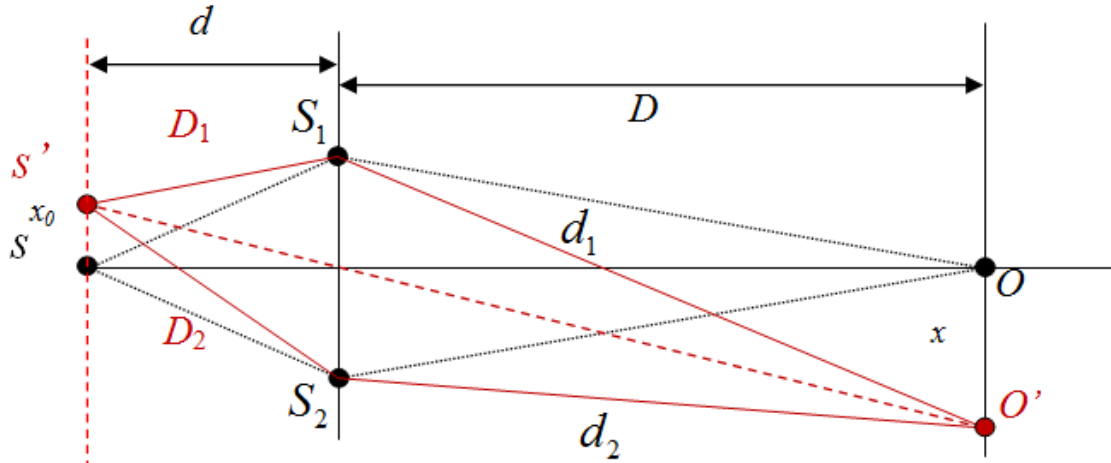


**HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP ĐỊNH HƯỚNG TUẦN 1 - 2**

**CÁC DẠNG TOÁN KHE YOUNG CƠ BẢN**

**DẠNG 1: NGUỒN S DỊCH CHUYỂN**



**Hình 1.1.** Hệ khe Young – nguồn S dịch chuyển

- Hiệu quang lộ (hiệu đường đi) từ nguồn S':

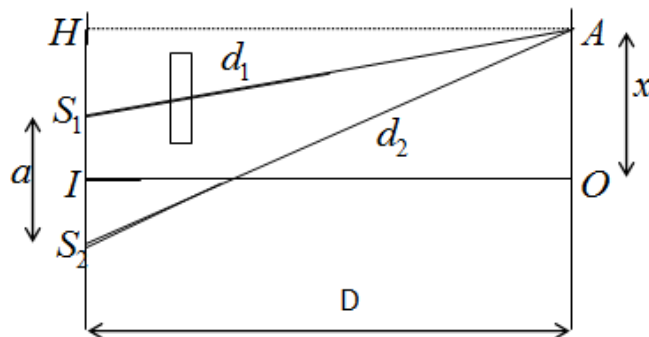
$$\delta d = (D_2 + d_2) - (D_1 + d_1) = (D_2 - D_1) + (d_2 - d_1) = \frac{a \cdot x_0}{d} + \frac{ax}{D}$$

- o Tại vân sáng:  $\delta d = k\lambda$
- o Tại vân tối:  $\delta d = (2k + 1)\frac{\lambda}{2}$

Xét vân sáng trung tâm:  $\begin{cases} k = 0 \\ \delta d = k\lambda \end{cases} \rightarrow \frac{x_0}{d} = -\frac{x}{D}$

- Nhận xét:
  - o Hệ vân dịch chuyển ngược hướng với chiều dịch chuyển của nguồn S
  - o Mối quan hệ giữa độ dịch chuyển là:  $\frac{SS'}{d} = \frac{OO'}{D}$

**DẠNG 2: HỆ KHE YOUNG – BẢN MẶT SONG SONG**



**Hình 1.2.** Hệ khe Young – bản mặt song song

- Khoảng vân:  $i = \frac{\lambda D}{a}$
- Vị trí vân sáng bậc  $k$ :  $x_k = ki = \frac{k\lambda D}{a}$
- Vị trí vân tối:  $x_t = \left(k + \frac{1}{2}\right) i = \left(k + \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda D}{a}$
- Hiệu quang lộ (hiệu đường đi):  $\delta d = d_2 - d_1 = \frac{ax}{D}$ 
  - o Tại vân sáng:  $\delta d = k\lambda$
  - o Tại vân tối:  $\delta d = (2k + 1) \frac{\lambda}{2}$
- Bản mỏng chiều dày  $e$ , chiết suất  $n$ :
  - o Vai trò của bản mỏng:
    - làm chậm quá trình truyền ánh sáng (chiết suất làm vận tốc truyền ánh sáng bị giảm đi)
    - kéo dài đường đi của tia sáng một đoạn:  $(n - 1)e \rightarrow$  hiệu quang lộ thay đổi
$$\delta d = d_2 - d'_1 = d_2 - d_1 - (n - 1)e = \frac{ax}{D} - (n - 1)e$$
    - Xét vân sáng trung tâm:  $\delta d = k\lambda = 0 \rightarrow x_0 = \frac{(n-1)eD}{a} \rightarrow$  hệ vân sẽ dịch chuyển về phía khe có đặt bản mỏng
  - o Liên hệ giữa  $n, c, v$  trong bản mỏng:
    - $n = \frac{c}{v}$

**BÀI 1.2:** Khoảng cách giữa hai khe trong máy giao thoa Young  $a = 1\text{mm}$ . Khoảng cách từ màn quan sát tới mặt phẳng chứa hai khe  $D = 3\text{m}$ . Khi toàn bộ hệ thống đặt trong không khí, người ta đo được khoảng cách giữa hai vân sáng liên tiếp là  $i = 1.5\text{mm}$ .

