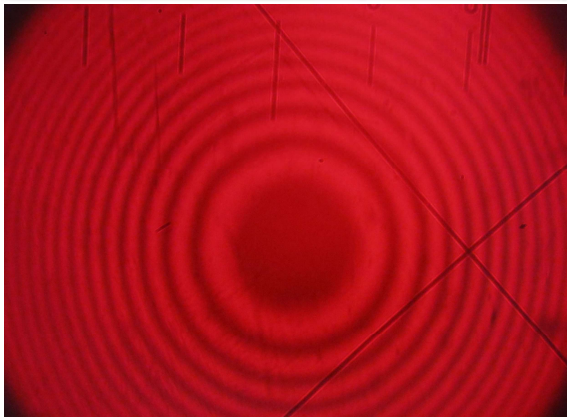
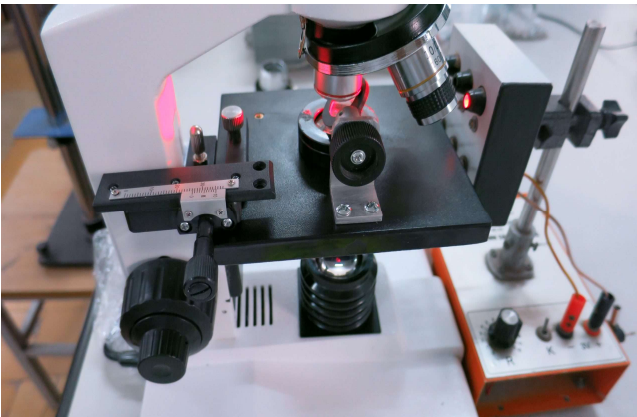
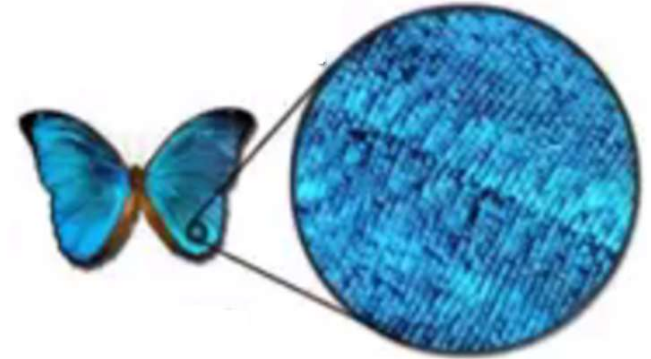


Chương 2: Giao thoa ánh sáng



18/08/2024

1

TS. Nguyễn Thị Thúy Liễu

Chương 2: Giao thoa ánh sáng

1. Cơ sở của quang học sóng.



2. Hiện tượng giao thoa ánh sáng.



3. Giao thoa gây bởi các bản mỏng.



4. Các ứng dụng của hiện tượng giao thoa.



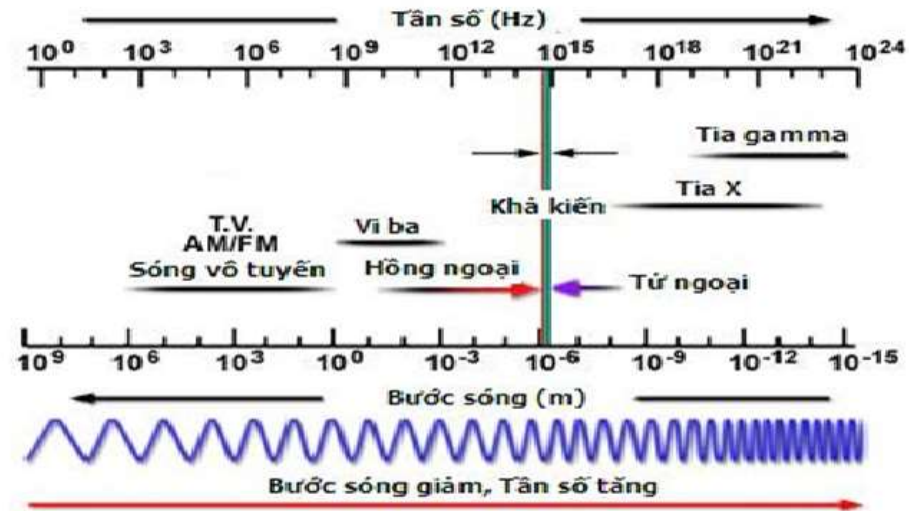
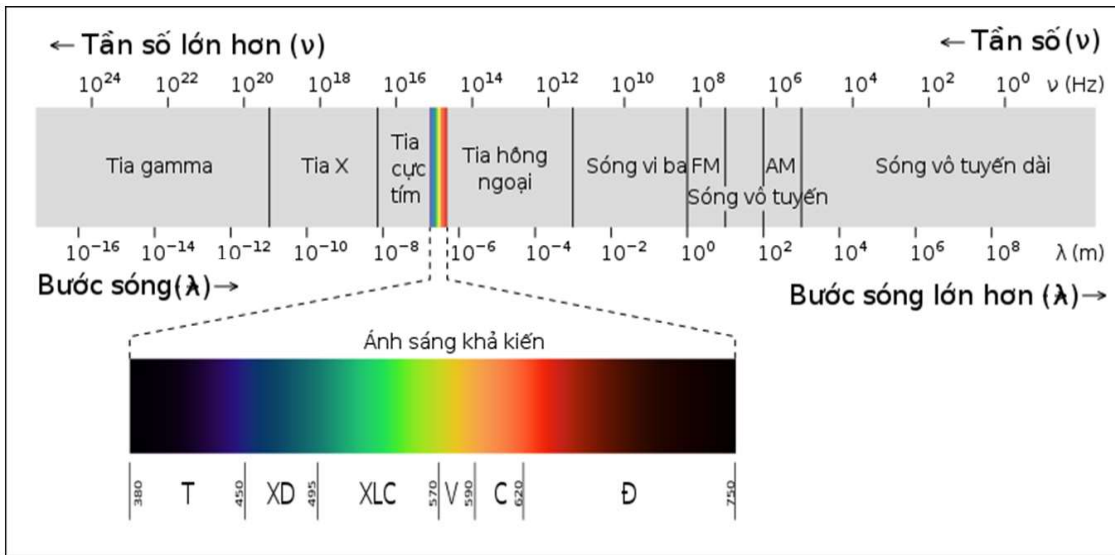
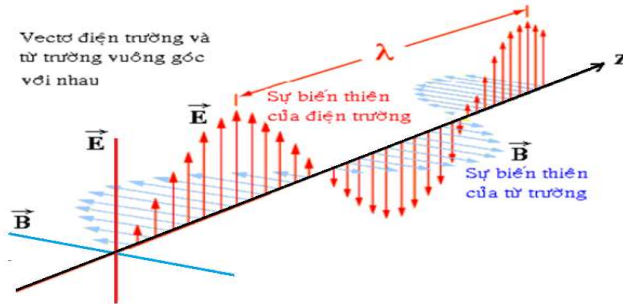
1. Cơ sở của quang học sóng

- Thuyết điện từ về ánh sáng của Maxwell
- Quang lộ
- Định lí Malus về quang lộ
- Hàm sóng ánh sáng
- Cường độ sáng
- Nguyên lí chồng chất các sóng
- Nguyên lí Huygens

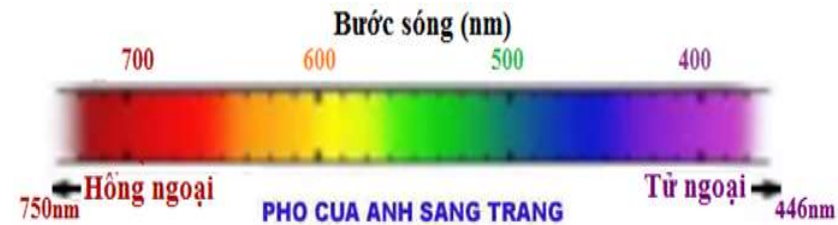
1. Cơ sở của quang học sóng

➤ Thuyết điện từ về ánh sáng của Maxwell

Ánh sáng là sóng điện từ

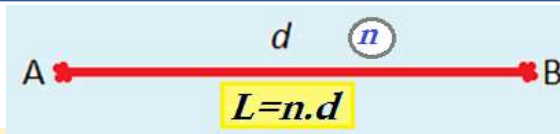


Phổ bức xạ điện từ



1. Cơ sở của quang học sóng

➤ 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 AB trong môi trường.

