

Волновая оптика. Квантовая физика. СТО

1. Белый свет, падающий нормально на мыльную пленку ($n = 1,33$) и отражающийся от нее, дает в видимом спектре интерференционный максимум на волне длиной $\lambda_1 = 630$ нм и ближайший к нему минимум на волне $\lambda_2 = 450$ нм. Какова толщина пленки, если считать ее постоянной? Ответ: $d = \frac{\lambda_1 \lambda_2}{4n(\lambda_1 - \lambda_2)} \approx 300$ нм.
2. На дифракционную решетку, имеющую период $2 \cdot 10^{-4}$ см, нормально падает монохроматическая волна. Под углом 30° наблюдается максимум второго порядка. Чему равна длина волны падающего света? Ответ: 500 нм.
3. На дифракционную решетку направляется свет от газоразрядной лампы. На экране получают дифракционные спектры излучения лампы. Линия с длиной волны $\lambda_1 = 510$ нм в спектре пятого порядка совпадает с линией длины волны λ_2 в спектре третьего порядка. Определите λ_2 . Ответ: 850 нм
4. Разность хода интерферирующих лучей равна $\lambda/4$. Определите разность фаз колебаний. Ответ: $\pi/2$
5. Найти наибольший порядок дифракционного максимума для желтой линии натрия с длиной волны $5,89 \cdot 10^{-7}$ м, если период дифракционной решетки равен 5 мкм. Ответ: 8.
6. Свет с длиной волны λ падает нормально на дифракционную решетку с периодом $d = 3\lambda$. Определите синус угла между направлением на максимум второго порядка и перпендикуляром к плоскости решетки. Ответ: $\approx 0,67$
7. Два когерентных источника света, расстояние между которыми 1 мм, лежат в плоскости, параллельной экрану. Длина волны излучения 500 нм. Расстояние между источниками и экраном 4 м. Найти расстояние между центральным и вторым максимумами интерференционной картины. (Для малых углов $\sin \alpha \approx \tan \alpha$) Ответ: 4 мм.
8. Световые волны от двух когерентных источников приходят в некоторую точку экрана с разностью хода 2,8 мкм. Определите длину волны, если в данной точке наблюдается интерференционный минимум четвертого порядка. Ответ: 800 нм.
9. На экране, расположенном на расстоянии 6 м от двух когерентных источников, лежащих в плоскости параллельной экрану плоскости, наблюдается интерференционная картина. Расстояние между двумя ближайшими светлыми полосами, лежащими по разные стороны от плоскости симметрии установки 4,8 мм. Найти длину волны света, если расстояние между источниками 1 мм. (Для малых углов $\sin \alpha \approx \tan \alpha$) Ответ: 400 нм.
10. Расстояние между интерференционным минимумом и ближайшим к нему максимумом на экране 0,8 мм. Когерентные источники света лежат в плоскости параллельной экрану на расстоянии 8 м от него. Найти расстояние между источниками, если длина световой волны 600 нм. (Для малых углов $\sin \alpha \approx \tan \alpha$) Ответ: 3 мм.
11. В спектре излучения газоразрядной лампы имеются две линии: красная ($\lambda_k = 733$ нм) и желтая ($\lambda_{ж}$). Свет от лампы нормально падает на дифракционную решетку и затем попадает на экран, где наблюдается дифракционная картина. Определите длину волны желтой линии $\lambda_{ж}$, если максимум третьего порядка красной линии накладывается на максимум четвертого порядка желтой линии. Ответ: 550 нм
12. Дифракционная картина поочередно наблюдается с помощью двух дифракционных решеток. Если поставить решетку с периодом 20 мкм, то на расстоянии l_0 от центрального максимума наблюдается красная линия второго порядка ($\lambda_1 = 730$ нм). Если использовать вторую решетку, то в том же месте наблюдается фиолетовая линия пятого порядка ($\lambda_2 = 440$ нм). Определите период второй дифракционной решетки. Ответ: 30 мкм.
13. В спектре излучения газоразрядной лампы имеются две линии: красная ($\lambda_1 = 720$ нм) и зеленая (λ_2). Свет от лампы нормально падает на дифракционную решетку и затем попадает на экран, где наблюдается дифракционная картина. На расстоянии $l_1 = 3,6$ см от центрального максимума располагается красная линия второго порядка. На расстоянии $l_2 = 6$ см от центрального максимума располагается зеленая линия пятого порядка. Определите длину волны зеленой линии λ_2 . Расстояние от решетки до экрана значительно больше, чем l_2 . Ответ: 480 нм.
