

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА ФИЗИКИ И ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Рабочая программа дисциплины (модуля)
ФИЗИКА

Направление и направленность (профиль)
21.03.01 Нефтегазовое дело. Нефтегазовое дело

Год набора на ОПОП
2025

Форма обучения
очная

Владивосток 2025

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Физика» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело (утв. приказом Минобрнауки России от 09.02.2018г. №96) и Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утв. приказом Минобрнауки России от 06.04.2021 г. N245).

Составитель(и):

*Дьяченко О.И., кандидат физико-математических наук, заведующий кафедрой,
Кафедра физики и техносферной безопасности, Diachenko.OI@vvsu.ru*

Утверждена на заседании кафедры физики и техносферной безопасности от 22.04.2025 , протокол № 8

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой (разработчика)

Дьяченко О.И.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат	oi_1709809157
Номер транзакции	0000000000DDC9FD
Владелец	Дьяченко О.И.

1 Цель, планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)

Целью освоения учебной дисциплины «Физика» является формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков в области физических процессов и явлений, лежащих в основе технологических систем и производственных процессов, необходимых для решения инженерных задач и освоения специальных дисциплин.

Задачи дисциплины:

1. Освоение основных законов и теорий физики.

Изучить фундаментальные физические понятия и законы (механики, молекулярной физики, термодинамики, электродинамики, квантовой и ядерной физики), которые необходимы для понимания природы физических явлений и процессов, происходящих в технических системах и материалах.

2. Формирование навыков применения физических моделей.

Научиться использовать физические модели и методы для описания, анализа и прогноза поведения физических систем, возникающих в инженерной практике, а также решения задач междисциплинарного характера.

3. Развитие экспериментальных умений.

Овладеть методами проведения физических экспериментов, включая обработку экспериментальных данных, оценку погрешностей, анализ результатов и интерпретацию физических закономерностей, что является основой инженерного подхода к решению проблем.

4. Формирование инженерного мышления.

Развивать аналитические и творческие способности студентов, формируя научное и инженерное мышление через решение задач, требующих интеграции знаний из физики и других естественно-научных и инженерных дисциплин.

5. Подготовка к использованию физики в профессиональной деятельности.

Применять физические законы и методы для анализа и оптимизации инженерных решений, а также для проектирования, эксплуатации и модернизации технических систем и процессов.

6. Развитие компетенций работы с информацией и коммуникации.

Уметь использовать современные информационные технологии для поиска, анализа и визуализации физических данных, а также для грамотного представления результатов исследований в письменной и устной форме. Эти цели и задачи помогут сформировать у студентов комплексное понимание роли физики в их профессиональной деятельности и заложить основу для дальнейшего освоения специализированных дисциплин и практической работы.

Планируемыми результатами обучения по дисциплине (модулю), являются знания, умения, навыки. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы, представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, формируемые в результате изучения дисциплины (модуля)

Название ОПОП ВО, сокращенное	Код и формулировка компетенции	Код и формулировка индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине		
			Код результата	Формулировка результата	
21.03.01 «Нефтегазовое»	ОПК-1 : Способен решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности,	ОПК-1.2к : использует естественнонаучные методы и модели в технических	РД1	Знание	основных законов, теорий и принципов классической и современной физики (механики,

дело» (Б-НД)	применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания	приложениях, выделяет конкретное содержание в прикладных задачах			молекулярной физики, термодинамики, электродинамики, квантовой физики), которые описывают природные явления и процессы в инженерных системах.
			РД2	Умение	использовать физические модели и математические методы для анализа и решения прикладных задач в инженерной практике, а также для описания, расчета и прогноза поведения физических систем.
			РД3	Навык	планирования и проведения физических экспериментов, обработки и анализа экспериментальных данных, оценки погрешностей, а также представления и интерпретация результатов в виде отчетов и графиков.

В процессе освоения дисциплины решаются задачи воспитания гармонично развитой, патриотичной и социально ответственной личности на основе традиционных российских духовно-нравственных и культурно-исторических ценностей, представленные в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Целевые ориентиры воспитания

Воспитательные задачи	Формирование ценностей	Целевые ориентиры
Формирование научного мировоззрения и культуры мышления		
Развитие познавательного интереса и стремления к знаниям	Гражданственность Созидательный труд Взаимопомощь и взаимоуважение	Дисциплинированность Настойчивость и упорство в достижении цели Умение рефлексировать Системное мышление Гибкость мышления Креативное мышление Способность находить, анализировать и структурировать информацию Любознательность Широкий кругозор
Формирование осознания ценности научного мировоззрения и критического мышления	Историческая память и преемственность поколений Приоритет духовного над материальным Высокие нравственные идеалы	Умение рефлексировать Системное мышление Гибкость мышления Креативное мышление Любознательность Широкий кругозор Эмоциональный интеллект

1	Механика	РД1, РД2, РД3	18	18	0	18	тест, контрольная работа
2	Молекулярная физика и термодинамика	РД1, РД2, РД3	18	18	0	17	тест, контрольная работа
2 семестр							
1	Электричество	РД1, РД2, РД3	12	12	0	12	тест, контрольная работа
2	Магнетизм	РД1, РД2, РД3	12	12	0	12	тест, контрольная работа
3	Оптика	РД1, РД2, РД3	12	12	0	11	тест, контрольная работа
Итого по таблице			72	72	0	70	

4.2 Содержание разделов и тем дисциплины (модуля) для ОФО

1 семестр

Тема 1 Механика.

Содержание темы: 1.1. Кинематика. Основные понятия механики. Путь и перемещение. Скорость. Ускорение. Ускорение при криволинейном движении. 1.2. Виды механического движения. Вращательное движение. Основные характеристики. Динамика. Первый закон Ньютона. Второй закон Ньютона. Третий закон Ньютона. 1.3. Фундаментальные физические взаимодействия. Гравитационное взаимодействие. Электромагнитное взаимодействие. Сильное и слабое взаимодействия. 1.4. Законы сохранения в механике. Механическая энергия. Кинетическая энергия и работа. Мощность. Консервативные силы. Неконсервативные силы. Потенциальная энергия. Связь между потенциальной энергией и силой. Закон сохранения механической энергии. Импульс. Закон сохранения импульса. Абсолютно упругий и неупругий удар. 1.5. Механика твердого тела. Центр инерции. Момент силы. Момент импульса. Момент инерции. Связь момента инерции и момента импульса. Основное уравнение динамики. Примеры расчета момента инерции. Теорема Гюйгенса-Штейнера. Кинетическая энергия твердого тела. Работа при вращении твердого тела. Описание поступательного и вращательного движения. 1.6. Основные понятия и законы гидроаэромеханики. Уравнение неразрывности. Уравнение Бернулли. Вязкость жидкостей. Закон Стокса.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: стандартные образовательные технологии.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к практическому занятию.

Тема 2 Молекулярная физика и термодинамика.

Содержание темы: 2.1. Основные понятия МКТ. Температура. Изопроцессы. Уравнение состояния идеального газа. Уравнение Менделеева-Клапейрона. Основные выводы МКТ. Основное уравнение МКТ. 2.2. Реальные газы. Явления переноса. Термодинамика. Основные понятия. Первое начало термодинамики. Теплоемкость. Адиабатический процесс. 2.3. Политропический процесс. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам. Второе начало термодинамики. Энтропия. Проблема тепловой смерти вселенной. Третье начало термодинамики.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: стандартные образовательные технологии.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к практическому занятию.

2 семестр

Тема 1 Электричество.

Содержание темы: 1.1. Электростатика. Электростатическое поле. Электрический заряд. Свойства электрических зарядов. Характеристики электрического поля. Связь между напряженностью и потенциалом. Электрический диполь. 1.2. Сила тока. Плотность тока. Взаимосвязь скорости направленного движения зарядов и плотности тока. Напряжение. Сопротивление. Условия прохождения постоянного электрического тока. Понятие электродвижущей силы. Напряжение для участка цепи постоянного тока. Закон Ома для участка цепи. Закон Ома для замкнутой цепи в интегральной форме. Закон Ома для замкнутой цепи в дифференциальной форме. 1.3. Разветвленные цепи. Правила Кирхгофа. Работа и мощность тока для участка цепи. Интегральный закон Джоуля-Ленца. Закон Джоуля-Ленца в дифференциальной форме. Полезная и полная работа источника тока.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: стандартные образовательные технологии.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к практическому занятию.

Тема 2 Магнетизм.

Содержание темы: 2.1. Магнитное поле. Действие магнитного поля. Опыт Эрстеда. Закон Ампера. Магнитный момент. Магнитная индукция. Линии магнитной индукции. Микротоки и макротоки. Напряженность магнитного поля. Магнитный поток. 2.2. Закон Био-Савара Лапласа. Сила Лоренца. Сила Ампера. Теорема Остроградского-Гаусса. Работа по перемещению проводника с током в магнитном поле. 2.3. Электромагнитная индукция. Правило Ленца. Трансформаторы. Генераторы. Уравнения Максвелла.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: стандартные образовательные технологии.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к практическому занятию.

Тема 3 Оптика.

Содержание темы: 3.1 Понятия геометрической оптики. Законы геометрической оптики. Линза и ее основные элементы. Ход лучей в линзе. Фокусное расстояние и оптическая сила линзы. Формула тонкой линзы 3.2 Плоское зеркало. Сферическое зеркало. Преломляющая призма. Плоскопараллельная пластина. 3.3 Интерференция. Интерференционная картина. Условие минимума и максимума интерференции. Расчет интерференционной картины от двух источников. Интерференция в тонких пленках. Кольца Ньютона. 3.4 Дифракция света. Дифракция Фраунгофера на одной щели. Дифракционная решетка. 3.5 Поляризация. Поляризаторы и анализаторы. Закон Малюса. Закон Брюстера. 3.6 Дисперсия .

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: стандартные образовательные технологии.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к практическому занятию.

5 Методические указания для обучающихся по изучению и реализации дисциплины (модуля)

5.1 Методические рекомендации обучающимся по изучению дисциплины и по обеспечению самостоятельной работы

В ходе изучения данной дисциплины студент слушает лекции и выполняет практические работы. При подготовке к практическим занятиям студент самостоятельно изучает учебную литературу, необходимую для выполнения работы. Для помощи студенту

в освоении теоретического материала (лекционных занятий) предусмотрены регулярные консультации ведущего преподавателя

Обучение строится с применением активных и интерактивных методов обучения. Изучение теоретического материала дисциплины на лекционных занятиях происходит с использованием медиа-оборудования.

При изучении данной дисциплины в соответствии с требованиями ФГОС ВО применяются инновационные технологии обучения, развивающие навыки командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерские качества. Преподавание данной дисциплины учитывает региональную и профессиональную специфику Дальневосточного региона при реализации содержания образования и формировании компетенций выпускника, определяемых настоящим ФГОС ВО.

В процессе работы над ситуациями у обучаемых формируется конкурентоспособность, развивается персональная и коллективная ответственность, шлифуются личностные ценности и установки.

Задания для самостоятельной работы студентов:

Анализ физических факторов риска на производстве (эссе или доклад):

Задание: Выполнить анализ одного из физических факторов риска (механические, тепловые, электромагнитные или радиационные воздействия) на конкретных производственных объектах и оценить его влияние на безопасность жизнедеятельности.

Объем: 5–7 страниц.

Рекомендации: Использовать примеры из реальной производственной практики, опираясь на законодательные и нормативные акты в области безопасности труда и охраны окружающей среды.

Расчет теплоизоляции для производственных помещений:

Задание: Выполнить расчет теплоизоляции для производственного помещения, чтобы снизить тепловое воздействие на работников и улучшить условия их труда. Учесть характеристики материалов и теплопроводность.

Объем: 5–6 страниц расчетов и анализа.

Рекомендации: Использовать таблицы физических свойств материалов и формулы расчета теплопередачи. Привести примеры из реальных ситуаций, связанных с необходимостью теплоизоляции.

