

Онлайн-школа «Фоксфорд»



М.А. ПЕНКИН

Урок 22

Геометрическая оптика:
системы оптических объектов

Курс подготовки к вузовским
олимпиадам 11 класса

Задача №1. Оптическая система «линза + линза»

На горизонтальной прямой последовательно слева направо находятся: точечный источник S , собирающая линза L_1 с фокусным расстоянием F и собирающая линза L_2 с фокусным расстоянием $4F/3$. Главные оптические оси линз совпадают с этой прямой. Расстояние между S и L_1 равно $1,5F$. Расстояние между линзами равно $5F$.

- 1) Определить местоположение изображения S^{**} источника S в системе.
- 2) Показать ход лучей, образующих изображение в системе.
- 3) Найти его поперечное увеличение.
- 4) Изображение в системе увеличенное или уменьшенное? Обосновать.
- 5) Изображение в системе действительное или мнимое? Обосновать.
- 6) Изображение в системе перевёрнутое или прямое? Обосновать.

Задача №2. Оптическая система «линза + линза»

На горизонтальной прямой последовательно слева направо находятся: муха S , собирающая линза L_1 с фокусным расстоянием F и собирающая линза L_2 с фокусным расстоянием $3F$. Главные оптические оси линз совпадают с этой прямой. Расстояние между S и L_1 равно $2F$. Расстояние между линзами равно $4F$. Муха ползёт со скоростью V перпендикулярно главной оптической оси.

- 1) Определить местоположение изображения S^{**} мухи S в системе.
- 2) Показать ход лучей, образующих изображение мухи в системе.
- 3) С какой скоростью и в каком направлении движется изображение мухи в системе?

Задача №3. Оптическая система «линза + линза»

На горизонтальной прямой последовательно слева направо находятся: предмет S , собирающая линза L_1 с фокусным расстоянием F и собирающая линза L_2 с фокусным расстоянием $2F$. Главные оптические оси линз совпадают с этой прямой. Расстояние между S и L_1 равно $3F$. При каком расстоянии между линзами из системы выйдет параллельный пучок лучей?

Задача №4. Оптическая система «линза + линза»

На горизонтальной прямой последовательно слева направо находятся: груз S , рассеивающая линза L_1 с фокусным расстоянием F и собирающая линза L_2 с фокусным расстоянием $2F$. Главные оптические оси линз совпадают с этой прямой. Расстояния между грузом S и L_1 равно $3F$, между линзами равно $2F$. Груз совершает колебания с амплитудой A на вертикальной пружине, пересекая искомую горизонтальную прямую в положении равновесия.

Чему равна амплитуда колебаний изображения груза в системе?

Задача №5. Оптическая система «линза + линза»

[Мнимый предмет для собирающей линзы]

На горизонтальной прямой последовательно слева направо находятся: точечный источник S , собирающая линза L_1 с фокусным расстоянием $2F$ и собирающая линза L_2 с фокусным расстоянием $3F$. Главные оптические оси линз совпадают с этой прямой. Расстояние между S и L_1 равно $4F$. Расстояние между линзами равно $2F$.

- 1) Определить местоположение изображения S^{**} источника S в системе.
- 2) Показать ход лучей, образующих изображение в системе.
- 3) Найти его поперечное увеличение.
- 4) Изображение в системе увеличенное или уменьшенное? Обосновать.
- 5) Изображение в системе действительное или мнимое? Обосновать.
- 6) Изображение в системе перевёрнутое или прямое? Обосновать.

Задача №6. Оптическая система «линза + линза»

[Мнимый предмет для рассеивающей линзы]

На горизонтальной прямой последовательно слева направо находятся: точечный источник S , собирающая линза L_1 с фокусным расстоянием F_1 и рассеивающая линза L_2 с фокусным расстоянием F_2 . Главные оптические оси линз совпадают с этой прямой. Расстояние между S и L_1 равно $d_1 > F_1$. Расстояние между линзами равно L .

Определить местоположение изображения S^{**} источника S в системе, а также его характеризовать, если изображение S^* источника S в первой линзе будет находиться за второй линзой ($f_1 > L$). Разобрать все возможные случаи.

Задача №7. Оптическая система «линза + линза»

На одной оптической оси соосно расположены тонкие вплотную прижатые друг к другу собирающая линза с фокусным расстоянием $F=18$ см и рассеивающая линза, фокусное расстояние которой в два раза больше. Со стороны собирающей линзы на расстоянии $3F/2$ от неё находится предмет, расположенный перпендикулярно главной оптической оси линз.

1. С каким увеличением он изображается в оптической системе?
2. На какое расстояние следует отодвинуть рассеивающую линзу вдоль оси от предмета, чтобы его изображение получилось с тем же увеличением?

Задача №8. Оптическая система «линза + линза»

С помощью тонкой линзы на экране получили изображение предмета, расположенного перпендикулярно главной оптической оси линзы. Между линзой и экраном поставили вторую линзу на расстоянии $x=5$ см от экрана, после чего экран пришлось отодвинуть от линз на x , чтобы получить на нём новое изображение в системе.

