó):

$$X - \Delta X \leq x \leq X + \Delta X \quad (2)$$

$$\text{Viết gọn là: } x = X \pm \Delta X \quad (3)$$

Ví dụ 1: Khi đo đường kính của dây đồng ta được kết quả là: $d = (0,50 \pm 0,01)$ mm, tức $0,49$ mm $\leq d \leq 0,51$ mm, với sai số tuyệt đối là $\Delta d = 0,01$ mm.

Sai số tuyệt đối chưa nói lên được mức độ chính xác của kết quả đo. Ví dụ nếu ta so sánh kết quả đo đường kính dây đồng là $d = (0,50 \pm 0,01)$ mm với kết quả đo chiều dài của nó là $l = (500 \pm 1)$ mm, ta thấy $\Delta l = 100 \Delta d$, nhưng $\frac{\Delta l}{l} = \frac{1}{500} = 0,2\%$, còn $\frac{\Delta d}{d} = \frac{0,01}{0,5} = 2\%$ tức là độ dài được

đo chính xác gấp 10 lần so với đường kính. Do đó cần phải đưa ra một loại sai số nữa để đánh giá độ chính xác của kết quả đo: sai số tương đối.

b. Sai số tương đối ε

- Sai số tương đối là tỉ số phần trăm của sai số tuyệt đối ΔX và giá trị đo được X của đại lượng phải đo:

$$\varepsilon = \frac{\Delta X}{X} \times 100\% \quad (4)$$

- Sai số tương đối cho biết độ chính xác của kết quả đo.

IV. CÁCH TÍNH SAI SỐ CỦA PHÉP ĐO TRỰC TIẾP

Đo trực tiếp là cách đo mà kết quả đo được đọc trực tiếp trên dụng cụ đo.

Giả sử kết quả n lần đo đại lượng Vật lý có giá trị thực x là X_1, X_2, \dots, X_n thì sai số thực của mỗi lần đo là: $\delta x_1 = x - X_1$; $\delta x_2 = x - X_2$; ...; $\delta x_n = x - X_n$ (5)

$$\text{Từ đó ta có: } \delta x_1 + \delta x_2 + \dots + \delta x_n = nx - (X_1 + X_2 + \dots + X_n) \quad (6)$$

$$\text{Hay: } x = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta x_i \quad (7)$$

Vì chưa biết được x nên ta chưa biết được δx_i , cần tìm một giá trị gần giá trị thực x nhất để thay nó tính kết quả sai số. Để làm điều này cần các giả thiết của lý thuyết xác suất:

1. Các sai số ngẫu nhiên có cùng trị số và trái dấu thì có cùng khả năng xuất hiện (cùng xác suất).
2. Sai số ngẫu nhiên có giá trị càng lớn thì có xác suất xuất hiện càng nhỏ.

$$\text{Do đó nếu có số lần đo } n \text{ khá lớn thì } \sum \delta x_i = 0 \quad (8)$$

$$x \approx \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} = \bar{X} \quad (9)$$

Vậy trị trung bình \bar{X} của n lần đo cùng một đại lượng là trị gần đúng nhất so với giá trị thực của đại lượng đó. Khi đó từ (1) ta có:

$$\Delta X = |x - \bar{X}| \quad (10)$$

- Vì chưa biết x nên ta chưa biết được ΔX , nhưng ta có thể tính được giới hạn trên của ΔX . Độ lệch giữa trị trung bình \bar{X} và giá trị của mỗi lần đo là:

$$\Delta X_1 = |\bar{X} - X_1|; \Delta X_2 = |\bar{X} - X_2|; \dots; \Delta X_n = |\bar{X} - X_n| \quad (11)$$

- Giá trị trung bình của độ lệch này là:

$$\overline{\Delta X} = \frac{\Delta X_1 + \Delta X_2 + \dots + \Delta X_n}{n} = \frac{1}{n} \sum \Delta X_i \quad (12)$$

$$\text{Vì } \bar{X} \text{ là giá trị gần trị thực } x \text{ nhất, nên: } \Delta X = |x - \bar{X}| \leq \overline{\Delta X} \quad (13)$$

Như vậy $\overline{\Delta X}$ chính là giới hạn trên của ΔX , ta chọn $\overline{\Delta X}$ làm sai số tuyệt đối của kết quả đo trực tiếp và $\overline{\Delta X}$ được gọi là sai số tuyệt đối trung bình. Kết quả đo trực tiếp là:

$$x = \bar{X} \pm \overline{\Delta X} \quad (14)$$

$$\text{3. Sai số tương đối trung bình là: } \varepsilon = \frac{\overline{\Delta X}}{\bar{X}} \times 100\% \quad (15)$$

Ví dụ 2: Dùng thước kẹp có độ chính xác 0,1 mm đo đường kính, chiều cao của một ống trụ kim loại ta được kết quả của 5 lần đo là:

$$1. D_1 = 21,5(\text{mm}) \quad \Delta D_1 = 0,0 (\text{mm}) \quad h_1 = 62,3(\text{mm}) \quad \Delta h_1 = 0,1(\text{mm})$$

$$2. D_2 = 21,4(\text{mm}) \quad \Delta D_2 = 0,1 (\text{mm}) \quad h_2 = 62,1(\text{mm}) \quad \Delta h_2 = 0,1(\text{mm})$$

$$3. D_3 = 21,7(\text{mm}) \quad \Delta D_3 = 0,2 (\text{mm}) \quad h_3 = 62,2(\text{mm}) \quad \Delta h_3 = 0,0(\text{mm})$$

$$4. D_4 = 21,6(\text{mm}) \quad \Delta D_4 = 0,1(\text{mm}) \quad h_4 = 62,4(\text{mm}) \quad \Delta h_4 = 0,2(\text{mm})$$

$$5. \underline{D_5 = 21,3(\text{mm})} \quad \underline{\Delta D_5 = 0,2 (\text{mm})} \quad \underline{h_5 = 62,1(\text{mm})} \quad \underline{\Delta h_5 = 0,1(\text{mm})}$$

$$\bar{D} = 21,5(\text{mm}) \quad \overline{\Delta D} = 0,1(\text{mm}) \quad \bar{h} = 62,2(\text{mm}) \quad \overline{\Delta h} = 0,1(\text{mm})$$

Vậy kết quả cuối cùng là:

$$D = (21,5 \pm 0,1) \text{mm}$$

$$h = (62,2 \pm 0,1) \text{mm}$$

$$\varepsilon = \frac{\overline{\Delta D}}{D} = 0,5\%$$

$$\varepsilon = \frac{\overline{\Delta h}}{h} = 0,17\%$$

CHÚ Ý:

1. Độ chính xác của dụng cụ đo bằng một nửa độ chia nhỏ nhất trên thang đo của dụng cụ và sai số tuyệt đối giới hạn bằng độ chính xác của dụng cụ. Nhưng với những dụng cụ có độ chia quá nhỏ (như nhiệt kế chia đến $0,01^\circ\text{C}$ thì sai số tuyệt đối giới hạn được lấy bằng một độ chia nhỏ nhất).

Với dụng cụ đo điện như Ampe kế, Vôn kế thì sai số tuyệt đối giới hạn là:

$$\Delta X_{gh} = K \cdot X_m \quad (16)$$

trong đó K là cấp chính xác của dụng cụ (tức là những con số 0,2 ; 0,6 ; 1,5 ghi trên mặt dụng cụ đo); còn X_m là giá trị cực đại cho phép trên mỗi thang đo của dụng cụ.

Ví dụ 3: Với Vôn kế có K = 1,5% (ghi trên dụng cụ là 1,5), nếu sử dụng thang đo là $X_m = 100 \text{mV}$ thì $\Delta X_{gh} = \frac{1,5}{100} \cdot 100 = 1,5 \text{mV}$.

2. Cần tiến hành phép đo trực tiếp nhiều lần sao cho sai số tuyệt đối của phép đo giảm nhỏ tới bằng hoặc gần bằng độ chính xác của dụng cụ.

Đối với những phép đo một lần (ví dụ đo cho những vật chế tạo chính xác cao) ta sẽ gặp phải sai số tuyệt đối bằng không và nhỏ hơn độ chính xác của dụng cụ và đối với phép đo điện bằng các đồng hồ điện ta sử dụng sai số tuyệt đối giới hạn làm sai số của kết quả đo, tức là:

$$x = \overline{X} \pm \Delta X_{gh} \quad (17)$$

Để dàng thấy rằng với mỗi dụng cụ đo điện đã cho thì **sai số tương đối càng lớn nếu bản thân đại lượng phải đo càng nhỏ so với giá trị cực đại X_m** cho phép trên thang đo. Vì thế cần chọn thang đo sao cho đại lượng cần đo bằng khoảng 70 – 80% của X_m .

V. CÁCH TÍNH SAI SỐ CỦA PHÉP ĐO GIÁN TIẾP

- Đo gián tiếp là phép đo mà kết quả được tính qua các công thức Vật lý liên hệ các đại lượng đo trực tiếp.

- Giả sử ta đo đại lượng F liên hệ với các đại lượng x, y, z được đo trực tiếp bởi các hàm số:

$$F = f(x, y, z) \quad (18)$$

Trong đó các đại lượng x, y, z được đo trực tiếp và có kết quả đo là:

$$x = \overline{X} \pm \overline{\Delta X} \quad ; \quad y = \overline{Y} \pm \overline{\Delta Y} \quad ; \quad z = \overline{Z} \pm \overline{\Delta Z} \quad (19)$$

Làm thế nào để tính sai số tuyệt đối trung bình $\overline{\Delta F}$ và sai số tương đối trung bình $\frac{\overline{\Delta F}}{F}$?

Do $\overline{\Delta X} \ll \overline{X}$; $\overline{\Delta Y} \ll \overline{Y}$; $\overline{\Delta Z} \ll \overline{Z}$ cho nên ta có thể xem các sai số này như những vi phân dx, dy, dz của các đại lượng x, y, z. Vì vậy có thể áp dụng phép tính vi phân đối

với hàm số $F = f(x, y, z)$, để tính các sai số $\overline{\Delta F}$ và $\frac{\overline{\Delta F}}{F}$ một cách thuận tiện và nhanh chóng. Thật

$$\text{vậy, vì: } d(\ln F) = \frac{dF}{F} \quad (20)$$

$$\text{nên: } \varepsilon = \frac{\overline{\Delta F}}{F} = \Delta(\ln \overline{F}) \quad (21)$$

Dựa vào công thức (21) ta có thể tính ε của đại lượng F như sau:

1. Lấy $\ln F$ rồi tính $d(\ln F)$ theo công thức (20), rồi gộp các vi phân riêng phần cùng chứa dx, dy, dz lại thành từng nhóm riêng.

2. Thay dx, dy, dz bằng $\overline{\Delta X}, \overline{\Delta Y}, \overline{\Delta Z}$ và thay x, y, z bởi các giá trị $\overline{X}, \overline{Y}, \overline{Z}$; sau đó lấy tổng các giá trị tuyệt đối của tất cả vi phân riêng phần để đảm bảo cho ε có giá trị giới hạn trên.

$$\text{Nhu vậy thì: } \varepsilon = \frac{\overline{\Delta F}}{F} = \left| \frac{1}{F} \cdot \frac{\partial F}{\partial x} \right| \overline{\Delta X} + \left| \frac{1}{F} \cdot \frac{\partial F}{\partial y} \right| \overline{\Delta Y} + \left| \frac{1}{F} \cdot \frac{\partial F}{\partial z} \right| \overline{\Delta Z} \quad (22)$$

trong đó: $\frac{\partial F}{\partial x}; \frac{\partial F}{\partial y}; \frac{\partial F}{\partial z}$ là giá trị trung bình của các đạo hàm riêng phần của hàm số F đối với các biến x, y, z .

3. Sau khi tính ε , ta thay $\overline{X}, \overline{Y}, \overline{Z}$ vào hàm \overline{F} để tính trị trung bình của nó theo:

$$\overline{F} = f(\overline{X}, \overline{Y}, \overline{Z}) \quad (23)$$

Biết ε và \overline{F} ta tính được sai số tuyệt đối trung bình:

$$\overline{\Delta F} = \varepsilon \cdot \overline{F} \quad (24)$$

Kết quả cuối cùng của phép đo gián tiếp là:

$$F = \overline{F} \pm \overline{\Delta F} \quad (25)$$

Phép tính vi phân cho phép tính sai số tuyệt đối ΔF và sai số tương đối $\frac{\Delta F}{F}$ của các hàm F khác nhau (xem bảng sau)

HÀM SỐ	CÔNG THỨC TÍNH SAI SỐ	
	Tuyệt đối (ΔF)	Tương đối ($\varepsilon = \frac{\Delta F}{F}$)
$F = x + y + z$	$\Delta X + \Delta Y + \Delta Z$	$\frac{\Delta X + \Delta Y + \Delta Z}{X + Y + Z}$
$F = x - y$	$\Delta X + \Delta Y$	$\frac{\Delta X + \Delta Y}{X - Y}$
$F = x \cdot y$	$Y\Delta X + X\Delta Y$	$\frac{\Delta X}{X} + \frac{\Delta Y}{Y}$
$F = x \cdot y \cdot z$	$YZ\Delta X + XZ\Delta Y + XY\Delta Z$	$\frac{\Delta X}{X} + \frac{\Delta Y}{Y} + \frac{\Delta Z}{Z}$
$F = x^n$	$nX^{n-1} \cdot \Delta X$	$n \frac{\Delta X}{X}$
$F = \sqrt[n]{x}$	$\frac{1}{n} X^{\frac{1}{n}-1} \cdot \Delta X$	$\frac{1}{n} \cdot \frac{\Delta X}{X}$
$F = \frac{x}{y}$	$\frac{Y\Delta X + X\Delta Y}{Y^2}$	$\frac{\Delta X}{X} + \frac{\Delta Y}{Y}$
$F = \text{Sin}x$	$ \cos X \Delta X$	$ \cot gX \Delta X$
$F = \text{Cos}x$	$ \sin X \Delta X$	$ tgX \Delta X$
$F = \text{tg}x$	$\frac{\Delta X}{\cos^2 X}$	$\frac{2\Delta X}{ \sin 2X }$
$F = \text{cot}gx$	$\frac{\Delta X}{\sin^2 X}$	$\frac{2\Delta X}{ \sin 2X }$

Ví dụ: Tính kết quả và sai số của phép đo thể tích của một ống trụ kim loại: $V = \frac{\pi D^2}{4} \cdot h$

Cho biết kết quả đo trực tiếp đường kính và độ cao h ở ví dụ 2 là $D = (21,5 \pm 0,1)$ mm và $h = (62,2 \pm 0,1)$ mm.

