

CHƯƠNG 6: KHÚC XẠ ÁNH SÁNG

I. Chiết suất n được hiểu là đại lượng đặc trưng cho một môi trường trong suốt về phương diện quang học

- n: Chiết suất tuyệt đối của môi trường
- v: tốc độ ánh sáng trong môi trường chiết suất n

Hệ quả: + n không khí và chân không = 1 và là nhỏ nhất
 + n của các môi trường khác đều lớn hơn 1

Công thức liên quan giữa chiết suất và tốc độ của ánh sáng trong chân không
 $n_1 \cdot v_1 = n_2 \cdot v_2 = c$ (với $c = 3 \cdot 10^8$ m/s, đây là tốc độ ánh sáng chạy trong chân không)

II. Khúc xạ ánh sáng

1 - Hiện tượng

Khúc xạ ánh sáng là hiện tượng lệch phương của các tia sáng khi truyền xiên góc qua mặt phân cách của hai môi trường trong suốt khác nhau.

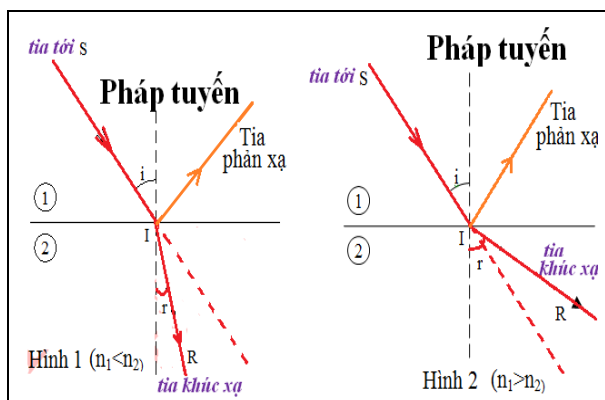
2 - Định luật

- Tia khúc xạ nằm bên kia mặt phẳng phân cách và ở bên kia pháp tuyến so với tia tới.

- Thỏa mãn Biểu thức $n_1 \cdot \sin i = n_2 \cdot \sin r$

Góc lệch giữa tia tới và tia khúc xạ là $D = |i - r|$

Chú ý: n_1 tới là chiết suất của môi trường chứa tia tới và n_2 là chiết suất của môi trường chứa tia khúc xạ



III. Hiện tượng phản xạ toàn phần

1 - Định nghĩa :

Phản xạ toàn phần là hiện tượng phản xạ toàn bộ tia tia sáng tới, xảy ra ở mặt phân cách giữa hai môi trường trong suốt

2 - Hai điều kiện để có phản xạ toàn phần

+ Tia sáng chiếu tới phải truyền từ môi trường chiết quang hơn sang môi trường chiết quang kém (tức là $n_{\text{Tới}} > n_{\text{Khúc xạ}}$).

+ Góc tới $i \geq i_{gh}$ (i_{gh} góc giới hạn toàn phần) Trong đó : $\sin i_{gh} = \frac{n_{kx}}{n_{toi}}$

CHƯƠNG 7: MẮT VÀ CÁC DỤNG CỤ QUANG HỌC

I. Lăng kính

- Công thức của lăng kính:

$n_m \sin i_1 = n \cdot \sin r_1$; với n là chiết suất của lăng kính

$n_m \sin i_2 = n \cdot \sin r_2$; n_m là chiết suất môi trường

Góc chiết quang: $A = r_1 + r_2$

Góc lệch giữa tia tới và tia ló: $D = i_1 + i_2 - A$.

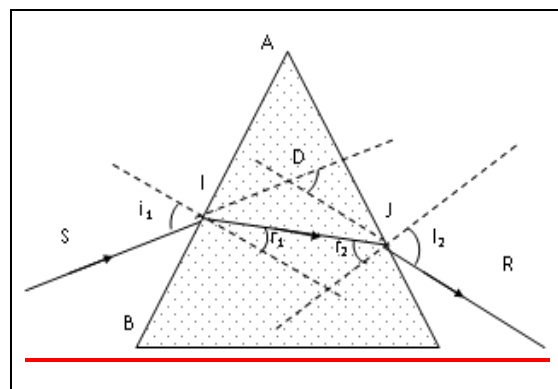
- Nếu góc chiết quang $A < 10^0$ và góc tới nhỏ, ta có:

$n_m i_1 = nr_1$;

$n_m i_2 = nr_2$;

Góc chiết quang: $A = r_1 + r_2$

Góc lệch: $D = A(n - 1)$.



