

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_ Шматко А.Д.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ФИЗИКА

Направление/специальность подготовки	11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы
Специализация/профиль/программа подготовки	Радиолокационные системы и комплексы
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	И Информационные и управляющие системы
Выпускающая кафедра	И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
Кафедра-разработчик рабочей программы	Б2 Физика и химия

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
1	1	3	108	51	34	17	0	57	0	0	57	зач.
1	2	4	144	68	34	17	17	76	0	0	76	экз.
2	3	3	108	68	34	17	17	40	0	0	40	диф. зач.
ВСЕГО		10	360	187	102	51	34	173	0	0	173	

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

**11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**

год набора группы: 2026

Программу составил:

Кафедра Б2 Физика и химия

Комарова Ольга Сергеевна, к.ф.-м.н., доцент

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **Б2 Физика и химия**

Заведующий кафедрой Федоров Д.Л., д.ф.-м.н., проф.

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

**И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ**

Заведующий кафедрой Сотникова Н.В., к.т.н., доц.

\_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **ФИЗИКА**

### **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

# 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 — Способен представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики

ОПК-2 — Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа и принятия решения

ОПК-3 — Способен к логическому мышлению, обобщению, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения, освоению работы на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения различных научно-технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

## **ОПК-1**

*знания:*

о на уровне представлений:

- общей физической картины окружающего мира как системы взаимосвязанных физических явлений, различных форм движения материи
- роли физики как фундамента для изучения дисциплин профессионального цикла, как основу для выделения в своей профессиональной деятельности физических явлений и процессов, определяющих принципы работы различных технических устройств

на уровне воспроизведения:

- фундаментальных понятий, законов и теорий классической и современной физики
- физических моделей, используемых при построении теории явления
- границ применимости теории, построенной на определенной физической модели
- принципов построения физических экспериментов

на уровне воспроизведения:

- формулировок физических законов, принципов и постулатов, их математическое выражение по основным разделам физики: физические основы механики, электричества и магнетизма, электродинамики, физики колебаний и волн, оптики, квантовой физики, атомной и ядерной физики
- методов решения задач по описанию физических явлений;

*умения:*

о теоретические:

- определить пути решения поставленной задачи, очертить круг физических законов, знание которых позволит решить данную задачу
- поставить цель проводимого эксперимента и определить последовательность действий при его проведении;

*навыки:*

грамотно и аргументировано излагать собственные мысли, обосновывать свои суждения.

## **ОПК-2**

*знания:*

на уровне воспроизведения:

- методов проведения эксперимента и обработки результатов измерений;
- методики оценки погрешности измеряемых величин;;

*умения:*

- оценивать погрешность измеряемых величин
- анализировать полученные результаты и сопоставлять их с теоретически прогнозируемыми
- представлять функциональные зависимости физических величин в виде графиков;

*навыки:*

- работать с широким кругом физических приборов и оборудования
- работать с литературой и иными источниками информации.

## **ОПК-3**

*знания:*

о на уровне представлений:

- взаимосвязи теории и эксперимента, служащего базой для формирования теории и подтверждающего её положения
- на уровне понимания:

- смысла таких понятий как: физическое явление, физическая величина, модель, гипотеза, эксперимент, наблюдение, измерение, физическая теория, физический закон;

*умения:*

*практические:*

- решать типовые задачи по разделам курса физики
- разбираться в принципах действия физических приборов и способах их применения
- производить расчеты по результатам измерений;

*навыки:*

- составлять научные отчеты с грамотными выводами о проделанной работе.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ФИЗИКА** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания школьных курсов и служит основой для освоения дисциплин: **БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ЛАЗЕРНЫЕ И ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ, ОСНОВЫ ТЕЛЕВИДЕНИЯ, ТЕРМОДИНАМИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА**

Требования к уровню подготовки обучающихся и предварительные компетенции определены Федеральным государственным образовательным стандартом среднего общего образования.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 10 з.е., 360 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ОПК-1	ОПК-2	ОПК-3
1	1	<b>Раздел 1. Физические основы механики.</b> 1.1. Кинематика материальной точки и твердого тела. Поступательное и вращательное движение твердого тела. 1.2. Динамика материальной точки. Понятие состояния в классической механике. Законы Ньютона. Уравнение движения. Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции. 1.3. Законы сохранения в механике. 1.4. Динамика твердого тела. 1.5. Принцип относительности в механике. 1.6. Основы релятивистской механики. 1.7. Элементы механики сплошных сред.	108	51	34	17	0	57	20	20	20
<b>Всего за 1 семестр</b>			108	51	34	17	0	57	20	20	20
1	2	<b>Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика.</b> 2.1. Основы молекулярно-кинетической теории. 2.2. Функции распределения. Классическая и квантовая статистики. 2.3. Основы термодинамики. Термодинамические функции состояния Три начала термодинамики. 2.4. Цикл Карно. Принципы построения тепловых машин. 2.5. Явление переноса. 2.6. Силы молекулярного взаимодействия. Реальные газы. Фазовые превращения.	34	14	8	0	6	20	20	20	20
1	2	<b>Раздел 3. Электричество и магнетизм.</b> 3.1. Электрическое поле в вакууме. Проводники и диэлектрики в электрическом поле. 3.2. Постоянный электрический ток. 3.3. Магнитное поле в вакууме. 3.4. Магнитное поле в веществе. 3.5. Электромагнитная индукция. 3.6. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме. Материальные уравнения. 3.7. Квазистационарные токи. 3.8. Принцип относительности в электродинамике.	110	54	26	17	11	56	30	30	30
<b>Всего за 2 семестр</b>			144	68	34	17	17	76	50	50	50
2	3	<b>Раздел 4. Физика колебаний.</b> 4.1. Гармонический осциллятор. Примеры гармонических осцилляторов. 4.2. Кинематика и динамика гармонических колебаний. 4.3. Свободные затухающие колебания. 4.4. Вынужденные колебания гармонического осциллятора под действием синусоидальной силы. 4.5. Физический смысл спектрального разложения. Нормальные колебания (моды). 4.6. Ангармонический осциллятор.	8	6	4	0	2	2	10	10	10
2	3	<b>Раздел 5. Волновые процессы.</b> 5.1. Упругие волны. Плоская синусоидальная волна. Волновое уравнение. Энергия упругой волны. Сферические волны. Стоячие волны. Эффект Доплера. 5.2. Электромагнитные волны. Энергия электромагнитной волны. Свет как электромагнитная волна. Поляризация света. 5.3. Интерференция волн. Интерференция двух монохроматических волн. Понятие о когерентности волн. Интерференция световых волн. Интерференция в тонких пленках. 5.4. Дифракция волн. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракция Френеля на круглом отверстии. Дифракция Фраунгофера на прямой бесконечной щели. Дифракционная решетка. Дифракция рентгеновских лучей, формула Вульфа-Брэгга. 5.5. Взаимодействие электромагнитных волн с веществом. Отражение и преломление света на границе раздела двух сред. Формулы Френеля. Дисперсия света. Фазовая и групповая скорость.	50	32	12	12	8	18	10	10	10
2	3	<b>Раздел 6. Квантовая физика.</b> 6.1. Тепловое излучение. Квантовая оптика. Фотоны. 6.2. Корпускулярно-волновой дуализм. Волны де Бройля. Принцип неопределенности. 6.3. Квантовые состояния. Волновая функция и ее статистический смысл. Принцип суперпозиции. 6.4. Уравнение Шредингера. Операторы физических величин. Частица в одномерной потенциальной яме. Прохождение частицы под и над потенциальным барьером. Гармонический осциллятор. 6.5. Строение атомов. Спектры водородоподобных атомов. Теория Бора. Квантовая теория строения атома. Квантовые числа. 6.6. Основы теории строения многоэлектронных атомов. Принцип Паули. Периодическая система элементов Д.И. Менделеева. 6.7. Строение молекул. Физическая природа химической связи. Ионная и ковалентная связь. Молекулярные спектры. 6.8. Атомное ядро. Строение атомного ядра. Дефект масс. Радиоактивность превращения ядер. Ядерные реакции. Элементарные частицы.	50	30	18	5	7	20	10	10	10
<b>Всего за 3 семестр</b>			108	68	34	17	17	40	30	30	30
<b>Всего по дисциплине</b>			360	187	102	51	34	173	100	100	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
<b>Всего за 1 семестр</b>			<b>0</b>
1	Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика.	2.1. Уравнение состояния идеального газа – уравнение Менделеева-Клапейрона. Основное уравнение молекулярно–кинетической теории. Молекулярно-кинетический смысл давления и температуры. 2.2. Распределение Максвелла молекул газа по скоростям. Средние скорости молекул. Распределение Больцмана молекул в силовом потенциальном поле. Барометрическая формула. 2.3. I и II начала термодинамики. КПД циклических процессов. 2.4. Энтропия	6
2	Раздел 3. Электричество и магнетизм.	3.1. Закон Кулона. Расчет напряженностей электростатических полей и сил взаимодействия в вакууме. Принцип суперпозиции. 3.2. Теорема Гаусса для вектора напряженности электростатического поля в вакууме. Потенциал электростатического поля, связь между напряженностью и потенциалом. 3.3. Конденсаторы. Работа и энергия электрического поля. 3.4. Закон Био-Савара-Лапласа в вакууме. Принцип суперпозиции. Теорема о циркуляции вектора магнитной индукции. 3.5. Сила Лоренца. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле. Сила Ампера. Поток магнитной индукции. Работа при движении проводника с током в магнитном поле. 3.6. Электромагнитная индукция. Заряд, протекающий в проводнике при возникновении ЭДС индукции. Явление самоиндукции, токи при замыкании и размыкании цепи. Энергия магнитного поля.	11
<b>Всего за 2 семестр</b>			<b>17</b>
3	Раздел 4. Физика колебаний.	4.1. Свободные, затухающие и вынужденные механические и электромагнитные колебания.	2
4	Раздел 5. Волновые процессы.	5.1 Упругие и электромагнитные волны. 5.2 Интерференция и поляризация световых волн. 5.3 Дифракция Френеля, дифракционная решетка, характеристики спектральных приборов.	8
5	Раздел 6. Квантовая физика.	6.1 ТЗаконь теплового излучение. 6.2 Квантовая оптика. Фотоны. 6.3 Атомные спектры. Теория Бора строения атома. 6.4 Принцип неопределенности. Волны де Бройля. 6.5 Волновая функция. Уравнение Шредингера.	7
<b>Всего за 3 семестр</b>			<b>17</b>