$$L = ct$$

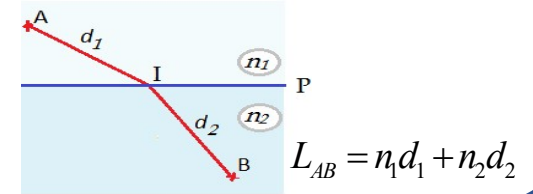
$$t = \frac{d}{v}$$

$$n = \frac{c}{v}$$



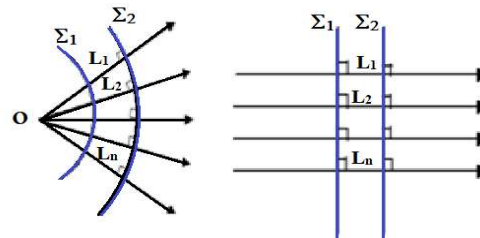
$$L = nd$$

$$L = \sum_i n_i d_i \quad L = \int_A^B n ds$$



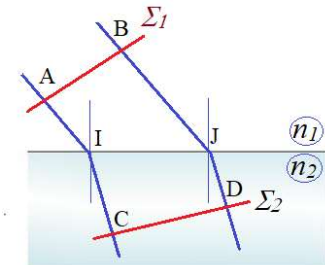
➤ Định lí Malus về quang lộ:

a. Mặt trực giao:



b. Định lí Malus:

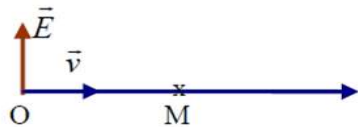
Quang lộ của các tia sáng giữa hai mặt trực giao của một chùm sáng thì bằng nhau.



$$L_{AIC} = L_{BJD}$$

1. Cơ sở của quang học sóng

➤ Hàm sóng ánh sáng:



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

➤ Cường độ sáng:

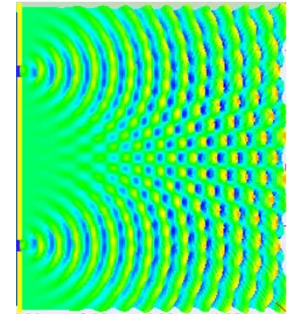
Cường độ sáng tại một điểm là đại lượng có trị số bằng năng lượng trung bình của sóng ánh sáng truyền qua một đơn vị diện tích đặt vuông góc với phương truyền sáng trong một đơn vị thời gian.

$$I = A^2 = E^2$$

1. Cơ sở của quang học sóng

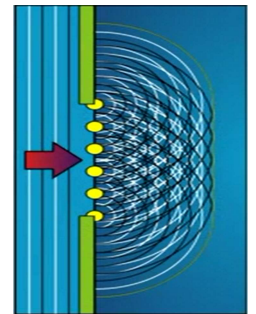
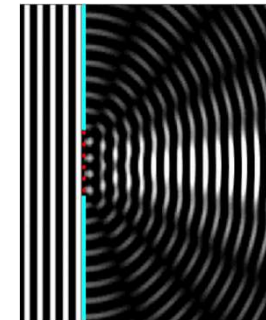
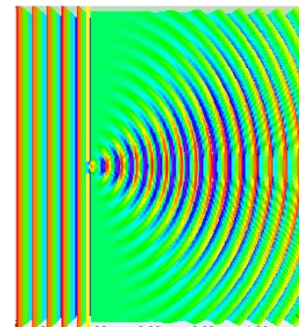
➤ Nguyên lí chồng chất các sóng:

"Khi hai hay nhiều sóng ánh sáng gặp nhau thì từng sóng riêng biệt không bị các sóng khác làm cho nhiễu loạn. Sau khi gặp nhau, các sóng ánh sáng vẫn truyền đi như cũ, còn tại những điểm gặp nhau dao động sáng bằng tổng các dao động sáng thành phần".



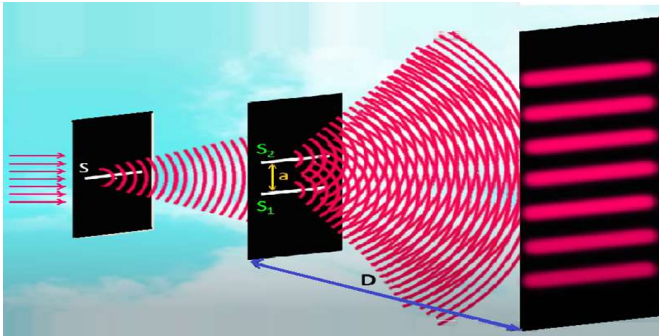
➤ Nguyên lí Huygens:

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



2. Hiện tượng giao thoa ánh sáng

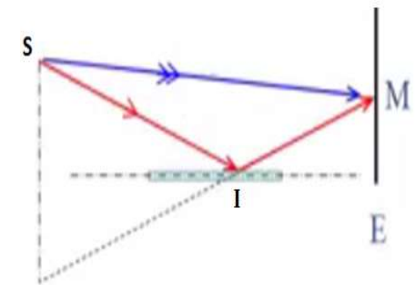
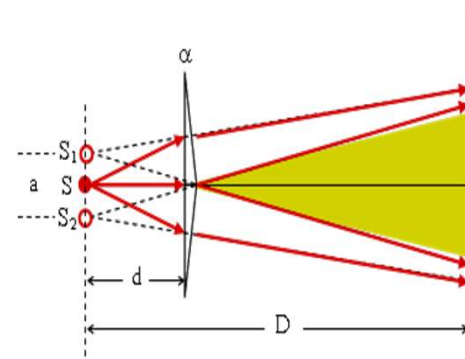
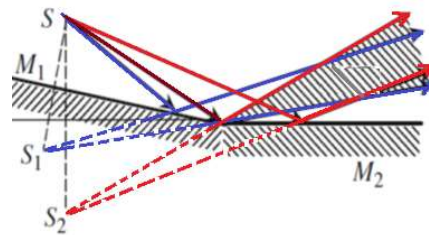
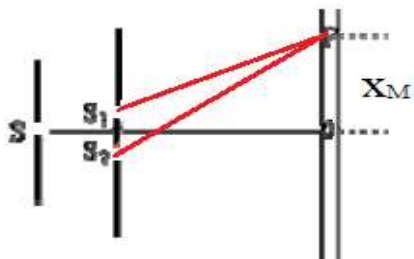
➤ Định nghĩa



Hiện tượng giao thoa ánh sáng là hiện tượng gặp nhau của hai hay nhiều sóng ánh sáng, kết quả là trong trường giao thoa xuất hiện những vân sáng và những vân tối xen kẽ nhau.

➤ Điều kiện giao thoa: hai sóng ánh sáng phải kết hợp

Nguyên tắc tạo ra hai sóng ánh sáng kết hợp:



2. Hiện tượng giao thoa ánh sáng

➤ Khảo sát hiện tượng giao thoa

$$x(S_1) = A_1 \cos \omega t$$

$$x(S_2) = A_2 \cos \omega t$$

→ Tại M:

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

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

Vì $S_1 S_2 = a \ll D \rightarrow$ Tại M: $x = x_1 + x_2 = A \cos(\omega t + \varphi)$

với

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2 A_1 A_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1)}$$

$$\Delta\varphi = (\varphi_2 - \varphi_1) = \frac{2\pi}{\lambda}(L_2 - L_1)$$

❖ Điều kiện cực đại, cực tiểu giao thoa:

Cực đại giao thoa:

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

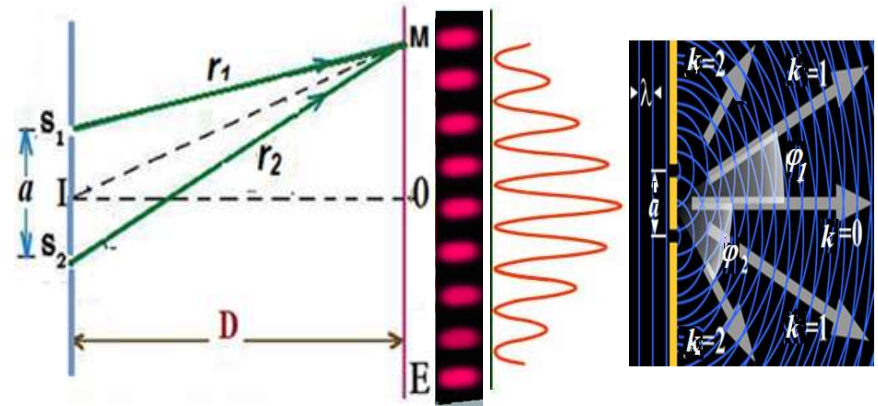
$$\Delta L = L_2 - L_1 = k\lambda$$

với $k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$

Cực tiểu giao thoa:

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda}(L_2 - L_1) = (2k + 1)\pi$$

$$\Delta L = L_2 - L_1 = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda$$



