

## Тестовые задания по волновой оптике

### *Интерференция волн от двух когерентных источников. Интерференционные схемы*

1. Какое из приведенных ниже утверждений, касающихся сложения волн, является верным?
  - 1) при интерференции двух когерентных волн одинаковой интенсивности  $I_0$  результирующая интенсивность в точке наблюдения равна  $4I_0$ ;
  - 2) при интерференции двух когерентных волн результирующая интенсивность зависит от разности фаз колебаний, возбуждаемых в точке наблюдения интерферирующими волнами;
  - 3) при интерференции двух когерентных волн результирующая интенсивность в точке наблюдения равна сумме интенсивностей складываемых волн.
2. Сколько длин волн монохроматического света с частотой колебаний  $\nu = 5 \cdot 10^{14}$  Гц укладывается на пути длиной  $l = 1,2$  мм: 1) в вакууме; 2) в стекле? Показатель преломления стекла  $n = 1,5$ .
3. На пути длиной  $l_1$  укладывается столько же длин волн в вакууме, сколько их укладывается на пути длиной  $l_2 = 3$  мм в стекле. Определите  $l_1$ . Показатель преломления стекла  $n = 1,5$ .
4. Для некоторой точки наблюдения оптическая разность хода  $\Delta$  двух интерферирующих световых волн равна  $0,4\lambda$ . Определите разность фаз  $\Delta\phi$  колебаний, возбуждаемых этими волнами в данной точке.
5. Для некоторой точки наблюдения разность фаз колебаний, возбуждаемых двумя интерферирующими световыми волнами,  $\Delta\phi = 0,6\pi$ . Чему равна оптическая разность хода этих волн?
  - 1)  $0,3\lambda$ ;
  - 2)  $0,6\lambda$ ;
  - 3)  $0,7\lambda$ ;
  - 4)  $1,0\lambda$ .
6. При интерференции двух когерентных световых волн минимум интенсивности света наблюдается при выполнении условия ( $\Delta$  – оптическая разность хода волн,  $\Delta\phi$  – разность фаз колебаний, возбуждаемых волнами)
  - 1)  $\Delta\phi = 0$ ;
  - 2)  $\Delta\phi = (2k+1)\pi$ ;
  - 3)  $\Delta\phi = 2\pi$ ;
  - 4)  $\Delta = (2k+1)\lambda$ .
7. Расстояние между щелями в опыте Юнга  $d = 1$  мм, расстояние от щелей до экрана  $l = 3$  м. Определите длину волны света  $\lambda$ , если ширина полос интерференции на экране  $\Delta x = 1,5$  мм.
8. В опыте Юнга расстояние между щелями  $d = 0,8$  мм. На каком расстоянии  $l$  от щелей следует расположить экран, чтобы ширина интерференционной полосы в красном свете ( $\lambda = 640$  нм) оказалась равной  $\Delta x = 2$  мм?
9. Падая на две щели, расположенные на расстоянии  $d = 0,026$  мм друг от друга, монохроматический свет образует интерференционную полосу четвертого порядка под углом  $\theta = 6,4^\circ$ . Чему равна длина волны света?
  - 1)  $0,6$  мкм;
  - 2)  $0,73$  мкм;
  - 3)  $0,55$  мкм;
  - 4)  $0,5$  мкм.
10. На экране наблюдается интерференционная картина от двух когерентных источников света ( $\lambda = 0,8$  мкм). Когда на пути одного из лучей перпендикулярно ему поместили тонкую стеклянную пластинку ( $n = 1,5$ ), интерференционная картина изменилась на противоположную (максимумы поменялись на минимумы). Толщина пластинки равна
  - 1)  $1,2$  мкм;
  - 2)  $0,6$  мкм;
  - 3)  $1,6$  мкм;
  - 4)  $0,8$  мкм.

11. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается монохроматическим светом с длиной волны  $\lambda = 0,4$  мкм, падающим нормально. Наблюдение ведется в отраженном свете. На расстоянии  $r_m$  от оси системы толщина воздушного зазора составляет  $h_m = 1,5$  мкм. Каким будет соответствующее кольцо радиуса  $r_m$ ?

