

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



УТВЕРЖДАЮ:  
Директор ИЕиС

И.Ю. Мезин

2017 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Физика

Направление подготовки

23.03.01 Технология транспортных процессов

Профиль – Организация перевозок и управление на промышленном транспорте

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 23.03.01 Технология транспортных процессов, утвержденного приказом МОиН РФ от 06.03.2015 № 165

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры физики  
« 1 » 09 20 17 г., протокол № 1 .

Зав. кафедрой  / Ю.И. Савченко /

Рабочая программа одобрена методической комиссией института естествознания и стандартизации

« 25 » 09 20 17 г., протокол № 1 .


Председатель  / И.Ю. Мезин /

Согласовано:


Зав. кафедрой Логистика и управление транспортными системами

 / С.Н. Корнилов /

Рабочая программа составлена старшим преподавателем кафедры физики

 / Н.И. Мишенева /

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

 / И.М. Ячиков /



## 1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины (модуля) «Физика» являются: овладение базовыми знаниями основных физических законов и методов классической и современной физики для успешного формирования и развития общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций по видам профессиональной деятельности в области технологии, организации, планирования и управления технической и коммерческой эксплуатацией транспортных систем, организации на основе принципов логистики рационального взаимодействия видов транспорта, составляющих единую транспортную систему, а также организации системы взаимоотношений по обеспечению безопасности движения на транспорте в соответствии с требованиями ФГОС ВО и направленностью (профилем) ОП.

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

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

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин «Физика», «Математика», «Информатика» на базе среднего (полного) общего образования.

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для освоения всех естественнонаучных и большинства профессиональных дисциплин базовой и вариативной частей образовательной программы: «Теоретическая механика», «Устройство и эксплуатация транспортных коммуникаций», «Железнодорожные станции и узлы», «Проектная деятельность», «Спецвиды промтранспорта», «Транспортно-грузовые системы», «Автоматика, телемеханика и связь на жд транспорте», «Сопротивление материалов», «Прикладная механика», «Гидравлика», «Электротехника и электроника», «Устройство и эксплуатация железнодорожного подвижного состава», «Устройство и эксплуатация автомобильного подвижного состава», «Основы научных исследований», «Планирование эксперимента», «Моделирование транспортных процессов и систем», «Теория транспортных процессов и систем».

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

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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	<b>ОПК-3 способностью применять систему фундаментальных знаний (математических, естественнонаучных, инженерных и экономических) для идентификации, формулирования и решения технических и технологических проблем в области технологии, организации, планирования и управления технической и коммерческой эксплуатацией транспортных систем</b>
Знать	– основные определения и понятия физики, физическую сущность явлений и процессов, происходящих в природе и технике; – основные методы исследования, анализа и моделирования физических процессов
Уметь	– применять физические законы и физико-математический аппарат для решения типовых и нестандартных задачи по основным разделам физики; – применять физические законы в профессиональной деятельности, ис-

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	<p>пользовать их на междисциплинарном уровне;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– применять современное физическое оборудование и приборы при решении практических задач;</li> <li>– использовать основные приемы обработки экспериментальных данных;</li> <li>– использовать сложные физические модели для описания реальных процессов, выбирать методы их исследования</li> </ul>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>– практическими навыками использования элементов физического эксперимента и решения физических задач на других дисциплинах;</li> <li>– навыками и методиками обобщения результатов решения задач, экспериментальной деятельности;</li> <li>– методами работы на основных физических приборах;</li> <li>– методами экспериментального исследования в физике (планирование, постановка и обработка эксперимента);</li> <li>– возможностью междисциплинарного применения законов физики;</li> <li>– способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования возможностей информационной среды.</li> </ul>

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 10 зачетных единиц 360 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 195,95 акад. часов:
  - аудиторная – 187 акад. часов;
  - внеаудиторная – 8,95 акад. часов
- самостоятельная работа – 92,65 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		2	5	- Подготовка к семинарскому и практическому занятию; - Выполнение практических работ (решение задач); - Самостоятельное изучение учебной и научной литературы; - Работа с электронными учебниками	- проверка индивидуальных заданий (задача № 1) - семинар №1; - контрольная работа №1	<i>ОПК-3</i> – зув
1.2. Динамика поступательного и вращательного движения	1	4	3/И	2/И	5	- Подготовка к лабораторному, семинарскому и практическому занятию; - Выполнение практических работ (решение задач); - Самостоятельное изучение учебной и научной литературы; - Работа с электронными учебниками	- лабораторная работа № 4; - проверка индивидуальных заданий (задачи № 2 и № 3) - семинар №1; - контрольная работа №1	<i>ОПК-3</i> – зув
1.3. Законы сохранения в механике	1	4	4/И	2/И	5	- Подготовка к лабораторному,	- лабораторная работа № 1;	<i>ОПК-3</i> – 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				
						семинарскому и практическому занятию; - Выполнение практических работ (решение задач); - Самостоятельное изучение учебной и научной литературы; - Работа с электронными учебниками	- проверка индивидуальных заданий (задачи № 4); - семинар №2; - контрольная работа №1	
1.4. Механические колебания и волны	1	7	4/ИИ	2/ИИ	5	- Подготовка к лабораторному, семинарскому и практическому занятию; - Выполнение практических работ (решение задач); - Самостоятельное изучение учебной и научной литературы; - Работа с электронными учебниками	- лабораторная работа № 5; - проверка индивидуальных заданий (задачи № 5); - семинар №2; - контрольная работа №1	<i>ОПК-3</i> – <i>зуб</i>
1.5. Релятивистская механика	1	4		2	5	- Подготовка к практическому занятию; - Выполнение практических работ (решение задач); - Самостоятельное изучение учебной и научной литературы; - Работа с электронными учебниками	- проверка индивидуальных заданий (задачи № 6); - контрольная работа №1	<i>ОПК-3</i> – <i>зу</i>

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	1	21	11/3 И	10/3 И	25			
2. Молекулярная физика и термодинамика	1							
2.1. Молекулярно-кинетическая теория и основы статистической физики	1	6	3/1И	2/1И	5	- Подготовка к лабораторному, семинарскому и практическому занятию; - Выполнение практических работ (решение задач); - Самостоятельное изучение учебной и научной литературы; - Работа с электронными учебниками	- лабораторная работа № 11; - проверка индивидуальных заданий (задачи № 7 и № 8); - семинар №3; - контрольная работа №2	ОПК-3 – зув
2.2. Термодинамика	1	6	6/2И	5/2И	6,3	- Подготовка к лабораторному, семинарскому и практическому занятию; - Выполнение практических работ (решение задач); - Самостоятельное изучение учебной и научной литературы; - Работа с электронными учебниками	- лабораторная работа № 14; - проверка индивидуальных заданий (задачи № 9 и №10); - семинар №3; - контрольная работа №2	ОПК-3 – зув
Итого по разделу	1	13	6/3И	7/3И	11,3			
<b>Итого за семестр</b>	<b>1</b>	<b>34</b>	<b>17/6И</b>	<b>17/6И</b>	<b>36,3</b>		<b>Экзамен</b>	
3. Электромагнетизм	2				0,1	- Подготовка к лабораторным, семинарским и		
3.1. Электростатика	2	4	3/1И	2/1И			- лабораторная	ОПК-3



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				
						практическим занятиям; - Выполнение практических работ (решение задач);	работа № 21; - проверка индивидуальных заданий (задачи № 1); - семинар №1; - контрольная работа №1	– зув
3.2. Постоянный электрический ток	2	4	3/ИИ	2/ИИ			- лабораторная работа № 24; - проверка индивидуальных заданий (задачи № 2); - семинар №1; - контрольная работа №1	ОПК-3 – зув
3.3. Магнитостатика	2	3		2			- проверка индивидуальных заданий (задачи № 3); - семинар №2; - контрольная работа №1	ОПК-3 – зув
3.4. Электромагнитная индукция	2	2	2/ИИ	1/ИИ			- лабораторная работа № 28; - проверка индивидуальных заданий (задачи № 4); - семинар №2; - контрольная работа №1	ОПК-3 – зув
3.5. Электромагнитные колебания. Переменный электрический ток	2	4	2/ИИ	1/ИИ			- лабораторная работа № 28; - проверка индивидуальных заданий (задачи № 5); - семинар №2; - контрольная работа №1	ОПК-3 – зув
Итого по разделу	2	17	10/4 И	8/4И	0,1			
4. Волновая оптика	2				0,2	- Подготовка к лабораторным, семинарским и практическим		
4.1. Электромагнитные волны	2	2		2			- семинар №2; - контрольная работа №1	ОПК-3 – з

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						
4.2. Интерференция света	2	5	2	2		занятиям; - Выполнение практических работ (решение задач);	- лабораторная работа № 32; - проверка индивидуальных заданий (задачи № 6 и № 7); - семинар № 3; - контрольная работа №2	ОПК-3 – зув		
4.3. Дифракция света	2	6	3/ИИ	3/ИИ					- лабораторная работа № 34; - проверка индивидуальных заданий (задачи № 8 и № 9); - семинар №3; - контрольная работа №2	ОПК-3 – зув
4.4. Взаимодействие света с веществом	2	4	2/ИИ	2/ИИ					- лабораторная работа № 35; - проверка индивидуальных заданий (задачи № 10); - семинар № 3; - контрольная работа № 2	
Итого по разделу	2	17	7/ИИ	9/ИИ					0,2	
<b>Итого за семестр</b>	<b>2</b>	<b>34</b>	<b>17/ИИ</b>	<b>17/ИИ</b>	<b>0,3</b>		<b>Экзамен</b>			
5. Квантовая физика и физика атома	3									
5.1. Квантовая оптика	3	4	4/ИИ	4/ИИ	10	- Подготовка к лабораторному, семинарскому и практическому занятию; - Выполнение практических работ (решение задач); - Самостоятельное изучение учебной и науч-	- лабораторная работа № 36 и 37; - проверка индивидуальных заданий (задачи № 1, № 2 и № 3); - семинар №1; - контрольная работа № 1	ОПК-3 – 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				
						ной литературы; - Работа с электронными учебниками		
5.2. Элементы квантовой механики	3	4	4/ИИ	4/ИИ	10	- Подготовка к лабораторному, семинарскому и практическому занятию; - Выполнение практических работ (решение задач); - Самостоятельное изучение учебной и научной литературы; - Работа с электронными учебниками	- лабораторная работа № 41; - проверка индивидуальных заданий (задачи № 4 и № 5); - семинар №2; - контрольная работа №1	<i>ОПК-3</i> – <i>зуб</i>
5.3. Физика атома	3	3	4/ИИ	3/ИИ	12,0 5	- Подготовка к лабораторному, семинарскому и практическому занятию; - Выполнение практических работ (решение задач); - Самостоятельное изучение учебной и научной литературы; - Работа с электронными учебниками	- лабораторная работа № 42; - проверка индивидуальных заданий (задачи № 6 и № 7); - семинар № 2; - контрольная работа №1	<i>ОПК-3</i> – <i>зуб</i>
Итого по разделу	3	11	12/3 И	11/3 И	32,0 5			
6. Физика ядра и элементарных частиц	3							
6.1. Ядерная физика	3	3	4/ИИ	4/ИИ	12	- Подготовка к лабораторному, семинарскому и	- лабораторная работа № 51 и № 53;	<i>ОПК-3</i> – <i>зуб</i>