2. Hiện tượng giao thoa ánh sáng

❖ Vị trí của vân giao thoa

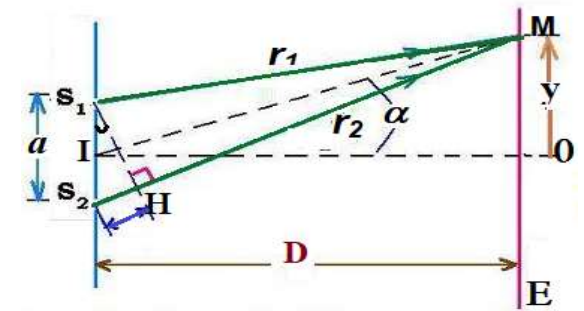
Hệ thống được đặt trong không khí ($n=1$).

$$r_2 - r_1 \approx S_2H = a \sin \alpha \approx a \tan \alpha = \frac{ay}{D}$$

$$n=1 \rightarrow L_2 - L_1 = r_2 - r_1$$

$$\Rightarrow y = \frac{(r_2 - r_1)D}{a}$$

$$\Rightarrow y = \frac{(L_2 - L_1)D}{a}$$



Từ điều kiện cực đại giao thoa

$$L_2 - L_1 = k\lambda$$

→ Vị trí vân sáng:

$$y_s = k \frac{\lambda D}{a} \quad k=0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

cực tiểu giao thoa

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

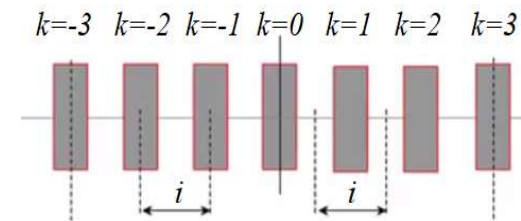
→ Vị trí vân tối:

$$y_t = (k + \frac{1}{2}) \frac{\lambda D}{a}$$

Các vân sáng, tối nằm xen kẽ cách đều nhau cả hai phía đối với vân cực đại giữa.

❖ Độ rộng vân (khoảng vân):

$$i = y_{k+1} - y_k = \frac{\lambda D}{a}$$



2. Hiện tượng giao thoa ánh sáng

Xét các trường hợp

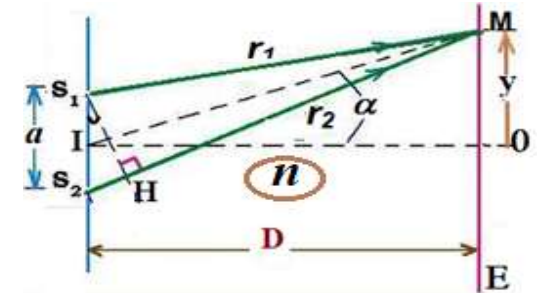
+ Hệ thống được đặt trong môi trường có chiết suất n :

$$L_2 - L_1 = n(r_2 - r_1)$$

$$(r_2 - r_1) = \frac{ay}{D}$$

$$L_2 - L_1 = n(r_2 - r_1) = n \frac{ay}{D}$$

$$y = \frac{(L_2 - L_1)D}{na}$$



- Vị trí vân sáng:

$$L_2 - L_1 = k\lambda$$

$$y_s = k \frac{\lambda D}{na}$$

- Vị trí các vân tối:

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

$$y_t = (k + \frac{1}{2}) \frac{\lambda D}{na}$$

- Độ rộng vân giao thoa:

$$i = y_{k+1} - y_k = \frac{\lambda D}{na}$$

+ Đặt trước khe một bản mỏng (e, n)

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

$$r_2 - r_1 = \frac{y'a}{D}$$

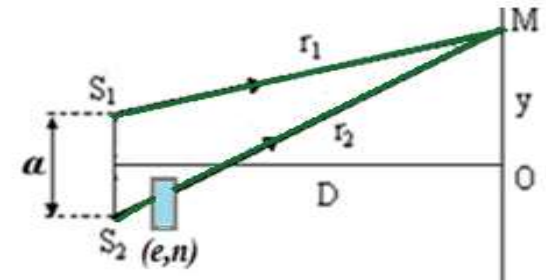


$$y'_s = \frac{k\lambda D}{a} - \frac{(n-1)eD}{a}$$

$$y'_t = \left(k + \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda D}{a} - \frac{(n-1)eD}{a}$$

$$\rightarrow L_2 - L_1 = \frac{y'a}{D} + (n-1)e$$

→ khoảng dịch chuyển vân: $\Delta y = \frac{(n-1)eD}{a}$



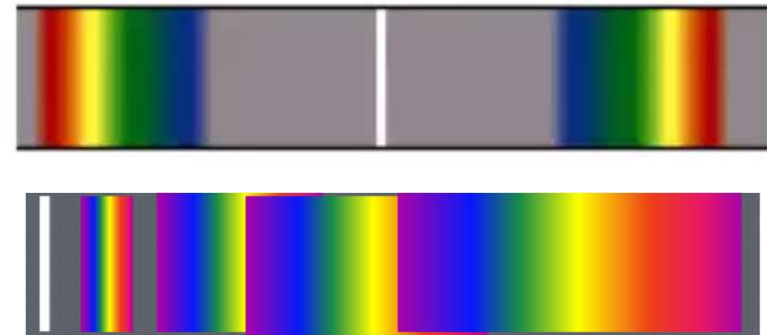
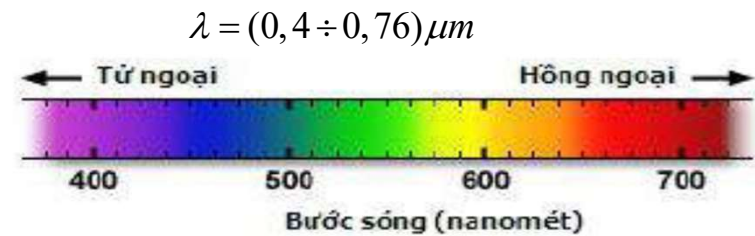
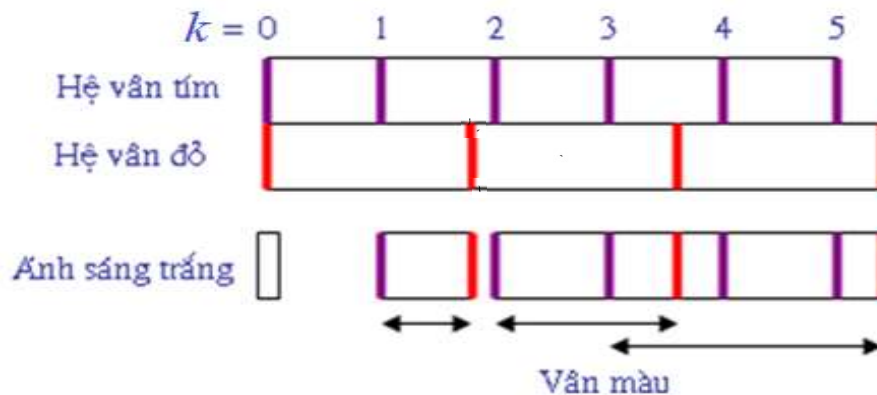
2. Hiện tượng giao thoa ánh sáng

❖ Hệ vân giao thoa khi dùng ánh sáng trắng

Nếu nguồn sáng S_1 và S_2 phát ánh sáng trắng

$$y_s = k \frac{\lambda D}{a}$$

$$i = y_{k+1} - y_k = \frac{\lambda D}{a}$$



Các vân này càng bị nnoon dần khi xa vân sáng trắng ở trung tâm.

