

Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

ОБЩАЯ ФИЗИКА.
ОПТИКА
сборник учебно-методических материалов
для направления подготовки
03.03.02 - Физика

Благовещенск 2017

*Печатается по решению
редакционно-издательского совета
инженерно-физического факультета
Амурского государственного
университета*

Составитель: И.А. Голубева

Общая физика. Оптика: сборник учебно-методических материалов для направления подготовки 03.03.02. Физика – Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2017.

© Амурский государственный университет, 2017

© Кафедра физики, 2017

© И.А. Голубева, составление

ВВЕДЕНИЕ

Период научно-технической прогресса связан с появлением все большего числа приборов и устройств, работа которых непосредственно связана с физическими законами из практически всех разделов общей физики, в том числе и из раздела оптики. Для студентов-физиков данный курс является первым и основополагающим в изучении закономерностей и особенностей рассмотрения явлений в зависимости от природы их проявления. Данный курс является непосредственной основой для курсов «Физика конденсированного состояния», «Экспериментальные методы в физике», «Физика полупроводников и диэлектриков», «Физика лазеров и радиационная физика» и большинства других курсов для специальной подготовки.

Данный курс имеет целью представление теории об электромагнитном излучении как обобщение результатов физических экспериментов и теоретических представлений о корпускулярно-волновой природе света. Основное внимание при этом уделяется ограниченности классических представлений, а в некоторых случаях невозможности описания существующих явлений в представлениях волновой оптики. Изложение курса предполагает рассмотрение основных явлений связанных с различными представлениями природы электромагнитного излучения, которое приводит к формулировке основных положений корпускулярно-волнового дуализма.

Занятия по дисциплине организуются в форме аудиторной (лекционные и практические занятия) и самостоятельной работы. Практические (семинарские) занятия проводятся в форме коллективной работы по разбору конкретных примеров теоретического материала, расчетов и решения задач. Значительный объем трудозатрат по курсу отведен на самостоятельную работу. В целях мотивации самостоятельной работы и обеспечения ее необходимого объема все виды аудиторной работы предполагают создание тематических проблемных ситуаций, рекомендуемых для самостоятельного анализа и последующего коллективного разбора.

Требованиями к уровню усвоения содержания курса являются:

понимание теории волновой и квантовой природы электромагнитного излучения, и особенностей явлений, описываемых данной теорией;

знание теоретического материала и умение его использовать при анализе явлений волновой и квантовой оптики и при решении соответствующих физических задач;

умение читать современную учебную и научную литературу по физике, понимание главных проблем этой науки, грамотное использование полученных знаний и умений в специальных дисциплинах.

1 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Краткое содержание курса лекций

Тема 1. Введение. Элементы геометрической оптики.

Предмет оптики. Основные проблемы и направления в современной оптике. Этапы развития оптики. Принцип Ферма. Экспериментальные данные, свидетельствующие об электромагнитной природе света. Шкала электромагнитных волн.

Законы отражения и преломления света. Полное внутреннее отражение. Обоснование существования оптического луча. Принцип Гюйгенса-Френеля. принцип Ферма. Оптическая и геометрическая длина пути. Показатель преломления. Явление рефракции и миража. Преломление на сферической поверхности. Формула тонкой линзы. Оптические системы. Глаз и зрение. Обработка зрительного образа. Основные фотометрические понятия и величины. Восприятие формы: цвета, движения, глубины. Световые флуктуации

Тема 2. Основы электромагнитной природы света. Введение в волновую оптику

Уравнение Максвелла. Основные характеристики электромагнитных волн. Плоские волны. Волновое уравнение. Поперечность электромагнитных волн. Плотность энергии импульса электромагнитных волн. Вектор Умова-Пойтинга. Интенсивность света. Опыты Лебедева.

Падение света на плоскую границу раздела двух диэлектриков. Соотношение между амплитудами и фазами. Коэффициенты отражения и пропускания. Формула Френеля. ГО – как предельный случай волновой оптики.

Тема 3. Интерференция света

Интерференция монохроматических волн Интерференция квазимонохроматических волн. Основные интерференционные схемы и их описание: опыт Юнга, бипризма Френеля, зеркало Ллойда. Когерентность волн. Временная когерентность, время и длина когерентности. Пространственная когерентность, радиус и степень пространственной когерентности. Многолучевая интерференция. Суперпозиция многих волн с равными амплитудами. Интерферометры Маха-Цендера, Жомена, Рождественского, Майкельсона, многолучевые. Применение интерферо-

метров в науке и технике. Интерференция света при отражении от тонких пленок. Полосы равного наклона и равной толщины. Кольца Ньютона. Просветление оптики. Возможность наблюдения интерференции от протяжных и немонахроматических источников. Интерференция от некогерентных источников. Двухлучевые интерферометры.

Тема 4. Дифракция света

Постановка задачи. Интеграл Френеля-Кирхгофа. Дифракционная расходимость ограниченного пучка света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля. Бинарная оптика. Дифракция Фраунгофера на щели и отверстиях. Разрешающая способность оптических приборов: телескоп, микроскоп. Адаптивная оптика. Дифракция света на правильной одномерной структуре. Дифракция на двумерной и трехмерной структурах. Спектральные приборы. Область свободной дисперсии. Угловая дисперсия. Хроматическая разрешающая сила. Голография. Получение голограмм и восстановление по ним изображений. Связь волновой и геометрической оптики. Уравнение эйконала. Рассеяние света. Каустики. Радуга.

Тема 5. Поляризация света

Обыкновенный и необыкновенный лучи. Линейно-, циркулярно, и эллиптически- поляризованный свет. Математическое описание состояния поляризации. Оптические явления на границе раздела изотропных диэлектриков. Формулы Френеля. Поляризация отраженной и преломленной волн. Угол Брюстера. Явление полного внутреннего отражения света и его применение.

Распространение света в анизотропных средах. Тензор диэлектрической проницаемости. Главные оси. Одноосные и двуосные кристаллы. Двойное лучепреломление. Обыкновенные и необыкновенные волны в одноосном кристалле. Отрицательные и положительные кристаллы. Построение Гюйгенса для одноосных кристаллов. Поляризационные устройства. Вращение плоскости поляризации. Поляризационные устройства. Вращение плоскости поляризации. Эффекты Керра и Френеля.

Тема 6. Молекулярная оптика. Взаимодействие света с веществом

Взаимодействие света с веществом. Классический осциллятор как модель оптических колебаний атомов и молекул. Электронная теория дисперсии. Зависимость показателя преломления и поглощения от частоты. Дисперсия вдали от линий поглощения. Аномальная дисперсия. Излучение ансамбля осцилляторов. Соотношение между длительностью импульса и шириной спектра. Фазовая и групповая скорости света. Поглощение света. Закон Бугер-Ламберта-Бэра. Особенности распределения света в металлах.

Молекулярное рассеяние света. Тиндаль-эффект. Зависимость интенсивности рассеянного света от частоты света (формула Релея). Угловая диаграмма рассеяния. Рассеяние света в мелкодисперсных и мутных средах. Рассеяние Томпсона. Поляризация света при рассеянии. Комбинационное рассеяние света. Эффект Доплера. Эффект Вавилова-Черенкова.

