

1. Человек читает книгу, держа ее на расстоянии 50 см от глаз. Если это для него расстояние наилучшего видения, то какой оптической силы очки позволят ему читать книгу на расстоянии 25 см?

2. Бассейн глубиной 4 м заполнен водой, относительный показатель преломления на границе воздух-вода 1,33. Какой кажется глубина бассейна наблюдателю, смотрящему в воду вертикально вниз?

3. Бассейн глубиной 3 м заполнен водой, относительный показатель преломления на границе воздух — вода 1,33. Каков радиус светового круга на поверхности воды от электрической лампы на дне бассейна?

4. Небольшой груз, подвешенный на нити длиной 2,5 м, совершает гармонические колебания, при которых его максимальная скорость достигает 0,1 м/с. При помощи собирающей линзы с фокусным расстоянием 0,2 м изображение колеблющегося груза проецируется на экран, расположенный на расстоянии 0,6 м от линзы. Главная оптическая ось линзы перпендикулярна плоскости колебаний маятника и плоскости экрана. Определите амплитуду колебаний смещения груза на экране.

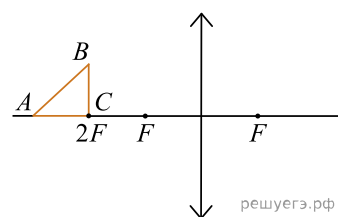
5. Небольшой груз, подвешенный на длинной нити, совершает гармонические колебания, при которых его максимальная скорость достигает 0,1 м/с. При помощи собирающей линзы с фокусным расстоянием 0,2 м изображение колеблющегося груза проецируется на экран, расположенный на расстоянии 0,5 м от линзы. Главная оптическая ось линзы перпендикулярна плоскости колебаний маятника и плоскости экрана. Максимальное смещение изображения груза на экране от положения равновесия равно  $A_1 = 0,1$  м. Чему равна длина нити  $l$ ?

6. В горизонтальное дно водоема глубиной 3 м вертикально вбита свая, полностью скрытая под водой. При угле падения солнечных лучей на поверхность воды, равном  $30^\circ$ , свая отбрасывает на дно водоема тень длиной 0,8 м. Определите высоту сваи. Коэффициент преломления воды  $n = \frac{4}{3}$ .

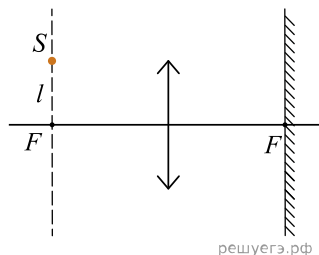
7. В горизонтальное дно водоема глубиной 3 м вертикально вбита свая, полностью скрытая под водой. Высота сваи 2 м. При угле падения солнечных лучей на поверхность воды, равном  $30^\circ$ , определите длину тени сваи на дне водоема. Коэффициент преломления воды  $n = \frac{4}{3}$ .

8. У самой поверхности воды в реке летит комар, стая рыб находится на расстоянии 2 м от поверхности воды. Каково максимальное расстояние до комара, на котором он еще виден рыбам на этой глубине? Относительный показатель преломления света на границе воздух — вода равен 1,33.

9. Равнобедренный прямоугольный треугольник  $ABC$  площадью  $50 \text{ см}^2$  расположен перед тонкой собирающей линзой так, что его катет  $AC$  лежит на главной оптической оси линзы. Фокусное расстояние линзы 50 см. Вершина прямого угла  $C$  лежит ближе к центру линзы, чем вершина острого угла  $A$ . Расстояние от центра линзы до точки  $C$  равно удвоенному фокусному расстоянию линзы (см. рис.). Постройте изображение треугольника и найдите площадь получившейся фигуры.



10. Точечный источник света  $S$  находится в передней фокальной плоскости собирающей линзы на расстоянии  $l = 2$  см от ее главной оптической оси. За линзой в ее задней фокальной плоскости находится плоское зеркало (см. рис.). Построить действительное изображение  $S'$  источника в данной оптической системе и найти расстояние между точками  $S$  и  $S'$ .



