

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце: **Оценочные материалы для промежуточной аттестации по дисциплине**

ФИО: Косенок Сергей Михайлович

Должность: ректор

Дата подписания: 11.06.2026 09:22:14

Уникальный программный ключ:

e3a68f3eaa1e626740544998099b300baf836

Оптика и квантовая физика, 3 семестр

| | |
|----------------------------|----------------------------------|
| Код направления подготовки | 03.03.02 Физика |
| Направленность (профиль) | Цифровые технологии в геофизике |
| Форма обучения | очная |
| Кафедра-разработчик | Кафедра экспериментальной физики |
| Выпускающая кафедра | Кафедра экспериментальной физики |

Типовые варианты заданий для контрольной работы:

Раздел «Оптика»

1 вариант

1. Два взаимно перпендикулярных луча падают на поверхность воды. Показатель преломления воды 1,33. Угол падения одного из лучей 30° . Каким будет угол между лучами в воде?
2. Определите, во сколько раз изменится ширина интерференционных полос на экране в опыте с зеркалами Френеля, если фиолетовый светофильтр ($\lambda=0,4$ мкм) заменить красным ($\lambda=0,7$ мкм).
3. Определите число штрихов на 1 мм дифракционной решетки, если углу $\varphi=30^\circ$ соответствует максимум четвертого порядка для монохроматического света с длиной волны $\lambda=0,5$ мкм.

2 вариант

1. Луч падает на границу раздела двух сред под углом 30° . Показатель преломления первой среды 2,4. Определите показатель преломления второй среды, если преломленный и отраженный лучи перпендикулярны друг другу.
2. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается монохроматическим светом с длиной волны $\lambda=0,6$ мкм, падающим нормально. Пространство между линзой и стеклянной пластинкой заполнено жидкостью, наблюдение ведется в проходящем свете. Радиус кривизны линзы $R=4$ м. Определите показатель преломления жидкости, если радиус второго светлого кольца $r=1,8$ мм.
3. На щель шириной $a=0,1$ мм падает нормально монохроматический свет с длиной волны $\lambda=0,6$ мкм. Экран, на котором наблюдается дифракционная картина, расположен параллельно щели на расстоянии $l=1$ м. Определите расстояние b между первыми дифракционными минимумами, расположенными по обе стороны центрального фраунгоферова максимума.

3 вариант

1. Тело в форме конуса с углом между его осью и образующей равным 60° , погрузили целиком в прозрачную жидкость вершиной вниз. При этом боковую поверхность нельзя видеть ни из одной точки пространства над поверхностью жидкости. Каков показатель преломления жидкости?
2. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается монохроматическим светом падающим нормально. При заполнении пространства между линзой и стеклянной пластинкой прозрачной жидкостью радиусы темных колец в отраженном свете уменьшились в 1,21 раза. Определите показатель преломления жидкости.
3. На дифракционную решетку длиной $l=15$ мм, содержащую $N=3000$ штрихов, падает нормально монохроматический свет с длиной волны $\lambda=550$ нм. Определите число максимумов, наблюдаемых в спектре дифракционной решетки.

4 вариант

1. Какова должна быть минимальная длина стороны квадратного плота, чтобы с него не был виден камень, находящийся под серединой плота? Глубина водоема 1,5 м, показатель преломления воды 1,3.
2. Для измерения показателя преломления аммиака в одно из плеч интерферометра Майкельсона помещена закрытая с обеих сторон откаченная до высокого вакуума стеклянная трубка длиной 15 см. При заполнении трубки аммиаком интерференционная картина для длины волны $\lambda=589$ нм сместилась на 192 полосы. Определите показатель преломления аммиака.
3. На щель шириной $a=0,1$ мм падает нормально монохроматический свет с длиной волны $\lambda=0,5$ мкм. Дифракционная картина наблюдается на экране, расположенном параллельно щели. Определите расстояние l от щели до экрана, если ширина центрального дифракционного максимума $b=1$ см.

Раздел «Квантовая физика»

1 вариант

1. Мощность излучения абсолютно черного тела $N=34$ кВт. Найти температуру этого тела, если известно, что его поверхность $S=0,6$ м².
2. Длина волны света, соответствующая красной границе фотоэффекта, для некоторого металла $\lambda_0=275$ нм. Найти работу выхода A электрона из металла, максимальную скорость v_{\max} электронов, вырываемых из металла светом с длиной волны $\lambda=180$ нм, и максимальную кинетическую энергию W_{\max} электронов.
3. Определить энергию связи ядра атома гелия ${}^4_2\text{He}$. Масса нейтрального атома гелия равна $6,6467 \cdot 10^{-27}$ кг.