Các tính toán được thực hiện theo thứ tự sau đây:

1. Tính sai số tương đối trung bình

$$\ln V = \ln \pi + 2 \ln D + \ln h - \ln 4$$

$$d(\ln V) = \frac{dV}{V} = \frac{d\pi}{\pi} + 2 \frac{dD}{D} + \frac{dh}{h}$$

$$\varepsilon = \frac{\overline{\Delta V}}{\overline{V}} = \frac{\Delta \pi}{\pi} + 2 \frac{\overline{\Delta D}}{\overline{D}} + \frac{\overline{\Delta h}}{\overline{h}}$$

Biết $\pi = 3,1416\dots$ nhưng vì trong trường hợp này ta có:

$$\frac{\overline{\Delta D}}{\overline{D}} = \frac{0,1}{21,5} \approx 0,005 \quad \text{và} \quad \frac{\overline{\Delta h}}{\overline{h}} = \frac{0,1}{62,2} \approx 0,0017$$

Nên ta chỉ lấy $\pi = 3,14$ nghĩa là chọn: $\frac{\Delta \pi}{\pi} = \frac{0,0016}{3,1416} \approx 0,0006$

Khi đó: $\varepsilon = \frac{\overline{\Delta V}}{\overline{V}} = 0,0006 + 2 \cdot 0,005 + 0,0017 = 0,0123 \approx 1,2\%$

2. Tính giá trị trung bình của phép đo:

$$\overline{V} = \frac{\pi \overline{D}^2}{4} \cdot \overline{h} = 3,14 \cdot \frac{21,5^2}{4} \cdot 62,2 = 225,70 \cdot 10^2 \text{ mm}^3$$

3. Tính sai số tuyệt đối trung bình:

$$\overline{\Delta V} = \varepsilon \cdot \overline{V} = 0,0123 \cdot 225,70 \cdot 10^2 = 2,77 \cdot 10^2 \text{ mm}^3$$

4. Kết quả cuối cùng (đã qui tròn)

$$V = (225,7 \pm 2,8) \cdot 10^2 \text{ mm}^3 \quad \text{với} \quad \overline{\varepsilon} = 1,2\%$$

VI. MỘT SỐ QUI TẮC CẦN LƯU Ý KHI TÍNH TOÁN SAI SỐ

Để nhanh chóng và đỡ phức tạp khi tính toán ta dùng các qui tắc sau:

1. Đối với phép đo trực tiếp thì giá trị trung bình và sai số tuyệt đối trung bình chỉ cần tính tới những con số tương ứng với độ chính xác của dụng cụ đo. Ví dụ khi xác định đường kính D và độ cao h của hình trụ kim loại bằng thước kẹp có độ chính xác 0,1 mm theo các số liệu đã nêu trong thí dụ phần III, ta chỉ cần tính đến những giá trị chính xác tới 0,1 mm, nghĩa là: $D = (21,5 \pm 0,1)$ mm và $h = (62,2 \pm 0,1)$ mm

2. Đối với phép đo gián tiếp, giá trị trung bình và sai số tuyệt đối trung bình chỉ cần tính đến những con số nào phù hợp với giá trị của sai số tương đối trung bình. Còn chính bản thân sai số tương đối trung bình chỉ cần tính hai con số có nghĩa. Mọi con số đều có nghĩa, trừ những con số không nằm ở đầu bên trái của số thập phân. Ví dụ khi xác định thể tích của ống trụ kim loại ta được kết quả $\varepsilon = \frac{\overline{\Delta V}}{\overline{V}} = 0,0123$, thì chỉ có 3 con số 1, 2, 3 là có nghĩa. Theo qui định trên ta qui tròn

$\varepsilon = 0,0123 = 0,012 = 1,2\%$. Trong trường hợp này \overline{V} và $\overline{\Delta V}$ chỉ cần tính đến những giá trị như đã viết trong kết quả cuối cùng của phép đo là:

$$V = \overline{V} \pm \overline{\Delta V} = (225,7 \pm 2,8) \cdot 10^2 \text{ mm}^3$$

3. Để thực hiện qui tắc 1 và 2 ta phải qui tròn những giá trị gần đúng theo qui tắc sau: con số có nghĩa cuối cùng giữ lại sẽ không đổi nếu con số sau nó vừa được bỏ đi nhỏ hơn 5 và phải tăng thêm một đơn vị nếu con số sau nó vừa bỏ đi lớn hơn hoặc bằng 5 (trừ trường hợp con số 5 này lại xuất hiện do sự qui tròn trước đó). Ví dụ khi qui tròn tới phần nghìn thì $0,2345 \approx 0,235$, còn

khí qui tròn tới phần trăm thì $0,2345 \approx 0,235 \approx 0,23$. Phải qui tròn sao cho ε không tăng hoặc giảm quá 10% trị thực của nó. Ví dụ $\varepsilon = 1,2\%$ không thể qui tròn $\varepsilon = 1\%$ vì như vậy $\bar{\varepsilon}$ đã giảm $0,2\% > 10\% \varepsilon = 0,12\%$.

Hơn nữa để tính nhanh chóng giá trị của các đại lượng gần đúng, người ta thực hiện việc qui tròn các con số ngay trong cả các phép tính trung gian của các đại lượng này, trong ví dụ phần V ta đã coi gần đúng:

$$\frac{\overline{\Delta D}}{D} = \frac{0,1}{21,5} = \frac{0,1}{20,0} = 0,005 ; \quad \frac{\overline{\Delta h}}{h} = \frac{0,1}{62,2} = \frac{0,1}{60} = 0,0017$$

4. Trong các công thức xác định các đại lượng gián tiếp ta gặp các đại lượng cho sẵn hoặc hằng số, nếu không có sai số ghi kèm theo thì ta lấy $\Delta X_{gh} = \frac{1}{2}$ đơn vị đo có bậc nhỏ nhất ứng với số cuối của số đo các đại lượng đó. Ví dụ cho sẵn $l = 18,27m$ thì $\Delta l_{gh} = 0,005mm$ và do đó $l = (18,27 \pm 0,005)m$, cho sẵn $D = 1,2 mm$ thì $\Delta D_{gh} = 0,05mm$ và $D = (1,2 \pm 0,05) mm$.

Với các hằng số π , g ta lấy trị của chúng sao cho sai số tương đối của các hằng số đó $\leq \frac{1}{10}$ tổng sai số tương đối của các đại lượng khác có mặt trong công thức liên hệ với hằng số đó. Ví dụ khi xác định thể tích của ống trụ kim loại ở mục V, ta có:

$$\frac{\overline{\Delta V}}{V} = \frac{\Delta \pi}{\pi} + \frac{2 \cdot \overline{\Delta D}}{D} + \frac{\overline{\Delta h}}{h} = \frac{\Delta \pi}{\pi} + 2 \cdot 0,005 + 0,0017$$

Do $2 \cdot 0,005 + 0,0017 = 0,0117$, ta chỉ cần lấy $\pi = 3,14$ là đủ.

$$\text{Vì khi đó } \frac{\Delta \pi}{\pi} = \frac{0,0016}{3,1416} = 0,0006 \frac{1}{10} \cdot 0,0117 = 0,00117$$

Như vậy sau khi đã chọn giá trị thích hợp của hằng số, ta có thể bỏ qua sai số của nó khi tính sai số kết quả của phép đo.

VII. BIỂU DIỄN SAI SỐ VÀ KẾT QUẢ PHÉP ĐO BẰNG ĐỒ THỊ

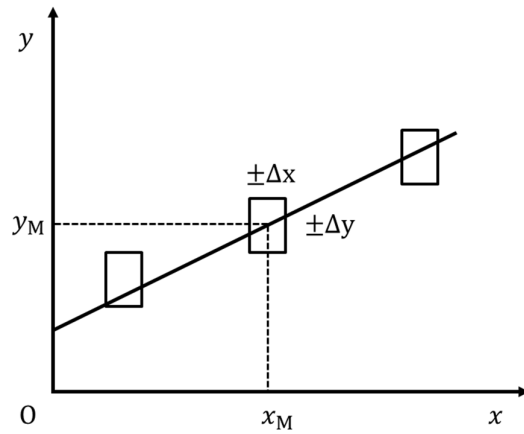
1. Phương pháp đồ thị cho phép tìm qui luật của sự phụ thuộc của đại lượng Vật lý y vào đại lượng Vật lý x , ví dụ $I = f(U)$; $R = f(t^0)$...

a) Đầu tiên ta quan sát và ghi các giá trị của y ứng với các giá trị của x vào bảng số liệu sau:

$X \pm \Delta X$	$Y \pm \Delta Y$

Chú ý

- Lấy ΔX và ΔY bằng các sai số tuyệt đối có giá trị bằng độ chính xác của dụng cụ đo chúng.
- Biểu diễn X và Y lên hệ trục tọa độ vuông góc Oxy .
- Mỗi cặp giá trị X, Y được biểu diễn bởi một điểm trên đồ thị, vẽ các hình chữ nhật sai số có tâm là điểm (x, y) vừa xác định, có cạnh là $2 \Delta x$, $2 \Delta y$ và cuối cùng vẽ một đường cong điều hòa đi qua các hình chữ nhật trên sao cho tâm của các hình chữ nhật phân bố đều hai bên đường cong đó.
- Không nối tâm các hình chữ nhật thành một đường gấp khúc,
- Nếu có một hình chữ nhật sai số lệch khỏi đường cong, ta phải làm lại phép đo tương ứng hoặc loại bỏ hẳn đi nếu biết chắc sai số là do nhầm lẫn.
- Nếu đo được nhiều điểm và phép đo có độ chính xác cao thì không cần vẽ các hình chữ nhật sai số.
- Đường cong vẽ càng thanh nét thì càng chính xác.



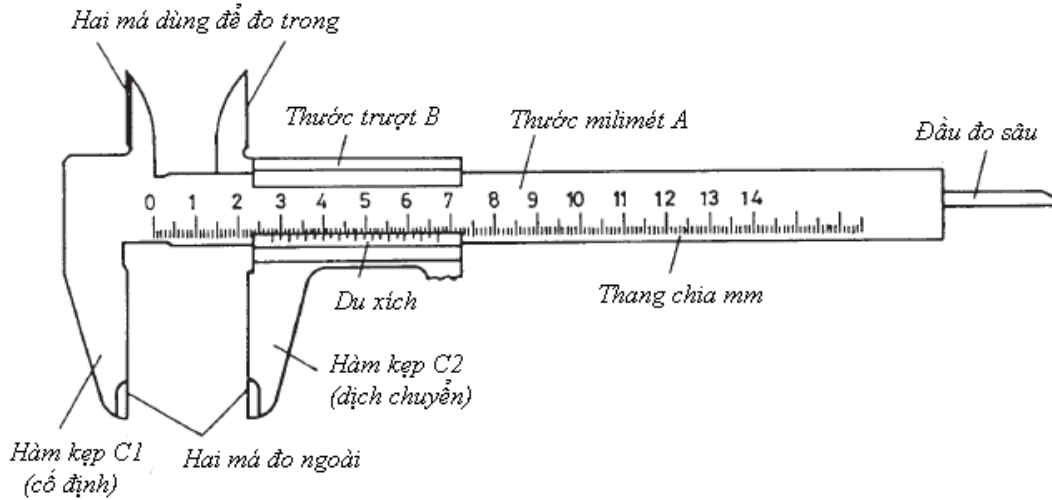
2. Phương pháp đồ thị còn cho phép ta nội suy ra các giá trị của đại lượng y tương ứng với các giá trị của x ngay cả trong trường hợp khi các trị của y không thể xác định trực tiếp được. Muốn vậy từ một điểm trên trục hoành ứng với giá trị x cho trước ta vẽ một đường thẳng song song với trục tung và cắt đường cong $y = f(x)$ tại điểm M , tung độ của điểm M xác định giá trị của đại lượng y tương ứng.

3. Ngoài ra phương pháp đồ thị còn được ứng dụng trong Vật lý để lấy mẫu và chia thang đo của các dụng cụ đo, ví dụ lấy mẫu cặp nhiệt điện, chia độ thang đo của giao thoa kế chất lỏng.

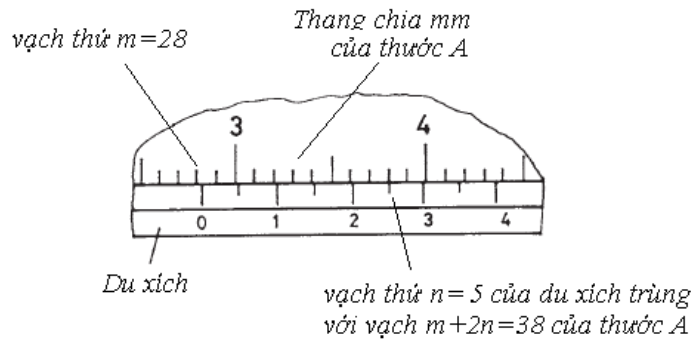
BÀI 1. LÀM QUEN CÁC DỤNG CỤ ĐO CƠ BẢN

I. GIỚI THIỆU

1. Thước kẹp



(a)



Thước kẹp đang chỉ giá trị 28,25mm

(b)

Hình 1.1: Thước kẹp và cách đọc giá trị của thước kẹp

Thước kẹp là một loại dụng cụ dùng đo chính xác kích thước của vật. Cấu tạo của thước kẹp như trên hình 1.1a. Phần chính của nó gồm một thước milimet A gắn với hàm kẹp C₁ và một thước phụ B gọi là du xích gắn với hàm kẹp C₂ có thể dịch chuyển dọc theo thân thước A. Thước kẹp được sử dụng ở phòng thí nghiệm này có du xích B được chia thành N = 20 độ chia nhỏ đều nhau, 20 độ chia này đúng bằng 39 độ chia của thước milimet A. Nếu gọi a = 1mm là giá trị của mỗi độ chia của thước A, b là giá trị mỗi độ chia của du xích B. Theo thiết kế:

$$Nb = (2N - 1)a \text{ hay: } 2a - b = \frac{a}{N} \quad (1.1)$$

Đại lượng $a/N = 1/20 = 0,05 \text{ mm}$ là độ chính xác của thước kẹp. Muốn đo độ dài của vật ta kẹp chặt vật ấy giữa hai hàm kẹp C₁ và C₂. Khoảng cách giữa hai vạch số 0 của hai thước A và B chính bằng chiều dài của vật. Giả sử lúc đó ta thấy vạch số 0 của du xích B nằm giữa vạch thứ m và (m + 1) của thước A thì chiều dài của vật sẽ là:

$$L = ma + n(2a - b) \quad (1.2)$$

$$L = ma + n \frac{a}{N} \quad (1.3)$$

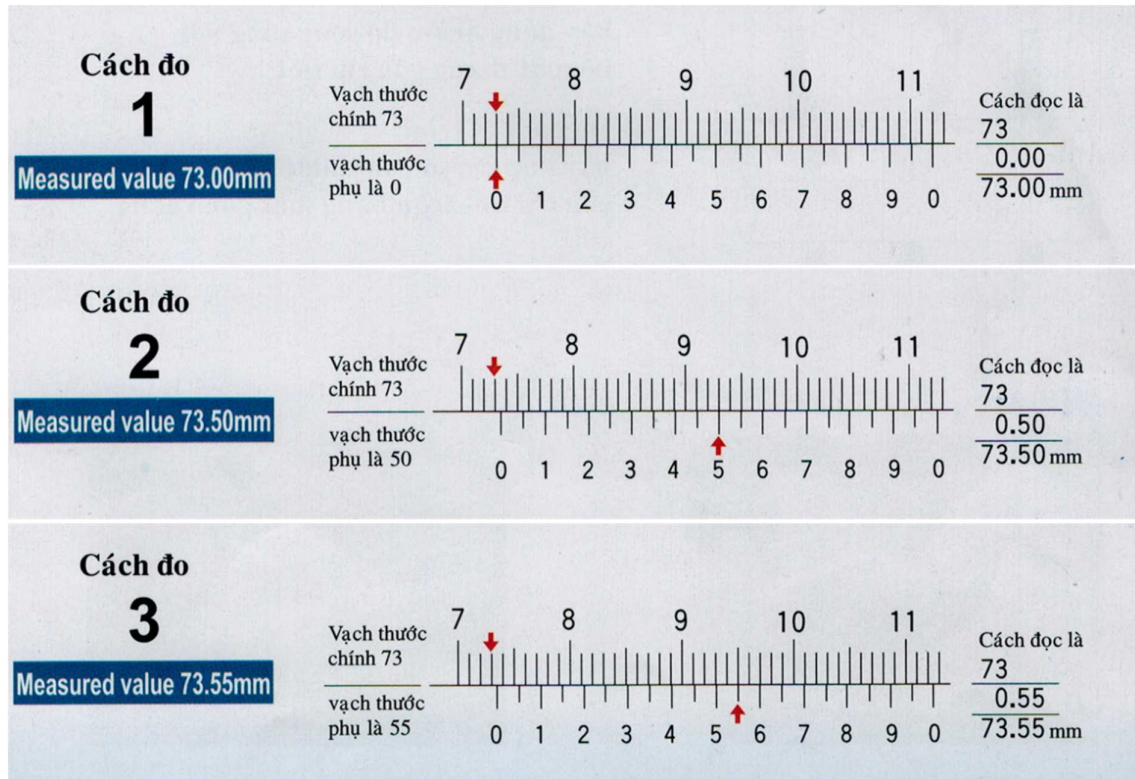
với n là số vạch trên thước du xích B trùng với vạch thứ (m + 2n) của thước A.

