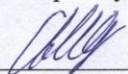


ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
«Уральский государственный университет путей сообщения»  
(ФГБОУ ВПО УрГУПС)

Кафедра «Физика и химия»

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

 Е.А. Малыгин

« 20 » 06 2011 г.

Основная образовательная программа  
190300 – Подвижной состав железных дорог

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ  
КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИН

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**ФИЗИКА**

Шифр дисциплины – С2.Б.2

Направление подготовки – 190300.65 «Подвижной *состав* железных дорог»

Профиль 1 – «Электрический транспорт железных дорог»

Профиль 2 – «Высокоскоростной наземный транспорт»

Профиль 3 – «Вагоны»

Квалификация – специалист

Форма обучения – очная

Екатеринбург  
2011



Рабочая программа дисциплины «ФИЗИКА» составлена в соответствии с основной образовательной программой подготовки специалистов по направлению «Подвижной состав железных дорог».

Дисциплина «Физика» относится к математическому и естественнонаучному циклу и преподаётся на основе ранее изученных дисциплин:

1) «Алгебра и геометрия», 2) «Математический анализ», 3) «Информатика».

Будучи фундаментальной дисциплиной, физика является основой для изучения следующих дисциплин:

1) «Сопромат», 2) «Теплотехника», 3) «Теоретические основы электротехники»

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры «Физики» 20 июня 2011 года, протокол № 102

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией ЭМФ *июнь* 2011 года

Согласование:

Автор:

канд. техн. наук, доцент

Зав. кафедрой «Физика и химия»

д-р физ.-мат. наук, профессор

Декан электромеханического факультета

канд. техн. наук, доцент

Декан механического факультета

канд. техн. наук, доцент

*[Подпись]* В.И. Житенёв

*[Подпись]* В.К. Першин

*[Подпись]* И.С. Цихалевский

*[Подпись]* А.В. Архипов

Программа согласована:

Председатель методической комиссии ЭМФ

*[Подпись]* А.П. Сухогузов

Рецензенты:

Зав. каф. «Электрическая тяга»

канд. техн. наук, доцент

*[Подпись]* Н.О. Фролов

И.о. з.ав. каф. «Вагоны»

канд. техн. наук, доцент

*[Подпись]* К.М. Колясов

Вид учебной работы	Всего часов	Курс (семестр)		
		1 курс (1 сем)	1 курс (2 сем)	2 курс (3 сем)
<b>Аудиторные занятия</b>	<b>180</b>	<b>54</b>	<b>72</b>	<b>54</b>
Лекции	72	18	36	18
Практические занятия (ПЗ)	54	18	18	18
Семинары (С)	-	-	-	-
Лабораторные занятия (ЛР)	54	18	18	18
Контрольные работы (КР)	12	4	4	4
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>216</b>	<b>126</b>	<b>36</b>	<b>18</b>
Подготовка к экзамену	72	36	-	36
Расчетно-графические работы	44	22	12	10
Рефераты или презентации	20	10	10	-
Самостоятельная проработка учебного материала	42	38	4	-
Домашнее задание	38	20	10	8
Вид промежуточной аттестации		экзамен	зачёт	экзамен
Общая трудоемкость	часы <b>396</b>	<b>144</b>	<b>144</b>	<b>108</b>
зачетные единицы		5	3	3

Контрольные работы проводятся за счёт часов практических или лабораторных занятий

## Содержание

		стр
	Введение	4
	Цель дисциплины, требования к результатам освоения дисциплины	4
1	Распределение учебных часов по темам, видам занятий и видам самостоятельной работы	5
2	Содержание рабочей программы	6
	Часть 1	6
	Часть 2	11
	Часть 3	16
3	Самостоятельная и индивидуальная работа студентов	20
4	Примерная тематика практических занятий	21
	Часть 1	21
	Часть 2	23
	Часть 3	24
5	Перечень лабораторных работ	26
	Часть 1	26
	Часть 2	26
	Часть 3	27
6	Образовательные технологии	30
7	Оценочные средства для текущего контроля успеваемости	30
8	Примерные вопросы к экзаменам и дифференцированным зачетам	31
	Часть 1	31
	Часть 2	32
	Часть 3	33
9	Понятийно-терминологический словарь дисциплины	35
10	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	46
	Часть 1	46
	Часть 2	47
	Часть 3	47
11	Материально-техническое обеспечение дисциплины	48
12	Лист изменений и дополнений	49
	Приложение 1. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	50
	Приложение 2. Методические указания по организации текущего контроля работы студентов.	53

## ВВЕДЕНИЕ

Цель дисциплины:

Освоение методов научного познания строения вещества, гравитационного и электромагнитного полей, молекул, атомов и элементарных частиц.

Задачами изучения дисциплины являются:

- дать современные представления строения вещества и движения тел в пространстве и времени.
- научить методам освоения теории и проведения эксперимента, обработки результатов измерений.
- на практических и лабораторных занятиях научить методике решения инженерных задач.
- дать основу знаний для освоения общетехнических дисциплин учебного плана специальности

Основные дидактические единицы (разделы):

Кинематика и динамика материальной точки в поступательном, вращательном и колебательном движении тела. Кинематика и динамика твердого тела и системы тел. Законы сохранения для замкнутых механических систем. Основы молекулярной физики и термодинамики. Электрическое и магнитное поля. Источники постоянного и переменного тока. Электромагнитное поле и его распространение в пространстве. Волновая и квантовая оптика. Строение атома, ядра. Виды и свойства элементарных частиц.

Изучение физики обеспечивает овладение следующими профессиональными компетенциями (ПК):

- способностью использовать знания о современной физической картине мира и эволюции Вселенной, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы (ПК-2);
- способностью приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии (ПК-3);
- способностью применять полученные знания для разработки и внедрения технологических процессов, технологического оборудования и технологической оснастки, средств автоматизации и механизации (ПК-11);

**Требования к результатам освоения содержания дисциплины «ФИЗИКА»**

В результате изучения дисциплины студент должен

Знать и понимать: основные физические явления и законы механики, электродинамики и термодинамики, оптики и ядерной физики и их математическое описание.

Уметь: выявлять физическую сущность явлений и процессов в устройствах различной физической природы и выполнять применительно к ним простые технические расчеты;

Владеть: инструментарием для решения физических задач в своей предметной области, методами анализа физических явлений в технических устройствах и системах.

# 1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНЫХ ЧАСОВ ПО ТЕМАМ, ВИДАМ АУДИТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Таблица 1

№ темы	Наименование тем рабочей программы	Объём учебных часов					Рекомен- дуемая литера- тура
		всего	в том числе				
			лекции	практи- ческие занятия	лабора- торные работы	СРС	
1	2	3	4	5	6	7	8
	<b>1-ый семестр</b> <b>Механика материальной точки и абсолютно твёрдого тела.</b>	180	18	18	18	126	
1.1.	Введение в физику.	1	1				[4]
1.2.	Основные законы кинематики материальной точки и абсолютно твердого тела.	32	4	4	4	20	[1], [4]
1.3.	Основные понятия и законы динамики материальной точки и абсолютно твердого тела	32	4	4	4	20	[1], [4]
1.4.	Работа и энергия в механике. Закон сохранения и изменения энергии в механике.	46	4	6	6	30	[1], [4]
1.5.	Элементы специальной теории относительности	2	2				[1], [4]
1.6.	Механические свободные гармонические и затухающие колебания. Вынужденные механические колебания.	32	4	4	4	20	[1], [4]
	Подготовка к экзамену	36				36	
	<b>2-ой семестр</b> <b>Электромагнетизм. Молекулярная физика и термодинамика.</b>	108	36	18	18	36	
2.1.	Электрическое поле. Силовая и энергетическая характеристики электростатического поля, связь между ними и методы их расчёта.	26	8	6	4	8	[1], [2]
2.2.	Электрическое поле в проводниках и диэлектриках. Электроёмкость. Энергия электрического поля.						[1], [2]
2.3.	Постоянный ток. Законы постоянного тока.	6	2	2	2		[1], [2]
2.4.	Магнитное поле. Характеристики и законы магнитного поля. Магнитные силы. Магнитное поле в веществе.	28	8	4	6	10	[1], [2]
2.5.	Электромагнитная индукция. Закон электромагнитной индукции.	12	4	2	2	4	[1], [2]
2.6.	Переменный ток. Электромагнитные колебания.	10	4	2	2	2	[1], [2]
2.7.	Уравнения Максвелла для электрического и магнитного полей.	4	2			2	[1], [2]



1	2	3	4	5	6	7	8
2.8.	Механические и электромагнитные волны.	8	2	2	2	2	[1], [2]
2.9.	Элементы молекулярной физики и термодинамики.	14	6			8	[1], [2]
	<b>3-ий семестр. Оптика и квантовая физика</b>	108	18	18	18	54	
3.1.	Геометрическая и волновая оптика	22	4	6	6	6	[1], [2]
3.2.	Квантовая оптика	10	2	2	4	2	[2], [3]
3.3.	Элементы физики атома	20	6	6	4	4	[2], [3]
3.4.	Элементы физики твёрдого тела	14	4	2	4	4	[2], [3]
3.5.	Элементы физики ядра. Элементарные частицы.	6	2	2		2	[3], [4]
	Подготовка к экзамену	36				36	
	<b>ИТОГО</b>	396	72	54	54	216	

## 2. СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

### Часть1(первый семестр). Механика материальной точки и абсолютно твёрдого тела.

#### 1.1. Введение в физику

Место физики среди естественных наук. Соотношение эксперимента и теории в физике. Опыт как источник знаний и критерий истины. Роль математики в физике. Физические модели. Границы применимости физических теорий. Измерения в физике. Требования к эталону физической величины. Измерения промежутков времени и пространственных расстояний. Современные эталоны времени и длины.

#### 1.2. Основные законы кинематики материальной точки и абсолютно твёрдого тела

Материальная точка как физическая модель. Механическое движение и его описание. Относительность движения. Предмет кинематики. Пространственно-временные системы отсчета. Системы координат. Единичные векторы (орты). Радиус-вектор. Перемещение. Траектория. Путь. Средняя линейная скорость. Мгновенная линейная скорость. Вектор линейной скорости как производная радиуса-вектора. Направление вектора линейной скорости. Определение линейной скорости по заданной зависимости координат от времени. Определение координат по заданной зависимости линейной скорости от времени. Линейное ускорение. Среднее и мгновенное линейные ускорения. Движение материальной точки по окружности. Разложение линейного ускорения на нормальную и тангенциальную составляющие. Центр кривизны и радиус кривизны траектории. Прямая и обратная задачи кинематики. Вектор угла поворота. Угловая скорость и угловое ускорение. Векторное и скалярное произведения векторов. Средняя и мгновенная угловые скорости. Вектор угловой скорости. Среднее и мгновенное угловые ускорения. Определение углового ускорения по заданной зависимости угловой скорости от времени. Определение угловой скорости и углового ускорения по заданной зависимости угла поворота от времени. Связь между линейными и угловыми кинематическими величинами.

Частные виды движения твёрдого тела. Поступательное движение. Вращение вокруг фиксированной оси. Винтовое движение. Плоское движение твёрдого тела. Разложение плоского движения на поступательное движение и вращение. Мгновенная ось вращения.

Выражение линейной скорости точек твердого тела через радиус-вектор и вектор угловой скорости. Ускорение точек твердого тела. Вращение вокруг неподвижной точки. Сложение вращений. Общий случай движения твердого тела.

Основная литература: [1] §§ 3-5; [4] §§ 1-4

### Вопросы для самопроверки

1. Назовите свойства пространства и времени.
2. Материальная точка – это реально тело или его модель?
3. Из чего состоит система отсчета?
4. Назовите способы задания положения материальной точки в пространстве?
5. Запишите в общем виде уравнения движения материальной точки.
6. Дайте определение пути, перемещения, кривизны траектории.
7. Дайте определение средней и мгновенной скорости.
8. Совпадают ли векторы средней и мгновенной скорости движения материальной точки?
9. Запишите выражения для векторов мгновенной скорости и мгновенного ускорения материальной точки в декартовой системе координат.
10. Выразите модули векторов скорости и ускорения через декартовы координаты.
11. В чем заключается физический смысл тангенциальной и нормальной составляющих ускорения?
12. Определите модуль вектора ускорения движения точки по окружности радиусом  $R = 1\text{ м}$ , в момент времени  $t = 2\text{ с}$  от начала движения, если зависимость скорости от времени задается уравнением  $v(t) = 2t^2$ .
13. Какие кинематические характеристики определяют траекторию движения?
14. Запишите уравнение материальной точки, движущейся по прямой линии, окружности, параболе.
15. Для тела, брошенного со скоростью  $v_0$  под углом  $\varphi$  к горизонту, определите зависимость его перемещения от времени полета.
16. Запишите соотношения между линейными и угловыми характеристиками вращательного движения материальной точки.
17. От каких кинематических характеристик зависит радиус кривизны траектории?
18. Определите линейный и угловой путь точки, совершившей  $n$  оборотов по окружности.

### 1.3. Основные понятия и законы динамики материальной точки и абсолютно твердого тела

Физическая эквивалентность инерциальных систем отсчета (принцип относительности). Преобразования Галилея и преобразование скорости. Физическая сущность понятия силы в механике. Силы разной физической природы и фундаментальные взаимодействия в физике. Свойства силы и способы измерения сил. Понятие инертной массы. Способы измерения массы. Внутренние и внешние силы. Замкнутые и незамкнутые системы. Сумма внутренних сил системы. Закон всемирного тяготения. Гравитационная масса. Силы в механике: сила гравитационного взаимодействия, сила тяжести, вес тела, сила нормальной реакции опоры, сила натяжения нити, сила трения, сила сопротивления среды, сила упругости.

Первый закон Ньютона и его физическое содержание. Динамическая эквивалентность состояния покоя и движения с постоянной скоростью. Второй закон Ньютона в интегральной и дифференциальной форма. Физическое содержание второго закона Ньютона. Одновременное действие нескольких сил и принцип суперпозиции. Импульс материальной точки и закон его изменения. Второй закон Ньютона как основное уравнение динамики материальной точки. Прямая задача динамики – определение сил по известному движению. Обратная задача динамики – определение движения по известным силам и начальному состоянию. Взаимодействие тел и третий закон Ньютона. Импульс силы.

Динамика системы материальных точек. Центр масс системы. Импульс системы частиц. Связь импульса системы со скоростью центра масс. Закон изменения импульса системы. Сохранение импульса замкнутой системы взаимодействующих тел. Закон движения центра масс. Движение тела переменной массы. Реактивное движение. Идея многоступенчатых ракет. Задача двух тел.

Момент силы. Момент импульса. Момент инерции. Основные сходства и различия между инертной массой и моментом инерции. Динамика вращения вокруг фиксированной оси. Моменты инерции относительно параллельных осей (теорема Штейнера). Объемная, по-

верхностная и линейная плотности тел. Расчет моментов инерции однородных тел методом интегрирования и с помощью теоремы Штейнера. Основное уравнение динамики вращательного движения абсолютно твердого тела. Законы сохранения и изменения момента импульса. Сохранение момента импульса при движении частицы в центральном силовом поле. Применение закона сохранения и изменения момента импульса в физических задачах.

Основная литература: [1] §§ 7-17, 27-29, 32, 36-39, 45, 48; [4] §§ 5-10, 16-20, 22-23, 27

#### **Вопросы для самопроверки**

1. Дайте определение инерциальной системы отсчета.
2. Дайте определение силы и перечислите ее разновидности в механике.
3. Для каких систем отсчета выполняется первый закон Ньютона?
4. Верно ли утверждение, что сила тяжести всегда равна силе гравитационного взаимодействия с Землей?
5. Какие силы действуют на тело, лежащее на горизонтальной опоре?
6. Будут ли одинаковыми показания весов, если тело взвешивают в вагоне, движущемся с постоянной скоростью и с постоянным ускорением?
7. Назовите силы, которые возникают при внешнем и внутреннем трении?
8. Запишите закон Гука для упругой деформации сжатия и растяжения.
9. Что характеризует масса тела?
10. Запишите импульс поступательного движения тела.
11. Выполняется ли второй закон Ньютона, если импульс силы, действующий на тело, равен изменению его импульса?
12. Могут ли силы взаимодействия двух тел вызывать их движение в одном направлении?
13. Будет ли система отсчета инерциальной, если она движется с ускорением относительно гелиоцентрической системы?
14. Сформулируйте принцип относительности Галилея.
15. Дайте определение момента импульса частицы и момента силы относительно начала координат O.
16. Дайте определение плеча силы.
17. В каких случаях момент силы равен нулю?
18. Запишите уравнение моментов.
19. Сформулируйте закон сохранения момента импульса частицы.
20. Дайте определение момента импульса частицы и момента силы относительно оси.
21. Запишите уравнение моментов относительно оси.
22. Сформулируйте закон сохранения момента импульса частицы относительно оси.
23. Чему равна сумма всех внутренних сил системы частиц?
24. Запишите уравнение моментов импульса N частиц.
25. Сформулируйте закон сохранения момента импульса системы частиц.
26. Могут ли меняться со временем моменты импульса частиц, составляющих замкнутую систему?
27. Дайте определение радиус-вектора центра масс.
28. Запишите уравнение, связывающее импульс системы частиц и скорость центра масс системы.
29. К какой точке абсолютно твердого тела приложена равнодействующая сил тяжести?
30. Сформулируйте условия равновесия абсолютно твердого тела.
31. Как связаны между собой вектор линейной скорости материальной точки и вектор ее угловой скорости?
32. Как связаны между собой вектор момента импульса материальной точки и вектор ее угловой скорости при вращательном движении вокруг неподвижной оси?
33. Дайте определения моментов инерции материальной точки и системы материальных точек.
34. Сформулируйте основное уравнение динамики вращательного движения.
35. Сформулируйте теорему Штейнера.

