

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
Кафедра физики

Рабочая программа дисциплины

ФИЗИКА

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования по направлению подготовки

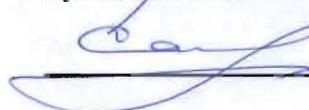
05.03.05 «Прикладная гидрометеорология»

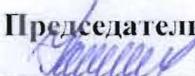
Направленность (профиль):
Прикладная гидрология

Уровень:
Бакалавриат

Форма обучения
Очная/заочная

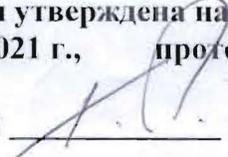
Согласовано
Руководитель ОПОП

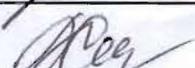

Сакович В.М.

Председатель УМС
 И.И. Палкин

Рекомендована решением
Учебно-методического совета РГГМУ
19 мая 2021 г., протокол № 8

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
13 апреля 2021 г., протокол № 8

Зав. кафедрой  Бобровский А.П.

Авторы-разработчики:
 Потанова И.А.
 Скобликова А.Л.

Санкт-Петербург 2021

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – формирование у студентов, современного представления о физической картине мира, создание базы знаний для изучения специальных дисциплин, навыков использования основных законов физики в последующей профессиональной деятельности.

Задачи:

- изучение законов окружающего мира в их взаимосвязи;
- овладение фундаментальными принципами и методами решения научно-технических задач с использованием цифровых технологий;
- формирование навыков по применению положений фундаментальной физики к грамотному научному анализу ситуаций, с которыми приходится сталкиваться выпускнику;
- освоение основных физических теорий, позволяющих описать явления в природе, и пределов применимости этих теорий для решения профессиональных задач;
- формирование у студентов основ естественнонаучной картины мира;

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Физика» для направления подготовки 05.03.05 «Прикладная гидрометеорология» относится к обязательной части Блока 1 Дисциплины (модули). Изучается дисциплина в 1, 2, 3 и 4 семестре очной формы обучения и на 1 и 2 курсах заочной формы обучения.

Учебная дисциплина «Физика» базируется на учебных дисциплинах, изучаемых в средних учебных заведениях, приведенных в таблице 1.

Таблица 1

Обеспечивающие учебные дисциплины	Входные требования		
	знать	уметь	владеть
Физика	Основные законы физики школьного курса: фундаментальные понятия, законы и теории классической физики, физическую сущность природных процессов	применять знания по физике для решения типовых физических задач	навыками работы с измерительными приборами и проведения измерений
Математика	основные математические понятия и факты, позволяющие производить преобразования, вычисления, решения уравнений и неравенств, алгебраические и тригонометрические функции, понятие производной и интеграла функции	выполнять расчеты и вычисления при решении задач	навыками работы на калькуляторе

Дисциплина «Физика» для направления подготовки «Прикладная гидрометеорология» является базовой для освоения дисциплин «Физическая

метеорология», «Гидрология суши», «Общая океанология», «Геоинформационные системы в экологии и природопользовании», «Инженерная экология», «Техногенные системы и экологический риск», «Экологический мониторинг», «Геоэкология и гляциология», «Атмосферные процессы в полярных регионах», «Радиационная экология».

3. Перечень планируемых результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций: ОПК-1.

Таблица 2.

Общепрофессиональные компетенции

Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции	Результаты обучения
<p>ОПК-1 Способен применять базовые знания фундаментальных разделов наук о Земле, естественно-научного и математического циклов при решении задач в области гидрологии и природопользования</p>	<p>ОПК-1.2 Осуществляет решение профессиональных задач на основе базовых знаний естественнонаучного цикла.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные физические величины и константы, их определение, смысл; – сущность физических явлений и описывающих их законов; – физические механизмы, лежащие в основе природных явлений, <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – объяснить основные наблюдаемые природные и техногенные явления и эффекты с позиций фундаментальных физических взаимодействий; – применять методы физико-математического анализа к решению конкретных естественнонаучных и технических проблем; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками использования основных общезначимых законов и принципов в важнейших практических приложениях; – навыками применения основных методов физико-математического анализа для решения естественнонаучных задач; – навыками использования математических и графических программ.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет 13 зачетных единиц, 468 академических часов.

Таблица 3.

Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий в академических часах

Объём дисциплины	Всего часов	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
Общая трудоёмкость дисциплины	468	468
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	182	52
в том числе:		
лекции	84	26
практические занятия	42	14
лабораторные работы	56	12
Самостоятельная работа (СРС) – всего:	286	416
в том числе:		
курсовая работа		
контрольная работа	72	152
Вид промежуточной аттестации	Экзамен (1, 2, 3, 4 семестр)	Экзамен (1, 2 курсы)

4.2. Структура дисциплины

Таблица 4.

Структура дисциплины для очной формы обучения

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Формируемые компетенции
			Лекции	Лабора-т./Практич.	Самост. работа			
1	Раздел 1. Введение.	1	1	0/0			ОПК-1	ОПК-1,2
2	Раздел 2. Физические основы механики.		18	14/10	58			

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Формируемые компетенции
			Лекции	Лабора- т./ Практич.	Самост. работа			
2.1	Тема 2.1 Кинематика и динамика материальной точки и твердого тела. Движение в неинерциальных системах отсчета	1	14	14/6	28	Собеседование, практические задания, отчеты по лабораторным работам, контрольная работа	ОПК-1	ОПК-1,2
2.2	Тема 2.2 Элементы релятивистской механики.	1	4	0/4	30	Контрольная работа, практические задания	ОПК-1	ОПК-1,2
3	Раздел 3. Молекулярная физика и термодинамика		17	14/14	74			
3.1	Тема 3.1. Молекулярно- кинетическая теория идеального газа	1	9	0/4	30	Собеседование, практические задания, контрольная работа	ОПК-1	ОПК-1,2
	ИТОГО 1 семестр		28	14/14	88			
3.2	Тема 3.2. Физические основы термодинамики	2	6	14/6	20	Собеседование, практические задания, отчеты по лабораторным работам, контрольная работа	ОПК-1	ОПК-1,2
3.3	Тема 3.3. Реальные газы, жидкости и твердые тела	2	2	0/4	24	Собеседование	ОПК-1	ОПК-1,2
4	Раздел 4. Электричество и магнетизм		16	14/10	70			

