

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC ĐÀ LẠT**



**TS. LƯU THẾ VINH**

# **THỰC HÀNH VẬT LÝ ĐẠI CƯƠNG 2**



**ĐÀ LẠT - 2004**

## LỜI GIỚI THIỆU

Giáo trình "*Thực hành vật lý đại cương II*" là học phần thực hành tiếp theo của chương trình thực hành vật lý đại cương. Trong chương trình thực hành vật lý đại cương I sinh viên đã được làm quen với các phương pháp thực nghiệm Vật lý cơ bản. Được làm các thí nghiệm dưới dạng khảo sát hoặc kiểm chứng các hiện tượng vật lý, các định luật vật lý liên quan đến các phần cơ, nhiệt, điện và quang học của vật lý cổ điển.

Học phần "*Thực hành Vật lý đại cương II*" nhằm trang bị cho sinh viên những kỹ năng sử dụng và khảo sát các hệ đo lường phức tạp sử dụng các thiết bị và phương tiện đo lường hiện đại như các máy đo, đếm tần số, dao động ký điện tử, đặc biệt là các hệ thống đo lường ghép nối với máy vi tính PC. Sinh viên ngoài việc phải nắm bắt được bản chất vật lý của các hiện tượng khảo sát còn được làm quen với việc xử lý các kết quả đo lường trên máy tính PC nhờ các chương trình đã được cài đặt sẵn.

Giáo trình : "*Thực hành Vật lý đại cương II*" bao gồm 10 bài thực tập được sắp xếp như sau:

*Bài 1.* Cơ học chất điểm, hiện tượng phách: Khảo sát và nghiệm lại các định luật chuyển động của chất điểm, va chạm đàn hồi. Khảo sát hiện tượng phách nhờ thiết bị đo ghép với máy vi tính PC.

*Bài 2.* Cơ học vật rắn: Khảo sát và nghiệm lại các định luật chuyển động của vật rắn. Đo gia tốc trọng trường bằng con lắc toán học. Đo mô men quán tính của con lắc vật lý. Khảo sát chuyển động tiến động của con quay hồi chuyển.

*Bài 3.* Máy biến thế: Khảo sát và đo đạc các tham số của máy biến thế 1 pha ở các chế độ không tải, chế độ có tải và chế độ ngắn mạch nhờ hệ thống đo ghép nối máy vi tính PC.

*Bài 4.* Đo từ trường: Khảo sát và đo từ trường trong một ống dây bằng máy đo từ trường và bằng hệ đo ghép nối với máy vi tính PC.

*Bài 5.* Đo vận tốc của ánh sáng: Khảo sát và đo vận tốc của ánh sáng bằng thiết bị biến đổi xung điện và oscilloscope.

*Bài 6.* Giao thoa ánh sáng: Khảo sát hiện tượng giao thoa ánh sáng nhờ lưỡng gương Fresnel, đo bước sóng của nguồn sáng.

*Bài 7.* Hiện tượng tán sắc ánh sáng, cách tử nhiễu xạ: Khảo sát hiện tượng tán sắc ánh sáng qua lăng kính và cách tử nhiễu xạ, đo chiết suất của chất thủy tinh làm lăng kính, đo bước sóng của nguồn sáng.

*Bài 8.* Nhiễu xạ tia X: Khảo sát hiện tượng nhiễu xạ tia X qua tinh thể, đo bước sóng của tia X và hằng số mạng tinh thể nhờ nhiễu xạ kế tia X ghép nối với máy vi tính PC.

*Bài 9.* Tính chất sóng của vi hạt: Khảo sát hiện tượng nhiễu xạ của chùm electron qua thanh đa tinh thể graphit, đo bước sóng De Broglie của electron, khoảng cách mạng tinh thể graphit.

*Bài 10.* Đo điện tích riêng của electron: Khảo sát và đo điện tích riêng của electron  $e/m$ .

Một đặc điểm quan trọng của các bài thực tập là tính hệ thống và đồng bộ của các thiết bị thí nghiệm. Trong giáo trình, mỗi bài thực tập đều có phần tóm tắt lý thuyết liên quan. Yêu cầu sinh viên phải đọc kỹ ở nhà, nắm vững được bản chất vật lý của các hiện tượng khảo sát trước khi tiến hành thí nghiệm.

Mỗi bài thí nghiệm, sinh viên cần đọc kỹ phần mô tả dụng cụ, kiểm tra sơ đồ đấu nối các thiết bị, thực hiện một cách chính xác từng bước thực nghiệm theo hướng dẫn để tránh hỏng hóc có thể xảy ra cho thiết bị. Đối với các bài thực hành ghép nối với máy vi tính PC, để khởi động chương trình đo sinh viên phải nhập lệnh từ dấu nhắc của hệ điều hành MS-DOS. Sau khi đã kích hoạt chương trình, tiếp tục quá trình đo theo hướng dẫn.

Sau mỗi bài thực hành, có phần câu hỏi thảo luận để cho sinh viên chuẩn bị. Kết thúc mỗi buổi thực hành sinh viên sẽ phải trả lời các câu hỏi liên quan và chuẩn bị các số liệu thực nghiệm để về nhà làm báo cáo thí nghiệm theo mẫu hướng dẫn.

Sinh viên cần tuyệt đối tuân thủ các quy định về an toàn, đặc biệt đối với các bài thí nghiệm có sử dụng tia laser, chùm electron năng lượng cao, tránh nhìn trực tiếp vào nguồn bức xạ. Các hệ đo đều là các thiết bị chuyên dụng và hoạt động đồng bộ, do vậy sinh viên cần hết sức cẩn thận khi sử dụng để tránh hỏng hóc vì không thể tìm kiếm thiết bị thay thế trên thị trường.

*Đà Lạt 2004*

**Phần thứ nhất****NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ THỰC HÀNH VẬT LÝ*****1. Phép đo các đại lượng vật lý.***

Trong Vật lý học, các định luật vật lý phản ánh mối quan hệ mang tính quy luật giữa các hiện tượng của tự nhiên, chúng được biểu diễn bằng các công thức toán học thông qua các đại lượng vật lý.

Các đại lượng vật lý đặc trưng cho những tính chất khác nhau của các vật thể, cũng như các hiện tượng xảy ra theo thời gian. Việc đánh giá định lượng tính chất của các vật thể (đối tượng) nghiên cứu được thực hiện bằng cách đo các đại lượng vật lý.

Quá trình đo lường là một thực nghiệm vật lý, thực hiện phép so sánh đại lượng vật lý đó với một đại lượng cùng loại chọn làm đơn vị. Phép đo đôi khi chỉ là một thực nghiệm đơn giản, nhưng đôi khi hết sức phức tạp. Kết quả của phép đo luôn có thể biểu diễn dưới dạng một con số với đơn vị kèm theo. Phương trình của phép đo có thể viết dưới dạng (1)

$$A = \frac{X}{Y} \quad (1)$$

Trong đó:  $X$  - Đại lượng đo  
 $Y$  - Đơn vị đo  
 $A$  - Giá trị bằng số.

Hay :  $X = A.Y$  . Giá trị đại lượng đo sẽ bằng  $A$  lần đơn vị đo.

Như vậy ta có thể định nghĩa:

*Đo một đại lượng vật lý là quá trình đánh giá định lượng đại lượng đo để có kết quả bằng số so với đơn vị.*

**II. Đơn vị, hệ đơn vị đo.**

Để biểu diễn các đại lượng vật lý dưới dạng một con số, phải chọn “cỡ” cho nó, nghĩa là lượng hóa nó, ta phải chọn đơn vị đo. Về mặt nguyên tắc, theo (1) ta có thể chọn đơn vị là một lượng tùy ý. Tuy nhiên giá trị của nó phải phù hợp với thực tế và tiện lợi khi sử dụng.

Năm 1832, nhà toán học Đức K. Gauss đã chỉ ra rằng, nếu như chọn 3 đơn vị độc lập để đo chiều dài (L), khối lượng (M), thời gian (T) - thì trên cơ sở 3 đại lượng này nhờ các định luật vật lý, có thể thiết lập được đơn vị đo của tất cả các đại lượng vật lý. Tập hợp các đơn vị đo theo nguyên tắc Gauss đã đưa ra hợp thành hệ đơn vị đo.

Những đơn vị đo được chọn một cách độc lập và chúng thể hiện những tính chất cơ bản của thế giới vật chất (khối lượng, thời gian, độ dài,... ) được

gọi là những đơn vị cơ bản. Các đơn vị được thành lập trên cơ sở các đơn vị cơ bản nhờ các công thức biểu diễn các định luật vật lý được gọi là các đơn vị dẫn suất. Phần lớn các đơn vị trong vật lý là đơn vị dẫn suất. Phương trình biểu diễn mối liên hệ giữa các đơn vị dẫn suất và các đơn vị cơ bản gọi là công thức thứ nguyên. Đơn vị của một đại lượng cơ bất kỳ có thể biểu diễn qua phương trình thứ nguyên (2)

$$\dim X = L^p M^q T^r \quad (1)$$

(dim – viết tắt của từ tiếng Anh : dimension có nghĩa là thứ nguyên)

Ví dụ, thứ nguyên của vận tốc được biểu diễn qua công thức  $v = l/t$  :

$$[v] = \frac{[l]}{[t]} = \frac{L}{T} = LT^{-1} \quad (3)$$

\* Hệ đơn vị quốc tế SI (System International).

Năm 1960, Ủy ban quốc tế về đo lường đã chính thức thông qua hệ đơn vị quốc tế SI. Trong hệ SI có 7 đơn vị cơ bản, 2 đơn vị bổ trợ, 27 đơn vị dẫn suất

\* Các đơn vị cơ bản là :

- Chiều dài : mét (m)
- Khối lượng : kilôgram (kg)
- Thời gian : giây (s)
- Nhiệt độ : độ kelvin (K)
- Cường độ dòng điện : Ampe (A)
- Cường độ sáng : candela (nến) (Cd)
- Khối lượng phân tử gam : mol

\* Hai đơn vị bổ trợ là:

- Đơn vị đo góc phẳng : radian (rad)
- Đơn vị đo góc khối : steradian (sr)

Ngoài hệ SI (còn gọi là hệ MKS hay hệ mét), các nước Anh, Mỹ và một số nước nói tiếng Anh dùng phổ biến hệ đơn vị UK .

**III. Sai số, phân loại, cấp chính xác của dụng cụ đo điện.**

Bất kỳ phép đo nào cũng mắc phải sai số. Các nguyên nhân gây ra sai số thì có nhiều, do các yếu tố khách quan và chủ quan khác nhau.

Các nguyên nhân khách quan chẳng hạn như: dụng cụ đo lường không hoàn hảo, đại lượng đo bị can nhiễu nên không hoàn toàn ổn định...

Các nguyên nhân chủ quan như: phương pháp đo không hợp lý, bản thân người tiến hành thực nghiệm không thành thạo, thiếu kinh nghiệm...

Để phân loại sai số có thể dựa vào các tiêu chí khác nhau: theo nguồn gốc phát sinh sai số, phân loại theo quy luật xuất hiện sai số hoặc phân loại theo biểu thức diễn đạt sai số.

Theo quy luật xuất hiện sai số được chia làm 2 loại: sai số hệ thống và sai số ngẫu nhiên.

### 1) Sai số hệ thống.

Sai số hệ thống do những yếu tố thường xuyên hay các yếu tố có quy luật tác động. Nó khiến kết quả đo lần nào cũng mắc phải một sai số như nhau. Tùy theo nguyên nhân mà sai số hệ thống có thể phân ra các nhóm sau:

– Do dụng cụ, máy móc đo chế tạo không hoàn hảo. Ví dụ thang độ của máy không được chuẩn, kim đồng hồ không chỉ đúng vị trí số 0 ban đầu...

– Do phương pháp đo, hoặc do cách dùng phương pháp đo không hợp lý. Hoặc khi tính toán, xử lý kết quả đo đã bỏ qua các yếu tố nào đấy làm ảnh hưởng đến độ chính xác của phép đo.

– Do điều kiện đo khác với điều kiện tiêu chuẩn...

Sai số hệ thống có thể được loại trừ sau khi biết nguyên nhân gây ra bằng cách chuẩn lại thang độ, đặt lại số “0” ban đầu...

### 2) Sai số ngẫu nhiên

Là sai số do các yếu tố bất thường không có quy luật gây ra, chẳng hạn sự thay đổi đột ngột của điện áp nguồn. Các nhiễu loạn bất thường của khí hậu, thời tiết, môi trường trong quá trình đo. Đối với sai số ngẫu nhiên chỉ có thể xử lý bằng lý thuyết thống kê và xác suất.

Theo biểu thức diễn đạt sai số người ta thường chia ra sai số tuyệt đối và sai số tương đối.

### 3) Sai số tuyệt đối

Là độ chênh lệch giữa giá trị thực của đại lượng đo và trị số đo được bằng phép đo:

$$\Delta a = |a_T - a_m| \quad (4)$$

$a_T$  - Giá trị thực của đại lượng đo

$a_m$  - Giá trị đo được bằng phép đo

Tuy nhiên, do  $a_T$  ta chưa biết, nên trong thực tế người ta thường lấy giá trị gần đúng của  $a_T$  bằng cách đo nhiều lần và xem giá trị trung bình số học của  $n$  lần đo gần đúng với  $a_T$ .

$$a_T \cong \bar{a} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_{m i} \quad (5)$$

Và giá trị của  $\Delta a$  cũng dùng giá trị trung bình số học:

$$\overline{\Delta a} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta a_i = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |a_i - \bar{a}| \quad (6)$$

#### 4) Sai số tương đối

Để đánh giá độ chính xác của phép đo, người ta dùng sai số tương đối  $\delta a$  và biểu diễn ra phần trăm:

$$\delta a(\%) = \frac{\Delta a}{a} \cdot 100\% \quad (7)$$

Thực tế, cũng thường biểu diễn bằng giá trị gần đúng trung bình của nó:

$$\overline{\delta a}(\%) = \frac{\overline{\Delta a}}{a} \cdot 100\% \quad (8)$$

#### 5) Cấp chính xác của đồng hồ đo điện.

Để đánh giá độ chính xác của đồng hồ đo điện, người ta dùng khái niệm cấp chính xác của dụng cụ. Cấp chính xác của dụng cụ đo điện được định nghĩa là:

$$\gamma\% = \frac{\Delta a_{\max}}{A_{\max}} \cdot 100\% \quad (9)$$

Trong đó:  $\Delta a_{\max}$  – là sai số tuyệt đối lớn nhất của dụng cụ đo ở thang đo tương ứng;

$A_{\max}$  – là giá trị lớn nhất của thang đo.

Dụng cụ đo điện có 8 cấp chính xác sau : 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5 và 5. Cấp chính xác được ghi trên mặt của đồng hồ đo. Biết cấp chính xác ta có thể tính được sai số tuyệt đối lớn nhất cho phép của phép đo:

$$\Delta a_{\max} = \gamma\% \cdot A_{\max} / 100 \quad (10)$$

Ví dụ: Một miliampe kế có thang độ lớn nhất  $A_{\max} = 100\text{mA}$ , cấp chính xác là 2,5. Sai số tuyệt đối lớn nhất cho phép sẽ là:

$$\Delta a_{\max} = 2,5 \times 100 / 100 = 2,5 \text{ mA}$$

Vượt quá giá trị 2,5mA này đồng hồ sẽ không còn đạt cấp chính xác 2,5 nữa.

### **IV. Các cách tính sai số.**

#### 1) Sai số của phép đo với các thang đo khác nhau

Trong thực tế khi đo với một máy đo có cấp chính xác nhất định, nhưng khi thay đổi thang đo thì sai số tuyệt đối của phép đo sẽ thay đổi, cách tính theo công thức (9).

Ví dụ: Một vôn kế có cấp chính xác 1,5 khi dùng thang đo 50V mắc sai số cho phép lớn nhất là :

$$\Delta U_{\max} = 1,5 \cdot 50 / 100 = 0,75\text{V}$$

Nhưng nếu dùng thang đo 100V thì sai số tuyệt đối lớn nhất cho phép lại là:

$$\Delta U'_{\max} = 1,5 \cdot 100 / 100 = 1,5V$$

2) Sai số tương đối của tổng 2 đại lượng.

Nếu hai đại lượng đo có tính chất độc lập với nhau, mỗi đại lượng có sai số tương đối riêng biệt  $\delta a$  và  $\delta b$  thì sai số tương đối của tổng 2 đại lượng  $(a+b)$  sẽ là :

$$\delta_{(a+b)} = \frac{\Delta a + \Delta b}{a + b} = \frac{a\delta a + b\delta b}{a + b} \quad (11)$$

3) Sai số tương đối của tích 2 đại lượng.

Nếu hai đại lượng độc lập với nhau mà mỗi đại có một trị số sai số tương đối riêng biệt thì sai số tương đối của tích 2 đại lượng  $(a.b)$  được xác định:

$$\delta(a.b) = \delta a + \delta b \quad (12)$$

Tổng quát, trong trường hợp tích của nhiều đại lượng độc lập với nhau:

$$\delta_{\prod_i a_i} = \sum_{i=1}^n \delta_{a_i} \quad (13)$$

4) Sai số tương đối của một thương

$$\delta_{a/b} = \delta a + \delta b \quad (14)$$

Tổng quát cho trường hợp tỷ số của tích nhiều đại lượng :

$$\text{Nếu : } x = \frac{\prod_i a_i}{\prod_j b_j} \quad \text{thì:} \quad \delta = \sum_i \delta_{a_i} + \sum_j \delta_{b_j} \quad (15)$$

5) Sai số thống kê và lý thuyết xác suất.

Đối với sai số ngẫu nhiên, khi số lần đo đủ lớn chúng sẽ tuân theo các quy luật thống kê theo phân bố Gauss. Sai số ngẫu nhiên có các tính chất sau:

– Những sai số ngẫu nhiên bằng nhau về độ lớn và trái dấu có cùng xác suất.

– Những sai số ngẫu nhiên có trị số tuyệt đối càng lớn thì xác suất xảy ra càng nhỏ.

– Trị tuyệt đối của sai số ngẫu nhiên không vượt quá một giới hạn xác định. Giả sử ta thực hiện n lần đo một đại lượng x được các giá trị tương ứng là  $a_1, a_2, \dots, a_n$ . Giá trị trung bình số học của đại lượng x sẽ là:

$$\bar{a} = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i \quad (16)$$



Để đánh giá sai số của phép đo đại lượng  $x$  ta dùng sai số toàn phương trung bình (hay sai số chuẩn  $\sigma$ ):

$$\sigma = \lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (a_i - a)^2}{n}} \approx \lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (a_i - \bar{a})^2}{n-1}} \quad (17)$$

Với số lần đo không quá nhỏ ta có thể viết gần đúng:

$$\sigma \approx \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (a_i - \bar{a})^2}{n-1}} \quad (18)$$

Như vậy kết quả đo sẽ đáng tin cậy hay không tùy thuộc giá trị của  $\sigma$ , Với  $\sigma$  càng lớn, trên đường cong phân bố Gauss, mật độ phân bố có cực đại càng thấp, chân đường cao càng rộng, chứng tỏ kết quả đo bị phân tán nhiều.

Để đặc trưng cho sự phân tán của các giá trị trung bình số học quanh giá trị thực  $a$ , người ta dùng đại lượng sai số toàn phương trung bình:

$$\sigma_{\bar{a}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \approx \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (a_i - \bar{a})^2}{n(n-1)}} \quad (19)$$

Như vậy, kết quả đo đại lượng  $x$  sẽ được viết dưới dạng:

$$x = \bar{a} \pm \sigma_{\bar{a}} \quad (20)$$

#### 6) Chú ý.

– Sai số toàn phương trung bình chỉ dùng với phép đo đòi hỏi độ chính xác cao với số lần đo lớn. Nếu số lần đo nhỏ hơn 10 lần ta chỉ sử dụng sai số tuyệt đối trung bình số học  $\overline{\Delta a}$  tính theo (6). Lúc đó kết quả đo sẽ được viết:

$$x = \bar{a} \pm \overline{\Delta a} \quad (21)$$

– Mọi dụng cụ đo đều có độ chính xác nhất định, sai số của phép đo không thể nhỏ hơn sai số của dụng cụ. Do đó với những thí nghiệm chỉ đo được 1 lần, hoặc kết quả các lần đo đều trùng nhau thì ta lấy sai số của dụng cụ đo.

– Sai số của các dụng cụ đo được quy ước bằng một nửa khoảng chia nhỏ nhất của thang đo đang sử dụng.

## **Phần thứ 2. CÁC BÀI THÍ NGHIỆM THỰC HÀNH**

### **Bài 1. CƠ HỌC CHẤT ĐIỂM, HIỆN TƯỢNG PHÁCH.**

#### **I. MỤC ĐÍCH.**

Khảo sát và nghiệm lại các định luật chuyển động của chất điểm, va chạm đàn hồi, tổng hợp 2 dao động điều hòa, hiện tượng phách nhờ thiết bị đo ghép với máy vi tính PC.

#### **II. TÓM TẮT LÝ THUYẾT.**

##### ***2.1. Các định luật chuyển động của chất điểm.***

Định luật Newton I. Trong một hệ quy chiếu quán tính một chất điểm cô lập sẽ giữ nguyên mãi mãi trạng thái đứng yên hoặc chuyển động thẳng đều.

Định luật Newton II. Trong hệ quy chiếu quán tính gia tốc chuyển động  $\vec{a}$  của một chất điểm tỷ lệ với lực tác dụng  $\vec{F}$  và tỷ lệ nghịch với khối lượng  $m$  của nó.

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} \quad (1-1)$$

Từ đó ta có: 
$$\vec{F} = m\vec{a} = m \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d}{dt}(m\vec{v}) = \frac{d\vec{p}}{dt} \quad (1-2)$$

Phương trình (1-1) được gọi là phương trình cơ bản của động lực học. Nếu xét chất điểm  $m$  chịu tác dụng của một lực không đổi  $F$ , chất điểm sẽ chuyển động với gia tốc không đổi:

$$a = \frac{dv}{dt} = \text{const};$$

Lấy tích phân với điều kiện vận tốc ban đầu bằng 0 ta được:

$$v = at \quad (1-3)$$

Từ đó, phương trình chuyển động của chất điểm sẽ là:

$$v = \frac{ds}{dt} \Rightarrow s = \int v dt = a \int t dt$$

Lấy tích phân với điều kiện ban đầu chất điểm ở gốc tọa độ, ta được:

$$s = \frac{1}{2} at^2 \quad (1-4)$$

2.1.3. Định luật Newton III. Trong một hệ quy chiếu quán tính nếu chất điểm A tác dụng lên chất điểm B một lực  $\vec{F}$  thì ngược lại chất điểm B cũng

tác dụng lên chất điểm A một lực  $\vec{F}'$  cùng phương ngược chiều và cùng độ lớn với  $\vec{F}$ :

$$\vec{F} + \vec{F}' = 0 \quad (1-5)$$

## 2.2. Va chạm đàn hồi.

### 2.2.1. Định luật bảo toàn động lượng.

Xét hệ 2 chất điểm cô lập  $m_1$  và  $m_2$ . Tương tác giữa chúng tuân theo định luật Newton III:

$$\vec{F} + \vec{F}' = 0$$

Theo định luật Newton II ta có thể viết:

$$\frac{d\vec{p}_1}{dt} + \frac{d\vec{p}_2}{dt} = 0,$$

Hay: 
$$\frac{d}{dt}(\vec{p}_1 + \vec{p}_2) = 0,$$

Suy ra: 
$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \text{const}, \quad (1-6)$$

$$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = \text{const},$$

Hay: 
$$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_1\vec{v}_1' + m_2\vec{v}_2'; \quad (1-7)$$

Vậy: “Tổng động lượng của một hệ cô lập được bảo toàn”.

### 2.2.2. Định luật bảo toàn động năng.

Tương tác giữa 2 chất điểm  $m_1$  và  $m_2$  tuân theo định luật Newton III

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = 0$$

$$\vec{F}_1 \cdot d\vec{s} + \vec{F}_2 \cdot d\vec{s} = 0$$

$$m_1 \frac{d\vec{v}_1}{dt_1} \cdot d\vec{s} + m_2 \frac{d\vec{v}_2}{dt_2} \cdot d\vec{s} = 0$$

$$m_1 d\vec{v}_1 \frac{d\vec{s}}{dt_1} + m_2 d\vec{v}_2 \frac{d\vec{s}}{dt_2} = 0$$

$$m_1 \vec{v}_1 d\vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 d\vec{v}_2 = 0$$

$$d\left(\frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2\right) = 0$$

Suy ra: 
$$\frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 = \text{const}$$

Hay: 
$$\frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 = \frac{1}{2}m_1v_1'^2 + \frac{1}{2}m_2v_2'^2 \quad (1-8)$$

Vậy: “Tổng động năng của một hệ cô lập được bảo toàn”.

2.2.3. Va chạm hoàn toàn đàn hồi.

Va chạm hoàn toàn đàn hồi là va chạm giữa 2 vật mà tổng động lượng và động năng của hệ được bảo toàn.

Xét trường hợp va chạm xuyên tâm, từ (1-7) và (1-8) ta có:

$$v_1' = \frac{2m_2v_2 + (m_1 - m_2)v_1}{m_1 + m_2} \quad (1-9)$$

$$v_2' = \frac{2m_1v_1 + (m_2 - m_1)v_2}{m_1 + m_2} \quad (1-10)$$

Suy ra:  $v_1' - v_2' = -(v_1 - v_2)$  (1-11)

Nếu khối lượng 2 vật bằng nhau  $m_1 = m_2$  thì:

$$v_2' = v_1 \quad \text{và} \quad v_1' = v_2 \quad (1-12)$$

2.2.4. Va chạm giữa các vật thật.

Trong thực tế va chạm giữa các vật thật động năng của hệ không được bảo toàn. Nó bị mất mát dưới dạng nhiệt do ma sát hay do biến dạng. Phương trình (1-11) được viết lại dưới dạng:

$$v_1' - v_2' = -e(v_1 - v_2) \quad (1-13)$$

Trong đó  $e$  là hệ số đàn hồi được xác định:

$$e = \left| \frac{v_1' - v_2'}{v_1 - v_2} \right| \quad (1-14)$$

Với  $v_1'$ ,  $v_2'$ ,  $v_1$ ,  $v_2$  là các giá trị đại số, như vậy với va chạm hoàn toàn đàn hồi thì  $e = 1$ .

Từ (1-13) ta có:

$$m_1(v_1' - v_2') = -m_1e(v_1 - v_2) \quad (1-15)$$

$$m_2(v_1' - v_2') = -m_2e(v_1 - v_2)$$

Từ định luật bảo toàn động lượng ta có:

$$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v_1' + m_2v_2' \quad (1-16)$$

Từ (1-15) và (1-16) ta suy ra vận tốc của hai vật sau va chạm là:

$$v_1' = v_1 - \frac{m_2(e+1)(v_1 - v_2)}{m_1 + m_2}$$

$$v_2' = v_2 - \frac{m_1(e+1)(v_2 - v_1)}{m_1 + m_2} \quad (1-17)$$

Phần động năng tiêu hao trong va chạm là:

$$\Delta E = E - E' = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 - \frac{1}{2}m_1v_1'^2 - \frac{1}{2}m_2v_2'^2$$

$$\Delta E = \frac{1}{2}m_1(v_1^2 - v_1'^2) + \frac{1}{2}m_2(v_2^2 - v_2'^2)$$

$$\Delta E = \frac{1}{2}m_1(v_1 - v_1')(v_1 + v_1') + \frac{1}{2}m_2(v_2 - v_2')(v_2 + v_2')$$

Theo (1-17) ta có:

$$m_1(v_1 - v_1') = -m_2(v_2 - v_2') = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} (e + 1)(v_1 - v_2)$$

Như vậy: 
$$\Delta E = \frac{1}{2} \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} (e + 1)(v_1 - v_2) [(v_1 + v_1') - (v_2 + v_2')]$$

Mặt khác, theo (1-13) ta có:

$$(v_1 + v_1') - (v_2 + v_2') = (v_1 - v_2)(1 - e)$$

Từ đó:

$$\Delta E = \frac{m_1 m_2}{2(m_1 + m_2)} (1 - e^2)(v_1 - v_2)^2 \quad (1-18)$$

Nếu  $m_1 = m_2$  thì:

$$\Delta E = \frac{m_1}{4} (1 - e^2)(v_1 - v_2)^2 \quad (1-19)$$

Trong va chạm hoàn toàn đàn hồi  $e = 1$ , nên  $\Delta E = 0$ .

### 2-3. Tổng hợp 2 dao động điều hòa, hiện tượng phách.

#### 2.3.1. Tổng hợp hai dao động cùng phương và cùng tần số.

Xét hai dao động điều hòa cùng phương và cùng tần số sau:

$$x_1 = a_1 \cos(\omega t - \varphi_1)$$

$$x_2 = a_2 \cos(\omega t - \varphi_2)$$

Dao động tổng hợp sẽ tuân theo nguyên lý chồng chất :

$$\begin{aligned} x &= x_1 + x_2 = a_1 \cos(\omega t - \varphi_1) + a_2 \cos(\omega t - \varphi_2) \\ &= a_1 \cos \omega t \cos \varphi_1 + a_1 \sin \omega t \sin \varphi_1 + a_2 \cos \omega t \cos \varphi_2 + a_2 \sin \omega t \sin \varphi_2 \\ &= (a_1 \cos \varphi_1 + a_2 \cos \varphi_2) \cos \omega t + (a_1 \sin \varphi_1 + a_2 \sin \varphi_2) \sin \omega t \end{aligned}$$

Hay: 
$$x = A \cos \omega t + B \sin \omega t \quad (1-20)$$

Trong đó :  $A = a_1 \cos \varphi_1 + a_2 \cos \varphi_2$  ;  $B = a_1 \sin \varphi_1 + a_2 \sin \varphi_2$

Biểu thức (1-20) chứng tỏ rằng dao động tổng hợp cũng là một dao động điều hoà với tần số  $\omega$  như các dao động thành phần, nghĩa là :

$$x = a \cos(\omega t - \varphi)$$

Trong đó biên độ cực đại  $a$  và góc lệch pha ban đầu  $\varphi$  được xác định được theo các biểu thức sau :

$$a^2 = A^2 + B^2 = (a_1 \cos \varphi_1 + a_2 \cos \varphi_2)^2 + (a_1 \sin \varphi_1 + a_2 \sin \varphi_2)^2$$

$$a = \sqrt{a_1^2 + a_2^2 + 2a_1a_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1)} \quad (1-21)$$

$$\text{và :} \quad \text{tg} \varphi = \frac{B}{A} = \frac{a_1 \sin \varphi_1 + a_2 \sin \varphi_2}{a_1 \cos \varphi_1 + a_2 \cos \varphi_2} \quad (1-22)$$

Biểu thức (1-21) cho thấy, biên độ của dao động tổng hợp không những phụ thuộc vào biên độ cực đại của các dao động thành phần mà còn phụ thuộc vào hiệu số pha ban đầu của chúng.

- Khi  $\varphi_2 - \varphi_1 = 2k\pi$ , hai dao động thành phần cùng pha, biên độ dao động tổng hợp đạt giá trị cực đại và bằng :

$$a = a_1 + a_2$$

- khi  $\varphi_2 - \varphi_1 = (2k+1)\pi$ , hai dao động thành phần ngược pha, biên độ dao động tổng hợp đạt giá trị cực tiểu và bằng :

$$a = |a_1 - a_2|$$

- khi  $\varphi_2 - \varphi_1 = (2k+1)\pi/2$ , hai dao động thành phần có pha vuông góc với nhau. Khi đó biên độ dao động tổng hợp :

$$a = \sqrt{a_1^2 + a_2^2}$$

Như vậy, tùy thuộc vào hiệu số pha ban đầu của các dao động thành phần mà biên độ của dao động tổng hợp sẽ nhận các giá trị nằm trong khoảng từ  $|a_1 - a_2|$  đến  $(a_1 + a_2)$ .

### 2.3.1. Tổng hợp hai dao động có chu kỳ khác nhau – hiện tượng phách.

Ta xét trường hợp chất điểm tham gia hai dao động cùng phương, nhưng có các tần số  $\omega_1$ ,  $\omega_2$  khác nhau chút ít :

$$x_1 = a_1 \cos(\omega_1 t - \varphi_1)$$

$$x_2 = a_2 \cos(\omega_2 t - \varphi_2)$$

Trong đó  $\Delta\omega = \omega_1 - \omega_2 \ll \omega_1$  và  $\omega_2$

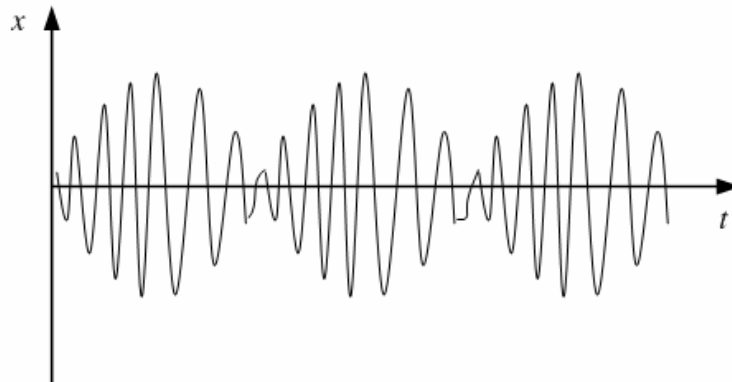
Dao động tổng hợp :

$$\begin{aligned} x &= x_1 + x_2 = a_1 \cos(\omega_1 t - \varphi_1) + a_2 \cos(\omega_2 t - \varphi_2) \\ &= a_1 [\cos(\omega_1 t - \varphi_1) + \cos(\omega_2 t - \varphi_2)] + (a_2 - a_1) \cos(\omega_2 t - \varphi_2) \\ &= 2a_1 \cos\left(\frac{\omega_1 - \omega_2}{2} t - \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2}\right) \cos\left(\frac{\omega_1 + \omega_2}{2} t - \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}\right) \\ &\quad + (a_2 - a_1) \cos(\omega_2 t - \varphi_2) \\ x &= 2a_1 \cos\left(\frac{\Delta\omega}{2} t - \frac{\Delta\varphi}{2}\right) \cos(\omega t - \varphi) + (a_2 - a_1) \cos(\omega_2 t - \varphi_2) \quad (1-23) \end{aligned}$$

Trong đó:  $\Delta\omega = \omega_1 - \omega_2$ ,  $\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2$ ,  $\omega = \frac{\omega_1 + \omega_2}{2}$  và  $\varphi = \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}$ .

Biểu thức (1-23) cho thấy rằng dao động tổng hợp gồm hai dao động. Dao động thứ nhất biểu diễn bởi số hạng đầu ở vế phải của (1-23) không phải là một dao động điều hoà vì nó là tích của hai dao động điều hoà có tần số là  $\Delta\omega/2$  và  $\omega$ . Tuy nhiên do  $\omega_1$  và  $\omega_2$  khác nhau rất ít nên  $\omega$  rất gần  $\omega_1$  và  $\omega_2$ , và đồng thời  $\Delta\omega/2$  rất nhỏ so với  $\omega_1$ ,  $\omega_2$  cho nên dao động thứ nhất này có thể xem như một dao động gần điều hoà với tần số  $\omega$  rất gần với  $\omega_1$  hoặc  $\omega_2$  và có biên độ dao động là  $A = 2a_1 \cos\left(\frac{\Delta\omega}{2}t - \frac{\Delta\varphi}{2}\right)$  thay đổi rất chậm theo thời gian. Số hạng thứ hai của (1-23) biểu diễn một dao động điều hoà tần số  $\omega_2$ . Hình 1-1 biểu diễn sự thay đổi theo thời gian của số hạng thứ nhất của (1-23). Nó là dao động với tần số  $\omega$  nhưng có biên độ biến thiên một cách tuần hoàn theo thời gian với tần số  $\Delta\omega/2 \ll \omega$ .

*“Hiện tượng biên độ của dao động biến thiên một cách tuần hoàn theo thời gian với chu kỳ lớn hơn nhiều so với chu kỳ của dao động gọi là hiện tượng phách”.*



Hình 1-1

Số hạng thứ nhất của (1-23) biểu diễn hiện tượng phách thuần túy còn biểu thức (1-23) biểu diễn phách nói chung (thông thường).

Đặc biệt khi hai dao động  $x_1$  và  $x_2$  có biên độ bằng nhau ( $a_1 = a_2$ ) thì số hạng thứ hai của (1-23) triệt tiêu và ta có phách thuần túy.

Dao động tổng hợp  $x$  cũng có thể viết dưới dạng khác :

$$x = (a_1 - a_2)\cos(\omega_1 t - \varphi_1) + a_2\cos(\omega_2 t - \varphi_2) + a_2\cos(\omega_1 t - \varphi_1)$$

$$x = 2a_2 \cos\left(\frac{\omega_1 - \omega_2}{2}t - \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2}\right) \cos\left(\frac{\omega_1 + \omega_2}{2}t - \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}\right) + (a_1 - a_2) \cos(\omega_1 t - \varphi_1) \quad (1-24)$$

Cộng (1-23) và (1-24) với nhau rồi chia cho 2 ta được:

$$\begin{aligned} x &= (a_1 + a_2) \cos\left(\frac{\omega_1 - \omega_2}{2}t - \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2}\right) \cos\left(\frac{\omega_1 + \omega_2}{2}t - \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}\right) + \\ &+ \frac{1}{2}(a_1 - a_2)[\cos(\omega_1 t - \varphi_1) - \cos(\omega_2 t - \varphi_2)] \\ &= (a_1 + a_2) \cos\left(\frac{\Delta\omega}{2}t - \frac{\Delta\varphi}{2}\right) \cos(\omega t - \varphi) + (a_2 - a_1) \sin\left(\frac{\Delta\omega}{2}t - \frac{\Delta\varphi}{2}\right) \sin(\omega t - \varphi) \end{aligned}$$

Như đã biết, rõ ràng dao động tổng hợp không phải là một dao động điều hòa. Tuy nhiên theo giả thiết do  $\Delta\omega$  rất nhỏ so với  $\omega$ , thì khi đó trong một khoảng thời gian rất nhỏ chừng vài chu kỳ  $T = \frac{2\pi}{\omega}$  ta có thể coi

$\left(\frac{\Delta\omega}{2}t - \frac{\Delta\varphi}{2}\right)$  là không thay đổi và do vậy ta thấy dao động tổng hợp  $x$  cũng có dạng :

$$x = A \sin(\omega t - \varphi) + B \cos(\omega t - \varphi) \quad (1-25)$$

Trong đó :

$$\begin{aligned} A &= (a_2 - a_1) \sin\left(\frac{\Delta\omega}{2}t - \frac{\Delta\varphi}{2}\right) \\ B &= (a_1 + a_2) \cos\left(\frac{\Delta\omega}{2}t - \frac{\Delta\varphi}{2}\right) \end{aligned}$$

Biên độ cực đại của dao động tổng hợp :

$$a = \sqrt{A^2 + B^2} .$$

Hay là:

$$a^2 = A^2 + B^2 = a_1^2 + a_2^2 + 2a_1 a_2 \cos(\Delta\omega t - \Delta\varphi) \quad (1-26)$$

Hai biểu thức (1-25) và (1-26) cho thấy rằng dao động tổng hợp là một dao động gần điều hòa với tần số góc :

$$\omega = \frac{\omega_1 + \omega_2}{2}$$

Và có biên độ cực đại  $a$  biến thiên tuần hoàn theo thời gian với tần số góc  $\Delta\omega = \omega_1 - \omega_2$ , giữa hai trị số cực đại  $(a_1 + a_2)$  và cực tiểu  $(a_1 - a_2)$ .

Tần số và chu kỳ của dao động tổng hợp:



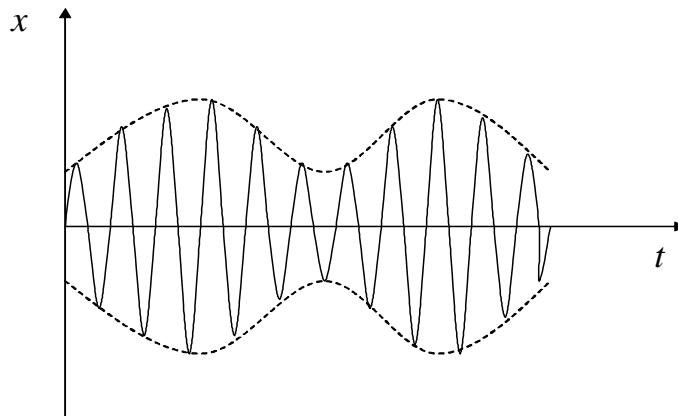
$$f_n = \frac{f_1 + f_2}{2}; T_n = \frac{1}{f_n} = \frac{2T_1 \cdot T_2}{T_1 + T_2}. \quad (1-27)$$

Chu kỳ biến thiên của biên độ  $a$  (chu kỳ phách  $T_s$ ) và tần số phách là:

$$T_s = \frac{2\pi}{\Delta\omega} = \frac{2\pi}{\omega_1 - \omega_2} = \frac{2\pi}{\frac{2\pi}{T_1} - \frac{2\pi}{T_2}} = \frac{T_1 T_2}{T_2 - T_1} \quad (1-28)$$

$$f_s = |f_1 - f_2|$$

Vì  $T_1$  và  $T_2$  khác nhau rất ít nên  $T_s$  lớn hơn  $T_1, T_2$  rất nhiều : biên độ cực đại của dao động tổng hợp biến thiên rất chậm theo thời gian. Đường biểu diễn dao động tổng hợp trong hiện tượng phách thông thường được trình bày trên hình 1-2.



Hình 1-2

Hiện tượng phách được ứng dụng rộng rãi trong kỹ thuật vô tuyến điện. Nó là cơ sở của phương pháp điều chế biên độ.

### **III. THỰC HÀNH.**

#### **3.1. Mô tả dụng cụ.** (Xem các hình 1-3, 1-4, 1-5)

1/ Máy vi tính PC (1): Để xử lý số liệu đo

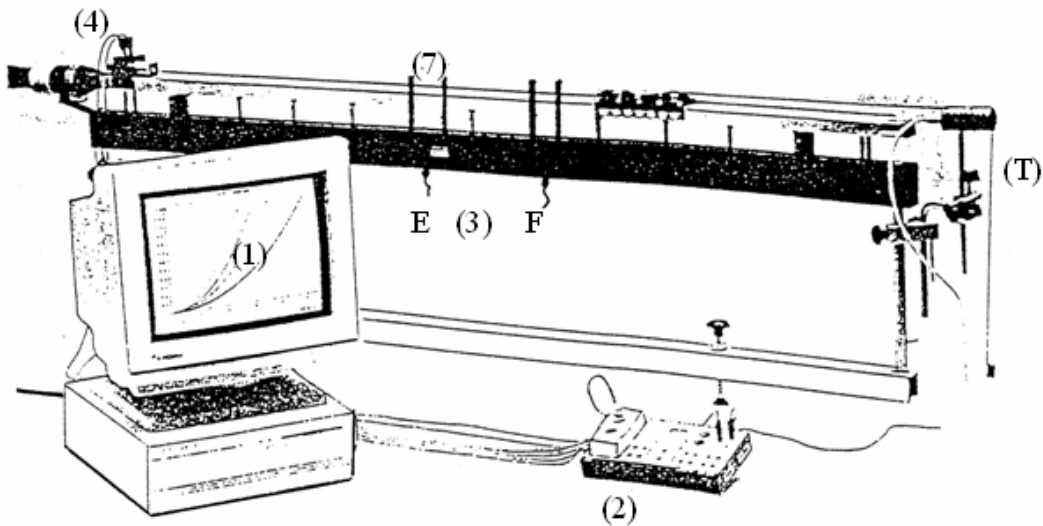
2/ Hộp SASSY – E (2). Hộp giao diện giữa PC và các đầu đo.

