

1. Расстояние от линзы до действительного изображения предмета в $n = 1,5$ раза больше фокусного расстояния линзы. Найдите увеличение Γ , с которым изображается предмет.

2. Расстояние d от предмета до собирающей линзы с оптической силой $D = 5$ дптр в $n = 2$ раза меньше расстояния от линзы до действительного изображения предмета. Определите d .

3. С помощью линзы с фокусным расстоянием $F = 0,8$ м необходимо получить действительное изображение предмета, увеличенное в $\Gamma = 4$ раза. На каком расстоянии d от линзы необходимо поместить предмет? Постройте ход лучей, формирующих изображение предмета.

4. На каких расстояниях d от тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием F следует располагать предмет перпендикулярно главной оптической оси, чтобы его изображение, создаваемое линзой, было уменьшенным? Ответ обосновать.

5. С помощью линзы на экране получают изображение Солнца. Диаметр изображения $H = 2$ мм. Диаметр Солнца примерно в 100 раз меньше расстояния от Земли до Солнца. Найдите оптическую силу D линзы.

6. С помощью линзы с фокусным расстоянием $F = 0,8$ м необходимо получить на экране изображение предмета, увеличенное в $\Gamma = 4$ раза. На каком расстоянии от линзы необходимо поместить экран? Постройте ход лучей, формирующих изображение предмета.

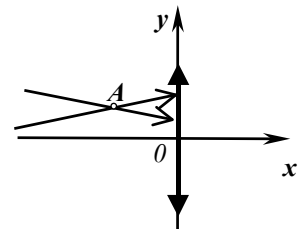
7. Тонкая линза создает на экране четкое изображение предмета, увеличенное в $\Gamma = 4$ раза. Расстояние между предметом и экраном $l = 0,5$ м. Постройте ход лучей, формирующих изображение, и найдите оптическую силу D линзы.

8. Расстояние между предметом и линзой с оптической силой $D = 4$ дптр равно $d = 40$ см. Постройте изображение предмета и определите расстояние f между изображением и линзой.

9. Между предметом и экраном находится собирающая линза с фокусным расстоянием $F = 20$ см. Если линза находится на расстоянии $d = 25$ см от предмета, то на экране наблюдается четкое изображение предмета. В какую сторону и на какую величину Δd надо переместить линзу вдоль главной оптической оси, чтобы на экране снова наблюдалось четкое изображение предмета?

10. Со спутника, летящего на высоте $H = 200$ км, фотографируют ночной город. Разрешающая способность пленки (наименьшее расстояние между изображениями двух точек, при котором изображения не сливаются) $\Delta l = 0,01$ мм. Фокусное расстояние объектива $F = 1$ м. При каком расстоянии L между уличными фонарями их изображения на пленке получатся отдельными?

11. Два луча падают под малыми углами на тонкую собирающую линзу с фокусным расстоянием $F = 10$ см. До преломления в линзе лучи пересекаются в точке A с координатами $x_1 = -20$ см, $y_1 = 2$ см. Найдите координаты x_2 , y_2 точки B , в которой пересекутся эти лучи после преломления в линзе.



12. Расстояние от точечного источника света до экрана $L = 100$ см. На каком расстоянии d от источника следует поместить собирающую линзу с фокусным расстоянием $F = 24$ см, чтобы получить на экране четкое изображение источника? Постройте ход лучей, формирующих изображение источника.

13. В фокусе собирающей линзы с фокусным расстоянием $F = 20$ см находится точечный источник света. С другой стороны линзы в фокальной плоскости расположен экран. Источник начинает двигаться вдоль главной оптической оси с ускорением $a = 0,3$ м/с². Через какое время t радиус светлого пятна на экране уменьшится в $n = 4$ раза?

14. При некотором положении предмета перед линзой четкое изображение на экране больше предмета в $\Gamma_1 = 2$ раза. При другом положении предмета четкое изображение на экране больше предмета в $\Gamma_2 = 3$ раза. Чему равно увеличение Γ_3 , если предмет расположить посередине между этими двумя положениями?

