

Chương VI

KHÚC XẠ ÁNH SÁNG

6.1. 1. C ; 2. B ; 3. A ; 4. B.

6.2. 1. B ; 2. C ; 3. B ; 4. A.

6.3. a) Bản hai mặt song song đặt trong không khí
($n_{kk} \approx 1$).

Tại I : $\sin i = n \sin r$.

Góc tới tại J là r . Ta có :

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

Suy ra : $\sin i' = \sin i$

$$\Rightarrow i' = i$$

Vậy tia ló song song với tia tới SI (Hình 6.1G).

Hình 6.1G

b) Vẽ thêm tia tới SH thẳng góc với mặt bản. Tia này đi thẳng qua bản. Điểm cắt nhau S' của hai tia ló JR và $H'R'$ là ảnh của S cho bởi bản.

Ta có $SS' = IK = IP - KP = e - KP$.

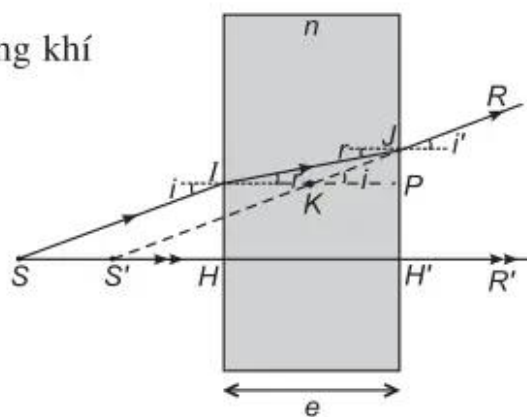
Mặt khác, $JP = IP \cdot \tan r \approx IP \cdot r$ (điều kiện cho ảnh rõ là i phải nhỏ, nên r cũng nhỏ : $\tan r \approx \sin r \approx r$; $\tan i \approx \sin i \approx i$) hay $JP = er$.

$$\text{Suy ra : } KP = \frac{JP}{\tan i} \approx \frac{JP}{i} = e \frac{r}{i}$$

$$\Rightarrow SS' = e - KP = e \left(1 - \frac{r}{i} \right)$$

$$\text{Mà } i \approx nr \text{ hay } \frac{r}{i} = \frac{1}{n}.$$

$$\text{Vậy ta có : } SS' = e \frac{n-1}{n}.$$



c) Bản mặt song song và S ở trong nước có chiết suất n' .

Cách chứng minh vẫn như câu b, nhưng thay n bằng chiết suất tỉ đối của bản đối với môi trường bên ngoài :

$$n \rightarrow \frac{n}{n'}$$

$$\text{Vậy ta có : } SS' = e \left(1 - \frac{r}{i} \right) = e \left(1 - \frac{n'}{n} \right)$$

$$\text{hay } SS' = e \frac{n - n'}{n}.$$

6.4. Coi mắt O là vật. Ánh sáng từ O qua mặt phân cách không khí – nước cho ảnh là O_1 (Hình 6.2G). Ta có :

$$HI = HO \cdot \tan i = HO_1 \cdot \tan r$$

Điều kiện cho ảnh rõ là góc i nhỏ, do đó góc r cũng nhỏ.

$$\text{Suy ra : } \tan i \approx i, \tan r \approx r$$

$$\frac{HO_1}{HO} = \frac{\tan i}{\tan r} \approx \frac{i}{r}$$

$$\text{Mặt khác, } \sin i = n \sin r \text{ nên } \frac{\sin i}{\sin r} \approx \frac{i}{r} = n$$

