

**Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Специализированный учебно-научный центр (факультет) —
школа-интернат имени А.Н. Колмогорова
Кафедра физики СУНЦ МГУ**

Программа

Учебный предмет: физика

Количество часов по учебному плану – 204 часа

Класс – 11 одногодичного физико-математического отделения

Заведующий кафедрой физики

Голубков Андрей Александрович

Протокол № 1 от «30» августа 2023г.

Программа по физике для 11 класса одногодичного физико-математического отделения СУНЦ МГУ составлена на основе примерной рабочей программы по физике (на углубленном уровне) среднего общего образования, одобренной федеральным учебно-методическим объединением по общему образованию 14 октября 2022 года. Программа соответствует положениям и требованиям к результатам освоения на углублённом уровне основной образовательной программы, представленным в Федеральном государственном образовательном стандарте среднего общего образования (ФГОС СОО).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Данная программа определяет обязательное предметное содержание, устанавливает примерное распределение учебных часов по тематическим разделам курса и рекомендуемую последовательность изучения тем и разделов учебного предмета с учетом межпредметных и внутрипредметных связей, логики учебного процесса, возрастных особенностей обучающихся. Программа 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 каждым учащимся своих интеллектуальных и творческих способностей, которые необходимы для продолжения образования в высших учебных заведениях по различным физико-техническим и инженерным специальностям.

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

Программа предназначена для использования преподавателями физики СУНЦ МГУ в качестве основы для составления своих рабочих программ. При разработке рабочей программы в тематическом планировании преподаватели учитывают возможности использования электронных (цифровых) образовательных ресурсов, являющихся учебно-методическими материалами (мультимедийные программы, электронные учебники и задачки, электронные библиотеки, виртуальные лаборатории, игровые программы, коллекции цифровых образовательных ресурсов), реализующих дидактические возможности ИКТ, содержание которых соответствует законодательству об образовании.

Данная программа 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. Количество часов в тематическом планировании на изучение каждой темы является ориентировочным и может быть изменено как в сторону уменьшения, так и увеличения в зависимости от реализуемых методических подходов и уровня подготовленности учащихся.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА «ФИЗИКА»

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 и других. Изучение физики вносит основной вклад в формирование естественно-научной картины мира учащихся, в формирование умений применять научный метод познания при выполнении ими учебных исследований.

В основу одногодичного курса физики в 11 классе СУНЦ МГУ 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 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 построено на принципах системно-деятельностного подхода, базирующихся на использовании системы самостоятельного эксперимента как постоянно действующего фактора учебного процесса, включающего фронтальные ученические опыты при изучении нового материала, лабораторные работы и работы практикума. При этом под работами практикума понимается самостоятельное исследование, которое проводится по руководству свёрнутого, обобщённого вида без пошаговой инструкции. В СУНЦ лабораторные работы и работы физического практикума реализуются в рамках отдельного обязательного специального курса, который обеспечивает овладение обучающимися умениями проводить прямые и косвенные измерения, исследования зависимостей физических величин и постановку опытов по проверке предложенных гипотез.

Большое внимание при реализации программы 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.

В соответствии с требованиями ФГОС СОО к материально-техническому обеспечению учебного процесса курс физики в СУНЦ изучается с использованием возможностей демонстрационного физического кабинета.

Демонстрационное оборудование обеспечивает постановку перечисленных в программе ключевых демонстраций для исследования изучаемых явлений и процессов, эмпирических и фундаментальных законов, их технических применений.

ЦЕЛИ ИЗУЧЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА «ФИЗИКА»

Основными целями изучения физики 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:

- приобретение системы знаний об общих физических закономерностях, законах, теориях, включая механику, молекулярную физику, электродинамику и квантовую физику;
- 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;
- создание условий для развития умений проектно-исследовательской, творческой деятельности; развитие интереса к сферам профессиональной деятельности, связанной с физикой.

МЕСТО УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА «ФИЗИКА» В УЧЕБНОМ ПЛАНЕ

В соответствии с ФГОС СОО углублённый уровень изучения учебного предмета «Физика» выбирается обучающимися, планирующими продолжение образования по специальностям физико-технического профиля.

Учебным планом одногодичного физико-математического отделения СУНЦ МГУ предусмотрено изучение физики в объёме 204: 6 ч в неделю в 11 классах.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА «ФИЗИКА»

Освоение учебного предмета «Физика» должно обеспечивать достижение следующих личностных, метапредметных и предметных образовательных результатов.

ЛИЧНОСТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Гражданское воспитание:

- сформированность гражданской позиции обучающегося как активного и ответственного члена российского общества;
- принятие традиционных общечеловеческих гуманистических и демократических ценностей;
- готовность вести совместную деятельность в интересах гражданского общества, участвовать в самоуправлении в школе и детско-юношеских организациях;
- умение взаимодействовать с социальными институтами в соответствии с их функциями и назначением;
- готовность к гуманитарной и волонтерской деятельности.

Патриотическое воспитание:

- сформированность российской гражданской идентичности, патриотизма;
- ценностное отношение к государственным символам; достижениям России в физике и технике.

Духовно-нравственное воспитание:

- сформированность нравственного сознания, этического поведения;

- способность оценивать ситуацию и принимать осознанные решения, ориентируясь на морально-нравственные нормы и ценности, в том числе в деятельности учёного;
- осознание личного вклада в построение устойчивого будущего.

Эстетическое воспитание:

- эстетическое отношение к миру, включая эстетику научного творчества, присущего физической науке.

Трудовое воспитание:

- интерес к различным сферам профессиональной деятельности, в том числе связанным с физикой и техникой, умение совершать осознанный выбор будущей профессии и реализовывать собственные жизненные планы;
- готовность и способность к образованию и самообразованию в области физики на протяжении всей жизни.

Экологическое воспитание:

- сформированность экологической культуры, осознание глобального характера экологических проблем;
- планирование и осуществление действий в окружающей среде на основе знания целей устойчивого развития человечества;
- расширение опыта деятельности экологической направленности на основе имеющихся знаний по физике.

Ценности научного познания:

- сформированность мировоззрения, соответствующего современному уровню развития физической науки;
- осознание ценности научной деятельности, готовность в процессе изучения физики осуществлять проектную и исследовательскую деятельность индивидуально и в группе.

В процессе достижения личностных результатов освоения программы по физике у обучающихся совершенствуется *эмоциональный интеллект*, предполагающий сформированность:

- *самосознания*, включающего способность понимать своё эмоциональное состояние, видеть направления развития собственной эмоциональной сферы, быть уверенным в себе;
- *саморегулирования*, включающего самоконтроль, умение принимать ответственность за своё поведение, способность адаптироваться к эмоциональным изменениям и проявлять гибкость, быть открытым новому;
- *внутренней мотивации*, включающей стремление к достижению цели и успеху, оптимизм, инициативность, умение действовать, исходя из своих возможностей;
- *эмпатии*, включающей способность понимать эмоциональное состояние других, учитывать его при осуществлении общения, способность к сочувствию и сопереживанию;
- *социальных навыков*, включающих способность выстраивать отношения с другими людьми, заботиться, проявлять интерес и разрешать конфликты.

МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Универсальные познавательные действия

Базовые логические действия:

- самостоятельно формулировать и актуализировать проблему, рассматривать её всесторонне;
- определять цели деятельности, задавать параметры и критерии их достижения;
- выявлять закономерности и противоречия в рассматриваемых явлениях;
- разрабатывать план решения проблемы с учётом анализа имеющихся материальных и нематериальных ресурсов;
- вносить коррективы в деятельность, оценивать соответствие результатов целям, оценивать риски последствий деятельности;

- координировать и выполнять работу в условиях реального, виртуального и комбинированного взаимодействия;
- развивать креативное мышление при решении жизненных проблем.

