

HƯỚNG DẪN HỌC CHƯƠNG 3

NHIỄU XẠ ÁNH SÁNG

I. MỤC ĐÍCH - YÊU CẦU

1. Nắm được nguyên lý Huygens – Fresnel và phương pháp đới cầu Fresnel để tính biên độ dao động sáng tổng hợp tại một điểm nào đó.
2. Vận dụng phương pháp đới cầu Fresnel để xét nhiễu xạ qua một lỗ tròn nhỏ, một đĩa tròn nhỏ và một khe hẹp.
3. Nắm được nhiễu xạ qua cách tử, nhiễu xạ trên tinh thể và ứng dụng của chúng.

II. TÓM TẮT NỘI DUNG

1. Hiện tượng nhiễu xạ ánh sáng

* **Định nghĩa:** Hiện tượng nhiễu xạ ánh sáng là hiện tượng tia sáng bị lệch khỏi phương truyền thẳng khi đi qua các chướng ngại vật có kích thước nhỏ như lỗ tròn, khe hẹp, đĩa tròn...

* **Nguyên lý Huygens - Fresnel:**

- Mỗi điểm trong không gian được sóng ánh sáng từ nguồn thực gửi đến đều trở thành nguồn sáng thứ cấp phát sóng ánh sáng về phía trước.

- Biên độ và pha của nguồn thứ cấp là biên độ và pha do nguồn thực gây ra tại vị trí của nguồn thứ cấp.

2. Nhiễu xạ ánh sáng bởi sóng cầu

* **Định nghĩa đới cầu Fresnel, tính chất của đới cầu Fresnel:**

- Diện tích các đới cầu bằng nhau và bằng: $\Delta S = \frac{\pi Rb}{R+b} \lambda$

- Bán kính r_k của đới cầu thứ k bằng: $r_k = \sqrt{\frac{Rb\lambda}{R+b}} \sqrt{k}$ với $k = 1, 2, 3...$

- Biên độ dao động sáng a_k do đới cầu thứ k gây ra là: $a_k = \frac{1}{2} (a_{k-1} + a_{k+1})$

- Hiệu pha của hai dao động sáng do hai đới cầu kế tiếp gây ra tại M là:

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda}(L_1 - L_2) = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \frac{\lambda}{2} = \pi$$

- Dao động sáng tổng hợp do các đơi gây ra tại M sẽ là:

$$a = a_1 - a_2 + a_3 - \dots = \frac{a_1}{2} \pm \frac{a_n}{2}$$

Lấy dấu "+" nếu đơi n là lẻ và dấu "-" nếu đơi n là chẵn.

*** Nhiễu xạ qua lỗ tròn:**

Áp dụng phương pháp đơi cầu Fresnel, ta có biên độ của ánh sáng tổng hợp tại M, cách nguồn S một khoảng R+b:

$$a = \frac{a_1}{2} \pm \frac{a_n}{2}$$

Lấy dấu + nếu n là lẻ và dấu - nếu n là chẵn. Ta xét các trường hợp sau:

- Khi không có màn chắn P hoặc lỗ tròn rất lớn: $n \rightarrow \infty$, $a_n \approx 0$ nên cường độ sáng tại

M:
$$a = \frac{a_1}{2} \quad \rightarrow I_0 = a^2 = \frac{a_1^2}{4}$$

- Nếu lỗ chứa số lẻ đơi cầu:
$$a = \frac{a_1}{2} + \frac{a_n}{2} \quad \rightarrow I = \left(\frac{a_1}{2} + \frac{a_n}{2} \right)^2$$

$I > I_0$, điểm M sáng hơn khi không có màn P. Đặc biệt nếu lỗ chứa một đơi cầu

$$a = \frac{a_1}{2} + \frac{a_1}{2} = a_1 \quad \text{và} \quad I = a_1^2 = 4I_0$$

Cường độ sáng gấp 4 lần so với khi không có lỗ tròn, như vậy điểm M rất sáng.

