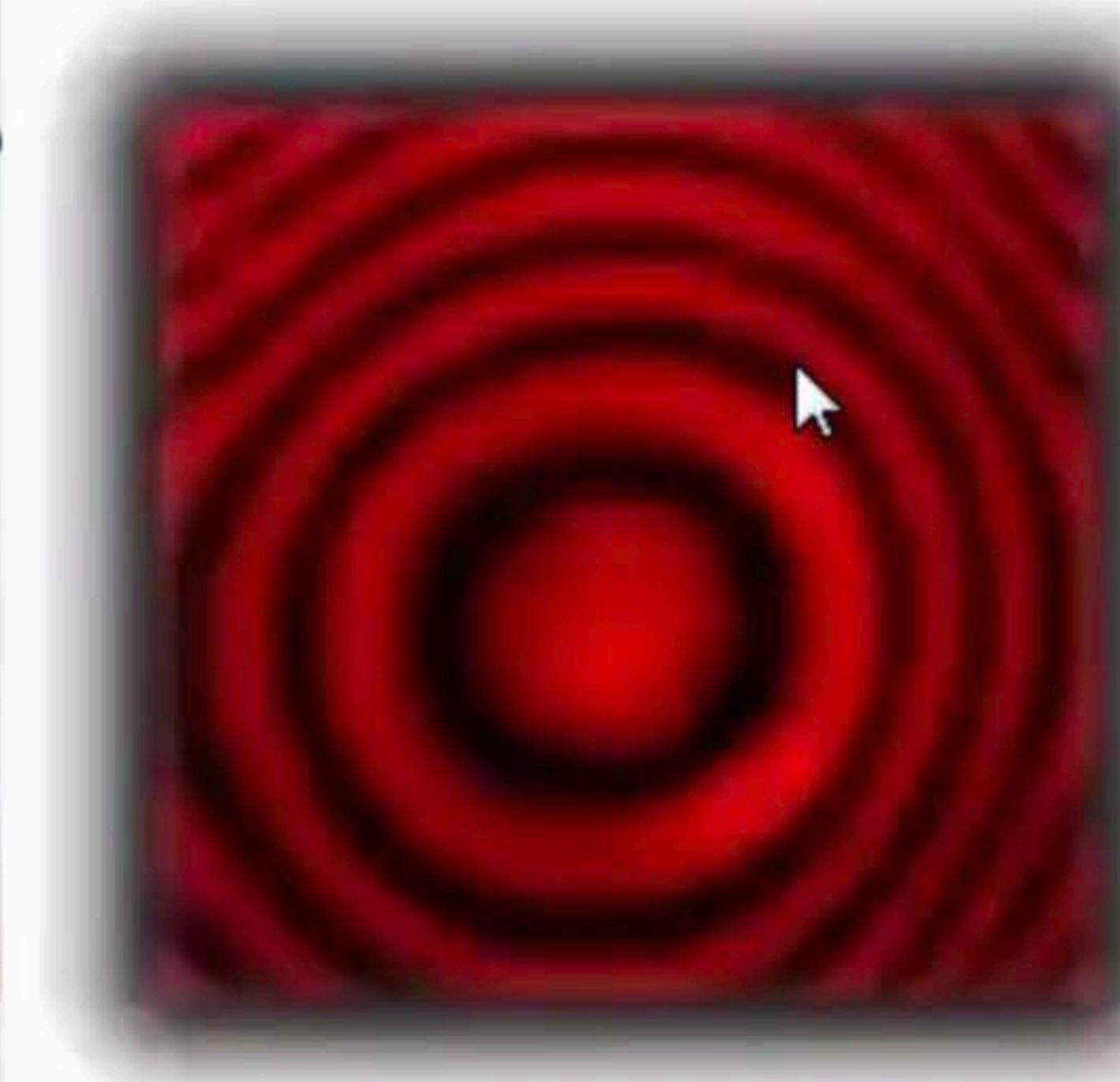
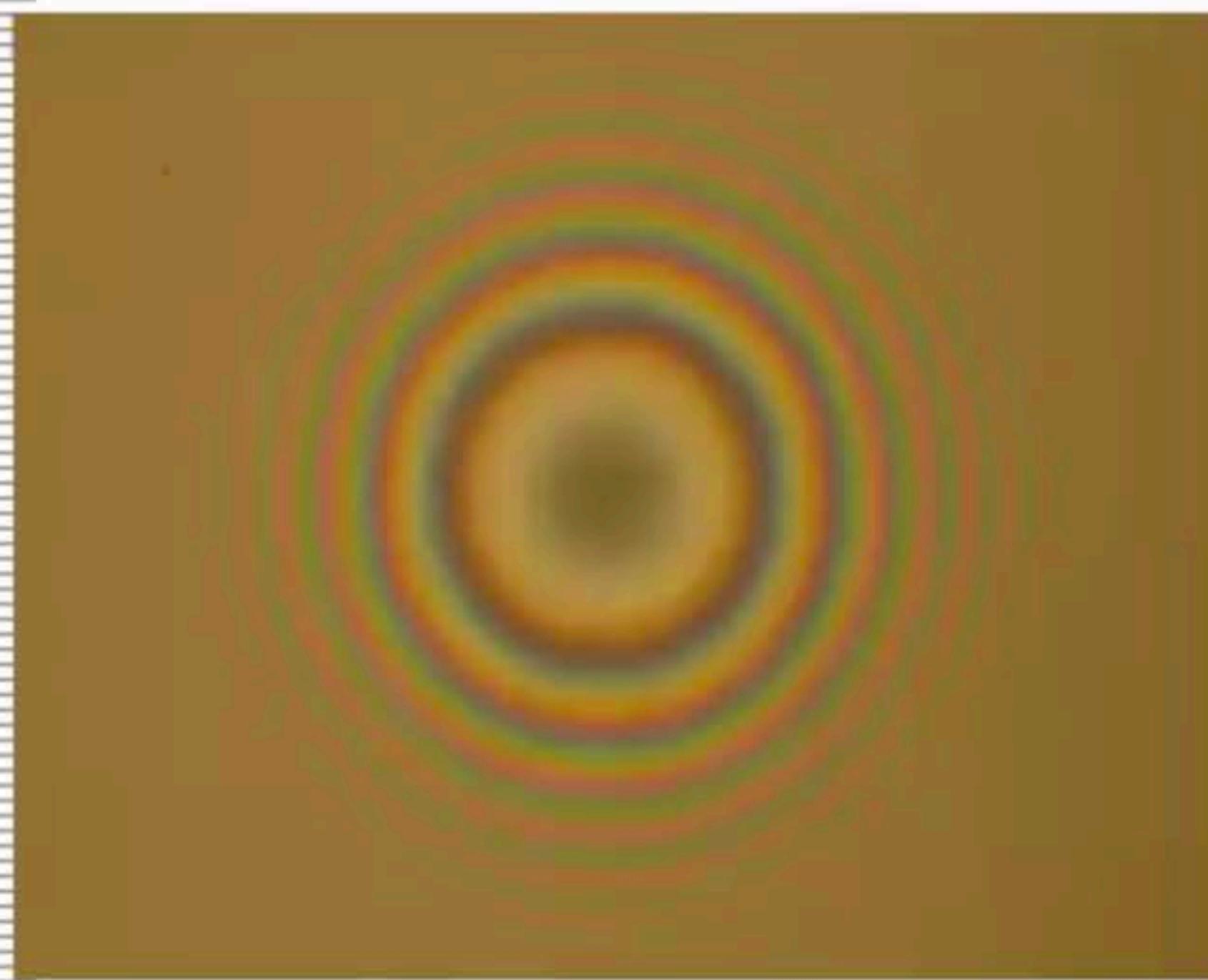
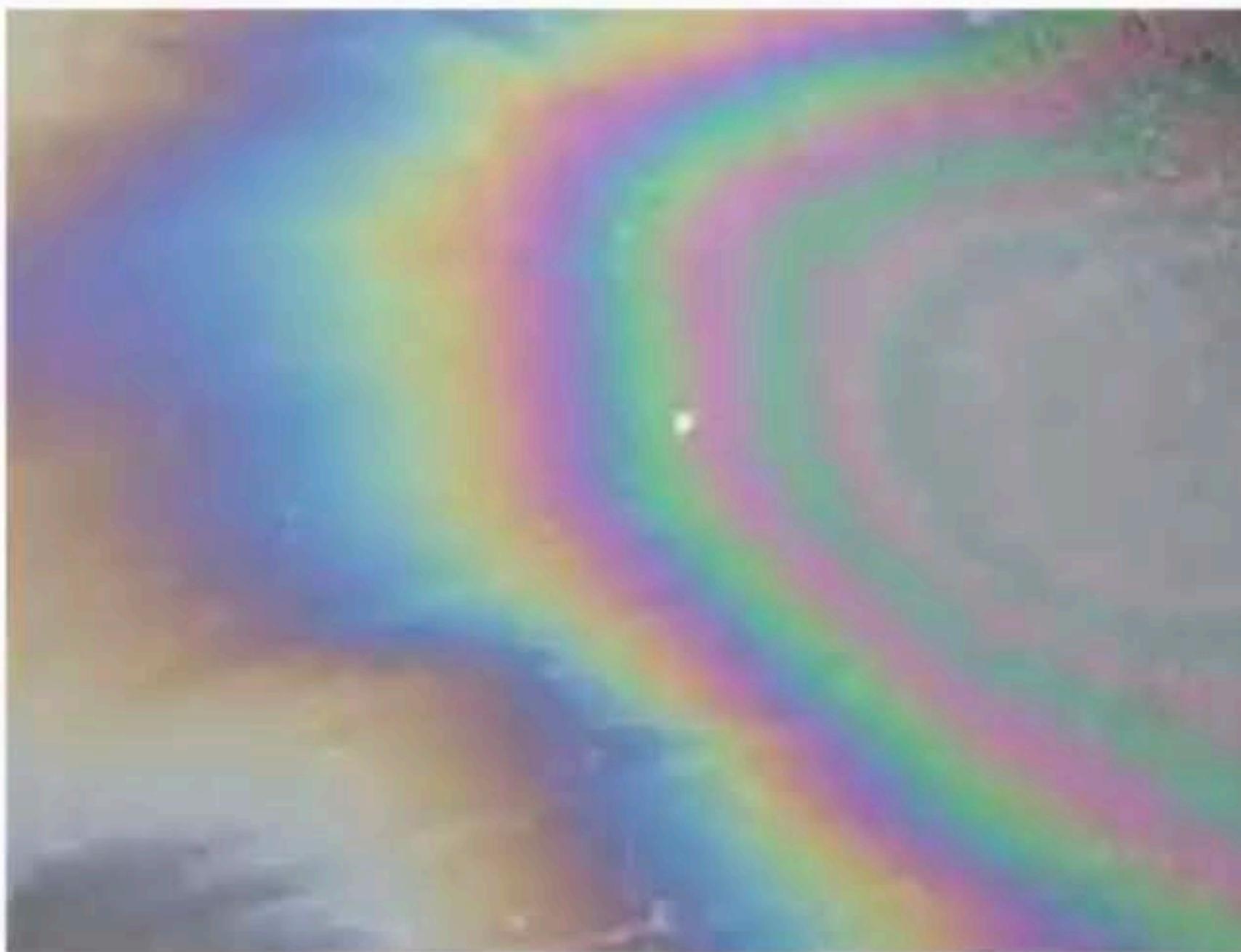


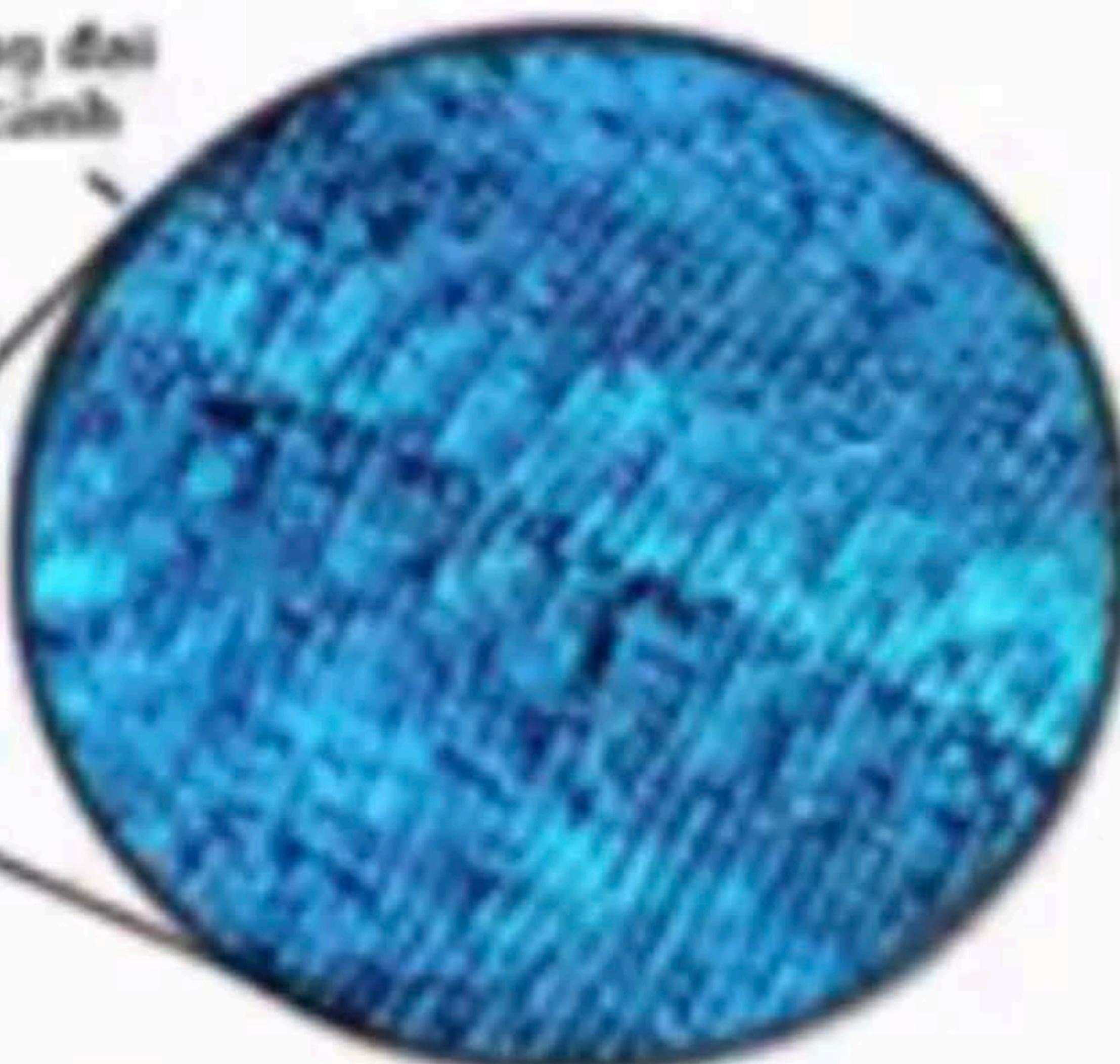


## CHƯƠNG 2: GIAO THOA ÁNH SÁNG



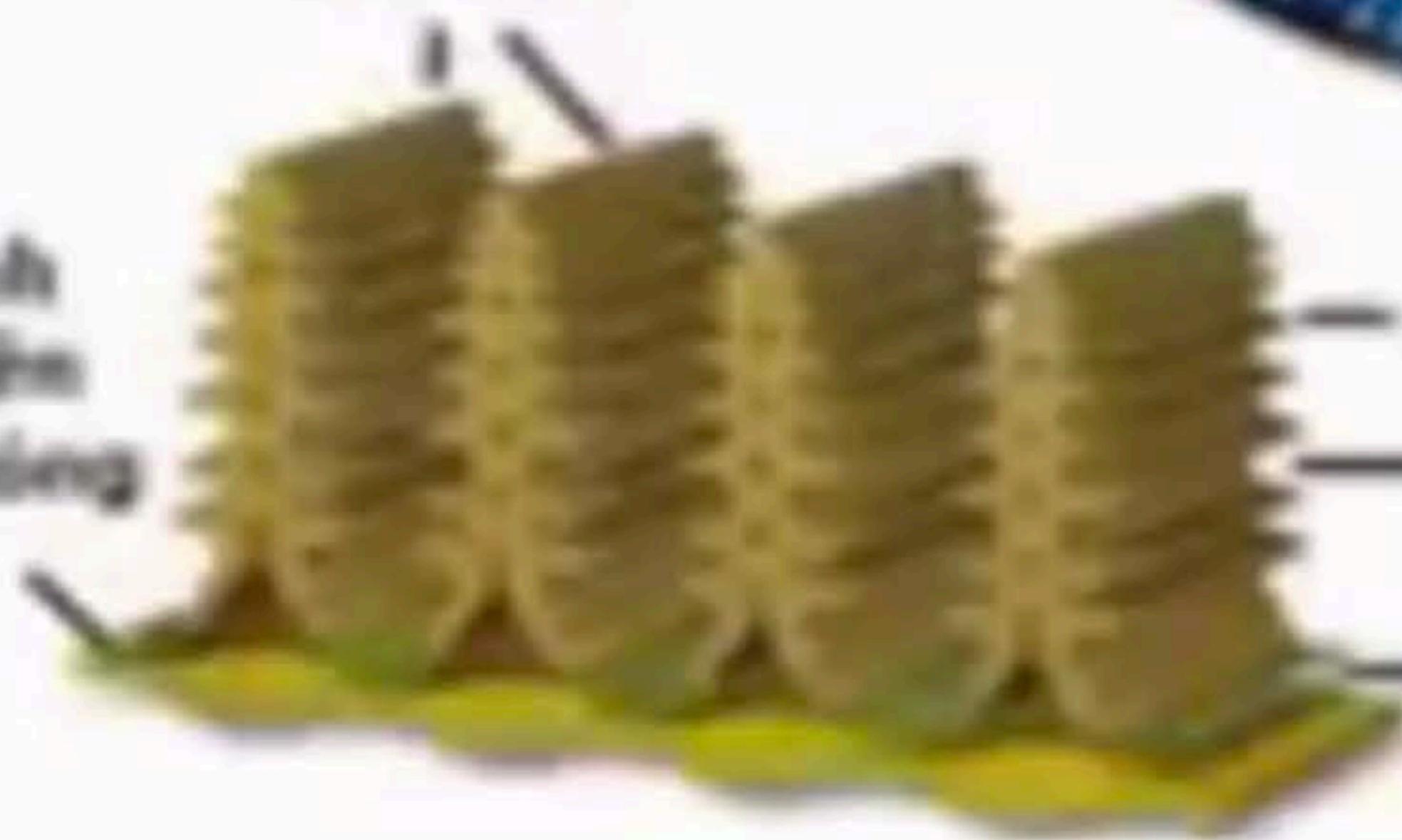
Hình phóng đại  
cánh vẩy cánh

Bướm Morpho



Vẩy gân

Vẩy cánh  
nằm trên  
phaien ruộng



Nhánh gân

Lớp cách không khí

Gân kết với  
phaien ruộng



- 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. Thuyết điện từ về ánh sáng của Maxwell**
- 2. Quang lộ**
- 3. Định lí Malus về quang lộ**
- 4. Hàm sóng ánh sáng**
- 5. Cường độ sáng**
- 6. Nguyên lí chồng chất các sóng**
- 7. Nguyên lí Huygens**

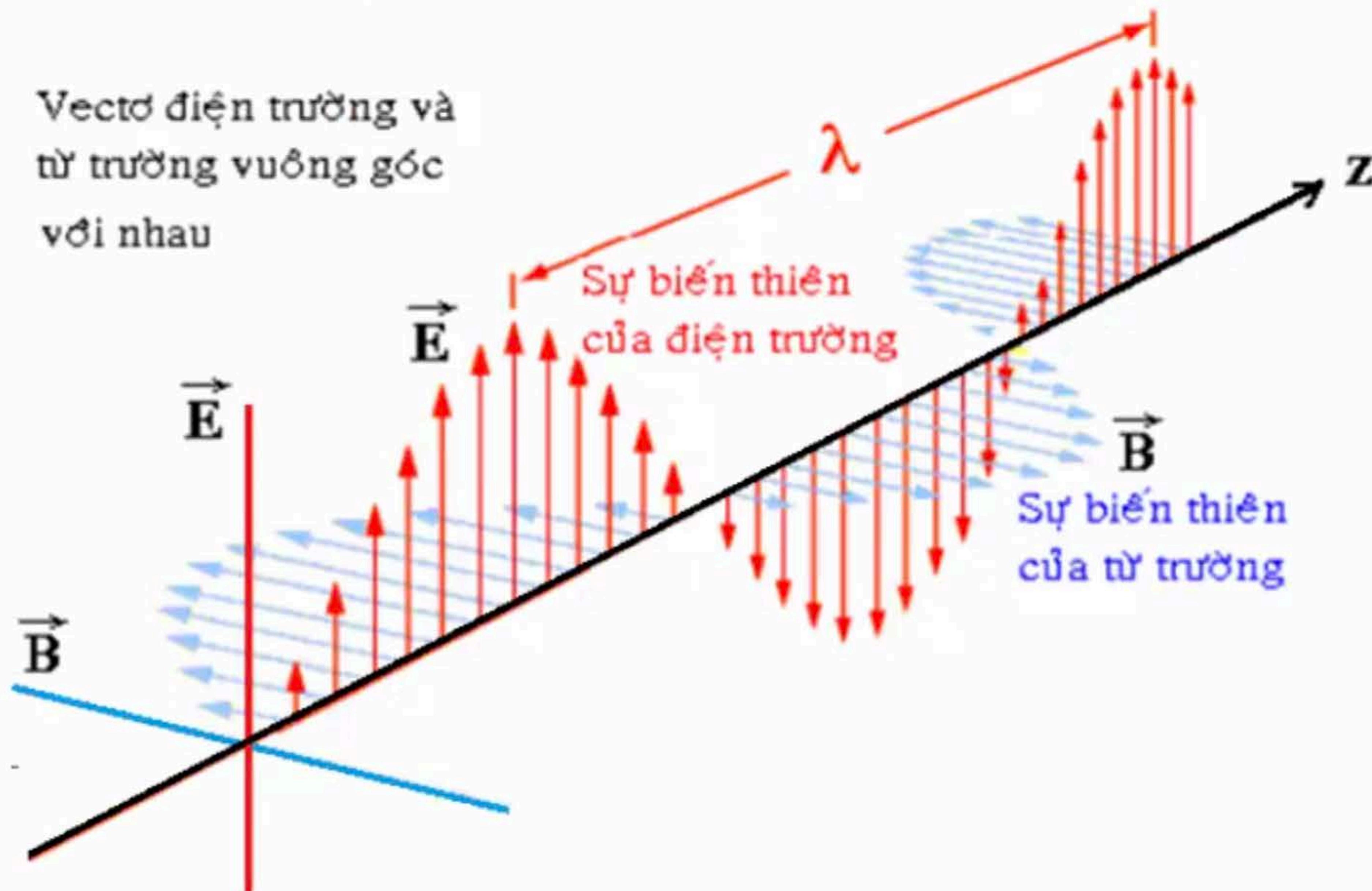
# 1. Cơ sở của quang học sóng

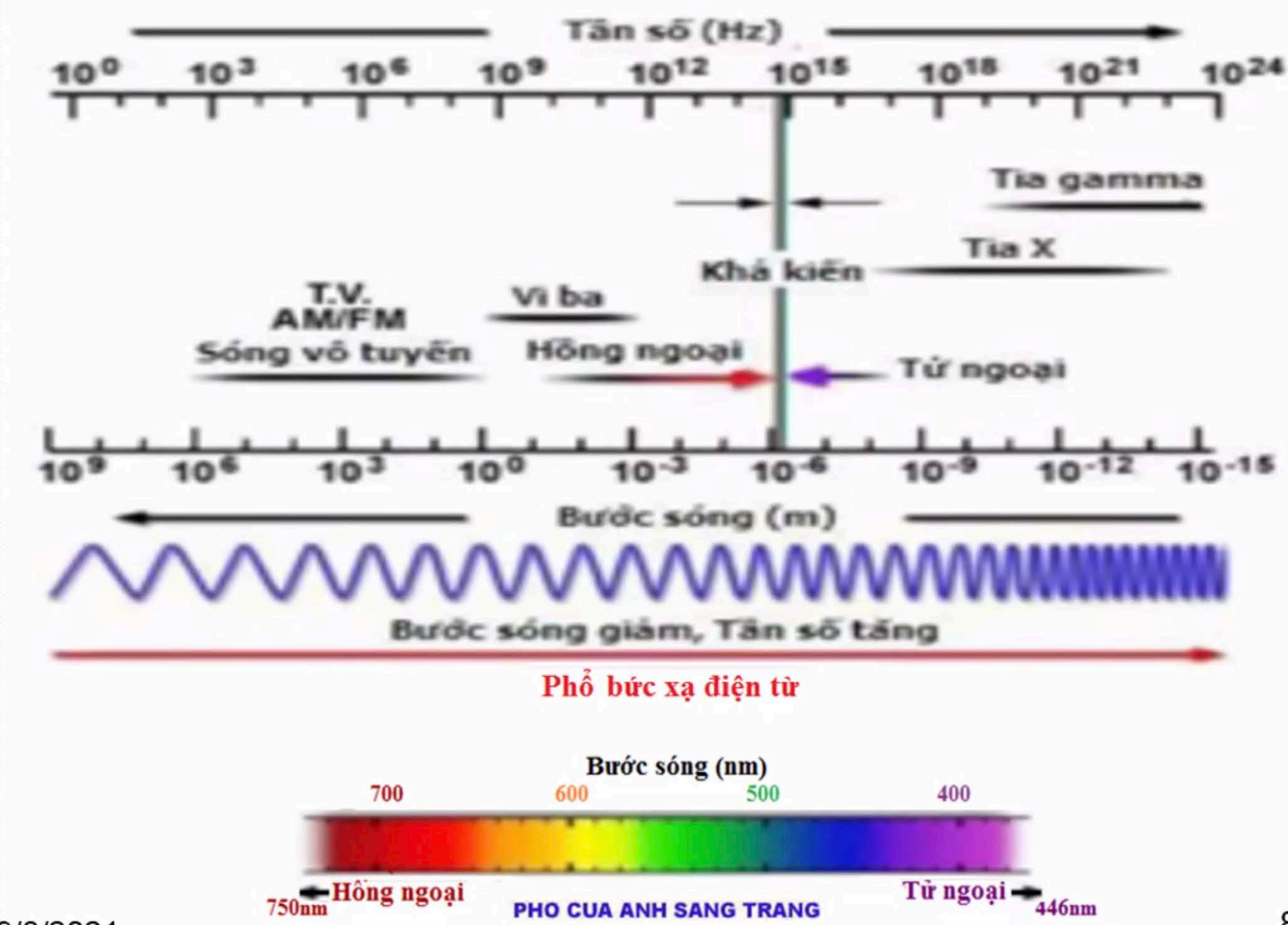
## 1.1. Thuyết điện từ về ánh sáng của Maxwell

Ánh sáng là sóng điện từ.