Тема 7. Теория теплового излучения. Введение в квантовую оптику

Излучательная и поглощательная способность вещества, их соотношение. Модель абсолютно черного тела. Законы излучения абсолютно черного тела: Стефана-Больцмана, смещения Вина, формула Релея-Джинса. Ограниченность классической теории излучения.

Недостаточность классического описания равновесного теплового излучения. Ультрафиолетовая катастрофа. Введение Планком представления о кванте энергии. Формула Планка. Вывод формулы Планка по Эйнштейну.

Тема 8. Нелинейная оптика

Модель двухуровневой системы. Взаимодействие двухуровневой системы с излучением: спонтанные и вынужденные переходы. Коэффициенты Эйнштейна. Усиление излучения в неравновесной среде. Лазеры. Типы лазеров: газовый, твердотельный, диодный. Микролазеры. Самофокусировка. Генерация кратных, суммарных и разностных гармоник. Распространение группы волн в нелинейной среде. Вынужденное комбинационное рассеяние света. Элементы оптоэлектроники: излучатели, фотоприемники, модуляторы. Световая связь.

Тема 9. Оптика движущихся сред

Проблемы эфира. Экспериментальные обоснования специальной теории относительности: опыты Физо, Раго, Майкельсона; наблюдение за двойными звездами, абберация звезд. Принцип относительности Эйнштейна. Основы СТО. Постулаты Эйнштейна. Получение преобразований Лоренца. Пространственно-временной интервал. Кинетические следствия СТО. Релятивистский закон сложения скоростей.

1.2 Содержание практических (семинарских) занятий

Практические занятия по курсу «Оптика» предназначены для формирования у студентов навыка решения задач, возникающих перед исследователем, разработчиком конкретных физических моделей. На практические занятия выносятся наиболее важные разделы курса. На каждом занятии предлагается несколько задач, часть из которых решается с подробным обсуждением метода и полученных результатов, остальные задачи студенты решают самостоятельно. Так же на практических занятиях осуществляется текущий контроль знаний студентов по отдельным разделам и темам курса в виде: контрольной работы (решение задач), коллоквиума (проверка знаний теоретического материала) и письменный опрос или тест (проверка знаний понятийного аппарата, основных законов и формул).

1.2.1 Темы практических (семинарских) занятий

1. Законы отражения и преломления света. Построение изображения в линзах. Оптические системы.
2. Уравнение волны. Волновые уравнения. Суперпозиция волн. Энергия, импульс волны.
3. Анализ основных интерференционных схем. Интерференция падающих и отраженных лучей. Кольца Ньютона.
4. Метод зон Френеля. Метод векторных диаграмм. Дифракция Фраунгофера на щели, дифракционной решетке.
5. Двойное лучепреломление. Качественный анализ распространения волн с помощью построения Гюйгенса. Степень поляризации. Закон Малюса. Закон Брюстера. Формулы Френеля. Полное внутреннее отражение.

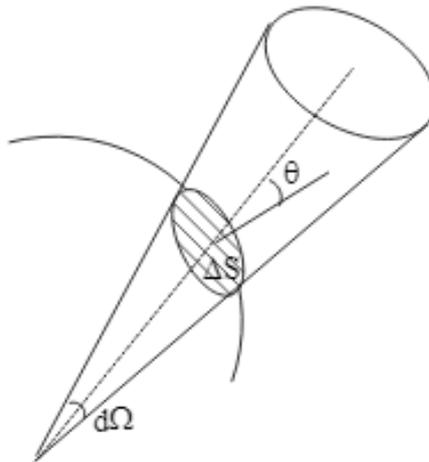
6. Вращение плоскости поляризации. Полуволновая и четвертьволновая пластинки. Дисперсия света. Фазовая и групповая скорости.
7. Закон поглощения. Коэффициент поглощения. Эффект Доплера. Эффект Черенкова. Законы излучения абсолютно черного тела. Фотоэффект. Эффект Комптона.

1.2.2 Примеры решения задач

Задача 1.

Определить светимость поверхности, яркость которой зависит от направления по закону $L=L_0 \cos \theta$, где θ – угол между направлением излучения и нормалью к поверхности.

Решение. Из формул находим, что под углом θ в телесный угол $d\Omega$ с единицы поверхности излучается поток



$$M = \frac{d\Phi_{\text{излуч}}}{dS} \quad L = \frac{d\Phi_{\text{излуч}}}{d\Omega \cdot \Delta S \cdot \cos \theta} = \frac{I}{\Delta S \cdot \cos \theta}$$

$$dM = \frac{d\Phi}{dS} = L_0 \cos^2 \theta \cdot d\Omega = L_0 \cos^2 \theta \cdot \sin \theta \cdot d\theta \cdot d\varphi .$$

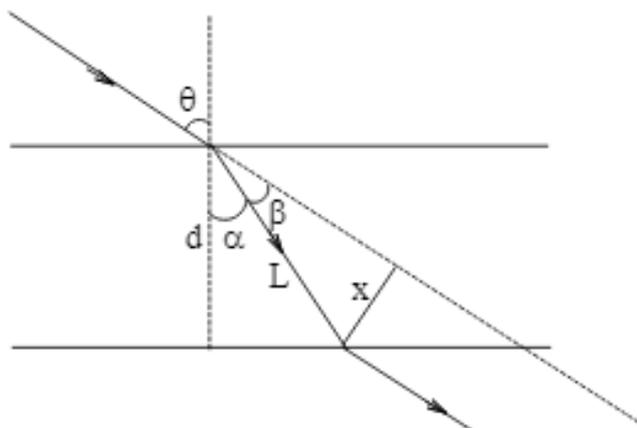
После интегрирования по полупространству, т.е. по φ от 0 до 2π , по θ от 0 до $\pi/2$, найдем решение

$$M = \frac{2\pi}{3} L_0 .$$

Задача 2.

Луч света падает на плоскопараллельную стеклянную пластину толщиной $d=6,0$ см. Угол падения $\theta=60^\circ$. Найти величину смещения луча, прошедшего через эту пластину.

Решение. На выходе из пластины луч будет иметь такое же направление, как и падающий. Требуется найти x . Как видно из рисунка $x = L \sin \beta$.



Угол $\beta = \theta - \alpha$. Поэтому

$$\begin{aligned}\sin \beta &= \sin(\theta - \alpha) = \sin \theta \cos \alpha - \sin \alpha \cos \theta = \\ &= \sin \theta \sqrt{1 - \left(\frac{\sin \theta}{n}\right)^2} - \frac{\sin \theta}{n} \cos \theta = \frac{\sqrt{3}}{2} \sqrt{\frac{2}{3}} - \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{1}{2}\end{aligned}$$

где $n=3/2$ – показатель преломления стекла.

Длина гипотенузы

$$L = \frac{d}{\cos \alpha} = \frac{d}{\sqrt{1 - \left(\frac{\sin \theta}{n}\right)^2}} = \frac{d}{\sqrt{\frac{2}{3}}},$$

Таким образом, решение

$$x = \frac{d}{\sqrt{1 - \left(\frac{\sin \theta}{n}\right)^2}} \sin(\theta - \alpha) = \frac{d}{2} \left(\sqrt{3} - \frac{1}{\sqrt{2}} \right)$$

Задача 3.

