

Chương VII

MẮT CÁC DỤNG CỤ QUANG

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

7.2. 1.A ; 2.C ; 3.C ; 4.C.

7.3. 1.B ; 2.A ; 3.C ; 4.C ; 5.C.

7.4. 1.D ; 2.C ; 3.B ; 4.C.

7.5. 1.D ; 2.B ; 3.B ; 4.B.

7.6. B. 7.7. A. 7.8. B. 7.9. C. 7.10. C.

7.11. A. gần ; B. gần ; C. trước ; D. ngắn

7.12. A. sau ; B. xa ; C. sau ; D. lớn

7.13. A. vô cực ; B. nằm xa ; C. trên ; D. đúng bằng

7.14. A. 7.15. A. 7.16. A. 7.17. C. 7.18. B.

7.19. B. 7.20. A. 7.21. D. 7.22. D. 7.23. C. 7.24. A.

7.25.* a) Góc tới $i = 30^\circ$, góc ở đỉnh lăng kính :
 $A = 60^\circ$.

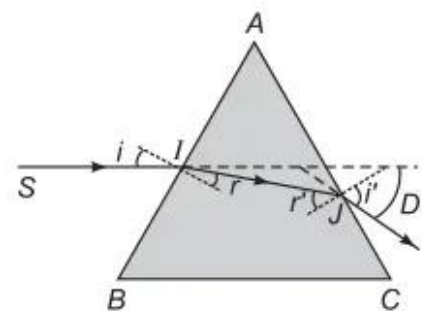
$$\text{Ta có : } \sin r = \frac{\sin i}{n} = 0,3333 \Rightarrow r = 19^\circ 28'$$

$$\Rightarrow r' = A - r = 40^\circ 32'$$

$$\text{Suy ra : } \sin i' = n \sin r' = 0,9748$$

$$\Rightarrow i' \approx 77^\circ$$

Góc lệch làm bởi tia ló và tia tới là $D = i + i' - A = 47^\circ$ (Hình 7.1G).



Hình 7.1G

b) Góc tới $i = 15^\circ$

$$\sin r = \frac{\sin i}{n} = 0,1725$$

$$\Rightarrow r = 9^\circ 56'$$

Suy ra $r' = A - r = 50^\circ 04'$.

So sánh với góc tới giới hạn i_{gh} , ta thấy $r' > i_{gh}$.

$$(\sin i_{gh} = \frac{1}{n} = 0,6666 \Rightarrow i_{gh} \approx 41^\circ 48').$$

Vậy, tia sáng phản xạ toàn phần tại mặt AC của lăng kính, tới mặt đáy BC tại K với góc tới là r'' (Hình 7.2G).

Ta có $r'' = 90^\circ - \widehat{JKC}$. Từ đó, tính được $r'' \approx 9^\circ 56'$.

$$\Rightarrow \sin i''' = n \sin r'' = 0,2604$$

$$\Rightarrow i''' \approx 15^\circ 6'$$

Góc làm bởi tia ló KR và tia tới SI là :

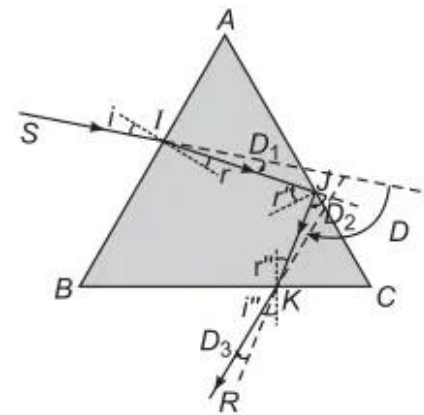
$$D = D_1 + D_2 + D_3$$

với $D_1 = i - r = 5^\circ 4'$

$$D_2 = 180^\circ - 2r' = 79^\circ 52'$$

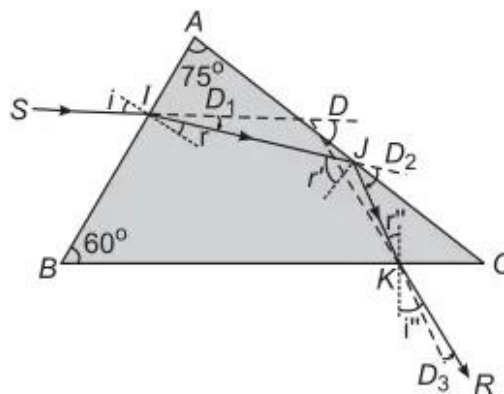
$$D_3 = i''' - r'' = 5^\circ 10'$$

Suy ra $D \approx 90^\circ 6'$.



Hình 7.2G

7.26.* a)



Hình 7.3G

Với $i = 30^\circ$, $n = 1,5$, suy ra $r = 19^\circ 28' \approx 19^\circ 30'$.

$\Rightarrow r' = A - r = 55^\circ 30' > i_{gh} = 41^\circ 48'$ (đã tính ở bài 7.25)

Vậy tia sáng phản xạ toàn phần tại J (Hình 7.3G).

Xét tam giác JKC , ta có : $\hat{J} = 90^\circ - r' = 34^\circ 30'$.

Suy ra góc tới tại K là : $r'' = 180^\circ - \hat{J} - \hat{C} - 90^\circ$ với $\hat{C} = 45^\circ$.

$$r'' = 10^\circ 30'$$

Ta có : $\sin i'' = n \sin r'' = 0,2733$

$\Rightarrow i'' = 15^\circ 50'$

Góc hợp bởi tia ló KR với tia tới SI là :

$$D = D_1 + D_2 - D_3$$

với $D_1 = i - r = 10^\circ 30'$

$$D_2 = 180^\circ - 2r' = 69^\circ$$

$$D_3 = i'' - r'' = 5^\circ 20'$$

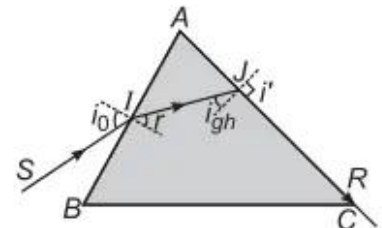
Suy ra $D = 74^\circ 10'$.

b) Khi $i = i_0$ (Hình 7.4G) :

$$\sin r = \frac{\sin i_0}{n} = \sin(A - i_{gh})$$

$\Rightarrow r = A - i_{gh}$

$$r' = A - r = i_{gh}$$



Hình 7.4G

Suy ra góc ló tại mặt AC là $i' = 90^\circ$.

- Khi $i = 90^\circ$ (Hình 7.5G).

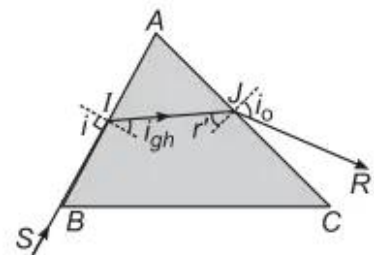
$$\sin r = \frac{\sin i}{n} = \frac{1}{n} = \sin i_{gh}$$

$\Rightarrow r = i_{gh}$

$$r' = A - i_{gh}$$

Suy ra $\sin i' = n \sin r' = n \sin(A - i_{gh})$.

Vậy $i' = i_0$.



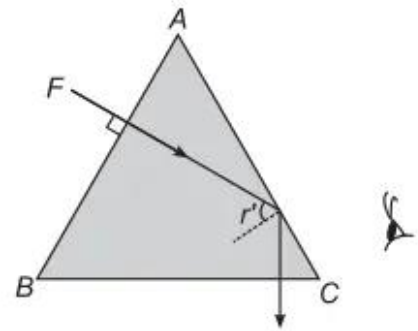
Hình 7.5G

7.27. a) Chùm sáng song song tới vuông góc với mặt AB nên đi thẳng vào lăng kính, đến mặt AC với góc tới là :

$$r' = 60^\circ$$

Góc tới giới hạn là i_{gh} . Với $\sin i_{gh} = \frac{1}{n} = 0,6666$
 $\Rightarrow i_{gh} = 41,8^\circ$.

Vậy $r' > i_{gh}$: Tia sáng không ló ra khỏi mặt AC mà phản xạ toàn phần và ló ra ở mặt BC . Do đó, mắt không nhìn thấy ảnh của khe F (Hình 7.6G).



Hình 7.6G

b) Góc tới tại mặt AB là $i = 0$. Muốn có tia sáng ló ra ở mặt AC , ta phải quay lăng kính theo chiều mũi tên để góc i tăng dần cho tới khi $i \geq i_0$ (góc tới nhỏ nhất để có tia ló ở mặt bên AC , không bị phản xạ toàn phần).

$$\sin i_0 = n \sin(A - i_{gh}) = 0,4685$$

$$i_0 = 27^\circ 56'$$

Mà ta có góc quay của lăng kính là $\alpha = i$.

Vậy $\alpha_{\min} = 27^\circ 56'$.

7.28. a) Khi tia sáng qua lăng kính có góc lệch cực tiểu thì :

$$r = r' = \frac{A}{2} = 30^\circ$$

$$i = i'$$

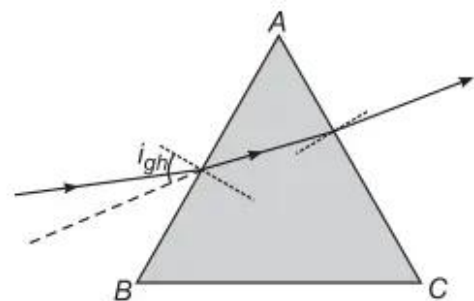
Góc lệch cực tiểu $D_m = i + i' - A = 2i - A$

$$\Rightarrow i = \frac{D_m + A}{2} = 45^\circ$$

Chiết suất lăng kính là :

$$n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} = \sqrt{2}$$

b) Lăng kính ở trong chất lỏng có chiết suất $n' = 1,62$. Ta có $n' > n$. Tia sáng chỉ đi vào lăng kính ở mặt AB nếu góc tới $i < i_{gh}$ (Hình 7.7G).



Hình 7.7G

Với $\sin i_{gh} = \frac{n}{n'} = 0,8728$.

$$\Rightarrow i_{gh} = 60^{\circ}47'$$

Vậy : $0^{\circ} < i < 60^{\circ}47'$.

7.29. a) Ta có : $\sin r = \frac{\sin i}{n}$ với $i = 45^{\circ}$, $n = \frac{4}{3}$

$$\sin r = 0,5302$$

$$\Rightarrow r = 32^{\circ}$$

Suy ra $D_1 = i - r = 13^{\circ}$ (Hình 7.8G).

b) Góc tới tại J là r .