Моделирование распространения электромагнитных полей (практическое задание):

Задание: Провести моделирование распространения электромагнитного поля с помощью специализированного программного обеспечения (например, MATLAB или COMSOL). Оценить влияние на работников в производственных условиях.

Объем: Отчёт по результатам моделирования — 6–8 страниц.

Рекомендации: Изучить программы для моделирования физических процессов, ознакомиться с параметрами электромагнитного поля, выбрать исходные данные на основе реальных условий и стандартов безопасности.

Экологическая оценка воздействия радиационных факторов на окружающую среду:

Задание: Выполнить оценку радиационного фона в конкретной производственной зоне, определить допустимые пределы для работающих сотрудников и возможное влияние на окружающую среду.

Объем: 5–7 страниц.

Рекомендации: Применять знания по радиационной безопасности, использовать открытые источники и базы данных о нормативах предельно допустимых воздействий.

Исследование акустических волн и шумового воздействия на человека:

Задание: Выполнить расчет уровня звукового давления в рабочей зоне, используя законы акустики. Оценить вредное воздействие шума и предложить способы его снижения.

Объем: 4–5 страниц с расчетами и выводами.

Рекомендации: Использовать формулы для расчета уровня шума, изучить методы звукоизоляции и подобрать меры снижения шумового воздействия в соответствии с нормативными документами.

Исследование законов термодинамики и их применение для повышения энергоэффективности:

Задание: Изучить второе начало термодинамики и предложить варианты повышения энергоэффективности на конкретных производственных объектах.

Объем: 5–6 страниц.

Рекомендации: Опирайтесь на данные из производственной практики, применять формулы энтропии и теплового баланса для оценки энергоэффективности.

Методические рекомендации для выполнения заданий:

Планирование времени:

Разделите время на выполнение каждого задания по неделям, учитывая объем и сложность. Рекомендуется уделять 10–12 часов на каждое крупное задание (например, расчет теплоизоляции или моделирование), и 5–6 часов на менее трудоемкие задания, такие как эссе или анализ.

Поиск источников:

Используйте научные базы данных, нормативные документы (ГОСТы, СНиПы, ПУЭ и т.д.), а также учебные пособия и лекции. Задания должны основываться на проверенных источниках.

Работа с программным обеспечением:

Если задание требует применения вычислительной техники или моделирования, заранее ознакомьтесь с программным обеспечением. Выполните несколько тестовых заданий, чтобы научиться работать с интерфейсом программы и правильно вводить исходные данные.

Взаимодействие с преподавателем:

Регулярно обсуждайте результаты с преподавателем, особенно в случае сложных расчетных задач или моделирования. Это поможет избежать ошибок и корректировать направления работы на ранних этапах.

Оформление отчетов:

Каждый отчет должен содержать титульный лист, краткое введение в задачу, теоретическую часть, расчёты или моделирование, выводы и список использованной литературы. Соблюдайте требования к оформлению, установленные вузом.

Анализ полученных данных:

При выполнении расчетов или моделирования важно проводить критический анализ полученных результатов и соотносить их с теоретическими знаниями и нормативами. Выводы должны быть обоснованными и сопоставимыми с практическими условиями.

5.2 Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

При необходимости обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов (по заявлению обучающегося) предоставляется учебная информация в доступных формах с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания, консультации и др.

- для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания, консультации и др.

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; индивидуальные задания, консультации и др.

6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

В соответствии с требованиями ФГОС ВО для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю) созданы фонды оценочных средств. Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 1.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература

1. Савельев, И. В. Курс общей физики. В 3 томах. Том 1. Механика. Молекулярная физика : учебник для вузов / И. В. Савельев. — 20-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 436 с. — ISBN 978-5-507-52151-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/440105> (дата обращения: 17.06.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Савельев, И. В. Курс общей физики. В 3 томах. Том 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика : учебник для вузов / И. В. Савельев. — 18-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 500 с. — ISBN 978-5-507-51528-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/422636> (дата обращения: 17.06.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Трофимова, Т. И., Основы физики. Волновая и квантовая оптика : учебное пособие / Т. И. Трофимова. — Москва : КноРус, 2023. — 215 с. — ISBN 978-5-406-11447-6. — URL: <https://book.ru/book/953489> (дата обращения: 18.06.2025). — Текст : электронный.

4. Трофимова, Т. И., Основы физики. Механика : учебное пособие / Т. И. Трофимова. — Москва : КноРус, 2021. — 220 с. — ISBN 978-5-406-04802-3. — URL: <https://book.ru/book/938076> (дата обращения: 18.06.2025). — Текст : электронный.

5. Трофимова, Т. И., Основы физики. Молекулярная физика. Термодинамика : учебное пособие / Т. И. Трофимова. — Москва : КноРус, 2021. — 180 с. — ISBN 978-5-406-04727-9. — URL: <https://book.ru/book/938041> (дата обращения: 18.06.2025). — Текст : электронный.

6. Трофимова, Т. И., Основы физики. Электродинамика : учебное пособие / Т. И. Трофимова. — Москва : КноРус, 2023. — 270 с. — ISBN 978-5-406-11448-3. — URL: <https://book.ru/book/953490> (дата обращения: 18.06.2025). — Текст : электронный.

7.2 Дополнительная литература

1. Сивухин, Д. В. Общий курс физики : учебное пособие : в 5 томах / Д. В. Сивухин. — 6-е изд., стереот. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2021 — Том 2 : Термодинамика и молекулярная физика — 2021. — 544 с. — ISBN 978-5-9221-1514-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/185719> (дата обращения: 17.06.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.3 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы (при необходимости):

1. Электронно-библиотечная система "BOOK.ru"
2. Электронно-библиотечная система "ЛАНЬ"
3. Open Academic Journals Index (ОАИ). Профессиональная база данных - Режим доступа: <http://oaji.net/>
4. Президентская библиотека им. Б.Н.Ельцина (база данных различных профессиональных областей) - Режим доступа: <https://www.prlib.ru/>
5. Информационно-справочная система "Консультант Плюс" - Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения

Основное оборудование:

- Мультимедийный комплект №2 в составе:проектор Casio XJ-M146,экран 180*180,крепление потолочное
- Система аудиовизуального представления информации

Программное обеспечение:

- □ Microsoft Office Professional Plus 2013 Russian
- □ Microsoft Windows Professional 7 Russian

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА ФИЗИКИ И ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Фонд оценочных средств
для проведения текущего контроля
и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

ФИЗИКА

Направление и направленность (профиль)
21.03.01 Нефтегазовое дело. Нефтегазовое дело

Год набора на ОПОП
2025

Форма обучения
очная

Владивосток 2025

1 Перечень формируемых компетенций

Название ОПОП ВО, сокращенное	Код и формулировка компетенции	Код и формулировка индикатора достижения компетенции
21.03.01 «Нефтегазовое дело» (Б-НД)	ОПК-1 : Способен решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания	ОПК-1.2к : использует естественнонаучные методы и модели в технических приложениях, выделяет конкретное содержание в прикладных задачах

Компетенция считается сформированной на данном этапе в случае, если полученные результаты обучения по дисциплине оценены положительно (диапазон критериев оценивания результатов обучения «зачтено», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично»). В случае отсутствия положительной оценки компетенция на данном этапе считается несформированной.

2 Показатели оценивания планируемых результатов обучения

Компетенция ОПК-1 «Способен решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания»

Таблица 2.1 – Критерии оценки индикаторов достижения компетенции

Код и формулировка индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине			Критерии оценивания результатов обучения
	Код	Тип	Результат	
ОПК-1.2к : использует естественнонаучные методы и модели в технических приложениях, выделяет конкретное содержание в прикладных задачах	РД 1	Знание	основных законов, теорий и принципов классической и современной физики (механики, молекулярной физики, термодинамики, электродинамики, квантовой физики), которые описывают природные явления и процессы в инженерных системах.	сформировавшееся систематическое знание основных законов, теорий и принципов классической и современной физики (механики, молекулярной физики, термодинамики, электродинамики, квантовой физики), которые описывают природные явления и процессы в инженерных системах.
	РД 2	Умение	использовать физические модели и математические методы для анализа и решения прикладных задач в инженерной практике, а также для описания, расчета и прогноза поведения физических систем.	сформировавшееся систематическое умение использовать физические модели и математические методы для анализа и решения прикладных задач в инженерной практике, а также для описания, расчета и прогноза поведения физических систем.
	РД 3	Навык	планирования и проведения физических экспериментов, обработки и анализа экспериментальных данных, оценки погрешностей, а также представления и интерпретация результатов	Сформировавшееся систематическое владение планированием и проведением физических экспериментов, обработкой и анализом экспериментальных данных, оценкой погрешностей

			атов в виде отчетов и графиков.	ностей, а также представлений и интерпретацией результатов в виде отчетов и графиков
--	--	--	---------------------------------	--

Таблица заполняется в соответствии с разделом 1 Рабочей программы дисциплины (модуля).

3 Перечень оценочных средств

Таблица 3 – Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)

Контролируемые планируемые результаты обучения		Контролируемые темы дисциплины	Наименование оценочного средства и представление его в ФОС		
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация	
Очная форма обучения					
РД1	Знание : основных законов, теорий и принципов классической и современной физики (механики, молекулярной физики, термодинамики, электродинамики, квантовой физики), которые описывают природные явления и процессы в инженерных системах.	1.1. Механика	Контрольная работа	Экзамен в письменной форме	
			Тест	Экзамен в письменной форме	
		1.2. Молекулярная физика и термодинамика	Контрольная работа	Экзамен в письменной форме	
			Тест	Экзамен в письменной форме	
		2.1. Электричество	Контрольная работа	Экзамен в письменной форме	
			Тест	Экзамен в письменной форме	
		2.2. Магнетизм	Контрольная работа	Экзамен в письменной форме	
			Тест	Экзамен в письменной форме	
		2.3. Оптика	Контрольная работа	Экзамен в письменной форме	
			Тест	Экзамен в письменной форме	
РД2		Умение : использовать физические модели и математические методы для анализа и решения прикладных задач в инженерной практике, а также для описания, расчета и прогноза поведения физических систем.	1.1. Механика	Контрольная работа	Экзамен в письменной форме
				Тест	Экзамен в письменной форме
	1.2. Молекулярная физика и термодинамика		Контрольная работа	Экзамен в письменной форме	
			Тест	Экзамен в письменной форме	
	2.1. Электричество		Контрольная работа	Экзамен в письменной форме	
			Тест	Экзамен в письменной форме	

		2.2. Магнетизм	Контрольная работа	Экзамен в письменной форме
			Тест	Экзамен в письменной форме
		2.3. Оптика	Контрольная работа	Экзамен в письменной форме
			Тест	Экзамен в письменной форме
РДЗ	Навык : планирования и проведения физических экспериментов, обработки и анализа экспериментальных данных, оценки погрешностей, а также представления и интерпретация результатов в виде отчетов и графиков.	1.1. Механика	Контрольная работа	Экзамен в письменной форме
			Тест	Экзамен в письменной форме
		1.2. Молекулярная физика и термодинамика	Контрольная работа	Экзамен в письменной форме
			Тест	Экзамен в письменной форме
		2.1. Электричество	Контрольная работа	Экзамен в письменной форме
			Тест	Экзамен в письменной форме
		2.2. Магнетизм	Контрольная работа	Экзамен в письменной форме
			Тест	Экзамен в письменной форме
		2.3. Оптика	Контрольная работа	Экзамен в письменной форме
			Тест	Экзамен в письменной форме

4 Описание процедуры оценивания

Качество сформированности компетенций на данном этапе оценивается по результатам текущих и промежуточных аттестаций при помощи количественной оценки, выраженной в баллах. Максимальная сумма баллов по дисциплине (модулю) равна 100 баллам.

