

# КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 3

## СТРУКТУРА ОТЧЁТА:

1. Условия задач переписать полностью, заданные физические величины выписать отдельно, переводя данные в СИ.
2. Для пояснения решения задачи, где это нужно, аккуратно сделать чертёж.
3. Решение задач и используемые формулы сопровождать пояснениями.
4. Расчетная формула, нужная для решения конкретной задачи, выводится из основных.
5. Решать задачу в общем виде, т.е. только в буквенных, обозначениях, поясняя применяемую символику.
6. Вычисления проводить, подставляя заданные величины в расчётную формулу. Все численные значения величин, необходимые для решения данной задачи, должны быть выражены в СИ.
7. Проверять размерность полученных величин по расчетной формуле, что подтверждает её правильность.
8. Отчёт представить в формате А4.

1. Материальная точка массой 7,1 г совершает гармоническое колебание с амплитудой 2 см и частотой 5 Гц. Чему равна максимальная возвращающая сила и полная энергия колебаний?

2. Амплитуда скорости материальной точки, совершающей гармоническое колебание, равна 8 см/с, а амплитуда ускорения 16 см/с<sup>2</sup>. Найти амплитуду смещения и циклическую частоту колебаний.

3. Под действием груза массой 200 г пружина растягивается на 6,2 см. Грузу сообщили кинетическую энергию 0,02 Дж и он стал совершать гармоническое колебание. Определить частоту и амплитуду колебаний.

4. Период колебаний математического маятника 10 с. Длина этого маятника равна сумме длин двух других математических маятников, один из которых имеет частоту колебаний 1/6 Гц. Чему равен период колебаний второго из этих маятников?

5. Физический маятник представляет собой тонкий стержень, подвешенный за один из его концов. При какой длине стержня период колебаний этого маятника будет равен 1 с?

6. Напряжение на обкладках конденсатора в колебательном контуре изменяется по закону  $U=10 \cos 10^4 t$  В. Емкость конденсатора 10 мкФ. Найти индуктивность контура и закон изменения силы тока в нем.

7. Сила тока в колебательном контуре изменяется по закону  $I=0,1 \sin 10^3 t$  А. Индуктивность контура 0,1 Гн. Найти закон изменения напряжения на конденсаторе и его емкость.

8. В колебательном контуре максимальная сила тока 0,2 А, а максимальное напряжение на обкладках конденсатора 40 В. Найти энергию колебательного контура, если период колебаний 15,7 мкс.

9. Конденсатору емкостью 0,4 мкФ сообщается заряд 10 мкКл, после чего он замыкается на катушку с индуктивностью 1 мГн. Чему равна максимальная сила тока в катушке?

10. Максимальная сила тока в колебательном контуре 0,1 А, а максимальное напряжение на обкладках конденсатора 200 В. Найти циклическую частоту колебаний, если энергия контура 0,2 мДж.

11. В вакууме распространяется плоская электромагнитная волна. Амплитуда напряженности магнитного поля волны 0,1 А/м. Определить амплитуду напряженности электрического поля волны и среднюю по времени плотность энергии волны.

12. В однородной и изотропной среде с  $\epsilon=2$  и  $\mu=1$  распространяется плоская электромагнитная волна. Амплитуда напряженности электрического поля волны 50 В/м. Найти амплитуду напряженности магнитного поля и фазовую скорость волны.

13. Уравнение плоской электромагнитной волны, распространяющейся в среде с  $\mu=1$ , имеет вид  $E=10 \sin(6,28 \cdot 10^8 t - 4,19x)$ . Определить диэлектрическую проницаемость среды и длину волны.

14. В вакууме распространяется плоская электромагнитная волна. Амплитуда напряженности электрического поля волны 100 В/м. Какую энергию переносит эта волна через площадку 50 см<sup>2</sup>, расположенную перпендикулярно направлению распространения волны, за время  $t=1$  мин. Период волны  $T \ll t$ .

15. В среде ( $\epsilon=3$ ,  $\mu=1$ ) распространяется плоская электромагнитная волна. Амплитуда напряженности магнитного поля волны 0,5 А/м. На ее пути перпендикулярно направлению распространения расположена поглощающая поверхность, имеющая форму круга радиусом 0,1 м. Чему равна энергия поглощения этой поверхностью за время  $t=30$  с? Период волны  $T \ll t$ .

16. Уравнение плоской волны, распространяющейся в упругой среде, имеет вид  $s=10^{-8} \sin(6280t - 1,256x)$ . Определить длину волны, скорость ее распространения и частоту колебаний.

17. Колеблются точки удалены от источника колебаний на расстояние 0,5 и 1,77 м в направлении распространения волны. Разность фаз их колебаний равна  $3\pi/4$ . Частота колебаний источника 100 с<sup>-1</sup>.

Определить длину волны и скорость ее распространения.

18. Чему равна разность фаз колебаний двух точек, если они удалены друг от друга на расстояние 3 м и лежат на прямой, перпендикулярной фронту волны. Скорость распространения волны 600 м/с, а период колебаний 0,02 с.

19. Определить длину звуковой волны в воздухе при температуре 20 °С, если частота колебаний 700 Гц.

20. Найти скорость распространения звука в двухатомном газе, если известно, что плотность этого газа при давлении  $10^5$  Па равна  $1,29 \text{ кг/м}^3$ .

21. Расстояние между двумя когерентными источниками 0,9 мм, а расстояние от источников до экрана 1,5 м. Источники испускают монохроматический свет с длиной волны 0,6 мкм. Определить число интерференционных полос, приходящихся на 1 см экрана.

22. В опыте Юнга одна из щелей перекрывалась прозрачной пластинкой толщиной 11 мкм, вследствие чего центральная светлая полоса смещалась в положение, первоначально занятое десятой светлой полосой. Найти показатель преломления пластины, если длина волны света равна 0,55 мкм.

23. На мыльную пленку падает белый свет под углом  $45^\circ$ . При какой наименьшей толщине пленки отраженные лучи будут окрашены в зеленый цвет ( $\lambda = 0,54 \text{ мкм}$ )? Показатель преломления мыльной воды 1,33.

24. На пленку из глицерина толщиной 0,25 мкм падает белый свет. Каким будет казаться цвет пленки в отраженном свете, если угол падения лучей равен  $60^\circ$ ?

25. Для устранения отражения света на поверхность стеклянной линзы наносится пленка вещества с показателем преломления 1,3 меньшим, чем у стекла. При какой наименьшей толщине этой пленки отражение света с длиной волны 0,48 мкм не будет наблюдаться, если угол падения лучей  $30^\circ$ ?

26. На тонкий стеклянный клин падает нормально свет с длиной волны 0,72 мкм. Расстояние между соседними интерференционными полосами в отраженном свете равно 0,8 мм. Показатель преломления стекла 1,5. Определить угол между поверхностями клина.

27. На тонкий стеклянный клин падает нормально монохроматический свет. Наименьшая толщина клина, с которой видны интерференционные полосы в отраженном свете, равна 0,12 мкм. Расстояние между полосами 0,6 мм. Найти угол между поверхностями клина и длину волны света, если показатель преломления стекла 1,5.

28. Кольца Ньютона образуются между плоским стеклом и линзой с радиусом кривизны 10 м. Монохроматический свет падает нормально. Диаметр третьего светлого кольца в отраженном свете равен 8 мм. Найти длину волны падающего света.

29. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается монохроматическим светом, падающим нормально. Длина волны света 0,5 мкм. Найти радиус кривизны линзы, если диаметр четвертого темного кольца в отраженном свете равен 8 мм.

30. В установке для наблюдения колец Ньютона пространство между линзой и стеклянной пластинкой заполнено жидкостью. Определить показатель преломления жидкости, если диаметр второго светлого кольца в отраженном свете равен 5 мм. Свет с длиной волны 0,615 мкм падает нормально. Радиус кривизны линзы 9 м.

31. Параллельный пучок света от монохроматического источника ( $\lambda = 0,5 \text{ мкм}$ ) падает нормально на диафрагму с круглым отверстием диаметром 1 мм. Темным или светлым будет центр дифракционной картины на экране, находящемся на расстоянии 0,5 м от диафрагмы?

32. Дифракционная картина наблюдается на расстоянии 0,8 м от точечного источника монохроматического света ( $\lambda = 0,625 \text{ мкм}$ ). Посередине между экраном и источником света помещена диафрагма с круглым отверстием. При каком наименьшем диаметре отверстия центр дифракционной картины будет темным?

