

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института естествознания и стандартизации

И.Ю. Мезин



25 » сентября 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ФИЗИКА**

Направление подготовки  
11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Профиль программы  
Промышленная электроника

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – академический бакалавриат

Форма обучения

Очная

Институт	Естествознания и стандартизации
Кафедра	Физики
Курс	1, 2
Семестр	1, 2, 3

Магнитогорск  
2017 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного приказом МОиН РФ от 12.03.2015 г. № 218.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры физики

« 1 » сентября 2017 г., протокол № 1.

Зав. кафедрой  / Ю.И. Савченко /


Рабочая программа одобрена методической комиссией института естествознания и стандартизации

« 25 » сентября 2017 г., протокол № 1.

Председатель  / И.Ю. Мезин /

Согласовано:

Зав. кафедрой электроники и микроэлектроники


 / С.И. Лукьянов /

Рабочая программа составлена:  
Старший преподаватель кафедры физики

 / О.Н. Вострокнуктова /

Рецензент:

Профессор кафедры ВТиП, доктор технических наук, профессор

 / И.М. Ячиков /



## 1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины «Физика» является формирование у обучающихся адекватной современному уровню знаний научной картины мира на основе знания основных положений, законов и методов классической и современной физики, а также развитие способности выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат.

## 2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы подготовки бакалавра (магистра, специалиста)

Дисциплина «Физика» входит в базовую часть блока 1 образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания, умения и владения, сформированные в результате изучения дисциплин базовой части «Математика» и «Химия». Из области математики особенно важны такие ключевые разделы, как дифференциальное и интегральное исчисление, решение дифференциальных уравнений, линейная алгебра, аналитическая геометрия. Из курса химии нужны знания о структуре периодической системы Д.И. Менделеева, строении атома, химические формулы молекул.

Знания, умения и владения, полученные при изучении данной дисциплины, будут необходимы впоследствии при изучении ряда дисциплин базовой и вариативной частей образовательной программы: «Метрология и средства измерений», «Теоретические основы электротехники», «Физика конденсированного состояния», «Физические основы электроники», «Электрические машины», «Магнитные элементы электронных устройств», «Основы обработки экспериментальных данных».

## 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
<b>ОПК-1 – способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики</b>	
Знать	– основные понятия и закономерности физики, сущность процессов и явлений, приводящих к пониманию современной научной картины мира
Уметь	– понимать современную научную картину мира с точки зрения классической физики и квантовых представлений
Владеть	– полностью сформированным представлением и пониманием научной картины мира, адекватной современному уровню знаний
<b>ОПК-2 – способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат</b>	
Знать	– основные законы физики в области механики, статистической физики и термодинамики, электричества и магнетизма, волновой и квантовой оптики, атомной и ядерной физики и физики твердого тела, границы применимости этих законов и физическую сущность явлений и процессов, происходящих в природе; – методы анализа и моделирования физических процессов;

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	– методы и подходы к теоретическому и экспериментальному исследованию, применяемые в физике и распространяющиеся на другие области знаний
Уметь	– применять физические законы и физико-математический аппарат для решения задач в рамках физики и смежных дисциплин; – использовать физические модели для описания реальных процессов; – измерять физические величины с помощью приборов, производить обработку экспериментальных данных и анализировать полученные результаты
Владеть	– опытом решения типовых и более сложных физических задач; – навыками работы с физическими приборами и оборудованием; – методами проведения физических измерений, расчета величин и анализа полученных данных

#### 4 Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 15 зачетных единиц 540 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 334,1 акад. часов:
  - аудиторная – 324 акад. часов;
  - внеаудиторная – 10,1 акад. часов
- самостоятельная работа – 134,5 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 71,4 акад. часа.

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
1. Механика	1							
1.1. Кинематика поступательного и вращательного движения	1	2		4/2И	3	Проработка лекций, решение индивидуальных задач, подготовка к коллоквиуму и контрольной работе	Индивидуальная задача № 1, коллоквиум № 1, контрольная работа № 1	ОПК-1 – 3 ОПК-2 – зу
1.2. Динамика поступательного и вращательного движения	1	4	8/4И	6/2И	5	Проработка лекций, решение индивидуальных задач, подготовка к выполнению и обработка результатов лабораторных работ, подготовка к коллоквиуму и контрольной работе	Отчет по лабораторным работам № 3 и 4, индивидуальные задачи № 2 и 3, коллоквиум № 1, контрольная работа № 1	ОПК-1 – 3 ОПК-2 – зу
1.3. Законы сохранения в механике	1	4	6/2И	4/2И	5	Проработка лекций, решение индивидуальных задач, подготовка к выполнению и обработка результатов лабораторных работ, подготовка к коллоквиуму и кон-	Отчет по лабораторной работе № 1, индивидуальная задача № 4, коллоквиум № 2, контрольная работа № 1	ОПК-1 – зу ОПК-2 – зу

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
						контрольной работе		
1.4. Механические колебания и волны	1	6	8/3И	6/2И	5	Проработка лекций, решение индивидуальных задач, подготовка к выполнению и обработка результатов лабораторных работ, подготовка к коллоквиуму и контрольной работе	Отчет по лабораторным работам № 5 и 7, индивидуальные задачи № 5 и 6, коллоквиумы № 3 и 4, контрольная работа № 2	ОПК-1 – зу ОПК-2 – зу
1.5. Релятивистская механика	1	4		4/2И	3	Проработка лекций, решение индивидуальных задач, подготовка к контрольной работе	Индивидуальная задача № 7, контрольная работа № 2	ОПК-1 – зу ОПК-2 – зу
Итого по разделу	1	20	22/9И	24/10И	21		5 лабораторных работ, 7 индивидуальных задач, 4 коллоквиума, 2 контрольные работы	
2. Молекулярная физика и термодинамика	<b>1</b>							
2.1. Статистическая физика и молекулярно-кинетическая теория	1	4	5/2И	4/1И	4	Проработка лекций, решение индивидуальных задач, подготовка к выполнению и обработка результатов лабораторных работ, подготовка к коллоквиуму и контрольной работе	Отчет по лабораторной работе № 11, индивидуальная задача № 8, коллоквиум № 5, контрольная работа № 3	ОПК-1 – зу ОПК-2 – зу

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
2.2. Термодинамика	1	6	9/3И	4/2И	5,2	Проработка лекций, решение индивидуальных задач, подготовка к выполнению и обработка результатов лабораторных работ, подготовка к коллоквиуму и контрольной работе	Отчет по лабораторным работам № 14 и 15-2, индивидуальные задачи № 9 и 10, коллоквиумы № 6 и 7, контрольная работа № 3	ОПК-1 – зу ОПК-2 – зув
2.3. Физика реальных газов и жидкостей	1	6		4/1И	2	Проработка лекций, подготовка к коллоквиуму и контрольной работе	Коллоквиум № 7, контрольная работа № 3	ОПК-1 – зу ОПК-2 – зув
Итого по разделу	1	16	14/5И	12/4И	11,2		3 лабораторные работы, 3 индивидуальных задачи, 3 коллоквиума, 1 контрольная работа	
<b>Итого за семестр</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>36/14И</b>	<b>36/14И</b>	<b>32,2</b>		<b>Экзамен</b>	
3. Электричество и магнетизм	2							
3.1. Электростатическое поле	2	4	6/2И	6/2И	4,2	Проработка лекций, решение индивидуальных задач, подготовка к выполнению и обработка результатов лабораторных работ, подготовка к коллоквиуму и контрольной работе	Отчет по лабораторной работе № 21, индивидуальная задача № 1, коллоквиум № 1, контрольная работа № 4	ОПК-1 – зу ОПК-2 – зув
3.2. Электростатическое поле в веществе	2	3	4/2И	2/1И	2	Проработка лекций, решение индивидуальных задач, подготовка	Отчет по лабораторной работе № 26, индивидуальная	ОПК-1 – зу



Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
						к выполнению и обработка результатов лабораторных работ, подготовка к коллоквиуму и контрольной работе	задача № 2, коллоквиум № 2, контрольная работа № 4	ОПК-2 – зув
3.3. Постоянный электрический ток	2	3	6/2И	4/1И	4	Проработка лекций, решение индивидуальных задач, подготовка к выполнению и обработка результатов лабораторных работ, подготовка к коллоквиуму и контрольной работе	Отчет по лабораторной работе № 23, индивидуальная задача № 3, коллоквиум № 3, контрольная работа № 4	ОПК-1 – зу ОПК-2 – зув
3.4. Магнитное поле в вакууме и в веществе	2	5	2/1И	4/2И	3	Проработка лекций, решение индивидуальных задач, подготовка к выполнению и обработка результатов лабораторных работ, подготовка к коллоквиуму и контрольной работе	Индивидуальные задачи № 4 и 5, коллоквиум № 4, контрольная работа № 5	ОПК-1 – зу ОПК-2 – зув
3.5. Электромагнитная индукция	2	3	2/1И	4/2И	3	Проработка лекций, решение индивидуальных задач, подготовка к выполнению и обработка результатов лабораторных работ, подготовка к коллоквиуму и контрольной работе	Отчет по лабораторной работе № 28, индивидуальная задача № 6, коллоквиум № 4, контрольная работа № 5	ОПК-1 – зу ОПК-2 – зув
3.6. Электрические колебания и переменный ток	2	4	4/2И	4/2И	4	Проработка лекций, подготовка к выполнению и обработка резуль-	Отчет по лабораторной работе № 27, индивидуальная	ОПК-1 – зу

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
						татов лабораторных работ, подготовка к коллоквиуму и контрольной работе	задача № 7, коллоквиум № 5, контрольная работа № 5	ОПК-2 – зув
Итого по разделу	2	22	24/10И	24/10И	20,2		5 лабораторных работ, 7 индивидуальных задач, 5 коллоквиумов, 2 контрольные работы	
4. Волновая оптика	2							
4.1. Электромагнитные волны	2	4	4/1И	2/1И	3	Проработка лекций, решение индивидуальных задач, подготовка к выполнению и обработка результатов лабораторных работ, подготовка к коллоквиуму и контрольной работе	Отчет по лабораторной работе № 35, индивидуальная задача № 8, коллоквиум № 6, контрольная работа № 6	ОПК-1 – зу ОПК-2 – зув
4.2. Интерференция световых волн	2	4	4/1И	4/2И	4	Проработка лекций, решение индивидуальных задач, подготовка к выполнению и обработка результатов лабораторных работ, подготовка к коллоквиуму и контрольной работе	Отчет по лабораторной работе № 32, индивидуальная задача № 9, коллоквиум № 7, контрольная работа № 6	ОПК-1 – зу ОПК-2 – зув
4.3. Дифракция световых волн	2	4	4/2И	4/1И	4	Проработка лекций, решение индивидуальных задач, подготовка к выполнению и обработка результатов лабораторных работ,	Отчет по лабораторной работе № 34, индивидуальная задача № 10, коллоквиум № 8, контрольная работа № 6	ОПК-1 – зу ОПК-2 – зув

