

Đại Học KHOA HỌC TỰ NHIÊN Tp HCM

Khoa Vật lý - Vật lý Kỹ thuật

BÀI GIẢNG VLĐC 3

chủ đề:10

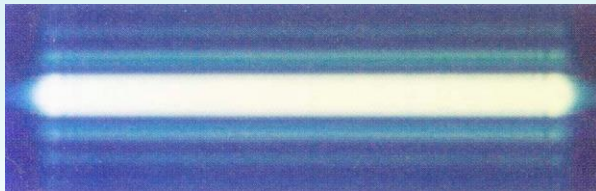
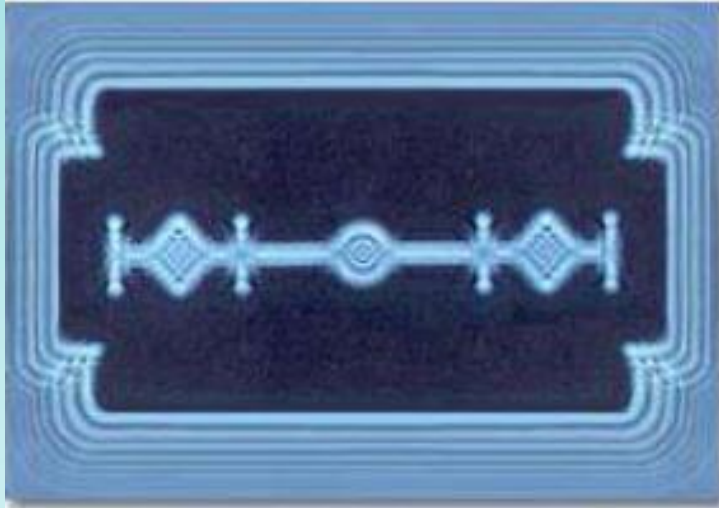
NHIỀU XẠ ÁNH SÁNG

Classroom Rules

- ❑ Do not play with the chairs
 - ❑ Spinning
 - ❑ Rolling
 - ❑ Going up and down
- ❑ The bell does not dismiss class
- ❑ Class is for learning, Not Socializing
- ❑ Cell phones must be off and out of sight
 - ❑ Cell phone policy will be strictly enforced



I – KHÁI NIỆM VỀ NXAS:

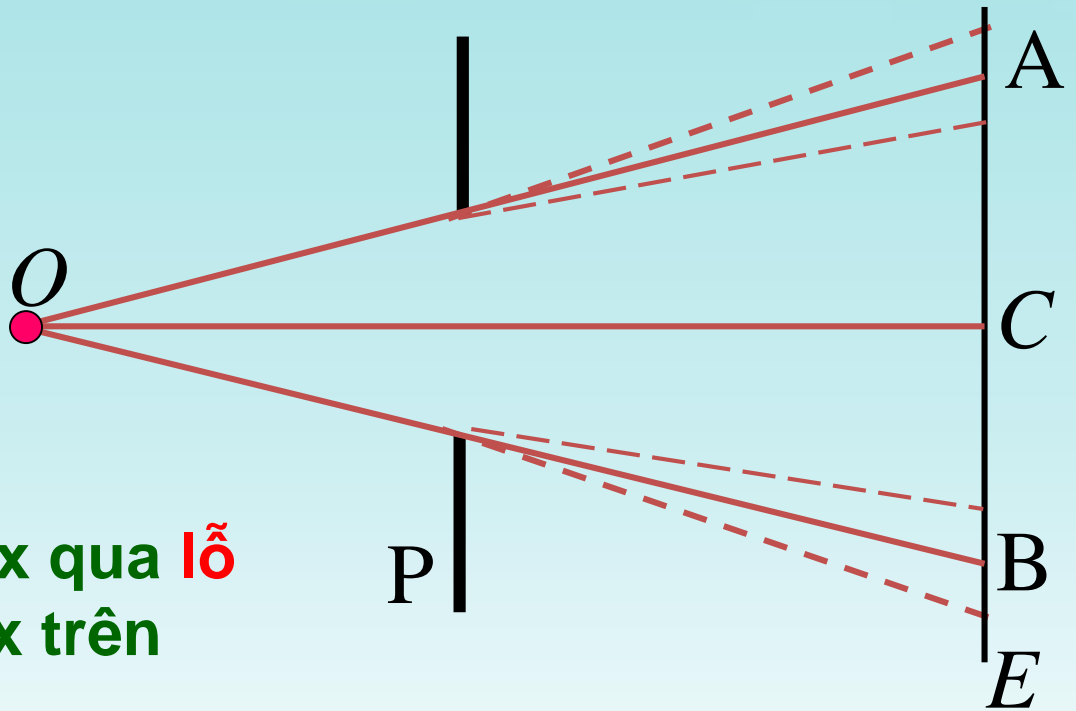


I – KHÁI NIỆM VỀ NXAS:

Hiện tượng nxas là hiện tượng as bị lệch khỏi phương truyền thẳng khi đi gần các vật cản.

Nx gây bởi sóng phẳng gọi là **nx Fraunhofer**. Trái lại là **nx Fresnel**.

Chúng ta sẽ tìm hiểu nx qua **lỗ tròn**, qua **khe hẹp** và nx trên **mạng tinh thể**.

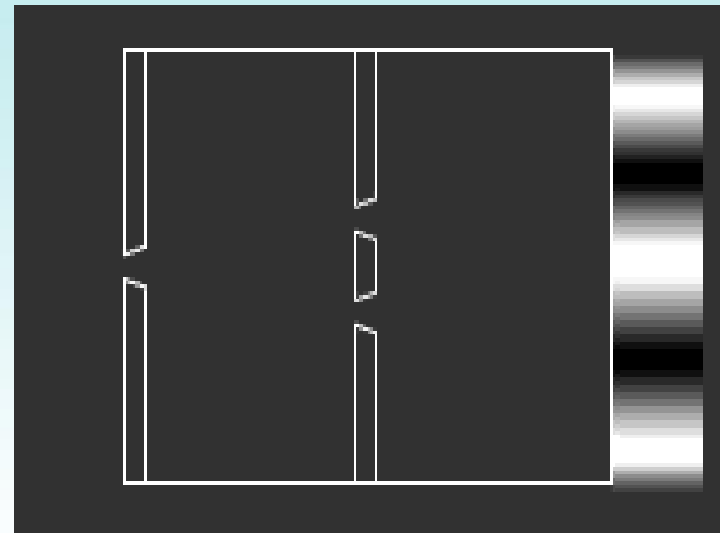


II – NGUYÊN LÝ HUYGENS - FRESNEL:

1 – Nội dung:

Bất kì một điểm nào mà as truyền đến đều trở thành nguồn sáng thứ cấp, phát sóng cầu về phía trước nó.

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



II – NGUYÊN LÝ HUYGENS - FRESNEL:

2 – Biểu thức sóng:

Đặt vấn đề: Giả sử dd sáng tại nguồn O có dạng $E = a \cos \omega t$ thì dd sáng tại M có dạng như thế nào?

Giải quyết vấn đề: Chọn mặt kín (S) bao quanh O.

* Dd sáng tại A do O truyền đến:

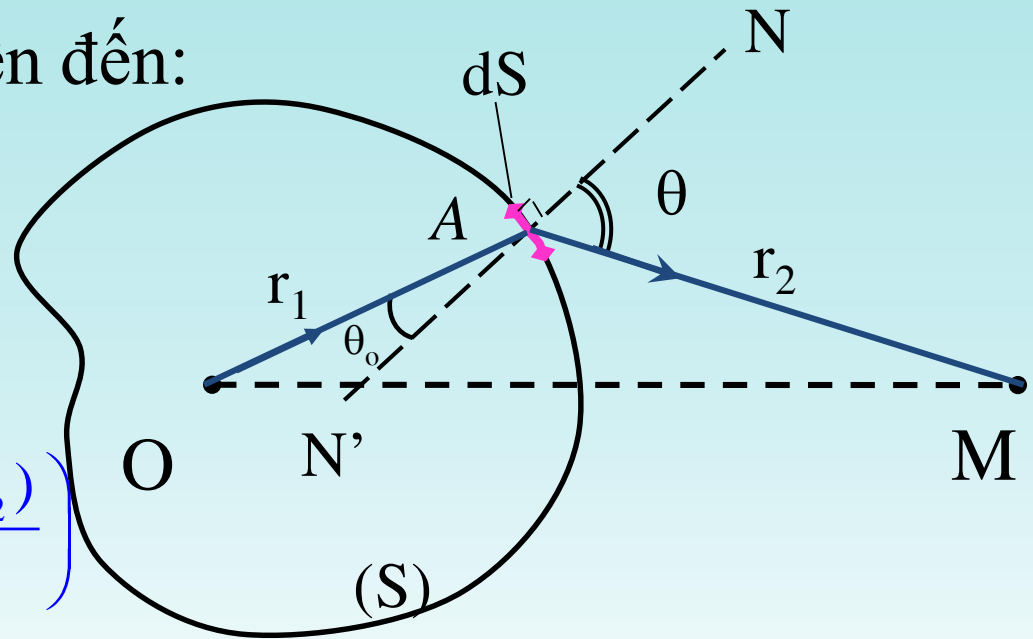
$$E_A = a \cos \left(\omega t - \frac{2\pi L_1}{\lambda} \right)$$

* Dd sáng tại M do dS truyền đến:

$$dE_M = a_M \cos \left(\omega t - \frac{2\pi(L_1 + L_2)}{\lambda} \right)$$

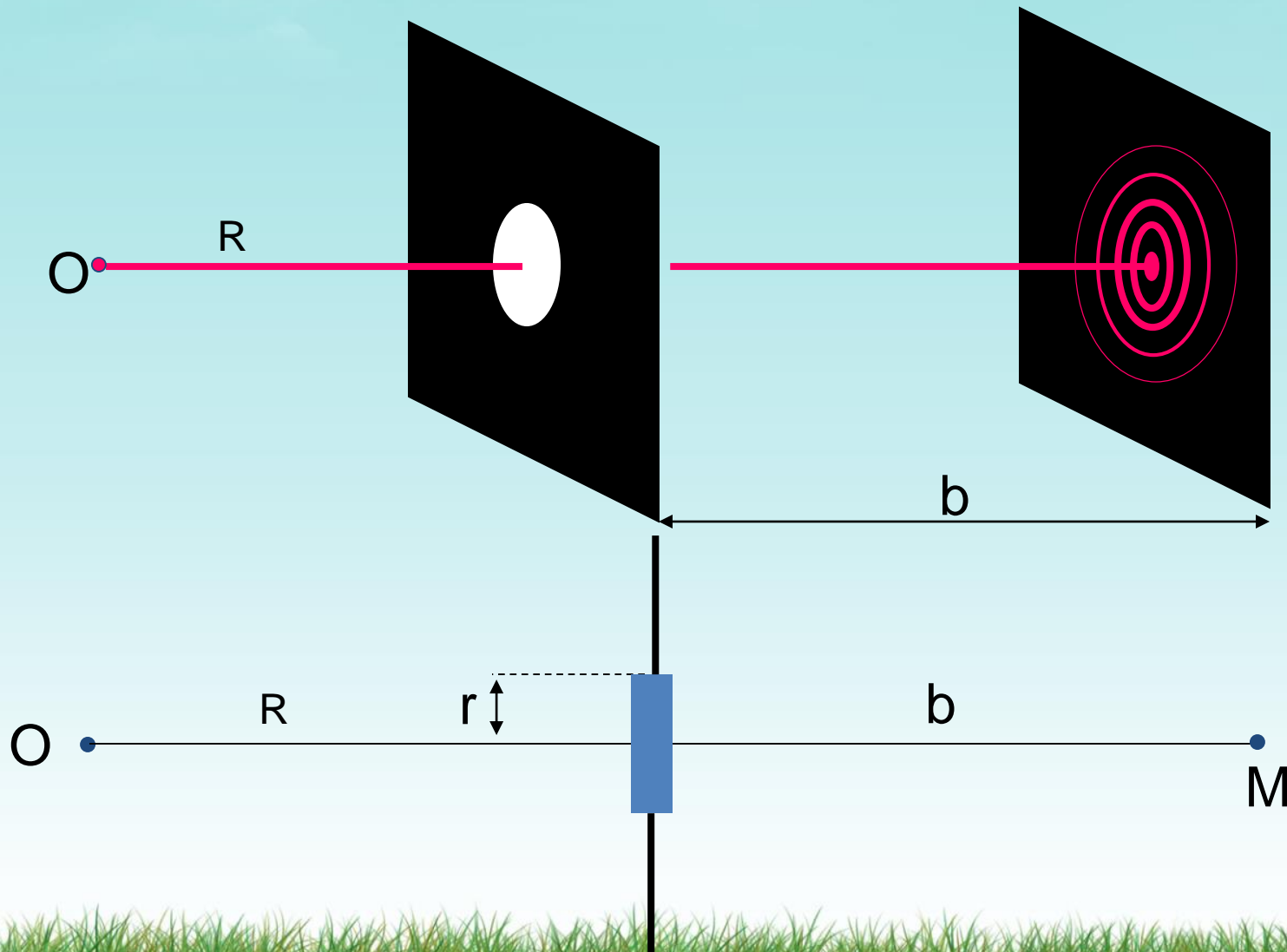
* Dd sáng tại M do mặt (S) truyền đến:

$$E_M = \oint_{\Sigma} k \frac{E_0}{r_1 r_2} \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{r_1 + r_2}{\lambda} \right) d\Sigma$$



III – NX FRESNEL QUA LỖ TRÒN:

1 – Bố trí thí nghiệm:

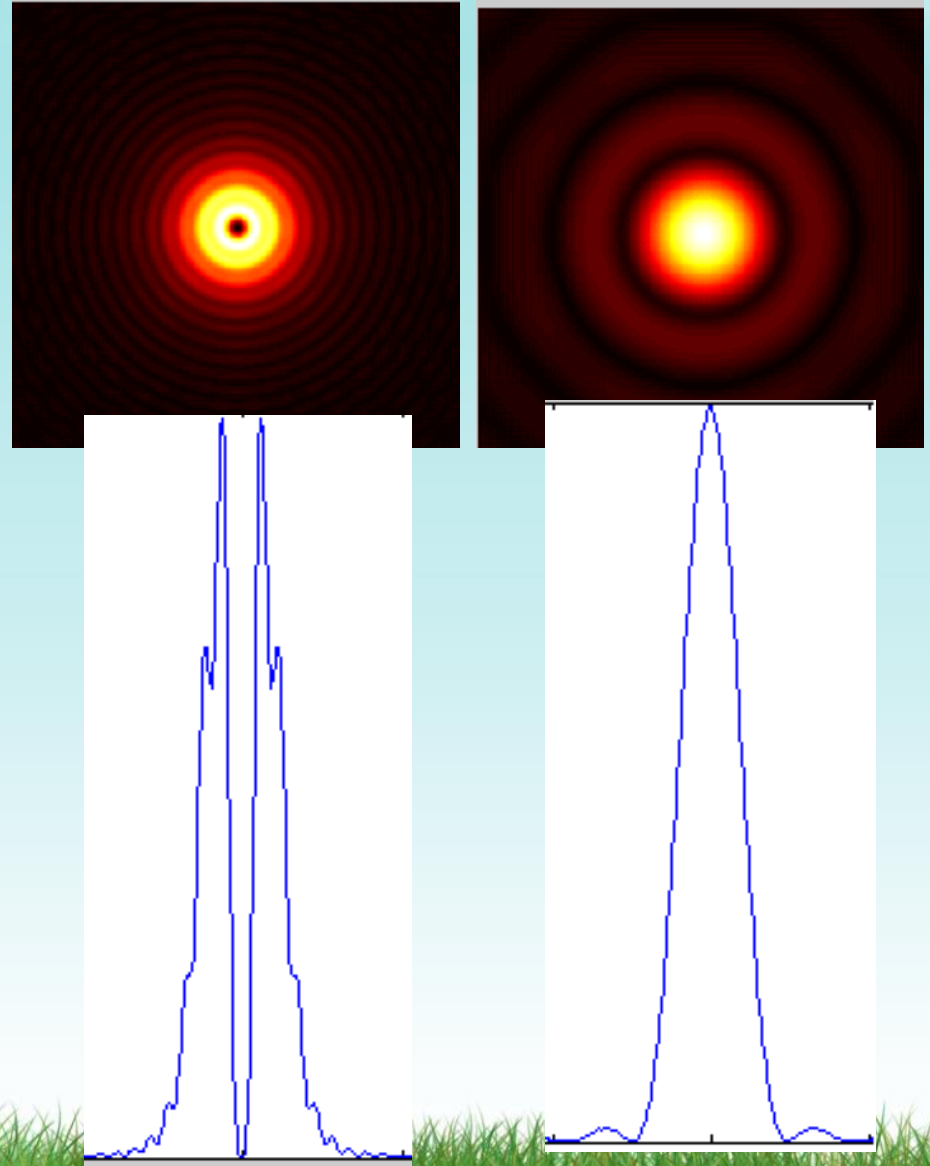


III – NX FRESNEL QUA LỖ TRÒN:

2 – Phân bố cường độ ánh sáng nhiễu xạ:

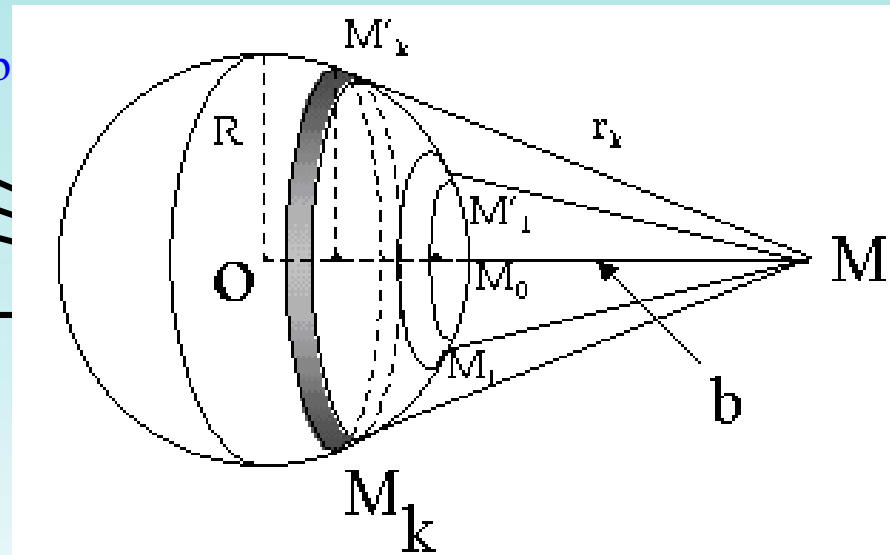
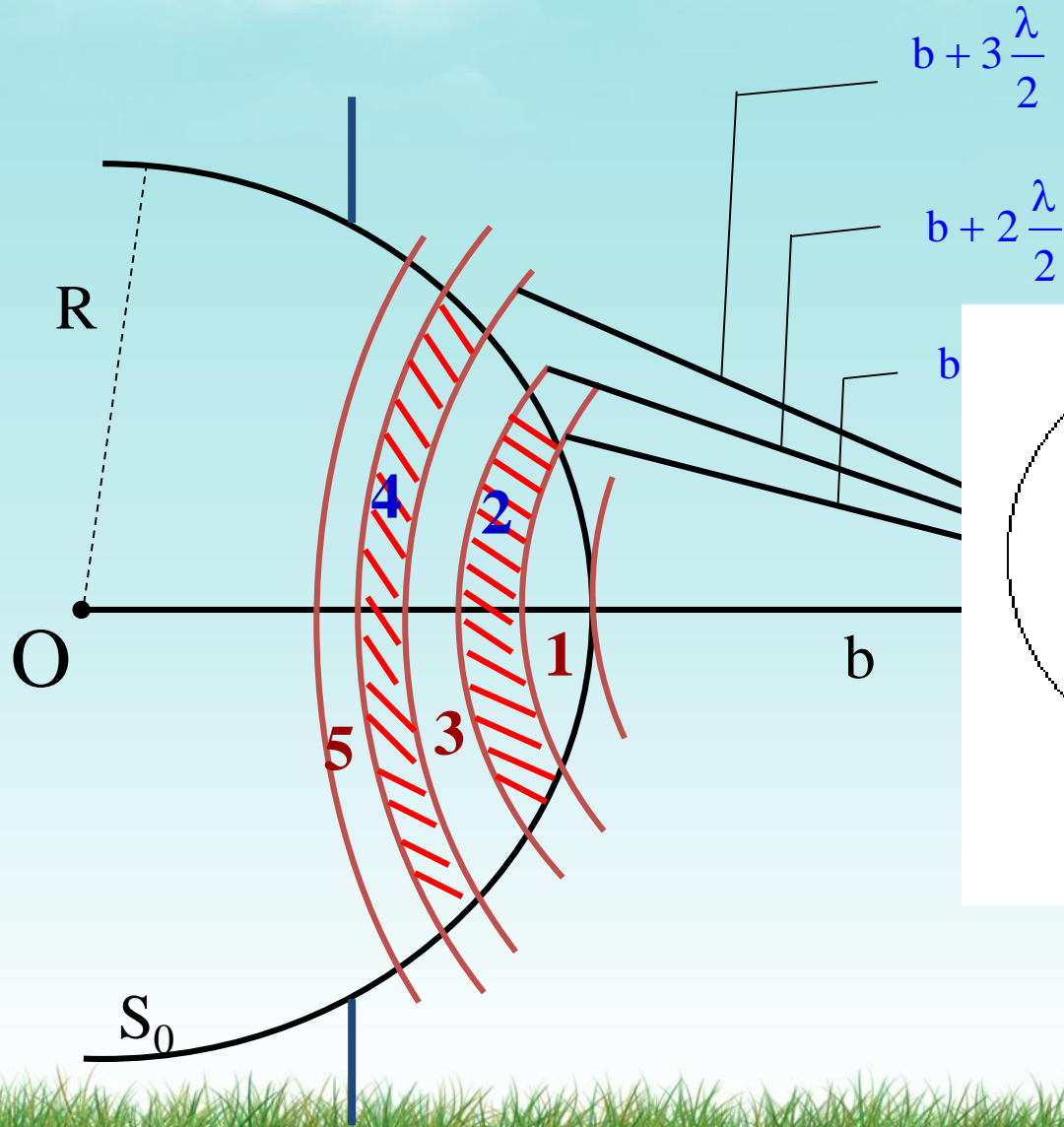
Ảnh nx có tính đối xứng tâm M.

Tâm M có lúc sáng, lúc tối, tùy theo bán kính lỗ tròn và khoảng cách từ lỗ tròn tới màn quan sát.



III – NX FRESNEL QUA LỖ TRÒN:

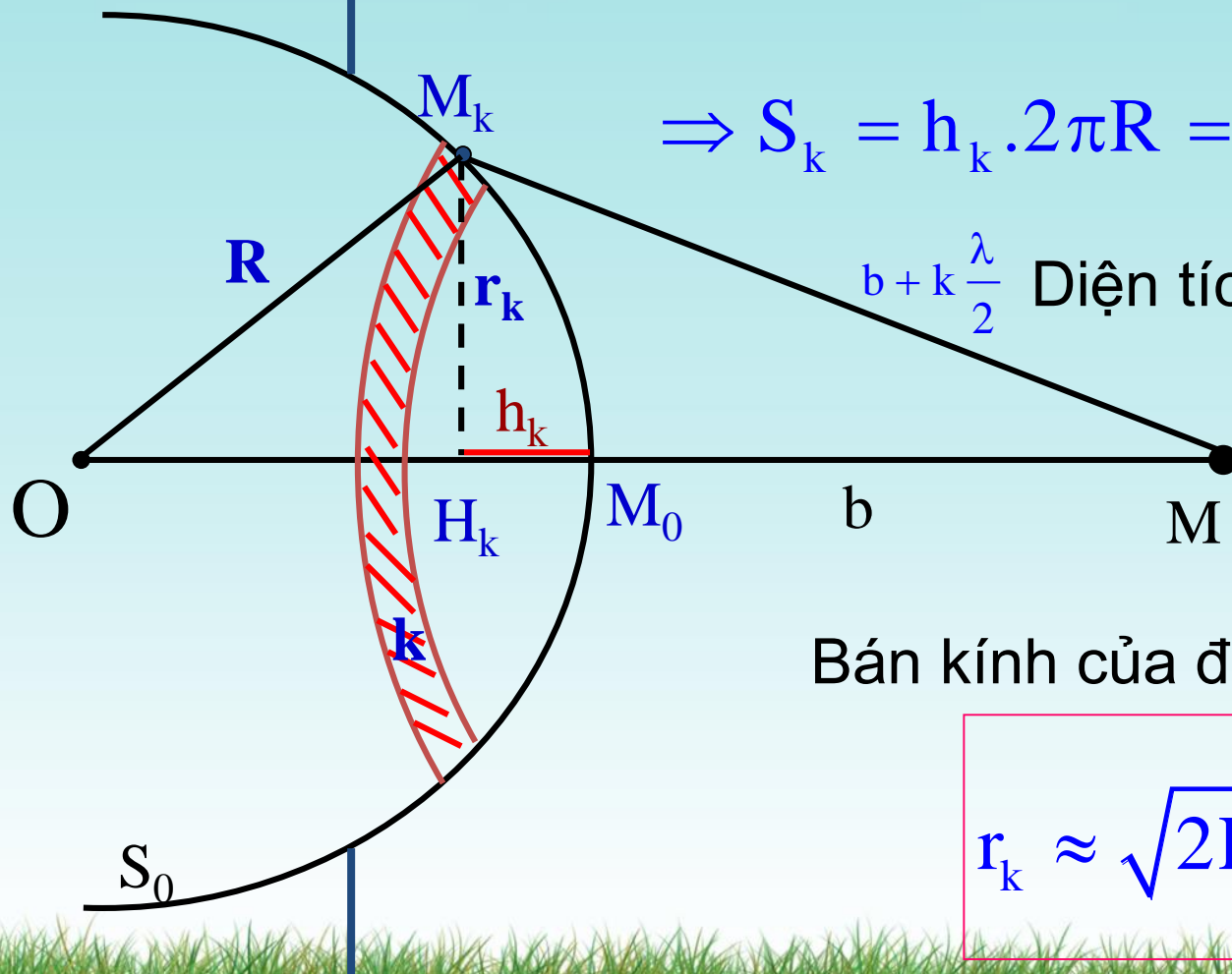
3 – Giải thích kết quả bằng pp đới cầu Fresnel:



III – NX FRESNEL QUA LỖ TRÒN:

3 – Giải thích kết quả bằng pp đới cầu Fresnel:

$$r_k^2 = R^2 - (R - h_k)^2 = (b + k \frac{\lambda}{2})^2 - (b + h_k)^2$$



$$\Rightarrow S_k = h_k \cdot 2\pi R = k \cdot \frac{\pi R \lambda b}{R + b}$$

$b + k \frac{\lambda}{2}$ Diện tích của mỗi đới cầu:

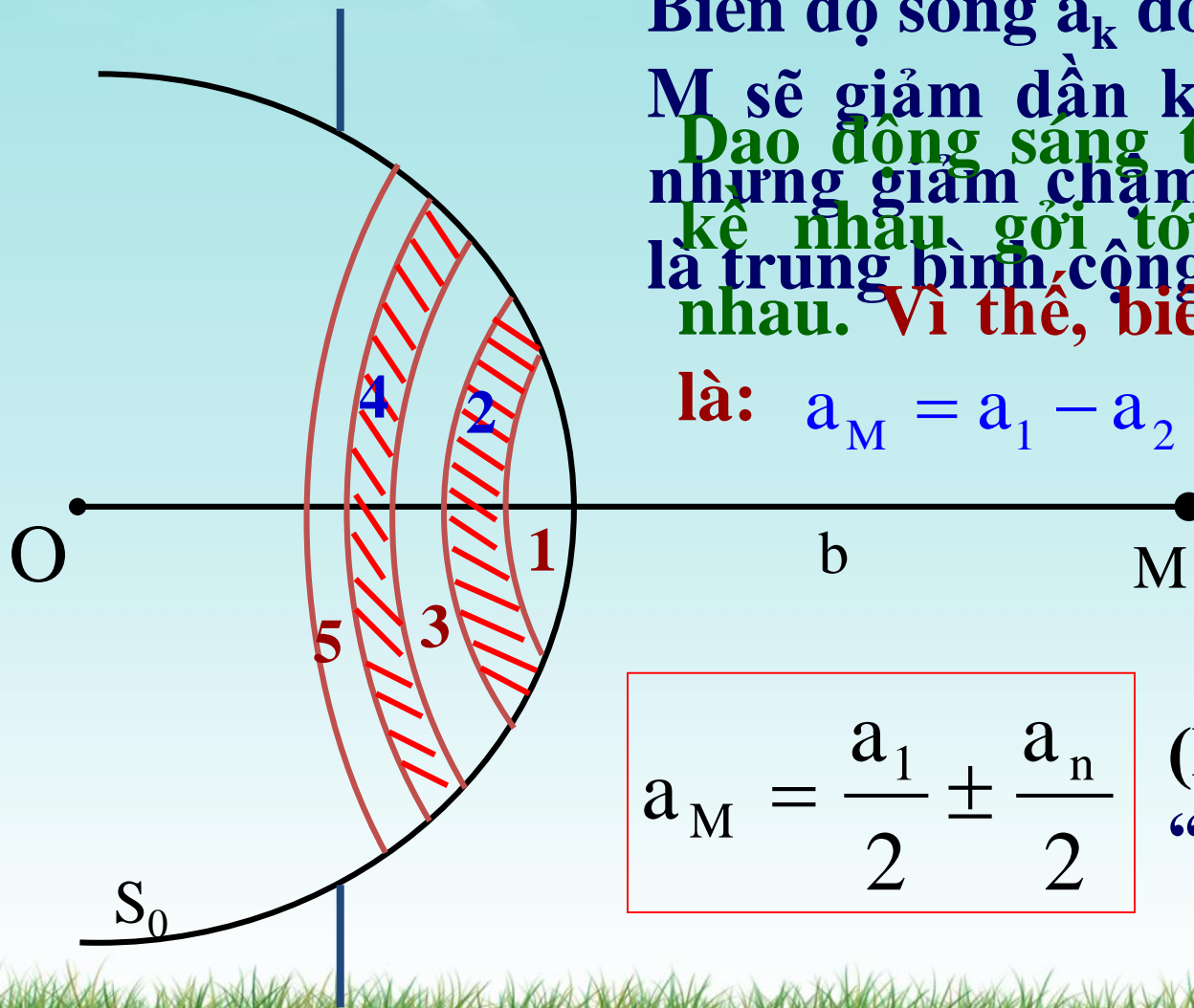
$$\Delta S = \frac{\pi \lambda R b}{R + b}$$

Bán kính của đới cầu thứ k:

$$r_k \approx \sqrt{2R h_k} = \sqrt{\frac{k \lambda R b}{R + b}}$$

III – NX FRESNEL QUA LỖ TRÒN:

3 – Giải thích kết quả bằng pp đới cầu Fresnel:



Biên độ sóng a_k do đới thứ k gởi tới M sẽ giảm dần khi chỉ số k tăng, nhưng giảm chậm. Vì thế ta coi a_k gần nhau, gởi tới sẽ ngược pha nhau. Vì thế, biên độ sóng tại M

là:
$$a_M = a_1 - a_2 + a_3 - a_4 + \dots \pm a_n$$

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

(Dấu “+” khi n lẻ;
“-” khi n chẵn)

III – NX FRESNEL QUA LỖ TRÒN:

Kết luận:

Biên độ sóng và cường độ sáng tại M:

$$a_M = \frac{a_1}{2} \pm \frac{a_n}{2} \Rightarrow I = a_M^2 = \left(\frac{a_1}{2} \pm \frac{a_n}{2} \right)^2$$

