

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Учебно-научный институт радиоэлектроники и информационных технологий
(ИРИТ)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

_____ Мякинников А.В.

« ____ » _____ 2025г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б.5 Физика

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность: Интеллектуальные системы обработки информации и управления;

Программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизи-
рованных систем

Форма обучения: очная, очно-заочная, заочная

Год начала подготовки: 2025

Выпускающие кафедры: Информатика и системы управления;
Вычислительные системы и технологии

Кафедра-разработчик: ФТОС

Объем дисциплины: 252/7
часов/з.е

Промежуточная аттестация: экзамен, зачет

Разработчики: Вдовиченко И.А., к.ф.-м.н., доцент;
Новоселова Н.А., к.т.н., доцент;
Прончатова-Рубцова Т.О., старший преподаватель.

Нижний Новгород
2025

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 19 сентября 2017 г. № 929 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ, протокол от 17.12.2024 г. №6.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «ФТОС» протокол от 12.03.2025 г. № 16.

Зав. кафедрой д.ф.-м.н., профессор, Раевский А.С. _____

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института ИРИТ, протокол от 22.04.2025 г. № 3.

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 09.03.01-П-5.

Начальник МО _____

Заведующая отделом комплектования НТБ

(подпись) Н.И. Кабанина

Оглавление

ОГЛАВЛЕНИЕ	3
1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
1.1. Цель освоения дисциплины	4
1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля)	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	7
4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ	7
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ	9
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	30
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	33
6.1. УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА, ПЕЧАТНЫЕ ИЗДАНИЯ БИБЛИОТЕЧНОГО ФОНДА	33
6.2. СПРАВОЧНО-БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА	34
6.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ	36
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	36
7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)	36
7.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем	37
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	37
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	38
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	39
10.1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	39
10.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ ЛЕКЦИОННОГО ТИПА	40
10.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ	40
10.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ	40
10.5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ	40
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	41
11.1. Типовые вопросы для лабораторных работ	41
11.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена	60

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целью освоения дисциплины являются формирование у студентов общего физического мировоззрения, цельного представления о процессах и явлениях, происходящих в неживой и живой природе, научного способа мышления, умения видеть естественнонаучное содержание проблем, возникающих в практической деятельности специалиста, а также развитие физического мышления.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

- изучение законов окружающего мира в их взаимосвязи;
- ознакомление студентов с историей и логикой развития физики и основных её открытий
- освоение основных физических теорий, позволяющих описать явления в природе, и пределов применимости этих теорий для решения современных и перспективных технологических задач;
- формирование у студентов основ естественнонаучной картины мира;
- формирование навыков по применению положений фундаментальной физики к грамотному научному анализу ситуаций, с которыми инженеру приходится сталкиваться при создании новой техники и новых технологий;
- овладение фундаментальными принципами и методами решения научно-технических задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина (модуль) «Физика» включена в обязательный перечень дисциплин обязательной части образовательной программы вне зависимости от ее направленности (профиля). Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по данному направлению подготовки.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Физика» в объеме курса средней школы».

Дисциплина «Физика» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Электротехника и электроника».

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование элементов следующих общепрофессиональных компетенций в соответствии с ОПОП ВО по специальности 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»:

ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.

Формирование указанных компетенций размещено в таблице 1.

Таблица 1 – Формирование компетенций дисциплинами

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ОПК-1								
<i>Математика.</i>								
<i>Физика.</i>								
<i>Теория вероятностей</i>								
<i>Электротехника и электроника.</i>								
<i>Прикладная теория информации</i>								
<i>Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена</i>								

3.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения оп

Таблица 2 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ИОПК-1.1. Применяет естественнонаучные и общинженерные знания при выявлении причин сложных проблем в информационно-коммуникационных системах	Знать: <ul style="list-style-type: none"> – теоретические основы, основные понятия, законы и модели механики, молекулярной физики, электромагнетизма, оптики, атомной физики, физики атомного ядра и элементарных частиц; – законы и модели теории колебаний и волн, методы экспериментальных исследований в физике, – способы оценки корректности и эффективности эксперимента; – физико-математический аппарат, необходимый для решения физических задач и алгоритмы статической обработки результатов физического эксперимента 	Уметь: <ul style="list-style-type: none"> – обосновывать принимаемые решения, доказывать их корректность и эффективность, использовать современную вычислительную базу для обработки результатов – решать типовые задачи по основным разделам курса физики, используя для этого физико-математический аппарат; выявлять естественно-научную сущность изучаемых проблем 	Владеть: <ul style="list-style-type: none"> – методами проведения физических измерений, – методами корректной оценки погрешностей при проведении физического эксперимента; – алгоритмами статистической обработки результатов физического эксперимента – физико-математическим аппаратом, необходимым для решения физических задач, алгоритмами статистической обработки результатов физического эксперимента 	Вопросы для устного собеседования по лабораторным работам; Отчеты по лабораторным работам; Контрольные работы	Вопросы для устного собеседования: билеты. Экзаменационные задачи

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 7 зач.ед. 252 часа, распределение часов по видам работ и семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3.1 – Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам (очная форма обучения)

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час		
	Всего час.	В т.ч. по семестрам	
		2 сем	3 сем
Формат изучения дисциплины	очная		
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	252	108	144
1. Контактная работа:	125	54	71
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	119	51	68
занятия лекционного типа (Л)	68	34	34
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)	34	17	17
лабораторные работы (ЛР)	17		17
1.2. Внеаудиторная, в том числе	6	3	3
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)			
текущий контроль, консультации по дисциплине	6	3	3
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)			
2. Самостоятельная работа (СРС)	100	27	73
реферат/эссе (подготовка)			
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)			
контрольная работа			
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)			
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	100	27	73
Подготовка к экзамену (контроль)	27	27	

Таблица 3.2 – Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам (очно-заочная форма обучения)

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час		
	Всего час.	В т.ч. по семестрам	
		2 сем	3 сем
Формат изучения дисциплины	очная		
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	252	108	144
1. Контактная работа:	67	29	38
1.3. Аудиторная работа, в том числе:	61	26	35
занятия лекционного типа (Л)	34	17	17
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)	18	9	9
лабораторные работы (ЛР)	9		9
1.4. Внеаудиторная, в том числе	6	3	3
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)			

текущий контроль, консультации по дисциплине	6	3	3
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)			
2. Самостоятельная работа (СРС)	149	43	106
реферат/эссе (подготовка)			
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)			
контрольная работа			
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)			
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	149	43	106
Подготовка к экзамену (контроль)	36	36	

Таблица 3.3 – Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам
(заочная форма обучения)

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час		
	Всего час.	В т.ч. по семестрам	
		2 сем	3 сем
Формат изучения дисциплины	заочная		
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	252	148	104
1. Контактная работа:	50	30	26
1.5. Аудиторная работа, в том числе:	44	24	20
занятия лекционного типа (Л)	20	12	8
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)	8	4	4
лабораторные работы (ЛР)	16	8	8
1.6. Внеаудиторная, в том числе	12	6	6
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)			
текущий контроль, консультации по дисциплине	12	6	6
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)			
2. Самостоятельная работа (СРС)	183	105	78
реферат/эссе (подготовка)			
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)			
контрольная работа		2 сем	3 сем
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)			
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	183	105	78
Подготовка к экзамену (контроль)	13	13	

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам (очная форма обучения)

Планируемые (контролируемые) результаты осво- ения: код УК; ОПК; ПК и инди- каторы достиже- ния компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование исполь- зуемых активных и интерактивных образо- вательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоем- кость в часах)
		Контактная работа			Самостоятель- ная работа сту- дентов (час)			
		Лекции	Лабора- торные работы	Практиче- ские заня- тия				
2 семестр								
ОПК-1 ИОПК-1.1	Раздел 1. Физические основы классической и релятивистской механики						Диагностический безоце- ночный контроль, лучше взаимоконтроль; 2. Разноуровневые каче- ственные, расчетные, графические задания; 3. физический диктант, блиц-опрос; 4. Работа с систематизи- рующими, обобщаю- щими таблицами, ло- гическими схемами. При изучении нового ма- териала-слайд показ. Сов- местно с натурным экспе- риментом создают единую познавательную среду, в которой учитель серией умело подобран-	Конспект лекций
	Тема 1.1. Элементы кинематики	2,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]		
	Практическое занятие 1. Кинематика вращательного дви- жения			1,5		Подготовка к практиче- ским занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]		
	Тема 1.2. Динамика материаль- ной точки и поступательного движения твердого тела.	3,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]		
	Тема 1.3. Работа и энергия.	3,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]		
	Практическое занятие 2. Законы сохранения энергии и импульса			2,0		Подготовка к практиче- ским занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]		
	Тема 1.4. Динамика вращатель- ного движения твердого тела.	3,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]		
	Практическое занятие 3. Основное уравнение динамики вращательного движения			2,0		Подготовка к практиче- ским занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]		

Планируемые (контролируемые) результаты осво- ения: код УК; ОПК; ПК и инди- каторы достиже- ния компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование исполь- зуемых активных и интерактивных образо- вательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоем- кость в часах)
		Контактная работа			Самостоятель- ная работа сту- дентов (час)			
		Лекции	Лабора- торные работы	Практиче- ские заня- тия				
							ных вопросов и заданий возбуждает и направляет мысль обучающихся к но- вым теоретическим выво- дам. Далее в ходе закреп- ления уточняет, корректи- рует понимание учащими- ся нового знания, форми- рует первоначальные уме- ния. В ходе объяснения и за- крепления нового матери- ала кадры должны быть разнообразными, чтобы охватить все моменты по- знания: алгоритм поиска решения поставленной проблемы, оценивание альтернатив, обнаружение следствий и их значимости в теории и т.д.	
	Практическое занятие 4. Закон сохранения момента им- пульса			1,5		Подготовка к практиче- ским занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]		
	Тема 1.5. Элементы механики жидкостей.	2,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]		

Планируемые (контролируемые) результаты осво- ения: код УК; ОПК; ПК и инди- каторы достиже- ния компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование исполь- зуемых активных и интерактивных образо- вательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоем- кость в часах)
		Контактная работа			Самостоятель- ная работа сту- дентов (час)			
		Лекции	Лабора- торные работы	Практиче- ские заня- тия				
	Тема 1.6. Элементы специальной (частной) теории относительности.	2,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]		
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:				12,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 1 разделу	16,00		7,00	12,00			
ОПК-1 ИОПК-1.1	Раздел 2. Основы молекулярной физики и термодинамики						Диагностический безоце- ночный контроль, лучше взаимоконтроль; 5. Разноуровневые каче- ственные, расчетные, графические задания; 6. физический дик- тант, блиц-опрос; 7. Работа с система- тизи- рующими, обобщаю- щими таблицами, ло- гическими схемами.	
	Тема 2.1. Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов.	3,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4]		
	Тема 2.2. Основы термодинамики.	3,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4]		
	Практическое занятие 5. Энтропия			1,0		Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]		
	Самостоятельная работа по освоению 2 раздела:				6,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 2 разделу	6,00		1,00	6,00			
ОПК-1	Раздел 3. Электричество и магнетизм						При изучении нового ма-	

Планируемые (контролируемые) результаты осво- ения: код УК; ОПК; ПК и инди- каторы достиже- ния компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование исполь- зуемых активных и интерактивных образо- вательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоем- кость в часах)
		Контактная работа			Самостоятель- ная работа сту- дентов (час)			
		Лекции	Лабора- торные работы	Практиче- ские заня- тия				
ИОПК-1.1	Тема 3.1. Электростатика.	8,0				Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]	териала-слайд показ. Сов- местно с натурным экспе- риментом создают единую активную познавательную среду, в которой учитель серией умело подобран- ных вопросов и заданий возбуждает и направляет мысль обучающихся к но- вым теоретическим выво- дам. Далее в ходе закреп- ления уточняет, корректи- рует понимание учащими- ся нового знания, форми- рует первоначальные уме- ния. В ходе объяснения и за- крепления нового матери- ала кадры должны быть разнообразными, чтобы охватить все моменты по- знания: алгоритм поиска решения поставленной проблемы, оценивание альтернатив, обнаружение следствий и их значимости в теории и т.д.	
	Практическое занятие 6. Метод суперпозиции			2,0		Подготовка к практиче- ским занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]		
	Практическое занятие 7. Теорема Гаусса			2,0		Подготовка к практиче- ским занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]		
	Практическое занятие 8. Работа сил электростатического поля. Потенциал			1,5		Подготовка к практиче- ским занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]		
	Тема 3.2. Постоянный электри- ческий ток.	2,0				Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]		
	Практическое занятие 9. Правила Кирхгофа. Законы по- стоянного тока			2,0		Подготовка к практиче- ским занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]		
	Тема 3.3. Магнитостатика.	3,0				Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]		
	Практическое занятие 10. Закон Био-Савара. Закон Ампера. Магнитное поле движущегося заряда. Сила Лоренца			1,5		Подготовка к практиче- ским занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]		
	Тема 3.4. Электромагнитная ин- дукция.							
	Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:				9			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)		
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)					
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия						
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	34		17	27					
	3 семестр									
ОПК-1 ИОПК-1.1	Тема 3.4. Электромагнитная индукция.	5,0				Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]				
	Практическое занятие 11. Электромагнитная индукция			3,0		Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]				
	Лабораторная работа №1 Экспериментальные исследования электромагнитной индукции		5,0			Подготовка к лабораторным работам [6.3.3]				
	Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:				8,0					
	реферат, эссе (тема)									
	расчётно-графическая работа (РГР)									
	контрольная работа									
	Итого по 3 разделу	18,00	5,00	12,00	17,00					
ОПК-1 ИОПК-1.1	Раздел 4. Колебания и волны									
	Тема 4.1. Механические и электромагнитные колебания.	5,0				Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]				
	Практическое занятие 12. Собственные колебания			2,0		Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]				
	Практическое занятие 13. Вынужденные колебания. Векторные диаграммы			2,0		Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]				
	Лабораторная работа №2 Исследование электрических колебаний		4,0			Подготовка к лабораторным работам [6.3.3]				
	Тема 4.2. Упругие и электромаг-	3,0				Подготовка к лекциям	1. Диагностический безоценочный контроль, лучше взаимоконтроль;			

