

Các dạng bài tập về thấu kính và cách giải

I. Lý thuyết

1. Thấu kính

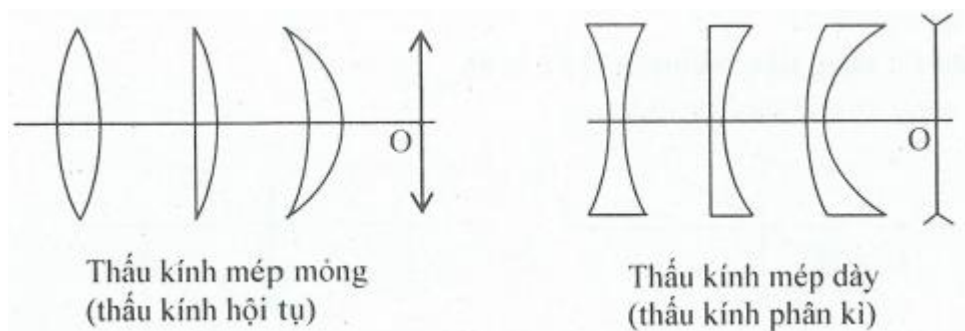
- Là khối chất trong suốt được giới hạn bởi 2 mặt cong (hoặc 1 mặt cong và 1 mặt phẳng).

- Phân loại thấu kính (xét trong không khí):

+ Thấu kính rìa mỏng (thấu kính hội tụ): Phần rìa mỏng hơn phần giữa.

+ Thấu kính mép dày (thấu kính phân kỳ): Phần giữa mỏng hơn phần rìa.

- Kí hiệu của thấu kính



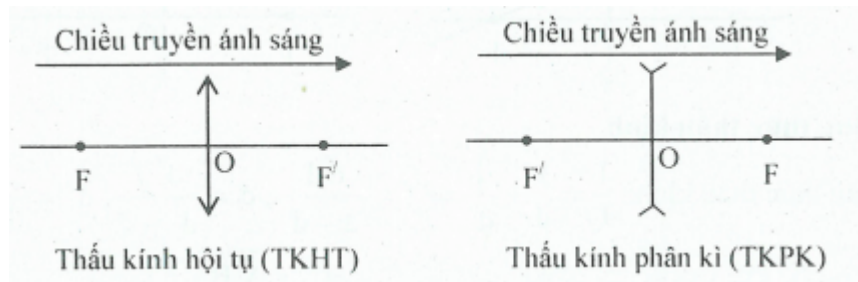
a. Các đặc điểm của thấu kính

- **Quang tâm:** Là điểm nằm giữa thấu kính. Mọi tia sáng đi qua quang tâm đều truyền thẳng.

- **Trục chính:** Đường thẳng qua quang tâm O và vuông góc với thấu kính gọi là trục chính. Các đường thẳng khác qua O gọi là trục phụ.

- **Tiêu điểm chính:** Là điểm đặc biệt nằm trên trục chính, là nơi hội tụ (hoặc điểm đồng quy) của chùm tia ló (hoặc tia tới). Một thấu kính có 2 tiêu điểm chính (1 tiêu điểm vật F và 1 tiêu điểm ảnh F').

+ Tính chất: Nếu tia tới qua tiêu điểm vật chính thì tia ló song song với trục chính. Nếu tia tới song song với trục chính thì tia ló đi qua tiêu điểm ảnh chính.



+ Tiêu điểm vật của thấu kính hội tụ nằm trước thấu kính, của thấu kính phân kì thì nằm sau thấu kính (phía trước thấu kính là phía ánh sáng tới, phía sau thấu kính là phía ánh sáng ló ra khỏi thấu kính).

+ Mặt phẳng vuông góc với trục chính tại tiêu điểm vật F gọi là tiêu diện vật. Mặt phẳng vuông góc với trục chính tại tiêu điểm ảnh F' gọi là tiêu diện ảnh.

+ Giao của trục phụ với tiêu diện vật hay tiêu diện ảnh gọi là tiêu điểm vật phụ (F_p) hay tiêu điểm ảnh phụ (F'_p).

- Tiêu cự - Độ tụ

+ Tiêu cự là trị số đại số f của khoảng cách từ quang tâm O đến các tiêu điểm chính với quy ước:

$f > 0$ với thấu kính hội tụ.

$f < 0$ với thấu kính phân kì. ($|f| = OF = OF'$)

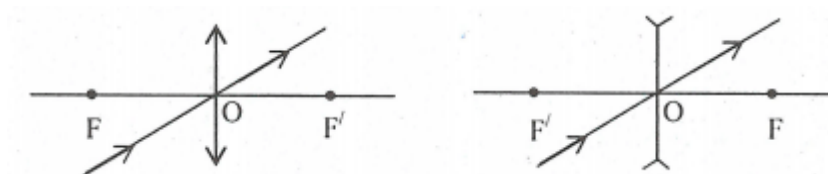
+ Khả năng hội tụ hay phân kì chùm tia sáng của thấu kính được đặc trưng bởi độ tụ

D xác định bởi: $D = \frac{1}{f}$

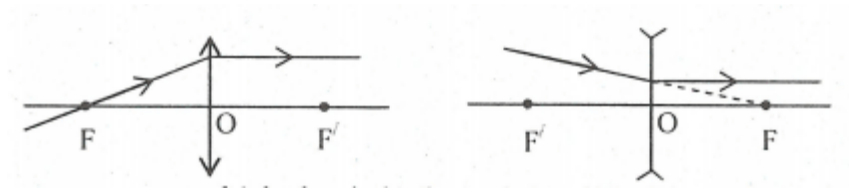
Với độ tụ D, đơn vị là điốp – dp

b. Đường đi của tia sáng đặc biệt qua thấu kính

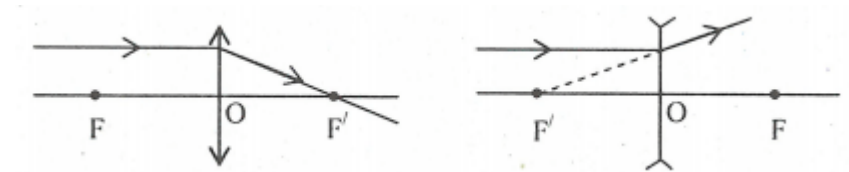
+ Tia qua quang tâm O thì truyền thẳng



+ Tia qua tiêu điểm chính (hoặc có đường kéo dài qua tiêu điểm chính F) cho tia ló song song trục chính.



