

BÀI GIẢNG VẬT LÝ ĐẠI CƯỜNG

Tác giả: PGS. TS Đỗ Ngọc Uẩn

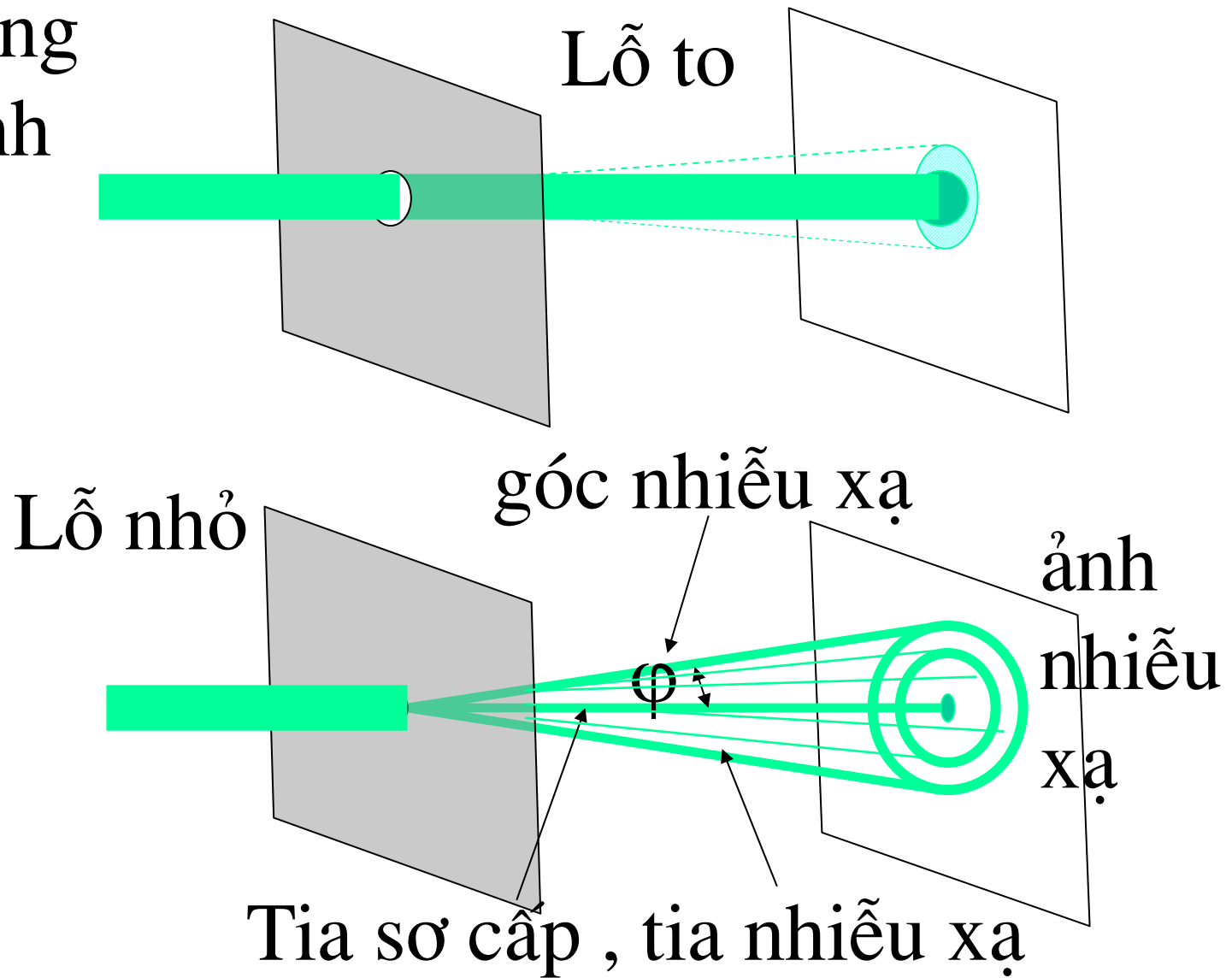
Viện Vật lý kỹ thuật

Trường ĐH Bách khoa Hà nội

Chương 4

NHIỀU XẠ ÁNH SÁNG

1. Hiện tượng nhiễu xạ ánh sáng



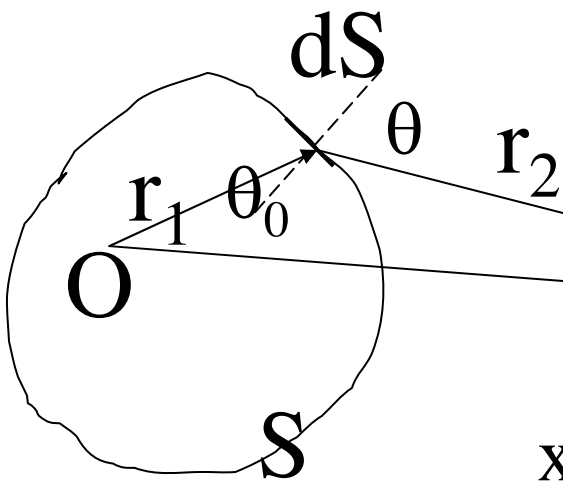
là hiện tượng tia sáng lệch khỏi phương truyền khi đi gần chướng ngại

