

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет энергетики

“УТВЕРЖДАЮ”

Декан ФЭН

профессор, к.т.н. Сидоркин
Юрий Михайлович

“ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Физика

ООП: специальность 140205.65 Электроэнергетические системы и сети

Шифр по учебному плану: ЕН.Ф.3

Факультет: энергетики очная форма обучения

Курс: 1 2, семестр: 2 3 4

Лекции: 104

Практические работы: 50 Лабораторные работы: 86

Курсовой проект: - Курсовая работа: - РГЗ: 2 3 4

Самостоятельная работа: 270

Экзамен: 2 3 4 Зачет: -

Всего: 510

Новосибирск

2011

Рабочая программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению (специальности): 650900 Электроэнергетика.(№ 214 тех/дс от 27.03.2000)

ЕН.Ф.3, дисциплины федерального компонента

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Прикладная и теоретическая физика протокол № 4 от 16.05.2011

Программу разработал

доцент, к.т.н.

Спудай Сергей Владимирович

Заведующий кафедрой

профессор, д.ф.м.н.

Дубровский Владислав Георгиевич

Ответственный за основную образовательную программу

профессор, д.т.н.

Фишов Александр Георгиевич

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Шифр дисциплины	Содержание учебной дисциплины	Часы
ЕН.Ф.3	<p>Из требований ГОС по направлению подготовки 140205.65 (650900)</p> <p>ЕН.Ф.03</p> <p>ЕН.Ф.03 количество часов 508</p> <p>Физика:</p> <p>физические основы механики:</p> <p>понятие состояния в классической механике, уравнения движения, законы сохранения, основы релятивистской механики, принцип относительности в механике, кинематика и динамика твердого тела, жидкостей и газов;</p> <p>электричество и магнетизм:</p> <p>электростатика и магнитостатика в вакууме и веществе, уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме, материальные уравнения, квазистационарные токи, принцип относительности в электродинамике; явления сверхпроводимости, полупроводники, туннельный эффект;</p> <p>физика колебаний и волн:</p> <p>гармонический и ангармонический осциллятор, физический смысл спектрального разложения, кинематика волновых процессов, нормальные моды, интерференция и дифракция волн, элементы Фурье-оптики;</p> <p>квантовая физика:</p> <p>корпускулярно-волновой дуализм, принцип неопределенности, квантовые состояния, принцип суперпозиции, квантовые уравнения движения, операторы физических величин, энергетический спектр атомов и молекул, природа химической связи;</p> <p>статистическая физика и термодинамика:</p> <p>три начала термодинамики, термодинамические функции состояния, фазовые равновесия и фазовые превращения, элементы неравновесной термодинамики, классическая и квантовые статистики, кинетические явления, системы заряженных частиц, конденсированное состояние;</p>	510

	<p>физический практикум</p> <p>Требования ГОС к профессиональной подготовленности инженера.</p> <p>Инженер должен владеть методами:</p> <ul style="list-style-type: none"> - разработки методик экспериментальных исследований; - проведения экспериментальных исследований, обработка результатов эксперимента; - разработки новых методов и технических средств испытаний параметров технологических процессов и изделий. <p>Инженер должен знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - принципы работы, технические характеристики, конструктивные особенности разрабатываемых и используемых технических средств, материалов и их свойства; - достижения науки и техники, передовой отечественный и зарубежный опыт в соответствующей выполняемой работе, области знаний; <p>теоретические основы методов преобразования энергии;</p> <p>физические явления и процессы в электроэнергетических и электротехнических устройствах и методы их математического описания;</p>	
--	--	--

2. Особенности (принципы) построения дисциплины

Таблица 2.1

Особенности (принципы) построения дисциплины

Особенность (принцип)	Содержание
Основания для введения дисциплины в учебный план по направлению или специальности	ГОС направления 140205.65 (650900) "Электроэнергетика" подготовки инженеров (федеральный компонент ООП)
Адресат курса	Студенты подготовки по направлению 140205.65 (650900) "Электроэнергетика" по специальности "Электроэнергетические системы и сети"
Основная цель (цели) дисциплины	Развитие естественнонаучного мировоззрения. Создание фундаментальной базы для дальнейшего изучения общетехнических и специальных дисциплин и для успешной последующей профессиональной деятельности.
Ядро дисциплины	Ядро курса составляют семь модулей: " физические основы классической и релятивистской механики " молекулярная физика и термодинамика

	<p>" электростатика и постоянный ток</p> <p>" электромагнетизм</p> <p>" колебания и волны</p> <p>" оптика</p> <p>" элементы квантовой механики, атомной физики и физики твердого тела</p>
Связи с другими учебными дисциплинами основной образовательной программы	Все дисциплины естественно-научного плана (электротехника и электроника, теоретические основы теплотехники, безопасность жизнедеятельности, и др.).
Требования к первоначальному уровню подготовки обучающихся	Для успешного изучения дисциплины студенту необходимы знания, полученные из школьных курсов физики и математики, курса математического анализа.
Особенности организации учебного процесса по дисциплине	<p>Изложение курса физики в лекциях носит смешанный - индуктивно-дедуктивный характер: после обсуждения опытных данных и разрозненных теоретических положений производится обобщение (индукция), затем описание различных физических явлений дается на основе более общей теории (дедукция).</p> <p>Для успешного изучения курса студентами необходимо использовать линейную алгебру и аналитическую геометрию, основы математического анализа функций одной или нескольких переменных и элементы теории функций комплексного переменного, элементы теории обыкновенных дифференциальных уравнений и дифференциальных уравнений в частных производных, элементы теории вероятностей.</p> <p>Все модули курса имеют практическую часть. На практических занятиях и в расчетно-графических работах студенты применяют теоретические положения для решения конкретных физических задач.</p> <p>Решение физических задач - очень важная составная часть курса; понимание физики и умение применять физические законы в реальной деятельности инженера-физика во многом определяется его умением решать конкретные физические задачи.</p> <p>На занятиях физического практикума студенты изучают конкретные физические явления, экспериментально измеряют с помощью приборов физические величины, устанавливают между ними зависимости и т.д. Для проведения лабораторных занятий используются методические указания, составленные по всем частям физического практикума; контрольные работы, расчетно-графические работы, коллоквиумы и письменные экзамены студенты выполняют с использованием специально разработанных для этой цели письменных заданий.</p> <p>Оценка знаний и умений студентов производится с помощью периодически проводящихся контрольных работ; расчетно-графических работ; экзаменов. За прохождением модулей должен осуществляться непрерывный контроль, концентрированным выражением которого является применение рейтинговой системы.</p>

3. Цели учебной дисциплины

Таблица 3.1

После изучения дисциплины студент будет

иметь представление	
1	о фундаментальном характере физики и структуре ее основных разделов
2	о смене естественнонаучных парадигм (мировоззрений) в историческом развитии физики
3	о роли эксперимента в физике и её развитии
4	об идеальных моделях, применяемых в различных разделах физики
5	о границах применимости основных физических теорий: механики Ньютона, специальной теории относительности Эйнштейна, термодинамики и статистической физики, электродинамики и квантовой механики
6	о математическом аппарате, применяемом в различных разделах физики
7	о современных ключевых проблемах физики, имеющих решающее значение для её развития, для создания новых технологий и гармоничного сосуществования человека с окружающей природой.
знать	
8	определения физических величин и единиц их измерения
9	методы измерения основных физических величин
10	фундаментальные физические законы, связывающие физические величины
11	физические принципы и содержание основных физических теорий
12	математические методы, применяемые в различных разделах физики
уметь	
13	называть основные физические величины, описывающие явления, устанавливать связь между ними
14	излагать основной теоретический материал с объяснением, с приведением примеров, используя при изложении язык слов, формул и образов (графики, рисунки, схемы, чертежи)
15	применять основные законы и принципы физики в стандартных и сходных ситуациях
16	решать типовые задачи, делать простейшие качественные оценки порядков физических величин различных физических явлений
17	строить теоретические модели физических явлений, делать при этом необходимые допущения и оценивать область применимости различных моделей.
18	планировать простые физические эксперименты и выполнять физические измерения
19	обрабатывать и оценивать результаты измерений, представлять их в удобной для восприятия форме

4. Содержание и структура учебной дисциплины

Лекционные занятия

Таблица 4.1

(Модуль), дидактическая единица, тема	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 2		
Модуль: Модуль 1. "Физические основы классической и релятивистской механики"		
Дидактическая единица: Физические основы механики		
Кинематика материальной точки, средняя и мгновенная скорость, преобразования Галилея. Ускорение. Векторный, координатный и "естественный" способы описания движения.	2	1, 10, 11, 4, 6, 8
Импульс частицы. Импульс системы частиц. Основное уравнение динамики. Закон сохранения импульса. Центр масс системы частиц. Закон движения центра масс. Система центра инерции.	4	4, 6, 8
Работа и мощность. Кинетическая энергия и потенциальная энергия. Закон сохранения полной механической энергии системы. Абсолютно упругий и абсолютно неупругий удары.	2	11, 3, 4, 6, 8
Кинематика вращательного движения. Векторы угловой, линейной скорости и ускорения. Момент инерции твердого тела. Теорема Штейнера.	2	10, 4, 6, 8
Динамика вращательного движения. Момент сил, уравнение динамики вращательного движения. Момент импульса частицы и системы частиц. Закон сохранения момента импульса. Энергия вращательного движения	4	11, 6, 8, 9
Основы релятивистской механики. Постулаты Эйнштейна. Свойства пространства и времени по Эйнштейну. Преобразования Лоренца и следствия из них (одновременность событий, сокращение длины и замедление времени). Интервал между событиями. Типы интервалов. Релятивистский закон сложения скоростей. Релятивистская динамика. Релятивистский импульс. Кинетическая энергия релятивистской частицы. Закон взаимосвязи массы и энергии. Энергия покоя. Распад частиц.	4	1, 10, 11, 12, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Модуль: Модуль 2. "Молекулярная физика и термодинамика"		
Дидактическая единица: Статистическая физика и термодинамика		
Кинетическая теория идеальных газов. Давление и температура идеального газа. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов. Опытные законы идеального газа.	2	1, 10, 11, 12, 3, 6, 8, 9
Число степеней свободы молекулы. Распределение энергии по степеням свободы. Внутренняя энергия газа многоатомных молекул.	2	10, 11, 12, 3, 4, 5, 6, 8, 9
Первое начало термодинамики. Работа газа при изменении его объема. Теплоемкости. Изопроцессы в рамках первого начала термодинамики. Адиабатический процесс. Уравнения адиабаты.	4	10, 11, 12, 4, 8, 9

Циклы. Обратимые и необратимые процессы. Понятие энтропии. Закон возрастания энтропии. Второе начало термодинамики. Третье начало термодинамики. Тепловые двигатели и холодильные машины. Цикл Карно.	4	10, 11, 12, 4, 5, 8, 9
Распределение Максвелла для скоростей молекул. Среднеквадратичная скорость молекул, среднеарифметическая и наиболее вероятная скорости молекул. Распределение Больцмана. Барометрическая формула.	2	10, 11, 3, 4, 8, 9
Кинетические явления. Длина свободного пробега. Явления переноса. Диффузия, теплопроводность, вязкость.	2	10, 11, 3, 4, 8, 9
Семестр: 3		
Модуль: Модуль 3: " Электростатика и постоянный ток"		
Дидактическая единица: Электричество и магнетизм		
Электростатика. Закон Кулона. Напряженность электрического поля. Поле точечного заряда. Принцип суперпозиции полей. Электрическое поле диполя. Работа по перемещению заряда в поле.	2	1, 10, 3, 4, 5, 6, 7
Поток вектора. Теорема Гаусса. Примеры вычисления напряженностей полей с помощью теоремы Гаусса. Теорема о циркуляции вектора напряженности. Потенциал электрического поля, разность потенциалов, эквипотенциальные поверхности. Напряженность как градиент потенциала.	2	10, 12, 2, 6, 8
Диэлектрики в электрическом поле. Поляризация диэлектриков. Поведение диполя во внешнем электрическом поле. Поляризованность. Электрическое смещение. Теорема Гаусса для вектора электрического смещения.	2	11, 4, 6, 8
Поведение векторов напряженности и электрического смещения на границе раздела двух диэлектриков. Доменная структура. Электреты, пьезоэлектрики, сегнетоэлектрики. Электрическое поле вне и внутри проводника. Метод изображений. Поведение точечного заряда у проводящей поверхности. Электрическая емкость уединенного проводника. Конденсаторы. Емкость конденсатора	2	11, 4, 6, 8
Энергия системы неподвижных точечных зарядов. Энергия заряженного уединенного проводника, энергия конденсатора. Энергия электростатического поля.	2	11, 4, 6, 8
Постоянный электрический ток. Сила и плотность тока. Закон Ома в интегральной и дифференциальной форме. Работа и мощность тока.	2	1, 10, 11, 12, 3, 4, 5, 8, 9

Закон Джоуля - Ленца. Закон Ома для неоднородного участка цепи. Законы Кирхгоффа.		
Модуль: Модуль 4: "Электромагнетизм"		
Дидактическая единица: Электричество и магнетизм		
Релятивистский характер магнитного взаимодействия. Понятие о едином электромагнитном поле. Сила Лоренца. Преобразования Лоренца для электрического и магнитного полей. Инварианты механики и электродинамики.	2	1, 10, 11, 2, 5, 6
Вектор магнитной индукции. Магнитное поле движущегося заряда и проводника с током. Формула Био-Савара-Лапласа. Расчет полей, создаваемых прямолинейными и круговыми проводниками с током.	2	1, 10, 12, 4, 6, 8
Теорема о циркуляции вектора магнитной индукции. Расчет полей соленоида, тороида, распределение магнитного поля в сечении круглого провода с током.	2	1, 10, 12, 4, 6, 8
Взаимодействие параллельных проводников с током. Закон Ампера.. Магнитный момент контура с током. Механический вращающий момент, действующий на контур с током в однородном магнитном поле. Магнитный поток. Теорема Гаусса для электромагнитного поля. Работа по перемещению проводников с током в магнитном поле.	2	1, 10, 12, 15, 3, 4, 6, 7, 8
Магнитный момент атома. Магнитное поле в веществе. Магнитная проницаемость Условия для поля на границе раздела двух магнетиков Парамагнетики, диамагнетики и ферромагнетики. Гистерезис в ферромагнетиках.	2	1, 10, 11, 12, 16, 4, 6, 8
Явление электромагнитной индукции Вихревое электрическое поле. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Правило Ленца.	2	1, 10, 11, 12, 15, 16, 2, 3, 4, 6, 8, 9
Индуктивность проводника. Явление самоиндукции. Переходные процессы в моменты включения и выключения электрической цепи. Время релаксации. Взаимная индукция. Энергия магнитного поля.	2	1, 10, 14, 17, 8
Система уравнений Максвелла для электромагнитного поля в интегральной и дифференциальной форме. Области электромагнитных явлений. Понятие о токе смещения.	2	1, 10, 11, 12, 13, 2, 3, 4, 5, 6
Модуль: Модуль 5: "Колебания и волны"		
Дидактическая единица: Физика колебаний и волн		
Колебательные процессы. Характеристики колебаний. Модель гармонического осциллятора. Математический и физический маятники, колебательный контур. Дифференциальное уравнение колебаний и его решение в комплексной	2	1, 10, 11, 12, 4, 5, 6, 8

