

Вариант 1

1. Два когерентных источника колеблются в одинаковых фазах с частотой $\nu = 400 \text{ Гц}$. Скорость распространения колебаний в среде $V = 1 \text{ км/с}$. Определите, при какой разности хода, не равной нулю, будет наблюдаться: 1). максимальное усиление колебаний; 2). максимальное ослабление колебаний.

Ответ: $\Delta_{\max} = 2,5 \text{ м}$, $\Delta_{\min} = 1,25 \text{ м}$.

2. Фронт волны зеленого света прошел в стекле путь, равный 4 см . Какой путь пройдет свет за это же время в воде? Показатель преломления воды $4/3$, а стекла $3/2$. Ответ: $4,5 \text{ см}$.

3. Определите радиус третьей зоны Френеля, если расстояние от точечного источника света ($\lambda = 600 \text{ нм}$) до волновой поверхности и от волновой поверхности до точки наблюдения равно $1,5 \text{ м}$.

Ответ: $r_3 = 1,64 \text{ мм}$.

4. Определите, во сколько раз необходимо уменьшить термодинамическую температуру черного тела, чтобы его энергетическая светимость R^0 ослабилась в 16 раз. Ответ: $\frac{T_1}{T_2} = 2$.

5. При поочередном освещении поверхности металла излучением с длинами волн $\lambda_1 = 0,35 \text{ мкм}$ и $\lambda_2 = 0,54 \text{ мкм}$ максимальные скорости фотоэлектронов отличаются в два раза. Определите работу выхода электрона для этого металла. Ответ: $A = 3 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$.

6. При какой длине электромагнитной волны энергия фотона была бы равна $\epsilon = 1,36 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$? Ответ: $\lambda = 150 \text{ нм}$.

7. В инфракрасной области спектра излучения водорода существует четыре серии – Пашена, Брэкета, Пфунда и Хэмфри. Определите самую коротковолновую и длинноволновую линию в серии Пашена. Ответ: $\lambda_{3 \max} = 1,87 \text{ мкм}$, $\lambda_{3 \min} = 0,818 \text{ мкм}$.

8. Запишите возможные значения орбитального квантового числа l и магнитного квантового числа m для значения главного квантового числа $n = 4$.

9. Определите удельную энергию связи для ядер: 1) ${}^4_2\text{He}$; 2) ${}^{12}_6\text{C}$. Массы нейтральных атомов гелия и углерода равны $6,6467 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ и $19,9272 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$, $m_H = 1,6736 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ и $m_n = 1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$.

Ответ: 1) $\delta E_{cv} = 7,1 \text{ МэВ/нуклон}$; 2) $\delta E_{cv} = 7,7 \text{ МэВ/нуклон}$.

Контрольные вопросы:

1. Понятия когерентности и монохроматичности световых волн. Пространственная когерентность.
2. Сформулируйте условия для интерференционных максимумов и минимумов в отраженном и проходящем свете.
3. Какой свет называется поляризованным? Естественный и поляризованный свет. В чем суть явления двойного лучепреломления, и в каких веществах оно реализуется?
4. Сформулируйте основные законы теплового излучения, поясните физический смысл величин, входящих в эти законы.
5. Волновые свойства микрочастиц. Гипотеза де Бройля. Дифракция электронов.
6. Распределение электронов в атомах по состояниям. Квантовые числа, определяющие эти состояния. Принцип запрета Паули.
7. Оптические квантовые генераторы: принцип действия и основные элементы. Свойства лазерного излучения.
8. Состав, заряд, размер и масса атомного ядра. Нуклоны. Изотопы.
9. Какие основные законы выполняются при ядерных реакциях? Перечислите классы ядерных реакций (по энергиям, по участвующим в них частицам и ядрам, по характеру ядерных превращений).

Вариант 2

1. При какой минимальной оптической разности хода две когерентные световые волны $\lambda = 0,6 \text{ мкм}$ будут ослаблять друг друга при интерференции? Ответ: $\Delta = 3 \cdot 10^{-7} \text{ м}$.