15. Точечный источник света находится на главной оптической оси собирающей линзы на расстоянии $d = 0,12$ м от линзы. Луч, выходящий из источника под углом $\alpha = 3^\circ$ к главной оптической оси, падает на линзу и выходит из нее под углом $\beta = 7^\circ$ к главной оптической оси. Найдите фокусное расстояние F линзы.

16. Предмет находится на расстоянии $a = 21$ см от фокуса тонкой собирающей линзы, при этом линза создает действительное изображение предмета. В какую сторону и на какое расстояние x нужно сместить предмет вдоль главной оптической оси, чтобы размер нового действительного изображения предмета увеличился в $n = 3$ раза?

17. Расстояния от предмета до линзы и от линзы до действительного изображения предмета одинаковы и равны $d = 60$ см. Во сколько n раз увеличится размер изображения, если предмет переместить вдоль оптической оси на $l = 20$ см ближе к линзе?

18. На собирающую линзу падает цилиндрический пучок лучей диаметром $D = 10$ мм. Ось пучка совпадает с главной оптической осью линзы. За линзой перпендикулярно главной оптической оси устанавливают плоский экран сначала на расстоянии $a_1 = 8$ см, а затем на расстоянии $a_2 = 2$ см от линзы. При этом оказывается, что диаметр d светлого пятна на экране один и тот же. Определите d .

19. Расстояние между точечным источником и экраном $L = 75$ см. Четкое изображение точки на экране получается при двух положениях собирающей линзы, расстояние между которыми $l = 15$ см. Определите фокусное расстояние F линзы.

20. Тонкая линза дает на экране изображение предмета с увеличением $m_1 = 2$. Во сколько раз n нужно изменить расстояние между предметом и экраном, чтобы с помощью той же линзы получить на экране изображение предмета с увеличением $m_2 = 3$?

21. Расстояния от предмета до линзы и от линзы до действительного изображения предмета одинаковы и равны $d = 0,5$ м. На какую величину Δd необходимо сместить предмет по направлению к линзе, чтобы поперечный размер действительного изображения увеличился в $n = 5$ раз?

22. Точечный источник света находится на главной оптической оси тонкой линзы с фокусным расстоянием $F = 20$ см. Расстояние от источника до линзы $d = 50$ см. На какое расстояние Δu сместится изображение источника света на экране, если линзу сместить в направлении, перпендикулярном ее главной оптической оси, на $y = 3$ мм?

23. Под каким углом α к главной оптической оси тонкой линзы с оптической силой $D = 10$ дптр падает световой луч, если после преломления в линзе он идет параллельно главной оптической оси на расстоянии $a = 1$ см от нее?

24. Точечный источник света расположен на главной оптической оси тонкой собирающей линзы радиуса $R = 3$ см с фокусным расстоянием $F = 20$ см. По другую сторону линзы находится экран, перпендикулярный главной оптической оси. Определите радиус r светлого пятна в центре экрана, если известно, что расстояние от источника до линзы $a = 30$ см, а расстояние от линзы до экрана $b = 80$ см.

25. Размер изображения предмета, находящегося от тонкой линзы на расстоянии $d = 60$ см, равен размеру предмета. Во сколько раз изменится размер изображения, если предмет передвинуть по направлению к линзе на $\Delta d = 40$ см?

26. Предмет и его прямое изображение расположены по разные стороны от фокуса линзы на одинаковом расстоянии $a = 5$ см. Найдите фокусное расстояние F линзы, если предмет находится ближе к линзе, чем его изображение.

27. Линза создает изображение предмета с увеличением $\Gamma = 2$, если предмет находится на расстоянии d_1 или d_2 от линзы ($d_1 > d_2$). Определите отношение d_1/d_2 .

28. Расстояние от предмета до собирающей линзы в $n = 1,5$ раза меньше фокусного расстояния. Во сколько m раз расстояние от линзы до изображения больше фокусного расстояния?

