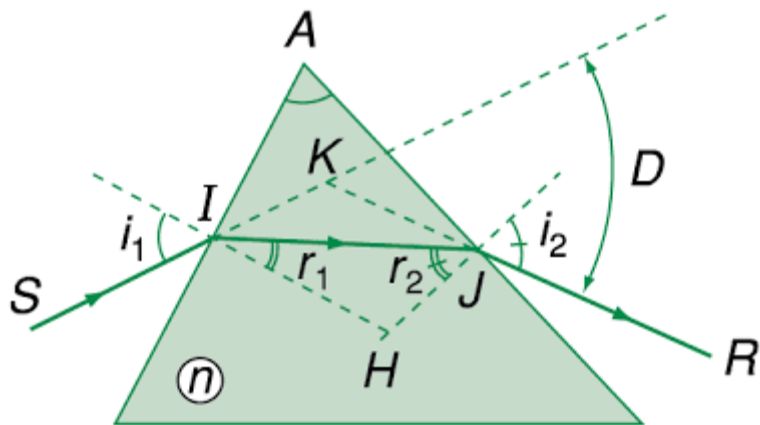


Lăng kính là khối chất trong suốt, đồng tính, thường có dạng lăng trụ tam giác. Trong chương trình Khoa học tự nhiên 9, lăng kính là dụng cụ quan trọng dùng để nghiên cứu hiện tượng khúc xạ và tán sắc ánh sáng.



Đường truyền tia sáng qua lăng kính. Nguồn: Củng cố kiến thức

I. Lý thuyết cơ bản về lăng kính (Khoa học tự nhiên 9)

Lăng kính là một khối chất trong suốt, đồng tính (thủy tinh, nhựa trong suốt...), thường có dạng hình lăng trụ tam giác.

Tiết diện thẳng của lăng kính là tam giác phẳng vuông góc với các cạnh bên, thường ký hiệu là tam giác ABC.

Góc A giữa hai mặt bên gọi là góc chiết quang của lăng kính.

Mặt đáy đối diện với góc chiết quang A.

Chiết suất tuyệt đối của chất làm lăng kính ký hiệu là n ($n > 1$ khi đặt trong không khí).

Đường truyền của tia sáng đơn sắc qua lăng kính:

Chiếu tia sáng đơn sắc SI tới mặt bên thứ nhất dưới góc tới i_1 .

Tia sáng bị khúc xạ vào trong lăng kính theo tia IJ với góc khúc xạ r_1 .

Tia IJ truyền tới mặt bên thứ hai dưới góc tới r_2 và khúc xạ ra ngoài không khí theo tia ló JR với góc ló i_2 .

Khi $n > 1$, tia ló luôn bị lệch về phía đáy của lăng kính so với tia tới. Góc tạo bởi phương kéo dài của tia tới SI và phương của tia ló JR được gọi là góc lệch, ký hiệu là D.

II. Các công thức của lăng kính

Hệ bốn công thức tổng quát của lăng kính đặt trong không khí:

$$\sin(i_1) = n \cdot \sin(r_1)$$

$$\sin(i_2) = n \cdot \sin(r_2)$$

$$A = r_1 + r_2$$

$$D = i_1 + i_2 - A$$

Trường hợp góc tới i_1 và góc chiết quang A nhỏ ($< 10^\circ$), các góc tính bằng radian hoặc độ:

$$i_1 \approx n \cdot r_1$$

$$i_2 \approx n \cdot r_2$$

$$D \approx (n-1)A$$

Điều kiện để có tia ló ra khỏi mặt bên thứ hai: góc tới tại mặt thứ hai phải thỏa mãn điều kiện không xảy ra phản xạ toàn phần:

$$r_2 \leq i_{gh} \quad \text{vì} \quad \sin(i_{gh}) = \frac{1}{n}$$

Góc lệch đạt giá trị cực tiểu $D_{\min}$ khi đường truyền tia sáng đối xứng qua mặt phẳng phân giác của góc chiết quang A :

$$i_1 = i_2 = i_m, \quad r_1 = r_2 = \frac{A}{2}$$

$$\sin\left(\frac{D_{\min} + A}{2}\right) = n \cdot \sin\left(\frac{A}{2}\right)$$

III. Ví dụ minh họa tính toán

Ví dụ 1: Cho lăng kính có góc chiết quang $A = 60^\circ$, chiết suất $n = \sqrt{2}$. Chiếu tia sáng với góc tới $i_1 = 45^\circ$.