Vectơ điện trường và  
từ trường vuông góc  
với nhau

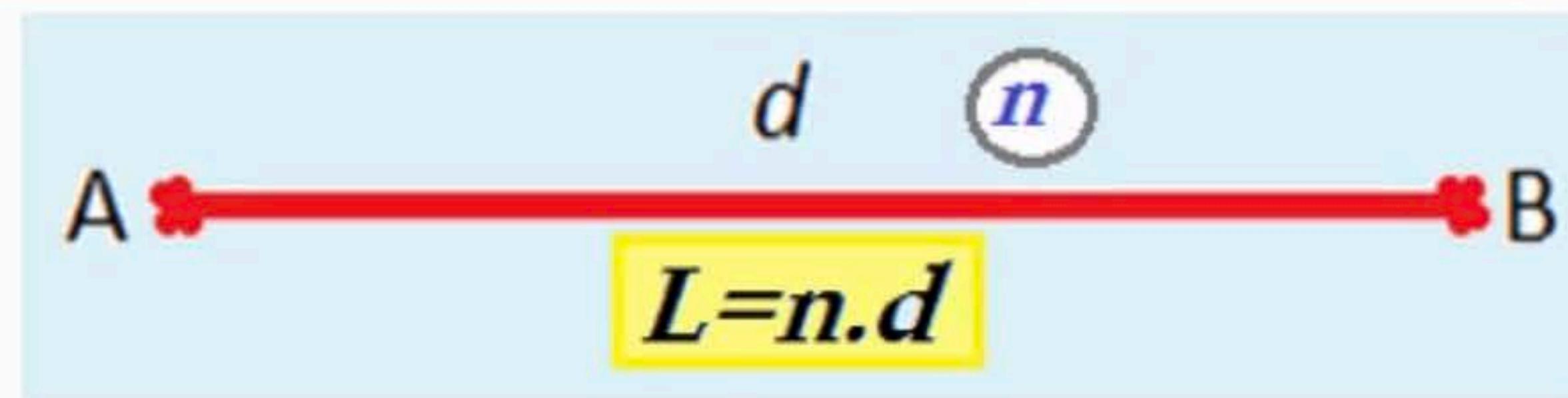




# 1. Cơ sở của quang học sóng



## 1.2. 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  $AB$  trong môi trường.

$$L = ct$$

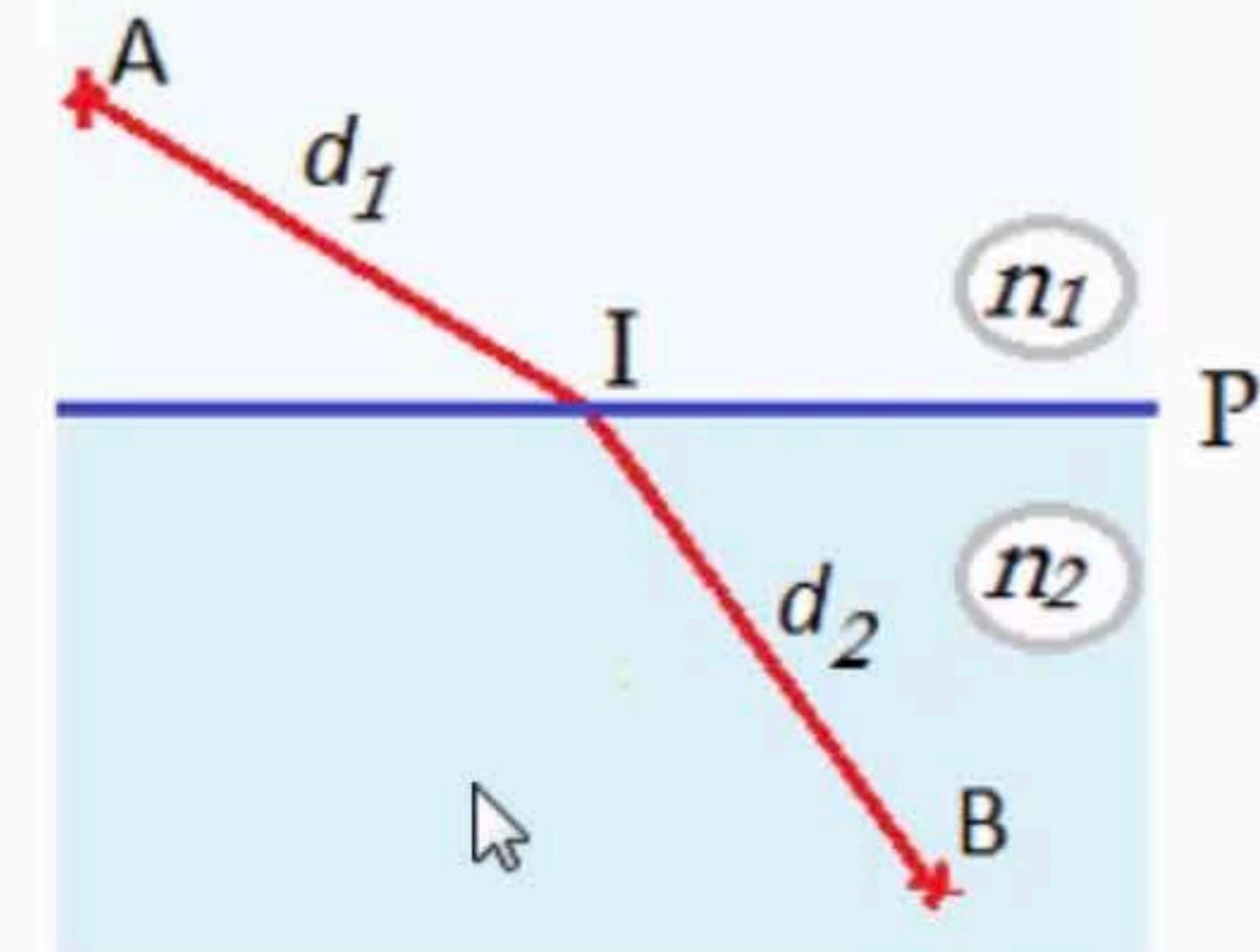
$$t = \frac{d}{v}$$

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



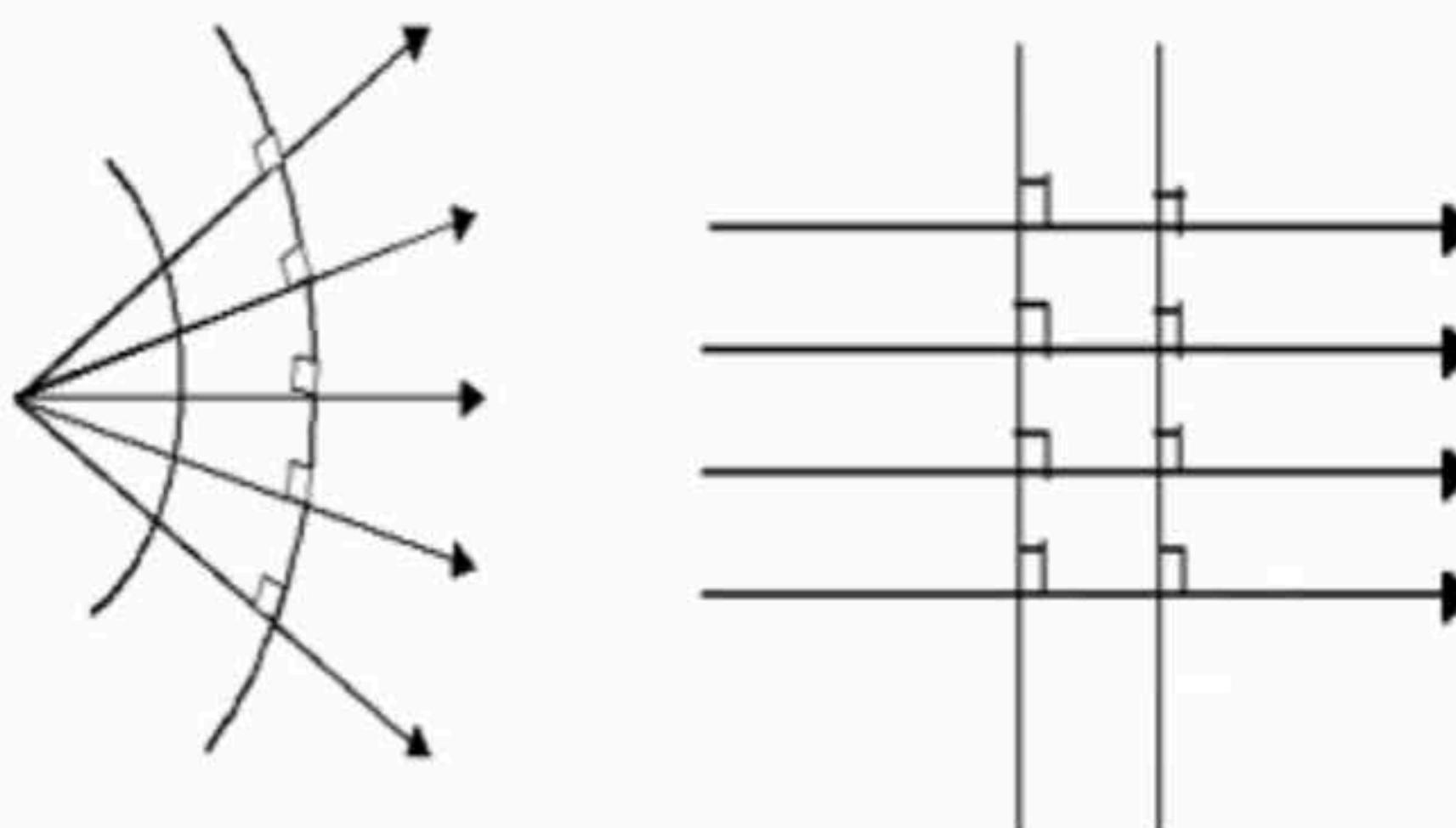
$$L = nd$$

$$L_{AB} = n_1 d_1 + n_2 d_2$$



## 1.3. Định lí Malus về quang lộ

a. **Mặt trực giao**



b. **Định lí Malus:**

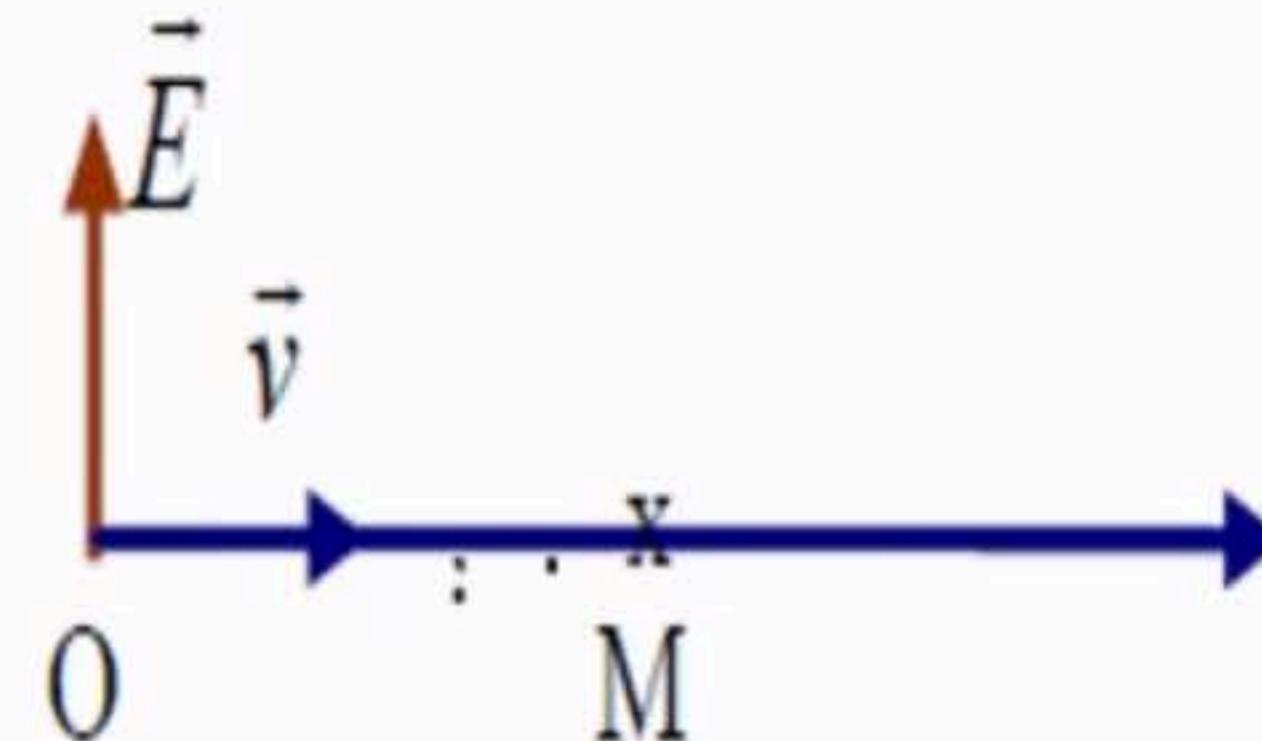
Quang lộ của các tia sáng [giữa hai mặt trực giao](#) của một chùm sáng thì bằng nhau.

# 1. Cơ sở của quang học sóng



## 1.4. Hàm sóng ánh sáng

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



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

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

$\tau$  : thời gian ánh sáng truyền từ O đến M.  $\tau = \frac{d}{v} = \frac{L}{c}$

$L$ : quang lộ trên đoạn đường  $OM$ ; A : biên độ dao động

$\lambda$  : bước sóng ánh sáng trong chân không.

$(\omega t - \frac{2\pi L}{\lambda})$  : pha dao động

$\varphi = \frac{2\pi L}{\lambda}$  : pha ban đầu

# 1. Cơ sở của quang học sóng



## 1.5. 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.

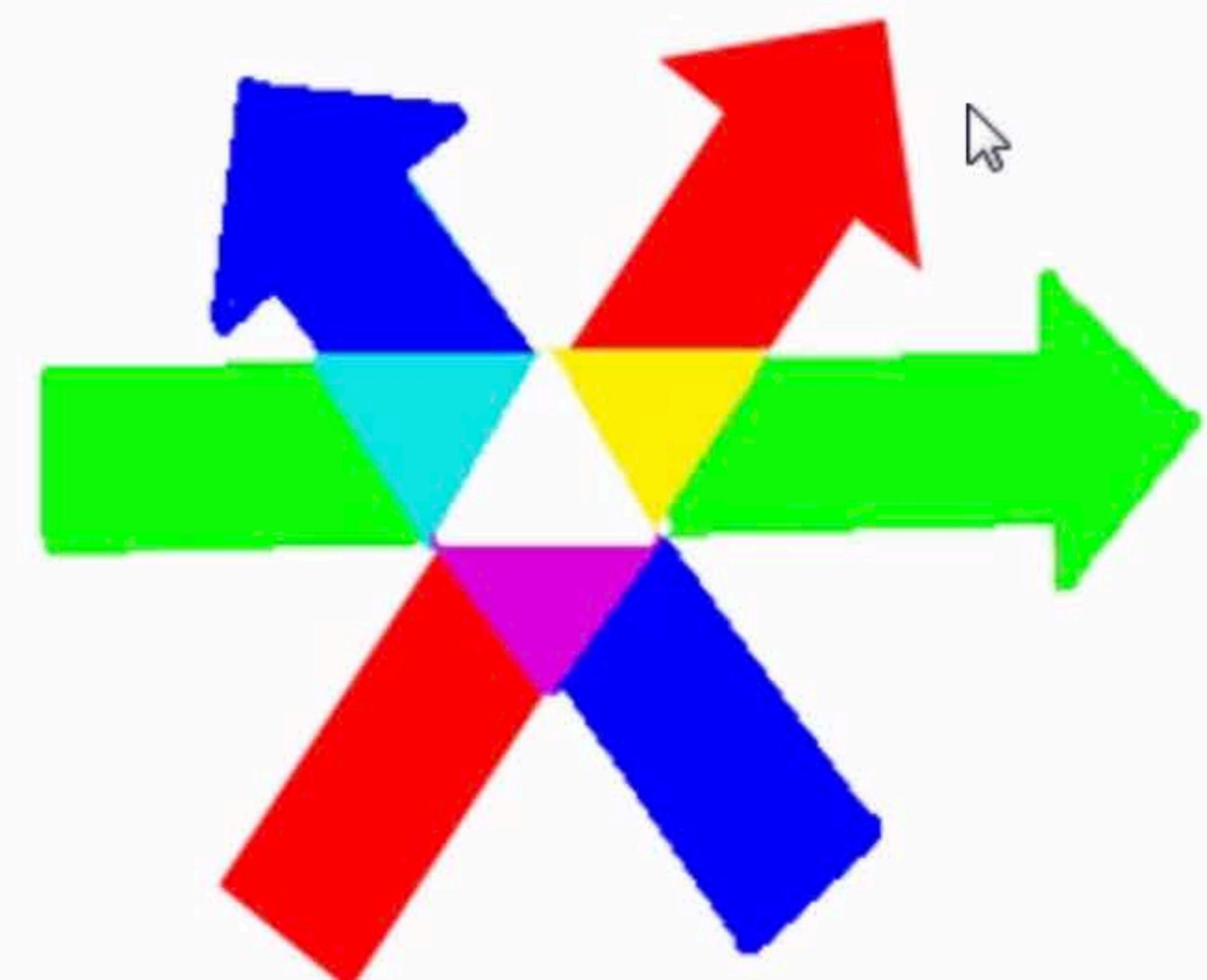
$$I = kA^2$$

k: Hệ số tỉ lệ, qui ước lấy  $k = 1$ :

$$I = A^2 \asymp E^2$$

## 1.6. Nguyên lí chồng chất các sóng

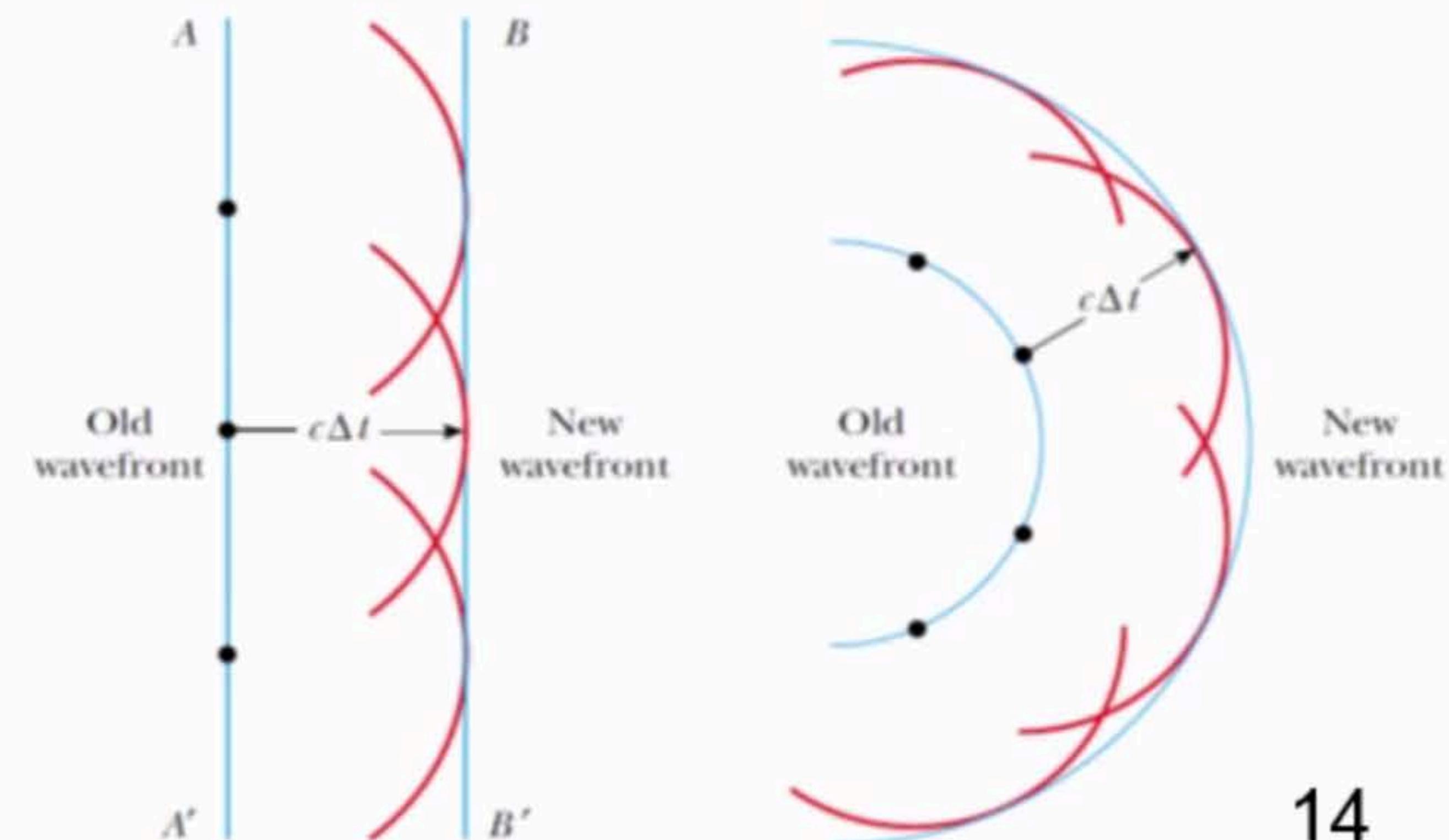
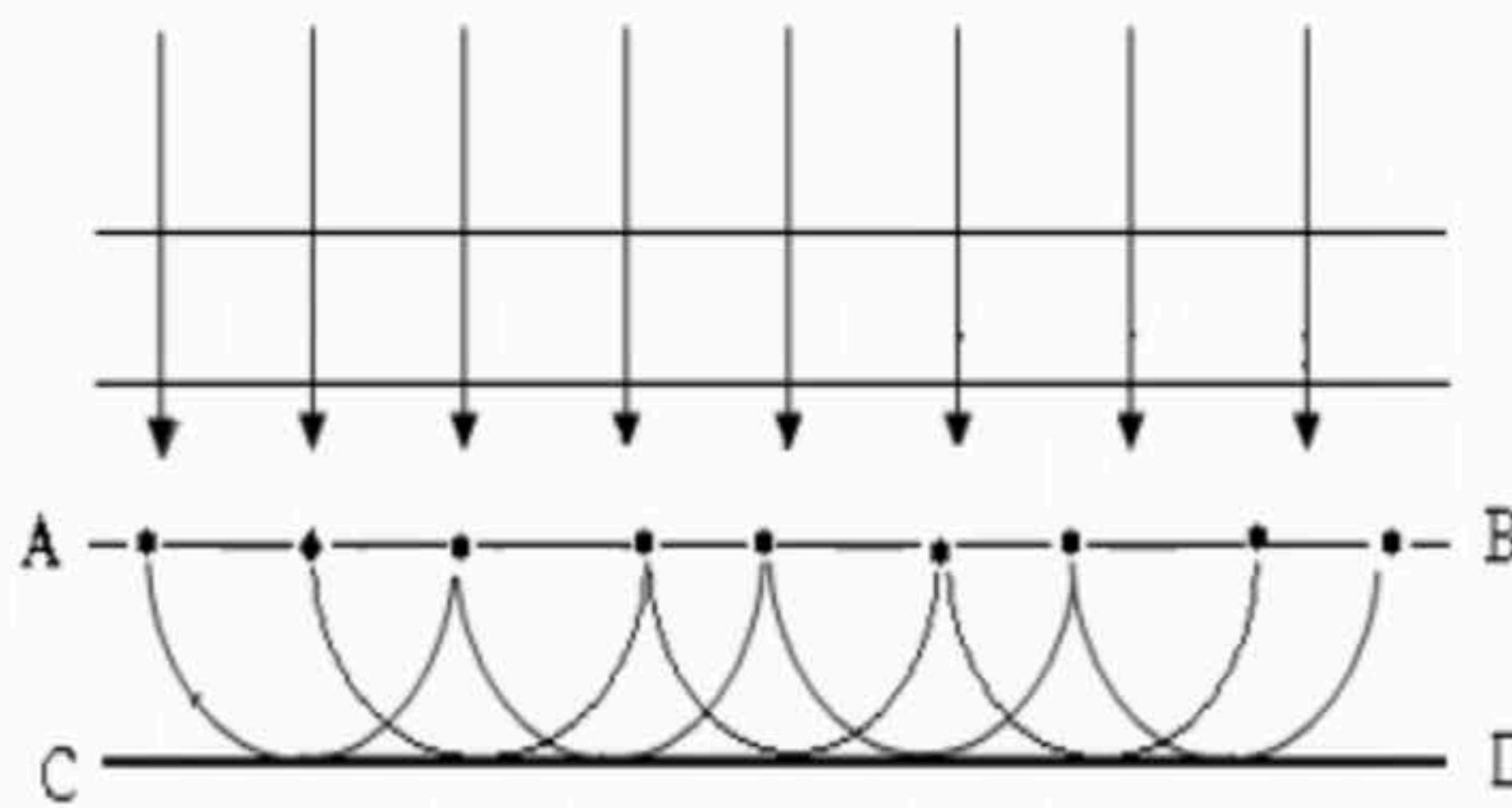
*“Khi hai hay nhiều sóng ánh sáng gặp nhau thì từng sóng riêng biệt không bị các sóng khác làm cho nhiễu loạn. Sau khi gặp nhau, các sóng ánh sáng vẫn truyền đi như cũ, còn tại những điểm gặp nhau dao động sáng bằng tổng các dao động sáng thành phần”.*



