

Задачи для самостоятельного решения

Интерференция света

задачи 1-40;

Дифракция света

задачи 41-80;

Поляризация света

задачи 81-120;

Тепловое излучение

задачи 121-160;

Фотоны. Давление света

задачи 161-200;

Фотоэффект

задачи 201-221;

Эффект Комптона

задачи 222-236;

Физика атома по Бору

задачи 273-280

Волны де Бройля

задачи 242-252, 266-272;

Соотношение неопределенностей. Уравнение Шредингера. Потенциальные ямы и барьеры

задачи 253-264.

Задачи для самостоятельного решения

1. В опыте Юнга щели освещаются монохроматическим светом с длиной волны $\lambda = 550$ нм, расстояние d между щелями равно 0,5 мм и расстояние l от щелей до экрана 1 м. Определить положение второй световой полосы; положение четвертой темной полосы.
2. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается монохроматическим светом с длиной волны $\lambda = 500$ нм, падающим нормально. Определить толщину d воздушного зазора, образованного плоскопараллельной пластинкой и соприкасающейся с ней плосковыпуклой линзой в том месте, где наблюдается третье темное кольцо в отраженном свете.
3. На линзу с показателем преломления $n_c=1,59$ нормально падает монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 0,60$ мкм. Для устранения потерь света в результате отражения на линзу наносится тонкая пленка. Определить оптимальный показатель преломления пленки и минимальную оптическую толщину пленки.
4. На пути луча, идущего в воздухе, поставили стеклянную пластинку толщиной 1 мм. Как изменится оптическая длина пути луча, если луч будет падать на пластинку: а) нормально, б) под углом 30° ?
5. Определить радиус 4-го темного кольца Ньютона в отраженном свете, если между линзой с радиусом кривизны 5 м и плоской поверхностью, к которой она прижата, находится вода. Свет с длиной волны 0,589 мкм падает нормально.
6. Монохроматический свет с длиной волны 0,5 мкм падает на мыльную пленку $n = 1,3$ толщиной 0,1 мкм, находящуюся в воздухе. Найти наименьший угол падения, при котором пленка в проходящем свете кажется темной.
7. На пленку из глицерина $n = 1,47$ толщиной 0,1 мкм падает белый свет. Каким будет казаться цвет пленки в отраженном свете, если угол падения луча 45° ?
8. Расстояние между двумя когерентными источниками (опыт Юнга) 0,55 мм. Источники испускают свет с длиной волны 550 нм. Каково расстояние от щелей до экрана, если расстояние между соседними темными полосами на нем 1 мм?
9. Найти расстояние между третьим и пятым минимумами на экране, если расстояние двух когерентных источников $\lambda = 0,6$ мкм от экрана 1 м, расстояние между источниками 0,2 мм.
10. Два когерентных источника, расстояние между которыми 0,2 мм, расположены от экрана на расстоянии 1,5 м. Найти длину световой волны, если 3-й интерференционный минимум расположен на расстоянии 12,6 мм от центра картины.

11. На плоскопараллельную пленку с показателем преломления $n = 1,33$ под углом $\alpha = 45^\circ$ падает параллельный пучок белого света. Определить, при какой наименьшей толщине пленки зеркально отраженный свет наиболее сильно окрасится в желтый свет $\lambda = 0,6 \text{ мкм}$.

12. На экране наблюдается интерференционная картина в результате наложения лучей от двух когерентных источников ($\lambda = 500 \text{ нм}$). На пути одного из лучей перпендикулярно ему поместили стеклянную пластинку ($n = 1,6$) толщиной $d = 5 \text{ мкм}$. Определить, на сколько полос сместится при этом интерференционная картина.

13. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается монохроматическим светом с длиной волны $\lambda = 0,6 \text{ мкм}$, падающим нормально. Пространство между линзой и стеклянной пластинкой заполнено жидкостью, и наблюдение ведется в проходящем свете. Радиус кривизны линзы $R = 4 \text{ м}$. Определить показатель преломления жидкости, если радиус второго светлого кольца $r = 1,8 \text{ мм}$.

14. Расстояние между двумя щелями в опыте Юнга $d = 0,5 \text{ мм}$ ($\lambda = 0,6 \text{ мкм}$). Определить расстояние L от щелей до экрана, если ширина интерференционных полос равна 1,2 мм.

15. На стеклянный клин $n = 1,5$ нормально падает монохроматический свет ($\lambda = 698 \text{ нм}$). Определить угол между поверхностями клина, если расстояние l между двумя соседними интерференционными минимумами в отраженном свете равно 2 мм.

16. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается монохроматическим светом, падающим нормально. При заполнении пространства между линзой и стеклянной пластинкой прозрачной жидкостью радиусы темных колец в отраженном свете уменьшились в 1,21 раза. Определить показатель преломления жидкости.

17. Для измерения показателя преломления аммиака в одно из плеч интерферометра Майкельсона помещена закрытая с обеих сторон отканная до высокого вакуума стеклянная трубка длиной $l = 15 \text{ см}$. При заполнении трубки аммиаком интерференционная картина для длины волны $\lambda = 589 \text{ нм}$ сместилась на 192 полосы. Определить показатель преломления аммиака.

18. На пути лучей интерференционного рефрактора помещаются трубы длиной $l = 2 \text{ см}$ с плоскопараллельными стеклянными основаниями, наполненные воздухом ($n_0 = 1,000277$). Одну трубку заполнили хлором, при этом интерференционная картина сместилась на $m = 20$ полос. Определить показатель преломления хлора, если наблюдение производится в монохроматическом свете с длиной волны $\lambda = 589 \text{ нм}$.

19. Определить диаметр второго светлого кольца Ньютона, наблюдаемого в отраженном свете с длиной волны $\lambda = 640 \text{ нм}$, если радиус кривизны плосковыпуклой линзы, лежащей выпуклой стороной на плоской

стеклянной пластине, равен $R = 6,4$ м, а лучи параллельны главной оптической оси линзы.

20. На стеклянный клин нормально к его грани падает монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 0,6$ мкм. В возникшей при этом интерференционной картине на отрезке длиной $l = 1$ см наблюдается 10 полос. Определить преломляющий угол α клина.

21. На тонкий стеклянный клин ($n = 1,55$) падает нормально монохроматический свет. Двугранный угол φ между поверхностями клина равен $2'$. Определить длину световой волны λ , если расстояние l между смежными интерференционными максимумами в отраженном свете равно 0,3 мм.

22. Поверхности стеклянного клина образуют между собой угол $\varphi = 0,2'$. На клин нормально к его поверхности падает пучок лучей монохроматического света с длиной волны $\lambda = 0,55$ мкм. Определить ширину l интерференционной полосы.

23. На тонкий стеклянный клин в направлении нормали к его поверхности падает монохроматический свет ($\lambda = 600$ нм). Определить угол φ между поверхностями клина, если расстояние l между смежными интерференционными минимумами в отраженном свете равно 4 мм.

24. Между двумя плоскопараллельными стеклянными пластинками положили очень тонкую проволочку, расположенную параллельно линии соприкосновения пластинок и находящуюся на расстоянии $l = 75$ мм от нее. В отраженном свете $\lambda = 0,5$ мкм на верхней пластинке видны интерференционные полосы. Определить диаметр d поперечного сечения проволочки, если на протяжении $a = 30$ мм насчитывается $m = 16$ светлых полос.

25. Расстояние Δr_{2-1} между вторым и первым темным кольцами Ньютона в отраженном свете равно 1 мм. Определить расстояние Δr_{10-9} между десятым и девятым кольцами.

26. Плосковыпуклая линза ($n = 1,6$) выпуклой стороной прижата к стеклянной пластинке. Расстояние между первыми двумя кольцами Ньютона, наблюдаемыми в отраженном свете, равно 0,5 мм. Определить оптическую силу линзы, если освещение производится монохроматическим светом с $\lambda = 550$ нм, падающим нормально.

27. Плосковыпуклая линза радиусом кривизны 4 м выпуклой стороной лежит на стеклянной пластинке. Определить длину волны падающего монохроматического света, если радиус пятого светлого кольца в отраженном свете равен 3 мм.

28. Расстояния от бипризмы Френеля до узкой щели и экрана соответственно равны $a = 30$ см и $b = 1,5$ м. Бипризма стеклянная ($n = 1,5$) с преломляющим углом $\varphi = 20'$. Определить длину волны света, если ширина интерференционных полос $\Delta x = 0,65$ мм.

29. Определить, во сколько раз изменится ширина интерференционных полос на экране в опыте с зеркалом Френеля, если фиолетовый светофильтр ($0,4$ мкм) заменить красным ($0,7$ мкм).

30. Если в опыте Юнга на пути одного из интерферирующих лучей поместить перпендикулярно этому лучу тонкую стеклянную пластину ($n = 1,5$), то центральная светлая полоса смещается в положение, первоначально занимаемое пятой светлой полосой. Длина волны $\lambda = 0,5$ мкм. Определить толщину пластины.

31. В опыте с зеркалами Френеля расстояние d между мнимыми изображениями источника света равно $0,5$ мм, расстояние от них до экрана равно 5 м. В желтом свете ширина интерференционных полос равна 6 мм. Определить длину волны желтого света.

