

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева»**  
Институт энергетики



**ПОДПИСАНО ЭП КУЗГТУ**

Подразделение: институт энергетики

Должность: директор института

Дата: 16.05.2022 07:46:57

**Дворовенко Игорь Викторович**

**Рабочая программа дисциплины**

**Физика**

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль) 01 Электроснабжение

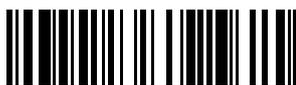
Присваиваемая квалификация

"Бакалавр"

Формы обучения

очная, заочная

Кемерово 2022 г.



1669695089

Рабочую программу составил:

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физики

Протокол № 3/1 от 14.03.2022

**ПОДПИСАНО ЭП КУЗГТУ**

Подразделение: кафедра физики

Должность: доцент (к.н.)

Дата: 29.11.2022 11:13:41

**Шепелева Софья Алексеевна**

Согласовано учебно-методической комиссией по направлению подготовки (специальности)  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Протокол № 4/1 от 04.04.2022

**ПОДПИСАНО ЭП КУЗГТУ**

Подразделение: кафедра электроснабжения горных и  
промышленных предприятий

Должность: заведующий кафедрой (к.н.)

Дата: 04.04.2022 17:13:26

**Захаров Сергей Александрович**



1669695089

## 1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине "Физика", соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Освоение дисциплины направлено на формирование:  
универсальных компетенций:

УК-1 - Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

**Результаты обучения по дисциплине определяются индикаторами достижения компетенций**

**Индикатор(ы) достижения:**

Использует знание физических законов для решения поставленных задач.

**Результаты обучения по дисциплине:**

Знать основные законы механики, молекулярной физики и термодинамики, электростатики и электромагнетизма, волновой и квантовой оптики, ядерной физики и элементарных частиц; физический смысл и математическое изображение основных физических законов

Уметь самостоятельно анализировать физические явления, происходящие в природе и различных устройствах; самостоятельно работать со справочной литературой; выполнять необходимые расчеты и определять параметры процессов

Владеть современными методами решения физических задач и измерения параметров различных процессов в технических устройствах и системах

## 2 Место дисциплины "Физика" в структуре ОПОП бакалавриата

Для освоения дисциплины необходимы знания умения, навыки и (или) опыт профессиональной деятельности, полученные в рамках изучения следующих дисциплин: Информатика, Математика.

Дисциплина входит в Блок 1 Дисциплины (модули) ОПОП. Цель дисциплины - получение обучающимися знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, необходимых для формирования компетенций, указанных в пункте 1.

В области Математики необходимо знать теорию пределов, дифференциальное и интегральное исчисления, решение однородных и неоднородных дифференциальных уравнений.

В области информатики - владеть навыками организационно-коммуникационных технологий на уровне пользователя.

## 3 Объем дисциплины "Физика" в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины "Физика" составляет 10 зачетных единиц, 360 часов.

Форма обучения	Количество часов		
	ОФ	ЗФ	ОЗФ
<b>Курс 1/Семестр 2</b>			
Всего часов	144	144	
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий):</b>			
Аудиторная работа			
Лекции	32	6	
Лабораторные занятия	32	6	
Практические занятия	32	6	
Внеаудиторная работа			
Индивидуальная работа с преподавателем:			
Консультация и иные виды учебной деятельности			
<b>Самостоятельная работа</b>	48	122	
<b>Форма промежуточной аттестации</b>	зачет	зачет /4	
<b>Курс 2/Семестр 3</b>			
Всего часов	216	216	



1669695089

Форма обучения	Количество часов		
	ОФ	ЗФ	ОЗФ
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий):</b>			
Аудиторная работа			
Лекции	32	6	
Лабораторные занятия	32	6	
Практические занятия	32	6	
Внеаудиторная работа			
Индивидуальная работа с преподавателем:			
Консультация и иные виды учебной деятельности			
<b>Самостоятельная работа</b>	84	189	
<b>Форма промежуточной аттестации</b>	экзамен /36	экзамен /9	

#### 4 Содержание дисциплины "Физика", структурированное по разделам (темам)

##### 4.1. Лекционные занятия

Раздел дисциплины, темы лекций и их содержание	Трудоемкость в часах		
	ОФ	ЗФ	ОЗФ
<b>Курс 1/ Семестр II</b>			
<b>1. Механика</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	
1.1. <i>Кинематика поступательного и вращательного движения.</i> Структура и задачи курса физики. Механическое движение. Система отсчета, траектория, путь, перемещение. Скорость и ускорение. Нормальное и тангенциальное ускорение. Поступательное и вращательное движение твердого тела. Угловая скорость и угловое ускорение. Связь линейных и угловых кинематических характеристик.	2		
1.2. <i>Динамика поступательного движения.</i> Динамика поступательного движения. Инерциальные системы отсчета. Понятие массы и силы. Законы Ньютона. Центр масс системы. Теорема о движении центра масс. Основное уравнение динамики поступательного движения тела. Закон сохранения импульса. Консервативные и диссипативные силы. Механическая работа. Мощность. Кинетическая энергия. Потенциальная энергия. Закон сохранения и превращения энергии в механике.	4		
1.3. <i>Динамика вращательного движения</i> Кинетическая энергия вращающегося тела. Момент инерции. Методы расчета момента инерции. Теорема Штейнера. Момент силы относительно точки и относительно оси. Момент импульса материальной точки относительно центра и относительно неподвижной оси. Момент силы. Основное уравнение динамики вращательного движения. Закон сохранения момента импульса. Применение законов сохранения к вращательному движению.	4	2	
<b>2. Электростатика</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	
2.1. <i>Напряженность электрического поля и вектор смещения.</i> Электрический заряд и его свойства. Закон Кулона. Напряженность электрического поля. Вектор смещения. Принцип суперпозиции. Расчет электрических полей протяженных тел. Движение электрических зарядов в полях различной конфигурации.	2		



1669695089

2.2. <i>Теорема Гаусса.</i> Силовые линии и линии смещения. Поток вектора напряженности. Поток вектора смещения. Теорема Гаусса. Применение теоремы Гаусса для расчета вектора напряженности электрического поля.	2		
2.3. <i>Потенциал.</i> Работа по перемещению заряда в электрическом поле. Теорема о циркуляции вектора напряженности электростатического поля. Потенциал. Связь потенциала с напряженностью. Эквипотенциальные поверхности. Методы расчета разности потенциалов.	2		
2.4. <i>Проводники в электрическом поле.</i> Электрическое поле внутри проводника и снаружи, вблизи его поверхности. Сила, действующая на поверхность проводника. Свойства замкнутой проводящей оболочки. Заземление.	1		
2.5. <i>Электрическое поле в диэлектриках.</i> Поляризация диэлектриков. Поляризованность. Механизмы поляризации. Диэлектрическая восприимчивость. Напряженность электрического поля внутри диэлектрика. Связь поляризованности и вектора смещения. Условия на границе раздела двух диэлектриков.	1		
2.6. <i>Емкость. Конденсаторы. Энергия электрического поля.</i> Емкость уединенного проводника. Конденсаторы. Энергия заряженного проводника и заряженного конденсатора. Энергия электрического поля. Объемная плотность энергии.	2		
<b>3. Постоянный электрический ток</b>			
3.1. Электрический ток и его характеристики. Закон Ома для однородного и неоднородного участков цепи. Классическая теория электропроводности металлов. Дифференциальная форма закона Ома. Правила Кирхгофа. Расчет сложных электрических цепей. Работа и мощность тока. Закон Джоуля-Ленца. КПД источника тока.	4		
<b>4. Электромагнитные явления</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	
4.1. <i>Действие магнитного поля на токи и движущиеся заряды.</i> Магнитное поле. Вектор магнитной индукции. Сила, Лоренца.. Движение зарядов в магнитных полях. Сила Ампера. Контур с током в магнитном поле. Магнитный момент.	2		
4.2. <i>Методы расчета магнитных полей.</i> Закон Био-Савара-Лапласа. Принцип суперпозиции для вектора магнитной индукции. Расчет магнитного поля прямолинейного и кругового участков проводника с током. Вектор напряженности магнитного поля. Теорема о циркуляции вектора напряженности магнитного поля. Применение теоремы о циркуляции к расчету магнитного поля. Магнитное поле в веществе. Диа-, пара- и ферромагнетики.	3		
4.3. <i>Явление электромагнитной индукции.</i> Поток вектора магнитной индукции. Теорема Гаусса для магнитного поля. Потокосцепление. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея. Правило Ленца. Явления самоиндукции и взаимной индукции. Индуктивность. Энергия магнитного поля.	2		
4.4. <i>Уравнения Максвелла.</i> Уравнения Максвелла для стационарных полей. Вихревое электрическое поле. Ток смещения. Уравнения Максвелла для произвольных полей.	1		
<b>Итого за II семестр</b>	<b>32</b>	<b>6</b>	
<b>Курс 2 / семестр III</b>			