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

Do đó, tia ló JR song song với tia tới SI hay góc lệch $D = 0$.

c) Góc lệch giữa tia ló và tia tới bây giờ là :

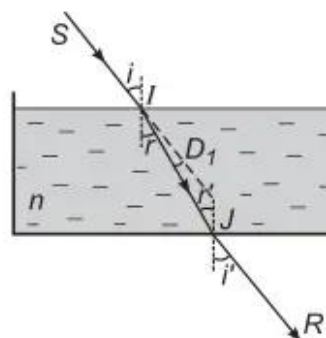
$$D = D_1 \pm D_2$$

trong đó D_2 là góc lệch tại J khi đáy chậu nghiêng một góc α . Ta lấy dấu (+) nếu các độ lệch D_1 và D_2 cùng chiều ; lấy dấu (-) nếu hai góc lệch này ngược chiều.

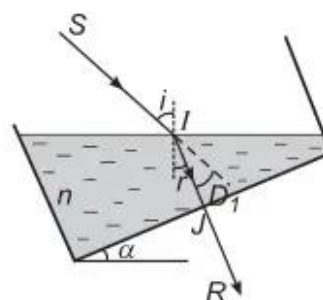
Muốn $D = D_1$ ta phải có $D_2 = 0$. Muốn vậy, tia IJ phải vuông góc với đáy chậu.

Vậy phải nghiêng chậu một góc $\alpha = r = 32^{\circ}$ (Hình 7.9G).

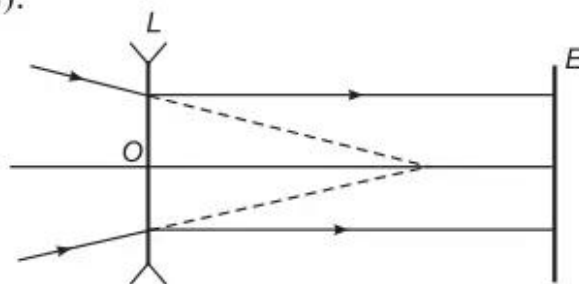
7.30. a) Chùm tia ló phải là chùm tia song song với trục chính của thấu kính. Vậy thấu kính đã làm phân kì chùm tia hội tụ thành một chùm tia song song (Hình 7.10G).



Hình 7.8G



Hình 7.9G



Hình 7.10G

Vậy L là thấu kính phân kì.

b) Độ tụ $D = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$ với $R_1 = R_2 = -50 \text{ cm}$.

$$D = -2 \text{ dp}$$

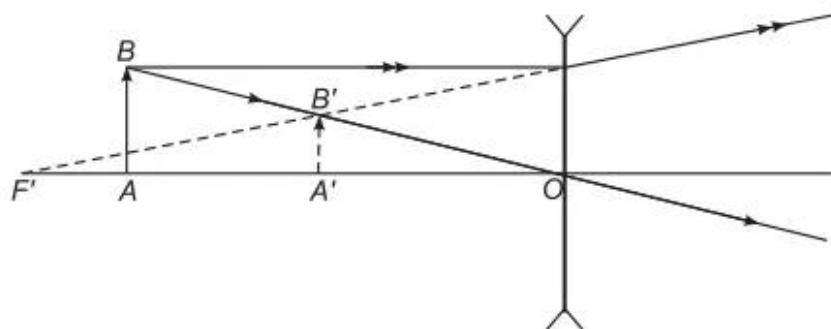
Tiêu cự $f = \frac{1}{D} = -0,5 \text{ m}$.

c) Ảnh cách L là :

$$d' = \frac{df}{d - f} \text{ với } d = 40 \text{ cm} \Rightarrow d' = -\frac{200}{9} \text{ cm}, \text{ là ảnh ảo.}$$

Độ lớn $A'B' = |k|AB$ với $k = -\frac{d'}{d} = \frac{5}{9} \Rightarrow A'B' = \frac{10}{9} \text{ cm}$.

Ảnh cùng chiều với vật (Hình 7.11G).



Hình 7.11G

7.31. a) $d' = 120 \text{ cm}$, là ảnh thật.

Gọi y là khoảng cách từ trục chính của thấu kính tới S và y' là khoảng cách từ trục chính tới S' .

Ta có $\frac{y'}{y} = -\frac{d'}{d} = -3$

Vậy ảnh S' cách trục chính thấu kính là :

$$y' = |k|y = \left| \frac{-d'}{d} \right| y = 6 \text{ cm}$$

b) Nếu L_2 được ghép sát L_1 :

$$d_2 = -d'_1 = -120 \text{ cm}$$

Ảnh cuối cùng bây giờ cách hệ thấu kính là :

$$d_2' = \frac{d_2 f_2}{d_2 - f_2} = 17,1 \text{ cm}$$

và cách trục của hệ thấu kính là $y'' = \left| \frac{d_2'}{d_2} \right| y' = \frac{6}{7} \text{ cm}$.

– Nhận xét : Khi hai thấu kính ghép sát nhau, ta có :

$$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_1'} = \frac{1}{f_1}$$

$$\frac{1}{d_2} + \frac{1}{d_2'} = \frac{1}{f_2} \quad \text{với } d_2 = -d_1'$$

Cộng hai phương trình với nhau, ta có :

$$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_2'} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$$

Vậy hệ thấu kính này tương đương với một thấu kính có độ tụ là :

$$D = \frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} = D_1 + D_2$$

với $D_1 = \frac{1}{f_1} = \frac{1}{0,3} = \frac{10}{3} \text{ dp}$; ta có $D = \frac{10}{3} + 5 = \frac{25}{3} \text{ dp}$.

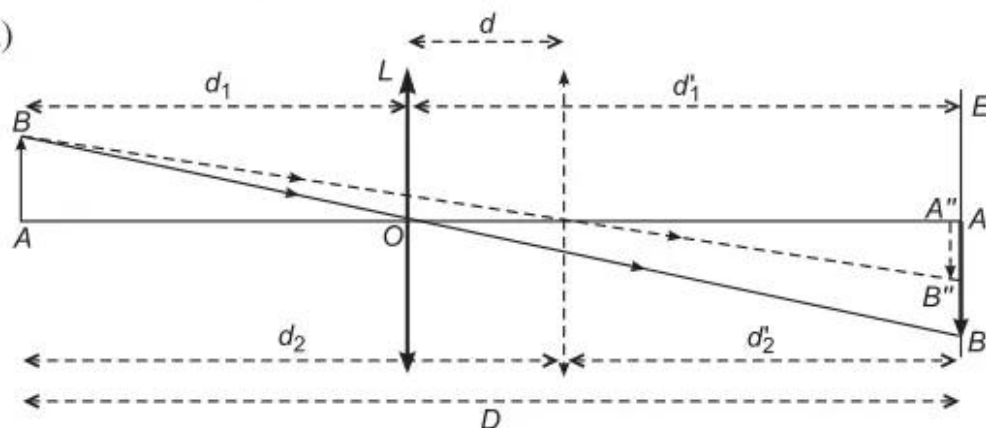
Tiêu cự của thấu kính tương đương là :

$$f = \frac{1}{D} = \frac{3}{25} \text{ m} = 12 \text{ cm}$$

Vậy ảnh S' cách hệ thấu kính là :

$$d' = \frac{df}{d - f} = \frac{40 \cdot 12}{40 - 12} = 17,1 \text{ cm}$$

7.32.* a)



Hình 7.12G

Nhận xét công thức $\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{f}$, ta thấy nếu hoán đổi d thành d' và d' thành d thì công thức trở thành $\frac{1}{d'} + \frac{1}{d} = \frac{1}{f}$, nghĩa là không có gì thay đổi (so với dạng viết trên).

Như vậy, với vị trí thứ nhất của L , nếu vật cách L là d_1 , ảnh cách L là d'_1 thì với vị trí thứ hai của L , vật cách L là $d_2 = d'_1$ và ảnh cách L là $d'_2 = d_1$ (Hình 7.12G).

Vậy ta có hệ phương trình sau :

$$d_1 + d'_1 = D$$

$$d'_1 - d_1 = d$$

$$\text{Suy ra : } d'_1 = \frac{D+d}{2}, \quad d_1 = \frac{D-d}{2}$$

$$\text{Vậy : } \frac{1}{f} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{d'_1} = \frac{2}{D-d} + \frac{2}{D+d} = \frac{4D}{D^2 - d^2}$$

⇒ Tiêu cự thấu kính :

$$f = \frac{D^2 - d^2}{4D} \text{ với } D = 150 \text{ cm, } d = 30 \text{ cm}$$

$$f = 36 \text{ cm}$$

b) Số phóng đại :

– Khi L ở vị trí thứ nhất :

$$k_1 = -\frac{d'_1}{d_1} \text{ với } d'_1 = \frac{D+d}{2} = 90 \text{ cm, } d_1 = \frac{D-d}{2} = 60 \text{ cm}$$

$$k_1 = -\frac{3}{2}$$

– Khi L ở vị trí thứ hai :

$$k_2 = -\frac{d'_2}{d_2} = -\frac{d_1}{d'_1} = -\frac{2}{3}$$

c) Từ công thức trên của f , ta suy ra :

$$d^2 = D^2 - 4Df = D(D - 4f)$$

vì $d^2 > 0$, suy ra điều kiện $D > 4f$.

Vậy, muốn thí nghiệm xảy ra như trên, khoảng cách D giữa vật AB và màn E phải thoả mãn điều kiện $D > 4f$.

Ta chỉ có một vị trí của L cho ảnh rõ trên màn khi $D = 4f$. Khi đó $d = 0$; nghĩa là hai vị trí của L trở thành trùng nhau.

$$D = 4f = 144 \text{ cm}$$

7.33.* a) Sơ đồ tạo ảnh :

$$AB \xrightarrow[d_1]{(L_1)} A_1B_1 \xrightarrow[d_2]{(L_2)} A_2B_2$$

Khoảng cách từ A_1B_1 tới L_1 : $d_1' = \frac{d_1 f_1}{d_1 - f_1}$ với $d_1 = 30 \text{ cm}$, $f_1 = 50 \text{ cm}$.

$$d_1' = -75 \text{ cm}$$

A_1B_1 cách L_2 là : $d_2 = a - d_1' = 30 + 75 = 105 \text{ cm}$; A_1B_1 là vật đối với L_2 , cho ảnh là A_2B_2 cách L_2 là :

$$d_2' = \frac{d_2 f_2}{d_2 - f_2} \text{ với } f_2 = -30 \text{ cm}$$

$$d_2' = -23,3 \text{ cm} : \text{ảnh } A_2B_2 \text{ là ảnh ảo.}$$

Số phóng đại $k = \frac{\overline{A_2B_2}}{\overline{AB}} = k_1 k_2 = \frac{d_1'}{d_1} \cdot \frac{d_2'}{d_2} \approx 0,6$.

Vậy ảnh A_2B_2 cùng chiều với AB và có độ lớn là $A_2B_2 = 0,6AB$.

b) Bây giờ d_1 là biến số, a là thông số phải xác định trị số.

