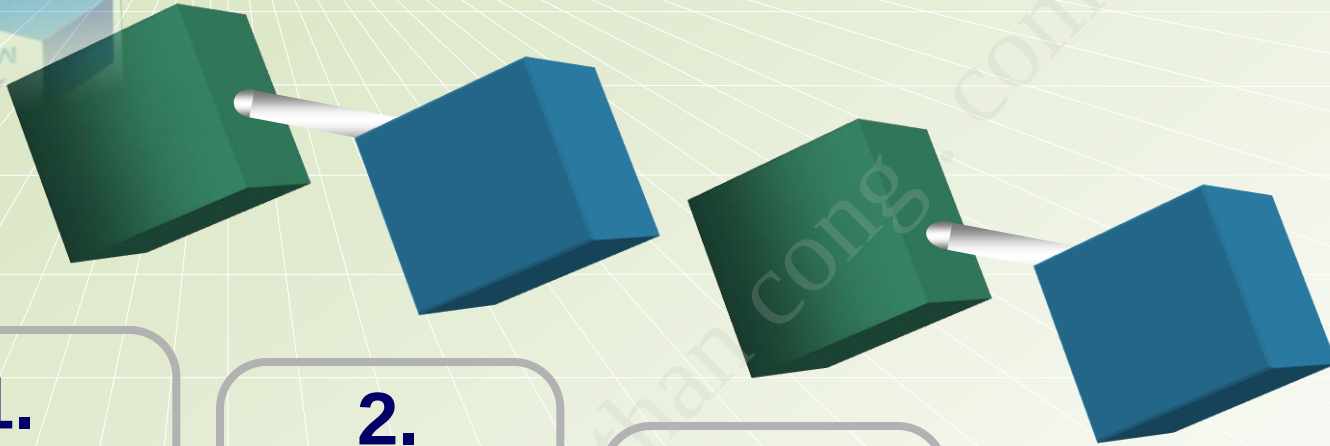




Giao thoa ánh sáng



**1.
Các
khái
niệm**

**2.
Giao
thoa
của
sóng
ánh
sáng**

**3.
Giao
thoa
với
hai
khe
Young**

**4.
Giao
thoa
trên
màng
mỏng**



1. Các khái niệm

- a. Đặc điểm của ánh sáng phẳng đơn sắc
- b. Biểu thức của ánh sáng phẳng đơn sắc
- c. Cường độ sáng
- d. Nguyên lý chồng chất sóng



1. Các khái niệm

1a. Ánh sáng là sóng điện từ

- Ánh sáng là sự lan truyền dao động của điện và từ trường.
- Ánh sáng khả kiến có bước sóng thay đổi từ 400 nm cho đến 700 nm.
- Bước sóng ánh sáng khả kiến dài nhất (ánh sáng đỏ) là vào khoảng bề dày của một màng xà phòng, hay cỡ một phần mười bề dày sợi tóc!



1. Các khái niệm

1a. Biểu thức của ánh sáng phẳng đơn sắc

- Nếu sóng truyền theo trục x dương, độ lớn của điện, từ trường ở vị trí x , vào lúc t là:

$$E = E_m \sin(\omega t - kx)$$

$$B = B_m \sin(\omega t - kx)$$

- ω là tần số góc, còn k là độ lớn của **vector sóng** (hướng theo chiều truyền sóng):

$$\omega = 2\pi f$$

$$\vec{k} = \frac{2\pi n}{\lambda} \hat{x}$$

f : tần số dao động,

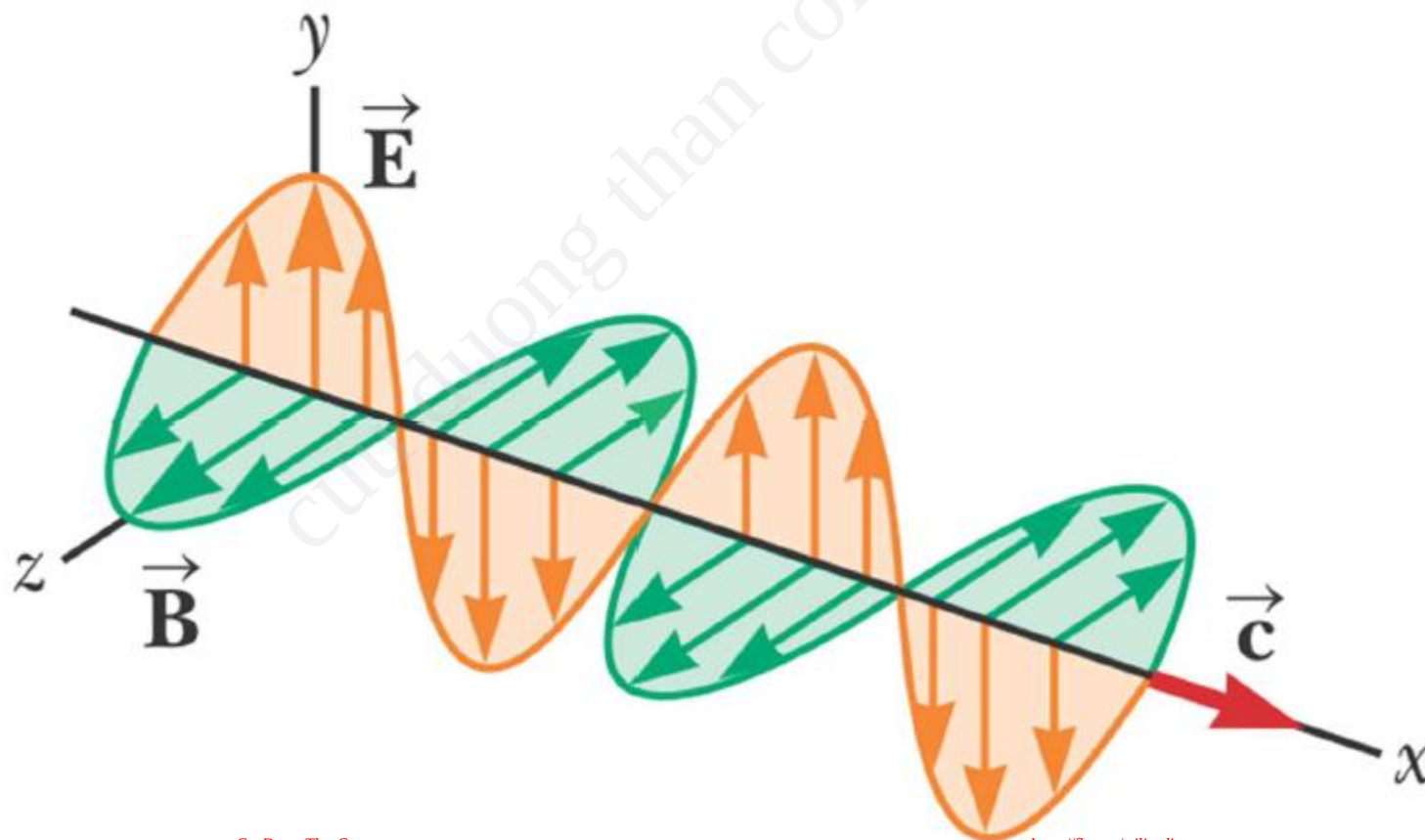
n : chiết suất môi trường,

λ : bước sóng *trong chân không*.



1. Các khái niệm

1b. Đặc điểm của ánh sáng phẳng đơn sắc





1. Các khái niệm

1b. Đặc điểm của ánh sáng phẳng đơn sắc (tt)

- Vector điện trường và từ trường vuông góc với nhau và vuông góc với phương truyền sóng.
- Điện trường, từ trường và chiều truyền sóng tạo nên một tam diện thuận.
- Điện trường và từ trường luôn dao động cùng pha và cùng tần số.
- Tỉ số giữa điện trường và từ trường bằng vận tốc ánh sáng trong chân không.



1. Các khái niệm

1b. Biểu thức của ánh sáng phẳng đơn sắc (tt)

- Vận tốc truyền sóng trong môi trường = bước sóng trong môi trường / chu kỳ.

$$v = \frac{(\lambda/n)}{T}$$

$$v = \frac{\lambda}{n} f = \frac{2\pi}{k} \cdot \frac{\omega}{2\pi}$$

$$v = \frac{\omega}{k}$$



1. Các khái niệm

1c. Cường độ sáng

- Cường độ sáng là năng lượng sóng ánh sáng đi qua một đơn vị diện tích vuông góc với phương truyền sóng trong một đơn vị thời gian.
- Cường độ sáng tỷ lệ với bình phương biên độ sóng.



1. Các khái niệm

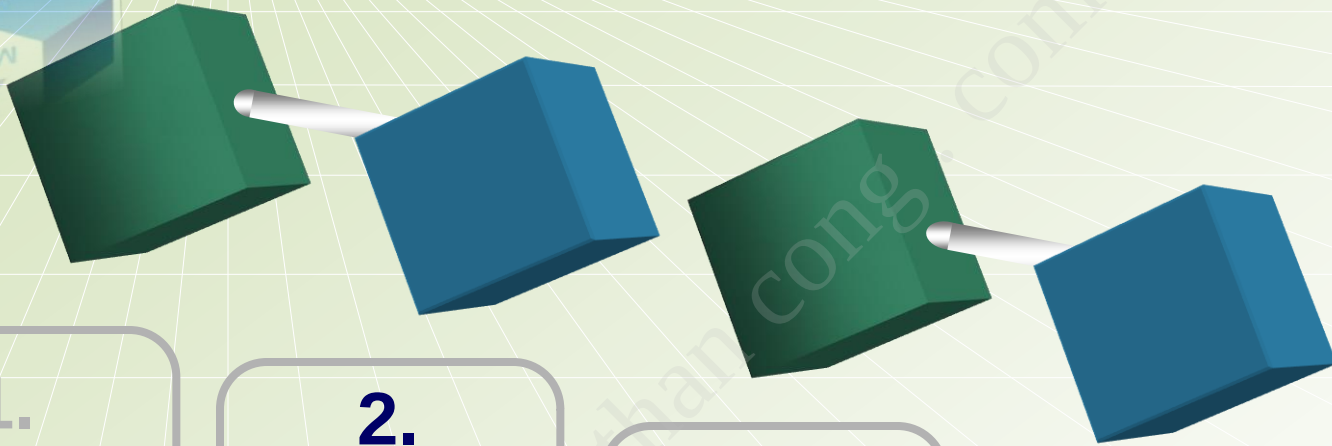
1d. Nguyên lý chồng chất sóng

- Khi các sóng đến gặp nhau thì: từng sóng riêng biệt không bị các sóng khác làm cho thay đổi,
- sóng tổng hợp bằng tổng tất cả các sóng tới.





