

8. Công thức tính độ tụ

1. Định nghĩa

Độ tụ là đại lượng vật lý đặc trưng cho khả năng hội tụ ánh sáng của thấu kính.

2. Công thức – đơn vị đo

Công thức độ tụ: $D = \frac{1}{f}$

Trong đó:

+ D là độ tụ

+ f là tiêu cự của thấu kính, có đơn vị là mét (m).

Đơn vị của độ tụ là điốp, kí hiệu là dp : $1 \text{ dp} = 1 \text{ m}^{-1}$.

Qui ước:

+ thấu kính hội tụ: $f > 0$; $D > 0$

+ thấu kính phân kì: $f < 0$; $D < 0$

3. Mở rộng

3.1 Riêng với thấu kính mỏng, khi biết các bán kính cong của thấu kính, ta có thể tính độ tụ bởi công thức:

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

Trong đó:

+ D là độ tụ, $D > 0$ với thấu kính hội tụ; $D < 0$ với thấu kính phân kì. Đơn vị đo của D là diop (dp).

+ n là chiết suất tỉ đối của vật liệu làm thấu kính với môi trường xung quanh thấu kính.

+ R_1 và R_2 là các bán kính của các mặt thấu kính, có đơn vị mét (m), với quy ước:

$R_1, R_2 > 0$ đối với các mặt lồi,

$R_1, R_2 < 0$ đối với các mặt lõm,

$R_1, R_2 = 0$ đối với các mặt phẳng.

3.2 Với hệ hai thấu kính mỏng đồng trục ghép sát, ta có thể xác định độ tụ của thấu kính tương đương bởi công thức:

$$D = D_1 + D_2$$

Trong đó:

+ D là độ tụ thấu kính tương đương, có đơn vị dp;

+ D_1 và D_2 lần lượt là độ tụ của các thấu kính trong hệ ghép sát đồng trục, có đơn vị dp.

3.3 Với mắt người bình thường, vật sáng ở trước mắt luôn cho ảnh hiện trên võng mạc, nên độ tụ của thể thủy tinh được xác định bằng công thức

$$D = \frac{1}{d} + \frac{1}{OV}$$

Trong đó:

+ D là độ tụ của mắt, có đơn vị dp;

+ d là khoảng cách từ vật đến mắt, có đơn vị mét (m);

+ OV là khoảng cách từ mắt đến võng mạc, có đơn vị mét (m).

3.4 Trong trường hợp biết vị trí vật và ảnh tạo bởi thấu kính, ta có thể dùng công thức thấu kính để xác định độ tụ của thấu kính:

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

Trong đó:

+ D là độ tụ của thấu kính, có đơn vị dp;

+ d là khoảng cách từ vật đến thấu kính, có đơn vị mét (m);

+ d' là khoảng cách từ ảnh đến thấu kính, có đơn vị mét (m).

4. Bài tập ví dụ

Bài 1.

Một thấu kính có tiêu cự $f = 20$ cm. Tính độ tụ của thấu kính này, cho biết đây là loại thấu kính gì?

Bài giải:

Đổi $f = 20$ cm = 0,2 m.

Độ tụ của thấu kính này là $D = \frac{1}{f} = \frac{1}{0,2} = 5$ (dp)

Đây là thấu kính hội tụ ($D > 0$).

Đáp án: D = 5 dp

Bài 2: Mắt một người bình thường có thể nhìn một vật ở xa vô cùng mà không phải điều tiết, ảnh hiện trên võng mạc cách thể thủy tinh 2,5 cm. Tính độ tụ của mắt khi đó.

Bài giải:

$$\text{Áp dụng công thức } D = \frac{1}{d} + \frac{1}{OV} = \frac{1}{\infty} + \frac{1}{0,025} = 40 \text{ (dp)}$$

Đáp án: D = 40 dp

Bài 3: Hệ 2 thấu kính ghép sát, gồm có thấu kính hội tụ có tiêu cự $f_1 = 20 \text{ cm}$ và thấu kính phân kì có tiêu cự $f_2 = -10 \text{ cm}$. Tính độ tụ của thấu kính tương đương.

Bài giải:

$$\text{Đổi } f_1 = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}; f_2 = -10 \text{ cm} = -0,1 \text{ m}$$

Áp dụng công thức về độ tụ của hệ thấu kính ghép sát:

$$D = D_1 + D_2 = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{0,2} + \frac{1}{-0,1} = -5 \text{ (dp)}$$

Đáp án: D = - 5dp.