



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФГБОУ ВО «ИГУ»**

**ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

**Кафедра физики**



УТВЕРЖДАЮ

Директор ПИ ИГУ А.В. Семиров

21 мая 2020 г.

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

Наименование дисциплины (модуля): **Б1.О.19 Физика**

Направление подготовки: **44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)**

Квалификация (степень) выпускника: **Бакалавр**

Форма обучения: **очная**

**Согласована с УМС ПИ ИГУ**

**Рекомендовано кафедрой:**

Протокол № 4 от «29» апреля 2020 г.

Протокол № 7

От «27» апреля 2020 г.

Председатель \_\_\_\_\_ М.С. Павлова

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.В.Семиров

Иркутск 2020 г.

## 1. Цели и задачи дисциплины:

*Целями освоения дисциплины «Физика» является*

- формирование базовых компетенций;
- овладение научным методом познания;
- освоение методами физических исследований;
- овладение фундаментальными понятиями, законами и теориями классической и современной физики.

*Задачи дисциплины:*

- формирование целостного представления о процессах и явлениях, происходящих в природе;
- формирование научного способа мышления, умения видеть естественнонаучное содержание проблем, возникающих в практической деятельности бакалавра;
- формирование умений строить физические модели и решать конкретные задачи из различных разделов физики;
- развитие навыков самостоятельной учебной деятельности.

### • **2. Место дисциплины в структуре ОПОП:**

2.1 Дисциплина «Физика» Б1.0.19 относится к обязательной части ОПОП в программе подготовки бакалавров по направлению подготовки: «Профессиональное обучение (по отраслям)».

2.2 Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплины «Математика», а также при изучении школьного курса физики.

2.3 «Физика» представляет собой целостный курс, единый в своих разделах и демонстрирующий роль физики как основы современного естествознания. В нее включены основные и детальные сведения о важнейших физических явлениях и законах. В ней органически сочетаются вопросы классической и современной физики с четким определением границ, в пределах которых справедливы те или иные физические концепции, теории и модели; раскрывается вклад выдающихся отечественных и зарубежных ученых в развитии физики; показывается органическая связь дисциплины с другими естественными дисциплинами и техникой. На основе данного курса строится изучение дисциплины: «Электротехника».

### III. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля):

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
<p><i>УК-1</i> Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</p>	<p>ИДК<sub>УК1.1</sub> Осуществляет поиск, критический анализ и синтез информации, необходимой для решения поставленных задач</p>	<p><b>Знать:</b> физические явления, законы и теоретические основы физики. <b>Уметь:</b> формулировать основные физические законы <b>Владеть:</b> умением применять численные значения фундаментальных физических констант для оценки результатов физических экспериментов;</p>
	<p>ИДК<sub>УК1.2</sub> Применяет системный подход для решения поставленных задач</p>	<p><b>Знать:</b> место физики в общей системе наук; применение физики в технике; связь физики с другими науками. <b>Уметь:</b> описывать физические явления и процессы, используя физическую научную терминологию, опознавать в природных явлениях известные физические модели.</p>
<p><i>ОПК-8</i> Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний</p>	<p>ИДК<sub>ОПК8.1</sub> Демонстрирует специальные научные знания в т.ч. в предметной области</p>	<p><b>Знать:</b> основные сведения об изучаемых физических величинах, основные, производные и несистемные единицы их измерения. <b>Уметь:</b> применять для описания физических явлений известные физические модели. <b>Владеть:</b> выбирать приборы для измерений в соответствии с точностью, предъявляемой к результатам измерений; вычислять погрешности прямых и косвенных измерений.</p>
	<p>ИДК<sub>ОПК8.2</sub> осуществляет педагогическую деятельность на основе знаний возрастной анатомии, физиологии и школьной гигиены</p>	<p><b>Знать:</b> сущность понятий «содержание обучения», «образовательный стандарт», « основная образовательная программа», «дополнительная образовательная программа», «учебная программа», «рабочая программа» «образовательная область» «учебный предмет». <b>Уметь:</b> характеризовать требования образовательных стандартов.</p>

#### IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы (разделяется по формам обучения)

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Семестры	
		2	3
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	180	100	80
Лекции	72	40	32
Лабораторные работы (ЛР)	72	40	32
Практические занятия (ПЗ)	36	20	16
<b>Самостоятельная работа (всего)*</b>	126	44	82
Самостоятельная работа с конспектом лекций и др. источниками по темам,	37	15	22
Подготовка к выполнению лабораторных работ, оформление протокола измерений	45	15	30
Выполнение домашних заданий по решению задач.	44	14	30
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	54	зачет	Экзамен(54)
<b>Контактная работа (всего)**</b>	193	105	88
Общая трудоемкость	часы	144	216
	зачетные единицы	4	6
	360		
	10		

##### 4.2. Содержание учебного материала дисциплины (модуля)

###### Раздел 1. Механика, теория колебаний и волн.

**Тема 1. Механика материальной точки.** Траектория движения, пройденный путь, перемещение. Линейные кинематические характеристики движения. Нормальное и тангенциальное ускорения. Движение точки по окружности. Угловое перемещение. Угловые скорость и

ускорение. Первый закон Ньютона. Масса. Импульс. Сила. Второй и третий законы Ньютона. Закон тяготения Ньютона. Сила тяжести и вес тела. Закон Гука для деформации растяжения - сжатия. Силы трения. Внешнее трение: трение покоя, трение скольжения, трение качения. Кинематика материальной точки. Динамика материальной точки.

**Тема 2. Законы сохранения в механике.** Импульс тела. Закон сохранения импульса. Работа силы. Мощность. Энергия. Потенциальная энергия. Кинетическая энергия. Внутренняя энергия. Закон сохранения механической энергии.

**Тема 3. Механика жидкостей и газов.** Законы Паскаля и Архимеда. Условия плавания тел. Уравнение неразрывности струи. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости. Формула Торричелли. Статика жидкостей и газов. Динамика жидкостей и газов.

**Тема 4. Элементы специальной теории относительности.** Принцип относительности Галилея. Элементы специальной теории относительности. Преобразования Лоренца. Основной закон релятивистской динамики материальной точки. Закон взаимосвязи массы и энергии.

**Тема 5. Механика сплошных сред.** Момент импульса и момент силы относительно точки. Уравнение моментов для материальной точки и системы материальных точек. Абсолютно твердое тело. Динамика твердого тела. Момент импульса тела и момент силы относительно оси. Момент инерции тела. Кинетическая энергия вращения. Основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела. Закон сохранения момента импульса твердого тела. Теорема Гюйгенса-Штейнера. Движение в неинерциальных системах отсчета. Силы инерции. Центробежная сила инерции. Сила Кориолиса. Статика твердого тела. Условия равновесия твердого тела. Виды равновесия. Центр тяжести.

**Тема 6. Механические колебания и волны.** Кинематическое уравнение движения точки, совершающей гармонические колебания в отсутствие сил трения. Дифференциальное уравнение гармонического осциллятора. Полная энергия механической системы совершающей гармонические колебания. Сложение колебаний. Сложение гармонических колебаний одного направления. Сложение взаимно перпендикулярных колебаний. Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Резонанс. Продольные и поперечные волны. Скорость распространения волны. Волновое уравнение. Энергия бегущей упругой волны. Стоячие волны. Эффект Доплера.

## **Раздел 2. Электричество и магнетизм.**

**Тема 1. Электрическое поле в вакууме.** Закон Кулона. Напряженность поля точечного заряда. Принцип суперпозиции. Поток вектора напряженности. Теорема Остроградского – Гаусса. Работа сил поля при перемещении зарядов. Потенциал и эквипотенциальные поверхности. Градиент потенциала и напряженность поля.

**Тема 2. Электростатическое поле при наличии проводников и диэлектриков.** Напряженность поля у поверхности проводника и ее связь с поверхностной плотностью заряда. Проводники во внешнем электростатическом поле. Наведенные заряды. Емкость. Соединение конденсаторов. Поляризация диэлектриков. Вектор поляризации. Диэлектрическая проницаемость. Напряженность электрического поля в диэлектриках. Энергия и плотность энергии электростатического поля.

**Тема 3. Постоянный электрический ток.** Электрический ток. Закон Ома для участка цепи. Сопротивление проводника. Сторонние силы. Электродвижущая сила. Закон Ома для участка цепи, содержащего ЭДС, и для замкнутой цепи. Разность потенциалов и напряжение. Работа и мощность в цепи постоянного тока. Закон Джоуля – Ленца. Разветвленные цепи. Правила Кирхгофа. Классическая теория электропроводности металлов. Зависимость сопротивления металлов от температуры. Собственная и примесная проводимость полупроводников.

Термоэлектронная эмиссия и контактные явления в металлах и полупроводниках. Работа выхода электронов из металла. Термоэлектронная эмиссия. Термоэлектрические явления. Контактные явления в полупроводниках.

**Тема 4. Электрический ток в электролитах, газах и в вакууме.** Проводимость электролитов. Электролитическая диссоциация. Подвижность ионов в электролитах. Закон Ома для электролитов. Законы Фарадея. Определение заряда иона. Аккумуляторы. Самостоятельный газовый разряд. Вольтамперная характеристика газового разряда. Виды разряда (тлеющий, дуговой, искровой и коронный). Использование газовых разрядов в технике. Катодные лучи.

**Тема 5. Постоянное магнитное поле.** Магнитное поле электрического тока. Закон Ампера. Индукция и напряженность магнитного поля. Закон Био-Савара-Лапласа. Магнитное поле прямого, кругового и соленоидального токов. Магнитный поток. Действие электрического и магнитного полей на движущийся заряд. Сила Лоренца. Магнитные свойства вещества. Намагниченность. Магнитная проницаемость. Диа-, пара- и ферромагнетизм. Магнитный гистерезис. Точка Кюри. Постоянные магниты. Новые магнитные материалы.

**Тема 6. Электромагнитная индукция.** опыты Фарадея и правило Ленца. Электродвижущая сила индукции. Вихревые токи. Самоиндукция и взаимная индукция. Электродвижущая сила самоиндукции. Индуктивность. Энергия магнитного поля токов. Энергия и плотность энергии магнитного поля. Взаимная индукция. Трансформатор. Электромагнитное поле. Вихревое электрическое поле. Ток смещения. Электромагнитное поле. Уравнения Максвелла.

**Тема 7. Электромагнитные колебания и волны.** Электрический колебательный контур. Собственные колебания, формула Томпсона. Затухающие колебания. Вынужденные колебания в контуре. Резонанс. Добротность и полоса пропускания в контуре. Электромагнитные волны, скорость их распространения. Излучение электромагнитных волн. Объемная плотность энергии электромагнитного поля. Поток энергии. Вектор Умова-Пойнтинга. Шкала электромагнитных волн. Получение переменной ЭДС. Квазистационарный ток. Действующее и среднее значение переменного тока. Сопротивление. Индуктивность и емкость в цепи переменного тока. Векторные диаграммы. Последовательный и параллельный резонанс. Работа и мощность в цепи переменного тока, активная и реактивная мощность.

### **Раздел 3. Физическая оптика и квантовая физика. Физика атомов и молекул.**

**Тема 1. Волновые свойства света.** Интерференция света. Методы осуществления интерференции. Полосы равного наклона и равной толщины, кольца Ньютона. Применение интерференции, интерферометры. Дифракция света, метод зон Френеля. Дифракция Фраунгофера. Дифракция от одной щели. Дифракционная решетка и ее характеристики. Спектроскоп и спектроскопия. Рентгеновские лучи, дифракция рентгеновских лучей. Дифракция на ультразвуковых волнах. Принципы голографии. Закон Малюса. Поляризация света при отражении и преломлении, закон Брюстера. Распространение света в кристаллах, двойное лучепреломление. Вращение плоскости поляризации, закон Фарадея.

