

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: направление 140200.62 Электроэнергетика

Шифр по учебному плану: ЕН.Ф.3

Факультет: энергетики заочная форма обучения

Курс: 1 2, семестр: 1 2 3 4

Лекции: 30

Практические работы: - Лабораторные работы: 24

Курсовой проект: - Курсовая работа: - РГЗ: -

Самостоятельная работа: 454

Экзамен: 2 3 4 Зачет: -

Всего: 508

Новосибирск

2011

Рабочая программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению (специальности): 551700 Электроэнергетика.(№ 215 тех/бак 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.

Сарина Марина Павловна

Заведующий кафедрой

профессор, д.ф.м.н.

Дубровский Владислав Георгиевич

Ответственный за основную образовательную программу

доцент, к.т.н.

Лькин Анатолий Владимирович

## 1. Внешние требования

Таблица 1.1

Шифр дисциплины	Содержание учебной дисциплины	Часы
<b>ЕН.Ф.3</b>	<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,</p>	<b>508</b>

	<p>элементы неравновесной термодинамики, классическая и квантовые статистики, кинетические явления, системы заряженных частиц, конденсированное состояние;</p> <p>физический практикум</p> <p>Требования ГОС к профессиональной подготовленности бакалавра</p> <p>Бакалавр техники и технологии должен знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>" физические основы механики;</li> <li>" электричество и магнетизм;</li> <li>" физику колебаний и волн;</li> <li>" квантовую физику;</li> <li>" статистическую физику и термодинамику;</li> <li>" теоретические основы методов преобразования энергии;</li> <li>" принципы генерации, передачи и распределения электроэнергии;</li> <li>" физические явления и процессы в теплоэнергетических, электроэнергетических и электротехнических устройствах и методы их математического описания;</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>" применять полученные знания и методы для решения конкретных физических задач (см. ниже - примеры контролирующих заданий);</li> <li>" поставить простейший физический эксперимент, обработать и проанализировать его результаты;</li> <li>" применять методы расчетов процессов в электроэнергетических системах, сетях и устройствах.</li> </ul>	
--	---	--

## 2. Особенности (принципы) построения дисциплины

## Особенности (принципы) построения дисциплины

Особенность (принцип)	Содержание
Основания для введения дисциплины в учебный план по направлению или специальности	ГОС направлений подготовки бакалавров техники и технологии 140200 (федеральный компонент ООП)
Адресат курса	Студенты направления подготовки 140200 (551700) Электроэнергетика
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	<p>Ядро курса составляют семь модулей:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>" физические основы классической и релятивистской механики</li> <li>" молекулярная физика и термодинамика</li> <li>" электростатика и постоянный ток</li> <li>" электромагнетизм</li> <li>" колебания и волны</li> <li>" оптика</li> <li>" элементы квантовой механики, атомной физики и физики твердого тела</li> </ul>
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</p>

	<p>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: 1		
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
Семестр: 2		
Модуль: Модуль 1. "Физические основы классической и релятивистской механики"		
Дидактическая единица: физические основы механики		
Импульс частицы. Импульс системы частиц. Основное уравнение динамики. Закон сохранения импульса. Центр масс системы частиц. Закон движения центра масс. Система центра инерции.	2	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
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
Первое начало термодинамики. Работа газа при изменении его объема. Теплоемкости. Изопрцессы в рамках первого начала термодинамики. Адиабатический процесс. Уравнения адиабаты.	2	10, 11, 12, 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
Модуль: Модуль 4: "Электромагнетизм"		
Дидактическая единица: электричество и магнетизм		
Вектор магнитной индукции. Магнитное поле движущегося заряда и проводника с током. Формула	2	1, 10, 12, 4, 6, 8

Био-Савара-Лапласа. Расчет полей, создаваемых прямолинейными и круговыми проводниками с током.		
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
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
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 и тригонометрической форме. Свободные затухающие колебания, добротность. Дифференциальное уравнение затухающих колебаний и его решение.	2	1, 10, 11, 12, 4, 5, 6, 8
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
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
Модуль: Модуль 7. "Введение в квантовую механику, атомную физику и физику твердого тела"		
Дидактическая единица: электричество и магнетизм		
Собственные и примесные полупроводники. Статистика носителей в полупроводниках, статистика Максвелла-Больцмана. Критерий вырождения. Электропроводность полупроводников. Фотопроводимость, p-n-переход.	2	11, 12, 4, 5, 6, 7, 8
Дидактическая единица: квантовая физика		
Законы теплового излучения. Законы Стефана - Больцмана, Вина. Теория Планка.	2	1, 10, 11, 2, 3, 5, 8

## Лабораторная работа

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: физический практикум			
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
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 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	4	18, 19

	магнетрона от тока соленоида. Графически определяет ток отсечки соленоида и вычисляет удельный заряд электрона по рабочей формуле. Сравнивает результат с теоретическим.		
Семестр: 4			
Модуль: Модуль 7. "Введение в квантовую механику, атомную физику и физику твердого тела"			
Дидактическая единица: физический практикум			
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 характеристик электронно-дырочного перехода.	Экспериментально строит ВАХ перехода при различных температурах. Объясняет полученный результат, физическую сущность и различие прямого и обратного тока.	4	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 8, 9

## 5. Самостоятельная работа студентов

### Семестр- 2, Контрольные работы

Контрольная работа № 1 и № 2, на выполнение отводится 65 часов

### Семестр- 2, Подготовка к экзамену

В основных сведениях часы не предусмотрены.

