

37 KHOẢNG VÂN

BƯỚC SÓNG VÀ MÀU SẮC ÁNH SÁNG

I - MỤC TIÊU

- Nắm chắc điều kiện để có vân sáng, điều kiện để có vân tối.
- Nắm chắc và vận dụng được công thức xác định vị trí vân sáng, vị trí vân tối, khoảng vân.
- Biết được cỡ lớn của bước sóng ánh sáng, mối liên quan giữa bước sóng ánh sáng và màu sắc ánh sáng.
- Biết được mối liên hệ giữa chiết suất và bước sóng ánh sáng.

II - CHUẨN BỊ

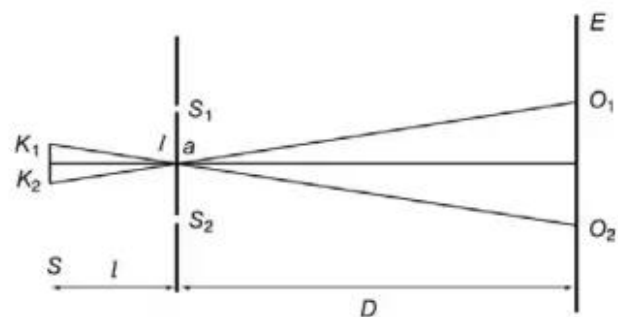
Giáo viên : Vẽ trên giấy khổ lớn đường cong tán sắc của thủy tinh và nước (Hình 37.3 SGK).

Học sinh : Ôn lại sự giao thoa của sóng cơ.

III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

Ảnh hưởng của kích thước nguồn sáng đến hình ảnh giao thoa

Nếu ta tăng dần kích thước của nguồn sáng, mở rộng dần khe sáng S trong TN Y-âng chẳng hạn, thì mỗi dải rất hẹp trên chiều rộng của khe sẽ cho ta một hệ vân giao thoa riêng, và tổng hợp tất cả các hệ vân này sẽ cho một sự phân bố cường độ sáng tại các điểm khác trên màn quan sát. Thí nghiệm chứng tỏ, khi độ rộng b của khe sáng S vượt qua một giới hạn b_0 nào đó thì không còn quan sát được vân giao thoa trên màn nữa. Để có thể ước tính giá trị của b_0 (giả sử hai khe S_1 và S_2 trong thí nghiệm Y-âng là hẹp, còn khe S có độ rộng b) ta chia S thành hai khe hẹp có hai tâm



Hình 37.1

K_1 và K_2 cách nhau $K_1K_2 = \frac{b}{2}$. Mỗi khe cho trên màn quan sát E một hệ vân. Hai vân sáng chính giữa O_1 và O_2 của hai hệ vân này cách nhau một khoảng Δx . Từ Hình 37.1 ta có $O_1O_2 = \Delta x = K_1K_2 \cdot \frac{D}{l} = \frac{bD}{2l}$ với l là khoảng cách từ nguồn S đến mặt phẳng chứa hai khe S_1, S_2 , còn D là khoảng cách từ S_1, S_2 đến màn E . Nếu Δx đúng bằng nửa khoảng vân $i \left(i = \frac{\lambda D}{a} \right)$ thì vân tối của hệ vân này sẽ trùng với vân sáng của hệ vân kia và hình ảnh giao thoa trên màn E sẽ hoàn toàn biến mất. Vì vậy, muốn còn quan sát được hình ảnh giao thoa thì Δx phải nhỏ hơn $\frac{i}{2}$. Δx càng nhỏ tức là khe S càng hẹp thì càng dễ quan sát.

IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

1. Xác định vị trí các vân giao thoa và khoảng vân

Bắt đầu vào bài học, GV yêu cầu HS nhắc lại hình ảnh giao thoa quan sát được trong thí nghiệm Y-âng (Hình 36.4 SGK) và nêu nhận xét khoảng cách giữa các vân giao thoa.

Tiếp theo, GV yêu cầu HS nhắc lại điều kiện để có vân giao thoa với biên độ cực đại, hay cực tiểu (HS trả lời câu C1).

C1 Muốn cho tại điểm A có vân giao thoa cực đại (dao động tổng hợp có biên độ cực đại) thì phải có :

$$|d_2 - d_1| = k\lambda$$

Tại điểm A có vân giao thoa cực tiểu khi :

$$|d_2 - d_1| = \left(k + \frac{1}{2} \right) \lambda$$

Từ đó GV hướng dẫn HS tìm hiệu đường đi $d_2 - d_1$. GV cũng có thể gợi ý HS cách làm khác (như ở SGK cũ). Từ đó GV hướng dẫn HS vận dụng điều kiện để có vân sáng, vân tối để tìm vị trí các vân sáng và công thức khoảng vân.

GV lưu ý HS : Ta cũng có thể tìm công thức xác định vân tối, nhưng không cần thiết và nếu tìm được thì k không có ý nghĩa rõ ràng, không xác định vân thứ mấy như là đối với vân sáng, chỉ cần nắm được là : xen kẽ các vân sáng là các vân tối và các vân sáng, các vân tối cách đều nhau. GV yêu cầu HS nắm chắc công thức tính

khoảng vân. Từ đó cho HS nhận xét : muốn quan sát rõ các vân giao thoa thì i phải có trị số đủ lớn và muốn vậy $\frac{D}{a}$ phải lớn, nghĩa là a phải có trị số rất nhỏ.