- Nếu lỗ chứa số chẵn đơi cầu :
$$a = \frac{a_1}{2} - \frac{a_n}{2} \quad \rightarrow I = \left(\frac{a_1}{2} - \frac{a_n}{2} \right)^2$$

$I < I_0$, điểm M tối hơn khi không có lỗ tròn. Nếu lỗ tròn chứa hai đơi cầu thì $a = \frac{a_1}{2} - \frac{a_2}{2} \approx 0$, do đó $I = 0$, điểm M tối nhất.

Tóm lại điểm M có thể sáng hơn hoặc tối hơn so với khi không có lỗ tròn tùy theo kích thước của lỗ và vị trí của màn quan sát.

*** Nhiễu xạ qua một đĩa tròn**

- Biên độ dao động tại M là:
$$a = a_{m+1} - a_{m+2} + a_{m+3} - \dots = \frac{a_{m+1}}{2}$$

- Nếu đĩa chỉ che ít đới cầu thì a_{m+1} không khác a_1 là mấy, do đó cường độ sáng tại M cũng giống như trường hợp không có chướng ngại vật giữa S và M. Trong trường hợp đĩa che nhiều đới cầu thì M bằng không.

3. Nhiễu xạ ánh sáng của sóng phẳng – cách tử nhiễu xạ

* Nhiễu xạ ánh sáng của sóng phẳng qua một khe hẹp

- Các tia nhiễu xạ theo phương $\varphi = 0$, chúng hội tụ tại điểm F - rất sáng và được gọi là cực đại giữa.

- Trường hợp $\varphi \neq 0$. Áp dụng ý tưởng của phương pháp đới cầu Fresnel, ta chúng sẽ chia mặt khe thành các dải sáng nằm song song với bề rộng của khe hẹp.

+ Nếu khe chứa số chẵn dải ($N = 2k$) thì điểm M sẽ tối và là cực tiểu nhiễu xạ.

Điều kiện điểm M tối là: $N = \frac{2b \sin \varphi}{\lambda} = 2k$ hay $\sin \varphi = k \frac{\lambda}{b}$ với $k = \pm 1, \pm 2, \pm 3 \dots$

+ Nếu khe chứa một số lẻ dải ($N = 2k+1$) điểm M sẽ sáng và được gọi là cực đại nhiễu xạ bậc k. Cường độ sáng của các cực đại này nhỏ hơn rất nhiều so với cực đại giữa.

Điều kiện điểm M sáng là: $N = \frac{2b \sin \varphi}{\lambda} = 2k+1$ hay $\sin \varphi = (2k+1) \frac{\lambda}{2b}$ với $k = 1, \pm 2, \pm 3 \dots$

Vị trí điểm sáng và tối không phụ thuộc vào vị trí của khe. Nếu dịch chuyển khe song song với chính nó (giữ cố định thấu kính L và màn quan sát) thì hình nhiễu xạ không thay đổi.

- Nghiên cứu nhiễu xạ của sóng phẳng qua khe hẹp bằng phương pháp biểu đồ ta có:

$$I_1 = \left(\frac{2}{3\pi} a_0 \right)^2 = \left(\frac{2}{3\pi} \right)^2 a_0^2 = \left(\frac{2}{3\pi} \right)^2 I_0 \approx 0,045 I_0$$

$$I_0 : I_1 : I_2 : I_3 : \dots = 1 : \left(\frac{2}{3\pi} \right)^2 : \left(\frac{2}{5\pi} \right)^2 : \left(\frac{2}{7\pi} \right)^2 : \dots = 1 : 0,045 : 0,016 : 0,008 : \dots$$

* Nhiễu xạ của sóng phẳng qua nhiều khe hẹp - cách tử nhiễu xạ

Cách tử phẳng là một hệ nhiều khe hẹp giống nhau có độ rộng b , nằm song song cách đều trên cùng một mặt phẳng

Xét một cách tử phẳng có N khe hẹp. Bề rộng của một khe là b , chu kì của cách tử là d . Chiếu chùm sáng đơn sắc song song bước sóng λ vuông góc với mặt cách tử.

- Tất cả N khe hẹp đều cho cực tiểu nhiễu xạ tại những điểm trên màn ảnh thỏa mãn điều kiện: $\sin \varphi = k \frac{\lambda}{b}$ với $k = \pm 1, \pm 2, \pm 3 \dots$. Những cực tiểu này được gọi là *cực tiểu chính*.