Nếu lỗ tròn quá lớn thì:

$$I = a_M^2 = \frac{a_1^2}{4} = I_0$$

**Nếu lỗ tròn chứa số lẻ
đôi cầu Fresnel thì:**

$$I = a_M^2 = \left(\frac{a_1}{2} + \frac{a_n}{2} \right)^2 > I_0$$

**(M là
điểm
sáng).**

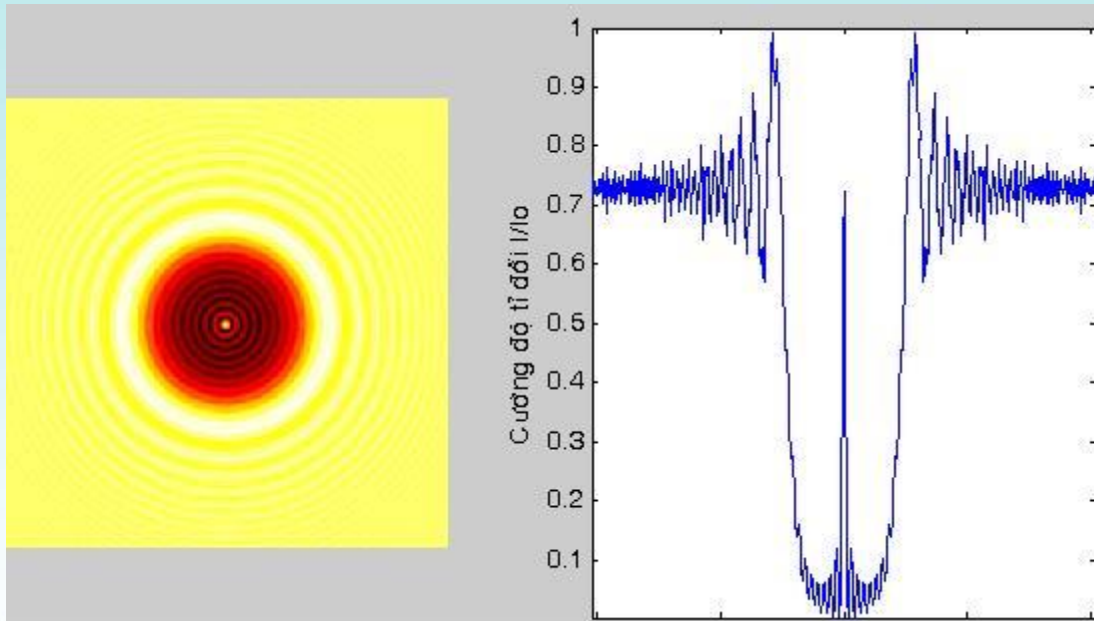
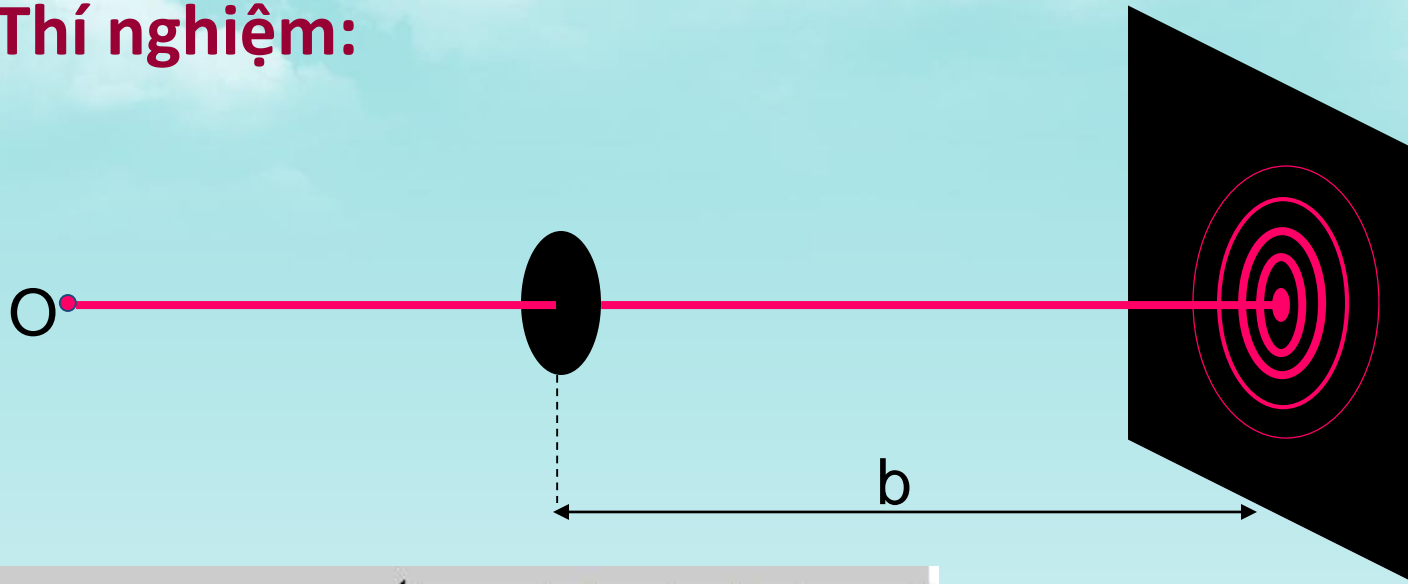
**Nếu lỗ tròn chứa số
chẵn đôi cầu Fresnel
thì:**

$$I = a_M^2 = \left(\frac{a_1}{2} - \frac{a_n}{2} \right)^2 < I_0$$

**(M là
điểm
tối).**

IV – NX FRESNEL QUA ĐĨA TRÒN:

1 – Thí nghiệm:

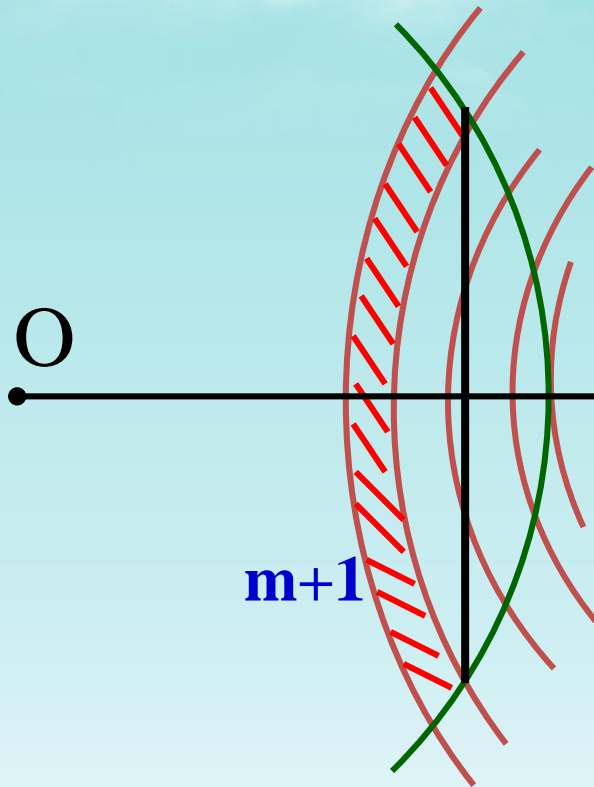


Kết quả:

**Tâm ảnh nx luôn
có một chấm
sáng (chấm sáng
Fresnel)**

IV – NX FRESNEL QUA ĐĨA TRÒN:

2 – Giải thích kết quả:



Giả sử đĩa tròn chắn hết m đới cầu Fresnel thì biên độ sáng tại M chỉ do các đới cầu thứ $m + 1, m + 2, \dots$ gởi tới.

$$a_M = \cancel{\frac{a_1}{2} \pm \frac{a_m}{2}} + \frac{a_{m+1}}{2} \pm \frac{a_\infty}{2} = \frac{a_{m+1}}{2}$$

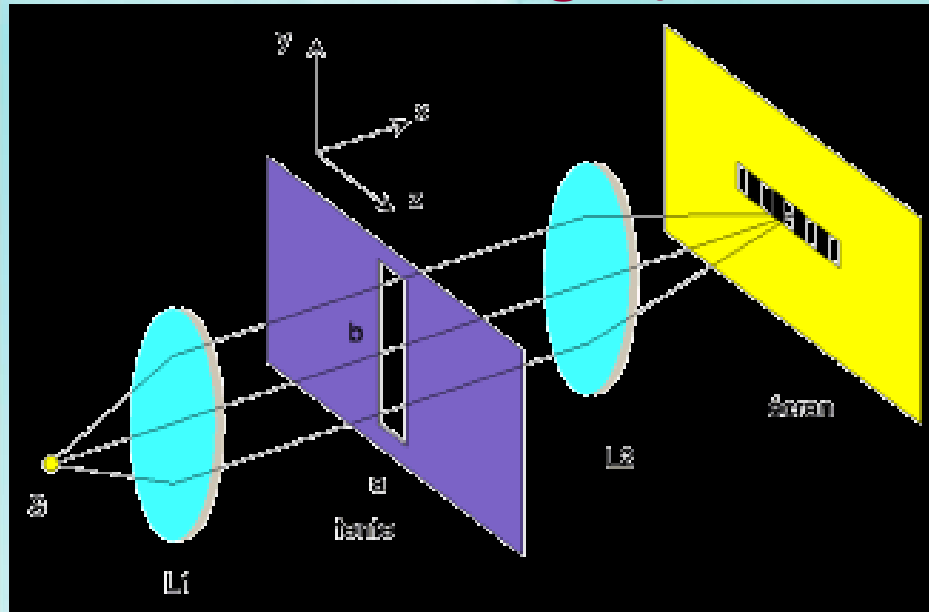
Cường
độ sáng

$$I = a_M^2 = \left(\frac{a_{m+1}}{2} \right)^2$$

**Vậy tại M luôn
là điểm sáng.**

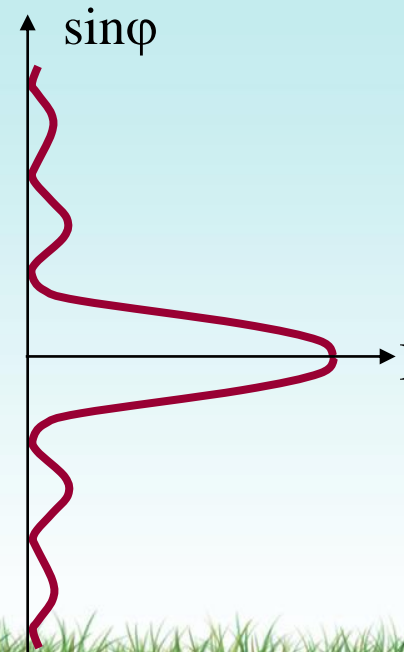
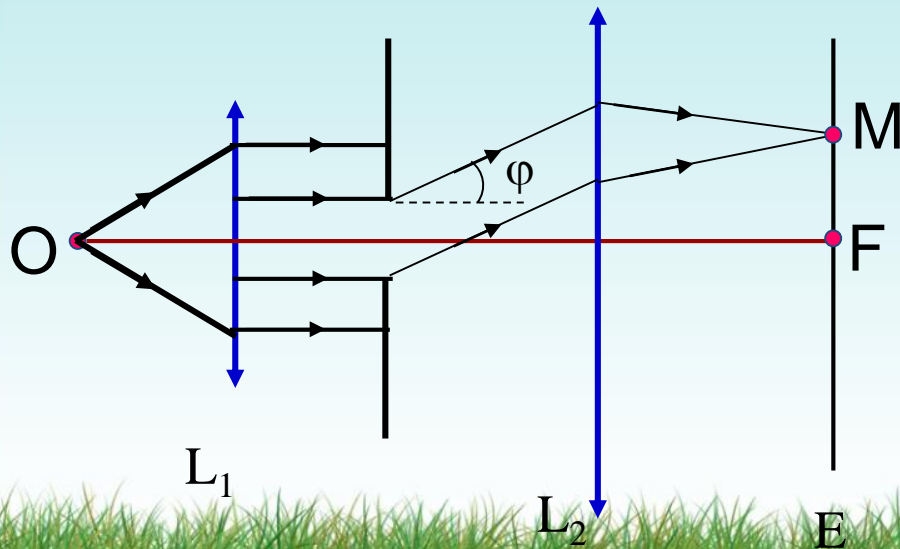
VI – NX FRAUNHOFER QUA 1 KHE HẸP:

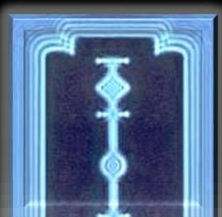
1 – Bố trí thí nghiệm:



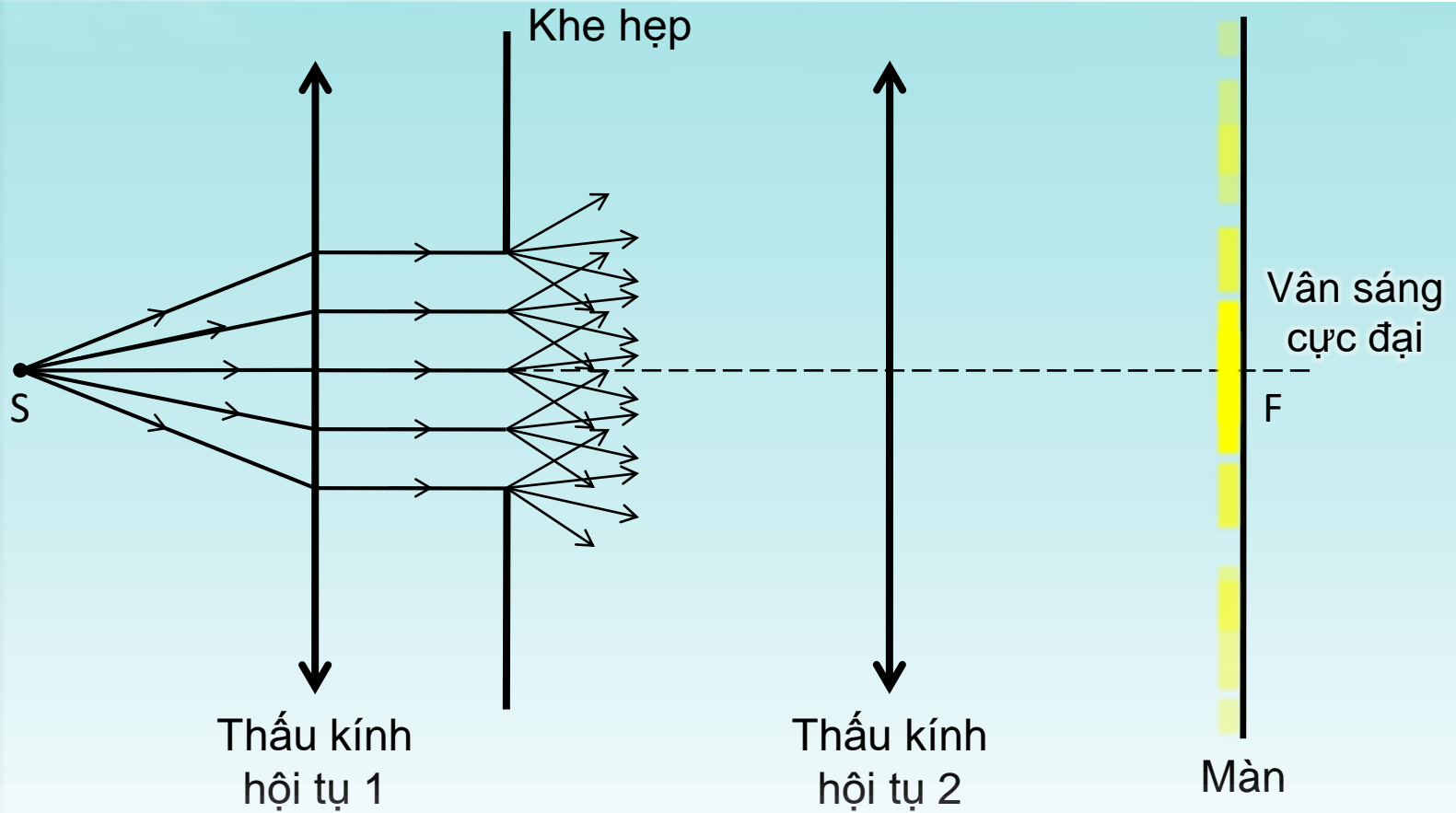
b : độ rộng khe hẹp

φ : góc nhiễu xạ



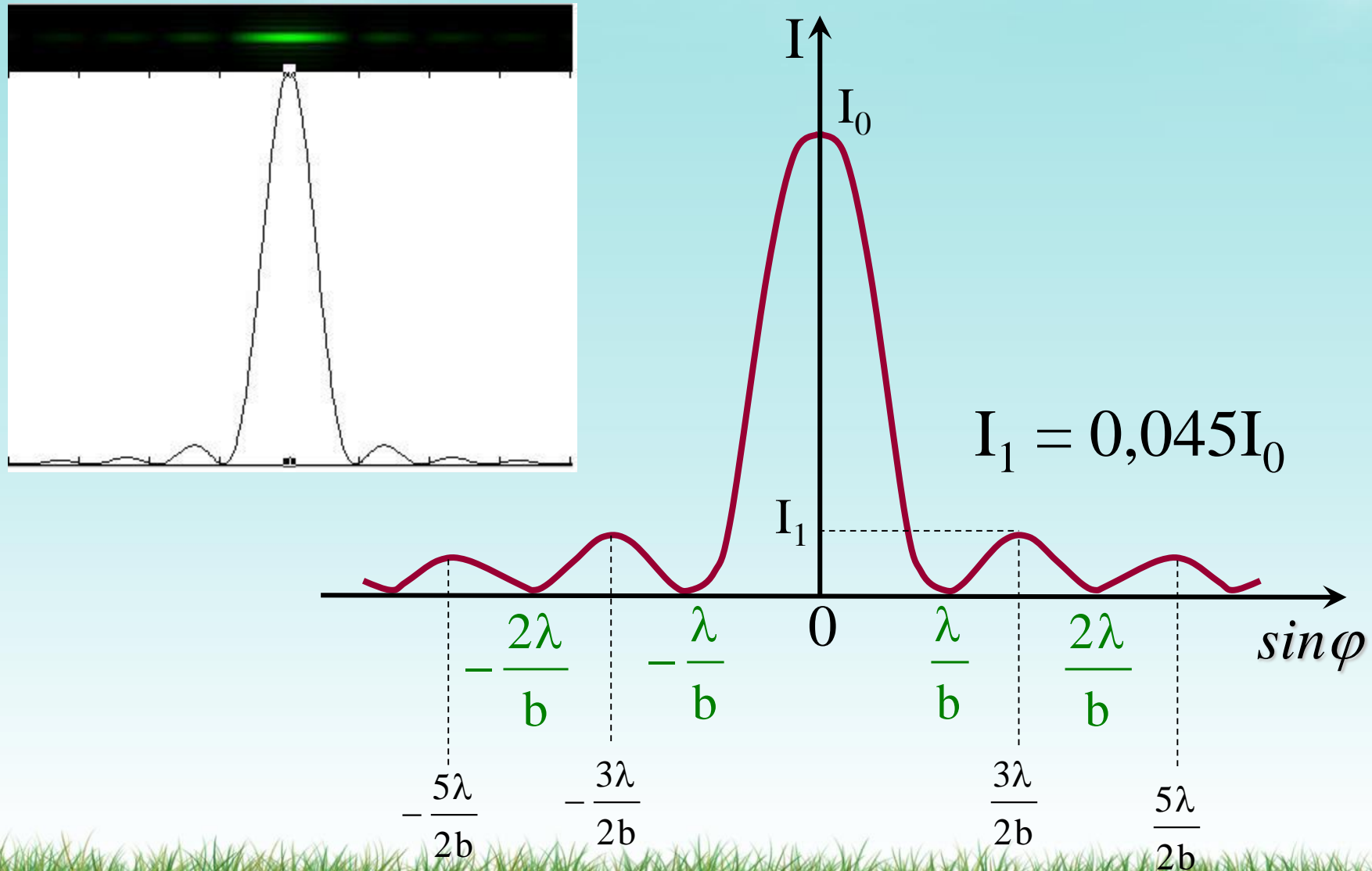


NHIỄU XẠ QUA 1 KHE HẸP



V – NX FRAUNHOFER QUA 1 KHE HẸP:

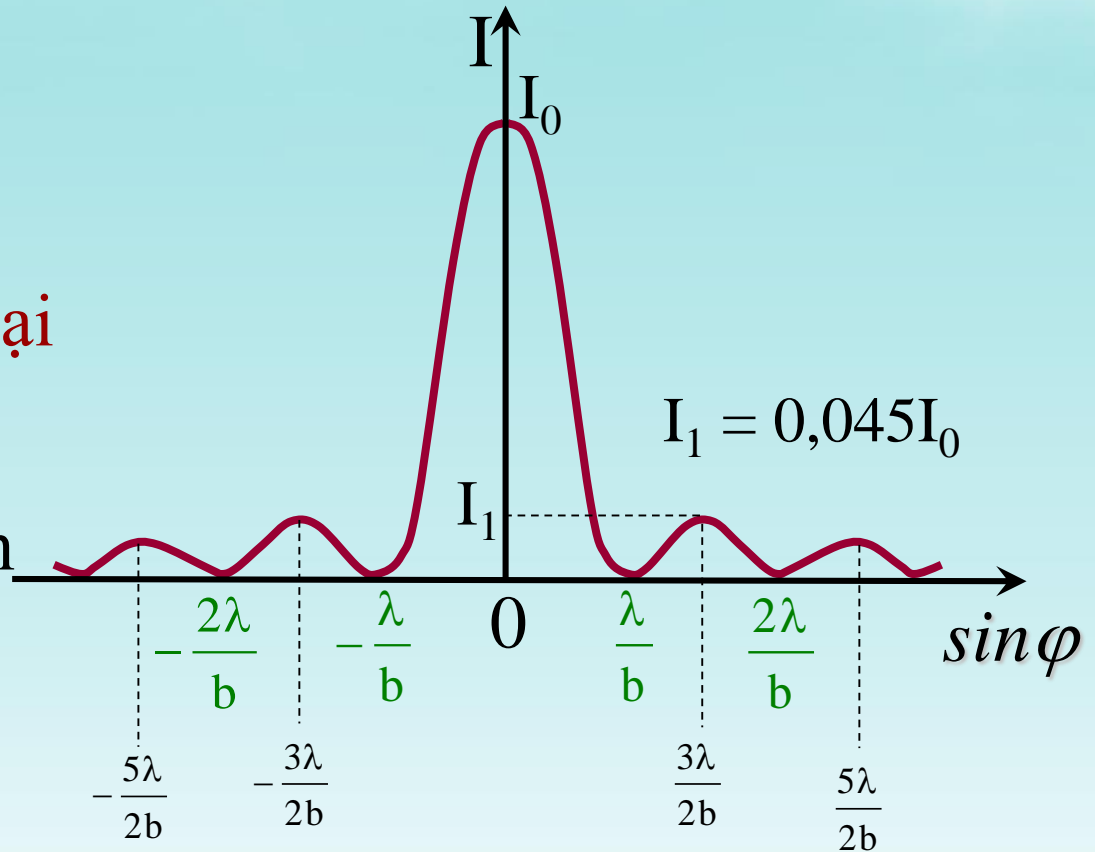
2 – Phân bố cường độ ánh sáng nhiễu xạ:



V – NX FRAUNHOFER QUA 1 KHE HẸP:

2 – Phân bố cường độ ánh sáng nhiễu xạ:

- Vân nx đối xứng qua tiêu điểm F của TK L_2
- Tại F sáng nhất: cực đại giữa.
- Các cực đại khác giảm nhanh.



Vị trí các cực đại thỏa:

$$\sin \varphi = (2k + 1) \frac{\lambda}{2b}$$

$$(k = 1; \pm 2; \pm 3)$$

Vị trí các cực tiểu thỏa:

$$\sin \varphi = \frac{k\lambda}{b}$$

$$(k = \pm 1; \pm 2; \pm 3)$$

V – NX FRAUNHOFER QUA 1 KHE HẸP:

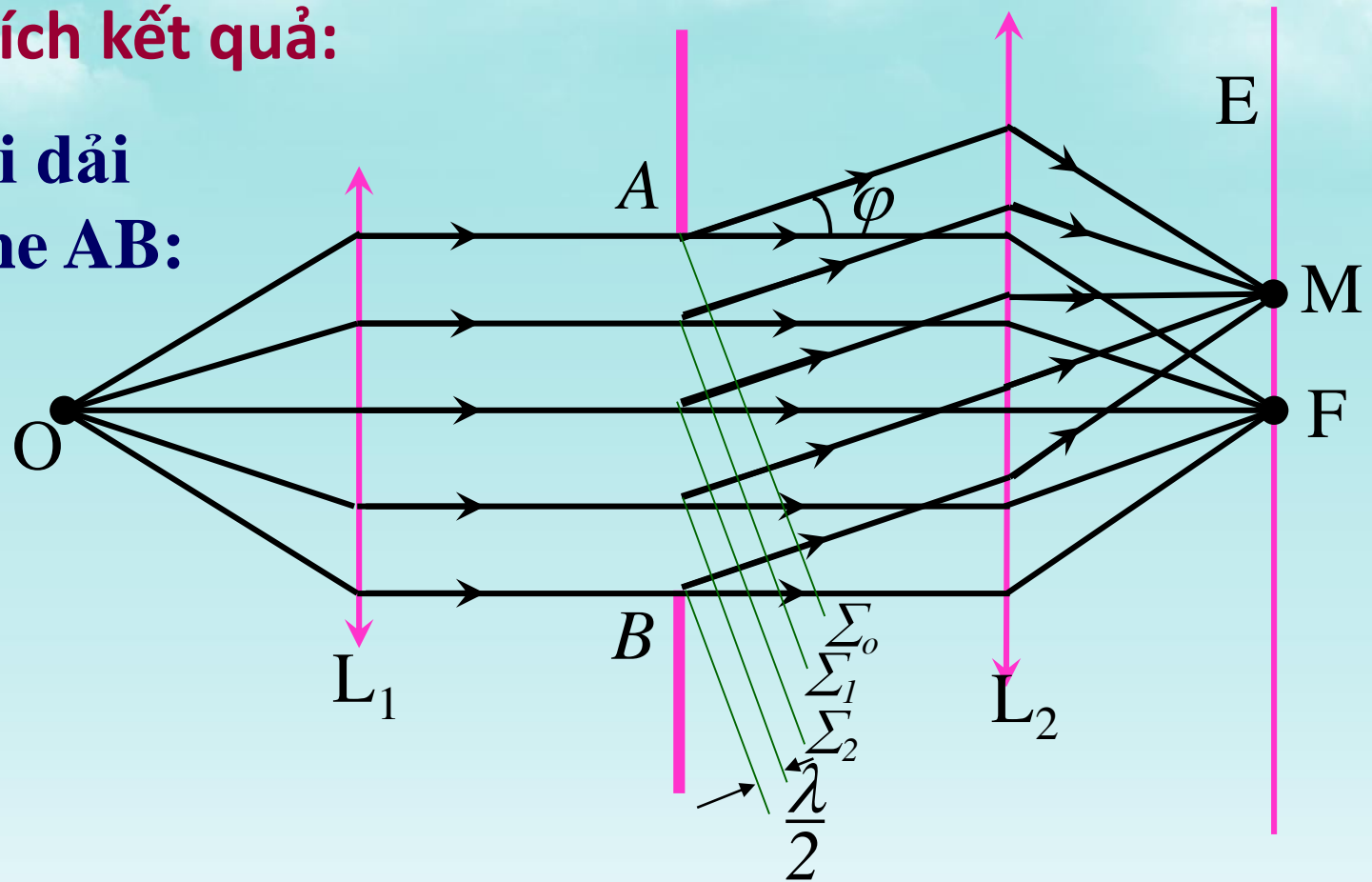
3 – Giải thích kết quả:

Độ rộng mỗi dải
sáng trên khe AB:

$$\delta = \frac{\lambda / 2}{\sin \varphi}$$

Số dải sáng
chứa trong
khe AB:

$$n = \frac{AB}{\delta} = \frac{2b \sin \varphi}{\lambda}$$



n lẻ: M là điểm sáng (cực đại)

n chẵn: M là điểm tối (cực tiểu)

V – NX FRAUNHOFER QUA 1 KHE HẸP:

3 – Giải thích kết quả:

Tại F, tất cả sóng do khe AB gởi tới đều đồng pha, nên cường độ sáng mạnh nhất.

Vị trí các cực tiểu nx thỏa mãn điều kiện số dải sáng được chia trong đoạn AB là số chẵn: $n = 2k$

$$\frac{2b \sin \varphi}{\lambda} = 2k \Rightarrow \sin \varphi = k \frac{\lambda}{b} \quad \text{Với } k = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$$

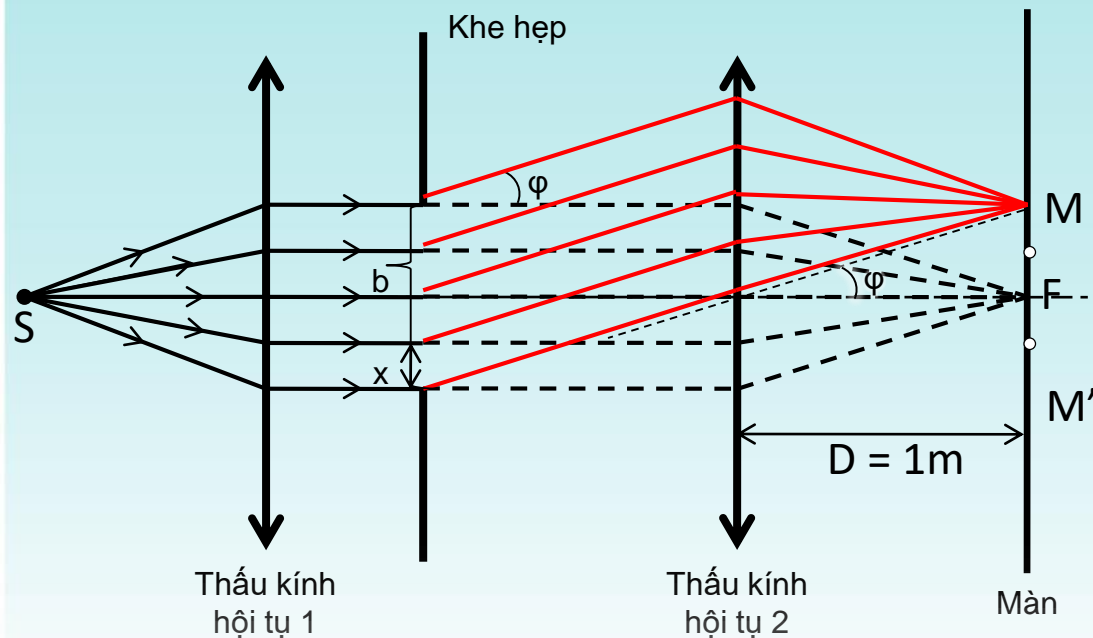
Vị trí các cực đại nx thỏa mãn điều kiện số dải sáng được chia trong đoạn AB là số lẻ: $n = 2k + 1$

$$\Rightarrow \sin \varphi = (2k + 1) \frac{\lambda}{2b} \quad \text{Với } k = 1, \pm 2, \pm 3, \dots$$

Chiếu chùm ánh sáng song song gồm có 2 bước sóng $\lambda_1 = 0,45\mu\text{m}$ và $\lambda_2 = 0,75\mu\text{m}$ vuông góc với 1 khe hẹp có bề rộng $b = 3\mu\text{m}$. Phía sau khe đặt một thấu kính hội tụ có tiêu cự $f = 1\text{m}$. Đặt màn ảnh trùng với mặt phẳng tiêu cự của thấu kính.

a) Tính độ rộng cực đại giữa ứng với λ_1 trên màn

b) Cho biết các cực đại (trừ cực đại giữa) tương ứng với 2 sóng trùng nhau. Cho biết bậc cực đại tương ứng.



a) Độ rộng cực đại giữa = khoảng cách giữa 2 cực tiểu nhiều xạ đầu tiên (MM')

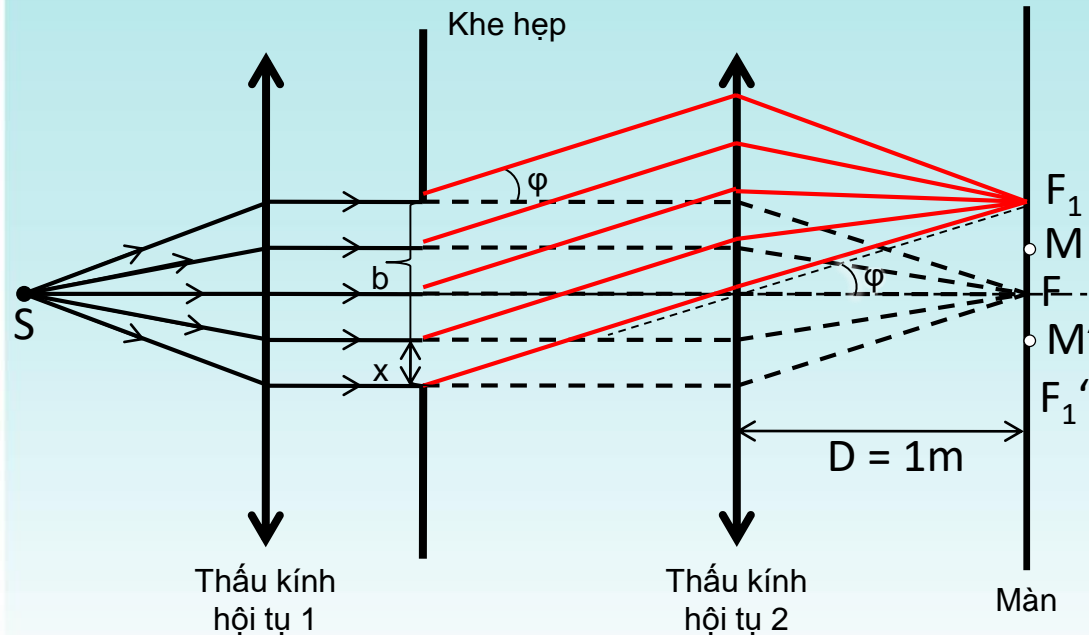
Đặt F là vị trí vân sáng cực đại giữa, M là vị trí vân tối cực tiểu thứ nhất.