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Формируемые компетенции
			Лекции	Лабора- т./ Практич.	Самост. работа			
4.1	Тема 4.1. Электростатика	2	6	0/2	22	Собеседование, практические задания, контрольная работа, тесты	ОПК-1	ОПК-1,2
	ИТОГО 2 семестр		14	14/14	66			
4.2	Тема 4.2. Постоянный электрический ток	3	2	2/2	16	Собеседование, практические задания, тесты, отчеты по лабораторным работам, контрольная работа	ОПК-1	ОПК-1,2
4.3	Тема 4.3. Магнитное поле	3	4	8/4	14	Собеседование, практические задания, тесты, отчеты по лабораторным работам, контрольная работа	ОПК-1	ОПК-1,2
4.4	Тема 4.4. Электромагнитное поле	3	4	4/2	18	Собеседование, практические задания, отчеты по лабораторным работам, тесты	ОПК-1	ОПК-1,2
5	Раздел 5. Колебания и волны		8	2/6	24			
5.1	Тема 5.1. Механические и электромагнитные колебания	3	4	0/6	18	Собеседование, отчеты по лабораторным работам, контрольная работа, тесты	ОПК-1	ОПК-1,2
	ИТОГО 3 семестр	3	14	14/14	66			
5.2	Тема 5.2. Упругие и электромагнитные волны	4	4	2/0	6	Собеседование, практические задания, тесты	ОПК-1	ОПК-1,2

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Формируемые компетенции
			Лекции	Лаборат./ Практич.	Самост. работа			
6	Раздел 6. Волновая оптика. Основы квантовой физики		16	30/0	36			
6.1	Тема 6.1. Волновая оптика.	4	6	2/0	12	Собеседование, практические задания, отчеты по лабораторным работам, контрольная работа, тесты	ОПК-1	ОПК-1,2
6.2	Тема 6.2. Квантовая природа электромагнитного излучения.	4	4	6/0	12	Собеседование, практические задания, отчеты по лабораторным работам, контрольная работа	ОПК-1	ОПК-1,2
6.3	Тема 6.3. Элементы квантовой механики.	4	6	0/0	12	Собеседование, практические задания, контрольная работа, тестовые задания	ОПК-1	ОПК-1,2
7	Раздел 7. Физика атома. Элементы ядерной физики и физики элементарных частиц.		8	6/0	24			
7.1	Тема 7.1 Элементы физики атома	4	4	0/0	12	Собеседование, практические задания, контрольная работа,	ОПК-1	ОПК-1,2

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Формируемые компетенции
			Лекции	Лаб. работ./ Практич.	Самост. работа			
7.2	Тема 7.2. Элементы физики атомного ядра и физики элементарных частиц.	4	4	6/0	12	Собеседование, практические задания, отчеты по лабораторным работам, контрольная работа	ОПК-1	ОПК-1,2
	ИТОГО 4 семестр	4	28	14/0	66			
	ИТОГО		84	56/42	286			

Таблица 5.

Структура дисциплины для заочной формы обучения

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Курс	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Лабораторные работы/ практические или семинарские занятия	Самостоятельная работа			
1	Раздел 1. Введение. Физические основы механики.	1	3	2/2	66		ОПК-1	ОПК-1,2
1.1	Тема 1.1 Кинематика и динамика материальной точки и твердого тела.	1	1	2/1	50	Собеседование, практические задания, лабораторные работы, контрольная работа	ОПК-1	ОПК-1,2
1.2	Тема 1.2 Элементы релятивистской механики	1	2	0/1	16	контрольная работа	ОПК-1	ОПК-1,2
2	Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика	1	4	2/2	70		ОПК-1	ОПК-1,2

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Курс	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Лабораторные работы/ практические или семинарские занятия	Самостоятельная работа			
2.1	Тема 2.1. Молекулярно-кинетическая теория идеального газа	1	2	1/1	30	Собеседование, лабораторная работа, контрольная работа	ОПК-1	ОПК-1,2
2.2	Тема 2.2. Физические основы термодинамики	1	2	1/1	40	Собеседование, лабораторная работа, контрольная работа	ОПК-1	ОПК-1,2
3	Раздел 3. Электричество и магнетизм	2	7	2/4	88		ОПК-1	ОПК-1,2
3.1	Тема 3.1. Электростатика	2	2	0/1	18	Собеседование, лабораторная работа, контрольная работа,	ОПК-1	ОПК-1,2
3.2	Тема 3.2. Постоянный электрический ток	1	2	1/1	26	Собеседование, лабораторная работа, контрольная работа, тестовые задания	ОПК-1	ОПК-1,2
3.3	Тема 3.3. Магнитное поле	1	1	0/1	26	Собеседование, лабораторная работа, контрольная работа, тестовые задания	ОПК-1	ОПК-1,2
3.4	Тема 3.4. Электромагнитное поле	1	2	1/1	18	Собеседование, практические задания, тестовые задания, реферат	ОПК-1	ОПК-1,2
	ИТОГО за 1 курс	1	14	6/8	224		ОПК-1	ОПК-1,2