33. На щель шириной 0,3 мм падает нормально параллельный пучок монохроматического света с длиной волны 0,45 мкм. Найти ширину центрального дифракционного максимума на экране, удаленном от щели на 1 м.

34. На узкую щель нормально падает плоская монохроматическая световая волна ( $\lambda = 0,7 \text{ мкм}$ ). Чему равна ширина щели, если первый дифракционный максимум наблюдается под углом, равным  $1^\circ$ ?

35. Постоянная дифракционной решетки равна 5 мкм. Определить наибольший порядок спектра, общее число главных максимумов в дифракционной картине и угол дифракции в спектре четвертого порядка при нормальном падении монохроматического света с длиной волны 0,625 мкм.

36. На дифракционную решетку с периодом 6 мкм падает нормально свет. Какие спектральные линии, соответствующие длинам волн, лежащим в пределах видимого спектра, будут совпадать в направлении  $\varphi = 30^\circ$ ?

37. Чему должна быть равна ширина дифракционной решетки с периодом 10 мкм, чтобы в спектре второго порядка был разрешен дублет  $\lambda_1 = 486,0 \text{ нм}$  и  $\lambda_2 = 486,1 \text{ нм}$ ?

38. Какую разность длин волн оранжевых лучей ( $\lambda=0,6$  мкм) может разрешить дифракционная решетка шириной 3 см и периодом 9 мкм в спектре третьего порядка?
39. На грань кристалла каменной соли падает узкий пучок рентгеновских лучей с длиной волны 0,095 нм. Чему должен быть равен угол скольжения лучей, чтобы наблюдался дифракционный максимум третьего порядка? Расстояние между атомными плоскостями кристалла равно 0,285 нм.
40. Расстояние между атомными плоскостями кристалла кальцита равно 0,3 нм. Определить, при какой длине волны рентгеновских лучей второй дифракционный максимум будет наблюдаться при отражении лучей под углом  $45^\circ$  к поверхности кристалла.
41. Под каким углом к горизонту должно находиться Солнце, чтобы его лучи, отраженные от поверхности воды, были максимально поляризованы?
42. Естественный свет падает на кристалл алмаза под углом полной поляризации. Найти угол преломления света.
43. Естественный свет падает на поверхность диэлектрика под углом полной поляризации. Коэффициент отражения света равен 0,085. Найти степень поляризации преломленного луча.
44. Естественный свет падает на поверхность диэлектрика под углом полной поляризации. Коэффициент пропускания света равен 0,92. Найти степень поляризации преломленного луча.
45. Естественный свет падает на поверхность диэлектрика под углом полной поляризации. Степень поляризации преломленного луча составляет 0,09. Найти коэффициент отражения света.
46. Естественный свет проходит через два поляризатора, угол между главными плоскостями которых равен  $30^\circ$ . Во сколько раз уменьшится интенсивность света после прохождения этой системы? Считать, что каждый поляризатор отражает и поглощает 10% падающего на них света.
47. Чему равен угол между главными плоскостями двух поляризаторов, если интенсивность света, прошедшего через них, уменьшилась в 5,3 раза? Считать, что каждый поляризатор отражает и поглощает 13% падающего на них света.
48. Естественный свет проходит через два поляризатора, угол между главными плоскостями которых  $30^\circ$ . Во сколько раз изменится интенсивность света, прошедшего эту систему, если угол между плоскостями поляризаторов увеличить в два раза?
49. Кварцевую пластинку толщиной 3 мм, вырезанную перпендикулярно оптической оси, поместили между двумя поляризаторами. Определить постоянную вращения кварца для красного света, если его интенсивность после прохождения этой системы максимальна, когда угол между главными плоскостями поляризаторов  $45^\circ$ .
50. Раствор сахара с концентрацией  $0,25$  г/см<sup>3</sup> толщиной 18 см поворачивает плоскость поляризации монохроматического света на угол  $30^\circ$ . Другой раствор толщиной 16 см поворачивает плоскость поляризации этого же света на угол  $24^\circ$ . Определить концентрацию сахара во втором растворе.
51. Вычислить групповую и фазовую скорости света с длиной волны 643,8 нм в воде, если известно, что показатель преломления для этой длины волны равен 1,3314, а для волны длиной 656,3 нм он равен 1,3311.
52. Вычислить разницу между фазовой и групповой скоростью для света с длиной волны 0,768 мкм в стекле, если известно, что показатель преломления для этой длины волны равен 1,511, а для волны длиной 0,656 мкм он равен 1,514.
53. Найти отношение групповой скорости к фазовой для света с длиной волны 0,6 мкм в среде с показателем преломления 1,5 и дисперсией  $-5 \cdot 10^4$  м<sup>-1</sup>.
54. Какой кинетической энергией должны обладать протоны, чтобы при их движении в сероуглероде наблюдалось черенковское свечение.
55. Пучок релятивистских электронов движется в глицерине. Будет ли наблюдаться черенковское свечение, если кинетическая энергия электронов равна 0,34 МэВ?
56. В черенковском счетчике, заполненном водой, пучок релятивистских протонов излучает свет в конусе с раствором  $70^\circ$ . Определить кинетическую энергию протонов.
57. В черенковский счетчик из каменной соли влетает пучок релятивистских электронов с кинетической энергией 0,511 МэВ. Определить угол раствора конуса излучения света.
58. Определить толщину слоя вещества, ослабляющего интенсивность монохроматического света в три раза, если толщина слоя половинного ослабления 2 м.
59. Во сколько раз изменится интенсивность монохроматического света при прохождении через два слоя поглотителя толщиной 20 и 10 см имеющие коэффициенты линейного поглощения  $0,05$  см<sup>-1</sup> и  $0,2$  см<sup>-1</sup> соответственно.
60. Найти коэффициент линейного поглощения, если интенсивность монохроматического света прошедшего через слой вещества толщиной 30 см уменьшилась в четыре раза.

61. Определить длину волны, отвечающую максимуму испускательной способности черного тела при температуре  $37^\circ\text{C}$  и энергетическую светимость тела.

62. Максимум испускательной способности Солнца приходится на длину волны  $0,5\ \mu\text{м}$ . Считая, что Солнце излучает как черное тело, определить температуру его поверхности и мощность излучения.

63. Считая, что Солнце излучает как черное тело, определить интенсивность солнечного излучения вблизи Земли. Температуру поверхности Солнца принять равной  $5780\ \text{K}$ .

64. Считая, что Солнце излучает как черное тело, вычислить насколько уменьшается масса Солнца за год вследствие излучения и сколько это составляет процентов. Температуру поверхности Солнца принять равной  $5780\ \text{K}$ .

65. Вычислить температуру поверхности Земли, считая ее постоянной, в предположении, что Земля как черное тело излучает столько энергии, сколько получает от Солнца. Интенсивность солнечного излучения вблизи Земли принять равной  $1,37\ \text{кВт/м}^2$ .

66. Определить давление солнечных лучей нормально падающих на зеркальную поверхность. Интенсивность солнечного излучения принять равной  $1,37\ \text{кВт/м}^2$ .

67. Плотность потока энергии в импульсе излучения лазера может достигать значения  $10^{20}\ \text{Вт/м}^2$ . Определить давление такого излучения нормально падающего на черную поверхность.

68. Свет с длиной волны  $0,5\ \mu\text{м}$  нормально падает на зеркальную поверхность и производит на нее давление  $4\ \mu\text{Па}$ . Определить число фотонов, ежесекундно падающих на  $1\ \text{см}^2$  этой поверхности.

69. Давление света с длиной волны  $0,6\ \mu\text{м}$ , падающего нормально на черную поверхность, равно  $1\ \mu\text{Па}$ . Определить число фотонов, падающих за секунду на  $1\ \text{см}^2$  этой поверхности.

70. Давление света, нормально падающего на поверхность, равно  $2\ \mu\text{Па}$ . Определить концентрацию фотонов вблизи поверхности, если длина волны света равна  $0,45\ \mu\text{м}$ , а коэффициент отражения  $0,5$ .

71. Определить максимальную скорость фотоэлектронов, вылетающих из вольфрамового электрода, освещаемого ультрафиолетовым светом с длиной волны  $0,2\ \mu\text{м}$ .

72. Катод вакуумного фотоэлемента освещается светом с длиной волны  $0,38\ \mu\text{м}$ . Фототок прекращается при задерживающей разности потенциалов равной  $1,4\ \text{В}$ . Найти работу выхода электронов из катода.