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				
						практическому занятию; - Выполнение практических работ (решение задач); - Самостоятельное изучение учебной и научной литературы; - Работа с электронными учебниками	- проверка индивидуальных заданий (задачи № 8, № 9, №10); - семинар №3; - контрольная работа №1	
6.2. Физика элементарных частиц и современная физическая картина мира	3	3	1/1И	2/1И	12	- Подготовка к лабораторному, семинарскому и практическому занятию; - Выполнение практических работ (решение задач); - Самостоятельное изучение учебной и научной литературы; - Работа с электронными учебниками	- лабораторная работа № 51 и № 53; - проверка индивидуальных заданий (задачи № 8, № 9, №10); - семинар №3; - контрольная работа №1	ОПК-3 – зу
Итого по разделу	3	6	5/3И	6/3И	24			
<b>Итого за семестр</b>	<b>3</b>	<b>17</b>	<b>17/6И</b>	<b>17/6И</b>	<b>56,05</b>		<b>Зачет</b>	
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>1, 2, 3</b>	<b>85</b>	<b>51/18 И</b>	<b>51/18 И</b>	<b>92,65</b>			

## 5 Образовательные и информационные технологии

При реализации различных видов учебной работы наиболее эффективные результаты освоения дисциплины «Физика» дают традиционные образовательные технологии, технологии проблемного обучения, интерактивные технологии, информационно-коммуникационные образовательные технологии.

1. **Традиционные образовательные технологии** ориентируются на организацию

образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения). Учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер.

**Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:**

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Семинар – беседа преподавателя и студентов, обсуждение заранее подготовленных сообщений по каждому вопросу плана занятия с единым для всех перечнем рекомендуемой обязательной и дополнительной литературы.

Практическое занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

Лабораторная работа – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

**2. Технологии проблемного обучения** – организация образовательного процесса, которая предполагает постановку проблемных вопросов, создание учебных проблемных ситуаций для стимулирования активной познавательной деятельности студентов.

**Формы учебных занятий с использованием технологий проблемного обучения:**

Проблемная лекция – изложение материала, предполагающее постановку проблемных и дискуссионных вопросов, освещение различных научных подходов, авторские комментарии, связанные с различными моделями интерпретации изучаемого материала.

Практическое занятие в форме практикума – организация учебной работы, направленная на решение комплексной учебно-познавательной задачи, требующей от студента применения как научно-теоретических знаний, так и практических навыков.

**3. Технологии проектного обучения** – организация образовательного процесса в соответствии с алгоритмом поэтапного решения проблемной задачи или выполнения учебного задания. Проект предполагает совместную учебно-познавательную деятельность группы студентов, направленную на выработку концепции, установление целей и задач, формулировку ожидаемых результатов, определение принципов и методик решения поставленных задач, планирование хода работы, поиск доступных и оптимальных ресурсов, поэтапную реализацию плана работы, презентацию результатов работы, их осмысление и рефлексию.

**Основные типы проектов:**

Исследовательский проект – структура приближена к формату научного исследования (доказательство актуальности темы, определение научной проблемы, предмета и объекта исследования, целей и задач, методов, источников, выдвижение гипотезы, обобщение результатов, выводы, обозначение новых проблем).

Информационный проект – учебно-познавательная деятельность с ярко выраженной эвристической направленностью (поиск, отбор и систематизация информации о каком-то объекте, ознакомление участников проекта с этой информацией, ее анализ и обобщение для презентации более широкой аудитории).

**4. Интерактивные технологии** – организация образовательного процесса, которая предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников, достижение на этой основе лично значимого для них образовательного результата. Наряду со специализированными технологиями такого рода принцип интерактивности прослеживается в большинстве современных образовательных технологий. Интерактивность подразумевает субъект-субъектные отношения в ходе образовательного процесса и, как следствие, формирование саморазвивающейся информационно-ресурсной среды.

**Формы учебных занятий с использованием специализированных интерактивных технологий:**

Лекция «обратной связи» – лекция-провокация (изложение материала с заранее за-

планированными ошибками), лекция-беседа, лекция-дискуссия.

Семинар-дискуссия – коллективное обсуждение какого-либо спорного вопроса, проблемы, выявление мнений в группе (межгрупповой диалог, дискуссия как спор-диалог).

**5. Информационно-коммуникационные образовательные технологии** – организация образовательного процесса, основанная на применении специализированных программных сред и технических средств работы с информацией.

Формы учебных занятий с использованием информационно-коммуникационных технологий:

Лекция-визуализация – изложение содержания сопровождается презентацией (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов).

Практическое занятие в форме презентации – представление результатов проектной или исследовательской деятельности с использованием специализированных программных сред.

## 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

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

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает решение контрольных задач на практических занятиях.

### Примерные аудиторные контрольные работы (АКР):

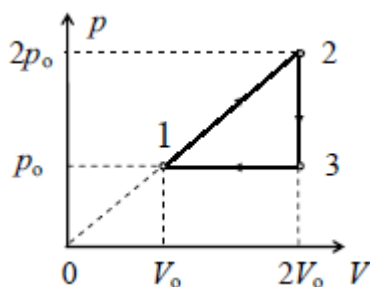
#### 1 семестр

##### Контрольная работа № 1 «Механика»

1. В плоскости  $XOY$  движется точка так, что скорость ее изменяется по закону  $\vec{v} = 0,2t(6\vec{i} + 8\vec{j})$ . Определить: 1) ускорение точки, 2) скорость через 5 с после начала движения, 3) перемещение за 5 с движения.
2. Наклонная плоскость, образующая угол  $\alpha = 25^\circ$  с плоскостью горизонта, имеет длину  $l = 2$  м. Тело, двигаясь равноускоренно, соскользнуло с этой плоскости за время  $t = 2$  с. Определить коэффициент трения  $\mu$  тела о плоскость.
3. Снаряд массой  $m = 10$  кг обладал скоростью  $v = 200$  м/с в верхней точке траектории. В этой точке он разорвался на две части. Меньшая массой  $m_1 = 3$  кг получила скорость  $u_1 = 400$  м/с в прежнем направлении. Найти скорость  $u_2$  второй, большей части после разрыва
4. Материальная точка колеблется согласно уравнению  $x = A \cdot \cos \omega_0 t$  где  $A = 5$  см,  $\omega_0 = \pi/12$  с<sup>-1</sup>. Когда возвращающая сила в первый раз достигает значения  $-12$  мН, потенциальная энергия точки оказывается равной  $0,15$  мДж. Определите этот момент

##### Контрольная работа № 2 «МКТ. Термодинамика»

1. На какой высоте давление воздуха составляет 70% от давления на уровне моря? Считайте, что температура воздуха постоянна и равна  $5^\circ\text{C}$ . Ответ выразите в километрах и округлите до десятых
2. Спутник влетел в тень Земли. При этом температура внутри спутника, равная вначале  $290$  К, понизилась на 1%, из-за чего давление воздуха, молярная масса которого равна  $29$  г/моль, уменьшилось на  $1$  кПа. Определите массу воздуха в спутнике, если его объем  $8,31$  м<sup>3</sup>. Универсальная газовая постоянная  $8,31$  Дж/(моль·К). Ответ представьте в единицах СИ
3. Тепловая машина, рабочим телом которой является  $1$  моль идеального газа, совершает замкнутый цикл, изображенный на рисунке. Найдите КПД машины. Ответ представьте в процентах и округлите до целого числа



4. Смесь, состоящую из  $5$  кг льда и  $15$  кг воды при общей температуре  $0^\circ\text{C}$ , нужно нагреть до температуры  $80^\circ\text{C}$ , пропуская через нее водяной пар, нагретый до

100°C. Определите необходимое количество пара. Удельная теплота плавления льда  $3,36 \cdot 10^5$  Дж/кг, удельная теплоемкость воды 4190 Дж/(кг·К), удельная теплота парообразования  $2,26 \cdot 10^6$  Дж/кг. Ответ представьте в единицах СИ и округлите до сотых

## 2 семестр

### Контрольная работа № 1 «Электромагнетизм»

1. Точечные заряды  $Q_1 = 20$  мкКл,  $Q_2 = -10$  мкКл находятся на расстоянии  $d = 5$  см друг от друга. Определить напряженность поля в точке, удаленной на  $r_1 = 3$  см от первого и на  $r_2 = 4$  см от второго заряда.
2. ЭДС батареи = 80 В, внутреннее сопротивление  $R_i = 5$  Ом. Внешняя цепь потребляет мощность  $P = 100$  Вт. Определите к.п.д., с которым работает батарея
3. По двум параллельным проводам длиной  $l = 3$  м каждый текут одинаковые токи  $I = 500$  А. Расстояние  $d$  между проводами равно 10 см. Определить силу  $F$  взаимодействия проводов
4. Квадратная рамка массой 20 г, изготовленная из медного провода диаметром 2 мм, может свободно вращаться вокруг горизонтальной оси, совпадающей с одной из ее сторон. Рамку поместили в однородное магнитное поле ( $B = 0,1$  Тл), направленное вертикально вверх. Определите угол  $\alpha$ , на который отклонится рамка от вертикали, если по ней пропустить ток  $I = 10$  А.

