

14.17. Система линз

14.17.1. Рассеивающая тонкая линза с фокусным расстоянием $F_1 = 6$ см и собирающая линза с фокусным расстоянием $F_2 = 10$ см имеют общую оптическую ось. Определите расстояние между ними, если известно, что параллельный пучок света, падающий сначала на рассеивающую линзу, выходит также параллельным из собирающей.

• **14.17.2.** Докажите, что оптическая сила двух соприкасающихся тонких линз равна сумме их оптических сил. Чему равно фокусное расстояние такой системы?

• **14.17.3.** Рассеивающая линза дает изображение предмета с увеличением $0,2$. Если вплотную к ней приставить тонкую собирающую линзу, то при том же расстоянии до предмета эта система создаст прямое изображение с увеличением $\frac{1}{3}$. Определите, с каким увеличением получится изображение предмета от одной собирающей линзы при том же расстоянии от линзы до предмета.

• **14.17.4.** Светящаяся точка находится на главной оптической оси собирающей линзы с фокусным расстоянием $F = 3$ см на расстоянии $f = 4$ см от нее. На расстоянии $l = 3$ см от первой линзы находится вторая собирающая линза такой же оптической силы. Оптические оси линз совпадают. На каком расстоянии от второй линзы получится изображение точки?

14.17.5. Оптическая система состоит из двух собирающих линз с фокусными расстояниями $F_1 = 20$ см и $F_2 = 10$ см. Расстояние между линзами $l = 30$ см. Предмет находится на расстоянии $d_1 = 10$ см от первой линзы. На каком расстоянии от второй линзы находится изображение предмета? Оптические оси линз совпадают.

14.17.6. Источник света находится на расстоянии $d_1 = 30$ см от собирающей линзы с фокусным расстоянием $F_1 = 20$ см. По другую сторону от линзы на расстоянии $l = 40$ см расположена рассеивающая линза с фокусным расстоянием $F_2 = 12$ см. Где находится изображение источника? Оптические оси линз совпадают.

14.17.7. В трубку вставлены две собирающие линзы таким образом, что их главные оптические оси совпадают. Расстояние между линзами $l = 16$ см. Главное фокусное расстояние первой линзы $F_1 = 8$ см, второй — $F_2 = 5$ см. Предмет высотой $h = 9$ см помещен на расстоянии $d = 40$ см от первой линзы. На каком расстоянии от второй линзы получилось изображение? Чему равна его высота h' ?

14.17.8. Оптическая система дает действительное изображение предмета. Где надо поставить собирающую линзу с фокусным расстоянием $F = 25$ см для того, чтобы изображение стало мнимым и увеличенным в 4 раза?

14.17.9. Две собирающие линзы с фокусными расстояниями $F_1 = 20$ см и $F_2 = 15$ см, сложенные вплотную, дают четкое изображение предмета на экране, если предмет находится на расстоянии $a = 15$ см от первой линзы. Насколько нужно передвинуть экран, чтобы на нем получилось четкое изображение предмета, если вторую линзу отодвинуть от первой на расстояние $l = 5$ см?

14.17.10. Две собирающие линзы с одинаковыми фокусными расстояниями $F_1 = F_2 = 30$ см находятся друг от друга на расстоянии $l = 15$ см. Определите, при каких положениях источника света система дает действительное изображение. Оптические оси линз совпадают.

• **14.17.11.** Оптическая система состоит из двух линз, раздвинутых на расстояние $l = 5$ см. Фокусные расстояния линз равны соответственно $F_1 = -10$ см и $F_2 = 10$ см. При каких положениях предмета (со стороны рассеивающей линзы) эта система будет создавать действительное изображение?

• **14.17.12.** Собирающая линза с фокусным расстоянием $F_1 = 0,4$ м находится на расстоянии $l = 0,9$ м от рассеивающей линзы с оптической силой $\Gamma_2 = 2$ дптр, при этом оптические оси линз совпадают. Предмет находится на расстоянии $d_1 = 0,6$ м от собирающей линзы. Определите положение изображения и увеличение системы.

14.17.13. Две собирающие линзы находятся на расстоянии $d = F_1 + F_2$ друг от друга, где F_1, F_2 — фокусные расстояния линз. Определите увеличение, даваемое такой системой линз. Оптические оси линз совпадают.

14.17.14. Лучи, идущие от предмета, расположенного за фокусами двух тонких линз, проходят через эти линзы. Если оставить лишь первую линзу, то увеличение будет равно $\Gamma_1 = 2$, а если оставить лишь вторую линзу, то — $\Gamma_2 = 3$. Какое увеличение дают эти линзы вместе? Оптические оси линз совпадают.

14.17.15. Три линзы с фокусными расстояниями $F_1 = 10$ см, $F_2 = -20$ см и $F_3 = 9$ см расположены так, что их оптические оси совпадают, а расстояния между ними соответственно $a = 15$ см и $b = 15$ см. На первую линзу падает параллельный пучок света. Найдите положение точки схождения этого пучка после прохождения системы.

Ответы:

14.17.1. $l = F_2 - F_1 = 4$ см.

14.17.5.

$$f = \frac{F_2 l (F_1 - d_1) + d_1 F_1 F_2}{(F_1 - d_1)(l - F_2) + d_1 F_1} = 12,5 \text{ см.}$$

14.17.6. Изображение мнимое, находится на расстоянии

$$f = \frac{d_1 F_1 F_2 - l F_2 (d_1 - F_1)}{d_1 F_1 - (d_1 - F_1)(F_2 + l)} = 30 \text{ см}$$

от рассеивающей линзы.

14.17.7. $f_2 = 30$ см; $h' = 6,75$ см.

14.17.8. На расстоянии 18,75 см от изображения.

14.17.9. $\Delta x = 4,5$ см.

14.17.10. На расстоянии $d > \frac{F_1(l - F_2)}{l - F_1 - F_2} = 10$ см от ближайшей линзы.

14.17.13. $\Gamma = \frac{d - F_1}{F_1} = \frac{F_2}{F_1}$.

14.17.14. $\Gamma = \frac{\Gamma_1 \Gamma_2}{\Gamma_1 + \Gamma_2 + \Gamma_1 \Gamma_2} \approx 0,55$.

14.17.15. В бесконечности. Система телескопическая.