Ta có :
$$d_1' = \frac{d_1 f_1}{d_1 - f_1}$$

Suy ra :
$$d_2 = a - d_1' = a - \frac{d_1 f_1}{d_1 - f_1}$$

và
$$d_2' = \frac{d_2 f_2}{d_2 - f_2}.$$

Số phóng đại :

$$k = \frac{\overline{A_2 B_2}}{AB} = \frac{d_1'}{d_1} \cdot \frac{d_2'}{d_2} = \frac{f_1}{d_1 - f_1} \cdot \frac{f_2}{d_2 - f_2}$$

$$k = \frac{f_1}{d_1 - f_1} \cdot \frac{f_2}{a - \frac{d_1 f_1}{d_1 - f_1} - f_2} = \frac{f_1 f_2}{a(d_1 - f_1) - d_1 f_1 - f_2(d_1 - f_1)}$$

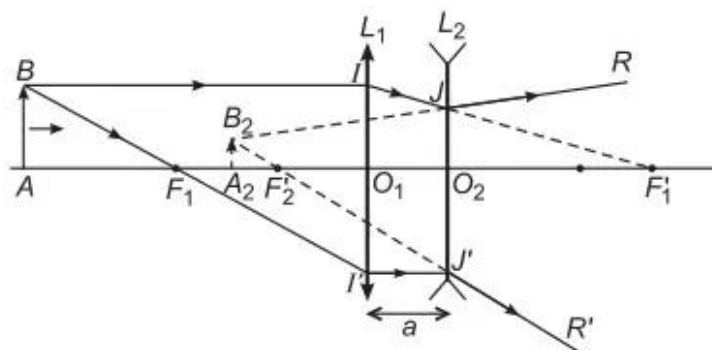
$$k = \frac{f_1 f_2}{(a - f_1 - f_2)d_1 + f_1(-a + f_2)}$$

Muốn độ lớn của ảnh $A_2 B_2$ không đổi khi ta di chuyển vật lại gần thấu kính, số phóng đại k phải độc lập với d_1 .

Muốn vậy, ta phải có : $a - f_1 - f_2 = 0$

hay $a = f_1 + f_2 = 20 \text{ cm}.$

– Ta có thể giải câu b một cách đơn giản hơn. Quan sát đường đi tia sáng trình bày ở Hình 7.13G :



Hình 7.13G

Khi cho vật AB tiến lại gần hệ thấu kính, đường đi tia sáng $BIJR$ không đổi, trong khi BI' quay xung quanh tiêu điểm F_1 , đoạn $I'J'$ hạ thấp xuống, tia $J'R'$ quay quanh tiêu điểm ảnh F_2' của L_2 .

Ảnh B_2 là điểm cắt nhau của hai tia ló JR và $J'R'$ nên B_2 chạy trên giá của tia JR . Vậy trong trường hợp tổng quát, độ lớn của $A_2 B_2$ thay đổi khi cho vật AB tiến lại gần L_1 .

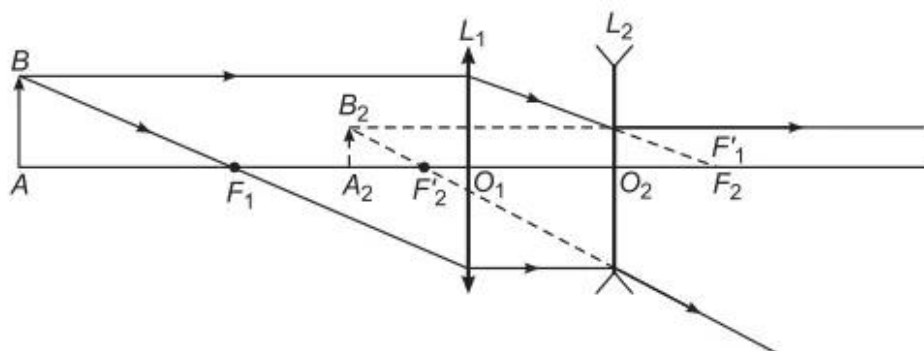
Muốn độ lớn của A_2B_2 không đổi, tia ló JR phải song song với trục của hệ thấu kính. Muốn vậy, tia IJ phải có giá đi qua tiêu điểm vật F_2 của L_2 .

Suy ra, ta phải có $F_2 \equiv F_1'$

$$\text{hay } a = O_1O_2 = O_1F_1' - O_2F_2$$

$$a = 20 \text{ cm}$$

Đường đi tia sáng như trong Hình 7.14G.



Hình 7.14G

7.34.* a) Tiêu cự của L_1 :

$$\frac{1}{f_1} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \text{ với } n = 1,5 ; R_1 = R_2 = 10 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow f_1 = 10 \text{ cm}$$

Sơ đồ tạo ảnh :

$$AB \xrightarrow[d_1]{(L_1)} A_1B_1 \xrightarrow[d_2]{(L_2)} A_2B_2$$

$$\text{Ta có : } d_1' = \frac{d_1 f_1}{d_1 - f_1} \text{ với } d_1 = 20 \text{ cm}$$

$$d_1' = 20 \text{ cm} \Rightarrow d_2 = a - d_1' = 10 \text{ cm}$$

$$d_2' = \frac{d_2 f_2}{d_2 - f_2} \text{ với } f_2 = 20 \text{ cm}$$

$$\text{Suy ra } d_2' = -20 \text{ cm} .$$

$$\text{Số phóng đại } k = \frac{d_1'}{d_1} \cdot \frac{d_2'}{d_2} = -2.$$

b) Khi hai thấu kính sát nhau : $a = 0 \Rightarrow d_2 = -d_1'$.

Ta có :
$$\frac{1}{f_1} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_1'}$$

$$\frac{1}{f_2} = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{d_2'}$$

Suy ra
$$\frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_2'}$$
.

Vậy hệ thấu kính ghép này tương đương một thấu kính có tiêu cự f thoả mãn điều kiện :

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{10} + \frac{1}{20} = \frac{3}{20}$$

hay
$$f = \frac{20}{3} \text{ cm} > 0.$$

Vậy thấu kính tương đương là thấu kính hội tụ.

c) Ta vẫn có $d_1 = 20 \text{ cm}$ và $d_1' = 20 \text{ cm}$.

Bây giờ A_1B_1 cách L_2 là $d_2 = a - d_1'$, suy ra :

$$d_2' = \frac{d_2 f_2}{d_2 - f_2} = \frac{(a - d_1') f_2}{a - d_1' - f_2}$$

$$d_2' = \frac{(a - 20)20}{a - 40}$$

Nếu A_2B_2 là ảnh ảo, ta phải có $d_2' < 0$.

Bảng xét dấu :

a	20 cm		40 cm	
$a - 20$	-	0	+	+
$a - 40$	-		-	0
d_2'	+	0	-	

Vậy, để ảnh A_2B_2 ảo, khoảng cách a giữa L_2 và L_1 phải ở trong khoảng
 $20 \text{ cm} < a < 40 \text{ cm}$

7.35.* a) Tiêu cự của thấu kính L_1 :

$$\frac{1}{f_1} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \text{ với } R_1 = 20 \text{ cm}, R_2 = \infty, n = 1,5$$

$$\Rightarrow f_1 = \frac{R_1}{n - 1} = 40 \text{ cm}$$

Tiêu cự của L_2 :

$$\frac{1}{f_2} = (n - 1) \frac{1}{R'_1} \text{ với } R'_1 = -30 \text{ cm}, R'_2 = \infty$$

$$\Rightarrow f_2 = \frac{R'_1}{n - 1} = -60 \text{ cm}$$

Phần ngoài của chùm sáng chỉ đi qua L_2 trong khi phần giữa của chùm sáng đi qua hệ hai thấu kính (L_1, L_2) ghép sát nhau.

Ta có các sơ đồ tạo ảnh như sau :

– Với phần ngoài của chùm sáng :

$$AB \xrightarrow{(L_2)} A'B'$$

– Với phần trong của chùm sáng :

$$AB \xrightarrow[d_1]{(L_1)} A_1B_1 \xrightarrow[d_2]{(L_2)} A_2B_2$$

+ Xác định ảnh $A'B'$:

$$d' = \frac{df_2}{d - f_2} \text{ với } d = 40 \text{ cm}$$

$$d' = -24 \text{ cm}; A'B' \text{ là ảnh ảo.}$$

Số phóng đại $k = -\frac{d'}{d} = \frac{3}{5}$, ảnh cùng chiều với vật.

+ Xác định ảnh A_2B_2 :

Vì hai thấu kính sát nhau nên $d_2 = -d'_1$.

Làm tương tự bài 7.31, ta có :

$$\frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_2'} \text{ với } d_1 = d = 40 \text{ cm}$$

Suy ra ảnh A_2B_2 cách hệ thấu kính là :

$$d_2' = -60 \text{ cm}$$

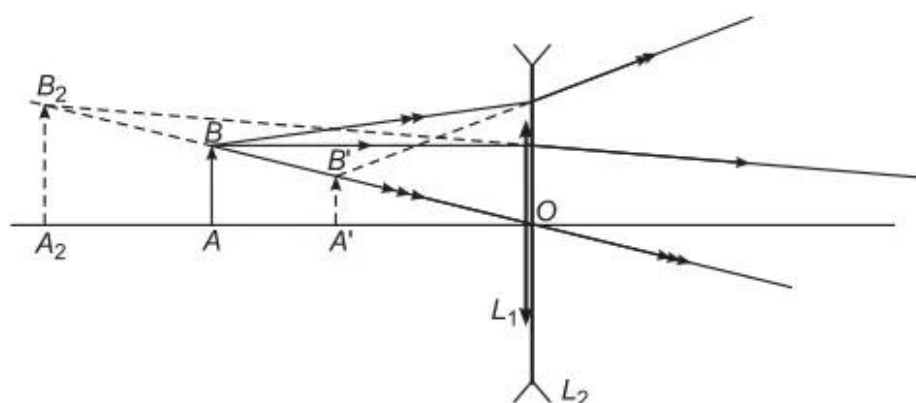
Vậy A_2B_2 ảnh ảo, ở trước hệ thấu kính là 60 cm.

+ Số phóng đại :

$$k' = \frac{d_1' d_2'}{d_1 d_2} = -\frac{d_2'}{d_1} \text{ (vì } d_2 = -d_1')$$

$$k' = \frac{3}{2}$$

+ Đường đi tia sáng (Hình 7.15G) :



Hình 7.15G

b) Ảnh $A'B'$ là ảnh ảo của vật thật AB cho bởi thấu kính phân kì L_2 nên luôn luôn cùng chiều với vật AB .

Ta thấy phân thấu kính ghép tương đương với một thấu kính có tiêu cự f :

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} \text{ hay } f = 120 \text{ cm} > 0$$

Vậy thấu kính tương đương này là một thấu kính hội tụ.

