

**BÀI GIẢNG**  
**VẬT LÝ ĐẠI CƯƠNG III**  
**PH1131**

**QUANG HỌC & VẬT LÝ**  
**LƯỢNG TỬ**

# Chương 1

## Giao thoa ánh sáng

### §1. Các khái niệm cơ sở


#### •1.1 Quang lộ:

- Xét hai điểm A, B trong môi trường đồng tính, chiết suất  $n$  được chiếu sáng:

- + Khoảng cách giữa hai điểm A, B:  $AB = d$ .

- + Vận tốc ánh sáng trong chân không là  $c$ ; trong môi trường là  $v$ .

- + Thời gian mà ánh sáng đi được từ A đến B trong môi trường là  $t$ .

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


# §1. Các khái niệm cơ sở

*Quang lộ  $L$  giữa hai điểm  $A, B$  là đoạn đường ánh sáng truyền được trong chân không trong khoảng thời gian  $t$ . (trong đó  $t$  là khoảng thời gian mà ánh sáng đi được đoạn  $AB$  trong môi trường).*

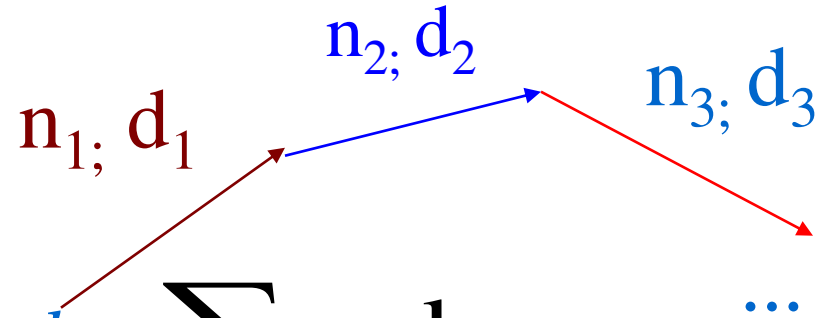
$$L = ct \text{ suy ra } L = nd.$$

trong đó

$$n = \frac{c}{v} \quad \text{chiết suất môi trường}$$

## §1. Các khái niệm cơ sở

\* Nếu ánh sáng đi qua nhiều môi trường:



$$L = n_1 d_1 + n_2 d_2 + \dots + n_n d_n = \sum_i n_i d_i$$

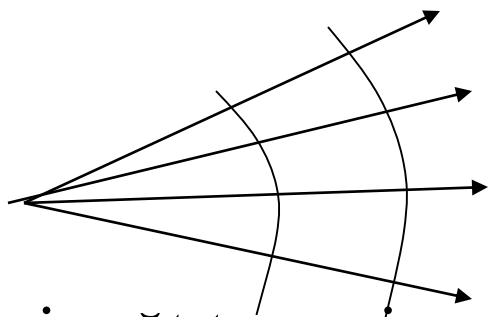
\* Nếu môi trường có chiết suất biến thiên liên tục:

$$L = \int_{AB} n ds$$

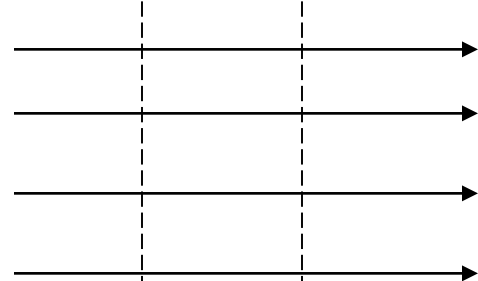
### 1.2. ĐỊNH LÝ MALUS (MALUÝT):

Định lý:

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



hai mặt trục giao



hai mặt trục giao

Quang lộ  $L_1$  giữa  $A_1, A_3$  và  $L_2$  giữa  $B_1, B_3$ :

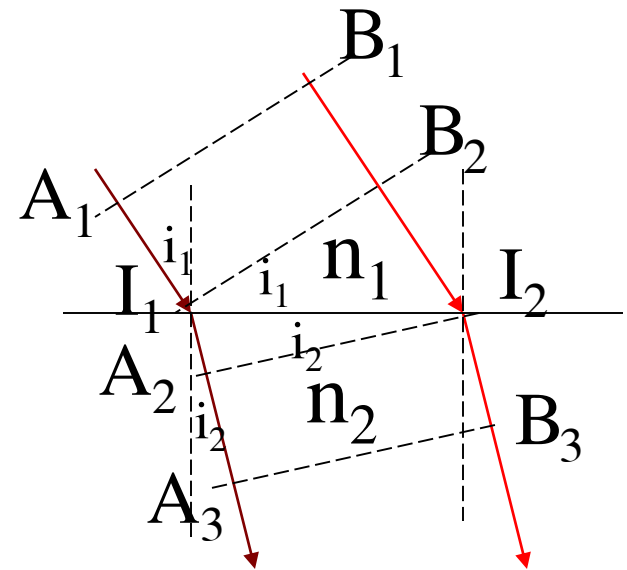
$$L_1 = n_1 A_1 I_1 + n_2 I_1 A_2 + n_2 A_2 A_3$$

