

Tổng hợp kiến thức về Thấu kính mỏng: Ảnh thật và Ảnh ảo

Tài liệu này cung cấp một cái nhìn toàn diện về các khái niệm, công thức và dạng bài tập liên quan đến ảnh thật và ảnh ảo được tạo bởi thấu kính mỏng, một trong những chủ đề quan trọng của chương trình Vật Lý lớp 11.

I. Kiến thức cơ bản về thấu kính mỏng

1. Định nghĩa và phân loại

Thấu kính mỏng là một khối chất trong suốt được giới hạn bởi hai mặt cong hoặc một mặt cong và một mặt phẳng. Bề dày của thấu kính ở tâm rất nhỏ so với bán kính của các mặt cong.

Tiêu chí	Thấu kính hội tụ (TKHT)	Thấu kính phân kỳ (TKPK)
Hình dạng	Phần rìa mỏng hơn phần giữa.	Phần rìa dày hơn phần giữa.
Ký hiệu	Ký hiệu TKHT (Mũi tên hai đầu hướng ra)	$\$ \leftrightarrow \$$ (Mũi tên hai đầu hướng vào)
Tính chất	Biến một chùm tia sáng song song thành một chùm tia hội tụ.	Biến một chùm tia sáng song song thành một chùm tia phân kỳ.

2. Các khái niệm quan trọng

- **Quang tâm (O):** Điểm chính giữa của thấu kính. Mọi tia sáng đi qua quang tâm đều truyền thẳng.
- **Trục chính (Δ):** Đường thẳng đi qua quang tâm và vuông góc với mặt thấu kính.
- **Tiêu điểm chính:**
 - **Tiêu điểm ảnh chính (F'):** Điểm hội tụ của chùm tia ló khi chùm tia tới song song với trục chính (đối với TKHT), hoặc là điểm mà đường kéo dài của chùm tia ló hội tụ (đối với TKPK).
 - **Tiêu điểm vật chính (F):** Điểm trên trục chính mà chùm tia tới xuất phát từ đó sẽ cho chùm tia ló song song với trục chính. F và F' đối xứng nhau qua quang tâm O.

- **Tiêu cự (f):** Khoảng cách từ quang tâm đến tiêu điểm chính. $f = OF'$.

Quy ước dấu của tiêu cự:

- Thấu kính hội tụ: $f > 0$
- Thấu kính phân kỳ: $f < 0$

3. Các công thức thấu kính

Xét vật sáng AB đặt vuông góc với trục chính, A nằm trên trục chính, cho ảnh là A'B'.

- $d = OA$: khoảng cách từ vật đến thấu kính.
- $d' = OA'$: khoảng cách từ ảnh đến thấu kính.

Công thức xác định vị trí ảnh:

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

Công thức số phóng đại ảnh (k):

$$k = \frac{A'B'}{AB} = \frac{-d'}{d}$$

Quy ước về dấu:

- $d > 0$: Vật thật (luôn xét trong chương trình phổ thông).
- $d' > 0$: Ảnh thật (nằm sau thấu kính, ngược chiều vật).
- $d' < 0$: Ảnh ảo (nằm trước thấu kính, cùng chiều vật).
- $k < 0$: Ảnh ngược chiều với vật (ảnh thật).
- $k > 0$: Ảnh cùng chiều với vật (ảnh ảo).
- $|k| > 1$: Ảnh lớn hơn vật.

- $|k| < 1$: Ảnh nhỏ hơn vật.
- $|k| = 1$: Ảnh bằng vật.

II. Đặc điểm của ảnh thật và ảnh ảo

A. Thấu kính hội tụ ($f > 0$)

Thấu kính hội tụ có thể cho cả ảnh thật và ảnh ảo, tùy thuộc vào vị trí của vật.

1. Ảnh thật (Khi vật đặt ngoài khoảng tiêu cự: $d > f$)

- **Đặc điểm:** Ảnh thật, ngược chiều với vật.
- **Vị trí:** Nằm ở phía bên kia của thấu kính so với vật.
- **Độ lớn:** Có thể lớn hơn, nhỏ hơn hoặc bằng vật.

Ví dụ 1: Một vật sáng AB đặt cách một thấu kính hội tụ có tiêu cự $f = 20$ cm một khoảng $d = 30$ cm.

Giải:

Áp dụng công thức: $\frac{1}{20} = \frac{1}{30} + \frac{1}{d'} \Rightarrow \frac{1}{d'} = \frac{1}{20} - \frac{1}{30} = \frac{1}{60} \Rightarrow \mathbf{d' = 60}$ cm.

Vì $d' > 0$, ảnh là ảnh thật, cách thấu kính 60 cm.

Số phóng đại: $k = -d'/d = -60/30 = \mathbf{-2}$.

Vì $k < 0$ và $|k| > 1$, ảnh ngược chiều và lớn gấp 2 lần vật.

Ví dụ 2: Vật đặt tại vị trí $d = 2f = 40$ cm (với $f = 20$ cm).

Giải:

$\frac{1}{20} = \frac{1}{40} + \frac{1}{d'} \Rightarrow \frac{1}{d'} = \frac{1}{20} - \frac{1}{40} = \frac{1}{40} \Rightarrow \mathbf{d' = 40}$ cm.

Ảnh là ảnh thật, cách thấu kính 40 cm.

Số phóng đại: $k = -d'/d = -40/40 = -1$.

Ảnh ngược chiều và cao bằng vật.

2. Ảnh ảo (Khi vật đặt trong khoảng tiêu cự: $0 < d < f$)

- **Đặc điểm:** Ảnh ảo, cùng chiều và luôn lớn hơn vật.
- **Vị trí:** Nằm cùng phía với vật so với thấu kính.