# 1. Cơ sở của quang học sóng

## 1.7. Nguyên lí Huygens - Fresnel:

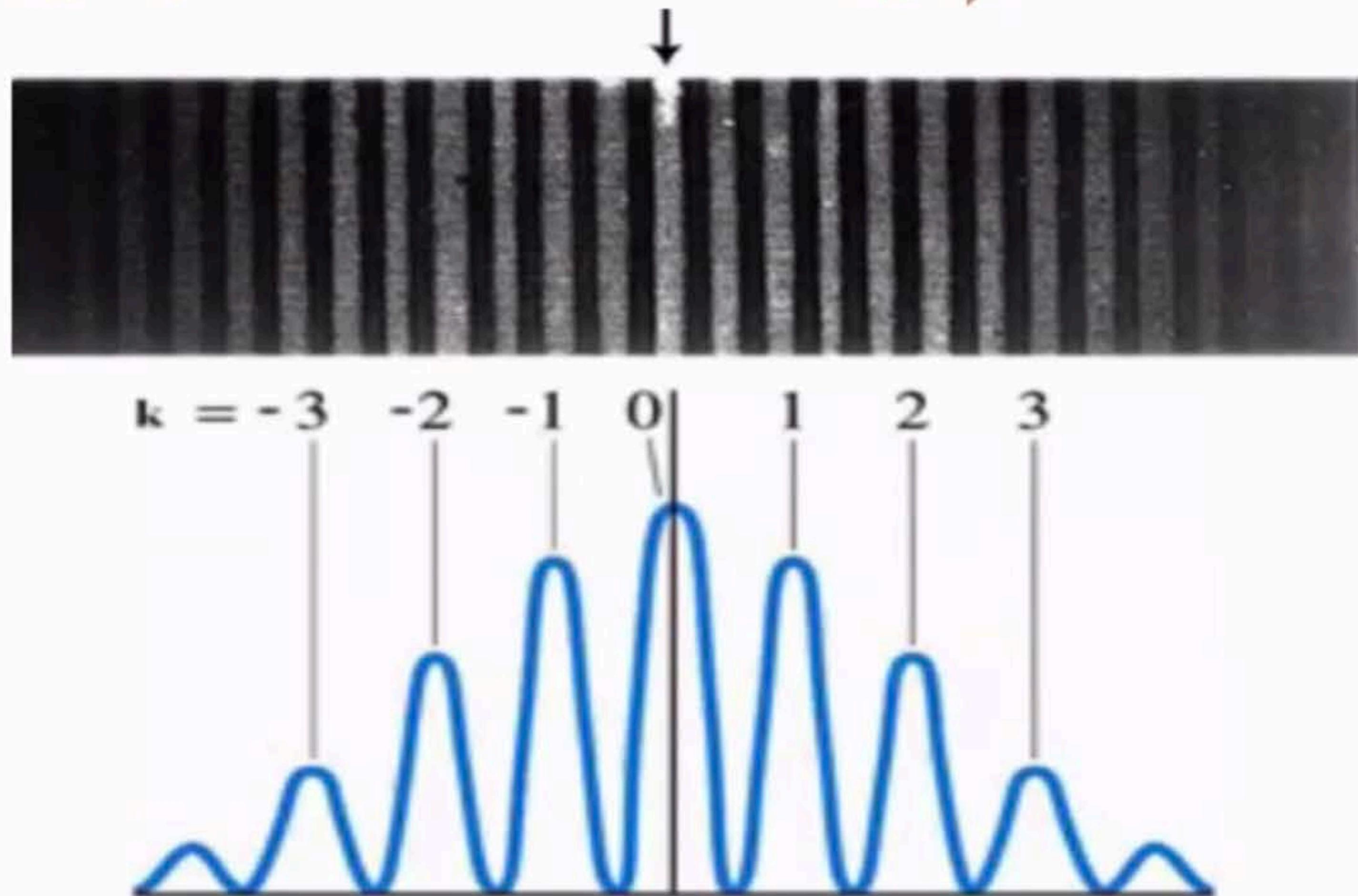
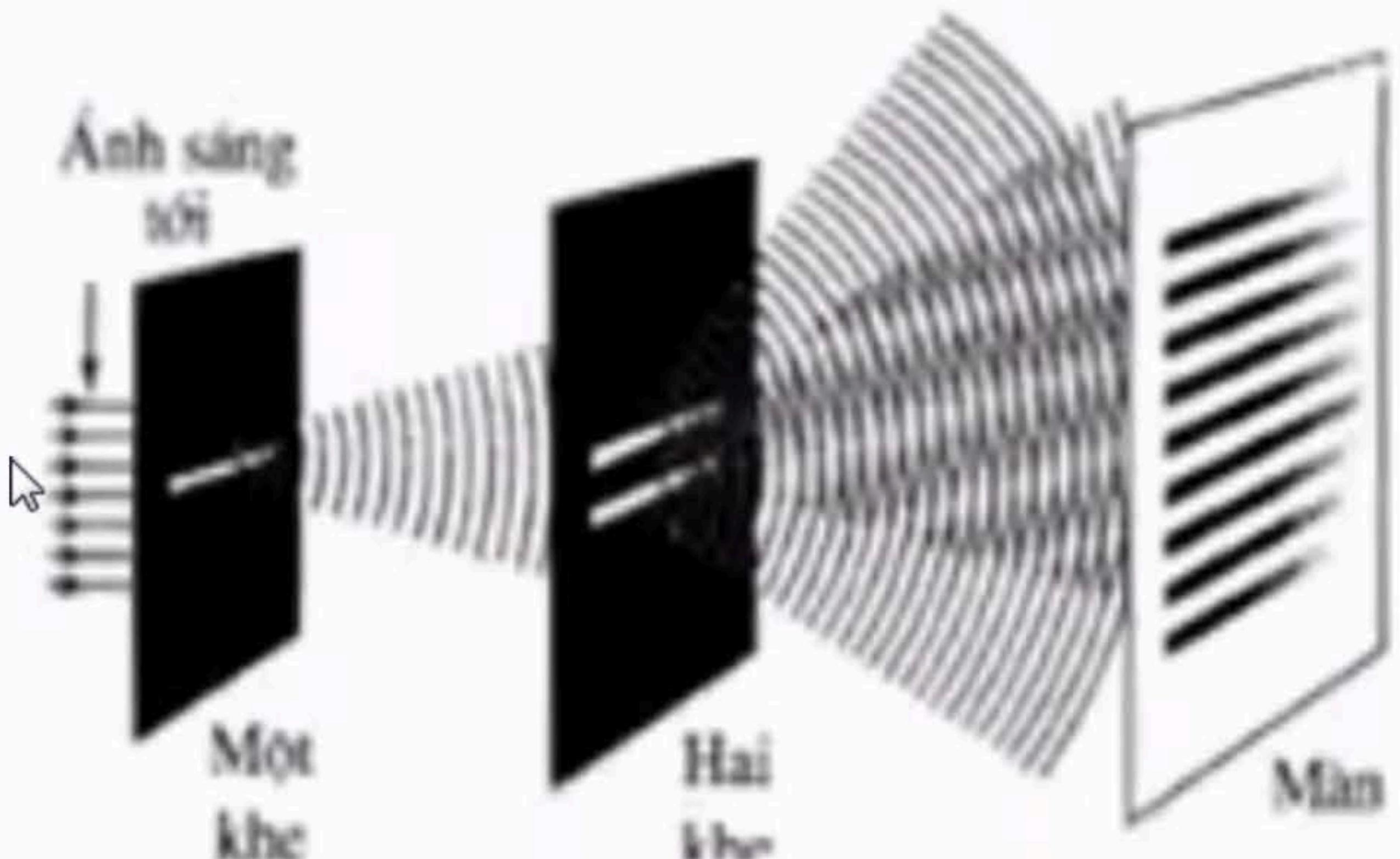
"Mỗi điểm trong không gian nhận được sóng sáng từ nguồn sáng thực S truyền đến đều trở thành nguồn sáng thứ cấp phát sóng sáng về phía trước nó".



## 2. Hiện tượng giao thoa ánh sáng

### 2.1. Định nghĩa:

Thí nghiệm với 2 khe Young ➔

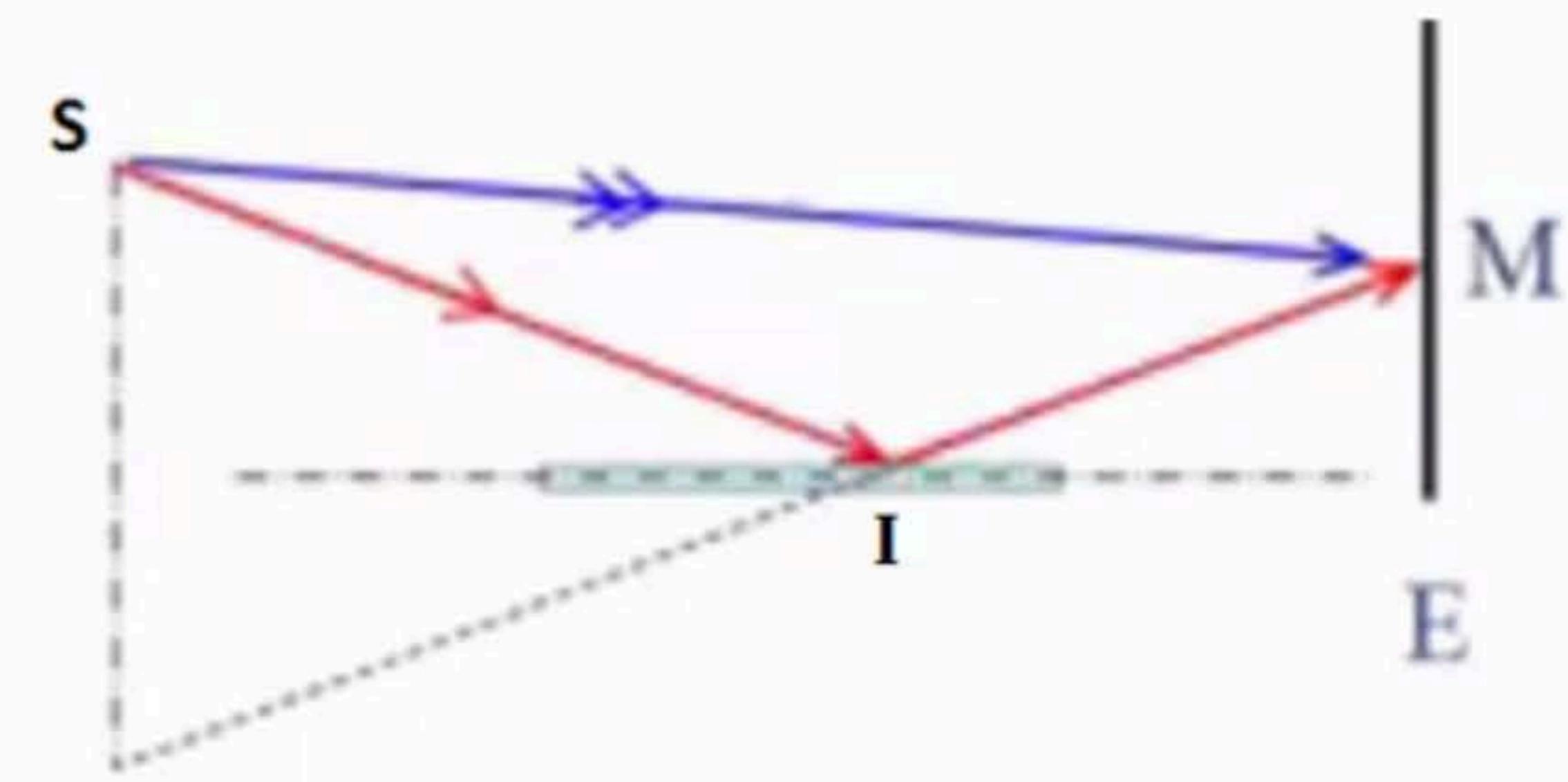
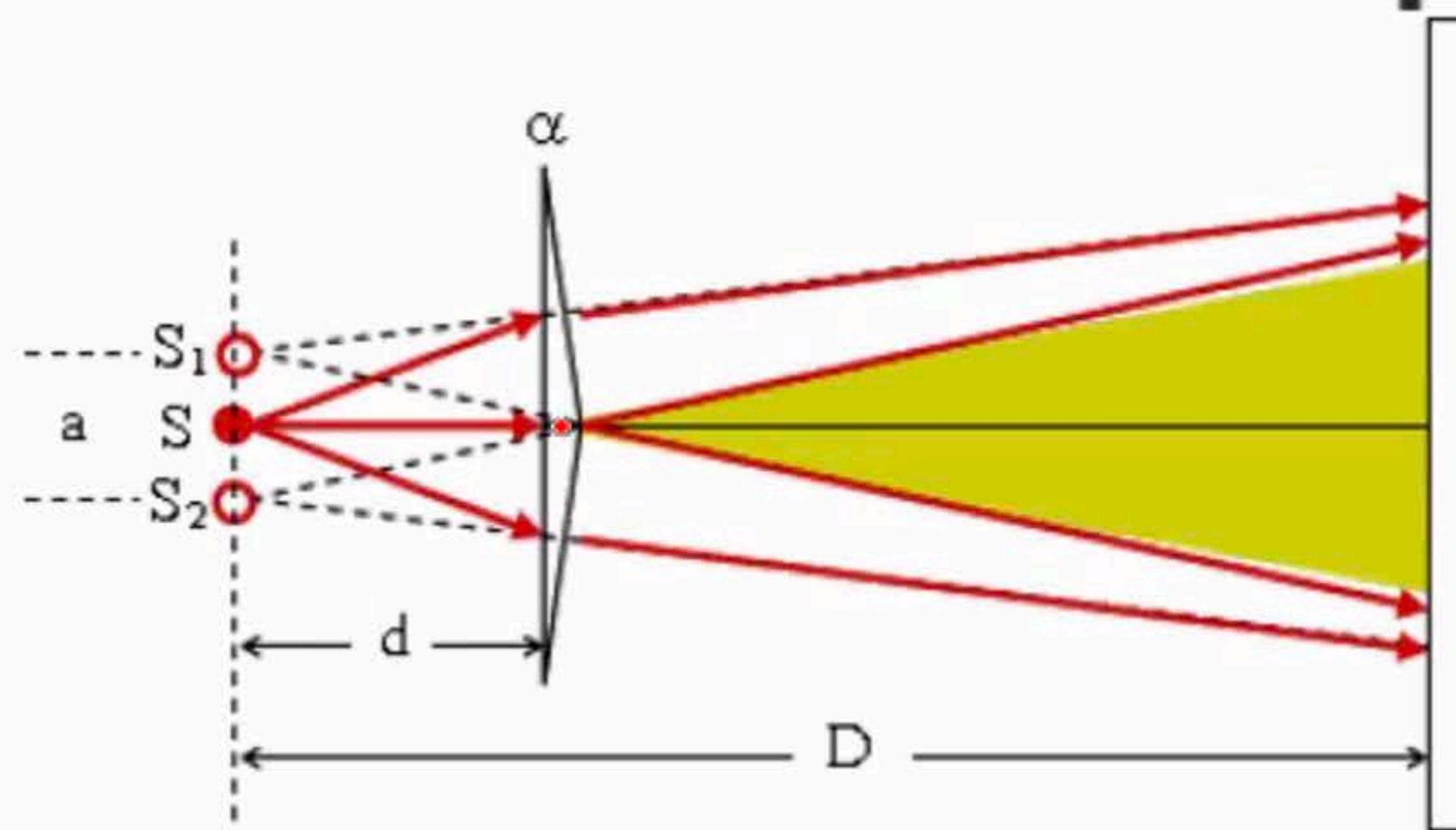
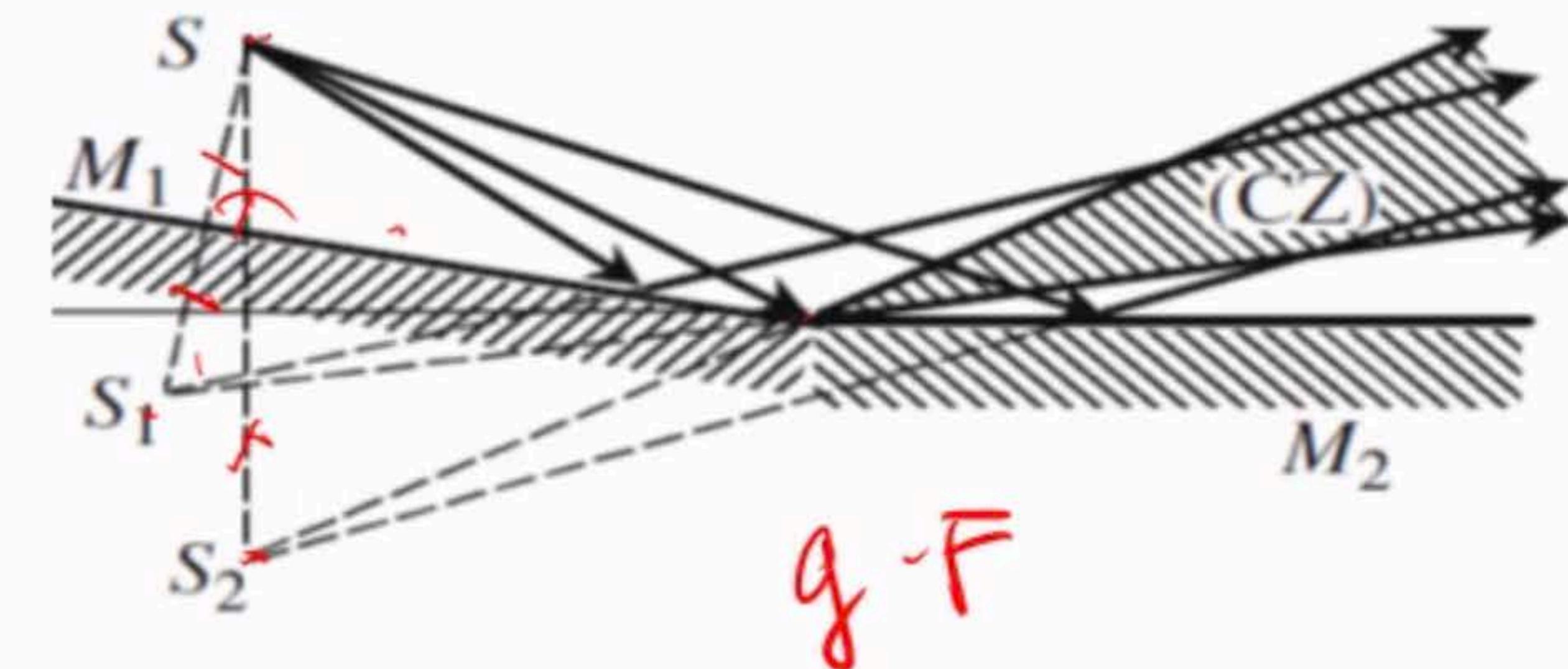
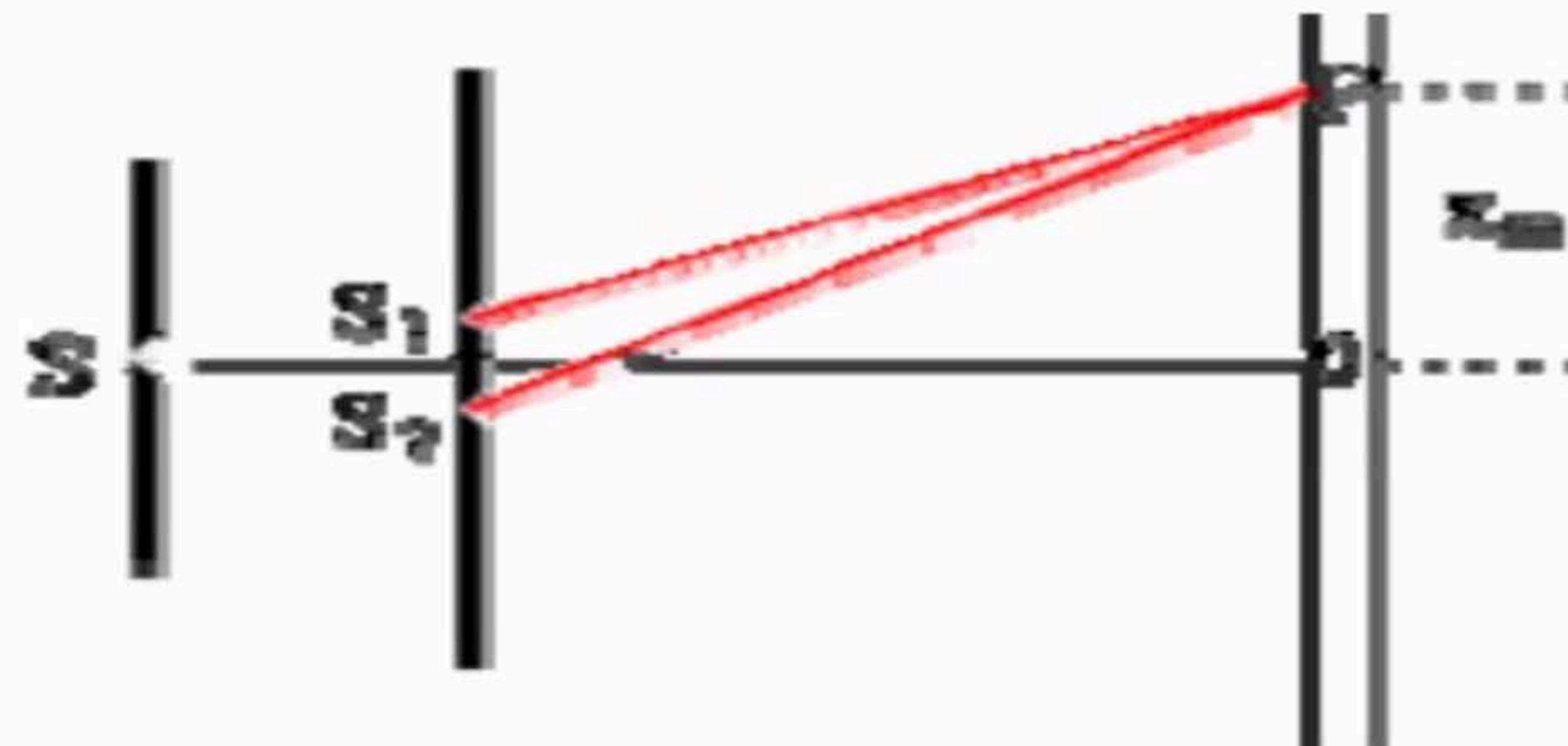


