

ПРИНЯТА

Педагогическим советом ОАНО «Школа ЦПМ»
(протокол от 29 августа 2025 г. №123)

УТВЕРЖДЕНА

приказом директора ОАНО «Школа ЦПМ»
от 29 августа 2025 г. №207/8-ОД25

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

курса внеурочной деятельности «Трудные вопросы физики»
для обучающихся 10 класса (углубленный уровень, 2 часа)

Андросов Александр Александрович
sn=Андросов Александр
Александрович, o=ОАНО Школа
ЦПМ, ou=Директор,
email=a.androsov@school-cpm.ru,
c=RU
2025.08.29 09:41:13 +03'00'

Пояснительная записка

Программа по физике на уровне среднего общего образования разработана на основе положений и требований к результатам освоения основной образовательной программы, представленной в Федеральном государственном образовательном стандарте среднего общего образования, а также с учётом Федеральной программы воспитания и Концепции преподавания учебного предмета «Физика» в образовательных организациях Российской Федерации, реализующих основные общеобразовательные программы.

Программа по физике определяет обязательное предметное содержание, устанавливает рекомендуемую последовательность изучения тем и разделов учебного предмета с учётом межпредметных и внутрипредметных связей, логики учебного процесса, возрастных особенностей обучающихся. Программа по физике даёт представление о целях, содержании, общей стратегии обучения, воспитания и развития обучающихся средствами учебного предмета «Физика» на углублённом уровне.

Изучение курса физики углублённого уровня позволяет реализовать задачи профессиональной ориентации, направлено на создание условий для проявления своих интеллектуальных и творческих способностей каждым обучающимся, которые необходимы для продолжения образования в высших учебных заведениях по различным физико-техническим и инженерным специальностям.

В программе по физике определяются планируемые результаты освоения курса физики на уровне среднего общего образования: личностные, метапредметные, предметные (на углублённом уровне). Научно-методологической основой для разработки требований к личностным, метапредметным и предметным результатам обучающихся, освоивших программу по физике на уровне среднего общего образования на углублённом уровне, является системно-деятельностный подход.

Программа по физике включает:

- планируемые результаты освоения курса физики на углублённом уровне, в том числе предметные результаты по годам обучения;
- содержание учебного предмета «Физика» по годам обучения.

Программа по физике имеет примерный характер и может быть использована учителями физики для составления своих рабочих программ.

Программа по физике не сковывает творческую инициативу учителей и предоставляет возможности для реализации различных методических подходов к преподаванию физики на углублённом уровне при условии сохранения обязательной части содержания курса.

Физика как наука о наиболее общих законах природы, выступая в качестве учебного предмета в школе, вносит существенный вклад в систему знаний об окружающем мире. Школьный курс физики – системообразующий для естественно-научных учебных предметов, поскольку физические законы лежат в основе процессов и явлений, изучаемых химией, биологией, физической географией и астрономией. Использование и активное применение физических знаний определило характер и бурное развитие разнообразных технологий в сфере энергетики, транспорта, освоения космоса, получения новых материалов с заданными свойствами. Изучение физики вносит основной вклад в формирование естественно-научной картины мира обучающегося, в формирование умений применять научный метод познания при выполнении ими учебных исследований.

В основу курса физики средней школы положен ряд идей, которые можно рассматривать как принципы его построения.

Идея целостности. В соответствии с ней курс является логически завершённым, он содержит материал из всех разделов физики, включает как вопросы классической, так и современной физики.

Идея генерализации. В соответствии с ней материал курса физики объединён вокруг физических теорий. Ведущим в курсе является формирование представлений о структурных уровнях материи, веществе и поле.

Идея гуманитаризации. Её реализация предполагает использование гуманитарного потенциала физической науки, осмысление связи развития физики с развитием общества, а также с мировоззренческими, нравственными и экологическими проблемами.

Идея прикладной направленности. Курс физики углублённого уровня предполагает знакомство с широким кругом технических и технологических приложений изученных теорий и законов. При этом рассматриваются на уровне общих представлений и современные технические устройства, и технологии.

Идея экологизации реализуется посредством введения элементов содержания, посвящённых экологическим проблемам современности, которые связаны с развитием техники и технологий, а также обсуждения проблем рационального природопользования и экологической безопасности.

Освоение содержания программы по физике должно быть построено на принципах системно-деятельностного подхода.

Для физики реализация этих принципов базируется на использовании самостоятельного эксперимента как постоянно действующего фактора учебного процесса, вместе с тем большое внимание уделяется решению расчётных и качественных задач.

