

**CÁC DẠNG BÀI TẬP CHƯƠNG 5 VẬT LÝ LỚP 12
SÓNG ÁNH SÁNG**

Chủ đề 1: GIAO THOA VỚI ÁNH SÁNG ĐƠN SẮC

Dạng 1. Khoảng vân; bước sóng ánh sáng đơn sắc:

+ Từ định nghĩa: $i = \frac{\lambda D}{a}$

+ $i = \frac{\lambda D}{a} \Rightarrow x_s = k.i, \quad x_t = (k + \frac{1}{2}).i$

+ Gọi l là chiều dài của n vân sáng (vân tối) kế tiếp $\Rightarrow l = (n-1).i$

$$\lambda = \frac{ia}{D}$$

Chú ý: Thực hiện thí nghiệm trong môi trường có chiết suất n thì $n = \frac{c}{v} = \frac{3.10^8}{v}$

Nếu thí nghiệm được tiến hành trong môi trường trong suốt có chiết suất n thì bước sóng và khoảng vân sẽ giảm n lần so với khi thực hiện trong không khí: $\lambda' = v.T = \frac{cT}{n} = \frac{\lambda}{n}; \quad i' = \frac{i}{n}$

Khoảng vân và bước sóng bị thay đổi nhưng tần số của bức xạ không đổi

Dạng 2. Vị trí các vân giao thoa: là khoảng cách từ vân đó đến vân trung tâm

Vị trí vân sáng: $x_s = k \frac{\lambda D}{a} = ki$ với $k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$

Khi $k = 0, x = 0$ vân sáng chính giữa (vân trung tâm); Vân sáng bậc 1 thì $k = \pm 1$, bậc 2 thì $k = \pm 2, \dots$

Vị trí vân tối: $x_t = (2k + 1) \frac{\lambda D}{2a} = (2k + 1) \frac{i}{2}$ với $k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$

Dạng 3. Tìm tính chất vân tại điểm M cách vân trung tâm một đoạn x_M

Lập tỉ số $\frac{x_M}{i}$

+ Nếu tỉ số này bằng k thì tại M là vân sáng bậc k ;

+ Nếu tỉ số này bằng $k + \frac{1}{2}$ thì tại M là vân tối thứ $k + 1$

Dạng 4. Khoảng cách giữa các vân:

– **Bước 1 :** Xác định vị trí vân $x_1; x_2$ theo yêu cầu của đề bài (tính cho miền (+))

+ Vân sáng bậc k : $x_{sk} = ki$

+ Vân tối thứ n : $x_{tn} = (n - 0,5).i$

– **Bước 2 :** Tìm khoảng cách

+ Nếu 2 vân nằm cùng một phía so với vân trung tâm thì : $\Delta x = |x_2 - x_1|$

+ Nếu 2 vân khác phía so với vân trung tâm thì : $\Delta x = x_1 + x_2$

Dạng 5. Tìm số vân sáng hoặc tối:

Trường hợp 1: Tìm số vân sáng N , vân tối N' trên màn giao thoa có bề rộng L (đối xứng qua vân trung tâm):

Số vân sáng: $N = 2 \left[\frac{L}{2i} \right] + 1 \Rightarrow$ luôn luôn là số lẻ

Số vân tối: $N = 2 \left[\frac{L}{2i} + \frac{1}{2} \right] \Rightarrow$ Số N luôn là số chẵn.

Ví dụ:

Bài 1) Trong thí nghiệm Young về giao thoa ánh sáng, hai khe được chiếu một ánh sáng có bước sóng λ , khoảng cách giữa hai khe là 1,5mm, khoảng cách từ hai khe đến màn là 2m. Khoảng cách giữa 4 vân sáng liên tiếp nhau đo được 3mm.

a. Tìm bước sóng ánh sáng đơn sắc đã dùng.

b. Tìm khoảng cách giữa vân sáng bậc 3 và vân sáng bậc 7.

c. Cho bề rộng miền giao thoa là 20,5mm. Tìm tổng số vân sáng và vân tối quan sát được trên màn.