Muốn ảnh A_2B_2 cũng cùng chiều với vật AB thì A_2B_2 phải là ảnh ảo đối với hệ thấu kính ghép (phần giữa của hệ). Muốn vậy, vật AB phải ở trong khoảng tiêu cự của thấu kính tương đương : $d < 120 \text{ cm}$.

c) Muốn có một ảnh ảo, một ảnh thật thì ta phải có $d > 120$ cm. Khi đó A_2B_2 là ảnh thật.

Số phóng đại của ảnh $A'B'$:

$$k = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = -\frac{d'}{d} = -\frac{f_2}{d-f_2} > 0 \text{ (vì } \overline{A'B'} \text{ cùng chiều với } \overline{AB}\text{)}$$

Số phóng đại của ảnh A_2B_2 :

$$k' = \frac{\overline{A_2B_2}}{\overline{AB}} = -\frac{d'_2}{d_1} = -\frac{d'_2}{d}$$

với thấu kính tương đương trên, ta có :

$$d'_2 = \frac{df}{d-f} \text{ hay } \frac{d'_2}{d} = \frac{f}{d-f}$$

Vậy $k' = -\frac{f}{d-f} < 0$ (vì $\overline{A_2B_2}$ là ảnh thật nên ngược chiều với \overline{AB}).

– Trường hợp $A_2B_2 = 3A'B'$, ta có :

$$\frac{\overline{A_2B_2}}{\overline{A'B'}} = \frac{k'}{k} = -3$$

$$\text{hay } \frac{f}{d-f} \cdot \frac{d-f_2}{f_2} = \frac{120(d+60)}{(d-120)(-60)} = -3$$

$$\Rightarrow \frac{2(d+60)}{d-120} = 3$$

$$\Rightarrow d = 480 \text{ cm}$$

– Trường hợp $A'B' = 3A_2B_2$ không xảy ra vì dẫn đến một phương trình vô nghiệm.

7.36. Sơ đồ tạo ảnh :

$$AB \xrightarrow[d_1]{(L_1)} A_1B_1 \xrightarrow[d_2]{(L_2)} A_2B_2$$

$$\text{Ta có : } d'_1 = \frac{d_1 f_1}{d_1 - f_1}$$

Suy ra $d_2 = a - d'_1 = a - \frac{d_1 f_1}{d_1 - f_1}$ và $d'_2 = \frac{d_2 f_2}{d_2 - f_2}$.

Số phóng đại của ảnh A_2B_2 là :

$$k = \frac{\overline{A_2B_2}}{AB} = \frac{d'_2}{d_2} \cdot \frac{d'_1}{d_1} = \frac{f_2}{d_2 - f_2} \cdot \frac{f_1}{d_1 - f_1}$$

$$k = \frac{f_1 f_2}{(d_1 - f_1) \left(a - \frac{d_1 f_1}{d_1 - f_1} - f_2 \right)}$$

$$k = \frac{f_1 f_2}{d_1(a - f_1 - f_2) - f_1(a - f_2)}$$

Vì ảnh A_2B_2 có độ lớn bằng vật AB nên $k = \pm 1$.

– Trường hợp $k = +1$. Từ kết quả trên suy ra :

$$d_1 = \frac{af_1}{a - f_1 - f_2} = -1,5 \text{ cm} < 0 \text{ (loại bỏ)}$$

– Trường hợp $k = -1$: ảnh A_1B_1 ngược chiều với vật AB , ta có :

$$d = \frac{(a - 2f_2)f_1}{a - f_1 - f_2} = 3 \text{ cm}$$

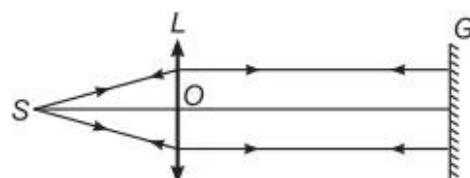
Vậy, khi đặt vật AB trước L_1 là 3 cm, ta được ảnh A_1B_1 lớn bằng vật và ngược chiều với vật.

7.37. a) Tiêu cự của L : $\frac{1}{f} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$

Với $R_1 = \infty, R_2 = R = 1 \text{ m}, n = 1,5$,

ta tính được $f = 2 \text{ m}$.

Vậy điểm sáng S trùng với tiêu điểm F của L . Chùm tia ló khỏi L có phương song song với trục chính nên tới thẳng góc với gương phẳng G . Các tia phản xạ trùng với các tia tới gương nên khi ló ra khỏi L sẽ đi qua S (Hình 7.16G).



Hình 7.16G

Vậy ảnh cuối cùng trùng với S .

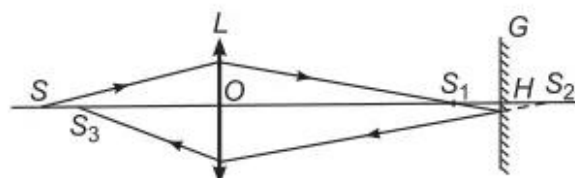
b) Gọi d_1 là khoảng cách từ S tới thấu kính L . Sơ đồ tạo ảnh như sau :

$$S \xrightarrow[d_1]{(L)} S_1 \xrightarrow[d_2]{(G)} S_2 \xrightarrow[d_3]{(L)} S_3$$

Ta có : $\frac{1}{f} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_1'}$

Với chùm tia phản xạ (từ gương G) đi qua L (Hình 7.17G), ta có :

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_3} + \frac{1}{d_3'}$$



Hình 7.17G

Nếu S_3 trùng với S , ta có $d_3' = d_1$, suy ra $d_3 = d_1'$ hay $S_2 \equiv S_1 \equiv H$.

Ta có $d_1 + d_1' = SH = 9$ m hay $d_1 + \frac{d_1 f}{d_1 - f} = 9$. Từ đó ta có phương trình :

$$d_1^2 - 9d_1 + 18 = 0$$

Giải phương trình, ta tìm được hai nghiệm là :

$$d_1 = 6 \text{ m và } d_1 = 3 \text{ m}$$

Vậy phải đặt L cách S là 6 m hoặc 3 m.

7.38.* a) Ta có $d_1 = 36$ cm, $f_1 = 30$ cm, $a = 200$ cm.

Suy ra : $d_1' = \frac{d_1 f_1}{d_1 - f_1} = 180$ cm

$$d_2 = a - d_1' = 20 \text{ cm}$$

Ảnh cuối cùng cách L_2 là :

$$d_2' = \frac{d_2 f_2}{d_2 - f_2} = -\frac{20}{3} \text{ cm, là ảnh ảo}$$

Số phóng đại :

$$k = \frac{d_1'}{d_1} \cdot \frac{d_2'}{d_2} = -1,7$$

b) Sơ đồ tạo ảnh :

$$AB \xrightarrow[d_1]{(L_1)} A_1 B_1 \xrightarrow[d_2]{(L_2)} A_2 B_2 \text{ (ảnh thật)}$$

Vị trí của vật AB và thấu kính L_1 không đổi nên ta vẫn có $d_1 = 36$ cm, $d'_1 = 180$ cm.

Suy ra : $d_2 = a - d'_1 = a - 180$

$$d'_2 = \frac{d_2 f_2}{d_2 - f_2} = \frac{(a - 180)(-10)}{a - 170}$$

Để ảnh A_2B_2 là ảnh thật, ta phải có $d'_2 > 0$.

– Bảng xét dấu :

a	170 cm		180 cm		
Tử số	+	⋮	+	0	–
Mẫu số	–	0	+	⋮	+
d'_2	–		+	0	–

Vậy, để A_2B_2 là ảnh thật, phải đặt L_2 cách L_1 từ 170 cm tới 180 cm.

c) Xét số phóng đại :

$$k = \frac{\overline{A_2B_2}}{AB} = \frac{d'_1}{d_1} \cdot \frac{d'_2}{d_2}$$

với $\frac{d'_1}{d_1} = \frac{f_1}{d_1 - f_1}$; $d_2 = a - d'_1 = a - \frac{f_1 d_1}{d_1 - f_1}$

$$\frac{d'_2}{d_2} = \frac{f_2}{d_2 - f_2} = \frac{f_2}{a - \frac{d_1 f_1}{d_1 - f_1} - f_2}$$

Suy ra $k = \frac{f_1 f_2}{d_1(a - f_2 - f_1) - f_1(a - f_2)}$.

Muốn độ lớn của A_2B_2 (và của k) không phụ thuộc khoảng cách d_1 từ vật tới L_1 , ta phải có :

$$d_1(a - f_2 - f_1) = 0$$

Suy ra : $a - f_2 - f_1 = 0$

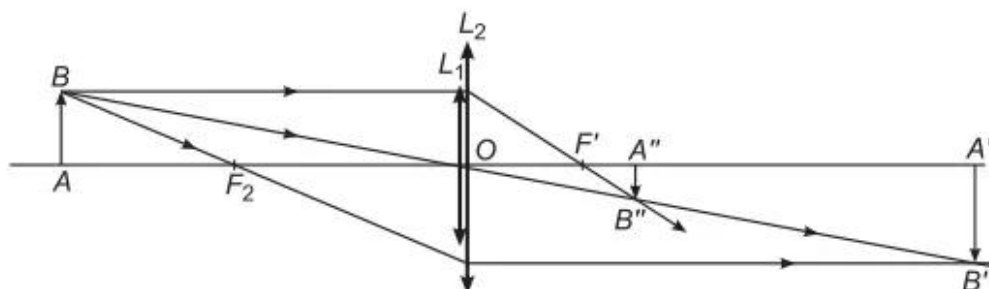
Vậy $a = f_2 + f_1 = 20 \text{ cm.}$

7.39.* a) Tiêu cự của các thấu kính :

$$\frac{1}{f_1} = \frac{1}{f_2} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

với $n = 1,5$; $R_1 = \infty$, $R_2 = 15 \text{ cm.}$

Suy ra $f_1 = f_2 = \frac{R_2}{n - 1} = 30 \text{ cm.}$



Hình 7.18G

Xét một chùm sáng từ B tới hệ thấu kính. Phần ngoài của chùm sáng chỉ đi qua L_2 , cho ảnh là $A'B'$. Phần trong của chùm sáng đi qua thấu kính ghép $(L_1 + L_2)$ cho ảnh $A''B''$. Đây là hai ảnh phân biệt (Hình 7.18G).

b) Các sơ đồ tạo ảnh như sau :

$$AB \xrightarrow[d]{(L_2)} A'B'$$

và $AB \xrightarrow[d]{(L_1+L_2)} A''B''$

Ta có $d = \frac{df_2}{d - f_2}$

và $d' = \frac{df}{d - f}$ với $\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$.

Muốn hai ảnh $A'B'$ và $A''B''$ cùng thật, vật AB phải ở ngoài cả hai tiêu cự f_2 và f .

$$f = \frac{f_1 f_2}{f_1 + f_2} = 15 \text{ cm} < f_2 = 30 \text{ cm}$$

Vậy $d > 30 \text{ cm}$.