Определить фокусное расстояние вогнутого сферического зеркала, которое представляет собой тонкую симметричную двояковыпуклую стеклянную линзу с посеребрённой одной поверхностью. Радиус кривизны поверхности линзы $R=40$ см.

Решение.

Свет проходит сквозь двояковыпуклую линзу, отражается на ее задней поверхности и снова проходит через эту же двояковыпуклую линзу. Таким образом, оптическая сила такой системы представляет собой сумму удвоенной оптической силы двояковыпуклой линзы и оптической силы сферического зеркала:

$$\Phi = 2\left(\frac{2(n-1)}{R}\right) + \frac{2}{R} = \frac{2(2n-1)}{R} = \frac{2 \cdot (2 \cdot 1,5 - 1)}{0,4} = 10 \text{ дптр}$$

Отсюда фокусное расстояние такой системы

$$f = \frac{1}{\Phi} = \frac{1}{10} = 0,1 \text{ м}$$

Задача 4.

При падении естественного света на некоторый поляризатор проходит $\eta_1 = 30\%$ светового потока, а через два таких поляризатора – $\eta_2 = 13,5\%$. Найти угол φ между плоскостями пропускания этих поляризаторов.

Решение.

При падении естественного света на поляризатор на выходе из него интенсивность света должна быть равна 50% от падающего, в задаче же 30%, следовательно, поляризатор часть света поглощает, поэтому интенсивность необходимо записать с учетом коэффициента пропускания τ :

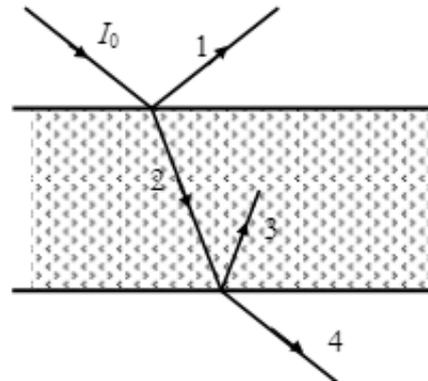
$$I_1 = \tau \frac{I_0}{2} = \eta_1 I_0; \quad I_2 = \tau I_1 \cos^2 \varphi = \frac{I_0}{2} \tau^2 \cos^2 \varphi = \eta_2 I_0$$

Из первого уравнения можно выразить τ и, подставив во второе, найти угол φ :

$$\tau = 2\eta_1; \quad \frac{4\eta_1^2}{2} \cos^2 \varphi = \eta_2 \Rightarrow \varphi = \arccos \left(\sqrt{\frac{\eta_2}{2\eta_1^2}} \right) = 30^\circ$$

Задача 5.

На плоскопараллельную стеклянную пластинку (см. рис.) падает под углом Брюстера узкий пучок света интенсивности I_0 .



Определить с помощью формул Френеля:

а) интенсивность прошедшего пучка I_4 , если падающий свет линейно поляризован, причем плоскость колебаний его перпендикулярна к плоскости падения;

б) степень поляризации прошедшего через пластинку пучка, если падающий свет – естественный.

Решение.

а) Если свет линейно поляризован перпендикулярно плоскости падения, то на верхней границе пластинки, при падении под углом Брюстера, интенсивность компонент прошедшей волны

$$I_{\parallel} = 0; \Rightarrow T_{\parallel} = 0;$$

$$I_0 = I_{\perp}; \quad T_{\perp} = I_{\perp} - \rho I_{\perp} = I_0(1 - \rho),$$

где коэффициент отражения

$$\rho = \frac{(1 - n^2)^2}{(1 + n^2)^2} \approx 0,148.$$

На нижнюю поверхность пластины стекло-воздух будет падать линейно поляризованная волна с поляризацией перпендикулярной плоскости падения и интенсивностью равной

$$T_{\perp} = I_0(1 - \rho)$$

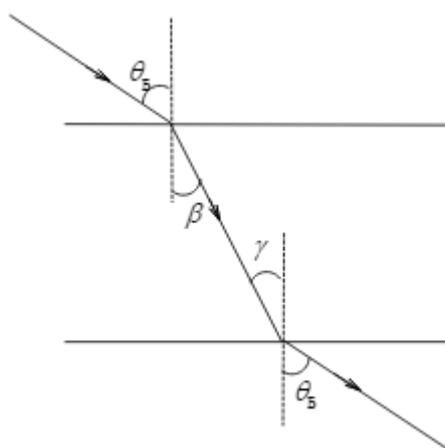
Поскольку угол падения на границу стекло-воздух также будет углом Брюстера, то рассуждая также как и для верхней границы, находим интенсивность света, прошедшего через пластину:

$$I_4 = T_{\perp}(1 - \rho) = I_0(1 - \rho)^2 = 0,725I_0.$$

То, что угол падения γ на границу стекло-воздух соответствует углу Брюстера, можно показать следующим образом: луч, выходящий из пластины должен быть параллелен лучу, падающему на пластину, т.е. он выходит под углом θ_B к нормали. Поэтому, используя закон взаимности лучей, для этих углов должно выполняться условие:

$$\gamma + \theta_B = \frac{\pi}{2}$$

т.е. угол γ является углом Брюстера при падении на границу стекло-воздух.



б) Если падающий свет естественный, то компонента, поляризованная параллельно пройдет полностью без отражения

$$T_{\parallel} = I_{\parallel} = \frac{I_0}{2},$$

а компонента перпендикулярная плоскости падения у прошедшего света будет иметь интенсивность

$$T_{\perp} = I_{\perp} - \rho_{\perp} I_{\perp} = I_{\perp} (1 - \rho_{\perp}) = \frac{I_0}{2} (1 - \rho_{\perp}),$$

где коэффициент отражения компоненты перпендикулярной плоскости падения:

$$\rho_{\perp} = \frac{R_{\perp}}{I_{\perp}} = \frac{(1 - n^2)^2}{(1 + n^2)^2} \approx 0,148$$

Так как на нижнюю границу пластины волна падает под углом Брюстера, то компонента, параллельная плоскости падения, пройдет без отражения:

$$(I_4)_{\parallel} = T_{\parallel} = \frac{I_0}{2},$$

тогда как для компоненты перпендикулярной плоскости падения

$$(I_4)_{\perp} = T_{\perp} - \rho_{\perp} T_{\perp} = T_{\perp} (1 - \rho_{\perp}) = \frac{I_0}{2} (1 - \rho_{\perp})^2$$

Максимальная интенсивность в прошедшей через пластину волне будет равна

$$(I_4)_{\max} = (I_4)_{\parallel} = \frac{I_0}{2},$$

а минимальная интенсивность

$$(I_4)_{\min} = (I_4)_{\perp} = \frac{I_0}{2} (1 - \rho_{\perp})^2.$$

Подставляя эти значения в формулу (4), находим выражения для степени поляризации прошедшей волны

$$P = \frac{1 - (1 - \rho_{\perp})^2}{1 + (1 - \rho_{\perp})^2} = \frac{(1 + n^2)^4 - 16n^4}{(1 + n^2)^4 + 16n^4} \approx 0,16$$

Задача 6.

Расстояние от бипризмы Френеля до узкой щели и экрана равны соответственно, $a = 25$ см и $b = 100$ см. Бипризма стеклянная с преломляющим углом $\theta = 20'$. Найти длину волны света, если ширина интерференционной полосы на экране $\Delta x = 0,55$ мм.

