

I/ MỞ ĐẦU

Trong phần Quang học ở chương trình vật lý lớp 11, học sinh được học chương “Mắt và các dụng cụ quang”. Chương này có 8 bài học trong đó bài thấu kính là cơ sở để học sinh giải quyết các bài về dụng cụ quang học. Nếu học sinh không giải quyết một cách triệt để bài toán về thấu kính thì hầu như không giải được các bài tập về dụng cụ quang học hỗ trợ cho mắt.

Khi học bài này yêu cầu học sinh phải nắm vững các kiến thức về thấu kính, bao gồm đường đi của tia sáng qua thấu kính, cách dựng hình, các công thức của thấu kính, cách nhận biết loại thấu kính, tính chất vật ảnh cho bởi từng loại thấu kính...để giải bài toán một cách nhanh chóng. Tuy nhiên qua thực tế giảng dạy, tôi nhận thấy học sinh khi học bài này thường rất khó khăn, chậm nắm bắt được thông tin, lúng túng khi giải bài tập, không xác định được hướng giải quyết bài toán. Trong khi đó thời lượng cho bài này trong chương trình kể cả phần giải bài tập cũng chỉ có hai tiết học. Do đó làm thế nào để giảng dạy tốt bài này và giúp học sinh nắm bắt được kiến thức là một vấn đề khó, đòi hỏi người thầy phải có kinh nghiệm và sự tích cực học tập của học sinh trong thời gian ở nhà mới giải quyết được.

Vì vậy để giúp học sinh có thể học tốt bài thấu kính, cũng như làm bài tập ở nhà, tôi đã sắp xếp và phân loại kiến thức cũng như dạng bài tập để các em có thể hệ thống được kiến thức và nắm chắc kiến thức cần lĩnh hội. Qua thực tế áp dụng ở các lớp đã dạy, tôi thấy có hiệu quả rõ rệt.

Trong bài viết ở năm trước tôi đã đề cập đến một dạng bài tập cơ bản của phần thấu kính là bài tập định tính: vẽ hình, xác định loại thấu kính, tính chất vật ảnh....., để hoàn thiện bài viết của mình, năm học này tôi tiếp tục với phần bài tập định lượng.

Trước khi giải bài tập định lượng, cần yêu cầu học sinh nắm thật kỹ một số thuật ngữ dùng trong bài tập và các quy ước về dấu khi sử dụng:

+ Công thức Descartes:

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

$$\begin{array}{c} \swarrow \quad \downarrow \quad \searrow \\ \boxed{d' = \frac{d \cdot f}{d - f}}, \quad \boxed{d = \frac{d' \cdot f}{d' - f}}, \quad \boxed{f = \frac{d \cdot d'}{d + d'}} \end{array}$$

+ Công thức tìm số phóng đại ảnh:

$$\boxed{k = -\frac{d'}{d}}$$

+ Vật thật: là vật sáng, đoạn thẳng AB... \Rightarrow chùm sáng đến quang cụ là chùm phân kỳ; $d > 0$.

+ Ảnh thật \Rightarrow chùm sáng ló ra khỏi thấu kính là chùm hội tụ, ảnh nằm khác phía thấu kính so với vật; $d' > 0$

+ Ảnh ảo \Rightarrow chùm sáng ló ra khỏi thấu kính là chùm phân kỳ, ảnh nằm cùng phía thấu kính so với vật; $d' < 0$

+ Thấu kính hội tụ $f > 0$, thấu kính phân kỳ $f < 0$

+ Vật ảnh cùng chiều (vật thật, ảnh ảo): $k > 0$

+ Vật ảnh ngược chiều (vật thật, ảnh thật): $k < 0$

Để giải được bài tập định lượng, đòi hỏi học sinh phải nắm được hiện tượng vật lý xảy ra; đồng thời cần phải có kỹ năng giải toán. Do vậy học sinh cần phải được rèn luyện thật kỹ về kỹ năng giải toán như giải phương trình, hệ phương trình... Một số công thức toán học, các phép biến đổi, cách giải... cần phải được nắm vững.