2 вариант

1. Найти температуру T печи, если известно, что излучение из отверстия в ней площадью $S=6,1$ м² имеет мощность $N=34,6$ Вт. Излучение считать близким к излучению абсолютно черного тела.

2. Найти частоту ν света, вырывающего из металла электроны, которые полностью 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.

3. Определить массу изотопа ${}^7_{15}\text{N}$, если изменение массы при образовании ${}^7_{15}\text{N}$ ядра составляет $0,2508 \cdot 10^{-27}$ кг.

3 вариант

1. Какую мощность излучения N имеет Солнце? Излучение Солнца считать близким к излучению абсолютно черного тела. Температура поверхности Солнца $T=5800$ К.

2. Найти задерживающую разность потенциалов U для электронов, вырываемых при освещении калия светом с длиной волны $\lambda=330$ нм.

3. При отрыве нейтрона от ядра гелия ${}^4_2\text{He}$ образуется ядро ${}^3_2\text{He}$. Определить энергию связи, которую необходимо для этого затратить. Массы нейтральных атомов ${}^4_2\text{He}$ и ${}^3_2\text{He}$ соответственно равны $6,6467 \cdot 10^{-27}$ кг и $5,0084 \cdot 10^{-27}$ кг.

4 вариант

1. Какую энергетическую светимость R_ν имеет абсолютно черное тело, если максимум спектральной плотности его энергетической светимости приходится на длину волны $\lambda=484$ нм?

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

3. Энергия связи $E_{\text{св}}$ ядра, состоящего из трех протонов и четырех нейтронов, равна 39,3 МэВ. Определить массу m нейтрального атома, обладающего этим ядром.

Типовые задания к экзамену по дисциплине (3 семестр)

| Задание для показателя оценивания дескриптора «Знает» | Вид задания |
|---|----------------------|
| <p>Раздел «Оптика»</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Уравнение волны. Уравнение плоской, сферической и цилиндрической волн. 2. Линейное волновое уравнение. Общее волновое уравнение. 3. Волновое уравнение электромагнитной волны. Плоская электромагнитная волна. Связь мгновенных значений E и H. 4. Энергия электромагнитной волны. Импульс электромагнитной волны. 5. Эффект Доплера для электромагнитных волн. 6. Шкала электромагнитных волн. Кривая видимости. Показатель преломления. Интенсивность волны. Виды световых волн. 7. Электромагнитная волна на границе раздела. Соотношения между амплитудами и фазами. Коэффициенты отражения и пропускания. 8. Законы геометрической оптики. Принцип Ферма. | <p>теоретический</p> |

Свойства тонкой линзы.

9. Основной принцип интерференционных схем. Условие максимума и минимума при интерференции. Ширина интерференционной полосы.

10. Когерентность. Длина когерентности. Время когерентности. Ширина когерентности.

11. Интерференционные схемы. Бипризма Френеля. Бизеркала Френеля. Билинза Бийе.

12. Интерференция света при отражении от плоских пластинок. Плоскопараллельные пластинки. Клиновидные пластинки. Кольца Ньютона. Просветление оптики.

13. Интерферометр Майкельсона.

14. Дифракция света. Принцип Гюйгенса- Френеля.

15. Дифракция Френеля на круглом отверстии. Зоны Френеля. Спираль Френеля. Пятно Пуассона. Зонная пластинка.

16. Дифракция Фраунгофера. Дифракция Фраунгофера на круглом отверстии. Дифракция от множества отверстий.

17. Дифракция Фраунгофера на щели. Условие минимумов. Распределение интенсивности.

18. Дифракционная решетка. Главные максимумы. Интерференционные минимумы. Интенсивность главных максимумов.

19. Дифракционная расходимость пучка. Разрешающая способность объектива. Дифракционная решетка как спектральный прибор.

20. Дифракция на пространственной решетке. Условия Лауэ. Формула Брэгга-Вульфа.

21. Поляризация света. Виды поляризации. Естественный свет. Поляризаторы. Степень поляризации. Закон Малюса. Поляризация при отражении и преломлении.

22. Двойное лучепреломление. Одноосные кристаллы. Дихроизм. Поверхности лучевых скоростей.

23. Суперпозиция поляризованных волн. Двупреломляющая пластинка. Анализ поляризованного света.

24. Интерференция поляризованных волн.

25. Искусственное двойное лучепреломления. Анизотропия при деформациях Анизотропия в электрическом поле. Вращение направления линейной поляризации.

26. Дисперсия света. Классическая теория дисперсии.