- a. Xác định bước sóng của ánh sáng tới
- b. Xác định vị trí của vân sáng thứ 3 và vân tối thứ 4
- c. Đặt trước một trong hai khe sáng một bản mỏng phẳng có hai mặt song song, chiết suất  $n = 1.5$ , bề dày  $e = 10\mu\text{m}$ . Xác định độ dịch chuyển của hệ thống vân giao thoa trên màn quan sát.
- d. Trong câu hỏi c nếu đổ đầy nước (chiết suất  $n' = 1.33$ ) vào khoảng cách giữa hai bản quan sát và mặt phẳng chứa các khe thì hệ thống vân giao thoa có gì thay đổi? Hãy tính khoảng cách giữa hai vân sáng liên tiếp trong trường hợp này.

**Tóm tắt:**

$$a = 1\text{mm}$$

$$D = 3\text{m}$$

$$i = 1.5\text{mm}$$

$$n = 1.5$$

$$e = 10\mu m$$

$$n' = \frac{4}{3}$$

Xác định:  $\lambda$ ;  $x_{s3}$ ;  $x_{t4}$ ;  $x_0$ ;  $i'$

**Nhận xét:** Câu a và b liên quan tới bài toán khe Young cơ bản. Ta chỉ cần sử dụng các công thức tính bước sóng và xác định vị trí vân sáng, vân tối trong hệ khe Young. Câu c là bài toán khe Young bản mặt song song. Đối với bài toán bản mặt song song ta cần chú ý là khi có bản mặt đặt trước khe nào thì hệ vân sẽ dịch chuyển về phía khe đó với độ dịch chuyển  $x_0$ . Trong câu d, phân tích ta thấy khi hệ thống được đổ đầy nước thì bước sóng  $\lambda$  sẽ bị thay đổi do đó khoảng vân cũng sẽ thay đổi theo.

- Bước sóng của ánh sáng tới:

$$\lambda = \frac{ia}{D} = 0.5\mu m$$

- Vị trí vân sáng bậc 3 (ứng với  $k = 3$ ):

$$x_{s3} = ki = 3i = 4.5mm$$

- Vị trí vân tối thứ 4 (ứng với  $k = 3$ ):

$$x_{t4} = \left(k + \frac{1}{2}\right)i = 3.5i = 5.25mm$$

- Độ dịch chuyển của hệ vân khi có bản mặt:

$$x_0 = \frac{(n-1)eD}{a} = 1.5cm$$

- Bản mỏng chỉ đóng vai trò làm dịch chuyển hệ vân chứ không làm thay đổi khoảng vân. Khi đổ nước vào hệ khe Young thì bước sóng  $\lambda' = \frac{\lambda}{n'}$  → khoảng vân sẽ giảm đi  $n'$  lần →  $i' = \frac{i}{n'} = 1.125mm$  → hệ vân sát lại một khoảng là  $0.375mm$

**BÀI 1.3.** Để đo bề dày của một bản mỏng trong suốt, người ta đặt bản trước một trong hai khe của máy giao thoa Young. Ánh sáng chiếu vào hệ thống có bước sóng  $\lambda = 0.6\mu m$ . Chiết suất của bản mỏng  $n = 1.5$ . Người ta quan sát thấy vân sáng chính giữa bị dịch chuyển về vị trí của vân sáng thứ năm (ứng với lúc chưa đặt bản). Xác định bề dày của bản.

**Tóm tắt:**

$$\lambda = 0.6\mu m$$

$$n = 1.5$$

$$x_0 = x_{s5}$$

Xác định  $e$

**Nhận xét:** Đây là bài toán khe Young - bản mặt. Từ công thức tính độ dịch chuyển của bản mặt ta thấy nếu biết trước chiết suất  $n$ ,  $D$ ,  $a$ ,  $x_0$  ta có thể xác định được bề dày của bản mặt.

- Từ dữ kiện đề bài ta có:

$$x_0 = x_{S5} = 5i = 5 \frac{\lambda D}{a} = \frac{(n-1)eD}{a} \rightarrow e = \frac{5\lambda}{n-1} = 6\mu\text{m}$$

Bài toán tổng quát: vân sáng chính giữa bị dịch chuyển về vị trí vân sáng thứ  $k$  hoặc vân tối thứ  $k \rightarrow$  áp dụng công thức cho từng trường hợp ta dễ dàng thu được công thức tổng quát.