*Hiện tượng giao thoa ánh sáng là hiện tượng gấp nhau của hai hay nhiều sóng ánh sáng, kết quả là trong trường giao thoa xuất hiện những vân sáng và những vân tối xen kẽ nhau.*

## 2. Hiện tượng giao thoa ánh sáng

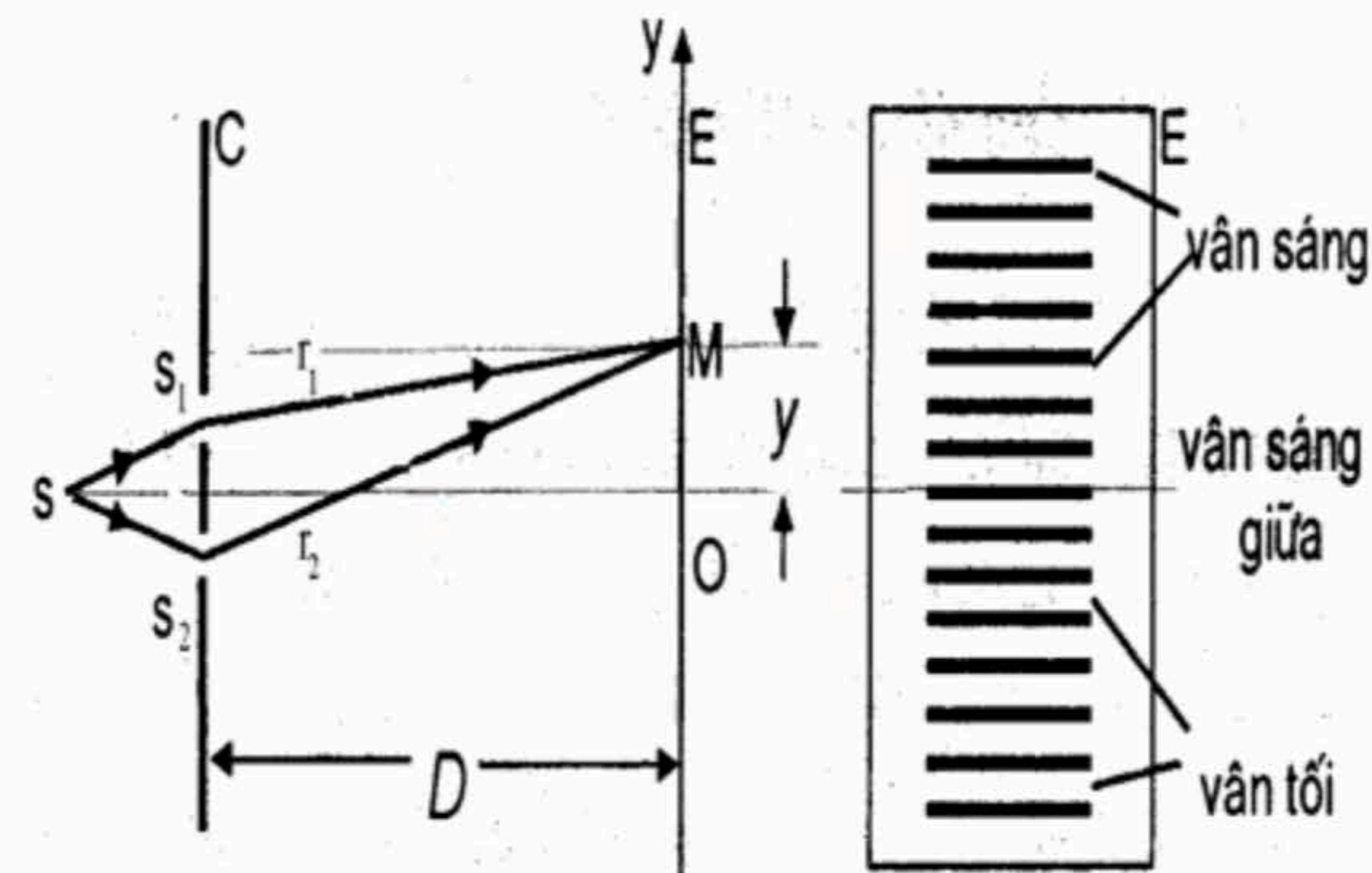
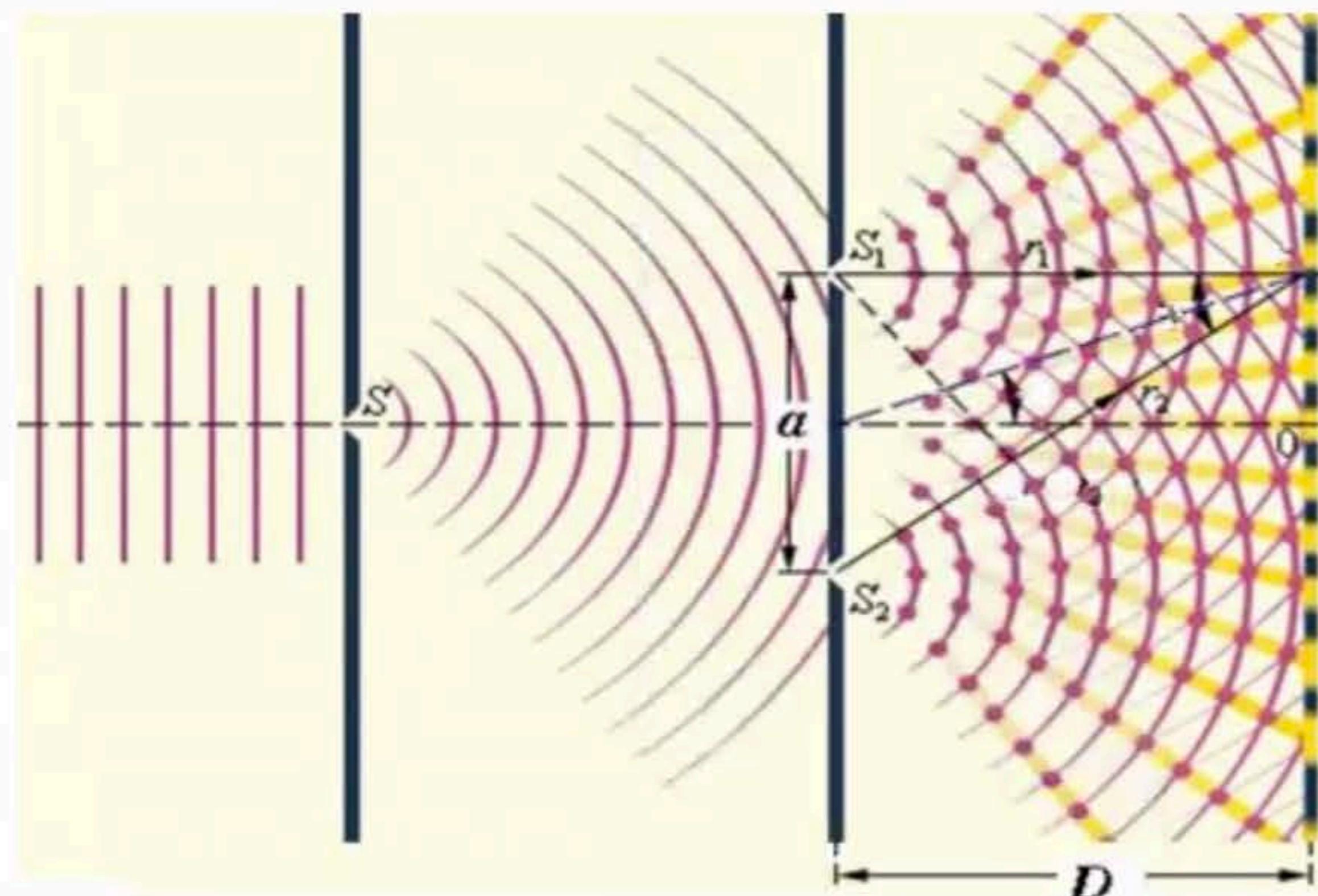
**Điều kiện giao thoa:** hai sóng ánh sáng phải **kết hợp**

Nguyên tắc tạo ra hai sóng ánh sáng kết hợp:



## 2. Hiện tượng giao thoa ánh sáng

### 2.2. Khảo sát hiện tượng giao thoa



Xét hai nguồn

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

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

Tại M:

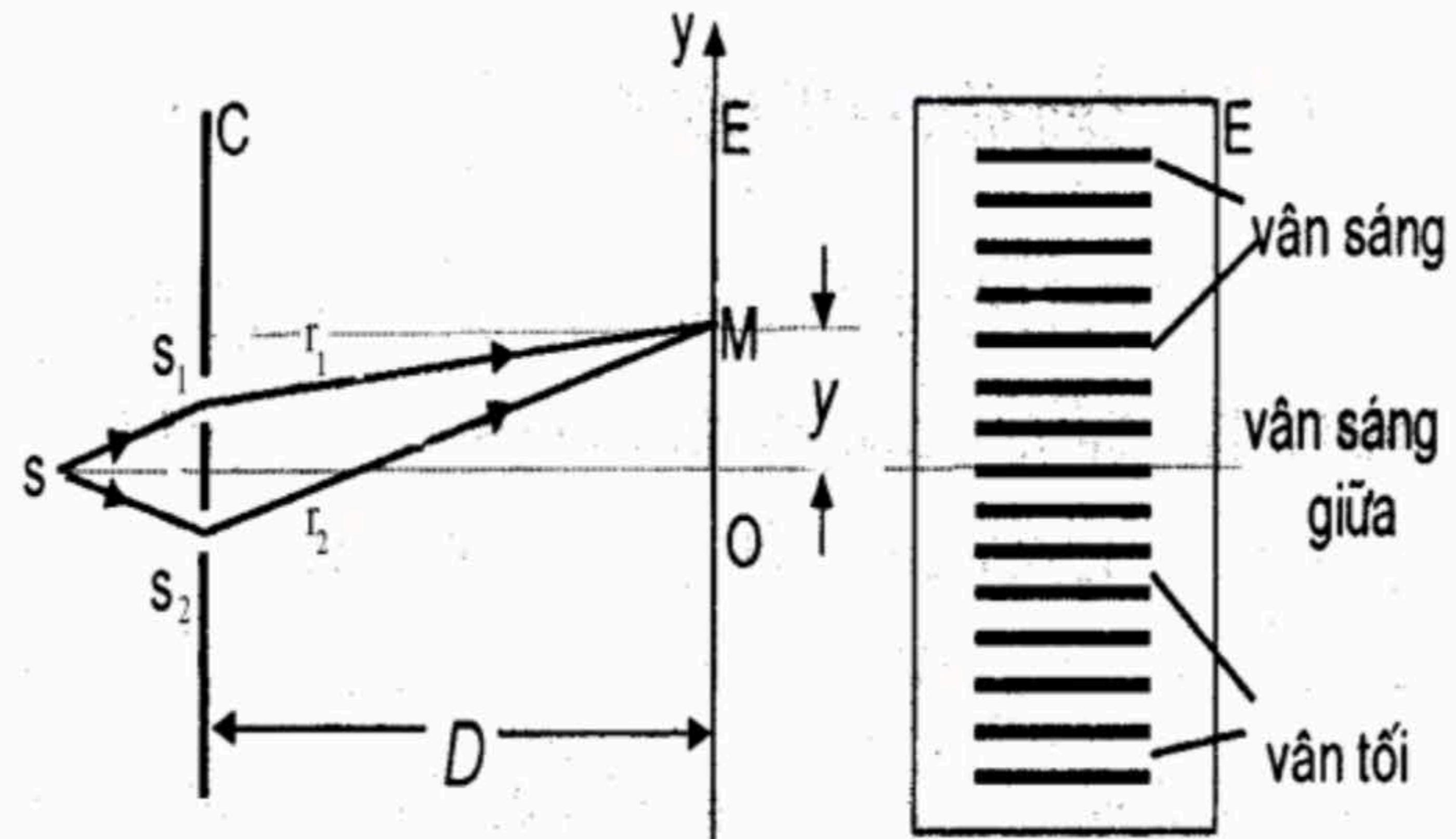
$$x_1 = A_1 \cos \left( \omega t - \frac{2\pi L_1}{\lambda} \right)$$

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

## 2. Hiện tượng giao thoa ánh sáng

Vì  $S_1 S_2 = a \ll D$

→ Tại M:



$$x = x_1 + x_2 = A \cos(\omega t + \varphi)$$

$$\varphi_1 = \frac{2\pi L_1}{\lambda}$$

$$\varphi_2 = \frac{2\pi L_2}{\lambda}$$

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

## 2. Hiện tượng giao thoa ánh sáng

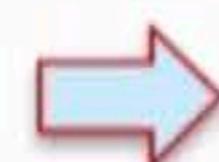
### a. Điều kiện cực đại, cực tiểu giao thoa

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

$$\varphi_1 = \frac{2\pi L_1}{\lambda}; \varphi_2 = \frac{2\pi L_2}{\lambda}$$

$$\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2$$

Điều kiện cực đại  
giao thoa:

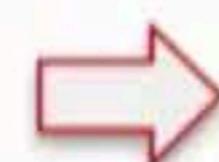


$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda}(L_1 - L_2) = 2k\pi$$

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

với  $k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$

Điều kiện cực tiểu  
giao thoa:



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

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

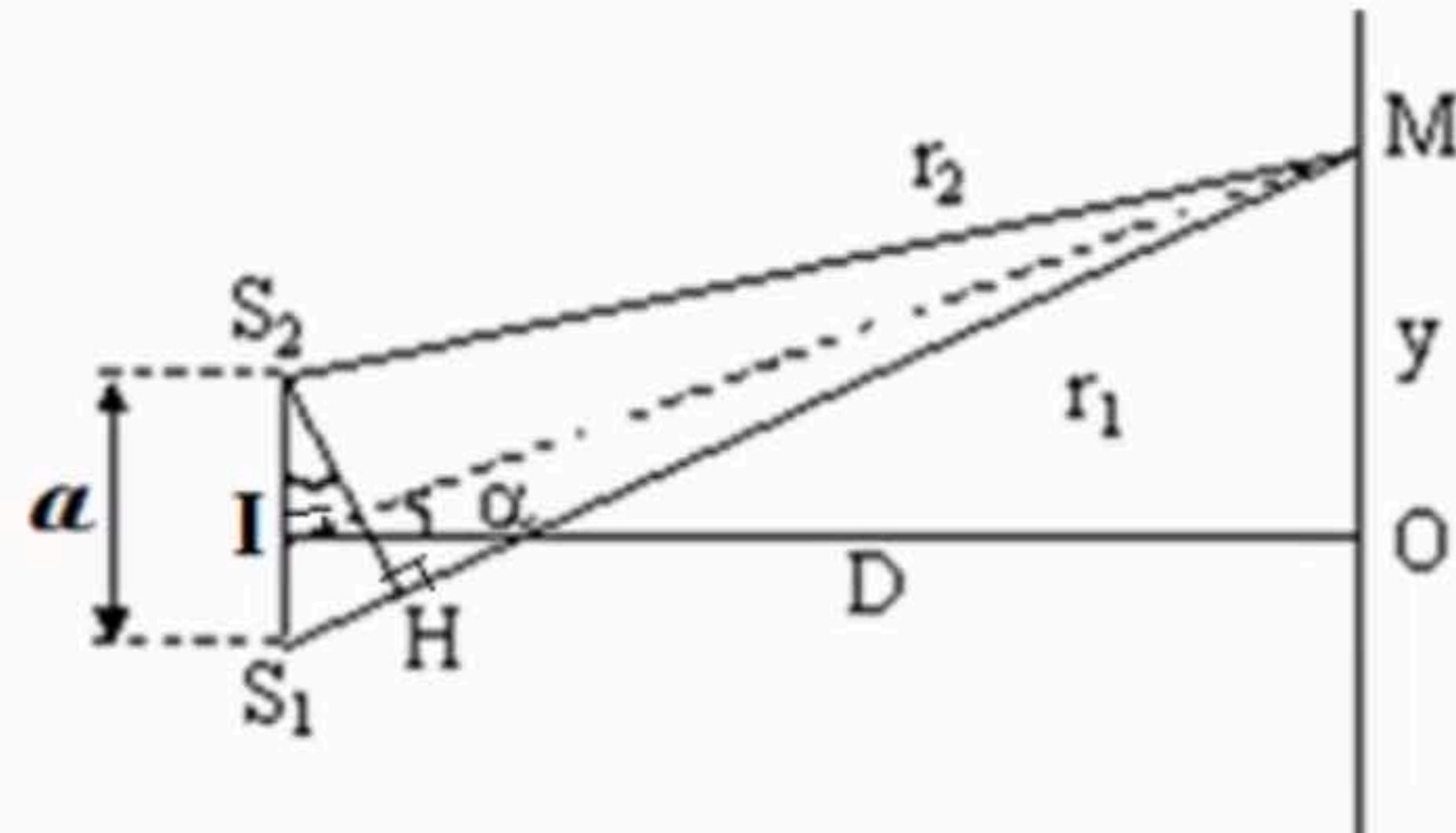
với  $k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$

## 2. Hiện tượng giao thoa ánh sáng

### b. Vị trí của vân giao thoa:

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

Vì  $S_1S_2 = a \ll D$     Và  $n=1$



$$r_I - r_2 \approx S_1 H = a \sin \alpha \approx a \tan \alpha = \frac{ay}{D}$$

$$L_I - L_2 = (r_I - r_2)$$

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

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

Từ điều kiện cực đại, cực tiểu giao thoa

**Vị trí các vân sáng :**

$$L_1 - L_2 = \frac{ay_s}{D} = k\lambda$$

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

**Vị trí các vân tối :**

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

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

## 2. Hiện tượng giao thoa ánh sáng

\* Vị trí các vân sáng:  $y_s = k \frac{\lambda D}{a}$  với  $k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$

- Với  $k = 0$  thì  $y_s = 0$  vân **cực đại giữa**.

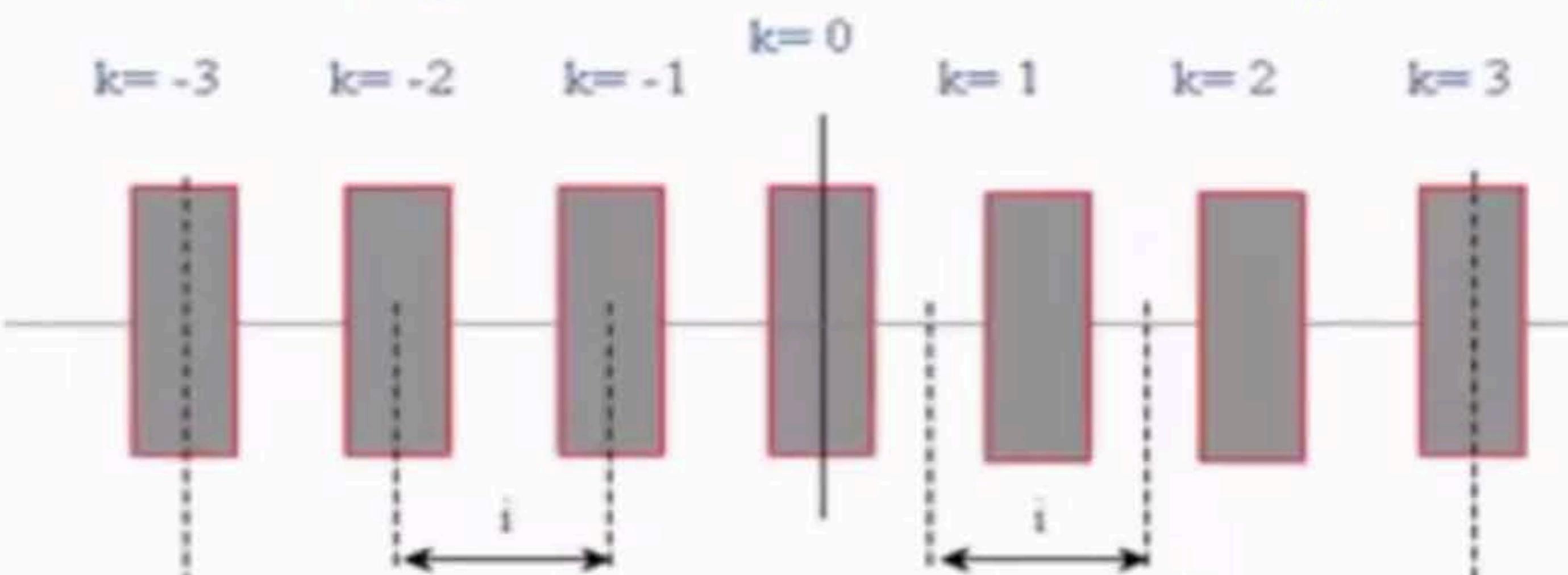
- Các vân cực đại giao thoa ứng với  $k = \pm 1, \pm 2, \dots$

\* Vị trí các vân tối:  $y_t = (k + \frac{1}{2}) \frac{\lambda D}{a}$  với  $k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$

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

c. **Độ rộng vân (khoảng vân)** là khoảng cách giữa hai vân sáng hoặc hai vân tối kế tiếp:

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



## 2. Hiện tượng giao thoa ánh sáng

### \* Xét các trường hợp

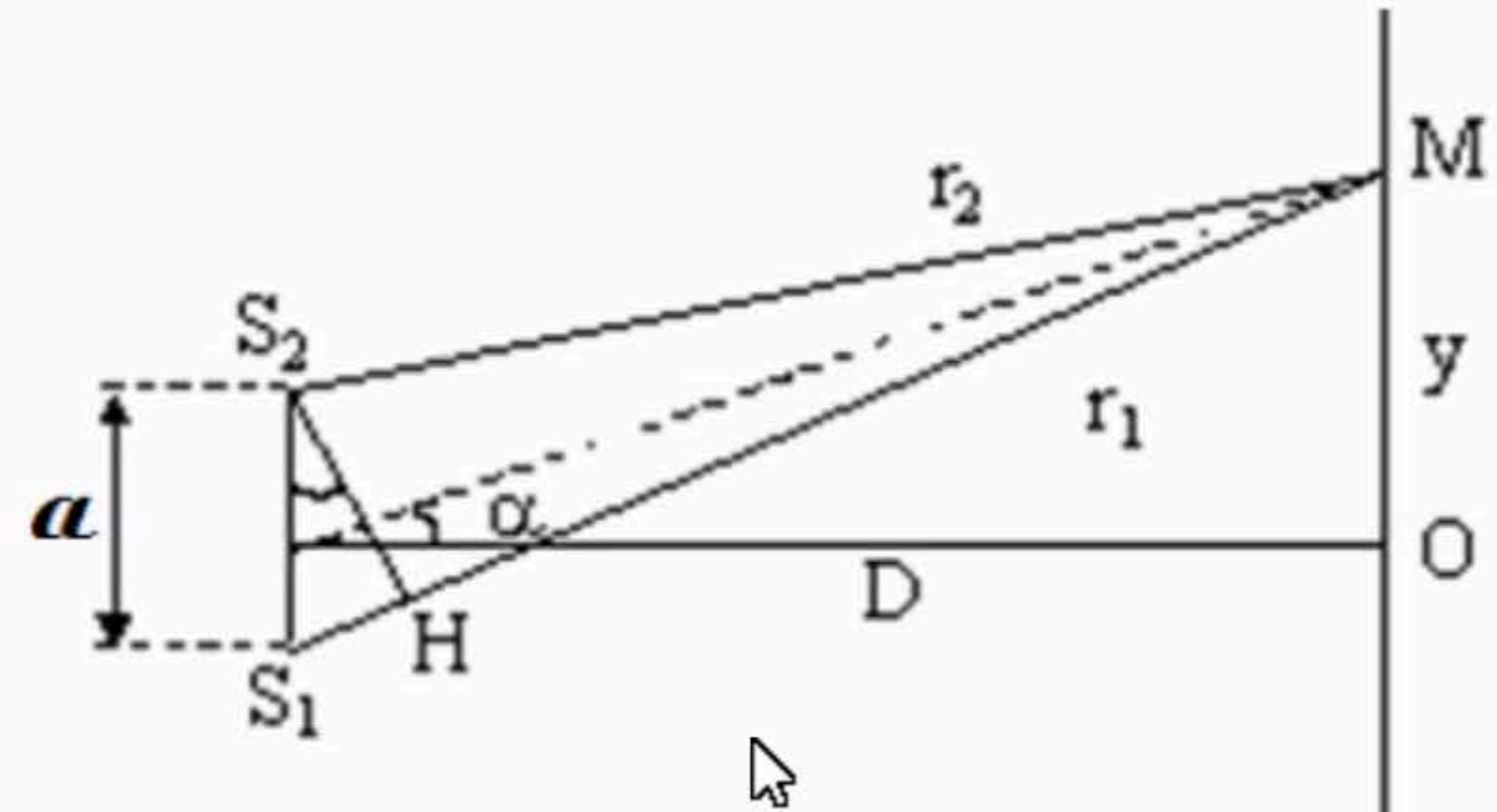
+TQ: Hệ thống được đặt trong môi trường có chiết suất  $n$ .