3/ Các đầu đo (3):

- Đầu đo E hình chữ U.
- Đầu đo F hình chữ U.

Giữa hai nhánh chữ U có tia bức xạ truyền qua. Khi có một vật dịch chuyển giữa 2 nhánh chữ U tia bức xạ sẽ bị che. Biết thời gian che và bề rộng của vật (cờ) ta sẽ suy ra vận tốc chuyển động của vật.

- Đầu đo T hình trụ. Trong đầu đo có một ròng rọc. Khi ròng rọc quay đầu đo sẽ xác định quãng đường, vận tốc và gia tốc.

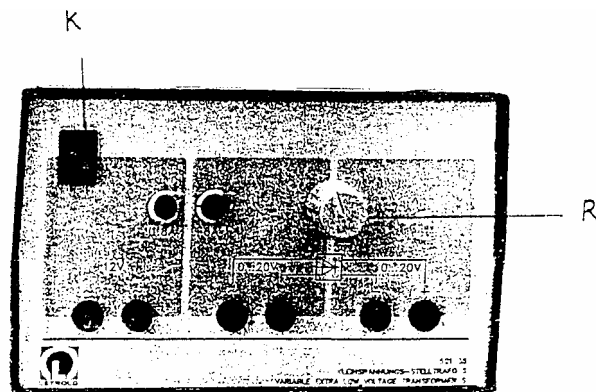


Hình 1-3

4/ Nam châm điện (4). Được dùng để giữ vật đo.

5/ Nguồn điện cho nam châm (hình 1-4). Sử dụng điện lưới 220V. Cung cấp điện thế ra từ 0-20V một chiều và xoay chiều. Trong bài thực hành chúng ta sử dụng nguồn điện một chiều.

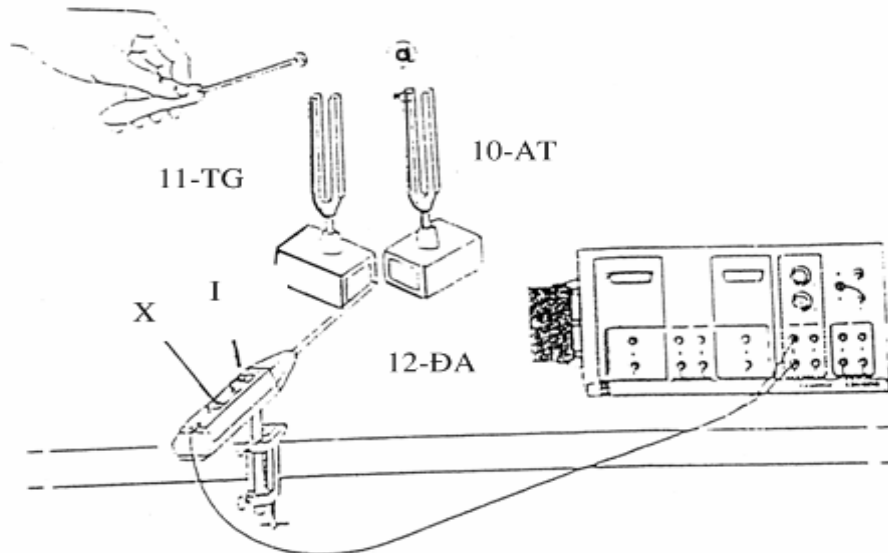
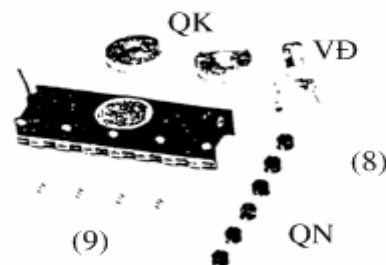
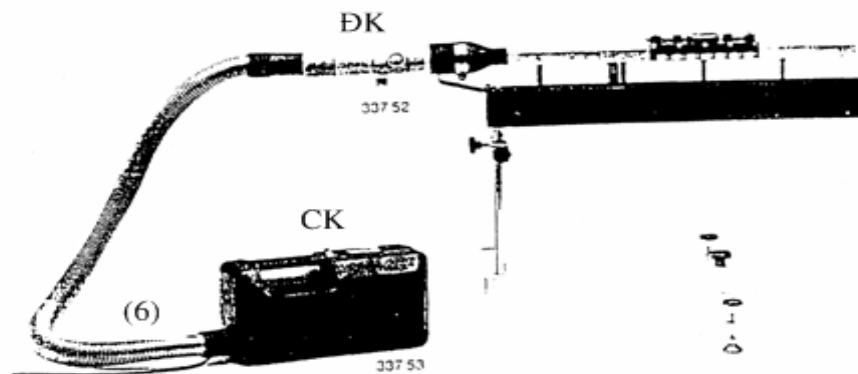
- K là công tắc nguồn.
- R là núm điều chỉnh điện thế. Trong bài điều chỉnh để điện thế ra là 10V.



Hình 1-4

6/ Máy tạo khí. Sử dụng điện nguồn 220V.

- CK là công tắc máy.
- ĐK là vành điều chỉnh lượng khí. Muốn lượng khí ra nhiều hay ít ta xoay vành điều khiển ĐK.



Hình 1-5

7/ Ống đệm khí. Trên ống có những lỗ nhỏ để không khí phun ra tạo thành đệm không khí nhằm khử lực ma sát khi các vật trượt trên ống.

8/ Các phụ kiện.

- QN: Quả nặng bằng nhựa, mỗi quả nặng 1g.
- QK: Quả nặng bằng kim loại mỗi quả 100g.

- VĐ: Vòng đàn hồi.
- C: Cờ để gắn vật trượt. Cờ có bề rộng 5 mm.

9/ Vật trượt.

Trên mặt vật trượt có 3 lỗ: 2 lỗ lớn và 1 lỗ nhỏ ở giữa. Lỗ nhỏ để gắn quả nặng kim loại QK. Lỗ lớn để gắn quả nặng bằng nhựa.

10/ Âm thoa. Trên âm thoa có quả nặng a. Khi dịch chuyển quả nặng làm thay đổi tần số của âm thoa.

11/ Thanh gõ (TG). Dùng để gõ âm thoa.


12/ Đầu đo âm (ĐA). Trên đầu đo có núm công tắc I. Núm chức năng X có 2 vị trí:

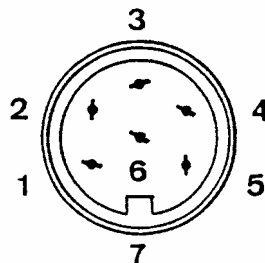
- Vị trí “ $\square$ ” dùng để đo tần số.
- Vị trí “ $\sim$ ” dùng để đo hiện tượng phách.

Có 2 đầu dây nối một vàng và một đen để nối vào CASSY – E.

### 3.2. Nghiệm lại định luật II Newton và các phương trình chuyển động.

#### 1/ Mắc mạch điện theo hình vẽ.

- Nối đầu đo T vào lỗ cắm đa chân ký hiệu  của BMW – Box trên CASSY-E. Chú ý xoay cho vết lõm trên phích cắm đa chân về khớp với vị trí số 7 trên lỗ cắm (xem hình 1-6).



Hình 1-6

- Nối cực dương (+) của nguồn điện nam châm vào lỗ R trên CASSY-E.
- Nối cực âm của nguồn điện nam châm vào một cực của nam châm.
- Nối cực còn lại của nam châm vào lỗ 0 của CASSY-E.

2/ Đặt vật trượt có gắn cờ, vòng đàn hồi, quả nặng QK, quả nặng QN lên ống đệm khí sao cho vòng đàn hồi hướng về phía đầu đo T.

Chú ý. Vật trượt có đuôi tròn.

3/ Đưa vật trượt về phía sát nam châm.

4/ Dùng sợi chỉ cột vào một quả nặng bằng nhựa QN, sau đó gắn quả nặng đó vào vật trượt ở lỗ gắn vòng đàn hồi. Lúc này khối lượng tổng cộng của vật trượt là  $m=0,2\text{kg}$ .

5/ Đầu còn lại của sợi chỉ vắt qua ròng rọc của đầu đo T và cột vào một quả nặng bằng nhựa QN, sao cho quả nặng QN treo cách đầu đo T khoảng 5cm.

6/ Gắn thêm quả nặng QN vào quả nặng đã treo trên ròng rọc.

7/ Cắm phích điện của máy tạo khí vào ổ điện 220V. Thông thường đã cắm sẵn, sinh viên chỉ kiểm tra lại.

8/ Mở công tắc K của nguồn nam châm.

**Bắt đầu quá trình đo.**

*Chú ý.* Khi tiến hành đo máy tính sẽ điều khiển ngắt nguồn điện của nam châm và nam châm sẽ không còn hút vật trượt. Khi đó, nếu không có lực ma sát thì vật trượt sẽ chịu tác dụng duy nhất của một lực kéo không đổi  $F=ma$  do các quả nặng QN vắt qua ròng rọc gây nên. Dưới tác dụng của lực  $F$  vật trượt sẽ chuyển động với gia tốc không đổi  $a$  và làm cho ròng rọc quay. Từ đó qua đầu đo T ta sẽ xác định được gia tốc  $a$ , vận tốc  $v$  và quãng đường của vật trượt  $s$  theo thời gian  $t$ .

9/ Dịch chuyển giá mang ống đệm khí sao cho khi các quả nặng QN rơi không va chạm vào bàn thí nghiệm. Nhờ Giáo viên hướng dẫn.

**10/ Mở máy tính**

11/ Vào thư mục C:\ CD CASSY nhấn Enter ↵

12/ Vào C:\ CASSY > BMW ↵.

13/ Màn hình hiện CASSY. Nhấn Enter ↵.

14/ Về F1 BMW. Nhấn Enter ↵.

15/ Về F2 Calibrate meas. quantities. Nhấn Enter ↵.

16/ Về Linear quantities. Nhấn Enter ↵.

17/ Về F3 options for meas. quantities. Nhấn Enter ↵.

18/ Về display v. Nhấn Enter ↵.

19/ Về display a. Nhấn Enter ↵.

20/ Về dt – interval for v. Nhấn Enter ↵.

21/ Nhập : 0,2 s. Nhấn Enter ↵.

22/ Về dt – interval for a. Nhấn Enter ↵.

23/ Nhập 0,3 s. Nhấn Enter ↵.

24/ Về Set measurement stop. Nhấn Enter ↵.

25/ Nhập : 0,8 m. Nhấn Enter ↵.

26/ Nhấn ESC về Main menu.

27/ Về F1 Record new measurement. Nhấn Enter ↵.

28/ Về Graph display. Nhấn Enter ↵.

29/ Màn hình hiện trục tọa độ: trục hoành  $t$ , trục tung  $s$ .

30/ **Đo lần 1.**

Dây treo gồm 2 quả nặng QN. Vận lực tác dụng lên vật trượt:

$$F_2 = m_2g = 0,002 \cdot 9,8 = 0,0196 \text{ N.}$$

31/ Nhấn nút CK mở máy tạo khí. Có thể điều chỉnh lượng khí bằng cách xoay vành DK.

32/ Nhấn các phím F2 và F1 liên nhanh sau đó. Ta thấy vật trượt chuyển động về phía đầu đo T và được giữ lại bởi tấm chặn trước đầu đo T.

33/ Nhìn lên màn hình ta thấy đường cong biểu diễn hàm số  $S(t)$ .  
Chú ý : khi đo phải kiểm tra sợi dây đã mắc qua ròng rọc chưa.

34/ Tắt máy tạo khí.

35/ Nhấn ESC về Main menu.

36/ Về Output measurement values. Nhấn Enter ↵.

37/ Về Values in table form. Nhấn Enter ↵.

38/ Nhấn ESC về Main menu.

39/ Về F6 Evaluate in graph. Nhấn Enter ↵.

40/ Về Overview. Nhấn Enter ↵.

Xem đồ thị  $a(t)$ ,  $v(t)$  và  $s(t)$ .

41/ Nhấn ESC về Main menu.

42/ Về F7 Select representation. Nhấn Enter ↵.

43/ Về Select X – axis. Nhấn Enter ↵.

44/ Về  $t$ . Nhấn Enter ↵. Để xác định biến của trục  $x$  là  $t$ .

45/ Về  $t$ . Nhấn Enter ↵. Để xác định trục  $X$  chia đơn vị theo  $t$ .

46/ Về Select  $y_1$  – axis. Nhấn Enter ↵.

47/ Về  $v$ . Nhấn Enter ↵.

48/ Về lại  $v$ . Nhấn Enter ↵.

49/ Nhấn ESC về Main menu.

50/ Về F6 Evaluate in graph. Nhấn Enter ↵.

51/ Về Select representation. Nhấn Enter ↵.

52/ Màn hình hiện đồ thị  $v(t)$ .

53/ Nhấn F1 để được đường thẳng qua góc.

54/ Nhấn <Alt> <F1>.

55/ Dưới màn hình hiện: Slop =  $A_1$  m/s. Với  $A_1$  là con số cho giá trị của độ dốc đồ thị  $v_1(t)$ . Vậy  $v_1(t) = A_1 t$ .

- 56/ So sánh độ dốc  $A_1$  với gia tốc  $a$ , suy ra độ dốc  $A_1$  chính là giá trị trung bình của gia tốc  $a$ . Vậy phương trình  $v = at$  đã nghiệm đúng.
- 57/ Nhấn ESC về Main menu.
- 58/ Về F7 Select representation. Nhấn Enter ↵.
- 59/ Về t. Nhấn Enter ↵.
- 60/ Về  $t^2$ . Nhấn Enter ↵.
- 61/ Về Select y1- axis. Nhấn Enter ↵.
- 62/ Về s. Nhấn Enter ↵.
- 63/ Nhấn ESC về Main menu.
- 64/ Về F6 Evaluate in graph. Nhấn Enter ↵.
- 65/ Về Select representation. Nhấn Enter ↵.
- 66/ Màn hình hiện đồ thị  $s(t^2)$ .
- 67/ Nhấn F1.
- 68/ Nhấn Alt + F1.
- 69/ Dưới màn hình hiện: Slope =  $B_1 \text{ m/s}^2$ . Trong đó  $B_1$  là con số chỉ độ dốc của đồ thị  $s = B_1 t^2$ .
- 70/ So sánh  $B_1$  với gia tốc  $a_1$ . Ta có  $B_1 = a_2/2$ . Vậy phương trình chuyển động  $s = 1/2 at^2$  đã nghiệm đúng.
- 71/ Nhấn ESC về Main menu..

**72/ Đo lần 2.**

Gắn thêm một quả nặng QN vào dây treo. Như vậy lực tác dụng lên vật trượt sẽ là:

$$F_3 = 0,003 \cdot 9,8 = 0,0294 \text{ N}$$

Đưa vật trượt về nam châm, mắc dây qua ròng rọc. Sau đó tiến hành đo tương tự như lần 1 từ bước 25 đến bước 54 để xác định gia tốc  $a_3 = A_3$ .

- 73/ Nhấn ESC về Main menu.

**74/ Đo lần 3.**

Gắn thêm một quả nặng QN vào dây treo. Bây giờ trên dây treo có 4 quả nặng QN. Lực tác dụng lên vật trượt sẽ là:  $F_4 = 0,0392 \text{ N}$ . Tiến hành đo tương tự như lần 1 và lần 2 để xác định gia tốc  $a_4 = A_4$ .

- 75/ Lập bảng sau:

$F_2 = 0,0196 \text{ N}$	$m = 0,2 \text{ kg}$	$a_2 =$
$F_3 = 0,0294 \text{ N}$	$m = 0,2 \text{ kg}$	$a_3 =$
$F_4 = 0,0392 \text{ N}$	$m = 0,2 \text{ kg}$	$a_4 =$

**76/** Sinh viên dùng biểu thức  $F = ma$  để giải thích bảng số liệu trên và kết luận.

**77/** Nhấn ESC về Main menu.

**78/** Về End. Nhấn Enter ↵.

**79/** Về End. Nhấn Enter ↵.

**80/** Về Yes. Nhấn Enter ↵.

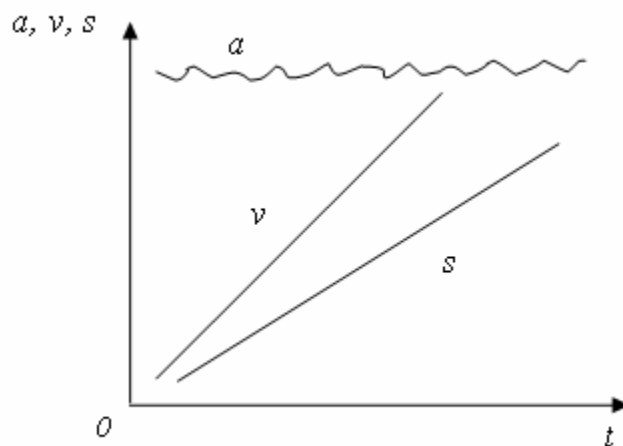
**81/** Tắt máy tính.

**82/** Tắt nguồn điện nam châm.

**83/** Rút phích cắm đa chân từ đầu đo ra khỏi hộp CASSY-E.

**84/** Rút dây nối từ nam châm và nguồn điện nam châm ra khỏi hộp CASSY-E. Dịch chuyển giá mang ống đệm khí vào trong.

Sau khi đưa các số liệu thực nghiệm sinh viên sẽ thu được kết quả trên màn hình như sau (hình 1-7)



Hình 1-7

Sinh viên ghi lại đồ thị trên máy tính và phân tích kết quả theo yêu cầu báo cáo.

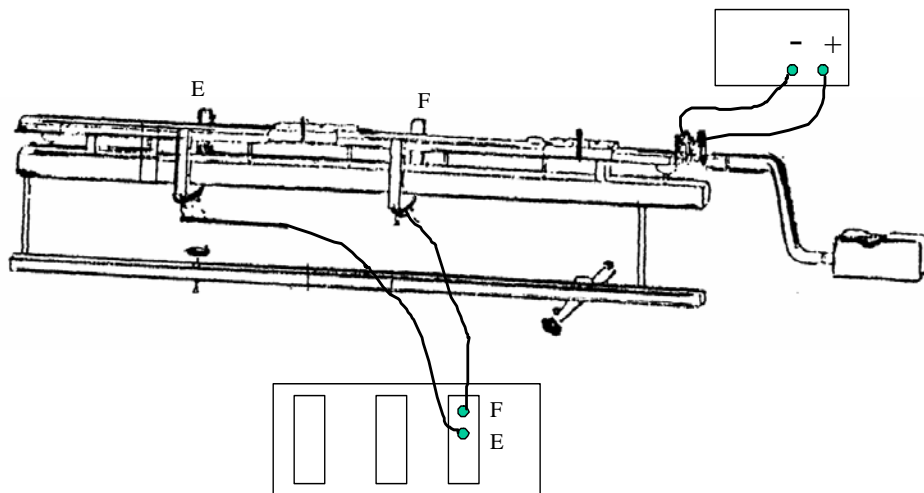
### **3.2. Khảo sát va chạm giữa 2 vật.**

**1/** Mắc mạch điện như hình vẽ 1-8.

– Nối các đầu đo E và F vào các lỗ cắm E và F tương ứng trên CASSY-E bằng phích cắm đa chân. Chú ý xoay chiều cắm cho khớp vào lỗ cắm.

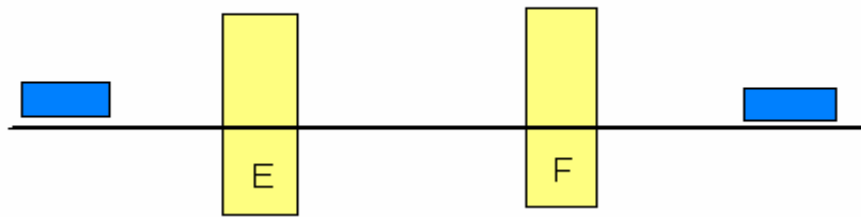


- Nối hai cực (+) và (-) của nguồn điện vào nam châm.
- 2/ Đặt vật trượt lên đệm khí, vật trượt có gắn cờ, vòng đàn hồi, hai quả nặng bằng nhựa QN để khối lượng mỗi vật  $m_1 = m_2 = 0,1\text{Kg}$ . Hai vòng đàn hồi trên 2 vật trượt hướng vào nhau. Vật trượt có đuôi tròn hướng về nam châm.
- 3/ Mở công tắc nguồn nam châm.
- 4/ Dịch chuyển 2 vật trượt ra tận cùng bên phải và trái ống đệm khí.
- 5/ Bật máy tính.
- 6/ Vào C:\> CD CASSY. Nhấn Enter ↵.
- 7/ Vào C:\ CASSY\ impact. Nhấn Enter ↵.
- 8/ Màn hình hiện CASSY. Nhấn Enter ↵.



Hình 1-8

- 9/ Về F3 Select meas. quantities. Nhấn Enter ↵.
- 10/ Về Velocity v. Nhấn Enter ↵.
- 11/ Nhập Flag width: 5 mm. Nhấn Enter ↵.
- 12/ Về F4 Enter masses /m of I. Nhấn Enter ↵.
- 13/ Nhập mass1: 0,1Kg. Nhấn Enter ↵.
- 14/ Nhập mass2: 0,1 Kg. Nhấn Enter ↵.
- 15/ Từ Main menu về F1 star new measurement. Nhấn Enter ↵.
- 16/ Màn hình hiện ra ( hình 1-9)



Hình 1-9

**17/** Nhấn F1.

**18/** Trên màn hình hiện: Start impact sequence and then stop measurement.

**19/** Mở công tắc quạt khí.

**20/** Dùng 2 tay cầm 2 vật trượt ở ngoài 2 đầu E và F. Đẩy nhẹ 2 vật chuyển động ngược chiều để sao cho chúng va chạm vào nhau trong khoảng giữa 2 đầu đo. Sau va chạm 2 vật chuyển động ngược trở lại vị trí ban đầu. Hai đầu đo E và F sẽ xác định vận tốc của vật trước và sau va chạm.

**21/** Khi đó trên màn hình hiện dòng chữ: Start impact sequence and then stop measurement là tốt.

**22/** Nếu trên màn hình hiện dòng chữ: Measurement error: no values recorded! Phải tiến hành đo lại bằng cách nhấn F1 hai lần liên tiếp. Sau đó đẩy 2 vật để đo lại.

**23/** Khi đã đo được, tắt công tắc quạt khí.

**24/** Nhấn ESC về Main menu.

**25/** Về F5 Experiment log. Nhấn Enter ↵.

**26/** Màn hình thị kết quả đo. Nhấn phím dài Space bar để xem hết bảng số liệu đo.

**27/** Sinh viên phải ghi hết tất cả các số liệu trên màn hình.

**28/** Nhấn ESC về Main menu.

**29/** Về End. Nhấn Enter ↵.

**30/** Về End. Nhấn Enter ↵.

**31/** Về Yes. Nhấn Enter ↵.

**32/** Tắt nguồn điện nam châm.

**33/** Rút các phích đa chân từ đầu đo E và F ra khỏi hộp CASSY-E.

**34/** Dùng các công thức sau để tính toán và nghiệm lại số liệu đo. So sánh giá trị tính toán với giá trị thực nghiệm và cho nhận xét.

$$v_1' = v_2, v_2' = v_1; e = \left| \frac{v_1' - v_2'}{v_1 - v_2} \right|$$

$$v_1' = v_1 - \frac{(e+1)(v_1 - v_2)}{2}$$

$$v_2' = v_2 - \frac{(e+1)(v_2 - v_1)}{2}$$

$$\Delta E = \frac{1}{4} m_1 (1 - e^2) (v_1 - v_2)^2$$

*Chú ý:*  $v_1, v_1', v_2$  và  $v_2'$  là các giá trị đại số. Nếu lấy chiều dương là chiều của  $\vec{v}_1$  thì  $v_1 > 0, v_1' < 0, v_2 < 0$  và  $v_2' > 0$ .

Tính lực trung bình tác dụng lên vật 1 và vật 2:

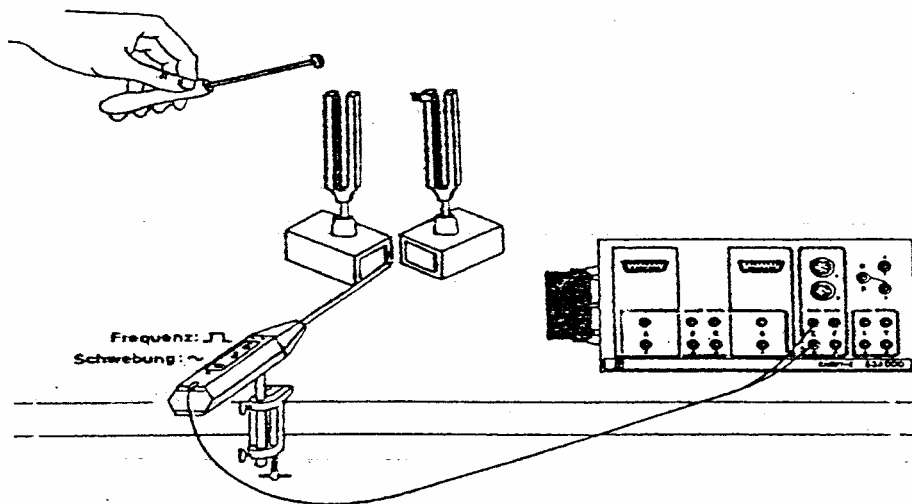
$$F_1 = \left| \frac{p_1 - p_1'}{t_1 - t_1'} \right|$$

$$F_2 = \left| \frac{p_2 - p_2'}{t_2 - t_2'} \right|$$

So sánh  $F_1$  và  $F_2$ . Dùng định luật Newton III để nghiệm lại và rút ra nhận xét.

### **3.3. Khảo sát hiện tượng phản.**

- 1/ Mở máy tính.
- 2/ Vào C:\> CD Leybold\524302 . Nhấn Enter ↵.
- 3/ Vào C:\LEYBOLD\524302> beats Nhấn Enter ↵.
- 4/ Màn hình hiện CASSY. Nhấn Enter ↵.
- 5/ Màn hình hiện sơ đồ bố trí và cách mắc mạch điện.
- 6/ Để đo tần số âm ta cắm phích điện màu vàng của đầu đo vào lỗ E trên hộp CASSY-E và đầu đen vào lỗ mass tương ứng.
- 7/ Dịch chuyển các quả nặng trên 2 âm thoa để chúng chênh lệch nhau từ 1 đến 2 cm.



Hình 1-10

- 8/ Bật nút X trên đầu đo âm về vị trí: "  $\square$  ".
- 9/ Nhấn nút I trên đầu đo để mở.
- 10/ Nhấn ESC để về Main manu.
- 11/ Về Measure frequencies  $f_1, f_2$ . Nhấn Enter  $\downarrow$ .
- 12/ Gõ âm thoa 1 chờ ổn định. Nhấn F1.
- 13/ Gõ âm thoa 2 chờ ổn định. Nhấn F1.
- 14/ Ghi lại giá trị của tần số  $f_1$  và  $f_2$  trên màn hình.
- 15/ Tính bước sóng âm theo công thức :

$$\lambda = \frac{v}{f}, \text{ lấy } v = 340\text{m/s.}$$

- 16/ Để khảo sát hiện tượng phách, mắc lại mạch điện như hình vẽ 1-10. Đầu vàng vào lỗ B trên CASSY-E và đầu đen vào lỗ mass tương ứng.
- 17/ Bật nút trên đầu đo về vị trí: "  $\sim$  ".
- 18/ Nhấn ESC về Main menu.
- 19/ Về Record beats. Nhấn Enter  $\downarrow$ .
- 20/ Nhấn F1 để màn hình hiện F1 – Stop.
- 21/ Gõ âm thoa 1 và âm thoa 2.
- 22/ Nhấn F1 để màn hình hiện F1 – Automatic, F2 – Start.
- 23/ Nhấn F2 nhiều lần để chọn hình phách vừa ý.
- 24/ Nhấn ESC về Main menu.
- 25/ Về Evaluate beats. Nhấn Enter  $\downarrow$ .
- 26/ Nhấn F4.
- 27/ Nhấn F6.

- 28/ Quan sát và vẽ lại hình dạng phách trên màn hình.
- 29/ Nhấn F1. Ở dưới màn hình hiện ra chu kỳ  $T_s$  của hiện tượng phách. Sinh viên ghi lại giá trị chu kỳ phách  $T_s$ .
- 30/ Nhấn <Alt> <F1>. Ở dưới màn hình hiện ra tần số phách  $f_s$ . Sinh viên ghi lại giá trị của tần số phách  $f_s$ .
- 31/ Nhấn F2. Ghi lại giá trị chu kỳ  $T_n$  của dao động tổng hợp.
- 32/ Nhấn <Alt> <F2>. Ghi lại giá trị của tần số dao động tổng hợp  $f_n$ .
- 33/ Nhấn ESC.
- 34/ Về End, Nhấn Enter ↵.
- 35/ Về Yes. Nhấn Enter ↵.
- 36/ Tắt máy tính.
- 37/ Tháo dây nối ra khỏi CASSY-E.

#### **IV. CÂU HỎI THẢO LUẬN.**

- 1/ Phát biểu 3 định luật Newton.
- 2/ Phát biểu định luật bảo toàn động lượng và định luật bảo toàn động năng.
- 3/ Thế nào là va chạm hoàn toàn đàn hồi? va chạm gần đàn hồi?
- 4/ Hiện tượng phách là gì, ứng dụng?
- 5/ Mục đích của ống đệm khí trong thí nghiệm để làm gì?
- 6/ Nguyên tắc hoạt động của các đầu đo E, F và T?
- 7/ Tại sao trong phần thực nghiệm 3.2 chọn chiều dài đo  $s=0,8m$ ? Có thể cho giá trị khác được không.
- 8/ Giải thích vai trò của nam châm trong thí nghiệm này.

## **Bài 2:                      CƠ HỌC VẬT RẮN**

### **I. MỤC ĐÍCH:**

- Đo gia tốc trọng trường tại phòng thí nghiệm bằng con lắc toán học.
- Đo mômen quán tính của vật rắn.
- Khảo sát chuyển động tiến động của con quay hồi chuyển.

### **II. CƠ SỞ LÝ THUYẾT:**

#### **2.1. Phương trình chuyển động của vật rắn.**

Ta có: phương trình cơ bản của động lực học vật rắn khi xét chuyển động quay của vật rắn quanh một trục cố định  $\Delta$  (hình 2-1) là:

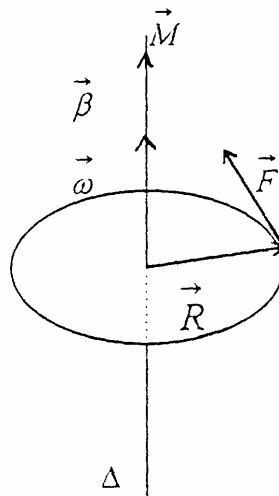
$$I\vec{\beta} = \vec{M} \quad (2-1)$$

Trong đó  $I$  là mô men quán tính của vật rắn đối với trục  $\Delta$ , đặc trưng cho quán tính của vật rắn trong chuyển động quay, có đơn vị đo là  $\text{Kg.m}^2$ .

$\vec{\beta}$  – là gia tốc góc của chuyển động quay.

$\vec{M}$  – là mô men ngoại lực đối với trục quay  $\Delta$ .

$$\vec{M} = \vec{R} \times \vec{F} \quad (2-2)$$



Hình 2-1

Biểu thức (2-1) tương đương với phương trình động lực học chất điểm  $\vec{F} = m\vec{a}$ , có thể được viết lại như sau:

$$I \frac{d\vec{\omega}}{dt} = \vec{M}$$

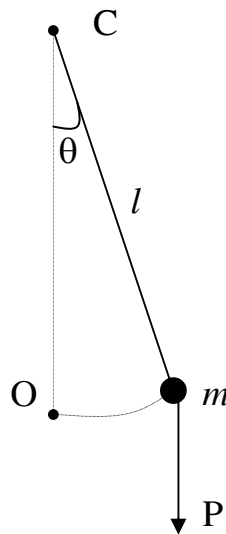
$$\frac{d}{dt}(I\vec{\omega}) = \vec{M}$$

Hay: 
$$\vec{M} = \frac{d\vec{L}}{dt} \quad (2-3)$$

Với  $\vec{L} = I\vec{\omega}$  là mô men động lượng của vật rắn đối với trục  $\Delta$

### 2.2. Dao động của con lắc toán học:

Con lắc toán học là một hệ thống gồm một quả nặng khối lượng  $m$ , được treo trên một sợi dây mảnh có khối lượng không đáng kể và không đàn hồi, chiều dài  $l$ . Đầu kia của sợi dây treo vào một điểm cố định C (hình 2-2).



Hình 2-2

Bình thường quả nặng nằm ở vị trí cân bằng O. Nếu kéo quả nặng lệch một góc nhỏ  $\theta$  rồi thả ra, dưới tác dụng của trọng lực  $\vec{P} = m\vec{g}$  quả nặng sẽ dao động xung quanh vị trí cân bằng O.

Dao động của con lắc với biên độ nhỏ tuân theo phương trình (2-4):

$$\ddot{\theta} + \omega^2 \theta = 0 \quad (2-4)$$

Trong đó:  $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$ . Nghiệm của (2-4) có dạng:

$$\theta = \theta_0 \cos(\omega t + \varphi) \quad (2-5)$$

Với biên độ nhỏ ( $\theta < 10^\circ$ ) con lắc sẽ dao động điều hòa với chu kỳ:

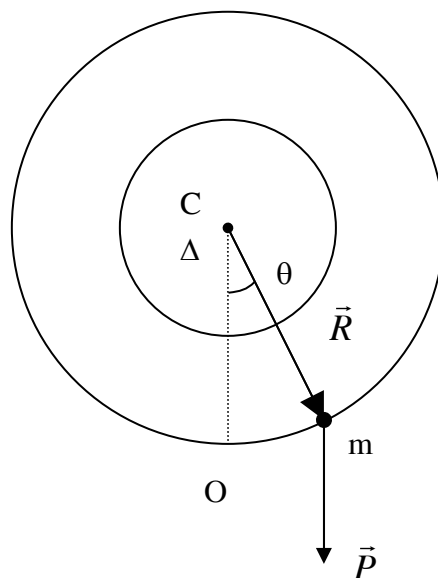
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (2-6)$$

Suy ra: 
$$g = \frac{4\pi^2 l}{T^2} \quad (2-7)$$

Công thức (2-7) là cơ sở cho ta phương pháp để đo gia tốc trọng trường  $g$  tại một điểm trên mặt đất bằng cách đo chu kỳ dao động của con lắc.

### 2.3. Dao động của con lắc vật lý.

Xét vật rắn là một con quay có trục  $\Delta$  nằm ngang (hình 2-3). Do tính chất đối xứng nên trọng tâm của  $G$  của con quay nằm tại tâm  $C$ . Tác dụng của trọng lực  $\vec{P} = M\vec{g}$  đặt vào tâm  $C$  bị cân bằng bởi phản lực của trục quay nên trọng lực không có tác dụng làm thay đổi trạng thái của chuyển động.



Hình 2-3

Đặt thêm một vật nặng  $m$  lên vành con quay. Bình thường quả nặng sẽ ở vị trí cân bằng thấp nhất  $O$ . Nếu kéo quả nặng ra khỏi vị trí cân bằng một góc nhỏ  $\theta < 10^0$  và buông ra thì dưới tác dụng của trọng lực  $\vec{P} = m\vec{g}$ , quả nặng sẽ dao động chung quanh vị trí cân bằng giống như trường hợp dao động của con lắc toán học.

Tuy nhiên trong trường hợp này quả nặng  $m$  liên kết với con quay chứ không phải sợi dây, cho nên dao động của quả nặng cũng chính là dao động của con quay.

Mô men của trọng lực  $P$  đối với điểm  $C$  là:



$$\begin{aligned} \vec{M} &= \vec{R} \times \vec{P} \\ M &= R \cdot mg \cdot \sin \theta \approx -R \cdot mg \cdot \theta \quad (\text{với } \theta \text{ nhỏ}) \\ \text{Mặt khác} \quad M &= I\beta = I \frac{d^2\theta}{dt^2} = I\ddot{\theta} \\ \text{Từ đó:} \quad I\ddot{\theta} &= -Rmg\theta \\ \text{Hay:} \quad \ddot{\theta} + \omega^2\theta &= 0 \quad (2-8) \\ \text{Trong đó:} \quad \omega^2 &= \frac{mgR}{I} \end{aligned}$$

$I = J + mR^2$  – là mô men quán tính của hệ.

$J$  – là mô men quán tính của con quay đối với trục  $\Delta$ .

$mR^2$  – là mô men quán tính của quả nặng  $m$  đối với  $\Delta$ .

Biểu thức (2-8) là phương trình vi phân của một dao động điều hòa có chu kỳ:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgR}} \quad (2-9)$$

$$\text{Hay} \quad T^2 = 4\pi^2 \frac{(J + mR^2)}{mgR}$$

$$\text{Từ đó:} \quad J = mR \left( \frac{gT^2}{4\pi^2} - R \right) \quad (2-10)$$

Con lắc vật lý trong bài thí nghiệm này là một vành con quay bán kính  $R$ , có 18 nan hoa. Trục  $\Delta$  của con quay nằm ngang,  $m$  là quả nặng tạo dao động quanh trục nằm ngang của vành con quay.

Khi biết  $(m, R, g, T)$  ta tính được mô men quán tính  $J$  của con quay đối với trục  $\Delta$ .

#### **2.4. Chuyển động tiến động của con quay hồi chuyển:**

Con quay hồi chuyển là một vật rắn quay quanh một trục  $\Delta$ , mà phương của trục quay  $\Delta$  có thể thay đổi một cách tự do theo bất kỳ phương nào của không gian.

Chuyển động của con quay hồi chuyển được ứng dụng trong các thiết bị định hướng như: la bàn con quay, bộ phận định hướng của thủy lôi, tàu thuyên,...

Trong thực tế ứng dụng, thông thường con quay hồi chuyển có dạng là một vật đối xứng tròn quay quanh một trục  $\Delta$  gọi là trục hình học của nó. Trong chuyển động của con quay người ta giữ cho một điểm trên trục hình học của nó cố định. Điểm cố định đó gọi là điểm tựa O của con quay.

Trong bài thí nghiệm này con quay có dạng như hình vẽ 2-4. Do tính chất đối xứng nên trọng tâm G của con quay nằm trên trục hình học của nó. Nếu trục quay  $\Delta$  theo phương thẳng đứng thì mô men của trọng lực P tác dụng lên con quay đối với trục  $\Delta$  sẽ bằng 0.

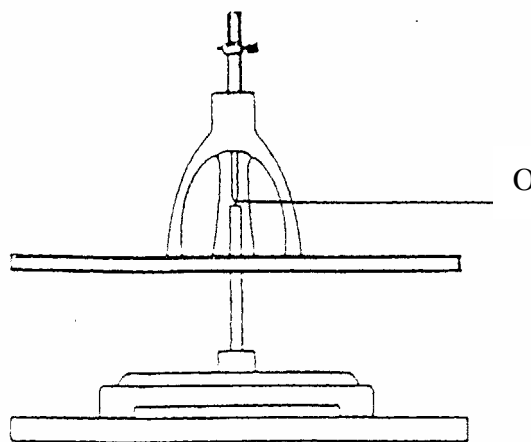
Theo (2-1) ta có:

$$\vec{M} = I\vec{\beta} = I \frac{d\vec{\omega}}{dt} = \frac{d}{dt}(I\vec{\omega}) = \frac{d\vec{L}}{dt} = 0 \quad (2-11)$$

Trong đó  $\vec{L} = I\vec{\omega} = \text{const}$  là mô men động lượng của vật rắn đối với trục  $\Delta$ . Phương của  $\vec{L}$  nằm theo trục  $\Delta$  và được bảo toàn. Tức là trục quay luôn được duy trì theo phương thẳng đứng.

Bây giờ xét trường hợp trục  $\Delta$  của con quay nghiêng một góc  $\theta$  so với phương thẳng đứng.

Nếu trọng tâm G của con quay trùng với điểm tựa O thì mô men trọng lực tác dụng lên con quay đối với điểm tựa O bằng không và mô men động lượng  $\vec{L}$  cũng được bảo toàn. Nghĩa là trục  $\Delta$  của con quay luôn duy trì một góc nghiêng  $\theta$  theo phương thẳng đứng.



Hình 2-4

Nếu trọng tâm  $G$  của con quay cách điểm tựa  $O$  một đoạn  $d$  và trục  $\Delta$  nghiêng một góc  $\theta$ . Khi đó trọng lực  $\vec{P} = m\vec{g}$  tác dụng lên con quay đặt vào trọng tâm  $G$ .

Nếu trọng tâm  $G$  ở trên điểm tựa  $O$  và con quay ở trạng thái không quay thì dưới tác dụng của trọng lực  $\vec{P}$  sẽ kéo con quay ngã xuống. Đây là điều bình thường.

Nếu trọng tâm  $G$  ở dưới điểm tựa  $O$  và con quay ở trạng thái không quay thì dưới tác dụng của trọng lực  $\vec{P}$  sẽ kéo con quay về phương thẳng đứng. Đây là điều bình thường.

Nếu con quay đang quay với mô men động lượng  $\vec{L} = I\vec{\omega}$  thì dưới tác dụng của trọng lực  $\vec{P}$  con quay sẽ không bị ngã xuống theo phương trọng lực hay trục con quay bị trả về phương thẳng đứng mà lúc này trục  $\Delta$  của con quay sẽ có thêm một chuyển động ngang theo phương vuông góc với trọng lực. Gọi  $d$  là khoảng cách từ trọng tâm  $G$  của con quay đến điểm tựa  $O$  khi cho con quay quay quanh trục đối xứng của nó thì trục con quay sẽ chuyển động theo một hình nón đỉnh là điểm tựa  $O$ , đầu mút của con quay vẽ nên vòng tròn có tâm nằm trên đường thẳng đứng đi qua điểm tựa  $O$ . Chuyển động khác thường nói trên được gọi là chuyển động tuế sai. Hiện tượng này gọi là hiệu ứng hồi chuyển.

Hiệu ứng hồi chuyển có thể giải thích như sau:

Ta có mô men của trọng lực:  $\vec{M} = \vec{d} \times \vec{P}$

$$M = dmgsin\theta \quad (2-12)$$

Véc tơ  $\vec{M}$  có phương vuông góc với mặt phẳng hợp bởi trục  $OZ$  thẳng đứng đi qua điểm tựa  $O$  và trục  $\Delta$ , có chiều ngược chiều kim đồng hồ. Dưới tác dụng của  $\vec{M}$  véc tơ mô men động lượng  $\vec{L}$  biến thiên theo thời gian theo phương trình:

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{M}$$

Hay:  $dL = Mdt \quad (2-13)$

Ta thấy  $d\vec{L}$  cùng phương chiều với  $\vec{M}$ .

Như vậy, dưới tác dụng của  $\vec{M}$  véc tơ mô men động lượng  $\vec{L}$  sẽ quay chung quanh trục thẳng đứng  $OZ$  tạo thành một hình nón có góc ở đỉnh  $2\theta$ . Đầu mút của véc tơ  $\vec{L}$  vạch nên một vòng tròn bán kính bằng  $L \sin\theta$ .