### 3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Физические основы механики.	Вводное занятие. Методы расчета погрешности измерений. Выполнение лабораторной работы №1 (Вводная)-. Студенты выполняют 2 работы из перечисленных в соответствии с индивидуальным графиком в лаборатории "механики и молекулярной физики": Лабораторная работа №1. Измерение ускорения груза при равноускоренном движении. Лабораторная работа №2. Изучение равноускоренного движения на машине Атвуда. Лабораторная работа №3. Определение коэффициента трения качения. Лабораторная работа №4 Исследование центрального удара шаров. Лабораторная работа №5. Определение ускорения свободного падения при помощи математического и обратного маятников. Лабораторная работа №6. Исследование законов динамики вращательного движения твердого тела. Лабораторная работа №7. Определение момента инерции маятника Максвелла. Лабораторная работа №8. Определение момента инерции твердых тел с помощью крутильных колебаний. Лабораторная работа №9. Определение модуля кручения нити и момента инерции системы, совершающей крутильные колебания. Лабораторная работа №10. Определение скорости	17



		монтажного патрона с помощью баллистического крутильного маятника. колебания.	
<b>Всего за 1 семестр</b>			<b>17</b>
2	Раздел 3. Электричество и магнетизм.	Вводное занятие. Вводная лабораторная работа. Работа с электроизмерительными приборами. Студенты выполняют 2 работы из перечисленных, в соответствии с индивидуальным графиком выполнения лабораторных работ в лаборатории электричества и магнетизма. Из лабораторного практикума "Электричество" ЛРН№1. Изучение электростатического поля методом моделирования. ЛРН№2. Законы Кирхгофа. ЛРН№3. Исследование зависимости полезной мощности, КПД источника тока и силы тока в цепи от нагрузки. ЛРН№5. Изучение процессов заряда и разряда конденсаторов. ЛРН№6. Изучение свойств сегнетоэлектрика. Из лабораторного практикума "Электромагнетизм" ЛРН№1. Измерение магнитного поля Земли. ЛРН№2. Определение напряжённости магнитного поля в точках оси кругового тока. ЛРН№3. Изучение магнитного поля соленоида с помощью датчика Холла. ЛРН№4. Исследование петли гистерезиса ферромагнетика. ЛРН№5. Определение взаимной индуктивности двух контуров. ЛРН№6. Изучение явления взаимной индукции	17
<b>Всего за 2 семестр</b>			<b>17</b>
3	Раздел 5. Волновые процессы.	Вводная ЛР - оптические приборы. Далее студент выполняют 2 работы , в соответствии с индивидуальным графиком выполнения лабораторных работ в лаборатории "Оптика", из списка: Лабораторная работа № 1. Измерение показателей преломления жидкостей с помощью рефрактометра Аббе .Лабораторная работа № 2. Измерение показателей преломления жидкостей с помощью рефрактометра ИРФ-454 Б2М. Лабораторная работа № 3. Определение длины световой волны при помощи бипризмы. Лабораторная работа № 4. Изучение интерференции света с помощью бипризмы Френеля . Лабораторная работа № 5. Измерения с помощью интерференционных колец Ньютона. Лабораторная работа № 6. Изучение оптических явлений методом колец Ньютона в проходящем свете. Лабораторная работа № 7. Определение расстояния между щелями в опыте Юнга Лабораторная работа № 8. Дифракция Фраунгофера на длинной прямоугольной щели. Лабораторная работа № 9. Дифракция на упорядоченном и хаотическом множествах препятствий. Лабораторная работа № 10. Изучение свойств отражательной дифракционной решетки и определение с ее помощью длины световой волны. Лабораторная работа № 11. Определение концентрации раствора при помощи полутеневого сахариметра. Лабораторная работа № 12. Изучение законов поляризации света Лабораторная работа № 13 Исследование зависимости коэффициента отражения на границе раздела между двумя диэлектриками от угла падения. Лабораторная работа № 14. Изучение дисперсии света .	12
4	Раздел 6. Квантовая физика.	Студент выполняют 1 работу , в соответствии с индивидуальным графиком выполнения лабораторных работ в лаборатории "Оптики", из списка: ЛР Лабораторная работа № 15. Изучение спектров испускания и поглощения . Лабораторная работа № 16. Изучение спектра атома водорода и определение постоянной Ридберга Лабораторная работа № 17. Исследование спектров инертных газов . Лабораторная работа № 18 Изучение законов Стефана-Больцмана	5
<b>Всего за 3 семестр</b>			<b>17</b>

### 3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Физические основы механики.	Выполнение лабораторной работы №1 (вводная). Подготовка к лабораторным работам №2, 3. Оформление отчетов по 3 лабораторным работам. Подготовка к защите лабораторных работ. Подготовка ПЗ по темам № 1,2,3,4. Подготовка к тестам 1, 2, 3 Выполнение дз №1, №2	57