Một vấn đề cốt lõi nữa là học sinh phải biết phân tích đề để xác định phương pháp giải toán. Vì vậy cần phải hướng dẫn các em cách phân tích một đề bài toán.

Bản thân tôi viết bài này với mong muốn để trao đổi cùng với các đồng nghiệp, để cùng nhau góp ý sao cho việc giảng dạy của chúng ta ngày càng có chất lượng và học sinh học tập ngày càng tốt hơn

II/ PHÂN LOẠI BÀI TẬP ĐỊNH LƯỢNG THEO DẠNG CỦA TỪNG NHÓM BÀI TẬP THẤU KÍNH:

1. BÀI TOÁN THUẬN: Xác định ảnh của vật sáng cho bởi thấu kính \Leftrightarrow Xác định d' , k , chiều của ảnh so với chiều của vật

+ Dạng của đề bài toán:

Cho biết tiêu cự f của thấu kính và khoảng cách từ vật thật đến thấu kính d , xác định vị trí, tính chất ảnh và số phóng đại ảnh k .

+ Phân tích đề để xác định phương pháp giải toán:

- Xác định vị trí ảnh, tính chất ảnh và số phóng đại ảnh là xác định d' , k . Từ giá trị của d' , k để suy ra tính chất ảnh và chiều của ảnh

- Giải hệ hai phương trình:

$$\begin{cases} d' = \frac{d \cdot f}{d - f} \\ k = -\frac{d'}{d} \end{cases}$$

Bài toán 1.1: Cho thấu kính hội tụ có tiêu cự 10cm. Vật sáng AB là một đoạn thẳng đặt vuông góc trục chính của thấu kính, cách thấu kính 30cm. Hãy xác định vị trí ảnh, tính chất ảnh và số phóng đại ảnh. Vẽ hình đúng tỷ lệ.

Giải:

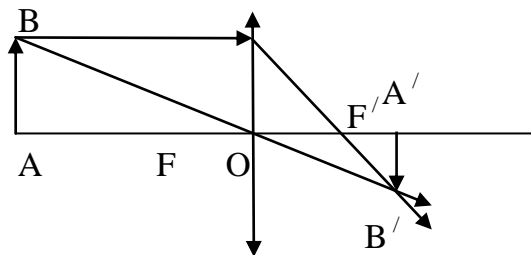
Giải hệ hai phương trình với $d = 30\text{cm}$, thấu kính hội tụ $f > 0 \Rightarrow f = 10\text{cm}$:

$$\begin{cases} d' = \frac{d \cdot f}{d - f} \\ k = -\frac{d'}{d} \end{cases}$$

ta có: $d' = 15\text{cm} > 0$: Ảnh thật
 $k = -\frac{1}{2} < 0$: Ảnh ngược chiều vật, cao bằng nửa vật.

Kết luận: Ảnh thu được là một ảnh thật, ngược chiều vật, cao bằng một nửa vật và nằm cách thấu kính 15cm

Vẽ hình:



Bài toán 1.2: Cho thấu kính phân kỳ có tiêu cự 10cm. Vật sáng AB là một đoạn thẳng đặt vuông góc trục chính của thấu kính, cách thấu kính 20cm. Hãy xác định vị trí ảnh, tính chất ảnh và số phóng đại ảnh.

Giải hệ hai phương trình với $d = 20\text{cm}$, Thấu kính phân kỳ $f < 0 \Rightarrow f = -10\text{cm}$:

$$\begin{cases} d' = \frac{d \cdot f}{d - f} \\ k = -\frac{d'}{d} \end{cases}$$

ta có: $d' = -(20/3) \text{ cm} < 0$: Ảnh ảo
 $k = 1/3 > 0$: Ảnh cùng chiều vật, cao bằng $1/3$ vật.