- Khi tia sáng qua lăng kính có góc lệch cực tiểu thì đường đi của tia sáng đối xứng qua mặt phân giác của góc chiết quang của lăng kính. Ta có:

$i = i' = i_m$ (góc tới ứng với độ lệch cực tiểu)

$r = r' = A/2$.

$D_m = 2 \cdot i_m - A$. hay $i_m = (D_m + A)/2$.

$\sin(D_m + A)/2 = n \cdot \sin A/2$.

II. Thấu kính

- Tiêu cự là trị số đại số f của khoảng cách từ quang tâm O đến các tiêu điểm chính với quy ước:

f > 0 với thấu kính hội tụ.

f < 0 với thấu kính phân kì.

$(|f| = OF = OF')$

- Khả năng hội tụ hay phân kì chùm tia sáng của thấu kính được đặc trưng bởi độ tụ D xác định bởi :

$D = \frac{1}{f} = (\frac{n_{tk}}{n_m} - 1)(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2})$

(f : mét (m); D: điốp (dp))

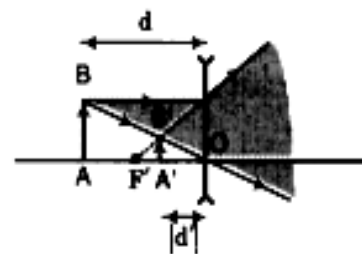
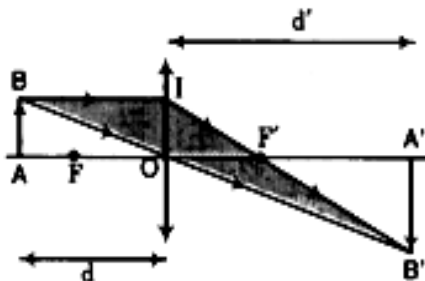
(R > 0 : mặt lồi./ R < 0 : mặt lõm. /R = ∞: mặt phẳng) f : mét (m); D: điốp (dp))

b. Công thức thấu kính

* Công thức về vị trí ảnh - vật:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{f}$$

- $d > 0$ nếu vật thật
- $d < 0$ nếu vật ảo
- $d' > 0$ nếu ảnh thật
- $d' < 0$ nếu ảnh ảo



c. Công thức về hệ số phóng đại ảnh:

$$k = -\frac{d'}{d}; \quad |k| = \frac{A'B'}{AB}$$

($k > 0$: ảnh, vật cùng chiều; $k < 0$: ảnh, vật ngược chiều.)

BÀI TẬP

Bài 1: Một tia sáng truyền từ một chất lỏng ra ngoài không khí dưới góc 35° thì góc lệch giữa tia tới nối dài và tia khúc xạ là 25° . Tính chiết suất của chất lỏng.

Hướng dẫn Góc giữa tia tới nối dài và tia khúc xạ gọi là góc lệch: $D = |i - r| = |35^\circ - r| = 25^\circ$
 Ánh sáng truyền từ chất lỏng ra không khí nên $i < r \rightarrow r - 35^\circ = 25^\circ \rightarrow r = 60^\circ$.
 Áp dụng ĐL khúc xạ: $n \cdot \sin 35^\circ = \sin 60^\circ \rightarrow n = 1,51$.

Bài 2: Chiếu một tia sáng từ không khí vào thủy tinh có chiết suất 1,5. Hãy xác định góc tới sao cho: Góc khúc xạ bằng nửa góc tới.

Hướng dẫn Áp dụng định luật khúc xạ ta có:
 $\sin i = 1,5 \sin r \rightarrow r = 41,4^\circ$

Bài 3: Một tia sáng đi từ không khí vào nước có chiết suất $n = 4/3$ dưới góc tới $i = 30^\circ$.