**Тема 2. Взаимодействие света с веществом.** Дисперсия света. Поглощение света, закон Бугера. Групповая и фазовая скорости света. Рассеяние света. Молекулярное рассеяние. Эффект Вавилова-Черенкова. Скорость света. Измерение скорости света. Распространение света в движущихся средах. Опыт Физо. опыты Майкельсона-Морли. Эффект Доплера. Оптические характеристики среды и их зависимость от интенсивности излучения. Квадратично-нелинейные и кубически-нелинейные среды. Отклик нелинейной среды на внешнее воздействие.

**Тема 3. Квантовые свойства излучения.** Тепловое излучение и его характеристики. Закон Кирхгофа. Законы Стефана-Больцмана и смещения Вина. Формула Релея-Джинса, Гипотеза Планка. Фотоэффект. Формула Эйнштейна для внешнего фотоэффекта. Экспериментальное подтверждение квантовых свойств света. Применение фотоэффекта. Масса и импульс фотона. Давление света. Эффект Комптона. Корпускулярно-волновой дуализм, принцип дополнительности.

**Тема 4. Современные представления о строении атома.** Спектральные серии излучения атомарного водорода. Формула Бальмера. Принцип Ритца. Планетарная модель атома. Постулаты Бора. Модель атома водорода по Бору. Свойства волн де Бройля. Волновая функция. Соотношение неопределенностей. Уравнение Шредингера, общее и для стационарных состояний. Принцип суперпозиции состояний. Квантование энергии. Простейшие задачи в квантовой механики. Квантовые числа. Спин электрона. Принцип Паули. Мультиплетность спектров. Спин-орбитальное взаимодействие. Механический момент многоэлектронного атома. Периодическая система элементов. Природа характеристических рентгеновских спектров.

**Тема 5. Элементы физики конденсированного состояния вещества.** Ионная и ковалентная связь. Обменное взаимодействие. Молекулярные спектры. Комбинационное рассеяние света. Спонтанное и вынужденное излучение. Лазеры. Понятие о квантовых статистиках. Статистики Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Вырожденный электронный газ в металлах. Энергия Ферми. Теория Эйнштейна-Дебая. Фононы. Сверхпроводимость. Образование энергетических зон в кристаллах. Зонная структура металлов, диэлектриков. Собственная и примесная проводимость полупроводников.

#### **Раздел 4. Физика атомного ядра и элементарных частиц. Молекулярная физика и термодинамика.**

**Тема 1. Физика атомного ядра.** Состав ядра. Характеристики атомного ядра. Ядерные силы и их свойства. Энергия связи ядра. Модели атомного ядра (капельная, оболочечная). Радиоактивность, закон радиоактивного распада, правила смещения. Альфа-распад, бета-распад, гамма-излучение. Ядерные реакции. Деление ядер. Цепные реакции деления, ядерные реакторы. Реакция синтеза атомных ядер.

**Тема 2. Элементарные частицы.** Общие сведения об элементарных частицах. Основные характеристики элементарных частиц. Законы сохранения для элементарных частиц. Кварковая модель адронов. Фундаментальные взаимодействия.

**Тема 3. Молекулярно-кинетическая теория газов.** Основные положения молекулярно-кинетической теории. Идеальный газ. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов. Опытные газовые законы. Уравнение Клапейрона - Менделеева. Внутренняя энергия. Число степеней свободы газовых молекул. Закон о равномерном распределении энергии частиц по степеням свободы. Средние величины в описании молекулярных систем. Распределение частиц по значениям потенциальной энергии во внешнем силовом поле. Барометрическая формула. Распределение Максвелла по скоростям теплового движения. Скорости молекул.

**Тема 4. Основы термодинамики и статистической физики.** Первое начало термодинамики. Теплоемкость. Формулировка первого начала термодинамики. Применение первого начала термодинамики к изопротессам. Изобарический процесс в идеальном газе. Изотермический процесс в идеальном газе. Адиабатический процесс в идеальном газе. Политропические процессы. Теплоемкость в различных процессах. Теплоемкость смеси газов. Энтальпия как функция состояния системы. Равновесные и неравновесные процессы. Обратимые и необратимые процессы. Циклические круговые процессы. Цикл Карно. Холодильная и тепловая машина. Коэффициент полезного действия.

Второе начало термодинамики для обратимых процессов. Энтропия как функция состояния системы. Второе начало термодинамики для необратимых процессов. Неравенство Клаузиуса. Принцип возрастания энтропии. Энтропия и вероятность состояния системы.

**Тема 5. Элементы физической кинетики.** Явления переноса и их теория для идеальных газов. Теплопроводность. Внутреннее трение (вязкость). Диффузия. Распределение молекул по длинам их свободных пробегов. Общее уравнение для явления переноса в идеальных газах. Диффузия в идеальных газах. Теплопроводность в идеальных газах. Уравнение Фурье. Внутреннее трение в идеальных газах. Уравнение Ньютона. Кинетические коэффициенты и связь между ними.

**Тема 6. Реальные газы и жидкости.** Силы межмолекулярного взаимодействия. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы Ван-дер-Ваальса. Критическое состояние вещества. Внутренняя энергия реального газа. Энтальпия. Сжижение газов и получение низких температур. Свойства жидкого состояния. Поверхностный слой. Поверхностное натяжение. Смачивание, несмачивание, краевой угол. Давление под изогнутой поверхностью жидкости - формула Лапласа. Добавочное давление для произвольных поверхностей. Капиллярные явления.

**Тема 7. Твердые тела.** Кристаллическое состояние вещества. Энергия связи. Основные характеристики кристаллов. Классификация кристаллов. Анизотропия. Дефекты в кристаллах. Фазовые переходы первого и второго рода. Уравнение Клапейрона - Клаузиуса и его применение к процессам испарения и конденсации, возгонки (сублимации), плавления и кристаллизации. Диаграмма состояния вещества. Тройная точка.

**Тема 8. Самоорганизующиеся системы.** Самоорганизация в физических системах. Тепловая конвекция как прототип явлений самоорганизации в физике. Ячейка Бенара. Синергетический подход. Самоорганизация и хаос. Основные положения неравновесной термодинамики.

#### 4.3. Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий.

п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Виды занятий в часах				
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	Всего
<b>1 курс, 2 семестр</b>							
1	<b>Раздел 1. Механика, теория колебаний и волн</b>	<b>Тема 1.</b> Механика материальной точки.	2	1	4	4	11
2		<b>Тема 2.</b> Законы сохранения в механике	4	2	4	4	14
3		<b>Тема 3.</b> Механика жидкостей и газов	2	1	-	4	7
4		<b>Тема 4.</b> Элементы специальной теории относительности	4	2	-	4	10



п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Виды занятий в часах				
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	Всего
5		<b>Тема 5</b> Механика сплошных сред	4	2	4	4	14
6		<b>Тема 6.</b> Механические колебания и волны	4	2	8	4	18
7	<b>Раздел 2. Электричество и магнетизм</b>	<b>Тема 1</b> Электрическое поле в вакууме.	2	1	4	3	10
8		<b>Тема 2</b> Электростатическое поле при наличии проводников и диэлектриков.	2	1	4	2	9
9		<b>Тема 3</b> Постоянный электрический ток	2	2	4	3	11
10		<b>Тема 4.</b> Электрический ток в электролитах, газах и в вакууме	4	1	-	3	8
11		<b>Тема 5.</b> Постоянное магнитное поле	2	1	4	3	10
12		<b>Тема 6.</b> Электромагнитная индукция	4	2	4	3	13
13		<b>Тема 7.</b> Электромагнитные колебания и волны	4	2	-	3	9
<b>2 курс, 3 семестр</b>							
14	<b>Раздел 3. Физическая оптика и квантовая физика. Физика атомов и молекул.</b>	<b>Тема 1.</b> Волновые свойства света	4	2	4	8	18
15		<b>Тема 2.</b> Взаимодействие света с веществом	4	1	4	8	17
16		<b>Тема3.</b> Квантовые свойства излучения	2	2	4	8	16
17		<b>Тема 4.</b> Современные представления о строении атома	4	2	4	8	18
18		<b>Тема 5.</b> Элементы физики конденсированного состояния вещества	2	1	-	8	11

п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Виды занятий в часах				
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	Всего
19	<b>Раздел 4. Физика атомного ядра и элементарных частиц. Молекулярная физика и термодинамика</b>	<b>Тема 1.</b> Физика атомного ядра	2	2	4	6	14
20		<b>Тема 2.</b> Элементарные частицы	2	1	4	6	13
21		<b>Тема 3.</b> Молекулярно-кинетическая теория газов	2	1	2	4	9
22		<b>Тема 4.</b> Основы термодинамики	2	2	4	6	14
23		<b>Тема 5.</b> Элементы физической кинетики	2	1	2	6	11
24		<b>Тема 6.</b> Реальные газы и жидкости	2	1	-	6	9
25		<b>Тема 7.</b> Твердые тела	2	-	-	4	6
26		<b>Тема 8.</b> Самоорганизующиеся системы	2	-	-	4	6

#### 4.3.1. Перечень практических занятий и лабораторных работ

##### Практические (семинарские) занятия, их содержание

Наименование разделов и тем	Содержание	Формы проведения
<b>Раздел 1. Механика, теория колебаний и волн</b>		
<b>Тема 1.</b> Механика материальной точки. (1 час)	Линейные кинематические характеристики движения. Масса. Импульс. Сила. Второй и третий законы Ньютона. Закон тяготения Ньютона. Сила тяжести и вес тела. Закон Гука. Динамика материальной точки.	Практическое занятие с элементами дискуссии, решение задач по теме.
<b>Тема 2.</b> Законы сохранения в механике (2 часа)	Импульс тела. Закон сохранения импульса. Работа силы. Мощность. Энергия. Потенциальная энергия. Кинетическая энергия. Закон сохранения механической энергии.	

Наименование разделов и тем	Содержание	Формы проведения
<b>Тема 3.</b> Механика жидкостей и газов (1 часа)	Закон Паскаля и Архимеда. Условия плавания тел. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости. Статика жидкостей и газов.	
<b>Тема 4.</b> Элементы специальной теории относительности (2 часа)	Элементы специальной теории относительности. Преобразования Лоренца. Закон взаимосвязи массы и энергии.	
<b>Тема 5.</b> Механика сплошных сред (2 часа)	Момент импульса тела и момент силы относительно оси. Момент инерции тела. Основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела. Вычисление моментов инерции.	
<b>Тема 6.</b> Механические колебания и волны (2 часа)	Колебания в отсутствие сил трения. Дифференциальное уравнение гармонического осциллятора. Затухающие колебания. Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний и его решение. Резонанс. Продольные и поперечные волны. Волновое уравнение. Энергия бегущей упругой волны.	Тестирование по материалу раздела.
<b>Раздел 2. Электричество и магнетизм</b>		
<b>Тема 1</b> Электрическое поле в вакууме. (1 час)	Закон Кулона. Напряженность поля точечного заряда. Принцип суперпозиции. Теорема Остроградского – Гаусса. Работа сил поля при перемещении зарядов. Потенциал и эквипотенциальные поверхности.	Практическое занятие с элементами дискуссии, решение задач по теме.
<b>Тема 2</b> Электростатическое поле при наличии проводников и диэлектриков. (1 час)	Проводники во внешнем электростатическом поле Наведенные заряды. Емкость. Соединение конденсаторов. Поляризация диэлектриков. Энергия и плотность энергии электростатического поля.	
<b>Тема 3</b> Постоянный электрический ток. (2 часа)	Закон Ома для участка цепи. Сопротивление проводника. Закон Ома для участка цепи, содержащего ЭДС, и для замкнутой цепи. Разность потенциалов и напряжение. Работа и мощность в цепи постоянного тока. Закон Джоуля – Ленца. Разветвленные цепи. Правила Кирхгофа. Работа выхода электронов из металла. Термоэлектронная эмиссия. Контактная разность потенциалов. Термоэлектрические явления. Контактные явления в полупроводниках	