14. Спектр получен с помощью дифракционной решетки с периодом $1,9 \cdot 10^{-5}$ м, расположенной параллельно экрану. Дифракционный максимум второго порядка удален от центрального максимума на расстояние 7,2 см, а от решетки — на расстояние 1 м. Найти длину волны монохроматического света, нормально падающего на решетку. (Для малых углов считать $\sin \alpha \approx \tan \alpha$). Ответ: 684 нм
15. В опыте Юнга для наблюдения интерференции в качестве источника света используют газоразрядную лампу, в спектре излучения которой имеются красная ($\lambda_k = 690$ нм) и синяя линии. В некоторой точке экрана происходит наложение красной линии второго порядка с синей линией третьего порядка. Определите длину волны синей линии. Ответ: 460 нм.
16. Дифракционная решетка с периодом $4 \cdot 10^{-2}$ мм находится на расстоянии 2 м от экрана. Решетка освещается монохроматическим светом. На экране наблюдается дифракционная картина. Расстояние между ближайшими светлыми линиями, лежащими по разные стороны от центральной светлой полосы равно 6 см. Найдите длину световой волны. Ответ: 600 нм.
17. При нормальном падении на дифракционную решетку света с длиной волны 0,630 мкм максимум второго порядка наблюдается под углом 30° к первоначальному направлению световых лучей. Какой наибольший порядок дифракционного максимума можно будет наблюдать с помощью этой решетки, если уменьшить длину волны падающего излучения на 80 нм? Ответ: 4.
18. Два когерентных источника S_1 и S_2 , находящиеся на расстоянии 2 м друг от друга, испускают электромагнитные волны с длиной волны 1 м. Точка A находится на расстоянии l от источника S_1 и $AS_1 \perp S_1S_2$. Определите максимальное значение l , при котором в точке A наблюдается
 - а) интерференционный максимум.
 - б) интерференционный минимум.Начальные фазы излучения источников одинаковы. Ответ: а) 1,5 м; б) 3,75 м
19. Свет с длиной волны 0,5 мкм падает на тонкую прозрачную пленку, сечение которой имеет вид клина. Вследствие интерференции на поверхности пленки наблюдаются чередующиеся темные и светлые интерференционные полосы. На сколько отличаются разности хода лучей, отраженных от разных поверхностей клина для соседних темных полос? Ответ: 500 нм.
20. Тонкая мыльная пленка освещается светом с длиной волны 0,6 мкм. На сколько отличаются разности хода волн, накладывающихся друг на друга в центре светлой полосы и в центре соседней с ней темной полосы? Ответ: 300 нм.
21. Свет с длиной волны 0,6 мкм падает нормально на тонкую пленку, нанесенную на стеклянную поверхность. При какой минимальной оптической разности хода световые волны, отраженные от разных поверхностей пленки, будут гасить друг друга? Показатель преломления пленки меньше показателя преломления стекла. Ответ: 300 нм.
22. Найдите наибольший порядок дифракционного максимума, который можно наблюдать с помощью дифракционной решетки с периодом 2 мкм, если длина волны света, нормально падающего на решетку 600 нм. Ответ: 3.
23. Чему равна разность фаз двух интерферирующих световых волн с длиной волны $5 \cdot 10^{-7}$ м, если разность хода между ними $3,75 \cdot 10^{-7}$ м? Ответ: $3\pi/2$
24. Разность фаз двух интерферирующих световых волн равна 5π , а разность хода между ними равна $12,5 \cdot 10^{-7}$ м. Определить длину волны. Ответ: 500 нм.
25. Сколько штрихов содержит дифракционная решетка длины 1 см, если при нормальном падении на нее света с длиной волны 0,5 мкм максимум второго порядка наблюдается под углом 30° ? Ответ: 5000.

26. На дифракционную решетку с периодом 0,01 мм нормально падает параллельный пучок монохроматического света с длиной волны 600 нм. За решеткой параллельно ее плоскости расположена тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием 5 см. Определите расстояние между максимумами первого и второго порядков на экране, расположенном в фокальной плоскости линзы. Ответ: 3 мм.