2. Nguyên lý Huyghen - Frenen

Bất kì điểm nào mà AS truyền qua đều trở thành nguồn sáng thứ cấp phát AS 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 của nguồn thứ cấp

Biên độ từ dS chiếu đến M



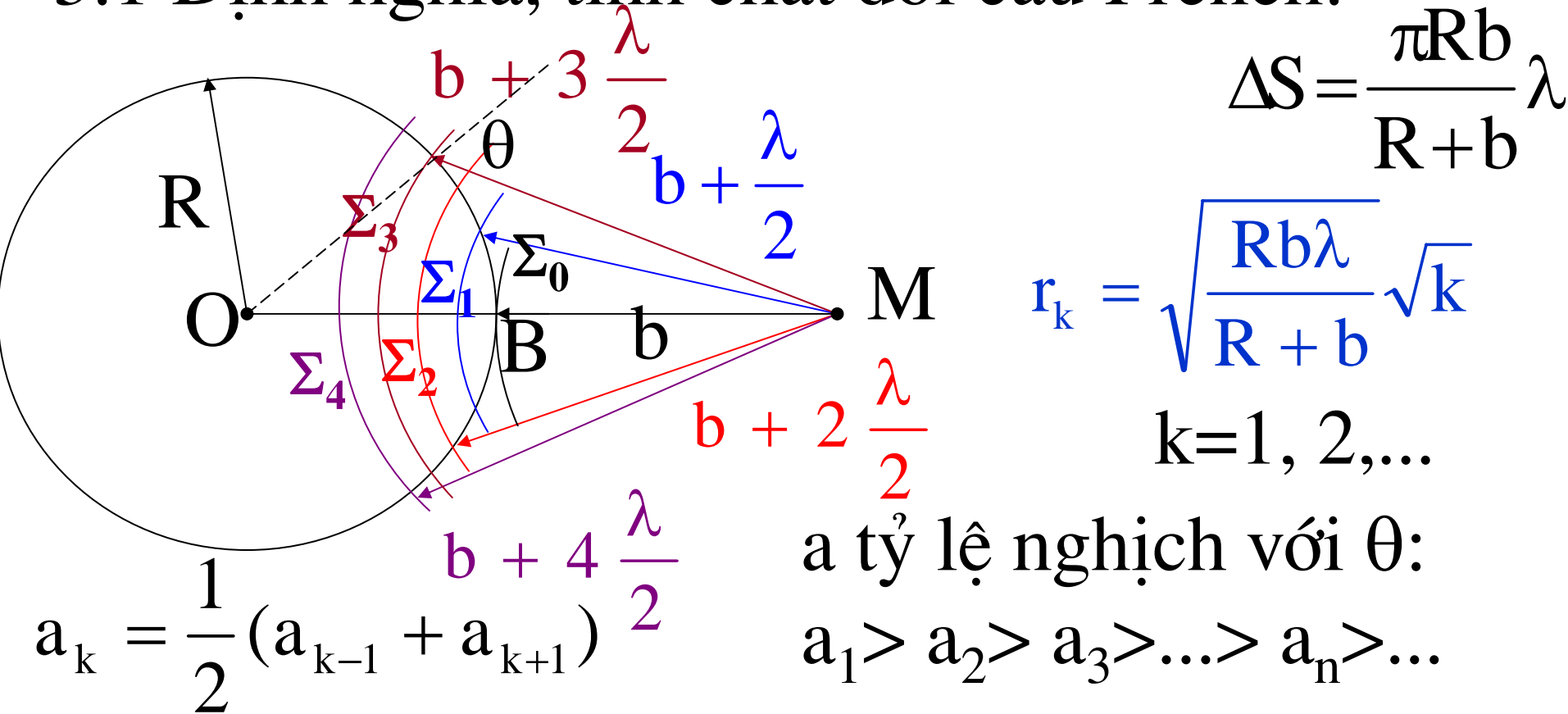
$$a(M) = \frac{A(\theta_0, \theta)dS}{r_1 r_2}$$

θ, θ_0 càng
nhỏ A càng
lớn

$$x(M) = \oint_S \frac{A(\theta_0, \theta)dS}{r_1 r_2} \cos \omega \left(t - \frac{r_1 + r_2}{v} \right)$$

3. Phương pháp đối cầu Frênen

3.1 Định nghĩa, tính chất đối cầu Frênen:



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

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

$$k = 1, 2, \dots$$

a tỷ lệ nghịch với θ :

$$a_1 > a_2 > a_3 > \dots > a_n > \dots$$

$$a_k = \frac{1}{2} (a_{k-1} + a_{k+1})$$

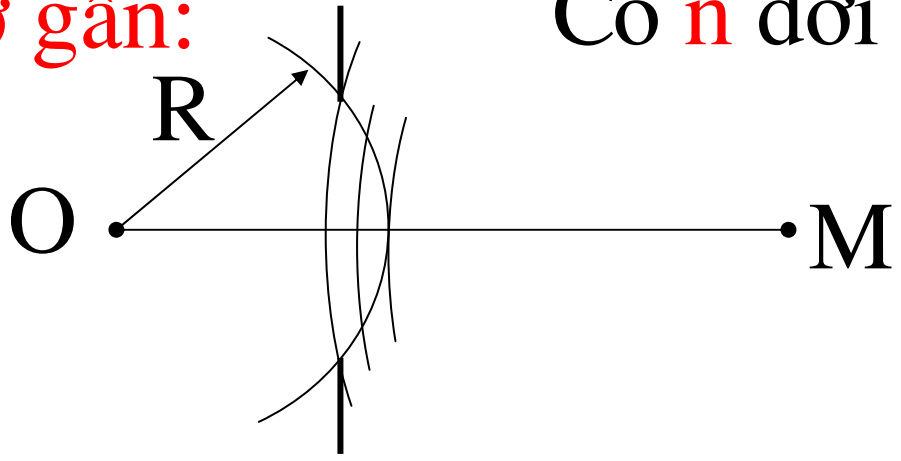
Hiệu quang lộ AS từ 2 đối cầu liên tiếp $\Delta L = \lambda/2$

Biên độ sáng tại M: $a = a_1 - a_2 + a_3 - a_4 \dots \pm a_n \dots$
 + n lẻ, - n chẵn

3.2. Nhiễu xạ qua lỗ tròn gây bởi nguồn điểm

ở gần:

Có n đôi cầu, Biên độ sáng tại M



$$a = a_1 - a_2 + a_3 - a_4 \dots \pm a_n$$

+ n lẻ, - n chẵn

$$a = \frac{a_1}{2} + \left(\frac{a_1}{2} - a_2 + \frac{a_3}{2} \right) + \left(\frac{a_3}{2} - a_4 + \frac{a_5}{2} \right) + \dots \pm \frac{a_n}{2}$$

$$a = \frac{a_1}{2} \pm \frac{a_n}{2} \quad + n \text{ lẻ, } - n \text{ chẵn}$$

Nhiều đôi cầu $a_n \rightarrow 0 \Rightarrow I_0 = a^2$ $I_0 = \frac{a_1^2}{4}$

Chứa số lẻ đôi cầu

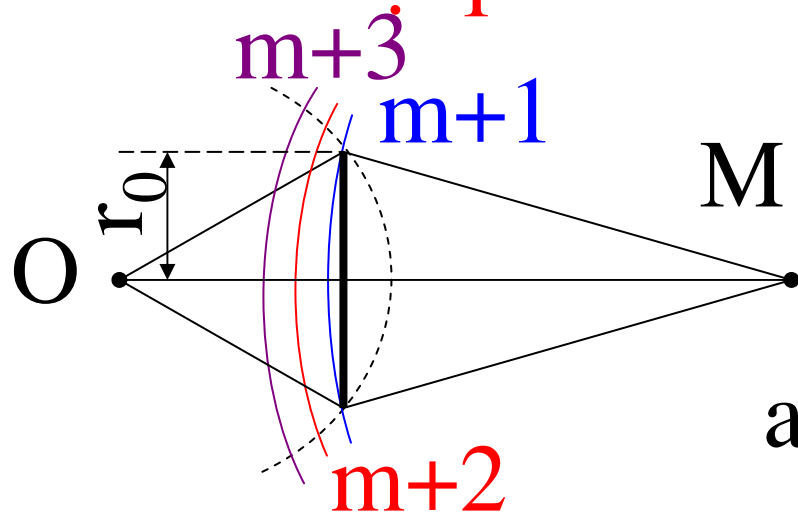
$$I = \left(\frac{a_1}{2} + \frac{a_n}{2} \right)^2 > I_0$$

Chứa số chẵn đối cầu $I = \left(\frac{a_1}{2} - \frac{a_n}{2}\right)^2 < I_0$

$$n=2 \Rightarrow I_2=0$$

$$n=1 \Rightarrow I_1=a_1^2=4I_0$$

3.3. Nhiều xạ qua đĩa tròn:

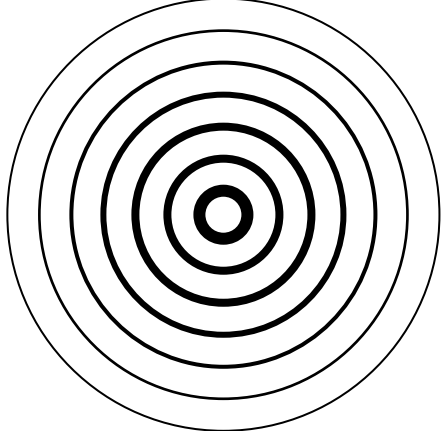


Đĩa bán kính r_0 che mắt m đối cầu. AS từ đối cầu $m+1$ chiếu tới M

$$a = a_{m+1} - a_{m+2} + a_{m+3} - \dots$$

$$a = \frac{a_{m+1}}{2} + \left(\frac{a_{m+1}}{2} - a_{m+2} + \frac{a_{m+3}}{2}\right) + \left(\frac{a_{m+3}}{2} - a_{m+4} + \frac{a_{m+5}}{2}\right) + \dots$$