Наименование разделов и тем	Содержание	Формы проведения
<b>Тема 4.</b> Электрический ток в электролитах, газах и в вакууме. (1 час)	Закон Ома для электролитов. Законы Фарадея. Гальванические элементы. Поляризация гальванических элементов. Самостоятельный газовый разряд. Вольтамперная характеристика газового разряда. Виды разряда (тлеющий, дуговой, искровой и коронный).	
<b>Тема 5.</b> Постоянное магнитное поле. (1 час)	Закон Ампера. Закон Био-Савара-Лапласа. Действие электрического и магнитного полей на движущийся заряд. Сила Лоренца. Магнитные свойства вещества. Намагниченность.	
<b>Тема 6.</b> Электромагнитная индукция. (2 часа)	Опыты Фарадея и правило Ленца. Электродвижущая сила самоиндукции. Индуктивность. Взаимоиндукция. Трансформатор. Электромагнитное поле. Вихревое электрическое поле. Ток смещения. Электромагнитное поле. Уравнения Максвелла.	
<b>Тема 7.</b> Электромагнитные колебания и волны. (2 часа)	Собственные колебания, формула Томпсона. Затухающие колебания. Вынужденные колебания в контуре. Резонанс. Электромагнитные волны, скорость их распространения. Шкала электромагнитных волн. Квазистационарный ток. Действующее и среднее значение переменного тока. Работа и мощность в цепи переменного тока, активная и реактивная мощность	Тестирование по материалу раздела.
<b>Раздел 3. Физическая оптика и квантовая физика. Физика атомов и молекул</b>		
<b>Тема 1.</b> Волновые свойства света (2 часа)	Интерференция света. Полосы равного наклона и равной толщины, кольца Ньютона. Дифракция Фраунгофера. Дифракция от одной щели. Дифракционная решетка. Закон Малюса. Рентгеновские лучи, дифракция рентгеновских лучей. Вращение плоскости поляризации, закон Фарадея. Двойное лучепреломление.	Практическое занятие с элементами дискуссии, решение задач по теме.
<b>Тема 2.</b> Взаимодействие света с веществом (1 час)	Поглощение света, закон Бугера. Групповая и фазовая скорости света. Рассеяние света. Опыт Физо. Опыты Майкельсона-Морли.	

Наименование разделов и тем	Содержание	Формы проведения
<b>Тема 3.</b> Квантовые свойства излучения (2 часа)	Тепловое излучение и его характеристики. Закон Кирхгофа. Законы Стефана-Больцмана и смещения Вина. Формула Релея-Джинса, Гипотеза Планка. Фотоэффект. Формула Эйнштейна для внешнего фотоэффекта. Давление света.	
<b>Тема 4.</b> Современные представления о строении атома (2 часа)	Формула Бальмера. Принцип Ритца. Планетарная модель атома. Постулаты Бора. Модель атома водорода по Бору. Уравнение Шредингера, общее и для стационарных состояний. Принцип суперпозиции состояний. Квантование энергии. Квантовые числа. Спин электрона. Принцип Паули.	
<b>Тема 5.</b> Элементы физики конденсированного состояния вещества (1 час)	Ионная и ковалентная связь. Обменное взаимодействие. Молекулярные спектры. Комбинационное рассеяние света. Спонтанное и вынужденное излучение. Лазеры. Статистики Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Энергия Ферми. Теория Эйнштейна-Дебая. Фононы.	
<b>Раздел 4. Физика атомного ядра и элементарных частиц. Молекулярная физика и термодинамика</b>		
<b>Тема 1.</b> Физика атомного ядра (2 часа)	Энергия связи ядра. Радиоактивность, закон радиоактивного распада, правила смещения. Альфа-распад, бета-распад, гамма-излучение. Ядерные реакции. Деление ядер. Цепные реакции деления, ядерные реакторы. Реакция синтеза атомных ядер.	Практическое занятие с элементами дискуссии, решение задач по теме.
<b>Тема 2.</b> Элементарные частицы (1 час)	Основные характеристики элементарных частиц. Законы сохранения для элементарных частиц. Кварковая модель адронов. Фундаментальные взаимодействия.	
<b>Тема 3.</b> Молекулярно-кинетическая теория газов (1 час)	Идеальный газ. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов. Уравнение Клапейрона - Менделеева. Распределение частиц во внешнем силовом поле. Распределение Максвелла по скоростям теплового движения.	
<b>Тема 4.</b> Основы термодинамики и статистической физики. (2 часа)	Первое начало термодинамики. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам. Адиабатический процесс в идеальном газе. Политропические процессы. Обратимые и необратимые процессы. Циклические круговые процессы. Цикл Карно. Холодильная и тепловая машина. Второе начало термодинамики для обратимых процессов.	

Наименование разделов и тем	Содержание	Формы проведения
<b>Тема 5.</b> Элементы физической кинетики (1 час)	Явления переноса и их теория для идеальных газов. Диффузия. Общее уравнение для явления переноса в идеальных газах. Теплопроводность в идеальных газах. Уравнение Фурье. Внутреннее трение в идеальных газах. Уравнение Ньютона.	
<b>Тема 6.</b> Реальные газы и жидкости (1 час)	Уравнение Ван-дер-Ваальса. Критическое состояние вещества. Энтальпия. Свойства жидкого состояния. Поверхностное натяжение. Капиллярные явления.	Тестирование по материалу раздела.

#### Лабораторные занятия, их содержание

Наименование разделов и тем	Содержание	Формы отчетности
<b>Раздел 1. Механика, теория колебаний и волн</b>		
<b>Тема 1.</b> Механика материальной точки	<i>Лабораторные работы:</i> 1. Изучение прямолинейного движения тел и определение ускорения свободного падения с помощью машины Атвуда. (4 часа)	Представление отчетов по лабораторному исследованию, ответы на контрольные вопросы.
<b>Тема 2.</b> Законы сохранения в механике	<i>Лабораторные работы:</i> 1. Определение скорости пули с помощью крутильно-баллистического маятника. (4 часа)	Представление отчетов по лабораторному исследованию, ответы на контрольные вопросы.
<b>Тема 5.</b> Механика сплошных сред.	<i>Лабораторные работы:</i> 1. Изучение вращательного движения твердого тела на примере маятника Обербека. (4 часа)	Представление отчетов по лабораторному исследованию, ответы на контрольные вопросы.
<b>Тема 6.</b> Механические колебания и волны.	<i>Лабораторные работы:</i> 1. Определение ускорения свободного падения с помощью физического маятника. (4 часа) 2. Изучение свободных и вынужденных колебаний колебательной системы с одной степенью свободы. (4 часа)	Представление отчетов по лабораторному исследованию, ответы на контрольные вопросы.
<b>Раздел 2. Электричество и магнетизм</b>		
<b>Тема 1</b> Электрическое поле в вакууме.	<i>Лабораторные работы:</i> 1. Определение удельного заряда электрона различными методами. (4 часа)	Представление отчетов по лабораторному исследованию, ответы на контрольные вопросы.

Наименование разделов и тем	Содержание	Формы отчетности
<b>Тема 2</b> Электростатическое поле при наличии проводников и диэлектриков.	<i>Лабораторные работы:</i> 1. Исследование электростатического поля. (4 часа)	Представление отчетов по лабораторному исследованию, ответы на контрольные вопросы.
<b>Тема 3</b> Постоянный электрический ток.	<i>Лабораторные работы:</i> 1. Измерение сопротивления проводников (метод амперметра-вольтметра и метод мостика Уинстона). (4 часа)	Представление отчетов по лабораторному исследованию, ответы на контрольные вопросы.
<b>Тема 5.</b> Постоянное магнитное поле.	<i>Лабораторные работы:</i> 1. Изучение гистерезиса ферромагнитных материалов. (4 часа)	Представление отчетов по лабораторному исследованию, ответы на контрольные вопросы.
<b>Тема 6.</b> Электромагнитная индукция.	<i>Лабораторные работы:</i> 1. Изучение явления взаимной индукции. (4 часа)	Представление отчетов по лабораторному исследованию, ответы на контрольные вопросы.
<b>Раздел 3. Физическая оптика и квантовая физика. Физика атомов и молекул</b>		
<b>Тема 1.</b> Волновые свойства света.	<i>Лабораторные работы:</i> 1. Изучение явления интерференции света. (2 часа) 2. Дифракция Фраунгофера. (2 часа)	Представление отчетов по лабораторному исследованию, ответы на контрольные вопросы.
<b>Тема 2.</b> Взаимодействие света с веществом.	<i>Лабораторные работы:</i> 1. Определение зависимости показателя преломления стекла от длины волны света (4 часа)	Представление отчетов по лабораторному исследованию, ответы на контрольные вопросы.
<b>Тема 3.</b> Квантовые свойства излучения.	<i>Лабораторные работы:</i> 1. Законы внешнего фотоэффекта. (4 часа)	Представление отчетов по лабораторному исследованию, ответы на контрольные вопросы.
<b>Тема 4.</b> Современные представления о строении атома.	<i>Лабораторные работы:</i> 1. Изучение спектров испускания. (2 часа) 2. Опыт Франка и Герца. (2 часа)	Представление отчетов по лабораторному исследованию, ответы на контрольные вопросы.
<b>Раздел 4. Физика атомного ядра и элементарных частиц. Молекулярная физика и термодинамика</b>		

Наименование разделов и тем	Содержание	Формы отчетности
<b>Тема 1.</b> Физика атомного ядра.	<i>Лабораторные работы:</i> 1. Исследование радиоактивности атмосферного воздуха. (4 часа)	Представление отчетов по лабораторному исследованию, ответы на контрольные вопросы.
<b>Тема 2.</b> Элементарные частицы.	<i>Лабораторные работы:</i> 1. Изучение космических лучей. (4 часа)	Представление отчетов по лабораторному исследованию, ответы на контрольные вопросы.
<b>Тема 3.</b> Молекулярно-кинетическая теория газов.	<i>Лабораторные работы:</i> 1. Изучение газовых законов. Определение универсальной газовой постоянной. (2 часа)	Представление отчетов по лабораторному исследованию, ответы на контрольные вопросы.
<b>Тема 4.</b> Основы термодинамики и статистической физики.	1. Температура и способы ее измерения. (2 часа) 2. Определение отношения теплоемкостей воздуха при постоянном давлении и объеме резонансным методом. (2 часа)	Представление отчетов по лабораторному исследованию, ответы на контрольные вопросы.
<b>Тема 5.</b> Элементы физической кинетики.	1. Определение коэффициента вязкости воздуха капиллярным методом. (2 часа)	Представление отчетов по лабораторному исследованию, ответы на контрольные вопросы.

#### 4.4. Методические указания по организации самостоятельной работе студентов

Самостоятельная работа студентов ориентирована на дальнейшее совершенствование их умений по самостоятельному овладению знаниями теоретического и практического характера и включает:

- самостоятельное изучение тем учебной программы, которые с содержательной точки зрения могут быть освоены студентом самостоятельно и которые имеют высокий уровень учебно-методического оснащения;
- составление конспектов по темам, вынесенным на самостоятельное изучение полностью или частично;
- подготовку к практическим занятиям по всем темам курса;
- выполнение в течение семестра контрольных работ по темам практических занятий, которые в совокупности обеспечивают систематичность промежуточной аттестации студентов и организуют их самостоятельную работу.



