

42

THỰC HÀNH : XÁC ĐỊNH BƯỚC SÓNG ÁNH SÁNG

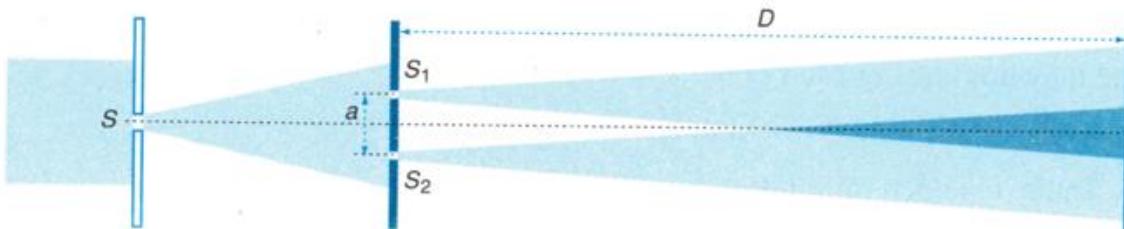
1. Mục đích

- Quan sát hiện tượng giao thoa của ánh sáng trắng qua khe Y-âng. Hiểu được hai phương án xác định bước sóng ánh sáng.
- Xác định bước sóng của ánh sáng đơn sắc dựa vào hiện tượng giao thoa của ánh sáng đơn sắc qua khe Y-âng.
- Rèn luyện kỹ năng lựa chọn và sử dụng các dụng cụ thí nghiệm để tạo ra hệ vân giao thoa.

2. Cơ sở lí thuyết

- Khi hai sóng ánh sáng đơn sắc phát ra từ hai nguồn kết hợp giao nhau thì có hiện tượng giao thoa. Khoảng vân (khoảng cách giữa hai vân sáng hoặc hai vân tối

cạnh nhau) $i = \frac{D}{a}$, trong đó λ là bước sóng của ánh sáng đơn sắc, D là khoảng cách từ khe Y-âng đến màn quan sát và a là khoảng cách giữa hai khe (Hình 42.1).



Hình 42.1 Sự giao nhau của hai sóng ánh sáng đơn sắc phát ra từ khe Y-âng.

Nếu đo được i , D và a thì ta xác định được bước sóng của ánh sáng đơn sắc theo công thức $\lambda = \frac{ia}{D}$.

- Vì ánh sáng trắng là tập hợp của vô số ánh sáng đơn sắc khác nhau và khoảng vân phụ thuộc vào bước sóng ánh sáng, nên khi hai chùm ánh sáng trắng giao nhau thì trên màn, ta sẽ quan sát thấy nhiều hệ vân giao thoa của các sóng ánh sáng đơn sắc và chúng không trùng khít nhau.

3. Phương án thí nghiệm

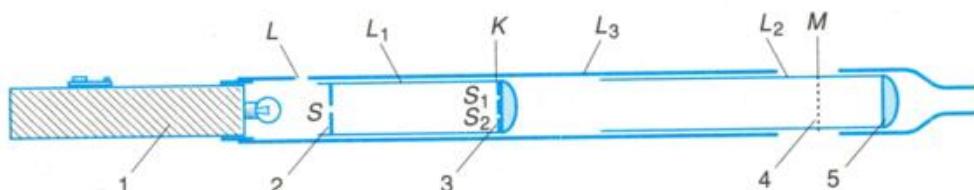
- Phương án 1
- Dụng cụ thí nghiệm

Kính giao thoa là một hệ đồng trục (Hình 42.2) gồm các bộ phận sau :

- Nguồn sáng : Đèn pin 3 V – 1,5 W (1).
- Ống hình trụ L_1 chứa các khe, gồm :
 - + Đĩa tròn (2) có khe hẹp S dọc theo đường kính đĩa và được gắn cố định ở đầu ống.
 - + Đĩa tròn (3) nằm ở đầu kia của ống, có hai khe S_1, S_2 rộng $\frac{1}{10}$ mm, song song với khe S , cách nhau 0,25 mm. Đĩa (3) được gắn vào mặt phẳng của một thấu kính hội tụ có tiêu cự bằng khoảng cách từ đĩa (2) tới đĩa (3).
- Ống quan sát hình trụ L_2 có đường kính bằng đường kính ống L_1 , gồm :
 - + Kính lúp (5) nằm ở đầu ống, đóng vai trò là một thị kính.
 - + Màn hứng vân giao thoa (4) là một đĩa trong suốt, có thước chia đến $\frac{1}{10}$ mm để đo khoảng vân, nằm ở gần tiêu diện của kính lúp. Vị trí của màn hứng vân được đánh dấu bằng vạch M ở bên ngoài ống L_2 .