11. Определите фокусное расстояние тонкой линзы, если линейные размеры изображения тонкого карандаша, помещенного на расстоянии  $a = 60$  см от линзы и расположенного перпендикулярно главной оптической оси, меньше размеров карандаша в  $n = 3$  раза.

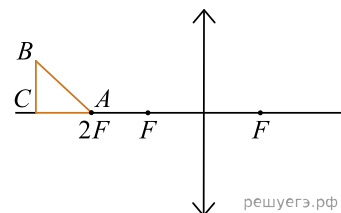
12. Объективы современных фотоаппаратов имеют переменное фокусное расстояние. При изменении фокусного расстояния «наводка на резкость» не сбивается. Условимся считать изображение на пленке фотоаппарата резким, если вместо идеального изображения в виде точки на пленке получается изображение пятна диаметром не более  $0,05$  мм. Поэтому если объектив находится на фокусном расстоянии от пленки, то резкими считаются не только бесконечно удаленные предметы, но и все предметы, находящиеся дальше некоторого расстояния  $d$ . Оказалось, что это расстояние равно  $5$  м, если фокусное расстояние объектива  $50$  мм. Как изменится это расстояние, если, не меняя «относительного отверстия» изменить фокусное расстояние объектива до  $25$  мм? («Относительное отверстие» — это отношение фокусного расстояния к диаметру входного отверстия объектива.) При расчетах считать объектив тонкой линзой. Сделайте рисунок, поясняющий образование пятна.

13. Условимся считать изображение на пленке фотоаппарата резким, если вместо идеального изображения в виде точки на пленке получается изображение пятна диаметром не более  $0,05$  мм. Поэтому если объектив находится на фокусном расстоянии от пленки, то резкими считаются не только бесконечно удаленные предметы, но и все предметы, находящиеся дальше некоторого расстояния  $d$ . Найдите фокусное расстояние объектива, если при «относительном отверстии»  $\alpha = 4$  резкими оказались все предметы далее  $12,5$  м. («Относительное отверстие» — это отношение фокусного расстояния к диаметру входного отверстия объектива.) Сделайте рисунок, поясняющий образование пятна.

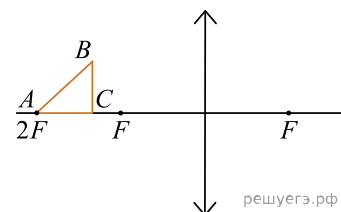
14. Условимся считать изображение на пленке фотоаппарата резким, если вместо идеального изображения в виде точки на пленке получается изображение пятна диаметром не более некоторого предельного значения. Поэтому если объектив находится на фокусном расстоянии от пленки, то резкими считаются не только бесконечно удаленные предметы, но и все предметы, находящиеся дальше некоторого расстояния  $d$ . Оцените предельный размер пятна, если при «относительном отверстии»  $\alpha = 4$  резкими оказались все предметы, находившиеся на расстояниях более  $12,5$  м от объектива. («Относительное отверстие» — это отношение фокусного расстояния к диаметру входного отверстия объектива.) Фокусное расстояние объектива  $50$  мм. Сделайте рисунок, поясняющий образование пятна.

15. Условимся считать изображение на пленке фотоаппарата резким, если вместо идеального изображения точки на пленке получается изображение пятна диаметром не более  $0,05$  мм. Поэтому если объектив находится на фокусном расстоянии от пленки, то резкими считаются не только бесконечно удаленные предметы, но и все предметы, находящиеся дальше некоторого расстояния  $d$ . Объектив имеет переменное фокусное расстояние. При этом расстояние, на которое он настроен (в данном случае  $\infty$ ), не изменяется. При «относительном отверстии»  $\alpha = 4$  минимальное расстояние, на котором предметы получают резкими, меняется (при изменении фокусного расстояния объектива) от  $12,5$  до  $50$  м. («Относительное отверстие» — это отношение фокусного расстояния к диаметру входного отверстия объектива.) В каком диапазоне изменяется фокусное расстояние объектива? При расчетах считать объектив тонкой линзой. Сделайте рисунок, поясняющий образование пятна.

