

Контрольная работа 2

"Электромагнитные волны и Оптика"

Тимофеева Эльвира Олеговна

19 декабря 2021 г.

Варианты контрольной работы для групп М3201, М3202, М3205 и М3208. Номера вариантов указаны в таблице успеваемости. Решения необходимо сфотографировать, создать .pdf файл, переименовать по примеру (КР2 М3202 Петров М.М.) и загрузить до 20:15 19 декабря 2021 г. в соответствующее задание курса на сайт. Записывайте подробно рассуждения, особенно почему используете определенные формулы. Обязательно вывести итоговую формулу для нахождения ответа численно. Решение не своего варианта или после сроков загрузки на сайт не будет учитываться. Добавьте в файл с решениями текст задания, укажите свою фамилию и вариант на сфотографированных листах.

1 Вариант

1. Излучение от Солнца (над атмосферой) составляет 1350 Вт/м^2 . Это величина равна мощности излучения проходящую через единичную площадку перпендикулярно потоку излучения – солнечная постоянная. Найдите амплитудные значения для E и B , предполагая, что волна является одиночной.
2. На пути источника монохроматического света (600 нм) поставили диафрагму с отверстием, радиусом 1 мм . Диафрагма перемещается из точки, отстоящей от источника на $0,5 \text{ м}$, в точку, отстоящую от источника на $1,27 \text{ м}$. Сколько раз будет наблюдаться затемнение в центральной точке экрана, если расстояние от источника до экрана равно $1,5 \text{ м}$? На каком расстоянии от источника следует поставить диафрагму для максимальной освещенности центральной точки экрана? На каком расстоянии от источника следует поставить диафрагму для минимальной освещенности центральной точки экрана?
3. Билинза Бийе изготовлена из двух половинок тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием $f=10 \text{ см}$. На расстоянии $a=3f/2$ от нее помещен источник света в виде щели, освещаемой широкоугольным пучком света с длиной волны $\lambda = 5790 \text{ \AA}$. Экран для наблюдения интерференционных полос установлен с противоположной стороны билинзы на расстоянии $L = 330 \text{ см}$ от нее. При какой минимальной ширине щели D интерференционные полосы на экране пропадут? Считать, что различные точки щели излучают световые волны некогерентно. Расстояние между половинками билинзы $h = 0,5 \text{ мм}$.
4. Свет падает нормально на прозрачную дифракционную решетку ширины $l = 6,5 \text{ см}$, имеющую 200 штрихов на миллиметр. Исследуемый спектр содержит спектральную линию с $\lambda=670,8 \text{ нм}$, которая состоит из двух компонент, отличающихся на $\delta\lambda=0,015 \text{ нм}$. Найти: а) в каком порядке спектра эти компоненты будут разрешены; б) наименьшую разность длин волн, которую может разрешить эта решетка в области $\lambda= 670 \text{ нм}$.
5. На плоский экран, состоящий из двух полуплоскостей Π_1 и Π_2 , направления пропускания которых ортогональны, падает нормально параллельный пучок циркулярно поляризованного света с интенсивностью I_0 . Найти интенсивность света I в произвольной точке за экраном и тип его поляризации.

Вопрос:

6. Волновой фронт

2 Вариант

1. В вакууме вдоль оси x распространяются две плоские одинаково поляризованные э.м. волны $E_1 = E_0 \cos(\omega t - kx)$ и $E_2 = E_0 \cos(\omega t - kx + \phi)$. Найти среднее значение плотности потока энергии.
2. На пути источника света интенсивностью I_0 поставили круглый диск, который закрывает для точки на экране 2 зоны Френеля. Чему равна интенсивность центра дифракционной картины? Что будет происходить с интенсивностью центральной точки при увеличении диаметра диска?
3. Между краями двух отшлифованных плоскопараллельных стеклянных пластинок положена папиросная бумага. Два противоположных края плотно прижаты. Длина волны падающего нормально на поверхность получившегося клина света равна 590 нм, толщина бумаги $h = 0,05$ мм, длина пластин $L = 10$ см. Наблюдение ведется в проходящем свете. Определить число интерференционных полос на единицу длины. Что произойдет, если удвоить количество папиросной бумаги между пластинами? От чего зависит количество полос, видимых на поверхности клина?
4. Плоская монохроматическая световая волна с интенсивностью I_0 падает нормально на непрозрачный экран с круглым отверстием. Какова интенсивность света I за экраном в точке, для которой отверстие: а) равно первой зоне Френеля; внутренней половине первой зоны; б) сделали равным первой зоне Френеля и затем закрыли его половину (по диаметру)?
5. Смесь естественного света и линейно поляризованным проходит через николь. Определить степень поляризации света, если при повороте николя на угол 40 град из положения, соответствующего максимуму пропускания, интенсивность света за николем уменьшается 4 раза.