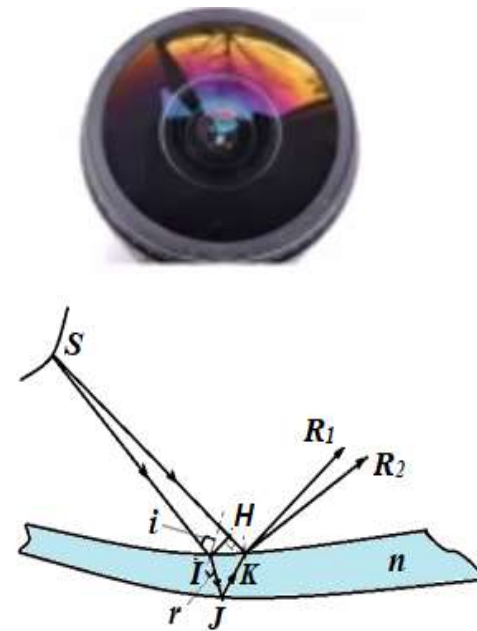
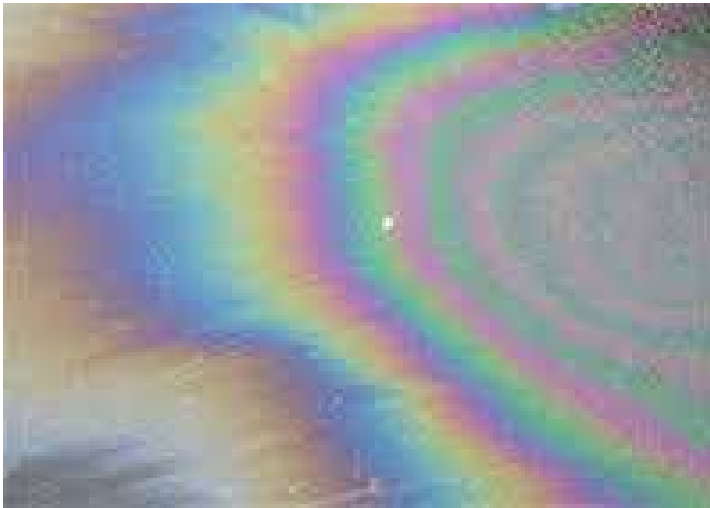
Độ rộng quang phổ bậc k :

$$\Delta y_k = k \frac{(\lambda_d - \lambda_t) D}{a}$$



3. Giao thoa gây bởi các bản mỏng

Là sự giao thoa của các tia phản xạ trên hai mặt của bản mỏng.



3. Giao thoa gây bởi các bản mỏng



➤ Thí nghiệm Lloyd :

Theo lí thuyết: nếu $r_1 - r_2 = L_1 - L_2 = k\lambda$ điểm M sáng,

$r_1 - r_2 = L_1 - L_2 = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$ điểm M tối.

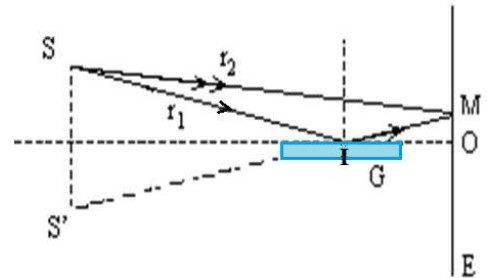
Thực nghiệm thì ngược lại. ➔ hiệu pha dao động của hai tia sáng:

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

→ pha dao động của một trong hai tia thay đổi một lượng π .

↔ quang lộ tia phản xạ trên gương thay đổi:

$$L'_1 = L_1 \pm \frac{\lambda}{2}$$



Kết luận: Khi phản xạ trên môi trường chiết quang hơn môi trường ánh sáng tới, pha dao động của ánh sáng thay đổi một lượng π điều đó cũng tương đương với việc coi tia phản xạ thay đổi (tang/giảm) một đoạn $\lambda/2$

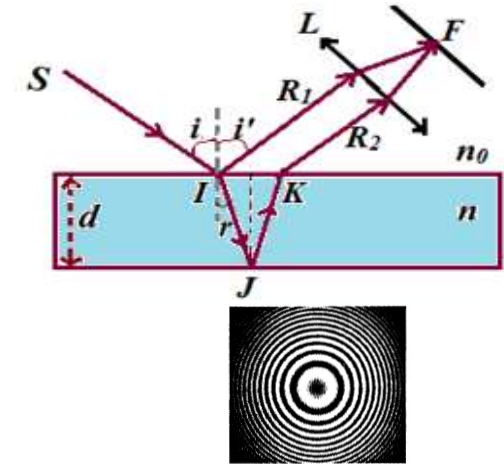
3. Giao thoa gây bởi các bản mỏng

3.1. Bản mỏng có bề dày không đổi (vân cùng độ nghiêng)

$$\Delta L = L_2 - L_1 = 2d\sqrt{n^2 - \sin^2 i} - \frac{\lambda}{2}$$

$d = \text{const} \rightarrow$ Hiệu quang lộ phụ thuộc vào **góc tới i** .

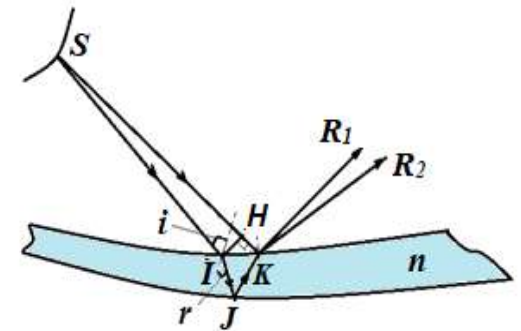
\rightarrow các tia có cùng góc tới i sẽ có cùng hiệu quang lộ \rightarrow cùng trạng thái giao thoa \rightarrow **vân cùng độ nghiêng**. \rightarrow Vân giao thoa là những vân tròn đồng tâm.



3.2. Bản mỏng có bề dày thay đổi (vân cùng độ dày)

$$\Delta L = L_2 - L_1 = 2d\sqrt{n^2 - \sin^2 i} - \frac{\lambda}{2}$$

$i = \text{const} \rightarrow$ Các vân giao thoa phụ thuộc vào **độ dày d** của bản mỏng. \rightarrow **vân cùng độ dày**.



3. Giao thoa gây bởi các bản mỏng

➤ Giao thoa gây bởi nêm không khí

- Hiệu quan lộ: $L_2 - L_1 = 2d \cdot 1 + \frac{\lambda}{2}$

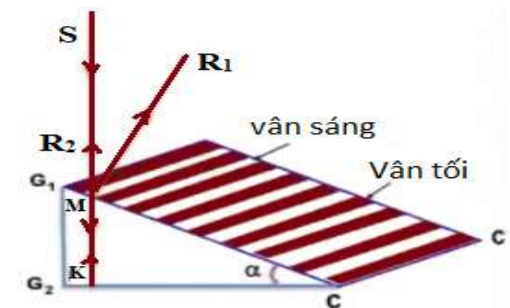
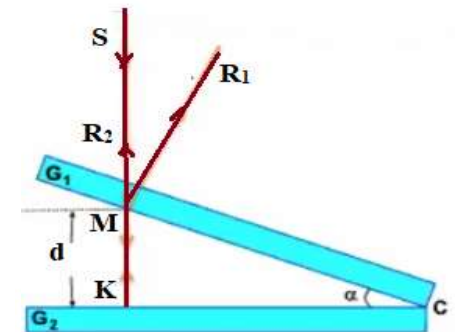
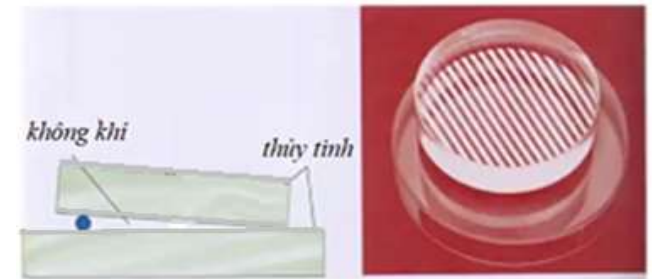
- Điểm tối thoả mãn điều kiện: $L_2 - L_1 = (k + \frac{1}{2})\lambda \rightarrow d_t = k \frac{\lambda}{2} \quad k = 0, 1, 2, \dots$

- Điểm sáng thoả mãn điều kiện: $L_2 - L_1 = k\lambda \rightarrow d_s = (k - \frac{1}{2}) \frac{\lambda}{2} \quad k = 1, 2, \dots$

Vân giao thoa là những đoạn thẳng sáng, tối, xen kẽ và song song với cạnh nêm. Cạnh nêm là một vân tối.

- Vị trí và độ rộng vân giao thoa: $x_k = \frac{d_k}{\sin \alpha} \approx \frac{d_k}{\alpha} \quad i = x_{k+1} - x_k = \frac{\lambda}{2\alpha}$

➤ Trường hợp nêm thủy tinh: $L_2 - L_1 = 2dn_t \pm \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \begin{cases} d_t = k \frac{\lambda}{2n_t} \\ d_s = (k \pm \frac{1}{2}) \frac{\lambda}{2n_t} \end{cases} \quad i = \frac{\lambda}{2n_t \alpha}$



3. Giao thoa gây bởi các bản mỏng

➤ Vân tròn Newton

Tương tự nêm không khí:

$$L_2 - L_1 = 2d \cdot 1 + \frac{\lambda}{2} \rightarrow \begin{cases} d_t = k \frac{\lambda}{2} & \text{với } k = 0, 1, 2, \dots \\ d_s = (k - \frac{1}{2}) \frac{\lambda}{2} & \text{với } k = 1, 2, 3, \dots \end{cases}$$

Do tính chất đối xứng của bản mỏng, những điểm cùng d nằm trên 1 đường tròn trục OC nên các vân giao thoa là những vòng tròn đồng trục gọi là **vân tròn Newton**.