**BÀI 1.4.** Để đo chiết suất của khí clo người ta làm thí nghiệm sau:

Trên đường đi của chùm tia sáng do một trong hai khe của máy giao thoa Young phát ra, người ta đặt một ống thủy tinh dài  $e = 2\text{cm}$  có đáy phẳng và song song với nhau. Lúc đầu trong ống chứa không khí, sau đó thay không khí bằng khí clo, người ta quan sát thấy hệ thống vân dịch chuyển đi một đoạn bằng 20 lần khoảng cách giữa hai vân sáng liên tiếp (tức 20 lần khoảng vân). Toàn bộ thí nghiệm được thực hiện trong buồng yên tĩnh và được giữ ở một nhiệt độ không đổi. Máy giao thoa được chiếu bằng ánh sáng vàng natri có bước sóng  $\lambda = 0.589\mu\text{m}$ . Chiết suất của không khí  $n = 1.000276$ . Tìm chiết suất  $n'$  của khí clo.

**Tóm tắt:**

$$e = 2\text{cm}$$

$$\lambda = 0.589\mu\text{m}$$

$$n = 1.000276$$

$$x_0 = 20i$$

Xác định  $n'$

**Nhận xét:** Đây là bài toán Young – bản mặt, trong đó hệ Young bản mặt được ứng dụng để xác định chiết suất của khí Clo. Quan sát công thức xác định độ dịch chuyển ta thấy để xác định được chiết suất  $n'$  của Clo ta cần biết  $D$ ,  $a$ ,  $e$ ,  $x_0$

- Từ dữ kiện đề bài ta có:

$$x_0 = 20i = 20 \frac{\lambda D}{a} = \frac{\left(\frac{n'}{n} - 1\right) e D}{a} \rightarrow \frac{n'}{n} = 1 + \frac{10\lambda}{e} \rightarrow n' = \left(1 + \frac{20\lambda}{e}\right) n$$

$$\rightarrow n' = 1.000865$$

**Chú ý:** Đối với bài toán này ta cần biết chiết suất trong công thức tính độ dịch chuyển của hệ vân là chiết suất tỷ đối của chất làm bản mỏng so với chân không (ở trong bài ta coi như là so với không khí vì chiết suất không khí và chân không là gần như nhau).

**BÀI 1.5.** Hai khe sáng trong máy giao thoa Young cách nhau  $a = 1\text{mm}$  được chiếu sáng bởi một chùm tia sáng đơn sắc. Màn quan sát giao thoa được đặt cách mặt phẳng của hai khe một khoảng  $D = 2\text{m}$ . Bề rộng của 6 vân sáng liên tiếp đo được là  $7.2\text{mm}$ .

- Tính bước sóng của ánh sáng tới
- Tính sai số có thể mắc phải khi đo bước sóng, biết rằng sau sai số của phép đo, khoảng cách giữa hai khe và bề rộng của 6 vân sáng đều bằng  $1/20\text{mm}$
- Xác định độ dịch chuyển của hệ thống vân, nếu trước một trong hai khe sáng có đặt một bản mặt mỏng trong suốt, mặt song song, dày  $0.02\text{mm}$  chiết suất  $n = 1.5$ .

**Tóm tắt:**

$$a = 1\text{mm}$$

$$D = 2\text{m}$$

$$6 \text{ vân sáng rộng } 7.2\text{mm} \rightarrow 5i = 7.2\text{mm}$$

$$\Delta L = 1/20\text{mm}$$

$$e = 0.02\text{mm}$$

$$n = 1.5$$

Xác định  $\lambda, \Delta\lambda, x_0$

**Nhận xét:** Câu a là một câu khá đơn giản vì chỉ việc ứng dụng công thức cơ bản để tính ra bước sóng, chú ý ở đây chính là đại lượng khoảng vân  $i$  được cho gián tiếp qua dữ kiện “bề rộng của 6 vân sáng liên tiếp đo được là  $7.2\text{mm}$ ”. Xét một cách tổng quát,  $N$  vân sáng liên tiếp tương đương với  $N - 1$  khoảng vân. Câu b là một câu liên quan tới kiến thức về sai số. Từ công thức tính bước sóng ta có thể xây dựng được công thức tính sai số tương đối của bước sóng

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta i}{i} + \frac{\Delta D}{D}$$

Câu c là bài toán Young – bản mặt  $\rightarrow$  dễ dàng xử lý câu này (quá dễ)

- Khoảng vân:  $i = \frac{7.2}{5} = 1.44\text{mm}$
- Bước sóng của ánh sáng tới:  $\lambda = \frac{ia}{D} = 0.72\mu\text{m}$
- Sai số tương đối của bước sóng là:

$$\delta = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta i}{i} + \frac{\Delta D}{D} = \frac{1/20}{1} + \frac{1/(20.5)}{1.44} + \frac{1}{2000} = 0.058$$

( $5i = 7.2 \text{ mm}$  nên sai số  $\Delta i = (1/20)/5$ , sai số của phép đo  $D$  có thể lấy là  $1 \text{ mm}$  vì bình thường chẳng ai đo kích thước cỡ  $m$  mà lại dụng thước đo có sai số là  $1/20 \text{ mm}$ )

- Sai số tuyệt đối của bước sóng là:

$$\Delta \lambda = \delta \lambda = 0.042$$

- Độ dịch chuyển của hệ vân khi có bản mặt:

$$x_0 = \frac{(n-1)eD}{a} = 2 \text{ cm}$$

**BÀI 1.14.** Chiếu một chùm ánh sáng trắng xiên một góc  $45^\circ$  lên một màng nước xà phòng. Tìm bề dày nhỏ nhất của màng để những tia phản chiếu có màu vàng. Cho biết bước sóng của ánh sáng vàng là  $0.6 \mu\text{m}$ . Chiết suất của bản là  $n = 1.33$ .

