

Bài 25. GIAO THOA ÁNH SÁNG

25.1. Câu D. 25.2. Câu B. 25.3. Câu C. 25.4. Câu B.

25.5. Câu A. 25.6. Câu A. 25.7. Câu C. 25.8. Câu D.

25.9. Câu B.

Khi chưa dịch chuyển màn ảnh, ta có :

$$1.10^{-3} = \frac{\lambda D}{0,6.10^{-3}} \Rightarrow \lambda D = 0,6.10^{-6}$$

Sau khi dịch chuyển màn ảnh :

$$0,8.10^{-3} = \frac{\lambda(D - 0,25)}{0,6.10^{-3}} \Rightarrow \lambda D - 0,25\lambda = 0,48.10^{-6}$$

Từ hai phương trình trên, ta tính được λ .

25.10. Câu A. Vị trí vân cực đại bậc 4 của bước sóng $0,76 \mu\text{m}$:

$$x = 4. \frac{D.0,76.10^{-6}}{a}$$

Vị trí của vân cực đại bậc k của các bước sóng khác :

$$x = k \frac{D\lambda}{a}$$

Vì k phải lớn hơn 4, nên ta có :

k	5	6	7	8	9
$\lambda (\mu\text{m})$	0,608	0,507	0,434	0,380	0,338

Phải bỏ số hạng cuối cùng.

25.11. Câu D. Khoảng vân ứng với hai bức xạ là :

$$i_1 = \frac{2.450.10^{-9}}{0,5.10^{-3}} = 1,8.10^{-3} \text{ m} = 1,8 \text{ mm}$$

và
$$i_2 = \frac{2.600.10^{-9}}{0,5.10^{-3}} = 2,4.10^{-3} \text{ m} = 2,4 \text{ mm}$$

Vị trí trên màn ảnh, tại đó vân sáng của hai hệ vân trùng nhau là :

$$x = k_1 i_1 = k_2 i_2 \Rightarrow 1,8k_1 = 2,4k_2 \Rightarrow \frac{k_1}{k_2} = \frac{2,4}{1,8} = \frac{4}{3}$$

Vì k_1 và k_2 phải là các số nguyên, dương, nên chúng chỉ có thể có các trị số dưới đây :

k_1	0	4	8	12	16	20
k_2	0	3	6	9	12	15

Vì $5,5 \text{ mm} \leq x \leq 22 \text{ mm}$, nên k_1 chỉ có thể lấy ba trị số là 4, 8 và 12 ; tương ứng với ba trị số của k_2 là 3, 6, và 9. Vậy, có ba vân sáng trùng nhau.

25.12. Câu D. Đặt $\lambda_1 = 720 \text{ nm}$ và λ_2 là bước sóng của ánh sáng màu lục. Gọi i_1 và i_2 là các khoảng vân của ánh sáng đỏ và ánh sáng lục. Tại vị trí trung tâm, vân sáng bậc 0 của hai hệ vân trùng nhau. Như vậy tại các vị

trí khác mà vân sáng của hai hệ vân trùng nhau thì ta lại có vân cùng màu với vân trung tâm. Tại các vị trí này, ta có :

$$x = k_1 i_1 = k_2 i_2 \Rightarrow k_1 \frac{\lambda_1 D}{a} = k_2 \frac{\lambda_2 D}{a} \Rightarrow k_1 \lambda_1 = k_2 \lambda_2$$

Giữa hai vân cùng màu cạnh nhau có 8 vân sáng màu lục. Điều này có nghĩa là các vân sáng màu lục có bậc giao thoa là $k_2 = 0$ và $k_2 = 9$ đã trùng với vân sáng màu đỏ. Do đó, ta có :

$$k_1 \lambda_1 = 9 \lambda_2 \Rightarrow \lambda_2 = \frac{k_1 \lambda_1}{9} = 720 \frac{k_1}{9} = 80 k_1$$

với λ_2 tính bằng đơn vị nanômet và $k_1 \leq 8$. Ta có một loạt giá trị của λ_2 :

k_1	1	2	3	4	5	6	7	8
λ (nm)	80	160	240	320	400	480	560	640

Chỉ có giá trị 560 nm là thích hợp.

