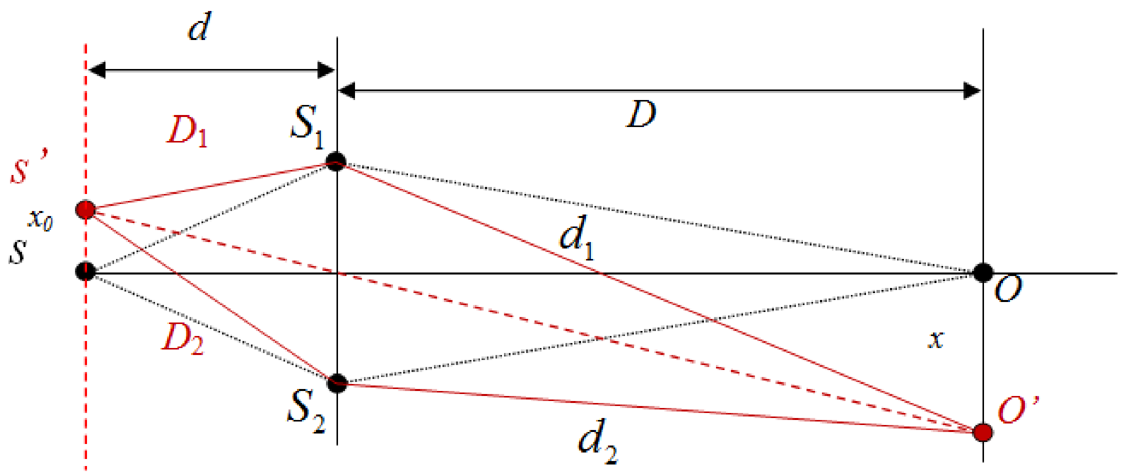
HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP ĐỊNH HƯỚNG TUẦN 1 - 2

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':

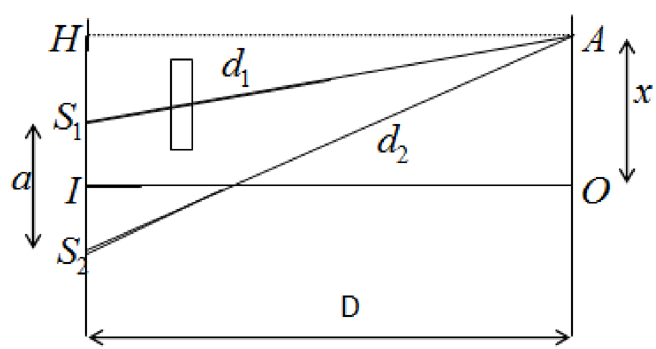
$$\delta d = (D_2 + d_2) - (D_1 + d_1) = (D_2 - D_1) + (d_2 - d_1) = \frac{a.x_0}{d} + \frac{ax}{D}$$

  - Tại vân sáng: $\delta d = k\lambda$
  - 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:
  - Hệ vân dịch chuyển ngược hướng với chiều dịch chuyển của nguồn S
  - 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): $\delta d = d_2 - d_1 = \frac{ax}{D}$
    - Tại vân sáng: $\delta d = k\lambda$
    - Tại vân tối: $\delta d = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$
- Bản mỏng chiều dày *e*, chiết suất *n*:
    - 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: $(n - 1)e$ → 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: $\delta d = k\lambda = 0 \to x_0 = \frac{(n-1)eD}{a}$ → hệ vân sẽ dịch chuyển về phía khe có đặt bản mỏng
    - 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 $a = 1mm$. Khoảng cách từ màn quan sát tới mặt phẳng chứa hai khe $D = 3m$. Khi toàn bộ hệ thống đặt trong không khí, người ta đo được khoảng cách giữa hai vân sáng liên tiếp là $i = 1.5mm$.

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 $e = 10\mu m$. 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 bàn 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:

$a = 1mm$
$D = 3m$
$i = 1.5mm$

n = 1.5

e = 10μm

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

Xác định: λ; 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 λ sẽ bị thay đổi do đó khoảng vân cũng sẽ thay đổi theo.

- Bước sóng của ánh sáng tới:

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

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

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

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

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

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

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

- 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 → $\boldsymbol{i' = \frac{i}{n'} = 1.125mm}$ → hệ vân sít 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 sào hệ thống có bước sóng λ = 0.6μm. 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:

λ = 0.6μm

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:

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

Bài toán tổng quát: vân sáng chính giữa bị dịch chuyển về vị trí vân sáng thứ *k* hoặc vân tối thứ *k* → 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*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 λ = 0.589μm. Chiết suất của không khí n = 1.000276. Tìm chiết suất *n'* của khí clo.

Tóm tắt:

e = 2*cm*

$\lambda = 0.589\mu m$

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 dịnh được chiết suất n' của Clo ta cần biết *D*, *a*, *e*, x_0

- Từ dữ kiện đề bài ta có:

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

➔ ***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 $a = 1mm$ 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 $D = 2m$. Bề rộng của 6 vân sáng liên tiếp đo được là 7.2*mm*.

a. Tính bước sóng của ánh sáng tới
b. 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*mm*
c. 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*mm* chiết suất $n = 1.5$.

Tóm tắt:
$a = 1mm$
$D = 2m$
6 vân sáng rộng 7.2*mm* → $5i = 7.2mm$
$\Delta L = 1/20mm$
$e = 0.02mm$
$n = 1.5$
Xác định λ, $\Delta\lambda$, 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 7.2mm"*. 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 → dễ dàng xử lý câu này (quá dễ)

- Khoảng vân: $i = \frac{7.2}{5} = 1.44mm$
- Bước sóng của ánh sáng tới: $\lambda = \frac{ia}{D} = 0.72\mu m$
- 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 mm nên sai số Δi = (1/20)/5, sai số của phép đo D có thể lấy là 1mm vì bình thường chẳng ai đo kích thước cỡ m mà lại dụng thước đo có sai số là 1/20 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:

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

BÀI 1.14. Chiếu một chùm ánh sáng trắng xiên một góc 45^0 lên một màng nước xà phòng. Tìm bề dày nhỏ nhất của màn để những tia phản chiếu có màu vàng. Cho biết bước sóng của ánh sáng vàng là $0.6\mu m$. Chiết suất của bản là $n = 1.33$.

Tóm tắt:

$\alpha = 45^0$

$\lambda = 0.6\mu m$

$n = 1.33$

Xác định d_{min}

Nhận xét: Đây là bài toán giao thoa bản mỏng → 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 λ 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 → ta có:

$$\boldsymbol{d_{min} = \frac{\lambda}{4\sqrt{n^2 - sin^2 i}} = 1,31.10^{-5} cm}$$

BÀI 1.19. Chiếu một chùm tia sáng song song $\lambda = 0.6\mu m$ lên một màng xà phòng (chiết suất bằng 1.3) dưới góc tới 30^0. 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:

$\lambda = 0.6\mu m$

n = 1.3

$\alpha = 30^0$

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

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 → 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} → $k = 0$

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

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

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

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

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

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

Tóm tắt:

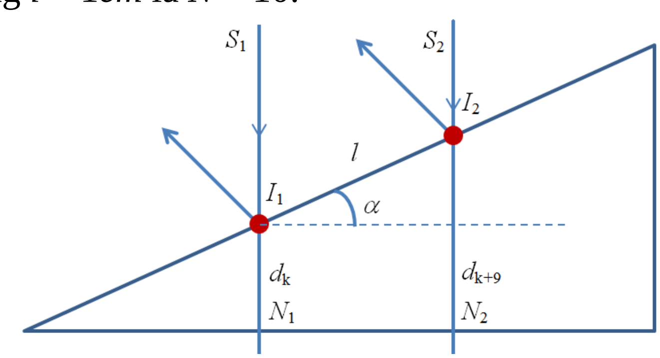
$\lambda = 0.6\mu m$

$n = 1.5$

$l = 1cm$

$N = 10$

Xác định α



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,….)
- Vị trí của vân sáng: $d_s = (2k-1)\frac{\lambda}{4}$ (k = 1, 2, 3, …)

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: $sin\alpha = \frac{d_{k+9}-d_k}{I_1I_2} = \frac{5\lambda}{nl} = 2.10^{-4}$ vì α rất nhỏ nên

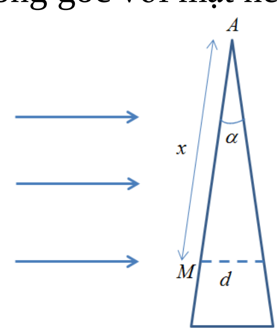
$$\boldsymbol{\alpha \approx sin\alpha = 2.10^{-4}rad}$$

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 λ = 0.5461μm), người ta thấy, khoảng cách giữa 6 vân bằng 2*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
λ = 0.5461μm
N = 6 *vân*
l = 2*cm*
Xác định α, 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 nêm 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:
    - Do α rất nhỏ nên ta có gần đúng: $\alpha \approx tan\alpha \approx \frac{d}{x}$
    - 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 nêm là:

$$\boldsymbol{\frac{\lambda}{2n\alpha} = \frac{l}{N-1} \rightarrow \alpha = \frac{(N-1)\lambda}{2nl} \approx 5,13.10^{-5} rad}$$

- Vị trí vân tối 1, 2, 3 ứng với k = 0, 1, 2 là:
    - $x_{t1} = 0$
    - $x_{t2} = 0.4cm$
    - $x_{t2} = 0.8cm$

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

a. Tìm góc nghiêng giữa hai mặt nêm
b. 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 nêm thì hệ thống vân trên mặt nêm 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 α, 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 nêm. 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 → đây là bài toán vân tối trùng nhau → 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:

$$\alpha = \frac{\lambda}{2ni} = 5.10^{-4} rad$$

- Từ điều kiện vân tối trùng nhau ta có:

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

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

- Tử bảng số liệu ta thấy những vị trí tại đó hai vân tối trùng nhau nằm cách nhau một khoảng **$6i_1 = 0.3cm$**

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 $\lambda = 0.6\mu m$

Tóm tắt:

$\lambda = 0.6\mu m$

Xác định d_{S1}

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

- Vị trí các vân tối: $d_t = k\frac{\lambda}{2}$ ($k = 0, 1, 2,\ldots$)
- Vị trí các vân sáng: $d_S = (2k-1)\frac{\lambda}{4}$ ($k = 1, 2, 3, \ldots$)
- Bán kính của vân tối thứ k: $r_k = \sqrt{R\lambda k}$ → 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 → $\boldsymbol{d_{S1} = \frac{\lambda}{4} = 0.15\mu m}$

BÀI 1.27. Thấu kính trong hệ thống cho vân tròn Newton có bán kính cong bằng 15m. 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 9mm

Tóm tắt:

$R = 15m$
$r_{25} - r_4 = L = 9mm$
Xác định λ
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 λ

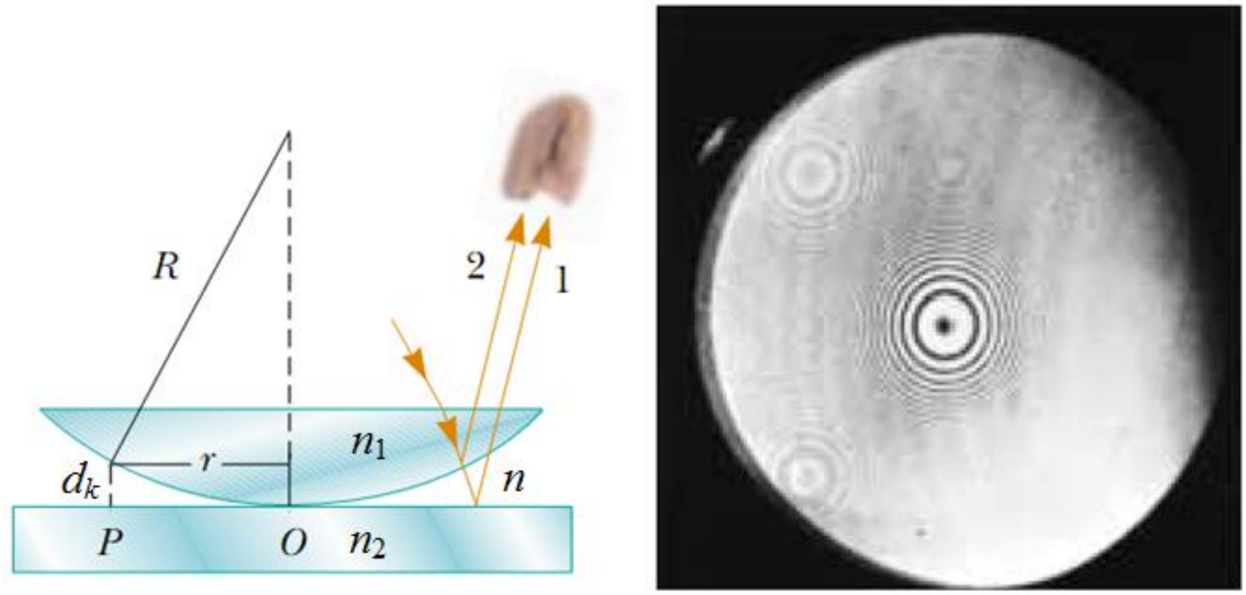
- Vị trí vân tối thứ 4: $r_4 = \sqrt{4R\lambda} = 2\sqrt{R\lambda}$
- Vị trí vân tối thứ 25: $r_{25} = \sqrt{5R\lambda} = 5\sqrt{R\lambda}$
- Ta có: $r_{25} - r_4 = 3\sqrt{R\lambda} = L \to \lambda = \frac{L^2}{9R} = 0.6\mu m$

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 4.00*mm* và 4.38*mm*, 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 λ
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 λ

- 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: $\boldsymbol{\lambda = \frac{r_{k+1}^2 - r_k^2}{R} = 0.5\mu m}$
- Xác định *k*: $\boldsymbol{k = \frac{r_k^2}{R\lambda} = \frac{r_k^2}{r_{k+1}^2 - r_k^2} = 5}$

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



(a) (b)

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

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

Bán kính vân tối thứ k là:

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

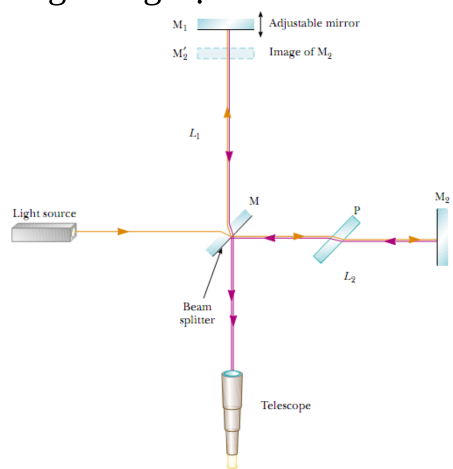
BÀI 1.34. Trong thí nghiệm dùng giao thoa kế Maikenson khi dịch chuyển gương di động một khoảng $L = 0.161mm$ người ta quan sát thấy hình giao thoa dịch đi 500 vân. Tìm bước sóng của ánh sáng dùng trong thí nghiệm.