$$a = \frac{a_{m+1}}{2}$$

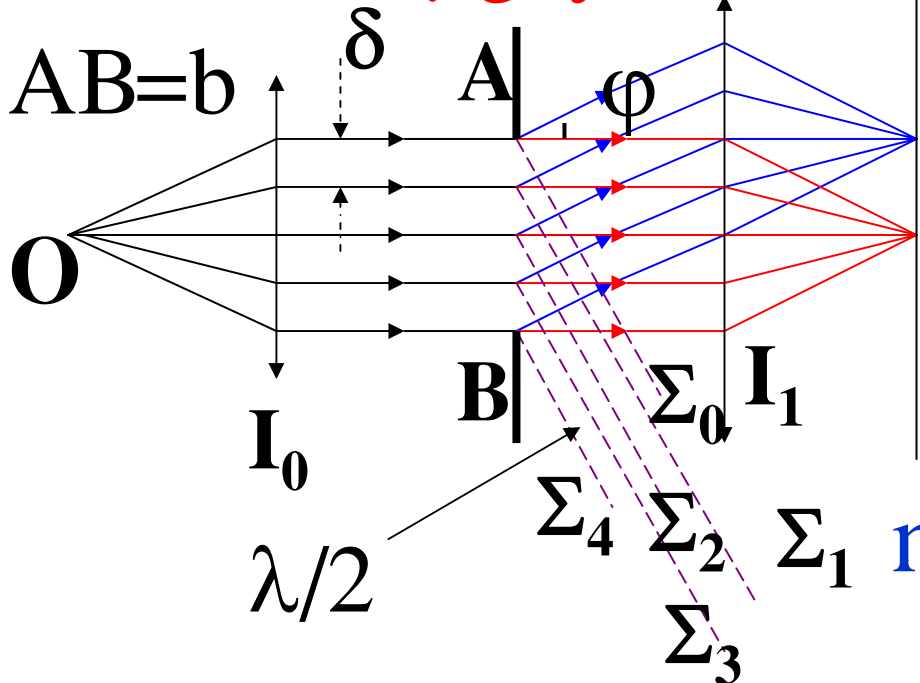


Che các đời cầu (hoặc chấi hoặ
 lẻ) để tăng cường độ sáng

$$a = a_1 - a_2 + a_3 - a_4 \dots \pm a_n$$

$$\rightarrow a = a_1 + a_3 \dots + a_{lẻ}$$

4. Nhiều xạ gây bởi các sóng phẳng



M 4.1. Qua một khe hẹp

F Bề rộng

mỗi dải

Số dải

$$\delta = \lambda / 2 \sin \varphi$$

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

Hiệu quang lộ giữa 2 tia từ 2 dải liên tiếp:

$\Delta L = \lambda/2$ Chúng đập tắt nhau từng đôi một

Điều kiện cực tiểu: M tối $n = \frac{2b \sin \varphi}{\lambda} = 2k$

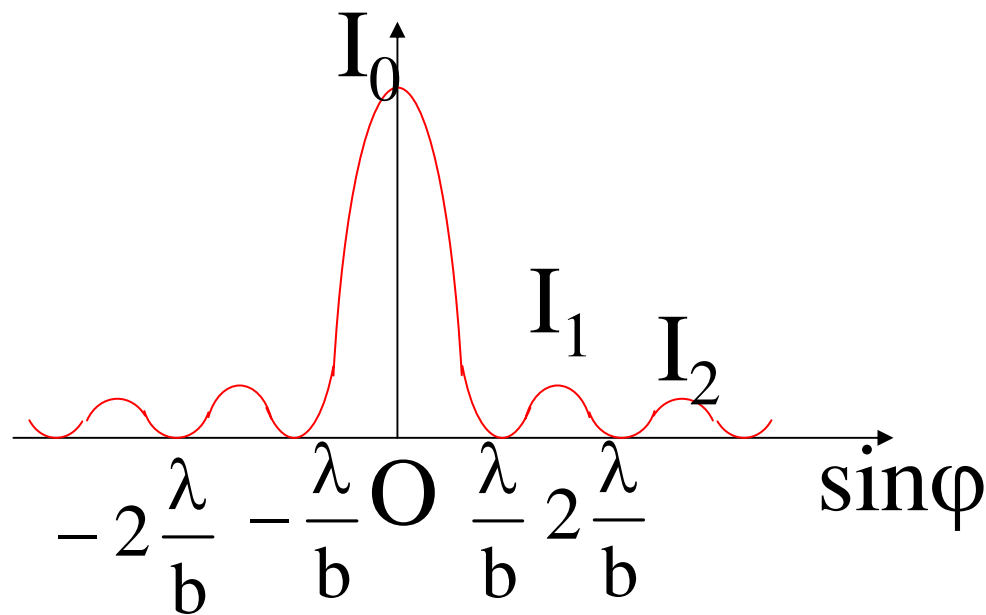
$$\sin \varphi = k \frac{\lambda}{b} \quad k = \pm 1, \pm 2 \dots \text{ Trừ } k=0$$

