

Министерство образования, науки и молодежной политики Нижегородской области
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
«Нижегородский радиотехнический колледж»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

(профильная дисциплина)

ОУД.10 ФИЗИКА

для 1 курса
по программам подготовки специалистов среднего звена
технического профиля

г. Нижний Новгород
2019 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА.....	4
2 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
3 МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПЛАНЕ.....	6
4 СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ.....	6
4.1 Введение. Измерение физических величин.....	6
4.2 Механика.....	6
4.3 Механические колебания и волны.....	7
4.4 Основы молекулярной физики и термодинамики.....	7
4.5 Элементы квантовой физики.....	8
4.6 Электродинамика.....	9
4.7 Электромагнитные колебания и волны.....	10
4.8 Оптика.....	11
4.9 Эволюция Вселенной.....	11
5 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	12
5.1 Личностные результаты.....	12
5.2 Метапредметные результаты.....	12
5.3 Предметные результаты общая часть.....	13
5.4 Предметные результаты по разделам и темам.....	14
5.4.1 Введение. Измерение физических величин.....	14
5.4.2 Механика.....	14
5.4.3 Механические колебания и волны.....	15
5.4.4 Основы молекулярной физики и термодинамики.....	16
5.4.5 Элементы квантовой физики.....	17
5.4.6 Электродинамика.....	18
5.4.7 Электромагнитные колебания и волны.....	19
5.4.8 Оптика.....	20
5.4.9 Эволюция Вселенной.....	21
6 ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ.....	21
6.1 Тематический план.....	21
6.2 Перечень лабораторных работ.....	22
6.3 Темы, рекомендуемые для самостоятельной проработки.....	22
6.4 Примерные темы индивидуальных проектов.....	23
7 ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ РАБОТ.....	24
8 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ.....	24
9 ЛИТЕРАТУРА.....	25

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа разработана на основе требований ФГОС среднего общего образования, предъявляемых к структуре, содержанию и результатам освоения учебной дисциплины «Физика», в соответствии с Рекомендациями по организации получения среднего общего образования в пределах освоения образовательных программ среднего профессионального образования на базе основного общего образования с учетом требований федеральных государственных образовательных стандартов и получаемой профессии или специальности среднего профессионального образования (письмо Департамента государственной политики в сфере подготовки рабочих кадров и ДПО Минобрнауки России от 17.03.2015 № 06-259).

Содержание программы «Физика» направлено на достижение следующих целей:

- *освоение* знаний о фундаментальных физических законах и принципах, лежащих в основе современной физической картины мира; наиболее важных открытиях в области физики, оказавших определяющее влияние на развитие техники и технологии; методах научного познания природы;
- *овладение* умениями проводить наблюдения, планировать и выполнять эксперименты, выдвигать гипотезы и строить модели, применять полученные знания по физике для объяснения разнообразных физических явлений и свойств веществ; практически использовать физические знания; оценивать достоверность естественнонаучной информации;
- *развитие* познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей в процессе приобретения знаний и умений по физике с использованием различных источников информации и современных информационных технологий;
- *воспитание* убежденности в возможности познания законов природы, использования достижений физики на благо развития человеческой цивилизации; необходимости сотрудничества в процессе совместного выполнения задач, уважительного отношения к мнению оппонента при обсуждении проблем естественнонаучного содержания; готовности к морально-этической оценке использования научных достижений, чувства ответственности за защиту окружающей среды;
- *использование* приобретенных знаний и умений для решения практических задач повседневной жизни, обеспечения безопасности собственной жизни, рационального природопользования и охраны окружающей среды и возможность применения знаний при решении задач, возникающих в последующей профессиональной деятельности.

В программу включено содержание, направленное на формирование у обучающихся компетенций, необходимых для качественного освоения ОПОП СПО на базе основного общего образования с получением среднего общего образования; программы подготовки служащих и специалистов среднего звена.

Программа может использоваться другими профессиональными образовательными организациями, реализующими образовательную программу

среднего общего образования в пределах освоения ОПОП СПО на базе основного общего образования.

2 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В основе учебной дисциплины «Физика» лежит установка на формирование у обучающихся системы базовых понятий физики и представлений о современной физической картине мира, а также выработка умений применять физические знания как в профессиональной деятельности, так и для решения жизненных задач.

Физика дает ключ к пониманию многочисленных явлений и процессов окружающего мира. В физике формируются многие виды деятельности, которые имеют метапредметный характер. К ним в первую очередь относятся: моделирование объектов и процессов, применение основных методов познания, системно-информационный анализ, формулирование гипотез, анализ и синтез, сравнение, обобщение, систематизация, выявление причинно-следственных связей, поиск аналогов, управление объектами и процессами. Именно эта дисциплина позволяет познакомить обучающихся с научными методами познания, научить их отличать гипотезу от теории, теорию от эксперимента.

Физика имеет очень большое и всевозрастающее число междисциплинарных связей, причем на уровне как понятийного аппарата, так и инструментария. Сказанное позволяет рассматривать физику как метадисциплину, которая предоставляет междисциплинарный язык для описания научной картины мира.

Физика является системообразующим фактором для естественно-научных учебных предметов, поскольку физические законы лежат в основе содержания химии, биологии, географии, астрономии и специальных дисциплин (техническая механика, электротехника, электроника и др.). Учебная дисциплина «Физика» создает универсальную базу для изучения общепрофессиональных и специальных дисциплин, закладывая фундамент для последующего обучения обучающихся.

Обладая логической стройностью и опираясь на экспериментальные факты, учебная дисциплина «Физика» формирует у обучающихся подлинно научное мировоззрение. Физика является основой учения о материальном мире и решает проблемы этого мира.

Особое внимание должно быть уделено решению задач по каждой теме, т.к. знание физики невозможно без умения решать задачи.

Теоретические сведения по физике дополняются демонстрациями и лабораторными работами.

Проведение лабораторных работ является важнейшей частью любой дисциплины, связанной с экспериментом, развивающей в значительной степени умения и навыки практического характера.