Tóm tắt:

L = 0.161*mm*

Độ dịch chuyển 500 vân

Xác định λ



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 45^0 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 tương 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 → 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:

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

BÀI 1.35. Để đo chiết suất của khí NH_3, trên đường đi của một chùm tia trong giao thoa kế Maikenson người ta đặt một ống đã rút chân không dài *l* = 14*cm*. Các đầu ống được nút kín bởi các bản thủy tinh phẳng song song. Khi bơm đầy khí NH_3 vào ống, người ta thấy hình giao thoa dịch đi 180 vân. Tìm chiết suất của khí NH_3, biết rằng ánh sáng dùng trong thí nghiệm có bước sóng $\lambda = 0.59\mu m$

Tóm tắt:

$l = 14cm$

$\lambda = 0.59\mu m$

$m = 180$ *vân*

Xác định n của NH_3

Nhận xét: Khi bơm đầy khí 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).

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

HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP ĐỊNH HƯỚNG TUẦN 3 – 4

DẠNG 1: BÀI TOÁN ĐỚI CẦU FRESNEL

1. KIẾN THỨC CƠ BẢN:

- ***Hiện tượng nhiễu xạ:*** là hiện tượng tia sáng bị lệch khỏi phương truyền thẳng khi truyền qua các vật chắn sáng có kích thước nhỏ → thể hiện tính chất sóng

- ***Nguyên lý Huyghen – Fresnel:*** Các sóng sáng phát ra từ một nguồn sáng thực *S* truyền đi theo mọi hướng trong không gian. Khi đó tác dụng nguồn sáng thực *S* gây ra bởi một điểm bất kỳ được xác định theo nguyên lý Huyghens-Fresnen :

- Mỗi điểm trong không gian nhận được sóng sáng từ nguồn sáng thực *S* truyền tới sẽ trở thành một nguồn sáng thứ cấp phát ra các sóng sáng về phía trước nó.
- Nguồn sáng thứ cấp có biên độ và pha dao động đúng bằng biên độ và pha dao động do nguồn sáng thực gây ra tại vị trí của nguồn sáng thứ cấp đó.
- Dao động sáng tại điểm *M* bất kỳ nằm ngoài mặt kín Σ bao quanh nguồn sáng thực *S* sẽ bằng tổng các dao động sáng do những nguồn sáng thứ cấp nằm trên mặt kín Σ gây ra bởi điểm *M*.

- ***Phương pháp đới cầu Fresnel:***

a. Cách chia đới cầu:

- Chọn mặt sóng cầu Σ phát ra từ nguồn *O* có bán kính $R = OM - b$ (với $b = OM >> \lambda$)
- Lấy M làm tâm vẽ các mặt cầu $\Sigma_0, \Sigma_1, \Sigma_2, \Sigma_3, \Sigma_4, \dots, \Sigma_k$ có bán kính lần lượt là: $b, b+\frac{\lambda}{2}, b+2\frac{\lambda}{2}, b+3\frac{\lambda}{2}, b+4\frac{\lambda}{2}, \dots, b+k\frac{\lambda}{2}$
- Các mặt cầu trên sẽ chia mặt sóng cầu Σ thành các đới cầu Fresnel

b. Các công thức liên quan:

- Diện tích đới của mỗi đới cầu:

$$\Delta\Sigma = \frac{\pi R b \lambda}{R+b}$$

- Bán kính của đới cầu thứ *k*:

$$r_k = \sqrt{\frac{Rb\lambda}{R+b}}\sqrt{k}$$

- Biên độ sóng của ánh sáng tổng hợp tại M do các đới cầu Fresnel gửi tới:

$$a_n = a_1 - a_2 + a_3 - a_4 + a_5 - \cdots$$

$$\rightarrow a_n = \frac{a_1}{2} + \left(\frac{a_1}{2} - a_2 + \frac{a_3}{2}\right) + \left(\frac{a_3}{2} - a_4 + \frac{a_5}{2}\right) + \cdots \pm \frac{a_n}{2}$$

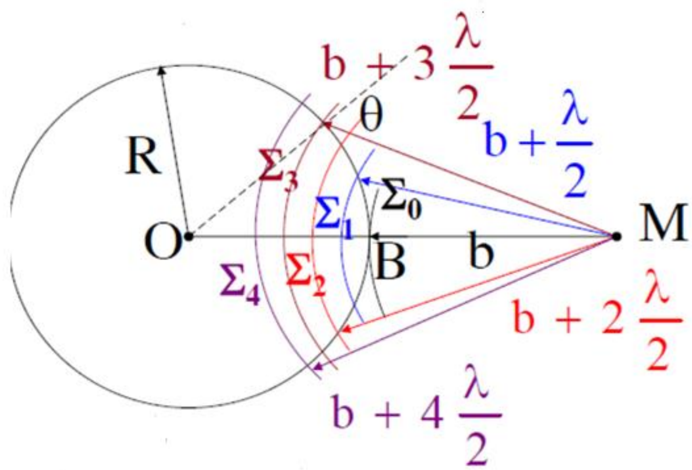
Do *a* thay đổi khá nhỏ nên có thể coi: $a_k = \frac{a_{k-1}}{2} + \frac{a_{k+1}}{2}$ nên ta có:

$$a_n = \frac{a_1}{2} \pm \frac{a_n}{2}$$

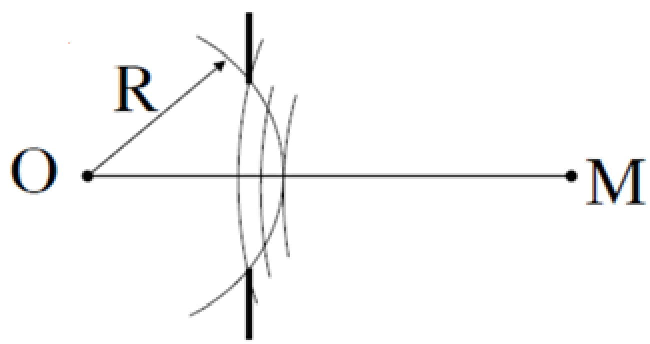
Khi $n \to \infty$ thì $a_n \to 0$ nên ta có: $a_\infty = \frac{a_1}{2}$

- ***Nhận xét:***

- Diện tích đới cầu không phụ thuộc vào số nguyên *k* → diện tích các đới cầu là như nhau.
- Dao động tại M do hai đới liên tiếp truyền tới thì ngược pha nhau do hiệu quang lộ bị thay đổi một khoảng là $\frac{\lambda}{2}$
- Biên độ sóng gây bởi các đới giảm dần từ đới thứ nhất (gần *M* nhất) ra xa.



- ***Nhiễu xạ qua lỗ tròn:***



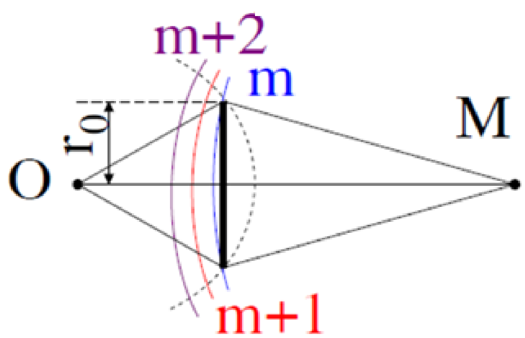
- Nếu qua lỗ tròn có *n* đới cầu thì biên độ sáng tại điểm M là:

$$\boldsymbol{a_M = a_1 - a_2 + a_3 - \cdots \pm a_n = \frac{a_1}{2} \pm \frac{a_n}{2}}$$

  - Nếu *n* lẻ: dấu +; cường độ sáng tại *M*: $\boldsymbol{I = \left(\frac{a^1}{2} + \frac{a_n}{2}\right)^2 > I_0}$
  - Nếu *n* chẵn: dấu – ; cường độ sáng tại *M*: $\boldsymbol{I = \left(\frac{a^1}{2} + \frac{a_n}{2}\right)^2 < I_0}$

- Nếu nhiều đới cầu $n \to \infty$ thì cường độ sáng tại M: $\boldsymbol{I = I_0 = a_M^2 = \frac{a_1^2}{4}}$
- Một số trường hợp đặc biệt:
  - $\boldsymbol{n = 2: I \approx 0}$
  - $\boldsymbol{n = 1: I = a_1^2 = 4I_0}$

- Nhiễu xạ qua đĩa tròn:



- Đĩa tròn đóng vai trò chắn đi *m* đới cầu Fresnel do đó biên độ sáng tại *M* là:

$$\boldsymbol{a_M = a_{m+1} - a_{m+2} + \cdots \pm a_n \approx \frac{a_{m+1}}{2}} \text{ (do } n \text{ lớn nên } a_n \to 0)$$

  - Nếu đĩa tròn che khuất nhiều đới cầu thì điểm *M* sẽ tối dần đi → khi đó cường độ sáng tại *M* gần như bằng 0
  - Nếu đĩa tròn che ít đới cầu thì biên độ a_{m+1} sẽ khác rất ít so với a_1 → khi đó cường độ sáng tại M là: $\boldsymbol{I = a_M^2 = \frac{a_1^2}{4} = I_0}$

2. BÀI TẬP VÍ DỤ

BÀI 2.3: Tính bán kính của 5 đới Fresnel trong trường hợp sóng phẳng. Biết rằng khoảng cách từ mặt sóng đến điểm quan sát là b = 1*m*, bước sóng ánh sáng dùng trong thí nghiệm là $\lambda = 5.10^{-7}m$.	
Tóm tắt: $k = 5$ $b = 1m$ $\lambda = 5.10^{-7}m$ Xác định bán kính r_i (i = 1, 2, 3, 4, 5)	

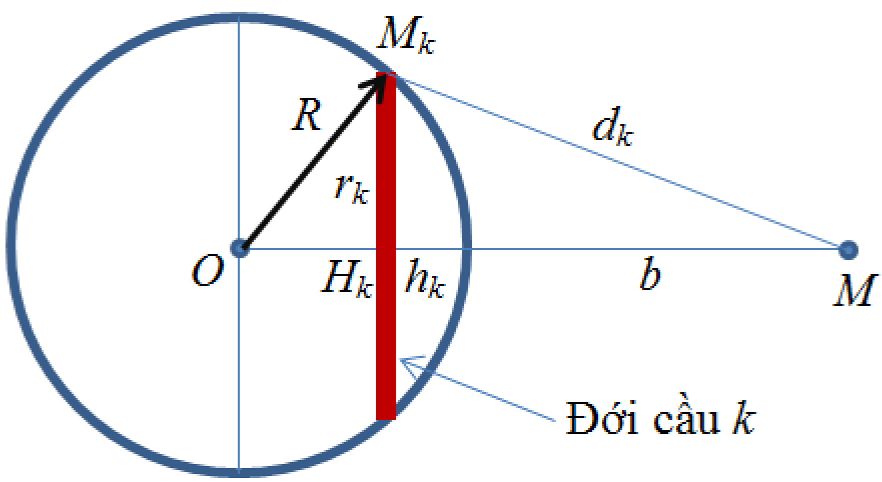
Nhận xét: Đây là bài toán cơ bản của đới cầu Fresnel. Ta chỉ cần nắm được công thức tính bán kính là có thể giải quyết bài toán này. Chú ý là đối với sóng phẳng thì bán kính $R \to \infty$ nên khi đó:

$$r_k = \sqrt{b\lambda}\sqrt{k}$$

Thay lần lượt k = 1, 2, 3, 4, 5 ta có

Đới thứ k	1	2	3	4	5
Bán kính	0.71mm	1mm	1.23mm	1.42mm	1.59mm

Bài toán mở rộng: Xây dựng công thức tính bán kính của đới cầu Fresnel thứ k



Xét hai tam giác vuông OM_kH_k và MM_kH_k:

$$r_k^2 = R^2 - (R - h_k)^2 = d_k^2 - (b + h_k)^2 = \left(b + k\frac{\lambda}{2}\right)^2 - (b + h_k)^2$$

$$2Rh_k - h_k^2 = k\lambda b + \frac{(k\lambda)^2}{4} - 2bh_k - h_k^2$$

Vì $\lambda \ll b$ → nên hoàn toàn có thể ***"chém"*** $\frac{(k\lambda)^2}{4}$ đi → ta có

$$2Rh_k = k\lambda b - 2bh_k \rightarrow h_k = \frac{k\lambda b}{2(R + b)}$$

Do h_k cũng rất nhỏ nên bán kính của đới cầu thứ k là:

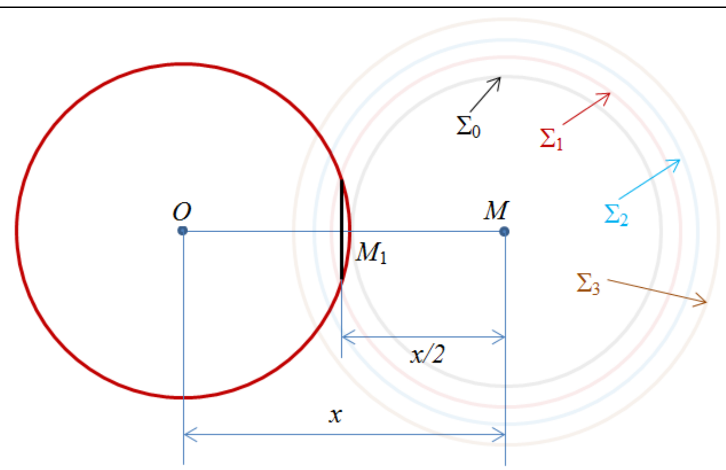
$$r_k^2 \approx 2Rh_k = \frac{R\lambda bk}{R + b} \rightarrow \boldsymbol{r_k = \sqrt{\frac{Rb\lambda}{R + b}}\sqrt{k}}$$

<table>
<tr><td colspan="2">BÀI 2.5. Chiếu ánh sáng đơn sắc bước sóng λ = 0.5µm vào một lỗ tròn có bán kính chưa biết. Nguồn sáng điểm đặt cách lỗ tròn 2m, sau lỗ tròn 2m có đặt một màn quan sát. Hỏi bán kính của lỗ tròn phải bằng bao nhiêu để tâm của hình nhiễu xạ là tối nhất.</td></tr>
<tr><td>Tóm tắt:
$\lambda = 0.5\mu m$
$R = 2m$
$b = 2m$
Xác định $r_{lỗ}$</td><td></td></tr>
</table>

Nhận xét: Đây là bài toán nhiễu xạ qua lỗ tròn. Ta cần chú ý đặc điểm sau là số đới Fresnel trong đới tròn sẽ ảnh hưởng tới biên độ. Để tâm của hình nhiễu xạ là tối nhất thì bán kính lỗ tròn phải có giá trị sao cho qua lỗ tròn chỉ có 2 đới cầu Fresnel. Do đó bán kính của lỗ tròn phải bằng bán kính của đới cầu thứ 2.

$$r_{lỗ} = r_2 = \sqrt{\frac{Rb\lambda}{R+b}}\sqrt{k} = 10^{-3}m = 1mm$$

Như vậy ta có thể rút ra một nhận xét quan trọng là muốn *n* đới cầu qua lỗ thì bán kính của lỗ phải bằng bán kính của đới cầu thứ *n*

<table>
<tr><td colspan="2">BÀI 2.6. Người ta đặt một màn quan sát cách một nguồn sáng điểm phát ra ánh sáng có bước sóng $\lambda = 0.6\mu m$ một khoảng x. Chính giữa khoảng x có đặt một màn tròn chắn sáng, đường kính $1mm$. Hỏi x phải bằng bao nhiêu để điểm M_0 trên màn quan sát có độ sáng gần như lúc chưa đặt màn tròn, biết rằng điểm M_0 và nguồn sáng đều nằm trên trục của màn tròn</td></tr>
<tr><td>Tóm tắt:
$\lambda = 0.6\mu m$
$d = 1mm$
Xác định x</td><td></td></tr>
</table>

Nhận xét: Đây là bài toán nhiễu xạ qua đĩa tròn. Muốn điểm M trên màn quan sát có độ sáng gần như lúc chưa đặt màn tròn thì đĩa tròn phải chắn được đới cầu đầu tiên. Do đó bán kính của đĩa tròn cũng phải bằng bán kính đới cầu đới cầu thứ 1.

Ta có công thức tính bán kính đới cầu thứ nhất:

$$r_1 = \sqrt{\frac{Rb\lambda}{R+b}} = \sqrt{\frac{\frac{x^2}{4}\lambda}{x}} = \frac{1}{2}\sqrt{x\lambda} \rightarrow \boldsymbol{x = \frac{4r_1^2}{\lambda} = \frac{d^2}{\lambda} = 1.67m}$$

<table>
<tr><td colspan="2">BÀI 2.8. Giữa nguồn sáng điểm và màn quan sát người ta đặt một lỗ tròn. Bán kính của lỗ tròn bằng r và có thể thay đổi được trong quá trình thí nghiệm. Khoảng cách giữa lỗ tròn và nguồn sáng $R = 100cm$, giữa lỗ tròn và màn quan sát là $b = 125cm$. Xác định bước sóng ánh sáng dùng trong thí nghiệm nếu tâm của hình nhiễu xạ có độ sáng cực đại khi bán kính của lỗ r_1 = 1mm và có độ sáng cực đại tiếp theo khi bán kính của lỗ $r_2 = 1.29mm$</td></tr>
<tr><td>Tóm tắt:
$R = 100cm$
$b = 125cm$
$r_1 = 1mm$
$r_2 = 1.29mm$
Xác định bước sóng λ</td><td></td></tr>
</table>

Nhận xét: Đây là bài toán nhiễu xạ qua lỗ tròn và gồm có hai trường hợp. Về phương hướng giải ta sẽ sử dụng công thức bán kính Fresnel cho từng trường hợp sau đó kết hợp hai phương trình để rút ra giá trị bước sóng cần tìm

TH1: Tâm của hình nhiễu xạ có độ sáng cực đại khi bán kính của lỗ bằng $r_1 = 1mm$ → điều này có nghĩa là trong lỗ tròn chỉ có số lẻ k đới cầu Fresnel (chính là đới cầu ứng với k). Ta có:

$$r_1 = r_k = \sqrt{\frac{Rb\lambda}{R+b}}\sqrt{k} \qquad (*)$$

TH2: Tâm của hình nhiễu có độ sáng cực đại tiếp theo khi bán kính lỗ là $r_2 = 1.29mm$ → điều này có nghĩa là trong lỗ tròn phải có $k + 2$ đới cầu Fresnel vì nếu có số chẵn đới cầu thì tại M độ sáng sẽ giảm đi (chính là đới cầu ứng với $k + 2$). Ta có

$$r_2 = r_{k+2} = \sqrt{\frac{Rb\lambda}{R+b}}\sqrt{k+2}$$

Chia tỷ lệ ta có:

$$\frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{k}{k+2}} \rightarrow \frac{k+2}{k} = \frac{r_2^2}{r_1^2} = 1.6641 \rightarrow k = 3$$

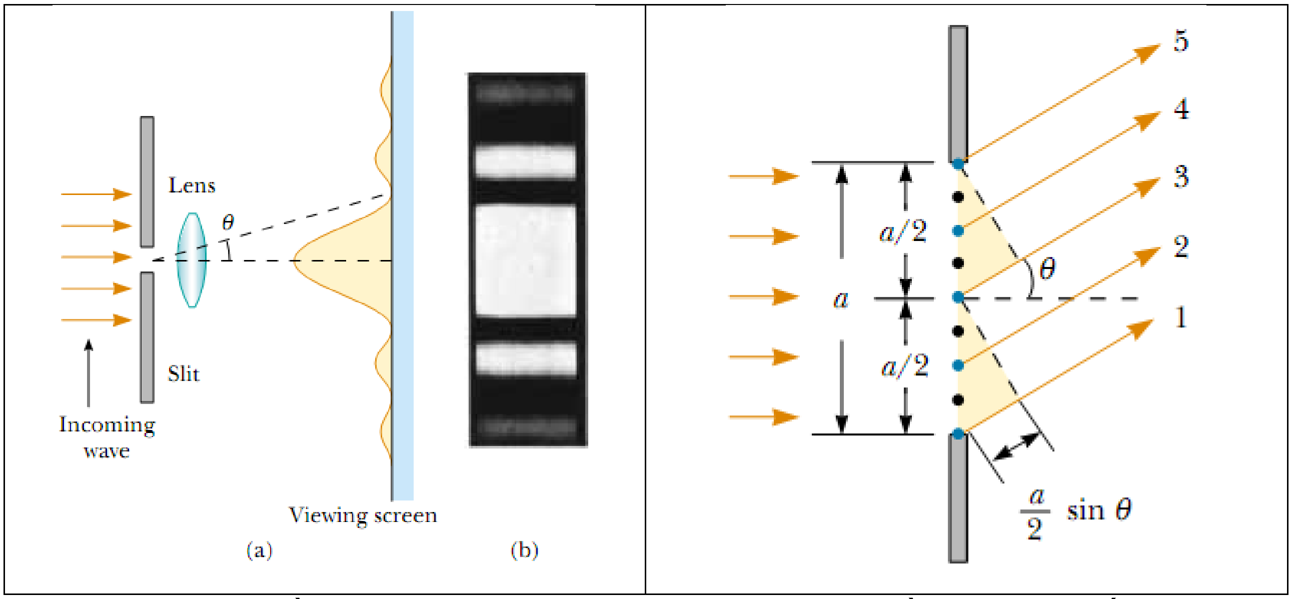
Thay k = 3 vào (*) ta có thể xác định được bước sóng λ:

$$\boldsymbol{\lambda = \frac{r_1^2(R+b)}{Rbk} = 0.6\mu m}$$

DẠNG 2: NHIỄU XẠ QUA KHE HẸP

1. KIẾN THỨC CƠ BẢN

- Nhiễu xạ qua một khe hẹp:



- Mỗi một phần của khe hẹp đóng vai trò như một nguồn sáng thứ cấp
- Để đơn giản ta chia khe thành hai phần bằng nhau → tương đương với hai nguồn sáng thứ cấp (hai dải sáng có độ rộng là $a/2$) → một điều rất dễ nhận thấy là các tia sáng tương ứng của hai dải (tia 1 – tia 3; tia 2 – tia 4) đều có hiệu quang lộ là: $\frac{a}{2}sin\theta$
- Nếu hiệu quang lộ bằng $\frac{\lambda}{2}$ thì hai sóng ánh sáng này sẽ ngược pha nhau → triệt tiêu lẫn nhau:

$$\frac{a}{2}sin\theta = \frac{\lambda}{2} \rightarrow sin\theta = \frac{\lambda}{a}$$

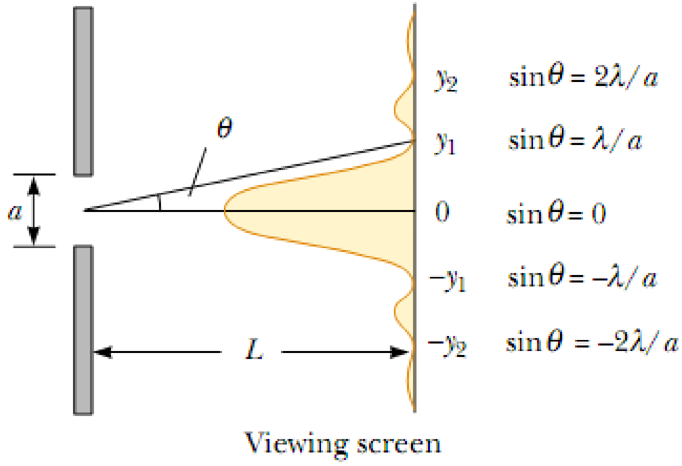
- Tương tự nếu khe hẹp chứa một số chẵn dải sáng → $n = 2k$ → điều kiện cực tiểu nhiễu xạ sẽ là:

$$sin\theta = k\frac{\lambda}{a} \text{ với } k = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \ldots$$

Như vậy tại vị trí trên màn ứng với góc θ thỏa mãn điều kiện trên sẽ là vân tối (chú ý ở đây không xét trường hợp k = 0, khi k = 0 thì tại đó các tia sáng sẽ truyền thẳng → các dải sóng từ trên mặt khe hẹp sẽ có quang lộ bằng nhau và dao động cùng pha với nhau nên chúng tăng cường lẫn nhau.

- Nếu khe hẹp có chứa một số lẻ dải sáng → $n = 2k + 1$ → điều kiện cực đại nhiễu xạ sẽ là:

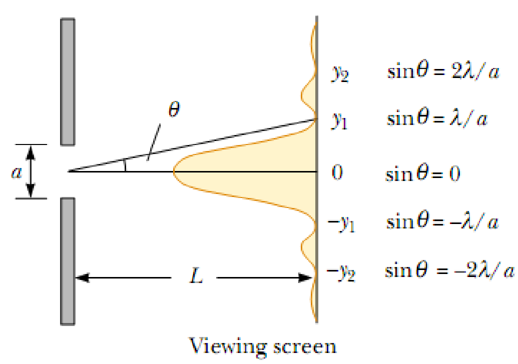
$$sin\theta = \left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{a} \text{ với } k = +1, \pm 2, \pm 3, \dots \ (*)$$



(*): Quan sát sự phân bố cường độ sáng ta thấy k không thể nhận giá trị 0 và -1 được vì nếu nhận giá trị đó thì sẽ tồn tại 2 cực đại nằm ở hai vị trí $y_1/2$ và vị trí $-y_1/2$ → vô lý.