Giao thoa ánh sáng



1.
Các
khái
niệm

2.
Giao
thoa
của
sóng
ánh
sáng

3.
Giao
thoa
với
hai
khe
Young

4.
Giao
thoa
trên
màng
mỏng



2. Giao thoa của sóng ánh sáng

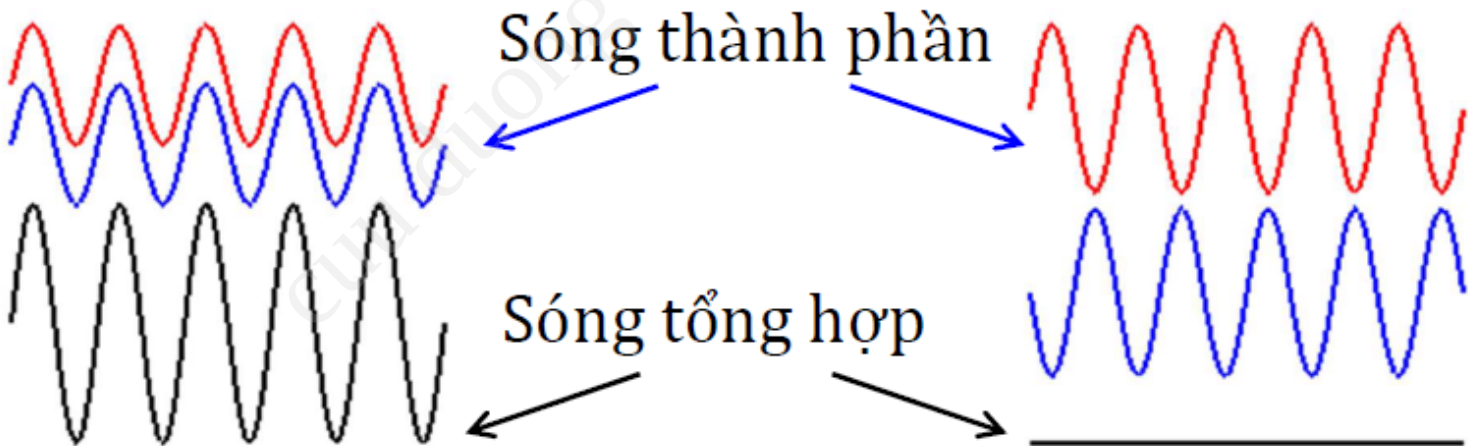
- a. Giải thích định tính
- b. Giải thích định lượng
- c. Tại sao thông thường ta ít khi thấy giao thoa ánh sáng?
- d. Nguồn sáng kết hợp



2. Giao thoa của sóng ánh sáng

2a. Giao thoa: giải thích định tính

- Sóng thành phần dao động cùng pha thì sóng tổng hợp có biên độ cực đại.
- Sóng thành phần dao động ngược pha thì sóng tổng hợp có biên độ dao động cực tiểu.



Cực đại giao thoa

Cực tiểu giao thoa



2. Giao thoa của sóng ánh sáng

2b. Giao thoa: giải thích định lượng

- Xét hai sóng phẳng cùng tần số, cùng phương dao động. Tại nơi gặp nhau chúng có biểu thức dao động:

$$u_1 = a_1 \sin(\omega t)$$

$$u_2 = a_2 \sin(\omega t + \Delta\phi)$$

- Dao động tổng hợp tại nơi gặp nhau là:

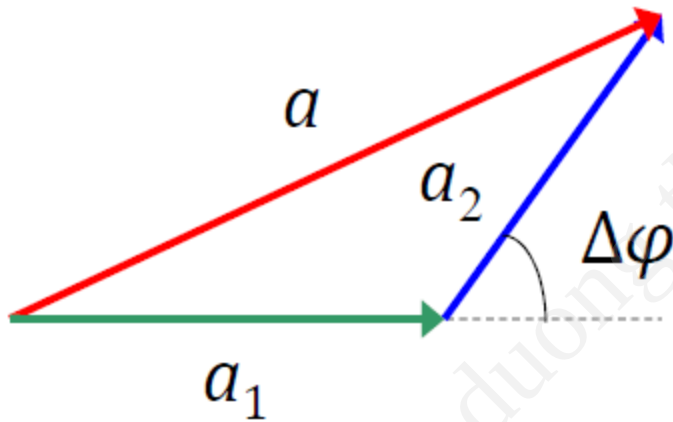
$$u = u_1 + u_2$$



2. Giao thoa của sóng ánh sáng

2b. Giao thoa: giải thích định lượng (tt)

- Dùng phương pháp giản đồ vectơ :



$$a^2 = a_1^2 + a_2^2 + 2a_1a_2 \cos \Delta\phi$$

- Suy ra cường độ sóng tổng hợp:

$$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos \Delta\phi$$



2. Giao thoa của sóng ánh sáng

2b. Giao thoa: giải thích định lượng (hết)

- I cực đại hay cực tiểu tùy theo độ lệch pha:

$$I = \begin{cases} I_{\max} & \Delta\phi = 2m\pi \\ I_{\min} & \Delta\phi = (2m+1)\pi \end{cases} \quad m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

$$I_{\max} = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2}$$

$$I_{\min} = I_1 + I_2 - 2\sqrt{I_1 I_2}$$



2. Giao thoa của sóng ánh sáng

2c. Tại sao ít thấy giao thoa ánh sáng?

- Với các nguồn sáng thực $\Delta\varphi$ thay đổi rất nhanh và hỗn loạn, cường độ sáng quan sát được là trung bình theo thời gian:

$$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \langle \cos \Delta\phi \rangle$$

- Trung bình theo thời gian của $\cos \Delta\varphi$ bằng không, do đó:

$$I = I_1 + I_2$$

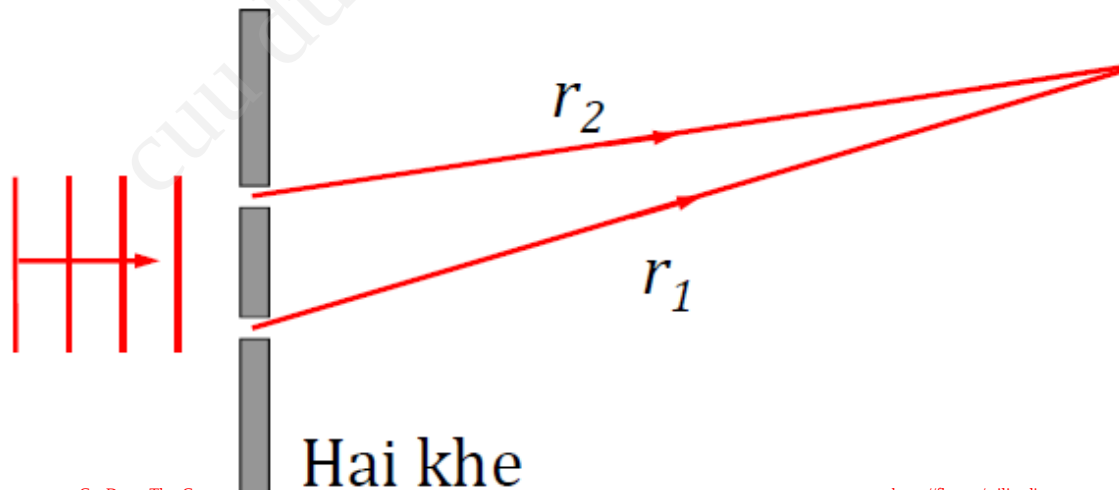
- Cường độ sáng của chúng chỉ tăng cường lẫn nhau chứ không tạo giao thoa.
- Để có giao thoa $\Delta\varphi$ phải không thay đổi.



2. Giao thoa của sóng ánh sáng

2d. Nguồn sáng kết hợp

- Hai nguồn sáng có *độ lệch pha không thay đổi theo thời gian* được gọi là hai nguồn kết hợp.
- Cách đơn giản nhất để có các nguồn kết hợp là dùng các nguồn *laser*.
- Cũng có thể tách ánh sáng từ cùng một nguồn thành hai phần có đường đi khác nhau.





2. Giao thoa của sóng ánh sáng

2d. Nguồn sáng kết hợp (tt)

- Tại nơi gặp nhau, biểu thức dao động và độ lệch pha của chúng là:

$$u_1 = a \sin(\omega t - kr_1) \quad u_2 = a \sin(\omega t - kr_2)$$

$$\Delta\phi = k(r_2 - r_1) = \frac{2\pi}{\lambda} n(r_2 - r_1) = \frac{2\pi}{\lambda} \Delta L$$

$$\Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda} \Delta L$$

- Với ΔL là *hiệu quang trình*:

$$\Delta L = n(r_2 - r_1)$$



2. Giao thoa của sóng ánh sáng

2d. Nguồn sáng kết hợp (hết)

- Để có cực đại hay cực tiểu giao thoa:

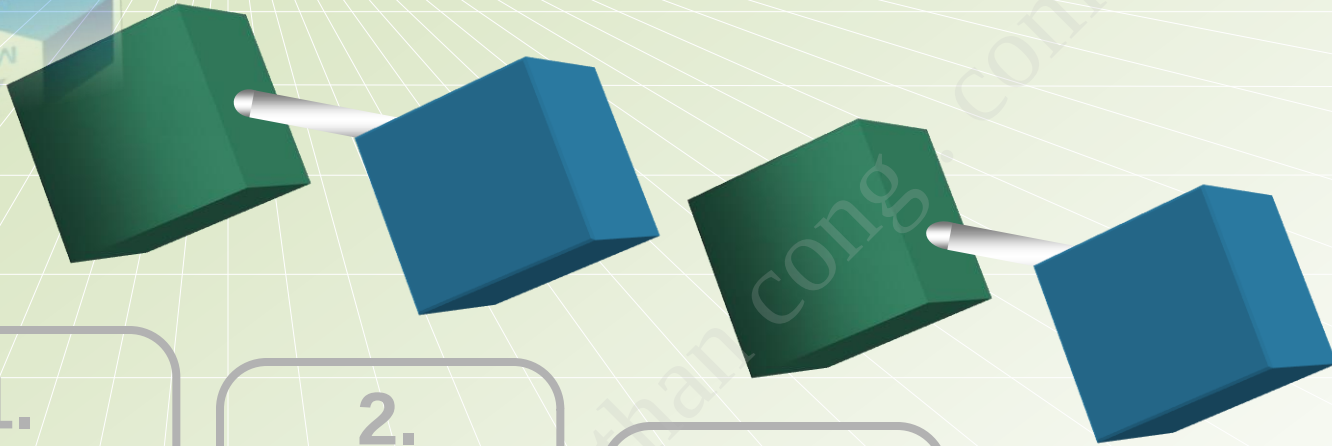
$$I = \begin{cases} I_{\max} & \Delta\phi = 2m\pi \\ I_{\min} & \Delta\phi = (2m+1)\pi \end{cases} \quad m = 0, \pm 1, \pm 2..$$

$$\Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda} \Delta L$$

$$\Delta L = \begin{cases} m\lambda & I_{\max} \\ \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda & I_{\min} \end{cases} \quad m = 0, \pm 1, \pm 2...$$