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Курс	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Лабораторные работы/ практические или семинарские занятия	Самостоятельная работа			
4	Раздел 4. Колебания и волны	2	2	1/1	36	Собеседование, практические задания, лабораторная работа тестовые задания	ОПК-1	ОПК-1,2
5	Раздел 5. Волновая оптика. Основы квантовой физики	2	6	5/5	120		ОПК-1	ОПК-1,2
5.1	Тема 5.1. Волновая оптика	2	2	2/2	60	Собеседование, лабораторные работы, контрольная работа, тестовые задания	ОПК-1	ОПК-1,2
5.2	Тема 5.2. Квантовая природа электромагнитного излучения.	2	2	1/1	40	Собеседование, лабораторные работы, контрольная работа	ОПК-1	ОПК-1,2
5.3	Тема 5.3. Элементы квантовой механики	2	2	1/1	20	Собеседование, лабораторные работы, контрольная работа, реферат	ОПК-1	ОПК-1,2
6	Раздел 6. Физика атома. Элементы ядерной физики и физики элементарных частиц	2	4	1/1	36	Собеседование, лабораторные работы, контрольная работа, реферат	ОПК-1	ОПК-1,2
	ИТОГО за 2 курс:	2	12	6/6	192		ОПК-1	ОПК-1,2
	ИТОГО		26	12/14	416			

4.3. Содержание разделов/тем дисциплины

Раздел 1. Введение. Физические основы механики

Предмет физики, его философская трактовка. Методы изучения физики. Краткие исторические сведения. Вселенная как физический объект. Классическая и современная физика. Роль курса физики в системе подготовки инженеров экологов. Структура и задачи курса физики. Организация учебного процесса на кафедре физики.

Элементы теории погрешностей. Виды измерений физических величин. Типы погрешностей. Основы обработки результатов измерений.

Тема 2.1 Кинематика и динамика материальной точки и твердого тела.

Движение в неинерциальных системах отсчета

Кинематика материальной точки и твердого тела

Механическое движение как простейшая форма движения материи. Кинематика поступательного движения. Основные понятия и величины кинематики: система отсчета, траектория, путь и вектор перемещения, скорость и ускорение, нормальное и тангенциальное ускорения. Уравнение движения материальной точки. Основная задача механики.

Кинематика вращательного движения. Элементы кинематики поступательного и вращательного движения абсолютно твердого тела. Угол поворота. Угловая скорость, угловое ускорение. Связь между угловыми и линейными характеристиками движения.

Динамика материальной точки и твердого тела

Динамика материальной точки. Понятия массы и силы. Понятие о фундаментальных взаимодействиях. Законы Ньютона. Силы в механике: сила упругости, сила трения, сила гравитации. Сила тяжести и вес тела. Импульс. Поступательное и вращательное движения твердого тела. Момент силы. Момент инерции и теорема Штейнера. Понятие момента импульса материальной точки. Понятие момента импульса твердого тела, вращающегося вокруг оси. Выражение момента импульса вращающегося тела через угловую скорость и момент инерции.

Законы сохранения в механике

Уравнения движения для системы материальных точек. Уравнение движения центра массы системы. Закон изменения и сохранения импульса системы. Реактивное движение. Уравнение движения тела переменной массы. Законы изменения и сохранения момента импульса. Закон сохранения момента импульса вращающегося тела. Гироскоп, гироскопический эффект.

Работа. Мощность. Кинетическая энергия. Связь между изменением кинетической энергии и работой силы. Консервативные и неконсервативные силы. Потенциальная энергия, ее связь с силой. Связь между силой и потенциальной энергией. Кинетическая энергия вращающегося тела. Закон изменения и сохранения энергии.

Движение в неинерциальных системах отсчета

Общий принцип введения сил инерции в неинерциальные системы отсчета. Силы инерции в системах, движущихся прямолинейно.

Вращающиеся системы отсчета. Центробежная сила инерции. Кориолисова сила инерции. Силы инерции в системе отсчета, связанной с Землей. Силы, действующие на частицу воздуха в атмосфере и на частицу воды в океане.

Тема 2.2 Элементы релятивистской механики

Инерциальные системы отсчета. Принцип относительности классической физики. Преобразования Галилея. Постулаты специальной теории относительности. Преобразования Лоренца. Релятивистское преобразование времени. Парадокс часов. Мезонный парадокс. Релятивистская трактовка одновременности. Релятивистское преобразование продольных размеров. Релятивистский закон сложения скоростей. Релятивистский интервал, его инвариантность.

Понятие массы покоя, релятивистской массы, релятивистского импульса. Основной закон динамики в релятивистской форме как обобщение результатов опыта. Понятие релятивистской полной энергии, энергии покоя, кинетической энергии. Выражения кинетической энергии для релятивистских и малых скоростей. Связь между полной энергией, энергией покоя и импульсом тела. Законы сохранения в механике – как отражение симметрии пространства и времени.

Раздел 3. Молекулярная (статистическая) физика и термодинамика

Тема 3.1 Молекулярно-кинетическая теория идеального газа

Модель идеального газа. Сила и потенциальная энергия взаимодействия молекул. Молекулярно-кинетическая трактовка температуры и давления газа. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газа. Уравнение состояния идеального газа и смеси газов.

Распределение молекул по модулю скорости (распределение Максвелла). Функция Максвелла. Зависимость распределения Максвелла от рода газа и температуры. Средняя арифметическая, средняя квадратичная и наиболее вероятная скорости молекул. Распределение Максвелла-Больцмана.

Распределение молекул в поле внешней силы. Распределение концентрации молекул, плотности и давления газа в поле силы тяжести при постоянной температуре газа. Барометрическая формула.

Эффективное сечение молекул. Среднее число столкновений и средняя длина свободного пробега молекулы. Понятие физического вакуума.

Процессы переноса в газах. Процесс теплопроводности, уравнение теплопроводности. Процесс диффузии, уравнение диффузии. Внутреннее трение (вязкость), уравнение внутреннего трения. Вычисления коэффициентов теплопроводности, диффузии и вязкости газов, связь между коэффициентами.

Тема 3.2 Физические основы термодинамики

Внутренняя энергия идеального газа, ее зависимость от температуры и числа степеней свободы молекул. Закон о равномерном распределении энергии по степеням свободы. Теплоемкость идеального газа. Уравнение Майера. Работа газа при изменении его объема. Первый закон термодинамики и его применение к изопроцессам.