Kết luận: Ảnh thu được là một ảnh ảo, cùng chiều vật, cao bằng một phần ba vật và nằm cách thấu kính $20/3 \text{ cm}$.

Kinh nghiệm:

Khi giải loại bài tập dạng này thông thường học sinh mắc phải sai lầm là thay số nhưng không chú ý đến dấu của các đại lượng đại số nên kết quả thu được thường là sai. Một sai lầm nữa của học sinh là thay số trực tiếp vào biểu thức Descartes

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

làm cho phép tính rắc rối hơn đối với các em.

Do vậy, khi giảng dạy cần phải nhắc nhở các em chú ý đến dấu của f ứng với từng loại thấu kính và biểu thức biến đổi để phép tính đơn giản hơn. Nếu bài tập ở dạng tự luận thì nhất thiết phải có kết luận cuối bài giải.

2. BÀI TOÁN NGƯỢC:

Đối với bài toán ngược (là bài toán cho kết quả d' , k hoặc f , k ..., xác định d , f hoặc d , d' ...) thì có nhiều dạng hơn. Và đây cũng là các dạng toán khó đối với học sinh. Cụ thể:

2.1. Dạng 1: Cho biết tiêu cự f của thấu kính và số phóng đại ảnh k , xác định khoảng cách từ vật thật đến thấu kính d , xác định vị trí ảnh, tính chất ảnh.

Bài toán 2.1.a. Một thấu kính hội tụ có tiêu cự 20cm . Vật sáng AB là một đoạn thẳng đặt vuông góc trục chính của thấu kính cho ảnh cao gấp hai lần vật. Xác định vị trí vật và ảnh.

+ Phân tích đề để xác định phương pháp giải toán:

Với giả thiết ảnh cao gấp hai lần vật, ta phải lưu ý cho học sinh rằng ảnh thật và ảnh ảo của vật thật cho bởi thấu kính hội tụ đều có thể cao hơn vật. Do đó giá trị của số phóng đại k trong trường hợp này là giá trị tuyệt đối $|k| = 2 \Leftrightarrow k = \pm 2$

+ Giải hệ hai phương trình:
$$\begin{cases} d' = \frac{d \cdot f}{d - f} \\ k = -\frac{d'}{d} = \pm 2 \end{cases}$$

Cũng bài toán như trên nhưng nếu có thêm giả thiết ảnh ngược chiều vật thì xác định ngay đó là ảnh thật : $k = -2$, còn nếu ảnh cùng chiều vật thì đó là ảnh ảo $k = +2$.

Bài toán 2.1.b. Một thấu kính hội tụ có tiêu cự 20cm. Vật sáng AB là một đoạn thẳng đặt vuông góc trục chính của thấu kính cho ảnh cao bằng nửa vật. Xác định vị trí vật và ảnh.

+ Phân tích đề để xác định phương pháp giải toán:

Với giả thiết ảnh ảnh cao bằng nửa vật thật, thì đối với thấu kính hội tụ đây phải là ảnh thật, ngược chiều với vật. Nghĩa là $k < 0 \Rightarrow k = -\frac{1}{2}$

+ Giải hệ phương trình:
$$\begin{cases} d' = \frac{d \cdot f}{d - f} \\ k = -\frac{d'}{d} = -\frac{1}{2} \end{cases}$$

Bài toán 2.1.c. Một thấu kính hội tụ có tiêu cự 20cm. Vật sáng AB là một đoạn thẳng đặt vuông góc trục chính của thấu kính cho ảnh cao bằng vật. Xác định vị trí vật và ảnh.