Планируемые (контролируемые) результаты осво- ения: код УК; ОПК; ПК и инди- каторы достиже- ния компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование исполь- зуемых активных и интерактивных образо- вательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоем- кость в часах)
		Контактная работа			Самостоятель- ная работа сту- дентов (час)			
		Лекции	Лабора- торные работы	Практиче- ские заня- тия				
	нитные волны.					[6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]	5. Разноуровневые каче- ственные, расчетные, графические задания; 6. физический диктант, блиц-опрос; 7. Работа с систематизи- рующими, обобщаю- щими таблицами, ло- гическими схемами.	
	Практическое занятие 14. Упругие волны. Электромагнит- ные волны.			2,0		Подготовка к практиче- ским занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]		
	Самостоятельная работа по освоению 4 раздела:				18,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 4 разделу	8,00	4,00	6,00	18,00			
	ОПК-1 ИОПК-1.1	Раздел 5. Волновая оптика						
Тема 5.1. Интерференция света.		3,0				Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]		
Практическое занятие 15. Интерференция света.				3,0		Подготовка к практиче- ским занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]		
Лабораторная работа №3 Интерференция при наблюдении колец Ньютона			4,0			Подготовка к лаборатор- ным работам [6.3.4]		
Тема 5.2. Дифракция света.		5,0				Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]		
Практическое занятие 16. Дифракция света				3,0		Подготовка к практиче- ским занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]		
Лабораторная работа №4 Дифракция света на плоской про- зрачной решетке			4,0			Подготовка к лаборатор- ным работам [6.3.4]		
Тема 5.3. Поляризация света.		3,0				Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]		
							В ходе объяснения и за-	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)			
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия				
	Практическое занятие 17. Поляризация света.			2,0		Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]	крепления нового материала кадры должны быть разнообразными, чтобы охватить все моменты познания: алгоритм поиска решения поставленной проблемы, оценивание альтернатив, обнаружение следствий и их значимости в теории и т.д.	
	Самостоятельная работа по освоению 5 раздела:				17,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 5 разделу	11,00	8,00	8,00	17,00			
ОПК-1 ИОПК-1.1	Раздел 6. Квантовая природа излучения							
	Тема 6.1. Законы равновесного теплового излучения	2,0				Подготовка к лекциям [6.1.3], [6.2.7]		
	Тема 6.2. Гипотеза Планка. Свойства фотонов	2,0				Подготовка к лекциям [6.1.3], [6.2.7]		
	Тема 6.3. Внешний фотоэффект и тормозное рентгеновское излучение	1,0				Подготовка к лекциям [6.1.3], [6.2.7]		
	Самостоятельная работа по освоению 6 раздела:				16,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 6 разделу	5,00			16,00			

Планируемые (контролируемые) результаты осво- ения: код УК; ОПК; ПК и инди- каторы достиже- ния компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование исполь- зуемых активных и интерактивных образо- вательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоем- кость в часах)
		Контактная работа			Самостоятель- ная работа сту- дентов (час)			
		Лекции	Лабо- ра- торные работы	Практиче- ские заня- тия				
ОПК-1 ИОПК-1.1	Раздел 7. Элементы квантовой механики и атомной физики							
	Тема 7.1. Строение атома. По- стулаты Бора.	2,0				Подготовка к лекциям [6.1.3], [6.2.7]		
	Тема 7.2. Волновая функция и её статистический смысл. Уравне- ние Шредингера для стационар- ных состояний.	1,0				Подготовка к лекциям [6.1.3], [6.2.7]		
	Тема 7.3. Прохождение частицы через потенциальный барьер. Туннельный эффект и его прояв- ления.	1,0				Подготовка к лекциям [6.1.3], [6.2.7]		
	Тема 7.4. Квантовая статистика БозеЭйнштейна. Квантовая ста- тистика Ферми-Дирака	1,0				Подготовка к лекциям [6.1.3], [6.2.7]		
	Самостоятельная работа по освоению 7 раздела:				14,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 7 разделу	5,00			14,00			
	Курсовая работа (КР)							
	Курсовой проект (КП)							
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	34	17	17	73			
	ИТОГО по дисциплине	68	17	34	100			

Таблица 4.2 - Содержание дисциплины, структурированное по темам (очно-заочная форма обучения)

Планируемые (контролируемые) результаты осво- ения: код УК; ОПК; ПК и инди- каторы достиже- ния компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование исполь- зуемых активных и интерактивных образо- вательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоем- кость в часах)
		Контактная работа			Самостоятель- ная работа сту- дентов (час)			
		Лекции	Лабора- торные работы	Практиче- ские заня- тия				
2 семестр								
ОПК-1 ИОПК-1.1	Раздел 1. Физические основы классической и релятивистской механики						Диагностический безоце- ночный контроль, лучше взаимоконтроль; 8. Разноуровневые каче- ственные, расчетные, графические задания; 9. физический диктант, блиц-опрос; 10. Работа с систематизи- рующими, обобщаю- щими таблицами, ло- гическими схемами. При изучении нового ма- териала-слайд показ. Сов- местно с натурным экспе- риментом создают единую активную познавательную среду, в которой учитель серией умело подобран- ных вопросов и заданий возбуждает и направляет мысль обучающихся к но-	Конспект лекций
	Тема 1.1. Элементы кинематики	2,0			2	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]		
	Тема 1.2. Динамика материаль- ной точки и поступательного движения твердого тела.	2,0			2	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]		
	Тема 1.3. Работа и энергия.	2,0			2	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]		
	Практическое занятие 1. Кинематика поступательного движения. Кинематика вращательного дви- жения Законы Ньютона Законы сохранения энергии и импульса			3,0		Подготовка к практиче- ским занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]		
	Тема 1.4. Динамика вращатель- ного движения твердого тела.	3,0			4	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]		

Планируемые (контролируемые) результаты осво- ения: код УК; ОПК; ПК и инди- каторы достиже- ния компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование исполь- зуемых активных и интерактивных образо- вательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоем- кость в часах)
		Контактная работа			Самостоятель- ная работа сту- дентов (час)			
		Лекции	Лабора- торные работы	Практиче- ские заня- тия				
							вым теоретическим выво- дам. Далее в ходе закреп- ления уточняет, корректи- рует понимание учащими- ся нового знания, форми- рует первоначальные уме- ния. В ходе объяснения и за- крепления нового матери- ала кадры должны быть разнообразными, чтобы охватить все моменты по- знания: алгоритм поиска решения поставленной проблемы, оценивание альтернатив, обнаружение следствий и их значимости в теории и т.д.	
	Практическое занятие 2. Основное уравнение динамики вращательного движения. Закон сохранения момента импульса			2,0		Подготовка к практиче- ским занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]		
	Тема 1.5. Элементы механики жидкостей.	1,0			1	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]		
	Тема 1.6 Элементы теории гра- витационного поля	0,5			2	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)			
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия				
	Тема 1.7. Элементы специальной (частной) теории относительности.	0,5			4	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]		
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:				17,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 1 разделу	11,00		5,00	17,00			
ОПК-1 ИОПК-1.1	Раздел 2. Основы молекулярной физики и термодинамики						Диагностический безоценочный контроль, лучше взаимоконтроль; 5. Разноуровневые качественные, расчетные, графические задания; 6. физический диктант, блиц-опрос; 7. Работа с систематизирующими, обобщающими таблицами, логическими схемами.	
	Тема 2.1. Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов.	2,0			8	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4]		
	Тема 2.2. Основы термодинамики.	2,0			8	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4]		
	Практическое занятие 3. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории Первое начало термодинамики. Энтропия Контрольная работа			3,0		Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]		
	Самостоятельная работа по освоению 2 раздела:				16,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)			
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия				
	Итого по 2 разделу	4,00		3,00	16,00		При изучении нового материала-слайд показ. Совместно с натурным экспериментом создают единую активную познавательную среду, в которой учитель серийно подобранных вопросов и заданий возбуждает и направляет мысль обучающихся к новым теоретическим выводам. Далее в ходе закрепления уточняет, корректирует понимание учащимися нового знания, формирует первоначальные умения. В ходе объяснения и закрепления нового материала кадры должны быть разнообразными, чтобы охватить все моменты познания: алгоритм поиска решения поставленной проблемы, оценивание альтернатив, обнаружение следствий и их значимости в теории и т.д.	
ОПК-1 ИОПК-1.1	Раздел 3. Электричество и магнетизм							
	Тема 3.1. Электростатика.	2,0			10	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]		
	Практическое занятие 4. Закон Кулона. Метод суперпозиции. Теорема Гаусса			1,0		Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]		
	Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:				10,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 3 разделу	2,00		1,00	10,00			
Итого за семестр	17		9	43				
3 семестр								

Планируемые (контролируемые) результаты осво- ения: код УК; ОПК; ПК и инди- каторы достиже- ния компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование исполь- зуемых активных и интерактивных образо- вательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоем- кость в часах)
		Контактная работа			Самостоятель- ная работа сту- дентов (час)			
		Лекции	Лабора- торные работы	Практиче- ские заня- тия				
ОПК-1 ИОПК-1.1	Раздел 3. Электричество и магнетизм							
	Тема 3.2. Постоянный электри- ческий ток.	2			8	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]	1. Диагностический безо- ценочный контроль, лучше взаимоконтроль; 11. Разноуровневые каче- ственные, расчетные, графические задания; 12. физический диктант, блиц-опрос; 13. Работа с систематизи- рующими, обобщаю- щими таблицами, ло- гическими схемами. При изучении нового ма- териала-слайд показ. Сов- местно с натурным экспе- риментом создают единую активную познавательную среду, в которой учитель серией умело подобран- ных вопросов и заданий возбуждает и направляет	
	Лабораторная работа №2-24 «Экспериментальные исследова- ния электростатических полей с помощью электролитической ванны».		4,5			Подготовка к лаборатор- ным работам [6.3.3]		
	Тема 3.3. Магнитостатика	2			9	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]		
	Тема 3.4. Электромагнитная ин- дукция.	3			8	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]		
	Лабораторная работа №2-28 «Экспериментальные исследова- ния электромагнитной индук- ции».		4,5			Подготовка к лаборатор- ным работам [6.3.3]		
	Практическое занятие 1. Правила Кирхгофа. Законы по- стоянного тока. Закон Био - Савара. Закон Ампе- ра. Магнитное поле движущегося заряда. Сила Лоренца. Электромагнитная индукция			3,0		Подготовка к практиче- ским занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]		
Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:				25,0				
реферат, эссе (тема)								
расчётно-графическая работа (РГР)								

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)	
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
контрольная работа									
Итого по 3 разделу	7,00	9,00	4,00	25,00					
ОПК-1 ИОПК-1.1	Раздел 4. Колебания и волны								мысль обучающихся к новым теоретическим выводам. Далее в ходе закрепления уточняет, корректирует понимание учащимися нового знания, формирует первоначальные умения. В ходе объяснения и закрепления нового материала кадры должны быть разнообразными, чтобы охватить все моменты познания: алгоритм поиска решения поставленной проблемы, оценивание альтернатив, обнаружение следствий и их значимости в теории и т.д.
	Тема 4.1. Механические и электромагнитные колебания.	2,0			15	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]			
	Тема 4.2. Упругие и электромагнитные волны.	2,0			15	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]			
	Практическое занятие 2. Собственные колебания. Вынужденные колебания. Векторные диаграммы. Волновые процессы. Волновое уравнение. Контрольная работа.			3,0		Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]			
	Самостоятельная работа по освоению 4 раздела:				30,0				
	реферат, эссе (тема)								
	расчётно-графическая работа (РГР)								
	контрольная работа								
	Итого по 4 разделу	4,00		3,00	30,00				
ОПК-1 ИОПК-1.1	Раздел 5. Волновая оптика								
	Тема 5.1. Интерференция света.	1,0			4,0	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]			
	Тема 5.2. Дифракция света.	2,0			4,0	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]			
	Тема 5.3. Поляризация света.	1,0			3,0	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]			
	Практическое занятие 3.			1,5		Подготовка к практическим занятиям			

Планируемые (контролируемые) результаты осво- ения: код УК; ОПК; ПК и инди- каторы достиже- ния компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование исполь- зуемых активных и интерактивных образо- вательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоем- кость в часах)
		Контактная работа			Самостоятель- ная работа сту- дентов (час)			
		Лекции	Лабора- торные работы	Практиче- ские заня- тия				
	Интерференция света Дифракция света. Поляризация света					ским занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]		
	Самостоятельная работа по освоению 5 раздела:				11,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 5 разделу	4,00		1,5	11,00			
	ОПК-1 ИОПК-1.1	Раздел 6. Квантовая природа излучения						14. Разноуровневые каче- ственные, расчетные, графические задания; 15. физический диктант, блиц-опрос; 16. Работа с систематизи- рующими, обобщаю- щими таблицами, ло- гическими схемами. При изучении нового ма- териала-слайд показ. Сов- местно с натурным экспе- риментом создают единую активную познавательную среду, в которой учитель серией умело подобран- ных вопросов и заданий возбуждает и направляет
Тема 6.1. Тепловое излучение и его характеристики		1,0			10,0	Подготовка к лекциям [6.1.3], [6.2.7]		
Практическое занятие 4. Тепловое излучение и его харак- теристики Контрольная работа				1,5		Подготовка к практиче- ским занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]		
Самостоятельная работа по освоению 6 раздела:					10,0			
реферат, эссе (тема)								
расчётно-графическая работа (РГР)								
контрольная работа								
Итого по 6 разделу		1,0		1,5	10,00			
ОПК-1 ИОПК-1.1		Раздел 7. Элементы квантовой механики и атомной физики						
	Тема 7.1. Элементы квантовой механики и атомной физики	0,5			15,0	Подготовка к лекциям [6.1.3], [6.2.7]		
	Самостоятельная работа по освоению 7 раздела:				15,0			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)			
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия				
	реферат, эссе (тема)						мысль обучающихся к новым теоретическим выводам. Далее в ходе закрепления уточняет, корректирует понимание учащимися нового знания, формирует первоначальные умения. В ходе объяснения и закрепления нового материала кадры должны быть разнообразными, чтобы охватить все моменты познания: алгоритм поиска решения поставленной проблемы, оценивание альтернатив, обнаружение следствий и их значимости в теории и т.д.	
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 7 разделу	0,50			15,00			
ОПК-1 ИОПК-1.1	Раздел 8. Элементы физики ядра и элементарных частиц							
	Тема 8.1. Элементы физики ядра и элементарных частиц	0,5			15,0	Подготовка к лекциям [6.1.3], [6.2.7]		
	Самостоятельная работа по освоению 7 раздела:				15,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 8 разделу	0,50			15,00			
	Курсовая работа (КР)							
	Курсовой проект (КП)							
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	17	9	9	106			
	ИТОГО по дисциплине	34	9	18	149			

Таблица 4.3 - Содержание дисциплины, структурированное по темам (заочная форма обучения)