Giao thoa ánh sáng



1.
Các
khái
niệm

2.
Giao
thoa
của
sóng
ánh
sáng

3.
Giao
thoa
với
hai
khe
Young

4.
Giao
thoa
trên
màng
mỏng



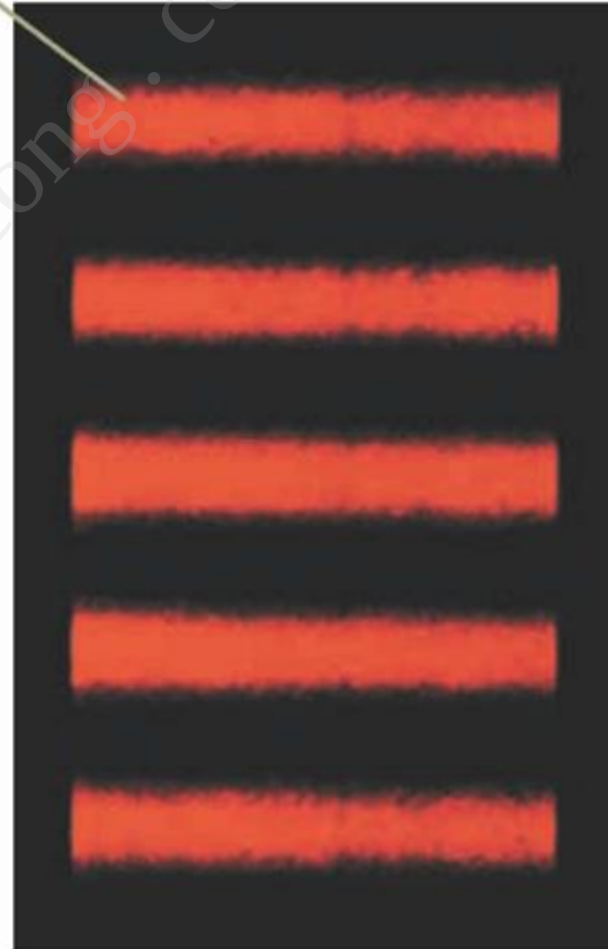
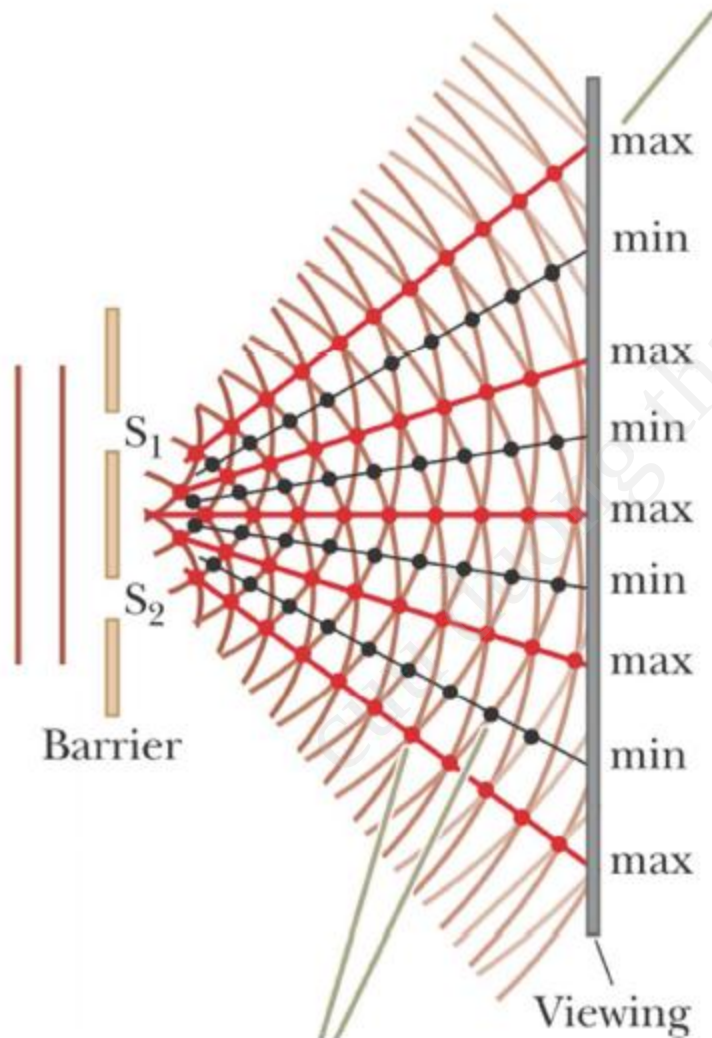
3. Giao thoa với hai khe Young

- a. Mô tả thí nghiệm
- b. Hiệu quang trình
- c. Vân giao thoa
- d. Phân bố cường độ sáng



3. Giao thoa với hai khe Young

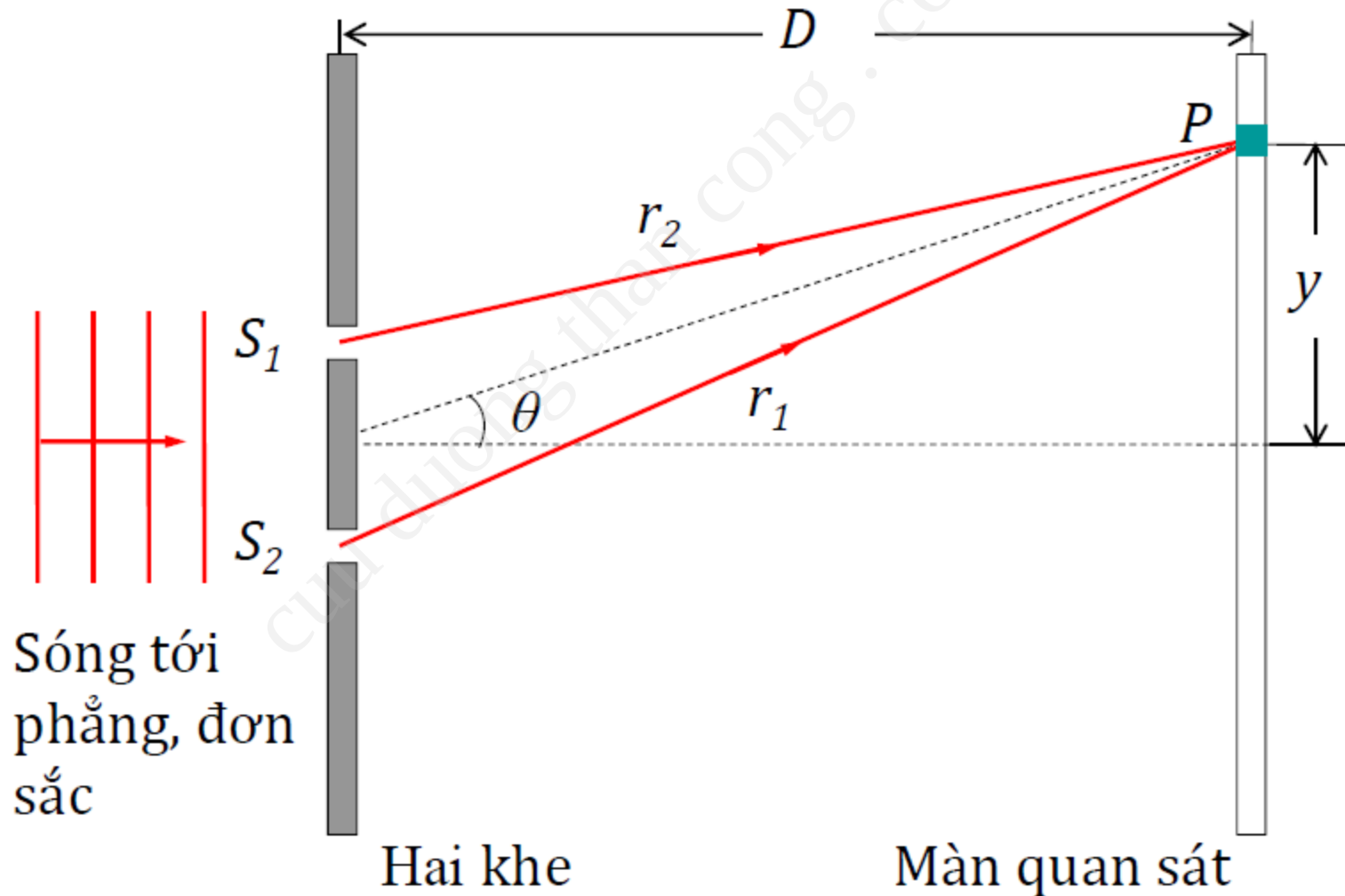
3a. Mô tả thí nghiệm





3. Giao thoa với hai khe Young

3b. Hiệu quang trình

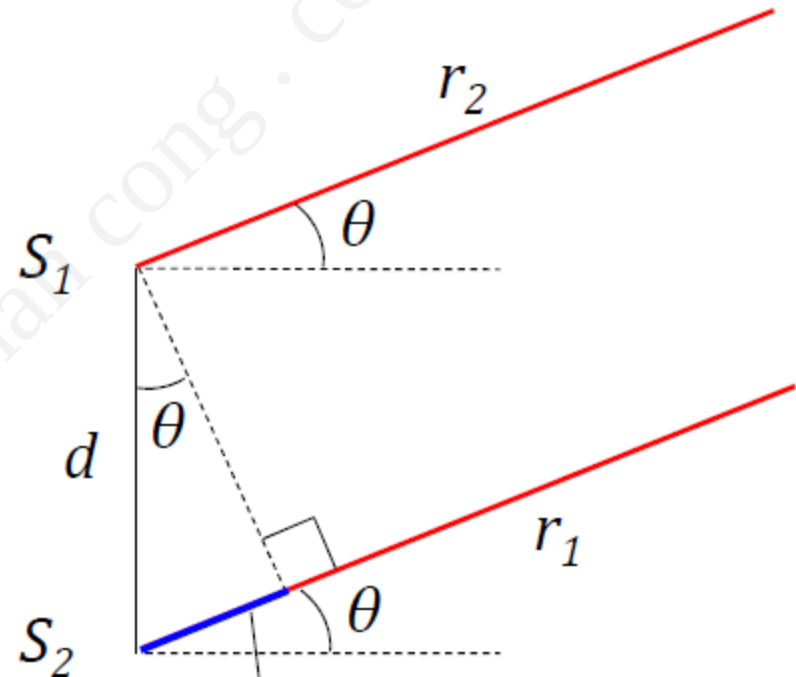


3. Giao thoa với hai khe Young

3b. Hiệu quang trình (tt)

- Màn ở khoảng cách D lớn hơn nhiều so với khoảng cách d giữa hai khe.
- Do đó có thể coi hai tia là song song.

$$\Delta L = d \sin \theta$$



Hiệu quang
trình ΔL



3. Giao thoa với hai khe Young

3c. Vân giao thoa

- Các vị trí trên màn có cùng góc lệch θ có cùng một trạng thái giao thoa.
- Vậy vân giao thoa là những vân thẳng, song song với hai khe.
- Góc lệch θ để có vân sáng hay tối:

$$\Delta L = d \sin \theta = \begin{cases} m\lambda & I_{\max} \\ (m + \frac{1}{2})\lambda & I_{\min} \end{cases} \quad m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

- Với $m = 0$ ta có vân sáng trung tâm; với $m = 1, 2, \dots$ ta có vân sáng bậc một, bậc hai ...



3. Giao thoa với hai khe Young

3d. Phân bố cường độ sáng

- Cường độ sáng tổng hợp:

$$I = 2I_0(1 + \cos \Delta\phi) = 4I_0 \cos^2 \frac{\Delta\phi}{2}$$

- I_0 là cường độ sáng qua mỗi khe,
- và độ lệch pha $\Delta\phi$ xác định từ:

$$\Delta\phi = 2\pi \frac{\Delta L}{\lambda} = 2\pi \frac{d \sin \theta}{\lambda}$$

- Gọi I_r là cường độ sáng tương đối:

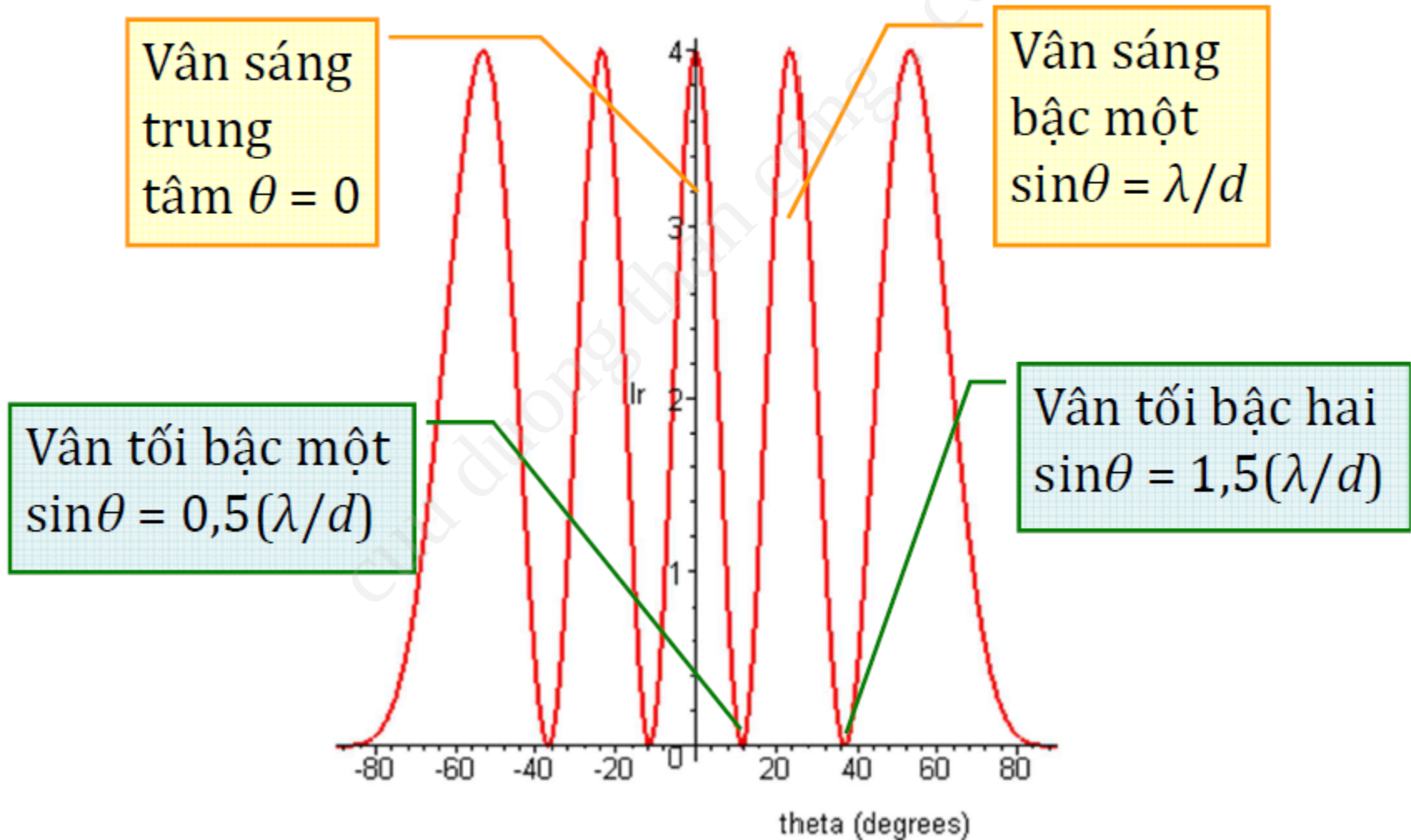
$$I_r = \frac{I}{I_0} = 4 \cos^2 \frac{\Delta\phi}{2}$$



3. Giao thoa với hai khe Young

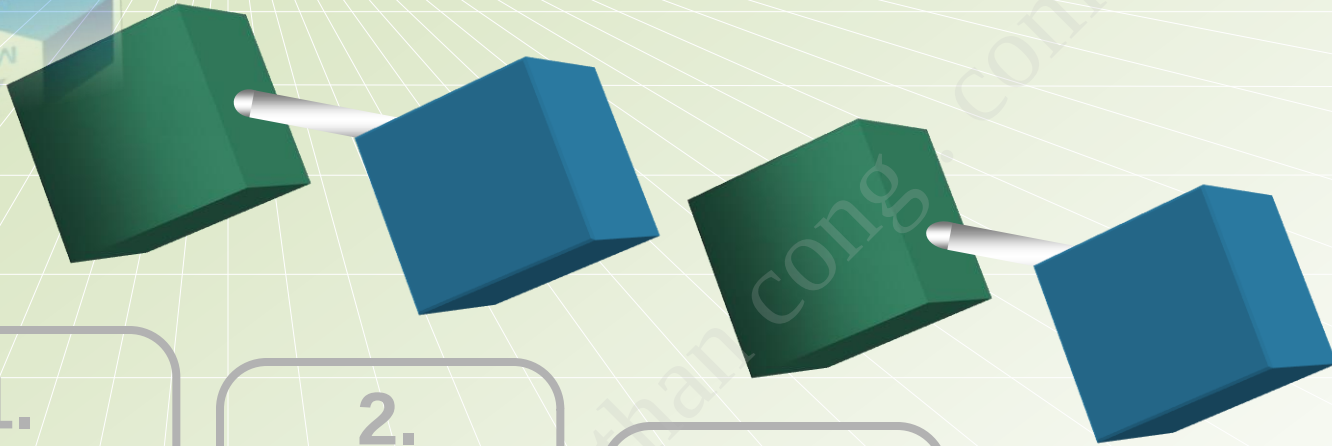
3d. Phân bố cường độ sáng (tt)

- Ví dụ: $d = 1000 \text{ nm}$, $\lambda = 400 \text{ nm}$





Giao thoa ánh sáng



1.
Các
khái
niệm

2.
Giao
thoa
của
sóng
ánh
sáng

3.
Giao
thoa
với
hai
khe
Young

4.
Giao
thoa
trên
màng
mỏng



4. Giao thoa trên màng mỏng

- a. Giới thiệu
- b. Độ lệch pha do phản xạ
- c. Bản mỏng song song
- d. Nêm không khí
- e. Bản mỏng Newton



4. Giao thoa trên màng mỏng

4a. Giới thiệu

- Hai tia phản xạ ở mặt trên và mặt dưới của một màng mỏng có thể cho giao thoa khi gặp lại nhau.
- Giao thoa chỉ xảy ra đối với các màng mỏng, có bề dày cỡ bước sóng ánh sáng.
- Nếu màng dày hơn thì hai tia phản xạ sẽ không phải là hai tia kết hợp nữa.





4. Giao thoa trên màng mỏng

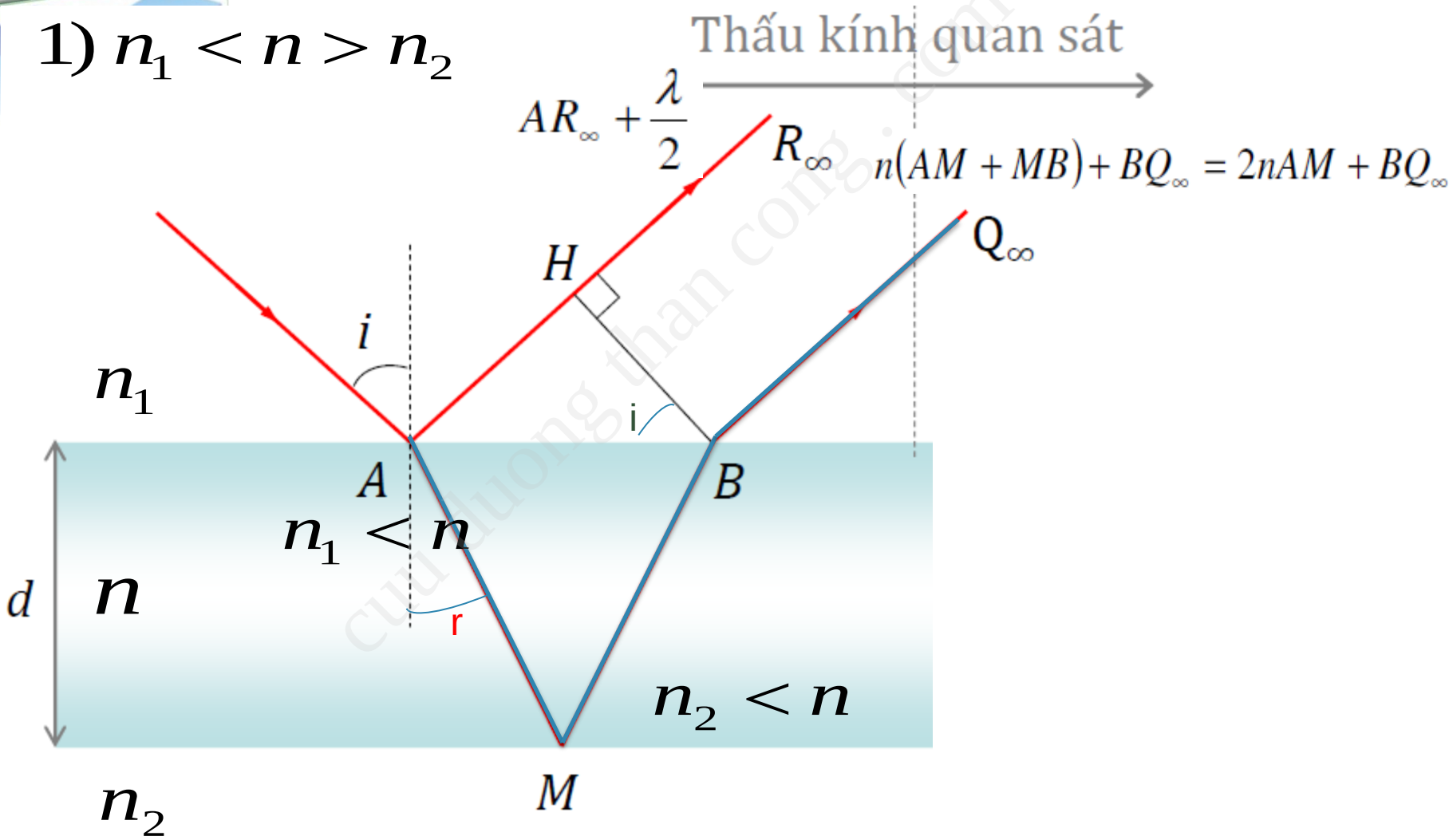
4b. Độ lệch pha do phản xạ

- Khi ánh sáng phản xạ trên một *môi trường có chiết suất lớn hơn* thì:
- tia phản xạ bị lệch pha π so với tia tới
- quang trình tăng thêm $\lambda/2$ so với tia tới,



4. Giao thoa trên màng mỏng

1) $n_1 < n > n_2$





4. Giao thoa trên màng mỏng

4c. Bản mỏng song song – Hiệu quang trình

- So với ánh sáng tới tại A thì hai tia phản xạ lần lượt có quang trình tăng thêm:

$$AR_{\infty} + \frac{\lambda}{2}$$

$$n(AM + MB) + BQ_{\infty} = 2nAM + BQ_{\infty}$$

- Độ lệch quang trình là:

$$\Delta L = 2nAM + (BQ_{\infty} - AR_{\infty}) - \frac{\lambda}{2}$$

$$\Delta L = 2nAM - AH - \frac{\lambda}{2}$$

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

Chứng minh: trang 64, vật lý a2.