#### **Тема 1.4. Работа и энергия в механике. Закон сохранения и изменения энергии в механике.**

Понятие работы силы в механике. Свойства работы как физической величины. Частные случаи. Мощность силы. Консервативные и неконсервативные силы. Кинетическая энергия материальной точки и её свойства. Теорема об изменении кинетической энергии. Кинетическая энергия системы частиц. Кинетическая энергия вращающегося твердого тела.

Поле как особая форма материи. Силовое поле. Центральное поле. Потенциальное силовое поле. Работа консервативных сил по замкнутому контуру. Потенциальная энергия. Силовые линии и эквипотенциальные поверхности. Связь консервативной силы и потенциальной энергии. Вектор градиент. Примеры потенциальных силовых полей.



Полная механическая энергия. Закон сохранения и изменения механической энергии частицы. Закон сохранения и изменения механической энергии абсолютно твердого тела при вращении вокруг неподвижной оси.

Применение законов сохранения классической механики к абсолютно упругому и абсолютно неупругому взаимодействию

Основная литература: [1] §§ 19-26, 28-29, 41-44; [4] §§ 11-15, 17, 24-26

#### **Вопросы для самопроверки**

1. Равна ли кинетическая энергия системы частиц сумме кинетических энергий частиц системы?
2. Чему равна кинетическая энергия тела, вращающегося вокруг неподвижной оси?
3. Чему равна работа сил, действующих на тело, при его повороте на конечный угол?
4. Как связана работа сил, действующих на тело, участвующего только во вращательном движении вокруг неподвижной оси, с изменением его кинетической энергии?
5. Сформулируйте закон изменения кинетической энергии системы тел и частиц, если они участвуют только во вращательном движении вокруг неподвижной оси.
6. Дайте определение плоского движения.
7. На какие два «простых» движения можно разбить плоское движение?
8. Чему равна кинетическая энергия плоского движения твердого тела?

### **Тема 1.5. Элементы специальной теории относительности**

Экспериментальные основы теории относительности Эйнштейна (опыты Майкельсона – Морли). Основные положения специальной теории относительности (постулаты Эйнштейна). Преобразования Лоренца. Следствия из преобразований Лоренца. Закон сложения скоростей в теории относительности. Пространство Минковского.

Масса и сила в релятивистской механике. Второй закон Ньютона в релятивистской механике. Кинетическая энергия в теории относительности. Закон пропорциональности массы и энергии.

Основная литература: [4] §§ 35-40

#### **Вопросы для самопроверки**

1. Каковы причины возникновения специальной теории относительности?
2. Сформулируйте основные постулаты специальной теории относительности.
3. Зависит ли от скорости движения системы отсчёта скорость тела? Скорость света?
4. Запишите преобразования Лоренца. При каких условиях они переходят в преобразования Галилея?
5. Какой вывод о пространстве и времени можно сделать на основе преобразований Лоренца?
6. Какие следствия вытекают из специальной теории относительности для размеров тел и длительности событий в разных системах отсчёта?
7. При какой скорости движения релятивистское сокращение длины движущегося тела составит 25% от его первоначальной длины?
8. В чём состоит парадокс близнецов и как его разрешить?
9. Какой вид имеет основной закон релятивистской динамики материальной точки? В чём его отличие от основного закона ньютоновской механики?
10. В чём заключается закон сохранения релятивистского импульса?
11. В чём заключается закон сохранения релятивистской массы?
12. Как вычисляется в релятивистской механике кинетическая энергия тела?
13. Сформулируйте и запишите закон взаимосвязи массы и энергии. В чём его физическая сущность? Приведите примеры его экспериментального подтверждения.

### **1.6. Механические свободные гармонические и затухающие колебания.**

#### **Вынужденные механические колебания.**

Колебательные системы. Классификация по физической природе процессов. Классификация по способу возбуждения (собственные, вынужденные, параметрические и автоколебания). Гармонические колебания и условия их возникновения. Гармонический осциллятор. Свободные незатухающие колебания. Сложение колебаний. Квазиупругая (возвращающая) сила и ее свойства. Движение тела под действием квазиупругой силы. Собственная частота колебаний системы. Кинетическая, потенциальная и полная механическая энергии колебательной системы. Превращения энергии при свободных незатухающих колебаниях. Матема-

тический маятник. Пружинный маятник. Физический маятник. Приведенная длина физического маятника.

Свободные затухающие колебания. Уравнение движения с учетом сил сопротивления при свободных колебаниях. Коэффициент сопротивления. Коэффициент затухания. Зависимость амплитуды от времени. Частота и период затухающих колебаний. Декремент затухания. Логарифмический декремент затухания. Время релаксации. Энергия затухающих колебаний. Добротность. Критическое затухание. Аперiodический режим.

Вынужденные колебания линейного осциллятора при синусоидальном внешнем воздействии. Установление колебаний. Зависимость амплитуды и фазы установившихся вынужденных колебаний от частоты внешней силы. Явление резонанса. Амплитудно-частотная и фазово-частотная характеристики при резонансе.

Основная литература: [1] §§ 49-50, 53-60; [4] §§ 140-142, 144-148, 153-160

#### **Вопросы для самопроверки**

14. Покажите, что при гармонических колебаниях не только сама колеблющаяся величина, но и скорость и ускорение ее изменения совершают гармонические колебания.
15. Получите уравнение движения одномерного гармонического осциллятора.
16. Покажите, что амплитуда и начальная фаза колебаний гармонического осциллятора определяются его начальным состоянием.
17. В чем различие колебаний, получающихся в результате сложения двух одинаково направленных гармонических колебаний одинаковой частоты и мало различающихся частот?
18. Чем различаются результаты сложения двух гармонических колебаний одинаковой частоты и направленных вдоль одной прямой и взаимно перпендикулярных?
19. Покажите, что равномерное движение материальной точки по окружности можно представить как результат сложения двух взаимно перпендикулярных колебаний.
20. Дайте определение собственной частоты гармонического осциллятора. От чего она зависит?
21. Какая разница между математическим и физическим маятниками?
22. От чего зависит амплитуда и начальная фаза гармонических механических колебаний?
23. В каком случае начальная фаза гармонических механических колебаний равна нулю и  $\pi/2$ ?
24. Можно ли с помощью векторной диаграммы найти результат сложения трех одинаково направленных гармонических колебаний одной частоты?
25. Назовите примеры колебаний, которые Вы наблюдали в окружающей действительности.
26. Можно ли считать колебания дыхательной и сердечной деятельности гармоническими?
27. Как влияет коэффициент затухания на период затухающих колебаний?
28. Какова связь между добротностью колебательной системы и ее логарифмическим декрементом затухания?
29. Чему равен логарифмический декремент незатухающих колебаний?
30. В чем различие резонансных кривых для смещения и скорости при вынужденных колебаниях?
31. В чем суть метода векторных диаграмм при рассмотрении гармонических колебаний?
32. При каких условиях пружинный маятник будет совершать затухающие колебания, и от чего будут зависеть их характеристики?
33. В чем состоит физический смысл таких характеристик реальных осцилляторов как логарифмический декремент затухания и время релаксации.
34. Какие физические особенности колебательных процессов в реальных осцилляторах можно связать с их добротностью?
35. От чего и как зависит сдвиг по фазе между вынужденным колебанием и вынуждающей силой?
36. От чего и как зависит амплитуда вынужденных колебаний?
37. Что такое резонансная частота вынужденных колебаний, от чего она зависит?

## **Часть 2 (второй семестр). Электромагнетизм. Молекулярная физика и термодинамика.**

### **2.1. Электрическое поле. Силовая и энергетическая характеристики электростатического поля, связь между ними и методы их расчёта.**

Электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона. Понятие электрического поля. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции полей. Определение напряженностей полей заряженных тел методом дифференцирования и интегрирования. Теорема Гаусса в электростатике (закон полного заряда).

Потенциал электрического поля. Определение потенциалов заряженных тел. Связь напряженности электрического поля и разности потенциалов. Понятие градиента электростатического поля. Прямая и обратная задача электростатики.

Основная литература: [1] §§ 1-3, 4-9, 13, 14. Дополнительная литература: [1] стр. 5-73.

#### **Вопросы для самопроверки**

1. Дайте определение напряженности электрического поля и сформулируйте принцип суперпозиции полей.
2. Сформулируйте теорему Гаусса в электростатике.
3. Каковы основные свойства электрического поля?
4. В чем состоит принцип дифференцирования и интегрирования при определении напряженностей электрических полей заряженных тел.
5. Определите распределение напряженности электрических полей для заряженной нити конечной длины, заряженного кольца, заряженной плоскости.
6. Дайте определение электрического потенциала.
7. Определите распределение потенциалов заряженного кольца, нити, плоскости.
8. Какова связь между потенциалом и напряженностью электрического поля?
9. В чем состоит прямая и обратная задачи электростатики? С помощью каких уравнений решаются эти задачи?

### **2.2. Электрическое поле в проводниках и диэлектриках. Электроёмкость. Энергия электрического поля.**

Отсутствие электрического поля внутри уединенного заряженного проводящего тела. Электрическая индукция. Дипольный электрический момент. Поляризация диэлектриков. Вектор поляризации (поляризованность). Диэлектрическая восприимчивость и диэлектрическая проницаемость вещества. Вектор электрической индукции (вектор электрического смещения). Классификация диэлектриков. Полярные и неполярные диэлектрики. Сегнетоэлектрики и их свойства. Петля гистерезиса в сегнетоэлектрике. Прямой и обратный пьезоэлектрические эффекты. Электрострикция. Применение диэлектриков

Потенциал уединенного проводящего заряженного тела. Емкость уединенного проводящего тела. Конденсатор и его емкость. Методы вычисления емкости конденсаторов. Последовательное и параллельное соединение конденсаторов. Процессы, происходящие при заряде и разряде конденсаторов. Энергия заряженного конденсатора. Энергия электрического поля.

Основная литература: [2] §§ 15-17, 19, 23, 24-30. Дополнительная литература: [1] стр. 74-91.

#### **Вопросы для самопроверки**

1. Какова причина отсутствия электрического поля в проводнике?
2. Что такое дипольный момент?
3. Как ведут себя полярные диэлектрики во внешнем электрическом поле?
4. Каковы отличительные особенности поведения сегнетоэлектриков во внешнем электрическом поле?
5. Что такое петля гистерезиса и каковы ее основные параметры?
6. Дайте определение электрической емкости.
7. Определите емкость плоского, сферического и цилиндрического конденсаторов.
8. Сформулируйте законы последовательного и параллельного соединения конденсаторов.
9. Выведите формулу для энергии заряженного конденсатора и энергии электрического поля.
10. Как изменяется напряжение и ток в цепи, содержащей емкость и сопротивление. Что такое время релаксации?

### 2.3. Постоянный ток. Законы постоянного тока.

Закон Ома для участка цепи в интегральной и дифференциальной форме. Электродвижущая сила (ЭДС) источника тока. Закон Ома для неоднородного участка цепи в интегральной и дифференциальной форме. Закон Ома для замкнутой цепи. Сопротивление проводников, превращения электрической энергии в теплоту, закон Джоуля-Ленца в интегральной и дифференциальной форме. Сопротивление при параллельном и последовательном соединении проводников. Цепи с параллельным и последовательным соединением одинаковых источников тока. Разветвленные цепи, правила Кирхгофа.

Основная литература: [1] §§ 31, 33-38. Дополнительная литература: [1] стр. 97-143.

#### Вопросы для самопроверки

1. Сформулируйте закон Ома и Джоуля Ленца в интегральной и дифференциальной форме?
2. Каковы законы последовательного и параллельного соединения проводников?
3. Законы Ома при параллельном и последовательном соединении одинаковых источников тока.
4. Каков смысл ЭДС источника тока?
5. Сформулируйте и поясните закон Ома для неоднородного участка цепи и для замкнутой цепи содержащей источник тока.
6. Сформулируйте правила Кирхгофа для разветвленных цепей?

### 2.4. Магнитное поле в вакууме. Характеристики и законы магнитного поля. Магнитные силы. Магнитное поле в веществе.

Магнитная индукция и напряженность магнитного поля в данной точке. Закон Био - Савара - Лапласа. Вычисление магнитной индукции прямого тока, кругового тока. Теорема о циркуляции магнитного поля (закон полного тока). Магнитное поле соленоида.

Сила Лоренца и сила Ампера. Движение заряженных частиц в магнитном поле. Движение заряженных частиц в совмещенных электрическом и магнитном полях. Эффект Холла в металлах и полупроводниках. Постоянная Холла.

Магнитный момент тока. Магнитный момент электрона в атоме. Магнитная проницаемость вещества. Абсолютные диамагнетики, диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики. Сверхпроводник в магнитном поле. Прецессия электронных орбит в магнитном поле, диамагнетизм, диамагнетики. Действие внешнего магнитного поля на магнитные моменты атомов и молекул в парамагнетике. Самопроизвольное образование микроскопических доменов в ферромагнетике. Поведение доменов при включении и увеличении внешнего магнитного поля. Зависимость намагниченности и магнитной индукции в ферромагнетике от напряженности внешнего магнитного поля. Поведение доменов в переменном магнитном поле. Петля гистерезиса в ферромагнетике. Остаточная магнитная индукция. Коэрцитивная сила. Предельная и частные петли гистерезиса. Точка Кюри для ферромагнетика. Прямой и обратный пьезоэффект. Магнитострикция.

Основная литература: [1] §§ 39-44, 46, 48, 51, 52, 55, 57-59, 79. Дополнительная литература: [1] стр. 155-217.

#### Вопросы для самопроверки

1. Сформулируйте закон Био – Савара - Лапласа?
2. Определите распределение магнитного поля для прямого и кругового токов.
3. В чем состоит теорема о циркуляции магнитного поля?
4. Сформулируйте определения силы Лоренца и силы Ампера.
5. Определите силу взаимодействия между двумя прямолинейными токами.
6. Опишите движение заряженных частиц в магнитном поле.
7. В чем состоит эффект Холла?
8. Выведите формулу для ЭДС Холла.
9. Дайте определение магнитного момента тока?
10. Дайте определение вектора намагниченности.
11. Что такое магнитная проницаемость и магнитная восприимчивость? Какова связь между ними?
12. Охарактеризуйте поведение диамагнетика во внешнем магнитном поле
13. Охарактеризуйте поведение парамагнетика во внешнем магнитном поле
14. В чем состоят особенности микроструктуры ферромагнетиков?
15. Изобразите на чертеже петлю гистерезиса ферромагнетика и укажите ее основные параметры.



## **2.5. Электромагнитная индукция. Закон электромагнитной индукции.**

Определения магнитного потока через элемент поверхности, через поверхность, ограниченную контуром. Возникновение ЭДС индукции в замкнутом контуре при любом способе изменения магнитного потока, пронизывающего этот контур. Индукционный ток в замкнутом проводящем контуре. Правило Ленца для магнитного поля индукционного тока. Вихревое электрическое поле при изменениях магнитного поля, токи Фуко, скин-эффект. Самоиндукция и взаимная индукция. Принципы работы трансформатора и генератора тока.

Основная литература: [1] §§ 60, 61, 63-67. Дополнительная литература: [1] стр. 223-242, 248-256

### **Вопросы для самопроверки**

1. Сформулируйте закон электромагнитной индукции?
2. В чем отличие вихревого электрического поля от стационарного?
3. В чем состоит явление самоиндукции и взаимной индукции?
4. Объясните принцип работы генератора и трансформатора переменного тока?

## **2.6. Переменный ток. Электромагнитные колебания.**

Гармонические колебания в электрической цепи, переменный ток. Амплитуда фазы переменной силы тока и переменного напряжения. Диаграммный метод изображения гармонических колебаний. Сдвиги фазы напряжения относительно фазы силы тока на индуктивности и на емкости. Активное сопротивление. Реактивные сопротивления: индуктивное и емкостное. Диаграмма сопротивлений последовательного колебательного контура. Амплитудные и действующие значения напряжения и силы переменного тока.

Последовательный контур с активным сопротивлением резистора, индуктивностью катушки и емкостью конденсатора. Затухающие колебания в контуре, параметры затухающих колебаний: время релаксации колебаний, коэффициент затухания, декремент затухания, логарифмический декремент затухания, добротность колебательного контура. Частота затухающих колебаний.

Вынужденные колебания в колебательном контуре. Вынуждающая ЭДС. Амплитуда и фаза вынужденных колебаний в последовательном колебательном контуре. Явление резонанса при вынужденных колебаниях. Резонансная кривая. Резонансная частота. Резонансная амплитуда. Фаза вынужденных колебаний при резонансе. Резонанс токов и напряжений.

Основная литература: [1] §§ 89-91, 92. Дополнительная литература: [1] стр. 257-284;

### **Вопросы для самопроверки**

1. Каковы причины появления колебаний тока и напряжения в колебательном контуре?
2. Сравните колебательный контур с колебательной системой - груз на пружинке. Установите аналогию между величинами, характеризующими эти колебания.
3. Выведите уравнение затухающих колебаний в последовательном колебательном контуре?
4. Определите параметры затухающих колебаний.
5. Выведите уравнение вынужденных колебаний в контуре и его решение.
6. Как влияет активное сопротивление, индуктивность и емкость на резонансные характеристики контура?
7. Определяет амплитудную и фазовую характеристики резонанса?
8. Каковы параметры резонансной кривой?

## **2.7. Уравнения Максвелла для электрического и магнитного полей**

Ток смещения Максвелла на примере переменного тока через конденсатор. Полный ток как сумма тока проводимости и тока смещения. Полная система уравнений Максвелла как следствие экспериментальных законов (закона Кулона с теоремой Гаусса, закона Био-Савара-Лапласа, закона электромагнитной индукции Фарадея) и теоретической гипотезы Максвелла о токе смещения.

Основная литература: [2] §§ 137-139. Дополнительная литература: [1] стр. 291-298;

### **Вопросы для самопроверки**

1. Запишите систему уравнений Максвелла для электрического и магнитного полей при наличии зарядов и токов.