1669695089

<b>5. Колебания и волны</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	
5.1. <i>Колебания</i> . Уравнение гармонических колебаний. Характеристики гармонических колебаний. Примеры механических и электромагнитных гармонических колебаний. Колебательный контур. Сложение гармонических колебаний одинаковой частоты и направления. Векторные диаграммы. Затухающие и вынужденные электромагнитные колебания.			
5.2. Волны. Продольные и поперечные волны. Уравнение плоской волны. Волновое число и длина волны. Электромагнитные волны и их свойства. Энергия электромагнитных волн. Вектор Умова-Пойнтинга.			
<b>6. Волновая и квантовая оптика.</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	
6.1. <i>Поляризация света</i> . Естественный и поляризованный свет. Поляризаторы. Закон Малюса. Поляризация света при отражении от границы диэлектрика. Двойное лучепреломление.			
6.2. <i>Интерференция света</i> . Условия наблюдения интерференции. Способы получения когерентных волн. Условия максимума и минимума при интерференции. Примеры интерференции.			
6.3. <i>Дифракция света</i> . Принцип Гюйгенса - Френеля. Зоны Френеля. Дифракция Френеля на круглом отверстии. Дифракция Фраунгофера на щели. Дифракционная решетка.			
6.4. <i>Квантово-оптические явления</i> . Тепловое излучение. Абсолютно черное тело. Законы теплового излучения (Кирхгофа, Стефана-Больцмана, Вина). Формула Планка. Фотоэффект. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Фотон. Энергия и импульс фотона. Эффект Комптона. Корпускулярно-волновой дуализм.			
<b>7. Элементы термодинамики и статистической физики.</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	
7.1. <i>Термодинамика</i> . Термодинамические параметры состояния системы. Микро- и макроскопические параметры, связь между ними. Уравнение Менделеева-Клапейрона и его связь с основным уравнением молекулярно-кинетической теории газов. Работа, совершаемая газом при расширении, внутренняя энергия, количество теплоты. I начало термодинамики. Теплоемкость. Изопроцессы. Энтропия. II начало термодинамики и его статистический смысл. Круговые процессы (циклы) и их использование. Цикл Карно. КПД цикла Карно.			
7.2. <i>Элементы статистической физики</i> . Распределения Максвелла и Больцмана. Распределение молекул газа по скоростям, импульсам и энергиям. Средняя кинетическая энергия молекулы. Экспериментальное доказательство распределения молекул газа по скоростям. Явления переноса.			
<b>8. Элементы квантовой механики</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	
8.1. <i>Волновые свойства вещества</i> . Волны де Бройля. Экспериментальное подтверждение волновых свойств микрочастиц. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Волновая функция, ее статистический смысл и свойства.			
8.2. <i>Уравнение Шредингера и его решение в частных случаях</i> . Частица в потенциальном ящике. Квантование энергии. Уравнение Шредингера для электрона в атоме водорода. Квантовые числа. Спин. Принцип Паули. Атомные спектры.			



1669695089

<b>9. Электрические свойства твердых тел</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	
9.1. <i>Элементы квантовой статистики.</i> Фермионы и бозоны. Вырожденный электронный газ в металлах. Распределение Ферми-Дирака. Сверхпроводимость.	2		
9.2. <i>Элементы зонной теории твердых тел</i> Зонная структура твердых тел. Металлы, диэлектрики и полупроводники. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Фотопроводимость полупроводников (внутренний фотоэффект). Контакт двух металлов. Контакт двух полупроводников (p-n-переход). Контакт металл-полупроводник. Термоэлектрические явления и их применение.	4		
9.3. <i>Элементы ядерной физики.</i> Структура атомного ядра. Дефект масс и энергия связи. Ядерные силы. Радиоактивный распад и его виды. Закон радиоактивного распада. Ядерные реакции. Спонтанное деление тяжелых ядер. Цепная реакция. Термоядерная реакция. Ядерная энергетика.	2	1	
<b>Итого за III семестр</b>	<b>32</b>	<b>6</b>	

#### 4.2. Лабораторные занятия

На лабораторных занятиях учебная группа из 24-28 студентов делится на две подгруппы по 12-14 студентов. При выполнении лабораторных работ каждая подгруппа делится на 4 бригады по 3-4 студента, которые выполняют лабораторные работы в соответствии с индивидуальным графиком, приведенным ниже. Каждая бригада студентов очной формы обучения должна выполнить по шесть лабораторных работ во II и III семестрах. В форс-мажорных обстоятельствах (карантин, длительная болезнь студента, длительное отсутствие на занятиях по уважительной причине) допускается выполнение лабораторных работ онлайн в системе MOODLE с представлением отчета в элементе "Задание". Студенты заочной формы обучения выполняют по 2 лабораторные работы в каждом семестре.

Наименование работы	Трудоемкость в часах		
	ОФ	ЗФ	ОЗФ
<b>Курс 1/ Семестр II</b>			
1. <i>Вводное занятие.</i> Методы выполнения измерений и обработки их результатов. Правила оформления отчетов по лабораторным работам. Правила техники безопасности в лаборатории механики.	2		
2. <i>Кинематика и динамика поступательного движения.</i> Выполнение лабораторной работы, по динамике поступательного движения, подготовка и сдача отчета (одна из нижеперечисленных работ, по выбору преподавателя): 1. Измерение скорости пули баллистическим методом 2. Изучение основного закона динамики поступательного движения 3. Изучение упругого удара шаров. 4. Определение коэффициента внутреннего трения эластичности методом Стокса	4		



1669695089

3. <i>Кинематика и динамика вращательного движения</i> . Выполнение лабораторной работы, по динамике поступательного движения, подготовка и сдача отчета (одна из нижеперечисленных работ, по выбору преподавателя): 1. Изучение законов поступательного и вращательного движения при помощи маятника Обербека 2. Изучение законов движения связанных тел. 3. Определение параметров движения твердых тел на основе законов сохранения 4. Определение момента инерции маятника Максвелла	4		
Коллоквиум по теме "Механика"	2		
4. <i>Вводное занятие по работе в лаборатории электромагнетизма</i> . Электроизмерительные приборы и работа с ними. Последовательность сборки электрических цепей. Техника безопасности в лаборатории электромагнетизма.	2		
5. <i>Электростатика</i> . Побригадное выполнение по выбору преподавателя одной из следующих работ: 1. Изучение квазистатических электрических полей. 2. Определение диэлектрической проницаемости неполярного диэлектрика и поляризуемостью его молекул. 3. Определение емкости конденсатора методом моста Сотти.	4	3	
6. <i>Электромагнетизм</i> . Выполнение трех лабораторных работ побригадно в порядке, установленном преподавателем: 1. Определение горизонтальной составляющей вектора индукции магнитного поля Земли. 2. Изучение магнитного поля соленоида при помощи датчика Холла. 3. Измерение индуктивности катушки.	12	3	
7. <i>Итоговое занятие</i> . Коллоквиум по теме "Электричество и магнетизм"	2		
<b>Итого за II семестр</b>	<b>32</b>	<b>6</b>	
<b>Курс 2 / Семестр III</b>			
1. <i>Вводное занятие</i> . Техника безопасности в лаборатории оптики и в лаборатории физики твердого тела. Организационные вопросы.	2		
2. <i>Волновая и квантовая оптика</i> . Выполнение в соответствии с графиком, установленным преподавателем, каждой из бригад трех лабораторных работ из следующего набора: 1. Изучение закона Малюса. 2. Использование интерференционных колец равного наклона для определения показателя преломления стекла. 3. Изучение интерференции света при помощи бипризмы Френеля 4. Дифракция света на щели и мелких круглых частицах. 5. Проверка уравнения Эйнштейна для внешнего фотоэффекта.	14	3	
3. <i>Электрические свойства твердых тел</i> . Выполнение в соответствии с графиком, установленным преподавателем, каждой из бригад трех лабораторных работ из следующего набора: 1. Определение постоянной Холла в полупроводнике. 2. Изучение температурной зависимости сопротивления металлов и полупроводников. 3. Изучение полупроводникового диода.	12	3	
4. Коллоквиум по теме "Электрические свойства твердых тел"	2		
4. Итоговое занятие.	2		



1669695089

Итого за III семестр	<b>32</b>	<b>6</b>	
----------------------	-----------	----------	--

#### 4.3 Практические (семинарские) занятия

Тема занятия	Трудоемкость в часах		
	ОФ	ЗФ	ОЗФ
<b>Курс 1/ Семестр II</b>			
1. Кинематика поступательного и вращательного движения	4		
2. Динамика поступательного движения. Законы сохранения импульса и энергии.	4		
3. Динамика вращательного движения. Закон сохранения момента импульса.	4	2	
4. Закон Кулона. Напряженность электрического поля. Теорема Гаусса.	4		
5. Потенциал. Связь потенциала с напряженностью.	2		
6. Емкость. Конденсаторы. Энергия электрического поля.	2		
7. Постоянный электрический ток	2	2	
8. Токи и движущиеся заряды в магнитном поле	2		
9. Методы расчета магнитных полей	4	2	
10. Работа по перемещению проводника с током в магнитном поле. Магнитный поток. Явление электромагнитной индукции.	2		
11. Итоговое тестирование в системе Moodle	2		
<b>Итого за II семестр</b>	<b>32</b>	<b>6</b>	
<b>Курс 2 / Семестр III</b>			
1. Колебания. Сложение гармонических колебаний одинаковой частоты и направления. Векторные диаграммы	2		
2. Электромагнитные колебания. Переменный электрический ток	2	2	
3. Свойства электромагнитных волн. Поляризация света	2		
4. Интерференция	2		
5. Дифракция	2		
6. Законы теплового излучения	2		
7. Фотоэффект. Эффект Комптона	2		
8. Уравнение Менделеева-Клапейрона. I начало термодинамики. Круговые процессы (циклы). КПД цикла.	2	1	
9. Энтропия и ее свойства. II начало термодинамики.	2	1	
10. Волны де Бройля. Соотношение неопределенностей Гейзенберга	2		