Chuyển động của trục  $\Delta$  của con quay như vậy gọi là *chuyển động tiến động* hay *chuyển động tuế sai*. (hình 2-5)

Do trục con quay tham gia đồng thời 2 chuyển động (chuyển động tiến động do  $\vec{M}$ , và chuyển động về phương thẳng đứng do trọng lực  $\vec{P}$ ) nên bán kính quỹ đạo đầu trục con quay sẽ giảm dần, tức chuyển động tiến động của con quay sẽ tắt dần.

Từ hình 2-5 ta có:

$$dL = L \cdot \sin \theta \cdot d\theta$$

Kết hợp với (2-12) và (2-13) ta có:

$$d \cdot mg \cdot \sin \theta = L \cdot \sin \theta \cdot \frac{d\varphi}{dt}$$

$$d \cdot mg = I\omega \cdot \Omega$$

Trong đó:  $\Omega = \frac{d\varphi}{dt}$  là vận tốc của chuyển động tiến động hay tuế sai.

Ta có: 
$$\Omega \cdot \omega = \frac{mg \cdot d}{I} \quad (2-14)$$

Hay: 
$$\Omega \cdot \omega = \frac{mg}{I} \cdot d = \text{const} \quad (2-15)$$

Gọi  $T$  là chu kỳ quay giáp một vòng ta có:

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

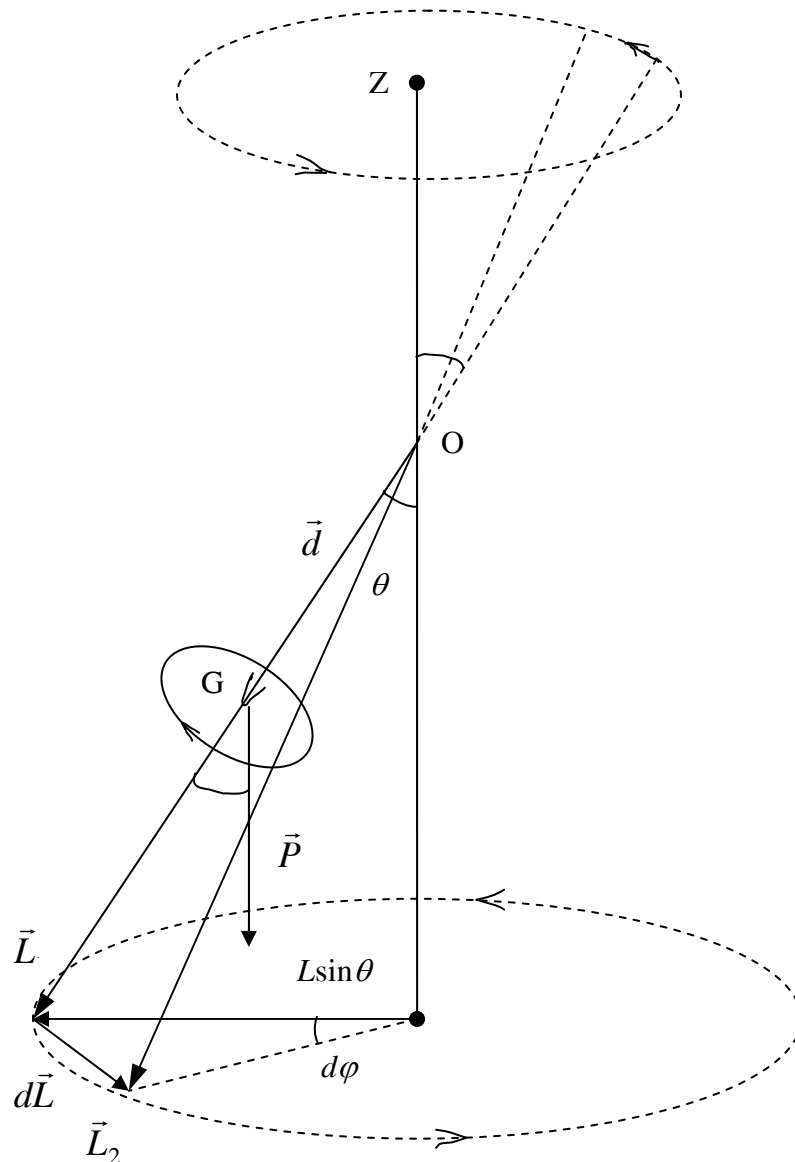
Từ đó: 
$$f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}, \text{ hay } \omega = 2\pi f.$$

Các biểu thức (2-14) và (2-15) có thể viết lại:

$$f_{\Omega} = \frac{mg \cdot d}{4\pi^2 I \cdot f_{\omega}} \quad (2-16)$$

$$f_{\Omega} \cdot f_{\omega} = \frac{mg \cdot d}{4\pi^2 I} \quad (2-17)$$

Ta thấy nếu tần số quay  $f_{\omega}$  của con quay càng lớn thì tần số tuế sai càng nhỏ, ứng với giá trị  $d$  nhất định thì tích số  $f_{\Omega} \cdot f_{\omega}$  không đổi. Vì mô men quán tính  $I$  của con quay tỷ lệ với khối lượng  $m$  của con quay, nên từ (2-16) ta suy ra tần số tuế sai không phụ thuộc vào khối lượng con quay.



Hình 2-5

**III- THỰC NGHIỆM:****3.1. Mô tả dụng cụ.****1/ Con quay hồi chuyển:**

Con quay hồi chuyển có ba phần chính (hình 2-6):

- Trục  $OZ$  theo phương thẳng đứng.
- Trục  $\Delta$  của con quay. Trên trục có khắc một vòng mức  $M$ .
- Vành con quay: có 18 nan hoa, vành có thể trượt trên trục  $\Delta$ . Gọi  $\mathcal{D}$  là đỉnh vành. Gọi  $LK$  là ốc liên kết. Nơi lỏng  $LK$  vành con quay có thể trượt trên trục  $\Delta$  của con quay. Còn vặn chặt vành sẽ gắn chặt vào trục  $\Delta$ .

Khi đỉnh vành Đ trùng với vòng mức M trên trục  $\Delta$  thì trọng tâm G của con quay trùng với điểm tựa 0. Cho nên khoảng cách giữa Đ và M chính là khoảng cách  $d$  giữa điểm tựa và trọng tâm G.

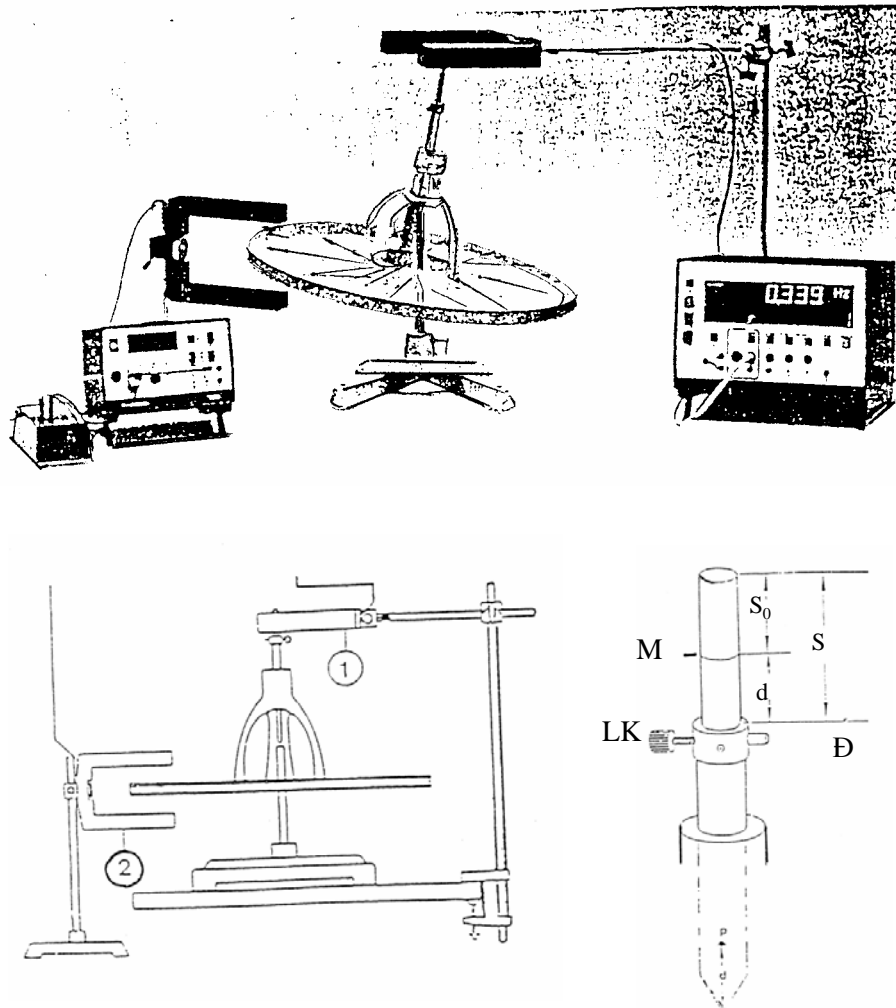
2/ Đầu đo tần số: Có hai đầu đo hình chữ U ký hiệu 1 và 2.

Giữa hai nhánh chữ U có tia bức xạ truyền qua. Nếu tia bức xạ bị che thì đèn đỏ trên đầu đo tắt. Như vậy tia bức xạ là rờ le đóng mở cho máy đếm tần số.

3/ Counter P (hình 2-7): Trong bài thí nghiệm này được dùng để đo tần số.

Dùng điện lưới 220V

- K là công tắc máy.
- R là nút thay đổi chức năng đo.



Hình 2-6

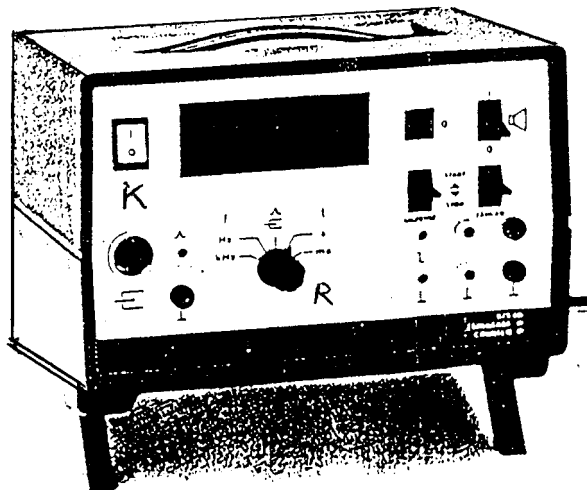
2/ Đầu đo tần số: Có hai đầu đo hình chữ U ký hiệu 1 và 2.

Giữa hai nhánh chữ U có tia bức xạ truyền qua. Nếu tia bức xạ bị che thì đèn đỏ trên đầu đo tắt. Như vậy tia bức xạ là rờ le đóng mở cho máy đếm tần số.

3/ Counter P (hình 2-7): Trong bài thí nghiệm này được dùng để đo tần số.

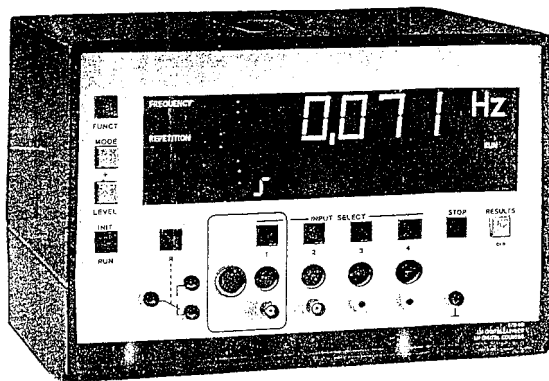
Dùng điện lưới 220V

- K là công tắc máy.
- R là nút thay đổi chức năng đo.



Hình 2-7

4/ LH digital counter (hình 2-8): Dùng để đo tần số.



Hình 2-8

- Công tắc nguồn ở mặt sau máy. dùng điện lưới 220V
- Nút Funct để thay đổi chức năng đo.
- Nút Mode để thay đổi đơn vị đo.

- Nút Run để khởi động đo.
- Nút stop để ngừng đo.

**5/ Nguồn cung cấp điện cho đầu đo 1 (NĐ):**

Hiệu thế vào 220V, hiệu thế ra 6V - AC.

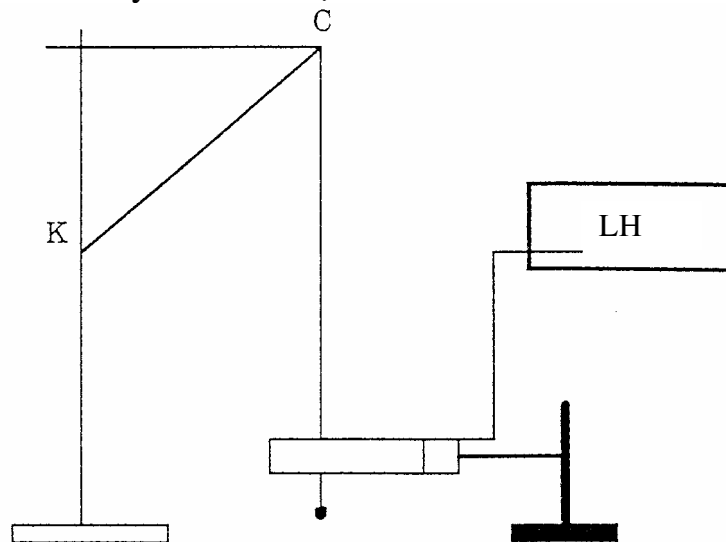
**6/ Một con lắc toán học.**

**7/ Một thước kẹp.**

**3.2. Đo gia tốc trọng trường bằng con lắc toán học.**

**1/ Mắc mạch điện như hình vẽ 2-9.**

- Nối đầu phích điện đa chân từ đầu đo 1 vào lỗ số 1 trên máy LH digital counter. Thường đã mắc sẵn sinh viên chỉ cần kiểm tra lại.
- Cắm phích điện của máy LH vào hiệu thế 220V.



Hình 2-9

- Đưa con lắc có chiều dài  $l_1 = 1\text{ m}$  vào giữa hai nhánh của đầu đo số 1. Sao cho quả nặng dưới đầu đo khoảng 2cm. Sợi dây ở vị trí ngang lỗ tia bức xạ trên đầu đo.
- Mở công tắc nguồn máy LH ở mặt sau máy.
- Nhấn nút FUNCT để trên cửa sổ hiện Hz hay KHz.
- Nhấn nút MODE để chọn Hz. Khi đó trên màn hình LH hiện

FREQUENCY

----- Hz

REPETITION

- Kéo quả nặng lệch một góc nhỏ cỡ  $10^0$  và buông ra sao cho mặt phẳng dao động song song với hai nhánh chữ U.



- 7/ Nhấn nút RUN để đo tần số dao động.
- 8/ Sau một khoảng thời gian khoảng 3 dao động trên cửa sổ hiện giá trị  $N_1$  của tần số.
- 9/ Nhấn nút STOP để kết thúc đo. Ghi lại giá trị  $N_1$ . Nhấn nút FUNCT màn hình hiện ra như đã mô tả ở bước 5. Chú ý trong quá trình đo nếu màn hình không hiện như bước 5 thì nhấn lại nút FUNCT.
- 10/ Thay đổi chiều dài con lắc với các giá trị:  $l_2=0,8\text{m}$ ;  $l_3=0,7\text{m}$ ;  $l_4=0,6\text{m}$  và đo các tần số  $N_2, N_3, N_4$  tương ứng, ghi vào bảng 2-1.
- 11/ Vì trong một chu kỳ sợi dây cắt tia bức xạ hai lần nên tần số của dao động sẽ là:

$$f = \frac{N}{2}, \text{ ta suy ra chu kỳ dao động: } T = \frac{1}{f}$$

- 12/ Sinh viên dùng công thức sau để tính gia tốc trọng trường  $g$ :

$$g = \frac{4\pi^2 l}{T^2} \text{ m/s}^2$$

Kết quả tính toán ghi vào bảng 2-1.

Bảng 2-1

$l$ (m)	N	$f$ (Hz)	T (s)	$g$ ( $\text{m/s}^2$ )
0,9				
0,8				
0,7				
0,6				

Tính gia tốc trọng trường trung bình:

$$\bar{g} = \frac{g_1 + g_2 + g_3 + g_4}{4}$$

Tính sai số:  $\Delta g_i = |\bar{g} - g_i|$ , (với  $i=1,2,3,4$ )

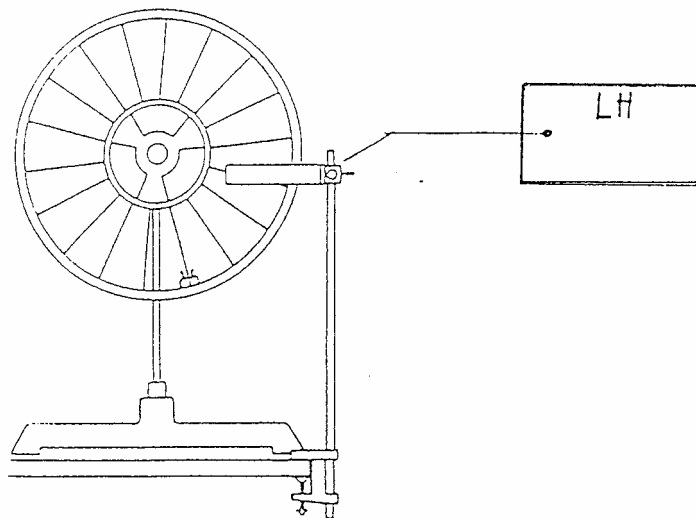
$$\overline{\Delta g} = \frac{\sum_{i=1}^4 \Delta g_i}{4}$$

Trình bày kết quả dưới dạng sau:

$$g = \bar{g} + \overline{\Delta g} \text{ (m/s}^2\text{)}$$

### 3.3. Đo mômen quán tính $J$ của con quay.

- 1/ Dùng kẹp đa năng gắn trục  $\Delta$  của con quay vào trục thẳng đứng đã gắn chặt lên bàn thí nghiệm (hình 2-10). Phải tuyệt đối cẩn thận vì con quay nặng có thể rơi. Có thể nhờ giáo viên lại giúp đỡ.
- 2/ Gắn quả nặng  $m$  lên phía trong vành con quay. Chú ý đặt chốt dưới đáy quả nặng vào lỗ nhỏ trên vành, khi đó quả nặng có gắn nam châm sẽ hút lên vành.
- 3/ Quả nặng sẽ ở vị trí cân bằng 0.
- 4/ Bố trí đầu đo số 1 sao cho vành con quay nằm giữa hai nhánh chữ U và có một nan hoa nằm ở vị trí lỗ tia bức xạ.
- 5/ Nhấn các nút FUNCT và MODE để máy LH về chức năng đo tần số đơn vị Hz.
- 6/ Đưa quả nặng và con quay lệch một góc nhỏ cỡ  $10^0$  và buông ra cho dao động sao cho tia bức xạ chỉ bị cắt bởi một nan hoa.



Hình 2-10

- 7/ Nhấn nút RUN để đo tần số.
- 8/ Khi cửa sổ máy LH đã hiện giá trị đo  $N$ . nhấn nút STOP để dừng quá trình đo.

9/ Tần số của dao động là:  $f = N/2$ . Suy ra chu kỳ dao động:  $T = \frac{1}{f}$ .

10/ Tiến hành với 4 lần đo, ghi các giá trị vào bảng 2-2 và tính chu kỳ trung bình  $\bar{T}$ .

Bảng 2-2

Lần đo	N	Tần số $f$ (Hz)	Chu kỳ $T$ (s)
1			
2			
3			
4			
Trung bình			

11/ Sinh viên dùng công thức sau để tính mômen quán tính của con quay.

$$J = mR \left( \frac{gT^2}{4\pi^2} - R \right) \text{ (kg.m}^2\text{)}$$

Cho:  $R = 0,236 \text{ m}$ .

$g = 9,8 \text{ m/s}^2$  hay lấy giá trị đo ở trên.

$m = 0,135 \text{ Kg}$ .

12/ Tắt máy LH.

### 3.3. Khảo sát chuyển động tiến động của con quay hồi chuyển.

1/ Mắc mạch điện như hình vẽ 2-11.

- Từ đầu đo 2 có ra 4 đầu cắm.

- Hai đầu đen cắm vào hiệu thế 6V - AC trên nguồn điện NB.

2/ Bố trí dụng cụ như hình vẽ 2-12.

Chú ý: Trục  $\Delta$  của con quay phải che lỗ tia bức xạ của đầu đo 1 tức thấy đèn đỏ tắt.

3/ Đầu đo 1 đo tần số chuyển động tiến động  $f_{\Omega}$  của con quay.

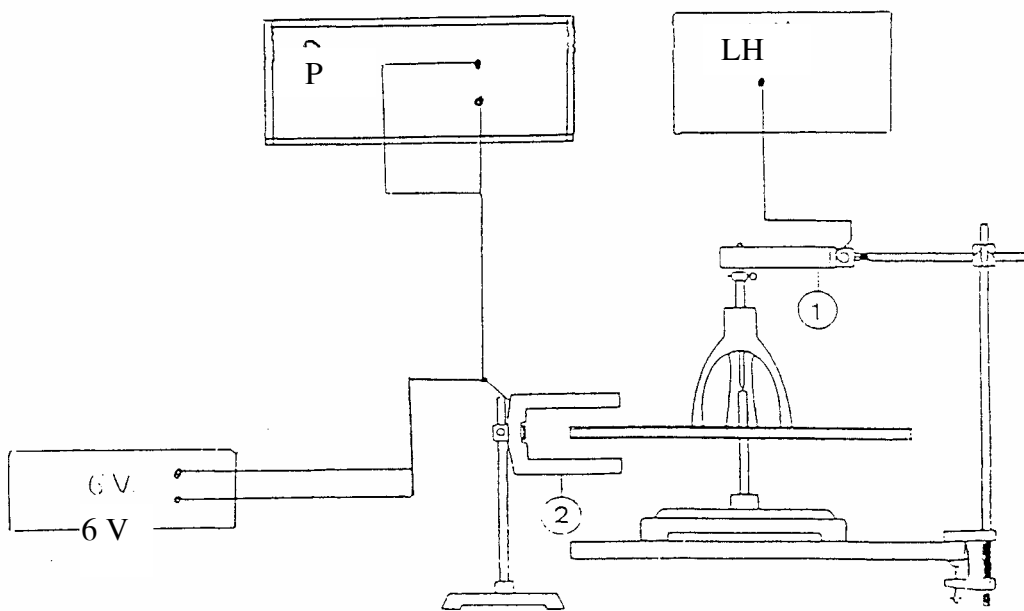
Gọi N là số hiển thị trên máy LH. Vì trong một vòng (chu kỳ) trục  $\Delta$  cắt tia bức xạ hai lần nên tần số tiến động sẽ là:

$$f_{\Omega} = \frac{N}{2}$$

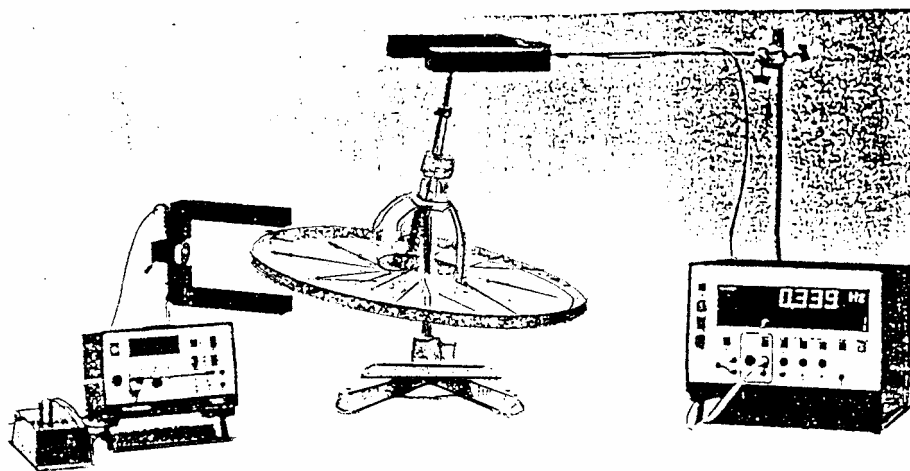
Đầu đo 2 đo tần số quay của con quay  $f_{\omega}$ . Vì vành có 18 nan hoa nên trong một vòng (chu kỳ) tia bức xạ bị cắt 18 lần. Nếu  $n$  là số hiển thị trên máy P thì tần số quay sẽ là:

$$f_{\omega} = \frac{n}{18}$$

4/ Cần thận lấy con quay ra khỏi giá đỡ và đặt lên bàn. Nối lỏng ốc liên kết LK và điều chỉnh khoảng cách  $d$  giữa vòng mức M trên trục  $\Delta$  và đỉnh Đ của vành với  $d=6\text{cm}$ . Dùng thước kẹp để đo khoảng cách  $d$  giữa vòng mức M trên trục  $\Delta$  và đỉnh Đ của con quay. Ghi lại giá trị của  $d=6\text{cm}$ .



Hình 2-11



Hình 2-12

Đầu đo 2 đo tần số quay của con quay  $f_{\omega}$ . Vì vành có 18 nan hoa nên trong một vòng (chu kỳ) tia bức xạ bị cắt 18 lần. Nếu  $n$  là số hiển thị trên máy P thì tần số quay sẽ là:

$$f_{\omega} = \frac{n}{18}$$

- 5/ Cẩn thận lấy con quay ra khỏi giá đỡ và đặt lên bàn. Nối lỏng ốc liên kết LK và điều chỉnh khoảng cách  $d$  giữa vòng mức M trên trục  $\Delta$  và đỉnh Đ của vành với  $d=6\text{cm}$ . Dùng thước kẹp để đo khoảng cách  $d$  giữa vòng mức M trên trục  $\Delta$  và đỉnh Đ của con quay. Ghi lại giá trị của  $d=6\text{cm}$ .
- 6/ Cắm phích điện của nguồn 6V - AC vào hiệu thế 220V.
- 7/ Cắm phích điện của máy P vào hiệu thế 220V.
- 8/ Xoay núm R của máy P về vị trí đo tần số  $f$  với đơn vị  $\text{Hz}$ .
- 9/ Bật công tắc K của máy.
- 10/ Mở công tắc máy LH, nhấn núm FUNCT và MODE đưa máy về chức năng đo tần số  $f$  đơn vị  $\text{Hz}$ .
- 11/ Dùng tay trái giữ trục  $\Delta$  của con quay theo phương thẳng đứng. Tay phải tác động cho con quay quay nhanh sao cho con số hiển thị trên máy P khoảng 45.
- 12/ Dùng tay cầm trục  $\Delta$  đưa trục nghiêng một góc  $\theta$  nào đó vừa phải, giữ cho con quay quay theo phương nghiêng một lát. Sau đó buông nhẹ từ từ sao cho trục  $\Delta$  chuyển động tiến động nhưng không chao động.
- 13/ Nhấn núm RUN của máy LH để đo tần số  $f_{\Omega}$ . Và nhấn núm STOP để dừng đo. Ghi lại giá trị  $N_1$ .
- 14/ Khi trên máy LH hiển thị  $N_1$  đồng thời nhìn lên máy P để ghi số  $n_1$  tương ứng. Giá trị  $n_1$  thường khác với 45 ban đầu. Nhấn núm FUNCT trên máy LH để đưa màn hình về trạng thái chuẩn bị đo.
- 15/ Điều chỉnh tốc độ quay của con quay sao cho trên máy P hiển thị khoảng 40. Sau đó nghiêng trục  $\Delta$  cho tiến động và đo  $N_2$ ,  $n_2$  như các bước 12 và 13.  
Lặp lại thí nghiệm với các giá trị của  $n_0$  là 35 và 30. Đo số đếm  $N_3$  và  $N_4$  tương ứng. Ghi các kết quả đo vào bảng 2-3.

Bảng 2-3

$n_0$	$n$	$f_\omega$	$N$	$f_\Omega$	$f_\omega \cdot f_\Omega$
45					
40					
35					
30					

$$\overline{f_\omega \cdot f_\Omega} =$$

Trong đó:

$n_0$  – Số hiển thị trên máy P lúc ban đầu

$n, N$  – Các giá trị hiển thị trên máy P và máy LH lúc đọc kết quả.

$f_\omega$  – Tần số quay của con quay:  $f_\omega = n/2$

$f_\Omega$  – Tần số tuế sai:  $f_\Omega = N/2$ .

$\overline{f_\omega \cdot f_\Omega}$  – Giá trị trung bình của 4 lần đo.

Dùng công thức  $f_\omega \cdot f_\Omega = \frac{mg \cdot d}{4\pi^2 I}$  để giải thích bảng số liệu trên.

**16/** Lấy con quay ra khỏi giá đỡ. Vặn ốc LK trên vành con quay để thay đổi  $d$  với các giá trị : 5cm, 4,5cm và 4cm. Mỗi lần lặp lại các bước thí nghiệm 12, 13, 14 . Và đo các giá trị  $f_\omega$ ,  $f_\Omega$  và  $\overline{f_\omega \cdot f_\Omega}$  tương ứng.

**17/** Vẽ đồ thị  $\overline{f_\omega \cdot f_\Omega}$  theo  $d$ . Lấy trục tung  $\overline{f_\omega \cdot f_\Omega}$ , trục hoành  $d$ .

**18/** Tắt máy P và rút phích ra khỏi lưới điện 220V.

**19/** Tắt máy LH và rút phích ra khỏi lưới điện 220V.

**20/** Rút phích cắm của nguồn điện 6V -AC ra khỏi lưới điện 220V.

## **V- CÂU HỎI THẢO LUẬN:**

- 1/** Trong thí nghiệm con lắc toán học ta phải kéo con lắc một góc lệch  $\theta$  nhỏ, tại sao.
- 2/** Nêu công thức tính chu kỳ dao động điều hòa của con lắc toán học
- 3/** Nêu công thức tính chu kỳ dao động điều hòa của con lắc vật lý.
- 4/** Nêu công thức tính vận tốc góc chuyển động tiến động của con quay hồi chuyển.
- 5/** Vận tốc góc chuyển động tiến động của con quay hồi chuyển có phụ thuộc vào khối lượng của con quay không ?

### Bài 3. THÍ NGHIỆM MÁY BIẾN ÁP

#### I. MỤC ĐÍCH:

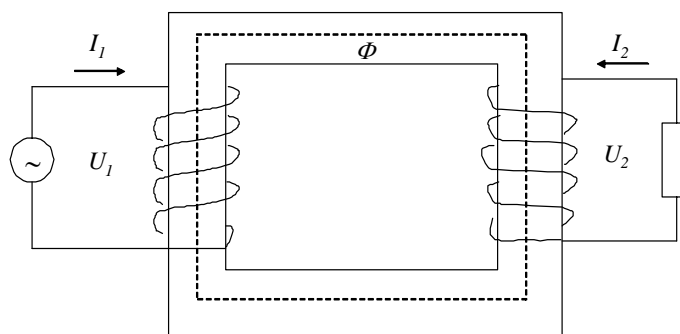
Khảo sát và đo đạc các tham số của máy biến áp 1 pha ở các chế độ không tải, chế độ có tải và chế độ ngắn mạch nhờ hệ thống đo ghép nối máy vi tính PC.

#### II. TÓM TẮT LÝ THUYẾT:

##### 1. Nguyên lý cấu tạo.

Máy biến áp là một thiết bị điện từ tĩnh dùng để biến đổi dòng điện xoay chiều từ điện áp này sang điện áp khác với tần số không đổi.

Cấu tạo của máy biến áp bao gồm 2 phần: lõi thép và các cuộn dây quấn (hình 3-1)



Hình 3-1

##### a) Lõi thép :

Lõi thép là phần mạch từ của máy biến áp dùng để dẫn từ thông chính trong máy, nó được ghép từ các lá thép kỹ thuật điện. Lõi thép được chia làm hai phần :

- + Trụ : là nơi để đặt dây quấn.
- + Gông : là phần khép kín mạch từ giữa các trụ.

##### b) Dây quấn:

Dây quấn máy biến áp thường được chế tạo từ dây đồng hoặc nhôm, có tiết diện tròn hoặc chữ nhật, bên ngoài dây có bọc lớp cách điện. Dây quấn được quấn thành nhiều vòng và lồng vào trụ lõi thép. Giữa các vòng dây quấn có cách điện với nhau và cách điện với lõi thép.

Máy biến áp một pha có hai cuộn dây: một cuộn dây nối với nguồn xoay chiều gọi là cuộn **sơ cấp** , còn cuộn dây nối với tải gọi là cuộn **thứ cấp**.

**2- Nguyên lý làm việc của máy biến áp:**

Nguyên lý làm việc của máy biến áp dựa vào hiện tượng cảm ứng điện từ. Nếu đặt vào cuộn sơ cấp của máy biến áp một điện áp xoay chiều hình sin  $U_1$ , dòng điện xoay chiều qua cuộn dây sẽ tạo ra trong mạch từ một từ thông  $\Phi$ . Do mạch từ khép kín, nên từ thông chạy trong lõi thép và móc vòng qua cả hai cuộn dây của máy biến áp và sinh ra các suất điện động tương ứng là  $e_1$  và  $e_2$  :

$$e_1 = -n_1 \frac{d\Phi}{dt}; e_2 = -n_2 \frac{d\Phi}{dt}. \quad (3-1)$$

Trong đó  $n_1, n_2$  là số vòng của các cuộn dây sơ cấp và thứ cấp. Khi máy biến áp không tải, cuộn thứ cấp hở mạch, dòng điện thứ cấp  $I_2 = 0$ , từ thông  $\Phi$  trong lõi thép chỉ do dòng điện sơ cấp  $I_0$  sinh ra.

Khi máy biến áp có tải, dây quấn thứ cấp nối với tải có tổng trở  $Z$ . Dưới tác dụng của suất điện động  $e_2$ , có dòng điện  $i_2$  cung cấp cho tải. Lúc này từ thông  $\Phi$  do đồng thời cả hai dòng sơ cấp  $i_1$  và thứ cấp  $i_2$  gây ra.

Điện áp  $u_1$  hình sin nên từ thông cũng biến thiên hình sin  $\Phi = \Phi_m \sin \omega t$ . Sau khi lấy đạo hàm, biến đổi và thay vào (3-1) ta có:

$$\begin{aligned} e_1 &= 4,44f n_1 \Phi_m \sqrt{2} \sin(\omega t - \pi/2) = E_1 \sqrt{2} \sin(\omega t - \pi/2) \\ e_2 &= 4,44f n_2 \Phi_m \sqrt{2} \sin(\omega t - \pi/2) = E_2 \sqrt{2} \sin(\omega t - \pi/2) \end{aligned} \quad (3-2)$$

Trong đó

$$E_1 = 4,44f n_1 \Phi_m; E_2 = 4,44f n_2 \Phi_m. \quad (3-3)$$

Từ (3-3) nếu chia  $E_1$  cho  $E_2$  ta được hệ số biến áp  $k$ :

$$k = \frac{E_1}{E_2} = \frac{n_1}{n_2} \quad (3-4)$$

Nếu bỏ qua điện trở dây quấn và từ thông tản ra ngoài không khí, có thể coi gần đúng  $U_1 \sim E_1$  và  $U_2 \sim E_2$  ta có :

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{E_1}{E_2} = \frac{n_1}{n_2} = k \quad (3-5)$$

Đối với máy tăng áp thì:  $U_2 > U_1$ ;  $n_2 > n_1$

Đối với máy giảm áp thì:  $U_2 < U_1$ ;  $n_2 < n_1$ .

Nếu bỏ qua tổn hao trong máy biến áp, có thể xem gần đúng quan hệ giữa các đại lượng sơ cấp và thứ cấp như sau:

$$U_1 I_1 \approx U_2 I_2$$



Hoặc: 
$$\frac{U_1}{U_2} \approx \frac{I_2}{I_1} \approx k \quad (3-7)$$

Phương trình điện áp của mạch sơ cấp :

$$u_1 = R_1 i_1 + L \frac{di_1}{dt} - e_1$$

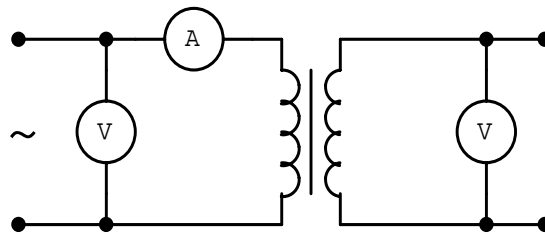
Phương trình điện áp của mạch thứ cấp :

$$u_2 = -e_2 - R_2 I_2 - L_2 \frac{di_2}{dt}$$

### 3- Các chế độ làm việc của máy biến áp:

a) Chế độ không tải :

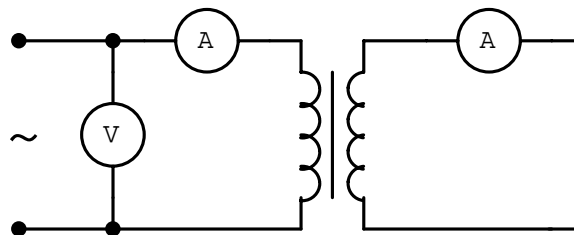
Chế độ không tải là chế độ mà phía thứ cấp hở mạch, phía sơ cấp đặt vào hiệu điện thế xoay chiều (hình 3-2).



Hình 3-2

b) Chế độ ngắn mạch:

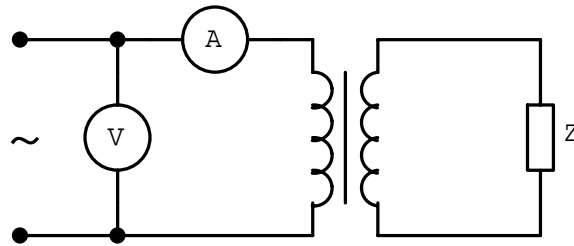
Chế độ ngắn mạch là chế độ mà phía thứ cấp bị nối tắt lại, phía sơ cấp vẫn đặt vào điện áp xoay chiều (hình 3-3).



Hình 3-3

c) Chế độ có tải :

Chế độ có tải là chế độ mà cuộn sơ cấp nối vào nguồn điện áp định mức, còn cuộn thứ cấp nối với tải (hình 3-4) :

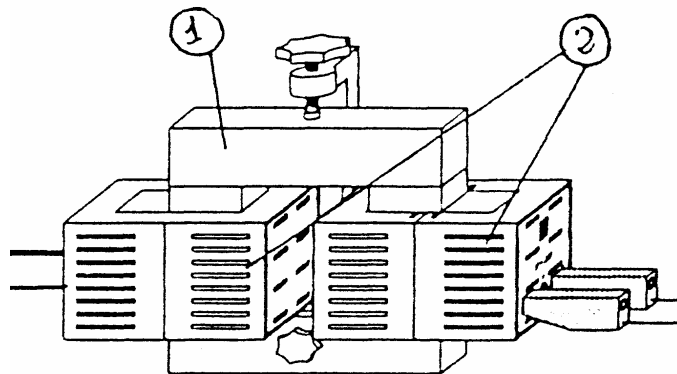


Hình 3-4

**III/ THỰC NGHIỆM :**

**3.1. Mô tả dụng cụ.**

1) Máy biến áp một pha (hình 3-5) :



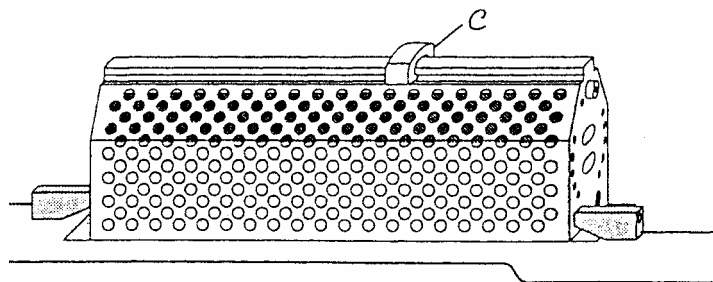
Hình 3-5

- ① – Lõi thép
- ② – Hai cuộn dây sơ cấp và thứ cấp của máy biến áp.

Trong bài thí nghiệm này sử dụng các cuộn dây sau :

- $n_1 = 250$  vòng,  $R = 0,6\Omega$ ,  $L = 2,2\text{mH}$ ,  $I_{\text{max}} = 5\text{A}$ .
- $n_2 = 500$  vòng,  $R = 2,5\Omega$ ,  $L = 9\text{mH}$ ,  $I_{\text{max}} = 2,5\text{A}$ .
- $n_3 = 1000$  vòng,  $R = 9,5\Omega$ ,  $L = 36\text{mH}$ ,  $I_{\text{max}} = 1,25\text{A}$ .

2) Biến trở  $110\Omega$ : Dùng làm tải cho máy biến áp (hình 3-6).



Hình 3-6

Chú thích :

- Vào chân đen, ra chân đen : điện trở không đổi  $R = 110\Omega$ .

- Vào chân đỏ, ra chân đen : khi dịch chuyển con chạy C, điện trở R thay đổi từ 0 đến  $110\Omega$ .

3) Nguồn điện xoay chiều AC :

Dùng để cung cấp hiệu điện thế cho cuộn sơ cấp cho máy biến áp .

4) Hai điện trở  $1\Omega$  :

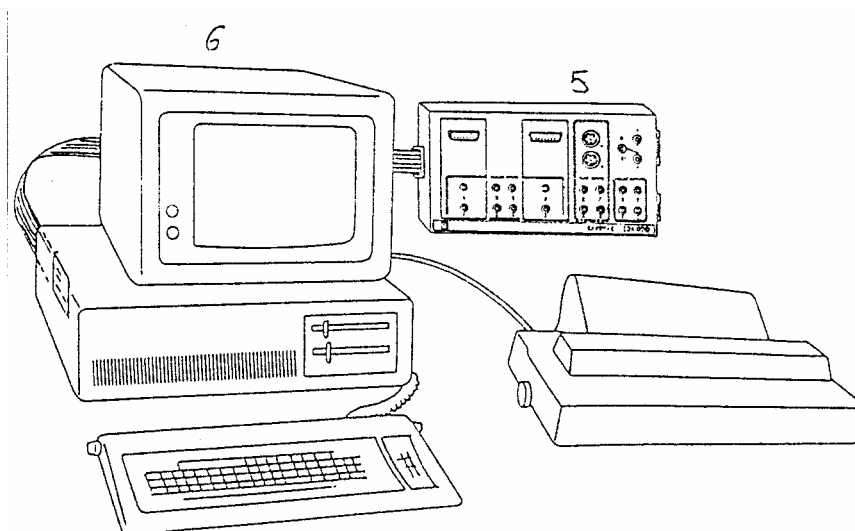
Các điện trở được nối giữa hai chân B và hai chân C của hộp CASSY để máy xác định dòng điện chạy qua các cuộn dây sơ cấp và thứ cấp của máy biến áp.

5) Hộp CASSY :

Dùng để giao diện giữa máy vi tính và máy biến áp.

6) Máy vi tính :

Dùng để ghi và xử lý số liệu nhận được từ máy biến áp (hình 3-7).