+ *Xét phân bố cường độ sáng giữa hai cực tiểu chính:*

Hiệu quang lộ của hai tia sáng xuất phát từ hai khe kế tiếp đến điểm M là $L_1 - L_2 = d \sin \varphi$

. Vị trí các cực đại chính là: $\sin \varphi = m \frac{\lambda}{d}$ với $m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3 \dots$

+ *Xét phân bố cường độ sáng giữa hai cực đại chính:* Tại điểm chính giữa hai cực đại chính kế tiếp, góc nhiễu xạ thỏa mãn điều kiện: $\sin \varphi = (2m + 1) \frac{\lambda}{2d}$ với $m = 0, \pm 1, \pm 2 \dots$

Tại các điểm này, hiệu quang lộ của hai tia gửi từ hai khe kế tiếp có giá trị là: $d \sin \varphi = (2m + 1) \frac{\lambda}{2}$

. Đây là điều kiện cực tiểu giao thoa, hai tia đó sẽ khử lẫn nhau. Tuy nhiên điểm chính giữa đó chưa chắc đã tối

*** Nhiễu xạ của ánh sáng trắng qua cách tử**

Mỗi đơn sắc của ánh sáng trắng tạo nên một hệ thống các cực đại chính ứng với các giá trị m khác nhau: $\sin \varphi = m \frac{\lambda}{d}$ với $m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3 \dots$

tập hợp các cực đại chính có cùng giá trị m tạo nên một quang phổ bậc m. Các quang phổ cho bởi cách tử được gọi là quang phổ nhiễu xạ

*** Nhiễu xạ trên tinh thể**

Chiếu lên tinh thể một chùm tia Ronghen, những tia nhiễu xạ trên các nút mạng tinh thể sẽ giao thoa với nhau và cho cực đại nhiễu xạ nếu hai tia nhiễu xạ kế tiếp có hiệu quang lộ bằng số nguyên lần bước sóng $\Delta L = 2d \sin \varphi = k\lambda$ hay $\sin \varphi = k \frac{\lambda}{2d}$

Trong đó d là khoảng cách giữa hai mặt phẳng nguyên tử của vật rắn tinh thể (chu kì mạng tinh thể).

III. CÂU HỎI LÝ THUYẾT

1. Nêu định nghĩa hiện tượng nhiễu xạ ánh sáng. Dùng nguyên lý Huygens giải thích định tính hiện tượng nhiễu xạ.

2. Phát biểu nguyên lý Huygens-Fresnel.

3. Trình bày phương pháp đới cầu Fresnel.

4. Giải thích hiện tượng nhiễu xạ ánh sáng qua lỗ tròn nhỏ. Xét các trường hợp lỗ tròn chứa một số lẻ bội cầu, một số chẵn bội cầu, đặc biệt chứa một bội cầu và hai bội cầu.
5. Khảo sát hiện tượng nhiễu xạ ánh sáng qua một khe hẹp. Tìm điều kiện cực đại, cực tiểu nhiễu xạ. Vẽ ảnh nhiễu xạ của sóng phẳng qua một khe hẹp.
6. Trình bày nghiên cứu nhiễu xạ của sóng phẳng qua khe hẹp bằng phương pháp biểu đồ để tính cường độ cực đại nhiễu xạ bậc k đối với cường độ nhiễu xạ cực đại giữa.
7. Khảo sát hiện tượng nhiễu xạ ánh sáng qua nhiều khe hẹp. Vẽ ảnh nhiễu xạ của sóng phẳng qua nhiều khe hẹp.
8. Định nghĩa cách tử phẳng và nêu ứng dụng của cách tử.
9. Trình bày nhiễu xạ của tia X trên tinh thể. Công thức Vulf- Bragg. Nêu ứng dụng của hiện tượng nhiễu xạ tia X.

IV. BÀI TẬP

Thí dụ 1: Một nguồn sáng điểm chiếu ánh sáng đơn sắc bước sóng $\lambda = 0,5\mu\text{m}$ vào một lỗ tròn có bán kính $r = 0,5\text{mm}$. Khoảng cách từ nguồn sáng đến lỗ tròn $R = 1\text{m}$. Tìm khoảng cách từ lỗ tròn đến màn quan sát để tâm nhiễu xạ là tối nhất.