Giải

Tóm tắt: $a = 1,5\text{mm}$ $D = 2\text{m}$ $l = 3\text{mm}$

a. Ta có: $n = 4$ vân sáng

$$\Rightarrow i = \frac{l}{n-1} = \frac{3}{3} = 1\text{mm}$$

Mà $i = \frac{\lambda D}{a} \Rightarrow \lambda = \frac{ai}{D} = \frac{1,5 \cdot 1}{2} = 0,75\mu\text{m}$

b. Ta có hai trường hợp: $x_{s_3} = 3i$ $x_{s_7} = 7i$

+ Trường hợp 1: Hai vân cùng phía vân trung tâm

$$\Rightarrow \Delta x = 7i - 3i = 4i = 4 \cdot 1 = 4\text{mm}$$

+ Trường hợp 2: Hai vân ở hai phía vân trung tâm

$$\Rightarrow \Delta x = 3i - (-7i) = 10i = 10 \cdot 1 = 10\text{mm}$$

c. Ta có: $L = 20,5\text{mm}$

Số vân sáng: $N_s = 2 \left[\frac{L}{2i} \right] + 1 = 2 \left[\frac{20,5}{2 \cdot 1} \right] + 1 = 21$

Số vân tối: $N_t = 2 \left[\frac{L}{2i} + 0,5 \right] = 2 \left[\frac{20,5}{2 \cdot 1} + 0,5 \right] = 20$

Trường hợp 2: Tìm số vân sáng hoặc tối trên đoạn MN biết M và N cách vân trung tâm lần lượt là x_M và x_N

Chú ý: M, N cùng phía: $x_M \cdot x_N > 0$ M, N hai phía: $x_M \cdot x_N < 0$

1) Số vân sáng trên đoạn MN:

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

Mà theo đề bài:

$$x_M \leq x_s \leq x_N$$

$$\Leftrightarrow x_M \leq k \frac{\lambda D}{a} \leq x_N$$

$$\Leftrightarrow \frac{ax_M}{\lambda D} \leq k \leq \frac{ax_N}{\lambda D}$$

$$\Leftrightarrow \frac{x_M}{i} \leq k \leq \frac{x_N}{i}$$

Số giá trị của k (với $k \in Z$) là số **vân sáng** trên đoạn MN.

2) Số vân tối trên đoạn MN:

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

Mà theo đề bài:

$$\begin{aligned} x_M &\leq x_t \leq x_N \\ \Leftrightarrow x_M &\leq \left(k + \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda D}{a} \leq x_N \\ \Leftrightarrow \frac{ax_M}{\lambda D} - \frac{1}{2} &\leq k \leq \frac{ax_N}{\lambda D} - \frac{1}{2} \\ \Leftrightarrow \frac{x_M}{i} - \frac{1}{2} &\leq k \leq \frac{x_N}{i} - \frac{1}{2} \end{aligned}$$

Số giá trị của k (với $k \in \mathbb{Z}$) là số **vân tối** trên đoạn MN.

Ví dụ:

Bài 1) Thực hiện giao thoa ánh sáng đơn sắc bằng hai khe Young cách nhau 0,5mm, có bước sóng $\lambda = 0,5 \mu\text{m}$. Hai khe đặt cách màn 2m.

a) Bề rộng miền giao thoa là 25mm. Tìm số vân sáng và số vân tối quan sát được trên màn.

b) Tại M, N ở hai phía vân trung tâm, cách vân trung tâm lần lượt là 7mm, 10mm ta có vân gì? Bậc hay thứ bao nhiêu? Có bao nhiêu vân sáng, vân tối trong khoảng giữa M, N.

Giải

a) Ta có: $i = \frac{\lambda D}{a} = \frac{0,5.2}{0,5} = 2\text{mm}$

Với $L = 25\text{mm}$.

