

Chương 5

QUANG HỌC SÓNG

§1. GIAO THOA ÁNH SÁNG

I. Cơ sở của quang học tia

1. Định luật truyền thẳng ánh sáng: trong môi trường trong suốt, đồng tính và đẳng hướng ánh sáng truyền theo đường thẳng

2. Định luật phản xạ ánh sáng: $i = i'$

3. Định luật khúc xạ ánh sáng:

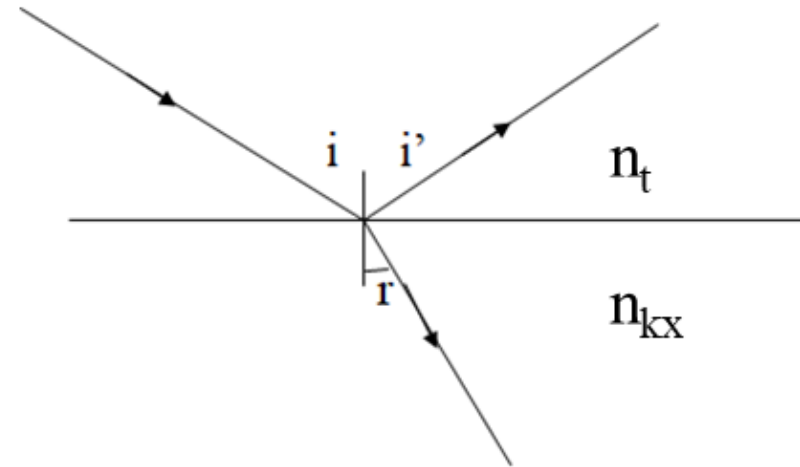
$$n_t \sin i = n_{kx} \sin r$$

Hiện tượng phản xạ toàn phần

$$n_t > n_{kx}, \sin i_{gh} = n_{kx} / n_t$$

Chiết suất tuyệt đối của môi trường

$$n = c/v$$

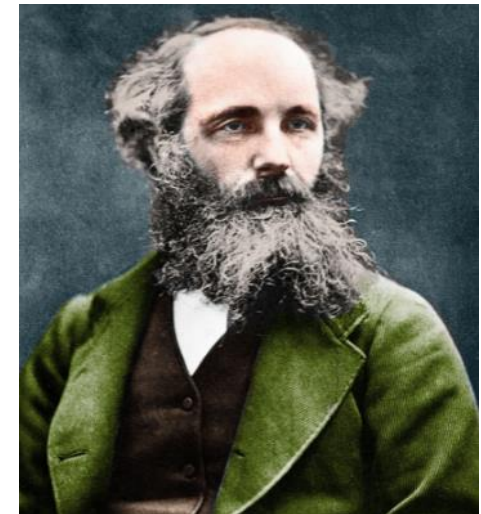
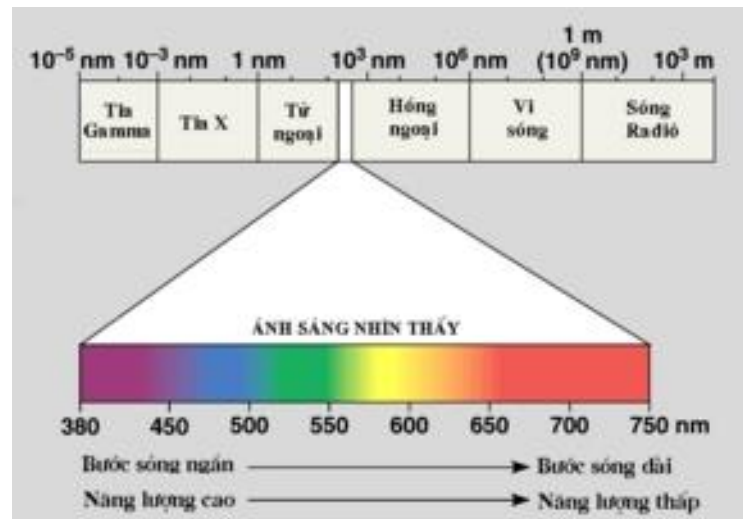
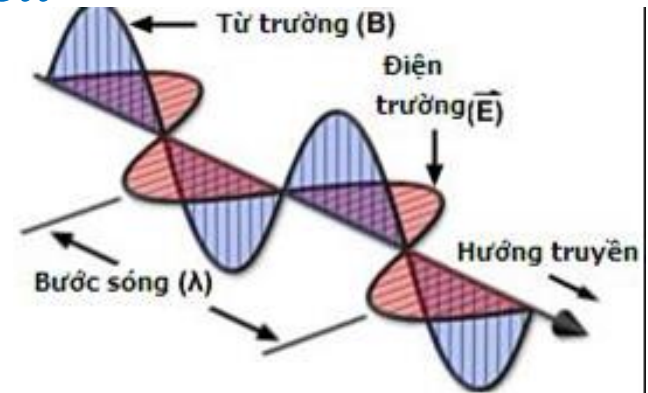


§1. GIAO THOA ÁNH SÁNG

II. Cơ sở của quang học sóng

1. Thuyết điện từ về ánh sáng của Maxwell

- Ánh sáng là sóng điện từ, sóng ánh sáng là sóng ngang
- Khi truyền đến mắt, véc tơ cường độ điện trường tác dụng lên võng mạc gây ra cảm giác sáng, do đó véc tơ cường độ điện trường là véc tơ sáng.
- Tập hợp ánh sáng có bước sóng $0,38\mu\text{m}$ đến $0,75\mu\text{m}$ tạo thành ánh sáng trắng



Maxwell
1831- 1879 (Anh)

§1. GIAO THOA ÁNH SÁNG

2. *Quang lộ:*

Quang lộ giữa hai điểm A, B là đoạn đường ánh sáng truyền được trong chân không với cùng khoảng thời gian t cần thiết để sóng ánh sáng đi được đoạn đường r trong môi trường chiết suất n .

$$L = c.t = c.r/v = nr$$

§1. GIAO THOA ÁNH SÁNG

3. Hàm sóng ánh sáng:

Xét sóng ánh **sáng phẳng** đơn sắc, truyền đi với vận tốc v trong môi trường chiết suất n .

Tại O phương trình dao động sáng:

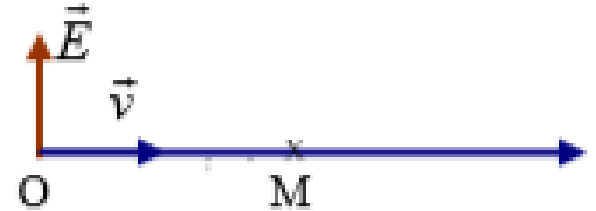
$$x(O) = A \cos \omega t$$

Tại M cách O một khoảng r :

$$x(M) = A \cos[\omega(t - \tau)] = A \cos\left[\omega\left(t - \frac{r}{v}\right)\right]$$

$$\rightarrow x(M) = A \cos\left(\omega t - \frac{2\pi}{T} \frac{r}{v}\right)$$

$$\rightarrow x(M) = A \cos\left(\omega t - \frac{2\pi L}{\lambda}\right)$$



§1. GIAO THOA ÁNH SÁNG

4. Cường độ sáng:

Cường độ sáng tại một điểm là đại lượng có trị số bằng năng lượng trung bình của sóng ánh sáng truyền qua một đơn vị diện tích đặt vuông góc với phương truyền sáng trong một đơn vị thời gian.

$$I = A^2$$

5. Nguyên lý Huygens- Fresnel:

- Mỗi điểm trong không gian nhận ánh sáng từ nguồn thực truyền đến đều trở thành nguồn phát sáng thứ cấp phát ánh sáng về phía trước nó.
- 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

III. Giao thoa ánh sáng

1. Định nghĩa:

Là hiện tượng gặp nhau của 2 hay nhiều sóng ánh sáng **kết hợp**, kết quả trong miền giao thoa xuất hiện các **vân sáng và tối xen kẽ nhau**.

Sóng ánh sáng kết hợp là những sóng có **hiệu pha không thay đổi** theo thời gian.

Nguyên tắc tạo ra hai hay nhiều sóng ánh sáng kết hợp là từ một sóng duy nhất tách ra thành hai hay nhiều sóng riêng biệt.

§1. GIAO THOA ÁNH SÁNG

2. Khảo sát hiện tượng giao thoa ánh sáng

a. Điều kiện cực đại, cực tiểu giao thoa

Xét hai nguồn sóng ánh sáng kết hợp phát ra ánh sáng đơn sắc bước sóng λ , điều kiện $l \ll D$,

Phương trình dao động sáng tại S_1 và S_2

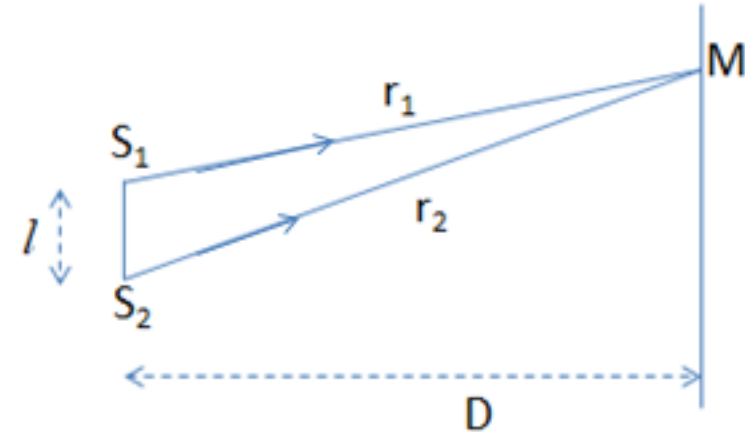
$$x(S_1) = A_1 \cos \omega t \quad ; \quad x(S_2) = A_2 \cos \omega t$$

PT dao động sáng tại M do S_1 và S_2 gửi :

$$x_1 = A_1 \cos\left(\omega t - \frac{2\pi L_1}{\lambda}\right); \quad x_2 = A_2 \cos\left(\omega t - \frac{2\pi L_2}{\lambda}\right)$$

PT dao động sáng tổng hợp tại M:

$$x = x_1 + x_2 = A \cos(\omega t + \varphi) \quad \text{trong đó } A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1)}$$



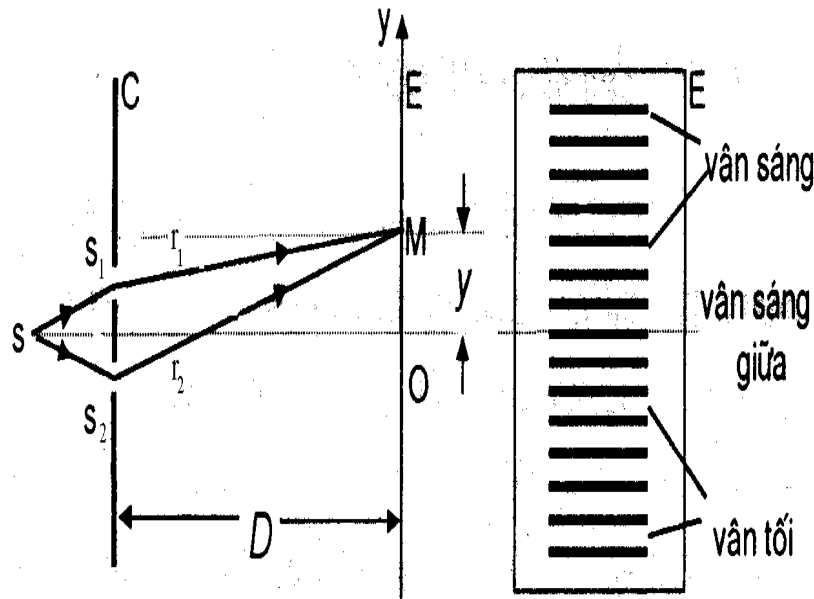
§1. GIAO THOA ÁNH SÁNG

Điều kiện cực đại giao thoa:

$$\frac{2\pi}{\lambda}(L_2 - L_1) = 2k\pi \Rightarrow L_2 - L_1 = k\lambda; k = 0; \pm 1; \pm 2, \dots$$

Điều kiện cực tiểu giao thoa:

$$\frac{2\pi}{\lambda}(L_2 - L_1) = (2k + 1)\pi \Rightarrow L_2 - L_1 = (2k + 1)\frac{\lambda}{2}; k = 0; \pm 1; \pm 2, \dots$$



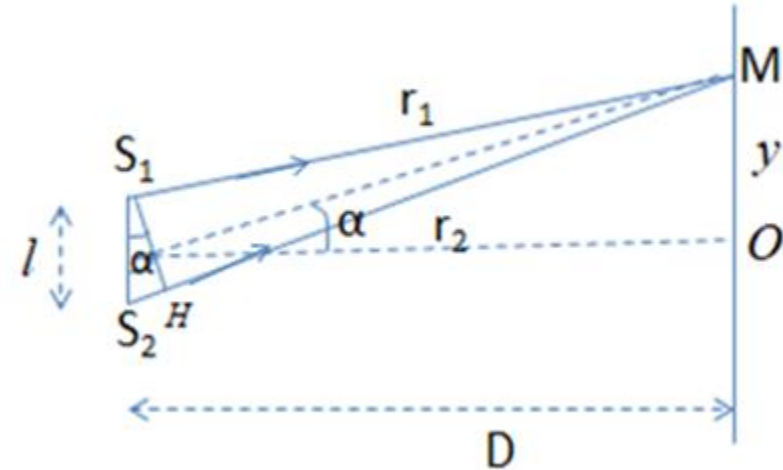
§1. GIAO THOA ÁNH SÁNG

b. Vị trí vân giao thoa.