Решение: На рисунке изображено как образуется интерференционная картина с помощью бипризмы Френеля. В этой установке свет после каждой из половинок идет таким образом, как будто он выходит из мнимых источников S_1 или S_2 . Поскольку эти мнимые источники образованы одним реальным источником, то они являются когерентными и в области где пучки света пересекаются наблюдается интерференция. То есть, реализована схема опыта Юнга, в которой расстояние между экраном с отверстиями и экраном для наблюдения интерференции равно $l = a + b$. Расстояние между источниками S_1 и S_2 равно

$$d = 2a \operatorname{tg} \varepsilon \approx 2a \varepsilon.$$

Угол ε можно найти из закона Снеллиуса для задней поверхности верхней призмы для луча падающего луча 1 и преломленного луча 2:

$$\frac{\sin \theta}{\sin \alpha} = \frac{1}{n}.$$

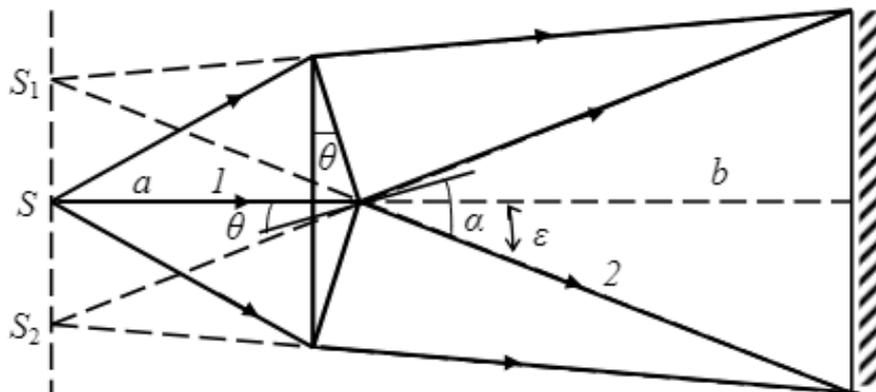
Из-за малости углов находим $\alpha = n\theta$. Из рисунка видно, что $\varepsilon = \alpha - \theta = (n-1)\theta$. Таким образом,

$$d \approx 2a(n-1)\theta$$

Выражение для ширины интерференционной полосы в опыте Юнга

$$\Delta x = \frac{\lambda \cdot l}{d},$$

поэтому $\lambda = 2a\theta(n-1)\Delta x / (a+b)$.



Ответ: $\lambda = 2a\theta(n-1)\Delta x / (a+b) = 0,6 \text{ мкм}$

Задача 7.

Найти минимальную толщину пленки с показателем преломления 1,33, при которой свет с длиной волны 0,64 мкм испытывает максимальное отражение, а свет с длиной волны 0,40 мкм не отражается совсем. Угол падения света равен 30° .

Решение: Для максимума при отражении должно выполняться:

$$2b\sqrt{n^2 - \sin^2 \theta} = \left(m_1 + \frac{1}{2}\right)\lambda_1,$$

тогда для минимума интенсивность отраженного света

$$2b\sqrt{n^2 - \sin^2 \theta} = m_2\lambda_2.$$

Поделив первое уравнение на второе, находим

$$m_1 = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} m_2 - \frac{1}{2}.$$

Так как m_1 – целое число, а

$$\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{5}{8},$$

то $m_2 = 4$ и, следовательно, $m_1 = 2$. Таким образом,

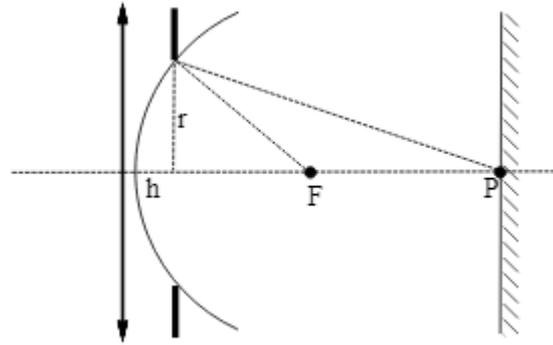
$$b = \frac{2\lambda_2}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}}.$$

Ответ: $b_{\text{мин}} = 0,65$ мкм.

Задача 8.

На пути плоской световой волны с $\lambda = 0,54$ мкм поставили тонкую собирающую линзу с фокусным расстоянием $f = 50$ см, а непосредственно за ней – диафрагму с круглым отверстием и на расстоянии $b = 75$ см от диафрагмы – экран. При каких радиусах отверстия центр дифракционной картины на экране имеет максимальную освещенность?

Решение.



После собирающей линзы волна собирается в фокусе линзы, т.е. на диафрагму падает сходящаяся волна, с радиусом кривизны f , лежащим с той же стороны от диафрагмы, что и точка наблюдения P . Делим этот фронт на зоны Френеля, так же как и для случая расходящейся волны, рассмотренного в лекциях: чтобы расстояние от внешней границы зоны до точки P было меньше на $\lambda/2$ по сравнению с расстоянием до P от внутренней границы этой зоны. Тогда, если радиус диафрагмы совпадает с радиусом r_m – внешней границы m -ой зоны, то

$$\begin{aligned}
 r_m^2 &= f^2 - (f - h_m)^2 = (b - m\lambda / 2)^2 - (b - h_m)^2 \Rightarrow \\
 \Rightarrow r_m^2 &\approx 2fh_m = -bm\lambda + 2bh_m \Rightarrow h_m = \frac{bm\lambda}{2(b - f)} \Rightarrow \\
 \Rightarrow r_m &= \sqrt{\frac{fbm\lambda}{2(b - f)}}
 \end{aligned}$$

Чтобы на экране при данном радиусе диафрагмы наблюдались максимумы интенсивности нужно, чтобы этот радиус соответствовал радиусу нечетной зоны Френеля, т.е. $m = 1, 3, 5, \dots$

Задача 9.

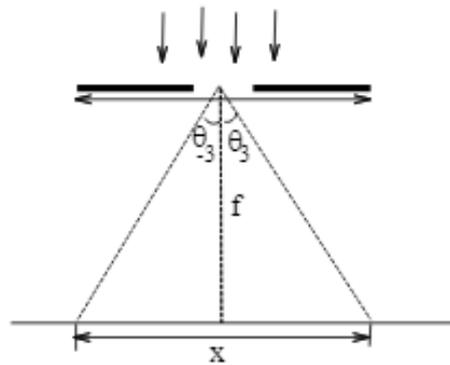
Монохроматический свет падает нормально на щель ширины $b = 11$ мкм. За щелью находится тонкая линза с фокусным расстоянием $f = 150$ мм, в фокальной плоскости которой расположен экран. Найти длину волны света, если расстояние между симметрично расположенными минимумами третьего порядка (на экране) равно $x = 50$ мм.

Решение.

Если взять в качестве размера отверстия ширину щели, то для нашей задачи, для длины волны оптического диапазона число Френеля

$$N_F = \frac{d^2}{\lambda} \frac{1}{f} = \frac{1121 \cdot 10^{-12}}{\lambda \cdot 150 \cdot 10^{-3}} \approx \frac{0,81 \cdot 10^{-8}}{\lambda} \ll 1,$$

то есть в задаче наблюдают дифракцию Фраунгофера.