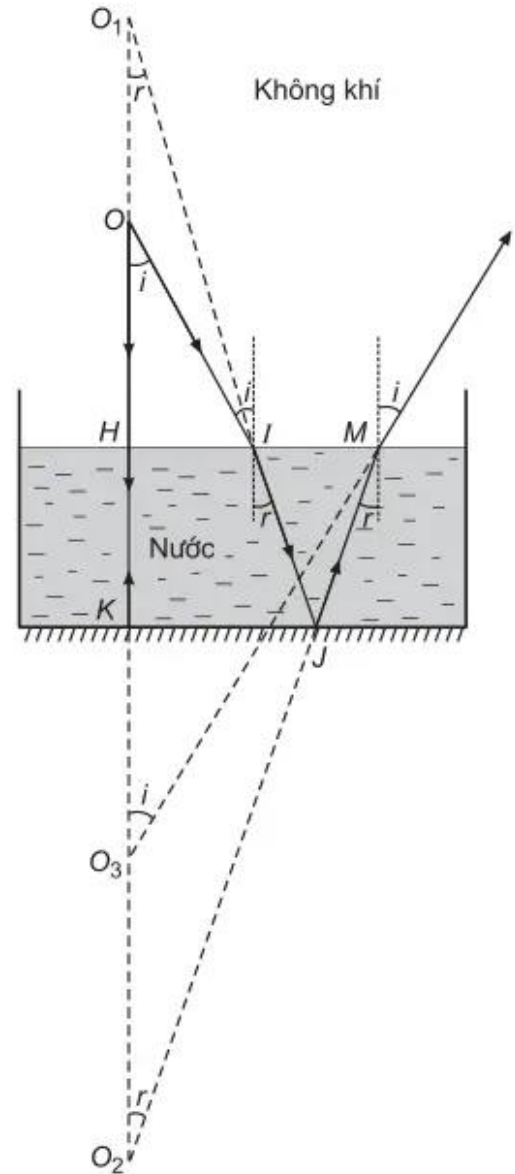
$$\text{Vậy ta có : } \frac{HO_1}{HO} = n$$

$$\text{Suy ra : } HO_1 = n \cdot HO = \frac{4}{3} \cdot 21 = 28 \text{ cm.}$$

Ảnh O_1 là vật đối với gương phẳng, cho ảnh là O_2 đối xứng với O_1 qua gương. Ta có :

$$KO_2 = KO_1 = KH + HO_1$$

$$KO_2 = 16 \text{ cm} + 28 \text{ cm} = 44 \text{ cm}$$



Hình 6.2G

O_2 cách mặt thoáng của nước là :

$$HO_2 = KO_2 + HK = 44 \text{ cm} + 16 \text{ cm} = 60 \text{ cm}$$

Chùm tia phản xạ từ đáy chậu đi qua mặt phân cách nước – không khí cho ảnh cuối cùng là O_3 .

$$HM = HO_3 \cdot \tan i = HO_2 \cdot \tan r$$

$$HO_3 = HO_2 \cdot \frac{\tan r}{\tan i} \approx HO_2 \cdot \frac{r}{i}, \text{ với } \frac{r}{i} \approx \frac{1}{n}$$

$$\text{Suy ra } HO_3 = \frac{1}{n} \cdot HO_2 = \frac{3}{4} \cdot 60 = 45 \text{ cm.}$$

Vậy ảnh O_3 cách mắt là :

$$OO_3 = OH + HO_3 = 21 \text{ cm} + 45 \text{ cm} = 66 \text{ cm}$$

6.5.* a) Ta có : $\tan \alpha = \frac{OA}{R} = \frac{8,7}{5} \approx 1,73$

Suy ra $\alpha \approx 60^\circ$.

Góc tới của tia AB là :

$$i = 90^\circ - \alpha = 30^\circ$$

Từ Hình 6.3G, ta có :

$$OB = OA \cdot \tan i = OA' \cdot \tan r$$

$$\text{nên } OA' = OA \cdot \frac{\tan i}{\tan r}$$

$$\text{trong đó : } \sin r = n \cdot \sin i = \frac{4}{3} \cdot \sin 30^\circ = \frac{2}{3}.$$

$$\text{Suy ra } \cos r = \sqrt{1 - \sin^2 r} = \frac{\sqrt{5}}{3}.$$

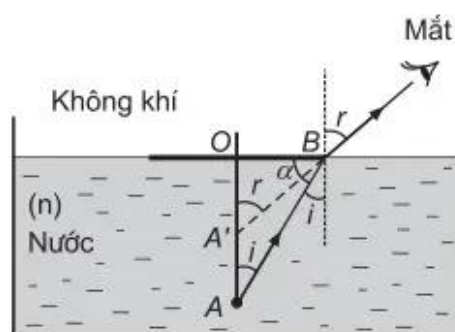
$$\text{Vậy : } \tan r = \frac{2}{\sqrt{5}}.$$

(Có thể dùng bảng lượng giác để suy ra ngay giá trị của r và $\tan r$)

Mắt thấy đầu đỉnh A cách mặt nước một khoảng là :

$$OA' = OA \cdot \frac{\tan i}{\tan r} = 8,7 \cdot \frac{\sqrt{5}}{2 \cdot \sqrt{3}} \approx 5,62 \text{ cm}$$

Lưu ý : Trong thí nghiệm này, ảnh A' sẽ không rõ vì góc tới i tương đối lớn, không thoả mãn điều kiện góc nhỏ để có ảnh rõ.