В каждой теме программы указан перечень основных примерных демонстраций; преподаватель может расширить этот перечень или заменить теми демонстрациями, которые он считает наиболее удачными. Кроме

демонстрационного эксперимента рекомендуется использовать динамические и статические модели и макеты, фильмы, презентации, интерактивные модели.

Необходимо научить обучающихся пользоваться различной справочной литературой, таблицами постоянных, графическими зависимостями для некоторых физических величин.

При планировании необходимо учесть, что часть материала дается в ознакомительном плане и в экзаменационные билеты не включается.

Физика изучается как профильная учебная дисциплина. Программа реализуется для специальностей технического профиля, поэтому основной составляющей является раздел «Электродинамика».

Темы «Механические колебания» и «Упругие волны» рассматриваются сразу после изучения раздела «Механика». Это позволяет рассматривать раздел «Электродинамика» как единое целое. Темы «Физика атома» и «Физика ядра» рассматриваются перед разделом «Электродинамика», что позволяет легче понять некоторые темы раздела.

Преподаватель может использовать любые формы и виды текущего контроля знаний, в том числе с использованием компьютерной техники. Формы и методы текущего контроля учебных достижений студентов включают в себя устный и письменный опросы, решение задач, тестирование.

3 МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПЛАНЕ

Дисциплина входит в профильный общеобразовательный цикл.

Форма промежуточной аттестации обучающихся в конце учебного года: экзамен.

4 СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Введение. Измерение физических величин

Физика – наука о природе. Моделирование физических явлений и процессов. Роль эксперимента и теории в процессе познания природы. Физические законы. Физические величины и их измерения. Основная задача измерения. Погрешности измерений физических величин. Значение физики при освоении специальностей среднего специального образования.

Лабораторная работа №1. Изучение штангенциркуля и работа с ним.

Лабораторная работа №2. Изучение микрометра и работа с ним.

4.2 Механика

Кинематика.

Системы отсчета. Механическое движение. Характеристики механического движения: перемещение, путь, скорость, ускорение. Виды движения (равномерное, равнопеременное) и их графическое описание. Прямолинейное движение. Свободное падение. Движение тела, брошенного под углом к горизонту. Движение по окружности с постоянной по модулю скоростью.

Динамика.

Взаимодействие тел. Принцип суперпозиции сил. Законы механики Ньютона. Силы в природе: упругость, трение, сила тяжести. Закон всемирного тяготения. Невесомость.

Законы сохранения в механике.

Закон сохранения импульса. Работа силы. Работа потенциальных сил. Мощность. Энергия. Кинетическая энергия. Потенциальная энергия. Закон сохранения механической энергии. Применение законов сохранения.

Демонстрации

Зависимость траектории от выбора системы отсчета.

Виды механического движения.

Сложение сил.

Равенство и противоположность направления сил действия и противодействия.

Зависимость силы упругости от деформации.

Силы трения.

Переход потенциальной энергии в кинетическую и обратно.

4.3 Механические колебания и волны

Механические колебания.

Колебательное движение. Амплитуда, период, частота, фаза колебаний. Гармонические колебания. Свободные и вынужденные колебания. Резонанс. Превращение энергии при колебательном движении.

Лабораторная работа №3. Изучение законов колебаний математического маятника.

Упругие волны.

Поперечные и продольные волны. Характеристики волны. Интерференция волн. Понятие о дифракции волн. Звуковые волны. Ультразвук и его использование в технике и медицине.

Демонстрации

Свободные и вынужденные колебания.

Резонанс.

Образование и распространение волн.

Частота колебаний и высота тона звука.

Бегущие волны. Стоячие волны.

4.4 Основы молекулярной физики и термодинамики

Основы молекулярно-кинетической теории.

Основные положения молекулярно-кинетической теории и явления их подтверждающие. Понятие атома и молекулы. Масса и размер молекул. Количество вещества. Число Авогадро. Число Лошмидта. Силы и энергия межмолекулярного взаимодействия.

Идеальный газ. Законы идеального газа.

Идеальный газ. Давление газа. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газа. Термодинамическая температура. Абсолютный нуль и

его смысл. Связь термодинамической температуры и средней кинетической энергии поступательного движения частиц. Уравнение состояния идеального газа. Изопроцессы: определения, законы, графики.

Основы термодинамики.

Основные понятия и определения термодинамики. Внутренняя энергия системы и идеального газа. Теплообмен и теплопередача. Работа в термодинамике. Удельная теплоемкость. Уравнение теплового баланса. Первое начало термодинамики. Первое начало в применении к изопроцессам газов. Адиабатный процесс. Круговые процессы или циклы. Обратимые и необратимые процессы. Второе начало термодинамики. Тепловые двигатели и второе начало термодинамики. Понятие о цикле Карно. КПД теплового двигателя.

Свойства паров.

Насыщенный пар и его свойства. Абсолютная и относительная влажность воздуха. Точка росы Кипение. Зависимость температуры кипения от давления.

Лабораторная работа №4. Определение абсолютной и относительной влажности воздуха.

Свойства жидкостей.

Понятие о строении жидкости. Основные свойства жидкости. Поверхностный слой жидкости. Явления на границе жидкости с твердым телом и газом. Капиллярные явления.

Свойства твердых тел.

Понятие о структуре твердого тела. Монокристаллы и поликристаллы, их свойства. Типы кристаллических решеток. Дефекты кристаллических решеток. Деформация твердых тел. Закон Гука. Тепловое расширение твердых тел.

Фазовые переходы вещества.

Понятие о фазовых переходах. Переход кристалл – газ. Переход жидкость – газ с поверхности жидкости. Понятие реального газа. Критическое состояние вещества. Переход кристалл – жидкость. Тройная точка.

Демонстрации

Движение броуновских частиц.

Диффузия.

Изменение давления газа с изменением температуры при постоянном объеме.

Кипение воды при пониженном давлении.

Психрометр и гигрометр.

Явления поверхностного натяжения и смачивания.

Кристаллы, аморфные вещества, жидкокристаллические тела.

Изменение внутренней энергии тел при совершении работы.

4.5 Элементы квантовой физики

Физика атома.