и тригонометрической форме. Свободные затухающие колебания, добротность. Дифференциальное уравнение затухающих колебаний и его решение.		
Вынужденные колебания. Зависимость частоты колебаний от частоты вынуждающей силы, явление резонанса. Переменный ток. Сложение колебаний одного направления с равными и близкими частотами, биения. Метод векторных диаграмм, нахождение амплитуды и начальной фазы результирующего колебания. Сложение взаимно перпендикулярных колебаний.	2	1, 10, 12, 4, 5, 6, 8
Волновые процессы. Одномерное волновое уравнение и его решение. Волновое число. Фазовая и групповая скорости. Волны в упругих средах. Излучение и распространение электромагнитных волн, их основные свойства. Передача электроэнергии вдоль проводников с током.	4	11, 15, 3, 6, 8, 9
Семестр: 4		
Модуль: Модуль 6. "Оптика"		
Дидактическая единица: Физика колебаний и волн		
Геометрическая оптика. Интерференция волн. Многолучевая интерференция.	2	1, 11, 12, 18, 2, 3, 4, 5, 6
Принцип Гюйгенса- Френеля. Дифракция на щели., дифракция на решетке. Метод зон Френеля.	2	11, 12, 18, 3, 4, 5, 6
Поляризация света. Закон Малюса. Дисперсия света.	2	11, 12, 18, 3, 4, 5, 6
Модуль: Модуль 7. "Введение в квантовую механику, атомную физику и физику твердого тела"		
Дидактическая единица: Статистическая физика и термодинамика		
Функция плотности состояний в пространстве энергия-импульс. Квантовая статистика. Функция распределения Ферми - Дирака, Бозе - Эйнштейна. Температура Ферми.	2	11, 12, 2, 4, 5, 6, 7, 8
Квантовая статистика электронов в металлах.	2	11, 12, 4, 5, 6, 8
Дидактическая единица: Физика колебаний и волн		
Тепловые свойства твердых тел. Нормальные колебания решетки, спектр нормальных колебаний. Фононы. Теплоемкость твердых тел. Законы Дебая, Дюлонга и Пти. Тепловое расширение и теплопроводность твердых тел.	2	11, 12, 4, 5, 8
Дидактическая единица: Квантовая физика		
Законы теплового излучения. Законы Стефана - Больцмана, Вина. Теория Планка.	2	1, 10, 11, 2, 3, 5, 8
Эффект Комптона, фотоэффект. Волны де-Бройля. Корпускулярно-волновой дуализм. Постулаты Бора	2	1, 10, 11, 4, 6, 8

и модель Бора для атома водорода. Энергетический спектр. Принцип неопределенности		
Квантовые уравнения движения. Операторы физических величин. Уравнение Шредингера. Волновая функция и ее смысл, квантовые состояния. Поведение частицы в потенциальной яме. Принцип суперпозиции. Плотность потока вероятности и прохождение частицей потенциального барьера.	4	1, 10, 11, 12, 2, 4, 5, 6
Классическая теория Друде поведения свободных электронов в металле и модель Зоммерфельда. Эффект Холла. Обобществление электронов в кристалле, зонная теория. Эффективная масса электрона.	2	11, 12, 2, 4, 5, 6, 8
Собственные и примесные полупроводники. Статистика носителей в полупроводниках, статистика Максвелла-Больцмана. Критерий вырождения. Электропроводность полупроводников. Фотопроводимость, p-n-переход.	4	11, 12, 4, 5, 6, 7, 8
Энергетические спектры атомов, молекул, твердых тел.	2	11, 12, 4, 6, 8, 9
Атомное ядро. Ядерные реакции. Радиоактивность.	2	10, 11, 4, 5, 6, 8
Единая картина физических явлений: механика; молекулярная физика и термодинамика; электричество и магнетизм; колебания, волны и оптика; квантовая физика.	4	1, 10, 11, 12, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

Практические занятия

Таблица 4.2

(Модуль), дидактическая единица, тема	Учебная деятельность	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 2			
Модуль: Модуль 1. "Физические основы классической и релятивистской механики"			
Дидактическая единица: Физические основы механики			
Закон сохранения импульса и энергии. Упругий и неупругий удар.	Решает задачу в лабораторной системе отсчёта (ЛСО) и в системе центра инерции (СЦИ). Анализирует возможности этих подходов, сравнивает их.	2	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 2, 4
Кинематика и динамика вращательного движения. Закон сохранения момента импульса.	Использует аксиальные векторы. Рассчитывает моменты инерции простейших твердых тел. Использует уравнение моментов. Применяет закон	2	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 2, 4

	сохранения момента импульса.		
Релятивистская кинематика и динамика. Преобразования Лоренца.	Осмысливает представления о лоренцевом сокращении длины и замедлении времени, о релятивистском импульсе и релятивистской энергии. Пользуется понятием интервала при решении задач, применяет релятивистский закон сложения скоростей. Проводит расчеты в рамках метода треугольника энергий.	2	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 2, 4, 5
Модуль: Модуль 2. "Молекулярная физика и термодинамика"			
Дидактическая единица: Статистическая физика и термодинамика			
Уравнение состояния идеального газа.	Строит графики изопроцессов в различных осях. Применяет уравнения состояния идеального газа для расчета функций состояния идеального газа.	2	10, 12, 16, 8
Распределение энергии по степеням свободы. Теплоемкость.	Применяет закон равномерного распределения энергии по степеням свободы. Рассчитывает различные виды теплоемкостей.	2	10, 11, 12, 16, 8, 9
Первое начало термодинамики.	Первое начало термодинамики.	2	10, 11, 12, 16, 8, 9
Энтропия. Циклы. Цикл Карно.	Применяет термодинамическое и статистическое определения энтропии. Рассчитывает к.п.д. простейших циклов. Использует графики циклов идеальных тепловой машины и холодильника в осях $T - S$.	2	10, 11, 12, 16, 8, 9

Распределения Максвелла, Больцмана.	Рассчитывает наиболее вероятную, среднеквадратичную и среднеарифметическую скорости, применяет функции распределения.	2	10, 11, 12, 16, 8, 9
Семестр: 3			
Модуль: Модуль 3: "Электростатика и постоянный ток"			
Дидактическая единица: Электричество и магнетизм			
Закон Кулона. Напряженность электрического поля. Теорема Гаусса.	Осваивает основные представления электростатики, рассчитывает напряженности полей, применяет принцип суперпозиции. Применяет теорему Гаусса для расчета вектора напряженности электрического поля.	2	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 6, 8
Потенциал Проводники в электрическом поле. Емкость проводников. Конденсаторы. Диэлектрики в электрическом поле.	Рассчитывает потенциалы электрических полей, использует связь между напряженностью и потенциалом эл. поля. Рассматривает поведение проводников в электрическом поле, рассчитывает емкость. Рассчитывать энергию электрического поля. Применяет теорему Гаусса для вектора электрического смещения, рассчитывает поляризацию и напряженность электрического поля в диэлектриках. Рассматривает условия на границе двух диэлектриков.	2	10, 11, 12, 13, 15, 16, 4, 6, 8
Постоянный электрический ток.	Использует соотношения между зарядом, силой тока и плотностью тока, применяет законы Ома	2	10, 11, 12, 16, 8, 9

	и Кирхгофа.		
Модуль: Модуль 4: "Электромагнетизм"			
Дидактическая единица: Электричество и магнетизм			
Движение заряженных частиц в электромагнитных полях. Расчет магнитных полей по формуле Био-Савара- Лапласа.	Применяет основной закон динамики для описания движения заряженной частицы в электрическом и магнитном поле под действием силы Лоренца. Знакомится с примерами практического применения явления. Выделяет простые (прямые и круговые элементы в проводниках сложной конфигурации. Применяет формулу Био- Савара- Лапласа и принцип суперпозиции.	2	12, 14, 15, 16, 17, 6, 8
Расчет магнитных полей по теореме о циркуляции вектора магнитной индукции. Проводники с током в магнитном поле.	Сравнивает методы расчета магнитостатических полей. Выбирает метод расчета в конкретной задаче. Для симметричных распределений токов применяет теорему о циркуляции вектора магнитной индукции. Обосновывает теоретически поведение проводников с током в опыте Ампера. Вычисляет силы и моменты сил, действующие на проводники с током.	2	12, 14, 15, 16, 17, 6, 8
Магнитное поле в веществе. Явление электромагнитной индукции. Магнитное поле в веществе.	Исследует магнитные свойства атома и его поведение во внешнем магнитном поле Рассчитывает поле в магнетиках и на границе раздела двух магнетиков. Сравнивает потенциальное и	2	10, 11, 15, 16, 17, 2, 3, 6, 8

	вихревое электростатические поля. Применяет закон Фарадея и правило Ленца для решения задач		
Индуктивность. Самоиндукция. Энергия магнитного поля. Система уравнений Максвелла для электромагнитного поля.	Рассчитывает индуктивность проводников. Получает закон изменения силы тока в моменты включения и выключения электрической цепи. Рассчитывает энергию простейших токовых систем. Раскрывает физический смысл уравнений Максвелла. Переходит от интегральной формы записи к дифференциальной. Исследует различные области электромагнитных явлений.	2	1, 10, 11, 13, 16, 17, 2, 6
Модуль: Модуль 5: "Колебания и волны"			
Дидактическая единица: Физика колебаний и волн			
Модель гармонического осциллятора. Модель гармонического осциллятора. Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Сложение колебаний	Применяет единый энергетический подход к описанию колебаний идеальных систем различной физической природы. Составляет дифференциальное уравнение колебаний. Рассчитывает параметры колебаний и затухания реальных колебательных систем. Исследует явление резонанса. Получает формулу для вычисления амплитуды вынужденных колебаний, исследует на экстремум, получает формулу для	2	12, 16, 17, 18, 4, 6, 8

	резонансной частоты. Применяет метод векторных диаграмм для расчета амплитуды и начальной фазы результирующего колебания.		
Волновые процессы. Электромагнитные волны.	Рассчитывает параметры волновых процессов. Исследует основные свойства электромагнитных волн.	2	16, 17, 2, 6
Семестр: 4			
Модуль: Модуль 6. "Оптика"			
Дидактическая единица: Физика колебаний и волн			
Интерференция и дифракция световых волн.	Рассчитывает интерференционную картину. Находит положение максимумов и минимумов. Применяет метод зон Френеля для расчета дифракции на щели, круглом отверстии и диске.	2	12, 14, 16, 17, 4, 6
Модуль: Модуль 7. "Введение в квантовую механику, атомную физику и физику твердого тела"			
Дидактическая единица: Статистическая физика и термодинамика			
Статистика электронов в металлах. Уровень Ферми.	Осваивает понятие энергетический спектр. Рассчитывает вероятность заполнения уровня, используя функцию распределения Ферми.	2	10, 11, 12, 13, 15, 16, 8
Статистика электронов в полупроводниках. Уровень Ферми.	Рассчитывает температурную зависимость концентрации носителей тока в собственных и примесных	2	10, 11, 12, 13, 15, 16, 8

	полупроводниках. Применяет статистику Максвелла-Больцмана.		
Дидактическая единица: Квантовая физика			
Законы теплового излучения. Теория Планка. Эффект Комптона.	Рассчитывает излучение абсолютно черного тела и тел с реальной излучательной способностью. Выводит законы теплового излучения из формулы Планка. Рассчитывает характеристики взаимодействия излучения с электроном.	2	10, 12, 13, 15, 16, 8
Решение уравнения Шредингера для различных квантовых систем; Волны де Бройля, соотношение неопределенностей.	Рассчитывает вид волновой функции для частиц занимающих различные энергетические уровни в бесконечно глубокой потенциальной яме. Осваивает понятие функции плотности вероятности, знакомится с понятием туннелирования, отражения и прохождения через барьер. Осознает физическую сущность волн де Бройля и использует соотношение неопределенностей для оценки параметров реальных физических процессов.	2	10, 11, 12, 13, 15, 16, 8
Электропроводность металлов и полупроводников. Эффект Холла.	Рассчитывает электропроводность металлов по классической модели Друде и по модели Зоммерфельда. Рассчитывает электропроводность полупроводников. Изучает эффект Холла.	2	10, 11, 12, 13, 15, 16, 8

Энергетические уровни молекул	Знакомится с энергетическим спектром молекул. Рассчитывает вращательные, колебательные энергии молекул.	2	10, 11, 12, 13, 15, 16, 8
Ядерные реакции. Радиоактивность.	Рассчитывает энергетический выход ядерных реакций, изучает законы радиоактивного распада.	2	10, 11, 12, 13, 15, 16, 8

Лабораторная работа

Таблица 4.3

(Модуль), дидактическая единица, тема	Учебная деятельность	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 2			
Модуль: Модуль 1. "Физические основы классической и релятивистской механики"			
Дидактическая единица: Физический практикум			
Измерение времени соударения упругих тел.	Рассматривает соударение шаров в СЦИ. Применяет грубую физическую модель - рассматривает соударение тел кубической формы. Выбирает переменные (абсциссу и ординату) для правильного графического представления полученных результатов, а именно: чтобы график в выбранных осях представлял собой прямую.	4	10, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 9
Измерение начальной скорости пули с помощью баллистического маятника.	Использует законы сохранения энергии и импульса для объяснения полученных результатов. Получает оценку погрешности измеряемой величины и использует её при построении графика.	4	10, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 9

Изучение вращательного движения маятника Обербека.	Использует представление аксиального вектора объяснения изучаемого явления. Проводит оценку стандартного отклонения величины углового ускорения.	4	10, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 9
Модуль: Модуль 2. "Молекулярная физика и термодинамика"			
Дидактическая единица: Физический практикум			
Определение отношения теплоемкостей методом Клемана и Дезорма.	Объясняет с физической точки зрения различие между C_p и C_v . Рассчитывает показатель адиабаты. Строит рабочий цикл в осях $T - S$, $P - V$, $P - T$.	4	13, 14, 15, 16, 17, 18, 19
Семестр: 3			
Модуль: Модуль 3: "Электростатика и постоянный ток"			
Дидактическая единица: Физический практикум			
Изучение электрического поля.	По результатам эксперимента строит картину силовых линий и эквипотенциалей. Объясняет поведение линий поля E на границе раздела сред с различной диэлектрической проницаемостью.	4	13, 14, 15, 16, 17, 18, 19
Изучение работы источника питания	Исследует зависимость полезной мощности и мощности потерь от сопротивления потерь и внутреннего сопротивления источника.	4	13, 14, 15, 16, 17, 18, 19
Модуль: Модуль 4: "Электромагнетизм"			
Дидактическая единица: Физический практикум			
Измерение удельного заряда электрона.	Измеряет зависимость анодного тока магнетрона от тока соленоида. Графически определяет ток отсечки соленоида и вычисляет удельный заряд	4	18, 19

	электрона по рабочей формуле. Сравнивает результат с теоретическим.		
Модуль: Модуль 5: "Колебания и волны"			
Дидактическая единица: Физический практикум			
Свободные колебания физического маятника	Измеряет период колебаний физического маятника при различных положениях его центра масс.	4	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 8, 9
Колебания в системе с двумя степенями свободы.	Измеряет время колебаний. Вычисляет частоты нормальных колебаний и биений.	4	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 8, 9
Изучение сложения колебаний.	Исследует зависимость амплитуды результирующего колебания от разности фаз складываемых колебаний. Строит графическую зависимость.	4	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 8, 9
Собственные электромагнитные колебания.	Измеряет период и амплитуду колебаний на экране осциллографа. Строит график зависимости периода колебаний в контуре от емкости, логарифмического декремента от сопротивления нагрузки находит критическое сопротивление.	4	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 8, 9
Вынужденные колебания в электрическом колебательном контуре.	Измеряет зависимость напряжения на конденсаторе от частоты генератора. Строит резонансную кривую.	4	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 8, 9
Волны на струне.	Измеряет зависимость собственных колебаний струны от силы натяжения и номера гармоники. Вычисляет скорость распространения упругих волн в среде.	4	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 8, 9

	Сравнивает результаты с теоретическими.		
Семестр: 4			
Модуль: Модуль 6. "Оптика"			
Дидактическая единица: Физический практикум			
Интерференция света. Бипризма Френеля	Измеряет геометрические размеры интерференционной картины. Определяет угол бипризмы Френеля.	4	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 8, 9
Дифракция лазерного света. Дифракция Фраунгофера.	По дифракционной картине определяет параметры двумерной амплитудной и одномерной фазовой дифракционных решёток.	4	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 8, 9
Дифракция света на дифракционной решетке и ультразвуковой волне.	Измеряет длину световой волны при помощи дифракционной решетки и гониометра. Определяет при помощи дифракции длину ультразвуковой волны.	4	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 8, 9
Модуль: Модуль 7. "Введение в квантовую механику, атомную физику и физику твердого тела"			
Дидактическая единица: Физический практикум			
Определение постоянной Стефана-Больцмана	С использованием законов теплового излучения и измеренных значений мощности, выделяемой на лампе накаливания, определяет постоянную Стефана-Больцмана.	4	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 8, 9
Определение постоянной Планка.	Изучает построение модели, позволяющей экспериментально определять фундаментальную физическую константу.	4	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 8, 9
Изучение эффекта Холла, определение концентрации и	На основании электрических	4	10, 11, 12, 13, 14, 15,

подвижности носителей в полупроводнике.	измерений и физической модели явления определяет требуемые параметры полупроводника.		16, 17, 18, 19, 8, 9
Определение ширины запрещённой зоны полупроводника.	На основании электрических измерений при различных температурах определяет ширину запрещённой зоны полупроводника.	4	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 8, 9
Изучение характеристик электронно-дырочного перехода.	Экспериментально строит ВАХ перехода при различных температурах. Объясняет полученный результат, физическую сущность и различие прямого и обратного тока.	2	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 8, 9
Определение энергии γ -частицы по длине свободного пробега.	Экспериментально исследует зависимость длины свободного пробега γ -частицы в воздухе от ее энергии. Сравнивает результаты эксперимента с предсказаниями теории.	4	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 8, 9

5. Самостоятельная работа студентов

Семестр- 2, Контрольные работы ВАРИАНТ 1

1. Найти собственную длину стержня, если в лабораторной системе отсчета его скорость $c/2$, длина 2 м и угол между ним и направлением его движения 45° .
2. В системе К происходит событие А, через промежуток времени 1 мкс на расстоянии 10 км от места протекания события происходит событие В. Происходящие события независимы. С какой скоростью должна двигаться система К', чтобы в ней событие В произошло раньше, чем событие А.
3. Какую скорость (в долях скорости света) нужно сообщить частице, чтобы ее кинетическая энергия была равна удвоенному значению энергии покоя.
4. Определить, во сколько раз увеличивается время жизни нестабильной частицы по часам неподвижного наблюдателя, если она начинает двигаться со скоростью $0.9c$?
5. Покоившаяся частица массы М распалась на две одинаковые частицы с массами m . Определить импульсы этих частиц.