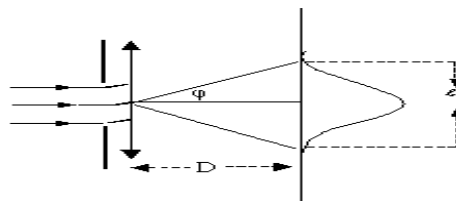
Bài giải:

Để tâm của hình nhiễu xạ là tối nhất thì lỗ tròn chỉ chứa 2 bội cầu Fresnel, bán kính của lỗ tròn bằng bán kính của bội cầu thứ 2

$$r_2 = \sqrt{\frac{2Rb\lambda}{R+b}} = r \Rightarrow b = \frac{Rr_2^2}{2R\lambda - r_2^2} = \frac{0,25 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 0,5 \cdot 10^{-6} - 0,25 \cdot 10^{-6}} = \frac{1}{3} \text{ m}$$

Thí dụ 2: Một chùm tia sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda = 0,5\mu\text{m}$ được chiếu vuông góc với một khe hẹp chữ nhật có bề rộng $b = 0,1\text{mm}$, ngay sau khe hẹp đặt một thấu kính hội tụ. Tìm bề rộng của vân cực đại giữa trên màn quan sát đặt tại mặt phẳng tiêu của thấu kính và cách thấu kính $D = 1\text{m}$.

Bài giải: Bề rộng của vân cực đại giữa là khoảng cách giữa hai cực tiểu nhiễu xạ đầu tiên ở hai bên cực đại giữa. Độ lớn của góc nhiễu xạ φ ứng với các cực tiểu nhiễu xạ đó là: $\sin \varphi = \frac{\lambda}{b}$.



Từ hình vẽ ta thấy: $\ell = 2D \tan \varphi \approx 2D \sin \varphi \rightarrow \ell = \frac{2D\lambda}{b} = \frac{2 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 10^{-6}}{0,1 \cdot 10^{-3}} = 1 \text{ cm}$

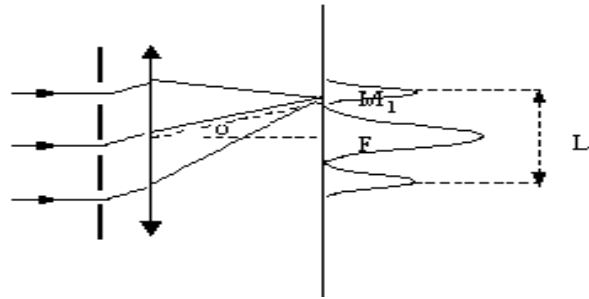
Thí dụ 3: Cho một chùm tia sáng đơn sắc song song có bước sóng $\lambda = 0,5\mu\text{m}$, chiếu vuông góc với mặt của một cách tử phẳng truyền qua. Ở sát phía sau của cách tử người ta đặt một thấu kính hội tụ có tiêu cự $f = 50\text{cm}$. Khi đó trên màn quan sát đặt tại mặt phẳng tiêu của thấu kính, hai vạch quang phổ bậc nhất cách nhau một khoảng $a = 10,1\text{cm}$. Xác định:

- Chu kỳ cách tử và số khe trên 1cm chiều dài của cách tử.
- Số vạch cực đại chính trong quang phổ nhiễu xạ.

Bài giải:

a. Vị trí các cực đại chính trong quang phổ nhiễu xạ xác định bởi công thức:

$$\sin \varphi = \frac{m\lambda}{d}, \quad m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3 \dots$$



Do vậy vị trí hai vạch cực đại chính của quang phổ bậc nhất ứng với góc lệch φ_1 bằng:
 $\sin \varphi_1 = \frac{\lambda}{d}$, vì φ_1 rất nhỏ nên $\tan \varphi_1 \approx \sin \varphi_1$.