Базовые исследовательские действия:

- владеть научной терминологией, ключевыми понятиями и методами физической науки;
- владеть навыками учебно-исследовательской и проектной деятельности в области физики; способностью и готовностью к самостоятельному поиску методов решения задач физического содержания, применению различных методов познания;
- владеть видами деятельности по получению нового знания, его интерпретации, преобразованию и применению в различных учебных ситуациях, в том числе при создании учебных проектов в области физики;
- выявлять причинно-следственные связи и актуализировать задачу, выдвигать гипотезу её решения, находить аргументы для доказательства своих утверждений, задавать параметры и критерии решения;
- анализировать полученные в ходе решения задачи результаты, критически оценивать их достоверность, прогнозировать изменение в новых условиях;
- ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности, в том числе при изучении физики;
- давать оценку новым ситуациям, оценивать приобретённый опыт;
- уметь переносить знания по физике в практическую область жизнедеятельности;
- уметь интегрировать знания из разных предметных областей;
- выдвигать новые идеи, предлагать оригинальные подходы и решения; ставить проблемы и задачи, допускающие альтернативные решения.

Работа с информацией:

- владеть навыками получения информации физического содержания из источников разных типов, самостоятельно осуществлять поиск, анализ, систематизацию и интерпретацию информации различных видов и форм представления;
- оценивать достоверность информации;
- использовать средства информационных и коммуникационных технологий в решении когнитивных, коммуникативных и организационных задач с соблюдением требований эргономики, техники безопасности, гигиены, ресурсосбережения, правовых и этических норм, норм информационной безопасности;
- создавать тексты физического содержания в различных форматах с учётом назначения информации и целевой аудитории, выбирая оптимальную форму представления и визуализации.

Универсальные коммуникативные действия

Общение:

- осуществлять общение на уроках физики и во внеурочной деятельности;
- распознавать предпосылки конфликтных ситуаций и смягчать конфликты;
- развёрнуто и логично излагать свою точку зрения с использованием языковых средств.

Совместная деятельность:

- понимать и использовать преимущества командной и индивидуальной работы;
- выбирать тематику и методы совместных действий с учётом общих интересов и возможностей каждого члена коллектива;
- принимать цели совместной деятельности, организовывать и координировать действия по её достижению: составлять план действий, распределять роли с учётом мнений участников, обсуждать результаты совместной работы;
- оценивать качество своего вклада и каждого участника команды в общий результат по разработанным критериям;

- предлагать новые проекты, оценивать идеи с позиции новизны, оригинальности, практической значимости;
- осуществлять позитивное стратегическое поведение в различных ситуациях, проявлять творчество и воображение, быть инициативным.

Универсальные регулятивные действия

Самоорганизация:

- самостоятельно осуществлять познавательную деятельность в области физики и астрономии, выявлять проблемы, ставить и формулировать собственные задачи;
- самостоятельно составлять план решения расчётных и качественных задач, план выполнения практической работы с учётом имеющихся ресурсов, собственных возможностей и предпочтений;
- давать оценку новым ситуациям;
- расширять рамки учебного предмета на основе личных предпочтений;
- делать осознанный выбор, аргументировать его, брать на себя ответственность за решение;
- оценивать приобретённый опыт;
- способствовать формированию и проявлению широкой эрудиции в области физики, постоянно повышать свой образовательный и культурный уровень.

Самоконтроль:

- давать оценку новым ситуациям, вносить коррективы в деятельность, оценивать соответствие результатов целям;
- владеть навыками познавательной рефлексии как осознания совершаемых действий и мыслительных процессов, их результатов и оснований; использовать приёмы рефлексии для оценки ситуации, выбора верного решения;
- уметь оценивать риски и своевременно принимать решения по их снижению.

Принятие себя и других:

- принимать себя, понимая свои недостатки и достоинства;
- принимать мотивы и аргументы других при анализе результатов деятельности;
- признавать своё право и право других на ошибки.

ПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В процессе изучения курса физики углублённого уровня в 11 классе одногодичного отделения ученик научится:

- понимать роль физики в экономической, технологической, социальной и этической сферах деятельности человека; роль и место физики в современной научной картине мира; значение описательной, систематизирующей, объяснительной и прогностической функций физической теории — механики, молекулярной физики и термодинамики, электродинамики, специальной теории относительности, квантовой физики; роль физической теории в формировании представлений о физической картине мира, место физической картины мира в общем ряду современных естественно-научных представлений о природе;
- различать условия применимости моделей физических тел и процессов (явлений): инерциальная система отсчёта, абсолютно твёрдое тело, материальная точка, равноускоренное движение, свободное падение, абсолютно упругая деформация, абсолютно упругое и абсолютно неупругое столкновения, модели газа, жидкости и твёрдого (кристаллического) тела, идеальный газ, точечный заряд, однородное электрическое и однородное магнитное поля, гармонические колебания, математический маятник, идеальный пружинный маятник, гармонические волны, идеальный колебательный контур, тонкая линза; моделей атома, атомного ядра и квантовой модели света;
- различать условия (границы, области) применимости физических законов, понимать всеобщий характер фундаментальных законов и ограниченность использования частных законов;

- анализировать и объяснять механические процессы и явления, используя основные положения и законы механики (относительность механического движения, формулы кинематики равноускоренного движения, преобразования Галилея для скорости и перемещения, законы Ньютона, принцип относительности Галилея, закон всемирного тяготения, законы сохранения импульса и механической энергии, связь работы силы с изменением механической энергии, условия равновесия твёрдого тела); при этом использовать математическое выражение законов, указывать условия применимости физических законов: преобразований Галилея, второго и третьего законов Ньютона, законов сохранения импульса и механической энергии, закона всемирного тяготения;
- анализировать и объяснять тепловые процессы и явления, используя основные положения МКТ и законы молекулярной физики и термодинамики (связь давления идеального газа со средней кинетической энергией теплового движения и концентрацией его молекул, связь температуры вещества со средней кинетической энергией теплового движения его частиц, связь давления идеального газа с концентрацией молекул и его температурой, уравнение Менделеева—Клапейрона, первый закон термодинамики, закон сохранения энергии в тепловых процессах); при этом использовать математическое выражение законов, указывать условия применимости уравнения Менделеева—Клапейрона;
- анализировать и объяснять электрические явления, используя основные положения и законы электродинамики (закон сохранения электрического заряда, закон Кулона, потенциальность электростатического поля, принцип суперпозиции электрических полей, при этом указывая условия применимости закона Кулона; а также практически важные соотношения: законы Ома для участка цепи и для замкнутой электрической цепи, закон Джоуля—Ленца, правила Кирхгофа, законы Фарадея для электролиза);
- анализировать и объяснять электромагнитные процессы и явления, используя основные положения и законы электродинамики и специальной теории относительности (сила Ампера, сила Лоренца, закон электромагнитной индукции, правило Ленца, связь ЭДС самоиндукции в элементе электрической цепи со скоростью изменения силы тока; постулаты специальной теории относительности Эйнштейна);
- анализировать и объяснять квантовые процессы и явления, используя положения квантовой физики (уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, первый и второй постулаты Бора, принцип соотношения неопределённостей Гейзенберга, законы сохранения зарядового и массового чисел и энергии в ядерных реакциях, закон радиоактивного распада);
- описывать физические процессы и явления, используя величины: перемещение, скорость, ускорение, импульс тела и системы тел, сила, момент силы, давление, потенциальная энергия, кинетическая энергия, механическая энергия, работа силы; центростремительное ускорение, сила тяжести, сила упругости, сила трения, мощность, энергия взаимодействия тела с Землёй вблизи её поверхности, энергия упругой деформации пружины; количество теплоты, абсолютная температура тела, работа в термодинамике, внутренняя энергия идеального одноатомного газа, работа идеального газа, относительная влажность воздуха, КПД идеального теплового двигателя; электрическое поле, напряжённость электрического поля, напряжённость поля точечного заряда или заряженного шара в вакууме и в диэлектрике, потенциал электростатического поля, разность потенциалов, электродвижущая сила, сила тока, напряжение, мощность тока, электрическая ёмкость плоского конденсатора, сопротивление участка цепи с последовательным и параллельным соединением резисторов, энергия электрического поля конденсатора, индукция магнитного поля, магнитный поток, сила Ампера, индуктивность, электродвижущая сила самоиндукции, энергия магнитного поля проводника с током, релятивистский импульс, полная энергия, энергия покоя свободной частицы, энергия и импульс фотона, массовое число и заряд ядра, энергия связи ядра;
- объяснять особенности протекания физических явлений: механическое движение, тепловое движение частиц вещества, тепловое равновесие, броуновское движение, диффузия, испарение, кипение и конденсация, плавление и кристаллизация, направленность теплопередачи, электризация тел, эквипотенциальность поверхности заряженного проводника, электромагнитная индукция, самоиндукция, резонанс, интерференция волн, дифракция, дисперсия, полное внут-