2. Запишите систему уравнений Максвелла для электрического и магнитного полей только при наличии токов.
3. Запишите систему уравнений Максвелла для электрического и магнитного полей при наличии только зарядов.
4. Запишите систему уравнений Максвелла для вакуума.
5. Какое уравнение Максвелла следует из теоремы Гаусса?
6. Какая часть одного из уравнений Максвелла следует из закона Био – Савара - Лапласа?
7. Какое уравнение Максвелла следует из закона электромагнитной индукции Фарадея?
8. Сформулируйте физический смысл каждого уравнения
9. Запишите формулу для тока смещения Максвелла.
10. От каких параметров зависит плотность энергии электромагнитного поля?
11. Определите плотность энергии в вакууме для электромагнитного поля с индукцией  $B=1$  мТл и напряженностью  $H=100$  В/м.

## 2.8. Механические и электромагнитные волны

Механические волны как процесс распространения колебаний среде. Гармоническая волна. Продольные и поперечные волны. Частота колебаний, период колебаний, циклическая частота колебаний. Фаза колебаний. Фазовая скорость распространения механических волн в средах. Волновые поверхности. Фронт волны. Принцип Гюйгенса. Плоская волна. Время запаздывания колебаний в заданной точке волны. Уравнение плоской гармонической волны, фаза волны в данной точке в данный момент времени, амплитуда волны. Определение длины волны. Волновое число. Волновое уравнение. Звуковые волны. Эффект Доплера.

Электромагнитные волны. Уравнения Максвелла для электромагнитного поля при отсутствии зарядов и токов. Волновое уравнение для плоской электромагнитной волны. Уравнение, описывающее распространение в пространстве плоской электромагнитной волны. Скорость распространения электромагнитной волны в среде и в вакууме. Показатель преломления среды. Синхронность колебаний электрического  $\vec{E}$  и магнитного  $\vec{H}$  векторов в плоской электромагнитной волне. Правило буравчика или правило правой руки для определения направления распространения электромагнитной волны. Энергия электромагнитных волн. Вектор Умова-Пойтинга. Эффект Доплера. Свойства электромагнитных волн. Шкала электромагнитных волн.

Основная литература: [1] §§ 93-94, §§ 101, 104-107; [2] §§ 153-155, 158, 159, 161-163. Дополнительная литература: [1] стр 298-311;

### Вопросы для самопроверки

1. Что называется волной?
2. В каких средах может распространяться продольная механическая волна?
3. Что называется фазой волны?
4. Что называется частотой колебаний волны, а что циклической частотой волны?
5. Что называется длиной волны?
6. В чем различие продольных и поперечных волн? Приведите примеры продольных волн, поперечных волн
7. Что такое волновая поверхность?
8. Что такое плоская волна?
9. Какая волна называется гармонической?
10. Что такое волновое число?
11. Какова связь между скоростью распространения, частотой колебаний и длиной волны?
12. Что называется амплитудой волны?
13. В чем смысл волнового уравнения?
14. Что такое электромагнитная волна?
15. Является ли звук электромагнитной волной?
16. Могут ли механические и электромагнитные волны распространяться в вакууме?
17. Как направлены вектора напряженностей электрического и магнитного поля в электромагнитной волне?
18. Зависит ли скорость электромагнитной волны от диэлектрической проницаемости среды?
19. Зависит ли скорость электромагнитной волны от магнитной проницаемости среды?
20. Какими постоянными величинами определяется максимальная скорость электромагнитной волны?
21. Верно ли, что электромагнитные волны переносят энергию?
22. Верно ли, что механические волны переносят энергию?

23. Что такое вектор Умова-Пойнтинга?
24. Какой вектор в электромагнитной волне называется световым?
25. Как связана скорость распространения электромагнитной волны с электрическими и магнитными характеристиками среды?
26. Скорость света в немагнитной среде в  $\sqrt{2}$  раз меньше, чем в вакууме. Какова диэлектрическая проницаемость этой среды?
27. Какая волна называется плоской?
28. Сформулируйте правило для определения направления магнитного вектора в плоской волне при известном направлении распространения волны и известном направлении электрического вектора.
29. Сформулируйте правило для определения направления электрического вектора в плоской волне при известном направлении распространения волны и известном направлении магнитного вектора.

## 2.9. Элементы молекулярной физики и термодинамики

Предмет молекулярной физики – системы из большого числа частиц. Идеальный газ. Максвелловское распределение молекул идеального газа по скоростям и энергиям. Физический смысл температуры. Физический смысл абсолютного нуля температуры по шкале Кельвина. Процессы изотермические, изобарные, изохорные, адиабатические. Опытные законы идеального газа: закон Бойля-Мариотта, закон Гей-Люссака, закон Шарля. Уравнение Менделеева – Клапейрона.

Внутренняя энергия системы из большого числа частиц. Работа системы тел над внешними телами. Работа при круговых процессах. Тепловая энергия, полученная системой от внешних тел. Первый закон термодинамики (закон сохранения и превращения энергии, включая тепловую). Теплоемкости газов при постоянном объеме и при постоянном давлении. Обратимые и необратимые процессы. Энтропия. Отношение тепла, полученного или отданного системой к его температуре как изменение энтропии системы. Стремление энтропии к возрастанию как следствие стремления системы к равновесному состоянию. Второе начало термодинамики о не убывании энтропии замкнутой системы. Цикл Карно. Коэффициент полезного действия тепловой машины.

Основная литература: [2] (Часть 1. Основная литература по механике) §§ 79-90, 98, 103-107; [2] §§ 41-44, 47, 50-59

### Вопросы для самопроверки

1. Почему термодинамический и молекулярно-кинетический методы исследования макроскопических систем качественно различны и взаимно дополняют друг друга?
2. Что такое термодинамические параметры? Перечислите их.
3. Как объяснить закон Бойля – Мариотта с точки зрения молекулярно-кинетической теории. Какими законами описываются изобарные и изохорные процессы?
4. Каков физический смысл распределения молекул по скоростям? По энергиям?
5. В чём содержание и какова цель вывода основного уравнения молекулярно-кинетической теории газов?
6. При каких значениях температуры и давления азот количеством вещества 1 моль занимает объём 20 л. Какой объём при этих же условиях займёт водород количеством вещества 1 моль?
7. Почему колебательная степень свободы обладает вдвое большей энергией, чем поступательная и вращательная?
8. Какими параметрами определяется внутренняя энергия идеального газа?
9. Что такое теплоёмкость газа? Какая из теплоёмкостей –  $C_V$  или  $C_p$  – больше и почему?
10. Чему равна работа изобарного расширения моля идеального газа при его нагревании на 1 К?
11. Температура газа в цилиндре постоянна. Запишите на основе первого начала термодинамики соотношение между сообщённым газу количеством теплоты и совершенной им работы.
12. Почему адиабата более крута, чем изотерма?
13. Как изменится температура газа при его адиабатическом сжатии?
14. В каком направлении может меняться энтропия замкнутой системы?
15. Почему все реальные процессы необратимы?
16. Сформулируйте определение понятия энтропии и укажите её размерность в СИ.
17. Запишите математическое выражение энтропии для различных изопроцессов.
18. Изобразите в системе координат  $T, S$  изотермический и адиабатический процессы.
19. Возможен ли процесс, при котором теплота, взятая от нагревателя, полностью преобразуется в работу?
20. Представьте графически цикл Карно в координатах  $T, S$ .

## Часть 3 (3-й семестр). Оптика и квантовая физика

### 3.1. Геометрическая и волновая оптика

Законы прямолинейного распространения света. Прямолинейность распространения света. Законы отражения и преломления света на границе раздела двух сред. Коэффициент преломления.

Зеркала и линзы с выпуклыми и вогнутыми поверхностями. Центр линзы, главная оптическая ось. Действительный фокус собирающей линзы, мнимый фокус рассеивающей линзы. Действительные и мнимые изображения. Формула линзы. Увеличение линзы. Правила построения изображений.

Интерференция света. Определение когерентных волн. Усиление и ослабление колебаний при наложении когерентных волн. Интерференция волн. Объяснение интерференции наложением конечного числа когерентных волн. Условия максимума и минимума при двулучевой интерференции. Опыт Юнга. Способы наблюдения интерференции. Бипризма Френеля. Тонкие пленки. Кольца Ньютона. Просветление оптики.

Дифракция света. Объяснение дифракции наложением волн от бесконечного числа непрерывно расположенных когерентных источников. Принцип Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля на сферическом фронте волны. Радиус и площадь  $m$ -ой зоны Френеля. Дифракция света на щели. Условия максимумов и минимумов. Объяснение интенсивности максимумов разных порядков методом графического сложения амплитуд. Дифракционная решетка. Условие главных максимумов. Множество дополнительных минимумов между главными максимумами. Угловая дисперсия решетки, зависимость от расстояния между щелями. Разрешающая сила решетки, зависимость от полного числа щелей.

Поляризация света. Естественный и линейно поляризованный лучи. Плоскость колебаний поляризованного луча. Плоскость поляризации. Поляризатор, плоскость поляризатора. Связь интенсивности луча с его амплитудой. Закон Малюса. Поляризация при отражении и преломлении. Закон Брюстера, угол Брюстера. Вращение плоскости поляризации. Оптически активные вещества: кристаллические тела и растворы. Поворот плоскости поляризации в зависимости от пути, пройденного в оптически активном веществе. Постоянная вращения для кристаллического вещества..

Основная литература: [1] §§ 119-122, 124-127, 129, 130, 134-135, 141.

Дополнительная литература: [4] §§ 36.3-36.4, 36.8, 37.1-37.2, 37-10, 38.2, 38.3.

#### Вопросы для самопроверки

1. Какие источники называются когерентными?
2. Что такое когерентные волны?
3. В чем заключается явление интерференции волн?
4. Как изменилась бы интерференционная картина в опыте Юнга, если бы всю установку поместить в воду?
5. При отражении от какой среды свет теряет полуволну?
6. Назовите причины разноцветности тонких пленок при падении на них белого света.
7. В чем суть просветления оптики?
8. Применим ли принцип Гюйгенса к звуковым волнам? К волнам на поверхности воды?
9. Мы слышим звуки, доносящиеся из-за угла, но не видим того, что происходит за углом, хотя и звук, и свет – волны. Объясните в чем их различие.
10. В чем заключается обобщение принципа Гюйгенса Френелем?
11. Какие области волновой поверхности называются зонами Френеля для данной точки наблюдения?
12. Что можно сказать об интенсивности света в точке наблюдения, если перекрыты все четные (или нечетные) зоны Френеля?
13. Что называется зонной пластинкой?
14. Объясните разделение щели на зоны Френеля для разных точек наблюдения.
15. Дайте определение ширины центрального максимума при дифракции на щели.
16. Запишите условия максимумов и минимумов при дифракции на щели.
17. Запишите условие главного максимума при нормальном падении монохроматического света на дифракционную решетку.
18. Объясните появление множества дополнительных минимумов между главными максимумами.
19. Что называется разрешающей силой дифракционной решетки?



20. Какой луч называется линейно поляризованным?
21. Что называется плоскостью колебаний и плоскостью поляризации линейно поляризованного луча?
22. Сформулируйте закон Малюса.
23. Солнечный свет не проходит через два поляроида, если их оси скрещены под прямым углом. Что произойдет, если между этими поляроидами поместить третий, ось которого образует с осями двух других поляроидов угол  $45^\circ$ ?
24. Изменяется ли частота света при отражении? при преломлении?
25. Сформулируйте закон преломления (закон Снеллиуса).
26. Какое явление называется полным внутренним отражением?
27. Сформулируйте закон Брюстера.
28. Может ли отраженный луч быть полностью поляризованным при прохождении света из воды в воздух?
29. Какие вещества называются оптически активными?
30. От чего зависит угол поворота плоскости поляризации при прохождении луча через оптически активный кристалл? Что называется постоянной вращения кристалла?

### 3.2. Квантовая оптика

Тепловое излучение. Энергетическая светимость тела при данной температуре. Абсолютно черное тело. Коэффициент излучения серого тела, коэффициент поглощения. Экспериментальные законы теплового излучения – закон Стефана-Больцмана, закон смещения Вина. Формула Релея-Джинса, ультрафиолетовая катастрофа. Гипотеза Планка о квантах света. Формула Планка.

Внешний фотоэффект. Вольтамперная характеристика фотоэффекта. Зависимость фототока насыщения от интенсивности падающего света. Задерживающая разность потенциалов. Предположение Эйнштейна о поглощении кванта энергии падающего фотона отдельным электроном. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Работа выхода электрона из металла. Красная граница фотоэффекта.

Эффект Комптона. Рассеяние рентгеновских фотонов на свободных электронах. Формула Комптона для зависимости приращения длины волны рассеянного фотона от угла рассеяния рентгеновских фотонов.

Обобщение волновых и корпускулярных свойств. Корпускулярно-волновой дуализм излучения

Основная литература: [3] §§ 1, 2, 4, 6, 7, 9, 11; [4] §§ 197-207

#### Вопросы для самопроверки

1. Чем отличается серое тело от чёрного?
2. Каков физический смысл универсальной функции Кирхгофа?
3. Как и во сколько раз изменится энергетическая светимость абсолютно чёрного тела, если его термодинамическая температура увеличится в два раза?
4. Как сместится максимум спектральной плотности энергетической светимости абсолютно чёрного тела с уменьшением температуры?
5. Поясните понятие ультрафиолетовой катастрофы.
6. Запишите уравнение Эйнштейна для фотоэффекта
7. Что такое задерживающая разность потенциалов?
8. Как из опытов по фотоэффекту определяется постоянная Планка?
9. В чём отличие характера взаимодействия фотона и электрона при фотоэффекте и эффекте Комптона?

### 3.3. Элементы физики атома

Опыты Резерфорда по рассеянию альфа-частиц на атомах. Планетарная модель атома. Постулаты Бора для атома водорода. Гипотеза де Бройля о волновых свойствах частиц. Квантовая механика для частиц, соотношение неопределенностей Гейзенберга, уравнение Шредингера. Уравнение Шредингера для частицы в бесконечно глубокой потенциальной яме и для электрона в атоме водорода. Квантовые числа и их физический смысл. Принцип Паули и объяснение распределения химических элементов в таблице Менделеева.

Основная литература: [3] §§ 12-15, 17, 18, 20-24, 28, 31, 36, 37. [4] §§ 208 -220, 223-228.

Дополнительная литература:[4] стр 543-551

#### Вопросы для самопроверки

1. Модель атома Бора и ее значение в квантовой механике
2. Запишите выражение для обобщённой формулы Бальмера.
3. Дать определение волновой функции.
4. Записать стационарное уравнение Шредингера
5. Пояснить соотношения неопределенности Гейзенберга.
6. Перечислите квантовые числа, определяющие поведение электрона в атоме. Каков их физический смысл?
7. Сформулируйте принцип Паули.
8. В чём заключается принцип запрета для электронных переходов?

### 3.4. Элементы физики твёрдого тела

Расщепление энергетических уровней изолированных атомов при объединении их в кристаллическую решетку, образование ряда чередующихся разрешенных и запрещенных зон. Объяснение электрических свойств металлов, полупроводников и диэлектриков зонной теорией. Контактная разность потенциалов. Эффект Зеебека. Сверхпроводимость при низких температурах, абсолютный диамагнетизм сверхпроводников. Эффект Мейсснера – выталкивание магнитного поля из сверхпроводника.

Собственные (чистые) и примесные полупроводники. Ковалентная связь атомов в кристаллической решетке полупроводника. Отрыв электронов от ковалентных связей, преодоление электронами узкой запрещенной зоны в собственном полупроводнике под действием энергии теплового движения. Образование электронов проводимости и дырок. Донорные примесные уровни в полупроводниках n-типа, электронная проводимость n-полупроводников. Акцепторные примесные уровни в полупроводниках p-типа, дырочная проводимость p-полупроводников.

Контакт p- и n-полупроводников. Образование запирающего слоя (области обедненной носителями электричества) при обратном напряжении. Прямой ток и его зависимость от прямого напряжения. Использование p-n-перехода в диодах, применение для выпрямления. Применение двух p-n-переходов в транзисторах, используемых для усиления. Внутренний фотоэффект в диэлектриках и полупроводниках, фотосопротивления. Фотоэлектродвижущая сила, использование в солнечных батареях.

Основная литература: [3] §§ 53, 56-59, 62-65; [4] §§ 235, 236, 238-244, 246, 247, 249-250.

Дополнительная литература: [4] стр 563-566 .

#### Вопросы для самопроверки

1. Что собой представляет разрешенная зона в кристаллическом веществе?
2. В чём причина расщепления энергетических уровней атомов при образовании кристаллической решетки?
3. Почему в газообразном состоянии все вещества являются диэлектриками?
4. Какая зона в энергетическом спектре проводника называется зоной проводимости?
5. В чем различие запрещенных зон в полупроводниках и в диэлектриках?
6. Назовите переносчиков электричества в сверхпроводнике.
7. Почему при повышении температуры сверхпроводник становится обычным проводником?
8. Каков механизм ковалентной связи между атомами?
9. Какова причина разрыва ковалентных связей между атомами чистого полупроводника?
10. Какие носители тока возникают при разрыве ковалентных связей между атомами в чистом полупроводнике?
11. Какие примесные уровни называются донорными?
12. Какие примесные уровни называются акцепторными?
13. Что в полупроводниках называется дырками?
14. Какие переносчики электричества являются в полупроводнике с донорной примесью?
15. Какие переносчики электричества называются основными в p-полупроводнике?
16. Что такое p-n-переход? Какие полупроводники участвуют в его образовании?
17. Объясните причину образования запирающего слоя при p-n-переходе.
18. Расскажите об устройстве транзистора. Какова роль базы в транзисторе?
19. Область применения тиристоров.
20. Связь красной границы внешнего фотоэффекта со значением работы выхода.
21. Какое явление называется внутренним фотоэффектом?
22. Назовите области применения внутреннего фотоэффекта.