ВАРИАНТ 2

1. Площадь квадрата в неподвижной системе 8 м^2 . Определить площадь фигуры в системе отсчета, движущейся со скоростью 0.75 с относительно неподвижного наблюдателя вдоль одной из сторон квадрата.
2. В системе К происходят одновременно два события А и В. Расстояние между ними в этой системе 1 км . Найти промежуток времени между этими событиями в движущейся системе отсчета, если расстояние между ними в движущейся системе 2 км .
3. Две частицы движутся навстречу друг другу в лабораторной системе отсчета со скоростями 0.5 с и 0.75 с . Найти относительную скорость частиц.
4. При каких значениях скорости частицы ее релятивистский импульс отличается от ньютоновского на 10% ?
5. Частица массой M распалась на фотон и новую частицу массы m . Определить кинетическую энергию дочерней частицы, ее скорость и импульс фотона.

ВАРИАНТ 3

1. В лабораторной системе отсчета расположен прямоугольный треугольник, у которого один катет 1 м , а угол между этим катетом и гипотенузой 30° . Найти площадь треугольника в системе отсчета, движущейся вдоль другого катета со скоростью 0.5 с .
2. В лабораторной системе отсчета в точках, отстоящих друг от друга на расстояние 1.4 км одновременно происходят два события А и В. Найти расстояние и время между этими событиями в системе отсчета, связанной с движущейся ракетой со скоростью 0.6 с в отрицательном направлении оси X .
3. Покоившаяся частица распалась на новую частицу массой m и фотон с энергией ε . Определить массу распавшейся частицы.
4. Найти кинетическую энергию, которая должна быть сообщена ракете, чтобы она приобрела скорость 0.2 с .
5. Две релятивистские частицы движутся под углом 45° друг к другу с одинаковыми скоростями V относительно неподвижного наблюдателя. Найти их относительную скорость.

ВАРИАНТ 4

1. Две нестабильные частицы движутся в системе отсчета К в одном направлении по прямой с одинаковой скоростью 0.6 с . Расстояние между частицами в К системе равно 64 м . Обе частицы распались одновременно в системе отсчета, связанной с ними. Определить промежуток времени между распадами в системе отсчета К.
2. Определить импульс частицы, если ее масса M , а полная энергия в 2 раза больше кинетической.

3. В оба конца вагона поезда одновременно с точки зрения пассажира в вагоне ударяют молнии. Найти время, которое зафиксирует неподвижный наблюдатель между ударами молнии в начало и конец вагона. Длина вагона 20 м, скорость относительно неподвижного наблюдателя 100 км/ч.
4. Две релятивистские частицы разлетаются под углом 120° друг к другу с одинаковыми скоростями V относительно неподвижного наблюдателя. Найти относительную скорость частиц.
5. Остановившийся π - мезон распался на мюон и нейтрино. Определить импульс мюона. Энергия покоя π - мезона $273 \cdot 0.51$ Мэв, покоя мюона $207 \cdot 0.51$ Мэв.

Семестр- 2, РГЗ

Расчетно- графическое задание по механике, молекулярной физике и термодинамике. Выполняется по вариантам.

Задание выдается по методическим указаниям "Механика, молекулярная физика, термодинамика", НГТУ, 2007 г. № 3307

Предполагаемое время на выполнение данного вида работы - 16 ч.

Семестр- 2, Индив. работа

8 ч.

Но преподаватель еженедельно проводит консультации для студентов.

Семестр- 2, Подготовка к занятиям

Для подготовки к занятиям необходимо изучить соответствующий лекционный материал, материал из основной (дополнительной) и методической литературы.

Выполнить соответствующие домашние задания.

Подготовиться к выполнению предстоящей лабораторной работы.

Подготовиться к контрольной работе.

Подготовиться к защите РГЗ.

Предполагаемое время на выполнение данного вида работы - 50 ч.

Семестр- 3, Контрольные работы

ВАРИАНТ 1

1. Плоский алюминиевый электрод освещается ультрафиолетовым светом с длиной волны $\lambda=83$ нм. Красная граница фотоэффекта для алюминия соответствует длине волны $\lambda_0=332$ нм. Найти скорость фотоэлектронов.
2. Черное тело нагрето до температуры $T=1000$ К. На какой длине волны мощность излучения максимальна?
3. Определить максимальное изменение длины волны при комптоновском рассеянии: 1) на свободных электронах; 2) на свободных протонах.
4. Протон с энергией 5 эВ движется в положительном направлении оси x , встречая на своем пути прямоугольный потенциальный барьер высотой 10 эВ и шириной 0.1 нм. Определить во сколько раз нужно сузить барьер, чтобы вероятность прохождения протона через него была такой же, как для электрона при вышеприведенных условиях.
5. Определить длину волны де Бройля α - частицы и протона, прошедших одинаковую ускоряющую разность потенциалов 1 кВ. Масса покоя α - частицы $6.64 \cdot 10^{-27}$ кг. Начальные скорости принять равными нулю.
6. От двух когерентных источников S_1 и S_2 ($\lambda = 0.8$ мкм) лучи попадают на экран. На экране наблюдается интерференционная картина. Когда на пути одного из лучей перпендикулярно ему поставили мыльную пленку ($n = 1.33$), интерференционная картина изменилась на противоположную. При какой наименьшей толщине пленки это возможно?
7. Определить постоянную решетки, которая позволила бы наблюдать спектральную линию для волны 4000 А только в одном порядке.

ВАРИАНТ 2

1. При освещении изолированного вакуумного фотоэлемента желтым светом ($\lambda_1 = 600$ нм) он заряжается до разности потенциалов $V_1 = 1.2$ В. До какой разности потенциалов зарядится фотоэлемент при освещении его фиолетовым светом ($\lambda_2 = 400$ нм)?
2. Шарик радиусом $R = 1$ см нагрет до температуры $T = 1000$ К. Считая излучение шарика черным определить полную мощность, излучаемую этим шариком в пространство.
3. При комптоновском рассеянии энергия падающего фотона распределяется поровну между рассеянным фотоном и электроном отдачи. Угол рассеяния равен $\pi/2$. Найти энергию и импульс рассеянного фотона.
4. Электрон локализован в области с линейными размерами 1 мкм. Среднее значение его кинетической энергии 4 эВ. Оцените с помощью соотношения неопределенностей относительную неопределенность скорости электрона.
5. Заряженная частица, ускоренная разностью потенциалов 200 В, имеет длину волны де Бройля, равную 0.002 нм. Найдите массу этой частицы, если известно, что ее заряд равен заряду электрона.
6. На дифракционную решетку в направлении нормали к ее поверхности падает монохроматический свет. Период решетки 2 мкм. Какой наибольший порядок спектра дает эта решетка в случае красного света ($\lambda = 0.7$ мкм)? Сколько максимумов будет наблюдаться при освещении этой решетки фиолетовым светом ($\lambda = 0.41$ мкм)?
7. Свет с длиной волны 0.6 мкм падает нормально на щель шириной $2 \cdot 10^{-5}$ м. Найти ширину главного максимума дифракционной картины, если расстояние до экрана 1 м.

ВАРИАНТ 3

1. При поочередном освещении поверхности некоторого металла светом с длинами волн $\lambda_1 = 0,35$ мкм и $\lambda_2 = 0,54$ мкм обнаружили, что соответствующие максимальные скорости фотоэлектронов отличаются друг от друга в $\eta = 2$ раза. Найти работу выхода с поверхности этого металла.
 2. Тонкий диск радиусом $R = 1$ см нагрет до температуры $T = 1000$ К. Считая излучение диска черным определить полную мощность, излучаемую этим диском в пространство.
 3. Фотон с энергией $\epsilon = 0.4$ МэВ рассеялся под углом $\theta = 90^\circ$ на свободном электроне. Определить длину волны рассеянного фотона и его энергию.
 4. Электрон находится в одномерной прямоугольной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками. Ширина ямы 0,2 нм, энергия электрона 37,8 эВ. Определить номер энергетического уровня, на котором находится электрон и величину его волнового вектора.
 5. Кинетическая энергия электрона равна удвоенному значению энергии покоя. Вычислить длину волны де Бройля для этого электрона.
 6. На пути луча света поставлена стеклянная пластинка ($n = 1.3$) толщиной 1 мм так, что угол падения луча 30° . Насколько изменится оптическая длина пути луча?
 7. При нормальном падении света на дифракционную решетку угол дифракции для линии 0.65 мкм во втором порядке равен 45° . Найти угол дифракции для линии 0.5 мкм в третьем порядке.
-

ВАРИАНТ 4

1. При исследовании вакуумного фотоэлемента оказалось, что при освещении катода светом частоты $\nu_0 = 10^{15}$ Гц фототок с поверхности катода прекращается при задерживающей разности потенциалов $V_3 = 2$ В между катодом и анодом. Определить работу выхода материала катода.
2. В полости, стенки которой нагреты до температуры 1900 К просверлено небольшое отверстие диаметром 1 мм. Чему будет равен поток энергии излучения через это отверстие?
3. Энергия рентгеновских лучей равна 0.6 МэВ. Найти энергию электрона отдачи, если известно, что длина волны рентгеновских лучей после комптоновского рассеяния изменилась на 20%.
4. Протон с энергией 5 эВ движется в положительном направлении оси x , встречая на своем пути прямоугольный потенциальный барьер высотой 10 эВ и шириной 0.1 нм. Определить вероятность прохождения протоном этого потенциального барьера.
5. На две тонкие щели, расположенные друг от друга на расстоянии 5 мкм падает пучок электронов с энергией 1 кэВ. На расстоянии 5 м от щелей находится экран. Каково расстояние между соседними минимумами на экране?
6. На пластинку со щелью, ширина которой 0.05 мм, падает нормально монохроматический свет с длиной волны 0.7 мкм. Найти угол, соответствующий первому дифракционному максимуму.
7. Монохроматический свет нормально падает на дифракционную решетку. Определить угол дифракции, соответствующий максимуму 4 порядка, если максимум третьего порядка виден под углом 18° .

ВАРИАНТ 5

1. Для измерения постоянной Планка катод вакуумного фотоэлемента освещается монохроматическим светом. При длине волны излучения $\lambda = 620$ нм ток фотоэлектронов прекращается, если в цепь между катодом и анодом включить задерживающий потенциал V_3 не меньше определенного значения. При увеличении длины волны на 25% задерживающий потенциал оказывается на 0.4 В меньше. Определить по этим данным постоянную Планка.
2. Чему равна мощность теплового излучения тела, нагретого до температуры 500°C , поглощательная способность которого равна 0.9, площадь излучающей поверхности равна 0.5 м^2 ?
3. Узкий пучок монохроматического рентгеновского излучения падает на рассеивающее вещество. При этом длины волн излучения, рассеянного под углами $\theta_1 = 60^\circ$ и $\theta_2 = 120^\circ$, отличаются друг от друга в $\eta = 2.0$ раза. Считая, что рассеяние происходит на свободных электронах, найти длину волны падающего излучения.
4. Если допустить, что неопределенность координаты движущейся частицы равна дебройлевской длине волны, то какова будет неопределенность $\Delta p/p$ этой частицы?
5. Пользуясь условием Вульфа-Брэггов, найдите первых три значения ускоряющей разности потенциалов, при которых наблюдается максимальное отражение электронов в следующем опыте: пучок электронов падает на естественную грань монокристалла под углом скольжения 30° , отраженные электроны наблюдаются под углом, равным углу падения. Постоянная кристаллической решетки 2.4 \AA .
6. На экране, расположенном за дифракционной решеткой, освещенной нормально падающим монохроматическим светом, спектр третьего порядка виден под углом 30° . Под каким углом виден спектр четвертого порядка?

7. Определить угловое положение максимумов первого, второго и третьего порядков при дифракции света с длиной волны 0.5 мкм на длинной щели шириной 15 мкм.

ВАРИАНТ 6

1. Кванты света с энергией $\varepsilon=4.9$ эВ вырывают фотоэлектроны из металла с работой выхода $A=4.5$ эВ. Найти максимальную скорость фотоэлектрона.
2. Чему равна мощность теплового излучения тела человека, находящегося при нормальной температуре 34 °С? Площадь поверхности тела равна 1.8 м².
3. Рентгеновское излучение длиной волны $\lambda=55.8$ пм рассеивается плиткой графита. Определить частоту света, рассеянного под углом $\theta=60^\circ$ к направлению падающего пучка света.
4. Электрон находится в одномерной прямоугольной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками. Ширина ямы L . В каких точках внутри ямы плотность вероятности нахождения частицы на втором и третьем уровне одинакова?
5. Найдите длину волны де Бройля электрона, имеющего кинетическую энергию 10 кэВ, 1 МэВ.
6. На тонкую пленку в направлении нормали к ее поверхности падает монохроматический свет с длиной волны 500 нм. Отраженный от нее свет максимально усилен вследствие интерференции. Определить минимальную толщину пленки, если ее показатель преломления $n = 1.4$.
7. На каком расстоянии друг от друга будут находиться на экране две линии спектра ртути с длинами волн 5770 А и 5791 а в спектре первого порядка, полученном при помощи дифракционной решетки с постоянной $4 \cdot 10^{-4}$ см? Фокусное расстояние линзы, проецирующей спектр на экран, равно 60 см.