+ Phân tích đề để xác định phương pháp giải toán:

Với giả thiết ảnh ảnh cao bằng vật thật, thì đối với thấu kính hội tụ đây phải là ảnh thật, ngược chiều với vật. Nghĩa là $k < 0 \Rightarrow k = -1$

+ Giải hệ phương trình:
$$\begin{cases} d' = \frac{d \cdot f}{d - f} \\ k = -\frac{d'}{d} = -1 \end{cases}$$

Bài toán 2.1.d. Một thấu kính phân kỳ có tiêu cự 20cm. Vật sáng AB là một đoạn thẳng đặt vuông góc trục chính của thấu kính cho ảnh cao bằng nửa vật. Xác định vị trí vật và ảnh.

+ Phân tích đề để xác định phương pháp giải toán:

Đối với thấu kính phân kỳ, vật thật luôn luôn cho ảnh thật cùng chiều và nhỏ hơn vật $k > 0 \Rightarrow k = \frac{1}{2}$

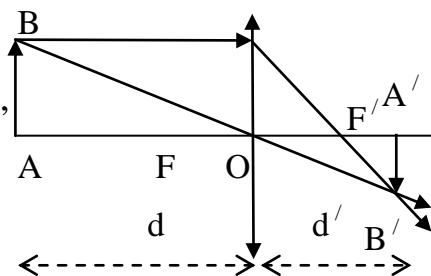
+ Giải hệ phương trình:
$$\begin{cases} d' = \frac{d \cdot f}{d - f} \\ k = -\frac{d'}{d} = +\frac{1}{2} \end{cases}$$

2.2. Dạng 2: Cho biết tiêu cự f của thấu kính và khoảng cách giữa vật và ảnh l , xác định khoảng cách từ vật thật đến thấu kính d , xác định vị trí ảnh, tính chất ảnh.

Các trường hợp có thể xảy ra đối với vật sáng:

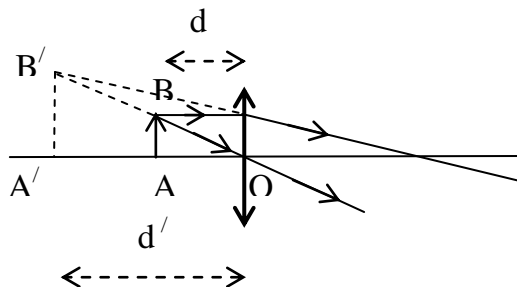
a. Thấu kính hội tụ, vật sáng cho ảnh thật $d > 0$,
 $d' > 0$:

$$l = d + d'$$



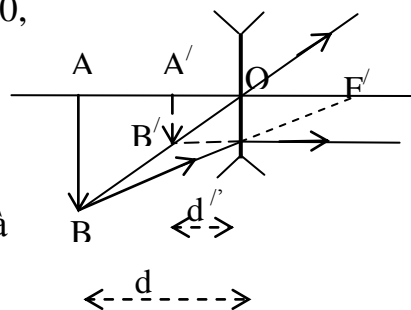
b. Thấu kính hội tụ, vật sáng cho ảnh ảo, $d > 0$,
 $d' < 0$:

$$l = -(d' + d)$$



c. Thấu kính phân kỳ, vật sáng cho ảnh ảo, $d > 0$,
 $d' > 0$:

$$l = d' + d$$



Tổng quát cho các trường hợp, khoảng cách vật ảnh là

$$l = |d' + d|$$

Tùy từng trường hợp giả thiết của bài toán để lựa chọn công thức phù hợp.

Bài toán 2.2.a. Một thấu kính hội tụ có tiêu cự 6cm. Vật sáng AB là một đoạn thẳng đặt vuông góc trục chính của thấu kính cho ảnh cách vật 25cm. Xác định vị trí vật và ảnh.