Вопрос:

6. Луч

3 Вариант

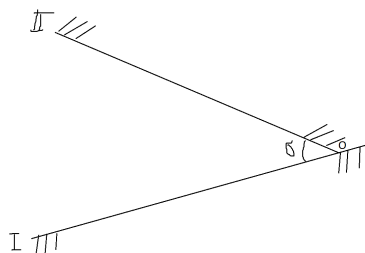
1. Найти средний вектор Пойнтинга S у плоской электромагнитной волны $E = E_m \cos(\omega t - kr)$, если волна распространяется в вакууме.
2. Выведите зависимость угла отклонения отраженного луча $\omega(\alpha)$ от зеркала, при повороте зеркала на угол α .
3. Стеклянная симметричная двояковыпуклая линза соединена с такой же двояковогнутой, причем получившаяся система имеет оптическую силу 0,2 дптр. Между линзами в их центре есть контакт, вокруг которого наблюдается картина интерференции. Найти радиус 5-го темного кольца в отраженном свете, если длина волны 500 нм, а показатель преломления линз одинаков и равен 1,5.
4. Свет с $\lambda = 589,0$ нм падает нормально на дифракционную решетку с периодом $d = 2,5$ мкм, содержащую $N = 10000$ штрихов. Найти угловую ширину дифракционного максимума второго порядка.
5. Сколько слоев половинного ослабления в пластинке, которая уменьшает интенсивность узкого пучка рентгеновского излучения в 50 раз?

Вопрос:

6. Интерференция

4 Вариант

1. Короткий световой импульс с энергией 7,5 Дж падает под углом 30 град на пластинку с коэффициентом отражения 0,3. Найти импульс, переданный пластинке.
2. Определите зависимость угла отклонения луча от угла между двумя зеркалами. Определите, как будет изменяться отклонение луча при повороте зеркала вокруг оси О.



3. Для уменьшения потерь при отражении на поверхность объектива нанесли просветляющее покрытие. Показатель преломления линзы объектива – 1,6. Для какой длин волны обычно рассчитываются параметры просветляющих покрытий? Почему? Рассчитайте характеристики просветляющего покрытия для этой длины волны (показатель преломления и толщину). Почему просветленный объектив кажется окрашенным в фиолетовый или красный цвет?
4. Издалека по трассе к Вам приближаются мотоцикл и машина, следующие на расстоянии 5 м друг от друга с одинаковой скоростью. На каком расстоянии вы их сможете различить? На каком расстоянии вы отличите машину от мотоцикла? Как изменятся результаты в зависимости от времени суток? Считать, что фары у обоих включены.
5. Найти коэффициент пропускания и степень поляризации преломленного луча при выходе его из стеклянной пластинки с показателем преломления $n=1,54$, при угле падения 18 град. Падающий свет – естественный.