Планируемые (контролируемые) результаты осво- ения: код УК; ОПК; ПК и инди- каторы достиже- ния компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование исполь- зуемых активных и интерактивных образо- вательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоем- кость в часах)
		Контактная работа			Самостоятель- ная работа сту- дентов (час)			
		Лекции	Лабора- торные работы	Практиче- ские заня- тия				
2 семестр								
ОПК-1 ИОПК-1.1	Раздел 1. Физические основы классической и релятивистской механики						Диагностический безоце- ночный контроль, лучше взаимоконтроль; 17. Разноуровневые каче- ственные, расчетные, графические задания; В ходе объяснения и за- крепления нового матери- ала кадры должны быть разнообразными, чтобы охватить все моменты поз- нания: алгоритм поиска решения поставленной проблемы, оценивание альтернатив, обнаружение следствий и их значимости в теории и т.д.	Конспект лекций
	Тема 1.1. Кинематика поступа- тельного движения	1,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]		
	Тема 1.2. Кинематика Враща- тельного движения	0,5				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]		
	Тема 1.3. Динамика материаль- ной точки и поступательного движения твердого тела. Законы Ньютона. Закон всемирного тяго- тения	1,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]		
	Тема 1.4. Импульс тела, системы тел. Закон сохранения импульса.	0,5				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]		
	Тема 1.5. Механическая работа. Консервативные силы. Мощность	0,5				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]		
	Тема 1.6. Энергия (кинетическая, потенциальная, полная механи- ческая). Теоремы об изменении энергии. Закон сохранения пол- ной механической энергии..	1,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]		
	Тема 1.7. Соударения тел (абсо- люнто упругий и неупругий уда- ры).	0,5				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]		
	Практическое занятие 1. Дина-			1,1		Подготовка к практиче-		

Планируемые (контролируемые) результаты осво- ения: код УК; ОПК; ПК и инди- каторы достиже- ния компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование исполь- зуемых активных и интерактивных образо- вательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоем- кость в часах)
		Контактная работа			Самостоятель- ная работа сту- дентов (час)			
		Лекции	Лабора- торные работы	Практиче- ские заня- тия				
	мика поступательного движения. Комбинированные задачи на за- коны сохранения					ским занятиям 6.2.9], [6.2.18]		
	Лабораторная работа 1. «Меха- нический удар» (1-21 или 1-9)		4			Подготовка к лаборатор- ным работам [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]		
	Тема 1.8. Момент инерции. Мо- мент силы. Момент импульса. Динамика вращательного движе- ния	2,5				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]		
	Практическое занятие 2. Ос- новной закон динамики враща- тельного движения твердого тела.			1,0		Подготовка к практиче- ским занятиям 6.2.9], [6.2.18]		
	Тема 1.9. Закон сохранения мо- мента импульса. Кинетическая энергия вращательного движе- ния.	0,5				Подготовка к лекциям Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]		
	Практическое занятие 3. Закон сохранения момента импульса.			0,4		Подготовка к практиче- ским занятиям 6.2.9], [6.2.18]		
	Лабораторная работа 2. «Изу- чение основного закона динами- ки вращательного движения» (1-8 или 1-7)		4			Подготовка к лаборатор- ным работам [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]		
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:				70			
	контрольная работа							
	Итого по 1 разделу	8,00	8,00	2,50	70			
	Раздел 2. Основы молекулярной физики и термодинамики							

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)			
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия				
ОПК-1 ИОПК-1.1	Тема 2.1. Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов.	1,25				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4]		
	Тема 2.2. Основы термодинамики. Внутренняя энергия, теплота, работа газа. Первое начало термодинамики. Теплоемкость.	1,5				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4]		
	Тема 2.3. Адиабатический процесс. Тепловые двигатели, кпд. Цикл Карно	0,75				Подготовка к лекциям Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4],		
	Тема 2.4. Изопроцессы	0,5				Подготовка к лекциям		
	Практическое занятие 4. Уравнение Менделеева-Клапейрона. Основное уравнение мкт идеальных газов Внутренняя энергия, теплота, работа газа. Первое начало термодинамики			1,5		Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.18]		
	Самостоятельная работа по освоению 2 раздела:				38			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 2 разделу	4,00		1,50	38,00			
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	12	8	4	108			
3 семестр								

Планируемые (контролируемые) результаты осво- ения: код УК; ОПК; ПК и инди- каторы достиже- ния компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование исполь- зуемых активных и интерактивных образо- вательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоем- кость в часах)
		Контактная работа			Самостоятель- ная работа сту- дентов (час)			
		Лекции	Лабора- торные работы	Практиче- ские заня- тия				
ОПК-1 ИОПК-1.1	Раздел 3. Электричество и магнетизм							
	Тема 3.1. Электростатика. Закон Кулона. Напряженность электр. поля. Поток вектора напряженности. Теорема Остроградского-Гаусса в вакууме.	2,0				Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]		
	Тема 3.2. Работа сил электростатического поля. Потенциал. Связь напряженности и потенциала.	0,5				Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]		
	Тема 3.3 Проводники в электростатическом поле Электроемкость. Конденсаторы..	1,0				Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]		
	Практическое занятие 5. Теорема Остроградского-Гаусса в вакууме.			1,5		Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.18]		
	Лабораторная работа 3. «Экспериментальные исследования электростатических полей с помощью электролитической ванны» (2-24 или 2-20).		4			Подготовка к лабораторным работам [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]		
	Тема 3.4. Постоянный электрический ток. Основные характеристики тока. Закон Ома для различных участков цепи	1,5				Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]		
	Тема 3.5. Правила Кирхгофа для разветвленных цепей.	0						
	Практическое занятие 6. Правила Кирхгофа. Законы постоянного тока.			0,5		Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]		

Планируемые (контролируемые) результаты осво- ения: код УК; ОПК; ПК и инди- каторы достиже- ния компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование исполь- зуемых активных и интерактивных образо- вательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоем- кость в часах)
		Контактная работа			Самостоятель- ная работа сту- дентов (час)			
		Лекции	Лабора- торные работы	Практиче- ские заня- тия				
	Тема 3.6. Магнитостатика. Закон Био-Савара. Закон Ампера. Маг- нитное поле движущегося заряда. Сила Лоренца	1,5,0				Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]		
	Практическое занятие 7. Закон Био -Савара. Закон Ампе- ра. Сила Лоренца			1,0		Подготовка к практиче- ским занятиям [[6.2.9], [6.2.18]		
	Тема 3.7. Электромагнитная ин- дукция. Закон Фарадея. Самоин- дукция. Взаимоиндукция.	1,5				Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]		
	Практическое занятие 8. Элек- тромагнитная индукция. Закон Фарадея. Правило Ленца			1,0		Подготовка к практиче- ским занятиям [[6.2.9], [6.2.18]		
	Лабораторная работа 4. «Экс- периментальное исследование электромагнитной индукции»		4			Подготовка к лаборатор- ным работам [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]		
	Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:				81			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 3 разделу	8	8	4	81			
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	8	8	4	81			
	ИТОГО по дисциплине	20	16	8	189			

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

Для осуществления текущего контроля знаний обучающихся сформулированы теоретические вопросы по темам лабораторных работ и примеры заданий для контрольных работ.

Также сформирован перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию в форме экзамена и зачета.

Указанный комплект оценочных средств является неотъемлемой частью фонда оценочных средств и хранится на кафедре «Физика и техника оптической связи».

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания при текущем контроле (контрольные недели) и оценка выполнения лабораторных работ приведено в таблице 5.

Таблица 5 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания при текущем контроле (контрольные недели) и оценка выполнения лабораторных работ

Шкала оценивания	Контрольная неделя	Зачет
$40 < R \leq 50$	Отлично	зачет
$30 < R \leq 40$	Хорошо	
$20 < R \leq 30$	Удовлетворительно	
$0 < R \leq 20$	Неудовлетворительно	незачет

При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Таблица 6 – Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Применяет естественнонаучные и инженерные знания при выявлении причин сложных проблем в информационно-коммуникационных системах	Не знает фундаментальные законы природы, в том числе основные физические законы в области механики, электромагнетизма, термодинамики, оптики; квантовой и атомной физики. Не имеет понятия о современном состоянии исследований в указанных областях знаний. Не знает принципы действия и основные характеристики современных измерительных приборов; методики организации и проведения экспериментальных исследований в лабораториях физического практикума. Не умеет применять физические законы для постановки конкретных задач теоретического и прикладного характера; создавать математическую модель на основе физической модели; использовать современную вычислительную базу для обработки результатов физического эксперимента.	Может сформулировать фундаментальные законы природы, в том числе основные физические законы в области механики, электромагнетизма, термодинамики, оптики; квантовой и атомной физики, допуская ошибки. Слабо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний. Не твердо знает принципы действия и основные характеристики современных измерительных приборов; методики организации и проведения экспериментальных исследований в лабораториях физического практикума. Может применять физические законы для постановки конкретных задач теоретического и прикладного характера; создавать математическую модель на основе физической модели; использовать современную	Может сформулировать фундаментальные законы природы, в том числе основные физические законы в области механики, электромагнетизма, термодинамики, оптики; квантовой и атомной физики, допуская небольшие неточности. Хорошо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний. Знает принципы действия и основные характеристики современных измерительных приборов; методики организации и проведения экспериментальных исследований в лабораториях физического практикума. Умеет применять физические законы для постановки конкретных задач теоретического	Твердо знает фундаментальные законы природы, в том числе основные физические законы в области механики, электромагнетизма, термодинамики, оптики; квантовой и атомной физики. Отлично знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний. Знает принципы действия и основные характеристики современных измерительных приборов, источников питания и прочего оборудования современной физической лаборатории; методики организации и проведения экспериментальных исследований в лабораториях физического практикума. Умеет применять физические законы для постановки конкретных задач теоретического и прикладного характера; создавать математическую модель на ос-

		<p>Не владеет навыками работы с современными измерительными приборами, навыками анализа результатов экспериментальных измерений и не может оценить погрешность измерения.</p> <p>Не владеет алгоритмами статистической обработки результатов физического эксперимента</p>	<p>вычислительную базу для обработки результатов физического эксперимента в неполном объеме.</p> <p>Слабо владеет навыками работы с современными измерительными приборами, навыками анализа результатов экспериментальных измерений и не может оценить погрешность измерения. Слабо умеет использовать современную вычислительную базу для обработки результатов физического эксперимента.</p>	<p>ского и прикладного характера и создавать математическую модель на основе физической модели с небольшой помощью преподавателя; использовать современную вычислительную базу для обработки результатов физического эксперимента. Иногда испытывает небольшие затруднения</p> <p>Владеет навыками работы с современными измерительными приборами, навыками анализа результатов экспериментальных измерений и может оценить погрешность измерения. Иногда испытывает небольшие затруднения/</p> <p>Умеет использовать современную вычислительную базу для обработки результатов физического эксперимента.</p>	<p>нове физической модели; использовать современную вычислительную базу для обработки результатов физического эксперимента.</p> <p>Владеет навыками самостоятельной работы с современными измерительными приборами, навыками анализа результатов экспериментальных измерений и может оценить погрешность измерения.</p> <p>Владеет алгоритмами самостоятельного решения стандартных физических задач; навыками решения уравнений математической модели; навыками анализа и представления полученных результатов в полном объеме.</p>
--	--	---	--	---	--

Таблица 7 – Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль).

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библиотеке
6.1.1.	Савельев И.В.	Курс общей физики, Т.1.	СПб.: Лань, 2005 2008	Учебное пособие рекомендовано науч.-метод. советом по физике м-ва образования и науки РФ	1184 1
6.1.2.	Савельев И.В.	Курс общей физики, Т.2.	СПб.: Лань 2005 2006 2007	Учебное пособие рекомендовано науч.-метод. советом по физике м-ва образования и науки РФ	1189 1 1000
6.1.3.	Савельев И.В.	Курс общей физики, Т.3.	СПб.: Лань 2005	Учебное пособие рекомендовано науч.-метод. советом по физике м-ва образования и науки РФ	1198
6.1.4.	Трофимова Т.И.	Курс физики	М.: Академия 2004 2005 2006 2007 2008	Учебное пособие рекомендовано м-вом образования РФ	177 100 2 70 229
6.1.5.	Иродов И.Е.	Механика. Основ-	М.: Лаб.	Учебное пособие рекомендо-	

		ные законы.	базовых знаний 2002 2003 2007	вано м-вом общ. и проф. образования РФ	50 1 120
--	--	-------------	---	--	----------------

6.2. Справочно-библиографическая литература

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библиотеке
6.2.1.	Сивухин Д.В.	Общий курс физики, Т 3. Электричество	М.: Физматлит; Изд-во МФТИ 2002	Учебное пособие рекомендовано м-вом образования РФ	250
6.2.2.	Сивухин Д.В.	Общий курс физики, Т.4. Оптика	М.: Физматлит; Изд-во МФТИ 2002	Учебное пособие рекомендовано м-вом образования РФ	197
6.2.3.	Сивухин Д.В.	Общий курс физики, Т. 2. Термодинамика и молекулярная физика	М.: Физматлит; Изд-во МФТИ 2003, 2005	Учебное пособие рекомендовано м-вом образования РФ	1 200
6.2.4.	Сивухин Д.В.	Общий курс физики, Т. 5. Атомная и ядерная физика	М.: Физматлит; Изд-во МФТИ 2002	Учебное пособие рекомендовано м-вом образования РФ	1
6.2.5.	Иродов И.Е.	Электромагнетизм. Основные законы	М.: БИНОМ. Лаб. знаний 2006	—	121
6.2.6.	Иродов И.Е.	Волновые процессы. Основные законы	М.: БИНОМ. Лаб. знаний 2004 2006 2007	—	119 1 1
6.2.7.	Иродов И.Е.	Квантовая физика. Основные законы	М.: БИНОМ. Лаб. знаний 2004 2007	—	119 1
6.2.8.	Иродов И.Е.	Задачи по общей физике	М.: БИНОМ. Лаб. знаний 2007	—	2
6.2.9.	Чертов А.Г., Воробьев А.А.	Задачник по физике	М.: Физматлит 2003	—	495
6.2.10.	Н. Г. Птицина [и др.]; Под ред. Е.М. Гершензона	Сборник вопросов и задач по общей физике	М. : Академия, 2002	Учебное пособие рекомендовано м-вом образования РФ	27
6.2.11.	Савельев И.В.	Курс общей физики. Кн.1	М.: Астрель, 2005	—	10
6.2.12.	Савельев И.В.	Курс общей физики. Кн.3	М.: Астрель, 2003	—	42
6.2.13.	Савельев И.В.	Курс общей физики. Кн.4	М.: Астрель, 2004 2005	—	15 35