1669695089

11. Волновая функция. Частица в потенциальном ящике	2	2	
12. Квантовые числа. Спин	2		
13. Энергетическая структура металла. Распределение Ферми-Дирака. Уровень Ферми и работа выхода электрона из металла.	2		
14. Полупроводники (семинар).	2		
15. Элементы ядерной физики	4		
<b>Итого за III семестр</b>	<b>32</b>	<b>6</b>	

**4.4 Самостоятельная работа обучающегося и перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Вид СРС	Трудоемкость в часах		
	ОФ	ЗФ	ОЗФ
<b>Курс I / Семестр II</b>			
1. Изучение теоретического материала (лекции в системе MOODLE, учебники и учебные пособия) по разделам: Механика, Электростатика, Постоянный электрический ток, Электромагнетизм.	16	45	
2. Текущее тестирование в системе MOODLE	4	26	
3. Выполнение индивидуальных заданий по решению задач (задачи с вычисляемым ответом, индивидуальные задания со случайным выбором в системе MOODLE)	16	45	
4. Подготовка к выполнению лабораторных работ и отчетов по лабораторным работам	12	6	
<b>Итого за II семестр</b>	<b>48</b>	<b>122</b>	
<b>Зачет</b>		<b>4</b>	
<b>Курс II / Семестр III</b>			
1. Изучение теоретического материала (лекции в системе MOODLE, учебники и учебные пособия) по разделам: Колебания и волны, Волновая и квантовая оптика, Элементы термодинамики и статистической физики, Элементы квантовой механики, Электрические свойства твердых тел, Элементы ядерной физики	32	60	
2. Текущее тестирование в системе MOODLE	8	60	
3. Выполнение индивидуальных заданий по решению задач (задачи с вычисляемым ответом, индивидуальные задания со случайным выбором в системе MOODLE)	20	60	
4. Подготовка к выполнению лабораторных работ и отчетов по лабораторным работам	24	9	
<b>Итого за III семестр</b>	<b>84</b>	<b>189</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>36</b>	<b>9</b>	



1669695089

#### 4.5 Курсовое проектирование

### 5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине "Физика"

#### 5.1 Паспорт фонда оценочных средств

Формы текущего контроля	Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины	Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Уровень
-------------------------	---	----------------------------------	-----------------------------------	---------



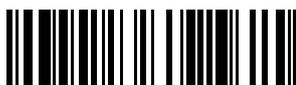
1669695089

<p>1. Опрос в форме тестирования в процессе обязательного изучения лекций в системе MOODLE с вопросами, позволяющими оценить понимание излагаемого материала.</p> <p>2. Индивидуальные домашние задания в форме заданий с текстовым решением или в форме тестов, включающих из вопросы-эссе и вопросы с вычисляемым ответом.</p> <p>3. Устный опрос - допуск к лабораторной работе (в форс-мажорной ситуации допускается получение допуска в форме компьютерного тестирования)</p> <p>4. Критическое обсуждение отчета по лабораторной работе. (В форс-мажорной ситуации допускается обсуждение отчета в рамках элемента "Задание" в системе MOODLE и диалога с преподавателем в системе ВВВ).</p>	УК-1	Использует знание физических законов для решения поставленных задач	<p>Знать: основные законы механики, молекулярной физики и термодинамики, электростатики и электромагнетизма, волновой и квантовой оптики, ядерной физики и элементарных частиц; физический смысл и математическое изображение основных физических законов</p> <p>Уметь: самостоятельно анализировать физические явления, происходящие в природе и различных устройствах; самостоятельно работать со справочной литературой; выполнять необходимые расчеты и определять параметры процессов..</p> <p>Владеть: современными методами решения физических задач и измерения параметров различных процессов в технических устройствах и системах.</p>	Высокий или средний
<p><b>Высокий уровень достижения компетенции</b> - компетенция сформирована частично, рекомендованные оценки: отлично, хорошо, зачтено.</p> <p><b>Средний уровень достижения компетенции</b> - компетенция сформирована частично, рекомендованные оценки: хорошо, удовлетворительно, зачтено.</p> <p><b>Низкий уровень достижения компетенции</b> - компетенция не сформирована частично, оценивается неудовлетворительно или не зачтено</p>				

## 5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы

### 5.2.1. Оценочные средства при текущем контроле

Текущий контроль основан на активном использовании системы дистанционного обучения Moodle. Контроль усвоения теоретического материала выполняется при помощи вопросов с выбором ответа, являющихся частью элемента курса "Лекция". Контроль усвоения практических навыков



1669695089

решения задач также осуществляется при помощи использования системы тестирования и индивидуальных заданий в системе Moodle. Контроль усвоения практических навыков работы с измерительными приборами, обработки и анализа результатов измерений осуществляется при помощи устного опроса (в форс-мажорных ситуациях, таких, как вынужденный переход на дистанционное обучение или невозможность посещения студентом аудиторных занятий по уважительной причине (длительное заболевание, соревнования, олимпиады) допускается обсуждение данных вопросов в режиме телеконференции с использованием системы ВВВ).

**Тестирование в процессе прохождения элемента курса «Лекция» в системе Moodle (2,3 семестры)**

1) 2,7 В; 2) 2,3 В; 5 В; 7,7 В.

Процент верных ответов	70-100	0-69
Шкала оценивания:	Зачтено	Не зачтено

**Примеры лекционных тестовых заданий по разным разделам курса:**

1. Камень, брошенный из окна второго этажа с высоты 4 м, падает на землю на расстоянии 3 м от стены дома. Чему равен модуль перемещения камня?

а) 3 м; б) 4 м; в) 5 м; г) 7 м.

2. Брусок массой 1 кг движется вверх по наклонной плоскости, составляющей угол 60 градусов к горизонту. Коэффициент трения скольжения 0,1. Чему равен модуль силы трения?

а) 10 Н; б) 100 Н; в) 8,66 Н; г) 5 Н.

3. Внутри сферической поверхности расположен диполь, состоящий из зарядов  $-q$  и  $+q$ , находящихся на расстоянии  $r$  друг от друга. Чему равен поток вектора смещения через поверхность сферы?

1) 0; 2)  $q$ ; 3)  $2q$ ; 4) Ответ зависит от ориентации диполя внутри сферы

4. Электрон, альфа-частица и протон влетают в магнитное поле в направлении, перпендикулярном линиям магнитной индукции. Радиус кривизны траектории какой частицы минимален?

1) электрона; 2) альфа-частицы; 3) протона; 4) все радиусы траекторий одинаковы.

5. Работа выхода электрона из металла составляет 2,7 эВ. Энергия кванта света, вызвавшего фотоэффект, равна 5 эВ. Какое задерживающее напряжение необходимо для прекращения фотоэффекта?

**Индивидуальные домашние задания в форме тестов в системе MOODLE.**

Если вопросы лекции, задаваемые каждому студенту, одинаковы, хотя и могут следовать в разном порядке в пределах одного раздела лекции, то тесты-домашние задания различны для каждого студента. Домашние задания предлагаются в виде тестов, содержащих один вопрос - эссе, два случайных вопроса с выбором ответа по данной теме, и три случайных вопроса с вычисляемым ответом, представляющих собой полноценные задачи, в которых численные значения параметров задаются компьютером случайным образом. Все виды вопросов отбираются случайным образом из соответствующих категорий вопросов заданной темы. Такие тесты практически исключают повторение вариантов заданий у разных студентов. Студент должен ответить на вопрос-эссе, выбрать правильные ответы в вопросах с выбором ответа, решить задачи и рассчитать ответы в вопросах с вычисляемым ответом. Задание считается выполненным, если даны верные ответы не менее, чем на 4 вопроса. Таким образом, хотя бы один верный ответ должен быть получен при решении задачи с вычисляемым ответом.

Если необходимое число верных ответов набрано, студент должен устно или письменно (в рамках элемента "Задание" в Moodle) пояснить решение одного из заданий с вычисляемым ответом (по своему выбору) преподавателю, внятно изложив последовательность решения задачи.

*Критерии оценок индивидуального задания:*

- 85...100 баллов - при правильном ответе на 5-6 тестовых вопросов и полном и правильном пояснении решения одной из задач с вычисляемым ответом;

- 75...84 балла - при правильном и полном ответе на 4 тестовых вопроса и полном и правильном пояснении решения одной из задач с вычисляемым ответом, либо при правильном ответе 5-6 тестовых вопросов и неполном пояснении решения одной из задач с вычисляемым ответом;

- 60...74 балла - при правильном и полном ответе на 4-5 тестовых вопросов и неполном пояснении решения одной из задач с вычисляемым ответом;

- 0...60 баллов - при правильном и полном ответе менее, чем на 4 тестовых вопроса ;

Количество баллов	0-59	60-75	75-84	85-100
Шкала оценивания	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично



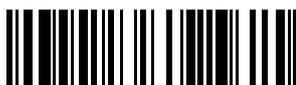
1669695089

### Примеры заданий с вопросом-эссе

1. Какие данные необходимы для оценки времени скатывания санок с горки? Конечной скорости санок? Где можно получить эти данные?
2. При решении задач, как правило, используются II и III законы Ньютона. А ждя чего же нужен I закон Ньютона?
3. При каких условиях выполняется закон сохранения импульса?  
Приведите примеры.
4. При каких условиях выполняется закон сохранения механической энергии?
5. Сформулируйте основной закон динамики вращательного движения и приведите примеры, иллюстрирующие этот закон.
6. Сформулируйте закон сохранения момента импульса и приведите примеры ситуаций, в которых этот закон выполняется.
7. Какие данные необходимо иметь для того, чтобы оценить работу, совершаемую при увеличении расстояния между обкладками плоского воздушного конденсатора?
8. Какие носители заряда могут участвовать в протекании тока по полупроводнику?
9. Следствием какого физического закона является I правило Кирхгофа? Сформулируйте это правило.
10. Сформулируйте II правило Кирхгофа.
11. Сформулируйте закон Фарадея и правило Ленца. Приведите примеры их выполнения.
12. Какие характеристики поля изменяются периодически в бегущей электромагнитной волне?
13. Где в быту применяется электромагнитное поле?
14. В чем заключается фиический смысл абсолютного показателя преломления среды? Что показывает относительный показатель преломления?
15. Почему нельзя наблюдать интерференцию световых вол, испускаемых двумя электрлампами?
16. Может ли наблюдаться дифракционный минимум при дифракции Френеля на кругло отверстии? При каком условии?
17. Как можно получить поляризованный свет?
18. Какое тело называют абсолютно черным? Почему при решении задач Солнце рассматривают как абсолютно черное тело?
19. Какой фундаментальный закон физики выражает уравнение Эйнштейна для фотоэффекта?
20. В чем состоит эффект Комптона?
21. Сформулируйте постулаты Бора. Какие еще законы физики Бор использовал, рассчитывая спектр атома водорода?
22. Может ли частица находиться на дне потенциальной ямы? Почему?
23. Что характеризуют квантовые числа - главное, орбитальное и магнитное? Какие значения они могут принимать? Какое еще число важно для описания электронной конфигурации атома?
24. Опишите три разных вида проводимости полупроводников.
25. Какие виды радиоактивного распада Вам известны? Как изменится состав ядра в каждом из этих видов?
26. Какие законы сохранения выполняются в ядерных реакциях? Приведите примеры.

### Примеры тестовых заданий с выбором ответа

1. Частица из состояния покоя начала двигаться по дуге окружности радиуса 1 м с постоянным угловым ускорением  $2 \text{ с}^{-2}$ . Отношение нормального ускорения к тангенциальному через одну секунду равно ...  
а) 1; б) 2; в) 3; г) 4; д) 8.
2. Сплошной и полый цилиндры, имеющие одинаковые массы и радиусы, вкатываются без проскальзывания на горку. Если начальные скорости тел одинаковые, то ...  
а) выше поднимется полый цилиндр;  
б) выше поднимется сплошной цилиндр;  
в) оба тела поднимутся на одну и ту же высоту.
3. Стержень длиной 20 см покоится в некоторой ИСО. В другой ИСО его длина может стать равной...  
а) 10 см; б) 21 см; в) 30 см; г) 40 см.
4. Камень, брошенный из окна второго этажа с высоты 4 м, падает на землю на расстоянии 3 м от стены дома. Чему равен модуль перемещения камня?  
а) 3м; б) 4 м; в) 5 м; г) 7 м.
5. Брусок массой 1 кг движется вверх по наклонной плоскости, составляющей угол 60 градусов к горизонту. Коэффициент трения скольжения 0,1. Чему равен модуль силы трения?



1669695089

- а) 10 Н; б) 100 Н; в) 8,66 Н; г) 5 Н.
6. Сплошной и полый (трубка) цилиндры, имеющие одинаковые массы и радиусы, вкатываются без проскальзывания на горку. Если начальные скорости тел одинаковы, то...
- 1) выше поднимется полый цилиндр;
  - 2) выше поднимется сплошной цилиндр;
  - 3) оба тела поднимутся на одну и ту же высоту.
7. Шар и полый цилиндр (трубка), имеющие одинаковые массы и радиусы, вкатываются без проскальзывания на горку. Если начальные скорости этих тел одинаковы, то...
- 1) выше поднимется полый цилиндр;
  - 2) выше поднимется шар;
  - 3) оба тела поднимутся на одну и ту же высоту
8. Точечный заряд 531 нКл помещен в центре куба с длиной ребра 10 см. Поток вектора напряженности поля через одну грань куба равен ...
- а) 1 Нм<sup>2</sup>/Кл; б) 10 кВ • м; в) 5,31 В • м<sup>2</sup>; г) 8,85 Нм<sup>2</sup>/Кл.
9. Внутри сферической поверхности расположен диполь, состоящий из зарядов -q и +q, находящихся на расстоянии r друг от друга. Чему равен поток вектора смещения через поверхность сферы?
- 1) 0; 2) q; 3) 2q; 4) Ответ зависит от ориентации диполя внутри сферы.
10. Электрон, альфа-частица и протон влетают в магнитное поле в направлении, перпендикулярном линиям магнитной индукции. Радиус кривизны траектории какой частицы минимален?
- 1) электрона; 2) альфа-частицы; 3) протона; 4) все радиусы траекторий одинаковы.
11. Сила тока за 10 с равномерно возрастает от 1 А до 3 А. За это время через поперечное сечение проводника переносится заряд, равный ...
- 1) 40 Кл; 2) 10 Кл; 3) 20 Кл; 4) 30 Кл.
12. Какое из приведенных ниже выражений определяет силу тока в проводнике?
- 1)  $qvln/S$ ; 2)  $qvn$ ; 3)  $qvnS/l$ ; 4)  $qvnl$ ; 5)  $qvnS$ .
14. Уравнение волны имеет вид  $y = 0,01\sin(1000t - 2x)$ . Скорость распространения волны равна (в м/с)...
- а) 500; б) 1000; в) 2000.
15. Если на пути сферической волны поставить преграду, закрывающую все зоны Френеля, кроме первой, то амплитуда вектора напряженности электрического поля в центре дифракционной картины...
- а) уменьшится в 2 раза;
  - б) увеличится в 2 раза;
  - в) увеличится в n раз;
  - г) не изменится.
16. Давление света зависит от ...
- а) степени поляризации света;
  - б) показателя преломления вещества, на которое падает свет;
  - в) энергии фотона;
  - г) скорости света в среде.
17. Если частицы имеют одинаковую длину волны де Бройля, то наименьшей скоростью обладает ...
- а) позитрон; б) протон; в) -частица; г) нейтрон.
18. Складываются два колебания одного направления с равными периодами и одинаковыми амплитудами, составляющими 10 см. При разности фаз, равной  $3\pi/2$ , амплитуда результирующего колебания равна ...
- 1) 20 см; 2) 14,1 см; 3) 10,5 см ; 4) 0.
19. Доказательством поперечности световой волны служит ...
- 1) дисперсия света;
  - 2) поляризация света;
  - 3) интерференция света;
  - 4) дифракция света.
20. "Просветление" оптики основано на явлении...
- 1) дисперсии света;



1669695089

- 2) поляризации света;  
 3) интерференции света;  
 4) дифракции света.
21. Наибольший порядок дифракционного максимума при нормальном падении света с длиной волны 650 нм на дифракционную решетку с периодом 3 мкм равен...
- 1) 4; 2) 3; 3) 2; 4) 10.
22. Если свет падает на границу двух изотропных сред под углом Брюстера, то отраженный свет...
- 1) частично поляризован; 2) максимально поляризован; 3) не поляризован
23. Интенсивность монохроматического света, падающего на катод фотоэлемента, увеличилась в два раза. В результате этого...
- 1) задерживающаяся разность потенциалов уменьшилась в два раза;  
 2) фототок насыщения увеличился в два раза;  
 3) максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов увеличилась в два раза;  
 4) температура фотоэлемента увеличилась в два раза.
24. При нагревании абсолютно черного тела длина волны, на которую приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости, изменилась от 750 нм до 500 нм. Энергетическая светимость тела при этом...
- 1) увеличилась в 7,6 раза;  
 2) увеличилась в 1,5 раза;  
 3) уменьшилась в 5 раз;  
 4) увеличилась в 5 раз.
25. Явление испускания электронов веществом под действием электромагнитного излучения называется...
- 1) фотосинтезом;  
 2) электризацией;  
 3) фотоэффектом;  
 4) ударной ионизацией.
26. Абсолютно черное тело и серое тело имеют одинаковую температуру. При этом интенсивность излучения...
- 1) больше у серого тела;  
 2) определяется площадью поверхности тела;  
 3) больше у абсолютно черного тела;  
 4) одинаковая у обоих тел.
27. Параллельный пучок света падает по нормали на зачерненную плоскую поверхность, производя давление  $P$ . При замене поверхности на зеркальную давление света не изменится, если угол падения (отсчитываемый от нормали к поверхности) будет равен...
- 1) 60 градусов;  
 2) 45 градусов;  
 3) 30 градусов;  
 4) 0 градусов.
28. Определить энергию  $W$ , излучаемую за время  $t = 1$  мин из смотрового окошка площадью 8 сантиметров квадратных плавильной печи, если ее температура  $T = 1200$  К.
- 1) 5,65 кДж; 2) 10 Дж; 3) 15 кДж.
29. На поверхность лития падает монохроматический свет с длиной волны 310 нм. Чтобы прекратить эмиссию электронов, нужно приложить задерживающую разность потенциалов  $U$  не менее 1,7 В. Определить работу выхода  $A$ .
- 1) 2,3 эВ; 2) 5 эВ; 3) 10 эВ.
30. Если частицы имеют одинаковую длину волны де Бройля, то наименьшей скоростью обладает... 1) позитрон; 2) протон; 3) альфа-частицы; 4) нейтрон.
31. Если протон и нейтрон движутся с одинаковыми скоростями, то отношения их длин волн де Бройля равно... 1) 1/2; 2) 2; 3) 1; 4) 4.
32. К какой частице с наибольшей точностью можно применить понятие траектории? 1) пылинки; 2) протон; 3) электрон; 4) атом.
33. Де Бройль утверждал, что волновыми свойствами обладают ... 1) электроны; 2) протоны; 3) нейтроны; 4) фотоны.
34. Какие явления свидетельствуют о волновой природе света? 1) Интерференция. 2) Дифракция. 3) Поляризация. 4) Эффект Комптона.