ВАРИАНТ 7

1. Катод фотоэлемента освещается монохроматическим светом с длиной волны λ . При отрицательном потенциале на аноде $V_1=-1.6$ В ток в цепи прекращается. При изменении длины волны света в 1.5 раза для прекращения тока потребовалось подать на анод отрицательный потенциал $V_2=-1.8$ В. Определить работу выхода материала катода.
 2. Мощность теплового излучения тела, находящегося при некоторой температуре равна 12 мВт. Какова станет мощность излучения этого же тела, если его температуру увеличить в два раза?
 3. Энергия ε падающего фотона равна энергии покоя электрона. Определить энергию рассеянного фотона и энергию, полученную электроном отдачи, если угол рассеяния θ равен: 1) 60° ; 2) 90° ; 3) 180° .
 4. Частица массой m находится в одномерной прямоугольной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками. Ширина ямы L . Найти отношение разности энергий соседних уровней $\Delta E_{n,n+1}$ к энергии E_n частицы в трех случаях $n=2$, $n=5$, $n=\infty$.
 5. Вычислить длину волны де Бройля протона, прошедшего ускоряющую разность потенциалов 1 МВ, 1 ГВ.
 6. Расстояние от щелей до экрана в опыте Юнга равно 1м. Определить расстояние между щелями, если на экране на длине 1см укладывается 10 темных интерференционных полос. Длина волны 0.7 мкм.
 7. Определить расстояние между светлыми полосами дифракционной картины, получающейся от дифракции света с длиной волны 0.55 мкм на щели шириной 20 мкм, если расстояние от щели до экрана 2 м.
-

ВАРИАНТ 8

1. Найти величину задерживающего потенциала для фотоэлектронов, испускаемых при освещении калия светом, длина волны которого равна 3300 А. Работа выхода электронов из калия 2.15 эВ.
2. Максимум спектральной мощности излучения абсолютно черного тела приходится на длину волны 25 мкм. Затем температуру тела увеличивают таким образом, чтобы полная мощность излучения тела удвоилась. Найдите: а) новую температуру тела; б) длину волны на которую приходится максимум спектральной плотности излучения.
3. При облучении вещества фотонами с длиной волны 0.05 А рассеяние фотонов происходит под углом $\beta=20^\circ$. Каков импульс электрона отдачи?
4. Используя соотношение неопределенностей, оценить наименьшие ошибки в определении импульса электрона и протона, если координаты центра масс могут быть установлены с точностью 0.01мм.
5. Найдите длину волны де Бройля электрона, летящего со скоростью 10^8 см/с, и шарика массой 1 г, движущегося со скоростью 1см/с. Нужно ли учитывать волновые свойства электрона и шарика?
6. Постоянная дифракционной решетки в 4 раза больше длины волны монохроматического света, нормально падающего на ее поверхность. Определить угол между двумя первыми симметричными дифракционными максимумами.
7. На стеклянную пластинку (показатель преломления 1.5) нанесена прозрачная пленка (показатель преломления 1.4). На пленку нормально к поверхности падает монохроматический свет. Какова наименьшая толщина пленки, если в результате интерференции отраженные лучи максимально ослаблены?

ВАРИАНТ 9

1. Определить красную границу фотоэффекта для цинка и максимальную скорость фотоэлектронов, вырываемых с его поверхности электромагнитным излучением с длиной волны 250 нм. Работа выхода для цинка равна 3.74 эВ.
2. Температура вольфрамовой нити в электрической лампочке обычно равна примерно 3200 К. Считая, что нить излучает как абсолютно черное тело, определите частоту на которую приходится максимум спектральной мощности излучения.
3. Фотон с энергией 250 кэВ рассеялся под углом $\theta=120^\circ$ на первоначально покоившемся свободном электроне. Определить: а) энергию рассеянного фотона; б) кинетическую энергию отдачи электрона.
4. Найти длину волны де Бройля электрона с энергией 50 эВ, прошедшего бесконечно широкий прямоугольный потенциальный барьер с высотой 20 эВ.
5. Какую энергию надо сообщить электрону, чтобы его де Бройлевская длина волны уменьшилась со 100 нм до 50 нм?
6. На дифракционную решетку нормально падает параллельный пучок лучей белого цвета. Спектры третьего и четвертого порядков накладываются друг на друга. На какую длину волны в спектре четвертого порядка накладывается граница спектра третьего порядка ($\lambda = 0.78$ мкм)?
7. Посередине между точкой наблюдения и точечным источником расположен непрозрачный экран с круглым отверстием. При каком наименьшем размере отверстия в точке наблюдения будет максимум интенсивности света, если расстояние от экрана до точки наблюдения равно 0.5 м, а длина волны света 0.6 мкм.

ВАРИАНТ 10

1. Натрий освещают монохроматическим светом с длиной волны 40 нм. Определить наименьшее значение задерживающего напряжения, при котором фототок прекратится. Красная граница фотоэффекта для натрия 584 нм.
2. Площадь, ограниченная графиком спектральной плотности энергетической светимости черного тела при переходе от температуры T_1 к температуре T_2 уменьшилась в 3 раза. Определить, как при этом изменится длина волны, соответствующая максимуму спектральной плотности энергетической светимости.
3. Фотон с энергией $\varepsilon = 0.25$ МэВ рассеялся на свободном электроны. Энергия ε' рассеянного фотона равна 0.2 МэВ. Определить угол рассеяния θ .
4. Исходя из соотношения неопределенностей, оцените энергию основного состояния атома водорода.
5. Определите энергию и импульс электрона, имеющего длину волны де Бройля 0.1 нм.
6. На дифракционную решетку, содержащую 600 штрихов на миллиметр, падает нормально белый свет. Спектр проектируется помещенной вблизи решетки линзой на экран. Определить длину спектра первого порядка на экране, если расстояние от линзы до экрана 1.2 м. Границы видимого спектра $\lambda_1 = 0.78$ мкм и $\lambda_2 = 0.4$ мкм.
7. На длинную щель шириной 30 мкм падает нормально свет с длиной волны 0.65 мкм. Найти положение первых трех максимумов дифракционной картины, которая наблюдается на экране, расположенном на расстоянии 1.5 м от щели.

ВАРИАНТ 11

1. “Красная граница” для цезия $\lambda = 6.6 \times 10^{-7}$ м. Найдите: а) работу выхода электронов из цезия; б) максимальную скорость и энергию электронов, вырываемых из цезия излучением с длиной волны $\lambda = 220$ нм.
 2. Нагретая до 2500 К поверхность площадью 10 см^2 излучает в 10 с 6700 Дж. Чему равен коэффициент поглощения этой поверхности?
 3. Угол рассеяния θ фотона равен 90° . Угол отдачи ϕ электрона равен 30° . Определить энергию ε падающего фотона.
 4. Кинетическая энергия электрона в атоме водорода составляет величину порядка 10 эВ. Используя соотношение неопределенностей оценить минимальные линейные размеры атома.
 5. Протон обладает кинетической энергией 1 кэВ. Определите дополнительную энергию, которую необходимо ему сообщить, чтобы уменьшилась в 3 раза.
 6. На грань кристалла каменной соли падает нормально пучок рентгеновских лучей. Расстояние между атомными плоскостями кристалла 280 пм. Под углом 65° к плоскости грани наблюдается дифракционный максимум первого порядка. Определить длину волны рентгеновских лучей.
 7. Предельный угол полного отражения для пучка света на границе кристалла каменной соли с воздухом равен 40.5° . Определить угол Брюстера при падении света из воздуха на поверхность этого кристалла.
-

ВАРИАНТ 12

1. При освещении некоторого металла излучением с длиной волны $\lambda_1=279$ нм задерживающий потенциал равен 0.66В, при длине волны $\lambda_2=245$ нм задерживающий потенциал становится равным 1.26 В. Считая заряд электрона и скорость света известными, определите постоянную Планка и работу выхода электрона из данного металла.
2. Спираль электролампочки мощностью 25 Вт имеет площадь 0.403 см^2 . Температура накала 2177 К. Чему равен коэффициент поглощения вольфрама при этой температуре?
3. Длина волны света, падающего на вещество со свободными электронами, $\lambda=0.003$ нм. Какую энергию приобретут электроны отдачи при рассеянии кванта под углом $\beta=60^\circ$?
4. Частица массой m находится в одномерной прямоугольной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками в основном состоянии. Ширина ямы L . Какова вероятность обнаружить частицу в малом интервале $\Delta l = 0.1 L$ вблизи середины ямы?
5. Электрон, двигающийся со скоростью 5000 км/с, попадает в однородное электрическое поле напряженностью 10 В/см. Какое расстояние должен пройти электрон в поле, чтобы, чтобы длина волны де Бройля электрона стала равной 0.1 нм.
6. На непрозрачную пластинку с узкой щелью падает нормально плоская монохроматическая световая волна $\lambda = 0.6$ мкм. Угол отклонения лучей, соответствующий второму дифракционному максимуму равен 20° . Определить ширину щели.
7. На плоскую дифракционную решетку с постоянной $4 \cdot 10^{-4}$ см падает нормально пучок белого света. Определить протяженность видимого участка спектра первого порядка, спроектированного на экран линзой с фокусным расстоянием 50 см. Длины волн границ видимого света можно принять 3800 А (фиолетовая граница) и 7600 А (красная граница).

ВАРИАНТ 13

1. Плоскую цинковую пластинку освещают излучением со сплошным спектром, коротковолновая граница которого соответствует длине волны $\lambda=30$ нм. Вычислите, на какое максимальное расстояние от поверхности пластинки может удалиться фотоэлектрон, если вне пластинки имеется задерживающее однородное электрическое поле с напряженностью $E=10$ В/см. Работа выхода электронов из цинка равна 3.74 эВ.
2. Нагретая до 2500 К поверхность площадью 10 см^2 излучает в 10 с 6700 Дж. Чему равен коэффициент поглощения этой поверхности?
3. Фотон с длиной волны $\lambda=6$ пм рассеялся под прямым углом на покоившемся свободном электроне. Найти: частоту рассеянного фотона.
4. Частица массой m находится в одномерной прямоугольной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками в основном состоянии. Ширина ямы L . Какова вероятность обнаружить частицу в малом интервале $\Delta l = 0.1 L$ вблизи правой стенки?
5. Электрон обладает кинетической энергией 1,02 МэВ. Во сколько раз изменится длина волны де Бройля, если кинетическая энергия электрона уменьшается в 2 раза.
6. Луч света переходит из глицерина ($n=1.47$) в стекло ($n=1.5$) так, что луч, отраженный от границы раздела этих сред оказывается максимально поляризованным. Определить угол между падающим и преломленным лучами.
7. Дифракционная картина наблюдается на расстоянии 1 м от точечного источника монохроматического света с длиной волны 0.65 мкм. Посередине между источником и точкой наблюдения помещен непрозрачный диск. При каком наименьшем радиусе диска в точке наблюдения будет иметь место максимум интенсивности?

ВАРИАНТ 14

1. Красная граница фотоэффекта для некоторого металла равна 2750 А. Найти: 1) работу выхода электрона из этого металла, 2) максимальную скорость электронов, вырываемых из этого металла светом с длиной волны 1800 А.
2. Абсолютно черное тело находится при температуре $T_1=2900^0\text{К}$. В результате остывания этого тела длина волны, на которую приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости, изменилась на $\Delta\lambda=9\text{мкм}$. До какой температуры T_2 охладилось тело?
3. Фотон с энергией 0.15 МэВ рассеялся на покоившемся свободном электроне, в результате чего его длина волны изменилась на $\Delta\lambda=3$ пм. Найти угол, под которым вылетел комптоновский электрон.
4. Электрон, двигаясь в положительном направлении оси x , встречает на своем пути бесконечно широкий потенциальный барьер высотой 100 эВ. Длина волны де Бройля электрона после прохождения потенциального барьера 172 пм. Найти первоначальную длину волны де Бройля электрона (до потенциального барьера).
5. Параллельный поток электронов падает нормально на диафрагму с двумя узкими щелями, расстояние между которыми 50 мкм. Ширина дифракционного максимума на экране, расположенном на расстоянии 100 см от щелей, равна 5 мкм. Найти разность потенциалов, ускоряющую электроны.
6. При прохождении света через трубку длиной 20 см, содержащую 10% раствор сахара, плоскость поляризации повернулась на угол $\phi_1=13.3^\circ$. В другом растворе сахара, налитом в трубку длиной 15 см, плоскость поляризации повернулась на угол $\phi_2=5.2^\circ$. Определить концентрацию второго раствора.
7. При освещении дифракционной решетки белым светом спектры второго и третьего порядка отчасти перекрываются. На какую длину волны в спектре второго порядка накладывается фиолетовая линия ($\lambda=0.4\text{мкм}$) спектра третьего порядка?

ВАРИАНТ 15

1. Чему равны максимальные скорости фотоэлектронов, вырываемых с поверхности цезия и платины излучением с длиной волны: а) $\lambda_1=185$ нм; б) $\lambda_2=422.7$ нм? Работы выхода электронов из платины и цезия равны, соответственно 5.29 эВ и 1.89 эВ.
2. При увеличении температуры абсолютно черного тела его интегральная энергетическая светимость увеличилась в 5 раз. Во сколько раз при этом изменилась длина волны, на которую приходится максимум спектральной плотности излучения?
3. Определить импульс P электрона отдачи при эффекте Комптона, если фотон с энергией, равной энергии покоя электрона, был рассеян на угол $\theta=180^0$.
4. Частица массой m находится в одномерной прямоугольной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками на третьем энергетическом уровне. Ширина ямы L . Какова вероятность обнаружить частицу в средней трети ямы?
5. Узкий пучок моноэнергетических электронов падает на поверхность монокристалла никеля. В направлении, составляющем угол 60° с нормалью к поверхности, наблюдается максимум отражения четвертого порядка при энергии электронов 180 эВ. Вычислить постоянную кристаллической решетки.
6. Точечный источник света ($\lambda = 0.5$ мкм) расположен на расстоянии 1 м перед диафрагмой с круглым отверстием диаметра 2 мм. Определить расстояние от диафрагмы до точки наблюдения, если отверстие открывает три зоны Френеля.
7. На дифракционную решетку, содержащую 400 штрихов на 1мм падает нормально монохроматический свет с длиной волны 0.6 мкм. Найти общее количество дифракционных максимумов, которые дает эта решетка. Определить угол дифракции, соответствующий последнему максимуму.

ВАРИАНТ 16

1. Медный шарик, удаленный от других тел, облучают монохроматическим светом с длиной волны $\lambda=2 \times 10^{-7}$ м. До какого максимального потенциала зарядится шарик, теряя фотоэлектроны? Работы выхода электронов из меди равна 5 эВ.
2. При увеличении термодинамической температуры T абсолютно черного тела в 2 раза длина волны λ_m , на которую приходится максимум спектральной плотности излучательности уменьшилась на $\Delta\lambda=400$ нм. Определить начальную и конечную температуры T_1 и T_2 .
3. Фотон с энергией 0.15 МэВ рассеялся на покоившемся свободном электроне, в результате чего его длина волны изменилась на $\Delta\lambda=3$ пм. Найти скорость комптоновского электрона.
4. Частица массой m находится в одномерной прямоугольной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками в основном состоянии. Ширина ямы L . Какова вероятность обнаружить частицу в крайней четверти ямы?
5. Узкий пучок моноэнергетических электронов падает под углом скольжения 30° на естественную грань кристалла алюминия. Расстояние между соседними плоскостями 0.2 нм. При некотором ускоряющем напряжении U_0 наблюдается максимум зеркального отражения. Рассчитайте U_0 , если известно, что следующий максимум зеркального отражения возникает при увеличении ускоряющего напряжения в 2.5 раза.
6. На плоской стеклянной поверхности образована тонкая прозрачная пленка толщиной 0.395 мкм. Какую окраску примет пленка при освещении ее белым светом, падающим под углом 30° ? Показатель преломления стекла 1.5, показатель преломления пленки 1.4.
7. На дифракционную решетку длиной 2 мм, содержащую 500 штрихов падает нормально монохроматический свет с длиной волны 0.6 мкм. Найти количество максимумов, наблюдаемых в спектре дифракционной решетки и угол, соответствующий последнему максимуму.

ВАРИАНТ 17

1. Красная граница фотоэффекта для некоторого металла равна 2750 А. Чему равно минимальное значение энергии фотона, вызывающего фотоэффект?
2. Определить отношение мощностей излучения 1 см^2 поверхности абсолютно черного тела в диапазоне длин волн от 695 мкм до 705 мкм (участок красного цвета) и от 395 мкм до 405 мкм (участок фиолетового цвета). Температура тела равна 4000 К.
3. Фотон с энергией 0.15 МэВ рассеялся на покоившемся свободном электроне, в результате чего его длина волны изменилась на $\Delta\lambda=3$ пм. Найти угол, под которым рассеялся фотон и его энергию.
4. Частица массой m находится в одномерной прямоугольной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками в основном состоянии. Ширина ямы L . Какова вероятность обнаружить частицу в малом интервале $\Delta l = 0.1 L$ вблизи левой стенки?
5. Определить с какой скоростью должен двигаться электрон, чтобы его импульс был равен импульсу фотона, длина волны которого 0.5 мкм.
6. Постоянная дифракционной решетки в 4 раза больше длины волны монохроматического света, нормально падающего на ее поверхность. Определить угол между двумя первыми симметричными дифракционными максимумами.
7. На диафрагму с круглым отверстием диаметром 2 мм падает нормально пучок света с длиной волны 0.5 мкм. Определить расстояние от точки наблюдения до отверстия, если отверстие открывает три первых зоны Френеля.

