



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института естествознания  
и стандартизации

И.Ю.Мезин  
2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**ФИЗИКА**

Специальность

08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений

Специализация

Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений

Уровень высшего образования – специалитет

Форма обучения

Очная

Институт  
Кафедра  
Курс  
Семестр

Институт естествознания и стандартизации  
физики  
1  
1, 2

Магнитогорск  
2018 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по специальности 08.05.01  
Строительство уникальных зданий, утвержденном приказом МОиН РФ № 1030 от  
11.08.2016г.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры физики  
«25» 10 2018 г., протокол № 3.

Зав. кафедрой  Ю.И. Савченко

Рабочая программа одобрена методической комиссией института естествознания и  
стандартизации «29» 10 2018 г., протокол № 2.

Председатель  И.Ю. Мезин

Согласовано:

Зав. кафедрой проектирования зданий и промышленных конструкций

 В.Б. Гаврилов

Рабочая программа составлена: доцент каф. физики, канд. техн. наук

 М.В. Вечеркин

Рецензент:

профессор, д.т.н., профессор

 / И.М. Ячиков /

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство», профиль подготовки «Промышленное и гражданское строительство», утвержденного приказом МОиН РФ от 12.03.2015 №201.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры физики «25» 10 2018 г., протокол № 3.

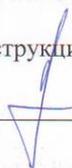
Зав. кафедрой  Ю.И. Савченко

Рабочая программа одобрена методической комиссией института естествознания и стандартизации «29» 10 2018 г., протокол № 2.

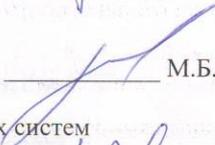
Председатель  И.Ю. Мезин

Согласовано:

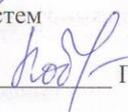
Зав. кафедрой проектирования зданий и промышленных конструкций

 В.Б. Гаврилов

Зав. кафедрой строительного производства

 М.Б. Пермяков

Зав. кафедрой управления недвижимостью и инженерных систем

 Г.В. Кобельков

Рабочая программа составлена:  
доцент каф. физики, к.т.н, доцент

 М.В. Вечеркин

Рецензент:  
Профессор, д.т.н., профессор

 / И.М.Ячиков/

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Физика» является овладение базовыми знаниями основных физических законов и методов классической и современной физики для теоретического и экспериментального исследования и решения задач, возникающих при дальнейшем обучении и в последующей профессиональной деятельности.

Эти цели достигаются в ходе выполнения следующих задач:

- ознакомление студентов с современной физической картиной мира, с основными концепциями, моделями, теориями, описывающими поведение объектов в микро-, макро- и мегамире;
- приобретение навыков экспериментального исследования физических процессов, освоение методов получения и обработки эмпирической информации;
- изучение теоретических методов анализа физических явлений, расчетных процедур и алгоритмов, наиболее широко применяемых в физике;
- освоение методов получения и обработки эмпирической информации;
- формирование у студентов естественнонаучного мировоззрения, культуры мышления, развитие способности к обобщению, постановке задачи и выбору путей ее решения.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТА

Дисциплина входит в базовую часть математического и естественнонаучного цикла дисциплин образовательного стандарта специалитета.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения) сформированные в результате обучения в общеобразовательной школе в рамках дисциплин: математика, физика, химия. Кроме этого, необходимы знания (умения, владения) полученные при изучении в вузе дисциплины «Математика».

Дисциплина является необходимой в изучении последующих дисциплин: «Строительная физика», «Теоретическая механика», «Строительная механика», «Сопроотивление материалов», «Строительные материалы», «Теоретические основы электротехники».

## 3 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

В результате освоения дисциплины «Физика» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
<b>ОПК-6</b> Использованием основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования	
Знать	– основные методы исследований, используемых в физике; – практические следствия из законов физики; – взаимосвязь между разделами физики и точными науками.
Уметь:	– пользоваться таблицами, учебной, справочной и методической литературой; – использовать простейшие физические модели для описания реальных процессов, при помощи приборов измерять физические величины и производить обработку экспериментальных результатов;

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– составлять рациональные таблицы экспериментальных данных;</li> <li>– применять физические законы для решения практических задач в профессиональной деятельности;</li> <li>– выбирать приборы с пределами измерений, необходимыми для данных измерений, определять цену деления, показания приборов, погрешность и уметь градуировать шкалу приборов;</li> <li>– пользоваться измерительной аппаратурой для проведения физических экспериментов;</li> <li>– оценивать случайные ошибки эксперимента, определять доверительный интервал;</li> <li>– строить графики экспериментальных зависимостей, устанавливать характер зависимости по графикам, построенных в любых координатах.</li> </ul>
Владеть:	<ul style="list-style-type: none"> <li>– основными методами решения задач в области физики и техники;</li> <li>– приемами работы с измерительной аппаратурой;</li> <li>– методикой оценки случайных ошибок эксперимента и определения доверительного интервала.</li> </ul>
<b>ОПК-7</b> способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>– основные термины, определения и понятия физики;</li> <li>– формулировки и математическое описание фундаментальных законов природы в области механики, термодинамики, электричества и магнетизма, оптики и атомной физики.</li> </ul>
Уметь:	<ul style="list-style-type: none"> <li>– выделять значимые факторы, определяющие ход и течение физических процессов;</li> <li>– объяснить явления и процессы на основе представлений о физической картине мира;</li> <li>– обосновывать положения предметной области знаний с помощью физико-математического аппарата;</li> <li>– распознавать соответствие результатов теоретических решений практических задач фундаментальным физическим законам;</li> <li>– составлять отчеты по выполненным экспериментальным работам, уметь делать выводы.</li> </ul>
Владеть:	<ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками выполнения физических экспериментов и оценки их результатов;</li> <li>– навыками практического применения законов физики;</li> <li>– способами оценивания значимости и практической пригодности полученных результатов.</li> </ul>

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 акад. часа, в том числе:

- контактная работа – 163 часа;
  - аудиторная - 157 часов;
  - внеаудиторная 5,9 часов;
- практические занятия 35 часов;
- самостоятельная работа 53,4 часа;
- подготовка к экзамену 35,7 часа.

Раздел дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)*			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
<b>1. Физические основы классической механики</b>	1	12	12	6	8,2			
1.1. Физика как фундаментальная наука. Вещество и поле – два вида материи, пространство и время – форма существования материи. Классическая механика. Механическое движение. Системы отсчета. Материальная точка и абсолютно твердое тело. Способы описания движения материальной точки. Кинематические характеристики поступательного и вращательного движений, связь между ними.		2	0	2	2	Самостоятельное изучение учебной литературы  Подготовка к защите темы «Кинематика»	Проверка индивидуальных задач  Устная защита темы «Кинематика»	ОПК-6 зу
1.2. Динамика твердого тела. Динамические характеристики поступательного и вращательного		4	4/4И	0	2	Самостоятельное изучение учебной литературы	Проверка индивидуальных задач	ОПК-7 зу

<p>движения материальной точки: масса, импульс, сила – мера взаимодействия между телами, момент силы, момент инерции, момент импульса. Примеры вычисления моментов инерции тел. Виды сил. Основные законы динамики для поступательного и вращательного движений (законы Ньютона). Инерциальные и неинерциальные системы отсчета. Преобразования Галилея. Принцип относительности в механике.</p>					<p>Подготовка к выполнению лаб. работы №4. Оформление конспекта.</p> <p>Составление отчета по лаб. работе №4</p> <p>Подготовка к защите темы «Динамика»</p>	<p>Устный опрос. Проверка конспекта.</p> <p>Проверка отчета по лаб. работе №4</p> <p>Устная защита темы «Динамика»</p>	
<p>1.3. Работа силы. Примеры расчета работы некоторых сил. Консервативные и неконсервативные силы. Мощность, энергия при поступательном и вращательном движении. Закон сохранения механической энергии. Система материальных тел (материальных точек), центр масс, импульс системы тел. Закон сохранения импульса. Закон сохранения момента импульса. Законы сохранения – фундаментальные принципы физики, их связь с фундаментальными свойствами пространства и времени – однородностью и изотропностью.</p>	2	4/ 2И	2	2	<p>Самостоятельное изучение учебной литературы</p> <p>Подготовка к выполнению лаб. работы №1. Оформление конспекта.</p> <p>Составление отчета по лаб. работе №1</p> <p>Подготовка к защите темы «Законы сохранения в механике»</p>	<p>Проверка индивидуальных задач</p> <p>Устный опрос. Проверка конспекта.</p> <p>Проверка отчета по лаб. работе №1</p> <p>Устная защита темы «Законы сохранения в механике»</p>	ОПК-6 зу
<p>1.4. Механические колебания. Гармонические колебания, их кинематические и динамические характеристики. Энергия гармонического осциллятора. Маятники (физический, математический, пружинный). Сложение колебаний. Затухающие и вынужденные колебания, их характеристики.</p> <p>1.5. Механические волны, их виды. Уравнение плоской бегущей волны. Волновое уравнение. Фазовая и групповая скорость. Интенсивность волн. Связь интенсивности с амплитудой.</p>	2	4	2	0	<p>Самостоятельное изучение учебной литературы</p> <p>Подготовка к выполнению лаб. работ №5 и 7. Оформление конспекта.</p> <p>Составление отчетов по лаб. работе №5 и 7</p> <p>Подготовка к защите темы</p>	<p>Проверка индивидуальных задач</p> <p>Устный опрос. Проверка конспектов.</p> <p>Проверка отчетов по лаб. работам №5 и 7</p> <p>Устная защита темы</p>	ОПК-7 ув

						«Механические колебания и волны»	«Механические колебания и волны»	
1.6. Основы релятивистской механики: постулаты Эйнштейна; преобразования Лоренца, следствия, связь с преобразованиями Галилея. Элементы релятивистской динамики: импульс, масса, связь энергии с импульсом и массой.		2	0	0	2,2	Самостоятельное изучение учебной литературы	Проверка индивидуальных задач	ОПК-6 ув
<b>Итого по разделу</b>		<b>12</b>	<b>12/ 6И</b>	<b>6</b>	<b>8,2</b>			
<b>2. Статистическая физика и термодинамика</b>	1	12	10	6	8			
2.1. Строение вещества. Агрегатные состояния. Фазовые переходы. Физические основы количественного описания свойств вещества. Микро- и макропараметры состояния термодинамической системы. 2.2. Принципы статистического описания систем частиц. Функция распределения, ее смысл, условие нормировки. Вычисление средних значений физических величин. Некоторые классические функции распределения частиц (Максвелла, Больцмана, Гаусса). 2.3. Распределение Гиббса, теорема о равном распределении энергии по степеням свободы. Понятие об абсолютной температуре. Идеальный газ. Давление. Уравнение состояния идеального газа.		4	4/ 2И	2	2	Самостоятельное изучение учебной литературы  Подготовка к выполнению лабораторной работы №11. Оформление конспекта.  Составление отчета по лаб. работе №11  Подготовка к защите темы «Молекулярная физика»	Проверка индивидуальных задач  Устный опрос. Проверка конспекта.  Проверка отчета по лаб. работе №11  Устная защита темы «Молекулярная физика»	ОПК-7 зу
2.4. Термодинамический метод и его отличие от статистического метода. Различные способы изменения внутренней энергии термодинамической системы. Первое начало термодинамики. Вычисление количества теплоты, работы и изменения внутренней энергии в различных процес-		8	6/ 4И	4	4	Самостоятельное изучение учебной литературы  Подготовка к выполнению лаб. работ №14 и 15. Оформление конспектов.	Проверка индивидуальных задач  Устный опрос. Проверка конспектов.	ОПК-6 ув

сах. Термодинамические потенциалы. 2.5. Циклы в термодинамике. Тепловые двигатели. Второе начало термодинамики. Термодинамическая вероятность и энтропия. Вычисление изменения энтропии в различных процессах. 2.6. Третье начало термодинамики. 2.7. Конденсированное состояние. Жидкости. Поверхностное натяжение. Давление под изогнутой поверхностью. Фазовые границы, фазовые равновесия и фазовые превращения. 2.8. Элементы неравновесной термодинамики. Явления переноса. Длина свободного пробега. Диффузия, теплопроводность, вязкость. Уравнения Ньютона, Фурье. Уравнения переноса в твердых телах, газообразных и пористых средах в стационарном и нестационарном режимах. 2.9. Кинематика и динамика жидкостей и газов: кинематические и динамические характеристики жидкостей и газов; конденсированное состояние; поверхностное натяжение; давление под изогнутой поверхностью; фазовые превращения.						Составление отчета по лаб. работам №14 и 15  Подготовка к защите темы «Термодинамика»	Проверка отчетов по лаб. работам №14 и 15  Устная защита темы «Термодинамика»		
<b>Итого по разделу</b>		<b>12</b>	<b>10/6И</b>	<b>6</b>	<b>6</b>				
<b>3. Электричество</b> 3.1. Поле, как форма существования материи. Виды полей. Электростатическое поле. Электрический заряд, его свойства. Закон Кулона. Локальные (напряженность и потенциал) и интегральные (поток, циркуляция) характеристики векторных полей. Теорема о циркуляции (Стокса). Методы расчета характеристик электростатиче-	1	4	6/4И	2	2	Самостоятельное изучение учебной литературы  Подготовка к выполнению лаб. работы №21. Оформление конспекта.	Проверка индивидуальных задач  Устный опрос. Проверка конспекта.	ОПК-7 зу	