Tại M: $\sin \varphi = \frac{\lambda}{b} = \frac{0,45}{3} = 0,15 \approx \text{tg } \varphi$

$$\text{tg } \varphi = \frac{FM}{D} \Rightarrow FM = D \cdot \text{tg } \varphi = \dots$$

Độ rộng cực đại giữa $MM' = 2FM = \dots = 0,3(\text{m})$

Chiếu chùm ánh sáng song song gồm có 2 bước sóng $\lambda_1 = 0,45\mu\text{m}$ và $\lambda_2 = 0,75\mu\text{m}$ vuông góc với 1 khe hẹp có bề rộng $b = 3\mu\text{m}$. Phía sau khe đặt một thấu kính hội tụ có tiêu cự $f = 1\text{m}$. Đặt màn ảnh trùng với mặt phẳng tiêu cự của thấu kính.



$$b) \lambda_1 : \sin \varphi_1 = (2k_1 + 1) \frac{\lambda_1}{2b}$$

$$\lambda_2 : \sin \varphi_2 = (2k_2 + 1) \frac{\lambda_2}{2b}$$

Hai vân trùng nhau: $\sin \varphi_1 = \sin \varphi_2$

$$\dots \Rightarrow k_2 = \frac{3}{5} k_1 - \frac{1}{5}$$

Sử dụng điều kiện:

$$-1 \leq \sin \varphi_1 \leq 1$$

$$\dots \Rightarrow -7,67 \leq k_1 \leq 6,67$$

$$\Rightarrow k_1 = 1; \pm 2; \dots; \pm 6; -7$$

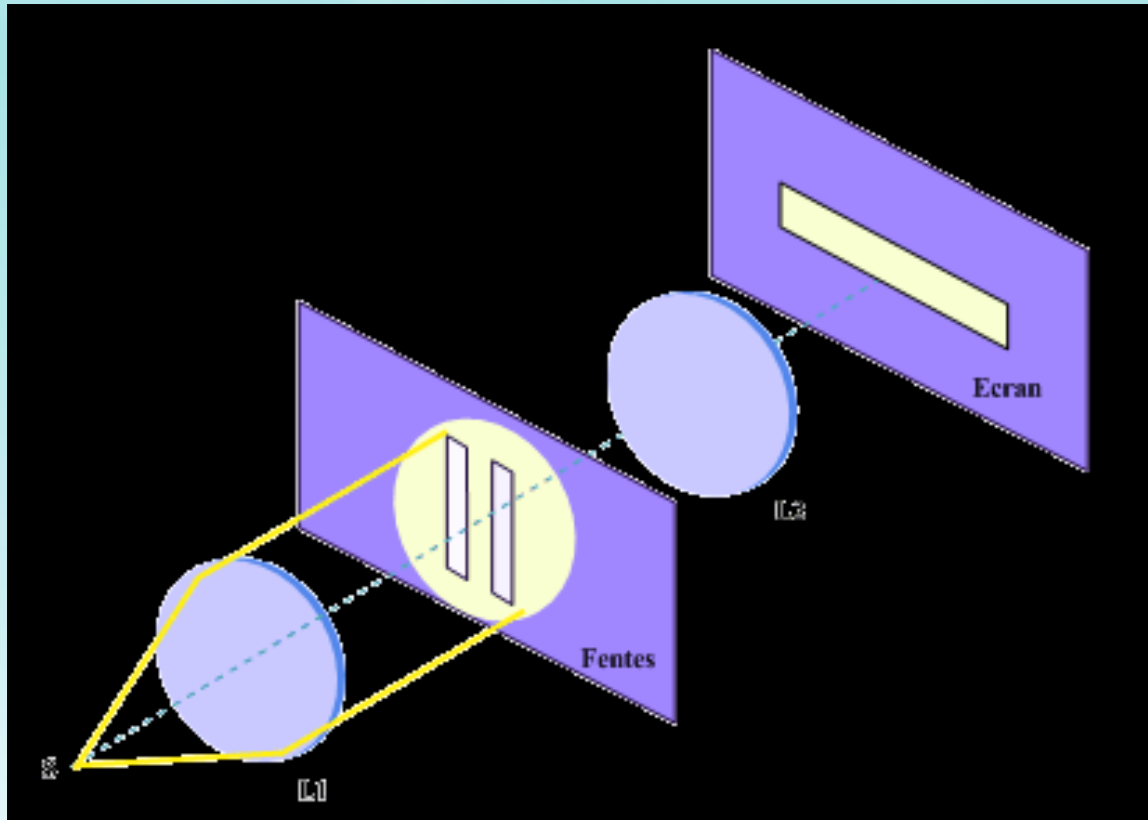
Thế tìm k_2 (là số nguyên)...

$$\text{ĐS: } k_1 = -3; k_2 = -2$$

$$k_1 = 2; k_2 = 1$$

V – NX FRAUNHOFER QUA n KHE HẸP:

1 – Bố trí thí nghiệm:



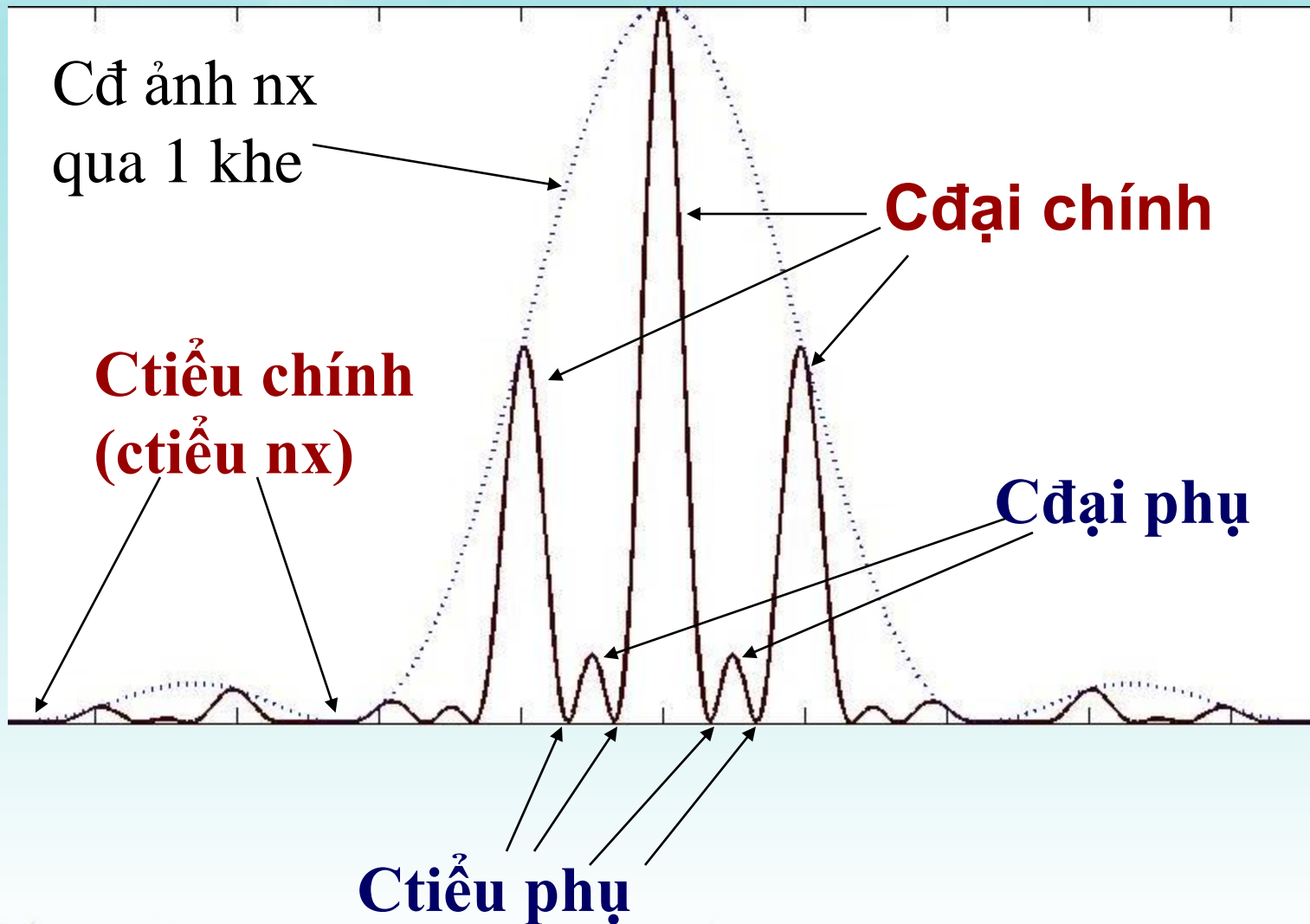
b : độ rộng khe hẹp

d : khoảng cách giữa 2 khe liên tiếp

φ : góc nhiễu xạ

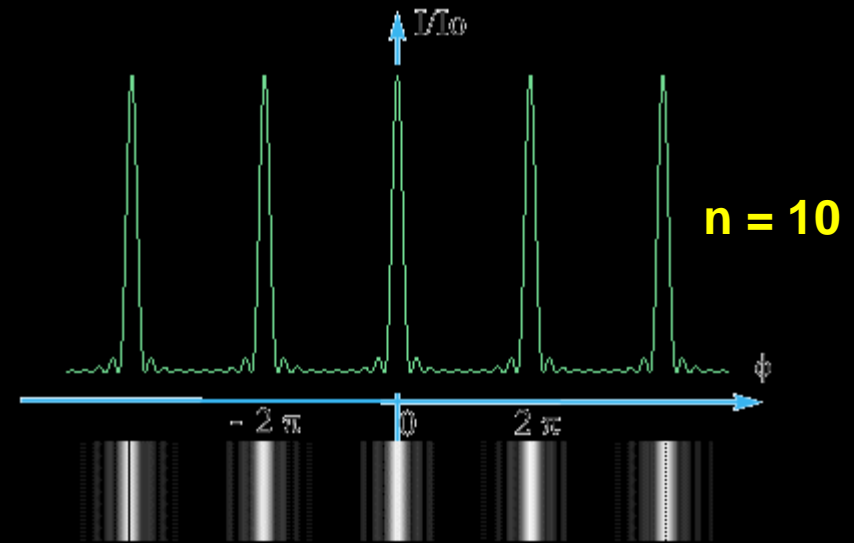
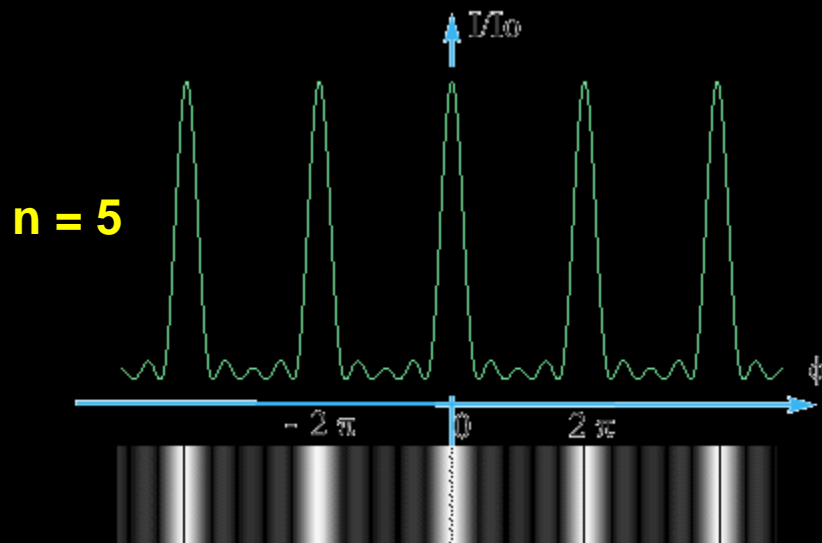
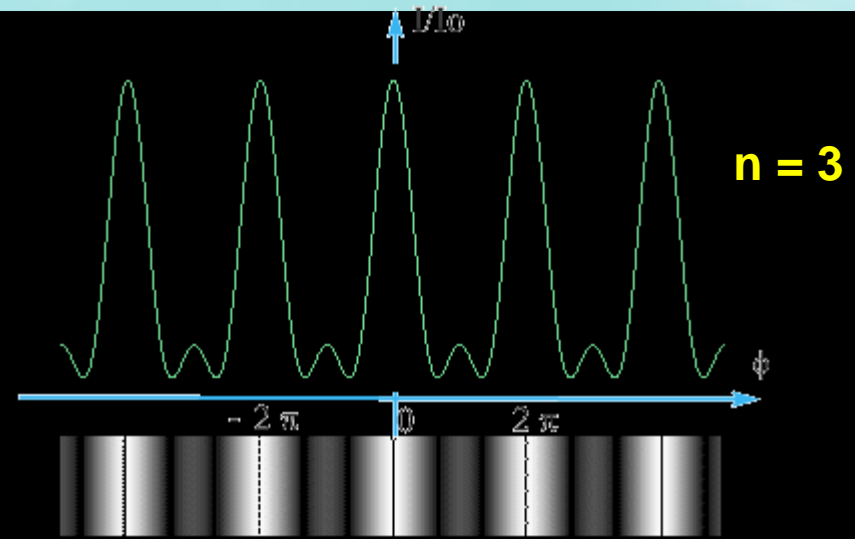
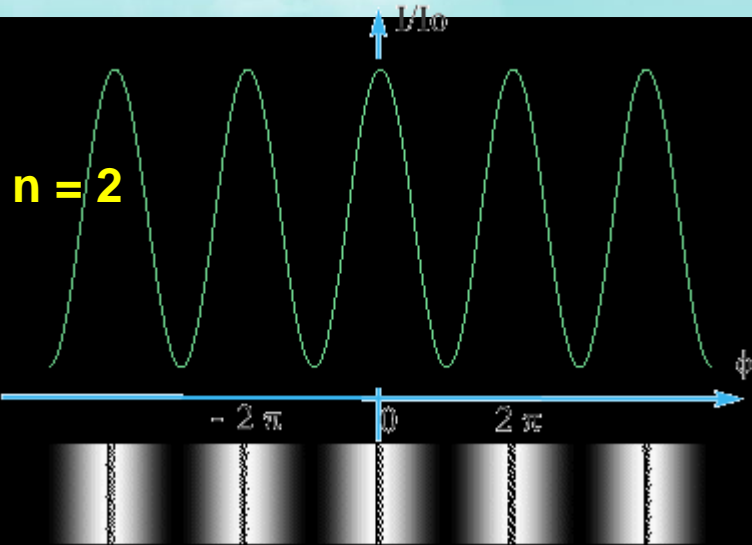
VI – NX FRAUNHOFER QUA n KHE HẸP:

2 – Phân bố cường độ ánh sáng nhiễu xạ:



VI – NX FRAUNHOFER QUA n KHE HẸP:

2 – Phân bố cường độ ánh sáng nhiễu xạ:

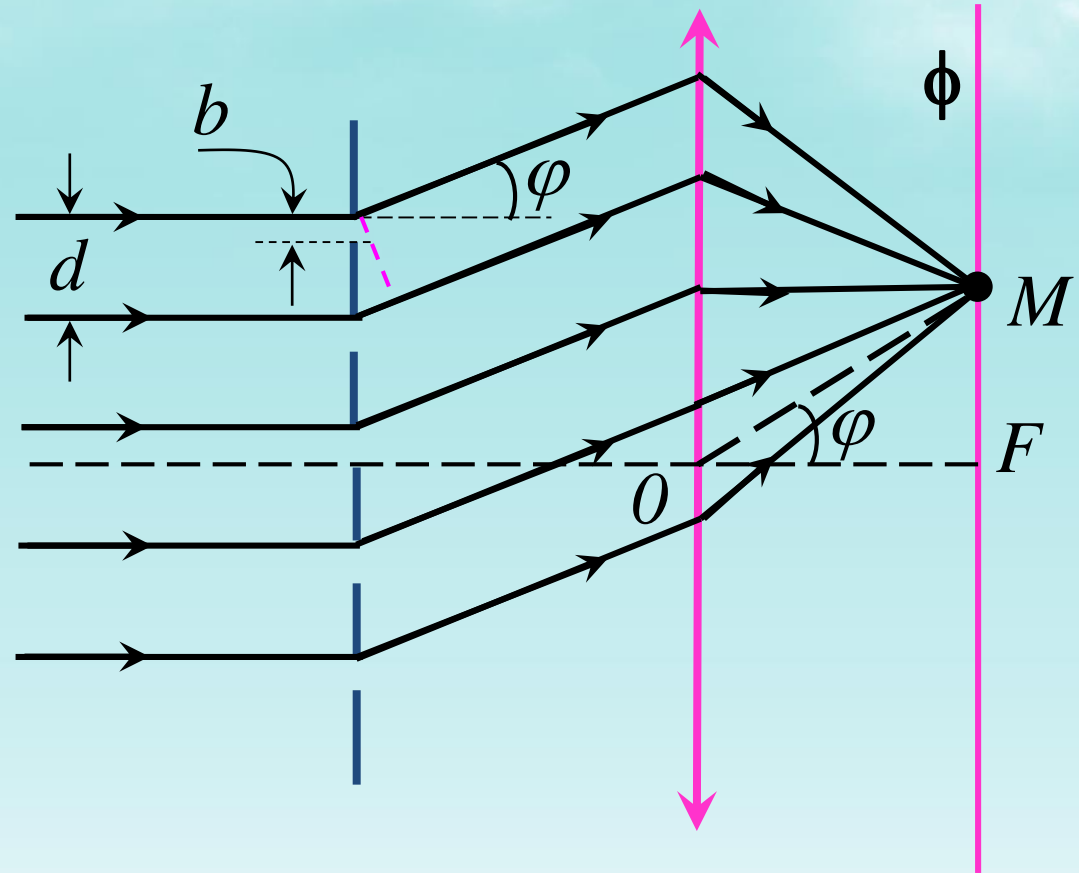


VI – NX FRAUNHOFER QUA n KHE HẸP:

3 – Giải thích kết quả:

Hiệu quang lộ
của những tia
nhiều xạ với góc
lệch φ :

$$L_2 - L_1 = d \sin \varphi$$



VI – NX FRAUNHOFER QUA n KHE HẸP:

3 – Giải thích kết quả:

Phân bố cđộ ảnh nx qua 1 khe chỉ phụ thuộc vào góc nx φ . Do đó, nếu tịnh tiến khe lên trên hay xuống dưới thì ảnh nhiễu xạ không đổi. Suy ra, nếu có thêm 2, 3, ..., n khe cùng độ rộng b và // với khe thứ nhất thì ảnh nx của từng khe riêng rẽ hoàn toàn trùng nhau.

