

Bài tập 1

Trong thí nghiệm về giao thoa ánh sáng, các khe S_1 và S_2 được chiếu sáng bởi ánh sáng đơn sắc. Khoảng cách giữa hai khe $a = 1 \text{ mm}$. Khoảng cách giữa mặt phẳng chứa hai khe và màn quan sát E là $D = 3 \text{ m}$ (Hình 38.1).



Hình 38.1

- a) Biết bước sóng của chùm sáng đơn sắc là $\lambda = 0,5 \mu\text{m}$. Hãy tính khoảng vân.
- b) Hãy xác định vị trí vân sáng bậc 2 trên màn quan sát.

Bài giải

a) Ta có khoảng vân :
$$i = \frac{\lambda D}{a} = \frac{0,5 \cdot 10^{-6} \cdot 3}{10^{-3}} = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 1,5 \text{ mm}$$

b) Vị trí vân sáng bậc 2 :
$$x = k \frac{\lambda D}{a} = 2i = 3 \text{ mm}$$

Bài tập 2

Hai lăng kính A_1, A_2 có góc chiết quang A đều bằng $20'$, có đáy B chung, được làm bằng thuỷ tinh, chiết suất $n = 1,5$. Một nguồn sáng điểm S đặt trong mặt phẳng của đáy B cách hai lăng kính một khoảng $d = 50 \text{ cm}$ phát ánh sáng đơn sắc, bước sóng $\lambda = 600 \text{ nm}$. Một màn E cách hai lăng kính một khoảng $d' = 70 \text{ cm}$.

- a) Chứng minh rằng, trên màn E ta quan sát được một hệ vân giao thoa.
- b) Tính khoảng cách i giữa hai vân sáng liên tiếp và số vân có thể quan sát được.
- Cho $1' \approx 3 \cdot 10^{-4} \text{ rad}$.

Bài giải

- a) Các tia sáng đi từ S , sau khi đi qua lăng kính A_1 bị lệch một góc Δ :

$$\Delta = (n - 1)A$$

về phía đáy tựa như được phát đi từ ảnh ảo S_1 của S (Hình 38.2). Cũng thế, các tia sáng qua lăng kính A_2 cũng tựa như được phát đi từ ảnh ảo S_2 của S . Vì góc chiết quang nhỏ, nên xem gần đúng như : $S_1 S_2 \perp SBIO$. Hai nguồn điểm S_1, S_2 là hai ảnh ảo của cùng một nguồn S nên luôn luôn là hai nguồn kết hợp. Hai chùm sáng khúc xạ đỉnh S_1, S_2 có phần chung là $P_1 P_2$ (xem Hình 38.2) ; mỗi điểm trên màn E ở trong khoảng $P_1 P_2$ nhận được hai dao động sáng kết hợp. Hai dao động (sóng) này giao thoa với nhau, làm xuất hiện một hệ vân giao thoa trong khoảng $P_1 P_2$ ($P_1 P_2$ là bề rộng của vùng giao thoa).

b) Từ Hình 38.2, ta tìm được khoảng cách a giữa hai nguồn S_1S_2 :

$$a = S_1S_2 = 2JS.\tan\Delta \approx 2d(n-1)A$$

Thay số, ta được :

$$a = 2.50.(1,5 - 1).20.3.10^{-4} = 0,3 \text{ cm} = 3 \text{ mm.}$$

Khoảng vân :

$$i = \frac{\lambda D}{a} = \frac{\lambda(d+d')}{a} \approx 0,24 \text{ mm}$$

Số vân sáng nhiều nhất có thể quan sát được trên màn E :

$$N = 1 + 2 \cdot \frac{P_1P_2}{2i}$$

(trong đó chỉ lấy phần nguyên của thương số $\frac{P_1P_2}{2i}$).

Từ Hình 38.2, xét hai tam giác đồng dạng IS_1S_2 và IP_1P_2 , ta tìm được bề rộng P_1P_2 của vùng giao thoa :

$$\frac{P_1P_2}{S_1S_2} = \frac{d'}{d} \Rightarrow P_1P_2 = S_1S_2 \frac{d'}{d} = a \frac{d'}{d} = 4,2 \text{ mm}$$

Do đó, ta được :

$$N = 1 + 2 \cdot \frac{P_1P_2}{2i} \approx 17 \text{ vân}$$

Chú ý : Khi tính thương số $\frac{P_1P_2}{2i}$, ta chỉ giữ lại phần nguyên.

(Thực ra, do hiện tượng nhiễu xạ nên các vân ở gần P_1P_2 hầu như không quan sát được, và số vân thực sự quan sát được thường nhỏ hơn N chừng vài vân).