Для углублённого уровня – это система самостоятельного ученического эксперимента, включающего фронтальные ученические опыты при изучении нового материала, лабораторные работы и работы практикума. Выбор тематики для этих видов ученических практических работ осуществляется участниками образовательного процесса исходя из особенностей поурочного планирования и оснащения кабинета физики. При этом обеспечивается овладение обучающимися умениями проводить прямые и косвенные измерения, исследования зависимостей физических величин и постановку опытов по проверке предложенных гипотез.

Большое внимание уделяется решению расчётных и качественных задач. При этом для расчётных задач приоритетом являются задачи с явно заданной и неявно заданной физической моделью, позволяющие применять изученные законы и закономерности как из одного раздела курса, так и интегрируя применение знаний из разных разделов. Для качественных задач приоритетом являются задания на объяснение/предсказание протекания физических явлений и процессов в окружающей жизни, требующие выбора физической модели для ситуации практико-ориентированного характера.

Основными целями изучения физики в общем образовании являются:

- формирование интереса и стремления обучающихся к научному изучению природы, развитие их интеллектуальных и творческих способностей;
- развитие представлений о научном методе познания и формирование исследовательского отношения к окружающим явлениям;
- формирование научного мировоззрения как результата изучения основ строения материи и фундаментальных законов физики;

- формирование умений объяснять явления с использованием физических знаний и научных доказательств;
- формирование представлений о роли физики для развития других естественных наук, техники и технологий;
- развитие представлений о возможных сферах будущей профессиональной деятельности, связанных с физикой, подготовка к дальнейшему обучению в этом направлении.
- Достижение этих целей обеспечивается решением следующих задач в процессе изучения курса физики на уровне среднего общего образования:
 - приобретение системы знаний об общих физических закономерностях, законах, теориях, включая механику, молекулярную физику, электродинамику, квантовую физику и элементы астрофизики;
 - формирование умений применять теоретические знания для объяснения физических явлений в природе и для принятия практических решений в повседневной жизни;
 - освоение способов решения различных задач с явно заданной физической моделью, задач, подразумевающих самостоятельное создание физической модели, адекватной условиям задачи, в том числе задач инженерного характера;
 - понимание физических основ и принципов действия технических устройств и технологических процессов, их влияния на окружающую среду;
 - овладение методами самостоятельного планирования и проведения физических экспериментов, анализа и интерпретации информации, определения достоверности полученного результата;
 - создание условий для развития умений проектно-исследовательской, творческой деятельности;
 - развитие интереса к сферам профессиональной деятельности, связанной с физикой.

В соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования углублённый уровень изучения учебного предмета «Физика» на уровне среднего общего образования выбирается обучающимися, планиующими продолжение образования по специальностям физико-технического профиля.

Планируемые результаты освоения учебного предмета

В результате изучения учебного предмета «Физика» на уровне среднего общего образования:

Выпускник на **профильном уровне** научится:

- объяснять и анализировать роль и место физики в формировании современной научной картины мира, в развитии современной техники и технологий, в практической деятельности людей;
- характеризовать взаимосвязь между физикой и другими естественными науками;
- характеризовать системную связь между основополагающими научными понятиями: пространство, время, материя (вещество, поле), движение, сила, энергия;
- понимать и объяснять целостность физической теории, различать границы ее применимости и место в ряду других физических теорий;
- владеть приемами построения теоретических доказательств, а также прогнозирования особенностей протекания физических явлений и процессов на основе полученных теоретических выводов и доказательств;
- самостоятельно конструировать экспериментальные установки для проверки выдвинутых гипотез, рассчитывать абсолютную и относительную погрешности;

- самостоятельно планировать и проводить физические эксперименты;
- решать практико-ориентированные качественные и расчетные физические задачи с опорой как на известные физические законы, закономерности и модели, так и на тексты с избыточной информацией;
- объяснять границы применения изученных физических моделей при решении физических и межпредметных задач;
- выдвигать гипотезы на основе знания основополагающих физических закономерностей и законов;
- характеризовать глобальные проблемы, стоящие перед человечеством; энергетические, сырьевые, экологические, и роль физики в решении этих проблем;
- объяснять принципы работы и характеристики изученных машин, приборов и технических устройств;
- объяснять условия применения физических моделей при решении физических задач, находить адекватную предложенной задаче физическую модель, разрешать проблему как на основе имеющихся знаний, так и при помощи методов оценки.