+ Tia tới song song trục chính cho tia ló (hoặc đường kéo dài của tia ló) đi qua tiêu điểm chính F' .



c. Các công thức thấu kính

+ Công thức thấu kính: $\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} \Rightarrow f = \frac{d \cdot d'}{d + d'}; d = \frac{d' \cdot f}{d' - f}; d' = \frac{d \cdot f}{d - f}$

+ Số phóng đại (chiều và độ lớn ảnh): $k = -\frac{d'}{d} = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$

Trong đó:

+ d : là vị trí của vật so với thấu kính; vật thật: $d > 0$; vật ảo $d < 0$

+ d' : là vị trí của ảnh so với thấu kính; ảnh thật: $d' > 0$; ảnh ảo: $d' < 0$

+ f là tiêu cự của thấu kính, $f > 0$ với thấu kính hội tụ và $f < 0$ với thấu kính phân kì.

+ k là số phóng đại, $k > 0$ thì ảnh vật cùng chiều, trái bản chất; $k < 0$ thì ảnh vật ngược chiều, cùng bản chất.

Chú ý:

+ Nếu vật và ảnh cùng bên thấu kính hoặc cùng chiều thì trái bản chất (vật thật, ảnh ảo).

+ Nếu vật và ảnh khác bên thấu kính hoặc ngược chiều thì cùng bản chất (vật thật, ảnh thật).

+ Tương quan giữa ảnh và vật qua thấu kính:

Loại thấu kính	Vật	Ảnh
----------------	-----	-----

Thấu kính hội tụ (TKHT)	$0 < d < f$	Ảnh ảo, cùng chiều và lớn hơn vật.
	$d = f$	Ảnh ở vô cùng.
	$f < d < 2f$	Ảnh thật, ngược chiều và lớn hơn vật.
	$d = 2f$	Ảnh thật, cao bằng vật.
	$2f < d$	Ảnh thật, ngược chiều và nhỏ hơn vật.
Thấu kính phân kì (TKPK)	Với mọi $d > 0$	Ảnh ảo, cùng chiều và nhỏ hơn vật.

II. Các dạng bài tập

Dạng 1. Tính tiêu cự, độ tụ của thấu kính theo chiết suất và hình dạng của thấu kính

1. Phương pháp

Áp dụng các công thức độ tụ tính các đại lượng liên quan đến yêu cầu bài toán

$$D = \frac{1}{f} = \left(\frac{n_{\text{tk}}}{n_{\text{mt}}} - 1 \right) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

Ở chân không hoặc không khí $n_{\text{mt}} = 1 \Rightarrow D = \frac{1}{f} = (n_{\text{tk}} - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$

Trong đó:

- + Bán kính $R > 0$: mặt lồi; $R < 0$: mặt lõm; $R = \infty$: mặt phẳng; đơn vị là m
- + Tiêu cự f , đơn vị là m;
- + Độ tụ D , đơn vị là điốp – dp

2. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Cho một thấu kính có hai mặt lồi. Khi đặt trong không khí có độ tụ D_1 , khi đặt trong chất lỏng có chiết suất là $n' = 1,68$ thì thấu kính lại có độ tụ $D_2 = - (D_1/5)$. Hỏi chiết suất n của thấu kính là bao nhiêu?

Hướng dẫn

$$D_2 = \frac{D_1}{5} \Rightarrow \frac{D_2}{D_1} = -\frac{1}{5} = \frac{\left(\frac{n_{tk}}{n_2} - 1\right)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)}{\left(\frac{n_{tk}}{n_1} - 1\right)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)} = \frac{\left(\frac{n_{tk}}{n_2} - 1\right)}{\left(\frac{n_{tk}}{n_1} - 1\right)} = \frac{\left(\frac{n_{tk}}{1,68} - 1\right)}{\left(\frac{n_{tk}}{1} - 1\right)}$$

$$\Rightarrow n_{tk} = 1,5$$

Bài 2: Cho thủy tinh làm thấu kính có chiết suất $n = 1,5$.

Tính tiêu cự của các thấu kính khi đặt trong không khí. Nếu:

- Hai mặt lồi có bán kính 10cm và 30cm
- Mặt lồi có bán kính 10cm và mặt lõm có bán kính 30cm.

Hướng dẫn

Ở chân không hoặc không khí $n_{mt} = 1 \Rightarrow D = \frac{1}{f} = (n_{tk} - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$

a) $\frac{1}{f} = (1,5 - 1) \left(\frac{1}{0,1} + \frac{1}{0,3} \right) \Rightarrow f = 0,15m = 15cm$

b) $\frac{1}{f} = (1,5 - 1) \left(\frac{1}{0,1} - \frac{1}{0,3} \right) \Rightarrow f = 0,3m = 30cm$

Dạng 2. Xác định vị trí, tính chất, độ lớn của vật và ảnh

1. Phương pháp

- Áp dụng các công thức thấu kính tính các đại lượng liên quan đến yêu cầu bài toán

$$\begin{cases} \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{f} \Rightarrow d = \frac{d'f}{d' - f}; d' = \frac{df}{d - f}; f = \frac{dd'}{d + d'} \\ k = \frac{A'B'}{AB} = -\frac{d'}{d} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} d = f - \frac{f}{k} \\ d' = f - fk \\ k = \frac{f}{f - d} \end{cases}$$

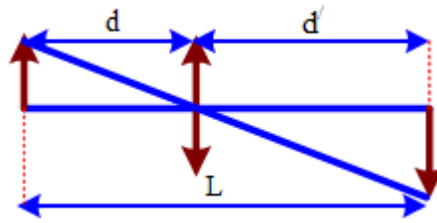
($\overline{AB}$, $\overline{A'B'}$ — là độ dài đại số của vật và ảnh).