План самостоятельной работы студентов

Учебная неделя	Кол-во час.	Наименование разделов и тем	Виды и формы самостоятельной работы
			Раздел 1. Механика, теория колебаний и волн
1 неделя	4	Тема 1. Механика материальной точки.	Работа с лекционным материалом для подготовки к решению физических задач. Составление таблицы для систематизации материала по видам движения в зависимости от траектории движения тела и его скорости. Выполнение домашних заданий с задачами повышенной сложности.
2,3 недели	4	Тема 2. Законы сохранения в механике.	Работа с лекционным материалом для подготовки к решению физических задач. Выполнение индивидуальных домашних заданий с задачами повышенной сложности.
4,5 недели	4	Тема 3. Механика жидкостей и газов.	Работа с лекционным материалом для подготовки к решению физических задач. Выполнение домашних заданий с задачами повышенной сложности.
6,7 недели	4	Тема 4. Элементы специальной теории относительности.	Поиск и обзор литературы и электронных учебников по теме семинара «Элементы специальной теории относительности». Выполнение домашних заданий с задачами повышенной сложности.
8 неделя	4	Тема 5. Механика сплошных сред.	Изучение конспекта лекции, чтение учебного материала из других, в т.ч. электронных, источников с целью подготовки к итоговому тестированию по разделу
9,10 недели	4	Тема 6. Механические колебания и волны	Изучение конспекта лекции, чтение учебного материала из других, в т.ч. электронных, источников с целью подготовки к итоговому тестированию по разделу.
<b>Итого:</b>	<b>24</b>		
<b>Раздел 2. Электричество и магнетизм</b>			
11, 12 неделя	3	Тема 1 Электрическое поле в вакууме.	Реферативная работа студентов, выступления с докладами на семинарских занятиях. Самостоятельное изучение отдельных тем с использованием методических указаний по разделам лекционного курса и темам практических занятий.
13 неделя	2	Тема 2 Электростатическое поле при наличии проводников и диэлектриков.	Самостоятельная работа с конспектом лекций и др. источниками по теме «Электростатическое поле при наличии проводников и диэлектриков».
14 недели	3	Тема 3 Постоянный электрический ток	Самостоятельная работа по теме «Полупроводниковые диоды и транзисторы их практическое использование».
15	3	Тема 4. Электрический ток в	Поиск, анализ, структурирование и презентация информации по теме семинаров «Ис-

неделя		электролитах, газах и в вакууме	пользование электролиза в технике» и «Виды разряда (тлеющий, дуговой, искровой и коронный). Использование газовых разрядов в технике. Ионизационные камеры и счетчики. Катодные лучи». Подготовка докладов на семинаре.
<b>16</b> неделя	3	<b>Тема 5.</b> Постоянное магнитное поле	Работа с лекционным материалом для подготовки к решению физических задач. Выполнение домашних заданий с задачами повышенной сложности.
<b>17</b> неделя	3	<b>Тема 6.</b> Электромагнитная индукция	Изучение конспекта лекции, чтение учебного материала из других, в т.ч. электронных, источников с целью подготовки к итоговому тестированию по разделу.
<b>18</b> неделя	3	<b>Тема 7.</b> Электромагнитные колебания и волны	Изучение конспекта лекции, чтение учебного материала из других, в т.ч. электронных, источников с целью подготовки к итоговому тестированию по разделу. Подготовка к зачету с оценкой.
<b>Итого:</b>	<b>20</b>		<b>Итоговая форма контроля - зачет</b>
<b>Раздел 3. Физическая оптика и квантовая физика. Физика атомов и молекул</b>			
<b>1-3</b> неделя	8	<b>Тема 1.</b> Волновые свойства света	Самостоятельная работа с конспектом лекций и др. источниками по теме. Подготовка к решению задач по теме «Интерференция, дифракция света»
<b>4,5</b> недели	8	<b>Тема 2.</b> Взаимодействие света с веществом	Работа с лекционным материалом для подготовки к решению физических задач. Выполнение домашних заданий с задачами повышенной сложности.
<b>6-8</b> недели	8	<b>Тема 3.</b> Квантовые свойства излучения	Работа с лекционным материалом для подготовки к решению физических задач. Выполнение домашних заданий.
<b>9,10</b> неделя	8	<b>Тема 4.</b> Современные представления о строении атома	Работа с лекционным материалом для подготовки к решению физических задач. Выполнение домашних заданий с задачами повышенной сложности.
<b>11,12</b> неделя	8	<b>Тема 5.</b> Элементы физики конденсированного состояния вещества	Изучение конспекта лекции, чтение учебного материала из других, в т.ч. электронных, источников с целью подготовки к итоговому тестированию по разделу.
<b>Итого;</b>	<b>40</b>		
<b>Раздел 4. Физика атомного ядра и элементарных частиц. Молекулярная физика и термодинамика</b>			
<b>13,14</b> недели	6	<b>Тема 1.</b> Физика атомного ядра	Работа с лекционным материалом для подготовки к решению физических задач. Самостоятельная работа с рекомендованной литературой.
<b>15,16</b> недели	6	<b>Тема 2.</b> Элементарные частицы	Поиск и обзор литературы и электронных учебников по теме семинара «Элементарные частицы». Выполнение домашних заданий с задачами повышенной сложности.
<b>17,18</b> недели	4	<b>Тема 3.</b> Молекулярно-кинетическая теория газов	Работа с лекционным материалом для подготовки к решению физических задач. Выполнение домашних заданий с задачами повышенной сложности.

<b>19,20 недели</b>	6	<b>Тема 4.</b> Основы термодинамики и статистической физики.	Работа с лекционным материалом для подготовки к решению физических задач. Выполнение домашних заданий.
<b>21 неделя</b>	6	<b>Тема 5.</b> Элементы физической кинетики	Работа с лекционным материалом для подготовки к решению физических задач. Выполнение индивидуальных домашних заданий с задачами повышенной сложности.
<b>22 неделя</b>	6	<b>Тема 6.</b> Реальные газы и жидкости	Работа с лекционным материалом для подготовки к решению физических задач. Выполнение домашних заданий.
<b>23 неделя</b>	4	<b>Тема 7.</b> Твердые тела	Подбор материала для сообщения на семинарском занятии по темам. Реферативная работа студентов, выступления с докладами по всем разделам физики. Примерные темы рефератов: 1) Источники света; 2) Лабораторные методы измерения скорости света; 3) Электронная микроскопия; 4) Спектральный анализ; 5) Поляризованный свет; 6) Проявление законов силы трения в повседневной жизни человека; 7) Электромагнитная теория Максвелла; 8) Принцип действия аккумулятора; 9) Шаровая молния - уникальное природное явление; 10) Лазеры и их применение; 11) Мирный атом; 12) Частицы и античастицы; 13) Кварковая модель адронов; 14) Изучение физики с помощью компьютерных технологий.
<b>24 неделя</b>	4	<b>Тема 8.</b> Самоорганизующиеся системы	Изучение конспекта лекции, чтение учебного материала из других, в т.ч. электронных, источников с целью подготовки к итоговому тестированию по разделу. Подготовка к экзамену.
<b>Итого:</b>	<b>42</b>	<b>Итоговая форма контроля - экзамен</b>	

**4.5 Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии):** курсовые работы в учебном плане отсутствуют.

#### **V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):**

##### **а) основная литература**

##### **1. Савельев, И.В.**

Курс общей физики [Электронный ресурс] : учеб. пособие: / И. В. Савельев = A course in general physics. - Москва : Лань, 2011. - (Лучшие классические учебники) (Классическая учебная литература по физике). –

**Режим доступа:** [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=704](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=704). - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ.

**Режим доступа:** [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=705](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=705). - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ.

**Режим доступа:** [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=706](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=706). - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ.

**Режим доступа:** [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=707](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=707). - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ.

**Режим доступа:** [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=708](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=708). - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ.

2. **Савельев, И.В.**

Сборник вопросов и задач по общей физике [Электронный ресурс]: учеб. пособие / И. В. Савельев. - Москва: Лань", 2013. - 288с.: ил. - (Учебники для вузов. Спец. лит.) (Клас. задачки и практикумы). - **Режим доступа:** [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=32823](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=32823). - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-8114-0638-8: Б. ц.

3. **Фирганг, Е. В.**

Руководство к решению задач по курсу общей физики [Текст] / Е. В. Фирганг. - Москва: Лань, 2009. - 352 с. - **Режим доступа:** [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=405](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=405). - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-8114-0765-1: Б. ц.

4. **Семиров А.В.**

Физический практикум [Текст]: учеб. пособие / А. В. Семиров [и др.]; Вост.-Сиб. гос. акад. образования. - Иркутск: Изд-во ВСГАО, 2012. - 159с. - ISBN 978-5-85827-776-7: (6 экз.)

**б) дополнительная литература**

1. **Трофимова, Т.И.**

Курс физики [Текст]: учеб. пособие / Т. И.Трофимова. - 12-е изд., стер. - М.: Академия, 2006. - 560 с. - (Высшее профессиональное образование). - ISBN 5-7695-2956-3: (50 экз.)

2. **Иродов, И.Е.** Задачи по общей физике [Текст]: учеб. пособие / И.Е. Иродов. - 7-е изд., стер. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. - 431с. - ISBN 5-94774-614-X: (21 экз.).

3. **Пособие по решению тестовых заданий по физике** [Текст] / Вост.-Сиб. гос. акад. образования ; сост.: А. А. Дворкина-Самарская, Н.П. Ковалева, А. Е. Гафнер. - Иркутск : Изд-во ВСГАО, 2011. - 97с. (10 экз.)

4. **Физический практикум** [Электронный ресурс]: учеб. пособие. - ЭВК. - Иркутск: Изд-во ВСГАО, 2012. - **Режим доступа:** - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-85827-776-7

**5. Гафнер, А.Е.**

Основы оптики [Текст] : учеб. пособие / А. Е. Гафнер, Д. И. Воскобойник, М. С. Павлова ; Иркутский гос. пед. ун-т. - Иркутск : Изд-во ИГПУ, 2005. - 187 с. (15 экз.)

**в) список авторских методических разработок:**

**1. Гафнер, А.Е.**

Основы оптики [Текст] : учеб. пособие / А. Е. Гафнер, Д. И. Воскобойник, М. С. Павлова ; Иркутский гос. пед. ун-т. - Иркутск : Изд-во ИГПУ, 2005. - 187 с. (15 экз.)

2. **Физический практикум** [Текст] : учеб. пособие / А. В. Семиров [и др.] ; Вост.-Сиб. гос. акад. образования. - Иркутск : Изд-во ВСГАО, 2012. - 159 с. (5 экз.)

3. **Пособие по решению тестовых заданий по физике** [Текст] / Вост.-Сиб. гос. акад. образования ; сост.: А. А. Дворкина-Самарская, Н. П. Ковалева, А. Е. Гафнер. - Иркутск : Изд-во ВСГАО, 2011. - 97 с. (10 экз.)

**4. Гафнер, А.Е.**

Физика конденсированного состояния [Текст] : учеб. пособие / А. Е. Гафнер ; Иркутский государственный педагогический университет (Иркутск). - Иркутск : ИГПУ, 2008. - 264 с. (6 экз.)

5. **Дворкина-Самарская А. А., Гафнер А.Е.** Оптика. Лабораторный практикум: учебное пособие – Иркутск: Изд-во «Иркут», 2016. 84 с. ISBN 978-5-904740-44-3.

**г) программное обеспечение**

операционная система, Антивирусная программа, интернет-браузер, пакет офисных программ. Acrobat Reader,

**д) Интернет-ресурсы**

Федеральные образовательные порталы

1. Министерство образования и науки Российской Федерации
2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»
3. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов
4. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов
5. Российский общеобразовательный портал

**VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Помещения – учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных учебным планом ОПОП ВО бакалавриата, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ФГБОУ ВО «ИГУ».

