

8. ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ № 5

ВАРИАНТ № 1

1. Какова должна быть минимальная толщина мыльной пленки, если при наблюдении ее в отраженном свете при угле падения 30

градусов она представляется зеленой (длина волны 500 нм)? Показатель преломления мыльной пленки 1,33.

2. Найти радиус кривизны линзы, если при наблюдении колец Ньютона, расстояние между вторым и третьим светлыми кольцами в отраженном свете равно 0,5 мм, освещение производится светом с длиной волны 550 нм.

3. Определить длину волны спектральной линии в спектре 3-го порядка дифракционной решетки, если она совпадает с линией с длиной волны 481 нм в спектре 4 порядка этой решетки.

4. Период дифракционной решетки равен 0,01 мм. Какое наименьшее число штрихов должна содержать решетка, чтобы две спектральные линии, излучаемые парами натрия (589 нм и 589,6 нм) можно было видеть отдельно в спектре 1 порядка?

5. Пучок света падает нормально на пластину кварца вырезанную параллельно оптической оси. Определить разность хода обыкновенного и необыкновенного лучей, прошедших через пластинку толщиной 0,4 мм, если их показатели преломления равны соответственно 1,54426 и 1,55337.

6. Естественный свет падает на систему из 3 призм Николя главное сечение каждой из них повернуто на 30 градусов относительно сечения предыдущей. Какая часть светового потока проходит через систему?

7. Поток энергии, излучаемый из смотрового окошка плавильной печи, равен 34 Вт. Определить температуру T печи, если площадь отверстия равна 8 см²? Смотровое окошко печи излучает как чёрное тело.

8. Определить наименьшее расстояние между двумя точками образца горной породы, наблюдаемого в микроскоп. Угол, под которым лучи из рассматриваемого участка образца попадают на края объектива микроскопа, равен $\pi/2$ (апертурный угол). Освещение среза производится зелёным светом ($\lambda = 550$ нм). Как изменится величина наименьшего расстояния, если пространство между рассматриваемым предметом и объективом заполнить иммерсионной жидкостью с показателем преломления 1,5.

Вариант 2

1. На тонкий стеклянный клин падает по нормали монохроматический свет. Преломляющий угол клина равен $2''$. Показатель преломления стекла равен 1,55. Определить длину волны, если расстояние между соседними светлыми интерференционными полосами, равно 0,3 мм.
2. Муфельная печь потребляет мощность 1 кВт. Температура ее внутренней поверхности при открытом отверстии площадью 25 см^2 равна 1,2 кК. Считая, что отверстие печи излучает как черное тело, определить, какая часть ее мощности рассеивается стенками.
3. Постоянная дифракционной решетки в 5 раз больше длины световой волны монохроматического света, нормально падающего на ее поверхность. Определить угол между двумя первыми дифракционными максимумами. Сколько максимумов наблюдается в спектре?
4. Две звезды рассматриваются в зрительную трубу. Угол между лучами, идущими от звезд к месту наблюдения – α . Наблюдение ведется через светофильтр пропускающий свет с длиной волны 550 нм. Определить при каком минимальном угле α , звезды можно будет наблюдать в зрительную трубу отдельно, если диаметр объектива зрительной трубы 70 мм.
5. Естественный свет падает на систему из двух скрещенных николей, между которыми расположена кварцевая пластинка, вырезанная перпендикулярно оптической оси. Найти минимальную толщину пластинки, при которой система пропускает 0,3 светового потока, если постоянная вращения кварца 17 град/мм.
6. Под каким углом надо отразить луч от поверхности корунда, чтобы получить полную поляризацию отраженного луча? Скорость света в корунде $1,7 \cdot 10^8 \text{ м/с}$. Какой абсолютный показатель преломления имеет корунд?
7. На поверхность лития падает монохроматический свет с длиной волны 310 нм. Чтобы прекратить эмиссию электронов, нужно приложить задерживающую разность потенциалов не менее 1,7 В. Определить работу выхода электронов.
8. Найти длину волны де Бройля протона, прошедшего ускоряющую разность потенциалов: 1) 1 кВ; 2) 1 МВ.