Развитие взглядов на строение вещества. Модель атома Резерфорда. Теория Бора. Основные положения модели атома Резерфорда-Бора. Спектры испускания и поглощения. Спектральные закономерности.

Физика атомного ядра.

Строение атомного ядра. Дефект массы. Энергия связи. Связь массы и энергии. Изотопы и изобары. Радиоактивность.

Демонстрации

Линейчатые спектры различных веществ.

4.6 Электродинамика

Электростатика.

Электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда. Взаимодействие точечных зарядов в вакууме. Закон Кулона. Диэлектрическая проницаемость среды. Закон Кулона в среде.

Электрическое поле. Напряженность. Принцип суперпозиции полей. Графическое изображение полей. Однородное электрическое поле.

Работа, совершаемая силами электрического поля при перемещении заряда. Потенциал. Разность потенциалов или напряжение. Поверхности равного потенциала. Связь между напряженностью и разностью потенциалов.

Проводники в электрическом поле. Диэлектрики в электрическом поле. Поляризация диэлектриков.

Емкость. Конденсатор. Типы конденсаторов. Емкость плоского конденсатора. Соединение конденсаторов в батарею. Энергия электрического поля. Энергия заряженного конденсатора.

Законы постоянного тока.

Условия, необходимые для возникновения и поддержания электрического тока. Сила тока и плотность тока. Направление тока. Сопротивление проводников. Общая формула сопротивления. Разность потенциалов на внешнем участке. Закон Ома для внешнего участка цепи. Линейные проводники. Законы последовательного и параллельного соединения проводников.

Понятие об ЭДС источника. Характеристики источника. Понятие о напряжении на неоднородном участке. Работа по замкнутому контуру в цепи постоянного тока. Закон Ома для полной цепи. Работа в цепи постоянного тока (рассмотреть внешний участок и полную цепь). Мощность в цепи постоянного тока. Тепловое действие тока. Закон Джоуля-Ленца.

Изучение общих сведений об электроизмерительных приборах.

Лабораторная работа №5. Общие сведения об электроизмерительных приборах.

Лабораторная работа №6. Изучение электроизмерительных приборов.

Лабораторная работа №7. Проверка закона Ома для участка цепи.

Лабораторная работа №8. Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока.

Лабораторная работа №9. Измерение мощности в цепях постоянного тока.

Ток в различных средах.

Ток в металлах. Ток в электролитах. Электролиз. Понятие о токе в газах и вакууме. Ток в полупроводниках. Проводимость полупроводников и их свойства. Полупроводниковые диод и триод.

Магнитное поле.

Понятие о магнитном поле. Закон Ампера. Понятие о магнитной индукции как о силовой характеристике поля. Силовые линии прямого тока, кругового тока, соленоида. Правило буравчика. Магнитный поток. Работа в однородном магнитном поле. Магнитный момент. Напряженность магнитного поля.

Изучение работы электроизмерительных приборов.

Движение заряженных частиц в магнитном поле. Сила Лоренца, ее направление и свойства. Анализ различных случаев движения частиц.

Магнитная проницаемость вещества. Закон взаимодействия проводников с токами. Характеристики магнитного поля в веществе. Диамагнетики и парамагнетики. Их свойства. Ферромагнетики и их свойства.

Электромагнитная индукция.

Явление электромагнитной индукции. Опыты Фарадея. Определение направления индукционного тока. ЭДС индукции в прямолинейном проводнике. Основной закон электромагнитной индукции. Понятие о самоиндукции и ее наблюдение. Понятие индуктивности. Энергия магнитного поля. Вихревое электрическое поле и вихревые токи.

Демонстрации

Взаимодействие заряженных тел.

Проводники в электрическом поле.

Диэлектрики в электрическом поле.

Конденсаторы.

Тепловое действие электрического тока.

Электронная и дырочная проводимости полупроводников.

Полупроводниковый диод.

Опыт Эрстеда.

Взаимодействие проводников с токами и катушек.

Магнитные свойства вещества.

Электромагнитная индукция.

Зависимость ЭДС самоиндукции от скорости изменения силы тока и индуктивности проводника.

Конденсатор в цепи переменного тока.

Катушка в цепи переменного тока.

4.7 Электромагнитные колебания и волны

Электромагнитные колебания.

Закрытый колебательный контур. Процесс возникновения колебаний. Превращение энергии в колебательном контуре. Свободные электромагнитные колебания. Период и частота колебаний. Понятие о затухающих колебаниях. Понятие о вынужденных колебаниях и переменном токе. Закон Ома для электрической цепи переменного тока. Работа и мощность переменного тока. Генераторы тока. Трансформаторы.

Электромагнитные волны.

Понятие об электромагнитном поле и электромагнитной волне. Открытый колебательный контур. Электромагнитные колебания в открытом контуре. Основные свойства электромагнитных волн. Понятие о распространении

электромагнитных волн. Принципы радиосвязи и телевидения. Применение электромагнитных волн.

Демонстрации

Осциллограмма затухающих и вынужденных колебаний.

Влияние индуктивности и емкости на затухание колебаний и период.

Излучение и прием электромагнитных волн.

Радиосвязь и радиолокация.

Особенности распространения волн различного диапазона в атмосфере.

4.8 Оптика

Природа света.

Природа света. Скорость распространения света. Источники света и их классификация. Точечный источник. Световой поток. Сила света. Освещенность. Законы освещенности.

Квантовая оптика.

Квантовая гипотеза Планка. Фотоны. Внешний фотоэффект. Опыты Столетова по исследованию фотоэффекта и их результаты. Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта. Понятие внутреннего фотоэффекта и вентильного фотоэффекта.

Лабораторная работа №10. Изучение явления вентильного фотоэффекта.

Геометрическая оптика корпускулярно-волновая природа света.

Понятие геометрической оптики. Закон прямолинейного распространения света. Закон отражения света. Закон преломления света. Полное внутреннее отражение. Линзы.

Волновые свойства света.

Когерентные источники излучения. Явление интерференции. Понятие дифракции. Принцип Гюйгенса. Использование интерференции в науке и технике. Дифракция на щели. Понятие дифракционной решетки. Понятие голографии.