ского поля: принцип суперпозиции полей и теорема Остроградского-Гаусса. Примеры расчета характеристик электростатического поля.						Составление отчета по лаб. работе №21 Подготовка к защите темы «Электростатика»	Проверка отчета по лаб. работе №21 Устная защита темы «Электростатика»	
3.2. Работа электрического поля по перемещению заряда. Потенциальный характер электростатического поля. Вещество в электрическом поле (проводники и диэлектрики). Диэлектрическая проницаемость среды. Поляризация диэлектриков. 3.3. Постоянный ток. Законы Ома. Разветвленная электрическая цепь. Правила Кирхгофа для расчета разветвленной электрической цепи.	6	6/ 4И	3	3	Самостоятельное изучение учебной литературы Подготовка к выполнению лаб. работы №23. Оформление конспекта. Составление отчета по лаб. работе №23 Подготовка к защите темы «Постоянный ток»	Проверка индивидуальных задач Устный опрос. Проверка конспекта. Проверка отчета по лаб. работе №23 Устная защита темы «Постоянный ток»	ОПК-6 зу	
<b>Итого по разделу</b>	<b>10</b>	<b>12/ 8И</b>	<b>5</b>	<b>5</b>				
<b>Итого за семестр</b>	<b>34</b>	<b>34/ 20И</b>	<b>17</b>	<b>21,2</b>		<b>Зачет</b>		
<b>4. Магнетизм</b> 4.1. Магнитное поле. Индукция магнитного поля. Геометрическое изображение полей. Методы расчета характеристик магнитного поля: закон Био-Савара-Лапласа, теорема о циркуляции вектора магнитной индукции. Вихревой характер магнитного поля. 4.2. Движение заряженных частиц в магнитном поле. Сила Лоренца, сила Ампера. Явления электромагнитной индукции. Явление самоиндукции. Энергия магнитного поля.	2	4	3/ 2И	2	4	Самостоятельное изучение учебной литературы Подготовка к выполнению лаб. работы №28. Оформление конспекта. Составление отчета по лаб. работе №28	Проверка индивидуальных задач Устный опрос. Проверка конспекта. Проверка отчета по лаб. работе №28	ОПК-7 ув

<p><b>5. Электромагнитные волны</b></p> <p>5.1. Система уравнений Максвелла в интегральной форме, их физический смысл. Относительный характер электрического и магнитного полей. Электромагнитные волны. Волновое уравнение для электромагнитного поля. Шкала электромагнитных волн.</p> <p>5.2. Электромагнитные колебания. Собственные и вынужденные электромагнитные колебания. Электроемкость конденсатора и индуктивность катушки в цепях переменного тока. Резонанс напряжений в цепях переменного тока.</p>	2	4		2	4	Самостоятельное изучение учебной литературы	Проверка индивидуальных задач	ОПК-6 зуб
<p><b>6. Волновая оптика</b></p> <p>6.1. Современная точка зрения на природу света. Явления, подтверждающие волновую природу света. Явление интерференции. Пространственная и временная когерентность. Примеры применения интерференции.</p> <p>6.2. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Методы расчета дифракционной картины. Дифракционная решетка, ее характеристики.</p> <p>6.3. Поляризация света. Способы получения поляризованного света. Закон Малюса. Дисперсия света.</p>	2	6	4/2И	2	4,2	Самостоятельное изучение учебной литературы	Проверка индивидуальных задач	ОПК-7 УВ
		14	7/ 4И	6	12,2			
<p><b>7. Квантовая оптика</b></p> <p>Корпускулярно-волновой дуализм. Явления, подтверждающие квантовую природу света: тепловое излучение, фотоэффект, эффект Комптона, тормозное рентгеновское излучение.</p>	2	4	3/ 2И	2	4	Самостоятельное изучение учебной литературы	Проверка индивидуальных задач	ОПК-6 зуб
						Подготовка к выполнению лаб. работы №36. Оформление конспекта.	Устный опрос. Проверка конспекта.	

						Составление отчета по лаб. работе №36	Проверка отчета по лаб. работе №36	
<b>8. Основные положения квантовой механики</b> 8.1. Длина волны де Бройля. Экспериментальное наблюдение волновых свойств частиц. Соотношения неопределенностей. Состояние частицы в квантовой механике. Волновая функция и ее физический смысл. Принцип суперпозиции. 8.2. Уравнение Шредингера, квантовые уравнения движения. Операторы физических величин. 8.3. Некоторые задачи квантовой механики. Частица в бесконечно глубокой потенциальной яме. Квантование энергии. Туннельный эффект. Альфа-распад как пример туннельного эффекта. Холодная эмиссия электронов.	2	6	0	4	4	Самостоятельное изучение учебной литературы  Подготовка к защите темы «Основные положения квантовой физики»	Проверка индивидуальных задач  Устная защита темы «Основные положения квантовой физики»	ОПК-7 зу
<b>Итого по разделу</b>		<b>10</b>	<b>3/ 2И</b>	<b>6</b>	<b>8</b>			
<b>9. Электроны в атомах и молекулах.</b> 9.1. Атом водорода в квантовой механике. Квантование энергии, момента импульса и его проекции. Многоэлектронные атомы. Электронные слои и оболочки. Периодическая система элементов Д.И.Менделеева. 9.2. Излучение атомов. Энергетический спектр атома водорода. Спектры излучения многоэлектронных атомов. 9.3. Строение молекул, виды связей. Природа химической связи. Спектры излучения молекул. Физические принципы работы лазеров.	2	4	4/ 2И	2	4	Самостоятельное изучение учебной литературы  Подготовка к выполнению лаб. работ №41 и 42. Оформление конспектов.  Составление отчетов по лаб. работам №41 и 42  Подготовка к защите темы «Электроны в атомах и молекулах»	Проверка индивидуальных задач  Устный опрос. Проверка конспектов.  Проверка отчетов по лаб. работам №41 и 42  Устная защита темы «Электроны в атомах и молекулах»	ОПК-6 ув

<p><b>10. Электроны в кристаллах</b>  10.1. Кристаллическая решетка. Характер движения и взаимодействия атомов. Теплоемкость кристаллов. Фононы. Функция распределения Бозе-Эйнштейна. Дефекты кристаллической решетки. Механические свойства твердых тел.  10.2. Электроны в кристаллах. Энергетические зоны в металлах, диэлектриках и полупроводниках. Функция распределения Ферми-Дирака. Энергия Ферми. Электрические свойства твердых тел. Сверхпроводимость.</p>	2	4	2/ 2И	2	3	<p>Самостоятельное изучение учебной литературы</p> <p>Подготовка к выполнению лаб. работы №44. Оформление конспекта.</p> <p>Составление отчета по лаб. работе</p>	<p>Устный опрос. Проверка конспекта.</p> <p>Проверка отчета по лаб. работам №44</p>	ОПК-6 ув
<p><b>11. Атомные ядра.</b>  11.1. Состав ядер, их свойства, изотопы. Модели ядра, устойчивые и неустойчивые ядра. Дефект массы и энергия связи. Пути получения ядерной энергии.  11.2. Радиоактивность. Виды радиоактивных распадов. Закон радиоактивного распада. Взаимодействие излучения с веществом. Дозы. Защита от радиоактивного излучения. Элементарные частицы и их классификация. Виды взаимодействия. Античастицы. Кварки.</p>	2	4	2/ 2И	2	3	<p>Самостоятельное изучение учебной литературы Выполнение РГР-1</p> <p>Подготовка к выполнению лаб. работы №53. Оформление конспекта.</p> <p>Составление отчета по лаб. работе</p> <p>Подготовка к защите темы «Физика атома и ядра»</p>	<p>Проверка индивидуальных задач Проверка РГР-1</p> <p>Устный опрос. Проверка конспекта.</p> <p>Проверка отчета по лаб. работам №53</p> <p>Устная защита темы «Физика атома и ядра»</p>	ОПК-7 зув
<b>Итого по разделу</b>		<b>12</b>	<b>11/ 6И</b>	<b>6</b>	<b>10</b>			
<b>Итого за семестр</b>		<b>36</b>	<b>18/ 12И</b>	<b>18</b>	<b>32,2</b>	<b>Экзамен</b>		
<b>Итого по дисциплине</b>		<b>70</b>	<b>52/ 32И</b>	<b>35</b>	<b>53,4</b>			

## 5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В связи с тем, что основными целями изучения курса физики являются ознакомление с физической картиной мира, методами физического описания свойств и процессов, и приобретение начальных навыков экспериментальных исследований, для освоения физики используются преимущественно традиционные образовательные технологии.

Информационные лекции – для изложения основных теоретических понятий, законов и принципов описания физических процессов,

Практические занятия – для детализации и усвоения полученных теоретических знаний, и для формирования требуемых навыков и умений.

Лабораторные занятия – для усвоения и закрепления навыков проведения экспериментальных исследований реальных физических объектов и их моделей, а также обработки результатов эксперимента.

Для повышения информационной насыщенности наряду с информационной лекцией используются лекции-визуализации, а также практические занятия в форме презентации.

Результаты обучения контролируются экзаменами и зачетами.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

По дисциплине «Физика» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает решение контрольных задач на практических занятиях и устную защиту тем на лабораторных занятиях.

### Вопросы к защите темы «Кинематика»

1. Что изучает кинематика?
2. Что такое «материальная точка», «система материальных точек»?
3. Для чего нужна система отсчета? Что она в себя включает?
4. Объясните разницу между поступательным и вращательным движением. Приведите примеры.
5. Что такое радиус-вектор? В чем суть векторного способа описания движения?
6. Раскройте смысл понятий: траектория, путь, перемещение. Поясните сказанное рисунком.
7. Что характеризует вектор скорости? Запишите и объясните формулы средней скорости, мгновенной скорости.
8. Как найти модуль мгновенной скорости?
9. Запишите формулу для нахождения пути при произвольном характере движения тела.
10. Что характеризует вектор ускорения? Что такое тангенциальное и нормальное ускорение? Проиллюстрируйте объяснение рисунком, запишите формулу.
11. Что такое угол поворота (угловое перемещение)?
12. Что характеризует угловая скорость? Запишите формулы для средней и мгновенной угловой скорости.
13. Что характеризует угловое ускорение? Запишите формулу для углового ускорения.
14. Каковы направления мгновенной угловой скорости и углового ускорения?
15. Запишите формулу для нахождения углового пути.
16. Выведите формулы, связывающие линейные и угловые характеристики движения.

### Пример решения задачи по теме «Кинематика»

Движение материальной точки задано уравнением

$$\vec{r}(t) = \vec{i}(10 - 5t^2) + \vec{j}10t.$$

Получить уравнение траектории точки. Найти зависимости вектора скорости  $\vec{v}$  и ускорения  $\vec{a}$  от времени. Для момента времени  $t = 1$  с вычислить: модуль скорости  $v$ ; модуль ускорения  $a$ ; модуль тангенциального ускорения  $a_\tau$ ; модуль нормального ускорения  $a_n$ ; радиус кривизны траектории  $R$ .

Дано	Решение
$\vec{r} = \vec{i}(10 - 5t^2) + \vec{j}10t$ $t = 1$ с	<b>1. Зависимость координат точки от времени:</b> $x = 10 - 5t^2;$ $y = 10t.$
$y(x) - ?$ $\vec{v}(t) - ? \vec{a}(t) - ?$ $v - ?$ $a - ? a_\tau - ? a_n - ?$ $R - ?$	Уравнение траектории точки получим, выразив время из первого уравнения и подставив во второе: $y = 10\sqrt{2 - 0,2x}.$
	<b>2. Вектор скорости есть первая производная от радиус-вектора по времени:</b> $\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \vec{i}(-10t) + \vec{j}10.$

Проекция вектора скорости на оси:

$$v_x = -10t,$$

$$v_y = 10.$$

Зависимость модуля скорости от времени:

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{(-10t)^2 + 10^2} = 10\sqrt{t^2 + 1}.$$

3. Вектор ускорения точки есть производная от вектора скорости по времени:

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{i}(-10).$$

4. Модуль скорости через 1 секунду движения:

$$v = 10\sqrt{t^2 + 1} = 10\sqrt{1^2 + 1} = 1,41 \text{ м/с}.$$

5. Из выражения в п. 3 видно, что вектор  $\vec{a}$  не зависит от времени и его модуль постоянен:

$$a = 10 \text{ м/с}^2$$

6. Тангенциальное ускорение точки есть первая производная от модуля скорости по времени. Тогда зависимость тангенциального ускорения от времени:

$$a_\tau = \frac{dv}{dt} = \frac{d(10\sqrt{t^2 + 1})}{dt} = \frac{10t}{\sqrt{t^2 + 1}}.$$

Тангенциальное ускорение через  $t = 1$  с:

$$a_\tau = \frac{10t}{\sqrt{t^2 + 1}} = \frac{10}{\sqrt{2}} = 5\sqrt{2} = 7,07 \text{ м/с}^2.$$

7. Модуль полного ускорения точки определяется выражением:

$$a = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2}.$$

Отсюда найдем зависимость нормального ускорения от времени:

$$a_n = \sqrt{a^2 - a_\tau^2} = \sqrt{(-10)^2 - \left(\frac{10t}{\sqrt{t^2 + 1}}\right)^2} = 10 \sqrt{1 - \frac{t^2}{t^2 + 1}} = \frac{10}{\sqrt{t^2 + 1}}$$

Нормальное ускорение через  $t = 1$  с:

$$a_n = \frac{10}{\sqrt{t^2 + 1}} = \frac{10}{\sqrt{2}} = 5\sqrt{2} = 7,07 \text{ м/с}^2.$$

8. Радиус кривизны траектории в точке находим из выражения:

$$a_n = \frac{v^2}{R}.$$

Отсюда радиус кривизны траектории:

$$R = \frac{v^2}{a_n} = \frac{(10\sqrt{t^2 + 1})^2}{10/\sqrt{t^2 + 1}} = \frac{100(\sqrt{t^2 + 1})^3}{10} = 10(\sqrt{t^2 + 1})^3.$$

Как видно из последнего выражения, радиус кривизны траектории также является функцией времени. Через  $t = 1$  с он равен:

$$R = 10(\sqrt{t^2 + 1})^3 = 10(\sqrt{2})^3 = 28,3 \text{ м.}$$

### Вопросы к защите темы

#### «Динамика поступательного и вращательного движения»

1. Что изучает динамика?
2. Раскройте смысл понятий и физических величин: инерция, инертность, масса, сила, импульс.
3. Какие системы отсчета называют инерциальными?
4. Сформулируйте принцип относительности Галилея.
5. Сформулируйте и запишите законы Ньютона. Укажите границы их применимости.
6. Опишите свойства гравитационных сил. Запишите закон всемирного тяготения и укажите границы его применимости.
7. Какова природа силы трения? Опишите её свойства.
8. Какова природа силы упругости? Опишите её свойства.
9. Что характеризует момент силы? Дайте определение момента силы относительно точки и относительно оси. Запишите формулы, проиллюстрируйте их рисунком.
10. Что характеризует момент инерции? Чему равен момент инерции материальной точки? Как найти момент инерции твердого тела?
11. В чем заключается свойство аддитивности массы и момента инерции?
12. Сформулируйте и запишите теорему Штейнера.
13. Сформулируйте и запишите основной закон динамики вращательного движения.