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
						подготовка к коллоквиуму и контрольной работе		
4.4. Взаимодействие света с веществом	2	2		2	1	Проработка лекций, подготовка к коллоквиуму и контрольной работе	Коллоквиум № 8, контрольная работа № 6	ОПК-1 – зу ОПК-2 – зув
Итого по разделу	2	14	12/4И	12/4И	12		3 лабораторные работы, 3 индивидуальных задачи, 3 коллоквиума, 1 контрольная работа	
<b>Итого за семестр</b>	<b>2</b>	<b>36</b>	<b>36/14И</b>	<b>36/14И</b>	<b>32,2</b>		<b>Экзамен</b>	
5. Квантовая и атомная физика	3							
5.1. Квантовая оптика	3	4	8/3И	6/3И	16	Проработка лекций, решение индивидуальных задач, подготовка к выполнению и обработка результатов лабораторных работ, подготовка к коллоквиуму и контрольной работе	Отчет по лабораторным работам № 36 и 36А, индивидуальные задачи № 1-3, коллоквиум № 1, контрольная работа № 7	ОПК-1 – зу ОПК-2 – зув
5.2. Квантовая механика	3	8		8/3И	10	Проработка лекций, решение индивидуальных задач, подготовка к коллоквиуму и контрольной работе	Индивидуальные задачи № 4 и 5, коллоквиум № 2, контрольная работа № 8	ОПК-1 – зув ОПК-2 – зув
5.3. Физика атома	3	6	10/4И	8/3И	14	Проработка лекций, решение индивидуальных задач, подготовка	Отчет по лабораторным работам № 41 и 42, индивиду-	ОПК-1 – зув

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
						к выполнению и обработка результатов лабораторных работ, подготовка к коллоквиуму и контрольной работе	альные задачи № 6 и 7, коллоквиумы № 3 и 4, контрольная работа № 8	ОПК-2 – зув
Итого по разделу	3	18	18/7И	22/9И	40		4 лабораторных работы, 7 индивидуальных задач, 4 коллоквиума, 2 контрольные работы	
6. Физика твердого тела и атомного ядра	3							
6.1. Квантовая статистика и физика твердого тела	3	6	6/2И	4/1И	10,1	Проработка лекций, подготовка к выполнению и обработка результатов лабораторных работ, подготовка к коллоквиуму и контрольной работе	Отчет по лабораторной работе № 44, коллоквиум № 5, контрольная работа № 9	ОПК-1 – зув ОПК-2 – зув
6.2. Ядерная физика	3	8	12/5И	6/2И	16	Проработка лекций, решение индивидуальных задач, подготовка к выполнению и обработка результатов лабораторных работ, подготовка к коллоквиуму и контрольной работе	Отчет по лабораторным работам № 51, 52 и 53, индивидуальные задачи № 8-10, коллоквиумы № 6 и 7, контрольная работа № 9	ОПК-1 – зув ОПК-2 – зув
6.3. Физика элементарных частиц и современная физическая картина мира	3	4		4/2И	4	Проработка лекций, подготовка к коллоквиуму и контрольной работе	Коллоквиум № 7, контрольная работа № 9	ОПК-1 – зув ОПК-2 – зув

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
Итого по разделу	3	18	18/7И	14/5И	30,1		4 лабораторные работы, 3 индивидуальные задачи, 4 коллоквиума, 1 контрольная работа	
<b>Итого за семестр</b>	<b>3</b>	<b>36</b>	<b>36/14И</b>	<b>36/14И</b>	<b>70,1</b>		<b>Зачет</b>	
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>1-3</b>	<b>108</b>	<b>108/42И</b>	<b>108/42И</b>	<b>134,5</b>		<b>2 экзамена, зачет</b>	

## 5 Образовательные и информационные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Физика» применяются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

Используются следующие виды лекций:

*вводная лекция* – в начале курса и в начале каждого семестра (вводный блок в составе лекции);

*лекция-информация* – в этой форме излагается основная часть материала;

*обзорная лекция* – в заключительной части изучения дисциплины, посвященной современной физической картине мира, а также при систематизации и обобщении отдельных разделов;

*проблемная лекция* – используется как элемент в составе лекции, когда перед студентами ставится некоторая проблема и предлагается найти подходы и пути к ее решению;

*лекция-конференция* – научно-практическое занятие с системой докладов на заданные темы, подготовленных студентами.

*лекция-визуализация* – лекции с применением физических демонстраций с объяснением происходящих явлений, а также компьютерных симуляций и учебных фильмов.

Все виды лекций проводятся с использованием мультимедийного оборудования.

В ходе практических занятий, кроме традиционного объяснения преподавателем у доски, используется *опережающая самостоятельная работа студентов*, когда им заранее раздаются отдельные задачи, в которых они должны разобраться самостоятельно и объяснить их решение группе. Кроме того, практикуется *проблемное обучение*, развивающее исследовательские навыки студентов и позволяющее им под руководством преподавателя найти пути решения задачи или проблемы.

Семинарские занятия включают в себя такие методы обучения, как *учебная дискуссия*, в ходе которой студенты излагают свое мнение и обмениваются взглядами на проблему, *эвристическая беседа*, стимулирующая коллективное мышление и совместный поиск ответа на сформулированный вопрос или задачу, а также *индивидуальное обучение*, когда студентам выдаются задания с учетом их индивидуальных особенностей.

При проведении лабораторных занятий практикуется *работа в команде* (2-4 человека) и использование *IT-методов* для обработки результатов лабораторных работ.

## 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Физика» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся. Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает написание в течение трех семестров 9 контрольных работ, включающих ответы на мини-вопросы по теории и решение задач, часть из которых представлена в виде тестов, а часть в традиционной форме. Контрольные работы проводятся на практических занятиях.

### **Примерные варианты аудиторных контрольных работ:**

#### **Контрольная работа № 1 «Классическая механика»**

Справедливы ли следующие утверждения?	
A1	Вектор мгновенной скорости совпадает по направлению с вектором перемещения.
A2	Момент силы не зависит от точки приложения силы.
A3	В поле консервативных сил можно ввести понятие потенциальной энергии.
A4	Закон сохранения момента импульса связан с однородностью пространства.
1)	Да, всегда
2)	Нет, никогда
3)	Иногда справедливо, иногда нет

B1	Прямолинейное движение материальной точки описывается уравнением $x = 3 -$
----	--

	$4t^2 + 2t^3$ (м). Чему равна средняя скорость движения точки от начального момента до момента времени $t = 3$ с?
	1) 6 м/с                      2) 7 м/с                      3) 21 м/с                      4) 30 м/с

B2	Круглое тело, имеющее форму полой сферы массой $m = 2$ кг и радиусом $R = 10$ см, вращается с угловой скоростью $\omega = 2$ с <sup>-1</sup> вокруг оси, проходящей через его центр. Какую работу совершат силы трения к моменту, когда угловая скорость вращения шара уменьшится вдвое?
	1) 48 мДж                      2) 80 мДж                      3) 20 мДж                      4) 4 мДж

C1	Тело движется по окружности радиуса $R = 1,5$ м со скоростью, зависящей от времени, как $v = \beta t^2$ , где $\beta = 2$ м/с <sup>2</sup> . Чему равно полное ускорение тела в момент времени $t = 1$ с?
----	---

C2	На барабан, имеющий форму тонкостенного цилиндра с массой $M = 0,3$ кг, который может вращаться вокруг своей оси, намотан шнур, к концу которого подвешен груз массой $m = 0,1$ кг. На какую высоту опустится груз через $t = 2$ с после начала движения.
----	---

**Контрольная работа № 2 «Механические колебания и волны. Релятивистская механика»**

Справедливы ли следующие утверждения?	
A1	При гармонических колебаниях средняя кинетическая энергия колеблющейся системы равна средней потенциальной энергии
A2	Добротность характеризует относительное убывание энергии колебаний за период.
A3	Амплитуда колебания частиц в бегущей волне зависит от координаты.
A4	В натянутой струне можно возбудить стоячие волны любой длины волны.
A5	Линейный размер тела не меняется при переходе от одной ИСО к другой.
	1) Да, всегда                      2) Нет, никогда                      3) Иногда справедливо, иногда нет

B1	Укажите неверное утверждение (в рамках СТО):
	1) Масса покоя частицы является инвариантной величиной
	2) Направление ускорения частицы не совпадает с направлением действующей на нее силы
	3) Относительная скорость частицы $\beta \leq 1$
	4) В нерелятивистском приближении Лоренц-фактор $\gamma \ll 1$

B2	С какой относительной скоростью $\beta$ должна двигаться релятивистская частица, чтобы ее полная энергия превышала энергию покоя в 2 раза?
	1) 0,71                      2) 0,82                      3) 0,87                      4) 0,94

B3	Складываются гармонические колебания одного направления с одинаковыми частотами $\omega$ и амплитудами $A_0$ , разность начальных фаз которых $\Delta\varphi = \pi$ . Чему равна амплитуда результирующего колебания?
	1) 0                      2) $A_0\sqrt{2}$ 3) $A_0\sqrt{3}$ 4) $2A_0$

B4	Имеется натянутая струна длиной $l = 1$ м. В ней нельзя возбудить колебания с длиной волны $\lambda$ , равной
	1) 0,75 м                      2) 0,5 м                      3) 0,4 м                      4) 0,25 м

C1	Логарифмический декремент некоторой колебательной системы $\lambda = 0,05$ . Определите, через какое количество колебаний $N$ их амплитуда уменьшится в 10 раз?
----	---

**Контрольная работа № 3 «Молекулярная физика и термодинамика»**

Справедливы ли следующие утверждения?	
A1	Для молекулы идеального газа вероятность иметь нулевую проекцию скорости на ось $Y$ максимальна.
A2	Макросостояние системы характеризуется заданием состояния всех частиц, составляющих систему.
A3	Теплоемкость воздуха не зависит от процесса.
A4	Энтропия системы в определенном состоянии пропорциональна логарифму статистического веса этого состояния.
1)	Да, всегда
2)	Нет, никогда
3)	Иногда справедливо, иногда нет

B1	В закрытом сосуде находится идеальный газ. Сравните количество молекул, скорости которых отличаются не более чем на 1 м/с от значения средней квадратичной скорости и количество молекул, скорости которых отличаются не более чем на 1 м/с от значения наиболее вероятной скорости этого газа.
1)	$\Delta N_{\text{кв}} < \Delta N_{\text{вер}}$
2)	$\Delta N_{\text{кв}} > \Delta N_{\text{вер}}$
3)	$\Delta N_{\text{кв}} = \Delta N_{\text{вер}}$
4)	это зависит от температуры газа

B2	Пусть на поверхности Земли воздух находится при нормальных условиях. Считая, что температура и молярная масса воздуха не зависят от высоты, определите его давление в шахте на глубине 2 км ниже поверхности Земли.
1)	1,94 атм.
2)	1,63 атм.
3)	1,28 атм.
4)	1,45 атм.

