

66. На экране получено изображение предмета с трёхкратным увеличением. Предмет передвинули на расстояние $l_1 = 2$ см. Для того, чтобы получить чёткое изображение, экран пришлось передвинуть на расстояние $l_2 = 24$ см. Каково будет увеличение в этом случае?

67. С помощью тонкой линзы на экране получено изображение предмета с пятикратным увеличением. Не изменяя положения линзы, экран передвинули вдоль главной оптической оси на 30 см. Для того, чтобы получить резкое изображение, пришлось передвинуть предмет. В этом случае изображение оказалось втрое больше предмета. На какое расстояние передвинули предмет?

68. Тонкая линза создаёт на экране изображение в 20 раз большее, чем предмет. Экран передвинули вдоль главной оптической оси на 4 м. Чтобы получить резкое изображение, предмет пришлось переместить на 40 см. Каким при этом стало увеличение?

69. Линза создаёт изображение предмета с увеличением $\Gamma_1 = 3$. Вплотную к линзе приставили вторую такую же. С каким увеличением будет изображаться предмет? Расстояние до предмета осталось неизменным.

70. Тонкая линза создаёт изображение предмета. Если вплотную к этой линзе приставить перпендикулярно главной оптической оси плоское зеркало, то такая система при неизменном расстоянии до предмета создаёт его изображение с тем же увеличением. Определите это увеличение.

71. С помощью тонкой линзы получают изображение предмета. К линзе вплотную приставляют другую линзу. При неизменном расстоянии до предмета получают изображение той же величины, что и ранее. Найдите, с каким увеличением изображается предмет. Абсолютные значения фокусных расстояний линз равны.

72. К тонкой линзе с фокусным расстоянием 9 см вплотную прижато плоское зеркало. Эта система создаёт изображение предмета. Если, не меняя взаимного расположения линзы и предмета, убрать зеркало, то линза создаёт изображение предмета с тем же увеличением, что и раньше. Определите расстояние от предмета до линзы.

73. Положительная линза создаёт прямое изображение предмета с двукратным увеличением. При этом же расстоянии до предмета отрицательная линза создаёт изображение предмета с увеличением 0,5. С каким увеличением будет изображаться предмет, если эти две линзы сложить вплотную, а расстояние до предмета оставить неизменным?

74. Тонкая отрицательная линза создаёт изображение предмета с увеличением 0,2. Если к ней вплотную приставить тонкую положительную линзу, то при том же расстоянии до предмета эта система создаёт прямое изображение с увеличением $1/3$. Определите, с каким увеличением будет изображаться предмет одной положительной линзой при том же расстоянии от линзы до предмета.

75. Две тонкие положительные линзы с фокусными расстояниями F_1 и F_2 расположены так, что их главные оптические оси совпадают. С помощью этой системы линз получают изображение предмета, причём оказалось, что размер изображения не зависит от расстояния от предмета до системы линз. Найдите расстояние между линзами.

76. В светонепроницаемом кожухе горит лампа (рис. 21). На задней стенке кожуха плоское зеркало З. В переднюю вставлена линза Л с абсолютным значением фокусного расстояния F . В этой системе наблюдают два прямых увеличенных изображения нити лампы, причём одно изображение вдвое больше другого. Найдите расстояние от лампы до зеркала, если расстояние от линзы до лампы равно d .

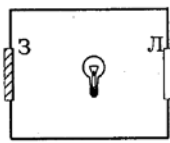


Рис. 21

77. Положительная линза создаёт изображение Луны, диаметр которого l . Такого же размера изображение Луны создаёт отрицательная линза. Какого размера получится изображение Луны, если эти две линзы соосно поставить друг за другом (впереди отрицательная линза) на расстояний, равном фокусному расстоянию положительной линзы?

78. За тонкой положительной линзой Л перпендикулярно её главной оптической оси расположено плоское зеркало З. На линзу на расстоянии h от оптической оси падает под углом α луч света (рис. 22). Преломившись в линзе и отразившись от зеркала он выходит из линзы по направлению, параллельному первоначальному, смещённым на расстояние L . Определите фокусное расстояние линзы.

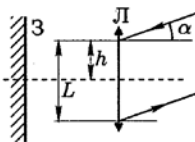


Рис. 22

79. Перпендикулярно главной оптической оси тонкой положительной линзы Л с фокусным расстоянием F расположено плоское зеркало (рис. 23). Эта оптическая система создаёт действительное изображение предмета А, находящегося между линзой и её фокусом с увеличением $\Gamma = \frac{F}{d}$, где d — расстояние между линзой и предметом. Найдите расстояние a между линзой и зеркалом.