Xét hệ thống đặt **trong không khí**:

$$L_2 - L_1 = r_2 - r_1$$

$$r_2 - r_1 \approx S_2 H = l \sin \alpha \approx l \tan \alpha = \frac{ly}{D}$$



Vị trí vân sáng:

$$r_2 - r_1 = \frac{l \cdot y_s}{D} = k\lambda \quad \rightarrow y_s = k \frac{\lambda D}{l}; k = 0; \pm 1, \pm 2, \dots$$

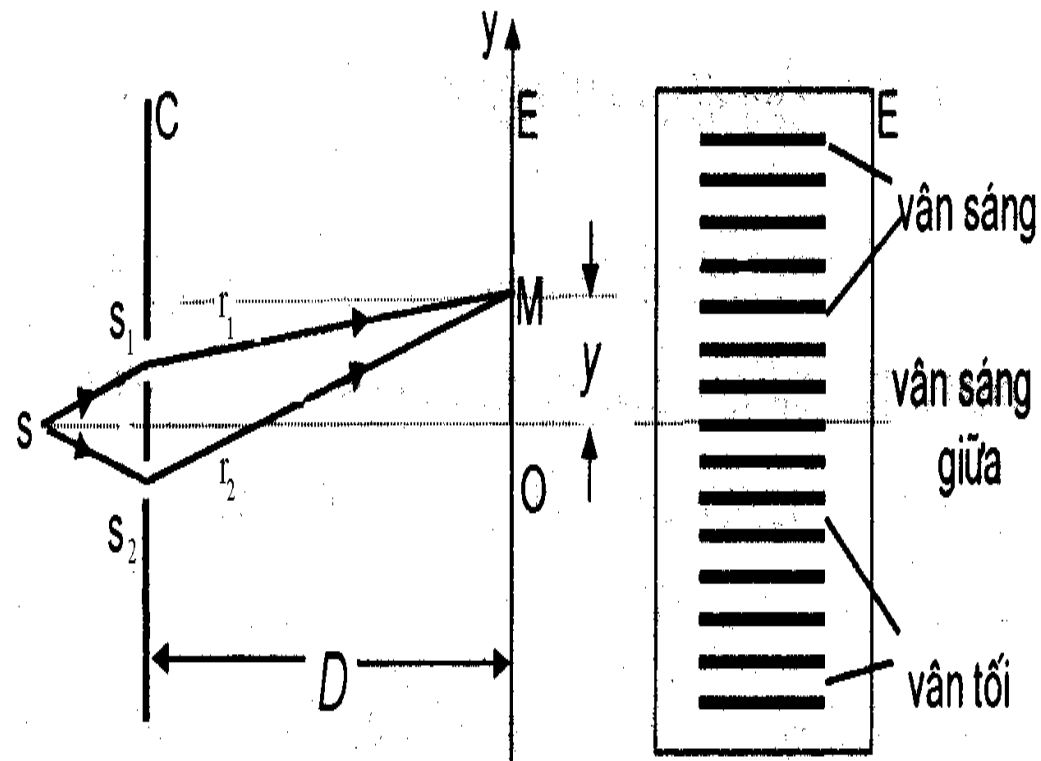
Vị trí vân tối:

$$r_2 - r_1 = \frac{ly_t}{D} = (2k + 1) \frac{\lambda}{2} \quad \rightarrow y_t = (2k + 1) \frac{\lambda D}{2l}; k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

Khoảng vân:

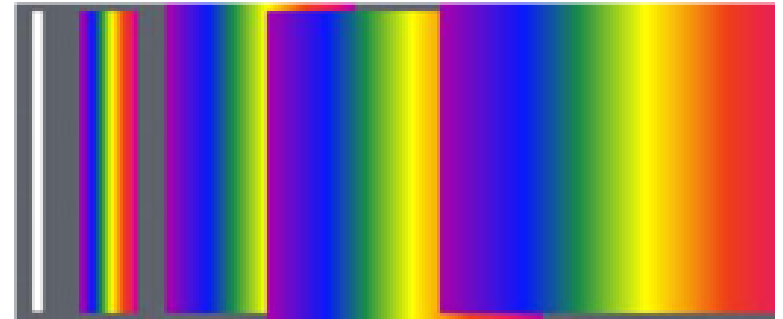
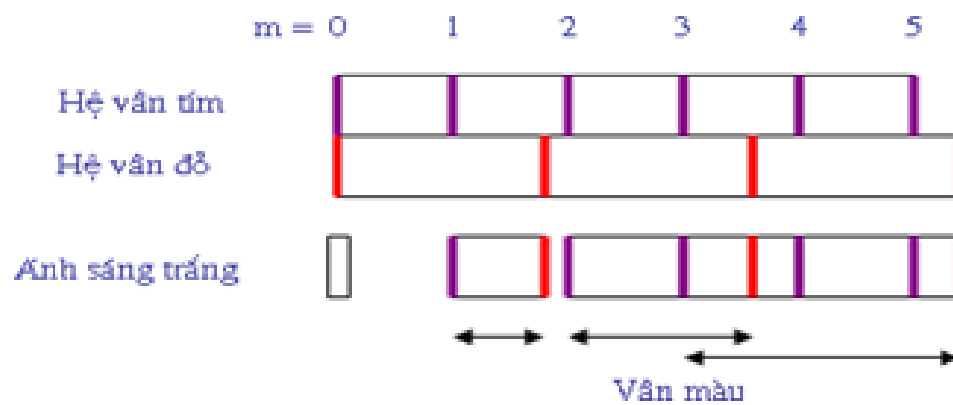
$$i = y_{k+1} - y_k = (k + 1) \frac{\lambda D}{l} - k \frac{\lambda D}{l} = \frac{\lambda D}{l}$$

§1. GIAO THOA ÁNH SÁNG

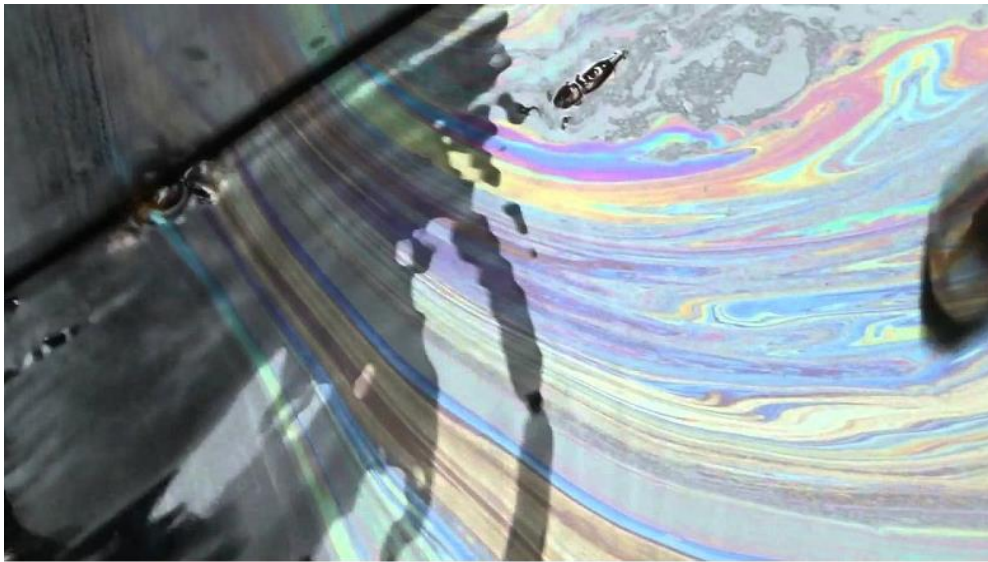


§1. GIAO THOA ÁNH SÁNG

Giao thoa gây bởi ánh sáng trắng



§1. GIAO THOA ÁNH SÁNG

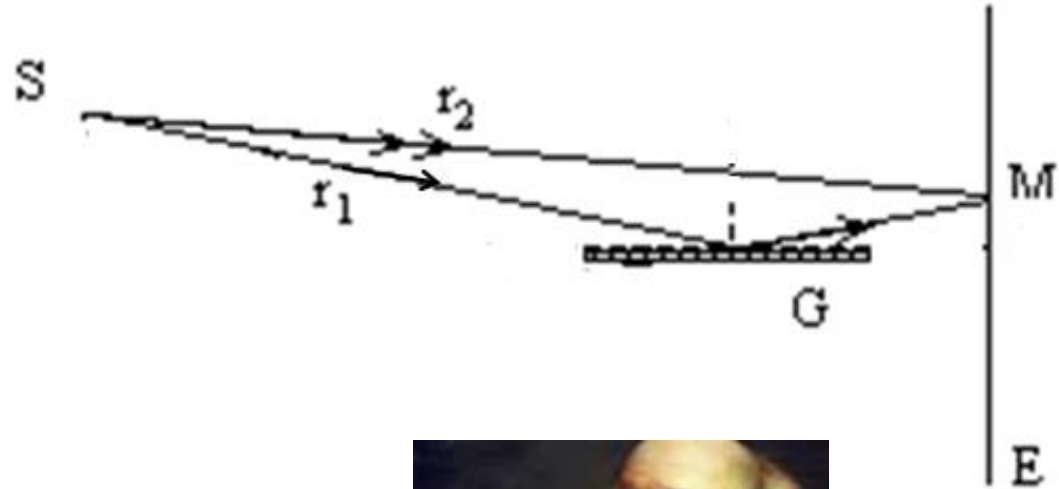


Hình ảnh giao thoa của màng xà phòng

§1. GIAO THOA ÁNH SÁNG

IV. Giao thoa do phản xạ

1. Thí nghiệm Lloyd:



Khi phản xạ trên môi trường chiết quang hơn môi trường chứa tia tới, pha dao động của tia phản xạ thay đổi π , hay quang lộ của tia phản xạ dài thêm một đoạn $\lambda/2$



Humphrey Lloyd
1800 – 1881(Ireland)

§1. GIAO THOA ÁNH SÁNG

2. Giao thoa gây bởi bản mỏng

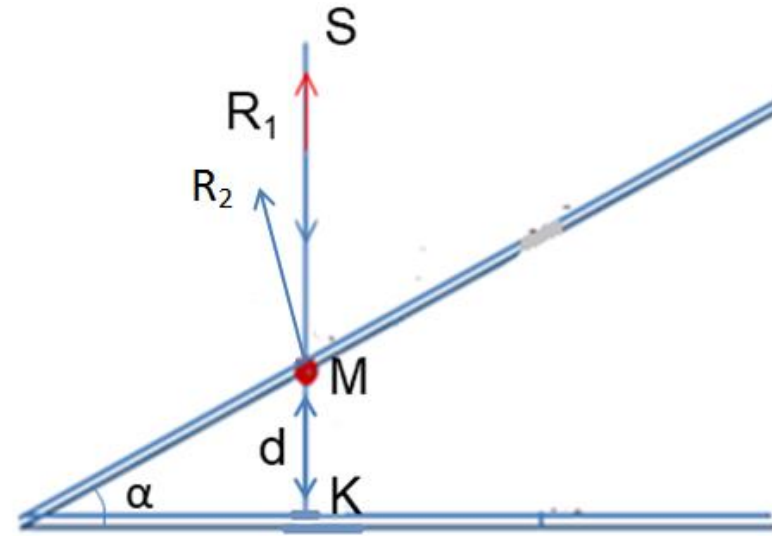
a. Giao thoa gây bởi nêm không khí

Đó là lớp không khí hình nêm giới hạn giữa hai bản thủy tinh phẳng đặt nghiêng với nhau một góc α rất nhỏ

Chiếu một chùm ánh sáng đơn sắc song song vuông góc với mặt dưới của nêm.

