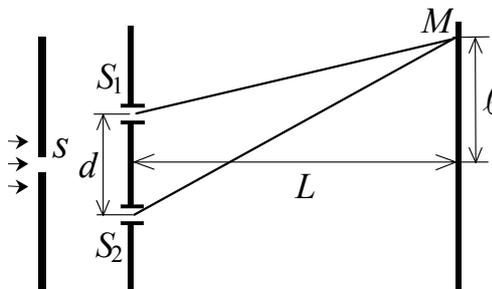


ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ № 1

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ. ВОЛНОВАЯ И ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА

Вариант № 1

1. Длина электромагнитной волны в вакууме, на которую настроен колебательный контур, равна 12 м. Пренебрегая активным сопротивлением контура, определите максимальный заряд на обкладках конденсатора, если максимальная сила тока в контуре 1 А. [6,37 нКл]
2. В установке Юнга, находящейся в воздухе, расстояние d между щелями S_1 и S_2 равно 1 мм. Определите расстояние L от щелей до экрана, если разность Δ хода лучей, приходящих в точку экрана M , равна 1 мкм, расстояние ℓ до нее от центра экрана 3 мм. [3 м]
3. На щель шириной 0,1 мм нормально падает пучок монохроматического света длиной волны 500 нм. Дифракционная картина наблюдается на экране, находящемся в фокальной плоскости линзы, оптическая сила которой равна 5 дптр. Найдите расстояние между минимумами во 2-м порядке. [4 мм]
4. Собирающая линза с фокусным расстоянием 0,4 м увеличивает изображение предмета в 4 раза. Каким будет увеличение линзы, если этот предмет отодвинуть на 10 см от линзы? Изображение в обоих случаях действительное. [2]
5. Луч естественного света последовательно проходит через поляризатор и анализатор, угол между главными плоскостями которых 30° . Какая доля начального потока выйдет из анализатора? [0,37]



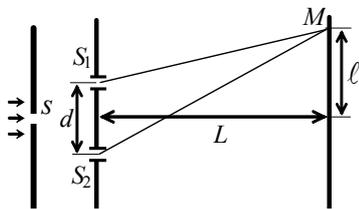
Вариант № 2

1. Плоская гармоническая линейно поляризованная электромагнитная волна распространяется в вакууме. Найдите амплитуду напряженности электрической составляющей, если интенсивность электромагнитной волны равна 3 мкВт/м^2 . [47,5 мВ/м]
2. На поверхность стеклянной пластины нанесена тонкая пленка толщиной 180 нм ($n_{\text{пл}} < n_{\text{ст}}$). На пленку нормально падает свет с длиной волны 540 нм. При каком значении показателя преломления пленки будет наблюдаться максимальное отражение света? [1,5]
3. На узкую щель шириной 0,05 мм нормально падает монохроматический свет. Его направление на четвертую темную дифракционную полосу составляет $2^\circ 12'$. Определите, сколько длин волн укладывается на ширине щели. [104]
4. Столб вбит в дно реки и возвышается над водой на 1 м. Найдите глубину реки, если при высоте Солнца над горизонтом 45° (угол между солнечным лучом и поверхностью воды) длина тени столба на дне реки равна 1,62 м. [1 м]
5. Угол между главными плоскостями поляризатора и анализатора 30° . Во сколько раз уменьшится интенсивность света, вышедшего из анализатора, если угол увеличить до 80° ? [24,7]