- 1) светлым;
- 2) темным;
- 3) зависит от показателя преломления стекла;
- 4) зависит от толщины стеклянной пластинки.

12. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается монохроматическим светом с длиной волны  $\lambda = 0,495$  мкм, падающим нормально. Радиус кривизны линзы  $R = 2,2$  м. Наблюдение ведется в отраженном свете. Чему равен радиус четвертого темного кольца?

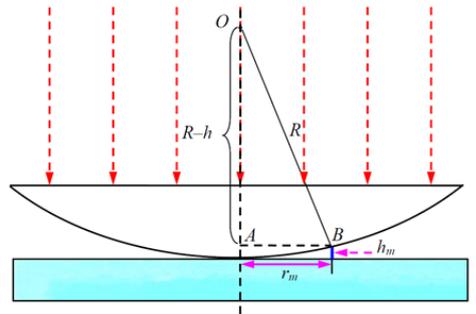
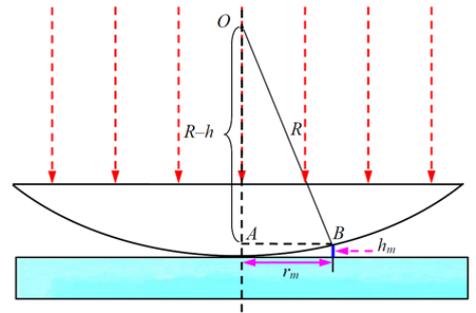
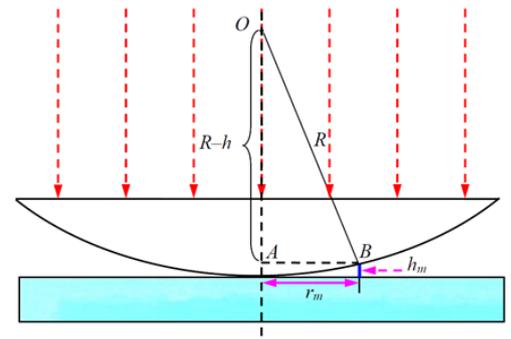
- 1) 4,2 мм;
- 2) 3,9 мм;
- 3) 2,1 мм;
- 4) 7,8 мм.

13. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается монохроматическим светом с длиной волны  $\lambda = 0,6$  мкм, падающим нормально. Наблюдение ведется в отраженном свете. Определите толщину  $h$  воздушного зазора там, где наблюдается первое светлое кольцо.

- 1) 0,6 мкм;
- 2) 0,25 мкм;
- 3) 0,15 мкм;
- 4) 0,33 мкм.

14. Временная когерентность

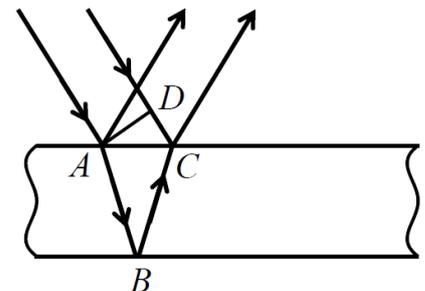
- 1) определяется радиусом когерентности;
- 2) зависит от степени монохроматичности волны;
- 3) зависит от длины волны света;
- 4) зависит от углового размера источника света.



### Интерференция в тонких пленках

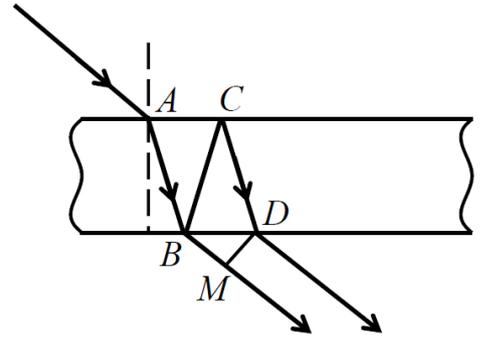
15. Свет падает на тонкую пленку с показателем преломления  $n$ , большим, чем показатель преломления окружающей среды. Оптическая разность хода лучей при интерференции в отраженном свете равна

- 1)  $AB + AD$ ;
- 2)  $CD$ ;
- 3)  $n(AB+BC) - DC - \frac{\lambda}{2}$ ;
- 4)  $n(AB+BC)$ .