- реннее отражение, фотоэлектрический эффект (фотоэффект), альфа- и бета-распады ядер, гамма-излучение ядер; физические принципы спектрального анализа и работы лазера;
- определять направление индукции магнитного поля проводника с током, силы Ампера и силы Лоренца;
 - строить изображение, создаваемое плоским зеркалом, тонкой линзой, и рассчитывать его характеристики;
 - решать расчётные задачи с явно заданной и неявно заданной физической моделью: на основании анализа условия выбирать физические модели, отвечающие требованиям задачи, применять формулы, законы, закономерности и постулаты физических теорий при использовании математических методов решения задач, проводить расчёты на основании имеющихся данных, анализировать результаты и корректировать методы решения с учётом полученных результатов;
 - решать качественные задачи, требующие применения знаний из разных разделов школьного курса физики, а также интеграции знаний из других предметов естественно-научного цикла: выстраивать логическую цепочку рассуждений с опорой на изученные законы, закономерности и физические явления;
 - использовать теоретические знания для объяснения основных принципов работы измерительных приборов, технических устройств и технологических процессов;
 - приводить примеры вклада российских и зарубежных учёных-физиков в развитие науки, в объяснение процессов окружающего мира, в развитие техники и технологий;
 - анализировать и оценивать последствия бытовой и производственной деятельности человека, связанной с физическими процессами, с позиций экологической безопасности, представлений о рациональном природопользовании, а также разумном использовании достижений науки и технологий для дальнейшего развития человеческого общества;
 - применять различные способы работы с информацией физического содержания с использованием современных информационных технологий: при этом использовать современные информационные технологии для поиска, переработки и предъявления учебной и научно-популярной информации, структурирования и интерпретации информации, полученной из различных источников; критически анализировать получаемую информацию и оценивать её достоверность как на основе имеющихся знаний, так и на основе анализа источника информации;
 - проявлять организационные и познавательные умения самостоятельного приобретения новых знаний в процессе выполнения проектных и учебно-исследовательских работ; работать в группе с исполнением различных социальных ролей, планировать работу группы, рационально распределять деятельность в нестандартных ситуациях, адекватно оценивать вклад каждого из участников группы в решение рассматриваемой проблемы;
 - проявлять мотивацию к будущей профессиональной деятельности по специальностям физико-технического профиля.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА «ФИЗИКА»

РАЗДЕЛ 1. МЕХАНИКА

Тема 1. Кинематика

Механическое движение. Относительность механического движения. Система отсчёта. Прямая и обратная задачи механики. Радиус-вектор материальной точки, его проекции на оси системы координат. Траектория. Перемещение, скорость (средняя скорость, мгновенная скорость) и ускорение материальной точки, их проекции на оси системы координат. Сложение перемещений и сложение скоростей. Равномерное и равноускоренное прямолинейное движение. Зависимость координат, скорости, ускорения и пути материальной точки от времени и их графики.

Свободное падение. Ускорение свободного падения. Движение тела, брошенного под углом к горизонту. Зависимость координат, скорости и ускорения материальной точки от времени и их графики, время и дальность полёта, навесная и настильная траектории, векторный способ описания.

Кинематические связи. Весомые и растяжимые нити, тяжёлые блоки.

Криволинейное движение. Средняя и мгновенная скорости. Центроостремительное (нормальное), касательное (тангенциальное) и полное ускорение материальной точки. Движение материальной точки по окружности как частный случай. Угловая и линейная скорость. Период и частота обращения. Теорема о сложении ускорений. Понятие о кориолисовом ускорении.

Кинематика абсолютно твёрдого тела. Плоскопараллельное движение. Мгновенный центр вращения.

Технические устройства и технологические процессы: спидометр, движение снарядов, цепные, шестерёнчатые и ремённые передачи.

Демонстрации

1. Падение тел в воздухе и в разреженном пространстве.
2. Наблюдение движения тела, брошенного под углом к горизонту и горизонтально.

Тема 2. Динамика и законы сохранения в механике

Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчёта. Принцип относительности Галилея. Неинерциальные системы отсчёта (определение, примеры). Сила инерции. Принцип Даламбера.

Масса тела. Сила. Принцип суперпозиции сил. Второй закон Ньютона для материальной точки. Третий закон Ньютона для материальных точек. Границы применимости закона. Дальнодействие и близкодействие.

Закон всемирного тяготения. Эквивалентность гравитационной и инертной массы.

Сила тяжести. Зависимость ускорения свободного падения от высоты над поверхностью планеты и от географической широты. Движение небесных тел и их спутников. Законы Кеплера. Первая космическая скорость.

Сила упругости. Закон Гука. Вес тела. Вес тела, движущегося с ускорением. Невесомость.

Связи в механике. Идеальные и неидеальные связи. Сила трения. Сухое трение. Законы сухого трения. Сила трения скольжения и сила трения покоя. Коэффициент трения. Угол и конус трения. Сила сопротивления при движении тела в жидкости или газе, её зависимость от скорости относительного движения.

Давление. Гидростатическое давление. Сила Архимеда.

Импульс материальной точки, системы материальных точек. Центр масс системы материальных точек. Теорема о движении центра масс. Импульс силы и изменение импульса тела. Закон сохранения импульса. Реактивное движение. Уравнение Мещерского.

Момент импульса материальной точки. Представление о сохранении момента импульса в центральных полях.

Работа силы на малом и на конечном перемещении. Графическое представление работы силы. Мощность силы. Кинетическая энергия материальной точки. Теорема об изменении кинетической энергии материальной точки.

Потенциальные и непотенциальные силы. Потенциальная энергия. Потенциальная энергия упруго деформированной пружины. Потенциальная энергия тела в однородном гравитационном поле. Потенциальная энергия тела в гравитационном поле однородного шара (внутри и вне шара). Вторая космическая скорость. Третья космическая скорость.

Связь работы непотенциальных сил с изменением механической энергии системы тел. Закон сохранения механической энергии.

Упругие и неупругие столкновения. Рассмотрение столкновений в системе центра масс.

Технические устройства и технологические процессы: подшипники, движение искусственных спутников, движение ракет, водомёт, копёр, пружинный пистолет, гироскоп, фигурное катание на коньках.

Демонстрации

1. Виды деформаций.
2. Наблюдение малых деформаций.
3. Закон сохранения импульса.
4. Реактивное движение.
5. Взаимные превращения кинетической и потенциальной энергий при действии на тело силы тяжести и силы упругости.

Тема 3. Статика твёрдого тела

Абсолютно твёрдое тело. Поступательное и вращательное движение твёрдого тела. Момент силы относительно оси вращения. Плечо силы. Сложение сил, приложенных к твёрдому телу. Сложение параллельных сил. Центр тяжести тела. Пара сил. Плечо и момент пары. Сложение пар. Приведение произвольной системы сил.

Условия равновесия твёрдого тела. Устойчивое, неустойчивое, безразличное равновесие.

Технические устройства и технологические процессы: кронштейн, строительный кран, решётчатые конструкции.

Демонстрации

1. Условия равновесия.
2. Виды равновесия.

РАЗДЕЛ 2. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

Тема 1. Основы молекулярно-кинетической теории

Основные положения молекулярно-кинетической теории (МКТ), их опытное обоснование. Диффузия. Броуновское движение. Характер движения и взаимодействия частиц вещества. Модели строения газов, жидкостей и твёрдых тел и объяснение свойств вещества на основе этих моделей. Масса и размеры молекул (атомов). Количество вещества. Постоянная Авогадро.

Тепловое равновесие. Температура и способы её измерения. Шкала температур. Цельсия.

Модель идеального газа в МКТ: суммарный объём молекул много меньше объёма сосуда и частицы взаимодействуют лишь при упругих столкновениях.

