

46

BÀI TẬP VỀ KHÚC XẠ ÁNH SÁNG VÀ PHẢN XẠ TOÀN PHẦN

1. Một chậu chứa một lớp nước dày 30 cm, chiết suất của nước là $\frac{4}{3}$.

a) Chiếu một chùm tia sáng song song tới mặt nước với góc tới là 45° . Tính góc lệch hợp bởi chùm tia khúc xạ và chùm tia tới.

b) Mắt ở trong không khí, nhìn xuống đáy chậu sẽ thấy đáy chậu cách mặt nước một đoạn bao nhiêu ?

Bài giải

a) Áp dụng công thức khúc xạ : $\sin i = n \sin r$.

$$\text{suy ra } \sin r = \frac{\sin i}{n} = \frac{\sin 45^\circ}{\frac{4}{3}} = 0,53$$

$$r = 32^\circ$$

Góc lệch giữa tia khúc xạ và tia tới là :

$$D = i - r = 13^\circ$$

b) Xét chùm tia sáng từ điểm A trên đáy chậu đi qua mặt thoáng của nước ra ngoài không khí.

Giao điểm của các tia ló là ảnh A' của A cho bởi lưỡng chất phẳng nước – không khí. Để có ảnh rõ, góc tới i phải nhỏ.

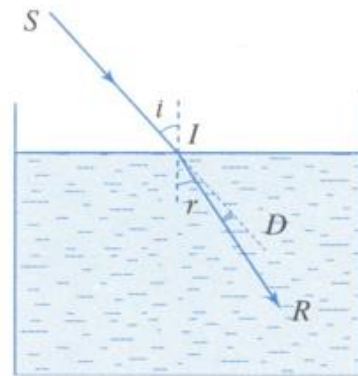
$$\text{Ta có : } \tan i \approx i = \frac{HI}{HA}, \quad \tan r \approx r = \frac{HI}{HA'}$$

$$\text{Suy ra } \frac{i}{r} = \frac{HA'}{HA}$$

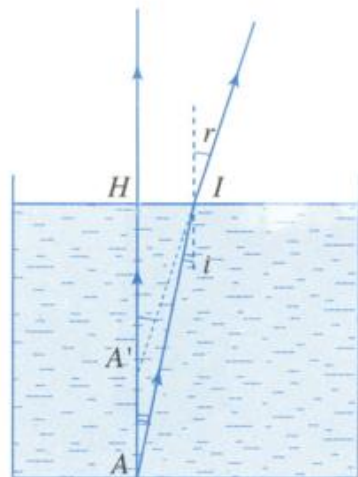
Mặt khác, ta có $n \sin i = \sin r$ hay $ni \approx r$ (vì các góc nhỏ).

$$\text{Vậy, ta có } \frac{i}{r} = \frac{1}{n} = \frac{HA'}{HA}$$

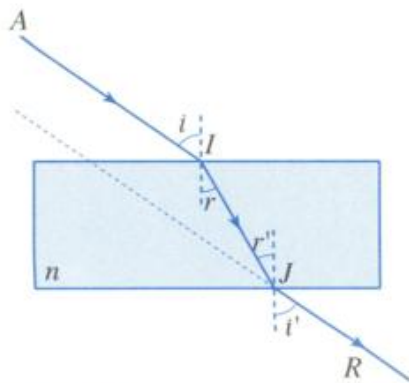
$$\text{Suy ra } HA' = \frac{1}{n}HA = \frac{3}{4}30 = 22,5 \text{ cm.}$$



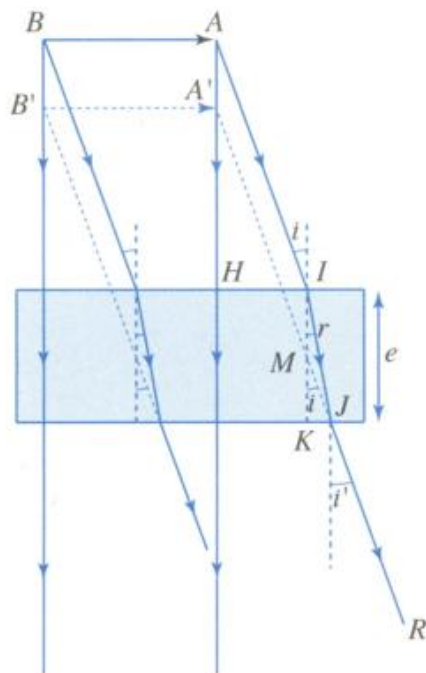
Hình 46.1 Tia sáng gây khúc xạ tại I.



Hình 46.2 Ảnh đáy chậu cho bởi lưỡng chất phẳng nước – không khí.



Hình 46.3 Tia ló song song với tia tới.



Hình 46.4 Ảnh cho bởi bản mặt song song.