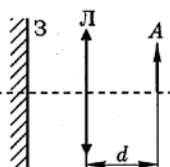


Рис. 23

80. В фокальную плоскость тонкой собирающей линзы Л помещено плоское зеркало (рис. 24). Предмет А расположен между фокусом и линзой. Эта система создаёт действительное изображение предмета. Как изменится увеличение, с которым изображается предмет, если расстояние d между линзой и предметом уменьшить вдвое?

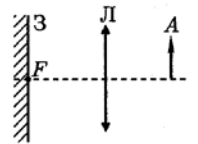


Рис. 24

81. Предмет А находится между линзой Л и плоским зеркалом З, перпендикулярным главной оптической оси линзы. Зеркало, линза и предмет заключены в светонепроницаемый кожух. Такая система (рис. 25) создаёт два изображения предмета, оба изображения предмета имеют одинаковые размеры независимо от расстояния до линзы. С каким увеличением изображается отражение линзы?

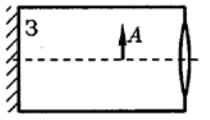


Рис. 25

82. Перпендикулярно главной оптической оси положительной линзы Л с фокусным расстоянием $F = 10$ см расположено плоское зеркало (рис. 26). Эта система создаёт два изображения предмета АВ. Размеры этих изображений одинаковы. На каком расстоянии от линзы находится зеркало?

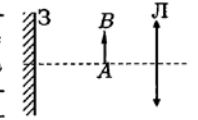


Рис. 26

83. Сложный объектив состоит из двух тонких линз: положительной с фокусным расстоянием $F_1 = 20$ см и отрицательной с фокусным расстоянием $F_2 = -10$ см. Линзы расположены на расстоянии $l = 15$ см друг от друга (рис. 27). С помощью объектива получают на экране изображение Солнца. Какое фокусное расстояние должна иметь тонкая линза, чтобы изображение Солнца, полученное с её помощью, имело такой же размер?

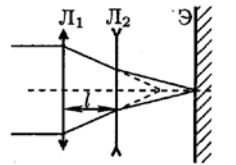


Рис. 27

85. Оптическая система состоит из двух тонких линз, имеющих фокусные расстояния $F_1 = +5$ см и $F_2 = -5$ см, раздвинутых на расстояние 5 см. При каких положениях предмета эта система будет давать мнимое изображение?

86. Оптическая система, показанная на рис. 28, состоит из положительной линзы Л₁ с фокусным расстоянием $F_1 = 9$ см и отрицательной линзы Л₂ с фокусным расстоянием $F_2 = 5$ см. Расстояние между линзами $L = 22$ см. При каких расстояниях d от положительной линзы до предмета эта система будет давать перевёрнутое мнимое увеличенное изображение предмета?

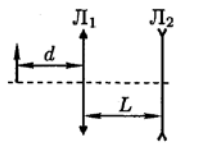


Рис. 28

87. Две собирающие тонкие линзы (Л₁ с фокусным расстоянием $F_1 = 5$ см и Л₂ с фокусным расстоянием $F_2 = 3$ см) расположены соосно на расстоянии L друг от друга. Перед линзой Л₁ на расстоянии $d_1 = 15$ см расположен предмет. Эта система создаёт прямое увеличенное изображение предмета. При каких L это возможно?

88. За отрицательной линзой с фокусным расстоянием $F_1 = 6$ см расположена на расстоянии $L = 3$ см положительная линза с фокусным расстоянием $F_2 = 10$ см. Главные оптические оси линз совпадают. При каких расстояниях до отрицательной линзы от предмета эта система будет давать прямое уменьшенное изображение?

89. Две тонкие положительные линзы расположены так, как это показано на рис. 29. Линза Л₁ имеет фокусное расстояние $F_1 = 10$ см, линза Л₂ соответственно $F_2 = 20$ см. Предмет А удалён от линзы Л₁ на расстояние $d_1 = 30$ см. При каких значениях L эта система даёт мнимое уменьшенное изображение этого предмета?

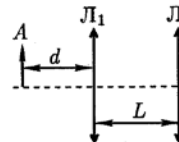


Рис. 29

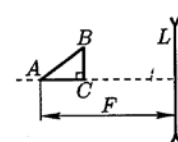


Рис. 30

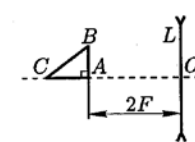


Рис. 31

90. Площадь изображения треугольника ABC (рис. 30) в 32 раза меньше площади самого треугольника. Определите, с каким увеличением изображается катет BC, если точка А лежит в фокусе рассеивающей линзы Л.

91. Линза Л создаёт изображение прямоугольного треугольника, катет которого CA лежит на главной оптической оси (рис. 31). Площадь изображения треугольника в 9 раз меньше самого треугольника. Найдите, с каким увеличением изображается катет BA, если точка А лежит на двойном фокусном расстоянии от линзы.