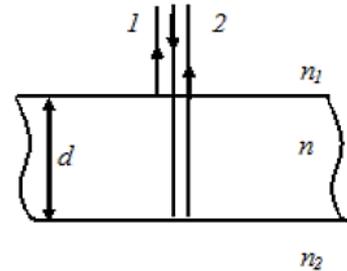


16. Свет падает на тонкую пленку с показателем преломления  $n$ , большим, чем показатель преломления окружающей среды. Разность хода лучей на выходе из тонкой пленки равна

- 1)  $BC + CD - BM$ ;
- 2)  $BC + CD + BM$ ;
- 3)  $BC + CD - BM - \frac{\lambda}{2}$ ;
- 4)  $BC + CD - BM + \frac{\lambda}{2}$ .



17. Тонкая стеклянная пластинка с показателем преломления  $n = 1,5$  и толщиной  $d = 2$  мкм помещена между двумя средами с показателями преломления  $n_1 = 1,2$  и  $n_2 = 1,3$ . На пластинку по нормали падает свет с длиной волны  $\lambda = 600$  нм. Оптическая разность хода интерферирующих отраженных лучей равна (в нм)



- 1) 3300;
- 2) 5500;
- 3) 5700;
- 4) 6000.

18. Свет с длиной волны  $\lambda = 600$  нм падает нормально на пластинку ( $n_1 = 1,5$ ), на которую нанесен слой жидкости ( $n_2 = 1,6$ ) толщиной  $d = 1$  мкм. Оптическая разность хода отраженных интерферирующих лучей равна (в мкм)

- 1) 2,9;
- 2) 3,2;
- 3) 1,6;
- 4) 5,2.

19. На объектив ( $n_1 = 1,5$ ) нанесена тонкая пленка ( $n_2 = 1,2$ ) толщиной  $d$  (просветляющая пленка). Оптическая разность хода интерферирующих волн в отраженном свете равна

- 1)  $2dn_1 + \frac{\lambda}{2}$ ;
- 2)  $2dn_2 + \frac{\lambda}{2}$ ;
- 3)  $2dn_1$ ;
- 4)  $2dn_2$ .

20. Монохроматический свет падает на стеклянный клин ( $n = 1,5$ ) с углом при вершине  $\theta = 2 \cdot 10^{-4}$  рад. В наблюдаемой интерференционной картине на 1 см приходится 10 светлых полос. Чему равна длина волны света?

- 1) 600 нм;
- 2) 650 нм;
- 3) 550 нм;
- 4) 570 нм.

### *Дифракция Френеля*

21. Фазы колебаний, возбуждаемых в точке наблюдения двумя соседними зонами Френеля,

- 1) совпадают;
- 2) отличаются на  $\pi/2$ ;
- 3) отличаются на  $\pi$ ;
- 4) отличаются на  $2\pi$ .

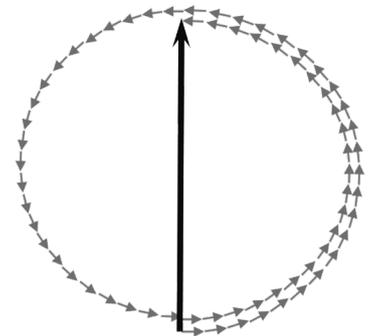
22. Фазы колебаний, возбуждаемых в точке наблюдения первой и третьей зонами Френеля,

- 1) совпадают;
- 2) отличаются на  $\pi/2$ ;
- 3) отличаются на  $\pi$ ;
- 4) отличаются на  $2\pi$ .

