

1. Công thức lăng kính

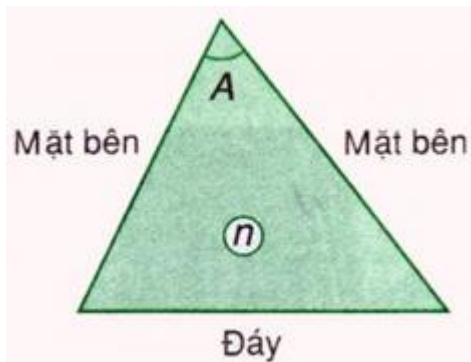
1. Định nghĩa

Lăng kính là một khối chất trong suốt, đồng chất, thường có dạng lăng trụ tam giác.



Một lăng kính được đặc trưng bởi:

- + Góc chiết quang A ;
- + Chiết suất n .

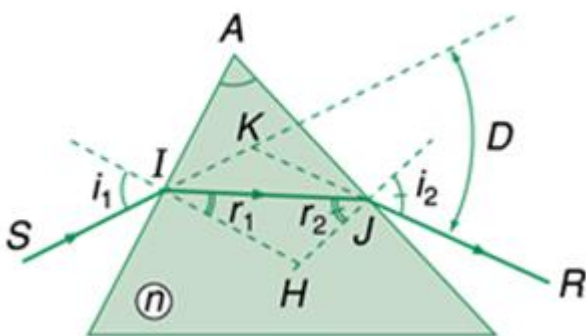


Chiếu đến mặt bên của lăng kính một chùm sáng hẹp đơn sắc SI.

- + Tại I: tia khúc xạ lệch gần pháp tuyến, nghĩa là lệch về phía đáy của lăng kính.
- + Tại J: tia khúc xạ lệch xa pháp tuyến, tức là cũng lệch về phía đáy của lăng kính.

Vậy, khi có tia ló ra khỏi lăng kính thì tia ló bao giờ cũng lệch về phía đáy của lăng kính so với tia tới.

Góc tạo bởi tia ló và tia tới gọi là góc lệch D của tia sáng khi truyền qua lăng kính.



2. Công thức – đơn vị đo

Xét một lăng kính có chiết suất n đặt trong không khí.

Công thức lăng kính:

- Tại I: $\sin i_1 = n \cdot \sin r_1$
- Tại J: $\sin i_2 = n \cdot \sin r_2$
- Góc chiết quang: $A = r_1 + r_2$
- Góc lệch của tia sáng qua lăng kính: $D = i_1 + i_2 - A$

Trong đó:

- + i_1 là góc tới của tia sáng từ không khí vào lăng kính tại mặt bên thứ nhất (tại I);
- + i_2 là góc ló của tia sáng đi từ lăng kính ra không khí từ mặt bên thứ hai (tại J);
- + D là góc lệch giữa tia tới và tia ló;
- + A là góc ở đỉnh
- + r_1 là góc khúc xạ tại mặt bên thứ nhất (tại I)
- + r_2 là góc tới của tia sáng tại mặt bên thứ hai (tại J)

3. Mở rộng

3.1 Nếu góc chiết quang A nhỏ ($< 10^\circ$), ta gọi lăng kính là nêm quang học.

Chiếu tới nêm quang học một tia tới có góc tới i nhỏ ($i < 10^\circ$), ta có các công thức lăng kính như sau:

$$i_1 = nr_1 ; i_2 = nr_2$$

$$A = r_1 + r_2$$

$$D = (n - 1) \cdot A$$

3.2 Khi thay đổi góc tới i thì góc lệch D thay đổi qua một giá trị D_{\min} .

Khi đó

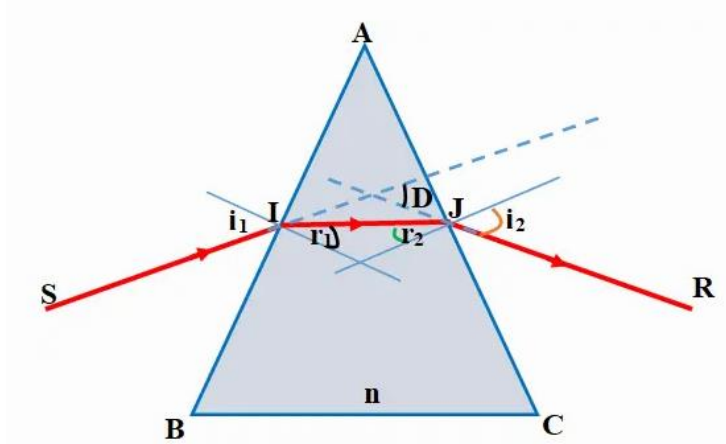
$$+ i_1 = i_2 = \frac{D_m + A}{2}$$

$$+ r_1 = r_2 = \frac{A}{2}$$

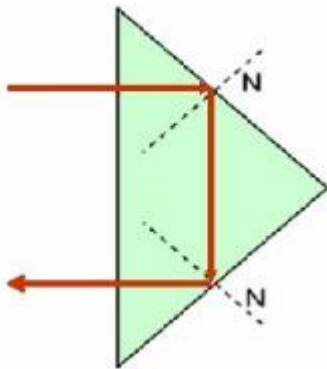
Chú ý: Nếu đo được A và D_m bằng thực nghiệm, có thể đo được chiết suất của lăng kính theo công thức:

$$n = \frac{\sin \frac{D_{\min} + A}{2}}{\sin \frac{A}{2}}$$

Khi đó đường truyền của tia sáng qua lăng kính như hình sau:



3.3 Lăng kính phản xạ toàn phần là lăng kính thủy tinh có tiết diện thẳng là một tam giác vuông cân. Lăng kính phản xạ toàn phần được sử dụng để tạo ảnh thuận chiều (ống nhòm, máy ảnh, ...)



Đối với lăng kính đặt trong không khí, ta luôn có tia sáng đi từ không khí vào trong lăng kính, nhưng khi tia sáng đi từ lăng kính ra ngoài không khí, ta phải chú ý tính góc giới hạn phản xạ toàn phần bằng công thức:

$$\sin i_{\text{gh}} = \frac{1}{n}$$

Nếu góc tới $r_2 > i_{\text{gh}}$ thì sẽ xảy ra hiện tượng phản xạ toàn phần.

3.4 Nếu lăng kính đặt trong môi trường có chiết suất n' , thì công thức lăng kính là:

$$n' \sin i_1 = n \sin r_1$$

$$n' \sin i_2 = n \sin r_2$$

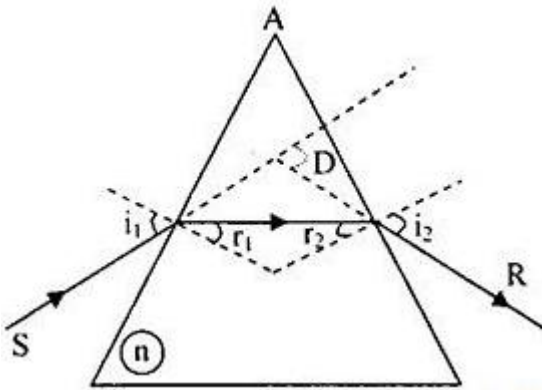
$$A = r_1 + r_2$$

$$D = i_1 + i_2 - A$$

4. Bài tập ví dụ

Bài 1: Một lăng kính thủy tinh có chiết suất $n = 1,41 \approx \sqrt{2}$. Tiết diện thẳng là một tam giác đều ABC. Chiếu một tia sáng nằm trong mặt phẳng của tiết diện thẳng, tới AB với góc tới 45° . Xác định đường truyền của tia sáng.

Bài giải:



Tại I luôn có tia khúc xạ, ta có:

$$\sin i_1 = n \sin r_1$$

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

$$\text{Tại J: } r_2 = 60^\circ - 30^\circ = 30^\circ$$

$$\text{Áp dụng công thức thấu kính, ta có: } \sin i_2 = n \sin r_2 \Rightarrow i_2 = 45^\circ$$

Bài 2: Một lăng kính thủy tinh P có chiết suất $n = 1,5$, tiết diện thẳng là một tam giác ABC vuông cân tại B. Chiếu vuông góc tới mặt AB một chùm sáng song song SI // BC.