ВАРИАНТ № 3

1. Определить преломляющий угол стеклянного клина, если на него по нормали падает монохроматический свет с длиной волны 522 нм и число светлых интерференционных полос, приходящееся на 1 см, равно двум. Показатель преломления стекла клина для данной длины волны равен 1,49.
2. Дифракционная решетка, освещенная по нормали падающим монохроматическим светом, вызывает дифракционное отклонение некоторой спектральной линии на угол 30° в третьем порядке дифракции. Под каким углом дифракции будет наблюдаться эта спектральная линия в четвертом порядке дифракции?
3. Эталон единицы света – кандела – представляет собой полный (излучающий все длины волн) излучатель, поверхность которого площадью $S = 0,5305 \text{ м}^2$ имеет температуру затвердевания платины, равную 1063°C . Определить мощность излучателя. Оптические свойства поверхности излучателя полагать аналогичными черному телу.
4. На каком расстоянии друг от друга будут находиться на экране линии спектра ртути с длинами волн 577 нм и 579,1 нм в спектре первого порядка, полученном при помощи дифракционной решетки с постоянной 0,004 мм? Фокусное расстояние линзы, проектирующей спектр на экран, равно 60 см.
5. Определить коэффициент преломления прозрачного вещества, для которого угол полной поляризации при падении луча света из воздуха на границу вещества оказался равным предельному углу полного внутреннего отражения при падении луча света из этого вещества на границу с воздухом.
6. Каков угол между главными плоскостями поляризатора и анализатора, если световой поток, выходящий из анализатора, составляет 50% от светового потока, прошедшего через поляризатор?
7. Определить угол рассеяния γ -кванта при столкновении со свободным неподвижным электроном, если изменение длины волны при рассеянии составляет 2,1 пм.
8. Найти линейный коэффициент поглощения света, если при прохождении кюветы длиной 3 см интенсивность света ослабляется в 4,8 раза.

ВАРИАНТ № 4

1. Свет прошел 20 см в сероуглероде. Какой путь пройдет свет за то же время в воде? Показатель преломления сероуглерода равен 1,63; воды 1,33.
2. Между стеклянной пластиной и лежащей на ней плосковыпуклой линзой находится жидкость. Найти показатель преломления жидкости, если радиус восьмого темного кольца Ньютона при наблюдении в отраженном свете с длиной волны 0,7 мкм равен 2 мм. Радиус кривизны линзы 1 м.
3. На сколько изменится оптическая разность хода, если два точечных когерентных источника света, находящихся в воздухе на расстоянии 1,5 см друг от друга, поместить в сероуглерод (показатель преломления 1,63)? Задачу решить для точки, лежащей на расстоянии 30 см от одного из источников по направлению перпендикуляра к прямой, соединяющей источники.
4. Определить длину волны монохроматического света, падающего нормально на дифракционную решетку с периодом 2,2 мкм, если угол между максимумами первого и второго порядка равен 15° .
5. Угол преломления луча жидкостью, при падении из воздуха на границу раздела, равен 36° . Определить показатель преломления этой жидкости, если отраженный от ее поверхности луч полностью поляризован.
6. В состав минерала (лабрадорита) входит анортит с показателем преломления 1,59 и альбит с показателем преломления 1,53. Альбит и анортит в лабрадорите образуют тонкие чередующиеся слои, что приводит к интерференционному усилению отражения для некоторых цветовых оттенков света (явление называется иризацией). Оценить минимальную толщину слоев, которые могут вызвать иризацию, если она наблюдается под прямым углом к поверхности образца. Цвет иризации образца фиолетовый. ($\lambda = 450$ нм).
7. Какая мощность солнечного излучения попадает на квадратный метр земной поверхности вблизи экватора, когда Солнце находится в зените? Поверхность Солнца излучает как черное тело, имеющее температуру 5500 К. Радиус Солнца $6,96 \cdot 10^8$ м. Расстояние от Земли до Солнца $1,49 \cdot 10^8$ км.
8. В результате упругого столкновения γ -кванта со свободным неподвижным электроном γ -квант был рассеян на угол 30° к первоначальному направлению движения. Энергия рассеянного γ -кванта 1,5 МэВ. Найти начальную энергию γ -кванта.