Выпускник на **профильном уровне** получит возможность научиться:

- *проверять экспериментальными средствами выдвинутые гипотезы, формулируя цель исследования, на основе знания основополагающих физических закономерностей и законов;*
- *описывать и анализировать полученную в результате проведенных физических экспериментов информацию, определять ее достоверность;*
- *понимать и объяснять системную связь между основополагающими научными понятиями: пространство, время, материя (вещество, поле), движение, сила, энергия;*
- *решать экспериментальные, качественные и количественные задачи олимпиадного уровня сложности, используя физические законы, а также уравнения, связывающие физические величины;*
- *анализировать границы применимости физических законов, понимать всеобщий характер фундаментальных законов и ограниченность использования частных законов;*
- *формулировать и решать новые задачи, возникающие в ходе учебно-исследовательской и проектной деятельности;*
- *усовершенствовать приборы и методы исследования в соответствии с поставленной задачей;*
- *использовать методы математического моделирования, в том числе простейшие статистические методы для обработки результатов эксперимента.*

Содержание учебного предмета

Раздел 1. Геометрическая оптика

Тема 1.1. Первоначальные сведения об оптике

Роль геометрической оптики в оптике. Источники света. Закон прямолинейного распространения света. Принцип независимости световых пучков
 Угловой размер объектов. Тень и полутень. Задачи на построение тени и полутени
 Затмения Солнца и Луны. Задачи о фотографиях или видимом глазом изображении

Тема 1.2. Закон отражения света

Задачи о построении в плоских зеркалах. Формирование изображения, область видимости изображения

Задачи о построениях в плоских зеркалах. Расчетные задачи на отражение в плоском зеркале
Задачи о поступательном и вращательном движениях источников и плоских зеркал. Отражение в системах зеркал. Область видимости изображений

Тема 1.3. Закон преломления света

Скорость света в среде. Преломление лучей на одной/нескольких параллельных границах раздела сред. Преломление в плоскопараллельной пластине

Дисперсия показателя преломления. Преломление в призме с малым и большим преломляющими углами. Преломление и отражение в призмах

Полное внутреннее отражение. Предельный угол полного отражения. Оптоволокно

Преломление на сферической поверхности. Параксиальное приближение

Тема 1.4. Формула линзы

Тонкие линзы в среде. Варианты формул тонкой линзы

Тонкая линза. Построение изображений в тонкой линзе. Задачи на прямое и обратное построения в линзах. Области видимости в линзе

Оптическая сила линзы. Угловые и линейные размеры изображения объектов. Увеличение изображения (продольное и поперечное)

Тема 1.5. Оптические системы

Комбинированные оптические системы.

Глаз как оптическая система. Близорукость и дальнозоркость. Очки

Качественные характеристики изображения. Аберрации

Оптические приборы: микроскоп, телескоп-рефлектор, телескоп-рефрактор, фотоаппарат

Разрешающая способность с точки зрения геометрической оптики

Раздел 2. Молекулярная физика. Тепловые явления

Тема 2.1. Основы молекулярно-кинетической теории

Основные положения МКТ. Понятие диффузии. Массы и размер молекул. Количество вещества. Число Авогадро. Идеальный газ.

Основное уравнение МКТ. Средняя кинетическая энергия. Температура - мера средней кинетической энергии. Распределение кинетической энергии по степеням свободы

Распределение молекул по скоростям. Средняя и среднеквадратичная скорости молекул.

Средняя длина свободного пробега молекул идеального газа. Среднее число молекул идеального газа, сталкивающихся со стенкой сосуда

Потенциальная энергия взаимодействия молекул (без формул). Представление о неидеальном газе (без формул)

Задачи-оценки в МКТ. Число ударов о стенку сосуда. Эффузия

Тема 2.2. Уравнение состояния идеального газа

Уравнение состояния идеального газа. Газовые законы и их применение

Изопроцессы. Стандартные задачи на газовые законы. Графические задачи на изопроцессы
Необычные оси (плотность, концентрация)

Уравнение состояния в терминах бесконечно малых приращений

Гидростатика в задачах МКТ

Воздушный шар. Нестандартные задачи на газовые законы

Раздел 3. Основы термодинамики

Тема 3.1. Внутренняя энергия газов

Степени свободы. Внутренняя энергия идеального газа. Количество теплоты. Вычисление работы газа (в том числе по графику процесса в координатах p - V)

Тема 3.2. Первое начало термодинамики

Первое начало термодинамики в дифференциальной форме

Первое начало термодинамики: в изопроцессах, в циклических процессах, в произвольно заданных процессах