25.13. Câu B. Vị trí của vân sáng trên màn ảnh :

$$x = k \frac{\lambda D}{a} = k \frac{2\lambda}{0,8 \cdot 10^{-3}} = 3 \cdot 10^{-3} \Rightarrow \lambda = \frac{1,2 \cdot 10^{-6}}{k}$$

Ta có một chuỗi giá trị của λ :

k_1	1	2	3	4	5
λ (μm)	1,2	0,6	0,4	0,3	0,24

Chỉ có hai giá trị 0,40 μm và 0,60 μm là thích hợp.

25.14. Câu A. Cách giải gần giống như ở Bài 25.12. Vị trí của hai vân sáng trùng nhau (cùng màu với vân chính giữa) :

$$x = k_1 i_1 = k_2 i_2$$

với i_1 và i_2 là khoảng vân ứng với hai bức xạ.

$$i_1 = \frac{\lambda_1 D}{a} = \frac{500 \cdot 10^{-9} \cdot 1,2}{2 \cdot 10^{-3}} = 0,3 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 0,3 \text{ mm}$$

$$i_2 = \frac{\lambda_2 D}{a} = \frac{660 \cdot 10^{-9} \cdot 1,2}{2 \cdot 10^{-3}} = 0,396 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 0,396 \text{ mm}$$

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{i_2}{i_1} = \frac{396}{300} = \frac{132}{100} = \frac{66}{50} = \frac{33}{25}$$

Vì k_1 và k_2 đều phải là các số nguyên, dương, nên giá trị nhỏ nhất của k_1 và k_2 phải là : $k_1 = 33$ và $k_2 = 25$. Với $k_1 = 33$ thì $x = 9,9$ mm.

25.15. Câu D. Tương tự như các Bài 25.12 và 25.14, ta có :

Vị trí tại đó vân sáng của ba bức xạ trùng nhau là :

$$x = k_1 i_1 = k_2 i_2 = k_3 i_3 \quad \Rightarrow k_1 \lambda_1 = k_2 \lambda_2 = k_3 \lambda_3$$

i_1, i_2, i_3 là các khoảng vân ứng với ba bức xạ đó. Thay số, ta được :

$$0,42k_1 = 0,56k_2 = 0,63k_3 \quad \Rightarrow 6k_1 = 8k_2 = 9k_3$$

Vì k_1, k_2 và k_3 đều phải là các số nguyên, dương, nên các tích phải là bội số chung nhỏ nhất của 6, 8 và 9. Đó là $2^3 \cdot 3^2 = 72$.

Như vậy, ta có $k_1 = 12$; $k_2 = 9$ và $k_3 = 8$.

Giữa cực đại bậc 0 và cực đại bậc 12 của bước sóng λ_1 có 11 vân sáng.

Giữa cực đại bậc 0 và cực đại bậc 9 của bước sóng λ_2 có 8 vân sáng.

Giữa cực đại bậc 0 và cực đại bậc 8 của bước sóng λ_3 có 7 vân sáng.

Như vậy, số vân sáng của ba bức xạ nằm giữa hai vân sáng liên tiếp, cùng màu với vân trung tâm là : $11 + 8 + 7 = 26$ vân. Tuy nhiên có một số cặp trùng nhau, nên chỉ coi mỗi cặp là một vân sáng.

Số cặp trùng nhau của hai hệ vân λ_1 và λ_2 : $6k_1 = 8k_2$ hay $3k_1 = 4k_2$.

k_1	0	4	8	12
k_2	0	3	6	9

Như vậy, trong khoảng này có 2 cặp trùng nhau của hai hệ vân nói trên.

Số cặp trùng nhau của hai hệ vân λ_1 và λ_3 : $6k_1 = 9k_3$ hay $2k_1 = 3k_3$

k_1	0	3	6	9	12
k_2	0	2	4	6	8

Như vậy, trong khoảng này có ba cặp trùng nhau của hai hệ vân nói trên.

Số cặp trùng nhau của hai hệ vân λ_2 và λ_3 : $8k_2 = 9k_3$.

Như vậy, trong khoảng này không có cặp trùng nhau của hai hệ vân này.

Số cặp trùng nhau tổng cộng là $2 + 3 = 5$ cặp.

Kết quả, số vân sáng của ba bức xạ nằm giữa hai vân sáng liên tiếp, cùng màu với vân trung tâm là : $26 - 5 = 21$ vân sáng.