Демонстрации

Интерференция света.

Дифракция света.

Законы отражения и преломления света.

Полное внутреннее отражение.

Получение спектра с помощью дифракционной решетки.

Спектроскоп.

Оптические приборы.

4.9 Эволюция Вселенной

Наша звездная система — Галактика. Другие галактики. Бесконечность Вселенной. Расширяющаяся Вселенная. Строение и происхождение Галактик.

Термоядерный синтез. Проблема термоядерной энергетики. Энергия Солнца и звезд. Эволюция звезд. Происхождение Солнечной системы.

Демонстрации

Фотографии планет.

5 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Личностные результаты

Освоение содержания учебной дисциплины «Физика» обеспечивает достижение следующих целей:

- чувство гордости и уважения к истории и достижениям отечественной физической науки; физически грамотное поведение в профессиональной деятельности и быту при обращении с приборами и устройствами;
- готовность к продолжению образования и повышению квалификации в избранной профессиональной деятельности и объективное осознание роли физических компетенций в этом;
- умение использовать достижения современной физической науки и физических технологий для повышения собственного интеллектуального развития в выбранной профессиональной деятельности;
- умение самостоятельно добывать новые для себя физические знания, используя для этого доступные источники информации;
- умение выстраивать конструктивные взаимоотношения в команде по решению общих задач;
- умение управлять своей познавательной деятельностью, проводить самооценку уровня собственного интеллектуального развития.

5.2 Метапредметные результаты

Освоение содержания учебной дисциплины «Физика» обеспечивает достижение следующих целей:

- использование различных видов познавательной деятельности для решения физических задач, применение основных методов познания (наблюдения, описания, измерения, эксперимента) для изучения различных сторон окружающей действительности;
- использование основных интеллектуальных операций: постановки задачи, формулирования гипотез, анализа и синтеза, сравнения, обобщения, систематизации, выявления причинно-следственных связей, поиска аналогов, формулирования выводов для изучения различных сторон физических объектов, явлений и процессов, с которыми возникает необходимость сталкиваться в профессиональной сфере;
- умение генерировать идеи и определять средства, необходимые для их реализации;
- умение использовать различные источники для получения физической информации, оценивать ее достоверность;
- умение анализировать и представлять информацию в различных видах;
- умение публично представлять результаты собственного исследования, вести дискуссии, доступно и гармонично сочетая содержание и формы представляемой информации.

5.3 Предметные результаты общая часть

Освоение содержания учебной дисциплины «Физика» обеспечивает достижение следующих целей:

сформированность представлений о роли и месте физики в современной научной картине мира; понимание физической сущности наблюдаемых во Вселенной явлений, роли физики в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач; владение основополагающими физическими понятиями, закономерностями, законами и теориями; уверенное использование физической терминологии и символики;

владение основными методами научного познания, используемыми в физике: наблюдением, описанием, измерением, экспериментом;

умения обрабатывать результаты измерений, обнаруживать зависимость между физическими величинами, объяснять полученные результаты и делать выводы;

сформированность умения решать физические задачи;

сформированность умения применять полученные знания для объяснения условий протекания физических явлений в природе, профессиональной сфере и для принятия практических решений в повседневной жизни;

сформированность собственной позиции по отношению к физической информации, получаемой из разных источников.

Знать и понимать: физический смысл универсальных физических постоянных.

Знать:

о физических явлениях – признаки явления, по которым оно обнаруживается; условия, при которых протекают явления; связь данного явления с другими; примеры использования его на практике;

о физических опытах – цель, схема, ход и результаты опыта;

о физических понятиях, в том числе и физических величинах – явления и свойства, которые характеризуются данным понятием; определение понятия; формулы, связывающие данную величину с другими; ее единицы измерения; способы измерения величины;

о законах – формулировка и математическое выражение закона; опыты, подтверждающие его справедливость; примеры применения на практике; условия применимости;

о физических теориях – опытное обоснование теории; основные формулы, положения, законы, принципы; основные следствия; практическое применение; условия применимости;

Следует учитывать, что в конкретных случаях не все требования могут быть предъявлены студентам, например, знание границ применимости законов и теорий, так как эти границы не всегда рассматриваются в курсе физики.

Уметь: применять понятия, законы и теории при объяснении различных явлений и решении задач, самостоятельно работать с учебником, пользоваться Международной Системой при решении задач, переводить единицы физических величин в СИ, обращаться с простейшими физическими приборами и использовать их при проведении лабораторных работ, оценивать погрешность измерений, пользоваться различной справочной литературой.

При оценке лабораторных работ учитываются умения: планировать проведение опыта, собирать установку по схеме, пользоваться измерительными приборами, проводить наблюдения, снимать показания измерительных приборов, составлять таблицы зависимости величин и строить графики; оценивать и вычислять погрешности измерений; составлять краткий отчет и делать выводы по проделанной работе.

5.4 Предметные результаты по разделам и темам

5.4.1 Введение. Измерение физических величин

Знать понятия прямого и косвенного измерений. Примеры таких измерений.

Уметь вычислять абсолютную и относительную погрешности прямого и косвенного измерений, погрешности по отношению к табличному значению.

5.4.2 Механика

Кинематика.

Знать понятия: механическое движение, материальная точка, тело отсчета и система отсчета, радиус-вектор, траектория, равномерное прямолинейное движения, равноускоренное и равнозамедленное прямолинейное движения, равнопеременное движение.

Знать физический смысл понятий: перемещение и путь, мгновенная и средняя скорость, мгновенное и среднее ускорение, центростремительное ускорение.

Знать выражения, описывающие равномерное прямолинейное движение, равнопеременное прямолинейное движение, движение точки по окружности.

Уметь представлять механическое движение тела уравнениями зависимости координат и проекцией скорости от времени, графиками зависимости координат и проекцией скорости от времени.

Уметь определять координаты пройденного пути, скорости и ускорения тела по графикам зависимости координат и проекций скорости от времени, по уравнениям зависимости координат и проекций скорости от времени.

Уметь проводить сравнительный анализ равномерного и равнопеременного движений.