Hình 3-7

3.2. Khảo sát máy biến áp giảm thế :

Máy biến áp giảm thế gồm :

- Cuộn sơ cấp có  $n_1 = 1000$  vòng ;  $R = 9,5\Omega$  ;  $L = 36\text{mH}$  ;  $I_{\max} = 1,25\text{A}$ .
- Cuộn thứ cấp có  $n_2 = 250$  vòng ;  $R = 0,6\Omega$  ;  $L = 2,2\text{mH}$  ;  $I_{\max} = 5\text{A}$ .

a) Chế độ không tải :

- 1/ Quan sát các thiết bị thí nghiệm ở trạng thái không bật điện.
- 2/ Lắp ráp mạch điện như sơ đồ hình 3-8:

Chú ý :

Hai đầu dây cắm A và B để hở. Thông thường, mạch điện đã được lắp ráp sẵn. Sinh viên chỉ cần kiểm tra lại.

3/ Mở nguồn điện xoay chiều.

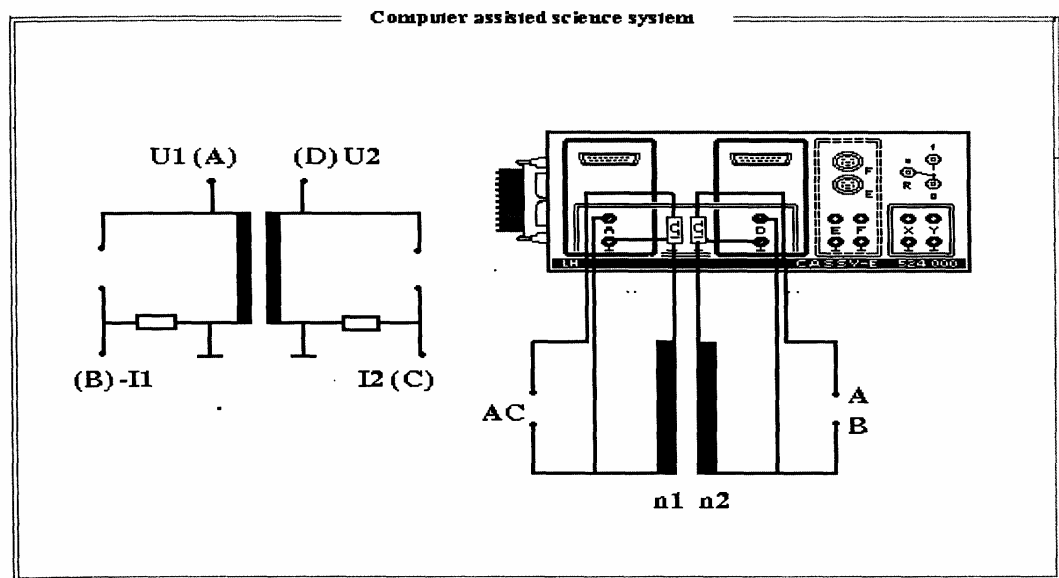
4/ Mở máy vi tính.

5/ Từ dấu nhắc hệ điều hành, gõ C:\>CD CASSY rồi nhấn Enter.

6/ Gõ C:\CASSY\TRANSFO rồi nhấn Enter.

Lúc đó, màn hình CASSY của chương trình sẽ xuất hiện.

7/ Nhấn Enter để đi vào chương trình.



Hình 3-8

8/ Kiểm tra lại sơ đồ mạch điện được hiển thị trên màn hình máy vi tính.

9/ Nhấn Esc. Màn hình sẽ hiện lên hộp thông tin “Transformer” và hộp thoại Main menu.

10/ Dùng các phím mũi tên, đưa thanh sáng đến “Select meas.ranges” rồi nhấn Enter. Hoặc dùng phím nóng là F<sub>3</sub>.

11/ Đưa thanh sáng đến “Select meas.resistance at B” nhấn Enter.

Nhập vào giá trị điện trở ở mạch Sơ cấp là : 1Ω. Nhấn Enter.

12/ Đưa thanh sáng đến “Select meas.resistance at C” nhấn Enter. Nhập vào giá trị điện trở ở mạch Thứ cấp là : 1Ω. Nhấn Enter.

13/ Đưa thanh sáng đến mục “Reselect range B” nhấn Enter. Chọn thang đo dòng điện qua mạch Sơ cấp là -0,3 .. 0,3A. Nhấn Enter.

- 14/** Đưa thanh sáng đến mục “Reselect range C” nhấn Enter. Chọn thang đo dòng điện qua mạch Thứ cấp là  $-0,3 \dots 0,3A$ . Nhấn Enter.
- 15/** Nhấn Esc để trở về Main menu.
- 16/** Đưa thanh sáng đến “Select meas.quantities” rồi nhấn Enter, hoặc dùng phím tắt là  $F_2$ .
- 17/** Chọn các giá trị cần đo cùng lúc là “ $U_1, I_1$  and  $U_2, I_2$ ” rồi nhấn Enter.
- 18/** Đưa thanh sáng đến “Record new measurement” rồi nhấn Enter, hoặc dùng phím nóng là  $F_1$ . Khi đó, màn hình sẽ xuất hiện hai hệ trục tọa độ biểu diễn  $U_1, I_1$  và  $U_2, I_2$  theo thời gian.
- 19/** Nhấn  $F_1$  để bắt đầu quan sát đồ thị của  $U_1, I_1$  và  $U_2, I_2$  biến thiên theo thời gian.
- 20/** Nhấn  $F_2$  để hiển thị giá trị  $U_1$  và  $U_2$  mà máy đo được.
- 21/** Nhấn  $F_3$  để hiển thị giá trị  $I_1$  và  $I_2$  mà máy đo được.
- 22/** Nhấn  $F_4$  để hiển thị giá trị  $P_1$  và  $P_2$  mà máy đo được.
- 23/** Nhấn  $F_5$  để hiển thị giá trị  $Q_1$  và  $Q_2$  mà máy đo được.
- 24/** Nhấn  $F_6$  để hiển thị giá trị  $\text{Cos}\phi_1$  và  $\text{Cos}\phi_2$  mà máy đo được.
- 25/** Nhấn  $F_7$  để quan sát cùng lúc đồ thị của  $P_1$  và  $P_2$  biến thiên theo thời gian.
- 26/** Nhấn  $F_1$  để dừng quá trình đo. Ghi lại các giá trị vào bảng sau :

	U (V)	I (A)	P (W)	Q (W)	Cos $\phi$
1 (Sơ cấp)					
2 (Thứ cấp)					

- 27/** Nhấn Esc để trở về Main menu.
- 28/** Đưa thanh sáng đến “Evaluate in graph” rồi nhấn Enter, hoặc dùng phím nóng là  $F_6$ .
- 29/** Quan sát lại đồ thị của  $U_1, I_1, U_2, I_2$  đã được đánh dấu theo thứ tự 1, 2, 3, 4.
- 30/** Vẽ lại đồ thị của  $U_1$ :  
 Nhấn lần lượt các phím “ $F_9$ ”, “1”, “+”. Khi đó, trên đồ thị  $U_1$  sẽ xuất hiện con trỏ hình dấu + và dưới màn hình sẽ xuất hiện giá trị  $U_1$  theo thời gian  $t$  tại vị trí con trỏ đang đứng.  
 Nhấn phím “Home” để đưa con trỏ về đầu đồ thị.  
 Nhấn và giữ phím “Tab” để con trỏ di chuyển trên đồ thị của  $U_1$ .  
 Vẽ lại đồ thị  $U_1$  theo các giá trị của con trỏ.

- 31/ Vẽ đồ thị của  $I_1$ :  
Tương tự như vẽ đồ thị của  $U_1$  nhưng dùng các phím “F<sub>9</sub>”, “2”, “+”.
- 32/ Vẽ đồ thị của  $U_2$  :  
Dùng các phím “F<sub>9</sub>”, “3”, “+”.
- 33/ Vẽ đồ thị của  $I_2$  :  
Dùng các phím “F<sub>9</sub>”, “4”, “+”.
- 34/ Nhấn Esc để trở về Main menu.
- 35/ Đưa thanh sáng đến “End” nhấn Enter.
- 36/ Trong hộp thoại “EXIT PROGRAM” chọn “YES”, nhấn Enter.
- 37/ Tắt nguồn điện AC, tắt máy vi tính.
- Từ bảng giá trị đo được và các đồ thị, hãy nhận xét về kết quả thí nghiệm.

### **b) Chế độ ngắn mạch của Máy biến áp:**

Lắp đặt thí nghiệm như sơ đồ hình 3-8 nhưng bây giờ ta nối hai đầu A và B lại với nhau. Làm lại thí nghiệm từ bước 1 đến bước 37 như trên.

### **c) Chế độ có tải của Máy biến áp:**

Lắp đặt thí nghiệm như sơ đồ hình 3-8 nhưng ta nối hai đầu A và B vào hai chân cắm màu đen ở hai đầu của biến trở  $R = 110\Omega$ .

Làm lại thí nghiệm như trên từ bước 1 đến bước 33.

- 34/ Vẽ đồ thị của  $P_1(t)$  :  
. Nhấn lần lượt các phím “F<sub>2</sub>”, “1”. Khi đó, trên màn hình sẽ xuất hiện đồ thị của hàm  $P_1(t)$ .  
. Dùng các phím “F<sub>9</sub>”, “3”, “+”. Để vẽ lại đồ thị của  $P_1(t)$ .  
. Nhấn Esc để trở về Main menu.
- 35/ Vẽ đồ thị của  $P_2(t)$  :  
. Đưa thanh sáng đến “Evaluate in graph”. Nhấn Enter.  
. Nhấn lần lượt các phím “F<sub>2</sub>”, “3”. Khi đó, trên màn hình sẽ xuất hiện đồ thị của hàm  $P_2(t)$ .  
. Dùng các phím “F<sub>9</sub>”, “1”, “+”. Để vẽ lại đồ thị của  $P_2(t)$ .
- 36/ Nhấn Esc, chọn End, nhấn Enter.
- 37/ Trong hộp thoại “EXIT PROGRAM”, chọn “YES” để thoát khỏi chương trình.
- 38/ Tắt nguồn điện AC, tắt máy vi tính.

### **3.3. Khảo sát máy biến áp tăng thế :**

Máy biến áp tăng thế gồm:

- Cuộn Sơ cấp có  $n_1=500$  vòng ;  $R=2,5\Omega$  ;  $L=9\text{mH}$  ;  $I_{\max}=2,5\text{A}$ .
- Cuộn Thứ cấp có  $n_2=1000$  vòng;  $R=9,5\Omega$  ;  $L=36\text{mH}$  ;  $I_{\max}=1,25\text{A}$ .

Tiến hành thí nghiệm máy biến áp tăng thế ở các chế độ không tải, chế độ ngắn mạch, chế độ có tải theo từng bước tương tự như đối với máy biến áp giảm thế.

Nhận xét thí nghiệm và đánh giá kết quả.

#### **IV/ CÂU HỎI THẢO LUẬN:**

- 1) Công dụng của Máy biến áp.
- 2) Cấu tạo chung của Máy biến áp.
- 3) Tại sao không nên để Máy biến áp làm việc ở các chế độ không tải và ngắn mạch.
- 4) Tính hiệu suất của Máy biến áp tăng thế trong trường hợp có tải.
- 5) Tại sao trong kỹ thuật hàn điện, người ta dùng Máy biến áp ở các chế độ ngắn mạch và không tải ?

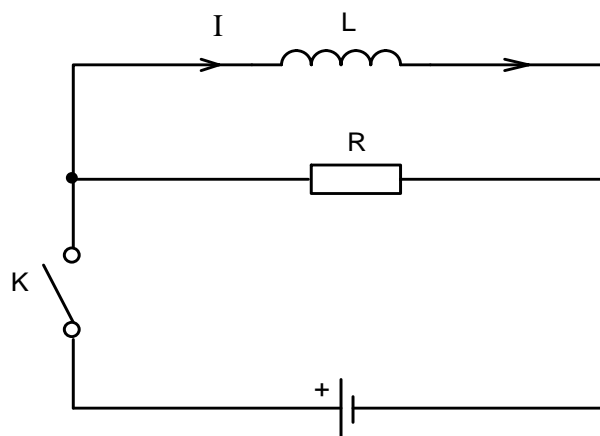
## **Bài 4.            ĐO TỪ TRƯỜNG**

### **I. MỤC ĐÍCH:**

Đo từ trường và năng lượng từ trường ở bên trong một ống dây có dòng điện chạy qua bằng máy đo từ trường và bằng hệ đo ghép nối máy vi tính PC.

### **II. TÓM TẮT LÝ THUYẾT:**

Xét một ống dây điện thẳng chiều dài  $l$ , được quấn từ  $N$  vòng dây dẫn. Ta hãy mắc ống dây vào mạch điện một chiều như hình vẽ 4-1. Khi đóng khóa  $K$ , qua ống dây sẽ có dòng điện  $I$  chạy qua.



*Hình 4-1*

Bên trong lòng ống dây sẽ xuất hiện một từ trường có chiều xác định theo quy tắc vắn nút chai. Nếu chiều dài  $l$  của ống dây lớn hơn nhiều lần đường kính của nó thì từ trường trong lòng ống dây có thể xem như đều. Độ lớn của véc tơ cảm ứng từ  $\vec{B}$  trong ống dây được xác định theo biểu thức:

$$B = \mu\mu_0 n I \quad (4-1)$$

Trong đó: -  $B$  là cảm ứng từ (T).

-  $n$  là số vòng dây trên một đơn vị dài:  $n = N/l$  (vòng/m).

-  $\mu_0$  là hằng số từ có giá trị:  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{H/m}$ .

-  $\mu$  là độ từ thẩm của môi trường trong ống dây.

-  $I$  là cường độ dòng điện (A).

Bây giờ nếu ta ngắt khóa  $K$ , từ trường và do đó từ thông trong ống dây giảm đột ngột làm xuất hiện trong mạch một suất điện động cảm ứng. Theo định luật Lenxơ, chiều của suất điện động cảm ứng và dòng do nó sinh có tác dụng chống lại sự giảm của dòng điện trong mạch. nghĩa là



dòng cảm ứng phải cùng chiều với dòng trong mạch, điều đó làm cho dòng trong mạch không mất ngay mà giảm dần về 0. Suất điện động cảm ứng sinh ra khi ngắt mạch gọi là suất điện động tự cảm.

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d(LI)}{dt} = -L\frac{dI}{dt} \quad (4-2)$$

Với:  $\Phi = LI$ , trong đó  $L$  là hệ số tự cảm của mạch, có giá trị phụ thuộc vào hình dạng, kích thước và độ từ thẩm của môi trường xung quanh.

$$L = \mu\mu_0 \frac{N^2}{l} S = \mu\mu_0 n^2 S.l = \mu\mu_0 n^2 V \quad (4-3)$$

Công thức hiện bởi dòng điện tự cảm trong thời gian  $dt$  là:

$$dA = \varepsilon Idt = -\frac{d\Phi}{dt} Idt = -Id\Phi = -LI dI \quad (4-4)$$

Lấy tích phân (4-4) trong khoảng từ  $I$  đến 0 ta sẽ được công thức hiện bởi dòng cảm ứng trong thời gian ngắt mạch.

$$A = \int_I^0 dA = -\int_I^0 LI dI = \frac{1}{2} L I^2 \quad (4-5)$$

$$\text{Hay:} \quad A = \frac{1}{2} \mu \mu_0 n^2 I^2 V \quad (4-6)$$

Kết quả trên cũng thu được khi ta tính công của nguồn điện phải thực hiện chống lại suất điện động tự cảm khi đóng khóa K, để tăng dòng điện trong mạch từ 0 đến giá trị  $I$ . Theo định luật bảo toàn năng lượng, công này sẽ chuyển hóa thành năng lượng từ trường của ống dây. Tức là ta có:

$$W = A = \frac{1}{2} L I^2 = \frac{1}{2} \mu \mu_0 n^2 I^2 V \quad (4-7)$$

$$\text{Hay:} \quad W = \frac{1}{2} \frac{B^2}{\mu\mu_0} V \quad (4-8)$$

Biểu thức (4-8) là công thức tính năng lượng từ trường đều chứa trong thể tích  $V$  của ống dây. Như vậy, năng lượng từ trường trong một thể tích  $V$  bất kỳ được xác định theo công thức:

$$W = \frac{1}{2\mu\mu_0} \int_V B^2 dV \quad (4-9)$$

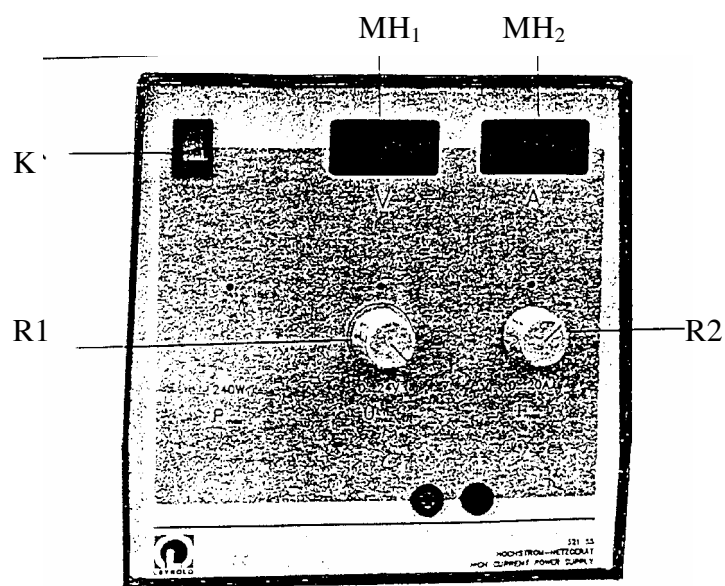
Đối với một ống dây ngắn từ trường  $B$  trong ống dây là không đều. Nhưng một cách gần đúng có thể xem từ trường  $B$  là một hàm của tọa độ chiều dài  $l$  của ống dây  $B = f(l)$ . Thay  $dV = Sdl$  ta có

$$W = \frac{S}{(2\mu\mu_0)} \int_{l_1}^{l_2} B^2 dl \quad (4-10)$$

### III. THỰC HÀNH

#### 3.1. Mô tả dụng cụ:

- 1/ Máy tính để hiển thị kết quả đo và xử lý số liệu.
- 2/ Một hộp Cassy-E để giao diện giữa đầu đo từ trường với máy tính.
- 3/ Một ống dây thẳng chiều dài có thể thay đổi được.
- 4/ Một đầu đo từ trường mà nguyên tắt hoạt động dựa vào hiệu ứng Hall.
- 5/ Nguồn điện DC (hình 4-2)



Hình 4-2

Để cấp dòng cho ống dây, hiệu thế cung cấp cho nguồn là 220V. Muốn mở nguồn DC, bật công tắc K của nguồn ở góc trái trên trước máy. Để thay đổi hiệu thế và dòng ra ta xoay đồng thời núm R<sub>1</sub> và R<sub>2</sub> cùng chiều kim đồng hồ giá trị của hiệu thế và dòng được hiển thị trên cửa sổ MH<sub>1</sub> và MH<sub>2</sub>.

#### 6/ Máy đo từ trường (hình 4-3):

Được dùng để hiển thị giá trị của từ trường khi đo. Nguồn điện cung cấp cho máy 220V. Máy có thể đo cả từ trường xoay chiều lẫn từ trường một chiều.

\* Công tắc nguồn điện K ở sau máy.

\* ĐD là lỗ cắm phích điện từ đầu đo từ vào. Khi cắm phích điện từ đầu đo từ vào ĐD cần chú ý xoay vết lõm trên đầu phích điện khớp với vị trí A trên lỗ cắm, tương tự cho trường hợp khác khi dùng phích cắm nhiều chân.

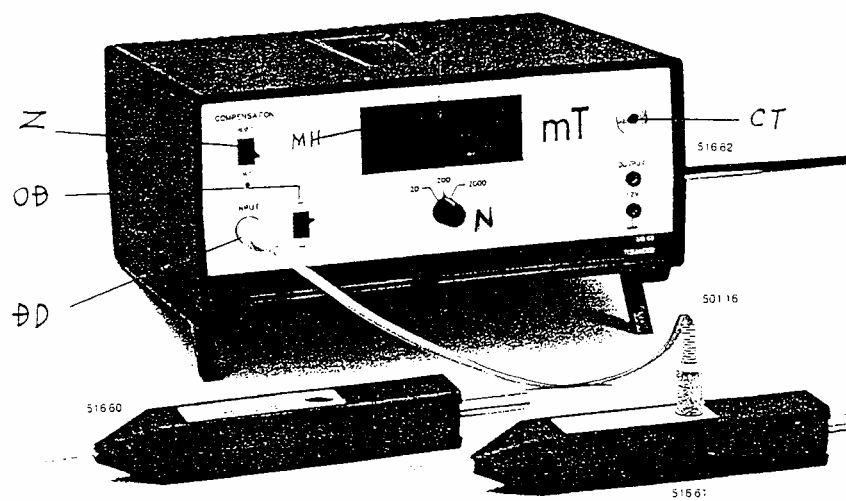
\* Khi đo từ trường ổn định bật nút OD về vị trí "-". Vị trí "~" ứng cho xoay chiều.

\* Nút N được dùng để thay đổi độ nhạy có ba vị trí 20, 200, 2000 tương ứng với độ nhạy 0,01mT; 0,1mT và 1mT.

\* Cửa sổ MH để hiển thị giá trị đo đơn vị mT.

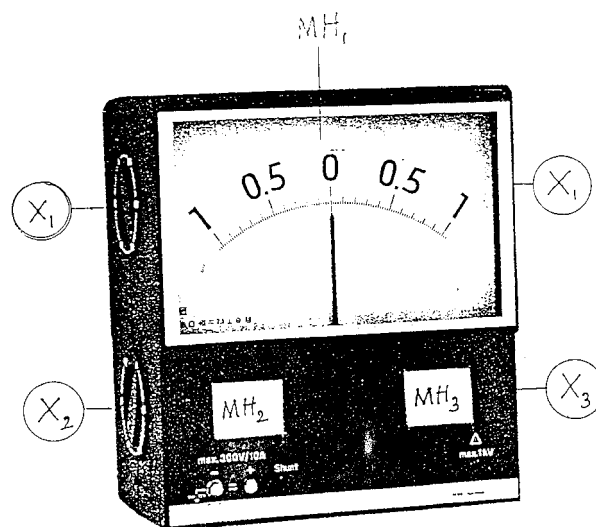
\* Lỗ CT là không gian che từ.

\* Nút Z được dùng để bù offset tức điều chỉnh điểm zero cho đầu đo từ.



Hình 4-3

7/ Ampere - Volt kế max 300V/10A: (hình 4-4)



Hình 4-4

Ampere - Volt kế max 300V/10A có thể đo hiệu điện thế và cường độ dòng điện xoay chiều (AC) cũng như một chiều (DC) qua ống dây. Trong bài thí nghiệm này chỉ dùng để đo cường độ dòng điện một chiều qua ống dây.

Khi xoay  $X_1$  đến vị trí: 1, 3, 10, 30, 100, 300 là các thang đo tương ứng của Ampe kế.

Khi xoay  $X_2$  đến các vị trí: A, Am,  $\mu$ A thì trên cửa sổ  $MH_2$  hiển thị: A, Am,  $\mu$ A. Chỉ đơn vị đo của dòng điện.

Khi xoay  $X_3$  đến vị trí off tương ứng với trạng thái tắt, vị trí (-) tương ứng với một chiều (DC) và (~) tương ứng với xoay chiều (AC).

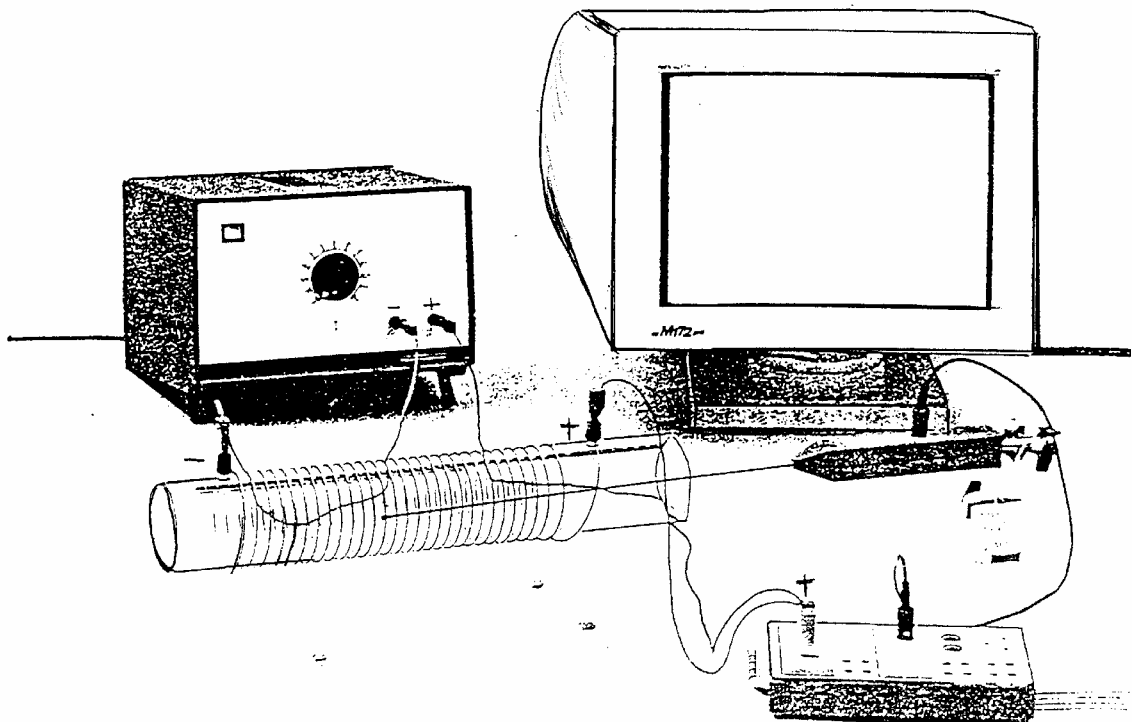
Trong bài thí nghiệm này  $X_2$  xoay về vị trí A tức đơn vị đo cường độ dòng điện là Ampere;  $X_1$  ở vị trí 10 tức giá trị đo lớn nhất của đồng hồ là 10A;  $X_3$  xoay ở vị trí (-) tức dòng điện một chiều.

### **3.2. Đo từ trường bằng máy vi tính:**

1/ Quan sát thiết bị 5 phút.

2/ Phải tuyệt đối cẩn thận tránh va chạm vào đầu đo từ rất dễ gãy.

3/ Mắc mạch điện theo sơ đồ (hình 4-6).



Hình 4-6

Chú ý: + Xoay cho khớp giắc cắm đa chân ;

- + Mắc đúng các cực dương (+) và cực (-);
- + Chỉ được mắc mạch điện khi máy vi tính đã tắt.
- Nối đầu đo từ vào lỗ input của B - Box Compensation trên hộp Cassy - E.
- Nối cực dương (+) của nguồn điện DC vào cực dương (+) của Ampere - Box trên hộp Cassy - E.
- Nối cực âm (-) nguồn điện DC vào 1 đầu ống dây.
- Nối đầu ống dây còn lại vào cực âm (-) của Ampere - Box trên cassy - E.

4/ Mời giáo viên lại kiểm tra mới được thao tác tiếp. Điều chỉnh ống dây dài khoảng 20cm.

5/ Xoay hai núm R1 và R2 của nguồn điện DC về tận cùng trái. Thông thường đã xoay sẵn, sinh viên chỉ cần kiểm tra lại.

6/ Cắm phích điện của nguồn DC vào hiệu thế 220V. Thông thường đã cắm sẵn, sinh viên chỉ cần kiểm tra lại.

7/ Bật công tắc K của nguồn DC, lúc này thấy trên hai cửa số MH<sub>1</sub> và MH<sub>2</sub> hiển thị 0.0 là tốt.

8/ Bật máy vi tính.

9/ Vào C: \> CD\ Leybold> rồi Enter.

10/ Vào C:\ LEYBOLD> ld rồi Enter.

11/ Màn hình hiện CASSY. Nhấn Enter.

12/ Màn hình hiện khung Program Selection.

13/ Về F<sub>1</sub> Multimeter. Nhấn Enter.

14/ Màn hình hiện khung Multimeter và khung Main menu.

15/ Về F<sub>3</sub> Select meas.quantities. Nhấn Enter.

16/ Màn hình hiện khung Meas. quantities.

17/ Về Reselect channel A. Nhấn Enter.

18/ Về Curent. Nhấn Enter. Để xác định đo dòng.

19/ Về -10 ...10A. Nhấn Enter.

20/ Màn hình trở về khung Meas quantities.

21/ Về Reselect channel D. Nhấn Enter.

22/ Màn hình hiện khung Quantity D.

23/ Về Magnetic flux. Nhấn Enter. Để xác định đo từ trường.

24/ Về -10 ... 10mT. Nhấn Enter. Để xác định giá trị lớn nhất 10mT.

25/ Về Reselect Channel D. Nhấn Enter.

26/ Màn hình hiện khung Quantity D.

27/ Về Compensation on/off. Nhấn Enter. (Để tắt hay mở Compensation).

Nếu đèn đỏ của Compensation trên Cassy-E sáng tức là Compensation ở trạng thái mở. Còn nếu đèn không sáng là ở trạng thái tắt. Có thể đo Compensation ở trạng thái mở hay tắt (trong bài này ta đo Compensation ở trạng thái tắt).

**28/** Nhấn phím ESC về Main menu.

**29/** Về F<sub>1</sub> Start new measurement. Nhấn Enter. Để thực hiện đo.

**30/** Màn hình hiện:

I : 0,0 A.

B : 0,0 mT. là tốt.

Nếu khác chẳng hạn, ví dụ:

I : - 4,2 A.

B : 0,8 mT.

Chúng ta phải chuẩn lại để I và B về giá trị tương đương 0,0.

### **Cách chuẩn như sau:**

**31/** Nhấn phím ESC về main Menu.

**32/** Về F<sub>3</sub> Select meas. quantities. Nhấn Enter.

**33/** Về Reselect Channel A. Nhấn Enter.

**34/** Về Calibrate. Nhấn Enter.

**35/** Nhập : dong. Nhấn Enter.

**36/** Nhập : I. Nhấn Enter.

**37/** Nhập : A. Nhấn Enter.

**38/** Nhập : Factor : 1 A/A. Nhấn Enter.

**39/** Nhập : offset : 4,2. Nhấn Enter.

Để khử - 4,2 A đưa I về tương đương 0,0. Theo ví dụ đưa ra.

**40/** Màn hình hiện khung Range A.

Trong ví dụ này về : - 4,2 ... 14,2 A và nhấn Enter.

Bởi vì dòng nhập lúc đầu -10 .. 10A.

Khi offset : 4,2 thì giải đo dòng đã dịch chuyển một lượng 4,2

**41/** Về Reselect Channel D. Nhấn Enter.

**42/** Về Calibrate. Nhấn Enter.

**43/** Nhập : TU TRUONG. Nhấn Enter.

**44/** Nhập : B. Nhấn Enter.

**45/** Nhập : mT. Nhấn Enter.

**46/** Nhập Factor : 1mT/mV. Nhấn Enter.

**47/** Nhập offset : -0,8 mT. Nhấn Enter.

Để bù khử 0,8 mT đưa B về tương đương 0,0. Theo ví dụ trên.

- 48/** Về -10,8 ... 9,2 mT. Nhấn Enter.
- 49/** Nhấn ESC về Main menu.
- 50/** Về F<sub>1</sub> Start new measurement. Nhấn Enter.
- 51/** Xem I và B đã tương đương 0,0 chưa. Nếu chưa thì offset tiếp như trên.  
Nhấn phím D.
- 52/** Xoay đồng thời núm R<sub>1</sub> và R<sub>2</sub> của nguồn DC cùng chiều kim đồng hồ sao cho dòng điện I trên màn hình tăng khoảng: I ~ 6 A. (ví dụ I = 6A)
- 53/** Nhấn ESC về Main menu.
- 54/** Về F<sub>4</sub> Automatic / param / formula. Nhấn Enter.
- 55/** Về Enter parameter. Nhấn Enter.
- 56/**     Nhập :     lenght.     Nhấn Enter.
- 57/**     Nhập :     1.     Nhấn Enter.
- 58/**     Nhập :     cm.     Nhấn Enter.
- 59/**     Nhập :     0.     Nhấn Enter.
- 60/**     Nhấn ESC về Main menu.
- 61/** Về F<sub>1</sub> Start new measurement. Nhấn Enter. Bắt đầu đo.
- 62/** Nhấn F<sub>1</sub>.
- 63/** Cuối màn hình hiện l =
- 64/** Chọn gốc tọa độ 0 tại đầu ống mica.  
Đặt đầu đo từ tại 0. Nhập l = 0. Nhấn Enter.
- 65/** Dịch chuyển đầu đo từ vào sâu trong ống một đoạn 2 cm. Nhấn F<sub>1</sub>.  
Nhập l = 2cm. Nhấn Enter.
- 66/** Dịch chuyển đầu đo từ vào sâu trong ống một đoạn 4 cm. Nhấn F<sub>1</sub>.  
Nhập l = 4cm. Nhấn Enter.
- 67/** Cứ thế tiếp tục mỗi lần dịch chuyển đầu đo từ thêm 2cm. Nhấn F<sub>1</sub>.  
Nhập giá trị l. Nhấn Enter. Cho đến khi đầu đo từ đến cuối ống mica. Kết thúc quá trình ghi số liệu đo.  
Trong quá trình đo luôn điều chỉnh để dòng trên màn hình I ~ 6A.  
Chú ý: Dịch chuyển đầu đo từ bắt đầu từ ống dây nối với cực dương (+).
- 68/** Nhấn ESC về Main menu.
- 69/** Về F<sub>5</sub> output measured valuaes. Nhấn Enter.
- 70/** Về Valuaes in table form. Nhấn Enter.
- 71/** Màn hình hiện bảng số liệu đo. Nhấn phím dài space để xem hết bảng.

- 72/ Nhấn ESC về Main menu.
- 73/ Về F<sub>6</sub> Evaluate in graph. Nhấn Enter.
- 74/ Màn hình hiện đường cong số liệu.
- 75/ Nhấn ESC về Main menu.
- 76/ Về F<sub>7</sub> Select Representation. Nhấn Enter.
- 77/ Về Select X - axis. Nhấn Enter.
- 78/ Về l. Nhấn Enter. Để xác định trục X biểu diễn vị trí đầu đo từ.
- 79/ Về l. Nhấn Enter. Để xác định trục X chia theo đơn vị l.
- 80/ Về Select y1 - axis. Nhấn Enter.
- 81/ Về B. Nhấn Enter. Để xác định trục y1 biểu diễn B.
- 82/ Về B. Nhấn Enter. Để xác định trục y1 chia theo đơn vị B.
- 83/ Nhấn ESC về Main menu.
- 84/ Về F<sub>6</sub> Evaluate in graph. Nhấn Enter.
- 85/ Nhấn phím F<sub>4</sub> để có đồ thị nối liền các điểm số liệu.
- 86/ Nhấn F<sub>6</sub> để có khung tọa độ.
- 87/ Sinh viên vẽ lại đường cong biểu diễn từ trường B trong ống dây theo l vị trí đầu đo từ trong ống.
- 88/ Nhấn ESC về Main menu.
- 89/ Về F<sub>7</sub> Select representation. Nhấn Enter.
- 90/ Về Select X - axis. Nhấn Enter.
- 91/ Về l. Nhấn Enter.
- 92/ Về l. Nhấn Enter.
- 93/ Về Select y1 - axis. Nhấn Enter.
- 94/ Về B. Nhấn Enter.
- 95/ Về B<sup>2</sup>. Nhấn Enter. Để xác định trên trục y1 chia theo đơn vị B<sup>2</sup>.
- 96/ Nhấn ESC về Main menu.
- 97/ Về F<sub>6</sub> Evaluate in graph. Nhấn Enter.
- 98/ Nhấn F<sub>4</sub>.
- 99/ Nhấn F<sub>9</sub> trên màn hình xuất hiện con trỏ "+". Để dịch chuyển con "+" ta dùng các phím mũi tên.
- 100/ Đưa con trỏ "+" về bên trái của cực đại đường cong đồ thị. Đưa con trỏ về một điểm số liệu mà ứng với nó trên trục X có giá trị l<sub>1</sub> xác định được ví dụ: l<sub>1</sub> = 10cm. Dùng <Ctrl> <←> để đánh dấu.
- 101/ Sau đó đưa con trỏ "+" về bên phải ứng với điểm số liệu có l<sub>2</sub> xác định được ví dụ: l<sub>2</sub> = 30cm. Dùng <Ctrl> <→> để đánh dấu.



102/ Nhấn F<sub>5</sub>.

103/ Nhấn <Alt> <F<sub>5</sub>>.

104/ Dưới màn hình hiện:

Area = b mT<sup>2</sup> cm. Với b là con số có giá trị bằng diện tích dưới đường cong B<sup>2</sup> = f(l) được đánh dấu. Rõ ràng:

$$b = \int_{l_1}^{l_2} B^2 dl$$

105/ Sinh viên dùng công thức sau để tính năng lượng từ trường:

$$W = \frac{S}{2\mu_0} \cdot \int_{l_1}^{l_2} B^2 dl = \frac{Sb}{2\mu_0}$$

Với:  $S = \pi d^2/4$ ;  $d = 0,1$  m. Đổi b ra đơn vị T<sup>2</sup> .m.

106/ Tắt máy tính.

107/ Xoay hai núm R<sub>1</sub> và R<sub>2</sub> của nguồn DC về 0.

108/ Tắt nguồn DC.

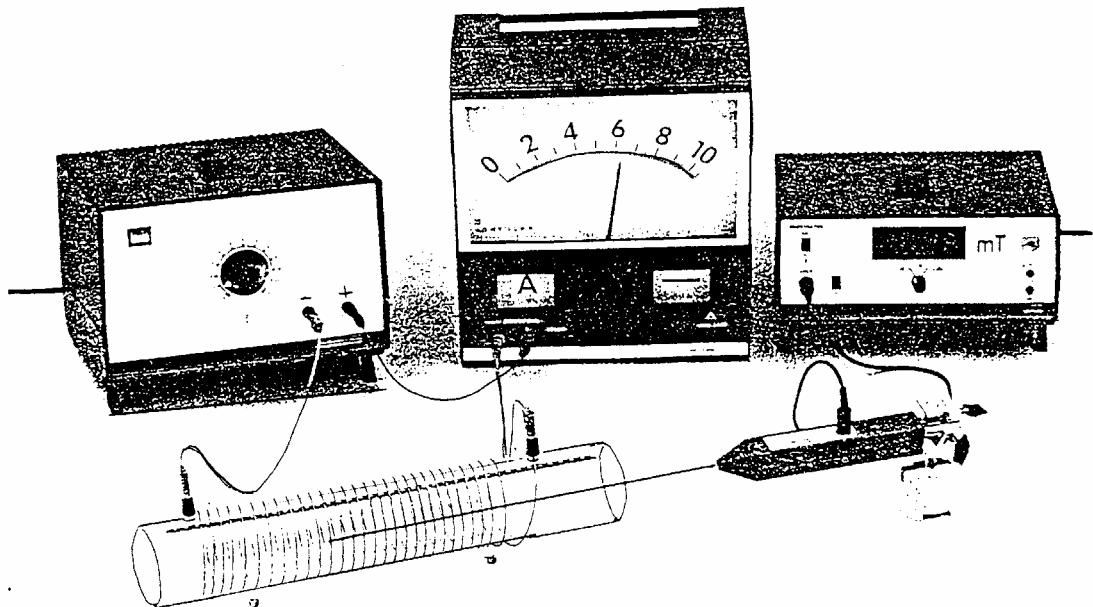
109/ Tháo các dây nối ra khỏi CASSY - E.

Kết thúc phần đo từ trường bằng máy vi tính.

Chú ý: Chỉ được tháo các dây nối ra khỏi CASSY - E khi máy vi tính đã tắt

### 3.3. Đo từ trường bằng máy đo từ trường:

1/ Mắc mạch điện theo hình vẽ 4-7.



Hình 4-7

- Cắm phích điện đa chân từ đầu đo từ vào lỗ ĐĐ của máy đo từ trường.
  - Nối cực dương (+) của nguồn DC vào cực dương (+) của Ampere - Volt kế max 300/10A.
  - Nối cực âm (-) của Ampere - Volt kế max 300/10A vào một đầu của ống dây.
  - Nối đầu còn lại của ống dây vào cực âm (-) của nguồn DC
- 2/ Cắm phích điện của máy đo từ trường vào hiệu điện thế 220V. Thông thường đã cắm sẵn sinh viên chỉ kiểm tra lại.
- 3/ Điều chỉnh ống dây dài khoảng 20cm.
- 4/ Xoay núm  $X_1$  của Ampere - Volt kế max 300V/10A về vị trí 10. Khi đó trên cửa  $MH_1$  hiển thị giá trị lớn nhất 10. Xoay  $X_2$  về A để đồng hồ đo dòng. Xoay  $X_3$  về "-" để đo dòng một chiều. Mời giáo viên lại kiểm tra mới được thao tác tiếp.
- 5/ Nhấn núm K của nguồn DC để mở. Nếu thấy trên cửa sổ  $MH_1$  và  $MH_2$  hiện giá trị 0,0 là tốt. Nếu không phải xoay  $R_1$  và  $R_2$  về tận cùng trái để đưa về 0,0.
- 6/ Mở công tắc của máy đo từ trường ở phía sau máy.
- 7/ Xoay núm N về vị trí 20. Thông thường đã xoay sẵn sinh viên chỉ kiểm tra lại.
- 8/ Bật núm OĐ về vị trí "-". Thông thường đã bật sẵn sinh viên chỉ kiểm tra lại.
- 9/ Thật nhẹ nhàng cẩn thận đưa đầu đo từ vào lỗ CT không gian che từ. Đẩy núm Z xuống dưới thấy đèn đỏ sáng. Sau đó tiếp tục đẩy Z lên xuống vài lần để điều chỉnh điểm Zero cho đầu đo từ. Rút đầu đo từ ra đèn đỏ của Z vẫn sáng là được.
- Chú ý: Thao tác này phải tuyệt đối cẩn thận vì có thể làm gãy đầu đo từ trường.
- 10/ Xoay núm  $R_1$  và  $R_2$  của nguồn DC theo chiều kim đồng hồ để trên Ampere - Volt kế max 300V/10A kim chỉ 5A.
- 11/ Thực hiện quá trình đo, dịch chuyển đầu đo từ vào trong ống dây theo trục của ống. Xác định  $I$  và  $B$  đọc trên máy đo từ liệt kê theo bảng sau:

Bảng 4-1

$l$ (cm)	0 2 4 6 . . . . .
$B$ (mT)	

- 12/ Xoay núm  $R_1$  và  $R_2$  của nguồn DC ngược chiều kim đồng hồ để trên hai cửa sổ  $MH_1$  và  $MH_2$  hiển thị 0,0. Tắt nguồn DC.
- 13/ Thay đổi chiều dài ống dây bằng 40 cm.
- 14/ Mở nguồn DC.
- 15/ Xoay núm  $R_1$  và  $R_2$  của nguồn DC sao cho trên Ampere - Volt kế max 300V/10A kim chỉ 5A.
- 16/ Tiếp tục đo từ trường theo bảng 4-2

Bảng 4-2

$l$ (cm)	0 2 4 6 . . . . .
$B$ (mT)	

- 17/ Xoay núm  $R_1$  và  $R_2$  của nguồn DC về tận cùng trái.
- 18/ Tắt nguồn DC.
- 19/ Tắt máy đo từ trường.
- 20/ Rút phích cắm đa chân ra khỏi máy đo từ.
- 21/ Vẽ đồ thị từ trường  $B$  theo  $l$ . Lấy trục hoành là  $l$  trục tung là  $B$  theo các bảng số liệu 1 và 2. Nhận xét và so sánh hai đồ thị được vẽ.