27. Во сколько раз энергия фотона гамма-излучения с частотой $3 \cdot 10^{21}$ Гц больше энергии фотона рентгеновского излучения с длиной волны $3 \cdot 10^{-10}$ м? Ответ: 3000
28. Считая, что 25-ваттная лампочка излучает электромагнитные волны с длиной волны 1100 нм, найдите число фотонов, испускаемых этой лампочкой за 10 с. Ответ: $14 \cdot 10^{20}$
29. Какому виду электромагнитного излучения соответствует фотон, импульс которого равен 10^{-27} кг·м/с? Ответ: видимый глазом свет.
30. Красная граница фотоэффекта у алюминия соответствует длине волны 332 нм. Найти работу выхода электронов из алюминия. Ответ: 3,7 эВ
31. Какова наибольшая кинетическая энергия электронов, вырываемых с поверхности платины излучением с частотой $1,2 \cdot 10^{15}$ Гц, если наибольшая длина волны излучения, способного вызвать фотоэффект, для платины равна 0,234 мкм? Ответ: $1,44 \cdot 10^{-19}$ Дж.
32. У некоторого металла фотоэффект начинается при частоте падающего света ν_0 . Какой должна быть частота падающего на этот металл света, чтобы сила фототока стала равной нулю при задерживающем потенциале U ? Ответ: $(h\nu_0 + eU)/h$
33. Работа выхода электрона с поверхности цезия равна 2 эВ. Какова максимальная скорость электронов, вылетающих из цезия при облучении его поверхности светом с длиной волны 500 нм? Ответ: 400000 м/с
34. Светом какой частоты освещается поверхность лития, если максимальная скорость вылетающих фотоэлектронов равна 10^6 м/с? Красная граница фотоэффекта для лития соответствует длине волны 540 нм. Ответ: $1,24 \cdot 10^{15}$ Гц
35. При облучении металла светом с длиной волны 400 нм вырываются фотоэлектроны, максимальная скорость которых $6 \cdot 10^5$ м/с. Определите работу выхода. Ответ: $3,3 \cdot 10^{-19}$ Дж
36. Определите задерживающую разность потенциалов для фотоэлектронов, вырываемых с поверхности калия (работа выхода 2 эВ) при его освещении светом с частотой $9 \cdot 10^{14}$ Гц. Ответ: 1,7 В.
37. При облучении некоторого металла светом с частотой $9 \cdot 10^{14}$ Гц фототок прекращается при задерживающей разности потенциалов 1,8 В. Определите задерживающую разность потенциалов при облучении этого металла светом с частотой $1,1 \cdot 10^{15}$ Гц. Ответ: 2,6 В
38. Задерживающая разность потенциалов для фотоэлектронов, вырываемых с поверхности калия (работа выхода 2 эВ) равна 1,8 В. Определите частоту излучения, вызывающего фотоэффект. Ответ: $9,2 \cdot 10^{14}$ Гц
39. Красная граница фотоэффекта для некоторого металла соответствует длине волны 275 нм. Найти задерживающую разность потенциалов при облучении этого металла светом с частотой $4,6 \cdot 10^{15}$ Гц. Ответ: 14,5 В.
40. Определите задерживающую разность потенциалов для фотоэлектронов, вырываемых с поверхности металла излучением, энергия фотонов которого 6 эВ, если работа выхода равна 3 эВ. Ответ: 3 В.
41. Во сколько раз изменится задерживающая разность потенциалов, если длина волны излучения, вызывающего фотоэффект, уменьшится в вдвое? Работу выхода электрона считать пренебрежимо малой по сравнению с энергией фотонов, вызывающих фотоэффект. Ответ: 2.
42. До какого потенциала может зарядиться металлическая пластина при длительном облучении ее потоком фотонов с энергией 4 эВ? Работа выхода электронов из пластины 1,6 эВ. Ответ: 2,4 В.