Điều kiện cực đại: M sáng

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

$$k = 1, \pm 2, \pm 3 \dots \text{ Trừ } k=0 \text{ và } k=-1$$

ứng với $k=0, -1$ trùng với cực đại giữa



$\sin \varphi = 0$ cực đại giữa

$$\sin \varphi = \pm \frac{\lambda}{b}, \pm 2 \frac{\lambda}{b}, \pm 3 \frac{\lambda}{b} \dots$$

có các cực tiểu

$$\sin \varphi = \pm 3 \frac{\lambda}{2b}, \pm 5 \frac{\lambda}{2b}, \dots$$

có các cực đại

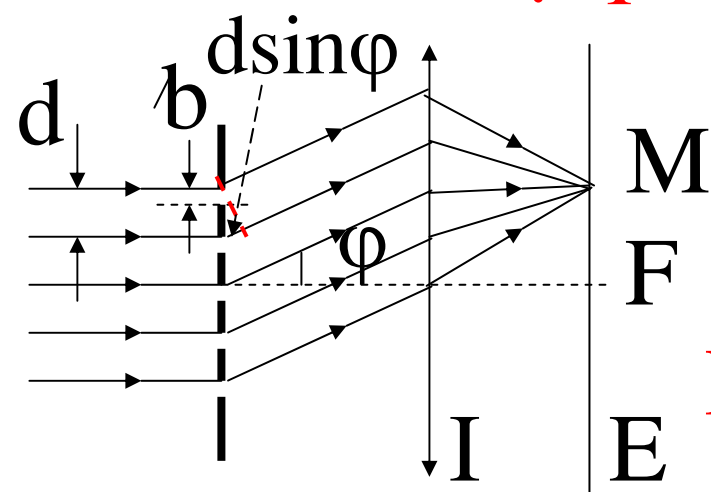
Tỷ lệ $I_0 : I_1 : I_2 : I_3 \dots = 1 : 0,045 : 0,016 : 0,008 \dots$

Nhận xét:

① Cực đại giữa có bề rộng gấp đôi các cực đại bên.

② Cực đại giữa có cường độ gấp trăm lần các cực đại bên.

4.2. Nhiều xạ qua nhiều khe hẹp. Cách tử



$$d > b > \lambda$$

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

Có các cực tiểu chính.

N/C Phân bố cường độ sáng giữa hai cực tiểu chính:

Hiệu quang lộ giữa 2 tia tương ứng từ 2 khe

liên tiếp $\lambda L_1 - L_2 = d \sin \varphi = k \lambda$

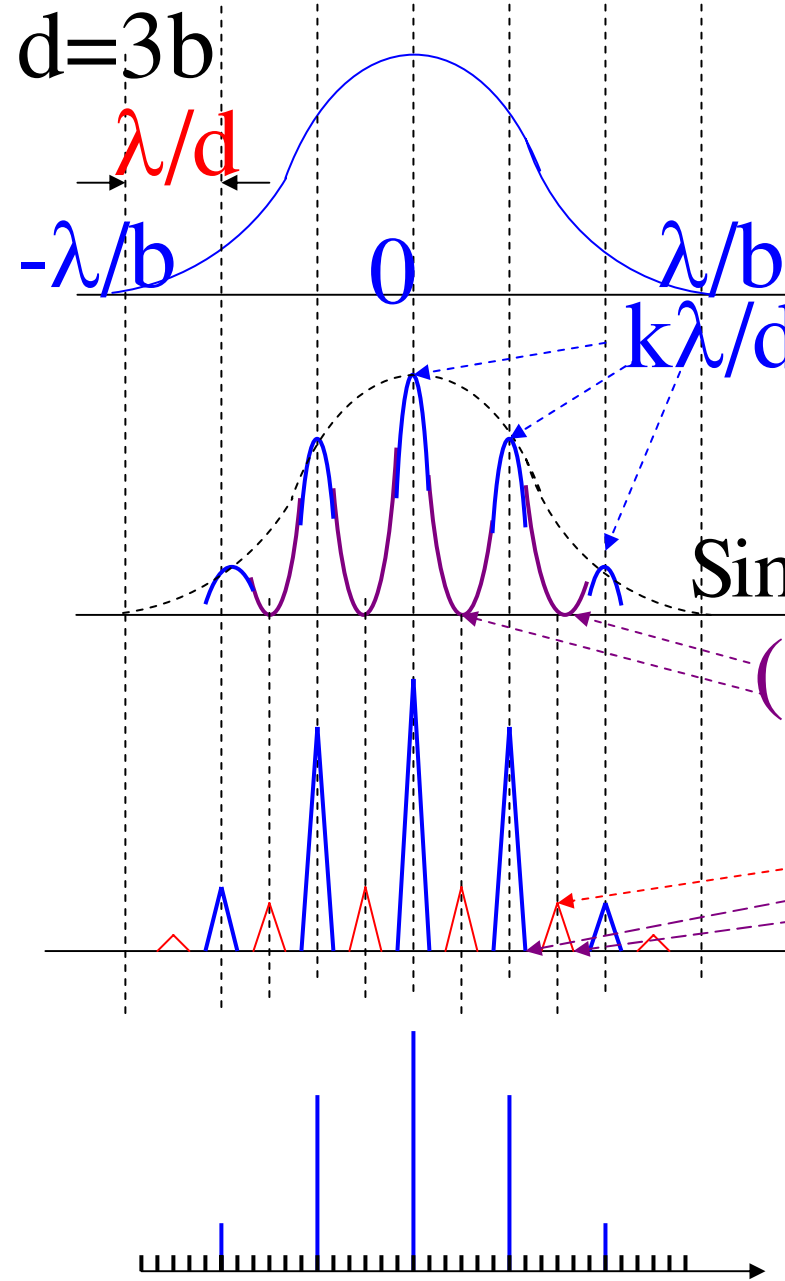
$$\sin \varphi = k \frac{\lambda}{d}$$

có các cực đại chính.

$k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$ $k=0$ cực đại giữa.

Giữa các cực đại chính có các cực tiểu tại

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



Hai tia từ 2 khe liên tiếp
khử lẫn nhau \rightarrow tối

còn **tuỳ thuộc** vào số khe **N**

N=1 \rightarrow 1 Cực đại giữa

N=2 \rightarrow Các **cực đại chính**
& **Cực tiểu**

N=3 \rightarrow 1 Cực đại **phụ**: **N-2**.

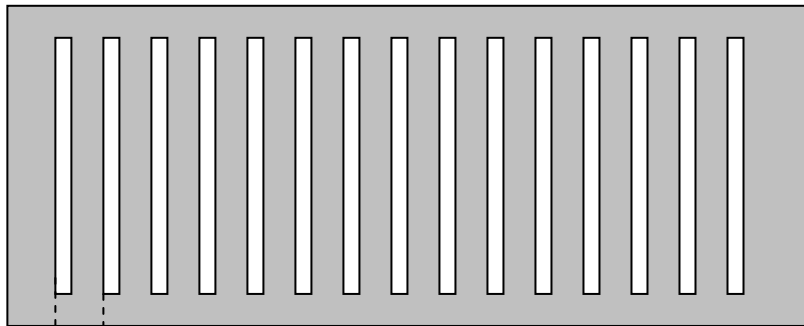
2 cực tiểu **phụ**: **N-1**.

N nhiều: Các cực đại nét

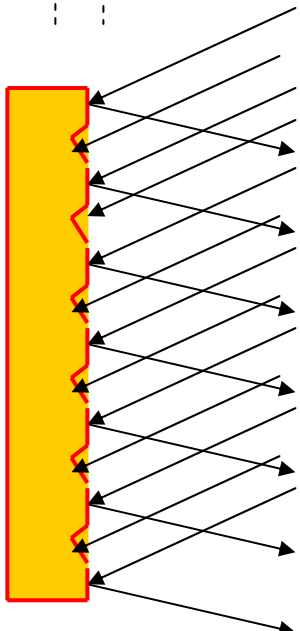


• Cách tử nhiễu xạ:

Tập hợp các khe hẹp giống nhau cách đều nhau và cùng nằm trên mặt phẳng: **d** chu kì



d

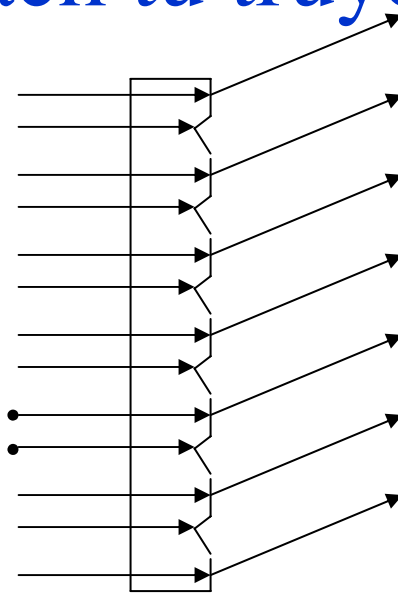


Cách tử phản xạ:

Kim loại

Rạch

Cách tử truyền qua: Kính



rạch $n=1/d$

500 -

1200/mm

Kỹ thuật quang khắc

- Nhiều xạ ánh sáng trắng qua cách tử
 $0,4\mu\text{m} \leq \lambda \leq 0,76\mu\text{m}$