29. Собирающая линза дает мнимое изображение предмета, помещенного перед ней на расстоянии $d = 40$ см. Расстояние от линзы до изображения $f = 120$ см. Постройте ход лучей и определите фокусное расстояние F линзы.

30. Расстояние между предметом и его прямым и увеличенным в $\Gamma = 2$ раза изображением, полученным с помощью линзы, равно $l = 25$ см. Найдите оптическую силу D линзы.

31. Расстояние между предметом и линзой с оптической силой $D = 4$ дптр равно $d = 20$ см. Постройте изображение предмета и определите расстояние f между изображением и линзой.

32. Точечный источник света находится на главной оптической оси собирающей линзы с фокусным расстоянием $F = 8$ см на расстоянии $d_1 = 12$ см от нее. С какой стороны от линзы и на каком расстоянии от нее нужно поместить другой точечный источник света, чтобы изображения обоих источников совпали?

33. Линза с фокусным расстоянием $|F| = 30$ см дает уменьшенное в $k = 3$ раза мнимое изображение предмета. На каком расстоянии d от линзы находится предмет?

34. Линза с фокусным расстоянием $F = 24$ см создает прямое изображение предмета с увеличением $\Gamma = 3$. Постройте ход лучей, формирующих изображение, и найдите расстояние d от предмета до линзы.

35. Мнимое изображение точечного источника света находится в фокусе тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием $F = 10$ см. Постройте ход лучей, формирующих изображение, и определите расстояние d от источника до линзы.

36. Два точечных источника света находятся на расстоянии $l = 45$ см друг от друга. Между ними на расстоянии $d = 15$ см от одного из источников поместили тонкую собирающую линзу. Изображения источников, создаваемые линзой, оказались в одной точке на главной оптической оси линзы. Постройте ход лучей, формирующих изображения, и определите фокусное расстояние F линзы.

37. Предмет находится на расстоянии $a = 10$ см от фокуса тонкой собирающей линзы, при этом линза создает мнимое изображение предмета. В какую сторону и на какое расстояние x от линзы нужно сместить предмет вдоль главной оптической оси, чтобы размер нового мнимого изображения увеличился в $n = 2$ раза?

38. Два точечных источника находятся на расстоянии $l = 24$ см друг от друга. Между ними на расстоянии $d = 6$ см от одного из них помещена собирающая линза. При этом изображения обоих источников получились в одной и той же точке. Определите фокусное расстояние F линзы.

39. Собирающая линза создает прямое изображение предмета в ее фокальной плоскости. С каким увеличением Γ изображается предмет?

1. $\Gamma = n - 1 = 0,5$	29. $F = \frac{df}{f-d} = 60$ см 72%
2. $d = \frac{n+1}{nD} = 0,3$ м	30. $D = \frac{(\Gamma-1)^2}{\Gamma l} = 2$ дптр 18%
3. $d = F \left(1 + \frac{1}{\Gamma}\right) = 100$ см 69%	31. $f = \frac{d}{1-dD} = 1$ м 71%
4. $d > 2F$ 56%	32. $d_2 = \frac{Fd_1}{2d_1 - F} = 6$ см
5. $D \approx 1/(100 \cdot H) = 5$ дптр 29%	33. $d = F (k-1) = 60$ см
6. $f = F(1 + \Gamma) = 4$ м	34. $d = \frac{F(\Gamma-1)}{\Gamma} = 16$ см
7. $D = \frac{(\Gamma+1)^2}{\Gamma l} = 12,5$ дптр 62%	35. $d = \frac{F}{2} = 5$ см
8. $f = \frac{d}{dD-1} \approx 67$ см 83%	36. $F = \frac{2d(l-d)}{l} = 20$ см
9. $\Delta d = \frac{d(2F-d)}{d-F} = 75$ см	37. от линзы на расстояние
10. $L = \frac{\Delta l(H-F)}{F} \approx 2$ м	ние $x = a \left(1 - \frac{1}{n}\right) = 5$ см
11. $x_2 = \frac{Fx_1}{x_1 + F} = 20$ см, $y_2 = \frac{Fy_1}{x_1 + F} = -2$ см	38. $F = \frac{2d(l-d)}{l} = 9$ см
12. $d = \frac{L \pm \sqrt{L^2 - 4FL}}{2}$; $d_1 = 60$ см, $d_2 = 40$ см	39. $\Gamma = 2$ 40%
13. $t = \sqrt{2F(n-1)/a} = 2$ с	40. Уменьшится в $k = \frac{F+d}{F-d} = 3$ раза
14. $\Gamma_3 = \frac{2\Gamma_1\Gamma_2}{\Gamma_1 + \Gamma_2} = 2,4$ 25%	41. $F = \frac{ab}{b-a} = 60$ см
15. $F = \frac{\text{tg}\alpha}{\text{tg}\alpha + \text{tg}\beta} \cdot d \approx \frac{\alpha}{\alpha + \beta} \cdot d = 3,6$ см	42. $\Gamma = 0,5$ 58%
16. К линзе на расстоянии	43. $\alpha = \text{arctg}(d D) \approx 1,7^0$ 39%
ние $x = a \left(1 - \frac{1}{n}\right) = 14$ см	44. $\alpha = \text{arctg} \left(\text{tg}\beta \left(1 + \frac{l}{ F }\right) \right) \approx \left(1 + \frac{l}{ F }\right) \beta = 0,12$
17. $n = \frac{d}{d-2l} = 3$ 56%	

