

GIAO THOA ÁNH SÁNG

A. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

I>**Nhiều xa ánh sáng:** là hiện tượng truyền sai lệch so với sự truyền thẳng khi ánh sáng gặp vật cản.

II>**Hiện tượng giao thoa ánh sáng bằng 2 khe lân:**

1. **Hiện tượng giao thoa ánh sáng** là hiện tượng hai sóng ánh sáng kết hợp khi gặp nhau sẽ giao thoa với nhau tạo thành các vân giao thoa.

- Hai nguồn kết hợp trong g/thoa sóng ánh sáng:

- + Hai nguồn phát ra hai sóng cùng λ .
- + Hiệu số pha không đổi theo thời gian.

- Hiện tượng giao thoa ánh sáng chứng tỏ ánh sáng có tính chất sóng

2. **Vị trí vân sáng, vân tối, khoảng vân:**

- Hiệu đường đi : $\delta = d_2 - d_1 = \frac{ax}{D}$

- Vị trí các vân sáng : khi hai sóng tới **cùng pha, tăng cường** lẫn nhau ($d_2 - d_1 = k\lambda$)

$$x_s = k \frac{\lambda D}{a} = ki \quad \text{với } k: \text{ bậc giao thoa.}$$

+ $k = 0$: vân sáng trung tâm hay vân sáng chính giữa hay vân số 0

+ $k = \pm 1$: vân sáng bậc 1

+ $k = \pm 2$: vân sáng bậc 2

- Vị trí các vân tối : khi hai sóng tới **ngược pha, triệt tiêu** lẫn nhau ($d_2 - d_1 = (k+1/2)\lambda$)

$$x_s = \left(k + \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda D}{a} = \left(k + \frac{1}{2}\right) i$$

+ $k = 0, k = -1$: vân tối thứ nhất

+ $k = 1, k = -2$: vân tối thứ 2

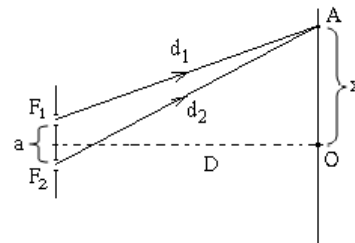
+ $k = 2, k = -3$: vân tối thứ 3

3. **Khoảng vân:** là khoảng cách giữa hai vân sáng hoặc hai vân tối liên tiếp

- Công thức: $i = \frac{\lambda D}{a}$

4. **Màu sắc ánh sáng:**

Màu	λ (nm)
Đỏ	640 → 760
Da cam	590 → 650
Vàng	570 → 600
Lục	500 → 575
Lam	450 → 510
Chàm	430 → 460
Tím	380 → 440



B. PHƯƠNG PHÁP GIẢI BÀI TẬP CƠ BẢN

1. **Vị trí vân sáng, vân tối, khoảng vân, bước sóng ánh sáng:**

+ **Khoảng vân i:** $i = \frac{\lambda D}{a}$

a: khoảng cách giữa hai khe.

D: khoảng cách từ 2 khe đến màn.

i: khoảng vân

* Chú ý : có n vân sáng trên chiều dài l. Thì khoảng vân i tính bằng công thức : $(n-1)i = l$

+ **Vị trí vân sáng:** $x_s = k \frac{\lambda D}{a} = ki$

Vân sáng trung tâm : $k = 0$

Vân sáng bậc 1 : $k = \pm 1$

Vân sáng bậc 2: $k = \pm 2$

+ **Vị trí vân tối :** $x_s = \left(k + \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda D}{a} = \left(k + \frac{1}{2}\right) i$

Vân tối bậc 1 : $k = 0$, $k = -1$

Vân tối bậc 2: $k = 1$, $k = -2$

Vân tối bậc 3: $k = 2$, $k = -3$

+ **Hiệu đường đi của ánh sáng (hiệu quang trình):** $\delta = r_2 - r_1 = \frac{ax}{D}$

Với $r_1 = S_1M$: khoảng cách từ M đến nguồn S1

$r_2 = S_2M$: khoảng cách từ M đến nguồn S2

x: khoảng cách từ vân trung tâm đến điểm M ta xét

* Tại M là vân sáng: $\delta = r_2 - r_1 = k\lambda \Rightarrow$ Hiệu đường đi là một số nguyên lần bước sóng