Для дифракции Фраунгофера на щели есть выражение для минимума дифракции, которое позволяет найти угол, под которым наблюдается минимум m -го порядка

$$\sin \theta_m = \frac{\lambda}{b} m$$

Из рисунка видно, что

$$\frac{x}{2} = f \cdot \operatorname{tg} \theta_m = f \frac{\left(\frac{\lambda}{b} m \right)}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{b} m \right)^2}} = \frac{f}{\sqrt{\left(\frac{b}{\lambda m} \right)^2 - 1}}$$

Из этого уравнения находим выражение для длины волны

$$\lambda = \frac{b}{m \sqrt{1 + 4 \left(\frac{f}{x} \right)^2}} = \frac{11 \cdot 10^{-6}}{3 \sqrt{1 + 36}} \approx 0,602 \cdot 10^{-6} \text{ м}$$

Задача 10.

Медный шарик диаметра $d = 1,2$ см поместили в откачанный сосуд, температура стенок которого поддерживается близкой к абсолютному нулю. Начальная температура шарика $T_0 = 300$ К. Считая поверхность шарика абсолютно черной, найти, через сколько времени его температура уменьшится в $\eta = 2,0$ раза.

Решение.

По своему определению светимость – это энергия излучаемая телом с единицы площади за единицу времени. Поэтому, за время dt шарик излучит энергию

$$dW = S \cdot M_3 dt = \pi d^2 \sigma T^4 dt.$$

Но излучение энергии приводит к уменьшению количества теплоты в шарике, что проявляется в уменьшении температуры шарика

$$dQ = -CdT = dW,$$

где теплоемкость шарика C выражается через удельную теплоемкость меди c_{Cu} и плотность меди ρ_{Cu}

$$C = \frac{\pi d^3}{6} c_{Cu} \rho_{Cu}.$$

Таким образом, изменение температуры шарика со временем описывается следующим дифференциальным уравнением:

$$dt = -\frac{\frac{\pi d^3}{6} c_{Cu} \rho_{Cu}}{\pi d^2 \sigma T^4} dT = -\frac{dc_{Cu} \rho_{Cu}}{6\sigma} \frac{dT}{T^4}.$$

Если считать, что температура шарика за время t_x изменится от T_0 до T_0/η , то это время

$$t_x = -\frac{dc_{Cu} \rho_{Cu}}{6\sigma} \int_{T_0}^{T_0/\eta} \frac{dT}{T^4} = \frac{dc_{Cu} \rho_{Cu}}{18\sigma T_0^3} (\eta^3 - 1) \approx 10584 c \approx 3 \text{ ч.}$$

1.2.3 Задачи для практических занятий и самостоятельного решения

1. Как расположить два плоских зеркала, чтобы при любом угле падения, падающий луч и луч отразившийся от обеих зеркал были параллельны друг другу?
2. На какой глубине под водой находится водолаз, если он видит отраженными от поверхности воды те части горизонтального дна, которые расположены от него на расстоянии 15 м и больше? Рост водолаза 1,7 м.
3. Найти фокусное расстояние собирающей линзы, если произведение расстояния от предмета до переднего фокуса ее на расстояние от заднего фокуса до изображения равно 1.

4. Определить угол между двумя плоскими зеркалами, если точечный источник света и два его изображения в этих зеркалах лежат в вершинах равностороннего треугольника. Построить чертёж.
5. На высоте h над поверхностью воды расположен точечный источник света S . Где будет находиться изображение S' этого источника, даваемое плоским зеркальным дном сосуда, если смотреть по вертикали вниз? Глубина сосуда с водой d , показатель преломления воды n .
6. Доказать, что наименьшее расстояние между предметами и его действительным изображением в собирающей линзе $4F$, где F – фокусное расстояние линзы.
7. Доказать, что для получения изображения человека во весь рост в плоском зеркале, высота зеркала должна быть не менее половины роста человека.
8. Пучок параллельных лучей падает на поверхность воды под углом 30° . Ширина пучка в воздухе 5 см. Найти ширину пучка в воде.
9. Две собирающие линзы с фокусными расстояниями $F_1 = 12$ см и $F_2 = 7$ см имеют общую оптическую ось и находятся на расстоянии l друг от друга. Предмет длиной 2 см находится в фокальной плоскости первой линзы на расстоянии $F_1 + 1$ от второй. Найти размер изображения.
10. Луч падает на плоскопараллельную стеклянную пластинку толщиной 3 см под углом 70° . Определить смещение луча внутри пластинки.
11. Свая, вбитая в дно озера, выступает из воды на 1 метр. Определить длину тени на дне озера, если лучи Солнца падают на поверхность воды под углом 30° и глубине озера 1 м.
12. Радиус стеклянного шара ($n = 1,5$) равен 4 см. Найти расстояние от центра шара до изображения предмета, который расположен в 6 см от поверхности шара.
13. На бипризму Френеля падает свет ($\lambda = 600$ нм) от источника. Найти расстояние между соседними интерференционными максимумами, образующимися на экране в результате интерференции, если расстояние от источника до призмы 1 м, а от призмы до экрана 4 м. Преломляющий угол призмы $2 \cdot 10^{-3}$ рад. И показатель преломления ее $n = 1,5$.

14. Свет от точечного монохроматического источника падает на диафрагму с круглым отверстием, радиус которого можно менять произвольно. На экране, расположенном на расстоянии $l_1 = 125$ см от диафрагмы, получилась дифракционная картина. Найти длину волны падающего света, если в центре дифракционной картины максимум наблюдается при $r_1 = 1$ мм, а следующий за ним – при $r_2 = 1,29$ мм. Расстояние от источника до диафрагмы $l_2 = 100$ см.
15. На дифракционную решетку с периодом 2 мкм падает нормально свет, пропущенный сквозь светофильтр. Фильтр пропускает волны от 500 до 600 нм. Будут ли
16. Найти число N полос интерференции, образованных бипризмой с показателем преломления n и преломляющим углом φ , если длина волны источника λ . Расстояние от источника света до бипризмы a , а от бипризмы до экрана b .
17. Радиус 4-й зоны Френеля для плоского волнового фронта $r_1 = 3$ мм. Определить радиус 12-й зоны из той же точки наблюдения.
18. Под углом $\alpha = 30^\circ$ наблюдается 4-й максимум для длины волны $\lambda = 0,644$ мкм. Определить постоянную дифракционной решетки и ее ширину, если она позволяет разрешить $\Delta\lambda = 0,322$ нм.

1.3 Содержание самостоятельной работы

В самостоятельную работу включается: самостоятельное изучение некоторых вопросов (тем), подготовка к практическим занятиям, контрольным работам и экзамену.

