

Hình 47.1 Lăng kính.

## 1. Cấu tạo lăng kính

Lăng kính là một khối trong suốt, đồng chất, được giới hạn bởi hai mặt phẳng không song song.

Hai mặt phẳng giới hạn ở trên được gọi là *các mặt bên* của lăng kính.

Giao tuyến của hai mặt bên được gọi là *cạnh* của lăng kính.

Mặt đối diện với cạnh là *đáy* của lăng kính.

Một mặt phẳng bất kì vuông góc với cạnh được gọi là mặt phẳng tiết diện chính. Trong thực tế, lăng kính là một khối lăng trụ có tiết diện chính là một tam giác. Góc  $A$  hợp bởi hai mặt lăng kính được gọi là *góc chiết quang* hay *góc ở đỉnh* của lăng kính (Hình 47.1).

## 2. Đường đi của tia sáng qua lăng kính

Xét một lăng kính có chiết suất  $n$  đặt trong không khí. Để đơn giản, ta chỉ xét các tia sáng nằm trong mặt phẳng tiết diện chính của lăng kính và là ánh sáng đơn sắc, nghĩa là ánh sáng có một màu nhất định. Chiếu tới mặt bên  $AB$  của lăng kính một tia sáng  $SI$  (Hình 47.2). Tia sáng này sẽ bị khúc xạ tại  $I$  và  $J$  khi đi qua các mặt bên, và ló ra theo tia  $JR$ . Đường đi của tia sáng  $SIJR$  nằm trong mặt phẳng tiết diện chính  $ABC$ . Góc  $i$  được gọi là *góc tới*. Góc  $i'$  được gọi là *góc ló*.

Góc  $D$  hợp bởi tia tới  $SI$  và tia ló  $JR$  được gọi là *góc lệch* của tia sáng khi đi qua lăng kính.

## 3. Các công thức lăng kính

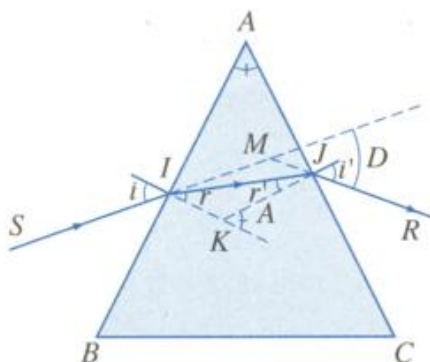
Gọi  $r$  là góc khúc xạ tại  $I$  và  $r'$  là góc tới tại  $J$ . Từ định luật khúc xạ, ta có :

$$\sin i = n \sin r$$

$$n \sin r' = \sin i'$$

Xét tam giác  $IKJ$ , ta có :

$$r + r' = A$$



Hình 47.2 Đường đi của tia sáng qua lăng kính.

Xét tam giác  $IMJ$ , ta có góc lệch :

$$D = \widehat{MIJ} + \widehat{MJI} = (i - r) + (i' - r')$$

$$D = i + i' - (r + r') = i + i' - A$$

Vậy, với lăng kính, ta có các công thức sau :

$$\sin i = n \sin r \quad (47.1)$$

$$\sin i' = n \sin r' \quad (47.2)$$

$$r + r' = A \quad (47.3)$$

$$D = i + i' - A \quad (47.4)$$

#### 4. Biến thiên của góc lệch theo góc tới

*Thí nghiệm*

Cho một chùm tia sáng hẹp song song đi qua đỉnh của lăng kính như trên Hình 47.3. Phần chùm tia không đi qua lăng kính cho một vệt sáng  $K_0$  trên màn ảnh  $E$ . Phần chùm tia đi qua lăng kính, bị lệch đi một góc là  $D$ , cho trên màn  $E$  một vệt sáng  $K$ .

*Nhận xét*

Thí nghiệm cho biết, khi góc tới thay đổi thì góc lệch cũng thay đổi và qua một giá trị cực tiểu (gọi là *góc lệch cực tiểu*), kí hiệu là  $D_m$ .

Khi tia sáng có góc lệch cực tiểu, đường đi của tia sáng đối xứng qua mặt phân giác của góc ở đỉnh  $A$  (Hình 47.4). Tính chất này cũng có thể chứng minh bằng lí thuyết.