- Độ lớn (chiều cao của ảnh): $A'B' = |k|AB$

- Trong mọi trường hợp khoảng cách giữa vật và ảnh là: $L = |d + d'|$

$$L = d + d' = d + \frac{df}{d - f}$$

+ Đối với vật thật cho ảnh trên màn:



$$\Rightarrow d^2 - Ld + Lf = 0 \Rightarrow \Delta = L^2 - 4Lf \geq 0 \Rightarrow L \geq 4f$$

$$L > 4f \Rightarrow \begin{cases} d_1 = \frac{L - \sqrt{L^2 - 4Lf}}{2} \\ d_2 = \frac{L + \sqrt{L^2 - 4Lf}}{2} \end{cases} \Rightarrow \underbrace{d_2 - d_1}_{\ell} = \sqrt{L^2 - 4Lf}$$

*

$$* L_{\min} = 4f \Rightarrow d_1 = d_2 = 2f$$

2. Ví dụ minh họa

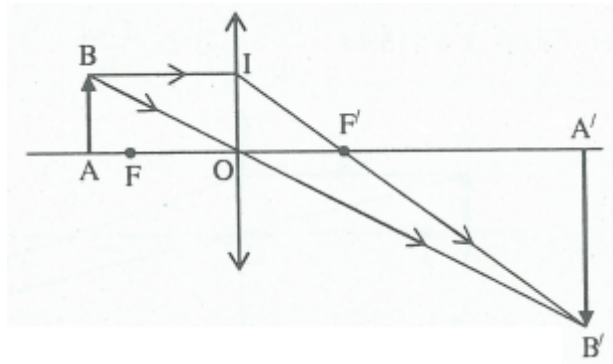
Ví dụ 1: Một vật sáng AB có dạng mũi tên cao 6 cm đặt vuông góc trục chính của thấu kính hội tụ, cách thấu kính 15cm. Thấu kính có tiêu cự 10 cm.

- Dựng ảnh của vật qua thấu kính.
- Xác định kích thước và vị trí của ảnh.

Hướng dẫn

- Dựng ảnh của vật qua thấu kính.

- + Qua B kẻ tia tới BI // với trục chính, thì tia ló qua I và tiêu điểm ảnh F'.
- + Xuất phát từ B kẻ tia qua quang tâm O, tia này giao với tia IF' tại B', B' là ảnh của B.
- + Từ B hạ vuông góc xuống trục chính cắt trục chính tại A'.
- + Vậy A'B' là ảnh của AB cần dựng.



b) Áp dụng công thức thấu kính ta có: $\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} \Rightarrow d' = \frac{d.f}{d-f} = \frac{15.10}{15-10} = 30(\text{cm})$

+ Chiều cao của ảnh: $A'B' = |k|AB = \left| -\frac{d'}{d} \right| AB = \left| -\frac{30}{15} \right| .6 = 12(\text{cm})$

Ví dụ 2: Một vật sáng AB có dạng mũi tên đặt vuông góc trục chính của thấu kính phân kỳ, cho ảnh cao 3,6 cm và cách thấu kính 6 cm. Thấu kính có tiêu cự 15 cm. Xác định kích thước và vị trí của vật. Vẽ hình.

Hướng dẫn

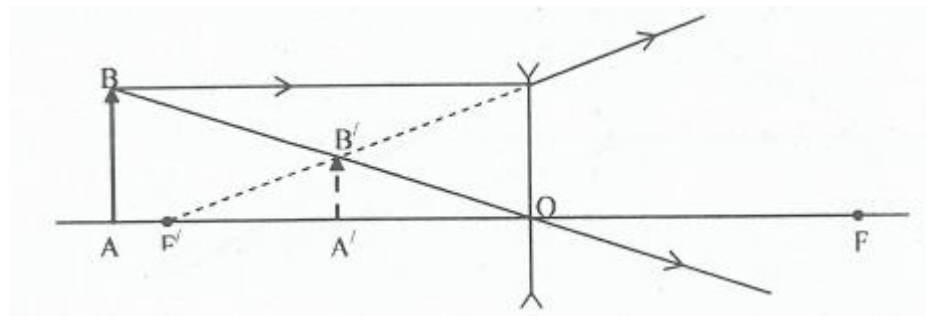
+ Áp dụng công thức thấu kính ta có: $\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} \Rightarrow d = \frac{d'.f}{d'-f}$

+ Vì thấu kính phân kỳ nên $f = -15\text{cm}$ và vật thật cho ảnh ảo nên $d' = -6\text{cm}$.

+ Vị trí của vật AB: $d = \frac{d'.f}{d'-f} = \frac{(-6)(-15)}{(-6)-(-15)} = 10(\text{cm})$

$$AB = \frac{A'B'}{|k|} = \frac{A'B'}{\left| -\frac{d'}{d} \right|} = \frac{3,6}{\frac{6}{10}} = 6(\text{cm})$$

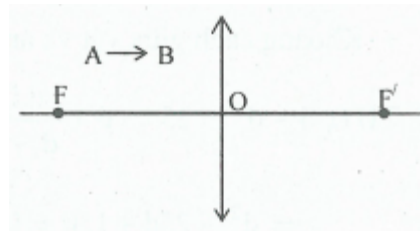
+ Kích thước (chiều cao) của vật:



Ví dụ 3: Cho một thấu kính hội tụ có tiêu cự 30 cm. Vật sáng AB dài 3 cm đặt song song với trục chính của thấu kính và cách trục chính một khoảng h , điểm B ở cách thấu kính một khoảng $d_B = 15\text{cm}$.

