

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 5

ВАРИАНТ 1.

1. Во сколько раз увеличится расстояние между соседними интерференционными полосами на экране в опыте Юнга, если зеленый светофильтр ($\lambda_1 = 500$ нм) заменить красным ($\lambda_2 = 650$ нм)?

2. На грань кристалла каменной соли падает параллельный пучок рентгеновского излучения ($\lambda = 147$ пм). Определить расстояние d между атомными плоскостями кристалла, если дифракционный максимум второго порядка наблюдается, когда излучение падает под углом $\theta = 31^\circ 30'$ к поверхности кристалла.

3. Естественный свет проходит через поляризатор и анализатор, установленные так, что угол между их плоскостями равняется φ . Как поляризатор, так и анализатор поглощают и отражают 8 % падающего на них света. Оказалось, что интенсивность луча, который вышел из анализатора, составляет 9 % интенсивности естественного света, который падает на поляризатор. Определить угол φ .

4. 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.

5. При фотоэффекте с платиновой поверхности электроны полностью задерживаются разностью потенциалов $U = 0,8$ В. Определить длину волны λ примененного излучения и предельную длину волны λ_0 , при которой еще возможен фотоэффект.

6. Зачерненный шарик остывает от температуры $T_1 = 300$ К до $T_2 = 200$ К. На сколько изменилась длина волны λ , которая соответствует максимуму спектральной плотности энергетической светимости?

7. Какой была длина волны λ рентгеновского излучения, если при комптоновском рассеянии этого излучения графитом под углом $\theta = 60^\circ$ длина волны рассеянного излучения оказалась равной $\lambda' = 25,4$ пм?

ВАРИАНТ 2.

1. В опыте Юнга отверстия освещались монохроматическим светом ($\lambda = 600$ нм). Расстояние между отверстиями $d = 1$ мм, расстояние от отверстий до экрана $L = 3$ м. Определить положение третьей светлой полосы.

2. На дифракционную решетку нормально падает пучок монохроматического света. Максимум третьего порядка наблюдается под углом $\varphi = 36^\circ 48'$ к нормали. Определить постоянную d решетки, выраженную в длинах волн падающего света.

3. Определить угол φ между плоскостями поляризатора и анализатора, если интенсивность естественного света, который проходит через поляризатор и анализатор, уменьшается в 4 раза.

4. Какую мощность P надо подводить к зачерненному металлическому шарикю радиусом $r = 2$ см, чтобы поддерживать его температуру на $\Delta T = 27\text{К}$ выше температуры окружающей среды? Температура окружающей среды $T = 293\text{ К}$. Считать, что тепло теряется только вследствие излучения.

5. Определить длину волны λ_0 света, который соответствует красной границе фотоэффекта для лития, натрия, калия и цезия.

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

7. На поверхность, которая идеально отражает, в течение времени $t = 3$ мин нормально падает монохроматический свет, энергия которого $W = 9$ Дж. Площадь поверхности $S = 5\text{ см}^2$. Определить давление света на поверхность.

ВАРИАНТ 3.

1. В опыте Юнга на пути одного из интерферирующих лучей размещалась тонкая стеклянная пластинка, вследствие чего центральная светлая полоса смещалась в положение, которое сначала было занято пятой светлой полосой (не считая центральной). Луч падает перпендикулярно к поверхности пластинки. Показатель преломления пластинки $n = 1,5$. Длина волны $\lambda = 600$ нм. Какова толщина h пластинки?

2. На щель шириной $a = 2$ мкм падает нормально параллельный пучок монохроматического света ($\lambda = 589$ нм). Определить ширину A изображения щели на экране, удаленном от щели на расстояние $l = 1$ м. Шириной изображения считать расстояние между первыми дифракционными минимумами, размещенными по обе стороны от главного максимума освещенности.

3. Пучок естественного света, который идет в воде, отражается от грани алмаза, погруженного в воду. При каком угле падения i_B отраженный свет целиком поляризован?

4. Поверхность тела нагрета до температуры $T = 1\ 000\text{ К}$. Потом одна половина этой поверхности нагревается на $\Delta T = 100\text{ К}$, другая охлаждается на $\Delta T = 100\text{ К}$. Во сколько раз изменится энергетическая светимость R_ϵ поверхности тела?

5. Длина волны света, которая соответствует красной границе фотоэффекта, для некоторого металла $\lambda_0 = 275$ нм. Определить минимальную энергию ϵ фотона, который вызовет фотоэффект.

6. Давление p монохроматического света ($\lambda = 600$ нм) на черную поверхность, расположенную перпендикулярно падающим лучам, равно $0,1$ мкПа. Определить количество N фотонов, которые падают за время $t = 1$ с на поверхность площадью $S = 1\text{ см}^2$.

7. Рентгеновское излучение с длиной волны $\lambda = 20$ пм испытывает комптоновское рассеяние под углом $\theta = 90^\circ$. Определить изменение $\Delta\lambda$ длины волны рентгеновского излучения при рассеянии, а также энергию и импульс электрона отдачи.

ВАРИАНТ 4.