Bán kính của vân tối/ sáng thứ k :

$$r_k = HM$$

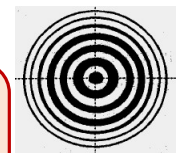
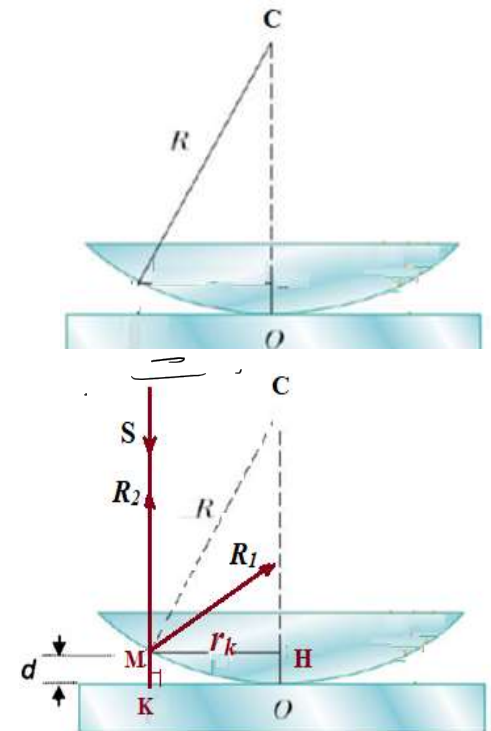
$$r_k^2 = R^2 - (R - d_k)^2$$

Nếu

Vì $d_k \ll R \rightarrow r_k^2 \approx 2Rd_k$

$$d_t = k \frac{\lambda}{2} \rightarrow$$

$$r_{k(t)} = \sqrt{R\lambda} \cdot \sqrt{k} \quad r_{k(s)} = \sqrt{\left(k - \frac{1}{2}\right) R\lambda}$$



4. Ứng dụng của hiện tượng giao thoa

➤ Kiểm tra các mặt kính phẳng và lồi

- Nếu tấm thật phẳng → nêm không khí.
- Nếu mặt cầu → vân tròn Newton.



➤ Khử phản xạ các mặt kính

n và d của màng được chọn sao cho hai tia phản xạ ngược pha nhau.

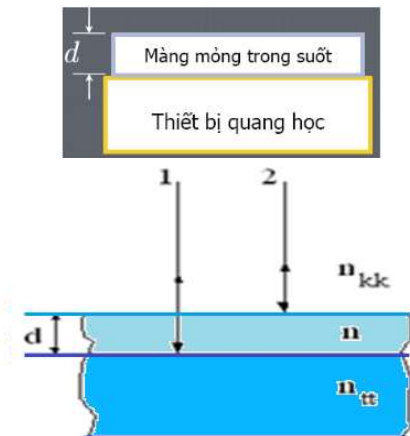
→ Hiệu quang lộ của hai tia phản xạ thỏa mãn điều kiện cực tiểu giao thoa:

$$\Delta L = 2d\sqrt{n^2 - \sin^2 i} + \frac{\lambda}{2} - \frac{\lambda}{2} \quad n_{kk} < n < n_{tt}$$

$$\rightarrow \Delta L = 2nd = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda \quad \rightarrow d = (2k + 1)\frac{\lambda}{4n}$$

Độ dày nhỏ nhất của màng mỏng là:

$$d_{\min} = \frac{\lambda}{4n}$$



4. Ứng dụng của hiện tượng giao thoa

➤ Giao thoa kế Rayleigh:

Dùng để đo chiết suất (hay nồng độ) của chất lỏng và chất khí với độ chính xác cao.

$$\Delta L = (n - n_o)d = m\lambda \quad \rightarrow \quad n = \frac{m\lambda}{d} + n_o$$

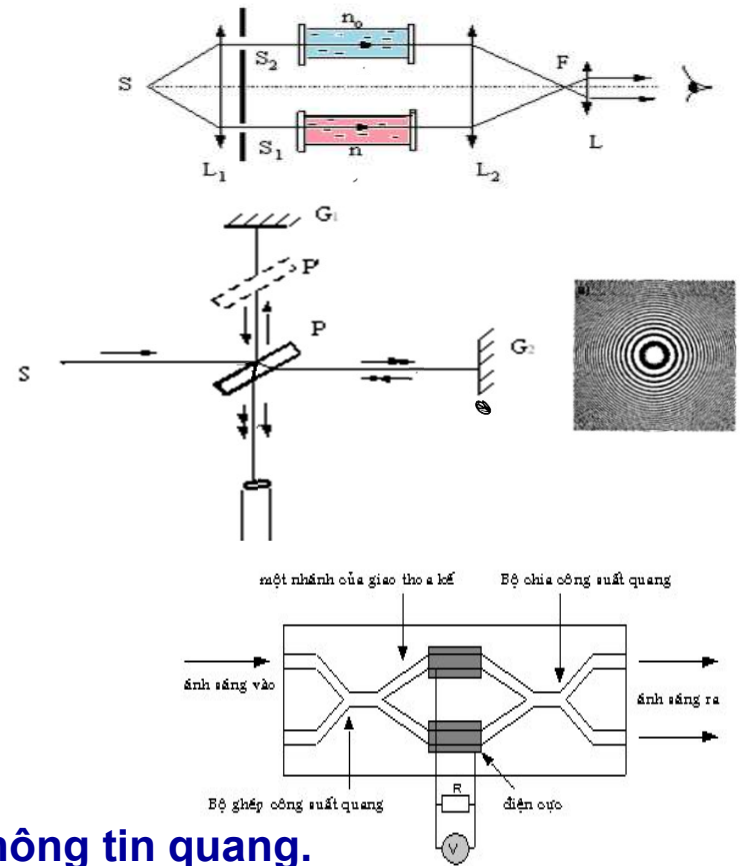
➤ Giao thoa kế Michelson:

Dùng để đo độ dài các vật với độ chính xác cao.

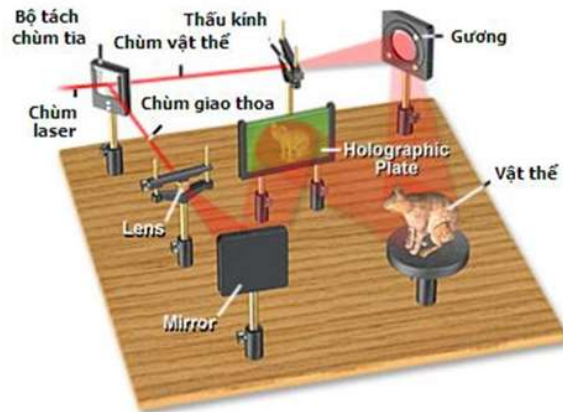
Nếu dịch chuyển theo chiều dài vật cần đo, hệ thống vân dịch chuyển m khoảng vân thì chiều dài của vật là:

$$\ell = m \frac{\lambda}{2}$$

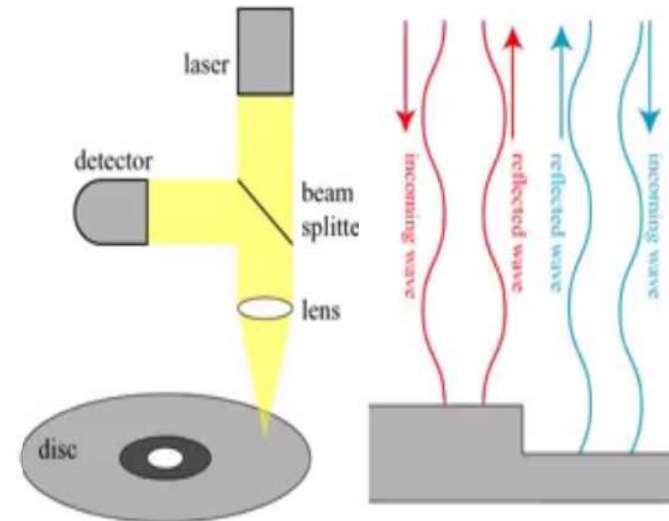
➤ Giao thoa kế Mach – Zehnder: dùng để biến điệu thông tin quang.