$$L_2 = n_1 B_1 B_2 + n_1 B_2 I_2 + n_2 I_2 B_3$$

$$n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$$

$$\sin i_1 = \frac{B_2 I_2}{I_1 I_2} \quad \sin i_2 = \frac{I_1 A_2}{I_1 I_2}$$

$$n_1 \sin i_1 = \frac{n_1 B_2 I_2}{I_1 I_2} \quad n_2 \sin i_2 = \frac{n_2 I_1 A_2}{I_1 I_2}$$

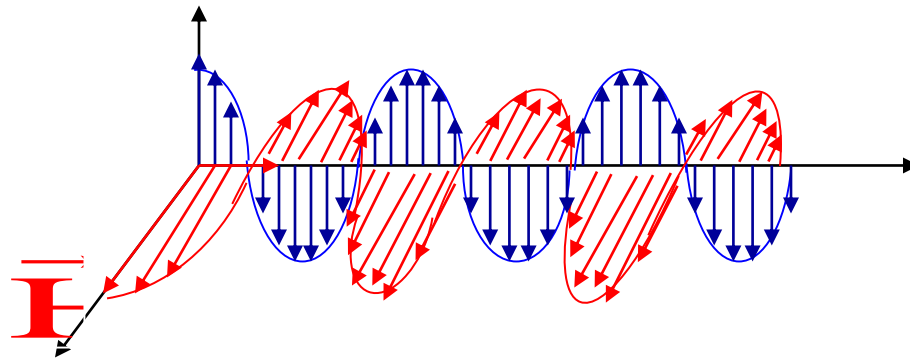


Suy ra:  $n_1 B_2 I_2 = n_2 I_1 A_2$  và  $L_1 = L_2$

## §2. Cơ sở của quang học sóng

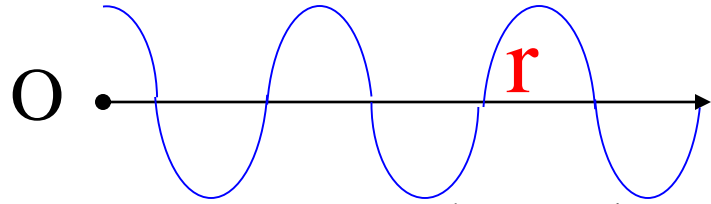
### 2.1. HÀM SÓNG CỦA ÁNH SÁNG:

- Ánh sáng là một loại sóng điện từ: *Từ trường và điện trường biến thiên trong không gian.*



- Chỉ có thành phần điện trường tác dụng vào mắt mới gây cảm giác sáng

→ Dao động của  $\vec{E}$  là dao động sóng:



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

$x_0 = a \cdot \cos \omega t$  - dao động tại gốc O.

Tại r: ( $\tau$  thời gian trễ)  $x = a \cos \omega(t - \tau) =$

$$a \cos\left(\omega t - \frac{2\pi}{T} \frac{L}{c}\right) = a \cos\left(\omega t - \frac{2\pi L}{\lambda}\right)$$

## • 2.2. CƯỜNG ĐỘ SÁNG:

• Cường độ sáng tại một điểm là một đại lượng có trị số bằng năng lượng truyền qua một đơn vị diện tích đặt vuông góc với phương truyền sáng trong một đơn vị thời gian:

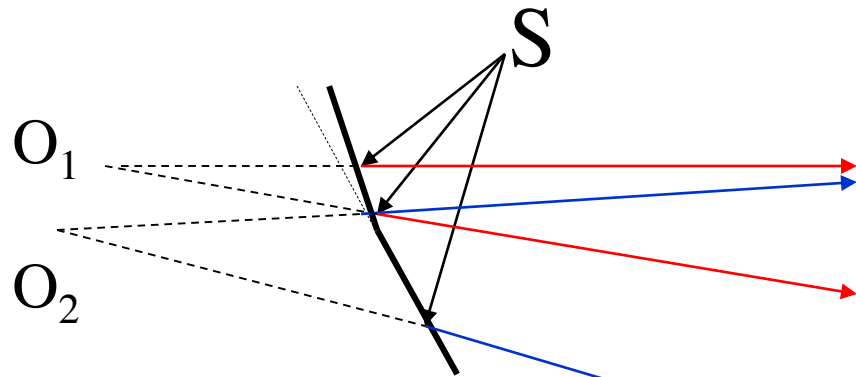
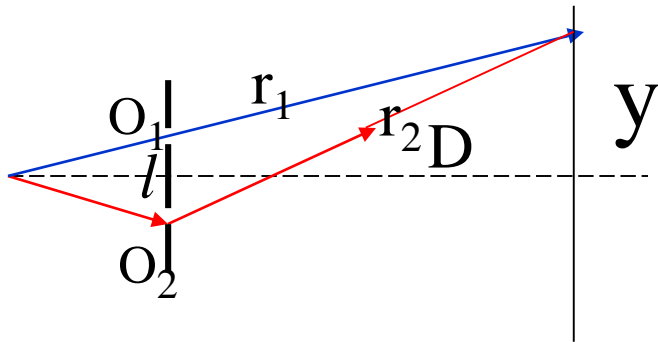
•  $I = k a^2$ , k là hệ số tỷ lệ. Lấy  $k = 1$  có:  $I = a^2$ .

# §3. Giao thoa ánh sáng bởi 2 nguồn kết hợp

## 3.1. Hai nguồn sáng kết hợp:

- Hai sóng kết hợp: + Có cùng tần số.  
+ Có hiệu pha không đổi.

- Khe Young hay gương Frenen:



- $O_1O_2$  là 2 nguồn kết hợp (thực cấp)

- $O_1O_2$  là 2 nguồn kết hợp (ảo)



### 3.2. Khảo sát hiện tượng giao thoa:

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

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

Hiệu pha

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

$$L_1 - L_2 = r_1 - r_2 = k\lambda \quad \text{Vân sáng}$$

$$L_1 - L_2 = r_1 - r_2 = (2k+1)\lambda/2$$

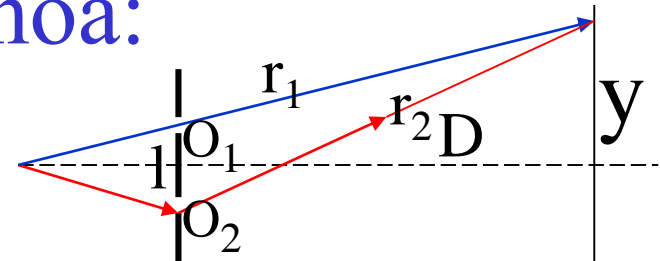
Vân tối

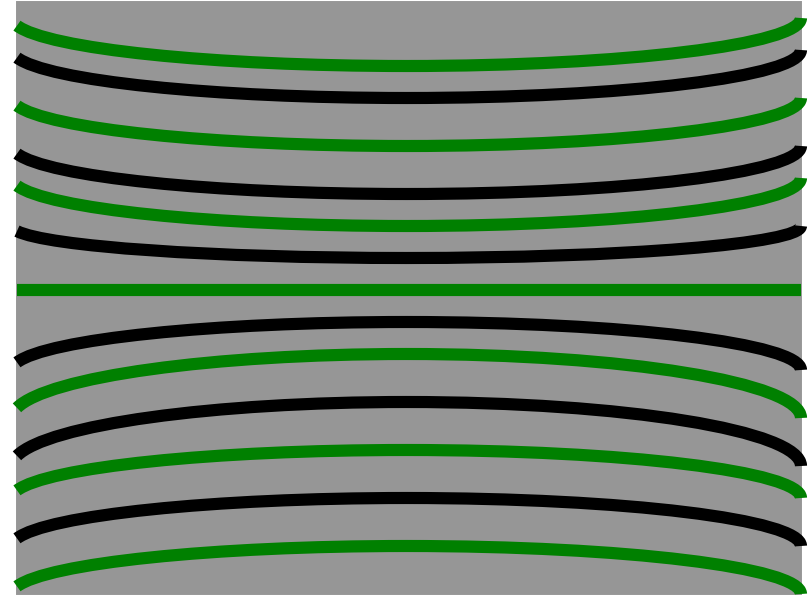
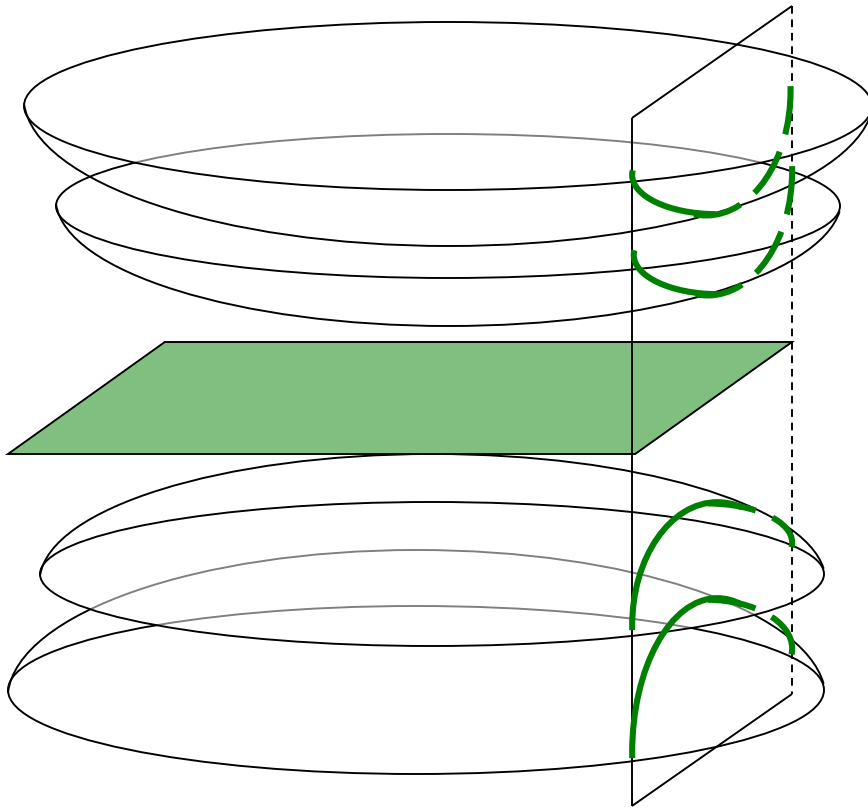
$$y_s = k \frac{\lambda D}{l}$$

