ĐẠI HỌC QUỐC GIA HCM
TRƯỜNG ĐH KHOA HỌC TỰ NHIÊN

# BÀI GIẢNG VẬT LÝ ĐẠI CƯƠNG 2

## ĐIỆN TỪ VÀ QUANG

## (PHY00002)

**NGUYỄN VĂN THUẬN**
**Email: nvthuan@hcmus.edu.vn**

**HỌC ĐỂ BIẾT, HỌC ĐỂ LÀM, HỌC ĐỂ CHUNG SỐNG,**
**HỌC ĐỂ KHẲNG ĐỊNH BẢN THÂN**

# CHƯƠNG 6

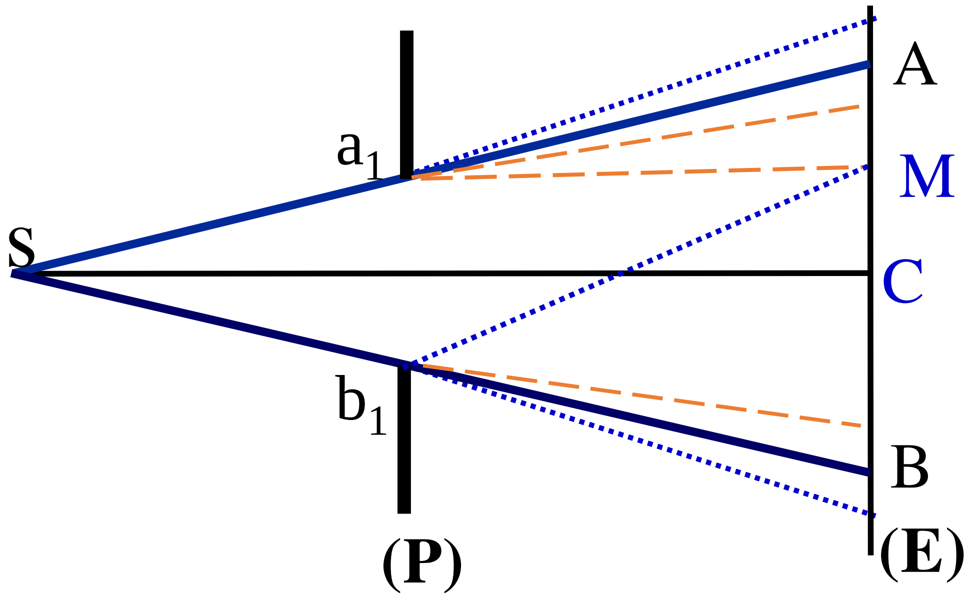
# NHIỄU XẠ ÁNH SÁNG

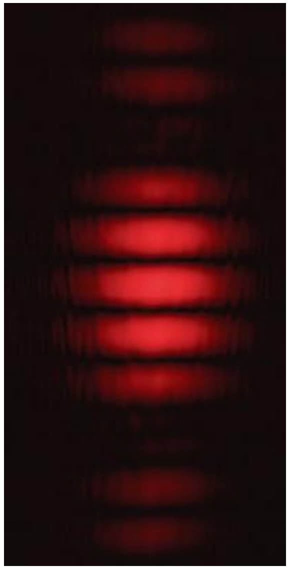
# NỘI DUNG

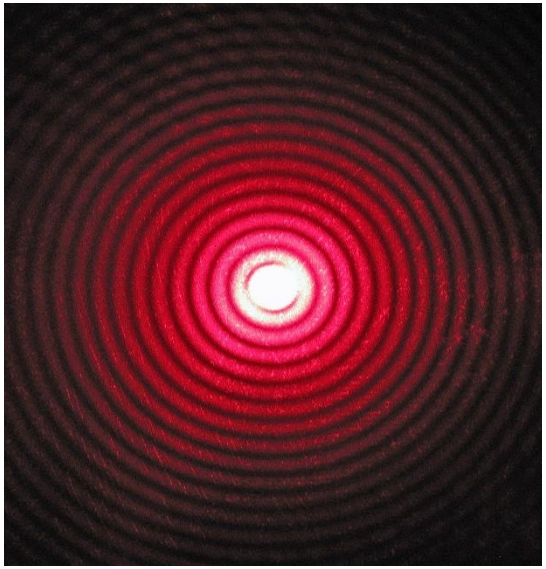
1. Nhiễu xạ ánh sáng
2. Nhiễu xạ Fresnel (lỗ tròn – màn tròn)
3. Nhiễu xạ Fraunhofer (khe hẹp – cách tử)
4. Nhiễu xạ của tia X trên tinh thể
5. Ứng dụng

# 1. NHIỄU XẠ ÁNH SÁNG

- **Hiện tượng nxas** là hiện tượng ánh sáng bị lệch khỏi phương truyền thẳng khi đi gần các vật cản.



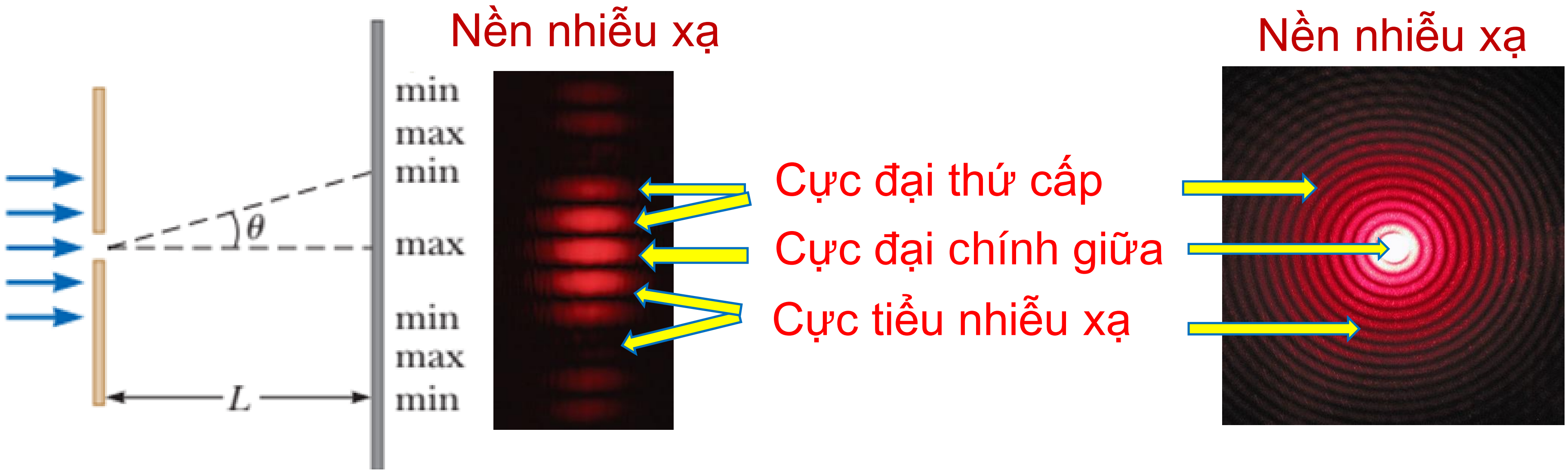





- **Phân loại:**
  - **Nhiễu xạ gây bởi sóng cầu gọi là nx Fresnel: nhiễu xạ qua lỗ tròn**
  - **Nx gây bởi sóng phẳng gọi là nx Fraunhofer: nhiễu xạ qua khe hẹp**

# 1. NHIỄU XẠ ÁNH SÁNG

❑ Khi ánh sáng có bước sóng lớn hơn hay bằng bề rộng của khe thì nó tán xạ qua mọi hướng về phía trước khi nó truyền qua khe. Hiện tượng này được gọi là **nhiễu xạ**.

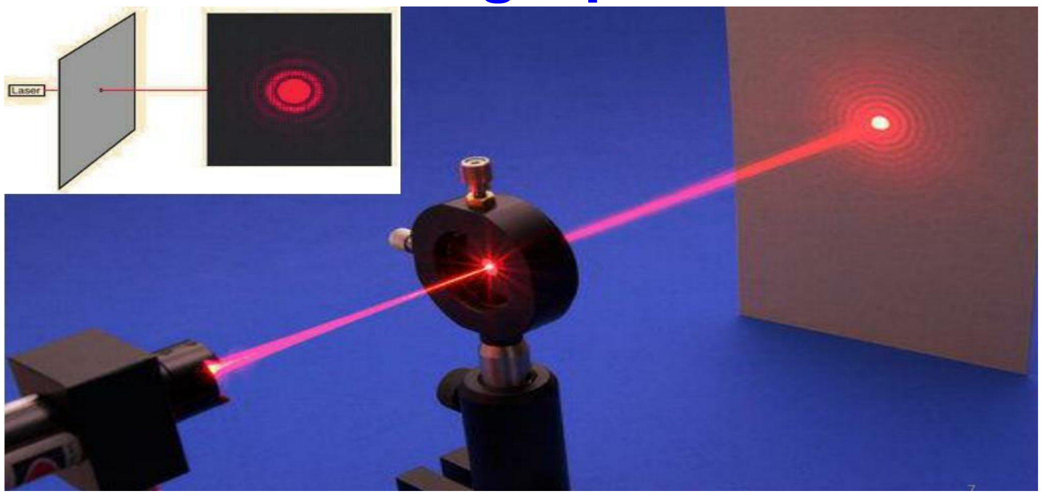


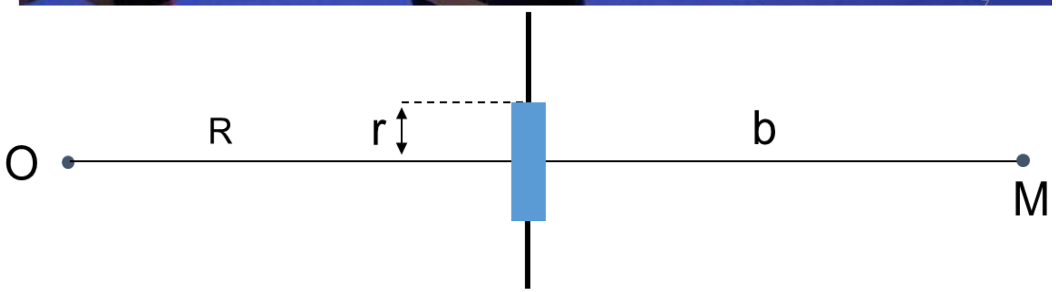

❑ Nền nhiễu xạ gồm các vùng sáng – tối xen kẻ nhau, tương tự như nền giao thoa

❑ Xung quanh cực đại chính giữa có những vùng sáng yếu hơn, được gọi là cực đại thứ cấp. Những vùng tối gọi là cực tiểu nhiễu xạ.

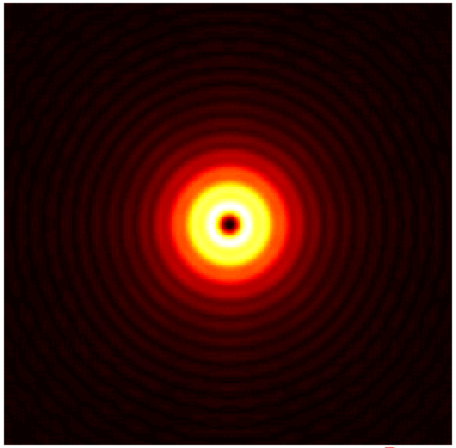
# 2.1. NHIỄU XẠ FRESNEL – QUA LỖ TRÒN

## 2.1.1. Bố trí thí nghiệm

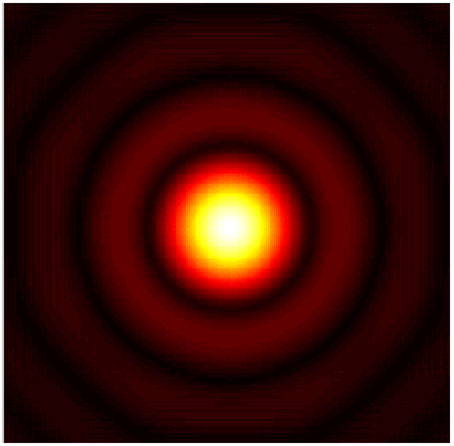



- Ảnh nx có tính đối xứng tâm M.
- Tâm M có lúc sáng, lúc tối, tùy theo bán kính lỗ tròn và khoảng cách từ lỗ tròn tới màn quan sát.