4. Ứng dụng của hiện tượng giao thoa



Tạo ảnh ba chiều Hologram



Sự có hoặc vắng mặt ánh sáng
tại đầu dò tương ứng với bit 0 hoặc 1



Bài tập ví dụ

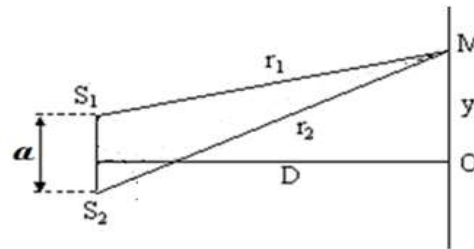


1

Hai khe Young cách nhau một khoảng $a = 1\text{mm}$, được chiếu bằng ánh sáng đơn sắc có bước sóng chưa biết. Hệ thống đặt trong không khí, cho khoảng cách giữa hai vân sáng liên tiếp $i = 0,6\text{mm}$, màn quan sát được đặt cách mặt phẳng chứa hai khe $D = 1\text{m}$.

a) Tìm bước sóng của ánh sáng chiếu tới.

b) Nếu đổ vào khoảng giữa màn quan sát và mặt phẳng chứa hai khe một chất lỏng thì khoảng cách giữa hai vân sáng liên tiếp $i' = 0,45\text{mm}$. Tìm chiết suất của chất lỏng.



$$i = \frac{\lambda D}{n a} \rightarrow \lambda = \frac{i a}{D} n$$

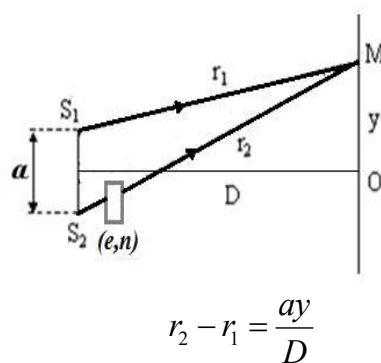
$$\rightarrow n = n_0 = 1 \rightarrow \lambda = \lambda_0 = \frac{i a}{D} n_0$$

$$\rightarrow n = n' \rightarrow i' = \frac{\lambda D}{n' a} = \frac{i}{n'} \rightarrow n' = 1,33$$

Bài tập ví dụ



- 2 Hai khe Young cách nhau $a = 2\text{mm}$, được chiếu bằng ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ . Màn quan sát được đặt cách mặt phẳng chứa hai khe một đoạn $D = 1\text{m}$. 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 2 mm so với khi chưa đặt bản mỏng. Tìm bề dày của bản mỏng.



Khi không có bản mỏng: $\Delta L = L_2 - L_1 = (r_2 - r_1) \quad y_s = k \frac{\lambda D}{a}$

Khi có bản mỏng: $\Delta L' = [(r_2 - e) + ne] - r_1 = (r_2 - r_1) + (n-1)e$

$$r_2 - r_1 = \frac{y'a}{D} \quad \rightarrow \Delta L' = \frac{y'a}{D} + (n-1)e \quad \rightarrow y'_s = \frac{k\lambda D}{a} - \frac{(n-1)eD}{a}$$

Độ dịch chuyển vị trí vân: $\Delta y = \frac{(n-1)eD}{a}$

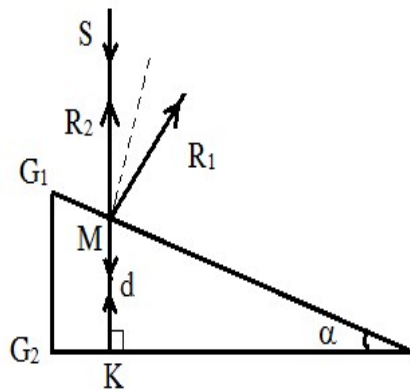
→ Bề dày bản mỏng: $e = 8 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$

Bài tập ví dụ



- 3:** Một chùm ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda_1 = 0,6 \cdot 10^{-6}$ m chiếu vuông góc với mặt dưới của bản mỏng nằm không khí. Tìm góc nghiêng của bản mỏng này. Cho biết độ rộng của 10 khoảng vân kế tiếp là 10 mm.

$$\Delta L = 2d + \frac{\lambda}{2}$$



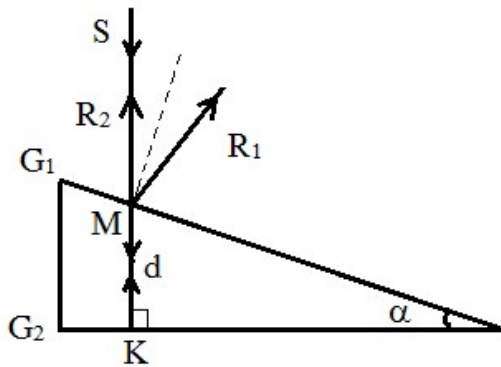
Điều kiện có cực tiểu giao thoa $\Delta L = (2k + 1) \frac{\lambda}{2}$

→ Độ dày nệm tại điệ̉m cho vân tối:

$$\alpha \approx \sin \alpha \approx \frac{d_{k+10} - d_k}{10i} = \dots \text{ rad}$$



- 4:** Một bản mỏng nêm thủy tinh có góc nghiêng $\alpha = 2'$ và chiết suất $n = 1,52$. Chiếu một chùm sáng đơn sắc song song vuông góc với một mặt của bản. Xác định bước sóng của chùm sáng đơn sắc nếu khoảng cách giữa hai vân tối kế tiếp bằng $i = 0,3\text{mm}$.



$$\Delta L = L_2 - L_1 = 2dn_{tt} - \frac{\lambda}{2}$$

Điều kiện cực tiểu giao thoa $\Delta L = (2k - 1)\frac{\lambda}{2}$

$$\rightarrow d_t = k \frac{\lambda}{2n_{tt}}$$

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

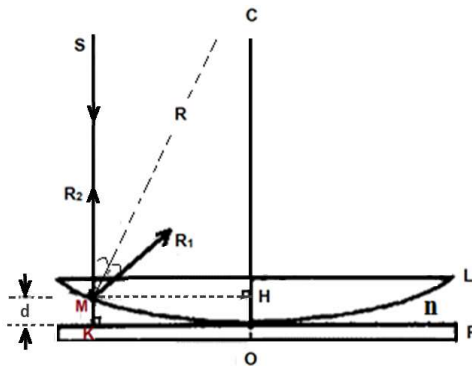
$$\rightarrow \lambda = 2n_{tt}\alpha i = \dots (\text{nm})$$



Bài tập ví dụ



- 5:** Trong hệ thống của vân tròn Newton, người ta đổ đầy một chất lỏng có chiết suất nhỏ hơn chiết suất của thủy tinh vào khe giữa thấu kính thủy tinh và bản thủy tinh phẳng. Xác định chiết suất của chất lỏng nếu ta quan sát vân phản chiếu và thấy bán kính của vân tối số 3 bằng 3,65 mm. Cho bán kính cong của thấu kính là $R = 10$ m, bước sóng của ánh sáng tới $\lambda = 0,589 \mu\text{m}$, vân tối ở tâm là vân tối thứ nhất ($k = 0$).



Hiệu quang lộ hai tia phản xạ: $L_2 - L_1 = 2d.n + \frac{\lambda}{2}$

Điều kiện cực tiểu giao thoa: $L_2 - L_1 = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda$

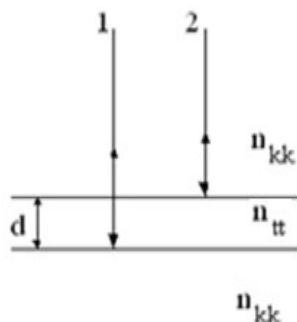
$$\rightarrow d_{t(k)} = k \frac{\lambda}{2n} \rightarrow r_{t(k)} = \sqrt{3Rd_{t(k)}} \rightarrow n = 1,33$$



Bài tập ví dụ



- 6:** Một chùm sáng trắng được rọi vuông góc với bản thủy tinh mỏng hai mặt song song, bề dày $d = 0,4 \mu\text{m}$, chiết suất $n = 1,5$. Hỏi trong phạm vi quang phổ thấy được của chùm ánh sáng trắng (bước sóng từ $0,4$ đến $0,7 \mu\text{m}$), những chùm tia sáng phản chiếu có bước sóng nào sẽ được tăng cường.



$$\Delta L = 2nd - \frac{\lambda}{2}$$

- Điều kiện cực đại giao thoa, $\rightarrow \lambda = \frac{4nd}{2k+1}$

- Từ điều kiện $0,4 \mu\text{m} \leq \lambda \leq 0,7 \mu\text{m}$ suy ra giới hạn của k: $1,58 \leq k \leq 2,5$

- Suy ra giá trị của $k=2$, tính được $\lambda = 0,48 \mu\text{m}$

- 7:** Một lớp mỏng lơ lửng trong không khí có độ dày $0,42 \mu\text{m}$, chiết suất $n=1,5$ được chiếu bằng ánh sáng trắng tới theo phương vuông góc với mặt lớp mỏng. Tìm bước sóng của ánh sáng trong vùng nhìn thấy ($0,45 \mu\text{m} \leq \lambda \leq 0,75 \mu\text{m}$) để hai tia phản xạ từ hai mặt của lớp mỏng cho cực đại giao thoa.