43. Длина волны рентгеновского излучения равна $2,4 \cdot 10^{-11}$ м. После рассеяния на электроне длина волны излучения стала равна $2,6 \cdot 10^{-11}$ м. Какую часть своей первоначальной энергии фотон передал электрону? Ответ: 7,7 %
44. Какова длина волны излучения лазера, если при мощности P он за 1 секунду испускает N фотонов? Ответ: hcN/P
45. Какова частота излучения лазера, если при мощности P он испускает N фотонов за время t ? Ответ: Pt/hN
46. Лазерный луч, падая нормально на зеркало, полностью от него отражается. Чему равен импульс, получаемый зеркалом за 1 с, если за время t лазер излучает энергию E ? Ответ: $2E/c$
47. Поток гамма-излучения мощностью P при нормальном падении полностью поглощается счетчиком фотонов. Какой импульс получает счетчик за время t ? Ответ: Pt/c
48. При какой скорости движения частицы ее энергия будет в 2 раза больше энергии покоя? Ответ: $v = \sqrt{3}c/2$
49. При какой скорости масса движущегося электрона вдвое больше его массы покоя? Ответ: $2,6 \cdot 10^8$ м/с.
50. На сколько уменьшается за сутки масса Солнца вследствие излучения, если общая мощность излучения Солнца составляет $3,8 \cdot 10^{26}$ Вт. Ответ: $3,6 \cdot 10^{14}$ кг
51. Время жизни нестабильного мюона, входящего в состав космических лучей, измеренное земным наблюдателем, относительно которого мюон двигался со скоростью, составляющей 95 % скорости света в вакууме, оказалось равно 6,4 мкс. Каково время жизни мюона в системе отсчета, относительно которой он покоится? Ответ: 2 мкс
52. Во сколько раз время жизни нестабильной частицы в системе отсчета, относительно которой она покоится, отличается от времени жизни этой частицы в системе отсчета, относительно которой она движется со скоростью на 10 % отличающейся от скорости света в вакууме? Ответ: в 2,3 раза.
53. Время жизни нестабильной частицы составляет 1 мкс. Каково время жизни этой частицы для наблюдателя, относительно которого частица движется со скоростью на 1 % отличающейся от скорости света в вакууме? Ответ: 7,1 мкс
54. Собственное время жизни некоторой нестабильной частицы равно 10 нс. Какой путь пролетит эта частица до распада в системе отсчета, где время ее жизни равно 20 нс? Ответ: 5 м.
55. При какой скорости движения релятивистское сокращение длины составляет 25 %? Ответ: $0,66c$.
56. Мимо неподвижного наблюдателя движется стержень со скоростью $0,6c$ (c – скорость света в вакууме). Наблюдатель регистрирует длину стержня 1 м. Какова длина этого стержня в системе отсчета, относительно которой стержень покоится? Ответ: 1,25 м
57. Космический корабль развил такую скорость, при которой длина линейки, лежащей на корабле вдоль линии скорости, уменьшается в 2 раза относительно наблюдателя на Земле. Во сколько раз масса этой линейки для наблюдателя на Земле отличается от ее массы покоя? Ответ: в 2 раза.
58. Космический корабль, стартовав с Земли, вышел в открытый космос, при этом темп хода часов на корабле замедлился в 2 раза для земного наблюдателя. Чему будет равна для этого наблюдателя площадь квадрата со стороной 1 м, находящегося на корабле, если скорость корабля параллельна одной из сторон квадрата? Ответ: $0,5 \text{ м}^2$
59. Электрон движется со скоростью $0,75c$ (c – скорость света в вакууме). Во сколько раз его релятивистский импульс больше импульса, рассчитанного по классической формуле? Ответ: в 1,5 раза.
60. Ребро куба имеет длину 1 м. Определите объем этого куба относительно наблюдателя на Земле, если куб движется относительно этого наблюдателя со скоростью $0,75c$ направленной перпендикулярно двум противоположащим граням куба. Ответ: $0,66 \text{ м}^3$
61. Относительно земного наблюдателя масса космического корабля в 3 раза больше массы покоя. Чему равна длина метровой линейки, лежащей на борту этого корабля вдоль вектора его скорости для земного наблюдателя? Ответ: 0,33 м
62. Полная энергия частицы равна $10,2 \cdot 10^{-14}$ Дж, а ее импульс равен $2 \cdot 10^{-22}$ кг·м/с. Определите скорость частицы. Ответ: $0,6c$
63. Полная энергия электрона $4,2 \cdot 10^{-13}$ Дж. Во сколько раз его релятивистская масса больше массы покоя? Ответ: в 5 раз.
64. С какой скоростью должно двигаться тело с массой покоя 3 кг, чтобы его релятивистская масса была равна 5 кг? Ответ: $0,8c$