Второй закон термодинамики. Обратимые и необратимые процессы. Круговые процессы. Цикл Карно. Тепловые двигатели. Коэффициент полезного действия тепловой машины. Понятие энтальпии. Понятие энтропии. Статистическая интерпретация второго начала. Связь между энтропией и термодинамической вероятностью состояния. Порядок и беспорядок в природе. Самоорганизация.

Тема 3.3 Реальный газ, жидкость, твердое состояние

Модель реального газа. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы Ван-дер-Ваальса. Метастабильные состояния. Внутренняя энергия газа Ван-дер-Ваальса.

Молекулярно-кинетические свойства жидкости. Поверхностное натяжение.

Молекулярное строение твердых тел.

Молекулярно-кинетическая картина испарения. Зависимость упругости насыщения от температуры. Понятие о формуле Клаузиуса-Клапейрона. Зависимость упругости насыщения от кривизны испаряющей поверхности. Зависимость упругости насыщения от концентрации раствора. Понятие о температурах конденсации: точке росы, точке конденсации, температуре смоченного термометра. Уравнение теплового баланса.

Равновесие между твердой и газообразной, между твердой и жидкой фазами. Общая диаграмма фазового равновесия.

Раздел 4. Электричество и магнетизм.

Тема 4.1 Электростатика

Электрический заряд. Закон сохранения и инвариантности электрического заряда. Квантование заряда. Закон Кулона. Природа электрического поля. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции полей. Графическое изображение полей. Поток напряженности, теорема Остроградского-Гаусса. Электростатические поля заряженных тел: бесконечно протяженной плоскости, плоского конденсатора, равномерно заряженного по объему шара, цилиндрического конденсатора. Циркуляция вектора напряженности электростатического поля. Работа сил электрического поля по перемещению заряда. Потенциал, разность потенциалов. Эквипотенциальные поверхности. Связь напряженности и потенциала.

Проводники в электрическом поле. Распределение зарядов на проводниках. Электрическое поле внутри проводника. Электростатическая защита. Электрическая емкость. Конденсаторы. Соединение конденсаторов в батарее.

Электрическое поле внутри диэлектрика. Поляризация диэлектриков и ее типы. Вектор поляризации. Диэлектрическая восприимчивость и диэлектрическая проницаемость среды. Связанные заряды на границах диэлектрика. Вектор электрического смещения. Сегнетоэлектрики. Энергия заряженного проводника и конденсатора. Энергия электрического поля, объемная плотность энергии.

Тема 4.2 Постоянный ток

Теория Друде-Лоренца (классическая теория проводимости металлов). Вектор плотности тока. Законы Ома и Джоуля-Ленца в интегральной и дифференциальной форме. Закон Видемана-Франца. Затруднения классической теории проводимости. Законы Кирхгофа.

Тема 4.3 Магнитное поле

Вектор магнитной индукции и вектор напряженности магнитного поля. Закон Био-Савара-Лапласа. Принцип суперпозиции магнитных полей. Магнитное поле элемента проводника с током, прямого тока, кругового тока. Вихревой характер магнитного поля. Закон полного тока. Магнитное поле соленоида и тороида.

Силовое действие магнитного поля на заряды и проводники с током. Взаимодействие токов. Магнитный поток. Контур с током в магнитном поле. Работа перемещения проводника с током и контура в магнитном поле. Движение заряженных частиц в магнитном поле Земли. Полярные сияния. Эффект Холла. Магнитные свойства вещества. Магнитный момент электронов и атомов. Типы магнетиков. Намагниченность. Магнитное поле в веществе. Ферромагнетики и их свойства. Домены. Магнитный гистерезис.

Тема 4.4 Электромагнитное поле

Явление электромагнитной индукции. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Вихревые токи. Самоиндукция. Индуктивность. Энергия и плотность энергии магнитного поля.

Основы теории Максвелла для электромагнитного поля. Вихревое электрическое поле. Ток смещения. Полная система уравнений Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Электромагнитное поле.

Раздел 5. Механические и электромагнитные колебания и волны

Тема 5.1 . Механические и электромагнитные колебания

Понятия о колебательных процессах. Механические и электрические колебания. Гармонические колебания и их характеристики. Дифференциальное уравнение гармонических колебаний. Гармонические осцилляторы: маятники, колебательный контур. Скорость и ускорение гармонического осциллятора. Энергия гармонических колебаний.

Сложение гармонических колебаний одинакового направления. Метод векторных диаграмм. Биения. Сложение взаимно перпендикулярных колебаний. Фигуры Лиссажу.

Затухающие колебания. Дифференциальные уравнения колебаний при наличии силы трения, омического сопротивления. Коэффициент затухания, логарифмический декремент. Вынужденные колебания. Дифференциальное уравнение колебаний при наличии вынуждающей силы. Резонанс.

Переменный ток. Закон Ома для цепи переменного тока. Сопротивление цепи переменного тока. Мощность в цепи переменного тока. Векторные диаграммы тока и напряжений. Резонанс токов и напряжений.

Тема 5.2 Упругие и электромагнитные волны

Понятие волновых процессов. Волны в упругой среде. Уравнение плоской волны и ее характеристики: длина волны, волновой вектор, скорость. Волновое уравнение. Энергия упругой волны. Плотность потока энергии волны (вектор Умова). Интенсивность волны.

Акустические (звуковые) волны. Характеристики звуковых волн. Эффект Доплера. Сложение упругих волн. Интерференция волн. Стоячие волны.

Электромагнитные волны. Волновое уравнение электромагнитной волны. Плоская электромагнитная волна, ее свойства. Излучение и распространение электромагнитных волн. Энергия электромагнитных волн. Вектор Пойнтинга. Шкала электромагнитных волн. Эффект Доплера для электромагнитных волн. Красное смещение.

Раздел 6. Волновая оптика. Основы квантовой физики.

