

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

Образовательно-научный институт транспортных систем (ИТС)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

_____ Тумасов А.В.

“18” марта 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б.13 Физика

для подготовки специалистов

Специальность: 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

Специализация: Автомобили и тракторы

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2025

Выпускающая кафедра: АиТ

Кафедра-разработчик: ФТОС

Объем дисциплины: 324/9

часов/з.е

Промежуточная аттестация: экзамен, экзамен

Разработчики: Шишков Г.И.

Нижний Новгород
2025

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 11 августа 2020 г. № 935 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ, протокол от 12.12.2024 г. № 5.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «ФТОС» протокол от 12 марта 2025 г. № 16.

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

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института ИТС, протокол от 18.03.2025 г. № 8.

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 23.05.01-Т-12.
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	6
4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ	6
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ	8
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	15
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	18
6.1. УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА, ПЕЧАТНЫЕ ИЗДАНИЯ БИБЛИОТЕЧНОГО ФОНДА	18
6.2. СПРАВОЧНО-БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА	19
6.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ	20
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	21
7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)	21
7.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем	22
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	22
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	23
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	24
10.1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	24
10.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ ЛЕКЦИОННОГО ТИПА	25
10.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ	25
10.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ	25
10.5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ	25
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	26
11.1. Типовые вопросы для лабораторных работ	26
11.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена	26
11.3. Типовые задания для текущего контроля	26

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: «Теоретическая механика», «Сопротивление материалов», «Электротехника, электроника и электропривод», «Теория колебаний», «Гидравлика и гидропневмопривод, «Термодинамика и теплопередача»».

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование элементов следующей общепрофессиональной компетенции в соответствии с ОПОП ВО по специальности 23.05.12 «Наземные транспортно-технологические средства»:

ОПК-1 Способен ставить и решать инженерные и научно-технологические задачи в сфере профессиональной деятельности и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных, математических и технологических моделей.

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>Начертательная геометрия.</i>								
<i>Введение в специальность.</i>								
<i>Химия.</i>								
<i>Экология.</i>								
<i>Математика.</i>								
<i>Физика.</i>								
<i>Теоретическая механика.</i>								
<i>Сопротивление материалов.</i>								
<i>Материаловедение.</i>								
<i>Электротехника, электроника и электропривод</i>								
<i>Гидравлика и гидропневмопривод</i>								
<i>Теория механизмов и машин</i>								
<i>Термодинамика и теплопередача</i>								
<i>Детали машин и основы конструирования</i>								
<i>Надежность механических систем.</i>								
<i>Технология производства автомобилей и тракторов</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 общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ИОПК-1.1. Использует естественнонаучные знания для решения задач профессиональной деятельности	Знать: - основные физические законы в области механики, электричества, оптики, на которых основаны принципы действия объектов профессиональной деятельности;	Уметь: - использовать физические законы для решения практических задач профессиональной деятельности;	Владеть: - навыками описания физических явлений и решения типовых общетехнических задач профессиональной деятельности	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 9 зач.ед. 324 часа, распределение часов по видам работ и семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

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	324	180	144
1. Контактная работа:	163	90	73
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	153	85	68
занятия лекционного типа (Л)	68	34	34
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)	51	34	17
лабораторные работы (ЛР)	34	17	17
1.2. Внеаудиторная, в том числе	10	5	5
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	.		
текущий контроль, консультации по дисциплине	10	5	5
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)			
2. Самостоятельная работа (СРС)	71	45	26
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.)	71	45	26
Подготовка к экзамену (контроль)	90	45	45

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 - Содержание дисциплины, структурированное по темам

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 активную познавательную среду, в которой учитель	Конспект лекций
	Тема 1.1. Элементы кинематики	2,0			4	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]		
	Практическое занятие 1. Кинематика вращательного дви- жения			3,0		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			4	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]		
	Тема 1.3. Работа и энергия.	3,0			4	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]		
	Практическое занятие 2. Законы сохранения энергии и импульса			4,0		Подготовка к практиче- ским занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]		
	Лабораторная работа №1 Ме- ханический удар		4,0			Подготовка к лаборатор- ным работам [6.3.2]		