Số vân sáng: $N_s = 2 \left[\frac{L}{2i} \right] + 1 = 2 \left[\frac{25}{2.2} \right] + 1 = 13$

Số vân tối: $N_t = 2 \left[\frac{L}{2i} + 0,5 \right] = 2 \left[\frac{25}{2.2} + 0,5 \right] = 12$

b) Với điểm M: $x = 7\text{mm}$

Ta có: $i = \frac{\lambda D}{a} = \frac{0,5.2}{0,5} = 2\text{mm}$

$\Rightarrow \frac{x}{i} = \frac{7}{2} = 3,5 \Rightarrow$ ta có vân tối thứ 4

Với điểm N: $x = 10\text{mm} \Rightarrow \frac{x}{i} = \frac{10}{2} = 5 \Rightarrow$ ta có vân sáng bậc 5

Số vân sáng và vân tối trong khoảng giữa MN

Số vân sáng trong khoảng giữa MN: $\frac{x_M}{i} < k < \frac{x_N}{i} \Leftrightarrow -3,5 < k < 5 \Rightarrow k = \{-3, \dots, -1, 0, 1, \dots, 4\}$.

Vậy có 8 vân sáng

Số vân tối trong khoảng giữa MN: $\frac{x_M}{i} - 0,5 < k < \frac{x_N}{i} - 0,5 \Leftrightarrow -4 < k < 4,5 \Rightarrow k = \{-3, -2, -1, 0, 1, \dots, 4\}$.

Vậy có 8 vân tối quan sát được.

Dạng 6. Bài toán di chuyển nguồn hay hai khe Young

Trường hợp 1: Di chuyển nguồn S theo phương vuông góc với S₁S₂

– Khi nguồn sáng S di chuyển theo phương **vuông góc** với S₁S₂ thì hệ vân vẫn không đổi.

Trường hợp 2: Di chuyển nguồn S theo phương song song với S₁S₂

– Khi nguồn sáng S di chuyển theo phương song song với S₁S₂ thì hệ vân di chuyển ngược chiều và khoảng vân *i* vẫn không đổi.

– Độ dời của hệ vân là:
$$x_0 = \frac{D}{L} z$$

Trong đó: D : là khoảng cách từ 2 khe tới màn.

L : là khoảng cách từ nguồn sáng tới 2

khe.

z : là độ dịch chuyển của nguồn sáng.

(áp dụng các hệ thức lượng trong tam giác và kiến thức về 2 tam giác đồng dạng)

Trường hợp 3: Di chuyển màn lại gần hay ra xa

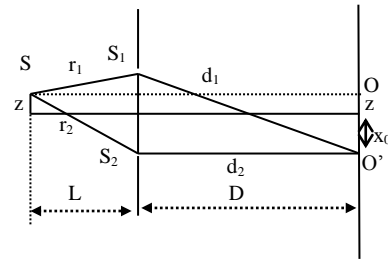
– Khi nguồn sáng S cố định, dịch chuyển hai khe đến gần (D giảm) hoặc ra xa (D tăng) màn thì hệ vân không di chuyển nhưng khoảng vân *i* thay đổi.

– Độ dời của hệ vân là:
$$x_0 = \frac{D+L}{L} z$$

Trong đó: D : là khoảng cách từ 2 khe tới màn.

L : là khoảng cách từ nguồn sáng tới 2 khe.

z : là độ dịch chuyển của nguồn sáng.



Ví dụ:

1) Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, hai khe được chiếu bằng ánh sáng đơn sắc, khoảng cách giữa hai khe là 0,6 mm. Khoảng vân trên màn quan sát đo được là 1 mm. Từ vị trí ban đầu, nếu tịnh tiến màn quan sát một đoạn 25 cm lại gần mặt phẳng chứa hai khe thì khoảng vân mới trên màn là 0,8 mm. Tìm bước sóng của ánh sáng dùng trong thí nghiệm.