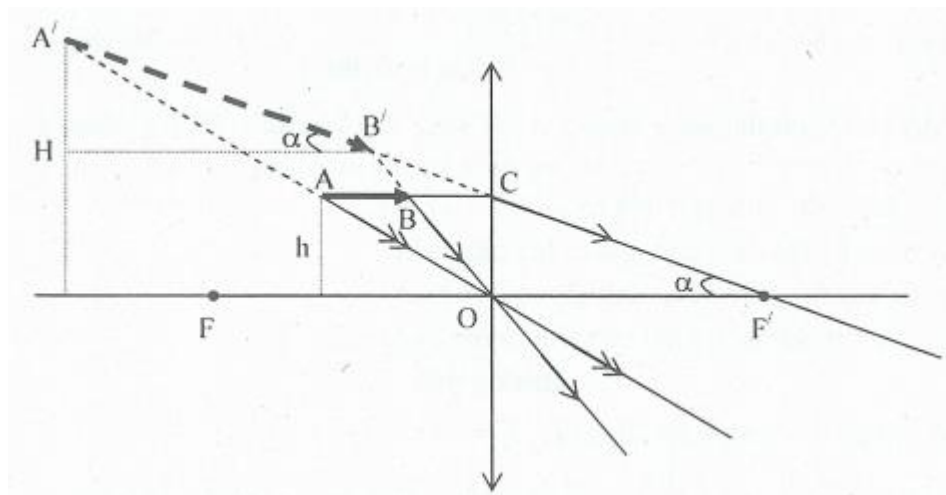
a) Dựng ảnh A'B' của AB qua thấu kính. Nhận xét tính chất của ảnh A'B' vừa dựng.

b) Tính độ dài ảnh A'B' khi $h = 10\sqrt{3}\text{cm}$.



Hướng dẫn

a) Vẽ hình



Nhận xét: A'B' là ảnh ảo, lớn hơn AB.

b) Ta có:
$$\frac{1}{d'_B} = \frac{1}{f} - \frac{1}{d_B} = \frac{1}{30} - \frac{1}{15} = -\frac{1}{30} \Rightarrow d'_B = -30(\text{cm})$$

+ Suy ra khoảng cách từ ảnh B' tới thấu kính là 30cm.

+ Khoảng cách từ A tới thấu kính là: $d_A = 15 + 3 = 18(\text{cm})$

$$\frac{1}{d'_A} = \frac{1}{f} - \frac{1}{d_A} = \frac{1}{30} - \frac{1}{18} = -\frac{1}{45} \Rightarrow d'_A = -45(\text{cm})$$

+ Suy ra khoảng cách từ ảnh A' tới thấu kính là 45 (cm)

+ Ta có: $HB' = |d'_A| - |d'_B| = 45 - 30 = 15 \text{ (cm)}$

+ Xét $\triangle OCF'$ có $\tan \alpha = \frac{OC}{OF'} = \frac{10\sqrt{3}}{30} = \frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \alpha = 30^\circ$

+ Xét $\triangle A'B'H'$ có góc $B' = \alpha = 30^\circ$ (góc đồng vị)

$$A'B' = \frac{HB'}{\cos 30^\circ} = \frac{15}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = 10\sqrt{3} \text{ (cm)}$$

+ Ta có: . Vậy ảnh $A'B'$ dài $10\sqrt{3} \text{ (cm)}$.

Ví dụ 4: Một thấu kính hội tụ có tiêu cự 6 cm. Vật sáng AB là một đoạn thẳng đặt vuông góc trục chính của thấu kính cho ảnh cách vật 25 cm. Xác định vị trí vật và ảnh.

Hướng dẫn

+ Khoảng cách giữa vật và ảnh: $L = |d + d'| = 25 \Rightarrow d + d' = \pm 25$

TH1: $d + d' = 25 \Leftrightarrow d + \frac{d.f}{d-f} = 25 \Leftrightarrow d^2 = 25(d-f) \Leftrightarrow d^2 - 25d + 25f = 0$

$$\Leftrightarrow d^2 - 25d + 150 = 0 \Rightarrow \begin{cases} d = 10 \text{ (cm)} \\ d = 15 \text{ (cm)} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} d' = 15 \text{ (cm)} \\ d' = 10 \text{ (cm)} \end{cases}$$

TH2: $d + d' = -25 \Leftrightarrow d + \frac{d.f}{d-f} = -25 \Leftrightarrow d^2 = -25(d-f) \Leftrightarrow d^2 + 25d - 25f = 0$

$$\Leftrightarrow d^2 + 25d - 150 = 0 \Rightarrow \begin{cases} d = 5 \text{ (cm)} \\ d = -30 \text{ (cm)} < 0 \end{cases}$$

Với $d = -30 \text{ cm} \Rightarrow$ Loại

+ $d = 5 \text{ cm} \Rightarrow d' = -30 \text{ cm}$

Dạng 3. Bài toán di chuyển vật và ảnh

1. Phương pháp

a. Dịch chuyển theo phương trục chính

- Ta có hệ thức: $\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'}$

- f không đổi nên khi d tăng thì d' giảm và ngược lại. Do đó ảnh và vật luôn dịch chuyển cùng chiều nhau.

- Giả sử vị trí ban đầu của ảnh và vật là d_1 và d'_1 . Gọi Δx và $\Delta x'$ là khoảng dịch chuyển

của vật và ảnh thì vị trí sau của vật và ảnh:
$$\begin{cases} d_2 = d_1 \pm \Delta x \\ d'_2 = d'_1 \mp \Delta x' \end{cases}$$

Với
$$d'_1 = \frac{d_1 f}{d_1 - f}; d'_2 = \frac{d_2 f}{d_2 - f} = \frac{(d_1 \pm \Delta x) f}{d_1 \pm \Delta x - f}$$

Chú ý:

+ Lấy dấu (+) trước Δx khi dịch vật ra xa TK, lấy dấu (-) khi dịch vật lại gần.

+ Lấy dấu (+) trước Δx ; khi dịch ảnh ra xa TK, lấy dấu (-) khi dịch ảnh lại gần.

Kinh nghiệm:

Khi cho tỉ số $\frac{k_2}{k_1}$ thì nên dùng công thức:
$$k = -\frac{d'}{d} = \frac{f}{f - d} \Rightarrow \frac{k_2}{k_1} = \frac{f - d_1}{f - d_2}$$

b. Dịch chuyển theo phương vuông góc với trục chính

- Do d không đổi nên d' cũng không đổi, do đó ảnh và vật di chuyển theo phương vuông góc với trục chính.

- Để biết chiều dịch chuyển của vật và ảnh, ta sử dụng tính chất điểm vật, điểm ảnh, quang tâm thẳng hàng. Cụ thể:

+ Xét một điểm vật A lúc đầu nằm trên trục chính thì điểm ảnh A' cũng nằm trên trục chính.