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 1.4. Динамика вращатель- ного движения твердого тела.	3,0			4	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]	серией умело подобран- ных вопросов и заданий возбуждает и направляет мысль обучающихся к но возбуждает и направляет мысль обучающихся к но- вым теоретическим выво- дам. 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 3. Основное уравнение динамики вращательного движения			4,0		Подготовка к практиче- ским занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]		
	Практическое занятие 4. Закон сохранения момента им- пульса			3,0		Подготовка к практиче- ским занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]		
	Лабораторная работа №2 Изу- чение основного закона динами- ки вращательного движения		4,0			Подготовка к лаборатор- ным работам [6.3.2]		
	Тема 1.5. Элементы механики жидкостей.	2,0			4	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]		
	Тема 1.6. Элементы специальной (частной) теории относительности.	2,0			5	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]		
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:				25,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 1 разделу	15,00	8,00	14,00	25,00			

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	Лабора- торные работы	Практиче- ские заня- тия				
ОПК-1 ИОПК-1.1	Раздел 2. Основы молекулярной физики и термодинамики							
	Тема 2.1. Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов.	3,0			5	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4]	Диагностический безоце- ночный контроль, лучше взаимоконтроль; 5. Разноуровневые качественные, расчетные, графические задания; 6. физический дик- тант, блиц-опрос; 7. Работа с система- тизирующими, обобщаю- щими таблицами, логиче- скими 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-	
	Тема 2.2. Основы термодинами- ки.	3,0			5	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4]		
	Практическое занятие 5. МКТ. Термодинамика. Энтропия			2,0		Подготовка к практиче- ским занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]		
	Лабораторная работа №3. Определение отношения C_p/C_v методом Клемана-Дезорма		4,0			Подготовка к лаборатор- ным работам [6.3.2]		
	Самостоятельная работа по освоению 2 раздела:				10,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 2 разделу	6,00	4,00	2,00	10,00			
ОПК-1 ИОПК-1.1	Раздел 3. Электричество и магнетизм							
	Тема 3.1. Электростатика.	8,0			3	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]		
	Практическое занятие 6. Метод суперпозиции			4,0		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				
	Практическое занятие 7. Теорема Гаусса			4,0		Подготовка к практиче- ским занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]	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 8. Работа сил электростатического поля. Потенциал			3,0		Подготовка к практиче- ским занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]		
	Лабораторная работа № 4 Экспериментальные исследова- ния электростатических полей с помощью электролитической ванны		5,0			Подготовка к лаборатор- ным работам [6.3.3]		
	Тема 3.2. Постоянный электри- ческий ток.	2,0			2	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]		
	Практическое занятие 9. Правила Кирхгофа. Законы по- стоянного тока			4,0		Подготовка к практиче- ским занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]		
	Тема 3.3. Магнитостатика.	3,0			3	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			3,0		Подготовка к практиче- ским занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]		
	Тема 3.4. Электромагнитная ин- дукция.				2			
	Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:				10,0			
	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 ЗА СЕМЕСТР	34	17	34	45			
ОПК-1 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2	Тема 3.4. Электромагнитная индукция.	5,0			4	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]	1. Диагностический безопеночный контроль, лучше взаимоконтроль; 5. Разноуровневые качественные, расчетные, графические задания; 6. физический диктант, блиц-опрос; 7. Работа с систематизирующими, обобщающими таблицами, ло-	
	Практическое занятие 11. Электромагнитная индукция			3,0		Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]		
	Лабораторная работа №5 Экспериментальные исследования электромагнитной индукции		5,0			Подготовка к лабораторным работам [6.3.3]		
	Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:				4,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 3 разделу	18,00	10,00	21,00	49,00			
ОПК-1 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2	Раздел 4. Колебания и волны							
	Тема 4.1. Механические и электромагнитные колебания.	5,0			4,0	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]		
	Практическое занятие 12. Собственные колебания			3,0		Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]		
	Практическое занятие 13. Вынужденные колебания. Векторные диаграммы			3,0		Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]		
	Лабораторная работа №6 Исследование электрических колебаний		4,0			Подготовка к лабораторным работам [6.3.3]		
	Тема 4.2. Упругие и электромагнитные волны.	3,0			4,0	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]		