Muốn hai ảnh trên cùng ảo thì AB phải ở trong khoảng cả hai tiêu cự.

Suy ra $d < 15 \text{ cm}$.

Nhận xét : – Nếu hai ảnh cùng thật thì cùng ngược chiều với vật.

– Nếu hai ảnh cùng ảo thì đều cùng chiều với vật.

Vậy, trong cả hai trường hợp trên, hai ảnh $A'B'$ và $A''B''$ đều cùng chiều với nhau.

– Số phóng đại của $A'B'$: $k = -\frac{d'}{d}$.

– Số phóng đại của $A''B''$: $k' = -\frac{d''}{d}$, cùng dấu với k .

Ta có : $\frac{k'}{k} = \frac{d''}{d'} \neq 1$.

Vậy, trong hai trường hợp trên, độ lớn của hai ảnh phải khác nhau.

c) Để hai ảnh trên có độ lớn bằng nhau thì phải có một ảnh ảo và một ảnh thật. Trong trường hợp này, ta phải có $f < d < f_2$ hay $15 \text{ cm} < d < 30 \text{ cm}$.

Suy ra hai ảnh $A'B'$ và $A''B''$ ngược chiều nhau :

$$\frac{k'}{k} = -1 \text{ hay } k' = -k$$

$$\Rightarrow -\frac{d''}{d} = \frac{d'}{d} \text{ hay } -d'' = d'$$

$$-\frac{df}{d-f} = \frac{df_2}{d-f_2}$$

$$\text{hay } -\frac{15}{d-15} = \frac{30}{d-30}$$

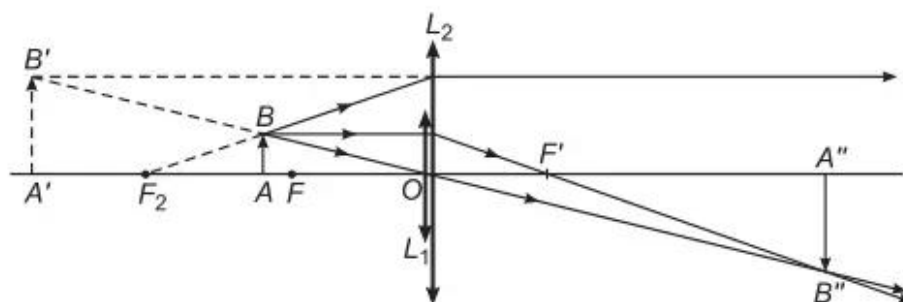
Suy ra $d = 20 \text{ cm}$.

Các số phóng đại của các ảnh là :

$$k = -\frac{d'}{d} = -\frac{f_2}{d - f_2} = 3$$

$$k' = -\frac{d''}{d} = -\frac{f}{d - f} = -3$$

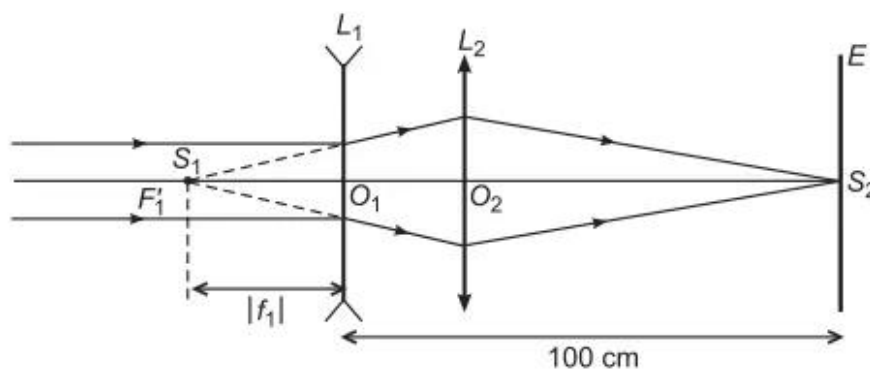
– Đường đi tia sáng (Hình 7.19G) :



Hình 7.19G

7.40.* a) Sơ đồ tạo ảnh :

$$S \xrightarrow[d_1]{(L_1)} S_1 \xrightarrow[d_2]{(L_2)} S_2$$



Hình 7.20G

Vì S ở rất xa nên $d_1 = \infty$, $d_1' = f_1$ (S_1 ở tiêu điểm ảnh F_1' của L_1) (Hình 7.20G).

Ta có :

$$d_2' = \frac{d_2 f_2}{d_2 - f_2} \text{ và } d_2 + d_2' = S_1 S_2$$

Với $S_1S_2 = D = |f_1| + O_1S_2 = 120 \text{ cm}$

suy ra $d_2 + \frac{d_2 f_2}{d_2 - f_2} = D$

$\Rightarrow d_2^2 - Dd_2 + Df_2 = 0$

có biệt số là : $\Delta = D^2 - 4Df_2$.

Trong bài toán này, S_1 và S_2 cố định, nên d_2 xác định vị trí của L_2 để cho ảnh rõ trên màn E .

Theo giả thiết, chỉ có một vị trí của L_2 để cho ảnh S_2 rõ nét trên màn. Do đó, phương trình trên chỉ có một nghiệm.

Vậy ta phải có $\Delta = 0$, suy ra tiêu cự của L_2 là :

$$f_2 = \frac{D}{4} = 30 \text{ cm}$$

b) Nghiệm của phương trình trên là :

$$d_2 = \frac{D}{2} = 60 \text{ cm}$$

Vậy L_2 cách S_1 là 60 cm, hay cách L_1 là :

$$d_2 - |f_1| = 40 \text{ cm}$$

7.41. a) Tiêu cự các thấu kính :

$$f_1 = f_3 = \frac{1}{D_1} = \frac{1}{10} \text{ m} = 10 \text{ cm}$$

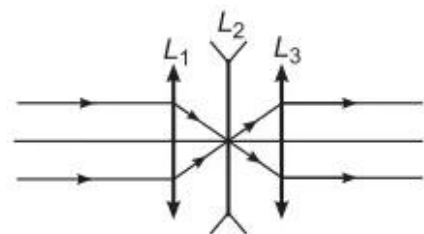
$$f_2 = \frac{1}{D_2} = -\frac{1}{10} \text{ m} = -10 \text{ cm}$$

Ta thấy tiêu điểm vật F_3 của L_3 và tiêu điểm ảnh F_1' của L_1 trùng với quang tâm của L_2 (Hình 7.21G).

Vậy ta có chùm tia ló khỏi hệ song song với quang trục.

b) Sơ đồ tạo ảnh :

$$A \xrightarrow[d_1]{(L_1)} A_1 \xrightarrow[d_2]{(L_2)} A_2 \xrightarrow[d_3]{(L_3)} A_3$$



Hình 7.21G

Ta có :
$$d_1' = \frac{d_1 f_1}{d_1 - f_1} = \frac{10d_1}{d_1 - 10}$$

Suy ra :
$$d_2 = a - d_1' = 10 - \frac{10d_1}{d_1 - 10} = -\frac{100}{d_1 - 10}$$

$$d_2' = \frac{d_2 f_2}{d_2 - f_2} = \frac{\frac{-100}{d_1 - 10}(-10)}{\frac{-100}{d_1 - 10} + 10} = \frac{100}{d_1 - 20}$$

$$d_3 = a - d_2' = 10 - \frac{100}{d_1 - 20} = \frac{10d_1 - 300}{d_1 - 20}.$$

Ảnh A_3 cách L_3 là :

$$d_3' = \frac{d_3 f_3}{d_3 - f_3} \text{ với } f_3 = 10 \text{ cm}$$

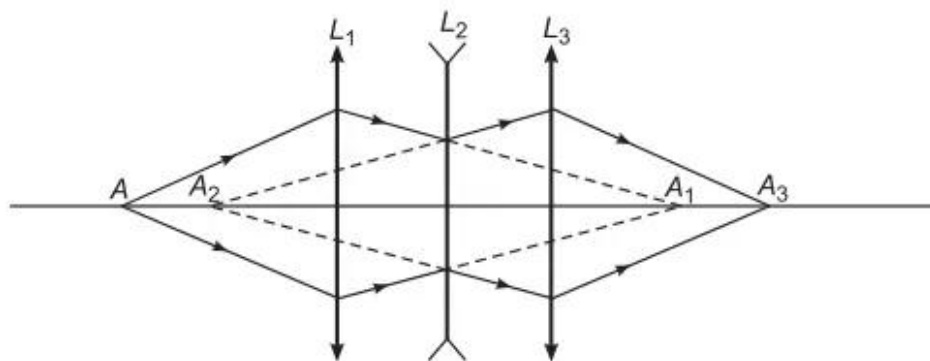
Suy ra :
$$d_3' = 30 - d_1$$

Mà A_3 đối xứng với A qua hệ thấu kính, nên ta có $d_3' = d_1$

hay
$$30 - d_1 = d_1$$

⇒ Điểm A cách L_1 là $d_1 = 15 \text{ cm}$.

– Đường đi tia sáng (Hình 7.22G) :



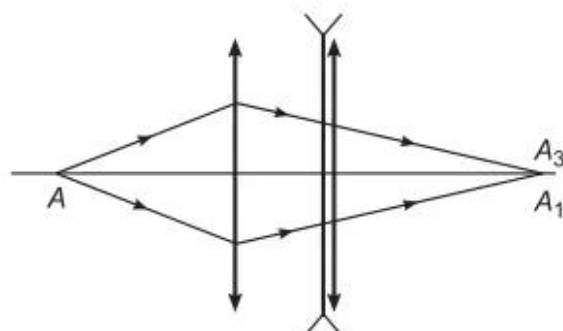
Hình 7.22G

c) Khi L_3 sát với L_2 :

Làm tương tự bài 7.31, ta thấy L_2 và L_3 ghép sát nhau tương đương với một thấu kính có độ tụ là

$$D = \frac{1}{f} = \frac{1}{f_2} + \frac{1}{f_3}. \text{ Với } f_2 = -10 \text{ cm}$$

$$\text{và } f_3 = 10 \text{ cm} \Rightarrow D = 0.$$



Hình 7.23G

Vậy hệ thấu kính (L_2, L_3) này không làm lệch tia sáng đi qua. Các tia ló khỏi L_3 cắt nhau tại A_1 . Ảnh cuối cùng trùng với A_1 (Hình 7.23G).

7.42. Hướng dẫn :

a) Mắt bình thường có điểm cực viễn ở vô cực. Vật đặt tại vô cực cho ảnh qua thấu kính mắt nằm trên màng lưới. Độ tụ của mắt ứng với khi mắt nhìn vật tại điểm cực viễn là 67 dp.

b) Độ tụ tối đa của mắt bình thường ở tuổi 17 là tổng của độ tụ khi nhìn vật tại điểm cực viễn (mắt không điều tiết) và độ tăng thêm $\Delta D = (16 - 0,3n)$ dp, với $n = 17$.