Trong trường hợp này, ta có  $i' = i = i_m$  (góc tới ứng với độ lệch cực tiểu)

$$r' = r = \frac{1}{2}A$$

$$D_m = 2i_m - A$$

hay 
$$i_m = \frac{D_m + A}{2}$$

suy ra 
$$\sin \frac{D_m + A}{2} = n \sin \frac{A}{2} \quad (47.5)$$

Nếu các góc là nhỏ thì ta có thể dùng các công thức gần đúng sau :

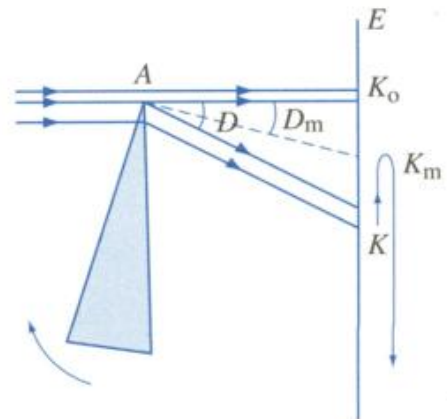
$$i \approx nr$$

$$i' \approx nr'$$

$$A = r + r'$$

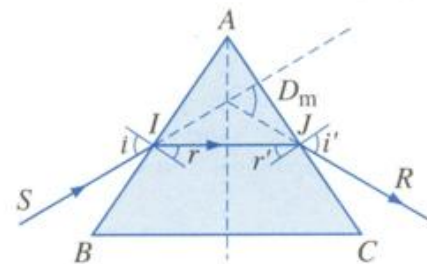
$$D \approx (n - 1)A$$

**C1** Lăng kính trong phòng thí nghiệm là một khối lăng trụ có tiết diện chính là hình tam giác. Chọn góc nào là đỉnh lăng kính ?

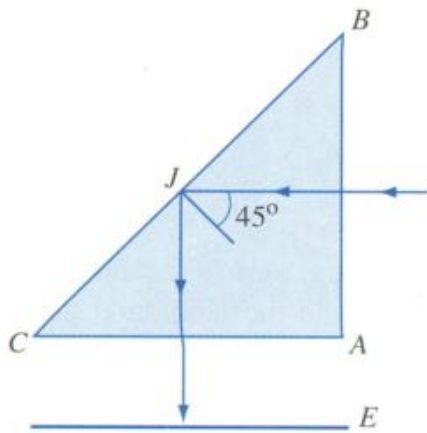


**Hình 47.3** Thí nghiệm về góc lệch cực tiểu.

Quay lăng kính theo chiều mũi tên để góc tới tăng dần, từ giá trị nhỏ nhất là  $i_0$ . Ta thấy vệt sáng  $K$  di chuyển về phía  $K_0$ , tới một vị trí gần nhất là  $K_m$  thì đổi chiều chuyển động, di chuyển ra xa  $K_0$ .



**Hình 47.4** Đường đi của tia sáng khi có góc lệch cực tiểu.



**Hình 47.5** Chùm sáng bị phản xạ toàn phần trên mặt BC.

## 5. Lăng kính phản xạ toàn phần

### a) Thí nghiệm

Chiếu một chùm sáng song song tới vuông góc với mặt bên AB của một lăng kính bằng thủy tinh, có chiết suất  $n = 1,5$ , tiết diện chính là một tam giác vuông cân. Lăng kính được đặt trong không khí.

Đặt một màn ảnh E đối diện với mặt huyền BC, ta không nhận được vết sáng trên màn.

Bây giờ đặt màn E đối diện với mặt bên AC, ta thấy một vết sáng xuất hiện trên màn E.

Thí nghiệm chứng tỏ tia sáng không ló ra ở mặt BC mà bị phản xạ toàn phần tại mặt này rồi ló ra ở mặt AC (Hình 47.5).

### b) Giải thích

Tại mặt AB, góc tới là  $i = 0^\circ$  nên tia sáng đi thẳng vào lăng kính, tới mặt huyền tại J với góc tới là  $j = 45^\circ$ . Góc tới giới hạn trong trường hợp này là  $i_{gh}$  với

$$\sin i_{gh} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1}{1,5} \approx 0,6667$$

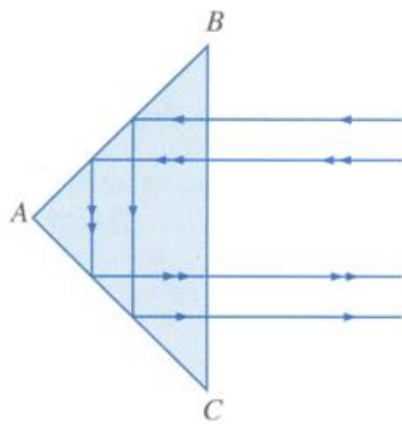
suy ra  $i_{gh} \approx 42^\circ$ . Vậy  $j > i_{gh}$ .

Do đó, tia sáng bị phản xạ toàn phần tại J. Tia phản xạ vuông góc với mặt AC nên ló thẳng ra ngoài không khí.

