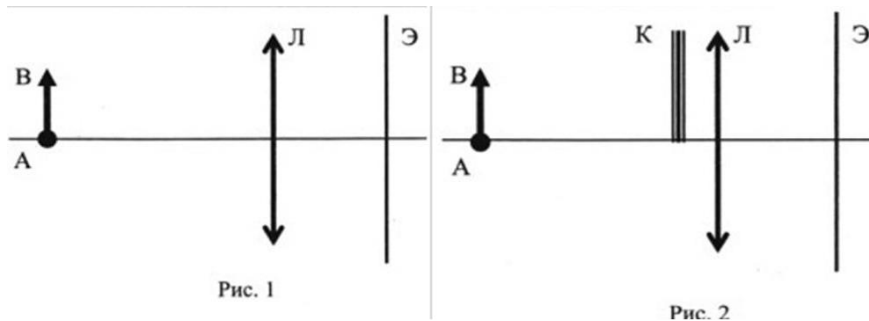


С1.1. Тонкая линза L даёт чёткое действительное изображение предмета AB на экране \mathcal{E} (см. рис. 1). Что произойдёт с изображением предмета на экране, если верхнюю половину линзы закрыть куском чёрного картона K (см. рис. 2)? Постройте изображение предмета в обоих случаях. Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.



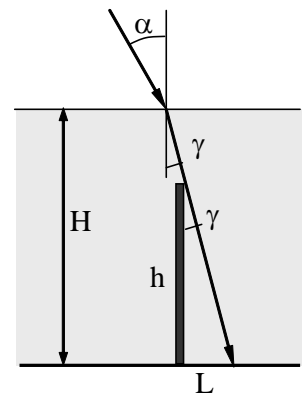
С5.1. К потолку комнаты высотой 6 м прикреплено светящееся панно-лампа в виде круга диаметром 2 м . На высоте 3 м от пола параллельно ему расположен непрозрачный квадрат со стороной 2 м . Центр панно и центр квадрата лежат на одной вертикали. Определите минимальный линейный размер тени на полу.

Ответ: 2 м .

С5.2. В дно водоема глубиной 3 м вертикально вбита свая, скрытая под водой. Высота сваи 2 м . Свая отбрасывает на дне водоема тень длиной $0,75\text{ м}$. Определите угол падения солнечных лучей на поверхность

воды. Показатель преломления воды $n = \frac{4}{3}$.

$$\alpha = \arcsin \frac{4}{\sqrt{73}} \approx 28^\circ.$$



С5.3. В горизонтальное дно водоема глубиной 3 м вертикально вбита свая, полностью скрытая под водой. При угле падения солнечных лучей на поверхность воды, равном 30° , свая отбрасывает на дно водоема тень длиной $0,8\text{ м}$. Определите высоту сваи. Коэффициент преломления воды $n = \frac{4}{3}$.

Ответ: $h \approx 2\text{ м}$.

С5.4. В горизонтальное дно водоема глубиной 3 м вертикально вбита свая, скрытая под водой. Высота сваи 2 м . Угол падения солнечных лучей на поверхность воды равен 30° . Определите длину тени сваи на дне водоёма. Коэффициент преломления воды $n = \frac{4}{3}$.

Ответ: $L \approx 0,8\text{ м}$.

С5.5. 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?

Ответ: $BC \approx 3,4\text{ м}$.

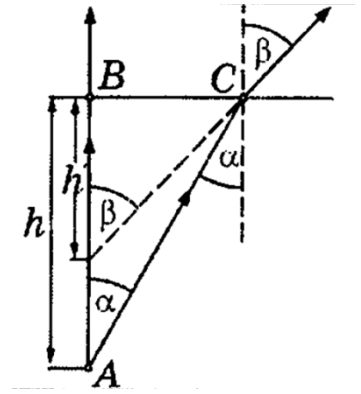
С5.6. Бассейн глубиной 4 м заполнен водой, относительный показатель преломления на границе воздух—вода $1,33$. Какой кажется глубина бассейна наблюдателю, смотрящему в воду вертикально вниз?

Ответ: $h' = 3 \text{ м}$.

С5.7. На поверхности воды плавает надувной плот шириной 4 м и длиной 6 м . Небо затянуто сплошным облачным покровом, полностью рассеивающим солнечный свет. Определите глубину тени под плотом. Глубиной погружения плота и рассеиванием света водой пренебречь. Показатель преломления воды относительно воздуха

принять равным $\frac{4}{3}$.

Ответ: $1,76 \text{ м}$.



С5.8. 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 $1,33$.

а $\approx 3,0 \text{ м}$

С5.9. Луч света падает на плоский экран под углом $\alpha = 45^\circ$ и создает на экране светлую точку. Перед экраном на пути луча помещают плоскую стеклянную пластинку, грани которой параллельны экрану. Толщина пластинки $d = 4 \text{ см}$, показатель преломления стекла $n = \sqrt{2,5} = 1,58$. Луч проходит через обе грани пластинки. На какое расстояние сместится на экране светлая точка?

Ответ: $s = 2 \text{ см}$.

С5.10. На экране с помощью тонкой линзы получено изображение стержня с пятикратным увеличением. Стержень расположен перпендикулярно главной оптической оси, и плоскость экрана также перпендикулярна этой оси. Экран передвинули на 30 см вдоль главной оптической оси линзы. Затем, при неизменном положении линзы, передвинули стержень так, чтобы изображение снова стало резким. В этом случае получено изображение с трехкратным увеличением. Определите фокусное расстояние линзы.

Ответ: $F = 0,15 \text{ м}$, или $F = 15 \text{ см}$.