Biết độ tụ tối đa, tức là ở độ tụ đó mắt nhìn vật đặt cách mắt gần nhất. Từ đó tính được khoảng thấy rõ ngắn nhất của mắt ở độ tuổi 17.

Đáp số : a) Điểm cực viễn của mắt nằm ở vô cực. Độ tụ của mắt ứng với khi mắt nhìn vật đặt ở điểm cực viễn là 67 dp.

$$\text{b) } D_{\max} = 69,7 \text{ dp} ; OC_c = 9,17 \text{ cm}.$$

7.43. a) Mắt không thể nhìn xa hơn 1,01 m là mắt bị tật cận thị. Có hai cách khắc phục : đeo kính phân kì hoặc phẫu thuật giác mạc. Nếu đeo kính phân kì thì có thể tính được độ tụ của kính, nếu cho biết khoảng cách giữa kính và mắt.

b) Tính độ tụ của kính khi đeo vào mắt có thể nhìn thấy vật ở xa vô cực. Tiêu cự kính phân kì cần đeo là :

$$f = -(OC_v - OO_1) = -(101 - 1) = -100 \text{ cm} = -1 \text{ m}$$

$$D = \frac{1}{f} = -1 \text{ dp}.$$

Vị trí vật gần mắt nhất khi đeo kính mà mắt còn có thể thấy rõ được, là vị trí nếu đặt vật tại đó, kính sẽ cho một ảnh ảo nằm tại điểm cực cận của mắt. Do vậy khoảng cách từ ảnh tới kính là :

$$d' = -|11 - 1| = -10 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow d = \frac{d' f}{d' - f}$$

Thay số, ta được $d = 11,11 \text{ cm}$.

Vậy vật có thể đặt gần mắt nhất một khoảng $11,11 \text{ cm} + 1 \text{ cm} = 12,11 \text{ cm}$.

Từ đây suy ra khoảng có thể nhìn thấy rõ của mắt là từ $12,11 \text{ cm}$ đến ∞ .

7.44. a) Xác định điểm cực viễn và điểm cực cận :

– Xác định điểm cực viễn : Điểm cực viễn của mắt lão của người già luôn ở vô cực. Điều này không có liên hệ đến khả năng điều tiết của mắt.

– Xác định điểm cực cận :

Gọi d_1 là khoảng cách từ điểm cực cận đến quang tâm thấu kính mắt và d'_1 là khoảng cách từ màng lưới đến quang tâm của mắt. Tiêu cự của thấu kính mắt khi mắt chưa điều tiết là :

$$f_0 = \frac{1}{D_0} = \frac{1}{67} \text{ m. Đây chính là giá trị } d'_1, \text{ coi như không đổi khi nhìn.}$$

Độ tụ tối đa của mắt $D = D_0 + 1 = \frac{1}{f}$, trong đó f là tiêu cự thấu kính mắt khi mắt nhìn vật ở điểm cực cận, nghĩa là khi mắt điều tiết tối đa.

Lại có :

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{d'_1} ; \frac{1}{d'_1} = \frac{1}{f_0} = D_0$$

$$\text{Suy ra } \frac{1}{d_1} = D - D_0 = 1 \text{ dp, vậy } d_1 = 1 \text{ m.}$$

b) Tính độ tụ của mắt lão khi đọc :

Gọi d_2 là khoảng cách từ vật AB trên trang sách đến quang tâm thấu kính mắt và d'_2 là khoảng cách từ quang tâm thấu kính mắt đến ảnh $A'B'$ của AB .

$$d_2 = 25 \text{ cm} - 2 \text{ cm} = 23 \text{ cm}$$

Khi nhìn ảnh $A'B'$ mắt không phải điều tiết thì $A'B'$ phải ở điểm cực viễn của mắt, nghĩa là $d'_2 = \infty$. Do đó AB phải đặt ở tiêu điểm F của kính, tiêu

$$\text{cự } f = 23 \text{ cm} = 0,23 \text{ m. Từ đó suy ra } D = \frac{1}{f} = \frac{1}{0,23} = 4,35 \text{ dp.}$$

7.45. Kính L_1 phải đeo sao cho ảnh A_1 của vật A ở xa vô cực nằm ở điểm cực viễn của mắt. Vậy F_1' của kính trùng với điểm cực viễn trước mắt $1 \text{ m} = 100 \text{ cm}$, hay trước kính $100 \text{ cm} - 1 \text{ cm} = 99 \text{ cm}$. Vì tiêu điểm ảnh F_1' trước kính nên kính là phân kì.

Tiêu cự $f_1 = -99 \text{ cm}$, suy ra $D_1 = \frac{1}{f_1} = \frac{1}{-0,99} \approx -1 \text{ dp}$.

b) Để có thể nhìn rõ vật A (chữ trên sách) thì phải đeo kính L sao cho A cách mắt 20 cm (tức trước kính $20 \text{ cm} - 1 \text{ cm} = 19 \text{ cm}$) sẽ cho ảnh A_1 tại điểm cực cận của mắt, trước mắt $0,4 \text{ m} = 40 \text{ cm}$ (tức trước kính 39 cm).

Sơ đồ tạo ảnh :

$$A \xrightarrow{d} L \xrightarrow{d'} A_1$$

Tiêu cự của L là :

$$f = \frac{dd'}{d + d'} = 37,05 \text{ cm}$$

Coi L là hệ hai kính ghép sát từ L_1 và L_2 , đã biết f và f_1 , có thể tính f_2 từ công thức độ tụ :

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$$

$$\Rightarrow f_2 = 26,96 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow D_2 = 3,71 \text{ dp}$$

c) Tính R :

Từ $\frac{1}{f_2} = (n - 1) \cdot \frac{2}{R}$, ta tính được $R = 26,96 \text{ cm}$.

7.46. a) ngắm chừng không ở điểm cực cận và không ở vô cực.

b) ngắm chừng ở điểm cực cận.

c) ngắm chừng ở vô cực.

7.47. a) $G_\infty = \frac{D}{f} = 10$.

b) Mắt đặt tại tiêu điểm ảnh, khi ngắm chừng ở điểm cực cận thì ảnh A_1B_1 sẽ cách kính một khoảng d' :

$$d' = -(20 \text{ cm} - 2 \text{ cm}) = -18 \text{ cm}$$

Vật AB cách kính một khoảng d :

$$d = \frac{d'f}{d' - f} = 1,8 \text{ cm}$$

Khi mắt ngắm chừng ở điểm cực cận, ta có :

$$\tan \alpha = \frac{\overline{A_1B_1}}{D} ; \tan \alpha_0 = \frac{\overline{AB}}{D}$$

$$G_{C_c} = \frac{\tan \alpha}{\tan \alpha_0} = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} = -\frac{d'}{d} = 10$$

c) Khi mắt cận thấy ảnh ảo A_1B_1 tại điểm cực viễn thì không phải điều tiết.

$$\tan \alpha = \frac{A_1B_1}{OC_V} = \frac{A_1B_1}{122} ; \tan \alpha_0 = \frac{AB}{D} = \frac{AB}{10}$$

$$G = \frac{\tan \alpha}{\tan \alpha_0} = \frac{A_1B_1}{AB} \cdot \frac{D}{122}$$

Khi mắt cận thấy A_1B_1 tại điểm cực viễn cách mắt 122 cm thì ảnh ảo A_1B_1 cách kính là $d' = -(122 - 2) = -120 \text{ cm}$.

Suy ra
$$d = \frac{d'f}{d' - f} = 1,97 \text{ cm}$$

Vậy
$$\frac{A_1B_1}{AB} = -\frac{d'}{d} = \frac{120}{1,97} \Rightarrow G = \frac{120}{1,97} \cdot \frac{10}{122} = 5$$

7.48. Khi dùng kính lúp, để mắt ở trạng thái không điều tiết thấy rõ ảnh của vật AB hơn so với nhìn trực tiếp vật AB thì góc trông ảnh α phải lớn hơn góc trông vật α_0 , hay :

$$\frac{\alpha}{\alpha_0} = G_\infty > 1$$

Mắt thường nhìn AB qua kính lúp ở trạng thái không điều tiết nghĩa là ngắm chừng ở vô cực.

$$G_\infty = \frac{D}{f}$$

Suy ra : $\frac{D}{f} > 1 \Rightarrow D > f$ hay $f < D = 15$ cm.

7.49. a) Để xác định khoảng có thể thấy rõ vật, khi thay kính cần xác định điểm thấy rõ xa nhất và gần nhất.

– Trước hết ta cần xác định điểm cực viễn và cực cận của mắt cận.

Sơ đồ tạo ảnh :

+ Khi mắt không điều tiết :

$$A \xrightarrow{d = \infty} \text{kính} \xrightarrow{d' = f = \frac{1}{D} = -1 \text{ m}} A' \text{ (nằm ở điểm cực viễn)}$$

Điểm cực viễn trước mắt 100 cm.

+ Khi mắt điều tiết tối đa :

$$A \xrightarrow{d = 25 \text{ cm}} \text{kính} \xrightarrow{d' : \text{ khoảng cực cận}} A' \text{ (ở điểm cực cận)}$$

$$\Rightarrow d' = \frac{df}{d - f} = -20 \text{ cm}$$

Điểm cực cận trước mắt 20 cm.

– Xác định khoảng có thể thấy rõ vật khi đeo kính có độ tụ $D = -0,5$ dp.

Sơ đồ tạo ảnh :

+ Khi mắt không điều tiết :

$$A \xrightarrow{d=?} \text{kính} \xrightarrow{d' = -100 \text{ cm}} A' \text{ (ở điểm cực viễn)}$$

$$d = \frac{d' f}{d' - f} = 200 \text{ cm (sau khi thay số, với } f = \frac{1}{D} = -\frac{1}{0,5} \text{ m} = -200 \text{ cm)}$$

+ Khi mắt điều tiết tối đa :

$$A \xrightarrow{d=?} \text{kính} \xrightarrow{d' = -20 \text{ cm}} A' \text{ (ở điểm cực cận)}$$

$$d = \frac{d' f}{d' - f} = \frac{200}{9} \text{ cm} \approx 22 \text{ cm}$$

Vậy khoảng có thể thấy rõ vật khi đeo kính có $D = -0,5$ dp cách mắt từ 22 cm đến 200 cm.

b) Để xác định khoảng có thể thay đổi độ tụ của mắt, cần xác định độ tụ ở hai trạng thái : lúc mắt không điều tiết và lúc mắt điều tiết tối đa.