Тема 6.1 Волновая оптика

Интерференция света. Когерентность световых волн. Разность хода. Разность фаз. Опыт получения когерентных световых пучков. Интерференция света в тонких пленках. Клиновидные кольца Ньютона.

Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Дифракция на одной щели. Дифракционная решетка. Разрешающая способность оптических приборов. Дифракция на объемной решетке (формула Вульфа-Бреггов).

Поляризация света. Естественный свет. Поляризованный свет. Поляризация при отражении. Закон Брюстера. Явление двойного лучепреломления. Закон Малюса.

Дисперсия света. Нормальная и аномальная дисперсия.

Поглощение света. Закон Бугера-Ламберта-Бейера. Рассеяние света.

Метод получения объемного изображения предметов, основанный на явлении интерференции и дифракции света. Голография.

Тема 6.2. Квантовая природа электромагнитного излучения.

Тепловое излучение

Тепловое излучение, его характеристики. Закон Кирхгофа. Абсолютно «черное» тело. Законы теплового излучения абсолютно «черного» тела. Закон Стефана-Больцмана. Закон спектрального смещения Вина. УФ-катастрофа. Квантование излучения. Формула Планка.

Квантовая природа электромагнитного излучения

Квантовая природа света. Энергия, масса, импульс фотона. Давление света. Фотоэлектрический эффект, его законы. Эффект Комптона. Корпускулярно-волновой дуализм электромагнитного излучения.

Оптические квантовые генераторы (лазеры).

Тема 6.3 Элементы квантовой механики.

Корпускулярно-волновой дуализм материи. Волны де Бройля. Экспериментальное подтверждение волновой природы электронов. Опыты Девисона и Джермера. Эффект Вавилова-Черенкова.

Соотношение неопределенностей Гейзенберга для координат и импульса. Соотношение неопределенностей для энергии и времени.

Уравнение Шредингера. Движение свободной частицы. Волновая функция и ее физический смысл. Частица в прямоугольной потенциальной яме (одномерный случай). Квантовый гармонический осциллятор. Туннельный эффект.

Раздел 7. Физика атома. Элементы ядерной физики и физики элементарных частиц

Тема 7.1 Физика атома.

Постулаты Бора. Экспериментальное подтверждение дискретности энергетических уровней. Опыт Франка и Герца. Модель атома водорода по Бору.

Строение атома. Квантово-механическое описание атома водорода. Квантовые числа. Спин электрона. Пространственное распределение электронной плотности в атоме водорода в различных состояниях. Энергетический и оптический спектры атома водорода.

Многоэлектронный атом. Эффект Зеемана. Заполнение электронных оболочек. Принцип Паули. Квантово-механическое обоснование периодичности химических свойств элементов. Рентгеновское излучение. Молекулярные спектры.

Тема 7.2 Элементы ядерной физики и физики элементарных частиц.

Состав ядра. Естественная радиоактивность. Энергия связи. Дефект массы. Капельная модель ядра. Закон радиоактивного смещения. Закон радиоактивного распада. Объяснение α -излучения, γ -излучения. Поле ядерных сил.

Реакции превращения нуклонов. Открытие протона. Открытие нейтрона. Открытие нейтрино. Объяснение β -излучения.

Ядерные реакции синтеза. Ядерные реакции деления. Цепная реакция деления урана.

Элементарные частицы. Их классификация. Виды взаимодействия элементарных частиц. Космические лучи. Мезоны. Частицы и античастицы. Образование и уничтожение электронно-позитронных пар. Кварки и глюоны.

4.4. Содержание занятий семинарского типа

Таблица 6.

Содержание лабораторных занятий для очной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
1	Введение в теорию погрешностей. Погрешности в прямых измерениях.	2	2
1	Погрешности в косвенных измерениях. Графический анализ данных.	2	2
1	Обработка результатов при измерениях физических величин.	2	2
2	Определение момента инерции кольца методом сравнения крутильных колебаний.	2	2
2	Определение момента инерции физического маятника и проверка теоремы Штейнера.	2	2
2	Определение коэффициента жёсткости и модуля Юнга методом пружинного маятника.	2	2
2	Исследование процесса соударения упругих тел.	2	2
3	Определение универсальной газовой постоянной методом электролиза.	2	2
3	Определение скорости звука в воздухе резонансным методом.	2	2
3	Определение отношения теплоемкости воздуха при постоянном давлении к его теплоемкости при постоянном объеме.	2	2
3	Определение коэффициента теплопроводности воздуха методом нагретой нити.	2	2
3	Определение коэффициента вязкости и диаметра молекулы воздуха капиллярным методом.	2	2
3	Определение коэффициента вязкости и диаметра молекулы газа.	2	2
3	Определение коэффициента поверхностного натяжения методом отрыва нити.	2	2
3	Определение коэффициента вязкости жидкости методом Стокса.	2	2
3	Определение теплоты парообразования воды.	2	2
3	Определение коэффициента взаимной диффузии воздуха и водяного пара.	2	2

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
3	Определение коэффициента теплопроводности твердых тел с малой теплопроводностью.	2	2
3	Измерение коэффициента поверхностного натяжения воды и определение его температурной зависимости.	2	2
3	Определение «точки росы» при различной абсолютной влажности	2	2
3	Определение теплоты испарения жидкости по давлению насыщенных паров	2	2
3	Определение теплоемкости твердого тела	2	2
3	Определение теплоемкости газа методом проточного нагрева	2	2
3	Определение показателя адиабаты при адиабатическом расширении газа	2	2
3	Определение показателя адиабаты по скорости звука в воздухе	2	2
3	Определение теплопроводности газов методом нагретой нити	2	2
3	Определение теплопроводности твердого тела	2	2
4	Изучение цепей переменного тока.	2	2
4	Исследование ферромагнетиков.	2	2
4	Изучение разряда конденсатора.	2	2
4	Определение удельного заряда электрона методом магнетрона.	2	2
4	Экспериментальная проверка законов Кирхгофа.	2	2
4	Изучение цепи постоянного тока.	2	2
4	Исследование термистора.	2	2
4	Исследование полупроводникового выпрямителя	2	2
4	Определение элементов магнитного поля Земли.	2	2
4	Определение горизонтальной составляющей магнитного поля земли.	2	2
5	Определение отношения c_p/c_v для воздуха с помощью явления звукового резонанса.	2	2
6	Определение показателя преломления жидкости с помощью лабораторного интерферометра.	2	2
6	Определение радиуса кривизны линзы с помощью колец Ньютона.	2	2