- *Kết luận:*
  - Cực đại nhiễu xạ trung tâm (k = 0) ứng với $\boldsymbol{sin\theta = 0}$
  - Cực đại nhiễu xạ bậc k ứng với $\boldsymbol{sin\theta = \left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{a}}$ **với** $\boldsymbol{k = 0, \pm 1, \pm 2,}$
  - Cực tiểu nhiễu xạ bậc k ứng với $\boldsymbol{sin\theta = k\frac{\lambda}{a}}$ **với** $\boldsymbol{k = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots}$

2. BÀI TẬP VÍ DỤ

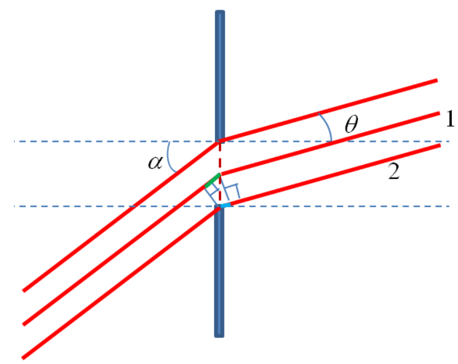
<table>
<tr><td colspan="2">BÀI 2.14. Một chùm tia sáng đơn sắc song song λ = 0.5μm được rọi thẳng vào khe hẹp có bề rộng a = 2.10^{-3}cm. Tính bề rộng của ảnh của khe trên màn quan sát đặt cách khe một khoảng L = 1m (bề rộng của ảnh là khoảng cách giữa hai cực tiểu đầu tiên ở hai bên cực đại giữa</td></tr>
<tr><td>Tóm tắt:
λ = 0.5μm
a = 2.10^{-3}cm
L = 1m
Xác định b (bề rộng ảnh của khe)</td><td>
</td></tr>
</table>

Nhận xét: Đây là bài toán nhiễu xạ quan khe hẹp. Theo đề bài thì bề rộng của ảnh là khoảng cách giữa hai cực tiểu đầu tiên ở hai bên cực đại giữa chính là bề rộng của ảnh của khe. Từ hình vẽ ta thấy cần phải đi xác định vị trí y_1 và $-y_1$ bằng cách dựa vào điều kiện cực tiểu nhiễu xạ tại y_1.

Ta có điệu kiện cực tiểu nhiễu xạ tại y_1 là: $sin\theta = \frac{\lambda}{a} \rightarrow$

Bề rộng của ảnh của khe trên màn quan sát được xác định bằng công thức:

$$b = 2Ltan\theta = 2Ltan\left(acrsin\left(\frac{\lambda}{a}\right)\right) \approx \frac{2L\lambda}{a} = 5cm$$

<table>
<tr><td colspan="2">BÀI 2.15. Tìm góc nhiễu xạ ứng với các cực tiểu nhiễu xạ đầu tiên nằm hai bên cực đại giữa trong nhiễu xạ qua Fraunhofer qua một khe hẹp bề rộng a = 10µm. Biết rằng chùm tia sáng đập vào khe với góc tới 30^0 và bước sóng ánh sáng λ = $0.5\mu m$</td></tr>
<tr><td>Tóm tắt:
$a = 10\mu m$
$\alpha = 30^0$
$\lambda = 0.5\mu m$
Xác định góc nhiễu xạ ứng với cực tiểu bậc 1</td><td>
</td></tr>
</table>

Nhận xét: Đây là bài toán nhiễu xạ qua khe hẹp với góc lệch α cho trước. Về nguyên tắc để giải bài toán nhiễu xạ ta thường xét hiệu quang lộ của các chùm tia nhiễu xạ sau đó tùy theo đề bài ta có thể áp dụng điều kiện cực tiểu hoặc cực đại nhiễu xạ. Ở trong bài toán này, ta thấy yêu cầu là tìm góc nhiễu xạ ứng với cực tiểu nhiễu xạ đầu tiên → hiệu quang lộ của hai tia sáng 1 và 2 phải bằng $\pm\frac{\lambda}{2}$ (ở đây cực tiểu bậc nhất có nghĩa là ta chia khe hẹp thành 2 dải sáng và xét hiệu quang lộ của hai tia sáng tương ứng ở hai dải)

Hiệu quang lộ của hai tia 1 và 2 là (hiệu hai đoạn màu xanh lá cây):

$$\Delta L = \frac{a}{2}sin\alpha - \frac{a}{2}sin\theta = \frac{a}{2}(sin\alpha - sin\theta)$$

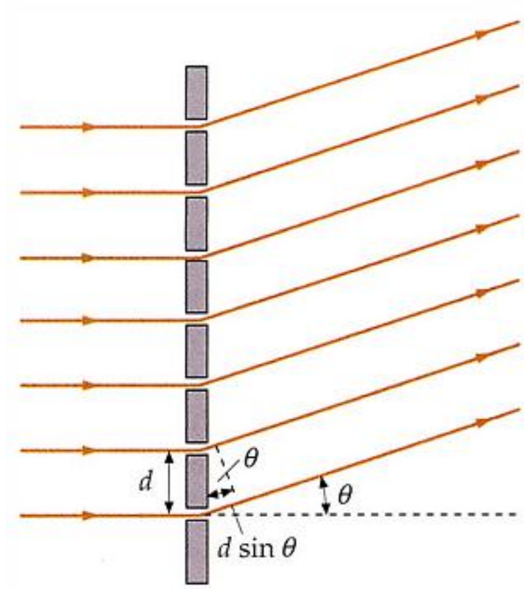
Áp dụng điều kiện cực tiểu nhiễu xạ đầu tiên ta có:

$$\frac{a}{2}(sin\alpha - sin\theta) = \pm\frac{\lambda}{2} \rightarrow sin\alpha - sin\theta = \pm\frac{\lambda}{a} \rightarrow \boldsymbol{sin\theta = sin\alpha \mp \frac{\lambda}{a}}$$

Thay số ta có: $\boldsymbol{\theta}$ **= 33^0 và 27^0**

DẠNG 3: NHIỄU XẠ QUA CÁCH TỬ PHẲNG

1. KIẾN THỨC CƠ BẢN



- Cách tử phẳng là một hệ gồm nhiều khe hẹp giống nhau có cùng độ rộng *b*, nằm song song và cách đều nhau trên cùng một mặt phẳng. Khoảng cách giữa hai khe kế tiếp được gọi là chu kỳ của cách tử phẳng (*d* > *b*).
- Chùm sóng phẳng chiếu tới vuông góc với mặt cách tử phẳng gồm N khe hẹp → các chùm tia nhiễu xạ qua N khe hẹp ứng với cùng góc lệch θ sẽ giao thoa với nhau trên màn *E* đặt trùng với mặt tiêu của thấu kính hội tụ đặt sau cách tử.
- N khe hẹp đều cho cực tiểu nhiễu xạ tại những điểm ***(điểm cực tiểu chính)*** thỏa mãn điều kiện:

$$\boldsymbol{sin\theta = k\frac{\lambda}{b}} \textbf{ với } \boldsymbol{k = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \ldots}$$

- Nếu hai sóng từ hai khe hẹp kế tiếp gửi tới màn có hiệu quang lộ bằng số nguyên lần bước sóng thì điều kiện cực đại nhiễu xạ ***(điểm cực đại chính)*** lúc này sẽ là:

$$\Delta L = m\lambda \leftrightarrow dsin\theta = m\lambda \rightarrow \boldsymbol{sin\theta = m\frac{\lambda}{d}} \textbf{ với } \boldsymbol{m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \ldots}$$

- Chú ý: những cực đại chính thỏa mãn đồng thời hai điều kiện trên thì sẽ không xuất hiện.

- Số cực đại chính: $\boldsymbol{m < \frac{d}{\lambda}}$ → như vậy nếu biết chu kỳ và bước sóng ta hoàn toàn có thể xác định được số các cực đại chính → số giá trị của *m* sẽ là số cực đại chính.

- Giữa hai cực tiểu chính có các cực đại chính → số cực đại chính được xác định bởi điều kiện**:** $\boldsymbol{m < k\frac{d}{b}}$

- Những điểm nằm giữa hai cực đại chính kế tiếp trên màn ứng với góc lệch θ sao cho các sóng sáng từ hai khe kế tiếp gửi tới có hiệu quang lộ bằng 1 số lẻ lần nửa bước sóng $\frac{\lambda}{2}$ → các sóng này dao động ngược pha và khử lẫn nhau, tuy nhiên nó chưa chắc đã là điểm tối vì nó phụ thuộc vào số khe hẹp là chẵn hay lẻ.

2. BÀI TẬP VÍ DỤ

BÀI 2.20. Chiếu một chùm tia sáng trắng song song vuông góc với một cách tử nhiễu xạ. Dưới một góc nhiễu xạ 35^0, người ta quan sát thấy hai vạch cực đại ứng với các bước sóng $\lambda_1 = 0.63\mu m$ và $\lambda_2 = 0.42\mu m$ trùng nhau. Xác định chu kỳ của cách tử biết rằng bậc cực đại đối với vạch thứ hai trong quang phổ của cách tử không lớn hơn 5.	
Tóm tắt: $\theta = 35^0$ $\lambda_1 = 0.63\mu m$ $\lambda_2 = 0.42\mu m$ $k_2 \leq 5$ Xác định chu kỳ *d*	

Nhận xét: Đây là bài toán nhiễu xạ qua cách tử phẳng. Phân tích đề bài ta thấy có đề cập đến vạch cực đại → liên hệ tới điều kiện cực đại nhiễu xạ qua cách tử phẳng:

$$sin\theta = k\frac{\lambda}{d}$$

Đối với bước sóng λ_1 ta có: $sin\theta = k_1\frac{\lambda_1}{d}$ (1)

Đối với bước sóng λ_2 ta có: $sin\theta = k_2\frac{\lambda_2}{d}$ (2)

Như vậy dễ dàng ta có mối liên hệ: $k_1\lambda_1 = k_2\lambda_2 \rightarrow k_1 = \frac{k_2\lambda_2}{\lambda_1} = 1.5k_2$

Vì bậc cực đại đối với vạch thứ hai trong quang phổ của cách tử không lớn hơn 5 nên kết hợp với điều kiện k1 và k2 là số nguyên (xét trường hợp nguyên dương) → $k_2 = 2$ và $k_1 = 3$. Thay k_1 vào (1) ta có:

$$\boldsymbol{d = \frac{k_1\lambda_1}{sin\theta} = 2.2\mu m}$$

BÀI 2.22. Một chùm ánh sáng trắng song song đập vuông góc với mặt của một cách tử phẳng truyền qua (có 50 vạch/mm). a. Xác định các góc lệch ứng với cuối quang phổ bậc 1 và đầu quang phổ bậc 2. Biết rằng bước sóng của tia hồng ngoại và tia cực tím lần lượt bằng $0.76\mu m$ và $0.4\mu m$. b. Tính hiệu các góc lệch của cuối quang phổ bậc hai và đầu quang phổ bậc ba.

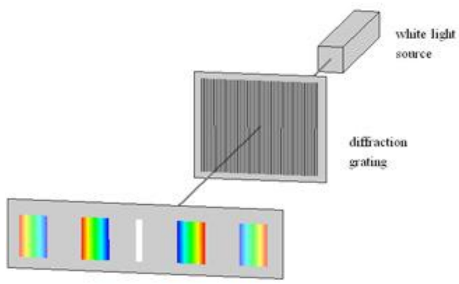
Tóm tắt:

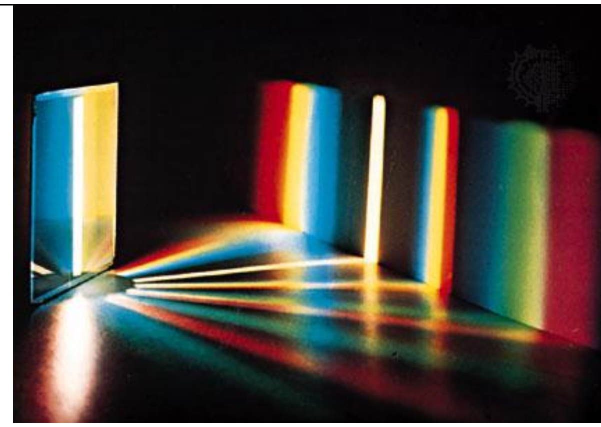
n = 50 vạch/mm

$\lambda_1 = 0.76\mu m$

$\lambda_2 = 0.4\mu m$.