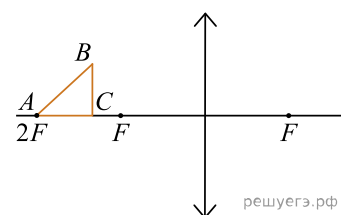
16. Равнобедренный прямоугольный треугольник  $ABC$  площадью  $50 \text{ см}^2$  расположен перед тонкой собирающей линзой так, что его катет  $AC$  лежит на главной оптической оси линзы. Фокусное расстояние линзы  $50 \text{ см}$ . Вершина прямого угла  $C$  лежит дальше от центра линзы, чем вершина острого угла  $A$ . Расстояние от центра линзы до точки  $A$  равно удвоенному фокусному расстоянию линзы (см. рисунок). Постройте изображение треугольника и найдите площадь получившейся фигуры.



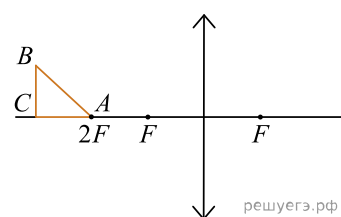
17. Равнобедренный прямоугольный треугольник  $ABC$  расположен перед тонкой собирающей линзой оптической силой  $2,5 \text{ дптр}$  так, что его катет  $AC$  лежит на главной оптической оси линзы (см. рисунок). Вершина прямого угла  $C$  лежит ближе к центру линзы, чем вершина острого угла  $A$ . Расстояние от центра линзы до точки  $A$  равно удвоенному фокусному расстоянию линзы,  $AC = 4 \text{ см}$ . Постройте изображение треугольника и найдите площадь получившейся фигуры.



18. Равнобедренный прямоугольный треугольник  $ABC$  площадью  $50 \text{ см}^2$  расположен перед тонкой собирающей линзой так, что его катет  $AC$  лежит на главной оптической оси линзы. Фокусное расстояние линзы равно  $50 \text{ см}$ . Вершина прямого угла  $C$  лежит ближе к центру линзы, чем вершина острого угла  $A$ . Расстояние от центра линзы до точки  $A$  равно удвоенному фокусному расстоянию линзы (см. рисунок). Постройте изображение треугольника и найдите площадь получившейся фигуры.



19. Равнобедренный прямоугольный треугольник  $ABC$  расположен перед тонкой собирающей линзой оптической силой  $2,5 \text{ дптр}$  так, что его катет  $AC$  лежит на главной оптической оси линзы (см. рисунок). Вершина прямого угла  $C$  лежит дальше от центра линзы, чем вершина острого угла  $A$ . Расстояние от центра линзы до точки  $A$  равно удвоенному фокусному расстоянию линзы,  $AC = 4 \text{ см}$ . Постройте изображение треугольника и найдите площадь получившейся фигуры.



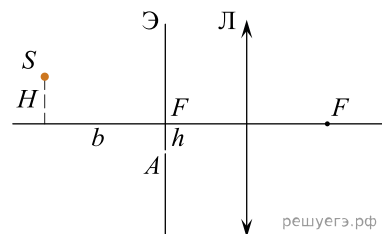
20. На экране, перпендикулярном главной оптической оси некоторой тонкой линзы, получили действительное изображение небольшого предмета, находящегося на расстоянии  $a = 25 \text{ см}$  от этой линзы, с линейным увеличением  $\Gamma = 2$ . После замены этой линзы на другую, находящуюся в том же месте и на том же расстоянии до предмета, увеличение изображения предмета при новом положении экрана, соответствующем резкому изображению, стало больше в  $n = 2,5$  раза. Чему равна оптическая сила  $D_2$  второй линзы?