Вариант № 3

1. При изменении тока в катушке индуктивности на величину 1 А за время 0,6 с в ней индуцируется ЭДС, равная 0,2 мВ. Какую длину будет иметь радиоволна, излучаемая генератором, колебательный контур которого состоит из этой катушки и конденсатора емкостью 14,1 нФ? [2450 м]
2. Мыльная пленка образует клин. Пучок монохроматического света длиной волны 180 нм, нормально падая на клин, создает в проходящем свете интерференционную картину чередующихся темных и светлых полос. В месте, где находится третья, считая от ребра клина, светлая полоса, толщина пленки составляет 200 нм. Определите показатель преломления пленки. [1,33]
3. На щель шириной 0,05 мм нормально падает монохроматический свет ($\lambda = 0,6$ мкм). Экран, на котором наблюдается дифракционная картина, расположен параллельно щели на расстоянии 1 м. Определите расстояние между первыми дифракционными минимумами, расположенными по обе стороны от центрального дифракционного максимума. [1,2 см]
4. Объектив проекционного аппарата с оптической силой 6,5 дптр находится на расстоянии 4 м до экрана. Определите площадь диапозитива, если площадь изображения на экране равна 4 м². [64 см²]
5. Линейно-поляризованный световой пучок падает на поляризатор, вращающийся вокруг оси пучка с угловой скоростью $\omega = 21$ рад/с. Найдите световую энергию, проходящую через поляризатор за один оборот, если поток энергии Φ в падающем пучке равен 4,0 мВт. [$E = \pi\Phi/\omega = 0,6$ мДж]

Вариант № 4



1. В установке Юнга, находящейся в воздухе, расстояние d между щелями S_1 и S_2 равно 0,8 мм, расстояние L от щелей до экрана 4 м. Определите расстояние Δl между двумя соседними максимумами вблизи центра интерференционной картины, если щель S освещается монохроматическим светом с длиной волны 400 нм. [2 мм]
2. На щель шириной 0,1 мм нормально падает монохроматический свет ($\lambda = 0,5$ мкм). Экран, на котором наблюдается дифракционная картина, расположен параллельно щели. Определите расстояние от щели до экрана, если ширина центрального дифракционного максимума 1 см. [2 м]
3. При переходе электромагнитной волны из немагнитной среды с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 2$ в вакуум изменение длины волны $\Delta\lambda = -17,6$ м. Найти частоту ν электромагнитной волны. [$\nu = c(\sqrt{\epsilon} - 1)/(\Delta\lambda\sqrt{\epsilon}) = 0,5$ МГц.]
4. На дне сосуда, наполненного бензолом до высоты 20 см, помещен точечный источник света. На поверхности жидкости плавает круглая непрозрачная пластинка так, что ее центр находится над источником света. Какой наименьший радиус должна иметь пластинка, чтобы ни один луч не мог выйти из бензола? Показатель преломления бензола равен 1,501. [17,9 см]
5. Прозрачная пластинка пропускает 1/4 падающего на нее светового потока. Определите показатель поглощения вещества пластинки, если ее толщина 6,2 см. Рассеянием пренебечь. Считать, что 15 % падающего потока отражается от поверхности пластинки. [0,2 см⁻¹]

Вариант № 5

1. Плоская гармоническая линейно поляризованная электромагнитная волна распространяется в вакууме. Амплитуда напряженности электрической составляющей волны $E_m = 100$ мВ/м, частота $\nu = 200$ МГц. Найдите средние за период колебания значения: а) модуля плотности тока смещения; б) плотности потока энергии.

$$\text{[а) } \langle j_{\text{см}} \rangle = 4\varepsilon_0 \nu E_m = 0,72 \text{ мА/м}^2; \text{ б) } \langle \vec{S} \rangle = \varepsilon_0 c E_m^2 / 2 = 13,2 \text{ мкВт/м}^2 \text{]}$$

