

BÀI TOÁN LIÊN QUAN ĐẾN GIAO THOA ÁNH SÁNG TRẮNG

(khoảng cách **gần nhất** từ vân sáng trung tâm đến vị trí mà ở đó có $n + 1$ bức xạ cho vân sáng)

☞ **Đặt vấn đề:** Trong thí nghiệm Y- ăng về giao thoa ánh sáng, khoảng cách giữa hai khe là a khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe đến màn quan sát là D . Nguồn sáng phát ra vô số ánh sáng đơn sắc có bước sóng biến thiên liên tục từ 380nm đến 760nm. Tìm khoảng cách **gần nhất** từ vân sáng trung tâm đến vị trí mà ở đó có $n + 1$ bức xạ cho vân sáng .

Bài toán dạng này trong các năm gần đây thường hay xuất hiện, điển hình là năm 2016. Tuy nhiên chưa có tác giả nào minh họa và đưa ra phương pháp một cách có hệ thống. Mới đây nhất thầy CVB đã đưa ra phương pháp rất hay và rất độc đáo. Dưới đây là góc nhìn của bài toán qua lăng kính của tôi.

☞ **Trước tiên chúng ta hay xây dựng hình vẽ để có cái nhìn trực quan hơn về bài toán.**

Xét ánh sáng trắng có bước sóng biến thiên liên tục từ đỏ tới tím $0,38\mu\text{m} < \lambda < 0,76\mu\text{m}$ và giả sử $\frac{D}{a} = 1000$.

*Trong giao thoa ánh sáng trắng, các vân quan sát được trên màn tương ứng là các **quang phổ** biến thiên liên tục từ đỏ đến tím.

*Xét vị trí **mép trên** và **mép dưới** của quang phổ.

$$\begin{cases} x_{\text{trên}} = ki_2 = k \frac{\lambda_2 D}{a} = ki_2 = 0,76k \text{ mm} \\ x_{\text{tím}} = ki_1 = k \frac{\lambda_1 D}{a} = ki_1 = 0,76k \text{ mm} \end{cases}$$

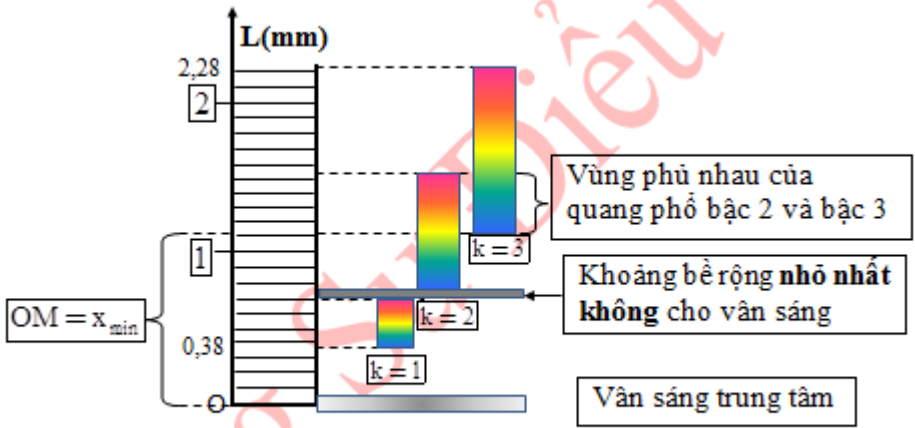
*Quang phổ **bậc 1** tương ứng với $k = 1 \rightarrow \begin{cases} x_{\text{trên}} = 0,76\text{mm} \\ x_{\text{dưới}} = 0,38\text{mm} \end{cases}$

*Quang phổ **bậc 2** tương ứng với $k = 2 \rightarrow \begin{cases} x_{\text{trên}} = 1,52\text{mm} \\ x_{\text{dưới}} = 0,76\text{mm} \end{cases}$