#### Пример решения задачи по теме «Законы сохранения в механике»

Разобьем цепочку на малые звенья длиной  $dl$  и массой  $dm$ . При пережигании нити каждое звено передаст столу импульс:

$$dp = vdm \quad (1)$$

где  $v$  – скорость звена, приобретенная к моменту удара о стол при падении с высоты  $y$ .

Скорость  $v$  выразим из закона сохранения полной механической энергии:

$$dm \cdot g \cdot y = \frac{dm \cdot v^2}{2}.$$

Откуда

$$v = \sqrt{2gy}. \quad (2)$$

Полный импульс, передаваемый цепочкой столу, равен сумме импульсов, передаваемых каждым звеном.

Поскольку цепь длиной  $l$  имеет массу  $m$ , а звено длиной  $dl$  – массу  $dm$ , то

$$\frac{dl}{l} = \frac{dm}{m}$$

или

$$dm = \frac{m}{l} dl. \quad (3)$$

Подставив (2) и (3) в (1), получим

$$dp = \sqrt{2gy} \cdot \frac{m}{l} dl.$$

Проинтегрируем выражение, приняв  $dl = dy$

$$\int_0^p dp = \int_0^l \frac{m}{l} \sqrt{2gy} dy.$$

В итоге полный импульс, переданный цепочкой столу:

$$p = \frac{m}{l} \sqrt{2g} \int_0^l \sqrt{y} dy = \frac{2}{3} m \sqrt{2gl}.$$

### Вопросы к защите темы «Механические колебания»

1. Что такое колебания? Какие условия необходимы для возникновения колебаний?
2. Какие колебания называются гармоническими? Назовите характеристики гармонических колебаний.
3. Запишите уравнение гармонических колебаний  $x = f(t)$ , проиллюстрируйте его графиком. Поясните смысл каждой величины, входящей в уравнение.
4. Запишите зависимость скорости и ускорения гармонически колеблющейся точки от времени. Чему равно максимальное значение скорости и ускорения?
5. Выведите уравнение гармонического осциллятора на примере пружинного маятника. Запишите выражения для циклической частоты и периода математического, пружинного и физического маятника.
6. Чему равна кинетическая, потенциальная и полная энергия при гармонических колебаниях? Как зависит энергия колебаний от амплитуды и частоты?
7. Какие колебания называются затухающими? Что является причиной затухания колебаний?
8. Выведите дифференциальное уравнение затухающих колебаний на примере пружинного маятника.
9. Запишите уравнение затухающих колебаний  $x = f(t)$ , проиллюстрируйте его графиком. Поясните смысл каждой величины, входящей в уравнение.
10. Как связаны частота затухающих колебаний и собственная частота колебаний системы?
11. Раскройте физический смысл следующих характеристик затухающих колебаний: коэффициент затухания, время релаксации, декремент затухания, логарифмический декремент затухания, добротность. Запишите формулы для нахождения этих характеристик.
12. Какие колебания называются вынужденными? Запишите дифференциальное уравнение вынужденных колебаний.
13. Что такое резонанс? Зарисуйте резонансные кривые для различных значений коэффициента затухания.
14. Как найти добротность колебательной системы по резонансной кривой?
15. Приведите аналитическое выражение и график зависимости энергии вынужденных колебаний от времени.

### Пример решения задачи по теме «Механические колебания»

Гиря массой  $m = 0,6$  кг подвешена к пружине жесткостью  $k = 30$  Н/м и совершает в вязкой среде упругие колебания. Логарифмический декремент затухания равен  $\lambda = 0,01$ . Считая коэффициент затухания малым, определить время  $\tau$  и число полных колебаний  $N$ , которые должна совершить гиря, чтобы амплитуда уменьшилась в 3 раза.

Зависимость амплитуды колеблющейся гири от времени:

$$A = A_0 e^{-\beta t}.$$

Амплитуда колебаний в некоторый момент времени  $t_1$ :

$$A_1 = A_0 e^{-\beta t_1}$$

Амплитуда через время  $\tau$  от момента времени  $t_1$ :

$$A_2 = A_0 e^{-\beta(t_1+\tau)}$$

Согласно условию:

$$\frac{A_1}{A_2} = 3;$$
$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{A_0 e^{-\beta t_1}}{A_0 e^{-\beta(t_1+\tau)}} = \frac{e^{-\beta t_1}}{e^{-\beta t_1} \cdot e^{-\beta \tau}} = \frac{1}{e^{-\beta \tau}} = e^{\beta \tau};$$

Тогда

$$\tau \beta = \ln \frac{A_1}{A_2},$$

или

$$\tau = \frac{1}{\beta} \cdot \ln \frac{A_1}{A_2}.$$

Коэффициент затухания  $\beta$  связан с логарифмическим декрементом затухания  $\lambda$  соотношением:

$$\beta = \frac{\lambda}{T},$$

где  $T$  – период затухающих колебаний.

При малом затухании ( $\omega_0 \gg \beta$ ) период затухающих колебаний  $T$  близок к периоду собственных колебаний системы  $T_0$ . Для пружинного маятника

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}.$$

Тогда время, за которое амплитуда уменьшится в 3 раза

$$\tau = \frac{T}{\lambda} \cdot \ln \frac{A_1}{A_2} = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \ln \frac{A_1}{A_2} = 97,6 \text{ с.}$$

Число колебаний найдем из очевидного соотношения

$$N = \frac{\tau}{T} = \frac{\frac{T}{\lambda} \cdot \ln \frac{A_1}{A_2}}{T} = \frac{1}{\lambda} \cdot \ln \frac{A_1}{A_2} = 110.$$

### Вопросы к защите темы «Упругие волны»

1. Что такое волна? Назовите основные виды волновых процессов.
2. Какие волны называются упругими? Приведите примеры.
3. Что является характерным свойством волн?
4. В чем различия между продольными и поперечными волнами?
5. Раскройте смысл понятий: фронт волны, волновая поверхность, скорость волны, длина волны, волновое число.
6. Что определяет уравнение волны? Запишите уравнение плоской волны, распространяющейся вдоль оси  $x$ .
7. Что называют плотностью энергии волны? Чему равно среднее по времени значение плотности энергии в данной точке?
8. Что такое стоячая волна?

### Вопросы к защите темы «Молекулярная физика»

1. Что изучает молекулярная физика?
2. Каков порядок величины размера атома?
3. Раскройте смысл понятий «молекула», «моль», «относительная атомная масса», «относительная молекулярная масса», «молярная масса».
4. Что показывает число Авогадро?

5. Сформулируйте основные положения молекулярно-кинетической теории.
6. Опишите характер взаимодействия между молекулами в макроскопических телах. Проиллюстрируйте описание графиком.
7. Опишите основные свойства газа как макроскопического тела.
8. Объясните качественно причину давления газа на стенки сосуда.
9. Что собой представляет модель идеального газа?
10. Что такое микроскопические и макроскопические параметры газа? Перечислите их.
11. Запишите основное уравнение молекулярно-кинетической теории.
12. Раскройте физический смысл абсолютной температуры.
13. Запишите и прокомментируйте уравнение состояния идеального газа (уравнение Менделеева-Клапейрона).
14. Что такое число степеней свободы? Сколько степеней свободы имеют одноатомная, жесткая двухатомная и жесткая трехатомная молекулы газа?
15. Как формулируется закон равнораспределения энергии по степеням свободы?
16. Что такое изопроцесс? Раскройте смысл каждого изопроцесса идеального газа. Приведите графики изопроцессов в координатах  $P(V)$ ,  $V(T)$ ,  $P(T)$ .
17. Что такое вероятность дискретного случайного события?
18. Что такое вероятность непрерывного случайного события?
19. Сформулируйте правило нормировки.
20. Что такое функция распределения? Каков ее смысл?
21. Приведите график и формулу функций распределения Гаусса. Приведите пример случайных величин, описываемых этой функцией распределения.
22. Запишите барометрическую формулу, объясните смысл входящих в нее величин.
23. Что описывает функция распределения Максвелла? Изобразите график функции, прокомментируйте его.
24. Как изменится вид функции распределения Максвелла при изменении абсолютной температуры газа?
25. Как из функции распределения Максвелла найти относительное число молекул, скорости которых лежат в некотором заданном интервале?
26. Что показывает распределение Больцмана? Как оно записывается?

### Методические рекомендации и пример решения задачи по теме «Изменение энтропии в изопроцессах»

При нагревании 2 моль двухатомного идеального газа его абсолютная температура увеличилась в  $n = 2$  раза. Определить изменение энтропии, если нагревание происходит: 1) изохорно; 2) изобарно.

Дано	Решение
$i = 5$ $\nu = 2$ моль $n = T_2/T_1 = 2$ 1) $V = \text{const}$ 2) $p = \text{const}$	Изменение энтропии при равновесном переходе газа из состояния 1 в состояние 2 определяется выражением: $\Delta S = \int_1^2 \frac{\delta Q}{T};$ где $T$ – температура резервуара, от которого система получает теплоту; $\delta Q$ – бесконечно малое количество теплоты, полученное системой от нагревателя.
$\Delta S_1 - ?$ $\Delta S_2 - ?$	Согласно первому началу термодинамики: $\delta Q = dU + \delta A.$

Тогда выражение для изменения энтропии примет вид:

$$\Delta S = \int_1^2 \frac{dU + \delta A}{T}.$$

### 1. Изохорный процесс

Применим полученное выражение к изохорному процессу. Поскольку  $V = \text{const}$ , то работа  $\delta A_1 = 0$ . Тогда

$$\Delta S_1 = \int_1^2 \frac{dU_1}{T}.$$

Внутренняя энергия идеального газа определяется выражением

$$U = \frac{i}{2} \nu R T,$$

соответственно

$$dU = \frac{i}{2} \nu R dT.$$

$$\Delta S_1 = \int_1^2 \frac{\frac{i}{2} \nu R dT}{T} = \frac{i}{2} \nu R \int_{T_1}^{T_2} \frac{dT}{T} = \frac{i}{2} \nu R (\ln(T_2) - \ln(T_1)) = \frac{i}{2} \nu R \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right) = \frac{i}{2} \nu R \ln(n)$$

$$\Delta S_1 = \frac{i}{2} \nu R \ln(n) = C_v \nu \ln(n)$$

Учитывая, что молярная теплоёмкость при постоянном объеме  $C_v = \frac{i}{2} R$ , получим

$$\Delta S_1 = C_v \nu \ln(n) = 28,8 \text{ Дж/К}$$

### 2. Изобарный процесс

В изобарном процессе подводимая теплота расходуется на совершение газом работы и изменение его внутренней энергии. Выражение для изменения энтропии принимает вид:

$$\Delta S_2 = \int_1^2 \frac{dU_2 + \delta A_2}{T};$$

$$\Delta S_2 = \int_1^2 \frac{dU_2}{T} + \int_1^2 \frac{\delta A_2}{T}.$$

Первое слагаемое правой части равенства найдено ранее:

$$\int_1^2 \frac{dU_2}{T} = C_v \nu \ln(n).$$

Найдем второе слагаемое. Работа газа:

$$\delta A = p dV.$$

Для изобарного процесса, ( $p = \text{const}$ , масса газа неизменна), действительно выражение:

$$p dV = \nu R dT.$$

Тогда

$$\int_1^2 \frac{\delta A_2}{T} = \int_1^2 \frac{p dV}{T} = \nu R \int_{T_1}^{T_2} \frac{dT}{T} = \nu R \ln(n).$$

В итоге, изменение энтропии в изобарном процессе:

$$\Delta S_2 = C_v \nu \cdot \ln(n) + \nu R \cdot \ln(n) = (C_v + R) \nu \ln(n).$$

Молярная теплоемкость при постоянном давлении

$$C_p = C_v + R.$$

В итоге получим

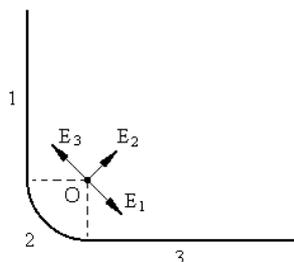
$$\Delta S_2 = C_p \nu \ln(n) = 40,3 \text{ Дж/К}.$$

### Вопросы к защите темы «Электростатика»

1. Электрический заряд, его свойства.
2. Закон сохранения электрического заряда.
3. Закон Кулона – формулировка, границы применимости.
4. Что такое электростатическое поле? Чем оно создается и как обнаруживается?
5. Напряженность электростатического поля. Принцип суперпозиции. Применение принципа суперпозиции для расчета электростатических полей.
6. Раскройте понятия: объемная, поверхностная и линейная плотность зарядов.
7. Графическое изображение электростатического поля в виде линий напряженности.
8. Поток вектора напряженности электростатического поля.
9. Теорема Гаусса, её применение для расчета электростатических полей.
10. Работа электростатического поля по перемещению заряда.
11. Потенциал – энергетическая характеристика поля. Связь между напряженностью и потенциалом.
12. Графическое изображение электростатического поля в виде эквипотенциальных поверхностей.