2. С помощью дифракционной решетки с периодом $d = 0,02 \text{ мм}$ получено первое дифракционное изображение на расстоянии $3,6 \text{ см}$ от центрального и на расстоянии $1,8 \text{ м}$ от решетки. Найдите длину световой волны. Ответ: $\lambda = 400 \text{ нм}$.

3. На стеклянный клин ($n = 1,5$) нормально падает монохроматический свет ($\lambda = 698 \text{ нм}$). Определите угол между поверхностями клина, если расстояние между двумя соседними интерференционными минимумами в отраженном свете равно $\Delta x = 2 \text{ мм}$. Ответ: $\alpha = \frac{\lambda}{2n \cdot \Delta x} = 24''$.

4. Какую мощность необходимо подводить к медному шариком диаметром $d = 2 \text{ мм}$, чтобы при температуре окружающей среды $t_1 = -13^\circ\text{C}$ поддерживать его температуру $t_2 = 17^\circ\text{C}$. Коэффициент поглощения меди $a^c = 0,6$. Ответ: $P \approx 0,1 \text{ Вт}$.

5. Определите работу выхода электрона для вольфрама, если «красная граница» фотоэффекта для него $\lambda_0 = 275 \text{ нм}$. Ответ: $A = 4,52 \text{ эВ}$.

6. Определите для фотона с длиной волны $\lambda = 0,5 \text{ мкм}$: 1) его энергию, 2) импульс, 3) массу. Ответ: 1) $\varepsilon = 2,48 \text{ эВ}$; 2) $p = 1,33 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \cdot \text{м/с}$; 3) $m = 4,43 \cdot 10^{-36} \text{ кг}$.

7. Определить частоту вращения f и скорость v_3 электрона на третьей орбите атома водорода по теории Бора. Ответ: $f = 2,42 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$, $v_3 = 0,731 \text{ Мм/с}$.

8. Атом азота ${}^{14}_7\text{N}$ бомбардируется нейтронами и испускает протон. В ядро какого изотопа превращается ядро азота? Напишите ядерную реакцию. Ответ: ${}^{14}_6\text{C}$.

9. Определите энергию связи ядра урана ${}^{238}_{92}\text{U}$ и энергию связи, приходящуюся на один нуклон. Масса ядра урана $M_{\text{я}} = 237,99768 \text{ а.е.м.}$ Ответ: $E_{\text{св}} = 1803 \text{ МэВ}$, $\delta E_{\text{св}} = 7,58 \text{ МэВ/нуклон}$.

Контрольные вопросы:

1. Физическая суть явления и методы наблюдения интерференции. Метод Юнга.
2. Явление дифракции. В чем различие между дифракцией Френеля и дифракцией Фраунгофера?
3. Поглощение света. Какие среды называются оптически анизотропными? При каких физических воздействиях оптически изотропные вещества становятся анизотропными?

4. Квантовая гипотеза Планка, ее развитие Эйнштейном для объяснения законов внешнего фотоэффекта.
5. Уравнение Шредингера для стационарных состояний. Волновая функция, ее статистический (вероятностный) смысл.
6. Сформулируйте постулаты Бора и покажите их связь со спектральными сериями излучения атома водорода. Формула Бальмера.
7. Свойства спонтанного и вынужденного излучения. Поясните физический смысл коэффициентов Эйнштейна спонтанного и вынужденного излучения.
8. Характеристики атомного ядра (размер, состав, заряд, масса). Дефект массы и энергия связи ядра.
9. Типы фундаментальных взаимодействий, их основные характеристики и свойства (универсальность, симметрия и законы сохранения).

Вариант 3

1. Два когерентных источника посылают поперечные волны в одинаковых фазах. Период колебаний $T = 0,2$ с, скорость распространения волн в среде $V = 800$ м/с. Определите, при какой разности хода в случае наложения волн будет наблюдаться: 1). усиление колебаний; 2). ослабление колебаний.