* Tại M là vân tối : $\delta = r_2 - r_1 = (2k+1)\frac{\lambda}{2} = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda \Rightarrow$ Hiệu đường đi là một số nguyên lẻ lần nửa bước sóng

$$n = \frac{i}{i_n} = \frac{\lambda}{\lambda_n} = \frac{c}{v}$$

+ **Thí nghiệm Y-âng trong chất lỏng có chiết suất n bất kỳ:**

Ví dụ 1: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, hai khe được chiếu bằng ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ . Nếu tại điểm M trên màn quan sát có vân sáng bậc 4 (tính vân sáng trung tâm) thì hiệu đường đi của ánh sáng từ hai khe S_1, S_2 đến M có độ lớn bằng

A. $3,5\lambda$.

B. 4λ .

C. $2,5\lambda$.

D. 2λ .

Hướng dẫn

Tại M là vân sáng: $\delta = r_2 - r_1 = k\lambda$ (vân sáng bậc 4: $k=4$) Chọn B.

Ví dụ 2: Trong thí nghiệm Iâng (Y-âng) về giao thoa của ánh sáng đơn sắc, hai khe hẹp cách nhau 1 mm, mặt phẳng chứa hai khe cách màn quan sát 1,875 m. Khoảng cách giữa 5 vân sáng liên tiếp là 3,6 mm. Bước sóng của ánh sáng dùng trong thí nghiệm này bằng

A. $0,48 \mu\text{m}$.

B. $0,40 \mu\text{m}$.

C. $0,60 \mu\text{m}$.

D. $0,76 \mu\text{m}$.

Hướng dẫn

$(n-1)i = l$ (trong đó $n=5$; $l=3,6\text{mm}$) $\Rightarrow$ Chọn A.

Ví dụ 3: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng với khe Young, Khoảng cách giữa hai khe là 1 mm, khoảng cách từ hai khe đến màn là 1,5 m. Trên màn, người ta đo khoảng cách từ vân sáng bậc 2 đến vân sáng bậc 7 cùng phía so với vân trung tâm là 4,5 mm. Bước sóng dùng trong thí nghiệm là

A. $\lambda = 0,4\mu\text{m}$.

B. $\lambda = 0,5\mu\text{m}$.

C. $\lambda = 0,6\mu\text{m}$.

D. $\lambda = 0,45\mu\text{m}$.

Hướng dẫn

$$x_7 - x_2 = 7 \frac{\lambda D}{a} - 2 \frac{\lambda D}{a} = 5 \frac{\lambda D}{a} \Rightarrow \lambda = \frac{(x_7 - x_2)a}{5D} = \frac{4,5 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 1,5} = 0,6 \cdot 10^{-6} \text{ (m)}$$

$\Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ 4: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng với khe Iâng: khoảng cách hai khe 3 mm, khoảng cách từ hai khe đến màn quan sát là 2 m. Giữa hai điểm P, Q trên màn quan sát đối xứng nhau qua vân sáng

trung tâm có 11 vân sáng, tại P và Q là hai vân sáng. Biết khoảng cách PQ là 3 mm. Bước sóng do nguồn phát ra nhận giá trị

- A. $\lambda = 0,65 \mu\text{m}$. B. $\lambda = 0,5 \mu\text{m}$. C. $\lambda = 0,6 \mu\text{m}$. D. $\lambda = 0,45 \mu\text{m}$.

Hướng dẫn

$$i = \frac{PQ}{11-1} = 0,3.10^{-3} (\text{m}) \Rightarrow \lambda = \frac{ai}{D} = \frac{3.10^{-3}.0,3.10^{-3}}{2} = 0,45.10^{-6} (\text{m}) \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

2. Xác định xem tại vị trí M (x_M) có vân sáng hay vân tối, thứ mấy:

Tính: $\boxed{\frac{x_M}{i} = k}$ (nguyên) $\Rightarrow$ Vân sáng (Bậc k)

$\boxed{\frac{x_M}{i} = k + 0,5} \Rightarrow$ Vân tối (thứ: $k + 1$)

Ví dụ 5: Trong một thí nghiệm giao thoa I âng, khoảng cách hai khe là 1,2mm, khoảng cách giữa mặt phẳng chứa hai khe và màn ảnh là 2m. Người ta chiếu vào khi Iang bằng ánh sáng đơn sắc có bước sóng 0,6 μm . Xét tại hai điểm M và N trên màn có tọa độ lần lượt là 6 mm và 15,5 mm là vị trí vân sáng hay vân tối

- A. M sáng bậc 2; N tối thứ 16. B. M sáng bậc 6; N tối thứ 16.
C. M sáng bậc 2; N tối thứ 9. D. M tối 2; N tối thứ 9.