#### IV- CÂU HỎI THẢO LUẬN:

1. Khái niệm từ trường. Sự phân bố và cách tính từ trường trong một ống dây thẳng?
2. Năng lượng từ trường và biểu thức tính năng lượng từ trường đều trong một ống dây thẳng.
3. Hiệu ứng Hall? Nguyên tắt hoạt động của đầu đo từ? Cần chú ý gì khi sử dụng đầu đo và cách đặt đầu đo trong từ trường.
4. Tại sao trước khi đo ta phải bù offset đầu đo từ.
5. Nếu trong quá trình đo ta không dịch chuyển đầu đo từ bắt đầu từ đầu ống dây nối với cực dương (+) mà bắt đầu từ đầu ống dây nối với cực âm (-) thì kết quả đo sẽ như thế nào ?

## **Bài 5 : ĐO VẬN TỐC ÁNH SÁNG**

### **I. MỤC ĐÍCH:**

Khảo sát và nghiệm lại phép đo vận tốc ánh sáng bằng thiết bị biến đổi xung điện và oscilloscope.

### **II. TÓM TẮT LÝ THUYẾT:**

#### **2. 1. Các đặc tính quan trọng của ánh sáng.**

Vật lý học hiện đại đã khẳng định bản chất lưỡng tính của ánh sáng: Ánh sáng vừa có tính chất sóng vừa có tính chất hạt.

Tính chất sóng của ánh sáng thể hiện qua các hiện tượng giao thoa, nhiễu xạ, khúc xạ, tán sắc, phân cực...

Tính chất hạt của ánh sáng thể hiện qua các hiện tượng như hiệu ứng quang điện, hiệu ứng Compton...

Điều đặc biệt quan trọng là sự lan truyền của sóng ánh sáng không phụ thuộc vào hệ quy chiếu và không cần một môi trường trung gian nào cả. Năm 1905 Einstein đã nêu ra tiên đề cơ bản của lý thuyết tương đối:

*“Tốc độ của ánh sáng trong chân không có cùng một giá trị như nhau đối với mọi hướng và đối với mọi hệ quy chiếu quán tính”.*

Lý thuyết tương đối của Einstein đã được kiểm nghiệm nhiều lần và cho kết quả luôn luôn phù hợp với những tiên đoán lý thuyết.

Các thí nghiệm nổi tiếng trong lịch sử trong Vật lý học tiến hành đo vận tốc ánh sáng cho thấy độ chính xác của phép đo vận tốc ánh sáng được hoàn thiện theo thời gian như thế nào (bảng 5-1). Sự đa dạng của phương pháp và sự cố gắng của các nhà Vật lý đã đạt đến độ mà độ chính xác bị giới hạn bởi khả năng thực tế trong việc thực hiện các bản sao chuẩn đơn vị độ dài được dùng ở thời điểm bấy giờ. Điều này dẫn đến việc các nhà Vật lý đã quyết định gán một giá trị cho vận tốc ánh sáng chính xác bằng định nghĩa.

Theo định nghĩa giá trị của vận tốc ánh sáng hiện nay được ấn định một giá trị chính xác là:

$$c = 299792458 \text{ m/s} \quad (\text{chính xác})$$

Điều này một mặt cho thấy rằng vận tốc ánh sáng được xem như một hằng số vật lý. Đây là vận tốc giới hạn mà mọi vi hạt chuyển động có thể đạt được. Là vận tốc truyền giới hạn của mọi tương tác.

Từ chuẩn vận tốc ánh sáng, đơn vị độ dài được định nghĩa lại vào năm 1983 như sau :

“Mét là độ dài của quãng đường mà ánh sáng đi được trong chân không trong thời gian  $1/299792458$  s”.

Bảng 5-1

Năm	Người thực nghiệm	Nước	Phương pháp thực nghiệm	Vận tốc ánh sáng đo được ( $\times 10^8$ m/s)	Độ chính xác (m/s)
1600	Galileo	Ý	Đèn xách và lá chắn	“nhanh”	?
1676	Roemer	Pháp	Vệ tinh của sao Thổ	2,14	?
1729	Bradley	Anh	Quang sai	3,08	?
1849	Fizeau	Pháp	Bánh răng	3,14	?
1879	Michelson	Hoakỳ	Gương quay	2,88810	75000
	Michelson	Hoakỳ	Gương quay	2,99798	22000
1950	Essen	Anh	Hốc vi sóng	2,997925	1000
1958	Froome	Anh	Giao thoa kế	2,997925	100
1972	Eveson và đồng nghiệp	Hoakỳ	Phương pháp lase	2,997924574	1,1
1974	Blaney và đồng nghiệp	Anh	Phương pháp lase	2,997924590	0,6
1976	Woods và đồng nghiệp	Anh	Phương pháp lase	2,997924588	0,2
<b>1983</b>	<b>Giá trị định nghĩa được quốc tế công nhận</b>			<b>2,99792458</b>	<b>Chính xác</b>

Như vậy, lịch sử khá dài của vấn đề đo vận tốc của ánh sáng đã chấm dứt. Hiện nay nếu chúng ta cho một chùm sáng truyền từ điểm này đến điểm khác và đo khoảng thời gian đi được, thì không phải là chúng ta có ý muốn đo tốc độ ánh sáng mà là đo khoảng cách giữa hai điểm.

## 2.2. Nguyên tắc đo vận tốc ánh sáng :

Đo quãng đường  $S$  và khoảng thời gian  $t$  mà ánh sáng truyền qua trên quãng đường đó ta có thể xác định được vận tốc của ánh sáng theo biểu thức:

$$v = \frac{S}{t} \quad (5-1)$$

### III. THỰC NGHIỆM.

#### 3.1. Mô tả dụng cụ.

##### 1- Giá quang học . (Hình 5-1)

Dùng để đặt các thiết bị quang học và thiết bị đo vận tốc ánh sáng. Trên giá quang học có chia thang độ để định khoảng cách giữa thiết bị đo vận tốc ánh sáng và thấu kính.

##### 2- Thấu kính hội tụ.

Dùng để định hướng chùm tia tới thành chùm tia song song.

Thấu kính hội tụ này có tiêu cự  $f = 200$  mm.

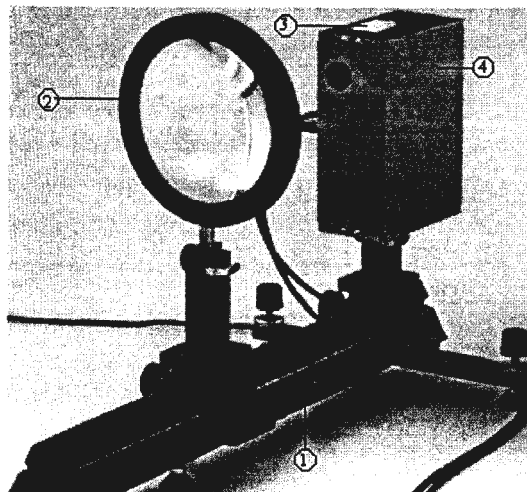
##### 3- Gương quang học.

Trong bài thí nghiệm dùng 2 gương quang học: Gương lớn đặt tại vị trí B cách nguồn một khoảng cách  $s/2$ ; Gương nhỏ đặt tại cửa sổ phía trên của hộp thiết bị đo vận tốc.

##### 4- Thiết bị đo vận tốc ánh sáng.

Dùng để phát ra và nhận lại các chùm tia sáng cần đo vận tốc.

Biến đổi chùm tia sáng thành các xung điện thế và đưa ra các thiết bị ghi nhận ( Oscilloscope ).

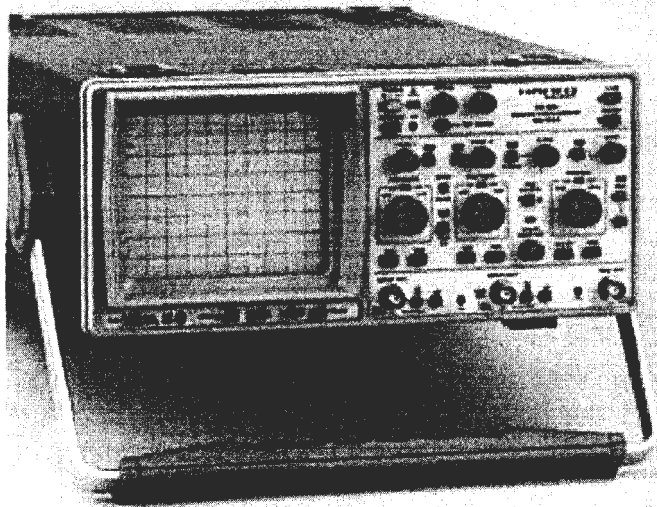


- (1) Giá quang học.
- (2) Thấu kính hội tụ.
- (3) Gương quang học nhỏ.
- (4) Thiết bị đo vận tốc ánh sáng.

Hình 5-1

##### 5- OSCILLOSCOPE HM 303-6 : (hình 5-2)

Dùng để hiển thị các xung nhận được từ thiết bị đo vận tốc ánh sáng. Đặt và đếm thời gian giữa các xung.

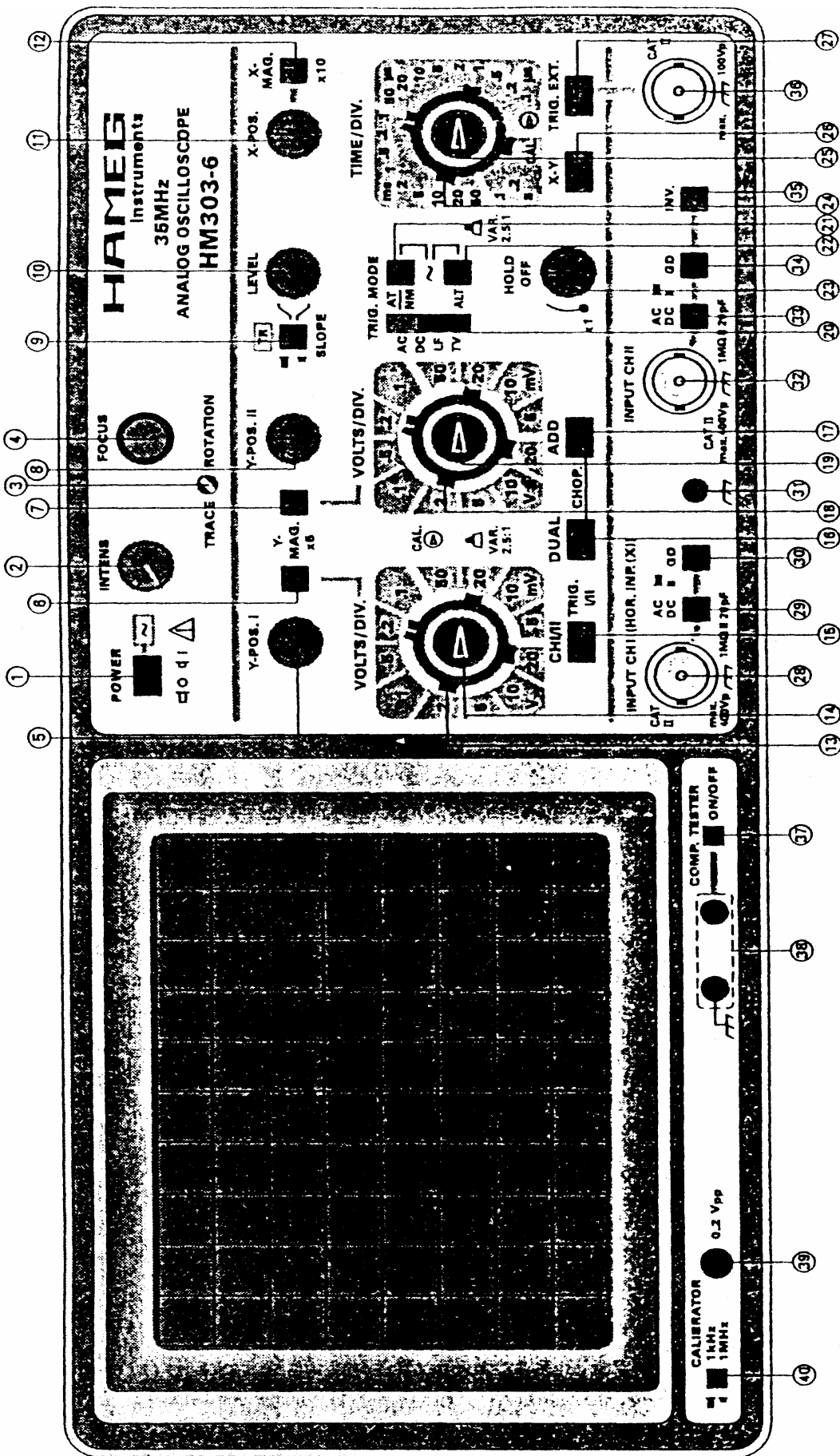


Hình 5-2

Sơ đồ các nút chức năng mặt trước của OSCILLOSCOPE HM 303-6 được chỉ ra trên hình 5-3.

Chú thích các nút chức năng chính cần sử dụng trong thí nghiệm :

- (1) POWER – Công tắc nguồn có đèn báo.
  - (2) INTENS, (3) FOCUS – Các nút điều chỉnh cường độ sáng và độ sắc nét của hình.
  - (5) Y-POS-I, (8) Y-POS-II – Điều chỉnh vị trí hiển thị dọc của xung ở kênh I và kênh II.
  - (6),(7) Y-MAG x5 – Các nút nhấn để khuếch đại tín hiệu điện thế ở kênh I và kênh II lên 5 lần.
  - (10) LEVEL – Nút điều chỉnh mức đồng bộ.
  - (11) X-POS.– Điều chỉnh vị trí hiển thị ngang của xung.
  - (12) X-MAG. x10 – Nhân 10 lần thời gian quét tín hiệu.
  - (13),(14) VOLT/DIV - Đặt thang độ volt cho mỗi ô tọa độ y ở kênh I.
  - (18),(19) VOLT/DIV- Đặt thang độ volt cho mỗi ô tọa độ y ở kênh II.
- Chú ý : Khi đo phải xoay nút các nút 14 và 19 (CAL) sang hết bên phải theo chiều kim đồng hồ.
- (15) CH. I/II – Hiển thị tín hiệu ở kênh I hoặc kênh II.
  - (20) TRIG. MODE – Đặt các chế độ đồng bộ.
  - (24), (25) TIME/DIV - Đặt thang độ thời gian cho mỗi ô tọa độ trục x. Khi đo thời gian thì xoay nút 25 (CAL) sang hết bên phải.
  - (27),(36) TRIG. EXT.– Dùng để đồng bộ bằng tín hiệu ngoài đưa vào chân (36).



Hình 5-3



(28) INPUT CH. I – Nối đầu đo kênh I

(32) INPUT CH. II – Nối đầu đo kênh II.

6- Nguồn điện thế DC 12V :

Dùng để cung cấp nguồn cho thiết bị đo vận tốc ánh sáng hoạt động.

### 3.2. THỰC HÀNH :

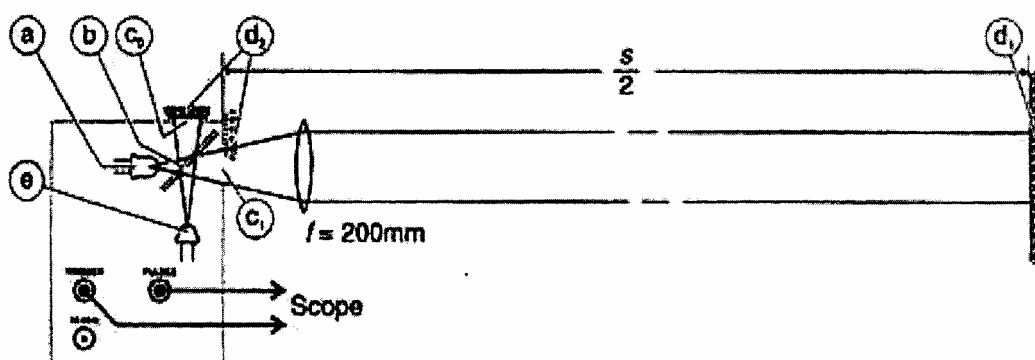
#### 1. Đo quãng đường và thời gian truyền của chùm tia sáng

Nguyên tắc. Sơ đồ thí nghiệm mô tả trên hình 5-4

Khi mở nguồn, Diode phát quang (a) phát ra chùm ánh sáng đỏ. Chùm tia sáng này đến gương bán phản xạ (b) và được chia thành hai chùm tia :

+ Chùm tia thứ nhất phản xạ ở (b) về cửa sổ ( $c_0$ ). Ở cửa sổ ( $c_0$ ) bố trí một gương phản xạ nên chùm tia này sẽ phản xạ về Diode nhận (e) và được biến thành một xung điện thế  $U_0$ . Xung này được hiển thị trên Oscilloscope.

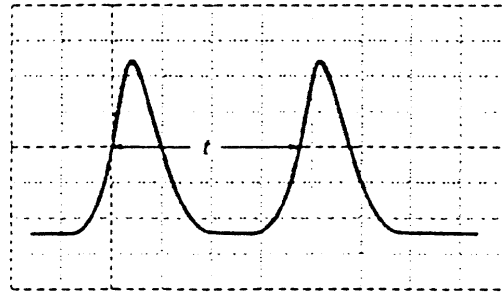
+ Chùm tia thứ hai là chùm tia sáng cần đo vận tốc sẽ truyền qua gương bán phản xạ (b) đến cửa sổ ( $c_1$ ) và xuyên qua kính lúp L. Kính lúp L được đặt cách nguồn sáng (a) một khoảng bằng tiêu cự của nó nên chùm tia sáng qua nó sẽ biến thành chùm tia song song. Chùm tia này đến gương phản xạ ( $d_1$ ) được bố trí cách cửa sổ ( $c_1$ ) một đoạn  $S/2$ . Gương này phản xạ lại tia tới hoàn toàn theo đường cũ về cửa sổ ( $c_1$ ) sau đó phản xạ ở gương (b) đến Diode nhận (e), và được biến thành một xung điện thế  $U_1$  hiển thị trên Oscilloscope.



Hình 5-4

Vì khoảng cách mà chùm tia sáng đi từ nguồn (a) đến hai cửa sổ ( $c_0$ ,  $c_1$ ) và về Diode nhận (e) là bằng nhau nên quãng đường chùm tia sáng thứ hai đã đi dài hơn quãng đường chùm tia sáng thứ nhất một khoảng là  $S$ . Do

đó, tín hiệu xung điện thế  $U_1$  sẽ chậm hơn xung điện thế  $U_0$  một khoảng thời gian là  $t$ . Khoảng thời gian  $t$  này được xác định trên Oscilloscope là khoảng cách giữa hai xung  $U_1$  và  $U_0$ . (hình 5-5).



Hình 5-5

Từ đó, ta xác định được vận tốc ánh sáng bằng công thức :

$$v = \frac{S}{t}$$

Các bước thực nghiệm.

- 1/ Quan sát các thiết bị thí nghiệm ở trạng thái không bật điện.
- 2/ Đặt gương quang học lớn vào vị trí chuẩn.

Chú ý :

+ Dùng dây treo gương lên đỉnh móc phía trên. Đặt cho đế gương tựa vào hai đỉnh móc phía dưới, mặt gương hướng vuông góc về phía thiết bị đo vận tốc vận tốc ánh sáng.

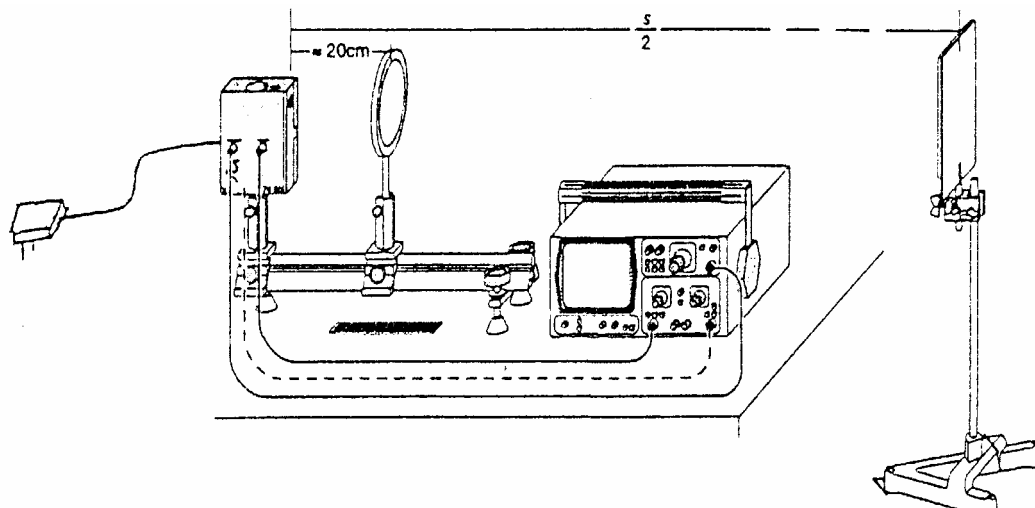
+ Cẩn thận khi sử dụng các gương quang học vì nó rất dễ vỡ.

- 3/ Đặt thiết bị đo vận tốc ánh sáng ở vị trí cách gương quang học là 12m (mặt trước của thiết bị đo vận tốc ánh sáng song song với vạch mốc 12m).

- 4/ Lắp đặt thí nghiệm theo sơ đồ hình 5-6 :

η Chú ý : nối dây cắm cho khớp với các chân cắm :

- + Chân cắm PULSES của thiết bị đo vận tốc ánh sáng được nối với INPUT CH I của Oscilloscope.
- + Chân cắm TRIGGER của thiết bị đo vận tốc ánh sáng được nối với chân cắm TRIG. EXT của Oscilloscope.



Hình 5-6

- 5/ Điều chỉnh vị trí kính lúp cách nguồn sáng của thiết bị đo vận tốc ánh sáng 200 mm.
- 6/ Đặt tất cả các nút nhấn của Oscilloscope ở trạng thái mở.
- 7/ Cắm nguồn điện cho thiết bị đo vận tốc ánh sáng và Oscilloscope.  
Chú ý : lắp đặt xong thí nghiệm mới được cắm các nguồn điện.
- 8/ Mở công tắc nguồn của Oscilloscope.
- 9/ Chỉnh núm Y-POS.I và X-POS cho đường tín hiệu xuất hiện ngang trên màn hình của Oscilloscope.
- 10/ Đặt gương quang học nhỏ lên cửa sổ ( $c_0$ ) của thiết bị đo vận tốc ánh sáng.
- 11/ Đặt núm VOLT/DIV của kênh I sang vị trí 10mV. Xoay núm giữa của núm này sang hết bên phải theo chiều kim đồng hồ.
- 12/ Đặt núm TIME/DIV của Oscilloscope sang vị trí  $0,5\mu s$ . Xoay núm giữa của núm này sang hết bên phải theo chiều kim đồng hồ.
- 13/ Nhấn nút X-MAG của Oscilloscope để nhân 10 lần thời gian quét xung cho dễ quan sát.
- 14/ Điều chỉnh núm X-POS của Oscilloscope sang hết bên phải theo chiều kim đồng hồ.
- 15/ Điều chỉnh giá quang học sao cho gương quang học lớn nằm thẳng góc với đường đi của chùm tia sáng phát ra từ thiết bị đo vận tốc ánh sáng. Khi đó sẽ xuất hiện một xung điện thế nửa trên màn hình của Oscilloscope.
- 16/ Tiếp tục điều chỉnh giá quang học sao cho xung mới xuất hiện có biên độ tối đa.

- 17/ Điều chỉnh núm VOLT/DIV sao cho xung mới xuất hiện có biên độ thích hợp để dễ quan sát.
- 18/ Điều chỉnh vị trí gương quang học nhỏ trên cửa sổ ( $c_0$ ) của thiết bị đo vận tốc ánh sáng sao cho xung phản xạ từ nó có biên độ bằng biên độ của xung phản xạ từ gương quang học lớn.
- 19/ Chỉnh núm Y-POS.I cho đường lượn ngang của Oscilloscope nằm giữa biên độ các xung điện thế nhận được (xem hình 5-5).
- 20/ Xác định khoảng cách giữa hai xung trên màn hình của Oscilloscope, đó chính là thời gian mà chùm tia sáng đã đi được quãng đường  $S$ . Ghi lại giá trị đo được.
- 21/ Tắt công tắc nguồn điện của các thiết bị thí nghiệm.
- 22/ Lặp lại thí nghiệm từ bước 3 với khoảng cách  $S/2$  lần lượt là 13m ; 14m ; 15m. Ghi lại các giá trị đo được vào bảng 5-1

Bảng 5-1

$S/2$ ( m )	$S$ ( m )	$t$ ( s )	$v$ ( m/s )
12			
13			
14			
15			

Với :

- +  $S$  là quãng đường mà chùm tia sáng đi được.
- +  $t$  là thời gian mà chùm tia sáng đi hết quãng đường  $S$ .
- +  $v$  là vận tốc của chùm tia sáng :  $v = \frac{S}{t}$

23/ Tính các giá trị :

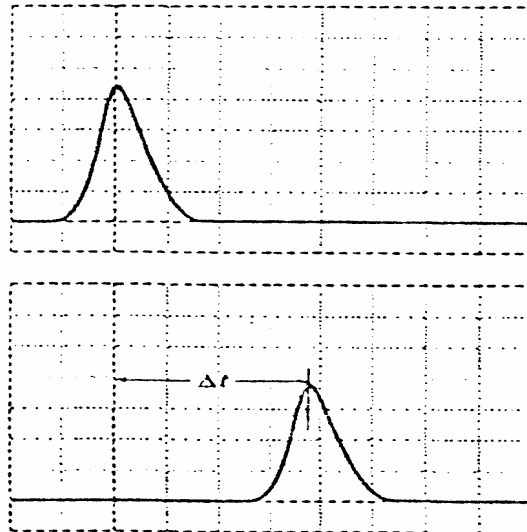
- a. Vận tốc ánh sáng trung bình  $\bar{v}$ .
- b. Sai số của phép đo  $\Delta v$ .
- c. Kết quả thí nghiệm  $v = \bar{v} \pm \Delta v$ .

## **II- Thay đổi quãng đường và đo sự biến thiên của thời gian truyền ( $\Delta s$ , $\Delta t$ ):**

Tương tự như nguyên tắc trên nhưng ta chỉ xét chùm tia truyền thẳng qua gương bán phản xạ (b) đến phản xạ ở gương quang học ( $d_1$ ) và trở về Diode nhận (e). Vậy chùm tia sáng này đã đi được một quãng đường  $S$  và biến thành một xung điện thế. Xung này được hiển thị trên Oscilloscope.

Khi ta di chuyển gương  $d_1$  một quãng đường  $\Delta S/2$  thì quãng đường tia sáng đi được sẽ thay đổi là  $\Delta S$ . Xung điện thế trên Oscilloscope sẽ dịch chuyển một đoạn là  $\Delta t$  (Hình 5-7). Từ đó, ta có thể xác định được vận tốc ánh sáng theo công thức:

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$



Hình 5-7

Các bước thực nghiệm.

- 24/ Bỏ gương quang học nhỏ ra khỏi cửa sổ ( $c_0$ ) và đóng cửa sổ ( $c_0$ ) của thiết bị đo vận tốc ánh sáng lại.
- 25/ Chỉnh núm X-POS của Oscilloscope sao cho xung điện thế phản xạ từ gương quang học lớn có đỉnh nằm trên đường lưới dọc của màn hình.
- 26/ Dịch chuyển các thiết bị đo vận tốc ánh sáng một khoảng  $\Delta S/2$  bằng 1m.
- 27/ Điều chỉnh giá quang học sao cho xung xuất hiện có biên độ bằng với biên độ của xung lúc đầu trên đường lưới dọc.
- 28/ Ghi lại giá trị  $\Delta t$  mà chùm tia sáng đã đi được, đó là khoảng cách giữa đường lưới dọc với đỉnh của xung xuất hiện sau khi chùm tia sáng đi được quãng đường  $\Delta S$  (xem hình 5-7).
- 29/ Tắt công tắc nguồn điện của các thiết bị.
- 30/ Lặp lại thí nghiệm từ bước 25 với giá trị  $\Delta S/2$  của mỗi lần dịch chuyển lần lượt là 2m ; 3m.

Ghi lại các giá trị đo được vào bảng 5-2

Bảng 5-2

$\Delta S/2$ ( m )	$\Delta S$ ( m )	$\Delta t$ ( s )	$v$ ( m/s )
1			
2			
3			

$$\text{Với } v = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

**31/** Tính các giá trị :

+ Vận tốc ánh sáng trung bình  $\bar{v}$ .

+ Sai số của phép đo  $\Delta v$ .

+ Kết quả thí nghiệm  $v = \bar{v} \pm \Delta v$ .

**32/** Đặt tất cả các nút nhấn của Oscilloscope về trạng thái đóng.

**33/** Tắt công tắc nguồn của các thiết bị.

**34/** Tháo các dây cắm ra khỏi các thiết bị.

**35/** Tháo gương quang học lớn ra khỏi nơi treo.

**36/** Nhận xét thí nghiệm và đánh giá kết quả.

#### **IV. CÂU HỎI THẢO LUẬN :**

1) Bản chất của ánh sáng? Anh (chị) biết gì về các thí nghiệm đo vận tốc ánh sáng trong lịch sử vật lý học.

2) Hãy trình bày nguyên tắc đo vận tốc ánh sáng trong thí nghiệm trên.

So sánh giá trị vận tốc ánh sáng đo được từ thực nghiệm với các giá trị vận tốc ánh sáng trong các thí nghiệm lịch sử? Cho nhận xét về độ chính xác của phép đo.

3) Tại sao phải đặt thấu kính hội tụ cách nguồn sáng của thiết bị đo vận tốc ánh sáng là 200mm.

4) Tại sao khi thay đổi vị trí gương quang học nhỏ trên cửa sổ  $c_0$  của thiết bị đo vận tốc ánh sáng thì biên độ của xung điện thế phản xạ từ nó thay đổi.

## Bài 6. GIAO THOA ÁNH SÁNG

### I. MỤC ĐÍCH.

Khảo sát hiện tượng giao thoa ánh sáng gây bởi gương Fresnel. □<sub>o</sub>  
bước sóng của nguồn sáng.

### II. TÓM TẮT LÝ THUYẾT.

#### 2.1. Sóng kết hợp, nguồn kết hợp.

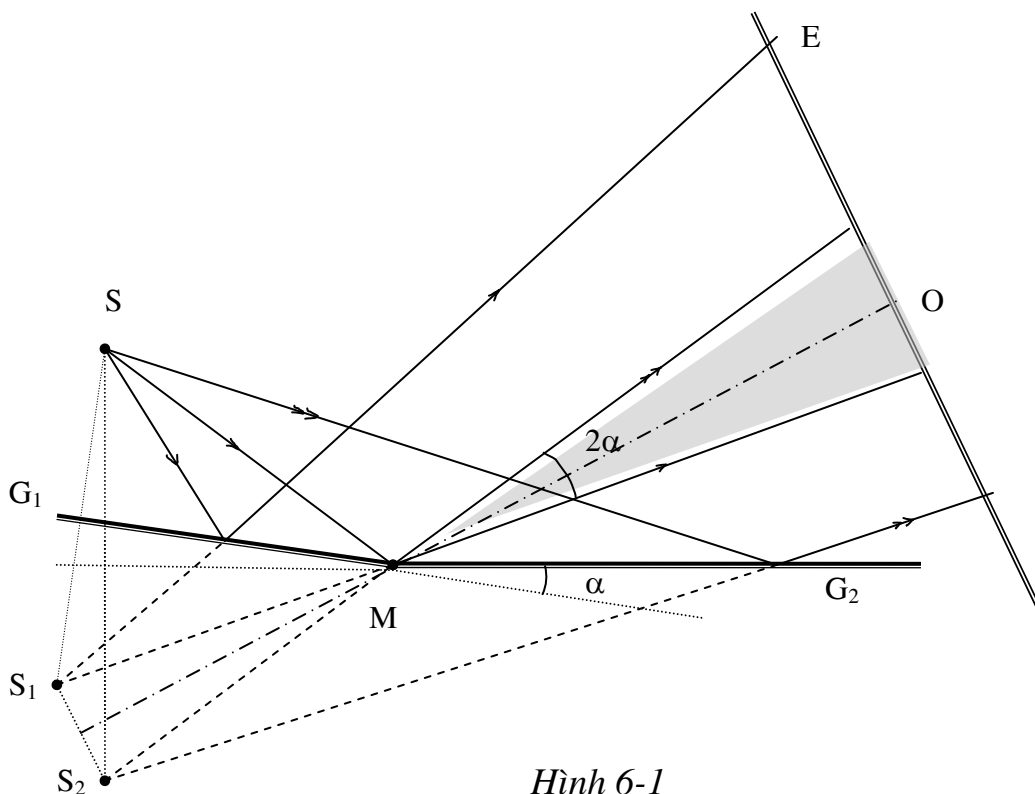
- Hai sóng ánh sáng được gọi là kết hợp nếu có cùng tần số và có hiệu số pha không đổi theo thời gian.
- Nguồn kết hợp là nguồn tạo ra các sóng kết hợp,

#### 2.2. Giao thoa ánh sáng.

##### a) Hiện tượng giao thoa ánh sáng:

Giao thoa ánh sáng là hiện tượng trong miền giao nhau của hai sóng kết hợp cường độ sóng tổng hợp được tăng cường hoặc triệt tiêu lẫn nhau.

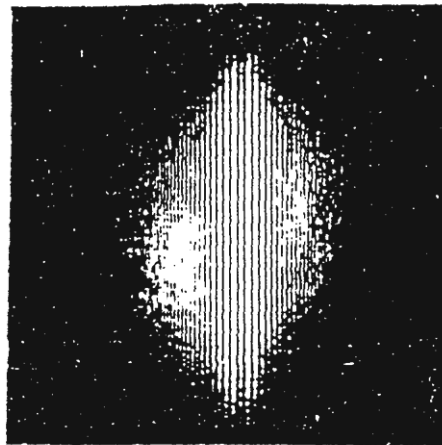
Các nguồn sáng tự nhiên là các nguồn không kết hợp. Để tạo ra hai sóng ánh sáng kết hợp cách đơn giản nhất là từ một nguồn sáng tách ra làm hai. Các phương pháp tạo ra hai nguồn sóng kết hợp như: Khe Young, Gương Lloyd, Gương Fresnel, Lưỡng thấu kính Bie. Trong bài thí nghiệm này sử dụng gương Fresnel (hình 6-1).



Hình 6-1

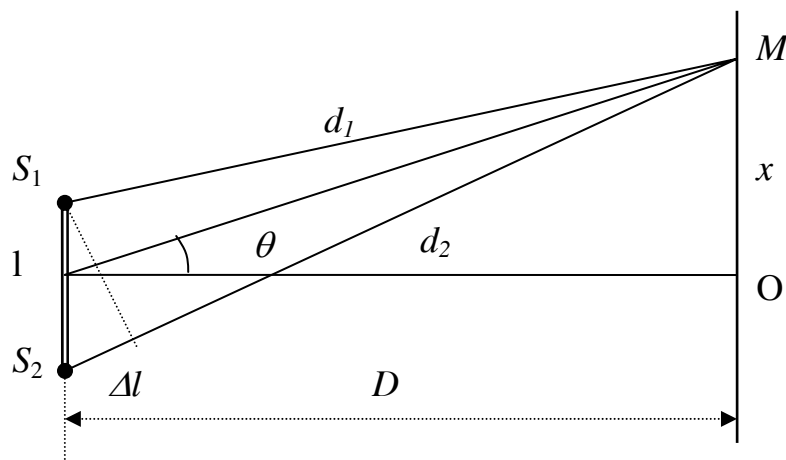
Gương Fresnel được tạo ra từ hai gương phẳng  $G_1$  và  $G_2$  đặt hợp với nhau một góc  $\alpha$  rất nhỏ. Một nguồn sáng điểm đơn sắc  $S$  chiếu một chùm sáng tới vùng tiếp giáp của hai gương. Hai chùm tia phản xạ từ hai gương  $G_1$  và  $G_2$  giống như được xuất phát từ hai nguồn ảo  $S_1$  và  $S_2$  là ảnh của  $S$  qua hai gương.  $S_1$  và  $S_2$  được gọi là hai nguồn kết hợp (hình 6-1).

Đặt một màn  $E$  trong vùng giao nhau của hai sóng ta sẽ quan sát thấy hình ảnh giao thoa là các vân sáng, vân tối xen kẽ song song với nhau và song song với giao tuyến của hai gương (hình 6-2). Như vậy, giao thoa gây bởi gương Fresnel là giao thoa của 2 nguồn kết hợp ảo  $S_1$  và  $S_2$ . Vì khi gương quay đi một góc  $\alpha$  thì 2 tia phản xạ sẽ quay đi một góc  $2\alpha$ , nên nếu tăng góc  $\alpha$  thì khoảng cách  $l$  giữa 2 nguồn ảo  $S_1$  và  $S_2$  cũng tăng.



Hình 6-2

b) Vị trí cực đại, cực tiểu giao thoa



Hình 6-3



Giả sử dao động sáng tại hai nguồn  $S_1$  và  $S_2$  là:

$$\begin{aligned} S_1 &= A_0 \cos \omega t, \\ S_2 &= A_0 \cos \omega t. \end{aligned} \quad (6-1)$$

Dao động sáng do hai nguồn gây ra tại  $M$  sẽ là:

$$\begin{aligned} S_{1M} &= A_0 \cos\left(\omega t - \frac{2\pi d_1}{\lambda}\right), \\ S_{2M} &= A_0 \cos\left(\omega t - \frac{2\pi d_2}{\lambda}\right). \end{aligned} \quad (6-2)$$

Trong đó  $d_1$  và  $d_2$  tương ứng là quang lộ từ  $S_1$  và  $S_2$  tới  $M$

Dao động sáng tổng hợp tại  $M$  sẽ có dạng:

$$\begin{aligned} S &= S_1 + S_2 = A_0 \left[ \cos\left(\omega t - \frac{2\pi L_1}{\lambda}\right) + \cos\left(\omega t - \frac{2\pi L_2}{\lambda}\right) \right] \\ S &= 2A_0 \cos \frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} \cos \left[ \omega t - \frac{\pi}{\lambda} (d_1 + d_2) \right] \\ S &= A \cos(\omega t - \varphi) \end{aligned} \quad (6-3)$$

Với: 
$$\varphi = \frac{\pi}{\lambda} (d_1 + d_2)$$

Biểu thức (6-3) cho thấy dao động tổng hợp tại  $M$  cũng có cùng tần số góc  $\omega$  như hai dao động thành phần, nhưng có biên độ phụ thuộc vào hiệu quang trình của hai tia sáng:  $A = 2A_0 \cos \frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda}$ . Cường độ sáng  $I$  trên màn hình tỷ lệ với  $E^2$  nên cũng thay đổi tùy thuộc vào hiệu quang trình của hai tia sáng:  $(d_2 - d_1)$ .

- Nếu  $d_2 - d_1 = k\lambda$ ,  $A = \pm 2A_0$ . Cường độ sáng  $I = A^2 = 4A_0^2$ . Tại  $M$  ta có cực đại giao thoa.
- Nếu  $d_2 - d_1 = (2k+1)\lambda/2$ ,  $A = 0$ . Cường độ sáng triệt tiêu. Tại  $M$  ta có cực tiểu giao thoa.

Gọi tọa độ của điểm  $M$  là  $x$ , từ hình vẽ (6-3) ta có:

$$d_2 - d_1 = l \cdot \sin \theta \approx l \cdot \operatorname{tg} \theta = l \cdot \frac{x}{D}.$$

Hay: 
$$x = \frac{D}{\lambda} (d_2 - d_1)$$

Nếu  $M$  ứng với cực đại giao thoa ta có tọa độ của vân sáng là:

$$x_s = k \frac{\lambda D}{l} \quad (k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots) \quad (6-4)$$

Nếu M ứng với cực tiểu giao thoa, ta có tọa độ của vân tối là:

$$x_t = (2k + 1) \frac{\lambda D}{2l} \quad (k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots) \quad (6-5)$$

Các công thức (6-4) và (6-5) cho thấy mỗi vân sáng ở xen kẽ chính giữa hai vân tối và ngược lại.

Hai vân sáng liên tiếp, hoặc 2 vân tối liên tiếp cách nhau một khoảng cách như nhau gọi là khoảng vân:

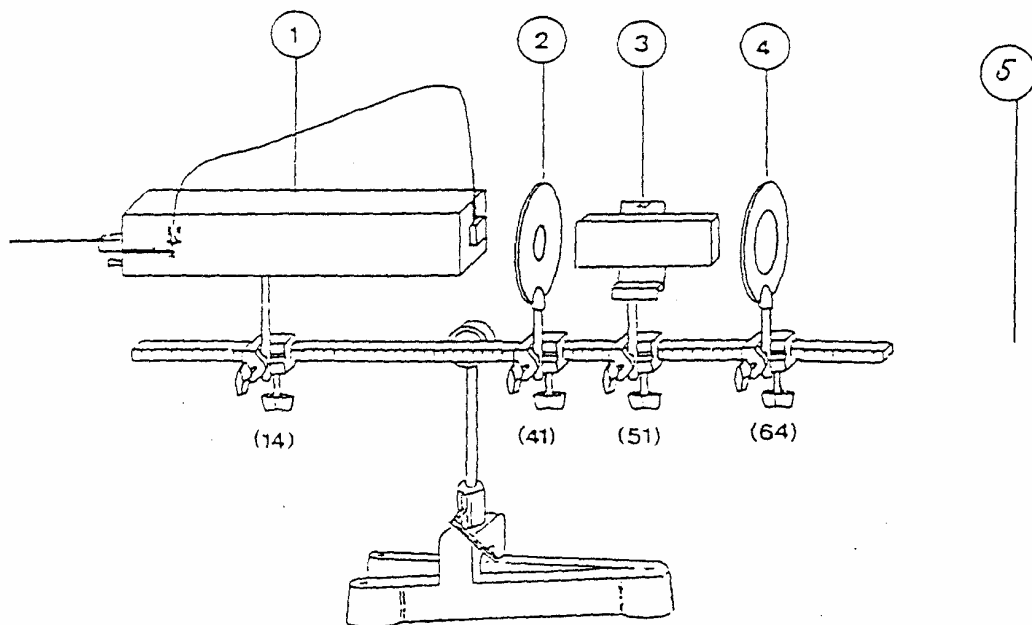
$$i = x_{s(k+1)} - x_{s(k)} = x_{t(k+1)} - x_{t(k)} = \frac{\lambda \cdot D}{l} \quad (6-6)$$

Từ đó: 
$$\lambda = \frac{l}{D} \cdot i \quad (6-7)$$

Công thức (6-7) cho ta một phương pháp để đo bước sóng của ánh sáng bằng cách đo khoảng vân  $i$  trên hệ giao thoa kể đã biết trước  $l$  và  $D$ .

### III. THỰC HÀNH.

#### 3.1. Mô tả dụng cụ. (Hình 6-4)



Hình 6-4

1/ Nguồn Laser. Nguồn sáng laser tạo ra một chùm ánh sáng đơn sắc song song. Nguồn laser được nuôi từ lưới điện 220V, công tắc khóa nguồn laser nằm ở đầu hộp bảo vệ. Để mở nguồn xoay khóa K theo chiều kim đồng hồ.