Xác định θ_1 và θ_2, $\Delta\theta$





Nhận xét: Phân tích đề bài ta thấy liên quan tới khái niệm quang phổ nhiễu xạ. Khi ánh sáng trắng chiếu qua cách tử phẳng thì mỗi sóng ánh sáng đơn sắc sẽ cho một hệ các cực đại chính. Do mọi ánh sáng đơn sắc đều cho cực đại tại tiêu điểm F của thấu kính nên ta sẽ quan sát vân trung tâm chính là vân sáng trắng. Hai mép của vân trung tâm có viền nhiều màu: mép trong là viền tím, mép ngoài là viền đỏ

Góc lệch cuối quang phổ bậc 1 ứng với cực đại nhiễu xạ bậc 1 của tia đỏ (ứng với $\lambda_1 = 0.76\mu m$):

$sin\theta_1 = \frac{\lambda_1}{d}$ chú ý là $n = \frac{1}{d}$ nên ta có: $\boldsymbol{sin\theta_1 = n\lambda_1 \rightarrow \theta_1 = 2^0 10'}$

Góc lệch đầu quang phổ bậc 2 ứng với cực đại nhiễu xạ bậc 2 của tia tím (ứng với $\lambda_2 = 0.4\mu m$):

$$\boldsymbol{sin\theta_2 = 2\frac{\lambda_2}{d} = 2n\lambda_2 \rightarrow \theta_2 = 2^0 17'}$$

Góc lệch cuối quang phổ bậc 2 ứng với cực đại nhiễu xạ bậc 2 của tia đỏ (ứng với $\lambda_1 = 0.76\mu m$):

$$\boldsymbol{sin\theta_1' = 2n\lambda_1 \rightarrow \theta_1' = 2^0 21'}$$

Góc lệch đầu quang phổ bậc 3 ứng với cực đại nhiễu xạ bậc 3 của tia tím (ứng với $\lambda_1 = 0.4\mu m$):

$$\boldsymbol{sin\theta_2' = 3\frac{\lambda_2}{d} = 3n\lambda_2 \rightarrow \theta_2' = 3^0 26'}$$

Hiệu góc lệch của cuối quang phổ bậc hai và đầu quang phổ bậc ba là:

$$\boldsymbol{\Delta\theta = \theta_1' - \theta_2' = -50'}$$

BÀI 2.23. Cho một cách tử có chu kỳ $2\mu m$

a. Hãy xác định số vạch cực đại chính tối đa cho cách tử nếu ánh sáng dùng trong thí nghiệm là ánh sáng vàng của ngọn lửa natri ($\lambda = 0.5890\mu m$).
b. Tìm bước sóng cực đại mà ta có thể quan sát được trong quang phổ cho bởi cách tử đó.

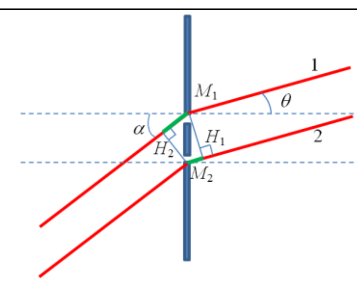
Tóm tắt: $d = 2\mu m$ $\lambda = 0.5890\mu m$ Xác định số vạch cực đại chính, bước sóng cực đại	

Nhận xét: Đối với câu *a*, áp dụng công thức xác định số cực đại chính $m < \frac{d}{\lambda}$. Đối với câu *b*, ***"bước sóng cực đại"*** → liên quan tới điều kiện cực đại nhiễu xạ → từ điều kiện cực đại nhiễu xạ ta sẽ lựa chọn giá trị *k* để bước sóng cực đại.

Xét điều kiện: $\boldsymbol{m < \frac{d}{\lambda} = 3.39 \rightarrow m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3}$ → có 7 cực đại chính.

Xét điều kiện cực đại nhiễu xạ: $sin\theta = k\frac{\lambda}{d} \rightarrow \lambda = \frac{dsin\theta}{k}$ → dễ thấy λ_{max} khi $sin\theta = 1$ và $k_{min} = 1$ → $\lambda_{max} = d = 2\mu m$

BÀI 2.26. Rọi một chùm tia sáng đơn sắc bước sóng $0.51\mu m$ lên một cách tử nhiễu xạ truyền qua có chu kì $1.50\mu m$, góc tới bằng 60^0. Xác định góc nhiễu xạ (tính từ pháp tuyến của cách tử) để có thể quan sát thấy vạch cực đại ứng với bậc quang phổ lớn nhất.

Tóm tắt: $\lambda = 0.51\mu m$ $d = 1.50\mu m$ $\alpha = 60^0$ Xác định góc nhiễu xạ cực đại → ứng với bậc quang phổ lớn nhất.	

Nhận xét: Tương tự như bài toán nhiễu xạ qua khe hẹp. Ta sẽ xét hiệu quang lộ của hai tia nhiễu xạ từ hai khe hẹp liên tiếp với mục đích xác định điều kiện cực đại nhiễu xạ.

Hiệu quang lộ giữa hai tia nhiễu xạ từ hai khe liên tiếp là:

$$\Delta L = dsin\alpha - dsin\theta$$

Xét điều kiện cực đại nhiễu xạ:

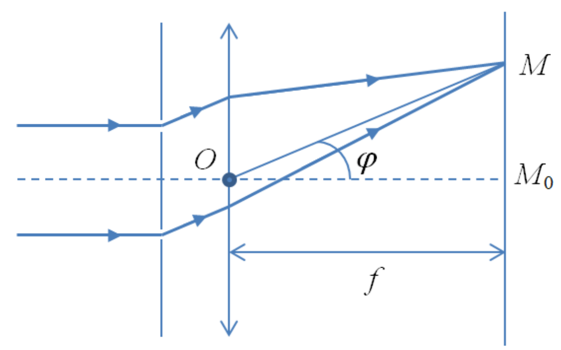
$$\Delta L = dsin\alpha - dsin\theta = k\lambda \rightarrow sin\theta = sin\alpha - \frac{k\lambda}{d}$$

Chú ý điều kiện của sinθ là: $-1 \leq sin\theta \leq 1$ → $-1 \leq sin\alpha - \frac{k\lambda}{d} \leq 1$

→ $5.488 \geq k \geq -0.263 \rightarrow k = 0, 1, 2, 3, 4, 5 \rightarrow k_{max} = 5 \rightarrow sin\theta = -0.834$

→ $\boldsymbol{\theta \approx -56^0 30'}$

BÀI 2.27. Cho một cách tử nhiễu xạ có hằng số bằng 2μm. Sau cách tử đặt một thấu kính hội tụ, trên mặt phẳng tiêu của thấu kính người ta đặt một màn quan sát. Khoảng cách giữa hai vạch cực đại của kali (ứng với bước sóng 0.4404μm và 0.4047μm) trong quang phổ bậc nhất trên màn quan sát bằng 0.1mm. Hãy tìm tiêu cự của thấu kính.

Tóm tắt: $d = 2\mu m$ $\lambda_1 = 0.4404\mu m$ $\lambda_2 = 0.4047\mu m$ $d_{12} = 0.1mm$ (k/c giữa hai vạch cực đại trong quang phổ bậc nhất Xác định f	

Nhận xét: Ở trong bài chúng ta sẽ xét một chùm tia nhiễu xạ song song, nếu không có thấu kính thì chùm tia nhiễu xạ ở hai khe liên tiếp sẽ giao thoa với nhau ở vô cùng → đây chính là lý do mà người ta thường đặt thấu kính sau cách tử giữa màn và cách tử. Do tính chất hội tụ tại mặt phẳng tiêu diện của các chùm song song khi truyền qua thấu kính hội tụ nên màn thu ảnh nhiễu xạ sẽ được đặt trùng với tiêu diện của thấu kính. Giả sử chùm tia từ hai khe của cách tử có góc nhiễu xạ φ thỏa mãn điều kiện cực đại nhiễu xạ → trục phụ *OM* sẽ phải tạo với đường nằm ngang một góc φ. Từ hình vẽ ta thấy

Vị trí cực đại ứng với góc nhiễu xạ φ sẽ là:

$$D = M_0 M = ftan\varphi$$

Ứng với mỗi một bước sóng ta sẽ thu được giá trị D, φ khác nhau, do f là không đổi nên dễ dàng rút ra được công thức:

$$\boldsymbol{f = \frac{D_2 - D_1}{tan\varphi_2 - tan\varphi_1}}$$

Trong đó: $D_2 - D_1 = 0.1mm$, để đơn giản ta chỉ xét cực đại nhiễu xạ bậc 1 do đó ta có:

$$sin\varphi_1 = \frac{\lambda_1}{d}; sin\varphi_2 = \frac{\lambda_2}{d}$$

Thay số vào ta thu được: ***f* = 0.65*m***

DẠNG 4: NHIỄU XẠ MẠNG TINH THỂ

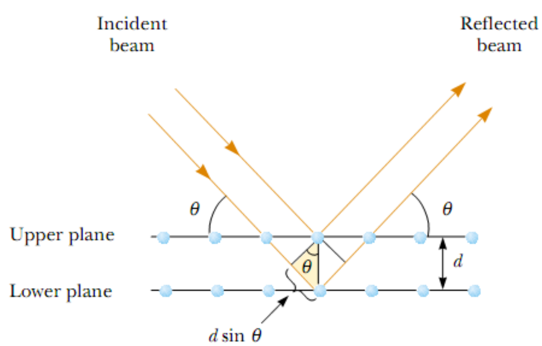
1. KIẾN THỨC CƠ BẢN

- Mạng tinh thể gồm các nguyên tử (phân tử) sắp xếp theo một cấu trúc tuần hoàn, trong đó vị trí của các nguyên tử gọi là nút mạng $\rightarrow$ chúng ta có thể tưởng tượng mạng tinh thể như một hệ cách tử ba chiều có chu kỳ mạng d_1, d_2, d_3
- Chu kỳ mạng tinh thể rất nhỏ (~0.1 *nm*) $\rightarrow$ để quan sát hiện tượng nhiễu xạ phải dùng loại sóng điện từ có bước sóng rất nhỏ ***(*)***
- Xét chùm tới tạo với mặt phẳng nguyên tử một góc $\theta \rightarrow$ chùm tới sẽ bị nhiễu xạ tại các nút mạng $\rightarrow$ xét hai tia nhiễu xạ trên hai lớp tinh thể gần nhau $\rightarrow$ hiệu quang lộ của hai tia nhiễu trên hai lớp này là:

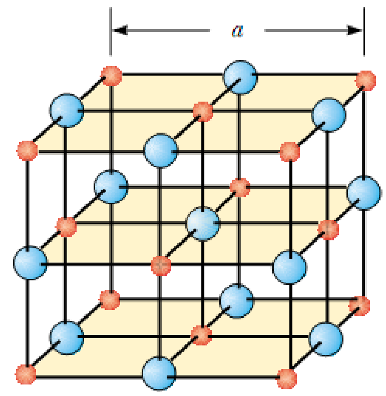
$$\Delta L = 2d\sin\theta$$

- Điều kiện giao thoa cực đại (***định luật Bragg***) $\rightarrow$ ứng dụng để xác định khoảng cách giữa các lớp nguyên tử trong tinh thể

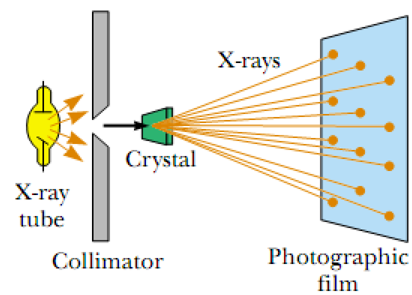
$$2d\sin\theta = k\lambda \quad \text{với } k = 1, 2, 3, \ldots$$



Chùm Ronghen song song theo phương hợp với mặt phẳng nguyên tử một góc tới θ



Cấu trúc mạng tinh thể NaCl



Sơ đồ nguyên lý hoạt động của hệ nhiễu xạ tia X – Các điểm giao thoa cực đại trên mà tạo thành phổ Laue

2. BÀI TOÁN VÍ DỤ

BÀI 2.30. Để nghiên cứu cấu trúc của tinh thể, người ta chiếu một chùm tia Rownghen bước sóng $\lambda = 10^{-8}$*cm* vào tinh thể và quan sát hình nhiễu xạ của nó. Xác định khoảng cách giữa hai lớp ion (nút mạng) liên tiếp, biết rằng góc tới của chùm tia Ronghen trên các lớp ion bằng 30^0 và các cực đại nhiễu xạ tương ứng với $k = 3$.