Вопрос:

6. Когерентность

5 Вариант

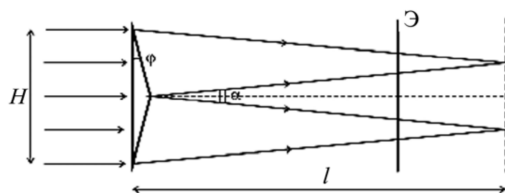
1. Электрический пробой в воздухе наступает, если напряженность электрического поля достигает 3 МВ/м . При какой минимальной плотности потока энергии плоской электромагнитной волны можно наблюдать появление искры в воздухе?
2. На какой угол отклонится от возвращения вдоль падающего луча луч, попавший на сферическую каплю воды радиуса r на расстоянии x от проходящего через центр капли параллельного ему луча?
3. На щель падает нормально параллельный пучок монохроматического света. Дифракционная картина проецируется на экран с помощью линзы с фокусным расстоянием $0,5 \text{ м}$. Ширина центральной светлой полосы 5 см . Определите, как надо изменить ширину щели, чтобы центральная полоса занимала весь экран (при любой ширине экрана).
4. Пространство между стеклами для наблюдения колец Ньютона заполнили жидкостью, и диаметр 10го кольца изменился от $1,5 \text{ см}$ до $1,3 \text{ см}$. Какой показатель преломления жидкости?
5. Естественный свет интенсивностью I_0 падает на плоскопараллельную стеклянную пластину. Угол падения равен углу полной поляризации. При таком угле падения интенсивность отраженного света составляет 8% от интенсивности падающего естественного света. Определить интенсивность прошедшего и отраженных лучей. Поглощением пренебречь.

Вопрос:

6. Типы поляризации

6 Вариант

1. Найти проекцию вектора Пойнтинга на ось x и ее среднее значение для плоской электромагнитной волны $E = E_0 \cos kx \cos \omega t$ в вакууме.
2. Насколько кастрюля с водой, стоящая на столе, кажется смотрящему на неё сверху зрителю менее глубокой, чем её истинная глубина?
3. Рассмотрим задачу на дифракцию от довольно крупного объекта – Луны. Луну в задаче можно считать плоским диском диаметром 1737 км с неровностями около 100 м. Расстояние от поверхности Земли до Луны – 360000 км. Можно ли увидеть пятно Пуассона от Луны? (расчет проводить для середины видимого спектра). Если ответ на первый вопрос отрицательный, то определить условия, при которых будет наблюдаться пятно Пуассона.
4. Параллельный пучок света с длиной волны $\lambda = 500$ нм падает на бипризму с преломляющим углом $\phi = 10^{-2}$ рад и шириной $H = 2$ см, сделанную из стекла с показателем преломления $n = 1,5$. На каком расстоянии l от бипризмы следует расположить экран, чтобы на нем можно было наблюдать максимально возможное число интерференционных полос? Оценить допустимую некогерентность $\delta\lambda$ света, при которой можно наблюдать все полосы. Оценить допустимый угловой размер θ источника в этом интерференционном опыте



5. Угол полной поляризации при отражении света от поверхности некоторого вещества равен $56^\circ 20'$. Определить скорость распространения света в этом веществе. Вещество изотропно.

Вопрос:

6. Дифракция Френеля и Фраунгофера

7 Вариант

1. Найти давление изотропного излучения с плотностью энергии на идеальное зеркало.
2. Определить положение и величину изображения графически и аналитически, если известны параметры $f' = -80$ мм, $a = -100$ мм, $y = 10$ мм.
3. Высота радиомаяка над уровнем моря $H = 150$ м, высота мачты удаляющегося корабля $h = 12,5$ м, длина волны излучения $1,1$ м. Определить на какой дальности d будет зарегистрирован первый максимум сигнала. Какие волны интерферируют в этой задаче? Поясните почему, в данной «схеме» наблюдения интерференции картина будет инвертирована по сравнению с классическим опытом Юнга.
4. На экран падает плоская монохроматическая волна с длиной волны 550 нм. Между экраном и источником расположена плоскопараллельная стеклянная пластина, в которой сделана круглая выемка. Для точки на экране радиус выемки соответствует $1,5$ зонам Френеля. Найти глубину выемки, при которой интенсивность на экране минимальна. Найти величину минимальной интенсивности.
5. Естественный свет проходит через плоскопараллельную стеклянную пластину $n = 1,54$ падая на нее под углом Брюстера. Найти степень поляризации лучей, прошедших через нее.