### Контрольная работа № 2 «Волновая оптика»

1. Между стеклянной пластинкой и лежащей на ней плосковыпуклой линзой находится жидкость. Найти показатель преломления жидкости, если радиус  $r_3$  третьего темного кольца Ньютона при наблюдении в отраженном свете с длиной волны  $\lambda = 0,6$  мкм равен 0,82 мм. Радиус кривизны линзы  $R = 0,5$  м
2. Экран, на котором наблюдается дифракционная картина, расположен на расстоянии 1 м от точечного источника монохроматического света с длиной волны 0,5 мкм. Посередине между экраном и источником помещена диафрагма с круглым отверстием. При каком наименьшем диаметре отверстия центр дифракционной картины будет темным?
3. На дифракционную решетку, содержащую  $n = 600$  штрихов на миллиметр длины, падает нормально белый свет. Спектр проецируется помещенной, вблизи решетки линзой на экран. Определить длину  $l$  спектра первого порядка на экране, если расстояние от линзы до экрана  $L = 1,2$  м. Границы видимого спектра  $\lambda_{кр} = 400$  нм,  $\lambda_{ф} = 400$  нм
4. Пучок света последовательно проходит через два поляризатора, плоскости пропускания которых образуют между собой угол  $\varphi = 40^\circ$ . Принимая, что коэффициент поглощения  $k$  каждого поляризатора равен 0,15, найти, во сколько раз пучок света, выходящий из второго поляризатора, ослаблен по сравнению с пучком, падающим на первый поляризатор.

## 3 семестр

### Контрольная работа № 1 «Квантовая физика, физика атома и атомного ядра»

1. В результате эффекта Комптона фотон при соударении с электроном был рассеян на угол  $\theta = 90^\circ$ . Энергия рассеянного фотона  $\varepsilon_2 = 0,35$  Мэв. Определить энергию фотона  $\varepsilon_1$  до рассеяния и энергию, приходящуюся на электрон отдачи.
2. Частица находится в основном состоянии ( $n=1$ ) в одномерном потенциальном



- ящике шириной  $L$  с абсолютно непроницаемыми стенками. Найти вероятность пребывания частицы в областях  $0 < x < (L/3)$  и  $(L/3) < x < (2L/3)$ .
3. Найти наименьшую длину волны в ультрафиолетовой серии спектра водорода. Какую наименьшую скорость должны иметь электроны, чтобы при возбуждении атомов водорода ударами таких электронов появилась эта линия?
  4. Определить энергию реакции  ${}_5\text{B}^{10} (n, \alpha) {}_3\text{Li}^7$ , протекающей в результате взаимодействия весьма медленных нейтронов с покоящимися ядрами бора. Найти также кинетические энергии продуктов реакции.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся включает в себя: проработку лекционного материала, изучение литературы по соответствующему разделу; решение индивидуальных домашних задач, подготовку к выполнению лабораторных работ, подготовку к отчету по лабораторным работам, подготовку к семинарам.

### ***Примерные индивидуальные домашние задания (ИДЗ)***

#### **1 семестр**

##### ***Задача № 1 «Кинематика поступательного и вращательного движения»***

Точка движется по окружности радиусом 4 м по закону  $S = A + Bt^2$ , где  $S$  – пройденный путь,  $A=8$  м,  $B=2$  м/с<sup>2</sup>,  $t$  – время. Определить, в какой момент времени нормальное ускорение равно 2 м/с<sup>2</sup>. Найти скорость, тангенциальное и полное ускорение точки в этот момент времени

##### ***Задача № 2 «Динамика поступательного движения»***

На обод маховика диаметром 60 см намотан шнур, к концу которого привязан груз с массой 2 кг. Определить момент инерции маховика, если он вращаясь равноускоренно под действием груза, за время  $t=3$  с приобрел угловую скорость 9 рад/с.

##### ***Задача № 3 «Динамика вращательного движения»***

На вал в виде цилиндра с горизонтальной осью вращения намотана невесомая нить, к концу ее прикреплен груз. Какую угловую скорость будет иметь вал спустя 2 с после начала движения груза, если масса вала 4 кг, его радиус 20 см, масса груза 0,2 кг, действием сил трения на движущиеся тела можно пренебречь

##### ***Задача № 4 «Законы сохранения в механике»***

Два малых по размеру груза массами  $m_1=10$  кг и  $m_2=15$  кг подвешены на нитях одинаковой длины  $L=2$  м в одной точке и соприкасаются между собой. Меньший груз был отклонен на угол  $\alpha=60^\circ$  и отпущен. Определите высоту, на которую поднимутся оба груза после абсолютно неупругого удара

##### ***Задача № 5 «Механические колебания»***

Период затухающих колебаний равен  $T = 4$  с, логарифмический декремент затухания 1,6; начальная фаза равна 0. Смещение точки в момент  $T/4$  равно 4,5 см. Написать уравнение колебаний и построить график в пределах трёх периодов

##### ***Задача № 6 «Релятивистская механика»***

В лабораторной системе отсчета одна из двух одинаковых частиц с массой  $m_0$  покоится, другая движется со скоростью  $v=0,8c$  по направлению к покоящейся частице. Определите релятивистскую массу движущейся частицы в лабораторной системе отсчета и ее кинетическую энергию

### ***Задача № 7 «МКТ. Статистическая физика»***

В сосуде объемом 20 л находится смесь водорода и гелия под давлением 2 атм. Общая масса смеси 5 г. Известно, что средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул смеси газов равна 0,038 эВ. Во сколько раз отличаются массы водорода и гелия в смеси?

### ***Задача № 8 «Идеальный газ»***

3 моля азота плотностью  $\rho=1,25\text{кг/м}^3$  изохорно нагрели так, что его давление изменилась с  $1,1 \cdot 10^5$  Па до  $1,6 \cdot 10^5$  Па, а затем изобарно сжали до первоначальной температуры. Определите температуры в каждом из трех описанных состояний и конечный объем газа. Изобразите графики этих процессов в координатах P-T

### ***Задача № 9 «Первое начало термодинамики»***

В результате изотермического расширения азота массой  $m=0,2\text{кг}$  при температуре  $T=280$  К объем его увеличивается в 2 раза. Определить: 1) работу  $A$ , совершенную газом при расширении; 2) изменение  $\Delta U$  внутренней энергии; 3) количество теплоты  $Q$ , полученное газом

### ***Задача № 10 «Второе начало термодинамики»***

Кусок льда массой  $m=200\text{г}$ , взятый при температуре  $t_1=-10^\circ\text{C}$ , был нагрет до температуры  $t_2=0^\circ\text{C}$  и расплавлен, после чего образовавшаяся вода была нагрета до температуры  $t_3=10^\circ\text{C}$ . Определить изменение  $\Delta S$  энтропии в ходе указанных процессов.

## **2 семестр**

### ***Задача № 1 «Электростатика»***

Электрическое поле создано двумя зарядами  $q_1=10$  нКл и  $q_2=-20$  нКл, находящимися на расстоянии  $d=20$  см друг от друга. Определить напряженность поля в точке А, удаленной от первого заряда на расстояние  $r_1=30$  см и от второго на  $r_2=50$  см. Рассчитать работу, которую необходимо совершить, чтобы перенести точечный заряд  $q_0=5 \cdot 10^{-4}$  Кл из точки находящийся посередине между зарядами в точку А.

### ***Задача № 2 «Постоянный электрический ток»***

На рис. 3.1.  $\varepsilon_1=1,0$  В,  $\varepsilon_2=2,0$  В,  $\varepsilon_3=3,0$  В,  $r_1=1,0$  Ом,  $r_2=0,5$  Ом,  $r_3=1/3$  Ом,  $R_1=1,0$  Ом,  $R_3=1/3$  Ом. Определите: 1) силы тока во всех участках цепи; 2) тепловую мощность, которая выделяется на сопротивлении  $R_3$ .

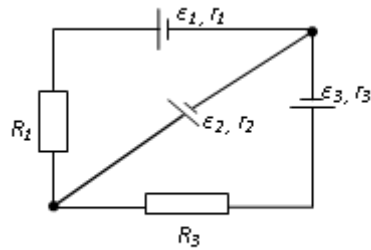


рис. 3.1

### Задача № 3 «Магнитостатика»

По двум бесконечно длинным прямым параллельным проводам, находящимся на расстоянии  $R=10,0$  см друг от друга в вакууме, текут токи  $I_1=20,0$  А и  $I_2=30,0$  А одинакового направления. Определите магнитную индукцию поля  $B$ , создаваемого токами в точках, лежащих на прямой, соединяющих оба провода, если: 1) точка С лежит на расстоянии  $r_1=2,0$  см левее левого провода; 2) точка Д лежит на расстоянии  $r_2=3,0$  см правее правого провода; 3) точка Г лежит на расстоянии  $r_3=4,0$  см правее левого провода

### Задача № 4 «Электромагнитная индукция»

Проводящий плоский контур, имеющий форму окружности радиуса  $r = 0,05$  м помещен в однородное магнитное поле так, что линии магнитной индукции поля направлены перпендикулярно плоскости контура. Сопротивление контура  $R = 5$  Ом. Магнитная индукция меняется по закону  $B = kt$ , где  $k = 0,2$  Тл/с. Определите: а) э.д.с. индукции, возникающую в этом контуре; б) силу индукционного тока; в) заряд, который протечет по контуру за первые 5 секунд изменения поля.

### Задача № 5 «Переменный ток»

Катушка намотана медным проводом диаметром  $d=0,2$  мм с общей длиной  $l=314$  м и имеет индуктивность  $L=0,5$  Гн. Определить сопротивление катушки: 1) в цепи постоянного тока; 2) в цепи переменного тока с частотой  $\nu=50$  Гц

### Задача № 6 «Интерференция света от точечных источников»

В опыте Юнга на пути одного из интерферирующих лучей помещалась тонкая стеклянная пластинка, вследствие чего центральная светлая полоса смещалась в положение первоначально занятое пятой светлой полосой (не считая центральной). Луч падает на пластинку перпендикулярно. Показатель преломления пластинки  $n=1,5$ . Длина волны  $\lambda=6 \cdot 10^{-7}$  м. Какова толщина пластинки?

### Задача № 7 «Интерференция света в тонких пленках»

Плоскопараллельная стеклянная пластинка толщиной  $d=1,2$  мкм и с показателем преломления  $n_{ст}=1,5$  помещена между двумя средами с показателями преломления  $n_1$  и  $n_2$ . Свет с длиной волны  $\lambda=0,6$  мкм падает нормально на пластинку. Определите оптическую разность хода волн, отраженных от верхней и нижней поверхностей пластинки и определите, усиление или ослабление интенсивности происходит при интерференции в следующих случаях: а)  $n_1 < n < n_2$ ; б)  $n_1 < n > n_2$

### Задача № 8 «Дифракция Френеля»

Найдите радиусы первых трех зон Френеля для плоской волны, если расстояние от волновой поверхности до точки наблюдения 1 м. Длина волны  $\lambda=500$  нм.