С5.11. На экране с помощью тонкой линзы получено изображение предмета с пятикратным увеличением. Экран передвинули на 30 см вдоль главной оптической оси линзы. Затем при неизменном положении линзы передвинули предмет, чтобы изображение снова стало резким. В этом случае получилось изображение с трехкратным увеличением. На каком расстоянии от линзы находилось изображение предмета в первом случае?

С5.12. Линза, фокусное расстояние которой 15 см , даёт на экране изображение предмета с пятикратным увеличением. Экран пододвинули к линзе вдоль её главной оптической оси на 30 см . Затем при неизменном положении линзы передвинули предмет так, чтобы изображение снова стало резким. На какое расстояние сдвинули предмет относительно его первоначального положения?

С5.13. Определите увеличение, даваемое линзой, фокусное расстояние которой равно $F = 0,26 \text{ м}$, если предмет отстоит от нее на расстоянии $a = 30 \text{ см}$.

Ответ: $6,5$.

С5.14. Равнобедренный прямоугольный треугольник ABC площадью 50 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. рисунок). Постройте изображение треугольника и найдите площадь получившейся фигуры.

С5.15. Небольшой груз, подвешенный на длинной нити, совершает гармонические колебания, при которых его максимальная скорость достигает $0,1 \text{ м/с}$. При помощи собирающей линзы с фокусным расстоянием $0,2 \text{ м}$ изображение колеблющегося груза проецируется на экран, расположенный на расстоянии $0,5 \text{ м}$ от линзы. Главная оптическая ось линзы перпендикулярна плоскости колебаний маятника и плоскости экрана. Максимальное смещение изображения груза на экране от положения равновесия равно $A_1 = 0,1 \text{ м}$. Чему равна длина нити l ?

Ответ: $l \approx 4,4 \text{ м}$.

С5.16. Небольшой груз, подвешенный на нити длиной $2,5 \text{ м}$, совершает гармонические колебания, при которых его максимальная скорость достигает $0,2 \text{ м/с}$. При помощи собирающей линзы с фокусным расстоянием $0,2 \text{ м}$ изображение колеблющегося груза проецируется на экран, расположенный на расстоянии $0,5 \text{ м}$ от линзы. Главная оптическая ось линзы перпендикулярна плоскости колебаний маятника и плоскости экрана. Определите максимальное смещение изображения груза на экране от положения равновесия.

Ответ: $A_1 = 0,15 \text{ м}$.

С5.17. Груз массой $0,1 \text{ кг}$, прикрепленный к пружине жесткостью $0,4 \text{ Н/м}$, совершает гармонические колебания с амплитудой $0,1 \text{ м}$. При помощи собирающей линзы с фокусным расстоянием $0,2 \text{ м}$ изображение колеблющегося груза проецируется на экран, расположенный на расстоянии $0,5 \text{ м}$ от линзы. Главная оптическая ось линзы перпендикулярна траектории груза и плоскости экрана. Определите максимальную скорость изображения груза на экране.

Ответ: $u = 0,3 \text{ м/с}$.

С5.18. 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 ?

Ответ: $D_2 = 2 \text{ дптр}$.

С5.19. Школьника с нормальным зрением (расстояние наилучшего зрения $L = 25 \text{ см}$) укусила в лоб над глазом пчела. Посмотревшись в плоское зеркало, он не смог разглядеть, не осталось ли жало в месте укуса. Тогда он взял маленькую лупу оптической силой $D = 16 \text{ дптр}$, и при помощи того же зеркала увидел, что жала нет. Как он это сделал? Нарисуйте возможную оптическую схему, примененную школьником, и найдите расстояние от зеркала до лупы в этой схеме. Все углы падения лучей считать малыми.

Ответ: Лупа помещается вплотную к глазу, зеркало – на расстоянии $2,5 \text{ см}$ от лупы.

С5.20. Объектив проекционного аппарата имеет оптическую силу $5,4$ дптр. Экран расположен на расстоянии 4 м от объектива. Определите размеры экрана, на котором должно уместиться изображение диапозитива размером 6×9 см.

С5.21. На оси X в точке $x_1 = 10$ см находится тонкая рассеивающая линза, а в точке $x_2 = 30$ см — тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием $f_2 = 24$ см. Главные оптические оси обеих линз лежат на оси X . Свет от точечного источника, расположенного в точке $x = 0$, пройдя данную оптическую систему, распространяется параллельным пучком. Найдите оптическую силу D рассеивающей линзы.

Ответ: 15 Дптр.

С5.22. Объектив фотоаппарата имеет фокусное расстояние $F = 5$ см, а размер кадра фотопленки $h \cdot l = 24 \cdot 36$ мм. С какого расстояния d надо сфотографировать чертеж размером $H \cdot L = 240 \cdot 300$ мм, чтобы получить максимальный размер изображения?

Ответ: 55 см.

С5.23. Телескоп имеет объектив с фокусным расстоянием 1 м и окуляр с фокусным расстоянием 5 см. Какого диаметра изображение Солнца можно получить с помощью этого телескопа, если есть возможность удалять экран от окуляра до расстояния $1,5$ м? Угловой диаметр Солнца $30'$.

С5.24. Условимся считать изображение на плёнке фотоаппарата резким, если вместо идеального изображения точки на плёнке получается изображение пятна диаметром не более $0,05$ мм. Поэтому если объектив находится на фокусном расстоянии от плёнки, то резкими считаются не только бесконечно удалённые 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 ∞), 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 расчётах считать объектив тонкой линзой. Сделайте рисунок, поясняющий образование пятна.

Ответ: фокусное расстояние изменяется от 5 до 10 см

С5.25. 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 фокусном расстоянии объектива 50 мм и диаметре входного отверстия 5 мм резкими оказались все предметы, находившиеся на расстояниях более 5 м от объектива. Сделайте рисунок, поясняющий образование пятна.

Ответ: $\delta = 0,05$ мм.