4. Giao thoa trên màng mỏng

$$\Delta L = 2nAM - AH - \frac{\lambda}{2} = 2n.d/\cos r - 2d.\operatorname{tgr}.\sin i - \frac{\lambda}{2}$$

$$AM = MB = MK/\cos r = d/\cos r$$

$$AH = AB.\sin i = 2AK.\sin i$$

$$AK = MK.\operatorname{tgr} = d.\operatorname{tgr}$$

$$\sin i = n.\sin r$$

$$= 2n.d/\cos r - 2d.\sin r.\sin i/\cos r - \frac{\lambda}{2}$$

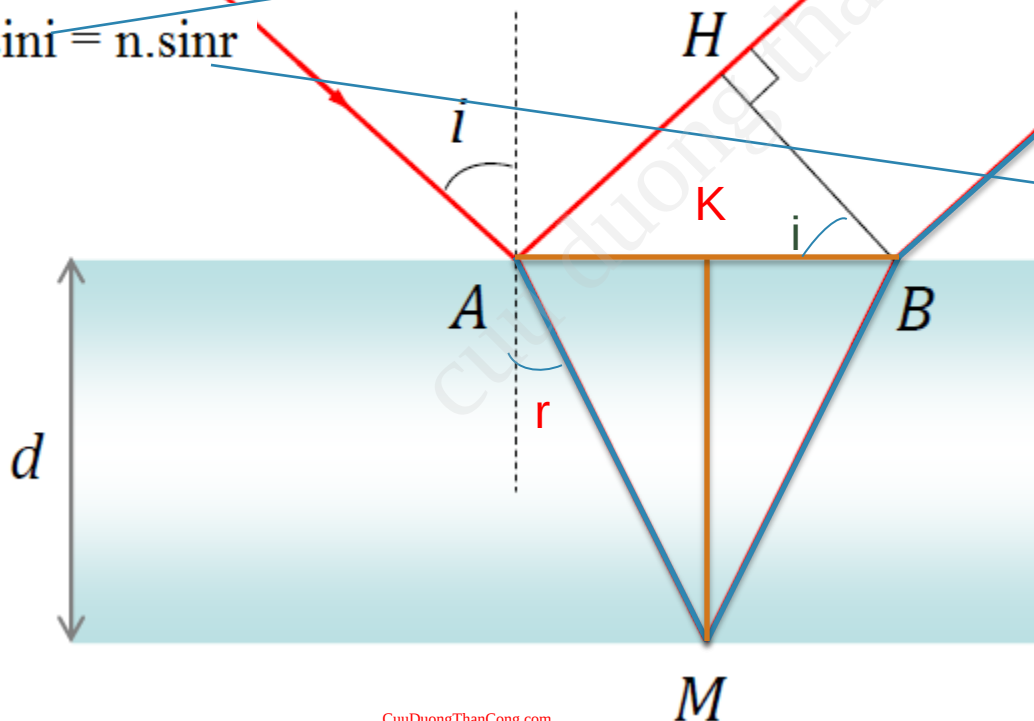
$$= (2nd - 2nd.\sin^2 r)/\cos r - \frac{\lambda}{2}$$

$$= 2nd.\cos r - \frac{\lambda}{2}$$

$$= 2nd.(1 - \sin^2 r)^{1/2} - \frac{\lambda}{2}$$

$$= 2nd\left(1 - \frac{\sin^2 i}{n^2}\right)^{1/2} - \frac{\lambda}{2}$$

$$= 2d\sqrt{n^2 - \sin^2 i} - \frac{\lambda}{2}$$





4. Giao thoa trên màng mỏng

Đối với **màng mỏng** thì thông thường yêu cầu tìm độ dày d của màng mỏng, bước sóng, ... để có giao thoa cực đại hoặc cực tiểu. Lúc này chỉ cần áp dụng:

$$\Delta L = \begin{cases} m\lambda & I_{\max} \longrightarrow \text{Cực đại} \\ \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda & I_{\min} \longrightarrow \text{Cực tiểu} \end{cases} \quad m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$



Độ dày d của màng mỏng, bước sóng, ...



4. Giao thoa trên màng mỏng: ví dụ (1)

Trên một bản thủy tinh phẳng chiết suất $n_1 = 1,4$, người ta phủ một màng mỏng chiết suất $n_2 = 1,5$. Chiếu một chùm sáng đơn sắc song song bước sóng $\lambda = 0,6 \mu\text{m}$ *thẳng góc* với mặt bản. Bề dày tối thiểu của màng mỏng để giao thoa của chùm tia phản xạ có cường độ cực tiểu là:

- (a) $0,1 \mu\text{m}$
- (b) $1 \mu\text{m}$
- (c) $0,2 \mu\text{m}$
- (d) $0,15 \mu\text{m}$

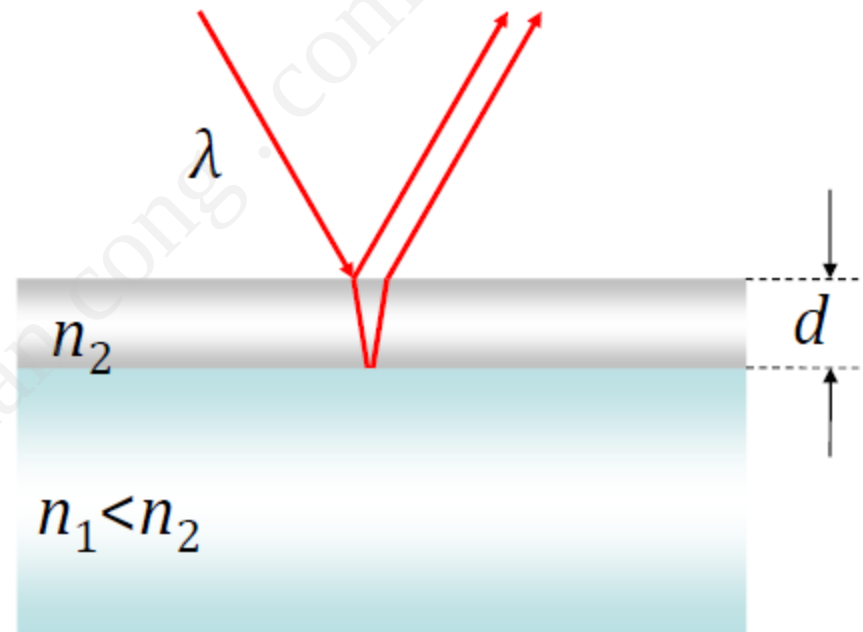
4. Giao thoa trên màng mỏng: ví dụ (2)

- Do góc tới bằng không và tia phản xạ ở mặt trên có quang trình tăng thêm $\lambda/2$, nên:

$$\Delta L = 2n_2d - \frac{\lambda}{2}$$

- Để có cực tiểu giao thoa thì:

$$\Delta L = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda$$





4. Giao thoa trên màng mỏng: ví dụ (3)

- Suy ra bề dày của màng mỏng để cho cực tiểu giao thoa:

$$d = (m+1) \frac{\lambda}{2n_2} \quad m = 0, 1, 2, \dots$$

- Bề dày tối thiểu ứng với $m = 0$, do đó:

$$d_{\min} = \frac{\lambda}{2n_2} = \frac{0,6 \mu m}{2 \times 1,5} = 0,2 \mu m$$

- Câu trả lời đúng là (c).



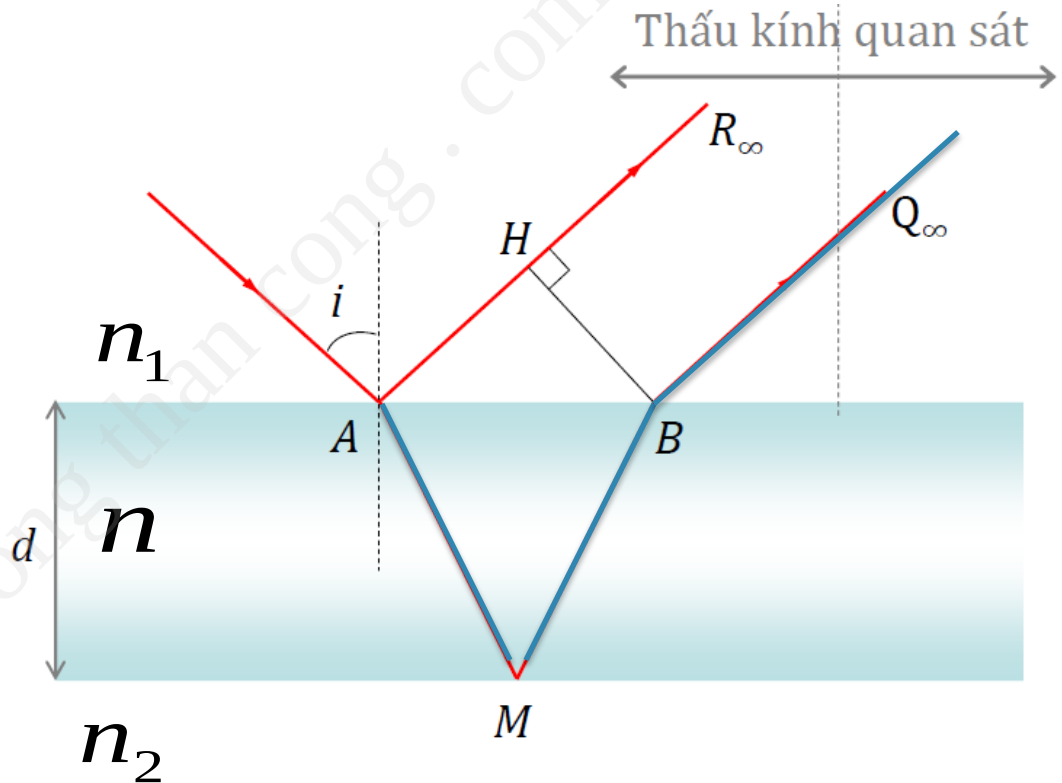
4. Giao thoa trên màng mỏng

1) $n_1 < n > n_2$

2) $n_1 < n < n_2$

3) $n_1 > n > n_2$

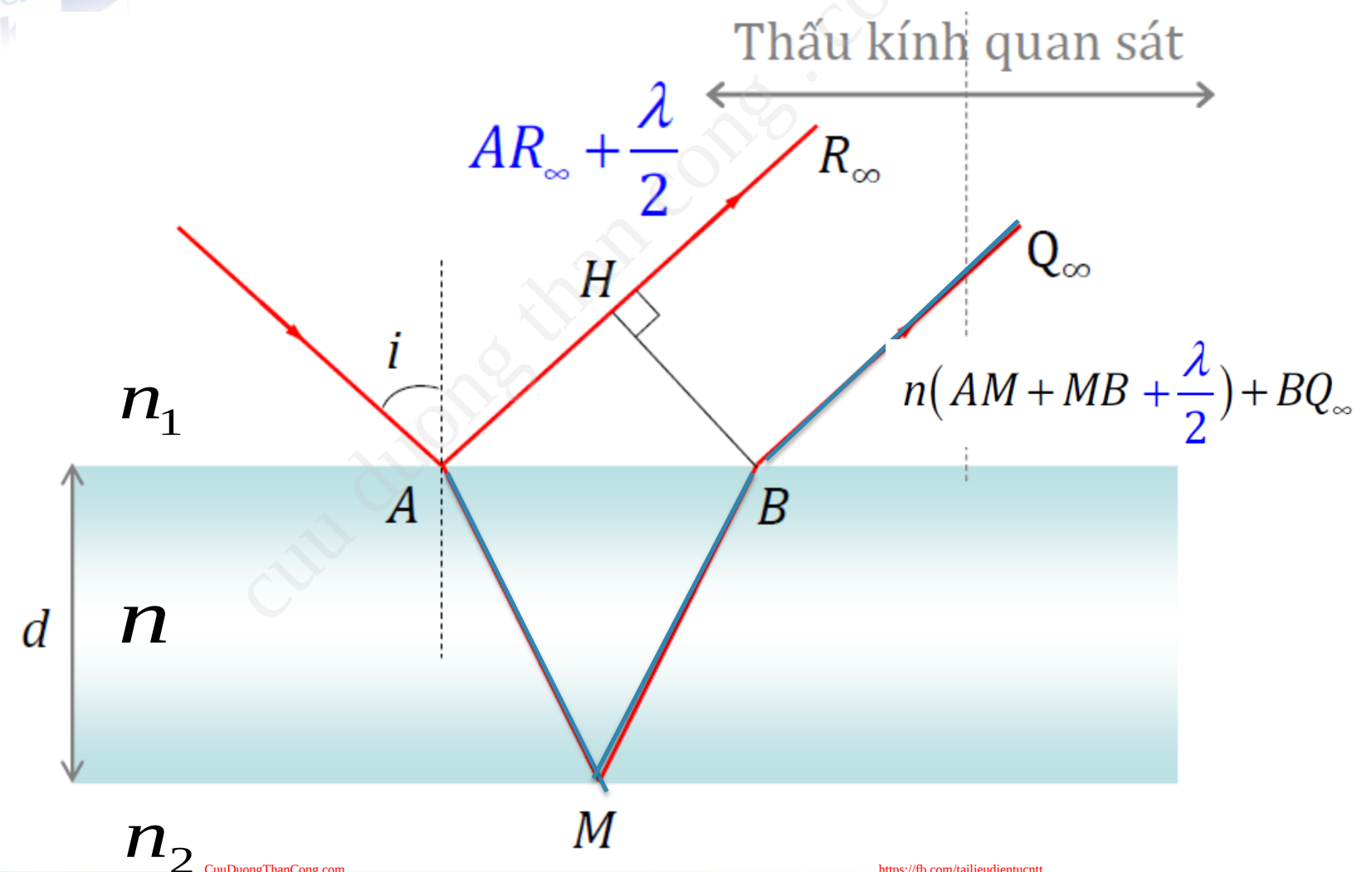
4) $n_1 > n < n_2$





4. Giao thoa trên màng mỏng

2) $n_1 < n < n_2$





4. Giao thoa trên màng mỏng

$$2) n_1 < n < n_2$$

$$AR_{\infty} + \frac{\lambda}{2}$$
$$n\left(AM + MB + \frac{\lambda}{2}\right) + BQ_{\infty} = 2nAM + \frac{\lambda}{2} + BQ_{\infty}$$

