

Онлайн-школа «Фоксфорд»




**М.А. ПЕНКИН**

# Урок 21

Геометрическая оптика:  
тонкие линзы с элементами механики

Курс подготовки к вузовским  
олимпиадам 11 класса



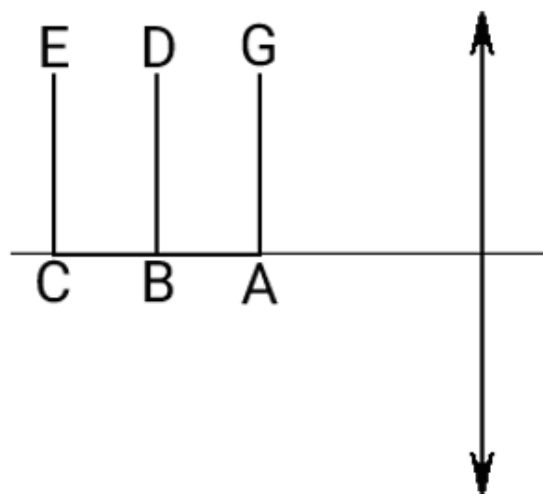
№1. На главной оптической оси положительной линзы лежит булавка так, что её середина находится на двойном фокусном расстоянии от линзы. С каким увеличением изображается булавка, если её длина втрое меньше фокусного расстояния линзы?


№2. Булавка расположена на прямой, параллельной главной оптической оси тонкой рассеивающей линзы, так, что её ближний конец А находится на расстоянии  $d = 19$  мм от плоскости линзы. Расстояние между главной оптической осью линзы и булавкой  $b = 8$  мм. Известно, что длина изображения булавки в линзе в 8 раз меньше длины самой булавки. Найти длину булавки, если фокусное расстояние линзы  $F = 15$  мм.

№3. Сторона АВ прямоугольного треугольника ABC (угол В – прямой) расположена на главной оптической оси собирающей линзы, причём расстояние от точки А до линзы в два раза больше её фокусного расстояния. Линза создаёт действительное изображение треугольника ABC. Площадь изображения в 4 раза больше площади треугольника ABC. С каким увеличением изображается сторона BC?

№4. Сторона АВ квадрата ABCD расположена на главной оптической оси собирающей линзы, причём расстояние от линзы до точки А в два раза больше её фокусного расстояния. Линза создаёт действительное изображение квадрата ABCD. Площадь изображения составляет  $3/8$  площади квадрата ABCD. С каким увеличением изображается сторона BC?

№5. С помощью линзы получено изображение трехугольника  $ABCEDG$ , у которого  $AB = BC$ . Основание трехугольника лежит на главной оптической оси линзы. Отрезок  $AB$  изображается с увеличением 6. Отрезок  $BC$  изображается с увеличением 3. С каким увеличением изображается отрезок  $BD$ ?





№6. Фокусное расстояние собирающей линзы равно  $F$ . Муха в некоторый момент пересекает главную оптическую ось линзы на расстоянии от линзы  $7F/5$ , двигаясь со скоростью  $V$  под углом  $\alpha$  ( $\operatorname{tg} \alpha = 4/3$ ) к оси линзы.

1. На каком расстоянии от линзы находится изображение мухи в этот момент?
2. Под каким углом изображение мухи пересекает главную оптическую ось?
3. Найдите скорость изображения мухи в этот момент.