<b>Всего за 1 семестр</b>			57
2	Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика.	Подготовка ПЗ по темам № 1-4. Подготовка к тесту №1. Выполнение домашнего задания №1	20
3	Раздел 3. Электричество и магнетизм.	Подготовка к лабораторным работам №2, 3. Оформление отчетов по 3-м лабораторным работам. Подготовка к защите лабораторных работ. Подготовка к тестам №2,3 Подготовка к ПЗ по темам № 1- 6. Выполнение Домашнего задания №2, 3. Выполнение Домашнего задания №2	56
<b>Всего за 2 семестр</b>			76
4	Раздел 4. Физика колебаний.	подготовка к пз по теме 4.1. решение задачи в дз1. подготовка к тесту 1	2
5	Раздел 5. Волновые процессы.	Подготовка к тестам №1, 2 Подготовка к ЛР1,2. Оформление отчетов по 2-м ЛР. Подготовка к защите лабораторных работ.. Подготовка к практическим занятиям по темам 5.1,2,3. Выполнение Домашнего задания №1.	18
6	Раздел 6. Квантовая физика.	Подготовка к ЛР3. Оформление отчетов по ЛР. Подготовка к защите лабораторной работе.. Подготовка к практическим занятиям по темам 6.1-6.5. Выполнение Домашнего задания №2. Подготовка к тесту №3	20
<b>Всего за 3 семестр</b>			40

#### 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1					Тест	ДР			ДЗ, Тест, Отч. по ЛР	ДР		Отч. по ЛР			ДЗ, Тест, Отч. по ЛР	ДР	зач.
2					Тест, Отч. по ЛР	ДР			ДЗ, Отч. по ЛР, Тест	ДР		Отч. по ЛР			ДЗ, Отч. по ЛР, Тест	ДР	
3					Тест	ДР			ДЗ, Отч. по ЛР, Тест	ДР		Отч. по ЛР			ДЗ, Отч. по ЛР, Тест	ДР	диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Тест – тест;
- ДЗ – домашнее задание;
- Отч. по ЛР – отчет по ЛР;
- зач. – зачет;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- тест;
- домашнее задание;
- отчет по ЛР.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет;
- экзамен;
- дифференцированный зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Волновая оптика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, 435 экз.
2. . Механика и молекулярная физика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, эл. рес.
3. . Практикум по физике. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005, 862 экз.
4. . Спектры атома. Теория Бора. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006, 959 экз.
5. . Электромагнетизм. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009, 423 экз.
6. А. Г. Арешкин, Л. И. Васильева, С. Н. Соколова. . Основы квантовой механики и атомной физики. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, эл. рес.
7. А. Л. Загребин, М. Г. Леднев, Т. А. Павлова. . Магнетизм. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, 426 экз.
8. А. Л. Загребин, М. Г. Леднёв, О. С. Алексеева. . Молекулярная физика и термодинамика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, 410 экз.
9. Д. Д. Белова, Л. И. Васильева, О. С. Комарова. . Молекулярная физика. Санкт-Петербург: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023, эл. рес.
10. Д. Л. Фёдоров, Л. И. Васильева, Д. Ю. Иванов. . Квантовая оптика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021, 175 экз.
11. Д. Л. Фёдоров, Н. А. Иванова, Д. В. Виноградский. . Термодинамика. Санкт-Петербург: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2024, 72 экз.
12. Д. Л. Фёдоров, Ю. Н. Лазарева, В. Г. Средин. . Физика. Волны. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021, эл. рес.
13. Д. Л. Фёдоров, Ю. Н. Лазарева, В. Г. Средин. . Физика. Электричество. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, 128 экз.
14. Д. Л. Фёдоров, Ю. Н. Лазарева, В. Г. Средин. . Физика. Магнетизм. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 222 экз.
15. Д. Л. Фёдоров, Ю. Н. Лазарева, В. Г. Средин. . Физика. Механика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 116 экз.
16. Д. Л. Фёдоров, Ю. Н. Лазарева, В. Г. Средин. . Физика. Колебания. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, 135 экз.
17. Д. Л. Фёдоров, Ю. Н. Лазарева, В. Г. Средин. . Физика. Основы молекулярно-кинетической теории и термодинамики. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 152 экз.
18. Д. Ю. Иванов, Т. Н. Князева, Ю. Н. Лазарева. . Введение в математическую обработку результатов эксперимента. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, 444 экз.
19. Д. Ю. Иванов, Ю. Н. Лазарева. . Математическая обработка результатов измерений в примерах. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 247 экз.
20. Е. Г. Бородина, А. Н. Старухин. . Колебания и волны. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, эл. рес.
21. Е. Г. Бородина, А. Н. Старухин. . Квантовая механика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, эл. рес.
22. Е. Г. Бородина, Л. И. Васильева, Л. В. Котова. . Электромагнетизм. СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023, эл. рес.
23. Е. Г. Бородина, Л. И. Васильева, Л. В. Котова. . Электромагнетизм. СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023, 92 экз.
24. И. В. Савельев. Курс общей физики. Т. 2 Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, 279 экз.
25. И. В. Савельев. Курс физики. Т. 2 Электричество. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, 285 экз.
26. И. В. Савельев. Курс общей физики. Т. 1 Механика. Молекулярная физика. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, 291 экз.
27. И. В. Савельев. Курс физики. Т. 1 Механика. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, 370 экз.
28. И. В. Савельев. Курс физики. Т. 3 Квантовая оптика. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, 298 экз.
29. И. Е. Иродов. Электромагнетизм. Основные законы. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006, 10 экз.
30. И. К. Некрасов. . Основы физики атомного ядра и элементарных частиц. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, эл. рес.
31. Л. И. Васильева, Б. С. Губанов, Т. В. Иванова. . Методы решения задач по оптике. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, эл. рес.

32. Л. И. Васильева, Н. А. Иванова, Д. Л. Фёдоров. . Механика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, 428 экз.
33. Л. И. Васильева, Н. А. Иванова, Т. Н. Князева. . Электромагнитное поле в веществе. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 400 экз.
34. Л. И. Васильева, Н. А. Иванова, Ю. Н. Лазарева. . Статистические распределения в физике. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, 254 экз.
35. Н. А. Иванова, О. С. Комарова, Д. Л. Фёдоров. . Элементы механики жидкости и газа. СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022, 93 экз.
36. Н. А. Иванова, О. С. Комарова, Т. Н. Князева. . Механика. Санкт-Петербург: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023, эл. рес.
37. Н. А. Иванова, О. С. Комарова, Т. Н. Князева. . Механика. Санкт-Петербург: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023, 146 экз.
38. Ю. Н. Лазарева, В. А. Живулин, Д. В. Виноградский. . Электричество. СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023, 122 экз.

#### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. И. Е. Иродов. Квантовая физика. Основные законы. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007, 3 экз.

#### 5.3. Периодические издания:

1. Естественные и технические науки.

#### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://ibooks.ru/> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=474](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=474) — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
4. <http://www.tnt-ebook.ru/> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система;
5. <https://urait.ru> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов..

#### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
- <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

#### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

#### 5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

#### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

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

### **6.1. Лекционные занятия:**

1. Интерактивная доска.

### **6.2. Практические занятия:**

1. Интерактивная доска;
2. Аудитория с числом посадочных мест не меньше количества обучающихся.

### **6.3. Лабораторные занятия:**

1. Установки для проведения лабораторных работ по «механика, молекулярная физика»;
2. Установка для лабораторных работ по "Электричество и магнетизм";
3. Установка для лабораторных работ по "Волновая и квантовая оптика".