27. Волновой пакет. Групповая скорость.

28. Поглощение света. Закон Бугера. Коэффициент поглощения. Рассеяние света. Закон Рэлея. Поляризация рассеянного света. Молекулярное рассеяние.

29. Излучение Вавилова-Черенкова.

Раздел «Квантовая физика»

1. Тепловое излучение. Проблема теплового излучения. Закон Стефана-Больцмана. Закон смещения Вина. Формула Рэлея-Джинса. Формула Планка.

2. Фотоэффект. Световые кванты. Основные закономерности фотоэффекта. Формула Эйнштейна.

3. Тормозное рентгеновское излучение. Фотоны. Корпускулярно-волновой дуализм.

4. Эффект Комптона. Теория эффекта Комптона.

5. Ядерная модель атома. Формула Резерфорда. Проверка формулы Резерфорда.
6. Спектральные закономерности. Постулаты Бора. Опыты Франка-Герца.
7. Боровская модель атома водорода. Спектральные линии водородоподобных систем. Магнитный момент атома водорода. Недостатки теории Бора.
8. Волновые свойства частиц. Гипотеза де-Бройля. Экспериментальные подтверждения гипотезы де-Бройля.
9. Принцип неопределенности. Соотношения неопределенностей. Опыт со щелью. Размер атома водорода.
10. Состояние частицы в квантовой теории. Принцип суперпозиции. Уравнение Шрёдингера. Стационарные состояния. Квантование.
11. Частица в прямоугольной яме. Квантовый гармонический осциллятор.
12. Потенциальные барьеры. Туннельный эффект.
13. Операторы физических величин. Средние значения физических величин. Основные постулаты квантовой теории. Собственные состояния.
14. Квантование момента импульса. Момент импульса. Модуль момента импульса. Проекция момента импульса.
15. Квантование атома водорода. Кратность вырождения. Символы состояния. Распределение плотности вероятности.
16. Уровни и спектры щелочных металлов. Правила отбора.
17. Спин электрона. Полный момент импульса электрона. Тонкая структура спектральных линий.
18. Механический момент многоэлектронного атома. Сложение угловых моментов. Типы связи. Правила отбора.
19. Принцип Паули. Периодическая система элементов Менделеева. Правило Хунда.
20. Характеристические рентгеновские спектры. Закон Мозли. Особенности спектра поглощения. Тонкая структура рентгеновских спектров.
21. Магнитный момент атома. Орбитальный магнитный момент. Опыты Штерна и Герлаха. Спиновый магнитный момент. Полный магнитный момент.
22. Эффект Зеемана. Эффект Пашена-Бака. Электронный парамагнитный резонанс.
23. Состав ядра. Характеристики атомного ядра. Размеры ядер.
24. Масса и энергия связи ядра. Удельная энергия связи.
25. Особенности ядерных сил. Механизм взаимодействия нуклонов. Модели ядер.
26. Радиоактивность. Основной закон радиоактивного распада. Основные типы радиоактивности.
27. Эффект Мессбауэра.
28. Ядерные реакции. Энергия реакции. Энергетическая схема ядерной реакции. Порог реакции.
29. Элементарные частицы. Фундаментальные взаимодействия.
30. Систематика элементарных частиц. Бозоны и

| | |
|---|--|
| <p>фермионы. Время жизни. Переносчики взаимодействия. Лептоны. Адроны. Мезоны.</p> <p>31. Частицы и античастицы. Аннигиляция и рождение пар.</p> <p>32. Законы сохранения. Барионный заряд. Лептонные заряды. Странность S. Шарм (очарование) C и красота (прелесть) b.</p> <p>33. Кварковая модель адронов.</p> | |
|---|--|