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							
	Практическое занятие 14. Упругие волны. Электромагнит- ные волны.			3,0		Подготовка к практиче- ским занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]	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- 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.				
	Самостоятельная работа по освоению 4 раздела: реферат, эссе (тема)				8,0						
	расчётно-графическая работа (РГР)										
	контрольная работа										
	Итого по 4 разделу	8,00	4,00	9,00	8,00						
	ОПК-1 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2	Раздел 5. Волновая оптика									
		Тема 5.1. Интерференция света.	3,0			3			Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]		
Практическое занятие 15. Интерференция света.				2,0		Подготовка к практиче- ским занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]					
Лабораторная работа №7 Интерференция при наблюдении колец Ньютона			4,0			Подготовка к лаборатор- ным работам [6.3.4]					
Тема 5.2. Дифракция света.		5,0			3	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]					
Практическое занятие 16. Дифракция света				2,0		Подготовка к практиче- ским занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]					
Лабораторная работа №8 Дифракция света на плоской про- зрачной решетке			4,0			Подготовка к лаборатор- ным работам [6.3.4]					
Тема 5.3. Поляризация света.		3,0			2	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]					
Практическое занятие 17.				1,0		Подготовка к практиче-					

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				
	Поляризация света.					ским занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]		
	Самостоятельная работа по освоению 5 раздела:				8,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 5 разделу	11,00	8,00	5,00	8,00			
ОПК-1 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2	Раздел 6. Квантовая природа излучения							
	Тема 6.1. Законы равновесного теплового излучения	2,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.3], [6.2.7]		
	Тема 6.2. Гипотеза Планка. Свойства фотонов	2,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.3], [6.2.7]		
	Тема 6.3. Внешний фотоэффект и тормозное рентгеновское излучение	1,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.3], [6.2.7]		
	Самостоятельная работа по освоению 6 раздела:				3,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 6 разделу	5,00			3,00			
ОПК-1 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2	Раздел 7. Элементы квантовой механики и атомной физики							
	Тема 7.1. Строение атома. Постулаты Бора.	2,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.3], [6.2.7]		
	Тема 7.2. Волновая функция и её статистический смысл. Уравне-	1,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.3], [6.2.7]		

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				
	ние Шредингера для стационар- ных состояний.							
	Тема 7.3. Прохождение частицы через потенциальный барьер. Туннельный эффект и его прояв- ления.	1,0			0,5	Подготовка к лекциям [6.1.3], [6.2.7]		
	Тема 7.4. Квантовая статистика БозеЭйнштейна. Квантовая ста- тистика Ферми-Дирака	1,0			0,5	Подготовка к лекциям [6.1.3], [6.2.7]		
	Самостоятельная работа по освоению 7 раздела:				3,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 7 разделу	5,00			3,00			
	Курсовая работа (КР)							
	Курсовой проект (КП)							
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	34	17	17	26			
	ИТОГО по дисциплине	68	34	51	71			

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 экзаменов во 2 и 3 семестре.

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 четырех-балльной 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 общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ИОПК-1.1. Использует естественнонаучные знания для решения задач профессиональной деятельности	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.	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.	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.	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.

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 рекомендовано м-вом общ. и проф. об-	

		ные законы.	базовых знаний 2002 2003 2007	разования 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	—	15

			2005		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.:Высш. 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.:Высш. Школа 2002	Учебное пособие рекомендовано м-вом образования	99 1

			М.: Академия 2005	РФ	
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 - синтез

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
		затвор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
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

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

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

- проведение контрольных работ;
- теоретический опрос и защита отчетов по лабораторным работам;
- экзамен (вопросы для устного собеседования: билеты, экзаменационные задачи).

11.1. Типовые вопросы для лабораторных работ

Контрольные вопросы к лабораторным работам

Лабораторная работа № 1

1. Кинематические характеристики поступательного движения: траектория, вектор перемещения $\vec{r}$, пройденный путь S , скорость $\vec{V}$ и V_{cp} , ускорение $\vec{a}_{cp}$ и $\vec{a}$, виды ускорения $\vec{a}_\tau, \vec{a}_n$. Сделать рисунок.
2. Три закона Ньютона. Второй закон Ньютона в двух формулировках.
3. Импульс тела, системы тел. Закон изменения и закон сохранения импульса системы тел.
4. Механическая работа. Мощность.
5. Консервативные и неконсервативные силы. Потенциальная энергия. Закон изменения потенциальной энергии.
6. Кинетическая энергия. Закон изменения кинетической энергии.
7. Полная механическая энергия. Закон изменения полной механической энергии.
8. Закон сохранения полной механической энергии. Условия его выполнения
9. Механический удар. Признаки удара. Прямой центральный удар. Упругий и неупругий удары. Сделать рисунки и записать законы сохранения.
10. Вывод рабочих формул для расчета скорости шарика до удара V_1 и после удара - $\langle V_2 \rangle$, среднего значения силы удара $\langle F \rangle$, используемых в данной работе.