В каждом семестре предусмотрено проведение двух тестов (максимальное количество баллов за один тест - 15) и двух контрольных работ (максимальное количество баллов за одну контрольную работу – 15). Экзамен оценивается в 40 баллов.

Вид учебной деятельности	Оценочное средство			
	Тест	Контрольная работа	Экзамен в письменной форме	Итого
Лекции	30		40	70
Практические занятия		15		15
Самостоятельная работа		15		15
Итого	30	30	40	100

Сумма баллов, набранных студентом по всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины, переводится в оценку в соответствии с таблицей.

Сумма баллов по дисциплине	Оценка по промежуточной аттестации	Характеристика качества сформированности компетенции
от 91 до 100	«зачтено» / «отлично»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций, обладает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой, умеет свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой, свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
от 76 до 90	«зачтено» / «хорошо»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
от 61 до 75	«зачтено» / «удовлетворительно»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков по некоторым дисциплинарным компетенциям, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
от 41 до 60	«не зачтено» / «неудовлетворительно»	У студента не сформированы дисциплинарные компетенции, проявляется недостаточность знаний, умений, навыков.
от 0 до 40	«не зачтено» / «неудовлетворительно»	Дисциплинарные компетенции не сформированы. Проявляется полное или практически полное отсутствие знаний, умений, навыков.

5 Примерные оценочные средства

5.1 Примеры тестовых заданий

Тест 1. Механика

1. Выбор одного правильного ответа. Правильный ответ напишите в виде буквы.

Какое определение соответствует материальной точке?

- а) Тело, размером которого можно пренебречь в условиях данной задачи.
- б) Тело, имеющее только линейные размеры.
- в) Объект, для которого важен его объём.
- г) Тело с бесконечно малой массой.

2. Выбор одного правильного ответа. Правильный ответ напишите в виде буквы.

Какой вектор направлен по касательной к траектории движения?

- а) Радиус-вектор.
- б) Мгновенная скорость.
- в) Ускорение.
- г) Траектория.

3. Выбор нескольких правильных ответов. Правильные ответы напишите в виде букв через запятую.

Выберите правильные формулы для расчета угловой скорости:

- а) $\omega = \Delta\varphi / \Delta t$
- б) $\omega = v / R$
- в) $\omega = a / R^2$
- г) $\omega = \Delta v / \Delta t$

4. Установление правильной последовательности. Правильный ответ напишите в виде правильной последовательности букв через запятую.

Расположите шаги решения задачи на определение ускорения тела под действием нескольких сил в правильной последовательности:

- а) Найдите сумму всех сил, действующих на тело.

- б) Примените второй закон Ньютона для записи уравнения движения.
- в) Определите массы тел, участвующих в задаче.
- г) Установите направления сил, действующих на тело, и ускорения.
- д) Рассчитайте ускорение тела на основе уравнения движения.

5. Определение соответствия. Правильные ответы напишите в виде буквы и соответствующей ей цифры.

Свяжите величины с их единицами измерения в СИ:

- а) Скорость —
- б) Сила —
- в) Момент импульса —
- г) Работа —

Варианты:

- 1. Ньютон
- 2. Джоуль
- 3. Метр в секунду
- 4. Килограмм на квадратный метр в секунду

6. Ввод ответа (текстовое поле). Правильный ответ напишите в виде текста.

Дайте определение третьего закона Ньютона.

7. Выбор одного правильного ответа. Правильный ответ напишите в виде буквы.

Какое выражение соответствует кинетической энергии?

- а) $E_k = mv^2/2$
- б) $E_k = ma/2$
- в) $E_k = mgh/2$
- г) $E_k = m^2v/2$

8. Выбор нескольких правильных ответов. Правильный ответ напишите в виде правильной последовательности букв через запятую.

Какие из этих характеристик являются скалярными величинами?

- а) Ускорение.
- б) Сила.
- в) Энергия.
- г) Путь.

9. Выбор одного правильного ответа. Правильный ответ напишите в виде буквы.

Какое определение лучше всего подходит для понятия «момент силы»?

- а) Сила, действующая на тело.
- б) Произведение силы на плечо относительно оси вращения.
- в) Разница двух векторов скорости.
- г) Векторная величина, равная произведению массы на ускорение.

10. Сортировка (установление правильной последовательности). Правильный ответ напишите в виде правильной последовательности букв через запятую.

Упорядочьте этапы вывода уравнения Бернулли:

- а) Определение разности давлений.
- б) Рассмотрение закона сохранения энергии.
- в) Учёт кинетической энергии жидкости.
- г) Анализ потенциальной энергии.

11. Определение соответствия. Правильные ответы напишите в виде буквы и соответствующей ей цифры.

Установите соответствие между типом энергии и примером её использования:

- а) Потенциальная энергия —
- б) Кинетическая энергия —
- в) Механическая энергия —

г) Внутренняя энергия —
Варианты:

1. Движущийся автомобиль.
2. Сжатая пружина.
3. Полный запас энергии в системе.
4. Тепловая энергия нагретого тела.

12. Ввод ответа (текстовое поле). Правильный ответ напишите в виде текста.
Напишите формулу для момента импульса.

13. Выбор нескольких правильных ответов. Правильный ответ напишите в виде правильной последовательности букв через запятую.

Какие из перечисленных физических величин зависят от массы тела?

- а) Импульс.
- б) Угловая скорость.
- в) Кинетическая энергия.
- г) Ускорение.

14. Выбор одного правильного ответа. Правильный ответ напишите в виде буквы.

Что описывает закон Стокса?

- а) Вязкость жидкости при ламинарном течении.
- б) Давление на тело, погружённое в жидкость.
- в) Сопротивление тела при движении в вакууме.
- г) Момент силы относительно оси.

15. Ввод ответа (текстовое поле):

Напишите определение момента инерции.

Тест 2. «Молекулярная физика и термодинамика».

1. Выбор одного правильного ответа. Правильный ответ напишите в виде буквы.

Какой из следующих законов описывает зависимость давления идеального газа от объема при постоянной температуре?

- а) Закон Бойля-Мариотта
- б) Закон Гей-Люссака
- в) Закон Шарля
- г) Закон Дальтона

2. Выбор одного правильного ответа. Правильный ответ напишите в виде буквы.

Какое уравнение описывает уравнение Менделеева-Клапейрона?

- а) $PV = \nu RT$
- б) $P_1 V_1 / T_1 = P_2 V_2 / T_2$
- в) $V = mRT / P$
- г) $P = mRT / V$

3. Выбор нескольких правильных ответов. Правильные ответы напишите в виде букв через запятую.

Какие из следующих уравнений являются следствиями уравнения Менделеева-Клапейрона? (Выберите все подходящие)

- а) $PV = \nu RT$
- б) $\varepsilon = (3/2)kT$
- в) $p = (1/3) n m_0 \overline{v^2}$

4. Выбор нескольких правильных ответов. Правильные ответы напишите в виде букв через запятую.

Какие свойства идеального газа изменяются при нагревании при постоянном объеме? (Выберите все подходящие)

- а) Давление
- б) Температура
- в) Объем
- г) Внутренняя энергия

5. Установление правильной последовательности. Правильный ответ напишите в виде правильной последовательности букв через запятую.

Упорядочите этапы работы идеального теплового двигателя по их последовательности (вводите буквы от а до г):

- а) Отвод теплоты от рабочего тела в холодный резервуар
- б) Подвод теплоты к рабочему телу из горячего резервуара
- в) Выполнение работы двигателем
- г) Поступление рабочего тела в рабочий цикл

6. Определение соответствия. Правильные ответы напишите в виде буквы и соответствующей ей цифры.

Соотнесите термодинамические процессы с их уравнениями (Вопрос – Ответ):

- а) Изохорный процесс
- б) Изобарный процесс
- в) Изотермический процесс
- г) Адиабатный процесс

- 1) $\delta Q = p dV$
- 2) $\delta Q = dU + p dV$
- 3) $\delta Q = dU$
- 4) $dU + p dV = 0$

7. Ввод правильного ответа

Напишите уравнение для расчета молярной теплоемкости при постоянном объеме .

8. Ввод ответа (текстовое поле). Правильный ответ напишите в виде текста.

Напишите формулу для расчета работы в изотермическом процессе (без пробелов, в латинском регистре).

9. Выбор одного правильного ответа. Правильный ответ напишите в виде буквы.

Какой из следующих процессов является адиабатным?

- а) Нагревание газа при постоянном объеме
- б) Сжатие газа при постоянной температуре
- в) Расширение газа без теплообмена с окружающей средой
- г) Охлаждение газа при постоянном давлении

10. Выбор нескольких правильных ответов. Выбор нескольких правильных ответов. Правильные ответы напишите в виде букв через запятую.

Какие из следующих уравнений являются уравнениями для внутренней энергии? (Выберите все подходящие)

- а) $E = (3/2) \nu R t$
- б) $U = \nu C_V T$
- в) $U = n C_p T$
- г) $E = p V$

11. Установление правильной последовательности. Правильный ответ напишите в виде правильной последовательности букв через запятую.

Установите правильную последовательность процессов, происходящих в идеальном газе при прохождении изобарного процесса с увеличением температуры. Упорядочите этапы от начала до конца.

- 1) Газ расширяется, увеличивая свой объем.
- 2) Температура газа увеличивается при постоянном давлении.

- 3) Газ поглощает тепло от внешних источников.
4) Молекулы газа начинают двигаться быстрее, что приводит к увеличению температуры.

Варианты последовательности:

- а) $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4$
б) $2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 1$
в) $3 \rightarrow 4 \rightarrow 2 \rightarrow 1$
г) $4 \rightarrow 3 \rightarrow 1 \rightarrow 2$

12. Определение соответствия. Правильные ответы напишите в виде буквы и соответствующей ей цифры.

Соотнесите законы термодинамики с их формулировками (Вопрос – Ответ):

- а) Первое начало термодинамики
б) Второе начало термодинамики
в) Третье начало термодинамики

1) Энтропия любой системы стремится к нулю по мере приближения к нулю её термодинамической температуры.

2) Энтропия замкнутой системы не убывает.

3) Количество тепла, сообщенное системе, идет на приращение внутренней энергии системы и на совершение системой работы над внешними телами.

13. Ввод правильного ответа. Правильный ответ напишите в виде формулы.

Напишите формулу для расчета изменения внутренней энергии в изобарном процессе.

14. Ввод правильного ответа. Правильный ответ напишите в виде формулы.

Напишите формулу для расчета работы в адиабатном процессе.

15. Выбор одного правильного ответа. Правильный ответ напишите в виде буквы.

Что происходит с давлением идеального газа при увеличении его температуры в изохорном процессе?

- а) Давление остается постоянным, так как объем не меняется.
б) Давление уменьшается пропорционально увеличению температуры.
в) Давление увеличивается пропорционально увеличению температуры.
г) Давление уменьшается пропорционально уменьшению температуры.

Тест 3. «Электричество»

1. Выбор одного правильного ответа. Правильный ответ напишите в виде буквы.

Какой из следующих законов описывает силу взаимодействия между двумя зарядами?

- а) Закон Кулона
б) Закон Ома
в) Закон Фарадея
г) Закон Джоуля-Ленца

2. Выбор одного правильного ответа. Правильный ответ напишите в виде буквы.

Что такое электрический потенциал?

- а) Энергетическая характеристика поля
б) Сила, действующая на заряд в поле
в) Энергия взаимодействия зарядов
г) Сопротивление проводника

3. Выбор нескольких правильных ответов. Правильные ответы напишите в виде букв через запятую.

Какие из этих величин характеризуют электрическое поле? (Выберите все подходящие)

- а) Напряженность поля
- б) Потенциал поля
- в) Сила тока
- г) Заряд

4. Выбор нескольких правильных ответов. Правильные ответы напишите в виде букв через запятую.

Какие из приведенных ниже формул связаны с законом Ома?