Từ hình vẽ, ta có $|\tan \varphi_1| = \frac{M_1F}{OF} = \frac{L}{2f}$; So sánh $|\tan \varphi_1|$ với $|\sin \varphi_1|$ ta có :

Chu kỳ cách tử:
$$d = \frac{2f\lambda}{L} = \frac{2 \cdot 50 \cdot 10^{-2} \cdot 0,5 \cdot 10^{-6}}{10,1 \cdot 10^{-2}} = 4,95 \mu\text{m}$$

Số khe trên 1cm chiều dài của cách tử:
$$n = \frac{1}{d} = 2020 \text{ khe/cm}$$

b. Từ công thức: $\sin \varphi = \frac{m\lambda}{d}$, mà $\sin \varphi < 1 \rightarrow m < \frac{d}{\lambda} = \frac{4,95 \cdot 10^{-6}}{0,5 \cdot 10^{-6}} = 9,9$

Vì m nguyên nên có thể lấy các giá trị: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.

Do đó các vạch cực đại chính tối đa trong quang phổ nhiễu xạ của cách tử bằng:

$$N_{\max} = 2 \cdot 9 + 1 = 19 \text{ vạch.}$$

Bài tập tự giải

1. Tính bán kính của bốn đới cầu Fresnel đầu tiên, biết rằng ánh sáng truyền tới là sóng cầu có bán kính mặt sóng $R=1\text{m}$, bước sóng là $\lambda = 0,5 \mu\text{m}$ và điểm quan sát nằm cách tâm sóng ánh sáng một khoảng 2 m.

2. Chiếu ánh sáng đơn sắc bước sóng $\lambda = 0,5\mu\text{m}$ vào một lỗ tròn bán kính chưa biết. Nguồn sáng điểm đặt cách lỗ tròn 2m, sau lỗ tròn 2m đặt màn quan sát. Hỏi bán kính của lỗ tròn bằng bao nhiêu để tâm của hình nhiễu xạ là tối nhất.
3. Một màn ảnh được đặt cách một nguồn sáng điểm đơn sắc ($\lambda = 0,5\mu\text{m}$) một khoảng 2m. Chính giữa khoảng ấy có đặt một lỗ tròn đường kính 0,2cm. Hỏi hình nhiễu xạ trên màn ảnh có tâm sáng hay tối.
4. Một nguồn sáng điểm chiếu ánh sáng đơn sắc bước sóng $\lambda = 0,5\mu\text{m}$ vào một lỗ tròn có bán kính $r = 1\text{mm}$. Khoảng cách từ nguồn sáng đến lỗ tròn $R = 1\text{m}$. Tìm khoảng cách từ lỗ tròn đến màn quan sát để lỗ tròn chứa ba đới Fresnel.
5. Giữa nguồn sáng điểm và màn quan sát, người ta đặt một lỗ tròn. Bán kính của lỗ tròn bằng r và có thể thay đổi được trong quá trình thí nghiệm. Khoảng cách giữa lỗ tròn và nguồn sáng $R = 100\text{cm}$, giữa lỗ tròn và màn quan sát $b = 125\text{cm}$. Xác định bước sóng ánh sáng dòng trong thí nghiệm nếu tâm của hình nhiễu xạ có độ sáng cực đại khi lỗ $r_1 = 1,0\text{mm}$ và có độ sáng cực đại tiếp theo khi bán kính lỗ $r_2 = 1,29\text{mm}$
6. Một nguồn sáng điểm S nằm trên trục của lỗ tròn, cách lỗ tròn 2m. Ánh sáng đơn sắc phát ra từ nguồn có bước sóng $\lambda = 0,5\mu\text{m}$ chiếu vào một lỗ tròn. Sau lỗ tròn 2m có đặt màn quan sát vuông góc với trục của lỗ tròn. Hãy xác định bán kính r của lỗ tròn để tâm của ảnh nhiễu xạ trên màn quan sát là tối nhất. Muốn tâm của ảnh nhiễu xạ là sáng nhất thì bán kính của lỗ tròn thay đổi như thế nào
7. Một nguồn sáng S đặt cách màn quan sát một khoảng $x = 2\text{m}$. Ánh sáng do nguồn S phát ra có bước sóng $\lambda = 0,5\mu\text{m}$. Ở chính giữa khoảng cách x , người ta đặt một màn chắn sáng trên đó có một lỗ tròn đường kính $D = 2\text{m}$. Nguồn sáng S nằm trên trục của lỗ tròn và màn quan sát đặt vuông góc với trục của lỗ tròn. Trong trường hợp này tâm của ảnh nhiễu xạ trên màn quan sát là sáng hay tối.
8. Đặt một màn quan sát cách một nguồn sáng điểm phát ra ánh sáng đơn sắc bước sóng $\lambda = 0,6\mu\text{m}$ một khoảng x . Chính giữa khoảng x đặt một đĩa tròn nhỏ chắn sáng đường kính 1mm. Hỏi x bằng bao nhiêu để điểm M_0 trên màn quan sát có độ sáng gần giống như chưa đặt đĩa tròn, biết điểm M_0 và nguồn sáng đều nằm trên trục của đĩa tròn.
9. Một chùm tia sáng đơn sắc song song bước sóng $\lambda = 0,589\mu\text{m}$ chiếu thẳng góc với một khe hẹp có bề rộng $b = 2\mu\text{m}$. Hỏi những cực tiểu nhiễu xạ được quan sát dưới những góc nhiễu xạ bằng bao nhiêu? (so với phương ban đầu)
10. Chiếu một chùm tia sáng đơn sắc song song vuông góc với một khe hẹp. Bước sóng ánh sáng bằng $\frac{1}{6}$ bề rộng của khe hẹp. Hỏi cực tiểu nhiễu xạ thứ ba được quan sát dưới góc lệch bằng bao nhiêu?