B3	Углекислый газ смешали с неизвестным газом. Показатель адиабаты полученной смеси оказался равен 1,58. Можно утверждать, что второй газ в смеси
1)	одноатомный
2)	двухатомный
3)	многоатомный
4)	может быть двухатомным или одноатомным

B4	Медный брусок массой 500 г остывает от 80°C до комнатной температуры 20°C. На сколько при этом изменяется его энтропия. Удельная теплоемкость меди – 390 Дж/(кг·К)
1)	23 Дж/К
2)	27 Дж/К
3)	36 Дж/К
4)	42 Дж/К

C1	Идеальный двухатомный газ совершает цикл Карно. В процессе адиабатического расширения его объем увеличивается в $n = 1,5$ раза. Определить коэффициент полезного действия этого цикла.
----	--

**Контрольная работа № 4 «Электростатика и постоянный ток»**

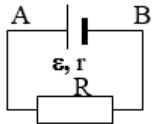
Справедливы ли следующие утверждения?	
A1	Электрическое поле направлено в сторону уменьшения потенциала.
A2	Емкость плоского конденсатора больше емкости сферического конденсатора.
A3	Количество уравнений, составляемых по 2 правилу Кирхгофа, совпадает с количеством ветвей.
1)	Да, всегда
2)	Нет, никогда
3)	Иногда справедливо, иногда нет

B1	Электрическое поле создано двумя бесконечными параллельными пластинами, несущими равномерно распределенный по площади заряд с поверхностными плотностями $\sigma_1$ и $\sigma_2$ . Определить напряженность поля в области между пластинами.
----	--

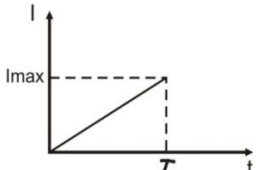


	стями $\sigma_1 = 1 \text{ нКл/м}^2$ и $\sigma_2 = -3 \text{ нКл/м}^2$ . Определите отношение модуля напряженности поля между пластинами $E_{\text{внутр}}$ к модулю напряженности поля вне пластин $E_{\text{внешн}}$ .			
1) 2	2) 3	3) 3/2	4) 1/2	5) 1/3

B2	Имеется цилиндрический конденсатор емкостью $C$ . Радиус внутренней и внешней обкладок уменьшили в 2 раза. Емкость конденсатора при этом			
1) останется неизменной	2) увеличится в 4 раза	3) уменьшится в 4 раза	4) увеличится в 2 раза	5) уменьшится в 2 раза

B3		В схеме, указанной на рисунке ЭДС источника $\varepsilon = 25 \text{ В}$ , его внутреннее сопротивление $r = 2 \text{ Ом}$ , внешнее сопротивление $R = 3 \text{ Ом}$ . Определите разность потенциалов между точками А и В.		
1) 20 В	2) 10 В	3) 6 В	4) 25 В	5) 15 В

C1	Две тонкостенные концентрические сферы с радиусами $R_1 = 0,1 \text{ м}$ и $R_2 = 0,25 \text{ м}$ несут на себе заряды $q_1 = 2 \text{ нКл}$ и $q_2 = -1 \text{ нКл}$ соответственно. Чему равна напряженность электрического поля в точках, отстоящих от центра на расстояния $r_1 = 0,2 \text{ м}$ и $r_2 = 0,3 \text{ м}$ .
----	--

C2		Имеется проводник с сопротивлением $R = 200 \text{ Ом}$ , в котором сила тока равномерно возрастает от 0 до $I_{\text{max}} = 9 \text{ А}$ в течение времени $\tau = 30 \text{ с}$ . Определить количество теплоты $Q$ , выделившееся в проводнике за период времени от $t_1 = 10 \text{ с}$ до $t_2 = 20 \text{ с}$ .
----	--	--

**Контрольная работа № 5 «Магнитостатика и электромагнетизм»**

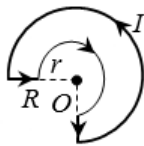
Справедливы ли следующие утверждения?		
A1	Магнитное поле, создаваемое проводником с током, однородно.	
A2	Если внутри катушки заменить один сердечник на другой, то ее индуктивность уменьшится.	
A3	Под действием внешнего магнитного поля происходит намагничивание магнетика.	
1) Да, всегда	2) Нет, никогда	3) Иногда справедливо, иногда нет

B1	По бесконечно длинному прямому проводу течет постоянный электрический ток $I = 200 \text{ А}$ . На расстоянии $r = 1 \text{ м}$ от него расположена рамка в виде квадрата со стороной $a = 0,01 \text{ м}$ , которая лежит в одной плоскости с проводом. Чему равен поток магнитной индукции через эту рамку? Считать, что магнитное поле внутри нее однородно.			
1) 5 нВб	2) 2 нВб	3) 4 нВб	4) 6 нВб	5) 12 нВб

B2	При увеличении в 2 раза силы тока в катушке с индуктивностью $L = 2 \text{ Гн}$ , энергия магнитного поля возросла на $\Delta E = 12 \text{ Дж}$ . Найти начальное значение силы тока.			
1) 4 А	2) 2 А	3) 0,25 А	4) 1 А	5) 0,5 А

B3	Активное сопротивление колебательного контура $R = 2 \text{ Ом}$ . Какую мощность потребляет контур при поддержании в нем незатухающих колебаний с амплитудой силы тока $I_m = 0,4 \text{ А}$ ?
----	---

1) 800 мДж	2) 400 мДж	3) 320 мДж	4) 160 мДж	5) 40 мДж
------------	------------	------------	------------	-----------

C1		По контуру, представленному на рисунке, течет ток $I = 8,5$ А. Найти величину и направление индукции магнитного поля в точке $O$ , если радиусы изогнутых частей контура $R = 20$ см и $r = 10$ см.
----	---	---

C2	Замкнутый контур в виде рамки площадью $0,5$ м <sup>2</sup> равномерно вращается в однородном магнитном поле с индукцией $23$ мТл, делая $20$ оборотов в секунду. Ось вращения лежит в плоскости контура и перпендикулярна направлению поля. Определить действующее значение ЭДС в контуре.
----	---

**Контрольная работа № 6 «Волновая оптика»**

Справедливы ли следующие утверждения?	
A1	Электромагнитная волна переносит энергию, но не переносит импульс.
A2	Оптический путь совпадает с геометрической длиной пути, проходимой светом.
A3	Дифракция Френеля – это дифракция в параллельных лучах.
A4	Эллиптическую поляризацию можно представить как суперпозицию двух линейных поляризаций.
A5	Голограмма дает два объемных изображения объекта.
1)	Да, всегда
2)	Нет, никогда
3)	Иногда справедливо, иногда нет

B1	Два когерентных точечных источника света с длиной волны $\lambda = 0,5$ мкм, расстояние между которыми $d = 0,5$ мм, расположены параллельно экрану на расстоянии $L = 1$ м от него. Что будет наблюдаться в точке экрана, отстоящей на $x = 1$ мм от центра симметрии?
1)	светлое пятно
2)	темное пятно
3)	промежуточное состояние
4)	невозможно определить

B2	На круглое отверстие радиуса $r = 3$ мм падает нормально плоская монохроматическая волна с длиной волны $\lambda = 750$ нм. При каком расстоянии до экрана в точке симметрии будет наблюдаться светлое пятно?
1)	3 м
2)	4 м
3)	5 м
4)	7 м

B3	На тонкую пленку с показателем преломления $n = 1,4$ падает под углом $\theta = 45^\circ$ монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 600$ нм. При какой минимальной толщине пленки будет наблюдаться интерференционный минимум в отраженном свете?
1)	125 нм
2)	250 нм
3)	150 нм
4)	300 нм

B4	Угол между плоскостями пропускания двух поляризаторов равен $60^\circ$ , а третий расположен между ними так, что его плоскость пропускания составляет $30^\circ$ с плоскостью пропускания первого поляризатора. На эту оптическую систему падает естественный свет. Какова интенсивность прошедшего света?
1)	$0,09I_0$
2)	$0,06I_0$
3)	$0,03I_0$
4)	0

C1	На дифракционную решетку с периодом $3,5$ мкм и шириной щели $1,2$ мкм падает нормально свет с длиной волны $600$ нм. Сколько главных максимумов дифракционной решетки попадет в область центрального дифракционного максимума от одной щели?
----	---

**Контрольная работа № 7 «Квантовая оптика»**

Справедливы ли следующие утверждения?	
A1	При низкой температуре тепловое излучение идет в основном в видимой части спектра, а при более высокой переходит в инфракрасную.
A2	Импульс фотона прямо пропорционален его частоте.
A3	Сила тока насыщения при фотоэффекте определяется интенсивностью падающего излучения.
A4	Изменение длины волны фотона при его комптоновском рассеянии определяется материалом рассеивающего образца.
1) Да, всегда                      2) Нет, никогда                      3) Иногда справедливо, иногда нет	

B1	Как изменилась температура абсолютно черного тела, если мощность его излучения повысилась в 81 раз?
	1) увеличилась в 9 раз                      3) увеличилась в 3 раза 2) увеличилась в 27 раз                      4) увеличилась в 81 раз

B2	Давление света на поверхность при энергетической освещенности $E_e = 120 \text{ Вт/м}^2$ составило 0,5 мкПа. Определите коэффициент отражения этой поверхности.
	1) 0,33                      2) 0,75                      3) 0,5                      4) 0,25

C1	При рассеянии фотона на свободном электроном на угол $60^\circ$ его энергия уменьшилась в 2 раза. Определите длину волны падающего фотона.
----	--

C2	При облучении металла светом с длиной волны 245 нм наблюдается фотоэффект. Работа выхода металла равна 2,4 эВ. Какое напряжение тормозящего электрического поля нужно приложить к металлу, чтобы уменьшить максимальную скорость вылетающих фотоэлектронов в 2 раза?
----	--

**Контрольная работа № 8 «Квантовая механика и атомная физика»**

Справедливы ли следующие утверждения?	
A1	Гипотезу де Бройля о наличии у частиц волновых свойств невозможно подтвердить экспериментально.
A2	Полную энергию квантовой частицы нельзя разделить на кинетическую и потенциальную.
A3	Собственные значения энергии частицы образуют непрерывный спектр.
A4	Проекция момента импульса в квантовой механике никогда не равна его модулю.
1) Да, всегда                      2) Нет, никогда                      3) Иногда справедливо, иногда нет	

B1	Атом водорода испустил фотон, соответствующий третьей линии серии Пашена. При этом его радиус
	1) уменьшился в 3 раза                      3) уменьшился в 4 раза 2) увеличился в 2 раза                      4) увеличился в 3 раза

B2	Частица в бесконечно глубокой потенциальной яме находится во втором возбужденном состоянии. Вероятность нахождения частицы в крайней трети ямы
	1) $> 1/3$ 2) $< 1/3$ 3) $1/3$ 4) недостаточно данных для ответа

B2	Электрон в атоме находится на уровне 3d. На какие из перечисленных ниже уровней переход запрещен?
----	---

	A) 2s,      Б) 2p,      В) 4f.
	1) только А    2) только Б    3) только В
	4) все переходы разрешены

C1	Для каких элементов длина волны $K_{\alpha}$ -линии лежит между значениями $\lambda_1 = 170$ пм и $\lambda_2 = 200$ пм?
----	---

C2	Электрон прошел ускоряющую разность потенциалов 200 кэВ, а протон – 10 кэВ. Найдите отношение длины волны де Бройля протона к длине волны де Бройля электрона, если обе частицы начали свое движение из состояния покоя.
----	--

**Контрольная работа № 9 «Физика твердого тела и ядерная физика»**

Справедливы ли следующие утверждения?	
A1	Система тождественных частиц описывается симметричной волновой функцией.
A2	С понижением температуры сопротивление полупроводников растет.
A3	Примесные донорные уровни расположены в нижней части запрещенной зоны.
A4	Масса радиоактивного ядра меньше суммы масс составляющих его частей.
A5	При прохождении в веществе $\gamma$ -квант рождает электрон-позитронную пару.
A6	Существует три разновидности лептонного заряда.
1) Да, всегда                          2) Нет, никогда                          3) Иногда справедливо, иногда нет	

B1	Электронный газ находится в металле при комнатной температуре. Определите область размывания $\Delta\epsilon$ функции Ферми-Дирака вблизи уровня Ферми. Ответ выразите в эВ.
1) 11 эВ                          2) 0,18 эВ                          3) $2,5 \cdot 10^{-2}$ эВ                          4) 1,8 эВ	

B2	В результате серии радиоактивных распадов нептуний ${}_{93}^{237}\text{Np}$ превращается в висмут ${}_{83}^{209}\text{Bi}$ . Какое количество $\alpha$ - и $\beta^-$ -распадов он испытывает при этом?
1) 7 $\alpha$ и 4 $\beta^-$ 2) 8 $\alpha$ и 6 $\beta^-$ 3) 5 $\alpha$ и 2 $\beta^-$ 4) 4 $\alpha$ и 2 $\beta^-$	

B3	Определите, насколько отличается энергия покоя атома ${}^7_4\text{Be}$ от энергии покоя ядра этого атома.
1) 3,59 МэВ                          2) 4,61 МэВ                          3) 7,17 МэВ                          4) 2,05 МэВ	

B4	Какая из нижеперечисленных реакций противоречит закону сохранения момента импульса?
1) $p + \gamma \rightarrow e^+ + \nu_e$ 3) $e^+ + e^- \rightarrow \gamma$	
2) $n \rightarrow p + e^+ + \nu_e$ 4) $\mu^- \rightarrow e^- + \nu_e + \nu_\mu$	

C1	Определите активность 1 мг радона ${}_{86}^{222}\text{Rn}$ , если его период полураспада составляет 3,8 суток.
----	--

C2	Найдите, исходя из капельной модели, отношение радиуса ядра ${}_{82}^{206}\text{Pb}$ к радиусу ядра ${}_{28}^{61}\text{Ni}$ .
----	---

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся заключается в проработке лекционного материала, решении индивидуальных домашних задач, подготовке к выпол-

нению лабораторных и расчетно-графических работ, обработке результатов этих работ, а также в подготовке к коллоквиумам и контрольным работам.