ВАРИАНТ 18

1. Фотоэффект у некоторого металла начинается при частоте падающего света $\nu_0=6 \times 10^{14} \text{ с}^{-1}$. Определите частоту света, при которой освобождаемые им с поверхности металла электроны полностью задерживаются разностью потенциалов в 3 В. Найдите работу выхода для данного металла.

2. Определить энергию W , излучаемую за время $t=1$ мин из смотрового окошка площадью $S=8 \text{ см}^2$ плавильной печи, если ее температура $T=1200\text{K}$.
3. Фотон с импульсом $p_1=3.4 \times 10^{-3} \text{ эВс/м}$ рассеялся на свободном электроны, в результате чего импульс электрона стал $p_2=7.5 \times 10^{-4} \text{ эВс/м}$. Найти: а) угол, под которым рассеялся фотон; б) кинетическую энергию электрона.
4. Пучок электронов прошел ускоряющую разность потенциалов 2 кВ . Известно, что неопределенность скорости составляет 0.05% от ее численного значения. Определить неопределенность координаты электрона.
5. Две частицы протон и электрон, обладающие энергией 2 эВ , движутся в положительном направлении оси x , встречая на своем пути прямоугольный потенциальный барьер шириной 2 нм и высотой 20 эВ . Определить отношение вероятностей прохождения частицами этого барьера.
6. Свет от монохроматического источника с длиной волны 0.6 мкм падает на диафрагму с круглым отверстием. Диаметр отверстия 6 мм . На каком расстоянии от отверстия нужно расположить экран для наблюдения дифракционной картины, чтобы в отверстии укладывалось 3 зоны Френеля? Каким при этом будет центр дифракционной картины: темным или светлым?
7. На дифракционную решетку в направлении нормали к поверхности падает монохроматический свет. Период решетки 2 мкм . Какого наибольшего порядка дифракционный максимум дает эта решетка в случае красного света ($\lambda=0.7 \text{ мкм}$) и в случае фиолетового ($\lambda=0.41 \text{ мкм}$)?

ВАРИАНТ 19

1. Красная граница фотоэффекта для калия соответствует длине волны $\lambda_0=577 \text{ нм}$. Вычислите минимальную энергию кванта, необходимую для освобождения фотоэлектрона из данного металла.
2. Определить энергию W , излучаемую за время $t=1$ мин из смотрового окошка площадью $S=8 \text{ см}^2$ плавильной печи, если ее температура $T=1200\text{K}$.
3. Рентгеновские лучи с длиной волны $\lambda=0.2 \text{ А}$ испытывают комптоновское рассеяние. При этом изменение длины волны этих лучей при рассеянии равно $\Delta\lambda=0.024 \text{ А}$. Найти энергию электрона отдачи.
6. Определить длину волны монохроматического света, падающего нормально на дифракционную решетку с периодом 2.3 мкм , если угол между направлениями на максимумы первого и второго порядка 15° ?

ВАРИАНТ 20

1. При облучении фотокатода светом с длиной волны 491 нм задерживающий потенциал оказался равным 710 мВ . При облучении светом с другой длиной волны задерживающий потенциал стал равным 1.43 В . Найдите: а) значение новой длины волны; б) работу выхода материала фотокатода.
2. Найти, какое количество энергии с 10 см^2 поверхности за 1 мин излучает абсолютно черное тело, если известно, что максимальная спектральная плотность его энергетической светимости приходится на длину волны в 4840 А .
3. При комптоновском рассеянии длина волны падающего излучения $\lambda=0.003 \text{ нм}$, скорость электрона отдачи равна $0.6 c$ (c - скорость света). Определите изменение длины волны фотона и угол под которым он рассеется.

6. Вычислить радиусы первых трех зон Френеля, если расстояние от источника до волновой поверхности составляет 2 м, а расстояние от волновой поверхности до точки наблюдения 1 м. Длина волны 0.5 мкм.

Семестр- 3, РГЗ

Расчетно-графическое задание по теме: Электричество и магнетизм. Задание выдается по методическим указаниям "Электричество , магнетизм", Новосибирск, 2008 г, №3568

Предполагаемое время на выполнение данного вида работы - 16 ч.

Семестр- 3, Индив. работа

8 ч.

Но преподаватель еженедельно проводит консультации для студентов.

Семестр- 3, Подготовка к занятиям

Для подготовки к занятиям необходимо изучить соответствующий лекционный материал, материал из основной (дополнительной) и методической литературы.

Выполнить соответствующие домашние задания.

Подготовиться к выполнению предстоящей лабораторной работы.

Подготовиться к контрольной работе.

Подготовиться к защите РГЗ.

Подготовиться к экзамену.

Предполагаемое время на выполнение данного вида работы - 46 ч.

Семестр- 4, Контрольные работы

ВАРИАНТ 1

1. Плоский алюминиевый электрод освещается ультрафиолетовым светом с длиной волны $\lambda=83$ нм. Красная граница фотоэффекта для алюминия соответствует длине волны $\lambda_0=332$ нм. Найти скорость фотоэлектронов.
2. Черное тело нагрето до температуры $T=1000$ К. На какой длине волны мощность излучения максимальна?
3. Определить максимальное изменение длины волны при комптоновском рассеянии: 1) на свободных электронах; 2) на свободных протонах.
4. Протон с энергией 5 эВ движется в положительном направлении оси x , встречая на своем пути прямоугольный потенциальный барьер высотой 10 эВ и шириной 0.1 нм. Определить во сколько раз нужно сузить барьер, чтобы вероятность прохождения протона через него была такой же, как для электрона при вышеприведенных условиях.
5. Определить длину волны де Бройля α - частицы и протона, прошедших одинаковую ускоряющую разность потенциалов 1 кВ. Масса покоя α - частицы $6.64 \cdot 10^{-27}$ кг. Начальные скорости принять равными нулю.
6. От двух когерентных источников S_1 и S_2 ($\lambda = 0.8$ мкм) лучи попадают на экран. На экране наблюдается интерференционная картина. Когда на пути одного из лучей перпендикулярно ему поставили мыльную пленку ($n = 1.33$) , интерференционная картина изменилась на противоположную. При какой наименьшей толщине пленки это возможно?
7. Определить постоянную решетки, которая позволила бы наблюдать спектральную линию для волны 4000 А только в одном порядке.

ВАРИАНТ 2

2. При освещении изолированного вакуумного фотоэлемента желтым светом ($\lambda_1= 600$ нм) он заряжается до разности потенциалов $V_1=1.2$ В. До какой разности потенциалов зарядится фотоэлемент при освещении его фиолетовым светом ($\lambda_2=400$ нм)?

2. Шарик радиусом $R=1$ см нагрет до температуры $T=1000$ К. Считая излучение шарика черным определить полную мощность, излучаемую этим шариком в пространство.
3. При комптоновском рассеянии энергия падающего фотона распределяется поровну между рассеянным фотоном и электроном отдачи. Угол рассеяния равен $\pi/2$. Найти энергию и импульс рассеянного фотона.
4. Электрон локализован в области с линейными размерами 1 мкм. Среднее значение его кинетической энергии 4 эВ. Оцените с помощью соотношения неопределенностей относительную неопределенность скорости электрона.
5. Заряженная частица, ускоренная разностью потенциалов 200 В, имеет длину волны де Бройля, равную 0.002 нм. Найдите массу этой частицы, если известно, что ее заряд равен заряду электрона.
6. На дифракционную решетку в направлении нормали к ее поверхности падает монохроматический свет. Период решетки 2 мкм. Какой наибольший порядок спектра дает эта решетка в случае красного света ($\lambda = 0.7$ мкм) ? Сколько максимумов будет наблюдаться при освещении этой решетки фиолетовым светом ($\lambda = 0.41$ мкм)?
7. Свет с длиной волны 0.6 мкм падает нормально на щель шириной $2 \cdot 10^{-5}$ м. Найти ширину главного максимума дифракционной картины, если расстояние до экрана 1 м.

ВАРИАНТ 3

1. При поочередном освещении поверхности некоторого металла светом с длинами волн $\lambda_1=0,35$ мкм и $\lambda_2=0,54$ мкм обнаружили, что соответствующие максимальные скорости фотоэлектронов отличаются друг от друга в $\eta=2$ раза. Найти работу выхода с поверхности этого металла.
2. Тонкий диск радиусом $R=1$ см нагрет до температуры $T=1000$ К. Считая излучение диска черным определить полную мощность, излучаемую этим диском в пространство.
3. Фотон с энергией $\varepsilon= 0.4$ МэВ рассеялся под углом $\theta=90^\circ$ на свободном электроне. Определить длину волны рассеянного фотона и его энергию.
4. Электрон находится в одномерной прямоугольной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками. Ширина ямы 0,2 нм, энергия электрона 37,8 эВ. Определить номер энергетического уровня, на котором находится электрон и величину его волнового вектора.
5. Кинетическая энергия электрона равна удвоенному значению энергии покоя. Вычислить длину волны де Бройля для этого электрона.
6. На пути луча света поставлена стеклянная пластинка ($n = 1.3$) толщиной 1 мм так, что угол падения луча 30° . Насколько изменится оптическая длина пути луча?
7. При нормальном падении света на дифракционную решетку угол дифракции для линии 0.65 мкм во втором порядке равен 45° . Найти угол дифракции для линии 0.5 мкм в третьем порядке.

ВАРИАНТ 4

1. При исследовании вакуумного фотоэлемента оказалось, что при освещении катода светом частоты $\nu_0=10^{15}$ Гц фототок с поверхности катода прекращается при задерживающей разности потенциалов $V_3=2$ В между катодом и анодом. Определить работу выхода материала катода.

2. В полости, стенки которой нагреты до температуры 1900 К просверлено небольшое отверстие диаметром 1 мм. Чему будет равен поток энергии излучения через это отверстие?
3. Энергия рентгеновских лучей равна 0.6 МэВ. Найти энергию электрона отдачи, если известно, что длина волны рентгеновских лучей после комптоновского рассеяния изменилась на 20%.
4. Протон с энергией 5 эВ движется в положительном направлении оси x , встречая на своем пути прямоугольный потенциальный барьер высотой 10 эВ и шириной 0.1 нм. Определить вероятность прохождения протоном этого потенциального барьера.
5. На две тонкие щели, расположенные друг от друга на расстоянии 5 мкм падает пучок электронов с энергией 1 кэВ. На расстоянии 5 м от щелей находится экран. Каково расстояние между соседними минимумами на экране?
6. На пластинку со щелью, ширина которой 0.05 мм, падает нормально монохроматический свет с длиной волны 0.7 мкм. Найти угол, соответствующий первому дифракционному максимуму.
7. Монохроматический свет нормально падает на дифракционную решетку. Определить угол дифракции, соответствующий максимуму 4 порядка, если максимум третьего порядка виден под углом 18° .

ВАРИАНТ 5

1. Для измерения постоянной Планка катод вакуумного фотоэлемента освещается монохроматическим светом. При длине волны излучения $\lambda=620$ нм ток фотоэлектронов прекращается, если в цепь между катодом и анодом включить задерживающий потенциал V_z не меньше определенного значения. При увеличении длины волны на 25% задерживающий потенциал оказывается на 0.4В меньше. Определить по этим данным постоянную Планка.
2. Чему равна мощность теплового излучения тела, нагретого до температуры 500 $^\circ\text{C}$, поглощательная способность которого равна 0.9, площадь излучающей поверхности равна 0.5 м^2 ?
3. Узкий пучок монохроматического рентгеновского излучения падает на рассеивающее вещество. При этом длины волн излучения, рассеянного под углами $\theta_1=60^\circ$ и $\theta_2=120^\circ$, отличаются друг от друга в $\eta=2.0$ раза. Считая, что рассеяние происходит на свободных электронах, найти длину волны падающего излучения.
4. Если допустить, что неопределенность координаты движущейся частицы равна дебройлевской длине волны, то какова будет неопределенность Δp р/р этой частицы?
5. Пользуясь условием Вульфа- Брэггов , найдите первых три значения ускоряющей разности потенциалов, при которых наблюдается максимальное отражение электронов в следующем опыте : пучок электронов падает на естественную грань монокристалла под углом скольжения 30° , отраженные электроны наблюдаются под углом, равным углу падения. Постоянная кристаллической решетки 2.4 А.
6. На экране, расположенном за дифракционной решеткой, освещенной нормально падающим монохроматическим светом, спектр третьего порядка виден под углом 30° . Под каким углом виден спектр четвертого порядка?
7. Определить угловое положение максимумов первого, второго и третьего порядков при дифракции света с длиной волны 0.5 мкм на длинной щели шириной 15 мкм.

ВАРИАНТ 6

1. Кванты света с энергией $\epsilon=4.9$ эВ вырывают фотоэлектроны из металла с работой выхода $A=4.5$ эВ. Найти максимальную скорость фотоэлектрона.

2. Чему равна мощность теплового излучения тела человека, находящегося при нормальной температуре $34\text{ }^{\circ}\text{C}$? Площадь поверхности тела равна 1.8 м^2 .
3. Рентгеновское излучение длиной волны $\lambda=55.8\text{ пм}$ рассеивается плиткой графита. Определить частоту света, рассеянного под углом $\theta=60^{\circ}$ к направлению падающего пучка света.
4. Электрон находится в одномерной прямоугольной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками. Ширина ямы L . В каких точках внутри ямы плотность вероятности нахождения частицы на втором и третьем уровне одинакова?
5. Найдите длину волны де Бройля электрона, имеющего кинетическую энергию 10 кэВ , 1 МэВ .
6. На тонкую пленку в направлении нормали к ее поверхности падает монохроматический свет с длиной волны 500 нм . Отраженный от нее свет максимально усилен вследствие интерференции. Определить минимальную толщину пленки, если ее показатель преломления $n = 1.4$.
7. На каком расстоянии друг от друга будут находиться на экране две линии спектра ртути с длинами волн 5770 А и 5791 а в спектре первого порядка, полученном при помощи дифракционной решетки с постоянной $4\cdot 10^{-4}\text{ см}$? Фокусное расстояние линзы, проецирующей спектр на экран, равно 60 см .

ВАРИАНТ 7

1. Катод фотоэлемента освещается монохроматическим светом с длиной волны λ . При отрицательном потенциале на аноде $V_1=-1.6\text{ В}$ ток в цепи прекращается. При изменении длины волны света в 1.5 раза для прекращения тока потребовалось подать на анод отрицательный потенциал $V_2=-1.8\text{ В}$. Определить работу выхода материала катода.
2. Мощность теплового излучения тела, находящегося при некоторой температуре равна 12 мВт . Какова станет мощность излучения этого же тела, если его температуру увеличить в два раза?
3. Энергия ε падающего фотона равна энергии покоя электрона. Определить энергию рассеянного фотона и энергию, полученную электроном отдачи, если угол рассеяния θ равен: 1) 60° ; 2) 90° ; 3) 180° .
4. Частица массой m находится в одномерной прямоугольной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками. Ширина ямы L . Найти отношение разности энергий соседних уровней $\Delta E_{n,n+1}$ к энергии E_n частицы в трех случаях $n=2$, $n=5$, $n=\infty$.
5. Вычислить длину волны де Бройля протона, прошедшего ускоряющую разность потенциалов 1 МВ , 1 ГВ .
6. Расстояние от щелей до экрана в опыте Юнга равно 1 м . Определить расстояние между щелями, если на экране на длине 1 см укладывается 10 темных интерференционных полос. Длина волны 0.7 мкм .
7. Определить расстояние между светлыми полосами дифракционной картины, получающейся от дифракции света с длиной волны 0.55 мкм на щели шириной 20 мкм , если расстояние от щели до экрана 2 м .