$$y_{tk} = (2k+1) \frac{\lambda D}{2l}$$

Khoảng cách 2 vân sáng liên tiếp  $i = \lambda D/l$

- Các vân giao thoa có dạng hypecbol đối xứng qua vân giữa.
- Vân giữa là vân sáng





- Giao thoa ánh sáng trắng

$$0,4\mu\text{m} \leq \lambda \leq 0,76\mu\text{m}$$



### 3.3. Hiện tượng giao thoa do phản xạ

- Thí nghiệm của Lô (Lloyd)

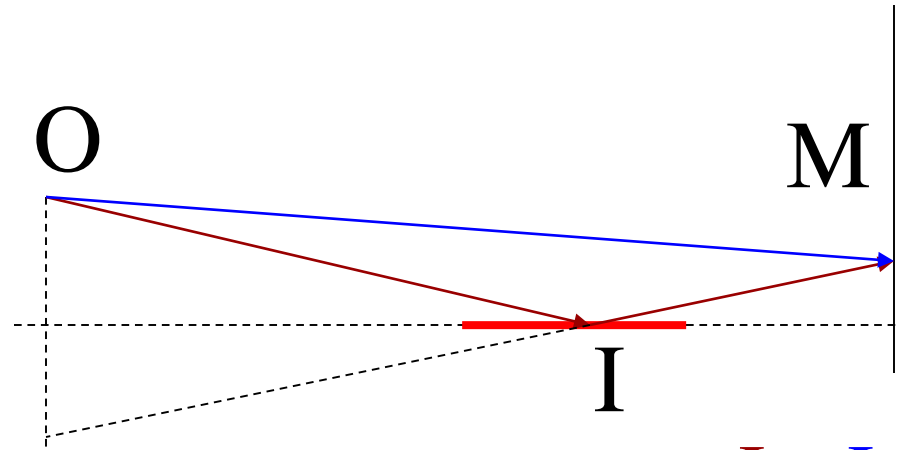
Theo lý thuyết

Vân sáng

$$L_1 - L_2 = \text{OI} + \text{IM} - \text{OM} = k\lambda$$

Vân tối

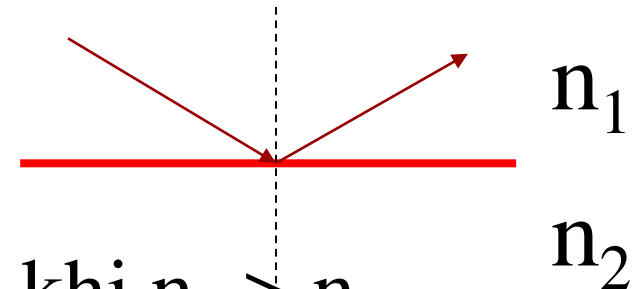
$$L_1 - L_2 = \text{OI} + \text{IM} - \text{OM} = (2k+1)\lambda/2$$