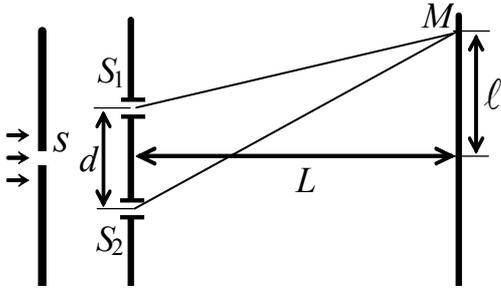
2. На поверхность стеклянной пластинки с показателем преломления n_1 нанесена тонкая пленка толщиной 200 нм с показателем преломления $n_2 < n_1$. На пленку по нормали к ней падает свет с длиной волны 600 нм. При какой величине показателя преломления пленки она будет максимально отражающей? [1,5]
3. Монохроматический свет с длиной волны 0,6 мкм падает на длинную прямоугольную щель шириной 12 мкм под углом 45° к ее нормали. Определите положение первых минимумов, расположенных по обе стороны от центрального дифракционного максимума. [$49^\circ 12'$; $41^\circ 06'$]
4. Требуется сфотографировать конькобежца, пробегающего перед аппаратом со скоростью 10 м/с. Определите максимально допустимую экспозицию при условии, что размытость изображения не должна превышать 0,2 мм. Фокусное расстояние объектива равно 10 см, расстояние от конькобежца до аппарата равно 5 м. В момент фотографирования оптическая ось объектива аппарата перпендикулярна к траектории движения конькобежца. [10^{-3} с]
5. Анализатор в 4 раза ослабляет интенсивность падающего на нее поляризованного света. Каков угол между главными плоскостями поляризатора и анализатора? Потерями света на поглощение, рассеяние и отражение пренебречь. [60°]

Вариант № 6

1. По прямому проводнику круглого сечения протекает ток I . Найдите поток вектора Пойнтинга через боковую поверхность данного проводника, имеющего сопротивление R . [$S = I^2 R$]
2. На тонкий стеклянный клин в направлении нормали к его поверхности падает монохроматический свет с длиной волны 600 нм. Определите угол между поверхностями клина, если расстояние между смежными интерференционными минимумами в отраженном свете равно 4 мм. [$1,5 \cdot 10^{-4}$ рад]
3. Монохроматический свет падает на длинную прямоугольную щель шириной 12 мкм под углом 30° к ее нормали. Определите длину волны света, если ее направление на первый минимум от центрального френгоферового максимума составляет 33° . [536 нм]
4. На оптической скамье установлена лампочка Л, которую можно считать точечным источником света. От лампочки отодвигают с постоянной скоростью v_0 , равной 1 м/с, собирающую линзу. С какой скоростью и в какую сторону будет двигаться изображение Л' лампочки относительно Земли в тот момент, когда линза окажется от лампочки на расстоянии $1,5F$, где F – фокусное расстояние линзы? Лампочка все время остается на главной оптической оси линзы. [$v = -3v_0 = -3$ м/с, влево]
5. Коэффициент поглощения некоторого вещества для монохроматического света определенной длины волны равен $0,1 \text{ см}^{-1}$. Определите толщину слоя вещества, которая необходима для ослабления света в 2 раза. [6,93 см]

Вариант № 7

1. Тонкая катушка, имеющая вид кольца радиусом $R = 25$ см, состоит из $N = 51$ витков провода. Катушка находится в поле электромагнитной волны частотой $\nu = 5,0$ МГц, направление распространения которой и ее электрический вектор перпендикулярны оси катушки. Чему равно амплитудное значение электрического вектора волны E_m , если амплитудное значение ЭДС индукции в катушке равно $\mathcal{E}_{im} = 0,2$ мВ?
 $[E_m = c\mathcal{E}_{im} / (2\pi^2 NR^2\nu) = 192 \text{ мкВ/м}]$



2. В установке Юнга, находящейся в воздухе, расстояние d между щелями S_1 и S_2 равно $0,8$ мм, а расстояние L от щелей до экрана 4 м. Определите длину волны монохроматического света, которым освещается щель S , если на экране вблизи центра интерференционной картины расстояние между двумя соседними минимумами 2 мм. $[400 \text{ нм}]$
3. На дифракционную решетку нормально падает монохроматический свет с длиной волны 600 нм. Определите наибольший порядок спектра, полученный с помощью этой решетки, если ее постоянная равна 2 мкм. $[3]$
4. Луч света падает на плоскопараллельную стеклянную пластинку под углом 60° . Определите толщину пластинки, если смещение луча относительно первоначального направления $1,5$ см. $[3 \text{ см}]$
5. При падении естественного света на некоторый поляризатор проходит $\eta_1 = 30\%$ светового потока, а через два таких поляризатора — $\eta_2 = 13,5\%$. Найдите угол φ между плоскостями пропускания этих поляризаторов.