Ta cũng có thể chiếu chùm tia tới song song vuông góc với mặt huyền BC. Chùm tia này sẽ phản xạ toàn phần tại hai mặt BA và AC và ló ra khỏi mặt huyền BC (Hình 47.6).

### c) Ứng dụng

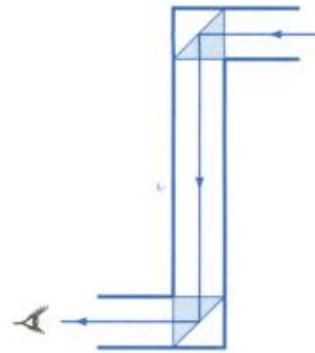
Lăng kính phản xạ toàn phần có tác dụng như một gương phẳng. Người ta dùng lăng kính phản xạ toàn phần trong các kính tiềm vọng ở các tàu ngầm để làm đổi phương truyền của tia sáng (Hình 47.7).



**Hình 47.6** Tia sáng phản xạ toàn phần tại các mặt BA và AC.

Nhờ kính tiềm vọng, thủy thủ ở dưới tàu ngầm có thể quan sát các hoạt động xảy ra trên mặt biển.

Trong ống nhòm, người ta dùng hai lăng kính phản xạ toàn phần có các cạnh vuông góc với nhau để làm đổi chiều của ảnh.



Hình 47.7 Kính tiềm vọng.

## ? CÂU HỎI

- Hãy kể một vài ứng dụng của lăng kính.
- Chiếu tới một mặt bên của lăng kính một chùm sáng song song. Hỏi có tia sáng ló ra ở mặt bên thứ hai không ?

## BÀI TẬP

- Chọn phương án đúng.  
 Một tia sáng tới vuông góc với mặt  $AB$  của một lăng kính có chiết suất  $n = \sqrt{2}$  và góc ở đỉnh  $A = 30^\circ$ ,  $B$  là góc vuông. Góc lệch của tia sáng qua lăng kính là :  
 A.  $5^\circ$ .                      B.  $13^\circ$ .                      C.  $15^\circ$ .                      D.  $22^\circ$ .
- Chọn phương án đúng.  
 Chiếu một chùm sáng song song tới lăng kính. Cho góc tới  $i$  tăng dần từ giá trị nhỏ nhất thì  
 A. góc lệch  $D$  tăng theo  $i$ .  
 B. góc lệch  $D$  giảm dần.  
 C. góc lệch  $D$  tăng tới một giá trị xác định rồi giảm dần.  
 D. góc lệch  $D$  giảm tới một giá trị xác định rồi tăng dần.
- Phát biểu nào dưới đây **không** chính xác ?  
 Chiếu một chùm sáng vào một mặt bên của một lăng kính ở trong không khí :  
 A. Góc khúc xạ  $r$  bé hơn góc tới  $i$ .  
 B. Góc tới  $r'$  tại mặt bên thứ hai bé hơn góc ló  $i'$ .

- C. Luôn luôn có chùm sáng ló ra ở mặt bên thứ hai.  
 D. Chùm sáng bị lệch đi khi qua lăng kính.
4. Khảo sát và vẽ đường đi của tia sáng trong trường hợp tia tới là là trên mặt lăng kính.
5. Một lăng kính thủy tinh có chiết suất  $n = 1,5$  ; tiết diện chính là một tam giác đều, được đặt trong không khí.
- a) Tính góc lệch của tia sáng qua lăng kính khi góc tới là  $30^\circ$ .
- b) Vẽ đường đi của tia sáng và tính góc mà tia ló hợp với tia tới trong trường hợp tia tới vuông góc với mặt bên của lăng kính.
6. Khảo sát đường đi của tia sáng qua lăng kính trong hai trường hợp sau :
- a) Lăng kính có góc ở đỉnh là  $A = 50^\circ$ , chiết suất  $n = \sqrt{2}$  đặt trong nước có chiết suất  $n' = \frac{4}{3}$ , góc tới là  $i = 45^\circ$ .
- b) Lăng kính thủy tinh đặt trong không khí có góc ở đỉnh  $A = 75^\circ$ , góc  $C = 60^\circ$ , chiết suất  $n = 1,5$ , góc tới của tia sáng là  $i = 30^\circ$ . Tia tới đến mặt  $AB$  của lăng kính.
7. Lăng kính có góc ở đỉnh là  $60^\circ$ . Chùm sáng song song qua lăng kính có độ lệch cực tiểu là  $D_m = 42^\circ$ . Hãy tìm góc tới và chiết suất của lăng kính.