GV yêu cầu HS trả lời **C2**, cho biết $a = 2 \text{ mm}$, $D = 2 \text{ m}$, $\lambda_{\text{đỏ}} = 0,76 \text{ }\mu\text{m}$ và $\lambda_{\text{tím}} = 0,38 \text{ }\mu\text{m}$.

$$\mathbf{C2} \quad i_{\text{đỏ}} = \lambda_{\text{đỏ}} \frac{D}{a} = 0,76 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{2}{2 \cdot 10^{-3}} = 0,76 \text{ mm}$$

$$i_{\text{tím}} = \lambda_{\text{tím}} \frac{D}{a} = 0,38 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{2}{2 \cdot 10^{-3}} = 0,38 \text{ mm}$$

Ta thấy $i_{\text{đỏ}} > i_{\text{tím}}$

Ta có $x_{\text{đỏ}} = ki_{\text{đỏ}}$. Suy ra vị trí các vân sáng bậc 1 và bậc 2 tương ứng là :

$$x_{\text{đỏ}1} = 1 \cdot i_{\text{đỏ}} = 0,76 \text{ mm}$$

và $x_{\text{đỏ}2} = 2 \cdot i_{\text{đỏ}} = 1,52 \text{ mm}$

Tương tự : $x_{\text{tím}1} = 1 \cdot i_{\text{tím}} = 0,38 \text{ mm}$

$$x_{\text{tím}2} = 2 \cdot i_{\text{tím}} = 0,76 \text{ mm}$$

2. Đo bước sóng ánh sáng bằng phương pháp giao thoa

GV hướng dẫn HS : từ công thức $i = \frac{\lambda D}{a}$ suy ra $\lambda = i \frac{a}{D}$. Từ đó gợi ý HS :

Muốn đo được λ phải đo được các đại lượng nào ?

Đồng thời GV lưu ý HS công thức $\lambda' = \frac{\lambda}{n}$ (GV có thể yêu cầu HS tìm công

thức này dựa vào các công thức đã biết $\lambda = \frac{c}{f}$, $\lambda' = \frac{v}{f}$ và $v = \frac{c}{n}$.

3. Bước sóng và màu sắc ánh sáng

GV trình bày như SGK và hướng dẫn HS xem Bảng 37.1 để hình dung được bước sóng của bảy màu chính trong quang phổ Mặt Trời.

Từ đó GV yêu cầu HS trả lời **C3**.

C3 Ánh sáng trắng là một tập hợp của vô số ánh sáng đơn sắc có màu sắc biến thiên liên tục từ tím đến đỏ và có bước sóng biến thiên liên tục từ $0,38 \mu\text{m}$ đến $0,76 \mu\text{m}$ ($\lambda_{\text{tím}} < \lambda_{\text{chàm}} < \lambda_{\text{làm}} < \dots < \lambda_{\text{đỏ}}$). Khi đó, tại vân sáng trung tâm, tất cả các cực đại giao thoa đều trùng nhau. Ta có *vân trắng trung tâm*. Vì khoảng vân tăng lên theo bước sóng, từ tím đến đỏ $\lambda_{\text{tím}} < \lambda_{\text{chàm}} < \lambda_{\text{làm}} < \dots < \lambda_{\text{đỏ}}$, cho nên ở sát hai bên vân trắng trung tâm có hai vân tối thứ nhất, rồi xuất hiện hai dải màu cầu vồng : tím ở trong, đỏ ở ngoài. Đó là các *quang phổ bậc 1* (ứng với $k = \pm 1$). Tiếp đến *quang phổ bậc 2* (ứng với $k = \pm 2$)... Chú ý rằng các vạch tím cách đều nhau ; các vạch đỏ cũng cách đều nhau với khoảng cách lớn hơn. Quang phổ liên tục bậc 1 là dải màu liên tục từ vạch tím bậc 1 đến vạch đỏ bậc 1. Tương tự như vậy đối với các quang phổ liên tục bậc 2, bậc 3...

4. Chiết suất của môi trường và bước sóng ánh sáng

GV yêu cầu HS nhắc lại nguyên nhân của sự tán sắc ánh sáng và dự đoán mối quan hệ này. GV cũng yêu cầu HS so sánh $n_{\text{đỏ}}$ so với $n_{\text{tím}}$, từ đó rút ra kết luận chung : chiết suất ứng với ánh sáng đơn sắc có bước sóng càng dài thì có giá trị càng nhỏ hơn chiết suất ứng với bước sóng ngắn.

V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

Câu hỏi

1. Xem mục 1 SGK.
2. Xem mục 2 SGK.
3. Xem mục 3 SGK.

Bài tập

1. B.
2. B.
3. A.

4. a) Từ vân sáng bậc 4 đến vân sáng bậc 10 có 6 khoảng vân.

Suy ra : $6i = 2,4 \text{ mm}$, $i = 0,4 \text{ mm}$.

Áp dụng công thức $i = \frac{\lambda D}{a}$, hay $\lambda = \frac{ia}{D}$. Thay số (chú ý đổi đơn vị), ta được $\lambda = 0,40 \mu\text{m}$. Đó là bước sóng của ánh sáng tím.

b) Thay $\lambda = 0,70 \mu\text{m}$ vào công thức tính i . Sau đó tìm khoảng cách bằng $6i$. Do đó, tính được khoảng cách bằng $4,2 \text{ mm}$.

5. Trước hết tính khoảng vân :

$$i = \frac{\lambda D}{a} = \frac{0,6.10^{-6}.2}{3.10^{-3}} = 0,4 \text{ mm}$$

Nhận xét : + 1,2 mm = 3*i* ; suy ra tại *M* có vân sáng bậc 3 ;

$$+ 1,8 \text{ mm} = \left(4 + \frac{1}{2}\right)i ; \text{ suy ra tại } N \text{ có vân tối (thứ 5).}$$