Лабораторная работа № 2

1. Кинематические характеристики вращательного движения: вектор элементарного углового перемещения $d\vec{\Phi}$, угловая скорость $\vec{\omega}$, угловое ускорение $\vec{\varepsilon}$. Направление и модуль каждой из этих величин. Сделать рисунок.
2. Взаимосвязь линейных и угловых характеристик вращательного движения.
3. Указать направления вектора углового перемещения $d\vec{\Phi}$, угловой скорости $\vec{\omega}$ и углового ускорения $\vec{\varepsilon}$ крестовины. Записать зависимости этих величин от времени $\varphi(t), \omega(t), \varepsilon(t)$.
4. Момент инерции материальной точки, твердого тела относительно точки, относительно оси. Теорема Штейнера.
5. Момент силы относительно неподвижной точки, закрепленной оси. Его модуль, направление. Плечо силы.
6. Момент импульса материальной точки и абсолютно твердого тела относительно неподвижной точки, закрепленной оси. Его модуль, направление.
7. Основной закон динамики вращательного движения для абсолютно твердого тела (две формы записи и связь между ними).
8. Закон сохранения момента импульса. Условия его выполнения.
9. Какая сила создает вращательный момент крестовины и как он определяется в данной работе? Получить выражение для вращательного момента.
10. Вывод рабочих формул.

Лабораторная работа № 3

1. Идеальный газ. Понятия: количество вещества, молярная масса, абсолютная шкала температур, теплоемкость вещества, молярная теплоемкость, удельная теплоемкость.
2. Опытные газовые законы: Бойля - Мариотта, Гей-Люссака, Шарля, Авогадро, Дальтона.
3. Уравнение Менделеева — Клапейрона.
4. Внутренняя энергия идеального газа. Понятие числа степеней свободы молекулы.
5. Работа идеального газа. Вывод выражения работы идеального газа для различных изопроцессов.
6. Первое начало термодинамики.
7. Политропные процессы: изотермический, изохорический, изобарический, адиабатный (для каждого процесса записать уравнения этих процессов, первое начало термодинамики, выражения для работы и теплоемкости, нарисовать графики зависимостей $P(V)$, $P(T)$, $V(T)$).
8. Объяснить график зависимости давления газа от объема для всех процессов, протекающих в работе (рис. 2). В каких точках графика внутренняя энергия газа максимальна и минимальна?

Лабораторная работа № 4

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 электрического поля $\vec{E}$ равномерно заряженных тел: бесконечной плоскости, бесконечных параллельных разнозаряженных 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 № 5 **«Экспериментальные исследования электромагнитной индукции»**

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.
7. Явление взаимной индукции. Взаимная индуктивность.
8. Трансформаторы.
9. Переходные процессы в RL -цепи.
10. Энергия магнитного поля.
11. Методика эксперимента. Назначение и функциональные возможности используемой в установке аппаратуры.

Лабораторная работа № 6

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. Аperiodический 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 № 7

1. Световая волна. Ее основные характеристики. Интенсивность света. Границы оптического диапазона.
2. Явление интерференции. Условия наблюдения интерференционной картины.
3. Пространственная и временная когерентности.
4. Оптический путь, оптическая разность хода. Условия максимума и минимума интенсивности при интерференции.
5. Методы реализации интерференции от естественных источников.
6. Интерференция света в тонких пленках. Полосы равного наклона и равной толщины.
7. Наблюдение колец Ньютона в отраженном и проходящем свете.
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 №8

1. В чем суть явления дифракции? Виды дифракции.
2. Принцип Гюйгенса-Френеля.
3. Дифракция Френеля. Метод зон Френеля.
4. Дифракция Френеля на круглом отверстии. Распределение интенсивности на экране.
5. Дифракция Френеля на круглом диске. Распределение интенсивности на экране.
6. Дифракция Френеля на полуплоскости.
7. Дифракция Фраунгофера на щели. Распределение интенсивности на экране. Условия минимумов и максимумов.
8. Дифракция Фраунгофера на решетке. Распределение интенсивности на экране. Условия главных максимумов, главных и добавочных минимумов. Угловая дисперсия. Линейная дисперсия. Разрешающая сила.
9. Дифракционные картины, получаемые при освещении дифракционной решетки монохроматическим и белым светом.
10. Оптическая схема экспериментальной установки.