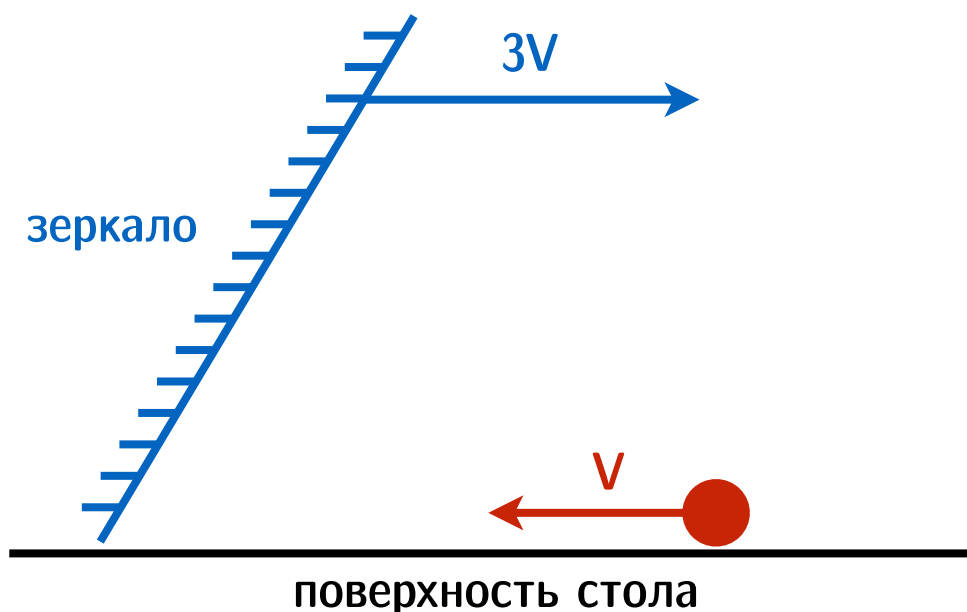
№7. Таракан ползёт со скоростью  $V = 2$  см/с к рассеивающей линзе с фокусным расстоянием  $F = 30$  см вдоль прямой, параллельной её главной оптической оси и расположенной на расстоянии  $3F/4$  от оси. В некоторый момент таракан находится на расстоянии  $4F$  от линзы. Найти в этот момент:

1. расстояние от линзы до изображения таракана;
2. под каким углом к оптической оси движется изображение таракана?
3. скорость изображения таракана.

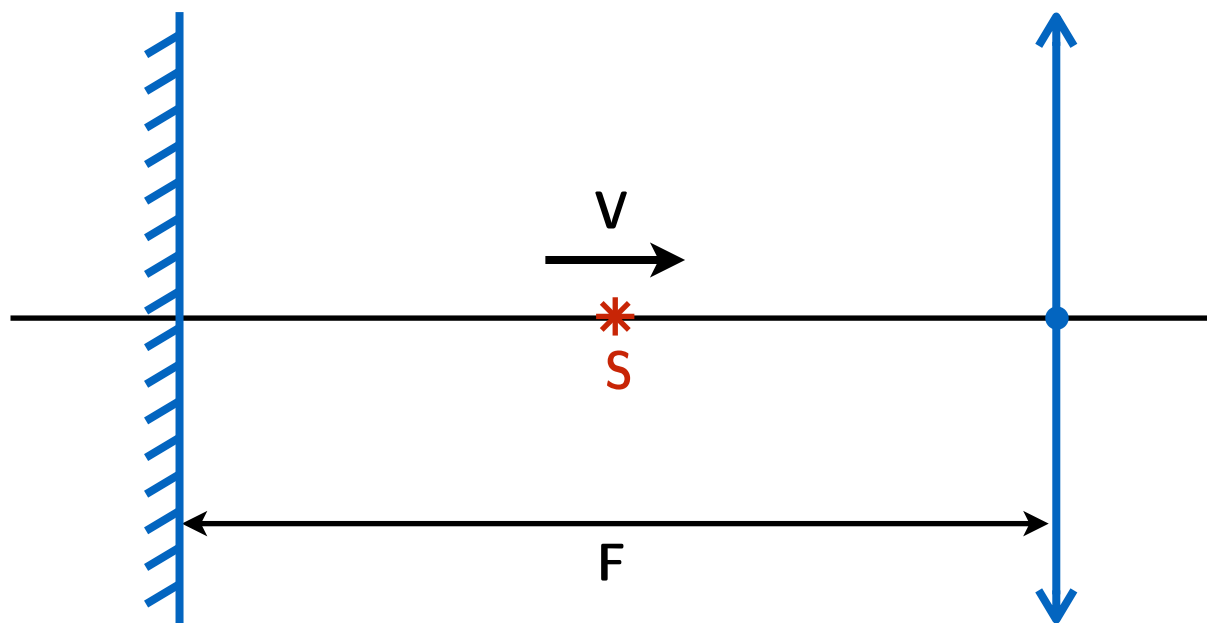
№8. Мошка  $S$  ползёт перпендикулярно главной оптической оси собирающей линзы с фокусным расстоянием  $F$ , находясь вблизи её оптической оси на расстоянии  $4F/3$  от линзы. Линза перемещается поступательно в противоположном направлении перпендикулярно оптической оси. Скорость линзы  $V = 1$  мм/с, скорость мошки  $2V$ . Мошка и главная оптическая ось всегда находятся в плоскости рисунка. С какой скоростью движется изображение мошки относительно неподвижного экрана?


