



CHƯƠNG 2: GIAO THOA ÁNH SÁNG

Nội dung

1. Cơ sở của quang học sóng

1.1 Thuyết điện từ về ánh sáng của Maxwell

1.2 Quang lộ

- Định lý Malus về quang lộ
- Hàm sóng ánh sáng

2. Hiện tượng giao thoa ánh sáng

2.1 Cách tạo ra hai sóng ánh sáng kết hợp

2.2 Khảo sát hiện tượng giao thoa

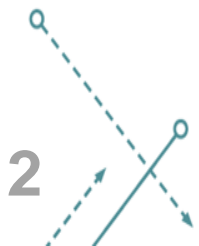
Thí nghiệm Young

Điều kiện cực đại, cực tiểu giao thoa

Vị trí vân sáng và khoảng vân

3. Giao thoa gây bởi bản mỏng (Thí nghiệm Lloyd...)

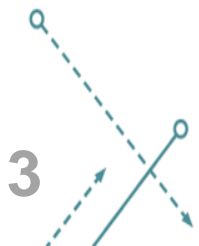
4. Các ứng dụng của hiện tượng giao thoa

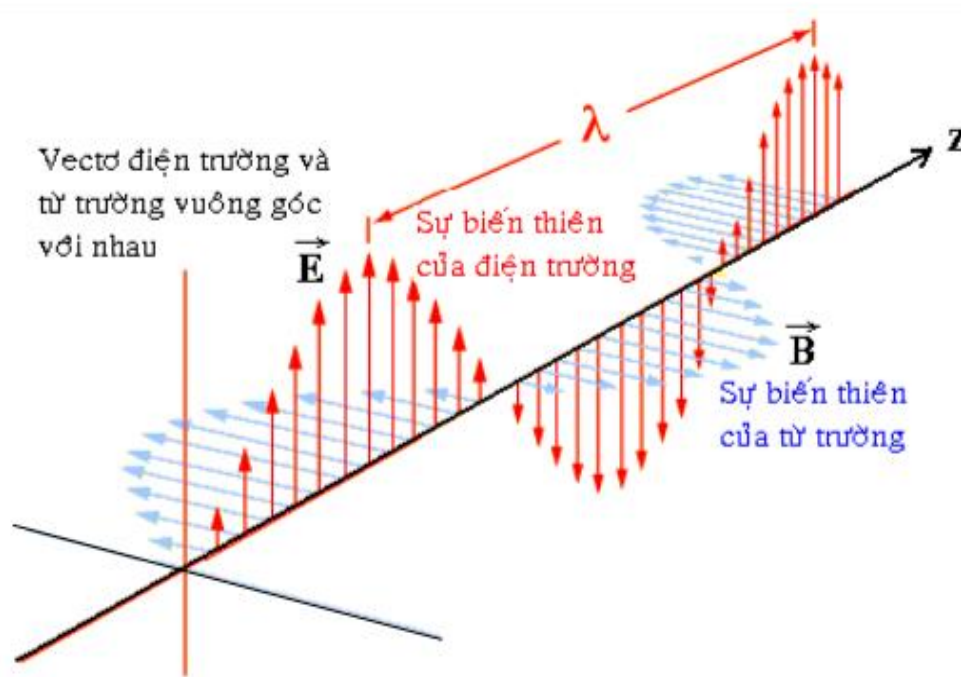


1. CƠ SỞ CỦA QUANG HỌC SÓNG

1. 1. Thuyết điện từ về ánh sáng của Maxwell

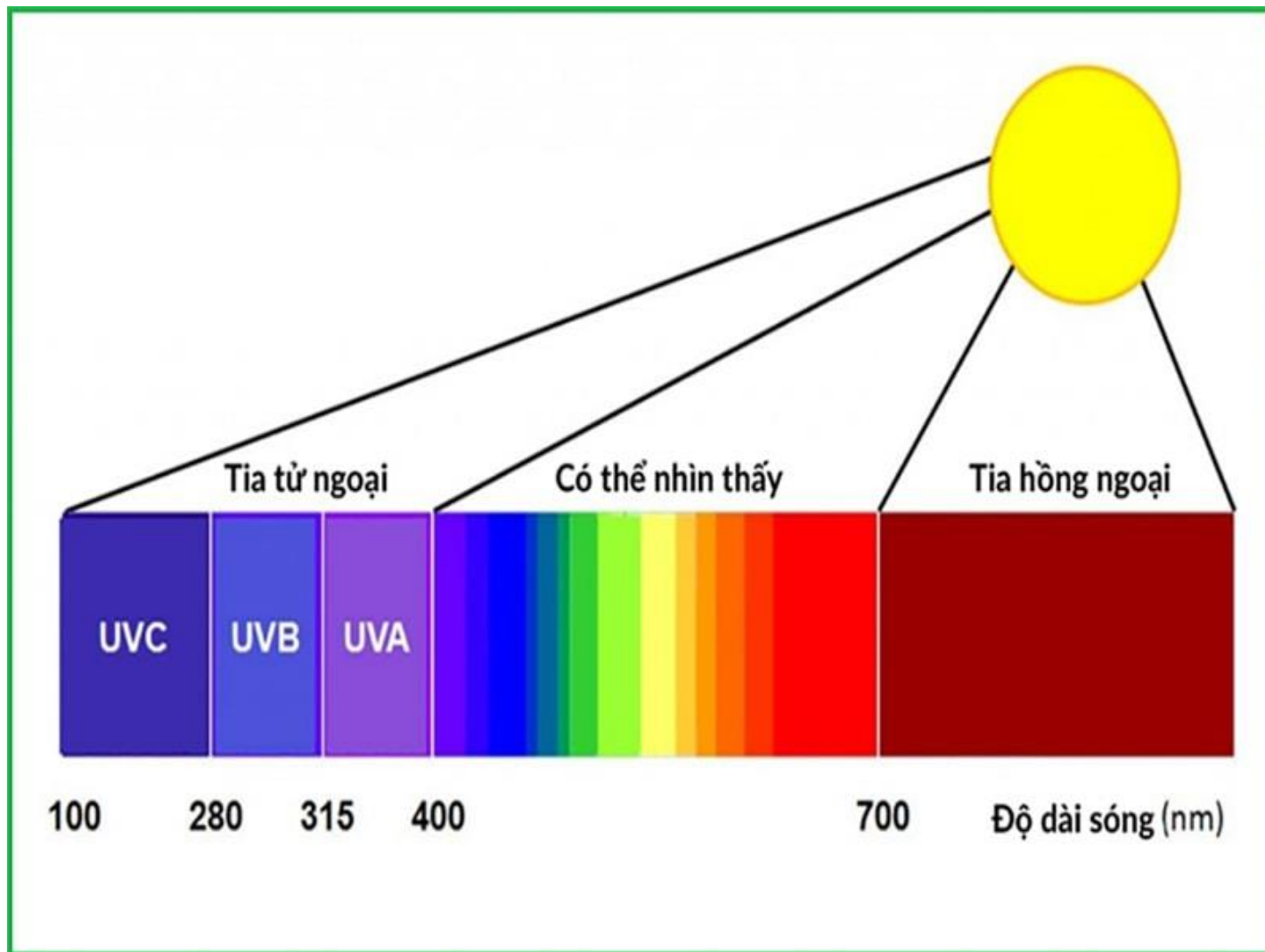
- Ánh sáng là sóng điện từ, nghĩa là trường điện từ biến thiên theo thời gian truyền đi trong không gian.
- Sóng ánh sáng là sóng ngang, bởi vì trong sóng điện từ vector cường độ điện trường và vector cảm ứng từ \vec{E}, \vec{B} luôn dao động vuông góc với phương truyền sóng.
- Khi ánh sáng truyền đến mắt, vector cường độ điện trường tác dụng lên võng mạc gây nên cảm giác sáng. Do đó vector cường độ điện trường trong sóng ánh sáng gọi là vector sáng.





Hình 2.1.
Ánh sáng lan truyền
dưới dạng sóng

- Người ta biểu diễn sóng ánh sáng bằng dao động của vector sóng \vec{E} vuông góc với phương truyền sóng.
- Mỗi sóng ánh sáng có bước sóng λ_0 xác định gây nên cảm giác sáng về một màu sắc xác định và gọi là ánh sáng đơn sắc.
- Ánh sáng trắng là tập hợp các ánh sáng đơn sắc có $\lambda_0 = 0,4 \dots 0,76 \mu m$



1.2. Quang lộ

Xét hai điểm A, B trong một môi trường đồng tính chiết suất n , cách nhau một đoạn bằng d . Thời gian ánh sáng đi từ A đến B là:

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

v là vận tốc ánh sáng trong môi trường.