73. Цинковый электрод освещается монохроматическим светом. Фототок прекращается при задерживающей разности потенциалов  $0,4\ \text{В}$ . Вычислить длину волны света, применявшегося при освещении.

74. Красной границе фотоэффекта соответствует длина волны  $0,332\ \mu\text{м}$ . Найти длину монохроматической световой волны, падающей на электрод, если фототок прекращается при задерживающей разности потенциалов, равной  $0,4\ \text{В}$ .

75. Найти величину задерживающей разности потенциалов для фотоэлектронов, испускаемых при освещении цезиевого электрода ультрафиолетовыми лучами с длиной волны  $0,3\ \mu\text{м}$ .

76. В результате комптоновского рассеяния на свободном электроне длина волны гамма-фотона увеличилась в два раза. Найти кинетическую энергию и импульс электрона отдачи, если угол рассеяния фотона равен  $60^\circ$ . До столкновения электрон покоился.

77. В результате комптоновского рассеяния на свободном электроне энергия гамма-фотона уменьшилась в три раза. Угол рассеяния фотона равен  $60^\circ$ . Найти кинетическую энергию и импульс электрона отдачи. До столкновения электрон покоился.

78. Гамма-фотон с энергией  $1,02\ \text{МэВ}$  в результате комптоновского рассеяния на свободном электроне отклонился от первоначального направления на угол  $90^\circ$ . Определить кинетическую энергию и импульс электрона отдачи. До столкновения электрон покоился.

79. Гамма-фотон с длиной волны  $2,43\ \text{пм}$  испытал комптоновское рассеяние на свободном электроне строго назад. Определить кинетическую энергию и импульс электрона отдачи. До столкновения электрон покоился.

80. Первоначально покоившийся свободный электрон в результате комптоновского рассеяния на нем гамма-фотона с энергией  $0,51\ \text{МэВ}$  приобрел кинетическую энергию  $0,06\ \text{МэВ}$ . Чему равен угол рассеяния фотона?

81. Сколько длин волн монохроматического света с частотой колебаний  $\nu = 5 \cdot 10^{14}\ \text{Гц}$  уложится на пути длиной  $l = 1,2\ \text{мм}$ : 1) в вакууме; 2) в стекле?

82. Плоская световая волна падает нормально на диафрагму с круглым отверстием. В результате дифракции в некоторых точках оси отверстия, находящихся на расстояниях  $b_i$  от его центра, наблюдаются максимумы интенсивности. 1. Получить вид функции  $b = f(r, \lambda, n)$ , где  $r$  — радиус отверстия;  $\lambda$  — длина волны;  $n$  — число зон Френеля, открываемых для данной точки оси отверстием. 2. Сделать то же самое для точек оси отверстия, в которых наблюдаются минимумы интенсивности.

83. Пучок света, идущий в воздухе, падает на поверхность жидкости под углом  $\varepsilon = 54^\circ$ . Определить угол преломления  $\varepsilon'_2$  пучка, если отраженный пучок полностью поляризован.

84. В интерферометре Жамена на пути интерферирующих лучей помещены две одинаковые трубки закрытые прозрачными пластинками. Одна заполнена воздухом при нормальных условиях, а из другой он выкачан. Найти показатель преломления воздуха если длина трубок 5 см и при выкачивании воздуха интерференционная картина сместилась на 20 полос. Для наблюдения использован монохроматический свет с длиной волны  $\lambda = 0,73$  мкм.

85. Во сколько раз уменьшилась интенсивность света, прошедшего через анализатор, по сравнению с интенсивностью естественного света, падающего на поляризатор? Какова должна быть толщина пластинки, чтобы монохроматический свет, с которым проводился опыт, не прошел через анализатор? Угол между осями  $\alpha = 53^\circ$ .

86. На пути световой волны, идущей в воздухе, поставили стеклянную пластинку толщиной  $h = 1$  мм. На сколько изменится оптическая длина пути, если волна падает на пластинку: 1) нормально; 2) под углом  $\varepsilon = 30^\circ$ ?

87. Плоская световая волна ( $\lambda = 0,7$  мкм) падает нормально на диафрагму с круглым отверстием радиусом  $r = 1,4$  мм. Определить расстояния  $b_1, b_2, b_3$  от диафрагмы до трех наиболее удаленных от нее точек, в которых наблюдаются минимумы интенсивности.

88. Предельный угол  $\varepsilon'_1$  полного отражения пучка света на границе жидкости с воздухом равен  $43^\circ$ . Определить угол Брюстера  $\varepsilon_B$  для падения луча из воздуха на поверхность этой жидкости.

89. Пучок света переходит из жидкости в стекло. Угол падения  $\alpha = 60^\circ$ , угол преломления  $\beta = 50^\circ$ . При каком угле падения пучок света, отраженный от границы раздела этих сред, будет максимально поляризован? Под каким углом падения будет наблюдаться полное внутреннее отражение. Решение проиллюстрировать чертежом.

90. Во сколько раз будет ослаблен луч естественного света, если его пропустить через два поляризатора, оптические оси которых составляют угол  $60^\circ$ ? Поглощением света пренебречь. Сделать чертеж и вывести закон Малюса.

91. На пути монохроматического света с длиной волны  $\lambda = 0,6$  мкм находится плоскопараллельная стеклянная пластина толщиной  $d = 0,1$  мм. Свет падает на пластину нормально. На какой угол ( $\varphi$  следует повернуть пластину, чтобы оптическая длина пути  $L$  изменилась на  $\lambda/2$ ?

92. Радиус  $r_4$  четвертой зоны Френеля для плоского волнового фронта равен 3 мм. Определить радиус  $r_6$  шестой зоны Френеля.

93. Пучок естественного света падает на стеклянную ( $n = 1,6$ ) призму (рис. 1). Определить двугранный угол  $\varphi$  призмы, если отраженный пучок максимально поляризован.

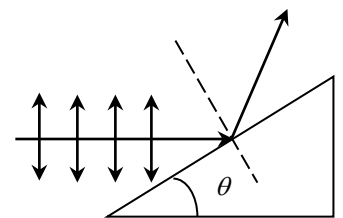


Рис. 1.

94. Между двумя скрещёнными николями помещают клин переменной толщины. При какой минимальной толщине клина на пути монохроматического луча, вышедшего из поляризатора, интенсивность света, прошедшего через анализатор, максимальна? Постоянная вращения плоскости поляризации в кварце  $29,7^\circ$  на 1 мм.

95. Установка для получения колец Ньютона освещается белым светом, падающим по нормали к поверхности пластинки. Радиус кривизны линзы  $R = 5$  м. Наблюдение ведётся в проходящем свете. Найти радиусы четвёртого синего кольца ( $\lambda = 400$  нм) и третьего красного кольца ( $\lambda = 630$  нм).

96. Найти все длины волн видимого света (от 0,76 до 0,38 мкм), которые будут: 1) максимально усилены; 2) максимально ослаблены при оптической разности хода  $\Delta$  интерферирующих волн, равной 1,8 мкм.

97. 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. Сколько зон Френеля укладывается в отверстии? Темное или светлое пятно получится в центре дифракционной картины, если в месте наблюдений поместить экран?

98. На какой угловой высоте  $\varphi$  над горизонтом должно находиться Солнце, чтобы солнечный свет, отраженный от поверхности воды, был полностью поляризован?

99. На мыльную плёнку падает белый свет под углом  $45^\circ$  к поверхности. При какой наименьшей толщине плёнки отражённые лучи будут окрашены в жёлтый цвет ( $\lambda = 600$  нм)? Показатель преломления мыльной воды  $n = 1,33$ .

100. Установка для получения колец Ньютона освещается монохроматическим светом, падающим по нормали к поверхности пластинки. Наблюдение ведётся в отражённом свете. Радиусы двух соседних колец равны  $r_k = 4,0$  мм и  $r_{k+1} = 4,38$  мм. Радиус кривизны линзы  $R = 6,4$  м. Найти порядковые номера колец и длину волны  $\lambda$  падающего света.

101. Расстояние  $d$  между двумя щелями в опыте Юнга равно 1 мм, расстояние  $l$  от щелей до экрана равно 3 м. Определить длину волны  $\lambda$ , испускаемой источником монохроматического света, если ширина  $b$  полос интерференции на экране равна 1,5 мм.

102. Плоская световая волна ( $\lambda = 0,5$  мкм) падает нормально на диафрагму с круглым отверстием диаметром  $d = 1$  см. На каком расстоянии  $b$  от отверстия должна находиться точка наблюдения, чтобы отверстие открывало: 1) одну зону Френеля? 2) две зоны Френеля?