1. Tốc độ ánh sáng khi truyền trong nước?
2. Tính góc khúc xạ.
3. Tính góc lệch D tạo bởi tia khúc xạ và tia tới.

Hướng dẫn 1, Ta có: $n = \frac{c}{v} = 2,25 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
 2, Vận dụng định luật khúc xạ ta có: $n_1 \sin i = n_2 \sin r \rightarrow 1 \cdot \sin 30^\circ = \frac{4}{3} \sin r \rightarrow r \approx 22^\circ$
 3, ta có góc lệch: $D = |i - r| = 30^\circ - 22^\circ = 8^\circ$

Bài 4: Một cây cọc dài được cắm thẳng đứng xuống một bể nước có chiết suất $n = 4/3$. Phần cọc nhô ra ngoài nước là 0,3 m, bóng của nó trên mặt nước là dài 0,4 m và dưới đáy bể dài 1,9 m.

1. Chứng tỏ tia phản xạ và khúc xạ vuông góc.
2. Tính chiều sâu của bể nước.

Hướng dẫn

Theo bài ra: Phần cọc nhô ra ngoài nước là $AH = 0,3 \text{ m}$; bóng của nó trên mặt nước là $HI = 0,4 \text{ m}$; bóng của nó dưới đáy chậu là $BR = 1,9 \text{ m}$.

$\sin i = \frac{HI}{\sqrt{AH^2 + HI^2}} = 0,8 = \sin i'$ Áp dụng định luật khúc xạ tại I ta có:

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r \rightarrow 1 \cdot 0,8 = \frac{4}{3} \sin r \Rightarrow \sin r = 0,6 \Rightarrow \cos r = 0,8$$

Để thấy: $\sin i' = \cos r \rightarrow i' + r = 90^\circ \rightarrow$ tia phản xạ và khúc xạ vuông góc.

Ta có $BR = BK + KR = 1,9 \text{ m}$ mà $BK = HI = 0,4 \text{ m}$ nên $\rightarrow KR = 1,9 - 0,4 = 1,5 \text{ m}$

Chiều sâu lớp nước là: $IK = KR \cot \alpha = 1,5 \cdot \frac{0,8}{0,6} = 2 \text{ m}$

Bài 0: Chiếu một tia sáng đi từ trong n-ớc ra không khí với góc tới bằng 30° . Chiết suất của nước $n_1 = 4/3$, chiết suất không khí bằng $n_2 = 1$

- a. Tìm góc khúc xạ của tia sáng khi ra không khí.
- b. Tăng góc tới lên gấp đôi. Hỏi tia sáng có đi ra ngoài không khí được hay không? Vì sao?

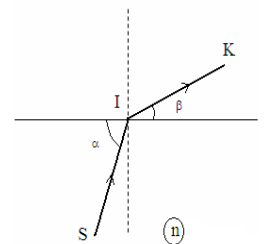
Bài 1: Một khối thủy tinh P có chiết suất $n=1,5$, tiết diện thẳng là một tam giác cân ABC vuông góc tại B. Chiếu vuông góc tới mặt AB một chùm sáng song song SI.

- a. Khối thủy tinh P ở trong không khí. Tính góc D làm bởi tia tới và tia ló
- b. Tính lại góc D nếu khối P ở trong nước có chiết suất $n=4/3$ (ĐS: a. $D=90^\circ$; b. $D=7^\circ 42'$)

Bài 2: Một tia sáng trong thủy tinh đến mặt phân cách giữa thủy tinh với không khí dưới góc tới $i=30^\circ$, tia phản xạ và khúc xạ vuông góc nhau.

- a. Tính chiết suất của thủy tinh
- b. Tính góc tới i để không có tia sáng ló ra không khí (ĐS: a. $n=\sqrt{3}$; b. $i>35^\circ 44'$)

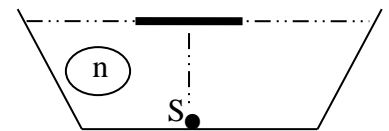
Bài 3: Một tia sáng đi từ một chất lỏng trong suốt có chiết suất n chưa biết sang không khí với góc tới như hình vẽ. Cho biết $\alpha = 60^\circ, \beta = 30^\circ$.