Газовые законы. Уравнение Менделеева—Клапейрона. Абсолютная температура (шкала температур Кельвина). Закон Дальтона. Изопроцессы в идеальном газе с постоянным количеством вещества. Графическое представление изопроцессов: изотерма, изохора, изобара.

Связь между давлением и средней кинетической энергией поступательного теплового движения молекул идеального газа (основное уравнение МКТ идеального газа).

Связь абсолютной температуры термодинамической системы со средней кинетической энергией поступательного теплового движения её частиц.

Технические устройства и технологические процессы: термометр, барометр.

Демонстрации

1. Модель броуновского движения.
2. Видеоролик с записью реального броуновского движения.
3. Диффузия жидкостей.
4. Притяжение молекул.
5. Модели кристаллических решёток.
6. Наблюдение и исследование изопроцессов.

Тема 2. Термодинамика. Тепловые машины

Термодинамическая (ТД) система. Задание внешних условий для ТД системы. Внешние и внутренние параметры. Параметры ТД системы как средние значения величин, описывающих её состояние на микроскопическом уровне.

Нулевое начало термодинамики. Самопроизвольная релаксация ТД системы к тепловому равновесию.

Модель идеального газа в термодинамике — система уравнений: уравнение Менделеева—Клапейрона и выражение для внутренней энергии. Абсолютная температура. Условия применимости этой модели: низкая концентрация частиц, высокие температуры. Выражение для внутренней энергии одноатомного идеального газа.

Квазистатические и нестатические процессы.

Элементарная работа в термодинамике. Вычисление работы по графику процесса на pV -диаграмме.

Теплопередача как способ изменения внутренней энергии ТД системы без совершения работы. Конвекция, теплопроводность, излучение.

Количество теплоты. Теплоёмкость тела. Число степеней свободы молекулы. Закон равнораспределения Больцмана. Удельная и молярная теплоёмкости вещества. Уравнение Майера. Удельная теплота сгорания топлива. Расчёт количества теплоты при теплопередаче. Понятие об адиабатном процессе.

Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия. Количество теплоты и работа как меры изменения внутренней энергии ТД системы.

Второй закон термодинамики для неравновесных процессов: невозможно передать теплоту от более холодного тела к более нагретому без компенсации (Клаузиус). Необратимость природных процессов.

Преобразование внутренней энергии в работу. Принцип Кельвина. Тепловой двигатель. Максимальное значение его КПД. Теоремы Карно. Цикл Карно. Экологические аспекты использования тепловых двигателей. Тепловое загрязнение окружающей среды.

Технические устройства и технологические процессы: холодильник, кондиционер, дизельный и карбюраторный двигатели, паровая турбина, получение сверхнизких температур, утилизация «тепловых» отходов с использованием теплового насоса, утилизация биоорганического топлива для выработки «тепловой» и электроэнергии.

Демонстрации

1. Изменение температуры при адиабатическом расширении.
2. Воздушное огниво.
3. Сравнение удельных теплоёмкостей веществ.
4. Способы изменения внутренней энергии.

Тема 3. Агрегатные состояния вещества. Фазовые переходы. Поверхностное натяжение.

Парообразование и конденсация. Испарение и кипение. Удельная теплота парообразования. Уравнение Ван-дер Ваальса. Критическая температура.

Насыщенные и ненасыщенные пары. Распределение Больцмана. Качественная и количественная зависимость плотности и давления насыщенного пара от температуры, их независимость от объёма насыщенного пара. Зависимость температуры кипения от давления в жидкости.

Влажность воздуха. Абсолютная и относительная влажность. Твёрдое тело. Кристаллические и аморфные тела. Анизотропия свойств кристаллов. Плавление и кристаллизация. Удельная теплота плавления. Сублимация.

Деформации твёрдого тела. Растяжение и сжатие. Сдвиг. Модуль Юнга. Предел упругих деформаций.

Тепловое расширение жидкостей и твёрдых тел, объёмное и линейное расширение. Ангармонизм тепловых колебаний частиц вещества как причина теплового расширения тел (на качественном уровне).

Преобразование энергии в фазовых переходах. Уравнение теплового баланса.

Поверхностное натяжение. Коэффициент поверхностного натяжения жидкостей и твёрдых тел. Смачивание. Краевой угол. Капиллярные явления. Давление под искривлённой поверхностью жидкости. Формула Лапласа.

Технические устройства и технологические процессы: жидкие кристаллы, современные материалы.

Демонстрации

1. Тепловое расширение.
2. Свойства насыщенных паров.
3. Кипение. Кипение при пониженном давлении.
4. Измерение силы поверхностного натяжения.

5. Опыты с мыльными плёнками.
6. Смачивание.
7. Капиллярные явления.
8. Способы измерения влажности.
9. Исследование нагревания и плавления кристаллического вещества.

РАЗДЕЛ 3. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

Тема 1. Электростатика

Электризация тел и её проявления. Электрический заряд. Два вида электрических зарядов. Проводники, диэлектрики и полупроводники. Квантование заряда. Элементарный электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда.

Взаимодействие зарядов. Точечные заряды. Закон Кулона. Электрическое поле. Его действие на электрические заряды. Напряжённость электрического поля. Пробный заряд. Линии напряжённости электрического поля. Однородное электрическое поле. Теорема Гаусса.

Циркуляция вектора. Потенциальность электростатического поля. Разность потенциалов и напряжение. Потенциальная энергия заряда в электростатическом поле. Потенциал электростатического поля. Связь напряжённости поля и разности потенциалов для электростатического поля (как однородного, так и неоднородного).

Принцип суперпозиции электрических полей.

Поле точечного заряда. Поле равномерно заряженной сферы. Поле равномерно заряженного по объёму шара. Поле равномерно заряженной бесконечной плоскости. Картины линий напряжённости этих полей и эквипотенциальных поверхностей.

Проводники в электростатическом поле. Условие равновесия зарядов.

Полная система уравнений электростатики. Теорема единственности. Основная задача электростатики. Диэлектрики в электростатическом поле. Диэлектрическая проницаемость вещества.

Емкость уединённого проводника. Конденсатор. Емкость конденсатора. Емкость плоского конденсатора.

Параллельное соединение конденсаторов. Последовательное соединение конденсаторов.

Энергия заряженного конденсатора.

Взаимная, собственная и полная энергия зарядов. Энергия электрического поля.

Движение заряженной частицы в однородном электрическом поле.

Технические устройства и технологические процессы: электроскоп, электрометр, электростатическая защита, заземление электроприборов, конденсаторы, генератор Ван де Граафа.

Демонстрации

1. Устройство и принцип действия электрометра.
2. Электрическое поле заряженных шариков.
3. Электрическое поле двух заряженных пластин.
4. Модель электростатического генератора (Ван де Граафа).
5. Проводники в электрическом поле.
6. Электростатическая защита.
7. Устройство и действие конденсатора постоянной и переменной ёмкости.
8. Зависимость ёмкости плоского конденсатора от площади пластин, расстояния между ними и диэлектрической проницаемости.
9. Энергия электрического поля заряженного конденсатора.
10. Зарядка и разрядка конденсатора через резистор.

Тема 2. Постоянный электрический ток. Токи в различных средах

Сила тока. Постоянный ток. Условия существования постоянного электрического тока. Источники тока. Напряжение U и ЭДС \mathcal{E} .

Закон Ома для участка цепи. Электрическое сопротивление однородного цилиндрического проводника. Сопротивление неоднородного проводника произвольной формы.

Последовательное, параллельное, смешанное соединение проводников. Расчёт разветвлённых электрических цепей. Преобразование «треугольника» в «звезду». Сторонние ЭДС. Обобщённый закон Ома (для участка цепи с ЭДС). Правила Кирхгофа. Замена батареи параллельных источников одним эквивалентным. Плотность тока. Дифференциальная форма закона Ома. Условие стационарности токов. Замкнутость линий тока.

Работа и мощность электрических и сторонних сил. Закон Джоуля—Ленца для участка цепи и для всей цепи. Мощность джоулевых потерь.

Конденсатор в цепи постоянного тока.