103. Угол Брюстера  $\epsilon_B$  при падении света из воздуха на кристалл каменной соли равен  $57^\circ$ . Определить скорость света в этом кристалле.

104. Определите радиус третьей зоны Френеля, если расстояние от точечного источника света ( $\lambda = 0,6$  мкм) до волновой поверхности и от волновой поверхности до точки наблюдения равно  $1,5$  м.

5. Пучок света ( $\lambda = 582$  нм) падает перпендикулярно к поверхности стеклянного клина. Угол клина  $20^\circ$ . Какое число  $k_0$  тёмных интерференционных полос приходится на единицу длины клина? Показатель преломления стекла  $n = 1,5$ .

105. В опыте Юнга расстояние  $d$  между щелями равно  $0,8$  мм, длина волны  $\lambda = 640$  нм. На каком расстоянии  $l$  от щелей следует расположить экран, чтобы ширина  $b$  интерференционной полосы оказалась равной  $2$  мм?

106. Вычислить радиус  $p_5$  пятой зоны Френеля для плоского волнового фронта ( $\lambda = 0,5$  мкм), если построение делается для точки наблюдения, находящейся на расстоянии  $b = 1$  м от фронта волны.

107. Алмазная призма находится в некоторой среде с показателем преломления  $n_1$ . Пучок естественного света падает на призму так, как это показано на рис. 2. Определить показатель преломления  $n_1$  среды, если отражённый пучок максимально поляризован

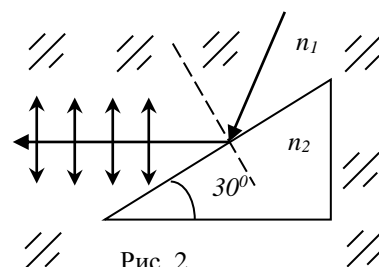


Рис. 2.

108. Пучок плоскополяризованного света, длина волны которого в вакууме равна  $589$  нм, падает на пластинку исландского шпата перпендикулярно его оптической оси. Найти длины волн обыкновенного и необыкновенного лучей в кристалле, если показатели преломления исландского шпата для обыкновенного и для необыкновенного лучей соответственно  $1,66$  и  $1,49$ . Построить фронт волны обыкновенного и необыкновенного лучей.

109. При фотографировании спектра Солнца было найдено, что жёлтая спектральная линия ( $\lambda = 589$  нм) в спектрах, полученных от левого и правого краёв Солнца, была смещена на  $\Delta\lambda = 0,008$  нм. Найти скорость  $v$  вращения солнечного диска.

110. В опыте с зеркалами Френеля расстояние  $d$  между мнимыми изображениями источника света равно  $0,5$  мм, расстояние  $l$  от них до экрана равно  $3$  м. Длина волны  $\lambda = 0,6$  мкм. Определить ширину  $b$  полос интерференции на экране.

111. На узкую щель падает нормально монохроматический свет. Угол  $\varphi$  отклонения пучков света, соответствующих второй светлой дифракционной полосе, равен  $1^\circ$ . Скольким длинам волн падающего света равна ширина щели?

112. Параллельный пучок естественного света падает на сферическую каплю воды. Найти угол  $\varphi$  между отражённым и падающим лучами в точке  $A$  (рис. 3).

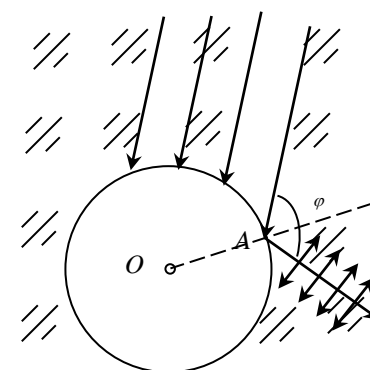


Рис. 3.

113. На какой угловой высоте  $\varphi$  над горизонтом должно находиться Солнце, чтобы солнечный свет, отражённый от поверхности воды, был полностью поляризован?

114. Во сколько раз ослабевает свет, проходя сквозь два николя, плоскости поляризации которых составляют угол  $63^\circ$ ? Каждый из николей в отдельности ослабляет свет на  $10\%$  за счёт поглощения.

115. Пучок монохроматических ( $\lambda = 0,6$  мкм) световых волн падает под углом  $\epsilon_1 = 30^\circ$  на находящуюся в воздухе мыльную пленку ( $n = 1,3$ ). При какой наименьшей толщине  $d$  пленки отражение световых волн будут максимально ослаблены интерференцией? максимально усилены?

116. Дифракционная решетка освещена нормально падающим монохроматическим светом. В дифракционной картине максимум второго порядка отклонен на угол  $\varphi_1 = 14^\circ$ . На какой угол  $\varphi_2$  отклонен максимум третьего порядка?

117. Пучок естественного света, идущий в воде, отражается от грани алмаза, погруженного в воду. При каком угле падения  $\epsilon_B$  отражённый свет полностью поляризован?

118. Определить длину волны монохроматического света, падающего нормально на дифракционную решетку, если угол между спектрами 1-го и 2-го порядков равен  $4^\circ 36'$ , а постоянная решётки  $6$  мкм. Найти расстояние на экране между двумя симметричными максимумами спектра второго порядка, если расстояние от линзы до экрана  $0,5$  м.

119. Алмаз ( $n_1 = 2,42$ ) погружен в воду ( $n_2 = 1,33$ ). При каком угле падения луча света на кристалл отражённый луч будет максимально поляризованным? Определить для алмаза, находящегося в воде, угол полного внутреннего отражения. Сделать чертеж.

120. На мыльную пленку ( $n = 1,3$ ), находящуюся в воздухе, падает нормально пучок лучей белого света. При какой наименьшей толщине  $d$  пленки отраженный свет с длиной волны  $\lambda = 0,55$  мкм окажется максимально усиленным в результате интерференции?

121. Дифракционная решетка содержит  $n = 200$  штрихов на 1 мм. На решетку падает нормально монохроматический свет ( $\lambda = 0,6$  мкм). Максимум какого наибольшего порядка дает эта решетка?

122. Пучок естественного света падает на стеклянный шар ( $n=1,54$ ). Найти угол  $\gamma$  между преломленным и падающим пучками в точке  $A$  (рис. 4).

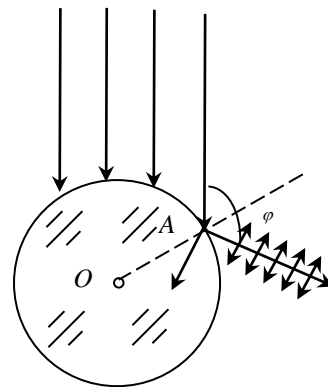


Рис. 4.

123. Для устранения отражения света на поверхность стеклянной линзы нанесена пленка вещества с показателем преломления  $n = 1,2$ . При какой наименьшей толщине этой пленки отражение света с длиной волны 0,6 мкм не будет наблюдаться, если падает нормально? Показатель преломления стекла 1,5.

124. В интерферометре Жамана на пути интерференционных лучей помещены две одинаковые трубки с воздухом ( $n_1=1,000292$ ). При замене одной на них такой же трубкой с хлором ( $n_2=1,000773$ ) интерференционная картина сместилась на 190 полос. Длина трубки 20 см. Найти длину волны монохроматического источника.

125. Определить длину  $l_1$  отрезка, на котором укладывается столько же длин волн в вакууме, сколько их укладывается на отрезке  $l_2 = 3$  мм в воде.

126. Сколько штрихов на каждый миллиметр содержит дифракционная решетка, если при наблюдении в монохроматическом свете ( $\lambda = 0,6$  мкм) максимум пятого порядка отклонен на угол  $\varphi = 18^\circ$ ?

127. Пучок естественного света падает на стеклянный шар, находящийся в воде. Найти угол  $\varphi$  между отраженным и падающим лучами в точке  $A$  (рис. 5). Показатель преломления  $n$  стекла принять равным 1,58.

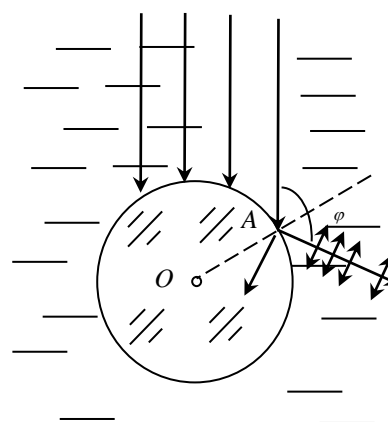


Рис. 5.