Уметь доказывать на примерах относительность движения и относительность траектории.

Применять полученные знания для решения задач.

Динамика.

Знать понятия: инерциальная система отсчета, инертность, сила как векторная величина, сила тяжести, сила упругости, сила нормальной реакции опоры, сила натяжения, вес тела, сила трения покоя, сила трения скольжения, сила трения качения.

Формулировать законы Ньютона, принцип суперпозиции сил, закон всемирного тяготения, закон Гука.

Уметь расставлять силы.

Применять полученные знания для решения задач.

Законы сохранения в механике.

Знать понятия: замкнутая система, устойчивое, неустойчивое и безразличное равновесия; потенциальные силы, консервативная система, абсолютно упругий и абсолютно неупругий удар; физическим величинам: импульс тела, работа силы, мощность, коэффициент полезного действия, потенциальная, кинетическая и полная механическая энергия.

Формулировать законы сохранения импульса и энергии с учетом границ их применимости.

Уметь применять закон сохранения импульса для вычисления изменений скоростей тел при их взаимодействиях.

Уметь вычислять работу сил и изменение кинетической энергии тела.

Уметь вычислять потенциальную энергию тел в гравитационном поле, определять потенциальную энергию упруго деформированного тела по известной деформации и жесткости тела.

Уметь применять закон сохранения механической энергии при расчетах результатов взаимодействий тел гравитационными силами и силами упругости.

Применять полученные знания для решения задач.

5.4.3 Механические колебания и волны

Механические колебания.

Знать понятия: период, частота, амплитуда колебательного движения; свободных, затухающих, вынужденных колебаний; резонанса.

Знать различные типы (квалификация) колебаний.

Знать законы колебаний математического и пружинного маятников.

Уметь приводить примеры свободных, затухающих, вынужденных колебаний, резонанса.

Уметь рассчитывать период колебаний маятника.

Уметь определять ускорения свободного падения.

Упругие волны.

Знать понятия: волновой процесс, механическая волна, продольная механическая волна, поперечная механическая волна, гармоническая волна, длина волны, звуковая волна, громкость и высота звука, ультразвука.

Уметь объяснять явления интерференции и дифракции механических волн.

Уметь приводить примеры волновых движений в природе и технике, применения ультразвука в технике и медицине.

5.4.4 Основы молекулярной физики и термодинамики

Основы молекулярно-кинетической теории.

Знать формулировки основных положений молекулярно-кинетической теории.

Уметь обосновывать основные положения молекулярно-кинетической теории опытными фактами из наблюдений в природе и применения в науке и технике.

Идеальный газ. Законы идеального газа.

Знать понятия: микроскопические и макроскопические параметры; стационарное равновесное состояние газа, температура идеального газа, абсолютный нуль температуры, изопроцесс; изотермический, изобарный и изохорный процессы;

Уметь воспроизводить основное уравнение молекулярно-кинетической теории, закон Дальтона, уравнение Клапейрона—Менделеева, закон Бойля—Мариотта, закон Гей-Люссака, закон Шарля, уравнения и графики изопроцессов.

Уметь переходить от шкалы Цельсия к термодинамической шкале и обратно, выводить уравнения изопроцессов из уравнения Менделеева-Клапейрона, строить графики изопроцессов в различной вариации координат P , V , T .

Решать задачи с применением основного уравнения молекулярно-кинетической теории газов.

Определять параметры вещества в газообразном состоянии на основании уравнения состояния идеального газа.

Определять параметры вещества в газообразном состоянии и происходящие процессы по графикам зависимости $p(T)$, $V(T)$, $p(V)$.

Вычислять среднюю кинетическую энергию теплового движения молекул по известной температуре вещества.

Основы термодинамики.

Знать понятия: теплообмен, теплоизолированная система, тепловой двигатель, замкнутый цикл, необратимый процесс, внутренняя энергия, количество теплоты, цикла Карно, коэффициент полезного действия теплового двигателя;

Формулировать первый закон термодинамики; знать понятие второго начала термодинамики.

Уметь проводить расчеты внутренней энергии одноатомного, двухатомного и многоатомного газа, количества теплоты, изменения внутренней энергии, работы с использованием первого начала для изопроцессов в газах, расчеты с использованием формулы КПД цикла Карно.

Свойства паров.

Знать понятия: насыщенный и ненасыщенный пар, абсолютная и относительная влажность воздуха, точка росы, кипение жидкости.

Определить абсолютную и относительную влажность по температуре точки росы, а также с помощью гигрометра и аспирационного психрометра.

Свойства жидкостей.

Знать понятия: ближний и дальний порядок в расположении молекул, поверхностное натяжение, смачивание, несмачивание, капиллярное явление, коэффициент поверхностного натяжения.

Применять полученные знания для решения задач (силы поверхностного натяжения, высота поднятия или опускания жидкости в капиллярах).

Свойства твердых тел.

Знать особенности монокристаллов и поликристаллов, типы кристаллических решеток, понятие аморфного состояния.

Знать виды дефектов и деформаций кристаллов.

Знать математические выражения законов: линейного расширения, объемного расширения, зависимости плотности от температуры.

Уметь объяснять анизотропию монокристаллов и изотропию поликристаллов.

Фазовые переходы вещества.

Знать определение процессов сублимации и десублимации, испарения и конденсации, плавления и кристаллизации.

Уметь классифицировать агрегатные состояния вещества; характеризовать изменения структуры агрегатных состояний вещества при фазовых переходах.

Рассчитывать количество теплоты, необходимое для осуществления процесса перехода вещества из одного агрегатного состояния в другое.

5.4.5 Элементы квантовой физики

Физика атома.

Знать модель атома Резерфорда, формулировку теории Бора, основные положения модели атома Резерфорда-Бора.

Знать понятия: энергетический уровень, энергия ионизации, спектр, линейчатый спектр, полосатый спектр, сплошной спектр.

Знать причины излучения атома.

Уметь объяснять происхождение спектров излучения и поглощения, особенности спектра атома водорода, различия линейчатых спектров различных газов.

