

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:
$$\begin{cases} d_2 = d_1 \pm \Delta x \\ d'_2 = d'_1 \mp \Delta x' \end{cases}$$

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

Chú ý:

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

+ Lấy dấu (+) trước $\Delta x'$; 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 $d_1 > f = 15(\text{cm})$ nên chọn nghiệm $d_1 = 25(\text{cm})$

+ 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'

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