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

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

3. Угол Брюстера i_B при падении света из воздуха на кристалл каменной соли равен 57° . Определить скорость света в этом кристалле.

4. Абсолютно черное тело имеет температуру $T_1 = 2900$ К. В результате остывания тела длина волны, на которую приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости, изменилась на $\Delta\lambda = 9$ мкм. До какой температуры T_2 охладилось тело?

5. Длина волны света, которая соответствует красной границе фотоэффекта, для некоторого металла $\lambda_0 = 275$ нм. Определить работу выхода A электрона из металла, максимальную скорость v_{\max} электронов, которые вырываются из металла светом с длиной волны $\lambda = 180$ нм, и максимальную кинетическую энергию W_{\max} электронов.

6. Монохроматическое излучение с длиной волны $\lambda = 500$ нм падает нормально на плоскую зеркальную поверхность и давит на нее с силой $F = 10$ нН. Определить количество N_1 фотонов, которые каждую секунду падают на эту поверхность.

7. Определить энергию ε , массу m и импульс p фотона, если соответствующая ему длина волны $\lambda_1 = 1,6$ пм.

ВАРИАНТ 5.

1. На мыльную пленку падает белый свет под углом $i = 45^\circ$ к ее поверхности. При какой наименьшей толщине h пленки отраженные лучи будут иметь желтый цвет ($\lambda = 600$ нм)? Показатель преломления мыльной воды $n = 1,33$.

2. Какой должна быть постоянная d дифракционной решетки, чтобы в первом порядке были разрешены линии спектра калия $\lambda_1 = 404,4$ нм и $\lambda_2 = 404,7$ нм? Ширина решетки $a = 3$ см.

3. Предельный угол $i_{\text{пр}}$ полного отражения пучка света на границе жидкости с воздухом равен 43° . Определить угол Брюстера i_B для падения луча из воздуха на поверхность этой жидкости.

4. Во сколько раз надо увеличить термодинамическую температуру черного тела, чтобы его энергетическая светимость R_e возросла в два раза?

5. Параллельный пучок монохроматического света ($\lambda = 662$ нм) нормально падает на зачерненную поверхность и производит на нее давление $p = 0,3$ мкПа. Определить концентрацию n фотонов в световом пучке.

6. Определить угол θ рассеяния фотона, испытавшего соударение со свободным электроном, если изменение длины волны при рассеянии $\Delta\lambda = 3,63$ пм.

7. Определить массу m фотона: а) видимого света ($\lambda_1 = 700$ нм); б) рентгеновских лучей ($\lambda_1 = 25$ пм); в) гамма-лучей ($\lambda = 1,6$ пм).

ВАРИАНТ 6.

1. Мыльная пленка расположена вертикально и образует клин вследствие стекания жидкости. При наблюдении интерференционных полос в отраженном свете ртутной дуги ($\lambda = 546,1$ нм) оказалось, что расстояние между пятью полосами $l = 2$ см. Определить угол α клина. Свет падает перпендикулярно поверхности пленки. Показатель преломления мыльной воды $n = 1,33$.

2. Плоская световая волна ($\lambda = 0,7$ мкм) падает нормально на диафрагму с круглым отверстием радиусом $r = 1,4$ мм. На пути лучей, прошедших через отверстие, помещен экран. Определить максимальное расстояние b_{\max} от центра отверстия до экрана, при котором в центре дифракционной картины еще будет наблюдаться темное пятно.

3. Коэффициент поглощения некоторого вещества для монохроматического света определенной длины волны $\alpha = 0,1$ см⁻¹. Определить толщину слоя вещества, которая необходима для ослабления света в 2 раза.

4. Определить относительное увеличение $\Delta R_e/R_e$ энергетической светимости черного тела при увеличении его температуры на 1%.

5. Определить частоту ν света, который вырывает из металла электроны, если они целиком задерживаются разностью потенциалов $U = 3$ В. Фотоэффект начинается при частоте света $\nu_0 = 6 \cdot 10^{14}$ Гц. Найти работу выхода A электрона из металла.

6. Фотон с длиной волны $\lambda = 15$ пм рассеялся на свободном электроном. Длина волны рассеянного фотона $\lambda' = 16$ пм. Определить угол θ рассеяния.

7. С какой скоростью v должен двигаться электрон, чтобы его кинетическая энергия равнялась энергии фотона с длиной волны $\lambda = 520$ нм?

ВАРИАНТ 7.

1. На пути световой волны, которая распространяется в воздухе, поставили стеклянную пластинку толщиной $h = 1$ мм. На сколько изменится оптическая длина пути, если волна падает на пластинку: 1) нормально; 2) под углом $i = 30^\circ$?

2. Постоянная дифракционной решетки $d = 2$ мкм. Какую разность длин волн $\Delta\lambda$ может разрешить эта решетка в области желтых лучей ($\lambda = 600$ нм) в спектре второго порядка? Ширина решетки $a = 2,5$ см.

3. Угол φ между плоскостями поляризатора и анализатора равен 45° . Во сколько раз уменьшится интенсивность света, который выходит из анализатора, если угол увеличить до 60° ?

