

85. 組合せレンズ

(1)

正立像

解説

凸レンズ 1 による倒立像が F_1' と F_2 の間にでき、
この倒立像は凸レンズ 2 に対し実光源（実物体）となり、
スクリーン上に正立像が生じる。

(2)

$$d_2 = \frac{(a_2 - f_2)f_1}{(a_1 - f_1)f_2} \cdot d_1$$

解説

凸レンズ 1 による倒立像と物体 AB について

倒立像と凸レンズ 1 との距離を b ，倒立像の高さを d' とすると、

$$\frac{b}{a_1} = \frac{d'}{d_1} \quad \dots \textcircled{1}$$

実像ができるときの凸レンズの公式より、 $\frac{1}{a_1} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f_1}$

$$\therefore \frac{1}{b} = \frac{a_1 - f_1}{a_1 f_1} \quad \dots \textcircled{2}$$

凸レンズ 1 による倒立像とスクリーンの正立像について

倒立像は凸レンズ 2 にとっての実光源（実物体）であり、

$$\text{凸レンズ 2 との距離は、} L - b \text{ だから、} \frac{a_2}{L - b} = \frac{d_2}{d'} \quad \dots \textcircled{3}$$

実像ができるときの凸レンズの公式より、 $\frac{1}{L - b} + \frac{1}{a_2} = \frac{1}{f_2}$

$$\therefore \frac{1}{L - b} = \frac{a_2 - f_2}{a_2 f_2} \quad \dots \textcircled{4}$$

$$\textcircled{1} \times \textcircled{3} \text{ より、} \frac{b}{a_1} \cdot \frac{a_2}{L - b} = \frac{d'}{d_1} \cdot \frac{d_2}{d'}$$

$$\therefore d_2 = \frac{a_2}{a_1} \cdot \frac{b}{L - b} \cdot d_1$$

これと②、④より、

$$d_2 = \frac{a_2}{a_1} \cdot \frac{a_1 f_1}{a_1 - f_1} \cdot \frac{a_2 - f_2}{a_2 f_2} \cdot d_1 = \frac{(a_2 - f_2)f_1}{(a_1 - f_1)f_2} \cdot d_1$$

(3)

$$L = 80 \text{ cm}$$

解説

(2)の②, ④より,

$$b = \frac{a_1 f_1}{a_1 - f_1} = \frac{2f_1 \cdot f_1}{2f_1 - f_1} = \frac{2f_1^2}{f_1} = 2f_1 = 20 \text{ cm}$$

$$L - b = \frac{a_2 f_2}{a_2 - f_2} = \frac{1.5f_2 \cdot f_2}{1.5f_2 - f_2} = \frac{1.5f_2^2}{0.5f_2} = 3f_2 = 60 \text{ cm}$$

$$\therefore L = b + (L - b) = 80 \text{ cm}$$

参考サイト

物理小ネタ <http://www.toitemita.sakura.ne.jp/buturikoneta.html>

波動 凸レンズと凹レンズ (実像・虚像・実光源・虚光源とレンズの公式)