Ở hai đầu trên của hai hàm kẹp C_1, C_2 có 2 mỏ dùng để đo đường kính trong hình trụ rỗng. Muốn vậy, ta đặt 2 mỏ vào trong hình trụ và kéo chúng ra cho tới khi tiếp xúc với thành trong của ống theo đường kính. Đọc khoảng cách giữa 2 vạch số 0 ta sẽ được đường kính trong của ống.

Ví dụ trong hình 1.1b, khoảng cách giữa 2 vạch số 0 là 28, và vạch số 5 trên du xích trùng với vạch 38 của thước A. Nên giá trị của thước kẹp lúc này sẽ là :

$$L = 28.1 + 5.1/20 = 28,25 \text{ mm}$$

Để dễ hiểu, sinh viên có thể tham khảo các ví dụ ở hình 1.2 [3]. Ví dụ 1 là cách đọc với giá trị đo là 73.00mm, ví dụ 2 là cách đọc với giá trị đo 73.50mm, ví dụ 3 là cách đọc với giá trị đo là 73.55mm.



Hình 1.2: Cách đọc thước kẹp [1]

2. Thước Panme

Cấu tạo của panme vẽ trên hình 1.2. Phần chính của nó gồm 1 trục vít V được lồng qua lỗ ren của cán thước M. Trên trục vít V có gắn một vỏ hình trụ rỗng, ở đầu vỏ hình trụ này có khắc một thước tròn C chia thành $n = 50$ độ chia đều nhau. Khi quay vít V một vòng, thước tròn C sẽ dịch chuyển một đoạn $a = 0,5\text{mm}$ dọc theo một thước thẳng D chia thành từng nửa mm. Như vậy, mỗi độ chia của thước tròn C có giá trị bằng:

$$\frac{a}{n} = \frac{0,5\text{mm}}{50} = 0,01\text{mm} \quad (1.4)$$

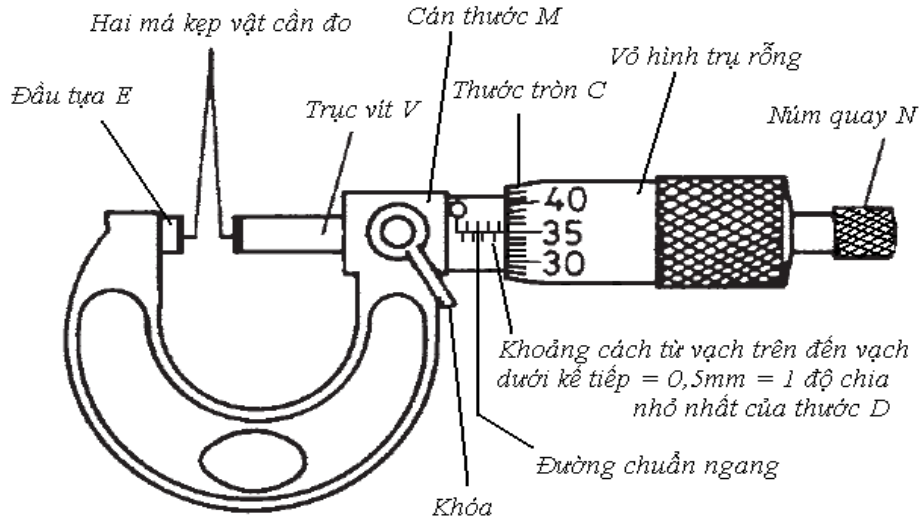
Đại lượng a/n gọi là độ chính xác của panme.

Khi đầu trục vít V chạm sát đầu tựa E của cán thước M, số 0 của thước tròn C phải trùng đúng với đường chuẩn ngang trên thước thẳng D tại vị trí số 0 của thước D. Muốn dùng panme để đo đường kính của viên bi, ta đặt viên bi vào giữa đầu tựa E và đầu trục vít V. Quay nút N để dịch chuyển trục vít V cho tới khi viên bi kẹp vừa đủ chặt.

Đường kính của viên bi khi đó được tính theo công thức:

$$d = k.a + m \frac{a}{n} \quad (1.5)$$

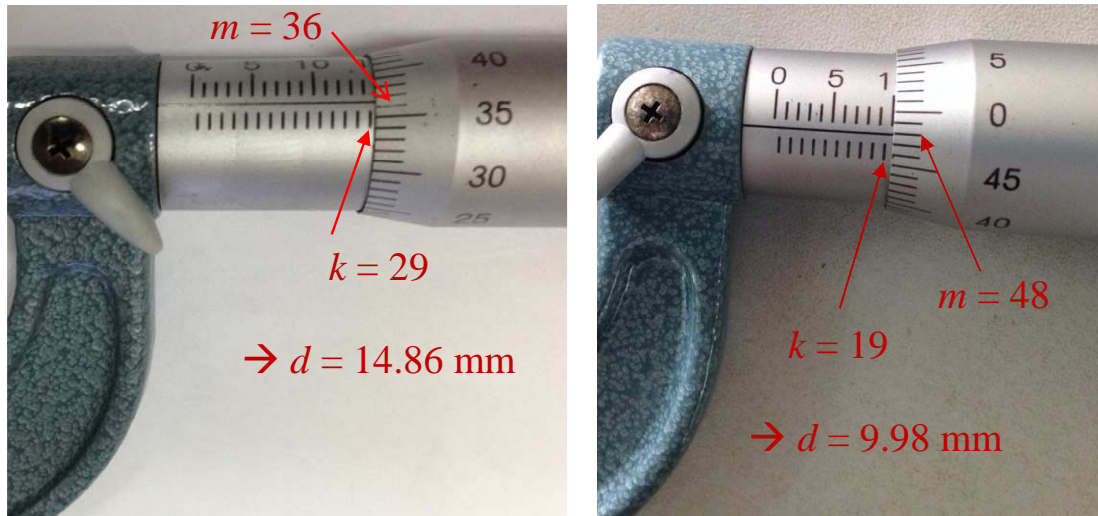
trong đó a là giá trị của một độ chia nhỏ nhất (bằng 0,5mm) khắc trên thước thẳng D , k là số độ chia nhỏ nhất đọc được trên thước D , n là tổng số độ chia trên thước tròn C ($n = 50$), còn m là số thứ tự của vạch chia nào đó trên thước tròn C trùng với đường chuẩn ngang của thước thẳng D .



Hình 1.2. Thước Panme đang chỉ giá trị 4.35 mm

Trong bài thí nghiệm này nếu ta dùng loại panme có $a = 0,5$ mm, $n = 50$ thì công thức (1.5) có dạng:

$$d = \left(0,5.k + \frac{m}{100} \right) \text{ tính ra mm} \quad (1.6)$$



Hình 1.4. Cách đọc thước Panme

Để dễ hiểu, sinh viên có thể tham khảo các ví dụ ở trên hình 1.4. Ví dụ 1 là cách đọc với giá trị đo là 14.86 mm, ví dụ 2 là cách đọc với giá trị đo 9.98 mm.

II. THÍ NGHIỆM

1. Đo kích thước của ống kim loại hình trụ bằng thước kẹp

Sử dụng thước kẹp đo đường kính ngoài D , đường kính trong d và chiều cao h của ống kim loại hình trụ và ghi kết quả vào bảng 1.1.

2. Đo bề dày của tấm thủy tinh bằng thước Panme

Sử dụng thước Panme đo bề dày T của ống tấm thủy tinh và ghi kết quả vào bảng 1.1.

Bảng 1.1

Độ chính xác của thước kẹp =mm Độ chính xác của Panme =mm								
Lần đo	Ống kim loại						Tám thủy tinh	
	D	ΔD	d	Δd	h	Δh	T	ΔT
1								
2								
3								
4								
5								
T.Bình	\bar{D}	$\overline{\Delta D} =$	$\bar{d} =$	$\overline{\Delta d} =$	$\bar{h} =$	$\overline{\Delta h} =$	$\bar{T} =$	$\overline{\Delta T} =$

Kết quả:

- Đường kính ngoài ống kim loại hình trụ:

$$D = \bar{D} \pm \overline{\Delta D} =$$

- Đường kính trong ống kim loại hình trụ:

$$d = \bar{d} \pm \overline{\Delta d} =$$

- Chiều cao ống kim loại hình trụ:

$$h = \bar{h} \pm \overline{\Delta h} =$$

- Bề dày tám thủy tinh:

$$T = \bar{T} \pm \overline{\Delta T} =$$

BÀI 2. ĐO ĐIỆN TRỞ BẰNG PHƯƠNG PHÁP CẦU WHEATSTONE

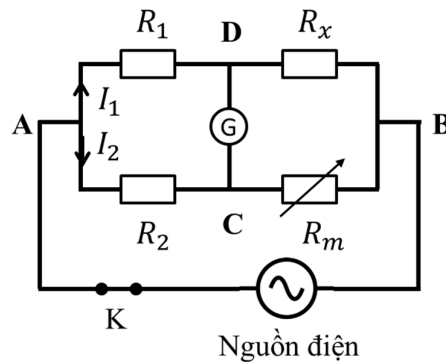
Dụng cụ

STT	Tên dụng cụ	Số lượng
1	Bảng lắp ráp có đục lỗ	1
2	Biến trở	1
3	Máy phát âm tần	1
5	Điện trở cần đo (R_{x1} và R_{x2})	2
6	Điện trở mẫu	3
7	Tai nghe	1
8	Điện kế chính xác	1
9	Thanh nối	7

I. LÝ THUYẾT THÍ NGHIỆM VÀ PHƯƠNG PHÁP ĐO

Đo điện trở bằng mạch cầu Wheatstone là một phương pháp chính xác và phổ biến trong các phòng thí nghiệm Vật lý.

Sơ đồ mạch cầu gồm hai đoạn mạch ACB và ADB mắc song song được nối với nguồn điện như mô tả trong hình 2.1. Hai đoạn mạch này có hai điện trở đã biết trị số R_1 và R_2 , một biến trở R_m , và một điện trở R_x cần đo. Điểm C và D nối với nhau bằng một điện kế nhạy G. Đoạn mạch CGD gọi là cầu. Nguồn điện được sử dụng trong bài này là nguồn xoay chiều, được lấy ra từ máy phát âm tần (phát ra dòng điện có tần số nằm trong dãy tần số âm thanh). Khi đóng khóa K, điện thế ở hai điểm C và D khác nhau. Khi đó, trong mạch cầu có dòng điện chạy qua, kim điện kế lệch khỏi vị trí cân bằng (vị trí số 0) của nó. Tuy nhiên ta có thể chọn được những giá trị của biến trở R_m sao cho điện thế tại hai điểm C và D bằng nhau. Khi đó, kim điện kế G sẽ chỉ số 0, hay dòng điện qua cầu bằng 0. Ta nói cầu đã cân bằng.



Hình 2.1: Sơ đồ mạch cầu Wheatstone

Khi cầu cân bằng ta có:

$$U_{AD} = U_{AC}$$

$$U_{DB} = U_{CB}$$

với U_{AD} , U_{AC} , U_{DB} và U_{CB} là hiệu điện thế giữa hai đầu các đoạn mạch AD, AC, DB và CB. Áp dụng định luật Ôm đối với các đoạn mạch nói trên. Ta có:

$$I_1 R_1 = I_2 R_2 \quad (2.1)$$

$$I_1 R_x = I_2 R_m \quad (2.2)$$

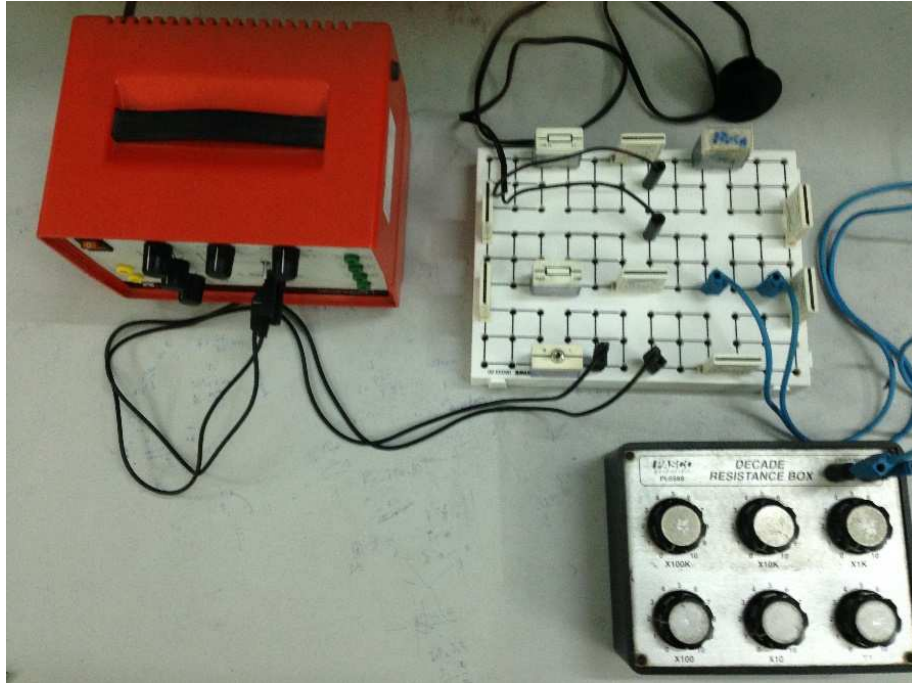
Trong đó I_1 và I_2 là cường độ dòng điện chạy trong các nhánh ADB và ACB. Từ biểu thức (2.1) và (2.2) suy ra:

$$R_x = \frac{R_1}{R_2} R_m \quad (2.3)$$

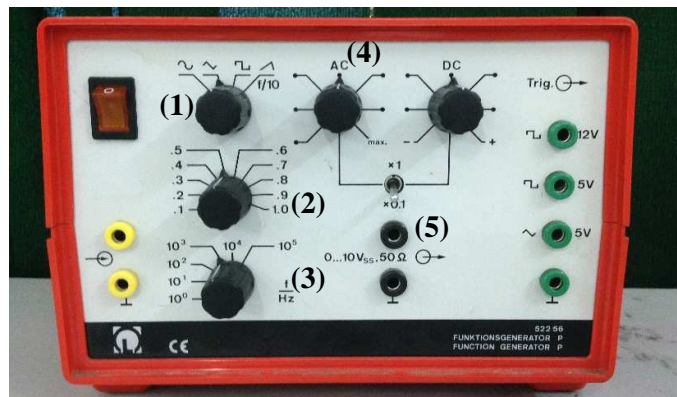
Khi biết trị số R_1 và R_2 (hoặc tỉ số giữa chúng) và R_m thì ta tính được trị số R_x . Như vậy, thực chất của phương pháp đo điện trở bằng cầu Wheatstone là so sánh điện trở chưa biết R_x với điện trở mẫu R_m . Các điện trở R_1 , R_2 , và R_m được chế tạo với độ chính xác cao và điện kế G rất nhạy (trước tiên được thay thế bằng một tai nghe để bảo vệ điện kế khỏi bị hư hỏng) cho phép ta xác định chính xác trị số điện trở cần đo R_x .