18. $d = \frac{a_1 - a_2}{a_2 + a_1} D = 6 \text{ мм}$ 55%	45. $D = -\frac{(k-1)^2}{kl} \approx -13,3 \text{ дптр}$ 44%
19. $F = \frac{L^2 - l^2}{4L} = 18 \text{ см}$ 45%	46. $D = -\frac{(a-b)^2}{abc} = -2,5 \text{ дптр}$
20. $n = \left(\frac{m_2 + 1}{m_1 + 1}\right)^2 \frac{m_1}{m_2} = \frac{32}{27}$ 13%	47. $d = \frac{2}{D_1 - D_2 } = 0,5 \text{ м}$ 49%
21. $\Delta d = \frac{d(n-1)}{2n} = 0,2 \text{ м}$ 33%	48. $d = F\sqrt{2} = 12 \text{ см}$ 44%
22. $\Delta y = \frac{dy}{d-F} = 5 \text{ мм}$	49. $F_2 = \frac{L F_1 }{L + 2 F_1 } = 6 \text{ см}$
23. $\alpha = \arctg(aD) \approx aD = 0,1 \text{ рад} \approx 6^\circ$	50. $d = -1/D = 20 \text{ см}$ 57%
24. $r = R \left[\frac{b(a-F)}{aF} - 1 \right] = 1 \text{ см}$	51. $f = \frac{d}{1-dD} = 12,5 \text{ см}$ 64%
25. Увеличится в $n = \frac{d}{2\Delta d - d} = 3$ раза	52. $d = (n-1)F = 16 \text{ см}$
26. $F = a(1 + \sqrt{2}) \approx 12 \text{ см}$	53. $d = -1/D = 20 \text{ см}$
27. $\frac{d_1}{d_2} = \frac{\Gamma + 1}{\Gamma - 1} = 3$	54. $V = \frac{v}{2}$
28. $m = \frac{1}{n-1} = 2$	55. $b = \frac{aF}{F+a} = 30 \text{ см}$
	56. $f = \frac{d}{1-dD} = 12 \text{ см}$ 68%

Рассеивающая линза

40. Предмет находится на расстоянии $d = 10 \text{ см}$ от собирающей линзы с фокусным расстоянием $F = 20 \text{ см}$. Во сколько раз изменится размер изображения, если собирающую линзу заменить рассеивающей с тем же по величине фокусным расстоянием?

41. Пучок сходящихся лучей собирается в некоторой точке A . Когда на пути этого пучка поместили рассеивающую линзу на расстоянии $a = 30 \text{ см}$ от точки A , то лучи пересеклись в точке, лежащей на главной оптической оси на расстоянии $b = 60 \text{ см}$ от линзы. Определите фокусное расстояние F линзы.