1. Найти фокусное расстояние второй линзы и её тип.
2. Каково отношение размеров нового и старого изображений?

Задача №9. Оптическая система «линза + зеркало»

[Действительный предмет для плоского зеркала]

На горизонтальной прямой последовательно слева направо находятся: точечный источник S , собирающая линза L с фокусным расстоянием F и плоское зеркало. Расстояние между S и L равно $3F$. Расстояние между линзой и зеркалом равно $3F$.

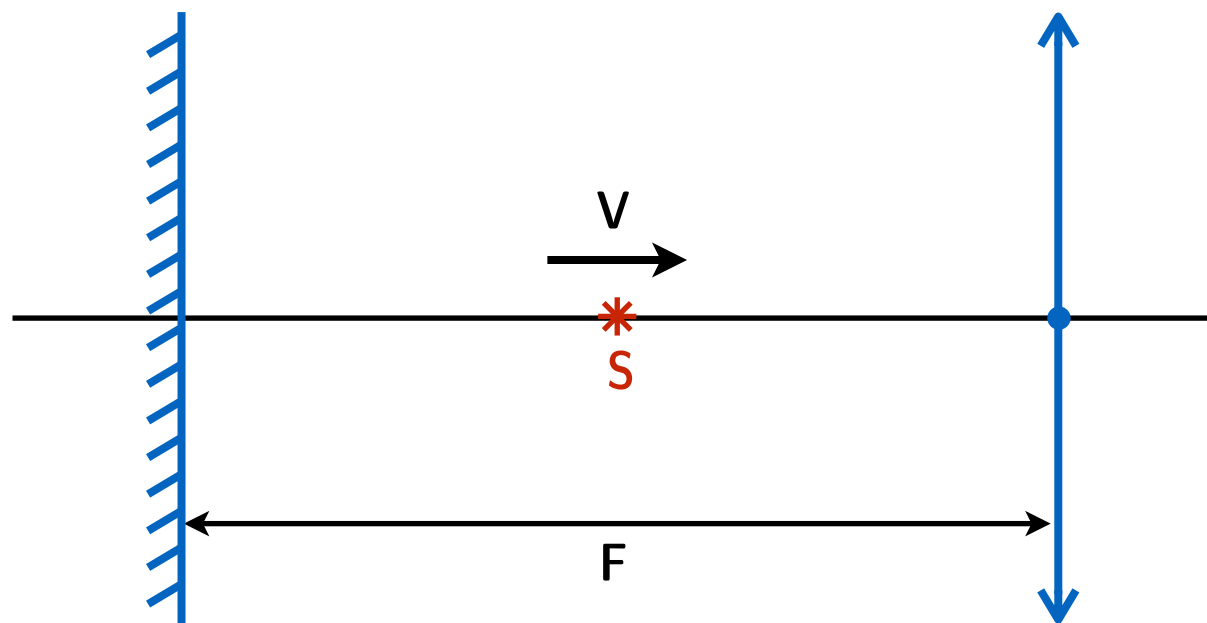
- 1) Определить местоположение изображения S^{***} источника S в системе.
- 2) Показать ход лучей, образующих изображение в системе.
- 3) Найти его поперечное увеличение.
- 4) Изображение в системе увеличенное или уменьшенное? Обосновать.
- 5) Изображение в системе действительное или мнимое? Обосновать.
- 6) Изображение в системе перевёрнутое или прямое? Обосновать.

Задача №10. Оптическая система «линза + зеркало»

[Мнимый предмет для плоского зеркала]

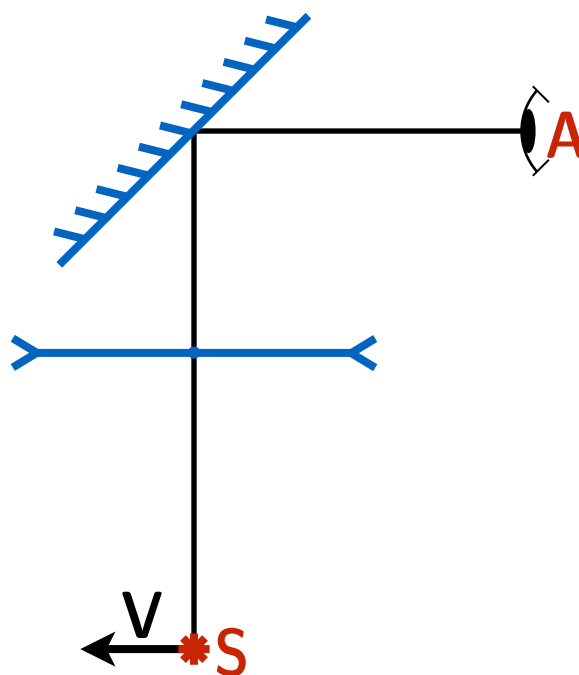
На главной оптической оси собирающей линзы L с фокусным расстоянием F последовательно слева направо находятся: таракан S , линза L и плоское зеркало, которое вплотную прижато к линзе. Таракан движется вдоль этой оси к линзе. Когда расстояние между ним и линзой равно $4F/3$, скорость его изображения равна u . Чему была бы равна скорость изображения таракана в этот момент, если бы зеркало было отодвинуто от линзы на расстояние $L=3F$?