### 3.5. Элементы физики ядра. Элементарные частицы.

Физика ядра. Состав ядра: протоны, нейтроны и их характеристики. Массовые и зарядовые числа. Дефект массы и энергия связи ядра. Ядерные силы. Радиоактивность ядер, виды радиоактивности, нейтрино, деление ядер. Понятие о ядерной энергетике. Радиационная безопасность ядерных установок.

Элементарные частицы. Типы взаимодействий элементарных частиц. Законы сохранения электрического заряда, барионного заряда, лептонного заряда. Тяжелые частицы, барионный заряд. Легкие частицы, лептонный заряд. Классификация элементарных частиц. Кварковая модель элементарных частиц.

Основная литература: [3] §§ 66, 67, 69, 70-72, 74, 82, 83.

#### Вопросы для самопроверки

1. Какие частицы образуют ядро атома цинка? Сколько их?
2. Атомное ядро составили из  $N$  свободных нуклонов (масса каждого нуклона равна  $m$ ). Чему равна масса и удельная энергия связи такого ядра?
3. Как и во сколько раз изменится число ядер радиоактивного вещества за время равное двум периодам полураспада?
4. Как изменится положение химического элемента в таблице Менделеева после двух  $\alpha$  - распадов ядер его атома?
5. Как изменится положение химического элемента в таблице Менделеева после последовательных одного  $\alpha$  - распада и двух  $\beta$  - распадов ядер его атома?
6. Что представляет собой реакция деления ядер? Приведите примеры.
7. Приведите схему распада мюонов.
8. Назовите свойства нейтрино и антинейтрино.
9. Что такое странность и четность элементарных частиц?
10. Какие имеются группы элементарных частиц?
11. Что такое кварки, и что объясняется с их помощью?

### 3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ И ИНДИВИДУАЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

#### Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов включает в себя изучение теоретического материала с использованием рекомендованной литературы, подготовку к практическим и лабораторным занятиям, выполнение письменных домашних заданий, написание рефератов, а также подготовку к интернет – тестированию, экзамену, зачету в конце семестра и в период обучения. Самостоятельная работа выполняется в соответствии с таблицей 1 и таблицей 2

Таблица 2

Вид самостоятельной работы	Названия разделов или тем рабочей программы	Объем, час.	Форма отчетности
Изучение теоретического материала.	Тема 1.2. 1. Кинематика криволинейного равнопеременного движения. Тема 1.3. 1. Невесомость как следствие движения. 2. Силы гравитационного взаимодействия. 3. Силы упругости и сопротивления. 4. Принцип относительности Галилея. Тема 1.4. 1. Потенциальная энергия тел находящихся на расстоянии $h$ от поверхности земли. 2. Работа и энергия силы тяжести и упругости. 3. Упругие и неупругие столкновения. Тема 1.5. 1. Сложение гармонических колебаний. Тема 2.2. 1. Сегнетоэлектрики и их применение. Тема 2.3. 1. Правила Кирхгофа в электротехнике. Тема 2.4. 1. Ферромагнетизм. 2. Ускорители заряженных частиц. Коллайдер Тема 2.5. 1. Токи Фуко. Скин-эффект. 2. Генераторы переменного тока. Тема 2.8. 1. Токи смещения. 2. Звуковые волны 3. Цунами. Тема 2.9. 1. Законы идеального газа. Изопроцессы. 2. Второе начало термодинамики. Тепловая смерть. 3. Вечный двигатель Тема 3.2. 1. Корпускулярно-волновой дуализм излучения. Тема 3.5. 1. Радиационная безопасность ядерно-энергетических установок.	62	Рефераты. Презентации.
Выполнение домашних заданий. Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ.		82	Решённые задачи и их защита. Отчеты к лабораторным работам
Подготовка к экзаменам	Все темы рабочей программы	72	Экзамен
	Итого:	216	



#### 4.ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

<b>ЧАСТЬ 1 (1 семестр) Механика материальной точки и абсолютно твёрдого тела.</b>			
<b>Номер занятия</b>	<b>Наименование раздела и темы</b>	<b>Кол-во часов</b>	<b>Используемые понятия и законы</b>
1	2	3	4
1	Основные понятия кинематики материальной точки. Линейные скорость и ускорение..	2	Система отсчета. Системы координат. Единичные векторы (орты). Радиус-вектор. Перемещение. Траектория. Путь. Средняя и мгновенная линейные скорости. Направление вектора линейной скорости. Определение линейной скорости по заданной зависимости координат от времени. Определение координат по заданной зависимости линейной скорости от времени. Линейное ускорение. Среднее и мгновенное линейные ускорения. Решение задач: [3] § 1
2	Движение материальной точки по окружности. Кинематика абсолютно твердого тела.	2	Центр кривизны и радиус кривизны траектории. Нормальная и тангенциальная составляющие линейного ускорения. Определение линейного ускорения по заданной зависимости координат от времени. Определение линейной скорости и координат по заданной зависимости линейного ускорения от времени. Угловая скорость и угловое ускорение. Выражение линейной скорости точек твердого тела через радиус-вектор и вектор угловой скорости. Ускорение точек твердого тела. Решение задач: [3] § 1
3	Инерциальные системы отсчета. Основы динамики материальной точки. Законы Ньютона.	2	Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Силы разной физической природы. Инертная масса. Внутренние и внешние силы. Закон всемирного тяготения. Второй закон Ньютона. Принцип суперпозиции для сил. Импульс материальной точки и закон его изменения. Импульс силы. Взаимодействие тел и третий закон Ньютона. Решение задач: [3] § 2
4	Центр массы. Импульс тела и системы тел. Динамика системы материальных точек.	2	Центр масс системы. Импульс системы частиц. Связь импульса системы со скоростью центра масс. Закон изменения импульса системы. Сохранение импульса замкнутой системы взаимодействующих тел. Абсолютно упругое и абсолютно неупругое взаимодействия. Решение задач: [3] § 2

1	2	3	4
5	Понятие работы силы в механике. Консервативные силы. Потенциальная энергия. Кинетическая энергия	2	Консервативные силы и их работа. Потенциальная энергия. Градиент потенциальной энергии. Связь силы и потенциальной энергии. Кинетическая энергия материальной точки. Кинетическая энергия системы частиц. Кинетическая энергия вращающегося твердого тела. Полная механическая энергия. Закон сохранения и изменения механической энергии частицы. Закон сохранения и изменения кинетической энергии. Решение задач: [3] § 4
6	Динамика абсолютно твердого тела. Момент силы. Момент импульса тела. Момент инерции тела. Основное уравнение динамики вращательного движения.	2	Момент силы. Момент импульса. Момент инерции. Динамика вращения вокруг фиксированной оси. Расчет моментов инерции однородных тел методом интегрирования и с помощью теоремы Штейнера. Основное уравнение динамики вращательного движения абсолютно твердого тела. Законы сохранения и изменения момента импульса. Решение задач: [3] § 3
7	Гармонические колебания. Свободные незатухающие колебания.	2	Движение тела под действием квазиупругой силы. Собственная частота колебаний системы. Кинетическая, потенциальная и полная механическая энергии. Математический маятник. Пружинный маятник. Физический маятник. Приведенная длина физического маятника. Решение задач: [3] § 6
8	Свободные затухающие колебания. Вынуждающая сила и вынужденные колебания.	2	Уравнение затухающих колебаний. Коэффициент сопротивления. Коэффициент затухания. Зависимость амплитуды от времени. Время релаксации. Частота и период затухающих колебаний. Логарифмический декремент затухания. Добротность колебательной системы Вынужденные колебания колебательной системы при синусоидальном внешнем воздействии. Зависимость амплитуды и фазы установившихся колебаний от частоты внешней силы. Явление резонанса. Амплитудно-частотная и фазово-частотная характеристики при резонансе. Решение задач: [3] § 6

<b>ЧАСТЬ 2* (2 семестр). Электромагнетизм. Молекулярная физика и термодинамика.</b>			
<b>Номер занятия</b>	<b>Наименование раздела и темы</b>	<b>Кол-во часов</b>	<b>Используемые понятия и законы</b>
1	2	3	4
1	Закон Кулона. Теорема Гаусса.	2	Электростатика. Закон Кулона. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции полей. Вычисление напряженностей электрических полей заряженных тел с применением теоремы Гаусса. Решение задач: [5] §§13,14, дополнительная литература [2] стр 104-108
2	Работа и потенциал электрического поля.	2	Потенциал электрического поля. Определение потенциалов заряженных тел. Связь напряженности электрического поля и разности потенциалов. Прямая и обратная задача электростатики. Решение задач: [5] § 15, дополнительная литература [2] стр109-111.
3	Емкость.	2	Определение емкости. Методы вычисления емкости конденсаторов. Последовательное и параллельное соединение конденсаторов. Энергия заряженного конденсатора. Процессы, происходящие при заряде и разряде конденсаторов. Решение задач: [5] §17, дополнительная литература [2] 112-117.
4	Постоянный ток	2	Законы постоянного тока. Закон Ома и закон Джоуля Ленца Разветвленные цепи, правила Кирхгофа. Основные принципы передачи электроэнергии. Решение задач: [5] § 19, дополнительная литература [2] стр. 120-135.
5	Магнитное поле	2	Индукция магнитного поля. Закон Био, Савара, Лапласа. Вычисление индукции магнитного поля токов. Теорема о циркуляции магнитного поля. Решение задач: [5] §§ 22,23, дополнительная литература [2] стр143-148.
6	Магнитные силы.	2	Сила Лоренца и Ампера. Магнитный момент тока. Решение задач: [5] §§ 22,23, дополнительная литература [2] стр143-148.
7	Электромагнитная индукция	2	Закон электромагнитной индукции. Самоиндукция и взаимная индукция. Методы вычисления индуктивностей и коэффициентов взаимной индукции. Принципы работы трансформатора и электродвигателя. Решение задач:[5] § 25, дополнительная литература [2] стр 150-155

1	2	3	4
8	Колебания в электрическом контуре	2	<p>Колебательный контур. Затухающие колебания в контуре, параметры затухающих колебаний. Вынужденные колебания. Резонанс в колебательном контуре.</p> <p>Законы переменного тока. Принципы работы скоростного транспорта.</p> <p>Решение задач: [5] § 26, дополнительная литература [2] стр. 171-174.</p>

\* Практические занятия по разделу **Молекулярная физика и термодинамика** заменяются написанием каждым студентом реферата по темам этого раздела. Темы рефератов предлагаются преподавателем или самим студентом по согласованию с преподавателем, ведущим занятия в данной группе.

<b>ЧАСТЬ 3. (3-й семестр) Оптика и квантовая физика</b>			
<b>Номер занятия</b>	<b>Наименование раздела и темы</b>	<b>Кол-во часов</b>	<b>Используемые понятия и законы</b>
1	Интерференция света. Опыт Юнга. Тонкие пленки. Кольца Ньютона.	2	<p>Когерентные лучи. Оптическая длина пути. Оптическая разность хода. Условия максимума и минимума при интерференции. Радиусы светлых и темных колец Ньютона.</p> <p>([4] §30, 30.7-30.11, 30.16-30.32; дополнительная литература [10] §16, 16.5, 16.7-16.20)</p>
2	Дифракция на круглом отверстии. Дифракция на щели.	2	<p>Зоны Френеля. Гашение вклада двух соседних зон Френеля. Радиусы зон Френеля. Условия максимума и минимума при дифракции на щели.</p> <p>([4] §31, 31.1-31.8, 31.10-31.12; дополнительная литература [10] §16, 16.29-16.33)</p>
3	Интерференция на дифракционной решетке.	2	<p>Условие главных максимумов. Разрешающая сила дифракционной решетки.</p> <p>([4] §31, 14-21, 22-28; дополнительная литература [10] § 16, 16.38-16.45, 16.48-16.55)</p>
4	Поляризация света.	2	<p>Линейно поляризованный луч. Плоскость поляризации. Закон Брюстера при отражении. Закон Малюса.</p> <p>([4] §32, 32.1-32.7, 32.11-32.13; дополнительная литература [10] § 16, 16.58-16.62, 16.64-16.65)</p> <p>Оптически активные вещества и растворы. Угол поворота плоскости поляризации.</p> <p>([4] §32, 32.19-32.22)</p>

1	2	3	4
5	Тепловое излучение.	2	<p>Энергетическая светимость черного тела. Закон Стефана-Больцмана. Связь коэффициента поглощения и коэффициента излучения серого тела.</p> <p>([4] §34, 34.1-34.13; дополнительная литература [10] § 18, 18.1-18.7)</p> <p>Плотность энергетической светимости. Законы Вина.</p> <p>([4] §34, 34.14-34.21; дополнительная литература [10] § 18, 18.11-18.13, 18.15-18.18)</p>
6	Релятивистская физика. Внешний фотоэффект Эффект Комптона	2	<p>Элементы релятивистской физики.</p> <p>([4] §34, 34.1-34.13; дополнительная литература [10] § 17, 17.1-17.12, 17.16-17.19)</p> <p>Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Работа выхода электрона из металла. Красная граница фотоэффекта. Задерживающая разность потенциалов.</p> <p>([4] §35, 35.1-35.10; дополнительная литература [10] § 19, 19.12-19.14, 19.16-19.19)</p> <p>Изменение длины волны рентгеновского фотона при рассеянии на электроны. Формула Комптона.</p> <p>([4] §37, 37.1-37.11; дополнительная литература [10] § 19, 19.29-19.33)</p>
7	Атом Бора.	2	<p>Постулаты Бора. Радиус электронной орбиты, скорость и энергия электрона в водородоподобном атоме. Энергия фотона, испускаемого при переходе электрона между орбитами.</p> <p>([4] § 38, 38.1-38.15; дополнительная литература [10] § 20, 20.1-20.14)</p>
8	Волны де Бройля. Соотношение неопределенностей. Частица в потенциальной яме.	2	<p>Длина волны де Бройля.</p> <p>([4] § 45, 45.1-45.10; дополнительная литература [10] § 19, 19.34-19.40;)</p> <p>Связь длины волны де Бройля с кинетической энергией в классическом и в релятивистском случаях. Соотношение неопределенностей.</p> <p>([4] § 45, 45.23-45.28)</p> <p>Волновая функция, плотность вероятности и энергия частицы в бесконечной потенциальной яме.</p> <p>([4] § 46, 46.15, 46.19-46.24)</p>



## **5. ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

### **Часть 1 (1 семестр). Механика**

#### **Лабораторная работа №1. Кинематика поступательного движения**

Задание. Определить ускорение свободного падения по измерению времени его падения.

#### **Лабораторная работа №2. Динамика поступательного движения**

Задание. Определить ускорение свободного падения и эффективную силу торможения с помощью машины Атвуда, в ходе изучения характера движения грузов и зависимости ускорения системы грузов от их масс.

#### **Лабораторная работа №3. Экспериментальная проверка закона сохранения энергии**

Задание: Определить коэффициент жесткости пружины и изучить превращения ее потенциальной энергии в кинетическую энергию снаряда пружинной пушки.

#### **Лабораторная работа №4. Экспериментальная проверка закона сохранения импульса**

Задание: Проверить закон сохранения импульса, на примере взаимодействия снаряда и физического маятника.

#### **Лабораторная работа №5. Экспериментальная проверка закона сохранения момента импульса**

Задание: Проверить закон сохранения момента импульса системы: снаряд пружинной пушки и физический маятник в ходе их соударения.

#### **Лабораторная работа №6. Математический маятник**

Задание. Определить ускорение свободного падения по периоду колебаний устройства моделирующего математический маятник (диск на лёгкой пластинке).

#### **Лабораторная работа №7. Физический маятник**

Задание. Определить период колебаний физического маятника. Представляющего собой стержень с отверстиями установленный на шкиве вертикальной стойки так, чтобы центр масс стержня не лежал на оси шкива.

#### **Лабораторная работа №8. Затухающие гармонические колебания**

Задание: Построить колебательную систему и определить параметры затухающих колебаний ( коэффициент затухания, логарифмический декремент затухания, время релаксации и добротность колебательной системы).

#### **Лабораторная работа №9. Вынужденные колебания. Резонанс**

Задание: Исследовать амплитудную и фазовую характеристики резонанса в ходе эксперимента по изучению поведения системы совершающей вынужденные колебания.

### **Часть 2 (2 семестр). Электричество и магнетизм**

#### **Вводное занятие.**

Знакомство с лабораторными установками. Определение параметров электрических

сигналов с помощью электронного осциллографа.

**Лабораторная работа №1.** Определение картины эквипотенциальных поверхностей и силовых линий электрического поля системы зарядов.

Литература: [6] стр. 7-10.

**Лабораторная работа №2.** Определение времени релаксации процесса разряда конденсатора, и ее зависимости от сопротивления и емкости цепи.

Литература: [6] стр. 11-20.

**Лабораторная работа №3.** Изучение распределения магнитного поля вдоль оси кольцевых катушек. Проверка принципа суперпозиции магнитных полей.

Литература: [6] стр. 21-33.

**Лабораторная работа №4.** Изучение свойств ферромагнетиков. Определение параметров петли гистерезиса.

Литература: [8] стр. 3-18.

**Лабораторная работа №5.** Изучение явления самоиндукции. Определение индуктивности контура.

Литература: [7] стр. 14-22.

**Лабораторная работа №6.** Изучение явления взаимной индукции. Определение коэффициента взаимной индукции двух контуров и его зависимости от расстояния, силы тока и частоты.

Литература: [7] стр. 3-13.

**Лабораторная работа №7.** Исследование явления резонанса в электрических цепях. Определение амплитудной и фазовой характеристики резонанса

Литература: [7] стр. 32-42.

### **Часть 3 (3 семестр) Оптика и квантовая физика**

**Лабораторная работа №1. Интерференция света.** Теория: когерентные лучи, интерференция, методы получения когерентных источников, опыт Юнга, бипризма Френеля, тонкие пленки

Литература [5], с. 4-8, 41-46.

Задание 1.1. Определение расстояния между щелями в опыте Юнга.

Литература [5], с. 8-11.

Задание 1.2. Определение длины волны излучения с помощью бипризмы Френеля.