Đèn và ống L_1 được gắn khít đồng trục trong ống định hướng L_3 sao cho dây tóc bóng đèn nằm song song với các khe. Ở thành ống L_3 có khe L nằm trước đĩa tròn (2) để lắp kính lọc sắc và có vạch đánh dấu vị trí K của hai khe S_1, S_2 . Ống quan sát L_2 lồng khít trong ống định hướng L_3 và có thể dịch chuyển được dọc theo ống L_3 để thay đổi khoảng cách từ hai khe (3) tới màn (4).

- Kính lọc sắc màu đỏ và kính lọc sắc màu xanh.
- Thước chia đến milimét.



Hình 42.2 Kính giao thoa.

- Tiến trình thí nghiệm
- Xác định bước sóng của ánh sáng đỏ và bước sóng của ánh sáng xanh
- + Đặt kính lọc sắc màu đỏ vào khe L và bật công tắc đèn pin.
- + Đặt mắt nhìn hệ vân giao thoa qua kính lúp (5) và xoay nhẹ ống quan sát L_2 sao cho các vạch chia trên thước ở màn (4) song song với các vân giao thoa.

+ Dịch chuyển ống L_2 (kéo ra hoặc đẩy vào) tới khi điểm giữa của tất cả các vân sáng hoặc của tất cả các vân tối trùng với các vạch chia trên thước (Hình 42.3). Khi đó, khoảng vân $i = 0,1$ mm.

+ Dùng thước đo khoảng cách từ khe Y-angled tới màn $D_1 = KM$ và ghi vào bảng số liệu.

+ Xê dịch ống quan sát L_2 hai lần để tìm vị trí của màn mà ta cho rằng các vạch chia trên thước ở màn trùng với điểm giữa của các vân sáng hoặc của các vân tối. Dùng thước đo D_2, D_3 tương ứng và ghi vào bảng số liệu.

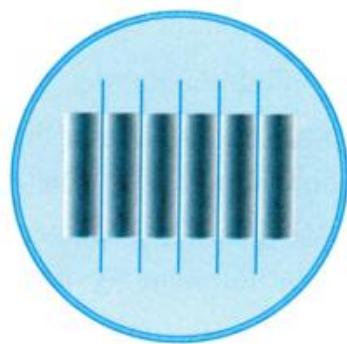
Cho biết $a = 0,250$ mm \pm 0,005 mm, $i = 0,100$ mm \pm 0,005 mm, tính \bar{D} , ΔD , $\bar{\lambda}$, $\Delta \lambda$ theo các công thức :

$$\Delta D = \frac{D_{\max} - D_{\min}}{2}; \bar{\lambda} = \frac{\bar{i}\bar{a}}{\bar{D}}; \Delta \lambda = \bar{\lambda} \left(\frac{\Delta i}{i} + \frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta D}{D} \right)$$

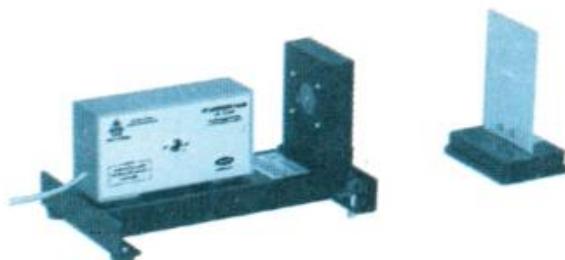
- + Lắp lại các bước thí nghiệm trên ứng với kính lọc sắc màu xanh.
- Quan sát hiện tượng giao thoa của hai chùm ánh sáng trắng
- + Bỏ kính lọc sắc ra khỏi khe L .
- + Đặt mắt nhìn hệ vân giao thoa qua kính lúp (5). Mô tả hệ vân giao thoa quan sát được và giải thích kết quả quan sát này.
- + Nếu thay đổi D , hệ vân giao thoa sẽ thay đổi như thế nào ? Tiến hành thí nghiệm kiểm tra dự đoán.

b) Phương án 2

- Dụng cụ thí nghiệm
 - Đèn laze bán dẫn 1 ÷ 5 mW.
 - Tấm chứa khe Y-angled gồm hai khe hẹp, song song và cách nhau $a = 0,4$ mm.
 - Màn hứng vân giao thoa.
 - Các đế để đặt đèn, tấm chứa khe Y-angled và màn hứng vân giao thoa.
 - Thước cuộn chia đến milimét.