### **6.4. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ФИЗИКА** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы*. Дисциплина реализуется на факультете Б Базовое инженерное образование БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой Б2 Физика и химия.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-1 Способен представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики;

ОПК-2 Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа и принятия решения;

ОПК-3 Способен к логическому мышлению, обобщению, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения, освоению работы на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения различных научно-технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением фундаментальных понятий, законов и теорий классической и современной физики по основным разделам: физические основы механики, электричества и магнетизма, электродинамики, физики колебаний и волн, оптики, квантовой физики, атомной и ядерной физики.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- тест;
- домашнее задание;
- отчет по ЛР.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет;
- экзамен;
- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **10 з.е., 360 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**102 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), лабораторный практикум (**51 ч.**), самостоятельная работа студента (**173 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 360 ч., из них 187 ч. аудиторных занятий, и 173 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Физические основы механики.</b>		
Выполнение лабораторной работы №1 (вводная). Подготовка к лабораторным работам №2, 3. Оформление отчетов по 3 лабораторным работам. Подготовка к защите лабораторных работ. Подготовка ПЗ по темам № 1,2,3,4. Подготовка к тестам 1, 2, 3 Выполнение дз №1, №2	Л. И. Васильева, Н. А. Иванова, Д. Л. Фёдоров. . Механика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (1-3) Н. А. Иванова, О. С. Комарова, Т. Н. Князева. . Механика: Санкт-Петербург: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (все) Н. А. Иванова, О. С. Комарова, Т. Н. Князева. . Механика: Санкт-Петербург: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (все) И. В. Савельев. Курс физики. Т. 1 Механика: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (1-8) Д. Ю. Иванов, Т. Н. Князева, Ю. Н. Лазарева. . Введение в математическую обработку результатов эксперимента: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (все) Д. Л. Фёдоров, Ю. Н. Лазарева, В. Г. Средин. . Физика. Механика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (1-4) И. В. Савельев. Курс общей физики. Т. 1 Механика. Молекулярная физика: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (1-6) Д. Ю. Иванов, Ю. Н. Лазарева. . Математическая обработка результатов измерений в примерах: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (все)	57
Итого по разделу 1		57
<b>Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика.</b>		
Подготовка ПЗ по темам № 1-4. Подготовка к тесту	И. В. Савельев. Курс общей	20



№1. Выполнение домашнего задания №1	<p>физики. Т. 1 Механика. Молекулярная физика: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (10-12,14) Д. Д. Белова, Л. И. Васильева, О. С. Комарова. . Молекулярная физика: Санкт-Петербург: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (все) Д. Л. Фёдоров, Н. А. Иванова, Д. В. Виноградский. . Термодинамика: Санкт-Петербург: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2024 (все) . Механика и молекулярная физика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (все) Л. И. Васильева, Н. А. Иванова, Ю. Н. Лазарева. . Статистические распределения в физике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (1-5) Д. Л. Фёдоров, Ю. Н. Лазарева, В. Г. Средин. . Физика. Основы молекулярно-кинетической теории и термодинамики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (1-5) А. Л. Загребин, М. Г. Леднёв, О. С. Алексеева. . Молекулярная физика и термодинамика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (1-4) Н. А. Иванова, О. С. Комарова, Д. Л. Фёдоров. . Элементы механики жидкости и газа: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022 (все) Д. Л. Фёдоров, Н. А. Иванова, Д. В. Виноградский. . Термодинамика: Санкт-Петербург: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2024 (все)</p>	
Итого по разделу 2		20
<b>Раздел 3. Электричество и магнетизм.</b>		
<p>Подготовка к лабораторным работам №2, 3. Оформление отчетов по 3-м лабораторным работам. Подготовка к защите лабораторных работ. Подготовка к тестам №2,3 Подготовка к ПЗ по темам № 1- 6. Выполнение Домашнего задания №2, 3. Выполнение Домашнего задания №2</p>	<p>Л. И. Васильева, Н. А. Иванова, Т. Н. Князева. . Электромагнитное поле в веществе: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (1,2) И. В. Савельев. Курс физики. Т. 2 Электричество: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (1-9) И. В. Савельев. Курс общей физики. Т. 2 Электричество и магнетизм. Волны. Оптика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (1-9) Е. Г. Бородина, Л. И. Васильева, Л. В. Котова. . Электромагнетизм:</p>	56



	<p>СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (все)</p> <p>А. Л. Загребин, М. Г. Леднев, Т. А. Павлова. . Магнетизм: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (1-4)</p> <p>. Практикум по физике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (1-4)</p> <p>Ю. Н. Лазарева, В. А. Живулин, Д. В. Виноградский. . Электричество: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (все)</p> <p>Д. Л. Фёдоров, Ю. Н. Лазарева, В. Г. Средин. . Физика. Магнетизм: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (1-6)</p> <p>И. Е. Иродов. Электромагнетизм. Основные законы: М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006 (все)</p> <p>Е. Г. Бородина, Л. И. Васильева, Л. В. Котова. . Электромагнетизм: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (все)</p> <p>Д. Л. Фёдоров, Ю. Н. Лазарева, В. Г. Средин. . Физика. Электричество: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (1-6)</p> <p>. Электромагнетизм: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (все)</p>	
Итого по разделу 3		56
<b>Раздел 4. Физика колебаний.</b>		
подготовка к пз по теме 4.1. решение задачи в дз1. подготовка к тесту 1	<p>Ю. Н. Лазарева, В. А. Живулин, Д. В. Виноградский. . Электричество: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (все)</p> <p>Д. Л. Фёдоров, Ю. Н. Лазарева, В. Г. Средин. . Физика. Колебания: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (все)</p> <p>И. В. Савельев. Курс общей физики. Т. 1 Механика. Молекулярная физика: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (7)</p> <p>И. В. Савельев. Курс общей физики. Т. 2 Электричество и магнетизм. Волны. Оптика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (8)</p> <p>Е. Г. Бородина, А. Н. Старухин. . Колебания и волны: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (1,3)</p>	2
Итого по разделу 4		2
<b>Раздел 5. Волновые процессы.</b>		
Подготовка к тестам №1, 2 Подготовка к ЛР1,2. Оформление отчетов по 2-м ЛР. Подготовка к	. Волновая оптика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова,	18

защите лабораторных работ.. Подготовка к практическим занятиям по темам 5.1,2,3. Выполнение Домашнего задания №1.	<p>2018 (все)</p> <p>Л. И. Васильева, Б. С. Губанов, Т. В. Иванова. . Методы решения задач по оптике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (2-5)</p> <p>Д. Л. Фёдоров, Л. И. Васильева, Д. Ю. Иванов. . Квантовая оптика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (все)</p> <p>Е. Г. Бородина, А. Н. Старухин. . Колебания и волны: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (1-3)</p> <p>Д. Л. Фёдоров, Ю. Н. Лазарева, В. Г. Средин. . Физика. Волны: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1,4)</p> <p>И. В. Савельев. Курс общей физики. Т. 2 Электричество и магнетизм. Волны. Оптика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (14-21)</p>	
Итого по разделу 5		18
<b>Раздел 6. Квантовая физика.</b>		
Подготовка к ЛР3. Оформление отчетов по ЛР. Подготовка к защите лабораторной работе.. Подготовка к практическим занятиям по темам 6.1-6.5. Выполнение Домашнего задания №2. Подготовка к тесту №3	<p>Е. Г. Бородина, А. Н. Старухин. . Квантовая механика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (1-5)</p> <p>И. К. Некрасов. . Основы физики атомного ядра и элементарных частиц: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (1,2)</p> <p>И. Е. Иродов. Квантовая физика. Основные законы: М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007 (1-4,6)</p> <p>. Спектры атома. Теория Бора: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (все)</p> <p>И. В. Савельев. Курс физики. Т. 3 Квантовая оптика: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (1-10)</p> <p>А. Г. Арешкин, Л. И. Васильева, С. Н. Соколова. . Основы квантовой механики и атомной физики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (1-5)</p>	20
Итого по разделу 6		20

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- домашнее задание;
- тест;
- отчет по ЛР;
- зачет;
- экзамен;
- дифференцированный зачет.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Домашнее задание

Варианты домашних заданий по всем разделам и требования к их оформлению представлены в УМК дисциплины и выложены в ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ». Решения домашних заданий представляются в рукописной форме и проверяются преподавателем. Каждое домашнее задание содержит 100% задач.