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

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

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

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



- Vị trí các vân sáng :

$$L_1 - L_2 = \frac{ay_s}{D}n = k\lambda$$

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

- Vị trí các vân tối :

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

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

- Độ rộng vân giao thoa

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

## 2. Hiện tượng giao thoa ánh sáng

+ Đặt trước khe một bản mỏng ( $e, n$ )

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

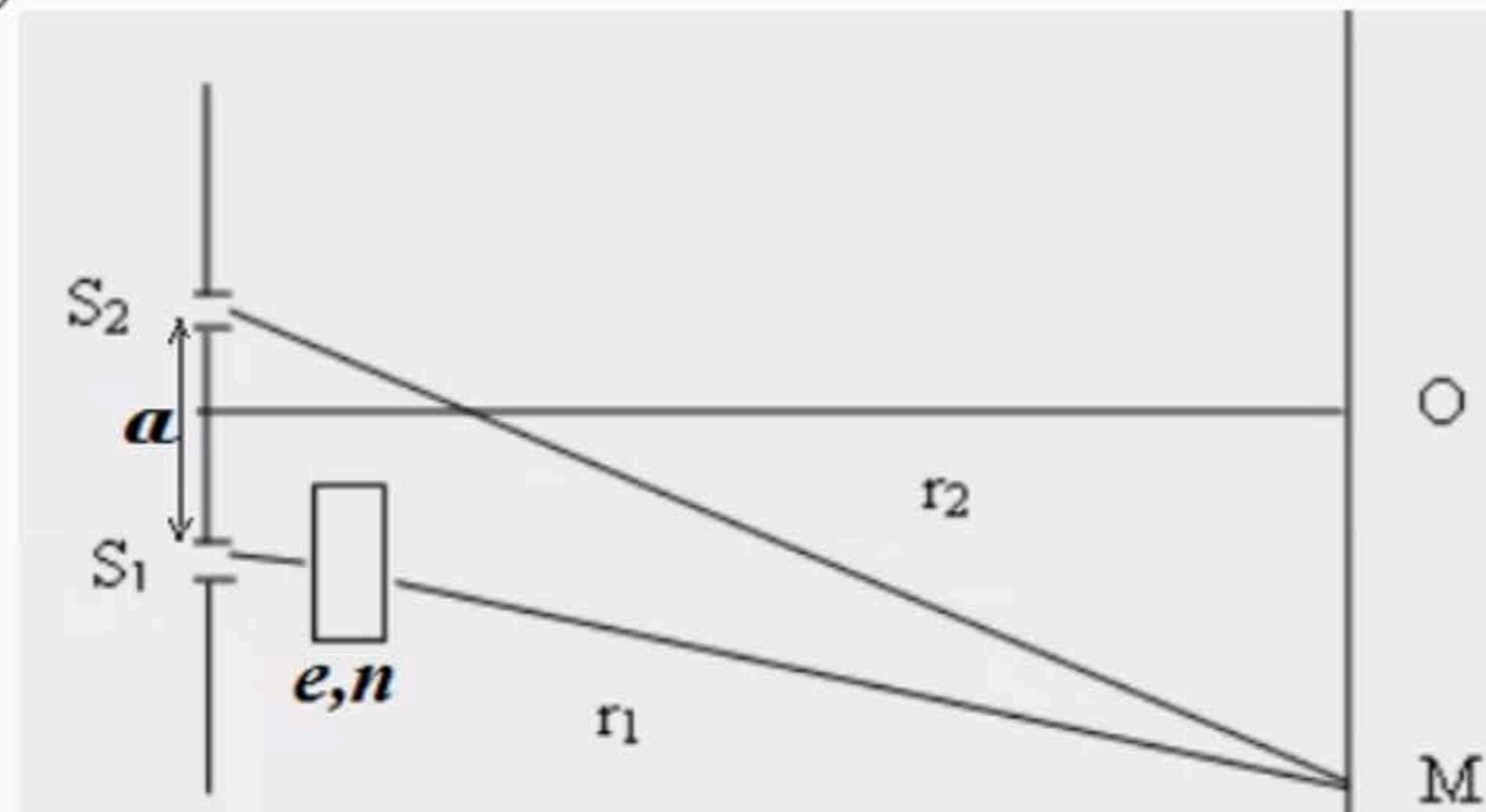
→  $r_1 - r_2 = \frac{y'a}{D}$

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

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

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

$$\Delta y = \frac{(n-1)eD}{a}$$



## 2. Hiện tượng giao thoa ánh sáng

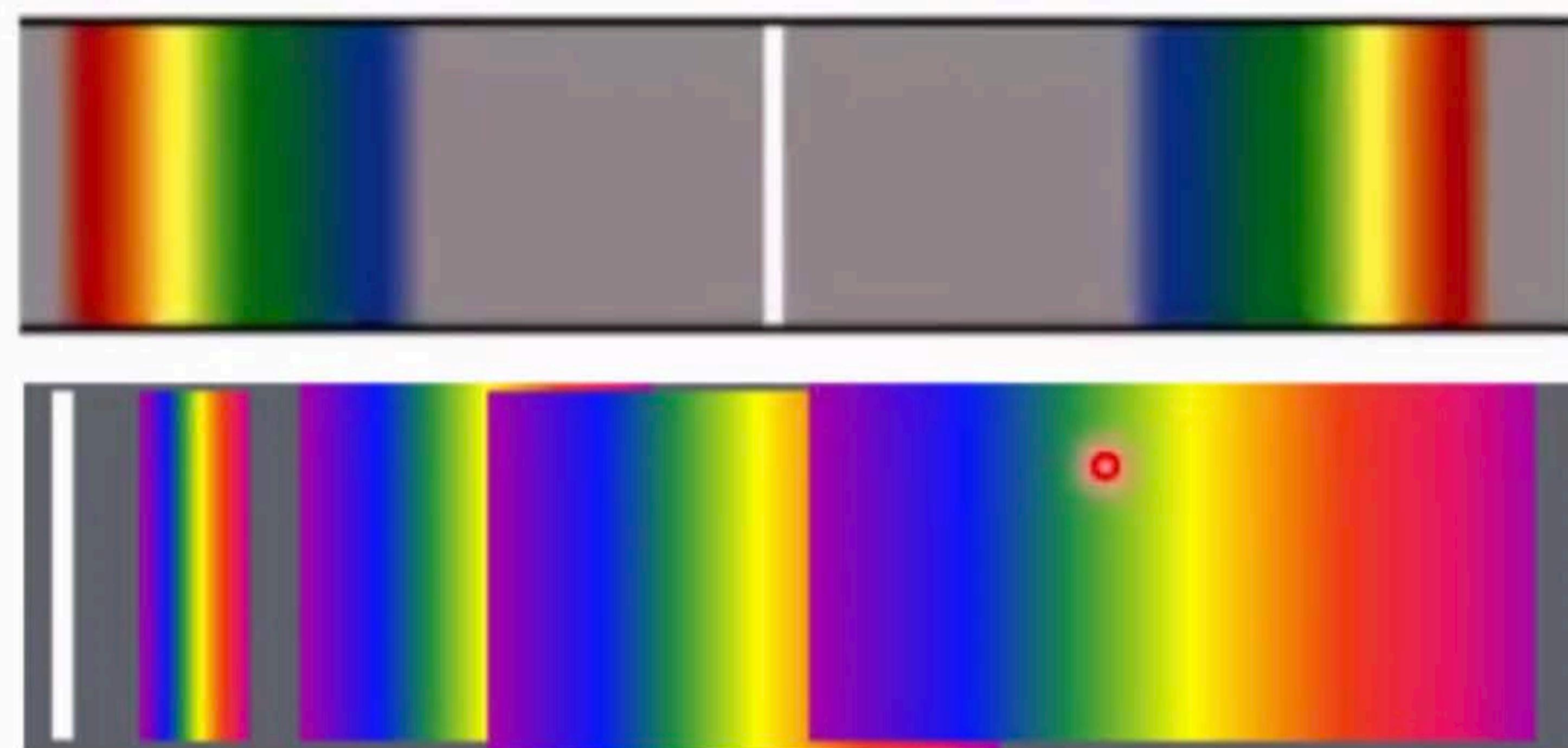
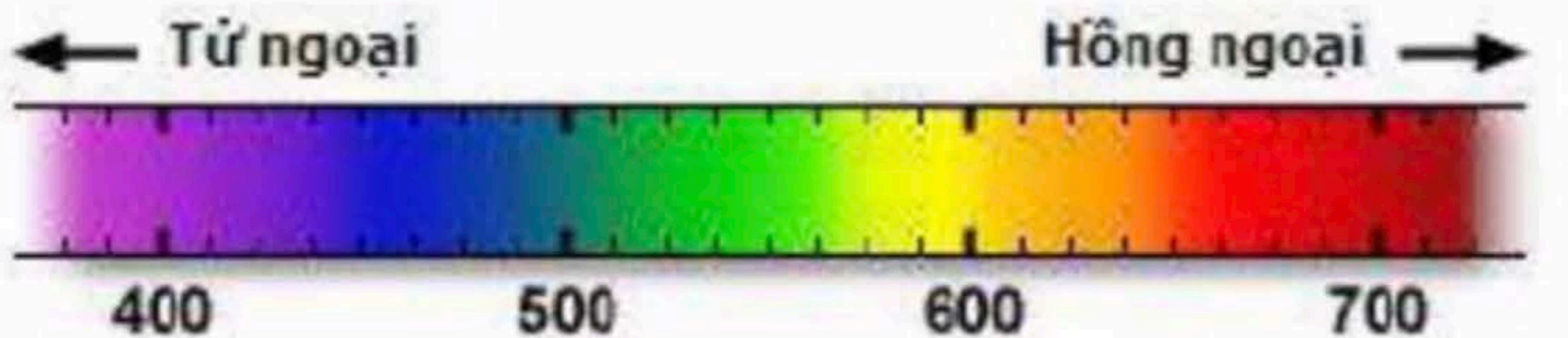
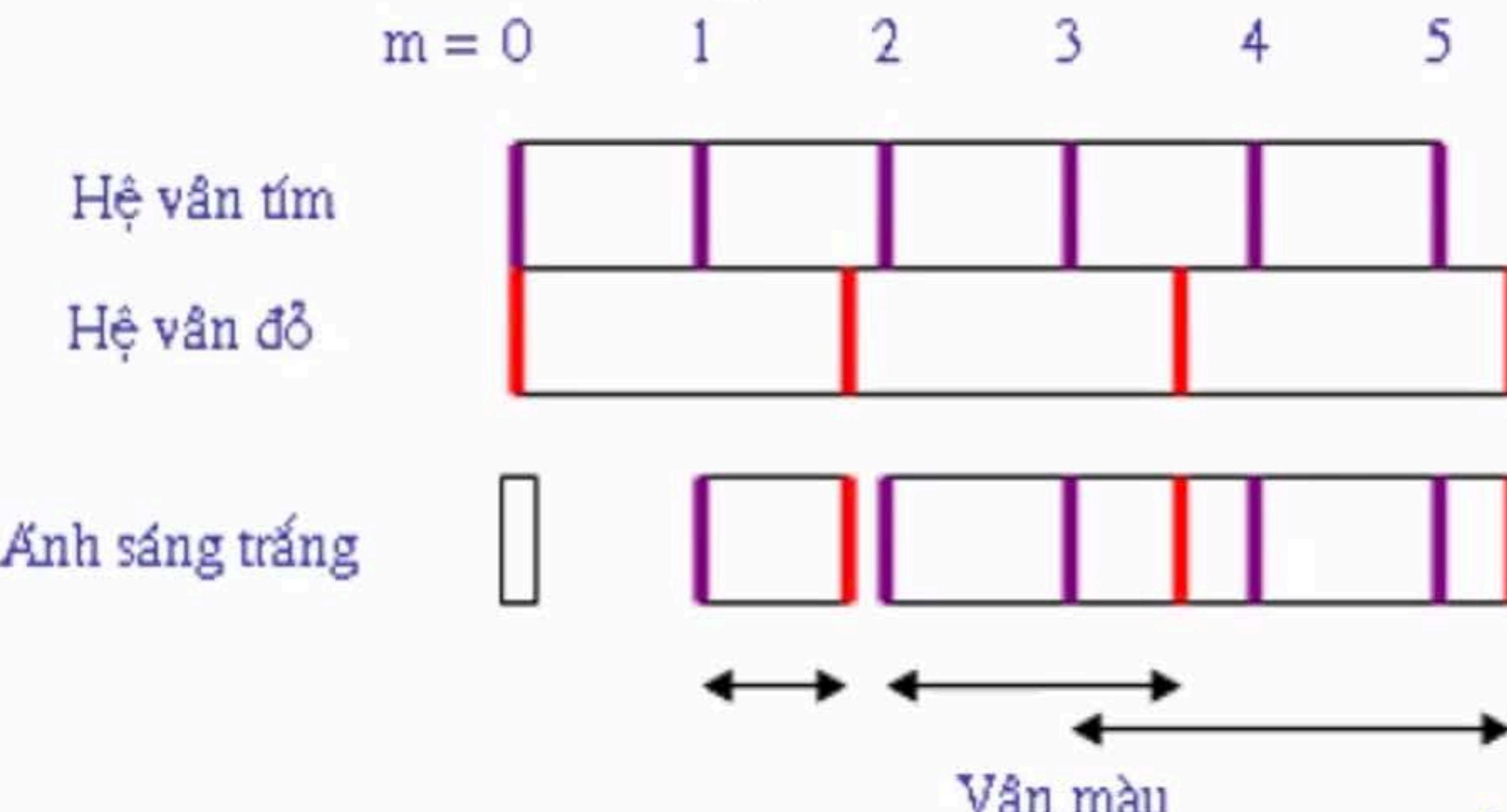
### d. Hệ vân giao thoa khi dùng ánh sáng trắng

$$\lambda = (0,4 \div 0,76) \mu m$$

Nếu nguồn sáng  $S_1$  và  $S_2$  phát ánh sáng trắng

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

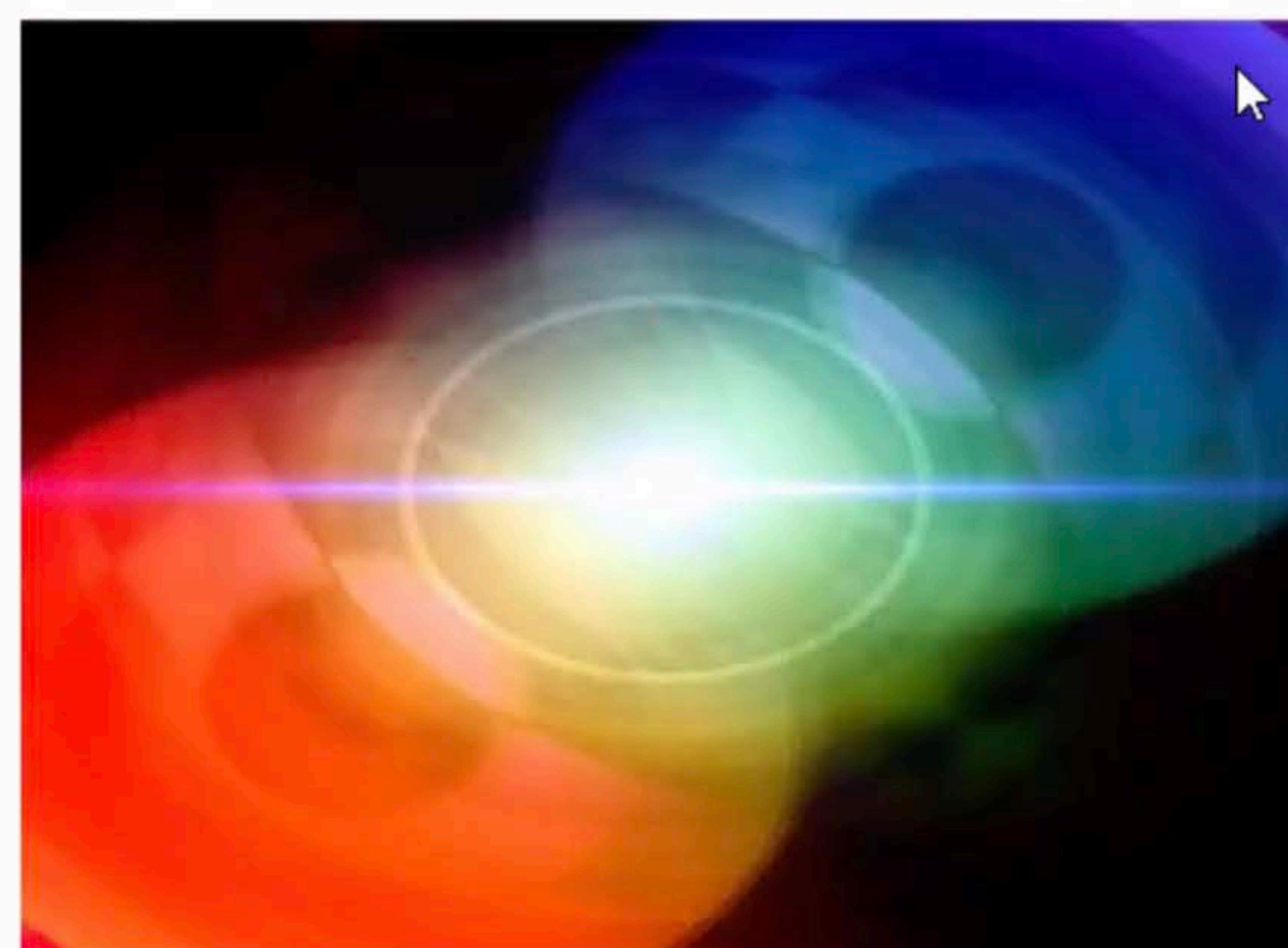
$$i = y_{k+1} - y_k = \frac{\lambda D}{a}$$



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

### 3. Giao thoa gây bởi các bản mỏng

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



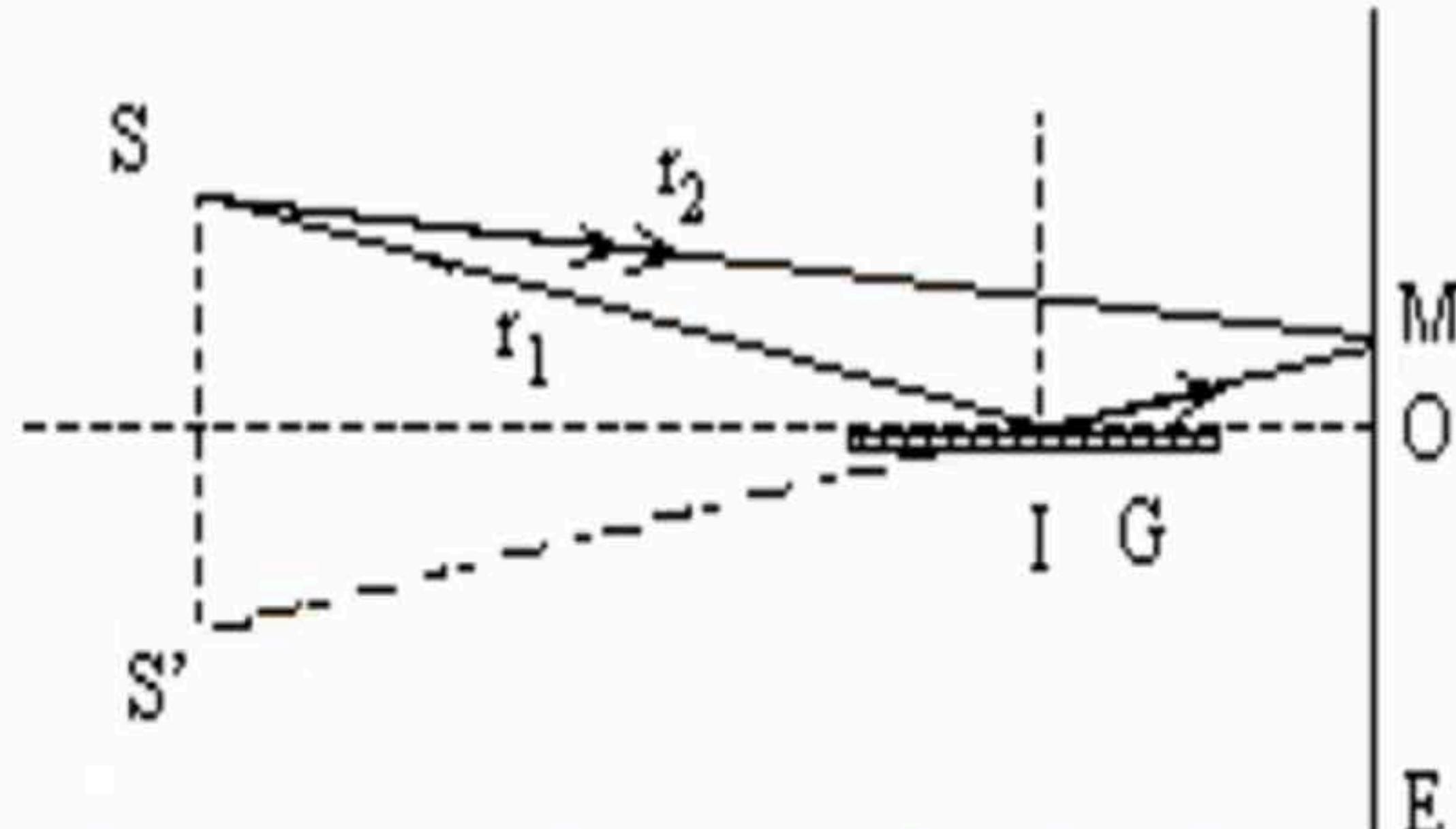
### 3. Giao thoa gây bởi các bản mỏng

#### 3.1. Thí nghiệm Lloyd:

Theo lí thuyết: nếu

$$r_1 - r_2 = L_1 - L_2 = k\lambda \quad \text{điểm M sáng,}$$

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



Thực nghiệm thì ngược lại.  $\rightarrow$  hiệu pha dao động của hai tia sáng:

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

$\rightarrow$  pha dao động của một trong hai tia thay đổi một lượng  $\pi$ .