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
6	Изучение спектра водорода в видимой области.	2	2
6	Зависимость показателя преломления воздуха от давления.	2	2
	Идентификация газов с помощью спектрального анализа.	2	2
6	Определение степени черноты вольфрама на основе закона Стефана-Больцмана.	2	2
6	Определение концентрации сахара с помощью сахариметра.	2	2
6	Закон Брюстера и закон Малюса.	2	2
6	Магнитное вращение плоскости поляризации света (эффект Фарадея).	2	2
6	Фотоколориметрическое определение концентрации примесей тяжелых металлов в воде.	2	2
6	Исследование спектральной чувствительности фотосопротивления.	2	2
6	Определение удельного заряда электрона.	2	2
6	Изучение явления фотоэффекта.	2	2
7	Изучение космического излучения с помощью счетчика Гейгера-Мюллера	2	2
7	Определение энергии γ -кванта радиоактивного излучения изотопа цезия-137.	2	2
7	Определение энергии γ -кванта радиоактивного излучения изотопа кобальта-60.	2	2

5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Самостоятельная работа студентов является составной частью учебной работы и имеет целью закрепление и углубления полученных знаний и навыков, поиск и приобретение новых знаний, использование цифровых (электронных) ресурсов, а также выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям, экзаменам.

Самостоятельная работа предусматривает, как правило, выполнение вычислительных работ с использованием программ для математических расчетов, графических заданий к лабораторным работам с применением графических редакторов, подготовку практических заданий, контрольных работ.

Работа с литературой предусматривает самостоятельное изучение теоретического материала, разработку рефератов и других творческих заданий с использованием цифровых ресурсов.

При самостоятельной работе над разделами дисциплины, при выполнении практических работ, при подготовке к тестам, опросам и к промежуточному контролю

студент должен изучить соответствующие разделы основной и вспомогательной литературы по дисциплине, а также использовать указанные в перечне интернет-ресурсы.

В процессе самостоятельной учебной деятельности формируются умения: анализировать свои познавательные возможности и планировать свою познавательную деятельность; развивать навыки ознакомления и работы с различными цифровыми ресурсами; работать с источниками информации: текстами, таблицами, схемами; анализировать полученную учебную информацию, делать выводы; анализировать и контролировать свои учебные действия; самостоятельно контролировать полученные знания.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Учет успеваемости обучающегося по дисциплине осуществляется по 100-балльной шкале.

Максимальное количество баллов по дисциплине за один семестр – 100:

- максимальное количество баллов за выполнение всех видов текущего контроля - 65;
- максимальное количество баллов за посещение лекционных занятий - 10;
- максимальное количество баллов за прохождение промежуточной аттестации - 25;

6.1. Текущий контроль

Типовые задания, методика выполнения и критерии оценивания текущего контроля по разделам дисциплины представлены в Фонде оценочных средств по данной дисциплине.

6.2. Промежуточная аттестация

Для очной формы обучения

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – **Экзамен после 1, 2, 3 и 4-го семестров.**

Для заочной формы обучения

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – **Экзамен после 1, и 2-го года.**

Форма проведения экзамена: устно по билетам

Перечень примерных вопросов для подготовки к экзамену (1 семестр):

ОПК-1

1. Путь, перемещение, скорость, ускорение материальной точки.
2. Уравнение кинематики поступательного и вращательного движений материальной точки (для равномерного и равноускоренного движений).
3. Тангенциальное, нормальное и полное ускорение при криволинейном движении, их взаимосвязь.
4. Угловое перемещение, угловая скорость, угловое ускорение при вращательном движении твердого тела.
5. Связь между величинами, характеризующими поступательное и вращательное движение. Характеристики равномерного вращения. Сложное поступательно-вращательное движение.
6. Понятие силы и массы. Законы Ньютона.
7. Закон всемирного тяготения. Сила тяжести и вес тела.
8. Сила упругости. Закон Гука. Силы трения.
9. Момент силы.
10. Момент инерции материальной точки и твёрдого тела. Момент инерции стержня, кольца, диска, шара. Теорема Штейнера.
11. Основное уравнение динамики вращательного движения.

12. Момент импульса.
13. Работа и энергия. Работа консервативной силы. Мощность.
14. Кинетическая энергия. Кинетическая энергия вращательного движения.
15. Потенциальная энергия и её связь с консервативной силой.
16. Потенциальная энергия тела в поле силы тяжести, деформированной пружины. Потенциальная кривая.
17. Закон сохранения энергии. Превращение механической энергии.
18. Импульс тела. Закон изменения и сохранения импульса. Упругий и неупругий удары.
19. Центр масс, закон движения центра масс. Движение тела переменной массы. Уравнение Мещерского. Формула Циолковского.
20. Закон изменения и сохранения момента импульса.
21. Гироскоп, гироскопический эффект.
22. Законы динамики в неинерциальных системах отсчета. Силы инерции.
23. Неинерциальные системы отсчета. Центробежная сила инерции.
24. Неинерциальные системы отсчета. Сила Кориолиса.
25. Пространство и время в классической механике. Преобразования Галилея. Закон сложения скоростей. Принцип относительности Галилея.
26. Постулаты специальной теории относительности. Преобразования Лоренца.
27. Преобразования Лоренца. Относительность одновременности событий.
28. Преобразования Лоренца. Относительность длительности событий. Парадокс мезона.
29. Преобразования Лоренца. Изменение длины тел в разных системах отсчета.
30. Преобразования Лоренца и релятивистский закон сложения скоростей.
31. Интервал между событиями.
32. Основной закон релятивистской динамики.
33. Кинетическая энергия в релятивистской механике.
34. Энергия покоя. Закон взаимосвязи массы и энергии. Связь между энергией и импульсом, импульсом и кинетической энергией в релятивистской механике.
35. Системы многих частиц. Состояние системы. Параметры состояния.
36. Идеальный газ. Уравнение состояния идеального газа.
37. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа.
38. Число степеней свободы молекулы. Распределения энергии по степеням свободы.
39. Распределение молекул в потенциальном поле. Распределение Больцмана.
40. Распределение газовых молекул по скоростям (распределение Максвелла).