25.16. Khoảng vân là $i = \frac{3,6}{9-1} = 0,45$ mm.

Từ công thức $i = \frac{\lambda D}{a}$ ta suy ra :

$$\lambda = \frac{ia}{D} = \frac{0,45 \cdot 1,2}{0,9 \cdot 10^3} = 0,6 \cdot 10^{-3} \text{ mm} = 0,6 \text{ }\mu\text{m}.$$

25.17. Với λ_0 , ta có $i_0 = \frac{3,3}{8-1} = \frac{3,3}{7} \text{ mm}.$

Với λ ta có $i = \frac{3,37}{9-1} = \frac{3,37}{8} \text{ mm}.$

Do đó ta có : $\lambda = \lambda_0 \frac{i}{i_0} = 589 \cdot \frac{3,37}{8} \cdot \frac{7}{3,3} \approx 526 \text{ nm}.$

25.18. a) $i = \frac{\lambda D}{a} = \frac{546 \cdot 10^{-6} \cdot 0,8 \cdot 10^3}{1,2} = 364 \cdot 10^{-3} \text{ mm}.$

b) Tại M_1 : $x = 1,07 \text{ mm} = \frac{1,07}{0,364} i \approx 3i.$

Vậy tại M_1 gần như có tâm vân sáng thứ ba.

Tại M_2 : $x_2 = 0,91 \text{ mm} = \frac{0,91}{0,364} i = 2,5i = \left(3 - \frac{1}{2}\right) i.$

Vậy tại M_2 có vân tối thứ ba.

25.19. a) Khoảng cách dự kiến a_0 của hai khe :

$$a_0 = \frac{\lambda D}{i} = \frac{0,59 \cdot 10^{-3} \cdot 0,6 \cdot 10^3}{0,4} = 0,885 \text{ mm}.$$

b) Khoảng cách đúng của hai khe :

$$a = \frac{0,59 \cdot 0,6}{\frac{2,1}{6}} = \frac{0,59 \cdot 0,6 \cdot 6}{2,1} \approx 1,0 \text{ mm}.$$

25.20. Gọi d_1 , d'_1 và d_2 , d'_2 lần lượt là các khoảng cách từ hai khe đến thấu kính và từ thấu kính đến màn ở hai vị trí của thấu kính. Ta có :

$$d_1 + d'_1 = d_2 + d'_2 = D = 1,2 \text{ m} = 120 \text{ cm} \text{ và } d_2 - d_1 = 72 \text{ cm}.$$

Theo tính chất trở lại ngược chiều của ánh sáng, ta biết rằng :

$$d'_1 = d_2 \text{ và } d'_2 = d_1$$

Do đó : $d'_1 - d_1 = d_2 - d'_2 = d = 72 \text{ cm}.$

Ở một trong hai vị trí của thấu kính thì ảnh lớn hơn vật, còn ở vị trí kia thì ảnh nhỏ hơn. Mà ảnh lớn hơn vật khi $d' > d$. Vậy, ở vị trí thứ nhất thì ảnh lớn hơn và ta có :

$$d'_1 - d_1 = 72 ; 2d'_1 = 120 + 72 \Rightarrow d'_1 = 96 \text{ cm}$$

$$d_1 = 120 - 96 = 24 \text{ cm} \text{ và } k = \left| \frac{d'_1}{d} \right| = \frac{96}{24} = 4$$

Khoảng cách giữa hai khe là :

$$a = F_1 F_2 = \frac{F'_1 F'_2}{4} = \frac{3,8}{4} = 0,95 \text{ mm}$$

$$i = \frac{\lambda D}{a} = \frac{656 \cdot 10^{-6} \cdot 1,2 \cdot 10^3}{0,95} \approx 0,83 \text{ mm}$$

25.21. Gọi D là khoảng cách từ màn mang hai khe F_1, F_2 đến mặt phẳng tiêu vật của kính lúp, ở vị trí thứ nhất, và $D + 30$ là khoảng cách ở vị trí thứ hai. Ta có hai phương trình :

$$i = \frac{2,4}{16} = \frac{\lambda D}{a} = \frac{\lambda D}{1,8} \quad (1)$$

$$i' = \frac{2,88}{12} = \frac{\lambda(D + 30)}{1,8} \quad (2)$$

Giải ra ta được : $D = 50 \text{ cm}$ và $\lambda = 0,54 \mu\text{m}$.