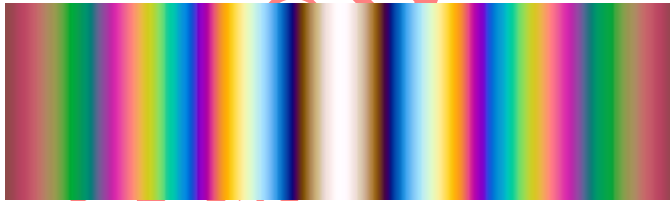
*Quang phổ **bậc 3** tương ứng với $k = 3 \rightarrow \begin{cases} x_{\text{trên}} = 2,28\text{mm} \\ x_{\text{dưới}} = 1,14\text{mm} \end{cases}$

Tương tự các quang phổ bậc cao hơn.....

Vẽ biểu diễn đúng tỉ lệ các quang phổ như hình vẽ.



Hình 1. Minh họa các bậc quang phổ



Hình 2. Hình ảnh thực quang phổ thu được trong giao thoa AS trắng

I. Các đặc điểm của quang phổ (QP).

1. Trong giao thoa ánh sáng trắng thì các vân quan sát được trên màn là các quang phổ, số vân quan sát được tương ứng với số bậc của quang phổ chồng lên nhau. Ví dụ có n quang phổ chồng lên nhau tức là có n số vân quan sát được trên màn.

2. Vị trí vân trung tâm là một vân sáng màu trắng.

3. Các quang phổ bậc thấp cách nhau một khoảng, khoảng độ người ta gọi là khoảng tối. Càng cách xa vị trí vân trung tâm thì các khoảng tối này không còn nữa.

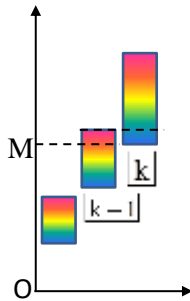
4. Ứng với mỗi quang phổ bậc k có bước sóng biến thiên liên tục từ $\lambda_{\min} \rightarrow \lambda_{\max}$.

+ Vị trí mép trên của quang phổ bậc k được tính $x_{\text{trên}} = k i_{\max}$.

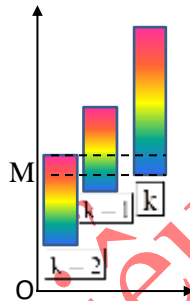
+ Vị trí mép dưới của quang phổ được tính $x_{\text{dưới}} = k_i \lambda_{\text{min}}$

II. Ví dụ về các quang phổ có bậc thấp chồng nhau.

Ví dụ trên màn quan sát có 2 vân sáng (có 3 quang phổ có sự chồng chập).



Vị trí có 2 QP chồng nhau.



Vị trí có 3 QP chồng nhau.

KHÁI QUÁT THÀNH BÀI TOÁN TỔNG QUÁT.

(Dùng để giải quyết những bài toán kinh điển hơn, tức là bài toán có số bậc quang phổ trùng cao hơn).

Qua hai ví dụ của mục II cho ta chúng ta thấy rằng nếu tại vị trí M có $n+1$ bức xạ thì vị trí vân sáng bậc k có bước sóng λ_{min} thì nó trùng với vân sáng bậc $k-n$ bước sóng λ (Ví dụ tại M có 5 bức xạ cho vân sáng thì vân bậc k của bước sóng nhỏ nhất trùng với vân bậc $k-4$ của bức xạ cho bước sóng λ). Ta lấy vân sáng bậc **k làm chuẩn**. Từ đó chúng ta đi xác định k. Xác định được k_{min} tức là chúng ta đã biết được tại quang phổ bậc bao nhiêu **bắt đầu có sự chồng lên nhau**. Khi biết được từ quang phổ bậc bao nhiêu có sự chồng nhau thì bài toán trở nên vô cùng đơn giản.