Ví dụ 1: Một vật sáng AB đặt cách một thấu kính hội tụ có tiêu cự $f = 20$ cm một khoảng $d = 10$ cm.

Giải:

Áp dụng công thức: $1/20 = 1/10 + 1/d' \Rightarrow 1/d' = 1/20 - 1/10 = -1/20 \Rightarrow d' = -20$ cm.

Vì $d' < 0$, ảnh là ảnh ảo, cách thấu kính 20 cm và ở cùng phía với vật.

Số phóng đại: $k = -d'/d = -(-20)/10 = 2$.

Vì $k > 0$ và $|k| > 1$, ảnh cùng chiều và lớn gấp 2 lần vật.

B. Thấu kính phân kỳ ($f < 0$)

Với vật thật, thấu kính phân kỳ **luôn luôn** cho ảnh ảo.

- **Đặc điểm:** Ảnh ảo, cùng chiều và luôn nhỏ hơn vật.
- **Vị trí:** Luôn nằm trong khoảng từ quang tâm O đến tiêu điểm ảnh F' (tức là $|d'| < |f|$), cùng phía với vật.

Ví dụ 1: Một vật sáng AB đặt cách một thấu kính phân kỳ có tiêu cự $f = -30$ cm một khoảng $d = 30$ cm.

Giải:

Lưu ý: $f = -30$ cm.

Áp dụng công thức: $1/(-30) = 1/30 + 1/d' \Rightarrow 1/d' = -1/30 - 1/30 = -2/30 = -1/15$
 $\Rightarrow d' = -15$ cm.

Vì $d' < 0$, ảnh là ảnh ảo, cách thấu kính 15 cm.

Số phóng đại: $k = -d'/d = -(-15)/30 = 0.5$.

Vì $k > 0$ và $|k| < 1$, ảnh cùng chiều và nhỏ bằng một nửa vật.

Ví dụ 2: Vật đặt cách thấu kính phân kỳ ($f = -30$ cm) một khoảng $d = 60$ cm.

Giải:

$1/(-30) = 1/60 + 1/d' \Rightarrow 1/d' = -1/30 - 1/60 = -3/60 = -1/20 \Rightarrow d' = -20$ cm.

Ảnh vẫn là ảnh ảo, cách thấu kính 20 cm.

Số phóng đại: $k = -d'/d = -(-20)/60 = 1/3$.

Ảnh cùng chiều và nhỏ bằng 1/3 vật.

III. Các dạng bài tập thường gặp

Dạng 1: Xác định vị trí, tính chất và độ lớn của ảnh

- Bước 1: Tóm tắt đề bài.** Xác định các đại lượng đã cho: f , d . Chú ý đến dấu của tiêu cự (hội tụ $f > 0$, phân kỳ $f < 0$).
- Bước 2: Áp dụng công thức thấu kính.** Dùng công thức $1/f = 1/d + 1/d'$ để tìm d' .
- Bước 3: Biện luận tính chất ảnh dựa vào d' .**
 - Nếu $d' > 0$: Ảnh thật.

- Nếu $d' < 0$: Ảnh ảo.

4. **Bước 4: Tính số phóng đại k .** Dùng công thức $k = -d'/d$.

5. **Bước 5: Kết luận đầy đủ.** Dựa vào dấu và độ lớn của k để kết luận về chiều và độ lớn của ảnh so với vật.

Ví dụ: Đặt một vật sáng AB cao 2 cm, vuông góc với trục chính của một thấu kính hội tụ có tiêu cự 10 cm. Vật cách thấu kính 15 cm. Xác định vị trí, tính chất và độ cao của ảnh A'B'.

Giải:

Ta có: $f = 10$ cm, $d = 15$ cm, $AB = 2$ cm.

Áp dụng công thức: $1/10 = 1/15 + 1/d' \Rightarrow 1/d' = 1/10 - 1/15 = 1/30 \Rightarrow d' = 30$ cm.

Vì $d' > 0$ nên ảnh là ảnh thật, cách thấu kính 30 cm và ở phía sau thấu kính.

Số phóng đại: $k = -d'/d = -30/15 = -2$.

Vì $k < 0$ nên ảnh ngược chiều vật.

Độ cao ảnh: $|k| = A'B'/AB \Rightarrow 2 = A'B'/2 \Rightarrow A'B' = 4$ cm.

Kết luận: Ảnh A'B' là ảnh thật, ngược chiều vật, cách thấu kính 30 cm và cao 4 cm.

Dạng 2: Dựng ảnh của một vật qua thấu kính

Để dựng ảnh A'B' của vật sáng AB (B nằm trên trục chính), ta chỉ cần dựng ảnh B' của B bằng cách vẽ đường đi của hai trong ba tia sáng đặc biệt sau xuất phát từ B:

1. Tia tới song song với trục chính cho tia ló (hoặc đường kéo dài của tia ló) đi qua tiêu điểm ảnh chính F' .
2. Tia tới đi qua quang tâm O cho tia ló truyền thẳng.
3. Tia tới (hoặc đường kéo dài) đi qua tiêu điểm vật chính F cho tia ló song song với trục chính.

Giao điểm B' của hai tia ló (hoặc đường kéo dài của chúng) là ảnh của B . Từ B' hạ đường vuông góc với trục chính ta được ảnh A' của A .

Lưu ý:

- Nếu giao điểm là của các tia ló thật $\rightarrow$ ảnh thật (vẽ bằng nét liền).
- Nếu giao điểm là của các đường kéo dài của tia ló $\rightarrow$ ảnh ảo (vẽ bằng nét đứt).