23. На пути плоской монохроматической световой волны поставили непрозрачный экран с круглым отверстием, радиус которого равен радиусу первой зоны Френеля для точки наблюдения. Интенсивность в центре дифракционной картины

- 1) увеличилась в 2 раза;
- 2) уменьшилась в 2 раза;
- 3) увеличилась в  $\sqrt{2}$  раз;
- 4) увеличилась в 4 раза.

24. На пути плоской монохроматической световой волны поставили непрозрачный экран с круглым отверстием. Точка наблюдения лежит на оси отверстия. На рисунке показана векторная диаграмма, получающаяся в результате сложения колебаний от всех вторичных источников, принадлежащих открытой части волнового фронта. Какое число зон Френеля открывает отверстие для точки наблюдения?



25. На пути плоской монохроматической световой волны поставили непрозрачный экран с круглым отверстием. Точка наблюдения лежит на оси отверстия. На рисунке показана векторная диаграмма, получающаяся в результате сложения колебаний от всех вторичных источников, принадлежащих открытой части волнового фронта. Какое число зон Френеля открывает отверстие для точки наблюдения?



26. На диафрагму с круглым отверстием диаметром  $d = 4$  мм падает нормально параллельный пучок лучей монохроматического света ( $\lambda = 0,5$  мкм). Точка наблюдения находится на оси отверстия на расстоянии  $b = 1$  м от него. Какое число зон Френеля открывает отверстие для точки наблюдения?

27. На пути плоской монохроматической световой волны поставили непрозрачный экран с круглым отверстием, открывающим для точки наблюдения полторы зоны Френеля. Какова интенсивность света в точке наблюдения, если в отсутствие преграды она равна  $I_0$ ?

- 1)  $0,5 I_0$ ;
- 2)  $1,5 I_0$ ;
- 3)  $2 I_0$ ;
- 4)  $3,5 I_0$ .

28. Плоская монохроматическая волна падает на непрозрачный экран с круглым отверстием, радиус которого равен радиусу первой зоны Френеля для точки наблюдения. Если перекрыть нижнюю половину отверстия непрозрачной пластиной, то интенсивность в точке наблюдения

- 1) увеличится в 2 раза;
- 2) увеличится в 4 раза;
- 3) уменьшится в 4 раза;
- 4) уменьшится в  $\sqrt{2}$  раз.

29. Плоская монохроматическая волна падает на непрозрачный диск, радиус которого равен радиусу первой зоны Френеля для точки наблюдения. Если у диска удалить нижнюю половину, то интенсивность в точке наблюдения

- 1) увеличится в 2 раза;
- 2) увеличится в 4 раза;
- 3) уменьшится в  $\sqrt{2}$  раз;
- 4) станет равной нулю.