### ***Примеры индивидуальных домашних задач***

#### **1 семестр**

##### ***Задача 1 «Кинематика поступательного и вращательного движения»***

Радиус-вектор частицы изменяется по закону  $\vec{r} = t^2\vec{i} + 4t\vec{j} - 2\vec{k}$  (м). Найти вектор скорости  $\vec{v}$ , вектор ускорения  $\vec{a}$ , модуль скорости и ускорения, а также угол между этими векторами в момент времени  $t = 2$  с.

##### ***Задача 2 «Динамика поступательного движения»***

На тело массы  $m$ , лежащее на гладкой горизонтальной плоскости, в момент  $t = 0$  начала действовать сила, зависящая от времени как  $F = kt$ , где  $k$  – постоянная. Направление этой силы все время составляет угол  $\alpha$  с горизонтом. Найти скорость тела в момент отрыва от плоскости и путь, пройденный телом к этому моменту.

##### ***Задача 3 «Динамика вращательного движения»***

Через блок, имеющий форму диска, перекинут шнур. К концам шнура привязали грузики массой  $m_1 = 100$  г и  $m_2 = 110$  г. С каким ускорением будут двигаться грузики, если масса  $m$  блока равна 400 г? Трение при вращении блока ничтожно мало.

##### ***Задача 4 «Законы сохранения энергии, импульса и момента импульса»***

Человек стоит на скамье Жуковского и ловит рукой мяч массой  $m = 0,4$  кг, летящий в горизонтальном направлении со скоростью  $v = 20$  м/с. Траектория мяча проходит на расстоянии  $r = 0,8$  м от вертикальной оси вращения скамьи. С какой угловой скоростью и начнет вращаться скамья Жуковского с человеком, поймавшим мяч, если суммарный момент инерции человека и скамьи равен  $I = 6$  кг · м<sup>2</sup>?

##### ***Задача 5 «Гармонические колебания»***

Частица совершает гармонические колебания вдоль оси  $x$  около положение равновесия  $x = 0$ . Частота колебаний  $\omega = 4$  с<sup>-1</sup>. В некоторый момент координата частицы  $x_0 = 25$  см и ее скорость  $v_0 = 100$  см/с. Найти координату  $x$  и скорость  $v$  частицы через  $t = 2,4$  с после этого момента.

##### ***Задача 6 «Затухающие колебания»***

Однородный диск радиуса  $R = 13$  см может вращаться вокруг горизонтальной оси, перпендикулярной к его плоскости и проходящей через край диска. Найти период малых колебаний этого диска, если логарифмический декремент затухания  $\lambda = 1$ .

##### ***Задача 7 «Релятивистская механика»***

В собственной системе отсчета имеется прямоугольник с соотношением сторон 4:5. В каком направлении и с какой скоростью должен двигаться этот прямоугольник, чтобы в лабораторной системе отсчета он выглядел, как квадрат?

##### ***Задача 8 «Статистические распределения»***

Какова вероятность того, что данная молекула идеального газа имеет скорость, отличную от  $\frac{1}{2}v_B$  не более, чем на 1%?

### ***Задача 9 «Первое начало термодинамики»***

Некоторую массу азота сжали в  $\eta = 5$  раз по объему один раз адиабатически, другой раз изотермически. Начальное состояние в обоих случаях одинаково. Найти отношение соответствующих работ, затраченных на сжатие.

### ***Задача 10 «Второе начало термодинамики»***

Четыре моля идеального газа сначала изохорически охладили, а затем изобарически расширили так, что температура газа стала равна первоначальной. Найти приращение энтропии газа, если его давление в данном процессе изменилось в  $n = 4,5$  раза.

## **2 семестр**

### ***Задача 1 «Расчет электростатических полей»***

Тонкое полукольцо радиуса  $R = 20$  см заряжено равномерно зарядом  $q = 0,7$  нКл. Найти модуль напряженности электрического поля в центре кривизны этого полукольца.

### ***Задача 2 «Электрическое поле в веществе»***

Конденсатор емкостью  $C_1 = 3$  мкФ был заряжен до разности потенциалов  $U_1 = 150$  В и соединен со вторым конденсатором емкостью  $C_2 = 2$  мкФ, заряженным до разности потенциалов  $U_2 = 100$  В. Найти заряд  $\Delta q$ , перетекший с пластин первого конденсатора на второй. Какая при этом выделилась энергия?

### ***Задача 3 «Цепи постоянного электрического тока»***

Три батареи с ЭДС  $\varepsilon_1 = 12$  В,  $\varepsilon_2 = 5$  В и  $\varepsilon_3 = 10$  В и одинаковыми внутренними сопротивлениями  $r = 1$  Ом, соединены между собой одноименными полюсами. Сопротивление соединительных проводов ничтожно мало. Определить силы токов, идущих через каждую батарею.

### ***Задача 4 «Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном поле»***

Электрон движется в однородном магнитном поле с индукцией  $B = 9$  мТл по винтовой линии, радиус которой  $R = 1$  см, а шаг  $h = 7,8$  см. Определить период  $T$  обращения электрона и его скорость  $v$ .

### ***Задача 5 «Постоянное магнитное поле»***

По двум длинным параллельным проводникам текут в противоположных направлениях токи силой  $I_1 = 34$  А и  $I_2 = 20$  А. Расстояние между проводами  $r_0 = 0,3$  м. Определить магнитную индукцию в точке А, удаленной от первого и второго проводника соответственно на расстояния  $r_1 = 0,17$  м и  $r_2 = 0,2$  м.

### ***Задача 6 «Электромагнитная индукция»***

Тонкий медный провод массой  $m = 1$  г согнут в виде квадрата и концы его замкнуты. Квадрат помещен в однородное магнитное поле с индукцией  $B = 0,34$  Тл так, что его плоскость составляет угол  $\beta = 30^\circ$  с линиями индукции поля. Определить количество

электричества  $q$ , которое протечет по проводнику, если квадрат, потянув за противоположные вершины, вытянуть в линию.

### ***Задача 7 «Электрические колебания и переменный ток»***

К сети с действующим напряжением  $U = 100$  В подключили катушку, индуктивное сопротивление которой  $X_L = 30$  Ом и импеданс  $Z = 50$  Ом. Найти разность фаз между током и напряжением, а также тепловую мощность, выделяемую в катушке.

### ***Задача 8 «Поляризация света»***

Частично поляризованный свет падает на поляризатор. При положении поляризатора, соответствующему минимуму пропускания, интенсивность света ослабляется в 8 раз по отношению к начальной. Чему равна степень поляризации падающего света? Поглощением света пренебречь.

### ***Задача 9 «Интерференция световых волн»***

Сферическая поверхность плоско-выпуклой линзы соприкасается со стеклянной пластинкой. Пространство между линзой и пластинкой заполнено сероуглеродом. Показатели преломления линзы, сероуглерода и пластинки равны соответственно  $n_1 = 1,5$ ,  $n_2 = 1,63$  и  $n_3 = 1,7$ . Радиус кривизны сферической поверхности линзы  $R = 100$  см. Определить радиус пятого темного кольца Ньютона в отраженном свете с  $\lambda = 0,61$  мкм.

### ***Задача 10 «Дифракция световых волн»***

Между точечным источником света и экраном поместили диафрагму с круглым отверстием, радиус которого  $r$  можно менять. Расстояния от диафрагмы до источника и экрана равны  $a = 100$  см и  $b = 125$  см. Определить длину волны света, если максимум освещенности в центре дифракционной картины на экране наблюдается при  $r_1 = 1,00$  мм и следующий максимум при  $r_2 = 1,29$  мм.

## **3 семестр**

### ***Задача 1 «Тепловое излучение»***

Определить, какое количество энергии излучает за 1 минуту абсолютно чёрное тело с поверхности площадью  $3$  см<sup>2</sup>, если известно, что максимальная спектральная плотность его энергетической светимости приходится на длину волны в  $600$  нм.

### ***Задача 2 «Фотоэффект»***

Определить максимальную скорость  $v_{\max}$  фотоэлектронов, вылетающих из металла при облучении фотонами с энергией  $\varepsilon = 0,767$  МэВ.

### ***Задача 3 «Эффект Комптона»***

Определить энергию, приходящуюся на электрон отдачи при эффекте Комптона, если рассеяние фотона происходит на угол  $\theta = \pi/3$ . Энергия фотона до рассеяния  $\varepsilon = 0,58$  МэВ. Под каким углом будет двигаться электрон отдачи?

### ***Задача 4 «Волновые свойства частиц»***

Длина волны излучаемого атомом фотона составляет  $\lambda = 0,6$  мкм. Время жизни атома в возбужденном состоянии  $\tau = 10^{-8}$  с. Определите отношение естественной ширины энергетического уровня к энергии, излученной атомом

#### **Задача 5 «Потенциальная яма»**

Нейтрон находится в одномерной бесконечно глубокой потенциальной яме шириной  $l = 10^{-10}$  м с абсолютно непроницаемыми стенками. Найдите наименьшую разность двух соседних энергетических уровней нейтрона.

#### **Задача 6 «Теория Бора»**

Определить энергию и потенциал ионизации иона  $\text{Li}^{++}$ , находящегося в первом возбужденном состоянии. Какой должна быть энергия фотона, чтобы он выбил из такого иона электрон с кинетической энергией  $T = 10$  эВ?

#### **Задача 7 «Излучение атомов»**

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

#### **Задача 8 «Радиоактивность»**

Активность некоторого радиоактивного препарата падает за 1 минуту в 9 раз. Определить среднее время жизни ядер этого препарата и его период полураспада. Какова вероятность того, что ядро распадется за промежуток времени, равный 3 с?

#### **Задача 9 «Энергия связи ядра»**

Вычислить в атомных единицах массы массу ядра и массу атома изотопа циркония  ${}_{40}^{91}\text{Zr}$ , если его удельная энергия связи составляет 8,70 МэВ на 1 нуклон.