### ***Задача № 9 «Дифракция Фраунгофера»***

Найти наибольший порядок спектра для желтой линии натрия с длиной волны  $\lambda=589$  нм, если постоянная дифракционной решетки  $d=2$  мкм. Сколько всего максимумов дает эта решетка? Под каким углом  $\varphi$  наблюдается последний максимум?

### ***Задача № 10 «Поляризация света»***

Угол между плоскостями пропускания двух поляризаторов равен  $50^\circ$ . Естественный свет, проходя через такую систему, ослабляется в 8 раз. Пренебрегая потерями света при отражении, определить коэффициент поглощения света в поляризаторах

## **3 семестр**

### ***Задача № 1 «Тепловое излучение»***

Черное тело нагрели от температуры 600К до 2400К. Во сколько раз увеличилась общая тепловая энергия, излучаемая телом? На сколько изменилась длина волны, соответствующая максимуму энергии излучения и спектральный состав излучения?

### ***Задача № 2 «Фотоэффект»***

Определить наименьший задерживающий потенциал, необходимый для прекращения эмиссии с поверхности фотокатода, если он освещается излучением с длиной волны 0,4 мкм, а красная граница для материала катода равна 0,67 мкм

### ***Задача № 3 «Эффект Комптона»***

Фотон с энергией 1 МэВ рассеялся на свободном покоившемся электроны. Найти кинетическую энергию электрона отдачи, если в результате рассеяния длина волны фотона изменилась на 25%

### ***Задача № 4 «Элементы квантовой механики»***

При движении частицы вдоль оси  $x$  скорость ее может быть определена с точностью (ошибкой) до 1 см/с. Найти неопределенность координаты, если частицей является: 1) электрон, 2) дробинка массой 0,1г

### ***Задача № 5 «Частица в потенциальной яме»***

Собственная функция, описывающая состояние микрочастицы в бесконечно глубокой потенциальной яме шириной  $l$ , имеет вид  $\psi_n(x) = C \sin \frac{\pi n}{l} x$ . Используя условия нормировки, определить постоянную  $C$ .

### ***Задача № 6 «Атом по теории Бора»***

Вычислить радиусы первых трех орбит электрона в атоме водорода

### ***Задача № 7 «Излучение атома»***

Найти наибольшую и наименьшую длины волн серии Пашена в спектре излучения водорода. Сравнить полученные значения с длинами волн видимого излучения

### ***Задача № 8 «Радиоактивность»***

Первоначальная масса изотопа иридия  ${}^{192}_{77}\text{Ir}$  равна  $m = 5$  г, период полураспада 75 суток. Определите, сколько ядер распадется за 1 секунду в этом препарате. Сколько атомов этого препарата останется через 30 суток и во сколько раз изменится активность препарата за это время?

### ***Задача № 9 «Законы сохранения в ядерных реакциях»***

В центре солнца протекает термоядерная реакция синтеза гелия из водорода, в которой из четырех протонов образуется ядро  $\text{He}^4$  и два позитрона. Запишите эту реакцию. Какие еще частицы образуются в ней?

### ***Задача № 10 «Энергия в ядерных реакциях»***

Какое количество  $\text{U}^{235}$  «выгорает» за год в ядерном реакторе с электрической мощностью 1 ГВт и к.п.д. 38%? Считать, что распад ядер урана под действием тепловых нейтронов приводит к образованию изотопов ксенона-141, стронция-92 и трех вторичных нейтронов.

### ***Перечень лабораторных работ***

#### **1 семестр**

№ 1 «Применение законов сохранения для определения скорости полета пули»

№ 4 «Исследование вращательного движения твердого тела вокруг неподвижной оси»

№ 5 «Определение характеристик затухающих колебаний физического маятника»

№ 11 «Изучение статистических закономерностей»

№ 14 «Определение показателя адиабаты методом Клемана и Дезорма»

#### **2 семестр**

№ 21 «Исследование электростатического поля с помощью зонда»

№ 24 «Расширение предела измерения амперметра постоянного тока»

№ 28 «Определение индуктивности катушки и магнитной проницаемости ферромагнитного тела»

№ 32 «Определение радиуса кривизны линзы и полосы пропускания светофильтра с помощью колец Ньютона»

№ 34 «Определение длины световой волны и характеристик дифракционной решетки»

№ 35 «Определение концентрации растворов сахара и постоянной вращения»

#### **3 семестр**

№ 36 «Снятие вольтамперных характеристик фотоэлемента и определение его чувствительности»

- № 37 «Исследование излучения абсолютно черного тела»  
№ 41 «Исследование возбуждения атомов газа»  
№ 42 «Определение главных квантовых чисел возбужденных состояний атома водорода»  
№ 51 № 1 «Изучение закономерностей  $\alpha$ -распада»  
№ 53 «Определение максимальной энергии  $\beta$ -частиц и идентификация радиоактивных препаратов»

### *Перечень вопросов к семинарским занятиям*

#### **1 семестр**

#### ***Семинар № 1 «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.

#### ***Семинар № 2 «Законы сохранения в механике. Колебания и волны»***

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. Уравнение гармонических колебаний и его решение. Характеристики колебаний (амплитуда, частота, начальная фаза).
9. Математический и физический маятники.
10. Уравнение затухающих колебаний и его решение. Характеристики затухающих колебаний (время релаксации, логарифмический декремент, добротность).

11. Энергия гармонических и затухающих колебаний.
12. Вынужденные колебания. Резонанс.
13. Поперечные и продольные волны. Характеристики бегущей упругой волны. Скорость распространения упругих волн.
14. Классификация волн по форме волновой поверхности. Плоская, сферическая и цилиндрическая волна.
15. Волновое уравнение.
16. Наложение упругих волн. Стоячая волна и ее особенности.

### ***Семинар № 3 «МКТ. Термодинамика»***

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. Распределение молекул идеального газа по высоте в поле тяжести Земли. Распределение Больцмана. Барометрическая формула.
7. Модель идеального газа. Давление и температура с точки зрения МКТ. Уравнение состояния идеального газа.
8. Понятие степеней свободы молекулы. Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы.
9. Внутренняя энергия как функция состояния системы.
10. Работа как функция процесса.
11. Первое начало термодинамики.
12. Изотермический, изохорический и изобарический процессы.
13. Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона. Политропические процессы.
14. Понятие теплоемкости. Молярная и удельная теплоемкости. Теплоемкость при изопроцессах.
15. Направление процессов. Статистический вес макросостояния. Суть необратимости.
16. Второе начало термодинамики. Формулировки Клаузиуса и Кельвина.
17. Энтропия системы и ее свойства. Теорема Нернста. Изменение энтропии в тепловых процессах.
18. Основное уравнение термодинамики.
19. Циклический процесс. Коэффициент полезного действия тепловой машины. Цикл Карно. Теорема Карно.
20. Статистический смысл энтропии. Формула Больцмана.

## **2 семестр**

### ***Семинар № 1 «Электростатика. Постоянный ток»***

1. Электростатическое поле. Электрический заряд. Свойства электрического заряда. Закон Кулона.
2. Напряженность электростатического поля.
3. Принцип суперпозиции электростатических полей для дискретного и непрерывного распределения зарядов.
4. Поток вектора напряженности электростатического поля. Теорема Гаусса.
5. Потенциальность электростатического поля. Принцип суперпозиции для потенциа-

- ла.
6. Работа по перемещению заряда в электростатическом поле. Теорема о циркуляции.
  7. Связь между напряженностью и потенциалом.
  8. Геометрическое описание поля. Силовые линии. Эквипотенциальные поверхности.
  9. Электрическое поле в диэлектрике. Поляризация диэлектрика.
  10. Вектор электрического смещения. Диэлектрическая проницаемость вещества. Теорема Гаусса для диэлектриков.
  11. Емкость уединенного проводника. Конденсатор. Емкость плоского, сферического и цилиндрического конденсатора.
  12. Соединение конденсаторов. Включение конденсатора в электрические цепи.
  13. Энергия заряженного конденсатора. Плотность энергии электрического поля.
  14. Электрический ток. Плотность тока. Уравнение непрерывности.
  15. Закон Ома в дифференциальной форме. Закон Ома в интегральной форме для однородного участка цепи. Электрическое напряжение.
  16. Сопротивление проводника. Соединение сопротивлений.
  17. Закон Ома для неоднородного участка цепи. Сторонние силы. ЭДС.
  18. Правила Кирхгофа для расчета разветвленных цепей.
  19. Работа и мощность электрического тока. Закон Джоуля-Ленца.
  20. Переходные процессы в цепи с конденсатором.

***Семинар № 2 «Магнитное поле и электромагнитная индукция. Электрические колебания и переменный ток»***

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. Диамагнетики и парамагнетики.
8. Ферромагнетики. 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.
12. Колебательный контур. Механизм возникновения электрических колебаний.
13. Энергия электрических колебаний.
14. Затухающие колебания. Характеристики затухающих колебаний.
15. Роль активного сопротивления в колебательном контуре.
16. Вынужденные колебания. Векторная диаграмма напряжений. Резонанс тока. Резонансная частота.
17. Соотношение фаз между внешним напряжением, силой тока и напряжением на различных элементах цепи.
18. Переменный ток. Индуктивное и емкостное сопротивление. Полное сопротивление цепи при переменном токе.
19. Действующие значения силы тока и напряжения. Мощность при переменном токе. Коэффициент мощности.

***Семинар № 3 «Волновая оптика»***

1. Система уравнений Максвелла как обобщение разрозненных явлений электричест-



- ва и магнетизма.
2. Волновое уравнение. Скорость распространения волны и показатель преломления среды.
  3. Шкала электромагнитных волн. Особенности оптического диапазона.
  4. Естественный и поляризованный свет. Виды поляризации. Степень поляризации частично поляризованного света.
  5. Закон Малюса.
  6. Поляризация при отражении и преломлении света на границе раздела диэлектриков. Угол Брюстера.
  7. Двойное лучепреломление. Устройство призмы Николя.
  8. Оптически активные вещества. Вращение плоскости поляризации света при прохождении через оптически активную среду.
  9. Понятие интерференции. Принцип суперпозиции для световых волн. Наблюдаемые и ненаблюдаемые величины.
  10. Когерентные и некогерентные волны. Сложение интенсивностей в случае некогерентных и когерентных колебаний.
  11. Условия усиления и ослабления света в зависимости от разности фаз интерферирующих волн.
  12. Оптический путь светового луча. Способы изменения оптического пути световых волн.
  13. Связь оптической разности хода двух волн с разностью фаз. Условия максимума и минимума интерференции в зависимости от оптической разности хода.
  14. Схема Юнга. Условия наблюдения интерференции. Координаты светлых и темных полос на экране.
  15. Временная и пространственная когерентность.
  16. Интерференция в тонких пленках в отраженном и проходящем свете.
  17. Схема для наблюдения колец Ньютона. Радиусы светлых и темных колец в отраженном и проходящем свете.
  18. Явление дифракции. Принцип Гюйгенса-Френеля. Упрощение вычислений с помощью векторной диаграммы.
  19. Дифракция Френеля на круглом отверстии. Зоны Френеля.
  20. Дифракция Фраунгофера на узкой прямолинейной щели. Условия максимума и минимума. Зависимость интенсивности света от угла дифракции.
  21. Дифракционная решетка. Основные характеристики дифракционной решетки. Условия главных максимумов и минимумов и добавочных минимумов.