II. MÔ TẢ DỤNG CỤ

Mạch điện được mắc như hình 2.2. Bảng đục lỗ được chế tạo với các lỗ được bố trí đối xứng. Những đường nét liền nối các lỗ cho biết giữa các lỗ này đã có dây nối ngầm ở phía trong.



Hình 2.2: Sơ đồ mắc mạch cầu Wheatstone



Hình 2.3: Máy phát âm tần

Máy phát âm tần được mô tả trên hình hình 2.3. Chọn tín hiệu xoay chiều từ máy phát bằng nút (1). Tần số của sóng phát được điều chỉnh bởi hai nút (2) và (3). Nút (4) dùng để điều chỉnh biên độ. Sóng âm được lấy ra qua hai lỗ số (5).

Trong hình 2.2, tai nghe được dùng thay cho điện kế để tránh dòng quá lớn chạy qua điện kế khi mạch cầu chưa cân bằng.

Từ biểu thức (2.3) ta thấy có hai cách điều chỉnh cho cầu cân bằng.

1. Cách thứ nhất: Đặt R_m một giá trị xác định rồi thay đổi tỉ số $\frac{R_1}{R_2}$
2. Cách thứ hai: Đặt tỉ số $\frac{R_1}{R_2}$ xác định rồi thay đổi giá trị của R_m .

Trong bài thí nghiệm này ta làm theo cách thứ hai. Điện trở mẫu R_m là một hộp điện trở có giá trị đầu ra thay đổi được từ $0 \rightarrow \sim 10^6 \Omega$. Để tận dụng hết thang đo R_m và nhằm tăng tính chính xác của phép đo, ta nên chọn các điện trở R_1 và R_2 sao cho $R_2 > R_1$.

III. TRÌNH TỰ THÍ NGHIỆM

Trong bài thí nghiệm này, ta cần đo chính xác giá trị của hai điện trở R_{x1} và R_{x2} . Sau đó, ta tiếp tục đo điện trở tương đương của mạch R_{x1} mắc nối tiếp R_{x2} (R_{x1} nt R_{x2}), và mạch R_{x1} mắc song song R_{x2} ($R_{x1} // R_{x2}$). Từ các kết quả trên, ta nghiệm lại công thức:

$$R_{nt} = R_{x1} + R_{x2}$$

$$R_{//} = \frac{R_{x1} R_{x2}}{R_{x1} + R_{x2}}$$

Đo giá trị của điện trở R_{x1} chưa biết theo trình tự sau đây:

1. Chọn giá trị tương ứng của R_1 và R_2 sao cho $R_2 > R_1$. Đưa giá trị của biến trở R_m về 0. Mắc mạch điện theo sơ đồ hình (2.2).

Chú ý: trước tiên ta phải dùng tai nghe thay cho điện kế.

2. Sau khi mắc mạch xong phải báo cáo với giáo viên kiểm tra trước khi cắm điện.
3. Áp tai nghe vào tai và theo dõi âm thanh phát ra. Nếu âm thanh phát ra từ tai nghe rõ, không bị chói tai thì không cần điều chỉnh máy phát âm tần. Nếu không có âm thanh phát ra từ tai nghe: (1) kiểm tra lại độ chính xác của mạch điện đã mắc; (2) điều chỉnh tần số sóng âm và biên độ trên máy phát âm tần sao cho âm thanh phát ra nghe rõ nhất (không bị chói tai do tần số quá cao hoặc khó nghe do tần số quá thấp).
4. Điều chỉnh giá trị của biến trở R_m sao cho độ to âm thanh trong tai nghe giảm dần. Đầu tiên ta nên thử với nút điều chỉnh $\times 100 \Omega$, rồi đến các nút có giá trị nhỏ hơn. Khi âm thanh phát ra từ tai nghe tắt hẳn, ta mới chuyển sang bước tiếp theo.
5. Ngắt điện cho mạch cầu bằng cách chuyển khóa K sang vị trí 0. Khởi động điện kế bằng cách bật công tắc qua vị trí ngoài cùng bên phải. Thay tai nghe bằng điện kế.
6. Cấp lại điện cho mạch cầu bằng cách chuyển khóa K sang vị trí 1. Tiếp tục điều chỉnh biến trở R_m để kim điện kế hoàn toàn trùng với số 0.

Chú ý: Sau khi thay tai nghe bằng điện kế, nếu kim điện kế chỉ một giá trị nhỏ (góc lệch của kim điện kế nhỏ), ta chỉ điều chỉnh nút “ $\times 1 \Omega$ ” để tránh thay đổi dòng điện đột ngột qua điện kế. Nếu kim điện kế chỉ một giá trị lớn (góc lệch của kim điện kế lớn) và thay đổi không đáng kể khi đã điều chỉnh nút “ $\times 1 \Omega$ ” thì SV có thể điều chỉnh nút “ $\times 10 \Omega$ ” trước.

7. Ghi các giá trị R_1 , R_2 , và R_m vào bảng số liệu 2.1.
8. Ngắt điện cho mạch cầu bằng cách chuyển khóa K sang vị trí 0. Thay các điện trở R_1 và R_2 sao cho $R_2 > R_1$.
Lặp lại các bước thí nghiệm từ 1 đến 7.
Thay đổi các điện trở R_1 và R_2 sao cho $R_2 > R_1$ một lần nữa và lặp lại các bước thí nghiệm từ 1 đến 7.
9. Thay điện trở R_{x1} bằng điện trở cần đo R_{x2} . Lặp lại các bước thí nghiệm từ 1 đến 8.
10. Tiến hành các bước thí nghiệm tương tự cho R_{nt} (R_{x1} nt R_{x2}) và R_{ss} ($R_{x1} // R_{x2}$).

Chú ý: Trước khi thay đổi điện trở trên mạch cầu, SV phải ngắt mạch điện ra khỏi nguồn bất cách chuyển khóa K sang vị trí 0. Phải chắc chắn dòng điện chạy qua điện kế có cường độ rất nhỏ mới được phép chuyển khóa K sang vị trí 1.

IV. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM VÀ TÍNH TOÁN

1. Bảng số liệu 2.1

Mẫu đo	Lần đo	R_1	R_2	R_m	R_x	ΔR_x
R_{x1}	1					
	2					
	3					
R_{x2}	1					
	2					
	3					
$R_{nt} \equiv R_{x1} \text{ nt } R_{x2}$	1					
	2					
	3					
$R_{ss} \equiv R_{x1} // R_{x2}$	1					
	2					
	3					

2. Tính sai số và kết quả

a. Tính R_{x1} , R_{x2} , R_{nt} , R_{ss} ở 3 lần đo theo công thức (2.3) (dựa vào các giá trị của các đại lượng đo trực tiếp tương ứng) rồi tính giá trị trung bình của chúng.

b. Tính sai số tuyệt đối: ΔR_{x1} , ΔR_{x2} , ΔR_{nt} , ΔR_{ss} dựa vào kết quả của 3 lần tính R_x tương ứng theo công thức: $\Delta R_x = |\overline{R_x} - R_x|$ (giống như cách tính sai số tuyệt đối của phép đo trực tiếp).

c. Tính giá trị trung bình của ΔR_{x1} , ΔR_{x2} , ΔR_{nt} , ΔR_{ss} .

3. Kết quả

Ghi các kết quả tính toán theo mẫu bên dưới. Nhận xét về biểu thức tính điện trở nối tiếp và điện trở song song.

$$R_{x1} = \overline{R_{x1}} \pm \overline{\Delta R_{x1}} = \dots \pm \dots (\Omega)$$

$$R_{x2} = \overline{R_{x2}} \pm \overline{\Delta R_{x2}} = \dots \pm \dots (\Omega)$$

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

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

V. CÂU HỎI CHUẨN BỊ BÀI, BÁO CÁO THÍ NGHIỆM, VÀ KIỂM TRA

1. Mục đích của bài thí nghiệm này là gì? Để đạt được mục đích đó, bài thí nghiệm này sử dụng phương pháp đo nào?

2. Nêu ngắn gọn cơ sở lý thuyết của phương pháp đo trên.

3. Nêu rõ vai trò, chức năng của từng dụng cụ thí nghiệm được sử dụng trong thí nghiệm.

4. Vẽ mạch cầu (tương tự như hình 2.1) để đo giá trị của $(R_{x1} \text{ nt } R_{x2})$

5. Vẽ mạch cầu (tương tự như hình 2.1) để đo giá trị của $(R_{x1} // R_{x2})$.

6. Để thu được các đại lượng cần đo, ta cần tiến hành thí nghiệm theo trình tự nào?

7. Thực hiện các bước tính toán kết quả thí nghiệm và sai số như gợi ý trong mục IV.

8. Trong bài thí nghiệm này, sai số của phép đo nào ảnh hưởng lớn nhất đến sai số cuối cùng.

BÁO CÁO THÍ NGHIỆM BÀI 2

BÀI 3. KHẢO SÁT TỪ TRƯỜNG TRONG ỐNG DÂY DẪN THẲNG

Dụng cụ thí nghiệm

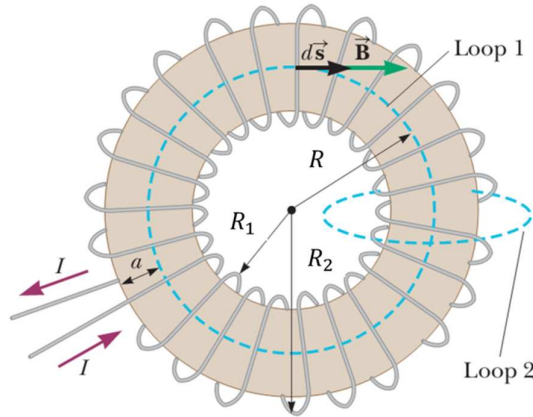
STT	Tên dụng cụ	Số lượng
1	Ống dây đã biết số vòng dây	1
2	Ống dây chưa biết số vòng dây	1
3	Giá đỡ	1
4	Máy đo từ trường	1
5	Đầu đo từ trường và dây nối	1
6	Nguồn điện một chiều	1
7	Dây nối	2

I. LÝ THUYẾT THÍ NGHIỆM VÀ PHƯƠNG PHÁP ĐO

1. Từ trường trong ống dây hình xuyên

Các ống dây gồm nhiều vòng dây quấn trên các lõi hình xuyên hoặc ống dây dẫn thẳng được dùng phổ biến trong kỹ thuật để tạo ra từ trường.

Xét cuộn dây hình xuyên có N vòng dây, có bán kính trong và bán kính ngoài lần lượt là R_1 và R_2 như trong hình 3.1. Trong cuộn dây có dòng điện cường độ I chạy qua.



Hình 3.1: Cuộn dây hình xuyên có bán kính trong và ngoài lần lượt là R_1 và R_2 [2]

Lấy O làm tâm vẽ đường tròn (C) có bán kính R sao cho $R_1 < R < R_2$. Đường tròn này nằm trong lòng ống dây. Do tính đối xứng của cuộn dây, vectơ cảm ứng từ \vec{B} trên mọi điểm của đường tròn (C) đều có độ lớn như nhau, có phương tiếp tuyến với đường tròn (C) tại điểm đang xét, và có chiều được xác định theo quy tắc vụn nút chai.

Trên diện tích bao bởi đường cong kín (C) có N vòng dây xuyên qua nghĩa là có N dòng điện cường độ I xuyên qua cùng chiều. Do đó, theo định lý Ampere, ta có:

$$\oint_{(C)} \vec{B} d\vec{s} = \mu\mu_0 NI$$

với $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ H/m là độ từ thẩm tuyệt đối của chân không, μ là độ từ thẩm tương đối của môi trường. μ phụ thuộc vào các môi trường khác nhau. Trong không khí, $\mu = 1$, trong sắt từ, μ có giá trị khoảng vài nghìn.

Ta có:

$$\oint_{(C)} \vec{B} d\vec{s} = \oint_{(C)} B ds = B \oint_{(C)} ds = B 2\pi R$$

Do đó, ta suy ra,

$$B = \mu\mu_0 NI / 2\pi R \quad (3.1)$$

2. Mở rộng cho trường hợp ống dây dẫn thẳng

Gọi $n_0 = N/2\pi R$ là mật độ vòng dây của hình xuyên. Từ phương trình (3.1), ta suy ra:

$$B = \mu\mu_0 n_0 I$$

Một ống dây dẫn thẳng dài có thể xem như một đoạn của cuộn dây hình xuyên có các bán kính trong và ngoài vô cùng lớn: $R_1 = R_2 = \infty$. Do đó, cảm ứng từ trong ống dây dẫn thẳng cũng được xác định theo biểu thức:

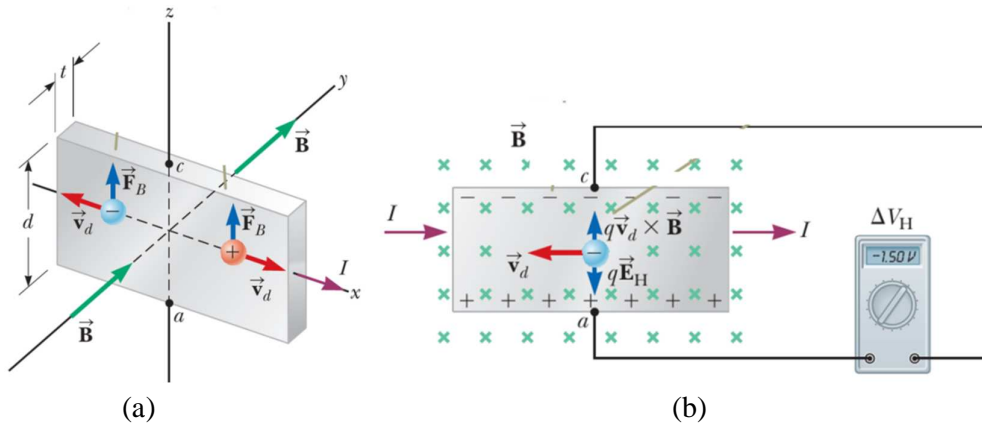
$$B = \mu\mu_0 n_0 I \quad (3.2)$$

trong đó: $n_0 = N/l$, với l là chiều dài của ống dây thẳng và N số vòng dây trên ống dây đó.