Электрическая проводимость различных веществ. Электронная проводимость твёрдых металлов. Зависимость сопротивления металлов от температуры. Сверхпроводимость.

Электрический ток в вакууме. Свойства электронных пучков.

Полупроводники. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Свойства p — n -перехода. Полупроводниковые приборы.

Электрический ток в электролитах. Электролитическая диссоциация. Электролиз. Законы Фарадея для электролиза.

Электрический ток в газах. Самостоятельный и несамостоятельный разряд. Различные типы самостоятельного разряда. Молния. Плазма.

Технические устройства и технологические процессы: амперметр, вольтметр, реостат, счётчик электрической энергии, газоразрядные лампы, электронно-лучевая трубка, полупроводниковые приборы: диод, транзистор, фотодиод, светодиод; гальваника, рафинирование меди, выплавка алюминия, электронная микроскопия.

Демонстрации

1. Измерение силы тока и напряжения.
2. Исследование зависимости силы тока от напряжения для резистора, лампы накаливания и светодиода.
3. Зависимость сопротивления цилиндрических проводников от длины, площади поперечного сечения и материала.
4. Исследование зависимости силы тока от сопротивления при постоянном напряжении.
5. Прямое измерение ЭДС. Короткое замыкание гальванического элемента и оценка внутреннего сопротивления.
6. Способы соединения источников тока, ЭДС батарей.
7. Исследование разности потенциалов между полюсами источника тока от силы тока в цепи.
8. Зависимость сопротивления металлов от температуры.
9. Проводимость электролитов.
10. Законы электролиза Фарадея.
11. Искровой разряд и проводимость воздуха.
12. Сравнение проводимости металлов и полупроводников.
13. Односторонняя проводимость диода.

Тема 3. Магнитостатика

Взаимодействие постоянных магнитов и проводников с током. Магнитное поле. Вектор магнитной индукции. Закон Био-Савара. Принцип суперпозиции магнитных полей. Линии магнитной индукции. Магнитное поле проводника с током (прямого проводника, катушки и кругового витка). Опыт Эрстеда. Сила Ампера, её направление и модуль.

Теорема о циркуляции, расчёт с её помощью магнитных полей. Полная система уравнений магнитостатики. Теорема единственности.

Сила Лоренца, её направление и модуль. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле. Циклотронная частота. Работа силы Лоренца. Эффект Холла.

Магнитное поле в веществе. Ферромагнетики, пара- и диамагнетики.

Технические устройства и технологические процессы: применение постоянных магнитов, электромагнитов, тестер-мультиметр, ускорители элементарных частиц.

Демонстрации

1. Картина линий индукции магнитного поля полосового и подковообразного постоянных магнитов.
2. Картина линий магнитной индукции поля длинного прямого проводника и замкнутого кольцевого проводника, катушки с током.
3. Взаимодействие двух проводников с током.
4. Сила Ампера.
5. Наблюдение движения пучка электронов в магнитном поле.
6. Принцип действия электроизмерительного прибора магнитоэлектрической системы.

Тема 4. Электромагнитная индукция

Явление электромагнитной индукции. Поток вектора магнитной индукции ЭДС индукции. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Вихревое электрическое поле. Токи Фуко.

ЭДС индукции в проводнике, движущемся в однородном магнитном поле. Правило Ленца.

Преобразование электродвигателем мощности электрических сил в его обмотке в механическую мощность на валу и обратное преобразование мощности на валу в мощность сторонних сил в обмотке генератора.

Индуктивность. Индуктивность соленоида. Катушка индуктивности в цепи постоянного тока. Явление самоиндукции. ЭДС самоиндукции.

Энергия магнитного поля катушки с током. Электромагнитное поле.

Технические устройства и технологические процессы: индукционная печь, соленоид, защита от электризации тел при движении в магнитном поле Земли.

Демонстрации

1. Наблюдение явления электромагнитной индукции.
2. Исследование зависимости ЭДС индукции от скорости изменения магнитного потока.
3. Правило Ленца.
4. Явление самоиндукции.
5. Исследование зависимости ЭДС самоиндукции от скорости изменения силы тока в цепи.

РАЗДЕЛ 4. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

Тема 1. Механические и электромагнитные колебания

Колебательная система с одной степенью свободы. Свободные колебания. Гармонические колебания. Кинематическое и динамическое описание механических колебаний. Сохранение энергии при собственных колебаниях. Энергетический метод расчёта собственных частот колебательных систем.

Амплитуда и фаза колебаний. Связь амплитуды колебаний исходной величины с амплитудами колебаний её скорости и ускорения. Движение системы при произвольных начальных условиях.

Период и частота колебаний. Период малых собственных колебаний математического и пружинного маятника, а также колебательного контура. Формулы Гюйгенса и Томсона.

Уравнение затухающих механических и электромагнитных колебаний и его решение. Вынужденные колебания. Уравнение вынужденных колебаний. Метод векторных диаграмм. Резонанс. Резонансная кривая. Влияние затухания на вид резонансной кривой. Автоколебания.

Переменный ток. Мощность в цепи переменного тока. Амплитудное и действующее значение силы тока и напряжения при различной форме зависимости переменного тока от времени.

Синусоидальный переменный ток. Резистор, конденсатор и катушка индуктивности в цепи синусоидального переменного тока. Резонанс токов. Резонанс напряжений.

Трансформатор. Коэффициент трансформации. Производство, передача и потребление электрической энергии.

Экологические риски при производстве электроэнергии. Культура использования электроэнергии в повседневной жизни.

Технические устройства и технологические процессы: метроном, часы, качели, музыкальные инструменты, сейсмограф, электрический звонок, генератор переменного тока, линии электропередач.

Демонстрации

1. Наблюдение независимости периода малых колебаний груза на нити от амплитуды.
2. Исследование колебаний груза на массивной пружине с целью формирования представлений об идеальной модели пружинного маятника.
3. Закон сохранения энергии при колебаниях груза на пружине.
4. Исследование вынужденных колебаний.
5. Наблюдение резонанса.
6. Свободные электромагнитные колебания.
7. Зависимость частоты свободных колебаний от индуктивности и ёмкости контура.
8. Осциллограммы электромагнитных колебаний.
9. Генератор незатухающих электромагнитных колебаний.
10. Резистор, катушка индуктивности и конденсатор в цепи переменного тока.
11. Резонанс при последовательном соединении резистора, катушки индуктивности и конденсатора.
12. Устройство и принцип действия трансформатора.

Тема 2. Собственные колебания систем со многими степенями свободы. Волны

Колебательные системы со многими степенями свободы. Математическое описание движения системы. Собственные частоты. Коэффициенты распределения амплитуд. Нормальные колебания.

Механические волны, условия их распространения. Одномерные поперечные и продольные волны. Поверхностные волны. Волновое уравнение для поперечной волны в струне. Волновая функция. Скорость распространения волн. Гармонические волны. Связь между периодом, скоростью распространения и длиной волны. Свойства механических волн: отражение, преломление, интерференция и дифракция. Энергия волны.

Стоячие волны. Граничные условия. Звук. Скорость звука. Громкость звука. Высота тона. Тембр звука. Стоячие волны как собственные колебания системы с бесконечным числом степеней свободы.

Электромагнитные волны. Ток смещения. Полная система уравнений Максвелла. Решение уравнений для простейшей излучающей системы. Скорость распространения волн. Взаимная ориентация векторов напряженности электрического поля, индукции магнитного поля в электромагнитной волне и скорости её распространения.

Свойства электромагнитных волн: отражение, преломление, поляризация, интерференция и дифракция.

Шкала электромагнитных волн. Применение электромагнитных волн в технике и быту.

Принципы радиосвязи и телевидения. Радиолокация. Электромагнитное загрязнение окружающей среды.

Технические устройства и практическое применение: музыкальные инструменты, радар, радиоприёмник, телевизор, антенна, телефон, СВЧ-печь, ультразвуковая диагностика в технике и медицине.