42. Предмет расположен в фокальной плоскости тонкой рассеивающей линзы. Определите увеличение Γ , даваемое линзой.

43. Под каким углом α к главной оптической оси тонкой линзы с оптической силой $D = -10 \text{ дптр}$ падает световой луч, если после преломления в линзе он распространяется параллельно главной оптической оси на расстоянии $d = 3 \text{ мм}$ от нее?

44. Луч, прошедший рассеивающую линзу с фокусным расстоянием $|F| = 8 \text{ см}$, пересекает главную оптическую ось под малым углом $\beta = 0,05 \text{ рад}$ на расстоянии $l = 12 \text{ см}$ от линзы. Определите, какой угол α образует с главной оптической осью падающий луч?

45. Расстояние вдоль главной оптической оси между предметом и его прямым уменьшенным изображением равно $l = 10 \text{ см}$. Постройте ход лучей и определите оптическую силу D линзы, если размер предмета в $k = 3$ раза больше размера изображения.

46. Точечный источник света S и его изображение S^* находятся на расстояниях соответственно $a = 8 \text{ см}$ и $b = 5 \text{ см}$ от главной оптической оси рассеивающей линзы. Расстояние между основаниями перпендикуляров, опущенных из этих точек на главную оптическую ось, равно $c = 9 \text{ см}$. Определите оптическую силу D линзы.

47. Имеются собирающая линза с оптической силой D_1 и рассеивающая линза с оптической силой D_2 , причем $D_1 - |D_2| = 4 \text{ дптр}$. При каком расстоянии d до предмета каждая из линз будет давать изображение этого предмета одной и той же величины?

48. Собирающая линза с фокусным расстоянием $F = 6\sqrt{2} \text{ см}$ создает действительное изображение предмета, находящегося на расстоянии d от нее, с увеличением Γ_1 . Рассеивающая линза с та-

ким же фокусным расстоянием создает изображение предмета, находящегося от нее на таком же расстоянии d , с увеличением $\Gamma_2 = 1/\Gamma_1$. Определите d .

49. В плоском листе из непрозрачного материала сделано круглое отверстие, в которое вставлена рассеивающая линза с фокусным расстоянием $|F_1| = 10$ см. На линзу вдоль главной оптической оси падает параллельный пучок света. На расстоянии $L = 30$ см от линзы расположен экран. При замене рассеивающей линзы на собирающую такого же диаметра размер светового пятна на экране не изменился. Определите фокусное расстояние F_2 собирающей линзы.

50. Изображение светящейся точки в рассеивающей линзе находится в два раза ближе к линзе, чем сама точка. На каком расстоянии d от линзы находится светящаяся точка, если известно, что она лежит на главной оптической оси? Оптическая сила линзы $D = -5$ дптр. Постройте ход лучей, формирующих изображение точки.

51. Предмет расположен на расстоянии $d = 20$ см от рассеивающей линзы с оптической силой $D = -3$ дптр. Постройте ход лучей и определите расстояния f от линзы до изображения данного предмета.

52. Изображение предмета, создаваемое рассеивающей линзой с фокусным расстоянием $F = 8$ см, в $n = 3$ раза меньше предмета. Найдите расстояние d от предмета до линзы.

53. Изображение светящейся точки в рассеивающей линзе находится в два раза ближе к линзе, чем сама точка. На каком расстоянии d от линзы находится светящаяся точка, если известно, что она лежит на главной оптической оси? Оптическая сила линзы $D = -5$ дптр. Постройте ход лучей, формирующих изображение точки.

54. Точечный источник света движется в фокальной плоскости рассеивающей линзы и пересекает главную оптическую ось со скоростью v . Определите скорость V движения изображения источника в этот момент времени.

55. Точечный источник света находится на главной оптической оси рассеивающей линзы с фокусным расстоянием $F = 40$ см. Расстояние от источника до линзы $a = 120$ см. Постройте изображение источника в линзе и определите расстояние b от изображения до линзы.