ВАРИАНТ № 5

1. На мыльный пузырь с толщиной стенок $0,15 \text{ мкм}$ параллельным пучком падает свет от лампы накаливания. Определить, какая длина волны света будет эффективно отражаться от стенок пузыря, если наблюдение ведётся под углом 45° к его поверхности. Показатель преломления мыльной плёнки равен $1,33$. Толщину стенок пузыря считать одинаковой.
2. Определить радиус четвертого темного кольца Ньютона в отраженном свете, если между линзой и пластиной налита вода (показатель преломления $1,33$). Длина волны равна 589 нм . Радиус кривизны линзы 2 метра .
3. Сколько штрихов на 1 мм содержит дифракционная решетка, если при наблюдении в монохроматическом свете (длина волны 600 нм) максимум пятого порядка наблюдается под углом 18° ?
4. Электрон движется по окружности радиусом $r = 0,5 \text{ см}$ в однородном магнитном поле с индукцией $B = 8 \text{ мТл}$. Определить длину волны де Бройля для этого электрона.
5. Спектр излучения водородной трубки получен с помощью дифракционной решетки с постоянной $0,01 \text{ мм}$ и линзы с фокусным расстоянием 40 см . Вычислить, на каком расстоянии друг от друга находятся спектральные линии с длинами волн 656 нм и 486 нм в спектре третьего порядка.
6. Во сколько раз ослабевает естественный (неполяризованный) свет, проходя сквозь два николя, плоскости поляризации которых составляют угол 45° ? Потери в каждом николе составляют 5% .
7. Угол падения лучей на поверхность жидкости из воздуха равен 50° . Отраженный луч полностью поляризован. Определить угол преломления луча в жидкости и показатель преломления жидкости.
8. Частица, имеющая массу $9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$, движется между упруго отражающими ее параллельными стенками. Движение происходит только перпендикулярно стенкам, расстояние между которыми $1,84 \cdot 10^{-9} \text{ м}$. Определить возможные значения энергии этой частицы для первых пяти энергетических уровней.

ВАРИАНТ № 6

1. Оценить, какие минимальные по размерам детали предмета можно различить в микроскопе, если для освещения используется зеленый свет ($\lambda = 550$ нм)? Фокусное расстояние объектива микроскопа 2,5 мм, диаметр 3 мм. (Предмет расположен примерно на фокусном расстоянии от объектива).
2. Какую длину волны должен иметь фотон, чтобы его масса была равна массе покоящегося электрона.
3. На поверхность дифракционной решетки нормально падает монохроматический свет. Постоянная решетки в 3,5 раза больше длины волны. Какое общее число максимумов можно наблюдать в данном случае?
4. Какая мощность солнечного излучения попадает на квадратный метр земной поверхности вблизи экватора, когда Солнце находится в зените? Поверхность Солнца излучает как черное тело, имеющее температуру 5500 К. Радиус Солнца $6,96 \cdot 10^8$ м. Расстояние от Земли до Солнца $1,49 \cdot 10^8$ км.
5. Определить изменение длины волны гамма-кванта при комптоновском рассеянии: на свободном неподвижном электроне, если рассеяние произошло на угол 60° . Какова энергия рассеянного γ -кванта, если до рассеяния энергия составляла 3,2 МэВ.
6. Пучок естественного света последовательно проходит через три николя, углы между главными сечениями которых равны 60° и 45° . Какая доля первоначального потока света выйдет из этой системы? Потерями пренебречь.
7. Пластинку кварца, вырезанную перпендикулярно оптической оси, поместили между двумя параллельными николями. При какой минимальной толщине пластинки свет совсем не пройдет через систему (постоянная вращения кварца 17 град/мм)?
8. Найти длины волн, излучаемых двукратным ионом лития ${}^7_3\text{Li}^{++}$ при переходах с энергетических уровней, для которых главные квантовые числа 5, 6, 7 на уровень где главное квантовое число 4.

ВАРИАНТ № 7

1. На тонкий стеклянный клин падает нормально пучок лучей с длиной волны 600 нм. Расстояние между соседними интерференционными полосами в отраженном свете равно 0,4 мм. Определить угол между поверхностями клина. Показатель преломления стекла 1,52.
2. Радиус второго темного кольца Ньютона в отраженном свете 0,4 мм. Определить радиус кривизны плосковыпуклой линзы, если система освещалась монохроматическим светом с длиной волны 640 нм.
3. Найти длины волн, излучаемых двукратным ионом лития ${}^7_3\text{Li}^{++}$ при переходах с энергетических уровней, для которых главные квантовые числа 4, 5, 6 на уровень, где главное квантовое число 3.
4. На дифракционную решетку, содержащую 500 штрихов на миллиметр, падает по нормали белый свет. Спектр проектируется, помещенной вблизи решетки линзой, на экран. Определить длину спектра первого порядка на экране, если расстояние от линзы до экрана 3 метра. Граница видимого спектра от 400 нм до 780 нм.
5. Определить толщину кварцевой пластинки, вырезанной перпендикулярно оптической оси, для которой угол поворота плоскости поляризации света с длиной волны 509 нм равен 180° . Постоянная вращения в кварце для этой длины волны равна $29,7 \text{ град}\cdot\text{мм}^{-1}$.
6. Луч света, идущий в стеклянном сосуде, наполненном серной кислотой, отражается от поверхности стекла. При каком угле падения отраженный свет максимально поляризован? Показатель преломления кислоты 1,43; показатель преломления стекла 1,52.
7. Температура «голубой» звезды 30000 К. Определить:
1) энергетическую светимость звезды; 2) длину волны $\lambda_{\text{тв}}$ соответствующую максимуму излучения.
8. γ -квант, имеющий энергию 3 МэВ, сталкивается со свободным неподвижным электроном. После столкновения γ -квант движется под углом 60° к направлению своего первоначального движения. Какую