Tại điểm M ở mặt trên của lớp không khí quan sát thấy vân giao thoa :

$$L_2 - L_1 = 2dn_{kk} + \frac{\lambda}{2}$$



§1. GIAO THOA ÁNH SÁNG

Điều kiện cực tiểu giao thoa:

$$L_2 - L_1 = 2dn_{kk} + \frac{\lambda}{2} = (2k + 1) \frac{\lambda}{2}$$

$$d_t = k \frac{\lambda}{2n_{kk}} ; \quad k = 0, 1, 2, 3, \dots$$

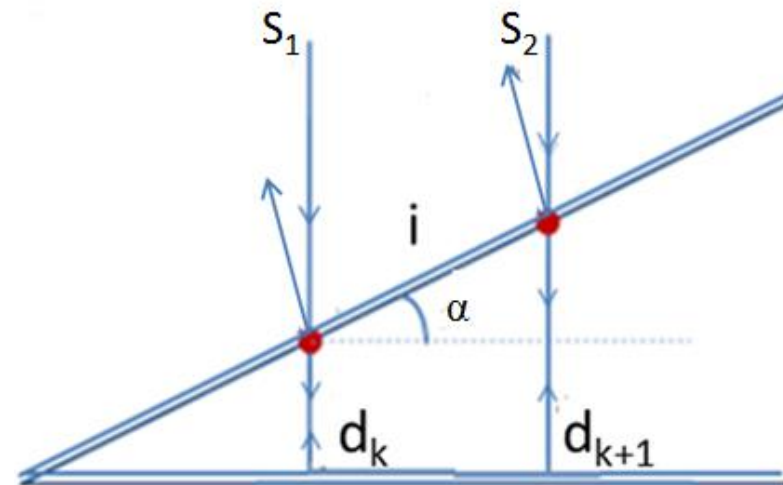
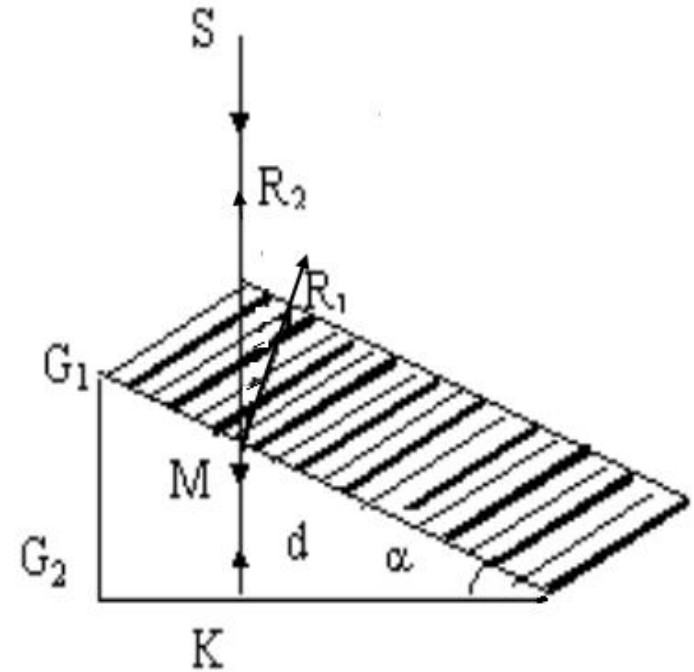
Điều kiện cực đại giao thoa:

$$L_2 - L_1 = 2dn_{kk} + \frac{\lambda}{2} = k\lambda$$

$$d_s = (2k - 1) \frac{\lambda}{4n_{kk}} ; \quad k = 1, 2, 3, 4, \dots$$

Khoảng vân giao thoa:

$$\sin \alpha \approx \alpha = \frac{d_{k+1} - d_k}{i} \rightarrow i = \frac{d_{k+1} - d_k}{\alpha} = \frac{\lambda}{2n_{kk} \alpha}$$



§1. GIAO THOA ÁNH SÁNG

b. Vân tròn Newton

Một thấu kính phẳng – lồi đặt tiếp xúc với tấm thủy tinh phẳng

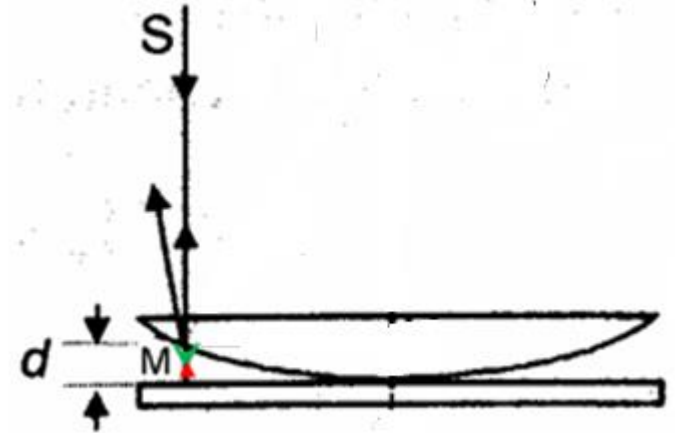
Chiếu một chùm tia sáng đơn sắc song song vuông góc với bản thủy tinh, tại mọi điểm mặt trên lớp không khí quan sát thấy giao thoa.

$$L_2 - L_1 = 2dn_{kk} + \frac{\lambda}{2}$$

Điều kiện cực tiểu giao thoa:

$$L_2 - L_1 = 2dn_{kk} + \frac{\lambda}{2} = (2k + 1)\frac{\lambda}{2}$$

$$d_t = k \frac{\lambda}{2n_{kk}} \quad ; k = 0, 1, 2, 3, \dots$$



§2. GIAO THOA ÁNH SÁNG

Điều kiện cực đại giao thoa:

$$L_2 - L_1 = 2dn_{kk} + \frac{\lambda}{2} = k\lambda$$

$$d_s = (2k - 1) \frac{\lambda}{4n_{kk}}; \quad k = 1, 2, 3, 4, \dots$$

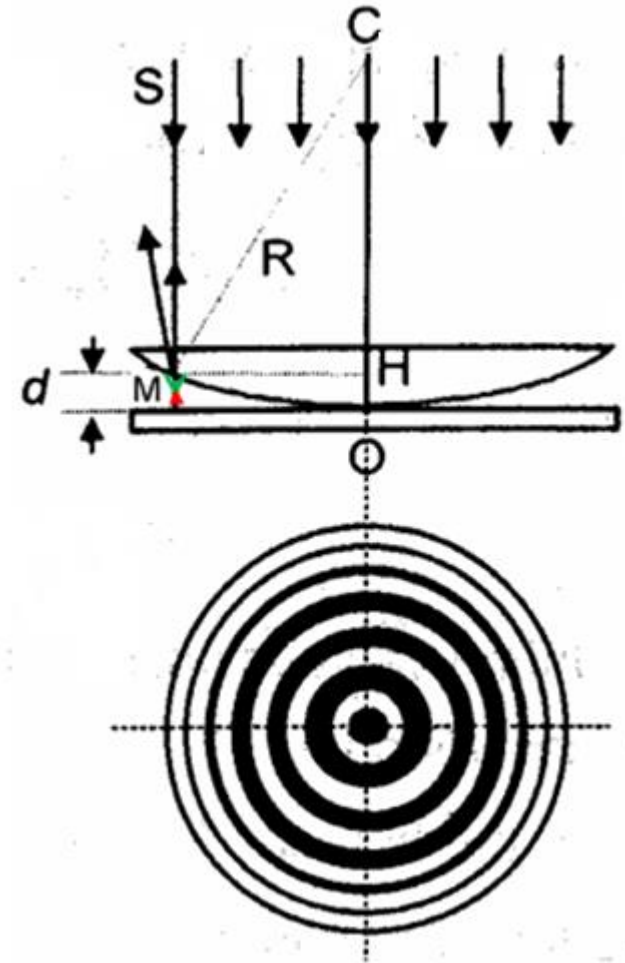
Bán kính vân giao thoa:

$$MH^2 = r_k^2 = R^2 - (R - d_k)^2 = 2Rd_k - d_k^2 \approx 2Rd_k$$

Bán kính vân tối giao thoa:

$$r_k^2 = 2Rd_k = Rk\lambda; \quad k = 0, 1, 2, \dots$$

$$r_k = \sqrt{Rk\lambda}; \quad k = 0, 1, 2, \dots$$



VÍ DỤ

Ví dụ 1. Hai khe Young cách nhau $l = 2\text{mm}$, được chiếu bằng ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda = 0,6\mu\text{m}$. Màn quan sát được đặt cách mặt phẳng chứa hai khe một đoạn $D = 1\text{m}$.

a. Tìm vị trí vân sáng thứ tư và vân tối thứ năm.

b. Đặt trước một trong hai khe một bản mỏng song song, trong suốt, chiết suất $n = 1,5$; hệ vân giao thoa trên màn quan sát dịch một khoảng 2mm . Tìm bề dày của bản mỏng.

$$y_s = k \frac{\lambda D}{l}; k = 0; \pm 1, \pm 2, \dots \quad \text{thay } k = 4$$

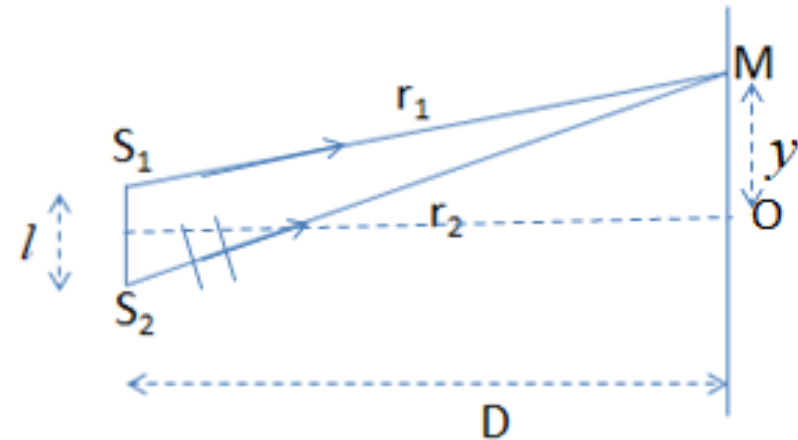
$$y_t = (2k + 1) \frac{\lambda D}{2l}; k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots \text{thay } k = 4$$

$$L_2 - L_1 = r_2 - r_1 + (n-1)e$$

$$r_2 - r_1 = \frac{ly}{D} \rightarrow L_2 - L_1 = \frac{ly}{D} + (n-1)e$$

$$\text{Vị trí vân sáng bậc } k: L_2 - L_1 = \frac{ly}{D} + (n-1)e = k\lambda \rightarrow y_s = \frac{k\lambda D}{l} - \frac{e(n-1)D}{l}$$

$$\text{Độ dịch chuyển của hệ vân: } \Delta y = \frac{e(n-1)D}{l}$$



Ví dụ 2. Mặt cầu của một thấu kính một mặt phẳng, một mặt lồi được đặt tiếp xúc với một bản thủy tinh phẳng. Chiết suất của thấu kính và của bản thủy tinh lần lượt bằng $n_1 = 1,5$ và $n_2 = 1,7$. Bán kính cong của mặt cầu của thấu kính là $R = 100 \text{ cm}$, khoảng không gian giữa thấu kính và bản phẳng chứa đầy một chất có chiết suất $n = 1,63$. Xác định bán kính của vân tối Newton thứ 5 nếu quan sát vân giao thoa bằng ánh sáng phản xạ. Cho bước sóng của ánh sáng $\lambda = 0,5 \text{ }\mu\text{m}$.