32. В опыте Юнга расстояние между щелями $d = 1$ мм, а расстояние L от щелей до экрана равно 3 м. Определить: 1) положение первой светлой полосы; 2) положение третьей темной полосы, если щели освещать монохроматическим светом с длиной волны $\lambda = 0,5$ мкм.

33. Между стеклянной пластиной и лежащей на ней плосковыпуклой стеклянной линзой налита жидкость, показатель преломления которой меньше показателя преломления стекла. Радиус r_8 восьмого темного кольца Ньютона при наблюдении в отраженном свете ($\lambda = 700$ нм) равен 2 мм. Радиус R кривизны выпуклой поверхности линзы равен 1 м. Найти показатель преломления n жидкости.

34. Оптическая разность хода Δ двух интерферирующих волн монохроматического света равна $0,3 \lambda$. Определить разность фаз $\Delta\phi$.

35. 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 интерференционной полосы оказалась равной 2 мм.

36. Плоскопараллельная стеклянная пластинка толщиной $d = 1,2$ мкм с показателем преломления $n = 1,5$ помещена между двумя средами с показателями преломления n_1 и n_2 . Свет с длиной волны $\lambda = 0,6$ мкм падает нормально на пластину. Определить оптическую разность хода Δ волн, отраженных от верхней и нижней поверхностей пластинки, и указать, усиление или ослабление интенсивности света происходит при интерференции в следующих случаях: 1) $n_1 < n < n_2$; 2) $n_1 > n > n_2$; 3) $n_1 < n > n_2$; 4) $n_1 > n < n_2$.

37. На пути одного из интерферирующих лучей в опыте Юнга помещают тонкую стеклянную ($n = 1,52$) пластинку толщиной $2,6$ мкм. Луч света падает на пластинку перпендикулярно. На сколько светлых полос смещается интерференционная картина на экране, если длина световой волны $0,676$ мкм?

38. При какой наименьшей толщине пленки из бензола ($n = 1,5$) при освещении белым светом под углом 30° пленка кажется желтой ($\lambda = 0,59$ мкм) в отраженном свете?

39. На тонкий стеклянный клин ($n = 1,5$) нормально падает монохроматический свет с длиной волны 668 нм. Определить преломляющий угол клина, если линейное расстояние между темными полосами 1,4 мм.

40. В просветленной оптике для устранения отражения света на поверхность линзы наносится тонкая пленка вещества с показателем преломления 1,26, меньшим, чем у стекла. При какой толщине пленки отражение света от линзы не будет наблюдаться? Длина волны падающего света 0,55 мкм, угол падения 30° .

41. Постоянная дифракционной решётки 2,5 мкм. Определить наибольший порядок спектра, общее число главных максимумов в дифракционной картине и угол дифракции в спектре 2-го порядка при нормальном падении монохроматического света с длиной волны 0,62 мкм.

42. Какую разность длин волн $\Delta\lambda$ может разрешить дифракционная решётка с периодом 2,5 мкм шириной 1,5 см в спектре 3-го порядка для зелёных лучей ($\lambda = 0,5$ мкм)?

43. Дифракционная решётка шириной 12 мм содержит 4800 штрихов. Определить число главных максимумов, наблюдаемых в спектре дифракционной решётки для длины волны 0,55 мкм.

44. На дифракционную решётку с периодом 4,8 мкм падает нормально естественный свет. Какие спектральные линии, соответствующие длинам волн в видимой области спектра, будут совпадать в направлении под углом 30° ?

45. Период дифракционной решётки 0,005 мм. Определить число наблюдаемых главных максимумов в спектре для длины волны 0,445 мкм.

46. На дифракционную решётку нормально падает монохроматический свет с длиной волны 0,65 мкм. На экране, расположенным параллельно решётке и отстоящем от неё на расстояние 0,5 м, наблюдается дифракционная картина. Расстояние между дифракционными максимумами первого порядка равно 10 см. Определить постоянную дифракционной решётки и общее число главных максимумов, получаемых с помощью этой решётки.

47. Расстояние между атомными плоскостями кристалла кальция равно 0,3 нм. Определить, при какой длине волны рентгеновского излучения второй дифракционный максимум будет наблюдаться при отражении лучей под углом 30° к поверхности кристалла.

48. Точечный источник света ($\lambda = 550$ нм) расположен перед диафрагмой с круглым отверстием радиусом $r = 2$ мм. Определить расстояние b от диафрагмы до точки наблюдения, если на открытой части волновой

поверхности в плоскости отверстия умещается шесть зон Френеля, а расстояние a от источника до диафрагмы равно 2,1 м.

49. На экран с круглым отверстием радиусом $r = 2$ мм нормально падает параллельный пучок монохроматического света ($\lambda = 500$ нм). Определить число зон Френеля, открываемых отверстием, если расстояние от экрана до точки наблюдения, расположенной на оси отверстия, составляет 2 м. Темное или светлое пятно наблюдается в центре дифракционной картины, если в месте наблюдения помещён экран?

50. Дифракция наблюдается на расстоянии l от точечного источника монохроматического света ($\lambda = 600$ нм). Посередине между источником света и экраном помещён непрозрачный круглый диск диаметром 3 мм. Определить расстояние l , если диск закрывает три зоны Френеля.

51. На узкую щель падает нормально монохроматический свет. Определить его направление на третий дифракционный максимум, если на ширине щели умещается 120 длин волн.

52. На узкую щель шириной $a = 0,02$ мм падает нормально монохроматический свет ($\lambda = 500$ нм). Определить направление света на второй дифракционный максимум (по отношению к первоначальному направлению света).

53. На щель падает нормально монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 0,5$ мкм. Дифракционная картина проецируется на экран, параллельный плоскости щели, с помощью линзы, расположенной вблизи щели. Определить ширину a щели, если расстояние l щели от экрана составляет 1 м, а ширина b центрального дифракционного максимума равна 1 см.

54. Монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 0,6$ мкм падает на длинную прямоугольную щель под углом $\phi_0 = 30^\circ$ к её нормали. Определить ширину a щели, если направление ϕ на первый минимум от центрального фраунгофера максимума составляет 34° .

55. На дифракционную решётку нормально к её поверхности падает монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 600$ нм. Определить постоянную d дифракционной решётки, если наибольший порядок спектра, получаемый с помощью этой решётки, $m_{\max} = 5$.

56. На дифракционную решётку нормально к её поверхности падает монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 0,5$ мкм. Определить число штрихов на 1 см дифракционной решётки, если углу $\phi = 30^\circ$ соответствует дифракционный максимум пятого порядка.

57. На дифракционную решётку длиной $l = 20$ мм, содержащую $N = 3500$ штрихов, нормально к её поверхности падает монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 590$ нм. Определить: общее число максимумов, наблюдаемых в дифракционном спектре; угол дифракции, соответствующий последнему максимуму.

58. На дифракционную решётку, содержащую 100 штрихов на 1 мм, нормально к её поверхности падает монохроматический свет. Вблизи решётки помещена собирающая линза, в фокальной плоскости которой расположен экран, на который проецируется дифракционная картина. Определить длину волны падающего света, если расстояние L экрана от линзы составляет 1 м, а первый главный максимум наблюдается на расстоянии $b = 5$ см от центрального.

59. Определить максимальную разрешающую способность (для линии с $\lambda = 670$ нм) двух дифракционных решёток, имеющих одинаковую длину $l = 5$ мм, но разные периоды $d_1 = 3$ мкм и $d_2 = 6$ мкм.

60. На каком максимальном расстоянии от диафрагмы с круглым отверстием радиусом 0,6 мм надо поместить экран, чтобы при освещении отверстия плоской световой волной ($\lambda = 0,6$ мкм) в центре дифракционной картины на экране ещё наблюдалось тёмное пятно? Под каким углом при этом видно отверстие из точки наблюдения?

61. На щель шириной 12λ падает нормально монохроматический свет. Найти угол между направлениями на второй и третий максимумы интенсивности света.

62. На дифракционную решётку, имеющую 500 штрихов на 1 мм, падает свет с длиной волны 600 нм. Определить наибольший порядок спектра, который можно получить данной решёткой.

63. Угол между спектрами вторых порядков равен 36° . Определить длину волны света, падающего на дифракционную решётку с $d = 4$ мкм.

64. На диафрагму с круглым отверстием радиусом $r = 1$ мм падает нормально параллельный пучок света с длиной волны $\lambda = 0,5$ мкм. На пути лучей, прошедших через отверстие, помещают экран. Определить максимальное расстояние b_{\max} от центра отверстия до экрана, при котором в центре дифракционной картины ещё будет наблюдаваться тёмное пятно.

65. На дифракционную решётку нормально к её поверхности падает параллельный пучок света с длиной волны $\lambda = 0,5$ мкм. Помещённая вблизи решётки линза проецирует дифракционную картину на плоский экран, удалённый от линзы на $L = 1$ м. Расстояние l между двумя максимумами интенсивности первого порядка, наблюдаемыми на экране, равно 20,2 см. Определить: 1) постоянную d дифракционной решётки; 2) число n штрихов на 1 см; 3) число максимумов, которое при этом даёт дифракционная решётка; 4) максимальный угол Φ_{\max} отклонения лучей, соответствующих последнему дифракционному максимуму.