энергию приобретет электрон в результате столкновения, и под каким углом по отношению к начальному движению γ -кванта он будет двигаться?

ВАРИАНТ № 8

1. Два когерентных источника, находящихся в воде на расстоянии 20 мм, испускают световые лучи в одинаковой фазе с частотой $5 \cdot 10^{14}$ Гц. Чему равняется оптическая разность хода лучей, приходящих в точку, удаленную на 50 см от одного из источников в направлении нормали к прямой, соединяющей источники? Показатель преломления воды 1,33.
2. Найти показатель преломления жидкости, заполняющей пространство между стеклянной пластинкой и лежащей на ней плосковыпуклой линзой, если при наблюдении в отраженном свете с длиной волны 600 нм радиус десятого темного кольца Ньютона оказался равным 2,1 мм. Радиус кривизны линзы 1 метр.
3. В так называемом иммерсионном микроскопе, для увеличения разрешающей способности, пространство между предметом и объективом заполняется прозрачной жидкостью с показателем преломления $n = 1,4$. Фокусное расстояние объектива 2,0 мм, диаметр 2,0 мм. Предмет располагается примерно на фокусном расстоянии от объектива. Оценить минимальные по размерам детали предмета, которые еще можно различить в микроскоп, если используется освещение предмета светом с длиной волны $\lambda = 450$ нм (фиолетовый свет).
4. Постоянная дифракционной решетки 5 мкм. На решетку падает нормально свет с длиной волны 560 нм. Дифракционный максимум какого наибольшего порядка можно наблюдать с помощью этой решетки?
5. Пучок естественного света падает на систему из четырех призм Николя, главное сечение каждой из которых повернуто на 30° относительно главного сечения предыдущей призмы. Какая часть светового потока проходит через всю систему?
6. Раствор глюкозы с концентрацией $2,8 \cdot 10^2$ кг/м³, налитый в стеклянную трубку, поворачивает плоскость поляризации света, проходящего через раствор, на угол 64° . Другой раствор, налитый в эту

же трубку, поворачивает плоскость поляризации на угол 48° . Найти концентрацию второго раствора.

7. В результате упругого столкновения γ -кванта со свободным неподвижным электроном γ -квант был рассеян на угол 90° к первоначальному направлению движения. Энергия рассеянного γ -кванта $0,5 \text{ МэВ}$. Найти начальную энергию γ -кванта.

8. Интерферометр Рэлея используется для определения малых концентраций рудничного газа в воздухе шахтного забоя. В интерферометре используются два когерентных световых пучка, и две идентичные по длине кюветы, через которые проходят световые пучки. Одна из кювет заполняется чистым воздухом, через другую прокачивают воздух забоя. Так как показатель преломления воздуха и рудничного газа (в основном метана) различны, то между световыми лучами возникает оптическая разность хода, которая и приводит к смещению наблюдаемой интерференционной картины. Найти концентрацию рудничного газа в воздухе забоя, если длина кювет 20 см и при прокачивании одной из кювет воздухом взятом из забоя интерференционная картина сместилась на 5 полос (длина волны 580 нм). Показатель преломления воздуха при нормальных условиях $1,000292$; метана – $1,000441$.

ВАРИАНТ №9

1. Зимой на стеклах трамваев образуются тонкие пленки наледи, которые в отражённых лучах окрашены в зелёный цвет (длина волны 550 нм). Оценить, какова должна быть минимальная толщина этих пленок. Показатель преломления наледи принять равным $1,33$. Наблюдение ведётся практически по нормали к плёнке.

2. На дифракционную решетку падает по нормали параллельный пучок лучей. Спектры второго и третьего порядков частично накладываются друг на друга. На какую длину волны спектра второго порядка накладывается фиолетовая граница (длина волны 400 нм) в спектре третьего порядка?

3. При падении лучей на диэлектрик угол падения, при котором отражённый луч полностью поляризован, равен $56^\circ 20'$. Найти скорость

распространения света в диэлектрике и показатель преломления диэлектрика.