3. Hiệu ứng Hall

Trong bài thí nghiệm này, nguyên tắc đo từ trường trong ống dây dẫn thẳng dựa vào hiệu ứng Hall. Hiệu ứng Hall được mô tả vắn tắt như sau:

Đầu đo Hall là một vật dẫn (thông thường vật dẫn là một chất bán dẫn đơn tinh thể) dạng hình khối hộp chữ nhật có chiều rộng d , bề dày t . Giả sử đầu đo Hall được đặt trong một từ trường đều có vectơ cảm ứng từ \vec{B} hướng theo phương y và có dòng điện I_H chạy theo phương x như mô tả trong hình 3.2a. Nếu hạt mang điện là các electron chuyển động ngược chiều x với vận tốc \vec{v} thì chúng sẽ chịu tác dụng bởi lực từ (lực Lorentz) $\vec{F}_B = -e(\vec{v} \times \vec{B})$ hướng lên phía trên và có độ lớn: $F_B = evB$. Lực từ kéo các electron chuyển động lên phía trên nên làm cho phần mặt trên tích điện âm và phần mặt dưới tích điện dương. Sự tích tụ của các điện tích trái dấu ở hai mặt của đầu đo Hall tạo ra một hiệu điện thế $\Delta V = V_a - V_c$ như trong hình 3.2b. Hiệu điện thế này được gọi là hiệu điện thế Hall.



Hình 3.2: Hiệu ứng Hall [2]

Điện trường \vec{E} tạo bởi điện tích trái dấu:

$$E = \frac{V_a - V_c}{d}$$

bên trong đầu đo và hướng từ dưới lên trên. Điện trường này tác dụng lên các electron lực điện trường

$$F_E = eE = e \frac{V_a - V_c}{d}$$

hướng xuống dưới. Khi cân bằng, lực điện trường sẽ cân bằng với lực từ:

$$evB = eE$$

Hay:

$$V_a - V_c = vdB$$

Cường độ dòng điện chạy qua đầu đo Hall được tính theo công thức:

$$I_H = tdnev.$$

với n là mật độ hạt mang điện (electron) bên trong đầu đo Hall. Do đó:

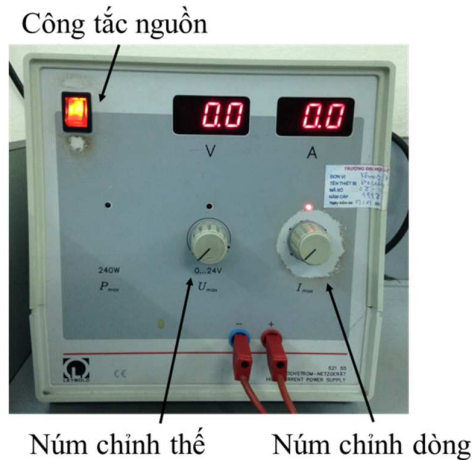
$$V_a - V_c = \frac{1}{ne} \frac{I_H B}{t}$$

Các thông số n và t của đầu đo Hall đều cho trước. Nếu giữ nguyên trị số dòng điện I_H , thông qua việc đo hiệu điện thế $V_a - V_c$, ta sẽ tính được giá trị của cảm ứng từ B .

II. MÔ TẢ DỤNG CỤ

1. Nguồn điện một chiều (DC)

Bộ nguồn cung cấp dòng một chiều ổn định có 2 nút điều chỉnh hiệu điện thế và dòng điện như trong hình 3.3. Trước khi mở công tắc nguồn điện cho máy hoạt động, ta phải vặn 2 nút này về vị trí 0. Để có dòng điện ổn định phải điều chỉnh đồng thời 2 nút này thật nhẹ nhàng và cẩn thận.



Hình 3.3: Nguồn điện một chiều (DC)

2. Máy đo từ trường

Mặt trước của máy đo từ trường được mô tả trong hình 3.4. Đơn vị đo từ trường hiển thị trên máy là mT ($1 \text{ mT} = 10^{-3} \text{ T}$).

Để sử dụng máy đo, ta thực hiện theo các bước sau:

- Bật công tắc nguồn điện phía sau cho máy hoạt động.
- Vặn nút chọn thang đo sang thang đo thấp nhất ứng với số 20 ở bên trái.
- Chọn Direct Field

- Máy đo từ trường rất nhạy với từ trường bên ngoài. Vì vậy, khi khởi động máy, màn hình hiển thị có thể chỉ khác 0. Ta cần điều chỉnh máy (chuẩn điểm 0) để màn hình hiển thị số 0.00 như trong hình 3.4. Cụ thể như sau: Nếu giá trị hiển thị trên màn hình lớn, ta vặn nút chỉnh thô (1) qua trái (hoặc qua phải). Nếu giá trị hiển thị trên màn hình nhỏ và gần bằng 0, ta vặn nút chỉnh tinh (2) qua trái (hoặc qua phải).

Lưu ý: Trong quá trình chuẩn điểm 0, cường độ dòng điện trong ống dây phải được chỉnh về 0.



Hình 3.4: Máy đo từ trường

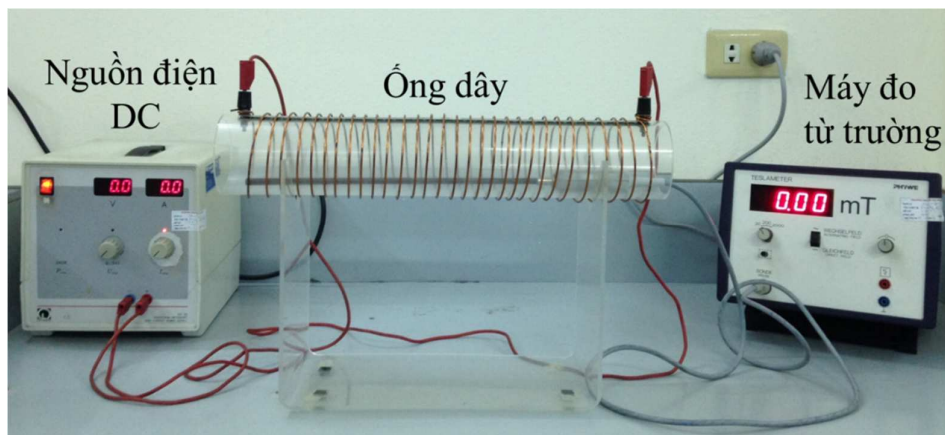
3. Thanh đo từ trường

Thanh đo từ trường có gắn đầu đo Hall (được mô tả ở phần I) ở đầu mút của thanh. Để đo được từ trường, đầu mút của thanh phải được đặt ở vị trí cần đo và bề mặt của nó luôn vuông góc với đường sức từ trường.

Chú ý: Vật dẫn và các điện cực tạo nên đầu đo rất dễ gãy và hỏng, do đó phải rất nhẹ nhàng khi thao tác đo đạc.

4. Sơ đồ ghép nối

Các dụng cụ được ghép nối với nhau theo sơ đồ hình 3.5.



Hình 3.5: Sơ đồ lắp đặt thí nghiệm đo từ trường trong ống dây

III. TRÌNH TỰ THÍ NGHIỆM

1. Khảo sát phân bố từ trường trong ống dây

Cuộn dây dùng trong thí nghiệm này có 30 vòng, ở hai đầu được gắn với hai chốt để nối với nguồn điện. Hai chốt có thể di chuyển dọc theo rãnh của lõi ống dây. Do vậy ta có thể thay đổi chiều dài ống dây từ 10 cm đến 40 cm.

Trình tự thí nghiệm như sau:

- Điều chỉnh 2 chốt để ống dây có chiều dài cực đại 40 cm.
- Nối ống dây với nguồn điện.
- Điều chỉnh nguồn điện để có cường độ dòng điện $I = 0$ A. Chuẩn máy đo từ trường về 0.
- Điều chỉnh nguồn điện để có cường độ dòng điện $I = 5$ A.
- Đo giá trị của vectơ cảm ứng từ \vec{B} bắt đầu từ mép bên trái của ống dây, ứng với vị trí $x = 0$. Di chuyển đầu đo dần sang phải, cứ 4cm ghi một giá trị của \vec{B} vào bảng 3.1

2. Khảo sát sự phụ thuộc của vectơ \vec{B} vào cường độ dòng điện I

Trình tự thí nghiệm như sau:

- Điều chỉnh 2 chốt để chiều dài ống dây vừa đúng 30 cm. Rải các vòng dây trải đều trên ống dây.
- Đặt đầu đo Hall vào điểm giữa của ống dây.
- Điều chỉnh nguồn điện để có cường độ dòng điện $I = 0$ A. Chuẩn máy đo từ trường về 0.
- Điều chỉnh nguồn điện để cường độ dòng điện tăng từ 0 đến 6 A. Với mỗi bước nhảy 1 A, ta ghi giá trị của cảm ứng từ \vec{B} vào bảng 3.2.
- Lặp lại phép đo trên thêm 2 lần.

3. Tính mật độ vòng dây của ống dây

Trình tự thí nghiệm như sau:

- Thay ống dây nói trên bằng một ống dây khác không rõ mật độ vòng dây.
- Lặp lại các bước đo đạc như ở mục 2. Ghi kết quả thí nghiệm vào bảng 3.3.

III. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM VÀ TÍNH TOÁN

- Độ chính xác của máy đo từ trường: (mT)

- Độ chính xác của cường độ dòng điện: (A)

1. Bảng 3.1: Phân bố từ trường trong ống dây

x (cm)	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36
B (mT)										

Vẽ đồ thị phụ thuộc của giá trị véc tơ \vec{B} vào khoảng cách x . Từ đó suy ra ống dây cho từ trường đều ở vùng nào?

2. Bảng 3.2: Sự phụ thuộc của vectơ \vec{B} vào cường độ dòng điện I

I (A)		1	2	3	4	5	6
B (mT)	Lần 1						
	Lần 2						
	Lần 3						
\bar{B} (mT)							
$\Delta\bar{B}$ (mT)							
k							

- Tính giá trị trung bình của B ứng với mỗi giá trị của I .
- Vẽ đồ thị phụ thuộc $\bar{B} = \bar{B}(I)$. Trên đồ thị có biểu diễn sai số $\Delta\bar{B}$.
- Tính hệ số góc k của đường $\bar{B} = \bar{B}(I)$. Ghi kết quả vào bảng 3.2.

$$k_i = \frac{\Delta B}{\Delta I} = \frac{B_i - 0}{I_i - 0} = \frac{B_i}{I_i}$$

với $i = 1 \rightarrow 6$.

- Tính giá trị trung bình \bar{k} và n_0 . So sánh \bar{k} với giá trị thu được từ công thức (3.2) và nhận xét:

$$k = \frac{B}{I} = \mu\mu_0 n_0$$

3. Bảng 3.3: Tính mật độ vòng dây

I (A)		1	2	3	4	5	6
B (mT)	Lần 1						
	Lần 2						
	Lần 3						
\bar{B} (mT)							
$\Delta\bar{B}$ (mT)							
k							

- Lặp lại các bước tính toán như trong mục 2.
- Từ giá trị trung bình \bar{k} , tính mật độ vòng dây của ống dây trên.

V. CÂU HỎI CHUẨN BỊ BÀI, BÁO CÁO THÍ NGHIỆM, VÀ KIỂM TRA

1. Mục đích của bài thí nghiệm này là gì? Để đạt được mục đích đó, bài thí nghiệm này sử dụng phương pháp đo nào?
2. Nêu ngắn gọn cơ sở lý thuyết của phương pháp đo trên.
3. Nêu rõ vai trò, chức năng của từng dụng cụ thí nghiệm được sử dụng trong thí nghiệm.
4. Để thu được các đại lượng cần đo, ta cần tiến hành thí nghiệm theo trình tự nào?
5. Thực hiện các bước tính toán kết quả thí nghiệm, vẽ đồ thị, và tính sai số như gợi ý trong mục IV.
6. Trong bài thí nghiệm này, sai số của phép đo nào ảnh hưởng lớn nhất đến sai số cuối cùng?

BÁO CÁO THÍ NGHIỆM BÀI 3

BÀI 4. ĐO CHIẾT SUẤT CỦA BẢN THỦY TINH BẰNG KÍNH HIỂN VI

Dụng cụ thí nghiệm

STT	Dụng cụ	Số lượng
1	Kính hiển vi có độ chính xác 0.001 mm	1
2	Thước Panme có độ chính xác 0.01mm	1
3	Nguồn sáng	1
4	Bản thủy tinh cân đo chiết suất	1

I. LÝ THUYẾT MỞ ĐẦU

Để hiểu được bản chất của bài đo chiết suất của bản thủy tinh bằng kính hiển vi chúng ta tìm hiểu sơ lược cơ sở lý thuyết của nó.

Chiếu một tia sáng đơn sắc SI truyền qua hai môi trường trong suốt, đồng tính, đẳng hướng (1) và (2), khi tới điểm I nằm trên mặt phân cách AB của hai môi trường đó, tia sáng SI bị tách thành hai tia sáng khác nhau (xem hình 4.1): Tia phản xạ IR₁ và tia khúc xạ IR₂

Phương truyền của những tia sáng này tuân theo định luật phản xạ và khúc xạ của Đề Các. Cụ thể như sau:

- Tia phản xạ IR₁ và tia khúc xạ IR₂ đều nằm trong mặt phẳng tới SIN (xác định bởi tia tới SI và pháp tuyến IN của mặt phân cách AB tại điểm tới I).

- Góc phản xạ $i' = R_1\hat{IN}$ bằng góc tới $i = S\hat{IN}$: $i = i'$ (4.1)

- Góc khúc xạ $r = R_2\hat{IN}'$ liên hệ với góc tới i bởi hệ thức: $\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{v_1}{v_2}$ (4.2)

trong đó v_1 và v_2 lần lượt là vận tốc ánh sáng trong môi trường (1) và (2).

Đối với hai môi trường cho trước và ánh sáng đơn sắc cho trước, ta có:

$$v_1/v_2 = const = n_{21}$$

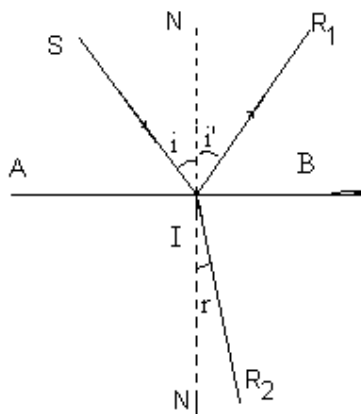
với hằng số n_{21} gọi là chiết suất tỷ đối của môi trường (2) đối với môi trường (1).

Chiết suất tuyệt đối của môi trường gọi tắt là chiết suất của môi trường chính là chiết suất tỷ đối của môi trường đó đối với chân không (hay không khí).

$$\frac{c}{v} = const = n = \frac{\sin i}{\sin r} \quad (4.3)$$

trong đó, c và v lần lượt là vận tốc ánh sáng trong chân không và trong môi trường.

Chiết suất phụ thuộc vào bước sóng của ánh sáng đơn sắc và tính chất của môi trường tia sáng truyền qua.