Ответ: $\Delta = \pm 160n$ м, ($n = 0, 1, 2, \dots$), $\Delta = \pm 80(2n + 1)$ м, ($n = 0, 1, 2, \dots$).

2. В опыте Юнга расстояние между щелями $d = 0,4$ мм, а расстояние l от щелей до экрана равно 4 м. Для какой длины световой волны расстояние x между максимумами на экране равно 5 мм. Ответ: $\lambda = 500$ нм.

3. Чему равна постоянная дифракционной решетки, если при ее освещении монохроматическим светом ($\lambda = 500$ нм) лучи, отклоняющиеся на угол $\alpha = 15^\circ$, образуют максимум четвертого порядка? Ответ: $d = 7,72$ мкм.

4. Энергетическая светимость черного тела $R^0 = 10$ кВт/м². Определите длину волны, соответствующую максимуму спектральной плотности светимости этого тела. Ответ: $\lambda = 4,47$ мкм.

5. «Красная граница» фотоэффекта для некоторого металла равна $\lambda_0 = 500$ нм. Определите минимальное значение энергии фотона, вызывающего фотоэффект. Ответ: $\varepsilon_{\min} = 2,49$ эВ.

6. Определите, с какой скоростью должен двигаться электрон, чтобы его импульс был равен импульсу фотона с длиной волны $\lambda = 0,5$ мкм. Ответ: $v_e = 1,46$ км/с.

7. Определить энергию фотона ε , соответствующего второй линии в первой инфракрасной серии излучения атома водорода. Ответ: $\varepsilon = 0,97$ эВ.

8. Заполненной электронной оболочке соответствует главное квантовое число $n = 3$. Определить число электронов на этой оболочке, которые имеют одинаковые квантовые числа:

1). $m_s = -\frac{1}{2}$; 2). $m = 0$; 3). $m = -1$, $m_s = \frac{1}{2}$.

Ответ: 1). $m_s = -\frac{1}{2}$, $N_1 = 9$; 2). $m = 0$, $N_2 = 6$; 3). $m = -1$, $m_s = \frac{1}{2}$, $N_3 = 2$.

9. При бомбардировке нейтронами атома азота ${}_{13}^{27}\text{Al}$ испускается α -частица. В ядро какого изотопа превращается ядро алюминия? Напишите реакцию. Ответ: ${}_{11}^{24}\text{Na}$.

Контрольные вопросы:

1. Дифракция света. Чем принцип Гюйгенса – Френеля отличается от принципа Гюйгенса?
2. Явление дисперсии света. Нормальная и аномальная дисперсия.
3. Какой свет называется поляризованным? В чем суть явления искусственной оптической анизотропией, и в каких веществах оно реализуется?
4. Сформулируйте основные законы теплового излучения, поясните физический смысл величин, входящих в эти законы.
5. Вероятностный подход в квантовой механике. Соотношения неопределенностей Гейзенберга.
6. Теория водородоподобного атома. Квантовые числа: физический смысл и возможные значения.
7. Основные элементы оптического квантового генератора. Типы лазеров (в зависимости от режима работы, агрегатного состояния рабочего вещества, спектра излучения).
8. Поясните физический смысл понятия дефект массы ядра и взаимосвязь с энергией связи ядра.
9. Реакции деления атомных ядер. Цепные реакции, критические параметры и условия их развития.

Вариант 4

1. Скорость распространения волны в некоторой среде $V = 250 \text{ Мм} / \text{с}$. Определите длину волны в этой среде, если ее частота в вакууме $\nu_0 = 1 \text{ МГц}$. Ответ: $\lambda = 250 \text{ м}$.

2. Две щели находятся на расстоянии $0,2 \text{ мм}$ друг от друга и отстоят на расстояние $1,5 \text{ м}$ от экрана. На щели падает поток монохроматического света ($\lambda = 500 \text{ нм}$) от удаленного источника. Найдите расстояние между соседними интерференционными максимумами. Ответ: $x = 375 \text{ мкм}$.