– Độ tụ lúc mắt không điều tiết D_1 :

Sơ đồ tạo ảnh :

$$A \equiv C_v \xrightarrow{d = 1 \text{ m} = 100 \text{ cm}} \text{mắt} \xrightarrow{d' = 16 \text{ mm} = 16 \cdot 10^{-3} \text{ m}} A' \text{ (nằm trên màng lưới)}$$

$$D_1 = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{1} + \frac{10^3}{16} = 63,5 \text{ dp.}$$

– Độ tụ lúc mắt điều tiết tối đa D_2 :

Sơ đồ tạo ảnh :

$$A \equiv C_c \xrightarrow{d = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}} \text{mắt} \xrightarrow{d' = 16 \text{ mm} = 16 \cdot 10^{-3} \text{ m}} A' \text{ (nằm trên màng lưới)}$$

$$D_2 = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{0,2} + \frac{10^3}{16} = 67,5 \text{ dp}$$

Độ tụ thay đổi từ $D_1 = 63,5 \text{ dp}$ đến $D_2 = 67,5 \text{ dp}$.

c) Xác định khoảng đặt vật so với kính để mắt có thể nhìn rõ ảnh của vật. Cách tính tương tự như ở câu a, song chú ý thêm hai điểm khác với câu a là :

– lúc này mắt nhìn vật qua kính lúp có tiêu cự bằng 4 cm.

– mắt đặt tại tiêu điểm ảnh của kính lúp.

Kết quả : mắt nhìn rõ ảnh của vật khi vật đặt cách kính là 3,2 cm đến 3,84 cm.

7.50. a) Khi mắt đặt tại F' :

$$G = \frac{D}{f} = D \cdot D = 0,2 \text{ m} \cdot 50 \text{ dp} = 10$$

Mặt khác : $G = \frac{\alpha}{\alpha_0} = \frac{\alpha}{AB} \cdot D$

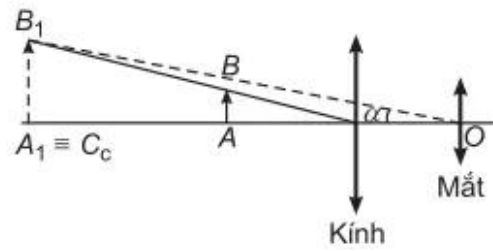
Suy ra : $10 = \frac{0,05 \text{ rad}}{AB} \cdot 20 \text{ cm} \Rightarrow AB = 0,1 \text{ cm.}$

b) $\alpha = \widehat{A_1OB_1}$ (xem Hình 7.24G)

$$\approx \tan \alpha = \frac{A_1B_1}{A_1O} = \frac{A_1B_1}{D}$$

$$\alpha_0 \approx \tan \alpha_0 = \frac{AB}{D}$$

$$G = \frac{\alpha}{\alpha_0} \approx \frac{A_1B_1}{AB} = |k|$$



Hình 7.24G

Vì $A_1B_1 \equiv C_c$ tức là ở trước mắt 20 cm nên sẽ ở trước kính là $20 \text{ cm} - 5 \text{ cm} = 15 \text{ cm}$.

Suy ra : $d' = -15 \text{ cm}$.

$$d = \frac{d'f}{d'-f} \Rightarrow k = -\frac{d'}{d} = -\frac{d'-f}{f}$$

Vì $f = \frac{1}{D} = \frac{1}{50} \text{ m} = 2 \text{ cm}$, nên $k = 8,5 \Rightarrow G = 8,5$.

7.51. a) $G = \frac{\alpha}{\alpha_0} \approx \frac{\alpha D}{AB} \Rightarrow \alpha = G \frac{AB}{D} = 10^{-3} \text{ rad}$.

b) $\alpha_0 \approx \tan \alpha_0 = \frac{AB}{D} \Rightarrow AB = \alpha_0 \cdot D = 10^{-3} \cdot 25 \text{ cm} = 0,025 \text{ cm} = 250 \mu\text{m}$.

7.52.* a) Sơ đồ tạo ảnh :

$$AB \xrightarrow{d_1} O_1 \xrightarrow{d'_1} A_1B_1 \xrightarrow{d_2} O_2 \xrightarrow{d'_2} A_2B_2$$

Để tính phạm vi ngắm chừng của kính, tức là để tính được d_1 ứng với trường hợp ngắm chừng ở điểm cực viễn và ngắm chừng ở điểm cực cận, thì từ việc biết d'_2 , ta tính d_2 , rồi tính d'_1 và cuối cùng là tính d_1 .

– Trường hợp ngắm chừng ở điểm cực viễn :

Điểm cực viễn của mắt thường ở vô cực. A_2B_2 ở vô cực nên A_1B_1 ở tiêu điểm vật của thị kính. A_1B_1 trước O_2 một khoảng bằng $f_2 = 2 \text{ cm}$, khi đó chiều dài kính hiển vi là :

$$O_1O_2 = \delta + (f_1 + f_2) = 18 \text{ cm} + 0,1 \text{ cm} + 2 \text{ cm} = 20,1 \text{ cm}$$

So với O_1 thì A_1B_1 cách sau O_1 là :

$$d'_1 = 20,1 \text{ cm} - 2 \text{ cm} = 18,1 \text{ cm}$$

Suy ra :
$$d_1 = \frac{d_1' f_1}{d_1' - f_1} = 0,100556 \text{ cm.}$$

– Trường hợp ngắm chừng ở điểm cực cận :

A_2B_2 ở điểm cực cận, nên trước mắt 25 cm. Mắt đặt tại tiêu điểm ảnh F_2' của thị kính O_2 tức là sau O_2 một khoảng 2 cm, nên A_2B_2 trước O_2 là $25 \text{ cm} - 2 \text{ cm} = 23 \text{ cm}$.

Suy ra $d_2' = -23 \text{ cm}$.

Tương tự như phần trên, ta tính tiếp được d_2 , d_1' và d_1 .

Kết quả cho $d_1 = 0,100551 \text{ cm}$.

Phạm vi ngắm chừng : từ 0,100551 cm đến 0,100556 cm.

b)
$$G_\infty = \frac{\delta D}{f_1 f_2}$$

Mà $G_\infty = \frac{\alpha}{AB} \cdot D \Rightarrow \alpha = \frac{G_\infty \cdot AB}{D} = 0,063 \text{ rad} = 6,3 \cdot 10^{-2} \text{ rad}$.

c) Người quan sát có thể thấy rõ các hồng cầu qua kính hiển vi vì $\alpha \geq \alpha_{\min} = 3 \cdot 10^{-4} \text{ rad}$.

7.53. Sơ đồ tạo ảnh :

$$AB \xrightarrow{d_1} O_1 \xrightarrow{d_1'} A_1B_1 \xrightarrow{d_2} O_2 \xrightarrow{d_2'} A_2B_2$$

– Để tính khoảng cách từ AB đến vật kính O_1 ta cần xác định d_2' sau đó tính tiếp d_2 , d_1' và cuối cùng là d_1 .

Chú ý : A_2B_2 nằm ở điểm cực viễn của mắt không tật, nghĩa là nằm ở vô cực. Suy ra A_1B_1 phải đặt tại tiêu điểm vật F_2 của O_2 .

– Tính số bội giác, cần chú ý đây là số bội giác trong trường hợp ngắm chừng ở vô cực, công thức là :

$$G_\infty = \frac{\delta D}{f_1 f_2} = 24$$

7.54.* a) Sơ đồ tạo ảnh (AB là vết bản) :

$$AB \xrightarrow{d_1} O_1 \xrightarrow{d'_1} A_1B_1 \xrightarrow{d_2} O_2 \xrightarrow{d'_2} A_2B_2$$

– Để tính khoảng cách giữa vết bản và vật kính (chính là d_1), xác định lần lượt d'_2 , d_2 , d'_1 và cuối cùng là d_1 ($d_1 = 6,3$ mm).

Chú ý : Do ngắm chừng ở vô cực nên d'_2 ở vô cực.

– Số bội giác $G_\infty = \frac{\delta D}{f_1 f_2}$ với $\delta = [O_1 O_2 - (f_1 + f_2)]$.

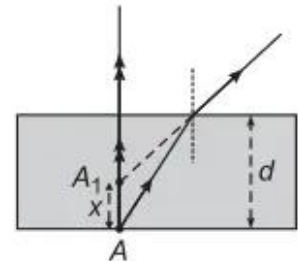
b) Sơ đồ tạo ảnh :

$$AB \rightarrow \text{Tấm kính} \rightarrow A_1B_1 \xrightarrow{d_1} O_1 \xrightarrow{d'_1} A_2B_2 \xrightarrow{d_2} O_2 \xrightarrow{d'_2} A_3B_3$$

– Khi quan sát vết bản AB qua tấm kính thì ảnh A_1B_1 của nó sẽ nằm cao hơn một khoảng (Hình 7.25G) :

$$x = d \left(1 - \frac{1}{n} \right) = 1,5 \left(1 - \frac{1}{1,5} \right) = 0,5 \text{ mm}$$

– Vì học sinh sau quan sát A_1B_1 cũng giống như học sinh trước quan sát AB nên quá trình tạo ảnh sau đó là hoàn toàn như nhau. Nghĩa là khoảng cách d_1 từ A_1B_1 đến O_1 cũng bằng 6,3 mm.



Hình 7.25G

Khi lật tấm kính thì AB cách O_1 một khoảng 6,3 mm + 1,5 mm = 7,8 mm. Nhưng ảnh của vật AB là A_1B_1 được nâng lên là 0,5 mm. Bây giờ coi A_1B_1 là vật của vật kính O_1 , nó cách vật kính là 7,8 mm – 0,5 mm = 7,3 mm.