+ Sau khi A dịch, thì A' cũng phải dịch đi sao cho A, O, A' thẳng hàng. Từ đó suy ra được chiều dịch của A' $\Rightarrow$ chiều dịch của ảnh.

- Gọi Δy là độ dịch chuyển của vật, $\Delta y'$ là độ dịch chuyển của ảnh đối với trục chính. Vẽ hình rồi dựa vào các tính chất đồng dạng để giải.

2. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Một điểm sáng S đặt trên trục chính của thấu kính hội tụ, tiêu cự $f = 15$ cm cho ảnh rõ nét trên màn M đặt vuông góc với trục chính của thấu kính. Di chuyển

điểm sáng S về gần thấu kính đoạn 5 cm so với vị trí cũ thì màn phải dịch chuyển đi 22,5 cm mới lại thu được ảnh rõ nét.

a) Hỏi màn phải dịch chuyển ra xa hay lại gần thấu kính, vì sao?

b) Xác định vị trí điểm sáng S và màn lúc đầu.

Hướng dẫn

a) Gọi d và d' là khoảng cách từ điểm sáng S và màn đến thấu kính.

+ Ta có: $\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{f}$ không đổi (với d và d' đều dương)

+ Khi S di chuyển về gần thấu kính tức d giảm thì d' phải tăng. Vậy màn phải ra xa thấu kính.

b) Vị trí S và màn lúc đầu:

+ Ứng với vị trí đầu của S và màn ta có: $\frac{1}{d_1} + \frac{1}{d'_1} = \frac{1}{f} \Rightarrow d'_1 = \frac{d_1 f}{d_1 - f} = \frac{15d_1}{d_1 - 15}$ (1)

+ Ứng với vị trí sau của S và màn ta có: $\frac{1}{d_2} + \frac{1}{d'_2} = \frac{1}{f} \Rightarrow d'_2 = \frac{d_2 f}{d_2 - f} = \frac{15d_2}{d_2 - 15}$ (2)

+ Vì S dịch là gần thấu kính nên: $d_2 = d_1 - 5$

+ Thay vào (2) ta có: $d'_2 = \frac{15(d_1 - 5)}{(d_1 - 5) - 15}$ (3)

+ Vật dịch lại gần thì ảnh dịch ra xa nên: $d'_2 = d'_1 + 22,5$ (*)

+ Thay (1) và (3) vào (*) ta có: $\frac{15(d_1 - 5)}{(d_1 - 5) - 15} = \frac{15d_1}{d_1 - 15} + 22,5$

+ Biến đổi ta có: $d_1^2 - 35d_1 + 250 = 0 \Rightarrow d_1 = 25\text{cm}$ và $d_1 = 10\text{cm}$

+ Vì ảnh trên màn là ảnh thật nên $d_1 > f = 15$ (cm) nên chọn nghiệm $d_1 = 25$ (cm)

+ Từ (1) ta có: $d'_1 = 37,5\text{cm}$.

Ví dụ 2: Dùng thấu kính hội tụ có tiêu cự $f = 4$ cm, người ta thu được ảnh rõ nét của một vật sáng AB đặt trên trục chính và cách thấu kính đoạn 12 cm. Sau đó dịch

chuyển vật sáng AB theo phương vuông góc với trục chính một đoạn 3 cm thì ảnh sẽ dịch chuyển như thế nào. Tính độ dịch chuyển của ảnh khi đó (so với trục chính).

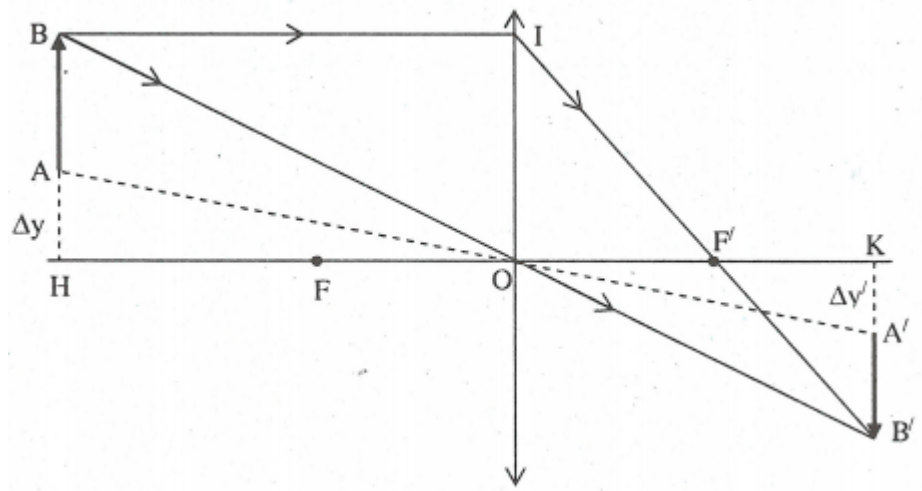
Hướng dẫn

+ Vị trí ảnh:
$$d' = \frac{df}{d-f} = \frac{12.4}{12-4} = 6(\text{cm})$$

+ Lúc đầu A ở trên trục chính nên A' cũng ở trên trục chính. Khi AB dịch lên 3 cm so với trục chính thì A cũng dịch lên 3 cm so với trục chính. Vì điểm A, O, A' luôn thẳng hàng nên A' dịch xuống $\Rightarrow$ ảnh dịch xuống.

+ Gọi Δy là độ dịch chuyển của vật AB thì $\Delta y'$ là độ dịch chuyển của ảnh A'B'.