Оценка «сдано» ставится при правильном выполнении не менее 80% задач.

#### Тест

Тесты проводятся в ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ». Задания соответствуют темам изучаемого раздела курса.

Тест считается сданным, если обучающийся выбрал правильный вариант ответа не менее, чем в 60% заданий.

Варианты тестовых заданий по всем разделам курса представлены в УМК дисциплины, а в ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» – тренировочные варианты.

#### Отчет по ЛР

Отчет по лабораторной работе (ЛР) представляется в рукописном виде, в формате, предусмотренном шаблоном отчета по лабораторной работе, приведенном в УМК дисциплины и в методических указаниях к Л.Р., и должен содержать:

- Сводные таблицы с результатами измерений и необходимые графики;
- Расчет искомых величин и их погрешностей;
- Окончательный результат с учетом оценки погрешностей измерений и вычислений;
- Анализ полученных результатов и их сравнение с теоретическими или табличными;
- Письменные ответы на все контрольные вопросы (список вопросов приводится в методических указаниях к каждой лабораторной работе).

Защита(сдача) отчета по Л.Р. проходит в виде собеседования по представленным в отчете по Л.Р. материалам. На собеседовании студент демонстрирует свои знания и умение представлять результаты выполненной Л.Р. На основании собеседования преподаватель принимает отчет и выставляет оценку «сдано» за выполнение лабораторной работы. В противном случае отчет по Л.Р. подлежит доработке и последующей пересдаче.

#### Зачет (семестр 1)

Зачет по разделу выставляется по результатам текущей успеваемости и посещаемости занятий в семестре не менее, чем на 70 %

#### Экзамен (семестр 2)

Для промежуточной аттестации, проводимой в форме экзамена, используются билеты с заданиями. Каждый билет состоит из трех заданий: два теоретических вопроса и одна задача. Список экзаменационных вопросов выложен в ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ». Оценка выставляется после

собеседования со студентом в соответствии со следующими критериями:

- не представлены ответы на задания– неудовлетворительно,
- решена задача или даны ответы только на теоретические вопросы – удовлетворительно,
- представлены ответы на все задания билета, но имеются ошибочные рассуждения – хорошо,
- решена задача и даны полные ответы на два теоретических вопроса – отлично.

### **Дифференцированный зачет (семестр 3)**

Для промежуточной аттестации, проводимой в форме дифференцированного зачета, используются билеты с заданиями. Каждый билет состоит из трех заданий: два теоретических вопроса и одна задача. Список теоретических вопросов выложен в ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ». Оценка выставляется после собеседования со студентом в соответствии со следующими критериями:

- не представлены ответы на задания– неудовлетворительно,
- решена задача или даны ответы только на теоретические вопросы – удовлетворительно,
- представлены ответы на все задания билета, но имеются ошибочные рассуждения – хорошо,
- решена задача и даны полные ответы на два теоретических вопроса – отлично.

Паспорт фонда оценочных средств

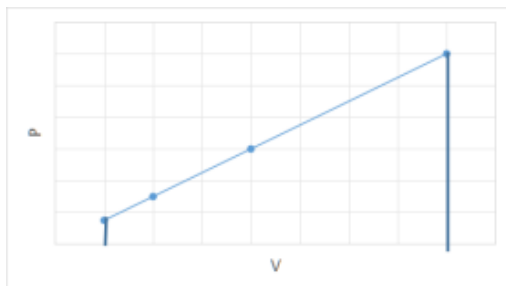
КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %			НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ОПК-1	ОПК-2	ОПК-3	
1	1	Раздел 1. Физические основы механики.	108	51	34	17	0	57	20	20	20	Домашнее задание, Отчет по ЛР, Тест
Всего за 1 семестр			108	51	34	17	0	57	20	20	20	
1	2	Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика.	34	14	8	0	6	20	20	20	20	Домашнее задание, Тест
1	2	Раздел 3. Электричество и магнетизм.	110	54	26	17	11	56	30	30	30	Домашнее задание, Отчет по ЛР, Тест
Всего за 2 семестр			144	68	34	17	17	76	50	50	50	
2	3	Раздел 4. Физика колебаний.	8	6	4	0	2	2	10	10	10	Домашнее задание, Тест
2	3	Раздел 5. Волновые процессы.	50	32	12	12	8	18	10	10	10	Тест, Домашнее задание, Отчет по ЛР
2	3	Раздел 6. Квантовая физика.	50	30	18	5	7	20	10	10	10	Тест, Домашнее задание, Отчет по ЛР
Всего за 3 семестр			108	68	34	17	17	40	30	30	30	
Всего по дисциплине			360	187	102	51	34	173	100	100	100	

## Оценочные материалы по дисциплине ФИЗИКА

**ОПК-1 - Способен представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики**

№ 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Зависимость давления газа от объема выражается формулой  $p=1,5V$ . Чему равна работа, совершаемая 1 моле газа при увеличении его объема в 2 раза? Первоначальный объем  $V=1$  м<sup>3</sup>.



№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Силовые линии однородного электростатического поля напряжённостью  $E$  сонаправлены с осью  $Y$  декартовой системы координат. Чему равна работа поля по переносу отрицательного точечного заряда  $-q$  из точки с координатами  $(x_1, y_1)$  в точку с координатами  $(x_2, y_2)$ ? ( $x_2 > x_1, y_2 > y_1$ )?

Представить обоснованный развёрнутый ответ.

№ 3 Прочитайте текст и установите соответствие

В таблице представлены теоремы электромагнитного поля. К каждой позиции из левого столбца подберите соответствующую позицию из правого столбца.

1  $\oint (\vec{B}, d\vec{S}) = 0$

А Теорема Гаусса для вектора электрической индукции

2  $\int \vec{j} d\vec{S} = - \int \frac{\partial \rho}{\partial t} dV$

Б Теорема о циркуляции вектора напряжённости электрического поля

3  $\int (\vec{D}, d\vec{S}) = \int \rho dV$

В Теорема Гаусса для вектора индукции магнитного поля

4  $\oint (\vec{E}, d\vec{l}) = 0$

Г Уравнение непрерывности

5

Д Теорема о циркуляции вектора

№ 4 Прочитайте текст и установите соответствие

Выберите, какой силе из правого столбца соответствует формула для определения работы в левом столбце.

1 
$$\frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2}$$

А работа  
электрического  
поля по  
перемещению  
положительного  
заряда

2 
$$q(\varphi_1 - \varphi_2)$$

Б работа силы  
тяжести

3 
$$I(\Phi_2 - \Phi_1)$$

В работа  
равнодействующей  
силы

4 
$$mg(h_2 - h_1)$$

Г работа внешней  
силы в поле силы  
тяжести ( $h_2 > h_1$ )

5

Д работа магнитного  
поля по  
перемещению  
контура с током

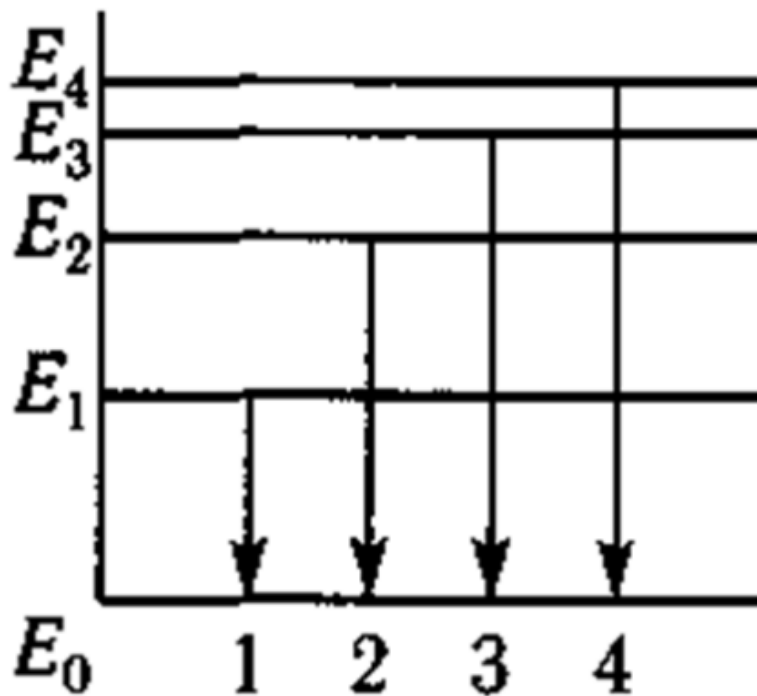
№ 5 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Тело массой  $m$  движется со скоростью  $V$ , абсолютно неупруго сталкивается с телом массой  $2m$ , которое покоится. После столкновения тела движутся со скоростью

1.  $V/2$
2.  $V/3$
3.  $V$
4.  $3V$

№ 6 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней атома. Какой цифрой обозначен переход с излучением фотона минимальной длины волны?