2/ *Thấu kính hội tụ*  $L_1$ . Tiêu cự  $f_1 = 5 \text{ mm}$

3/ *Gương Fresnel*. Trên gương có 2 đỉnh ốc xoay để hiệu chỉnh. Đỉnh ốc  $O_1$  nằm phía trước, vận  $O_1$  để điều chỉnh gương dịch chuyển vuông góc với giá quang học. Đỉnh ốc  $O_2$  nằm phía sau gương. Vận  $O_2$  để thay đổi góc giữa hai gương  $G_1$  và  $G_2$ .

4/ *Thấu kính hội tụ*  $L_2$ . Tiêu cự  $f_2 = 200 \text{ mm}$ .

5/ *Màn ảnh*  $E$ .

6/ *Một thước kẻ và một thước dây*.

### **3.2. THỰC HÀNH.**

- 1) Mượn thước kẻ và thước dây tại bàn giáo viên.
- 2) *Chú ý quan trọng*. Trong quá trình thí nghiệm tuyệt đối không được nhìn trực tiếp vào nguồn sáng Laser vì có thể làm hỏng mắt.
- 3) Bố trí thí nghiệm như sơ đồ hình 6-4.
- 4) Cắm phích điện của nguồn Laser vào lưới điện 220V.
- 5) Xoay từ từ khóa K ở đuôi nguồn Laser theo chiều kim đồng hồ ta thấy nguồn Laser bật sáng. Nếu không có các dụng cụ (2), (3) và (4) có thể quan sát ánh sáng Laser bằng cách đặt trước nguồn một tờ giấy trắng, ta sẽ thấy một vệt sáng laser màu đỏ. Dịch chuyển tờ giấy ra xa nguồn kích thước vệt sáng hầu như không đổi. Điều đó chứng tỏ chùm ánh sáng Laser là chùm song song.
- 6) Điều chỉnh cho tia sáng Laser trùng với quang tâm của thấu kính hội tụ  $L_1$ .
- 7) Điều chỉnh gương Fresnel song song với giá quang học và quang trục của thấu kính  $L_1$  nằm giữa gương.
- 8) Điều chỉnh cho thấu kính hội tụ  $L_2$  đồng trục với  $L_1$ , khi đó vệt sáng sẽ nằm giữa thấu kính  $L_2$ .

*Chú ý: Thông thường các bước 6, 7, 8 đã điều chỉnh sẵn, sinh viên chỉ cần kiểm tra lại.*

- 9) Vận đỉnh ốc  $O_1$  trước gương Fresnel cho đến khi thấy trên màn  $E$  có 3 vệt sáng đỏ. Vệt sáng đỏ bên trái ký hiệu  $S'$  là ảnh của nguồn  $S$ . Vị trí của  $S'$  ở trên màn  $E$  không đổi khi ta vận đỉnh ốc  $O_1$ . Hai vệt sáng bên phải là  $S'_1$  và  $S'_2$  là ảnh của  $S_1$  và  $S_2$  qua thấu kính  $L_2$ . Khi vận đỉnh ốc  $O_2$  sau gương Fresnel ta thấy khoảng cách giữa  $S'_1$  và  $S'_2$  thay đổi. Nếu

$S'$ ,  $S'_1$  và  $S'_2$  trên màn không rõ nét thì dịch chuyển thấu kính  $L_2$  trên giá quang học cho đến khi rõ nét.

- 10) Vặn đỉnh ốc  $O_2$  sau gương Fresnel để khoảng cách giữa  $S'_1$  và  $S'_2$  là  $l'$  nhỏ hơn 1cm ( khoảng từ 2 đến 3mm). Dùng thước kẹp đo  $l'$ . Nhìn lên giá quang học đo khoảng cách  $d$  giữa hai thấu kính  $L_1$  và  $L_2$ . Dùng thước dây đo khoảng cách  $d'$  giữa thấu kính  $L_2$  và màn E.
- 11) Dùng công thức sau để xác định khoảng cách  $l$  giữa hai nguồn ảo  $S_1$  và  $S_2$ .

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

- 12) Lấy thấu kính  $L_2$  ra khỏi giá quang học. Nhìn trên màn E ta quan sát thấy các vân giao thoa sáng tối song song và xen kẽ nhau.
- 13) Dùng thước kẹp đo khoảng cách giữa 4 vân sáng liên tiếp là  $x$ . Suy ra khoảng vân  $i$  là:  $i = x / 4$ . Dùng công thức:  $\lambda = \frac{l}{D} i$  để xác định bước sóng  $\lambda$  của nguồn sáng (với  $D = d + d'$ ).

Bây giờ hãy dịch chuyển màn E về các vị trí tương ứng với các khoảng cách  $D = 1800, 1600, 1400$  và  $1200$  mm. Tiến hành đo khoảng vân ứng với từng trường hợp, ghi kết quả vào bảng 6-1:

Bảng 6-1

$D$ (mm)	$x = 4i$	$i$ (mm)	$\lambda$ ( $\mu\text{m}$ )
2000			
1800			
1600			
1400			
1200			

Tính bước sóng trung bình:

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 + \lambda_5}{5}$$

Tính các sai số:

$$\Delta\lambda_1 = |\bar{\lambda} - \lambda_1|$$

$$\Delta\lambda_2 = |\bar{\lambda} - \lambda_2|$$

$$\Delta\lambda_3 = |\bar{\lambda} - \lambda_3|$$

$$\Delta\lambda_4 = |\bar{\lambda} - \lambda_4|$$

$$\Delta\lambda_5 = |\bar{\lambda} - \lambda_5|$$

Trình bày kết quả dưới dạng:  $\lambda = \bar{\lambda} \pm \Delta\lambda$

Trong đó  $\Delta\lambda$  là sai số lớn nhất trong các sai số nói trên.

- 14) Xoay khóa K ở đuôi đèn Laser ngược chiều kim đồng hồ để tắt đèn.
- 15) Trả thước kẹp và thước dây cho giáo viên.

## VI. CÂU HỎI THẢO LUẬN.

- 1) Hiện tượng giao thoa ánh sáng.
- 2) Sóng kết hợp, nguồn kết hợp và các phương pháp tạo nguồn kết hợp.
- 3) Điều kiện để có cực đại, cực tiểu giao thoa.
- 4) Ánh sáng tự nhiên và ánh sáng đơn sắc. Mối quan hệ giữa màu sắc và bước sóng của ánh sáng.
- 5) Giải thích chức năng của các thiết bị sử dụng trong bài thí nghiệm. Sơ đồ bố trí thí nghiệm.
- 6) Ánh sáng tự nhiên và ánh sáng Laser, nguồn gốc, bản chất.

## Bài 7. HIỆN TƯỢNG TÁN SẮC ÁNH SÁNG, CÁCH TỬ NHIỄU XẠ

### I. MỤC ĐÍCH:

- Khảo sát hiện tượng tán sắc ánh sáng qua lăng kính và cách tử.
- Đo chiết suất của thủy tinh làm lăng kính.
- Đo bước sóng của nguồn sáng đơn sắc.
- Xác định các hệ số trong công thức Chauchy.

### II. TÓM TẮT LÝ THUYẾT.

#### 2.1. Lăng kính.

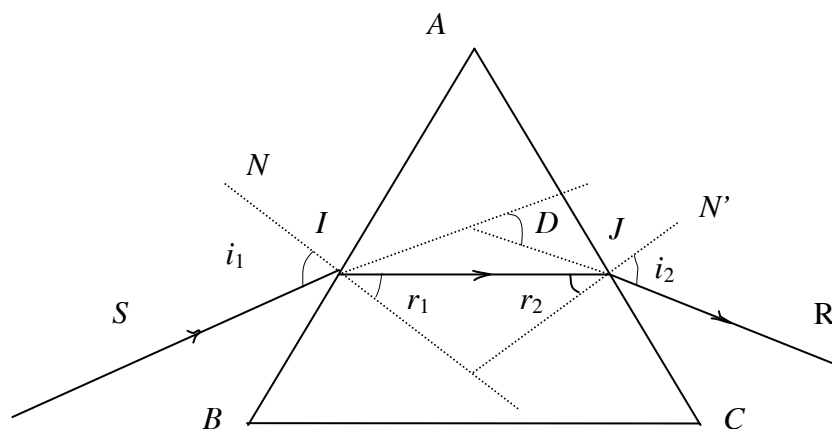
Lăng kính là một hình lăng trụ tam giác cân trong suốt, đồng tính. Góc ở đỉnh tam giác cân gọi là góc chiết quang  $A$ . Hai mặt bên của lăng trụ chứa đỉnh của tam giác cân gọi là mặt của lăng kính. Mặt phẳng chứa đáy mà không chứa đỉnh của tam giác cân gọi là đáy của lăng kính.

#### 1) Các công thức về lăng kính.

Xét đường đi của một tia sáng đơn sắc  $SI$  đập vào mặt bên của lăng kính, tia sáng bị khúc xạ trong lăng kính theo phương  $I'I$  và ló ra ngoài theo phương  $I'R$ . Áp dụng định luật khúc xạ và từ hình vẽ 7-1, ta dễ dàng tìm ra các công thức sau:

$$\begin{cases} \sin i_1 = n \sin r_1 \\ \sin i_2 = n \sin r_2 \\ A = r_1 + r_2 \\ D = i_1 + i_2 - A \end{cases} \quad (6-1)$$

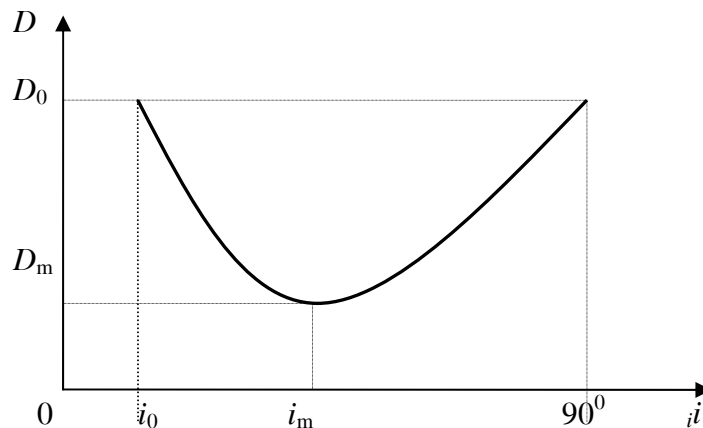
Trong đó  $n$  là chiết suất tỉ đối của chất làm lăng kính đối với môi trường trong đó đặt lăng kính. Ta thường gọi tắt  $n$  là chiết suất của lăng kính



Hình 7-1

2) Góc lệch cực tiểu.

Đối với một lăng kính nhất định thì góc lệch  $D$  của tia ló chỉ phụ thuộc vào vào góc tới  $i_1$ . Khi cho  $i_1$  biến thiên thì  $D$  cũng biến thiên, nhưng sẽ đi qua một giá trị cực tiểu  $D_m$  (hình 7-2).



Hình 7-2

Dựa vào các công thức lăng kính (6-1) ta dễ dàng chứng minh được rằng: “khi chùm tia tới và chùm tia ló đối xứng với nhau qua mặt phẳng phân giác của góc chiết quang thì ta có góc lệch  $D$  là cực tiểu”.

Tức là góc lệch  $D$  có giá trị cực tiểu  $D_m$  khi góc ló bằng góc tới:

$$i_1 = i_2 = i_m.$$

Từ phương trình (6-1) ta có:

$$r_1 = r_2 = A/2$$

$$D_m = 2i_m - A$$

Với:  $\sin i_m = n \sin (A/2)$

Từ đó:

$$n = \frac{\sin \frac{A + D_m}{2}}{\sin \frac{A}{2}} \quad (6-2)$$

Công thức (6-2) là cơ sở cho phép ta có thể đo chiết suất của lăng kính. Phương pháp dùng giác kế để xác định  $D_m$  và  $A$  rồi sau dùng công thức (6-2) để tính chiết suất của lăng kính gọi là phương pháp Fraunhofer.

3) Sự tán sắc ánh sáng qua lăng kính.

Khác với trường hợp ánh sáng đơn sắc. Khi chiếu vào lăng kính một chùm tia sáng trắng. Khi đi qua lăng kính, chùm tia không những bị lệch về phía đáy lăng kính mà còn bị tách ra thành một dải các ánh sáng đơn sắc có màu cầu vồng từ đỏ cho tới tím. Các tia màu đỏ bị lệch ít nhất, còn các

tia màu tím bị lệch nhiều nhất. Hiện tượng nói trên gọi là hiện tượng tán sắc ánh sáng.

Nguyên nhân của hiện tượng tán sắc ánh sáng là do chiết suất của môi trường phụ thuộc vào bước sóng của ánh sáng tới. Ánh sáng trắng là tập hợp của vô số các ánh sáng đơn sắc có màu biến thiên liên tục từ đỏ đến tím. Khi chiếu vào lăng kính các ánh sáng có bước sóng  $\lambda$  khác nhau sẽ tương ứng với các chiết suất khác nhau, do đó sẽ có góc lệch khác nhau. Như vậy lăng kính đã tách một chùm sáng phức tạp thành ra các ánh sáng đơn sắc.

Đối với lăng kính thủy tinh trong vùng bức xạ khả kiến, chiết suất thay đổi theo bước sóng xác định theo công thức Cauchy:

$$n = A + \frac{B}{\lambda^2} \quad (6-3)$$

Trong đó  $A$  và  $B$  là các hằng số được xác định từ thực nghiệm.

## 2.2. Cách tử.

Cách tử là một hệ nhiều khe cùng bề rộng, song song, cách đều nhau và nằm trong cùng một mặt phẳng. Khoảng cách  $d$  giữa hai điểm giữa của hai khe kế tiếp nhau gọi là chu kỳ của cách tử. Thường đặc trưng cho cách tử bằng số khe  $n$  trong một đơn vị dài (cm hoặc mm):  $n = 1 / d$ .

### 1) Sự tán sắc qua cách tử.

Chiếu một chùm ánh sáng đơn sắc song song tới một cách tử  $T$  có chu kỳ  $d$  với góc tới  $\theta_0$  (hình 7-3).

Sau cách tử ánh sáng sẽ bị nhiễu xạ theo nhiều phương khác nhau với góc nhiễu xạ  $\theta$ . Dễ thấy hiệu quang lộ của 2 tia sáng của 2 khe liên tiếp :

$$\delta = IH + HK = d \sin \theta_0 + d \sin \theta$$

Ta quy ước lấy chiều dương của pháp tuyến  $N$  là chiều truyền sáng và chiều quay dương là chiều ngược kim đồng hồ, đồng thời lấy  $\theta$  và  $\theta_0$  là góc phải quay pháp tuyến  $N$  tới trùng với tia nhiễu xạ và tia tới. Theo quy ước này ta có:

$$\delta = d (\sin \theta - \sin \theta_0) \quad (6-4)$$

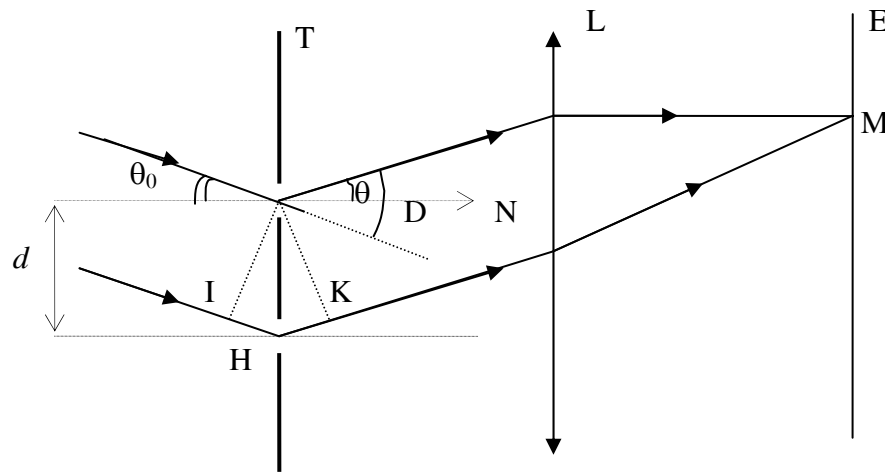
Nếu cho ánh sáng nhiễu xạ đi qua một thấu kính hội tụ  $L$ , chúng sẽ hội tụ tại điểm  $M$  trên màn  $E$  đặt tại mặt phẳng tiêu của  $L$  và giao thoa với nhau. Tại  $M$  sẽ cho vân sáng nếu thỏa mãn điều kiện:

$$\delta = d (\sin \theta - \sin \theta_0) = k\lambda$$

$$\text{Hay: } (\sin \theta - \sin \theta_0) = k\lambda / d = n k\lambda \quad (6-5)$$



Với  $n = 1 / d$  và  $k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$  Vân sáng tại M gọi là vân chính của nhiễu xạ qua cách tử.



Hình 7-3

Công thức (6-5) cho thấy vị trí của vân chính chỉ phụ thuộc vào góc nhiễu xạ  $\theta$  mà không phụ thuộc vào vị trí của hai khe liên tiếp trên cách tử. Do đó vị trí vân chính nhiễu xạ cùng bậc của các khe liên tiếp là trùng nhau.

Công thức (6-5) cũng cho thấy các ánh sáng có bước sóng  $\lambda$  khác nhau sẽ có vân nhiễu xạ chính M trên màn E khác nhau. Do đó một chùm sáng phức tạp khi chiếu vào cách tử sẽ bị tách ra thành nhiều ánh sáng đơn sắc khác nhau, đó là hiện tượng tán sắc ánh sáng qua cách tử.

2) Góc lệch cực tiểu.

Từ hình 7-2 ta có góc lệch D giữa tia tới và tia nhiễu xạ là:

$$D = \theta - \theta_0 \tag{6-6}$$

Tốc độ biến thiên của D khi quay cách tử:

$$dD = d\theta - d\theta_0$$

Độ lệch cực tiểu xảy ra khi:  $\frac{dD}{d\theta_0} = 0$  hay  $\frac{d\theta}{d\theta_0} = 1$ .

Lấy vi phân biểu thức (6-5):

$$\cos \theta d\theta - \cos \theta_0 d\theta_0 = 0$$

Hay  $\cos \theta \cdot \frac{d\theta}{d\theta_0} - \cos \theta_0 = 0$

Do đó để có độ lệch cực tiểu thì:

$$-\cos \theta_0 = 0$$

Suy ra:  $\theta = -\theta_0$  (6-7)

Từ (6-6) và (6-7) ta có:

$$\theta = -\theta_0 = \frac{D_m}{2} \quad (6-8)$$

Từ (6-5) suy ra:

$$\lambda = \frac{2\sin(D_m/2)}{kn} \quad (6-9)$$

Công thức (6-9) được dùng để đo bước sóng ánh sáng nhiễu xạ.

Với  $D_m$  – là góc lệch cực tiểu ứng với ánh sáng đơn sắc có bước sóng  $\lambda$  được đo từ thí nghiệm.

$k$  – Bậc nhiễu xạ (lấy  $k = 1$  nhiễu xạ bậc nhất ứng với vân gần vân trung tâm nhất).

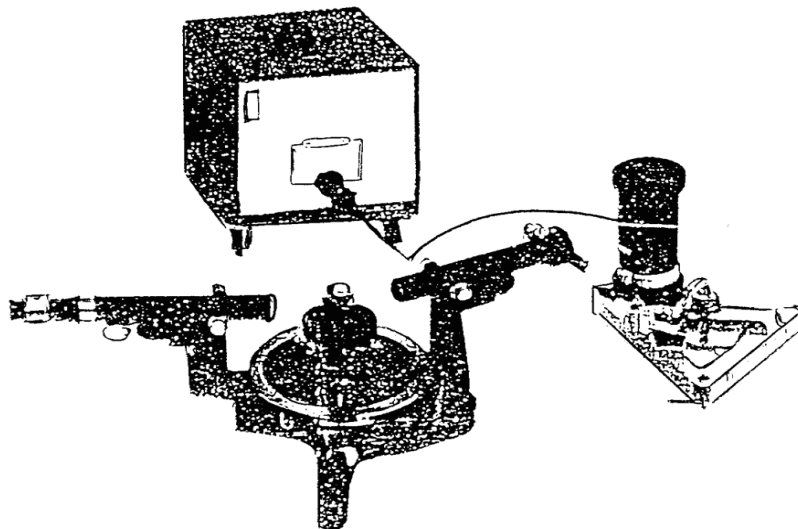
$n$  – Số khe trên một đơn vị chiều dài của cách tử (trong bài thí nghiệm này  $n = 100$  vạch/mm).

### III. THỰC HÀNH

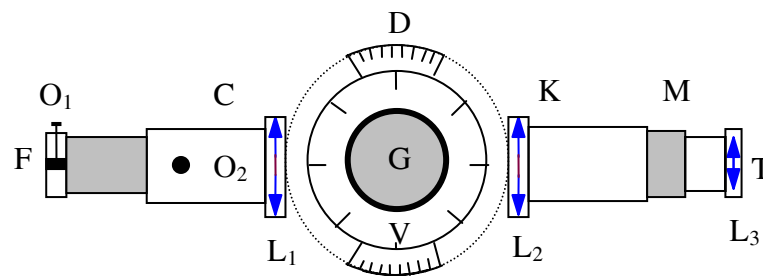
#### 3.1. Mô tả dụng cụ.

Các dụng cụ cho bài thực hành bao gồm (hình 7-4):

- 1 - Lăng kính  $A = 60^\circ$
- 2 - Cách tử  $n = 100$  vạch / mm
- 3 - Nguồn sáng đèn
- 4 - Nguồn nuôi đèn hiệu điện thế vào  $U = 220V$
- 5 - Hệ tán sắc và giác kế
- 6 - Một khe hẹp.



Hình 7- 4

**Hệ tán sắc và giác kế gồm có các bộ phận sau:** (hình 7-5)

Hình 7-5

a) Đĩa tròn V được đặt cố định trên vành có chia độ từ  $0^\circ$  đến  $360^\circ$  mỗi vạch nhỏ nhất là  $1/2$  độ (30 phút).

b) Đĩa G nhỏ được đặt trùng tâm và trên đĩa V. Đĩa G có thể xoay chung quanh trục thẳng đứng đi qua tâm.

c) Ống chuẩn trực C được gắn cố định vào vành chia độ V. Ống chuẩn trực được mang ở đầu một khe F có thể điều chỉnh rộng hẹp bằng cách vặn ốc  $O_1$ . Ở cuối ống C có gắn một thấu kính hội tụ  $L_1$ . Khe F được gắn vào ống trượt bên trong ống chuẩn trực. Khi muốn trượt ống mang khe F ta phải nới lỏng ốc  $O_2$ . Nhiệm vụ của ống chuẩn trực là tạo ra chùm tia song song khi ta điều chỉnh khe F vào mặt tiêu của thấu kính  $L_1$ . Thông thường ống chuẩn trực đã được điều chỉnh sẵn. Sinh viên không được điều chỉnh ống chuẩn trực.

d) Ống ngắm K có thể xoay tròn chung quanh đĩa V. Đầu ống ngắm có gắn thấu kính hội tụ  $L_2$ . Ống ngắm có mang một thị kính M có thể trượt bên trong ống ngắm M, được dùng để điều chỉnh ngắm chừng vô cực. Thị kính T có gắn một thấu kính hội tụ  $L_3$ , có thể trượt trong ống mang thị kính M để điều chỉnh nhìn thấy rõ vạch mức trong thị kính. Thông thường thị kính cũng đã được điều chỉnh sẵn.

e) Du xích D được gắn lên ống ngắm. Khi quay ống ngắm thì du xích D quay theo, được dùng để xác định vị trí của ống ngắm trên đĩa V. Trên du xích có khắc 30 vạch bắt đầu từ vạch số 0. Mỗi vạch chia trên du xích nhỏ hơn vạch chia trên đĩa V là một phút.

*Cách đọc vị trí của ống ngắm trên đĩa V như sau :*

Nếu vạch số 0 của du xích hoàn toàn trùng với một vạch N nào đó của đĩa V thì vị trí của ống ngắm là trị số của vạch trùng trên đĩa V. Thí dụ :

$$N = 98^{\circ}30' \text{ thì ta có } \theta = 98^{\circ}30'.$$

Nếu vạch số 0 của du xích nằm giữa hai vạch trên đĩa V. Chẳng hạn nằm giữa vạch  $98^{\circ}$  và  $98^{\circ}30'$ . Khi đó ta sẽ nhìn lên các vạch trên du xích thấy vạch thứ  $n$  của du xích trùng nhất với một vạch nào đó trên đĩa V. Chẳng hạn  $n = 20$ . Ta có vị trí của ống ngắm trên đĩa V sẽ là:

$$\theta = 98^{\circ} + n \times 1 \text{ phút}$$

$$\theta = 98^{\circ} + 20 \times 1 \text{ phút} = 98^{\circ}20'$$

Còn nếu vạch số 0 của du xích nằm giữa hai vạch  $98^{\circ}30'$  và vạch  $99^{\circ}$  và  $n = 10$ , thì ta có :

$$\theta = 98^{\circ}30' + 10' = 98^{\circ}40'$$

### 3.2. THỰC HÀNH.

- 1/ Mượn cách tử và lăng kính tại bàn giáo viên.
- 2/ Quan sát dụng cụ 5 phút.
- 3/ Cắm phích đèn vào nguồn nuôi. Thông thường đã cắm sẵn.
- 4/ Cắm phích điện của nguồn nuôi vào hiệu điện thế mạng  $U = 220V$
- 5/ Bật công tắc của nguồn nuôi ở mặt trước nguồn nuôi. Ta thấy đèn sáng. Nếu đèn không sáng, mời giáo viên lại kiểm tra.
- 6/ Quay thị kính K cùng phương với ống chuẩn trực C. Nhìn vào thị kính thấy một vạch sáng thẳng đứng và vạch mức thẳng đứng.
  - + Nếu không thấy vạch sáng thì kiểm tra lại xem khe F.
  - + Nếu vạch sáng không thẳng đứng phải điều chỉnh lại cho thẳng đứng bằng cách nối lỏng ốc  $O_2$  và xoay ống mang khe F.
  - + Nếu vạch sáng rộng có thể điều chỉnh hẹp lại (bề rộng cỡ 1mm) bằng cách vặn ốc  $O_1$ .

#### 3.2.1. Khảo sát sự tán sắc qua cách tử, đo bước sóng ánh sáng.

- 7/ Đặt cách tử lên đĩa G sao cho mặt cách tử vuông góc với ống chuẩn trực
- 8/ Quay thị kính K song song với ống chuẩn trực C. Sẽ quan sát thấy ở giữa là vạch sáng thẳng đứng được gọi là vạch sáng trung tâm. Quay thị kính K sang trái rồi sang phải sẽ thấy hệ thống các vân màu. Đó là hiện tượng tán sắc của cách tử. Mô tả lại quang phổ cách tử.
- 9/ Quay thị kính K sang trái quan sát hệ vân màu đầu tiên gần vân trung tâm nhất (ứng với  $k = 1$  trong công thức (6-9)). Chú ý đến 3 vân màu liên tiếp (đỏ, lục, tím).
- 10/ Quay thị kính để vạch mức trùng với vạch đỏ. Quay đĩa G theo một chiều nào đó thấy vạch đỏ dịch chuyển. Khi đĩa G vẫn quay theo chiều cũ mà thấy vạch đỏ dừng lại và đổi chiều thì vị trí vạch đỏ dừng lại và đổi

chiều là vị trí ứng với góc lệch cực tiểu  $D_m$ . Tại vị trí ứng với góc lệch cực tiểu thì ngừng quay đĩa G.

**11/** Quay thị kính K theo chiều kim đồng hồ để vạch mức trùng với vạch đỏ. Nhìn du xích đọc vị trí góc lệch  $D_{mT}$ .

**Chú ý :** Khi đặt cách tử vuông góc với ống chuẩn trực ta xoay thị kính sang trái thấy vạch đỏ đầu tiên thì vị trí góc lệch cực tiểu ở gần vị trí đó. Ta chỉ cần xoay nhẹ cách tử để tìm vị trí  $D_m$ . Tương tự cho trường hợp khác.

**12/** Quay đĩa G để cách tử vuông góc với ống chuẩn trực C.

**13/** Quay thị kính K sang phải và quan sát hệ vân màu đầu tiên gần vân sáng trung tâm. Đo vị trí góc lệch cực tiểu ứng với vạch đỏ được  $D_{mf}$ . Góc lệch cực tiểu của tia đỏ được xác định :

$$D_{mđ} = (D_{mT} - D_{mf}) / 2$$

Thế  $D_m$  vào công thức

$$\lambda_d = \frac{2\sin(D_m/2)}{n} \quad (\text{mm})$$

Ta xác định được bước sóng  $\lambda$  của vạch đỏ. Bằng cách tương tự xác định bước sóng  $\lambda$  của hai vạch kế tiếp chẳng hạn : lục, tím.

**Chú ý :** Chỉ cần điều chỉnh góc lệch cực tiểu một lần ứng với vạch đỏ bên trái. Sau đó giữ nguyên vị trí cách tử đo góc lệch cực tiểu bên trái của vạch lục, tím; quay thị kính sang phải đo góc lệch của vạch đỏ, lục, tím mà không cần điều chỉnh tìm góc lệch lần nữa.

Trình bày kết quả theo bảng 7-1 sau :

Bảng 7-1

Vạch màu	Đo bên trái $D_{mT}$	Đo bên phải $D_{mF}$	Góc lệch $D_m$	Bước sóng $\lambda = \frac{2\sin(D_m/2)}{n}$
Đỏ				
Lục				
Tím				

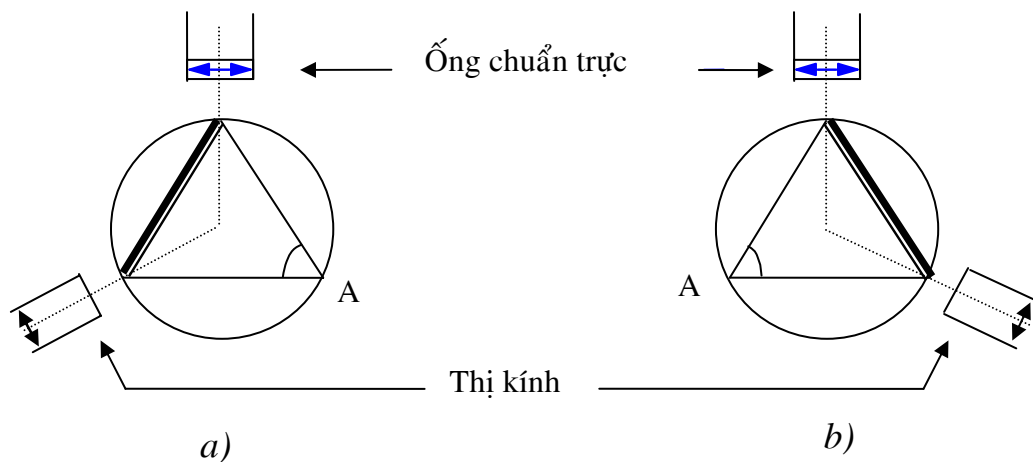
**14/** Lấy cách tử ra khỏi đĩa G

### 3.2.2. Khảo sát sự tán sắc qua lăng kính, đo chiết suất lăng kính và tính các hệ số trong công thức Chauchy.

**15/** Đặt lăng kính lên đĩa G như hình 7-6, a, đáy lăng kính ở bên trái.

16/ Quay thị kính T về bên trái như hình 7-6, a sẽ quan sát thấy hiện tượng tán sắc qua lăng kính là một dãy các vạch màu : đỏ, lục, tím.

17/ Xoay đĩa G từ từ ngược chiều kim đồng hồ và xác định vị trí góc lệch cực tiểu của vạch đỏ  $D_{mT}$ . Cách làm tương tự như khi xác định vị trí cực tiểu trên cách tử, tức là khi đĩa G vẫn quay mà thấy vạch đỏ dừng lại và đổi chiều thì vị trí vạch đỏ dừng lại và đổi chiều là vị trí ứng với góc lệch cực tiểu  $D_{mT}$ .



Hình 7-6

18/ Xoay đĩa G cho đáy lăng kính hướng về bên phải như hình 7-6, b. Quay thị kính T về bên phải và xác định vị trí góc lệch cực tiểu của vạch đỏ  $D_{mf}$  bằng cách xoay đĩa G cùng chiều kim đồng hồ.

19/ Góc lệch cực tiểu của vạch đỏ được xác định :

$$D_{md} = \frac{1}{2}(D_{mT} - D_{mf})$$

Thay  $D_{md}$  vào công thức

$$n_d = \frac{\sin \frac{A + D_{md}}{2}}{\sin \frac{A}{2}}$$

Với  $A = 60^\circ$  ta xác định được chiết suất  $n_d$  ứng với vạch đỏ.

20/ Bằng cách tương tự xác định chiết suất n của lăng kính đối với các vạch màu kế tiếp : lục, tím.

Trình bày kết quả thực nghiệm theo bảng 7-2.

21/ Lấy lăng kính ra khỏi đĩa G.

22/ Tắt công tắc nguồn nuôi của đèn.

23/ Dùng số liệu ở bảng 7-1 và bảng 7-2 để xác định các hệ số A và B của công thức Cauchy.

$$n = A + \frac{B}{\lambda^2}$$

24/Trả cách tử và lăng kính cho giáo viên.

Bảng 7-2

Vạch màu	Đo bên trái $D_{mT}$	Đo bên phải $D_{mF}$	Góc lệch $D_m$	$n_d = \frac{\sin \frac{A + D_{md}}{2}}{\sin \frac{A}{2}}$
Đỏ				
Lục				
Tím				

#### IV. CÂU HỎI THẢO LUẬN

- 1) Hiện tượng tán sắc ánh sáng qua lăng kính, giải thích ?
- 2) Hiện tượng tán sắc ánh sáng qua cách tử, giải thích ?
- 3) Nếu dịch chuyển cách tử song song với chính nó và vuông góc với ống chuẩn trực thì vị trí của hệ thống vân quan sát có dịch chuyển theo không? Giải thích.
- 4) Nguyên tắc xác định bước sóng ánh sáng nhờ cách tử.
- 5) Nguyên tắc đo chiết suất n của lăng kính bằng thực nghiệm.
- 6) Nêu biểu thức diễn tả sự phụ thuộc của chiết suất n theo bước sóng  $\lambda$  của công thức Cauchy.
- 7) Hiện tượng nhiều màu trên các vầng dầu hay màng bong bóng xà phòng dưới ánh sáng mặt trời có phải là hiện tượng tán sắc không ?

## Bài 8:      **NHIỄU XẠ TIA X**

### **I. MỤC ĐÍCH.**

- Khảo sát hiện tượng nhiễu xạ tia X qua tinh thể nhờ hệ thống nhiễu xạ kế tia X ghép nối với máy vi tính PC.
- Đo bước sóng của tia X và khoảng cách mạng tinh thể  $d$ .

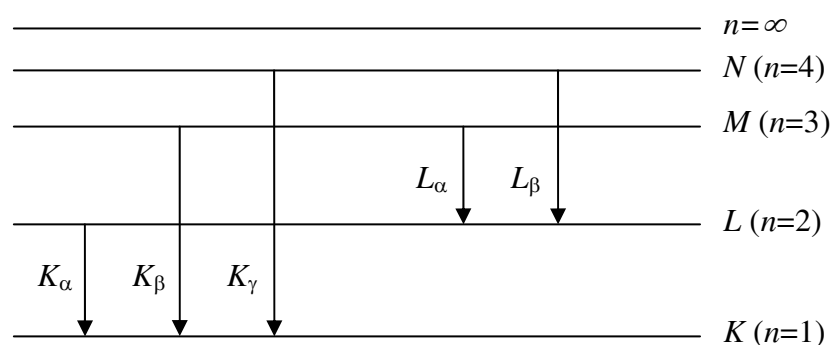
### **II. TÓM TẮT LÝ THUYẾT.**

#### **2.1. Cơ chế tạo tia X.**

Tia X hay tia Ronghen được Ronghen phát hiện năm 1895 khi làm thí nghiệm với tia âm cực. Tia X được phát ra từ anode của ống tia Ronghen khi anode bị bắn phá bởi một chùm tia electron có năng lượng cao.

Khi một electron được gia tốc bởi hiệu điện thế  $U$  đến đập vào anode nó tương tác với hạt nhân nguyên tử của chất làm anode. Do sự tương tác này làm cho electron chuyển động có gia tốc và động năng của electron tới thay đổi đồng thời phát ra một photon có năng lượng:  $h\nu = \Delta E_a$ . Bức xạ phát ra như vậy được gọi là bức xạ hãm hay bức xạ tia X. Một electron trước khi dừng lại có thể phát ra nhiều photon. Như vậy quá trình tạo ra một chùm bức xạ tia X có phổ liên tục.

Đối với mỗi loại vật liệu làm anode nhất định, khi tăng hiệu điện thế gia tốc  $U$  của ống phát tia X đến một giá trị nhất định nào đó thì trên nền phổ liên tục sẽ xuất hiện phổ vạch có cường độ lớn hơn rất nhiều so với phổ liên tục.



*Hình 8-1*

Cơ chế tạo ra phổ vạch của tia X như sau: electron tới tương tác với electron nằm ở lớp trong của nguyên tử của anode làm cho nó nhảy lên mức cao hơn và electron mức trên nhảy xuống thế chỗ đồng thời phát ra tia X. Nếu electron bị kích thích nhảy lên mức trên là của lớp vỏ  $K (n=1)$  thì electron từ các mức năng lượng cao hơn chuyển về lớp vỏ  $K$  sẽ phát một



dãy phổ tia X ký hiệu là  $K_\alpha, K_\beta, K_\gamma...$  Nếu các electron bị kích thích nhảy lên mức trên là của lớp vỏ  $L$  ( $n=2$ ) thì nguyên tử sẽ phát ra một dãy phổ tia X ký hiệu:  $L_\alpha, L_\beta, \dots$  (Hình 8-1)

## **2.2. Hiện tượng nhiễu xạ tia X qua tinh thể.**

Ngay sau khi phát hiện ra tia X năm 1895. Người ta đã giả thiết nó có bản chất là sóng điện từ. Tuy nhiên giả thiết đó bị nghi ngờ vì không quan sát được hiện tượng giao thoa và nhiễu xạ tia X. Năm 1912 Laue cho rằng sở dĩ không quan sát được hiện tượng nhiễu xạ của tia X đối với các cách tử quang học thông thường là do bước sóng của tia X quá nhỏ. Do đó ông đã đề nghị dùng tinh thể của các chất làm cách tử cho nhiễu xạ tia X.

Trong tinh thể các chất các nguyên tử hay phân tử chất sắp xếp một cách trật tự tuần hoàn được gọi là mạng tinh thể mà khoảng cách giữa các nguyên tử hay phân tử là rất nhỏ, tương đương với bước sóng tia X.

Với lập luận như vậy lần đầu tiên Laue đã thực hiện thành công hiện tượng nhiễu xạ của tia X qua tinh thể. Chứng tỏ tia X có bản chất sóng.

Tuy nhiên để giải thích hiện tượng nhiễu xạ của tia X qua tinh thể không phải đơn giản. Bởi vì tinh thể không phải là một cách tử quang học thông thường. Năm 1913 hai nhà vật lý: một người Nga Vulf và một người Anh Bragg độc lập nhau đã đưa ra lý thuyết để giải thích hiện tượng nhiễu xạ qua tinh thể do Laue thực hiện. Khi tia X chiếu vào tinh thể nó tương tác với nguyên tử của tinh thể làm cho nguyên tử phát ra tia X cùng tần số với tần số của tia X tới. Hay nói cách khác khi tia X chiếu vào tinh thể mỗi nguyên tử của tinh thể trở thành nguồn thứ cấp phát ra tia X theo mọi phương. Điều này tương tự như tia X khi chiếu tới nguyên tử của tinh thể sẽ nhiễu xạ theo nhiều phương khác nhau và mỗi nguyên tử tương tự như một khe của cách tử. Khi đó tinh thể là một cách tử ba chiều (hình 8-2).

Dãy nguyên tử theo phương OX tương đương với cách tử  $T_x$ , dãy nguyên tử theo phương OY tương đương với cách tử  $T_y$  và dãy nguyên tử theo phương OZ tương đương với cách tử  $T_z$ .

Theo lý thuyết về hiện tượng nhiễu xạ qua cách tử (xem bài khảo sát hiện tượng tán sắc qua lăng kính và cách tử) cực đại chính nhiễu xạ qua cách tử thỏa mãn điều kiện:

$$d (\sin \theta - \sin \theta_0) = k\lambda$$

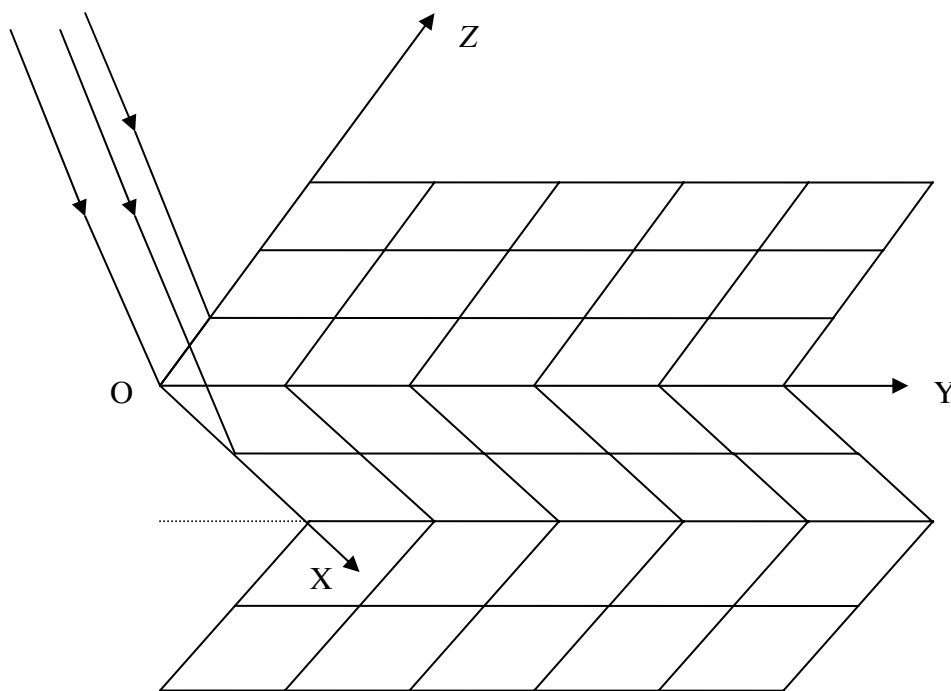
Vậy đối với cách tử ba chiều tinh thể ta có:

$$d_x (\sin \theta - \sin \theta_0) = k_x \lambda \quad (8-1)$$

$$d_y (\sin \theta - \sin \theta_0) = k_y \lambda \quad (8-2)$$

$$d_z (\sin \theta - \sin \theta_0) = k_z \lambda \quad (8-3)$$

Trong đó  $k_x = 0 \pm 1 \pm 2 \dots$ ;  $k_y = 0 \pm 1 \pm 2 \dots$ ;  $k_z = 0 \pm 1 \pm 2 \dots$  và  $d_x$ ,  $d_y$ ,  $d_z$  là khoảng cách giữa hai nguyên tử theo phương  $OX$ ,  $OY$ ,  $OZ$ . Vì  $d_x$ ,  $d_y$  và  $d_z$  thường khác nhau nên để (8-1), (8-2) và (8-3) đồng thời thỏa mãn cho cực đại thì  $k_x$ ,  $k_y$  và  $k_z$  phải đồng thời nhận giá trị duy nhất  $k_x = k_y = k_z = 0$ . Khi đó  $\theta = -\theta_0$  tức tia nhiễu xạ là tia phản xạ thông thường. Vậy trong các chùm tia X nhiễu xạ bởi nguyên tử của tinh thể chỉ có chùm tia phản xạ là có khả năng cho một cực đại giao thoa.