**Tóm tắt:**

$$\alpha = 45^\circ$$

$$\lambda = 0.6 \mu\text{m}$$

$$n = 1.33$$

Xác định  $d_{\min}$

Nhận xét: Đây là bài toán giao thoa bản mỏng  $\rightarrow$  các bước chính để giải bài toán này là:

B1: Xét hiệu quang lộ giữa hai tia phản xạ trên bề mặt của bản mỏng:

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

B2: Xét điều kiện vân sáng – vân tối:

- Vân sáng:  $\Delta L = k\lambda$

- Vân tối:  $\Delta L = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda$

Từ dữ kiện của đề bài ta thấy để tia phản chiếu là màu vàng thì hiệu quang lộ phải bằng  $k\lambda$  (trong đó  $\lambda$  là bước sóng của ánh sáng màu vàng).

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

Bài toán yêu cầu ta xác định bề dày nhỏ nhất. Từ công thức trên ta thấy bề dày nhỏ nhất khi  $k = 0 \rightarrow$  ta có:

$$d_{\min} = \frac{\lambda}{4\sqrt{n^2 - \sin^2 i}} = 1,31 \cdot 10^{-5} \text{ cm}$$

**BÀI 1.19.** Chiếu một chùm tia sáng song song  $\lambda = 0.6\mu\text{m}$  lên một màng xà phòng (chiết suất bằng 1.3) dưới góc tới  $30^\circ$ . Hỏi bề dày nhỏ nhất của màng phải bằng bao nhiêu để chùm tia phản xạ có:

- Cường độ sáng cực tiểu
- Cường độ sáng cực đại

**Tóm tắt:**

$$\lambda = 0.6\mu\text{m}$$

$$n = 1.3$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$\text{Cường độ sáng cực đại: } \Delta L = k\lambda$$

$$\text{Cường độ sáng cực tiểu: } \Delta L = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda$$

Xác định  $d_{\min}$

Nhận xét: Đây là bài toán giao thoa bản mỏng  $\rightarrow$  sử dụng công thức xác định hiệu quang lộ.

- Xét hiệu quang lộ giữa hai tia phản xạ trên hai mặt của bản mỏng:

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

- TH1: Cường độ sáng cực đại:  $\Delta L = k\lambda, d_{\min} \rightarrow k = 0$

$$\Delta L = L_1 - L_2 = 2d_{\min}\sqrt{n^2 - \sin^2 i} - \frac{\lambda}{2} = k\lambda = 0$$

$$\rightarrow d_{\min} = \frac{\lambda}{4\sqrt{n^2 - \sin^2 i}} = 0.125\mu\text{m}$$

- TH2: Cường độ sáng cực tiểu:  $\Delta L = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda, d_{\min} \rightarrow k = 0$

$$\Delta L = L_1 - L_2 = 2d_{\min}\sqrt{n^2 - \sin^2 i} - \frac{\lambda}{2} = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda = \frac{\lambda}{2}$$

$$\rightarrow d_{\min} = \frac{\lambda}{2\sqrt{n^2 - \sin^2 i}} = 0.25\mu\text{m}$$

**BÀI 1.21.** Một chùm tia sáng đơn sắc bước sóng  $\lambda = 0.6\mu\text{m}$  được rọi vuông góc với một mặt nêi thủy tinh (chiết suất  $n = 1.5$ ). Xác định góc nghiêng của nêi. Biết rằng số vân giao thoa chứa trong khoảng  $l = 1\text{cm}$  là  $N = 10$ .

**Tóm tắt:**

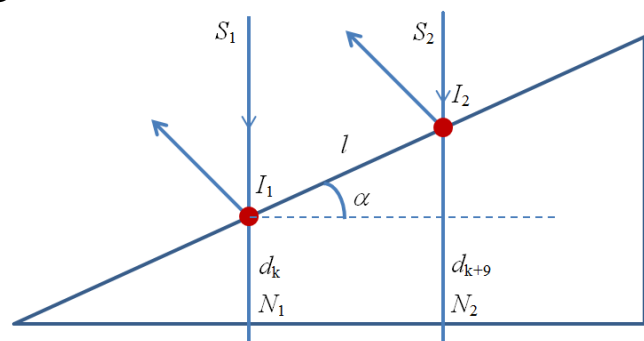
$$\lambda = 0.6\mu\text{m}$$

$$n = 1.5$$

$$l = 1\text{cm}$$

$$N = 10$$

Xác định  $\alpha$



**Nhận xét:** Đây là bài toán giao thoa trong nêm có chiết suất  $n$ . Tùy theo bề dày của nêm mà các vân tại đó có thể là vân sáng hoặc vân tối.