Giải

$$\begin{cases} i_1 = \frac{\lambda D_1}{a} \\ i_2 = \frac{\lambda(D_1 - \Delta D)}{a} = i_1 - \frac{\lambda \Delta D}{a} \end{cases} \rightarrow i_1 - i_2 = \frac{\lambda \Delta D}{a} = 0,2 \text{ mm} \Rightarrow \lambda = 0,48 \mu\text{m}$$

Chủ đề 2: GIAO THOA VỚI ÁNH SÁNG TRẮNG

$(0,38\mu\text{m} \leq \lambda \leq 0,76\mu\text{m})$

Dạng 7. Bề rộng quang phổ bậc k của ánh sáng trắng:

Khoảng cách từ vân sáng bậc k màu đỏ tới vân sáng bậc k của màu tím gọi là Δx :

$$\Delta x = x_{k(d)} - x_{k(t)} = k \frac{D}{a} (\lambda_d - \lambda_t) = k(i_d - i_t)$$

Dạng 8. Khoảng cách từ vân đỏ đến vân tím

– **Bước 1** : Xác định vị trí vân x_d x_t theo yêu cầu của đề bài (**chỉ tính cho miền (+)**)

+ Vân sáng đỏ bậc m : $x_d = mi_d$

+ Vân sáng tím bậc n : $x_t = ni_t$

– **Bước 2** : Tìm khoảng cách

+ Nếu 2 vân nằm **cùng một phía** so với vân trung tâm thì :

$$\Delta x = |x_d - x_t|$$

+ Nếu 2 vân **khác phía** so với vân trung tâm thì :

$$\Delta x = x_d + x_t$$



Dạng 9. Tìm bức xạ cho vân sáng tại M

Điều kiện bức xạ: $(0,38\mu\text{m} \leq \lambda \leq 0,76\mu\text{m})$

Bức xạ : $x_M = k \frac{\lambda D}{a} \Rightarrow \lambda = \frac{ax_M}{kD}$

Mà: $\lambda_t \leq \lambda \leq \lambda_d \Leftrightarrow \lambda_t \leq \frac{ax_M}{kD} \leq \lambda_d$

$$\Rightarrow \frac{ax}{\lambda_d D} \leq k \leq \frac{ax}{\lambda_t D}$$

Với $(k \in \mathbb{Z})$

$$\Leftrightarrow \frac{x_M}{i_d} \leq k \leq \frac{x_M}{i_t}$$

Số giá trị của k là số bức xạ cho vân sáng tại M.

Dạng 10. Số bức xạ cho vân tối tại M

Tương tự như vậy đối với ánh sáng bị tắt: $x_M = \left(k + \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda D}{a} \Rightarrow \lambda = \frac{ax_M}{\left(k + \frac{1}{2}\right) D}$

$$\Rightarrow \frac{ax_M}{\lambda_d D} - \frac{1}{2} \leq k \leq \frac{ax_M}{\lambda_t D} - \frac{1}{2} \quad \text{với } k \in \mathbb{Z}$$

$$\Leftrightarrow \frac{x_M}{i_d} - \frac{1}{2} \leq k \leq \frac{x_M}{i_t} - \frac{1}{2}$$

Số giá trị của k là số bức xạ cho vân tối tại M.

Chủ đề 3: GIAO THOA VỚI HAI BỨC XẠ ĐƠN SẮC λ_1, λ_2

Khi chiếu vào khe S một số ánh sáng đơn sắc khác nhau, thì các ánh sáng đơn sắc này đều cho vân sáng chính giữa trùng nhau kết quả là người ta quan sát được hai hệ vân màu không trùng khít lên nhau. Ở chính giữa ($x = 0$), hai vân sáng chồng lên nhau cho vân sáng có màu tổng hợp. Ở hai bên có những chỗ có vân sáng cùng màu với vân trung tâm, đó là sự trùng nhau của vân sáng của các ánh sáng đơn sắc như ở vân sáng trung tâm.