66. Точечный источник света ($\lambda = 0,5$ мкм) расположен на расстоянии $a = 1$ м перед диафрагмой с круглым отверстием диаметром $d = 2$ мм. Определить расстояние b от диафрагмы до точки наблюдения, если отверстие открывает три зоны Френеля.

67. Определить радиус третьей зоны Френеля для случая плоской волны. Расстояние от волновой поверхности до точки наблюдения равно 1,5 м. Длина волны $\lambda = 0,6$ мкм.

68. Определить радиус четвёртой зоны Френеля, если радиус второй зоны Френеля для плоского волнового фронта равен 2 мм.

69. Дифракция наблюдается на расстоянии 1 м от точечного источника монохроматического света ($\lambda = 0,5$ мкм). Посередине между источником света и экраном находится диафрагма с круглым отверстием. Определить радиус отверстия, при котором центр дифракционных колец на экране является наиболее темным.

70. Дифракция наблюдается на расстоянии от точечного источника монохроматического света ($\lambda = 0,5$ мкм). Посередине между источником света и экраном находится непрозрачный диск диаметром 5 мм. Определить расстояние l , если диск закрывает только центральную зону Френеля.

71. На узкую щель падает нормальный монохроматический свет. Его направление на четвёртую тёмную дифракционную полосу составляет $2^\circ 12'$. Определить, сколько длин волн укладывается на ширине щели.

72. На щель шириной $a = 0,1$ мм падает нормально монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 0,5$ мкм. Дифракционная картина наблюдается на экране, расположенному параллельно щели. Определить расстояние l от щели до экрана, если ширина центрального дифракционного максимума $b = 1$ см.

73. Монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 0,6$ мкм падает на длинную прямоугольную щель шириной $a = 12$ мкм под углом $\alpha_0 = 45^\circ$ к её нормали. Определить угловое положение первых минимумов, расположенных по обе стороны центрального фраунгофера максимума.

74. На дифракционную решётку длиной $l = 15$ мм, содержащую $N = 3000$ штрихов, падает нормально монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 550$ нм. Определить: 1) число максимумов, наблюдаемых в спектре дифракционной решётки; 2) угол, соответствующий последнему максимуму.

75. Определить число штрихов на 1 мм дифракционной решётки, если углу $\phi = 30^\circ$ соответствует максимум четвёртого порядка для монохроматического света с длиной волны $\lambda = 0,5$ мкм.

76. На дифракционную решётку нормально падает монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 0,5$ мкм. На экран, находящийся от решётки на расстоянии $L = 1$ м, с помощью линзы, расположенной вблизи решётки, проецируется дифракционная картина, причём первый главный максимум наблюдается на расстоянии $l = 15$ см от центрального. Определить число штрихов на 1 см дифракционной решётки.

77. Монохроматический свет нормально падает на дифракционную решётку. Определить угол дифракции, соответствующий максимуму четвёртого порядка, если максимум третьего порядка отклонён на $\phi_1 = 18^\circ$.

78. Определить длину волны монохроматического света, падающего нормально на дифракционную решётку, имеющую 300 штрихов на 1 мм, если угол между направлениями на максимумы первого и второго порядка составляет 12° .

79. На дифракционную решётку с постоянной $d = 5$ мкм под углом $\Theta = 30^\circ$ падает монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 0,5$ мкм. Определить угол ϕ дифракции для главного максимума третьего порядка.

80. На дифракционную решётку нормально падает монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 0,6$ мкм. Угол дифракции для пятого максимума равен 30° , а минимальная разрешенная решёткой разность длин волн составляет $\delta\lambda = 0,2$ нм. Определить: 1) постоянную дифракционной решётки; 2) длину дифракционной решётки.

81. Какой угол образуют плоскости поляризации двух николей, если свет, вышедший из второго николя, был ослаблен в 5 раз? Учесть, что поляризатор поглощает 10, а анализатор 8 % падающего на них света.

82. Угол между плоскостями поляризации двух поляроидов 70° . Как изменится интенсивность прошедшего через них света, если этот угол уменьшить в 5 раз?

83. Луч света, проходя слой льда, падает на алмазную пластинку, частично отражается, частично преломляется. Определить, каким должен быть угол падения, чтобы отражённый луч был максимально поляризован.

84. Найти коэффициент поглощения света в поляроидах, если при угле 45° между их плоскостями поляризации через систему проходит 16 % падающего света.

85. Под каким углом к горизонту должно находиться Солнце, чтобы поляризация солнечного света, отраженного от поверхности воды, была максимальной?

86. Во сколько раз изменится интенсивность света, проходящего через два николя, угол между главными направлениями которых составляет 60° , если между ними поместить пластинку левовращающегося кварца толщиной 3 мм, вырезанную перпендикулярно оптической оси. Такая же пластинка, но толщиной 1,5 мм, поворачивает плоскость поляризации на 25° . Потерями света в николях и кварце пренебречь.

87. Определить показатель преломления стекла, если при отражении света от стекла отражённый свет будет полностью поляризован при угле преломления 30° .

88. Во сколько раз уменьшится интенсивность естественного света при прохождении его через два николя, плоскости поляризации которых составляют 60° ?

89. На систему, состоящую из поляризатора и анализатора, у которых угол α между главными плоскостями составляет 45° , падает естественный свет. Пренебрегая потерями на отражение света, определить, во сколько раз ослабится интенсивность света, прошедшего эту систему, если и в поляризаторе, и анализаторе теряется 10% интенсивности падающего на них света.

90. Пучок естественного света падает на стекло с показателем преломления $n = 1,73$. Определить, при каком угле преломления отражённый от стекла пучок света будет полностью поляризован.

91. Угол Брюстера при отражении света от поверхности некоторого вещества равен $56,3^\circ$. Определить скорость распространения света в этом веществе.

92. Луч света проходит через жидкость, налитую в стеклянный суд ($n = 1,5$), и отражается от дна. Отражённый луч плоскополяризован при падении его на дно сосуда под углом $\alpha = 43^\circ$. Определить: показатель преломления n_1 жидкости; предельный угол падения луча света на дно сосуда, чтобы наблюдалось полное отражение.

93. Пучок плоскополяризованного света падает на пластинку исландского шпата толщиной 100 мкм , вырезанную параллельно оптической оси. Принимая показатели преломления исландского шпата для обыкновенного и необыкновенного лучей соответственно $n_o = 1,66$ и $n_e = 1,49$, определить оптическую разность хода этих лучей, прошедших сквозь пластинку.

94. Определить разность показателей преломления обыкновенного и необыкновенного лучей, если наименьшая толщина кристаллической пластиинки в четверть длины волны для $\lambda = 530 \text{ нм}$ составляет $13,3 \text{ мкм}$.

95. Плоскополяризованный свет, длина волны которого в вакууме $\lambda = 600 \text{ нм}$, падает на пластинку исландского шпата перпендикулярно его оптической оси. Принимая показатели преломления исландского шпата для обыкновенного и необыкновенного лучей соответственно $n_o = 1,66$ и $n_e = 1,49$, определить длины волн этих лучей в кристалле.

96. Плоскопараллельная пластиинка из исландского шпата с минимальной толщиной $d_{\min} = 1,93 \text{ мкм}$ (служит пластиинкой в полдлины волны для оранжевого света $\lambda = 656 \text{ нм}$). Определить показатель преломления для обыкновенного луча.

97. Плоскополяризованный свет падает нормально на кристаллическую пластиинку из отрицательного кристалла в полдлины волны. Плоскость колебаний падающего света составляет угол $\alpha = 45^\circ$ с оптической осью кристалла. Определить поляризацию света, прошедшего через пластиинку.

98. Частично поляризованный свет проходит сквозь николь. При повороте николя на угол $\phi = \pi/3$ от положения, соответствующего макси-

мальному пропусканию света, интенсивность прошедшего пучка уменьшилась в $n = 2$ раза. Пренебрегая поглощением света в николе, определить: отношение интенсивности поляризованного и естественного света; степень поляризации падающего света.

99. Пластина кварца толщиной $d = 4$ мм (удельное вращение кварца 15 град/мм), вырезанная перпендикулярно оптической оси, помещена между двумя скрещёнными николями. Пренебрегая потерями света в николях, определить, во сколько раз уменьшится интенсивность света, прошедшего эту систему.

100. Пучок естественного света падает на полированную поверхность стеклянной пластины, погруженной в жидкость. Отражённый от пластины пучок света составляет угол $\phi = 97^\circ$ с падающим пучком. Определить показатель преломления n жидкости, если отражённый свет полностью поляризован.

101. Два николя N_1 и N_2 расположены так, что угол α между их плоскостями пропускания равен 60° . Определить: 1) во сколько раз уменьшится интенсивность света при прохождении через один николь (N_1); 2) во сколько раз уменьшится интенсивность света при прохождении через оба николя? При прохождении каждого из николей потери на отражение и поглощение света составляют 5 %.

102. Пучок частично поляризованного света рассматривается через поляроид. Первоначально поляроид установлен так, что его плоскость пропускания параллельна плоскости линейно поляризованного света. При повороте поляроида на угол $\phi = 60^\circ$ интенсивность пропускаемого им света уменьшилась в $k = 2$ раза. Определить отношение I_e/I_n интенсивностей естественного и линейно поляризованного света, составляющих данный частично поляризованный свет, а также степень поляризации P пучка света.