128. Два луча приходят в точку наблюдения от двух когерентных источников с разностью хода  $\Delta = 6$  мкм. Максимум или минимум освещенности будет наблюдаться в данной точке? Какова разность фаз между колебаниями, пришедшими в точку наблюдения? Длина волны света  $\lambda = 6 \cdot 10^{-7}$  м. Вывести формулу, связывающую оптическую разность хода и разность фаз.

129. С помощью бипризмы Френеля получают два когерентных мнимых точечных источника света, отстающих друг от друга на 1 мм. Найти расстояние от источников до экрана, если 5-ый наблюдаемый максимум расположен на расстоянии 5 мм от центра экрана. Длина волны 0,6 мкм. Сделать чертёж и вывести расчётную формулу.

130. Какой длины  $l_1$  путь пройдет фронт волны монохроматического света в вакууме за то же время, за какое он проходит путь длиной  $l_2 = 1$  м в воде?

131. На дифракционную решетку, содержащую  $n = 100$  штрихов на 1 мм, падает нормально монохроматический свет. Зрительная труба спектрометра наведена на максимум третьего порядка. Чтобы навести трубу на другой максимум того же порядка, ее нужно повернуть на угол  $\Delta\varphi = 20^\circ$ . Определить длину волны  $\lambda$  света.

132. Пучок света переходит из жидкости в стекло. Угол падения  $\alpha = 60^\circ$ , угол преломления  $\beta = 50^\circ$ . При каком угле падения пучок света, отраженный от границы раздела этих сред, будет максимально поляризован? Под каким углом падения будет наблюдаться полное внутреннее отражение. Решение проиллюстрировать чертежом.

133. На прозрачную плёнку ( $n=1,3$ ) нормально падает свет  $\lambda=600$  нм. При какой минимальной толщине плёнки отражённые лучи максимально усиливают друг друга? Каков будет ответ задачи, если плёнка лежит на поверхности воды?

134. В опыте с интерферометром Майкельсона для смещения интерференционной картины на 500 полос потребовалось переместить одно из зеркал на расстояние 0,161 мм. Найти длину волны падающего света.

135. Оптическая разность хода  $\Delta$  двух интерферирующих волн монохроматического света равна  $0,3\lambda$ . Определить разность фаз  $\Delta\varphi$ .

136. На дифракционную решетку, содержащую  $n = 400$  штрихов на 1 мм, падает нормально монохроматический свет ( $\lambda = 0,6$  мкм). Найти общее число дифракционных максимумов, которые дает эта решетка. Определить угол  $\varphi$  дифракции, соответствующий последнему максимуму.

137. Во сколько раз уменьшилась интенсивность света, прошедшего через анализатор, по сравнению с интенсивностью естественного света, падающего на поляризатор? Какова должна быть толщина пластинки, чтобы монохроматический свет, с которым проводился опыт, не прошел через анализатор? Угол между осями  $\alpha = 53^\circ$ .

138. На дифракционную решетку, содержащую  $n = 3600$  штрихов на 1 мм, падает нормально белый свет. Спектр проецируется помещенной вблизи решетки линзой на экран. Определить длину спектра первого порядка на

экране, если расстояние от линзы до экрана  $L = 1,2$  м. Границы видимого спектра:  $\lambda_{кр} = 780$  нм,  $\lambda_{ф} = 400$  нм. Сколько максимумов для  $\lambda_{ф}$  наблюдается на экране?

139. Предельный угол полного внутреннего отражения света на границе жидкости с воздухом равен  $43^\circ$ . Определить углы Брюстера для падения луча из воздуха на поверхность жидкости и наоборот. Определить скорость света в жидкости.

140. Расстояние  $d$  между двумя когерентными источниками света ( $\lambda = 0,5$  мкм) равно  $0,1$  мм. Расстояние  $b$  между интерференционными полосами на экране в средней части интерференционной картины равно  $1$  см. Определить расстояние  $l$  от источников до экрана.

141. На щель шириной  $a = 0,05$  мм падает нормально монохроматический свет ( $\lambda = 0,6$  мкм). Определить угол  $\varphi$  между первоначальным направлением пучка света и направлением на четвертую темную дифракционную полосу.

142. Луч света падает из воздуха на стеклянную пластинку ( $n_{ст} = 1,5$ ), закрепленную на поверхности воды ( $n_в = 1,33$ ). Найти углы падения луча, при которых луч, отраженный от стекла, и луч, отраженный от поверхности воды, максимально поляризованы. Сделать чертежи.

143. При прохождении света через слой 10-ти процентного сахарного раствора толщиной  $15$  см плоскость поляризации света повернулась на угол  $12,9^\circ$ . В другом растворе, взятом в слое толщиной  $12$  см, плоскость поляризации повернулась на  $7,2^\circ$ . Найти концентрацию второго раствора.

144. Расстояние между двумя когерентными источниками  $1,1$  мм, а расстояние от источников до экрана  $2,5$  м. Источники испускают монохроматический свет с длиной волны  $0,55$  мкм. Определить число интерференционных полос, приходящихся на  $1$  см длины экрана. Сделать чертёж и вывести расчетную формулу.

145. Два параллельных пучка световых волн  $I$  и  $II$  падают на стеклянную призму с преломляющим углом  $\theta = 30^\circ$  и после преломления выходят из нее (рис. 6). Найти оптическую разность хода  $\Delta$  световых волн после преломления их призмой.

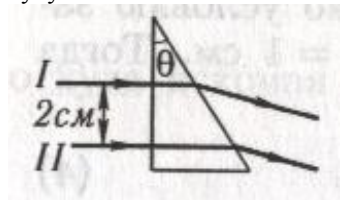


Рис. 6.

146. На щель шириной  $a = 0,1$  мм падает нормально монохроматический свет ( $\lambda = 0,5$  мкм). За щелью помещена собирающая линза, в фокальной плоскости которой находится экран. Что будет наблюдаться на экране, если угол  $\varphi$  дифракции равен: 1)  $17'$ ; 2)  $43'$ .

147. Во сколько раз будет ослаблен луч естественного света, если его пропустить через два поляризатора, оптические оси которых составляют угол  $60^\circ$ ? Поглощением света пренебречь. Сделать чертёж и вывести закон Малюса.

148. Луч света проходит через жидкость, налитую в стеклянный сосуд, и отражается от дна. Отраженный луч полностью поляризован при падении его на дно сосуда под углом  $42^\circ 37'$ . Найти показатель преломления жидкости. Определить, под каким углом должен падать на дно сосуда луч света, идущий в этой жидкости, чтобы наступило полное внутреннее отражение. Показатель преломления стекла  $n_{ст} = 1,5$ . Сделать чертёж.

149. Кольца Ньютона образуются между плоским стеклом и линзой с радиусом кривизны  $12,1$  м. Монохроматический свет падает нормально. Диаметр второго светлого кольца в отраженном свете равен  $6,6$  мм. Найти длину волны падающего света. Сделать чертёж. Вывести расчетную формулу.

150. В опыте Юнга щели освещались монохроматическим светом с длиной волны  $\lambda = 600$  нм, расстояние щелями  $2$  мм, расстояние от них до экрана  $3$  м. Найти расстояний от 3-го и 4-го максимумов до центра экрана. Сделать рисунок.

151. Поверхность предмета покрывает тонкая прозрачная пленка ( $n = 1,2$ ) таким образом, что в отраженном свете, падающем нормально, предмета окрашен в фиолетовый цвет ( $\lambda = 4 \cdot 10^{-7}$  м). Определить минимальную толщину пленки, если показатель преломления вещества предмета больше показателя преломления пленки.

152. На дифракционную решетку нормально падает параллельный пучок монохроматического света с длиной волны  $\lambda$ . Под каким углом будет наблюдаться третий дифракционный максимум света в спектре решетки? Сколько максимумов наблюдается в спектре, если период дифракционной решетки  $6\lambda$ ?

153. Для измерения показателя преломления аммиака в одно плечо интерферометра Майкельсона трубку длиной  $l = 14$  см, из которой выкачан воздух. Концы трубки закрыты плоскопараллельными стёклами. При заполнении трубки аммиаком интерференционная картина сместилась на  $180$  полос. Найти показатель преломления аммиака, если  $\lambda = 0,59$  мкм.