Hiệu quang lộ của hai tia:

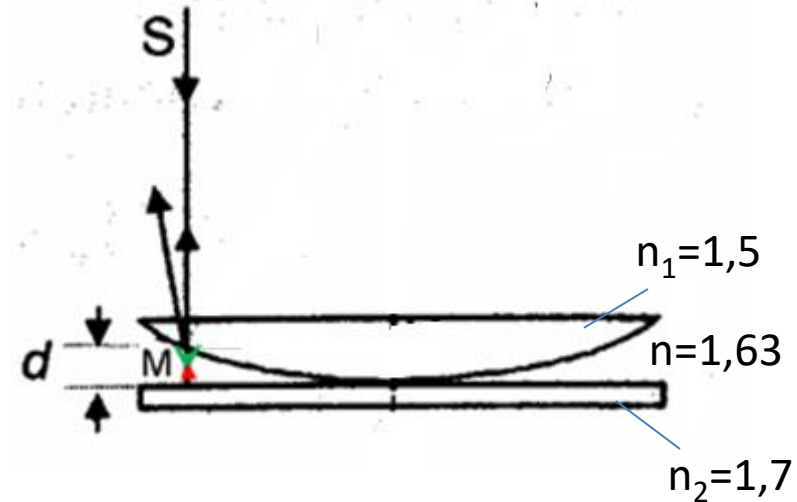
$$L_2 - L_1 = 2nd + \frac{\lambda}{2} - \frac{\lambda}{2} = 2dn$$

Điều kiện cực tiểu giao thoa:

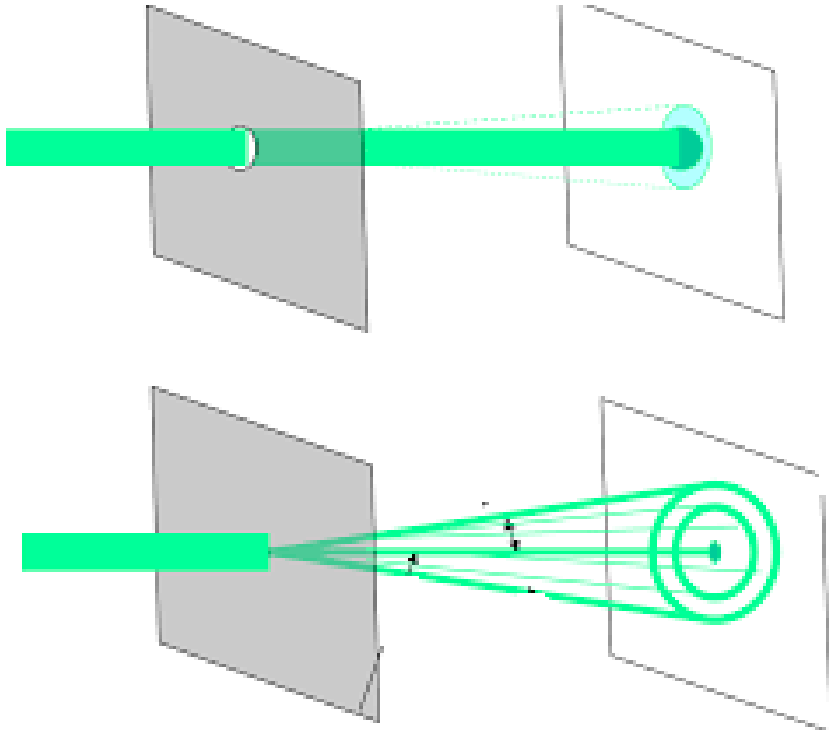
$$L_2 - L_1 = 2nd = (2k + 1)\frac{\lambda}{2} \rightarrow d_t = \frac{(2k + 1)\lambda}{4n}$$

Bán kính vân tối giao thoa:

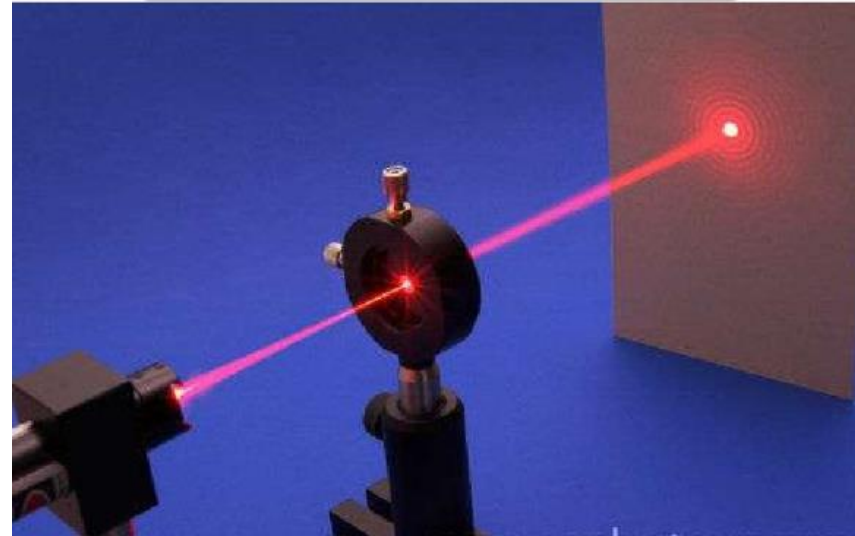
$$r_k^2 = 2Rd_k = \quad .$$



§2. NHIỀU XẠ ÁNH SÁNG



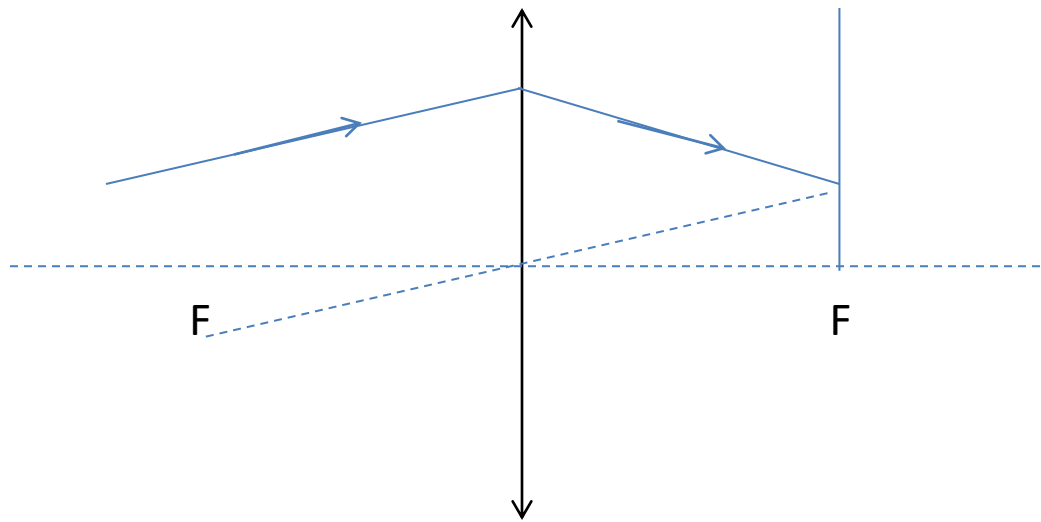
BỘ TRÍ THÍ NGHIỆM NHIỀU XẠ QUA LỖ TRÒN



Nhiều xạ ánh sáng là hiện tượng tia sáng bị lệch khỏi phương truyền thẳng khi gặp vật cản có kích thước của chúng tương đương hoặc nhỏ hơn bước sóng.

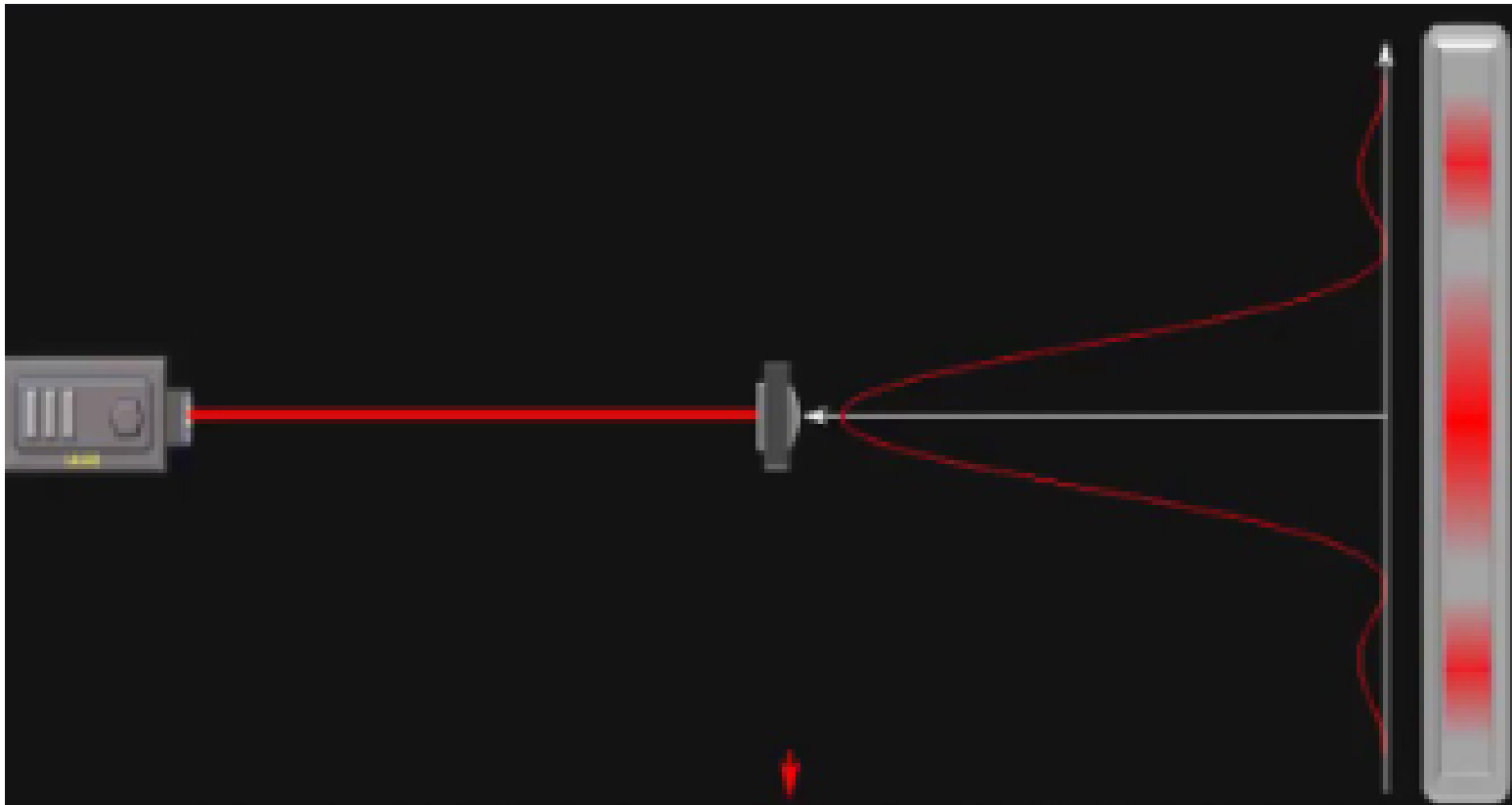
§2. NHIỀU XẠ ÁNH SÁNG

Đường truyền tia sáng qua thấu kính hội tụ



§2. NHIỀU XẠ ÁNH SÁNG

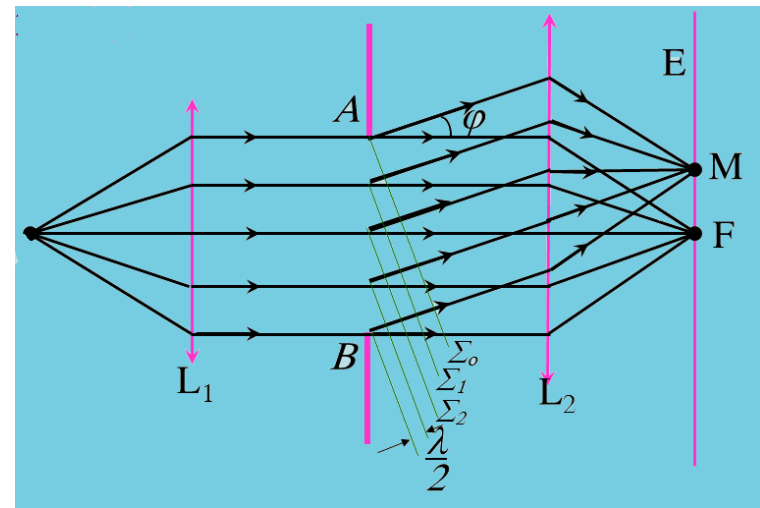
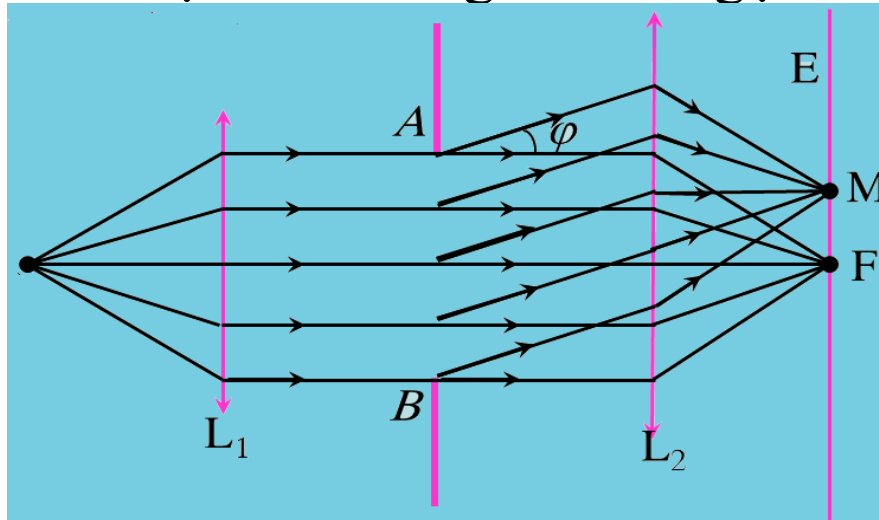
I. Nhiễu xạ của sóng phẳng qua một khe hẹp



§2. NHIỀU XẠ ÁNH SÁNG

Chiếu chùm tia sáng đơn sắc song song vuông góc với khe hẹp có **độ rộng b** , sau khi đi qua khe hẹp tia sáng bị lệch theo các phương khác nhau

- Xét góc nhiễu xạ $\varphi = 0$, các tia sáng hội tụ tại tiêu điểm F của thấu kính. Tại đó là sáng nhất và gọi là **vân sáng trung tâm**



- Xét góc nhiễu xạ $\varphi \neq 0$, dựng các mặt phẳng vuông góc tia nhiễu xạ và cách nhau $\lambda/2$, chúng chia mặt khe thành các dải sáng

Độ rộng một dải

$$\ell = \frac{\lambda}{2 \sin \varphi}$$

§2. NHIỀU XẠ ÁNH SÁNG

Số dải sáng trên khe:

$$N = \frac{b}{\ell} = \frac{2b \sin \varphi}{\lambda}$$

Hiệu quang lộ của 2 dải kế tiếp gửi đến M là $\lambda/2$ nên dao động sáng do 2 dải kế tiếp gửi đến M ngược pha nhau.