### Пример решения задачи по теме «Электростатика»

Иродов 3.15а.



Так как радиус закругления много меньше длины нити то ее можно считать бесконечной. Для расчета напряженности в точке  $O$  разобьем нить на три участка.

$$\mathbf{E} = \mathbf{E}_1 + \mathbf{E}_2 + \mathbf{E}_3$$

где  $\mathbf{E}_1$  – напряженность создаваемая участком 1;

$\mathbf{E}_2$  – напряженность создаваемая участком 2;

$\mathbf{E}_3$  – напряженность создаваемая участком 3;

Векторы  $\mathbf{E}_1$  и  $\mathbf{E}_2$  направлены под углом  $45^\circ$  к соответствующим участкам и в точке  $O$  равны по модулю и противоположны по направлению. Таким образом:

$$\mathbf{E}_1 + \mathbf{E}_3 = \mathbf{0}$$

Напряженность создаваемая дугой 2 рассчитывается по формуле:

$$E = E_2 = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 R} \cdot 2 \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 R} \sin(45^\circ) = \frac{\lambda}{2\sqrt{2}\pi\epsilon_0 R}$$

### Вопросы к защите темы «Постоянный ток»

1. Что такое электрический ток? Что принимают за направление электрического тока? Что такое линии тока?
2. Какие частицы являются носителями тока в металлах, газах, жидкостях, полупроводниках?
3. Возможно ли существование электрического тока в вакууме? Электрическое сопротивление проводников, его природа. Понятие удельного сопротивления.
4. Характеристики электрического тока – сила тока, плотность тока. Их связь друг с другом.
5. Каковы условия возникновения и поддержания электрического тока?
6. Источник тока – назначение и функция. Понятие сторонних сил. Напряженность и работа сторонних сил. ЭДС как характеристика источника тока. Внутреннее сопротивление источника тока.
7. Однородный и неоднородный участки цепи. Напряжение на участке цепи. Различие понятий «напряжение», «ЭДС», «разность потенциалов».
8. Закон Ома для однородного участка цепи в интегральной и дифференциальной форме.
9. Закон Ома для неоднородного участка цепи в интегральной и дифференциальной

форме.

10. Тепловое, химическое и магнитное действие тока. Работа и мощность электрического тока. Закон Джоуля-Ленца.

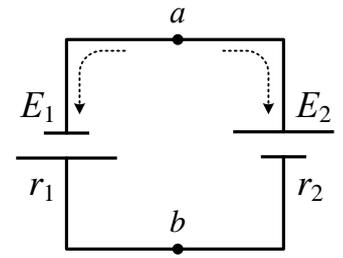
**Пример решения задачи по теме «Закон Ома для неоднородного участка цепи»**

Источники  $\mathcal{E}_1 = 1,5 \text{ В}$  и  $\mathcal{E}_2 = 1,6 \text{ В}$  имеют внутренние сопротивления  $r_1 = 0,6 \text{ Ом}$  и  $r_2 = 0,4 \text{ Ом}$  соответственно. Найти разность потенциалов на зажимах источников в следующих случаях: 1) источники соединены разноименными полюсами; 2) источники соединены одноименными полюсами.

Дано
$\mathcal{E}_1 = 1,5 \text{ В}$
$\mathcal{E}_2 = 1,6 \text{ В}$
$r_1 = 0,6 \text{ Ом}$
$r_2 = 0,4 \text{ Ом}$
$\varphi_a - \varphi_b - ?$

**Решение**

1. Рассмотрим включение источников разноименными полюсами (см. рис.). Направление тока (против часовой стрелки) в такой схеме однозначно определяется направлением ЭДС источников. За положительное направление примем путь от точки  $a$  к точке  $b$ . Направление на рисунке показано пунктирной стрелкой.



Запишем обобщенный закон Ома для неоднородного участка цепи  $a - \mathcal{E}_1 - b$ :

$$I = \frac{(\varphi_a - \varphi_b) + \mathcal{E}_1}{r_1}$$

Ток и ЭДС имеют положительный знак, поскольку их направления совпадают с выбранным положительным направлением.

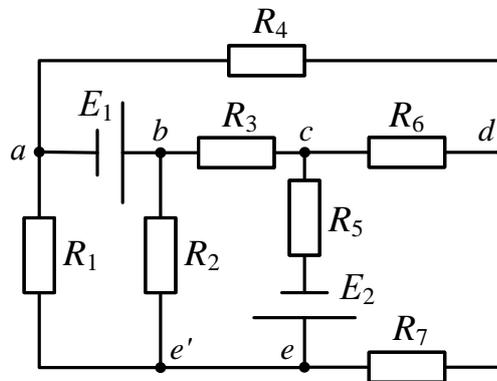
Рассмотрим участок цепи  $a - \mathcal{E}_2 - b$ . Обобщенный закон Ома для данного неоднородного участка цепи имеет вид:

$$-I = \frac{(\varphi_a - \varphi_b) - \mathcal{E}_2}{r_2}$$

Решая эти уравнения совместно получим:

$$\varphi_a - \varphi_b = \frac{\mathcal{E}_2 r_1 - \mathcal{E}_1 r_2}{r_1 + r_2} = \frac{1,6 \cdot 0,6 - 1,5 \cdot 0,4}{0,6 + 0,4} = 0,4 \text{ В.}$$

**Практическое задание:** составить систему уравнений по правилам Кирхгофа для нахождения токов во всех ветвях схемы, изображенной на рисунке.



## Методические рекомендации по составлению систем уравнений по правилам Кирхгофа

Правила Кирхгофа применяются для расчета сложных разветвленных цепей постоянного и переменного тока.

Для описания разветвленных электрических цепей используют специальные термины: *ветвь*, *узел* и *контур*.

**Ветвь** – участок электрической цепи, вдоль которого протекает один и тот же ток. Ветвь представляет собой один или несколько элементов электрической цепи, соединенных последовательно. Отрезок цепи с нулевым сопротивлением не образует ветвь. Схема на рисунке содержит 8 ветвей. Участок цепи между точками *e* и *e'* ветвью не является.

**Узел** – место соединения трех и более ветвей. На электрических схемах узел обозначают точкой. Схема на рис. 4.1 имеет 5 узлов – *a*, *b*, *c*, *d* и *e*. Точка *e'* имеет одинаковый потенциал с точкой *e* и поэтому узлом не является. Сочетания точек, подобные *e* и *e'* следует считать и обозначать как один узел.

**Контур** – замкнутый путь, проходящий по одной или нескольким ветвям, в котором один из узлов является начальной и конечной точкой пути.

Примерами контуров являются замкнутые пути:

$$\begin{aligned} &a-R_4-d-R_6-c-R_3-b-E_1-a; \\ &b-R_3-c-R_5-E_2-e-R_2-b; \\ &d-R_7-e-R_2-b-E_1-a-R_4-d. \end{aligned}$$

Правила Кирхгофа формулируются следующим образом.

**I правило Кирхгофа.** Алгебраическая сумма токов, сходящихся в узле, равна нулю:

$$\sum_k I_k = 0$$

**II правило Кирхгофа.** В любом замкнутом контуре разветвленной электрической цепи алгебраическая сумма падений напряжений на участках этого контура равна алгебраической сумме ЭДС, действующих в этом контуре:

$$\sum_k I_k R_k = \sum_m E_m;$$

где  $I_k R_k$  – падение напряжения в *k*-й ветви;  $I_k$  – ток, протекающий в *k*-й ветви;  $R_k$  – суммарное сопротивление всех элементов *k*-й ветви, включая внутренние сопротивления входящих в неё источников ЭДС.

В общем случае анализ электрической схемы предполагает нахождение токов, напряжений и мощностей всех ее участков.

Наиболее распространенной задачей является нахождение токов в ветвях при известных значениях ЭДС и сопротивлений в схеме. Для ее решения рекомендуется использовать следующий алгоритм:

1. Определить число ветвей *n* и узлов *m* в схеме. Количество искомых токов всегда равно числу ветвей *n*.
2. Произвольно задаться направлениями токов в ветвях и обозначить их на схеме.
3. Выбрать *m-1* узлов и составить для них уравнения по I правилу Кирхгофа. Токи, входящие в узлы, рекомендуется принимать со знаком «+», выходящие из узлов – со знаком «-».
4. Выбрать *n-(m-1)* независимых контуров и составить для них уравнения по II правилу Кирхгофа. Контур должен отличаться друг от друга как минимум одной ветвью. Для каждого контура необходимо задать направление обхода (по часовой или против часовой стрелки). Если ток в ветви совпадает с направлением обхода, то падение напряжения записывается со знаком «+», если не совпадает, со знаком «-». За направление ЭДС условно принимают направление от минусового к плюсовому выводу внутри источника. Если направление ЭДС совпадает с направлением обхода контура, то соответствующий источник записывается со знаком «+» и наоборот.

5. Решить полученную систему линейных уравнений. Если полученный в результате расчетов ток имеет знак «-», то его истинное направление противоположно первоначально избранному.

Важнейшим критерием правильности расчета является выполнение закона сохранения энергии, которое выражается через **условие баланса мощностей**: суммарная мощность, отдаваемая источниками тока в любой момент времени, равна сумме мощностей, расходуемой во всех участках разветвленной электрической цепи.

**Уравнение баланса мощностей** в общем виде записывается следующим образом:

$$\sum E_m I_m = \sum I_k^2 R_k,$$

где  $E_m$  и  $I_m$  – соответственно, ЭДС источника и ток через него.

Если истинное направление тока через источник совпадает с направлением ЭДС, то источник работает в режиме генератора энергии и произведение  $E_m I_m$  записывается со знаком «+». В противном случае, источник является потребителем энергии, и произведение  $E_m I_m$  записывается со знаком «-». Все слагаемые правой части уравнения заведомо положительны.

Выполнение условия баланса мощностей в пределах допустимой погрешности подтверждает правильность проведенного расчета.

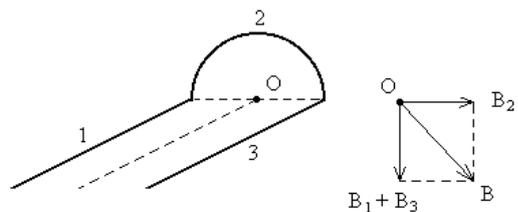
### Вопросы к защите темы «Магнитостатика»

1. Что такое магнитное поле? Источники магнитного поля. Индикаторы магнитного поля.
2. Магнитная индукция – силовая характеристика поля. Что это такое по определению? Что принимают за направление вектора магнитной индукции?
3. Визуальное изображение магнитного поля в виде линий магнитной индукции (правила).
4. Картина силовых линий полосового постоянного магнита и прямого проводника с током. Правило буравчика.
5. Сила Лоренца. Определение направления силы Лоренца.
6. Сила Ампера. Определение направления силы Ампера.
7. Напряженность – характеристика магнитного поля, созданного макротоками. Связь индукции и напряженности магнитного поля.
8. Магнитное поле равномерно движущегося заряда.
9. Понятие «элемент тока». Закон Био-Савара-Лапласа. Принцип суперпозиции магнитных полей.
10. Определение направлений сил взаимодействия проводников с током и движущихся зарядов.
11. Магнитное поле в веществе. Понятие «магнитная проницаемость». Диа-, пара- и ферромагнетики.

### Пример решения задачи по теме «Магнитостатика»

Иродов 3.228а.

$$\mathbf{B} = \mathbf{B}_1 + \mathbf{B}_2 + \mathbf{B}_3$$



$$B_1 = B_3 = \frac{\mu_0 I}{4\pi \cdot R} (\cos \alpha_1 + \cos \alpha_2) = \frac{\mu_0 I}{4\pi \cdot R}$$

$$B_2 = \frac{\mu_0 I}{4\pi \cdot R} \cdot \varphi = \frac{\mu_0 I}{4 \cdot R}$$

$$B = \sqrt{(B_1 + B_3)^2 + B_2^2} = \sqrt{4 \left( \frac{\mu_0 I}{4\pi \cdot R} \right)^2 + \left( \frac{\mu_0 I}{4R} \right)^2} =$$

$$= \frac{\mu_0 I}{R} \sqrt{\frac{4}{4^2 \pi^2} + \frac{1}{4^2}} = \frac{\mu_0 I}{4\pi \cdot R} \sqrt{4 + \pi^2} = 30 \cdot 10^{-6} \text{ мкТл}$$

### Вопросы к защите темы

#### «Электромагнитные волны. Геометрическая оптика. Интерференция»

1. Электромагнитные волны – природа возникновения, основные свойства, уравнения волны. Скорость электромагнитных волн в вакууме. Скорость электромагнитных волн в среде. Длина волны, волновое число.
2. Шкала электромагнитных волн. Диапазоны длин волн видимого света, инфракрасного и ультрафиолетового излучения.
3. Абсолютный и относительный показатели преломления. Интенсивность света. Связь интенсивности и амплитуды колебаний электромагнитной волны.
4. Законы геометрической оптики: поясняющие рисунки, формулы. Явление полного отражения.
5. Явление интерференции. Суперпозиция волн от двух источников, уравнение интенсивности результирующего колебания (формула).
6. Когерентные и некогерентные волны. Способы получения когерентных волн.
7. Оптическая длина пути. Оптическая разность хода. Условие максимумов и минимумов при интерференции.
8. Опыт Юнга, интерференция в тонких пленках – поясняющий рисунок, основные расчетные соотношения.