21. В телескопе установлен объектив с фокусным расстоянием  $1,5 \text{ м}$  и окуляр фокусным расстоянием  $6 \text{ см}$ . Найдите диаметр изображения Солнца, который можно получить с помощью этого телескопа, если есть возможность отнести экран от окуляра не далее, чем на  $1,5 \text{ м}$ . Угловой диаметр Солнца  $30'$ .

22. Нырятьщик, находящийся в бассейне, смотрит вверх с глубины  $h = 2,5 \text{ м}$  на спокойную поверхность воды и видит через нее, что его тренер стоит на кромке бассейна, причем ступни ног находятся на уровне воды, а голова видна нырятьщику под углом  $\varphi = 30^\circ$  к вертикали. Показатель преломления воды  $n = 4/3$ , расстояние по горизонтали от глаз нырятьщика до ног тренера равно  $l = 3 \text{ м}$ . Каков рост  $H$  тренера?

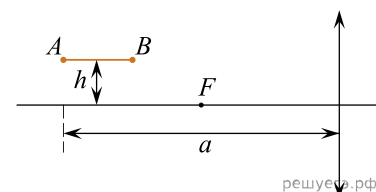
23. Нырятьщик, находящийся в бассейне, смотрит вверх с глубины  $h$  на спокойную поверхность воды и видит через нее, что его тренер стоит на кромке бассейна, причем ступни ног находятся на уровне воды, а голова видна нырятьщику под углом  $\varphi = 45^\circ$  к вертикали. Показатель преломления воды  $n = 4/3$ , расстояние по горизонтали от глаз нырятьщика до ног тренера равно  $l = 7 \text{ м}$ , рост тренера  $H = 1,77 \text{ м}$ . Чему равна глубина  $h$ , с которой смотрит нырятьщик?

24. На расстоянии  $b$  от собирающей линзы находится точечный источник света, расположенный на высоте  $H$  от главной оптической оси. В фокальной плоскости линзы расположен экран с маленькой щелью  $A$  на расстоянии  $h$  от главной оптической оси. Изобразите ход луча  $SA$  и определите, на каком расстоянии  $x$  от плоскости линзы этот луч пересечет главную оптическую ось.

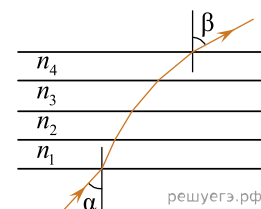


- $F = 20$  см,  
 $h = 4$  см,  
 $b = 70$  см,  
 $H = 5$  см.

25. Тонкая палочка  $AB$  длиной  $l = 10$  см расположена параллельно главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии  $h = 15$  см от нее (см. рис.). Концы  $A$  палочки располагаются на расстоянии  $a = 40$  см от линзы. Постройте изображение палочки в линзе и определите его длину  $L$ . Фокусное расстояние линзы  $F = 20$  см.



26. Параллельный пучок света падает из воздуха на стопку из четырех плоскопараллельных стеклянных пластин под углом  $\alpha = 30^\circ$  (см. рис.). Под каким углом  $\beta$  пучок выйдет из этой стопки, если показатели преломления пластин равны  $n_1 = 1,7, n_2 = 1,6, n_3 = 1,5, n_4 = 1,4$ ?



27. На оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием  $F = 10$  см слева от нее на расстоянии  $a = 3F/2 = 15$  см находится точечный источник света  $S$ . За линзой справа от нее на расстоянии  $F = 10$  см расположено плоское зеркало, перпендикулярное оси линзы. На каком расстоянии от источника находится его изображение  $S'$  в данной оптической системе?

К решению приложите рисунок с изображением хода лучей от  $S$  до  $S'$ .

28. Палка, наполовину погруженная в вертикальном положении в воду, отбрасывает на дно бассейна тень длиной  $l = 0,5$  м. Определите длину выступающей над водой части палки, если глубина воды равна  $h = 3$  м, а угол падения солнечных лучей равен  $\alpha = 30^\circ$ . (Показатель преломления воды —  $4/3$ .)