$\leftrightarrow$  quang lô tia phản xạ trên gương thay đổi :

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

**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  $\pi$ , điều đó cũng tương đương với việc coi tia phản xạ dài thêm một đoạn  $\lambda/2$

### 3. Giao thoa gây bởi các bản mỏng

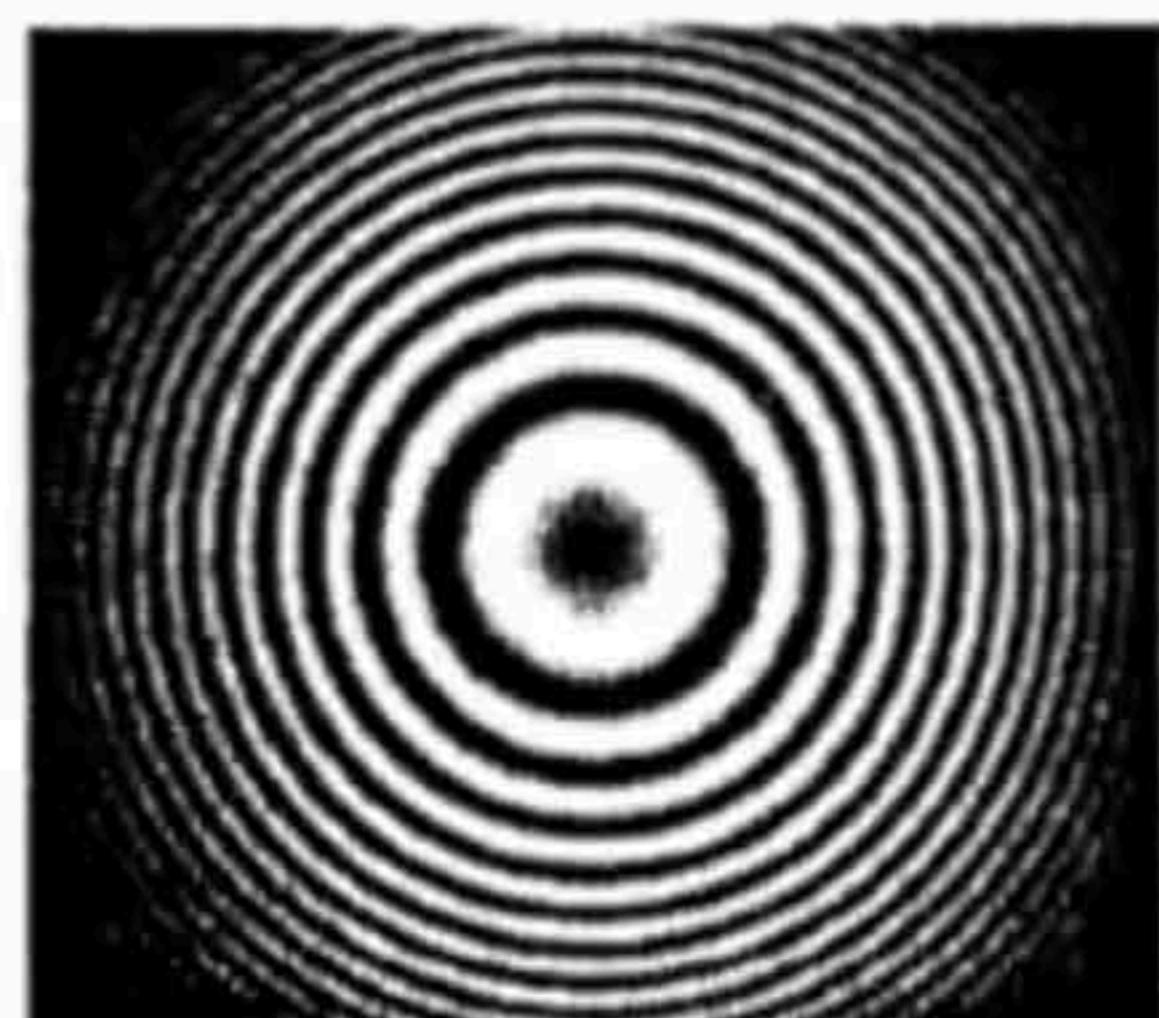
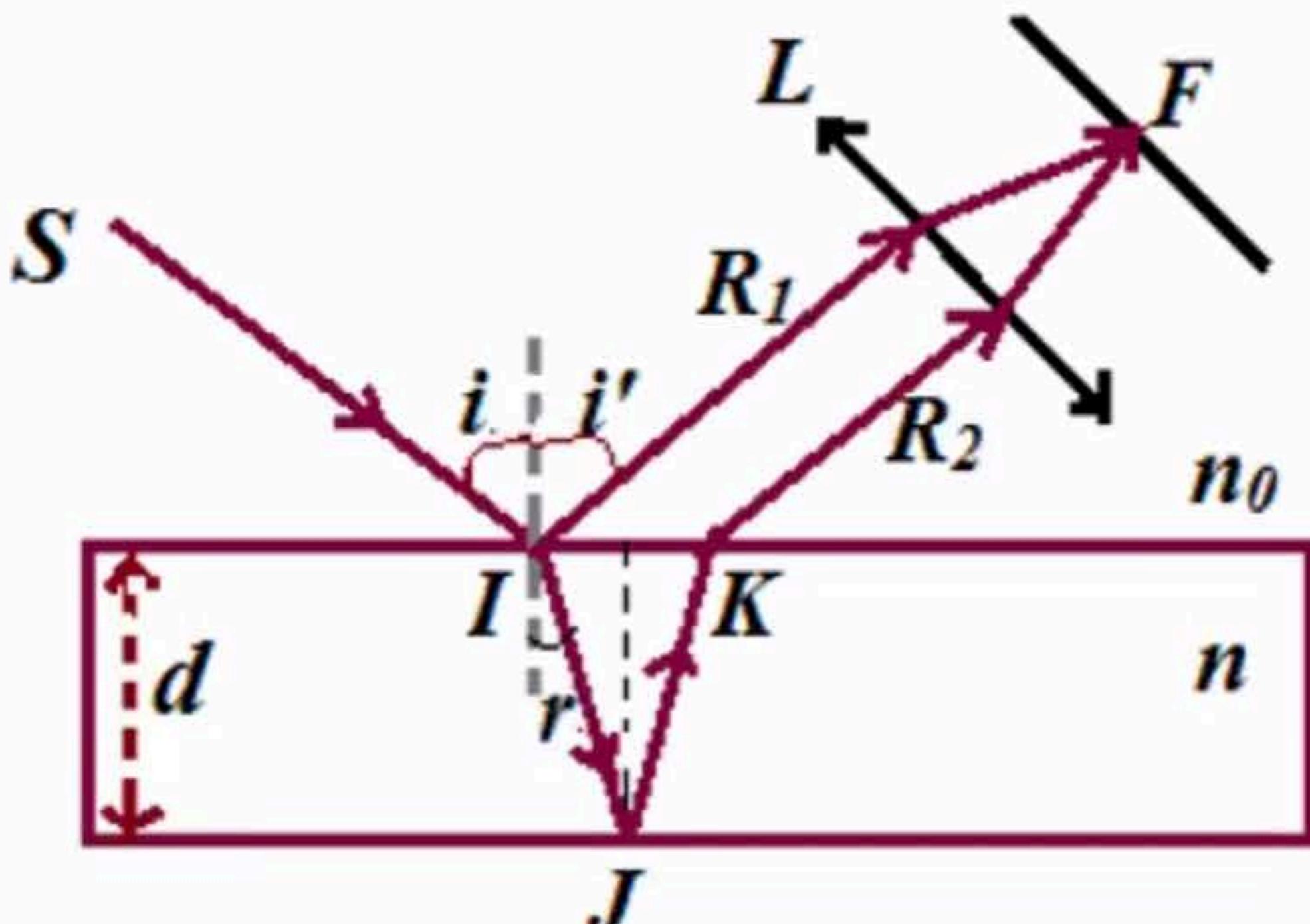
#### 3.2. Bản mỏng có bề dày không đổi đổi (*vân cùng độ nghiêng*)

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

→ Hiệu quang lô chỉ phụ thuộc vào góc tới  $i$

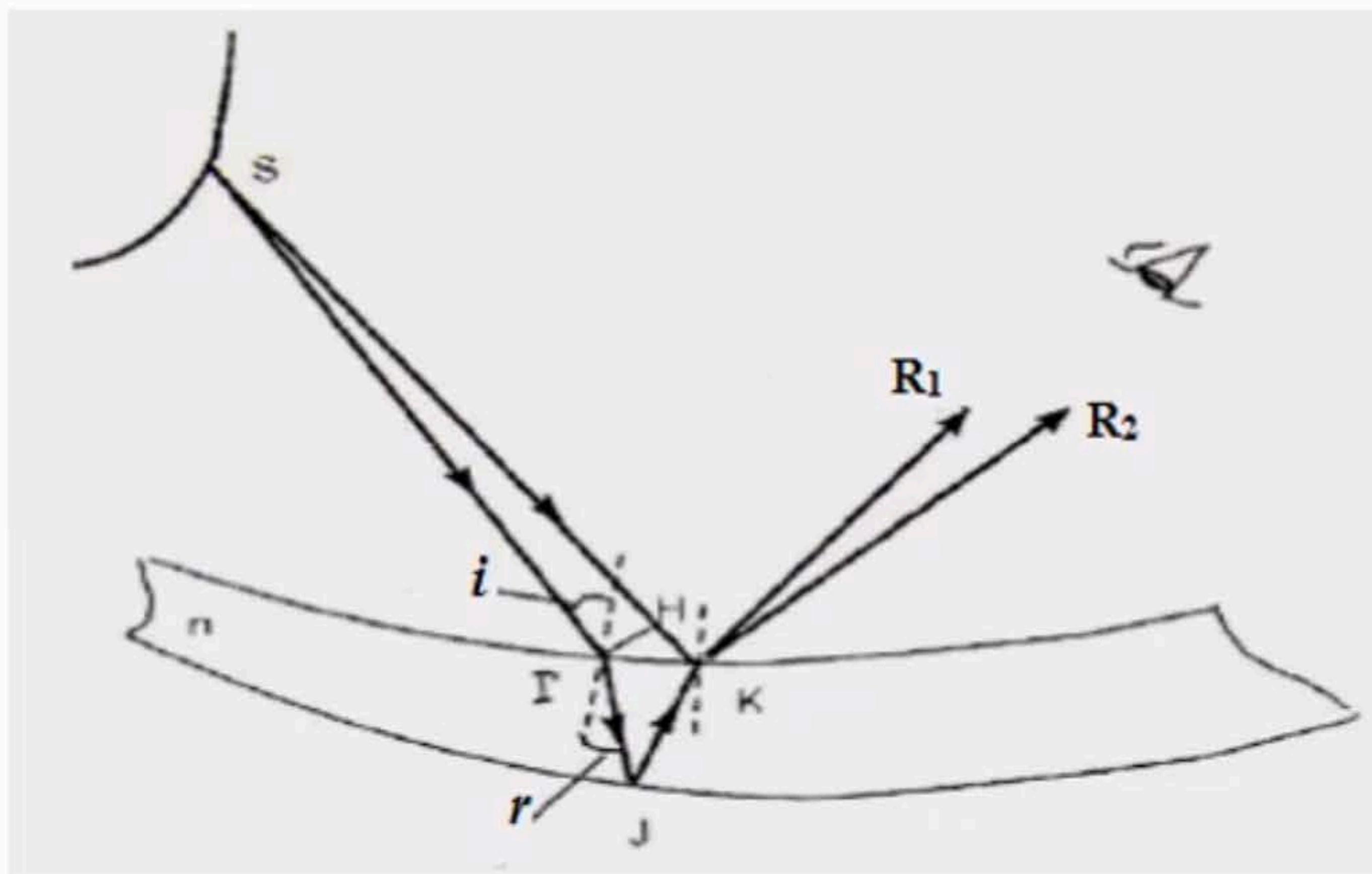
→ các tia có cùng góc tới  $i$  sẽ có cùng hiệu quang lô → cùng trạng thái giao thoa.

Vân giao thoa là những vân tròn đồng tâm, gọi là *vân cùng độ nghiêng*



### 3. Giao thoa gây bởi các bản mỏng

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



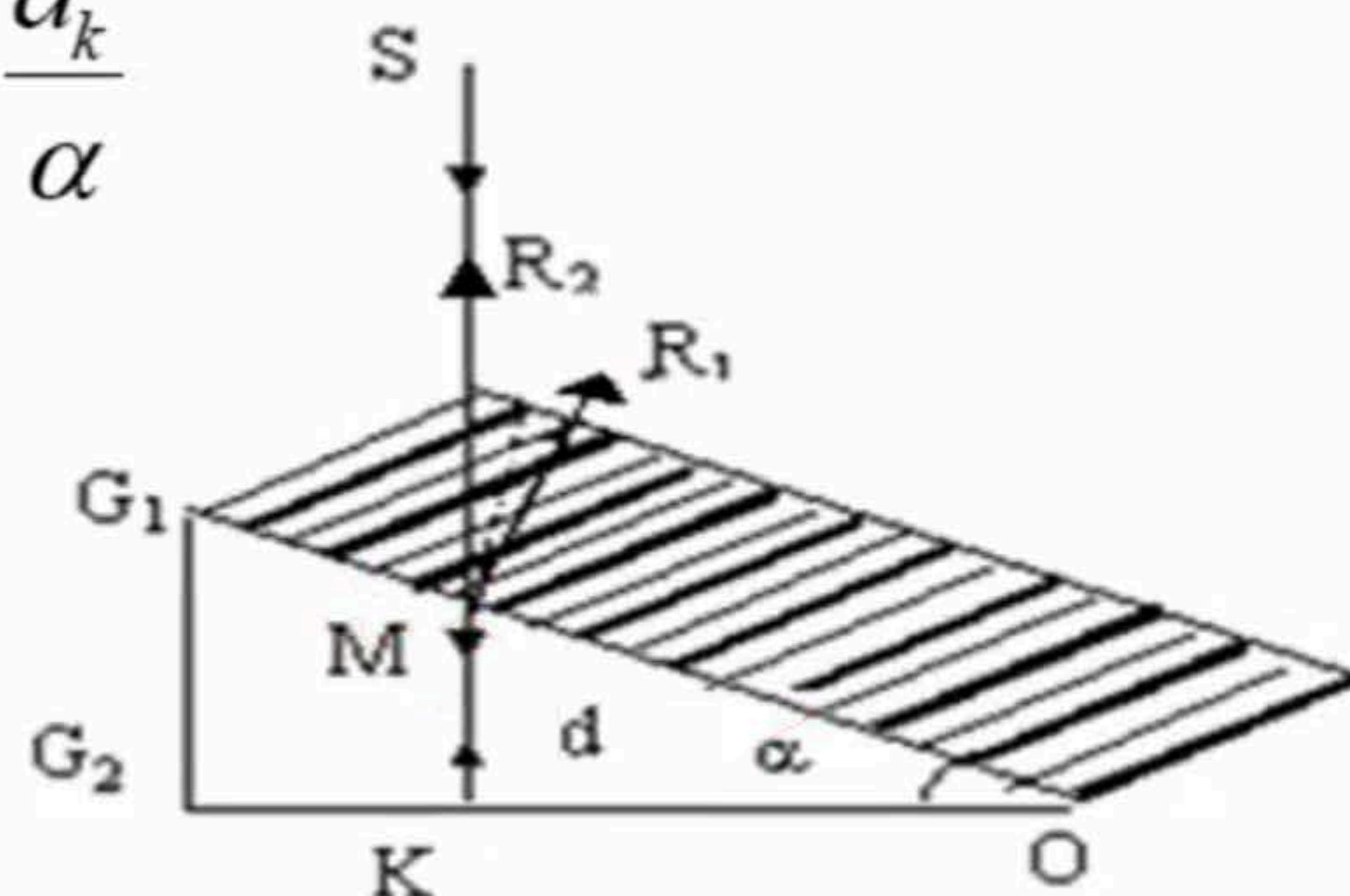
$$\Delta L = L_2 - L_1 = 2d\sqrt{n^2 - \sin^2 i} - \frac{\lambda}{2}$$

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

### 3. Giao thoa gây bởi các bản mỏng

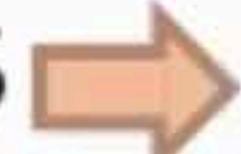
$$d_t = k \frac{\lambda}{2} \quad d_s = (k - \frac{1}{2}) \frac{\lambda}{2}$$

$$x_k = \frac{d_k}{\sin \alpha} \approx \frac{d_k}{\alpha}$$



**Độ rộng của vân giao thoa:.....**

$$i = x_{k+1} - x_k = \frac{d_{k+1} - d_k}{\sin \alpha} = \frac{\lambda}{2 \alpha}$$

BT 5 

**Trường hợp nêm thủy tinh:.....**

$$L_2 - L_1 = 2dn_{tt} - \frac{\lambda}{2} \rightarrow d_t = k \frac{\lambda}{2n_{tt}}$$

$$\rightarrow d_s = (k - \frac{1}{2}) \frac{\lambda}{2n_{tt}}$$

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

S  
—  
i  
BT 6 

### 3. Giao thoa gây bởi các bản mỏng

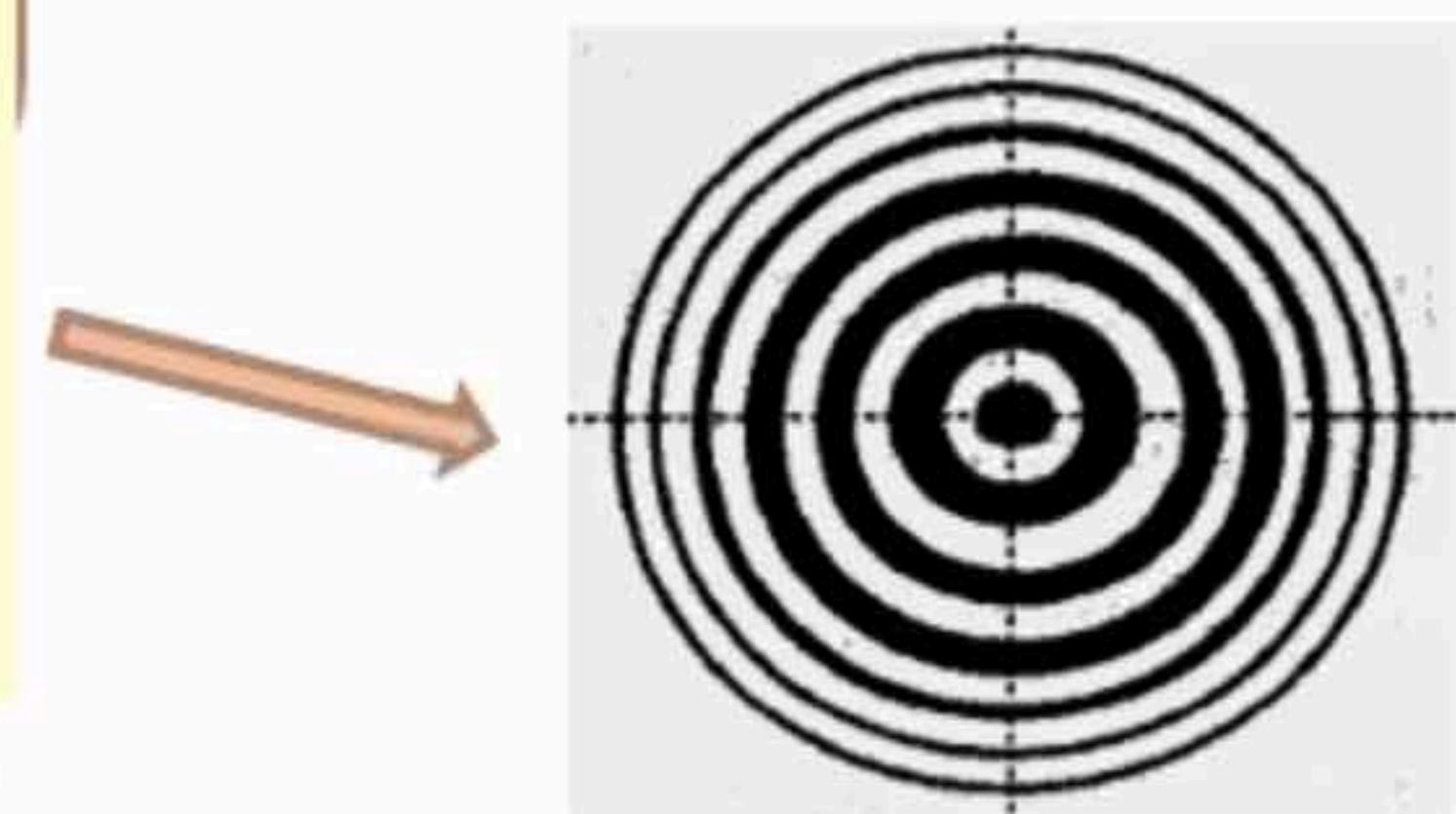
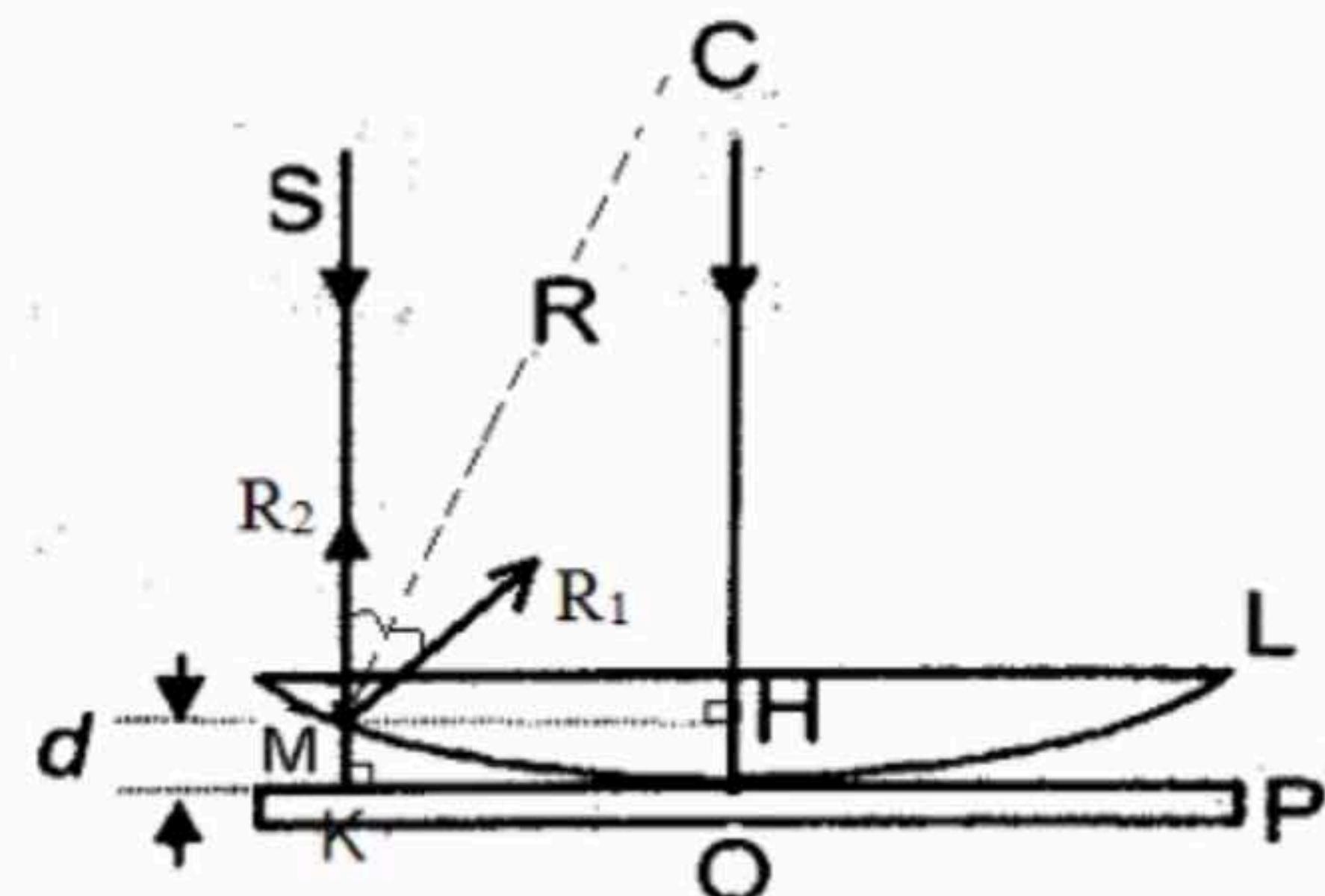
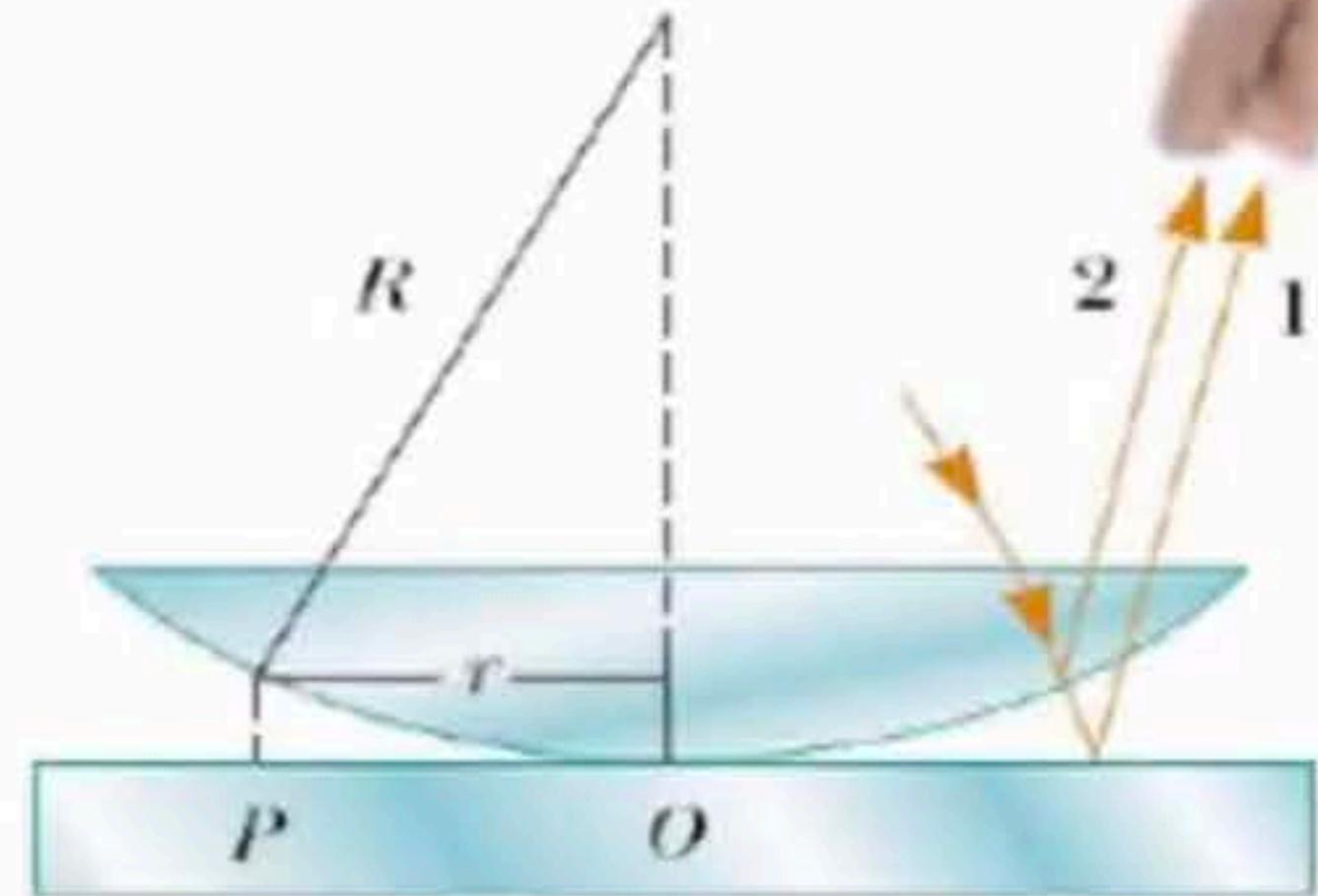
#### b. Vân tròn Newton

Giống như nêm không khí:  $L_2 - L_1 = 2d \cdot 1 + \frac{\lambda}{2}$

$$d_t = k \frac{\lambda}{2} \quad \text{với } k = 0, 1, 2, \dots$$

$$d_s = (k - \frac{1}{2}) \frac{\lambda}{2} \quad \text{với } k = 1, 2, 3, \dots$$

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**.