11. Một chùm tia sáng đơn sắc song song ($\lambda = 5.10^{-5}$ cm) được rọi thẳng góc với một khe hẹp có bề rộng bằng $b = 2.10^{-3}$ cm. Tính bề rộng của ảnh của khe trên một màn quan sát đặt cách khe một khoảng $d = 1$ m (bề rộng của ảnh là khoảng cách giữa hai cực tiểu đầu tiên ở hai bên cực đại giữa.)

12. Một chùm tia sáng đơn sắc song song chiếu vuông góc với mặt khe chữ nhật hẹp. Độ rộng của khe hẹp là $b = 0,10$ mm. Sát phía sau khe hẹp có đặt một thấu kính hội tụ tiêu cự $f = 100$ cm. Người ta đo được độ rộng của cực đại trung tâm trên màn quan sát là 12 mm. Hãy xác định bước sóng của ánh sáng chiếu vào.

13. Chiếu một chùm tia sáng đơn sắc song song (bước sóng $\lambda = 4358,34 \text{ \AA}$) vuông góc với một cách tử truyền qua. Tìm góc lệch ứng với vạch quang phổ thứ ba, biết rằng trên 1 mm của cách tử có 500 vạch.

14. Một chùm tia sáng được rọi vuông góc với một cách tử. Biết rằng góc nhiễu xạ đối với vạch quang phổ $\lambda_1 = 0,65 \mu\text{m}$ trong quang phổ bậc hai bằng $\varphi_1 = 45^\circ$. Xác định góc nhiễu xạ ứng với vạch quang phổ $\lambda_2 = 0,5 \mu\text{m}$ trong quang phổ bậc ba.

15. Cho một chùm tia sáng đơn sắc song song có bước sóng $\lambda = 0,7 \mu\text{m}$ chiếu vuông góc với mặt của một cách tử truyền qua. Trên mặt phẳng tiêu của thấu kính hội tụ đặt ở sát phía sau cách tử, người ta quan sát thấy vạch quang phổ bậc ba lệch $\varphi = 48^\circ 36'$. Xác định:

a. Chu kỳ cách tử và số khe trên 1 cm chiều dài của cách tử.

b. Số cực đại chính nằm trong khoảng giữa hai cực tiểu chính bậc nhất trong ảnh nhiễu xạ.