Phương pháp:

$$x = k \frac{\lambda_{\text{min}} D}{a} = (k-n) \frac{\lambda D}{a} \Rightarrow \lambda = \frac{k}{k-n} \lambda_{\text{min}} \xrightarrow{\lambda_{\text{min}} \leq \lambda \leq \lambda_{\text{max}}} \boxed{k \geq n \frac{\lambda_{\text{max}}}{\lambda_{\text{max}} - \lambda_{\text{min}}}}$$

$$\Rightarrow k = k_1; k_2; \dots \Rightarrow \boxed{x_{\text{min}} = k_1 \frac{\lambda_{\text{min}} D}{a}}$$

Ví dụ 1: (Thi thử Phú Thọ 2016). Trong thí nghiệm Young về giao thoa ánh sáng, các khe sáng được chiếu bằng ánh sáng trắng có bước

sóng từ $0,38\mu\text{m}$ đến $0,76\mu\text{m}$. Khoảng cách giữa hai khe là $1,2\text{mm}$, khoảng cách từ hai khe đến màn là $1,5\text{m}$. Khoảng trùng nhau của quang phổ liên tục bậc 2 và bậc 3 trên màn là:

- A. $0,54\text{mm}$. B. $0,6\text{mm}$. C. $0,4\text{mm}$. D. $0,72\text{mm}$.

Hướng dẫn

*Đối với loại bài toán này thông thường các em áp dụng công thức mà không hiểu ý nghĩa và cái hay của bài toán.

Quan sát hình 2. Tính vị trí **giới hạn trên** của phổ bậc 2 (**màu đỏ**) $x_d = 2i_d$.

Giới hạn dưới của phổ bậc 3 (**màu tím**) $x_t = 3i_{\text{tím}}$

Vùng phủ nhau (quan sát Hình 1).

$$\Delta x = 2i_d - 3i_t = \frac{D}{a} (2\lambda_d - 3\lambda_{\text{tím}}) = \frac{1,5}{2,10^{-3}} (2,0,76 - 3,0,38) \cdot 10^{-6} = 4,10^{-4} \text{ m.}$$

Chọn C.

Ví dụ 3: (Đề thi QG của Bộ GD 2016). Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, khoảng cách giữa hai khe là $0,5\text{mm}$, khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe đến màn quan sát là 2m . Nguồn sáng phát ra vô số ánh sáng đơn sắc có bước sóng biến thiên liên tục từ 380nm đến 750nm . Trên màn, khoảng cách **gần nhất** từ vân sáng trung tâm đến vị trí mà ở đó có hai bức xạ cho vân sáng là

- A. $3,04\text{mm}$. B. 608mm . C. $9,12\text{mm}$. D. $4,56\text{mm}$.

Hướng dẫn

Nhận xét: Tại đó có 2 vân sáng tức là k có 2 vạch quang phổ. Như vậy từ quang phổ bậc $k-1$ trở đi của bước sóng $\lambda_{\text{min}} = 380\text{nm}$ đã bắt đầu có sự chồng chập với bậc k của bước sóng $\lambda_{\text{max}} = 750\text{nm}$

*Do đó $x = k-1 \cdot \frac{\lambda_{\text{min}} D}{a} = k \cdot \frac{\lambda_{\text{max}} D}{a} \xrightarrow{\lambda_{\text{min}} \leq \lambda \leq \lambda_{\text{max}}} k \geq \frac{\lambda_{\text{max}}}{\lambda_{\text{max}} - \lambda_{\text{min}}}$

Thay số :

$$k \geq 1, \frac{750}{750 - 380} = 2,07 \Rightarrow k_{\text{min}} = 3 \Rightarrow x_{\text{min}} = 3 \cdot \frac{\lambda_{\text{min}} D}{a} = 2,65\text{mm} . \text{ Chọn D.}$$

Ví dụ 2: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, khoảng cách giữa hai khe là $0,5\text{mm}$, khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe đến màn quan sát là 2m . Nguồn sáng phát ra vô số ánh sáng đơn sắc có bước sóng biến thiên liên tục từ 380nm đến 740nm . Trên màn, khoảng cách **gần nhất** từ vân sáng trung tâm đến vị trí mà ở đó có **5 bức xạ** cho vân sáng là

- A. $7,6\text{mm}$. B. $13,68\text{mm}$. C. $9,12\text{mm}$. D. $4,56\text{mm}$.