29. В плоскости, параллельной плоскости тонкой собирающей линзы, вращается точечный источник света по окружности с центром на главной оптической оси. Источник удален от линзы на расстояние 15 см. Скорость изображения равна 10 м/с, фокусное расстояние линзы составляет 10 см. Нарисуйте чертёж и покажите ход лучей. Найдите скорость источника.

30. В горизонтальное дно водоема глубиной 4 м вертикально вбита свая. При угле падения солнечных лучей на поверхность воды, равном  $30^\circ$ , свая отбрасывает на дно водоема тень длиной 3 м. Постройте ход лучей и найдите длину непогруженной части сваи. Коэффициент преломления воды

$$n = \frac{4}{3}.$$

31. Предмет находится на главной оптической оси на расстоянии  $a = 16$  см от собирающей линзы с фокусным расстоянием  $F = 8$  см. Предмет перемещают на расстояние 20 см от линзы и на 3 см от главной оптической оси. Сделайте рисунок с построением хода лучей. Определите, на какое расстояние сместилось изображение предмета относительно начального положения.

32. В плоскости, параллельной плоскости тонкой собирающей линзы, по окружности со скоростью  $v = 5$  м/с движется точечный источник света. Расстояние между плоскостями  $d = 15$  см. Центр окружности находится на главной оптической оси линзы. Фокусное расстояние линзы  $F = 10$  см. Найдите скорость движения изображения точечного источника света. Сделайте пояснительный чертеж, указав ход лучей в линзе.

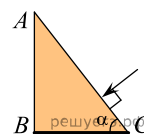
33. Телескопические устройства состоят обычно из двух линз — длиннофокусного объектива и короткофокусного окуляра. В трубе системы Кеплера окуляр — лупа, то есть собирающая линза, а в трубе системы Галилея окуляр — это рассеивающая линза. В обеих трубах фокальные плоскости объектива и окуляра совпадают, так что параллельный пучок света на входе в систему преобразуется в параллельный же пучок на ее выходе. Рассмотрим две такие трубы с одинаковым угловым увеличением  $\Gamma = 20$ , с одинаковыми фокусными расстояниями объективов  $F = 50$  см и одинаковыми по модулю фокусными расстояниями  $f$  окуляров. Какая труба короче и на сколько?

34. Дедушка Пети плохо видит вблизи из-за дальнозоркости, и для чтения книг на расстоянии наилучшего зрения ( $d_0 = 25$  см) ему приходится использовать очки силой  $D_1 = +2$  дптр. Если предмет расположен ближе 25 см, например на расстоянии  $d_1 = 15$  см, то какие очки (с какой оптической силой  $D_2$ ) дедушке придется надеть вместо обычных, чтобы четко видеть предмет (например, игольное ушко)?

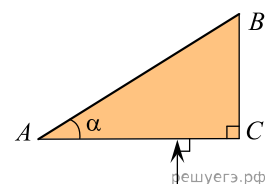
*Напоминание:* при сложении тонких линз их оптические силы складываются.

35. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием  $F = 10$  см на расстоянии  $d = 30$  см от линзы находится точечный источник света  $S$ . За линзой в ее фокальной плоскости расположено плоское зеркало, отражающая поверхность которого направлена в сторону линзы. Рассчитайте, на каком расстоянии от линзы находится изображение источника в данной оптической системе, и сделайте чертеж, поясняющий расчет.

36. Нижняя грань  $BC$  прозрачного клина посеребрена и представляет собой плоское зеркало. Угол при основании клина  $\alpha = 60^\circ$ . Луч света падает из воздуха на клин перпендикулярно грани  $AC$ , преломляется и выходит в воздух через другую грань под углом  $\gamma = 45^\circ$  к ее нормали. Определите показатель преломления материала клина. Сделайте рисунок, поясняющий ход луча в клине.