Уметь рассчитывать частоту и длину волны испускаемого света при переходе атома водорода из одного стационарного состояния в другое.

Физика атомного ядра.

Знать понятия: нуклонная модель ядра атома, дефекта масс, радиоактивность, изотоп, изобар.

Уметь определять число протонов, нейтронов в ядре и число электронов в атоме, заряда и массового числа атомного ядра.

Понимать преимущества и недостатки использования атомной энергии и ионизирующих излучений в промышленности, медицине.

5.4.6 Электродинамика

Электростатика.

Знать понятия: точечный заряд, электризация тел, электрически изолированная система тел, электрическое поле, линии напряженности электростатического поля, принцип суперпозиции полей, свободные и связанные заряды, поляризация диэлектрика, проводники, диэлектрики, эквипотенциальная поверхность, конденсатор, энергия электрического поля (на примере плоского конденсатора); физических величин: электрический заряд, напряженность электростатического поля, относительная диэлектрическая проницаемость среды, поверхностная плотность заряда, потенциал электростатического поля, разность потенциалов, емкость уединенного проводника, емкость конденсатора.

Формулировать закон сохранения заряда, закон Кулона, знать границы их применимости.

Знать емкость различных типов конденсаторов, законы последовательного и параллельного соединений конденсаторов.

Уметь объяснять свойства электрического поля, потенциальный характер электростатического поля, физический смысл и определение напряженности, потенциала и напряжения, электрические свойства проводников и диэлектриков, действие электрического поля на проводники и диэлектрики.

Уметь изображать графически: поле электрически заряженных тел; поверхности равного потенциала.

Применять полученные знания для решения задач (вычислять силы взаимодействия точечных электрических зарядов, напряженность и потенциал электрического поля одного и нескольких точечных электрических зарядов, энергию электрического поля заряженного конденсатора).

Законы постоянного тока.

Знать понятия: электрический ток, постоянный электрический ток, плотность тока, электрическое сопротивление, напряжение, сверхпроводимость.

Объяснять условия существования электрического тока, зависимость сопротивления проводника от температуры.

Знать закон Ома для однородного проводника (участка цепи), законы последовательного и параллельного соединений проводников (резисторов).

Знать понятия: сторонние силы, напряжение, электродвижущая сила (ЭДС), работа и мощность электрического тока; физический смысл ЭДС.

Знать закон Ома для замкнутой цепи, закон Джоуля-Ленца.

Знать и объяснять принцип действия электроизмерительных приборов магнитоэлектрической, электромагнитной, электродинамической систем.

Уметь измерять с помощью амперметра, вольтметра, ваттметра силу тока, напряжение, мощность.

Уметь производить расчет электрических цепей при различных способах соединения потребителей и источников электрического тока.

Ток в различных средах.

Знать природу электрического тока в металлах, вольтамперную характеристику тока в металлах.

Знать природу электрического тока в электролитах, законы электролиза.

Уметь применять законы электролиза при решении задач.

Знать природу электрического тока в газах, типы разрядов, понятие о плазме.

Знать физическую сущность электронной эмиссии, условие возникновения электрического тока в вакууме.

Знать определение полупроводника, его отличие от проводника и диэлектрика, виды проводимости полупроводников, зависимость электрического сопротивления полупроводника от температуры; знать понятия: p-n перехода, полупроводникового диода и триода; знать вольтамперную характеристику диода.

Магнитное поле.

Знать понятия: магнитное взаимодействие, линии магнитной индукции, однородное магнитное поле; физические величины: вектор магнитной индукции, напряженность магнитного поля, вращающий момент, магнитный поток, сила Ампера, сила Лоренца, магнитная проницаемость среды.

Знать правило буравчика, принцип суперпозиции магнитных полей, правило левой руки, закон Ампера.

Уметь описывать фундаментальные физические опыты Эрстеда и Ампера, графически изображать магнитные поля, определять направление линий магнитной индукции (правило правого винта) и вектора индукции, определять направление силы Ампера и силы Лоренца.

Уметь объяснять движение заряженных частиц в магнитном поле (различные случаи).

Уметь объяснять магнитные свойства веществ (диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики).

Применять полученные знания для решения задач (вычисление сил, действующих на проводник с током в магнитном поле., сил, действующих на электрический заряд, движущийся в магнитном поле, энергии магнитного поля).

Электромагнитная индукция.

Знать понятия: электромагнитная индукция, индукционный ток, самоиндукция, взаимная индукция

Уметь описывать демонстрационные опыты Фарадея с катушками и постоянным магнитом.

Знать закон Фарадея (электромагнитной индукции), правило Ленца.

Уметь приводить примеры использования явления электромагнитной индукции в современной технике.

Знать физический смысл индуктивности, смысл вихревого электрического поля, свойства вихревых токов.

Уметь объяснять возникновение ЭДС индукции при движении проводника в магнитном поле, применять правило Ленца.

Применять полученные знания для решения задач.

5.4.7 Электромагнитные колебания и волны

Электромагнитные колебания.

Знать понятия: циклическая частота, частота, фаза, период, свободные электромагнитные колебания.

Знать схему закрытого колебательного контура и основные процессы, происходящие в нем, формулу Томсона для свободных колебаний.

Уметь вычислять период и частоту свободных колебаний.

Знать понятия: вынужденные электромагнитные колебания, переменный ток, активное сопротивление, реактивное емкостное сопротивление, реактивное индуктивное сопротивление, средняя мощность за период.

Знать закон Ома для участка цепи переменного тока.

Уметь рассчитывать значение силы тока и напряжения на элементах цепи переменного тока.

Электромагнитные волны.

Знать понятие: электромагнитное поле, электромагнитная волна, вторичные электромагнитные волны, монохроматическая волна, когерентные волны.

Знать свойства электромагнитных волн,

Уметь формулировать принцип Гюйгенса, закон отражения волн, закон преломления волн, объяснять качественно явления отражения и преломления волн.

5.4.8 Оптика

Природа света.

Знать понятия: корпускулярно-волновая природа света, источник света, точечный источник света, сила света, световой поток, освещенность.

Знать законы освещенности.