- а) $I = U/R$
- б) $U = IR$
- в) $R = U/I$
- г) $P = U/I$

5. Установление правильной последовательности. Правильный ответ напишите в виде правильной последовательности букв через запятую.

Упорядочите этапы передачи электроэнергии по их последовательности (вводите буквы от а до г):

- а) Преобразование напряжения для передачи
- б) Передача энергии по линиям электропередачи
- в) Потребление энергии конечными пользователями
- г) Преобразование напряжения для использования

6. Определение соответствия. Правильные ответы напишите в виде буквы и соответствующей ей цифры.

Соотнесите компоненты электрической цепи с их функцией (Вопрос – Ответ):

- а) Источник тока
 - б) Резистор
 - в) Конденсатор
 - г) Проводник
1. Запасание заряда
 2. Поддержание напряжения
 3. Ограничение тока
 4. Перенос тока

7. Ввод ответа (текстовое поле). Правильный ответ напишите в виде текста.

Напишите закон Кулона для расчета силы взаимодействия двух точечных зарядов (без пробелов, латинский регистр).

8. Ввод ответа (текстовое поле). Правильный ответ напишите в виде текста.

Что такое напряженность электрического поля (опишите словами)?

9. Выбор одного правильного ответа. Правильный ответ напишите в виде буквы.

Какая единица измерения силы тока?

- а) Вольт
- б) Кулон
- в) Ампер
- г) Джоуль

10. Выбор нескольких правильных ответов. Правильные ответы напишите в виде букв через запятую.

Какие из следующих уравнений относятся к закону Джоуля-Ленца?

- а) $P = I^2 R$
- б) $P = U^2 R$
- в) $P = IU$
- г) $Q = U^2/R$

11. Установление правильной последовательности. Правильный ответ напишите в виде правильной последовательности букв через запятую.

Упорядочите стадии процесса зарядки конденсатора от начала до конца.

- а) Замыкание цепи
- б) Начало потока заряда
- в) Нарастание заряда на обкладках
- г) Стабилизация напряжения на конденсаторе

12. Определение соответствия. Правильные ответы напишите в виде буквы и соответствующей ей цифры.

Соотнесите законы электричества с их описанием:

- а) Закон Ома
- б) Закон Кулона
- в) Закон Джоуля-Ленца

1. Электрический ток прямо пропорционален напряжению
2. Сила между двумя точечными зарядами обратно пропорциональна квадрату расстояния
3. Энергия, выделяемая проводником с током, пропорциональна квадрату тока

13. Ввод правильного ответа. Напишите определение удельного сопротивления.

14. Ввод правильного ответа. Как называется работа, производимая электрическим полем при перемещении заряда?

15. Выбор одного правильного ответа. Правильный ответ напишите в виде буквы.

Что происходит с сопротивлением проводника при повышении его температуры?

- а) Сопротивление уменьшается
- б) Сопротивление остается постоянным
- в) Сопротивление увеличивается
- г) Сопротивление сначала уменьшается, а затем увеличивается

Тест 4. «Магнетизм»

1. Выбор одного правильного ответа. Правильный ответ напишите в виде буквы.

Как называется правило, с помощью которого можно определить направление линии магнитной индукции вокруг проводника с током?

- а) Правило правой руки
- б) Правило левой руки
- в) Правило буравчика
- г) Закон Ампера

2. Выбор одного правильного ответа. Правильный ответ напишите в виде буквы.

Как называется векторная величина, характеризующая силу и направление магнитного поля?

- а) Напряженность электрического поля
- б) Магнитный поток
- в) Магнитная индукция
- г) Потенциал

3. Выбор нескольких правильных ответов. Правильные ответы напишите в виде букв через запятую.

Какие из следующих понятий связаны с магнитным полем? (Выберите все подходящие)

- а) Линии магнитной индукции
- б) Магнитный поток
- в) Магнитная проницаемость
- г) Электрический потенциал

4. Выбор нескольких правильных ответов. Правильные ответы напишите в виде букв через запятую.

Какие материалы являются ферромагнетиками?

- а) Железо
- б) Медь
- в) Никель
- г) Платина

5. Установление правильной последовательности. Правильный ответ напишите в виде правильной последовательности букв через запятую.

Упорядочите этапы намагничивания вещества:

- а) Внешнее магнитное поле приводит к упорядочению магнитных моментов атомов
- б) Магнитные домены внутри вещества ориентируются вдоль поля
- в) Возникает результирующий магнитный момент
- г) Вещество приобретает магнитные свойства

6. Определение соответствия. Правильные ответы напишите в виде буквы и соответствующей ей цифры.

Соотнесите явления с их описанием (Вопрос – Ответ):

- а) Магнитная индукция
- б) Магнитный поток
- в) Магнитная проницаемость
- г) Магнитное поле

- 1. Величина, характеризующая количество магнитных линий через площадь
- 2. Величина, показывающая способность среды к намагничиванию
- 3. Величина, определяющая силу и направление поля
- 4. Пространство, в котором действует магнитная сила

7. Ввод ответа (текстовое поле). Правильный ответ напишите в виде текста.

Напишите закон Био-Савара для расчета магнитного поля (без пробелов, латинский регистр).

8. Ввод ответа (текстовое поле). Правильный ответ напишите в виде текста.

Опишите, что такое магнитная индукция (без формул).

9. Выбор одного правильного ответа. Правильный ответ напишите в виде буквы.

Какой из этих процессов характеризует возникновение электрического тока в замкнутом контуре при изменении магнитного поля?

- а) Электромагнитная индукция
- б) Магнитная проницаемость
- в) Магнитное насыщение
- г) Магнитное поле

10. Выбор нескольких правильных ответов. Правильные ответы напишите в виде букв через запятую.

Какие из этих формул характеризуют силу, действующую на проводник с током в магнитном поле?

- а) $F = BIL\sin\theta$
- б) $F = qvB\sin\theta$
- в) $F = mv^2/r$
- г) $F = mg$

11. Установление правильной последовательности. Правильный ответ напишите в виде правильной последовательности букв через запятую.

Упорядочите стадии возникновения индукционного тока при перемещении проводника в магнитном поле:

- а) Проводник перемещается в магнитном поле
- б) Возникает ЭДС индукции

- в) Появляется индукционный ток
- г) Ток создает магнитное поле, противодействующее движению

12. Определение соответствия. Правильные ответы напишите в виде буквы и соответствующей ей цифры.

Соотнесите законы электромагнетизма с их описанием (Вопрос – Ответ):

- а) Закон Ампера
- б) Закон Фарадея
- в) Закон Ленца

1. Сила тока в проводнике пропорциональна магнитной индукции и длине проводника

2. ЭДС индукции пропорциональна скорости изменения магнитного потока

3. Индукционный ток направлен так, что противодействует изменению магнитного потока

13. Ввод ответа (текстовое поле). Правильный ответ напишите в виде текста.

Напишите определение магнитного потока.

14. Ввод ответа (текстовое поле). Правильный ответ напишите в виде текста.

Как называется явление, при котором вещество сохраняет намагниченность после прекращения внешнего поля?

15. Выбор одного правильного ответа. Правильный ответ напишите в виде буквы.

Что происходит с магнитной индукцией в катушке, если через неё пропускать больший ток?

- а) Магнитная индукция уменьшается
- б) Магнитная индукция остается постоянной
- с) Магнитная индукция увеличивается
- д) Магнитная индукция исчезает

Краткие методические указания

Тесты проводятся в письменной форме. Тест состоит из 15 тестовых заданий. На выполнение теста отводится 20 минут. Во время проведения теста использование литературы и других информационных ресурсов допускается только по предварительному согласованию с преподавателем.

Шкала оценки

1. Выбор одного правильного ответа (1 балл):

Верно: 1 балл

Ошибка: 0 баллов

2. Выбор нескольких правильных ответов (1 балл):

Полностью верно (выбраны все правильные и только правильные ответы): 1 балл

Верно выбраны некоторые ответы, но не все (например, один из нескольких): 0.5 балла

Неправильные или не все правильные ответы выбраны: 0 баллов

3. Установление правильной последовательности (1 балл):

Полностью правильный порядок: 1 балл

Один или два шага в неправильном порядке: 0.5 балла

Неправильный порядок: 0 баллов

4. Ввод правильного ответа (1 балл):

Полностью правильный ответ: 1 балл

Неправильный ответ: 0 баллов

5. Определение соответствия (1 балл):

Полностью правильное соответствие: 1 балл

Один или два неправильно сопоставленных элемента: 0.5 балла

Неправильное соответствие: 0 баллов

Итоговая оценка

- Максимальное количество баллов: 15
- Минимальное количество баллов: 0
- Баллы начисляются за каждый вопрос по критериям выше.

Оценивание:

15-13 баллов — отлично

12-10 баллов — хорошо

9-7 баллов — удовлетворительно

6 и менее баллов — неудовлетворительно

5.2 Примеры заданий для выполнения контрольных работ

Контрольная работа 1 "Механика"

1. Координаты двух материальных точек выражаются зависимостями от времени уравнениями

$x_1 = 20 + 2t - 4t^2$ и $x_2 = 2 + 2t + 0,5t^2$. В какой момент времени проекции этих скоростей будут одинаковыми? Чему будут равны скорости и ускорения этих точек в этот момент? *Ответ представьте в системе интернациональной.*

2. Тело брошено с обрыва в горизонтальном направлении со скоростью 7 м/с. Высота обрыва 10 м. Определите величину перемещения тела и время падения. *Ответ представьте в системе интернациональной.*

3. Наклонная плоскость, образующая угол 25° с плоскостью горизонта, имеет длину 2 м. Тело, двигаясь равноускоренно, соскользнуло с этой плоскости за 2 с. Определить коэффициент трения тела о плоскость. *Ответ представьте в системе интернациональной.*

4. Пуля, летящая горизонтально, попадает в шар, подвешенный на невесомом жестком стержне, и застревает в нем. Масса пули в 1000 раз меньше массы шара. Расстояние от центра шара до точки подвеса стержня 1 м. Найти скорость пули, если известно, что стержень с шаром отклонился от удара пули на угол 10° . *Ответ представьте в системе интернациональной.*

5. Шарик радиусом $r = 2$ мм падает в глицерине с постоянной скоростью $v = 8,5$ мм/с. Определите число Рейнольдса Re и плотность ρ_1 материала шарика, если критическое число Рейнольдса $Re_{кр} = 0,5$. Плотность глицерина $\rho = 1,26$ г/см³, динамическая вязкость глицерина $\eta = 1,48$ Па·с. *Ответ представьте в системе интернациональной.*

Контрольная работа 2 "Молекулярная физика"

1. В сосуде объемом $V = 10$ л содержится идеальный газ при температуре $T = 300$ К и давлении $P = 2$ атм. Найти количество вещества n газа и число молекул N , содержащихся в сосуде. *Ответ представьте в системе интернациональной.*

2. Газ находится при температуре $T = 400$ К. Определить среднюю кинетическую энергию поступательного движения одной молекулы газа и среднюю скорость молекул, если известно, что это кислород (молекулярная масса $M = 32$ г / моль). *Ответ представьте в системе интернациональной.*

3. 1 моль идеального газа, первоначально находящегося при температуре 300 К, нагревают при постоянном давлении до температуры 600 К. Определить работу, совершенную газом в процессе нагревания, и количество теплоты, полученное газом (считать $R = 8,31$ Дж / (моль · К)). *Ответ представьте в системе интернациональной.*

4. В сосуде объемом $V = 1$ л при температуре $T = 300$ К находится водород (молекулярная масса $M = 2$ г / моль). Найти среднеквадратичную скорость молекул газа и давление в сосуде, если масса водорода в сосуде равна $m = 0,2$ г. *Ответ представьте в системе интернациональной.*