Bài tập ví dụ

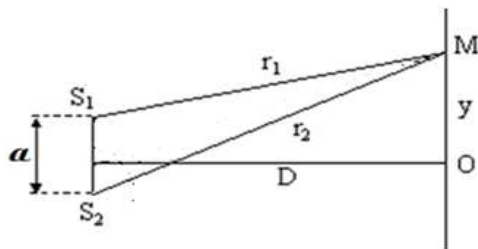


8*

Hai khe Young cách nhau một khoảng $a = 1\text{mm}$, được chiếu bằng ánh sáng đơn sắc có bước sóng chưa biết. Hệ thống đặt trong không khí, cho khoảng cách giữa hai vân sáng liên tiếp $i = 0,6\text{mm}$, màn quan sát được đặt cách mặt phẳng chứa hai khe $D = 1\text{m}$.

a) Tìm bước sóng của ánh sáng chiếu tới.

b) Nếu đổ vào khoảng giữa màn quan sát và mặt phẳng chứa hai khe một chất lỏng thì khoảng cách giữa hai vân sáng liên tiếp $i' = 0,45\text{mm}$. Tìm chiết suất của chất lỏng.



$$\Delta L = L_2 - L_1 \quad \rightarrow \quad i = \frac{\lambda D}{n a} \quad \rightarrow \quad \lambda = \frac{i a}{D} n$$

$$n = n_0 = 1 \rightarrow \lambda = \lambda_0 = \frac{i a}{D} n_0$$

$$n = n' \rightarrow i' = \frac{\lambda D}{n' a} = \frac{i}{n'} \rightarrow n' = 1,33$$

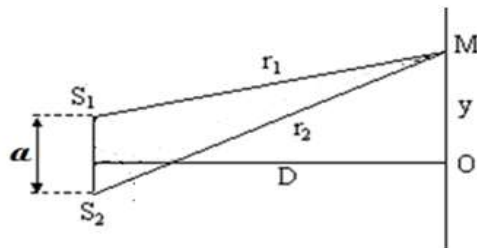
Bài tập ví dụ



9* Hai khe hẹp cách nhau một khoảng $a = 1,5 \text{ mm}$, màn quan sát được đặt cách mặt phẳng chứa hai khe một đoạn $D = 1,3 \text{ m}$. Chiếu ánh sáng đơn sắc màu xanh có bước sóng $\lambda_1 = 0,54 \cdot 10^{-6} \text{ m}$.

a. Hệ thống khe đặt trong không khí. Nếu thay ánh sáng đơn sắc màu xanh có $\lambda_1 = 0,54 \cdot 10^{-6} \text{ m}$ bằng một ánh sáng đơn sắc màu đỏ có bước sóng $\lambda_2 = 0,72 \cdot 10^{-6} \text{ m}$ thì độ rộng của mỗi khoảng vân màu đỏ tăng lên bao nhiêu lần so với khoảng vân màu xanh?

b. Cũng hỏi như trên nếu hệ thống khe đặt trong chất lỏng có chiết suất n .

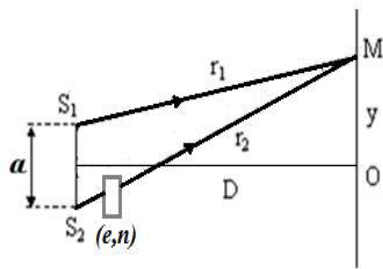


$$i = \frac{\lambda D}{n a} \quad \rightarrow \quad N = \frac{i_2}{i_1} = \dots$$

Bài tập ví dụ



- 10*** Hai khe Young cách nhau $a = 2\text{mm}$, được chiếu bằng ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ . Màn quan sát được đặt cách mặt phẳng chứa hai khe một đoạn $D = 1\text{m}$.
- Tìm vị trí vân sáng thứ tư và vân tối thứ năm.
 - 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 2 mm so với khi chưa đặt bản mỏng. Tìm bề dày của bản mỏng.



Khi không có bản mỏng: $\Delta L = L_2 - L_1 = (r_2 - r_1) \rightarrow y_s = k \frac{\lambda D}{a}; y_t = \left(k + \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda D}{a}$

Khi có bản mỏng: $\Delta L' = [(r_2 - e) + ne] - r_1 = (r_2 - r_1) + (n-1)e$

$$r_2 - r_1 = \frac{y'a}{D} \rightarrow \Delta L' = \frac{y'a}{D} + (n-1)e \rightarrow y'_s = \frac{k\lambda D}{a} - \frac{(n-1)eD}{a}$$

Độ dịch chuyển vị trí vân: $\Delta y = \frac{(n-1)eD}{a}$

→ Bề dày bản mỏng: $e = 8 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$

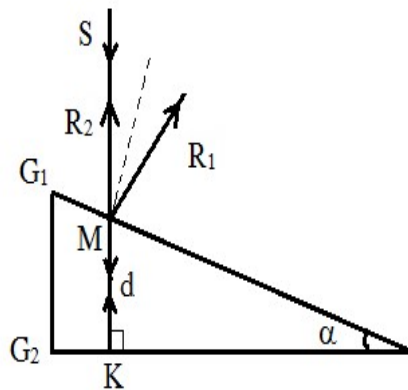
$$r_2 - r_1 = \frac{ay}{D}$$

Bài tập ví dụ



- 11*:** Một chùm ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda_1 = 0,6.10^{-6}$ m chiếu vuông góc với mặt dưới của bản mỏng nằm không khí. Tìm góc nghiêng của bản mỏng này. Cho biết độ rộng của 10 khoảng vân kế tiếp là 10 mm.

$$\Delta L = 2d + \frac{\lambda}{2}$$



Điều kiện có cực tiểu giao thoa $\Delta L = (2k + 1) \frac{\lambda}{2}$

→ Độ dày nệm tại điểm cho vân tối:

→ $\alpha \approx \sin \alpha \approx \frac{d_{k+10} - d_k}{10i} = \dots . rad$

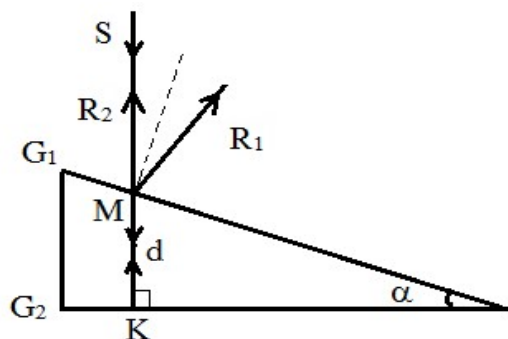


Bài tập ví dụ



- 12*** Chiếu một chùm sáng đơn sắc song song vuông góc với một mặt của bản mỏng nằm thủy tinh có góc nghiêng $\alpha=2'$ và chiết suất $n = 1,52$. Xác định bước sóng của chùm sáng đơn sắc nếu khoảng cách giữa hai vân tối kế tiếp bằng $i = 0,3\text{mm}$.

HD



$$\Delta L = L_2 - L_1 = 2dn_{tt} - \frac{\lambda}{2}$$

Điều kiện cực tiểu giao thoa $\Delta L = (2k-1)\frac{\lambda}{2} \rightarrow d_i = k \frac{\lambda}{2n_{tt}}$

$$\rightarrow i = \frac{d_{k+1} - d_k}{\sin \alpha} = \frac{\lambda}{2n_{tt}\alpha} \rightarrow \lambda = 2n_{tt}\alpha i = \dots(m)$$

- 13*** Chiếu một chùm sáng đơn sắc song song vuông góc với một mặt của bản mỏng nằm không khí có góc nghiêng $\alpha=1'$. Xác định bước sóng của chùm sáng đơn sắc nếu khoảng cách 10 khoảng vân kế tiếp là 12 mm.