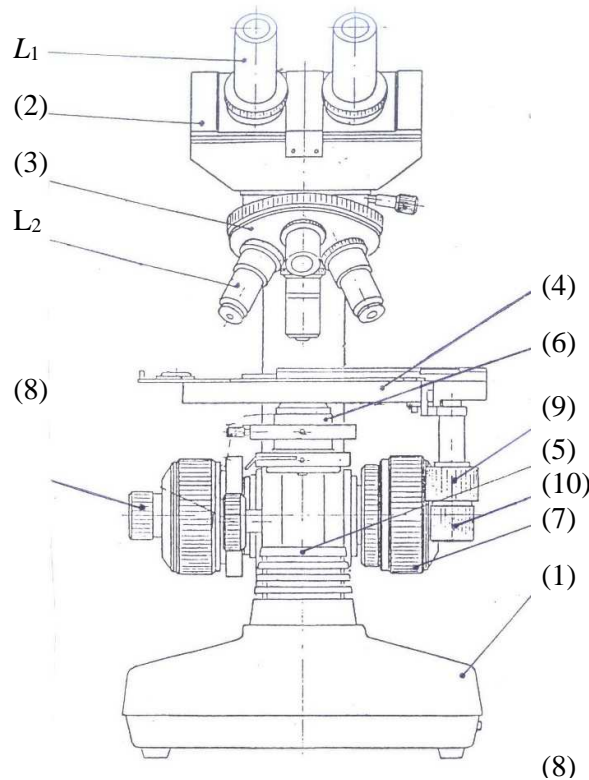


Hình 4.1. Đường đi của tia sáng khi gặp mặt phân cách giữa hai môi trường

II. MÔ TẢ DỤNG CỤ VÀ PHƯƠNG PHÁP ĐO

2.1. Mô tả dụng cụ

2.1.1. Kính hiển vi



Hình 4.2. Cấu tạo của kính hiển vi

Kính hiển vi là một dụng cụ quang học dùng để quan sát ảnh phóng đại của những vật có kích thước khá nhỏ (cỡ từ milimet trở xuống). Cấu tạo của kính hiển vi được vẽ trên hình gồm có: một đế cố định (1), một giá đỡ (2) mang thị kính L_1 , giá đỡ (3) mang vật kính L_2 , một mâm đặt vật (4), một đèn chiếu sáng (5), một kính tụ quang (6). Hai vít (9) và (10) (được gọi là vít tiến ngang và tiến dọc) dùng dịch chuyển mâm đặt vật qua lại để đưa ảnh cần nhìn vào đúng thị trường của kính hiển vi. Nhờ các vít (7) và (8) ta có thể dịch chuyển mâm đặt vật 4 lên xuống nhẹ nhàng. Vít (7) dùng đối với những dịch chuyển lớn và nhanh nên gọi là vít tiến nhanh. Vít (8) dùng đối với những dịch chuyển nhỏ gọi là vít tiến chậm (hay gọi vít vi động). Trên vít (8) có khắc một thước tròn gồm 200 độ chia đều nhau, giá trị của mỗi độ chia bằng 0,001mm (nghĩa là khi quay vít (8) đi 1 độ chia thì mâm đặt vật (4) dịch chuyển lên xuống một đoạn 0,001mm). Như vậy khi quay vít tiến chậm (8) một vòng thì mâm đặt vật (4) sẽ dịch chuyển lên xuống một đoạn bằng:

$$Z = 0,001 \text{ mm} \times 200 (\text{độ chia}) = 0,2 \text{ mm}$$

Căn cứ vào số vòng quay và số độ chia trên thước tròn của thước 8 ta có thể đo được độ dịch chuyển của mâm đặt vật.

2.1.2. Thước Panme

Thước Panme dùng để đo độ dài của các vật với độ chính xác cao. Chúng ta đã nghiên cứu kỹ nó ở bài thí nghiệm số 3, nên trong bài này không mô tả lại.

Kích thước d của vật được xác định theo công thức:

$$d = (0,5.k + 0,01.m) \text{ mm} \quad (4.4)$$

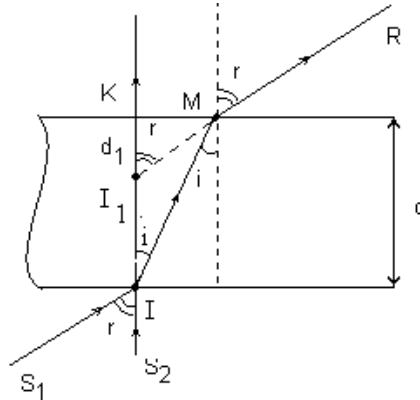
trong đó: k là số thứ tự của vạch chia trên thước thẳng nằm kề mép bên trái của thước tròn; m là số thứ tự của vạch chia trên thước tròn nằm trùng (hoặc gần trùng) với đường chuẩn ngang của thước thẳng.

2.2. Phương pháp đo chiết suất của bản thủy tinh bằng kính hiển vi

Cho một bản thủy tinh có độ dày d và chiết suất n . Chúng ta cần phải xác định n .

Xét hai tia sáng SI_1 và SI_2 chiếu tới điểm I nằm ở mặt dưới của bản thủy tinh (hình 4.3). Tia S_2I chiếu vuông góc với mặt dưới của bản nên nó không bị khúc xạ, truyền thẳng qua bản và ló ra ngoài không khí tại điểm K nằm ở mặt trên của bản. Còn tia S_1I bị khúc xạ qua bản và ló ra ngoài không khí tại điểm M theo phương MR song song với tia tới S_1I . Khi ló ra ngoài không khí, tia MR tạo nên góc khúc xạ r lớn hơn góc tới i tại điểm M .

Nếu đặt mắt tại điểm R quan sát ta sẽ thấy giao điểm của các tia MR và IK không nằm tại điểm I , mà nằm tại I_1 . Do đó độ dày của bản thủy tinh bây giờ hình như bị giảm đi và chỉ bằng KI_1 . Đoạn $KI_1 = d_1$ được gọi là độ dày biểu kiến, nó nhỏ hơn độ dày thực $KI = d$ của bản thủy tinh. Nguyên nhân của hiện tượng trên là do các tia sáng truyền qua bản thủy tinh bị khúc xạ ở mặt dưới và mặt trên của bản đó.



Hình 4.3. Sự tạo ảnh qua bản mỏng

Đối với những tia sáng chiếu gần vuông góc với mặt bản thủy tinh thì các góc tới và góc khúc xạ sẽ rất nhỏ. Do đó trong trường hợp này, nếu ta xét hiện tượng khúc xạ của tia sáng truyền qua bản thủy tinh theo chiều ngược lại từ R tới I , thì theo hệ thức (4.3) ta có:

$$n = \frac{\sin r}{\sin i} \approx \frac{\operatorname{tgr}}{\operatorname{tgi}} \quad (4.5)$$

Từ hình 4.3 ta thấy:

$$\operatorname{tgi} = \frac{KM}{KI} \quad \text{và} \quad \operatorname{tgr} = \frac{KM}{KI_1} \quad (4.6)$$

Thay (4.6) vào (4.5), ta có:

$$n = \frac{KM}{KI_1} \cdot \frac{KI}{KM} = \frac{KI}{KI_1} = \frac{d}{d_1}$$

Vậy:
$$n = \frac{d}{d_1} \quad (4.7)$$

Chiết suất của bản thủy tinh có trị số bằng tỷ số giữa độ dày thực và độ dày biểu kiến của bản đó khi ta quan sát các tia sáng truyền qua bản theo phương gần vuông góc với nó.

III. TRÌNH TỰ THÍ NGHIỆM

3.1. Đo độ dày biểu kiến d_1 của bản thủy tinh bằng kính hiển vi

a. Lau sạch bản thủy tinh có chiết suất cần đo. Dùng mực **vạch hai đầu chéo nhỏ** và rõ nét (cách nhau 2 - 3cm) trên **hai mặt** của bản thủy tinh. Sấy khô các vạch mực này bằng đèn cồn.

b. Kẹp bản thủy tinh cần đo lên mâm đặt vật (4). Dùng hệ thống các vít tiến ngang (9) và vít tiến dọc (10) trên mâm đặt vật để điều chỉnh sao cho **vạch chéo ở mặt dưới** của bản thủy tinh nằm đối diện với vật kính L_2 . Vận từ từ vít tiến nhanh (7) để nâng bản thủy tinh lên gần sát vật kính L_2 .

c. Quan sát trên thị kính L_1 , đồng thời vận từ từ vít tiến nhanh (7) để hạ bản thủy tinh xuống cho tới khi thấy rõ ảnh của vạch chéo. Vận vít tiến chậm 8 để điều chỉnh thêm sao cho ảnh rõ nét nhất.

Đọc và ghi số thứ tự của vạch chia tương ứng l_0 trên thước tròn của vít (8) vào bảng số liệu ở phần IV.

d. Sau đó dùng vít (9) và (10) dịch chuyển bản thủy tinh trên mâm đặt vật (4) để **vạch chéo ở mặt trên** của bản thủy tinh tới nằm đối diện với vật kính L_2 .

e. Quan sát trên thị kính L_1 , **giữ cố định vít (7)**, đồng thời **vặn từ từ vít (8)** để hạ bản thủy tinh xuống **cho tới khi thấy ảnh của vạch chéo phía trên rõ nét nhất**. Trong khi vặn vít (8), **cần chú ý theo dõi số vòng quay N** của nó. Đọc và ghi số thứ tự của vạch chia tương ứng l trên thước tròn của vít 8 cũng như **số vòng đã quay được N** của nó vào bảng số liệu ở phần IV.

Độ dày biểu kiến d_1 của bản thủy tinh khi đó sẽ được xác định bởi công thức:

$$- \text{ Nếu } l < l_0 \text{ thì } d_1 = 0,2N + 0,001 (l_0 - l) \quad (4.8)$$

$$- \text{ Nếu } l > l_0 \text{ thì } d_1 = 0,2N + 0,001 (200 + l_0 - l) \quad (4.9)$$

f. Làm lại các động tác c và e tất cả 5 lần. Ghi các giá trị của l , l_0 và N ứng với những lần đo khác nhau vào bảng số liệu ở phần IV.

3.2. Đo độ dày thực d của bản thủy tinh bằng thước panme

a. Điều chỉnh số 0 của thước panme: dùng một cái chìa khóa đặc biệt đặt trong hộp của thước panme để quay thước tròn sao cho số 0 của nó trùng với đường chuẩn ngang của thước thẳng T.

b. Dùng thước panme để đo độ dày thực của bản thủy tinh tại những vị trí khác nhau nằm trong khoảng giữa hai vạch chéo đánh dấu trên hai mặt của bản.

Thực hiện phép đo này 5 lần. Giá trị của các số k và m của thước panme ứng với những lần đo khác nhau vào bảng số liệu ở phần IV.

IV. TÍNH KẾT QUẢ VÀ SAI SỐ CỦA PHÉP ĐO

4.1. Bảng số liệu

Độ chính xác của thước tròn trên vít tiến chậm của kính hiển vi =(mm)									
Độ chính xác của thước Panme = (mm)									
Độ dày biểu kiến d_1 (mm)						Độ dày thực d (mm)			
Lần đo	N	l_0	L	d_1	Δd_1	k	m	d	Δd
1									
2									
3									
4									
5									
TB	xxx	xxx	xxx	\bar{d}_1	$\overline{\Delta d}_1$	xxx	xxx	\bar{d}	$\overline{\Delta d}$

4.2. Tính giá trị trung bình và sai số tuyệt đối trung bình của d_1 và d

$$d_1 = \bar{d}_1 \pm \overline{\Delta d}_1 = \dots \pm \dots (\text{mm})$$

$$d = \bar{d} \pm \overline{\Delta d} = \dots \pm \dots (\text{mm})$$

4.3. Tính sai số tương đối trung bình của chiết suất n

$$\bar{\varepsilon} = \frac{\overline{\Delta n}}{\bar{n}} = \frac{\overline{\Delta d}}{\bar{d}} + \frac{\overline{\Delta d}_1}{\bar{d}_1} \quad (4.9)$$

4.4. Tính giá trị trung bình của chiết suất n

$$\bar{n} = \frac{\bar{d}}{\bar{d}_1} \quad (4.10)$$

4.5. Tính sai số tuyệt đối của chiết suất n

$$\overline{\Delta n} = \bar{\varepsilon} \cdot \bar{n} \quad (4.11)$$

4.6. Viết kết quả và sai số: $n = \bar{n} \pm \overline{\Delta n} = \dots \pm \dots$

V. CÂU HỎI KIỂM TRA

- 1.** Nội dung định luật phản xạ ánh sáng của Đề Các? Nêu định nghĩa của chiết suất tuyệt đối của môi trường quang học. Liên hệ giữa chiết suất với vận tốc truyền ánh sáng trong các môi trường trên như thế nào? Chiết suất phụ thuộc những yếu tố gì?
- 2.** Tại sao khi quan sát một vật qua bản thủy tinh phẳng thì thấy hình như vị trí của nó dịch lại gần phía người quan sát?
- 3.** Nói rõ phương pháp đo chiết suất của bản thủy tinh bằng kính hiển vi. Công thức chiết suất (4.7) đúng theo điều kiện quan sát như thế nào?
- 4.** Mô tả cấu tạo và đường đi của tia sáng trong kính hiển vi.
- 5.** Giải thích quá trình tính kết quả và sai số của phép đo tính chiết suất bản thủy tinh như đã nêu trong phần IV. Rút ra công thức tính sai số tương đối của nó có dạng (4.9). Trong phép đo này nguyên nhân nào gây ra sai số lớn nhất?

BÁO CÁO THÍ NGHIỆM BÀI 4

BÀI 5. KHẢO SÁT HIỆN TƯỢNG GIAO THOA VÀ NHIỀU XẠ ÁNH SÁNG

Dụng cụ thí nghiệm

STT	Tên dụng cụ	Số lượng
1	Lade He-Ne	1
2	Giá đỡ	1
3	Thấu kính $f = 5 \text{ mm}$	1
4	Thấu kính $f = 200 \text{ mm}$	1
5	Luồng lăng kính Frenen	1
6	Thước kẹp	2
7	Thước dây (bằng thép)	1
8	Khe nhiễu xạ và giá đỡ	1
9	Màn ảnh	1

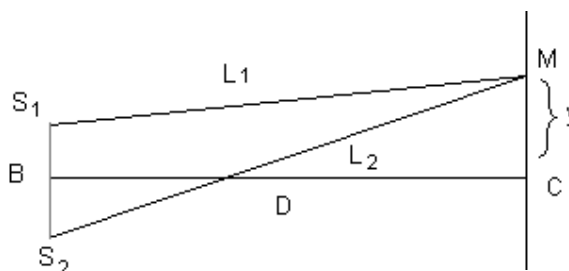
Chú ý: Bài thí nghiệm này sử dụng nguồn lade có cường độ lớn. Tia lade chưa bị phân kỳ nếu chiếu trực tiếp vào mắt có thể bị hỏng võng mạc. Do đó sinh viên tuyệt đối phải tuân theo sự hướng dẫn của giáo viên, và phải cẩn thận không để tia lade chiếu thẳng vào mắt.

PHẦN A

ĐO BƯỚC SÓNG CỦA LADE He-Ne BẰNG PHƯƠNG PHÁP GIAO THOA QUA LUỒNG LĂNG KÍNH FRESNEL

I. LÝ THUYẾT THÍ NGHIỆM VÀ PHƯƠNG PHÁP ĐO

Hiện tượng giao thoa ánh sáng là sự gặp nhau của hai (hay nhiều) ánh sáng kết hợp và tạo ra những miền sáng tối xen kẽ nhau. Chỉ có ánh sáng kết hợp (cùng tần số và hiệu số pha không đổi theo thời gian) mới tạo ra hiện tượng giao thoa. Thông thường, để tạo ra 2 nguồn kết hợp, ta phải tách chúng từ một nguồn sáng duy nhất.