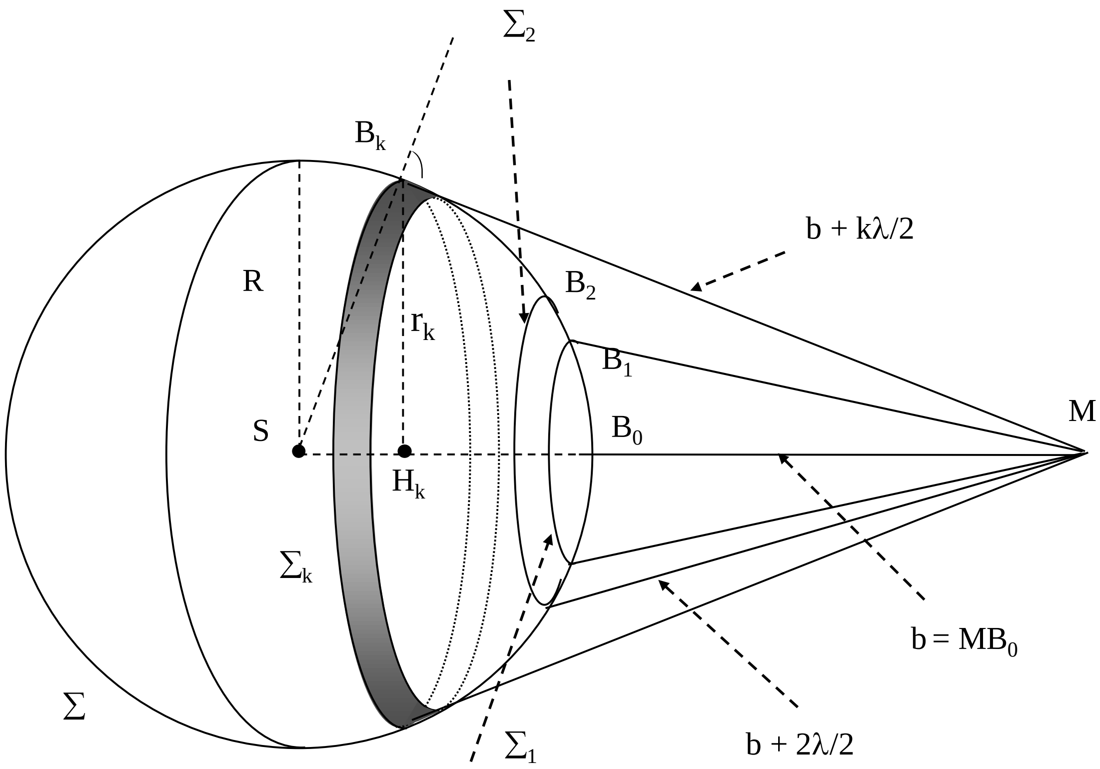


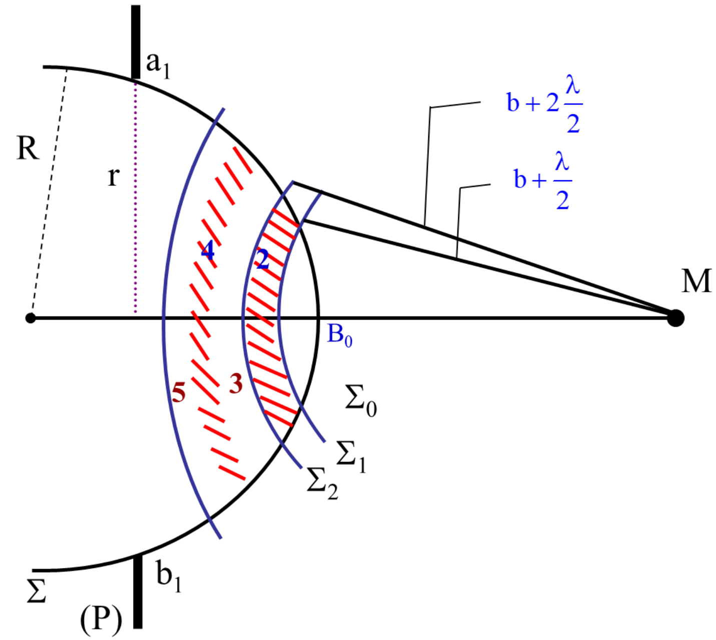
Tâm nx là tối



Tâm nx là sáng

## 2.1.2. Phương pháp đới cầu Fresnel

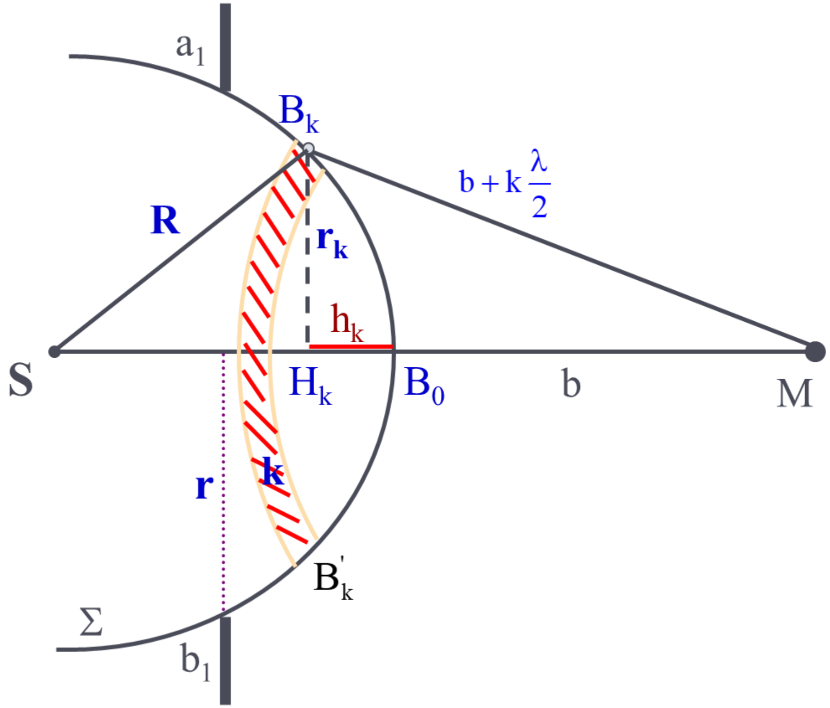


## 2.1.2. Phương pháp đới cầu Fresnel

**Tính bán kính $r_k$ của đới cầu Fresnel:**

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




- **Bán kính của đới cầu thứ k:**

$$\boxed{r_k \approx \sqrt{2Rh_k} = \sqrt{\frac{k\lambda Rb}{R+b}}}$$

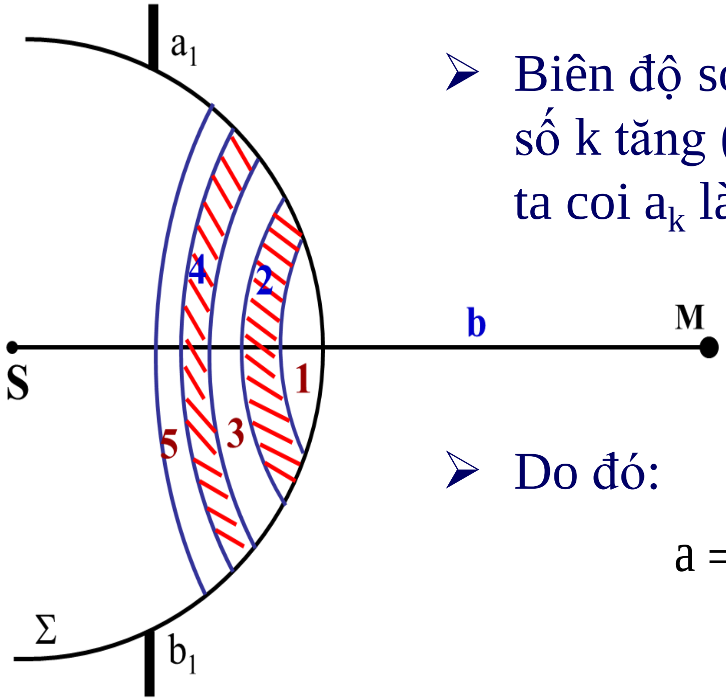
- **Diện tích của các đới cầu bằng nhau:**

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

## 2.1.3. Biên độ tổng hợp

- Dao động sáng tại M do hai đới kề nhau gởi tới sẽ ngược pha nhau. Vì thế, biên độ sóng tại M là:

$$a_M = a_1 - a_2 + a_3 - a_4 + \ldots \pm a_n$$




- Biên độ sóng $a_k$ do đới thứ k gởi tới M sẽ giảm dần khi chỉ số k tăng ($a_1 > a_2 > a_3 > \ldots. > a_n$), nhưng giảm chậm. Vì thế ta coi $a_k$ là trung bình cộng của $a_{k-1}$ và $a_{k+1}$.

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

- Do đó:

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

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

**(dấu "+" khi n lẻ; dấu "-" khi n chẵn)**

## 2.1.3. Biên độ tổng hợp

- Biên độ 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: số đới rất lớn ($a_n << a_1$): cường độ sáng tại M chỉ bằng ¼ cường độ sáng của đới thứ nhất gây ra:

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

- **Lỗ tròn chứa số lẻ đới, M là điểm sáng.**

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

⇨ Khi lỗ tròn chỉ có một đới, M là sáng nhất: $I = a_1^2 = I_1 = 4I_0$

- **Lỗ tròn chứa số chẵn đới, M là điểm tối:**

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

⇨ Khi lỗ tròn chỉ có hai đới, M là tối nhất: $I = \left(\frac{a_1}{2} - \frac{a_2}{2}\right) \approx 0$

**Ví dụ 6.1:** Chiếu ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda$= 0,5$\mu$m vào một lỗ tròn có bán kính chưa biết. Nguồn sáng đặt tại điểm cách lỗ tròn 2m, sau lỗ tròn 2m đặt màn quan sát. Hỏi bán kính của lỗ tròn bằng bao nhiêu để tâm của nền nhiễu xạ là tối nhất.

**Bài giải**

Tâm nền nhiễu xạ tối nhất khi lỗ tròn chứa 2 đới cầu

Vậy bán kính lỗ tròn phải bằng bán kính đới cầu thứ 2

$$r = r_2 = \sqrt{\frac{2\lambda Rb}{R+b}} = 0{,}001(m) = 1(mm)$$

**Ví dụ 6.2:** Một màn đặt cách nguồn sáng ($\lambda$ = 0,5$\mu$m) khoảng 2m. Chính giữa màn và nguồn sáng là lỗ tròn đường kính 0,2cm. Tính số đới cầu Fresnel mà lỗ tròn chứa được. Tâm của nền nhiễu xạ sáng hay tối?