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.

Подготовиться к выполнению предстоящей лабораторной работы.

Предполагаемое время на выполнение данного вида работы - 10ч.

### Семестр- 3, Контрольные работы

Контрольная работа № 3 и № 4, на выполнение отводится 65 часов

### Семестр- 3, Подготовка к экзамену

В основных сведениях часы не предусмотрены.

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.

Подготовиться к выполнению предстоящей лабораторной работы.

Предполагаемое время на выполнение данного вида работы - 10ч.

### **Семестр- 4, Контрольные работы**

Контрольная работа № 5 и № 6 , на выполнение отводится 65 часов

### **Семестр- 4, Подготовка к экзамену**

В основных сведениях часы не предусмотрены.

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.

Подготовиться к выполнению предстоящей лабораторной работы.

Предполагаемое время на выполнение данного вида работы - 10ч.

## 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 30	14	16
Минимальное число баллов 15	7	8

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 (30) 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:

Характеристика работы студента	Диапазон
баллов	
рейтинга	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+ отлично зачтено

A

A-

"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+

B хорошо

B-

"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+ хорошо зачтено

C

C- 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+

D

D-

"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 E

"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 FX неуд 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 F

## 5. Примечания

Студенты, набравшие до экзаменационной сессии менее 30 баллов, могут получить недостающие для допуска к экзаменам число баллов (30) путем ликвидации задолженностей по учебной работе за семестр.

Студенты, набравшие после ликвидации задолженностей по учебной работе менее 24 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. Физика : методические указания и контрольные задания для ИДО (Контрольная работа № 1) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: К. В. Аленкина и др.]. - Новосибирск, 2005. - 57, [1] с. : ил.
2. Физика : методические указания для ИДО (контрольная работа №2) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. М. И. Дивак и др.]. - Новосибирск, 2005. - 31 с. : табл.
3. Физика : методические указания к контрольной работе № 5 для 1-2 курса ЗОТФ / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. А. Харьков, С. В. Спунтай]. - Новосибирск, 2003. - 23 с. : ил., табл.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. 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.

9. 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](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. Спудай, В. Н. Шмыков, Н. С. Сафронова]. - Новосибирск, 2007. - 35, [1] с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2007/3374.rar>

### **8.2 Программное обеспечение**

1. Microsoft, Office XP, Офисный пакет приложений

## 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  $A = 2$  м/с<sup>3</sup>. 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  $30^\circ$ . 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  $10^5$  Па, если его плотность при нормальных условиях 1.3 кг/м<sup>3</sup>.
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 /м<sup>2</sup>, а другая  $-0.6 \cdot 10^{-6}$  Кл /м<sup>2</sup>. 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  $\epsilon$  как функцию расстояния до оси цилиндров (в перпендикулярном оси направлении). Цилиндрический слой заряжен с объемной плотностью  $\rho$ . 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  $60^\circ$  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  $\epsilon_1$  и  $\epsilon_2$  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  $S = 0,5$  мм<sup>2</sup>. 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  $x = A \sin^2(\omega t - \varphi/4)$ . 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:  $x_1 = 3,0 \cos(\omega t + \varphi/3)$ ,  $x_2 = 8,0 \sin(\omega t + \varphi/6)$ ;

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<sup>-1</sup> и  $\nu_2 = 600$  с<sup>-1</sup> равны между собой. Найти частоту  $\nu$ , 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 теоремы 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 см<sup>2</sup> 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  $\alpha$  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  $10^{15} \text{см}^{-3}$ .
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  $kT/e=26 \text{ мэВ}$  при 300 К.
4. Имеется образец полупроводника в виде кубика со сторонами 1 см характеризующийся:  $n=1200 \text{ см}^2/(\text{В с})$ ,  $p=500 \text{ см}^2/(\text{В с})$ ,  $N_a=10^{15} \text{ см}^{-3}$ ,  $E_a=0.05 \text{ эВ}$ ,  $N_d=10^{15} \text{ см}^{-3}$ ,  $E_d=0.02 \text{ эВ}$ . 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  $10^{29} \text{ м}^{-3}$ . Удельная проводимость металла  $10 \text{ мСм/м}$ .
3. За какое время распадается четверть начального количества ядер радиоактивного изотопа, если период его полураспада 24 часа?
4. Найти энергию ядерной реакции  $\alpha + {}^7_3\text{Li} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^4_2\text{He}$ , 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. 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.