Перечень практических заданий к экзамену (1 семестр)

ОПК-1

1. Велосипедист проехал первую половину пути со скоростью $v_1 = 16$ км/ч, вторую половину пути – со скоростью $v_2 = 12$ км/ч. Определить среднюю скорость движения велосипедиста.

2. Радиус-вектор материальной точки изменяется со временем по закону $\vec{r} = \vec{i}t^3 + \vec{j}3t^2$. Определить для момента времени $t=1$ с модуль скорости и модуль ускорения.

3. Колесо вращается с постоянным угловым ускорением $\varepsilon = 3$ рад/с². Определить радиус колеса, если через $t=1$ с после начала движения полное ускорение колеса $a = 7,5$ м/с².

4. Диск радиусом $R = 10$ см вращается вокруг неподвижной оси так, что зависимость угла поворота радиуса диска от времени задается уравнением $\varphi(t) = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$ ($B = 1$ рад/с; $C = 1$ рад/с²; $D = 1$ рад/с³). Определить для точек на ободе колеса к концу второй секунды после начала движения: 1) тангенциальное ускорение a_t ; 2) нормальное ускорение a_n ; 3) полное ускорение a .

5. Тело массой $m = 2$ кг падает вертикально с ускорением $a = 5$ м/с². Определить силу сопротивления при движении этого тела.

6. В установке (рис. 1) угол α наклонной плоскости с горизонтом равен 20° , массы тел $m_1 = 200$ г и $m_2 = 150$ г. Считая нить и блок невесомыми и пренебрегая силами трения, определить ускорение, с которым будут двигаться эти тела, если тело m_2 опускается.

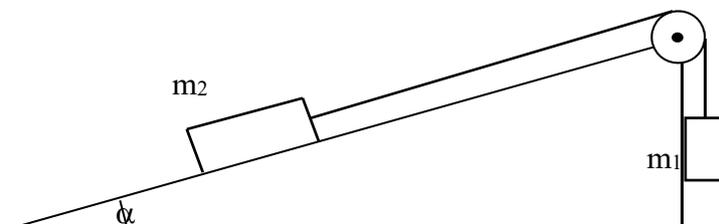


Рис. 1.

7. Материальная точка массой $m = 1$ кг двигалась под действием некоторой силы согласно уравнению $s = A - Bt + Ct^2 - Dt^3$ ($B = 3$ м/с, $C = 5$ м/с², $D = 1$ м/с³). Определить мощность N , затрачиваемую на движение точки в момент времени $t = 1$ с.

8. С вершины клина, длина которого $\ell = 2$ м и высота $h = 1$ м, начинает скользить небольшое тело. Коэффициент трения между телом и клином $f = 0,15$. Определить: 1) ускорение, с которым движется тело; 2) время прохождения тела вдоль клина; 3) скорость тела у основания клина.

9. Частица движется со скоростью $v = 0,8$ с. Определить отношение массы релятивистской частицы к ее массе покоя.

8. Определить давление, оказываемое газом на стенки сосуда, если его плотность равна $0,01$ кг/м³, а средняя квадратичная скорость молекул газа составляет 480 м/с.

10. На какой высоте давление воздуха составляет 60% от давления на уровне моря? Считать, что температура воздуха везде одинакова и равна 10°C .

11. При какой температуре средняя квадратичная скорость молекул кислорода больше их наиболее вероятной скорости.

Перечень вопросов к экзамену (2 семестр)

ОПК-1

1. Среднее число столкновений и средняя длина свободного пробега молекул.
2. Теплопроводность. Уравнение Фурье. Коэффициент теплопроводности.
3. Внутреннее трение (вязкость) газов. Уравнение Ньютона. Коэффициент вязкости.
4. Диффузия. Уравнение Фика. Коэффициент диффузии.
5. Внутренняя энергия идеального газа. Число степеней свободы молекулы.
6. Работа в термодинамике. Теплоемкость.
7. Первый закон термодинамики и его применение для изохорного и изобарного процессов в газах. Универсальная газовая постоянная. Уравнение Майера.
8. Первый закон термодинамики и его применение для изотермического и адиабатного процессов. Уравнение Пуассона.
9. Тепловые двигатели. Круговой процесс. Цикл Карно. КПД цикла. Второе начало термодинамики.
10. Обратимые и необратимые процессы. Энтропия, ее статистическое толкование и связь с термодинамической вероятностью.
11. Энтропия. Изменение энтропии при изопроцессах. Второе начало термодинамики.
12. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы Ван-дер-Ваальса.
13. Внутренняя энергия реального газа. Эффект Джоуля - Томсона.