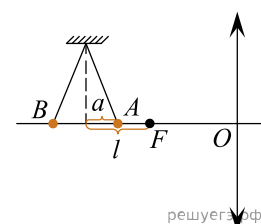


37. Верхняя грань  $AB$  прозрачного клина посеребрена и представляет собой плоское зеркало. Угол при вершине клина  $\alpha = 30^\circ$ . Луч света падает из воздуха на клин перпендикулярно грани  $AC$ , преломляется и выходит в воздух через другую грань под углом  $\gamma = 45^\circ$  к ее нормали. Определите показатель преломления материала клина. Сделайте рисунок, поясняющий ход луча в клине.



38. По разные стороны от линзы на главной оптической оси расположены два источника света. Они дают изображение в одной точке. Один из источников располагается на расстоянии  $x = 20$  см от линзы. Оптическая сила линзы равна 3,5 дптр. Найдите расстояние между источниками  $L$ . Сделайте два рисунка с построением хода лучей в линзе.

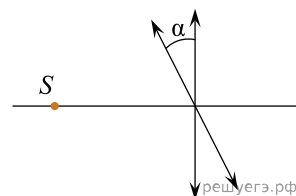
39. Шарик подвешен на нити и совершает колебания. Его крайние точки,  $A$  и  $B$ , лежат на оптической оси собирающей линзы силой  $D = 50$  дптр. Проекция точки равновесия шарика находится на расстоянии  $\sqrt{5}$  см от первого фокуса линзы. Расстояние от нее до крайних точек равно 1 см. Найдите расстояние между изображениями крайних точек  $A$  и  $B$  в собирающей линзе.



40. Линза, фокусное расстояние которой 15 см, дает на экране изображение предмета с пятикратным увеличением. Экран подвинули к линзе вдоль ее главной оптической оси на 30 см. Затем при неизменном положении линзы передвинули предмет так, чтобы его изображение на экране снова стало резким. На какое расстояние сдвинули предмет относительно его первоначального положения?

41. Два точечных источника света находятся на расстоянии 24 см друг от друга. Между ними на расстоянии 6 см от одного из них помещена собирающая линза. При этом изображения обоих источников получились в одной и той же точке. Найдите фокусное расстояние (в см) линзы.

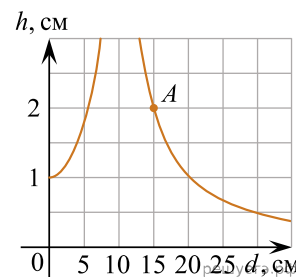
42. На главной оптической оси на расстоянии 40 см от линзы с фокусным расстоянием 0,2 м расположен источник света. Линзу повернули на угол  $\alpha$ , оставив источник света на том же месте так, что изображение источника света сместилось на 10 см от первоначального. Найдите угол  $\alpha$ . Сделайте рисунок и покажите ход лучей источника в двух случаях.



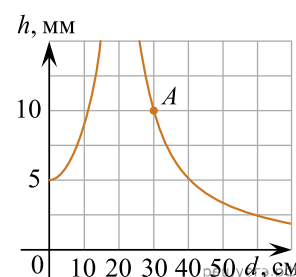
43. Монохроматический пучок света с длиной волны  $1,1 \cdot 10^{-10}$  метров падает на пластину и оказывает давление  $1,26 \cdot 10^{-6}$  Па. 70% света отражается, остальное пластинка пропускает. Найдите концентрацию фотонов в пучке света. Считать, что фотоны в пучке расположены равномерно.

44. Два точечных источника света находятся на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии  $L = 1$  м друг от друга. Линза находится между ними. Расстояние от линзы до одного из источников  $x = 20$  см. Изображения обоих источников получились в одной точке. Найдите оптическую силу линзы. Постройте на отдельных рисунках изображения двух источников в линзе, указав ход лучей.