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 экзамену, 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.
10. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея. Правило Ленца.
11. Вычисление индуктивности соленоида.
12. Взаимная индукция. Трансформаторы.
13. Энергия магнитного поля.
14. Процессы при замыкании и размыкании цепи, содержащей индуктивность.
15. Явления, связанные с законом электромагнитной индукции.
16. Переменный ток. Резистор, конденсатор, индуктивность в цепи переменного тока.
17. Метод векторных диаграмм для расчета сопротивления цепей переменного тока.
18. Резонанс напряжений. Резонанс токов.
19. Вихревое электрическое поле.
20. Ток смещения.
21. Система уравнений Максвелла.
22. Уравнение электромагнитной волны в вакууме.
23. Параметры гармонического колебания.
24. Собственные незатухающие колебания пружинного маятника.
25. Собственные незатухающие колебания заряда и тока в колебательном контуре.
26. Сложение взаимно ортогональных колебаний.
27. Собственные затухающие колебания (пружинный маятник, колебательный контур).
28. Вынужденные колебания.
29. Амплитудно- и фазочастотные характеристики колебательного контура. Резонанс.
30. Волновые процессы. Упругие волны.
31. Уравнение волны. Плоские бегущие волны.
32. Фазовая и групповая скорости.
33. Сферические и цилиндрические волны.
34. Интерференция волн. Стоячие волны.
35. Энергия упругой волны.
36. Волновые уравнения электромагнитной волны в вакууме.
37. Строение электромагнитной волны.
38. Энергия электромагнитной волны.
39. Световая волна.
40. Законы геометрической оптики.
41. Формула тонкой линзы. Оптические центрированные системы.
42. Фотометрические единицы. Их связь с мощностью световых пучков.
43. Интерференция света. Условия интерференционных максимумов и минимумов.
44. Интерференция волн в опыте Юнга.
45. Временная когерентность.
46. Пространственная когерентность.
47. Интерференция света в тонких пленках. Полосы равного наклона.

48. Интерференция в плоском клине. Полосы равной толщины. Кольца Ньютона.
49. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля.
50. Зоны Френеля.
51. Векторная диаграмма зон Френеля.
52. Дифракция Френеля на круглом отверстии и круглом диске.
53. Дифракция Фраунгофера на бесконечной щели.
54. Дифракция Фраунгофера на решетке.
55. Дифракционная решетка как спектральный прибор.
56. Пространственная решетка. Дифракция рентгеновских лучей.
57. Элементарная теория дисперсии света в газах.
58. Поляризация света. Закон Малюса.
59. Поляризация света при прохождении границы раздела сред.
60. Двойное лучепреломление.
61. Поляризационные призмы и поляроиды.
62. Законы равновесного теплового излучения.

11.3. Типовые задания для текущего контроля

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

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

- обсуждение теоретических вопросов;
- решение физических задач;
- тестирование;
- теоретический опрос и защита отчетов по лабораторным работам;
- проведение контрольных работ;
- экзамен, зачет с оценкой.

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, протекшее 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 производная 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. Брусok 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.

Решение

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

Второй закон Ньютона имеет вид

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

Брусok 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

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

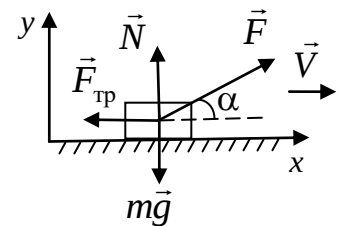
$$y: 0 = -mg + N + F \sin \alpha. \quad (3)$$

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:

- а) скорость V молота непосредственно перед ударом;
- б) 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) – $T_2 = \frac{mV^2}{2}$, $\Pi_1 = 0$ 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