5. Лед массой $m = 0,5$ кг при температуре $T = 0^\circ$ С помещают в воду при той же температуре. Определить, какое количество теплоты необходимо затратить для полного плавления льда, если удельная теплота плавления льда равна $\lambda = 334$ кДж / кг. *Ответ представьте в системе интернациональной.*

Контрольная**работа****3****"Электричество"**

1. Через проводник сопротивлением $R = 5 \text{ Ом}$ протекает постоянный ток. Напряжение на его концах равно $U = 15 \text{ В}$. Найти силу тока, проходящего через проводник. *Ответ представьте в системе интернациональной.*

2. Однородное электрическое поле с напряженностью $E = 1000 \text{ В / м}$ действует на заряд $q = 5 \text{ мКл}$. Рассчитать работу, совершенную этим полем при перемещении заряда на расстояние $d = 0,2 \text{ м}$ в направлении поля. *Ответ представьте в системе интернациональной.*

3. В цепи с постоянным напряжением $U = 24 \text{ В}$ через резистор $R = 8 \text{ Ом}$ проходит ток $I = 3 \text{ А}$. Рассчитать мощность, расходуемую на резисторе. *Ответ представьте в системе интернациональной.*

4. Составьте систему уравнений для цепи, состоящей из двух резисторов: $R_1 = 4 \text{ Ом}$ и $R_2 = 6 \text{ Ом}$, соединенных последовательно с источником ЭДС $\varepsilon = 12 \text{ В}$ и внутренним сопротивлением источника $r = 2 \text{ Ом}$. Найдите силу тока в цепи, используя закон Ома для всей цепи. *Ответ представьте в системе интернациональной.*

5. В проводнике длиной $L = 2 \text{ м}$ и площадью поперечного сечения $S = 1 \text{ мм}^2$ сопротивление составляет $R = 10 \text{ Ом}$. Найти удельное сопротивление материала проводника. *Ответ представьте в системе интернациональной.*

Контрольная работа 4 "Магнетизм"

1. По прямому проводнику длиной $L = 0,5 \text{ м}$, расположенному в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,2 \text{ Тл}$, протекает ток силой $I = 4 \text{ А}$. Определите силу, действующую на проводник, если он расположен под углом $\alpha = 30^\circ$ к направлению магнитного поля. *Ответ представьте в системе интернациональной.*

2. Вдоль оси z прямолинейного проводника с током $I = 5 \text{ А}$ находится точка на расстоянии $r = 0,1 \text{ м}$. Рассчитать магнитную индукцию в этой точке. *Ответ представьте в системе интернациональной.*

3. Магнитная индукция на оси кольца радиусом $R = 0,2 \text{ м}$, по которому протекает ток $I = 3 \text{ А}$, в центре кольца составляет $B = 2,5 \times 10^{-5} \text{ Тл}$. Найдите радиус кольца. *Ответ представьте в системе интернациональной.*

4. На заряд $q = 1 \text{ мКл}$, движущийся со скоростью $v = 10000 \text{ м/с}$, действует магнитное поле с индукцией $B = 0,5 \text{ Тл}$, перпендикулярное скорости движения заряда. Определите силу Лоренца, действующую на заряд. *Ответ представьте в системе интернациональной.*

5. Внутри соленоида с длиной $l = 0,5 \text{ м}$ и числом витков $N = 1000$, по которому протекает ток $I = 2 \text{ А}$, магнитная индукция составляет $B = 4 \times 10^{-2} \text{ Тл}$. Рассчитать магнитное поле внутри соленоида. *Ответ представьте в системе интернациональной.*

Краткие методические указания

На выполнение одной контрольной работы отводится не более одного двухчасового занятия. Разрешается пользоваться лекционным материалом.

Шкала оценки

Приведено правильное решение 5 задач – 15 баллов

Приведено правильное решение 4 задач – 12 баллов

Приведено правильное решение 3 задач – 9 баллов

Приведено правильное решение 2 задач – 6 баллов

Приведено правильное решение 1 задачи – 3 балла

5.3 Вопросы к экзамену**Семестр 1 "Механика, молекулярная физика и термодинамика"****Механика**

1. Материальная точка, траектория, путь, перемещение, скаляр, вектор (определения). Радиус вектор (формула и определение). Мгновенная скорость, средний вектор скорости, средняя путевая скорость (определения, формулы, единицы измерения в

СИ). Ускорение (формула, определение, единицы измерения в СИ). Нормальное, тангенциальное ускорение и полное ускорение при криволинейном движении (формулы, определение).

2. Угловое перемещение, угловая скорость, угловое ускорение, связь угловой и линейной скорости (формулы и определения, уметь определять направление по рисунку, единицы измерения в СИ).

3. Масса, сила (определение, единицы измерения в СИ). Три закона Ньютона (определения). Основное уравнение динамики мат. точки (2 формулы и 2 определения через ускорение и через импульс).

4. Силы трения покоя, скольжения и качения (определения, формулы, рисунок). Вес тела (определение, формулы для трех случаев: равномерное движение, с постоянным ускорением, состояние покоя, рисунок). Перегрузки. Закон всемирного тяготения, сила тяжести, сила упругости, обобщенный закон Гука (формулы и определения, рисунок). Гистерезис.

5. Механическая энергия, кинетическая энергия, потенциальная энергия, работа силы, мощность (определения, формулы, единицы измерения в СИ). Связь работы с кинетической энергией (вывод формулы). Закон сохранения механической энергии (определение, формулы).

6. Импульс (определение, формула, единицы измерения в СИ). Закон сохранения импульса (определение, вывод формулы, рисунок).

7. Момент силы, момент инерции, момент импульса (определение, формула, единицы измерения в СИ, уметь определять направление по рисунку). Основное уравнение динамики вращательного движения (формула). Теорема Штейнера, закон сохранения момента импульса (формула, определение).

8. Закон Паскаля, закон Архимеда (формула, определение). Уравнение Бернулли (вывод формулы по рисунку). Внутреннее трение (вязкость) жидкости. Ламинарное и турбулентное течение. Закон Стокса (вывод формулы вязкости по рисунку).

Молекулярная физика и термодинамика.

1. МКТ, идеальный газ, температура (определения). Закон Бойля-Мариотта, закон Гей-Люссака, закон Шарля (определение, формула, график). Закон Дальтона (определение, формула).

2. Уравнение Менделеева-Клапейрона, внутренняя энергия, число степеней свободы (определение, формула). Основное уравнение МКТ и следствия из него (формулы).

3. Первое, второе и третье начала термодинамики, энтропия (определения, формулы).

4. Удельная теплоемкость, молярная теплоемкость, уравнение Майера (определения, формулы).

5. Адиабатный процесс (определение, формула, график).

6. Применение первого начала термодинамики к изохорному процессу, к изобарному процессу, к изотермическому процессу, к адиабатному процессу (вывод формул).

7. Цикл. КПД для кругового процесса (определение, формулы).

Семестр 2 "Электричество, магнетизм, оптика"

Электростатика

1. Свойства электрического заряда. Закон сохранения электрического заряда (формула +определение). Закон Кулона (формула +определение). Электрический заряд (формула +определение)

2. Электрическое поле. Напряженность (формула +определение). Диэлектрическая проницаемость (формула +определение). Силовые линии. Свойства силовых линий электрического поля. Принцип суперпозиции (формула +определение)

3. Работа, совершаемая электрическим полем, создаваемым зарядом q , по перемещению произвольного заряда q' из точки 1 в точку 2 (формула +определение). Работа

электрического поля по перемещению электрического заряда по замкнутому контуру (формула +определение). Циркуляция вектора напряженности (формула +определение).

4. Потенциальная энергия системы, состоящей из зарядов q и q' (формула +определение). Потенциал точечного электрического заряда (формула +определение)

5. Связь между напряженностью электрического поля и его потенциалом. (вывод формулы). Эквипотенциальные поверхности. «Градиент» напряженности

6. Электрический диполь. Плечо диполя. Электрический момент (формула +определение). Напряженность поля на оси диполя, а также на прямой, проходящей через центр диполя и перпендикулярной к его оси (вывод формул). Напряженность поля диполя в произвольной точке пространства.

7. Поток напряженности (формула +определение)

8. Вектор электростатической индукции (формула +определение)

9. Теорема Гаусса (Остроградского – Гаусса) (вывод формул) (интегральная, дифференциальная форма)

10. Линейная плотность электрических зарядов. Поверхностная плотность зарядов. Объемная плотность зарядов

11. Электрическое поле бесконечной плоскости, заряженной с поверхностной плотностью σ . (вывод формулы)

12. Электрическое поле двух параллельно заряженных пластин (вывод формулы). Конденсатор. Виды конденсаторов. Электрическая емкость. Способы соединения конденсаторов. Энергия заряженного конденсатора. Плотность энергии.

13. Электрическое поле бесконечно длинного прямого равномерно заряженного цилиндра с линейной плотностью τ . (вывод формулы)

14. Электрическое поле заряженной сферической поверхности.

Электродинамика

1. Сила тока, плотность тока

2. Уравнение непрерывности

3. Связь между плотностью тока и скоростью движения свободных зарядов

4. Закон Ома для однородного участка цепи

5. Сопротивление

6. Соединения сопротивлений

7. Проводимость

8. Закон Ома в дифференциальной форме (вывод формулы)

9. Электродвижущая сила

10. Закон Джоуля – Ленца в интегральной форме (вывод формулы)

11. Закона Джоуля-Ленца в дифференциальной форме (вывод формулы)

12. Закон Ома для неоднородного участка цепи

13. Закон Ома для замкнутой цепи

14. Напряжение холостого хода

15. Ток короткого замыкания

16. Правила Кирхгофа

17. Основные положения классической теории электропроводности металлов

18. Вывод закона Ома в классической теории электропроводности металлов

19. Вывод закона Джоуля- Ленца в классической теории электропроводности металлов

20. Вывод закона Видемана-Франца.

21. Недостатки классической теории электропроводности металлов

22. Основы квантовой теории проводимости металлов

Магнетизм

1. Магнитное поле. Источники магнитного поля. Связь магнитной индукции с вращающимся моментом.

2. Закон Био-Савара-Лапласа. Элемент тока.

3. Магнитное поле в центре кольца с током. Магнитное поле кольца, по которому течет ток, вне кольца. Магнитное поле прямого тока конечной длины. Магнитное поле прямого тока бесконечной длины.

4. Циркуляция вектора магнитной индукции по контуру в виде окружности, охватывающей бесконечный прямой проводник.

5. Теорема о циркуляции. Применение теоремы о циркуляции для вычисления магнитного поля бесконечно длинного соленоида и тороида.

6. Поток вектора магнитной индукции.

7. Закон Ампера. Правило левой руки. Сила Ампера. Сила магнитного взаимодействия двух бесконечных прямолинейных токов.

8. Рамка с током в магнитном поле. Магнитный момент. Работа сил поля при повороте рамки.

9. Работа, совершаемая при перемещении проводника с током в магнитном поле.

10. Сила Лоренца. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле: 1. Вектор магнитной индукции перпендикулярен скорости, 2. Вектор магнитной индукции параллелен скорости, 3. Угол между вектором магнитной индукции и скоростью имеет произвольное значение.

11. Уравнения Максвелла

Геометрическая оптика.

1. Волна. Продольные волны. Поперечные волны.

2. Получите уравнение плоской волны.

3. Фаза волны, волновая поверхность.

4. Плоская волна, сферическая волна.

5. Длина волны. Соотношения между длиной волны, циклической частотой, частотой и периодом волны. Волновое число.

6. График зависимости смещения частиц от координаты.

7. Фазовая скорость и групповая.

8. Основные положения электромагнитной теории Максвелла.

9. Электромагнитная волна. Формула для скорости распространения электромагнитной волны. График электромагнитной волны. Уравнение плоской электромагнитной волны.

10. Поток энергии. Плотность потока энергии. Связь потока энергии с объемной плотностью энергии волны и фазовой скоростью распространения волны. Интенсивность волны. (определения, формулы)

11. Понятие светового луча. Законы геометрической оптики.