### **3 семестр**

#### ***Семинар № 1 «Квантовая оптика»***

1. Тепловое излучение абсолютно черного тела. Закон Стефана – Больцмана. Закон смещения Вина.
2. 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.

#### ***Семинар № 2 «Элементы квантовой механики и физики атома»***

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.
8. Планетарная модель атома. Постулаты Бора.
9. Излучение атома водорода и водородоподобных систем. Спектральные серии. Формула Бальмера.
10. Спектры многоэлектронных атомов. Закон Мозли.
11. Квантовые числа, характеризующие положение электрона в атоме.
12. Квантование энергии. Квантование момента импульса.
13. Спин электрона. Полный момент электрона.
14. Схема энергетических уровней атома водорода.
15. Правила отбора при атомных переходах.
16. Заполнение электронных оболочек в многоэлектронных атомах. Принцип Паули.

### *Семинар № 3 «Элементы ядерной физики»*

1. Явление радиоактивности. Основной закон радиоактивного распада. Радиоактивные ряды.
2. Состав и характеристики атомного ядра. Ядерные силы.
3. Капельная и оболочечная модели ядер. Радиус ядра.
4. Масса и энергия связи ядра. Удельная энергия связи.
5. Ядерные реакции. Энергия ядерной реакции.
6. Ядерная энергетика.
7. Уравнение и энергетическое условие  $\alpha$ -распада. Связь энергии  $\alpha$ -частицы с периодом полураспада.
8. Туннельный эффект при  $\alpha$ -распаде. Спектр  $\alpha$ -частиц.
9. Характер спектра  $\gamma$ -излучения.
10. Процессы взаимодействия  $\gamma$ -квантов с веществом.
11. Зависимость интенсивности  $\gamma$ -излучения от толщины слоя вещества. Сравнение проникающей способности различных видов излучения.
12. Три вида  $\beta$ -распада. Энергетический спектр  $\beta$ -частиц. Гипотеза нейтрино.
13. 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-3 способностью применять систему фундаментальных знаний (математических, естественнонаучных, инженерных и экономических) для идентификации, формулирования и решения технических и технологических проблем в области технологии, организации, планирования и управления технической и коммерческой эксплуатацией транспортных систем</b>		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>– основные определения и понятия физики, физическую сущность явлений и процессов, происходящих в природе и технике;</li> <li>– основные методы исследования, анализа и моделирования физических процессов</li> </ul>	<p><i>Перечень теоретических вопросов к экзамену</i></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. Движение по окружности. Угол поворота, угловая скорость и угловое ускорение. Связь угловых и линейных величин.</li> <li>3. Криволинейное движение. Тангенциальное и нормальное ускорение. Полное ускорение. Угол между скоростью и ускорением.</li> <li>4. Инерциальные системы отсчета. Понятие силы, массы и импульса. Основной закон динамики поступательного движения.</li> <li>5. Момент импульса и момент силы относительно точки. Основное уравнение динамики вращательного движения.</li> <li>6. Вращение вокруг неподвижной оси. Момент инерции. Расчет моментов инерции простых тел. Теорема Штейнера.</li> <li>7. Законы сохранения в механике. Замкнутая система. Законы сохранения импульса и момента импульса.</li> <li>8. Работа и мощность. Кинетическая энергия поступательного и вращательного движения.</li> <li>9. Консервативные силы. Потенциальная энергия. Закон сохранения полной механической энергии.</li> <li>10. Два способа описания взаимодействия. Движение частицы в одномерном</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>стационарном поле. Связь между силой и потенциальной энергией.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>11. Гармонические колебания. Амплитуда, частота, начальная фаза. Математический и физический маятник. Энергия гармонических колебаний.</li> <li>12. Затухающие колебания. Характеристики затухания. Энергия затухающих колебаний.</li> <li>13. Общее понятие о волнах. Характеристики бегущей волны. Волновое уравнение плоской волны.</li> <li>14. Наложение упругих волн. Стоячая волна и ее особенности. Колебание натянутой струны.</li> <li>15. Постулаты Эйнштейна. Замедление времени. Лоренцево сокращение длины. Релятивистские инварианты. Интервал.</li> <li>16. Релятивистский импульс. Связь массы, энергии и импульса частицы. Энергия покоя. Законы сохранения при релятивистских скоростях.</li> <li>17. Макросистема. Микросостояние и макросостояние системы. Статистический подход. Понятие вероятности и средней величины.</li> <li>18. Функция распределения случайной величины. Распределение молекул по проекциям скоростей.</li> <li>19. Распределение молекул по модулю скорости. Наиболее вероятная, средняя и среднеквадратичная скорости.</li> <li>20. Модель идеального газа. Давление и температура с точки зрения молекулярно-кинетической теории. Уравнение состояния идеального газа.</li> <li>21. Распределение молекул идеального газа по высоте в поле тяжести Земли. Барометрическая формула.</li> <li>22. Понятие степеней свободы молекулы. Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы.</li> <li>23. Внутренняя энергия как функция состояния системы. Первое начало термодинамики.</li> <li>24. Работа как функция процесса. Изохорический, изобарический и изотермический процессы.</li> <li>25. Понятие теплоемкости. Теплоемкость при изохорическом и изобарическом</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>процессах. Постоянная адиабаты.</p> <p>26. Адиабатический процесс. Первое начало термодинамики для адиабатического процесса. Уравнение Пуассона.</p> <p>27. Циклический процесс. Коэффициент полезного действия тепловой машины. Второе начало термодинамики. Формулировки Клаузиуса и Кельвина.</p> <p>28. Проблема необратимости тепловых процессов. Энтропия системы и ее свойства. Теорема Нернста.</p> <p>29. Основное уравнение термодинамики. Энтропия идеального газа. Изменение энтропии при изопроцессах.</p> <p>30. Цикл Карно. Теорема Карно. Термодинамическая шкала температур. Тройная точка воды как реперная точка.</p> <p>31. Статистический вес макросостояния. Суть необратимости. Статистический смысл энтропии. Формула Больцмана.</p> <p>32. Границы применимости модели идеального газа. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы реального газа.</p> <p><b>2 семестр</b></p> <p>1. Силы взаимодействия в природе. Электростатическое поле. Закон Кулона. Напряженность электростатического поля. Принцип суперпозиции.</p> <p>2. Силовые линии. Поток вектора напряженности электростатического поля. Теорема Гаусса.</p> <p>3. Потенциал. Теорема о циркуляции вектора напряженности электростатического поля. Связь между напряженностью и потенциалом.</p> <p>4. Емкость. Конденсаторы. Соединение конденсаторов. Энергия конденсатора. Энергия электрического поля.</p> <p>5. Электрический ток. Плотность тока. Уравнение непрерывности. Закон Ома в дифференциальной форме.</p> <p>6. Сопротивление проводников. Сторонние силы. Закон Ома в интегральной форме.</p> <p>7. Правила Кирхгофа для расчета разветвленных цепей. Мощность тока. Закон</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>Джоуля-Ленца.</p> <p>8. Единая природа электрического и магнитного поля. Поле движущегося заряда. Принцип суперпозиции магнитных полей. Закон Био-Савара.</p> <p>9. Поток и циркуляция вектора индукции магнитного поля. Теорема Гаусса и теорема о циркуляции.</p> <p>10. Сила Лоренца. Сила Ампера.</p> <p>11. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Правило Ленца. Вихревое электрическое поле.</p> <p>12. Явление самоиндукции. Индуктивность. Энергия контура с током. Энергия магнитного поля.</p> <p>13. Колебательный контур. Свободные гармонические и затухающие электрические колебания. Энергия колебаний.</p> <p>14. Вынужденные электрические колебания. Векторная диаграмма напряжений. Резонанс тока.</p> <p>15. Переменный ток. Индуктивное и емкостное сопротивление. Мощность в цепи переменного тока. Действующие значения тока и напряжения.</p> <p>16. Электрическое поле в веществе. Поляризация диэлектрика. Вектор электрического смещения. Диэлектрическая проницаемость вещества.</p> <p>17. Магнитное поле в веществе. Намагниченность. Напряженность магнитного поля. Магнитная проницаемость вещества. Ферромагнетики.</p> <p>18. Система уравнений Максвелла как обобщение разрозненных явлений электричества и магнетизма. Материальные уравнения.</p> <p>19. Свойства уравнений Максвелла. Предсказание существования электромагнитных волн.</p> <p>20. Электромагнитные волны. Волновое уравнение. Свойства электромагнитных волн.</p> <p>21. Плоская электромагнитная волна и ее основные характеристики. Энергия и импульс электромагнитной волны.</p> <p>22. Естественный и поляризованный свет. Степень поляризации линейно поляризованного света. Закон Малюса.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>23. Поляризация при отражении и преломлении света на границе раздела диэлектриков. Угол Брюстера. Двойное лучепреломление.</p> <p>24. Способы поляризации естественного света. Призма Николя. Вращение плоскости поляризации света при прохождении через оптически активную среду.</p> <p>25. Шкала электромагнитных волн. Особенности оптического диапазона. Показатель преломления среды.</p> <p>26. Когерентные волны. Интерференция световых волн. Сложение интенсивностей в случае некогерентных и когерентных колебаний.</p> <p>27. Оптическая разность хода. Связь оптической разности хода двух волн с разностью фаз между ними. Условия максимума и минимума.</p> <p>28. Схема Юнга для наблюдения интерференции. Временная и пространственная когерентность.</p> <p>29. Интерференция в тонких пленках. Наблюдение колец Ньютона в отраженном и проходящем свете.</p> <p>30. Явление дифракции. Дифракция Френеля и Фраунгофера. Принцип Гюйгенса-Френеля.</p> <p>31. Дифракция Френеля на круглом отверстии. Зоны Френеля. Графический метод сложения амплитуд.</p> <p>32. Дифракция Фраунгофера на узкой прямолинейной щели. Дифракционная решетка как совокупность конечного числа щелей.</p> <p><b>Перечень 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. Фотоэффект. Законы Столетова. Формула Эйнштейна.</li> <li>3. Фотоны. Давление света. Корпускулярно-волновой дуализм света.</li> <li>4. Рассеяние фотона на свободном электроны. Формула Комптона.</li> <li>5. Волновые свойства частиц. Длина волны де Бройля. Экспериментальные под-</li> </ol>