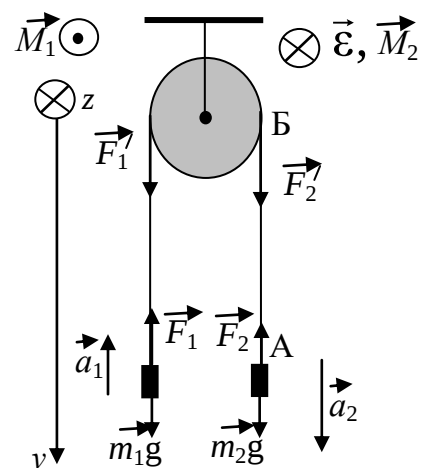
а) $a = ?$
 б) $F_1 = ?$
 $F_2 = ?$

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 $m_{AB}a = F_2 - F_2'$.

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 :

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

$$\text{Oz: } J\varepsilon = M_Z = R(F_2' - F_1').$$

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 $t_1 = 17^\circ \text{C}$. После того, как из сосуда выпустили кислород массой $\Delta m = 10 \text{ г}$, температура газа стала равной 0°C . 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

$$P_2 = \left(\frac{P_1 V M}{RT_1} - \Delta m \right) \frac{RT_2}{M V} = T_2 \left(\frac{P_1}{T_1} - \frac{R}{M V} \Delta m \right).$$

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

$$\begin{aligned} V_1 &= 1 \text{ л} = 10^{-3} \text{ м}^3, \\ P_1 &= 0,8 \text{ МПа}, \\ V_2 &= 10 \text{ л} \end{aligned}$$

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:

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

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

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

$$P_1 V_1 = \nu RT,$$

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

|

$$\begin{aligned}
 R_1 &= R, \\
 R_2 &= 2R, \\
 \rho &= \frac{\alpha}{r}, \\
 \alpha &= \text{const} \\
 E(r) &=?
 \end{aligned}$$

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

$$\oint_S \vec{E} d\vec{S} = \frac{1}{\epsilon_0} Q. \quad (1)$$

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

$$\oint_S \vec{E}_{II} d\vec{S} = \frac{1}{\epsilon_0} \int_V \rho dV, \quad (2)$$

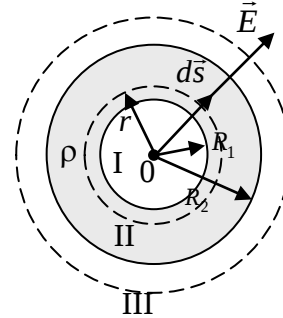
где $\rho = \frac{\alpha}{r}$, $dV = 4\pi r^2 dr$.

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

$$\oint_S \vec{E}_{II} d\vec{S} = \frac{1}{\epsilon_0} \int_V \frac{\alpha}{r} 4\pi r^2 dr. \quad (3)$$

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:

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

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 :

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

где r в левой части уравнения есть радиус внешней воображаемой замкнутой поверхности. После преобразований получаем:

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

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

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

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

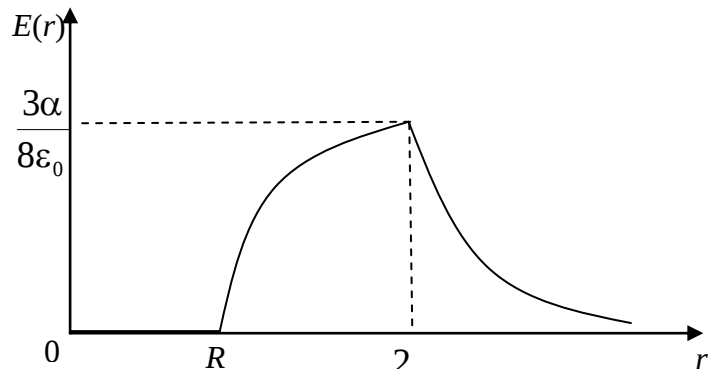
Для построения графика зависимости напряженности поля $E(r)$ как функции расстояния r от центра сферического слоя определим характерные точки для полей $E(r)$ в областях II и III. Для области II это точки: $r = R_1 = R$ и