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 d trong môi trường chiết suất n .

$$L = ct = \frac{c}{v} d = nd$$

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

Nếu ánh sáng truyền qua nhiều môi trường chiết suất $n_1, n_2, n_3 \dots$ với các quãng đường tương ứng $d_1, d_2, d_3 \dots$ thì quang lộ sẽ là

$$L = \sum_i n_i d_i$$

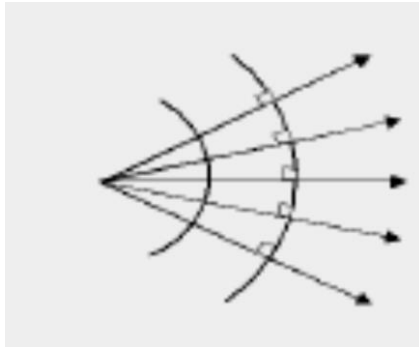
Nếu ánh sáng truyền **trong môi trường mà chiết suất thay đổi liên tục** thì ta chia đoạn đường AB thành **các đoạn nhỏ ds** để coi chiết suất không thay đổi trên mỗi đoạn nhỏ đó và quang lộ sẽ là:

$$L = \int_A^B n ds$$



1.3. Định lí Malus về quang lộ

a. Mặt trực giao : là mặt vuông góc với các tia của một chùm sáng.



b. Định lí Malus: Quang lộ của các tia sáng giữa hai mặt trực giao của một chùm sáng thì bằng nhau.



1.4. Hàm sóng ánh sáng

Xét sóng ánh sáng phẳng đơn sắc truyền theo phương y với vận tốc v trong môi trường chiết suất n (hình).

Giả sử tại O phương trình của dao động sáng là:

$$x_{(O)} = A \cos \omega t$$

thì tại điểm M cách O một đoạn d , phương trình dao động sáng là:

$$\begin{aligned} x_{(M)} &= A \cos \omega(t - \tau) = A \cos \omega(t - \frac{L}{c}) \\ &= A \cos(\omega t - \frac{2\pi}{T} \frac{L}{c}) = A \cos(\omega t - \frac{2\pi L}{\lambda}) \end{aligned}$$

Phương trình trên được gọi là hàm sóng ánh sáng.



1.5. Cường độ ánh sáng

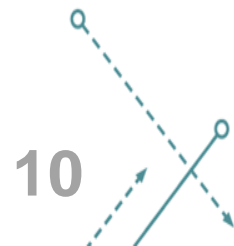
- **Định nghĩa:** Cường độ sáng tại một điểm là đại lượng có trị số bằng năng lượng trung bình của sóng ánh sáng truyền qua một đơn vị diện tích đặt vuông góc với phương truyền sáng trong một đơn vị thời gian.

Vì mật độ năng lượng của sóng điện từ tỉ lệ thuận với bình phương biên độ của vectơ cường độ điện trường nên cường độ sáng tại một điểm tỉ lệ với bình phương biên độ dao động sáng tại điểm đó:

$$I = kA^2$$

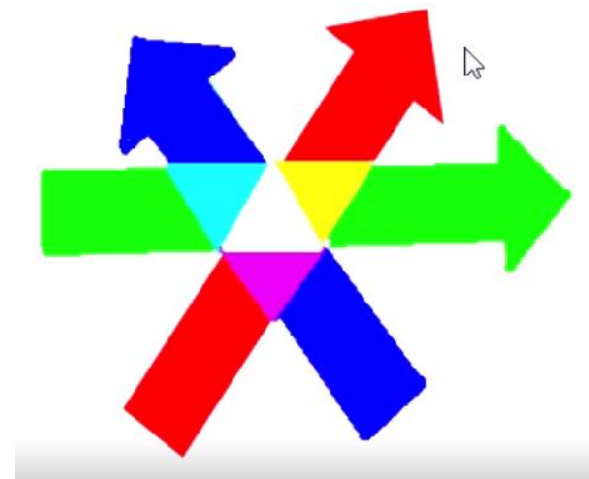
k: Hệ số tỉ lệ.

Đơn vị I - Candela [Cd] trong hệ SI



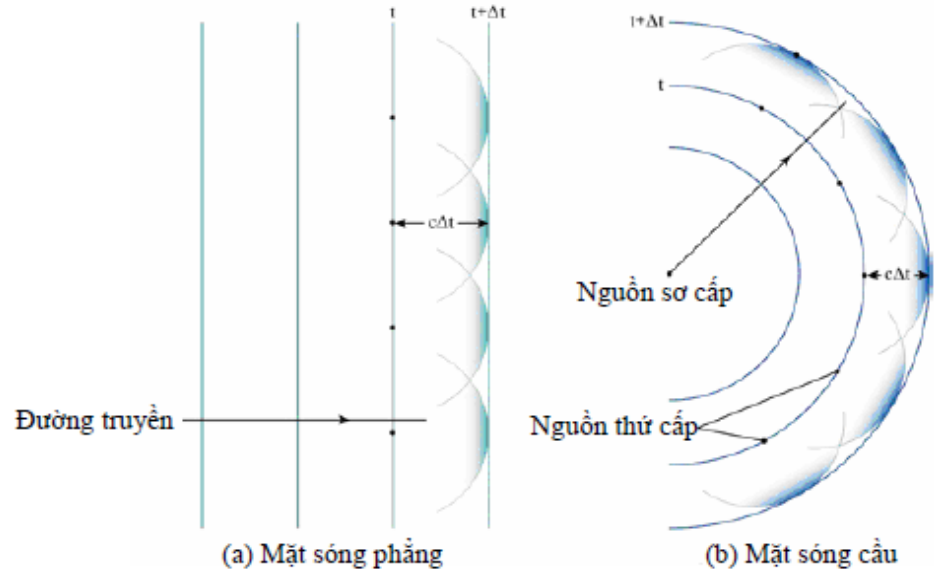
1.6. Nguyên lí chồng chất các sóng

“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”.



1.7. Nguyên lí Huygens – Fresnel

- " Mỗi điểm trong không gian nhận được sóng sáng từ nguồn sáng thực S truyền đến đều trở thành nguồn sáng thứ cấp phát sóng 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.”



Hình 2-4. Mô tả nguyên lí Huygens

2. HIỆN TƯỢNG GIAO THOA ÁNH SÁNG

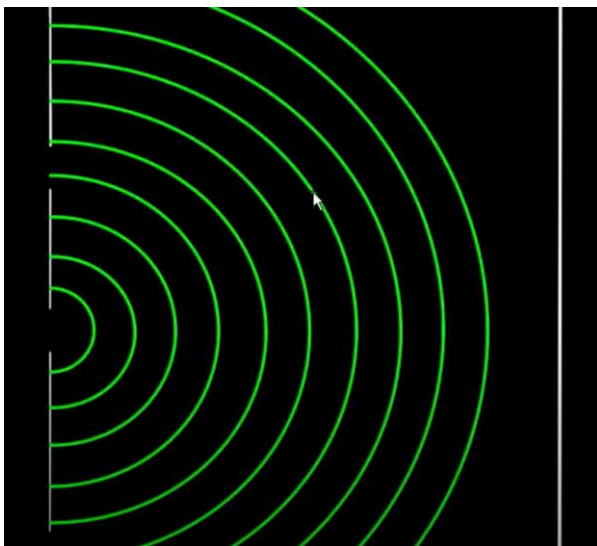
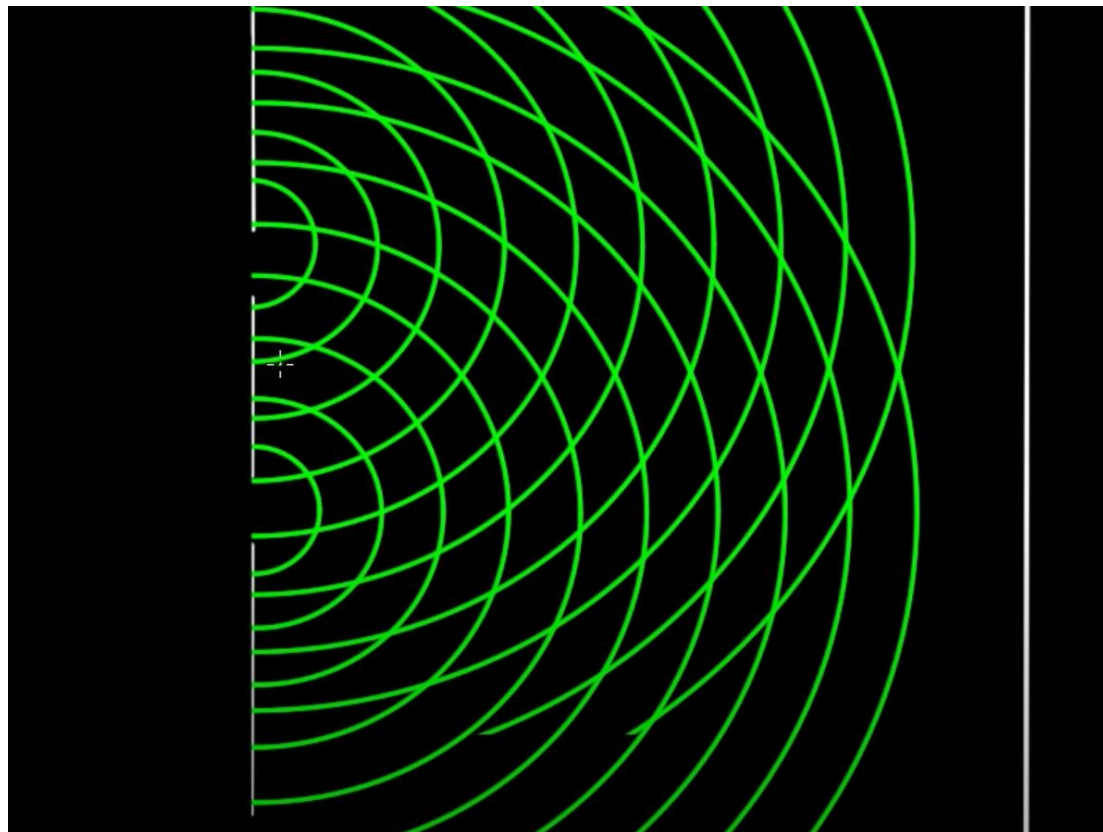


