

Рис. 4

проектируется на экран (рис.4) на расстоянии d_0 от линзы L_2 , расстояние от изображения, даваемого линзой L_1 , до окуляра L_2 равно

$$d_2 = \frac{d_0 F_2}{d_0 - F_2} = 6,25 \text{ см.}$$

Очевидно, что смещение окуляра составляет

$$\Delta d = d_2 - d_1 = 2,08 \text{ см.}$$

Зная угловой диаметр Луны, легко найти линейный размер ее изображения. Из подобия треугольников SSO и S_1S_1O получаем

$$H = \frac{d_0}{d_2} h,$$

где (при условии малости угла α) $h = F_1 \alpha$. Окончательно,

$$H = \alpha F_1 \frac{d_0}{d_2} = 7 \text{ см.}$$

Задача 4. На тонкую отрицательную линзу падает параллельный пучок лучей от удаленного источника, находящегося на оптической оси. На расстоянии a за линзой перпендикулярно к ее оптической оси расположено плоское зеркало. После прохождения лучей через линзу, отражения от зеркала и вторичного прохождения через линзу образуется мнимое изображение, расположенное между линзой и зеркалом на расстоянии $3a/4$ от линзы. Определите фокусное расстояние линзы.

Параллельный пучок от удаленного источника при прохождении через рассеивающую линзу дает мнимое изображение S_1 , находящееся в фокусе линзы (рис.5). Изображение S_2 «источника» S_1 в зеркале расположено на расстоянии $2a + F$ от линзы и является «предметом» для линзы, которая дает его мнимое изображение в точке S_3 . Применяя формулу линзы для S_2 и S_3 , имеем

$$\frac{1}{F + 2a} - \frac{4}{3a} = -\frac{1}{F},$$

откуда для F получаем квадратное урав-

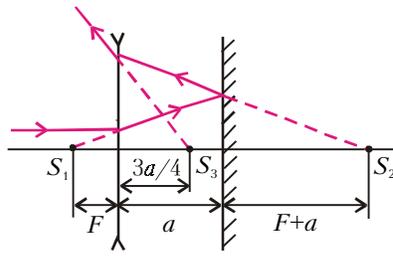


Рис. 5

нение

$$2F^2 + aF - 3a^2 = 0.$$

Решая это уравнение относительно F , получим

$$F = a \text{ и } F = -3a/2.$$

Очевидно, что второе значение не подходит, следовательно,

$$F = a.$$

Задача 5. Две тонкие линзы находятся на расстоянии $L = 25$ см друг от друга так, что их главные оптические оси совпадают. Эта система линз создает прямое действительное изображение предмета в натуральную величину. Если линзы поменять местами, не сменяя положения предмета, то снова получается прямое действительное изображение предмета, но с увеличением $\Gamma = 4$. На сколько отличаются оптические силы линз?

Легко видеть, что если изображение предмета прямое и действительное (рис.6), то обе линзы положительные.

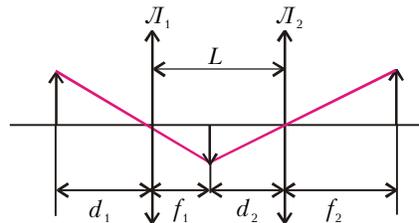


Рис. 6

Увеличение, даваемое линзой L_1 , равно

$$\Gamma_1 = \frac{F_1}{d_1 - F_1}.$$

Для линзы L_2 оно равно

$$\Gamma_2 = \frac{F_2}{d_2 - F_2} = \frac{F_2}{L - f_1 - F_2} = \frac{F_2}{L - \frac{d_1 F_1}{F_1 - F_2} - F_2}.$$

Увеличение системы из двух линз составляет

$$\Gamma = \Gamma_1 \Gamma_2 = \frac{F_1 F_2}{d_1 (L - (F_1 + F_2)) + F_1 F_2 - F_1 L},$$

откуда

$$\frac{1}{\Gamma} = \frac{d_1 (L - (F_1 + F_2)) + F_1 F_2 - F_1 L}{F_1 F_2} - \frac{L}{F_2}.$$

Для случая, когда линзы поменяли местами, для увеличения системы Γ_* запишем

$$\frac{1}{\Gamma_*} = \frac{d_1 (L - (F_1 + F_2)) + F_1 F_2 - F_1 L}{F_1 F_2} - \frac{L}{F_1}.$$

Взяв разность двух последних выражений, имеем

$$\frac{1}{\Gamma} - \frac{1}{\Gamma_*} = L \left(\frac{1}{F_1} - \frac{1}{F_2} \right) = L(D_1 - D_2),$$

где D_1 и D_2 – оптические силы линз L_1 и L_2 . Окончательно, разность оптических сил равна

$$\Delta D = D_1 - D_2 = \frac{1}{L} \left(\frac{1}{\Gamma} - \frac{1}{\Gamma_*} \right) = 3 \text{ дптр.}$$

Задача 6. Предмет находится между линзой и плоским зеркалом, перпендикулярным главной оптической оси линзы. Зеркало, линза и предмет заключены в кожух из светопропускаемой матовой пластмассы (рис.7). Такая система создает два изображения предмета и изображение линзы. Оба изображения предмета имеют одинаковые размеры, независимо от расстояния от линзы до предмета. С каким увеличением изображается линза?

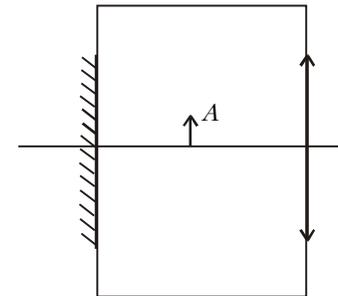


Рис. 7

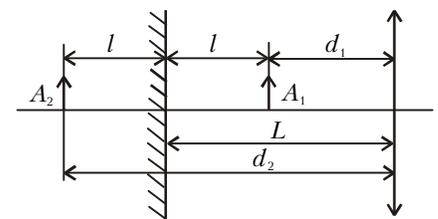


Рис. 8