Квантовая оптика.

Знать понятия: фотоэффект, внешний фотоэффект, внутренний фотоэффект, вентильный фотоэффект.

Знать законы фотоэффекта, уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта.

Применять полученные знания для решения задач.

Геометрическая оптика.

Знать законы отражения и преломления света.

Знать понятие: полное внутреннее отражение, линза, тонкая линза, собирающая и рассеивающая линзы.

Знать основные элементы линз, ход лучей в линзах, формулу тонкой линзы.

Уметь изображать лучи: падающий, отраженный и преломленный и обозначать соответствующие углы.

Уметь строить изображения точки и предмета в линзах.

Волновые свойства света.

Знать понятия: когерентные волны, интерференция, дифракция, дисперсия.

Знать принцип Гюйгенса, условия максимума и минимума интерференционной картины.

5.4.9 Эволюция Вселенной

Иметь понятие о строении и происхождении Галактик, Солнечной системы.

6 ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Максимальная учебная нагрузка 182 часа, в том числе:

- обязательная аудиторная учебная нагрузка 121 час, в том числе 20 часов лабораторных работ;
- самостоятельная работа 61 час.

6.1 Тематический план

Наименование разделов и тем	Макс. учебн. нагрузка, час.	Количество аудиторных часов			Самостоятельная работа
		Всего	В том числе		
			Лабораторные работы	Практические занятия	
1. Введение. Измерение физических величин.	9	6	4		3
2. Механика.	20	14			6
Кинематика.	8	6			2
Динамика.	6	4			2
Законы сохранения в механике.	6	4			2
3. Механические колебания и волны.	12	8	2		4
Механические колебания.	9	6	2		3
Упругие волны.	3	2			1
4. Основы молекулярной физики и термодинамики.	30	20	2		10
Основы молекулярно-кинетической теории.	3	2			1
Идеальный газ. Законы идеального газа.	6	4			2
Основы термодинамики.	6	4			2
Свойства паров.	6	4	2		2
Свойства жидкостей.	3	2			1
Свойства твердых тел.	3	2			1
Фазовые переходы.	3	2			1
5. Элементы квантовой физики.	6	4			2
Физика атома.	4,5	3			1,5
Физика атомного ядра.	1,5	1			0,5
6. Электродинамика.	73	48	10		25
Электростатика.	18	12			6
Законы постоянного тока.	28	18	10		10
Ток в различных средах.	9	6			3
Магнитное поле.	12	8			4

Наименование разделов и тем	Макс. учебн. нагрузка, час.	Количество аудиторных часов			Самостоятельная работа
		Всего	В том числе		
			Лабораторные работы	Практические занятия	
Электромагнитная индукция.	6	4			2
7. Электромагнитные колебания и волны.	15	10			5
Электромагнитные колебания.	9	6			3
Электромагнитные волны.	6	4			2
8. Оптика.	12	8	2		4
Природа света.	1,5	1			0,5
Квантовая оптика.	4,5	3	2		1,5
Геометрическая оптика.	3	2			1
Волновые свойства света.	3	2			1
9. Эволюция Вселенной.	5	3			2
Всего:	182	121	20		61

6.2 Перечень лабораторных работ

По учебному плану выделяется 20 часов на проведение лабораторных работ. Рекомендуется проведение следующих обязательных лабораторных работ:

1. Изучение штангенциркуля и работа с ним.
2. Изучение микрометра и работа с ним.
3. Изучение законов колебаний математического маятника.
4. Определение абсолютной и относительной влажности воздуха.
5. Общие сведения об электроизмерительных приборах.
6. Изучение электроизмерительных приборов.
7. Проверка закона Ома для участка цепи.
8. Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока.
9. Измерение мощности в цепях постоянного тока.
10. Изучение явления вентильного фотоэффекта.

Лабораторные работы при необходимости могут быть заменены другими работами.

6.3 Темы, рекомендуемые для самостоятельной проработки

1. Примеры расчета погрешностей прямого и косвенного измерений, погрешностей по отношению к табличному значению величины.
2. Реактивное движение.
3. Решение задач по механике.
4. Решение графических и качественных задач на газовые законы.
5. Решение задач на законы термодинамики.

6. Звуковые волны. Ультразвук и его использование.
7. Жидкие кристаллы. Жидкокристаллические мониторы.
8. Радиоактивное излучение.
9. Решение качественных задач на законы электростатики
10. Решение задач на соединение конденсаторов в батареи
11. Изучение электроизмерительных приборов. Общие требования.
12. Изучение измерительных систем магнитоэлектрической, электромагнитной, электродинамической.
13. Законы электролиза. Применение электролиза в технике.
14. Изучение видов электрического разряда в газах.
15. Решение задач на законы постоянного тока.
16. Решение задач на магнетизм. Решение качественных задач.
17. Решение задач на электромагнитные колебания.
18. Принципы действия электродвигателей.
19. Принципы радиосвязи и телевидения.
20. Построение изображений в собирающей и рассеивающей линзах.
21. Оптические приборы. Разрешающая способность приборов.
22. Принцип действия лазера и его использование.
23. Изучение вентильного фотоэффекта. Устройство вентильного фотоэлемента. Солнечная батарея.

6.4 Примерные темы индивидуальных проектов

1. Солнечные батареи и их применение.
2. Светодиоды и их применение.
3. Дисперсия света.
4. Лазеры и их применение.
5. Оптические приборы.
6. Передача радиосигналов на разных длинах волн.
7. Сравнение разных способов получения электроэнергии.
8. Шаровая молния.
9. Принцип работы жидкокристаллического монитора.
10. Принцип работы плазменного телевизора.
11. Северное сияние.
12. Принцип работы радиолокаторов.
13. Ветряная энергетика.
14. Голография.
15. Гидроэнергетика.
16. Приливная энергетика.
17. Атомная энергетика.
18. Геотермальная энергетика.
19. Полупроводниковые приборы.
20. Магнитное поле Земли.
21. Образование молний.
22. Ускорители заряженных частиц.