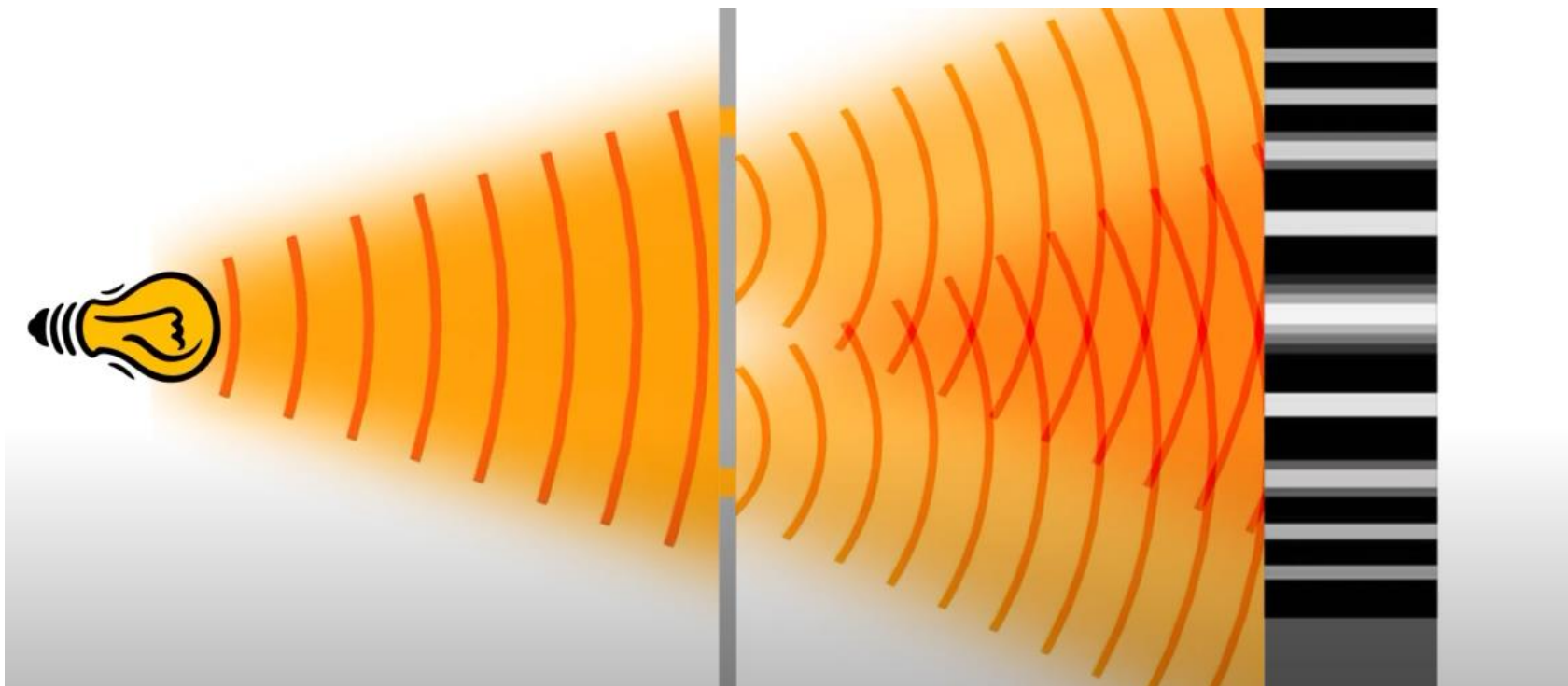
2. 1. Định nghĩa:

- *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 sẽ xuất hiện những vân sáng và những vân tối xen kẽ nhau.*
- **Điều kiện để có giao thoa:**

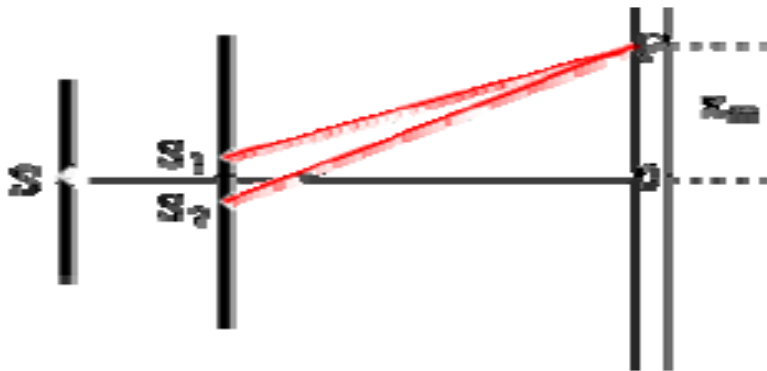
Hiện tượng giao thoa **chỉ xảy ra đối với** sóng ánh sáng kết hợp, là những sóng có cùng tần số và hiệu pha không thay đổi theo thời gian.

Interference in action!

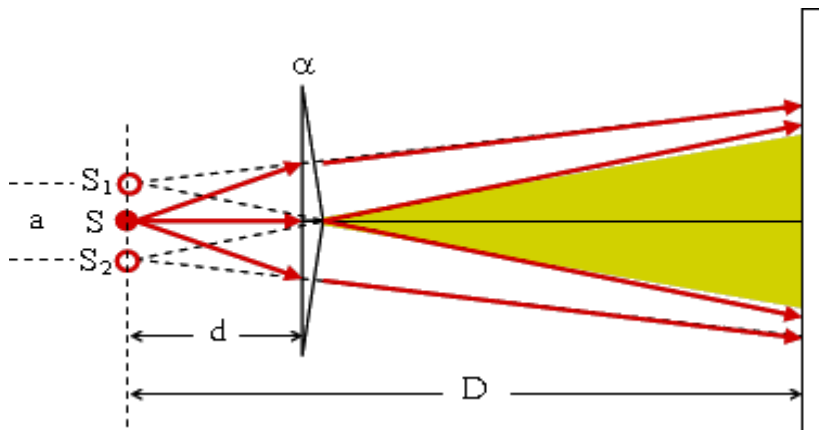




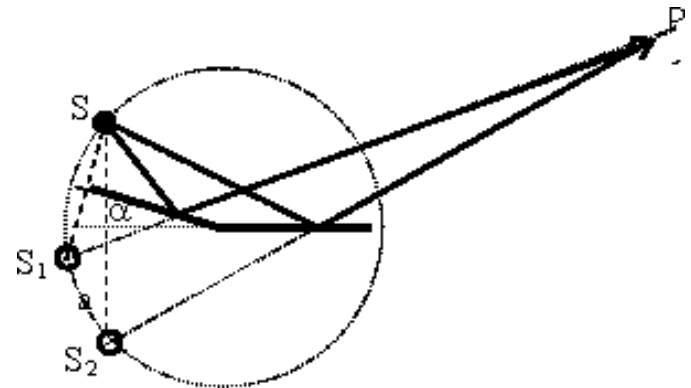
Một số cách tạo ra sóng ánh sáng kết hợp:



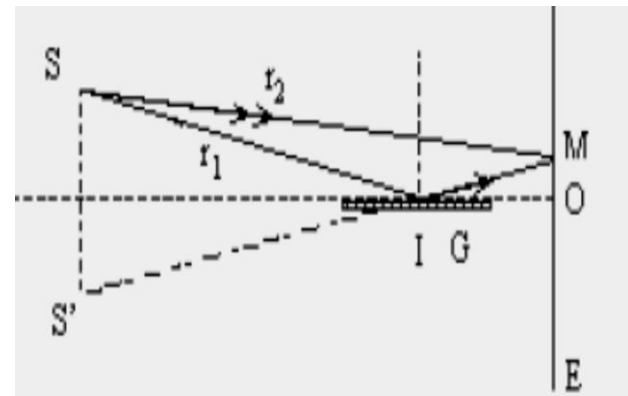
Khe young



Lưỡng lăng kính Fresnel



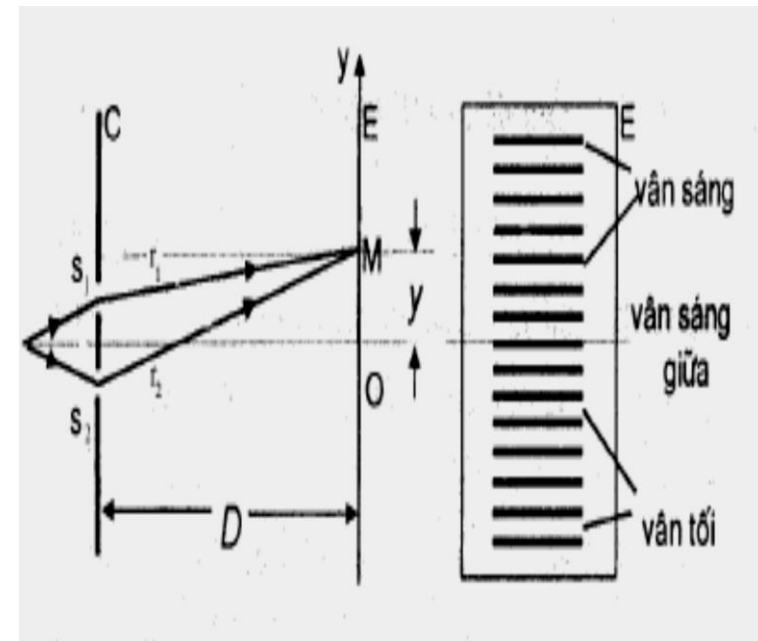
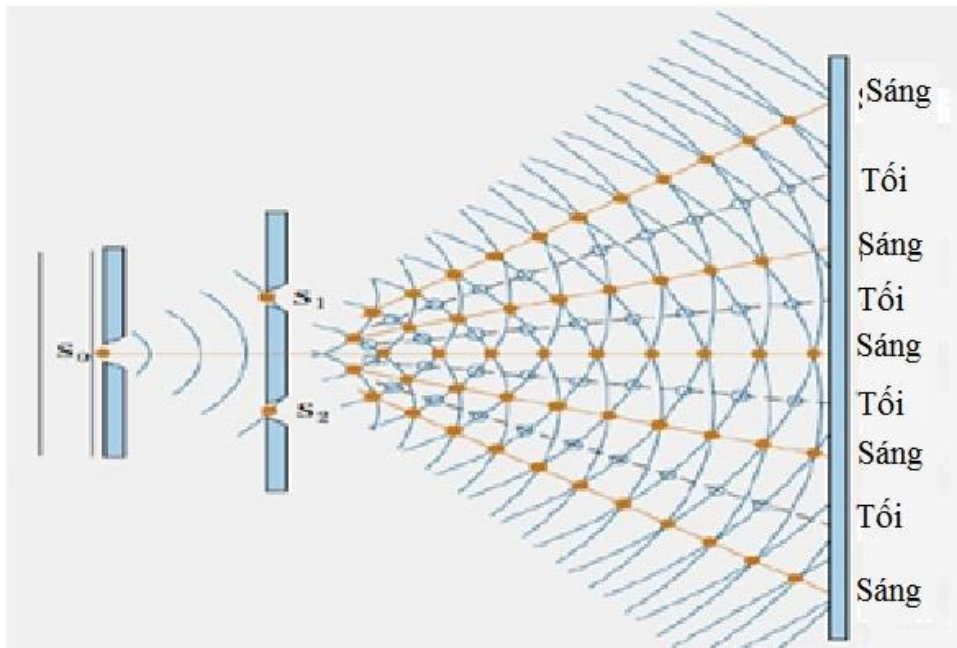
Gương Fresnel



Gương Lloyd

2. 2. Khảo sát hiện tượng giao thoa

a. Thí nghiệm Young



Hình 2-6: Sơ đồ bố trí thí nghiệm giao thoa ánh sáng của Young
(thay cho các lỗ nhỏ là hai khe sáng hẹp)

Khảo sát giao thoa với hai khe hẹp:

Hai khe sáng hẹp song song được chiếu sáng bởi một sóng phẳng đơn sắc bước sóng λ . Màn quan sát E được đặt cách mặt phẳng hai khe một khoảng $D \gg \ell; \ell = S_1 S_2$

Hai nguồn sóng ánh sáng đơn sắc kết hợp S_1 và S_2 :

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

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

Tại M ta nhận được hai dao động sáng:

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

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

$L=ct$ là quang lộ trên đoạn đường S_1M và S_2M ; pha ban đầu của dao động sáng:

$$\varphi = -\frac{2\pi L_1}{\lambda}$$

b. Điều kiện cực đại, cực tiểu giao thoa

Biên độ dao động sáng tổng hợp tại M phụ thuộc vào hiệu pha của hai

dao động: $A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1)}$

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

- Nếu hai dao động cùng pha thì A tại M sẽ có giá trị cực đại và cường độ sáng tại điểm M là cực đại: (k là số nguyên)

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

- Nếu hai dao động ngược pha thì biên độ A tại M sẽ cường độ sáng cực tiểu:

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

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



c. Vị trí của vân giao thoa

Hệ thống khe Young như hình vẽ, được đặt trong không khí. Xét điểm M trên màn E, điểm M cách điểm O một khoảng là y.

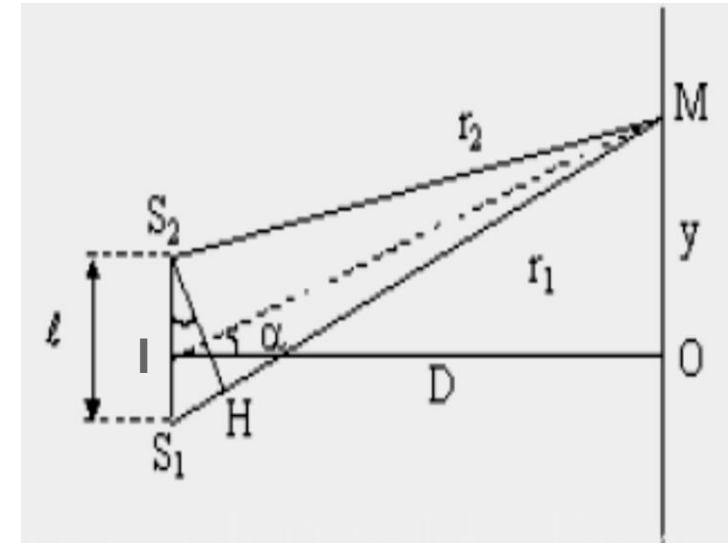
Từ S_2 kẻ $S_2H \perp S_1M$. Vì $S_1S_2 = \ell$ rất nhỏ và khoảng cách D từ khe đến màn E lớn nên:

$$S_1H \approx r_1 - r_2 \approx \ell \sin \alpha \approx \ell \tan \alpha$$

$$r_1 - r_2 = \frac{\ell y}{D}$$

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

Trong không khí $n=1$ nên: $L_1 - L_2 = r_1 - r_2$



- Vị trí các vân sáng (cực đại giao thoa):

$$L_1 - L_2 = \frac{\ell \cdot y_s}{D} = k\lambda$$

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

- Vị trí các vân tối (cực tiểu giao thoa):

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

$$\rightarrow y_t = (k + \frac{1}{2}) \frac{\lambda D}{\ell} \quad k = 0, \pm 1, \pm 2 \dots$$



Ta thấy ảnh giao thoa trên màn E có các đặc điểm:

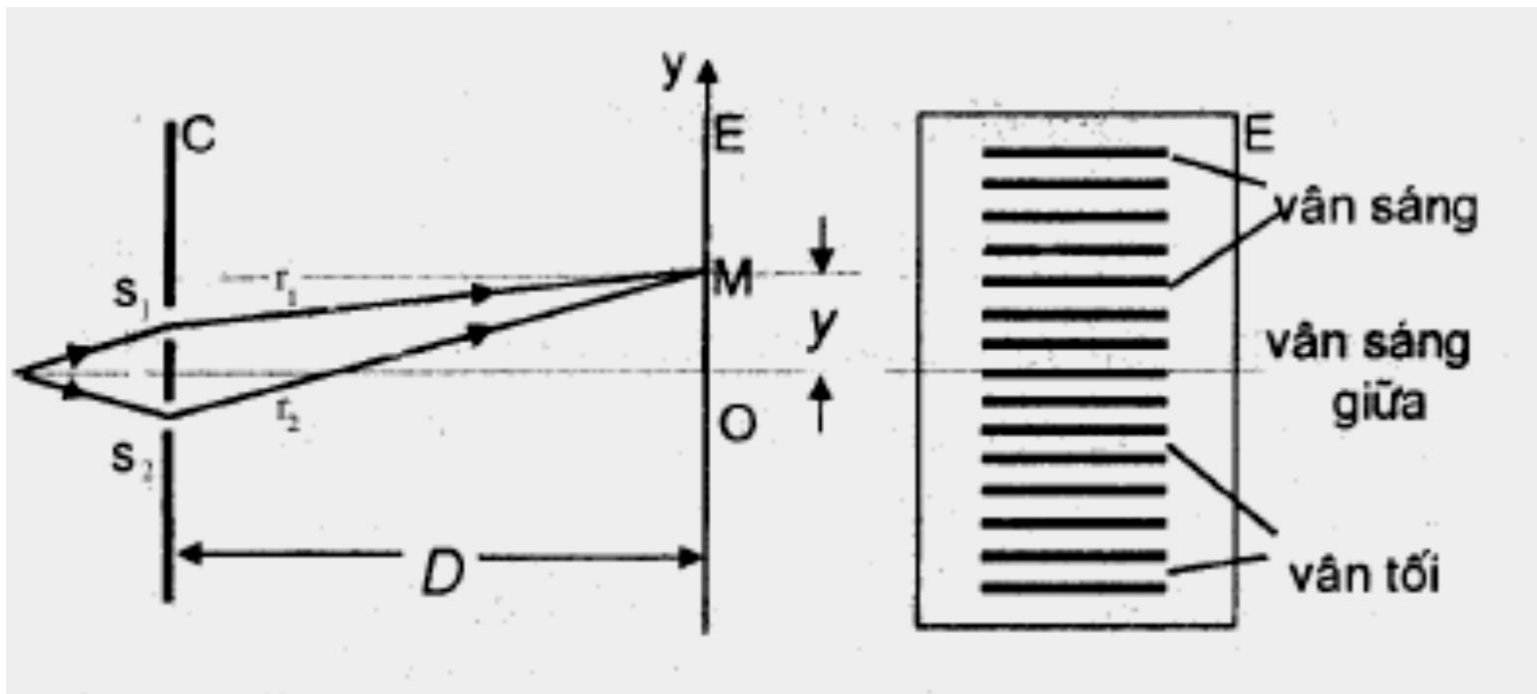
- Với $k = 0$ thì $y_s = 0$, tức là gốc O trùng với vân cực đại giao thoa. Vân này được gọi là **vân cực đại giữa**.
- Các vân cực đại giao thoa ứng với $k = \pm 1, \pm 2, \dots$ và các vân cực tiểu giao thoa nằm xen kẽ, cách đều nhau cả hai phía đối với vân cực đại giữa.
- Đối với vân sáng, bậc giao thoa trùng với $|k|$.

Đối với vân tối, khi $k > 0$ bậc giao thoa trùng với $k+1$; khi $k < 0$ bậc giao thoa trùng với $|k|$

- Khoảng cách giữa hai vân sáng hoặc hai vân tối kế tiếp gọi là **khoảng vân (độ rộng vân)**:

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





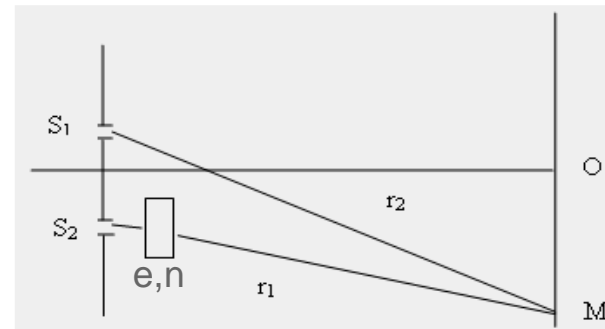
Đặt trước khe một bản mỏng độ dày e chiết suất n

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

Mà $r_1 - r_2 = \frac{y'\ell}{D} \Rightarrow L_1 - L_2 = \frac{y'\ell}{D} + (n - 1)e$

Vị trí vân sáng được xác định bởi điều kiện:

$$L_1 - L_2 = \frac{y'_s \ell}{D} + (n - 1)e = k\lambda \rightarrow y'_s = \frac{k\lambda D}{\ell} - \frac{(n - 1)eD}{\ell}$$



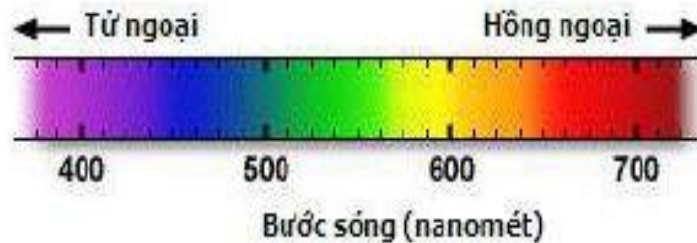
Vị trí vân tối được xác định bởi điều kiện:

$$L_1 - L_2 = \frac{y'_t \ell}{D} + (n - 1)e = (2k + 1)\frac{\lambda D}{2\ell} \rightarrow y'_t = (2k + 1)\frac{\lambda D}{2\ell} - \frac{(n - 1)eD}{\ell}$$

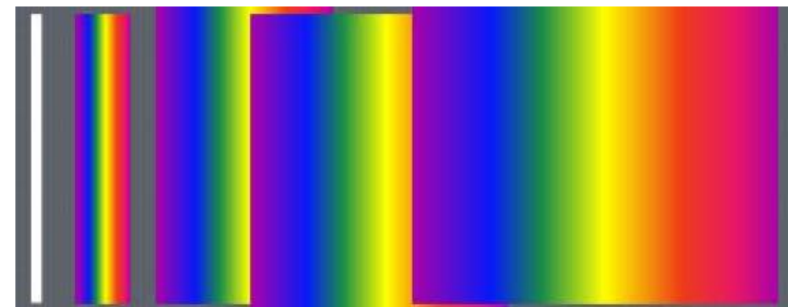
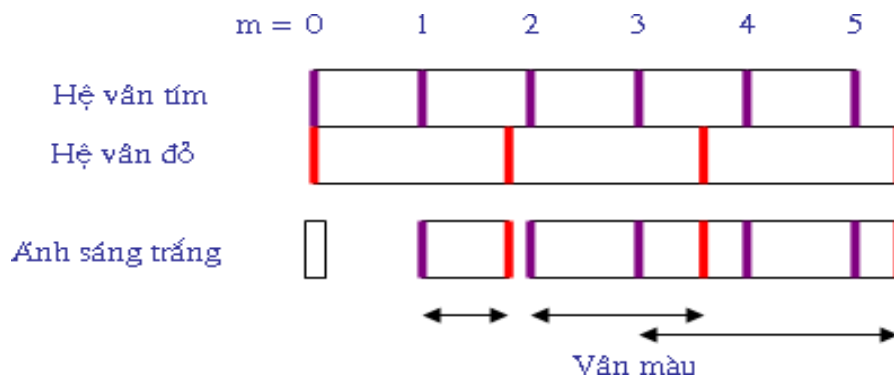
Mặt khác khi không có bản mỏng:

$$y_s = \frac{k\lambda D}{\ell}, \quad y_t = \frac{(2k + 1)\lambda D}{\ell} \rightarrow \Delta y = \frac{e(n - 1).D}{\ell}$$

d. Hệ vân giao thoa khi dùng ánh sáng trắng



Nguồn sáng S_1 và S_2 phát ánh sáng trắng gồm mọi ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda = 0,4 \div 0,76\mu\text{m}$