- Thực tế ngược lại: Sau phản xạ đảo pha

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

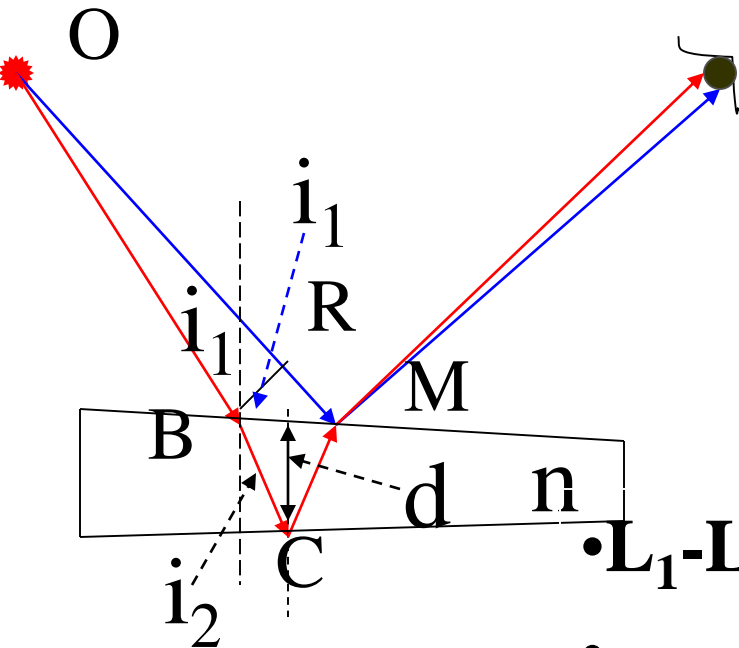
$L_1$  của tia phản xạ  
dài thêm  $\lambda/2$



Chỉ khi  $n_2 > n_1$

## §4. Giao thoa gây bởi các bản mỏng

### •4.1. Bản mỏng có bề dày thay đổi - Vân cùng bề dày



•Tia ló của tia phản xạ từ đáy dưới (đỏ) giao thoa với tia phản xạ từ mặt trên (xanh) của tấm

•Hiệu quang lộ:

$$\bullet L_1 - L_2 = OB + n(BC + CM) - (OM + \lambda/2)$$

$$\bullet = n(BC + CM) - RM - \lambda/2$$

$$RM = BM \cdot \sin i_1 = 2d \cdot \tan i_2 \cdot \sin i_1 \quad BC = CM = d / \cos i_2$$

$$\Delta L = L_1 - L_2 = n \frac{2d}{\cos i_2} - 2d \cdot \tan i_2 \sin i_1 - \frac{\lambda}{2}$$

$$\left. \begin{array}{l} \frac{\sin i_1}{\sin i_2} = n \\ \sin i_2 = \frac{\sin i_1}{n} \end{array} \right\} \rightarrow \cos i_2 = \frac{1}{n} \sqrt{n^2 - \sin^2 i_1}$$

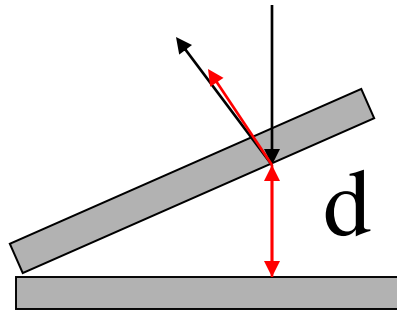
$$2d \cdot \tan i_2 \sin i_1 = \frac{2d}{n \cos i_2} (n^2 - \sin^2 i_1)$$

$$\Delta L = 2d \sqrt{(n^2 - \sin^2 i_1)} - \frac{\lambda}{2}$$

**Vân sáng:**  $L_1 - L_2 = k\lambda$     **Vân tối:**  $L_1 - L_2 = (2k+1)\lambda/2$

- Góc nhìn xác định  $\Rightarrow i_1$  xác định
- Mỗi vân ứng với một độ dày  $d$  xác định
- Vân cùng độ dày

## 4.2. Nêm không khí



- Tia ló của tia phản xạ từ đáy dưới (đen) tằm trên giao thoa với tia phản xạ từ mặt trên (đỏ) của tấm dưới
- Hai tia gặp nhau và giao thoa với nhau trên bề mặt của lớp không khí.