6.2.14.	Савельев И.В	Курс общей физики. Кн.5	М.: Астрель 2002	—	2
6.2.15.	Савельев И.В.	Основы теоретической физики, Т.2	СПб.: Лань 2005	—	20
6.2.16.	Савельев И.В.	Курс физики, Т.1	СПб.: Лань 2007 2008	—	1 1
6.2.17.	Савельев И.В.	Сборник вопросов и задач по общей физике	СПб.: Лань 2005	Учебное пособие рекомендовано науч.-метод. советом по физике м-ва образования и науки РФ	497
6.2.18.	Трофимова Т.И.	Сборник задач по курсу физики с решениями	М.:Вышш. школа 2002 2003 2005	Учебное пособие рекомендовано м-вом образования РФ	2 89 100
6.2.19.	Иродов И.Е.	Задачи по общей физике	М.: СПб: Физматлит 2002	Учебное пособие рекомендовано м-вом образования РФ	38
6.2.20.	Иродов И.Е.	Задачи по общей физике	М.: СПб.: Лаб. базовых знаний 2003 2004 2006	Учебное пособие рекомендовано м-вом образования РФ	3 1 1
6.2.21.	Савельев И.В.	Курс общей физики. Кн.2	М.: Астрель, 2002	Учебное пособие рекомендовано м-вом общ. и проф. образования РФ	1
6.2.22.	Савельев И.В.	Основы теоретической физики, Т.1	СПб.: Лань 2005	Учебное пособие рекомендовано науч.-метод. советом по физике м-ва образования и науки РФ	20
6.2.23.	Савельев И.В.	Курс физики, Т.2	СПб.: Лань 2007	Учебное пособие рекомендовано науч.-метод. советом по физике м-ва образования и науки РФ	2
6.2.24.	Савельев И.В.	Курс физики, Т.3	СПб.: Лань 2006	Учебное пособие рекомендовано науч.-метод. советом по физике м-ва образования и науки РФ	1
6.2.25.	Трофимова Т.И.	Курс физики	М.: Высш. школа 2002 2003 2004	Учебное пособие рекомендовано м-вом образования РФ	6 61 2
6.2.26.	Детлаф А.А., Яворский Б.М.	Курс физики	М.:Вышш. Школа 2002 М.: Академия	Учебное пособие рекомендовано м-вом образования РФ	99 1

			2005		
6.2.27.	Иродов И.Е.	Электромагнетизм. Основные законы.	М.: Лаб. базовых знаний 2002	Учебное пособие рекомендовано м-вом общ. и проф. образования РФ	1
6.2.28.	Калашников С.Г.	Электричество	М.: Физматлит 2003	Учебное пособие рекомендовано м-вом высш. и сред. спец. образования СССР	406

6.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Методические указания и рекомендации по проведению конкретных видов учебных занятий по дисциплине «Физика» находятся на кафедре «ФТОС».

6.3.1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы по дисциплине «Физика».

6.3.2. Методические указания к проведению лабораторных работ по курсу «Механика. Термодинамика». Общие требования и правила оформления отчета

6.3.3. Методические указания к проведению лабораторных работ по курсу «Электричество и магнетизм». Общие требования и правила оформления отчета

6.3.4. Методические указания к проведению лабораторных работ по курсу «Оптика». Общие требования и правила оформления отчета

6.3.5. Методические рекомендации по организации и планированию практических занятия по дисциплине «Физика»

6.3.5. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы по дисциплина «Физика»

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tolgas.ru/> - Загл. с экрана.
3. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.
4. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.
5. Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://polpred.com/>. – Загл. с экрана.

6. Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.

7. Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.

7.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 8 – Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://biblio-online.ru/

В таблице 10 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Таблица 9 – Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts
2	Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	https://cyberpedia.su/21x47c0.html

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 10 – Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Для контактной и самостоятельной работы обучающихся выделены помещения, оснащённые компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации:

- зал электронно-информационных ресурсов (ауд. 2210 – 11 компьютеров, ауд. 6119 – 9 компьютеров);
- читальный зал открытого доступа (ауд. 6162 – 2 компьютера);
- ауд. 2303, 2202, оборудованные Wi-Fi.

Для проведения лекционных демонстраций имеется демонстрационный кабинет 5307 рядом с лекционной аудиторией 5303, оснащённый приборами, макетами, различными установками.

Лабораторные работы проводятся в 6 корпусе в оснащённых необходимым оборудованием лабораториях:

6136 – Лаборатория «Механика» - 9 лабораторных работ (1-9,1-7,1-3,1-2,1-15,1-11,1-35,1-36,1-37)

6137- Лаборатория «Электричество» – 11 лабораторных работ (2-3,2-20,2-5,2-8,2-21,2-18,2-6,2-15,2-9,2-10,2-13)

6237 - Лаборатория «Оптика» - 11 лабораторных работ (3-4,3-5,3-9,3-8,3-2,3-11,3-10,3-16,3-25,3-28,3-33)

Для проведения лабораторных работ имеются аудитории, оснащенные необходимым лабораторным оборудованием (ауд. 6136, 6137, 6237).

Лаборатория «Механика» (ауд. 6136):

- 1) Комплект устройств для изучения законов взаимодействия тел (механический удар);
- 2) комплект устройств для изучения законов вращательного движения;
- 3) комплект устройств для изучения газовых законов;
- 4) комплект устройств для изучения законов термодинамики

Лаборатория «Электричество» (ауд. 6137): шесть комбинированных лабораторных установок, включающих в себя:

- 1) источники питания;
- 2) осциллограф С1-73;
- 3) генераторы электрических сигналов ГЗ-118 и ГЗ-111;
- 4) измерители электрических параметров;
- 5) вольтметры РВ-7-32; 30
- 6) набор сменных блоков для изучения законов электромагнетизма

Лаборатория «Оптика» (ауд. 6237):

- 1) полупроводниковые лазеры;
- 2) осциллографы С1-5, С1-71;
- 3) источники питания ВУП-2, Б1-30;
- 4) генераторы сигналов ГЗ-53;
- 5) микроскопы;
- 6) дифракционные решетки

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная.

При преподавании дисциплины «Физика», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Для студентов создан краткий опорный электронный вариант лекционного материала курса. Электронный конспект находится на кафедре «ФТОС» и может быть получен студентом в случае пропусков занятий по уважительным причинам или вынужденного перевода занятий в дистанционную форму.

На лекциях, практических и лабораторных занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на лабораторных занятиях, практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч студентами, так и современных информационных технологий: чат, электронная почта, Skype, Zoom. Иницируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенций применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена с учетом текущей успеваемости.

Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установ-

ленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий

Результат обучения считается несформированным, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

10.2. Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом и подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

10.4. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях.

Практические занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков решения задач;
- подведение итогов занятий по рейтинговой системе, согласно технологической карте дисциплины.

10.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 11). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

Развернутые методические указания по всем видам работы студента находятся на кафедре «ФТОС».

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая

- вопросы для устного собеседования по лабораторным работам;
- отчеты по лабораторным работам;
- вопросы для устного собеседования 6 билеты;
- контрольные работы.

11.1. Типовые вопросы для устного обсуждения

На лекциях, практических и лабораторных занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход (коллоквиум), технология работы в малых группах (круглый стол), что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Раздел 1. Вопросы к коллоквиуму:

1. Скорость. Ускорение. Составляющие ускорения.
2. Законы Ньютона. Две формулировки II закона Ньютона.
3. Импульс. Закон изменения импульса. Закон сохранения импульса (вывод).
4. Энергия, работа, мощность.
5. Теорема об изменении кинетической, потенциальной и полной механической энергии. Закон сохранения полной механической энергии (вывод).
6. Момент импульса материальной точки и абсолютно твердого тела.
7. Момент инерции материальной точки и абсолютно твердого тела.
8. Момент силы.
9. Закон сохранения момента импульса.
10. Основное уравнение динамики вращательного движения.

Раздел 2. Вопросы к коллоквиуму:

1. Опытные законы идеального газа.
2. Уравнение Клапейрона - Менделеева.
3. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории.
4. Внутренняя энергия системы. Работа газа при изменении его объема.

5. Первое начало термодинамики для различных изопроцессов.
6. Теплоемкость идеального газа.
7. Второе начало термодинамики. Работа тепловой машины. Цикл Карно.

Раздел 3. Вопросы к коллоквиуму:

1. Заряд. Напряженность электрического поля. Закон Кулона.
2. Напряженность поля точечного заряда. Сложение электрических полей.
3. Теорема Гаусса в интегральной и дифференциальной форме.
4. Потенциал электростатического поля.
5. Связь между напряженностью и потенциалом.
6. Граничные условия электростатики. Циркуляция и ротор электростатического поля.
7. Постоянный ток, его характеристики. Уравнение непрерывности. Сторонние силы.
8. Закон Ома для участка цепи. Обобщенный закон Ома. Работа и мощность постоянного тока. Закон Джоуля-Ленца.
9. Магнитное статистическое поле в вакууме. Напряженность и индукция магнитного поля.
10. Сила Лоренца. Закон Био-Савара. Закон Ампера.
11. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея. Правило Ленца.
12. Явление самоиндукции. Индуктивность. Явление взаимной индукции.

Раздел 4. Вопросы к коллоквиуму:

1. Параметры гармонического колебания.
2. Собственные незатухающие колебания пружинного маятника.
3. Собственные незатухающие колебания заряда и тока в колебательном контуре.
4. Собственные затухающие колебания (пружинный маятник, колебательный контур).
5. Вынужденные колебания.
6. Резонанс.
7. Волновые процессы. Упругие волны.
8. Уравнение волны. Плоские бегущие волны.
9. Сферические и цилиндрические волны.
10. Стоячие волны.
11. Волновые уравнения электромагнитной волны в вакууме.
12. Строение электромагнитной волны. Энергия электромагнитной волны.

Раздел 5. Вопросы к коллоквиуму:

1. Интерференция света. Условия интерференционных максимумов и минимумов.
2. Интерференция волн в опыте Юнга.
3. Интерференция света в тонких пленках. Полосы равного наклона.
4. Интерференция в плоском клине. Полосы равной толщины. Кольца Ньютона.
5. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля.
6. Зоны Френеля.
7. Дифракция Фраунгофера на бесконечной щели.
8. Дифракция Фраунгофера на решетке.
9. Дифракционная решетка как спектральный прибор.
10. Поляризация света. Закон Малюса.
11. Поляризация света при прохождении границы раздела сред.
12. Двойное лучепреломление.

Блиц-опрос.

Быстрый опрос студентов вопрос-ответ.

Пример блиц-опроса для 1 раздела:

1. Тело, обладающее массой, размерами которого в данной задаче можно пренебречь называется: *материальная точка*;
2. Движение, при котором любая прямая, жестко связанная с движущимся телом, остается параллельной своему первоначальному положению это *поступательное движение*;
3. Линия, описываемая в пространстве движущейся точкой, называется *траекторией*;
4. Величина, определяемая первой производной радиуса-вектора движущейся точки по времени это *мгновенная скорость*;
5. Физической величиной, характеризующей быстроту изменения скорости по модулю и направлению, является *ускорение*.

Типовые задания к практическим занятиям

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения семинаров и практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях.

Практические занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины;
- умение решать задачи;
- подведение итогов занятий по рейтинговой системе, согласно технологической карте дисциплины.

На практических занятиях студенты должны выполнить задания, примеры которых представлены ниже.

Пример 1. Уравнение движения материальной точки вдоль оси x имеет вид $x = A + Bt + Ct^2$, где $A=3$ м, $B=2$ м/с, $C=1$ м/с². Найти: а) положение точки в моменты времени $t_1 = 5$ с и $t_2 = 10$ с; б) среднюю путевую скорость $\langle V \rangle$ за время, протекающее между этими моментами; в) мгновенные скорости V_1 и V_2 в указанные моменты времени; г) среднее ускорение $\langle a \rangle$ за указанный промежуток времени; д) мгновенное ускорение a .

Дано

$$x = A + Bt + Ct^2, \\ A=3 \text{ м}, B=2 \text{ м/с}, \\ C=1 \text{ м/с}^2, \\ t_1 = 5 \text{ с}, \\ t_2 = 10 \text{ с}$$

$$x_1=?, x_2=?$$

$$\langle V \rangle=?$$

$$V_1=?, V_2=?$$

$$\langle a \rangle=?, a=?$$

Решение

а) положение точки в заданные моменты времени определяется подстановкой в уравнения движения численных значений коэффициентов A, B, C и значений времени t_1 и t_2 :

$$x_1 = x(t_1) = 3 + 2 \cdot 5 + 1 \cdot 5^2 = 38 \text{ (м)},$$

$$x_2 = x(t_2) = 3 + 2 \cdot 10 + 1 \cdot 10^2 = 123 \text{ (м)};$$

б) средняя путевая скорость определяется как величина пути, пройденного точкой, делённого на время её движения:

$$\langle V \rangle = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{x(t_2) - x(t_1)}{t_2 - t_1},$$

$$\langle V \rangle = \frac{123 - 38}{10 - 5} = 17 \text{ (м/с)};$$

в) мгновенная скорость определяется как первая производ-

ная от координаты $x(t)$ по времени:

$$V = \frac{dx(t)}{dt} = \frac{d}{dt}(A + Bt + Ct^2) = B + 2Ct.$$

Подставив в полученное выражение численные значения коэффициентов B , C и моментов времени t_1 и t_2 , получим

$$V_1 = V(t_1) = 2 + 2 \cdot 1 \cdot 5 = 12 \text{ (м/с)},$$

$$V_2 = V(t_2) = 2 + 2 \cdot 1 \cdot 10 = 22 \text{ (м/с)};$$

г) среднее ускорение определяется как отношение величины изменения скорости к промежутку времени, за который это изменение произошло:

$$\langle a \rangle = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1},$$

$$\langle a \rangle = \frac{22 - 12}{10 - 5} = 2 \text{ (м/с}^2\text{)};$$

д) мгновенное ускорение определяется как первая производная от мгновенной скорости $V(t)$ по времени:

$$a = \frac{dV(t)}{dt} = \frac{d}{dt}(B + 2Ct) = 2C.$$

$$a = 2 \cdot 1 = 2 \text{ (м/с}^2\text{)}.$$

Ускорение рассматриваемой точки – постоянное.

Ответ: а) $x_1=38$ м, $x_2=123$ м; б) $\langle V \rangle = 17$ м/с; в) $V_1=12$ м/с, $V_2=22$ м/с;

г) $\langle a \rangle = 2$ м/с²; д) $a=2$ м/с².

Пример 2. Брусок массы m тянут за нить так, что он движется с постоянной скоростью по горизонтальной плоскости с коэффициентом трения μ . Найти угол α , при котором натяжение нити будет наименьшим.

Дано

m, μ

$\alpha_{F_{\min}} = ?$

Решение

На брусок действуют силы: сила тяжести, сила реакции опоры, сила трения и сила натяжения нити.

Второй закон Ньютона имеет вид

$$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{F}. \quad (1)$$

Брусок движется с постоянной скоростью, следовательно, $\vec{a} = 0$.