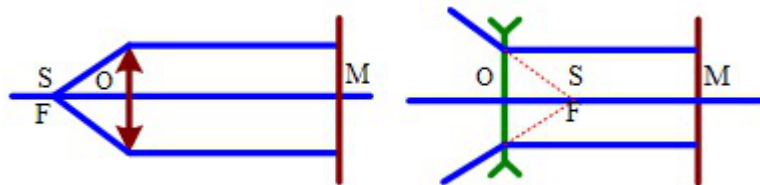
+ Ta có:
$$\frac{\Delta y'}{\Delta y} = \frac{d'}{d} \Rightarrow \Delta y' = \Delta y \frac{d'}{d} = 3 \cdot \frac{6}{12} = 1,5(\text{cm})$$



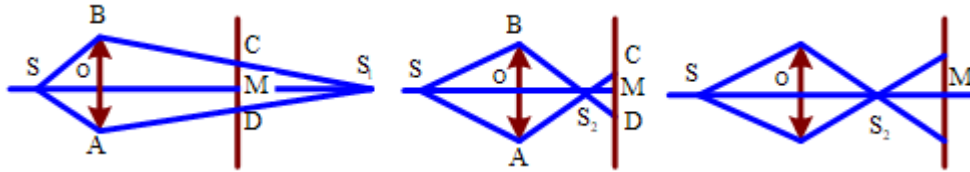
Dạng 4. Bài toán liên quan đến vật sáng trên màn

1. Lý thuyết

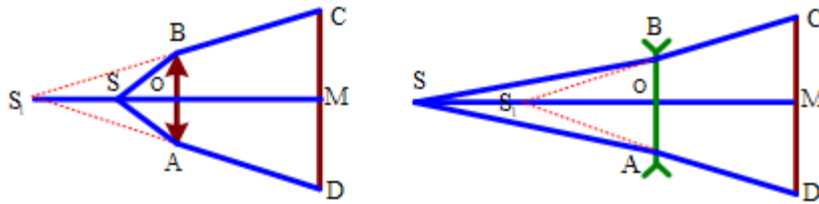
+ Chùm ló song song với trục chính (vật ở tiêu điểm chính vật)



+ Chùm ló hội tụ trước màn và sau màn.

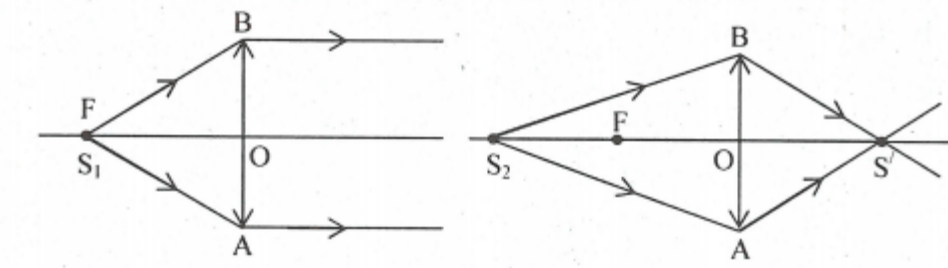


+ Chùm ló phân kì



2. Phương pháp

- Phần giao của màn và chùm tia ló khỏi bề mặt thấu kính tạo thành diện tích vùng sáng trên màn.
- + Chùm tia ló song song tạo diện tích vùng sáng luôn không đổi.
- + Chùm tia ló hội tụ tạo hai diện tích vùng sáng bằng nhau khi đặt màn ở hai vị trí đối xứng qua điểm ảnh.
- Tính toán chủ yếu dựa trên kiến thức hình học là các tam giác đồng dạng.

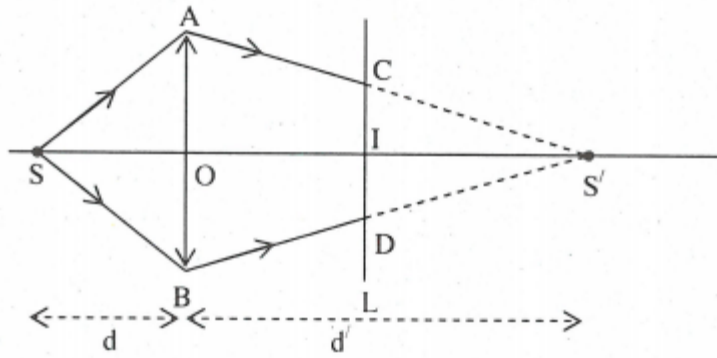


3. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Điểm sáng S trên trục chính của thấu kính hội tụ và cách thấu kính 15 cm. Đặt một màn chắn M vuông góc với trục chính và ở bên kia thấu kính một đoạn 15 cm thì trên màn thu được vệt sáng có đường kính bằng $\frac{1}{2}$ đường kính của chu vi thấu kính. Xác định tiêu cự của thấu kính.

Hướng dẫn

+ Hình vẽ



+ Xét hai tam giác đồng dạng $S'CD$ và $S'AB$ ta có: $\frac{S'I}{S'O} = \frac{CD}{AB} = \frac{1}{2}$ (1)

+ Lại có: $S'I = S'O - IO = d' - 15$ (2)

+ Từ (1) và (2) ta có: $\frac{d' - 15}{d'} = \frac{1}{2} \Rightarrow d' = 30\text{cm}$

+ Theo đề ra $d = SO = 15\text{ cm}$

+ Mặt khác: $\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} \Rightarrow f = \frac{d.d'}{d + d'} = \frac{15.30}{15 + 30} = 10\text{cm}$

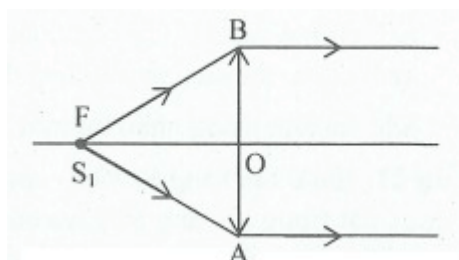
Ví dụ 2: Thấu kính hội tụ có tiêu cự f có đường rìa hình tròn và màn đặt sau thấu kính cách thấu kính đoạn 60 cm , vuông góc với trục chính thấu kính. Di chuyển điểm sáng S trên trục chính thấu kính (bên kia màn so với thấu kính) ta lần lượt tìm được hai vị trí S lần lượt cho trên màn hai vòng tròn sáng có đường kính bằng đường kính rìa của thấu kính. Hai vị trí này cách nhau 8 cm .

a) Tìm tiêu cự thấu kính.

b) Từ vị trí điểm sáng gần thấu kính hơn, ta dịch điểm sáng đi 6 cm về phía gần thấu kính. So sánh đường kính vòng tròn sáng trên màn với đường kính rìa thấu kính.