Điều kiện tại M là vân tối:

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

Điều kiện tại M là vân sáng:

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

§2. NHIỀU XẠ ÁNH SÁNG

Tóm lại:

- **Cực đại giữa:** $\sin\varphi = 0$

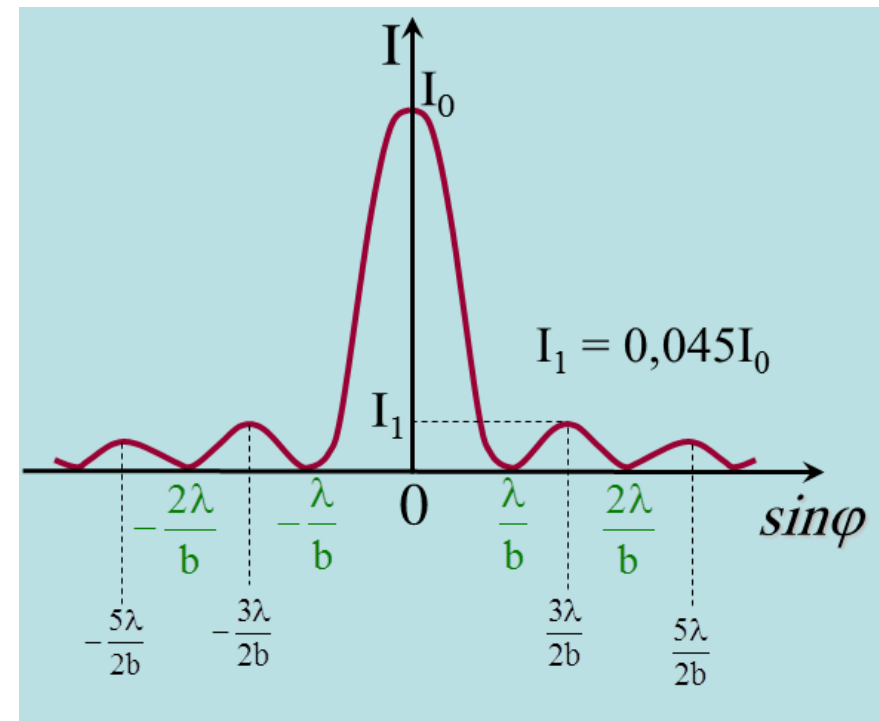
-Cực tiểu nhiều xạ:

$$\sin \varphi = k \frac{\lambda}{b}; k \neq 0 \rightarrow \sin \varphi = \pm \frac{\lambda}{b}, \pm 2 \frac{\lambda}{b}, \pm 3 \frac{\lambda}{b}, \dots$$

-Cực đại nhiều xạ:

$$\sin \varphi = (2k + 1) \frac{\lambda}{2b}; k \neq 0 \text{ và } k \neq -1$$

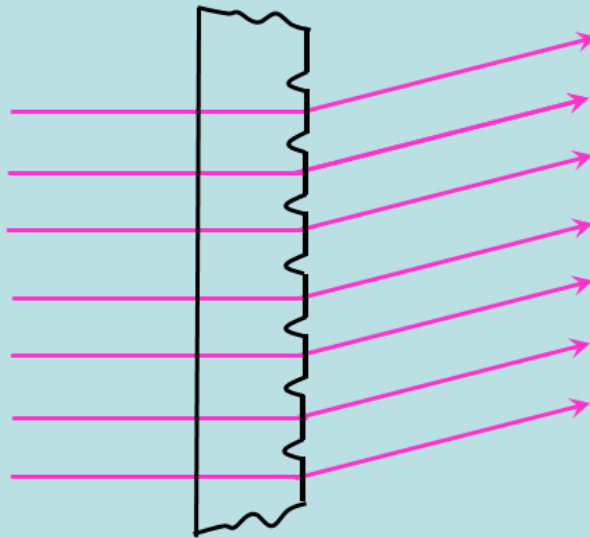
$$\rightarrow \sin \varphi = \pm 3 \frac{\lambda}{2b}, \pm 5 \frac{\lambda}{2b}, \dots$$



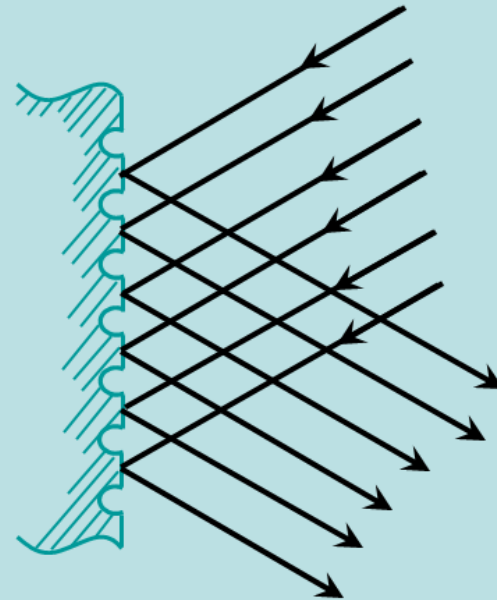
§2. NHIỀU XẠ ÁNH SÁNG

II. Nhiều xạ của sóng phẳng qua cách tử nhiễu xạ

Cách tử truyền qua

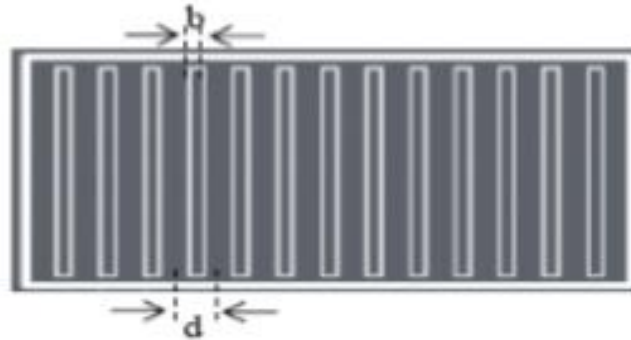


Cách tử phản xạ



§2. NHIỀU XẠ ÁNH SÁNG

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



Khoảng cách giữa hai khe hẹp liên tiếp gọi là ***chu kỳ cách tử d***

Số khe hẹp trên một đơn vị chiều dài:

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

§2. NHIỀU XẠ ÁNH SÁNG

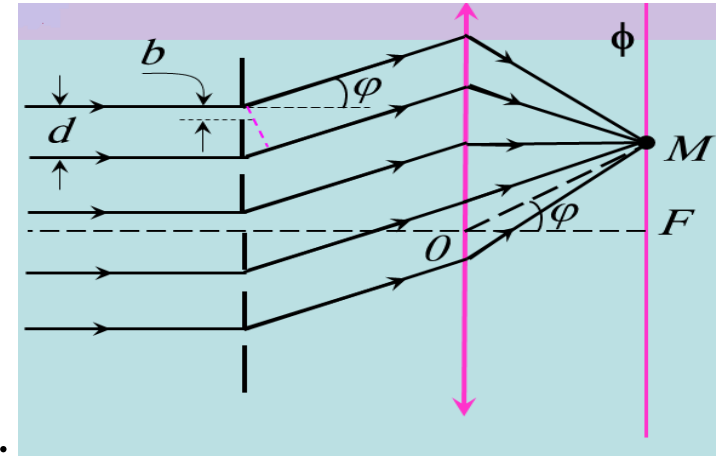
Chiếu một chùm tia sáng đơn sắc song song vuông góc với cách tử nhiễu xạ gồm n khe hẹp có chu kỳ d , ngoài hiện tượng giao thoa gây bởi các tia nhiễu xạ qua một khe còn có hiện tượng giao thoa gây bởi các tia nhiễu xạ qua các khe.

- Tất cả n khe hẹp đều cho cực tiểu nhiễu xạ tại những điểm trên màn quan sát (**cực tiểu chính**) thỏa mãn điều kiện:

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

§2. NHIỀU XẠ ÁNH SÁNG

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



Hiệu quang lộ của 2 tia sáng từ hai khe kế tiếp:

$L_2 - L_1 = d \sin \varphi' = m\lambda$ thì tại M là vân sáng gọi là **cực đại chính**

Điều kiện cực đại chính:

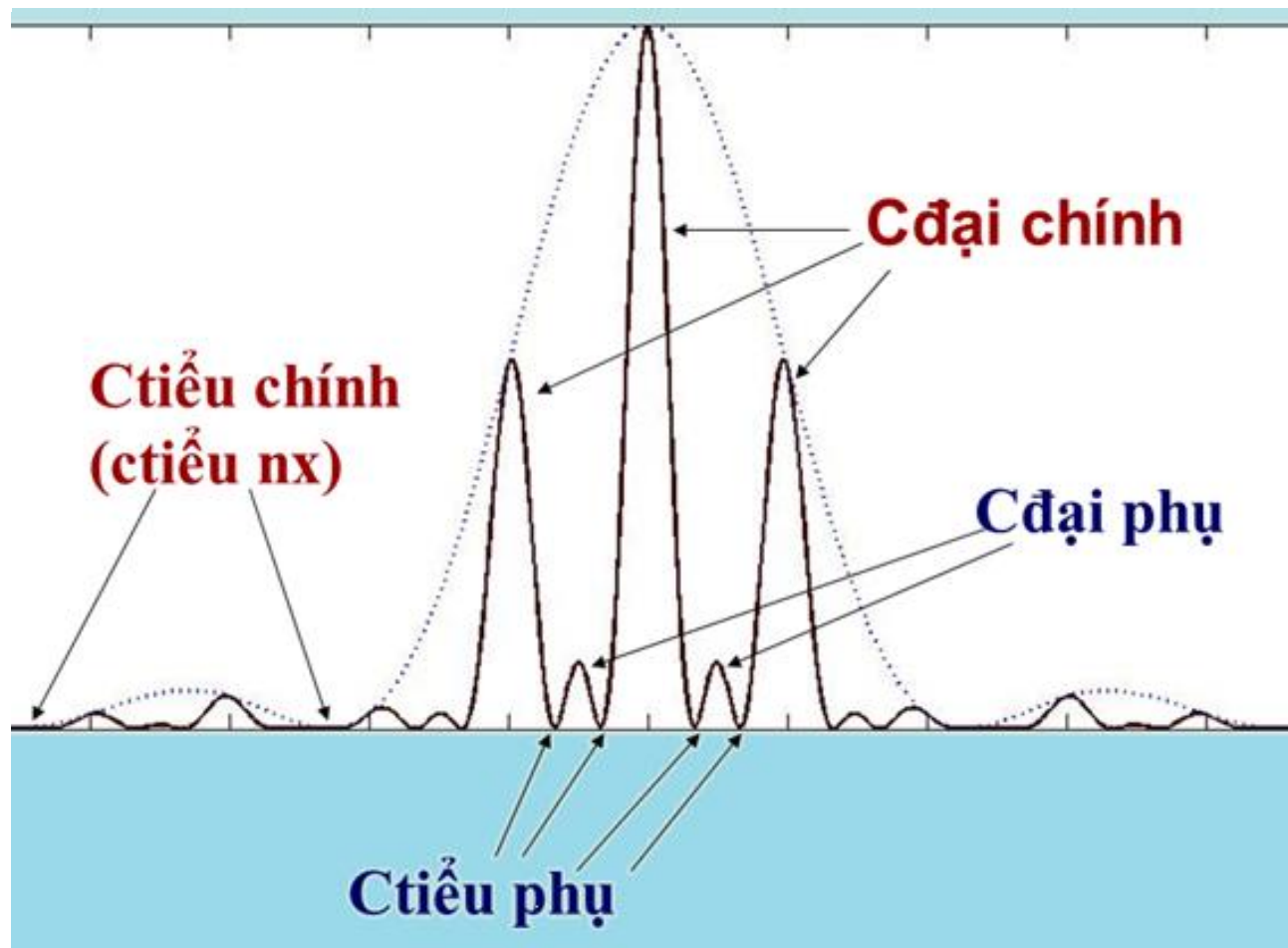
$$\sin \varphi' = m \frac{\lambda}{d} ; \quad m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$$

Vì $d > b$ nên giữa hai cực tiểu chính có thể có nhiều cực đại chính.