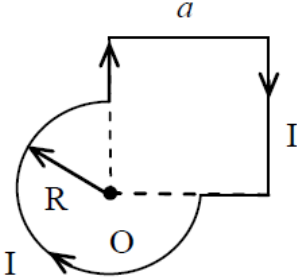
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>тверждения гипотезы де Бройля.</p> <p>6. Принцип неопределенности. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Особенности процесса измерения в квантовой механике.</p> <p>7. Физическое истолкование волн де Бройля. Волновая функция и ее свойства. Плотность вероятности обнаружения частицы.</p> <p>8. Основная задача квантовой механики. Нестационарное и стационарное уравнение Шрёдингера.</p> <p>9. Частица в одномерной бесконечной прямоугольной потенциальной яме. Квантование энергии. Собственные функции состояния частицы.</p> <p>10. Прохождение частицы через потенциальный барьер. Туннельный эффект.</p> <p>11. Квантовый гармонический осциллятор.</p> <p>12. Планетарная модель атома. Постулаты Бора. Квантование энергии водородоподобной системы.</p> <p>13. Излучение водородоподобных систем. Спектральные серии атома водорода. Обобщенная формула Бальмера.</p> <p>14. Спектры многоэлектронных атомов. Закон Мозли.</p> <p>15. Уравнение Шредингера для атома водорода. Квантование момента импульса. Правила отбора.</p> <p>16. Спин электрона. Квантовые числа, описывающие состояние электрона в атоме. Кратность вырождения энергетических уровней. Принцип Паули.</p> <p>17. Принцип тождественности одинаковых частиц. Бозоны и фермионы. Квантовые распределения.</p> <p>18. Свободные электроны в металле. Энергия Ферми. Зонная теория твердых тел.</p> <p>19. Электропроводность металлов и полупроводников. Сверхпроводимость.</p> <p>20. Явление радиоактивности. Основной закон радиоактивного распада. Постоянная распада. Период полураспада.</p> <p>21. Состав и характеристики атомного ядра. Капельная модель. Размер и спин ядра.</p> <p>22. Масса и энергия связи атомного ядра. Зависимость удельной энергия связи от массового числа. Оболочечная модель ядра.</p>