**Bài giải**

Bán kính lỗ tròn: $$r = \sqrt{\frac{kRb\lambda}{R+b}} \Rightarrow k = r^2\left(\frac{R+b}{Rb\lambda}\right)$$

Với R + b = 2 m, R = b = 1 m thì: k = 4

Lỗ tròn chứa chẵn đới Fresnel nên tâm của nền nhiễu xạ là điểm tối

**Ví dụ 6.3:** Chiếu ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda$= 0,5$\mu$m vào một lỗ tròn có bán kính r = 1mm. Khoảng cách từ nguồn sáng đến lỗ tròn R= 1m. Tính khoảng cách từ lỗ tròn đến màn để lỗ tròn chứa 3 đới cầu Fresnel.

**Bài giải**

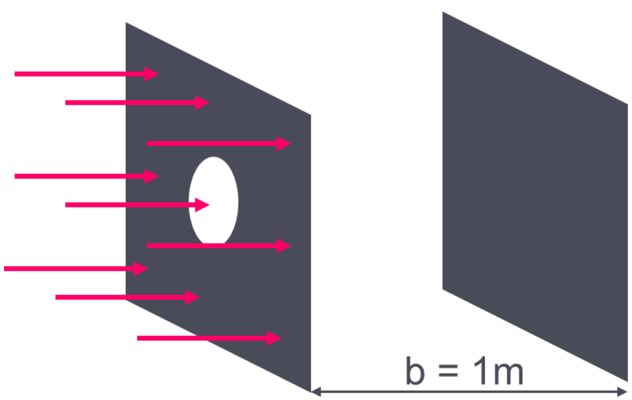
Bán kính lỗ tròn: $r = \sqrt{\dfrac{k\lambda Rb}{R+b}}$

Mà r = 1 mm; k = 3; R = 1 m nên:

$$r = r_3 = \sqrt{\dfrac{3\lambda Rb}{R+b}} \Rightarrow b = 2 \quad m$$

**Ví dụ 6.4**: Tính số đới cầu Fresnel chứa trong lỗ tròn có bán kính 2mm trong trường hợp sóng tới là sóng phẳng có bước sóng 0,5μm và màn quan sát cách lỗ tròn 1m. Suy ra tâm ảnh NX là điểm sáng hay tối? Để tâm ảnh NX tối nhất thì bán kính lỗ tròn phải bằng bao nhiêu?

**Bài giải:**




Vì sóng phẳng nên $R \approx \infty$ nên

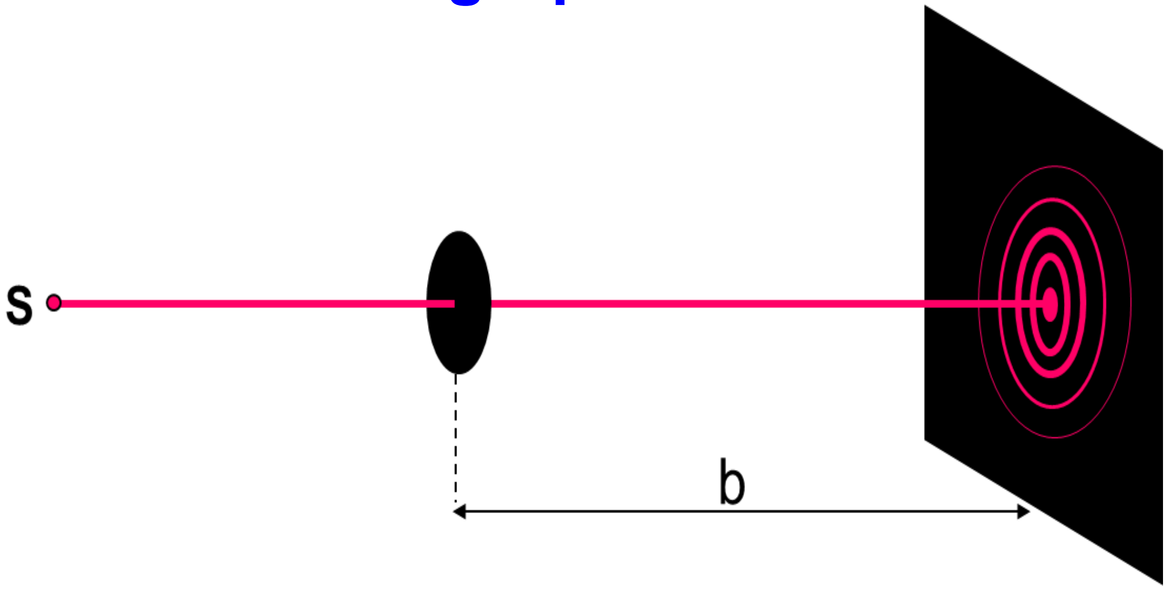
$$r_k = \sqrt{\frac{k\lambda Rb}{R+b}} \approx \sqrt{k\lambda b}$$

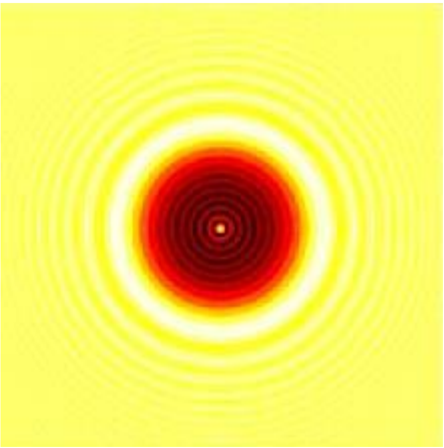
$$\Rightarrow k = \frac{r^2}{\lambda b} = \frac{2^2}{0,5.10^{-3}.10^3} = 8 \quad \text{(Điểm tối)}$$

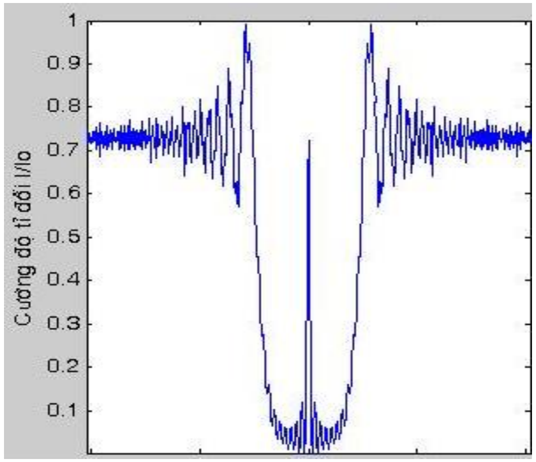
Tối nhất khi $k = 2 \Rightarrow r = 1$ mm

# 2.2. NHIỄU XẠ FRESNEL – QUA MÀN TRÒN

## 2.2.1. Bố trí thí nghiệm

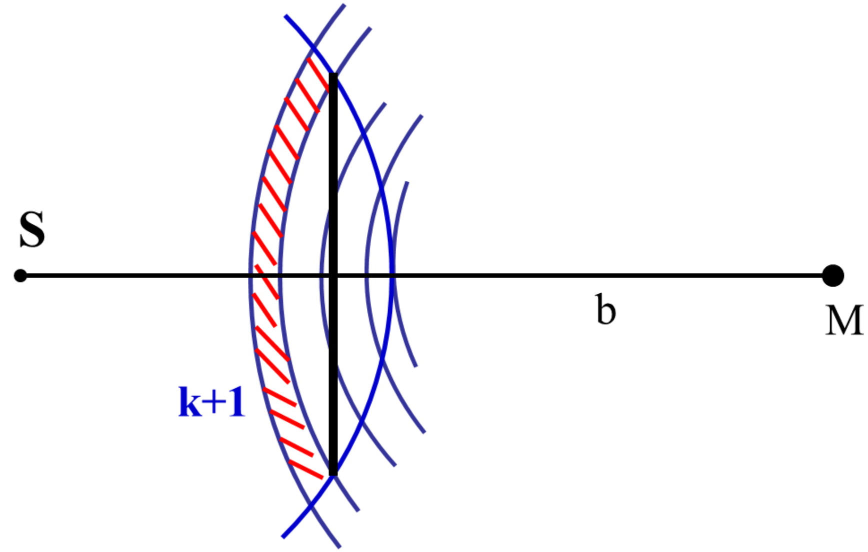





⇨ **Tâm ảnh NX luôn có một chấm sáng (chấm sáng Fresnel)**

## 2.2.2. Giải thích kết quả




- Giả sử đĩa tròn chắn hết k đới cầu Fresnel thì biên độ sáng tại M chỉ do các đới cầu thứ k +1, k +2, … gởi tới.

$$a_M = \frac{a_1}{2} \pm \frac{a_k}{2} + \frac{a_{k+1}}{2} \pm \frac{a_\infty}{2} \approx \frac{a_{k+1}}{2}$$

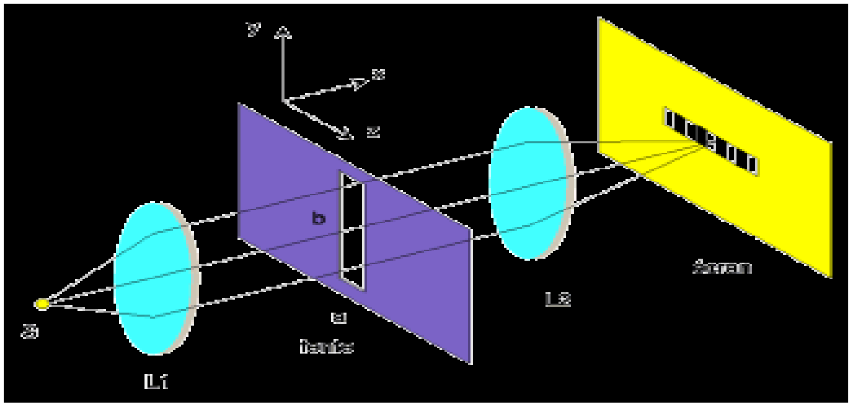
- Cường độ sáng

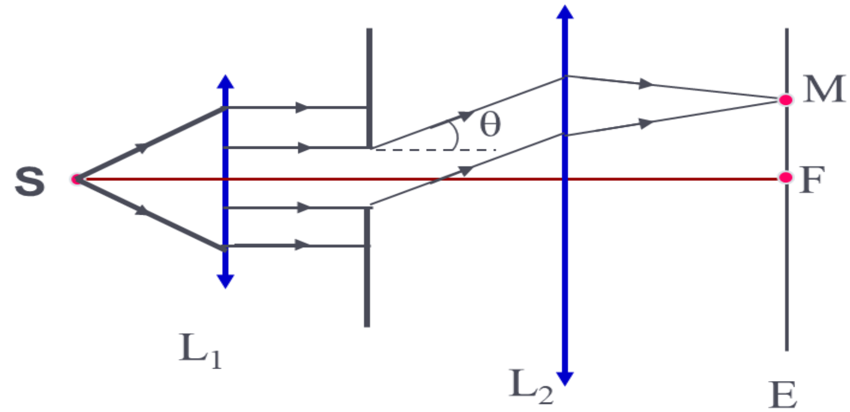
$$\boxed{I = a_M^2 = \left(\frac{a_{k+1}}{2}\right)^2}$$