### Вопросы к защите темы «Дифракция»

1. Явление дифракции. Дифракция Френеля (от точечного источника) и Фраунгофера (в параллельных лучах).
2. Принцип Гюйгенса-Френеля. Суть метода зон Френеля для определения характера дифракционной картины. Применение метода зон Френеля для дифракции от круглого отверстия.
3. Дифракция Фраунгофера от щели. Поясняющий рисунок, характер распределения интенсивности в дифракционной картине, условия максимумов и минимумов интенсивности.
4. Дифракционная решетка. Принцип действия. Характер распределения интенсивности в дифракционной картине. Условия главных максимумов и минимумов. Характеристики дифракционной решетки.

### Вопросы к защите темы «Квантовая оптика»

1. Тепловое излучение и его характеристики: энергетическая светимость, спектральная плотность энергетической светимости (испускающая способность), поток излучения, поглощательная способность. Проблема теплового излучения.
2. Абсолютно черное тело. Излучение абсолютно черного тела. Гипотеза Планка. Постоянная Планка. Связь между частотой электромагнитного излучения и энергией кванта.
3. Закон Кирхгофа. Формула Планка. Закон Стефана-Больцмана и закон смещения Вина.
4. Фотоэффект. Вольт-амперная характеристика фотоэлемента. Законы фотоэффекта (законы Столетова).

5. Проблема фотоэффекта. Гипотеза Эйнштейна. Формула Эйнштейна. Красная граница фотоэффекта, работа выхода.

6. Эффект Комптона. Формула Комптона.

### Примеры решения задач по теме «Фотоэффект»

Какая доля энергии фотона израсходована на работу вырывания фотоэлектрона, если красная граница фотоэффекта равна  $307 \text{ нм}$ , а максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов  $1 \text{ эВ}$ .

$$\hbar\omega = A + \frac{mv^2}{2}, \quad \lambda_{кр} = \frac{c}{f_{кр}}, \quad A = \hbar\omega_{кр} = \frac{\hbar \cdot 2\pi \cdot c}{\lambda_{кр}} = 4 \text{ эВ}$$

$$\hbar\omega_{кр} = 4 \text{ эВ} + 1 \text{ эВ} = 5 \text{ эВ}, \quad \frac{\hbar\omega_{кр}}{\hbar\omega} = \frac{4}{5} = 0,8$$

Будет ли иметь место фотоэффект у лития, если он освещается монохроматическим светом с длиной волны  $589 \text{ нм}$ .

Фотоэффект будет иметь место, если работа выхода лития  $A_{Li}$  меньше энергии падающего фотона  $h\nu$

$$A_{Li} = 3,7 \cdot 10^{-19} \text{ Дж (табличная величина)}$$

$$h\nu = h \frac{c}{\lambda} = 6,63 \cdot 10^{-34} \frac{3 \cdot 10^8}{589 \cdot 10^{-9}} = 3,37 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}, \quad A_{Li} > h\nu \text{ фотоэффекта не будет.}$$

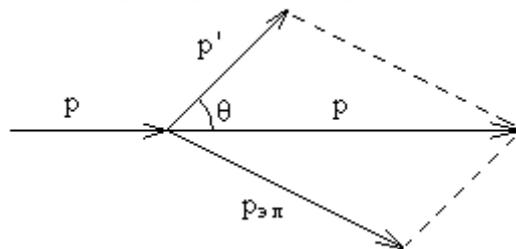
### Пример решения задачи по теме «Эффект Комптона»

Фотон с импульсом  $p = 1,01 \text{ МэВ}/c$ , где  $c$  – скорость света, рассеялся на покоившемся свободном электроне, в результате чего импульс фотона стал  $p' = 1,01 \text{ МэВ}/c$ . Под каким углом рассеялся фотон.

$$\lambda' - \lambda = \lambda_k (1 - \cos \theta)$$

$$\lambda' - \lambda = 2\lambda_k \sin^2 \frac{\theta}{2} \quad (1)$$

где  $\lambda$  – длина волны падающего фотона,  $\lambda'$  – длина волны рассеянного фотона,  $\lambda_k$  – комптоновская длина волны частицы, на которой происходит рассеяние.



$$p = 1,02 \text{ МэВ}/c$$

$$p' = 0,255 \text{ МэВ}/c$$

$$\begin{cases} E = h \cdot \frac{c}{\lambda} \rightarrow \lambda = \frac{h}{p} \\ E = pc \end{cases}$$

Подставим длины волн выраженные через импульс в уравнение (1):

$$\frac{h}{p'} - \frac{h}{p} = 2 \frac{h}{m_0 c} \sin^2 \frac{\theta}{2}$$

Решив уравнение относительно угла  $\theta$ , получим:

$$\sin \frac{\theta}{2} = \sqrt{\frac{m_0 c \cdot p - m_0 c \cdot p'}{2p \cdot p'}} = \sqrt{\frac{m_0 c(p - p')}{2p \cdot p'}}$$

$$\theta = 2 \arcsin \sqrt{\frac{m_0 c(p - p')}{2p \cdot p'}} = 120^\circ$$

### Вопросы к защите темы «Квантовая механика»

1. Корпускулярно-волновой дуализм свойств света.
2. Волновые свойства микрочастиц. Гипотеза де Бройля. Всеобщий характер корпускулярно-волнового дуализма. Длина волны де Бройля.
3. Области и границы применимости квантовой механики. Критерий классического и квантового описания поведения микрочастиц.
4. Принцип неопределенности. Соотношения неопределенностей Гейзенберга и выводы из них.
5. Состояние частицы в квантовой механике. Волновая функция и ее физический смысл.
6. Уравнение Шредингера и его роль в квантовой механике.
7. Простейшие задачи квантовой механики: решение уравнения Шредингера для свободной частицы; поведение частицы в бесконечно глубокой потенциальной яме. Квантование энергии микрочастиц.
8. Прохождение частицы через потенциальный барьер. Туннельный эффект.

### Пример решения задачи по теме «Уравнение Шредингера»

Волновая функция частицы массы  $m$  для основного состояния в одномерном потенциальном поле  $U(x) = kx^2/2$  имеет вид  $\Psi(x) = A \cdot e^{-\alpha \cdot x^2}$ , где  $A$  – нормировочный коэффициент,  $\alpha$  – положительная постоянная. Найти с помощью уравнения Шредингера постоянную  $\alpha$  и энергию  $E$  частицы в этом состоянии.

Уравнение Шредингера для стационарных состояний имеет вид:

$$\nabla^2 \Psi + \frac{2m}{\hbar^2} (E - U) \Psi = 0, \quad \text{где} \quad \nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$$

$$\frac{d^2 \Psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2} \left( E - \frac{kx^2}{2} \right) \Psi = 0 \quad \Psi(x) = A e^{-\alpha \cdot x^2}$$

$$\frac{d\Psi}{dx} = A e^{-\alpha \cdot x^2} \cdot (-2\alpha \cdot x) = -2\alpha \cdot x \cdot A e^{-\alpha \cdot x^2}$$

$$\frac{d^2 \Psi}{dx^2} = -2\alpha \cdot A \cdot \left[ e^{-\alpha \cdot x^2} + x \cdot e^{-\alpha \cdot x^2} (-2\alpha \cdot x) \right] = -2\alpha \cdot A e^{-\alpha \cdot x^2} + (2\alpha \cdot x)^2 A e^{-\alpha \cdot x^2}$$

Подставляем волновую функцию в уравнение Шредингера

$$4\alpha^2 x^2 A e^{-\alpha \cdot x^2} - 2\alpha \cdot A e^{-\alpha \cdot x^2} + \frac{2m}{\hbar^2} \left( E - \frac{kx^2}{2} \right) A e^{-\alpha \cdot x^2} = 0$$

$$4\alpha^2 x^2 A e^{-\alpha \cdot x^2} - 2\alpha \cdot A e^{-\alpha \cdot x^2} + \frac{2m}{\hbar^2} E \cdot A e^{-\alpha \cdot x^2} - \frac{2m}{\hbar^2} \cdot \frac{m\omega^2 x^2}{2} A e^{-\alpha \cdot x^2} = 0$$

Разделив на  $Ae^{-\alpha x^2}$ , получим:  $4\alpha^2 x^2 - 2\alpha + \frac{2m}{\hbar^2} E - \frac{m^2 \omega^2 x^2}{\hbar^2} = 0$

$$\left(4\alpha^2 x^2 - \frac{m^2 \omega^2 x^2}{\hbar^2}\right) + \left(\frac{2m}{\hbar^2} E - 2\alpha\right) = 0$$

Уравнение имеет решение при равенстве нулю обоих слагаемых заключённых в скобки.

$$\begin{cases} \frac{2m}{\hbar^2} E = 2\alpha \rightarrow E = \frac{2 \cdot \frac{m\omega}{2\hbar} \hbar^2}{2m} = \frac{\hbar\omega}{2} \\ 4\alpha^2 x^2 = \frac{m^2 \omega^2 x^2}{\hbar^2} \rightarrow \alpha = \frac{m\omega}{2\hbar} \end{cases} \quad E = E_0 = \frac{\hbar\omega}{2} \quad \text{нулевая энергия}$$

### Пример решения задачи по теме «Частица в одномерной потенциальной яме»

Частица массы  $m$  находится в одномерной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками. Ширина ямы равна  $l$ . Найти возможные значения энергии этой частицы, имея в виду, что реализуются лишь такие состояния её движения, для которых в пределах данной ямы укладывается целое число дебройлевских полуволин.

Длина волны де Бройля:  $\lambda = \frac{2\pi \cdot \hbar}{p}$ .

Дебройлевская полуволна соответственно:  $\lambda_{1/2} = \frac{\pi \cdot \hbar}{p}$  (1)

Чтобы в яме укладывалось целое число полуволин должно выполняться условие:  $l = n \cdot \lambda_{1/2}$  (2) где  $n=1, 2, 3, \dots$

Импульс и энергия связаны соотношением:  $E = \frac{p^2}{2m}$

Подставив (1) в (2) получим:  $l = \frac{n \cdot \pi \cdot \hbar}{p} \rightarrow p = \frac{n \cdot \pi \cdot \hbar}{l}$ .

Тогда  $E = \frac{n^2 \pi^2 \hbar^2}{2m \cdot l^2}$

### Вопросы к защите темы «Электроны в атомах и молекулах»

1. Атом водорода в квантовой механике. Излучение атома водорода, формула Бальмера. Атом водорода по Бору, постулаты Бора, правило квантования орбит.
2. Уравнение Шредингера для атома водорода и его решение. Квантование энергии электрона в атоме.
3. Квантование момента импульса и его проекции. Квантовые числа и их физический смысл.
4. Серии в энергетическом спектре атома водорода. Обобщенная формула Бальмера. Правило отбора.
5. Спин электрона. Принцип Паули. Фермионы и бозоны.
6. Многоэлектронные атомы. Электронные слои и оболочки. Спектры излучения многоэлектронных атомов. Физические основы периодической системы элементов Д.И. Менделеева.
7. Строение молекул, виды связей. Природа химической связи. Спектры излучения молекул.

### Пример решения задачи по теме «Электроны в атомах»

Найти длину волны головной линии той спектральной серии ионов  $\text{He}^+$ , у которой интервал между крайними линиями  $\Delta\omega = 5,18 \cdot 10^{15} \text{ с}^{-1}$ .

Обобщенная формула Бальмера:

$$\omega = R \cdot Z^2 \left( \frac{1}{m} - \frac{1}{n} \right)$$

где  $m$  – уровень на который осуществляется переход;  $n$  – уровень, с которого осуществляется переход;  $Z=2$  – порядковый номер водородоподобного иона;  $R$  – постоянная Ридберга.

Крайние линии спектра:

$$\omega_1 = R \cdot Z^2 \left( \frac{1}{m^2} - \frac{1}{(m+1)^2} \right)$$

$$\omega_2 = R \cdot Z^2 \left( \frac{1}{m^2} - \frac{1}{\infty} \right)$$

Интервал между линиями:

$$\Delta\omega = \omega_2 - \omega_1 = R \cdot Z^2 \left( \frac{1}{m^2} - \frac{1}{\infty} \right) - R \cdot Z^2 \left( \frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

$$\Delta\omega = \frac{R \cdot Z^2}{n^2} \rightarrow n = \sqrt{\frac{R \cdot Z^2}{\Delta\omega}} = 4$$

Для головной линии переход осуществляется с уровня  $n=m+1$  на уровень  $m$ .