Hiệu quang lộ

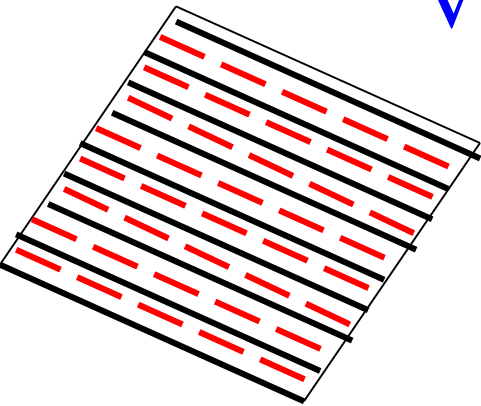
$$L_1 - L_2 = 2d + \lambda/2$$

Vân sáng:  $L_1 - L_2 = 2d + \lambda/2 = k\lambda$

$$d_{sk} = (2k-1)\lambda/4$$

$$d_{tk} = k.\lambda/2$$

Vân tối:  $L_1 - L_2 = 2d + \lambda/2 = (2k+1)\lambda/2$



Ứng dụng: Kiểm tra độ phẳng của kính sai số 0,03-0,003  $\mu\text{m}$

## 4.3. Vân tròn Newton

Tia phản xạ từ tấm phẳng (**xanh**)  
và Tia phản xạ từ mặt cong cầu (**đỏ**)  
giao thoa với nhau:

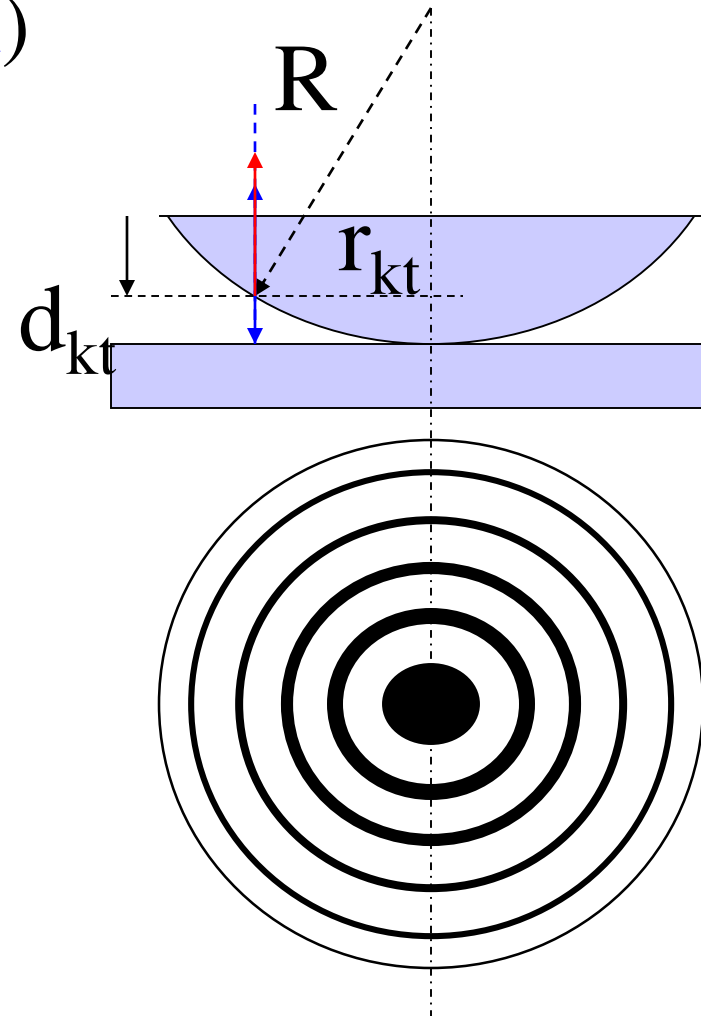
Vân tối :  $d_{kt} = k \cdot \lambda/2$

Bán kính vân:

$$r_{tk} = \sqrt{R^2 - (R - d_{tk})^2}$$

$$r_{tk} \approx \sqrt{2Rd_{tk}} = \sqrt{R\lambda} \sqrt{k}$$

Vân sáng :  $d_{ks} = (2k-1) \cdot \lambda/4$



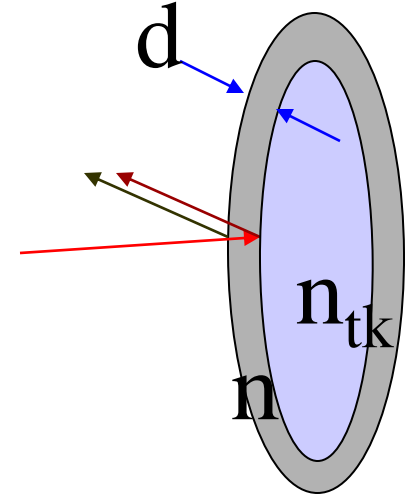
# §5. Ứng dụng hiện tượng giao thoa

## 5.1. Khử phản xạ các mặt kính

$$n_{tk} > n > 1$$

$$\Delta L = 2dn = \lambda_0/2 \quad d = \frac{\lambda_0}{4n} = \frac{\lambda}{4}$$