92. Математический маятник раскачивается с амплитудой $A = 1$ см в плоскости рисунка (рис. 32). Равновесное положение нити маятника находится на расстоянии $L = \sqrt{5}$ см от переднего фокуса тонкой положительной линзы Л. Расстояние между изображениями груза маятника, лежащими на главной оптической оси, равно $\Delta = 2$ см. Найдите фокусное расстояние линзы.

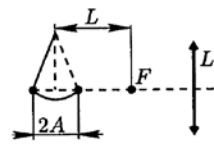


Рис. 32

93. Математический маятник колеблется в плоскости рисунка (рис. 33) с амплитудой $A = 1$ см. Равновесное состояние нити маятника находится на расстоянии $a = 4$ см от тонкой отрицательной линзы с фокусным расстоянием 2 см. Найдите расстояние между крайними изображениями груза маятника, лежащими на главной оптической оси линзы.

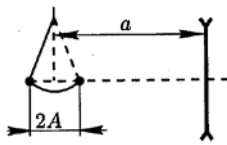


Рис. 33

94. Трапеция $ABCD$ расположена так, что её параллельные стороны AB и CD перпендикулярны главной оптической оси тонкой линзы. Линза создаёт мнимое изображение трапеции $ABCD$ в виде трапеции с теми же самыми углами. Если повернуть трапецию $ABCD$ (рис. 34) на 180° вокруг стороны AB , то линза создаёт изображение трапеции в виде прямоугольника. С каким увеличением изображается сторона AB ?

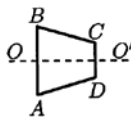


Рис. 34

95. На главной оптической оси тонкой отрицательной линзы расположена трапеция таким образом, что её параллельные стороны перпендикулярны главной оптической оси. Линза создаёт изображение трапеции, имеющее вид прямоугольника. При этом меньшая из параллельных сторон изображается с увеличением $\Gamma = 1/3$. Если трапецию передвинуть вдоль главной оптической оси на некоторое расстояние, то получится изображение в виде трапеции с теми же самыми углами. Найдите, с каким увеличением изображается та же самая меньшая сторона в этом случае.

96. Трапеция $ABCD$ расположена так, что её параллельные стороны перпендикулярны главной оптической оси OO' тонкой линзы (рис. 34). Линза создаёт действительное изображение трапеции $ABCD$ в виде прямоугольника. Если повернуть трапецию $ABCD$ на 180° вокруг стороны AB , то линза создаёт изображение трапеции в виде трапеции с теми же самыми углами. С каким увеличением изображается сторона AB ?

97. Параллельные стороны трапеции пересекают главную оптическую ось линзы под прямым углом. Линза создаёт её изображение в виде трапеции с теми же самыми углами. При этом увеличение меньшей из параллельных сторон трапеции равно 0,8. Если передвинуть трапецию вдоль главной оптической оси на некоторое расстояние, она будет изображаться в виде прямоугольника. Найдите увеличение меньшей из параллельных сторон трапеции в этом случае.

98. С помощью тонкой линзы Л получено изображение трезубца $ABCDEG$, у которого $AB = BC$. Основание трезубца лежит на главной оптической оси линзы. Отрезок AB изображается с увеличением $\beta_1 = 6$, а отрезок BC — с увеличением $\beta_2 = 3$ (рис. 35). Определите, с каким увеличением изображается отрезок BD .

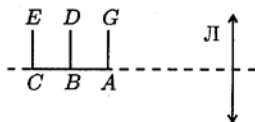


Рис. 35

99. У предмета ABC сторона AB , лежащая на главной оптической оси линзы, может раздвигаться (увеличиваться в размерах). С помощью линзы Л с фокусным расстоянием $F = 12$ см получают действительное изображение предмета ABC (рис. 36). Оказалось, что при любой длине стороны AB она изображается с тем же увеличением, что и сторона BC . Определите расстояние OB . Точка A неподвижна.

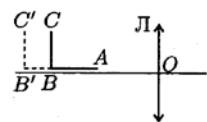


Рис. 36

100. С помощью отрицательной линзы получено изображение предмета $ABCD$, где $AB = BC$ (рис. 37). Сторона AC лежит на главной оптической оси линзы. Увеличения отрезков CB и BD соответственно равны: $\beta = 0,3$ и $\Gamma = \sqrt{3}/8$. Определите, с каким увеличением изображается отрезок AB .

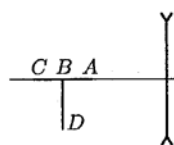


Рис. 37

101. Предмет $ABCD$ имеет раздвижную сторону BC (рис. 38). С помощью линзы Л получают перевёрнутое изображение этого предмета. Оказалось, что при любой длине стороны BC отношение увеличения, с которым изображается сторона BC , к увеличению, с которым изображается сторона CD , остаётся постоянным и равным $k = 4$. Определите фокусное расстояние линзы, если сторона AB остаётся неподвижной на расстоянии $OB = 20$ см от линзы.