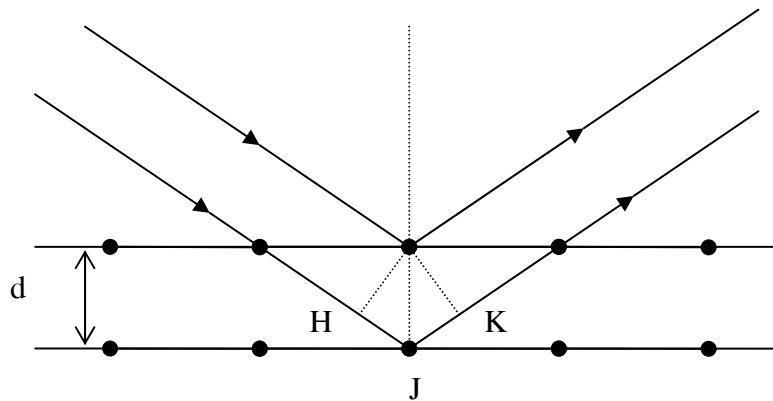


Hình 8-2

Trong tinh thể nguyên tử sắp xếp một cách trật tự tuần hoàn. Trong bất kỳ tinh thể nào cũng có nhiều họ mặt phẳng khác nhau. Mỗi họ mặt phẳng gồm nhiều mặt phẳng song song nhau. Các nguyên tử nằm trên các mặt phẳng. Nên được gọi là mặt phẳng nguyên tử hay mặt Bragg.

Gọi  $d$  là khoảng cách giữa hai mặt phẳng liên tiếp của một họ. Còn gọi là khoảng cách mạng hay hằng số mạng hay khoảng cách giữa hai nguyên tử. Các họ mặt Bragg khác nhau có  $d$  khác nhau.

Theo lý thuyết nhiễu xạ của tia X qua tinh thể của Vulf và Bragg mỗi mặt Bragg trở thành một gương phản xạ tia X (hình 8-3).



Hình 8-3

Ta có hiệu quang lộ của hai tia X phản xạ từ hai mặt Bragg liên tiếp.

$$\delta = HJ + JK = d \sin\theta + d \sin\theta$$

$$\delta = 2d \sin\theta.$$

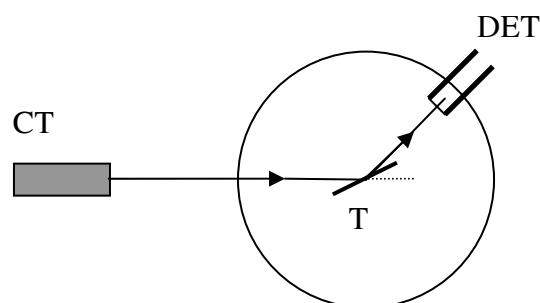
Theo lý thuyết về sự giao thoa ánh sáng, điều kiện để có cực đại nhiễu xạ tia X sẽ là:

$$\delta = 2d \sin \theta = k\lambda \tag{8-4}$$

Với  $k = 1, 2, 3 \dots$

Biểu thức (8-4) là định luật nhiễu xạ của tia X qua tinh thể của Vulf - Bragg, còn gọi là công thức Vulf - Bragg. Theo công thức Vulf - Bragg nếu biết trước  $d$ , từ thực nghiệm đo  $\theta$  có thể xác định được bước sóng tia X. Ngược lại nếu biết trước  $\lambda$  từ thực nghiệm đo  $\theta$  có thể xác định được hằng số mạng tinh thể  $d$ .

Trên cơ sở đã biết sẵn  $d$  của NaCl người ta đã thiết kế một nhiễu xạ kế tia X để đo bước sóng tia X và từ đó xác định hằng số mạng  $d$  của những chất khác. Sơ đồ nguyên tắc của nhiễu xạ kế tia X cho trên hình 8-4



Hình 8-4

Trong nhiễu xạ kế tia X một chùm tia X chiếu qua một ống chuẩn trực để tạo chùm tia X song song. Sau đó được chiếu tới tinh thể T. Tia X nhiễu xạ được ghi nhận bằng một Detector. Để thay đổi góc trượt  $\theta$  người ta quay tinh thể. Vì khi tinh thể quay một góc  $\theta$  thì tia nhiễu xạ (phản xạ) quay một góc  $2\theta$  theo tính chất phản xạ gương. Do đó khi tinh thể quay một góc  $\theta$  thì Detector quay một góc  $2\theta$ .

Trong bài thí nghiệm này chúng ta dùng một nhiễu xạ kế tia X để khảo sát hiện tượng nhiễu xạ tia X qua tinh thể. Nếu khi tăng góc  $\theta$  mà Detector ghi nhận được cường độ chùm tia X giảm đơn điệu thì không có hiện tượng nhiễu xạ. Suy ra tia X không phải là sóng điện từ. Còn nếu Detector ghi nhận cường độ chùm tia X có những cực đại thì chứng tỏ tia X là sóng điện từ. Từ đó có thể xác định hằng số mạng  $d$  của tinh thể hay bước sóng  $\lambda$  của tia X.

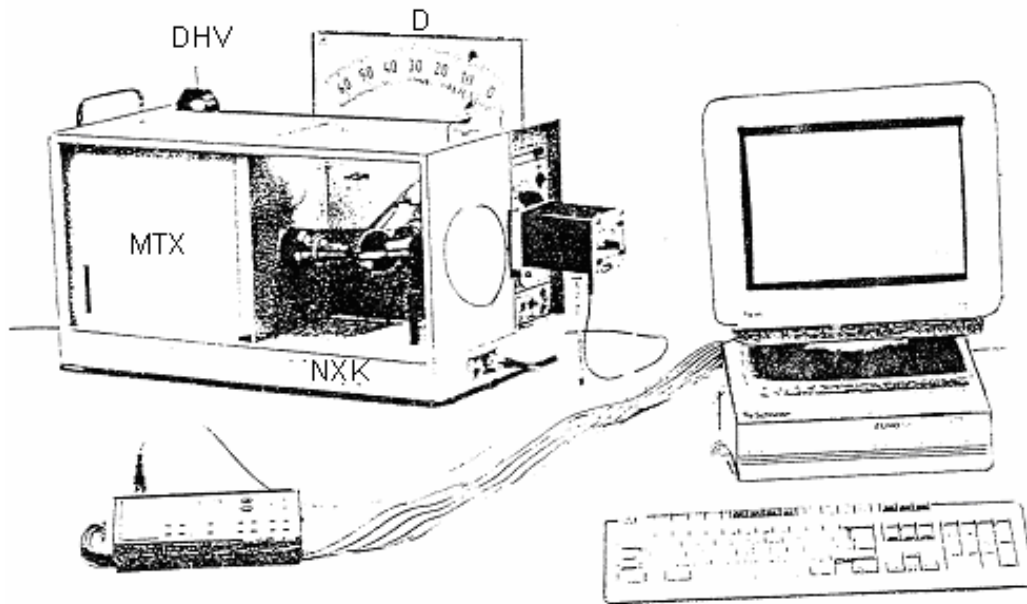
### **III. THỰC HÀNH**

#### **3.1. MÔ TẢ DỤNG CỤ.** (Các hình (8-5), (8-6) và (8-7))

**1/ Máy tính:** Được dùng để hiện phổ nhiễu xạ, xử lý số liệu đo và điều khiển motor quay tinh thể và Detector.

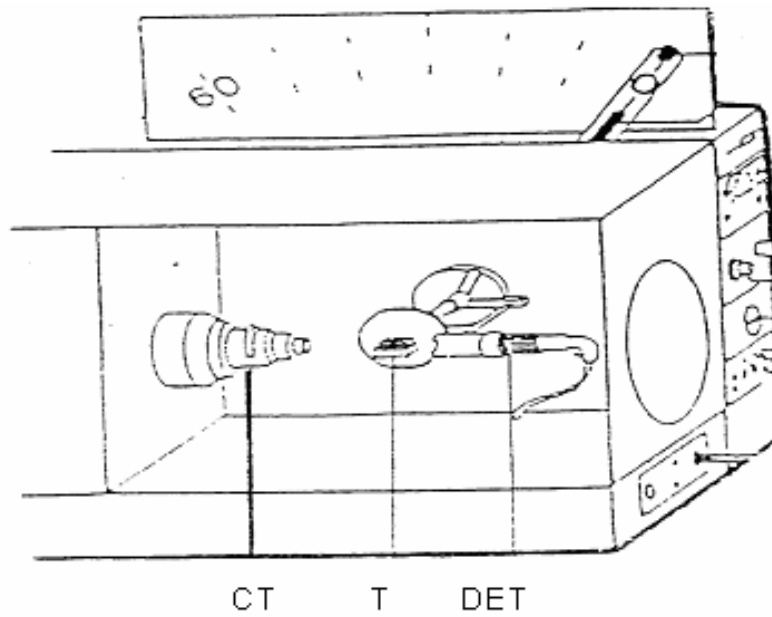
**2/ Máy phát tia X và nhiễu xạ kế tia X.**

- MTX : Máy phát tia X.
  - ĐHV : Đèn cao thế.
  - NXK : Nhiễu xạ kế tia X.
  - CT : Ống chuẩn trực tia X.
  - T : Tinh thể.
  - DET : Detector ghi tia X nhiễu xạ.
  - Đ : Bảng chia độ từ  $0^0$  đến  $60^0$ .
  - KT : Kim chỉ góc trượt  $\theta$  giữa tinh thể và chùm tia X tới.
  - KDET : Kim chỉ góc giữa Detector và chùm tia X tới.
- Khi KT quay một góc  $\theta$  thì KDET quay một góc  $2\theta$ .



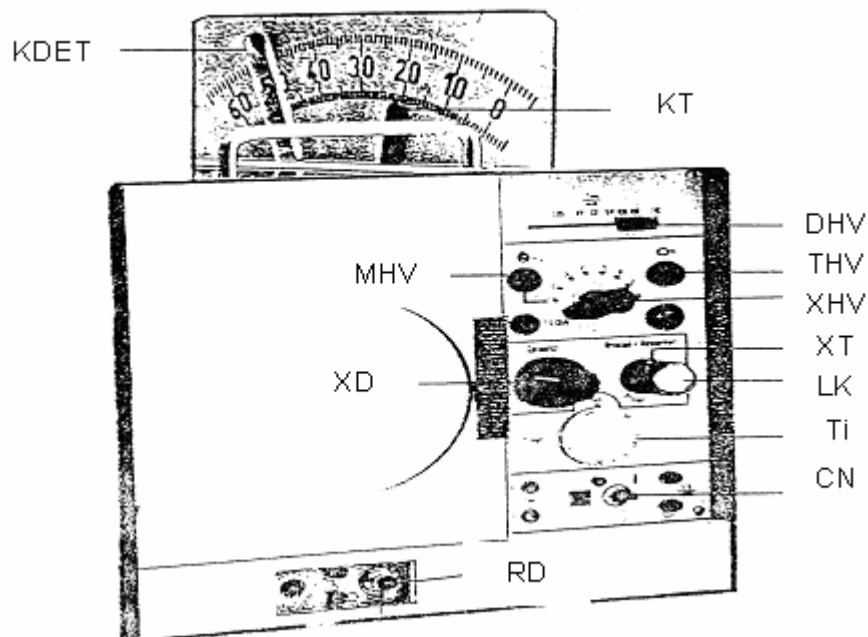
Hình 8-5

a) Mặt trước NXX:



Hình 8- 6

b) Mặt hông phải điều khiển của NXX:

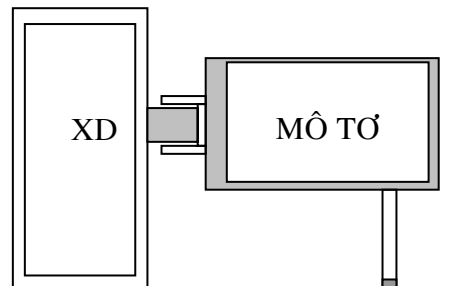


Hình 8-7

Chú thích:

- RD : Lỗ cắm đầu ra của Detector.
- CN : Công tắc nguồn chính. Bật về I là mở, bật về 0 là tắt.
- Ti : Nút định thời gian cho cao thế (HV) trong khoảng từ 0 đến 120 phút. Ví dụ: khi xoay nút Ti về trái ngược chiều kim đồng hồ đến vị trí 30 thì cao thế chỉ hoạt động trong 30 phút.
- XD : Nút xoay để thay đổi góc giữa chùm tia X tới và Detector. Khi xoay XD thì kim trắng trên bảng chia độ Đ quay.
- XT : Nút xoay để thay đổi góc giữa chùm tia X tới và mặt tinh thể. Khi xoay XT thì kim đen trên bảng chia độ Đ quay.
- LK : Nút bằng kim loại nằm trên XT. Khi nới lỏng LK thì hai nút XD và XT độc lập nhau. Khi vặn chặt LK thì XD và XT liên kết nhau. Khi đó nếu xoay XD thì XT cũng quay theo và ngược lại.
- MHV: Nút mở cao thế. Nhấn MHV để mở cao thế.
- DHV: Nút để thay đổi dòng cao thế. Đẩy DHV sang phải để thay đổi dòng cao thế theo thứ tự: 0,05 – 0,1 – 0,2 – 0,4 – 0,6 – 0,8 – 1,0 mA.
- XHV: Nút để thay đổi điện áp cao thế giữa anode và cathode của ống phát tia X. Khi ở vị trí 1 tương ứng  $U = 21\text{KV}$ , ở vị trí 8 tương ứng  $U=42\text{KV}$ . Dễ dàng suy ra các vị trí khác.
- THV: Nút để tắt cao thế. Nhấn THV để tắt cao thế.

3/ **Mô tơ:** Được dùng để quay tinh thể và Detector. Nguồn điện vào 12V-AC. Đầu mô tơ được lắp vào núm XD của NXX để quay tinh thể và Detector. Hoạt động quay của mô tơ được điều khiển bởi máy tính. Để lắp đầu mô tơ vào núm XD ta đẩy đầu mô tơ vào núm XD (hình 8-8).



Hình 8-8

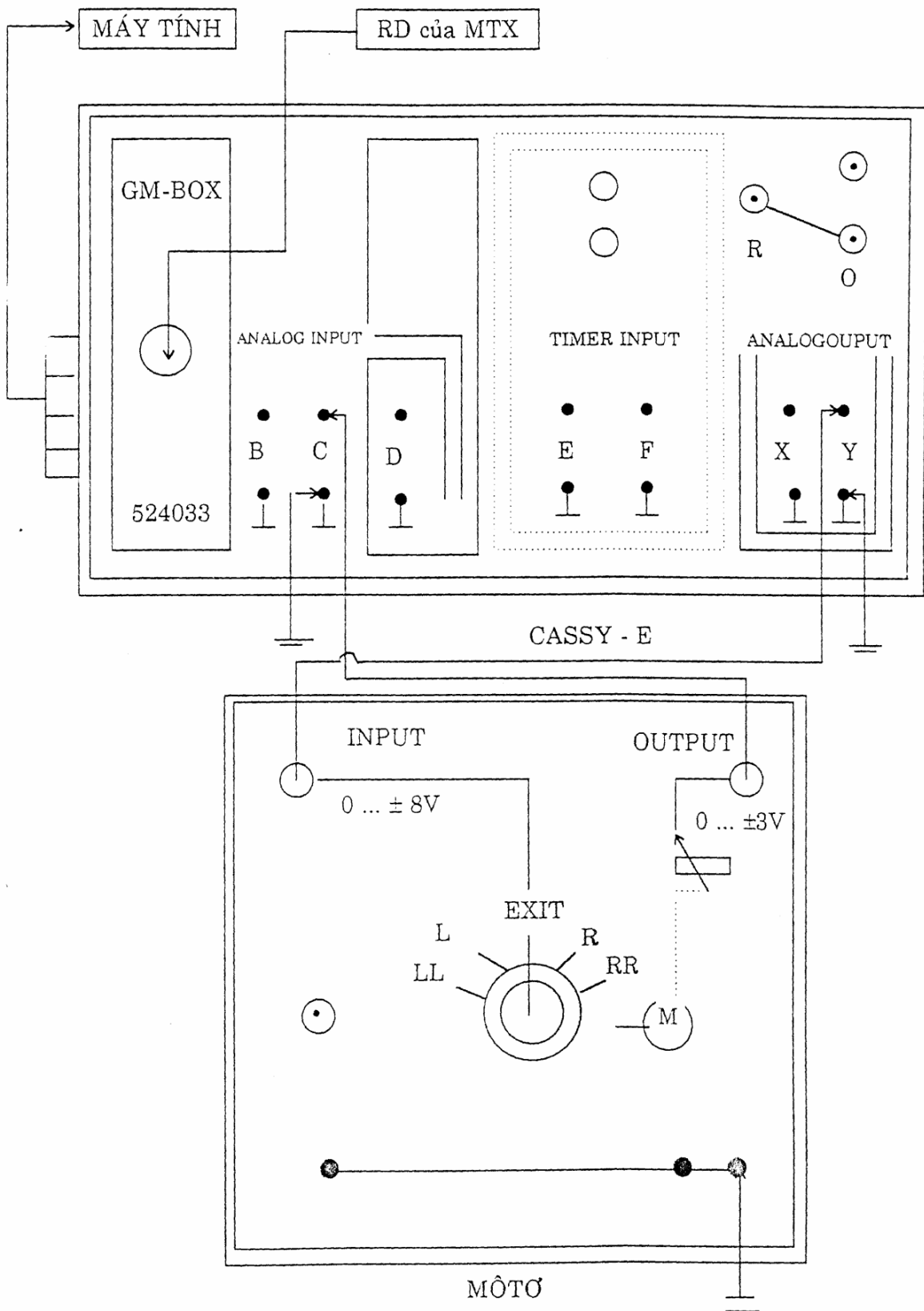
3/ **Cassy – E 524000.** Được dùng để kết nối giữa Detector với máy tính và giữa mô tơ với máy tính. Sơ đồ nối dây như chỉ ra trên hình 8-9.

### 3.2. THỰC NGHIỆM.

Sinh viên phải tuân thủ nghiêm ngặt các bước thao tác thực hành sau.  
Không được tự ý thao tác lên thiết bị.

#### A. Phân kiểm tra:

- 1/ Quan sát dụng cụ và cách mắc mạch điện 5 phút.
- 2/ Vặn XD của NXX thấy hai kim trắng và đen quay trên bảng độ. Đưa hai kim trắng và đen về vị trí  $0^0$ .
- 3/ Kiểm tra xem núm CN đã bật về 0 chưa. Nếu chưa thì bật về 0.
- 4/ Kiểm tra xem núm Ti đã ở vị trí 0 chưa. Nếu chưa thì vặn về 0.
- 5/ Kiểm tra xem núm XHV ở vị trí 1 chưa. Nếu chưa thì vặn về 1.
- 6/ Kiểm tra xem núm DHV ở vị trí 0 tận cùng trái chưa. Nếu chưa, đẩy về tận cùng trái 0 mA.
- 7/ Cắm nguồn nuôi 12 V-AC của mô tơ vào hiệu thế 220 V của mạng.



Hình 8-9



**B. Phần chuẩn mô-đơ và xác định tinh thể:**

- 8/ Mở máy tính bằng cách nhấn power.
- 9/ Màn hình hiện C:\>
- 10/ Vào C:\> CD \ LEYBOLD rồi nhấn Enter.
- 11/ Vào C:> LEYBPLD > Bragg rồi nhấn Enter.
- 12/ Màn hình hiện CASSY.
- 13/ Nhấn Enter.
- 14/ Màn hình hiện khung: Program selection.
- 15/ Đưa khung xanh về F<sub>1</sub> Bragg Reflections. Nhấn Enter.
- 16/ Màn hình hiện khung: Bragg Reflections và khung Main menu.
- 17/ Đưa khung xanh về F<sub>3</sub> Calibration / Ranges. Nhấn Enter.
- 18/ Màn hình hiện khung: Calibration / Ranges.
- 19/ Đưa khung xanh về Enter angle range. Nhấn Enter.
- 20/ Màn hình hiện khung: Angle range.
- 21/ Nhập  $\theta_1$ : 2<sup>0</sup>. (Có nghĩa mô-đơ sẽ quay góc  $\theta$  bắt đầu từ 2<sup>0</sup>).
- 22/ Nhập  $\theta_2$ : 30<sup>0</sup>. (Có nghĩa mô-đơ sẽ kết thúc tăng góc  $\theta$  ở 30<sup>0</sup>)
- 23/ Nhập  $d\theta$ : 0,3<sup>0</sup>. Nhấn Enter. (Có nghĩa mỗi lần mô-đơ quay 0,3<sup>0</sup> cho một lần đo.
- 24/ Đưa khung xanh về Enter gate time. Nhấn Enter.
- 25/ Màn hình hiện khung Enter gate time.
- 26/ Nhập: 5 s. Nhấn Enter.
- 27/ Đưa khung xanh về Define Single Crystals. Nhấn Enter.
- 28/ Màn hình hiện khung: Single Crystals.  
   NaCl ( 2d = 564.02 pm)  
   LiF (2d = 402.70 pm).
- Nếu đang đo với tinh thể LiF thì đưa khung xanh về LiF (2d = 402.70 pm). Nhấn Enter. Khi đó máy tính sẽ lấy số liệu 2d = 402.70 pm để tính công thức  $2d\sin\theta = l$ . Tương tự cho NaCl.
- Còn nếu tinh thể đang thí nghiệm không phải là NaCl hay LiF thì giá trị l khi gọi ra sẽ không có ý nghĩa.
- 29/ Đưa khung xanh về Angle Calibration. Nhấn Enter.
- 30/ Màn hình hiện:
- $\theta$ : ...
- V: ...

- 29/ Quá trình chuẩn bắt đầu. Dùng 3 phím: S (Space), (+), và (-). Phím (+) để tăng hiệu thế V, Phím (-) để giảm hiệu thế V, Phím S (phím dài) để dừng tốc độ đang tăng hay đang giảm.
- 30/ Nhấn phím (-) thấy trên màn hình hiệu thế V giảm. Nếu không thấy giảm nhấn tiếp (-) vài lần. Muốn tăng tốc độ giảm nhấn tiếp (-).
- 31/ Khi V đang giảm nhấn S thấy giá trị V dừng lại.
- 32/ Nhấn tiếp (-) để giảm V đến giá trị từ -2,95V đến -2,99V. Lập tức nhấn phím S để dừng lại. Không để vượt quá -3V. Nếu giảm quá -3V thì màn hình sẽ hiện V = -- --. Khi đó ta nhấn (+) để tăng cho V trở lại khoảng từ -2,95V đến -2,99V.
- 33/ Đưa hai kim trắng và đen về 0.
- 34/ Nhấn phím F<sub>2</sub>, nhấn Enter.
- 35/ Gắn đầu mô tơ vào núm XD của NXK bằng cách đẩy đầu mô tơ vào núm XD. Mời giáo viên lại kiểm tra và giúp đỡ.
- 36/ Nhấn phím (+) để tăng hiệu thế V. Ta thấy trên bảng chia độ hai kim trắng và đen quay tăng góc. Muốn tăng nhanh nhấn tiếp (+) nhưng không được quá nhanh.

Chú ý quan trọng: Quá trình này tuyệt đối phải cẩn thận luôn luôn quan sát kim đen. Khi kim đen đến góc  $\theta = 30^0$  lập tức nhấn S để dừng kim lại ngay. Khi đó hiệu thế V phải nhỏ hơn 2,75V.

39/ Nhấn F<sub>2</sub>, nhấn Enter. Màn hình hiện  $\theta = 30^0$ .

Quá trình chuẩn kết thúc.

### C. Mở máy phát tia X:

- 40/ Bật núm CN về I ta thấy đèn đỏ kế bên sáng.
- 41/ Xoay núm Ti của TIMER về vị trí 30.
- 42/ Nhấn núm MHV để mở cao thế ta thấy đèn cao thế ĐHV sáng.
- 43/ Đẩy núm DHV đến vị trí 0,4 mA.
- 44/ Xoay núm XHV đến vị trí 5.

### D. Quá trình đo:

- 40/ Nhấn phím ESC.
- 41/ Màn hình hiện khung : Main Menu.
- 42/ Đưa khung xanh về F<sub>1</sub> Start new measurement.
- 43/ Nhấn Enter.
- 44/ Màn hình hiện trục tọa độ, trục hoành góc  $\theta$ , trục tung R là số đếm hay cường độ tia X nhiều xạ.

**45/** Nhấn phím  $F_1$  để thực hiện đo. Ta thấy hai kim trắng và đen quay về  $0^0$ . Khi kim đen đến vị trí  $2^0$  thì hai kim dừng lại. Sau đó kim đen quay mỗi lần  $\theta = 0,3^0$  để thực hiện mỗi lần đo. Nhìn lên màn hình ta thấy những vết đen của phổ nhiễu xạ được hình thành sau mỗi lần đo.

*Chú ý quan trọng:* Khi nhấn  $F_1$  hai kim quay về  $0^0$  phải luôn luôn quan sát kim đen. Khi kim đen đến  $2^0$  mà không dừng lại vẫn tiếp tục xuống  $0^0$  thì lập tức nhấn S ngay tức khắc để dừng kim lại. Sau đó nhấn  $F_1$  để tiếp tục đo.

Khi nhấn  $F_1$  dưới màn hình xuất hiện:  $F_1$  stop là máy đang thực hiện đo. Muốn dừng quá trình đo nhấn  $F_1$ . Khi đó dưới màn hình hiện  $F_1$  start. Như vậy thực hiện đo hay dừng đo đều nhấn  $F_1$ .

**51/** Khi đo đến khoảng  $15^0$  nhấn  $F_1$  để dừng quá trình đo.

**52/** Nhấn phím Esc về Main menu.

**53/** Đẩy núm DHV của MTX về tận cùng trái tức về 0 mA.

**54/** Xoay núm XHV về vị trí 1.

**55/** Nhấn núm THV để tắt cao thế.

**56/** Trở lại máy tính đưa khung xanh về: output measured values. Nhấn Enter.

**57/** Về values in table form. Nhấn Enter.

**58/** Màn hình hiện bảng:

$n$	$\theta$	$R$	$l$
-----	----------	-----	-----

-  $n$  : Lần đo.

-  $\theta$  : Góc trượt hay góc Bragg nhiễu xạ.

-  $R$  : Cường độ chùm tia X nhiễu xạ.

Nhấn phím dài Space để xem hết bảng số liệu. Sinh viên ghi ra giá trị góc  $\theta$  ứng với  $R$  cực đại. Tức góc  $\theta$  ứng với cực đại nhiễu xạ

**59/** Nhấn Esc về Main menu.

**60/** Về Evaluate in graph. Nhấn Enter.

**61/** Màn hình hiện đường cong phổ nhiễu xạ

**62/** Nhấn phím  $F_4$  để được đường cong phổ liền nét.

**63/** Nhấn phím  $F_6$  để hiện khung tọa độ.

**64/** Sinh viên vẽ lại phổ nhiễu xạ.

**65/** Nhấn Esc về main menu.

**66/** Về End. Nhấn Enter.

- 67/ Về End. Nhấn Enter.  
68/ Về Yes. Nhấn Enter.  
69/ Tắt máy tính nhấn nút power.  
70/ Rút mô tơ ra khỏi MTX.  
71/ Bật nút CN về 0.  
72/ Xoay nút Ti về 0.  
73/ Rút nguồn điện mô tơ ra khỏi điện lưới 220V.  
74/ Xoay nút XD để đưa hai kim về  $0^0$ .  
75/ Tính khoảng cách mạng  $d$  từ công thức:  
$$2d \sin \theta = \lambda. \text{ Cho } \lambda = 71.10^{-12} \text{ m.}$$

#### IV. CÂU HỎI THẢO LUẬN.

- 1) Tia X (Ronghen): Cơ chế tạo tia X, bản chất, các tính chất và công dụng của tia X.
- 2) Giải thích cơ chế tạo ra phổ liên tục và phổ vạch tia X .
- 3) Nguyên tắc hoạt động của nhiễu xạ kế tia X.
- 4) Trong nhiễu xạ kế tia X, tại sao khi tinh thể quay đi một góc  $\theta$  thì Detector phải quay đi một góc  $2\theta$  ?
- 5) Cách chuẩn góc cho mô tơ và xác định tinh thể như thế nào.
- 6) Trong quá trình thí nghiệm cần chú ý đến các nguyên tắc an toàn như thế nào.

## Bài 9. TÍNH CHẤT SÓNG CỦA VI HẠT

### I. MỤC ĐÍCH.

Quan sát hiện tượng nhiễu xạ của chùm electron qua thanh đa tinh thể graphite. Chứng tỏ vi hạt có tính chất sóng. Từ đó đo bước sóng De Broglie  $\lambda$  tương ứng của hạt electron và đo khoảng cách  $d$  của mạng tinh thể graphite.

### II. TÓM TẮT LÝ THUYẾT.

#### 2.1. Tính chất sóng của vi hạt.

Hiện tượng giao thoa ánh sáng chứng tỏ ánh sáng có bản chất sóng. Trong khi đó hiện tượng quang điện lại chứng tỏ ánh sáng có bản chất hạt. Như vậy ánh sáng có bản chất lưỡng tính sóng hạt. Một hạt photon có năng lượng  $E_0$  và động lượng  $p_0$  sẽ có tần số  $\nu_0$  và bước sóng  $\lambda_0$  tương ứng:

$$\nu_0 = E_0 / h \quad (9-1)$$

và 
$$\lambda_0 = h / p_0 \quad (9-2)$$

Với  $h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{J.s}$  là hằng số Planck.

De Broglie đã đưa ra giả thuyết: Mọi vi hạt tự do, tùy ý có năng lượng  $E$  và động lượng  $p$  sẽ tương ứng với một sóng phẳng đơn sắc có tần số  $\nu$  và bước sóng  $\lambda$ .

$$\nu = \frac{E}{h} \quad (9-3)$$

và 
$$\lambda = \frac{h}{p} \quad (9-4)$$

Với  $h$  là hằng số Planck.

Nếu một hạt electron được gia tốc trong điện trường với hiệu điện thế  $U$  thì ta có:

$$E = 1/2 mv^2 = eU$$

hay 
$$E = p^2 / 2m = eU$$

suy ra: 
$$p = \sqrt{2m.e.U}$$

Khi đó bước sóng  $\lambda$  của hạt electron tương ứng theo biểu thức (9-4) sẽ là:

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2m.e.U}} \quad (9-5)$$

Trong đó:

$$m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg là khối lượng của electron.}$$

$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  là giá trị điện tích của electron.  
Có thể viết lại biểu thức (9-5):

$$\lambda_h = \frac{12,25}{\sqrt{U}} \quad (9-6)$$

Với bước sóng  $\lambda$  tính theo đơn vị Anstrom (Å):  $1\text{Å} = 10^{-10}\text{m}$ . Hiệu điện thế  $U$  tính theo đơn vị (V).

### 2.2. Nhiễu xạ của chùm electron qua tinh thể.

Người ta cũng dùng lý thuyết Bragg để giải thích hiện tượng nhiễu xạ của chùm electron qua tinh thể tương tự như tia X.

Ta có định luật Bragg:

$$2d \sin \theta = n \lambda \quad (9-7)$$

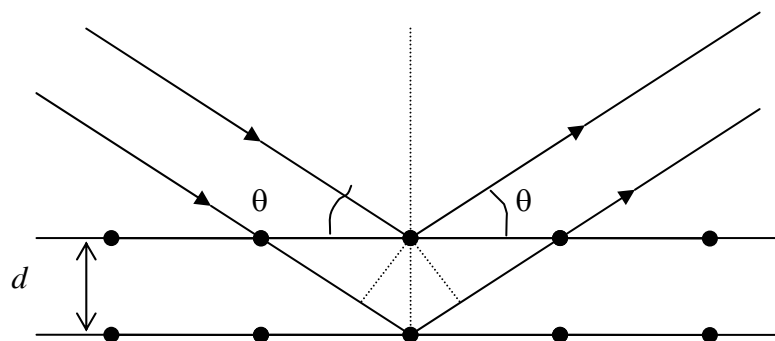
Với: -  $n = 1, 2, 3, \dots$

-  $\lambda$  là bước sóng.

-  $d$  là khoảng cách giữa hai mặt nguyên tử hay mặt Bragg.

-  $\theta$  được gọi là góc trượt. (hình 9-1)

Góc hợp bởi chùm tia tới và chùm tia phản xạ sẽ là  $2\theta$ .



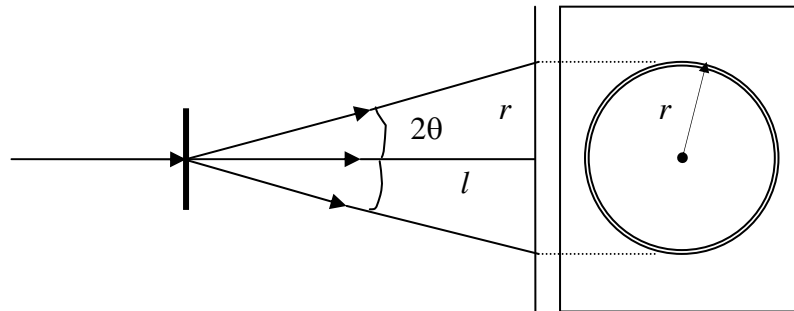
Hình 9-1

Nếu khoảng cách giữa hai nút mạng  $d$  và góc trượt  $\theta$  thỏa mãn điều kiện (9-7) thì hai chùm tia phản xạ sẽ giao thoa cho cực đại.

Có thể đo bước sóng  $\lambda$  của chùm tia tới từ định luật Bragg (9-7). Bằng cách đo  $d$  và  $\theta$ . Ngược lại cũng có thể đo  $d$  nếu biết  $\lambda$  và  $\theta$ .

Trong bất kỳ tinh thể nào, người ta đều có thể tạo nên nhiều họ mặt phẳng Bragg khác nhau bằng cách dùng nhiều lát cắt khác nhau trên tinh thể. Vì vậy mỗi họ có một khoảng cách  $d$  riêng biệt.

Nếu ta chiếu một chùm electron hay tia X đi xuyên qua một vật liệu dạng bột hay lá mỏng gồm nhiều tinh thể định hướng hỗn loạn và đặt một màn huỳnh quang ở phía sau thì ta sẽ thấy một ảnh nhiễu xạ gồm các vòng tròn đồng tâm. mỗi vòng tròn tương ứng với một bậc nhiễu xạ, xác định bởi một họ mặt phẳng Bragg riêng.



Hình 9-2

Gọi  $l$  là khoảng cách từ mẫu tinh thể đến màn huỳnh quang,  $r$  là bán kính của vòng tròn nhiễu xạ và  $\theta$  là góc trượt. Từ hình 9-2 ta có:

$$\operatorname{tg} 2\theta = \frac{r}{l}$$

Trường hợp góc nhỏ ta có:

$$2\theta = \frac{r}{l}$$

hay

$$\theta = \frac{r}{2l} \quad (9-8)$$

Trong trường hợp góc nhỏ định luật Bragg có dạng:

$$2d\theta = n\lambda \quad (9-9)$$

Thế (9-8) vào (9-9) ta được:

$$\frac{dr}{l} = n\lambda$$

Thay bán kính  $r$  của hình nhiễu xạ bằng đường kính  $D$ .

Ta có:

$$\frac{Dd}{2l} = n\lambda$$

Nếu lấy  $n = 1$  ta có:

$$\lambda_s = \frac{Dd}{2l} \quad (9-10)$$

Nếu như biết trước khoảng cách  $d$  của mạng tinh thể. Chúng ta có thể xác định được bước sóng của chùm tia electron hay tia X bằng cách đo đường kính của vân tròn nhiễu xạ.

Ngược lại nếu biết trước bước sóng  $\lambda$  thì có thể xác định khoảng cách mạng  $d$  từ biểu thức (9-10).

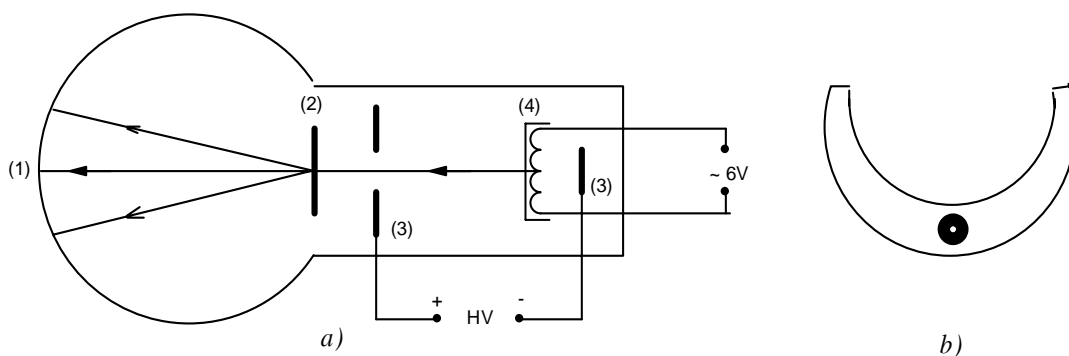
Trong bài thí nghiệm này chùm tia electron được gia tốc bởi một hiệu điện thế  $U$ . Sau đó chiếu qua một thanh đa tinh thể graphite. Hiện tượng nhiễu xạ được quan sát trên màn huỳnh quang.

Mục đích của bài thí nghiệm này là từ hiện tượng nhiễu xạ của chùm electron qua thanh graphite. Từ biểu thức (9-10) chúng ta xác định được bước sóng  $\lambda_s$  xác lập thuận tủy từ lý thuyết sóng của tia X. Đồng thời xác định bước  $\lambda_h$  từ biểu thức (9-6) được thiết lập từ lý thuyết sóng của vi hạt của De Broglie. Nếu  $\lambda_s$  và  $\lambda_h$  tương đương nhau chứng tỏ lý thuyết sóng của vi hạt của De Broglie là đúng đắn.

### III- THỰC HÀNH

#### 3.1. Mô tả dụng cụ.

1/ Ống nhiễu xạ (hình 9-3):



Hình 9-3

Ống nhiễu xạ là một bình thủy tinh được hút chân không cao. Ở đáy bình có phủ một lớp huỳnh quang (1), đối diện với màn huỳnh quang đặt một thanh đa tinh thể graphite (2), các điện cực (3) để tăng tốc và định hướng chùm electron được mắc vào cao thế HV một chiều, một Katốt (4) để phát ra chùm electron được đốt nóng bởi hiệu thế xoay chiều 6V.

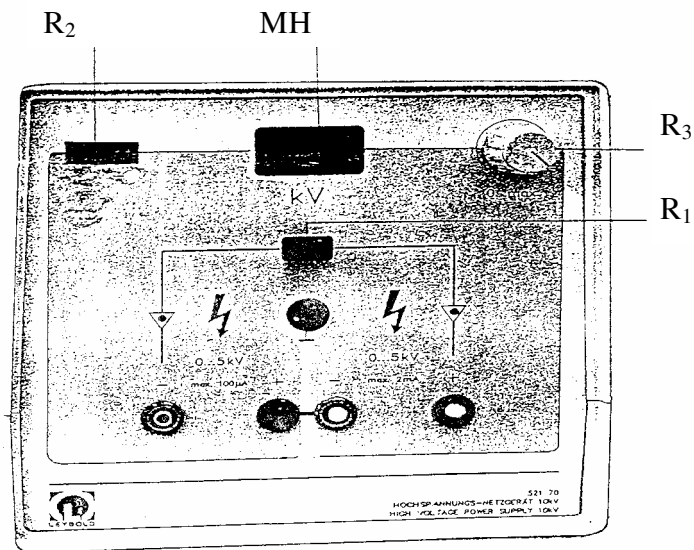
2/ Nam châm

Có dạng thỏi trụ được gắn lên một tấm bìa có dạng hình móng ngựa (hình 9-3, b). Thỏi nam châm được dùng để hiệu chỉnh chùm electron tới để tâm hình nhiễu xạ trùng với tâm của đáy bình.



3/ Nguồn cao thế DC (HV): (hình 9-4)

Nguồn cao thế DC cung cấp hiệu điện thế  $U$  cho các bản cực (3) của ống nhiễu xạ để gia tốc chùm electron. Khi khóa  $R_1$  bật về bên phải thì cao thế ra được lấy từ 2 lỗ bên phải tối đa 5 KV. Bật khóa  $R_2$  để mở nguồn cao thế, xoay từ từ cùng chiều kim đồng hồ để tăng thế, giá trị của cao thế ra được hiển thị trên màn hình MH.

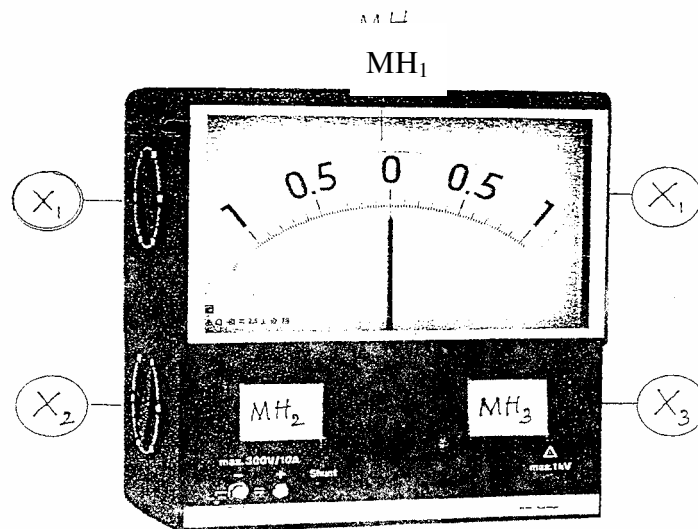


Hình 9-4

4/ Nguồn AC - 6V:

Được dùng làm nguồn nuôi Katốt của ống phát chùm tia electron.

5/ Amper - Volt kế max 300V / 10A: (Hình 9-5)



Hình 9-5

Ampere - Volt kế max 300V / 10A có thể đo hiệu điện thế và cường độ dòng điện xoay chiều (AC) cũng như một chiều (DC). Trong bài thí nghiệm này chỉ dùng để đo cường độ dòng điện xoay chiều đốt Katốt của ống phát electron.