Литература [5], с. 11-14.

Задание 1.3. Определение толщины пленки по интерференции.

Литература [5], с. 14-17.

Задание 1.4. Определение показателя преломления пластины по интерференции.

Литература [5], с. 17-19.

**Лабораторная работа №2. Дифракция света.** Теория: дифракция, принцип Гюйгенса-Френеля, зоны Френеля, дифракция на круглом отверстии и на щели, главные максимумы при интерференции на дифракционной решетке

Литература [5], с. 20-27, 41-46.

Задание 2.1. Определение ширины щели по дифракции света.

Литература [5], с. 27-28

Задание 2.2. Определение постоянной решетки и ширины щели

Литература [5], с. 28-29.

Задание 2.3. Определение радиуса отверстия по дифракции света.

Литература [5], с. 30-31.

**Лабораторная работа №3. Поляризация света.** Теория: линейно поляризованный луч, плоскость поляризации луча, главные плоскости поляроида, поляризация света при отражении, закон Брюстера, вращение плоскости поляризации

Литература [5], с. 32-37, 41-46.

**Задание 3.1.** Проверка закона Малюса.

Литература [5], с. 38).

**Задание 3.2.** Определение угла Брюстера и показателя преломления пластины.

Литература [5], с. 39.

**Задание 3.3.** Определение концентрации сахара в водном растворе.

Литература [5], с. 39-40.

**Лабораторная работа №4. Квантовая природа теплового излучения.** Теория: тепловое излучение, энергетическая светимость тела, закон Стефана-Больцмана, спектральная плотность энергетической светимости, закон смещения Вина

Литература [6], с. 4-6, 32-34.

**Задание 4.1.** Проверка закона Стефана-Больцмана.

Литература [6], с. 7-8.

**Задание 4.2.** Проверка закона смещения Вина. Определение постоянной Планка.

Литература [6], с. 8-10.

**Задание 4.3.** Определение концентрации сахара в водном растворе.

Литература [5], с. 39-40)

**Лабораторная работа №5. Внешний фотоэффект.** Теория: исследования Столетова, уравнение Эйнштейна, работа выхода, красная граница, задерживающая разность потенциалов

Литература [6], с. 11-16, 32-34.

**Задание 5.1.** Определение постоянной Планка и работы выхода катода фотоэлемента.

Литература [6], с. 4-6, 32-34.

**Лабораторная работа №6. Изучение спектра атома водорода.** Теория: боровская теория атома водорода, момент импульса электрона на боровской орбите, энергетические уровни и спектр атома водорода, серия Бальмера

Литература [6], с. 19-22, 32-34.

**Задание 6.1.** Калибровка шкалы монохроматора по спектру атома ртути

Литература [6], с. 23.

**Задание 6.2.** . Определение постоянной Ридберга по спектру атома водорода.

Литература [6], с. 23-25.

**Лабораторная работа №7. Спектральные характеристики полупроводниковых фото-резистора и светодиода.** Теория: зонная теория полупроводников, внутренний фотоэффект, фоторезисторы, излучение светодиода при пороговом напряжении

Литература [6], с. 26-28, 29, 32-34.

**Задание 7.1.** Изучение спектральной характеристики фоторезистора и определение ширины запрещенной зоны полупроводника.

Литература [6], с. 28-29.

**Задание 7.2.** Изучение спектральной характеристики светодиода. Оценка постоянной Планка и ширины запрещенной зоны полупроводника.  
Литература [6], с. 30-31).

**Лабораторная работа №8. Исследование зависимости проводимости металлов и полупроводников от температуры.** Теория: зонная теория металлов и полупроводников, влияние тепловых колебаний кристаллической решетки на сопротивление металлов, зависимость концентрации переносчиков электричества в полупроводнике от температуры  
Литература [7], с. 3-8.

**Задание 8.1.** Измерение зависимости сопротивления металла от температуры. Определение температурного коэффициента сопротивления металла.

Литература [7], с. 8-10.

**Задание 8.2.** Измерение зависимости сопротивления полупроводника от температуры. Определение энергии активации полупроводника. (  
Литература [7], с. 11-12.

**Лабораторная работа №9. Исследование свойств электронно-дырочного перехода.** Теория: р-п-переход, образование запирающего слоя, зависимость обратного тока от температуры

Литература [7], с. 13-18

**Задание 9.1.** Определение постоянной Больцмана по прямой ветви вольтамперной характеристики полупроводникового диода.

Литература [7], с. 18-19).

**Задание 9.2.** Изучение зависимости обратного тока через диод от температуры. Определение ширины запрещенной зоны полупроводника

Литература [7], с. 19-21.

**Задание 9.3.** Исследование зависимости емкости и ширины р-п-перехода от запирающего напряжения.

Литература ([7], с. 21-23).

**Лабораторная работа №10. Опыт Франка-Герца.** Теория: дискретность энергетических уровней атомов, возбуждение атомов при их столкновении с движущимися электронами

Литература [8], с. 3-7.

**Задание 10.1.** Методика измерения резонансных потенциалов.

Литература ([8], с. 7-9).

**Задание 10.2.** Определение резонансной частоты и длины волны излучения атома.

Литература [8], с. 10-11.

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При чтении лекций используется компьютерная технология: презентация лекций, видеофильмы лабораторных экспериментов и фрагменты лекции интернет библиотеки. На практических занятиях решаются инженерные задачи с выводами расчетных формул.

При проведении лабораторных работ уделяется внимание самостоятельной постановке исследовательской задачи, применению компьютерной обработки результатов измерения, анализу полученных результатов при оформлении отчёта по лабораторной работе и умению правильно оценить и записать окончательный результат для исследуемых физических величин.

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

Результаты освоения дисциплины	Формы контроля				
	Рейтинг-контроль освоения материала	Контрольные работы по практическим занятиям	Защита отчетов по лаб. работам	Защита домашних заданий	Экзамен (дифф. зачет)
1.Знание и понимание 1.1. Основные физические явления и законы механики и их математическое описание; 1.2. Основные физические явления и законы электродинамики и термодинамики и их математическое описание; 1.3. Основные физические явления и законы оптики и ядерной физики и их математическое описание.	*	*		*	*
2.Умение 2.1. выявлять физическую сущность явлений и процессов в устройствах различной физической природы; 2.2. выполнять применительно к ним простые технические расчеты		*	*	*	*
3. Владение навыками 3.1. Владение навыками инструментария для решения физических задач в своей предметной области; 3.2. методов анализа физических явлений в технических устройствах и системах		*	*	*	*

## 8. ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНАМ И ЗАЧЁТАМ

### Часть 1 (1 семестр) Механика (экзамен)

1. Механическое движение. Система координат. Материальная точка. Абсолютно твердое тело. Поступательное и вращательное движения.
2. Радиус-вектор. Перемещение. Траектория. Путь.
3. Средняя линейная скорость. Мгновенная линейная скорость. Направление вектора скорости.
4. Вычисление перемещения по известной скорости.
5. Среднее и мгновенное линейные ускорения. Равномерное и равнопеременное прямолинейные движения.
6. Разложение ускорения на нормальную и тангенциальную составляющие. Движение по окружности. Ускорение при криволинейном движении. Центр кривизны и радиус кривизны траектории.
7. Инерциальные системы отсчета и принцип относительности. Преобразования Галилея и преобразование скорости (закон сложения скоростей) в классической механике.
8. Физическая сущность понятия силы в механике. Внешние и внутренние силы. Замкнутые и незамкнутые системы. Основные и производные силы. Понятия инертной массы и импульса.
9. Первый закон Ньютона и его физическое содержание. Связь закона инерции с принципом относительности.
10. Второй закон Ньютона.
11. Взаимодействие тел и третий закон Ньютона.
12. Закон сохранения и изменения импульса. Импульс силы.
13. Центр масс системы материальных точек и абсолютно твердого тела. Связь импульса системы со скоростью движения центра масс. Закон движения центра масс.
14. Задача двух тел. Приведенная масса.
15. Движение тела переменной массы. Реактивное движение. Идея многоступенчатых ракет.
16. Понятие работы силы в механике. Свойства работы как физической величины. Мощность. Кинетическая энергия.
17. Консервативные силы. Работа консервативных сил по замкнутому контуру.
18. Потенциальное силовое поле и потенциальная энергия. Потенциальные силы взаимодействия между частицами системы. Потенциальная энергия во внешнем поле.
19. Связь силы и потенциальной энергии. Градиент.
20. Полная механическая энергия системы взаимодействующих тел. Закон сохранения и изменения полной механической энергии системы.
21. Применение законов сохранения энергии и импульса к процессам упругих столкновений. Передача энергии при упругих столкновениях.
22. Момент силы и момент импульса. Момент импульса при движении по прямой и по окружности. Вращение твердого тела вокруг фиксированной оси. Вращательный момент.
23. Момент инерции. Моменты инерции однородных тел. Моменты инерции относительно параллельных осей (теорема Штейнера).
24. Момент импульса абсолютно твердого тела и его связь с вектором угловой скорости.
25. Основное уравнение вращательного движения.
26. Закон сохранения и изменения момента импульса.
27. Работа при вращательном движении.
28. Кинетическая энергия вращающегося абсолютно твердого тела. Кинетическая энергия твердого тела при плоском движении.



29. Колебания. Классификация по физической природе процессов. Классификация по способу возбуждения (собственные, вынужденные, параметрические и автоколебания).

30. Кинематика гармонического колебания. Уравнение зависимости радиус-вектора от времени при гармонических колебаниях. Амплитуда, фаза, циклическая частота, период и частота гармонических колебаний. Связь гармонического колебания и равномерного движения по окружности.

31. Малые свободные незатухающие колебания гармонического осциллятора. Квазиупругая (возвращающая) сила. Уравнение движения. Превращения энергии при колебаниях.

32. Математический, пружинный и физический маятники. Приведенная длина физического маятника.

33. Затухающие собственные колебания системы. Уравнение движения с учетом сил сопротивления.

34. Критическое затухание осциллятора с вязким трением. Аперiodический режим. Зависимость амплитуда затухающих колебаний от времени. Коэффициент сопротивления среды. Коэффициент затухания. Логарифмический декремент затухания. Время релаксации. Добротность. Энергия затухающих колебаний.

35. Вынужденные колебания линейного осциллятора при синусоидальном внешнем воздействии. Резонанс. Амплитудно-частотная и фазово-частотная характеристики. Установившиеся вынужденные колебания.

## **Часть 2 (2 семестр) Электromагнетизм. Молекулярная физика и термодинамика (Зачёт)**

1. Электрические заряды. Электрическое поле. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции полей.

2. Метод дифференцирования и интегрирования для расчета напряженностей полей протяженных заряженных тел. Теорема Гаусса

3. Потенциал электрического поля. Расчет потенциалов заряженных тел.

4. Связь напряженности поля и разности потенциалов. Градиент потенциала.

5. Электрическое поле в проводниках. Электроемкость уединенного проводника. Конденсаторы. Энергия электрического поля. Переходные процессы в RC цепях.

6. Диэлектрики. Поляризация диэлектриков. Полярные и неполярные диэлектрики. Механизм поляризации. Дипольный электрический момент и вектор поляризации. Поляризация сегнетоэлектриков.

7. Постоянный ток. Основные положения классической теории электропроводности металлов. Законы постоянного тока.

8. Законы Кирхгофа. Расчет разветвленных цепей. Основные принципы передачи электроэнергии.

9. Магнитное поле в вакууме. Индукция магнитного поля движущегося заряда и тока. Закон Био-Савара-Лапласа. Вычисление индукции поля прямого и кругового токов.

10. Теорема о циркуляции магнитного поля. Применение теоремы к расчету магнитного поля длинного соленоида.

11. Магнитные силы. Сила Лоренца и Ампера. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях. Магнитный момент тока.

12. Эффект Холла в проводниках. Постоянная Холла.

13. Магнитное поле в веществе. Магнитные моменты атомов. Типы магнетиков. Относительная магнитная проницаемость. Природа ферромагнитного состояния. Магнитный гистерезис. Домены.

14. Явление электромагнитной индукции. Закон Ленца. Закон Фарадея Максвелла. Электрическая и магнитная ЭДС индукции. Вихревое электрическое поле, его отличие от поля электростатического.

15. Явление самоиндукции. Влияние самоиндукции на ток при включении и выключении источника тока (RL цепь).
16. Явление взаимной индукции. Коэффициент взаимной индукции и его вычисление. Трансформаторы.
17. Генератор переменного тока. Причина образования ЭДС индукции. Принципы работы высокоскоростного транспорта.
18. Колебательный контур. Колебания напряжений и токов в контуре. Затухающие колебания в контуре. Параметры затухающих колебаний (время релаксации, логарифмический декремент затухания, добротность).
19. Резонанс в электрических цепях. Резонанс токов и напряжений. Амплитудные и фазовые характеристики резонансов. Параметры резонансных кривых.
20. Полная система уравнений Максвелла и их физический смысл.
21. Уравнение плоской электромагнитной волны. Пространственная ориентация векторов  $\vec{E}$  и  $\vec{B}$  в электромагнитной волне. Фаза волны.
22. Идеальный газ. Максвеловское распределение молекул идеального газа по скоростям и энергиям.
23. Физический смысл температуры. Физический смысл абсолютного нуля температуры по шкале Кельвина.
24. Уравнение Менделеева – Клапейрона. Изопроцессы.
25. Внутренняя энергия системы. Внутренняя энергия идеального газа.
26. Работа в термодинамике. Работа при изо- и круговых процессах.
27. Тепловая энергия, полученная системой от внешних тел. Первый закон термодинамики (закон сохранения и превращения энергии, включая тепловую).
28. Теплоемкости газов при постоянном объеме и при постоянном давлении.
29. Обратимые и необратимые процессы. Энтропия. Отношение тепла, полученного или отданного системой к его температуре как изменение энтропии системы. Второе начало термодинамики.
30. Цикл Карно. Коэффициент полезного действия тепловой машины.

### **Часть 3 (3 семестр) Оптика и квантовая физика (экзамен)**

1. Скорость распространения света в веществе. Длина волны. Фронт волны. Принцип Гюйгенса.
2. Когерентные источники и когерентные волны. Условия максимума и минимума при наложении когерентных волн. Интерференция как наложение конечного числа когерентных волн. Схема опыта Юнга, применение принципа Гюйгенса. Условия максимумов и минимумов в опыте Юнга.
3. Получение колец Ньютона, условия светлых и темных колец в отраженном свете, учет потери полуволны. Формулы для радиусов колец Ньютона.
4. Интерференция света при падении на тонкую пленку под углом, вывод условия максимума с учетом потери полуволны.
5. Дифракция как наложение бесконечного числа когерентных волн от непрерывно распределенных источников. Зоны Френеля на сферическом фронте. Зависимость интенсивности от открытия четного или нечетного числа зон Френеля. Зонная пластинка.
6. Дифракция на щели, условия дифракционных максимумов и минимумов, связь с числом открытых зон Френеля.
7. Дифракционная решетка. Условие главных интерференционных максимумов. Объяснение появления дополнительных минимумов.
8. Поляризация света. Линейная и круговая поляризация Поляризаторы.
9. Поляризация света при отражении, угол Брюстера. Закон Малюса.
10. Вращение плоскости поляризации света оптически активными кристаллами, растворами и в магнитном поле.

11. Тепловое излучение тел. Энергетическая светимость тела  $R_e$ . Плотность энергетической светимости  $r_{\nu,T}$  по частоте. Абсолютно черное тело. Экспериментальный закон Стефана-Больцмана.
12. Закон смещения Вина для длины волны, соответствующей максимуму спектральной плотности энергетической светимости абсолютно черного тела  $r_{\lambda,T}$  по длине волны.
13. Постулаты Эйнштейна в релятивистской физике. Масса и импульс в релятивистской физике. Полная энергия, энергию покоя.
14. Выражения кинетической энергий через импульс. Выражение импульса частицы через ее кинетическую энергию.
15. Внешний фотоэффект, уравнение Эйнштейна, работа выхода. Красная граница фотоэффекта. Задерживающая разность потенциалов.
16. Эффект Комптона (упругое рассеяние фотона на свободном электроны) Увеличение длины волны рентгеновских лучей при рассеянии.
17. Гипотеза де Бройля о длине волны частицы. Дифракция частиц на кристаллической решетке, условие Вульфа-Брегга.
18. Соотношение неопределенностей Гейзенберга для координаты и проекции импульса, для энергии и времени.
19. Постулат квантовой механики о волновой функции. Плотность вероятности нахождения частицы в данной точке. Вероятность нахождения частицы в заданном интервале.
20. Стационарное уравнение Шредингера.
21. Частица в одномерной потенциальной яме, потенциальная энергия. Квантовое число.
22. Уравнение Шредингера для частицы в потенциальной яме. Собственные функции и собственные значения энергии. Вероятность нахождения частицы в заданном интервале.
23. Уравнение Шредингера для электрона в атоме водорода. Квантовые числа и их физический смысл.
24. Расщепление энергетических уровней изолированных атомов при объединении их в кристаллическую решетку, образование ряда чередующихся разрешенных и запрещенных зон. Объяснение электрических свойств металлов, полупроводников и диэлектриков зонной теорией.
25. Собственные (чистые) полупроводники. Ковалентная связь атомов в кристаллической решетке полупроводника. Образование электронов проводимости и дырок.
26. Примесные полупроводники. Донорные примесные уровни в полупроводниках типа n, электронная проводимость n-полупроводников. Акцепторные примесные уровни в полупроводниках типа p, дырочная проводимость p-полупроводников.
27. Электронно-дырочный переход при контакте p- и n-полупроводников. Образование запирающего слоя при обратном напряжении. Прямой ток и его зависимость от прямого напряжения.
28. Использование p-n-перехода в диодах, применение для выпрямления.
29. Применение двух p-n-переходов в транзисторах, используемых для усиления.
30. Внутренний фотоэффект в диэлектриках и полупроводниках, фотосопротивления, светодиоды. Фотоэлементы. Фотоэлектродвижущая сила, использование в солнечных батареях.
31. Состав ядра: протоны, нейтроны и их характеристики. Массовые и зарядовые числа. Дефект массы и энергия связи ядра. Ядерные силы.
32. Радиоактивность ядер, виды радиоактивности, нейтрино, деление ядер. Понятие о ядерной энергетике. Радиационная безопасность ядерных установок.
33. Элементарные частицы. Типы взаимодействий элементарных частиц. Законы сохранения электрического заряда, барионного заряда, лептонного заряда.
34. Тяжелые частицы, барионный заряд. Легкие частицы, лептонный заряд.
35. Классификация элементарных частиц. Кварковая модель элементарных частиц.