Демонстрации

1. Образование и распространение поперечных и продольных волн.
2. Колеблющееся тело как источник звука.
3. Зависимость длины волны от частоты колебаний.
4. Наблюдение отражения и преломления механических волн.
5. Наблюдение интерференции и дифракции механических волн.
6. Акустический резонанс.
7. Наблюдение связи громкости звука и высоты тона с амплитудой и частотой колебаний.
8. Исследование свойств электромагнитных волн: отражение, преломление, поляризация, дифракция, интерференция.

РАЗДЕЛ 5. Оптика

Тема 1. Геометрическая оптика

Луч света. Точечный источник света. Основные законы геометрической оптики.

Отражение света. Законы отражения света. Построение изображений в плоском зеркале. Сферические зеркала. Формула сферического зеркала. Действительные и мнимые источники и изображения. Правило знаков.

Преломление света. Законы преломления света. Абсолютный показатель преломления. Относительный показатель преломления. Постоянство частоты света и соотношение длин волн при переходе монохроматического света через границу раздела двух оптических сред.

Ход лучей в призме. Дисперсия света. Сложный состав белого света. Цвет.

Полное внутреннее отражение. Предельный угол полного внутреннего отражения.

Формула преломления на сферической поверхности. Тонкая линза. Фокусное расстояние и оптическая сила тонкой линзы.

Формула тонкой линзы. Увеличение, даваемое линзой. Глубина резкости фотоаппарата. Диафрагмирование.

Ход луча, прошедшего линзу под произвольным углом к её главной оптической оси. Построение изображений точки и отрезка прямой в собирающих и рассеивающих линзах и их системах.

Глаз как оптическая система. Близорукость и дальнозоркость. Очки. Лупа. Увеличение лупы при профессиональном и непрофессиональном использовании.

Микроскоп. Формула увеличения микроскопа. Телескопы. Трубы Кеплера и Галилея. Зеркальный телескоп Ньютона. Формулы увеличения телескопов. Разрешающая способность оптических инструментов.

Фотометрия. Основные фотометрические величины. Кривая видности. Переход от энергетических величин к световым.

Скорость света. Астрономический метод её определения (метод Рёмера). Лабораторные способы измерения скорости света (Физо, Фуко).

Технические устройства и технологические процессы: очки, лупа, перископ, фотоаппарат, микроскоп, проекционный аппарат.

Демонстрации

1. Законы отражения света.
2. Исследование преломления света.
3. Наблюдение полного внутреннего отражения. Модель световода.
4. Исследование хода световых пучков через плоскопараллельную пластину и призму.
5. Исследование свойств изображений в линзах.
6. Модели микроскопа, телескопа.

Тема 2. Волновая оптика

Волновой и корпускулярный взгляды на природу света. Принцип Гюйгенса.

Волновая оптика. Интерференция света. Когерентные источники. Опыт Юнга. Условия наблюдения максимумов и минимумов в интерференционной картине от двух когерентных источников. Примеры классических интерференционных схем (бизеркало Френеля, билинза Бийе).

Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Прямолинейность распространения света. Пределы применимости геометрической оптики. Дифракционная решётка. Условия наблюдения главных максимумов при падении монохроматического света на дифракционную решётку. Дифракция на щели.

Поляризация света.

Технические устройства и технологические процессы: просветление оптики, волоконная оптика, дифракционная решётка.

Демонстрации

1. Наблюдение интерференции света.
2. Наблюдение цветов тонких плёнок.
3. Наблюдение дифракции света.
4. Изучение дифракционной решётки.

5. Наблюдение дифракционного спектра.
6. Наблюдение дисперсии света.
7. Наблюдение поляризации света.
8. Применение поляризаторов для изучения механических напряжений.

РАЗДЕЛ 6. КВАНТОВАЯ ФИЗИКА

Тема 1. Корпускулярно-волновой дуализм

Фотоэффект. Опыты А. Г. Столетова. Законы фотоэффекта. Гипотеза Планка о квантах. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. «Красная граница» фотоэффекта. Фотоны. Энергия и импульс фотона.

Давление света (в частности, давление света на абсолютно поглощающую и абсолютно отражающую поверхность). Опыты П. Н. Лебедева.

Волновые свойства частиц. Волны де Бройля. Длина волны де Бройля и размеры области локализации движущейся частицы. Корпускулярно-волновой дуализм. Волновая функция. Дифракция электронов на кристаллах.

Специфика измерений в микромире. Соотношения неопределённостей Гейзенберга. Уравнение Шрёдингера. Квантование энергии.

Технические устройства и технологические процессы: спектрометр, фотоэлемент, фотодатчик, туннельный микроскоп, солнечная батарея, светодиод.

Демонстрации

1. Исследование фоторезистора.
2. Измерение постоянной Планка на основе исследования фотоэффекта.
3. Исследование зависимости силы тока через светодиод от напряжения

Тема 2. Физика атома

Опыты по исследованию строения атома. Планетарная модель атома Резерфорда.

Постулаты Бора. Излучение и поглощение фотонов при переходе атома с одного уровня энергии на другой.

Виды спектров. Спектр уровней энергии атома водорода. Электронные волны «в ящике».

Спонтанное и вынужденное излучение света. Лазер.

Технические устройства и технологические процессы: спектральный анализ (спектроскоп), лазер, квантовый компьютер.

Демонстрации

1. Наблюдение линейчатых спектров.
2. Устройство и действие счётчика ионизирующих частиц.
3. Определение длины волны лазерного излучения.

Тема 3. Ядерная физика и элементы специальной теории относительности (СТО)

Границы применимости классической механики. Постулаты специальной теории относительности.

Замедление времени и сокращение длины.

Энергия и импульс релятивистской частицы.

Связь массы с энергией и импульсом релятивистской частицы. Энергия покоя.

Нуклонная модель ядра Гейзенберга—Иваненко. Заряд ядра. Массовое число ядра. Изотопы.

Радиоактивность. Альфа-распад. Электронный и позитронный бета-распад. Гамма-излучение.

Закон радиоактивного распада. Радиоактивные изотопы в природе. Свойства ионизирующего излучения. Влияние радиоактивности на живые организмы. Естественный фон излучения. Дозиметрия.

Энергия связи нуклонов в ядре. Ядерные силы. Дефект массы ядра.

Ядерные реакции. Деление и синтез ядер. Ядерные реакторы. Проблемы управляемого термоядерного синтеза. Экологические аспекты развития ядерной энергетики.

Методы регистрации и исследования элементарных частиц. Фундаментальные взаимодействия. Барионы, мезоны и лептоны. Представление о Стандартной модели. Кварк-глюонная модель адронов.

Единство физической картины мира.

Технические устройства и технологические процессы: спутниковые приёмники, ускорители заряженных частиц, дозиметр, камера Вильсона, ядерный реактор, термоядерный реактор, атомная бомба, магнитно-резонансная томография.

МЕЖПРЕДМЕТНЫЕ СВЯЗИ

Изучение курса физики углублённого уровня в 11 классе одногодичного физико-математического отделения СУНЦ МГУ осуществляется с учётом содержательных межпредметных связей с курсами математики, биологии, химии, географии и технологии.

Межпредметные понятия, связанные с изучением методов научного познания: явление, научный факт, гипотеза, физическая величина, закон, теория, наблюдение, эксперимент, моделирование, модель, измерение, погрешности измерений, измерительные приборы, цифровая лаборатория.

Математика: решение системы уравнений; линейная функция, парабола, гиперболола, их графики и свойства; тригонометрические функции – синус, косинус, тангенс, котангенс; основное тригонометрическое тождество; векторы и их проекции на оси координат, сложение векторов; производные элементарных функций; признаки подобия треугольников, определение площади плоских фигур и объёма тел.

Биология: механическое движение в живой природе, диффузия, осмос, теплообмен живых организмов, тепловое загрязнение окружающей среды, утилизация биоорганического топлива для выработки «тепловой» и электроэнергии, поверхностное натяжение и капиллярные явления в природе, электрические явления в живой природе, колебательные движения в живой природе, экологические риски при производстве электроэнергии, электромагнитное загрязнение окружающей среды, ультразвуковая диагностика в медицине, оптические явления в живой природе.