23. Маскировочные системы.
24. Ядерные реакторы.
25. Устройства, переводящие один тип энергии в другой.
26. Простейший механизм «Ворот».
27. Как запастись большое количество энергии.
28. Принципы полета различных аппаратов.
29. Принципы передачи данных, сотовая связь.
30. Сверхпроводники, их использование

7 ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Для овладения знаниями:

чтение текста (учебника, дополнительной литературы);
конспектирование текста;
использование аудио- и видеозаписей, компьютерной техники,
Интернет.

Для закрепления и систематизации знаний:

работа с текстом лекции;
повторная работа над учебным материалом;
составление таблиц для систематизации учебного материала;
ответы на контрольные вопросы;
подготовка докладов, рефератов.

Для формирования умений:

решение задач и упражнений по образцу;
решение вариативных задач и упражнений.

8 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Реализация программы учебной дисциплины требует наличия учебного кабинета «Физика», лаборатории «Физика».

Оборудование:

посадочных мест по количеству обучающихся,
рабочее место преподавателя,
классная доска.

Технические средства обучения:

автоматизированное рабочее место преподавателя (системный блок,
монитор, клавиатура, мышь, проектор),
экран,
колонки.

Наглядные пособия:

комплекты учебных таблиц,

плакаты: «Физические величины и фундаментальные константы», «Международная система единиц СИ», «Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева».

Оборудование к следующим лабораторным работам:

1. Изучение штангенциркуля и определение объема твердого тела.
2. Изучение микрометра и измерение диаметров проволок.
3. Изучение законов колебаний математического маятника.
4. Определение относительной влажности воздуха.
5. Общие сведения об электроизмерительных приборах.
6. Изучение электроизмерительных приборов.
7. Проверка закона Ома для участка цепи.
8. Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока (гальванического элемента).
9. Измерение мощности в цепях постоянного тока.
10. Изучение вентильного фотоэффекта и определение интегральной чувствительности фотоэлемента.

9 ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Дмитриева В.Ф. Физика для профессий и специальностей технического профиля. Учебник для образовательных учреждений начального и среднего профессионального образования. – М.: Академия, 2013. – 448 с.
2. Методические указания по выполнению лабораторных работ. / преподаватель физики ГБПОУ «НРТК» Ергакова Т.В. (<http://moodle.nntc.nnov.ru> Очное отделение. Общеобразовательные предметы. ОУД.08 Физика. Преподаватель Ергакова Т.В.)
3. Рымкевич А.П. Физика. 10-11 классы. Задачник. – М.: Дрофа, 2016. – 192 с.
4. Трофимова Т.И., Фирсов А.В. Курс физики с примерами решения задач в 2-х томах. Том 1: учебник / Т.И. Трофимова, А.В. Фирсов. – Москва: КноРус, 2017. – 577 с. – (Среднее профессиональное образование)
5. Трофимова Т.И., Фирсов А.В. Курс физики с примерами решения задач в 2-х томах. Том 2: учебник / Т.И. Трофимова, А.В. Фирсов. – М.: КноРус, 2017. – 378 с.

Дополнительная

1. Жданов Л.С., Жданов Г.Л. Физика: Учебник для средних специальных учебных заведений. – М.: ООО ТИД «Альянс», 2017. – 512 с.
2. Мякишев Г.Я., Синяков А.З. Физика. Колебания и волны. Углубленный уровень. 11 класс. Учебник / Г.Я. Мякишев, А.З. Синяков. – М.: Дрофа, 2017. – 288 с.
3. Мякишев Г.Я., Синяков А.З. Физика. Механика. Углубленный уровень. 10 класс. Учебник / Г.Я. Мякишев, А.З. Синяков. – М.: Дрофа, 2016. – 512 с.

4. Мякишев Г.Я., Сиянков А.З. Физика. Молекулярная физика, термодинамика. Углубленный уровень. 10 класс. Учебник / Г.Я. Мякишев, А.З. Сиянков. – М.: Дрофа, 2016. – 352 с.
5. Мякишев Г.Я., Сиянков А.З. Физика. Оптика, квантовая физика. Углубленный уровень. 11 класс. Учебник / Г.Я. Мякишев, А.З. Сиянков. – М.: Дрофа, 2017. – 480 с.
6. Мякишев Г.Я., Сиянков А.З. Физика. Электродинамика. Углубленный уровень. 10 – 11 классы. Учебник / Г.Я. Мякишев, А.З. Сиянков. – М.: Дрофа, 2016. – 480 с.
7. Парфентьева Н.А. Сборник задач по физике. 10-11 классы. – М.: Просвещение, 2017. – 208 с.
8. Пинский А.А., Граковский Г.Ю. Физика. Учебник. СПО – М.: Форум : ИНФА-М, 2017. – 560 с.
9. Самойленко П.И., Сергеев А.В. Сборник задач и вопросов по физике. Учебное пособие. СПО – М.: Академия. 2014. – 176 с.
10. Трофимова Т.И. Физика от А до Я.: справочное пособие / Т.И. Трофимова. — М.: КноРус, 2016. – 304 с. — (Среднее профессиональное образование)
11. Трофимова Т. И., Фирсов А. В. Физика для профессий и специальностей технического и естественно-научного профилей. Сборник задач. / Т.И. Трофимова, А.В. Фирсов. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 288 с.
12. Физика вокруг нас. Качественные задачи по физике. Около 1500 задач с подробными решениями. Учебное пособие / Аганов А.В., Сафиуллин Р.К., Скворцов А.И., Таюрский Д.А., - М : Ленанд, 2015. – 336 с.
13. Элементарный учебник по физике. В 3-х томах. Том 1: Механика. Теплота. Молекулярная физика / под редакцией Г.С. Ландсберга – М.: Физматлит, 2017. – 512 с.
14. Элементарный учебник по физике. В 3-х томах. Том 2: Электричество и магнетизм / под редакцией Г.С. Ландсберга – М.: Физматлит, 2017. – 488 с.
15. Элементарный учебник по физике. В 3-х томах. Том 3: Колебания и волны. Оптика. Атомная и ядерная физика / под редакцией Г.С. Ландсберга – М.: Физматлит, 2017. – 664 с.