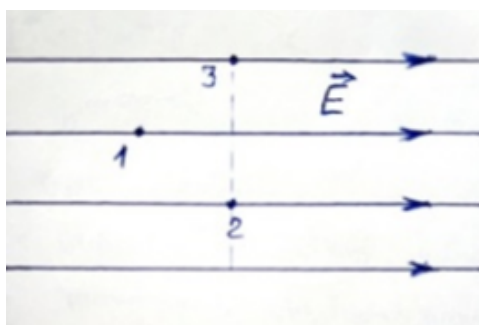
№ 7 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие явления подтверждают квантовую природу электромагнитного излучения?

1. Фотоэффект
2. Эффект Доплера
3. Тормозное рентгеновское излучение
4. Биения
5. Опыт Юнга

№ 8 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

На рисунке представлены силовые линии электрического поля равномерно заряженной плоскости. Какие из соотношений для вектора напряжённости  $\vec{E}$  и потенциала верны:

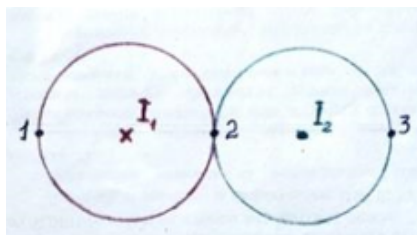


1.  $\vec{E}_1 > \vec{E}_3$
2.  $\varphi_1 > \varphi_2$
3.  $\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_3$
4.  $\vec{E}_1 = \vec{E}_2$



№ 9 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

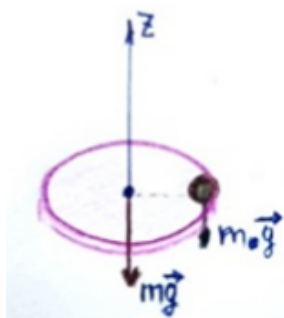
Даны два прямых проводника, по которым протекают токи ( $I_1=I_2$ ) перпендикулярно плоскости листа в противоположных направлениях как указано на рисунке. В результате суперпозиции магнитных полей вектор магнитной индукции  $B$ :



1. в точке 1 и 3 – направлен вверх
2. в точке 2 – равен 0
3. в точке 3 и 1 – направлен вниз
4. в точке 2 – направлен вниз

№ 10 Прочитайте текст и установите последовательность

Однородный диск вращается с угловой скоростью  $\omega$  относительно вертикальной оси, проходящей через центр масс. Масса диска  $m$ , его радиус  $R$ . На краю диска расположен груз массой  $m_0$ . Требуется определить угловую скорость вращения  $\omega_2$  системы после смещения груза к центру диска на расстояние  $R/2$ . Решение задачи опирается на закон сохранения момента импульса.



Установите последовательность обоснования действий:

- 1) моменты внешних сил

$$m_0 \vec{g} \text{ и } m \vec{g}$$

относительно вертикальной оси  $Z$ :

$$M_z(m \vec{g}) = 0, M_z(m_0 \vec{g}) = 0$$

- 2) относительно инерциальной системы отсчёта закон сохранения момента импульса выполняется для замкнутой системы

- 3) для незамкнутой системы закон сохранения момента импульса может выполняться только для той оси, относительно которой моменты внешних сил равны нулю

- 4) система "диск-груз" не является замкнутой, так как на тела действуют силы тяжести

5) применяя закон сохранения момента импульса относительно оси Z, получаем уравнение:

$$(0,5mR^2 + m_0R^2)\omega = (0,5mR^2 + 0,25m_0R^2)\omega_1$$

6) ось вращения диска неподвижна - выбирается инерциальная система отсчёта

Запишите последовательность цифр слева направо.

№ 11 Прочитайте текст и установите последовательность

Исследование спектров производится на *монохроматоре* - оптико-механическом приборе, предназначенном для выделения узких интервалов длин волн оптического (т. е. видимого, инфракрасного или ультрафиолетового) излучения.

Визир окуляра прибора наводится на исследуемую линию спектра с помощью измерительного барабана, на котором нанесены деления в градусах. Отсчет считывается против индекса на указателе, который скользит по спиральной канавке барабана.

Таким образом, для определения длин волн спектральных линий необходимо, прежде всего, проградуировать шкалу барабана поворотного механизма монохроматора в длинах волн, т.е. найти зависимость  $l = f(\lambda)$ , где  $l$  - отсчет по шкале. Градуировка осуществляется с помощью известного линейчатого спектра паров ртути.

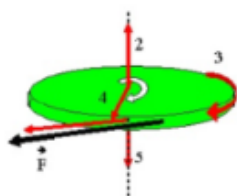
Установите последовательность действий. Запишите последовательность цифр слева направо.

1. Просмотреть весь спектр от красной до фиолетовой (необходимо убедиться, что все линии спектра доступны к измерению).
  2. Установить на рельс ртутную лампу и включить её.
  3. Включить блок питания монохроматора
  4. По данным таблицы построить градуировочный график  $l = f(\lambda)$  на миллиметровой бумаге..
  5. Настроить ширину щели монохроматора (при широком раскрытии щели три синие линии ртути наблюдаются как одна)
  6. Вращая барабан в одном направлении, совмещать визир окуляра со всеми линиями спектра ртути (начиная с фиолетовой линии), длина волны которых указана в прилагаемой таблице. Снятые отсчеты занести в ту же таблицу соответственно.
7. Выключить ртутную лампу

Запишите последовательность цифр слева направо

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

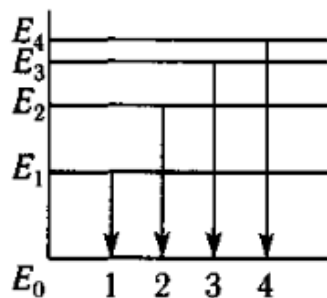
Колесо вращается в направлении, показанном белой стрелкой. К ободу колеса приложена сила, направленная по касательной. Правильно ли изображает вектор угловой скорости колеса стрелка под номером ...



**ОПК-2 - Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа и принятия решения**

№ 1 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней атома. Какой цифрой обозначен переход с излучением фотона максимальной длины волны



№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

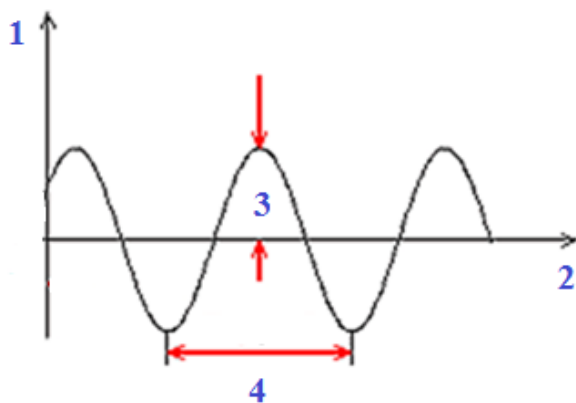
Во сколько раз уменьшится сила кулоновского притяжения двух маленьких шариков с одинаковыми по величине зарядами ( $|q_1|=|q_2|$ ), если не изменяя расстояния  $r$  между ними, перенести половину заряда с первого шарика на второй? Считать, что шарики находятся в вакууме. Представить обоснованный развернутый ответ.