## 9. ПОНЯТИЙНО – ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИЙ СЛОВАРЬ КУРСА ФИЗИКА (ГЛОССАРИЙ)

### МЕХАНИКА

**Амплитуда колебаний** ( $A$ ,  $x_{\max}$ ) - наибольшее значение, которого достигает какая-либо физическая величина, совершающая гармонические колебания.

**Волновая поверхность гармонической волны** - геометрическое место колеблющихся в одинаковых фазах точек среды, в которой распространяется волна.

**Волны** - возмущения (изменение состояния среды или поля), распространяющиеся в пространстве с конечной скоростью.

**Вынужденные колебания** - колебания, возникающие в какой-либо системе под влиянием переменного внешнего воздействия. Характер вынужденных колебаний определяется как свойствами внешнего воздействия, так и свойствами самой системы.

**Вынужденные электромагнитные колебания** - периодическое изменение силы тока и напряжения в электрической цепи, происходящие под действием внешней переменной ЭДС от внешнего источника.

**Высота тона звука** - качество звука, определяемое человеком субъективно на слух и зависящее от частоты звука.

**Гармоническая волна** - волна, при которой точки среды совершают гармонические колебания.

**Гармонические колебания** - периодические изменения физической величины со временем, происходящие по закону синуса или косинуса:  $x = A \cos(\omega t + \phi_0)$ , где  $x$  - отклонение колеблющейся величины от ее равновесного значения,  $A$  - амплитуда колебаний,  $\omega$  - циклическая частота,  $(\omega t + \phi_0)$  - фаза колебаний,  $\phi_0$  - начальная фаза,  $t$  - время.

**Громкость звука** - субъективная характеристика звука, связанная с его интенсивностью и зависящая от частоты и амплитуды.

**Детектирование** - процесс выделения колебаний одной частоты (звуковой) из модулируемых электромагнитных колебаний несущей частоты.

**Длина волны** - расстояние, на которое распространяется колебание за время одного периода.

**Затухающие колебания** - постепенное ослабление собственных колебаний с течением времени, обусловленное потерями энергии колебательной системой.

**Звук (звуковые волны)** - упругие волны, распространяющиеся в среде с частотами в пределах 16 - 20 000 Гц. Волны указанных частот, воздействуя на слуховой аппарат человека, вызывают ощущение звука.

**Интенсивность волны** - величина, определяемая средней по времени энергией, переносимой волной за 1 с через площадь  $1 \text{ м}^2$ , перпендикулярную направлению распространения волны.

**Касательное (тангенциальное) ускорение**  $\vec{a}_\tau$  - составляющая ускорения, совпадающая с направлением мгновенной скорости и характеризующая изменение ее по величине.

**Кинематика** - раздел механики, изучающий механическое движение тел в пространстве и во времени без учета причин, вызывающих это движение.

**Колебания** - движения или процессы, обладающие той или иной степенью повторяемости во времени.

**Колебательная система** - система, способная совершать свободные колебания.

**Колебательный контур** - электрическая цепь, состоящая из конденсатора и присоединенной к его обкладкам катушки индуктивности.

**Математический маятник** - материальная точка, подвешенная на длинной, нерастяжимой нити пренебрежимо малой массы.

**Материальная точка** - тело, размерами которого можно пренебречь по сравнению с

другими характерными размерами, рассматриваемыми в данной задаче.

**Мгновение** - физически бесконечно короткий временной интервал или интервал, длительность которого много меньше длительности любых других процессов в рассматриваемой задаче.

**Мгновенная скорость** - предел отношения приращения радиуса-вектора к промежутку времени, за который оно произошло при устремлении к нулю величины этого промежутка, т.е. она равна производной от вектора перемещения по времени  $dr/dt$ . Мгновенная скорость показывает, как быстро изменяется радиус-вектор материальной точки при бесконечно малом приращении времени для выбранного момента  $t$ .

**Механика** - раздел физики, изучающий механическое движение тел в пространстве и времени.

**Механическое движение** - это процесс изменения взаимного расположения тел или их частей в пространстве с течением времени.

**Механические волны** - распространение колебаний от точки к точке, от частицы к частице в упругой среде.

**Модуляция** - процесс наложения колебаний одной частоты на колебания другой частоты. Начальная фаза гармонических колебаний ( $\phi_0$ ) - значение фазы гармонических колебаний в начальный момент времени  $t_0$ .

**Обертоны** - составляющие сложного колебания, выделенные при его анализе и имеющие более высокие частоты, чем основная составляющая (которая имеет определенную высоту тона). Состав обертонов сложного звука определяет его качественную окраску - тембр звука.

**Период колебаний** ( $T$ ) - наименьший интервал времени, по истечению которого повторяются значения всех физических величин, характеризующих периодический колебательный процесс.

**Принцип относительности в механике** - обусловленность вида механического движения выбором начальных условий.

**Поперечная волна** - волна, направление распространения которой перпендикулярно смещению колеблющихся частиц среды.

**Продольная волна** - волна, направление распространения которой параллельно смещению колеблющихся частиц среды.

**Равномерное прямолинейное движение** – движение, при котором точка движется по прямой линии с постоянной скоростью  $\vec{v}$ .

**Равнопеременное прямолинейное движение** – движение, при котором точка перемещается по прямой линии с постоянным ускорением.

**Радиус-вектор  $\mathbf{r}$**  - направленный отрезок, проведенный из начала отсчета в точку расположения частицы. Модуль этого вектора равен  $r = (x^2 + y^2 + z^2)^{1/2}$ .

**Резонанс** - резкое возрастание амплитуды вынужденных колебаний, когда частота вынуждающего внешнего воздействия приближается к частоте собственных колебаний системы.

**Свободные колебания** - колебания, совершающиеся в системе при отсутствии внешнего воздействия за счет первоначально внесенной энергии, отклоняющие эту систему от состояния устойчивого равновесия.

**Система отсчета** - система, состоящая из тела отсчета, связанной с ним системы координат и синхронизованных часов.

**Средняя скорость** - величина, равная отношению приращения радиуса-вектора к промежутку времени, в течение которого оно произошло.

**Тело отсчета** - тело, которое считается неподвижным и по отношению к которому определяется положение других тел.

**Тембр** - качество звука (его окраска), позволяющее различать звуки одинаковой высоты, исполненные на различных инструментах или различными голосами. Тембр зависит от

того, какие обертоны сопутствуют основному тону, какова интенсивность каждого из них.

**Траектория движения** - совокупность всех последовательных положений материальной точки в пространстве.

**Ускорение** материальной точки — векторная физическая величина, характеризующая быстроту изменения вектора скорости с течением времени.

**Фаза колебаний** ( $\phi$ ) - аргумент функции, описывающий величину, изменяющуюся по закону гармонического колебания. Фаза гармонических колебаний - величина безразмерная и выражается в радианах.

**Фронт волны** - самая далекая (в данный момент) волновая поверхность, куда дошла волна к этому моменту, или фронт волны - геометрическое место точек, отделяющая возмущенную часть среды от невозмущенной.

**Центростремительное (нормальное) ускорение**  $\vec{a}_n$  - составляющая ускорения, направленная к центру кривизны траектории, и характеризующая изменение вектора скорости по направлению.

**Частота колебаний** - физическая величина, равная числу полных колебаний, совершаемых за единицу времени. Единица частоты колебаний в системе СИ - герц (Гц).

### ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ

**Амплитудная характеристика резонанса** — зависимость амплитуды напряжения или тока в колебательном контуре от частоты внешней периодической ЭДС.

**Вектор поляризации** - суммарный дипольный момент единицы объема вещества.

**Время релаксации** — время, по истечении которого амплитуда тока или напряжения уменьшается в  $e$  (2,71) раза.

**Взаимная индукция** — явление возникновения ЭДС индукции в одном контуре, при изменении тока в близкорасположенном другом.

**Градиент** - математическая операция над скалярной функцией, в результате которой получается вектор, направленный в сторону наибольшего роста скалярной функции.

**Диполь** - Два электрических заряда противоположных знаков находящиеся на определенном расстоянии один от другого.

**Дипольный электрический момент** - векторная величина, численно равная произведению величины электрического заряда диполя на расстояние между зарядами в диполе. Вектор дипольного электрического момента направлен от отрицательного к положительному заряду.

**Диэлектрическая проницаемость** - коэффициент, показывающий во сколько раз напряженность электрического поля в веществе больше чем в вакууме.

**Домены** - небольшие области кристалла ферромагнетика или сегнетоэлектрика, в которых все магнитные моменты атомов или дипольные моменты ориентированы в одном направлении.

**Закон Био – Савара – Лапласа** - закон, выражающий зависимость индукции магнитного поля, создаваемого элементом электрического тока на определенном расстоянии от него.

**Закон электромагнитной индукции Фарадея** - закон, устанавливающий связь ЭДС индукции в замкнутом контуре и скорость изменения магнитного потока, его пронизывающего.

**Затухающие колебания** — уменьшающиеся по амплитуде с течением времени колебания тока или напряжения в колебательном контуре.

**Индукция магнитного поля** - силовая характеристика магнитного поля, численно равная силе, действующей на ток величиной в 1А, при длине проводника в 1м, когда силовые линии магнитного поля перпендикулярны проводнику.

**Индуктивность** — свойство проводящего контура, скалярная величина, численно равная отношению магнитного потока, пронизывающего контур к силе тока, который по нему протекает.

**Колебательный контур** - электрическая цепь, содержащая емкость, индуктивность и сопротивление.

**Конденсатор**- устройство, служащее для накопления энергии электрического поля.

**Магнитный момент тока** - векторная величина, численно равная векторному произведению силы тока на площадь контура, по которому этот ток протекает.

**Магнитная проницаемость** - коэффициент, показывающий во сколько раз индукция магнитного поля в веществе больше чем в вакууме.

**Намагниченность** - суммарный магнитный момент единицы объема вещества.

**Напряженность электрического поля** – силовая характеристика электрического поля, численно равная силе, действующей на единичный положительный заряд.

**Обратный пьезоэффект** – упругая деформация твердого тела под воздействием электрического поля, зависящая от знака поля.

**Петля гистерезиса** - нелинейная зависимость индукции магнитного поля в ферромагнетиках от напряженности внешнего магнитного поля.

**Потенциал электрического поля** – энергетическая характеристика электрического поля, численно равная потенциальной энергии единичного положительного заряда в поле.

**Поток вектора напряженности через некоторую поверхность** – скалярная физическая величина численно равная произведению вектора напряженности на площадь поверхности и на косинус угла между вектором напряженности и нормалью к поверхности.

**Поляризация** – ориентация дипольных моментов при воздействии внешнего электрического поля.

**Правила Кирхгофа** – два правила устанавливающие закономерности протекания электрического тока в разветвленных электрических цепях.

**Полярные диэлектрики** – вещества, молекулы которых обладают в отсутствие электрического поля дипольным электрическим моментом, имеют небольшую и постоянную магнитную проницаемость.

**Пьезоэлектрический эффект** – образование зарядов на поверхности твердого тела под воздействием механических напряжений.

**Резонанс в электрических цепях** – резкое возрастание амплитуды колебаний тока или напряжения в колебательном контуре при совпадении собственной частоты колебаний контура и частоты внешней периодической ЭДС.

**Самоиндукция** – явление возникновения ЭДС индукции в контуре, по которому протекает переменный электрический ток.

**Сегнетоэлектрики** – вещества, имеющие химическую формулу сегнетовой соли, обладающие аномальными электрическими характеристиками (большой диэлектрической проницаемостью, образованием доменов, гистерезисом и т. д.).

**Силы Ампера и Лоренца** – магнитные силы, действующие на электрический ток и движущийся заряд со стороны магнитного поля.

**Теорема Гаусса** – основная теорема электростатики, устанавливающая связь между потоком вектора напряженности электрического поля через любую замкнутую поверхность и зарядом, сосредоточенным внутри поверхности.

**Теорема о циркуляции магнитного поля** – теорема, устанавливающая связь между циркуляцией вектора индукции магнитного поля, и током, протекающим внутри контура, по которому вычисляется циркуляция.

**Ток смещения Максвелла** – скорость изменения потока вектора индукции вихревого электрического поля, которое порождает переменное магнитное поле.

**Фазовая характеристика резонанса** – зависимость сдвига фаз между колебаниями тока в колебательном контуре и внешней периодической ЭДС от частоты последней.

**Ферромагнетики** – вещества, обладающие уникальными магнитными свойствами (доменной структурой, большой магнитной проницаемостью, гистерезисом и т.д.).

**Шкала электромагнитных волн** – упорядоченное расположение электромагнитных



волн по их длине (частоте) с указанием отдельных областей, обладающими общими специфическими свойствами.

**Электрический ток** – направленное движение заряженных частиц под воздействием электрического поля.

**Элемент электрического тока** – векторная величина, численно равная произведению электрического тока на длину небольшого участка, по которому этот ток протекает.

**Электродвижущая сила (ЭДС)** – скалярная величина, численно равная работе электрических сил по перемещению единичного заряда вдоль замкнутой цепи.

**Электродвижущая сила индукции** – электродвижущая сила, возникающая в замкнутом контуре при любом изменении магнитного потока, пронизывающего контур.

**Емкость** – скалярная характеристика заряженного тела, численно равная отношению заряда, сообщенного телу к его потенциалу.

**Электрострикция** – упругое обратимое увеличение размеров тела в электрическом поле любого знака.

**Эффект Холла** – явление образования в металлах и полупроводниках ЭДС при протекании по ним электрического тока и одновременного воздействия магнитного поля.

## МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

**Количество тепла** – количество энергии, переданное от тела к телу в процессе теплопередачи.

**Моль** – количество вещества, в котором содержится число частиц (атомов или молекул), равное числу атомов в 0,012 кг изотопа углерода  $C^{12}$ .

**Начала термодинамики** – фундаментальные законы (первое начало термодинамики, второе начало термодинамики и третье начало термодинамики) установленные на основании обобщения большой совокупности опытных фактов.

**Нормальные условия** – условия при которых температура окружающей среды по шкале Кельвина равна 273 К, а атмосферное давление равно  $1,01 \cdot 10^5$  Па (1 атм).

**Процесс адиабатический (изэнтропийный)** – процесс, протекающий в идеальном газе без теплообмена с окружающей средой, т.е. при постоянной энтропии.

**Процесс изобарический** – процесс, протекающий в идеальном газе при постоянном давлении.

**Процесс изохорический** – процесс, протекающий в идеальном газе при постоянном его объеме.

**Процесс изотермический** – процесс, протекающий в идеальном газе при постоянной температуре.

**Процесс круговой (цикл)** – процесс при котором система после ряда изменений возвращается в исходное состояние.

**Теплопередача (теплообмен)** – совокупность микроскопических (т.е. охватывающих не всё тело, а отдельные его молекулы) процессов, приводящих к передаче энергии от тела к телу.

## ВОЛНОВАЯ ОПТИКА

**Абсолютный показатель преломления среды** – отношение скорости света в вакууме к скорости света в данной среде.

**Амплитуда колебаний ( $A, x_{max}$ )** – наибольшее значение, которого достигает физическая величина, совершающая гармонические колебания.

**Анализатор** – поляризатор, используемый для определения характера и степени поляризации света, падающего на него.

**Вектор Пойтинга** – вектор, направленный вдоль направления переноса энергии и равный по модулю плотности потока энергии электромагнитной волны.

**Волновая оптика** – совокупность оптических явлений, в основе которых лежит волновая природа света.

**Волновая поверхность гармонической волны** – геометрическое место точек с одинаковой фазой колебаний.

**Волновое число** – величина изменения фазы волны на единице расстояния в направлении распространения волны в данный момент времени. Единица измерения в СИ –  $\text{м}^{-1}$ .

**Волновой вектор** – вектор, равный по модулю волновому числу и направленный по нормали к волновой поверхности (вдоль направления распространения волны)

**Волны** – возмущения (изменение состояния среды или поля), распространяющиеся в пространстве с конечной скоростью.

**Вынужденные колебания** – колебания, возникающие в какой-либо системе под влиянием переменного внешнего воздействия. Характер вынужденных колебаний определяется как свойствами внешнего воздействия, так и свойствами самой системы. Переменное внешнее воздействие при этом называется **вынуждающим воздействием**.

**Вынужденные электромагнитные колебания** – периодическое изменение силы тока и напряжения в электрической цепи, происходящие под действием **вынуждающей** (внешней переменной) ЭДС от внешнего источника.

**Гармоническая волна** – волна, при распространении которой точки среды совершают гармонические колебания.

**Гармонические колебания** – периодические изменения физической величины со временем, происходящие по закону синуса или косинуса:  $x = A \cos(\omega t + \varphi_0)$ , где  $x$  – отклонение колеблющейся величины от ее равновесного значения,  $A$  – амплитуда колебаний,  $\omega$  – циклическая частота,  $(\omega t + \varphi_0)$  – фаза колебаний,  $\varphi_0$  – начальная фаза,  $t$  – время.

**Дисперсия света** – зависимость показателя преломления (или скорости света) от частоты (или от длины волны).

**Дифракция света** – явление, наблюдаемое при распространении света в среде с резкими неоднородностями и связанное с отклонением от законов геометрической оптики (ограничение препятствий, проникновение в область геометрической тени).