### 3. Giao thoa gây bởi các bản mỏng

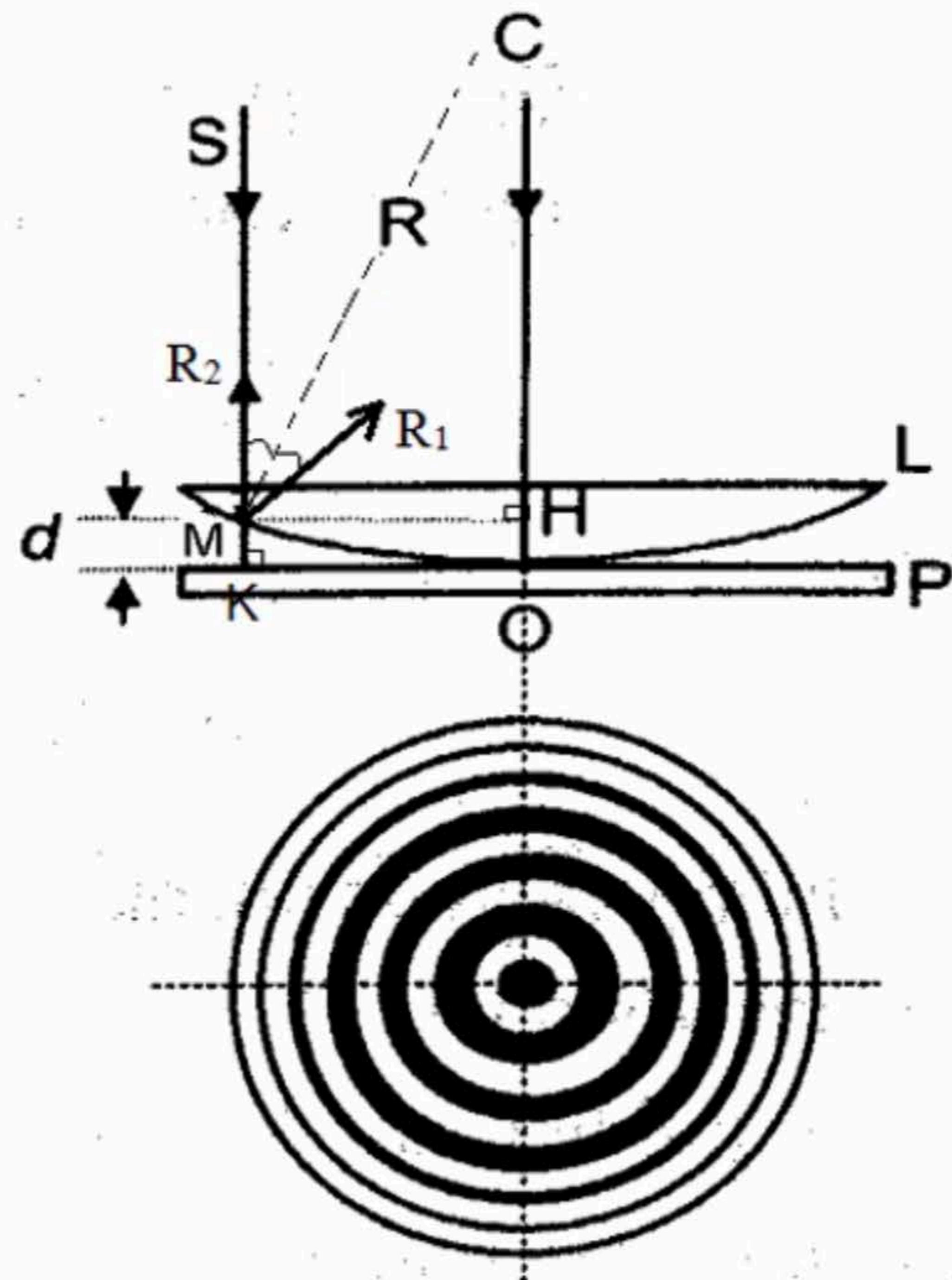
Bán kính của vân thứ k:

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

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

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

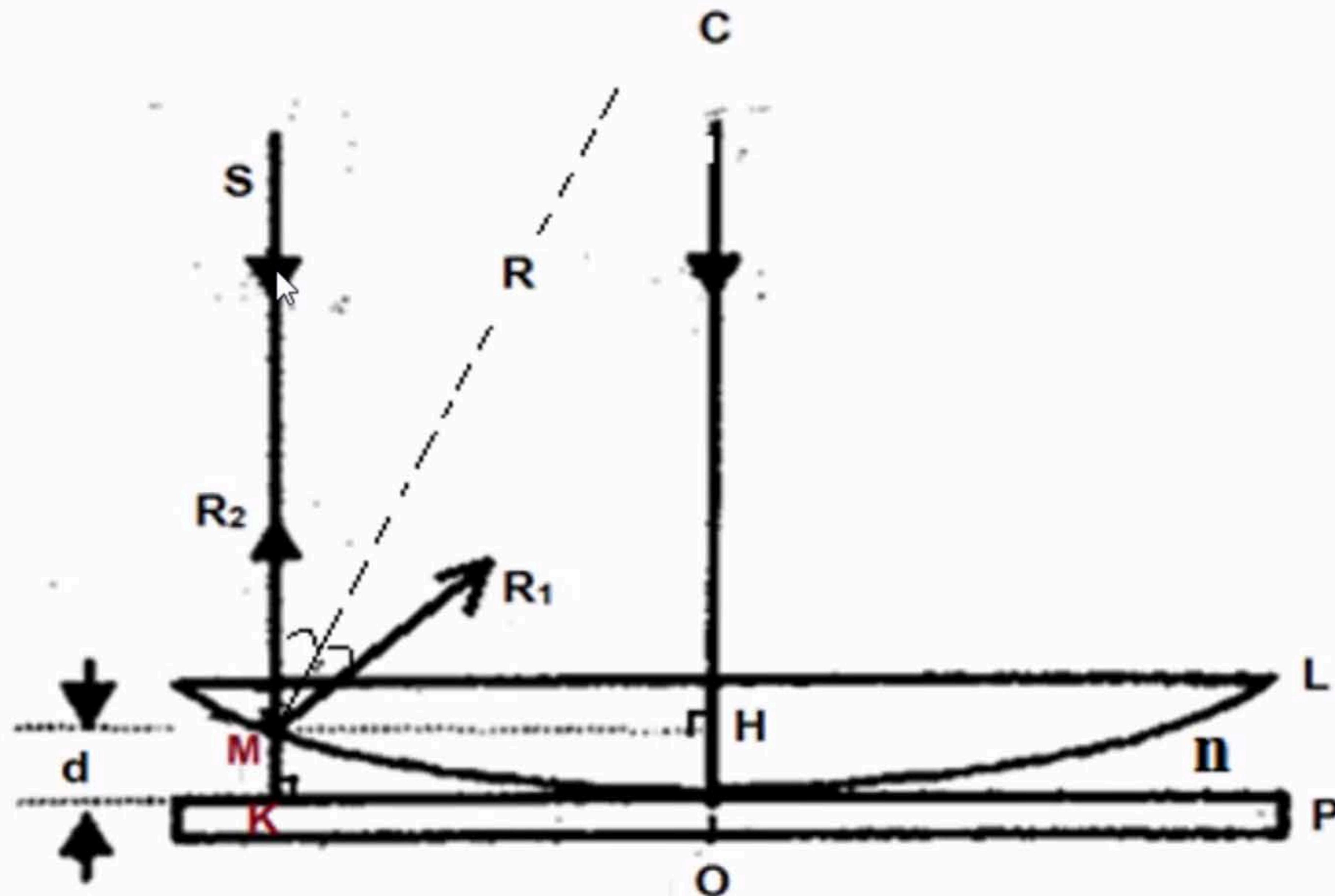
Như vậy bán kính của các vân tối tỉ lệ với căn bậc hai của các số nguyên liên tiếp.



Bài TN 1 →

### 3. Giao thoa gây bởi các bản mỏng

Trường hợp môi trường chiết suất  $n_1, n_2, n_3, \dots$



## 4. Các ứng dụng của hiện tượng giao thoa

### 4.1. Kiểm tra các mặt kính phẳng và lồi

Nếu tấm thật phẳng → nêm không khí.



Nếu mặt cầu → vân tròn Newton



## 4. Các ứng dụng của hiện tượng giao thoa

### 4. 2. Khử phản xạ các mặt kính

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

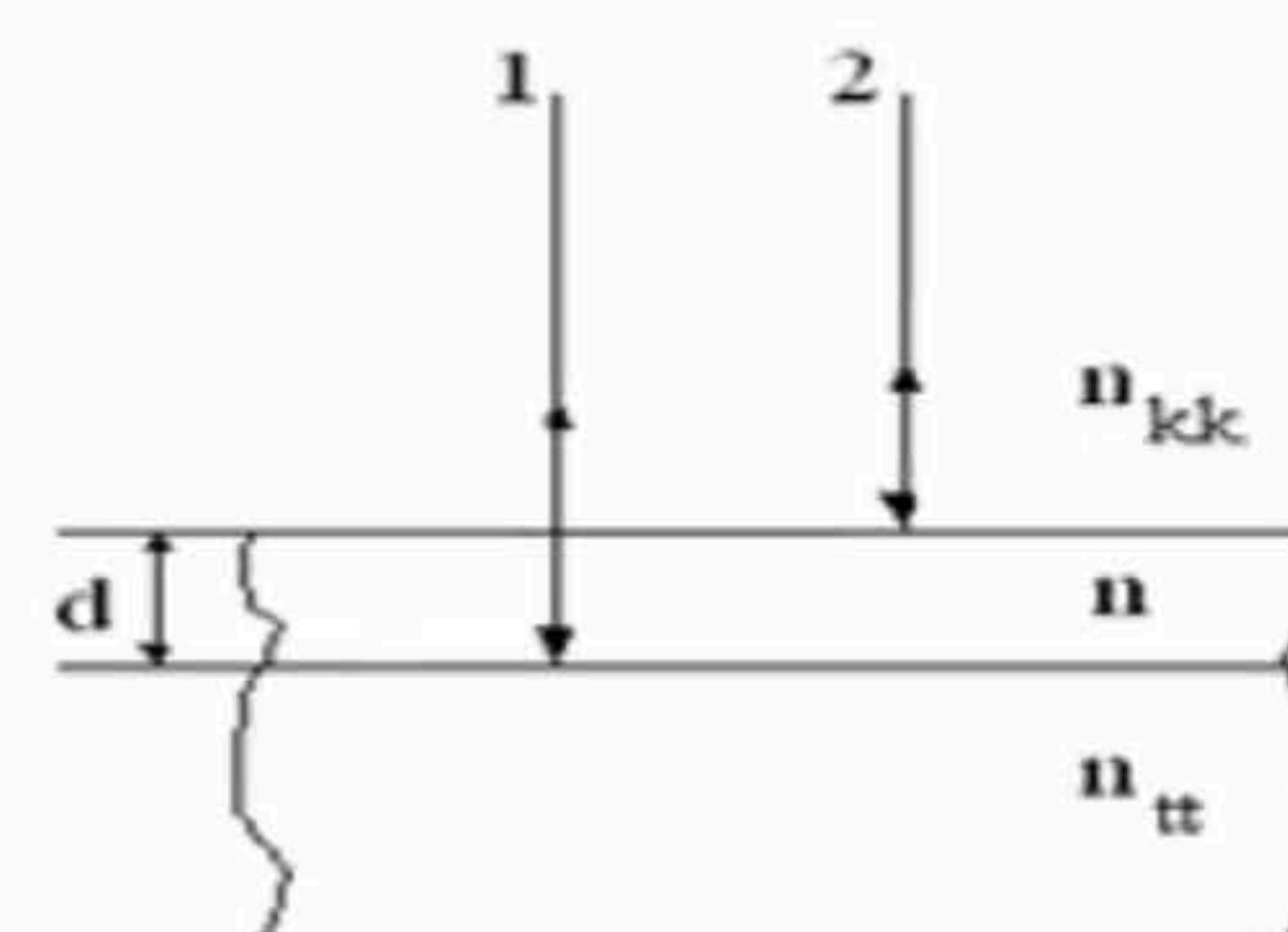
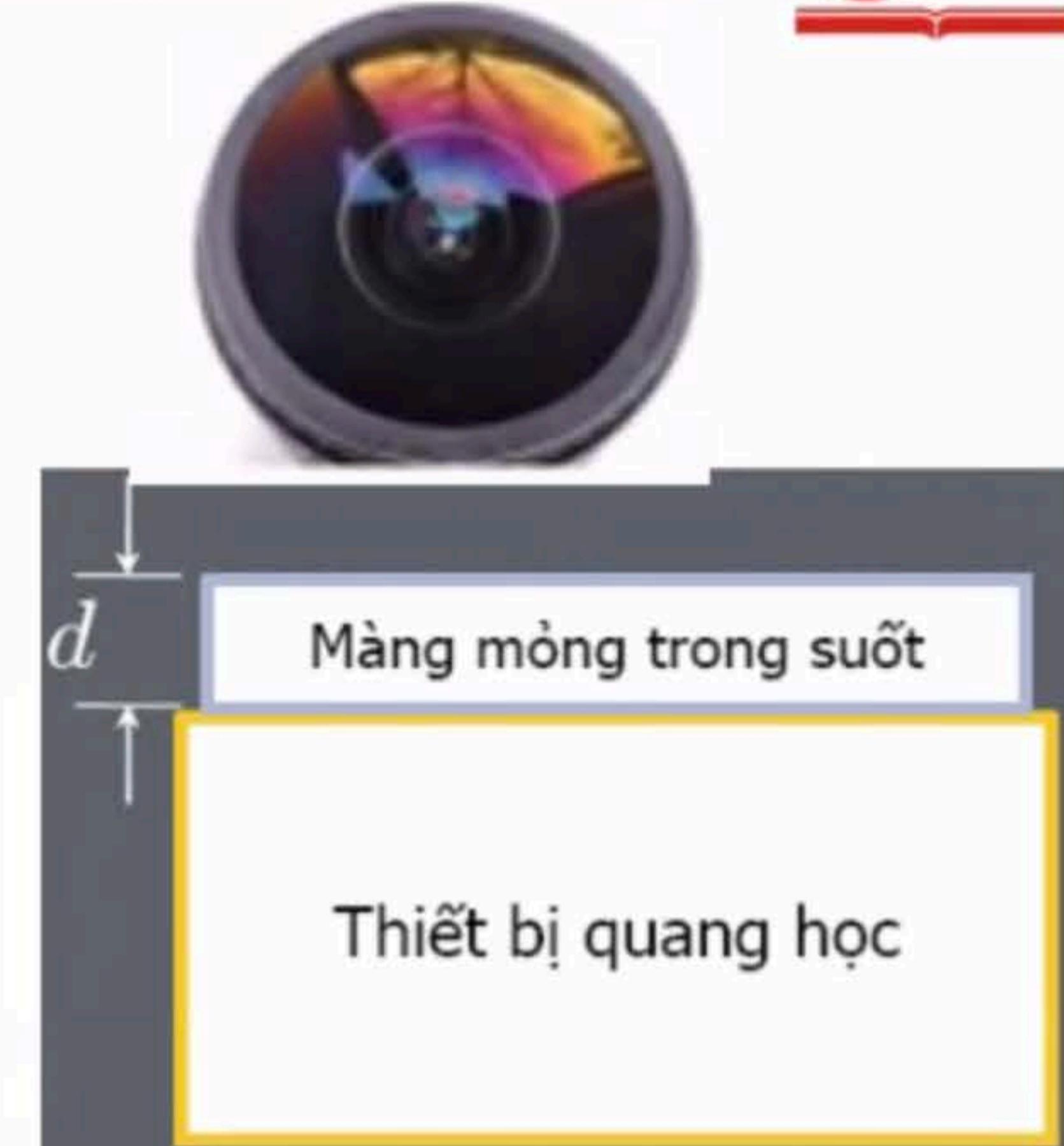
→ Hiệu quang lô của hai tia phản xạ thỏa mãn điều kiện cực tiểu giao thoa:

$$\Delta L = L_2 - L_1 = 2d\sqrt{n^2 - \sin^2 i} + \frac{\lambda}{2} - \frac{\lambda}{2} \quad (n_0 < n < n_{tt})$$

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

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

→ Độ dày nhỏ nhất của màng mỏng là:

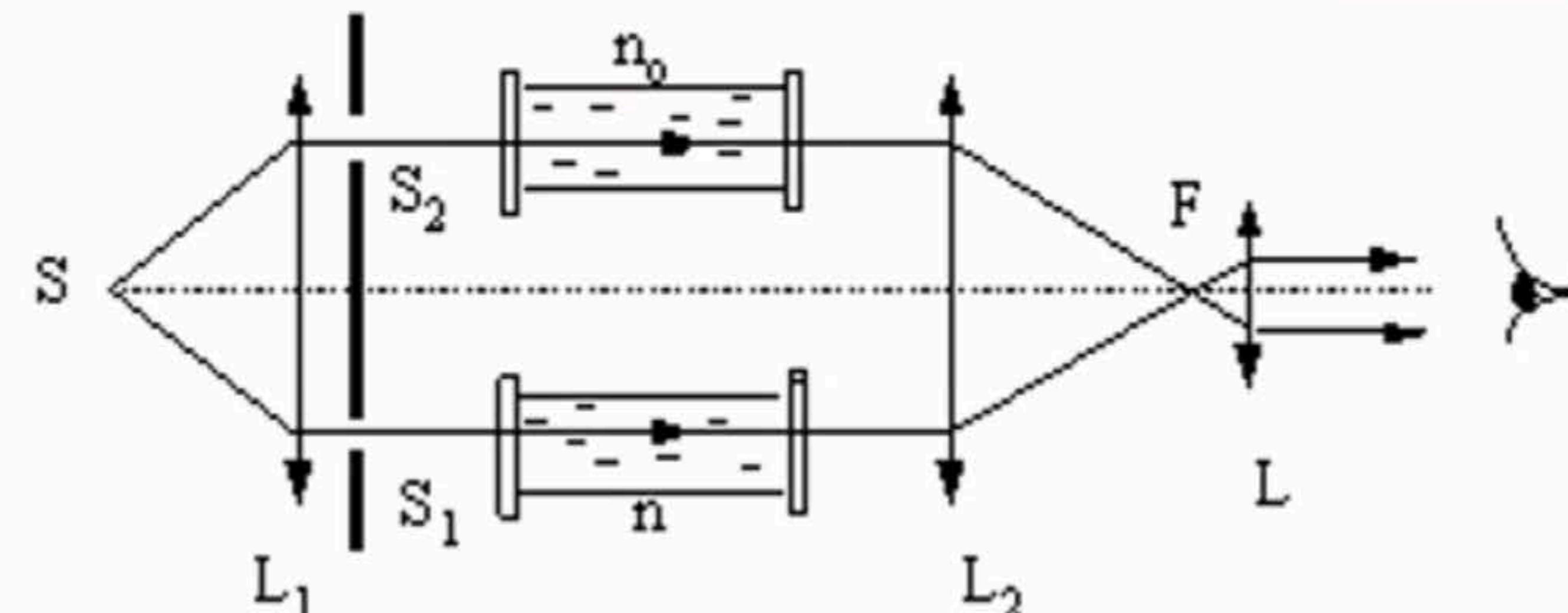


$$d_{\min} = \frac{\lambda}{4n}$$

## 4. Các ứng dụng của hiện tượng giao thoa

### 4.3. Giao thoa kế Rayleigh

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



Khi thay chất lỏng trong một ống bằng chất lỏng cần nghiên cứu hiệu quang lô của hai chùm tia bị thay đổi một lượng:

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

Kết quả là hệ thống vân giao thoa bị dịch chuyển.