Hướng dẫn

$$i = \frac{\lambda D}{a} = \frac{0,6.10^{-6}.2}{1,2.10^{-3}} = 1 (\text{mm})$$

Suy ra:

$$+ \frac{x_M}{i} = 6 \Rightarrow \text{Vân sáng bậc 6.}$$

$$+ \frac{x}{i} = 15,5 \Rightarrow \text{Tối thứ } 15+1 \Rightarrow \text{Chọn B}$$

Ví dụ 6: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, nguồn sáng gồm các bức xạ có bước sóng lần lượt là $\lambda_1 = 720 \text{ nm}$, $\lambda_2 = 540 \text{ nm}$, $\lambda_3 = 432 \text{ nm}$ và $\lambda_4 = 360 \text{ nm}$. Tại điểm M trong vùng giao thoa trên màn mà hiệu khoảng cách đến hai khe bằng 1,08 μm có vân

- A. sáng bậc 2 của bức xạ λ_4 . B. tối thứ 3 của bức xạ λ_1 .
C. sáng bậc 3 của bức xạ λ_1 . D. sáng bậc 3 của bức xạ λ_2 .

Hướng dẫn

$$\text{Vân sáng: } d_2 - d_1 = k\lambda$$

$$\text{Vân tối: } d_2 - d_1 = (m + 0,5)\lambda$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta d}{\lambda} = \frac{d_2 - d_1}{\lambda} = \begin{cases} \text{so nguyên} \Rightarrow \text{van sang} \\ \text{so ban nguyên} \Rightarrow \text{van toi} \end{cases}$$

3. Tìm tổng số vân sáng - vân tối trên bề rộng giao thoa trường (L):

Tính: $k = \frac{L}{2i}$

+ **Số vân sáng**: (luôn là số lẻ) $\boxed{N_s = 2k+1}$ với k lấy phần nguyên. VD: 2,1 $\rightarrow$ 2; 2,9 $\rightarrow$ 2

+ **Số vân tối**: (luôn là số chẵn) $\boxed{N_t = 2k}$ với k làm tròn bình thường. VD: 2,1 $\rightarrow$ 2; 2,3 $\rightarrow$ 2; 2,5 $\rightarrow$ 3; 2,9 $\rightarrow$ 3

Ví dụ 7: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, khoảng cách giữa hai khe là 0,5 mm. khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe đến màn là 2 m. Ánh sáng đơn sắc dùng trong thí nghiệm có bước sóng 0,5 μm . Vùng giao thoa trên màn rộng 25,8 mm (vân trung tâm ở chính giữa), số vân sáng là:

- A. 15. B. 17. C. 13. D. 11.

Hướng dẫn

$$i = \frac{\lambda D}{a} = 2\text{mm}$$

$$k = \frac{L}{2i} = 6,45$$

$$N_s = 2k+1=13$$

⇒ Chọn C.

Ví dụ 8: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, hai khe được chiếu bằng ánh sáng đơn sắc có bước sóng $0,6\text{ }\mu\text{m}$. Khoảng cách giữa hai khe là 1 mm , khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe đến màn quan sát là $2,5\text{ m}$, bề rộng miền giao thoa là $1,25\text{ cm}$. Tổng số vân sáng và vân tối có trong miền giao thoa là

A. 19 vân.

B. 17 vân.

C. 15 vân.

D. 21 vân.

Hướng dẫn

$$i = \frac{\lambda D}{a} = 2\text{mm}$$

$$k = \frac{L}{2i} = 4,16$$

$$N_s = 2k+1=9$$

$$N_t = 2k=9$$

⇒ $N_t + N_s = 17 \Rightarrow$ Chọn B.

4. Vị trí trùng nhau của 2 bức xạ λ_1, λ_2 : $x_1 = x_2$

* Vị trí vân sáng bậc k_1 của bức xạ λ_1 trùng với vị trí vân sáng bậc k_2 của bức xạ λ_2

$$k_1 \lambda_1 = k_2 \lambda_2 \quad \text{hay} \quad k_1 i_1 = k_2 i_2 \quad \Rightarrow \quad \frac{k_1}{k_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{i_2}{i_1} = \frac{x}{y} \text{ lấy phân số tối giản}$$

Tức là vân sáng bậc x của λ_1 trùng với bức xạ bậc y của λ_2

Ví dụ 9: Trong thí nghiệm Y-âng, khoảng cách giữa hai khe là 1 mm , khoảng cách từ $\lambda_1 = 0,72\text{ }\mu\text{m}$ và λ_2 , người ta thấy vân sáng bậc 3 của bức xạ λ_2 trùng với vân sáng bậc 2 của bức xạ λ_1 . Tìm λ_2 .