35. Какие явления свидетельствуют о корпускулярной природе света? 1) Интерференция. 2) Фотоэффект. 3) Эффект Комптона.

36. Согласно каким ограничениям микробиъект не может иметь определенную координату и определенную соответствующую проекцию импульса? 1) Согласно соотношениям неопределенностей Гейзенберга. 2) Согласно гипотезе де Бройля. 3) Согласно теории вероятностей. 4) Согласно статистическим закономерностям.

37. Электрон, начальной скоростью которого можно пренебречь, прошел ускоряющую разность потенциалов  $U = 51$  В. Найти длину волны де Бройля. 1) 172 пм; 2) 1,4 пм; 3) 150 пм.

**Примеры тестовых заданий с вычисляемым ответом** (значения параметров в фигурных скобках задаются автоматически случайным образом).

1. Тело массой  $\{m\}$  кг ударяется о неподвижное тело массой  $\{M\}$  кг, которое после удара начинает двигаться с кинетической энергией  $\{W\}$  Дж. Считая удар центральным и упругим, найти кинетическую энергию первого тела до и после удара. Ответ выразите в джоулях, округлив до 3 значащих цифр.

2. Три стороны квадрата равномерно заряжены по длине с линейной плотностью заряда  $\{A\}$  нКл/м. При этом напряженность электрического поля в центре квадрата составляет  $\{E\}$  В/м. Какой станет напряженность электрического поля в центре квадрата, если четвертую сторону квадрата зарядить с линейной плотностью заряда  $\{k\}\{A\}$  нКл/м?

3. Температура черного тела  $\{T\}$  К. Определить длину волны, на которую приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости. Ответ выразить в нанометрах, округлив до трех значащих цифр.

#### **Допуск к лабораторной работе.**

Перед выполнением лабораторной работы обучающийся должен представить заранее подготовленную заготовку будущего отчета по выполнению работы и ответить на 3-4 вопроса о цели работы, измерениях, которые должны быть выполнены, физических законах, которые будут использоваться при выполнении работы. Вопросы приведены в Методических указаниях по выполнению лабораторной работы. Допуск к лабораторной работе производится только после удовлетворительного ответа на поставленные вопросы. При дистанционном выполнении лабораторной работы для допуска используется компьютерное тестирование в системе MOODLE.

Критерии оценивания: - 65-100 баллов - при полных ответах на поставленные вопросы; - 0-64 балла - при неверных или неполных ответах.

Количество баллов	0 - 64	65 - 100
Шкала оценивания	Недопуск	Допуск

#### **Критический разбор отчетов по лабораторным работам**

При проверке отчетов по лабораторным работам, предусмотренным в разделе 4, обучающиеся должны представить выполненные и оформленные отчеты по лабораторным работам. Отчет по каждой лабораторной работе должен иметь следующую структуру:

1. Титульный лист по образцу.
2. Цель лабораторной работы.
3. Приборы и принадлежности.
4. Схему или рисунок установки, а также рисунки, поясняющие вывод рабочих формул.
5. Основные расчетные формулы с обязательным пояснением величин, входящих в формулу.
6. Таблицы.
7. Примеры расчета.
8. Если требуется по заданию - графики и диаграммы.
9. Вывод по лабораторной работе.

Разбор отчета включает проверку соответствия полученных результатов измерений реальным данным, которые должны получаться при использовании лабораторной установки, правильности результатов расчетов, выполненных студентом, анализ соответствия полученных результатов справочным значениям (если таковые имеются) и причин возможных расхождений, полноту представленных выводов.

Правильное выполнение пунктов 1-3 оценивается в 5 баллов, пункта 4 - в 10 баллов, остальных пунктов - по 15 баллов. За неполное или небрежное выполнение любого пункта баллы снижаются. Суммарно студент может набрать от 0 до до 100 баллов.

Критерии оценивания:

Количество баллов	0 - 59	60 -100
Шкала оценивания	Не зачтено	Зачтено



1669695089

## 5.2.2 Оценочные средства при промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине "Физика" проводится в соответствии с ОПОП и является обязательной формой промежуточной аттестации является зачет во 2 семестре и экзамен в 3 семестре.

**Зачет во II семестре проводится по выбору преподавателя либо в форме опроса по контрольным вопросам, либо в форме компьютерного тестирования.**

### **Опрос по контрольным вопросам**

Во время опроса по контрольным вопросам обучающимся задается пять вопросов, соответствующих пяти крупным разделам курса, изучаемым во II семестре.

*Примерный перечень вопросов для опроса*

#### **1. Кинематика поступательного и вращательного движения**

1.1. Основные термины кинематики поступательного движения: система отсчета, траектория, радиус-вектор, путь, перемещение.

1.2. Средняя скорость перемещения и мгновенная скорость, их величина и направление.

1.3. Ускорение, его величина и направление. Нормальное и тангенциальное ускорение.

1.4. Угловая скорость, ее величина и направление.

1.5. Угловое ускорение, его величина и направление.

1.6. Связь линейных и угловых кинематических характеристик.

#### **2. Динамика поступательного и вращательного движения**

2.1. Инерциальные системы отсчета. Первый закон Ньютона.

2.2. Второй и третий законы Ньютона.

2.3. Динамика системы материальных точек. Теорема о движении центра масс.

2.4. Закон сохранения импульса и условия его выполнения.

2.4. Механическая работа. Мощность.

2.5. Кинетическая энергия. Теорема об изменении кинетической энергии.

2.6. Консервативные и неконсервативные силы. Потенциальная энергия.

2.7. Закон сохранения механической энергии.

2.8. Кинетическая энергия вращающегося тела. Момент инерции.

2.9. Момент импульса материальной точки относительно центра и закон его измерения.

2.10. Момент импульса твердого тела относительно заданной оси вращения

2.11. Момент силы относительно заданной оси. Основной закон динамики вращательного движения.

2.12. Закон сохранения момента импульса

### **3. Электростатика**

3.1. Электрический заряд и его свойства. Закон Кулона

3.2. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции.

3.3. Теорема Гаусса и ее применения

3.4. Работа по перемещению заряда в электрическом поле. Потенциал.

3.5. Проводники в электростатическом поле

3.6. Электрическое поле в диэлектриках

3.7. Емкость. Конденсаторы.

3.8. Энергия электрического поля. Объемная плотность энергии.

### **4. Постоянный электрический ток**

4.1. Сила тока и плотность тока. Связь между плотностью тока и скоростью движения электрических зарядов.

4.2. Закон Ома для однородного и неоднородного участка цепи, для замкнутой неразветвленной цепи.

4.3. Правила Кирхгофа.

4.4. Работа и мощность тока. Закон Джоуля-Ленца.

4.5. Классическая теория электропроводности металлов.

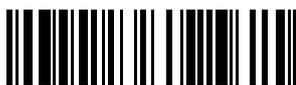
### **5. Электромагнитные явления**

5.1. Действие магнитного поля на движущиеся заряды. Сила Лоренца.

5.2. Траектории движения электрических зарядов в магнитном поле.

5.3. Проводник с током в магнитном поле. Сила Ампера

5.4. Контур с током в магнитном поле. Магнитный поток.



1669695089

- 5.5. Работа по перемещению проводника с током в магнитном поле.
- 5.6. Закон Био-Савара-Лапласа. Примеры его применения.
- 5.7. Напряженность магнитного поля. Теорема о циркуляции вектора напряженности и ее применения.
- 5.8. Магнитное поле в веществе. Диа- и парамагнетики.
- 5.9. Магнитное поле в веществе. Ферромагнетики.
- 5.10. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея. Правило Ленца.
- 5.11. Явление самоиндукции. Индуктивность.
- 5.12. Энергия магнитного поля.
- 5.13. Уравнения Максвелла

Каждый вопрос оценивается, в зависимости от полноты и правильности ответа, на 0 -20 баллов. Баллы ответов суммируются.

Критерии оценивания:

Количество баллов	0 - 60	65 - 100
Шкала оценивания	Не зачтено	Зачтено

#### Компьютерное тестирование

Компьютерное тестирование включает как тесты с выбором ответа, так и задачи с вычисляемым ответом. Последний тип заданий формируется таким образом, чтобы верное решение задания демонстрировало владение материалом курса, но не требовало сложных вычислений. За час обучающийся должен ответить на 10 вопросов теста. Тест формируется таким образом, чтобы охватывать все темы, изучаемые в семестре, а вопрос по каждой теме попадает в тест случайным образом. Каждый верный ответ оценивается в 10 баллов.

Критерии оценивания:

Количество баллов	0 - 60	70 - 100
Шкала оценивания	Не зачтено	Зачтено

Пример зачетного теста во II семестре

1. Зависимость от времени линейной скорости лопатки турбины, расположенной на расстоянии  $\{r\}$  м от оси вращения, задается уравнением  $v = At + Bt^2$ , где  $A = \{A\}$  м/с<sup>2</sup>,  $B = \{B\}$  м/с<sup>3</sup>. Определите угловое ускорение лопатки турбины через  $t = \{t\}$  с после пуска.