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>23. Ядерные реакции. Энергия реакции. Реакции деления и синтеза ядер.</p> <p>24. Радиоактивные ряды. Основные закономерности <math>\alpha</math>-излучения ядер. Длина свободного пробега <math>\alpha</math>-частиц.</p> <p>25. Три вида <math>\beta</math>-распада. Энергетический спектр <math>\beta</math>-частиц. Нейтрино.</p> <p>26. Особенности <math>\gamma</math>-излучения ядер. Прохождение <math>\gamma</math>-квантов через вещество.</p> <p>27. Классификация элементарных частиц. Лептоны. Лептонный заряд.</p> <p>28. Адроны. Барионный заряд. Кварковая модель адронов.</p>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>– применять физические законы и физико-математический аппарат для решения типовых и нестандартных задачи по основным разделам физики;</li> <li>– применять физические законы в профессиональной деятельности, использовать их на междисциплинарном уровне;</li> <li>– применять современное физическое оборудование и приборы при решении практических задач;</li> <li>– использовать основные приемы обработки экспериментальных данных;</li> <li>– использовать сложные физические модели для описания реальных процессов, выбирать методы их исследования</li> </ul>	<p><b>Примерный перечень практических заданий для экзамена</b></p> <p><b>1 семестр</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Движение материальной точки задано уравнением <math>\vec{r}(t) = (A + Bt^2)\vec{i} + Ct\vec{j}</math>, где <math>A=10</math> м, <math>B=-5</math> м/с<sup>2</sup>, <math>C=10</math> м/с. Найти для момента времени <math>t=1</math> с <math>\vec{v}(t)</math>, <math>\vec{a}(t)</math>, вычислить модуль скорости <math> \vec{v} </math>, модуль ускорения <math> \vec{a} </math>, тангенциальное ускорение <math>a_\tau</math>, нормальное ускорение <math>a_n</math>.</li> <li>2. Колесо вращается с частотой <math>n=5\text{с}^{-1}</math>. Под действием сил трения оно остановилось через <math>\Delta t = 1\text{мин}</math>. Определить угловое ускорение <math>\varepsilon</math> и число <math>N</math> оборотов, которое сделает колесо за это время.</li> <li>3. Брусок массой 2 кг скользит по горизонтальной поверхности под действием груза массой 0,5 кг, прикрепленного к концу нерастяжимой нити, перекинутой через неподвижный блок. Коэффициент трения бруска о поверхность 0,1. Найти ускорение движения тела и силу натяжения нити. Массами блока и нити, а также трением в блоке пренебречь.</li> <li>4. Определить момент инерции тонкого однородного стержня длиной <math>l=30</math> см и массой <math>m=100</math> г относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через точку, отстоящую от конца стержня на <math>1/3</math> его длины.</li> <li>5. Шарик массой <math>m=100</math> г упал с высоты <math>h=2,5</math> м на горизонтальную плиту, масса кото-</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>рой много больше массы шарика, и отскочил от нее вверх. Считая удар абсолютно упругим, определить импульс <math>p</math>, полученный плитой.</p> <p>6. Вертикально расположенный однородный стержень массы <math>M = 1</math> кг и длины <math>l = 1</math> м может вращаться вокруг своего верхнего конца. В нижний конец стержня попала, застряв, горизонтально летевшая пуля массы <math>m = 10</math> г, в результате чего стержень отклонился на угол <math>\alpha = 15</math>. Считая <math>m \ll M</math>, найти скорость летевшей пули</p> <p>7. Определить среднее значение полной кинетической энергии одной молекулы гелия, кислорода и водяного пара при температуре <math>T = 400</math> К.</p> <p>8. Водород массой <math>m = 100</math> г был изобарно нагрет так, что объем его увеличился в <math>n = 3</math> раза, затем водород был изохорно охлажден так, что его давление уменьшилось в <math>n = 3</math> раза. Найти изменение <math>\Delta S</math> энтропии в ходе указанных процессов.</p> <p>9. Какая работа <math>A</math> совершается при изотермическом расширении водорода массой <math>m = 5</math> г, взятого при температуре <math>T = 290</math> К, если объем газа увеличивается в три раза?</p> <p>10. Азот нагревался при постоянном давлении. Ему было сообщено количество теплоты <math>Q = 21</math> кДж. Определить работу <math>A</math>, которую совершил при этом газ, и изменение <math>\Delta U</math> его внутренней энергии.</p> <p>11. Идеальная тепловая машина работает по циклу Карно. Температура теплоотдатчика <math>T_1 = 500</math> К, температура теплоприемника <math>T_2 = 250</math> К. Определить термический КПД <math>\eta</math> цикла, а также работу <math>A_1</math> рабочего вещества при изотермическом расширении, если при изотермическом сжатии совершена работа <math>A_2 = 70</math> Дж</p> <p><b>2 семестр</b></p> <p>1. Определить напряжённость электростатического поля <math>E</math> в центре квадрата со стороной <math>a</math>, если в трёх вершинах квадрата находятся одинаковые точечные заряды <math>q</math></p> <p>2. Тонкая нить согнута в полуокружность и заряжена так, что электрический заряд равномерно распределен по ее длине. Каков радиус этой полуокружности, если известно, что в центре ее кривизны напряженность поля <math>10</math> кВ/м, а потенциал <math>630</math> В.</p> <p>3. На рис. <math>\varepsilon_1 = 1,5</math> В, <math>\varepsilon_2 = 3,7</math> В и сопротивления <math>R_1 = 10</math> Ом, <math>R_2 = 20</math> Ом и <math>R = 5,0</math> Ом. Внутренние сопротивления источников пренебрежимо малы. Определите: 1) значение и</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>направление тока через сопротивление R; 2) тепловую мощность, которая выделяется на сопротивлении R.?</p> <div data-bbox="1429 427 1720 746" data-label="Diagram"> </div> <p>4. Каким должно быть сопротивление R электрической цепи, изображенной на рисунке, чтобы ток, текущий по нему был равен <math>I=0,5</math> А, если <math>C=5</math> мкФ, <math>U=200</math> В, частота переменного тока <math>\nu=100</math> Гц?</p> <div data-bbox="1400 874 1729 1040" data-label="Diagram"> </div> <p>5. Ток <math>I=100</math> А течет по тонкому проводнику, изогнутому так, как показано на рисунке. Найти индукцию В магнитного поля в точке О контура, если радиус изогнутой части проводника <math>R=0,1</math> м, а сторона квадрата <math>a=0,2</math> м</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<div style="text-align: center;">  </div> <p>6. По двум параллельным прямым проводам длиной <math>l = 1</math> м каждый текут одинаковые токи. Расстояние <math>d</math> между проводами равно 1 см. Токи взаимодействуют с силой <math>F = 1</math> мН. Найти силу тока <math>I</math> в проводах</p> <p>7. Катушка состоит из <math>N = 75</math> витков и имеет сопротивление <math>R = 9</math> Ом. Магнитный поток через ее поперечное сечение меняется по закону <math>\Phi = kt</math>, где <math>k = 1,2</math> мВб/с. Определите: а) э.д.с. индукции, возникающую в этом контуре; б) силу индукционного тока; в) заряд, который протечет по контуру за первые 9 с изменения поля.</p> <p>8. Электрон, ускоренный напряжением <math>U = 200</math> В, влетает в однородное магнитное поле с индукцией <math>B = 0,7 \cdot 10^{-4}</math> Тл перпендикулярно силовым линиям. Найти радиус окружности, по которой движется электрон в магнитном поле и период его вращения.</p> <p>9. Индуктивность <math>L</math> катушки (без сердечника) равна 0,1 мГн. При какой силе тока <math>I</math> энергия <math>W</math> магнитного поля равна 100 мкДж</p> <p>10. Расстояние между двумя когерентными источниками света (<math>\lambda = 0,5</math> мкм) равно <math>d = 0,1</math> мм. Расстояние между интерференционными полосами на экране в средней части интерференционной картины равно <math>\Delta x = 1,0</math> см. Определить расстояние от источников до экрана</p> <p>11. Плосковыпуклая линза выпуклой стороной лежит на стеклянной пластинке. В отраженном свете с длиной волны <math>\lambda = 0,6</math> мкм наблюдается интерференционная картина. Считая, что радиусы интерференционных колец <math>r</math> много меньше радиуса кривизны линзы <math>R = 1,2</math> м, определите: а) толщину слоя воздуха там, где видно первое светлое кольцо Ньютона, б) радиус первого кольца</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>12. Между двумя плоскопараллельными стеклянными пластинками положили очень тонкую проволочку, расположенную параллельно линии соприкосновения пластинок и находящуюся на расстоянии <math>L=75</math> мм от нее. В отраженном свете с длиной волны <math>\lambda=0,5</math> мкм на верхней пластинке видны интерференционные полосы. Определите диаметр поперечного сечения проволочки, если на протяжении <math>a = 30</math> мм насчитывается <math>m = 16</math> светлых полос</p> <p>13. На щель шириной <math>a = 0,05</math> мм падает нормально монохроматический свет с длиной волны <math>\lambda = 0,6</math> мкм. Определить угол <math>\varphi</math> между первоначальным направлением пучка света и направлением на четвертую темную дифракционную полосу</p> <p>14. Дифракционная решетка установлена на расстоянии 80 см от экрана. На решетку падает монохроматический свет с длиной волны 0,65 мкм. На экране расстояние между максимумами первого и второго порядка равно 5,2 см. Сколько всего максимумов образует эта дифракционная решетка?</p> <p>15. Какую трубку с раствором сахара (<math>C \cdot \ell</math>) необходимо поставить между двумя скрещенными поляризаторами, чтобы интенсивность света, вышедшего из второго поляризатора оказалась в 3 раза меньше интенсивности естественного света, падающего на первый поляризатор? Считать, что удельное вращение раствора равно 6,23 град/(%·м), Трубка поглощает 15% проходящего через нее света, поляризаторы прозрачны</p> <p>16. Определить, во сколько раз уменьшится интенсивность света, прошедшего через два поляризатора, расположенные так, что угол между их главным плоскостями <math>\alpha = 60^\circ</math>, а в каждом из поляризаторов теряется 8% интенсивности падающего на него света</p>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>– практическими навыками использования элементов физического эксперимента и решения физических задач на других дисциплинах;</li> <li>– навыками и методиками обобщения результатов решения задач, экспериментальной деятельности;</li> <li>– методами работы на основных физиче-</li> </ul>	<p>Основными оценочными средствами планируемых результатов обучения данного раздела служат лабораторные работы и индивидуальные задания каждого семестра. При проведении промежуточной аттестации преподаватель имеет право задавать дополнительные вопросы со ссылкой на отчеты по лабораторным работам и ИДЗ.</p> <p><b><i>Примерный перечень вопросов и заданий по лабораторным работам</i></b></p> <p><b><i>1 семестр</i></b></p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>ских приборах;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами экспериментального исследования в физике (планирование, постановка и обработка эксперимента);</li> <li>– возможностью междисциплинарного применения законов физики;</li> <li>– способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования возможностей информационной среды.</li> </ul>	<p>№ 1 «Применение законов сохранения для определения скорости полета пули»</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Приведите примеры сил, дающих разные виды потенциальной энергии. Какие из них присутствуют в данной работе? Изобразите схему экспериментальной установки и укажите на ней силы, действующие на все тела, входящие в систему, в каждый момент времени.</li> <li>2. Какие величины имели кинетическая и потенциальная энергия системы «пуля+маятник» в различные моменты опыта? Представьте схему изменения кинетической и потенциальной энергии системы.</li> <li>3. Для каких моментов времени в данном эксперименте можно применять закон сохранения механической энергии, а для каких нельзя и почему? Схема.</li> <li>4. Для каких моментов времени в данном эксперименте можно применять закон сохранения импульса, а для каких нельзя и почему? Схема</li> <li>5. Используя законы сохранения получите формулу для расчета скорости полета пули в данной работе.</li> <li>6. Как производится обработка экспериментальных данных в данной работе. Как определяется доверительный интервал скорости и средняя квадратическая погрешность отклонения маятника?</li> </ol> <p>№ 4 «Исследование вращательного движения твердого тела вокруг неподвижной оси»</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Каков характер зависимости момента инерции от расстояния, на котором находится тело от оси вращения? В данной работе. Постройте график этой зависимости.</li> <li>1. Как экспериментально определяется момент инерции тела в данной лабораторной работе?</li> <li>2. Какие законы сохранения применяются для вывода расчетных формул? Получите формулу для расчета момента инерции маятника.</li> <li>3. Какова зависимость углового ускорения тела от момента приложенных к нему сил и момента инерции тела? Постройте график данной зависимости</li> <li>4. Как на маятнике Обербека могут быть определены угловое ускорение, момент дейст-</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>вующих сил и момент инерции?</p> <p>5. Как в данной работе рассчитывается погрешность определения момента инерции тела относительно произвольной оси вращения?</p> <p>6. Продемонстрируйте возможность применения среды Microsoft Excel (или другой среды) для обработки экспериментальных данных.</p> <p>№ 5 «Определение характеристик затухающих колебаний физического маятника»</p> <p>1. Почему колебания маятника в данной работе будут затухающими, даже при выключенном электромагните?</p> <p>2. Запишите уравнения затухающих и незатухающих колебаний, сравните их.</p> <p>3. Как амплитуда затухающих колебаний зависит от времени и от числа колебаний?</p> <p>4. Каков физический смысл величин применительно к данной работе: <i>начальная амплитуда колебаний, начальная фаза колебаний, круговая частота колебаний, период колебаний, коэффициент затухания, время релаксации, логарифмический декремент затухания, добротность</i>. Как они меняются с ростом <math>U</math>?</p> <p>5. Как меняются характеристики затухающих колебаний <i>начальная амплитуда колебаний, начальная фаза колебаний, круговая частота колебаний, период колебаний, коэффициент затухания, время релаксации, логарифмический декремент затухания, добротность</i> если один из параметров данного физического маятника: <math>I</math>, <math>m</math>, <math>L</math>, <math>k</math> увеличится (либо уменьшится) при фиксированных значениях оставшихся?</p> <p>6. Для чего, в данной работе, графики строят в логарифмическом масштабе?</p> <p>7. Продемонстрируйте возможность применения среды Microsoft Excel (или другой среды) для обработки экспериментальных данных.</p> <p>№ 11 «Изучение статистических закономерностей»</p> <p>1. Каково распределение дроби по ячейкам на доске Гальтона? Какое распределение аналогично данному в МКТ?</p> <p>2. Каково распределение электронов по модулю скорости в данной работе? Что проис-</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>ходит при изменении напряжения накала?</p> <p>3. Какие статистические методы применяются в данной работе?</p> <p>4. Продемонстрируйте возможность применения среды Microsoft Excel (или другой среды) для обработки экспериментальных данных.</p> <p>№ 14 «Определение показателя адиабаты методом Клемана и Дезорма»</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Объясните ход эксперимента и результаты расчета.</li> <li>2. Назовите процессы, происходящие с газом, в ходе эксперимента и изобразите их графически.</li> <li>3. Запишите уравнения для вывода формулы показателя адиабаты.</li> <li>4. Продемонстрируйте возможность применения среды Microsoft Excel (или другой среды) для обработки экспериментальных данных.</li> <li>5. Как в данной работе минимизируется погрешность экспериментальных данных?</li> </ol> <p><b>2 семестр</b></p> <p>№ 21 «Исследование электростатического поля с помощью зонда»</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое напряженность электрического поля? Как графически представить распределение напряженности в разных точках электрического поля в данной работе?</li> <li>2. Что такое потенциал электростатического поля? Как графически представить распределение потенциала в разных точках электрического поля в данной работе?</li> <li>3. Чему равна работа по перемещению заряда вдоль эквипотенциальной поверхности и по замкнутому контуру, ограниченному участками силовых и эквипотенциальных линий? Вычислите работу по перемещению заряда по заданной траектории.</li> <li>4. Как изменится картина силовых и эквипотенциальных линий при увеличении (уменьшении) напряженности между электродами?</li> </ol> <p>№ 24 «Расширение предела измерения амперметра постоянного тока»</p>