Tóm tắt: $\lambda = 10^{-8}$*cm*	

$\theta = 30^0$ $k = 3$ Xác định khoảng cách giữa hai lớp ion	

Nhận xét: Đây là bài toán đặc trưng của nhiễu xạ Ronghen. Những bài toán dạng này thường xoay quanh công thức Bragg. Từ dữ kiện đã cho ta thấy 3 đại lượng θ, λ, k đã biết → dễ dàng xác định đại lượng d

$$2dsin\theta = k\lambda \rightarrow \boldsymbol{d = \frac{k\lambda}{2sin\theta} = 3.10^{-10}m}$$

***(*)*:** Từ công thức Bragg ta có: $sin\theta = \frac{k\lambda}{2d}$ → nếu λ lớn, d nhỏ → $sin\theta \geq 1$ → từ đây ta cũng có thể xác định bước sóng giới hạn khi dự đoán khoảng cách giữa các lớp nguyên tử từ công thức mở rộng:

$$\boldsymbol{\lambda = \frac{2dsin\theta}{k}}$$

HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP ĐỊNH HƯỚNG TUẦN 5

DẠNG 1: BÀI TOÁN MALUS

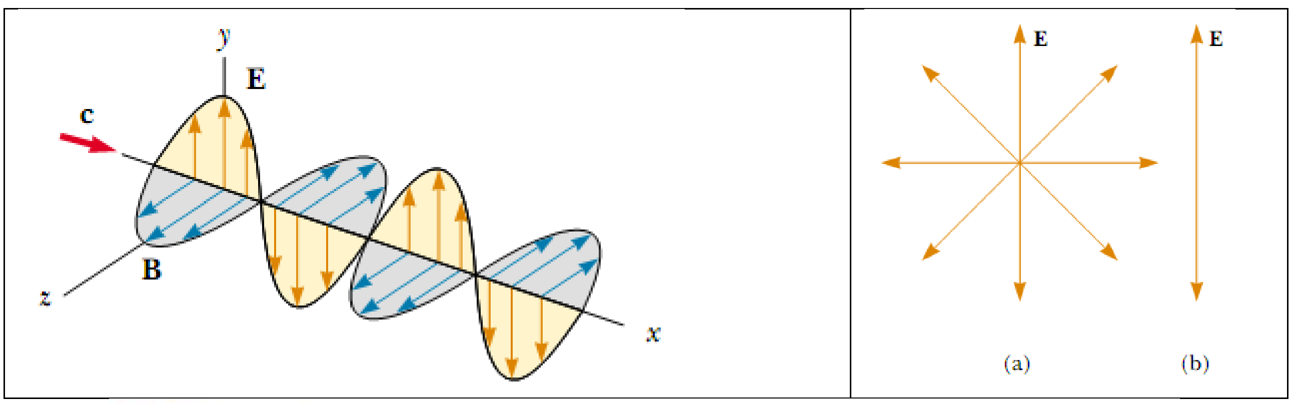
1. KIẾN THỨC CƠ BẢN:

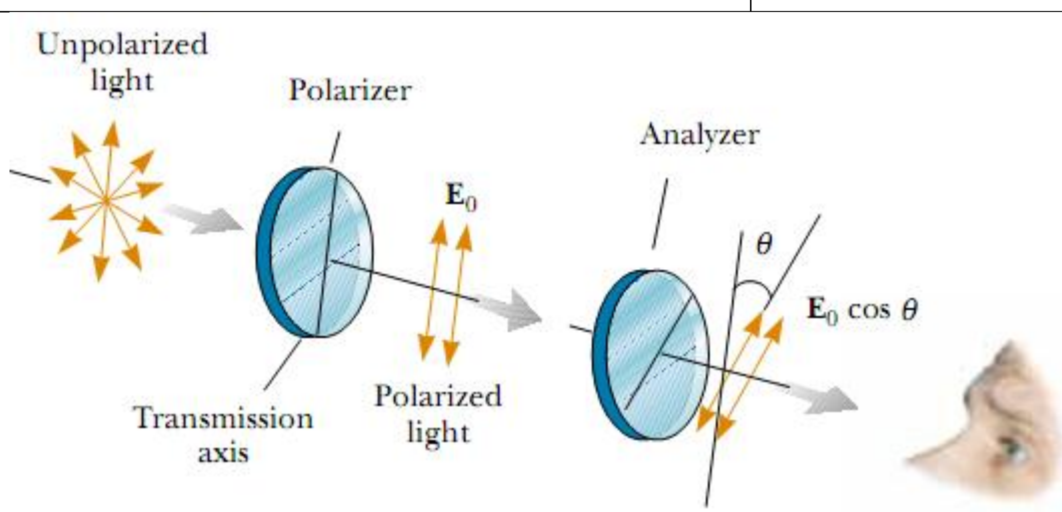
- Ánh sáng tự nhiên: ánh sáng có vector sáng (vector cường độ điện trường) dao động đều đặn theo mọi phương vuông góc với tia sáng *(*)*

(*): Nguồn sáng là tập hợp các sóng ánh sáng do các nguyên tử phát ra. Mỗi nguyên tử phát ra sóng ánh sáng có vector cường độ điện trường xác định. Do tính hỗn loạn của chuyển động các nguyên tử mà các vector cường độ điện trường dao động theo mọi hướng khác nhau.

- Ánh sáng phân cực: là ánh sáng có vector sáng dao động theo một phương xác định.

- Hiện tượng phân cực ánh sáng: ánh sáng tự nhiên → ánh sáng phân cực.





- ***Định luật Malus:*** Khi ánh sáng tự nhiên truyền qua hệ kính phân cực và kính phân tích có quang trục hợp với nhau một góc θ thì cường độ sáng nhận được ở sau hệ hai bản tinh thể này sẽ thay đổi tỷ lệ với $cos^2\theta$

$$I_2 = I_1 cos^2\theta$$

- Nếu $\theta = \frac{\pi}{2} \rightarrow I_2 = 0$
- Nếu $\theta = 0, \pi \rightarrow I_2 = I_1$

- Chú ý: Khi ánh sáng chưa phân cực đi qua kính phân cực (giả sử ánh sáng không bị hấp thụ hay phản xạ) thì cường độ của chùm sáng giảm đi 50%

2. BÀI TẬP VÍ DỤ

<table>
<tr><td colspan="2">BÀI 3.2. Góc hợp bởi hai tiết diện chính của kính phân cực và kính phân tích bằng θ, cho một chùm tia sáng tự nhiên lần lượt truyền qua hai kính đó. Biết rằng hai kính cùng hấp thụ và phản xạ 8% cường độ chùm sáng đập vào chúng; sau khi truyền qua kính phân tích, cường độ sáng bằng 9% cường độ ánh sáng tự nhiên tới kính phân cực. Hãy xác định góc θ.</td></tr>
<tr><td>Tóm tắt:
Hệ số hấp thụ và phản xạ: 8%
$\frac{I_2}{I_0} = 9\%$
Xác định θ</td><td></td></tr>
</table>

Nhận xét: Đây là bài toán liên quan đến định luật Malus. Ở đây ta nên phân tích và xét cường độ sáng sau từng kính → cần chú ý là trong định luật Malus thì I_{max} là cường độ sáng trước khi đi qua kính phân tích và *I* là cường độ sáng sau tấm kính phân tích. Phân tích đề bài ta thấy tấm kính phân cực không cho ánh sáng truyền qua hoàn toàn mà bị phản xạ và hấp thụ một phần ánh sáng truyền qua.

Để đơn giản ta chia quá trình truyền sáng thành các quá trình nhỏ hơn.

Xét quá trình truyền sáng qua tấm kính phân cực:

- Cường độ sáng bị giảm do:
  - Phản xạ và hấp thụ: 8%
  - Phân cực → mất 50% (ánh sáng phân cực
- Cường độ sáng sau tấm kính phân cực là:

$$I_1 = 92\%.50\% I_0$$

Trong đó I_0 là cường độ chùm sáng ban đầu

Xét quá trình truyền sáng qua tấm kính phân tích:

- Cường độ chùm sáng bị giảm do:
  - Phản xạ và hấp thụ: 8%
  - Góc lệch θ: $cos^2\theta$
- Cường độ chùm sáng sau tấm kính phân tích là:

$$I_2 = 92\% I_1 cos^2\theta = 92\%.92\%.50\% I_0 cos^2\theta$$

Vì $\frac{I_2}{I_0} = 9\% \rightarrow cos^2\theta = \frac{9\%}{92\%92\%50\%} = 0.213 \rightarrow \boldsymbol{\theta = 62^0 32'}$

BÀI 3.3. Mặt phẳng chính (mặt phẳng dao động) của hai lăng kính nicon N_1 và N_2 hợp với nhau một góc $\alpha = 60^0$. Hỏi: a. Cường độ ánh sáng giảm đi bao nhiêu lần sau khi đi qua một nicon N_1 b. Cường độ ánh sáng giảm đi bao nhiêu lần sau khi đi qua cả hai nicon Biết rằng khi truyền qua mỗi lăng kính nicon, ánh sáng bị phản xạ và hấp thụ mất k = 5%	
Tóm tắt: $\alpha = 60^0$ $k = 5\%$ Xác định: $\frac{I_0}{I_1}$; $\frac{I_0}{I_2}$	

Nhận xét: Đây là bài toán Malus cơ bản. Tương tự như bài 3-2 ta áp dụng các công thức liên quan là có thể xác định được cường độ ánh sáng cần tìm.

Cường độ sáng sau lăng kính nicon N_1 là:

$$I_1 = 0{,}5.(1-k)I_0 \rightarrow \frac{I_0}{I_1} = \frac{1}{0{,}5(1-k)} = \frac{2}{1-5\%} = \mathbf{2{,}1}$$

Cường độ chùm sáng sau lăng kính N_2 là:

$$\backslash I_2 = I_1\ cos^2\alpha = 0{,}5.(1-k)cos^2\alpha.I_0 \rightarrow \frac{I_0}{I_2} = \frac{1}{0{,}5.(1-5\%)cos^2 60^0} = \mathbf{8{,}42}$$

DẠNG 2: BÀI TOÁN QUAY MẶT PHẲNG DAO ĐỘNG

1. KIẾN THỨC CƠ BẢN

- Hiện tượng quay mặt phẳng dao động: là hiện tượng xảy ra khi cho chùm sáng phân cực truyền qua một số chất kết tinh hoặc dung dịch, kết quả là mặt phẳng dao động bị quay.

- Chất hoạt quang: là những chất làm quay mặt phẳng dao động

- Tinh thể đơn trục:
    - Vector sáng không bị tách thành tia thường và bất thường.
    - Mặt phẳng dao động sẽ bị quay đi một góc φ được xác định bởi công thức: $\boldsymbol{\varphi = \alpha d}$ (trong đó α là hệ số quay, phụ thuộc vào bản chất của chất rắn hoạt quang và bước sóng λ của ánh sáng, *d* là độ dày bản tinh thể).
- Dung dịch
    - Góc quay φ được xác định bởi công thức: $\boldsymbol{\varphi = [\alpha].c.d}$ (trong đó $[\alpha]$ là hệ số quay riêng và phụ thuộc vào ***bản chất - nhiệt độ của dung dịch – bước sóng ánh sáng***, *c* là nồng độ dung dịch, *d* là độ dày của dung dịch)→***ứng dụng để xác định nồng độ hoạt quang bằng phân cực kế***
- Phân loại theo chiều quay: quay phải (thuận chiều kim đồng hồ), quay trái (ngược chiều kim đồng hồ).

2. BÀI TẬP VÍ DỤ

BÀI 3.18. Một bản thạch anh dày $d = 2mm$, được cặt vuông góc với quang trục, sau đó được đặt vào giữa hai nicon song song. Người ta thấy mặt phẳng phân cực của ánh sáng bị quay đi một góc $\varphi = 53^0$. Hỏi chiều dày của bản phải bằng bao nhiêu để ánh sáng đơn sắc dùng trong thí nghiệm trên không qua được nicon phân tích.	
Tóm tắt: $d = 2mm$ $\varphi = 53^0$ Xác định *d'* sao cho ánh sáng không đi qua được nicon phân tích	

Nhận xét: Để ánh sáng không qua được kính nicon phân tích thì mặt phẳng phân cực của ánh sáng phải quay đi một góc 90^0. Như ta đã biết góc quay của mặt phẳng phân cực phụ thuộc vào chiều dày của bản thạch anh → sử dụng công thức xác định góc quay: $\boldsymbol{\varphi = \alpha d}$

Bản thạch anh có độ dày d: $\boldsymbol{\varphi = \alpha d}$

Bản thạch anh có độ dày *d'*: $\boldsymbol{\varphi' = \alpha d'}$

Chia tỷ lệ ta có: $\frac{\varphi'}{\varphi} = \frac{d'}{d} \rightarrow \boldsymbol{d' = \frac{d.\varphi'}{\varphi} = 3,4mm}$

BÀI 3.20. Dung dịch đường glucozo nồng độ $C_1 = 0,28 g/cm^3$ đựng trong một bình trụ thủy tinh sẽ làm quay mặt phẳng phân cực của ánh sáng xanh đi qua bình một góc $\varphi_1 = 32^0$. Hãy xác định nồng độ C_2 của một dung dịch cũng đựng trong bình trụ giống như trên, biết rằng nó làm quay mặt phẳng phân cực của ánh sáng xanh một góc $\varphi_2 = 24^0$	
Tóm tắt: $C_1 = 0,28 g/cm^3$ $\varphi_1 = 32^0$ $\varphi_2 = 24^0$ Xác định C_2	

Nhận xét: Đây là bài toán ứng dụng hiện tượng quay mặt phẳng phân cực để xác định nồng độ dung dịch. Nồng độ dung dịch được xác định theo công thức: $\boldsymbol{C = \frac{\varphi}{[\alpha]d}}$ trong đó φ là góc quay của mặt phẳng phân cực. Ở trong bài toán này ta thấy có hai trường hợp → xét từng trường hợp và tính tỷ số.

Ta có:

$$C_1 = \frac{\varphi_1}{[\alpha]d}; C_2 = \frac{\varphi_2}{[\alpha]d} \rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{\varphi_2}{\varphi_1} \rightarrow C_2 = \frac{\varphi_2}{\varphi_1}C_1 = \frac{24}{32}0,28 = 0,21 g/cm^3$$

BÀI 3.22. Giữa hai nicon bắt chéo nhau trong một đường kẻ, người ta đặt một ống thủy tinh dài 20cm đựng trong dung dịch đường có nồng độ C = $0,2 g/cm^3$. a. Hỏi cường độ sáng giảm đi bao nhiêu lần sau khi nó đi qua nicon thứ nhất b. Tính góc quay của mặt phẳng phân cực gây bởi dung dịch đường. Cho biết góc quay riêng đối với ánh sáng vàng natri bằng $[\alpha] = 67,8 \frac{độ.cm^3}{g.dm}$ và ánh sáng đi qua nicon sẽ bị nicon hấp thụ 5%	
Tóm tắt: $d = 20cm$	

$C = 0{,}2g/cm^3$ $[\alpha] = 67{,}8\dfrac{độ.cm^3}{g.dm}$ $k = 5\%$ Xác định $\frac{I_0}{I_1}$; φ	

Nhận xét: Đây là bài toán phân cực kế → sử dụng công thức liên quan tới phân cực kế ta dễ dàng xác định được các đại lượng cần tìm.