12. Физический смысл абсолютного показателя преломления данной оптической среды. Относительный показатель преломления двух сред.

13. Сущность принципа суперпозиции световых лучей.

14. Оптически однородная, оптически изотропная, оптически анизотропной среды.

15. Центрированная оптическая система.

16. Постройте примерный ход лучей через границу «стекло – воздух» при распространении света из стекла в воздух.

17. Линза. Передний, задний фокус линзы. Оптическая сила линзы. Увеличение

18. Вывод формулы тонкой линзы. Ход лучей в собирающей и рассеивающей линзах.

19. Постройте изображение светящейся точки, даваемое собирающей линзой. Точка находится на главной оптической оси между фокусом и линзой.

20. Плоское зеркало

21. Сферическое зеркало. Оптический центр зеркала. Полус. Главная оптическая ось зеркала. Фокус. Фокусное расстояние. Построение изображений.

22. Преломляющая призма. Преломляющий угол призмы. Ход лучей в преломляющей призме. Угол отклонения луча от первоначального положения (вывод формулы)

23. Плоскопараллельная пластина. Ход лучей в плоскопараллельной пластине.

Волновая оптика

1. Интерференционная картина. Интерференция. Когерентные волны. Волновой цуг. Время когерентности. Длина когерентности

2. Зеркала Френеля

3. Условие минимума и максимума интерференции (вывод формулы)

4. Интерференция света в тонких пленках. Условие максимума и минимума освещенности. (вывод формулы)

5. Полосы равного наклона. Полосы равной толщины.

6. Кольца Ньютона. Радиусы темного и светлого кольца. (вывод формулы)

7. Просветление оптики. Условия, при которых наблюдается гашение лучей, отраженных от обеих поверхностей пленки. Оптическая толщина пленки

8. Расчет интерференционной картины от 2х источников. (вывод формулы)

9. Дифракция света. Принцип Гюйгенса- Френеля

10. Метод зон Френеля

11. Дифракция плоских волн (дифракция Фраунгофера). Дифракция Фраунгофера на дифракционной решетке

12. Дифракция рентгеновских лучей

13. Естественный свет. Поляризованный свет. Частично-поляризованный свет. Плоскополяризованный свет. Степень поляризации.

14. Поляризаторы и анализаторы. Закон Малюса.

15. Двойное лучепреломление. Обыкновенный и необыкновенный лучи. Оптическая ось кристалла. Главная плоскость. Положительный одноосный кристалл. Отрицательный одноосный кристалл.

16. Поляризационные призмы. Призма Николя.

17. Искусственная оптическая анизотропия. Способы получения искусственной оптической анизотропии. Ячейка Керра.

18. Оптически активные вещества. Вращение плоскости поляризации. Угол поворота плоскости поляризации.

19. Взаимодействие света с веществом. Дисперсия. Электронная теория дисперсии.

20. Поглощение света. Закон Бугера. Закон Бугера-Ламберта

21. Прохождение света через оптически неоднородную среду. Рассеяние света. Закон Рэлея.

Краткие методические указания

Ответы дайте в виде кратких формулировок, включающих определения и основные характеристики (при необходимости). Ответ может отличаться от формулировки эталонного ответа, но должен совпадать с эталоном по смыслу.

Шкала оценки

В экзаменационном билете 4 вопроса. Критерии оценивания для каждого вопроса

Максимальный балл за один вопрос — 10 баллов:

10 баллов — Полный, точный и развёрнутый ответ:

Дано определение основных понятий и характеристик.

Пояснено, как закон или принцип применяется в задачах техносферной безопасности или производственных условиях.

Приведён пример или практическое применение, если это уместно.

7–9 баллов — Частично полный ответ:

Верные формулировки и понятия, но не все аспекты раскрыты, например, упущен пример или практическое применение.

4–6 баллов — Частичный ответ:

Приведено только определение без характеристики или применения; содержатся некоторые ошибки.

1–3 балла — Неполный ответ:

Частично раскрыты лишь отдельные аспекты, но в ответе нет целостности; отсутствуют необходимые определения.

0 баллов — Полное отсутствие верного ответа.

Дополнительный 1 балл за ясность изложения для каждого вопроса:

Присуждается, если ответ подан логично, чётко и кратко.

Итоговая структура оценки

- За каждый вопрос студент может получить до 10 баллов, включая 1 балл за ясность.
- Максимальный общий балл за экзамен — 40 баллов.

Итоговая шкала

- **36–40 баллов** — Отлично: Полные, точные ответы с примерами.
- **26–34 баллов** — Хорошо: В основном полные ответы с минимальными упущениями.
- **14–25 баллов** — Удовлетворительно: Основные положения верны, но есть значительные упущения или ошибки.
- **0–13 баллов** — Неудовлетворительно: Ответы не соответствуют критериям или содержат серьёзные ошибки.

КЛЮЧИ К ОЦЕНОЧНЫМ МАТЕРИАЛАМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«ФИЗИКА»

5.1 Ответы на тестовые задания

Ключи к тесту 1 «Механика»:

1. а
2. б
3. а, б
4. в, г, а, б, д
5. а3, б1, в4, г2
6. Сила действия равна силе противодействия, направлена в противоположную сторону.
7. а
8. в, г
9. б
10. б, г, в, а
11. а2, б1, в3, г4
12. $L = r \times p$
13. а, в
14. а
15. Мера инертности тела при вращении относительно оси.

Ключи к тесту 2 «Молекулярная физика и термодинамика»:

1. а
2. а
3. а
4. а, б, г
5. б в а г
6. а3, б2, в1, г4
7. $C_V = \frac{i}{2}R$
8. $A_{12} = \nu RT \ln \frac{V_2}{V_1}$
9. в
10. б, в
11. б
12. а3, б2, в 3.
13. $dU = \nu C_V dT$
14. $A = -\nu C_V (T_2 - T_1) = \nu C_V (T_1 - T_2) = \nu C_V T_1 \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) = \nu \frac{R}{\gamma - 1} T_1 \left(1 - \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma - 1}\right)$
15. в

Ключи к тесту 3 «Электричество»

1. а
2. а
3. а, б
4. а, б, в
5. а, б, г, в
6. а2, б3, в1, г4
7. $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$

8. Напряженность электрического поля — это векторная величина, равная силе, действующей на единичный положительный заряд, помещенный в данное поле.

9. в

10. а, в

11. а, б, в, г

12. а1, б 2, в3

13. Удельное сопротивление — это физическая величина, характеризующая сопротивление материала единичной длины и единичной площади поперечного сечения.

14. Работа электрического поля при перемещении заряда называется электрической энергией.

15. в

Ключи к тесту 4 «Магнетизм»

1. в

2. в

3. а, б, в

4. а, в

5. а, б, в, г

6. а 3, б1, в2, г4

$$7. \vec{B} = \frac{\mu_0 I \Delta \vec{l} \times \vec{r}}{4\pi r^3}$$

8. Магнитная индукция — это векторная величина, характеризующая интенсивность магнитного поля и направление его действия.

9. а

10. а, б

11. а, б, в, г

12. а 1, б 2, в 3

13. Магнитный поток — это скалярная величина, равная произведению магнитной индукции на площадь поверхности, через которую проходит магнитное поле, и косинуса угла между ними.

14. Явление называется остаточной намагниченностью или гистерезисом.

15. в

5.2 Ответы на контрольные работы

Ключи к контрольной работе 1 "Механика"

1. $t = 1 \text{ с}$; $v = 2 \text{ м/с}$; $a_1 = -8 \text{ м/с}^2$, $a_2 = 1 \text{ м/с}^2$.

2. $\Delta s \approx 10.77 \text{ м}$; $t \approx 1.43 \text{ с}$.

3. $\mu \approx 0.466$.

4. $v \text{ пули} \approx 1432 \text{ м/с}$.

5. $Re \approx 0.011$; $\rho_1 \approx 1998 \text{ кг/м}^3$.

Ключи к контрольной работе 2 "Молекулярная физика"

1. $n \approx 0.81$ моль; $N \approx 4.87 \times 10^{23}$.
2. $\langle E \rangle \approx 8.29 \times 10^{-21}$ Дж; $\langle v \rangle \approx 515$ м/с.
3. $A \approx 2493$ Дж; $Q \approx 6232$ Дж.
4. v ср.кв. ≈ 1906 м/с; $P \approx 1900$ Па.
5. $Q \approx 167000$ Дж.

Ключи к контрольной работе 3 "Электричество"

1. $I = 3$ А.
2. $A = 1$ Дж.
3. $P = 72$ Вт.
4. $I = 1$ А.
5. $\rho = 5 \times 10^{-7}$ Ом·м.

Ключи к контрольной работе 4 "Магнетизм"

1. $F \approx 0.2$ Н.
2. $B \approx 1 \times 10^{-5}$ Тл.
3. $R = 0.2$ м.
4. F Лоренца = 0,005 Н.
5. $B \approx 4 \times 10^{-2}$ Тл.

5.3. Ответы на экзамен в письменной форме

Семестр 1 "Механика, молекулярная физика и термодинамика"

Механика

1. Материальная точка — объект, чьи размеры и форма не влияют на его движение.
Траектория — линия, по которой движется точка.
Путь — длина пройденной траектории.
Перемещение — вектор, соединяющий начальную и конечную точки.
Скаляр — величина, которая не имеет направления (например, масса).
Вектор — величина, имеющая направление и величину (например, скорость).
Радиус-вектор — вектор, соединяющий начало координат с положением точки.
Мгновенная скорость — скорость в данный момент времени.
Средняя скорость — вектор, характеризующий общее изменение положения за время.

Средняя путевая скорость — скаляр, равный пути, деленному на время.

Ускорение — изменение скорости за единицу времени, характеризует изменение движения.

Нормальное ускорение — ускорение, направленное по радиусу кривой, отвечающее за изменение направления.

Тангенциальное ускорение — ускорение, связанное с изменением скорости вдоль траектории.

Полное ускорение — сумма нормального и тангенциального ускорений.

2. Угловое перемещение — угол, на который поворачивается радиус-вектор.

Угловая скорость — скорость изменения углового перемещения.

Угловое ускорение — скорость изменения угловой скорости.

Связь угловой и линейной скорости — линейная скорость тела пропорциональна угловой скорости и радиусу.

3. Масса — мера инертности тела.

Сила — воздействие, которое может изменить состояние покоя или движения.

Законы Ньютона :

1. Тело остается в покое или движется с постоянной скоростью, если не действует внешняя сила.

2. Сила пропорциональна массе и ускорению тела.

3. Сила действия равна силе противодействия.

Основное уравнение динамики : сила равна массе, умноженной на ускорение; сила равна изменению импульса во времени.

4. Силы трения :

- Трение покоя — сила, препятствующая началу движения.

- Трение скольжения — сила, сопротивляющаяся движению тела по поверхности.

- Трение качения — сила, возникающая при катании одного тела по другому.

Вес тела — сила, с которой тело притягивается к Земле.

Перегрузки — это ускорения, превышающие нормальное значение ускорения свободного падения.

Закон всемирного тяготения — сила тяжести пропорциональна произведению масс и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними.

5. Механическая энергия — сумма кинетической и потенциальной энергии.

Кинетическая энергия — энергия тела, движущегося с некоторой скоростью.

Потенциальная энергия — энергия, связанная с положением тела в поле силы.

Работа силы — мера воздействия силы на тело, которое перемещается.

Мощность — работа, выполняемая за единицу времени.

Закон сохранения механической энергии — в замкнутой системе механическая энергия сохраняется.

6. Импульс — произведение массы и скорости тела.

Закон сохранения импульса — импульс системы тел остается постоянным, если на нее не действуют внешние силы.

7. Момент силы — мера способности силы вращать тело вокруг оси.

Момент инерции — мера инертности тела при вращении.