#### **Задача 10 «Ядерные реакции»**

Написать недостающее обозначение в реакции  ${}^{10}\text{B}(n, \alpha){}^7\text{Li}$ , протекающей в результате взаимодействия очень медленных нейтронов с покоящимися ядрами бора. Найти кинетические энергии продуктов реакции.

### **Перечень лабораторных работ:**

#### **1 семестр**

1. Л. р. № 1 «Применение законов сохранения для определения скорости полета пули»
2. Л. р. № 3 «Определение моментов инерции тел с помощью крутильного маятника. Проверка теоремы Штейнера»
3. Л. Р. № 4 «Исследование вращательного движения твердого тела вокруг неподвижной оси»
4. Л. р. № 5 «Определение характеристик затухающих колебаний физического маятника»
5. Л. р. № 7 «Определение скорости звука в воздухе методом стоячей волны»
6. Л. р. № 11 «Изучение статистических закономерностей»
7. Л. р. № 14 «Определение показателя адиабаты  $\gamma$  методом Клемана и Дезорма»
8. Л. р. № 15-2 «Проверка закона возрастания энтропии в процессе теплообмена»



## 2 семестр

1. Л. р. № 21 «Исследование электростатического поля с помощью зонда»
2. Л. р. № 23 «Расширение предела измерения амперметра и вольтметра постоянного тока»
3. Л. р. № 26 «Измерение емкости конденсаторов мостовым методом»
4. Л. р. № 27 «Изучение резонанса напряжений»
5. Л. р. № 28 «Определение индуктивности соленоида и магнитной проницаемости ферромагнетика»
6. Л. р. № 35 «Определение концентрации растворов сахара и постоянной вращения»
7. Л. р. № 32 «Определение радиуса кривизны линзы и полосы пропускания светофильтра с помощью колец Ньютона»
8. Л. р. № 34 «Определение длины световой волны и характеристик дифракционной решетки»

## 3 семестр

1. Л. р. № 36 «Снятие вольтамперных характеристик фотоэлемента и определение его чувствительности»
2. Л. р. № 36А «Исследование характеристик вакуумного фотоэлемента»
3. Л. р. № 41 «Исследование возбуждения атомов газа»
4. Л. р. № 42 «Изучение спектра излучения атома водорода. Определение главных квантовых чисел возбужденных состояний атома водорода»
5. Л. р. № 44 «Изучение электрических свойств твердых тел»
6. Л. р. № 51 «Изучение закономерностей  $\alpha$ -распада»
7. Л. р. № 52 «Изучение спектра  $\gamma$ -излучения радиоактивных элементов»
8. Л. р. № 53 «Определение максимальной энергии  $\beta$ -частиц и идентификация радиоактивных препаратов»

### Перечень вопросов к коллоквиумам:

#### 1 семестр

##### *Кинематика и динамика поступательного и вращательного движения*

1. Понятие радиус-вектора, скорости и ускорения материальной точки. Средние и мгновенные величины.
2. Прямая и обратная задачи механики. Роль начальных условий. Перемещение и пройденный путь.
3. Движение по окружности. Угол поворота, угловая скорость и угловое ускорение. Связь угловых и линейных величин.
4. Криволинейное движение. Тангенциальное и нормальное ускорение. Полное ускорение. Угол между скоростью и ускорением.
5. Инерциальные системы отсчета. Принцип относительности Галилея. Первый закон Ньютона.
6. Понятие силы, массы и импульса. Принцип суперпозиции. Основной закон динамики поступательного движения. Третий закон Ньютона.
7. Момент импульса и момент силы относительно точки. Основное уравнение динамики вращательного движения.
8. Вращение вокруг неподвижной оси. Момент инерции твердого тела. Теорема Штейнера.
9. Аналогия характеристик и уравнений поступательного и вращательного движения.

## *Законы сохранения в механике*

1. Интегралы движения. Связь законов сохранения с симметриями пространства и времени.
2. Замкнутая система. Закон сохранения полного импульса системы тел.
3. Закон сохранения полного момента импульса системы тел. Движение в центральном поле.
4. Работа и мощность. Кинетическая энергия поступательного и вращательного движения.
5. Консервативные и диссипативные силы. Работа консервативных и диссипативных сил.
6. Потенциальная энергия. Закон сохранения полной механической энергии.
7. Связь между силой и потенциальной энергией. Два способа описания взаимодействия.
8. Соударение двух тел. Упругий и неупругий удар.

## *Механические колебания*

1. Уравнение гармонических колебаний и его решение.
2. Характеристики колебаний (амплитуда, частота, начальная фаза).
3. Математический и физический маятники.
4. Сложение гармонических колебаний одного направления. Биения.
5. Сложение перпендикулярных колебаний. Фигуры Лиссажу.
6. Уравнение затухающих колебаний и его решение.
7. Характеристики затухающих колебаний (время релаксации, логарифмический декремент, добротность).
8. Энергия гармонических и затухающих колебаний.
9. Вынужденные колебания. Резонанс.

## *Упругие волны*

1. Поперечные и продольные волны. Характеристики бегущей упругой волны.
2. Скорость распространения упругих волн.
3. Классификация волн по форме волновой поверхности. Плоская, сферическая и цилиндрическая волна.
4. Волновое уравнение. Уравнение луча, уравнение плоской волны, волновое уравнение в общем виде
5. Наложение упругих волн. Стоячая волна и ее особенности.
6. Колебание натянутой струны.

## *Классическая статистика*

1. Макросистема. Статистический и термодинамический подходы к описанию макросистем.
2. Дискретный набор величин. Понятие вероятности и средней величины.
3. Непрерывный набор величин. Функция распределения случайной величины и ее свойства (физический смысл, расчет вероятностей, условие нормировки, расчет средних величин).
4. Распределение молекул по проекциям скоростей. Распределение Гаусса.
5. Распределение молекул по модулю скорости. Распределение Максвелла.
6. Наиболее вероятная, средняя и среднеквадратичная скорости.
7. Распределение молекул идеального газа по высоте в поле тяжести Земли. Распределение Больцмана. Барометрическая формула.

### ***МКТ и первое начало термодинамики***

1. Модель идеального газа. Давление и температура с точки зрения МКТ. Уравнение состояния идеального газа.
2. Понятие степеней свободы молекулы. Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы.
3. Внутренняя энергия как функция состояния системы.
4. Работа как функция процесса.
5. Первое начало термодинамики.
6. Изотермический, изохорический и изобарический процессы.
7. Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона. Политропические процессы.
8. Понятие теплоемкости. Молярная и удельная теплоемкости. Теплоемкость при изопроцессах.

### ***Второе начало термодинамики. Энтропия***

1. Направление процессов. Статистический вес макросостояния. Суть необратимости.
2. Второе начало термодинамики. Формулировки Клаузиуса и Кельвина.
3. Энтропия системы и ее свойства. Теорема Нернста.
4. Изменение энтропии в тепловых процессах.
5. Основное уравнение термодинамики. Термодинамические потенциалы.
6. Циклический процесс. Коэффициент полезного действия тепловой машины.
7. Цикл Карно. Теорема Карно. Термодинамическая шкала температур.
8. Статистический смысл энтропии. Формула Больцмана.

## **2 семестр**

### ***Электростатическое поле***

1. Силы в природе. Роль электромагнитного взаимодействия.
2. Электростатическое поле. Электрический заряд. Свойства электрического заряда. Закон Кулона.
3. Напряженность электростатического поля.
4. Принцип суперпозиции электростатических полей для дискретного и непрерывного распределения зарядов.
5. Поток вектора напряженности электростатического поля. Теорема Гаусса.
6. Потенциальность электростатического поля. Принцип суперпозиции для потенциала.
7. Работа по перемещению заряда в электростатическом поле. Теорема о циркуляции.
8. Связь между напряженностью и потенциалом.
9. Геометрическое описание поля. Силовые линии. Эквипотенциальные поверхности.

### ***Диэлектрики и проводники в электрическом поле***

1. Электрический диполь. Дипольный момент.
2. Электрическое поле в диэлектрике. Поляризация диэлектрика.
3. Вектор электрического смещения. Диэлектрическая проницаемость вещества. Теорема Гаусса для диэлектриков.
4. Условия на границе раздела двух диэлектриков.
5. Электроемкость уединенного проводника.
6. Конденсатор. Электроемкость плоского, сферического и цилиндрического конденсатора.

7. Соединение конденсаторов.
8. Энергия заряженного конденсатора. Плотность энергии электрического поля.
9. Включение конденсатора в электрические цепи.

### ***Постоянный электрический ток***

1. Электрический ток. Плотность тока. Уравнение непрерывности.
2. Закон Ома в дифференциальной форме.
3. Закон Ома в интегральной форме для однородного участка цепи. Электрическое напряжение.
4. Сопротивление проводника. Соединение сопротивлений.
5. Закон Ома для неоднородного участка цепи. Сторонние силы. ЭДС.
6. Правила Кирхгофа для расчета разветвленных цепей.
7. Работа и мощность электрического тока. Закон Джоуля-Ленца.
8. Переходные процессы в цепи с конденсатором.

### ***Магнитное поле и электромагнитная индукция***

1. Единая природа электрического и магнитного поля.
2. Источники магнитного поля. Магнитное поле движущегося заряда и проводника с током. Закон Био-Савара.
3. Поток и циркуляция вектора индукции магнитного поля. Теорема Гаусса и теорема о циркуляции.
4. Сила Лоренца. Движение заряженной частицы в магнитном поле.
5. Сила Ампера.
6. Магнитное поле в веществе. Намагниченность.
7. Напряженность магнитного поля. Магнитная проницаемость вещества. Диамагнетика и парамагнетика.
8. Ферромагнетика. Физическая природа ферромагнетизма.
9. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Правило Ленца. Вихревое электрическое поле.
10. Явление самоиндукции. Индуктивность. Соленоид.
11. Энергия контура с током и магнитного поля.

### ***Электрические колебания и переменный ток***

1. Колебательный контур. Механизм возникновения электрических колебаний.
2. Энергия электрических колебаний.
3. Затухающие колебания. Характеристики затухающих колебаний.
4. Роль активного сопротивления в колебательном контуре.
5. Вынужденные колебания. Векторная диаграмма напряжений. Резонанс тока. Резонансная частота.
6. Соотношение фаз между внешним напряжением, силой тока и напряжением на различных элементах цепи.
7. Переменный ток. Индуктивное и емкостное сопротивление. Полное сопротивление цепи при переменном токе.
8. Действующие значения силы тока и напряжения. Мощность при переменном токе. Коэффициент мощности.

### ***Электромагнитные волны***

1. Система уравнений Максвелла как обобщение разрозненных явлений электричества и магнетизма.
2. Свойства уравнений Максвелла. Предсказание существования электромагнит-

ных волн.

3. Волновое уравнение. Скорость распространения волны и показатель преломления среды.
4. Плоская электромагнитная волна и ее основные характеристики.
5. Энергия и импульс электромагнитной волны. Вектор Пойнтинга. Интенсивность.
6. Шкала электромагнитных волн. Особенности оптического диапазона.
7. Естественный и поляризованный свет. Виды поляризации. Степень поляризации частично поляризованного света.
8. Закон Малюса.
9. Поляризация при отражении и преломлении света на границе раздела диэлектриков. Угол Брюстера.
10. Двойное лучепреломление. Устройство призмы Николя.
11. Оптически активные вещества. Вращение плоскости поляризации света при прохождении через оптически активную среду.