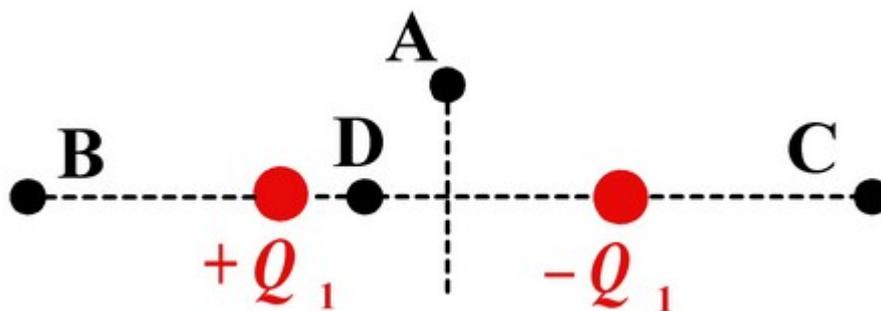
2. Тело массой  $m = \{m\}$  кг движется из состояния покоя с постоянным ускорением. Через  $t = \{t\}$  с оно проходит расстояние  $d = \{d\}$  м.

Определите кинетическую энергию тела в этот момент времени.

3. Три шарика массой  $m = \{m\}$  г каждый, закреплены в вершинах правильного треугольника со стороной  $l = \{l\}$  см. Определите момент инерции системы относительно оси, перпендикулярной треугольнику и проходящей через одну из его вершин.

Массой сторон треугольника пренебречь. Ответ выразить в г·см<sup>2</sup>, округлив до трех значащих цифр.

4. Электрическое поле создано двумя равными по модулю и противоположными по знаку зарядами  $+Q$  и  $-Q$ , расположенными так, как показано на рисунке. Укажите направление напряженности электрического поля в точке С.



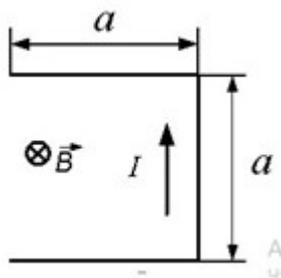
5. Потенциал электрического поля задается формулой:  $\phi = Ax^2 + By - Cz$ , где  $A = \{A\}$  В/м<sup>2</sup>,  $B = \{B\}$  В/м,  $C = \{C\}$  В/м. Определите проекцию вектора напряженности электрического поля на ось X в точке с координатами  $x = \{x\}$  м,  $y = \{y\}$  м,  $z = \{z\}$  м. (Подсказка: помните о знаке: искомая проекция может быть как положительной, так и отрицательной).

6. По участку цепи сопротивлением  $R = \{R\}$  Ом течет ток  $I = \{I\}$  А. Какую работу совершают все силы, перемещая заряд  $q = \{q\}$  Кл по этому участку?

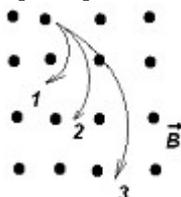
7. Определите модуль и направление силы, действующей на проводник с током в магнитном поле индукцией  $B = \{B\}$  Тл, если ток, текущий по проводнику,  $I = \{I\}$  А, и  $a = \{a\}$  м.



1669695089



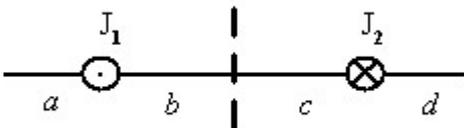
8. Ионы, имеющие одинаковые удельные заряды, влетают в однородное магнитное поле. Их траектории приведены на рисунке.



Наименьшую скорость имеет ион, движущийся по траектории ...

9. Рамка площадью  $S = \{S\} \text{ см}^2$  равномерно вращается с частотой  $n = \{n\} \text{ с}^{-1}$  относительно оси, лежащей в плоскости рамки и перпендикулярно линиям магнитной индукции однородного магнитного поля ( $B = \{B\} \text{ Тл}$ ). Каково среднее значение ЭДС индукции за время, в течение которого магнитный поток, пронизывающий рамку, изменится от нуля до максимального значения? Ответ выразите в вольтах, округлив до 3 значащих цифр.

10. На рисунке изображены сечения двух параллельных прямолинейных длинных проводников с противоположно направленными токами, причем  $J_1 = 2J_2$ . Индукция  результирующего магнитного поля равна нулю в некоторой точке интервала.... (a,b,c,d?)



**Экзамен в III семестре** проводится, по выбору преподавателя, либо в устной форме, либо в форме компьютерного тестирования. Условием допуска к экзамену является выполнение всех видов работ, предусмотренных в семестре, с положительной оценкой. Экзаменуемый случайным образом выбирает билет, содержащий 5 вопросов. из набора, сформированного преподавателем.

*Экзамен в устной форме*

Экзаменуемый случайным образом выбирает билет, содержащий 5 вопросов. из набора, сформированного преподавателем. Ответ на каждый вопрос оценивается от 20 до 100 баллов.

**Пример содержания экзаменационного билета в III семестре:**

1. Конденсатор емкостью 50 мкФ и резистор с сопротивлением 150 Ом включены последовательно в сеть переменного тока с частотой 50 Гц. Какую часть напряжения, приложенного к этой цепи, составляет напряжение на конденсаторе?

2. При комптоновском рассеянии энергия падающего фотона распределилась поровну между рассеянным фотоном и электроном отдачи. Угол рассеяния 90 градусов. Определите энергию падающего фотона.

3. Как изменяется энтропия идеального газа в произвольном процессе?

4. Какими параметрами определяется энергия частицы в прямоугольном потенциальном ящике с бесконечно высокими стенками? Обоснуйте ответ.

5. Собственная и примесная проводимость полупроводников.

*Примеры теоретических вопросов*

1. Свободные, затухающие и вынужденные колебания. Примеры.

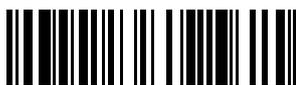
2. Покажите, что колебания тока в идеальном колебательном контуре являются гармоническими.

3. Сложение колебаний одинаковой частоты и направления.

4. Переменный электрический ток.

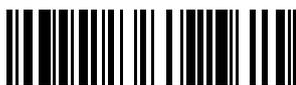
5. Работа и мощность в цепи переменного тока.

6. Волны. Классификация волн. Уравнение плоской волны.



1669695089

7. Электромагнитные волны, особенности плоской электромагнитной волны, вектор Умова - Пойнтинга.
8. Интерференция. Условие наблюдения интерференции.
9. Условия максимума и минимума интерференции.
10. Дифракция. Принцип Гюйгенса - Френеля. Метод зон Френеля.
11. Дифракция Френеля на круглом отверстии и непрозрачном круглом экране.
12. Дифракция Фраунгофера на щели.
13. Дифракционная решетка
14. Поляризация. Способы получения поляризованного света.
15. Двойное лучепреломление.
16. Дисперсия света.
17. Особенности и характеристики теплового излучения. Энергетическая светимость. Закон Стефана-Больцмана.
18. Спектральная плотность энергетической светимости и спектральный коэффициент поглощения. Закон Кирхгофа.
19. Закон смещения Вина.
20. Квантовая природа излучения. Формула Планка.
21. Внешний фотоэффект. Уравнение Эйнштейна.
22. Явление Комптона и его теория.
23. Корпускулярно-волновая двойственность свойств света.
24. Корпускулярно-волновая двойственность свойств частиц вещества, волны де Бройля. Опыты Дэвиссона и Джермера.
25. Соотношения неопределенностей.
26. Уравнение Шредингера: стационарное и временное.
27. Движение частицы в прямоугольной «потенциальной яме» с бесконечно высокими стенками.
28. Строение атома. Теория Бора для водородоподобных систем.
29. Опыты Франка и Герца.
30. Уравнение Шредингера для атома водорода. Основное состояние атома.
31. Квантовые числа.
32. Спин. Принцип Паули. Распределение электронов по энергетическим уровням.
33. Спонтанное и вынужденное излучения, лазеры.
34. Функции распределения Ферми - Дирака и Бозе - Эйнштейна.
35. Энергетические зоны. Зонная структура проводников, диэлектриков и полупроводников.
36. Металлы. Распределение электронов по энергиям. Уровень Ферми. Работа выхода электрона из металла.
37. Сверхпроводимость. Свойства сверхпроводников. Эффект Джозефсона. Эффект Мейсснера.
38. Собственная и примесная проводимость полупроводников.
39. p-n - переход. Полупроводниковый диод.
30. Фотопроводимость.
31. Термоэлектрические явления.
32. Уравнение Менделеева-Клапейрона и его связь с основным уравнением молекулярно-кинетической теории газов.
33. Работа, совершаемая газом при расширении.
34. Внутренняя энергия. Внутренняя энергия идеального газа.
35. Количество теплоты. I начало термодинамики.
36. Энтропия. Свойства энтропии.
37. Изменение энтропии идеального газа.
38. II начало термодинамики и его статистический смысл.
39. Круговые процессы (циклы) и их использование.
40. Цикл Карно. КПД цикла Карно.
41. Строение атомного ядра.
42. Энергия связи атомных ядер, ядерные силы.
43. Законы радиоактивного распада.
44. Гамма-излучение.
45. Основные дозиметрические величины.
46. Ядерные реакции.
47. Деление тяжелых ядер. Атомная энергетика.
48. Термоядерная реакция.



1669695089

Каждый вопрос оценивается, в зависимости от полноты и правильности ответа, на 0 -20 баллов. Баллы ответов суммируются.