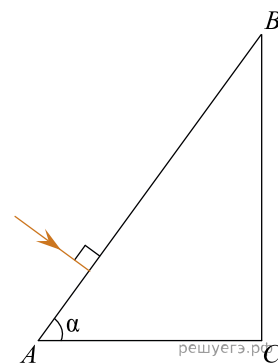
45. Перпендикулярно главной оптической оси некоторой тонкой линзы на расстоянии  $d$  от линзы расположена тонкая палочка высотой  $H = 1$  см. На рисунке изображен примерный график зависимости модуля высоты  $h$  изображения палочки от расстояния  $d$ . Пользуясь точкой  $A$ , найдите на этом графике оптическую силу  $D$  линзы.



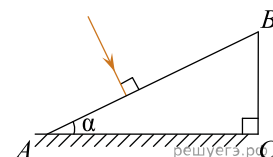
46. Перпендикулярно главной оптической оси некоторой тонкой линзы на расстоянии  $d$  от линзы расположена тонкая палочка высотой  $H = 5$  мм. На рисунке изображен примерный график зависимости модуля высоты  $h$  изображения палочки от расстояния  $d$ . Пользуясь точкой  $A$ , найдите на этом графике оптическую силу  $D$  линзы.



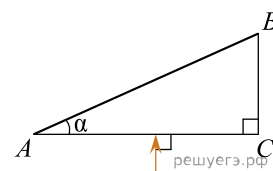
47. Нижняя грань  $AC$  прозрачного клина посеребрена и представляет собой плоское зеркало. Угол при основании клина  $\alpha = 60^\circ$ . Луч света падает из воздуха на клин перпендикулярно грани  $AB$ , отражается от грани  $AC$  и испытывает полное внутреннее отражения на  $BC$ . При каком наименьшем показателе преломления материала клина  $n_{\text{мин}}$  это возможно?



48. Нижняя грань  $AC$  прозрачного клина посеребрена и представляет собой плоское зеркало. Угол при вершине клина  $\alpha = 15^\circ$ . Луч света падает из воздуха на клин перпендикулярно грани  $AB$ , преломляется и выходит в воздух через ту же грань  $AB$ , но уже под углом преломления  $\beta = 60^\circ$ . Определите показатель преломления клина. Сделайте рисунок, поясняющий ход луча в клине.

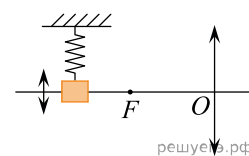


49. Верхняя грань  $AB$  прозрачного клина посеребрена и представляет собой плоское зеркало. Угол при вершине клина  $\alpha = 30^\circ$ . Луч света падает из воздуха на клин перпендикулярно грани  $AC$ , преломляется и выходит в воздух через другую грань под углом  $\gamma = 45^\circ$  к ее нормали. Определите показатель преломления материала клина.

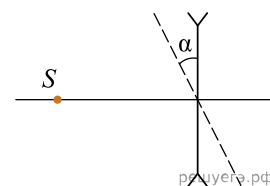


Сделайте рисунок, поясняющий ход луча в клине.

50. Груз на пружине совершает гармонические колебания перпендикулярно главной оптической оси собирающей линзы с оптической силой 5 дптр (см. рисунок). С помощью этой линзы на экране получено четкое изображение груза, находящегося на расстоянии 0,5 м от линзы. Максимальная скорость изображения равна 1 м/с. Определите максимальную скорость самого груза, считая груз материальной точкой.

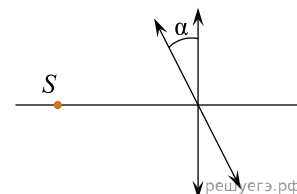


51. Точечный источник света  $S$  расположен на главной оптической оси рассеивающей линзы в ее фокусе. Оптическая сила линзы  $D = -4$  дптр (см. рисунок). На какое расстояние сместится изображение источника, если линзу повернуть на угол  $\alpha = 30^\circ$  относительно оси, перпендикулярной плоскости рисунка и проходящей через оптический центр линзы?

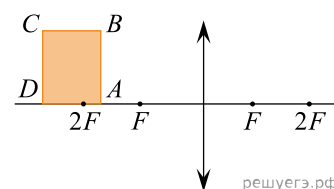


52.