### *Интерференция световых волн*

1. Понятие интерференции. Принцип суперпозиции для световых волн. Наблюдаемые и ненаблюдаемые величины.
2. Когерентные и некогерентные волны. Сложение интенсивностей в случае некогерентных и когерентных колебаний.
3. Условия усиления и ослабления света в зависимости от разности фаз интерферирующих волн.
4. Оптический путь светового луча. Способы изменения оптического пути световых волн.
5. Связь оптической разности хода двух волн с разностью фаз. Условия максимума и минимума интерференции в зависимости от оптической разности хода.
6. Схема Юнга. Условия наблюдения интерференции. Координаты светлых и темных полос на экране.
7. Временная и пространственная когерентность.
8. Интерференция в тонких пленках в отраженном и проходящем свете.
9. Схема для наблюдения колец Ньютона. Радиусы светлых и темных колец в отраженном и проходящем свете.

### *Дифракция и дисперсия световых волн*

1. Явление дифракции. Особенность дифракции световых волн. Дифракция Френеля и Фраунгофера.
2. Принцип Гюйгенса-Френеля. Упрощение вычислений с помощью векторной диаграммы.
3. Дифракция Френеля на круглом отверстии. Зоны Френеля.
4. Дифракция Фраунгофера на узкой прямолинейной щели. Условия максимума и минимума. Зависимость интенсивности света от угла дифракции.
5. Дифракционная решетка. Основные характеристики дифракционной решетки. Условия главных максимумов и минимумов и добавочных минимумов.
6. Угловая дисперсия и разрешающая способность дифракционной решетки.
7. Дифракция на пространственной решетке.
8. Физические принципы голографии.
9. Дисперсия света. Нормальная и аномальная дисперсия.
10. Волновой пакет. Фазовая и групповая скорости волны.

**3 семестр**

### ***Квантовая природа излучения***

1. Тепловое излучение абсолютно черного тела. Закон Стефана – Больцмана.
2. Закон смещения Вина. Гипотеза Планка.
3. Энергия и импульс фотона. Давление света.
4. Фотоэффект. Законы фотоэффекта. Красная граница фотоэффекта.
5. Формула Эйнштейна. Релятивистский и нерелятивистский фотоэффект.
6. Тормозное рентгеновское излучение.
7. Эффект Комптона. Формула Комптона.
8. Корпускулярно-волновой дуализм света.

### ***Элементы квантовой механики***

1. Волновые свойства частиц.
2. Длина волны де Бройля. Экспериментальное подтверждение.
3. Принцип неопределенности Гейзенберга. Соотношение неопределенностей.
4. Волновая функция и ее свойства.
5. Основная задача квантовой механики. Уравнение Шрёдингера.
6. Частица в потенциальной яме. Квантование энергии.
7. Прохождение частицы через потенциальный барьер. Туннельный эффект.

### ***Теория Бора и излучение атомов***

1. Планетарная модель атома.
2. Постулаты Бора.
3. Излучение атома водорода и водородоподобных систем.
4. Спектральные серии. Формула Бальмера.
5. Спектры многоэлектронных атомов. Закон Мозли.

### ***Атом с точки зрения квантовой механики***

1. Квантовые числа, характеризующие положение электрона в атоме.
2. Квантование энергии.
3. Квантование момента импульса.
4. Спин электрона. Полный момент электрона.
5. Схема энергетических уровней атома водорода.
6. Правила отбора при атомных переходах.
7. Заполнение электронных оболочек в многоэлектронных атомах. Принцип Паули.

### ***Квантовая статистика и электропроводность твердых тел***

1. Принцип тождественности одинаковых частиц.
2. Бозоны и фермионы. Три вида статистики: классическая, Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака.
3. Свободные электроны. Энергия Ферми.
4. Зонная теория твердых тел.
5. Электропроводность полупроводников. Зависимость проводимости от температуры.
6. Собственная и примесная проводимость полупроводников.
7. Электропроводность металлов. Зависимость сопротивления от температуры.
8. Явление сверхпроводимости. Квантовая теория сверхпроводимости.

### ***Атомное ядро и ядерные реакции***

1. Явление радиоактивности. Основной закон радиоактивного распада.
2. Радиоактивные ряды.
3. Состав и характеристики атомного ядра. Ядерные силы.
4. Капельная и оболочечная модели ядер. Радиус ядра.
5. Масса и энергия связи ядра. Удельная энергия связи.
6. Ядерные реакции. Энергия ядерной реакции.
7. Ядерная энергетика.

### *Особенности радиоактивных распадов*

1. Уравнение и энергетическое условие  $\alpha$ -распада. Связь энергии  $\alpha$ -частицы с периодом полураспада.
2. Туннельный эффект при  $\alpha$ -распаде. Спектр  $\alpha$ -частиц.
3. Характер спектра  $\gamma$ -излучения.
4. Процессы взаимодействия  $\gamma$ -квантов с веществом.
5. Зависимость интенсивности  $\gamma$ -излучения от толщины слоя вещества. Сравнение проникающей способности различных видов излучения.
6. Три вида  $\beta$ -распада. Энергетический спектр  $\beta$ -частиц. Гипотеза нейтрино.
7. Законы сохранения при  $\beta$ -распаде. Лептоны. Лептонный заряд.

## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>ОПК-1 – способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики</b>		
Знать	– основные понятия и закономерности физики, сущность процессов и явлений, приводящих к пониманию современной научной картины мира	<p><b>Перечень теоретических вопросов к экзаменам:</b></p> <p><b>1 семестр</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Кинематика поступательного движения. Понятие радиус-вектора, скорости и ускорения. Начальные условия. Прямая и обратная задачи механики.</li> <li>2. Инерциальные системы отсчета. Понятие силы, массы и импульса. Основной закон динамики поступательного движения.</li> <li>3. Законы сохранения в механике. Замкнутая система. Законы сохранения импульса и момента импульса.</li> <li>4. Два способа описания взаимодействия. Движение частицы в одномерном стационарном поле. Связь между силой и потенциальной энергией.</li> <li>5. Общее понятие о волнах. Характеристики бегущей волны. Волновое уравнение плоской волны.</li> <li>6. Постулаты Эйнштейна. Замедление времени. Лоренцево сокращение длины. Релятивистские инварианты. Интервал.</li> <li>7. Макросистема. Микросостояние и макросостояние системы. Статистический подход. Понятие вероятности и средней величины.</li> <li>8. Функция распределения случайной величины. Распределение молекул по проекциям скоростей.</li> <li>9. Модель идеального газа. Давление и температура с точки зрения молекулярно-кинетической теории. Уравнение состояния идеального газа.</li> <li>10. Проблема необратимости тепловых процессов. Энтропия системы и ее свойства. Теорема Нернста.</li> <li>11. Статистический вес макросостояния. Суть необратимости. Статистический</li> </ol>