- Độ lệch quang trình là:

$$\Delta L = 2nAM + (BQ_{\infty} - AR_{\infty})$$

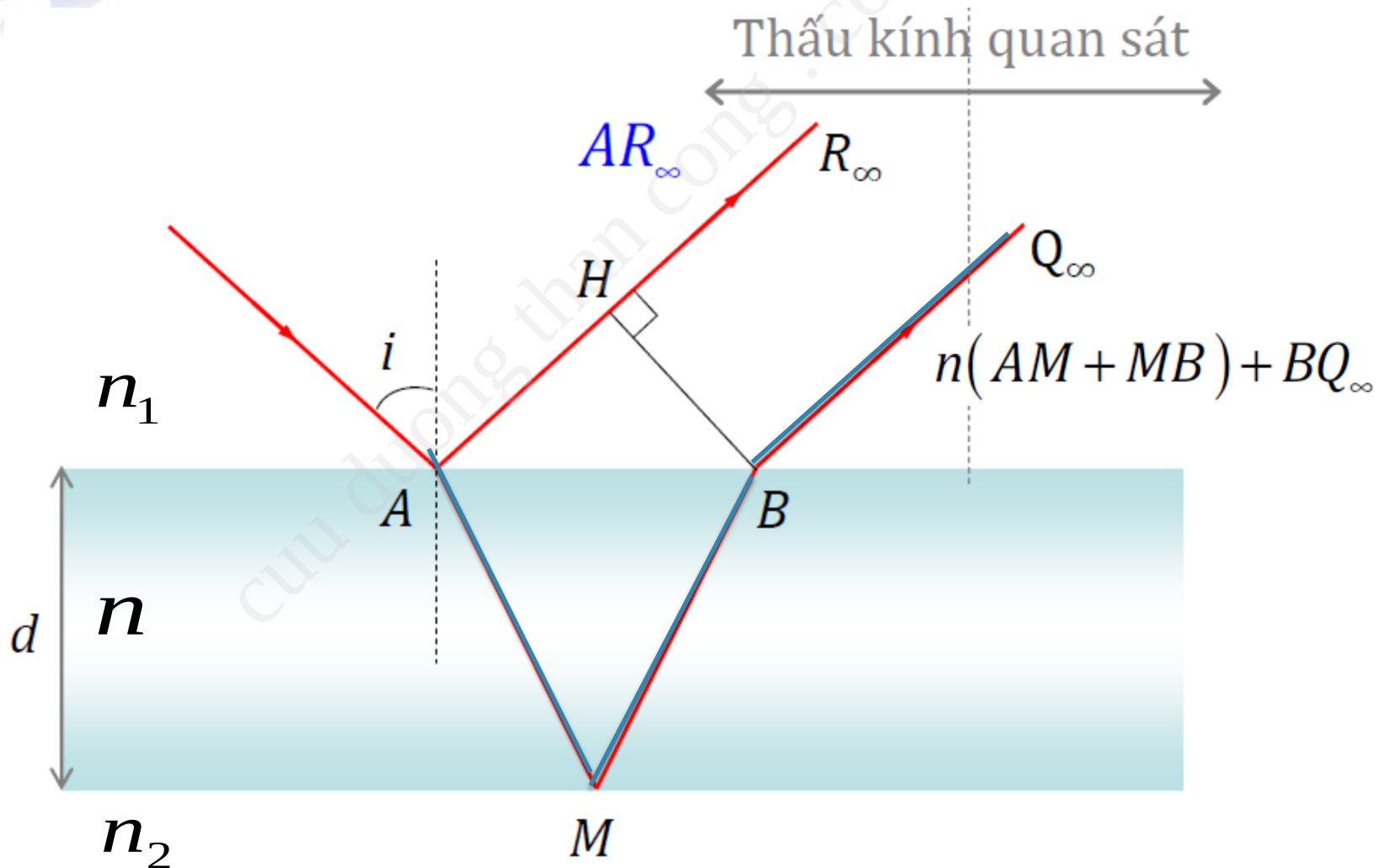
$$\Delta L = 2nAM - AH$$

$$\Delta L = 2d\sqrt{n^2 - \sin^2 i}$$



4. Giao thoa trên màng mỏng

$$3) n_1 > n > n_2$$





4. Giao thoa trên màng mỏng

$$3) n_1 > n > n_2$$

$$AR_{\infty}$$

$$n(AM + MB) + BQ_{\infty} = 2nAM + BQ_{\infty}$$

- Độ lệch quang trình là:

$$\Delta L = 2nAM + (BQ_{\infty} - AR_{\infty})$$

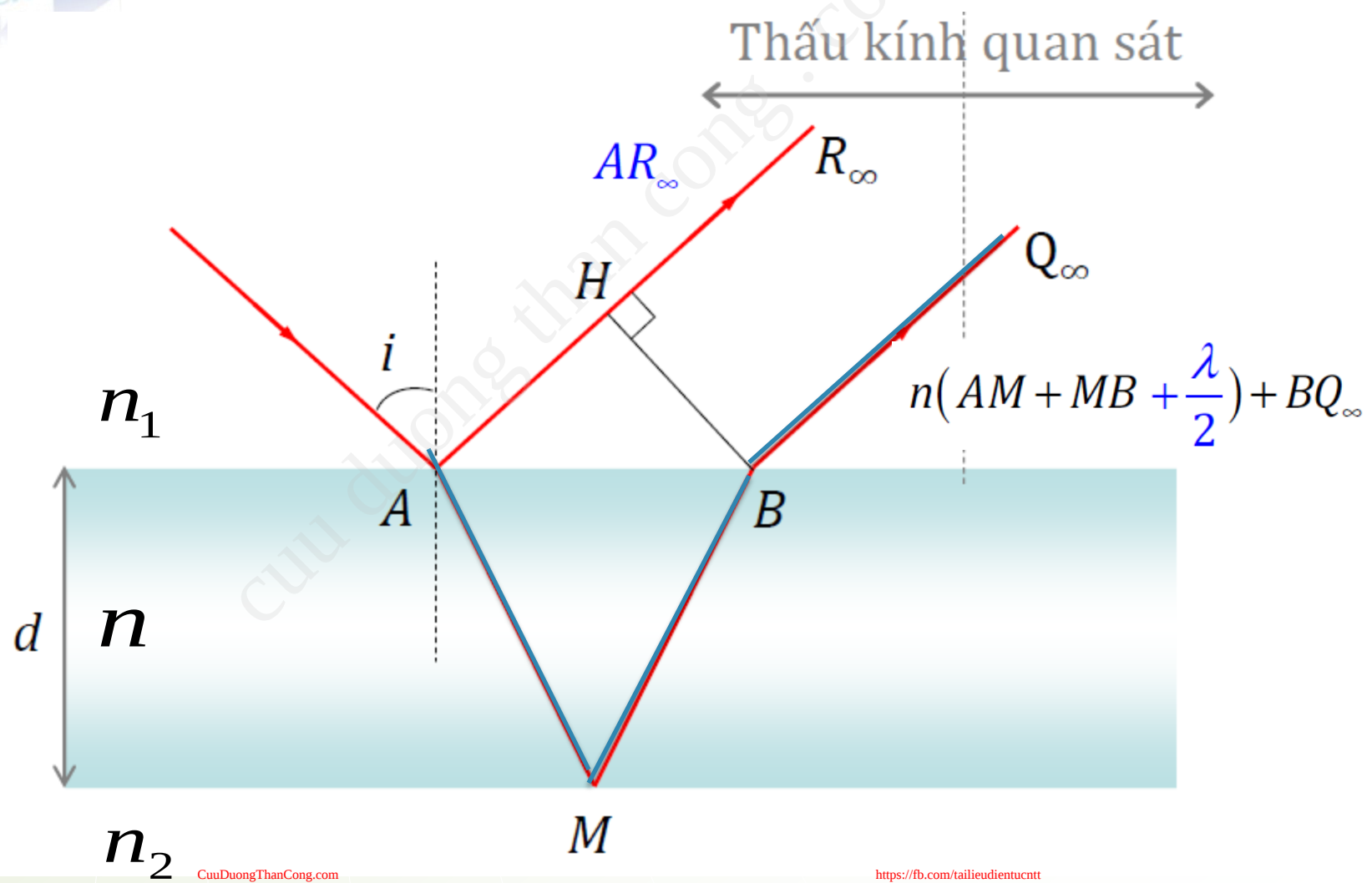
$$\Delta L = 2nAM - AH$$

$$\Delta L = 2d\sqrt{n^2 - \sin^2 i}$$



4. Giao thoa trên màng mỏng

4) $n_1 > n < n_2$





4. Giao thoa trên màng mỏng

$$4) n_1 > n < n_2$$

$$AR_{\infty}$$

$$n\left(AM + MB + \frac{\lambda}{2}\right) + BQ_{\infty} = 2nAM + \frac{\lambda}{2} + BQ_{\infty}$$

- Độ lệch quang trình là:

$$\Delta L = 2nAM + \frac{\lambda}{2} + (BQ_{\infty} - AR_{\infty})$$

$$\Delta L = 2nAM - AH + \frac{\lambda}{2}$$

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



Tổng kết giao thoa màng mỏng

$$1) n_1 < n > n_2 \longrightarrow \Delta L = 2d\sqrt{n^2 - \sin^2 i} - \frac{\lambda}{2}$$

$$2) n_1 < n < n_2 \longrightarrow \Delta L = 2d\sqrt{n^2 - \sin^2 i}$$

$$3) n_1 > n > n_2 \longrightarrow \Delta L = 2d\sqrt{n^2 - \sin^2 i}$$

$$4) n_1 > n < n_2 \longrightarrow \Delta L = 2d\sqrt{n^2 - \sin^2 i} + \frac{\lambda}{2}$$



Tổng kết giao thoa màng mỏng

$$\Delta L = \begin{cases} m\lambda \\ \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda \end{cases}$$