Момент импульса — произведение импульса тела на его радиус-вектор.

Основное уравнение динамики вращательного движения — момент силы равен произведению момента инерции на угловое ускорение.

Теорема Штейнера — момент инерции относительно любой оси можно выразить через момент инерции относительно центра масс и массу тела.

8. Закон Паскаля — давление в замкнутой жидкости передается во все направления одинаково.

Закон Архимеда — сила, с которой жидкость или газ выталкивает тело, равна весу вытесняемой жидкости.

Уравнение Бернулли — связь между давлением, скоростью и высотой жидкости.

Вязкость — мера внутреннего трения в жидкости.

Ламинарное течение — движение жидкости с упорядоченным слоем.

Турбулентное течение — хаотичное, беспорядочное движение жидкости.

Закон Стокса — связь между вязкостью жидкости и движением частиц в ней.

Молекулярная физика и термодинамика

1. МКТ — теория, объясняющая поведение вещества через взаимодействие молекул.

Идеальный газ — газ, молекулы которого не взаимодействуют друг с другом, кроме как при столкновениях.

Температура — мера средней кинетической энергии молекул вещества.

Закон Бойля-Мариотта — давление идеального газа обратно пропорционально объему при постоянной температуре.

Закон Гей-Люссака — при постоянном объеме давление газа пропорционально его температуре.

Закон Шарля — при постоянном давлении объем газа пропорционален его температуре.

Закон Дальтона — давление смеси газов равно сумме давлений каждого газа по отдельности.

2. Уравнение Менделеева-Клапейрона — уравнение состояния идеального газа, связывающее давление, объем, температуру и количество вещества.

Внутренняя энергия — сумма кинетической и потенциальной энергии молекул газа.

Число степеней свободы — количество независимых параметров, которые могут изменяться в системе.

Основное уравнение МКТ — молекулы идеального газа постоянно движутся и сталкиваются, что приводит к давлению.

3. Первое начало термодинамики — изменение внутренней энергии системы равно сумме теплоты и работы, совершенной системой.

Второе начало термодинамики — энтропия замкнутой системы не может уменьшаться.

Третье начало термодинамики — энтропия достигает минимума при абсолютном нуле температуры.

4. Удельная теплоемкость — количество тепла, необходимое для нагрева единицы массы вещества на 1 градус.

Молярная теплоемкость — количество тепла, необходимое для нагрева 1 моля вещества на 1 градус.

Уравнение Майера — связь между удельной теплоемкостью при постоянном объеме и при постоянном давлении.

5. Адиабатный процесс — процесс, в котором не происходит теплообмена с окружающей средой.

Формула описывает изменение давления и объема в ходе такого процесса.

Семестр 2 "Электричество и магнетизм, оптика"

Электростатика

1. Свойства электрического заряда. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона. Электрический заряд.

- Электрический заряд — это физическая величина, которая определяет способность частицы взаимодействовать с другими через электрическое поле. Он бывает положительным или отрицательным. Закон сохранения заряда утверждает, что общий заряд в замкнутой системе всегда сохраняется. Закон Кулона описывает взаимодействие между двумя точечными зарядами: сила пропорциональна произведению их зарядов и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними.

2. Электрическое поле. Напряженность. Диэлектрическая проницаемость. Силовые линии. Принцип суперпозиции.

- Электрическое поле — это область пространства, в которой заряды испытывают силу. Напряженность поля характеризует силу, действующую на единичный положительный заряд. Диэлектрическая проницаемость описывает способность вещества снижать интенсивность электрического поля. Силовые линии показывают направление поля, их плотность указывает на силу поля. Принцип суперпозиции утверждает, что результирующее поле от нескольких источников — это векторная сумма полей от каждого источника.

3. Работа электрического поля. Циркуляция вектора напряженности.

- Работа электрического поля — это энергия, затраченная на перемещение заряда в поле. Если поле консервативное (например, электрическое), то работа по замкнутому контуру равна нулю. Циркуляция вектора напряженности — это интеграл напряженности по замкнутому контуру, который также равен нулю для консервативного поля.

4. Потенциальная энергия системы зарядов. Потенциал точечного заряда.

- Потенциальная энергия системы зарядов зависит от их расположения друг относительно друга и величины зарядов. Потенциал точечного заряда — это энергия, которую заряд имеет в поле другого заряда, и определяется его расстоянием от этого заряда.

5. Связь между напряженностью и потенциалом. Эквипотенциальные поверхности. Градиент напряженности.

- Напряженность электрического поля является отрицательным градиентом потенциала, то есть она указывает направление, в котором потенциал уменьшается. Эквипотенциальные поверхности — это поверхности, на которых потенциал одинаков. Напряженность всегда перпендикулярна этим поверхностям.

6. Электрический диполь. Электрический момент. Напряженность поля.

- Электрический диполь — это система из двух зарядов противоположного знака, разделённых определённым расстоянием. Электрический момент — это характеристика диполя, зависящая от величины зарядов и расстояния между ними. Напряженность поля диполя зависит от расположения точки относительно оси диполя.

7. Поток напряженности.

- Поток напряженности через поверхность — это мера того, сколько линий поля проходит через эту поверхность. Он зависит от площади поверхности и угла наклона поля к ней.

8. Вектор электростатической индукции.

- Вектор электростатической индукции описывает распределение электрического поля в материале и включает в себя влияние диэлектрической проницаемости материала на электрическое поле.

9. Теорема Гаусса.

- Теорема Гаусса связывает поток электрического поля через замкнутую поверхность с суммарным зарядом внутри этой поверхности. Это позволяет вычислять поле, исходя из распределения зарядов.

10. Плотности зарядов.

- Линейная плотность — это количество заряда на единицу длины проводника. Поверхностная плотность — заряд, распределённый по поверхности. Объемная плотность — заряд, распределённый в объёме.

11. Электрическое поле бесконечной плоскости с зарядом.

- Электрическое поле, создаваемое заряженной плоскостью, постоянно и одинаково по всей её поверхности, независимо от расстояния от неё.

12. Электрическое поле двух параллельно заряженных пластин.

- Между двумя параллельными заряженными пластинами создаётся постоянное электрическое поле, если заряды на пластинах равны и противоположны.

13. Электрическое поле бесконечно длинного прямого цилиндра.

- Электрическое поле вокруг бесконечно длинного цилиндра с зарядом зависит от расстояния от оси цилиндра, и его интенсивность уменьшается с увеличением этого расстояния.

14. Электрическое поле заряженной сферической поверхности.

- Внешнее электрическое поле от заряженной сферической поверхности похоже на поле точечного заряда, и оно уменьшается с увеличением расстояния от сферы.

Электродинамика

1. Сила тока и плотность тока.

- Сила тока — это количество заряда, проходящее через проводник за единицу времени. Плотность тока — это ток, проходящий через единицу площади поперечного сечения проводника.

2. Уравнение непрерывности.

- Уравнение непрерывности выражает закон сохранения заряда, утверждая, что изменение плотности тока в объёме связано с потоком тока через его поверхность.

3. Связь между плотностью тока и скоростью движения зарядов.

- Плотность тока пропорциональна скорости движения зарядов, умноженной на плотность этих зарядов.

4. Закон Ома для однородного участка цепи.

- Закон Ома говорит, что ток в проводнике пропорционален приложенному напряжению и обратно пропорционален сопротивлению проводника.

5. Сопротивление.

- Сопротивление проводника зависит от его длины, площади поперечного сечения и материала, из которого он сделан.

6. Соединения сопротивлений.

- Сопротивления могут быть соединены параллельно или последовательно. При последовательном соединении сопротивления складываются, а при параллельном соединении их общее сопротивление меньше, чем сопротивления каждого из них.

7. Проводимость.

- Проводимость — это величина, обратная сопротивлению, и характеризует способность материала проводить электрический ток. Она зависит от материала и геометрии проводника.

8. Закон Ома в дифференциальной форме.

- Закон Ома в дифференциальной форме связывает электрическое поле в проводнике с плотностью тока. Это уравнение показывает, как электрическое поле влияет на движение зарядов в материале.

9. Электродвижущая сила (ЭДС).

- Электродвижущая сила — это сила, которая вызывает движение зарядов в цепи. Она может быть обусловлена разностью потенциалов в различных частях проводника или источниками энергии, такими как батареи или генераторы.

10. Закон Джоуля — Ленца в интегральной форме.

- Закон Джоуля-Ленца в интегральной форме утверждает, что энергия, выделяющаяся в проводнике в виде тепла, пропорциональна квадрату тока и сопротивлению проводника. Это выражает принцип о том, что электрический ток вызывает нагрев проводника.

11. Закон Джоуля — Ленца в дифференциальной форме.

- В дифференциальной форме закон Джоуля-Ленца описывает локальное выделение тепла в проводнике, которое зависит от плотности тока и сопротивления.

12. Закон Ома для неоднородного участка цепи.

- В неоднородном участке цепи закон Ома применяется с учётом изменения проводимости (или сопротивления) материала по пути тока.

13. Закон Ома для замкнутой цепи.

- В замкнутой цепи закон Ома гласит, что сумма всех электродвижущих сил и падений напряжений по всем участкам цепи равна нулю.

14. Напряжение холостого хода.

- Напряжение холостого хода — это напряжение, которое возникает на зажимах источника питания при отсутствии тока в цепи (то есть при открытой цепи).

15. Ток короткого замыкания.

- Ток короткого замыкания — это ток, который протекает в цепи при её замыкании с минимальным сопротивлением. Он обычно значительно выше нормального рабочего тока.

16. Правила Кирхгофа.

- Первое правило Кирхгофа (правило токов) гласит, что сумма токов, входящих в узел, равна сумме токов, выходящих из него. Второе правило Кирхгофа (правило напряжений) утверждает, что сумма напряжений по замкнутому контуру цепи равна нулю.

17. Основные положения классической теории электропроводности металлов.

- Классическая теория электропроводности металлов основывается на модели свободных электронов, которые, взаимодействуя с решёткой атомов, переносят электрический ток.

18. Вывод закона Ома в классической теории электропроводности металлов.

- Закон Ома в классической теории выводится из представления о движении свободных электронов в металле под действием электрического поля. Электроны сталкиваются с атомами, создавая сопротивление, пропорциональное длине проводника и обратно пропорциональное его сечению.

19. Вывод закона Джоуля — Ленца в классической теории электропроводности металлов.

- Закон Джоуля-Ленца выводится из того, что в процессе движения свободных электронов через проводник они сталкиваются с атомами, что приводит к выделению тепла, пропорциональному квадрату тока и сопротивлению проводника.

20. Вывод закона Видемана-Франца.

- Закон Видемана-Франца описывает зависимость теплопроводности от электрической проводимости в металлах. Он утверждает, что теплопроводность пропорциональна проводимости и температуре.

21. Недостатки классической теории электропроводности металлов.

- Классическая теория не может объяснить поведение проводимости при низких температурах или в сверхпроводниках, а также не учитывает квантовые эффекты, такие как дискретизация уровней энергии.

22. Основы квантовой теории проводимости металлов.

- Квантовая теория проводимости металлов основывается на учении о квантовых состояниях электронов и их взаимодействии с решёткой. Эта теория объясняет явления, которые классическая теория не может объяснить, такие как аномальное поведение проводимости при низких температурах.

Магнетизм

1. Магнитное поле. Источники магнитного поля. Связь магнитной индукции с вращающимся моментом.

- Магнитное поле создаётся движущимися электрическими зарядами, например, токами или магнитными материалами. Магнитная индукция характеризует интенсивность и направление магнитного поля. Вращающий момент описывает взаимодействие магнитного поля с магнитным моментом тел.

2. Закон Био-Савара-Лапласа. Элемент тока.

- Закон Био-Савара описывает магнитное поле, создаваемое элементом тока. Он гласит, что магнитное поле создаётся движением зарядов (током) и зависит от расстояния, направления тока и проводника.