Тема 3.3 Теплоёмкость

Теплоёмкость газа идеального газа. Формула Майера

Адиабатный процесс

Уравнение Пуассона. Политропический процесс

Зависимость теплоёмкости от температуры и объема. Прямая с «отрицательным» наклоном.
"Мгновенная" теплоёмкость (теплоёмкость в точке диаграммы состояния)

Тема 3.4. Второе начало термодинамики

Второе начало термодинамики (теоретическая справка)

Цикл Карно (прямой и обратный). КПД цикла Карно

Термодинамическое понятие энтропии. TS -диаграммы

Холодильные машины. Тепловые насосы

Неравновесные процессы. Неквазистатические процессы. Обратимые и необратимые процессы

Раздел 4. Фазовые переходы

Тема 4.1. Взаимные превращения жидкостей и газов. Твёрдые тела

Парообразование и конденсация. Кипение. Удельная теплота кипения

Насыщенные, ненасыщенные и пересыщенные пары, их свойства. Качественная зависимость плотности и давления насыщенного пара от температуры. Качественная зависимость температуры кипения от давления

Динамическое равновесие между фазами (теоретическая справка)

Влажный воздух. Точка росы

Пограничное кипение. Сложные, нестандартные задачи с парами, не требующие энергетических соображений

Тема 4.1. Первое начало термодинамики в фазовых переходах

Циклы с паром, КПД таких циклов

Уравнение Клапейрона-Клаузиуса и его использование. Плавление и кристаллизация.

Удельная теплота плавления. Сублимация и десублимация

Модели атмосферы: изотермическая атмосфера, адиабатическая атмосфера. Зависимость температуры от высоты в атмосфере. Распределение молекул по энергиям - распределение

Больцмана. Барометрическая формула

Потенциал Леннарда-Джонса. Межмолекулярное взаимодействие. Модуль Юнга. Коэффициент теплового расширения. Теплота плавления с молекулярной точки зрения

Тема 4.3. Неидеальный газ

Газ Ван-дер-Ваальса. Изотерма газа Ван-дер-Ваальса

Правило Максвелла фазового перехода газа Ван-дер-Ваальса. Внутренняя энергия неидеального газа

Тема 4.4. Поверхностное натяжение (теоретическая справка)

Простейшие задачи с поверхностным натяжением - пленка с двумя сторонами, пузырь, искривленная поверхность. Лапласов перепад давления. Капиллярные эффекты. Смачивание и несмачивание. Расчет краевого угла

Формы искривленных свободных поверхностей жидкости, мениски.

Равновесие и устойчивость в задачах поверхностного натяжения. Сложные нестандартные задачи поверхностного натяжения

Тема 4.5. Явления переноса

Нестандартные задачи на явления переноса (диффузия, вязкость, теплопроводность)

Раздел 5. Электростатика

Тема 5.1. Основы электростатики

Электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона. Устойчивость равновесия электростатических систем

Тема 5.2. Электрическое поле

Напряженность электрического поля. Поле точечного заряда

Принцип суперпозиции полей

Линейная плотность заряда. Расчет напряженности поля прямолинейного равномерно заряженных: отрезка, дуги окружности, кольца. Расчетные задачи с постоянной/переменной линейной плотностью заряда. Взаимодействие прямолинейных равномерно заряженных участков

Поверхностная плотность заряда. Телесный угол. Напряженность поля диска, бесконечной и бесконечной плоскости

Давление электрического поля с точки зрения силы, действующей на заряженную поверхность
Поток вектора напряженности. Теорема Гаусса в интегральной форме. Напряженность поля бесконечной равномерно заряженной плоскости, шара, сферы, нити

Поле внутри полостей в равномерно заряженных телах. Сила по нормали к равномерно заряженной поверхности через поток

Использование теоремы Гаусса для нахождения распределения зарядов. Теорема Гаусса для поверхностей, границы которых содержат линии напряженности. Радиальная компонента поля из теоремы Гаусса. Теорема Ирншоу

Тема 5.3. Потенциальность электростатического поля

Потенциал по определению. Принцип суперпозиции потенциала. Потенциальная энергия взаимодействия зарядов. Связь между потенциалом и напряженностью. Эквипотенциальные поверхности и линии напряженности. Использование потенциала для расчета напряженности полей

Движение зарядов в электрическом поле

Закон сохранения энергии в задачах электростатики

Размерность и подобие в задачах электростатики

Метод виртуальных перемещений в задачах электростатики

Тема 5.4. Электрический диполь

Электрический диполь. Поле диполя и потенциал диполя. Движение диполя в электрическом поле

Тема 5.5. Проводники в электростатическом поле

Условия равновесия и распределение зарядов в проводнике в равновесном состоянии. Эквипотенциальность проводника в электростатическом поле. Методы расчёта распределения зарядов на поверхности проводника в электростатическом поле. Граничные условия. Проводящие сферы, заряженные пластины. Заземление.