Химия: дискретное строение вещества, строение атомов и молекул, моль вещества, молярная масса, кристаллическая структура твёрдых тел, механизмы образования кристаллической решётки, получение наноматериалов; тепловые свойства твёрдых тел, жидкостей и газов, жидкие кристаллы, электрические свойства металлов, электролитическая диссоциация, гальваника, электронная микроскопия, спектральный анализ.

География: влажность воздуха, ветры, барометр, термометр, магнитные полюса Земли, залежи магнитных руд, фотосъёмка земной поверхности, сейсмограф.

Технология: преобразование движений с использованием механизмов, учёт сухого и жидкого трения в технике, статические конструкции (кронштейн, решетчатые конструкции), использование законов сохранения механики в технике (гироскоп, водомёт и т. п.), двигатель внутреннего сгорания, паровая турбина, бытовой холодильник, кондиционер, технологии получения современных материалов, в том числе наноматериалов, и нанотехнологии; электростатическая защита, заземление электроприборов, газоразрядные лампы, полупроводниковые приборы; гальваника; применение постоянных магнитов, электромагнитов, электродвигатель Якоби, генератор переменного тока, индукционная печь, линии электропередач, электродвигатель, радар, радиоприёмник, телевизор, антенна, телефон, СВЧ-печь, ультразвуковая диагностика в технике, проекционный аппарат, волоконная оптика, солнечная батарея, спутниковые приёмники, ядерная энергетика и экологические аспекты её развития.

ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

- 1-й семестр (96 ч)

Тематический блок, тема	Основное содержание	Основные виды деятельности учащихся
РАЗДЕЛ 1. МЕХАНИКА (30 ч)		
Кинематика (10 ч)	Кинематика точки. Прямолинейное и криволинейное движения. Векторы скорости и ускорения. Пройденный путь. Тангенциальное и нормальное ускорения. Теорема о сложении скоростей.	Решение расчётных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью, а также качественных задач, требующих применения знаний по следующим темам. Прямолинейное равномерное и равноускоренное движения. Траектория движения тела, брошенного под углом к горизонту. Время, дальность полёта, навесная и настильная траектории. Кинематические связи. Теорема о сложении скоростей. Движение тела, брошенного под углом к горизонту (векторный способ описания). Равномерное движение по окружности. Кинематика абсолютно твёрдого тела. Плоскопараллельное движение. Мгновенный центр вращения.
Динамика и законы сохранения в механике (12 ч)	Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчёта. Принцип относительности Галилея. Сила. Принцип суперпозиции сил. II закон Ньютона. Масса. III закон Ньютона. Основная задача динамики. Импульс точки и системы материальных точек. Закон сохранения импульса. Теорема о движении центра масс. Работа силы. Кинетическая энергия. Теорема об изменении кинетической энергии точки. Мгновенная мощность. Консервативные силы. Потенциальная энергия. Закон сохранения механической энергии.	Решение расчётных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью, а также качественных задач, требующих применения знаний по следующим темам. Законы Ньютона. Весомые и растяжимые нити. Задачи с трением. Неинерциальные системы отсчёта. Сила инерции. Импульс системы материальных точек. Закон сохранения импульса. Теорема о движении центра масс. Уравнение Мещерского. Закон всемирного тяготения. Первая космическая скорость. Работа силы тяжести, упругости и трения. Закон изменения механической энергии. Законы сохранения энергии и импульса. Потери механической энергии при неупругом столкновении. Вторая космическая скорость.
Статика твёрдого тела (8 ч)	Элементы статики. Сухое трение. Угол трения. Равнодействующая системы многих параллельных сил. Пара сил. Моменты силы и пары. Лемма приведения. Приведение произвольной системы сил. Главный вектор и главный момент. Общие условия равновесия.	Решение расчётных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью, а также качественных задач, требующих применения знаний по следующим темам. Теорема о трёх силах. Идеальные и неидеальные связи. Угол трения. Параллельные силы. Пара сил. Правило моментов. Равновесие тела, имеющего неподвижную ось вращения.
РАЗДЕЛ 2. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА (24 ч)		
Основы молекулярно-кинетической теории (6 ч)	Основные положения МКТ. Постоянная Авогадро. Строение твёрдых, газообразных и жидких тел. Силы и энергия молекулярного взаимодействия. Тепловое расширение тел. Температура. Уравнение Менделеева-	Решение расчётных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью, а также качественных задач, требующих применения знаний по следующим темам. Тепловое расширение жидкостей и твёрдых тел. Жидкостной термометр. Газовые законы.

	Клапейрона. Модель идеального газа. Основное уравнение МКТ.	Изопроцессы. Абсолютная температура. p - V , p - T и V - T диаграммы.
Термодинамика. Тепловые машины (6 ч)	Внутренняя энергия термодинамической системы. Первое начало термодинамики. Работа и внутренняя энергия идеального газа. Закон равнораспределения энергии по степеням свободы. Теплоёмкость. II начало термодинамики. КПД теплового двигателя. Цикл и теоремы Карно.	Решение расчётных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью, а также качественных задач, требующих применения знаний по следующим темам. Теплота и работа. Тепловое равновесие. Теплопередача. Количество теплоты. Уравнение теплового баланса. Теплоёмкости идеального газа в различных процессах. Принципы действия и КПД тепловых двигателей. Холодильная машина. Динамическое отопление. Проблемы энергетики и охрана окружающей среды.
Агрегатные состояния вещества. Фазовые переходы (6 ч)	Реальные газы. Фазовые переходы. Насыщенный пар. Критическая температура. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Распределение Больцмана. Зависимость давления насыщенного пара от температуры. Теплота испарения. Кипение.	Решение расчётных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью, а также качественных задач, требующих применения знаний по следующим темам. Насыщенный и ненасыщенный пары. Влажность. Критическая температура. Кипение и испарение (конденсация) жидкостей, плавление и кристаллизация твёрдых тел. Превращения энергии при изменении агрегатного состояния вещества.
Поверхностное натяжение (6 ч)	Поверхностное натяжение жидкостей. Избыточная поверхностная энергия. Поверхностное натяжение твёрдых тел. Смачивание (несмачивание). Энергетический вывод выражения для краевого угла. Формула Лапласа.	Решение расчётных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью, а также качественных задач, требующих применения знаний по следующим темам. Капиллярные явления. Распределение давления в столбе жидкости в капилляре. Несмачивающие жидкости. Давление под искривлённой поверхностью жидкости. Формула Лапласа.
РАЗДЕЛ 3. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА (40 ч)		
Электростатика (28 ч)	Электрические заряды. Квантование и сохранение заряда. Закон Кулона. Электрическое поле, его напряжённость. Принцип суперпозиции. Поток вектора через поверхность. Теорема Гаусса. Связь E и $\Delta\phi$. Силовые линии и эквипотенциали. Основная задача электростатики. Полная система уравнений электростатики. Теорема единственности (для уединённого проводника). Электроёмкость уединённого проводника. Конденсаторы. Диэлектрики в электростатическом поле. Поляризация заряды. Уравнения поля в однородном диэлектрике. Энергия взаимодействия электрических зарядов (взаимная, собственная	Решение расчётных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью, а также качественных задач, требующих применения знаний по следующим темам. Электризация тел. Закон Кулона. Расчёт электрических полей с помощью теоремы Гаусса. Графическое изображение полей. Свойства силовых линий, вытекающие из основных уравнений электростатики. Решение задач методом наложения. Электроёмкость плоского и сферического конденсаторов. Соединения конденсаторов. Энергия конденсатора. Поляризация диэлектриков. Расчёт величин поляризации зарядов и плотностей их распределения. Взаимная энергия системы зарядов. Полная энергия проводников. Энергия электростатического поля. Законы сохранения и изменения электростатической энергии.