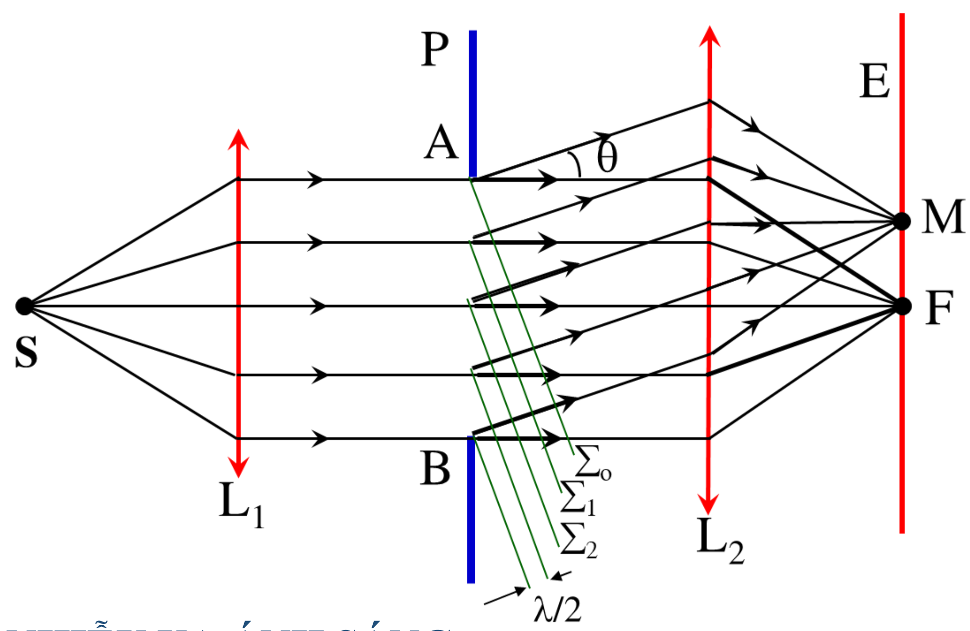
⇨ **Tại M luôn là điểm sáng**

# 3.1. NHIỄU XẠ FRAUNHOFER – QUA MỘT KHE HẸP

## 3.1.1. Bố trí thí nghiệm



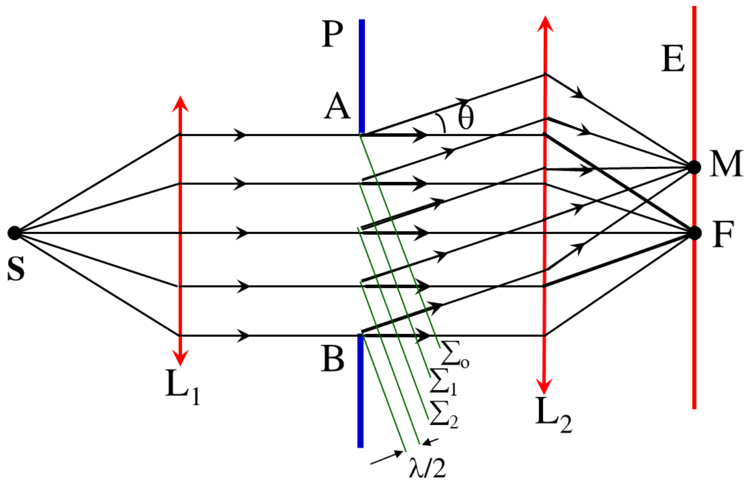




**b = AB :** độ rộng khe hẹp

**θ :** góc nhiễu xạ

## 3.1.2. Vị trí vân sáng – vân tối




❖ Độ rộng dải Fresnel δ trên khe AB

$$\delta = B_0B_1 = \frac{B_1H_1}{\sin\theta} = \frac{\lambda}{2\sin\theta}$$

❖ Số đới phẳng (dải) chứa trong khe AB

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

➢ **Cực đại nhiễu xạ khi n lẻ:**

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

*Với k = 1, ±2, ±3, …*

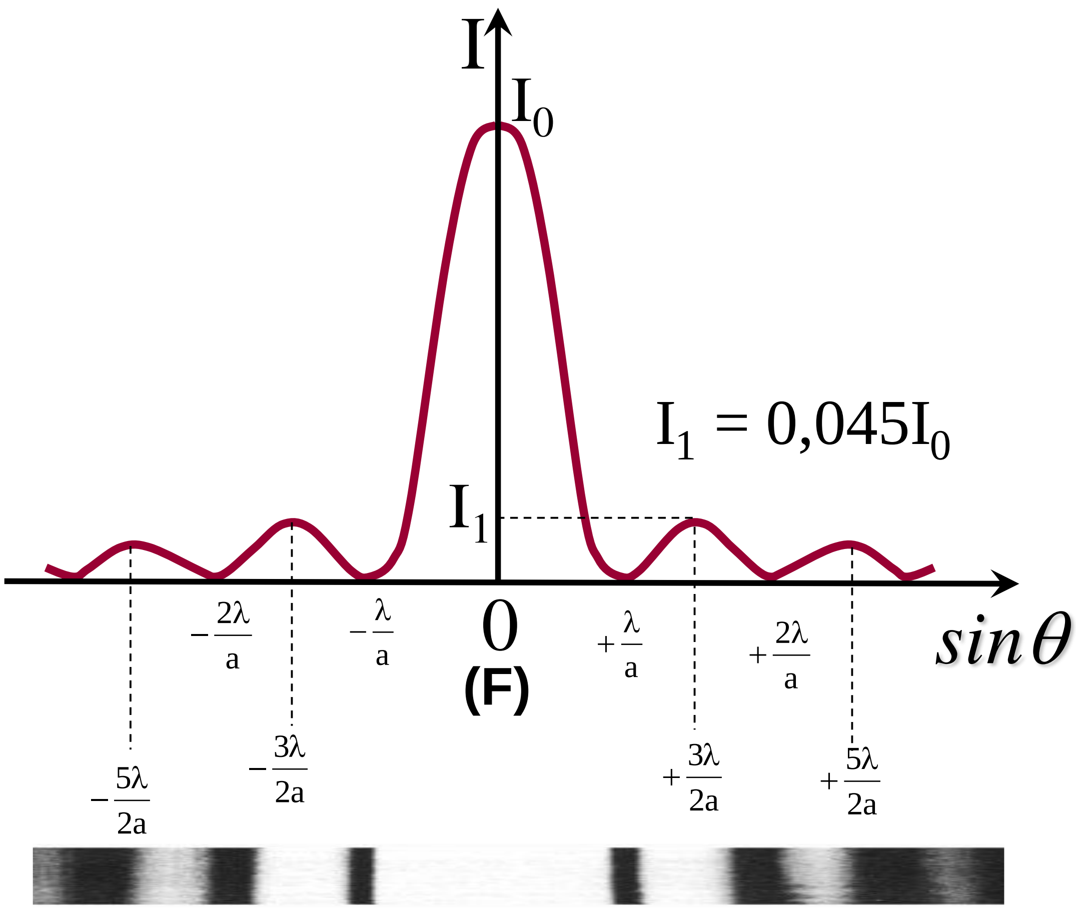
***(Nếu θ = 0: cực đại nhiễu xạ giữa)***

➢ **Cực tiểu nhiễu xạ khi n chẵn:**

$$\frac{2b\sin\theta}{\lambda} = 2k \Rightarrow \sin\theta = k\frac{\lambda}{b}$$

*Với k = ± 1, ±2, ±3, …*

## 3.1.2. Vị trí vân sáng – vân tối

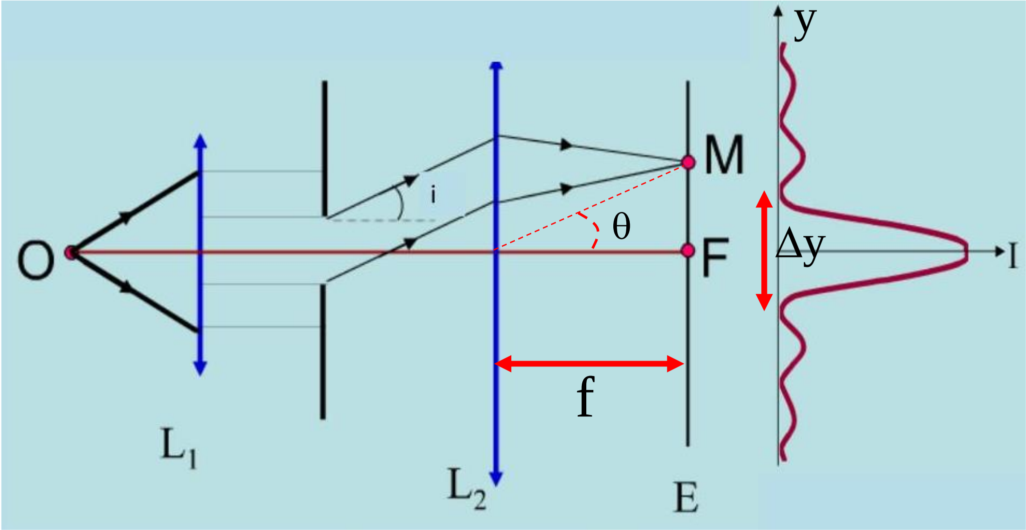



**Phân bố cường độ ánh sáng qua khe hẹp**

- Vân NX đối xứng qua tiêu điểm F
- Tại F sáng nhất: cực đại giữa
- Bề rộng cực đại chính giữa gần gấp độ bề rộng khác
- Các cực đại khác giảm nhanh.

**Ví dụ 6.5**: Một chùm tia sáng đơn sắc song song bước sóng λ = 0,5 μm chiếu thẳng góc với một khe hẹp có bề rộng b = 1 μm. Hỏi cực tiểu nhiễu xạ đầu tiên được quan sát dưới góc nhiễu xạ bằng bao nhiêu? Tính độ rộng của vân sáng chính giữa (khoảng cách giữa 2 cực tiểu bậc nhất), biết thấu kính hội tụ $L_2$ có tiêu cự 50cm.

**Bài giải**:




CT NX đầu tiên (k = 1) thỏa:

$$\sin\theta = k\frac{\lambda}{b} = 0,5 \Rightarrow \theta = 30^o$$

Độ rộng của VS chính giữa:

$$\tan\theta = \frac{\Delta y}{2f} \Leftrightarrow \Delta y = 2f.tg\theta = 57,7cm$$

**Ví dụ 6.6:** Ánh sáng có bước sóng 580 nm tới một khe hẹp có bề rộng 0,3 mm. Màn quan sát đặt cách khe 2 m. Xác định vị trí vân tối bậc nhất, bề rộng của vân sáng trung tâm và có thể quan sát được bao nhiêu vân tối trên màn

**Bài giải:**

❖ Vị trí vân tối bậc nhất: $\sin\theta = m\frac{\lambda}{a}$ mà $\sin\theta = \tan\theta = \frac{y}{D}$

Nên $y_{t,m} = m\frac{\lambda D}{a}$ Với m = 1 thì $y_{t,1} = \pm 1.\frac{580.10^{-9}\times 2}{0,3.10^{-3}} = ...$

❖ Bề rộng vân sáng trung tâm: $\Delta y = 2y_{t,1} = 2\frac{580.10^{-9}\times 2}{0,3.10^{-3}} = ...$

❖ Số vân tối trên màn: $-1 < \sin\theta = m\frac{\lambda}{a} < +1$

$\Rightarrow -\frac{a}{\lambda} < m < +\frac{a}{\lambda} \Leftrightarrow -517,24 < m < +517,24$ Vậy, $N = 2m_{max} = 1034$

**Ví dụ 6.7:** Một khe có bề rộng $2{,}1.10^{-6}$ m và dùng để hình thành nền nhiễu xạ. Tính góc nhiễu xạ của vân tối và vân sáng bậc hai khi chiếu vào khe ánh sáng có bước sóng 430 nm. Tính số vân tối và vân sáng trên màn?