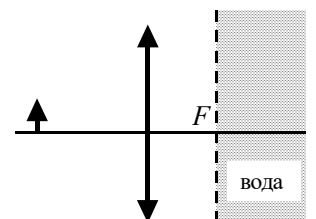
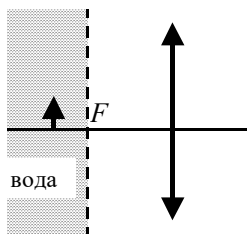
56. Расстояние между предметом и линзой с оптической силой $D = -5$ дптр равно $d = 30$ см. Постройте изображение предмета и определите расстояние f между изображением и линзой.

Системы. Шары

57. Предмет находится на расстоянии $d = 50$ см от двух тонких сложенных вплотную линз с оптическими силами $D_1 = 3$ дптр и $D_2 = -2$ дптр. Определите расстояние f от изображения до линз.

58. На систему из двух тонких линз, имеющих общую главную оптическую ось, вдоль этой оси падает практически параллельный пучок света от удаленного источника. Первая линза является собирающей, вторая – рассеивающей. Фокусные расстояния линз равны F , а расстояние между линзами $2F$. Постройте ход лучей и определите на каком расстоянии f от второй линзы расположено изображение источника, формируемое данной системой?

59. Линза с фокусным расстоянием $F = 3$ см дает действительное увеличенное в $\Gamma = 2$ раза изображение предмета. а) На каком расстоянии f от линзы находится изображение предмета? б) В какую сторону и на какое расстояние L сместится изображение, если пространство за задним фокусом линзы заполнить водой? При вычислениях углы падения считайте малыми.

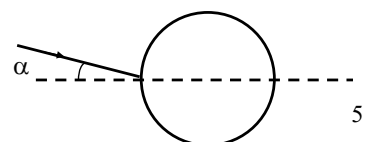


60. Предмет находится на расстоянии $d = 3$ см от собирающей линзы с фокусным расстоянием $F = 2$ см.

а) С каким увеличением Γ линза дает изображение предмета? б) Во сколько k раз изменится размер изображения, если пространство перед передним фокусом линзы заполнить водой? При вычислениях углы падения считайте малыми.

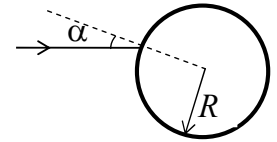
61. Луч света падает на плоское основание стеклянного полушара радиуса R с показателем преломления $n = 1,41$ перпендикулярно плоскости основания. Расстояние от луча до оси симметрии полушара $a = R/2$. Найдите угол отклонения луча от первоначального направления после прохождения полушара.

62. На поверхность прозрачного шара с показателем преломления $n = 2$ падает луч света, образуя угол $\alpha = 5^\circ$ с осью, проведенной через



точку падения и центр шара. Определите угол δ между этой осью и лучом после его преломления в шаре.

63. Луч света падает из воздуха на поверхность стеклянного шарика радиуса $R = 5$ см под углом $\alpha = 30^\circ$. Определите путь s , пройденный лучом в шарике до выхода в воздух.



64. В стекле имеется воздушная сферическая полость радиуса $R = 15$ мм. На полость падает широкий пучок параллельных лучей света. Определите радиус r светового пучка, который проникает в полость.

$$57. f = \frac{d}{1 - d(D_1 + D_2)} = 1 \text{ м}$$

$$58. f = F/2 \quad 25\%$$

59. а) $f = F(\Gamma + 1) = 9$ см, 66% б) расстояние от линзы увеличится на $L = F\Gamma(n - 1) = 2$ см

60. а) $\Gamma = F/(d - F)$, б) увеличится в $k = n = 1,33$ раз

$$61. \delta = \arcsin \frac{na}{R} - \arcsin \frac{a}{R} = 15^\circ$$

$$62. \delta = \alpha \left(1 - \frac{2}{n} \right) = 0$$

$$63. s = \frac{2R\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}}{n} \approx 9,4 \text{ см}$$

$$64. r = R/n = 10 \text{ мм}$$