2. Một vật AB thẳng, cao 5 cm, được đặt song song với một bản thủy tinh hai mặt song song, chiết suất 1,5, bề dày là 12 cm. Vật AB cách bản 24 cm.

a) Vẽ đường đi của một tia sáng xuất phát từ đỉnh A của vật, tới bản dưới góc tới 60° và đi qua bản.

b) Xác định vị trí và độ lớn của ảnh $A'B'$ của AB cho bởi bản song song.

Bài giải

a) Tia tới là AI , tia khúc xạ tương ứng là IJ . Từ định luật khúc xạ, suy ra :

$$\sin r = \frac{\sin i}{n} = \frac{\sin 60^\circ}{1,5} = \frac{1}{\sqrt{3}} \approx 0,577$$

$$r \approx 35^\circ 15'$$

Tia IJ tới mặt thứ hai của bản tại J với góc tới là r' . Ta thấy $r' = r$.

Tia sáng ló ra khỏi bản theo tia JR với góc ló là i' . Vì $r' = r$, nên suy ra $i' = i$.

Từ đó, suy ra tia ló JR song song với tia tới AI .

b) Từ A , vẽ thêm tia sáng AH vuông góc với bản. Tia sáng này đi thẳng qua bản không bị lệch. Giao điểm của hai tia ló là ảnh A' của A .

Tương tự, từ B , ta vẽ tia tới vuông góc với bản. Các tia ló tương ứng cắt nhau tại B' . Ta thấy ảnh $A'B'$ song song với AB và có độ lớn $A'B' = AB = 5$ cm.

Từ Hình 46.4, ta có $JK = IK \tan r = MK \tan i$

Suy ra :

$$MK = IK \frac{\tan r}{\tan i} \approx IK \frac{r}{i}$$

Mặt khác $i \approx n r$, suy ra : $\frac{r}{i} = \frac{1}{n}$

Vậy ta có : $MK = \frac{IK}{n} = \frac{e}{n}$

với $e = IK$ (bề dày của bản song song).

Suy ra khoảng cách giữa vật và ảnh là :

$$AA' = IM = IK - MK$$

hay
$$AA' = e - \frac{e}{n} = e \frac{n-1}{n} = 4 \text{ cm}$$

Vậy ảnh $A'B'$ cách bản là $A'H = 24 - 4 = 20 \text{ cm}$

3. Cho một khối thủy tinh dạng bán cầu có bán kính R , chiết suất 1,5. Chiếu thẳng góc tới mặt phẳng của bán cầu một tia sáng SI .

a) Điểm tới I cách tâm O của khối bán cầu là $\frac{R}{2}$. Xác định đường đi của tia sáng qua bán cầu.

b) Điểm tới I ở trong vùng nào, thì không có tia sáng đi qua mặt cầu của bán cầu (Hình 46.5) ?

Bài giải

a) Tia sáng đi thẳng qua mặt phẳng AB của khối bán cầu, tới mặt cầu tại J với góc tới là i . Ta có :

$$\sin i = \frac{OI}{OJ} = \frac{R/2}{R} = 0,5$$

Suy ra $i = 30^\circ$

Tại J , ta có $n \sin i = \sin r$ hay $1,5 \sin 30^\circ = \sin r$.
hay $\sin r = 0,75$. Suy ra góc ló là $r = 48^\circ 36'$.

b) Khi tia tới SI càng xa tâm O , khoảng cách OI tăng, do đó góc i tăng dần. Nếu góc i lớn hơn góc giới hạn thì tia sáng sẽ bị phản xạ toàn phần tại J , không ló ra ngoài.

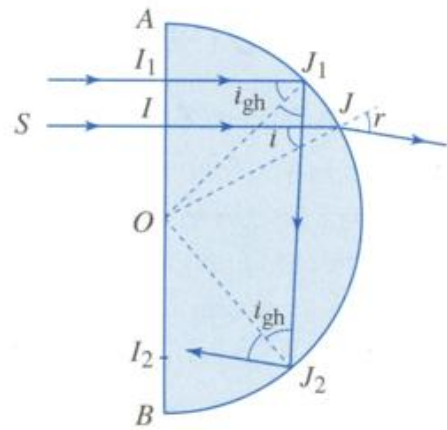
Ta có $\sin i_{gh} = \frac{1}{n} = \frac{1}{1,5} = \frac{2}{3} \Rightarrow i_{gh} \approx 42^\circ$.

Gọi I_1 là vị trí của I khi góc i bằng góc giới hạn i_{gh} .

Ta có $OI_1 = OJ_1 \sin i_{gh} = \frac{2}{3}R$.

Khi I ở ngoài khoảng OI_1 , tia sáng phản xạ toàn phần tại mặt cầu, tới J_2 với góc tới là i_{gh} , phản xạ toàn phần lần thứ hai,...

Vậy, nếu điểm tới I nằm ngoài khoảng I_1I_2 , với $OI_1 = OI_2 = \frac{2}{3}R$, sẽ không có tia ló ra khỏi mặt cầu của bán cầu.



Hình 46.5