Hướng dẫn.

*Sau khi tìm hiểu kỹ nội dung bài toán ta tiến hành làm tắt.

Áp dụng công thức

Tính $k \geq n \frac{\lambda_{\text{max}}}{\lambda_{\text{max}} - \lambda_{\text{min}}} \Leftrightarrow k \geq 4 \cdot \frac{740}{740 - 380} = 8,22 \Rightarrow x_{\text{min}} = 9 \frac{\lambda_{\text{min}} D}{a} = 13,68\text{mm} .$

Chọn B.

Câu 33: (Thi thử chuyên Vinh lần 1 năm 2016). Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng trắng bằng Y-âng, người ta dùng kính lọc sắc để chỉ cho ánh sáng từ màu lam đến màu cam đi qua hai khe (có bước sóng từ $0,45 \mu\text{m}$ đến $0,65 \mu\text{m}$). Biết $S_1S_2 = a = 1 \text{ mm}$, khoảng cách từ hai khe đến màn $D = 2 \text{ m}$. Khoảng có **bề rộng nhỏ nhất** mà không có vân sáng nào quan sát được trên màn bằng
 A. $0,9 \text{ mm}$. B. $0,2 \text{ mm}$. C. $0,5 \text{ mm}$. D. $0,1 \text{ mm}$.

Hướng dẫn

*Khoảng có bề rộng nhỏ nhất mà không có vân sáng nào quan sát được trên màn tương ứng nằm ở **dưới phía liền kề** khi có **hai quang phổ chồng lên nhau**

*Bây giờ chúng ta đi xác định phổ bậc bao nhiêu thì có sự chồng lên nhau.

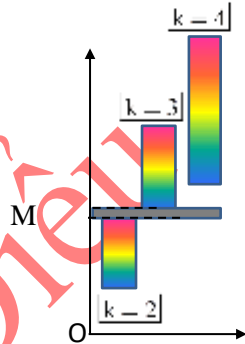
Áp dụng công thức tính k nhanh:

Do khoảng bề rộng nhỏ nhất nên có hai quang phổ chồng lên nhau suy ra $n = 1$.

$$k \geq \frac{\lambda_{\max}}{\lambda_{\max} - \lambda_{\min}} \Leftrightarrow k \geq 4 \cdot \frac{0,65}{0,65 - 0,45} = 3,25 \Rightarrow k_{\min} = 4$$

*Như vậy ở **phổ bậc 4 bắt đầu có sự trùng nhau** nên **dưới** phổ bậc 4 là có khoảng tối nhỏ nhất. QP bậc 4 có một phần chồng với quang phổ bậc 3. Do đó QP bậc 2 và 3 **không** chồng lên nhau. (Quan sát hình 1).

$$\text{Do đó } \Delta x_{\min} = 3i_{\min} - 2i_{\max} = \frac{D}{a} (3\lambda_{\min} - 2\lambda_{\max}) = 0,1 \text{ mm} . \text{ Chọn D.}$$



Chân thành cảm ơn quý thầy cô đã mua bộ tài liệu của tôi và các em học sinh đã quan tâm các tài liệu của tôi trong thời gian vừa qua.

Quá trình soạn đề và giải đề chi tiết phải mất nhiều thời gian. Quý thầy cô nào có ý định mua đề dạy offline muốn mua **bộ đề hay và chuẩn cấu trúc của bộ** có lời giải chi tiết xin vui lòng liên hệ qua số điện thoại: **0909.928.109** .

Facebook: Hoàng Sư Điều