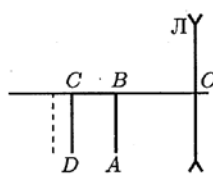


Рис. 38

102. За линзой с фокусным расстоянием $F_1 = -5$ см расположена линза с фокусным расстоянием $F_2 = 25$ см так, что их главные оптические оси совпадают. Эта оптическая система создаёт изображение предмета, расположенного перпендикулярно главной оптической оси. Как изменится величина изображения, если линзы поменять местами? Расстояние между линзами $L = 20$ см.

103. Две тонкие положительные линзы расположены друг за другом так, что их главные оптические оси совпадают. Расстояние между линзами 14 см. Фокусное расстояние первой линзы $F_1 = 10$ см, второй — $F_2 = 4$ см. Эта система создаёт изображение предмета, расположенного перпендикулярно главной оптической оси. Величина изображения $h_1 = 4$ мм. Какова будет величина изображения h_2 , если линзы поменять местами?

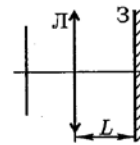


Рис. 39

104. За линзой Л на расстоянии $L = 4$ см (больше фокусного) расположено перпендикулярно главной оптической оси плоское зеркало З. Перед линзой, также перпендикулярно главной оптической оси, расположен лист клетчатой бумаги (рис. 39). На этом листе получают изображение его клеток при двух положениях листа относительно линзы. Эти положения отличаются на $l = 9$ см. Определите фокусное расстояние линзы.

105. Параллельно друг другу расположены лист миллиметровой бумаги, тонкая линза и плоское зеркало. Расстояние L между линзой и зеркалом 6 см, фокусное расстояние линзы $F = 4$ см. Система линза+зеркало создаёт на листе бумаги чёткое изображение его клеток. На сколько нужно передвинуть лист бумаги, чтобы на нём снова получилось чёткое изображение клеток?

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

107. Две тонкие положительные линзы, оптические силы которых отличаются на $5/6$ дптр, расположены так, что их главные оптические оси совпадают. Эта оптическая система создаёт прямое мнимое изображение предмета с увеличением 3. Если линзы поменять местами, то получается прямое мнимое изображение предмета с двукратным увеличением. Найдите расстояние между линзами.

108. Две тонкие линзы создают мнимое перевёрнутое изображение предмета с увеличением 0,5. Главные оптические оси линз совпадают. Расстояние между линзами равно $L = 50$ см. Оптические силы линз отличаются на две диоптрии. Если линзы поменять местами, не изменяя положения предмета, то снова получается мнимое перевёрнутое изображение. Найдите увеличение в этом случае.

109. Положительная и отрицательная (она ближе к предмету) линзы образуют оптическую систему. Линзы расположены на расстоянии $L = 2,5$ см друг от друга и их главные оптические оси совпадают. Сумма оптических сил линз равна нулю. Эта оптическая система создаёт мнимое прямое изображение с увеличением 2. Если линзы поменять местами, не изменяя положения предмета, то получается прямое мнимое изображение предмета в натуральную величину. Найдите фокусное расстояние положительной линзы. Расстояние от предмета до ближней линзы меньше фокусного расстояния положительной линзы.

110. За тонкой положительной линзой L_1 с фокусным расстоянием $F = 2$ см расположена тонкая отрицательная линза L_2 (случай а). Главные оптические оси линз совпадают, расстояние между линзами l . Эта система создаёт действительное изображение предмета. Линзу L_2 переставили, не меняя положения линзы L_1 и предмета, на расстоянии l перед линзой L_1 (случай б). Система снова даёт действительное изображение предмета той же, что и прежде величины. Определите l .

111. Плосковыпуклая толстая линза (рис. 40) с радиусом кривизны выпуклой части $R = 3$ см изготовлена из стекла с показателем преломления $n = 1,5$. На каком расстоянии от плоской поверхности линзы фокусируется пучок параллельных лучей, падающих на выпуклую поверхность? Углы преломления считать малыми, так что их тангенсы можно приближённо заменять синусами или радианной мерой угла.

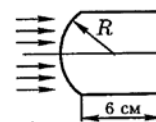


Рис. 40

112. Плосковогнутая толстая линза с радиусом кривизны вогнутой части $R = 3$ см и толщиной $l = 6$ см изготовлена из стекла с показателем преломления $n = 1,5$ (рис. 41). На каком расстоянии от плоской поверхности находится фокус такой линзы? Углы преломления считать малыми.

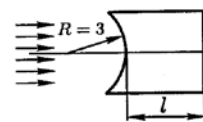


Рис. 41