Вопрос:

6. Зонная пластинка

8 Вариант

1. В вакууме распространяется плоская электромагнитная волна с частотой 100 МГц и амплитудой электрической составляющей $E = 50$ мВ/м. Найти средние по времени значения модуля плотности тока смещения и плотности потока энергии.
2. С какого расстояния необходимо сфотографировать объект, чтобы получить на негативе его копию в масштабе 1:6, если $f' = 200$ мм.
3. Источник света с длиной волны 400 нм создает в схеме Юнга два когерентных источника, помещенных в бензол. Расстояние между источниками 1 мм, расстояние от отверстий до экрана 3 м. Определить ширину интерференционной полосы. Найти разность хода и разность фаз волн, пришедших в центральную точку на экране. Построить график зависимости интенсивности от координаты на экране.
4. Какое фокусное расстояние F должна иметь линза, проектирующая на экран спектр, полученный при помощи дифракционной решетки, чтобы расстояние между двумя линиями калия $\lambda_1 = 404,4$ нм и $\lambda_2 = 404,7$ нм в спектре первого порядка было равным 0,1 мм? Постоянная решетки $d = 2$ мкм.
5. На пути естественного света интенсивности J_0 поставлены поляризатор P и анализатор A . Угол между их главными плоскостями 60 град. Определить как изменится интенсивность света после прохождения сквозь поляроиды, если потери на отражение в каждом элементе составляют 10%.

Вопрос:

6. Зоны Френеля

9 Вариант

1. Вывести волновое уравнение для электромагнитных волн.
2. Предмет имеет размер 24 мм, изображение -120 мм. Определите f' тонкой линзы, если расстояние между предметом и изображением 600 мм.
3. В опыте Юнга отверстия освещались светом с длиной волны 600 нм, расстояние между отверстиями 1 мм и расстояние от отверстий до экрана 3 м. Найти расстояние от центра картины до точки на экране, где наблюдается второй интерференционный минимум. Как изменится картина, если всю систему поместить в среду с показателем 1,4? Как изменится картина интерференции, если на отверстия падает белый свет?
4. Одну половину длинной узкой щели шириной b перекрывают тонкой прозрачной пластиной с показателем преломления n . В результате интенсивность света в центре дифракционной картины уменьшается в два раза. Найти толщину d пластины и интенсивность света в направлениях, соответствующих направлениям на дифракционные минимумы в отсутствие пластины.
5. Смесь света, поляризованного по кругу J_k и естественного J_e проходит через четвертьволновую пластинку и анализатор (призму Николя) При вращении последнего найдено, что $J_{\max}/J_{\min}=5$ Найти отношение J_k/J_e

Вопрос:

6. Интерферометры

10 Вариант

1. ЭМ волна распространяется в среде с показателем преломления $n=1,6$, $\mu=1$ с амплитудой электрического поля 100 В/м . Определите интенсивность и среднюю энергию ЭМ волны. Чему равна скорость распространения волны в такой среде.
2. Луч света падает на плоскопараллельную стеклянную пластину толщиной 6 см . Угол падения 60° град. Найти величину бокового смещения луча, прошедшего через эту пластину.
3. Монохроматический свет частотой $5 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$ падает нормально на стеклянную пластинку толщиной $1,2 \text{ мм}$. Сколько длин волн укладывается на пути света в пластине? Как изменится частота света после попадания в пластину? Какого цвета исходный свет до попадания в пластину? После?
4. Плоская монохроматическая волна с длиной $\lambda = 0,6 \text{ мкм}$ интенсивностью $I = 10 \text{ мВт/см}^2$ падает нормально на узкую длинную щель шириной $b = 60 \text{ мкм}$. Оценить интенсивность в центре дифракционной картины на экране, который находится за щелью на расстоянии $L = 60 \text{ см}$.
5. На пути частично поляризованного света поместили поляризатор. При повороте поляризатора на угол 60° град из положения, соответствующего максимуму пропускания, интенсивность прошедшего света уменьшилась в 3 раза. Найти степень поляризации падающего света.

Вопрос:

6. Энергия электромагнитной волны