№ 3 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Коэффициент полезного действия (КПД) идеальной тепловой машины, работающей по циклу Карно,  $K_1=0,5$ . Температуру нагревателя  $T_n$  увеличивают в два раза, температура холодильника  $T_x$  не меняется. Каким будет КПД  $K_2$  получившейся идеальной тепловой машины? Ответ выразите в процентах. Представьте обоснованный развернутый ответ.

№ 4 Прочитайте текст и установите соответствие

На рисунке представлен график механического колебания. Установите правильное соответствие между номерами и характеристиками представленного на рисунке механического колебания.



Номер на  
рисунке:

Характеристики колебания:

- |    |              |
|----|--------------|
| 1. | А. Амплитуда |
| 2. | Б. Период    |
| 3. | В. Время     |
| 4. | Г. Частота   |
|    | Д. Смещение  |

№ 5 Прочитайте текст и установите соответствие

Перед Вами различные формулировки первого начала термодинамики, выберите с какими процессами они соотносятся. К каждой позиции, данной в левом столбце подберите соответствующую позицию из правого столбца.

Первое начало  
термодинамики

Изопроцессы:

- |                       |                    |
|-----------------------|--------------------|
| 1. $Q = A$            | А. Изотермический  |
| 2. $Q = A + \Delta U$ | Б. Адиабатический  |
| 3. $Q = \Delta U$     | В. Изобарный       |
| 4. $A = - \Delta U$   | Г. Изохорный       |
|                       | Д. Политропический |

№ 6 Прочитайте текст и установите последовательность

Определить линейную скорость верхнего конца однородного столба высотой  $L$  в момент удара о землю при свободном (под действием только силы тяжести) падении из вертикального положения. Считать, что столб падает, поворачиваясь вокруг нижнего неподвижного основания.

Установить последовательность Ваших действий при решении задачи, руководствуясь вариантами предложенными ниже. Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо без пробелов и точек.

1. Поскольку сила реакции, действующая на столб со стороны поверхности земли, работы не совершает (нижний конец столба по условию задачи неподвижен) воспользоваться законом сохранения полной механической энергии: полная механическая энергия (чисто потенциальная) в начале движения полностью переходит в кинетическую энергию в момент падения на землю.
2. Установить связь линейной и угловой скоростей верхнего конца столба. Определить момент инерции столба относительно заданной оси вращения.
3. Подставить выражение для угловой скорости в формулу, связывающую её с линейной скоростью, завершив тем самым решение задачи.
4. Выразить угловую скорость из уравнения закона полной механической энергии.

№ 7 Прочитайте текст и установите последовательность

Правила Кирхгофа позволяют написать полную систему алгебраических уравнений, из которых могут быть найдены неизвестные токи и сопротивления в разветвлённой цепи. Установите правильный порядок действий при расчёте разветвлённой цепи с использованием правил Кирхгофа и запишите последовательность цифр слева направо.

1. Выбрать направление обхода контуров цепи.
2. При составлении уравнений для узлов токи считать положительными, если они втекают в узел, и отрицательными, если они вытекают из узла.
3. Произвольно выбрать направления токов во всех участках разветвлённой цепи, отметив их стрелками на чертеже.
4. Составить столько уравнений по первому и второму правилам Кирхгофа, сколько неизвестных, и решить систему уравнений.
5. Написать уравнения, соответствующие второму правилу Кирхгофа, соблюдая правило знаков: токи, совпадающие с направлением обхода, записывать со знаками «+», обратные направлению обхода — со знаками «-».
6. ЭДС считать положительными, если они повышают потенциал в направлении обхода (при обходе по контуру сначала встречается отрицательный полюс источника, затем положительный).

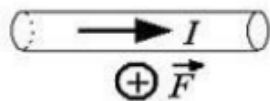
№ 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Период колебаний в электрическом контуре возрастает в два раза за счёт увеличения ёмкости конденсатора. Во сколько раз изменили ёмкость конденсатора?

1. уменьшили в 2 раза
2. уменьшили в 4 раза
3. увеличили в 2 раза
4. увеличили в 4 раза

№ 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

В однородное магнитное поле помещён горизонтальный металлический проводник с током, направленным вправо (см. рис.) На проводник, действует сила Ампера, направленная перпендикулярно плоскости рисунка от наблюдателя (см. рис). Как направлен вектор индукции магнитного поля, в котором находится проводник? Выберите правильный из четырёх предложенных ответов и обоснуйте его.



1 – вправо

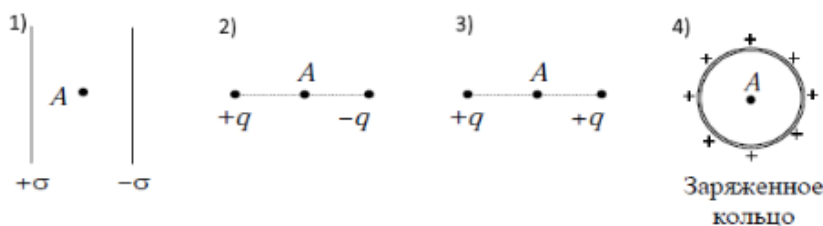
2 - вниз

3 – вверх

4 – влево

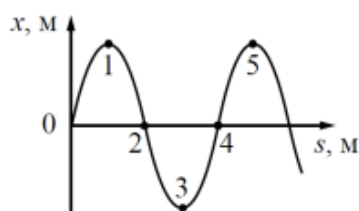
№ 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

В каких из четырех случаев различного распределения зарядов, напряженность электростатического поля в точке A не равна нулю? Выберите все возможные варианты



№ 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

На рисунке показан профиль бегущей волны в некоторый момент времени. В каких точках, пронумерованных на рисунке, разность фаз колебаний равна  $2\pi$ ?



1. Точки 2 и 5;

2. Точки 1 и 5;

3. Точки 0 и 4

4. Точки 3 и 5

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Как изменится скорость фотоэлектронов и работа выхода, если увеличить частоту света, освещающего фотокатод, не меняя при этом его интенсивность? Выберите два правильных ответа из предложенных и обоснуйте ответ.

1) скорость фотоэлектронов увеличится;

2) скорость фотоэлектронов уменьшится;

3) работа выхода уменьшится;

4) работа выхода не изменится;

**ОПК-3 - Способен к логическому мышлению, обобщению, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения, освоению работы на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения различных научно-технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий**

№ 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Самолет летит горизонтально со скоростью  $V=300 \cdot \text{м/с}$ . Определите разность потенциалов  $E_{\text{инд}}$  между концами его крыльев, если модуль вертикальной составляющей магнитной индукции земного магнитного поля  $B=50 \text{ мкТл}$ , а размах крыльев  $L=12 \text{ м}$ . Ответ выразите в вольтах (В) с точностью до сотых. Представьте обоснованный развёрнутый ответ.

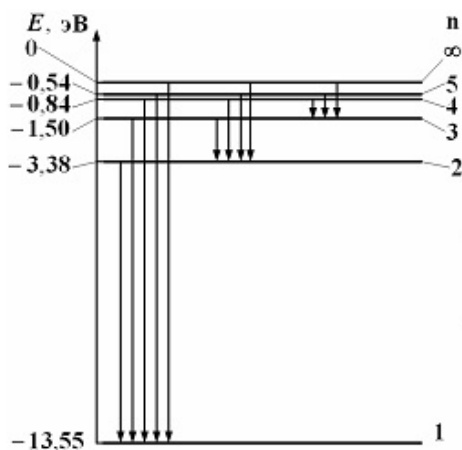
№ 2 Прочитайте текст и установите соответствие

Соотнесите названия термодинамических процессов для идеального газа, представленных в левом столбце с формулами, представленных в правом столбце.