1.3.1 Темы для самостоятельного изучения

1. Волна с круговой или эллиптической поляризацией как суперпозиция волн с линейными поляризациями и линейно поляризованная волна как суперпозиция волн с круговой поляризацией.
2. Параметры Стокса. Сфера Пуанкаре.
3. Нормальная и аномальная дисперсия.
4. Модулированные волны и волновые пакеты. Распространение волновых пакетов в диспергирующей среде. Групповая и фазовая скорости. Формула Рэлея.
5. Вывод закона преломления из принципа Ферма. Распространение луча в оптически неоднородных средах. Распространение света в световодах.
6. Распространение лучей в центрированных оптических системах. Параксиальное приближение.
7. Многолучевая интерференция, осуществляемая делением амплитуды. Интерферометр Фабри-Перо.
8. Критерий Рэлея. Дисперсионная область и разрешающая способность дифракционной решетки.
9. Основы голографической записи изображений. Схемы записи и восстановления тонкослойных и толстослойных голограмм. Особенности голограмм. Применения голографии.
10. Описание анизотропных сред. Тензор диэлектрической проницаемости.
11. Вращение плоскости поляризации в кристаллических и аморфных веществах. Элементарная феноменологическая теория вращения плоскости поляризации. Вращение плоскости поляризации в магнитном поле (эффект Фарадея).
12. Рэлеевское рассеяние. Закон Рэлея. Угловое распределение и поляризация света при Рэлеевском рассеянии. Ослабление интенсивности света.

13. Рассеяние Ми. Распределение интенсивности по углам и поляризация излучения в рассеянии Ми.
14. Рассеяние Мандельштама – Бриллюэна. Комбинационное рассеяние.
15. Теория цвета. Трихроматическая теория Юнга–Гельмгольца. Аддитивное и субтрактивное образование цвета.
16. Элементы оптики движущихся сред. Опыты Физо и Майкельсона.
17. Продольный и поперечный эффекты Доплера. Эффект Саньяка. Их проявления и применения.

1.3.2. Рекомендуемая литература

1. Савельев, И.В. Курс общей физики. В 3 т. Том 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И.В. Савельев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 500 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/98246>. — Загл. с экрана.
2. Савельев, И.В. Курс физики (в 3 тт.). Том 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц: Учебное пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 308 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/98247>. — Загл. с экрана.
3. Бутиков, Е.И. Оптика [Электронный ресурс] : учеб. пособие – Санкт-Петербург: Лань, 2012. – 608 с. <http://e.lanbook.com/book/2764>.
4. Степанова В.А. Физика. Основы волновой оптики [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Степанова. — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский Дом МИСиС, 2012. — 128 с. — 978-5-87623-643-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/56600.html>

2. ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

2.1 Общие рекомендации по организации работы на лекции

Очень важным является умение правильно конспектировать лекционный материал и работать с ним. Ниже приведены *рекомендации студенту по конспектированию лекций и дальнейшей работе с записями*.

1. Конспект лекций должен быть в отдельной тетради. Ее нужно сделать удобной, практичной и полезной, ведь именно она является основным информативным источником при подготовке к практическим (семинарским) занятиям и экзаменам. Возможно ее сочетание с записями по практическим занятиям, иллюстрирующим применение теоретических законов и соотношений в решении практических задач.

2. Конспект должен легко восприниматься зрительно (чтобы максимально использовать «зрительную» память), поэтому он должен быть аккуратным. Выделяйте заголовки, отделите один вопрос от другого, соблюдайте абзацы, подчеркните термины.

3. При прослушивании лекции обращайтесь внимание на интонацию лектора и вводные слова «таким образом», «итак», «необходимо отметить» и т.п., которыми он акцентирует наиболее важные моменты. Не забывайте пометать это при конспектировании.

4. Не пытайтесь записывать каждое слово лектора, иначе потеряете основную нить изложения и начнете писать автоматически, не вникая в смысл. Техника прочтения лекций преподавателем такова, что он повторяет свою мысль два-три раза. Конспектируйте только самое важное в рассматриваемом параграфе: формулировки определений и законов, выводы основных уравнений и формул, то, что старается выделить лектор, на чем акцентирует внимание студентов. Старайтесь отфильтровывать и сжимать подаваемый материал. Научитесь в процессе лекции разбивать текст на смысловые части и заменять их содержание короткими фразами и формулировками. Более подробно записывайте основную информацию и кратко – дополнительную.

5. По возможности записи ведите своими словами, своими формулировками, используя при этом общепринятую в данном разделе физики аббревиатуру и систему сокращений. Придумайте собственную систему сокращений, аббревиатур и символов, удобную только вам (но не забудьте сделать словарь, иначе существует угроза не расшифровать текст). Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.

6. Конспектируя лекцию, надо оставлять поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места.

7. После прослушивания лекции необходимо проработать и осмыслить полученный материал. В процессе изучения лекционного материала рекомендуется использовать опорные конспекты, учебники и учебные пособия.

2.2 Общие рекомендации по подготовке к практическим занятиям

Практическое занятие – вид учебных занятий, направленное на приобретение первоначальных практических навыков в решении различного вида задач в рамках изучаемой темы. А умение решать задачи – важный критерий усвоения теоретического материала. Практические занятия по решению задач существенно дополняют лекции по физике.

В процессе анализа и решения задач студенты расширяют и углубляют знания, полученные из лекционного курса и учебников, учатся глубже понимать физические законы и формулы, разбираться в их особенностях, границах применения, приобретают умение применять общие закономерности к конкретным случаям. В процессе решения задач вырабатываются навыки вычислений, работы со справочной литературой, таблицами и другими источниками. Решение задач не только способствует закреплению знаний и тренировке в применении изучаемых законов, но и формирует особый стиль умственной деятельности, особый метод подхода к физическим явлениям. Последнее тесным образом связано с методологией физики как науки.

На практических занятиях используются несколько видов задач и планы их решения:

- 1) задачи для закрепления и контроля знаний;
- 2) задачи для демонстрации практического применения тех или иных законов;
- 3) нестандартные задачи и задачи повышенной сложности.

Несмотря на различие в видах задач, их решение можно проводить по следующему общему плану (некоторые пункты плана могут выпадать в некоторых конкретных случаях):

- 1) прочесть внимательно условие задачи;
- 2) посмотреть, все ли термины в условиях задачи известны и понятны (при затруднениях в интерпретации следует обратиться к учебнику, просмотреть решения предыдущих задач, проконсультироваться с преподавателем);
- 3) записать в сокращенном виде условие задачи;
- 4) сделать чертёж, если это необходимо (при наличии векторных величин и применении для решения задачи законов формулируемых в векторной форме, например закона сохранения импульса);
- 5) произвести анализ задачи, вскрыть её физический смысл, установить, какие физические законы и соотношения могут быть использованы при решении данной задачи;
- 6) составить уравнения, связывающие физические величины, которые характеризуют рассматриваемые явления с количественной стороны;
- 7) решить эти уравнения относительно неизвестных величин, получить ответ в общем виде. Прежде чем переходить к численным значениям, полезно провести анализ этого решения, он поможет вскрыть такие свойства рассматриваемого явления, которые не видны в численном ответе;
- 8) перевести количественные величины в общепринятую систему единиц (СИ), найти численный результат;
- 9) проанализировать полученный ответ, выяснить, как изменяется искомая величина при изменении других величин, функцией которых она является, исследовать предельные случаи.

2.3 Общие рекомендации по организации внеаудиторной самостоятельной работы

В высшей школе студент должен, прежде всего, сформировать потребность в знаниях и научиться приобретать навыки самостоятельной работы, необходимые для непрерывного самосовершенствования, развития профессиональных и интеллектуальных способностей. Самостоятельная работа – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых для него знаний и умений без непосредственного участия преподавателей.