## **Оборудование:**

### **Раздел 1. Механика, теория колебаний и волн**

#### ***Демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия:***

Пресс гидравлический; Универсальный комплекс по физике (в комплекте); Набор демонстрационный «Вращательное движение»; Стенд для изучения системы плоских сходящихся сил; Типовой комплект оборудования по физическим основам механики; Комплект учебного оборудования «Теоретическая механика»; Генератор функциональный; Генераторы; Осциллографы; Источники питания; Выпрямители; Аппарат ФОС; Высоковольтный источник питания (0-30кв.); Секундомер электронный; Стол-подъемник лабораторный; Оверхед проекторы; Насос вакуумный Камовского; Пистолет двухсторонний баллистический; Набор по кинематике и динамике с движущейся тележкой; Набор по статике с магнитными держателями; Набор пружин; Магдербургские полушария; Гигрометр; Насос воздушный ручной Шинса; Прибор для демонстрации обтекания тел; Прибор для демонстрации видов деформации; Прибор для демонстрации инерции тела; Динамометр демонстрационный; Тележки легкоподвижные; Набор блоков; Рычаг – линейка; Ведёрка Архимеда; Камертон «ля» на резонирующем ящике; Набор из трех шариков; Пылесос; Комплект оборудования по колебаниям и волнам; Установка демонстрационная; «Вязкость газов»; Установка для изучения волновых явлений на поверхности воды; Волновая машина; Желоб Галилея; Насос воздушный ручной; Насос с мотором; Прибор для наблюдения резонанса; Прибор демонстрации закона механики; Прибор ТМ-67А; Прибор удар щаров; Прибор универсальный аэродинамический; Трубка Ньютона; универсальная Ультразвуковая установка; Гири до 200г; Тележка ТМД; Велоколесо.

#### ***Лабораторное оборудование:***

Установка для изучения неупругого удара; Установка «Гирскоп»; Установка «Машина Атвуда»; Установка «Маятник Обербека»; Установка «Закон вращательного движения»; Установка «Соударение шаров» «Закон сохранения импульса»; Установка «Крутильно-баллистический маятник»; Установка «Физический маятник»; Комплект приборов по физике «Механика»; Автоматизированная установка «Свободные и вынужденные колебания физического маятника»; Установка «Проверка закона Гука»; Весы; маятник круглый баллистический; микрокатетометр; набор грузов; блок электронный; набор пружин; микрометр; оптиметр вертикальный; разновесы; секундомер; секундомер электронный; счетчик-секундомер; штангенциркуль; штангенциркуль (электронный); штатив универсальный.

#### ***Лабораторное оборудование:***

Установка для изучения неупругого удара; Установка «Гирскоп»; Установка «Машина Атвуда»; Установка «Маятник Обербека»; Установка «Закон вращательного движения»; Установка «Соударение шаров» «Закон сохранения импульса»; Установка «Крутильно-баллистический маятник»; Установка «Физический маятник»; Комплект приборов по физике «Механика»; Автоматизированная установка «Свободные и вынужденные колебания физического маятника»; Установка «Проверка закона Гука»; Весы; маятник круглый баллистический; микрокатетометр; набор грузов; блок электронный; набор пружин; микрометр; оптиметр вертикальный; разновесы; секундомер; секундомер электронный; счетчик-секундомер; штангенциркуль; штангенциркуль (электронный); штатив универсальный.

### **Раздел 2. Электричество и магнетизм.**

#### ***Демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия:***

Измеритель демонстрационный аналоговый; Универсальный комплекс по физике (в комплекте); Демонстрационный мультиметр с цифровым отсчетом; Комплект демонстрационных свойств электромагнитных волн; Демонстрационный амперметр; Демонстрационный вольтметр; Генератор функциональный; Осциллографы; Источники питания; Выпрямители; Высоковольтный источник питания (0-30кВ.); Трансформатор универсальный; Секундомер электронный; Стол-подъемник лабораторный; Экран на треноге; Оверхед проектор; Аппарат ФОС; Батарея конденсаторов; Катушка дроссельная; Катушка Томсона; Катушка Фарадея; Конденсатор; Конденсатор переменной емкости; Магазин емкости измерительный; Магазин сопротивлений; Магнитное поле тока; Машина МЭМ; Машина электрофорная; Маятник электростатический; Набор для демонстрации электрических полей; Прибор для демонстрации правила Ленца; Разрядник высоковольтный 30 кВ; Регулятор напряжения РНШ; Реостаты; Термопары; Термостолбик; Усилитель низкой частоты; Электромтр Брауна; Штатив; Модель молекулярного строения магнита.

***Лабораторное оборудование:***

Модуль «Определение отношения заряда к его массе методом магнетрона»; Модуль «Изучение явления взаимной индукции»; Модуль «Ток в вакууме»; Модуль «Изучение гистерезиса ферромагнитных материалов»; Модуль «Магазин емкостей»; Модуль «Магазин сопротивлений»; Модуль «Источник питания»; Модуль «Изучение электрических свойств сегнетоэлектриков»; Модуль «Изучение магнитного поля соленоида с помощью датчика Холла»; Модуль «Изучение процессов заряда и разряда конденсатора»; Модуль «Изучение электрических процессов в простых линейных цепях при действии гармонической электродвижущей силы»; Модуль «Изучение электрических колебаний в связанных контурах»; Модуль «Измерение частоты методом двойной круговой развертки»; Комплект планшетов для моделирования полей; Автоматическая установка «Изучение явления резонанса в последовательном и параллельном контурах»; Генератор сигналов; Мультиметры; Осциллографы; Вольтметры; Лабораторный трансформатор Латр; Реостат.

**Раздел 3. Физическая оптика и квантовая физика. Физика атомов и молекул.**

***Демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия:***

Модель абсолютно черного тела; Установка «Опыт Франка и Герца»; Лазеры газовые; Голограммы; Излучение темного и светлого тела при одной температуре; Набор по поляризации; Люксметр; Набор цветных стекол; Осветители; Прибор для демонстрации явления фотоэффекта; Прибор по геометрической оптике; Прибор по сложению оптических спектров; Светофильтры; Зеркало сферическое.

***Лабораторное оборудование:***

Установка для изучения спектра атома водорода; Установка для изучения внешнего фотоэффекта; Установка для изучения геометрической оптики и поляризации; Установка для исследования интерференции и дифракции; Установка для изучения дисперсии и дифракции; Лазеры; Микроскопы; Скамья оптическая; Источник питания; Люксметр; Осветитель; Осветитель теневой; Поляриметр; Установка для изучения абсолютно-черного тела; Установка для определения резонансного потенциала методом Франка и Герца; Монохроматор.

**Раздел 4. Физика атомного ядра и элементарных частиц. Молекулярная физика и термодинамика**

***Демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия:***

Барометр; Микроманометр; Набор ареометров; Прибор газов. законов; Структура кристаллическая; Термометры; Термометр демонстрационный; Турбина водяная; Турбина Пельмана; Шар Гравизанда; Разрез паровой машины ; Излучение темного и светлого тела при од-

ной температуре; Измеритель температуры и влажности; Измеритель теплопроводности; Сообщающиеся сосуды; Набор капилляров; Огниво воздушное; Модель для демонстрации броуновского движения; Набор свинцовых цилиндров.

**Лабораторное оборудование:**

Установка для определения отношения теплоемкостей воздуха; Установка для определения универсальной газовой постоянной; Измеритель температуры и влажности; Барометр; Набор капилляров.

**VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

**8.1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости**

*Дискуссия по темам занятий с семинарами*

Показатели	Критерии
Содержание реплик и выступлений	Четкое, научное аргументирование своей позиции. Правильное и уместное использование терминологии.
Корректность поведения	Доброжелательность по отношению к оппонентам. Конструктивная критика мнения собеседника. Способность к компромиссному разрешению спорных моментов. Корректно использует заимствованную аргументацию (делает ссылки на авторов).
Культура общения, организация речевого высказывания	Четкая организация высказывания: связность, логичность, целостность. Естественность речи, отсутствие штампов. Легкость восприятия речи на слух.

**Шкала оценивания:** зачтено – соответствие большей части критериев; не зачтено – несоответствие большей части критериев

*Решение задач (примеры задач)*

**Раздел 1. Механика.**

**Задача 1.** Самолет летит относительно воздуха со скоростью  $v_0 = 800 \text{ км/час}$ . Ветер дует с запада на восток со скоростью  $u = 15 \text{ м/с}$ . С какой скоростью  $v$  самолет будет двигаться относительно земли, и под каким углом  $\alpha$  к меридиану надо держать курс, чтобы перемещение было: а) на юг; б) на север; в) на запад; г) на восток?

**Задача 2.** Тело падает с высоты  $h = 19,6 \text{ м}$  с начальной скоростью  $v_0 = 0$ . Какой путь пройдет тело за первую и последнюю  $0,1 \text{ с}$  своего движения?



**Задача 3.** Камень брошен горизонтально со скоростью  $v_x = 15 \text{ м/с}$ . Найти нормальное  $a_n$  и тангенциальное  $a_t$  ускорения камня через время  $t = 1 \text{ с}$  после начала движения.

**Задача 4.** Колесо, вращаясь равно замедленно, за время  $t = 1 \text{ с}$  уменьшило свою частоту с  $n_1 = 300 \text{ об/мин}$  до  $n_2 = 180 \text{ об/мин}$ . Найти угловое ускорение  $\varepsilon$  колеса и число оборотов  $N$  колеса за это время.

**Задача 5.** Зависимость пройденного телом пути  $s$  от времени  $t$  задается уравнением  $s = A - Bt + Ct^2$ , где  $A = 6 \text{ м}$ ,  $B = 3 \text{ м/с}$ ,  $C = 2 \text{ м/с}^2$ . Найти среднюю скорость и среднее ускорение тела для интервала времени  $1 \text{ с} < t < 4 \text{ с}$ .

**Задача 6.** Стальная проволока некоторого диаметра выдерживает силу натяжения  $T = 4,4 \text{ кН}$ . С каким наибольшим ускорением можно поднимать груз массой  $m = 400 \text{ кг}$ , подвешенный на этой проволоке, чтобы она не разорвалась.

**Задача 7.** Камень падает с некоторой высоты в течение времени  $t = 1,43 \text{ с}$ . Найти кинетическую  $W_k$  и потенциальную  $W_p$  энергии камня в средней точке пути. Масса камня  $m = 2 \text{ кг}$ .

**Задача 8.** Мотоциклист едет по горизонтальной дороге со скоростью  $v = 72 \text{ км/ч}$ , делая поворот радиусом  $R = 100 \text{ м}$ . На какой угол  $\alpha$  при этом он должен наклониться, чтобы не упасть при повороте?

**Задача 9.** Искусственный спутник Земли движется по круговой орбите в плоскости экватора с запада на восток. На какой высоте  $h$  от поверхности Земли должен находиться этот спутник, чтобы он был неподвижен по отношению к наблюдателю, который находится на Земле?

**Задача 10.** К ободу однородного диска радиусом  $R = 0,2 \text{ м}$  приложена касательная сила  $F = 98,1 \text{ Н}$ . При вращении на диск действует момент сил трения  $M_{тр} = 98,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$ . Найти массу  $m$  дисков, если известно, что диск вращается с угловым ускорением  $\varepsilon = 100 \text{ рад/с}^2$ .

**Задача 11.** Мальчик катит обруч по горизонтальной дороге со скоростью  $v = 7,2 \text{ км/ч}$ . На какое расстояние  $s$  может вкатиться обруч на горку за счет его кинетической энергии? Уклон горки равен  $10 \text{ м}$  на каждые  $100 \text{ м}$  пути.

**Задача 12.** Однородный стержень длиной  $l = 85 \text{ см}$  подвешен на горизонтальной оси, проходящей через верхний конец стержня. Какую скорость  $v$  надо сообщить нижнему концу стержня, чтобы он сделал полный оборот вокруг оси?

**Задача 13.** Обруч диаметром  $D = 56,5 \text{ см}$  висит на гвозде, вбитом в стенку, и совершает малые колебания в плоскости, параллельной стене. Найти период колебаний  $T$  обруча.

**Задача 14.** В дне цилиндрического сосуда диаметром  $D = 0,5 \text{ м}$  имеется круглое отверстие диаметром  $d = 1 \text{ см}$ . Найти зависимость скорости понижения уровня воды в сосуде от высоты  $h$  этого уровня. Найти значение этой скорости для высоты  $h = 0,2 \text{ м}$ .

**Задача 15.** Пробковый шарик радиусом  $r = 5 \text{ мм}$  всплывает в сосуде, наполненном касторовым маслом. Найти динамическую и кинематическую вязкости касторового масла, если шарик всплывает с постоянной скоростью  $v = 3,5 \text{ см/с}$ .