| Задание для показателя оценивания дескриптора «Умеет», «Владеет» | Вид задания |
|---|---------------------|
| <p>Раздел «Оптика»</p> <p>1. Расстояние d между двумя щелями в опыте Юнга равно 1 мм, расстояние l от щелей до экрана равно 3 м. Определить длину волны λ, испускаемой источником монохроматического света, если ширина b полос интерференции на экране равна 1,5 мм.</p> <p>2. На мыльную пленку ($n=1,3$), находящуюся в воздухе, падает нормально пучок лучей белого света. При какой наименьшей толщине d пленки отраженный свет с длиной волны $\lambda=0,55$ мкм окажется максимально усиленным в результате интерференции?</p> <p>3. На щель шириной $a=0,05$ мм падает нормально монохроматический свет ($\lambda=0,6$ мкм). Определить угол α между первоначальным направлением пучка света и направлением на четвертую темную дифракционную полосу.</p> <p>4. Угол Брюстера α_B при падении света из воздуха на кристалл каменной соли равен 57°. Определить скорость света в этом кристалле.</p> <p>5. Во сколько раз ослабляется интенсивность света, проходящего через два николя, плоскости пропускания которых образуют угол $\alpha=30^\circ$, если в каждом из николей в отдельности теряется 10 % интенсивности падающего на него света?</p> <p>6. На щель шириной $a=0,05$ мм падает нормально монохроматический свет ($\lambda=0,6$ мкм). Определить угол φ между первоначальным направлением пучка света и направлением на четвертую темную дифракционную полосу.</p> <p>7. Сколько штрихов на каждый миллиметр содержит дифракционная решетка, если при наблюдении в монохроматическом свете ($\lambda=0,6$ мкм) максимум пятого порядка отклонен на угол $\varphi=18^\circ$?</p> <p>8. Дифракционная решетка содержит $n=200$ штрихов на 1 мм. На решетку падает нормально монохроматический свет ($\lambda=0,6$ мкм). Максимум какого наибольшего порядка дает эта решетка?</p> <p>9. Какой наименьшей разрешающей силой R должна обладать дифракционная решетка, чтобы с ее помощью можно было разрешить две спектральные линии калия ($\lambda_1=578$ нм и $\lambda_2=580$ нм)? Какое наименьшее число N штрихов должна иметь эта решетка, чтобы разрешение было возможно в спектре второго порядка?</p> | <p>практический</p> |

10. Сколько длин волн монохроматического света с частотой колебаний $\nu = 5 \cdot 10^{14}$ Гц уложится на пути длиной $l = 1,2$ мм: 1) в вакууме; 2) в стекле?

11. Определить длину l_1 отрезка, на котором укладывается столько же длин волн в вакууме, сколько их укладывается на отрезке $l_2 = 3$ мм в воде.

12. На пути световой волны, идущей 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 $\varepsilon = 30^\circ$?

13. Волна распространяется в упругой среде со скоростью $v = 100$ м/с. Наименьшее расстояние Δx между точками среды, фазы колебаний которых противоположны, равно 1 м. Определить частоту ν колебаний.

Раздел «Квантовая физика»

1. Мощность излучения абсолютно черного тела $N = 34$ кВт. Найти температуру T этого тела, если известно, что его поверхность $S = 0,6$ м².

2. Какую энергетическую светимость R_ε имеет абсолютно черное тело, если максимум спектральной плотности его энергетической светимости приходится на длину $\lambda = 484$ нм?

3. На какую длину волны λ приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости абсолютно черного тела, имеющего температуру, равную температуре $t = 37^\circ\text{C}$ человеческого тела, т.е. $T = 310$ К?

4. Длина волны света, соответствующая красной границе фотоэффекта, для некоторого металла $\lambda_0 = 275$ нм. Найти минимальную энергию ε фотона, вызывающего фотоэффект.

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

6. Пучок монохроматического света с длиной волны $\lambda = 663$ нм падает нормально на зеркальную плоскую поверхность. Поток энергии $\Phi_\varepsilon = 0,6$ Вт. Определить силу F давления, испытываемую этой поверхностью.

7. Какова была длина волны λ_0 рентгеновского излучения, если при комптоновском рассеянии этого излучения графитом под углом $\alpha = 60^\circ$ длина волны рассеянного излучения оказалась равной $\lambda = 25,4$ пм?

8. Найти длину волны де Бройля λ для электрона, имеющего кинетическую энергию: а) $W_1 = 10$ кэВ; б) $W_2 = 1$ МэВ.

9. На сколько изменилась кинетическая энергия электрона в атоме водорода при излучении атомом фотона с длиной волны $\lambda = 486$ нм?

10. Найти радиус r_1 первой боровской электронной орбиты для однократно ионизованного гелия и скорость v_1 электрона на ней.

11. Найти энергию связи W ядра атома гелия ${}^4_2\text{He}$.

12. Волновая функция $\psi(x) = \sqrt{\frac{1}{\ell}} \sin \frac{\pi}{\ell} x$ описывает основное состояние частицы в бесконечно глубоком

прямоугольном ящике шириной ℓ . Вычислить вероятность нахождения частицы в малом интервале $0 \leq x \leq \Delta\ell$, где $\Delta\ell = 0,01 \ell$.

13. Определить начальную активность A_0 радиоактивного препарата магния ^{27}Mg массой $m = 0,2$ мкг, а также его активность A через время $t = 6$ ч. Период полураспада магния $T_{1/2} = 10$ мин.