ВАРИАНТ 8

1. Найти величину задерживающего потенциала для фотоэлектронов, испускаемых при освещении калия светом, длина волны которого равна 3300 А . Работа выхода электронов из калия 2.15 эВ .
2. Максимум спектральной мощности излучения абсолютно черного тела приходится на длину волны 25 мкм . Затем температуру тела увеличивают таким образом, чтобы полная

мощность излучения тела удвоилась. Найдите: а) новую температуру тела; б) длину волны на которую приходится максимум спектральной плотности излучения.

3. При облучении вещества фотонами с длиной волны 0.05 А рассеяние фотонов происходит под углом $\beta=20^\circ$. Каков импульс электрона отдачи?

4. Используя соотношение неопределенностей, оценить наименьшие ошибки в определении импульса электрона и протона, если координаты центра масс могут быть установлены с точностью 0.01мм.

5. Найдите длину волны де Бройля электрона, летящего со скоростью 10^8 см/с, и шарика массой 1 г, движущегося со скоростью 1см/с. Нужно ли учитывать волновые свойства электрона и шарика?

6. Постоянная дифракционной решетки в 4 раза больше длины волны монохроматического света, нормально падающего на ее поверхность. Определить угол между двумя первыми симметричными дифракционными максимумами.

7. На стеклянную пластинку (показатель преломления 1.5) нанесена прозрачная пленка (показатель преломления 1.4). На пленку нормально к поверхности падает монохроматический свет. Какова наименьшая толщина пленки, если в результате интерференции отраженные лучи максимально ослаблены?

ВАРИАНТ 9

1. Определить красную границу фотоэффекта для цинка и максимальную скорость фотоэлектронов, вырываемых с его поверхности электромагнитным излучением с длиной волны 250 нм. Работа выхода для цинка равна 3.74 эВ.

2. Температура вольфрамовой нити в электрической лампочке обычно равна примерно 3200 К. Считая, что нить излучает как абсолютно черное тело, определите частоту на которую приходится максимум спектральной мощности излучения.

3. Фотон с энергией 250 кэВ рассеялся под углом $\theta=120^\circ$ на первоначально покоившемся свободном электроне. Определить: а) энергию рассеянного фотона; б) кинетическую энергию отдачи электрона.

4. Найти длину волны де Бройля электрона с энергией 50 эВ, прошедшего бесконечно широкий прямоугольный потенциальный барьер с высотой 20 эВ.

5. Какую энергию надо сообщить электрону, чтобы его де Бройлевская длина волны уменьшилась со 100 нм до 50 нм?

6. На дифракционную решетку нормально падает параллельный пучок лучей белого цвета. Спектры третьего и четвертого порядков накладываются друг на друга. На какую длину волны в спектре четвертого порядка накладывается граница спектра третьего порядка ($\lambda = 0.78$ мкм)?

7. Посередине между точкой наблюдения и точечным источником расположен непрозрачный экран с круглым отверстием. При каком наименьшем размере отверстия в точке наблюдения будет максимум интенсивности света, если расстояние от экрана до точки наблюдения равно 0.5 м, а длина волны света 0.6 мкм.

ВАРИАНТ 10

1. Натрий освещают монохроматическим светом с длиной волны 40 нм. Определить наименьшее значение задерживающего напряжения, при котором фототок прекратится. Красная граница фотоэффекта для натрия 584 нм.

2. Площадь, ограниченная графиком спектральной плотности энергетической светимости черного тела при переходе от температуры T_1 к температуре T_2 уменьшилась в 3 раза.

Определить, как при этом изменится длина волны, соответствующая максимуму спектральной плотности энергетической светимости.

3. Фотон с энергией $\varepsilon = 0.25$ МэВ рассеялся на свободном электроне. Энергия ε' рассеянного фотона равна 0.2 МэВ. Определить угол рассеяния θ .

4. Исходя из соотношения неопределенностей, оцените энергию основного состояния атома водорода.

5. Определите энергию и импульс электрона, имеющего длину волны де Бройля 0.1 нм.

6. На дифракционную решетку, содержащую 600 штрихов на миллиметр, падает нормально белый свет. Спектр проектируется помещенной вблизи решетки линзой на экран. Определить длину спектра первого порядка на экране, если расстояние от линзы до экрана 1.2 м. Границы видимого спектра $\lambda_1 = 0.78$ мкм и $\lambda_2 = 0.4$ мкм.

7. На длинную щель шириной 30 мкм падает нормально свет с длиной волны 0.65 мкм.

Найти положение первых трех максимумов дифракционной картины, которая наблюдается на экране, расположенном на расстоянии 1.5 м от щели.

ВАРИАНТ 11

1. “Красная граница” для цезия $\lambda = 6.6 \times 10^{-7}$ м. Найдите: а) работу выхода электронов из цезия; б) максимальную скорость и энергию электронов, вырываемых из цезия излучением с длиной волны $\lambda = 220$ нм.

2. Нагретая до 2500 К поверхность площадью 10 см² излучает в 10 с 6700 Дж. Чему равен коэффициент поглощения этой поверхности?

3. Угол рассеяния θ фотона равен 90°. Угол отдачи ϕ электрона равен 30°. Определить энергию ε падающего фотона.

4. Кинетическая энергия электрона в атоме водорода составляет величину порядка 10 эВ. Используя соотношение неопределенностей оценить минимальные линейные размеры атома.

5. Протон обладает кинетической энергией 1 кэВ. Определите дополнительную энергию, которую необходимо ему сообщить, чтобы уменьшилась в 3 раза.

6. На грань кристалла каменной соли падает нормально пучок рентгеновских лучей. Расстояние между атомными плоскостями кристалла 280 пм. Под углом 65° к плоскости грани наблюдается дифракционный максимум первого порядка. Определить длину волны рентгеновских лучей.

7. Предельный угол полного отражения для пучка света на границе кристалла каменной соли с воздухом равен 40.5°. Определить угол Брюстера при падении света из воздуха на поверхность этого кристалла.

ВАРИАНТ 12

1. При освещении некоторого металла излучением с длиной волны $\lambda_1 = 279$ нм задерживающий потенциал равен 0.66 В, при длине волны $\lambda_2 = 245$ нм задерживающий потенциал становится равным 1.26 В. Считая заряд электрона и скорость света известными, определите постоянную Планка и работу выхода электрона из данного металла.

2. Спираль электролампочки мощностью 25 Вт имеет площадь 0.403 см². Температура накала 2177 К. Чему равен коэффициент поглощения вольфрама при этой температуре?

3. Длина волны света, падающего на вещество со свободными электронами, $\lambda=0.003$ нм. Какую энергию приобретут электроны отдачи при рассеянии кванта под углом $\beta=60^\circ$?
4. Частица массой m находится в одномерной прямоугольной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками в основном состоянии. Ширина ямы L . Какова вероятность обнаружить частицу в малом интервале $\Delta l = 0.1 L$ вблизи середины ямы?
5. Электрон, двигающийся со скоростью 5000 км/с, попадает в однородное электрическое поле напряженностью 10 В/см. Какое расстояние должен пройти электрон в поле, чтобы, чтобы длина волны де Бройля электрона стала равной 0.1 нм.
6. На непрозрачную пластинку с узкой щелью падает нормально плоская монохроматическая световая волна $\lambda = 0.6$ мкм. Угол отклонения лучей, соответствующий второму дифракционному максимуму равен 20° . Определить ширину щели.
7. На плоскую дифракционную решетку с постоянной $4 \cdot 10^{-4}$ см падает нормально пучок белого света. Определить протяженность видимого участка спектра первого порядка, спроектированного на экран линзой с фокусным расстоянием 50 см. Длины волн границ видимого света можно принять 3800 А (фиолетовая граница) и 7600 А (красная граница).

ВАРИАНТ 13

1. Плоскую цинковую пластинку освещают излучением со сплошным спектром, коротковолновая граница которого соответствует длине волны $\lambda=30$ нм. Вычислите, на какое максимальное расстояние от поверхности пластинки может удалиться фотоэлектрон, если вне пластинки имеется задерживающее однородное электрическое поле с напряженностью $E=10$ В/см. Работа выхода электронов из цинка равна 3.74 эВ.
2. Нагретая до 2500 К поверхность площадью 10 см^2 излучает в 10 с 6700 Дж. Чему равен коэффициент поглощения этой поверхности?
3. Фотон с длиной волны $\lambda=6$ пм рассеялся под прямым углом на покоившемся свободном электроне. Найти: частоту рассеянного фотона.
4. Частица массой m находится в одномерной прямоугольной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками в основном состоянии. Ширина ямы L . Какова вероятность обнаружить частицу в малом интервале $\Delta l = 0.1 L$ вблизи правой стенки?
5. Электрон обладает кинетической энергией 1,02 МэВ. Во сколько раз изменится длина волны де Бройля, если кинетическая энергия электрона уменьшается в 2 раза.
6. Луч света переходит из глицерина ($n = 1.47$) в стекло ($n = 1.5$) так, что луч, отраженный от границы раздела этих сред оказывается максимально поляризованным. Определить угол между падающим и преломленным лучами.
7. Дифракционная картина наблюдается на расстоянии 1 м от точечного источника монохроматического света с длиной волны 0.65 мкм. Посередине между источником и точкой наблюдения помещен непрозрачный диск. При каком наименьшем радиусе диска в точке наблюдения будет иметь место максимум интенсивности?

ВАРИАНТ 14

1. Красная граница фотоэффекта для некоторого металла равна 2750 А. Найти: 1) работу выхода электрона из этого металла, 2) максимальную скорость электронов, вырываемых из этого металла светом с длиной волны 1800 А.
2. Абсолютно черное тело находится при температуре $T_1=2900^\circ\text{К}$. В результате остывания этого тела длина волны, на которую приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости, изменилась на $\Delta\lambda=9$ мкм. До какой температуры T_2 охладилось тело?

3. Фотон с энергией 0.15 МэВ рассеялся на покоившемся свободном электроне, в результате чего его длина волны изменилась на $\Delta\lambda=3$ пм. Найти угол, под которым вылетел комптоновский электрон.
4. Электрон, двигаясь в положительном направлении оси x , встречает на своем пути бесконечно широкий потенциальный барьер высотой 100 эВ. Длина волны де Бройля электрона после прохождения потенциального барьера 172 пм. Найти первоначальную длину волны де Бройля электрона (до потенциального барьера).
5. Параллельный поток электронов падает нормально на диафрагму с двумя узкими щелями, расстояние между которыми 50 мкм. Ширина дифракционного максимума на экране, расположенном на расстоянии 100 см от щелей, равна 5 мкм. Найти разность потенциалов, ускоряющую электроны.
6. При прохождении света через трубку длиной 20 см, содержащую 10% раствор сахара, плоскость поляризации повернулась на угол $\phi_1=13.3^\circ$. В другом растворе сахара, налитом в трубку длиной 15 см, плоскость поляризации повернулась на угол $\phi_2=5.2^\circ$. Определить концентрацию второго раствора.
7. При освещении дифракционной решетки белым светом спектры второго и третьего порядка отчасти перекрываются. На какую длину волны в спектре второго порядка накладывается фиолетовая линия ($\lambda=0.4$ мкм) спектра третьего порядка?

ВАРИАНТ 15

1. Чему равны максимальные скорости фотоэлектронов, вырываемых с поверхности цезия и платины излучением с длиной волны: а) $\lambda_1=185$ нм; б) $\lambda_2=422.7$ нм? Работы выхода электронов из платины и цезия равны, соответственно 5.29 эВ и 1.89 эВ.
2. При увеличении температуры абсолютно черного тела его интегральная энергетическая светимость увеличилась в 5 раз. Во сколько раз при этом изменилась длина волны, на которую приходится максимум спектральной плотности излучения?
3. Определить импульс P электрона отдачи при эффекте Комптона, если фотон с энергией, равной энергии покоя электрона, был рассеян на угол $\theta=180^\circ$.
4. Частица массой m находится в одномерной прямоугольной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками на третьем энергетическом уровне. Ширина ямы L . Какова вероятность обнаружить частицу в средней трети ямы?
5. Узкий пучок моноэнергетических электронов падает на поверхность монокристалла никеля. В направлении, составляющем угол 60° с нормалью к поверхности, наблюдается максимум отражения четвертого порядка при энергии электронов 180 эВ. Вычислить постоянную кристаллической решетки.
6. Точечный источник света ($\lambda = 0.5$ мкм) расположен на расстоянии 1 м перед диафрагмой с круглым отверстием диаметра 2 мм. Определить расстояние от диафрагмы до точки наблюдения, если отверстие открывает три зоны Френеля.
7. На дифракционную решетку, содержащую 400 штрихов на 1 мм падает нормально монохроматический свет с длиной волны 0.6 мкм. Найти общее количество дифракционных максимумов, которые дает эта решетка. Определить угол дифракции, соответствующий последнему максимуму.

ВАРИАНТ 16

1. Медный шарик, удаленный от других тел, облучают монохроматическим светом с длиной волны $\lambda=2 \times 10^{-7}$ м. До какого максимального потенциала зарядится шарик, теряя фотоэлектроны? Работы выхода электронов из меди равна 5 эВ.
2. При увеличении термодинамической температуры T абсолютно черного тела в 2 раза длина волны λ_m , на которую приходится максимум спектральной плотности излучательности уменьшилась на $\Delta\lambda=400$ нм. Определить начальную и конечную температуры T_1 и T_2 .

3. Фотон с энергией 0.15 МэВ рассеялся на покоившемся свободном электроне, в результате чего его длина волны изменилась на $\Delta\lambda=3$ пм. Найти скорость комптоновского электрона.
4. Частица массой m находится в одномерной прямоугольной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками в основном состоянии. Ширина ямы L . Какова вероятность обнаружить частицу в крайней четверти ямы?
5. Узкий пучок моноэнергетических электронов падает под углом скольжения 30° на естественную грань кристалла алюминия. Расстояние между соседними плоскостями 0.2 нм. При некотором ускоряющем напряжении U_0 наблюдается максимум зеркального отражения. Рассчитайте U_0 , если известно, что следующий максимум зеркального отражения возникает при увеличении ускоряющего напряжения в 2.5 раза.
6. На плоской стеклянной поверхности образована тонкая прозрачная пленка толщиной 0.395 мкм. Какую окраску примет пленка при освещении ее белым светом, падающим под углом 30° ? Показатель преломления стекла 1.5, показатель преломления пленки 1.4.
7. На дифракционную решетку длиной 2 мм, содержащую 500 штрихов падает нормально монохроматический свет с длиной волны 0.6 мкм. Найти количество максимумов, наблюдаемых в спектре дифракционной решетки и угол, соответствующий последнему максимуму.

ВАРИАНТ 17

1. Красная граница фотоэффекта для некоторого металла равна 2750 А. Чему равно минимальное значение энергии фотона, вызывающего фотоэффект?
2. Определить отношение мощностей излучения 1 см^2 поверхности абсолютно черного тела в диапазоне длин волн от 695 мкм до 705 мкм (участок красного цвета) и от 395 мкм до 405 мкм (участок фиолетового цвета). Температура тела равна 4000 К.
3. Фотон с энергией 0.15 МэВ рассеялся на покоившемся свободном электроне, в результате чего его длина волны изменилась на $\Delta\lambda=3$ пм. Найти угол, под которым рассеялся фотон и его энергию.
4. Частица массой m находится в одномерной прямоугольной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками в основном состоянии. Ширина ямы L . Какова вероятность обнаружить частицу в малом интервале $\Delta l = 0.1 L$ вблизи левой стенки?
5. Определить с какой скоростью должен двигаться электрон, чтобы его импульс был равен импульсу фотона, длина волны которого 0.5 мкм.
6. Постоянная дифракционной решетки в 4 раза больше длины волны монохроматического света, нормально падающего на ее поверхность. Определить угол между двумя первыми симметричными дифракционными максимумами.
7. На диафрагму с круглым отверстием диаметром 2 мм падает нормально пучок света с длиной волны 0.5 мкм. Определить расстояние от точки наблюдения до отверстия, если отверстие открывает три первых зоны Френеля.