18/08/2024



31

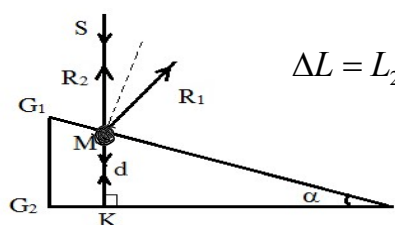
Bài tập ví dụ



14* Một chùm ánh sáng đơn sắc song song có bước sóng $\lambda = 0,5\mu\text{m}$ chiếu vuông góc với một mặt của nêm không khí. Quan sát trong ánh sáng phản xạ, người ta đo được độ rộng của mỗi vân giao thoa bằng $i = 0,5\text{mm}$. a, Xác định góc nghiêng của nêm.

a. Chiếu đồng thời vào mặt nêm không khí hai chùm tia sáng đơn sắc có bước sóng lần lượt là $\lambda_1 = 0,5\mu\text{m}; \lambda_2 = 0,6\mu\text{m}$. Tìm vị trí tại đó các vân tối cho bởi hai chùm sáng nói trên trùng nhau. Coi cạnh của bản mỏng nêm không khí là vân tối bậc không.

HD



$$\Delta L = L_2 - L_1 = 2d \pm \frac{\lambda}{2}$$

ĐK cực tiểu giao thoa: $\Delta L = (2k-1)\frac{\lambda}{2} \rightarrow d_t = k \frac{\lambda}{2}$

$$\rightarrow i = \frac{d_{k+1} - d_k}{\sin \alpha} = \frac{\lambda}{2\alpha} \rightarrow \alpha = \dots (\text{rad})$$

b - Gọi x là kh/ cách từ cạnh nêm đến vân tối thứ k (Vị trí của vân tối thứ k) : $x_k = \frac{d_k}{\sin \alpha} \approx \frac{d_k}{\alpha} = k \frac{\lambda}{2\alpha} \rightarrow k_2 = \frac{5}{6} k_1$

→ các vị trí tương ứng với các giá trị của k_1 và k_2

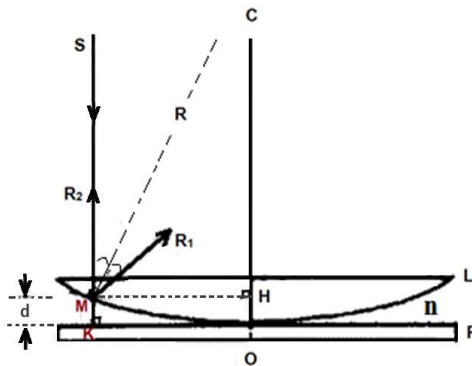
k_1	0	6	12	18...
k_2	0	5	10	15...
$x_1 = x_2 \text{ (mm)}$	0	3,0	6,0	9,0...

32

Bài tập ví dụ



15*: Cho một chùm sáng đơn sắc song song chiếu vuông góc với mặt phẳng của bản mỏng không khí nằm giữa bản thủy tinh phẳng đặt tiếp xúc với mặt cong của một thấu kính phẳng - lồi. Bán kính mặt lồi thấu kính là $R = 15\text{m}$. Quan sát hệ vân tròn Newton qua chùm sáng phản xạ và đo được khoảng cách giữa vân tối thứ tư và vân tối thứ hai mươi lăm bằng 9 mm . Xác định bước sóng của chùm sáng đơn sắc. Coi tâm của hệ vân tròn Newton là vân số 0.



Hiệu quang lộ hai tia phản xạ: $L_2 - L_1 = 2d \pm \frac{\lambda}{2}$

Điều kiện cực tiểu giao thoa: $L_2 - L_1 = \left(k \pm \frac{1}{2}\right)\lambda$

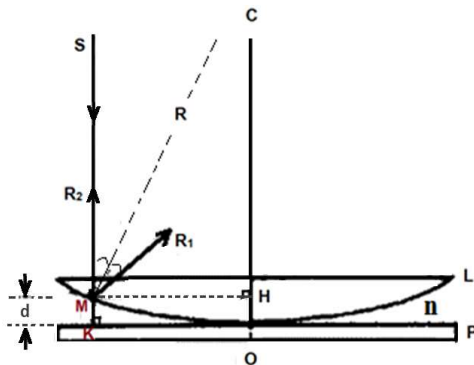
$$\rightarrow d_{t(k)} = k \frac{\lambda}{2} \rightarrow r_{t(k)} = \sqrt{2Rd_{t(k)}} = \sqrt{kR\lambda}$$

$$\rightarrow r_{t(25)} - r_{t(4)} = \dots\dots\dots$$

$$\rightarrow \lambda = \dots(m)$$



- 16*:** Trong hệ thống của vân tròn Newton, người ta đổ đầy một chất lỏng có chiết suất nhỏ hơn chiết suất của thủy tinh vào khe giữa thấu kính thủy tinh và bản thủy tinh phẳng. Xác định chiết suất của chất lỏng nếu ta quan sát vân phản chiếu và thấy bán kính của vân tối số 3 bằng 3,65 mm. Cho bán kính cong của thấu kính là $R = 10$ m, bước sóng của ánh sáng tới $\lambda = 0,589 \mu\text{m}$, vân tối ở tâm là vân tối thứ nhất ($k = 0$).



Hiệu quang lộ hai tia phản xạ: $L_2 - L_1 = 2d.n \pm \frac{\lambda}{2}$

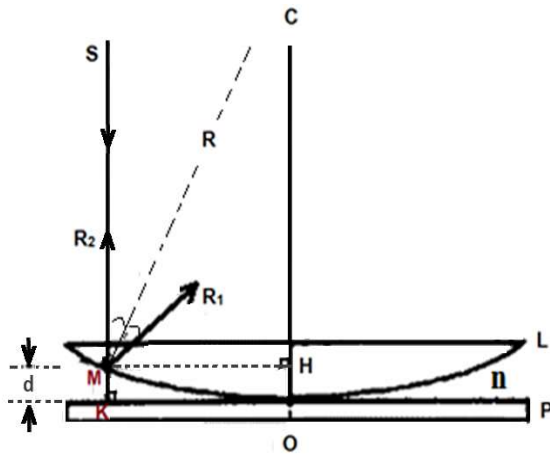
Điều kiện cực tiểu giao thoa: $L_2 - L_1 = \left(k \pm \frac{1}{2}\right)\lambda$

$$\rightarrow d_{t(k)} = k \frac{\lambda}{2n} \rightarrow r_{t(k)} = \sqrt{2Rd_{t(k)}} = \sqrt{kR \frac{\lambda}{n}} \rightarrow n = 1,33$$

Bài tập ví dụ



17*: Mặt cong của 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 mặt cong của thấu kính là $R = 200$ cm, khoảng không gian giữa thấu kính và bản thủy tinh phẳng chứa đầy một chất có chiết suất $n = 1,65$. Xác định bán kính của vân tối Newton thứ 3 nếu quan sát vân giao thoa bằng ánh sáng phản xạ. Cho bước sóng của ánh sáng $\lambda = 0,65 \mu\text{m}$.



Vì $n_1 < n < n_2 \rightarrow$ Hiệu quang lộ hai tia phản xạ: $L_2 - L_1 = 2d.n$

Điều kiện cực tiểu giao thoa: $L_2 - L_1 = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda$

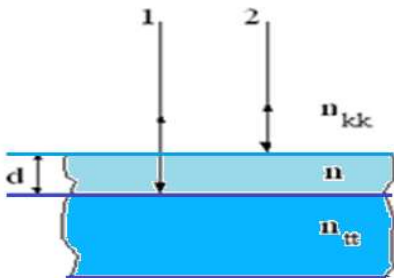
$$\rightarrow d_{t(k)} = \left(k + \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda}{2n} \rightarrow r_{t(k)} = \sqrt{2Rd_{t(k)}} = \sqrt{\left(k + \frac{1}{2}\right) R \frac{\lambda}{n}} = \dots$$

Bài tập ví dụ



18* Trên mặt của một bản thủy tinh phẳng chiết suất $n = 1,5$, người ta phủ một màng mỏng trong suốt chiết suất $n' = 1,4$. Chiếu một chùm sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda = 0,6 \mu\text{m}$ theo phương vuông góc với mặt bản thủy tinh. Hãy xác định độ dày nhỏ nhất của màng mỏng để các cặp tia sáng phản xạ trên hai mặt của màng mỏng triệt tiêu (ngược pha) lẫn nhau. Cho chiết suất không khí: $n_0 = 1$

→ Hiệu quang lộ của hai tia phản xạ thỏa mãn điều kiện cực tiểu giao thoa:



$$n_{kk} < n < n_{tt} \quad \rightarrow \quad \Delta L = 2d\sqrt{n^2 - \sin^2 i} + \frac{\lambda}{2} - \frac{\lambda}{2}$$

$$\rightarrow \Delta L = 2nd = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda \quad \rightarrow \quad d = (2k + 1) \frac{\lambda}{4n}$$

Độ dày nhỏ nhất của màng mỏng là:

$$d_{\min} = \frac{\lambda}{4n}$$

Bài tập ví dụ