## Дифракция Фраунгофера

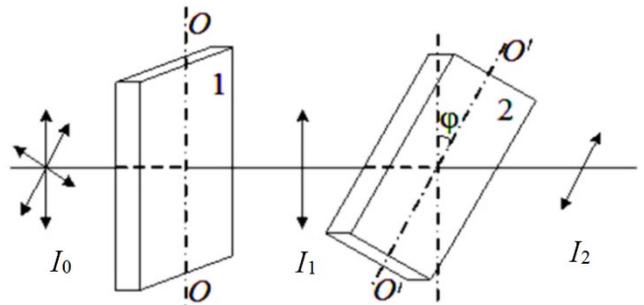
30. Монохроматический свет с длиной волны  $\lambda = 600$  нм падает нормально на непрозрачное препятствие с узкой длинной щелью шириной  $b = 0,1$  мм. Определите синус угла дифракции, соответствующий дифракционному минимуму второго порядка.
31. Монохроматический свет с длиной волны  $\lambda = 600$  нм падает нормально на непрозрачное препятствие с узкой длинной щелью шириной  $b = 0,1$  мм. Дифракционную картину наблюдают на экране, расположенном на расстоянии  $L = 1$  м от препятствия. Определите линейную ширину центрального максимума дифракционной картины.
32. Монохроматический свет с длиной волны  $\lambda = 0,5$  мкм падает нормально на дифракционную решетку. Дифракционную картину наблюдают в фокальной плоскости установленной за решеткой собирающей линзы. Каково число штрихов на 1мм дифракционной решетки, если углу дифракции  $\varphi = 30^\circ$  соответствует максимум четвертого порядка?
- 1)  $125 \text{ мм}^{-1}$ ;                      2)  $250 \text{ мм}^{-1}$ ;    3)  $500 \text{ мм}^{-1}$ ;    4)  $750 \text{ мм}^{-1}$ .
33. На дифракционную решетку с плотностью штрихов  $200 \text{ мм}^{-1}$  падает нормально монохроматический свет с длиной волны  $\lambda = 600$  нм. Определите наибольший порядок спектра.
- 1) 8;            2) 9;            3) 10;            4) 17.
34. Если щели дифракционной решетки перекрыть через одну, то в дифракционной картине на экране
- 1) увеличится ширина максимумов;  
2) уменьшится максимальный порядок дифракции;  
3) уменьшится ширина максимумов;  
4) изменений не произойдет.
35. Монохроматический свет с длиной волны  $\lambda = 0,5$  мкм падает нормально на дифракционную решетку с периодом  $d = 2,0$  мкм. Дифракционную картину наблюдают в фокальной плоскости установленной за решеткой собирающей линзы с фокусным расстоянием  $F = 50$  см. Каково расстояние между максимумом третьего порядка и центральным максимумом дифракционной картины?
- 1)  $\frac{3\lambda F}{d}$ ;            2)  $\frac{3\lambda F}{\sqrt{d^2 - 9\lambda^2}}$ ;            3)  $\frac{\lambda F}{3\sqrt{d^2 - \lambda^2}}$ ;            4)  $\frac{3\lambda F}{\sqrt{d^2 - \lambda^2}}$ .
36. Какое наименьшее число щелей  $N$  должна иметь дифракционная решетка, чтобы разрешить (по критерию Рэлея) две желтые линии калия с длинами волн  $\lambda_1 = 578$  нм и  $\lambda_2 = 580$  нм в спектре второго порядка?
- 1) 1158;            2) 580;            3) 200;            4) 145.
37. С помощью дифракционной решетки с периодом  $d = 20$  мкм требуется разрешить дублет натрия ( $\lambda_1 = 589$  нм и  $\lambda_2 = 589,6$  нм) в спектре второго порядка. При какой наименьшей ширине  $L$  решетки это возможно?
- 1)            10 см;            2)            0,1 см;            3)            0,98 мм;            4)            9,8 мм.
38. Дифракционная решетка имеет период  $d = 10$  мкм. Определите угловую дисперсию для угла дифракции  $\varphi = 30^\circ$  в спектре третьего порядка.
- 1)             $3,46 \cdot 10^6$  рад/м;            2)             $1,73 \cdot 10^5$  рад/м;            3)             $3,46 \cdot 10^5$  рад/м.

39. Угловая дисперсия дифракционной решетки в спектре первого порядка равна  $4 \cdot 10^5$  рад/м. Если считать углы дифракции малыми, то период решетки равен
- 1) 4 мкм; 2) 2 мкм; 3) 5 мкм; 4) 2,5 мкм.

### Поляризация света

40. На идеальный поляризатор падает естественный свет интенсивностью  $I_{ест}$ . При вращении поляризатора вокруг направления луча интенсивность света за поляризатором
- 1) изменяется от  $I_{min}$  до  $I_{max}$ ;
  - 2) не изменяется и равна  $I_{ест}$ ;
  - 3) не изменяется и равна  $\frac{1}{2} I_{ест}$ .

41. На пути естественного света интенсивностью  $I_0$  помещены две пластинки турмалина. После прохождения пластинки 1 свет полностью поляризован. Если угол между направлениями  $OO$  и  $O'O'$   $\varphi = 60^\circ$ , то интенсивность  $I_2$  света, прошедшего через обе пластинки, связана с  $I_0$  соотношением



- 1)  $I_2 = \frac{I_0}{2}$ ;                      2)  $I_2 = \frac{I_0}{4}$ ;                      3)  $I_2 = \frac{I_0}{8}$ ;                      4)  $I_2 = \frac{3I_0}{8}$ .