154. Спектр дифракционной решетки, имеющий  $100$  штрихов на  $1$  мм, проецируется на экран, расположенный параллельно решетке на расстоянии  $1,8$  м от неё. Определить длину волны монохроматического света, падающего нормально на решетку, если расстояние от спектра 2-го порядка до центральной, светлой полосы составляет  $21,4$  см,  $n$  наибольший порядок наблюдаемого спектра.

155. Два когерентных источника света, полученных с помощью бипризмы Френеля, находятся на расстоянии  $d = 0,1$  мм друг от друга. На экране, параллельном отрезку  $d$ , наблюдается интерференционная картина, причем 5-й максимум отстоит от центра экрана на  $5$  мм. Найти расстояние между экраном и линией, соединяющей источники, если  $\lambda = 0,6$  мкм.

156. Дать схему получения когерентных источников с помощью бипризмы Френеля и схему к выводу формулы связывающей расстояние между источниками.
157. На мыльную плёнку падает белый свет под углом  $60^\circ$ . При какой наименьшей толщине плёнки отраженные лучи будут окрашены в красный цвет ( $\lambda=0,65$  мкм)? Показатель преломления мыльной воды 1,33.
158. Определить минимальную толщину этой плёнки, при которой отражённые лучи той же длины волны усиливаются, если плёнка находится на стеклянной поверхности ( $n=1,6$ ).
159. При заполнении находящейся на пути одного из интерферирующих лучей в интерферометре Жамена пустой трубки длиной 5 см кислородом происходит смещение интерференционных полос ( $n=1,000272$ ). Какую толщину должен иметь компенсирующий стеклянный клин ( $n_{cm}=1,5$ ) на пути второго луча, чтобы восстановилась первоначальная картина?
160. Сколько штрихов на 1 мм длины имеет дифракционная решетка, если зеленая линия ртути ( $\lambda=0,55$  мкм) в спектре первого порядка видна под углом  $20^\circ$ ? Сколько максимумов наблюдается в дифракционном спектре? Нарисовать схему получения первого дифракционного максимума, соответствующего условию задачи.
161. Луч света падает из воздуха на стеклянную пластинку ( $n_{ст}=1,5$ ), закрепленную на поверхности воды ( $n_в=1,33$ ). Найти углы падения луча, при которых луч, отражённый от стекла, и луч, отражённый от поверхности воды, максимально поляризованы. Сделать чертежи.
162. В опыте с зеркалами Френеля расстояние между мнимыми когерентными источниками 0,5 мм, расстояние от них до экрана 5 м. В монохроматическом свете на экране получились интерференционные полосы на расстоянии 5 мм друг от друга. Найти длину волны света. Дать схему получения когерентных источников с помощью зеркал Френеля и схему к выводу расчетной формулы.
163. На пленку из глицерина толщиной 0,13 мкм, находящуюся на поверхности воды, падает белый свет. Какова длина волны, соответствующая цвету плёнки в отражённом свете, если угол падения лучей  $45^\circ$ ? Показатель преломления глицерина  $n_г=1,47$ , показатель преломления воды  $n_в=1,33$ .
164. На пути одного из лучей интерферометра Жамена поместили трубку длиной 12 см, из которой выкачан воздух. При заполнении трубки хлором интерференционная картина сместилась на 154 полосы. Длина волна монохроматического света 600 нм. Найти показатель преломления хлора.
165. На дифракционную решётку падает пучок света. При повороте гониометра на некоторый угол в поле зрения видна линия  $\lambda=0,44$  мкм. В спектре третьего порядка. Какие другие спектральные линии будут видны под тем же углом? Сделать чертеж и вывести расчётную формулу.
166. Луч света проходит через жидкость, налитую в стеклянный сосуд, и отражается от дна. Отражённый луч полностью поляризован при падении его на дно сосуда под углом  $42^\circ 37'$ . Найти показатель преломления жидкости. Определить, под каким углом должен падать на дно сосуда луч света, идущий в этой жидкости, чтобы наступило полное внутреннее отражение. Показатель преломления стекла  $n_{ст}=1,5$ . Сделать чертёж.
167. Расстояние от щелей до экрана в опыте Юнга 1 м. Определить расстояние между щелями, если на 1 см экрана укладывается 10 тёмных интерференционных полос. Длина волны 0,7 мкм. Сделать чертеж и вывести расчётную формулу.
168. Угол между главными плоскостями поляризатора и анализатора равен  $45^\circ$ . Во сколько раз уменьшится интенсивность света, выходящего из анализатора, если угол увеличить до  $60^\circ$ ? Сделать чертеж. Вывести расчётную формулу.
169. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается монохроматическим светом (длина волны 0,5 мкм), падающим нормально. Найти расстояние между 5-м и 20-м светлыми кольцами Ньютона в проходящем свете, если радиус кривизны линзы 10 м.
170. В интерферометр Жамена помещены две одинаковые трубки, заполненные чистым воздухом ( $n_{возд}=1,000292$ ). При замене одной из них такой же трубкой с рудничным воздухом интерференционная картина сместилась на три полосы. Найти показатель преломления рудничного воздуха (метано-воздушной смеси). Длина трубки 20 см, длина волны падающего света 0,6 мкм.
171. В кристалле, для которого предельный угол полного внутреннего отражения равен  $44,42^\circ$ , определить углы падения луча при переходе его из кристалла в воздух и наоборот, при которых отражённые лучи будут максимально поляризованы. Найти скорость света в кристалле. Сделать чертеж.
172. Когерентные источники белого света, расстояние между которыми 0,32 мм, имеют вид узких щелей. Экран, на котором наблюдают интерференцию света от этих источников, находится от них на расстоянии 3,2 м. Найти расстояние между красной ( $\lambda_{кр}=760$  нм) и фиолетовой ( $\lambda_{ф}=400$  нм) линиями второго интерференционного спектра на экране. Сделать чертеж, и вывести расчётную формулу.
173. На мыльную пленку с показателем преломления 1,33 падает белый свет под углом  $45^\circ$ . При какой наименьшей толщине пленки отражённые лучи будут окрашены в желтый цвет с длиной волны  $6 \cdot 10^{-5}$  см.
174. Предельный угол полного внутреннего отражения для алмаза равен  $24^\circ$ . Определять скорость света в алмазе, угол максимальной поляризации при падении света из воды ( $n=1,33$ ) в алмаз и из алмаза в воду. Сделать чертежи.

175. Во сколько раз ослабевает свет, проходя сквозь три николя, если оптические оси первого и второго николей составляют угол  $\varphi_1=30^\circ$ , а оптические оси второго и третьего николей составляют угол  $\varphi_2=60^\circ$ .

176. Чему равен угол между главными оптическими осями поляризатора и анализатора, если интенсивность естественного света, прошедшего через поляризатор и анализатор, уменьшится в 6 раз. Показать ход лучей в призме Николя. Поглощением света пренебречь.

177. Определить расстояние между когерентными источниками белого света, если на экране расстояние между красной и фиолетовой линиями интерференционного спектра 1-го порядка составляет 5,6 мм. Расстояние от источника света до экрана 2,6 м.  $\lambda_{\text{кп}}=760$  нм,  $\lambda_{\text{ф}}=400$  нм. Сделать чертёж и вывести расчетную формулу.

178. Расстояние между 5-м и 25-м светлыми кольцами Ньютона 9 мм. Радиус кривизны линзы 15 м. Наблюдение проводится в отражённом свете. Сделать чертёж. Найти длину волны монохроматического света падающего нормально на установку. Вывести расчетную формулу.

179. Естественный луч проходит через поляризатор и анализатор, поставленные так, что угол между их главными плоскостями равен  $\alpha$ . Поляризатор и анализатор поглощают и отражают по 8 % падающего на них света. Интенсивность луча, вышедшего из анализатора, равна 9 % интенсивности естественного света, падающего на поляризатор. Найти угол  $\alpha$ . Сделать чертёж.

180. В некоторую точку пространства приходят две когерентные волны с геометрической разностью хода 12 мкм. Найти разность фаз колебаний, пришедших в точку наблюдения, если распространение волн происходило в вакууме ( $n=1$ ) и в стекле ( $n=1,5$ ). Длина волны света в вакууме 600 нм. Вывести формулу связывающую разность хода и разность фаз интерферирующих волн. Во сколько раз и каким образом изменяется длина волны и скорость света при переходе его из воздуха в стекло?

181. Найти расстояние между 3-м и 16-м тёмными кольцами Ньютона, если расстояние между 2-м и 20-м кольцами равно 4,8 мм. Наблюдение проводится в отраженном свете.