Критерии оценивания:

- 85-100 баллов - при правильном и полном ответе на пять вопросов или полном и правильном ответе на 4 вопроса и правильном, но неполном ответе на пятый вопрос.
- 75-84 балла - при правильном и полном ответе на четыре вопроса или правильном и полном ответе на три вопроса и правильном, но неполном ответе на два оставшихся вопроса;
- 60-74 балла - при правильном и полном ответе на три вопроса или правильном, но неполном ответе только на четыре вопроса;
- 25-59 баллов - при правильном и неполном ответе на три и менее вопросов;
- 0-24 балла - при отсутствии правильных ответов на вопросы.

Количество баллов	0-59	60-74	75-84	85-100
Шкала оценивания экзамена	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично

### Компьютерное тестирование

Компьютерное тестирование включает как тесты с выбором ответа, так и задачи с вычисляемым ответом. Последний тип заданий формируется таким образом, чтобы верное решение задания демонстрировало владение материалом курса, но не требовало сложных вычислений. За час обучающийся должен ответить на 10 вопросов теста. Тест охватывает все темы, изучаемые в семестре, а вопрос по каждой теме попадает в тест случайным образом. Каждый верный ответ оценивается в 10 баллов.

Пример экзаменационного теста в III семестре:

1. Колебательный контур состоит из катушки индуктивности  $L$ , конденсатора емкостью  $C$  и резистора сопротивлением  $R$ , соединенных последовательно. Контур подключен к источнику переменного напряжения, амплитуда которого составляет  $\{U\}$  В. Амплитуда напряжения на катушке индуктивности  $U_L = \{UL\}$  В, амплитуда напряжения на конденсаторе  $U_C = \{UC\}$  В. Определите амплитуду напряжения на резисторе.
2. Задано уравнение плоской волны:  $\xi = A \cos(\omega t - kx)$ , где  $\omega = \{\omega\}$  с-1,  $k = \{k\}$  м-1. Определите длину волны (в сантиметрах)).
3. В опыте Юнга расстояние между двумя когерентными источниками света  $d = \{d\}$  мм, расстояние между центрами светлых интерференционных полос  $b = \{b\}$  мм. Расстояние от источника до экрана  $l = \{l\}$  м. Определите длину волны света (в мкм).
4. Поток энергии, излучаемой из смотрового окошка плавильной печи,  $\Phi_e = \{P\}$  Вт. Площадь смотрового окошка  $S = \{S\}$  см<sup>2</sup>. Определите температуру печи.
5. Энергия фотонов, падающих на фотокатод, в  $\{m\}$  раз(а) больше работы выхода электрона из материала фотокатода. Каково отношение максимальной кинетической энергии фотоэлектронов к работе выхода?
6. Кинетическая энергия электрона равна  $\{E\}$  кэВ. Определите длину волны де Бройля (в пикометрах).
7. Работа выхода электрона из серебра равна 4,7 эВ, а работа выхода электрона из платины 5,9 эВ. Какой проводник зарядится положительно при контакте этих металлов?
8. Через некоторое время после включения температура в морозильной камере холодильника составляет  $\{T_2\}$  К. Температура воздуха в помещении, где стоит холодильник, равна  $\{T_1\}$  К. Какое количество теплоты можно отвести от морозильной камеры в этот момент времени, совершив работу 1 Дж? Считать, что холодильник использует цикл Карно.
9. Глубина потенциальной ямы, которая является моделью для изучения поведения электрона в металле, равна  $\{U\}$  эВ. Энергия Ферми составляет  $\{E\}$  эВ. Определите работу выхода электрона из металла. Ответ выразите в эВ.
10. При альфа-распаде атомного ядра зарядовое число  $Z$ ...  
1) увеличивается на 2; 2) уменьшается на 2; 3) не меняется; 4) увеличивается на 1.

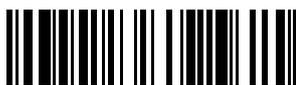
Критерии оценивания:

Количество баллов	0 - 60	7 - 100
Шкала оценивания	Не зачтено	Зачтено

### 5.2.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Процедуры оценивания знаний регламентируются следующими документами:

«Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной



1669695089

аттестациии обучающихся КузГТУ» (КузГТУ Ип 02-12) от 22 августа 2017 г.;

«Положение о порядке индивидуального учета и хранения результатов освоения обучающимися образовательных программ и формировании электронного портфолио обучающихся в КузГТУ» (КузГТУ ИП 02-20) от 28 августа 2017 г.

## **6 Учебно-методическое обеспечение**

### **6.1 Основная литература**

1. Курс физики : в 3 т : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по техническим и технологическим направлениям и специальностям / И. В. Савельев. – Т. 1: Механика. Молекулярная физика.- 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2008. – 352 с. – (Классическая учебная литература по физике). – Текст : непосредственный.

2. Окушко, Н. Б. Физика. Электромагнетизм : учебное пособие [для студентов всех технических специальностей и направлений] / Н. Б. Окушко, Т. В. Лавряшина, Т. А. Балашова ; Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева, Кафедра физики. – Кемерово : КузГТУ, 2014. – 146 с. – URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90135&type=utchposob:common>. – Текст : непосредственный + электронный.

3. Савельев, И. В. Курс физики : учебное пособие : в 3 томах / И. В. Савельев. — 7-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, [б. г.]. — Том 3 : Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц — 2019. — 308 с. — ISBN 978-5-8114-4254-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117716> (дата обращения: 30.07.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Окушко, Н. Б. Физика. Электромагнитные явления. Электростатика и постоянный ток : учебное пособие для всех специальностей и направлений подготовки / Н. Б. Окушко ; Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева. – 2-е изд., испр. и доп. – Кемерово : КузГТУ, 2019. – 141 с. – Текст : непосредственный.

5. Дырдин, В. В. Электричество и магнетизм. Физический практикум : учебное пособие для студентов вузов всех технических специальностей и направлений подготовки / В. В. Дырдин, А. А. Мальшин, И. В. Цвеклинская ; Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева. – Кемерово : КузГТУ, 2020. – 158 с. – URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=91798&type=utchposob:common>. – Текст : непосредственный + электронный.

### **6.2 Дополнительная литература**

1. Трофимова, Т. И. Курс физики : учебное пособие для инженерно-технических специальностей вузов / Т. И. Трофимова. – 12-е изд., стер. – Москва : Академия, 2006. – 560 с. – (Высшее профессиональное образование). – Текст : непосредственный.

2. Чертов, А. Г. Задачник по физике : [учебное пособие для втузов] / А. Г. Чертов, А. А. Воробьев. – 8-е изд., перераб. и доп. – Москва : Физматлит, 2009. – 640 с. – Текст : непосредственный.

3. Физика. Механика. Молекулярная физика. Электростатика : учебное пособие : для студентов очно-заочной формы обучения направления подготовки 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехник / В. В. Дырдин, А. В. Пузынин, А. А. Мальшин, Т. Л. Ким ; Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева. – Кемерово : КузГТУ, 2016. – . – URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=91532&type=utchposob:common> (дата обращения: 30.07.2020). – Текст : электронный.

4. Физика. Электромагнитные явления : в 2 ч : учебное пособие для вузов / Н. Б. Окушко ; ГОУ ВПО Кузбас. гос. техн. ун-т. – Ч. 1: Электростатика и постоянный ток. – Кемерово : КузГТУ, 2005. – 168 с. – URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90158&type=utchposob:common>. – Текст : непосредственный + электронный.

5. Окушко, Н. Б. Методы расчета электрических полей : учебное пособие по дисциплине физика для организации самостоятельной работы студентов технических специальностей и направлений / Н. Б. Окушко, Т. В. Лавряшина ; ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. физики. – Кемерово : КузГТУ, 2011. – . – URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90549&type=utchposob:common> (дата обращения: 30.07.2020). – Текст : электронный.

6. Дырдин, В. В. Электромагнетизм : лабораторный практикум по дисциплине «Физика» для технических специальностей и направлений / В. В. Дырдин, А. А. Мальшин, И. В. Цвеклинская ;



1669695089

Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева. – Кемерово : КузГТУ, 2016. – 1 файл (2,2 Мб). – URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=91407&type=utchposob:common> (дата обращения: 30.07.2020). – Текст : электронный.

7. Зайцев, Г. И. Практикум по оптике и квантовой физике : учебное пособие для студентов технических специальностей и направлений вузов / Г. И. Зайцев ; Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева, Кафедра физики. – Кемерово : КузГТУ, 2014. – 148 с. – URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90126&type=utchposob:common>. – Текст : непосредственный + электронный.

8. Дубровский, В. Г. Электричество и магнетизм : сборник задач и примеры их решения : учебное пособие / В. Г. Дубровский, Г. В. Харламов ; В. Г. Дубровский, Г. В. Харламов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2011. – 89, [3] с. – URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=153388&type=nstu:common> (дата обращения: 30.07.2020). – Текст : электронный.

### 6.3 Методическая литература

1. Физика. Физические основы механики : лабораторный практикум К-304.5 по дисциплине «Физика» для технических специальностей и направлений / ФГБОУ ВО "Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева", Каф. физики ; сост.: В. В. Дырдин [и др.]. – Кемерово : КузГТУ, 2016. – 46 с. – URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=444>. – Текст : непосредственный + электронный.

2. Электростатика. Комплекс К-310.2 : методические указания для лабораторных работ по разделу физики «Электродинамика» для студентов всех направлений и специальностей / ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. физики ; сост.: В. В. Дырдин, А. А. Мальшин, Т. И. Янина. – Кемерово : Издательство КузГТУ, 2015. – 44 с. – URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=8431>. – Текст : непосредственный + электронный.