	и полная). Энергия системы заряженных проводников. Энергия поля. Плотность энергии электростатического поля.	
Постоянный электрический ток (12 ч)	Постоянный электрический ток. Сила тока и напряжение. Законы Ома и Джоуля для участка цепи. Сопротивление проводника произвольной формы. Условие стационарности токов. Сторонние электродвижущие силы. Законы Ома и Джоуля для участка цепи со сторонней ЭДС и для всей цепи. Правила Кирхгофа.	Решение расчётных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью, а также качественных задач, требующих применения знаний по следующим темам. Свободные носители электрического заряда в металлах, жидкостях и газах. Расчёт сопротивлений. Преобразование треугольника в звезду. Работа и мощность электрических сил. Закон Джоуля. Электродвижущая сила. Внутреннее сопротивление источника тока. Обобщённый закон Джоуля. Полупроводники. Собственная и примесная проводимости полупроводников.
Резерв (2 ч)		

2-й семестр (108 ч)

Тематический блок, тема	Основное содержание	Основные виды деятельности учащихся
РАЗДЕЛ 3. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА (22 ч)		
Магнитостатика (14 ч)	Магнитное взаимодействие постоянных токов. Вектор магнитной индукции. Магнитное поле проводника с током. Закон Био-Савара. Принцип суперпозиции. Взаимодействие элементов тока. Поле прямого бесконечного тока. Теорема о циркуляции. Основные уравнения магнитостатики (без вывода). Поле бесконечного соленоида. Сила Лоренца.	Решение расчётных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью, а также качественных задач, требующих применения знаний по следующим темам. Проводники с током в магнитном поле. Сила Ампера. Виток с током в однородном и неоднородном магнитных полях. Магнитное поле витка с током. Эквивалентность витка с током и полосового магнита. Взаимодействие постоянных магнитов. Магнитное поле Земли. Расчёт магнитных полей с помощью теоремы о циркуляции. Система уравнений магнитостатики. Аналогия витка с током и электрического диполя. Сила Лоренца. Циклотронная частота. Эффект Холла.
Электромагнитная индукция (8 ч)	Закон электромагнитной индукции. Вихревое электрическое поле. Правило Ленца. Самоиндукция. Индуктивность. Собственная энергия тока (энергия катушки индуктивности). Энергия магнитного поля.	Решение расчётных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью, а также качественных задач, требующих применения знаний по следующим темам. Индукция токов в движущихся проводниках. Электромагнитная индукция. Вихревое электрическое поле. Правило Ленца. Сверхпроводники в магнитном поле.
РАЗДЕЛ 4. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ (22 ч)		
Механические и электрические колебания (10 ч)	Собственные и свободные колебания систем с одной степенью свободы. Математический и пружинный маятники, колебательный контур. Собственная частота. Энергия колебаний.	Решение расчётных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью, а также качественных задач, требующих применения знаний по следующим темам. Гармонические механические и электромагнитные ко-

	<p>Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Метод векторных диаграмм. L, C, R-элементы в цепи переменного тока. Резонанс напряжений. Мощность в цепи переменного тока. Резонанс в механической системе.</p>	<p>лебания. Их характеристики. Уравнение колебаний. Формулы Гюйгенса и Томсона. Энергия колебаний. Энергетический метод определения собственных частот. Метод векторных диаграмм. Закон Ома для цепи переменного тока. Активное и реактивное сопротивление.</p>
<p>Механические и электрические волны (12 ч)</p>	<p>Собственные колебания систем со многими степенями свободы. Нормальные колебания. Механические волны, их классификация. Уравнение волны в струне. Скорость распространения волн. Энергия волны. Стоячие волны. Электромагнитное поле. Ток смещения. Уравнения Максвелла. Электромагнитные волны. Скорость распространения электромагнитных волн. Их основные свойства.</p>	<p>Решение расчётных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью, а также качественных задач, требующих применения знаний по следующим темам. Переменный ток. Резонанс токов. Производство, передача и потребление электрической энергии (генератор, трансформатор, линия передачи). Нормальные колебания. Системы с двумя степенями свободы. Бегущие волны, их характеристики. Звук. Собственные колебания систем с определёнными параметрами. Стоячие механические волны. Излучение, распространение и приём электромагнитных волн.</p>
<p>РАЗДЕЛ 5. ОПТИКА (30 ч)</p>		
<p>Геометрическая оптика (20 ч)</p>	<p>Прямолинейное распространение света в однородной среде. Законы отражения и преломления света. Плоское и сферическое зеркала. Полное внутреннее отражение. Преломление на сферической поверхности. Формула тонкой линзы. Фокусное расстояние и оптическая сила линзы. Глаз как оптическая система. Близорукость и дальнозоркость. Приборы, вооружающие глаз. Основные фотометрические величины. Кривая видности. Связь между энергетическими и световыми величинами. Скорость света и её измерение.</p>	<p>Решение расчётных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью, а также качественных задач, требующих применения знаний по следующим темам. Прямолинейное распространение света. Построение изображений в плоском зеркале. Формула сферического зеркала. Построение изображений. Сферические aberrации. Преломление. Призмы. Полное отражение. Линзы. Построение изображений. Фотоаппарат. Дисперсия света. Хроматические aberrации. Глаз. Дефекты зрения. Очки. Лупа. Микроскоп. Зрительные трубы Кеплера и Галилея. Телескопы. Фотометрия.</p>
<p>Волновая оптика (10 ч)</p>	<p>Два взгляда на природу света. Когерентность. Интерференция. Опыт Юнга. Дифракция. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Дифракция на отверстии и диске. Дифракция на щели. Дифракционная решётка. Поперечность световых волн. Поляризация света.</p>	<p>Решение расчётных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью, а также качественных задач, требующих применения знаний по следующим темам. Интерференция. Цвета тонких плёнок. Кольца Ньютона. Зоны Френеля. Зонная пластинка. Дифракционная решётка. Дифракция на щели.</p>
<p>РАЗДЕЛ 6. КВАНТОВАЯ ФИЗИКА (22 ч)</p>		
<p>Корпускулярно-волновой дуализм (6 ч)</p>	<p>Фотоэффект. Опыты А. Г. Столетова. Уравнение Эйнштейна. Фотон, его энергия и импульс. Корпускулярно-волновой дуализм. Дифракция электронов. Волны де Бройля. Принцип неопределённости Гейзенберга. Уравнение Шрёдингера.</p>	<p>Решение расчётных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью, а также качественных задач, требующих применения знаний по следующим темам. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Работа выхода. Волновая функция. Дифракция электронов на двух щелях</p>

Физика атома (4 ч)	Строение атома. Закономерности линейчатых спектров. Опыт Резерфорда. Планетарная модель атома. Постулаты Бора. Квантование энергии. Электронные волны в ящике.	Решение расчётных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью, а также качественных задач, требующих применения знаний по следующим темам. Модели атома Томсона и Резерфорда. Энергетические уровни атома водорода.
Ядерная физика и элементы СТО (12 ч)	Заряд и массовое число ядра. Нуклонная модель ядра. Изотопы. Элементы СТО. Ядерные силы. Энергия связи нуклонов в ядре. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Цепные ядерные реакции деления. Реакторы на быстрых и медленных нейтронах. Термоядерные реакции синтеза. Биологическое воздействие ядерных излучений.	Решение расчётных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью, а также качественных задач, требующих применения знаний по следующим темам. Инвариантность скорости света в вакууме. Принцип относительности Эйнштейна. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Законы сохранения в ядерных реакциях. Приборы для регистрации ионизирующих излучений.
Резерв (12 ч)		

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

№ п/п	Наименование объектов и средств материально-технического обеспечения	Количество
1	Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н. Сотский «ФИЗИКА — 10»; Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, В.М. Чаругин «ФИЗИКА — 11»	По количеству учащихся
2	Учебник для углубленного изучения физики под ред. Г.Я. Мякишева: т.1 Г.Я. Мякишев «Механика» 10 кл.; т.2 Г.Я. Мякишев, А.З. Сияков «Молекулярная физика и термодинамика» 10 кл.; т.3 Г.Я. Мякишев «Электродинамика» 10-11 кл.; т.4 Г.Я. Мякишев, А.З. Сияков «Колебания и волны» 11 кл.; т.5 Г.Я. Мякишев, А.З. Сияков «Оптика. Квантовая физика» 11 кл.	По два на класс
3	Т.П. Корнеева «Сборник задач по физике»	По количеству учащихся
4	Журнал «Квант» (http://kvant.mccme.ru/)	интернет-ресурс
5	Технические средства обучения: компьютер, интерактивная доска, МФУ	по необходимости