4. Температура T верхних слоев звезды Сириус равна 10 кК. Определить поток энергии Φ_e , который излучается с поверхности площадью $S = 1$ км² этой звезды.

5. Фотоны с энергией $\varepsilon = 4,9$ эВ вырывают электроны из металла с работой выхода $A = 4,5$ эВ. Определить максимальный импульс p_{\max} , сообщенный поверхности металла при вылете каждого электрона.

6. С какой скоростью v должен двигаться электрон, чтобы его импульс равнялся импульсу фотона с длиной волны $\lambda = 520$ нм?

7. Энергия рентгеновских фотонов $\varepsilon = 0,6$ МэВ. Определить энергию электрона отдачи, если длина волны рентгеновских лучей после комптоновского рассеяния изменилась на 20% .

ВАРИАНТ 8.

1. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается монохроматическим светом с длиной волны $\lambda = 600$ нм, который падает по нормали к поверхности пластинки. Определить толщину h воздушного зазора между линзой и стеклянной пластинкой в том месте, где наблюдается четвертое темное кольцо в отраженном свете.

2. На дифракционную решетку падает нормально пучок света. Красная линия ($\lambda = 700$ нм) в спектре первого порядка видна под углом дифракции $\varphi = 30^\circ$. Определить постоянную d дифракционной решетки. Какое количество штрихов N_0 нанесено на единицу длины этой решетки?

3. Во сколько раз ослабляется интенсивность естественного света, который проходит через два поляризатора, плоскости которых образуют угол $\varphi = 30^\circ$?

4. В каких областях спектра лежат длины волн, которые соответствуют максимуму спектральной плотности энергетической светимости, если источником света служит: а) спираль электрической лампочки ($T = 3\ 000$ К); б) поверхность Солнца ($T = 6\ 000$ К); в) атомная бомба, в которой в момент взрыва развивается температура $T \approx 10^7$ К?

5. Определить постоянную Планка h , если известно, что электроны, которые вырываются из металла светом с частотой $\nu_1 = 2,2 \cdot 10^{15}$ Гц, полностью задерживаются разностью потенциалов $U_1 = 6,6$ В, а те, которые вырываются светом с частотой $\nu_2 = 4,6 \cdot 10^{15}$ Гц, – разностью потенциалов $U_2 = 16,5$ В.

6. На плоскую идеально отражающую поверхность нормально падает монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 0,55$ мкм. Поток излучения Φ_e составляет $0,45$ Вт. Определить силу давления, которую испытывает эта поверхность.

7. Какую энергию ε должен иметь фотон, чтобы его масса равнялась массе покоя электрона?

ВАРИАНТ 9.

1. Расстояние $\Delta r_{1,2}$ между первым и вторым темными кольцами Ньютона в отраженном свете равно 1 мм. Определить расстояние $\Delta r_{9,10}$ между девятым и десятым кольцами.

2. Свет от монохроматического источника ($\lambda = 600$ нм) падает нормально на диафрагму с диаметром отверстия $d = 6$ мм. За диафрагмой на расстоянии $l = 3$ м от нее помещен экран. Какое количество k зон Френеля укладывается в отверстии диафрагмы? Каким будет центр дифракционной картины на экране: темным или светлым?

3. Определить показатель преломления стекла, если при отражении от него света отраженный луч полностью поляризован в случае, когда угол преломления составляет 35° .

4. Поток энергии Φ , который излучается из окошка плавильной печи, равен 34 Вт. Определить температуру T , если площадь отверстия $S = 6$ см².

5. Определить максимальную скорость v_{\max} фотоэлектронов, вылетающих из металла при облучении γ -фотонами с энергией $\varepsilon = 1,53$ МэВ.

6. При какой температуре T кинетическая энергия молекулы двухатомного газа будет равняется энергии фотона с длиной волны $\lambda = 589$ нм?

7. Фотон с энергией 100 кэВ вследствие эффекта Комптона рассеялся при столкновении со свободным электроном на угол $\theta = \pi/2$. Определить энергию фотона после рассеяния.

ВАРИАНТ 10.

1. На поверхность стеклянного объектива ($n_1 = 1,5$) нанесена тонкая пленка, показатель преломления которой $n_2 = 1,2$ (пленка, которая „просветляет“). При какой наименьшей толщине d этой пленки произойдет максимальное ослабление отраженного света в средней части видимого спектра?

2. Определить наибольший порядок m спектра для желтой линии натрия ($\lambda = 589$ нм), если постоянная дифракционной решетки $d = 2$ мкм.

3. Определить, под каким углом к горизонту должно находиться Солнце, чтобы отраженные от поверхности воды ($n = 1,33$) лучи были полностью поляризованными.

4. Определить температуру T , при которой энергетическая светимость R_e абсолютно черного тела равняется 10 кВт/м².

5. Определить задерживающее напряжение U для электронов, которые вырываются при облучении калия светом с длиной волны $\lambda = 330$ нм.

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

7. Определить длину волны λ фотона, импульс которого равняется импульсу электрона, движущемуся со скоростью $v = 10$ Мм/с.