- a) Tính chiết suất n của chất lỏng.
- b) Tính góc α lớn nhất để tia sáng không thể ló sang môi trường không khí

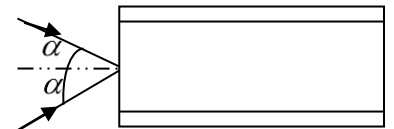
phía trên. (: ĐS: a. $n=\sqrt{3}$; b. $\Rightarrow \alpha_{max} \approx 54^\circ 44'$)

Bài 4: Một chậu miệng rộng có đáy nằm ngang chứa chất lỏng trong suốt đến độ cao $h=5,2 \text{ cm}$. Ở đáy chậu có một nguồn sáng nhỏ S. Một tấm nhựa mỏng hình tròn tâm O bán kính $R=4 \text{ cm}$ ở trên mặt chất lỏng mà tâm O ở trên đường thẳng đứng qua S. Tính chiết suất n của chất lỏng, biết rằng phải đặt mắt sát mặt chất lỏng mới thấy được ảnh của S (ĐS: $n=1,64$)



Bài 5: Một ngọn đèn nhỏ S nằm dưới đáy của một bể nước nhỏ, sâu 20cm. Hỏi phải thả nổi trên mặt nước một tấm gỗ mỏng có vị trí hình dạng và kích thước nhỏ nhất là bao nhiêu để vừa vặn không có tia sáng nào của ngọn đèn lọt qua mặt thoáng của nước? chiết suất của nước là $4/3$. (ĐS: Tấm gỗ hình tròn, tâm nằm trên đường thẳng đứng qua S, bán kính $R=22,7 \text{ cm}$)

Bài 6: Một sợi quang hình trụ, lõi có chiết suất $n_1=1,5$ phần vỏ bọc có chiết suất $n=\sqrt{2}$. Chùm tia tới hội tụ ở mặt trước của sợi với góc 2α như hình vẽ. Xác định α để các tia sáng của chùm truyền được đi trong ống (ĐS: $\alpha \leq 30^\circ$)



6.7 Chiếu một tia sáng đơn sắc đi từ không khí vào môi trường có chiết suất n, sao cho tia phản xạ vuông góc với tia khúc xạ. Khi đó góc tới i được tính theo công thức:

- A. $\sin i = n$
- B. $\sin i = 1/n$
- C. $\tan i = n$
- D. $\tan i = 1/n$

6.8 Một bể chứa n-ớc có thành cao 80 (cm) và đáy phẳng dài 120 (cm) và độ cao mực n-ớc trong bể là 60 (cm), chiết suất của n-ớc là $4/3$. Ánh nắng chiếu theo ph-ơng nghiêng góc 30° so với ph-ơng ngang. Độ dài bóng đen tạo thành trên mặt n-ớc là: A. 11,5 (cm) B. 34,6 (cm) C. 63,7 (cm) D. 44,4 (cm)

6.9 Một bể chứa n-ớc có thành cao 80 (cm) và đáy phẳng dài 120 (cm) và độ cao mực n-ớc trong bể là 60 (cm), chiết suất của n-ớc là $4/3$. ánh nắng chiếu theo ph-ơng nghiêng góc 30° so với ph-ơng ngang. Độ dài bóng đen tạo thành trên đáy bể là: A. 11,5 (cm) B. 34,6 (cm) C. 51,6 (cm) D. 85,9 (cm)

6.10 Một điểm sáng S nằm trong chất lỏng (chiết suất n), cách mặt chất lỏng một khoảng 12 (cm), phát ra chùm sáng hẹp đến gặp mặt phân cách tại điểm I với góc tới rất nhỏ, tia ló truyền theo ph-ơng IR. Đặt mắt trên ph-ơng IR nhìn thấy ảnh ảo S' của S dường như cách mặt chất lỏng một khoảng 10 (cm). Chiết suất của chất lỏng đó là

- A. $n = 1,12$
- B. $n = 1,20$
- C. $n = 1,33$
- D. $n = 1,40$

6.21 Khi ánh sáng đi từ n-ớc ($n = 4/3$) sang không khí, góc giới hạn phản xạ toàn phần có giá trị là:

- A. $i_{gh} = 41^\circ 48'$
- B. $i_{gh} = 48^\circ 35'$
- C. $i_{gh} = 62^\circ 44'$
- D. $i_{gh} = 38^\circ 26'$