§2. NHIỀU XẠ ÁNH SÁNG

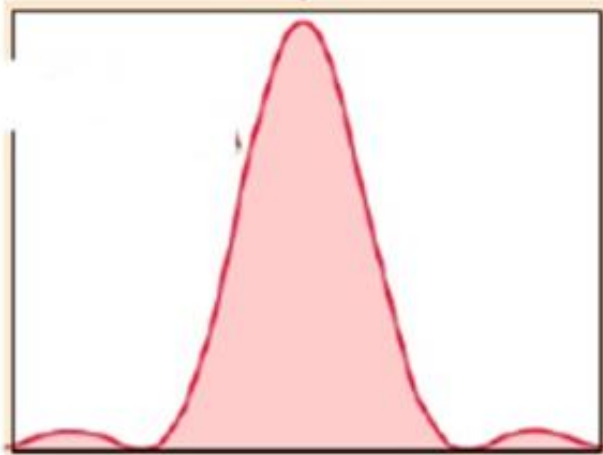
***Xét sự phân bố cường độ sáng giữa hai cực đại chính:**

Nếu có n khe hẹp thì giữa hai cực đại chính có $n - 2$ cực đại phụ và $n - 1$ cực tiểu phụ.

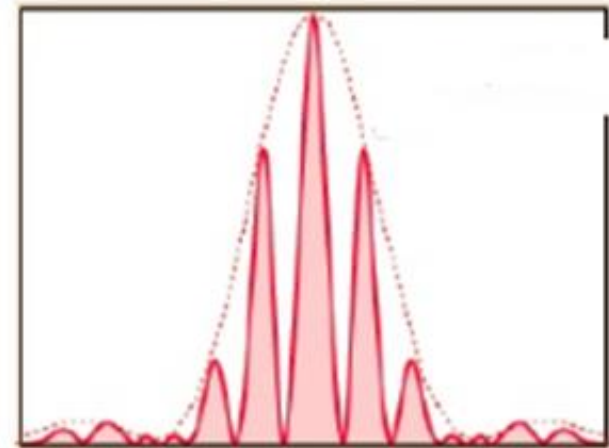


§2. NHIỀU XẠ ÁNH SÁNG

Nhiều xạ 1 khe

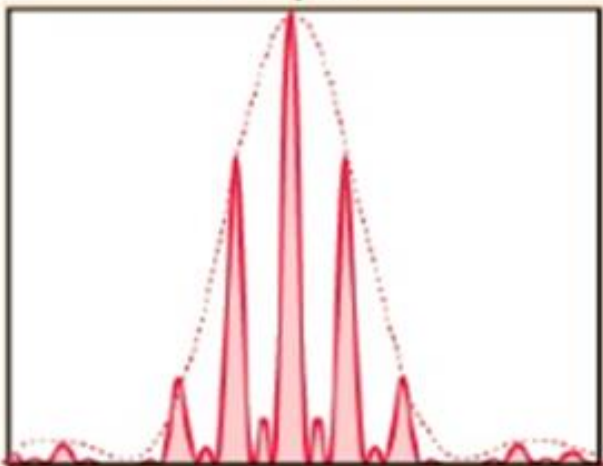


Nhiều xạ 2 khe



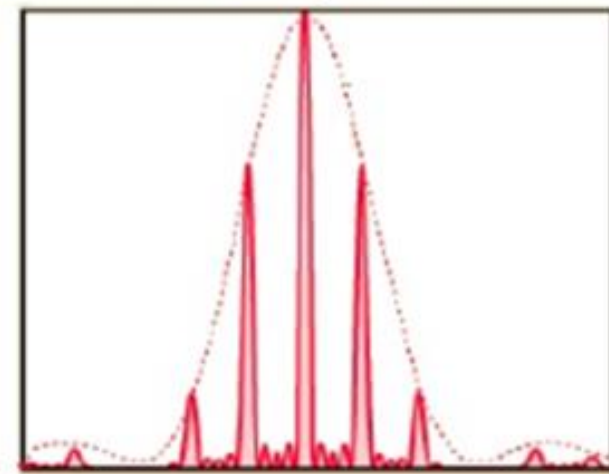
Giữa 2 cực đại chính giao thoa

Nhiều xạ 3 khe



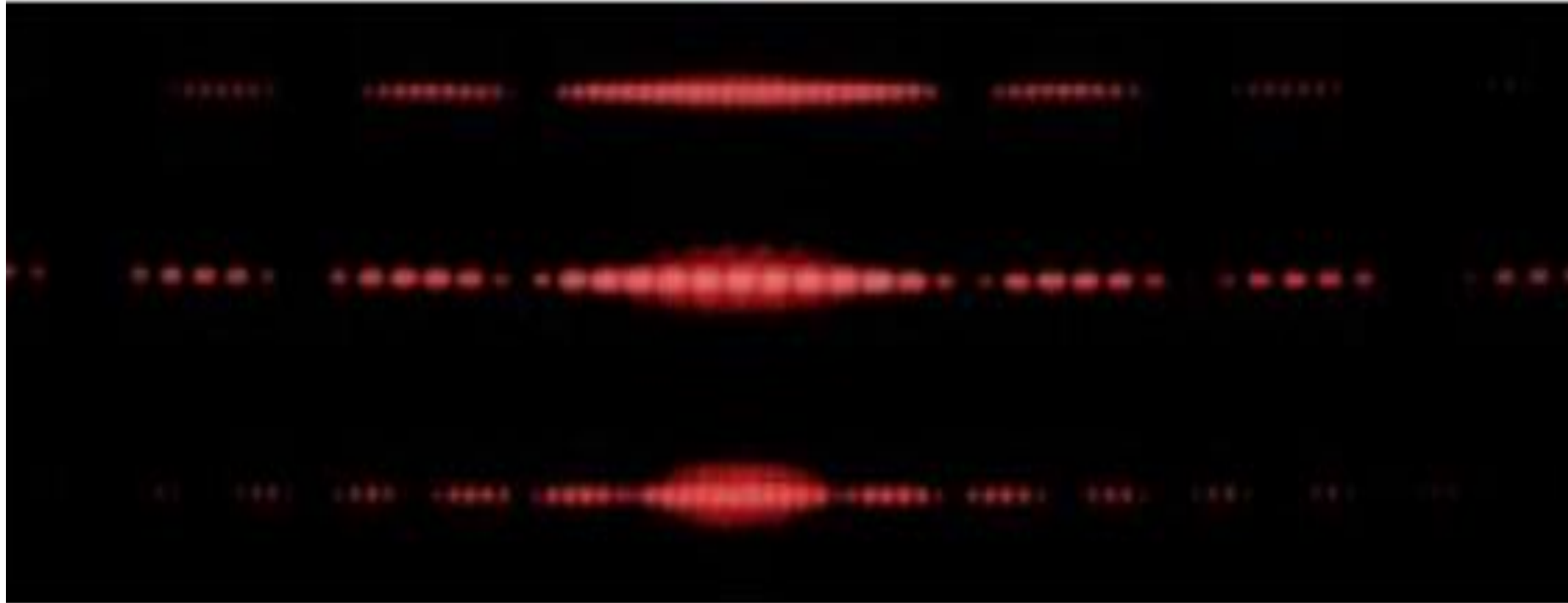
Giữa 2 cực đại chính giao thoa
có 2 cực tiểu giao thoa và 1 cực
đại phụ giao thoa

Nhiều xạ 5 khe



Giữa 2 cực đại chính giao thoa
có 4 cực tiểu giao thoa và 3 cực
đại phụ giao thoa