+ Phân tích đề để xác định phương pháp giải toán:

Đây là bài toán tổng quát, ảnh của vật sáng có thể là ảnh thật $d' > 0$ hoặc ảnh ảo $d' < 0$. Do đó có hai khả năng sẽ xảy ra:

- ảnh thật $d' > 0 \Rightarrow$ Giải hệ phương trình:
$$\begin{cases} d' = \frac{d \cdot f}{d - f} \\ l = d + d' \end{cases}$$

- ảnh ảo $d' < 0 \Rightarrow$ Giải hệ phương trình:
$$\begin{cases} d' = \frac{d \cdot f}{d - f} \\ 1 = -(d + d') \end{cases}$$

Bài toán 2.2.b. Một thấu kính hội tụ có tiêu cự 6cm. Vật sáng AB là một đoạn thẳng đặt vuông góc trục chính của thấu kính cho ảnh ở trên màn cách vật 25cm. Xác định vị trí vật và ảnh.

+ Phân tích đề để xác định phương pháp giải toán:

Ảnh của vật ở trên màn cho nên đó là ảnh thật $d' > 0$. Giải hệ phương trình:

$$\begin{cases} d' = \frac{d \cdot f}{d - f} \\ 1 = d + d' \end{cases}$$

Bài toán có cách giải tương tự nếu có giả thiết: Vật sáng cho ảnh ngược chiều hoặc ảnh nhỏ hơn vật đều là ảnh thật.

Bài toán 2.2.c. Một thấu kính hội tụ có tiêu cự 6cm. Vật sáng AB là một đoạn thẳng đặt vuông góc trục chính của thấu kính cho ảnh cùng chiều vật cách vật 25cm. Xác định vị trí vật và ảnh.

+ Phân tích đề để xác định phương pháp giải toán:

Ảnh của vật sáng cùng chiều với vật, cho nên đó là ảnh ảo $d' < 0$. Giải hệ phương trình:

$$\begin{cases} d' = \frac{d \cdot f}{d - f} \\ 1 = -(d + d') \end{cases}$$

Bài toán 2.2.d. Một thấu kính phân kỳ có tiêu cự 30cm. Vật sáng AB là một đoạn thẳng đặt vuông góc trục chính của thấu kính cho ảnh vật 25cm. Xác định vị trí vật và ảnh.

+ Phân tích đề để xác định phương pháp giải toán:

Ảnh của vật sáng cho bởi thấu kính phân kỳ luôn luôn là ảnh ảo $d' < 0$.

Giải hệ phương trình:

$$\begin{cases} d' = \frac{d \cdot f}{d - f} \\ 1 = d + d' \end{cases}$$

2.3. Dạng 3: Cho khoảng cách giữa vật và màn ảnh L, xác định mối liên hệ giữa L và f để có vị trí đặt thấu kính hội tụ cho ảnh rõ nét trên màn.

Bài toán 2.3: Một màn ảnh đặt song song với vật sáng AB và cách AB một đoạn L. Một thấu kính hội tụ có tiêu cự f đặt trong khoảng giữa vật và màn sao cho AB vuông góc với trục chính của thấu kính. Tìm mối liên hệ giữa L & f để

- có 2 vị trí của TK cho ảnh rõ nét trên màn.
- có 1 vị trí của TK cho ảnh rõ nét trên màn.
- không có vị trí của TK cho ảnh rõ nét trên màn.

+ Phân tích đề để xác định phương pháp giải toán:

Vật thật cho ảnh thật trên màn nên cả d & d' đều có giá trị dương. Vì vậy ta có phương trình thứ nhất: $d + d' = L$.

Kết hợp với công thức: $d' = \frac{d \cdot f}{d - f}$

Ta có phương trình bậc hai: $d^2 + Ld + Lf = 0$

Sau khi có phương trình này cần phải yêu cầu học sinh nhắc lại điều kiện để phương trình bậc hai có nghiệm mà các em đã học ở lớp dưới. Điều này chắc chắn rằng sẽ có nhiều học sinh quên do lên lớp trên chỉ giải phương trình bậc 2 bằng máy tính.

+ Lập biệt số: $\Delta = b^2 - 4ac = L^2 - 4Lf$.