ВАРИАНТ 18

1. Фотоэффект у некоторого металла начинается при частоте падающего света $\nu_0=6 \times 10^{14} \text{ с}^{-1}$. Определите частоту света, при которой освобождаемые им с поверхности металла электроны полностью задерживаются разностью потенциалов в 3 В. Найдите работу выхода для данного металла.
2. Определить энергию W , излучаемую за время $t=1$ мин из смотрового окошка площадью $S=8 \text{ см}^2$ плавильной печи, если ее температура $T=1200 \text{ К}$.
3. Фотон с импульсом $p_1=3.4 \times 10^{-3} \text{ эВс/м}$ рассеялся на свободном электроне, в результате чего импульс электрона стал $p_2=7.5 \times 10^{-4} \text{ эВс/м}$. Найти: а) угол, под которым рассеялся фотон; б) кинетическую энергию электрона.

4. Пучок электронов прошел ускоряющую разность потенциалов 2 кВ. Известно, что неопределенность скорости составляет 0.05 % от ее численного значения. Определить неопределенность координаты электрона.
5. Две частицы протон и электрон, обладающие энергией 2 эВ, движутся в положительном направлении оси x , встречая на своем пути прямоугольный потенциальный барьер шириной 2 пм и высотой 20 эВ. Определить отношение вероятностей прохождения частицами этого барьера.
6. Свет от монохроматического источника с длиной волны 0.6 мкм падает на диафрагму с круглым отверстием. Диаметр отверстия 6 мм. На каком расстоянии от отверстия нужно расположить экран для наблюдения дифракционной картины, чтобы в отверстии укладывалось 3 зоны Френеля? Каким при этом будет центр дифракционной картины: темным или светлым?
7. На дифракционную решетку в направлении нормали к поверхности падает монохроматический свет. Период решетки 2 мкм. Какого наибольшего порядка дифракционный максимум дает эта решетка в случае красного света ($\lambda=0.7$ мкм) и в случае фиолетового ($\lambda=0.41$ мкм)?

ВАРИАНТ 19

1. Красная граница фотоэффекта для калия соответствует длине волны $\lambda_0=577$ нм. Вычислите минимальную энергию кванта, необходимую для освобождения фотоэлектрона из данного металла.
2. Определить энергию W , излучаемую за время $t=1$ мин из смотрового окошка площадью $S=8$ см² плавильной печи, если ее температура $T=1200$ К.
3. Рентгеновские лучи с длиной волны $\lambda=0.2$ А испытывают комптоновское рассеяние. При этом изменение длины волны этих лучей при рассеянии равно $\Delta\lambda=0.024$ А. Найти энергию электрона отдачи.
6. Определить длину волны монохроматического света, падающего нормально на дифракционную решетку с периодом 2.3 мкм, если угол между направлениями на максимумы первого и второго порядка 15° ?

ВАРИАНТ 20

1. При облучении фотокатода светом с длиной волны 491 нм задерживающий потенциал оказался равным 710 мВ. При облучении светом с другой длиной волны задерживающий потенциал стал равным 1.43 В. Найдите: а) значение новой длины волны; б) работу выхода материала фотокатода.
2. Найти, какое количество энергии с 10 см² поверхности за 1 мин излучает абсолютно черное тело, если известно, что максимальная спектральная плотность его энергетической светимости приходится на длину волны в 4840 А.
3. При комптоновском рассеянии длина волны падающего излучения $\lambda=0.003$ нм, скорость электрона отдачи равна 0.6 с (с- скорость света). Определите изменение длины волны фотона и угол под которым он рассеется.
6. Вычислить радиусы первых трех зон Френеля, если расстояние от источника до волновой поверхности составляет 2 м, а расстояние от волновой поверхности до точки наблюдения 1 м. Длина волны 0.5 мкм.

Расчетно-графическое задание выполняется по методическим указаниям "Оптика, тепловое излучение, квантовая природа излучения, элементы квантовой механики, элементы физики твердого тела, ядерная физика", Новосибирск 2006, № 3067

Предполагаемое время на выполнение данного вида работы - 16 ч.

Семестр- 4, Индив. работа

20 ч.

Но преподаватель еженедельно проводит консультации для студентов.

Семестр- 4, Подготовка к занятиям

Для подготовки к занятиям необходимо изучить соответствующий лекционный материал, материал из основной (дополнительной) и методической литературы.

Выполнить соответствующие домашние задания.

Подготовиться к выполнению предстоящей лабораторной работы.

Подготовиться к контрольной работе.

Подготовиться к защите РГЗ.

Подготовиться к экзамену.

Предполагаемое время на выполнение данного вида работы - 90 ч.

6. Правила аттестации студентов по учебной дисциплине

Правила аттестации студентов по курсу "ФИЗИКА"
с итоговой аттестацией в форме экзамена

1. Рейтинг студента по курсу "Физика" складывается из рейтинга $R_{тек}$ за текущую работу в семестре и итогового рейтинга $R_{итог}$ за экзаменационную работу:

$$R = R_{тек} + R_{итог}$$

При этом максимальное число баллов составляет:

$$R_{тек. макс} = 60, R_{итог. макс} = 40, R_{макс} = 100$$

2. Текущая аттестация студента по курсу "Физика"

За текущую учебную деятельность начисляется следующее число баллов

Учебная деятельность студента в аудитории (текущая работа + КР) (РГР)	Выполнение лабораторных работ	Решение задач
	Самостоятельное решение задач	
Максимальное число баллов 15	24	21
Минимальное число баллов 4	6	5

Максимальное число баллов определяет уровень оценки А+ по ECTS ("отлично" без сдачи экзамена). Минимальное число баллов определяет допуск к экзамену по физике.

3. Дополнительное число баллов

Студенты, получившие высокие рейтинги к 13 контрольной неделе, могут претендовать на получение дополнительного числа баллов (максимум до 40), которые позволят им получить оценку "отлично" без сдачи экзамена ("автомат").

Дополнительная учебная деятельность студента Учебная работа по индивидуальному заданию преподавателя Достижение призового места в олимпиаде по физике
Максимальное число баллов 40 (суммарно)

4. Итоговая аттестация студента

Студенты, набравшие число баллов не менее минимального (15) за текущую работу в семестре, допускаются на экзамен.

Форма экзамена - письменная или устная - определяется преподавателем в начале семестра. Максимальное число баллов, которые студент может получить на экзамене, равно 40.

По сумме текущего рейтинга (учебная работа в течение семестра) и итогового рейтинга (результаты экзаменационной работы) определяется семестровый рейтинг по курсу "Физика" и выставляется оценка в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе (БРС) оценки достижений студентов НГТУ:

Балльно-рейтинговая система оценки достижений студентов НГТУ

Характеристика работы студента баллов рейтинга	Диапазон
Оценка ECTS Традиционная (4-уровневая) шкала оценки	

"Отлично" - работа высокого качества, уровень выполнения отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному 90 - 100

A+97 - 100 отлично зачтено

A94 - 96

A-90 - 93

"Очень хорошо" - работа хорошая, уровень выполнения отвечает большинству требований, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному 80 - 89

B+87 - 89

B84 - 86 хорошо

B-80 - 83

"Хорошо" - уровень выполнения работы отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки 70 - 79

C+77 - 79 хорошо зачтено

C74 - 76

C-70 - 73 удовл

"Удовлетворительно" - уровень выполнения работы отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками. 60 - 69

D+67 - 69

D64 - 66

D-60 - 63

"Посредственно" - работа слабая, уровень выполнения не отвечает большинству требований, теоретическое содержание курса освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены, либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному 50 - 59

E50-59

"Неудовлетворительно" (с возможностью пересдачи) - теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий. 25 - 49

FX25-49неуд не зачтено

"Неудовлетворительно" (без возможности пересдачи) - теоретическое содержание курса освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над

материалом курса не приведет к какому-либо значимому повышению качества выполнения учебных заданий 0 - 24
F0-24

Студенты, набравшие до экзаменационной сессии менее 15 баллов, могут получить недостающие для допуска к экзаменам число баллов (15) путем ликвидации задолженностей по учебной работе за семестр.

Студенты, набравшие после ликвидации задолженностей по учебной работе менее 15 баллов, не допускаются к экзаменам. Они получают оценку "неудовлетворительно" без права пересдачи.

Студенты, получившие оценку "неудовлетворительно" с правом пересдачи, сохраняют свой текущий рейтинг. При пересдаче такой студент может претендовать только на оценку "удовлетворительно".

Студенты, получившие оценку "неудовлетворительно" без права пересдачи, теряют свой текущий рейтинг. Такие студенты изучают курс физики повторно на платной основе. После повторного изучения предмета студент может получить любую оценку.

7. Список литературы

7.1 Основная литература

В печатном виде

1. Трофимова Т. И. Курс физики : учебное пособие для инженерно-технических специальностей вузов / Т. И. Трофимова. - М., 2007. - 557, [1] с. : ил., табл. - Рекомендовано МО.
2. Чертов А. Г. Задачник по физике : [учебное пособие для втузов] / А. Г. Чертов, А. А. Воробьев. - М., 2008. - 640 с. : ил.
3. Волькенштейн В. С. Сборник задач по общему курсу физики : для техн. вузов / В. С. Волькенштейн. - СПб., 2003. - 327 с. : ил.
4. Иродов И. Е. Механика. Основные законы / И. Е. Иродов. - М., 2006. - 309 с. : ил. - Рекомендовано МО.

7.2 Дополнительная литература

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

В печатном виде

1. Механика и термодинамика : лабораторный практикум по физике для 1-го и 2-го курсов всех факультетов и форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. Г. Дубровский и др.]. - Новосибирск, 2009. - 75, [1] с. : ил.
2. Механика, молекулярная физика и термодинамика : методические указания и сборник заданий / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. О. В. Кибис, М. П. Сарина, Ю. В. Соколов]. - Новосибирск, 2007. - 42, [2] с. : ил.
3. Электричество и магнетизм. Ч. 1 : лабораторный практикум по курсу общей физики для 1-2 курсов РЭФ, ФЭН, ФТФ, ИДО всех направлений подготовки и всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. Ф. Ким, Э. А. Кошелев]. - Новосибирск, 2006. - 30, [2] с.
4. Физика. Ч. 1 : лабораторный практикум на основе рабочей станции NI ELVIS : методические указания к лабораторным работам для РЭФ, ФЭН, ФТФ, ЗФ, ИДО всех направлений подготовки и всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. Д. Заикин и др.]. - Новосибирск, 2010. - 62, [2] с. : ил., табл.
5. Колебания, волны, оптика : методические указания и контрольные задания для 1-2 курсов РЭФ, ФЭН, ФТФ дневного отделения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Э. А. Кошелев]. - Новосибирск, 2010. - 73, [1] с. : ил.
6. Колебания. Волны. Оптика : методические указания и контрольные задания для 1-2 курсов РЭФ, ФТФ, ФЭН дневного отделения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. С. В. Спудай, В. Н. Шмыков, Н. С. Сафронова]. - Новосибирск, 2007. - 35, [1] с. : ил.

В электронном виде

1. Механика и термодинамика : лабораторный практикум по физике для 1-го и 2-го курсов всех факультетов и форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. Г. Дубровский и др.]. - Новосибирск, 2009. - 75, [1] с. : ил.. - Режим доступа:
<http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2009/3782.pdf>

2. Механика, молекулярная физика и термодинамика : методические указания и сборник заданий / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. О. В. Кибис, М. П. Сарина, Ю. В. Соколов]. - Новосибирск, 2007. - 42, [2] с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2007/3307.rar>
3. Электричество и магнетизм. Ч. 1 : лабораторный практикум по курсу общей физики для 1-2 курсов РЭФ, ФЭН, ФТФ, ИДО всех направлений подготовки и всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. Ф. Ким, Э. А. Кошелев]. - Новосибирск, 2006. - 30, [2] с.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2007/3266.rar>
4. Физика. Ч. 1 : лабораторный практикум на основе рабочей станции NI ELVIS : методические указания к лабораторным работам для РЭФ, ФЭН, ФТФ, ЗФ, ИДО всех направлений подготовки и всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. Д. Заикин и др.]. - Новосибирск, 2010. - 62, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2010/2010_3784.pdf
5. Колебания, волны, оптика : методические указания и контрольные задания для 1-2 курсов РЭФ, ФЭН, ФТФ дневного отделения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Э. А. Кошелев]. - Новосибирск, 2010. - 73, [1] с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2010/3803.pdf>
6. Колебания. Волны. Оптика : методические указания и контрольные задания для 1-2 курсов РЭФ, ФТФ, ФЭН дневного отделения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. С. В. Спутай, В. Н. Шмыков, Н. С. Сафронова]. - Новосибирск, 2007. - 35, [1] с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2007/3374.rar>

9. Контролирующие материалы для аттестации студентов по дисциплине

Примеры контролирующих заданий к первой части курса физики
Модуль 1 (Механика)

Вариант 1

1. Точка движется по окружности радиуса $R = 2$ м согласно уравнению $\varphi = At^3$, где $A = 2 \text{ м/с}^3$. В какой момент времени нормальное ускорение точки будет равно тангенциальному? Определить полное ускорение точки в этот момент времени.
2. Шар массой $m_1 = 1.0$ кг движется со скоростью $V_1 = 4.0$ м/с и сталкивается с шаром массой $m_2 = 2.0$ кг, движущемуся навстречу ему со скоростью $V_2 = 2.0$ м/с. Найти скорости шаров после удара. Удар считать абсолютно упругим, прямым, центральным.
3. Камень массы m бросили горизонтально с башни высотой h с начальной скоростью V_0 . Пренебрегая сопротивлением воздуха найти работу силы тяжести через t секунд после броска.
4. Обруч и сплошной цилиндр, имеющие одинаковую массу $m = 2.0$ кг, катятся без скольжения с одинаковой скоростью $V = 5.0$ м/с. Найти кинетические энергии этих тел.
5. На краю платформы в виде диска диаметром $D = 2$ м, вращающейся по инерции вокруг вертикальной оси с частотой $n_1 = 8$ об/мин, стоит человек массой $m = 70$ кг. Когда человек перешел в центр платформы, она стала вращаться с частотой $n_2 = 10$ об/мин. Определить массу платформы. Момент инерции человека рассчитывать как для материальной точки.
6. Имеется прямоугольный треугольник, у которого один катет 1 м, а угол между этим катетом и гипотенузой 30° . Найти в системе отсчета, движущейся со скоростью 0.5 с вдоль другого катета длину гипотенузы.
7. Мюоны, рождаясь в верхних слоях атмосферы, пролетают до распада 6 км при скорости 0.995 с. Определить время жизни мюона для наблюдателя на Земле.
8. Какую скорость (в долях скорости света) нужно сообщить частице, чтобы ее кинетическая энергия равнялась удвоенному значению энергии покоя.
9. Покоящаяся частица распалась на новую частицу массой m и на фотон с энергией \dots . Определить массу M распавшейся частицы.

Модуль 2 (Молекулярная физика и термодинамика)

Вариант 1

1. Определить массу газа в баллоне емкостью 90 л при температуре 295 К и давлении $5 \cdot 10^5$ Па, если его плотность при нормальных условиях 1.3 кг/м³.
2. Водород находится при температуре 30 К. Найти среднюю кинетическую энергию вращательного движения одной молекулы, а также суммарную кинетическую энергию всех молекул этого газа, количество вещества водорода 0.5 моль.
3. 2 кг азота охлаждают при постоянном давлении от 400 до 300 К. Определить изменение внутренней энергии, работу и количество выделенной теплоты.
4. Водород массой 40 г, имевший температуру 300 К, адиабатически расширился, увеличив объем в 3 раза. Затем при изотермическом сжатии объем газа уменьшился в 2 раза. Определить полную работу и конечную температуру газа.
5. Тепловая машина с двумя молями двухатомного газа совершает цикл, состоящий из изохоры, изотермы и изобары. Максимальный объем газа в 3 раза больше минимального, изотермический процесс протекает при 450 К. Найти к.п.д. цикла и работу, совершаемую за цикл.
6. Газ, являясь рабочим веществом в цикле Карно, получил от нагревателя теплоту 4.38 кДж и совершил работу 2.4 кДж. Определите температуру нагревателя, если температура охладителя 273 К.

7. Найдите изменение энтропии и количество теплоты, переданное азоту массой 4 г, находящемуся при нормальных условиях. В результате изобарического расширения объем газа изменяется от 5 л до 9 л.