$$[\varphi = \arccos \left[\frac{\sqrt{\eta_2}}{\sqrt{2}\eta_1} \right] = 30^\circ]$$

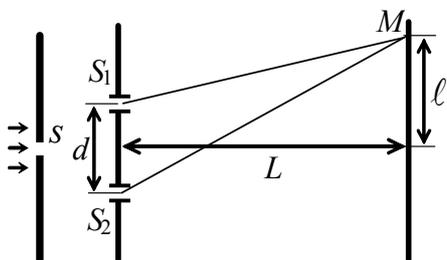
Вариант № 8

1. В вакууме вдоль оси x распространяется плоская электромагнитная волна и падает по нормали на поверхность тела, полностью ее поглощающего. Амплитуда напряженности электрического поля волны E_m равна 2 В/м. Определить давление p , оказываемое волной на тело. $[p = \varepsilon_0 E_m^2 = 35,4 \text{ нПа}]$
2. На поверхность стеклянной пластинки с показателем преломления $n_1 = 1,70$ нанесена тонкая пленка с показателем преломления $n_2 = 1,50$. При какой минимальной толщине пленки свет с длиной волны $\lambda = 600$ нм, падающий нормально, будет максимально отражаться? $[200 \text{ нм}]$
3. На дифракционную решетку длиной $1,5$ см, содержащей 3000 штрихов, нормально падает монохроматический свет с длиной волны 550 нм. Определите число максимумов, наблюдаемых в спектре дифракционной решетки. $[19]$
4. Мнимое изображение светящейся точки в рассеивающей линзе с оптической силой $D = -5$ дптр находится в два раза ближе к линзе, чем источник. Найдите расстояние светящейся точки от линзы, если она лежит на главной оптической оси линзы. $[20 \text{ см}]$
5. Частично поляризованный свет рассматривается через николю. При повороте николя на 60° относительно положения, соответствующего максимальной интенсивности выходящего пучка, интенсивность света уменьшается в 2 раза. Определите степень поляризации света в падающем пучке. $[0,5]$

Вариант № 9

1. В вакууме вдоль оси x распространяется плоская электромагнитная волна. Амплитуда напряженности магнитного поля равна 5 мА/м . Определите интенсивность волны. [$4,71 \text{ мВт/м}^2$]
2. На установку для получения колец Ньютона нормально падает монохроматический свет ($\lambda = 600 \text{ нм}$). Определите толщину воздушного слоя там, где в отраженном свете наблюдается 5-е светлое кольцо. [$1,2 \text{ мкм}$]
3. Монохроматический свет нормально падает на дифракционную решетку. Определите угол дифракции, соответствующий максимуму четвертого порядка, если максимум третьего порядка отклонен на угол 18° . [$24^\circ 20'$]
4. Линзу, дающую действительное изображение предмета, передвинули на расстояние, равное ее фокусному расстоянию. При этом получилось мнимое изображение того же размера. Найдите увеличение линзы. [2]
5. На пути частично поляризованного света поместили поляризатор. При повороте поляризатора на угол $\varphi = 60^\circ$ из положения, соответствующего максимуму пропускания, интенсивность прошедшего света уменьшилась в $\eta = 3$ раза. Найдите степень поляризации падающего света. [$P = (\eta - 1)/(1 - \eta \cos 2\varphi) = 0,8$]

Вариант № 10



1. В установке Юнга, находящейся в воздухе, расстояние d между щелями S_1 и S_2 равно $0,6 \text{ мм}$, а расстояние L от щелей до экрана 2 м . Щель S освещается монохроматическим светом с длиной волны 700 нм . Определите расстояние ℓ от центра экрана до точки M , в которой наблюдается третий интерференционный максимум. [7 мм]
2. Определите наибольший порядок спектра для линии излучения натрия с длиной волны 555 нм , если постоянная дифракционной решетки 2 мкм . [3]
3. Анализатор в 2 раза ослабляет интенсивность падающего на него поляризованного света. Каков угол между главными плоскостями поляризатора и анализатора? Потери света на отражение пренебречь. [45°]
4. Глубина воды в водоеме равна $2,5 \text{ м}$. Наблюдатель смотрит на предмет, лежащий на дне, причем луч зрения нормален к поверхности воды. Определите кажущееся расстояние предмета от поверхности воды. [$1,88 \text{ м}$]
5. Степень поляризации частично поляризованного света составляет $0,75$. Определите отношение максимальной интенсивности света, пропускаемого анализатором, к минимальной. [7]