**Bài giải**

❖ Góc nhiễu xạ cho vân tối

$$\sin\theta_t = m\frac{\lambda}{a}$$

Vân tối bậc 2: m = 2

$$\Rightarrow \sin\theta_t = 2\frac{430.10^{-9}}{2{,}1.10^{-6}} \Rightarrow \theta_t = ....$$

❖ Góc nhiễu xạ cho vân sáng

$$\sin\theta_s = (2m+1)\frac{\lambda}{2a}$$

Vân sáng bậc 2: m = 2

$$\Rightarrow \sin\theta_s = 5\frac{430.10^{-9}}{2\times 2{,}1.10^{-6}} \Rightarrow \theta_s = ....$$

❖ Số vân tối: $-1 < \sin\theta = m\frac{\lambda}{a} < +1$

$$\Rightarrow -\frac{a}{\lambda} < m < +\frac{a}{\lambda} \Leftrightarrow -4{,}88 < m < +4{,}88$$

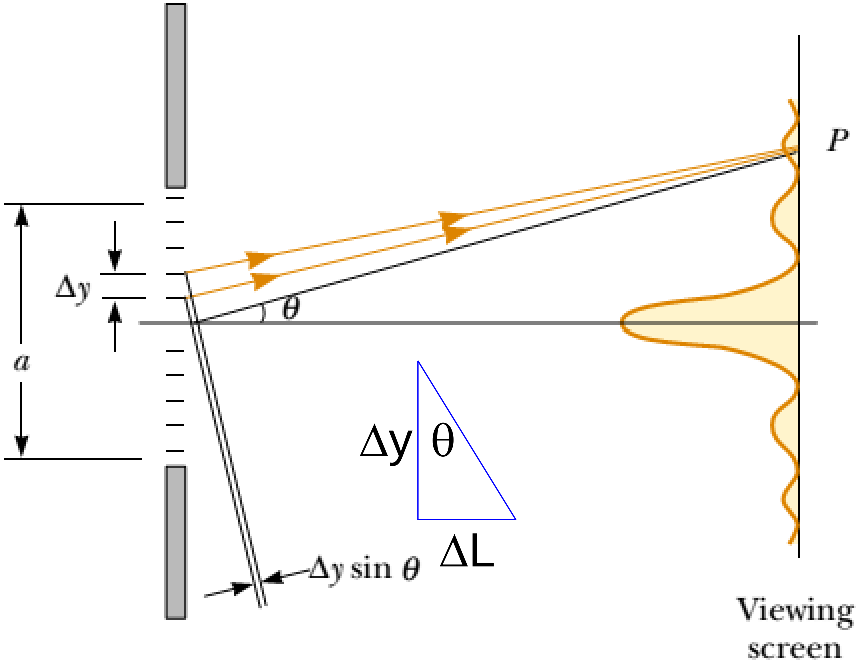
Vậy có N = $2m_{max}$ = 8 vân tối

❖ Số vân sáng $-1 < \sin\theta_s = (2m+1)\frac{\lambda}{2a} < +1$

$$\Rightarrow -\frac{a}{\lambda} - \frac{1}{2} < m < +\frac{a}{\lambda} - \frac{1}{2} \Leftrightarrow -5{,}38 < m < +4{,}38$$

Vậy có N = 8 + 1 = 9 vân sáng (cả vân chính giữa)

## 3.1.3. Sự phân bố cường độ sáng




- Mỗi đới Fresnel Δy tương ứng với độ lớn vector cường độ điện trường ΔE
- Cường độ điện trường E tại một điểm trên màn là tổng của ΔE.
- Độ lệch pha giữa hai tia liên tiếp:

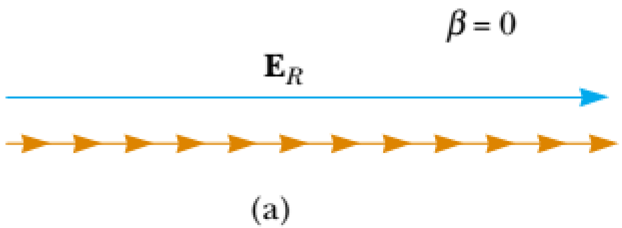
$$\boxed{\Delta\beta = \frac{2\pi}{\lambda}\Delta y \sin\theta}$$

**⇨ Cường độ ánh sáng tại một điểm trên màn là tổng hợp của vector cường độ điện trường từ các đới Fresnel có bề rộng Δy**

## 3.1.3. Sự phân bố cường độ sáng

Dùng giản đồ vector để tìm cường độ điện trường tổng hợp E

**Khi θ = 0**

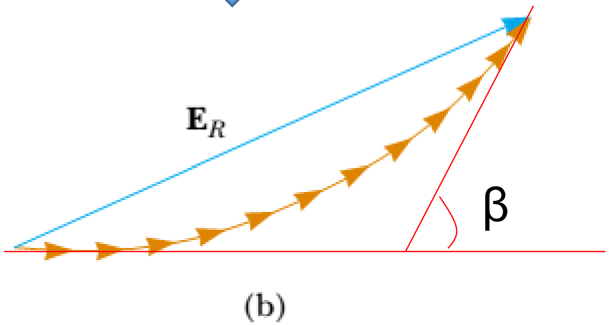



Điện trường tại tâm trên màn

$$\boxed{E_0 = N\Delta E}$$

N là số đới Fresnel

**Khi θ ≠ 0**

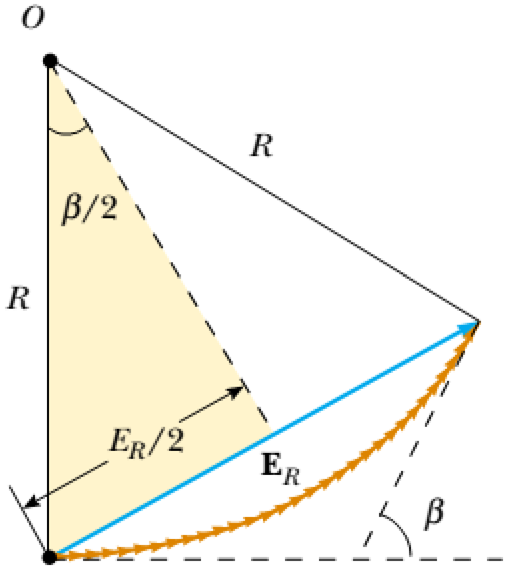



Độ lệch pha giữa tia tại đỉnh và đáy của khe:

$$\boxed{\beta = N\Delta\beta = \frac{2\pi}{\lambda} N\Delta y \sin\theta = \frac{2\pi}{\lambda} a \sin\theta}$$

a = NΔy: Bề rộng của khe

## 3.1.3. Sự phân bố cường độ sáng




❖ Từ hình vẽ, ta thu được:

$$\sin\frac{\beta}{2} = \frac{E_R}{2R}$$

❖ Hay, cường độ điện trường tổng hợp thu được:

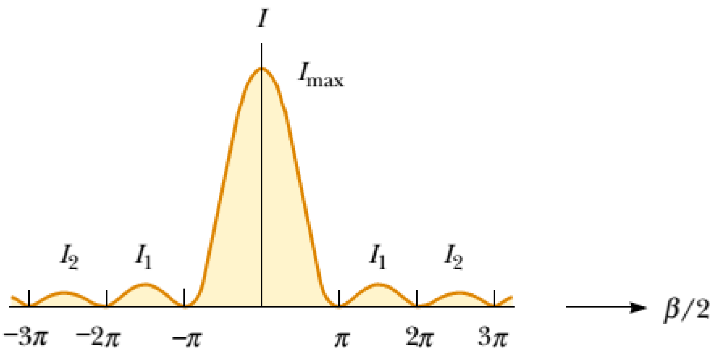
$$E_R = 2R\sin\frac{\beta}{2} = 2\frac{E_0}{\beta}\sin\frac{\beta}{2} = E_0\left[\frac{\sin\frac{\beta}{2}}{\frac{\beta}{2}}\right]$$

❖ Do cường độ ánh sáng tỉ lệ với bình phương cường độ điện trường nên ta thu được cường độ ánh sáng tại một điểm trên màn

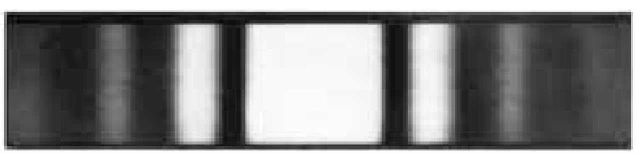
$$\boxed{I = I_{\max}\left[\frac{\sin\beta/2}{\beta/2}\right]^2}$$ hay $$\boxed{I = I_{\max}\left[\frac{\sin(\pi a\sin\theta/\lambda)}{(\pi a\sin\theta/\lambda)}\right]^2}$$

# 3.1. NHIỄU XẠ FRAUNHOFER – QUA MỘT KHE HẸP

**Ví dụ 6.8**: Tìm tỉ số cường độ của cực đại nhiễu xạ thứ nhất và thứ hai với cường độ cực đại trung tâm đối với nền nhiễu xạ một khe Fraunhofer như hình vẽ dưới.



(a)


M. Cagnet, M. Francon, and J. C. Thierr

**Bài giải:**

Cường độ cực đại nhiễu xạ thứ nhất so với cực đại trung tâm ($I_{max}$):

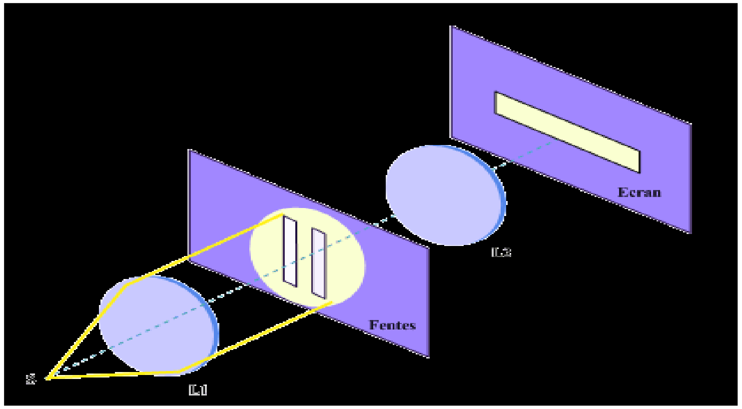
$$I_1 = I_{max}\left[\frac{\sin \beta/2}{\beta/2}\right]^2$$

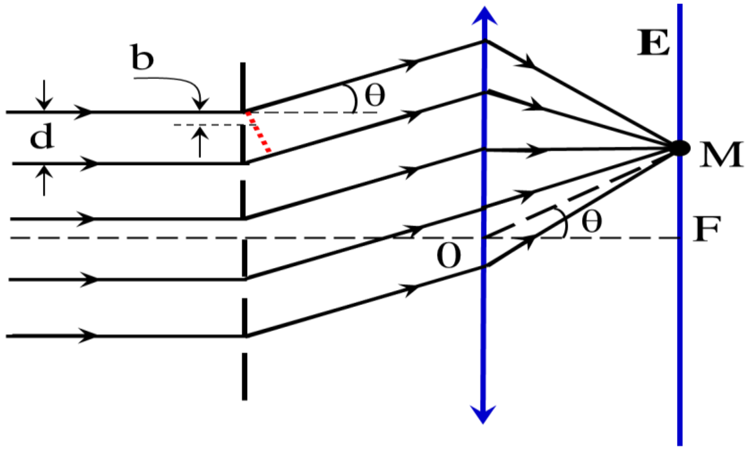
$$\Rightarrow \frac{I_1}{I_{max}} = \left[\frac{\sin \beta/2}{\beta/2}\right]^2 = \left[\frac{\sin(1.5\pi)}{1.5\pi}\right]^2 = 0.045$$

Cường độ cực đại nhiễu xạ thứ hai so với cực đại trung tâm ($I_{max}$):

$$I_2 = I_{max}\left[\frac{\sin \beta/2}{\beta/2}\right]^2 \Rightarrow \frac{I_2}{I_{max}} = \left[\frac{\sin \beta/2}{\beta/2}\right]^2 = \left[\frac{\sin(2.5\pi)}{2.5\pi}\right]^2 = 0.016$$