Hình 2-11. Giao thoa gây bởi ánh sáng trắng

3. GIAO THOA GÂY BỞI BẢN MỎNG

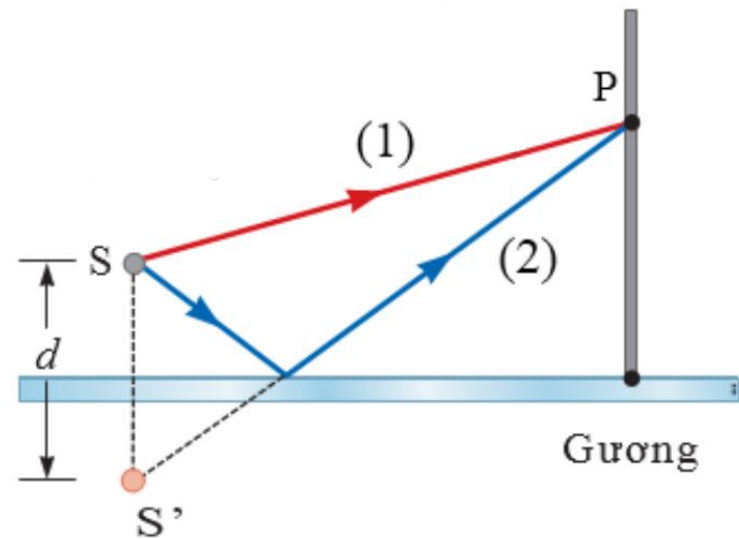
Thí nghiệm Lloyd:



3. GIAO THOA GÂY BỞI BẢN MỎNG

3. 1.Thí nghiệm Lloyd (Lôi) - hiện tượng giao thoa do phản xạ

Gương G được *bôi đen đẳng sau*, chiết suất của thủy tinh lớn hơn chiết suất của không khí $n_{tt} > n_{kk}$. Nguồn sáng S rộng và cách xa. Màn E được đặt vuông góc với gương.



- **Theo lí thuyết:** nếu $r_1 - r_2 = L_1 - L_2 = k\lambda$ thì điểm M sáng,
nếu $r_1 - r_2 = L_1 - L_2 = (2k + 1)\frac{\lambda}{2}$ thì điểm M sẽ tối
- **Tuy nhiên thực nghiệm** lại thấy rằng: những điểm lí thuyết dự đoán là sáng thì kết quả lại là tối và ngược lại, những điểm lí thuyết dự đoán là tối thì lại là sáng.

Vậy hiệu pha dao động của hai tia sáng trong trường hợp này không phải là $\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda}(L_1 - L_2)$ mà phải là $\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda}(L_1 - L_2) + \pi$

Tức là pha dao động của một trong hai tia phải thay đổi một lượng π

Vì tia SM truyền trực tiếp từ nguồn đến điểm M, nên chỉ có tia phản xạ trên gương mới thay đổi, cụ thể là pha dao động của nó sau khi phản xạ sẽ thay đổi một lượng π .



- Khi đó quang lộ của nó sẽ thay đổi một lượng là:

$$\varphi_1 = \frac{2\pi}{\lambda} L_1 \Rightarrow \varphi'_1 = \frac{2\pi}{\lambda} L_1 + \pi = \frac{2\pi}{\lambda} L'_1$$

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

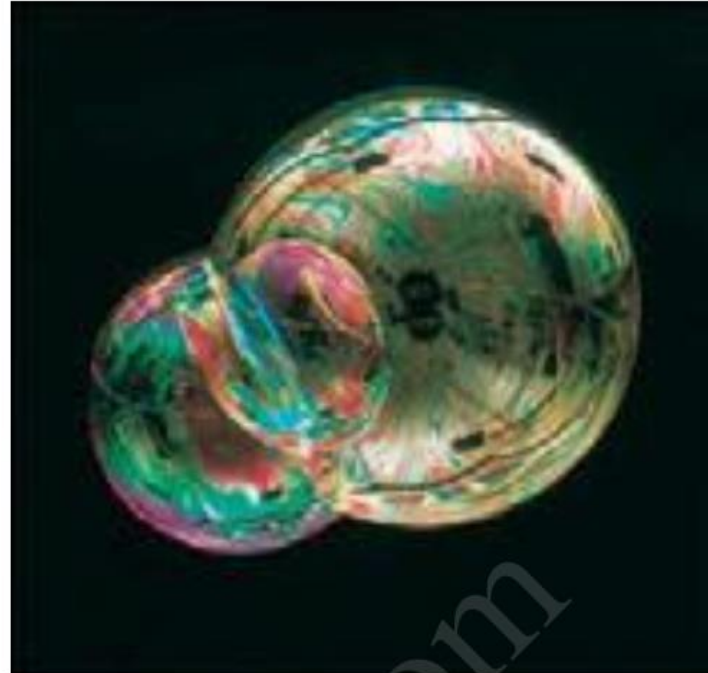
❖ **Kết luận:** Khi phản xạ trên môi trường chiết quang hơn môi trường ánh sáng tới, pha dao động của ánh sáng thay đổi một lượng π , điều đó cũng tương đương với việc coi quang lộ của tia phản xạ dài thêm một đoạn $\frac{\lambda}{2}$



3. 2. Giao thoa gây bởi bản mỏng



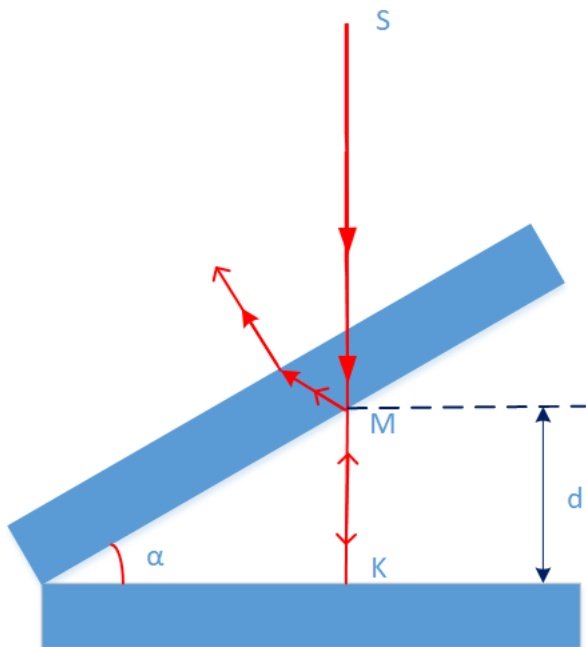
(a)



(b)

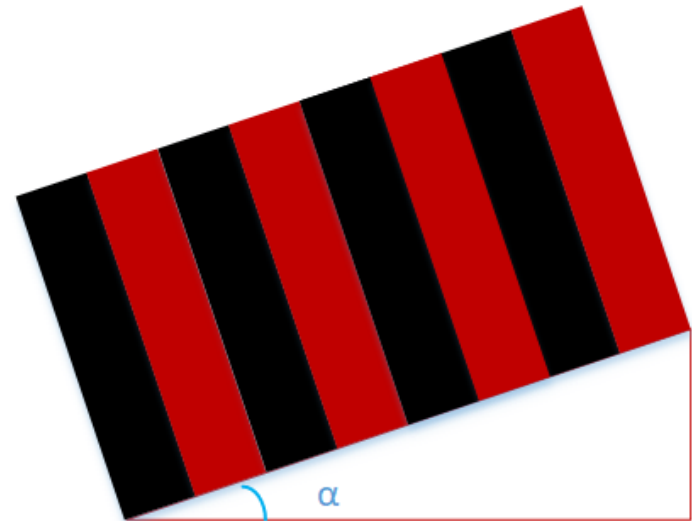
- (a) Một màn mỏng dầu nổi trên mặt nước được thể hiện bằng các hoa văn màu sắc khi ánh sáng trắng tương tác với màn mỏng
- (b) Giao thoa qua bong bóng xà phòng, màu sắc có được do sự giao thoa giữa các tia sáng phản chiếu từ bên trong và bên ngoài bề mặt của màn xà phòng.

Giao thoa gây bởi nêm không khí



* Giao thoa gây bởi nêm không khí

Nêm không khí là một lớp không khí hình nêm giới hạn bởi hai bản thủy tinh phẳng có độ dày không đáng kể, đặt nghiêng với nhau một góc nhỏ α .



Hiệu quang lộ của hai tia là:

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

d là bề dày của lớp không khí tại M .



- **Các điểm tối** thoả mãn điều kiện:

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

Tập hợp các điểm có cùng bề dày d của lớp không khí là một đoạn thẳng song song với cạnh nêm. Tại cạnh nêm $d = 0$, ta có một vân tối.