Таким образом,  $m=n-1=3$  т. е. спектр представляет собой серию Пашена.

$$\omega = R \cdot Z^2 \left( \frac{1}{3^2} - \frac{1}{4^2} \right) = 2,07 \cdot 10^{16} \cdot 2^2 \cdot \left( \frac{1}{3^2} - \frac{1}{4^2} \right) = 4,025 \cdot 10^{15} \text{ с}^{-1}$$

$$\omega = \frac{2\pi \cdot c}{\lambda} \rightarrow \lambda = \frac{2\pi \cdot c}{\omega} = 468,3 \cdot 10^{-9} = 468,3 \text{ нм}$$

### Вопросы к защите темы «Электроны в кристаллах»

1. Кристаллическое состояние вещества. Типы кристаллов в зависимости от природы частиц в узлах решетки и от характера сил взаимодействия между ними.
2. Тожественные частицы. Принцип неразличимости тождественных частиц. Фермионы и бозоны. Статистика Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака.
3. Свободные электроны в металле. Электронный газ. Энергия Ферми, уровень Ферми.
4. Образование энергетических зон в кристалле. Заполнение зон электронами в металлах, полупроводниках и диэлектриках. Ширина запрещенной зоны в диэлектриках и полупроводниках.
5. Полупроводники. Проводимость собственных полупроводников. Электронная и дырочная проводимость. Рекомбинация электронов и дырок.
6. Примесные полупроводники. Примесные уровни в запрещенной зоне. Донорная и акцепторная проводимость. Основные и неосновные носители тока.

## 7 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>ОПК-6</b> Использованием основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>– основные методы исследований, используемых в физике;</li> <li>– практические следствия из законов физики;</li> <li>– взаимосвязь между разделами физики и точными науками.</li> </ul>	<p><b>Перечень типовых теоретических вопросов к зачету:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Физика как наука. Предмет и задача физики. Физические модели. Разделы физики. Иерархия объектов в природе. Виды фундаментальных взаимодействий.</li> <li>2. Механическое движение. Система отсчета, модели классической механики. Способы описания механического движения: векторный, координатный.</li> <li>3. Поступательное и вращательное движение твердого тела. Кинематические характеристики поступательного и вращательного движений твердого тела. Связь линейных и угловых характеристик.</li> <li>4. Динамические характеристики поступательного движения: масса, импульс, сила. Законы Ньютона.</li> <li>5. Динамические характеристики вращательного движения: момент силы, момент импульса, момент инерции. Уравнение моментов (основной закон динамики вращательного движения) с выводом.</li> <li>6. Теорема Штейнера. Расчет момента инерции однородного тонкого стержня относительно оси, проходящей через центр масс и относительно произвольной оси (по заданию преподавателя).</li> <li>7. Работа, мощность, кинетическая энергия. Теорема об изменении кинетической энергии (с выводом).</li> <li>8. Замкнутые системы в механике. Импульс и закон сохранения импульса. Момент импульса и закон сохранения момента импульса.</li> <li>9. Консервативные и неконсервативные силы. Потенциальная энергия упругодеформированной пружины, потенциальная энергия тела в однородном поле силы тяжести. Закон сохранения полной механической энергии.</li> </ol>

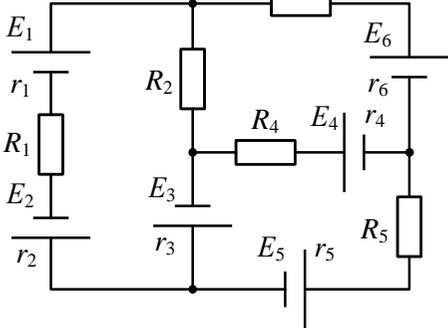
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>10. Механические колебания. Дифференциальное уравнение гармонического осциллятора (с выводом). Смещение, скорость и ускорение при гармонических колебаниях. Энергия колебаний.</p> <p>11. Пружинный, математический и физический маятники: дифференциальные уравнения колебаний, периоды колебаний (с выводом).</p> <p>12. Затухающие колебания. Дифференциальное уравнение затухающих колебаний (с выводом) и его решение. Характеристики затухающих колебаний.</p> <p>13. Вынужденные колебания: дифференциальное уравнение (с выводом). Резонанс. Резонансные кривые. Добротность. Энергия вынужденных колебаний.</p> <p>14. Упругие волны. Свойства и характеристики упругих волн. Уравнение плоской волны. Энергия волн.</p> <p>15. Понятия и положения молекулярно-кинетической теории. Основное уравнение МКТ (с выводом). Уравнение состояния идеального газа.</p> <p>16. Статистический метод описания макросистем. Функции распределения. Правило нормировки.</p> <p>17. Распределение Максвелла молекул по модулю скорости (формула), график, анализ графика.</p> <p>18. Распределение Больцмана (формула), график, анализ графика. Барометрическая формула.</p> <p>19. Степени свободы. Распределение энергии молекул по степеням свободы. Физический смысл абсолютной температуры.</p> <p>20. Основные понятия и характеристики термодинамики. Внутренняя энергия, теплота, работа. Нулевое и первое начала термодинамики.</p> <p>21. Теплоемкость идеального газа. Уравнение Майера (с выводом). Экспериментальные данные о температурной зависимости теплоемкости газов.</p> <p>22. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам. Адиабатный процесс, уравнение адиабаты (с выводом).</p> <p>23. Обратимые и необратимые процессы. Тепловые машины. Цикл Карно. Энтропия как универсальная функция. Второе начало термодинамики (формулировки Клаузиуса и Кельвина).</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>24. Статистический вес. Статистическое определение энтропии. Статистический смысл второго начала термодинамики.</p> <p>25. Электрический заряд и его свойства. Электростатическое поле. Закон Кулона. Напряженность электростатического поля. Теорема Остроградского-Гаусса, ее физический смысл.</p> <p>26. Работа электростатического поля, потенциальная энергия зарядов, потенциал поля. Связь между напряженностью и потенциалом электростатического поля.</p> <p>27. Постоянный электрический ток: условия возникновения и поддержания. Носители тока в различных в металлах, газах, жидкостях и полупроводниках. Сила тока, плотность тока. Сопротивление проводников. Электродвижущая сила источника тока, напряжение.</p> <p>28. Закон Ома для однородного и неоднородного участков цепи. Правила Кирхгофа и их применение для расчета разветвленных электрических цепей.</p> <p>29. Тепловое, химическое и магнитное действие тока. Работа тока. Мощность тока. Закон Джоуля-Ленца.</p>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>– пользоваться таблицами, учебной, справочной и методической литературой;</li> <li>– использовать простейшие физические модели для описания реальных процессов, при помощи приборов измерять физические величины и производить обработку экспериментальных результатов;</li> <li>– составлять рациональные таблицы экспериментальных данных;</li> <li>– применять физические законы для решения практических задач в профессиональной деятельности;</li> <li>– выбирать приборы с пределами изме-</li> </ul>	<p><b>Типовые практические задания для экзамена:</b></p> <p>Невесомая нить переброшена через блок массой <math>m_3=2</math> кг, имеющий форму цилиндра. К концам нити прикреплены грузы с массами <math>m_1=2</math>кг и <math>m_2=1</math> кг. Определить ускорение грузов в процессе движения тел. Трением пренебречь. Ответ: <math>2,45 \text{ м/с}^2</math></p> <p>Твердое тело вращается вокруг неподвижной оси по закону <math>\varphi = 8 - 8t + t^2</math>. Найти: 1) среднее значение угловой скорости за промежуток времени от <math>t=0</math> до остановки; 2) угловое ускорение в момент остановки тела; 3) тангенциальное ускорение точки, находящейся на расстоянии 1 м от оси вращения. Ответ: <math>\langle \omega \rangle = -4 \text{ рад/с}</math>, <math>\varepsilon = 2 \text{ рад/с}</math>, <math>a_\tau = 2 \text{ м/с}^2</math></p> <p>Точка совершает колебания по закону <math>x = A \cdot \cos(\omega t)</math> где <math>A = 5 \text{ см}</math>, <math>\omega = 2 \text{ с}^{-1}</math>. Определить ускорение точки в тот момент времени, когда её скорость равна <math>8 \text{ см/с}</math>. Каково максимальное ускорение точки?</p> <p>Пуля массой <math>m=10</math> г, летевшая со скоростью <math>V=600 \text{ м/с}</math>, попала в баллистический</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>рений, необходимыми для данных измерений, определять цену деления, показания приборов, погрешность и уметь градуировать шкалу приборов;</p> <p>– пользоваться измерительной аппаратурой для проведения физических экспериментов;</p> <p>– оценивать случайные ошибки эксперимента, определять доверительный интервал;</p> <p>– строить графики экспериментальных зависимостей, устанавливать характер зависимости по графикам, построенных в любых координатах.</p>	<p>маятник массой <math>M=5</math> кг и застряла в нем. Определите, на какую высоту, откачнувшись после удара, поднялся маятник?</p> <p>Объем водорода при изотермическом расширении при температуре <math>T=300</math> К увеличивается в <math>n=3</math> раза. Определить работу, совершенную газом, и теплоту, полученную при этом. Масса <math>m</math> водорода равна 200г.</p> <p>В результате изохорного нагревания водорода массой <math>m = 1</math>г давление <math>p</math> увеличилось в два раза. Определить изменение <math>\Delta S</math> энтропии газа.</p> <p>Какое количество тепла надо сообщить 12 г кислорода, чтобы нагреть его на <math>50^\circ\text{C}</math> при постоянном давлении?</p> <p>Идеальный газ изохорически охладил, а затем изобарически расширил до первоначальной температуры. Во сколько раз изменяются энергии поступательного движения молекул газа в изохорическом процессе, если в ходе его давление газа уменьшилось в 3 раза?</p> <p>Написать уравнение гармонических колебаний, если они совершаются по закону синуса, амплитуда колебаний 5 см, период колебаний 8 с для начальной фазы: 1) 0, 2) <math>\pi/4</math>, 3) <math>\pi/2</math>, 4) <math>\pi</math> Начертить графики колебаний для этих случаев.</p> <p>Кинетическая энергия ускоряемого протона возросла до <math>3 \cdot 10^{-10}</math> Дж. Во сколько раз изменилась при этом масса протона? Какова скорость протона?</p> <p>Радиус-вектор частицы определяется выражением <math>\vec{r} = 3t^2\vec{i} + 4t^2\vec{j} + 7\vec{k}</math>. Вычислить: 1) Путь <math>S</math>, пройденный частицей за первые 10с, 2) Модуль перемещения <math>\Delta r</math> за тоже время, 3) Ускорение частицы.</p> <p>Движение материальной точки задано уравнением <math>\vec{r}(t) = A[\cos(\omega t)\vec{i} + \sin(\omega t)\vec{j}]</math> где <math>\vec{r}</math> – радиус-вектор точки, <math>A= 0,5</math> м, <math>\omega= 5</math> рад/с. Найти уравнение и начертить траекторию движения точки, определить модуль скорости и модуль нормального ускорения.</p> <p>Электрон находится в бесконечно глубоком одномерном прямоугольном потенциальном ящике шириной <math>\ell</math>. Вычислить вероятность того, что электрон, находящийся в возбужденном состоянии (<math>n = 2</math>), будет обнаружен в средней трети ящика.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>Волновая функция имеет вид <math>\psi_n(x) = \sqrt{\frac{\ell}{2}} \sin \frac{\pi n}{\ell} x</math>.</p> <p>Электрон с энергией 4,9 эВ движется в положительном направлении оси <math>x</math>. высота потенциального барьера равна 5 эВ. При какой ширине барьера вероятность прохождения электрона через него будет равна 0,2? Постоянная Планка: <math>h = 6,63 \cdot 10^{-34}</math> Дж с, <math>\hbar = 1,05 \cdot 10^{-34}</math> Дж с, масса электрона <math>m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}</math> кг.</p> <p>Напишите недостающие обозначения и энергию, выделившуюся в реакции: <math>{}^7_3\text{Li}({}^2_1\text{H}, {}^1_0\text{n})X</math>. Масса ядра лития <math>m_{\text{Li}} = 7,01600</math> а. е. м., дейтерия <math>m_{\text{H}} = 2,01410</math> а. е. м., масса нейтрона <math>m_n = 1,00867</math> а. е. м., <math>m_x = 8,00531</math> а. е. м.</p> <p>Электрон обладает кинетической энергией <math>T_1 = 1,02</math> МэВ. Во сколько раз изменится длина волны деБройля, если кинетическая энергия уменьшится вдвое? Постоянная Планка <math>h = 6,63 \cdot 10^{-34}</math> Дж с, скорость света в вакууме <math>c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}</math>, <math>E_0 = m_0 c^2 = 0,51</math> МэВ - энергия покоя электрона.</p> <p>Определите, сколько <math>\alpha</math> и <math>\beta</math> – распадов происходит при превращении ядра урана <math>{}^{233}_{92}\text{U}</math> в ядро висмута <math>{}^{209}_{83}\text{Bi}</math> ?</p> <p>Определите удельную энергию связи <math>{}^4_2\text{He}</math>. Масса протона <math>m_p = 1,00728</math> а. е. м., масса нейтрона <math>m_n = 1,00867</math> а. е. м., масса ядра гелия <math>M_{\alpha} = 4,00260</math> а. е. м.</p> <p>Какая часть начального количества атомов радиоактивного актиния <math>{}^{225}_{89}\text{Ac}</math> останется через 15 суток? Период полураспада актиния 10 суток.</p> <p>На какой угол был рассеян фотон с энергией <math>E_1 = 1,36</math> МэВ на свободном электро-не, если кинетическая энергия отдачи электрона составляет <math>T_e = 0,68</math> МэВ. Постоянная Планка <math>h = 6,63 \cdot 10^{-34}</math> Дж с, скорость света в вакууме <math>c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}</math>, <math>E_0 = m_0 c^2 = 0,51</math> МэВ - энергия покоя электрона.</p> <p>Вычислить радиус первой орбиты атома водорода (боровский радиус) и скорость электрона на данной орбите. Электрическая постоянная <math>\epsilon_0 = 8,81 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Ф}}{\text{м}}</math>, постоянная Планка: <math>h = 6,63 \cdot 10^{-34}</math> Дж с, <math>\hbar = 1,05 \cdot 10^{-34}</math> Дж с, масса электрона <math>m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}</math> кг, модуль заряда электрона <math>q = 1,6 \cdot 10^{-19}</math> Кл.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>Определить длину волны де Бройля <math>\lambda_B</math> для электронов, бомбардирующих антикатод рентгеновской трубки, если граница сплошного рентгеновского спектра приходится на длину волны <math>\lambda = 3</math> нм. Постоянная Планка <math>h = 6,63 \cdot 10^{-34}</math> Дж с, скорость света в вакууме <math>c = 3 \cdot 10^8 \frac{м}{с}</math>, масса электрона <math>m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}</math> кг.</p> <p>Электрон выбивается из атома водорода, находящегося в основном состоянии, фотоном с энергией 17,7 эВ. Определить скорость электрона за пределами атома. Для электрона находящегося в основном состоянии, энергия ионизации <math>E_{и} = 13,6</math> эВ, энергия покоя электрона <math>E_0 = 0,51</math> МэВ.</p> <p>На поверхность металла падает монохроматический свет с длиной волны <math>\lambda = 0,08</math> мкм. Красная граница фотоэффекта <math>\lambda_k = 0,3</math> мкм. Найти значение задерживающей разности потенциалов <math>U_z</math>, которую нужно приложить к фотоэлементу, чтобы прекратить фототок. Постоянная Планка <math>h = 6,63 \cdot 10^{-34}</math> Дж с, скорость света в вакууме <math>c = 3 \cdot 10^8 \frac{м}{с}</math>, модуль заряда электрона <math>q = 1,6 \cdot 10^{-19}</math> Кл.</p> <p>Сколько энергии излучает абсолютно черное тело за время <math>t = 2</math> с, площадь светящейся поверхности которого <math>S = 3</math> см<sup>2</sup>, если максимум энергии в его спектре излучения приходится на длину волны <math>\lambda_m = 750</math> нм? Постоянная Стефана – Больцмана <math>\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{Вт}{м^2К^4}</math>, постоянная Вина <math>b = 2,9 \cdot 10^{-3}</math> К м.</p>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>– основными методами решения задач в области физики и техники;</li> <li>– приемами работы с измерительной аппаратурой;</li> <li>– методикой оценки случайных ошибок эксперимента и определения доверительного интервала.</li> </ul>	<p><b>Примеры задач на практическое применение законов физики</b></p> <p>Задача 1. Составить в общем виде систему уравнений по правилам Кирхгофа для нахождения токов во всех ветвях схемы, изображенной на рисунке. По заданным преподавателем значениям величин элементов схемы рассчитать токи, используя современные математические пакеты.</p>