Hình 5.1. Sự giao thoa ánh sáng

Giả thiết ta có hai nguồn kết hợp S_1 và S_2 có bước sóng λ phát sáng về phía trước. Trong vùng gặp nhau của hai sóng ánh sáng, ta đặt màn E song song với S_1S_2 và vuông góc với mặt phẳng hình vẽ, cách S_1S_2 một khoảng D như mô tả trên hình 5.1. Trên màn E, ta sẽ quan sát được hình ảnh giao thoa như trong hình 5.2.

Những điểm sáng nhất, hay vân sáng (cực đại giao thoa) là những điểm M mà tại đó hiệu quang lộ của hai tia sáng xuất phát từ hai nguồn đến điểm M:

$$L_2 - L_1 = k\lambda \quad (5.1)$$

Đặt $MC = y$, $S_1S_2 = l$. Vì màn ảnh đặt xa, tức $D \gg l$ nên ta có:

$$L_2 - L_1 = \frac{yl}{D} = k\lambda \quad (5.2)$$

Quy tích những điểm sáng (tối) là một họ hypecbôlôit, trên màn E ta quan sát được các vân sáng, tối xen kẽ là những đường hypecbôn. Tuy nhiên, vì kích thước màn ảnh có hạn nên hình ảnh giao thoa có thể xem như các đoạn thẳng.

Từ (5.2), ta tìm được vị trí các vân sáng:

$$y = k \frac{\lambda D}{l} \quad (5.3)$$

Tương tự, vị trí các vân tối:

$$y' = (2k + 1) \frac{\lambda D}{2l}$$

Khoảng vân, hay khoảng cách giữa hai vân sáng (hoặc vân tối) liên tiếp là:

$$i = \frac{\lambda D}{l} \quad (5.4)$$

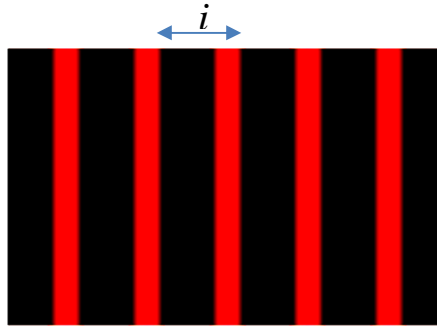
Như vậy, khoảng vân tỉ lệ thuận với bước sóng ánh sáng, khoảng cách từ nguồn đến màn ảnh, và tỉ lệ nghịch với khoảng cách giữa hai nguồn kết hợp.

Từ công thức (5.4), ta suy ra:

$$\lambda = \frac{il}{D} \quad (5.5)$$

Như vậy, muốn đo được bước sóng λ của nguồn sáng, ta phải đo được khoảng vân i , khoảng cách l giữa hai nguồn kết hợp, và khoảng cách D từ hai nguồn kết hợp đến màn ảnh.

Trong bài thí nghiệm này, chúng ta sẽ khảo sát hiện tượng giao thoa qua lưỡng kính Fresnel.



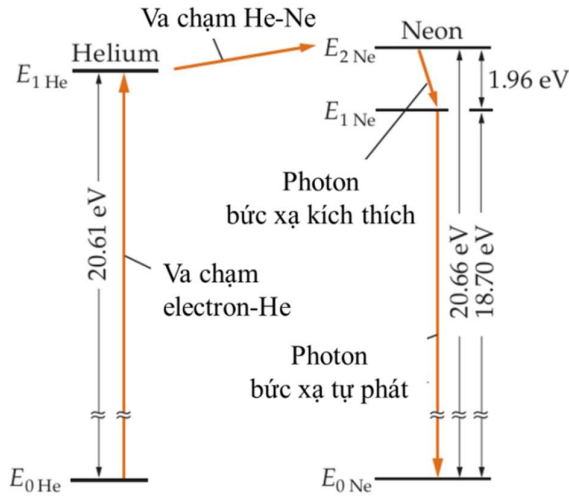
Hình 5.2: Hình ảnh giao thoa qua hai khe hẹp [2]

II. MÔ TẢ DỤNG CỤ

1. Lade (LASER máy phát lượng tử)

Lade là máy phát sóng ánh sáng làm việc dựa trên cơ sở phát xạ cảm ứng. Máy phát lượng tử gồm một buồng cộng hưởng (thường là hai gương phẳng phản xạ tốt đặt song song với nhau, hay còn gọi là giao thoa kế Fabry-Pérot), trong đó có chứa một môi trường có khả năng khuếch đại ánh sáng. Bức xạ cảm ứng truyền theo trục vuông góc với các gương sẽ được khuếch đại sau nhiều lần phản xạ. Khi năng lượng bức xạ đủ lớn thì bức xạ cảm ứng sẽ đi ra khỏi gương của giao thoa kế. Đó chính là tia lade. Tia lade có các đặc điểm: độ đơn sắc cao, tần số rất ổn định, tính kết hợp và độ định hướng rất cao.

Trong bài thí nghiệm này ta dùng lade hoạt động bằng hỗn hợp khí Heli và Neon. Trạng thái cơ bản, các nguyên tử khí He nằm ở trạng thái 1s, có mức năng lượng $E_{0\text{He}}$. Do va chạm với các electron có năng lượng cao, các nguyên tử này nhảy lên mức năng lượng cao hơn $E_{1\text{He}}$, ở trạng thái 2s. Trong quá trình chuyển động nhiệt, các nguyên tử He ở trạng thái kích thích va chạm với các nguyên tử Ne và làm cho các nguyên tử Ne nhảy lên mức năng lượng $E_{2\text{Ne}}$ ở trạng thái 3s như mô tả trong hình 5.3. Khi đó, số nguyên tử Ne ở mức năng lượng $E_{2\text{Ne}}$ cao hơn nhiều so với số nguyên tử Ne ở mức năng lượng $E_{1\text{Ne}}$ (trạng thái 2p). Sự chuyển mức kích thích từ 3s đến 2p của nguyên tử Ne phát ra photon có năng lượng 1,96 eV, có bước sóng 6328 \AA , ánh sáng đỏ.

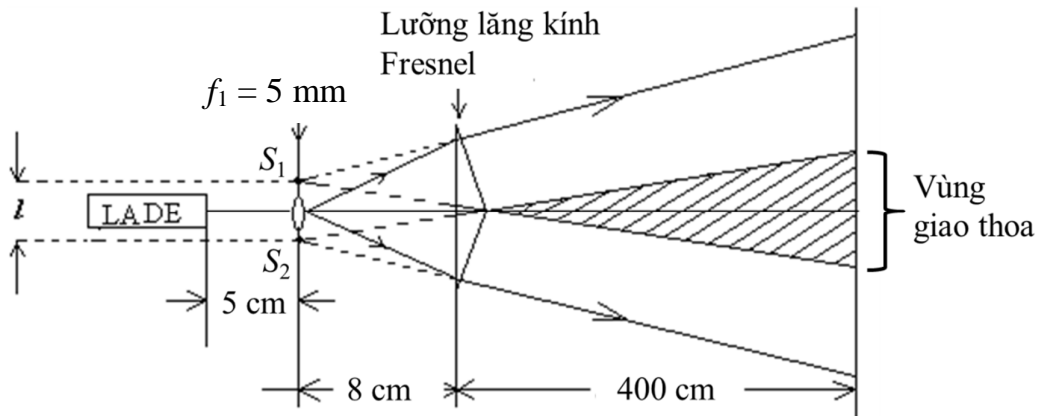


Hình 5.3: Sơ đồ nguyên lý hoạt động của lade He-Ne [2]

2. Lăng kính Fresnel và giao thoa qua lăng kính Fresnel

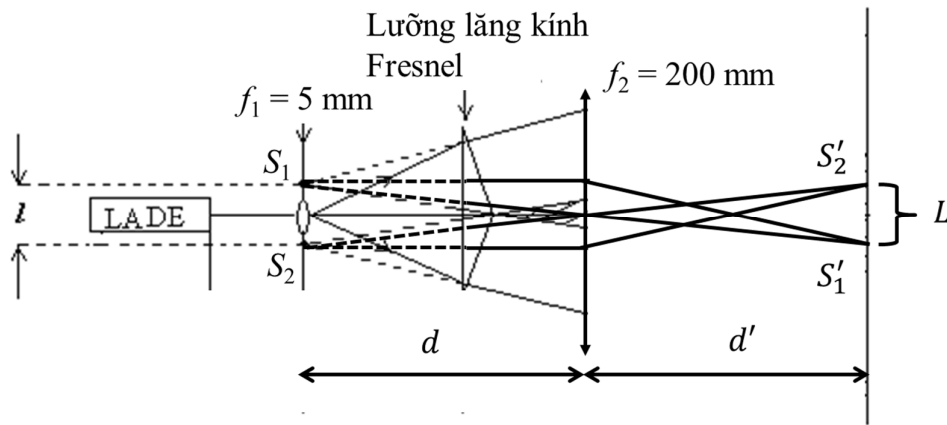
Lăng kính được chế tạo từ thủy tinh ($n = 1,52$) thì góc lệch δ phải rất bé để có thể quan sát được hiện tượng giao thoa. Điều này có nghĩa là góc khúc xạ γ phải rất bé (vì $\delta = (n - 1)\gamma$), một lăng kính mỏng như vậy rất khó chế tạo. Để khắc phục thì ta dùng một bình thủy tinh rỗng, một mặt là lăng kính có góc khúc xạ khá lớn $\gamma \approx 8,5^0$. Để giảm góc lệch ta đổ vào bình một chất lỏng có chiết suất n_f . Lúc này $\delta = (n - n_f)\gamma$ (với $n_f \approx 1,33 - 1,50$).

Nếu chiếu một nguồn sáng đơn sắc vào các lăng kính Fresnel, các tia sáng đi qua các lăng kính phía trên và phía dưới sẽ tạo ra hai vùng sáng giao nhau. Vùng giao nhau này giống như xuất phát từ hai nguồn ảo S_1 và S_2 như mô tả trong hình 5.4. Hai nguồn ảo S_1 và S_2 là hai nguồn kết hợp (được tách ra từ cùng một nguồn sáng) nên trên vùng giao nhau, ta sẽ quan sát được hiện tượng giao thoa như trong hình 5.2.



Hình 5.4: Đường đi ánh sáng từ nguồn lade qua thấu kính f_1 , đến lưỡng lăng kính Fresnel rồi đến giao thoa tại màn

Do hai nguồn S_1 và S_2 là hai nguồn ảo nên ta không thể đo trực tiếp giá trị của l và D . Để tính được các đại lượng này, ta đặt một kính $f_2 = 200$ mm vào phía sau lưỡng lăng kính và điều chỉnh để có ảnh rõ nét trên màn ảnh như trên hình 5.5.



Hình 5.5: Ảnh thật S'_1 và S'_2 của hai nguồn ảo S_1 và S_2

Ta đo khoảng cách L giữa hai ảnh thật S'_1 và S'_2 và khoảng cách d' từ thấu kính $f_2 = 200$ mm đến màn ảnh. Nếu gọi d là khoảng cách từ hai nguồn ảo đến thấu kính f_2 , từ công thức thấu kính, ta có:

$$\frac{d}{d'} = \frac{f_2}{d' - f_2} \quad (5.6)$$

Mặt khác:

$$\frac{d}{d'} = \frac{l}{L}$$

Do đó:

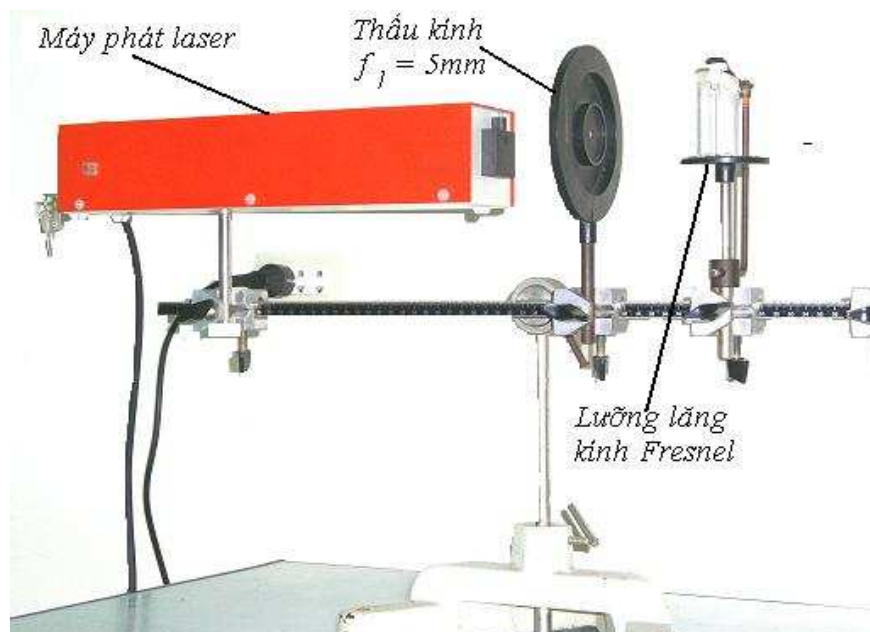
$$l = L \frac{f_2}{d' - f_2} \quad (5.7)$$

Tính d theo công thức (5.6) rồi suy ra:

$$D = d + d' \quad (5.8)$$

III. TRÌNH TỰ THÍ NGHIỆM

1. Lắp đặt dụng cụ



Hình 5.5: Sơ đồ thí nghiệm giao thoa qua lưỡng lăng kính Fresnel

Để tạo ra hình ảnh giao thoa, ta sử dụng lưỡng lăng kính Fresnel để tạo ra hai nguồn sáng kết hợp từ một nguồn sáng đơn sắc (nguồn lade He-Ne). Các dụng cụ được bố trí như trên hình 5.5 với nguồn lade, thấu kính $f_1 = 5$ mm và lưỡng lăng kính Fresnel đặt trên giá đỡ. Nguồn lade được trang bị chắn sáng nhằm hạn chế công suất. Khi cần thiết có thể nâng công suất lên 2 mW bằng cách bấm công tắc để mở chắn sáng. Thấu kính $f_1 = 5$ mm dùng tăng tiết diện tia lade nhằm mục đích tạo ra vùng giao thoa rộng trên màn ảnh.

Để tránh làm bị rơi hỏng trong quá trình thí nghiệm, nguồn lade được gắn cố định lên trên thanh đỡ. Sinh viên không tự tiện điều chỉnh vị trí nguồn lade.

Sinh viên tiến hành thí nghiệm trình tự theo các bước sau:

- a. Nối nguồn điện 220 V để cung cấp cho lade.
- b. Vặn chìa khóa phía sau nguồn lade theo chiều kim đồng hồ để phát tia lade. Chú ý: trước khi mở khóa, phải thông báo đến tất cả sinh viên trong nhóm không được nhìn vào phía trước nguồn lade.
- c. Đặt thấu kính $f_1 = 5$ mm vào thanh đỡ, sau cửa chắn sáng khoảng 5 cm, như mô tả trong hình 5.3.
- d. Điều chỉnh lade và thấu kính để tia lade đi qua tâm của thấu kính và cho một vệt sáng tròn trên màn ảnh (đặt cách thấu kính khoảng 4 m). Cố định vị trí của nguồn lade và thấu kính.
- e. Lắp hệ giá đỡ có gắn lưỡng lăng kính vào thanh đỡ, nằm sau thấu kính và cách thấu kính khoảng 8 cm. Ta lắp đặt sao cho mặt có lưỡng lăng kính hướng về phía lade, như mô tả trong hình 5.3. Dùng kẹp cố định giá đỡ lưỡng lăng kính lại.
- f. Dịch chuyển nhẹ nhàng lưỡng lăng kính theo chiều vuông góc với tia lade sao cho chùm sáng lade đi qua và phân bố đều trên hai nửa của lưỡng lăng kính. Lúc này trên màn ảnh sẽ xuất hiện hình ảnh giao thoa. Khi đến gần màn ảnh ta sẽ thấy được các vân sáng tối xen kẽ nhau.