42. Естественный свет проходит последовательно через два идеальных поляризатора, при этом интенсивность света уменьшается в 4 раза. Чему равен угол между плоскостями пропускания поляризаторов?

- 1)  $\pi$ ;                      2)  $\pi/4$ ;                      3)  $\pi/3$ ;                      4)  $\pi/2$ .

43. Естественный свет интенсивностью  $I_0$  падает на систему из скрещенных идеальных поляризатора и анализатора. Интенсивность прошедшего через систему света равна

- 1)  $I_2 = \frac{I_0}{2}$ ;                      2)  $I_2 = \frac{I_0}{4}$ ;                      3)  $I_2 = \frac{I_0}{8}$ ;                      4) 0.

44. Естественный свет интенсивностью  $I_0$  падает на систему из параллельных идеальных поляризатора и анализатора. Интенсивность прошедшего через систему света равна

- 1)  $I_2 = \frac{I_0}{2}$ ;                      2)  $I_2 = \frac{I_0}{4}$ ;                      3)  $I_2 = \frac{I_0}{8}$ ;                      4) 0.

45. Степень поляризации частично поляризованного света  $P = 0,5$ . Во сколько раз максимальная интенсивность света, прошедшего через поляризатор, отличается от минимальной?

- 1) 1,5;                      2) 2;                      3) 2,5;                      4) 3.

46. Угол между плоскостями пропускания двух идеальных поляризаторов равен  $60^\circ$ . Если угол уменьшить в 2 раза, то интенсивность света, прошедшего через оба поляризатора

- 1) уменьшится в 2 раза;
- 2) увеличится в 2 раза;
- 3) уменьшится в 3 раза;
- 4) увеличится в 3 раза.

47. Естественный свет падает под углом Брюстера на границу вакуум-диэлектрик. Отраженный свет

- 1) полностью поляризован в плоскости падения;
- 2) полностью поляризован в плоскости, перпендикулярной плоскости падения;
- 3) частично поляризован в плоскости падения;
- 4) частично поляризован в плоскости, перпендикулярной плоскости падения.

48. Естественный свет падает под углом Брюстера на границу вакуум-диэлектрик. Преломленный свет
- 1) полностью поляризован в плоскости падения;
  - 2) полностью поляризован в плоскости, перпендикулярной плоскости падения;
  - 3) частично поляризован с преобладанием колебаний вектора  $\vec{E}$  в плоскости падения;
  - 4) частично поляризован с преобладанием колебаний вектора  $\vec{E}$  в плоскости, перпендикулярной плоскости падения.
49. Естественный свет падает на границу раздела вакуум-жидкость под углом  $\alpha = 54^\circ$ . Определите угол преломления  $\beta$ , если отраженный луч полностью поляризован перпендикулярно плоскости падения.
- 1)  $54^\circ$ ;
  - 2)  $90^\circ$ ;
  - 3)  $36^\circ$ ;
  - 4)  $72^\circ$ .
50. Естественный свет падает на границу раздела вакуум-стекло ( $n = 1,73$ ). Отраженный луч будет полностью поляризован в плоскости, перпендикулярной плоскости падения, если угол преломления равен
- 1)  $30^\circ$ ;
  - 2)  $45^\circ$ ;
  - 3)  $60^\circ$ ;
  - 4)  $90^\circ$ .
51. Естественный свет падает на систему из 4 последовательно расположенных поляризаторов, причем плоскость пропускания каждого последующего поляризатора образует угол  $\varphi = 30^\circ$  с плоскостью пропускания предыдущего. Если поглощением света можно пренебречь, то интенсивность  $I$  света на выходе из системы связана с интенсивностью  $I_0$  света на входе соотношением

1)  $I = I_0 \cdot \left(\frac{3}{4}\right)^4$ ;    2)  $I = \frac{I_0}{2} \cdot \left(\frac{3}{4}\right)^3$ ;    3)  $I = \frac{I_0}{2} \cdot \left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^3$ .