## 3.2. Nhiễu xạ qua hai khe hẹp




Là sự kết hợp:

- Nhiễu xạ do 1 khe: vị trí vân tối:

$$\boxed{\sin\theta = k\frac{\lambda}{b};\ \ k = \pm 1; \pm 2 \ldots}$$

- Giao thoa do 2 khe: vị trí vân sáng:

$$\boxed{\sin\theta = k'\frac{\lambda}{d};\ \ k' = 0; \pm 1; \pm 2; \ldots}$$

***⇨ Trong 1 cực tiểu (cực đại nhiễu xạ) sẽ chứa nhiều cực đại (cực tiểu) giao thoa***

## 3.2. Nhiễu xạ qua hai khe hẹp

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

**Hiệu quang lộ giữa hai khe:** $\Delta L = d\sin\theta$

**CĐGT khi:** $\Delta L = k'\lambda$

$$\Rightarrow \sin\theta = k'\frac{\lambda}{d};\ k' = 0; \pm 1; \pm 2; \ldots$$

**⇨ Điểm CĐ là những điểm sáng**

**Các điểm sáng gọi là các cực đại chính. Vì d > b nên k’ > k, ta sẽ có nhiều cực đại GT giữa hai cực tiểu chính (Cực đại chính)**

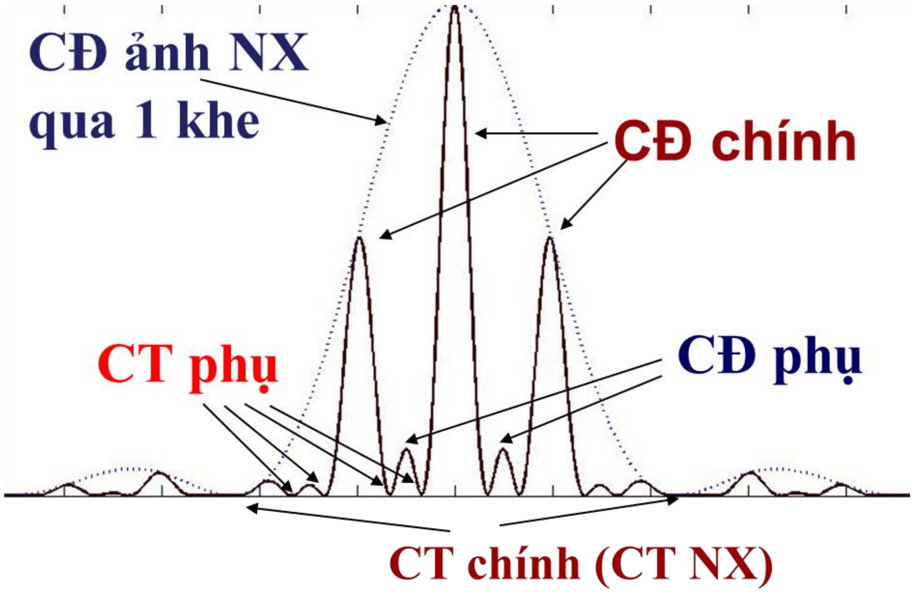
**CTGT khi:** $\Delta L = (k' + \frac{1}{2})\lambda$

$$\Rightarrow \sin\theta = \left(k' + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{d};\ k' = 0; \pm 1; \pm 2; \ldots$$

**⇨ Điểm CT chưa chắc là điểm tối**

**+ Nếu số khe chẵn → các dao động khử nhau → là điểm tối.**
**+ Nếu số khe lẻ → khe thứ lẻ không bị khử → Có vân sáng cường độ yếu (Cực đại phụ)**

## 3.2. Nhiễu xạ qua hai khe hẹp




+ Nếu có n khe hẹp thì giữa hai CĐ chính liên tiếp có (n – 2) CĐ phụ và (n – 1) CT phụ.

+ Nếu số khe rất lớn và độ rộng khe rất hẹp thì các CĐ phụ mờ dần rồi tắt hẳn, các CĐ chính có cường độ bằng nhau

**Ví dụ 6.9: Quan sát ảnh nhiễu xạ Fraunhofer qua 3 khe hẹp có bề rộng mỗi khe là 1,5μm và khoảng cách giữa 2 khe liên tiếp là 4,5μm. Bước sóng ánh sáng là 0,6μm.**

**a) Xác định góc nhiễu xạ ứng với cực đại chính bậc 2.**

**b) Trong khoảng giữa 2 cực tiểu chính (cực tiểu nhiễu xạ) bậc nhất, có tối đa mấy cực đại chính?**

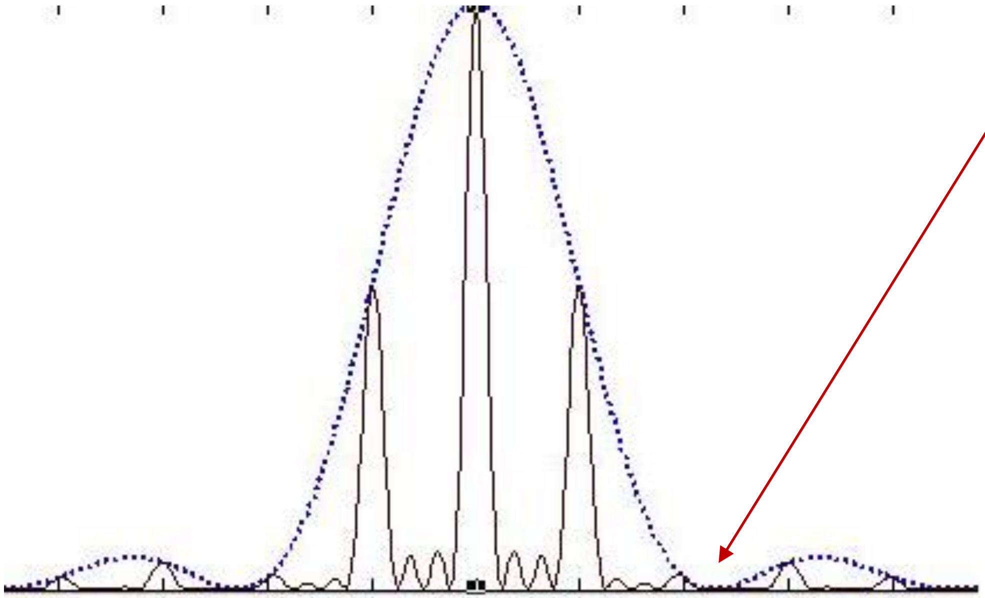
**c) Giữa hai cực đại chính liên tiếp, có mấy cực đại phụ và mấy cực tiểu phụ?**

**Bài giải:**

**a) Vị trí cực đại bậc 2 thỏa:**

$$\sin\theta = k\frac{\lambda}{d} = \frac{2.0,6}{4,5} = 0,267 \quad \Rightarrow \theta = 15,5^{o}$$

**b) Số cực đại chính ở giữa 2 cực tiểu nx đầu tiên:**



**Vị trí cực tiểu NX đầu tiên:**

$$\sin\theta = k\frac{\lambda}{b} = \frac{0,6}{1,5} = 0,4$$

**Vị trí các cực đại chính:**

$$\sin\theta_1 = k'\frac{\lambda}{d} = k'\frac{0,6}{4,5}$$

**Chỉ xét các cực đại chính nằm trong khoảng giữa 2 cực tiểu NX đầu tiên thì:**

$$|\sin\theta_1| < |\sin\theta| \Leftrightarrow k' < 3 \;\Rightarrow k' = 0; \pm 1; \pm 2$$ **Vậy, có 5 cực đại chính.**

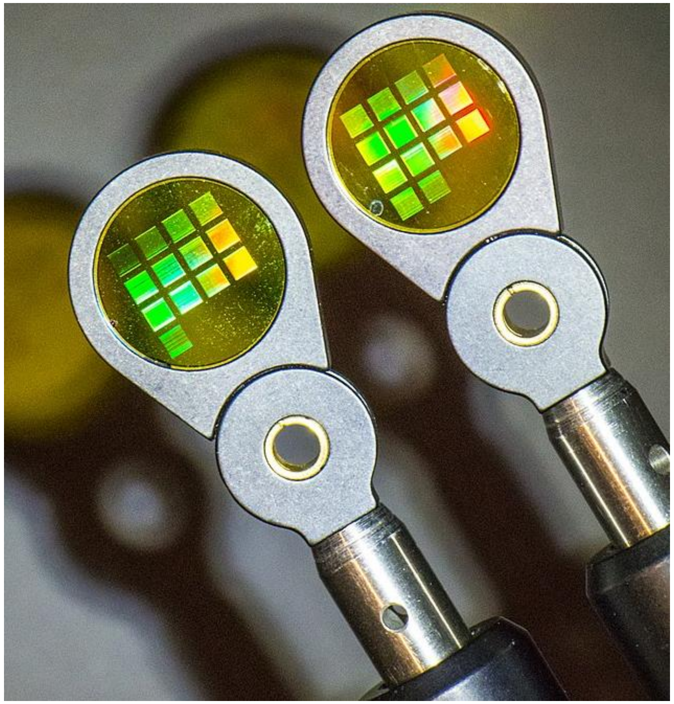
**c) Giữa 2 cực đại chính có (n – 2) = (3 – 2) = 1 cực đại phụ và có (n – 1) = 2 cực tiểu phụ.**

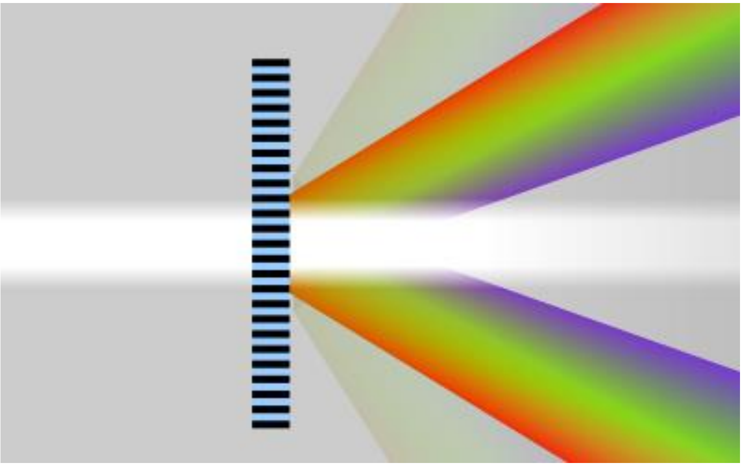
## 3.3.1. Khái niệm

- **Cách tử nhiễu xạ** là dụng cụ quang học dùng để phân tích nguồn sáng, bao gồm 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 cách tử**, mật độ khe n là số khe của cách tử trên một đơn vị độ dài:

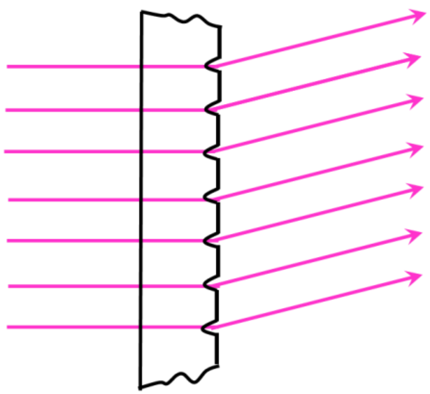
$$\boxed{n = \frac{1}{d} = \frac{N}{\ell}}$$