3. Постоянный ток. Комплекс К-310.3 : методические указания для лабораторных работ по разделу физики «Электродинамика» для студентов всех направлений и специальностей / ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. физики ; сост.: В. В. Дырдин, А. А. Мальшин, Т. И. Янина. – Кемерово : Издательство КузГТУ, 2015. – 41 с. – URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=8433>. – Текст : непосредственный + электронный.

4. Электростатика. Напряженность. Потенциал : методические указания к практическим занятиям по курсу физики для обучающихся всех специальностей и направлений бакалавриата всех форм обучения / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева, Кафедра физики ; составители: С. А. Шепелева, И. В. Цвеклинская. – Кемерово : КузГТУ, 2019. – 34 с. – URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=9543>. – Текст : непосредственный + электронный.

### 6.4 Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» <http://biblioclub.ru/>

2. Электронная библиотечная система «Лань» <http://e.lanbook.com>

3. Электронная библиотека КузГТУ  
[https://elib.kuzstu.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=230&Itemid=229](https://elib.kuzstu.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=230&Itemid=229)

4. Электронная библиотечная система Новосибирского государственного технического университета <https://clck.ru/UoXpy>

5. Справочная правовая система «КонсультантПлюс» <http://www.consultant.ru/>

### 6.5 Периодические издания

1. Известия Российской академии наук. Серия Физическая : журнал (печатный)

2. Успехи физических наук : журнал (печатный)

### 7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

ЭИОС КузГТУ:

а) Электронная библиотека КузГТУ. – Текст: электронный // Научно-техническая библиотека Кузбасского государственного технического университета им. Т. Ф. Горбачева. : сайт. – Кемерово, 2001 -. – URL: <https://elib.kuzstu.ru>. – Текст: электронный.



1669695089

б) Портал КузГТУ : Автоматизированная Информационная Система (АИС) : [сайт] / Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева.- Кемерово: КузГТУ, [б.г.]. – URL: <https://portal.kuzstu.ru>.- Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.

с) Электронное обучение: [сайт]. / Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева.- Кемерово: КузГТУ, [б.г.].URL: <https://el.kuzstu.ru> – Режим доступа: для авториз. пользователей КузГТУ. – Текст: электронный.

## **8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины "Физика"**

Самостоятельная работа обучающегося является частью его учебной деятельности, объемы самостоятельной работы по каждой дисциплине (модулю) практике, государственной итоговой аттестации устанавливаются в учебном плане.

Самостоятельная работа по дисциплине (модулю), практике организуется следующим образом:

1. До начала освоения дисциплины обучающемуся необходимо ознакомиться с содержанием рабочей программы дисциплины (модуля), программы практики в следующем порядке:

1.1 содержание знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, которые

будут сформированы в процессе освоения дисциплины (модуля), практики;

1.2 содержание конспектов лекций, размещенных в электронной информационной среде КузГТУ

в

порядке освоения дисциплины, указанном в рабочей программе дисциплины (модуля), практики;

1.3 содержание основной и дополнительной литературы.

2. В период освоения дисциплины обучающийся осуществляет самостоятельную работу в следующем порядке:

2.1 выполнение практических и (или) лабораторных работы и (или) отчетов в порядке, установленном в рабочей программе дисциплины (модуля), практики;

2.2 подготовка к опросам и (или) тестированию в соответствии с порядком, установленном в рабочей программе дисциплины (модуля), практики;

2.3 подготовка к промежуточной аттестации в соответствии с порядком, установленном в рабочей

программе дисциплины (модуля), практики.

В случае затруднений, возникших при выполнении самостоятельной работы, обучающемуся необходимо обратиться за консультацией к педагогическому работнику в установленное время консультаций или через систему Moodle. Периоды проведения консультаций устанавливаются в расписании консультаций.

## **9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине "Физика", включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Для изучения дисциплины может использоваться следующее программное обеспечение:

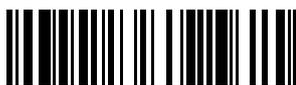
1. Libre Office
2. Mozilla Firefox
3. Google Chrome
4. Opera
5. Yandex
6. 7-zip
7. Open Office
8. Microsoft Windows
9. ESET NOD32 Smart Security Business Edition
10. Kaspersky Endpoint Security
11. Браузер Спутник

## **10 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине "Физика"**

Для реализации программы учебной дисциплины предусмотрены специальные помещения:

1. Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой

с



1669695089

возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде Организации.

2. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

3. Учебные лаборатории для проведения лабораторных занятий.

#### **11 Иные сведения и (или) материалы**

1. Образовательный процесс осуществляется с использованием как традиционных, так и современных интерактивных технологий:

- разбор конкретных примеров:

- мультимедийная презентация.

2. Проведение групповых и индивидуальных консультаций осуществляется в соответствии с расписанием консультаций по темам, заявленным в рабочей программе дисциплины, в период освоения дисциплины и перед промежуточной аттестацией с учетом результатов промежуточного контроля.



1669695089



1669695089

## Список изменений литературы на 01.09.2020

### Основная литература

1. Курс физики : в 3 т : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по техническим и технологическим направлениям и специальностям / И. В. Савельев. – Т. 1: Механика. Молекулярная физика.- 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2008. – 352 с. – (Классическая учебная литература по физике). – Текст : непосредственный.
2. Окушко, Н. Б. Физика. Электромагнетизм : учебное пособие [для студентов всех технических специальностей и направлений] / Н. Б. Окушко, Т. В. Лавряшина, Т. А. Балашова ; Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева, Кафедра физики. – Кемерово : КузГТУ, 2014. – 146 с. – URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90135&type=utchposob:common>. – Текст : непосредственный + электронный.
3. Савельев, И. В. Курс физики : учебное пособие : в 3 томах / И. В. Савельев. — 7-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, [б. г.]. — Том 3 : Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц — 2019. — 308 с. — ISBN 978-5-8114-4254-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117716> (дата обращения: 01.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Окушко, Н. Б. Физика. Электромагнитные явления. Электростатика и постоянный ток : учебное пособие для всех специальностей и направлений подготовки / Н. Б. Окушко ; Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева. – 2-е изд., испр. и доп. – Кемерово : КузГТУ, 2019. – 141 с. – Текст : непосредственный.
5. Дырдин, В. В. Электричество и магнетизм. Физический практикум : учебное пособие для студентов вузов всех технических специальностей и направлений подготовки / В. В. Дырдин, А. А. Мальшин, И. В. Цвеклинская ; Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева. – Кемерово : КузГТУ, 2020. – 158 с. – Текст : непосредственный.

### Дополнительная литература

1. Трофимова, Т. И. Курс физики : учебное пособие для инженерно-технических специальностей вузов / Т. И. Трофимова. – 12-е изд., стер. – Москва : Академия, 2006. – 560 с. – (Высшее профессиональное образование). – Текст : непосредственный.
2. Чертов, А. Г. Задачник по физике : [учебное пособие для втузов] / А. Г. Чертов, А. А. Воробьев. – 8-е изд., перераб. и доп. – Москва : Физматлит, 2009. – 640 с. – Текст : непосредственный.
3. Физика. Механика. Молекулярная физика. Электростатика : учебное пособие : для студентов очно-заочной формы обучения направления подготовки 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехник / В. В. Дырдин, А. В. Пузынин, А. А. Мальшин, Т. Л. Ким ; Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева. – Кемерово : КузГТУ, 2016. – . – URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=91532&type=utchposob:common> (дата обращения: 01.09.2020). – Текст : электронный.
4. Физика. Электромагнитные явления : в 2 ч : учебное пособие для вузов / Н. Б. Окушко ; ГОУ ВПО Кузбас. гос. техн. ун-т. – Ч. 1: Электростатика и постоянный ток. – Кемерово : КузГТУ, 2005. – 168 с. – URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90158&type=utchposob:common>. – Текст : непосредственный + электронный.
5. Окушко, Н. Б. Методы расчета электрических полей : учебное пособие по дисциплине физика для организации самостоятельной работы студентов технических специальностей и направлений / Н. Б. Окушко, Т. В. Лавряшина ; ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. физики. – Кемерово : КузГТУ, 2011. – . – URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90549&type=utchposob:common> (дата обращения: 01.09.2020). – Текст : электронный.
6. Дырдин, В. В. Электромагнетизм : лабораторный практикум по дисциплине «Физика» для технических специальностей и направлений / В. В. Дырдин, А. А. Мальшин, И. В. Цвеклинская ; Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева. – Кемерово : КузГТУ, 2016. – 1 файл (2,2 Мб). – URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=91407&type=utchposob:common> (дата обращения: 01.09.2020). – Текст : электронный.
7. Зайцев, Г. И. Практикум по оптике и квантовой физике : учебное пособие для студентов технических специальностей и направлений вузов / Г. И. Зайцев ; Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева, Кафедра физики. – Кемерово : КузГТУ, 2014. – 148 с. – URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90126&type=utchposob:common>. – Текст : непосредственный +



1669695089

электронный.

8. Дубровский, В. Г. Электричество и магнетизм : сборник задач и примеры их решения : учебное пособие / В. Г. Дубровский, Г. В. Харламов ; В. Г. Дубровский, Г. В. Харламов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2011. - 89, [3] с. - URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=153388&type=nstu:common> (дата обращения: 01.09.2020). - Текст : электронный.



1669695089