$\lambda_0$  trong chân không,  $\lambda$  trong lớp phủ



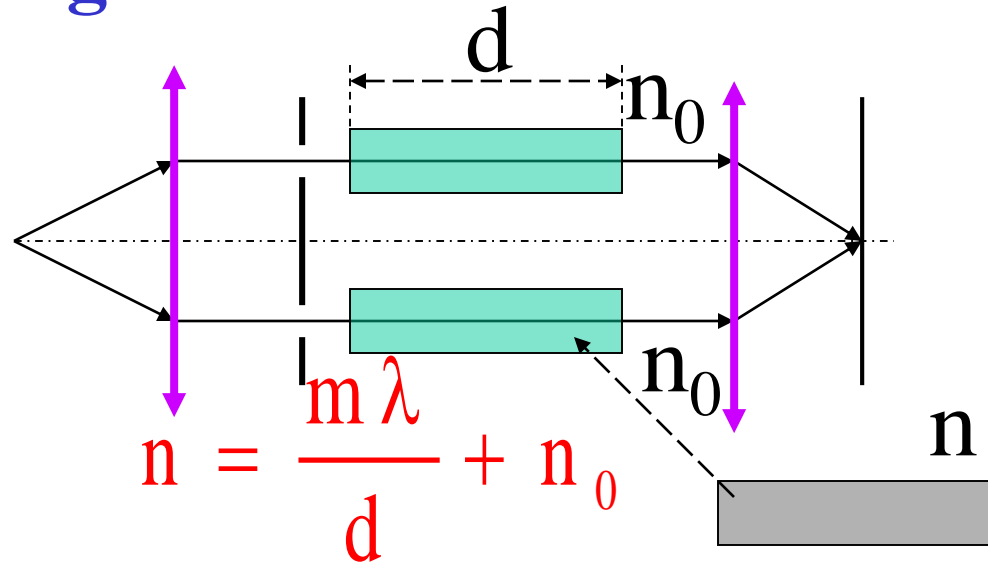
$$n = \sqrt{n_{tk}} \quad \lambda_0 = 0,555 \mu\text{m} \text{ ánh sáng nhạy nhất}$$

## • 5.2 Đo chiết suất chất lỏng và chất khí - Giao thoa kế Rê lây (Rayleigh)

2 ống đều đựng chuẩn

• Thay bằng chất cần đo  
dịch đi m khoảng vân

$$m\lambda = (n - n_0)d$$





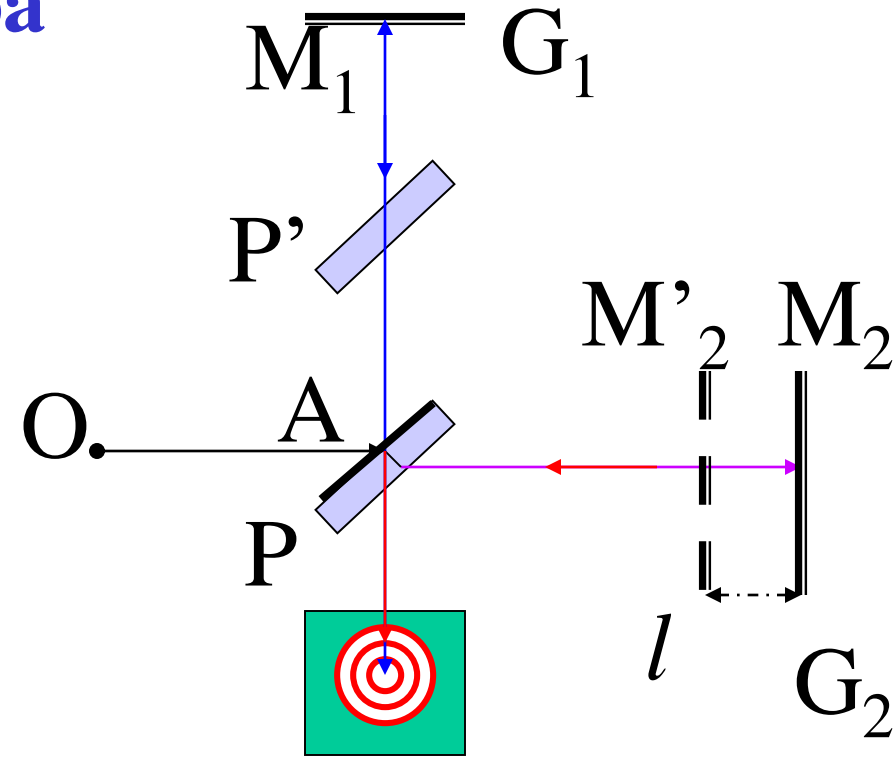
### 5.3. Đo chiều dài - Giao thoa kế Maikenxơn Micheson