6.22 Tia sáng đi từ thủy tinh ($n_1 = 1,5$) đến mặt phân cách với n-ớc ($n_2 = 4/3$). Điều kiện của góc tới i để không có tia khúc xạ trong n-ớc là: A. $i < 62^\circ 44'$ B. $i > 62^\circ 44'$ C. $i < 41^\circ 48'$ D. $i < 48^\circ 35'$

6.23 Cho một tia sáng đi từ n-ớc ($n = 4/3$) ra không khí. Sự phản xạ toàn phần xảy ra khi góc tới:

- A. $i < 49^\circ$. B. $i > 42^\circ$. C. $i > 49^\circ$. D. $i > 43^\circ$.

7.5 Cho một tia sáng đơn sắc đi qua lăng kính có góc chiết quang $A = 60^\circ$ và thu đ-ợc góc lệch cực tiểu $D_m = 60^\circ$. Chiết suất của lăng kính là: A. $n = 0,71$ B. $n = 1,41$ C. $n = 0,87$ D. $n = 1,73$

7.6 Tia tới vuông góc với mặt bên của lăng kính thủy tinh có chiết suất $n = 1,5$ góc chiết quang A. Tia ló hợp với tia tới một góc lệch $D = 30^\circ$. Góc chiết quang của lăng kính:

- A. $A = 41^\circ$. B. $A = 38^\circ 16'$. C. $A = 66^\circ$. D. $A = 24^\circ$.

7.7 Một tia sáng tới vuông góc với mặt AB của một lăng kính có chiết suất $n = \sqrt{2}$ và góc chiết quang $A = 30^\circ$. Góc lệch của tia sáng qua lăng kính là: A. $D = 5^\circ$. B. $D = 13^\circ$. C. $D = 15^\circ$. D. $D = 22^\circ$.

7.8 Một lăng kính thủy tinh có chiết suất $n = 1,5$, tiết diện là một tam giác đều, đ-ợc đặt trong không khí. Chiếu tia sáng SI tới mặt bên của lăng kính với góc tới $i = 30^\circ$. Góc lệch của tia sáng khi đi qua lăng kính là:

- A. $D = 28^\circ 8'$. B. $D = 31^\circ 52'$. C. $D = 47^\circ 23'$. D. $D = 52^\circ 23'$.

7.9 Lăng kính có góc chiết quang $A = 60^\circ$, chùm sáng song song qua lăng kính có góc lệch cực tiểu là $D_m = 42^\circ$. Góc tới có giá trị bằng: A. $i = 51^\circ$. B. $i = 30^\circ$. C. $i = 21^\circ$. D. $i = 18^\circ$.

7.28 Vật AB = 2 (cm) nằm trước thấu kính hội tụ, cách thấu kính 16cm cho ảnh A'B' cao 8cm. Khoảng cách từ ảnh đến thấu kính là: A. 8 (cm). B. 16 (cm). C. 64 (cm). D. 72 (cm).

7.29 Vật sáng AB qua thấu kính hội tụ có tiêu cự $f = 15$ (cm) cho ảnh thật A'B' cao gấp 5 lần vật. Khoảng cách từ vật tới thấu kính là: A. 4 (cm). B. 6 (cm). C. 12 (cm). D. 18 (cm).

7.30 Vật sáng AB đặt vuông góc với trục chính của thấu kính, cách thấu kính một khoảng 20 (cm), qua thấu kính cho ảnh thật A'B' cao gấp 3 lần AB. Tiêu cự của thấu kính là:

- A. $f = 15$ (cm). B. $f = 30$ (cm). C. $f = -15$ (cm). D. $f = -30$ (cm).

7.31 Một thấu kính mỏng, hai mặt lồi giống nhau, làm bằng thủy tinh chiết suất $n = 1,5$ đặt trong không khí, biết độ tụ của kính là $D = + 10$ (đp). Bán kính mỗi mặt cầu lồi của thấu kính là:

- A. $R = 0,02$ (m). B. $R = 0,05$ (m). C. $R = 0,10$ (m). D. $R = 0,20$ (m).