25.22. a) Với bức xạ đỏ, $\lambda_1 = 660 \text{ nm} = 0,66 \mu\text{m}$

$$i_1 = \frac{0,66 \cdot 10^{-3} \cdot 1,2 \cdot 10^3}{2} = 0,396 \text{ mm}$$

Với bức xạ lục – vàng, $\lambda_2 = 550 \text{ nm} = 0,55 \mu\text{m}$

$$i_2 = \frac{0,55 \cdot 10^{-3} \cdot 1,2 \cdot 10^3}{2} = 0,33 \text{ mm}$$

b) Vân chính giữa ứng với $k = 0$ là chung cho cả hai bức xạ, tức là tại đó cả hai bức xạ cùng cho vân sáng và vân có màu là màu hỗn hợp của màu đỏ và màu lục, tức là màu vàng – da cam.

Vân đầu tiên cùng màu với vân này ở tại điểm A cách tâm O của vân chính giữa một khoảng $x = OA$ sao cho : $x = k_1 i_1 = k_2 i_2$ hay là $0,396k_1 = 0,33k_2$; với k_1, k_2 là hai số nguyên.

Ta nhận thấy : $6k_1 = 5k_2$.

Vậy giá trị nhỏ nhất của k_1 là 5 và của k_2 là 6, tức là :

$$OA = 0,396 \cdot 5 = 0,33 \cdot 6 = 1,98 \text{ mm}$$

25.23. Giữa hai vân sáng cùng màu với vân chính giữa có 7 vân sáng màu lục, giữa 7 vân màu lục này có 6 khoảng vân màu lục cộng thêm hai khoảng nữa từ hai vân ở hai đầu đến hai vân trùng với vân màu đỏ.

Vậy, có tất cả $6 + 2 = 8$ khoảng vân màu lục i_l .

Giữa hai vân sáng cùng màu với vân chính giữa lại có một số nguyên lần khoảng vân i_d màu đỏ, tức là ta có : $8i_l = ki_d$

k phải là một số nguyên và nguyên tố cùng số 8.

Mà i_d lại lớn hơn i_l nên k chỉ có thể là 3, 5 hoặc 7.

- $k = 3$. Ta có $8i_l = 3i_d$ hay là $8\lambda_l = 3\lambda_d$ (vì i tỉ lệ thuận với λ).

Do đó : $\lambda_l = \frac{3}{8} \lambda_d = \frac{3}{8} \cdot 640 = 240 \text{ nm.}$

Bức xạ này ở trong miền tử ngoại (loại).

- $k = 5$. Làm tương tự ta cũng được :

$$\lambda_l = \frac{5}{8} \lambda_d = \frac{5}{8} \cdot 640 = 400 \text{ nm}$$

Bức xạ này có màu tím nên cũng không chấp nhận được.

- $k = 7$; $\lambda_l = \frac{7}{8} \lambda_d = \frac{7}{8} \cdot 640 = 560 \text{ nm.}$

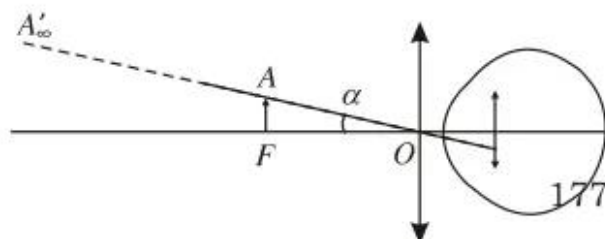
Bức xạ này đúng là có màu lục. Vậy :

– Giữa hai vân sáng nói trên có $7 - 1$ vân màu đỏ.

– Bước sóng của bức xạ lục là 560 nm.

25.24. a) Khi quan sát vân bằng kính lúp thì ta trông thấy ảnh của hệ vân nằm trên mặt phẳng tiêu vật của kính lúp và ảnh đó ở xa vô cùng (H.25.1G).