Выберем оси x и y , как показано на рис. В проекции на эти оси векторное уравнение (1) имеет вид

$$x: 0 = F \cos \alpha - F_{\text{тр}}, \quad (2)$$

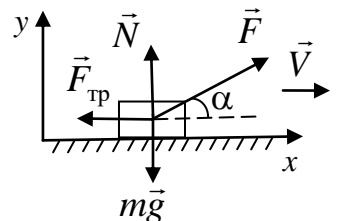
$$y: 0 = -mg + N + F \sin \alpha. \quad (3)$$

Тело движется по поверхности, при этом сила трения скольжения $F_{\text{тр}} = \mu N$. Значение силы N определяем из уравнения (3)

$$N = mg - F \sin \alpha.$$

Подставляя выражение для силы трения в уравнение (2), получим

$$F = \frac{\mu mg}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}.$$



Так как по условию задачи натяжение нити должно быть наименьшим, берем производную функции силы по углу α и приравниваем полученный результат к нулю:

$$\frac{dF}{d\alpha} = \frac{\mu mg (-\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}{(\cos \alpha + \mu \sin \alpha)^2} = 0.$$

Отсюда

$$-\sin \alpha + \mu \cos \alpha = 0,$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \mu \text{ и } \alpha = \operatorname{arctg} \mu.$$

Ответ: натяжение нити будет наименьшим при угле $\alpha = \operatorname{arctg} \mu$.

Пример 3. Молот массой $m = 5$ кг, падая с высоты $h = 2$ м, ударяет небольшой кусок железа, лежащий на наковальне. Масса наковальни вместе с куском железа $M = 100$ кг. Считая удар абсолютно неупругим, найти:

- скорость V молота непосредственно перед ударом;
- энергию $E_{\text{деф}}$, затраченную на деформацию куска железа.

Решение

а) скорость V молота непосредственно перед ударом найдем из закона сохранения энергии: в отсутствие сопротивления воздуха молот, падая с высоты h , движется только под действием силы тяжести, которая является консервативной. Следовательно, в процессе падения механическая энергия молота будет оставаться постоянной:

$$E = T + \Pi = \text{const}.$$

В качестве нулевого уровня для отсчета потенциальной энергии молота в однородном поле силы тяжести выберем уровень, соответствующий нижнему положению молота. Тогда в начале движения кинетическая энергия молота $T_1 = 0$, потенциальная энергия $\Pi_1 = mgh$ и полная механическая энергия

$$E_1 = T_1 + \Pi_1 = mgh.$$

В нижнем положении (непосредственно перед ударом) – $T_2 = \frac{mV^2}{2}$, $\Pi_2 = 0$ и

$$E_2 = T_2 + \Pi_2 = \frac{mV^2}{2}.$$

Согласно закону сохранения энергии,

$$E_1 = E_2 \text{ или } mgh = \frac{mV^2}{2},$$

откуда

$$V = \sqrt{2gh},$$

$$V = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 2} \approx 6,3 \text{ (м/с)}.$$

б) чтобы определить энергию $E_{\text{деф}}$, затраченную на деформацию куска железа, предварительно найдем скорость U системы «молот – кусок железа – наковальня» сразу же после удара.

В силу кратковременности удара, запишем для рассматриваемой системы тел закон сохранения импульса:

$$m\vec{V}_1 + M\vec{V}_2 = m\vec{U}_1 + M\vec{U}_2,$$

где $\vec{V}_1 = \vec{V}$ – скорость молота до удара; $\vec{V}_2 = 0$ – скорость куска железа с наковальней до удара; $\vec{U}_1 = \vec{U}_2 = \vec{U}$ – скорости тел сразу же после удара (так как удар абсолютно неупру-

гий, то после него тела системы движутся как одно целое, то есть с одной и той же скоростью).

Очевидно, что векторы \vec{V} и \vec{U} будут направлены одинаково. Поэтому в проекции на направление движения молота закон сохранения импульса запишется в виде

$$mV = (m + M)U,$$

откуда

$$U = \frac{mV}{(m + M)} \text{ или } U = \frac{m\sqrt{2gh}}{(m + M)}.$$

Энергия, затраченная на деформацию куска железа, представляет собой разность механических энергий системы «молот – кусок железа – наковальня» непосредственно перед ударом (E) и сразу же после него (E'):

$$E_{\text{деф}} = E - E'.$$

Так как потенциальная энергия системы в поле силы тяжести в процессе удара не изменяется, то

$$E_{\text{деф}} = T - T',$$

где $T = \frac{mV^2}{2} = mgh$ – кинетическая энергия системы (молота) непосредственно перед ударом;

$T' = \frac{(m + M)U^2}{2} = \frac{m^2 gh}{(m + M)}$ – кинетическая энергия системы сразу же после удара.

Таким образом,

$$E_{\text{деф}} = mgh - \frac{m^2 gh}{m + M} = \frac{mMgh}{m + M},$$

$$E_{\text{деф}} = \frac{5 \cdot 100 \cdot 9,81 \cdot 2}{5 + 100} \approx 93,4 \text{ (Дж)}.$$

Ответ: а) $V = 6,3$ м/с; б) $E_{\text{деф}} = 93,4$ Дж.

Пример 4. Через блок цилиндрической формы массой $m = 1$ кг перекинут шнур, к концам которого прикреплены грузы массами $m_1 = 1$ кг и $m_2 = 2$ кг. Найти: а) ускорение грузов; б) силы натяжения шнура F_1 и F_2 . Считать шнур невесомым и нерастяжимым. Проскальзывание шнура относительно блока и трение в оси блока отсутствуют.

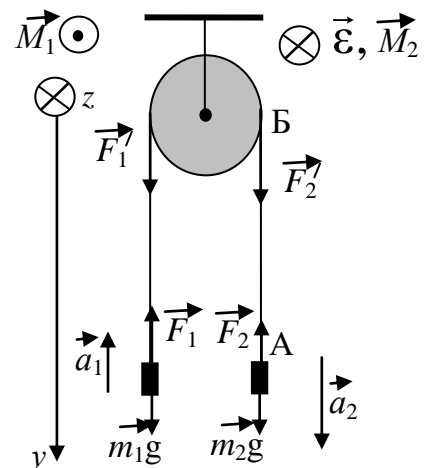
Дано
 $m = 1$ кг,
 $m_1 = 1$ кг,
 $m_2 = 2$ кг

Решение

Так как нить нерастяжима, путь, пройденный грузом m_1 , равен пути, пройденному грузом m_2 :
 $a_1 t^2 / 2 = a_2 t^2 / 2$.

Из этого следует, что ускорения грузов одинаковы по величине
 $a_1 = a_2 = a$.

Рассмотрим участок нити АБ между грузом m_2 и блоком. Уравнение движения этого участка в проекции на ось y с учетом 3-го закона Ньютона имеет вид $m_{\text{АБ}} a = F_2 - F_2'$.



Из условия невесомости нити ($m_{AB} = 0$) следует, что $F'_2 = F_2$. Аналогично доказывается, что $F'_1 = F_1$.

Линейная скорость всех отрезков нити в произвольный момент времени t равна $V = at$. Линейная скорость точек, принадлежащих ободу блока, выражается через угловое ускорение блока ε и его радиус R $V_{\text{бл}} = \varepsilon R t$.

Отсутствие скольжения означает, что в любой момент времени $V = V_{\text{бл}}$ или $at = \varepsilon R t$. Из этого, в свою очередь, следует, что $\varepsilon = a/R$.

Запишем уравнения движения обоих грузов в проекции на ось y , а уравнение движения блока в проекции на ось z :

$$\text{Oy:} \quad -m_1 a_1 = m_1 g - F_1; \quad m_2 a_2 = m_2 g - F_2;$$

$$\text{Oz:} \quad J\varepsilon = M_z = R(F'_2 - F'_1).$$

Учитывая приведенное выше обсуждение условий задачи, а также то, что момент инерции цилиндрического блока $J = \frac{mR^2}{2}$, полученную систему уравнений можно привести к виду

$$-m_1 a = m_1 g - F_1; \quad m_2 a = m_2 g - F_2; \quad \frac{ma}{2} = F_2 - F_1.$$

Решая эту систему относительно искомых величин, получим:

$$\text{а) } a = g \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2 + m/2} = 2,8 \text{ м/с}^2;$$

$$\text{б) } F_1 = m_1(g + a) = 12,6 \text{ Н}; \quad F_2 = m_2(g - a) = 14,0 \text{ Н}.$$

$$\text{Ответ: а) } a = 2,8 \text{ м/с}^2; \text{ б) } F_1 = 12,6 \text{ Н}, F_2 = 14,0 \text{ Н}.$$

Пример 5. В сосуде вместимостью 10л находится кислород под давлением 100 кПа при температуре $t_1 = 17^\circ \text{С}$. После того, как из сосуда выпустили кислород массой $\Delta m = 10 \text{ г}$, температура газа стала равной 0°С . Найти давление кислорода, оставшегося в сосуде. Молярная масса кислорода $M = 32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$.

Решение

Давление P_2 найдем, используя уравнение состояния идеального газа:

$$P_2 V = \frac{m_2}{M} RT_2,$$

$$\text{откуда } P_2 = \frac{m_2}{M} \frac{RT_2}{V}.$$

Неизвестный параметр m_2 находим из условия задачи:

$$m_2 = m_1 - \Delta m.$$

Однако первичная масса кислорода m_1 неизвестна. Её определим из уравнения состояния газа в его начальном состоянии:

$$P_1 V = \frac{m_1}{M} RT_1,$$

откуда

$$m_1 = \frac{P_1 V M}{RT_1}.$$

В окончательном виде

$$P_2 = \left(\frac{P_1 V M}{R T_1} - \Delta m \right) \frac{R T_2}{M V} = T_2 \left(\frac{P_1}{T_1} - \frac{R}{M V} \Delta m \right).$$

Подстановка численных данных даёт $P_2 = 23243$ Па.

Ответ: $P_2 = 23,2$ кПа.

Пример 6. Воздух, занимавший объем $V_1 = 1$ л при давлении $P_1 = 0,8$ МПа, изотермически расширился до $V_2 = 10$ л. Определить изменение его внутренней энергии и работу, совершенную газом. Какое количество тепла было сообщено газу в процессе расширения?

Дано

$$V_1 = 1 \text{ л} = 10^{-3} \text{ м}^3,$$

$$P_1 = 0,8 \text{ МПа},$$

$$V_2 = 10 \text{ л}$$

Решение

При изотермическом расширении температура воздуха не меняется, следовательно, не меняется и его внутренняя энергия, т.е. $\Delta U = 0$. При расширении ν молей газа от объема V_1 до V_2 при постоянной температуре T будет совершена

$$\Delta U = ?$$

положительная работа:

$$A = ? \quad Q = ?$$

$$A = \int_{V_1}^{V_2} P dV = \int_{V_1}^{V_2} \frac{\nu R T}{V} dV = \nu R T \ln \frac{V_2}{V_1}.$$

Так как число молей газа и его температура неизвестны, то, воспользовавшись уравнением Менделеева-Клапейрона, записанным для начального состояния воздуха:

$$P_1 V_1 = \nu R T,$$

работу расширения найдем как

$$A = P_1 V_1 \ln \frac{V_2}{V_1} \approx 1,84 \text{ кДж}.$$

Количество тепла, сообщенного газу, найдем из первого начала термодинамики:

$$Q = \Delta U + A.$$

С учетом найденных значений работы и изменения внутренней энергии

$$Q = P_1 V_1 \ln \frac{V_2}{V_1} \approx 1,84 \text{ кДж}.$$

$$\text{Ответ: } \Delta U = 0, \quad A = P_1 V_1 \ln \frac{V_2}{V_1} \approx 1,84 \text{ кДж}, \quad Q = P_1 V_1 \ln \frac{V_2}{V_1} \approx 1,84 \text{ кДж}.$$

Пример 7. Сферический слой, имеющий радиусы $R_1 = R$ и $R_2 = 2R$, заполнен электрическим зарядом, объемная плотность которого $\rho = \frac{\alpha}{r}$, где α - положительная постоянная. Найти напряженность $E(r)$ электрического поля как функцию расстояния r от центра слоя. Построить примерный график зависимости $E(r)$.

Дано

$$R_1 = R,$$

$$R_2 = 2R,$$

$$\rho = \frac{\alpha}{r},$$

$$\alpha = \text{const}$$

$$E(r) = ?$$

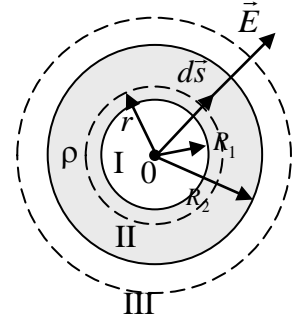
Решение

Решение задачи сводится к нахождению напряженности $E(r)$ электрического поля в трёх областях: внутренней ($r < R_1$), в области, содержащей заряд ($R_1 < r < R_2$), и внешней ($r > R_2$) (рисунок).

Так как структура поля обладает радиальной симметрией, то для нахождения напряженности поля используем теорему Остроградского-Гаусса, которая в интегральной форме имеет вид

$$\oint_S \vec{E} d\vec{S} = \frac{1}{\varepsilon_0} Q. \quad (1)$$

1. Определим напряженность E_I поля в области I. Из физических представлений видно, что напряженность электрического поля в области I равна нулю. Это будет понятно, если представим, что каждый элементарный заряд, расположенный на внутренней поверхности сферы, создает элементарное поле напряженностью $d\vec{E}$, которая направлена к центру. Такой же заряд на диаметрально противоположной стороне этой сферы создает поле той же величины, но направленное противоположно первому. Происходит взаимная компенсация элементарных полей, итогом чего является отсутствие электрического поля в области I.



Докажем это утверждение с помощью теоремы (1), в соответствии с которой поток вектора \vec{E} сквозь воображаемую замкнутую поверхность S определяется арифметической суммой зарядов, находящихся внутри этой поверхности. Но в области I зарядов нет, т.е. $Q = 0$. Тогда величина \vec{E} равна нулю. Поле в области I отсутствует.

2. Определим напряженность E_{II} в области II. В качестве воображаемой замкнутой поверхности S возьмем сферическую поверхность радиусом r , внутри которой будет находиться электрический заряд в объеме, заключенном между сферами с радиусами R_1 и r .

Теорему Остроградского-Гаусса запишем в виде

$$\oint_S \vec{E}_{II} d\vec{S} = \frac{1}{\varepsilon_0} \int_V \rho dV, \quad (2)$$

где $\rho = \frac{\alpha}{r}$, $dV = 4\pi r^2 dr$.

Последнее выражение получается следующим образом: шар радиусом r имеет объем $V = \frac{4}{3}\pi r^3$; от обеих частей этого выражения возьмем дифференциал и получим $dV = 4\pi r^2 dr$.