$r = R_2 = 2R$, где $E_{II}(r = R) = 0$

и $E_{II}(r = 2R) = \frac{3\alpha}{8\varepsilon_0}$. Для обла-

сти III – точка $r = R_2 = 2R$, где

$$E_{III}(r = 2R) = \frac{3\alpha}{8\varepsilon_0}.$$



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

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

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

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

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

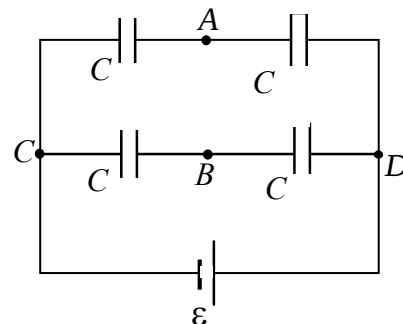
Аналогично найдем емкость $C_{34} = \frac{C_3 C_4}{C_3 + C_4}$. Эквивалентные конденсаторы C_{12} и C_{34} подключены параллельно к источнику тока. Следовательно,

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

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

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

Дано

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

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 $\Delta t = 50$ с $I = 0$. Отсюда следует:

$$Q = ?$$

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

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 :

$$Q = \int_0^{\Delta t} \left(I_1 - \frac{I_1}{\Delta t} t \right)^2 R dt = RI_1^2 \int_0^{\Delta t} \left(1 - \frac{t}{\Delta t} \right)^2 dt = \frac{RI_1^2 \Delta t}{3}.$$

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

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 ,
 $\vec{B}$,
 α ,
 e ,
 m_e

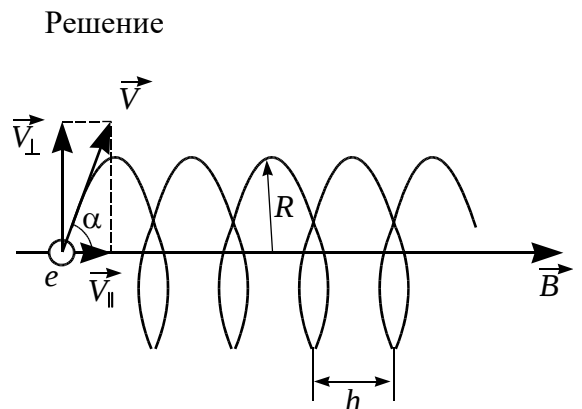
$h=?$
 $R=?$

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

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

$$V = \sqrt{2eU/m_e}$$

отсюда



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

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

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.

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 отверстии? Темное или светлое пятно получится в центре дифракционной картины, если в месте наблюдения поместить экран?

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, укладывающихся в отверстии, 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 николю. 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 николю).

Дано

Решение

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

$$I_1 = 2I_2$$

$$P = ?$$

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

$$I_{\min}$$

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

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

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

Контрольная работа №1.

Вариант №1

1. Движение материальной точки в плоскости XY описывается законом $x=At$, $y=At(1+Bt)$, где A и B – положительные постоянные. Определить: 1) радиус-вектор $\mathbf{r}$ точки в зави-

симости от времени; 2) скорость v и ускорение a в зависимости от времени;
3) модули скорости и ускорения в зависимости от времени.

- 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.

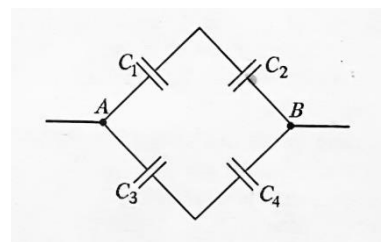
Вариант №2

- 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.
- 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 $\tau=20$ с после начала ее движения. Коэффициент сопротивления $k=20$ кг/с.

Контрольная работа №2 .

Вариант №1

- Эбонитовый шар ($\varepsilon = 3,0$) равномерно заряжен по объему. Во сколько раз энергия электрического поля вне шара превосходит энергию поля, сосредоточенную в шаре.
- 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

- 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.
- 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.

Вариант №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 $\nu_{\min}$ 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 $v = 20$ см/с и ускорение $a = -80$ см/с². Найти амплитуду A , угловую частоту ω , период T колебаний и фазу $(\omega t + \varphi)$ в рассматриваемый момент времени.

Контрольная работа №4.

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.
- Угол α между плоскостями пропускания поляризатора и анализатора равен 45° . Во сколько раз уменьшится интенсивность света, выходящего из анализатора, если угол увеличить до 60° ?

Полный фонд оценочных средств находится на кафедре «ФТОС».

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института

« ____ » _____ 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.