$I_{\max} \longrightarrow$ Cực đại

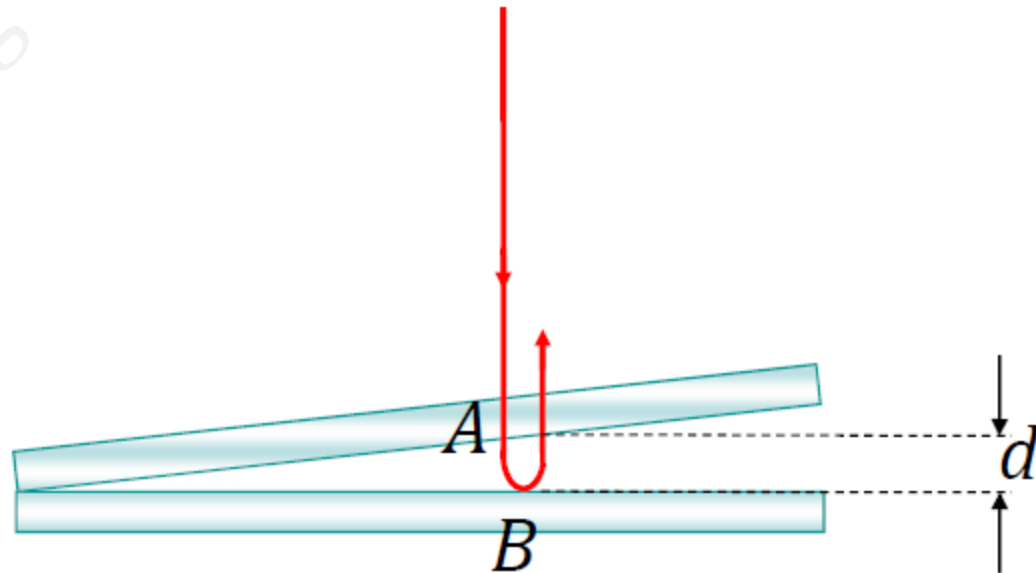
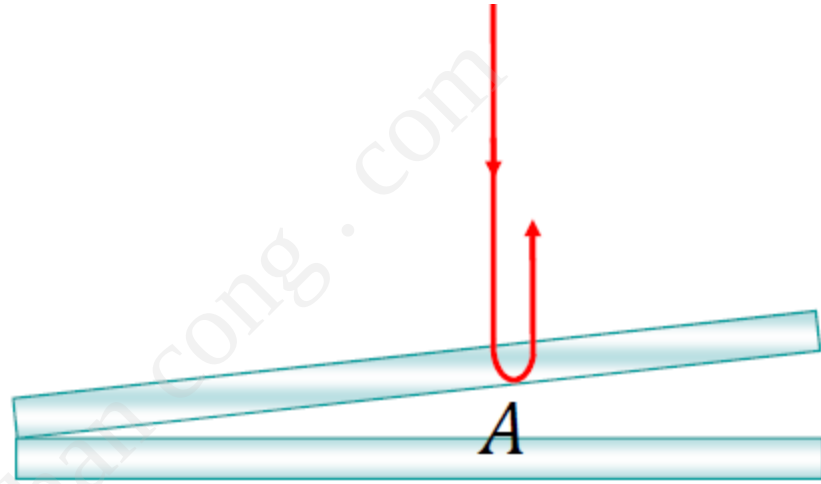
$m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$

$I_{\min} \longrightarrow$ Cực tiểu



4d. Giao thoa với nêm

- Hai bản thủy tinh dày đặt lệch nhau một góc nhỏ tạo nên một nêm không khí.
- Ánh sáng đến vuông góc với nêm.
- Hai tia phản xạ gặp nhau ở mặt trên của nêm.





4d. Giao thoa với nêm

- Tất cả các điểm ở mặt trên của nêm và ứng với cùng một bề dày d thì có cùng trạng thái giao thoa.
- Vì vậy vân giao thoa trên nêm còn được gọi là vân cùng độ dày.
- Vân là những đường thẳng song song với cạnh nêm.
- Ở cạnh nêm bề dày bằng không, ta có một vân tối.



4d. Giao thoa với nêm

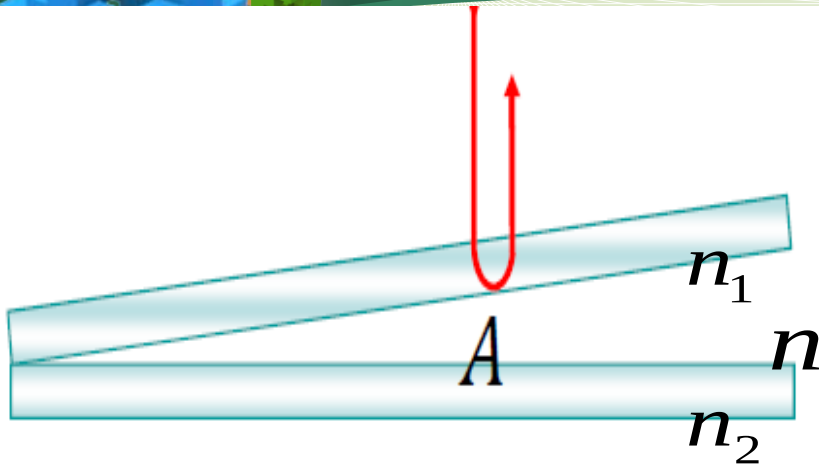
Đối với **nêm** thì thông thường yêu cầu tìm vị trí vân tối, vị trí vân sáng, khoảng vân, góc nghiêng. Lúc này áp dụng:

$$\Delta L = \begin{cases} m\lambda \\ \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda \end{cases} \quad \begin{array}{l} I_{\max} \longrightarrow \text{Cực đại} \longrightarrow d_m - \text{sáng} \\ I_{\min} \xrightarrow{m=0, \pm 1, \pm 2 \dots} \text{Cực tiểu} \longrightarrow d_m - \text{tối} \end{array}$$

Chọn 1 trong 04 trường hợp ở phần màng mỏng.

➡ Khoảng vân là khoảng cách giữa hai vân tối liên tiếp hoặc hai vân sáng liên tiếp $\Rightarrow$ góc nghiêng.

4d. Giao thoa với nêm: nêm không khí



$$4) n_1 > n < n_2$$
$$\Delta L = 2d\sqrt{n^2 - \sin^2 i} + \frac{\lambda}{2}$$

Do nêm không khí nên $n=1$, do cách chiếu tia tới nên $i=0$.

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

Cực đại giao thoa $\Rightarrow$ vị trí vân sáng

$$\Delta L = m\lambda$$

$$2d + \frac{\lambda}{2} = m\lambda$$

$$\Rightarrow 2d_m = m\lambda - \frac{\lambda}{2}$$

$$\Rightarrow d_m = \left(m - \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda}{2}$$

Cực tiểu giao thoa $\Rightarrow$ vị trí vân tối

$$\Delta L = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda$$

$$2d + \frac{\lambda}{2} = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda$$

$$\Rightarrow 2d_m = m\lambda$$

$$\Rightarrow d_m = m \frac{\lambda}{2}$$



4d. Giao thoa với nêm: nêm không khí

Khoảng vân là khoảng cách giữa hai vân tối liên tiếp hoặc hai vân sáng liên tiếp được tính như sau.

$$i = \frac{d_{m+1} - d_m}{\sin \alpha}$$

$$i_{\text{toi}} = \frac{d_{m+1} - d_m}{\sin \alpha} = \frac{(m+1)\frac{\lambda}{2} - m\frac{\lambda}{2}}{\sin \alpha} = \frac{\lambda}{2 \sin \alpha} \approx \frac{\lambda}{2\alpha}$$

$$i_{\text{sang}} = \frac{d_{m+1} - d_m}{\sin \alpha} = \frac{\left(m+1 - \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{2} - \left(m - \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{2}}{\sin \alpha} = \frac{\lambda}{2 \sin \alpha} \approx \frac{\lambda}{2\alpha}$$

$$\Rightarrow i = i_{\text{toi}} = i_{\text{sang}} \approx \frac{\lambda}{2\alpha} \quad \Rightarrow \alpha = \frac{\lambda}{2i}$$



4d. Giao thoa với nêm: ví dụ (1)

Chiếu một chùm tia sáng song song, bước sóng λ thẳng góc với mặt dưới của một nêm thủy tinh có chiết suất $n = 1,5$ và góc nghiêng $\alpha = 10^{-4}$ rad đặt trong không khí. Vị trí của vân sáng thứ tư ở mặt trên của nêm cách cạnh nêm $0,7$ cm. Bước sóng λ bằng :

(a) $0,4 \mu\text{m}$

(b) $0,5 \mu\text{m}$

(c) $0,6 \mu\text{m}$

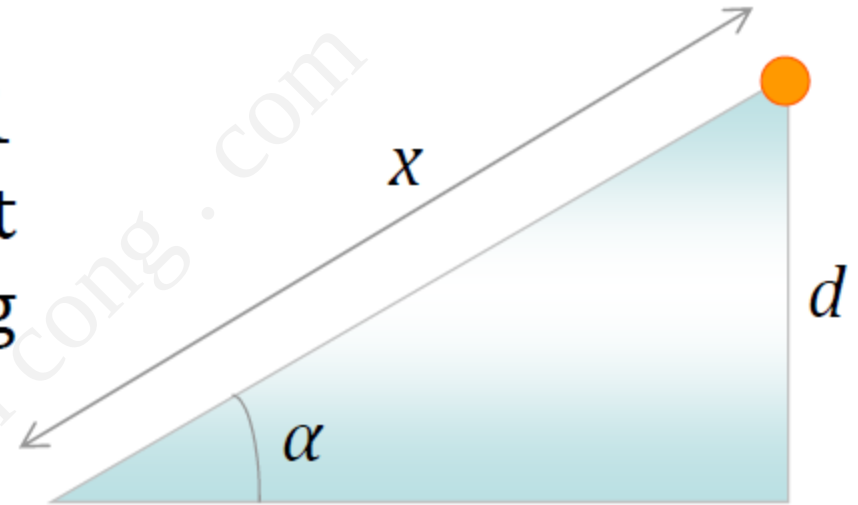
(d) $0,7 \mu\text{m}$



4d. Giao thoa với nêm: ví dụ (2)

- Nêm có chiết suất $n > 1$ nên tia phản xạ ở mặt trên có quang trình tăng thêm $\lambda/2$.
- Hiệu quang trình:
$$\Delta L = 2nd - \lambda/2$$
- Ở vân sáng: $\Delta L = m\lambda$.
- Suy ra:

$$d = \left(m + \frac{1}{2} \right) \frac{\lambda}{2n} \quad m = 0, 1, 2, \dots$$





4d. Giao thoa với nêm: ví dụ (3)

- Vân sáng thứ tư ứng với $m = 3$:

$$d_3 = \frac{7\lambda}{4n} \Rightarrow x_3 = \frac{7\lambda}{4n\alpha}$$

- Suy ra bước sóng:

$$\lambda = \frac{4n\alpha x_3}{7}$$

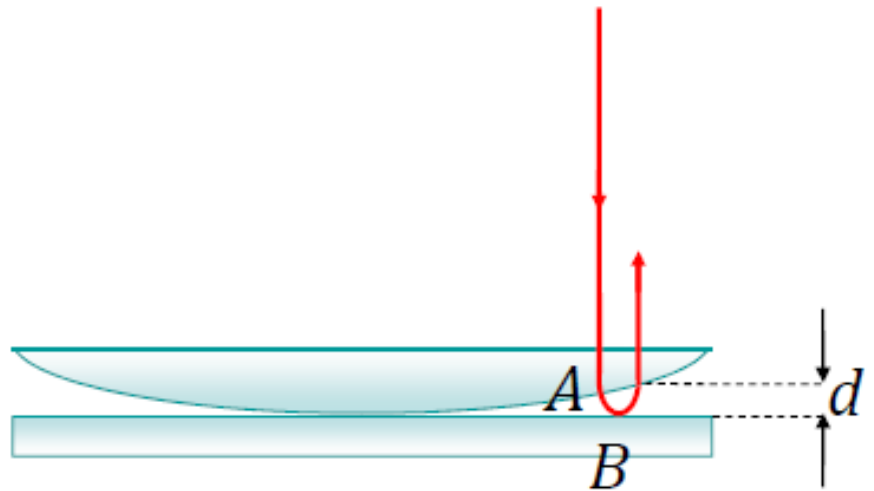
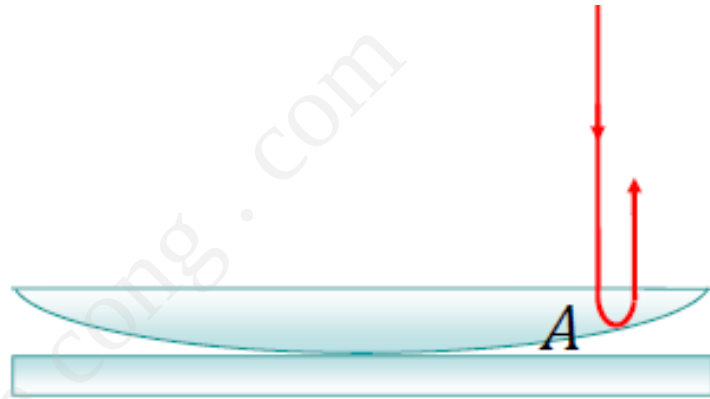
$$\lambda = \frac{4}{7} \times 1,5 \times 10^{-4} \times (0,7 \times 10^4 \mu m) = 0,6 \mu m$$