Hướng dẫn

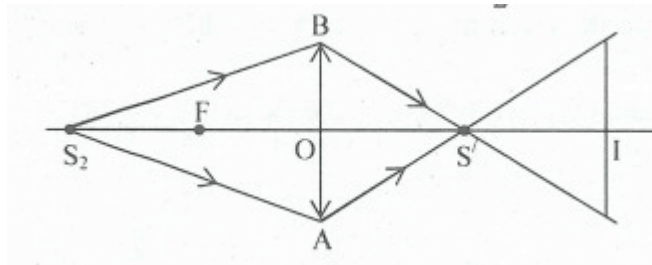
a) Để có vòng tròn sáng trên màn có đường kính bằng đường kính AB của thấu kính thì:



+ Hoặc điểm sáng nằm tại S_1 cũng là tiêu điểm F của thấu kính, lúc này chùm tia ló song song với trục chính nên bất kì vị trí nào của màn cũng thỏa mãn. Do đó: $d_1 = f$ (1)

+ Hoặc điểm sáng nằm tại S_2 ngoài khoảng OF của thấu kính sao cho chùm tia ló hội tụ tại S' (S' là trung điểm của OI). Do đó:

$$d'_2 = OS' = \frac{1}{2}OI = 30\text{cm}$$

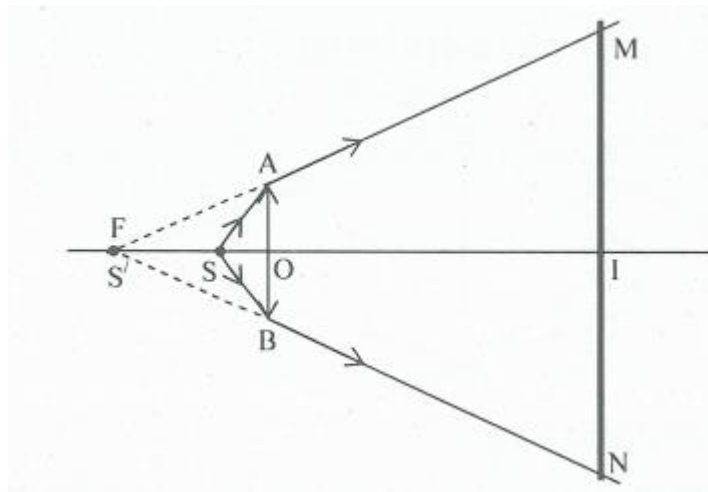


+ Theo đề ra ta có: $S_1S_2 = 8 = d_2 - d_1$ (*)

+ Mà $\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} \Rightarrow d = \frac{d'.f}{d' - f} \Rightarrow d_2 = \frac{d'_2.f}{d'_2 - f} = \frac{30f}{30 - f}$ (2)

Thay (1) và (2) vào (*) ta có: $\Rightarrow 8 = \frac{30f}{30 - f} - f \Rightarrow f = 12\text{cm}$

b) Trường hợp vật ở gần là trường hợp $d_1 = 12\text{ cm}$.



$$d_3 = OS_3 = 6\text{cm} \Rightarrow d' = \frac{d_3.f}{d_3 - f} = \frac{6.12}{6 - 12} = -12\text{cm}$$

+ Khi dịch lại gần 6 cm suy ra

$\Rightarrow$ ảnh S' là ảnh ảo.

+ Xét hai tam giác đồng dạng FAB và FMN ta có:

$$\frac{OF}{FI} = \frac{AB}{MN} \Leftrightarrow \frac{OF}{FO + OI} = \frac{AB}{MN} \Rightarrow \frac{f}{|d'| + 60} = \frac{AB}{MN} \Rightarrow \frac{AB}{MN} = \frac{1}{6}$$

Dạng 5: Hệ hai thấu kính ghép đồng trục

I. Phương pháp

Nếu ta có các thấu kính ghép đồng trục sát nhau thì ta có độ tụ tương đương của hệ là:

$$D_h = D_1 + D_2 + \dots + D_n$$

$$\frac{1}{f_h} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} + \dots + \frac{1}{f_n}$$

Hay tiêu cự tương đương của hệ

Khi đó ta xét bài toán tương đương như một thấu kính có độ tụ D , tiêu cự f

- Nếu hệ thấu kính đồng trục ghép cách nhau một khoảng $O_1O_2 = l$

+ Ta có sơ đồ ảnh bởi hệ là

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

+ Áp dụng công thức thấu kính lần lượt cho mỗi thấu kính, ta có:

$$\begin{cases} d_1' = \frac{d_1 f_1}{d_1 - f_1} \\ d_2 = l - d_1' \\ d_2' = \frac{d_2 f_2}{d_2 - f_2} \end{cases}$$

$$k = \frac{\overline{A_2B_2}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{A_2B_2}}{\overline{A_1B_1}} \cdot \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} = k_1 k_2$$

+ Khoảng cách giữa hai thấu kính $O_1O_2 = l$ và $d_2 = l - d_1'$

+ Nếu hai thấu kính ghép sát nhau thì: $d_1' = -d_2$

II. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Hai thấu kính hội tụ O_1 và O_2 có tiêu cự lần lượt là $f_1 = 30 \text{ cm}$ và $f_2 = 15 \text{ cm}$, có trục chính trùng nhau, đặt cách nhau một khoảng $\ell = 80 \text{ cm}$. Một vật sáng $AB = 1 \text{ cm}$ đặt trước O_1 và cách O_1 một đoạn $d_1 = 60 \text{ cm}$.

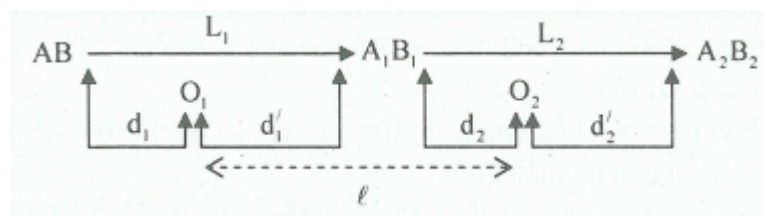
a) Xác định vị trí, tính chất, chiều, độ lớn của ảnh A_2B_2 cho bởi hệ thấu kính.

b) Vẽ ảnh của vật qua hệ thấu kính.

Hướng dẫn

a) Xác định vị trí, tính chất, chiều, độ lớn của ảnh A_2B_2 cho bởi hệ thấu kính.