- **Các điểm sáng** thoả mãn điều kiện:

$$L_2 - L_1 = 2d + \frac{\lambda}{2} = k\lambda \rightarrow d_s = (2k - 1) \frac{\lambda}{4}$$

Vân sáng cũng là những đoạn thẳng song song với cạnh nêm và nằm xen kẽ với vân tối.



*Vân tròn Newton



*Vân tròn Newton

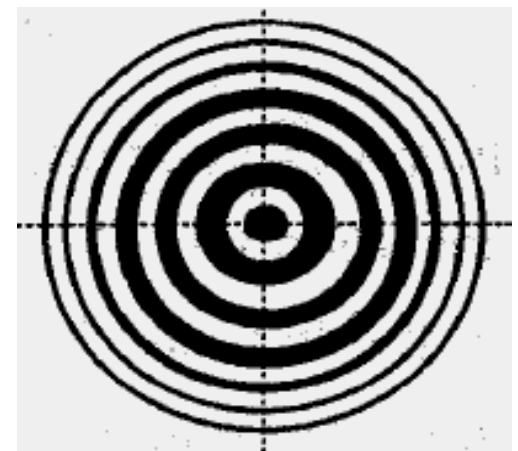
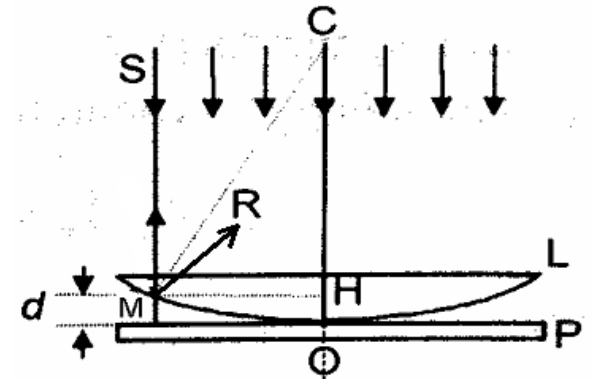
Cực tiểu vân giao thoa (vân tối) nằm tại vị trí ứng với bề dày của lớp không khí:

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

và cực đại vân giao thoa (vân sáng) nằm tại vị trí ứng với bề dày lớp không khí:

$$d_s = (2k - 1) \frac{\lambda}{4}$$

Ta tính bán kính của vân thứ k:



Bán kính vân thứ k:

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

trong đó R là bán kính cong của thấu kính; d_k là bề dày của lớp không khí tại vân thứ k .

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

- Nếu vân thứ k đó là vân tối, ta có :

$$d_t = k \frac{\lambda}{2} \Rightarrow r_k = \sqrt{R\lambda} \cdot \sqrt{k}$$

- Nếu vân thứ k đó là vân sáng:

$$d_s = (2k - 1) \frac{\lambda}{4} \Rightarrow r_k = \sqrt{R\lambda} \sqrt{\left(k - \frac{1}{2}\right)}$$



4. Ứng dụng của hiện tượng giao thoa

- Kiểm tra các mặt kính phẳng và lỗi bởi sự giao thoa gây bởi bản mỏng và vân cùng độ dày
- Khử phản xạ các mặt kính bởi sự giao thoa gây bởi màng mỏng
- Giao thoa kế Rayleigh xác định chiết suất của môi trường.
- Giao thoa kế Michelson: đo độ dài những vật có kích thước rất nhỏ (tầm cỡ bước sóng ánh sáng)



4.1. Khử phản xạ các mặt kính bởi sự giao thoa gây bởi màng mỏng

- Chiết suất n và bề dày d của màng được chọn sao cho **hai tia phản xạ ngược pha nhau**.

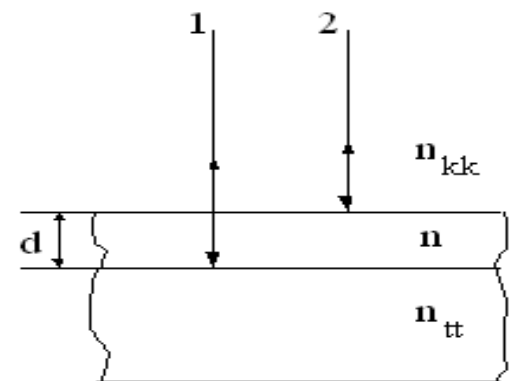
$$n_{kk} < n < n_{tt}$$

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

$$\Delta L = 2nd + \frac{\lambda}{2} - \frac{\lambda}{2} = 2nd = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$$

$$\Rightarrow d = (2k+1)\frac{\lambda}{4n}$$

λ là bước sóng ánh sáng trong chân không. Độ dày nhỏ nhất của màng mỏng là:

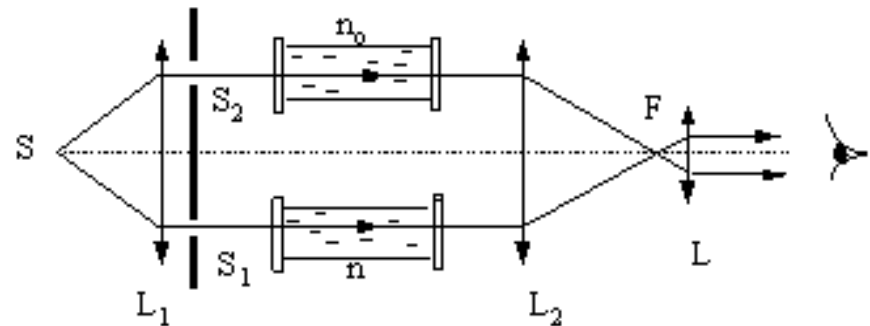


$$d_{\min} = \frac{\lambda}{4n}$$

4. 2. Giao thoa kế Rayleigh (Rêlây) - xác định chiết suất của môi trường.

Nguồn S, thấu kính hội tụ L_1 và hai khe S_1, S_2 bị tách thành hai chùm tia song song. Hai chùm đó sẽ giao thoa với nhau trên mặt phẳng tiêu của thấu kính hội tụ L_2 . Nhờ thị kính L ta có thể quan sát được hệ thống vân giao thoa đó.

Ban đầu ta đặt hai ống chiều dài d đựng cùng một chất lỏng chiết suất n_0 đã biết.



Sau đó thay chất lỏng trong một ống bằng chất lỏng có chiết suất n cần nghiên cứu. Khi đó hiệu quang lộ của hai chùm tia bị thay đổi một lượng:

$$\Delta L = L_1 - L_2 = (n - n_0)d$$

Nếu hệ thống vân giao thoa dịch chuyển m khoảng vân thì hiệu quang lộ sẽ thay đổi một khoảng bằng:

$$\Delta L = (n - n_o)d = m\lambda$$

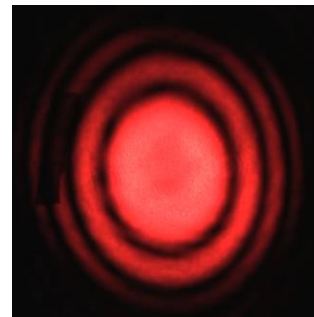
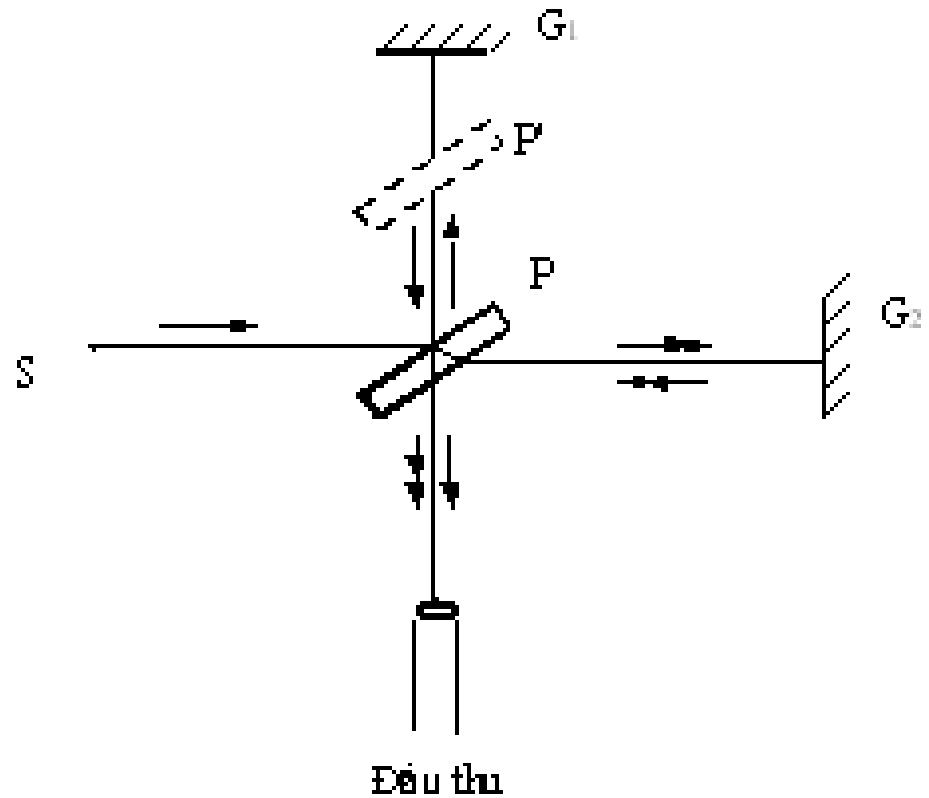
$$\Rightarrow n = \frac{m\lambda}{d} + n_o$$

n là chiết suất của chất lỏng cần đo .