Tính góc khúc xạ tại mặt thứ nhất:

$$\sin(r_1) = \frac{\sin(i_1)}{n} = \frac{\sin(45^\circ)}{\sqrt{2}} = \frac{1}{2} \Rightarrow r_1 = 30^\circ$$

Tính góc tới tại mặt thứ hai:

$$r_2 = A - r_1 = 60^\circ - 30^\circ = 30^\circ$$

Tính góc ló ra khỏi lăng kính:

$$\sin(i_2) = n \cdot \sin(r_2) = \sqrt{2} \cdot \sin(30^\circ) = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow i_2 = 45^\circ$$

Tính góc lệch của tia sáng:

$$D = i_1 + i_2 - A = 45^\circ + 45^\circ - 60^\circ = 30^\circ$$

Ví dụ 2: Lăng kính có góc chiết quang nhỏ $A = 6^\circ$, làm bằng chất có chiết suất $n = 1,5$. Chiếu chùm sáng đơn sắc vuông góc với mặt bên thứ nhất ($i_1 = 0^\circ$).

Vì các góc nhỏ, ta sử dụng công thức gần đúng:

$$D = (n - 1)A = (1,5 - 1) \cdot 6^\circ = 3^\circ$$

Tia ló bị lệch một góc 3° về phía đáy lăng kính.

IV. Hệ thống 20 bài tập tự luận lăng kính

Phần 1: 10 bài tập cơ bản áp dụng công thức

Bài 1:

Một lăng kính có góc chiết quang $A = 60^\circ$ và chiết suất $n = \sqrt{2}$ đặt trong không khí. Chiếu tia sáng đơn sắc tới mặt bên thứ nhất với góc tới $i_1 = 45^\circ$. Hãy xác định góc khúc xạ r_1 ở mặt bên thứ nhất, góc tới r_2 ở mặt bên thứ hai, góc ló i_2 và góc lệch D của tia sáng qua lăng kính.

Bài 2:

Chiếu tia sáng đơn sắc vuông góc với mặt bên thứ nhất của một lăng kính có góc chiết quang $A = 30^\circ$, chiết suất $n = 1,5$. Xác định góc tới ở mặt thứ hai r_2 , tính góc ló i_2 của tia sáng khi ra khỏi lăng kính và góc lệch D .

Bài 3:

Một lăng kính có góc chiết quang nhỏ $A = 5^\circ$ và chiết suất $n = 1,52$ đặt trong không khí. Chiếu chùm tia sáng hẹp vuông góc với mặt bên thứ nhất của lăng kính. Tính góc lệch D của tia ló so với tia tới.

Bài 4:

Tia sáng đơn sắc đi qua lăng kính có góc chiết quang $A = 60^\circ$ với đường truyền đối xứng, biết góc tới $i_1 = 60^\circ$. Tính góc ló i_2 , góc lệch D và xác định chiết suất n của chất làm lăng kính.

Bài 5:

Một lăng kính đặt trong không khí có góc chiết quang $A = 45^\circ$. Khi chiếu một tia sáng đơn sắc với góc tới $i_1 = 30^\circ$ thì đo được góc khúc xạ tại mặt bên thứ nhất là $r_1 = 19,47^\circ$. Tính chiết suất n của lăng kính, góc ló i_2 và góc lệch D .

Bài 6:

Chiếu chùm tia sáng đơn sắc song song, hẹp vào mặt bên của một lăng kính có góc chiết quang $A = 8^\circ$. Góc lệch của chùm tia sau khi qua lăng kính đo được là $D = 4^\circ$. Hãy tìm chiết suất n của chất làm lăng kính (coi chùm tia tới có góc tới nhỏ).

Bài 7:

Một lăng kính thủy tinh có tiết diện thẳng là tam giác đều ($A = 60^\circ$), chiết suất $n = 1,5$. Chiếu tia sáng tới mặt bên của lăng kính dưới góc tới $i_1 = 60^\circ$. Tính góc lệch D của tia sáng qua lăng kính (làm tròn số thập phân thứ nhất).

Bài 8:

Lăng kính có góc chiết quang $A = 60^\circ$ đặt trong không khí. Biết góc tới là $i_1 = 45^\circ$ và góc ló đo được là $i_2 = 45^\circ$. Hãy tính chiết suất n của lăng kính và góc lệch D .

Bài 9:

Một lăng kính có chiết suất $n = \sqrt{3}$. Chiếu tia sáng vào mặt bên thứ nhất sao cho góc khúc xạ $r_1 = 30^\circ$. Biết góc chiết quang $A = 60^\circ$, hãy tính góc tới i_1 , góc ló i_2 và góc lệch D của tia sáng.