Ниже представлены рекомендации по организации работы по основным видам самостоятельной внеаудиторной деятельности студентов по дисциплине.

2.3.1 Работа с учебно-методическим и информационным обеспечением

Умение работать с литературой означает научиться осмысленно пользоваться учебно-методическим и другим информационным обеспечением дисциплины. Прежде чем приступить к чтению, необходимо запомнить или записать выходные данные издания: автор, название, издательство, год издания, название интересующих глав.

Содержание (оглавление) дает представление о системе изложения ключевых положений всей публикации и помогает найти нужные сведения.

Предисловие или введение книги поможет установить, на кого рассчитана данная публикация, какие задачи ставил перед собой автор, содержится краткая информация о содержании глав работы. Иногда полезно после этого посмотреть послесловие или заключение. Это помогает составить представление о степени достоверности или научности данной книги.

Изучение научной учебной и иной литературы требует ведения рабочих записей. Форма записей может быть весьма разнообразной: простой или развернутый план, тезисы, цитаты, конспект. Такие записи удлиняют процесс проработки, изучения книги, но способствуют ее лучшему осмыслению и усвоению, выработке навыков кратко и точно излагать материал. При изучении литературы особое внимание следует обращать на новые термины и понятия. Записи позволяют вос-

становить в памяти ранее прочитанное без дополнительного обращения к самой книге.

Процесс изучения дисциплины предполагает также активное использование информационных технологий при организации своей познавательной деятельности.

Наличие огромного количества материалов в Сети делает Интернет незаменимым средством при поиске информации в процессе обучения. Однако при использовании Интернет-ресурсов следует учитывать следующие рекомендации: необходимо критически относиться к информации; следует научиться обрабатывать большие объемы информации, представленные в источниках, уметь видеть сильные и слабые стороны, выделять из представленного материала наиболее существенную часть; необходимо избегать плагиата, поэтому, если текст источника остается без изменения, необходимо сделать ссылки на автора работы.

2.3.2 Подготовка к практическим занятиям

При подготовке к практическому занятию студент должен проработать теоретический материал, относящийся к теме занятия. Следует изучить конспект лекции, а также конспект материала самостоятельного изучения темы или дополнительные рекомендованные преподавателем материалы. При этом необходимо выяснить физический смысл всех величин, встречающихся в конспекте лекций по данному вопросу.

При подготовке к практическому занятию студенту рекомендуется использовать лекционный материал и учебную литературу, откуда в отдельную тетрадь выписать:

- основные законы, условия их выполнения;
- пояснить физический смысл величин, входящих в закон, обозначить единицы измерения;
- привести графические иллюстрации, поясняющие физический смысл величин, входящих в закон;
- численные значения постоянных, входящих в математическую формулу закона;
- кратко перечислить практические случаи применения закона.

Такая подготовка способствует успешному ответу в ходе *письменного опроса*, который проводится преподавателем для закрепления изучаемого материала, а также при решении задач на практическом занятии.

2.3.3 Выполнение домашних и расчетно-графических работ

Для успешного решения домашних задач и расчетно-графических работ необходимо просмотреть записи решений задач, выполненных в аудитории. Приступая к решению любой задачи, следует придерживаться рекомендаций, приведенных в пункте 1.2.

Домашнее задание выполняется в тетради для практических занятий, а и расчетно-графические работы оформляются на отдельных листах формата А4. На одном листе пишется полностью условие задачи, краткое условие, решение; чертежи выполняются аккуратно с использованием чертежных инструментов. Все численные данные переводятся в систему СИ. В конце пишется ответ.

2.3.4 Самостоятельное изучение и конспектирование отдельных тем

Для подготовки конспекта рекомендуется использовать основную и дополнительную литературу.

При написании конспекта придерживайтесь следующих рекомендаций.

1. Прежде чем приступить к чтению, необходимо записать выходные данные издания: автор, название, издательство, год издания.
2. Внимательно прочитайте текст.
3. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта.
4. Выделите главное, составьте план.
5. Кратко сформулируйте основные положения текста, отметьте аргументацию автора.
6. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана.

При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно. Грамотно записывайте цитаты, учитывайте лаконичность, значимость мысли. В тексте конспекта желательно приводить не только те-

зисные положения, но и их доказательства. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения.

2.3.5 Подготовка к текущему и промежуточному контролю

Подготовка к коллоквиуму. Коллоквиум – одна из форм контроля полученных теоретических знаний. Коллоквиум это вид занятия, на котором обсуждаются отдельные части, разделы, темы, вопросы изучаемого курса.

При подготовке к коллоквиуму следует, прежде всего, просмотреть конспект лекций и отметить в нем имеющиеся вопросы коллоквиума. Если какие-то вопросы вынесены преподавателем на самостоятельное изучение, следует обратиться к учебной литературе, рекомендованной преподавателем.

Для лучшего усвоения основных физических законов рекомендуется прописывать формулировки и их математические интерпретации (формулы) несколько раз на отдельном листе, а затем воспроизводить в контексте ответа на вопрос.

Для самопроверки рекомендуется провести следующий опыт: при закрытой тетради и т.п., положив перед собой список вопросов для подготовки к коллоквиуму, попытаться ответить на любые вопросы из этого списка.

Подготовка к контрольной работе. Контрольная работа направлена на проверку умений студентов применять полученные теоретические знания в отношении определенной конкретной задачи.

Подготовка к контрольной работе включает: повторение теоретического материала по тематике контрольной работы. Особое внимание следует уделить запоминанию основных законов и примеров их применения. Для этого следует еще раз рассмотреть решения задач, которые рассматривались на практических занятиях и при решении домашних заданий или выполнении расчетно-графических работ.

Подготовка к промежуточной аттестации. Формами промежуточной аттестации (контроля) являются экзамен и зачет. Экзамен (зачет) может проводиться в виде письменного опроса с последующим собеседованием или с применением тестирования.

Основная цель подготовки к экзамену (зачету) – достичь понимания физических законов и явлений, а не только механически заучить материал. Рекомендации по подготовке к экзаменационному (зачетному) тесту представлены выше.

Подготовка к устной сдаче экзамена (зачета) включает в себя несколько основных этапов:

- просмотр программы учебного курса;
- определение необходимых для подготовки источников (учебников, дополнительной литературы и т.д.) и их изучение;
- использование конспектов лекций, материалов практических занятий;
- консультирование у преподавателя.

Для успешной сдачи экзамена (зачета) рекомендуется соблюдать несколько правил.

1. Подготовка к экзамену (зачету) начинается с первого занятия по дисциплине, на котором аспиранты получают общую установку преподавателя и перечень основных требований к текущей и промежуточной аттестации. При этом важно с самого начала планомерно осваивать материал, руководствуясь, прежде всего перечнем вопросов к экзамену, конспектировать важные для решения учебных задач источники.

2. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до экзамена (зачета). В течение этого времени нужно успеть повторить и систематизировать изученный материал.

3. За несколько дней перед экзаменом (зачетом) распределите вопросы равномерно на все дни подготовки, возможно, выделив последний день на краткий повтор всего курса.

4. Каждый вопрос следует проработать по конспекту лекций, по учебнику или учебному пособию. В процессе подготовки к экзамену (зачету) при изучении того или иного физического закона, кроме формулировки и математической записи закона, следует обратить внимание на опыты, которые обнаруживают этот закон и подтверждают его справедливость, границы и условия его применимости.