$\Delta L=0$  Vân trung tâm sáng

Dịch đi  $m$  khoảng vân

$$2l = m\lambda \quad l = m\lambda/2$$

• *Thí nghiệm Maikenxơn*



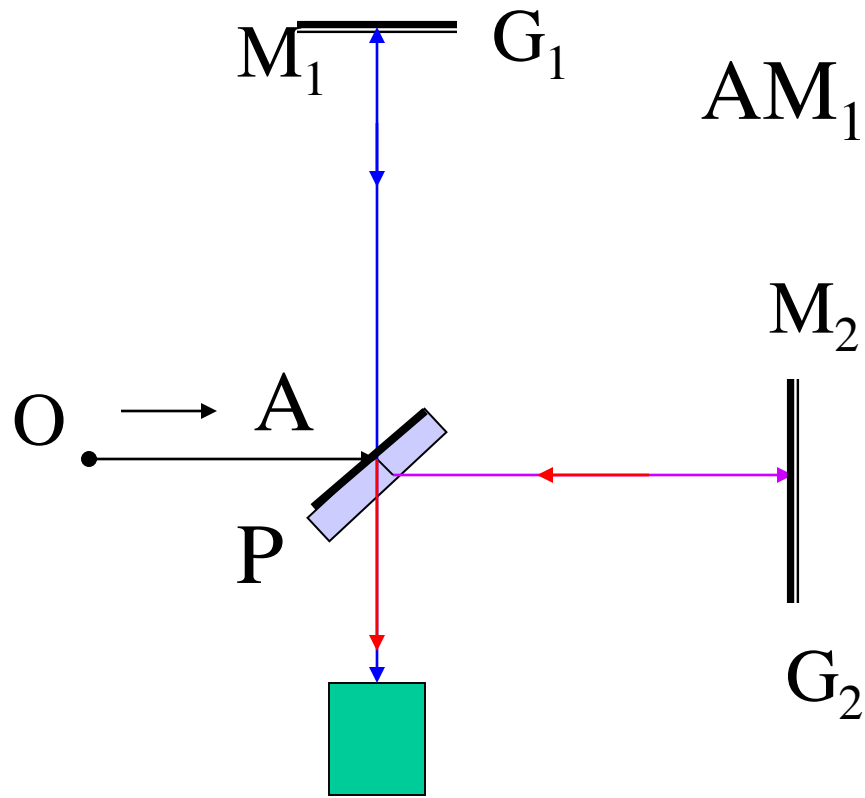
Chứng minh tiên đề Anhxtanh về vận tốc AS

**Giả thiết:** Trái đất quay quanh mặt trời với vận tốc  $v$ .

Theo cơ học cổ điển vận tốc AS :

dọc theo phương chđộng của trái đất:  $c_{//} = c \pm v$

Vuông góc với phương cđ của trái đất:  $c_{\perp} = c$



$$AM_1 = AM_2 = \ell$$

•  $AM_2 //$  phương chuyển động trái đất

•  $AM_1 \perp$  phương chuyển động trái đất

$t_1$  thời gian đi  $AM_1$ ,  $t_2$  thời gian đi  $AM_2$

$$t_2 = \frac{\ell}{c - v} + \frac{\ell}{c + v} = \frac{2\ell c}{c^2 - v^2} = \frac{2\ell c}{c^2} \frac{1}{1 - \beta^2}$$

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

$$\frac{1}{1 - \beta^2} \approx 1 + \beta^2$$

$$t_2 = \frac{2\ell}{c} (1 + \beta^2)$$

Trong thời gian  $t_1$  trái đất đi được:  $AA' = vt_1$

$$M_1 t_1 = \frac{2\ell'}{c} = \frac{2}{c} \sqrt{\ell^2 + \frac{v^2 t_1^2}{4}} \quad t_1 \approx \frac{2\ell}{c} \left(1 + \frac{1}{2} \beta^2\right)$$

Hiệu quang lộ  $\delta_1 = c(t_1 - t_2) = -\ell \beta^2$

Quay giao thoa kế đi  $90^\circ$ :

$$\delta_2 = \ell \beta^2 \quad \delta_2 - \delta_1 = 2\ell \beta^2$$

Hệ thống vân dịch đi

$$m = \frac{2\ell \beta^2}{\lambda} \quad \ell = 11\text{m}, \beta^2 \approx 10^{-8} \quad m = 0,37$$

Không đúng với TN

→  $c = 3 \cdot 10^8 \text{m/s}$  trong mọi hệ  
QC quán tính