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>смысл энтропии. Формула Больцмана.  12. Границы применимости модели идеального газа. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы реального газа.</p> <p><b>2 семестр</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Силы взаимодействия в природе. Электростатическое поле. Закон Кулона. Напряженность электростатического поля. Принцип суперпозиции.</li> <li>2. Потенциал. Теорема о циркуляции вектора напряженности электростатического поля. Связь между напряженностью и потенциалом.</li> <li>3. Электрический ток. Плотность тока. Уравнение непрерывности. Закон Ома в дифференциальной форме.</li> <li>4. Единая природа электрического и магнитного поля. Поле движущегося заряда. Принцип суперпозиции магнитных полей. Закон Био-Савара.</li> <li>5. Поток и циркуляция вектора индукции магнитного поля. Теорема Гаусса и теорема о циркуляции.</li> <li>6. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Правило Ленца. Вихревое электрическое поле.</li> <li>7. Система уравнений Максвелла как обобщение разрозненных явлений электричества и магнетизма. Материальные уравнения.</li> <li>8. Свойства уравнений Максвелла. Предсказание существования электромагнитных волн.</li> <li>9. Способы поляризации естественного света. Призма Николя. Вращение плоскости поляризации света при прохождении через оптически активную среду.</li> <li>10. Шкала электромагнитных волн. Особенности оптического диапазона. Показатель преломления среды.</li> <li>11. Схема Юнга для наблюдения интерференции. Временная и пространственная когерентность.</li> <li>12. Явление дифракции. Дифракция Френеля и Фраунгофера. Принцип Гюйгенса-Френеля.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p style="text-align: center;"><b>Перечень теоретических вопросов к зачету:</b></p> <p><b>3 семестр</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Тепловое излучение тела. Закон Стефана-Больцмана. Закон смещения Вина. Гипотеза Планка.</li> <li>2. Фотоны. Давление света. Корпускулярно-волновой дуализм света.</li> <li>3. Волновые свойства частиц. Длина волны де Бройля. Экспериментальные подтверждения гипотезы де Бройля.</li> <li>4. Принцип неопределенности. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Особенности процесса измерения в квантовой механике.</li> <li>5. Физическое истолкование волн де Бройля. Волновая функция и ее свойства. Плотность вероятности обнаружения частицы.</li> <li>6. Основная задача квантовой механики. Нестационарное и стационарное уравнение Шрёдингера.</li> <li>7. Прохождение частицы через потенциальный барьер. Туннельный эффект.</li> <li>8. Планетарная модель атома. Постулаты Бора. Квантование энергии водородоподобной системы.</li> <li>9. Уравнение Шредингера для атома водорода. Квантование момента импульса. Правила отбора.</li> <li>10. Спин электрона. Квантовые числа, описывающие состояние электрона в атоме. Кратность вырождения энергетических уровней. Принцип Паули.</li> <li>11. Принцип тождественности одинаковых частиц. Бозоны и фермионы. Квантовые распределения.</li> <li>12. Свободные электроны в металле. Энергия Ферми. Зонная теория твердых тел.</li> <li>13. Масса и энергия связи атомного ядра. Зависимость удельной энергии связи от массового числа. Оболочечная модель ядра.</li> <li>14. Три вида <math>\beta</math>-распада. Энергетический спектр <math>\beta</math>-частиц. Нейтрино.</li> <li>15. Классификация элементарных частиц. Лептоны. Лептонный заряд.</li> <li>16. Адроны. Барионный заряд. Кварковая модель адронов.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Уметь	– понимать современную научную картину мира с точки зрения классической физики и квантовых представлений	<p><b>Примеры экзаменационных практических заданий:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Однородный стержень массой <math>M = 5</math> кг, расположенный вертикально, может вращаться вокруг оси, проходящей через его верхний конец. В середину стержня попадает пуля массой <math>m = 10</math> г, летящая горизонтально со скоростью <math>v = 10^3</math> м/с, и застревает в нём. Определить кинетическую энергию стержня сразу после удара.</li> <li>2. Релятивистский электрон имеет кинетическую энергию <math>T_e = 0,34</math> МэВ. Определить скорость, с которой он движется. Считать энергию покоя электрона <math>m_e c^2 = 0,511</math> МэВ.</li> <li>3. Углекислый газ в количестве <math>\nu = 0,8</math> молей нагревают изобарически так, что его объём увеличивается в <math>n = 3,1</math> раза. Определите изменение энтропии в этом процессе.</li> <li>4. Два бесконечно длинных прямых провода скрещены под прямым углом. По проводам текут токи <math>I_1 = 80</math> А и <math>I_2 = 60</math> А. Расстояние <math>d</math> между проводами равно 10 см. определить магнитную индукцию <math>B</math> в точке, одинаково удаленной от обоих проводников.</li> <li>5. Колебательный контур имеет емкость <math>C = 10</math> мкФ, индуктивность <math>L = 25</math> мГн и активное сопротивление <math>R = 1</math> Ом. Через сколько колебаний амплитуда тока в этом контуре уменьшится в <math>e</math> раз?</li> <li>6. Свет с <math>\lambda = 589</math> нм падает нормально на дифракционную решетку с периодом <math>d = 2,5</math> мкм, содержащую <math>N = 10000</math> штрихов. Найти угловую ширину дифракционного максимума второго порядка.</li> </ol>
Владеть	– полностью сформированным представлением и пониманием научной картины мира, адекватной современному уровню знаний	<p><b>Примеры экзаменационных практических заданий:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Частица массы <math>m_1 = 0,1</math> кг, движущаяся со скоростью <math>v = 3</math> м/с, испытала упругое соударение с покоившейся частицей массы <math>m_2 = 0,2</math> кг. Определить какую кинетическую энергию приобрела вторая частица, если первая отскочила под прямым углом к своему первоначальному направлению.</li> <li>2. Определить скорость молекул азота, при которой значение функции распреде-</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>ления Максвелла при температуре <math>T_1 = 400 \text{ K}</math> будет таким же, как и для температуры <math>T_2 = 500 \text{ K}</math>.</p> <p>3. Идеальный одноатомный газ совершает цикл, состоящий из двух изохор и двух изотерм. Наибольшая и наименьшая температуры цикла составляют <math>T_1 = 400 \text{ K}</math> и <math>T_2 = 300 \text{ K}</math>, а наибольший объем в <math>n = 4,5</math> раза превышает наименьший. Определите коэффициент полезного действия такого цикла.</p> <p>4. Квадратная проволочная рамка расположена в одной плоскости с длинным прямым проводом так, что две ее стороны параллельны проводу. По рамке и проводу текут одинаковые токи <math>I = 1 \text{ кА}</math>. Определить силу <math>F</math>, действующую на рамку, если ближайшая к проводу сторона рамки находится на расстоянии, равном ее длине.</p> <p>5. Концы цепи, состоящей из последовательно включенных конденсатора и активного сопротивления <math>R = 110 \text{ Ом}</math>, подсоединили к переменному напряжению с амплитудным значением <math>U_m = 110 \text{ В}</math>. При этом амплитуда установившегося тока в цепи <math>I_m = 0,50 \text{ А}</math>. Найти разность фаз между током и подаваемым напряжением.</p> <p>6. Пучок естественного света падает на систему из двух последовательно расположенных поляризаторов, угол между плоскостями пропускания которых составляет <math>30^\circ</math>. Коэффициент поглощения первого поляризатора составляет 10%, а второго – 20%. Какая часть интенсивности света пройдет через эту оптическую систему?</p>
<p><b>ОПК-2 – способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат</b></p>		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>– основные законы физики в области механики, статистической физики и термодинамики, электричества и магнетизма, волновой и квантовой оптики, атомной и ядерной физики и физики твердого тела, границы применимости этих законов и физическую сущность явлений и процессов, происходящих в природе;</li> <li>– методы анализа и моделирования физи-</li> </ul>	<p><b>Перечень теоретических вопросов к экзаменам:</b></p> <p><b>1 семестр</b></p> <p>Движение по окружности. Угол поворота, угловая скорость и угловое ускорение. Связь угловых и линейных величин.</p> <p>2. Криволинейное движение. Тангенциальное и нормальное ускорение. Полное ускорение. Угол между скоростью и ускорением.</p> <p>3. Момент импульса и момент силы относительно точки. Основное уравнение динамики вращательного движения.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>ческих процессов;</p> <p>– методы и подходы к теоретическому и экспериментальному исследованию, применяемые в физике и распространяющиеся на другие области знаний</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Вращение вокруг неподвижной оси. Момент инерции. Расчет моментов инерции простых тел. Теорема Штейнера.</li> <li>5. Работа и мощность. Кинетическая энергия поступательного и вращательного движения.</li> <li>6. Консервативные силы. Центральное поле. Потенциальная энергия. Закон сохранения полной механической энергии.</li> <li>7. Гармонические колебания. Амплитуда, частота, начальная фаза. Математический и физический маятник. Энергия гармонических колебаний.</li> <li>8. Затухающие колебания. Характеристики затухания. Энергия затухающих колебаний.</li> <li>9. Наложение упругих волн. Стоячая волна и ее особенности. Колебание натянутой струны.</li> <li>10. Релятивистский импульс. Связь массы, энергии и импульса частицы. Энергия покоя. Законы сохранения при релятивистских скоростях.</li> <li>11. Распределение молекул по модулю скорости. Наиболее вероятная, средняя и среднеквадратичная скорости.</li> <li>12. Распределение молекул идеального газа по высоте в поле тяжести Земли. Барометрическая формула.</li> <li>13. Понятие степеней свободы молекулы. Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы.</li> <li>14. Внутренняя энергия как функция состояния системы. Первое начало термодинамики.</li> <li>15. Работа как функция процесса. Изохорический, изобарический и изотермический процессы.</li> <li>16. Понятие теплоемкости. Теплоемкость при изохорическом и изобарическом процессах. Постоянная адиабаты.</li> <li>17. Адиабатический процесс. Первое начало термодинамики для адиабатического процесса. Уравнение Пуассона.</li> <li>18. Циклический процесс. Коэффициент полезного действия тепловой машины. Второе начало термодинамики. Формулировки Клаузиуса и Кельвина.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>19. Основное уравнение термодинамики. Энтропия идеального газа. Изменение энтропии при изо процессах.</p> <p>20. Цикл Карно. Теорема Карно. Термодинамическая шкала температур. Тройная точка воды как реперная точка.</p> <p><b>2 семестр</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Силовые линии. Поток вектора напряженности электростатического поля. Теорема Гаусса.</li> <li>2. Емкость. Конденсаторы. Соединение конденсаторов. Энергия конденсатора. Энергия электрического поля.</li> <li>3. Сопротивление проводников. Сторонние силы. Закон Ома в интегральной форме.</li> <li>4. Правила Кирхгофа для расчета разветвленных цепей. Мощность тока. Закон Джоуля-Ленца.</li> <li>5. Сила Лоренца. Сила Ампера.</li> <li>6. Явление самоиндукции. Индуктивность. Энергия контура с током. Энергия магнитного поля.</li> <li>7. Колебательный контур. Свободные гармонические и затухающие электрические колебания. Энергия колебаний.</li> <li>8. Вынужденные электрические колебания. Векторная диаграмма напряжений. Резонанс тока.</li> <li>9. Переменный ток. Индуктивное и емкостное сопротивление. Мощность в цепи переменного тока. Действующие значения тока и напряжения.</li> <li>10. Электрическое поле в веществе. Поляризация диэлектрика. Вектор электрического смещения. Диэлектрическая проницаемость вещества.</li> <li>11. Магнитное поле в веществе. Намагниченность. Напряженность магнитного поля. Магнитная проницаемость вещества. Ферромагнетики.</li> <li>12. Электромагнитные волны. Волновое уравнение. Свойства электромагнитных волн.</li> <li>13. Плоская электромагнитная волна и ее основные характеристики. Энергия и импульс электромагнитной волны.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>14. Естественный и поляризованный свет. Степень поляризации линейно поляризованного света. Закон Малюса.</p> <p>15. Поляризация при отражении и преломлении света на границе раздела диэлектриков. Угол Брюстера. Двойное лучепреломление.</p> <p>16. Когерентные волны. Интерференция световых волн. Сложение интенсивностей в случае некогерентных и когерентных колебаний.</p> <p>17. Оптическая разность хода. Связь оптической разности хода двух волн с разностью фаз между ними. Условия максимума и минимума.</p> <p>18. Интерференция в тонких пленках. Наблюдение колец Ньютона в отраженном и проходящем свете.</p> <p>19. Дифракция Френеля на круглом отверстии. Зоны Френеля. Графический метод сложения амплитуд.</p> <p>20. Дифракция Фраунгофера на узкой прямолинейной щели. Дифракционная решетка как совокупность конечного числа щелей.</p> <p><b>Перечень теоретических вопросов к зачету:</b></p> <p><b>3 семестр</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Фотоэффект. Законы Столетова. Формула Эйнштейна.</li> <li>2. Рассеяние фотона на свободном электроны. Формула Комптона.</li> <li>3. Частица в одномерной бесконечной прямоугольной потенциальной яме. Квантование энергии. Собственные функции состояния частицы.</li> <li>4. Квантовый гармонический осциллятор.</li> <li>5. Излучение водородоподобных систем. Спектральные серии атома водорода. Обобщенная формула Бальмера.</li> <li>6. Спектры многоэлектронных атомов. Закон Мозли.</li> <li>7. Электропроводность металлов и полупроводников. Сверхпроводимость.</li> <li>8. Явление радиоактивности. Основной закон радиоактивного распада. Постоянная распада. Период полураспада.</li> <li>9. Состав и характеристики атомного ядра. Капельная модель. Размер и спин яд-</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>ра.</p> <p>10. Ядерные реакции. Энергия реакции. Реакции деления и синтеза ядер.</p> <p>11. Радиоактивные ряды. Основные закономерности <math>\alpha</math>-излучения ядер. Длина свободного пробега <math>\alpha</math>-частиц.</p> <p>12. Особенности <math>\gamma</math>-излучения ядер. Прохождение <math>\gamma</math>-квантов через вещество.</p>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>– применять физические законы и физико-математический аппарат для решения задач в рамках физики и смежных дисциплин;</li> <li>– использовать физические модели для описания реальных процессов;</li> <li>– измерять физические величины с помощью приборов, производить обработку экспериментальных данных и анализировать полученные результаты</li> </ul>	<p><b>Примеры экзаменационных практических заданий:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Твёрдое тело вращается вокруг неподвижной оси по закону <math>\varphi = 12t - t^3</math> (рад). Найти среднюю угловую скорость <math>\langle \omega \rangle</math> и среднее значение углового ускорения <math>\langle \varepsilon \rangle</math> в промежутке времени от 0 до остановки.</li> <li>2. Частица совершает гармонические колебания по закону <math>x = A \sin(\omega t + \varphi_0)</math>. На расстоянии <math>x_1 = 5</math> см от положения равновесия частица имеет скорость <math>v_1 = 8</math> см/с, а на расстоянии <math>x_2 = 3</math> см ее скорость <math>v_2 = 10</math> см/с. Найти циклическую частоту и амплитуду колебаний частицы.</li> <li>3. Некоторое количество идеального газа при изохорном охлаждении на <math>\Delta T_1 = 20</math> К отдает количество теплоты <math>Q_1 = 48</math> кДж, а при изобарном нагревании на <math>\Delta T_2 = 10</math> К получает <math>Q_2 = 40</math> кДж. Определите, сколько степеней свободы имеет молекула этого газа.</li> <li>4. Электрическое поле создано двумя бесконечными параллельными пластинами, несущими равномерно распределенный по площади заряд с поверхностными плотностями <math>\sigma_1 = 2</math> нКл/м<sup>2</sup> и <math>\sigma_2 = -5</math> нКл/м<sup>2</sup>. Определить напряженность поля между пластинами и вне пластин. Построить график изменения напряженности вдоль линии, перпендикулярной пластинам.</li> <li>5. В однородном магнитном поле с индукцией <math>B = 0,35</math> Тл равномерно с частотой <math>n = 480</math> мин<sup>-1</sup> вращается рамка, содержащая <math>N = 500</math> витков площадью <math>S = 50</math> см<sup>2</sup>. Ось вращения лежит в плоскости рамки и перпендикулярна линиям индукции. Определить максимальную ЭДС индукции <math>\varepsilon_{\max}</math>, возникающую в рамке.</li> <li>6. Плоская монохроматическая световая волна падает нормально на диафрагму с двумя узкими щелями, отстоящими друг от друга на <math>d = 2,5</math> мм. На экране, расположен-</li> </ol>