§2. NHIỀU XẠ ÁNH SÁNG



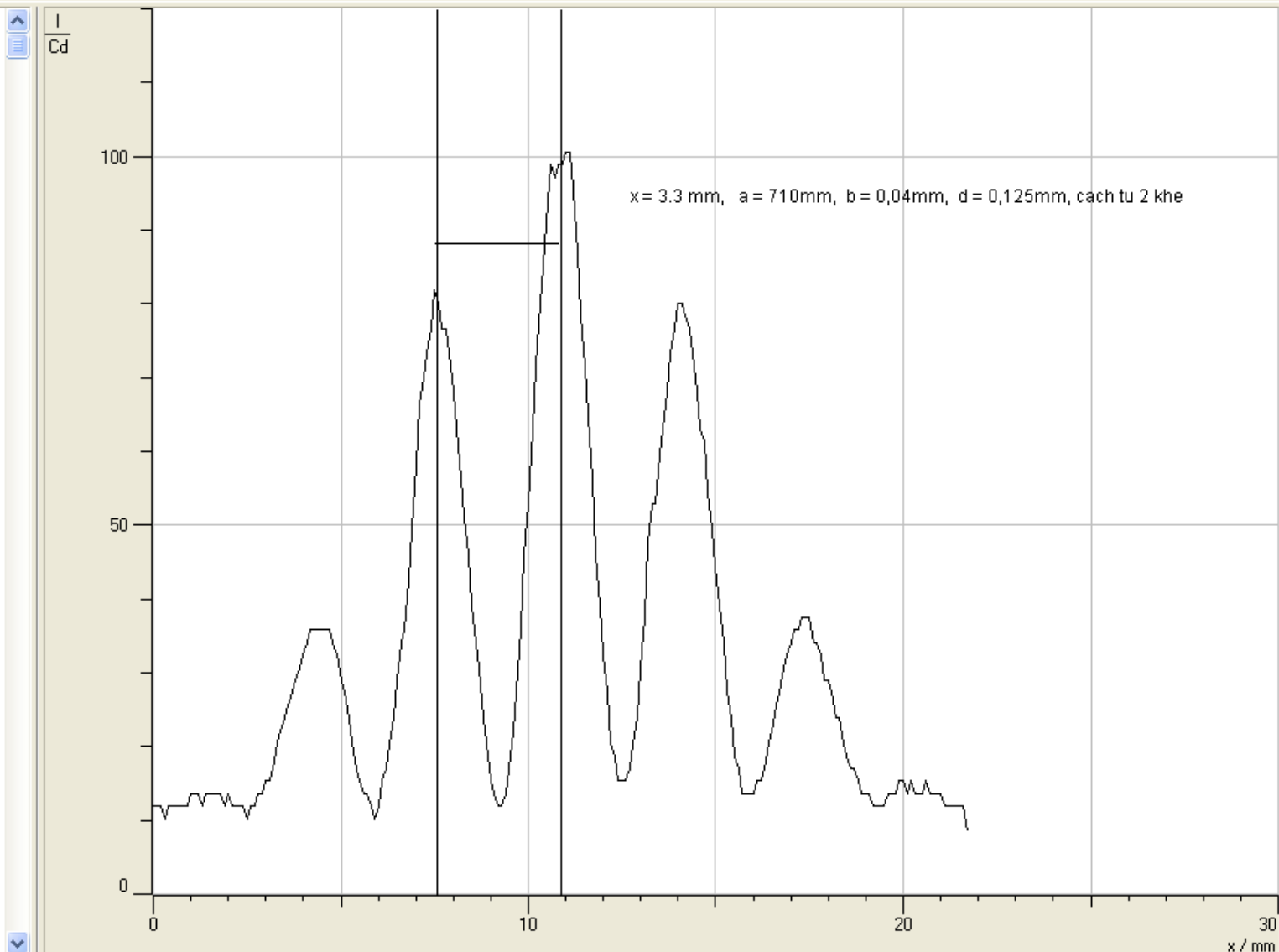
§2. NHIỀU XẠ ÁNH SÁNG

CASSY Lab - cach tu 2 khe



Standard i-x

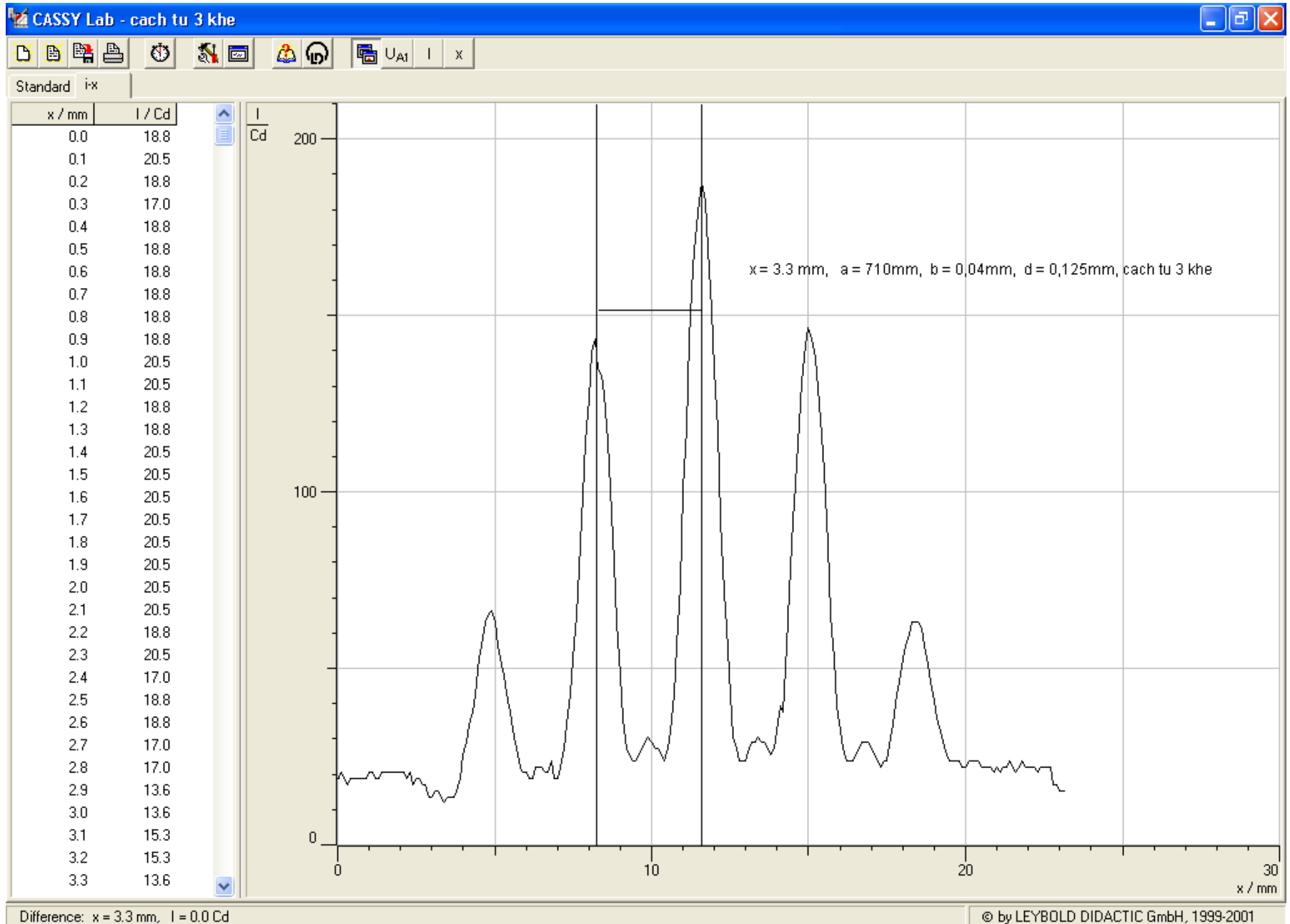
x / mm	I / Cd
0.0	11.9
0.1	11.9
0.2	11.9
0.3	10.2
0.4	11.9
0.5	11.9
0.6	11.9
0.7	11.9
0.8	11.9
0.9	11.9
1.0	13.6
1.1	13.6
1.2	13.6
1.3	11.9
1.4	13.6
1.5	13.6
1.6	13.6
1.7	13.6
1.8	13.6
1.9	11.9
2.0	13.6
2.1	11.9
2.2	11.9
2.3	11.9
2.4	11.9
2.5	10.2
2.6	11.9
2.7	11.9
2.8	13.6
2.9	13.6
3.0	15.3
3.1	15.3
3.2	17.0
3.3	20.5



Difference: $x = 3.3 \text{ mm}, I = 0.0 \text{ Cd}$

© by LEYBOLD DIDACTIC GmbH, 1999-2001

§2. NHIỀU XẠ ÁNH SÁNG



VÍ DỤ

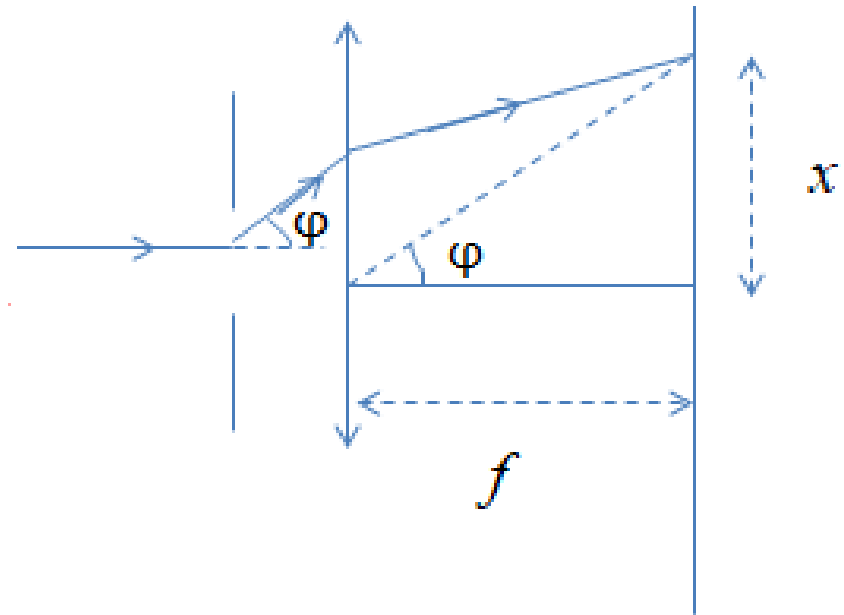
Ví dụ . Một chùm tia sáng đơn sắc song song chiếu vuông góc với mặt khe chữ nhật hẹp. Độ rộng của khe hẹp là $b = 0,10 \text{ mm}$. Sát phía sau khe hẹp có đặt một thấu kính hội tụ tiêu cự $f = 100 \text{ cm}$. Người ta đo được độ rộng của cực đại trung tâm trên màn quan sát là 12 mm . Hãy xác định bước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

Gọi φ là góc nhiễu xạ ứng với cực tiểu thứ nhất. Khoảng cách từ cực tiểu thứ nhất đến đỉnh cực đại trung tâm là x .

Độ rộng của cực đại trung tâm là $2x$

$$\sin \varphi = \frac{\lambda}{b} \quad \text{vì } \varphi \text{ bé nên } \sin \varphi \approx \tan \varphi = \frac{x}{f}$$

$$\rightarrow \frac{\lambda}{b} = \frac{x}{f} \rightarrow \lambda =$$



Ví dụ . 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:

- Chu kỳ cách tử và số khe trên 1cm chiều dài của cách tử.
- 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 $b = 0,7\mu\text{m}$, $\sin 48^{\circ}36' = 0,75$.

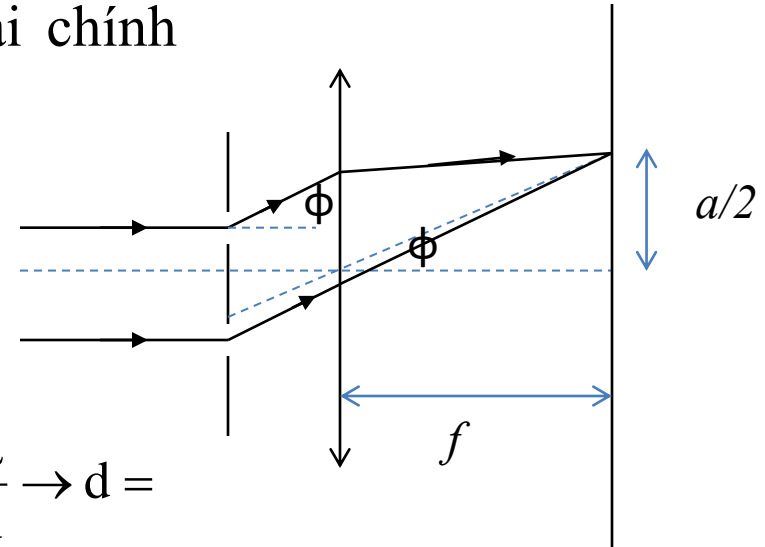
$$\sin \varphi = \sin 48^{\circ}36' = \frac{3\lambda}{d} \rightarrow d =$$

$$-\frac{\lambda}{b} < \frac{m\lambda}{d} < \frac{\lambda}{b} \rightarrow -4 < m < 4$$

Ví dụ . Cho một chùm tia sáng đơn sắc song song có bước sóng $\lambda = 0,55\mu\text{m}$, 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 $a = 10,5\text{cm}$. 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.

Gọi φ là góc nhiễu xạ ứng với cực đại chính bậc nhất.



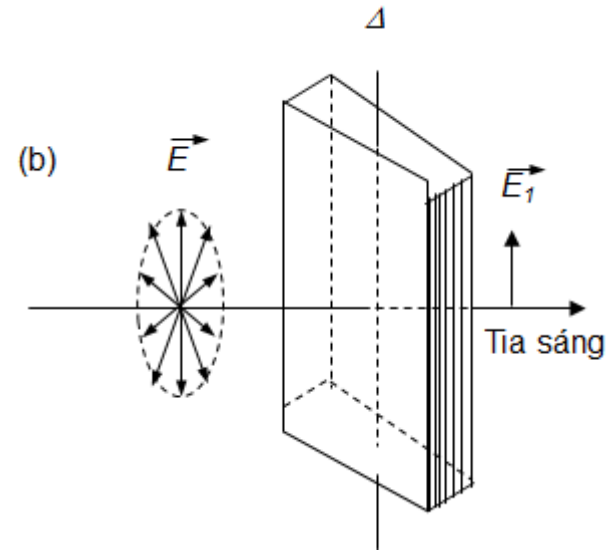
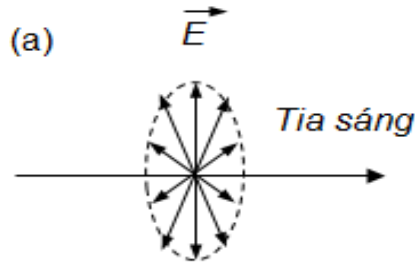
$$\sin \varphi = \frac{\lambda}{d} \quad \text{vì } \varphi \text{ bé nên } \sin \varphi \approx \tan \varphi = \frac{a}{2f} = \frac{\lambda}{d} \rightarrow d =$$

Số vạch cực đại chính quan sát được trên màn:

$$-1 < \sin \varphi = \frac{m\lambda}{d} < 1 \rightarrow - < m <$$

§ 3. PHÂN CỰC ÁNH SÁNG

I. Ánh sáng tự nhiên, ánh sáng phân cực



- Ánh sáng tự nhiên là ánh sáng có véc tơ cường độ điện trường dao động **đều đặn** theo mọi phương vuông góc với tia sáng
- Ánh sáng phân cực toàn phần (phân cực thẳng) là ánh sáng có véc tơ cường độ điện trường dao động theo **một phương** vuông góc với tia sáng
- Ánh sáng phân cực một phần là ánh sáng có véc tơ cường độ điện trường dao động theo mọi phương vuông góc với tia sáng, phương dao động **mạnh**, phương dao động **yếu**.