На главной оптической оси на расстоянии 40 см от линзы с фокусным расстоянием 0,2 м расположен источник света. Линзу повернули на угол  $\alpha$ , оставив источник света на том же месте так, что изображение источника света сместилось на 10 см от первоначального. Найдите угол  $\alpha$ . Сделайте рисунок и покажите ход лучей источника в двух случаях.



53. Прямоугольник находится на главной оптической оси тонкой собирающей линзы так, как показано на рисунке. Его две больше стороны длиной  $a = 30$  см параллельны линзе, при этом дальняя сторона находится на расстоянии  $d_1 = 90$  см от линзы (см. рис.). Найдите площадь изображения прямоугольника, если меньшая сторона равна  $b = 18$  см, а оптическая сила линзы  $D = 2,5$  дптр.

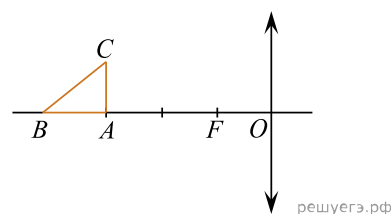


54. Рассеивающая линза с фокусным расстоянием  $F_1 = 10$  см расположена перед собирающей линзой с фокусным расстоянием  $F_2 = 15$  см. Лучи, идущие от точечного источника света, расположенного на расстоянии  $d = 10$  см от рассеивающей линзы, пройдя систему образовали пучок лучей, параллельный главной оптической оси. Найдите расстояние между линзами.

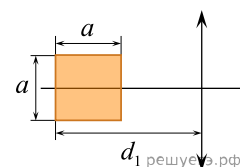
55. На оптической скамье установлена тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием  $F$ , а слева от нее на расстоянии  $d > F$  от линзы помещен предмет (стрелка, перпендикулярная оси). В линзе получилось действительное изображение с поперечным увеличением  $\Gamma$ . Затем справа от этой линзы поместили на расстоянии  $F$  от нее вторую такую же линзу. Главные оптические оси линз совпали. Правее второй линзы получилось новое изображение исходного предмета с поперечным увеличением  $\Gamma'$ . Изобразите на чертеже ход лучей в системе из двух линз, постройте новое изображение предмета и вычислите отношение  $\frac{\Gamma'}{\Gamma}$ .

56. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием  $F = 20$  см на расстоянии  $d = 60$  см от плоскости линзы находится небольшой предмет. На какое расстояние  $\Delta f$  и в какую сторону сдвинется изображение этого предмета, если убрать линзу и на её место поставить плоское зеркало, перпендикулярное той же оси?

57. Прямоугольный треугольник  $ABC$  расположен около тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием  $F = 2$  см так, что катет  $AB$  лежит на главной оптической оси линзы (см. рис.). Расстояние от оптического центра  $O$  линзы до вершины  $A$  прямого угла этого треугольника равно  $OA = 3F$ , длина катета  $AC$  равна  $F$ . Чему равно расстояние  $OB$ , если площадь фигуры, являющейся изображением треугольника  $ABC$  в линзе, в  $k = 12$  раз меньше площади треугольника  $ABC$ ?



58. Квадрат со стороной  $a = 20$  см расположен в плоскости главной оптической оси тонкой собирающей линзы с оптической силой  $D = 2$  дптр так, что две его стороны параллельны плоскости линзы (см. рис.). Расстояние от дальней стороны квадрата до плоскости линзы  $d_1 = 90$  см. Определите площадь изображения квадрата в линзе. Сделайте рисунок, на котором постройте изображение квадрата в линзе, указав ход всех необходимых для построения лучей.



59. На двойном фокусном расстоянии от рассеивающей линзы с оптической силой  $-10$  дптр на её главной оптической оси расположен точечный источник света. Линза вставлена в непрозрачную оправу радиусом 5 см. Каков диаметр светлого пятна на экране, расположенном по другую сторону линзы на расстоянии 10 см от неё перпендикулярно главной оптической оси линзы? Сделайте рисунок с указанием хода лучей.