№11. Вдоль оптической системы, состоящей из плоского зеркала и тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием F , равномерно движется точечный источник света S со скоростью V . Пренебрегая отражением света от поверхностей линзы, определите скорости (по величине и направлению) всех трёх изображений в данной системе в тот момент, когда источник находится посередине между зеркалом и линзой, расстояние между которыми равно фокусному расстоянию линзы.



№12. Оптическая система состоит из рассеивающей линзы с фокусным расстоянием $F = 40$ см и небольшого плоского зеркала. Плоскость зеркала составляет угол 45° с главной оптической осью линзы. Расстояние между линзой и зеркалом равно 20 см. Шарик S находится на расстоянии 120 см от линзы, колеблется вблизи оптической оси, двигаясь перпендикулярно ей и имея максимальную скорость $V = 12$ см/с. Наблюдатель A , находясь на расстоянии 40 см от зеркала, следит за изображением шарика, глядя в сторону зеркала.

- 1) На каком расстоянии увидел бы наблюдатель A изображение при отсутствии линзы?
- 2) На каком расстоянии видит наблюдатель A изображение при наличии линзы?
- 3) Найдите максимальную скорость этого изображения при наличии линзы.

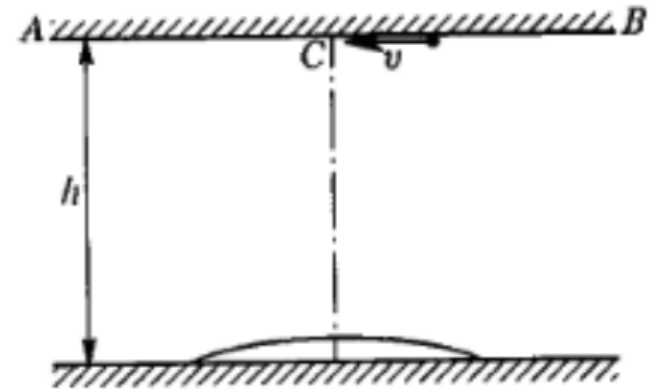


Дополнение 1

В комнате на столе лежит плоское зеркало, на котором находится тонкая плоско-выпуклая линза с фокусным расстоянием $F = 40$ см. По потолку AB ползёт муха со скоростью $v = 2$ см/с (см. рисунок). Расстояние от потолка до зеркала $h = 220$ см.

1) На каком расстоянии от зеркала находится изображение мухи в данной оптической системе?

2) Чему равна скорость изображения мухи в тот момент, когда она пересекает главную оптическую ось линзы (точка C)?

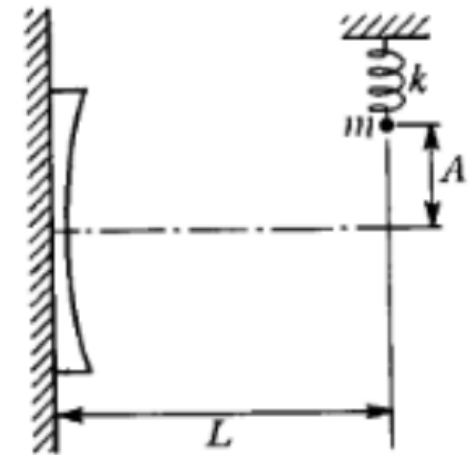


Дополнение 2

Маленький грузик массой m на пружине жёсткостью k совершает гармонические колебания относительно главной оптической оси тонкой плоско-вогнутой линзы с фокусным расстоянием $-F$ ($F > 0$). Линза плотно прижата к вертикально расположенному плоскому зеркалу (см. рисунок). Расстояние от грузика до зеркала $L = 4,5F$.

1) На каком расстоянии от зеркала находится изображение грузика в приведённой оптической системе?

2) С какой скоростью изображение грузика пересекает главную оптическую ось линзы, если амплитуда его колебаний равна A ?




Дополнение 3

Близорукий человек хорошо видит близко расположенные от него предметы вплоть до расстояния $l = 60$ см (хрусталик глаза этого человека не в состоянии сфокусировать на сетчатке предметы, расположенные дальше расстояния $l = 60$ см). Ему предложили воспользоваться очками с оптической силой $D = -1,5$ дптр. На каком максимальном удалении он сможет отчётливо видеть предметы в этих очках? Расстоянием между глазами и линзами очков можно пренебречь.



mapenkin.ru

ПРЕЗЕНТАЦИЮ ПОДГОТОВИЛ
Михаил Александрович **ПЕНКИН**

 [/penkin](#)

 [/mapenkin](#)

 fmicky@gmail.com