3. Определите радиус первой зоны Френеля, если расстояние от точечного источника света ($\lambda = 500 \text{ нм}$) до зонной пластинки от пластинки до точки наблюдения равно 1 м . Ответ: $r_1 = \sqrt{0,5} = 0,71 \text{ мм}$.

4. Определите, как и во сколько раз изменится мощность излучения черного тела, если длина волны, соответствующая максимуму его спектральной плотности энергетической светимости, сместилась с $\lambda = 0,72 \text{ мкм}$ до $\lambda = 0,4 \text{ мкм}$. Ответ: $P_2 / P_1 = 10,5$.

5. Фотоэлектроны, вырываемые с поверхности металла, полностью задерживаются при приложении обратного напряжения $U = 3 \text{ В}$. Фотоэффект для этого металла начинается при частоте падающего света $\nu_0 = 6 \cdot 10^{14} \text{ с}^{-1}$. Определите: 1) работу выхода электрона для этого металла; 2) частоту применяемого излучения. Ответ: 1) $A = 2,48 \text{ эВ}$; 2) $\nu = 1,32 \cdot 10^{15} \text{ с}^{-1}$.

6. Определите, с какой скоростью должен двигаться электрон, чтобы его кинетическая энергия была равна энергии фотона с длиной волны $\lambda = 0,5 \text{ мкм}$. Ответ: $v_e = 935 \text{ км} / \text{с}$.

7. Определить кинетическую, потенциальную и полную энергию электрона на первой орбите атома водорода по теории Бора. Радиус первой орбиты $r_1 = 0,53 \text{ \AA}$. Ответ: $\varepsilon_{кин} = 13,6 \text{ эВ}$, $\varepsilon_{пот} = -27,2 \text{ эВ}$, $\varepsilon_{полн} = -13,6 \text{ эВ}$.

8. Электрон в возбужденном атоме водорода находится в f -состоянии. Найти орбитальный момент импульса L_l , магнитный момент p_m электрона и максимальное значение проекции момента импульса $L_{lz \max}$ на направление внешнего магнитного поля. Ответ:

$$L_l = 3,46 \hbar; \cdot L_{lz \max} = 3,15 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}.$$

9. При отрыве нейтрона от ядра гелия ${}^4_2\text{He}$ образуется ядро ${}^3_2\text{He}$. Определите энергию связи, которую необходимо для этого затратить. Массы нейтральных атомов гелия ${}^4_2\text{He}$ и ${}^3_2\text{He}$ соответственно равны $6,6467 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ и $5,0084 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$. Ответ: $E_{св} = 0,3303 \cdot 10^{-11} \text{ Дж} = 20,64 \text{ МэВ}$.

Контрольные вопросы:

1. Явление дифракции. Как влияют период дифракционной решетки и ее размер на дифракционную картину?
2. Поясните физическую суть явления интерференции. Сформулируйте условия для интерференционных максимумов и минимумов в отраженном и проходящем свете.
3. Как определяется степень поляризации световой волны? Сформулируйте закон Малюса для поляризованного света и поясните величины, входящие в этот закон.
4. В чем состоит корпускулярно-волновой дуализм (двойственность) свойств света? Сформулируйте гипотезу Планка, поясните ее физический смысл.
5. Основные характеристики и законы теплового излучения. Абсолютно черное тело, серое тело.
6. Строение атома. Модели атома. Теория Бора: квантование состояний электрона в атоме. Спектры излучения атомов (формула Бальмера).
7. Принцип работы оптического квантового генератора. В чем суть состояния активных сред с инверсной населенностью?
8. Основные характеристики ядра. Взаимодействие нуклонов в составе ядер. Ядерные силы: природа и свойства.
9. Фундаментальные взаимодействия. Симметрия, универсальность и законы сохранения, выполняющиеся при фундаментальных взаимодействиях.