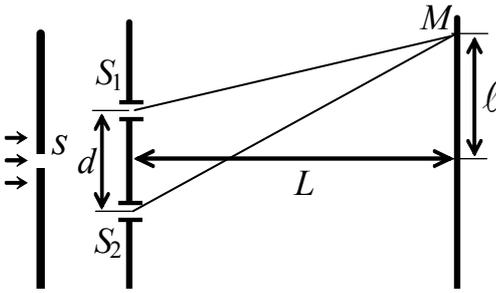
Вариант № 11

1. В колебательном контуре происходят свободные колебания. Найдите длину волны, на которую настроен контур, если максимальный заряд конденсатора равен 1 мкКл, а максимальный ток 10 А. [188,4 А]
2. На поверхность пластинки из стекла с показателем преломления $n_1 = 1,65$ нанесена пленка толщиной 110 нм с показателем преломления $n_2 = 1,55$. Для какой длины волны видимого света пленка будет «просветляющей»? [682 нм]
3. На дифракционную решетку, содержащую 400 штрихов на 1 мм, нормально падает пучок монохроматического света с длиной волны 0,6 мкм. Найдите общее число дифракционных максимумов, которые дает эта решетка. [9]
4. Расстояние наилучшего видения для пожилого человека равно 60 см. Каким будет это расстояние при наличии очков с оптической силой 3,3 дптр? [20 см]
5. В 8 %-м растворе вещества в прозрачном растворителе интенсивность света на глубине 40 мм ослабляется в 2 раза. Во сколько раз ослабляется интенсивность света на глубине 60 мм в 4 %-м растворе того же вещества? [1,68]

Вариант № 12

1. Электромагнитная волна с частотой 360 МГц переходит из вакуума в немагнитную среду с диэлектрической проницаемостью 4,0. Определите изменение ее длины волны. [– 42 см]
2. Каково расстояние между 20-м и 21-м максимумами светлых колец Ньютона в отраженном свете, если расстояние между 2-м и 3-м равно 1 мм? [0,31 мм]
3. Дифракционная решетка с периодом 20 мкм расположена параллельно экрану на расстоянии 1 м от него. Дифракционную решетку освещают перпендикулярно падающим светом с длиной волны 590 нм. Какой должна быть минимальная ширина экрана, чтобы можно было наблюдать дифракционные максимумы второго порядка? Центры решетки и экрана расположены вдоль луча падающего света. [12 см]
4. Частично поляризованный свет рассматривается через николю. При повороте николя на 45° относительно положения, соответствующего максимальной интенсивности выходящего пучка, интенсивность света уменьшается в 1,5 раза. Определите отношение интенсивностей естественной и поляризованной частей падающего пучка. [1]
5. Из некоторого вещества изготовили две пластинки: одну толщиной $d_1 = 3,8$ мм, другую – $d_2 = 9,0$ мм. Введя поочередно эти пластинки в пучок монохроматического света, обнаружили, что первая пластинка пропускает $\tau_1 = 0,84$ светового потока, вторая – $\tau_2 = 0,70$. Найдите линейный показатель поглощения этого вещества. Вторичными отражениями пренебречь. [$\chi = \ln(\tau_1/\tau_2)/(d_2 - d_1) = 0,35 \text{ см}^{-1}$]

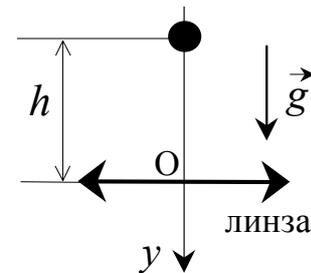
Вариант № 13



1. В установке Юнга, находящейся в воздухе, расстояние d между щелями S_1 и S_2 равно 0,8 мм. Щель S освещается монохроматическим светом с длиной волны 400 нм. Определите расстояние L от щелей до экрана, если на экране вблизи центра интерференционной картины расстояние между двумя соседними