103. Определить степень поляризации P света, который представляет собой смесь естественного света с плоско поляризованным, если интенсивность поляризованного света равна интенсивности естественного.

104. Определить, во сколько раз ослабится интенсивность света, прошедшего через два николя, расположенных так, что угол между их главными плоскостями $\alpha = 60^\circ$, а в каждом из николей теряется 8 % интенсивности падающего на него света.

105. Предельный угол полного отражения для пучка света на границе кристалла каменной соли с воздухом равен $40,5^\circ$. Определить угол Брюстера при падении света из воздуха на поверхность этого кристалла.

106. Определить наименьшую толщину кристаллической пластиинки в четверть длины волны для $\lambda = 530$ нм, если для данной длины волны разность показателей преломления обыкновенного и необыкновенного лучей $n_o - n_e = 0,01$.

107. Пластиинка кварца толщиной $d_1 = 2$ мм, вырезанная перпендикулярно оптической оси кристалла, поворачивает плоскость поляризации монохроматического света определённой длины волны на угол $\phi = 30^\circ$. Определить толщину d_2 кварцевой пластиинки, помещённой между параллельными николями, чтобы данный монохроматический свет гасился полностью.

108. Степень поляризации частично поляризованного света составляет 0,75. Определить отношение максимальной интенсивности света, пропускаемого анализатором, к минимальной.

109. Угол между главными плоскостями поляризатора и анализатора составляет 30° . Определить изменение интенсивности прошедшего через них света, если угол между главными плоскостями равен 45° .

110. Определить, во сколько раз уменьшится интенсивность естественного света, прошедшего через два николя, главные плоскости которых образуют угол в 60° , если каждый из николей как поглощает, так и отражает 5 % падающего на них света.

111. Естественный свет проходит через поляризатор и анализатор, угол между главными плоскостями которых равен α . Поляризатор и анализатор как поглощают, так и отражают 10 % падающего на них света. Определить угол α , если интенсивность света, вышедшего из анализатора, равна 12 % интенсивности света, падающего на поляризатор.

112. Пучок естественного света падает на стеклянную призму с углом $\alpha = 30^\circ$. Определить показатель преломления стекла, если отражённый луч является плоскополяризованным.

113. Естественный свет интенсивностью I_0 проходит через поляризатор и анализатор, угол между главными плоскостями которых составляет α . После прохождения света через эту систему он падает на зеркало и, отразившись, проходит вновь через неё. Пренебрегая поглощением света, определить интенсивность I света после его обратного прохождения.

114. Плоскополяризованный монохроматический свет, прошедший через поляроид, оказывается полностью погашенным. Если же на пути света поместить кварцевую пластиинку, то интенсивность прошедшего через поляроид света уменьшится в 3 раза (по сравнению с интенсивностью света, падающего на поляроид). Принимая удельное вращение в кварце $[\alpha] = 0,52$ рад/мм и пренебрегая потерями света, определить минимальную толщину кварцевой пластиинки.

115. Пучок естественного света падает на стеклянную ($n = 1,6$) призму. Определить двугранный угол ϕ призмы, если отражённый пучок максимально поляризован.

116. Пучок света, идущий в стеклянном сосуде с глицерином, отражается от дна сосуда. При каком угле α падения отражённый пучок света максимально поляризован?

117. Пучок света переходит из жидкости в стекло, угол падения α пучка равен 60° , угол преломления $\gamma = 50^\circ$. При каком угле падения α_B пучок света, отраженный от границы раздела этих сред, будет максимально поляризован?

118. Пучок света падает на плоскопараллельную стеклянную пластину, нижняя поверхность которой находится в воде. При каком угле падения α_B свет, отраженный от границы стекло – вода, будет максимально поляризован?

119. Параллельный пучок света приходит из глицерина в стекло так, что пучок, отражённый от границы раздела этих сред, оказывается максимально поляризованным. Определить угол ϕ между падающим и преломлённым пучками.

120. Кварцевую пластинку поместили между скрещёнными николями. При какой наименьшей толщине d_{\min} кварцевой пластины поле зрения между николями будет максимально просветлено? Постоянная вращения α кварца равна $27 \text{ рад}/\text{мм}$.

121. Какую энергию теряет за 1 с раскаленная поверхность площадью $0,2 \text{ см}^2$ при температуре 2000 К ? Поглощательная способность поверхности $0,5$.

122. Определить длину волны, отвечающую максимуму испускательной способности черного тела при температуре 37°C , и энергетическую светимость тела.

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

124. Считая, что Солнце излучает как черное тело, определить интенсивность солнечного излучения вблизи Земли. Температуру поверхности Солнца принять равной 5780 К .

125. Температура внутренней поверхности муфельной печи при открытом отверстии площадью 30 см^2 равна $1,3 \text{ кК}$. Принимая, что отверстие печи излучает как черное тело, определить, какая часть мощности рассеивается стеклами, если потребляемая печью мощность составляет $1,5 \text{ кВт}$.

126. Энергетическая светимость черного тела $R_e = 10 \text{ кВт}/\text{м}^2$. Определить длину волны, соответствующую максимуму спектральной плотности энергетической светимости этого тела.

127. Определить, как и во сколько раз изменится мощность излучения черного тела, если длина волны, соответствующая максимуму его спектральной плотности энергетической светимости, сместилась с $\lambda_1 = 720 \text{ нм}$ до $\lambda_2 = 400 \text{ нм}$.

128. Черное тело находится при температуре $T_1 = 3$ кК. При остывании тела длина волны, соответствующая максимуму спектральной плотности энергетической светимости, изменилась на $\Delta\lambda = 8$ мкм. Определить температуру T_2 , до которой тело охладилось.

129. Черное тело нагрели от температуры $T_1 = 600$ К до $T_2 = 2400$ К. Определить: 1) во сколько раз увеличилась это энергетическая светимость; 2) как изменилась длина волны, соответствующая максимуму спектральной плотности энергетической светимости.

130. Площадь, ограниченная графиком спектральной плотности энергетической светимости $R_{\lambda T}$ черного тела, при переходе от термодинамической температуры T_1 к температуре T_2 увеличилась в 5 раз. Определить, как изменится при этом длина волны λ_{\max} , соответствующая максимуму спектральной плотности энергетической светимости черного тела.

131. Определить, какая длина волны соответствует максимальной спектральной плотности энергетической светимости $(R_{\lambda T})_{\max}$, равной $1,3 \cdot 10^{11}$ Вт/м³.

132. В результате нагревания черного тела длина волны, соответствующая максимуму спектральной плотности энергетической светимости, сместилась с $\lambda_1 = 2,7$ мкм до $\lambda_2 = 0,9$ мкм. Определить, во сколько раз увеличилась: 1) энергетическая светимость тела; 2) максимальная спектральная плотность энергетической светимости тела. Максимальная спектральная плотность энергетической светимости черного тела возрастает по закону $(R_{\lambda T})_{\max} = CT^5$, где $C = 1,3 \cdot 10^{-5}$ Вт/(м³К⁵).

133. Принимая Солнце за черное тело и учитывая, что его максимальной спектральной плотности энергетической светимости соответствует длина волны 500 Нм, определить: 1) температуру поверхности Солнца; 2) энергию, излучаемую Солнцем в виде электромагнитных волн за 10 мин; 3) массу, теряемую Солнцем за это время за счет излучения.

134. Считая никель черным телом, определить мощность, необходимую для поддержания температуры расплавленного никеля 1453 °С неизменной, если площадь его поверхности равна 0,5 см². Потерями энергии пренебречь.

135. Металлическая поверхность площадью $S = 15$ см², нагретая до температуры $T = 3$ кК, излучает в одну минуту 100 кДж. Определить: 1) энергию, излучаемую этой поверхностью, считая ее черной; 2) отношение энергетических светимостей этой поверхности и черного тела при данной температуре.

136. Определить температуру тела, при которой оно при температуре окружающей среды $t_0 = 27^\circ\text{C}$ излучало бы энергии в 10 раз больше, чем поглощало.

137. Считая, что тепловые потери обусловлены только излучением, определить, какую мощность необходимо подводить к медному шарику диаметром $d = 2$ см, чтобы при температуре окружающей среды $t_0 = -13^\circ\text{C}$ поддерживать его температуру равной $t = 17^\circ\text{C}$. Принять поглощательную способность меди $A_m = 0,6$.

138. Принимая, что Солнце излучает как абсолютно черное тело, вычислить его энергетическую светимость R_\odot^* и температуру T его поверхности. Солнечный диск виден с Земли под углом $\theta = 32'$. Солнечная постоянная $C = 1,4 \text{ кДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$.

139. Определить установившуюся температуру T зачерненной металлической пластины, расположенной перпендикулярно солнечным лучам вне земной атмосферы на среднем расстоянии от Земли до Солнца. Солнечная постоянная $C = 1,4 \text{ кДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$.

140. Принимая коэффициент теплового излучения α_T угля при температуре $T = 600 \text{ К}$ равным 0,8, определить: 1) энергетическую светимость R_\odot^* угля; 2) энергию W , излучаемую с поверхности угля площадью $S = 5 \text{ см}^2$ за время $t = 10 \text{ мин}$.