182. Оптическая разность хода  $\Delta$  двух интерферирующих волн монохроматического света равна  $0,3\lambda$ . Определить разность фаз  $\Delta\varphi$ .

183. Поверхность предмета покрывает тонкая прозрачная пленка ( $n=1,2$ ) таким образом, что в отраженном свете, падающем нормально, предмета окрашен в фиолетовый цвет ( $\lambda=4\cdot 10^{-7}$  м). Определить минимальную толщину пленки, если показатель преломления вещества предмета больше показателя преломления плёнки.

184. Пучок света, идущий в воздухе, падает на поверхность жидкости под углом  $\varepsilon=54^\circ$ . Определить угол преломления  $\varepsilon_2$  пучка, если отраженный пучок полностью поляризован.

185. На прозрачную плёнку ( $n=1,3$ ) нормально падает свет  $\lambda=600$  нм. При минимальной толщине плёнки отражённые лучи максимально усиливают друг друга? Каков будет ответ задачи, если плёнка лежит на поверхности воды?

186. Расстояние между двумя когерентными источниками 1,1 мм, а расстояние от источников до экрана 2,5 м. Источники испускают монохроматический свет с длиной волны 0,55 мкм. Определить число интерференционных полос, приходящихся на 1 см длины экрана. Сделать чертёж и вывести расчетную формулу.

187. Сколько длин волн монохроматического света с частотой колебаний  $\nu=5\cdot 10^{14}$  Гц уложится на пути длиной  $l=1,2$  мм: 1) в вакууме; 2) в стекле?

188. Плоская световая волна падает нормально на диафрагму с круглым отверстием. В результате дифракции в некоторых точках оси отверстия, находящихся на расстояниях  $b_i$  от его центра, наблюдаются максимумы интенсивности. 1. Получить вид функции  $b=f(r, \lambda, n)$ , где  $r$  — радиус отверстия;  $\lambda$  — длина волны;  $n$  — число зон Френеля, открываемых для данной точки оси отверстием. 2. Сделать то же самое для точек оси отверстия, в которых наблюдаются минимумы интенсивности.

189. Пучок света, идущий в воздухе, падает на поверхность жидкости под углом  $\varepsilon=54^\circ$ . Определить угол преломления  $\varepsilon_2$  пучка, если отраженный пучок полностью поляризован.

190. В интерферометре Жамена на пути интерферирующих лучей помещены две одинаковые трубки закрытые прозрачными пластинками. Одна заполнена воздухом при нормальных условиях, а из другой он выкачан. Найти показатель преломления воздуха если длина трубок 5 см и при выкачивании воздуха интерференционная картина сместилась на 20 полос. Для наблюдения использован монохроматический свет с длиной волны  $\lambda=0,73$  мкм.

191. Во сколько раз уменьшилась интенсивность света, прошедшего через анализатор, по сравнению с интенсивностью естественного света, падающего на поляризатор? Какова должна быть толщина пластинки, чтобы монохроматический свет, с которым проводился опыт, не прошел через анализатор? Угол между осями  $\alpha=53^\circ$ .

192. Найти все длины волн видимого света (от 0,76 до 0,38 мкм), которые будут: 1) максимально усилены; 2) максимально ослаблены при оптической разности хода  $\Delta$  интерферирующих волн, равной 1,8 мкм.

193. 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. Сколько зон Френеля укладывается в отверстие? Темное или светлое пятно получится в центре дифракционной картины, если в месте наблюдений поместить экран?

194. На какой угловой высоте  $\varphi$  над горизонтом должно находиться Солнце, чтобы солнечный свет, отраженный от поверхности воды, был полностью поляризован?

195.4. На мыльную плёнку падает белый свет под углом  $45^\circ$  к поверхности. При какой наименьшей толщине плёнки отражённые лучи будут окрашены в жёлтый цвет ( $\lambda=600$  нм)? Показатель преломления мыльной воды  $n=1,33$ .

196. Установка для получения колец Ньютона освещается монохроматическим светом, падающим по нормали к поверхности пластинки. Наблюдение ведётся в отражённом свете. Радиусы двух соседних колец равны  $r_k=4,0$  мм и  $r_{k+1}=4,38$  мм. Радиус кривизны линзы  $R=6,4$  м. Найти порядковые номера колец и длину волны  $\lambda$  падающего света.

197. Пучок монохроматических ( $\lambda = 0,6$  мкм) световых волн падает под углом  $\varepsilon_1 = 30^\circ$  на находящуюся в воздухе мыльную пленку ( $n = 1,3$ ). При какой наименьшей толщине  $d$  пленки отражение световых волн будут максимально ослаблены интерференцией? максимально усилены?

198. Дифракционная решетка освещена нормально падающим монохроматическим светом. В дифракционной картине максимум второго порядка отклонен на угол  $\varphi_1 = 14^\circ$ . На какой угол  $\varphi_2$  отклонен максимум третьего порядка?

199. Пучок естественного света, идущий в воде, отражается от грани алмаза, погруженного в воду. При каком угле падения  $\varepsilon_B$  отраженный свет полностью поляризован?

200. Определить длину волны монохроматического света, падающего нормально на дифракционную решетку, если угол между спектрами 1-го и 2-го порядков равен  $4^\circ 36'$ , а постоянная решётки 6 мкм. Найти расстояние на экране между двумя симметричными максимумами спектра второго порядка, если расстояние от линзы до экрана 0,5 м.

201. Алмаз ( $n_1=2,42$ ) погружен в воду ( $n_2= 1,33$ ). При каком угле падения луча света на кристалл отраженный луч будет максимально поляризованным? Определить для алмаза, находящегося в воде, угол полного внутреннего отражения. Сделать чертеж.

202. Пучок монохроматических ( $\lambda = 0,6$  мкм) световых волн падает под углом  $\varepsilon_1 = 30^\circ$  на находящуюся в воздухе мыльную пленку ( $n = 1,3$ ). При какой наименьшей толщине  $d$  пленки отражение световых волн будут максимально ослаблены интерференцией? максимально усилены?

203. Дифракционная решетка освещена нормально падающим монохроматическим светом. В дифракционной картине максимум второго порядка отклонен на угол  $\varphi_1 = 14^\circ$ . На какой угол  $\varphi_2$  отклонен максимум третьего порядка?

204. Пучок естественного света, идущий в воде, отражается от грани алмаза, погруженного в воду. При каком угле падения  $\varepsilon_B$  отраженный свет полностью поляризован?

205. Определить длину волны монохроматического света, падающего нормально на дифракционную решетку, если угол между спектрами 1-го и 2-го порядков равен  $4^\circ 36'$ , а постоянная решётки 6 мкм. Найти расстояние на экране между двумя симметричными максимумами спектра второго порядка, если расстояние от линзы до экрана 0,5 м.

206. Алмаз ( $n_1=2,42$ ) погружен в воду ( $n_2= 1,33$ ). При каком угле падения луча света на кристалл отраженный луч будет максимально поляризованным? Определить для алмаза, находящегося в воде, угол полного внутреннего отражения. Сделать чертеж.

207. Два когерентных источника света, полученных с помощью бипризмы Френеля, находятся на расстоянии  $d = 0,1$  мм друг от друга. На экране, параллельном отрезку  $d$ , наблюдается, интерференционная картина, причем 5-й максимум отстоит от центра экрана на 5 мм. Найти расстояние между экраном и линией, соединяющей источники, если  $\lambda=0,6$  мкм.

208. Дать схему получения когерентных источников с помощью бипризмы Френеля и схему к выводу формулы связывающей расстояние между источниками.

209. На мыльную плёнку падает белый свет под углом  $60^\circ$ . При какой наименьшей толщине плёнки отраженные лучи будут окрашены в красный цвет ( $\lambda=0,65$  мкм)? Показатель преломления мыльной воды 1,33.

210. Определить минимальную толщину этой плёнки, при которой отражённые лучи той же длины волны усиливаются, если плёнка находится на стеклянной поверхности ( $n=1,6$ ).

211. При заполнении находящейся на пути одного из интерферирующих лучей в интерферометре Жамана пустой трубки длиной 5 см кислородом происходит смещение интерференционных полос ( $n=1,000272$ ). Какую толщину должен иметь компенсирующий стеклянный клин ( $n_{ст}=1,5$ ) на пути второго луча, чтобы восстановилась первоначальная картина?

212. Сколько штрихов на 1 мм длины имеет дифракционная решетка, если зеленая линия ртути ( $\lambda=0,55$  мкм) в спектре первого порядка видна под углом  $20^\circ$ ? Сколько максимумов наблюдается в дифракционном спектре? Нарисовать схему получения первого дифракционного максимума, соответствующего условию задачи.