Suy ra phải dịch kính xuống dưới một khoảng :

$$7,3 \text{ mm} - 6,3 \text{ mm} = 1 \text{ mm}$$

7.55.* Sơ đồ tạo ảnh :

$$AB \xrightarrow{d_1} O_1 \xrightarrow{d'_1} A_1B_1 \xrightarrow{d_2} O_2 \xrightarrow{d'_2} A_2B_2$$

a) – Trường hợp ngắm chừng ở vô cực :

A_2B_2 nằm ở vô cực nên A_1B_1 nằm ở F_2 . Hơn nữa Mặt Trăng AB coi như ở vô cực nên A_1B_1 nằm ở F'_1 . Lúc này $F'_1 \equiv F_2$.

$$G_{\infty} = \frac{f_1}{f_2} = 25$$

Khi mắt thấy A_2B_2 ở vô cực thì góc trông ảnh α không phụ thuộc vị trí của mắt.

$$\tan \alpha = \frac{A_1B_1}{f_2} = \frac{1}{4} \quad (A_1B_1 \text{ được tính ở dưới}).$$

Tính A_1B_1 (ảnh của Mặt Trăng qua vật kính) :

$$A_1B_1 = \tan \alpha_0 f_1 \approx \alpha_0 f_1 = \frac{1}{100} \cdot 100 = 1 \text{ cm}$$

Vì A_2B_2 ở xa vô cùng nên không xác định được độ lớn mà chỉ xác định được góc trông α .

$$\tan \alpha = \frac{A_1B_1}{f_2} = \frac{\alpha_0 f_1}{f_2} = 25 \cdot \alpha_0 \approx 25 \cdot \tan \alpha_0$$

– Trường hợp ngắm chừng ở điểm cực cận :

A_2B_2 là ảnh ảo nằm ở điểm cực cận, trước mắt 24 cm, cách thị kính O_2 một khoảng d'_2 :

$$d'_2 = -(24 - 4) = -20 \text{ cm}$$

$$d_2 = \frac{d'_2 f_2}{d'_2 - f_2} = 3,33 \text{ cm} = \frac{10}{3} \text{ cm}$$

$$\frac{\overline{A_2B_2}}{A_1B_1} = -\frac{d'_2}{d_2} = \frac{20}{3,33} = \frac{20}{\frac{10}{3}} = 6$$

$$A_2B_2 = 6 \cdot A_1B_1 = 6 \text{ cm}$$

$$\tan \alpha = \frac{A_2B_2}{D} = \frac{6}{24}$$

$$G = \frac{\tan \alpha}{\tan \alpha_0} = \frac{6}{24} \cdot \frac{100}{1} = 25$$

b) Tính phạm vi ngắm chừng :

– Khi ngắm chừng ở vô cực, thì A_1B_1 nằm tại F_2 , cách O_2 một đoạn $f_2 = 4$ cm.

– Khi ngắm chừng ở điểm cực cận thì A_1B_1 cách O_2 một đoạn 3,33 cm.

Vậy phạm vi ngắm chừng : vật A_1B_1 đặt cách O_2 từ 3,33 cm đến 4 cm.

7.56. a) Tiêu cự của vật kính :

$$f_1 = \frac{1}{D_1} = \frac{1}{1} \text{ m} = 100 \text{ cm}$$

$$G_\infty = \frac{f_1}{f_2} = \frac{100 \text{ cm}}{2 \text{ cm}} = 50$$

$$G_\infty = \frac{\alpha}{\alpha_0} \Rightarrow \alpha = G\alpha_0 = 50.32' = 1600' \approx 26^\circ 40'$$

b) Khi ngắm chừng ở vô cực, Mặt Trăng AB ở vô cùng qua vật kính cho ảnh A_1B_1 nằm ở tiêu điểm vật F_2 của thị kính, trước thị kính O_2 là 2 cm.

Khi ngắm chừng ở điểm cực cận, A_2B_2 (qua thị kính) nằm ở điểm cực cận, trước mắt 22 cm, trước O_2 là $22 \text{ cm} - 2 \text{ cm} = 20 \text{ cm}$.

Vì là ảnh ảo nên $d'_2 = -20 \text{ cm}$.

$$d_2 = \frac{d'_2 f_2}{d'_2 - f_2} = 1,82 \text{ cm}$$

Vậy A_1B_1 trước O_2 là 1,82 cm.

Thị kính phải dịch lại gần vật kính một khoảng :

$$2 \text{ cm} - 1,82 \text{ cm} = 0,18 \text{ cm}$$

7.57.* a) $G_\infty = \frac{f_1}{f_2} \Rightarrow f_2 = \frac{f_1}{G_\infty} = 2 \text{ cm}$.

b) Sơ đồ tạo ảnh :

$$AB \xrightarrow{d_1=\infty} O_1 \xrightarrow{d'_1} A_1B_1 \xrightarrow{(F'_1) \quad d_2} O_2 \xrightarrow{d'_2} A_2B_2 \text{ (phim)}$$

– Nhận xét :

A_2B_2 ghi được trên phim nên là ảnh thật, ngược chiều với A_1B_1

$$\Rightarrow k_2 = -5 = -\frac{d_2'}{d_2} \Rightarrow d_2' = 5d_2$$

$$\frac{1}{f_2} = \frac{1}{d_2'} + \frac{1}{d_2} \Rightarrow d_2 = 2,4 \text{ cm}$$

A_1B_1 ở trước O_2 là 2,4 cm.

– Khi hệ ở trạng thái vô tiêu :

A_1B_1 có vị trí tại $F_1' \equiv F_2$. A_1B_1 trước O_2 là 2 cm. Vậy phải dịch O_2 xa O_1 một khoảng :

$$2,4 \text{ cm} - 2 \text{ cm} = 0,4 \text{ cm}$$

Phim đặt cách O_2 là $d_2' = 5d_2 = 5 \cdot 2,4 \text{ cm} = 12 \text{ cm}$.

c) Giả sử A và B là hai ngôi sao, góc trông AB là α_0 (cự giác của hai ngôi sao).

$$A_1B_1 = f_1 \cdot \alpha_0 \text{ và } A_2B_2 = 30 \mu\text{m} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ cm}$$

$$|k| = \frac{A_2B_2}{A_1B_1} = 5 \Rightarrow \frac{A_2B_2}{f_1 \cdot \alpha_0} = 5 \Rightarrow \alpha_0 = \frac{3 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 120} \text{ rad} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ rad}$$

Vậy cự giác nhỏ nhất $\alpha_0 = 5 \cdot 10^{-6}$.

7.58. a) Hình vẽ : Học sinh tự vẽ.

b) Sơ đồ tạo ảnh :

$$AB \xrightarrow{d_1 = \infty} O_1 \xrightarrow{d_1'} A_1B_1 \xrightarrow{d_2} O_2 \xrightarrow{d_2' = \infty} A_2B_2 \text{ (ở vô cực)}$$

(F_1')

Vì ngắm chừng ở vô cực nên A_2B_2 ở vô cực $\Rightarrow A_1B_1 \equiv F_2 \Rightarrow F_1' \equiv F_2$.

$$O_1O_2 = O_1F_1' - O_2F_1' = O_1F_1' - O_2F_2 = f_1 - |f_2|$$

$$f_2 = -\frac{1}{10} \text{ m} = -10 \text{ cm}$$

$$O_1O_2 = 25 \text{ cm} - 10 \text{ cm} = 15 \text{ cm}$$

$$G = \frac{\alpha}{\alpha_0}$$

$$\alpha_0 \approx \frac{A_1 B_1}{f_1}$$

$$\alpha = \widehat{A_1 O_2 B_1}$$

(xem Hình 7.26G)

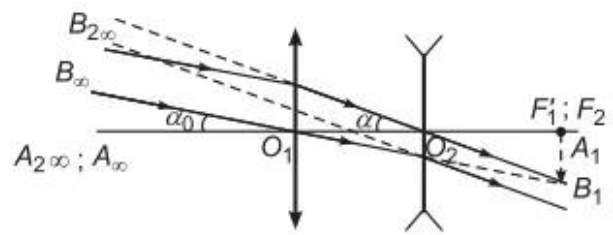
$$\alpha \approx \tan \alpha = \frac{A_1 B_1}{O_2 F_2} = \frac{A_1 B_1}{|f_2|}$$

$$G = \frac{A_1 B_1}{|f_2|} \cdot \frac{f_1}{A_1 B_1} = \frac{f_1}{|f_2|} = \frac{25}{10} = 2,5$$

c) Với $AB = 50 \text{ m}$; $AO_1 = 2 \text{ km} = 2000 \text{ m}$ thì ta có :

$$\alpha_0 \approx \tan \alpha_0 = \frac{AB}{AO_1} = \frac{50}{2000} = 25 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$$

$$\alpha = G \cdot \alpha_0 = 2,5 \cdot 25 \cdot 10^{-3} \text{ rad} = 6,25 \cdot 10^{-2} \text{ rad}$$



Hình 7.26G

Hướng dẫn bài tập thực hành

7.59. – Dùng kính hội tụ và đèn nhỏ S tạo một chùm sáng song song.

– Đặt kính phân kì hứng chùm sáng song song đó rồi chiếu lên tường (Hình 7.27G).

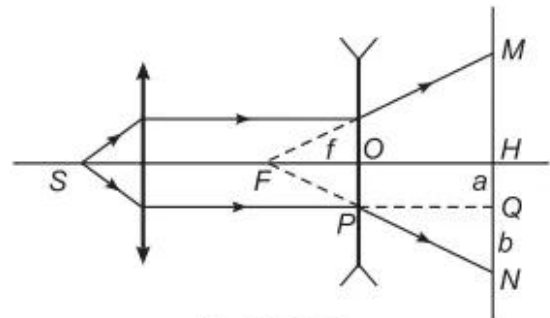
– Tính tiêu cự của thấu kính phân kì :

+ Xét các tam giác đồng dạng, ta có :

$$\frac{FO}{FO + OH} = \frac{OP}{HN}$$

+ Dùng thước đo các độ dài OH , OP , HN sẽ tính được FO .

+ Độ dài FO chính là độ lớn của tiêu cự kính phân kì.

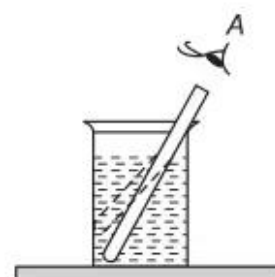


Hình 7.27G

7.60. Cốc nước là một thấu kính hội tụ theo phương ngang. Theo tính chất ảnh của vật thật qua thấu kính hội tụ, ban đầu ta sẽ quan sát thấy ảnh rất lớn của vật, ảnh này cùng chiều với vật. Khi dịch vật ra ngoài tiêu điểm của

cốc thì ảnh đảo chiều theo phương ngang so với chiều của vật. Trong quá trình dịch chuyển vật ra xa cốc, ta thấy ảnh luôn dịch chuyển cùng chiều với chiều dịch chuyển của vật và độ lớn của ảnh nhỏ dần.

7.61. a) Do hiện tượng khúc xạ ánh sáng, ta thấy phần ống nghiệm ngập trong nước như được nâng lên (Hình 7.28G). Mặt khác, do hiện tượng phản xạ toàn phần ở thành ống, ta lại thấy thành ống nghiệm sáng loá như được mạ bạc.



Hình 7.28G

b) Do hiện tượng phản xạ toàn phần, ta thấy thành ống nghiệm sáng như được mạ bạc và không nhìn thấy cuộn giấy màu.

c) – Do hiện tượng phản xạ toàn phần, ta thấy như có thuỷ ngân nổi trên mặt nước.

– Khi mặt nước trong ống ngang với mặt nước trong cốc thì không còn hiện tượng phản xạ toàn phần nên sự sáng loá không còn nữa, chỉ thấy phần ống nghiệm ngập trong nước như được nâng lên.

7.62. Nhiều tia sáng từ ngọn lửa nến sau khi khúc xạ ở thành cốc bị phản xạ toàn phần ở mặt phân cách nước – không khí, lại khúc xạ qua thành cốc rồi đến mắt ta. Ta nhìn thấy ảnh lộn ngược của ngọn lửa dường như lơ lửng trong không khí.