141. С поверхности сажи площадью $S = 2 \text{ см}^2$ при температуре $T = 400 \text{ К}$ за время $t = 5 \text{ мин}$ излучается энергия $W = 83 \text{ Дж}$. Определить коэффициент теплового излучения α_T сажи.

142. Вследствие изменения температуры черного тела максимум спектральной плотности $(R_{\lambda,T})_{\max}$ сместился с $\lambda_1 = 2,4 \text{ мкм}$ на $\lambda_2 = 0,8 \text{ мкм}$. Как во сколько раз изменились энергетическая светимость R_\odot^* тела и максимальная спектральная плотность энергетической светимости?

143. Длина волны, на которую приходится максимум энергии в спектре излучения черного тела, $\lambda_0 = 0,58 \text{ мкм}$. Определить энергетическую светимость (излучаемость) R_e поверхности тела.

144. Черное тело имеет температуру $T_1 = 500 \text{ К}$. Какова будет температура T_2 тела, если в результате нагревания поток излучения увеличится в $n = 5$ раз?

145. Температура абсолютно черного тела $T = 2 \text{ кК}$. Определить длину волны λ_m , на которую приходится максимум энергии излучения, и спектральную плотность энергетической светимости (излучательности) $(R_{\lambda,T})_{\max}$ для этой длины волны.

146. Определить температуру T и энергетическую светимость (излучательность) R_e абсолютно черного тела, если максимум энергии излучения приходится на длину волны $\lambda_m = 600 \text{ нм}$.

147. Из смотрового окошечка печи излучается поток $\Phi_e = 4 \text{ кДж/мин}$. Определить температуру T печи, если площадь окошечка $S = 8 \text{ см}^2$.

148. Поток излучения абсолютно черного тела $\Phi_e = 10 \text{ кВт}$. Максимум энергии излучения приходится на длину волны $\lambda_m = 0,8 \text{ мкм}$. Определить площадь S излучающей поверхности.

149. Как и во сколько раз изменится поток излучения абсолютно черного тела, если максимум энергии излучения переместится с красной границы видимого спектра ($\lambda_{m_1} = 780 \text{ нм}$) на фиолетовую ($\lambda_{m_2} = 390 \text{ нм}$)?

150. Определить поглощательную способность α_t серого тела, для которого температура, измеренная радиационным пирометром, $T_{rad} = 1,4 \text{ кК}$, тогда как истинная температура T тела равна $3,2 \text{ кК}$.

151. Муфельная печь, потребляющая мощность $P = 1 \text{ кВт}$, имеет отверстие площадью $S = 100 \text{ см}^2$. Определить долю η мощности, рассеиваемой стенками печи, если температура ее внутренней поверхности равна 1 кК .

152. Средняя энергетическая светимость R поверхности Земли равна $0,54 \text{ Дж}/(\text{см}^2 \cdot \text{мин})$. Какова должна быть температура T поверхности Земли, если условно считать, что она излучает как серое тело с коэффициентом черноты $\alpha_T = 0,25$?

153. Максимальная спектральная плотность энергетической светимости ($R_{\lambda,T}^*$)_{max} абсолютно черного тела равна $4,16 \cdot 10^{11} \text{ Вт}/\text{м}^2$. На какую длину волны λ_m она приходится?

154. На какую длину волны λ_m приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости ($R_{\lambda,T}^*$)_{max} абсолютно черного тела при температуре $t = 0^\circ\text{C}$?

155. Максимум спектральной плотности энергетической светимости ($R_{\lambda,T}^*$)_{max} яркой звезды Арктур приходится на длину волны $\lambda_m = 580 \text{ нм}$. Принимая, что звезда излучает как абсолютно черное тело, определить температуру T поверхности звезды.

156. Эталон единицы силы света – кандela – представляет собой полный (излучающий волны всех длин) излучатель, поверхность которого площадью $S = 0,5305 \text{ мм}^2$ имеет температуру T затвердевания платины, равную 1063°C . Определить мощность P излучателя, принимая его за абсолютно черное тело.

157. Можно условно принять, что Земля излучает как серое тело, находящееся при температуре $T = 280 \text{ К}$. Определить коэффициент теплового излучения α_t Земли, если энергетическая светимость R_ϑ^* ее поверхности равна $325 \text{ кДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$.

158. Поток энергии Φ_e , излучаемый из смотрового окошка плавильной печи, равен 34 Вт. Принимая, что печь излучает как абсолютно черное тело, определить температуру T печи, если площадь отверстия $S = 6 \text{ см}^2$.

159. Температура T верхних слоев звезды Сириус равна 10^4 К . Определить поток энергии Φ_e , излучаемый с поверхности площадью $S = 1 \text{ км}^2$ этой звезды.

160. Мощность P излучения шара радиусом $R = 10 \text{ см}$ при некоторой постоянной температуре T равна 1 кВт. Найти эту температуру, считая шар серым телом с коэффициентом теплового излучения $\alpha_t = 0,25$.

161. Найти массу фотона, импульс которого равен импульсу молекулы водорода (молярная масса водорода $\mu = 2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$) при температуре $t = 20^\circ\text{C}$. Скорость молекулы считать равной среднеквадратичной скорости.

162. С какой скоростью должен двигаться электрон, чтобы его кинетическая энергия была равна энергии фотона с длиной волны $\lambda = 520 \text{ нм}$? Считать скорость электрона много меньшей скорости света. Масса электрона $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$.

163. Электрон, пройдя разность потенциалов 4,9 В, сталкивается с атомом ртути и переводит его в первое возбужденное состояние. Какую длину волны имеет фотон, соответствующий переходу атома ртути в нормальное состояние?

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

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

166. Пучок параллельных лучей света падает нормально на плоскую зеркальную поверхность. Определить силу давления, испытываемую этой поверхностью, если ее площадь 2 см^2 , а энергетическая освещенность поверхности $0,6 \text{ Вт/м}^2$.

167. Определить давление, оказываемое светом с длиной волны $0,4 \text{ мкм}$ на черную поверхность, если ежесекундно на 1 см^2 поверхности нормально падает $6 \cdot 10^{16}$ фотонов.

168. Световое давление, испытываемое зеркальной поверхностью площадью 1 см^2 , равно 10^{-6} Па . Найти длину света, если на поверхность ежесекундно падает $5 \cdot 10^{16}$ фотонов.

169. Давление света на зеркальную поверхность, расположенную на расстоянии 2 м от лампочки, нормально падающим лучом равно 10^{-8} Па . Определить мощность, расходуемую на излучение.

170. Давление света с длиной волны $0,55$ мкм, нормально падающего на зеркальную поверхность, равно 9 мкПа. Определить концентрацию фотонов вблизи поверхности.

171. Определить давление P солнечного излучения на зачерненную пластинку, расположенную перпендикулярно солнечным лучам и находящуюся вне земной атмосферы на среднем расстоянии от Земли до Солнца. Солнечная постоянная $C = 1,4$ кДж/($\text{м}^2 \cdot \text{с}$).

172. Определить поверхностную плотность J потока энергии излучения, падающего на зеркальную поверхность, если световое давление P при перпендикулярном падении лучей равно 10 мкПа.

173. Поток энергии Φ_e , излучаемый электрической лампочкой, равен 600 Вт. На расстоянии $R = 1$ м от лампы перпендикулярно падающим лучам расположено круглое плоское зеркальце диаметром $d = 2$ см. Принимая, что излучение лампы одинаково во всех направлениях и что зеркальце полностью отражает падающий на него свет, определить силу F светового давления на зеркальце.

174. На зеркальце с идеально отражающей поверхностью площадью $S = 1,5$ см 2 падает нормально свет от электрической дуги. Определить импульс P , полученный зеркальцем, если поверхностная плотность потока излучения ϕ , падающего на зеркальце, равна $0,1$ МВт/м 2 . Продолжительность облучения $t = 1$ с.

175. Спутник в форме шара движется вокруг Земли на такой высоте, что поглощением солнечного света в атмосфере можно пренебречь. Диаметр спутника $d = 40$ м. Зная солнечную постоянную ($C = 1,4$ кДж/($\text{м}^2 \cdot \text{с}$)) и принимая, что поверхность спутника полностью отражает свет, определить силу давления F солнечного света на спутник.

176. Определить энергию ε , массу m и импульс p фотона, которому соответствует длина волны $\lambda = 380$ нм (фиолетовая граница видимого спектра).

177. Определить длину волны λ , массу m и импульс p фотона с энергией $\varepsilon = 1$ МэВ. Сравнить массу этого фотона с массой покоящегося электрона.

178. Определить длину волны λ фотона, импульс которого равен импульсу электрона, обладающего скоростью $v = 10^7$ м/с.

179. Определить длину волны λ фотона, масса которого равна массе покоя: 1) электрона; 2) протона.

180. Давление P монохроматического света ($\lambda = 600$ нм) на черную поверхность, расположенную перпендикулярно падающим лучам, равно $0,1$ мкПа. Определить число N фотонов, падающих за время $t = 1$ с на поверхность площадью $S = 1$ см 2 .