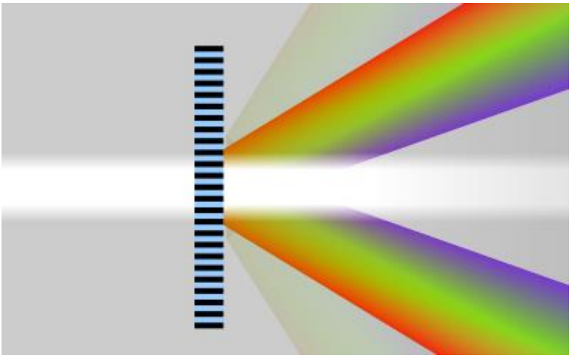




## 3.3.2. Phân loại

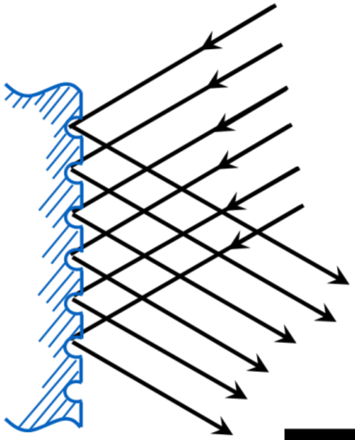
### Cách tử truyền qua

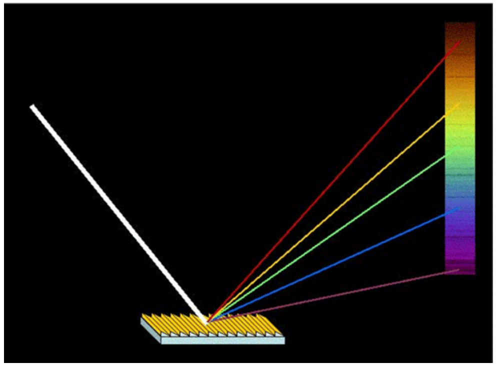




⇨ Phân tích ánh sáng

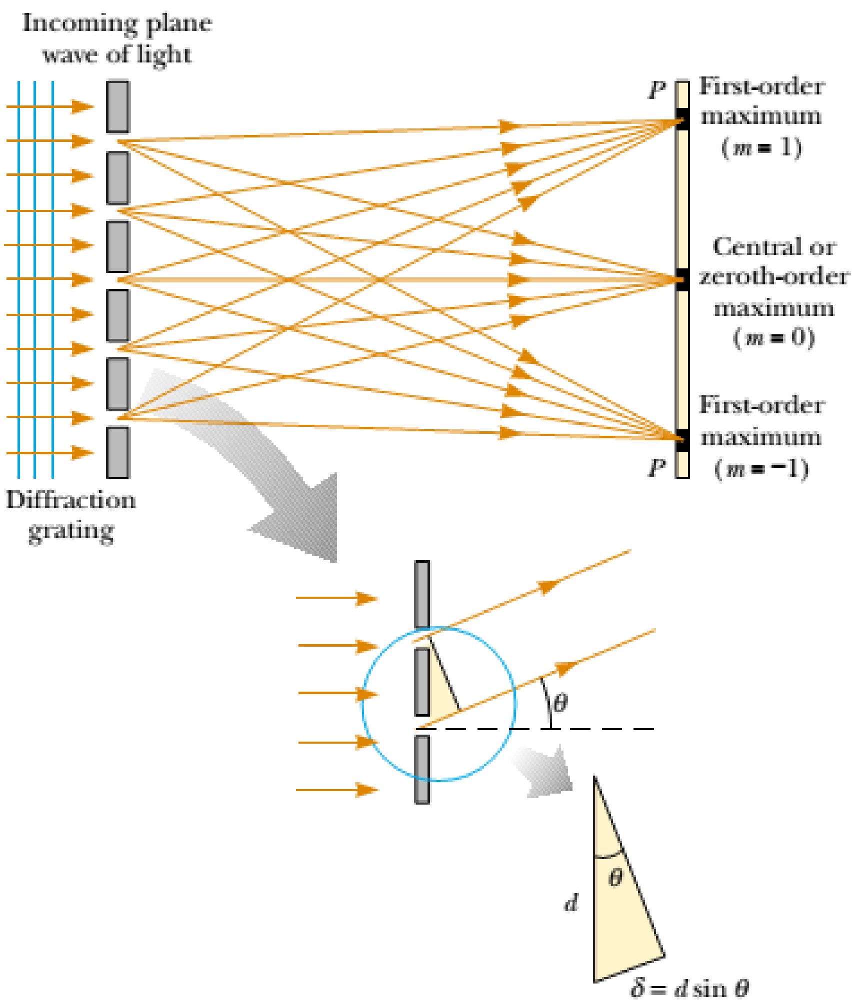
### Cách tử phản xạ





⇨ Phân tích tia tử ngoại

## 3.3.3. Phương trình cách tử




- **Vị trí vân sáng:**

$$\boxed{d\sin\theta_s = m\lambda \quad (m = 0, \pm1, \pm2, \ldots)}$$

**Số cực đại chính:**

$$-\frac{d}{\lambda} < m < +\frac{d}{\lambda}$$

$$N = 2m + 1$$

- **Vị trí vân tối:**

$$\boxed{d\sin\theta_t = (m + \frac{1}{2})\lambda}$$

$$(m = 0, \pm1, \pm2, \pm3, \ldots)$$

**Ví dụ 6.10:** Ánh sáng đơn sắc từ đèn laser He-Ne (bước sóng 632,8 nm) chiếu thẳng góc với bề mặt một cách tử nhiễu xạ có 6000 khe/cm. Tính những góc nhiễu xạ cho vân sáng bậc nhất và bậc hai quan sát được.

**Bài giải**

Góc nhiễu xạ cho vân sáng: $\sin\theta_s = m\dfrac{\lambda}{d}$

Với $d = \dfrac{1}{n} = 1{,}67.10^{-4}\ (\text{cm})$

Vân sáng bậc 1: m = 1 ⇨ $\sin\theta_{s,1} = \dfrac{\lambda}{d} \Rightarrow \theta_{s,1} = .....$

Vân sáng bậc 2: m = 2 ⇨ $\sin\theta_{s,2} = 2\dfrac{\lambda}{d} \Rightarrow \theta_{s,2} = .....$

**Ví dụ 6.11:** Chiếu ánh sáng có bước sóng 495 nm vào một cách tử nhiễu xạ. Cách tử tạo ra một vân sáng bậc hai tại góc $9{,}34^0$. Hỏi, cách tử này có bao nhiêu vạch/cm?

**Bài giải**

Góc nhiễu xạ cho vân sáng bậc 2: $$\sin\theta_{s,2} = 2\frac{\lambda}{d}$$

Khoảng cách giữa 2 khe liên tiếp: $$d = 2\frac{\lambda}{\sin\theta_{s,2}} = ...(cm)$$

Số khe/cm: $$n = \frac{1}{d} = ........$$

**Ví dụ 6.12:** Cho một cách tử có khoảng cách 2 vạch liên tiếp d = 2μ*m*
a. Hãy xác định số vạch cực đại chính tối đa cho cách tử nếu ánh sáng dùng trong thí nghiệm là ánh sáng vàng của ngọn lửa natri (λ = 0.5890μ*m*).
b. Tìm bước sóng cực đại mà ta có thể quan sát được trong quang phổ cho bởi cách tử đó.

**Bài giải**

a) Số cực đại chính thoả điều kiện: $-1 < \sin\theta = m\dfrac{\lambda}{d} < +1$

$$\Rightarrow -\frac{d}{\lambda} < m < +\frac{d}{\lambda} \Rightarrow -3{,}4 < m < +3{,}4 \Rightarrow N = 2m_{max} + 1 = 7$$

b) Bước sóng cực đại: $\sin\theta = m\dfrac{\lambda}{d} \Rightarrow \lambda = \dfrac{d\sin\theta}{m}$

λ cực đại khi sin θ = 1 và m = 1 (tử số phải lớn nhất và mẫu số phải nhỏ nhất) nên $\lambda_{max} = d$

**Ví dụ 6.13:** Một cách tử có chu kì d = 2μm (a) Tính số khe trên một centimet chiều dài cách tử. (b) Tính bước sóng lớn nhất có thể quan sát được trong quang phổ cho bởi cách tử đó. (c) Nếu bề rộng mỗi khe là b = 0,8μm và ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ = 0,6μm chiếu thẳng góc vào mặt cách tử thì trong khoảng giữa 2 cực tiểu NX đầu tiên, có bao nhiêu cực đại chính có thể quan sát được?

**Bài giải:**

**a) Số khe trên mỗi centimet**

$$n = \frac{1}{d} = \frac{1}{2.10^{-4}} = 5000 \quad (\text{khe}/\text{cm})$$

**b) Bước sóng lớn nhất**

$$\sin\theta = k\frac{\lambda}{d} \Rightarrow \lambda = \frac{d\sin\theta}{k} \Rightarrow \lambda_{max} = d = 2\mu m$$

**c) Vị trí CT NX đầu tiên:**

$$\sin\theta = \frac{\lambda}{b}$$

**Vị trí cực đại chính:**

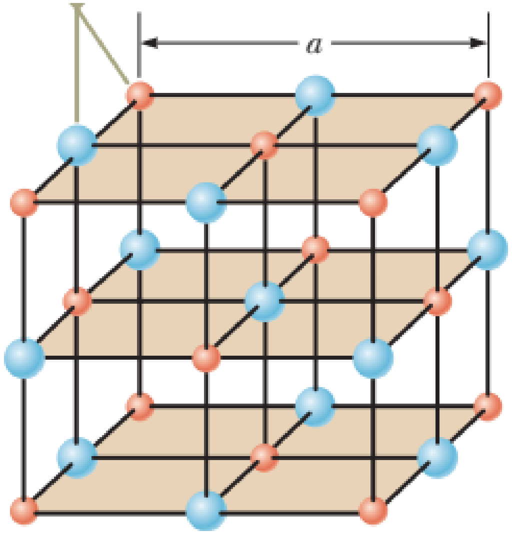
$$\sin\theta_1 = k'\frac{\lambda}{d}$$

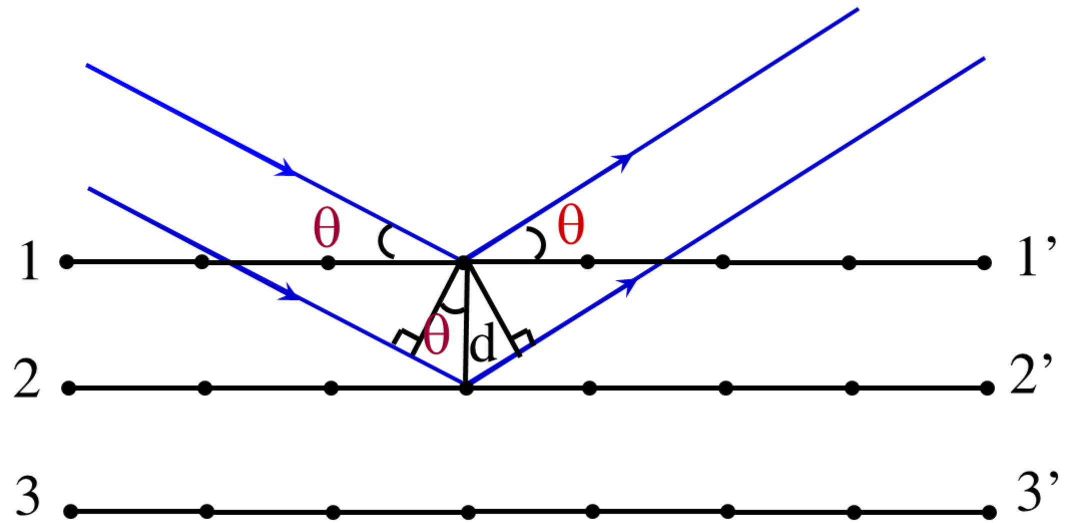
**mà:** $$|\sin\theta_1| < |\sin\theta| \Leftrightarrow \frac{|k'|}{d} < \frac{1}{b} \Rightarrow |k'| < \frac{d}{b} = \frac{2}{0,8} = 2,5 \quad \Rightarrow k' = 0; \pm 1; \pm 2$$

**Vậy có 5 cực đại chính có thể quan sát được**

# 4. NHIỄU XẠ CỦA TIA X TRÊN TINH THỂ

Màu xanh là ion $Cl^-$;
màu đỏ là ion $Na^+$




- Hiệu quang lộ

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

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

$$\boxed{L_2 - L_1 = 2d.\sin\theta = k\lambda}$$

**Ví dụ 6.14:** Để nghiên cứu cấu trúc của tinh thể hai chiều, người ta chiếu vào tinh thể một chùm tia X có bước sóng 15 pm và quan sát ảnh nhiễu xạ của nó. Kết quả, cực đại NX bậc nhất ứng với góc nhiễu xạ $\theta = 30^0$. Tính hằng số mạng tinh thể?