## Раздел 2. Электричество и магнетизм

**Задача 1.** В вершинах равностороннего треугольника находятся одинаковые положительные заряды  $Q = 2 \text{ нКл}$ . Какой отрицательный заряд  $Q_1$  необходимо поместить в центр треугольника, чтобы сила притяжения с его стороны уравновесила силы отталкивания положительных зарядов?

- Задача 2.** Электростатическое поле создается бесконечной прямой нитью заряженной равномерно с линейной плотностью  $= 50$  пКл/см. Определите числовое значение и направление градиента потенциала в точке на расстоянии  $r = 0,5$  м от нити.
- Задача 3.** Расстояние между пластинами плоского конденсатора  $d = 5$  мм, разность потенциалов  $U = 1,2$  кВ. Определите: 1) поверхностную плотность заряда на пластинах конденсатора; 2) поверхностную плотность связанных зарядов на диэлектрике, если известно, что диэлектрическая восприимчивость диэлектрика, заполняющего пространство между пластинами, равна единице.
- Задача 4.** По медному проводнику сечением  $0,8$  мм<sup>2</sup> течет ток  $80$  мА. Найдите среднюю скорость упорядоченного движения электронов вдоль проводника, предполагая, что на каждый атом меди приходится один свободный электрон. Плотность меди равна  $8,9$  г/см<sup>3</sup>.
- Задача 5.** Найти сопротивление  $R$  железного стержня диаметром  $d = 1$  см, если масса стержня  $m = 1$  кг.
- Задача 6.** Элемент с э.д.с.  $\mathcal{E} = 1,6$  В имеет внутреннее сопротивление  $r = 0,5$  Ом. Найти к.п.д.  $\eta$  элемента при токе в цепи  $I = 2,4$  А.
- Задача 7.** Нагреватель электрического чайника имеет две секции. При включении одной из них вода в чайнике закипит через время  $15$  мин, при включении другой — через время  $30$  мин. Через какое время  $\tau$  закипит вода в чайнике, если включить обе секции: а) последовательно; б) параллельно?
- Задача 8.** Найти количество теплоты  $Q\tau$ , выделившееся в единицу времени в единице объема медного провода при плотности тока  $j = 300$  кА/м<sup>2</sup>.
- Задача 9.** Скорость самолета с реактивным двигателем равна  $950$  км/ч. Найти э.д.с. индукции, возникающую на концах крыльев такого самолета, если вертикальная составляющая напряженности земного магнитного поля  $H_v = 39,8$  А/м и размах крыльев самолета  $l = 12,5$  м.
- Задача 10.** Катушка длиной  $l = 20$  см имеет  $N = 400$  витков. Площадь поперечного сечения катушки  $S = 9$  см<sup>2</sup>. Найти индуктивность катушки, Какова будет индуктивность  $L_2$  катушки, если внутрь катушки введен железный сердечник? Магнитная проницаемость материала сердечника  $\mu = 400$ .
- Задача 11.** Катушка имеет индуктивность  $L = 0,2$  Гн и сопротивление  $R = 1,64$  Ом. Во сколько раз уменьшится ток в катушке через время  $t = 0,05$  с после того, как э.д.с. выключена и катушка замкнута накоротко?
- Задача 12.** В магнитном поле, индукция которого  $B = 0,05$  Тл, помещена катушка, состоящая из  $N = 200$  витков проволоки. Сопротивление катушки  $R = 40$  Ом; площадь поперечного сечения  $S = 12$  см<sup>2</sup>. Катушка помещена так, что ее ось составляет угол  $\alpha = 60^\circ$  с направлением магнитного поля. Какое количество электричества  $q$  пройдет по катушке при исчезновении магнитного поля?
- Задача 13.** Какую индуктивность  $L$  надо включить в колебательный контур, чтобы при емкости  $C = 2$  мкФ получить частоту  $\nu = 1000$  Гц?
- Задача 14.** Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью  $C = 0,2$  мкФ и катушки с индуктивностью  $L = 5,07$  мГн. При каком логарифмическом декременте затухания  $N$  разность потенциалов на обкладках конденсатора за время  $t = 1$  мс уменьшится в три раза? Каково при этом сопротивление  $R$  контура?
- Задача 15.** В цепь переменного тока напряжением  $U = 220$  В и частотой  $\nu = 50$  Гц включены последовательно емкость  $C = 35,4$  мкФ, сопротивление  $R = 100$  Ом и индуктивность  $L = 0,7$  Гн. Найти ток  $I$  в цепи и падения напряжения  $U_C$ ,  $U_R$  и  $U_L$  на емкости, сопротивлении и индуктивности.

### Раздел 3. Физическая оптика и квантовая физика. Физика атомов и молекул.

**Задача 1.** Расстояние между щелями в опыте Юнга 0,5 мм, длина волны 550 нм. Каково расстояние от щелей до экрана, если расстояние между соседними темными полосами на нем равно 1 мм ?

**Задача 2.** На мыльную пленку ( $n=1,3$ ) падают лучи ( $\lambda=550$  нм) под углом  $30^\circ$ . При какой наименьшей толщине пленки отраженные лучи будут максимально усилены интерференцией?

**Задача 3.** На диафрагму с круглым отверстием радиусом  $\rho = 1,2$  мм падает нормально монохроматический свет с длиной волны 500 нм. Светлым или темным будет центр дифракционной картины на экране, находящемся на расстоянии 1 м от диафрагмы?

**Задача 4.** Под каким углом будет наблюдаться зеленая линия ртути длиной волны 546,1 нм в спектре первого порядка, если дифракционная решетка имеет на 1 мм 600 штрихов. Определите угловую дисперсию решетки для этой длины волны в спектре первого порядка.

**Задача 5.** Интенсивность естественного света, прошедшего через поляризатор, уменьшилась в 4,5 раза. Во сколько раз она уменьшится, если второй такой же поляризатор поставить за первым так, чтобы угол между плоскостями поляризации их был  $60^\circ$ ? Коэффициент поглощения в обоих поляризаторах одинаковый.

**Задача 6.** Под каким углом должен падать луч на поверхность вещества, чтобы угол преломления был в два раза меньше угла отражения. Угол полной поляризации для этого вещества  $58^\circ$ .

**Задача 7.** Предельный угол полного внутреннего отражения для некоторого вещества равен  $45^\circ$ . Чему равен для этого вещества угол полной поляризации?

**Задача 8.** На поверхность бария (работа выхода 2,48 эВ) падает свет с длиной волны  $\lambda = 500$  нм. Чему равны максимальная скорость и кинетическая энергия фотоэлектронов?

**Задача 9.** Фотоэффект в металле начинается при частоте света  $\nu_0 = 6 \cdot 10^{14}$  Гц. Вырываемые из этого металла электроны полностью задерживаются напряжением  $U = 0,8$  В. Найдите частоту света, падающего на металл.

**Задача 10.** Вычислите постоянную Ридберга, если известно, что для ионов гелия разность длин волн между головными линиями серий Бальмера и Лаймана равна 133,7 нм.

**Задача 11.** Атом водорода находится в возбужденном состоянии с  $n=4$ . Определите длины волн возможных спектральных линий в спектре при переходе атома в основное состояние.

**Задача 12.** Пользуясь теорией Бора, определите для однократно ионизованного атома гелия радиус первой боровской орбиты, потенциал ионизации.

**Задача 13.** Какому элементу принадлежит водородоподобный спектр, длины волн которого в четыре раза короче, чем у атомарного водорода?

**Задача 14.** У какого водородоподобного атома разность длин волн между головными линиями серий Бальмера и Лаймана равна 59,3 нм?

**Задача 15.** Найти длину волны де Бройля для электрона, движущегося на первой боровской орбите в атоме водорода.

#### Раздел 4. Физика атомного ядра и элементарных частиц. Молекулярная физика и термодинамика

**Задача 1.** Длина волны  $\lambda$  излучаемого атомом фотона составляет 0,6 мкм. Принимая время жизни возбужденного состояния  $\Delta t = 10^{-8} \text{ с}$ , определите отношение естественной ширины энергетического уровня, на который был возбужден электрон, к энергии, излученной атомом.

**Задача 2.** Дописать недостающий элемент в ядерной реакции:  $x(p, n)_{18}^{37}\text{Ar}$ .

**Задача 3.** Определить энергию ядерной реакции:  ${}^7_3\text{Li}(p, n){}^7_4\text{Be}$ .

**Задача 4.** Сколько альфа- и бета-распадов испытывает  ${}^{238}_{92}\text{U}$ , превращаясь в конечном итоге в стабильный  ${}^{206}_{82}\text{Pb}$ ?

**Задача 5.** Ядро изотопа  ${}^{211}_{83}\text{Bi}$  получилось из другого ядра после одного альфа- и одного бета-распада. Что это за ядро?

**Задача 6.** Баллон объемом 12 л наполнен азотом при давлении 8,1 МПа и температуре  $t = 17^\circ \text{ C}$ . Какая масса  $m$  азота находится в баллоне?

**Задача 7.** При температуре  $t = 50^\circ \text{ C}$  давление насыщенного водяного пара 12,3 кПа. Найти плотность водяного пара.

**Задача 8.** Найти коэффициент диффузии  $D$  гелия при нормальных условиях.

**Задача 9.** До какой температуры  $t_2$  охладится воздух, находящийся при  $t_1 = 0^\circ \text{ C}$ , если он расширяется адиабатически от объема  $V_1$  до  $V_2 = 2V_1$ .

**Задача 10.** Идеальная тепловая машина, работающая по циклу Карно, совершает за один цикл работу 73,5 кДж. Температура нагревателя  $t_1 = 100^\circ \text{ C}$ , температура холодильника  $t_2 = 0^\circ \text{ C}$ . Найти КПД  $\eta$  цикла, количество теплоты  $Q_1$ , получаемое машиной за один цикл от нагревателя, и количество теплоты  $Q_2$ , отдаваемое за один цикл холодильнику.

**Задача 11.** Найти прирост  $\Delta S$  энтропии при превращении массы 1 г воды при ( $t = 0^\circ \text{ C}$ ) в пар ( $t_n = 100^\circ \text{ C}$ ).

**Задача 12.** Изменение энтропии на участке между двумя адиабатами в цикле Карно  $\Delta S = 4,19 \text{ кДж/К}$ . Разность температур между двумя изотермами  $\Delta T = 100 \text{ К}$ . Какое количество теплоты  $Q$  превращается в работу в этом цикле?

**Задача 13.** В закрытом сосуде объемом  $V = 0,5 \text{ м}^3$  находится количество  $\nu = 0,6$  кмоль углекислого газа при давлении  $p = 3 \text{ МПа}$ . Пользуясь уравнением Ван-дер-Ваальса, найти, во сколько раз надо увеличить температуру газа, чтобы давление увеличилось вдвое.

**Задача 14.** Во сколько раз плотность  $\rho_n$  насыщенного водяного пара при температуре  $t = 16^\circ \text{ C}$  меньше плотности  $\rho$  воды.

**Задача 15.** Температура плавления железа изменяется на  $\Delta T = 0,012 \text{ К}$  при изменении давления на  $\Delta p = 98 \text{ кПа}$ . Насколько меняется при плавлении объем количества  $\nu = 1$  кмоль железа?