Hình 42.3 Hệ vân giao thoa trên màn.



Hình 42.4 Thí nghiệm xác định bước sóng ánh sáng laze

- Tiến trình thí nghiệm

- Cố định lên giá đèn laze và tấm chứa khe Y-âng.
- Nối đèn vào nguồn điện xoay chiều 220 V và điều chỉnh tấm chứa khe Y-âng sao cho chùm tia laze phát ra từ đèn chiếu đều vào Y-âng kép.
- Đặt màn hứng vân song song và cách tấm chứa Y-âng kép khoảng 1 m để làm xuất hiện trên màn hệ vân giao thoa rõ nét.
- Dùng thước đo khoảng cách D_1 từ khe Y-âng tới màn và khoảng cách l_1 giữa 6 vân sáng hoặc 6 vân tối liên tiếp. Điền các giá trị D_1 , l_1 vào bảng số liệu.
Tính, ghi vào bảng số liệu khoảng vân $i_1 = \frac{l_1}{5}$ và bước sóng ánh sáng laze theo công thức $\lambda = \frac{ia}{D}$.
- Lặp lại bước thí nghiệm trên ứng với hai giá trị D lớn hơn D_1 bằng cách dịch chuyển màn hứng vân.
- Tính $\bar{\lambda}$ và $\Delta\lambda$.

4. Báo cáo thí nghiệm

- Mục đích thí nghiệm.
- Cơ sở lí thuyết.
- Tiến trình thí nghiệm.
- Kết quả thí nghiệm.

- Phương án 1 :

- Xác định bước sóng của ánh sáng đỏ và bước sóng của ánh sáng xanh.

$$a = 0,250 \text{ mm} \pm 0,005 \text{ mm}; i = 0,100 \text{ mm} \pm 0,005 \text{ mm}$$

Bảng 42.1

Lần thí nghiệm	D_1 (mm)	D_2 (mm)	D_3 (mm)	\bar{D} (mm)	ΔD (mm)	$\bar{\lambda} = \frac{\bar{ia}}{\bar{D}}$ (mm)	$\Delta\lambda$ (mm)	$\lambda = \bar{\lambda} \pm \Delta\lambda$ (mm)
Ứng với kính lọc sắc màu đỏ								
Ứng với kính lọc sắc màu xanh								

– Mô tả hệ vân giao thoa của hai chùm ánh sáng trắng và giải thích kết quả quan sát được.

– Mô tả sự thay đổi của hệ vân giao thoa khi thay đổi D .

• **Phương án 2 :** Xác định bước sóng ánh sáng laze

Bảng 42.2

Lần thí nghiệm	$D(\text{mm})$	$l (\text{mm})$	$i = \frac{l}{5} (\text{mm})$	$\lambda = \frac{ia}{D} (\text{mm})$
1				
2				
3				

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3}{3} = \dots ; \Delta\lambda = \frac{\lambda_{\max} - \lambda_{\min}}{2} = \dots$$

$$\lambda = \bar{\lambda} \pm \Delta\lambda = \dots$$

e) Nhận xét.

?

CÂU HỎI

- Trong phương án 1, vì sao phải điều chỉnh dây tóc bóng đèn nằm song song với các khe ? Nếu đặt vuông góc thì sao ?
- Trong phương án 2, vì sao phải đặt màn hứng vân giao thoa song song với tấm chứa khe Y-âng ? Nếu đặt nghiêng một góc 45° thì có ảnh hưởng gì đến thí nghiệm ?

!

BÀI TẬP

- Tại sao ở phương án 1, bằng cách dịch chuyển ống quan sát, ta có thể làm cho khoảng vân đạt giá trị $i = 0,1 \text{ mm}$. Khi nào thì phải kéo ống quan sát ra và khi nào thì phải đẩy ống quan sát ngược lại ?
- Ở phương án 2 :
 - Nếu thay đèn laze phát ánh sáng màu đỏ bằng đèn laze phát ánh sáng màu xanh thì hệ vân giao thoa thu được trên màn sẽ thay đổi như thế nào ?
 - Nếu mỗi khe trong khe Y-âng được chiếu sáng nhờ một đèn laze riêng biệt phát ánh sáng cùng bước sóng thì hiện tượng trên màn quan sát được sẽ như thế nào ?