Dạng 11. Vị trí vân sáng trùng:

$$k_1 i_1 = k_2 i_2 = \dots \Rightarrow k_1 \lambda_1 = k_2 \lambda_2 \quad \Rightarrow \frac{k_1}{k_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{m}{n} \Rightarrow \begin{cases} k_1 = 0; \pm m; \pm 2m; \dots \\ k_2 = 0; \pm n; \pm 2n; \dots \end{cases}$$

Hoặc ta có thể xác định: Vị trí vân sáng của các bức xạ đơn sắc trùng nhau

$$x = x_1 = x_2 = x_3 = \dots = x_n$$

$$\Leftrightarrow k_1 \frac{\lambda_1 D}{a} = k_2 \frac{\lambda_2 D}{a} = k_3 \frac{\lambda_3 D}{a} = \dots = k_n \frac{\lambda_n D}{a}$$

$$\Leftrightarrow k_1 \lambda_1 = k_2 \lambda_2 = k_3 \lambda_3 = k_4 \lambda_4 = \dots = k_n \lambda_n. \quad (\text{Với } k_1, k_2, k_3, \dots, k_n \in \mathbb{Z})$$

Dựa vào phương trình biện luận chọn các giá trị k thích hợp, thông thường chọn k là **bội số của số**

nguyên nào đó. **Chú ý:** $x \leq \frac{L}{2}$

Chủ đề 4: TÁN SẮC ÁNH SÁNG

Dạng 12. Khúc xạ ánh sáng

Bài tập phần tán sắc ánh sáng chủ yếu là bài tập quang hình sử dụng các định luật phản xạ, khúc xạ ánh sáng và hiện tượng phản xạ toàn phần nên phương pháp giải tương tự như giải bài tập quang hình với lưu ý chiết suất phụ thuộc màu sắc ánh sáng.

– **Định luật phản xạ ánh sáng:**

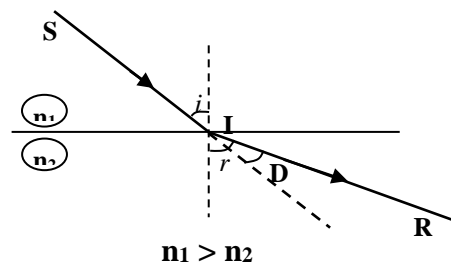
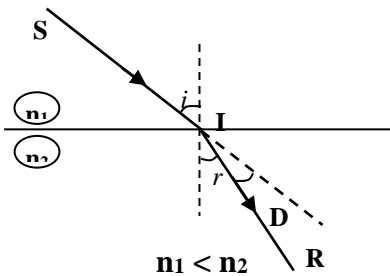
Tia phản xạ nằm trong mặt phẳng tới và phía bên kia pháp tuyến so với tia tới.

Góc phản xạ bằng góc tới ($i' = i$).

– **Định luật khúc xạ ánh sáng:**

Tia khúc xạ nằm trong mặt phẳng tới và phía bên kia pháp tuyến so với tia tới.

Công thức: $n_1 \sin i = n_2 \sin r$



Bài tập ví dụ

Bài 1) Chiếu một tia sáng đơn sắc màu vàng từ không khí (chiết suất coi như bằng 1 đối với mọi ánh sáng) vào mặt phẳng phân cách của một khối chất rắn trong suốt với góc tới 60° thì thấy tia phản xạ trở lại không khí vuông góc với tia khúc xạ đi vào khối chất rắn. Tính chiết suất của chất rắn trong suốt đó đối với ánh sáng màu vàng.

Giải

Ta có: $\sin i = n \sin r = n \sin(90^\circ - i) = n \cos i \Rightarrow n = \tan i = \sqrt{3}$

Bài 2) Chiếu một tia sáng gồm hai thành phần đỏ và tím từ không khí (chiết suất coi như bằng 1 đối với mọi ánh sáng) vào mặt phẳng của một khối thủy tinh với góc tới 60° . Biết chiết suất của thủy tinh đối với ánh sáng đỏ là 1,51; đối với ánh sáng tím là 1,56. Tính góc lệch của hai tia khúc xạ trong thủy tinh.

Giải

Ta có: $\sin r_d = \frac{\sin i}{n_d} = 0,574 = \sin 35^\circ$; $\sin r_t = \frac{\sin i}{n_t} = 0,555 = \sin 33,7^\circ \Rightarrow \Delta r = r_d - r_t = 1,3^\circ$