Hình 6.3G.
Mắt nhìn thấy A ở vị trí A' .

b) Cho chiều dài AO giảm dần thì góc tới i sẽ tăng dần. Khi $i > i_{gh}$ (góc giới hạn) thì tia sáng sẽ phản xạ toàn phần, không có tia khúc xạ ló ra không khí. Khi đó, mắt không còn nhìn thấy đầu A của đỉnh nữa.

Ta có :

$$\sin i_{gh} = \frac{1}{n} = \frac{3}{4} = 0,75$$

$$\cos i_{gh} = \sqrt{1 - \sin^2 i_{gh}} = \frac{\sqrt{7}}{4} \approx 0,66$$

Từ Hình 6.4G, ta có :

$$OA = OB \cdot \tan\left(\frac{\pi}{2} - i_{gh}\right)$$

$$\text{hay } OA = OB \cdot \frac{\cos i_{gh}}{\sin i_{gh}} \approx 4,4 \text{ cm.}$$

Vậy, nếu $OA \leq 4,4 \text{ cm}$ thì mắt sẽ không nhìn thấy đầu A của đỉnh.

- 6.6.** Xét chùm tia sáng xuất phát từ đầu A (ở trong nước của thước). Các tia ló đường như xuất phát từ A' (Hình 6.5G). Đoạn $A'O$ là ảnh của nửa AO của thước khi nhìn qua mặt phân cách không khí – nước. Ta có :

$$HI = HA \cdot \tan i = HA' \cdot \tan r$$

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

Trong điều kiện ảnh rõ, ta có $\tan i \approx i$,
 $\tan r \approx r$.

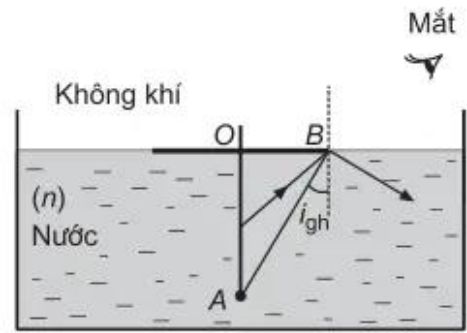
$$\text{Vậy : } HA' = HA \cdot \frac{i}{r}$$

Mặt khác, theo định luật khúc xạ ánh sáng :

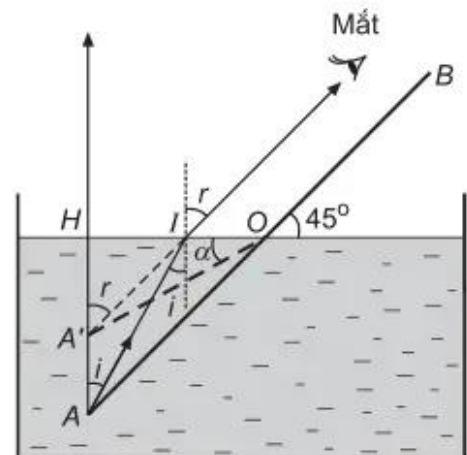
$$n \sin i = \sin r \text{ hay } ni \approx r$$

$$\text{Suy ra : } \frac{i}{r} \approx \frac{1}{n}$$

$$HA' = HA \cdot \frac{1}{n}$$



Hình 6.4G



Hình 6.5G. Mắt nhìn thấy thước là $A'OB$, gãy khúc tại O .

ở đây : $HA = OA \cdot \sin 45^\circ = 20 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \approx 14,14 \text{ cm.}$

Vậy : $HA' = 14,14 \cdot \frac{3}{4} \approx 10,61 \text{ cm.}$

Mắt thấy dường như phần chìm của thước làm với mặt thoáng của nước một góc là $\alpha = \widehat{HOA'}$.

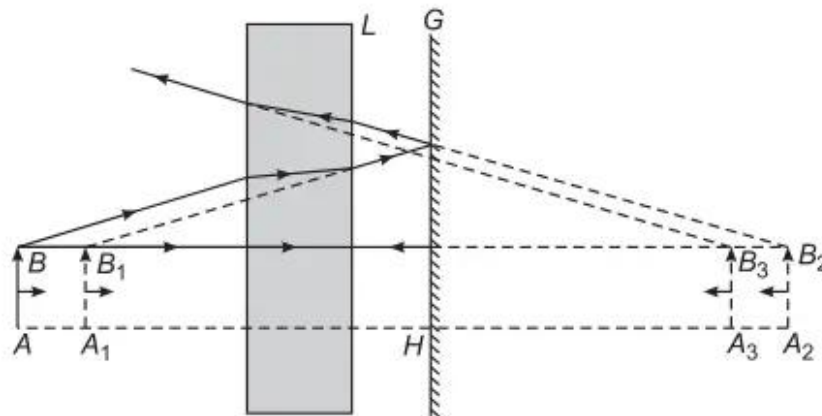
Ta có : $\tan \alpha = \frac{HA'}{HO} = \frac{HA'}{HA} = \frac{10,61}{14,14} = 0,75$

Suy ra $\alpha \approx 37^\circ$.