7.32 * Hai ngọn đèn S_1 và S_2 đặt cách nhau 16 (cm) trên trục chính của thấu kính có tiêu cự là $f = 6$ (cm). ảnh tạo bởi thấu kính của S_1 và S_2 trùng nhau tại S' . Khoảng cách từ S' tới thấu kính là:

- A. 12 (cm). B. 6,4 (cm). C. 5,6 (cm). D. 4,8 (cm).

7.33 ** Cho hai thấu kính hội tụ L_1, L_2 có tiêu cự lần l-ợt là 20 (cm) và 25 (cm), đặt đồng trục và cách nhau một khoảng $a = 80$ (cm). Vật sáng AB đặt tr-ớc L_1 một đoạn 30 (cm), vuông góc với trục chính của hai thấu kính. ảnh A''B'' của AB qua quang hệ là:

A. ảnh thật, nằm sau L_1 cách L_1 một đoạn 60 (cm). B. ảnh ảo, nằm tr-ớc L_2 cách L_2 một đoạn 20 (cm).

C. ảnh thật, nằm sau L_2 cách L_2 một đoạn 100 (cm). D. ảnh ảo, nằm tr-ớc L_2 cách L_2 một đoạn 100 (cm).

7.34 ** Hệ quang học đồng trục gồm thấu kính hội tụ O_1 ($f_1 = 20$ cm) và thấu kính hội tụ O_2 ($f_2 = 25$ cm) đ-ợc ghép sát với nhau. Vật sáng AB đặt trước quang hệ và cách quang hệ một khoảng 25 (cm). ảnh A''B'' của AB qua quang hệ là:

A. ảnh ảo, nằm tr-ớc O_2 cách O_2 một khoảng 20 (cm).

B. ảnh ảo, nằm tr-ớc O_2 cách O_2 một khoảng 100 (cm).

C. ảnh thật, nằm sau O_1 cách O_1 một khoảng 100 (cm).

D. ảnh thật, nằm sau O_2 cách O_2 một khoảng 20 (cm).

7.50 Một ng-ời cận thị phải đeo kính cận số 0,5. Nếu xem tivi mà không muốn đeo kính, ng-ời đó phải ngồi cách màn hình xa nhất là: A. 0,5 (m). B. 1,0 (m). C. 1,5 (m). D. 2,0 (m).

7.51 Một ng-ời cận thị về già, khi đọc sách cách mắt gần nhất 25 (cm) phải đeo kính số 2. Khoảng thấy rõ nhất của ng-ời đó là: A. 25 (cm). B. 50 (cm). C. 1 (m). D. 2 (m).

7.52 Một ng-ời cận thị đeo kính có độ tụ — 1,5 (đp) thì nhìn rõ đ-ợc các vật ở xa mà không phải điều tiết. Khoảng thấy rõ lớn nhất của ng-ời đó là: A. 50 (cm). B. 67 (cm). C. 150 (cm). D. 300 (cm).

7.53 Một ng-ời viễn thị có điểm cực cận cách mắt 50 (cm). Khi đeo kính có độ tụ + 1 (đp), ng-ời này sẽ nhìn rõ đ-ợc những vật gần nhất cách mắt: A. 40,0 (cm). B. 33,3 (cm). C. 27,5 (cm). D. 26,7 (cm).

7.54 Mắt viễn nhìn rõ đ-ợc vật đặt cách mắt gần nhất 40 (cm). Để nhìn rõ vật đặt cách mắt gần nhất 25 (cm) cần đeo kính (kính đeo sát mắt) có độ tụ là:

- A. $D = - 2,5$ (đp). B. $D = 5,0$ (đp). C. $D = -5,0$ (đp). D. $D = 1,5$ (đp).

7.55* Một ng-ời cận thị có khoảng nhìn rõ từ 12,5 (cm) đến 50 (cm). Khi đeo kính chữa tật của mắt, ng-ời này nhìn rõ đ-ợc các vật đặt gần nhất cách mắt:

- A. 15,0 (cm). B. 16,7 (cm). C. 17,5 (cm). D. 22,5 (cm).