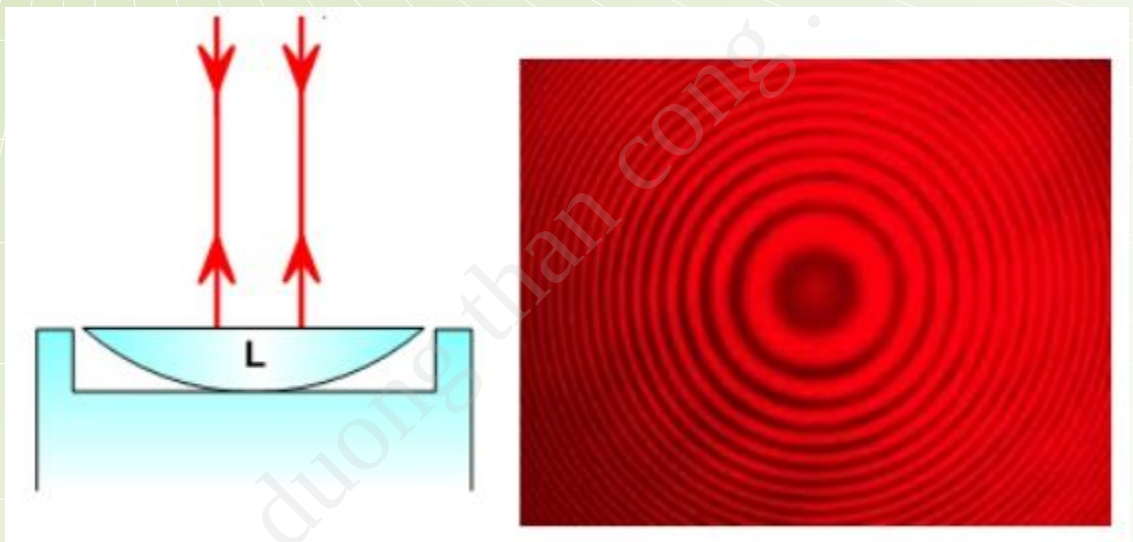
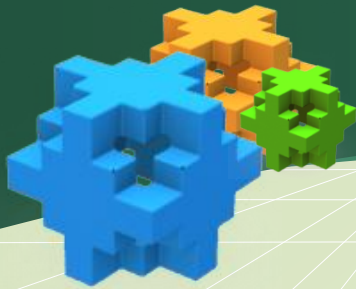
- Câu trả lời đúng là (c).



4e. Hệ vân tròn Newton

- Đặt mặt lồi của một thấu kính phẳng lồi lên trên một bản thủy tinh phẳng dày, bản không khí giữa chúng là một bản mỏng Newton.
- Ánh sáng đến vuông góc với bản.
- Hai tia phản xạ gặp nhau ở mặt trên bản.







4e. Hệ vân tròn Newton

- Tất cả các điểm ở mặt trên của bản không khí và ứng với cùng một bề dày d thì có cùng trạng thái giao thoa
- Vì vậy vân giao thoa cũng thuộc loại vân cùng độ dày.
- Vân giao thoa là những đường tròn có tâm nằm trên trục thấu kính.
- Ở điểm tiếp xúc bề dày bản bằng không nên ta có một điểm tối.



4e. Hệ vân tròn Newton

Nếu là **vân tròn Newton** thì vị trí vân tối sáng giống như nêm.
Thông thường yêu cầu tìm bán kính vân giao thoa:

$$r_m = \sqrt{2Rd_m}$$

- sáng thì cho bán kính vân sáng
- tối thì cho bán kính vân tối

Bán kính cong của thấu kính

Đối với nêm không khí và hệ cho vân tròn Newton, ta quy ước $m=0$ ứng với vân tối thứ không (trùng với cạnh nêm hoặc điểm tiếp xúc).



4e. Hệ vân tròn Newton: ví dụ (1)

Một thiết bị cho vân tròn Newton, đặt trong không khí, có bán kính mặt cong thấu kính là $R = 20 \text{ m}$, bán kính chu vi thấu kính là $a = 5 \text{ cm}$. Bước sóng ánh sáng tới là $\lambda = 0,5 \text{ }\mu\text{m}$. Tổng số vân tối (trừ điểm tối giữa) quan sát được là :

4e. Hệ vân tròn Newton: ví dụ (2)

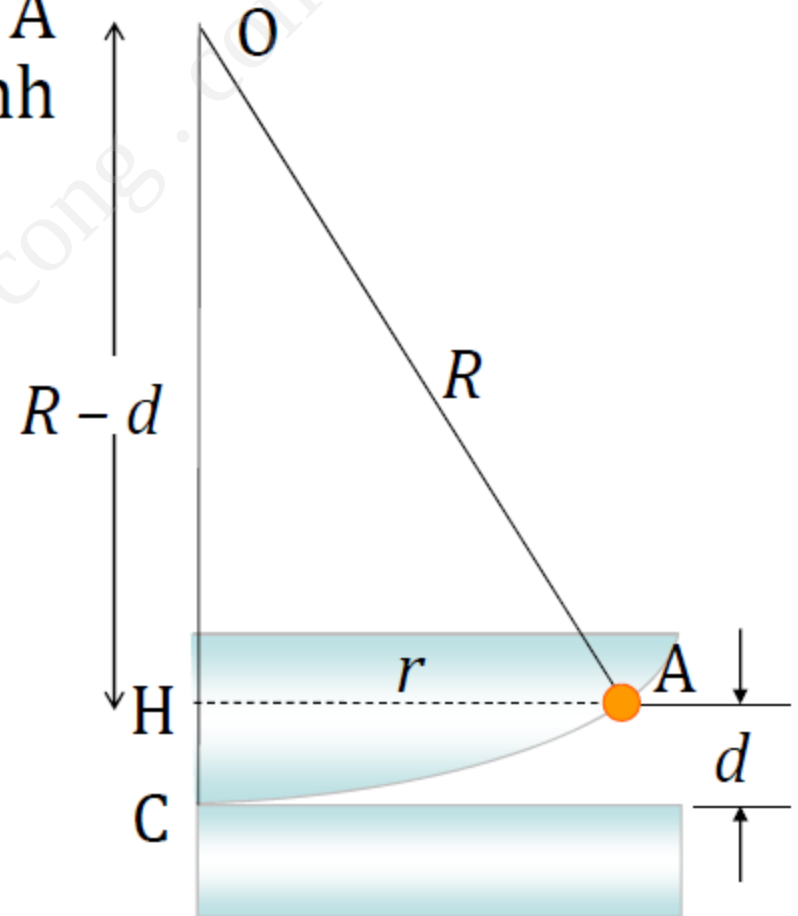
- Bán kính của vân ở vị trí A có bề dày d được xác định từ:

$$r = \sqrt{R^2 - (R - d)^2}$$

$$r = \sqrt{2Rd - d^2}$$

- Vì $d \ll R$ nên:

$$r \approx \sqrt{2Rd}$$





4e. Hệ vân tròn Newton: ví dụ (3)

- Hiệu quang trình:

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

- Ở vị trí có vân tối thì:

$$\Delta L = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda$$

- Suy ra bề dày ở nơi có vân tối:

$$d = \frac{m\lambda}{2} \quad m = 0, 1, 2, \dots$$



4e. Hệ vân tròn Newton: ví dụ (4)

- Bán kính của vân tối thứ m :

$$r = \sqrt{m\lambda R}$$

- Vân tối ngoài cùng ứng với $r \leq a$:

$$\sqrt{m_{\max} \lambda R} \leq a \quad \Rightarrow \quad m_{\max} \leq a^2 / \lambda R$$

- Bậc của vân tối ngoài cùng thỏa:

$$m_{\max} \leq (5 \cdot 10^{-2} \text{ m})^2 / (0,5 \cdot 10^{-6} \text{ m} \times 20 \text{ m}) = 250$$



Tổng kết giao thoa (1)

$$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos \Delta \phi$$

$$I = \begin{cases} I_{\max} & \Delta \phi = 2m\pi \\ I_{\min} & \Delta \phi = (2m+1)\pi \end{cases} \quad m = 0, \pm 1, \pm 2..$$

$$\Delta \phi = \frac{2\pi}{\lambda} \Delta L$$

$$\Delta L = \begin{cases} m\lambda & I_{\max} \\ \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda & I_{\min} \end{cases} \quad m = 0, \pm 1, \pm 2...$$



Tổng kết giao thoa (2)

$$1) n_1 < n > n_2 \longrightarrow \Delta L = 2d\sqrt{n^2 - \sin^2 i} - \frac{\lambda}{2}$$

$$2) n_1 < n < n_2 \longrightarrow \Delta L = 2d\sqrt{n^2 - \sin^2 i}$$

$$3) n_1 > n > n_2 \longrightarrow \Delta L = 2d\sqrt{n^2 - \sin^2 i}$$

$$4) n_1 > n < n_2 \longrightarrow \Delta L = 2d\sqrt{n^2 - \sin^2 i} + \frac{\lambda}{2}$$



Tổng kết giao thoa (3)

Nếu là **màng mỏng** thì thông thường yêu cầu tìm độ dày d của màng mỏng, bước sóng, ... để có giao thoa cực đại hoặc cực tiểu. Lúc này chỉ cần áp dụng:

$$\Delta L = \begin{cases} m\lambda & I_{\max} \longrightarrow \text{Cực đại} \\ \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda & I_{\min} \longrightarrow \text{Cực tiểu} \end{cases} \quad m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

Chọn 1 trong 04 trường hợp ở slide trước.



Độ dày d của màng mỏng, bước sóng, ...



Tổng kết giao thoa (4)

Nếu là **nêm** thì thông thường yêu cầu tìm vị trí vân tối, vị trí vân sáng, khoảng vân, góc nghiêng. Lúc này chỉ cần áp dụng:

$$\Delta L = \begin{cases} m\lambda \\ \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda \end{cases} \quad \begin{array}{l} I_{\max} \longrightarrow \text{Cực đại} \longrightarrow d_m - \text{sáng} \\ I_{\min} \xrightarrow{m=0, \pm 1, \pm 2 \dots} \text{Cực tiểu} \longrightarrow d_m - \text{tối} \end{array}$$

Chọn 1 trong 04 trường hợp ở slide trước.

➡ Khoảng vân là khoảng cách giữa hai vân tối liên tiếp hoặc hai vân sáng liên tiếp $\Rightarrow$ góc nghiêng.



Tổng kết giao thoa (5)

Nếu là **vân tròn Newton** thì vị trí vân tối, sáng giống như nêm.
Thông thường yêu cầu tìm bán kính vân giao thoa:

$$r_m = \sqrt{2Rd_m}$$

- sáng thì cho bán kính vân sáng
- tối thì cho bán kính vân tối

Bán kính cong của thấu kính

Đối với nêm không khí và hệ cho vân tròn Newton, ta quy ước $m=0$ ứng với vân tối thứ không (trùng với cạnh nêm hoặc điểm tiếp xúc).