4. Температура черного тела увеличилась в два раза, в результате чего длина волны, на которую приходится максимум излучения уменьшилась на 600 нм. Определить начальную и конечную температуры тела.

5. На каком максимальном расстоянии от места расположения теодолита можно раздельно увидеть деления шкалы, расстояния между которыми 1 см? Диаметр объектива теодолита 50 мм (глаз человека имеет максимальную чувствительность к зеленым лучам $\lambda = 550$ нм).

6. Определить в джоулях и электрон-вольтах работу выхода электрона из цезия и серебра, если при освещении их поверхности излучением с длинами волн 660 нм и 260 нм соответственно, электроны покидают эти металлы практически с нулевой скоростью.

7. Электрон движется между двумя параллельными идеально отражающими плоскостями. Движение электрона совершается по нормали к этим плоскостям (одномерное движение вдоль оси X). Расстояние между плоскостями $d = 3 \cdot 10^{-9}$ м. Какие возможные значения энергий может иметь этот электрон? (Привести значения энергии для первых четырех квантовых чисел).

8. Интерферометр Жамена используется для определения показателей преломления газов. В интерферометре используются два когерентных световых пучка и две идентичные по длине кюветы, через которые проходят световые пучки. Одна из кювет заполнена исследуемым газом при нормальных условиях, из другой газ откачивают. Так как показатель преломления газа отличается от показателя преломления вакуума, то между световыми пучками, проходящими через кюветы, возникает оптическая разность хода, которая приводит к смещению интерференционной картины по мере откачки. Найти показатель преломления газа, заполняющий одну из кювет (нормальные условия), если при полной откачке другой кюветы, интерференционная картина сместилась на 75 полос (длина волны 589 нм) длина кювет 10 см.

ВАРИАНТ №10

1. Пучок параллельных лучей с длиной волны 600 нм падает под углом 30° на мыльную пленку, показатель преломления которой 1,3. При какой наименьшей возможной толщине пленки отраженные лучи будут максимально ослаблены интерференцией?
2. Ширина дифракционной решетки 15 мм, постоянная решетки 4 мкм. В спектре какого наименьшего порядка получают отдельные изображения двух спектральных линий $\lambda = 710$ нм и $\lambda = 710,2$ нм?
3. Луч света, идущий в стеклянном сосуде с водой, отражается от дна. При каком угле падения луча отраженный луч будет полностью поляризован? Показатели преломления воды и стекла равны соответственно 1,33 и 1,5.
4. Естественный свет падает на систему из двух скрещенных николей, между которыми расположена кварцевая пластинка, вырезанная перпендикулярно оптической оси. Найти минимальную толщину пластинки, при которой система пропускает 0,3 светового потока, если постоянная вращения кварца составляет 17 град/мм.
5. Температура верхних слоев Солнца равна 5,5 кК. Считая Солнце черным телом, определить длину волны $\lambda_{\text{тв}}$ которой соответствует максимальная спектральная плотность энергетической светимости Солнца.
6. Определить, какую энергию будет иметь γ -квант после рассеяния под углом 180° (т.е. в направлении, обратном первоначальному), на свободном неподвижном электроны, если его энергия до столкновения 1,5 МэВ.
7. Две голубых по цвету звезды ($\lambda = 430$ нм) наблюдаются в бинокль. При каком минимальном угловом расстоянии (угол между направлениями на звезды с места наблюдения) можно будет увидеть эти две звезды, если диаметр объектива бинокля 45 мм?
8. Для измерения линейного коэффициента теплового расширения горных пород используют простейший интерференционный прибор – дилатометр. Дилатометр состоит из кварцевого стакана, в котором размещают срез горной породы. Верхняя часть среза полируется. Стакан закрывается плоскопараллельной кварцевой пластиной. Толщина среза горной породы выбирается такой, чтобы между

полированной стороной образца породы и кварцевой пластиной, образовался тонкий зазор. Интерференционная картина, возникает за счет отражения от плоскостей тонкого зазора. Все устройство нагревают. Так как кварц, практически не расширяется при нагреве, а срез горной породы изменяет свою толщину, то величина зазора изменяется и, как следствие, интерференционная картина смещается. Определить линейный коэффициент расширения горной породы, если толщина среза 11,2 см, Наблюдение ведется по нормали к полированной поверхности образца; (длина волны света $\lambda = 550$ нм) и при нагреве всего устройства на 10°C интерференционная картина сместилась на 24 полосы.