4. 4. Giao thoa kế Michelson (Maikenxơn) - đo độ dài các vật với độ chính xác cao

Ánh sáng từ nguồn S chiếu tới bản bán mạ P (được tráng một lớp bạc rất mỏng) dưới góc 45° .



- Nếu ta dịch chuyển gương G_2 song song với chính nó dọc theo tia sáng một đoạn bằng nửa bước sóng thì hiệu quang lộ của hai tia sẽ thay đổi một bước sóng, kết quả hệ vân giao thoa sẽ thay đổi một khoảng vân.

Vậy muốn đo chiều dài của một vật ta dịch chuyển gương G_2 từ đầu này đến đầu kia của vật và đếm số vân dịch chuyển. Nếu hệ thống vân dịch chuyển m khoảng vân thì chiều dài của vật cần đo là:

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

- Giao thoa kế Michelson dùng để đo chiều dài với độ chính xác rất cao, tới phần trăm micrômet (10^{-8}m).



Bài tập ví dụ

Ví dụ 1:

Hai khe Young cách nhau một khoảng $\ell = 1\text{mm}$, 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 $D=2\text{m}$.

a. Tìm khoảng vân giao thoa.

b. Xác định vị trí của ba vân sáng đầu tiên (coi vân sáng trung tâm là vân sáng bậc không).

c. Xác định độ dịch của hệ vân giao thoa trên màn quan sát nếu trước một trong hai khe đặt một bản mỏng song song, trong suốt có bề dày $e = 2\mu\text{m}$, chiết suất $n = 1,5$.



a. Khoảng vân giao thoa: $i = \frac{\lambda D}{\ell} = \frac{0,6.10^{-6}.2}{10^{-3}} = 1,2.10^{-3}m$

b. Vị trí của vân sáng được xác định bởi công thức:

$$y_s = \frac{k\lambda D}{\ell}, \quad k=0, \pm 1, \pm 2, \pm 3...$$

$$y_{s_1} = \frac{\lambda D}{\ell} = \frac{0,6.10^{-6}.2}{10^{-3}} = 1,2.10^{-3}m$$

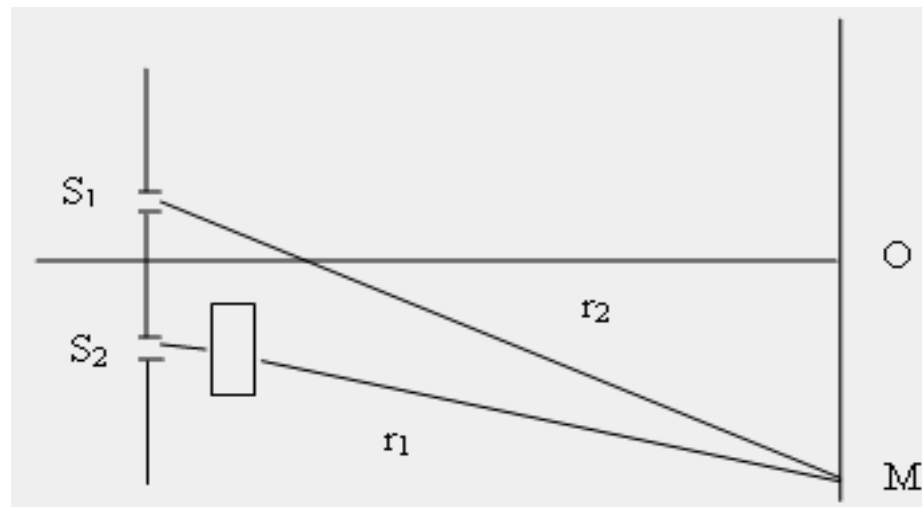
$$y_{s_2} = \frac{2\lambda D}{\ell} = 2,4.10^{-3}m$$

$$y_{s_3} = \frac{3\lambda D}{\ell} = 3,6.10^{-3}m$$



c. Độ dịch chuyển của hệ vân:

Khi đặt bản mỏng trong suốt trước một trong hai khe, hiệu quang lộ giữa các tia sáng từ hai khe đến một điểm trên màn thay đổi. Muốn biết hệ vân dịch chuyển như thế nào, ta phải tính hiệu quang lộ của hai tia sáng tại một điểm trên màn.



Từ hình vẽ ta có hiệu quang lộ:

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

Mà $r_1 - r_2 = \frac{y'\ell}{D} \Rightarrow L_1 - L_2 = \frac{y'\ell}{D} + (n - 1)e$

Vị trí vân sáng được xác định bởi điều kiện:

$$L_1 - L_2 = \frac{y'_s \ell}{D} + (n - 1)e = k\lambda \rightarrow y'_s = \frac{k\lambda D}{\ell} - \frac{(n - 1)eD}{\ell}$$

Vị trí vân tối được xác định bởi điều kiện:

$$L_1 - L_2 = \frac{y'_t \ell}{D} + (n - 1)e = (2k + 1)\frac{\lambda D}{2\ell} \rightarrow y'_t = (2k + 1)\frac{\lambda D}{2\ell} - \frac{(n - 1)eD}{\ell}$$

Mặt khác: $y_s = \frac{k\lambda D}{\ell}$, $y_t = \frac{(2k + 1)\lambda D}{2\ell} \Rightarrow \Delta y = \frac{e(n - 1).D}{\ell} = \frac{2.10^{-6}.0,5.2}{10^{-3}} = 2.10^{-3} m$

Ví dụ 2:

Một chùm sáng song song có bước sóng $\lambda = 0,6\mu\text{m}$ chiếu vuông góc với mặt nêi không khí. Tìm góc nghiêng của nêi. Cho biết độ rộng của 10 khoảng vân kế tiếp ở mặt trên của nêi bằng $b = 10\text{mm}$.



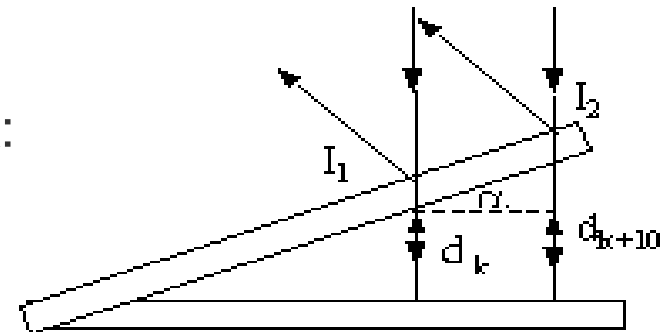
Bài giải

Hiệu quang lộ hai tia:

$$\Delta L = 2d + \frac{\lambda}{2} = (2k + 1)\frac{\lambda}{2}$$

Độ dày của nệm không khí tại vị trí vân tối thứ k:

$$d_k = \frac{k\lambda}{2}, \quad k = 0, 1, 2, 3, \dots$$



Độ dày của nệm không khí tại vị trí vân tối thứ k+10:

$$d_{k+10} = \frac{(k + 10)\lambda}{2}$$

$$\alpha \approx \sin \alpha = \frac{d_{k+10} - d_k}{I_1 I_2} = \frac{(k + 10)\frac{\lambda}{2} - k\frac{\lambda}{2}}{b} = \frac{5\lambda}{b} = 3 \cdot 10^{-4} \text{ rad}$$

- Hiệu quang lộ trong trường hợp không có bản mỏng : $\Delta L = r_2 - r_1$

- Vị trí vân sáng $y_k = k \frac{\lambda D}{\ell}$

- Hiệu quang lộ trường hợp có bản mỏng

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

- Vị trí giao thoa

- Độ dịch chuyển vị trí vân

$$\Delta y = \frac{e(n - 1).D}{\ell}$$