Вопросы к экзамену по первой части курса физики:

1. Принцип относительности Галилея. Преобразования Галилея. Принцип относительности Эйнштейна.
2. Преобразования Лоренца Следствия из преобразований Лоренца (сокращение длины, замедление времени).
3. Инвариантные величины в релятивистской механике. Интервал.
4. Кинетическая энергия в релятивистском случае. Связь между релятивистским импульсом и полной энергией.
5. Сложение скоростей в теории относительности.
6. Основное уравнение динамики вращательного движения.
7. Момент инерции. Теорема Штейнера.
8. Момент импульса. Закон сохранения момента импульса.
9. Характеристики вращательного движения. Кинетическая энергия вращательного движения.
10. Распределение Максвелла.
11. Опытные законы идеального газа.
12. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеальных газов.
13. Барометрическая формула. Распределение Больцмана.
14. Степени свободы. Закон равного распределения энергии по степеням свободы.
15. 1 начало термодинамики. Работа газа. Теплоемкости газа при постоянном объеме и постоянном давлении.
16. Адиабатический процесс, уравнения адиабаты.
17. Применение 1 начала термодинамики к изопроцессам.
18. 2 и 3 начала термодинамики.
19. Статистический и термодинамический смысл энтропии. Закон возрастания энтропии.
20. Тепловые двигатели и холодильные машины. К.п.д. цикла. Цикл Карно.

Примеры контролирующих заданий ко второй части курса физики

Модуль 3 (Электростатика и постоянный ток)

Вариант 1

1. В вершине равностороннего треугольника находятся одинаковые положительные заряды 2 нКл. Найти напряженность поля в середине одной из сторон. Сторона треугольника 10 см. Решение пояснить рисунком.
2. Две параллельно расположенные плоскости заряжены разноименно: одна с поверхностной плотностью $0.4 \cdot 10^{-6}$ Кл/м², а другая $-0.6 \cdot 10^{-6}$ Кл/м². Определить напряженность поля между плоскостями и за ними.
3. Найти напряженность поля на оси тонкого кольца радиуса R, заряженного зарядом Q как функцию расстояния до центра кольца.
4. Электростатическое поле создается шаром радиуса 1 м, равномерно заряженным с общим зарядом 50 нКл. Определить разность потенциалов для точек поля, лежащих на расстоянии 0.3 и 0.8 м от центра шара.
5. Найти разность потенциалов между центрами тонких колец, радиуса R, заряженных зарядами +Q и -Q. Центры колец лежат на одной оси, расстояние между ними H.

6. Найти зависимость напряженности и потенциала электрического поля, создаваемого бесконечным цилиндрическим диэлектрическим слоем с проницаемостью ϵ как функцию расстояния до оси цилиндров (в перпендикулярном оси направлении). Цилиндрический слой заряжен с объемной плотностью ρ . Внешний и внутренний радиусы цилиндров a и b .
7. В пространстве наполовину заполненном парафином ($\epsilon = 2$) создано однородное электрическое поле, напряженность которого в воздухе $E_1 = 2$ В/м. Вектор E_1 образует угол 60° с границей раздела парафин - воздух, которую можно считать плоской. Найти 1) вектор в парафине, 2) поверхностную плотность связанных зарядов, 3) вектор E_2 в парафине.
8. Плоский конденсатор с площадью пластин S заполнен двумя слоями диэлектрика с диэлектрическими проницаемостями ϵ_1 и ϵ_2 и толщинами l_1 и l_2 соответственно. Найти емкость конденсатора.
9. Две концентрические сферы радиуса 20 см и 50 см заряжены одноименно с зарядом 100 нКл. Найти энергию электрического поля, локализованного между сферами.

Модуль 4: (Электромагнетизм)

Вариант 1

1. Круговой виток диаметром 200 мм намотан из 100 витков тонкого провода, по которому течет ток силой 50 мА. Найти индукцию магнитного поля в центре витка и на оси витка на расстоянии 10 см от центра.
2. Коаксиальный кабель состоит из внутреннего и внешнего цилиндров с радиусами соответственно R_1 и R_2 . Вдоль поверхностей этих цилиндров в противоположных направлениях течет ток. Найдите магнитное поле H на расстоянии r от оси кабеля в случаях, когда: а) $R_1 < r < R_2$ б) $r > R_2$
3. Изолированный провод диаметром (с изоляцией) 0,3 мм намотан так, что образует плоскую спираль из $N = 100$ витков. Радиус внешнего витка $R = 30$ мм. Каким магнитным моментом обладает эта спираль, когда по ней идет ток силы $I = 10$ мА? Чему равна в этом случае напряженность магнитного поля в центре спирали?
4. Электрон и протон, удаленные друг от друга на значительное расстояние, находятся в однородном магнитном поле. Зная, что каждый из них движется по окружности, найти отношение их угловых скоростей. Масса протона в 1836 раз больше массы электрона. (Никакие силы, кроме силы Лоренца, на электрон и протон не действуют).
5. В однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,84$ Тл с небольшой скоростью вращается квадратная рамка со стороной $a = 5$ см, состоящая из небольшого числа витков медной проволоки сечением $S = 0,5$ мм². Концы рамки соединены накоротко. Максимальное значение силы тока, индуцируемого в рамке при вращении, $I = 1,9$ А;
6. а) определите число оборотов рамки в секунду;
7. б) скажите, как нужно изменить скорость вращения рамки, чтобы при замене медной проволоки железной сила тока в цепи осталась неизменной.

Модуль 5: Колебания и волны

Вариант 1

1. Некоторая точка движется вдоль оси x по закону $x = A \sin^2(\omega t - \pi/4)$. Найти:
 - а) амплитуду и период колебаний; Изобразить график $x(t)$;
 - б) проекцию скорости v_x как функцию координаты x ; изобразить график $v_x(x)$.
2. Найти графически амплитуду A колебаний, которые возникают при сложении следующих колебаний одного направления: $x_1 = 3,0 \cos(\omega t + \pi/3)$, $x_2 = 8,0 \sin(\omega t + \pi/6)$;

3. В контуре, добротность которого $Q = 50$ и собственная частота колебаний $\omega = 5,5$ Гц, возбуждаются затухающие колебания. Через сколько времени энергия, запасенная в контуре, уменьшится в $n = 2,0$ раза?
4. Амплитуды смещений вынужденных гармонических колебаний при частотах $\nu_1 = 400$ с-1 и $\nu_2 = 600$ с-1 равны между собой. Найти частоту ν , при которой амплитуда смещения максимальна.
5. К сети с действующим напряжением $U = 100$ В подключили катушку, индуктивное сопротивление которой $X_L = 30$ Ом и импеданс $Z = 50$ Ом. Найти разность фаз между током и напряжением, а также тепловую мощность, выделяемую в катушке.
6. Плоская звуковая волна возбуждается источником колебаний частоты, равной 100 Гц, амплитуда колебаний равна 4 мм. Скорость звуковой волны принять равной 400 м/с. Записать выражение $j(x, t)$, описывающее данную звуковую волну, если в начальный момент смещение точек источника максимально.
7. Определить разность фаз колебаний источника волн, находящегося в упругой среде, и точки этой среды, отстоящей на $X = 2$ м от источника. Частота колебаний равна 5 Гц, скорость распространения волны 40 м/с.

Вопросы к экзамену по второй части курса физики
(третий семестр обучения)

1. Электрический заряд. Его свойства. Закон Кулона.
2. Электрическое поле. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции.
3. Теорема о циркуляции вектора \vec{E} .
4. Потенциал. Потенциал поля точечного заряда, системы зарядов. Свойства потенциала. Связь между потенциалом и вектором \vec{E} .
5. Поток вектора. Теорема Гаусса для вектора \vec{E} . Расчет электростатического поля с помощью теорема Гаусса.
6. Поле электрического диполя. Дипольный момент.
7. Электрическое поле в диэлектриках. Типы диэлектриков. Поляризованность.
8. Вектор электрического смещения \vec{D} . Теорема Гаусса для вектора \vec{D} .
9. Связь между \vec{E} и \vec{D} . Диэлектрическая проницаемость. Граничные условия для \vec{E} и \vec{D} .
10. Электрическое поле в проводниках. Напряженность электрического поля вблизи заряженного проводника.
11. Потенциал проводника. Емкость. Конденсаторы.
12. Энергия электрического поля.
13. Э.Д.С., электрический ток, плотность тока.
14. Законы Ома, Джоуля - Ленца в интегральной и дифференциальной формах.
15. Взаимодействие движущихся зарядов. Магнитное поле. Вектор магнитной индукции - основная характеристика магнитного поля.
16. Закон Био-Савара-Лапласа. Поле прямого тока. Поле в центре кругового тока.
17. Закон полного тока (теорема о циркуляции вектора \vec{B}) Поле прямого тока. Поле соленоида, тороида.
18. Сила Лоренца. Движение электрического заряда в магнитном поле.
19. Сила Ампера. Взаимодействие параллельных токов.
20. Магнитный поток. Теорема Гаусса для магнитного поля.
21. Работа по перемещению проводников с током в магнитном поле.
22. Явление электромагнитной индукции. Опыты Фарадея. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца.
23. Индуктивность. Самоиндукция. Взаимная индукция. Принцип действия трансформатора.

24. Теория Максвелла для электромагнитного поля. Вихревое электрическое поле. Ток смещения.
25. Дифференциальное уравнение свободных незатухающих колебаний и его решения.
26. Гармонический осциллятор. Пружинный маятник. Математический и физический маятники. Колебательный контур.
27. Сложение гармонических колебаний. Метод векторных диаграмм. Разложение Фурье.
28. Сложение колебаний одного направления: 1) с одинаковыми частотами; 2) с разными, но близкими частотами (биения). Сложение взаимно перпендикулярных колебаний с одинаковыми частотами. Дифференциальное уравнение затухающих колебаний и его решение. Характеристики затухания, коэффициент затухания, логарифмический декремент, добротность.
29. Затухающие колебания пружинного маятника и колебательного контура.
30. Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний и его решение. Амплитуда установившихся вынужденных колебаний. Резонанс.
31. Классификация и характеристики волн. Уравнение плоской волны. волновое уравнение. Фазовая скорость.
32. Механические волны в упругих средах.
33. Электромагнитные волны в вакууме. Главные свойства электромагнитных волн. Энергия электромагнитных волн. Вектор Умова-Пойнтинга.
34. Излучение электромагнитных волн. Излучение диполя. Излучение контура. Шкала ЭМВ.

Примеры контролирующих заданий к третьей части курса физики

Модули 6 и 7: ("Оптика. Введение в квантовую механику, атомную физику и физику твердого тела")

Примеры вариантов контрольной работы. Контрольная работа состоит из трех частей, которые проводятся 1 раз в месяц по мере прохождения материала.

Часть 1

Вариант 1

1. -частица движется по окружности радиусом 8.3мм в однородном магнитном поле, напряженность которого равна 18.9кА/м. Найти длину волны де Бройля -частицы.
2. На щель шириной 20 мкм падает нормально параллельный пучок монохроматического света с длиной волны 500 нм. Найти ширину изображения щели (ширину главного максимума) на экране удаленном от щели на расстояние 1 м.
3. Кинетическая энергия электрона в атоме водорода около 10эВ. Используя соотношение неопределенности оценить минимальные линейные размеры атома.
4. Электрон находится в потенциальном ящике шириной 0.5нм. Определить наименьшую разность энергий энергетических уровней электрона.
5. Принимая коэффициент черноты угля при температуре 600 К равным 0.8, определить энергию, излучаемую с поверхности угля площадью 5 см² за время 10 мин.
6. Постоянная дифракционной решетки в $n = 4$ раза больше длины световой волны монохроматического света, нормально падающего на ее поверхность. Определить угол α между двумя первыми симметричными дифракционными максимумами.

Часть 2

Вариант 1

1. Выразить среднюю скорость $\langle v \rangle$ электронов в металле при $T=0$ К через максимальную скорость v_{max} . Вычислить $\langle v \rangle$ для металла, уровень ферми которого при 0 К равен 6 эВ.
2. Имеется образец германия n-типа, легированного примесью с концентрацией 10^{15} см^{-3} .
3. Концентрация собственных электронов зависит от температуры по закону $n_i = A T^3 \exp(-E_g/2kT)$, [см-6]. При температурах 100 К и 300 К найти: а) концентрацию электронов и дырок, б) положение уровня ферми, в) удельную проводимость. Считать, что при 100 К ионизировано 50% примеси, а при 300 К вся примесь, подвижности $\mu_n=0.39 \text{ м}^2/(\text{В с})$, $\mu_p=0.19 \text{ м}^2/(\text{В с})$.
3. Пользуясь выражением для ВАХ идеального диода и определением температурного коэффициента тока (ТКИ), $\alpha = \frac{1}{I} \frac{dI}{dT}$, рассчитать ТКИ для германиевого диода ($E_g=0.67 \text{ эВ}$) при следующих условиях: прямое $U=0.3 \text{ В}$, $T=300 \text{ К}$. Значение $kT/e=26 \text{ мВ}$ при 300 К.
4. Имеется образец полупроводника в виде кубика со сторонами 1 см характеризующийся: $n=1200 \text{ см}^{-3}$, $p=500 \text{ см}^{-3}$, $N_A=10^{15} \text{ см}^{-3}$, $E_A=0.05 \text{ эВ}$, $N_D=10^{15} \text{ см}^{-3}$, $E_D=0.02 \text{ эВ}$. К противоположным граням кубика приложено напряжение 1 В. Нарисовать с соблюдением масштаба зависимость фототока, обусловленного примесями, от длины волны падающего на кубик излучения.

Часть 3

Вариант 1

1. Для прекращения фотоэффекта в при облучении платиновой пластинки необходимо приложить задерживающую разность потенциалов 3.7 В. Если же вместо платиновой использовать другую пластинку, то под действием излучения с той же длиной волны максимальная энергия фотоэлектронов будет 6 эВ. Определит работу выхода из этой пластинки, если для платины она равна 6.3 эВ.
2. Исходя из модели свободных электронов, определить число соударений, которое испытывает электрон за 1с, находясь в металле, если концентрация свободных электронов равна 10^{29} м^{-3} . Удельная проводимость металла 10 мСм/м .
3. За какое время распадается четверть начального количества ядер радиоактивного изотопа, если период его полураспада 24 часа?
4. Найти энергию ядерной реакции $\alpha + {}^{14}_7\text{N} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + {}^1_1\text{H}$, если энергия связи исходного ядра азота 104.66 МэВ, а энергия связи ядра углерода 105.29 МэВ. Пренебрегая кинетическими энергиями азота и нейтрона и считая их суммарный импульс равным нулю, найти также и кинетические энергии продуктов.

Вопросы к экзамену по третьей части курса физики:

(вопросы по содержанию 6 и 7 модулей, выносимые на аттестационный экзамен)

1. Оптика. Волновая природа света. Интерференция света. Способы получения когерентных волн. Расчет интерференционной картины от двух источников. Интерференция в тонких пленках Интерференция, дифракция.
2. Дифракция света. Принцип Гюйгенса - Френеля. Метод зон Френеля. Дифракция на малом отверстии и диске. Дифракционная решетка.
3. Поляризация света. Состояние поляризации. прохождение света через два поляроида. Закон Малюса. Дисперсия света.
4. Тепловое излучение. Характеристики и законы теплового излучения.
5. Волновые свойства вещества. Волны де Бройля. Соотношение неопределенностей. Волновая функция. Физический смысл квадрата модуля волновой функции. Уравнение Шредингера.

6. Электрон в потенциальной яме с бесконечно высокими стенками. Квантование энергии.
7. Туннельный эффект.
8. Атом водорода. Квантовые числа. Гиромагнитное отношение. Опыт Штерна-Герлаха. Спин электрона. Принцип Паули. Фермионы и бозоны.
9. Элементы зонной теории твердого тела. Диэлектрики, полупроводники, металлы. Динамика электрона в кристаллической решетке. Эффективная масса.
10. Функция распределения Ферми-Дирака. Уровень Ферми. Вырожденный и невырожденный электронный газ. Электронный газ в металлах.
11. Концентрация электронов и дырок в полупроводниках.
12. Зависимость электропроводности полупроводников и металлов от температуры.
13. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада.
14. Строение ядра. Ядерные реакции.