181. Монохроматическое излучение с длиной волны $\lambda = 500$ нм падает нормально на плоскую зеркальную поверхность и давит на нее с силой

$F = 10^{-8}$ Н. Определить число N_1 фотонов, ежесекундно падающих на эту поверхность.

182. Давление монохроматического света с длиной волны $\lambda = 500$ нм на зеркальную поверхность, расположенную перпендикулярно падающим лучам, равно $0,12$ мкПа. Определить число фотонов, падающих ежесекундно на 1 м^2 поверхности.

183. На идеально отражающую поверхность площадью $S = 5 \text{ см}^2$ за время $t = 3$ мин нормально падает монохроматический свет, энергия которого $W = 9$ Дж. Определить: 1) облученность поверхности; 2) световое давление, оказываемое на поверхность.

184. Определить давление света на стенки 150-ваттной лампочки, принимая, что вся потребляемая мощность идет на излучение, и стенки лампочки отражают 15 % падающего на них света. Считать лампочку сферическим сосудом радиусом 4 см.

185. Давление монохроматического света с длиной волны $\lambda = 500$ нм на зачерненную поверхность, расположенную перпендикулярно падающему излучению, равно $0,15$ мкПа. Определить число фотонов, падающих на поверхность площадью 40 см^2 за одну секунду.

186. Давление P монохроматического света с длиной волны $\lambda = 600$ нм на зачерненную поверхность, расположенную перпендикулярно падающему излучению, составляет $0,1$ мкПа. Определить: 1) концентрацию n протонов в световом пучке; 2) число N фотонов, падающих ежесекундно на 1 м^2 .

187. На идеально отражающую поверхность нормально падает монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 0,55$ мкм. Поток излучения Φ_e составляет 0,45 Вт. Определить: 1) число фотонов N , падающих на поверхность за время $t = 3$ с; 2) силу давления, испытываемую этой поверхностью.

188. Определить энергетическую освещенность (облученность) E_e зеркальной поверхности, если давление, производимое излучением, равно 40 мкПа. Излучение падает нормально к поверхности.

189. Давление света с длиной волны $\lambda = 40$ нм, падающего нормально на черную поверхность, равно 2 нПа. Определить число N фотонов, падающих за время $t = 10$ с на площадь $S = 1 \text{ мм}^2$ этой поверхности.

190. Определить коэффициент отражения ρ поверхности, если при энергетической освещенности $E_e = 120 \text{ Вт}/\text{м}^2$ давление света на нее оказалось равным 0,5 мкПа.

191. Давление света, производимое на зеркальную поверхность, $p = 5$ мПа. Определить концентрацию n_0 фотонов вблизи поверхности, если длина волны света, падающего на поверхность, $\lambda = 0,5$ мкм.

192. На расстоянии $r = 5$ м от точечного монохроматического ($\lambda = 0,5$ мкм) изотропного источника расположена площадка ($S = 8 \text{ мм}^2$) перпендикулярно падающим пучкам. Определить число N фотонов, ежесекундно падающих на площадку. Мощность излучения $P = 100$ Вт.

193. На зеркальную поверхность под углом $\alpha = 60^\circ$ к нормали падает пучок монохроматического света ($\lambda = 590$ нм). Плотность потока энергии светового пучка $\varphi = 1$ кВт/м². Определить давление p , производимое светом на зеркальную поверхность.

194. Свет падает нормально на зеркальную поверхность, находящуюся на расстоянии $r = 10$ см от точечного изотропного излучателя. При какой мощности P излучателя давление p на зеркальную поверхность будет равным 1 мПа?

195. Свет с длиной волны $\lambda = 600$ нм нормально падает на зеркальную поверхность и производит на нее давление $p = 4$ мкПа. Определить число N фотонов, падающих за время $t = 10$ с на площадь $S = 1$ мм² этой поверхности.

196. На зеркальную поверхность площадью $S = 6$ см² падает нормально поток излучения $\Phi_e = 0,8$ Вт. Определить давление p и силу давления F света на эту поверхность.

197. Точечный источник монохроматического ($\lambda = 1$ нм) излучения находится в центре сферической зачерненной колбы радиусом $R = 10$ см. Определить световое давление p , производимое на внутреннюю поверхность колбы, если мощность источника $P = 1$ кВт.

198. Короткий импульс света с энергией $E = 10$ Дж в виде узкого параллельного монохроматического пучка фотонов падает на пластинку под углом падения $\alpha = 60^\circ$. При этом $K = 30\%$ фотонов поглощается пластинкой, а остальные зеркально отражаются. С какой силой действует этот импульс на пластинку, если его длительность $\Delta t = 5 \cdot 10^{-12}$ с?

199. Существует проект запуска космических аппаратов с помощью наземного лазера. Запускаемый аппарат при этом снабжается зеркалом, полностью отражающим лазерное излучение. Какова должна быть минимальная мощность лазера, обеспечивающего запуск по этой схеме аппарата массой $m = 100$ кг?

200. Параллельный пучок света с интенсивностью $I = 0,2$ Вт/см² падает под углом $\alpha = 60^\circ$ на плоское зеркало с коэффициентом отражения $\rho = 0,9$. Определить давление света на поверхность зеркала.

201. Красная граница фотоэффекта для никеля равна 0,257 мкм. Найти длину света, падающего на никелевый электрод, если фототок прекращается при задерживающей разности потенциалов, равной 1,5 В.

202. Фотон с длиной волны 0,2 мкм вырывается с поверхности фотокатода электрон, кинетическая энергия которого 2 эВ. Определить работу выхода и красную границу фотоэффекта.

203. Какую часть энергии фотона составляет энергия, которая пошла на совершение работы выхода электронов из фотокатода, если красная граница для материала фотокатода равна 0,54 мкм, кинетическая энергия фотоэлектронов 0,5 эВ?

204. Кинетическая энергия электронов, выбитых из цезиевого катода, равна 3 эВ. Определить, при какой максимальной длине волны света выбиваются электроны. Работа выхода из цезия 1,8 эВ.

205. Облучение литиевого фотокатода производится фиолетовыми лучами, длина волны которых равна 0,4 мкм. Определить скорость фотоэлектронов, если длина волны красной границы фотоэффекта для лития равна 0,52 мкм.

206. Определить максимальную скорость электрона, вырванного с поверхности металла γ -квантом с энергией 1,53 МэВ.

207. На цинковую пластинку падает пучок ультрафиолетовых лучей с длиной волны 0,2 мкм. Определить максимальную кинетическую энергию и максимальную скорость фотоэлектронов. Работа выхода для цинка 4 эВ.

208. На пластинку падает монохроматический свет с длиной волны 0,42 мкм. Фототок прекращается при задерживающей разности потенциалов 0,95 В. Определить работу выхода электронов с поверхности пластины.

209. Гамма-фотон с длиной волны 1,2 пМ в результате комптоновского рассеяния на свободном электроне отклонился от первоначального направления на угол 60° . Определить кинетическую энергию и импульс электрона отдачи. До столкновения электрон покоился.

210. Угол рассеяния фотона с энергией 1,2 МэВ на свободном электроне 60° . Найти длину волны рассеянного фотона, энергию и импульс электрона отдачи (кинетической энергией электрона до соударения пренебречь).

211. Фотон с импульсом $5,44 \cdot 10^{-22}$ кгм/с был рассеян на свободном электроне на угол 30° в результате эффекта Комптона. Определить импульс рассеянного фотона.

212. В результате комптоновского эффекта электрон приобрел энергию 0,5 МэВ. Определить энергию падающего фотона, если длина волны рассеянного фотона $2,5 \cdot 10^{-12}$ м.

213. В результате комптоновского рассеяния на свободном покоящемся электроне длина волны γ -фотона увеличилась вдвое. Найти кинетическую энергию и импульс электронной отдачи, если угол рассеяния равен 60° .

214. Первоначально покоившийся электрон приобрел кинетическую энергию 0,06 МэВ в результате комптоновского рассеяния на нем γ -фотона с энергией 0,51 МэВ. Чему равен угол рассеяния фотона?

215. Красная граница для некоторого металла 0,6 мкм. Металл освещается светом, длина волны которого 0,4 мкм. Определить максимальную скорость электронов, выбиваемых светом из металла.

216. Найти частоту света, падающего на пластинку никеля, если скорость фотоэлектронов $2,8 \cdot 10^6$ м/с. Работа выхода электронов из никеля 4,8 эВ.

217. При освещении поверхности некоторого металла светом с длиной волны 0,22 мкм задерживающий потенциал равен 1,14 В. Найти работу выхода электронов из этого металла.

218. Фотон с энергией 0,500 МэВ рассеялся на свободном электроне под углом 60° . Найти энергию рассеянного фотона, кинетическую энергию и импульс отдачи. Считать, что кинетической энергией электрона до соударения можно пренебречь.

219. Определить максимальную скорость фотоэлектронов, вырываемых с поверхности металла, если фототок прекращается приложении задерживающего напряжения $U_3 = 3,7$ В.

220. Красная граница фотоэффекта для некоторого металла равна 500 нм. Определить минимальное значение энергии фотона, вызывающего фотоэффект.