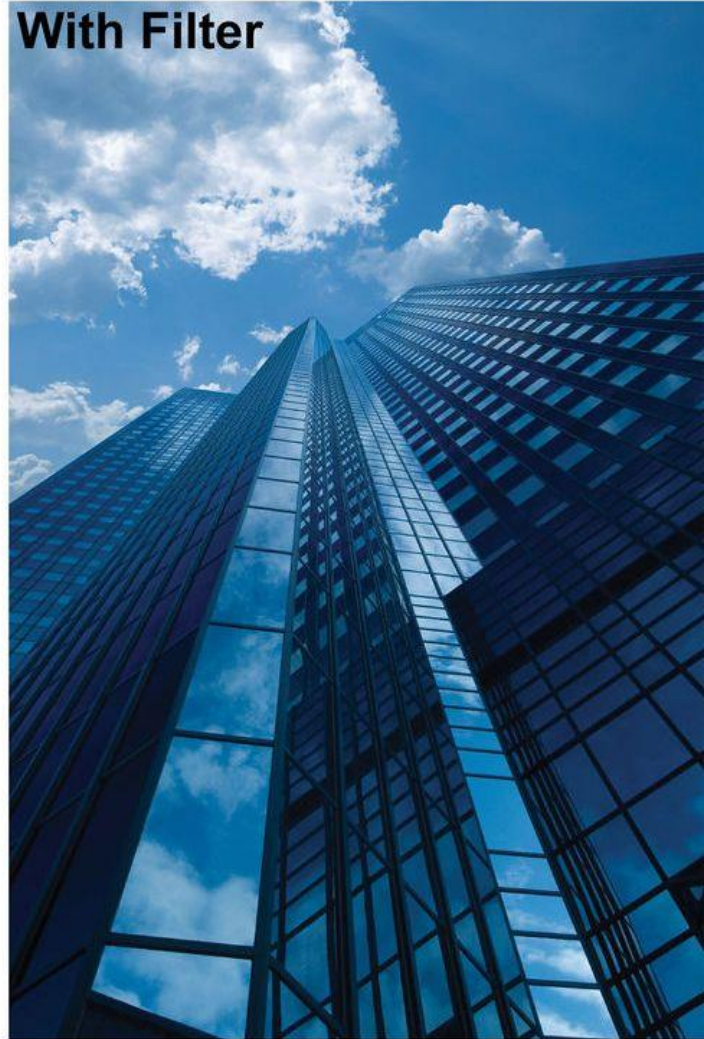


Hình ảnh bị chói bên mắt trái không phân cực vs. hình ảnh rõ nét bên mắt phải phân cực

Without Filter



With Filter



§ 3. PHÂN CỰCÁNH SÁNG

II. Định luật Malus về phân cực ánh sáng

- Chiếu ánh sáng tự nhiên có cường độ I_0 tới bản phân cực T_1 ,

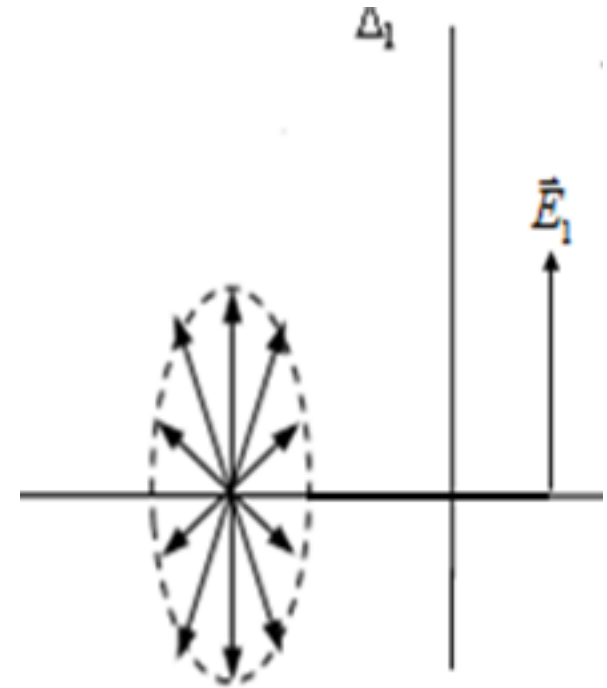
$$E_i^2 = E_{ix}^2 + E_{iy}^2 \quad ; E_0^2 = \sum_{i=1}^n E_{ix}^2 + \sum_{i=1}^n E_{iy}^2 = E_x^2 + E_y^2$$

Do véc tơ E_0 phân bố đều theo mọi phương nên:

$$\overline{E_x^2} = \overline{E_y^2} = \frac{1}{2} \overline{E_0^2}$$

Cường độ sáng sau khi qua T_1 là I_1

$$I_1 = E_1^2 = \overline{E_y^2} = \frac{1}{2} \overline{E_0^2} = \frac{1}{2} I_0$$

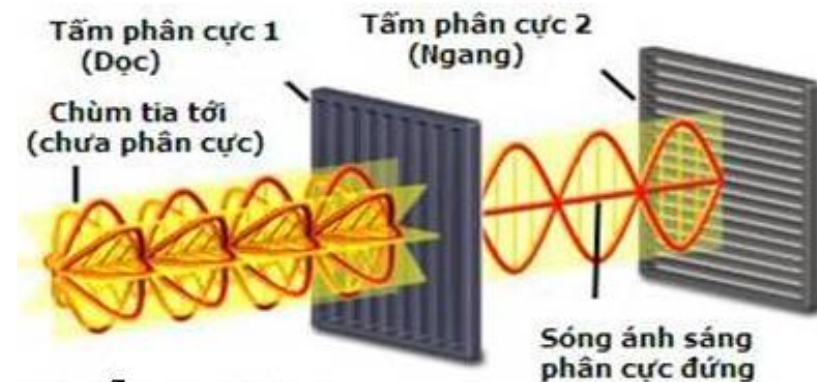
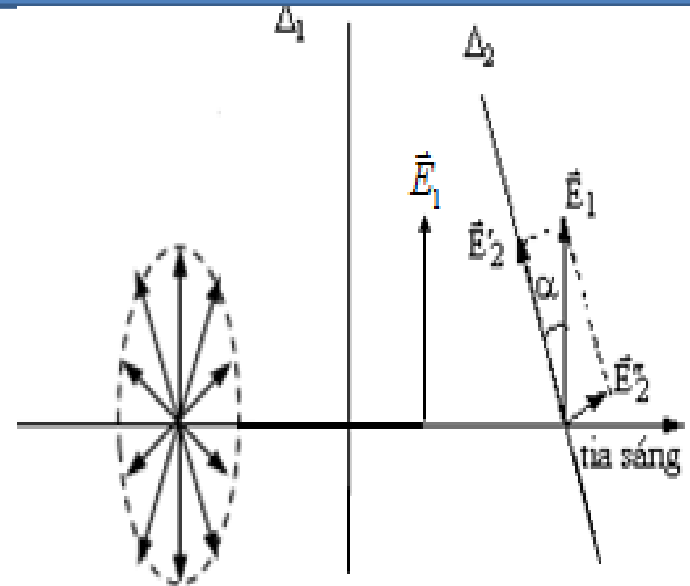


§ 3. PHÂN CỰC ÁNH SÁNG

Sau T_1 đặt T_2 có quang trục Δ_2 hợp với Δ_1 một góc α :

$$I_2 = E_2'^2 = E_1^2 \cos^2 \alpha = I_1 \cos^2 \alpha$$

Khi cho chùm ánh sáng tự nhiên truyền qua hai kính phân cực và phân tích có quang trục hợp với nhau một góc α thì cường độ sáng nhận được tỉ lệ với $\cos^2 \alpha$



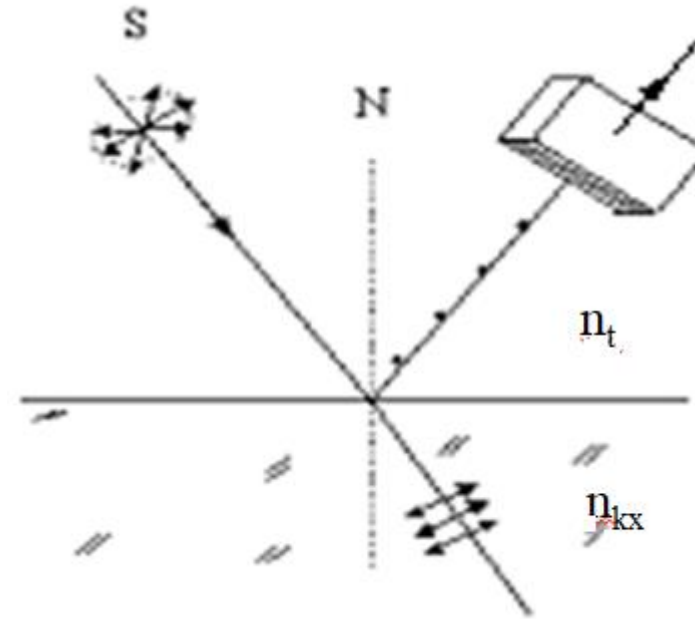
§ 3. PHÂN CỰC ÁNH SÁNG

III. Phân cực do phản xạ và khúc xạ

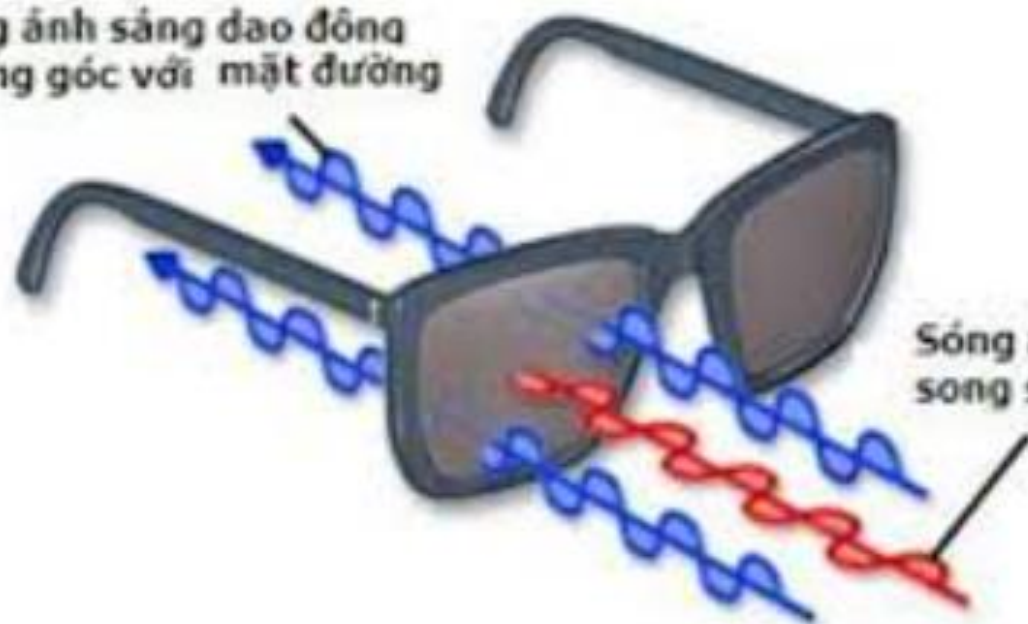
Khi cho một chùm tia sáng tự nhiên chiếu tới mặt phân cách giữa hai môi trường dưới góc tới i thì tia phản xạ và khúc xạ đều thành ánh sáng **phân cực một phần**

Khi thay đổi góc tới sao cho $\tan i = n_{kx}/n_t$ thì tia phản xạ phân cực toàn phần. Góc tới đó gọi là góc tới Brewster

$$\tan i_B = \frac{n_{kx}}{n_t}$$



Sóng ánh sáng dao động
vuông góc với mặt đường



Sóng ánh sáng dao động
song song với mặt đường

VÍ DỤ

Cho biết ánh sáng truyền từ môi trường chất có chiết suất n ra ngoài không khí thì xảy ra hiện tượng phản xạ toàn phần của ánh sáng ứng với góc giới hạn $i_{gh} = 45^\circ$. Xác định góc tới Brewster của chất này khi môi trường chứa tia tới là không khí.

$$\sin i_{gh} = \sin 45^\circ = \frac{1}{n} \rightarrow n = \sqrt{2}$$

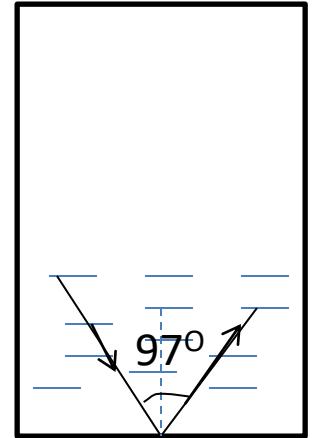
$$\tan i_B = n = \sqrt{2} \rightarrow i_B =$$

VÍ DỤ

Một chùm sáng tự nhiên chiếu vào mặt một bản thủy tinh nhúng trong chất lỏng. Chiết suất của thủy tinh là $n = 1,5$. Cho biết chùm tia phản xạ trên mặt thủy tinh bị **phân cực toàn phần** khi các tia phản xạ hợp với các tia tới một góc 97° . Hãy xác định chiết suất của chất lỏng.

$$i_B = \frac{97^\circ}{2}$$

$$\tan i_B = \frac{n_{tt}}{n_{cl}} \rightarrow n_{cl} =$$



VÍ DỤ

Ví dụ . Quang trục của kính phân cực và kính phân tích hợp với nhau một góc 30° . Cho biết khi truyền qua mỗi kính năng lượng ánh sáng bị phản xạ và hấp thụ 5%. Hãy xác định:

- Cường độ sáng bị giảm bao nhiêu lần sau khi ánh sáng truyền qua kính phân cực?
- Cường độ sáng bị giảm bao nhiêu lần sau khi ánh sáng truyền qua cả hai kính phân cực và kính phân tích?

Cường độ sáng sau khi chiếu qua kính phân cực thứ nhất:

$$I_1 = \frac{I_0}{2} \cdot 0,95 \rightarrow \frac{I_0}{I_1} =$$

Cường độ sáng sau khi chiếu qua kính phân cực thứ hai:

$$I_2 = I_1 \cos^2 30^\circ \cdot 0,95 = \frac{I_0}{2} \cos^2 30^\circ \cdot 0,95 \cdot 0,95 \rightarrow \frac{I_0}{I_2} =$$