213. Луч света падает из воздуха на стеклянную пластинку ( $n_{ст}=1,5$ ), закрепленную на поверхности воды ( $n_в =$

1,33). Найти углы падения луча, при которых луч, отражённый от стекла, и луч, отражённый от поверхности воды, максимально поляризованы. Сделать чертежи.

214. Оценить, какие минимальные по размерам детали предмета можно различить в микроскопе, если для освещения используется зеленый свет ( $\lambda = 550$  нм)? Фокусное расстояние объектива микроскопа  $F = 2,5$  мм, диаметр  $D = 3$  мм. (Предмет расположен приблизительно на фокусном расстоянии от объектива).

215. Какую длину волны должен иметь фотон, чтобы его масса была равна массе покоящегося электрона.

216. На поверхность дифракционной решетки нормально падает монохроматический свет. Постоянная решетки  $d$  в 3,5 раза больше длины волны  $\lambda$ . Какое общее число максимумов  $n_{\text{max}}$  можно наблюдать в данном случае?

217. Какая мощность солнечного излучения попадает на квадратный метр земной поверхности вблизи экватора, когда Солнце находится в зените? Поверхность Солнца излучает как черное тело, имеющее температуру 5500 К. Радиус Солнца  $6,96 \cdot 10^8$  м. Расстояние от Земли до Солнца  $1,49 \cdot 10^8$  км.

218. Определить изменение длины волны гамма-кванта при комптоновском рассеянии на свободном неподвижном электроне, если рассеяние произошло на угол  $60^\circ$ . Какова энергия рассеянного  $\gamma$ -кванта, если до рассеяния энергия составляла 3,2 МэВ.

219. Пучок естественного света последовательно проходит через три николя, углы между главными сечениями которых равны  $60^\circ$  и  $45^\circ$ . Какая доля первоначального потока света выйдет из этой системы? Потери пренебречь.

220. Пластинку кварца, вырезанную перпендикулярно оптической оси, поместили между двумя параллельными николями. При какой минимальной толщине пластинки свет совсем не пройдет через систему (постоянная вращения кварца  $17$  град/мм)?

221. Свет прошел 20 см в сероуглероде. Какой путь пройдет свет за то же время в воде? Показатель преломления сероуглерода равен 1,63; воды 1,33.

222. Между стеклянной пластиной и лежащей на ней плосковыпуклой линзой находится жидкость. Найти показатель преломления жидкости, если радиус восьмого темного кольца Ньютона при наблюдении в отраженном свете с длиной волны 0,7 мкм равен 2 мм. Радиус кривизны линзы 1 м.

223. На сколько изменится оптическая разность хода, если два точечных когерентных источника света, находящиеся в воздухе на расстоянии 1,5 см друг от друга, поместить в сероуглерод (показатель преломления 1,63)? Задачу решить для точки, лежащей на расстоянии 30 см от одного из источников по направлению перпендикуляра к прямой, соединяющей источники.

224. Определить длину волны монохроматического света, падающего нормально на дифракционную решетку с периодом 2,2 мкм, если угол между максимумами первого и второго порядка равен  $15^\circ$ .

225. Угол преломления луча жидкостью, при падении из воздуха на границу раздела, равен  $36^\circ$ . Определить показатель преломления этой жидкости, если отраженный от ее поверхности луч полностью поляризован.

226. В состав минерала (лабрадорита) входит анортит с показателем преломления 1,59 и альбит с показателем преломления 1,53. Альбит и анортит в лабрадорите образуют тонкие чередующиеся слои, что приводит к интерференционному усилению отражения для некоторых цветовых оттенков света (явление называется иризацией). Оценить минимальную толщину слоев, которые могут вызвать иризацию, если она наблюдается под прямым углом к поверхности образца. Цвет иризации образца фиолетовый. ( $\lambda = 450$  нм).

227. Какая мощность солнечного излучения попадает на квадратный метр земной поверхности вблизи экватора, когда Солнце находится в зените? Поверхность Солнца излучает как черное тело, имеющее температуру 5500 К. Радиус Солнца  $6,96 \cdot 10^8$  м. Расстояние от Земли до Солнца  $1,49 \cdot 10^8$  км.

228. В результате упругого столкновения  $\gamma$ -кванта со свободным неподвижным электроном  $\gamma$ -квант был рассеян на угол  $30^\circ$  к первоначальному направлению движения. Энергия рассеянного  $\gamma$ -кванта 1,5 МэВ. Найти начальную энергию  $\gamma$ -кванта.

229. На мыльный пузырь с толщиной стенок 0,15 мкм параллельным пучком падает свет от лампы накаливания. Определить, какая длина волны света будет эффективно отражаться от стенок пузыря, если наблюдение ведётся под углом  $45^\circ$  к его поверхности. Показатель преломления мыльной плёнки равен 1,33. Толщину стенок пузыря считать одинаковой.

230. Определить радиус четвертого темного кольца Ньютона в отраженном свете, если между линзой и пластиной налита вода (показатель преломления 1,33). Длина волны равна 589 нм. Радиус кривизны линзы 2 метра.

231. Сколько штрихов на 1 мм содержит дифракционная решетка, если при наблюдении в монохроматическом свете (длина волны 600 нм) максимум пятого порядка наблюдается под углом  $18^\circ$ ?

232. Электрон движется по окружности радиусом  $r = 0,5$  см в однородном магнитном поле с индукцией  $B = 8$  мТл. Определить длину волны де Бройля для этого электрона.

233. Спектр излучения водородной трубки получен с помощью дифракционной решетки с постоянной

0,01 мм и линзы с фокусным расстоянием 40 см. Вычислить, на каком расстоянии друг от друга находятся спектральные линии с длинами волн 656 нм и 486 нм в спектре третьего порядка.

234. Во сколько раз ослабевает естественный (деполяризованный) свет, проходя сквозь два николя, плоскости поляризации которых составляют угол  $45^\circ$ ? Потери в каждом николе составляют 5%.

235. Угол падения лучей на поверхность жидкости из воздуха равен  $50^\circ$ . Отраженный луч полностью поляризован. Определить угол преломления луча в жидкости и показатель преломления жидкости.

### Таблица вариантов.

№ вари- анта	№№ з а д а ч															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	21	11	39	10	66	41	74	85	209	83	207	81	156	220	104	105
2	12	22	9	38	65	42	73	90	204	88	202	86	155	221	103	106
3	37	8	13	23	64	43	72	95	199	93	197	91	154	222	102	107
4	7	36	24	14	63	44	71	100	194	98	192	96	153	223	101	108
5	15	6	35	25	62	45	70	105	189	103	187	101	152	224	100	109
6	26	16	5	34	61	46	69	110	184	108	182	106	151	225	99	112
7	40	27	17	4	60	47	68	115	179	113	177	111	150	226	98	117
8	28	39	3	18	59	48	67	120	174	118	172	116	149	227	97	112
9	38	2	19	29	58	49	75	125	169	123	167	121	148	228	96	113
10	1	20	30	37	57	50	76	130	164	128	162	126	147	229	95	114
11	36	21	4	11	56	51	77	135	159	133	157	131	146	230	94	115
12	22	35	12	3	55	52	78	140	154	138	152	136	145	231	93	116
13	34	13	5	23	54	53	79	145	149	143	147	141	144	231	92	117
14	14	6	24	33	53	54	80	150	144	148	142	146	143	233	91	118
15	25	15	32	7	52	55	67	155	139	153	137	151	142	234	90	119
16	31	8	16	26	51	56	68	160	134	158	132	156	141	235	89	120
17	40	17	27	10	50	57	69	165	129	163	127	161	140	236	88	121
18	39	28	9	18	49	58	70	170	124	168	122	166	139	165	87	119
19	19	8	38	29	48	59	71	175	119	173	117	171	138	164	86	123
20	7	30	20	37	47	60	72	180	114	178	112	176	137	163	85	124
21	36	6	14	21	46	61	73	185	109	183	107	181	136	162	84	125
22	24	16	5	35	45	62	74	190	104	188	102	186	135	161	83	126
23	34	22	17	4	44	63	75	195	99	193	97	191	134	160	82	127
24	33	18	3	23	43	64	76	200	94	198	92	196	133	159	81	128
25	32	2	25	19	41	65	77	205	89	203	87	201	132	158	80	129
26	1	20	27	31	42	66	78	210	84	208	82	206	131	157	79	130