Ta thấy :



$$\alpha \approx \tan \alpha = \frac{i}{f}$$

với $i = \frac{2,1}{14} \text{ mm} ; f = 40 \text{ mm}.$

Vậy $\alpha = \frac{2,1}{14.40} = \frac{3}{800} \text{ rad} = 12,5'.$ Hình 25.1G

Khoảng cách từ hai khe tới mặt phẳng của các vân :

$$D = L - f = 40 - 4 = 36 \text{ cm} = 0,36 \text{ m}.$$

Bước sóng của bức xạ là :

$$\lambda = \frac{ia}{D} = \frac{2,1.1,2}{14.0,36.10^3} = 0,5.10^{-3} \text{ mm} = 0,5 \mu\text{m}$$

b) Trong môi trường chiết suất n , tốc độ ánh sáng giảm n lần nhưng tần số không đổi, do đó bước sóng và khoảng vân i giảm n lần.

Ta có : $\lambda' = \frac{\lambda}{n} = \frac{\lambda}{4} = \frac{3}{4} \lambda = \frac{3}{4} \cdot 0,5 = 0,375 \mu\text{m}$ và khoảng cách giữa hai

vân nói trên thành $\frac{2,1.3}{4} = 1,575 \text{ mm}.$

25.25. a) Với $\lambda_1 = 750 \text{ nm} = 0,75 \mu\text{m}$ thì $i_1 = \frac{0,75.10^{-3}.1,2.10^3}{1,5} = 0,6 \text{ mm}.$

Với $\lambda_2 = 400 \text{ nm} = 0,40 \mu\text{m}$ thì $i_2 = \frac{0,4.1,2}{1,5} = 0,32 \text{ mm}.$

b) Đặt $x = OM = ki = k \frac{\lambda D}{a}$ thì bức xạ nào ứng với k nguyên sẽ cho vân sáng, bức xạ ứng với k nửa nguyên cho vân tối.

Do λ chỉ ở trong khoảng 400 nm và 750 nm, nên khoảng vân i lớn nhất cũng chỉ bằng i_1 và nhỏ nhất cũng chỉ bằng i_2 , nên k phải ở trong khoảng k_1 và k_2 xác định bởi :

$$x = k_1 i_1 = k_2 i_2 \text{ hay là } 2 = 0,6 k_1 = 0,32 k_2$$

tức là $k_1 = \frac{2}{0,6} = 3,3\dots$ và $k_2 = \frac{2}{0,32} = 6,25.$ Như vậy $3,3 \leq k \leq 6,25.$

Từ 3,3 đến 6,25 có ba số nguyên : 4, 5, 6 và có ba số nửa nguyên 3,5 ; 4,5 và 5,5.

Vậy, có ba bức xạ cho vân sáng, bước sóng lần lượt là :

$$\lambda_1 = 750 \cdot \frac{2}{0,6} \cdot \frac{1}{4} = 625 \text{ nm} ; \lambda_2 = 625 \cdot \frac{4}{5} = 500 \text{ nm} ;$$

$$\lambda_3 = 625 \cdot \frac{4}{6} \approx 417 \text{ nm}.$$

Và cũng có ba bức xạ cho vân tối, bước sóng lần lượt :

$$\lambda'_1 = \frac{750 \cdot 2}{0,6 \cdot 3,5} \approx 714 \text{ nm} ; \lambda'_2 = \frac{750 \cdot 2}{0,6 \cdot 4,5} \approx 556 \text{ nm} ;$$

$$\lambda'_3 = \frac{750 \cdot 2}{0,6 \cdot 5,5} \approx 455 \text{ nm}.$$

25.26. Khoảng vân giao thoa :

$$i = \frac{\lambda D}{a} = \frac{0,6 \cdot 10^{-6} \cdot 2,5}{1 \cdot 10^{-3}} = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 1,5 \text{ mm}$$

Số khoảng vân trong một nửa bề rộng của miền giao thoa :

$$N = \frac{L}{2i} = \frac{12,5}{2 \cdot 1,5} = 4,17$$

Số vân sáng trong một nửa bề rộng, không kể vân trung tâm là 4 vân.

Số vân sáng trong cả bề rộng của miền giao thoa, kể cả vân trung tâm :

$$(2 \cdot 4) + 1 = 9 \text{ vân}$$

Số vân tối trong một nửa bề rộng : 4 vân.

Số vân tối trong cả bề rộng của miền giao thoa : $2 \cdot 4 = 8$ vân.

Tổng số vân sáng và vân tối trong miền giao thoa : $9 + 8 = 17$ vân.