A. $\lambda_2 = 0,54\text{ }\mu\text{m}$.

B. $\lambda_2 = 0,43\text{ }\mu\text{m}$.

C. $\lambda_2 = 0,48\text{ }\mu\text{m}$.

D. $\lambda_2 = 0,45\text{ }\mu\text{m}$.

Hướng dẫn

Dùng công thức trùng nhau của hai bức xạ Chọn C.

Ví dụ 10: Trong thí nghiệm về giao thoa ánh sáng, chiếu đồng thời vào hai khe hai bức xạ có bước sóng $\lambda_1 = 0,42\text{ }\mu\text{m}$ và $\lambda_2 = 0,525\text{ }\mu\text{m}$. Hệ thống vân giao thoa được thu trên màn, tại điểm M trên màn là vân sáng bậc 4 của bức xạ λ_1 , và điểm N là vân sáng bậc 11 của bức xạ λ_2 . Biết M và N nằm cùng về một phía so với vân sáng trung tâm. Trừ hai vạch sáng tại hai điểm M, N thì trong đoạn MN có

A. 15 vạch sáng.

B. 13 vạch sáng.

C. 16 vạch sáng.

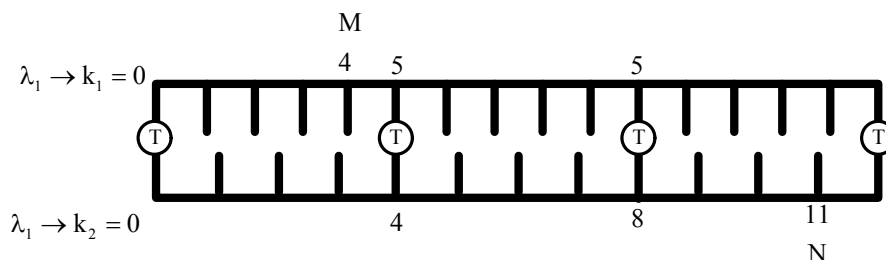
D. 14 vạch sáng.

Hướng dẫn

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{5}{4}$$

Về vị trí trùng đầu tiên là $k_1 = 0, k_2 = 0$, tiếp đến $k_1 = 5, k_2 = 4$, rồi $k_1 = 10, k_2 = 8$ và $k_1 = 15, k_2 = 12$.

Xác định điểm M là vân sáng bậc 4 của hệ 1 và điểm N là vân sáng bậc 11 của hệ 2.



Trong khoảng MN (trừ M và N) có:

+ 2 vạch trùng nhau:

+ $13 - 4 = 9$ vân sáng của bức xạ λ_1 .

+ $11 - 4 = 7$ vân sáng của bức xạ λ_2 .

Tổng số vạch sáng trên khoảng MN: $9 + 7 - 2 = 14 \Rightarrow$ Chọn D.

Ví dụ 11: Trong thí nghiệm giao thoa lằng thực hiện đồng thời hai bức xạ đơn sắc với khoảng vân trên màn ảnh thu được lần lượt là $i_1 = 2,4$ mm và $i_2 = 1,6$ mm. Khoảng cách ngắn nhất giữa các vị trí trên màn có 2 vân sáng trùng nhau là

- A. 9,6 mm. B. 3,2 mm. C. 1,6 mm. D. 4,8 mm.

Hướng dẫn

$$\frac{i_2}{i_1} = \frac{1,6}{2,4} = \frac{2}{3} \Rightarrow i_{\text{c}} = 2i_1 = 3i_2 = 2.2,4 = 4,8(\text{mm}) = \Delta x \Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Ví dụ 12: Trong thí nghiệm giao thoa lằng thực hiện đồng thời hai bức xạ đơn sắc với khoảng vân trên màn ảnh thu được lần lượt là $i_1 = 0,8$ mm và $i_2 = 1,2$ mm. Xác định toạ độ các vị trí trùng nhau của các vân sáng của hai hệ vân trên màn giao thoa (trong đó n là số nguyên).

- A. $x = 1,2.n$ (mm) B. $x = 1,8.n$ (mm) C. $x = 2,4.n$ (mm) D. $x = 3,2.n$ (mm)

Hướng dẫn

$$\frac{i_2}{i_1} = \frac{1,2}{0,8} = \frac{3}{2} \Rightarrow i_{\text{c}} = 3i_1 = 2i_2 = 2.0,8 = 1,6(\text{mm}) \Rightarrow \text{Chọn C.}$$