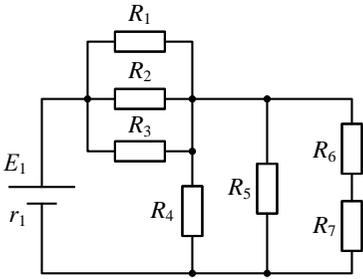
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		
<p><b>ОПК-7</b> Способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат</p>		
<p>Знать</p>	<p>– основные термины, определения и понятия физики;          – формулировки и математическое описание фундаментальных законов природы в области механики, термодинамики, электричества и магнетизма, оптики и атомной физики.</p>	<p><b>Перечень типовых теоретических вопросов к экзамену:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Физика как наука. Предмет и задача физики. Физические модели. Разделы физики. Иерархия объектов в природе. Виды фундаментальных взаимодействий.</li> <li>2. Механическое движение. Система отсчета, модели классической механики. Способы описания механического движения: векторный, координатный.</li> <li>3. Поступательное и вращательное движение твердого тела. Кинематические характеристики поступательного и вращательного движений твердого тела. Связь линейных и угловых характеристик.</li> <li>4. Динамические характеристики поступательного движения: масса, импульс, сила. Законы Ньютона.</li> <li>5. Динамические характеристики вращательного движения: момент силы, момент импульса, момент инерции. Уравнение моментов (основной закон динамики вращательного движения) с выводом.</li> <li>6. Теорема Штейнера. Расчет момента инерции однородного тонкого стержня относительно оси, проходящей через центр масс и относительно произвольной оси (по заданию преподавателя).</li> <li>7. Работа, мощность, кинетическая энергия. Теорема об изменении кинетической энергии (с выводом).</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<ol style="list-style-type: none"> <li>8. Замкнутые системы в механике. Импульс и закон сохранения импульса. Момент импульса и закон сохранения момента импульса.</li> <li>9. Консервативные и неконсервативные силы. Потенциальная энергия упругодеформированной пружины, потенциальная энергия тела в однородном поле силы тяжести. Закон сохранения полной механической энергии.</li> <li>10. Механические колебания. Дифференциальное уравнение гармонического осциллятора (с выводом). Смещение, скорость и ускорение при гармонических колебаниях. Энергия колебаний.</li> <li>11. Пружинный, математический и физический маятники: дифференциальные уравнения колебаний, периоды колебаний (с выводом).</li> <li>12. Затухающие колебания. Дифференциальное уравнение затухающих колебаний (с выводом) и его решение. Характеристики затухающих колебаний.</li> <li>13. Вынужденные колебания: дифференциальное уравнение (с выводом). Резонанс. Резонансные кривые. Добротность. Энергия вынужденных колебаний.</li> <li>14. Упругие волны. Свойства и характеристики упругих волн. Уравнение плоской волны. Энергия волн.</li> <li>15. Понятия и положения молекулярно-кинетической теории. Основное уравнение МКТ (с выводом). Уравнение состояния идеального газа.</li> <li>16. Статистический метод описания макросистем. Функции распределения. Правило нормировки.</li> <li>17. Распределение Максвелла молекул по модулю скорости (формула), график, анализ графика.</li> <li>18. Распределение Больцмана (формула), график, анализ графика. Барометрическая формула.</li> <li>19. Степени свободы. Распределение энергии молекул по степеням свободы. Физический смысл абсолютной температуры.</li> <li>20. Основные понятия и характеристики термодинамики. Внутренняя энергия, теплота, работа. Нулевое и первое начала термодинамики.</li> <li>21. Теплоемкость идеального газа. Уравнение Майера (с выводом). Экспериментальные данные о температурной зависимости теплоемкости газов.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>22. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам. Адиабатный процесс, уравнение адиабаты (с выводом).</p> <p>23. Обратимые и необратимые процессы. Тепловые машины. Цикл Карно. Энтропия как универсальная функция. Второе начало термодинамики (формулировки Клаузиуса и Кельвина).</p> <p>24. Статистический вес. Статистическое определение энтропии. Статистический смысл второго начала термодинамики.</p> <p>25. Электрический заряд и его свойства. Электростатическое поле. Закон Кулона. Напряженность электростатического поля. Работа электростатического поля, потенциальная энергия зарядов, потенциал поля. Связь между напряженностью и потенциалом электростатического поля.</p> <p>26. Постоянный электрический ток: условия возникновения и поддержания. Носители тока в различных металлах, газах, жидкостях и полупроводниках. Сила тока, плотность тока. Сопротивление проводников. Электродвижущая сила источника тока, напряжение.</p> <p>27. Закон Ома для однородного и неоднородного участков цепи. Правила Кирхгофа и их применение для расчета электрических цепей.</p> <p>28. Тепловое, химическое и магнитное действие тока. Работа тока. Мощность тока. Закон Джоуля-Ленца.</p>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>– выделять значимые факторы, определяющие ход и течение физических процессов;</li> <li>– объяснить явления и процессы на основе представлений о физической картине мира;</li> <li>– обосновывать положения предметной области знаний с помощью физико-математического аппарата;</li> <li>– распознавать соответствие результатов теоретических решений практических задач фундаментальным физическим</li> </ul>	<p><b>Типовые практические задания для экзамена:</b></p> <p>Невесомая нить переброшена через блок массой <math>m_3=2</math> кг, имеющий форму цилиндра. К концам нити прикреплены грузы с массами <math>m_1=2</math>кг и <math>m_2=1</math> кг. Определить ускорение грузов в процессе движения тел. Трением пренебречь. Ответ: <math>2,45 \text{ м/с}^2</math></p> <p>Твердое тело вращается вокруг неподвижной оси по закону <math>\varphi = 8 - 8t + t^2</math>. Найти: 1) среднее значение угловой скорости за промежуток времени от <math>t=0</math> до остановки; 2) угловое ускорение в момент остановки тела; 3) тангенциальное ускорение точки, находящейся на расстоянии 1 м от оси вращения.</p> <p>Точка совершает колебания по закону <math>x = A \cdot \cos(\omega t)</math> где <math>A = 5 \text{ см}</math>, <math>\omega = 2 \text{ с}^{-1}</math>. Определить ускорение точки в тот момент времени, когда её скорость равна <math>8 \text{ см/с}</math>. Каково максимальное ускорение точки?</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>законам; – составлять отчеты по выполненным экспериментальным работам, уметь делать выводы.</p>	<p>Электрон движется со скоростью <math>v=0,6c</math>. Определите его релятивистский импульс и кинетическую энергию <math>E</math>.</p> <p>Объем водорода при изотермическом расширении при температуре <math>T=300</math> К увеличивается в <math>n=3</math> раза. Определить работу, совершенную газом, и теплоту, полученную при этом. Масса <math>m</math> водорода равна 200г.</p> <p>В результате изохорного нагревания водорода массой <math>m = 1</math> г давление <math>p</math> увеличилось в два раза. Определить изменение <math>\Delta S</math> энтропии газа.</p> <p>Какое количество тепла надо сообщить 12 г кислорода, чтобы нагреть его на <math>50^\circ\text{C}</math> при постоянном давлении?</p> <p>Идеальный газ изохорически охладил, а затем изобарически расширил до первоначальной температуры. Во сколько раз изменяются энергии поступательного движения молекул газа в изохорическом процессе, если в ходе его давление газа уменьшилось в 3 раза?</p> <p>Написать уравнение гармонических колебаний, если они совершаются по закону синуса, амплитуда колебаний 5 см, период колебаний 8 с для начальной фазы: 1) 0, 2) <math>\pi/4</math>, 3) <math>\pi/2</math>, 4) <math>\pi</math> Начертить графики колебаний для этих случаев.</p> <p>Кинетическая энергия ускоряемого протона возросла до <math>3 \cdot 10^{-10}</math> Дж. Во сколько раз изменилась при этом масса протона? Какова скорость протона?</p> <p>Радиус-вектор частицы определяется выражением <math>\vec{r} = 3t^2\vec{i} + 4t^2\vec{j} + 7\vec{k}</math>. Вычислить: 1) Путь <math>S</math>, пройденный частицей за первые 10с, 2) Модуль перемещения <math>\Delta r</math> за тоже время, 3) Ускорение частицы.</p> <p>Движение материальной точки задано уравнением <math>\vec{r}(t) = A[\cos(\omega t)\vec{i} + \sin(\omega t)\vec{j}]</math> где <math>\vec{r}</math> – радиус-вектор точки, <math>A= 0,5</math> м, <math>\omega= 5</math> рад/с. Найти уравнение и начертить траекторию движения точки, определить модуль скорости и модуль нормального ускорения.</p> <p>Электрон находится в бесконечно глубоком одномерном прямоугольном потенциальном ящике шириной <math>\ell</math>. Вычислить вероятность того, что электрон, находящийся в возбужденном состоянии (<math>n = 2</math>), будет обнаружен в средней трети ящика.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>Волновая функция имеет вид <math>\psi_n(x) = \sqrt{\frac{\ell}{2}} \sin \frac{\pi n}{\ell} x</math>.</p> <p>Электрон с энергией 4,9 эВ движется в положительном направлении оси <math>x</math>. высота потенциального барьера равна 5 эВ. При какой ширине барьера вероятность прохождения электрона через него будет равна 0,2? Постоянная Планка: <math>h = 6,63 \cdot 10^{-34}</math> Дж с, <math>\hbar = 1,05 \cdot 10^{-34}</math> Дж с, масса электрона <math>m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}</math> кг.</p> <p>Определить неточность в определении координаты <math>\Delta x</math> электрона, движущегося в атоме водорода со скоростью <math>v = 2,2 \cdot 10^6 \frac{m}{c}</math> если допускаемая неточность <math>\Delta v</math> составляет 10% от её величины. Указать, применимо ли понятие траектории в данном случае. Постоянная Планка: <math>h = 6,63 \cdot 10^{-34}</math> Дж с, <math>\hbar = 1,05 \cdot 10^{-34}</math> Дж с, масса электрона <math>m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}</math> кг.</p> <p>Напишите недостающие обозначения и энергию, выделившуюся в реакции: <math>{}^7_3Li({}^2_1H, {}^1_0n)X</math>. Масса ядра лития <math>m_{Li} = 7,01600</math> а.е.м., дейтерия <math>m_H = 2,01410</math> а.е.м., масса нейтрона <math>m_n = 1,00867</math> а.е.м., <math>m_x = 8,00531</math> а.е.м.</p> <p>Электрон обладает кинетической энергией <math>T_1 = 1,02</math> МэВ. Во сколько раз изменится длина волны деБройля, если кинетическая энергия уменьшится вдвое? Постоянная Планка <math>h = 6,63 \cdot 10^{-34}</math> Дж с, скорость света в вакууме <math>c = 3 \cdot 10^8 \frac{m}{c}</math>, <math>E_0 = m_0 c^2 = 0,51</math> МэВ - энергия покоя электрона.</p> <p>Определите, сколько <math>\alpha</math> и <math>\beta</math> – распадов происходит при превращении ядра урана <math>{}^{233}_{92}U</math> в ядро висмута <math>{}^{209}_{83}Bi</math> ?</p> <p>Определите удельную энергию связи <math>{}^4_2He</math>. Масса протона <math>m_p = 1,00728</math> а.е.м., масса нейтрона <math>m_n = 1,00867</math> а.е.м., масса ядра гелия <math>M_\alpha = 4,00260</math> а.е.м.</p> <p>Какая часть начального количества атомов радиоактивного актиния <math>{}^{225}_{89}Ac</math> останется через 15 суток? Период полураспада актиния 10 суток.</p> <p>На какой угол был рассеян фотон с энергией <math>E_1 = 1,36</math> МэВ на свободном электро-не, если кинетическая энергия отдачи электрона составляет <math>T_e = 0,68</math> МэВ. Постоянная Планка <math>h = 6,63 \cdot 10^{-34}</math> Дж с, скорость света в вакууме <math>c = 3 \cdot 10^8 \frac{m}{c}</math>,</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p><math>E_0 = m_0 c^2 = 0,51 \text{ МэВ}</math> - энергия покоя электрона.</p> <p>Определить длину волны де Бройля <math>\lambda_B</math> для электронов, бомбардирующих антикатод рентгеновской трубки, если граница сплошного рентгеновского спектра приходится на длину волны <math>\lambda = 3 \text{ нм}</math>. Постоянная Планка <math>h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж с}</math>, скорость света в вакууме <math>c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}</math>, масса электрона <math>m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}</math>.</p> <p>Электрон выбивается из атома водорода, находящегося в основном состоянии, фотоном с энергией <math>17,7 \text{ эВ}</math>. Определить скорость электрона за пределами атома. Для электрона находящегося в основном состоянии, энергия ионизации <math>E_{\text{и}} = 13,6 \text{ эВ}</math>, энергия покоя электрона <math>E_0 = 0,51 \text{ МэВ}</math>.</p> <p>На поверхность металла падает монохроматический свет с длиной волны <math>\lambda = 0,08 \text{ мкм}</math>. Красная граница фотоэффекта <math>\lambda_k = 0,3 \text{ мкм}</math>. Найти значение задерживающей разности потенциалов <math>U_3</math>, которую нужно приложить к фотоэлементу, чтобы прекратить фототок. Постоянная Планка <math>h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж с}</math>, скорость света в вакууме <math>c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}</math>, модуль заряда электрона <math>q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}</math>.</p>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками выполнения физических экспериментов и оценки их результатов;</li> <li>– навыками практического применения законов физики;</li> <li>– способами оценивания значимости и практической пригодности полученных результатов.</li> </ul>	<p><b>Пример задач на практическое применение законов физики</b></p> <p>Задача 1. Рассчитать токи, напряжения и мощности во всех ветвях схемы при заданных преподавателем значениях <math>E_1, r_1, R_1, R_2, R_3, R_4, R_5, R_6, R_7</math>.</p> 