- Vị trí của vân tối:  $d_t = k \frac{\lambda}{2}$  ( $k = 0, 1, 2, \dots$ )
- Vị trí của vân sáng:  $d_s = (2k - 1) \frac{\lambda}{4}$  ( $k = 1, 2, 3, \dots$ )

Ta xét vị trí vân tối thứ  $k$  và vân tối thứ  $k + 9$  gây bởi nêm có chiết suất  $n$  (vì khi ánh sáng truyền qua môi trường có chiết suất  $n$  bước sóng sẽ giảm đi  $n$  lần)

- $d_k = k \frac{\lambda}{2n}$
- $d_{k+9} = (k + 9) \frac{\lambda}{2n}$

Từ hình vẽ ta thấy:  $\sin \alpha = \frac{d_{k+9} - d_k}{l_1 l_2} = \frac{5\lambda}{nl} = 2 \cdot 10^{-4}$  vì  $\alpha$  rất nhỏ nên

$$\alpha \approx \sin \alpha = 2 \cdot 10^{-4} \text{ rad}$$

**BÀI 1.22.** Một màng nước xà phòng chiết suất  $n = 1.33$ , được đặt thẳng đứng, vì nước xà phòng dồn xuống dưới nên màng có dạng hình nêm. Quan sát những vân giao thoa của ánh sáng phản chiếu màu xanh (bước sóng  $\lambda = 0.5461 \mu\text{m}$ ), người ta thấy, khoảng cách giữa 6 vân bằng  $2\text{cm}$ . Xác định:

- a. Góc nghiêng của nêm
- b. Vị trí của ba vân tối đầu tiên (coi vân tối số 1 là vân nằm ở giao tuyến giữa của hai mặt nêm). Biết rằng hướng quan sát vuông góc với mặt nêm.

**Tóm tắt:**

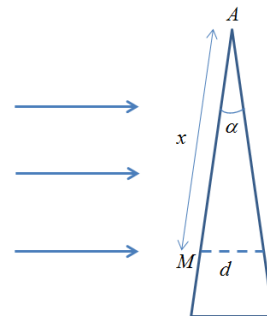
$$n = 1.33$$

$$\lambda = 0.5461 \mu\text{m}$$

$$N = 6 \text{ vân}$$

$$l = 2\text{cm}$$

Xác định  $\alpha, x_{t1}, x_{t2}, x_{t3}$



**Nhận xét:** Bài toán này tương tự như bài toán 1.21 chỉ khác ở chỗ bài này là nêm xà phòng có chiết suất  $n = 1.33$ . Khi xét quang lộ của một tia sáng ta cần chú ý nếu tia sáng phản xạ trên bề mặt có chiết suất lớn hơn chiết suất môi trường đang truyền thì quang lộ của tia sáng sẽ dài thêm  $\frac{\lambda}{2}$ . Nếu tia sáng truyền trong môi trường có chiết suất  $n$  và có chiều dài  $d$  thì quang lộ của tia sáng sẽ là  $nd$  (điều này có thể dễ hình dung bằng ví dụ sau: “nếu chúng ta đi từ A đến B mà không có vật cản (chiết suất  $n = 0$ ) thì quãng đường chúng ta đi được là AB nhưng nếu trên đường đi



có vật cản (chiết suất  $n$  khác 0) thì chúng ta phải đi lòng vòng thì mới đến được B và do đó quãng đường thực tế chúng ta đi được sẽ dài hơn quãng đường AB)

- Hiệu quang lộ của các tia phản xạ trên mặt nêôm sẽ là:

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

- Giả sử tại M là vân tối ta có:

$$\Delta L = L_1 - L_2 = 2nd_t - \frac{\lambda}{2} = (2k' + 1) \frac{\lambda}{2} \rightarrow d_t = \frac{(k' + 1)\lambda}{2n} = \frac{k\lambda}{2n}$$

- Xác định vị trí vân tối thứ  $k$ :

- o Do  $\alpha$  rất nhỏ nên ta có gần đúng:  $\alpha \approx \tan \alpha \approx \frac{d}{x}$
- o Từ đây ta có vị trí vân tối thứ  $k$  là:  $x_k = \frac{d_k}{\alpha} = \frac{k\lambda}{2n\alpha}$

- Khoảng vân giao thoa sẽ là:  $i = \frac{\lambda}{2n\alpha} = \frac{l}{N-1} = 0.4cm$

- Góc nghiêng của nêôm là:

$$\frac{\lambda}{2n\alpha} = \frac{l}{N-1} \rightarrow \alpha = \frac{(N-1)\lambda}{2nl} \approx 5,13 \cdot 10^{-5} rad$$

- Vị trí vân tối 1, 2, 3 ứng với  $k = 0, 1, 2$  là:

- o  $x_{t1} = 0$
- o  $x_{t2} = 0.4cm$
- o  $x_{t3} = 0.8cm$

**BÀI 1.24.** Chiếu một chùm tia sáng đơn sắc (bước sóng  $\lambda = 0.5\mu m$ ) vuông góc với mặt của một nêôm không khí và quan sát ánh sáng phản xạ trên mặt nêôm, người ta thấy bề rộng của mỗi vân bằng 0.05cm.