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Каков принцип действия электроизмерительных приборов магнитоэлектрического и электромагнитного типа, применяемы в данной работе?</li> <li>2. Что называют током полного отклонения и напряжением полного отклонения электроизмерительного прибора?</li> <li>3. Каким образом включают амперметр и вольтметр в электрическую цепь для измерения тока и напряжения? Продемонстрируйте навыки включения этих приборов в электрическую цепь.</li> <li>4. Что такое шунт? Для чего и как он используется? Продемонстрируйте использование шунта.</li> <li>5. Что такое добавочное сопротивление? Для чего и как оно используется? Продемонстрируйте использование добавочного сопротивления.</li> <li>6. Продемонстрируйте возможность применения среды Microsoft Excel (или другой среды) для обработки экспериментальных данных.</li> <li>7. Как в данной работе минимизируется погрешность экспериментальных данных?</li> </ol> <p style="text-align: center;">№ 28 «Определение индуктивности катушки и магнитной проницаемости ферромагнитного тела»</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие приборы применялись в данной работе для определения параметров постоянного и переменного тока?</li> <li>2. Получите формулу для расчета полного сопротивления цепи переменного тока, используемой в данной работе (или представленной преподавателем).</li> <li>3. Как определялась индуктивность катушки в данной работе? Каким еще способом можно определить индуктивность?</li> <li>4. Продемонстрируйте возможность применения среды Microsoft Excel (или другой среды) для обработки экспериментальных данных.</li> </ol> <p style="text-align: center;">№ 32 «Определение радиуса кривизны линзы и полосы пропускания светофильтра с помощью колец Ньютона»</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>1. Как объясняется появление колец Ньютона?</p> <p>2. Получите формулы для расчета радиусов темных и светлых колец Ньютона.</p> <p>3. Получите формулу для определения радиуса кривизны линзы.</p> <p>4. Как в данной работе минимизируется погрешность экспериментальных данных?</p> <p style="text-align: center;">№ 34 «Определение длины световой волны и характеристик дифракционной решетки»</p> <p>1. Каковы параметры и характеристики дифракционной решетки, применяемой в эксперименте?</p> <p>2. Получите формулу для определения длины световой волны при дифракции на дифракционной решетке.</p> <p>3. Каково практическое применение дифракционных решеток?</p> <p>4. Как в данной работе минимизируется погрешность экспериментальных данных?</p> <p style="text-align: center;">№ 35 «Определение концентрации растворов сахара и постоянной вращения»</p> <p>1. На основе какого явления определяется концентрация раствора сахара в данном эксперименте?</p> <p>2. Поясните устройство и принцип действия призмы Николя</p> <p>3. Поясните устройство и принцип действия полутеневого сахариметра</p> <p>4. Как в данной работе минимизируется погрешность экспериментальных данных?</p> <p style="text-align: center;"><b>3 семестр</b></p> <p style="text-align: center;">№ 36 «Снятие вольтамперных характеристик фотоэлемента и определение его чувствительности»</p> <p>1. Проанализируйте полученные в лабораторной работе ВАХ</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>2. Как определяется постоянная Планка в данном эксперименте?</p> <p>3. Как в данной работе минимизируется погрешность экспериментальных данных?</p> <p>4. Как в данной работе рассчитывается погрешность определения постоянной Планка?</p> <p>5. Продемонстрируйте возможность применения среды Microsoft Excel (или другой среды) для обработки экспериментальных данных.</p> <p style="text-align: center;">№ 37 «Исследование излучения абсолютно черного тела»</p> <p>1. Проанализируйте полученные в лабораторной работе зависимости.</p> <p>2. Как определяется постоянная Стефана-Больцмана и постоянная Вина в данном эксперименте?</p> <p>3. Как в данной работе минимизируется погрешность экспериментальных данных?</p> <p>4. Как в данной работе рассчитывается погрешность определения постоянной Стефана-Больцмана и постоянной Вина?</p> <p>5. Продемонстрируйте возможность применения среды Microsoft Excel (или другой среды) для обработки экспериментальных данных</p> <p style="text-align: center;">№ 41 «Исследование возбуждения атомов газа»</p> <p>1. Объясните принцип определения возбужденных состояний атомов газа в эксперименте?</p> <p>2. Поясните принцип работы электронной лампы</p> <p>3. В каком диапазоне электромагнитных волн лежит излучение возбужденных атомов паров ртути и почему?</p> <p>4. Как в данном эксперименте определяется область локализации электрона и как полученные данные согласуются с теоретическими предположениями?</p> <p style="text-align: center;">№ 42 «Определение главных квантовых чисел возбужденных состояний атома водорода»</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Поясните устройство и принцип работы спектроскопа, используемого в данной работе</li> <li>2. Получите формулу для определения главных квантовых чисел возбужденных состояний атома водорода и других водородоподобных атомов</li> <li>3. Что называется градуировочным графиком?</li> <li>4. Продемонстрируйте возможность применения среды Microsoft Excel (или другой среды) для обработки экспериментальных данных</li> </ol> <p style="text-align: center;">№ 51 № 1 «Изучение закономерностей <math>\alpha</math>-распада»</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое активность радиоактивного элемента, ее вычисление и единицы измерения.</li> <li>2. В чем состоит закон Гейгера - Неттола?</li> <li>3. Как оценить энергию <math>\alpha</math> - частицы?</li> <li>4. Устройство и принцип работы счетчика Гейгера-Мюллера.</li> <li>5. Продемонстрируйте возможность применения среды Microsoft Excel (или другой среды) для обработки экспериментальных данных</li> </ol> <p style="text-align: center;">№ 53 «Определение максимальной энергии <math>\beta</math>-частиц и идентификация радиоактивных препаратов»</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие известны разновидности бета-распада? Какая из них исследуется в данном эксперименте?</li> <li>2. В каких диапазонах находятся периоды полураспада и энергии бета- распада природных радионуклидов?</li> <li>3. Каковы основные особенности взаимодействия бета-частиц с веществом?</li> <li>4. Продемонстрируйте возможность применения среды Microsoft Excel (или другой среды) для обработки экспериментальных данных</li> </ol>

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Физика» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена (1 и 2 семестры) и в форме зачета (3 семестр).

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

***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 аналитических операциях, 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.

Зачет обучающиеся получают в результате выполнения всех видов работ, предусмотренных в 3 семестре изучения данной дисциплины. В случае невыполнения обучающимся 20% - 30% от общего числа видов работ, предусмотренных в 3 семестре, зачет проводится в форме собеседования по вопросам согласно перечню вопросов к зачету.

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

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

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

## 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://new.znaniium.com/>. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-010079-1 (print) ; ISBN 978-5-16-101800-2 (online). - Текст : электронный. - URL: <http://znaniium.com/catalog/product/469821>

2. Копылова, О. С. Курс общей физики: Учебное пособие / Копылова О.С. - Москва :СТГАУ - "Агрус", 2017. - 300 с.: ISBN 978-5-9596-1290-0. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znaniium.com/catalog/product/975925>

### 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 978-5-16-105995-1. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znaniium.com/catalog/product/923812>

2. Задачи по общей физике / Иродов И.Е., - 11-е изд., эл. - Москва :Лаборатория знаний, 2017. - 434 с.: ISBN 978-5-00101-491-1 - Текст : электронный. - URL: <http://znaniium.com/catalog/product/539097>

3. Справочник по физике: Учебное пособие / Кузнецов С.И., Рогозин К.И. - Томск:Изд-во Томского политех. университета, 2014. - 220 с.: ISBN 978-5-4387-0443-0 - Режим доступа: <http://znaniium.com/catalog/product/675274>

### в) Методические указания:

1. Механика. Молекулярная физика и термодинамика [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / Е. Н. Астапов, З. Н. Ботнева, Л. С. Долженкова и др. ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) ). - Режим доступа: [Механика. Молекулярная физика.](#) - Макрообъект

2. Вечеркин М. В. Электростатика и постоянный ток [Электронный ресурс] : 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). - Режим доступа: [Электростатика и постоянный ток](#) - Макрообъект

3. Савченко Ю. И., Вострокнутова О.Н., Мишенева Н.И. Переменный ток [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - ISBN 978-5-9967-1151-2. Режим доступа: [Переменный ток](#) Макрообъект

4. Бутаков С.А., Долгушин Д.М., Лисовская М.А., Мавринский В.В. Физика твердого тела, атома и атомного ядра [Электронный ресурс]: учебное пособие / - Магнитогорск : МГТУ, 2019. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - ISBN 978-5-9967-1151-2. Режим доступа: [Физика твердого тела, атома и атомного ядра](#) - Макрообъект

### 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
	Д-593-16 от 20.05.2016	20.05.2017
MS Office 2007	№135 от 17.09.2007	бессрочно

FAR Managar	свободно распространяемое	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно

### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	URL: <a href="http://magtu.ru8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru8085/marcweb2/Default.asp</a>
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	URL: <a href="http://webofscience.com">http://webofscience.com</a>
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Scopus»	URL: <a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a>
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	URL: <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>
Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний SpringerReference	URL: <a href="http://www.springer.com/references">http://www.springer.com/references</a>

### 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»	Лабораторные установки, измерительные приборы для проведения лабораторных работ: 1. Баллистические маятники. 2. Маятник Обербека. 3. Физический маятник. 4. Доска Гальтона. 5. Лабораторная установка для исследования распределения термоэлектронов по модулю их скорости. 6. Лабораторная установка для определения показателей адиабаты $\gamma$ методом Клемана и Дезорма.

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
	<p>7. Лабораторная установка для проверки закона возрастания энтропии в процессе диффузии газов на модели перемешивания шаров.</p> <p>8. Лабораторная установка для проверки законов возрастания энтропии в процессе теплообмена.</p> <p>9. Установка лабораторная для изучения зависимости скорости звука от температуры "МФ-СЗ-М"</p> <p>10. Установка лабораторная для исследования теплоемкости твердого тела "МФ-ТЕТ-М".</p> <p>11. Установка лабораторная для определения универсальной газовой постоянной "МФ-ОГП-М".</p> <p>12. Стенд лабораторный газовые процессы.</p> <p>13. Мерительный инструмент.</p>
<p>Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: Лаборатория «Электричества и оптики»</p>	<p>Лабораторные установки, измерительные приборы для проведения лабораторных работ:</p> <p>1. Лабораторная установка для исследования электростатического поля с помощью одинарного зонда.</p> <p>2. Установка для шунтирования миллиамперметра.</p> <p>3. Установка лабораторная для определения индуктивности соленоида и магнитной проницаемости.</p> <p>4. Установка лабораторная для изучения резонанса напряжений и определения индуктивности</p> <p>5. Лабораторная установка для изучения длины световой волны и характеристик дифракционной решетки.</p> <p>6. Лабораторная установка для определения радиуса кривизны линзы и длины световой волны с помощью колец Ньютона.</p> <p>7. Лабораторная установка для определения концентрации растворов сахара и постоянной вращения.</p> <p>8. Источники питания постоянного тока.</p> <p>9. Магазин емкостей Time Electronics 1071.</p> <p>10. Магазин емкости P-513.</p> <p>11. Магазин индуктивностей Time Electronics 1053.</p> <p>12. Магазины сопротивлений P-33.</p> <p>13. Мультиметры цифровые MAS-838.</p> <p>14. Мультиметры АРРА 106,203,205.</p> <p>15. Осциллограф двухканальный GOS-620 FG.</p> <p>16. Поляриметр СМ.</p> <p>17. Мерительный инструмент.</p>
<p>Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: Лаборатория «Атома, твердого тела, ядра»</p>	<p>Лабораторные установки, измерительные приборы для проведения лабораторных работ:</p> <p>1. Лабораторная установка для "Изучения внешнего фотоэффекта".</p> <p>2. Установка для изучения спектра атома водорода и определения постоянной Ридберга.</p> <p>3. Установка лабораторная для определения</p>



Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
	<p>потенциала возбуждения газа.</p> <p>4. Установка для определения длины пробега частиц в воздухе.</p> <p>5. Измерит. скорости счета УИМ2-2.</p> <p>6. Монохроматоры МУМ-1.</p> <p>7. Мультиметры АРРА 205, 207.</p> <p>8. Осциллограф двухканальный GOS-620 FG.</p> <p>9. Мерительный инструмент.</p>
<p>Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</p>	<p>Интерактивная доска, проектор; Мультимедийный проектор, экран.</p>
<p>Учебные аудитории для выполнения курсового проектирования, помещения для самостоятельной работы.</p>	<p>Персональные компьютеры с пакетом MS Office, с выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.</p>
<p>Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования</p>	<p>Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования. Инструменты для ремонта оборудования.</p>