минимумами равно 2 мм. [4 м]

2. На дифракционную решетку нормально падает монохроматический свет. В спектре, полученном с помощью этой дифракционной решетки, некоторая спектральная линия наблюдается в первом порядке под углом 11° . Определите наивысший порядок спектра, в котором может наблюдаться эта линия. [5]
3. Плоская гармоническая линейно поляризованная электромагнитная волна с частотой $\nu = 1$ МГц распространяется в вакууме. Найдите амплитуду напряженности электрической составляющей, если интенсивность I электромагнитной волны равна 3 мВт/м^2 . [$E_m = \sqrt{2I/(c\epsilon_0)} = 47,5 \text{ мВ/м}$]
4. Стальной шарик падает без начальной скорости с некоторой высоты h на собирающую линзу. В начальный момент расстояние от шарика до линзы равнялось расстоянию от линзы до действительного изображения шарика. С какой высоты падал шарик, если время существования мнимого изображения равно 0,12 с? [0,86 м]
5. Угол между главными плоскостями поляризатора и анализатора 45° . Во сколько раз уменьшится интенсивность света, если угол увеличить до 60° ? [2]



Вариант № 14

1. На поверхность стеклянной призмы нанесена тонкая пленка толщиной 120 нм с показателем преломления $n_{пл} < n_{ст}$. На пленку нормально падает свет с длиной волны 744 нм. При каком значении показателя преломления $n_{пл}$ пленка будет «просветляющей»? [1,55]
2. Определите длину волны монохроматического света, нормально падающего на дифракционную решетку, имеющую 300 штрихов на 1 мм, если угол между направлениями на максимумы первого и второго порядка составляет 12° . [644 нм]
3. Степень поляризации частично поляризованного света составляет 0,75. Определите отношение максимальной интенсивности света, пропускаемого анализатором, к минимальной. [7]
4. Расстояние наилучшего видения для пожилого человека равно 60 см. Каким будет это расстояние при наличии очков с оптической силой 3,3 дптр? [20 см]
5. Длина электромагнитной волны в вакууме, на которую настроен колебательный контур, равна 12 м. Пренебрегая активным сопротивлением контура, определите максимальный заряд на обкладках конденсатора, если максимальная сила тока равна 1 А. [6,37 нКл]

Вариант № 15

1. Между стеклянной пластинкой и лежащей на ней плоско-выпуклой линзой находится жидкость. Каков ее показатель преломления n , если наблюдение ведется в отраженном свете ($\lambda = 600$ нм)? Радиус 10-го ($m = 10$) темного кольца Ньютона $r = 2,1$ мм. Радиус R кривизны линзы равен 1 м. [$n = mR\lambda/r^2 = 1,36$]
2. На дифракционную решетку нормально падает монохроматический свет с длиной волны λ . Период дифракционной решетки 4λ . Под каким углом будет наблюдаться второй дифракционный максимум? [30°]
3. Найдите модуль напряженности магнитного поля плоской электромагнитной волны, выразив его через модуль вектора Пойнтинга $S = 3$ мВт/м² и диэлектрическую проницаемость $\epsilon = 4$ ($\mu = 1$). [$H_m = \sqrt{S} \cdot \sqrt[4]{\epsilon\epsilon_0/\mu_0} = 126$ мкА/м]
4. На дне стакана, наполненного водой на 10 см, лежит монета. На каком расстоянии от поверхности воды ее видит глаз наблюдателя? [$7,5$ см]
5. При падении естественного света на некоторый поляризатор проходит $\eta_1 = 30$ % светового потока, а через два таких поляризатора – $\eta_2 = 13,5$ %. Найдите угол φ между плоскостями пропускания этих поляризаторов.

$$[\varphi = \arccos \left[\sqrt{\eta_2} / (\sqrt{2}\eta_1) \right] = 30^\circ]$$