Распределение заряда по незаряженному проводящему шару в однородном электрическом поле. Теорема о единственности

Метод электрических изображений (плоскость, сфера)

Тема 5.6. Диэлектрики

Виды диэлектриков. Поле в диэлектрике. Свободные и связанные заряды. Диэлектрическая проницаемость. Граничные условия в диэлектрике

Тема 5.7. Емкость. Конденсатор

Емкость уединённого проводника и системы проводников. Плоский конденсатор, другие модели конденсаторов. Соединение конденсаторов

Диэлектрическая пластина внутри плоского конденсатора

Тема 5.8. Энергия электростатического поля

Объёмная плотность энергии. Энергия конденсатора. Давление электрического поля. Перезарядка конденсаторов. Работа внешних сил по раздвижению/сближению пластин.

Теплота, выделяющаяся в проводнике

Сложные комбинированные задачи с движением заряженных частиц в электрическом поле

Раздел 6. Постоянный ток

Тема 6.1. Законы постоянного тока

Правила Кирхгофа для цепей с конденсаторами. RC-цепи
 Переходные процессы в RC-цепях. Закон сохранения и изменения энергии в RC-цепях.
 Мгновенная мощность на разных элементах в RC-цепях
 Диоды в цепях с конденсаторами

Тема 6.2. Локальный закон Ома

Метод наложения поверхностных и объёмных токов в 2D/3D цепях
 Метод токовых изображений

Тема 6.3. Электрический ток в различных средах

Электронная проводимость металлов. Зависимость сопротивления проводника от температуры. Сверхпроводимость.
 Электрический ток в газах. Самостоятельный/несамостоятельный газовый разряд;
 Электрический ток в вакууме. Вакуумные элементы и их ВАХ
 Электрический ток в жидкостях. Электролиз.
 Электрический ток в полупроводниках.
 Электрический ток в вакууме

Тематическое планирование учебного предмета

№	Раздел / тема	Количество ак. ч.
Раздел 1. Геометрическая оптика (14ч)		
1	Первоначальные сведения об оптике. Закон прямолинейного распространения света	2
2	Закон отражения света	2
3	Закон преломления света. Полное внутреннее отражение	2
4	Формула линзы. Построение изображений в тонкой линзе	2
5	Формула линзы. Оптическая сила линзы	4
6	Оптические системы. Глаз как оптическая система	1
7	Оптические приборы	1
Раздел 2. Молекулярная физика. Тепловые явления (4 ч)		
8	Основы молекулярно-кинетической теории. Основные положения МКТ. Основное уравнение МКТ	2
9	Уравнение состояния идеального газа. Газовые законы и их применение	2
Раздел 3. Основы термодинамики (8ч)		
10	Внутренняя энергия газов. Количество теплоты. Работа газа	2
11	Первое начало термодинамики	2
12	Теплоёмкость. Политропический процесс	2
13	Второе начало термодинамики	2
Раздел 4. Фазовые переходы (10ч)		

14	Взаимные превращения жидкостей и газов. Твёрдые тела	2
15	Первое начало термодинамики в фазовых переходах	2
16	Неидеальный газ. Газ Ван-дер-Ваальса.	2
17	Поверхностное натяжение	2
18	Явления переноса	2
Раздел 5. Электростатика (24ч)		
19	Основы электростатики. Электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона	2
20	Электрическое поле. Напряженность электрического поля	2
21	Расчет электрических полей. Принцип суперпозиции полей	2
22	Расчет электрических полей. Теорема Гаусса	2
23	Потенциальность электростатического поля. Потенциал. Потенциальная энергия взаимодействия зарядов. Связь между потенциалом и напряженностью	2
24	Движение зарядов в электрическом поле	2
25	Закон сохранения энергии в задачах электростатики. Метод виртуальных перемещений	2
26	Электрический диполь	2
27	Проводники в электростатическом поле. Методы расчёта распределения зарядов на поверхности проводника в электростатическом поле.	2
28	Диэлектрики. Поле в диэлектрике	2
29	Емкость. Конденсатор	2
30	Энергия электростатического поля. Энергия конденсатора	2
Раздел 6. Постоянный ток (10ч)		
31	Законы постоянного тока. RC-цепи	2
32-34	Переходные процессы в RC-цепях.	4
35	Электрический ток в различных средах.	2
Итого		68