3. Магнитное поле в центре кольца с током. Магнитное поле кольца. Магнитное поле прямого тока.

- В центре кольца с током создаётся магнитное поле, напоминающее поле постоянного магнита. Магнитное поле прямого тока имеет характерные линии поля, которые зависят от формы проводника и его длины.

4. Циркуляция вектора магнитной индукции.

- Циркуляция магнитной индукции по замкнутому контуру описывает суммарное магнитное поле, создаваемое токами, проходящими через этот контур. Она пропорциональна току, проходящему через контур.

5. Теорема о циркуляции. Применение для соленоида и тороида.

- Теорема о циркуляции магнитного поля утверждает, что циркуляция магнитной индукции через замкнутый контур пропорциональна току, который проходит через контур. Для соленоида и тороида эта теорема используется для вычисления магнитных полей внутри этих объектов.

6. Поток вектора магнитной индукции.

- Поток магнитной индукции через поверхность связан с количеством магнитных линий, пронизывающих её. Этот поток зависит от величины и направления магнитного поля.

7. Закон Ампера. Правило левой руки. Сила Ампера.

- Закон Ампера описывает силу, с которой магнитное поле действует на ток в проводнике. Правило левой руки позволяет определить направление силы, действующей на проводник с током в магнитном поле. Сила Ампера пропорциональна току и магнитному полю.

8. Рамка с током в магнитном поле. Магнитный момент. Работа сил поля.

- Рамка с током в магнитном поле испытывает силы, которые могут её вращать. Магнитный момент этой рамки определяется током и площадью рамки. Работа сил поля зависит от угла между магнитным моментом и магнитным полем.

9. Работа при перемещении проводника с током в магнитном поле.

- Работа, совершённая при перемещении проводника с током в магнитном поле, зависит от силы, действующей на проводник, и его перемещения в поле.

10. Сила Лоренца. Движение заряженной частицы в магнитном поле.

- Сила Лоренца описывает взаимодействие магнитного поля с движущимися зарядами. Движение заряженной частицы в магнитном поле зависит от угла между её скоростью и магнитным полем, а также от величины заряда и скорости частицы.

11. Уравнения Максвелла.

- Уравнения Максвелла описывают электромагнитные поля и их взаимодействие с зарядом и током. Эти уравнения являются основой для описания всех электромагнитных явлений, включая электрические и магнитные поля.

Оптика

1. Волна. Продольные волны. Поперечные волны.

- Волна — это колебание, которое переносит энергию через пространство без переноса вещества. Продольные волны — это волны, в которых колебания происходят вдоль направления распространения волны (например, звук). Поперечные волны — это волны, где колебания происходят перпендикулярно направлению распространения (например, световые волны).

2. Получение уравнения плоской волны.

- Плоская волна описывает распространение колебаний в одинаковых фазах в плоскости. Для плоской волны амплитуда колебаний постоянна в любой точке волновой поверхности и меняется только вдоль направления распространения.

3. Фаза волны, волновая поверхность.

- Фаза волны — это параметр, определяющий состояние колебаний в каждой точке. Волновая поверхность — это поверхность, на которой волна имеет одинаковую фазу.

4. Плоская волна, сферическая волна.

- Плоская волна распространяется в одном направлении, и её волновые фронты представляют собой прямые линии. Сферическая волна распространяется от источника в виде концентрических сфер.

5. Длина волны. Соотношения между длиной волны, циклической частотой, частотой и периодом волны. Волновое число.

- Длина волны — это расстояние между двумя соседними точками в одинаковой фазе волны. Циклическая частота и частота связаны с периодом волны. Волновое число характеризует количество волн, проходящих через единицу длины.

6. График зависимости смещения частиц от координаты.

- На графике зависимости смещения частиц от координаты отображаются амплитуда колебаний в разных точках пространства на фиксированный момент времени.

7. Фазовая скорость и групповая скорость.

- Фазовая скорость — это скорость, с которой распространяется фаза волны. Групповая скорость — это скорость распространения огибающей волны, описывающей движение энергии.

8. Основные положения электромагнитной теории Максвелла.

- Максвелл сформулировал уравнения, описывающие взаимосвязь между электрическими и магнитными полями. Они объясняют природу электромагнитных волн и их распространение в пространстве.

9. Электромагнитная волна. Формула для скорости распространения электромагнитной волны. График электромагнитной волны. Уравнение плоской электромагнитной волны.

- Электромагнитная волна — это волна, состоящая из переменных электрических и магнитных полей, распространяющихся в пространстве. Скорость распространения волны равна скорости света в вакууме. График электромагнитной волны показывает зависимость полей от времени и координаты.

10. Поток энергии. Плотность потока энергии. Связь потока энергии с объемной плотностью энергии волны и фазовой скоростью распространения волны. Интенсивность волны.

- Поток энергии характеризует передачу энергии через единичную площадь. Интенсивность волны — это энергия, переносимая волной в единицу времени через единичную площадь. Связь между этими величинами позволяет описать эффективность распространения энергии.

11. Понятие светового луча. Законы геометрической оптики.

- Световой луч — это линия, вдоль которой распространяется свет. Законы геометрической оптики описывают поведение света в рамках законов отражения и преломления.

12. Физический смысл абсолютного показателя преломления данной оптической среды. Относительный показатель преломления двух сред.

- Абсолютный показатель преломления среды характеризует её способность изменять направление света. Относительный показатель преломления — это отношение показателей преломления двух сред.

13. Сущность принципа суперпозиции световых лучей.

- Принцип суперпозиции гласит, что результирующее положение света в любой точке определяется как сумма влияний всех световых лучей.

14. Оптически однородная, оптически изотропная, оптически анизотропная среда.

- Оптически однородная среда имеет одинаковые оптические свойства в каждой точке. Изотропная среда имеет одинаковые свойства во всех направлениях. Анизотропная среда имеет различные свойства в разных направлениях.

15. Центрированная оптическая система.

- Центрированная оптическая система имеет симметрию относительно главной оптической оси.

16. Построение хода лучей через границу стекло-воздух.

- При переходе света из стекла в воздух световой луч преломляется, и угол преломления будет больше угла падения.

17. Линза. Передний, задний фокус линзы. Оптическая сила линзы. Увеличение.

- Линза — это оптический элемент, который изменяет направление лучей света. Передний и задний фокусы — это точки, где параллельные лучи сходятся или расходятся. Оптическая сила линзы определяет её способность фокусировать свет. Увеличение — это отношение размера изображения к размеру объекта.

18. Вывод формулы тонкой линзы. Ход лучей в собирающей и рассеивающей линзах.

- Для тонкой линзы применяются основные уравнения оптики, связывающие фокусное расстояние, расстояние до объекта и расстояние до изображения. Линза собирает или рассеивает свет в зависимости от её формы.

19. Построение изображения светящейся точки, даваемое собирающей линзой.

- Если точка находится между фокусом и линзой, то изображение будет увеличенное, перевёрнутое и действительное.

20. Плоское зеркало.

- Плоское зеркало создаёт виртуальное изображение, которое является симметричным относительно зеркальной поверхности.

21. Сферическое зеркало. Оптический центр зеркала. Полус. Главная оптическая ось зеркала. Фокус. Фокусное расстояние. Построение изображений.

- Сферическое зеркало фокусирует свет в фокусной точке. Оптический центр — это точка на оси зеркала, где лучи не преломляются. Полус — это точка, расположенная в центре зеркальной поверхности.

22. Преломляющая призма. Преломляющий угол призмы. Ход лучей в преломляющей призме.

- Призма изменяет направление света за счёт преломления на её границе. Угол отклонения луча зависит от угла преломления и преломляющего угла призмы.

23. Плоскопараллельная пластина. Ход лучей в плоскопараллельной пластине.

- Плоскопараллельная пластина не изменяет направления лучей, но вызывает смещение изображения.

24. Интерференционная картина. Интерференция. Когерентные волны. Волновой цуг. Время когерентности. Длина когерентности.

- Интерференция — это взаимодействие двух или более волн, приводящее к усилению или ослаблению их амплитуд. Когерентные волны — это волны с постоянной разностью фаз.

25. Зеркала Френеля.

- Зеркала Френеля используются для создания направленных световых лучей в оптических системах с изменяющейся фазой волн.

26. Условие минимума и максимума интерференции.

- Условия для максимума и минимума определяются разностью фаз между когерентными волнами.

27. Интерференция света в тонких пленках.
- Интерференция в тонких пленках приводит к появлению ярких и тёмных полос, обусловленных разностью пути лучей, отражённых от верхней и нижней поверхностей пленки.
28. Полосы равного наклона. Полосы равной толщины.
- Полосы равного наклона и толщины — это интерференционные узоры, которые появляются при определённых условиях распространения волн.
29. Кольца Ньютона. Радиусы темного и светлого кольца.
- Кольца Ньютона возникают на поверхности, разделяющей две среды, когда один луч света отражается от верхней, а другой — от нижней поверхности. Размеры колец зависят от длины волны света.
30. Просветление оптики. Условия для гашения лучей.
- Просветление достигается при гашении отражённых волн, когда их разность фаз приводит к интерференции с амплитудой ноль.
31. Расчёт интерференционной картины от 2-х источников.
- Интерференционная картина при двух источниках зависит от разности хода волн от каждого источника до наблюдателя.
32. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля.
- Дифракция описывает явление огибания волн вокруг препятствий. Принцип Гюйгенса-Френеля объясняет, как волны распространяются через отверстия.
33. Метод зон Френеля.
- Метод зон Френеля используется для анализа дифракции и позволяет разделить пространство на зоны, каждая из которых имеет свой вклад в результирующую волну.
34. Дифракция плоских волн (дифракция Фраунгофера).
- Дифракция Фраунгофера описывает поведение света на больших расстояниях от источника и дифракционного аппарата.
35. Дифракция рентгеновских лучей.
- Рентгеновские лучи подчиняются законам дифракции и могут быть использованы для изучения структуры веществ.
36. Естественный свет. Поляризованный свет. Степень поляризации.
- Естественный свет состоит из волн, колеблющихся в различных направлениях. Поляризованный свет — это свет, в котором волны колеблются в одном направлении.
37. Поляризаторы и анализаторы. Закон Малюса.

- Поляризаторы блокируют волны, колеблющиеся в определённых направлениях. Закон Малюса описывает зависимость интенсивности поляризованного света от угла между поляризатором и анализатором.

38. Двойное лучепреломление. Обыкновенный и необыкновенный лучи.

- Двойное лучепреломление происходит в кристаллах, которые преломляют свет в два луча: обыкновенный и необыкновенный, каждый из которых имеет свою скорость.

39. Поляризационные призмы. Призма Николя.

- Поляризационные призмы используются для разделения лучей по поляризации. Призма Николя используется для создания и анализа поляризованного света.

40. Искусственная оптическая анизотропия. Ячейка Керра.

- Искусственная анизотропия создаётся путём воздействия на оптические свойства материалов с помощью внешнего поля, как в ячейке Керра.

41. Оптически активные вещества. Вращение плоскости поляризации.

- Оптически активные вещества изменяют плоскость поляризации света. Угол поворота зависит от концентрации вещества и длины пути.

42. Взаимодействие света с веществом. Дисперсия. Электронная теория дисперсии.

- Дисперсия — это зависимость показателя преломления от длины волны. Электронная теория объясняет дисперсию через взаимодействие света с электронами в веществе.

43. Поглощение света. Закон Бугера. Закон Бугера-Ламберта.

- Закон Бугера описывает поглощение света в веществе, а Закон Бугера-Ламберта связывает поглощение с толщиной вещества и его коэффициентом поглощения.

44. Прохождение света через оптически неоднородную среду. Рассеяние света. Закон Рэлея.

- Прохождение света через неоднородную среду вызывает рассеяние. Закон Рэлея объясняет, как свет рассеивается в зависимости от длины волны и размера частиц.