- Tìm góc nghiêng giữa hai mặt nêôm
- Nếu chiếu đồng thời hai chùm tia sáng đơn sắc (bước sóng lần lượt bằng  $\lambda_1 = 0.5\mu m$ ,  $\lambda_2 = 0.6\mu m$ ) xuống mặt nêôm thì hệ thống vân trên mặt nêôm có gì thay đổi? Xác định vị trí tại đó các vân tối của hai hệ thống vân trùng nhau.

**Tóm tắt:**

$$\lambda_1 = 0.5\mu m$$

$$\lambda_2 = 0.6\mu m$$

$$n = 1$$

$$i = 0.05cm$$

Xác định  $\alpha$ , vị trí vân tối trùng nhau

**Nhận xét:** Câu a của bài này tương tự bài 1.22. Áp dụng công thức  $\alpha = \frac{\lambda}{2ni}$  ta dễ dàng xác định được góc nghiêng giữa hai mặt nêôm. Câu b là bài toán nhiều chùm đơn sắc. Khi đó hệ vân thu được sẽ là sự chồng chập của hai hệ vân ứng với từng

chùm đơn sắc. Trong hệ vân này có những vị trí mà tại đó hai vân tối (hoặc vân sáng) ứng với từng chùm đơn sắc trùng nhau  $\rightarrow$  đây là bài toán vân tối trùng nhau  $\rightarrow$  áp dụng điều kiện hai vân tối trùng nhau:

$$k_1 i_1 = k_2 i_2 \leftrightarrow k_1 \lambda_1 = k_2 \lambda_2$$

- Góc nghiêng giữa hai mặt nêm là:

$$\alpha = \frac{\lambda}{2ni} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ rad}$$

- Từ điều kiện vân tối trùng nhau ta có:

$$5k_1 = 6k_2 \rightarrow k_2 = \frac{5k_1}{6}$$

$k_1$	6	12	18	24	30
$k_2$	5	10	15	20	25

- Từ bảng số liệu ta thấy những vị trí tại đó hai vân tối trùng nhau nằm cách nhau một khoảng  $6i_1 = 0.3\text{cm}$

**BÀI 1.25.** Xét một hệ vân tròn Newton. Xác định bề dày của lớp không khí ở đó ta quan sát thấy vân sáng đầu tiên biết rằng ánh sáng tới có bước sóng  $\lambda = 0.6\mu\text{m}$

**Tóm tắt:**

$$\lambda = 0.6\mu\text{m}$$

Xác định  $d_{S1}$

**Nhận xét:** Đây là bài toán giao thoa vân tròn Newton  $\rightarrow$  ta cần phải biết một số các công thức liên quan tới bài toán này

- Vị trí các vân tối:  $d_t = k \frac{\lambda}{2}$  ( $k = 0, 1, 2, \dots$ )
- Vị trí các vân sáng:  $d_s = (2k - 1) \frac{\lambda}{4}$  ( $k = 1, 2, 3, \dots$ )
- Bán kính của vân tối thứ  $k$ :  $r_k = \sqrt{R\lambda k}$   $\rightarrow$  trong đó  $R$  là bán kính cong của thấu kính trong bản cho vân tròn Newton.

Từ công thức xác định vị trí của các vân sáng ta thấy vân sáng đầu tiên ứng với  $k = 1 \rightarrow d_{S1} = \frac{\lambda}{4} = 0.15\mu\text{m}$

**BÀI 1.27.** Thấu kính trong hệ thống cho vân tròn Newton có bán kính cong bằng  $15\text{m}$ . Chùm ánh sáng đơn sắc tới vuông góc với hệ thống, quan sát các vân giao thoa của chùm tia phản chiếu. Tìm bước sóng của ánh sáng tới biết rằng khoảng cách giữa vân tối thứ 4 và vân tối thứ 25 bằng  $9\text{mm}$

**Tóm tắt:**

$$R = 15m$$

$$r_{25} - r_4 = L = 9mm$$

Xác định  $\lambda$

Nhận xét: Bài toán này liên quan tới công thức tính bán kính vân tối thứ  $k$  trong hệ vân tròn Newton. Từ đề bài ta thấy phương hướng giải chính là xác định bán kính vân tối thứ 4 và thứ 25 sau đó áp dụng  $r_{25} - r_4 = 9mm$  để xác định ra bước sóng  $\lambda$

- Vị trí vân tối thứ 4:  $r_4 = \sqrt{4R\lambda} = 2\sqrt{R\lambda}$
- Vị trí vân tối thứ 25:  $r_{25} = \sqrt{5R\lambda} = 5\sqrt{R\lambda}$
- Ta có:  $r_{25} - r_4 = 3\sqrt{R\lambda} = L \rightarrow \lambda = \frac{L^2}{9R} = 0.6\mu m$

**BÀI 1.28.** Chiếu một chùm tia sáng đơn sắc vuông góc với bản cho vân tròn Newton và quan sát ánh sáng phản xạ. Bán kính của hai vân tối liên tiếp lần lượt bằng  $4.00mm$  và  $4.38mm$ , bán kính cong của thấu kính bằng  $6.4m$ . Tìm số thứ tự của các vân tối trên và bước sóng của ánh sáng tới.