Ngoài sự nhiễu xạ của từng khe riêng rẽ, còn có sự giao thoa của n chùm tia nx từ n khe. Kết quả có sự phân bố lại cường độ ảnh nx. Tuy nhiên, đường bao các cực đại chính luôn là ảnh nx qua một khe.

VI – NX FRAUNHOFER QUA n KHE HẸP:

3 – Giải thích kết quả:

Vị trí các CĐ chính (do giao thoa) thỏa ĐK:

$$L_2 - L_1 = d \sin \varphi = k\lambda \Rightarrow \sin \varphi = k \frac{\lambda}{d} \quad k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$$

Vị trí các CT chính (CT nhiễu xạ) thỏa ĐK:

$$\sin \varphi = k \frac{\lambda}{b} \quad \text{Với } k = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$$

Giữa hai CĐ chính liên tiếp có $(n - 2)$ CĐ phụ và $(n - 1)$ CT phụ. Khi số khe rất lớn và độ rộng khe rất hẹp thì các cực đại phụ mờ dần rồi tắt hẳn, các cực đại chính có cường độ bằng nhau (**cách tử nx**)

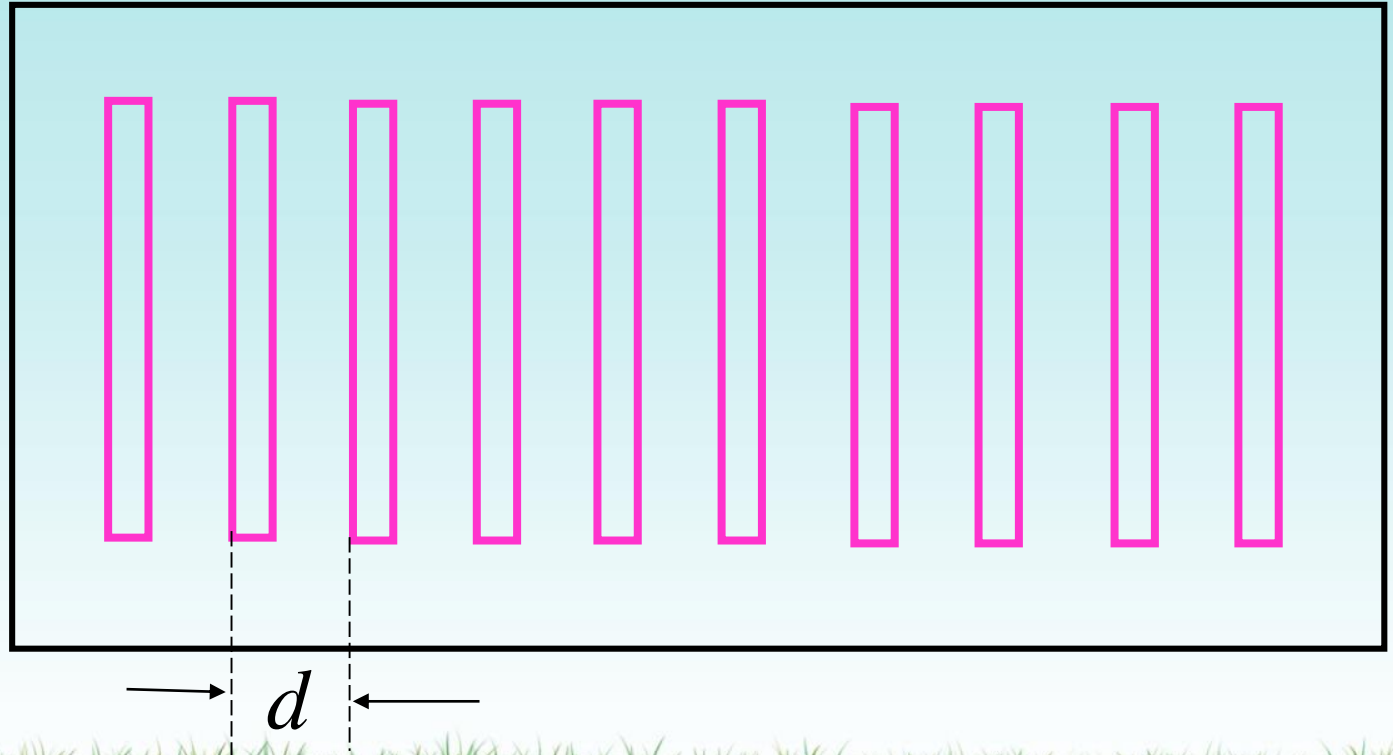
Để quan sát được các CĐ chính thì $\lambda < d$

VII – CÁCH TỬ NHIỄU XẠ:

1 – Khái niệm:

Cách tử nhiễu xạ là tập hợp các khe hẹp giống nhau, // , cách đều nhau và cùng nằm trên một mặt phẳng. Khoảng cách d giữa hai khe liên tiếp được gọi là chu kì của cách tử.

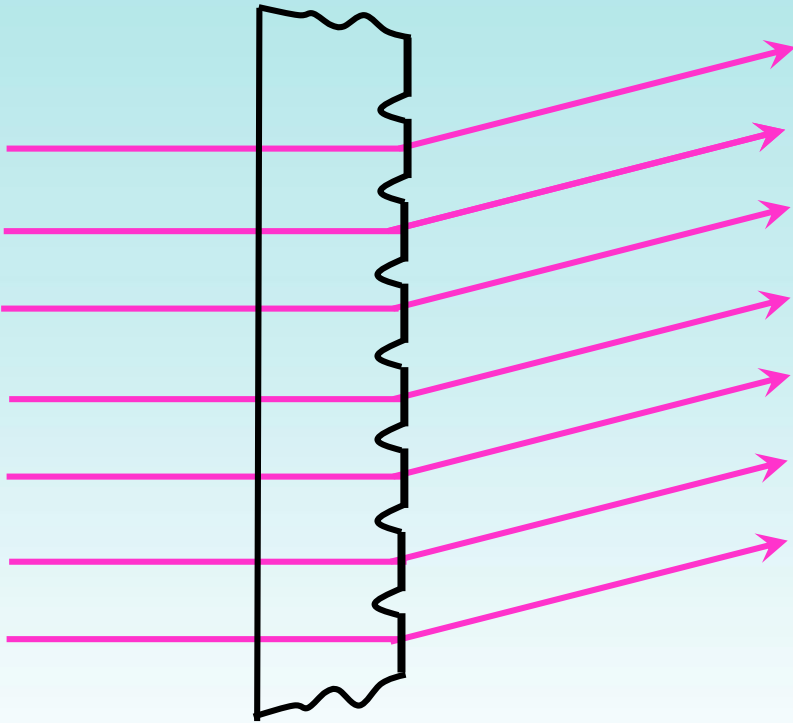
$$n = \frac{1}{d}$$



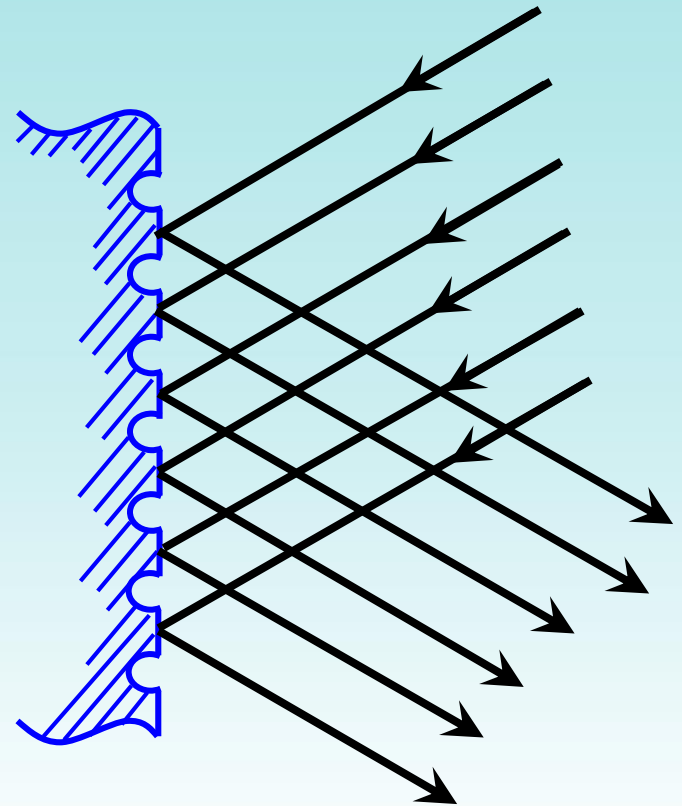
VII – CÁCH TỬ NHIỀU XẠ:

2 – Hai loại cách tử:

Cách tử truyền qua



Cách tử phản xạ



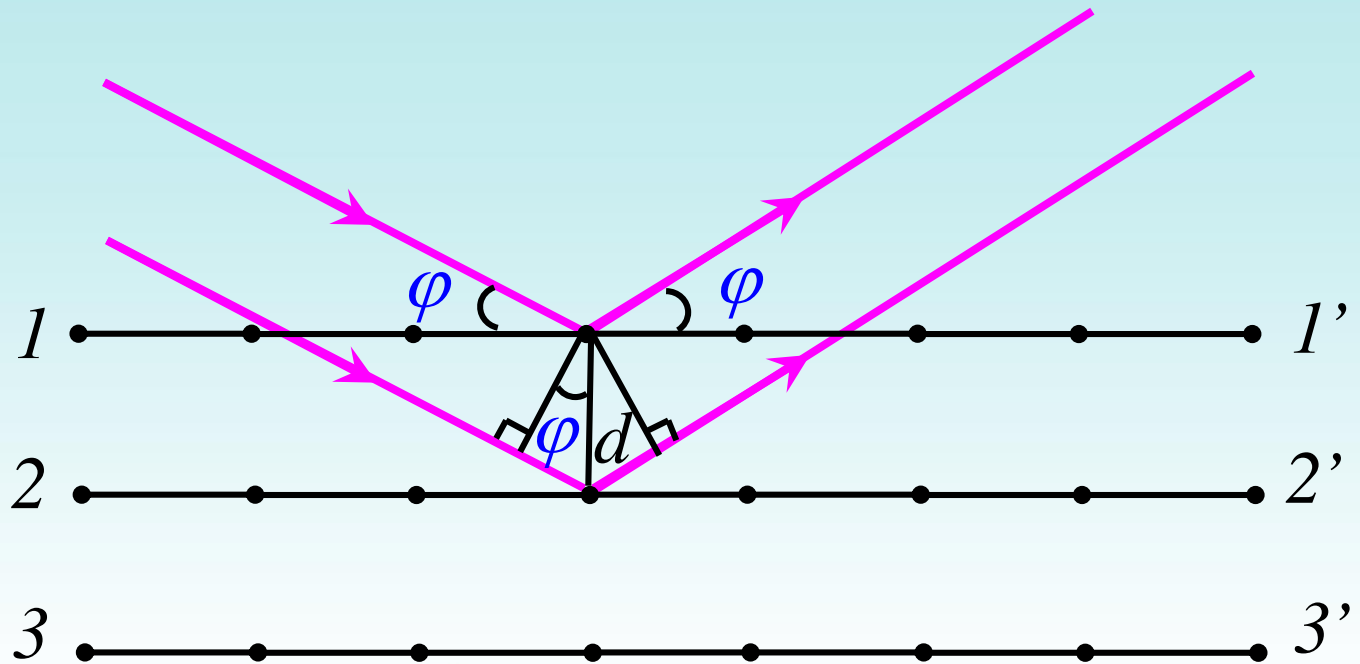
VIII – NHIỄU XẠ TRÊN MẠNG TINH THỂ:

Hiệu quang lộ:

$$L_2 - L_1 = 2d.\sin\varphi$$

Vị trí các cực đại thỏa định luật Vulf - Bragg:

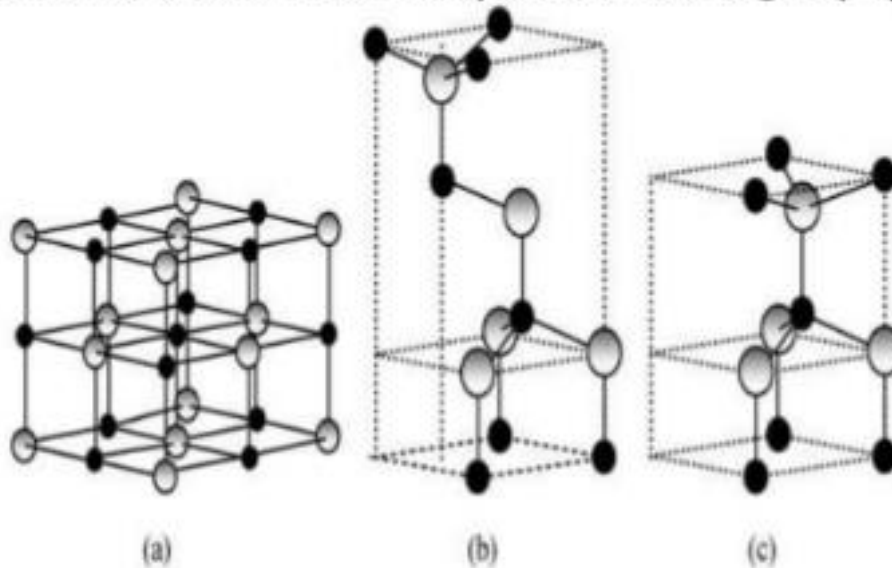
$$L_2 - L_1 = 2d.\sin\varphi = k\lambda$$



Cấu trúc ZnO

Cấu trúc tinh thể ZnO

Cấu trúc tinh thể ZnO được chia làm 3 dạng:

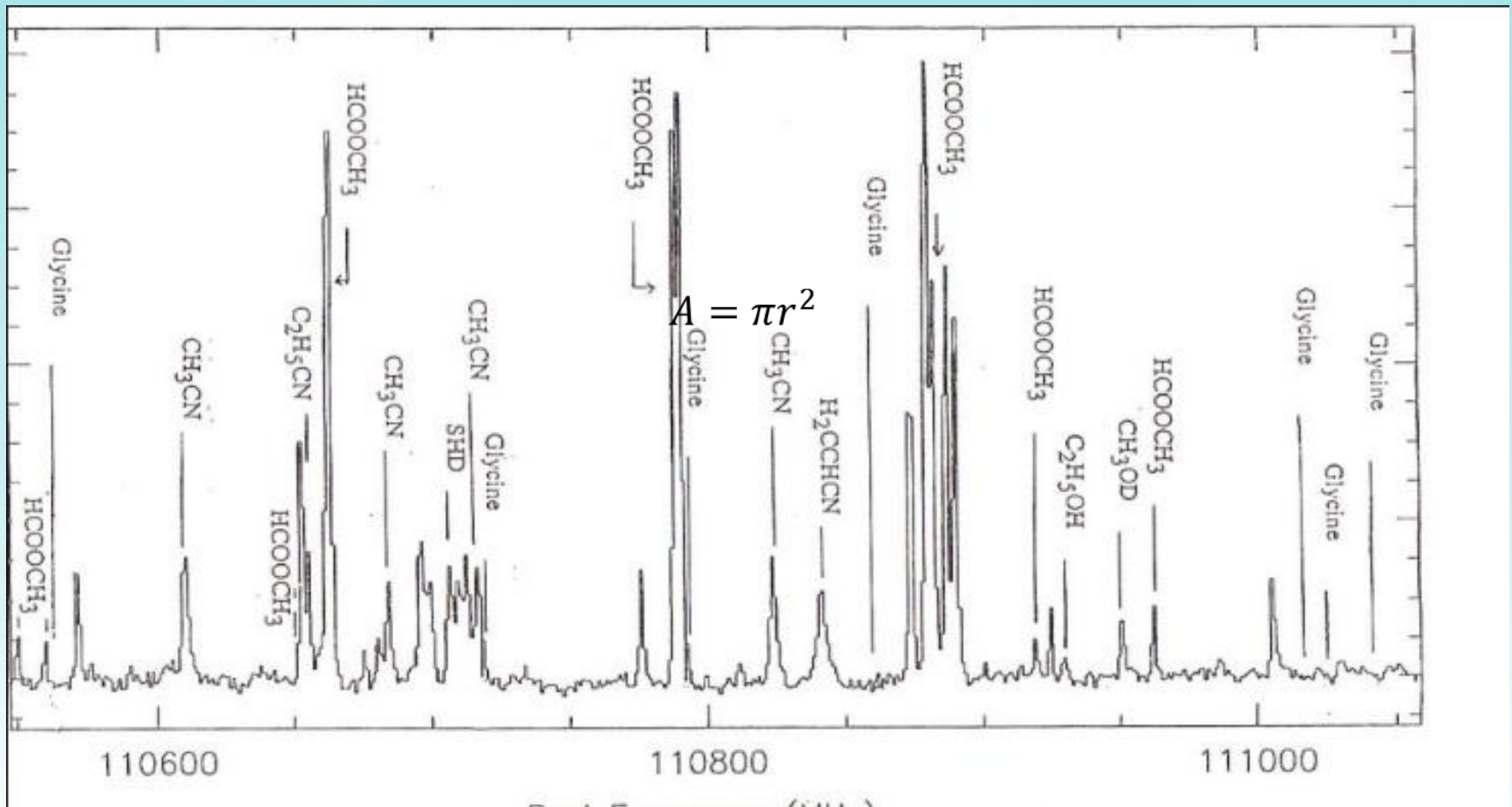


(a) Lập phương
rocksalt(B1).

(b) Lập phương zinc
blende(B3).

(c) Lục giác wurtzite(B4).

PHỔ NHỮNG XẠ TIA X

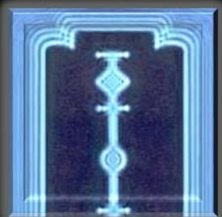


IX – ỨNG DỤNG HIỆN TƯỢNG NHIỄU XẠ AS:

Phân tích quang phổ bằng cách tử nx.

Nghiên cứu cấu trúc mạng tinh thể bằng nhiễu xạ tia X.

Nghiên cứu năng suất phân li các dụng cụ quang học



NĂNG SUẤT PHÂN LY CỦA CÁCH TỬ

Năng suất phân ly của cách tử: đặc trưng cho khả năng phân biệt 2 vạch phổ gần nhau nhất khi chiếu chùm ánh sáng đa sắc qua cách tử.

Biểu thức tính năng suất phân ly (Cách tử): $R = \frac{\bar{\lambda}}{\Delta\lambda} = N.k$

λ : bước sóng trung bình của 2 vạch phổ λ_1 và λ_2 còn phân biệt được

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2}$$

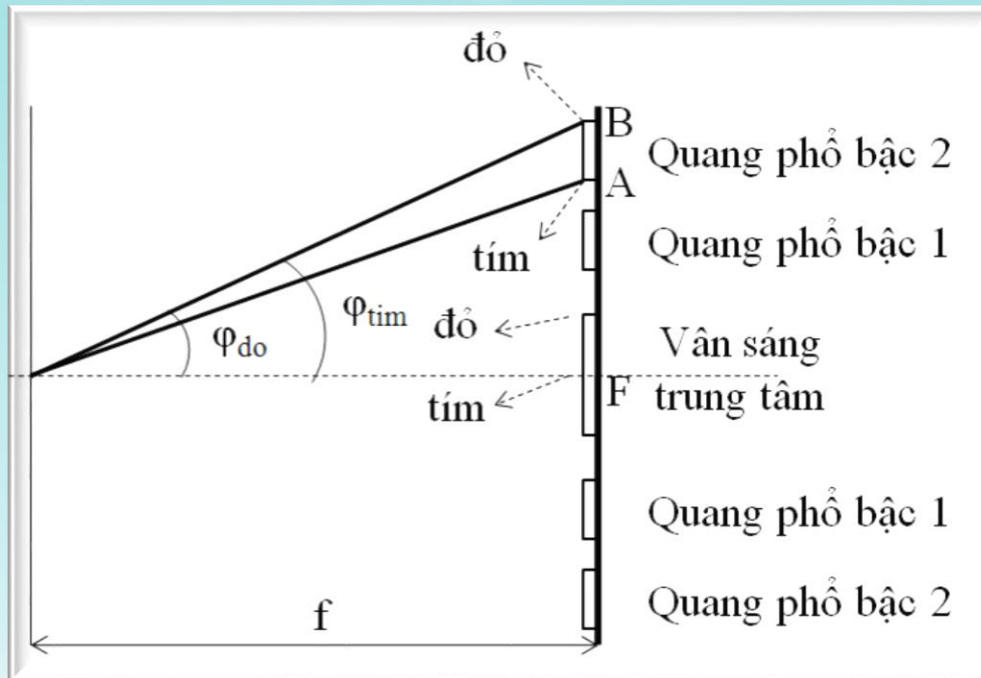
$\Delta\lambda$: hiệu bước sóng giữa hai vạch phổ; $\Delta\lambda = |\lambda_1 - \lambda_2|$

n : mật độ vạch của cách tử; k : bậc nhiễu xạ của vạch khảo sát

N : số vạch có trên cách tử

Chiếu 1 chùm ánh sáng trắng vuông góc với 1 cách tử nhiễu xạ có chiều dài 1 cm và có 5000 khe/cm. Ngay sau cách tử người ta đặt một thấu kính hội tụ có tiêu cự $f = 0,3\text{m}$. Màn quan sát được đặt ở mặt phẳng tiêu của thấu kính.

- Tính độ rộng của quang phổ bậc I và bậc II ở trên màn
- Xác định năng suất phân ly của cách tử trong quang phổ bậc II.



$$n = 5000 \text{ khe/cm}$$

\Rightarrow Chu kỳ của cách tử:

$$d = \frac{1}{n} = \frac{1}{5000} = 0,2 \cdot 10^{-3} (\text{cm}) = 0,2 \cdot 10^{-5} (\text{m})$$

a) Quang phổ bậc 2: $k = 2$, $\sin \varphi = k \frac{\lambda}{d} = 2 \frac{\lambda}{d}$

* Đối với chùm sáng đỏ:

$$\sin \varphi_{\text{đỏ}} = 2 \cdot \frac{0,76 \cdot 10^{-6}}{0,2 \cdot 10^{-5}} = 0,76$$

* Đối với chùm sáng tím:

$$\sin \varphi_{\text{tím}} = 2 \cdot \frac{0,4 \cdot 10^{-6}}{0,2 \cdot 10^{-5}} = 0,4$$

Điều kiện để có vân nhiễu xạ cực đại:

$$n = 5000 \text{ khe/cm} \Rightarrow N = n \cdot l = 5000 \text{ khe}$$

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

Chiếu 1 chùm ánh sáng trắng vuông góc với 1 cách tử nhiễu xạ có chiều dài 1 cm và có 5000 khe/cm. Ngay sau cách tử người ta đặt một thấu kính hội tụ có tiêu cự $f = 0,3\text{m}$. Màn quan sát được đặt ở mặt phẳng tiêu của thấu kính.

- Tính độ rộng của quang phổ bậc I và bậc II ở trên màn
- Xác định năng suất phân ly của cách tử trong quang phổ bậc II.

Từ mối liên hệ:

$$\operatorname{tg} \varphi_{\text{đỏ}} = \frac{FB}{f} \Rightarrow FB = \operatorname{tg} \varphi_{\text{đỏ}} \cdot f \approx 0,76 \cdot 0,3 = 0,228(\text{m})$$

$$\operatorname{tg} \varphi_{\text{tím}} = \frac{FA}{f} \Rightarrow FA = \operatorname{tg} \varphi_{\text{tím}} \cdot f \approx 0,4 \cdot 0,3 = 0,12(\text{m})$$

Độ rộng của quang phổ bậc 2:

$$AB = FB - FA = 0,228 - 0,12 = 0,108(\text{m})$$

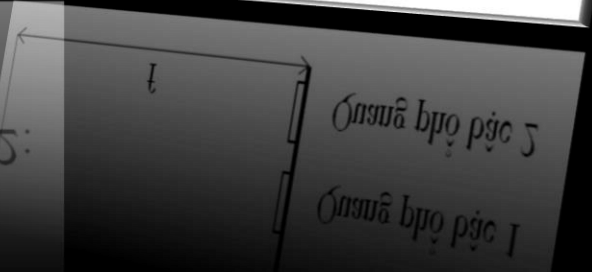
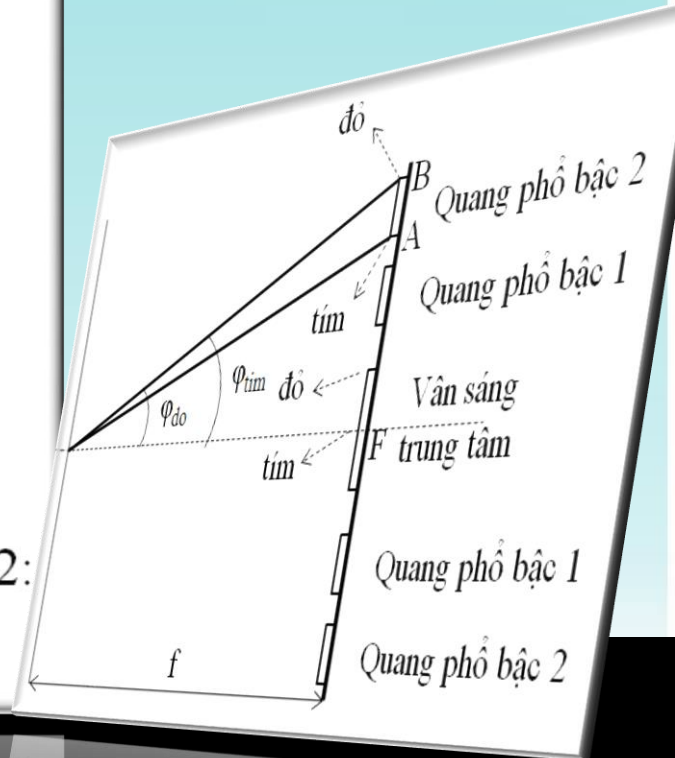
b) Năng suất phân ly của cách tử trong quang phổ bậc 2:

$$R = N \cdot k = 5000 \cdot 2 = 10000$$

$$R = N \cdot k = 2000 \cdot 5 = 10000$$

p) Năng suất phân ly của cách tử trong quang phổ bậc 5:

$$VB = FB - FA = 0,558 - 0,12 = 0,438(\text{m})$$

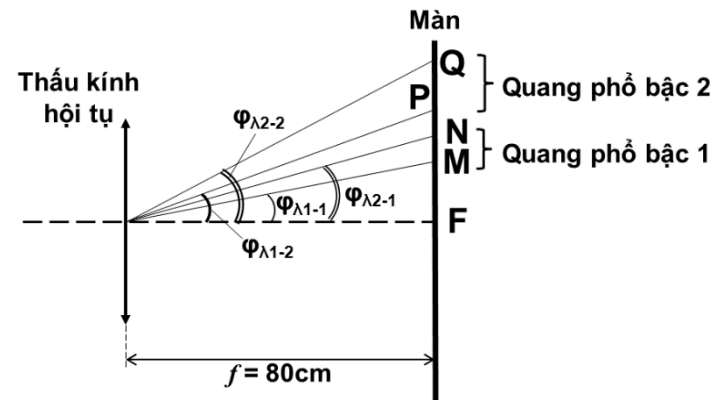


Câu 4

Một cách tử có chiều dài 25 mm và có 250 vạch trên mỗi mm. Chiếu hai chùm sáng có bước sóng 310,153 và 310,184 nm theo hướng vuông góc với cách tử. Để quan sát ảnh nhiễu xạ, người ta đặt một màn ở mặt phẳng tiêu của thấu kính có tiêu cự 80 cm (Hình c).

a) Tính độ rộng quang phổ bậc nhất và quang phổ bậc hai của hai chùm sáng. (Lưu ý: Kết quả tính sin góc nhiễu xạ nên lấy 6 chữ số thập phân sau dấu phẩy)

b) Với cách tử có số vạch đã cho, có thể phân giải được hai bước sóng này trong quang phổ bậc nhất và bậc hai không?



Một cách tử nhiễu xạ có bề rộng là 1cm, chu kỳ bằng $2,5\mu\text{m}$.