Tím, Chàm, Lam, Lục, Vàng, Da cam, Đỏ

Vân trắng trung tâm Khoảng tối

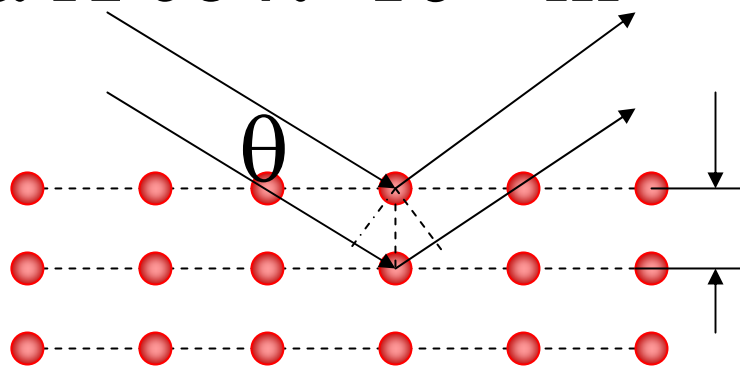


- Nhiều xạ trên tinh thể

Tia X có $\lambda \sim 10^{-10}\text{m}$

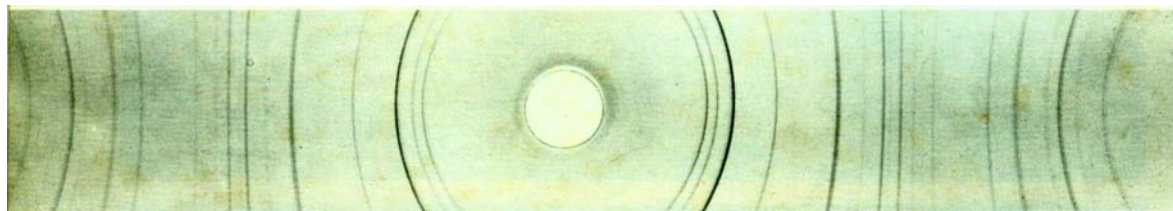
Hiệu quang lộ 2 tia

$$\Delta L = 2d \sin \theta = k\lambda$$

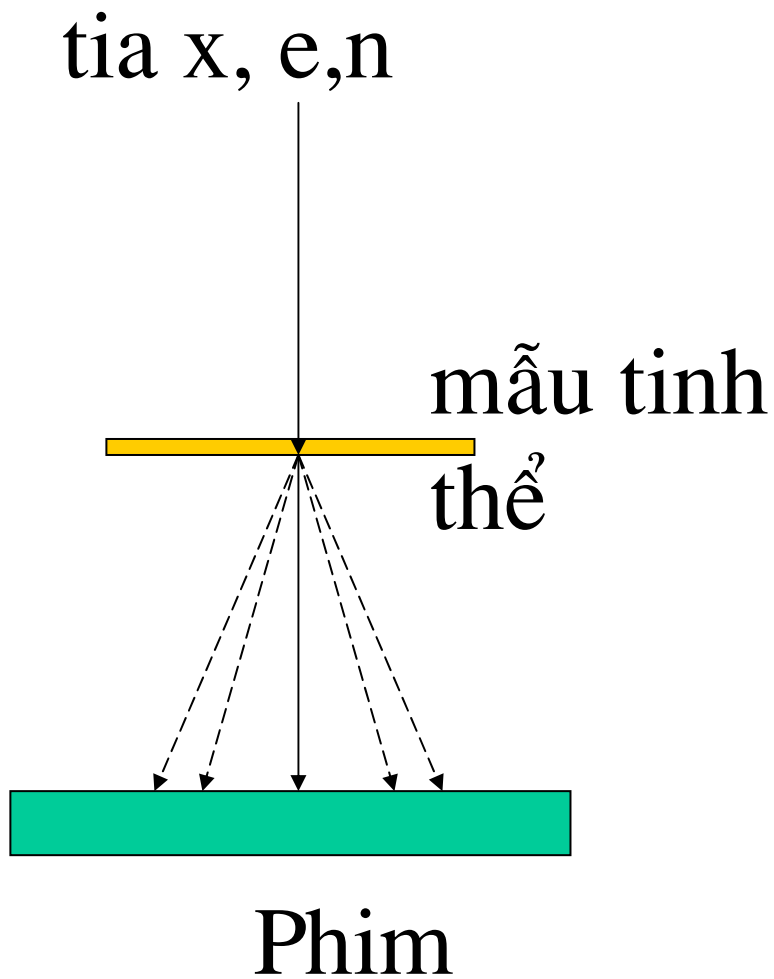


$$d \sim 3 \cdot 10^{-10}\text{m} \quad \sin \theta = k \frac{\lambda}{2d}$$

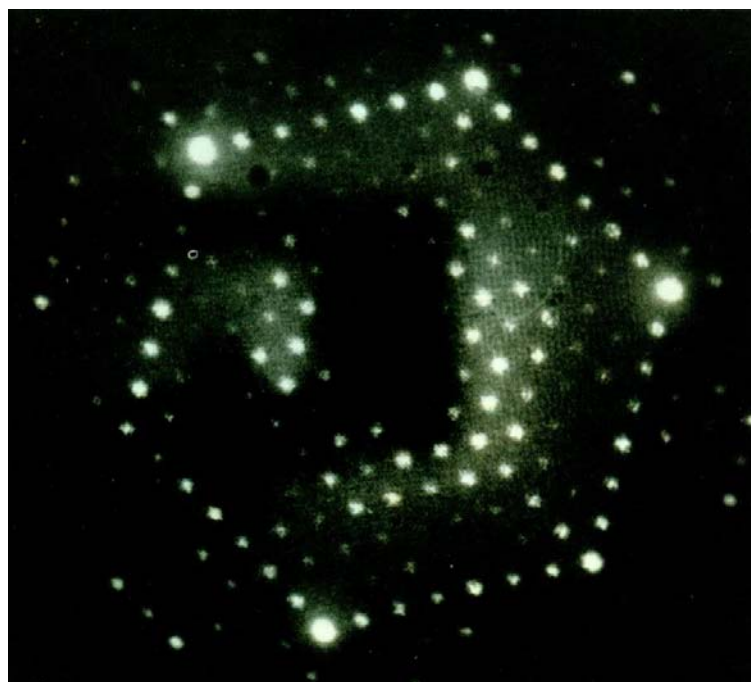
Công thức Wulf-Bragg



Zn Debye



(111)Si

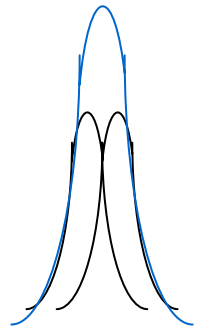
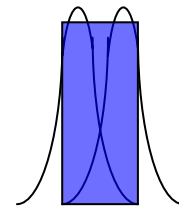
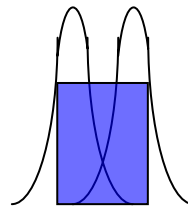
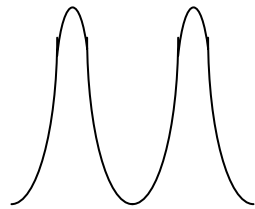
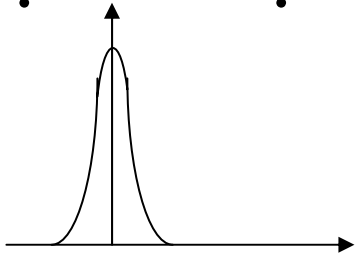


• Năng suất phân ly của dụng cụ quang học