**Tóm tắt:**

$$r_k = 4.00mm$$

$$r_{k+1} = 4.38mm$$

$$R = 6.4m$$

Xác định  $k$  và  $\lambda$

**Nhận xét:** Bài toán liên quan tới công thức tính bán kính. Với dữ liệu đã cho ta hoàn toàn có thể xác định được giá trị của  $k$  và  $\lambda$

- Bán kính của vân tối thứ  $k$ :  $r_k = \sqrt{kR\lambda}$
- Bán kính của vân tối thứ  $k + 1$ :  $r_{k+1} = \sqrt{(k + 1)R\lambda}$
- Từ đây ta có:  $\lambda = \frac{r_{k+1}^2 - r_k^2}{R} = 0.5\mu m$
- Xác định  $k$ :  $k = \frac{r_k^2}{R\lambda} = \frac{r_k^2}{r_{k+1}^2 - r_k^2} = 5$

**BÀI 1.32.** Mặt cầu của một thấu kính phẳng 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 cong của mặt cầu thấu kính là  $R = 100cm$ . Khoảng không gian giữa thấu kính và bản phẳng chứa đầy một chất có chiết suất  $n = 1.63$ . Xác định bán kính của vân tối Newton thứ 5 nếu quan sát vân giao thoa bằng ánh sáng phản xạ, cho bước sóng của ánh sáng  $\lambda = 0.5\mu m$

**Tóm tắt:**

$$n_1 = 1.5$$

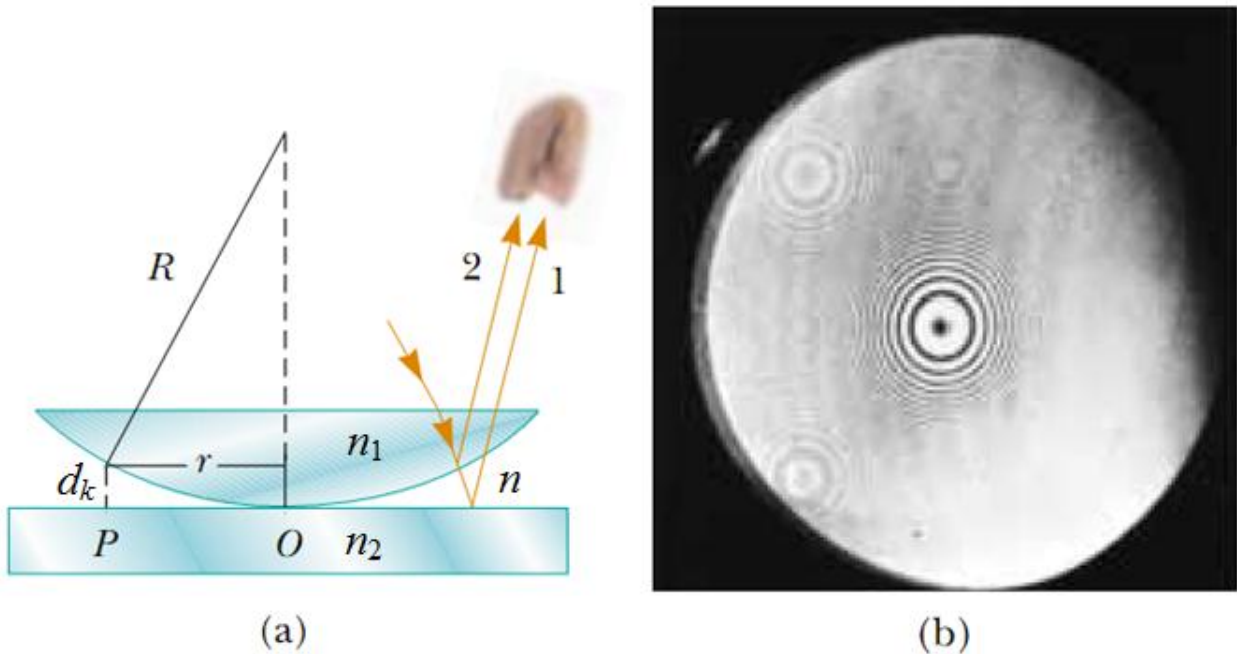
$$n_2 = 1.7$$

$$R = 100cm$$

$$n = 1.63$$

$$\lambda = 0.5 \mu m$$

Xác định  $r_5$



**Nhận xét:**  $n > n_1 \rightarrow$  quang lộ của tia phản xạ tại mặt phân cách  $n_1-n$  sẽ kéo dài thêm một khoảng  $\frac{\lambda}{2}$ ,  $n_2 > n \rightarrow$  quang lộ của tia phản xạ tại mặt phân cách  $n_2-n$  sẽ kéo dài thêm một khoảng  $\frac{\lambda}{2}$ . Hiệu quang lộ của tia phản xạ sẽ là:

$$\Delta L = L_1 - L_2 = 2nd$$

Ngoài ra ta cần chú ý mối quan hệ giữa  $d_k$  và bán kính  $r_k$ :

$$r_k^2 = R^2 - (R - d_k)^2 = (2R - d_k)d_k \approx 2Rd_k$$

Vị trí vân tối được xác định dựa trên điều kiện:

$$\Delta L = L_1 - L_2 = 2nd_k = (2k + 1) \frac{\lambda}{2} \rightarrow d_k = (2k + 1) \frac{\lambda}{4n}$$