## б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

**Лабораторные работы** оформляются в отдельной подписанной тетради или на скрепленных листах стандартного формата (подписывается каждый лист). Перед выполнением работы необходимо ознакомиться с теоретическим материалом, изучить схему эксперимента, уяснить порядок выполнения работы. Готовность к выполнению работы определяется наличием конспекта.

**Конспект лабораторной работы** оформляется заблаговременно и показывается преподавателю перед выполнением работы. Конспект должен содержать: название, цель работы, схему эксперимента (рисунок с обозначениями), таблицы для внесения экспериментальных данных, расчетные формулы и другие, необходимые для выполнения работы записи. Отсутствие конспекта или неполный конспект оценивается в 0 баллов, которые нельзя исправить в дальнейшем. При выполнении лабораторных работ **обязательно** наличие методички, конспекта, карандаша, ручки.

**Отчет о лабораторной работе** это полностью рассчитанная и оформленная лабораторная работа. Отчет должен содержать все указанные в задании расчеты, графики, диаграммы и др. Таблицы должны быть заполнены экспериментальными и расчетными данными.

Экспериментальные данные записываются с той точностью, с которой они получены и не округляются.

Расчеты в отчетах по лабораторным работам и домашним задачам представляются в следующем виде:

$$\omega = R \cdot Z^2 \left( \frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right) = 2,07 \cdot 10^{16} \cdot 2^2 \cdot \left( \frac{1}{3^2} - \frac{1}{4^2} \right) = 4,03 \cdot 10^{15} \text{ с}^{-1}.$$

Для громоздких формул, содержащих большое количество величин, допускается сразу записывать численное значение результата.

В большинстве случаев расчеты следует вести с точностью до трех значащих цифр (т.е. результаты расчетов следует округлять). Исключение составляют задачи по атомной физике.

Для всех расчетных физических величины необходимо указывать размерность. Допускается грамотное использование дольных приставок: *мега, кило, микро, милли, нано*.

Каждая лабораторная работа заканчивается выводом. **Вывод** не есть перечисление того, что делалось в работе. В выводе указывается, достигнута ли цель работы, и на основании чего делается подобное утверждение. Если цель работы не достигнута, необходимо указать возможные причины. Подробнее о выводе – по ссылке Лабораторная работа, содержащая многочисленные ошибки и (или) оформленная без учета установленных требований может быть оценена в меньшее количество баллов, которые нельзя исправить в дальнейшем.

**Домашние задачи** оформляются в отдельной тетради или в тетради для лабораторных работ.

Задачи решаются самостоятельно. Требования к оформлению стандартные: «Дано»; «Решение»; поясняющий рисунок (при необходимости); расчетные формулы с указанием физических законов, которые они отражают; решение в общем виде, расчеты, «Ответ». Для всех расчетных физических величины необходимо указывать размерность.

Решенная задача засчитывается лишь в том случае, если студентом доказано понимание алгоритма решения и применяемых физических законов.

**Защита тем** – устная. К защите темы допускается студент, выполнивший и правильно рассчитавший соответствующую лабораторную работу и правильно решивший задачи по теме защиты. На защите студент демонстрирует:

- знание терминов и определений по теме защиты;
- понимание сути изучаемых физических явлений;
- умение формулировать физические законы, записывать их математически, знание границ их применимости;
- умение интерпретировать результаты, полученные при выполнении лабораторных

работ и решении задач.

Баллы за выполненные пункты учебной программы проставляются только во время семестра. В период сессии ставится отметка «сдано» или «не сдано».

Каждая показанная лабораторная работа, задача и защита темы отмечается подписью преподавателя в тетради студента с обязательным указанием даты и полученным количеством баллов. Все тетради с отмеченными преподавателем лабораторными и задачами хранятся студентом до момента простановки экзамена. На экзамен или зачет студент приходит с тетрадями, в которых имеются все подписи преподавателя.

**Экзамен** – устный, классический. В каждом билете 2 теоретических вопроса и 1 задача. Пользоваться конспектами, учебниками, сотовыми телефонами, шпаргалками запрещается. Для получения оценки «Отлично» или «Хорошо» обязательно правильное решение задачи.

**Зачет** обучающиеся получают в результате выполнения всех видов работ, предусмотренных в первом семестре изучения данной дисциплины. В случае невыполнения обучающимся всех видов работ, предусмотренных в первом семестре, зачет проводится в форме собеседования по вопросам согласно перечню вопросов к зачету..

#### **Показатели и критерии оценивания зачета:**

- на оценку «зачтено» обучающийся демонстрирует уровень, не ниже порогового, сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий могут допускаться ошибки, может проявляться отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся может испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

- на оценку «не зачтено» обучающийся не может показать знания на пороговом уровне сформированности компетенций, т.е. обучающийся не показывает знание основного материала в объеме, необходимом для предстоящей профессиональной деятельности; не способен аргументированно и последовательно излагать, допускает грубые ошибки в ответах; не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач. не подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой.

#### **Критерии выставления экзаменационной оценки:**

– на оценку «отлично» – обучающийся должен показать высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполнять практические задания, свободно оперировать знаниями, умениями, применять их в ситуациях повышенной сложности; обучающийся должен обладать знаниями не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальными навыками решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;

– на оценку «хорошо» – обучающийся должен показать средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации;

– на оценку «удовлетворительно» – студент должен показать пороговый уровень сформированности компетенций, то есть он должен иметь знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач; в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку «неудовлетворительно» – результат обучения не достигнут, компетенции не сформированы, студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

## **8 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **а) Основная литература:**

1. Демидченко В.И. Физика : учебник / В.И. Демидченко, И.В. Демидченко. — 6-е изд., перераб. и доп. — М. : ИНФРА-М, 2016. — 581 с. (Переплет 7бц) ISBN:978-5-16-010079-1
2. Ивлиев А. Д. Физика [Текст] : учебное пособие / А. Д. Ивлиев. - СПб. : Лань, 2008. - 671 с. : ил., граф. - (Учебники для вузов : Специальная литература).
3. Ильющонок, А.В. Физика [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.В. Ильющонок, П.В. Астахов, И.А. Гончаренко. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 600 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование). (переплет). - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=397226>. - Загл. с экрана. - ISBN 978-5-16-006556-4.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Чертов, А.Г. Задачник по физике [Текст]: учеб. пособие / А.Г. Чертов, А.А. Воробьев. - 8-е изд., перераб. и доп. — М. : Физматлит, 2008. -640 с.: ил. — ISBN 9875-94052-145-2
2. Ливенцев, Н.М. Курс физики [Электронный ресурс]: учебник / Н.М Ливенцев. - 7-е изд., степ. - СПб.: Лань, 2012. — 672 с.: ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература). - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/2780/> - Загл. с экрана. — ISBN 978-5-8114-1240-2
3. Решение задач по курсу общей физики [Текст]: учеб. пособие / [Н.М Рогачев, Г.Ю. Баландина, И.П. Завершинский и др.]; под ред. Н.М. Рогачева. - 2-е изд., испр. - СПб.: Лань, 2008. — 304 с.: ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература). — ISBN 978-5-8114-0855-9
4. Иродов, И.Е. Задачи по общей физике [Электронный ресурс]: учеб. пособие / И.Е. Иродов. - 12-е изд., стер. — СПб.: Лань, 2007. — 416 с.: ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература). - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/4875/> - Загл. с экрана. — ISBN 978-5-8114-0319-6

### **в) Методические указания:**

1. Механика. Молекулярная физика и термодинамика: лабораторный практикум по физике / [Е.Н. Астапов, З.Н. Ботнева, Л.С. Лукашенко и др. ]; под ред. Ю.П. Кочкина. - Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2011. - 103 с.
2. Электростатика. Постоянный ток. [Текст] : лабораторный практикум / [М. В. Вечеркин, Е. Е. Елисеева, С. Г. Шевченко ; под ред. М. В. Вечеркина]; МГТУ, [каф. физики]. — Магнитогорск, 2011. - : ил., табл.
3. Аркулис, М.Б. Электромагнетизм. Оптика: лабораторный практикум по дисциплине «Физика» для студентов всех специальностей / М.Б. Аркулис, Б.Б. Богачева, И.Ю. Богачева и др. — Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2009. - 102 с.
4. Белов, В.К. Физика атома, твердого тела, ядра: инструкция по выполнению лабораторных работ по физике для студентов всех специальностей / В.К. Белов, Ю.М. Дубосарская, Н.С. Подкорытова, и др. — Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2007. - 48 с.

### **г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

1. Образовательный портал МГТУ им. Г.И. Носова <http://newlms.magtu.ru/>
2. Электронно-библиотечная система «Лань» <https://e.lanbook.com/>

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
<b>MS Windows 7</b>	К-169-12 от 02.07.2012 (а.388)	срок действия – неограничен
	Д-1227 от 8.10.2018	по 11.01.2021;
	№ Лицензии-60241713 (а.198, 188, 182)	срок действия – неограничен
<b>MS Office</b>	№135 от 17.09.2007	Бессрочно
	№ Лицензии-60784279 (а.388)	срок действия – неограничен
	№ Лицензии-60241713 (а.198, 188, 182)	срок действия – неограничен
<b>Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный</b>	Д-300-18 от 21.03.2018	28.01.2020
	Д-1347-17 от 20.12.2017	20.03.2018
	Д-1481-16 от 25.11.2016	25.12.2017
	Д-2026-15 от 11.12.2015	11.12.2016
<b>7Zip</b>	Свободно распространяемое	бессрочно

## 9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа (№388, 394)	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.
Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: «Предметная лаборатория»	Лабораторные установки, измерительные приборы для проведения лабораторных работ: 1. Источник питания постоянного тока, 2. Мультиметр цифровой APPA 203, 3. Осциллограф двухканальный GOS-620 FG, 4. Измеритель магнитной индукции Ш1-8, 5. Катушки Гельмгольца, 6. Трансформатор с Ш-образным сердечником и замыкающим ярмом, 7. Установка для наблюдения динамической петли гистерезиса, 8. Установка для определения влияния упругих напряжений на намагничивание
Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Интерактивная доска, проектор; Мультимедийный проектор, экран.
Учебные аудитории для выполнения курсового	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, с выходом в Интернет и с доступом в электронную

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
проектирования, помещения для самостоятельной работы.	информационно-образовательную среду университета.
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования. Инструменты для ремонта оборудования.