Cho biết mỗi khe của cách tử có độ rộng $b = 0,7 \mu\text{m}$, $\sin 48^\circ 36' = 0,75$

16. Cho một cách tử phẳng có chu kỳ cách tử $d = 2 \mu\text{m}$. Sau cách tử đặt một thấu kính hội tụ, trên màn quan sát đặt tại mặt phẳng tiêu của thấu kính người ta quan sát thấy khoảng cách giữa hai quang phổ bậc nhất ứng với bước sóng $\lambda_1 = 0,4044 \mu\text{m}$ và $\lambda_2 = 0,4047 \mu\text{m}$ bằng 0,1 mm. Xác định tiêu cự của thấu kính.

17. Một chùm ánh sáng trắng song song chiếu vuông góc vào mặt một cách tử phẳng. Cho biết trên mỗi milimet chiều dài của cách tử có $n = 50$ khe. Phía sau cách tử đặt một thấu kính hội tụ. Xác định hiệu số các góc nhiễu xạ ứng với vạch đỏ có bước sóng $\lambda_1 = 0,76 \mu\text{m}$ nằm ở cuối quang phổ bậc nhất và vạch tím có bước sóng $\lambda_2 = 0,4 \mu\text{m}$ nằm ở đầu quang phổ bậc hai.

18. Cho một chùm tia sáng đơn sắc song song chiếu vuông góc vào mặt của một cách tử phẳng có chu kỳ $d = 2 \mu\text{m}$. Xác định bậc lớn nhất của các vạch cực đại trong quang phổ nhiễu xạ cho bởi cách tử đối với ánh sáng đỏ có bước sóng $\lambda_1 = 0,7 \mu\text{m}$ và đối với ánh sáng tím có bước sóng $\lambda_2 = 0,42 \mu\text{m}$.

19. Trong thí nghiệm đo bước sóng ánh sáng, người ta dùng một cách tử phẳng truyền qua dài 5 cm, ánh sáng tới vuông góc với mặt của cách tử. Đối với ánh sáng Natri ($\lambda = 0,589 \mu\text{m}$) góc nhiễu xạ ứng với vạch quang phổ bậc nhất là $17^\circ 18'$. Đối với ánh sáng đơn sắc có bước sóng cần

đo, người ta quan sát thấy vạch quang phổ bậc ba dưới góc nhiễu xạ $38^{\circ}22'$.

- a. Tìm tổng số khe trên cách tử.
- b. Xác định bước sóng ánh sáng đơn sắc cần đo.

20. Cho một cách tử có chu kỳ là $2\mu\text{m}$

a. Hãy xác định số vạch cực đại chính tối đa cho bởi cách tử nếu ánh sáng dùng trong thí nghiệm là ánh sáng vàng của ngọn lửa Natri ($\lambda = 5890\text{\AA}$)

b. Tìm bước sóng cực đại để có thể quan sát được trong quang phổ cho bởi cách tử đó.

21. Ánh sáng có bước sóng 600nm đến dọi vuông góc với một cách tử nhiễu xạ. Hai cực đại kế tiếp xuất hiện tại các góc nhiễu xạ $\sin\varphi = 0,2$ và $\sin\varphi = 0,3$. Cực đại của phổ bậc 4 không quan sát được. Tính

- a. Chu kỳ cách tử.
- b. Khoảng cách giữa hai cực đại chính bậc nhất trên màn quan sát đặt tại tiêu điểm của thấu kính hội tụ tiêu cự $f = 50\text{cm}$.

22. Một chùm sáng song song có bước sóng $\lambda = 5.10^{-5}\text{ cm}$, chiếu vuông góc với cách tử truyền qua có chu kỳ $d = 10^{-2}\text{ mm}$, độ rộng của một khe $b = 2,4.10^{-3}\text{ mm}$.

- a. Tìm góc nhiễu xạ ứng với cực đại chính bậc hai.
- b. Có bao nhiêu cực đại chính nằm giữa hai cực tiểu chính bậc nhất.

23. Một chùm tia sáng đơn sắc song song chiếu vào một cách tử phẳng. Phía sau cách tử đặt một thấu kính hội tụ. Hãy xác định vạch sáng nào trong quang phổ bậc ba sẽ trùng với vạch sáng đỏ ứng với bước sóng $\lambda_1 = 670\text{ nm}$ trong quang phổ bậc hai trên màn quan sát đặt trùng với mặt tiêu của thấu kính.