Bài 10:

Lăng kính có góc chiết quang $A = 40^\circ$, chiết suất $n = \sqrt{2}$. Chiếu tia sáng với góc tới i_1 sao cho tia khúc xạ đi vuông góc với mặt phẳng phân giác của góc chiết quang A . Tính góc tới i_1 , góc ló i_2 và góc lệch D .

Phần 2: 10 bài tập nâng cao

Bài 11:

Một lăng kính thủy tinh có góc chiết quang $A = 60^\circ$ và chiết suất $n = 1,5$. Chiếu tia sáng đơn sắc tới mặt bên thứ nhất với góc tới $i_1 = 30^\circ$. Tia sáng có ló ra được ở mặt bên thứ hai không, hay xảy ra hiện tượng phản xạ toàn phần? Hãy giải thích chi tiết bằng việc tính góc giới hạn phản xạ toàn phần i_{gh} và góc tới r_2 .

Bài 12:

Cho lăng kính có góc chiết quang $A = 60^\circ$ và chiết suất $n = \sqrt{2}$. Hãy tìm khoảng giá trị của góc tới i_1 để có tia ló ra khỏi mặt bên thứ hai của lăng kính (điều kiện để không xảy ra phản xạ toàn phần ở mặt bên thứ hai).

Bài 13:

Một lăng kính có chiết suất $n = \sqrt{3}$ đặt trong không khí. Khi thay đổi góc tới i_1 , người ta nhận thấy góc lệch đạt giá trị cực tiểu là $D_{\min} = 60^\circ$. Xác định góc chiết quang A của lăng kính và góc tới i_1 ứng với vị trí góc lệch cực tiểu này.

Bài 14:

Lăng kính có góc chiết quang $A = 60^\circ$ và chiết suất $n = 1,6$. Tia sáng đi qua lăng kính đạt góc lệch cực tiểu $D_{\min}$. Tính góc tới i_1 , góc ló i_2 và giá trị của góc lệch cực tiểu $D_{\min}$.

Bài 15:

Lăng kính phản xạ toàn phần có tiết diện thẳng là tam giác vuông cân ABC vuông tại A, chiết suất $n = 1,5$. Chiếu chùm tia sáng hẹp vuông góc với mặt bên AB. Hãy vẽ và mô tả đường truyền của tia sáng qua lăng kính. Tia sáng có bị phản xạ toàn phần tại mặt huyền BC không? Giải thích vì sao và xác định góc lệch của tia ló so với tia tới.

Bài 16:

Một lăng kính có góc chiết quang $A = 60^\circ$. Chiếu tia sáng đơn sắc tới mặt bên với góc tới i_1 thì thu được góc ló i_2 . Biết rằng góc lệch của tia sáng là $D = 30^\circ$ và tia ló đi sát mặt bên thứ hai ($i_2 = 90^\circ$). Tính góc tới i_1 và chiết suất n của lăng kính.

Bài 17:

Một chùm tia sáng trắng song song, hẹp rơi vào mặt bên của một lăng kính có góc chiết quang nhỏ $A = 6^\circ$ dưới góc tới nhỏ. Biết chiết suất của lăng kính đối với ánh sáng đỏ là $n_d = 1,50$ và đối với ánh sáng tím là $n_t = 1,54$. Tính góc tạo bởi tia đỏ và tia tím sau khi ló ra khỏi lăng kính (góc tán sắc ΔD).

Bài 18:

Lăng kính có góc chiết quang $A = 45^\circ$, chiết suất $n = \sqrt{2}$. Chiếu tia sáng vào mặt bên thứ nhất. Tìm góc tới i_1 để tia ló ra khỏi mặt bên thứ hai đi vuông góc với mặt bên thứ hai ($i_2 = 0^\circ$). Tính góc lệch D tương ứng.

Bài 19:

Cho một lăng kính có góc chiết quang A và chiết suất n . Chứng minh rằng điều kiện cần và đủ để lăng kính luôn cho tia ló với mọi góc tới i_1 (từ 0° đến 90°) là góc chiết quang thỏa mãn điều kiện $A \leq i_{gh}$, và điều kiện để không có tia ló nào thoát ra được với bất kỳ góc tới nào là $A > 2i_{gh}$, trong đó $\sin(i_{gh}) = \frac{1}{n}$.

Bài 20:

Chiếu một tia sáng đơn sắc vào mặt bên của một lăng kính có góc chiết quang $A = 60^\circ$ dưới góc tới $i_1 = 45^\circ$. Biết tia ló ra khỏi lăng kính vuông góc với tia tới (góc lệch $D = 90^\circ$). Hãy xác định góc ló i_2 và chiết suất n của lăng kính.