Уравнение (2) после подстановки ρ и dV приобретает вид

$$\oint_S \vec{E}_{II} d\vec{S} = \frac{1}{\varepsilon_0} \int_V \frac{\alpha}{r} 4\pi r^2 dr. \quad (3)$$

Вектор напряженности поля \vec{E} и вектор $d\vec{S}$ в каждой точке поверхности S сонаправлены друг с другом, так как оба направлены вдоль радиуса сферы. Тогда скалярное произведение $\vec{E}_{II} d\vec{S} = |\vec{E}_{II}| |d\vec{S}| \cos 0^\circ = |\vec{E}_{II}| |d\vec{S}|$ или $\vec{E}_{II} d\vec{S} = E_{II} dS$. Учтем, что величина напряженности на одинаковом расстоянии r от центра слоя постоянна. Тогда уравнение (3) запишется в виде

$$E_{II}(r) \oint_S dS = \frac{1}{\varepsilon_0} \int_{R_1}^r \frac{\alpha}{r} 4\pi r^2 dr. \quad (4)$$

Заметим, что $\oint_S dS = 4\pi r^2$ – площадь поверхности воображаемой сферы. В итоге после несложных преобразований из уравнения (4) получаем:

$$E_{\text{II}}(r) = \frac{\alpha}{2\varepsilon_0} \left(1 - \frac{R_1^2}{r^2} \right). \quad (5)$$

Аналогично получаем уравнение для внешней области III, в которой воображаемая замкнутая поверхность охватывает весь электрический заряд, находящийся между сферами радиусами R_1 и R_2 :

$$E_{\text{III}}(r) \oint_S dS = \frac{1}{\varepsilon_0} \int_{R_1}^{R_2} \frac{\alpha}{r} 4\pi r^2 dr, \quad (6)$$

где r в левой части уравнения есть радиус внешней воображаемой замкнутой поверхности.

После преобразований получаем:

$$E_{\text{III}}(r) = \frac{\alpha(R_2^2 - R_1^2)}{2\varepsilon_0} \frac{1}{r^2}. \quad (7)$$

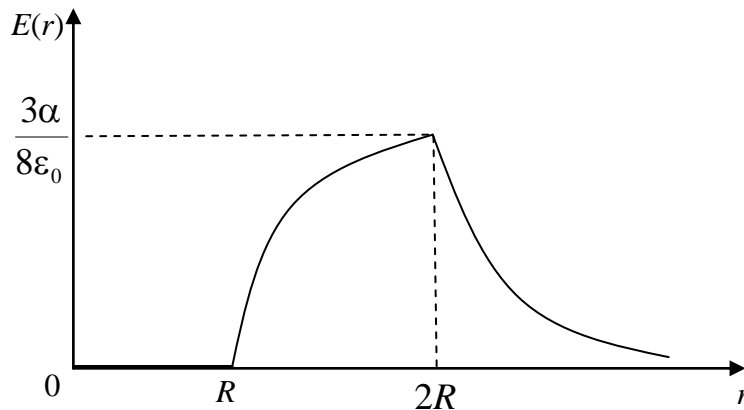
Зная, что $R_1 = R$ и $R_2 = 2R$, соотношения (5) и (7) запишем в виде

$$E_{\text{II}}(r) = \frac{\alpha}{2\varepsilon_0} \left(1 - \frac{R^2}{r^2} \right), \quad (8)$$

$$E_{\text{III}}(r) = \frac{\alpha}{2\varepsilon_0} \frac{3R^2}{r^2}. \quad (9)$$

Для построения графика зависимости напряженности поля $E(r)$ как функции расстояния r от центра сферического слоя определим характерные точки для полей $E(r)$ в областях II и III. Для области II это точки: $r = R_1 = R$ и $r = R_2 = 2R$, где $E_{\text{II}}(r = R) = 0$ и $E_{\text{II}}(r = 2R) = \frac{3\alpha}{8\varepsilon_0}$. Для области III – точка $r = R_2 = 2R$, где $E_{\text{III}}(r = 2R) = \frac{3\alpha}{8\varepsilon_0}$.

Примерный график зависимости $E(r)$ представлен на рисунке.



Ответ: $E_I = 0$ при $r < R_1$, $E_{\text{II}}(r) = \frac{\alpha}{2\varepsilon_0} \left(1 - \frac{R^2}{r^2} \right)$ при $R_1 < r < R_2$,

$$E_{\text{III}}(r) = \frac{\alpha}{2\varepsilon_0} \frac{3R^2}{r^2} \text{ при } r > R_2.$$

Пример 8. Определить разность потенциалов $\varphi_A - \varphi_B$ между точками A и B схемы. При каком условии она равна нулю?

Дано

$C_1, C_2, C_3, C_4,$
 E

$\varphi_A - \varphi_B = ?$

Решение

Конденсаторы C_1 и C_2 соединены последовательно. Эквивалентная емкость C_{12} определяется по формуле

$$\frac{1}{C_{12}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}; \quad C_{12} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}.$$

Аналогично найдем емкость $C_{34} = \frac{C_3 C_4}{C_3 + C_4}$. Эквивалентные конденсаторы C_{12} и C_{34} подключены параллельно к источнику тока. Следовательно,

$$U_{DAC} = U_{DBC} = E.$$

При последовательном соединении заряды на конденсаторах равны

$$q_1 = q_2 = C_{12} U_{DAC},$$

$$q_1 = \frac{\varepsilon C_1 C_2}{C_1 + C_2}.$$

Разность потенциалов $\varphi_A - \varphi_C$ равна напряжению на первом конденсаторе:

$$\varphi_A - \varphi_C = \frac{q_1}{C_1}, \quad \varphi_A - \varphi_C = \frac{\varepsilon C_2}{C_1 + C_2}.$$

Аналогично найдем $\varphi_B - \varphi_C$:

$$q_3 = q_4 = C_{34} U_{DBC};$$

$$q_3 = \frac{\varepsilon C_3 C_4}{C_3 + C_4};$$

$$\varphi_B - \varphi_C = \frac{\varepsilon C_4}{C_3 + C_4}.$$

Разность потенциалов $\varphi_A - \varphi_B$ найдем из соотношения

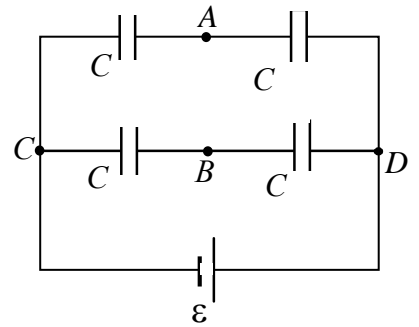
$$\varphi_A - \varphi_B = (\varphi_A - \varphi_C) - (\varphi_B - \varphi_C),$$

$$\varphi_A - \varphi_B = \varepsilon \left(\frac{C_2}{C_1 + C_2} - \frac{C_4}{C_3 + C_4} \right), \quad \varphi_A - \varphi_B = \varepsilon \frac{(C_2 C_3 - C_1 C_4)}{(C_1 + C_2)(C_3 + C_4)}$$

Найдем, при каком условии $\varphi_A - \varphi_B = 0$.

$$\varepsilon \frac{(C_2 C_3 - C_1 C_4)}{(C_1 + C_2)(C_3 + C_4)} = 0, \quad C_2 C_3 = C_1 C_4.$$

Ответ: $\varphi_A - \varphi_B = \varepsilon \frac{(C_2 C_3 - C_1 C_4)}{(C_1 + C_2)(C_3 + C_4)}, \quad \varphi_A - \varphi_B = 0 \text{ при } C_2 C_3 = C_1 C_4.$



Пример 9. Сколько тепла выделится на сопротивлении $R = 75 \text{ Ом}$ при прохождении через него количества электричества $q = 100 \text{ Кл}$, если ток в сопротивлении равномерно убывал до нуля в течение времени $\Delta t = 50 \text{ с}$?

Дано

$R = 75 \text{ Ом},$
 $q = 100 \text{ Кл},$
 $I_2 = 0,$
 $\Delta t = 50 \text{ с}$

$Q = ?$

Решение

Так как ток равномерно (линейно) убывал, его зависимость от времени можно представить в виде $I = I_1 - \alpha t$. В начальный момент времени $t_0 = 0$ $I = I_1$, в момент времени $\Delta t = 50 \text{ с}$ $I = 0$. Отсюда следует:

$$\alpha = \frac{I_1}{\Delta t}, \quad I = I_1 - \frac{I_1}{\Delta t} t.$$

Найдем значение начального тока I_1 . Заряд, прошедший через поперечное сечение проводника, равен

$$q = \int_0^{\Delta t} \left(I_1 - \frac{I_1}{\Delta t} t \right) dt = \frac{I_1 \Delta t}{2}, \quad I_1 = \frac{2q}{\Delta t}, \quad I_1 = \frac{2 \cdot 100}{50} = 4 \text{ А}.$$

Подставим значение I_1 в формулу тока $I = 4 - 0.08t$. Найдем количество теплоты, выделившееся на сопротивлении R :

$$Q = \int_0^{\Delta t} \left(I_1 - \frac{I_1}{\Delta t} t \right)^2 R dt = R I_1^2 \int_0^{\Delta t} \left(1 - \frac{t}{\Delta t} \right)^2 dt = \frac{R I_1^2 \Delta t}{3}.$$

$$Q = \frac{75 \cdot 16 \cdot 50}{3} = 20 \text{ кДж}.$$

Ответ: $Q = 20 \text{ кДж}$.

Пример 10. Электрон, ускоренный разностью потенциалов U , влетает в однородное магнитное поле индукции \vec{B} под углом α к силовым линиям. Определить радиус и шаг винтовой линии, по которой будет двигаться электрон в магнитном поле. Заряд электрона e , масса m_e .

Дано

$U,$
 $\vec{B},$
 $\alpha,$
 $e,$
 m_e

$h = ?$

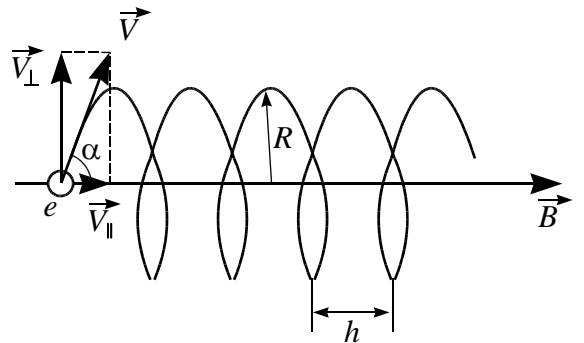
$R = ?$

Пройдя ускоряющее напряжение U , электрон приобретает скорость V , которую можно найти из закона сохранения энергии:

$$m_e V^2 / 2 = eU,$$

$$\text{отсюда } V = \sqrt{2eU/m_e}.$$

Решение



При движении в магнитном поле радиус винтовой линии определяется составляющей скорости $V_{\perp} = V \sin \alpha$. Уравнение движения электрона в проекции на нормаль запишется:

$$m_e a_n = m_e V_{\perp}^2 / R = e V_{\perp} B.$$

Отсюда радиус винтовой линии

$$R = m_e V \sin \alpha / e B = \sqrt{2Um_e/e} \sin \alpha / B.$$

Вдоль силовой линии электрон движется с постоянной скоростью $V_{\parallel} = V \cos \alpha$. Шаг винтовой линии $h = V_{\parallel} T$, где T – период обращения, который находим из

$$T = 2\pi R / V_{\parallel} = 2\pi m_e / eB.$$

Тогда $h = 2\pi \cos \alpha \sqrt{2Um_e / e} / B$.

Ответ: $R = \sqrt{2Um_e / e} \sin \alpha / B, h = 2\pi \cos \alpha \sqrt{2Um_e / e} / B$.

Пример 11. На струне длины l образовалась стоячая волна, причем все точки струны с амплитудой смещения 3,5 мм отстоят друг от друга на 15,0 см. Найти максимальную амплитуду смещения.

Дано

$$A = 3,5 \text{ мм},$$

$$\Delta x = 15,0 \text{ см}$$

$$A_{\max} = ?$$

Решение

Для стоячей волны в струне запишем уравнение:

$$\xi = 2A_0 \sin(kx) \sin(\omega t) = A_{\max} \sin(kx) \sin(\omega t), \quad (1)$$

где амплитуда стоячей волны

$$A = A_{\max} \sin(kx), \quad (2)$$

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} \text{ – волновое число, } \lambda \text{ – длина волны.}$$

Из определения длины волны следует $\lambda = 4 \cdot 15 = 60 \text{ см}$.

Первая точка с амплитудой смещения равной 3,5 мм имеет координату

$$x = \frac{15}{2} = 7,5 \text{ см (см. рисунок).}$$

Подставим полученные значения в формулу для амплитуды стоячей волны (2):

$$3,5 = A_{\max} \sin\left(\frac{2\pi}{60} 7,5\right).$$

Выразим максимальную амплитуду:

$$A_{\max} = \frac{3,5}{\sin\left(\frac{2\pi}{60} 7,5\right)} = \frac{3,5}{\sin\left(\frac{2\pi}{8}\right)} = \frac{3,5 \cdot 2}{\sqrt{2}} = 5,04 \text{ мм}.$$

Ответ: $A_{\max} = 5,04 \text{ мм}$.

Пример 12. Точечный источник монохроматического света с длиной волны $\lambda = 500 \text{ нм}$ расположен на расстоянии $a = 2 \text{ м}$ перед диафрагмой с круглым отверстием диаметром $D = 2 \text{ мм}$. Точка наблюдения находится на оси отверстия на расстоянии $b = 1 \text{ м}$ от него. Сколько зон Френеля укладывается в отверстие? Темное или светлое пятно получится в центре дифракционной картины, если в месте наблюдения поместить экран?

Дано

$$\lambda = 500 \text{ нм} = 5 \cdot 10^{-7} \text{ м},$$

$$a = 2 \text{ м},$$

$$D = 2 \text{ мм} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м},$$

$$b = 1 \text{ м}$$

$$m = ?$$

Решение

Предположим, что в отверстии диафрагмы укладываются первые m зон Френеля, тогда радиус отверстия $R = D/2$ будет равен радиусу внешней границы m -й зоны. Так как падающая на препятствие волна является сферической, получаем

$$\frac{D}{2} = r_m = \sqrt{\frac{ab}{a+b}} m \lambda,$$

откуда

$$m = \frac{(a+b)D^2}{4ab\lambda},$$

$$m = \frac{(2+1)(2 \cdot 10^{-3})^2}{4 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 5 \cdot 10^{-7}} = 3.$$

Таким образом, в отверстии диафрагмы укладываются первые три зоны Френеля.

Поскольку число зон Френеля, укладываемых в отверстие, является нечетным, то, если в месте наблюдения поместить экран, в центре дифракционной картины получится светлое пятно.