Вариант 5

1. На стеклянный клин ($n = 1,5$) нормально падает монохроматический свет. Угол между поверхностями клина равен $\alpha = 4''$. Определите длину световой волны, если расстояние между двумя соседними интерференционными максимумами в отраженном свете равно $\Delta x = 0,2 \text{ мм}$. Ответ: $\lambda = 698 \text{ нм}$.

2. Во сколько раз увеличится расстояние между соседними интерференционными полосами на экране в опыте Юнга, если заменить источник с $\lambda_1 = 0,5 \text{ мкм}$ на источник с $\lambda_2 = 0,65 \text{ мкм}$? Ответ: в 1,3 раза.

3. Найдите наибольший порядок спектра для желтого света $\lambda = 0,589 \text{ мкм}$, если период дифракционной решетки равен 2 мкм . Ответ: $k = 3$.

4. Черное тело нагрели от температуры $T_1 = 600 \text{ К}$ до $T_2 = 2400 \text{ К}$. Определите: 1) во сколько раз увеличилась его энергетическая светимость; 2) как изменилась длина волны, соответствующая максимуму его спектральной плотности энергетической светимости. Ответ: 1) $n = 256$, 2) уменьшится на $3,62 \text{ мкм}$.

5. Калий освещается монохроматическим светом с длиной волны $\lambda = 400 \text{ нм}$. Работа выхода электрона для калия $A = 2,2 \text{ эВ}$. Определите наименьшее задерживающее напряжение, при котором фототок прекратится. Ответ: $U = 0,91 \text{ В}$.

6. Определите длину волны фотона, импульс которого равен импульсу электрона, прошедшего разность потенциалов $U = 9,8 \text{ В}$. Ответ: $\lambda = 392 \text{ нм}$.

7. Определите длину волны второй бальмеровской линии (переход электрона с орбиты $n = 4$ на орбиту $n = 2$). Ответ: $\lambda = 170 \text{ нм}$.

8. Заполненной электронной оболочке соответствует главное квантовое число $n = 4$. Определить число электронов на этой оболочке, которые имеют одинаковые квантовые числа:

1). $l = 2, m_s = \frac{1}{2}$; 2). $m = -3$; 3). $m = 1, m_s = -\frac{1}{2}$. Ответ: 1). $l = 2, m_s = \frac{1}{2}, N_1 = 5$; 2). $m = -3, N_2 = 2$; 3). $m = 1, m_s = -\frac{1}{2}, N_3 = 3$.

9. При бомбардировке нейтронами атома азота ${}^{14}_7\text{N}$ испускается протон. В ядро какого изотопа превращается ядро азота? Напишите реакцию. Ответ: ${}^{14}_6\text{C}$.

Контрольные вопросы:

1. Явление дифракции света. Метод зон Френеля.
2. Сформулируйте условия для интерференционных максимумов и минимумов в отраженном и проходящем свете.
3. Как определяется степень поляризации световой волны? Сформулируйте закон Малюса для поляризованного света и поясните величины, входящие в этот закон.
4. Сформулируйте законы внешнего фотоэффекта. В чем состоит невозможность объяснения этих законов по волновой теории света?
5. Единый корпускулярно-волновой дуализм (двойственность свойств) материи: корпускулярные свойства электромагнитного излучения и волновые свойства частиц. Квантовая гипотеза Планка и гипотеза де Бройля.
6. Поясните физический смысл волновой функции, ее связь с вероятностью состояния. Уравнения Шредингера: общее (временное) и для стационарных состояний.
7. Спонтанное и вынужденное излучение фотонов, свойства испускаемого при этих явлениях излучения. Принцип действия оптических квантовых генераторов.
8. Спектральные серии излучения атома водорода. Постулаты Бора. Физический смысл квантовых чисел в формуле Бальмера.
9. Радиоактивные излучения (альфа-, бета-, гамма-излучения): происхождение, свойства и методы детектирования.