- Để có hai vị trí của thấu kính cho ảnh rõ nét trên màn thì phương trình bậc 2 phải có 2 nghiệm phân biệt d_1 & d_2 , khi đó: $\Delta > 0 \Leftrightarrow L > 4f$.
- Để có một vị trí của thấu kính cho ảnh rõ nét trên màn thì phương trình bậc 2 phải có nghiệm kép, khi đó $\Delta = 0 \Leftrightarrow L = 4f$.
- Để không vị trí của thấu kính cho ảnh rõ nét trên màn thì phương trình bậc 2 phải vô nghiệm, khi đó $\Delta < 0 \Leftrightarrow L < 4f$.

2.4. Dạng 4: Cho khoảng cách giữa vật và màn ảnh L, cho biết khoảng cách giữa hai vị trí đặt thấu kính hội tụ cho ảnh rõ nét trên màn là l. Tìm tiêu cự f.

Đây là phương pháp đo tiêu cự thấu kính hội tụ (phương pháp Bessel) được áp dụng cho bài thực hành. Vì vậy giáo viên cần phân tích kỹ hiện tượng vật lý để giúp cho học sinh hình dung được cách giải bài toán. Đồng thời kết hợp với bài toán 2.3 để nắm được điều kiện có hai ảnh.

Bài toán 2.4. Một màn ảnh đặt song song với vật sáng AB và cách AB một đoạn $L = 72\text{cm}$. Một thấu kính hội tụ có tiêu cự f đặt trong khoảng giữa vật và màn sao cho AB vuông góc với trục chính của thấu kính, người ta tìm được hai vị trí của TK cho ảnh rõ nét trên màn. Hai vị trí này cách nhau $l = 48\text{cm}$. Tính tiêu cự thấu kính.

+ Phân tích đề để xác định phương pháp giải toán:

$$AB \xrightarrow{f} A'B'$$

Vị trí 1: $d_1 = d$, $d'_1 = d'$

Vị trí 2: d_2, d'_2

- Vì lý do đối xứng nên vật và ảnh có thể đổi chỗ cho nhau được, nên:

$$\begin{cases} d_2 = d'_1 = d' \\ d'_2 = d_1 = d \end{cases}$$

Do đó, ta có:

$$\begin{cases} d + d' = L \\ d' = d + 1 \end{cases}$$

Giải hệ phương trình ta có: $d = \frac{1}{2} (L - 1), d' = \frac{1}{2} (L + 1)$

Thay d & d' vào công thức tính tiêu cự $f = \frac{d.d'}{d+d'}$, ta được: $f = \frac{L^2 - 1^2}{4L} = 10\text{cm}$.

Trong phạm vi có hạn của bài viết, chúng tôi chỉ lựa chọn các dạng toán đơn giản mà học sinh thường hay gặp mà không phân tích các bài toán phức tạp và khó đối với học sinh.

III/ PHẦN KẾT:

Trên đây là các đúc kết rút ra từ thực tiễn giảng dạy của cá nhân. Khi cho các đối tượng học sinh có học lực khác nhau giải quyết các ví dụ này thì tất cả các học sinh từ trung bình khá trở lên đều vận dụng được một cách nhanh chóng. Bên cạnh đó còn không ít học sinh lười học, quen thói nhìn thầy cô viết vẽ gì trên bảng thì cứ thế mà chép nguyên xi vào vở. Do vậy, đối với các đối tượng này cần phải buộc các em làm thật nhiều ví dụ, bài tập mới mong khắc sâu được phương pháp giải bài tập thấu kính cho học sinh.

Mặc dù đã có thử nghiệm nhưng cũng không thể tránh khỏi các thiếu sót, nên chúng tôi rất mong được sự đóng góp ý kiến để sửa sai và ngày càng hoàn thiện mình hơn trong cả chuyên môn và tay nghề.

Người viết

Nguyễn Văn Dũng