+ Sơ đồ tạo ảnh:



+ Ảnh A_1B_1 cách O_1 đoạn:
$$d_1' = \frac{d_1 f_1}{d_1 - f_1} = \frac{60 \cdot 30}{60 - 30} = 60 (\text{cm})$$

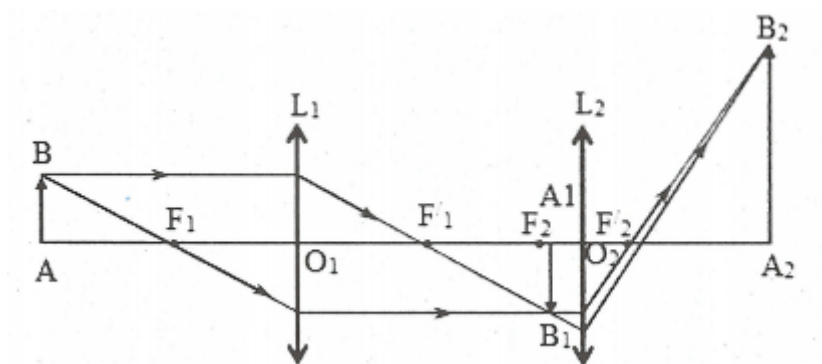
+ A_1B_1 là vật đối với L_2 và cách O_2 đoạn: $d_2 = \ell - d_1' = 80 - 60 = 20 (\text{cm})$

+ Ảnh A_2B_2 cách O_2 đoạn:
$$d_2' = \frac{d_2 f_2}{d_2 - f_2} = \frac{20 \cdot 15}{20 - 15} = 60 (\text{cm}) > 0 \quad (1)$$

+ Số phóng đại của ảnh qua hệ thấu kính:

$$k = \frac{\overline{A_2B_2}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} \cdot \frac{\overline{A_2B_2}}{\overline{A_1B_1}} = \frac{d_1'}{d_1} \cdot \frac{d_2'}{d_2} = \frac{60}{60} \cdot \frac{60}{20} = 3 > 0 \quad (2)$$

Từ (1) và (2) suy ra ảnh cuối cùng A_2B_2 là ảnh thật, cách thấu kính L_2 đoạn 60 cm , cùng chiều và có độ lớn bằng 3 lần vật AB .



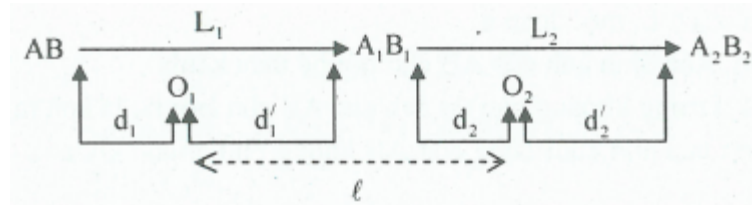
Ví dụ 2: Hai thấu kính L_1, L_2 có tiêu cự lần lượt là $f_1 = 20 \text{ cm}$, $f_2 = 10 \text{ cm}$ đặt cách nhau một khoảng $\ell = 55 \text{ cm}$, sao cho trục chính trùng nhau. Đặt vật AB cao 1 cm trước thấu kính L_1 .

a) Để hệ cho ảnh thật thì phải đặt vật trong khoảng cách nào?

b) Để qua hệ thu được 1 ảnh thật có chiều cao bằng 2 cm và cùng chiều với vật AB thì phải đặt vật AB cách thấu kính L_1 đoạn bằng bao nhiêu?

Hướng dẫn

a) Sơ đồ tạo ảnh:



+ Gọi d_1 là khoảng cách từ AB đến thấu kính L_1 .

+ Ảnh A_1B_1 cách O_1 đoạn:
$$d_1' = \frac{d_1 f_1}{d_1 - f_1} = \frac{20 d_1}{d_1 - 20}$$

+ A_1B_1 là vật đối với L_2 và cách O_2 đoạn:
$$d_2 = \ell - d_1' = 55 - \frac{20 d_1}{d_1 - 20}$$

$$d_2' = \frac{d_2 f_2}{d_2 - f_2} = \frac{\left(55 - \frac{20 d_1}{d_1 - 20}\right) 10}{55 - \frac{20 d_1}{d_1 - 20} - 10}$$

+ Ảnh A_2B_2 cách O_2 đoạn:

$$\Leftrightarrow d_2' = \frac{(55 d_1 - 20 \cdot 55 - 20 d_1) 10}{55 d_1 - 55 \cdot 20 - 20 d_1 - 10 d_1 + 10 \cdot 20} = \frac{10(35 d_1 - 1100)}{25 d_1 - 900} = \frac{14 d_1 - 440}{d_1 - 36}$$

Để vật AB cho ảnh A_2B_2 là ảnh thật thì
$$d_2' > 0 \Rightarrow \frac{14 d_1 - 440}{d_1 - 36} > 0$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} 14d_1 - 440 > 0 \\ d_1 - 36 > 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} d_1 > \frac{220}{7} \\ d_1 > 36 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} d_1 > 36(\text{cm}) \\ 0 < d_1 < \frac{220}{7}(\text{cm}) \end{cases}$$

Vậy khi đặt vật thỏa mãn điều kiện $0 < d_1 < \frac{220}{7}(\text{cm})$ hay $d_1 > 36(\text{cm})$

$$k = 2 \Leftrightarrow \frac{d'_1 d'_2}{d_1 d_2} = 2 \Leftrightarrow \frac{f_1}{d_1 - f_1} \frac{f_2}{d_2 - f_2} = 2$$

b) Theo bài ta có:

$$\Leftrightarrow \left(\frac{20}{d_1 - 20} \right) \left(\frac{10}{d_2 - 10} \right) = 2 \Leftrightarrow \left(\frac{20}{d_1 - 20} \right) \left(\frac{10}{55 - \frac{20d_1}{d_1 - 20} - 10} \right) = 2$$

$$\Leftrightarrow \frac{100}{25d_1 - 900} = 1 \Leftrightarrow d_1 = 40(\text{cm})$$

thỏa mãn điều kiện cho ảnh thật.