**Длина волны** – наименьшее расстояние между точками волны с одинаковой фазой (между точками с одинаковым колебательным состоянием). Длина волны равна расстоянию, на которое распространяется колебание за время одного периода.

**Закон Брюстера** – отраженный луч полностью поляризован при прямом угле между отраженным и преломленным лучами. При этом выполняется условие: тангенс угла падения равен относительному показателю преломления второй среды.

**Закон Малюса** – интенсивность линейно поляризованного луча, пропущенного анализатором, равна интенсивности падающего на анализатор линейно поляризованного луча, умноженной на квадрат косинуса угла между плоскостью поляризации падающего луча и главной плоскостью анализатора.

**Закон Снеллиуса (закон преломления)** – преломленный луч лежит в плоскости падения, и отношение синуса угла падения к синусу угла преломления равно относительному показателю преломления второй среды.

**Затухающие колебания** – свободные колебания, постепенно ослабляющиеся с течением времени из-за потерь энергии колебательной системы.

**Зона Френеля** – полосовая или кольцевая область на волновой поверхности, расстояния от противоположных краев которой до точки наблюдения отличаются на полволны.

**Зонная пластинка** – пластинка, перекрывающая все четные (или нечетные) зоны Френеля для данной точки наблюдения и резко увеличивающая интенсивность света в этой точке. Зонная пластинка при этом подобна собирающей линзе.

**Интенсивность волны** – средняя по времени энергия, переносимая волной за единицу времени через единичную площадку, перпендикулярную направлению распространения волны. Единица измерения в СИ –  $\text{Вт}/\text{м}^2$ .

**Интенсивность света** – модуль среднего по времени значения плотности потока энергии, переносимой световой волной. Единица измерения в СИ – Вт/м<sup>2</sup>.

**Интерференция** – явление перераспределения светового потока в пространстве при наложении конечного числа когерентных волн с усилением интенсивности в одних местах и с ослаблением в других.

**Когерентные колебания** – совокупность разных колебаний с постоянной разностью фаз между каждой парой колебаний.

**Когерентные волны** – волны, в каждой точке пространства обладающие постоянной разностью фаз.

**Колебания** – движения или процессы, при которых состояния системы периодически повторяются.

**Колебательная система** – система, способная совершать свободные колебания.

**Коэффициент отражения световой волны** – отношение интенсивности отраженной волны к интенсивности падающей волны.

**Коэффициент пропускания световой волны** – отношение интенсивности волны, прошедшей во вторую среду, к интенсивности падающей волны.

**Линейная дисперсия спектрального прибора** – отношение линейного расстояния  $\Delta\ell$  между спектральными линиями к разности  $\Delta\lambda$  их длин волн.

**Оптическая плотность среды** – свойство среды, характеризующее значение показателя преломления среды.

**Относительный показатель преломления** одного вещества относительно другого – отношение скорости распространения света во втором веществе к скорости распространения в первом.

**Период колебаний** ( $T$ ) – наименьший интервал времени, по истечении которого повторяются значения всех физических величин, характеризующих периодический колебательный процесс (время одного полного колебания).

**Плоская волна** – волна, волновые поверхности которой являются плоскостями.

**Плоскость колебаний** – плоскость колебаний светового (электрического) вектора в плоско поляризованной волне.

**Плоскость поляризатора (поляроида)** – плоскость колебаний светового вектора в поляризованном свете, пропускаемым данным поляризатором.

**Плоскость поляризации** – плоскость колебаний магнитного вектора в линейно поляризованной электромагнитной волне (плоскость, перпендикулярная плоскости колебаний светового вектора).

**Плотность потока энергии** – энергия, переносимая через единицу площади волновой поверхности за единицу времени. Единица измерения в СИ – Вт/м<sup>2</sup>.

**Плотность энергии поля** – энергия поля, приходящаяся на единицу объема среды. Единица измерения в СИ – Дж/м<sup>3</sup>.

**Плотность энергии электромагнитной волны** – сумма плотностей энергии электрического поля и магнитного поля в волне. Единица измерения в СИ – Дж/м<sup>3</sup>.

**Полное внутреннее отражение** – явление отражения света от границы раздела двух сред без прохождения света во вторую среду.

**Поляризатор (поляроид)** – прибор, свободно пропускающий только линейно поляризованные лучи с определенной плоскостью поляризации, называемой главной плоскостью поляризатора.

**Поляризованный свет** – свет, в котором направление колебаний светового вектора упорядочены каким-либо образом. **Линейно поляризованным** (или плоско поляризованным) называется свет с фиксированной плоскостью поляризации (перпендикулярной плоскости колебаний светового вектора). **Поляризованным по эллипсу (по кругу)** называется

свет, в котором световой вектор вращается вокруг направления распространения света. Поляризация называется **правой эллиптической (круговой) поляризацией**, если по отношению к направлению распространения света световой вектор вращается против часовой стрелки, и **левой эллиптической (круговой) поляризацией** - при вращении светового вектора по часовой стрелке.

**Поперечная волна** – волна, в которой направление изменения колеблющейся величины перпендикулярно направлению ее распространения.

**Предельный угол полного внутреннего отражения** – наименьший угол падения луча из первой (оптически более плотной) среды, при котором луч, преломленный во вторую (оптически менее плотную) среду, отсутствует. Синус предельного угла полного внутреннего отражения равен относительному показателю преломления второй (оптически менее плотной) среды.

**Принцип Гюйгенса** – утверждение о способе построения нового фронта волны по известному положению предыдущего фронта. По принципу Гюйгенса каждая точка фронта волны является источником вторичных волн, и огибающая этих волн дает положение фронта волны в следующий момент времени.

**Принцип Гюйгенса-Френеля** – обобщение принципа Гюйгенса Френелем, позволяющее определить амплитуду результирующей волны от вторичных источников, расположенных на волновой поверхности, с учетом амплитуд и фаз вторичных волн.

**Принцип суперпозиции** (наложения) волн – утверждение, согласно которому волны накладываются одна на другую, не возмущая друг друга. Результирующее колебание в данной точке равно геометрической сумме отдельных колебаний.

**Продольная волна** – волна, в которой направление изменения колеблющейся величины параллельно направлению ее распространения.

**Просветление оптики** – уменьшение отражения от поверхности стеклянных линз путем нанесения на них тонкой пленки вещества с показателем преломления промежуточным между показателями преломления воздуха и стекла.

**Разрешающая сила** спектрального прибора – отношение длины волны  $\lambda$  спектральной линии к минимальной разности  $\Delta\lambda$  этой длины волны и длины волн соседней раздельно наблюдаемой спектральной линии.

**Световой вектор** – вектор электрической напряженности в электромагнитной волне.

**Свободные колебания** – колебания, совершающиеся в системе при отсутствии внешнего периодического воздействия за счет первоначально внесенной энергии, отклоняющие эту систему от состояния устойчивого равновесия.

**Скорость распространения волны** – расстояние, пройденное волной за единицу времени.

**Сферическая волна** – волна, волновые поверхности которой имеют форму сферы.

**Угловая дисперсия** спектрального прибора – отношение углового расстояния  $\Delta\theta$  между спектральными линиями к разности  $\Delta\lambda$  их длин волн.

**Угол Брюстера** – угол падения света, при котором отраженный свет полностью поляризован, имея плоскость колебаний светового вектора, перпендикулярную плоскости падения.

**Фаза колебаний** ( $\varphi$ ) – аргумент функции, описывающий величину, изменяющуюся по закону гармонического колебания. Фаза гармонических колебаний - величина безразмерная и измеряется в радианах. Фазы, отличающиеся на четное число  $\pi$  радиан, определяют одинаковые состояния колебательной системы и называются **одинаковыми**. Фазы, отличающиеся на нечетное число  $\pi$  радиан, определяют противоположные состояния колебательной системы и называются **противоположными**.

**Фазовая скорость** – величина перемещения фиксированной фазы волны в направлении распространения волны за единицу времени.

**Фронт волны** – самая далекая в данный момент волновая поверхность, куда дошла волна к этому моменту, или геометрическое место точек, отделяющее возмущенную часть среды от невозмущенной.

**Циклическая частота** – величина изменения фазы в данной точке за единицу времени. Единица измерения в СИ –  $\text{рад/с} = \text{с}^{-1}$ .

**Частично поляризованный свет** – свет, в котором колебания одного направления преобладают над колебаниями других направлений.

**Частота колебаний** – физическая величина, равная числу полных колебаний, совершаемых за единицу времени. Единица частоты колебаний в СИ – герц (Гц).

**Ширина интерференционной полосы** – расстояние между соседними минимумами интенсивности.

## КВАНТОВАЯ ФИЗИКА

**Абсолютно черное тело** – тело, которое полностью поглощает всю энергию падающих на него электромагнитных волн независимо от их частоты, поляризации и направления распространения.

**Видимый свет** – электромагнитное излучение с длинами волн в интервале  $(400\text{ нм} < \lambda < 700\text{ нм})$ , видимое человеческим глазом.

**Волновая функция** микрочастицы – комплексная функция  $\psi(x, t)$  координат и времени, сопоставленная движению этой микрочастицы. Квадрат модуля волновой функции имеет физический смысл плотности вероятности нахождения частицы в точке с координатой  $x$  в момент времени  $t$ .

**Длина волны де Бройля** – длина волны  $\lambda$  волнового процесса, связанного с частицей, обратно пропорциональная импульсу  $p$  частицы  $(\lambda = \frac{h}{p})$ .

**Задерживающая разность потенциалов** – минимальная разность потенциалов между металлом и отрицательным электродом, при которой фотоэлектроны, вырывающиеся из металла, не достигают этого электрода.

**Закон Кирхгофа для теплового излучения** – отношение излучательной и поглощательной способностей тела не зависит от природы тела и равно излучательной способности абсолютно черного тела, являющейся функцией только температуры и частоты.

**Закон смещения Вина** – длина волны, соответствующая максимальному значению спектральной плотности энергетической светимости абсолютно черного тела, обратно пропорциональна его термодинамической температуре.

**Закон Стефана-Больцмана** – энергетическая светимость абсолютно черного тела пропорциональна четвертой степени его термодинамической температуры.

**Инфракрасное излучение** – электромагнитное излучение с энергией фотонов меньшей, чем энергия фотонов видимого света  $(\lambda > 700\text{ нм})$ .

**Излучательная способность** тела – см. спектральная плотность энергетической светимости.

**Коэффициент черноты** реального тела – отношение энергетической светимости данного тела к энергетической светимости абсолютно черного тела при той же температуре.

**Монохроматический коэффициент поглощения** тела – поглощаемая телом доля энергии падающего на его поверхность электромагнитного излучения с частотами от  $\nu$  до  $\nu + \Delta\nu$ .

**Оператор физической величины** – математическое действие, которое, будучи приложенным к волновой функции, позволяет определить экспериментально наблюдаемые значения данной величины.

**Поглощательная способность** тела – см. монохроматический коэффициент поглощения.

**Принцип неопределенности Гейзенберга** – произведение неопределенностей значений двух сопряженных величин не может быть по порядку величины меньше постоянной Планка  $\hbar$  ( $\hbar = h/2\pi$ ).

**Радиационная температура** реального тела – температура абсолютно черного тела, при которой его энергетическая светимость равна энергетической светимости данного тела.

**Рентгеновское излучение** – электромагнитное излучение, возникающее при бомбардировке быстрыми электронами твердых мишеней ( $\lambda < 0,1\text{ нм}$ ).

**Серое тело** – тело, коэффициент поглощения которого одинаков для всех частот и зависит только от температуры.

**Собственные значения** энергии – значения энергии, при которых уравнение Шредингера имеет решение для волновой функции при заданных граничных условиях. Собственные значения являются экспериментально наблюдаемыми значениями.

**Собственные функции** – решения уравнения Шредингера, соответствующие собственным значениям энергии.

**Соотношение неопределенностей** – неравенство, связывающее минимальные погрешности (неопределенности) значений двух сопряженных физических величин, измеряемых одновременно (например,  $\Delta x \Delta p_x \leq h/4\pi$ )

**Спектральная плотность энергетической светимости** тела (испускающая способность тела) – отношение мощности электромагнитного излучения, испускаемого с единицы поверхности тела в малом интервале частот ( $\nu, \nu + \Delta\nu$ ) к ширине  $\Delta\nu$  этого интервала.

**Тепловое излучение** – электромагнитное излучение, возникающее за счет внутренней энергии излучающего тела и зависящее только от температуры и оптических свойств этого тела.

**Термодинамическая температура** тела – характеристика теплового состояния тела пропорциональная средней кинетической энергии, приходящейся на одну частицу этого тела.

**Ультрафиолетовая катастрофа** – противоречие закону сохранения энергии результатов последовательного применения классической физики к исследованию теплового излучения.

**Ультрафиолетовое излучение** – электромагнитное излучение с энергией фотонов большей, чем энергия фотонов видимого света ( $\lambda < 400\text{ нм}$ ).

**Уравнение Шредингера** – дифференциальное уравнение для волновой функции, описывающей поведение микрочастицы при заданных условиях. Собственные значения энергии, определяемые уравнением Шредингера, являются экспериментально наблюдаемыми.

**Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта** – максимальная энергия фотоэлектрона равна энергии падающего фотона за вычетом работы выхода электрона из металла.

**Фотоионизация** – ионизация атомов или молекул газа под действием света.

**Фотон** – частица электромагнитного излучения, обладающая энергией  $\mathcal{E}$  пропорциональной частоте  $\nu$  ( $\mathcal{E} = h\nu$ , где  $h$  – постоянная Планка)

**Фотоэлектрон** – электрон, вырываемый из вещества под действием света.

**Фотоэффект** (внешний фотоэлектрический эффект) – вырывание электронов из твердых и жидких веществ под действием света.

**Шкала электромагнитных волн** – упорядоченное расположение электромагнитных волн по их частоте (или длине волны) с указанием отдельных областей, обладающими общими специфическими свойствами.

**Энергетическая светимость** тела – полная мощность теплового излучения с единицы площади поверхности тела во всем интервала частот от 0 до  $\infty$ .

**Эффект Комптона** – упругое рассеяние рентгеновских фотонов на свободных электронах.

## **ФИЗИКА ТВЁРДОГО ТЕЛА**

**Акцепторная примесь** – (от *акцепт* – захват) примесь, атомы которой имеют *меньше* электронов на валентной оболочке, чем атомы чистого полупроводника, объединенные в решетку ковалентными связями. Каждый акцепторный атом захватывает у соседнего атома электрон для создания прочной ковалентной связи и порождает при этом дырку, которая имеет положительный заряд и становится переносчиком электричества. В результате акцепторная примесь резко увеличивает проводимость полупроводника.

**Донорная примесь** – примесь, атомы которой имеют *больше* электронов на валентной оболочке, чем атомы чистого полупроводника, объединенные в решетку ковалентными связями. Каждый донорный атом отдает в решетку лишний электрон, который становится электроном проводимости. В результате донорная примесь резко увеличивает проводимость полупроводника.

**Дырка** – положительный переносчик электричества, возникающий при отрыве одного из электронов от ковалентной связи в полупроводнике тепловыми колебаниями или акцепторным примесным атомом.

**Запрещенная зона** – промежуток между двумя разрешенными зонами в энергетическом спектре кристаллического вещества.

**Критическая температура** – температура, при которой в процессе охлаждения данное вещество переходит в сверхпроводящее состояние. При нагревании сверхпроводника он при критической температуре переходит в нормальное несверхпроводящее состояние.

**Куперовские пары** – объединенные при посредстве кристаллической решетки в пары электроны. Каждая пара имеет суммарный спин равный нулю и перестает подчиняться принципу Паули. Возникающие пары накапливаются в основном состоянии. Придя в согласованное движение, куперовские пары создают ток сверхпроводимости.

**Контактная разность потенциалов** (закон Вольты) – возникновение разности потенциалов при контакте двух разных металлов.

**Полупроводники** – кристаллические вещества, у которых при нулевой температуре валентная зона полностью заполнена, а ширина запрещенной зоны невелика. С повышением температуры проводимость полупроводников растет, оставаясь промежуточной между проводимостями металлов и диэлектриков.

**Примесные полупроводники** – полупроводники с искусственно вводимыми примесями. Каждый примесный атом, встраиваясь в кристаллическую решетку исходного полупроводника, способствует появлению или дополнительного электрона проводимости, или дырки. В результате проводимость полупроводника возрастает.

**Сверхпроводник** – вещество, не создающее сопротивления электрическому току.

**Собственные полупроводники** – химически чистые полупроводники, в которых переносчиками электричества являются равные по количеству электроны и дырки.

**Разрешенная энергетическая зона** в кристаллическом веществе – множество близко-расположенных дискретных энергетических уровней, разрешенных квантовыми свойствами кристаллической решетки.

**Эффект Зеебека** – возникновение термо-ЭДС в цепи из разнородных металлов.

## **ФИЗИКА АТОМА И ЯДРА. ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ЧАСТИЦЫ**

**Нуклоны** – общее название частиц входящих в состав ядра, т.е. протонов и нейтронов

**Дефект масс** – разность массы ядра и суммарной массы нуклонов из которых образовано данное ядро.

**Энергия связи** – энергия, которую необходимо затратить, чтобы расщепить ядро на отдельные нуклоны.

**Ядерные силы** – силы действующие между нуклонами в ядре атома значительно превышающие кулоновские силы отталкивания между протонами.



**Радиоактивный распад** – естественное радиоактивное превращение ядер данного химического элемента в ядро другого химического элемента сопровождающееся испусканием некоторых элементарных частиц.

**Период полураспада** – время за которое исходное число радиоактивных ядер в среднем уменьшается в два раза.

**Активность нуклида** – число распадов, происходящих с ядрами радиоактивного образца за 1 с.

**Ядерные реакции** – превращение атомных ядер при взаимодействии с элементарными частицами (в том числе и с  $\gamma$  – квантами) или друг с другом.