Показатели	Критерии
Понимание условия задачи	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Краткая запись условия.</li> <li>• Использование физической символики.</li> <li>• Запись единиц измерения и перевод их в СИ</li> <li>• Хорошее оформление работы, четкие рисунки и чертежи.</li> </ul>

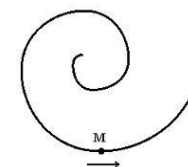
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Нахождение и запись необходимых табличных и дополнительных данных.</li> </ul>
План решения задачи	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обоснование выбора физических формул для решения.</li> <li>• Рациональный способ решения</li> <li>• Запись формул</li> </ul>
Осуществление решения	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Вывод расчетных(ой) формул(ы), решение задачи в общем виде</li> <li>• Математические операции с единицами измерения физических величин, вычисления</li> </ul>
Правильность решения задачи	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Краткое объяснение решения.</li> <li>• Анализ полученных результатов</li> </ul>

**Шкала оценивания:** зачтено – соответствие большей части критериев; не зачтено – несоответствие большей части критериев

*Тестовые задания по материалам лекций (примеры тестов – полностью приведены в списке авторских методических разработок под [3])*

### Раздел 1. Механика, теория колебаний и волн

**Задание 1.** Точка М движется по спирали с равномерно убывающей скоростью в направлении, указанном стрелкой. При этом величина полного ускорения точки ...

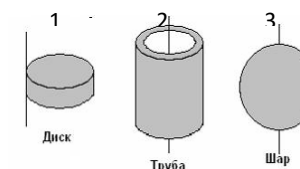


**Варианты ответа:**

- 1) уменьшается; 2) увеличивается; 3) не изменяется; 4) равна нулю.

**Задание 2.** Механическая система состоит из трех частиц, массы которых  $m_1 = 0,1\text{г}$ ,  $m_2 = 0,2\text{г}$ ,  $m_3 = 0,3\text{г}$ . Первая частица находится в точке с координатами (1, 2, 0), вторая – в точке (0, 2, 1), третья – в точке (1, 0, 1) (координаты даны в сантиметрах). Тогда  $y_C$  – координата центра масс (в см) – равна ...

**Задание 3.** Рассматриваются три тела: диск, тонкостенная труба и сплошной шар; причем массы  $m$  и радиусы  $R$  шара и оснований диска и трубы одинаковы.



Верным для моментов инерции рассматриваемых тел относительно указанных осей является соотношение ...

**Варианты ответа:**

- 1)  $J_3 < J_2 < J_1$ ; 2)  $J_3 < J_1 < J_2$ ; 3)  $J_1 < J_2 < J_3$ ; 4)  $J_3 < J_1 = J_2$

**Задание 4.** Объем воды в Мировом океане равен  $1,37 \cdot 10^9 \text{ км}^3$ . Если температура воды повысится на  $1^\circ\text{C}$ , увеличение массы воды составит \_\_\_\_\_ (Плотность морской воды  $1,03 \text{ г/см}^3$ , удельная теплоемкость  $4,19 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{K)}$ .)

**Варианты ответа:** 1)  $6,57 \cdot 10^7 \text{ кг}$ ; 2)  $65,7\text{т}$ ; 3)  $65,7\text{кг}$ ; 4)  $6,57 \cdot 10^{-2} \text{ кг}$

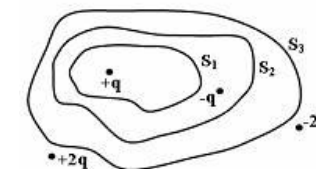
## Раздел 2. Электричество и магнетизм

**Задание 1.** Электростатическое поле создано двумя точечными зарядами:  $-q$  и  $+4q$ . Отношение потенциала поля, созданного вторым зарядом в точке  $A$ , к потенциалу результирующего поля в этой точке равно ...



**Задание 2.** Два проводника заряжены до потенциалов  $34 В$  и  $-16 В$ . Заряд  $100 нКл$  нужно перенести со второго проводника на первый. При этом необходимо совершить работу (в  $мкДж$ ), равную ...

**Задание 3.** Дана система точечных зарядов в вакууме и замкнутые поверхности  $S_1, S_2$  и  $S_3$ , причем поверхность  $S_3$  охватывает поверхность  $S_2$ , которая в свою очередь охватывает поверхность  $S_1$  (рис.). Поток напряженности электростатического поля **отличен от нуля** сквозь ...



**Варианты ответа:**

- 1) поверхность  $S_1$ ; 2) поверхность  $S_2$ ; 3) поверхность  $S_3$ ; 4) поверхности  $S_2$  и  $S_3$

**Задание 4.** Птица сидит на проводе линии электропередачи, сопротивление которого  $2,5 \cdot 10^{-5} Ом$  на каждый метр длины. Если по проводу течет ток силой  $2 кА$ , а расстояние между лапами птицы составляет  $5 см$ , то птица находится под напряжением ...

**Варианты ответа:**

- 1)  $2,5 мВ$ ; 2)  $2 мкВ$ ; 3)  $0,2 В$ ; 4)  $40 мВ$

## Раздел 3. Физическая оптика и квантовая физика. Физика атомов и молекул.

**Задание 1.** Плосковыпуклая линза выпуклой стороной лежит на стеклянной пластинке (установка для наблюдения колец Ньютона). Если на плоскую поверхность линзы свет с длиной волны  $0,6 мкм$  падает нормально, то толщина воздушного зазора (в  $нм$ ) в том месте, где в отраженном свете видно первое светлое кольцо, равна ...

**Задание 2.** Пластинку из оптически активного вещества толщиной  $d = 2 мм$  поместили между параллельными николями, в результате чего плоскость поляризации монохроматического света повернулась на угол  $\varphi = 30^\circ$ . Поле зрения поляриметра станет совершенно темным при минимальной толщине (в  $мм$ ) пластинки, равной ...

**Варианты ответа:**

- 1) 6; 2) 1,5; 3) 0,7; 4) 3

**Задание 3.** На рисунке представлено распределение энергии в спектре излучения абсолютно черного тела в зависимости от длины волны для температуры  $T = 6000К$ . При увеличении температуры в 2 раза длина волны (в  $нм$ ), соответствующая максимуму излучения, будет равна ...

**Варианты ответа:**

- 1) 250; 2) 1000; 3) 125; 4) 750

**Задание 4.** Давление  $p$  света на поверхность, имеющую коэффициент отражения  $\rho = 0,5$ , при энергетической освещенности  $E = 200 \frac{Вт}{м^2}$  составляет \_\_\_\_\_ *мкПа*.

#### Раздел 4. Физика атомного ядра и элементарных частиц. Молекулярная физика и термодинамика

**Задание 1.** Ядро азота  ${}^{14}_7N$  захватило  $\alpha$ -частицу и испустило протон. В результате этого процесса образовалось ядро ...

**Варианты ответа:**

1)  ${}^{17}_8O$ ; 2)  ${}^{14}_6C$ ; 3)  ${}^{19}_9F$ ; 4)  ${}^{16}_8O$

**Задание 2.** Переносчиками электромагнитного взаимодействия являются:

**Варианты ответа:**

1) фотоны; 2) глюоны; 3) бозоны; 4) гравитоны

**Задание 3.** Кинетическая энергия (в Дж) всех молекул в 2 г неона при температуре 300 К равна ...

**Варианты ответа:**

1) 374; 2) 831; 3) 249; 4) 748

**Задание 4.** При комнатной температуре отношение  $C_p/C_v$  молярных теплоемкостей при постоянном давлении и постоянном объеме равно 7/5 для ...

**Варианты ответа:**

1) кислорода; 2) водяного пара; 3) углекислого газа; 4) гелия

#### Лабораторные работы

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

1. Название работы. 2. Цель работы. 3. Перечень приборов и принадлежностей. 4. Краткое описание прибора или рабочей установки. Методика эксперимента. 5. Краткое теоретическое введение с необходимыми рисунками и чертежами и основными расчетными формулами. 6. Экспериментальная часть должна содержать номер и название каждого задания; по необходимости: чертежи (схемы), таблицы измерений, графики, выводы рабочих формул и т.д. Должно быть отображено полное выполнение каждого задания. 7. Оценку точности измерений, расчет абсолютной и относительной погрешностей, оценка вклада разных факторов в величину погрешности. 8. Выводы к работе.

Показатели	Критерии
Подготовка к лабораторной работе	<ul style="list-style-type: none"> <li>• работа с текстом лабораторной работы;</li> <li>• подготовка ответов на контрольные вопросы;</li> <li>• знакомство с ходом эксперимента;</li> <li>• вывод расчетных формул.</li> </ul>
Выполнение лабораторной работы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• выбор необходимого оборудования и приборов;</li> <li>• самостоятельный и рациональный монтаж экспериментальной установки;</li> <li>• определение режимов работы, обеспечивающих правильные результаты;</li> <li>• соблюдение правил техники безопасности;</li> <li>• правильное и аккуратное выполнение записи в таблицах.</li> </ul>
Подготовка отчета по лабораторной работе	<ul style="list-style-type: none"> <li>• нахождение и запись необходимых табличных и дополнительных данных;</li> <li>• обработка полученных результатов, построение графиков полученных зависимостей;</li> <li>• анализ погрешностей измерения;</li> <li>• грамотная, логичная формулировка выводов по работе.</li> </ul>

**Шкала оценивания:** зачтено – соответствие большей части критериев; не зачтено – несоответствие большей части критериев

## 8.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации:

### Процедура оценивания результатов:

*а) Зачет* выставляется по итогам работы в семестре и по результатам собеседования

На зачете студенту предлагается ответить на два теоретических вопроса и решить физическую задачу, при этом учитываются результаты работы обучающихся в течение семестра: выполнение заданий для самостоятельной работы (участие в дискуссиях, решение задач, выполнение лабораторных работ и подготовка отчетов по результатам их выполнения)

*Собеседование по теоретическим вопросам*

Показатели	Критерии
Ответы на вопросы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• содержание ответа соответствует поставленному вопросу</li> <li>• раскрываются наиболее значимые факты, научные положения,</li> <li>• соблюдается логическую последовательность в изложении материала</li> </ul>
Ответы на дополнительные вопросы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• содержание ответа соответствует поставленному вопросу</li> <li>• раскрываются наиболее значимые факты, научные положения,</li> <li>• соблюдается логическую последовательность в изложении материала</li> </ul>



Примеры физических задач, показатели и критерии приведены в п.11.1. Механика

**Отметка «отлично»**

выставляется студенту, если: материал усвоен в полном объёме; студент имеет всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного предмета, владеет необходимыми умениями и навыками, технологической терминологией; представлены отчёты по всем лабораторным работам; выполнены задания по самостоятельной работе.

**Отметка «хорошо»**

получает студент, если: в усвоении материала имеются незначительные пробелы, изложение материала недостаточно систематизировано, отдельные умения и навыки недостаточно устойчивы; представлены отчёты по большей части лабораторных работ; выполнены задания по самостоятельной работе.

**Отметка «удовлетворительно»**

ставится, если в усвоении материала имеются пробелы: материал излагается не систематизировано, отдельные умения недостаточно устойчивы, выводы и обобщения аргументированы слабо, в них допускаются ошибки, основное содержание материала не усвоено в полном объёме; представлены отчёты по лабораторным работам и самостоятельной работе не в полном объёме

*Б) Экзамен по дисциплине состоит из двух частей:*

На экзамене студенту предлагается ответить на теоретический вопрос (вопросы) и решить физическую задачу, при этом учитываются результаты работа обучающихся в течение семестра: выполнение заданий для самостоятельной работы (участие в дискуссиях, решение задач, выполнение лабораторных работ и подготовка отчетов по результатам их выполнения)

*Собеседование по теоретическим вопросам*

Показатели	Критерии
Ответы по вопросам билета	<ul style="list-style-type: none"> <li>• содержание ответа соответствует поставленному вопросу</li> <li>• раскрываются наиболее значимые факты, научные положения,</li> <li>• соблюдается логическую последовательность в изложении материала</li> </ul>
Ответы на дополнительные вопросы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• содержание ответа соответствует поставленному вопросу</li> <li>• раскрываются наиболее значимые факты, научные положения,</li> <li>• соблюдается логическую последовательность в изложении материала</li> </ul>

Примеры физических задач, показатели и критерии приведены в п.8.1.

**Отметка «отлично»**

выставляется студенту, если: материал усвоен в полном объёме; студент имеет всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного предмета, владеет необходимыми умениями и навыками, технологической терминологией; представлены отчёты по всем лабораторным работам; выполнены задания по самостоятельной работе.