1)изобарный процесс	А) $\Delta U = 0$
2)изохорный процесс	Б) $-\Delta U = A$
3)изотермический процесс	В) $\Delta U = Q$
4)адиабатический процесс	Г) $Q = \nu C_p \Delta T$
	Д) $PV = \nu RT$

№ 3 Прочитайте текст и установите соответствие

На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней атома. Некоторые возможные варианты переходов с одного уровня на другой представлены в левой таблице. К каждой позиции в левой таблице подберите соответствующую позицию (название серии) в правой таблице.



1)переход 5-4	А)серия Лаймана
2)переход 4-3	Б)серия Бальмера
3)переход 3-2	В)серия Пашена
4)переход 5-1	Г)серия Брэкета
	Д)серия Пфунда

№ 4 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Энергия фотонов  $E$ , падающих на фотокатод, в 4 раза больше работы выхода  $A$  материала фотокатода. Каково отношение максимальной кинетической энергии фотоэлектронов  $E_k$  к работе выхода?

№ 5 Прочитайте текст и установите последовательность

В ходе выполнения лабораторной работы студент 5 раз замерил с помощью секундомера время падения груза, а также измерил по линейке высоту, с которой падал груз. Необходимо найти погрешность в определении времени падения. Установите последовательность действий для определения погрешности измерения времени. Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо без пробелов и точек.

1. Найти среднее значение времени падения.
2. Найти погрешность в определении времени падения, умножив оценку среднеквадратичного отклонения на коэффициент Стьюдента.
3. Рассчитать оценку среднеквадратичного отклонения.
4. Записать результат в стандартном виде.

№ 6 Прочитайте текст и установите последовательность

Камень бросили под углом к горизонту  $\alpha$  с начальной скоростью  $V_0$ . Пренебрегая силой сопротивления воздуха, необходимо определить дальность полета камня.

Установите последовательность действий при решении задачи. Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо без пробелов и точек.

1. Записать кинематические законы движения в векторной форме. Спроецировать векторные величины на выбранные оси  $x$  и  $y$ , и проверить, является ли полученная система уравнений полной.
2. Нарисовать схематический рисунок. Выбрать систему отсчёта с указанием начала отсчёта времени и обозначить на схематическом чертеже все кинематические характеристики движения (перемещение, скорость, ускорение).
3. Проанализировать результат и проверить его размерность.
4. Так как в момент удара камня о Землю, координата  $y$  равна нулю, то отсюда можно найти время, затраченное на весь полет. Подставив полученное время в зависимость для координаты  $x$ , найти дальность полета.

№ 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

В какой среде не могут распространяться механические волны? Выберите один ответ:

1. в газах
2. в жидкостях
3. в вакууме
4. в твердых телах

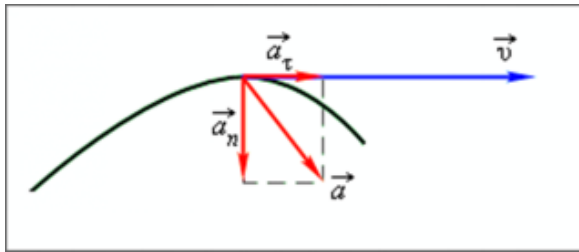
№ 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какая из перечисленных ниже частиц имеет положительный заряд?

1. Фотон
2. Позитрон
3. Нейтрон
4. Электрон

№ 9 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

На рисунке представлена траектория движения материальной точки и ее основные кинематические характеристики в момент времени  $t$ .

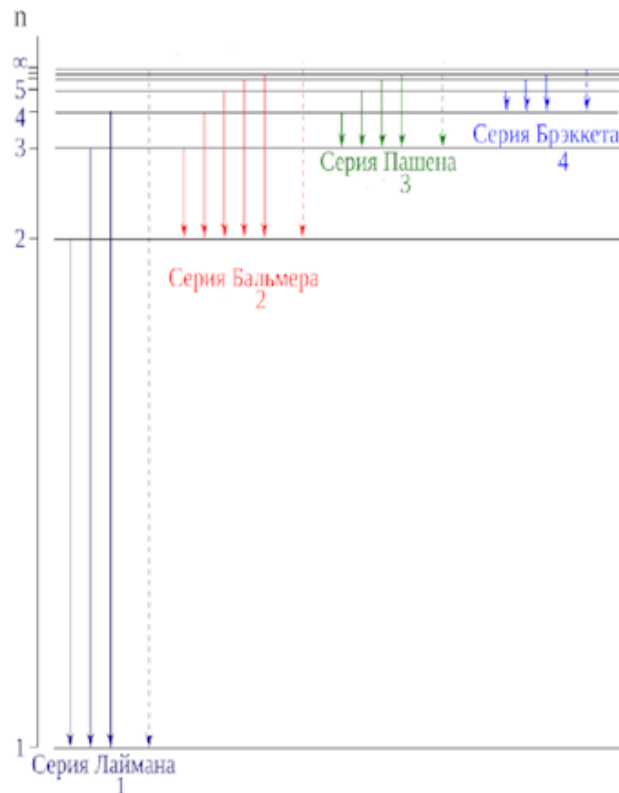


Из предложенного перечня утверждений выберите все верные и укажите их номера.

1. Движение криволинейное.
2. Равномерное движение по окружности.
3. Движение ускоренное.
4. Движение замедленное.

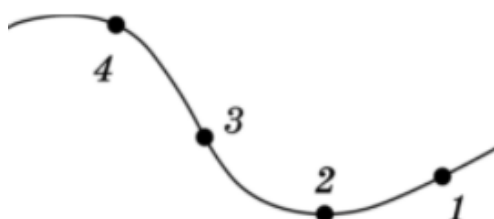
№ 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

На рисунке представлены несколько серий спектра излучения атома водорода под номерами 1, 2, 3 и 4. Какие из них относятся к инфракрасному диапазону? Выберите все правильные ответы.



№ 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Частица движется равномерно по траектории, изображенной на рисунке. В каких точках траектории ускорение частицы равно нулю? Выберите все возможные варианты

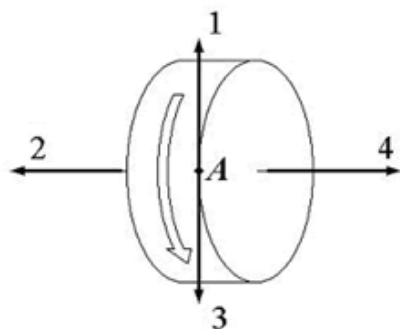




№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Диск равномерно вращается вокруг горизонтальной оси. Направление вращения показано стрелкой.

Для точки A на ободу диска (см. рис.) выберите направление вектора угловой скорости и далее вектора тангенциального ускорения



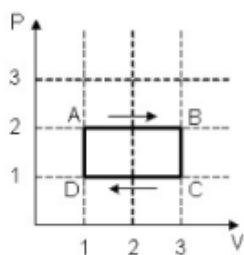
Запишите номера выбранных ответов без пробелов и точек и обоснование выбора, указав сначала номер для вектора угловой скорости, а потом номер для вектора тангенциального ускорения

1. направление 1 на рисунке
2. направление 2 на рисунке
3. направление 3 на рисунке
4. направление 4 на рисунке

№ 13 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

На (P,V) диаграмме изображён циклический процесс идеального газа. На каком из участков газ совершает отрицательную работу?

Запишите номер выбранного ответа без точки и обоснование выбора



1. на DA
2. на AB
3. на BC
4. на CD