6.7.* a) Ảnh cách vật là $AA_1 = e \frac{n-1}{n} = 2 \text{ cm.}$

Độ lớn $A_1B_1 = AB = 4 \text{ cm}$, ảnh là ảnh ảo, cách bản là 18 cm.

b)



Hình 6.6G

Sơ đồ tạo ảnh (xem hình 6.6G) :

$$AB \xrightarrow{(L)} A_1B_1 \xrightarrow{(G)} A_2B_2 \xrightarrow{(L)} A_3B_3$$

A_1B_1 là vật đối với gương phẳng G , cách gương này 34 cm. Ảnh cho bởi gương phẳng $A_2B_2 = A_1B_1 = 4 \text{ cm}$ ở sau gương và cách gương :

$$HA_2 = HA_1 = 34 \text{ cm}$$

Tia sáng phản xạ từ gương G , đi qua bản L .

A_2B_2 bây giờ là vật đối với bản L , có ảnh tương ứng là A_3B_3 (Hình 6.6G).

Ta có : $A_2A_3 = e \frac{n-1}{n} = 2 \text{ cm}$

Vậy ảnh A_3B_3 cho bởi hệ là ảnh ảo, ở sau gương và cách gương :

$$HA_3 = HA_2 - A_2A_3 = 32 \text{ cm}$$

Độ lớn : $A_3B_3 = A_2B_2 = 4 \text{ cm}$.

c) Cho AB tiến lại gần bản L thêm 2 cm, ảnh A_1B_1 cũng tiến lại gần L thêm 2 cm (vì đoạn AA_1 không đổi).

Ảnh A_2B_2 di chuyển ngược chiều với A_1B_1 , nên cũng tiến lại gần gương 2 cm trong khi khoảng cách A_2A_3 không đổi.

Vậy, ảnh cuối cùng A_3B_3 tiến về gần gương một đoạn 2 cm và cách gương là $HA_3 = 30 \text{ cm}$.

Hướng dẫn bài tập thực hành

6.8. Có thể làm như sau :

– Đặt bản mặt song song lên tờ giấy nằm trên mặt bàn.

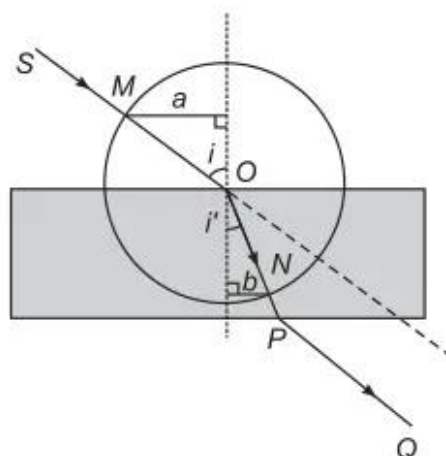
– Vẽ một tia tới mặt trên của bản song song SO , đánh dấu điểm O (Hình 6.7G).

– Dùng thước thẳng ngắm từ bên kia bản mặt song song sao cho thước có phương PQ trùng với phương SO . Tia ló có phương trùng PQ , đánh dấu điểm P .

– Cắt bản song song, nối OP .

– Dùng compa vẽ đường tròn tâm O cắt tia tới và tia ló tại M và N .

– Vẽ pháp tuyến tại O , gọi khoảng cách từ M, N tới pháp tuyến là a, b .



Hình 6.7G

Tính được chiết suất của bản mặt song song $n = \frac{\sin i}{\sin i'} = \frac{a}{b}$.

6.9. Số ảnh quan sát giảm khi tăng α . Ứng với $\alpha = 45^\circ$, số ảnh quan sát được $n = 7$; $\alpha = 60^\circ$, $n = 5$; $\alpha = 90^\circ$, $n = 3$; $\alpha = 120^\circ$, $n = 2$.

Thí nghiệm này chính là nguyên tắc hoạt động của kính vạn hoa. Thay cho việc dán mặt sau hai cạnh của các gương, ta có thể dùng các kẹp giấy kẹp vào hai mép gương để giữ cho các gương thẳng đứng hướng mặt sáng vào nhau.