Độ giảm của cường độ ánh sáng qua nicon thứ nhất:

$$I_1 = 0{,}5.(1-5\%)I_0 \rightarrow \boldsymbol{\frac{I_0}{I_1} = \frac{2}{95\%} = 2,1}$$

Góc quay mặt phẳng phân cực gây bởi dung dịch đường:

$$\boldsymbol{C = \frac{\varphi}{[\alpha]d} \rightarrow \varphi = [\alpha]Cd = 27^0 7'}$$

HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP ĐỊNH HƯỚNG TUẦN 6 - 7

DẠNG 1: BÀI TOÁN PHÁT XẠ

1. KIẾN THỨC CƠ BẢN:

- Bức xạ: là những sóng điện từ do các vật phát ra

- Nguyên nhân: ***tác dụng nhiệt***, tác dụng hóa học, quá trình biến đổi năng lượng trong mạch dao động điện từ.

- Bức xạ nhiệt: dạng bức xạ do các nguyên tử và phân tử bị kích thích bởi tác dụng nhiệt.

- Các quá trình bức xạ:

- Phát ra bức xạ: → năng lượng giảm và nhiệt độ giảm
- Hấp thụ bức xạ: → năng lượng tăng và nhiệt độ tăng
- TH đặc biệt: nếu phần năng lượng của vật bị mất đi do phát xạ bằng phần năng lượng của vật nhận được do hấp thụ → nhiệt độ và năng lượng của vật không đổi → ***bức xạ nhiệt cân bằng.***

- Những đại lượng đặc trưng cho quá trình phát xạ cân bằng:

- *Năng suất phát xạ toàn phần của vật ở nhiệt độ T:* là đại lượng về trị số bằng lượng năng lượng bức xạ toàn phần do một đơn vị diện tích của vật đó phát ra trong một đơn vị thời gian ở nhiệt độ T:
$$R_T = \frac{d\Phi_T}{ds}\,(W/m^2)$$
Trong đó R_T là năng suất phát xạ toàn phần ở nhiệt độ T, $d\Phi_T$ là năng lượng bức xạ toàn phần tại nhiệt độ T.
- *Hệ số phát xạ đơn sắc của vật ở nhiệt độ T:* là đại lượng đặc trưng cho mức độ mang năng lượng nhiều hay ít của mỗi bức xạ đơn sắc.
$$r_{\lambda,T} = \frac{dR_T}{d\lambda}$$
- Mối quan hệ giữa R_T và $r_{\lambda,T}$:
$$R_T = \int_{\lambda=0}^{\lambda=\infty} r_{\lambda,T}\,d\lambda$$

- Những đại lượng đặc trưng của quá trình hấp thụ bức xạ

- *Hệ số hấp thụ toàn phần của vật ở nhiệt độ T:* là đại lượng được xác định bằng tỷ số giữa năng lương bức xạ bị hấp thụ và năng lượng bức xạ gửi tới.

$$a_T = \frac{d\phi'_T}{d\phi_T} < 1$$

- Hệ số hấp thụ đơn sắc của vật ở nhiệt độ T: là đại lượng đặc trưng cho mức độ hấp thụ năng lượng của mỗi bức xạ đơn sắc, được xác định bằng công thức:

$$a_{\lambda.T} = \frac{d\phi'_{\lambda.T}}{d\phi_{\lambda,T}}$$

  Trong đó $d\phi_{\lambda,T}$ là năng lượng của chùm bức xạ chiếu tới có bước sóng nằm trong khoảng từ λ đến $\lambda + d\lambda$, $d\phi'_{\lambda.T}$ là năng lượng của chùm bức xạ bị hấp thụ có bước sóng nằm trong khoảng từ λ đến $\lambda + d\lambda$.

- Vật đen tuyệt đối (vật đen lý tưởng):

- ***Định nghĩa:*** là vật hấp thụ hoàn toàn năng lượng của mọi chùm bức xạ đơn sắc gửi tới nó → hệ số hấp thụ đơn sắc của vật đen tuyệt đối không phụ thuộc vào bước sóng (*cứ tưởng tượng là món gì đưa cũng ăn hết thì hệ số hấp thụ đâu phụ thuộc vào món ăn ☺*) → $a_{\lambda,T} = 1$ → trong thực tế không có vật đen tuyệt đối mà chỉ có vật đen gần tuyệt đối.
- Các công thức liên quan:
  - Định luật Stefan – Boltzmann: năng suất phát xạ toàn phần của vật đen tuyệt đối tỷ lệ thuận với lũy thừa bậc 4 của nhiệt độ tuyệt đối của vật đó:

$$\boldsymbol{R_T = \sigma T^4}$$

    Trong đó σ = $5{,}67.10^{-8}$ $W/m^2.K^4$ là hằng số Stefan – Boltzmann.
  - Bước sóng λ_{max} ứng với cực đại của năng suất phát xạ đơn sắc của vật đen tuyệt đối.

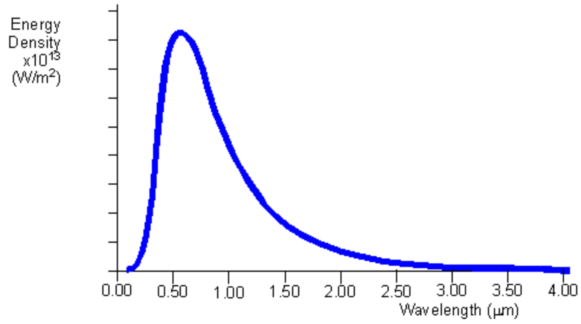
$$\boldsymbol{\lambda_{max} T = b}$$

    Trong đó $b = 2{,}896.10^{-3}$ mK là hằng số Vin.
  - Công thức Plank về hệ số phát xạ đơn sắc của vật đen tuyệt đối

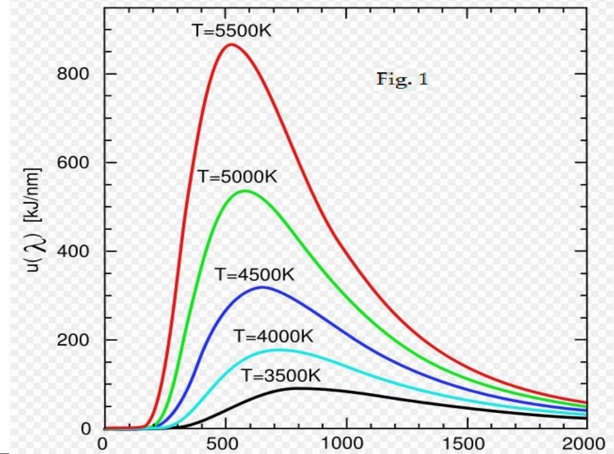
$$\boldsymbol{\varepsilon_{f,T} = \frac{2\pi v^2}{c^2}\frac{hf}{e^{\frac{hf}{kT}}-1} \text{ hoặc } \varepsilon_{\lambda,T} = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5}\frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda kT}}-1}}$$

- Năng suất phát xạ toàn phần của vật đen không tuyệt đối (có hệ số hấp thụ α):

$$R'_T = \alpha\sigma T^4$$



Phổ phát xạ của vật đen tuyệt đối



Phổ phát xạ của vật đen tuyệt đối ở nhiệt độ khác nhau

2. BÀI TẬP VÍ DỤ

BÀI 4.2. Tìm nhiệt độ của một lò, nếu một lỗ nhỏ của nó có kích thước (2x3) cm^2, cứ mỗi giây phát ra 8,28 *calo*. Coi lò như một vật đen tuyệt đối.	
Tóm tắt: $S = (2x3)cm^2$ $P = 8,28\ calo$ $\alpha = 1$ Xác định T	

* Nhận xét: Do coi lò như một vật đen tuyệt đối nên ta sẽ sử dụng công thức năng suất phát xạ toàn phần cho vật cho vật đen tuyệt đối. Chú ý mối liên hệ giữa năng suất phát xạ và công suất phát xạ của một vật đen: $P = R.S$. Ngoài ra cũng cần quy đổi đơn vị *cal* về đơn vị *J*: $1cal = 4.187J = 4,187W$

- Ta có:

$$P = RS = \sigma T^4 S \rightarrow T = \sqrt[4]{\frac{P}{\sigma S}} = 1000K$$

BÀI 4.5. Tính năng lượng bức xạ trong một ngày đêm từ một ngôi nhà gạch trát vữa, có diện tích mặt ngoài tổng cộng là $1000m^2$, biết nhiệt độ bức xạ là 27^0C và hệ số hấp thụ khi đó bằng 0,8	
Tóm tắt: $S = 1000m^2$ $T = 27^0C = 300K$ $\alpha = 0,8$	

$t = 24h$ Xác định Q	

* Nhận xét: Bài toán liên quan đến năng suất phát xạ toàn phần của vật đen không tuyệt đối. Từ dữ liệu đề bài, ta dễ dàng xác định được năng suất bức xạ → xác định công suất bức xạ → xác định năng lượng bức xạ trong một ngày đêm.

- Năng suất bức xạ toàn phần của ngôi nhà:

$$R = \sigma T^4$$

- Công suất bức xạ của ngôi nhà:

$$P = R.S = \sigma T^4 S$$

- Năng lượng bức xạ của ngôi nhà trong một ngày đêm:

$$\boldsymbol{Q = P.t = \sigma T^4 S t = 3,17.10^{10} J}$$

BÀI 4.12. Dây tóc vonfram của bóng đèn điện có đường kính 0,3*mm* và có độ dài 5cm. Khi mắc đèn vào mạch điện 127*V* thì dòng điện chạy qua đèn là 0,31*A*. Tìm nhiệt độ của đèn, giả sử rằng ở trạng thái cân bằng, tất cả nhiệt do đèn phát ra đều ở dạng bức xạ. Tỉ số giữa các năng suất phát xạ toàn phần của dây tóc vonfram và của vật đen tuyệt đối bằng 0,31.	
Tóm tắt: $d = 0,3mm$ $L = 5cm$ $U = 127V$ $I = 0,31A$ $\frac{R'_T}{R_T} = 0,31$ Xác định T	

*** Nhận xét:** Đây là bài toán kết hợp giữa bài toán bức xạ và bài toán điện một chiều. *"Ở trạng thái cân bằng, tất cả nhiệt do đèn phát ra đều ở dạng bức xạ"* → công suất tỏa nhiệt của bóng đèn chính là công suất bức xạ của bóng đèn → xác định P → xác định T

- Từ điều kiện: $\frac{R'_T}{R_T} = 0,31 \rightarrow \alpha = 0,31$

- Năng suất bức xạ toàn phần của bóng đèn điện là:

$$R'_T = \alpha \sigma T^4 \qquad (1)$$

- Ngoài ra ta có mối liên hệ giữa R'_T và P là:

$$P = R'_T.S \rightarrow R'_T = \frac{P}{S} = \frac{P}{\pi Ld} \; (2)$$

- Từ (1) và (2) ta có:

$$\frac{P}{\pi Ld} = \sigma T^4 \rightarrow \boldsymbol{T = \sqrt{\frac{P}{\pi Ld\sigma}} = \sqrt{\frac{UI}{\alpha\pi Ld\sigma}} = 2626K}$$

BÀI 4.15. Tìm hằng số Mặt Trời, nghĩa là lượng quang năng mà trong mỗi phút Mặt Trời gửi đến diện tích $1m^2$ vuông góc với tia nắng và ở cách Mặt Trời một khoảng bằng khoảng cách từ Mặt Trời đến Trái Đất. Biết nhiệt độ của vỏ Mặt Trời là 5800K. Coi bức xạ của Mặt Trời như bức xạ của vật đen tuyệt đối. Bán kính Mặt Trời $r = 6,95.10^8 m$, khoảng cách từ Mặt Trời đến Trái Đất $R = 1,5.10^{11} m$	
Tóm tắt: $T = 5800K$ $r = 6,95.10^8 m$ $R = 1,5.10^{11} m$ Xác định s	

* Nhận xét: Bài toán vật đen tuyệt đối. Trong bài này, do mặt trời được coi là vật đen tuyệt đối và ta đã biết được nhiệt độ vỏ mặt trời nên ta có thể xác định được năng suất phát xạ toàn phần → xác định công suất phát xạ toàn phần → xác định mật độ năng lượng nhận được trên bề mặt trái đất (ở đây ta coi mặt trời như là một nguồn điểm phát bức xạ tới bề mặt cầu bán kính bằng khoảng cách từ mặt trời đến trái đất) → xác định hằng số mặt trời.