Bài tập 3

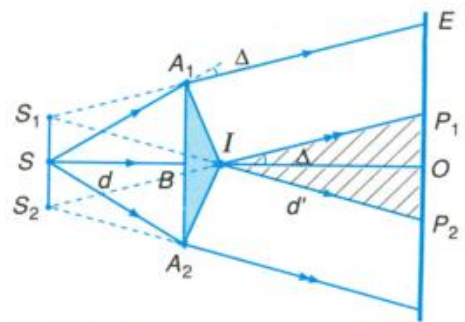
Một thấu kính có tiêu cự $f = 20 \text{ cm}$, đường kính vành $L = 3 \text{ cm}$ được chia làm đôi theo một đường kính. Sau đó hai nửa thấu kính được tách cho xa nhau một khoảng $e = 2 \text{ mm}$ (nhờ chèn vào giữa một sợi dây hoặc thỏi kim loại). Một khe sáng hẹp song song với đường chia hai nửa thấu kính, đặt cách đường ấy một khoảng $d = 60 \text{ cm}$. Khe sáng F phát ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda = 0,546 \mu\text{m}$. Vân giao thoa được quan sát trên một màn E , đặt cách hai nửa thấu kính một khoảng D (Hình 38.3).

a) Muốn quan sát được các vân giao thoa trên màn E , thì D phải có giá trị nhỏ nhất là bao nhiêu ?

b) Cho $D = 1,8 \text{ m}$, tính khoảng vân và số vân sáng quan sát được trên màn.

Bài giải

a) Vẽ hai chùm sáng phát ra từ F đi tới hai nửa thấu kính, ta được hai ảnh thật F_1, F_2 của F tạo bởi hai nửa thấu kính (Hình 38.3).



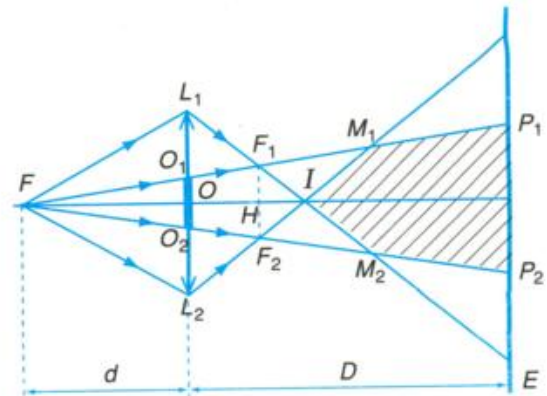
Hình 38.2

F_1, F_2 là hai nguồn kết hợp, cho hai chùm sáng giao thoa với nhau tại vùng giao nhau. Trên Hình 38.3, vùng giao thoa (được gạch chéo trên hình vẽ) được giới hạn bởi các tia sáng : $L_1F_1M_2$; $O_1F_1M_1$; $L_2F_2M_1$ và $O_2F_2M_2$.

Khoảng cách d' từ F_1F_2 đến O_1O_2 là :

$$d' = \frac{df}{d-f} = \frac{60.20}{60-20} = 30 \text{ cm}$$

Hai tam giác đồng dạng FO_1O_2 và FF_1F_2 cho ta :



Hình 38.3

$$\frac{F_1F_2}{O_1O_2} = \frac{FH}{FO} \Rightarrow \frac{a}{e} = \frac{d+d'}{d}$$

Do đó : $F_1F_2 = a = e \frac{d+d'}{d} = 3 \text{ mm}$

Hình 38.3 cho thấy rằng, để quan sát được các vân giao thoa, ta phải đặt màn E ở xa thấu kính hơn điểm I (giao điểm của hai tia sáng L_1F_1 và L_2F_2), nghĩa là phải có : $D > OI$.

Để tính OI , xét hai tam giác đồng dạng IF_1F_2 và IL_1L_2 :

$$\frac{F_1F_2}{L_1L_2} = \frac{IH}{IO} \Rightarrow \frac{L_1L_2 - F_1F_2}{L_1L_2} = \frac{IO - IH}{IO}$$

Do đó : $IO = d' \frac{(L+e)}{L+e-a} \approx 33,1 \text{ cm.}$

Vậy giá trị nhỏ nhất của D phải là 33,1 cm.

b) Khoảng vân :

$$i = \frac{\lambda(D-d')}{a} = \frac{0,546.10^{-6} \cdot (1,8 - 0,3)}{3.10^{-3}} = 0,273.10^{-3} \text{ m} \approx 0,27 \text{ mm}$$

Bề rộng vùng giao thoa : $\frac{P_1P_2}{O_1O_2} = \frac{D+d}{d}$

Suy ra : $P_1P_2 = e \cdot \frac{D+d}{d} = 8 \text{ mm.}$

Số vân sáng nhiều nhất có thể quan sát được trên màn : $N = 1 + 2 \cdot \frac{P_1P_2}{2i} \approx 29$

Số vân thực sự quan sát được nhỏ hơn 29 vân.