2. Đo khoảng vân i

- a. Kẻ 2 đường thẳng vuông góc nhau lên một tờ giấy trắng.
- b. Đặt tờ giấy đó lên màn ảnh sao cho một đường thẳng trùng với một vân sáng (tối) bất kì.
- c. Trên đường thẳng kia, ta dùng bút chì đánh dấu khoảng cách trên đó có 10, 20, 30 khoảng vân kể từ giao điểm của hai đường thẳng.
- d. Sau khi đánh dấu, dùng thước kẹp đo độ rộng của 30 khoảng vân. Cách sử dụng thước kẹp được hướng dẫn ở Phần phụ lục, cuối sách hướng dẫn thí nghiệm này.
- e. Từ kết quả trên, tính khoảng vân i . Ghi giá trị thu được vào bảng 5.1.
- f. Lặp lại các bước trên thêm 2 lần nữa.

3. Đo khoảng cách L và d'

- a. Giữ nguyên vị trí của thấu kính f_1 và lưỡng lăng kính, đặt thấu kính $f_2 = 200$ mm phía sau lưỡng lăng kính.
- b. Di chuyển thấu kính f_2 dọc theo thanh đỡ cho đến khi trên màn ảnh thu được hai chấm sáng có đường kính bé nhất. Đó chính là ảnh của hai nguồn ảo S_1 và S_2 .
- c. Đánh dấu vị trí của hai chấm sáng trên tờ giấy trắng.
- d. Dùng thước kẹp để đo khoảng cách L giữa hai ảnh của hai nguồn ảo S_1 và S_2 . Ghi giá trị thu được vào bảng 5.1.
- e. Dùng thước dây đo khoảng cách d' từ thấu kính f_2 đến màn ảnh. Ghi giá trị thu được vào bảng 5.1.

Lặp lại bước trên ba lần.

III. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM VÀ TÍNH TOÁN

- Độ chính xác của thước kẹp: (mm)

- Độ chính xác của thước dây: (mm)

Bảng 5.1

	Lần 1	Lần 2	Lần 3	Trung bình	Sai số trung bình
i (mm)					
d' (cm)					
d (cm)					
L (mm)					
l (mm)					
D $= d + d'$					

1. Tính \bar{l} và $\overline{\Delta l}$

Sai số tương đối: $\varepsilon_l = \frac{\overline{\Delta l}}{\bar{l}} = \frac{\overline{\Delta L}}{\bar{L}} + \frac{\overline{\Delta d'}}{\overline{(d' - f_2)}}$ với $\bar{l} = \bar{L} \frac{f_2}{d' - f_2}$

Do đó: $\overline{\Delta l} = \varepsilon_l \bar{l}$

Suy ra: $l = \bar{l} \pm \overline{\Delta l}$ (mm)

2. Tính \bar{d} và $\overline{\Delta d}$

Sai số tương đối: $\varepsilon_d = \frac{\overline{\Delta d}}{\bar{d}} = \frac{\overline{\Delta d'}}{\bar{d}'} + \frac{\overline{\Delta d'}}{\overline{(d' - f_2)}}$

Do đó: $\overline{\Delta d} = \varepsilon_d \bar{d}$

Suy ra: $d = \bar{d} \pm \overline{\Delta d}$ (cm)

3. Tính $\bar{\lambda}$ và $\overline{\Delta \lambda}$

Từ công thức (5.5), ta có bước sóng của tia lade: $\lambda = \frac{il}{D}$

$$\varepsilon_\lambda = \frac{\overline{\Delta \lambda}}{\bar{\lambda}} = \frac{\overline{\Delta i}}{\bar{i}} + \frac{\overline{\Delta l}}{\bar{l}} + \frac{\overline{\Delta D}}{\bar{D}}$$

$$\bar{\lambda} = \frac{\bar{i}\bar{l}}{\bar{D}} \Rightarrow \overline{\Delta \lambda} = \varepsilon_\lambda \bar{\lambda}$$

Kết quả: $\lambda = \bar{\lambda} \pm \overline{\Delta \lambda}$ (nm)

So sánh với giá trị lý thuyết của bước sóng ánh sáng lade và nhận xét.

V. CÂU HỎI CHUẨN BỊ BÀI, BÁO CÁO THÍ NGHIỆM, VÀ KIỂM TRA

- Mục đích của bài thí nghiệm này là gì? Để đạt được mục đích đó, bài thí nghiệm này sử dụng phương pháp đo nào?
- Nêu ngắn gọn cơ sở lý thuyết của phương pháp đo trên.
- Nêu rõ vai trò, chức năng của từng dụng cụ thí nghiệm được sử dụng trong thí nghiệm.
- Để thu được các đại lượng cần đo, ta cần tiến hành thí nghiệm theo trình tự nào?
- Thực hiện các bước tính toán kết quả thí nghiệm, vẽ đồ thị, và tính sai số như gợi ý trong mục IV.
- Trong bài thí nghiệm này, sai số của phép đo nào ảnh hưởng lớn nhất đến sai số cuối cùng? Làm thế nào để giảm sai số trên?

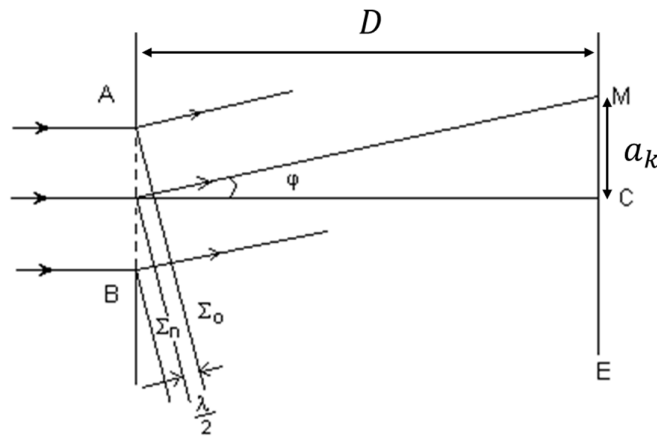
BÁO CÁO THÍ NGHIỆM BÀI 5-A

PHẦN B

ĐO ĐỘ RỘNG KHE HẸP BẰNG PHƯƠNG PHÁP NHIỄU XẠ

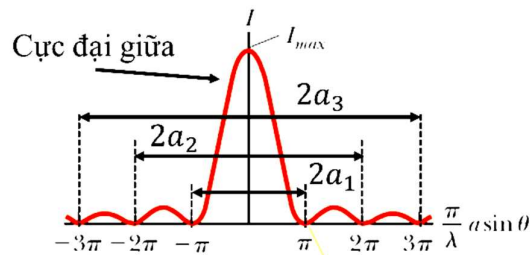
I. LÝ THUYẾT THÍ NGHIỆM VÀ PHƯƠNG PHÁP ĐO

Chiếu chùm tia lade có bước sóng λ vào khe hẹp có độ rộng $AB = b$ như trong hình 5.6. Qua khe, các tia sáng nhiễu xạ theo nhiều phương. Do đặc tính đơn sắc và độ định hướng rất cao của chùm tia lade, các tia nhiễu xạ cùng phương sẽ giao thoa với nhau. Đặt màn ảnh song song với mặt phẳng khe ta sẽ thu được hình ảnh nhiễu xạ.



Hình 6.6: Đường đi của tia sáng nhiễu xạ qua một khe hẹp

Phân bố cường độ sáng trên màn ảnh E sẽ phụ thuộc vào góc nhiễu xạ φ . Các tia nhiễu xạ theo phương $\varphi = 0$ có quang lộ hoàn toàn bằng nhau (theo định lý Maluýt), do đó chúng cùng pha dao động. Vì vậy, tại C trên màn ảnh sẽ có cường độ sáng lớn nhất, đó là cực đại giữa như trong hình 5.7.



a

Vị trí cực tiểu trong hình a tương ứng với vân tối trong hình b



b

Hình 5.7: Hình ảnh nhiễu xạ qua một khe hẹp [2]

Để tính cường độ sáng theo phương φ bất kỳ ta vẽ các mặt phẳng $\Sigma_0, \dots, \Sigma_n$ cách nhau $\lambda/2$ và vuông góc với chùm tia nhiễu xạ như trong hình 5.6. Các mặt phẳng này chia khe thành các dải có bề rộng $\frac{\lambda}{2 \sin \varphi}$, tổng số dải là $n = 2b \sin \frac{\varphi}{\lambda}$.

Theo nguyên lý Huyghen có thể xem mỗi dải là một nguồn thứ cấp gửi ánh sáng tới điểm ta xét M. Vì quang lộ từ hai dải kế tiếp đến điểm M khác nhau $\lambda/2$ do đó hai dao động sóng do hai dải kế tiếp gây ra tại M ngược pha nhau và chúng khử lẫn nhau. Nếu khe chứa một số chẵn dải ($n = 2k$) thì điểm M sẽ tối. Nghĩa là tại những điểm M ứng với các góc φ có:

$$\sin \varphi = \pm \frac{\lambda}{b}; \pm 2 \frac{\lambda}{b}; \pm 3 \frac{\lambda}{b}; \dots \pm k \frac{\lambda}{b} \quad (5.9)$$

sẽ có điểm tối, hay cực tiểu nhiễu xạ.

Điều kiện để điểm M sáng, hay cực đại nhiễu xạ là $n = 2k + 1$, nghĩa là tại những điểm M ứng với các góc φ có:

$$\sin \varphi = \pm 3 \frac{\lambda}{2b}; \pm 5 \frac{\lambda}{2b}; \dots \pm (2k+1) \frac{\lambda}{2b} \quad (5.10)$$

sẽ có điểm sáng, hay cực đại nhiễu xạ.

Từ hình 5.6, gọi D là khoảng cách từ khe hẹp đến màn và a_k là vị trí của vân tối thứ k ($k = 1, 2, 3, \dots$). Vì $D \gg a_k$ nên ta có: $\sin \varphi \approx \tan \varphi$. Thay vào công thức (5.9), ta có:

$$\sin \varphi = \pm k \frac{\lambda}{b} \approx \tan \varphi = \frac{a_k}{D}$$

Hay:

$$b = \frac{k \lambda D}{a_k} \quad (5.11)$$

Như vậy, muốn đo được độ rộng của khe hẹp, ta phải đo được khoảng cách a_k từ vân tối thứ k đến trung điểm của cực đại giữa và khoảng cách D từ khe hẹp đến màn ảnh. Lade sử dụng trong bài thí nghiệm này là lade He-Ne có bước sóng $\lambda = 632,8 \text{ nm}$.

II. TRÌNH TỰ THÍ NGHIỆM

Trong bài này ta sẽ đo **độ rộng b của khe hẹp**:

1. Lắp đặt dụng cụ

- Tháo 2 thấu kính và lưỡng lăng kính ra khỏi thanh đỡ quang học.
- Lắp hệ khe hẹp vào thanh đỡ sao cho khe hẹp hướng theo chiều thẳng đứng và mặt phẳng của khe vuông góc với tia lade.
- Điều chỉnh vị trí hệ khe hẹp bằng cách trượt nó theo phương nằm ngang sao cho tia lade rơi vào điểm giữa của khe thứ nhất.
- Điều chỉnh vị trí của hệ khe hẹp theo phương thẳng đứng sao cho tia lade nằm cách đều hai mép của khe.
- Điều chỉnh lại vị trí hệ khe hẹp theo phương nằm ngang để hình ảnh nhiễu xạ thu được trên màn rõ nét nhất.

2. Đo độ rộng b của khe hẹp

- Kẻ hai đường thẳng vuông góc lên một tờ giấy trắng.
- Đặt tờ giấy trắng đó lên màn ảnh sao cho các cực đại nhiễu xạ nằm trên trục ngang và trục đứng chia cực đại giữa ra hai phần bằng nhau.

c. Dùng bút chì đánh dấu vị trí trung điểm của các cực tiểu nhiễu xạ (điểm tối) trên đường thẳng nằm ngang về cả hai phía của cực đại giữa.

d. Lấy tờ giấy ra và dùng thước kẹp đo các khoảng cách $2a_k$ từ cực tiểu nhiễu xạ thứ k ($k = 1, 2, 3$) bên trái tới cực tiểu nhiễu xạ thứ k bên phải như mô tả trong hình 5.7. Ghi số liệu thu được vào bảng 5.2.

Lặp lại các bước ở mục 2 trên thêm 2 lần.

3. Đo khoảng cách D từ khe hẹp đến màn ảnh

Dùng thước dây đo khoảng cách D từ khe hẹp đến màn ảnh 3 lần. Ghi giá trị thu được vào bảng 5.2. Tính giá trị trung bình của D .

III. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM VÀ TÍNH TOÁN

- Độ chính xác của thước kẹp: (mm)

- Độ chính xác của thước dây: (mm)

Bảng 5.2 (Cho bước sóng của laser He-Ne: $\lambda = 632,8 \text{ nm} = 623,8 \times 10^{-9} \text{ m}$)

	a_1 (mm)	a_2 (mm)	a_3 (mm)	D (mm)
Lần 1				
Lần 2				
Lần 3				
$\overline{a_k}$				
$\overline{\Delta a_k}$				$\overline{\Delta D} =$

1. Tính độ rộng b của khe hẹp theo công thức (5.11).

Với từng giá trị của k , ta tính giá trị của b .

2. Tính sai số tương đối ε_b và sai số tuyệt đối $\overline{\Delta b}$.

$$\varepsilon_b = \frac{\overline{\Delta b}}{b} = \frac{\overline{\Delta a_k}}{a_k} + \frac{\overline{\Delta D}}{D}$$

Do đó: $\overline{\Delta b} = \varepsilon_b \overline{b}$

Suy ra: $b = \overline{b} \pm \overline{\Delta b}$ (μm)

Chú ý: Trong bài này, sinh viên phải đo các độ dài a_k bằng thước kẹp.

V. CÂU HỎI CHUẨN BỊ BÀI, BÁO CÁO THÍ NGHIỆM, VÀ KIỂM TRA

1. Mục đích của bài thí nghiệm này là gì? Để đạt được mục đích đó, bài thí nghiệm này sử dụng phương pháp đo nào?

2. Nêu ngắn gọn cơ sở lý thuyết của phương pháp đo trên.

3. Nêu rõ vai trò, chức năng của từng dụng cụ thí nghiệm được sử dụng trong thí nghiệm.

4. Để thu được các đại lượng cần đo, ta cần tiến hành thí nghiệm theo trình tự nào?

5. Thực hiện các bước tính toán kết quả thí nghiệm, vẽ đồ thị, và tính sai số như gợi ý trong mục IV.

6. Trong bài thí nghiệm này, sai số của phép đo nào ảnh hưởng lớn nhất đến sai số cuối cùng. Làm thế nào để giảm sai số trên?

BÁO CÁO THÍ NGHIỆM BÀI 5-B

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] <http://hiseda.com/tin-tuc/huong-dan-su-dung-thuoc-cap-du-xich-48.html>

[2] Raymond A. Serway and Jr. J. W. Jewett, *Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics 9th Ed.*, Cengage Learning, USA, 2014.