- Năng suất phát xạ toàn phần của mặt trời là:

$$R_T = \sigma T^4$$

- Công suất phát xạ toàn phần của mặt trời là:

$$P = R_T.S = \sigma T^4 S$$

Trong đó S là diện tích mặt trời → $P = \sigma T^4 4\pi r^2$

- Mật độ năng lượng nhận được trên bề mặt trái đất là:

$$w = \frac{P}{S'} = \frac{\sigma T^4 4\pi r^2}{4\pi R^2} = \frac{\sigma T^4 r^2}{R^2}$$

- Hằng số mặt trời là:

$$s = w.t = \frac{\sigma T^4 r^2}{R^2} t = 82,65 kW/m^2.ph$$

BÀI 4.22. Nhiệt độ của một vật đen tuyệt đối tăng từ 1000K đến 3000K. a. Năng suất phát xạ toàn phần của nó tăng lên bao nhiêu lần b. Bước sóng ứng với năng suất phát xạ cực đại thay đổi như thế nào?	
Tóm tắt: $T_1 = 1000K$ $T_2 = 3000K$ Xác định: $\frac{R_{T_2}}{R_{T_1}}; \frac{\lambda_{max2}}{\lambda_{max1}}$	

* Nhận xét: Bài toán này khá đơn giản, ta chỉ cần xét công thức năng suất phát xạ, bước sóng cực đại cho vật đen trong hai trường hợp T_1 và T_2 → xác định tỷ số cần tìm.

- Năng suất phát xạ toàn phần trong hai trường hợp là:

$$R_{T_1} = \sigma T_1^4;\ R_{T_2} = \sigma T_2^4 \to \frac{R_{T_2}}{R_{T_1}} = \frac{T_2^4}{T_1^4} = 3^4 = 81$$

- Bước sóng ứng với năng suất phát xạ cực đại ứng với nhiệt độ 1000K:

$$\lambda_{max1} = \frac{b}{T_1} = 2,896 \mu m$$

- Bước sóng ứng với năng suất phát xạ cực đại ứng với nhiệt độ 3000K:

$$\lambda_{max2} = \frac{b}{T_2} = 0,965 \mu m$$

➔ Bước sóng sẽ giảm dần từ 2,896μm đến 0,965μm

DẠNG 2: BÀI TOÁN HIỆN TƯỢNG QUANG ĐIỆN

1. KIẾN THỨC CƠ BẢN

- Năng lượng của photon ứng với bức xạ điện từ đơn sắc tần số *f*:

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda}$$

- Khối lượng của photon:

$$m = \frac{E}{c^2} = \frac{hf}{c^2} = \frac{h}{\lambda c}$$

- Động lượng của photon:

$$p = mc = \frac{h}{\lambda}$$

- Hiện tượng quang điện:

- Giới hạn quang điện: $\lambda_0 = \frac{hc}{A}$ trong đó A là công thoát, h là hằng số Plank có giá trị là $6.62.10^{-34} Js$
- Phương trình Anhxtanh: $hf = \frac{hc}{\lambda} = A + W_{đmax} = A + \frac{1}{2}mv_{0max}^2$
- Hiệu điện thế hãm: $eU_h = \frac{1}{2}mv_{0max}^2$

BÀI 4.32. Khi chiếu một chùm sáng vào một kim loại có hiện tượng quang điện xảy ra. Nếu dùng một hiệu điện thế hãm là 3V thì các quang electron bị bắn ra khỏi kim loại bị giữ lại cả không bay sang anot được. Biết tần số giới hạn đỏ của kim loại đó là $f_0 = 6.10^{14} s^{-1}$. Hãy tính:

a. Công thoát của electron đối với kim loại đó
b. Tần số của chùm sáng tới

Tóm tắt: $U_h = 3V$ $f_0 = 6.10^{14} s^{-1}$ Xác định A, f	

* Nhận xét: Đây là bài toán cơ bản về hiện tượng quang điện rất quen thuộc trong chương trình phổ thông → sử dụng các công thức liên quan tới hiện tượng quang điện ta dễ dàng xác định được các đại lượng cần tìm

- Công thoát của electrong đối với kim loại đó là:

$$A = \frac{hc}{\lambda_0} = hf_0 = 2,48eV$$

- Tần số của chùm sáng tới:

$$\boldsymbol{hf = A + W_{đmax} = A + eU_h \rightarrow f = \frac{A}{h} + \frac{eU_h}{h} = f_0 + \frac{eU_h}{h} = 12,3.10^{14} Hz}$$

BÀI 4.37. Chùm photon của bức xạ đơn sắc λ = 0,232μm đập thẳng vào mặt điện cực platin và làm bắn theo phương pháp tuyến các quang electron chuyển động với vận tốc cực đại, hãy tính tổng động lượng đã truyền cho điện cực đối với mỗi photon đập vào và làm bắn ra một electron.

Tóm tắt: λ = 0,232μm *A = 4,09eV* Xác định p_{KL}	

* Nhận xét: Đây là bài toán bảo toàn động lượng, động lượng truyền cho điện cực bằng động lượng của photon chiếu tới trừ đi động lượng của electron bật ra

$$\overrightarrow{p_\lambda} = \overrightarrow{p_e} + \overrightarrow{p_{KL}} \rightarrow \overrightarrow{p_{KL}} = \overrightarrow{p_\lambda} - \overrightarrow{p_e} \rightarrow p_{KL} = p_\lambda + p_e$$

→ mục tiêu của bài toán là xác định động lượng của photon và động lượng của electron.

- Động lượng của photon là: $p_\lambda = \frac{h}{\lambda}$

- Động lượng của electron là: $p_e = \sqrt{2m_e W_{đmax}} = \sqrt{2m_e\left(\frac{hc}{\lambda} - A\right)}$

- Động lượng mà photon đã truyền cho điện cực là:

$$\boldsymbol{p_{KL} = \frac{h}{\lambda} + \sqrt{2m_e\left(\frac{hc}{\lambda} - A\right)} = 1,31.10^{-25} kgm/s}$$

BÀI 4.40. Tính bước sóng và động lượng của photon có năng lượng bằng năng lượng nghỉ của electron.

Tóm tắt: $E_\lambda = E_e$ Xác định λ, *p*	

* Nhận xét: Bài toán liên quan đến năng lượng nghỉ của electron: $E_e = m_e c^2$. Từ điều kiện đề bài ta dễ dàng xác định bước sóng λ và động lượng *p*.

- Từ điều kiện đề bài ta có:

$$E_\lambda = E_e \leftrightarrow \frac{hc}{\lambda} = m_e c^2 \rightarrow \boldsymbol{\lambda = \frac{h}{m_e c} = 2,425.10^{-12} m}$$

- Động lượng của photon là:

$$\boldsymbol{p = \frac{h}{\lambda} = 2,73.10^{-22} kgm/s}$$

DẠNG 3: BÀI TOÁN COMPTON

1. KIẾN THỨC CƠ BẢN

- Hiệu ứng Compton: Thí nghiệm khi chiếu chùm tia X có bước sóng λ vào bề mặt các chất như grafin, parafin thì phổ tán xạ tia X thu được gồm những vạch có bước sóng bằng λ và những vạch có bước sóng bằng λ' → λ' chỉ phụ thuộc vào góc tán xạ θ mà không phụ thuộc vào bản chất của chất được chiếu tia X → kết quả của sự tán xạ đàn hồi của tia X lên các electron trong khối chất.

- Vạch ứng với λ: tán xạ của chùm tia X lên các electron nằm sâu trong nguyên tử, liên kết mạnh với hạt nhân.
- Vạch ứng với λ': tán xạ của chùm tia X lên các electron liên kết yếu với nguyên tử.h

(để dễ tưởng tưởng ta hãy hình dung hai quả cầu: một quả gắn cố định với sàn (liên kết mạnh), một quả không gắn cố định với sàn (liên kết yếu) → khi một quả cầu lao tới và va chạm vào hai quả cầu trên thì động năng của quả cầu sau khi va chạm vào quả cầu gắn chặt trên sàn chắc chắc sẽ lớn hơn động năng của quả cầu va chạm với quả cầu không gắn cố định với sàn → mà năng lượng thấp có nghĩa là bước sóng sẽ dài ra → lý do $\lambda' > \lambda$

- Công thức liên quan:

- Bước sóng Compton: $\boldsymbol{\Lambda_C = \frac{h}{m_e c} = 2,4.10^{-12} m}$
- Hiệu giữa bước sóng của tia tán xạ và tia tới:

$$\boldsymbol{\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = 2\Lambda_C sin^2\frac{\theta}{2}}$$

Hạt	Động lượng		Năng lượng	
	Trước va chạm	Sau va chạm	Trước va chạm	Sau va chạm
Photon γ	$p_\gamma = mc = \frac{hf}{c} = \frac{h}{\lambda}$	$p'_\nu = \frac{hf'}{c}$	hf	hf'
Electron	0	$p'_e = \frac{m_{oe}v}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$	$m_{oe}c^2$	$\frac{m_{oe}c^2}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$

2. BÀI TẬP VÍ DỤ

BÀI 4.51. Xác định bước sóng của bức xạ Ronghen. Biết rằng trong hiện tượng Compton cho bởi bức xạ đó, động năng cực đại của electron bắn ra là 0,19MeV.	
Tóm tắt: $W_{đmax} = 0{,}19eV$ Xác định λ	

*** Nhận xét:** Đối với bài toán Compton ta cần chú ý tới định luật bảo toàn năng lượng và định luật bảo toàn động lượng. Ngoài ra cần phải nắm được năng lượng và động lượng của photon và electron trước và sau va chạm.

- Từ bảng trên + kết hợp với hai định luật bảo toàn ta có:

$$\frac{m_{oe}c^2}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} + hf' = m_{oe}c^2 + hf$$

- Động năng của electron là:

$$W_{đe} = \frac{m_{oe}c^2}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - m_{oe}c^2 = hf - hf' = \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda'} = \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda + \Delta\lambda}$$

Mặt khác theo công thức tán xạ Compton: $\boldsymbol{\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = 2\Lambda_C sin^2\frac{\theta}{2}}$, thay vào ta có:

$$W_{đe} = \frac{hc}{\lambda}\frac{2\Lambda_C sin^2\frac{\theta}{2}}{\lambda + 2\Lambda_C sin^2\frac{\theta}{2}}$$

Động năng cực đại → $\boldsymbol{sin^2\frac{\theta}{2} = 1 \to \theta = \pi} \to W_{đe} = \frac{hc}{\lambda}\frac{2\Lambda_C}{\lambda + 2\Lambda_C}$

- Động năng và bước sóng Compton đã biết nên ta dễ dàng xác định bước sóng λ

$$\lambda = 0{,}037.10^{-10}m$$

BÀI 4.54. Trong hiện tượng Compton, bước sóng của chùm photon bay tới là $0{,}03.10^{-10}m$. Tính phần năng lượng truyền cho electron đối với photon tán xạ dưới những góc 60^0, 90^0, 180^0.

Tóm tắt:
$\lambda = 0{,}03.10^{-10}m$
$\theta = 60^0, 90^0, 180^0$
Xác định ΔE

*** Nhận xét:** Ở bài toán này ta cần phải hiểu được thế nào là phần năng lượng truyền cho electron đối với photon tán xạ. Như ta đã biết photon chiếu tới mang năng lượng hf và photon tán xạ mang năng lượng hf' → phần năng lượng đã truyền cho electron là:

$$\Delta E = hf - hf' = \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda'} = \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda + \Delta\lambda} = hc\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda + 2\Lambda_C \sin^2\frac{\theta}{2}}\right)$$

Thay $\Lambda_C = 2{,}4.10^{-12}m, \lambda, \theta$ ta có thể xác định được năng lượng truyền cho electron trong từng trường hợp:

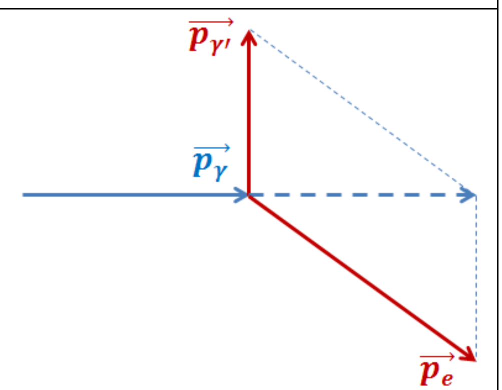
θ	60^0	90^0	180^0
ΔE	$120keV$	$186keV$	$256keV$

BÀI 4.55. Tính động lượng của electron khi có photon có bước sóng ban đầu là $0{,}05.10^{-10}m$ va chạm vào và tán xạ theo góc 90^0.

Tóm tắt:
$\lambda = 0{,}05.10^{-10}m$
$\theta = 90^0$
Xác định p_e

*** Nhận xét:** Đây là bài toán áp dụng định luật bảo toàn động lượng của electron. Chú ý là động lượng ban đầu của electron bằng không

$$\overrightarrow{p_\gamma} = \overrightarrow{p_{\gamma'}} + \overrightarrow{p_e}$$



- Động lượng của photon trước va chạm: $p_\gamma = \frac{h}{\lambda}$

- Động lượng của photon sau va chạm: $p_{\gamma'} = \frac{h}{\lambda'} = \frac{h}{\lambda + 2\Lambda_C \sin^2\frac{\theta}{2}} = \frac{h}{\lambda + \Lambda_C}$

- Từ giản đồ vector ta có:

$$p_e = \sqrt{p_\gamma^2 + p_{\gamma'}^2} = h\sqrt{\frac{1}{\lambda^2} + \frac{1}{(\lambda + \Lambda_C)^2}} = 1,6.10^{-22}kgm/s$$