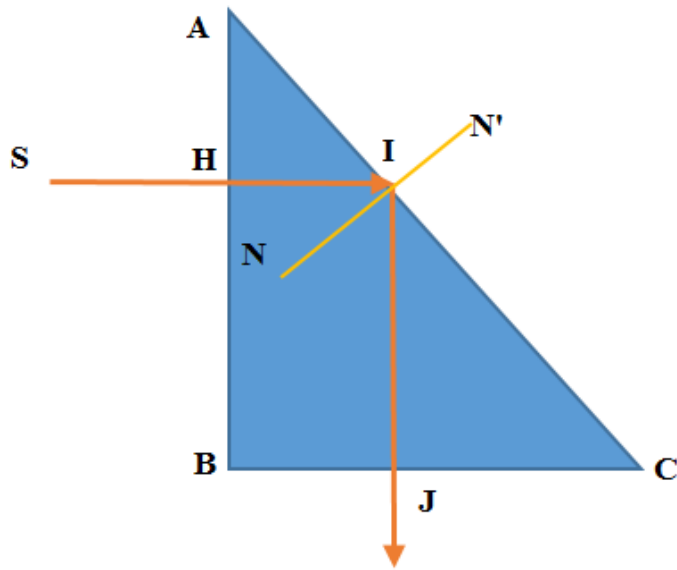
- Khối thủy tinh P ở trong không khí. Tính góc D làm bởi tia tới và tia ló
- Tính lại góc D nếu khối P ở trong nước có chiết suất $n' = 1,33$.

Bài giải:

- Ta tính góc giới hạn phản xạ toàn phần của lăng kính này

$$\sin i_{gh} = \frac{1}{n} = \frac{1}{1,5} \Rightarrow i_{gh} = 41,81^\circ \approx 42^\circ$$

Đường truyền của tia sáng qua lăng kính như sau



Tia sáng tới vuông góc với mặt bên nên truyền thẳng vào trong lăng kính.

Góc $HIN = 45^\circ > i_{gh} \Rightarrow$ xảy ra phản xạ toàn phần tại I.

Góc phản xạ = góc tới \Rightarrow góc $JIN =$ góc $HIN = 45^\circ$

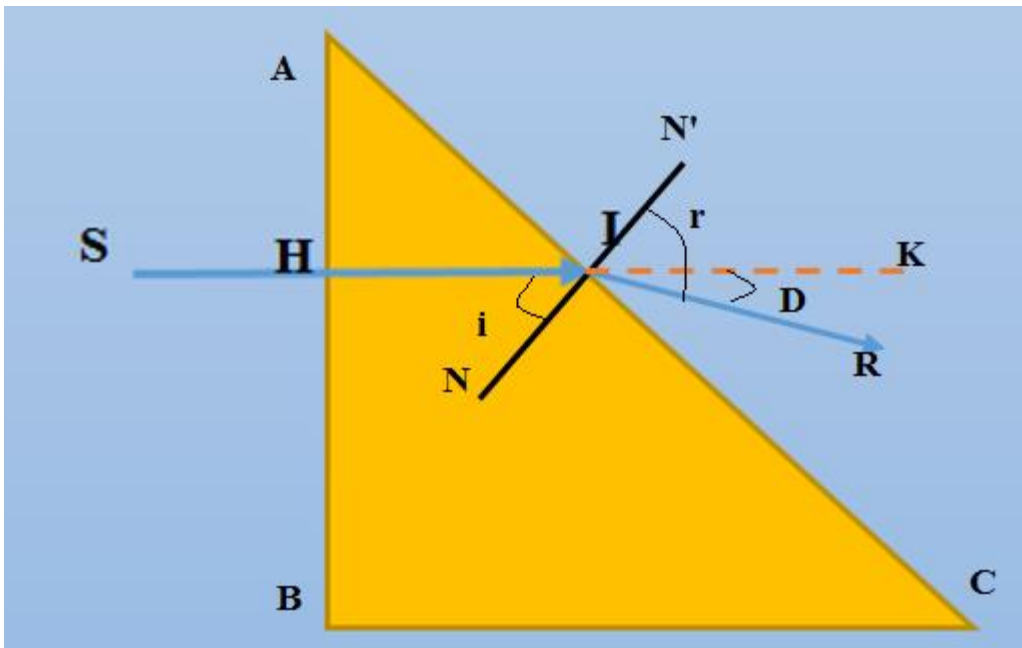
\Rightarrow Góc $JIC = 45^\circ$

\Rightarrow Góc $IJC = 90^\circ$

Góc lệch D = góc $SIJ = 90^\circ$

b)

Đặt lăng kính vào nước, ta có hình vẽ



$\sin i_{\text{gh}} = \frac{n'}{n} = \frac{1,33}{1,5} \Rightarrow i_{\text{gh}} = 63^\circ$. Vì góc tới $i = 45^\circ < i_{\text{gh}}$, nên sẽ xảy ra khúc xạ tại mặt AC.

Áp dụng công thức khúc xạ ánh sáng: $n \cdot \sin i = n' \cdot \sin r \Rightarrow 1,5 \cdot \sin 45^\circ = 1,33 \cdot \sin r \Rightarrow r = 53^\circ$

Góc lệch: $D = |r - i| = |53 - 45| = 8^\circ$