14. Свойства жидкостей. Поверхностное натяжение. Давление под искривленной поверхностью.
15. Фазовые переходы. Диаграмма состояния.
16. Электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона.
17. Напряженность электростатического поля. Напряженность поля точечного заряда. Принцип суперпозиции. Заряд, распределенный по объему, поверхности, линии.
18. Принцип суперпозиции. Электрическое поле диполя (на оси диполя и на перпендикуляре, восстановленном из середины диполя).
19. Силовые линии. Поток вектора напряженности электростатического поля. Теорема Гаусса для электростатического поля в вакууме.
20. Теорема Гаусса. Применение теоремы Гаусса для расчета электростатических полей: напряженность поля равномерно заряженной сферической поверхности.
21. Теорема Гаусса. Применение теоремы Гаусса для расчета электростатических полей: напряженность поля объемно заряженного шара.
22. Теорема Гаусса. Применение теоремы Гаусса для расчета электростатических полей: напряженность поля равномерно заряженной бесконечной плоскости и напряженность поля двух бесконечно протяженных параллельных равномерно заряженных плоскостей.
23. Работа электростатического поля по перемещению заряда. Циркуляция вектора напряженности электростатического поля. Потенциальный характер электростатического поля.
24. Потенциал электростатического поля. Потенциал поля точечного заряда. Разность потенциалов.
25. Связь напряженности и потенциала электростатического поля. Эквипотенциальные поверхности и линии напряженности.
26. Связь напряженности и потенциала электростатического поля. Расчет потенциала заряженной сферы.
27. Связь напряженности и потенциала электростатического поля. Расчет разности потенциалов между двумя точками поля равномерно заряженной бесконечно протяженной плоскости и между двумя равномерно заряженными плоскостями.
28. Связь напряженности и потенциала электростатического поля. Расчет разности потенциалов между точками поля объемно заряженного шара.
29. Применение теоремы Гаусса для расчета напряженности поля равномерно заряженного цилиндра (нити). Связь между напряженностью и потенциалом электростатического поля. Расчет разности потенциалов между точками поля равномерно заряженного бесконечного цилиндра (нити).
30. Диэлектрики в электрическом поле. Поляризация диэлектриков и ее типы. Вектор поляризации.
31. Электрическое поле в диэлектрике. Относительная диэлектрическая проницаемость и диэлектрическая восприимчивость.
32. Вектор электрического смещения. Теорема Гаусса для диэлектриков.
33. Сегнетоэлектрики и их свойства. Диэлектрический гистерезис. Пьезоэлектрический эффект.
34. Проводники в электростатическом поле. Распределение зарядов в проводнике. Емкость уединенного проводника.
35. Конденсаторы. Емкость конденсатора. Последовательное и параллельное соединение конденсаторов.
36. Энергия проводника и конденсатора. Энергия электростатического поля.

Перечень практических заданий к экзамену (2 семестр)

ОПК-1

1. Лед массой 2 кг, находящийся при температуре -13°C , нагрели до 0°C и расплавили. Определить изменение энтропии.
2. Определить удельные теплоемкости c_v и c_p , если известно, что некоторый газ при нормальных условиях имеет удельный объем $v = 0,7 \text{ м}^3/\text{кг}$. Что это за газ?
3. Азот массой $m = 280 \text{ г}$ расширяется в результате изобарного процесса при давлении $p = 1 \text{ МПа}$. Определить: 1) работу расширения; 2) конечный объем газа, если на расширение затрачена теплота $Q = 5 \text{ кДж}$, а начальная температура азота $T_1 = 290 \text{ К}$.
4. Определить отношение давления воздуха на высоте 1 км к давлению на дне скважины глубиной 1 км. Воздух у поверхности Земли находится при нормальных условиях, и его температура не зависит от высоты.
5. При изобарном нагревании некоторого идеального газа ($\nu = 2 \text{ моль}$) на $\Delta T = 90 \text{ К}$ ему было сообщено количество теплоты 2,1 кДж. Определить: 1) работу, совершаемую газом; 2) изменение внутренней энергии газа; 3) величину $\gamma = C_p / C_v$.
6. В вершинах квадрата со стороной 0,1 м помещены заряды по 0,1 нКл. Определить напряженность поля в центре квадрата, если один заряд отрицательный.
7. В вершинах квадрата со стороной 0,1 м помещены заряды по 0,1 нКл. Определить потенциал поля в центре квадрата, если один заряд отрицательный.
8. Электростатическое поле создается двумя бесконечными параллельными плоскостями с поверхностной плотностью заряда $1 \text{ нКл}/\text{м}^2$ и $-2 \text{ нКл}/\text{м}^2$. Определить напряженность поля между плоскостями, за пределами плоскостей.
9. Каким зарядом q обладает шарик массой $m = 10^{-5} \text{ кг}$, если его вес уравнивается силой притяжения к точечному заряду $q = 10^{-7} \text{ Кл}$, находящемуся над шариком на расстоянии $r = 1 \text{ м}$?
10. Найти напряженность электрического поля в точке, лежащей посередине между точечными зарядами: положительным, равным $8 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$, и отрицательным, равным $-6 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$. Расстояние между зарядами равно 10 см, диэлектрическая проницаемость среды равна единице.
11. Сравните работы по переносу заряда q в электростатическом поле из точки А в точку В по пути АаВ, АбС, АсС? (см. рис.)

Перечень вопросов к экзамену (3 семестр)

ОПК-1

1. Электрический ток. Сила тока. Плотность тока.
2. Источники тока. ЭДС источника.
3. Закон Ома в интегральной и дифференциальной форме.
4. Закон Джоуля - Ленца в интегральной и дифференциальной форме.
5. Закон Ома для неоднородного участка цепи и следствия из него.
6. Правила Кирхгофа. Расчет разветвленных электрических цепей (пример).
7. Магнитное поле. Вектор магнитной индукции. Графическое представление магнитного поля.
8. Закон Био - Савара - Лапласа и его применение для расчета магнитного поля прямого тока.
9. Закон Био - Савара - Лапласа и его применение для расчета магнитного поля кругового тока.
10. Действие магнитного поля на проводник с током. Сила Ампера. Сила взаимодействия двух проводников с током.
11. Теорема о циркуляции вектора напряженности магнитного поля (закон полного тока) и его применение для расчета магнитного поля соленоида.
12. Теорема о циркуляции вектора напряженности магнитного поля (закон полного тока) и его применение для расчета магнитного поля тороида.