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		ном за диафрагмой на $l = 100$ см, образуется система интерференционных полос. На какое расстояние и в какую сторону сместятся эти полосы, если одну из щелей перекрыть стеклянной пластинкой толщиной $h = 10$ мкм. Показатель преломления стекла $n = 1,5$ .
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>– опытом решения типовых и более сложных физических задач;</li> <li>– навыками работы с физическими приборами и оборудованием;</li> <li>– методами проведения физических измерений, расчета величин и анализа полученных данных</li> </ul>	<p><b>Примеры экзаменационных практических заданий:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Колесо вращается вокруг неподвижной оси с постоянным угловым ускорением <math>\varepsilon = 0,25</math> рад/с<sup>2</sup>. Через какое время после начала вращения вектор полного ускорения точки на ободе колеса будет составлять угол <math>\theta = 45^\circ</math> с вектором скорости?</li> <li>2. Тонкий обруч радиусом <math>R = 1</math> м подвешен на вбитый в стену гвоздь и колеблется в плоскости, параллельной стене. Определить период <math>T</math> малых затухающих колебаний обруча, если коэффициент затухания <math>\beta = 0,7</math> с<sup>-1</sup>.</li> <li>3. Два моля аргона, находящегося при температуре 300 К, адиабатически сжали так, что объем уменьшился в 3 раза. Найти температуру после сжатия и работу, которая была совершена над газом.</li> <li>4. Пространство между обкладками плоского конденсатора заполнено последовательно двумя диэлектрическими слоями 1 и 2 с толщинами <math>d_1</math> и <math>d_2</math> и с проницаемостями <math>\varepsilon_1</math> и <math>\varepsilon_2</math>. Площадь каждой обкладки равна <math>S</math>. Найти емкость конденсатора.</li> <li>5. Сколько метров тонкого провода надо взять для изготовления соленоида длины <math>l_0 = 100</math> см с индуктивностью <math>L = 1</math> мГн, если диаметр сечения соленоида значительно меньше его длины?</li> <li>6. Найти минимальную толщину пленки с показателем преломления 1,33, при которой свет с длиной волны 0,64 мкм испытывает максимальное отражение, а свет с длиной волны 0,40 мкм не отражается совсем. Угол падения света равен <math>30^\circ</math>.</li> </ol>

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

Согласно учебному плану видами промежуточной аттестации по дисциплине «Физика» являются два экзамена и зачет. Экзамены проводятся в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых содержит два теоретических вопроса и одно практическое задание (задачу). Теоретические вопросы позволяют оценить уровень усвоения обучающимися знаний, а практические задания выявляют степень сформированности умений и владений. Зачет проводится в виде собеседования по теоретическим вопросам.

***Показатели и критерии оценивания экзамена:***

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при выполнении практических заданий, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

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

– на оценку **«зачтено»** (3-5 баллов) – обучающийся показывает сформированность компетенций, наличие твердых знаний программного материала, грамотное и логическое изложение материала при ответе, допускаются незначительные ошибки, уверенно исправляемые после дополнительных вопросов, правильные действия при демонстрации умений и навыков.

– на оценку **«не зачтено»** (1-2 балла) – обучающийся показывает, что результат обучения не достигнут, компетенции не сформированы, не может предъявить знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, даже с помощью наводящих вопросов, не способен продемонстрировать умения и навыки при решении простейших задач.

## 8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### а) Основная литература:

1. Демидченко, В.И. Физика : учебник / В.И. Демидченко, И.В. Демидченко. — 6-е изд., перераб. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2016. — 581 с. - Режим доступа <https://znanium.com/>. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-010079-1 (print) ; ISBN 978-5-16-101800-2 (online). - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/469821> (дата обращения: 02.11.2020). – Режим доступа: по подписке.

2. Кузнецов, С.И. Физика: Механика. Механические колебания и волны. Молекулярная физика. Термодинамика : учеб. пособие / С.И. Кузнецов. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва : Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2014. — 248 с. - ISBN 978-5-9558-0317-3 (Вузовский учебник) ; ISBN 978-5-16-006894-7 (ИНФРА-М). - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/412940> (дата обращения: 02.11.2020). – Режим доступа: по подписке.

3. Кузнецов, С.И. Физика: Основы электродинамики. Электромагнитные колебания и волны : учеб. пособие / С.И. Кузнецов. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва : Вузовский учебник ; ИНФРА-М, 2015. - 231 с. - ISBN 978-5-9558-0332-6 (Вузовский учебник) ; ISBN 978-5-16-009123-5 (ИНФРА-М, print) ; ISBN 978-5-16-101657-2 (ИНФРА-М, online). - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/424601> (дата обращения: 02.11.2020). – Режим доступа: по подписке.

4. Кузнецов, С. И. Физика. Волновая оптика. Квантовая природа излучения. Элементы атомной и ядерной физики: Учебное пособие / Кузнецов С.И., Лидер А.М.-3 изд., перераб. и доп. - Москва : Вузовский учебник, НИЦ ИНФРА-М, 2015-212с. ISBN 978-5-9558-0350-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/438135> (дата обращения: 02.11.2020). – Режим доступа: по подписке.

### б) Дополнительная литература:

1. Павлов, С. В. Общая физика: сборник задач : учеб. пособие / С.В. Павлов, Л.А. Скипетрова ; под ред. С.В. Павлова. — Москва : ИНФРА-М, 2018. — 319 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — [www.dx.doi.org/10.12737/textbook\\_5ad4b0fd3ee963.26468696](http://www.dx.doi.org/10.12737/textbook_5ad4b0fd3ee963.26468696). - ISBN 978-5-16-013262-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/923812> (дата обращения: 02.11.2020). – Режим доступа: по подписке.

2. Кочкин, Ю. П. Сборник задач по физике : практикум / Ю. П. Кочкин, И. Ю. Богачева ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3568.pdf&show=dcatalogues/1/1515209/3568.pdf&view=true> (дата обращения: 02.11.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9967-1162-8. - Сведения доступны также на CD-ROM.

3. Физика твердого тела, атома и атомного ядра : учебное пособие [для вузов] / С. А. Бутаков [и др.] ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2019. - 1 CD-ROM. - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3818.pdf&show=dcatalogues/1/1530254/3818.pdf&view=true> (дата обращения: 02.11.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

### в) Методические указания:

1. Механика. Молекулярная физика и термодинамика : лабораторный практикум / Е. Н. Астапов, З. Н. Ботнева, Л. С. Долженкова и др. ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL:

<https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2420.pdf&show=dcatalogues/1/1130121/2420.pdf&view=true> (дата обращения: 02.11.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Вечеркин, М. В. Электростатика и постоянный ток : практикум / М. В. Вечеркин, О. В. Кривко, Е. В. Макарьева ; МГТУ, Ин-т энергетики и автоматики, Каф. физики. - Магнитогорск : МГТУ, 2012. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL:

<https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1544.pdf&show=dcatalogues/1/1124701/1544.pdf&view=true> (дата обращения: 02.11.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

3. Савченко, Ю. И. Переменный ток : лабораторный практикум / Ю. И. Савченко, О. Н. Вострокнутова, Н. И. Мишенева ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3529.pdf&show=dcatalogues/1/1515139/3529.pdf&view=true> (дата обращения: 02.11.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9967-1151-2. - Сведения доступны также на CD-ROM.

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

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7	Д-1227 от 08.10.2018	11.10.2021
	Д-757-17 от 27.06.2017	27.07.2018
MS Office 2007	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно

#### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). – URL: [https://elibrary.ru/project\\_risc.asp](https://elibrary.ru/project_risc.asp).

2. Поисковая система Академия Google (Google Scholar). – URL: <https://scholar.google.ru/>.

3. Информационная система – Единое окно доступа к информационным ресурсам. – URL: <http://window.edu.ru/>.

## 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.
Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: Лаборатория механики, молекулярной физики и термодинамики	<p>Лабораторные установки, измерительные приборы для проведения лабораторных работ:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Баллистические маятники.</li> <li>2. Маятник Обербека.</li> <li>3. Физический маятник.</li> <li>4. Доска Гальтона.</li> <li>5. Лабораторная установка для исследования распределения термоэлектронов по модулю их скорости.</li> <li>6. Лабораторная установка для определения показателей адиабаты <math>\gamma</math> методом Клемана и Дезорма.</li> <li>7. Лабораторная установка для проверки закона возрастания энтропии в процессе диффузии газов на модели перемешивания шаров.</li> <li>8. Лабораторная установка для проверки законов возрастания энтропии в процессе теплообмена.</li> <li>9. Установка лабораторная для изучения зависимости скорости звука от температуры "МФ-СЗ-М"</li> <li>10. Установка лабораторная для исследования теплоемкости твердого тела "МФ-ТЕТ-М".</li> <li>11. Установка лабораторная для определения универсальной газовой постоянной "МФ-ОГП-М".</li> <li>12. Стенд лабораторный газовые процессы.</li> <li>13. Мерительный инструмент.</li> </ol>
Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: Лаборатория электричества и оптики	<p>Лабораторные установки, измерительные приборы для проведения лабораторных работ:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Лабораторная установка для исследования электростатического поля с помощью одинарного зонда.</li> <li>2. Установка для шунтирования миллиамперметра.</li> <li>3. Установка лабораторная для определения индуктивности соленоида и магнитной проницаемости.</li> <li>4. Установка лабораторная для изучения резонанса напряжений и определения индуктивности</li> <li>5. Лабораторная установка для изучения длины световой волны и характеристик дифракционной решетки.</li> <li>6. Лабораторная установка для определения радиуса кривизны линзы и длины световой волны с помощью колец Ньютона.</li> <li>7. Лабораторная установка для определения концентрации растворов сахара и постоянной вращения.</li> <li>8. Источники питания постоянного тока.</li> <li>9. Магазин емкостей Time Electronics 1071.</li> <li>10. Магазин емкости P-513.</li> <li>11. Магазин индуктивностей Time Electronics 1053.</li> <li>12. Магазины сопротивлений P-33.</li> <li>13. Мультиметры цифровые MAS-838.</li> </ol>

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
	14. Мультиметры APPA 106,203,205. 15. Осциллограф двухканальный GOS-620 FG. 16. Поляриметр СМ. 17. Мерительный инструмент.
Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: Лаборатория атома, твердого тела, ядра	Лабораторные установки, измерительные приборы для проведения лабораторных работ: 1. Лабораторная установка для "Изучения внешнего фотоэффекта". 2. Установка для изучения спектра атома водорода и определения постоянной Ридберга. 3. Установка лабораторная для определения потенциала возбуждения газа. 4. Установка для определения длины пробега частиц в воздухе. 5. Измеритель скорости счета УИМ2-2. 6. Монохроматоры МУМ-1. 7. Мультиметры APPA 205, 207. 8. Осциллограф двухканальный GOS-620 FG. 9. Мерительный инструмент.
Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Интерактивная доска, проектор; Доска, мультимедийный проектор, экран.
Помещения для самостоятельной работы обучающихся	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, с выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Стеллажи для хранения учебно-методической документации, стеллажи и сейфы для хранения учебного оборудования, инструменты для ремонта оборудования.