Ответ: в отверстии диафрагмы укладываются три зоны Френеля; в центре дифракционной картины получится светлое пятно.

Пример 13. Частично линейно поляризованный свет рассматривается через николь. При повороте николя на 60° от положения, соответствующего максимальной яркости, яркость пучка уменьшается в два раза. Найти степень поляризации пучка P и отношение интенсивностей естественного и линейно поляризованного света (I_{\max} и I_{\min} - максимальная и минимальная интенсивности света, проходящего через николь).

Дано

Решение

$$\varphi = 60^\circ,$$

$$I_1 = 2I_2$$

$$P = ?$$

$$\frac{I_{\max}}{I_{\min}} = ?$$

Частично линейно поляризованный свет представляет собой суперпозицию линейно поляризованного света и естественного (неполяризованного) света).

Пусть I_{Π} - интенсивность поляризованного света, I_e - интенсивность естественного света.

При первом положении николя интенсивность прошедшего света равна

$$I_1 = I_{\Pi} + \frac{I_e}{2},$$

а при втором из закона Малюса

$$I_2 = I_{\Pi} \cos^2 60^\circ + \frac{I_e}{2} = \frac{I_{\Pi}}{4} + \frac{I_e}{2}$$

По условию $I_1 = 2I_2$:

$$I_{\Pi} + \frac{I_e}{2} = 2 \left(\frac{I_{\Pi}}{4} + \frac{I_e}{2} \right)$$

откуда $I_{\Pi} = I_e$.

Максимальная интенсивность $I_{\max} = \frac{3}{2} I_{\Pi}$.

Минимальная интенсивность будет наблюдаться при повороте поляризатора на угол 90° от положения, соответствующего максимуму интенсивности. Из закона Малюса получаем

$$I_2 = I_{\Pi} \cos^2 90^\circ + \frac{I_e}{2} = \frac{I_{\Pi}}{2}.$$

Используя формулу для степени поляризации, получаем $P = \frac{1}{2}$ и отношение

$$\frac{I_{\max}}{I_{\min}} = 3.$$

Ответ: $P = \frac{1}{2} \cdot \frac{I_{\max}}{I_{\min}} = 3.$

Контрольная работа для текущего контроля знаний обучающихся

Для контроля знаний проводятся контролируемые самостоятельные работы.

Примеры заданий для контрольных работ

Контрольная работа №1 (1 час).

Вариант №1

1. Движение материальной точки в плоскости Y описывается законом $x=At$, $y=At(1+Bt)$, где A и B – положительные постоянные. Определить: 1) радиус-вектор \mathbf{r} точки в зависимости от времени; 2) скорость \mathbf{v} и ускорение \mathbf{a} в зависимости от времени; 3) модули скорости и ускорения в зависимости от времени.
2. Вертикально расположенный однородный стержень массы M и длины L может вращаться вокруг своего верхнего конца. В нижний конец стержня попала, застряв, горизонтально летевшая пуля массы m , в результате чего стержень отклонился на угол α . Считая $m \ll M$, найти скорость летевшей пули.

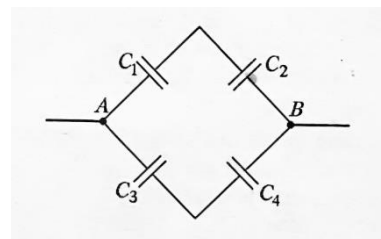
Вариант №2

1. Однородный шар радиусом $r=20$ см скатывается без скольжения с вершины сферы радиусом $R=50$ см. Определить угловую скорость шара после отрыва от поверхности сферы.
2. Моторная лодка массой $m=400$ кг начинает двигаться по озеру. Сила тяги F мотора равна $0,2$ кН. Считая силу сопротивления F_c пропорциональной скорости, определить скорость v лодки через $t=20$ с после начала ее движения. Коэффициент сопротивления $k=20$ кг/с.

Контрольная работа №2 (1 час).

Вариант №1

1. Эбонитовый шар ($\epsilon = 3,0$) равномерно заряжен по объему. Во сколько раз энергия электрического поля вне шара превосходит энергию поля, сосредоточенную в шаре.
2. Конденсаторы емкостями $C_1 = 0,2$ мкФ, $C_2 = 0,6$ мкФ, $C_3 = 0,3$ мкФ, $C_4 = 0,5$ мкФ соединены так, как это указано на рисунке. Разность потенциалов U между точками A и B равна 320 В. Определить разность потенциалов U_i и заряд Q_i на пластинах каждого конденсатора ($i = 1, 2, 3, 4$).



Вариант №2

1. Металлический шар имеет заряд $Q_1=100$ нКл. На расстоянии, равном радиусу шара, от его поверхности находится конец нити, вытянутой вдоль силовой линии. Нить несет

равномерно распределенный по длине заряд $Q_2=10$ нКл. Длина нити равна радиусу шара. Определить силу F , действующую на нить, если радиус R шара равен 10 см.

2. Три батареи с ЭДС $E_1=12$ В, $E_2=5$ В, $E_3=10$ В и одинаковыми внутренними сопротивлениями r , равными 1 Ом, соединены между собой одноименными полюсами. Сопротивление соединительных проводов ничтожно мало. Определить силы токов I , идущих через каждую батарею.

Контрольная работа №3 (1 час).

Вариант №1

1. Найти число N полных колебаний системы, в течение которых энергия системы уменьшилась в $n = 2$ раза. Логарифмический декремент затухания $\theta = 0,01$.
2. Плоская электромагнитная волна с частотой $\nu=10$ МГц распространяется в слабо проводящей среде с удельной проводимостью $\sigma=10$ мСм/м и диэлектрической проницаемостью $\epsilon=9$. Найти отношение амплитуд плотностей токов проводимости и смещения.

Вариант №2

1. В трубе длиной $l = 1,2$ м находится воздух при температуре $T = 300$ К. Определить минимальную частоту ν_{\min} возможных колебаний воздушного столба в двух случаях: 1) труба открыта; 2) труба закрыта.
2. Колебания точки происходят по закону $x = A \cos(\omega t + \varphi)$. в некоторый момент времени смещение x точки равно 5 см, ее скорость $\dot{x} = 20$ см/с и ускорение $\ddot{x} = -80$ см/с². Найти амплитуду A , угловую частоту ω , период T колебаний и фазу $(\omega t + \varphi)$ в рассматриваемый момент времени.

Контрольная работа №4 (1 час).

Вариант №1

1. Точечный источник света с длиной волны $\lambda=0,50$ мкм расположен на расстоянии $a=100$ см перед диафрагмой с круглым отверстием радиуса $r=1,0$ мм. Найти расстояние b от диафрагмы до точки наблюдения, для которой число зон Френеля в отверстии составляет $k=3$.
2. Если в опыте Юнга на пути одного из интерферирующих лучей поместить перпендикулярно этому лучу тонкую стеклянную пластинку ($n = 1,5$), то центральная светлая полоса смещается в положение, первоначально занимаемое пятой светлой полосой. Длина волны $\lambda=0,5$ мкм. Определить толщину пластинки.

Вариант №2

1. На установке для наблюдения колец Ньютона был измерен в отраженном свете радиус третьего темного кольца ($k=3$). Когда пространство между плоскопараллельной пластиной и линзой заполнили жидкостью, тот же радиус стало иметь кольцо с номером, на единицу большим. Определить показатель преломления n жидкости.
2. Угол α между плоскостями пропускания поляризатора и анализатора равен 45° . Во сколько раз уменьшится интенсивность света, выходящего из анализатора, если угол увеличить до 60° ?

Задачи для самостоятельной работы

1. Уравнения движения двух материальных точек имеют вид $x_1 = A_1t + B_1t^2 + C_1t^3$ и $x_2 = A_2t + B_2t^2 + C_2t^3$, где $B_1=4$ м/с², $C_1=-3$ м/с³, $B_2=-2$ м/с², $C_2=1$ м/с³. Найти момент времени, при котором ускорения этих точек будут равны.
2. На наклонную плоскость, составляющую угол $\beta = 30^\circ$ с горизонтом, положили тело, которое начало скользить вниз без начальной скорости. Найти его скорость через 2 с после начала движения, если коэффициент трения тела о плоскость равен $\mu = 0,5$.
3. Лодка массой $M = 240$ кг движется со скоростью $V_0 = 1$ м/с. Навстречу лодке летит мешок с песком массой $m = 10$ кг с горизонтальной скоростью $U = 3$ м/с относительно лодки. Пренебрегая сопротивлением воды, найти скорость V лодки после попадания в нее мешка.
4. Горизонтальная платформа массой $M=100$ кг вращается вокруг вертикальной оси, проходящей через центр платформы, с частотой $n=60$ об/мин. Человек массой $m=60$ кг стоит при этом на краю платформы. С какой частотой начнет вращаться платформа, если человек перейдет от края платформы к ее центру? Платформу считать однородным диском, человека – точечной массой.
5. В сосуде объемом $V = 20$ л находится газ массой $m = 60$ г. Найти концентрацию n молекул газа, если его молярная масса $M = 4$ г/моль.
6. Заряд объемной плотности ρ равномерно распределен по бесконечно длинному цилиндрическому стержню радиусом R . Найти напряженность $E(r)$ электрического поля как функцию расстояния r от оси стержня.
7. Конденсатор неизвестной емкости C_1 заряжен до напряжения $U_1 = 80$ В. При параллельном подключении этого конденсатора к конденсатору емкостью $C_2 = 60$ мкФ, заряженному до напряжения $U_2 = 16$ В, напряжение на батарее становится $U = 20$ В (если конденсаторы соединяют обкладками одного знака). Определить емкость C_1 .
8. Ток в проводнике за 2 с изменился от 2 А до 8 А. Найти заряд, прошедший за это время через поперечное сечение проводника.
9. Три источника тока с ЭДС $\mathcal{E}_1 = 11$ В, $\mathcal{E}_2 = 4$ В и $\mathcal{E}_3 = 6$ В и три реостата с сопротивлениями $R_1=5$ Ом, $R_2=10$ Ом и $R_3=2$ Ом соединены, как показано на рисунке к задаче 360. Определить с помощью законов Кирхгофа силу тока I_2 через сопротивление R_2 . Внутреннее сопротивление источников тока пренебрежимо мало.
10. Электрон в однородном магнитном поле с индукцией $B=0,1$ Тл движется по окружности. Найти силу кругового тока I , создаваемого движущимся электроном.
11. Два когерентных источника колеблются в одинаковых фазах с частотой $\nu = 400$ Гц. Скорость распространения колебаний в среде $V = 1$ км/с. Определить, при какой наименьшей разности хода будет наблюдаться максимальное усиление колебаний.
12. На поверхность воды под углом $\varphi = 60^\circ$ падает пучок параллельных лучей. Ширина пучка в воздухе $d_1 = 10$ см. Найти ширину d_2 пучка в воде, если показатель преломления воды $n = 1,33$.
13. Установка для получения колец Ньютона освещается монохроматическим светом с длиной волны $\lambda = 600$ нм, падающим по нормали к поверхности пластинки. Найти толщину b воздушного слоя между линзой и пластинкой в том месте, где наблюдается четвертое темное кольцо в отраженном свете.
14. На дифракционную решетку нормально падает монохроматический свет. Найти общее число дифракционных максимумов, которые дает эта решетка, если максимуму первого порядка соответствует угол дифракции $\varphi = 11^\circ$.
15. В частично поляризованном свете амплитуда вектора напряженности электрического поля, соответствующая максимальной интенсивности света, в $n = 2$ раза больше ам-

плитуды, соответствующей минимальной интенсивности света. Определить степень поляризации P света.

Типовые вопросы для лабораторных работ

Контрольные вопросы для лабораторных работ приведены в учебно-методических пособиях по проведению лабораторных работ.

Лабораторная работа

Экспериментальные исследования электростатических полей с помощью электролитической ванны

Контрольные вопросы

1. Заряд. Свойства заряда. Закон Кулона.
2. Напряженность. Силовые линии напряженности. Принцип суперпозиции. Расчет напряженности электростатического поля, создаваемого системой точечных зарядов, с помощью принципа суперпозиции.
3. Потенциал электростатического поля, разность потенциалов. Эквипотенциальные поверхности. Принцип суперпозиции. Расчет потенциала электростатического поля, создаваемого системой точечных зарядов с помощью принципа суперпозиции.
4. Связь между напряженностью и потенциалом.
5. Свойства электростатического поля.
6. Поток вектора напряженности электрического поля. Теорема Гаусса в интегральной и дифференциальной формах.
7. Расчет напряженности электростатического поля \vec{E} равномерно заряженных тел: бесконечной плоскости, бесконечных параллельных плоскостей, сферы, шара, бесконечно длинных нити и цилиндра.
8. Емкость. Емкость уединенного проводника. Емкость плоского и цилиндрического конденсаторов. Соединение конденсаторов.
9. Энергия и плотность энергии электростатического поля.
10. Проводники в электростатическом поле.

Лабораторная работа

Экспериментальные исследования электромагнитной индукции

Контрольные вопросы

1. Магнитное поле. Его основные характеристики.
2. Закон Био – Савара.
3. Сила Ампера. Сила Лоренца.
4. Магнитный поток, потокосцепление.
5. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея. Правило Ленца. Уравнение Максвелла, обобщающее закон электромагнитной индукции.
6. Явление самоиндукции. Индуктивность контура.
7. Явление взаимной индукции. Взаимная индуктивность.
8. Трансформаторы.
9. Переходные процессы в LR - цепи.
10. Энергия магнитного поля.

11. Методика эксперимента. Назначение и функциональные возможности используемой в установке аппаратуры.

Лабораторная работа **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ**

Контрольные вопросы

1. Гармонические колебания. Основные характеристики гармонических колебаний (амплитуда, частота, период, фаза, начальная фаза).
2. Уравнение собственных незатухающих колебаний заряда (тока) в LC -контуре и его решение. Собственная частота колебаний.
3. Уравнение собственных затухающих колебаний заряда (тока) в последовательном RLC -контуре и его решение. Коэффициент затухания, частота затухающих колебаний, логарифмический декремент затухания, добротность, время релаксации.
4. Аперидический процесс. Критическое сопротивление.
5. Уравнение вынужденных колебаний заряда (тока) в последовательном RLC -контуре и его решение.
6. Амплитудно- и фазочастотные характеристики. Резонансная частота $\omega_{рез}$.
7. Метод векторных диаграмм. Построить векторную диаграмму напряжений и токов последовательной RLC -цепи для случаев: $\omega < \omega_{рез}$, $\omega = \omega_{рез}$, $\omega > \omega_{рез}$.
8. Резонанс напряжений, резонанс токов.
9. Мощность в цепи переменного тока. Эффективные значения тока и напряжения.
10. Методика эксперимента.