Bán kính vân tối thứ  $k$  là:

$$r_k = \sqrt{\frac{(2k + 1)\lambda R}{2n}} \rightarrow r_5 = 1.33mm$$

**BÀI 1.34.** Trong thí nghiệm dùng giao thoa kế Maikenson khi dịch chuyển gương đi động một khoảng  $L = 0.161mm$  người ta quan sát thấy hình giao thoa dịch đi 500

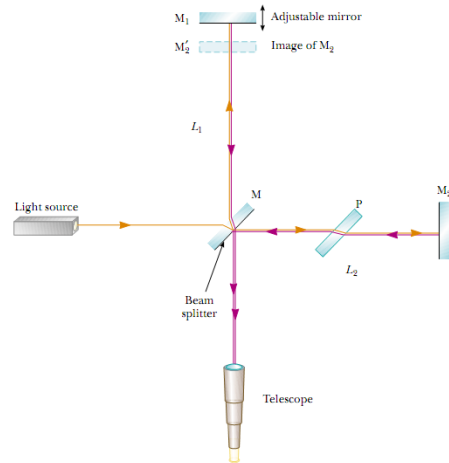
vân. Tìm bước sóng của ánh sáng dùng trong thí nghiệm.

**Tóm tắt:**

$L = 0.161mm$

Độ dịch chuyển 500 vân

Xác định  $\lambda$



**Nhận xét:** Đây là bài toán liên quan tới giao thoa kế Michelson. Trước hết ta cần phải hiểu được nguyên tắc làm việc của giao thoa kế này. Tia sáng từ nguồn đơn sắc bị phân tách thành hai phần bởi một gương bán mạ  $M$  đặt nghiêng một góc  $45^\circ$  so với tia tới. Chùm tia phản xạ từ  $M$  thẳng đứng lên gương  $M_1$  và chùm tia thứ 2 đi thẳng tới gương  $M_2$ . Sau khi phản xạ từ  $M_1$  và  $M_2$  hai tia sáng sẽ gặp nhau tại gương  $M$  và chúng ta có thể quan sát xảy ra hiện tượng giao thoa. Tấm kính  $P$  có chiều dày bằng chiều dày của gương  $M$  và được đặt ở trước gương  $M_2$  để đảm bảo là cho hai tia phản xạ từ gương  $M_1$  và  $M_2$  về gương  $M$  đều đi qua tấm kính có cùng chiều dày. Để xác định điều kiện xảy ra hiện tượng giao thoa ta phải xét hiệu quang lộ tại của ánh sáng truyền tới một điểm trên gương  $M$ . Ta có thể thay đổi hiệu quang lộ bằng cách dịch chuyển gương  $M_1$  lên xuống để thỏa mãn điều kiện cực tiểu hoặc cực đại giao thoa. Nếu  $M_1$  dịch chuyển một đoạn bằng nửa bước sóng theo phương truyền của tia sáng thì hiệu quang lộ sẽ thay đổi một lượng bằng bước sóng  $\rightarrow$  hệ vân giao thoa sẽ dịch đi một khoảng vân. Ta có công thức tổng quát cho giao thoa kế Michelson là:

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

Trong đó  $L$  là độ dịch chuyển gương,  $m$  là số khoảng vân dịch chuyển

Áp dụng công thức trên ta có bước sóng dùng trong thí nghiệm là:

$$\lambda = \frac{2L}{m} = 0.644\mu m$$

**BÀI 1.35.** Để đo chiết suất của khí  $NH_3$ , trên đường đi của một chùm tia trong giao thoa kế Michelson người ta đặt một ống đã rút chân không dài  $l = 14cm$ . Các đầu ống được nút kín bởi các bản thủy tinh phẳng song song. Khi bơm đầy khí  $NH_3$  vào

ông, người ta thấy hình giao thoa dịch đi 180 vân. Tìm chiết suất của khí  $\text{NH}_3$ , biết rằng ánh sáng dùng trong thí nghiệm có bước sóng  $\lambda = 0.59\mu\text{m}$

**Tóm tắt:**

$$l = 14\text{cm}$$

$$\lambda = 0.59\mu\text{m}$$

$$m = 180 \text{ vân}$$

Xác định  $n$  của  $\text{NH}_3$

**Nhận xét:** Khi bơm đầy khí  $\text{NH}_3$  có chiết suất  $n$  thì hiệu quang lộ của tia sáng sẽ bị thay đổi một lượng là  $(n - 1)l$  (xem bài hệ khe Young và bản mặt).

$$\text{Hệ vân dịch chuyển đi 180 vân} \rightarrow (n - 1)l = m \frac{\lambda}{2} \rightarrow n = 1 + \frac{m\lambda}{2l} = \mathbf{1.00038}$$