Nếu hệ thống vân giao thoa dịch chuyển m khoảng vân thì hiệu quang lô sẽ thay đổi một khoảng bằng  $\Delta L = (n - n_o)d = m\lambda$

→ chiết suất của chất lỏng cần đo là:

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

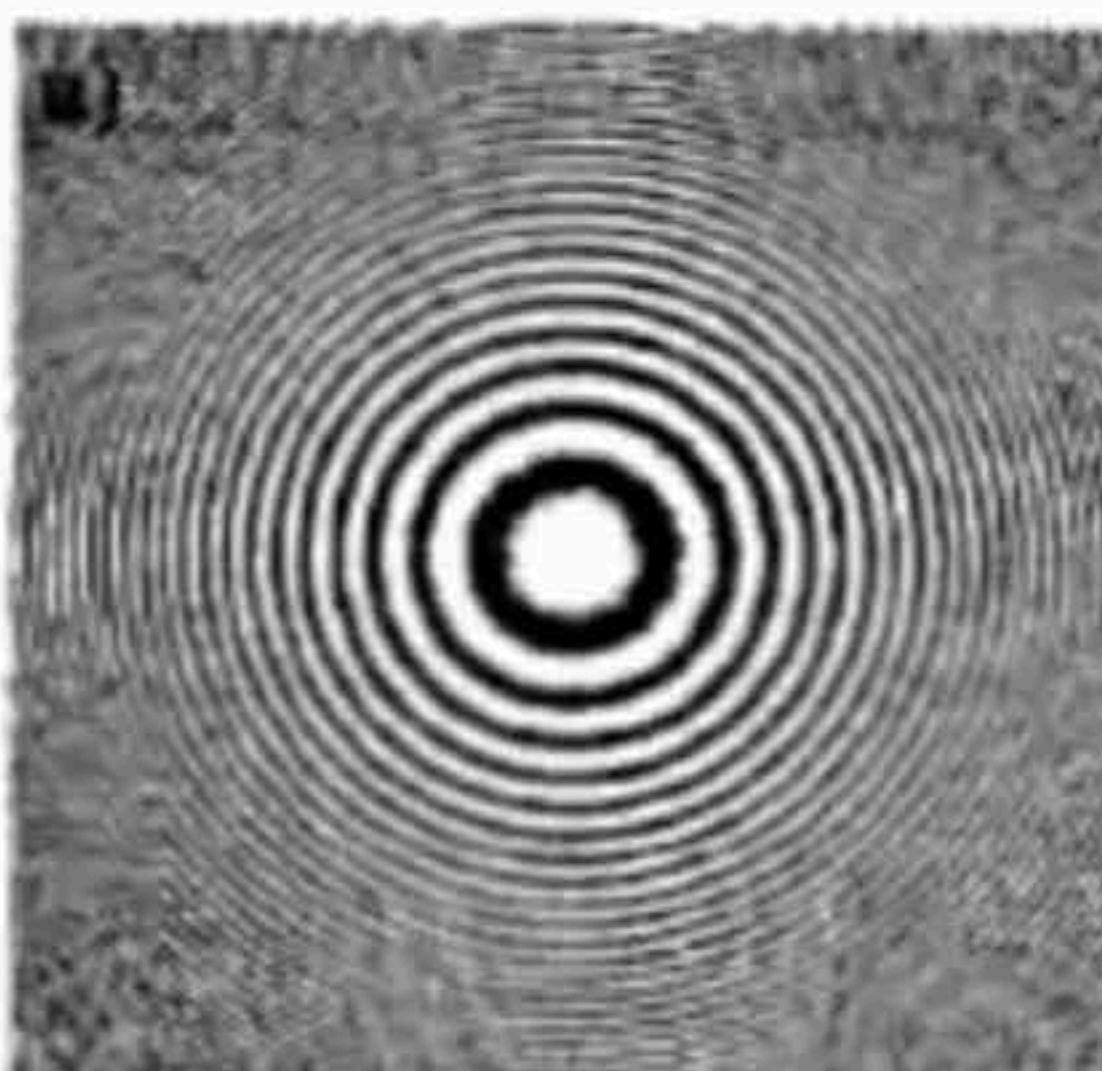
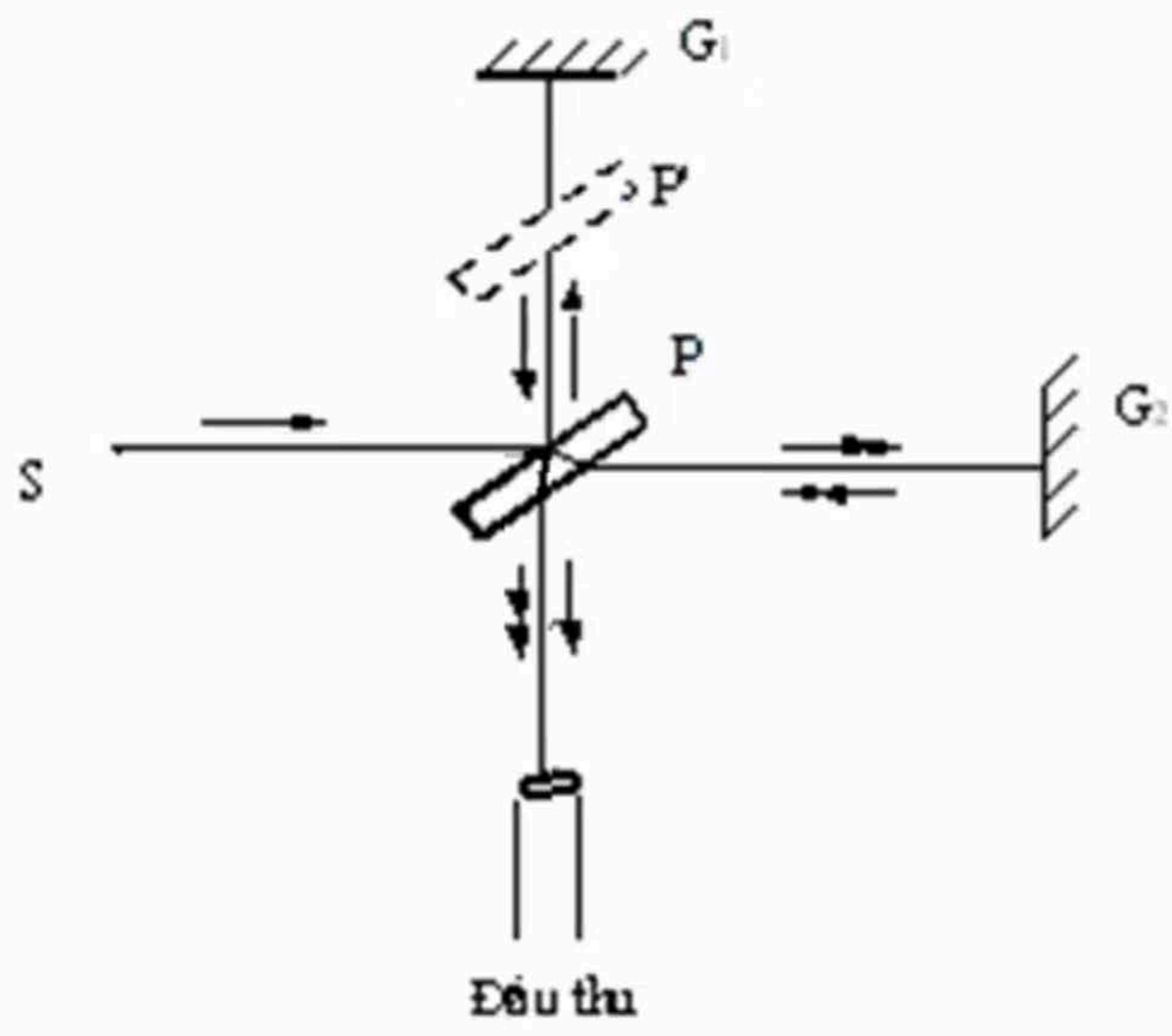
## 4. Các ứng dụng của hiện tượng giao thoa

### 4.4. Giao thoa kế Michelson

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

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

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



Bài TN 4 ➔



- 1, Quang lô: Định nghĩa và biểu thức.
- 2, Sóng ánh sáng kết hợp: Định nghĩa; Cách tạo ra sóng ánh sáng kết hợp?
- 3, Hiện tượng giao thoa ánh sáng đơn sắc, từ đó rút ra nhận xét giao thoa khi dùng ánh sáng trắng.
- 4, Thí nghiệm và kết luận của Loyd về sự giao thoa của ánh sáng phản xạ.
- 5, Cách tạo ra sóng kết hợp trong hệ giao thoa cho vân tròn Newton và trình bày hiện tượng giao thoa cho hệ vân tròn Newton.
- 6, Hiện tượng giao thoa gây bởi nêm không khí và ứng dụng.

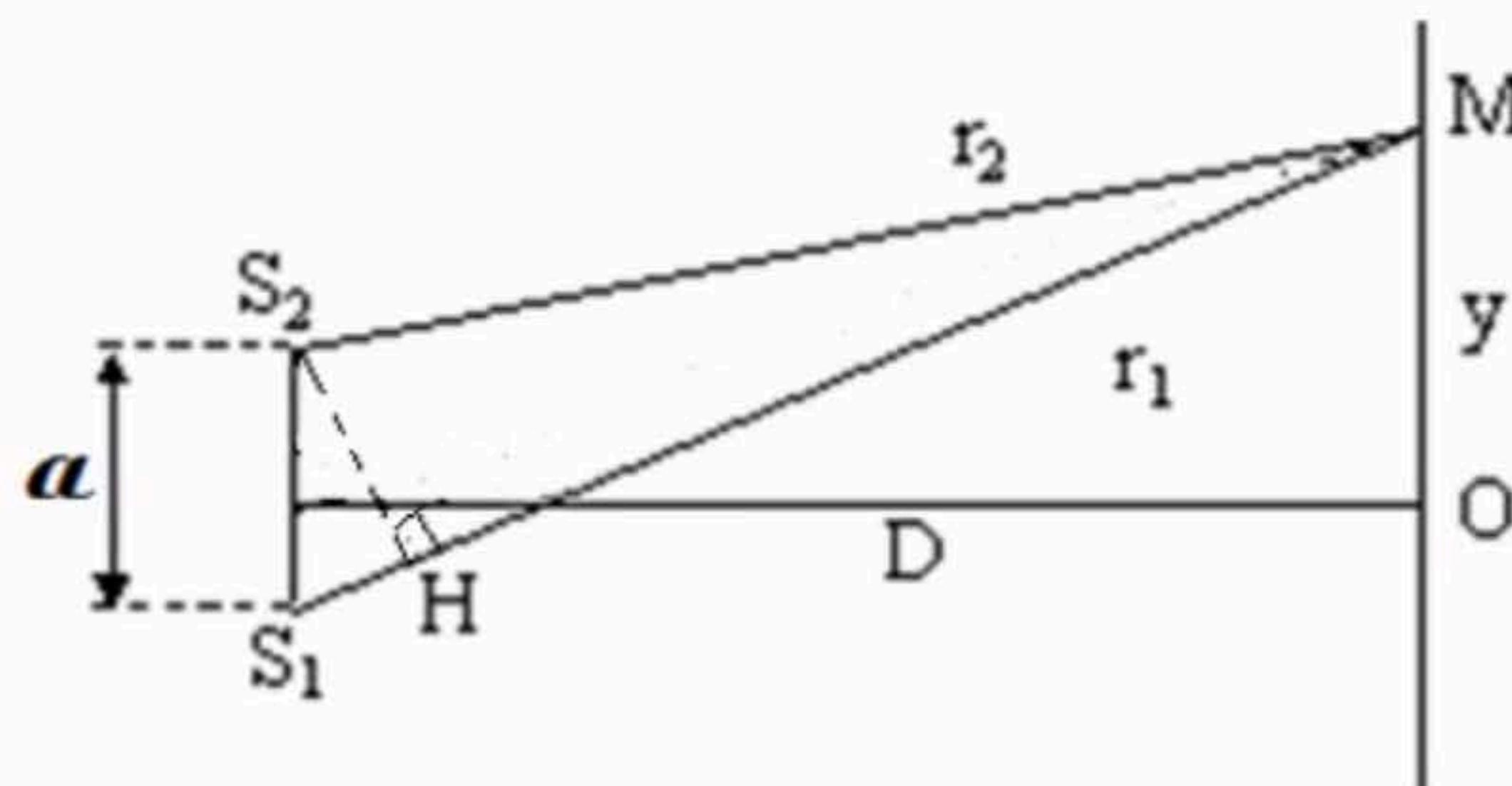
# Bài tập 1



Hai khe Young cách nhau một khoảng  $a = 1\text{mm}$ , được chiếu bằng ánh sáng đơn sắc có bước sóng chưa biết. Khi 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.



## Bài tập 3

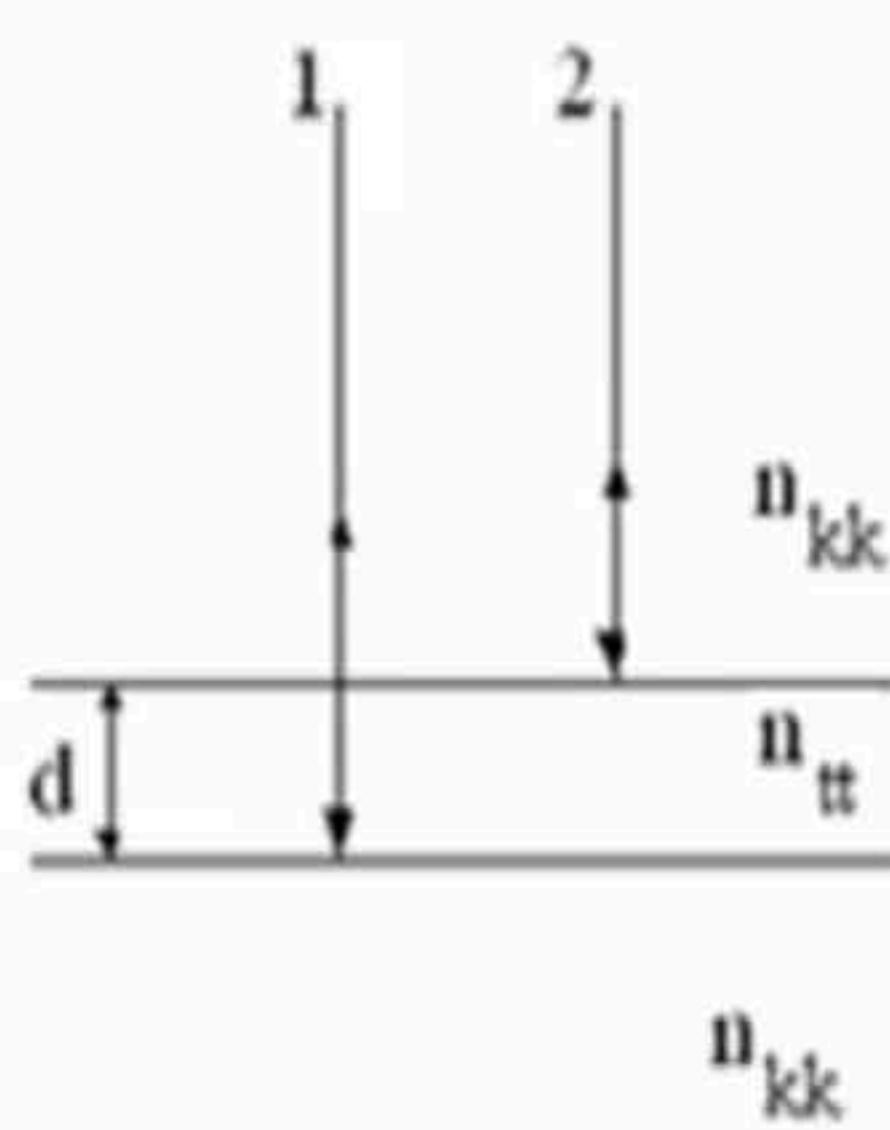
**Hai khe Young cách nhau  $a = 2\text{mm}$ , được chiếu bằng ánh sáng đơn sắc có bước sóng  $\lambda = 0,6\mu\text{m}$ . Màn quan sát được đặt cách mặt phẳng chứa hai khe một đoạn  $D = 1\text{m}$ . Đặt trước một trong hai khe một bản mỏng song song, trong suốt, chiết suất  $n = 1,5$ , hệ vân giao thoa trên màn quan sát dịch một khoảng  $2\text{mm}$  so với khi chưa đặt bản mỏng. Tìm bề dày của bản mỏng.**



## Bài tập 4



Một chùm sáng trắng được rọi vuông góc với bản thuỷ 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  $\lambda = 0,48 \mu\text{m}$



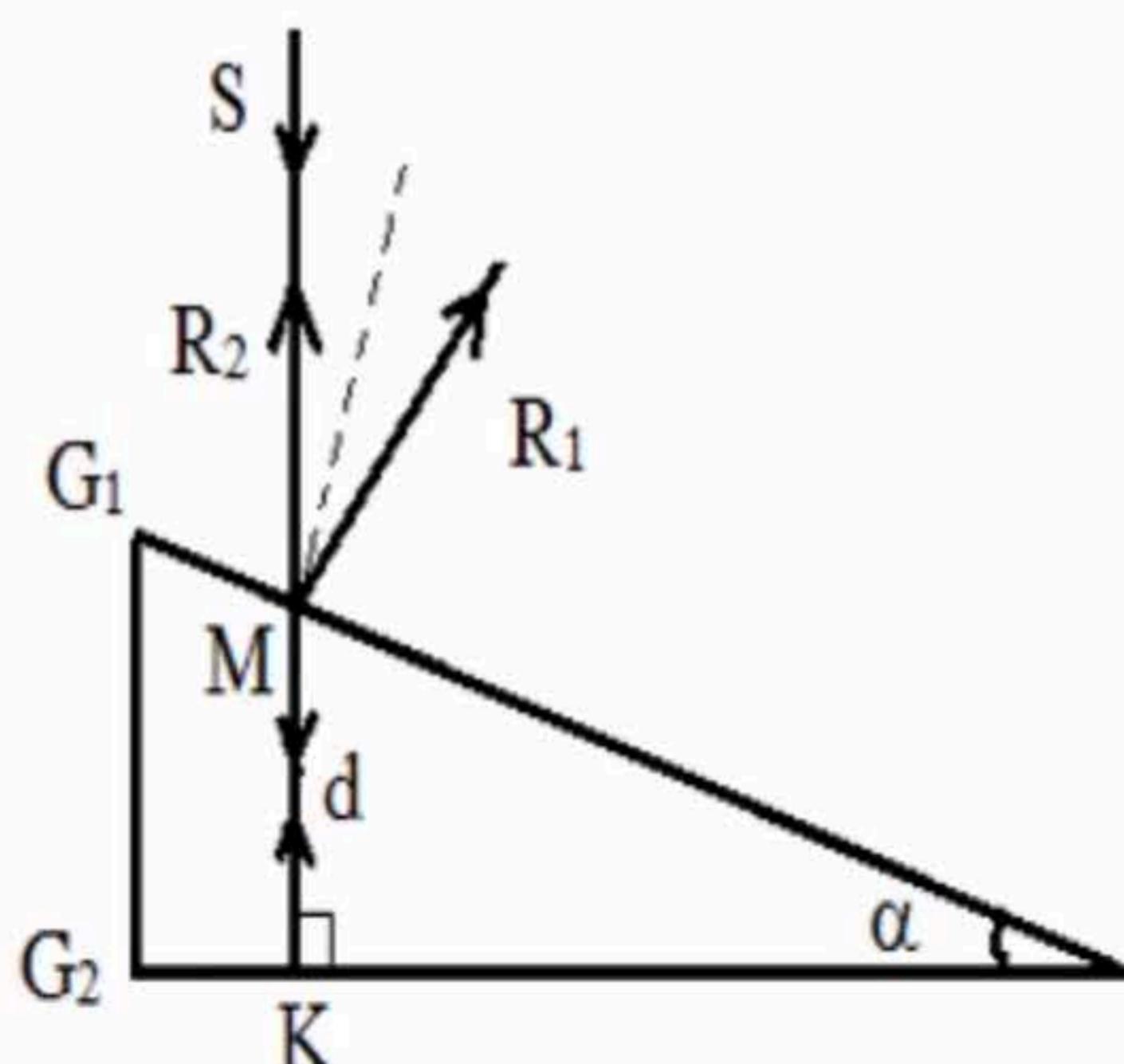
### BT Tương tự

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 5

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 nêm 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 tiêu giao thoa  $\Delta L = (2k + 1) \frac{\lambda}{2}$

⇒ Độ dày nêm tại điểm cho vân tối:  $d_t = k \frac{\lambda}{2}$

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

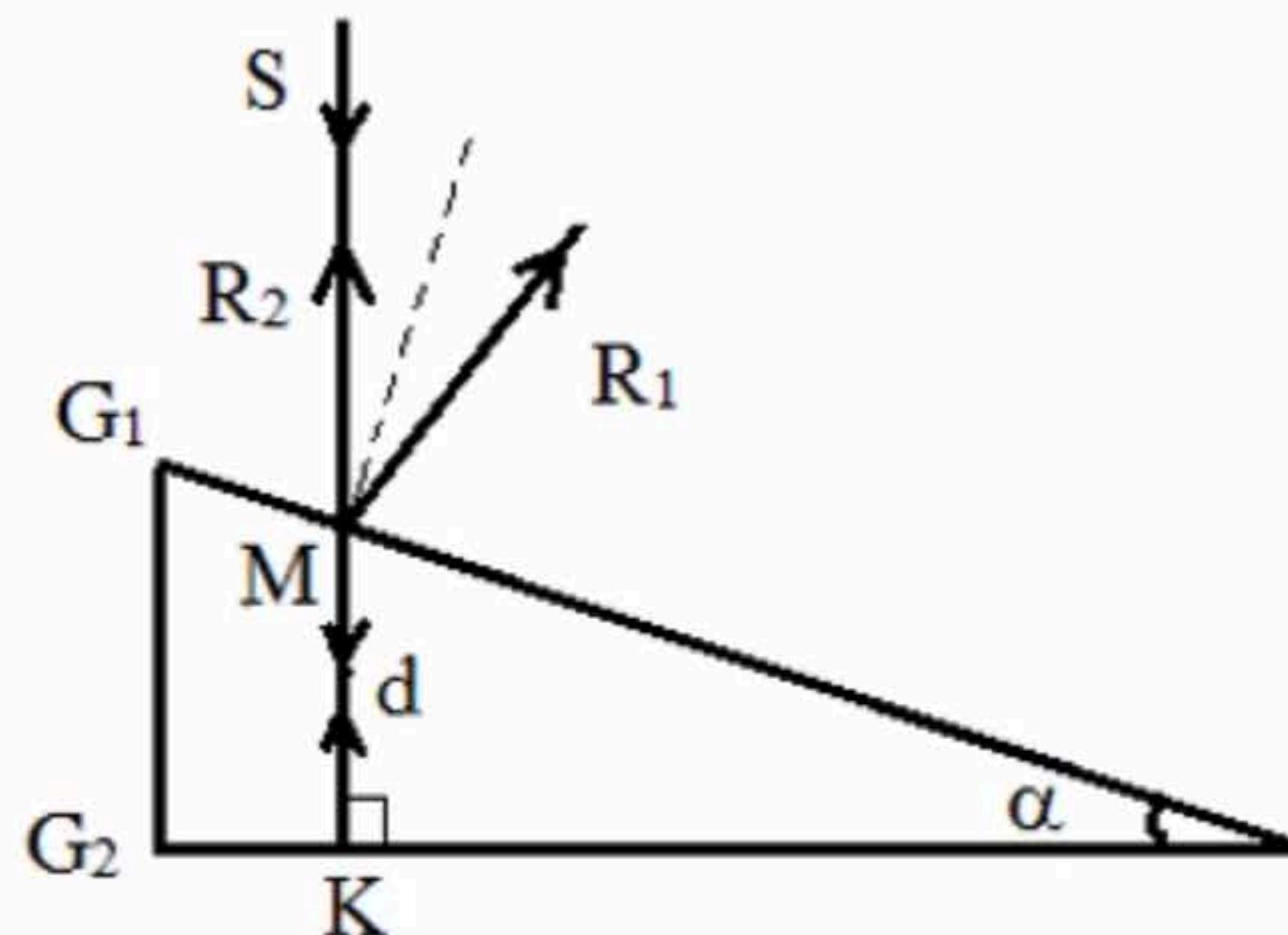
# Bài tập

Một bản mỏng nêm thuỷ tinh có góc nghiêng  $\alpha = 2'$  và chiết suất  $n = 1,52$ .

Chiếu một chùm sáng đơn sắc 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

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

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

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

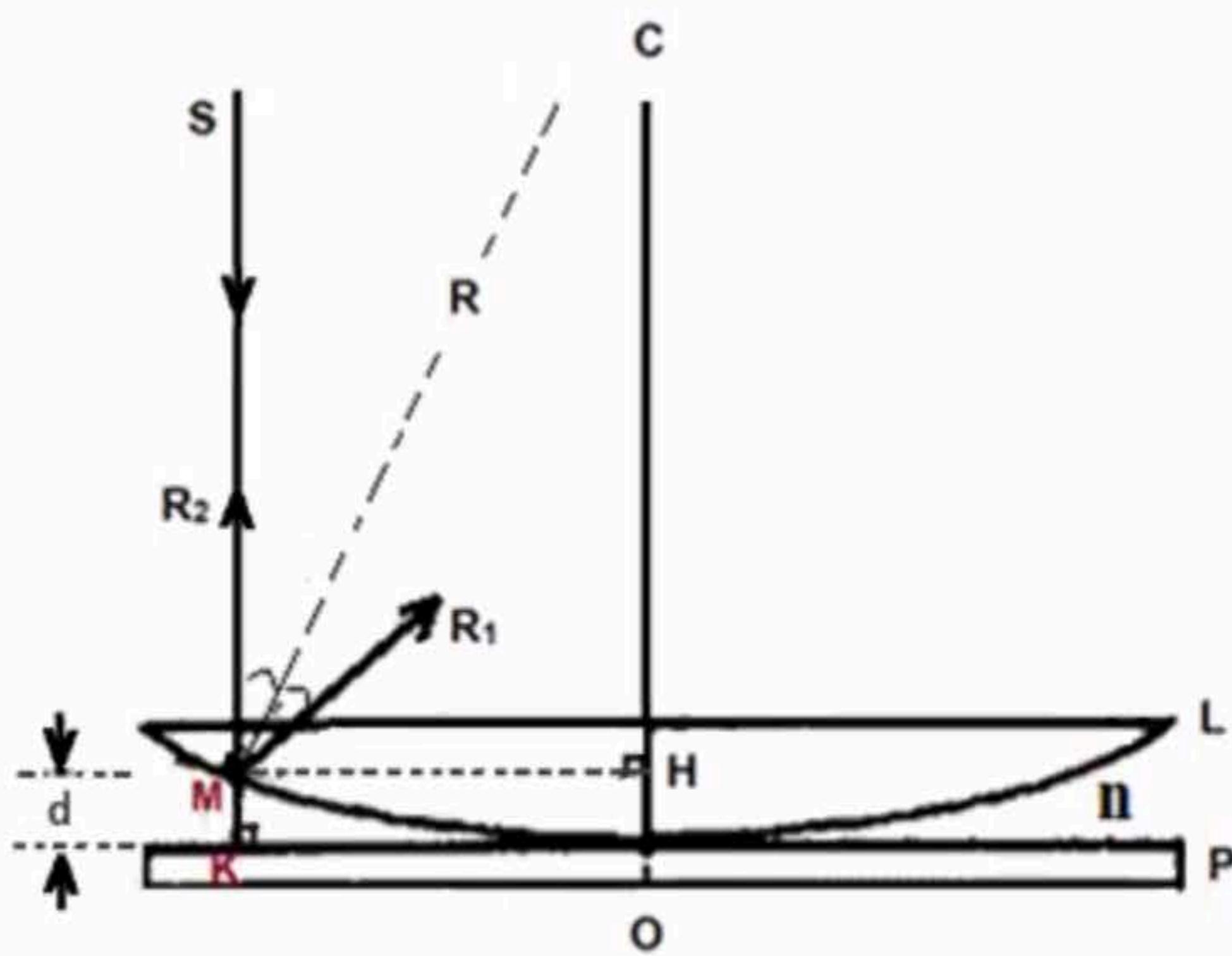
$$\rightarrow \lambda = 2n_{tt}\alpha i = \dots \text{(rad)}$$



## Bài tập.....



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 thứ 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 số 0 ( $k = 0$ ).



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

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

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