221. Фотоэлектроны, вырываемые с поверхности металла, полностью задерживаются приложении обратного напряжения $U_o = 3$ В. Фотоэффект для этого металла начинается при частоте падающего монохроматического света $v_o = 6 \cdot 10^{14} \text{ c}^{-1}$. Определить: 1) работу выхода электронов из этого металла; 2) частоту применяемого излучения.

222. Калий освещается монохроматическим светом с длиной волны 400 нм. Определить наименьшее задерживающее напряжение, при котором фототок прекратится. Работа выхода электронов из калия равна 2,2 эВ.

223. Красная граница фотоэффекта для некоторого металла равна 500 нм. Определить: 1) работу выхода электронов из этого металла; 2) максимальную скорость электронов, вырываемых из этого металла светом с длиной волны 400 нм.

224. Определить импульс p_e электрона отдачи, если фотон с энергией $\varepsilon_1 = 1,53$ МэВ в результате рассеяния на свободном электроне потерял $1/3$ своей энергии.

225. Фотон с энергией $\varepsilon_1 = 0,51$ МэВ при рассеянии на свободном электроне потерял половину своей энергии. Определить угол рассеяния θ .

226. Определить угол θ , на который был рассеян квант с энергией $\varepsilon_1 = 1,53$ МэВ при эффекте Комптона, если кинетическая энергия электрона отдачи $E_k = 0,51$ МэВ.

227. В результате эффекта Комптона фотон с энергией $\varepsilon_1 = 1,02$ МэВ рассеян на свободных электронах на угол $\theta = 150^\circ$. Определить энергию ε_2 рассеянного фотона.

228. Фотон с энергией $\varepsilon_1 = 0,51$ МэВ был рассеян при эффекте Комптона на свободном электроне на угол $\theta = 180^\circ$. Определить кинетическую энергию E_k электрона отдачи.

229. Фотон с длиной волны $\lambda_1 = 15$ пм рассеялся на свободном электроне. Длина волны рассеянного фотона $\lambda_2 = 16$ пм. Определить угол θ рассеяния.

230. Какая доля энергии фотона приходится при эффекте Комптона на электрон отдачи, если рассеяние фотона происходит на угол $\theta = \pi/2$? Энергия фотона до рассеяния $\varepsilon_1 = 0,51$ МэВ.

231. Фотон с длиной волны $\lambda = 5$ пм испытал комптоновское рассеяние под углом $\theta = 90^\circ$ на первоначально покоявшемся свободном электроне. Определить: 1) изменение длины волны при рассеянии; 2) энергию электрона отдачи; 3) импульс электрона отдачи.

232. Фотон с энергией $\varepsilon = 0,25$ МэВ рассеялся на первоначально покоявшемся свободном электроне. Определить кинетическую энергию электрона отдачи, если длина волны рассеянного фотона изменилась на 20 %.

233. Фотон с энергией 100 кэВ в результате комптоновского эффекта рассеялся при соударении со свободным электроном на угол $\theta = \pi/2$. Определить энергию фотона после рассеяния.

234. Фотон с энергией $\varepsilon = 0,25$ МэВ рассеялся под углом $\theta = 120^\circ$ на первоначально покоявшемся электроне. Определить кинетическую энергию электрона отдачи.

235. Узкий поток монохроматического рентгеновского излучения падает на рассеивающее вещество. Оказывается, что длины волн рассеянного под углом $\theta_1 = 60^\circ$ и $\theta_2 = 120^\circ$ излучения отличаются в 1,5 раза. Определить длину волны падающего излучения, предполагая, что рассеяние происходит на свободных электронах.

236. Фотон с энергией $\varepsilon = 1,025$ МэВ рассеялся на первоначально покоявшемся свободном электроне. Определить угол рассеяния фотона, если длина волны рассеянного фотона оказалась равной комптоновской длине волны $\lambda_c = 2,43$ пм.

237. Определить максимальную скорость v_{\max} фотоэлектронов, вырываемых с поверхности цинка (работа выхода $A = 4$ эВ), при облучении γ -излучением с длиной волны $\lambda = 2,47$ пм.

238. При освещении катода вакуумного фотоэлемента монохроматическим светом с длиной волны $\lambda = 310$ нм фототок прекращается при некотором задерживающем напряжении. При увеличении длины волны на 25 % задерживающее напряжение оказывается меньше на 0,8 В. Определить по этим данным постоянную Планка.

239. Фотоны с энергией $\varepsilon = 5$ эВ вырывают фотоэлектроны из металла с работой выхода $A = 4,7$ эВ. Определить максимальный импульс, передаваемый поверхности этого металла при вылете электрона.

240. Плоский серебряный электрод освещается монохроматическим излучением с длиной волны $\lambda = 83$ нм. Определить, на какое максимальное расстояние от поверхности электрода может удалиться фотоэлектрон, если вне электрода имеется задерживающее электрическое поле напряженностью $E = 10$ В/см. Красная граница фотоэффекта для серебра $\lambda = 264$ нм.

241. Определить длину волны спектральной линии, соответствующей переходу электрона в атоме водорода с шестой орбиты на вторую.

242. Определить длины волн де Броиля электрона и протона, прошедших одинаковую ускоряющую разность потенциалов 400 В.

243. Кинетическая энергия протона равна его энергии покоя. Вычислить длину волны де Броиля для такого протона.

244. Какой кинетической энергией должен обладать электрон, чтобы дебройлевская длина волны электрона была равна его комптоновской длине волны?

245. Сравнить длины волн де Броиля электрона, прошедшего разность потенциалов 1000 В, атома водорода, движущегося со скоростью, равной средней квадратичной скорости при температуре 27 °С, и шарика массой 1 г, движущегося со скоростью 0,1 м/с.

246. Кинетическая энергия протона в 4 раза меньше его энергии покоя. Вычислить дебройлевскую длину волны протона.

247. Вычислить длину волны де Броиля электрона, движущегося со скоростью $v = 0,75 c$ (где c – скорость света в вакууме).

248. Кинетическая энергия протона равна его энергии покоя. Вычислить длину волны де Броиля для такого протона.

249. Определить кинетическую энергию протона и электрона, для которых длина волны де Броиля равна 0,06 нм.

250. Протон обладает кинетической энергией, равной энергии покоя. Во сколько раз изменится длина волны де Броиля протона, если его кинетическая энергия увеличится в 2 раза?

251. Какой кинетической энергией должен обладать протон, чтобы длина волны де Броиля протона равнялась его комптоновской длине волны?

252. Электрон прошел ускоряющую разность потенциалов U . Найти длину волны де Броиля для случаев: $U = 51$ В; $U = 510$ кВ.

253. Среднее время жизни атома в возбужденном состоянии равно 12 нс. Вычислить минимальную неопределенность длины волны $\lambda = 12$ мкм излучения при переходе атома в основное состояние.

254. Среднее время жизни π -мезона равно $1,9 \cdot 10^{-16}$ с. Какова должна быть энергетическая разрешающая способность прибора, с помощью которого можно зарегистрировать π -мезон?

255. Атом испустил фотон с длиной волны 0,55 мкм. Продолжительность излучения 10 Нс. Определить наименьшую погрешность, с которой может быть измерена длина волны излучения.

256. Электрон находится в одномерной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками, шириной которой $1,4 \cdot 10^{-9}$ м. Определить энергию, излучаемую при переходе электрона с третьего энергетического уровня на второй.

257. Электрон находится в одномерной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками. Ширина ямы $l = 1$ нм. Определить наименьшую разность энергетических уровней электрона.

258. Частица в потенциальной яме шириной l находится в возбужденном состоянии. Определить вероятность нахождения частицы в интервале $0 < x < l/2$ на третьем энергетическом уровне.

259. Частица находится в одномерной прямоугольной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками. Определить, во сколько раз изменяется отношение разности соседних энергетических уровней ΔE_{n+1} , n/E_n частицы при переходе от $n_1 = 3$ к $n_2 = 8$. Объяснить физическую сущность полученного результата.

260. Длина волны λ излучаемого атомом фотона составляет 0,6 мкм. Принимая время жизни возбужденного состояния $\Delta t = 10^{-8}$ с, определить отношение естественной ширины энергетического уровня, на который был возбужден электрон, к энергии, излученной атомом.

261. Используя соотношение неопределенностей в форме $\Delta x \Delta p_x \geq \hbar$, оценить минимально возможную полную энергию электрона в атоме водорода. Принять неопределенность координаты равной радиусу атома.

262. Электрон движется в атоме водорода по первой боровской орбите. Принимая, что допускаемая неопределенность скорости составляет 10 % от ее числового значения, определить неопределенность координаты электрона.

263. Определить отношение неопределенностей скорости электрона, если его координата установлена с точностью до 10^{-5} м, и пылинки массой $m = 10^{-12}$ кг, если ее координата установлена с такой же точностью.

264. Электронный пучок ускоряется разностью потенциалов $U = 1$ кВ. Известно, что неопределенность скорости составляет 0,1 % от ее числового значения. Определить неопределенность координаты электрона.

265. Пучок нейтронов падает на кристалл с периодом $d = 0,15$ нм. Определить скорость нейтронов, если брэгговское отражение первого порядка наблюдается, когда угол скольжения $\theta = 30^\circ$.

266. Определить, как изменится длина волны де Бройля электрона в атоме водорода при переходе его с четвертой боровской орбиты на вторую.