№9. Мелкий текст рассматривают в лупу с фокусным расстоянием  $F = 6$  см, передвигая её к тексту вдоль главной оптической оси со скоростью  $V = 1$  мм/с. С какой скоростью и куда движется изображение текста в тот момент, когда текст находится на расстоянии  $x = 1$  см от фокуса лупы?

№10. По столу катится шарик со скоростью  $V$ . В противоп. направлении со скоростью  $3V$  перемещают поступательно плоское зеркало АВ. Поверхность зеркала составляет угол  $\alpha = 60^\circ$  с поверхностью стола. Скорости шарика и зеркала перпендикулярны ребру двугранного угла, образованного поверхностями зеркала и стола. С какой скоростью относительно стола перемещается изображение шарика в зеркале?



№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. Груз совершает колебания с амплитудой  $A$  и периодом  $T$  вдоль вертикали на упругой пружине. Масса пружины намного меньше массы груза. Груз находится на расстоянии  $5F/4$  от тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием  $F$ , вблизи её главной оптической оси, которая горизонтальна. На экране получено изображение колеблющегося груза.

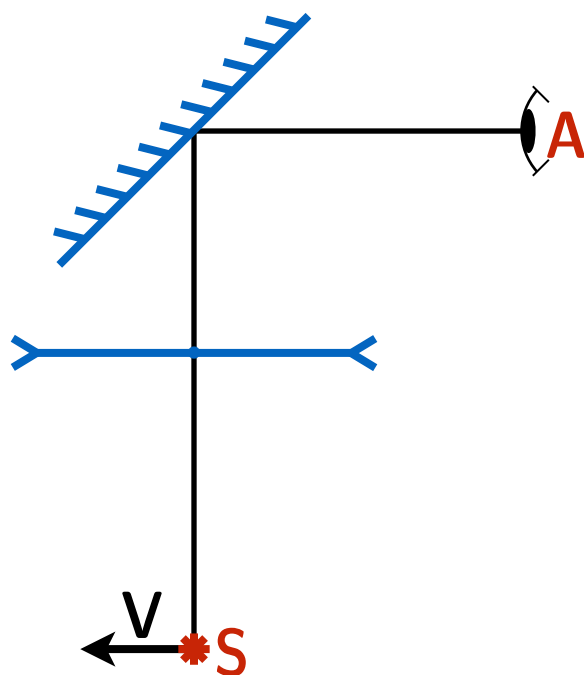
1. На каком расстоянии от линзы находится экран?
2. С какой амплитудой колеблется изображение груза?
3. Найдите максимальные скорость и ускорение груза.
4. Найдите максимальные скорость и ускорение изображения груза.
5. Найдите скорость изображения в те моменты, когда ускорение груза (по модулю) равно  $4/5$  от максимального ускорения.

№13. Точка движется с постоянной скоростью  $V = 2$  см/с по окружности в плоскости, перпендикулярной главной оптической оси собирающей линзы с фокусным расстоянием  $F$ . Центр окружности лежит на оси. Радиус окружности  $R = 50$  см. Плоскость расположена на расстоянии  $3F/2$  от линзы.

1. Чему равен радиус окружности, которую описывает изображение точки?
2. Чему равны скорость и ускорение изображения точки?

№14. Оптическая система состоит из рассеивающей линзы с фокусным расстоянием  $F = 40$  см и небольшого плоского зеркала. Плоскость зеркала составляет угол  $45^\circ$  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.







[mapenkin.ru](http://mapenkin.ru)

ПРЕЗЕНТАЦИЮ ПОДГОТОВИЛ  
Михаил Александрович **ПЕНКИН**

 [/penkin](#)

 [/mapenkin](#)

 [fmicky@gmail.com](mailto:fmicky@gmail.com)