### **Отметка «хорошо»**

получает студент, если: в усвоении материала имеются незначительные пробелы, изложение материала недостаточно систематизировано, отдельные умения и навыки недостаточно устойчивы; представлены отчёты по большей части лабораторных работ; выполнены задания по самостоятельной работе.

### **Отметка «удовлетворительно»**

ставится, если в усвоении материала имеются пробелы: материал излагается не систематизировано, отдельные умения недостаточно устойчивы, выводы и обобщения аргументированы слабо, в них допускаются ошибки, основное содержание материала не усвоено в полном объёме; представлены отчёты по лабораторным работам и самостоятельной работе не в полном объёме

### **Типовые задания для промежуточной аттестации:**

#### Список вопросов к экзамену (зачету)

### **8.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации (в форме экзамена или зачета).**

#### **Вопросы и задания к зачету во 2 семестре**

#### **Механика, теория колебаний и волн**

1. Траектория движения, пройденный путь, перемещение. Линейные кинематические характеристики движения.
2. Движение точки по окружности. Угловые скорость и ускорение.
3. Первый закон Ньютона. Масса. Импульс. Сила. Второй и третий законы Ньютона.
4. Закон тяготения Ньютона. Сила тяжести и вес тела.
5. Закон Гука для деформации растяжения – сжатия.
6. Внешнее трение: трение покоя, трение скольжения, трение качения. Кинематика материальной точки. Динамика материальной точки.
7. Импульс тела. Закон сохранения импульса. Работа силы. Мощность.
8. Энергия. Потенциальная энергия. Кинетическая энергия. Закон сохранения механической энергии.
9. Законы Паскаля и Архимеда. Условия плавания тел.
10. Уравнение неразрывности струи. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости. Формула Торричелли.
11. Элементы специальной теории относительности. Преобразования Лоренца. Закон взаимосвязи массы и энергии.
12. Момент импульса и момент силы относительно точки. Уравнение моментов для материальной точки и системы материальных точек.
13. Абсолютно твердое тело. Динамика твердого тела. Момент импульса тела и момент силы относительно оси.
14. Момент инерции тела. Кинетическая энергия вращения. Основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела.
15. Закон сохранения момента импульса твердого тела. Теорема Гюйгенса-Штейнера.
16. Движение в неинерциальных системах отсчета. Силы инерции. Центробежная сила инерции. Сила Кориолиса.
17. Уравнение движения точки, совершающей гармонические колебания. Дифференциальное уравнение гармонического осциллятора.

18. Полная энергия механической системы совершающей гармонические колебания.
19. Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Резонанс.
20. Продольные и поперечные волны. Волновое уравнение. Энергия бегущей упругой волны. Стоячие волны. Эффект Доплера.

#### **Электричество и магнетизм.**

21. Закон Кулона. Напряженность поля точечного заряда. Принцип суперпозиции. Теорема Остроградского – Гаусса.
22. Работа сил поля при перемещении зарядов. Потенциал и эквипотенциальные поверхности. Градиент потенциала и напряженность поля.
23. Напряженность поля у поверхности проводника и ее связь с поверхностной плотностью заряда.
24. Проводники во внешнем электростатическом поле. Наведенные заряды. Емкость. Соединение конденсаторов.
25. Поляризация диэлектриков. Вектор поляризации. Напряженность электрического поля в диэлектриках. Энергия и плотность энергии электростатического поля.
26. Электрический ток. Закон Ома для участка цепи. Сопротивление проводника.
27. Сторонние силы. Электродвижущая сила. Закон Ома для участка цепи, содержащего ЭДС. Разность потенциалов и напряжение.
28. Работа и мощность в цепи постоянного тока. Закон Джоуля – Ленца.
29. Разветвленные цепи. Правила Кирхгофа.
30. Классическая теория электропроводности металлов. Зависимость сопротивления металлов от температуры.
31. Собственная и примесная проводимость полупроводников.
32. Термоэлектронная эмиссия и контактные явления в металлах и полупроводниках. Работа выхода электронов из металла.
33. Термоэлектронная эмиссия. Термоэлектрические явления. Контактные явления в полупроводниках.
34. Проводимость электролитов. Электролитическая диссоциация. Закон Ома для электролитов. Законы Фарадея. Определение заряда иона.
35. Самостоятельный газовый разряд. Виды разряда (тлеющий, дуговой, искровой и коронный). Катодные лучи.
36. Магнитное поле электрического тока. Закон Ампера. Индукция и напряженность магнитного поля. Закон Био-Савара-Лапласа.
37. Магнитное поле прямого, кругового и соленоидального токов. Магнитный поток.
38. Действие электрического и магнитного полей на движущийся заряд. Сила Лоренца.
39. Магнитные свойства вещества. Намагниченность. Магнитная проницаемость. Диа-, пара- и ферромагнетизм. Магнитный гистерезис. Точка Кюри.
40. Опыты Фарадея и правило Ленца. Электродвижущая сила индукции. Вихревые токи. Самоиндукция и взаимная индукция.
41. Электродвижущая сила самоиндукции. Индуктивность. Энергия магнитного поля токов. Взаимная индукция. Трансформатор.
42. Электромагнитное поле. Вихревое электрическое поле. Ток смещения. Электромагнитное поле. Уравнения Максвелла.
43. Электрический колебательный контур. Собственные колебания, формула Томпсона. Затухающие колебания.
44. Вынужденные колебания в контуре. Резонанс.
45. Электромагнитные волны, скорость их распространения. Объемная плотность энергии электромагнитного поля. Поток энергии. Вектор Умова-Пойнтинга. Шкала электромагнитных волн.

46. Получение переменной ЭДС. Квазистационарный ток. Действующее и среднее значение переменного тока. Сопротивление.
47. Индуктивность и емкость в цепи переменного тока. Последовательный и параллельный резонанс.
48. Работа и мощность в цепи переменного тока, активная и реактивная мощность.

### **Примерный перечень вопросов к экзамену в 3 семестре**

#### **Физическая оптика и квантовая физика. Физика атомов и молекул.**

1. Интерференция света. Полосы равного наклона и равной толщины, кольца Ньютона. Применение интерференции, интерферометры.
  2. Дифракция света, метод зон Френеля. Дифракция от одной щели. Дифракционная решетка и ее характеристики.
  3. Рентгеновские лучи, дифракция рентгеновских лучей. Дифракция на ультразвуковых волнах. Принципы голографии.
  4. Закон Малюса. Поляризация света при отражении и преломлении.
  5. Распространение света в кристаллах, двойное лучепреломление. Вращение плоскости поляризации, закон Фарадея.
  6. Дисперсия света. Поглощение света, закон Бугера. Групповая и фазовая скорости света. Рассеяние света. Молекулярное рассеяние.
  7. Измерение скорости света. Распространение света в движущихся средах. Опыт Физо. Опыты Майкельсона-Морли. Эффект Доплера.
  8. Оптические характеристики среды и их зависимость от интенсивности излучения. Отклик нелинейной среды на внешнее воздействие.
  9. Тепловое излучение и его характеристики. Закон Кирхгофа. Законы Стефана-Больцмана и смещения Вина. Формула Релея-Джинса.
  10. Гипотеза Планка. Фотоэффект. Формула Эйнштейна для внешнего фотоэффекта. Давление света. Эффект Комптона.
  11. Корпускулярно-волновой дуализм, принцип дополнительности.
  12. Спектральные серии излучения атомарного водорода. Формула Бальмера. Принцип Ритца. Планетарная модель атома.
  13. Постулаты Бора. Модель атома водорода по Бору. Свойства волн де Бройля. Волновая функция. Соотношение неопределенностей.
  14. Уравнение Шредингера, общее и для стационарных состояний. Принцип суперпозиции состояний. Квантование энергии.
  15. Простейшие задачи в квантовой механике. Квантовые числа. Спин электрона. Принцип Паули. Мультиплетность спектров.
  16. Спин-орбитальное взаимодействие. Механический момент многоэлектронного атома. Периодическая система элементов.
  17. Ионная и ковалентная связь. Обменное взаимодействие. Молекулярные спектры. Комбинационное рассеяние света.
  18. Спонтанное и вынужденное излучение. Лазеры.
  19. Понятие о квантовых статистиках. Статистики Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Вырожденный электронный газ в металлах. Энергия Ферми.
  20. Теория Эйнштейна-Дебая. Фононы.
  21. Образование энергетических зон в кристаллах. Зонная структура металлов, диэлектриков. Собственная и примесная проводимость.
- #### **Физика атомного ядра и элементарных частиц. Молекулярная физика и термодинамика.**
22. Состав ядра. Характеристики атомного ядра. Ядерные силы и их свойства. Энергия связи ядра.
  23. Модели атомного ядра (капельная, оболочечная). Радиоактивность, закон радиоактивного распада, правила смещения.

24. Альфа-распад, бета-распад, гамма-излучение. Ядерные реакции. Деление ядер. Цепные реакции деления. Реакция синтеза атомных ядер.
25. Основные характеристики элементарных частиц. Законы сохранения для элементарных частиц. Кварковая модель адронов. Фундаментальные взаимодействия.
26. Основные положения молекулярно-кинетической теории. Идеальный газ. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов.
27. Опытные газовые законы. Уравнение Клапейрона - Менделеева. Внутренняя энергия. Число степеней свободы газовых молекул.
28. Средние величины в описании молекулярных систем. Распределение частиц по значениям потенциальной энергии во внешнем силовом поле. Барометрическая формула.
29. Распределение Максвелла по скоростям теплового движения. Скорости молекул.
30. Первое начало термодинамики. Теплоемкость. Формулировка первого начала термодинамики.
31. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам. Адиабатический процесс в идеальном газе. Политропические процессы.
32. Теплоемкость в различных процессах. Теплоемкость смеси газов. Энтальпия как функция состояния системы.
33. Равновесные и неравновесные процессы. Обратимые и необратимые процессы. Циклические круговые процессы. Цикл Карно. Холодильная и тепловая машина. Коэффициент полезного действия.
34. Второе начало термодинамики для обратимых процессов. Энтропия как функция состояния системы.
35. Второе начало термодинамики для необратимых процессов. Неравенство Клаузиуса. Принцип возрастания энтропии.
36. Явления переноса и их теория для идеальных газов. Теплопроводность. Внутреннее трение (вязкость). Диффузия.
37. Распределение молекул по длинам их свободных пробегов. Общее уравнение для явления переноса в идеальных газах.
38. Диффузия в идеальных газах. Теплопроводность в идеальных газах. Уравнение Фурье.
39. Внутреннее трение в идеальных газах. Уравнение Ньютона. Кинетические коэффициенты и связь между ними.
40. Силы межмолекулярного взаимодействия. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы Ван-дер-Ваальса. Критическое состояние вещества.
41. Внутренняя энергия реального газа. Энтальпия. Сжижение газов и получение низких температур.
42. Свойства жидкого состояния. Поверхностный слой. Поверхностное натяжение. Смачивание, несмачивание, краевого угол.
43. Давление под изогнутой поверхностью жидкости - формула Лапласа. Капиллярные явления.
44. Кристаллическое состояние вещества. Энергия связи. Основные характеристики кристаллов. Классификация кристаллов.
45. Анизотропия. Дефекты в кристаллах.
46. Фазовые переходы первого и второго рода. Уравнение Клапейрона - Клаузиуса и его применение к процессам испарения и конденсации, возгонки (сублимации), плавления и кристаллизации.
47. Диаграмма состояния вещества. Тройная точка.
48. Самоорганизация в физических системах. Тепловая конвекция как прототип явлений самоорганизации в физике. Ячейка Бенара.
49. Синергетический подход. Самоорганизация и хаос. Основные положения неравновесной термодинамики.

Документ составлен в соответствии с требованиями ФГОС по направлению 44.03.04 «Профессиональное обучение (по отраслям)» утвержденного приказом Минобрнауки РФ №124 от 22.02.2018 г.

Автор программы            Гафнер А.Е., доцент

**Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.**