267. Кинетическая энергия электрона равна 0,6 МэВ. Определить длину волны де Бройля.

268. Кинетическая энергия электрона равна 1 КэВ. Определить длину волны де Бройля.

269. Определить длину волны де Бройля для нейтрона, движущегося со средней квадратичной скоростью при $T = 290$ К.

270. Определить, какую ускоряющую разность потенциалов должен пройти протон, чтобы длина волны де Бройля λ для него была равна 1 нм.

271. Заряженная частица, ускоренная разностью потенциалов $U = 500$ В, имеет длину волны де Бройля $\lambda = 1,282$ Пм. Принимая заряд этой частицы равным заряду электрона, определить ее массу.

272. Определить длину волны де Бройля для электрона, находящегося в атоме водорода на третьей боровской орбите.

273. Электрон выбит из атома водорода, находящегося в основном состоянии, фотоном, энергия которого $\varepsilon = 17,7$ эВ. Определить скорость v электрона за пределами атома.

274. Фотон в энергией $\varepsilon = 12,12$ эВ, поглощенный атомом водорода, находящимся в основном состоянии, переводит атом в возбужденное состояние. Определить главное квантовое число этого состояния.

275. Основываясь на том, что энергия ионизации атома водорода $E_i = 13,6$ эВ, определить в электрон-вольтах энергию фотона, соответствующую самой длинноволновой линии серии Бальмера.

276. Основываясь на том, что первый потенциал возбуждения атома водорода $U_1 = 10,2$ В, определить в электрон-вольтах энергию фотона, соответствующую второй линии серии Бальмера.

277. Основываясь на том, что энергия ионизации атома водорода $E_i = 13,6$ эВ, определить первый потенциал возбуждения U_1 этого атома.

278. Определить частоту света, излучаемого атомом водорода при переходе электрона на уровень с главным квантовым числом $n = 2$, если радиус орбиты электрона изменился в $K = 9$ раз.

279. Используя теорию Бора, определить орбитальный магнитный момент электрона, движущегося по третьей орбите атома водорода.

280. Определите частоту v вращения электрона на третьей орбите атома водорода в теории Бора.

281. Определить минимальную длину волны тормозного рентгеновского излучения, если к рентгеновской трубке приложены напряжения 30 кВ, 75 кВ.

282. Найти граничную длину волны K -серии рентгеновского излучения от платинового анодата.

283. При каком наименьшем напряжении на рентгеновской трубке с железным анодатом появляются линии K -серии?

284. Какую наименьшую разность нужно приложить к рентгеновской трубке с вольфрамовым анодатом, чтобы в спектре излучения были все линии K -серии?

285. На поверхность воды падает γ -излучение с длиной волны 0,414 пм. На какой глубине интенсивность излучения уменьшится в 2 раза?

286. На железный экран падает пучок γ -лучей, длина волны которых $0,124 \cdot 10^{-2}$ нм. Найти толщину слоя половинного ослабления γ -излучения в железе.

287. Определить, как изменится интенсивность узкого пучка лучей при прохождении через экран, состоящий из двух плит: алюминиевой толщиной 10 см и железной – 5 см. Коэффициент линейного ослабления для Al $\mu_1 = 0,1 \text{ см}^{-1}$, для Fe $\mu_2 = 0,3 \text{ см}^{-1}$.

288. Какова энергия γ -лучей, если при прохождении через слой железа толщиной 3,15 см интенсивность излучения ослабляется в 4 раза?

289. Рассчитать толщину защитного водяного слоя, который ослабляет интенсивность излучения с энергией 1,6 МэВ в 5 раз.

290. Как изменится степень ослабления γ -лучей при прохождении через свинцовый экран, если длина волны этих лучей $4,1 \cdot 10^{-13}$ м и $8,2 \cdot 10^{-13}$ м, толщина экрана 1 см?

291. Вычислить дефект массы, энергию связи ядра и удельную энергию связи для элемента $^{108}_{47}Ag$.

292. Вычислить дефект массы, энергию связи и удельную энергию связи для ядра элемента $^{24}_{12}Mg$.

293. В какой элемент превращается $^{238}_{92}U$ после трех α -распадов и двух β -распадов?

294. Период полураспада $^{60}_{27}Co$ равен примерно 5,3 года. Определить постоянную распада и среднюю продолжительность жизни атомов этого изотопа.

295. За год распалось 60 % некоторого исходного радиоактивного элемента. Определить период полураспада этого элемента.

296. Период полураспада $^{60}_{27}Co$ равен 5,3 года. Определить, какая доля первоначального количества ядер этого изотопа распадается через 5 лет.

297. Определить постоянную распада и число атомов радона, распавшихся в течение суток, если первоначальная масса радона 10 г. Период полураспада $^{222}_{86}Rn$ равен 3,82 суток.

298. Вычислить энергию термоядерной реакции
$$^2_1H + ^3_1H \rightarrow ^4_2He + ^1_0n$$
.

299. Вычислить энергию ядерной реакции $^2_1H + ^7_3Li \rightarrow 2 ^4_2He + ^1_0n$.

300. Какое количество энергии освобождается при соединении одного протона и двух нейтронов в одно ядро?

301. Вычислить дефект массы и энергию связи ядра $^{14}_7N$.

302. Вычислить энергию связи ядра 7_3Li .

303. Вычислить энергетический эффект реакции $^3_2He + n \rightarrow ^3_1H + p$.

304. Вычислить энергетический эффект реакции $^2_1H + ^7_3Li \rightarrow ^8_4Be + ^1_0n$.

305. Наибольшая длина волны K_{α} -серии рентгеновского излучения 0,21 нм. Из какого материала сделан антикатод?

306. Период полураспада радиоактивного вещества равен 5,3 года. Определить, в течение какого времени масса этого вещества уменьшится в 10 раз.

307. Постоянная распада радиоактивного элемента $^{26}_{13}Al$ равна $\lambda = 2,97 \cdot 10^{-14} \text{ с}^{-1}$. Определить продолжительность жизни и период полураспада этого элемента.

308. Ядро нептуния $^{234}_{93}Nr$ захватило электрон из K-оболочки атома (K-захват) и испустило α -частицу. Ядро какого элемента получилось в результате этих превращений?

309. Определить массу изотопа $^{15}_7N$, если изменение массы при образовании ядра $^{15}_7N$ составляет $0,2058 \cdot 10^{-27}$ кг.

310. При отрыве нейтрона от ядра гелия 4_2He образуется ядро 3_2He . Определить энергию связи, которую необходимо для этого затратить. Мас-

са нейтральных атомов ${}_2^4He$ и ${}_2^3He$ соответственно равна $6,6467 \cdot 10^{-27}$ кг и $5,0084 \cdot 10^{-27}$ кг.

311. Энергия связи E_{ce} ядра, состоящего из трех протонов и четырех нейтронов, равна 39,3 МэВ. Определить массу m нейтрального атома, обладающего этим ядром.

312. Определить период полураспада радиоактивного изотопа, если $5/8$ начального количества ядер этого изотопа распалось за время $t = 849$ с.

313. Постоянная радиоактивного распада изотопа ${}_{82}^{210}Pb$ равна 10^{-9} с^{-1} . Определить время, в течение которого распадается $2/5$ начального количества ядер этого радиоактивного изотопа.

314. Первоначальная масса радиоактивного изотопа йода ${}_{53}^{131}I$ (период полураспада $T_{1/2} = 8$ суток) равна 1 г. Определить: 1) начальную активность изотопа; 2) его активность через 3 суток.

315. Начальная активность 1 г изотопа радия ${}_{88}^{226}Ra$ равна 1 Ки. Определить период полураспада $T_{1/2}$ этого изотопа.

316. Пользуясь таблицей Менделеева и правилами смещения, определить, в какой элемент превращается ${}_{92}^{238}U$ после трех α и двух β -распадов.

317. Покоившееся ядро полония ${}_{84}^{200}Po$ испускает α -частицу с кинетической энергией $T_\alpha = 5,77$ МэВ. Определить: 1) скорость отдачи дочернего ядра; 2) какую долю кинетической энергии α -частицы составляет энергия отдачи дочернего ядра.

318. Определить энергию, выделяющуюся в результате реакции ${}_{12}^{23}Mg \rightarrow {}_{11}^{23}Na + {}_1^0L + {}_0^0\psi$. Массы нейтральных атомов магния и натрия соответственно равны $3,2184 \cdot 10^{-26}$ кг и $3,8177 \cdot 10^{-26}$ кг.

319. Свободное покоившееся ядро ${}_{77}^{191}Jr$ ($m = 317,10953 \cdot 10^{-27}$ кг) с энергией возбуждения $E = 129$ кэВ перешло в основное состояние, испустив γ -квант. Определить изменение энергии γ -кванта, возникающее в результате отдачи ядра.

320. Определить зарядовое число Z и массовое число A частицы, обозначенной буквой X , в символической записи реакции:
1) ${}_{7}^{14}N + {}_2^4He \rightarrow {}_{8}^{17}O + X$; 2) ${}_{4}^9Be + {}_2^4He \rightarrow {}_{6}^{12}C + X$; 3) ${}_{3}^6Li + X \rightarrow {}_{1}^3H + {}_2^4He$.