Вариант 6

1. В опыте Юнга расстояние между щелями $d = 1 \text{ мм}$, а расстояние l от щелей до экрана равно 3 м . На щели падает поток монохроматического света ($\lambda = 600 \text{ нм}$) от удаленного источника.

Найдите положение первых трех светлых полос. Ответ: $x_1 = 1,8 \text{ мм}$; $x_2 = 3,6 \text{ мм}$; $x_3 = 5,4 \text{ мм}$.

2. Вычислите максимальный порядок спектра дифракционной решетки с периодом $d = 2 \text{ мкм}$ при облучении ее светом с длиной волны $\lambda = 0,589 \text{ мкм}$. Ответ: $k = 3$.

3. Степень поляризации частично поляризованного света составляет $0,75$. Определите отношение максимальной интенсивности света, пропускаемого анализатором, к минимальной. Ответ: $\frac{I_{\max}}{I_{\min}} = 7$.

4. Черное тело находится при температуре $T_1 = 3 \text{ К}$. При остывании тела длина волны, соответствующая максимуму его спектральной плотности энергетической светимости, изменилась на $\Delta\lambda = 8 \text{ мкм}$. Определите температуру T_2 , до которой тело охладилось. Ответ: $T_2 = 323 \text{ К}$.

5. «Красная граница» фотоэффекта для некоторого металла равна $\lambda_0 = 500 \text{ нм}$. Определите: 1) работу выхода электрона для этого металла; 2) максимальную скорость электронов, вырываемых из этого металла светом с длиной волны $\lambda = 400 \text{ нм}$.

Ответ: 1) $A = 2,48 \text{ эВ}$; 2) $v_{\max} = 468 \text{ км/с}$.

6. Энергия скольких фотонов с длиной волны $\lambda = 0,5 \text{ мкм}$ равна полной энергии электрона, прошедшей ускоряющую разность потенциалов $U = 100 \text{ В}$. Ответ: $N = 4 \cdot 10^3$.

7. В инфракрасной области спектра излучения водорода существует четыре серии – Пашена, Брэкета, Пфунда и Хэмфри. Определите самую коротковолновую и длинноволновую линию в серии Хэмфри. Ответ: $\lambda_{6 \max} = 12,34 \text{ мкм}$, $\lambda_{6 \min} = 3,27 \text{ мкм}$.

8. Определите, во сколько раз орбитальный момент импульса электрона, находящегося в f -состоянии, больше, чем для электрона в p -состоянии. Ответ: $\frac{L^f}{L^p} = 2,45$.

9. Определите, поглощается или выделяется энергия при ядерной реакции ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$. Определите ее величину, если $m_H = 1,6736 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ и $m_n = 1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$. Ответ: $\Delta E = 17,6 \text{ МэВ}$.

Контрольные вопросы:

1. Явление интерференции света. Сформулируйте условия для интерференционных максимумов и минимумов в отраженном и проходящем свете.
2. Дифракция света. Сформулируйте принцип Гюйгенса–Френеля и поясните его физический смысл.
3. Какой свет называется поляризованным? Какие способы получения поляризованного света вам известны?
4. Сформулируйте основные законы теплового излучения, поясните физический смысл величин, входящих в эти законы.
5. Корпускулярно-волновой дуализм электромагнитного излучения. Фотоны: энергия, импульс и масса фотонов.
6. Теория водородоподобных атомов. Квантовые числа, определяющие состояние электронов в атомах (их физический смысл и возможные значения). Принцип запрета Паули.
7. Принцип работы и основные элементы оптического квантового генератора. Какие среды называются активными? Способы создания состояния с инверсной населенностью в активных средах.
8. Строение атома. Ядерная (планетарная) модель Резерфорда. Постулаты Бора.
9. Состав, заряд и масса атомного ядра. Нуклоны. Природа и свойства ядерных сил.