**Bài giải:**

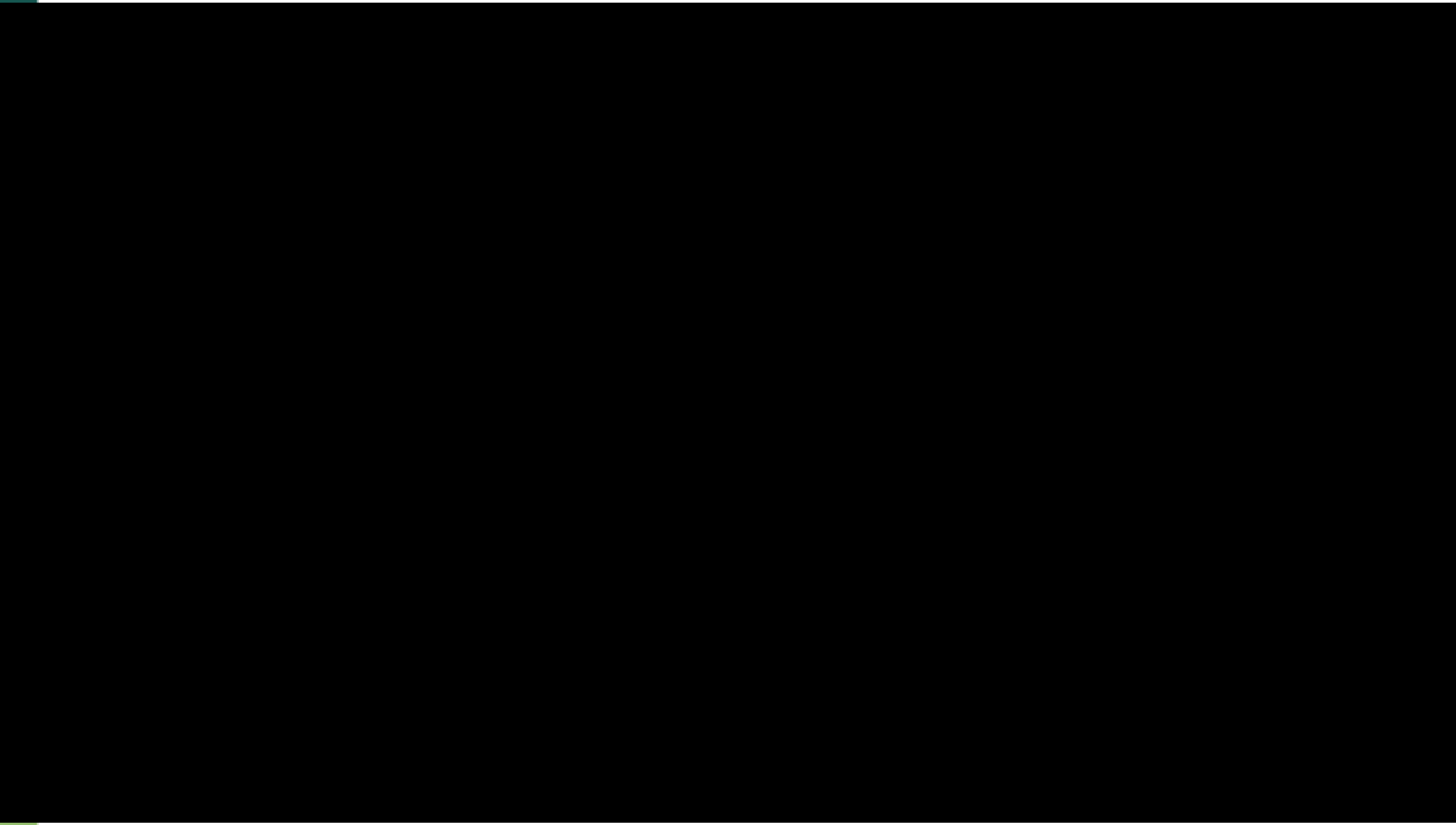
**Theo định luật Vulf – Bragg:**

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

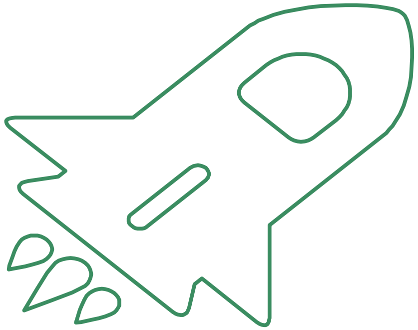
$$\Rightarrow d = \frac{k\lambda}{2\sin\theta} = \frac{1.15}{2.\sin 30} = 15\text{pm}$$

**Vậy hằng số mạng tinh thể là d = 15 pm**

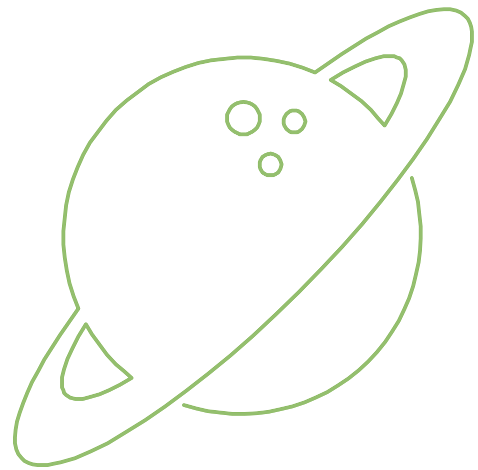
# 5. ỨNG DỤNG



*"Thất bại là một phần của cuộc sống. Nếu không gục ngã, bạn sẽ không học được gì, không học được gì, bạn sẽ không bao giờ thay đổi*



# Thanks!



**Any questions?**

*Failures are part of life. If you don't fail, you don't learn. If you don't learn you'll never change! (Anonymous)*

**1.** Chiếu chùm laser có bước sóng 632,8 nm vào thẳng góc với một khe rộng 0,3 mm. a) ính bề rộng của vân sáng trung tâm trên màn quan sát đặt cách khe 1 m. b) Tính khoảng cách từ cực tiểu nhiễu xạ bậc 3 đến cực đại nhiễu xạ bậc 10.

**Đáp số:** a) Δy = 4,22 mm; b) Δy = 17,9 mm

**Bài giải**

a) Vị trí nhiễu xạ cực tiểu bậc 1

$$y_{t,1} = \frac{\lambda D}{a}$$

Bề rộng vân sáng trung tâm

$$\Delta y = 2y_{t,1} = 2\frac{\lambda D}{a}$$

b) Khoảng cách từ cực tiểu nhiễu xạ bậc 3 đến cực đại nhiễu xạ bậc 10

$$\Delta y = y_{s,10} - y_{t,3} = (2\times 10+1)\frac{\lambda D}{2a} - 3\frac{\lambda D}{a} = 8{,}5\frac{\lambda D}{a}$$

**2.** Một nền nhiễu xạ được hình thành khi ánh sáng có bước sóng 675 nm xuyên qua một khe hẹp có bề rộng $1{,}8.10^{-4}$m. a) Xác định góc nhiễu xạ ứng với vân tối bậc nhất. b) Có bao nhiêu vân sáng trên màn?

**Đáp số:** a) $0{,}21^o$, b) N = 534 vân

**Bài giải**

a) Góc nhiễu xạ cho vân tối $\sin\theta_t = m\dfrac{\lambda}{a}$

Vân tối bậc nhất: m = 1 ⇨ $\sin\theta_{t,1} = \dfrac{\lambda}{a} \Rightarrow \theta_{t,1} = ....$

b) Góc có NXCĐ $\sin\theta_s = (2m+1)\dfrac{\lambda}{2a}$

Điều kiện CĐNX quan sát được trên màn $-1 < \sin\theta_s = (2m+1)\dfrac{\lambda}{2a} < +1$

⇨ $-\dfrac{a}{\lambda} - \dfrac{1}{2} < m < \dfrac{a}{\lambda} - \dfrac{1}{2}$ ⇨ m = …..

**3.** Chiếu đồng thời hai ánh sáng có bước sóng 632 nm và 474 nm vào một khe hẹp có bề rộng $7{,}15.10^{-5}$ m. Quan sát nền nhiễu xạ trên màn đặt cách khe 1,2 m. Hai nền nhiễu xạ quan sát được trên màn. Tính khoảng cách từ tâm của nền nhiễu xạ đến vị trí trùng nhau của hai vân tối trong hai nền nhiễu xạ.

**Đáp số:** $y = 3{,}18\text{cm}$

**Bài giải**

Vị trí vân tối ứng với $\lambda_1$ $\quad y_{t,1} = m_1 \dfrac{\lambda_1 D}{a}$

Vị trí vân tối ứng với $\lambda_1$ $\quad y_{t,2} = m_2 \dfrac{\lambda_2 D}{a}$

Vị trí trùng nhau khi $\quad \dfrac{m_1}{m_2} = \dfrac{\lambda_2}{\lambda_1} = \dfrac{4}{3}$ ⇨ $m_1 = 4,\ m_2 = 3$

⇨ Vị trí 2 vân tối trùng nhau: $\quad y = y_{t,1} = 4\dfrac{\lambda_1 D}{a}$

**4.** Đối với ánh sáng có bước sóng 420 nm, cách tử nhiễu xạ tạo ra một vân sáng tại góc $26^o$. Đối với ánh sáng có bước sóng chưa biết, với cùng cách tử tạo ra vân sáng tại góc $41^o$. Trong cả hai trường hợp vân sáng có cùng bậc m. Tính bước sóng của ánh sáng chưa biết.
**Đáp số:** $\lambda_2$= 628,5 nm

**5.** Một cách tử nhiễu xạ có 2604 vạch/cm và có cực đại chính tạo ra tại góc $30^o$. Chiếu một chùm ánh sáng có bước sóng từ 410 nm đến 660 nm. Tính những bước sóng của ánh sáng tới mà có thể tạo ra nhiễu xạ này.
**Đáp số:** $\lambda$= 640 nm và 480 nm

**6.** Một màn chắn có lỗ tròn nhỏ với bán kính r thay đổi được trong quá trình thí nghiệm. Màn chắn đặt giữa nguồn sáng và màn quan sát sao cho màn chắn cách nguồn R = 100 cm và cách màn quan sát b = 125 cm. Xác định bước sóng của ánh sáng. Biết rằng cường độ cực đại tại tâm của nền nhiễu xạ trên màn quan sát được khi $r_1$ = 1 mm và cường độ cực đại tiếp theo khi $r_2$ = 1,29 mm.
**Đáp số:** $\lambda$= 598 nm