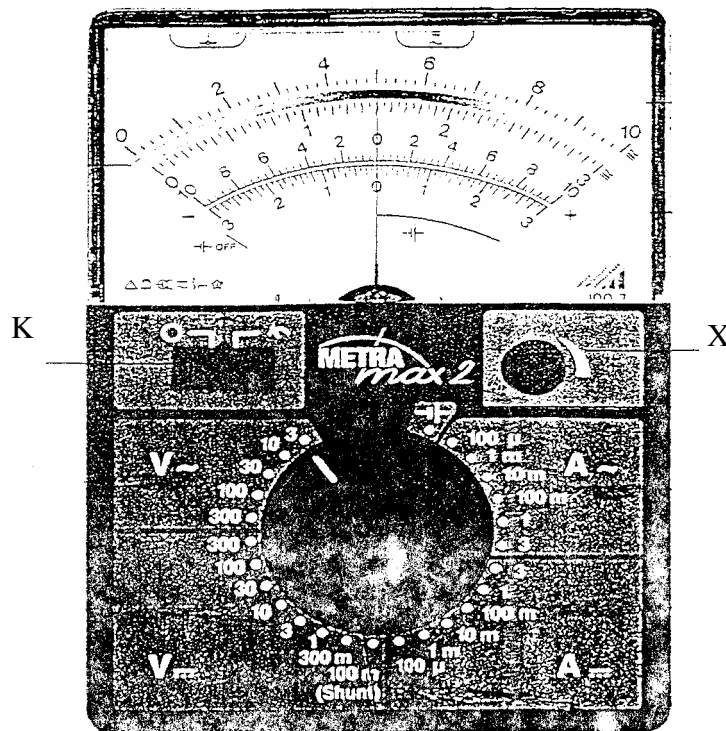
Khi xoay núm  $X_1$  đến các vị trí: 1, 3, 10, 30, 100, 300 thì trên cửa sổ  $MH_1$  hiển thị: 1, 3, 10, 30, 100, 300 là các giá trị lớn nhất của dải đo.

Khi xoay  $X_2$  đến các vị trí: A, Am,  $\mu A$  thì trên cửa sổ  $MH_2$  hiển thị: A, Am,  $\mu A$ . Chỉ đơn vị đo của dòng điện tương ứng cho mV, V và KV.

Khi xoay  $X_3$  đến vị trí off tương ứng với trạng thái tắt, vị trí (-) tương ứng với chế độ đo một chiều (DC) và (~) tương ứng với xoay chiều (AC).

Trong bài thí nghiệm này  $X_2$  xoay ở vị trí A tức đơn vị đo cường độ dòng điện là Ampere;  $X_1$  xoay ở vị trí 1 tức giá trị đo lớn nhất của đồng hồ là 1A;  $X_3$  xoay ở vị trí (~) ứng với chế độ đo dòng điện xoay chiều.

6/ Ampere - Volt kế METRA: (Hình 9-6)



Hình 9-6

Ampere - Volt kế METRA là một máy đo vạn năng có thể dùng để đo điện áp và cường độ dòng điện xoay chiều (AC) cũng như một chiều (DC).

Thang đo điện áp xoay chiều (V ~): Từ 3V đến 30V.

Thang đo điện áp một chiều (V -) : Từ 100 mV đến 30V.

Thang đo dòng xoay chiều (A ~) : Từ 100  $\mu A$  đến 3A.

Thang đo dòng một chiều (A –) : Từ  $100 \mu\text{A}$  đến  $3\text{A}$ .

Trong bài thí nghiệm này Ampere - Volt kế METRA được dùng để đo dòng một chiều của nguồn cao thế.

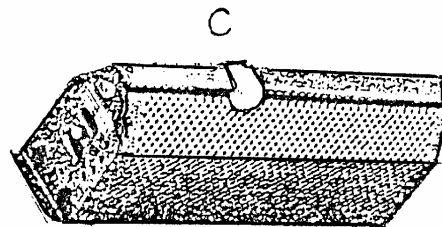
+Kiểm tra vị trí zero cơ học:

- Đặt chuyển mạch K tại vị trí " 0 " (tức bên trái)
- Đặt thiết bị nằm ngang.
- Kim chỉ thị phải nằm ở vị trí có ký hiệu " \ " tận cùng trái.
- Nếu kim bị lệch, điều chỉnh ốc ở sau thiết bị.

+Kiểm tra vị trí zero của dòng:

- Đặt chuyển mạch K đến vị trí "  $\wedge$  " màu đỏ ở giữa. Xoay núm R đến thang đo sử dụng
- Kim chỉ thị phải dừng ở vị trí " 0 " của thang đo màu đỏ bên dưới.
- Nếu bị lệch điều chỉnh bằng cách xoay núm X.

7/ Biến trở  $11 \Omega$ : (Hình 9-7)



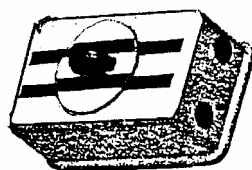
Hình 9-7

Giá trị biến trở:

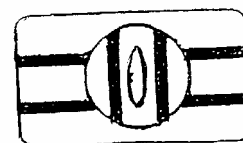
- Vào đen ra đen: Cho giá trị điện trở  $R = 11 \Omega$
- Vào đỏ ra đen: Khi dịch chuyển con chạy C giá trị của biến trở thay đổi trong khoảng  $R = 0 \div 11 \Omega$ .

8/ Công tắc đôi: (Hình 9-8)

Dùng để đóng và ngắt mạch dòng cao thế.



Đóng mạch



Ngắt mạch

Hình 9-8

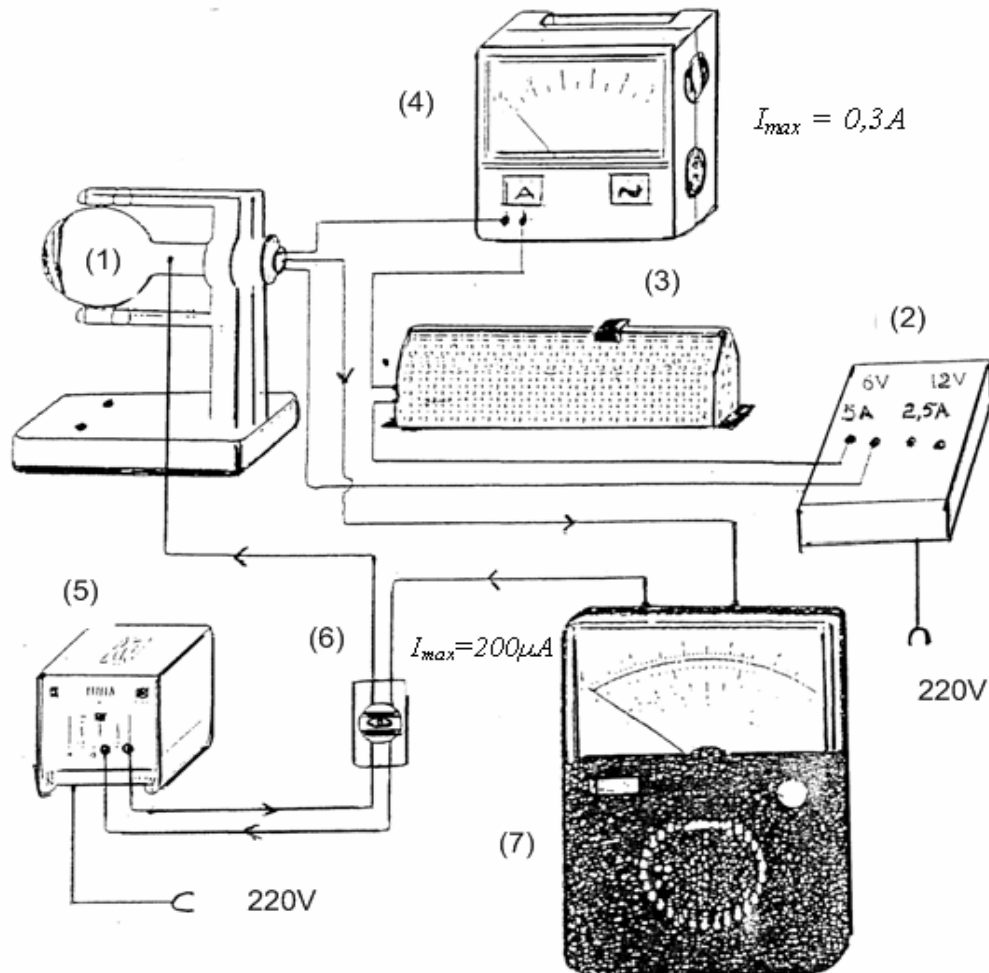
9/ Thước kẹp: Dùng để đo đường kính vân nhiều xạ.

Vạch chia nhỏ nhất trên thước thẳng  $1 \text{ mm}$ . Trên du xích có khắc  $n$  vạch chẳng hạn  $n = 50$ , mỗi vạch ngắn hơn trên thước thẳng  $a = 1/n$  (mm).

**3.2. Thực hành.**

Sinh viên phải tuân thủ nghiêm ngặt các bước thực hành sau:

1/ Mắc mạch điện theo sơ đồ hình 9-9. Thông thường đã mắc sẵn. Sinh viên kiểm tra lại. Chú ý không va chạm mạnh vào các thiết bị.




Hình 9.9

Chú thích:

- (1) : Ống nhiễu xạ.
- (2) : Nguồn AC - 6 V.
- (3) : Biến trở  $11 \Omega$  mắc vào đồ ra đen.
- (4) : Ampere - Volt kế max 300 V/ 10A.
- (5) : Nguồn cao thế DC.
- (6) : Công tắc đôi.
- (7) : Ampere - Volt kế METRA.

2/ Đặt thỏi nam châm vào bình nhiễu xạ thông thường đã đặt sẵn sinh viên chỉ kiểm tra lại.

- 3/ Xoay núm  $X_2$  của Ampere - Volt kế max 300V/10A về vị trí A,  $X_1$  về vị trí 1 và  $X_3$  về vị trí "~".
- 4/ Dịch chuyển con chạy C của biến trở 11  $\Omega$  về tận cùng phải để có điện trở lớn nhất.
- 5/ Xoay núm  $R_3$  của nguồn cao thế DC ngược chiều kim đồng hồ về vị trí 0. Thông thường đã xoay về vị trí 0 sinh viên chỉ kiểm tra lại.
- 6/ Bật núm  $R_2$  của nguồn cao thế DC về vị trí 0 nhìn thấy ký hiệu 0 ở núm. Thông thường đã bật sẵn chỉ kiểm tra lại. Bật núm  $R_1$  về bên phải.
- 7/ Xoay núm công tắc đôi về vị trí ngắt.
- 8/ Cắm phích điện của nguồn AC - 6V vào lưới điện 220V. Nhìn kim Ampere - Volt kế max 300V/10A chỉ cường độ dòng điện  $I < 0,3A$  là tốt.
- Chú ý quan trọng:* Trong quá trình làm thí nghiệm không bao giờ được để cường độ dòng điện qua Ampere - Volt max 300V/10A vượt quá giá trị 0,3 A. Phải luôn luôn nhỏ hơn 0,3 A là bình thường.
- 9/ Kiểm tra vị trí zero cơ học, vị trí zero dòng và kiểm tra pin của Ampere - Volt kế METRA. Bật vị trí núm trượt K về vị trí "  " ở bên phải. xoay núm R về chế độ một chiều A – ở vị trí 100 $\mu$ A.
- Chú ý quan trọng:* Trong quá trình làm thí nghiệm dòng qua Ampere - Volt kế METRA luôn luôn phải nhỏ hơn 200  $\mu$ A.
- 10/ Cắm phích điện của nguồn cao thế vào lưới điện 220V. Chú ý cẩn thận cao thế.
- 11/ Bật núm  $R_2$  của nguồn cao thế DC về vị trí mở, không nhìn thấy ký hiệu 0. Trên cửa sổ MH thấy hiển thị 0,0 KV. Mời giáo viên lại kiểm tra mới được thao tác tiếp.
- 12/ Xoay công tắc đôi về vị trí mở.
- 13/ Xoay núm  $R_3$  của nguồn cao thế DC từ từ rất chậm theo chiều kim đồng hồ. Đến khi nhìn lên cửa sổ MH thấy hiển thị 1,0 KV.
- 14/ Trên màn huỳnh quang thấy một chấm sáng màu xanh lục.
- 15/ Nếu chấm sáng không nằm tại tâm của màn huỳnh quang đáy bình. Cẩn thận dùng bút nhựa dịch chuyển thỏi nam châm xung quang cổ bình để điều chỉnh cho chấm sáng về đúng tâm. Dùng băng keo cố định thỏi nam châm vào cổ bình. Thông thường đã điều chỉnh sẵn sinh viên chỉ kiểm tra lại.

- 16/** Tiếp tục xoay núm  $R_3$  của nguồn cao thế cẩn thận từ từ và rất chậm để hiệu thế đạt các giá trị: 3,5KV, 4KV và 4,5 KV. Quan sát thấy có hai vân tròn nhiễu xạ đồng tâm.
- 17/** Gọi vòng tròn nhiễu xạ nhỏ là 1 còn vòng tròn nhiễu xạ lớn là 2. Dùng thước kẹp bằng nhựa đo đường kính của hình nhiễu xạ 1 và 2 tương ứng với các hiệu thế 3,5KV, 4KV và 4,5 KV. (Trong thực nghiệm đã gắn sẵn một thước milimét trên màn huỳnh quang. Sinh viên dùng thước này để đo kích thước của vòng nhiễu xạ).
- 18/** Trình bày các giá trị đo được theo bảng 9-1

Bảng 9-1

Giá trị điện áp cao thế	$D_1$	$D_2$
3,5 kV		
4 kV		
4,5 kV		

- 19/** Xoay núm  $R_3$  của nguồn cao thế từ từ rất chậm ngược chiều kim đồng hồ để giảm thế đến 0,0 kV.
- 20/** Xoay núm của công tắc đôi về vị trí ngắt.
- 21/** Bật núm  $R_2$  của nguồn cao thế về vị trí ngắt.
- 22/** Rút phích của nguồn cao thế ra khỏi mạng 220V.
- 23/** Đẩy núm trượt K của Ampere - Volt kế METRA về vị trí "0" ở bên trái.
- 24/** Rút phích điện của nguồn AC - 6V ra khỏi mạng điện 220V.
- 25/** Xoay núm  $X_3$  của Ampere - Volt kế max 300V/10A về vị trí off. Kết thúc thực hành. Chú ý thời gian thực hành chỉ nên kéo dài từ 5 đến 10 phút.
- 26/** Tính bước sóng De Broglie của electron theo công thức:

$$\lambda_h = \frac{12,25}{\sqrt{U}} \quad (\text{Å})$$

Chú ý: Nhớ đổi đơn vị hiệu điện thế ra Volt (V)

- 27/** Tính khoảng cách mạng  $d$  theo công thức sau:

$$d_{1D} = \frac{2\lambda_h l}{D_1}, \quad d_{2D} = \frac{2\lambda_h l}{D_2}$$

**28/** Tính bước sóng  $\lambda_s$  của electron qua hiện tượng nhiễu xạ theo công thức

$$\text{Bragg: } \lambda_{s1} = \frac{D_1 d_1}{2l}, \quad \lambda_{s2} = \frac{D_2 d_2}{2l}.$$

Với  $d_1 = 2,13 \cdot 10^{-10}$  m,  $d_2 = 1,23 \cdot 10^{-10}$  m,  $l = 13$  cm.

**29/** Trình bày kết quả thí nghiệm theo bảng 9-2.

Bảng 9-2

$U$ (kV)	$D_1$ (m)	$D_2$ (m)	$\lambda_h$ (m)	$\lambda_{s1}$ (m)	$\lambda_{s2}$ (m)	$D_{1D}$ (m)	$D_{2D}$ (m)
3,5							
4,0							
4,5							

**30/** Từ kết quả thí nghiệm so sánh  $\lambda_h$  và  $\lambda_s$ , so sánh  $d_1$ ,  $d_2$  và  $d_{1D}$ ,  $d_{2D}$ .

Nhận xét và lý giải những nguyên nhân dẫn đến sự sai khác nếu có.

#### IV. CÂU HỎI THẢO LUẬN

- 1/ Mối quan hệ giữa động lượng của vi hạt và bước sóng De Broglie  $\lambda_h$ .
- 2/ Bước sóng De Broglie  $\lambda_h$  của hạt electron được xác định theo hiệu điện thế gia tốc theo biểu thức nào ?
- 3/ Giải thích tại sao công thức  $2d \sin \theta = k\lambda$  được xây dựng từ lý thuyết tia X để giải thích sự nhiễu xạ của tia X qua tinh thể. Nhưng lại được dùng để giải thích sự nhiễu xạ của chùm electron qua tinh thể ?
- 4/ Hãy nêu biểu thức bước sóng  $\lambda_s$  của chùm electron nhiễu xạ theo công thức Bragg phụ thuộc vào đường kính vân nhiễu xạ ?
- 5/ Trong bài thí nghiệm này cường độ dòng điện qua tim đèn phát chùm electron được đo bằng Ampere - Volt kế max 300/10A phải luôn luôn nhỏ hơn giá trị giới hạn  $I_{max}$  bằng bao nhiêu ?
- 6/ Trong bài thí nghiệm này cường độ dòng điện rò ngắn mạch của cao thế được đo bởi Ampere - Volt kế METRA phải luôn luôn nhỏ hơn giá trị giới hạn  $I_{max}$  bằng bao nhiêu ?
- 7/ Tại sao khi hiệu thế gia tốc  $U$  nhỏ hơn 3 KV ta không quan sát thấy hiện tượng nhiễu xạ ?
- 8/ Tại sao khi hiệu điện thế gia tốc  $U$  tăng thì đường kính vân nhiễu xạ giảm ?

## **Bài 10. ĐO ĐIỆN TÍCH RIÊNG CỦA ELECTRON**

### **I. MỤC ĐÍCH.**

- Xác định tỷ số giữa điện tích và khối lượng  $e/m$  của electron.
- Tỷ số  $e/m$  được gọi là điện tích riêng của electron. Việc xác định tỷ số này có ý nghĩa quan trọng trong việc nghiên cứu những hiện tượng điện, trong việc xác định bản chất của các hạt mang điện, trong Vật lý nguyên tử và trong nhiều ngành khoa học kỹ thuật khác.

### **II. TÓM TẮT LÝ THUYẾT.**

#### **2.1. Chuyển động của electron trong từ trường đều.**

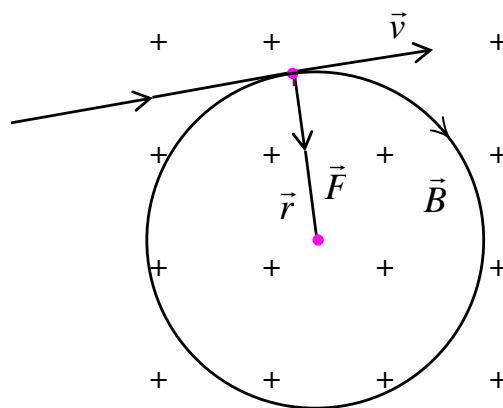
Một hạt mang điện tích  $e$  chuyển động với vận tốc  $v$  trong từ trường  $B$  sẽ chịu tác dụng của một lực Lorentz:

$$\vec{F} = e[\vec{v} \times \vec{B}] \quad (10-1)$$

Xét chuyển động của một electron có vận tốc ban đầu là  $\vec{v}$ , bay vào từ trường đều theo phương vuông góc với véc tơ cảm ứng từ  $\vec{B}$ . Theo (10-1) ta có lực Lorentz  $\vec{F}$  tác dụng lên electron có giá trị:

$$F = evB \sin 90^\circ = e v B$$

Vì phương của lực  $\vec{F}$  luôn luôn vuông góc với phương của véc tơ vận tốc  $v$  và phương của từ trường  $B$ , do đó  $\vec{F}$  sẽ đóng vai trò tác dụng của một lực hướng tâm. Dưới tác dụng của lực  $\vec{F}$ , electron sẽ chuyển động theo một quỹ đạo tròn có bán kính  $r$  (hình 10-1).



Hình 10-1

Theo định luật 2 Newton ta có:



$$m \frac{dv}{dt} = evB$$

Hay :

$$m \frac{v^2}{r} = evB$$

Từ đó:

$$r = \frac{v}{\frac{e}{m}B}$$

Suy ra :

$$\frac{e}{m} = \frac{v}{rB} \quad (10-2)$$

Công thức (10-2) cho ta cơ sở để có thể đo điện tích riêng của electron  $e/m$  bằng thực nghiệm:

### **2.3. Nguyên tắc xác định $e/m$ bằng thực nghiệm:**

Trong thực nghiệm, chùm electron được tạo ra từ ống phóng electron.. Các electron sau khi được bức xạ từ Katốt sẽ được gia tốc bởi điện trường giữa Anốt và Katốt nhờ giữa chúng có một hiệu điện thế gia tốc  $U$ .

Động năng của electron thu được trong điện trường là:

$$\frac{1}{2}mv^2 = eU$$

Từ đó vận tốc mà electron thu được sẽ là:

$$v = \sqrt{\frac{2eU}{m}}$$

Sau khi có vận tốc  $v$  electron được hướng bay thẳng góc vào một từ trường đều  $B$ . Dưới tác dụng của lực Lozentz, electron sẽ chuyển động theo quỹ đạo tròn với bán kính quỹ đạo là  $r$ .

Ta có:

$$evB = \frac{mv^2}{r}$$

Suy ra :

$$\frac{e}{m} = \frac{v}{r \cdot B}$$

Thay  $v = \sqrt{\frac{e}{m}2U}$  vào ta được :

$$\frac{e}{m} = \frac{2U}{B^2 r^2} \quad (10-3)$$

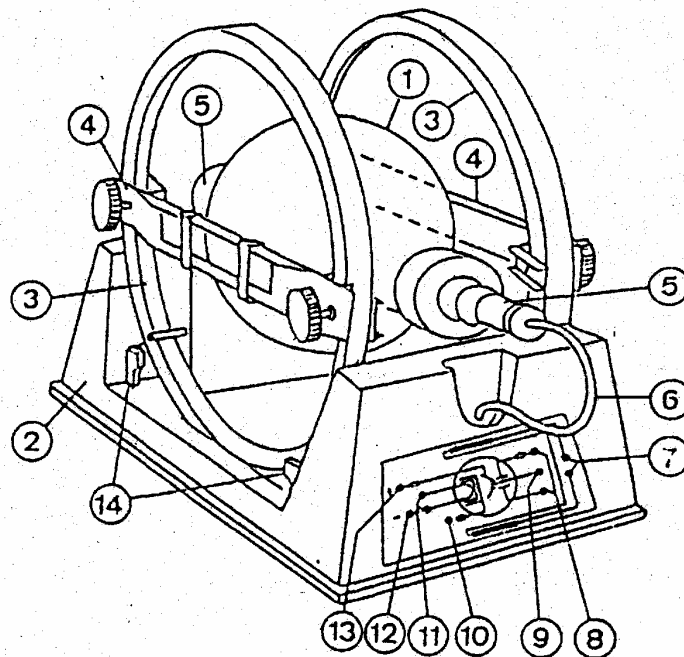
Nhờ các thiết bị chuyên dụng ta đo được U, B. Bán kính quỹ đạo  $r$  được quan sát và đo trên ống phóng electron. Thay các giá trị vào (10-3) ta tính được  $e/m$ .

### III. THỰC HÀNH

#### 3.1. MÔ TẢ DỤNG CỤ.

##### 1) Ống phóng electron.

Là thiết bị dùng để tạo chùm electron và quan sát quỹ đạo của chúng khi bay vào theo hướng vuông góc với từ trường.



Hình 10-2

Thiết bị bao gồm các bộ phận chính sau: (hình 10-2)

① Ống chân không: là một bình thủy tinh trong suốt chứa chân không. Bên trong bình chứa Katốt và các điện cực dùng để tăng tốc và định hướng chùm electron.

② Giá đỡ.

③ Hai cuộn dây nối tiếp nhau được đặt song song hai bên ống chân không để tạo từ trường.

④ Hai thanh nhựa nằm bắt ngang đường kính của hai cuộn dây. Trên mỗi thanh có hai tấm trượt để xác định đường kính quỹ đạo của chùm electron. Một trong hai thanh có lắp kính phẳng để dễ quan sát và chỉnh các tấm trượt.

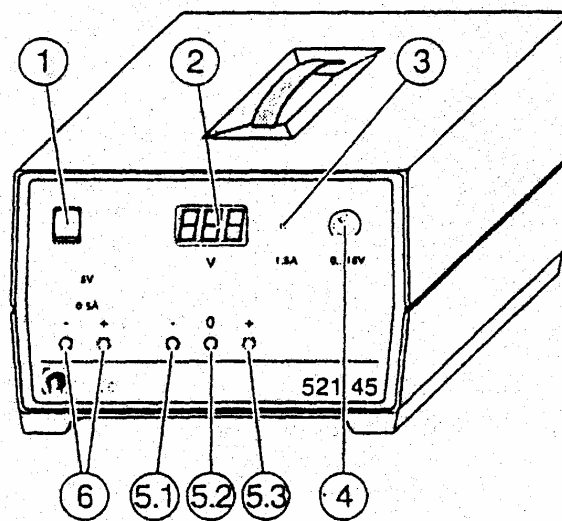
Ngoài ra, toàn bộ thiết bị Ống phóng electron được đặt trong buồng tối để dễ dàng quan sát chùm electron.

Chú ý :

- \_ Cần thận khi tiến hành thí nghiệm vì ống chân không rất dễ vỡ.
- \_ Khi lắp đặt xong thí nghiệm mới được mở các nguồn điện.

**2) Nguồn điện thế DC 0.. ±15V:** (hình 10-3)

Dùng để cung cấp điện thế cho hai cuộn dây tạo từ trường. Ngoài ra còn cung cấp điện thế cho lưới lọc.



Hình 10-3

Chú thích :

- ① Công tắc đóng, mở nguồn có đèn báo.
- ② Màn hình hiển thị giá trị hiệu điện thế ra.
- ③ Đèn Led dùng để cảnh báo khi dòng điện cung cấp vượt quá dòng điện giới hạn.

④ Nút điều chỉnh giá trị hiệu điện thế ra ở các chân ⑤ .

⑤ Các lỗ cắm, nơi lấy hiệu điện thế ra. Giá trị hiệu điện thế ra được hiển thị trên màn hình ② .

Giá trị hiệu điện thế ra ở các chân cắm :

(5.1) - (5.2) : từ -15V đến 0V.

(5.2) - (5.3) : từ 0V đến 15V.

(5.1) - (5.3) : từ 0V đến 30V.

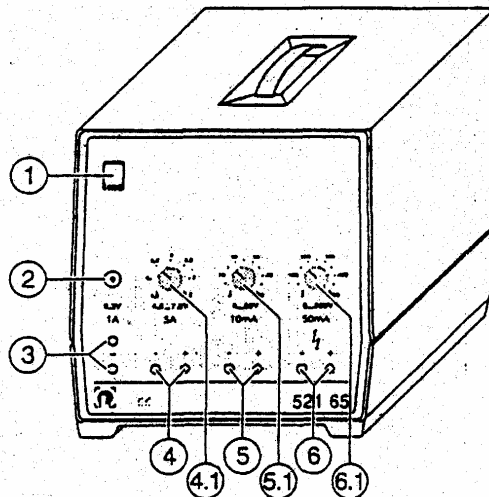
⑥ Cặp lỗ cắm cung cấp hiệu điện thế ra 5V.

Chú ý: Không được che đậy các khe thông gió ở vỏ bảo vệ.

**3) Nguồn điện cao thế DC 0 ... 500V.** (Hình 10-4)

Nguồn cao thế DC dùng để cung cấp hiệu điện thế  $U$  từ 150V đến 300V cho hai điện cực Anot và Katot để gia tốc chùm electron.

Ngoài ra, nguồn này còn cung cấp hiệu điện thế AC 6,3V cho tim đèn để phát xạ chùm electron.



Hình 10-4

**Chú thích.**

- ① Công tắc đóng, mở nguồn có đèn báo.
- ② Nút ấn khi lấy hiệu điện thế ra xoay chiều 6,3V ở chân ③.
- ④ Lỗ cắm nơi cung cấp hiệu điện thế DC lối ra từ 4,5V đến 7,5V được điều chỉnh bằng núm (4.1).
- ⑤ Lỗ cắm nơi cung cấp hiệu điện thế DC lối ra từ 0V đến 50V được điều chỉnh bằng núm (5.1).
- ⑥ Lỗ cắm nơi cung cấp hiệu điện thế DC lối ra từ 0V đến 500V được điều chỉnh bằng núm (6.1).

**Chú ý:**

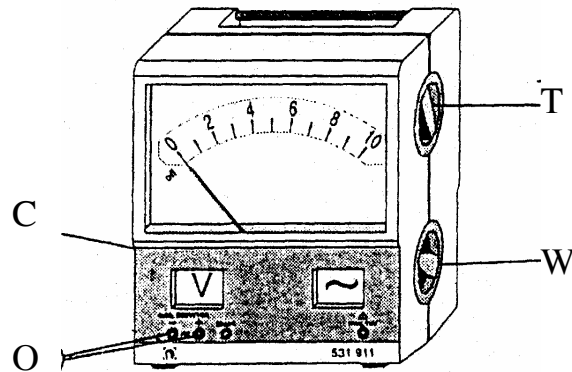
- Cần thận với nguồn điện cao thế khi sử dụng hiệu điện thế ra tại các lỗ cắm ⑥.
- Khi lắp đặt xong thí nghiệm mới được mở công tắc các nguồn điện.
- Chỉ được chạm tay vào các bộ phận của mạch điện khi công tắc nguồn của các thiết bị đã ở trạng thái OFF.
- Không được che đậy các khe thông gió ở vỏ bảo vệ.

**4) Amper-Volt kế Max 300V/10A.** (hình 10-5)

Dùng để xác định chính xác giá trị hiệu điện thế cung cấp cho hai điện cực Anot và Katot trong Ống phóng electron.

Chú thích:

W : Công tắc dùng để chuyển đổi đại lượng đo là một chiều nếu ở vị trí “-”, xoay chiều nếu ở vị trí “~”, hoặc là tắt thiết bị nếu ở vị trí “OFF”.



Hình 10-5

Trong thí nghiệm này thang đo đặt ở vị trí “-” dùng để đo hiệu điện thế một chiều.

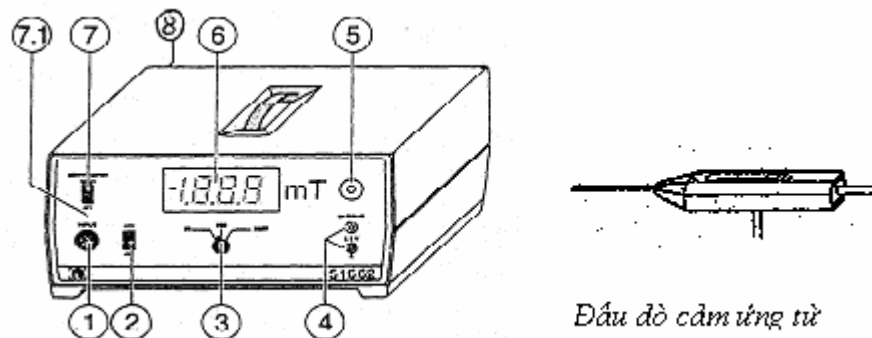
C : Công tắc chuyển đổi giữa các đơn vị đo. Trong bài thí nghiệm này ta dùng đơn vị đo là V.

T : Nút điều chỉnh thang đo, gồm có các thang đo 10V, 30V, 300V. Trong thí nghiệm này sử dụng thang đo 300V.

O : Chân cắm dùng để đo hiệu điện thế.

Chú ý :

- Cắm cực âm và cực dương cho đúng khi đo đại lượng điện một chiều DC.
- Đặt thang đo và đơn vị đo cho phù hợp khi đo hiệu điện thế hay dòng điện.

5) Máy đo từ trường và đầu dò cảm ứng từ : (Hình 10-6)

Hình 10-6

Dùng để đo từ trường áp ngang qua ống giữa hai cuộn dây. Máy có thể đo cả từ trường xoay chiều lẫn từ trường ổn định với các thang đo sau:

- Từ 0 ÷ 20 mT với mỗi bước tăng là 0,01mT
- Từ 0 ÷ 200 mT với mỗi bước tăng là 0,1mT
- Từ 0 ÷ 2000 mT với mỗi bước tăng là 1mT.

**Cách sử dụng :**

Khi đo cảm ứng từ của vùng nào thì ta đưa đầu dò cảm ứng từ vào vùng đó, giá trị đo được sẽ hiển thị trên màn hình của máy đo. Các nút chức năng của máy như sau:

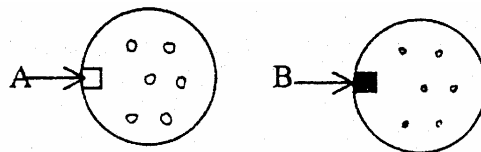
- (1) Lỗ cắm đa chân dùng để nối với đầu dò cảm ứng từ.
- (2) Công tắc chuyển đổi: Khi đo từ trường ổn định thì bật công tắc này về vị trí “- “. Khi đo từ trường xoay chiều thì bật công tắc này về vị trí “~ “.
- (3) Nút thay đổi độ nhạy với ba vị trí 20, 200, 2000 tương ứng với độ nhạy 0,01mT; 0,1mT và 1mT.
- (4) Cặp lỗ cắm cho ra giá trị đo được là hiệu điện thế.
- (5) Lỗ không gian che từ, dùng để Offset giá trị Zero ban đầu cho máy đo.
- (6) Màn hình hiển thị giá trị cảm ứng từ đo được, đơn vị đo là mT.
- (7) Nút Offset dùng để chỉnh giá trị Zero ban đầu cho đầu dò từ trường.
- (8) Công tắc nguồn có đèn báo, được bố trí phía sau của máy.

**Chú ý :**

- Cần thận khi sử dụng đầu dò cảm ứng từ vì nó rất dễ gãy.
- Cắm phích cắm đa chân cho khớp với ổ cắm đa chân theo chỉ dẫn

sau:

Xoay vết lồi B trên phích cắm đa chân sao cho khớp với vị trí vết lõm A trên ổ cắm đa chân. Sau đó đẩy phích cắm vào. (hình 10-7)



Hình 10-7

### **3.2. THỰC HÀNH:**

#### **A. Chuẩn bị dụng cụ và mắc mạch theo sơ đồ.**

1- Quan sát các thiết bị thí nghiệm ở trạng thái không bật điện, các nút điều chỉnh đều đặt ở vị trí Zero.

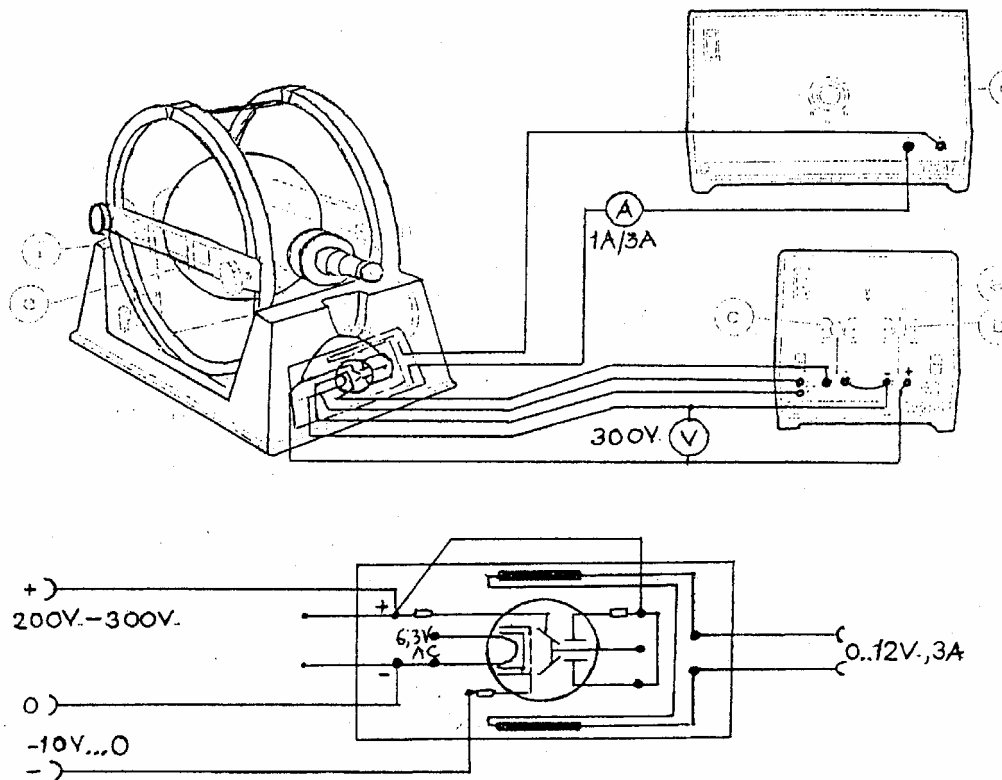
2- Mắc mạch điện theo sơ đồ hình 10-8. (Thường đã mắc sẵn).

3- Nhờ giáo viên đến kiểm tra mạch điện đã lắp ráp.

4- Mở công tắc nguồn điện thế DC  $0..±15V$ .

Chỉnh núm ④ của nguồn điện thế cho giá trị hiệu điện thế ra cung cấp cho hai cuộn dây và lưới điện là 4V.

**Chú ý:** Nếu đèn đỏ ③ sáng thì giảm núm ④ về vị trí Zero rồi đợi cho đến khi đèn đỏ tắt mới được tiếp tục thí nghiệm.



Hình 10-8

**A. Tiến hành các bước thực hành theo hướng dẫn.**

5- Nối đầu dò cảm ứng từ với máy đo từ trường.

6- Mở công tắc nguồn ⑧ của máy đo từ trường (phía sau máy).

7- Đưa núm ③ của máy đo từ trường về vị trí 20.

8- Bật công tắc ② của máy đo từ trường về vị trí “-”.

9- Cẩn thận đưa đầu dò cảm ứng từ một cách nhẹ nhàng vào lỗ không gian che từ ⑤ của máy đo từ trường và thực hiện Offset Zero như sau:

Đẩy núm Offset ⑦ xuống vị trí “SET”, lúc đó thì đèn đỏ sáng. Tiếp tục đẩy nút ⑦ lên xuống vài lần để hiệu chỉnh điểm Zero cho đầu dò cảm

ứng từ. Khi thấy trên màn hình máy đo từ trường chỉ chuyển đổi giữa hai giá trị 0 và 1 thì có thể rút đầu dò cảm ứng từ ra để đo.

**Chú ý :** Thao tác này phải hết sức cẩn thận vì đầu dò cảm ứng từ rất dễ gãy.

**10-** Mở cửa buồng tối chứa Ống phóng electron lên phía trên.

**11-** Đưa nhẹ nhàng đầu dò cảm ứng từ vào giữa hai cuộn dây và phía trên của ống chân không.

Ghi lại giá trị cảm ứng từ ổn định nhất đo được trên màn hình của Máy đo từ trường.

**Chú ý :** Không được để đầu dò cảm ứng từ chạm vào ống chân không.

**12-** Nhẹ nhàng rút đầu dò cảm ứng từ ra khỏi buồng tối và đặt ở vị trí an toàn. Đậy nắp buồng tối lại.

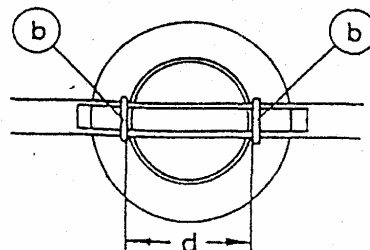
**13-** Mở công tắc nguồn cao thế DC 0..500V.

**14-** Chỉnh từ từ núm (6.1) của nguồn cao thế theo chiều kim đồng hồ cho đến giá trị 300V.

**15-** Quan sát chùm electron phát ra trong ống phóng electron.

**16-** Điều chỉnh hai thanh trượt ngang (b) trên thiết bị Ống phóng electron để xác định đường kính quỹ đạo của chùm electron.

**17-** Dùng thước để đo đường kính quỹ đạo (d) theo hình 10-9 sau:



Hình 10-9

**18-** Thay đổi từ từ núm (6.1) của nguồn cao thế xuống lần lượt các giá trị 250V ; 200V ; 150V ; 100V.

Sau mỗi lần thay đổi thì lập lại bước 16 và 17 để xác định đường kính quỹ đạo của chùm electron phát ra.

**19-** Ghi lại các giá trị đo được vào bảng 10-1:

Trong đó:

$$r^2 = \left(\frac{d}{2}\right)^2$$

$$\frac{e}{m} = \frac{2U}{B^2 r^2}$$



Bảng 10-1

Cao thế $U$ (V)	Đường kính $d$ (m)	Bình phương bán kính $r^2$ (m <sup>2</sup> )	Điện tích riêng $e/m$ (c/kg)
300			
250			
200			
150			
100			

20- Xác định sai số - kết quả:

+ Giá trị điện tích riêng trung bình :

$$\overline{\left(\frac{e}{m}\right)} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{e}{m}\right)_i = \dots\dots\dots \text{ (c/kg)}$$

+ Sai số :

$$\Delta\left(\frac{e}{m}\right) = \left| \overline{\left(\frac{e}{m}\right)} - \left(\frac{e}{m}\right)_i \right|_{\max}$$

$$\Delta\left(\frac{e}{m}\right) = \dots\dots\dots \text{ (c/kg)}$$

Kết quả :

$$\frac{e}{m} = \overline{\left(\frac{e}{m}\right)} \pm \Delta\left(\frac{e}{m}\right)$$

$$\frac{e}{m} = \dots\dots\dots \text{ (c/kg)}$$

21- Lặp lại thí nghiệm từ bước 4. Tăng giá trị hiệu điện thế DC cung cấp cho hai cuộn dây và lưới lọc lần lượt đến các giá trị 4,5V; 5,0V; 5,5V.

22- Vẽ đồ thị biểu diễn mối quan hệ giữa  $U$  và  $r$ .

23- Chỉnh các núm điều khiển của các thiết bị về vị trí Zero.

24- Tắt nguồn điện các thiết bị.

Nhận xét thí nghiệm và đánh giá kết quả.

#### IV. CÂU HỎI THẢO LUẬN

- 1) Hãy cho biết giá trị điện tích riêng của electron  $e/m$  theo lý thuyết.
- 2) Ý nghĩa việc xác định điện tích riêng của electron.

- 3) Phân tích chuyển động của electron khi nó bay vào một từ trường đều. Quỹ đạo của electron sẽ như thế nào nếu hướng bay vuông góc với từ trường?
- 4) Nguyên tắc xác định điện tích riêng của electron bằng thực nghiệm
- 5) Tại sao khi đo cảm ứng từ B phải đặt đầu dò phía trên Ống phóng electron và giữa hai cuộn dây mà không đặt ở những vị trí khác?
- 6) Trong bài thí nghiệm này, cần lưu ý những gì để giữ an toàn cho các thiết bị thí nghiệm.

## MỤC LỤC

Lời giới thiệu	2
<i>Phần thứ nhất.</i>	
<b>NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ THỰC HÀNH VẬT LÝ</b>	
I Phép đo các đại lượng vật lý.	4
II Đơn vị, hệ đơn vị đo.	4
III Sai số, phân loại, cấp chính xác của dụng cụ đo điện	5
IV Các cách tính sai số.	7
<i>Phần thứ 2</i>	
<b>CÁC BÀI THÍ NGHIỆM THỰC HÀNH</b>	
<i>Bài 1.</i> Cơ học chất điểm, hiện tượng phách.	10
<i>Bài 2.</i> Cơ học vật rắn.	30
<i>Bài 3.</i> Thí nghiệm máy biến áp.	47
<i>Bài 4.</i> Đo từ trường	56
<i>Bài 5.</i> Đo vận tốc ánh sáng	68
<i>Bài 6.</i> Giao thoa ánh sáng	79
<i>Bài 7.</i> Khảo sát hiện tượng tán sắc ánh sáng qua lăng kính, cách tử nhiễu xạ	86
<i>Bài 8.</i> Nhiễu xạ tia X	96
<i>Bài 9.</i> Tính chất sóng của vi hạt	109
<i>Bài 10.</i> Đo điện tích riêng của electron	120