Khả năng phân biệt chi tiết nhỏ nhất

✓ Bằng **ngịch đảo khoảng cách nhỏ nhất** giữa 2 điểm có thể phân biệt được hoặc của **góc nhỏ nhất** giữa 2 tia tới 2 điểm còn phân biệt được.

✓ Nhiễu xạ qua lỗ tròn của dụng cụ → điểm trên vật → vệt sáng trong dụng cụ



Cường độ sáng trong ảnh của một điểm

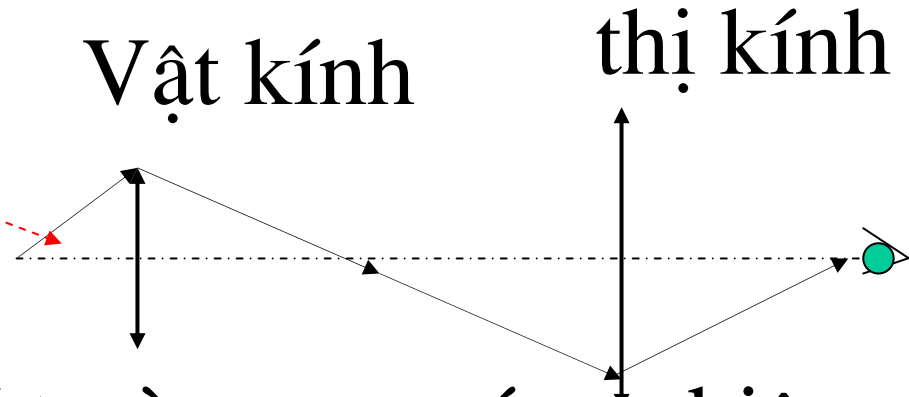
2 điểm còn phân biệt được

2 điểm không phân biệt được

Năng suất phân ly của dụng cụ quang học bằng nghịch đảo khoảng cách nhỏ nhất giữa 2 điểm (= bán kính của 1 vết)

➤ Kính hiển vi:

$$S = \frac{n \sin u}{0,61\lambda}$$



n - chiết suất của môi trường, u - góc nghiêng lớn nhất của chùm sáng chiếu vào vật kính, λ - bước sóng ánh sáng

➤ Kính thiên văn:

$$S = \frac{1}{\varepsilon} = \frac{d}{1,22'}$$

d - đường kính của kính vật