Для лучшего запоминания материала целесообразно работать с карандашом в руках, записывая выводимые формулы, изображая рисунки, схемы и диаграммы в отдельной тетради или на листах бумаги.

5. После повтора каждого вопроса нужно, закрыв конспект и учебники, самостоятельно вывести формулы, воспроизвести иллюстративный материал с последующей самопроверкой.

6. Все трудные и не полностью понятые вопросы следует выписывать на отдельный лист бумаги, с последующим уточнением ответов на них у преподавателя на консультации.

7. При ответе на вопросы билета студент должен продемонстрировать знание теоретического материала и умение применить при анализе качественных и количественных задач. Изложение материала должно быть четким, кратким и аргументированным.

2.3.6 Подготовка к другим видам работ

Подготовка реферата. Цель реферата – раскрыть предложенную тему путем приведения каких-либо аргументов. Реферат не может содержать много идей. Он отражает только один вариант размышлений и развивает его. При написании реферата старайтесь четко отвечать на поставленный вопрос и не отклоняйтесь от темы.

Написание реферата предполагает изложение самостоятельных рассуждений по теме, выбранной студентом и связанной с тематикой курса.

Прежде чем приступить к написанию реферата, проанализируйте имеющуюся у вас информацию, а затем составьте тезисный план. Рекомендуется придерживаться следующей структуры реферата: введение, основная часть (развитие темы), заключение, библиографический список.

Введение должно включать краткое изложение вашего понимания и подход к теме реферата.

Основная часть предполагает развитие структурированной аргументации и анализа по теме, а также их логическое обоснование исходя из имеющихся дан-

ных, других аргументов и позиций по этому вопросу. Следует избегать повторений.

Необходимо писать коротко, четко и ясно, придерживаясь следующих требований:

- структурно выделять разделы и подразделы работы;
- логично излагать материал;
- обосновывать выводы;
- приветствуется оригинальность выводов;
- отсутствие лишнего материала, не имеющего отношение к работе;
- способность построить и доказать вашу позицию по определенным проблемам на основе приобретенных вами знаний;
- аргументированное раскрытие темы на основе собранного материала.

Заключение. В этом разделе должна содержаться информация о том, насколько удалось достичь поставленной цели. Эта часть реферата может представлять собой основные выводы по каждому разделу основной части реферата, в ней отмечается значимость выполненной работы, предложения по возможному практическому использованию результатов работы и целесообразность ее продолжения.

Библиографический список должен содержать только те источники информации, которые имеют прямое отношение к работе и использованы в ней. Библиографический список должен быть составлен в соответствии со стандартом организации по оформлению учебных работ (СТО СМК) АмГУ.

Подготовка презентации и доклада. Доклад – сообщение по выбранной теме. Любое устное выступление должно удовлетворять *трем основным критериям*, которые в конечном итоге и приводят к успеху:

это критерий правильности, т.е. соответствия языковым нормам;

критерий смысловой адекватности, т.е. соответствия содержания выступления реальности;

критерий эффективности, т.е. соответствия достигнутых результатов поставленной цели.

Докладчик должен знать и уметь: сообщать новую информацию, использовать технические средства, хорошо ориентироваться в теме, отвечать на заданные вопросы, четко выполнять установленный регламент.

Работа по подготовке устного выступления начинается с формулировки темы. Само выступление должно состоять из трех частей – вступления (10-15% общего времени), основной части (60-70%) и заключения (20-25%).

Вступление включает в себя представление авторов, название доклада, цель, задачи, актуальность темы, четкое определение стержневой идеи.

Основная часть. Раскрывается суть затронутой темы – строится по принципу отчета. Задача основной части – представить достаточно материала для раскрытия темы. План развития основной части должен быть ясным. Должно быть отобрано оптимальное количество фактов и необходимых примеров. Логическая структура строится с помощью наглядных пособий, визуальных материалов (презентаций).

Заключение – ясное, четкое обобщение и краткие выводы.

Презентация как документ представляет собой последовательность сменяющих друг друга слайдов. Для подготовки презентации рекомендуется использовать: PowerPoint, MSWord, AcrobatReader, LaTeX-овский пакет beamer. Компьютерную презентацию, сопровождающую выступление докладчика, удобнее всего подготовить в программе MS PowerPoint.

Для подготовки презентации необходимо собрать и обработать начальную информацию. Рекомендуется придерживаться следующей последовательности подготовки презентации.

1. Четко сформулировать цель, задачи и актуальность выбранной темы.
2. Определить формат презентации.
3. Отобрать всю содержательную часть для презентации и выстроить логическую цепочку подачи информации. Обязательная информация для презентации: тема, фамилия и инициалы выступающего (на первом слайде), краткие выводы по теме доклада (на завершающем слайде).
4. Определить ключевые моменты и содержание текста и выделить их.

5. Определить виды визуализации (иллюстрации, таблицы, графики, диаграммы и т.д.) для отображения их на слайдах в соответствии с логикой, целью и спецификой информации.

6. Подобрать дизайн и форматировать слайды (количество картинок и текста, их расположение, цвет и размер). Особо тщательно необходимо отнестись к оформлению презентации, она должна содержать минимум текста, максимум изображений, несущих смысловую нагрузку, выглядеть наглядно и просто. Для всех слайдов презентации по возможности необходимо использовать один и тот же шаблон оформления, кегль – для заголовков - не меньше 24, для информации - для информации не менее 18. Яркие краски, сложные цветные построения, излишняя анимация, выпрыгивающий текст или иллюстрация — не самое лучшее дополнение к научному докладу. Таблицы и диаграммы размещаются на светлом или белом фоне. Также нежелательны звуковые эффекты в ходе демонстрации презентации. Для лучшей ориентации в презентации по ходу выступления лучше пронумеровать слайды. Рекомендуемое общее число слайдов в презентации от 17 до 22.

7. Проверить визуальное восприятие презентации.

8. После подготовки презентации необходима репетиция выступления для согласования текста доклада и предоставляемой в презентации визуальной информации.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1 Содержание дисциплины	5
1.1 Краткое содержание курса лекций	5
1.2.1 Темы практических (семинарских) занятий	8
1.2.2 Примеры решения задач	9
1.2.3 Задачи для практических занятий и самостоятельного решения	19
1.3 Содержание самостоятельной работы	22
1.3.1 Темы для самостоятельного изучения	22
1.3.2 Рекомендуемая литература	23
2. Организация занятий по дисциплине	24
2.1 Общие рекомендации по организации работы на лекции	24
2.2 Общие рекомендации по подготовке к практическим занятиям	25
2.3 Общие рекомендации по организации внеаудиторной самостоятельной работы	27
2.3.1 Работа с учебно-методическим и информационным обеспечением	27
2.3.2 Подготовка к практическим занятиям	28
2.3.3 Выполнение домашних и расчетно-графических работ	29
2.3.4 Самостоятельное изучение и конспектирование отдельных тем	29
2.3.5 Подготовка к текущему и промежуточному контролю	30
2.3.6 Подготовка к другим видам работ	32

Ирина Анатольевна Голубева,

доцент кафедры физики АмГУ, канд. физ.-мат. наук