## **10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Часть 1 . Основная литература по механике**

1. Савельев И.В. Курс общей физики, т.1. Механика: учеб. пособие для втузов / М.: Астрель, 2004. 336 с.
2. И. В. Савельев Курс общей физики, В 3 томах, т.1. Механика. Молекулярная физика: учеб. пособие для втузов / СПб.: Лань, 2008. 432 с.
3. Чертов А.Г., Воробьев А.А. Задачник по физике / М.: Изд. физ. мат. литературы, 2003. 638 с.
4. Трофимова Т. И. Курс физики: учеб. пособие для вузов. - 9-е изд./ М.: Академия, 2004. 560 с.
5. Першин В.К. и др. Физика: Методические указания и комментарии к лабораторным работам по механике. – Екатеринбург: УрГУПС, 2009. 40 с.

### **Дополнительная**

- 1 Савельев И.В. Курс общей физики, т. 1. Механика. Молекулярная физика: учеб. пособие. - 2-е изд./ М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1982. 432 с.
- 2 Трофимова Т.И., Павлова З.Г. Сборник задач по физике с решениями: учеб. пособие для втузов / М.: Высшая школа, 2002. 591 с.
- 3 Новодворская Е.М., Дмитриев Э.М. Сборник задач по физике с решениями: учеб. пособие для втузов./ М.: Мир и образование, 2003. 368 с.
- 4 Курс общей физики. Механика: учеб.- метод. пособие / Першин В.К. и др. - Екатеринбург: УрГУПС, 2007. 367 с.
- 5 Суетин В.П.. Сборник лабораторных работ для студентов всех специальностей. Екатеринбург. УрГУПС. 2001.
6. Поленц И.В. Выполнение работ в физических лабораториях: метод. указания к лабораторным работам для студентов всех специальностей. Издательство УРГУПС Екатеринбург, 2003. с. 5-11.
7. Чернобородова С.В., Ковалев О.С. Задачи и качественные вопросы по механике: метод. пособие. Издательство УрГУПС, Екатеринбург. 2003.
8. Фишбейн Л.А. Качественные физические задачи с железнодорожной тематикой: метод. пособие. Издательство УрГУПС, Екатеринбург. 2003.
9. Фишбейн Л.А. Моделирование физических задач в пакете Mathcad. Колебания: метод. пособие. Издательство УрГУПС, Екатеринбург. 2003.
10. Фишбейн Л.А. Механика. Определения и формулы: метод. пособие. Издательство УрГУПС, Екатеринбург. 2005.
11. Поленц И. В. Фишбейн Л.А. Тесты по физике В 2 ч. Ч.1 : сб. задач. Издательство УрГУПС, Екатеринбург. 2011. 92 с.

## **Часть 2. Основная литература по электромагнетизму**

1. Савельев И.В. Курс общей физики. Кн.2: Электричество и магнетизм: учеб пособие для втузов / М.: Астрель, 2003.
2. Трофимова Т. И. Курс физики: учеб. пособие для вузов. - 9-е изд./ М.: Академия, 2004. 560 с.
3. Чертов А.Г., Воробьев А.А. Задачник по физике / М.: Изд. физ. мат. литературы, 2003.
4. Иродов И.Е. Задачи по общей физике: учеб. пособие. СПб: Издательство «Лань», 2004.
5. Зольников П.П., Суетин В.П., Трошин О.В. Исследование электрических цепей переменного тока: метод. указания к лабораторным работам по курсу «Электричество и магнетизм» часть 1. Издательство УРГУПС, Екатеринбург, 2009.
6. Першин В. К. и др. Физика. Электродинамика: метод. указания и комментарии к лаб. работам. Издательство УРГУПС, Екатеринбург, 2010. 40 с.

## **Дополнительная**

1. Джанколи Д. Физика ч 2, М.: Мир. 1989.
2. Савельев И.В. Курс общей физики, том 2.: Электричество и магнетизм. Волны. Оптика: учебник для втузов / М.: Наука, 1982. 496 с.
3. Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики: учеб. пособие. СПб: Изд. Специальная литература, 1999.
4. Курс общей физики. Электродинамика: учеб.- метод. Пособие / Першин В.К. и др. - Екатеринбург: УрГУПС, 2011. 376 с.
5. Суетин В.П., Трошин О.В., Фишбейн Л.А. Исследование электрических и магнитных полей: метод. указания к лабораторным работам по курсу «Электричество и магнетизм» часть 2. Издательство УрГУПС, Екатеринбург, 2004.
6. Суетин В.П., Трошин О.В., Электрическое и магнитное поле в веществе: метод. указания к лабораторным работам по курсу «Электричество и магнетизм» часть 3. Издательство УрГУПС, Екатеринбург, 2005.
7. Поленц И. В. Фишбейн Л.А. Тесты по физике В 2 ч. Ч.1 : сб. задач. Издательство УрГУПС, Екатеринбург. 2011. 92 с.

## **Часть 3.Основная литература по оптике и квантовой физике**

1. И. В. Савельев Курс физики. В 3 томах. т. 2. Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика: учеб. пособие для втузов / СПб.: Лань, 2005. 480 с.
2. Савельев И.В. Курс общей физики, кн. 4. Волны. Оптика: учеб. пособие для втузов / М.: Астрель-АСТ, 2003. 256 с.
3. Савельев И.В. Курс общей физики, том 3.: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц: учебник для втузов / СПб.: Лань, 2006. 318 с.
4. Трофимова Т. И. Курс физики: учеб. пособие для вузов. - 9-е изд./ М.: Академия, 2004. 560 с.
5. Чертов А.Г., Воробьев А.А. Задачник по физике / М.: Физматлит, 2003. 638 с.
6. Чернобородова С.В., Ковалев О.С. Волновая и квантовая оптика: сб контрольных заданий: метод пособие. Издательство УрГУПС, Екатеринбург. 2008. 76 с.
- 7.
8. Фишбейн Л.А. Оптика. Определения и формулы. Ч.1.: Издательство УрГУПС, Екатеринбург. 2008. 35 с.
9. Чернобородова С.В., Ковалев О.С. Оптика. Квантовая и ядерная физика: метод. пособие. Издательство УрГУПС, Екатеринбург. 2008. 76 с.

10. Русинова Е. К., Авксентьева Е. И., Русинов А. А. Исследование проводимости металлов и полупроводников в диапазоне температур: метод. указания к лаб. работам. Издательство УрГУПС, Екатеринбург. 2010. 20 с.

### **Дополнительная**

1. Савельев И.В. Курс общей физики, том 2.: Электричество и магнетизм. Волны. Оптика: учебник для втузов / М.: Наука, 1982. 496 с.
2. Савельев И.В. Курс общей физики, том 3.: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц: учебник для втузов / М.: Наука, 2003. 518 с.
3. Савельев И.В. Курс общей физики, кн.5. Квантовая оптика: учеб. Пособие для втузов / М.: Астрель-АСТ, 2003.
4. Джанколи Д. Физика, том 2: учебник / М.: Мир, 1989. С. 320-570.
5. Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики./ М.: Наука, 2002. С. 385-540, С. 607-627.
6. Зольников П.П., Суетин В.П., Казакова Е.И. Оптика: метод. указания к лабораторным работам. Издательство УрГУПС, Екатеринбург, 2005.
7. Суетин В.П., Зольников П.П. Квантовая спектроскопия: метод. указания к лабораторным работам. Издательство УрГУПС, Екатеринбург, 2006.
8. Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики / СПб.: Специальная литература, 1999. 328 с.
9. Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики / М.: Наука, 1973. 463 с.
10. Суетин В.П. Исследование электрических и магнитных свойств твердых тел. Сборник лабораторных работ. Издательство УрГУПС, Екатеринбург, 2000.
11. Зольников П.П., Черкашин К.В. Опыт Франка-Герца: метод. указания к лабораторной работе. Издательство УрГУПС, Екатеринбург, 2004.
12. Трошин О.В. Погрешности прямых и косвенных измерений. Метод наименьших квадратов: метод. пособие. Издательство УрГУПС, Екатеринбург, 2005.
13. Поленц И. В. Фишбейн Л.А. Тесты по физике В 2 ч. Ч.1 : сб. задач. Издательство УрГУПС, Екатеринбург. 2011. 92 с.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Лабораторные стенды и учебное оборудование.

Лабораторные работы выполняются в лабораториях механики, электричества и магнетизма, оптики и тонкой физики. Все лаборатории снабжены однотипными многофункциональными лабораторными комплексами. При этом лаборатория электричества и магнетизма снабжена однотипными многофункциональными лабораторными комплексами, сопряженными с компьютером. Два человека выполняют лабораторную работу на одной установке. Каждый студент сдает отчет по лабораторной работе. Все расчеты по лабораторным работам выполняются на ЭВМ с использованием программы « Microsoft EXCEL»

2. Презентации к лекциям.

3. Учебно-методические материалы к лабораторным работам и практическим занятиям указаны в разделе 10.

## 12. Лист дополнений и изменений

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального  
образования

«Уральский государственный университет путей сообщения»  
(ФГОУ ВПО УрГУПС)

### Дополнения и изменения рабочей программы

на 201\_\_/\_ учебный год

по дисциплине «Физика» для направления подготовки 190300 – «Подвижной транспорт железных дорог»

Основание:

---

---

---

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Дополнения и изменения внесены на заседании кафедры \_\_\_\_\_ протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 201\_г.

Автор рабочей программы

В. И. Житенев

Зав. кафедрой

Декан факультета

## Приложение 1

### МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

#### Организация текущего контроля

##### *Пример организации текущего контроля по дисциплине (1 семестр)*

Вид занятий	Номер контр. точки	Разделы рабочей программы, подлежащие контролю				Методы и способы контроля	Сроки проведения	Максимальный балл	Всего баллов по виду занятий
		1.1.-1.2.	1.3	1.4	1.5-1.6				
1	2					4	5	6	7
Лекции	Л-1	*	*			Письменная контр. работа	5 нед.		$\Sigma M_{1i}$
	Л-2			*		Письменная контр. работа	11 нед.		
	Л-3				*	Письменная контр. работа	17 нед.		
Практические занятия	П-1	*	*			Письменная контр. работа	6 нед.		$\Sigma M_{2i}$
	П-2			*	*	Письменная контр. работа	14 нед.		
Лабораторные работы	ЛР-1	*	*			Защита лаб. работ	8 нед.		$\Sigma M_{3i}$
	ЛР-2			*		Защита лаб. работ	12 нед.		
	ЛР-3				*	Защита лаб. работ	18 нед.		
Самостоятельная работа	С-1	*	*			Защита домашнего задания	7 нед.		$\Sigma M_{4i}$
	С-2			*		Защита домашнего задания	Выд. 4 нед. Сдача 13 нед.		
	С-3				*	Защита домашнего задания	Выд. 10 нед. Сдача 17 нед.		
ИТОГО $M_i$									100

##### *Пример организации текущего контроля по дисциплине (2 семестр)*

Вид занятий	Номер контр. точки	Разделы рабочей программы, подлежащие контролю					Методы и способы контроля	Сроки проведения	Максимальный балл	Всего баллов по виду занятий
		2.1 - 2.2	2.3 - 2.4	2.5	2.6 - 2.7	2.8 - 2.9				
1	2						4	5	6	7
Лекции	Л-1	*	*				Письменная контр. работа	5 нед.		$\Sigma M_{1i}$
	Л-2			*	*		Письменная контр. работа	11 нед.		
	Л-3					*	Письменная контр. работа	17 нед.		
Практические занятия	П-1	*	*				Письменная контр. работа	6 нед.		$\Sigma M_{2i}$
	П-2			*	*		Письменная контр. работа	14 нед.		
Лабораторные работы	ЛР-1	*	*				Защита лаб. работ	8 нед.		$\Sigma M_{3i}$
	ЛР-2			*	*		Защита лаб. работ	12 нед.		
	ЛР-3					*	Защита лаб. работ	18 нед.		
Самостоятельная работа	С-1	*	*				Защита домашнего задания	7 нед.		$\Sigma M_{4i}$
	С-2			*	*		Защита домашнего задания	Выд. 4 нед. Сдача 13 нед.		

	C-3					*	Защита домаш- него задания	Выд. 10 нед. Сдача 17 нед.		
ИТОГО M <sub>i</sub>										100

**Пример организации текущего контроля по дисциплине (3 семестр)**

Вид заня- тий	Номер контр. точки	Разделы рабочей программы, подлежащие контролю				Методы и способы контроля	Сроки прове-дения	Макси- мальный балл	Всего баллов по виду за- нятий
		3.1	3.2	3.3	3.4 – 3.5				
1	2					4	5	6	7
Лекции	Л-1	*	*			Письменная контр, работа	5 нед.		ΣM <sub>1i</sub>
	Л-2			*		Письменная контр, работа	11 нед.		
	Л-3				*	Письменная контр, работа	17 нед.		
Практиче- ские занятия	П-1	*	*			Письменная контр, работа	6 нед.		ΣM <sub>2i</sub>
	П-2			*	*	Письменная контр, работа	14 нед.		
Лаборатор- ные работы	ЛР-1	*	*			Защита лаб. работ	8 нед.		ΣM <sub>3i</sub>
	ЛР-2			*		Защита лаб. работ	12 нед.		
	ЛР-3				*	Защита лаб. работ	18 нед.		
Самостоя- тельная ра- бота	C-1	*	*			Защита домаш- него задания	7 нед.		ΣM <sub>4i</sub>
	C-2			*		Защита до- машнего зада- ния	Выд. 4 нед. Сдача 13 нед.		
	C-3				*	Защита домаш- него задания	Выд. 10 нед. Сдача 17 нед.		
ИТОГО M <sub>i</sub>									100

## 2. График текущего контроля

### Пример графика текущего контроля (первый семестр)

Вид занятий	Номер недели																		Всего
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Лекции	2		2				2		2		2		2		2		2		18
					Л-1						Л-2						Л-3		
Практиче- ские занятия		2		2		2		2		2		2		2		2		2	18
					П-1						П-2								
Лаборатор- ные работы	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	18
					Лаб -1						Лаб -2						Лаб -3		
Самостоя- тельная работа	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6	92
					C-1						C-2						C-3		
Групповые консульта- ции				1	1					1	1					1	1		6
					Рейтин- говая неделя						Рейтин- говая неделя						Рейтин- говая неделя		
Итого:																			144

Пример графика текущего контроля (второй семестр)

Вид заня-	Номер недели																		Всего
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Лекции	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	36
Практиче- ские заня- тия		2		2	Л-1	2		2		2	Л-2	2		2		2		2	18
					П-1						П-2								
Лаборатор- ные работы	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	18
Самостоя- тельная работа					Лаб -1						Лаб -2						Лаб - 3		
	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	72
Групповые консульта- ции				1	1					1	1					1	1		6
					Рейтин- говая неделя						Рейтин- говая неделя						Рейтин- говая неделя		
Итого:																			144

Пример графика текущего контроля (третий семестр)

Вид занятий	Номер недели																		Всего
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Лекции	2		2		2		2		2		2		2		2		2		18
Практиче- ские занятия		2		2	Л-1	2		2		2	Л-2	2		2		2		2	18
					П-1						П-2								
Лаборатор- ные работы	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	18
Самостоя- тельная работа	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	54
					С-1						С-2						С-3		
Групповые консульта- ции			1	1						1	1					1	1		6
					Рейтин- говая неделя						Рейтин- говая неделя						Рейтин- говая неделя		
Итого:																			108

## Приложение 2

### 2. Оценивание знаний студентов (пример возможного формирования оценки знаний студентов по видам занятий)

#### 2.1. Оценка знаний по теоретической подготовке

Каждая из контрольных точек Л-1, Л-2, Л-3 охватывает несколько тем, вынесенных на текущий контроль, состоит из  $n_1$  вопросов и оценивается  $M_1$  баллами.

Максимальная оценка каждого вопроса составляет  $m_1$  баллов. Оценка каждого вопроса формируется по следующей шкале:

$m_1$  балл - ответ на вопрос дан правильный и полный;

0 баллов - ответ на вопрос отсутствует или содержание ответа не совпадает с поставленным вопросом.

Суммарный балл по всем контрольным точкам составляет  $\sum M_{1i}$ .

#### 2.2. Оценка знаний по практической подготовке

Каждая из контрольных точек П-1, П-2 охватывает несколько тем, вынесенных на текущий контроль, направлена на контроль усвоения студентами материала соответствующих практических занятий, состоит из  $n_2$  вопросов и оценивается  $M_2$  баллами. Контроль проводится в форме письменных работ.

Максимальная оценка каждого вопроса составляет  $m_2$  баллов. Оценка каждого вопроса формируется по следующей шкале:

$m_2$  - балла - задание выполнено, дан правильный ответ;

0 баллов - задание не выполнено, ответ неправильный.

Суммарный балл по всем контрольным точкам составляет  $\sum M_{2i}$ .

#### 2.3. Оценка знаний по лабораторным работам

Цикл лабораторных работ оценивается  $M_3$  баллами. Максимальная оценка, которую студент может получить, защищая одну лабораторную работу, составляет  $m_3$  баллов (рекомендуется для всех лабораторных работ устанавливать единое значение оценки).

Каждая лабораторная работа оценивается по следующей шкале:  $m_3$  баллов - представлен отчет, выполненный по установленной форме, и даны правильные ответы на заданные вопросы;

0 баллов - по содержанию и/или оформлению отчет по лабораторной работе не соответствует установленным требованиям и/или, и даны неправильные ответы на заданные вопросы.

Суммарный балл по всем контрольным точкам составляет  $\sum M_{3i}$ .

#### 2.4. Оценка самостоятельной работы студентов

Каждая из контрольных точек С-1, С-2, С-3 (доклад, реферат, индивидуальное домашнее задание) состоит из  $n_4$  заданий и оценивается  $M_4$  баллами.

Максимальная оценка каждого задания составляет  $m_4$  баллов.

Оценка каждого задания формируется по следующей шкале:  $m_4$  баллов - задание выполнено полностью и правильно;

0 баллов - задание не выполнено