Лабораторная работа **ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СВЕТА. НАБЛЮДЕНИЯ КОЛЕЦ НЬЮТОНА В УСТАНОВКЕ С ЛАЗЕРОМ**

Контрольные вопросы

1. Явление интерференции. Условия наблюдения интерференционной картины.
2. Когерентные волны.
3. Оптический путь, оптическая разность хода. Условия максимума и минимума интенсивности при интерференции.
4. Методы реализации интерференции от естественных источников.
5. Наблюдение колец Ньютона в отраженном и проходящем свете.
6. Полосы равного наклона и равной толщины.
7. Пространственная и временная когерентность.
8. Оптическая схема установки для наблюдений колец Ньютона с лазером.
9. Вывод расчетных формул для радиусов темных и светлых колец Ньютона в отраженном и проходящем свете.

Лабораторная работа **ДИФРАКЦИЯ ФРАУНГОФЕРА НА ДИФРАКЦИОННОЙ РЕШЕТКЕ**

Контрольные вопросы

1. Сущность явления дифракции.
2. Принцип Гюйгенса-Френеля.

3. Условия наблюдения дифракции Фраунгофера.
4. Дифракция Фраунгофера на дифракционной решетке. Условия главных минимумов, главных максимумов, дополнительных минимумов. Качественная зависимость интенсивности света от угла дифракции.
5. Состав и принцип действия экспериментальной установки. Методика измерения длины волны излучения лазера и периода дифракционной решетки.

11.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена

11.2.1. Вопросы к экзамену, проводимому по окончании второго семестра

1. Скорость. Ускорение. Составляющие ускорения.
2. Законы Ньютона. Две формулировки II закона Ньютона.
3. Силы в природе (упругие, силы трения, сила тяжести и другие).
4. Деформация растяжения, сжатия. Деформация сдвига.
5. Энергия, работа, мощность.
6. Кинетическая, потенциальная, полная механическая энергии тела.
7. Консервативные силы.
8. Закон сохранения импульса.
9. Закон сохранения полной механической энергии.
10. Теорема об изменении кинетической, потенциальной и полной механической энергии.
11. Абсолютно упругий удар.
12. Абсолютно неупругий удар.
13. Кинематика вращательного движения. Угловая скорость, угловое ускорение.
14. Момент импульса материальной точки и абсолютно твердого тела.
15. Момент инерции материальной точки и абсолютно твердого тела.
16. Теорема Штейнера.
17. Момент силы.
18. Закон сохранения момента импульса.
19. Кинетическая энергия вращающегося тела.
20. Основное уравнение динамики вращательного движения.
21. Свободные оси. Гироскоп.
22. Силы инерции, возникающие при ускоренном поступательном движении системы отсчета.
23. Силы инерции, действующие на тело, покоящееся во вращающейся системе отсчета.
24. Сила Кориолиса, её проявления.
25. Законы сохранения в неинерциальных системах отсчета.
26. Законы Кеплера. Космические скорости.
27. Поле тяготения.
28. Опытные законы идеального газа.
29. Уравнение Клапейрона - Менделеева.
30. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории.
31. Распределение Максвелла.
32. Распределение Больцмана.
33. Число степеней свободы. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы.
34. Внутренняя энергия системы. Работа газа при изменении его объема.
35. Первое начало термодинамики для различных изопроцессов.
36. Теплоемкость идеального газа.

37. Адиабатический процесс.
38. Политропные процессы.
39. Второе начало термодинамики. Работа тепловой машины. Цикл Карно.
40. Элементы молекулярной теории неидеального газа.
41. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Внутренняя энергия реального газа.
42. Энтропия. Неравенство Клаузиуса.
43. Заряд. Напряженность электрического поля. Закон Кулона.
44. Напряженность поля точечного заряда. Сложение электрических полей. Диполь в электрическом поле.
45. Теорема Гаусса в интегральной и дифференциальной форме.
46. Потенциал электростатического поля.
47. Связь между напряженностью и потенциалом.
48. Граничные условия электростатики. Циркуляция и ротор электростатического поля.
49. Электростатическое поле в диэлектриках.
50. Поляризованность. Теорема Гаусса для векторов \vec{E} , \vec{D} , и \vec{P} . Граничные условия для составляющих вектора \vec{P} .
51. Поляризация диэлектриков. Объемные и поверхностные связанные заряды.
52. Пьезоэлектрики. Пироэлектрики. Сегнетоэлектрики.
53. Метод зеркальных изображений. Электростатическая защита.
54. Электроёмкость. Энергия взаимодействия системы точечных зарядов.
55. Энергия электростатического поля.
56. Постоянный ток, его характеристики. Уравнение непрерывности.
57. Сторонние силы.
58. Закон Ома для участка цепи. Обобщенный закон Ома.
59. Работа и мощность постоянного тока. Закон Джоуля-Ленца.

11.2.2. Вопросы к зачету, проводимому по окончании третьего семестра

1. Магнитное статистическое поле в вакууме. Напряженность и индукция магнитного поля.
2. Магнитное поле движущегося заряда.
3. Сила Лоренца. Закон Био-Савара. Закон Ампера.
4. Движение заряженных частиц под действием электрического и магнитного полей.
5. Рамка с током в магнитном поле. Магнитный момент.
6. Магнитные свойства диамагнетиков.
7. Магнитные свойства парамагнетиков.
 8. Граничные условия для составляющих векторов магнитного поля.
 9. Ферромагнетизм.
14. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея. Правило Ленца.
 15. Вычисление индуктивности соленоида.
 16. Взаимная индукция. Трансформаторы.
17. Энергия магнитного поля.
 18. Процессы при замыкании и размыкании цепи, содержащей индуктивность.
19. Явления, связанные с законом электромагнитной индукции.
20. Переменный ток. Резистор, конденсатор, индуктивность в цепи переменного тока.
21. Метод векторных диаграмм для расчета сопротивления цепей переменного тока.
22. Резонанс напряжений. Резонанс токов.
23. Вихревое электрическое поле.
24. Ток смещения.
 25. Система уравнений Максвелла.
26. Уравнение электромагнитной волны в вакууме.

27. Параметры гармонического колебания.
28. Собственные незатухающие колебания пружинного маятника.
29. Собственные незатухающие колебания заряда и тока в колебательном контуре.
30. Сложение взаимно ортогональных колебаний.
31. Собственные затухающие колебания (пружинный маятник, колебательный контур).
32. Вынужденные колебания.
33. Амплитудно- и фазочастотные характеристики колебательного контура. Резонанс.
34. Волновые процессы. Упругие волны.
35. Уравнение волны. Плоские бегущие волны.
36. Фазовая и групповая скорости.
37. Сферические и цилиндрические волны.
38. Интерференция волн. Стоячие волны.
39. Энергия упругой волны.
40. Волновые уравнения электромагнитной волны в вакууме.
41. Строение электромагнитной волны.
42. Энергия электромагнитной волны.
43. Световая волна.
44. Законы геометрической оптики.
45. Формула тонкой линзы. Оптические центрированные системы.
46. Фотометрические единицы. Их связь с мощностью световых пучков.
47. Интерференция света. Условия интерференционных максимумов и минимумов.
48. Интерференция волн в опыте Юнга.
49. Временная когерентность.
50. Пространственная когерентность.
51. Интерференция света в тонких пленках. Полосы равного наклона.
52. Интерференция в плоском клине. Полосы равной толщины. Кольца Ньютона.
53. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля.
54. Зоны Френеля.
55. Векторная диаграмма зон Френеля.
56. Дифракция Френеля на круглом отверстии и круглом диске.
57. Дифракция Фраунгофера на бесконечной щели.
58. Дифракция Фраунгофера на решетке.
59. Дифракционная решетка как спектральный прибор.
60. Пространственная решетка. Дифракция рентгеновских лучей.
61. Элементарная теория дисперсии света в газах.
62. Поляризация света. Закон Малюса.
63. Поляризация света при прохождении границы раздела сред.
64. Двойное лучепреломление.
65. Поляризационные призмы и поляроиды.
66. Законы равновесного теплового излучения.

Примеры задач для промежуточной аттестации (экзамен, зачет)

1. Уравнение движения материальной точки имеет вид $x = A - Bt + Ct^2 + Dt^3$, где $A=6$ м, $B=3$ м/с, $C=2$ м/с², $D=1$ м/с³. В интервале времени от $t_1 = 1$ с до $t_2 = 4$ с найти: а) среднюю скорость; б) среднее ускорение движения точки.
2. Колесо вращается вокруг неподвижной оси так, что модуль скорости точки, находящейся на его ободе, зависит от времени t по закону $V = At + B$, где $A = 5$ м/с², $B = 2$ м/с. Найти

радиус R колеса, если за первые три секунды после начала вращения оно сделало $N = 9$ оборотов.

3. Через блок, прикрепленный к потолку кабины лифта, перекинута нить, к концам которой привязаны грузы с массами m_1 и m_2 . Кабина начинает подниматься с ускорением a_0 . Пренебрегая массами блока и нити, а также трением, найти ускорение грузов относительно кабины.

4. Спутник, массой m , движется по стационарной орбите радиуса R_1 . Какую работу необходимо совершить, чтобы перевести спутник на стационарную орбиту R_2 ?

5. В момент, когда скорость свободно падающего тела составила $V = 2$ м/с, оно разорвалось на два одинаковых осколка. Один из осколков полетел в горизонтальном направлении со скоростью $V_1 = 3$ м/с. Найти скорость V_2 второго осколка сразу после разрыва.

6. Горизонтальная платформа массой $M = 80$ кг вращается вокруг вертикальной оси, проходящей через центр платформы, с частотой $n_1 = 60$ об/мин. Человек стоит при этом на краю платформы. Когда человек перешел на середину радиуса платформы, она стала вращаться с частотой $n_2 = 120$ об/мин. Определить массу человека. Платформу считать однородным диском, человека – материальной точкой.

7. Найти число N молекул, содержащихся в $m = 220$ г углекислого газа, молярная масса которого $M = 44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

8. Один моль идеального газа, состоящего из жестких двухатомных молекул, совершает цикл Карно. Температура нагревателя $T_1 = 400$ К. Найти КПД цикла, если при адиабатическом сжатии над газом совершается работа.

9. Положительные точечные заряды $q = 1$ мКл находятся в вершинах равностороннего треугольника со сторонами $l = 1$ м. Найти суммарную силу, действующую со стороны двух зарядов на третий.

10. В углах основания равностороннего прямоугольного треугольника находятся разноименные точечные заряды $q_1 = +5,0$ мКл и $q_2 = -5,0$ мКл. Длина основания $l = 1$ м. Найти напряженность E и потенциал Φ в вершине треугольника.

11. Тонкая бесконечно длинная прямая нить имеет линейный заряд $\tau = 1,0$ нКл/м. Найти напряженность E электрического поля на расстояниях $r_1 = 2$ см и $r_2 = 20$ см от нити.

12. Конденсатор емкостью $C_1 = 4$ мкФ, заряженный до напряжения $U_1 = 26$ В, соединяют параллельно с конденсатором емкостью $C_2 = 6$ мкФ, заряженным до напряжения $U_2 = 16$ В, обкладками, имеющими одинаковые по знаку заряды. Определить напряжение на конденсаторах после их соединения.

13. Ток в проводнике за 2 с уменьшился от 8 А до 2 А. Найти заряд, прошедший за это время через поперечное сечение проводника.

14. Три источника тока с ЭДС $\mathcal{E}_1 = 11 \text{ В}$, $\mathcal{E}_2 = 4 \text{ В}$ и $\mathcal{E}_3 = 6 \text{ В}$ и три реостата с сопротивлениями $R_1 = 5 \text{ Ом}$, $R_2 = 10 \text{ Ом}$ и $R_3 = 2 \text{ Ом}$ соединены, как показано на рисунке к задаче 360. Определить с помощью правил Кирхгофа силу тока I_3 через сопротивление R_3 . Внутреннее сопротивление источников тока пренебрежимо мало.

15. Электрон движется в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,015 \text{ Тл}$ по окружности радиусом $R = 10 \text{ см}$. Определить импульс электрона.

16. Две длинные катушки намотаны на один сердечник. Индуктивности катушек соответственно равны $L_1 = 1,6 \text{ Гн}$ и $L_2 = 0,1 \text{ Гн}$. Во сколько раз отличается число витков первой катушки от числа витков второй?

17. Какую среднюю мощность должен потреблять колебательный контур с активным сопротивлением $R = 0,45 \text{ Ом}$, чтобы в нем поддерживались незатухающие гармонические колебания с амплитудой силы тока $I_m = 30 \text{ мА}$?

18. Два когерентных источника колеблются в одинаковых фазах с частотой $\nu = 400 \text{ Гц}$. Скорость распространения колебаний в среде $V = 1 \text{ км/с}$. Определить, при какой наименьшей разности хода будет наблюдаться максимальное ослабление колебаний.

19. Предельный угол полного внутреннего отражения светового луча на границе раздела некоторой жидкости и воздуха $\varphi_{\text{пред}} = 30^\circ$. Луч идет из жидкости в воздух, при этом угол падения луча $\varphi = 20^\circ$. Найти угол преломления ψ .

20. Установка для получения колец Ньютона освещается монохроматическим светом с длиной волны $\lambda = 500 \text{ нм}$, падающим по нормали к поверхности пластинки. Пространство между линзой и стеклянной пластинкой заполнено водой. Найти толщину b слоя воды между линзой и пластинкой в том месте, где наблюдается третье светлое кольцо в отраженном свете.

21. При нормальном падении света на дифракционную решетку угол дифракции для линии $\lambda_1 = 650 \text{ нм}$ в спектре второго порядка равен $\varphi_1 = 45^\circ$. Найти угол φ_2 дифракции для линии $\lambda_2 = 530 \text{ нм}$ в спектре третьего порядка.

22. Степень поляризации P частично поляризованного света равна 0,5. Во сколько раз отличается максимальная интенсивность света, пропускаемого через анализатор, от минимальной?

Полный фонд оценочных средств находится на кафедре «ФТОС».

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института ИРИТ

« ____ » _____ 20__ г.

Лист актуализации рабочей программы дисциплины

« _____ »
индекс по учебному плану, наименование

для подготовки бакалавров/ специалистов/ магистров

Направление: {шифр – название} _____

Направленность: _____

Форма обучения _____

Год начала подготовки: _____

Курс _____

Семестр _____

а) В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 20__ г. начала подготовки.

б) В рабочую программу вносятся следующие изменения (указать на какой год начала подготовки):

1)

2)

3)

Разработчик (и): _____
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

« ____ » _____ 20__ г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ФТОС
_____ протокол № _____ от « ____ » _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____

Лист актуализации принят на хранение:

Заведующий выпускающей кафедрой ФТОС _____ « ____ » _____ 20__ г.

Методический отдел УМУ: _____ « ____ » _____ 20__ г.