- a) Xác định năng suất phân ly của cách tử trong quang phổ bậc 3.
- b) Xác định bước sóng của vạch gần nhất có $\lambda = 550\text{nm}$ mà ta có thể phân biệt được bằng cách tử đó.

$$d = 2,5 \mu\text{m} \Rightarrow n = 1/d = 1/2,5(\mu\text{m}) = 0,4(\mu\text{m}^{-1})$$

$$\Rightarrow N = n.l = 0,4(\mu\text{m}^{-1}).1(\text{cm}) = 0,4.10^4 (\text{cm}^{-1}).1(\text{cm}) = 4000$$

- a) Năng suất phân ly của cách tử trong quang phổ bậc 3:

$$R = N.k = 4000.3 = 12000$$

- b) Với cách tử này, ta có thể phân ly được 2 vạch quang phổ có bước sóng khác nhau 1 lượng: $\Delta\lambda = \lambda/R = 550/12000 = 0,04583 (\text{nm})$

Bước sóng của vạch gần $\lambda = 550\text{nm}$ mà ta có thể phân biệt được là:

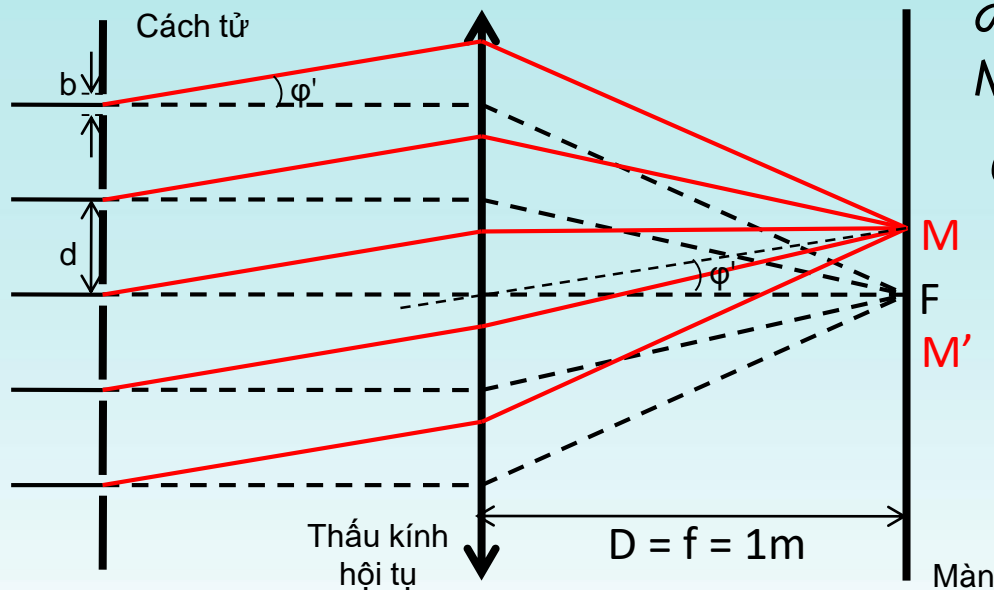
$$\lambda' = \lambda + \Delta\lambda = 550 + 0,04583 = 550,046 (\text{nm})$$

$$\lambda'' = \lambda - \Delta\lambda = 550 - 0,04583 = 549,954 (\text{nm})$$

Điều kiện để có vân nhiễu xạ cực đại:

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

Chiếu một chùm tia sáng đơn sắc song song bước sóng $\lambda = 0,5\mu\text{m}$ thẳng góc với một cách tử nhiều xạ. Phía sau cách tử có một thấu kính hội tụ tiêu cự $f = 1\text{m}$. Màn quan sát hình ảnh nhiều xạ được đặt tại mặt phẳng tiêu của thấu kính. Khoảng cách giữa hai vạch cực đại chính của quang phổ bậc nhất bằng $l = 0,202\text{m}$. Hãy xác định: a) Chu kỳ của cách tử; b) Số vạch trên 1m của cách tử; c) Số vạch cực đại chính tối đa cho bởi cách tử; d) Góc nhiễu xạ ứng với vạch quang phổ ngoài cùng.



a) Gọi F là cực đại chính trung tâm, M và M' là cực đại chính thứ 2 (q.p phổ bậc 1)

Góc nhiễu xạ tương ứng với cực đại chính:

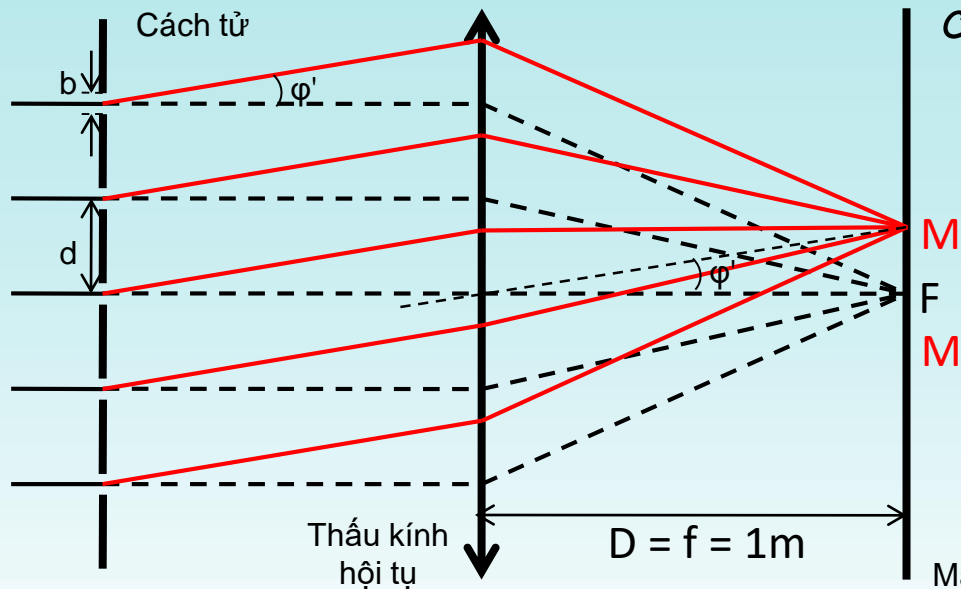
$$\sin \varphi = k \frac{\lambda}{d} \Rightarrow d = \frac{k\lambda}{\sin \varphi} \approx \frac{k\lambda}{\tan \varphi}$$

Q. phổ bậc nhất: $k = 1 \Rightarrow d = \frac{\lambda}{\tan \varphi}$

K. cách giữa 2 CĐ chính trong q.p phổ bậc 1: $l = MM' = 2MF = 2.f.\tan \varphi$

$$\Rightarrow \tan \varphi = l/(2f) \Rightarrow d = \dots = 4,95\mu\text{m}$$

Chiếu một chùm tia sáng đơn sắc song song bước sóng $\lambda = 0,5\mu\text{m}$ thẳng góc với một cách tử nhiều xạ. Phía sau cách tử có một thấu kính hội tụ tiêu cự $f = 1\text{m}$. Màn quan sát hình ảnh nhiều xạ được đặt tại mặt phẳng tiêu của thấu kính. Khoảng cách giữa hai vạch cực đại chính của quang phổ bậc nhất bằng $l = 0,202\text{m}$. Hãy xác định: a) Chu kỳ của cách tử; b) Số vạch trên 1m của cách tử; c) Số vạch cực đại chính tối đa cho bởi cách tử; d) Góc nhiễu xạ ứng với vạch quang phổ ngoài cùng.



c) Góc nhiễu xạ tương ứng với vạch cực đại chính:

$$\sin \varphi = k \frac{\lambda}{d}$$

Điều kiện giới hạn: $-1 \leq \sin \varphi \leq 1$

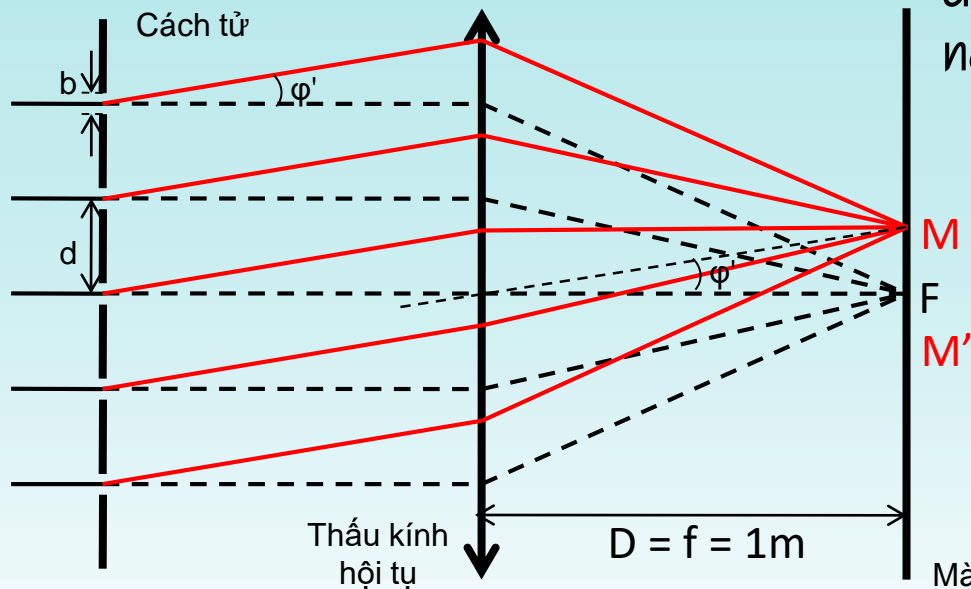
$$-1 \leq k \frac{\lambda}{d} \leq 1 \Leftrightarrow -\frac{d}{\lambda} \leq k \leq \frac{d}{\lambda} \dots$$

$$\Leftrightarrow -9,9 \leq k \leq 9,9$$

$$\Rightarrow k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots, \pm 9$$

\Rightarrow Số vạch CĐ chính tối đa: 19 vạch

Chiếu một chùm tia sáng đơn sắc song song bước sóng $\lambda = 0,5\mu\text{m}$ thẳng góc với một cách tử nhiều xạ. Phía sau cách tử có một thấu kính hội tụ tiêu cự $f = 1\text{m}$. Màn quan sát hình ảnh nhiễu xạ được đặt tại mặt phẳng tiêu của thấu kính. Khoảng cách giữa hai vạch cực đại chính của quang phổ bậc nhất bằng $l = 0,202\text{m}$. Hãy xác định: a) Chu kỳ của cách tử; b) Số vạch trên 1m của cách tử; c) Số vạch cực đại chính tối đa cho bởi cách tử; d) Góc nhiễu xạ ứng với vạch quang phổ ngoài cùng.



d) Vạch quang phổ ngoài cùng: CĐ chính ngoài cùng. Góc nhiễu xạ đối với CĐ chính:

$$\sin\varphi = k \frac{\lambda}{d}$$

Vạch quang phổ ngoài cùng: $k = 9$

$$\sin\varphi = 9 \frac{0,5}{4,95} = 0,91$$

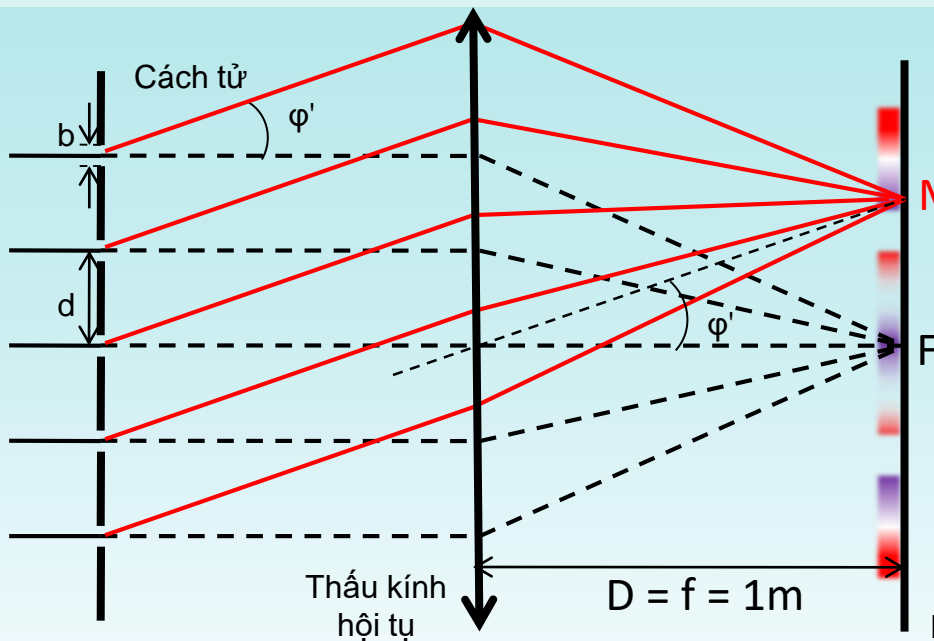
$$\Rightarrow \varphi = 65^{\circ}30'$$

Có 2 vạch: $65^{\circ}30'$ và $-65^{\circ}30'$

Bài 2.22 tr.36 sách LDB: Một chùm ánh sáng trắng song song tới đập vuông góc với mặt của một cách tử phẳng truyền qua (có 50 vạch/mm).

a) Xác định các góc lệch tương ứng với cuối quang phổ bậc 1 và đầu quang phổ bậc 2. Biết rằng bước sóng của tia đỏ và tia tím lần lượt bằng $0,76\mu\text{m}$ và $0,4\mu\text{m}$.

b) Tính hiệu các góc lệch của cuối quang phổ bậc 2 và đầu quang phổ bậc 3.



b) Cuối quang phổ bậc hai chính là vạch đỏ, đầu quang phổ bậc 3 chính là vạch tím.

Góc nhiễu xạ tương ứng cực đại chính:

$$\sin \varphi = k \frac{\lambda}{d}$$

$$\sin \varphi_{2d} = 2 \frac{0,76}{20} = 0,076 \Rightarrow \varphi_{2d} = 4,359^{\circ}$$

$$\sin \varphi_{3t} = 3 \frac{0,4}{20} = 0,06 \Rightarrow \varphi_{3t} = 3,4398^{\circ}$$

$$n = 50 \text{ vạch/mm} \Rightarrow d = 1/n = 0,02\text{mm} = 20\mu\text{m}$$

$$\text{Hiệu góc lệch: } \Delta \varphi = \varphi_{3t} - \varphi_{2d} = \dots = -56'$$

BÀI TẬP KIỂM TRA

BÀI 1. Cho một cách tử có chu kỳ $2\mu m$

- a. Hãy xác định số vạch cực đại chính tối đa cho cách tử nếu ánh sáng dung trong thí nghiệm là ánh sáng vàng của ngọn lửa natri ($\lambda=0.5890\mu m$).
- b. Tìm bước sóng cực đại mà ta có thể quan sát được trong quang phổ cho bởi cách tử đó.

Tóm tắt:

$$d = 2\mu m$$

$$\lambda = 0.5890\mu m$$

Xác định số vạch cực đại chính, bước sóng cực đại

Nhận xét: Đối với câu *a*, áp dụng công thức xác định số cực đại chính $m < \frac{d}{\lambda}$. Đối với câu *b*, “**bước sóng cực đại**” \rightarrow liên quan tới điều kiện cực đại nhiễu xạ \rightarrow từ điều kiện cực đại nhiễu xạ ta sẽ lựa chọn giá trị k để bước sóng cực đại.

Xét điều kiện: $m < \frac{d}{\lambda} = 3.39 \rightarrow m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3 \rightarrow$ có 7 cực đại chính.

Xét điều kiện cực đại nhiễu xạ: $\sin\theta = k \frac{\lambda}{d} \rightarrow \lambda = \frac{d \sin\theta}{k} \rightarrow$ dễ thấy λ_{max} khi $\sin\theta = 1$ và $k_{min} = 1 \rightarrow \lambda_{max} = d = 2\mu m$

BÀI TẬP KIỂM TRA

BÀI 2.

Để nghiên cứu cấu trúc của tinh thể, người ta chiếu một chùm tia Ronghen bước sóng $\lambda = 10^{-8} \text{ cm}$ vào tinh thể và quan sát hình nhiễu xạ của nó. Xác định khoảng cách giữa hai lớp ion (nút mạng) liên tiếp, biết rằng góc tới của chùm tia Ronghen trên các lớp ion bằng 30° và các cực đại nhiễu xạ tương ứng với $k = 3$.

Tóm tắt:

$$\lambda = 10^{-8} \text{cm}$$

$$\theta = 300$$

$$k = 3$$

Xác định khoảng cách giữa hai lớp ion

Nhận xét: Đây là bài toán đặc trưng của nhiễu xạ Ronghen. Những bài toán dạng này thường xoay quanh công thức Bragg. Từ dữ kiện đã cho ta thấy 3 đại lượng θ , λ , k đã biết \Rightarrow dễ dàng xác định đại lượng d

$$2d \sin \theta = k\lambda \rightarrow d = \frac{k\lambda}{2 \sin \theta} = 3.10^{-10} \text{m}$$

BÀI 3.

Chiếu một chùm tia sáng trắng song song vuông góc với một cách tử nhiễu xạ. Dưới một góc nhiễu xạ 35° , người ta quan sát thấy hai vạch cực đại ứng với các bước sóng $\lambda_1 = 0.63\mu m$ và $\lambda_2 = 0.42\mu m$ trùng nhau. Xác định chu kỳ của cách tử biết rằng bậc cực đại đối với vạch thứ hai trong quang phổ của cách tử không lớn hơn 5.

Tóm tắt:

$$\theta = 35^\circ$$

$$\lambda_1 = 0.63 \mu m$$

$$\lambda_2 = 0.42 \mu m$$

$$k_2 \leq 5$$

Xác định chu kỳ d

Nhận xét: Đây là bài toán nhiễu xạ qua cách tử phẳng. Phân tích đề bài ta thấy có đề cập đến vạch cực đại \rightarrow liên hệ tới điều kiện cực đại nhiễu xạ qua cách tử phẳng:

$$\sin \theta = k \frac{\lambda}{d}$$

$$\text{Đối với bước sóng } \lambda_1 \text{ ta có: } \sin \theta = k_1 \frac{\lambda_1}{d} \quad (1)$$

$$\text{Đối với bước sóng } \lambda_2 \text{ ta có: } \sin \theta = k_2 \frac{\lambda_2}{d} \quad (2)$$

$$\text{Như vậy dễ dàng ta có mối liên hệ: } k_1 \lambda_1 = k_2 \lambda_2 \rightarrow k_1 = \frac{k_2 \lambda_2}{\lambda_1} = 1.5 k_2$$

Vì bậc cực đại đối với vạch thứ hai trong quang phổ của cách tử không lớn hơn 5 nên kết hợp với điều kiện k_1 và k_2 là số nguyên (xét trường hợp nguyên dương) $\rightarrow k_2 = 2$ và $k_1 = 3$. Thay k_1 vào (1) ta có:

$$d = \frac{k_1 \lambda_1}{\sin \theta} = 2.2 \mu m$$