МУНИЦИПАЛЬНОЕ АВТОНОМНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«СРЕДНЯЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ШКОЛА №19 «ВЫБОР»
НАХОДКИНСКОГО ГОРОДСКОГО ОКРУГА

Выписка из ООП СОО

« МАОУ « СОШ №19 « Выбор» НГО

№ 233-А от 28.09.2026г

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

(ID 99780805)

**учебного предмета «Физика. Базовый уровень»**

для обучающихся 10-11 классов

2026 год

## Пояснительная записка

Рабочая программа по физике на уровень среднего общего образования для обучающихся 10–11-х классов МАОУ «СОШ №19 «Выбор» НГО разработана в соответствии с требованиями:

- Федерального закона от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- приказа Минобрнауки от 17.05.2012 № 413 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования»;
- приказа Минпросвещения от 18.05.2023 № 371 «Об утверждении федеральной образовательной программы среднего общего образования»;
- приказа Минпросвещения от 22.03.2021 № 115 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по основным общеобразовательным программам – образовательным программам начального общего, основного общего и среднего общего образования»;
- концепции преподавания учебного предмета «Физика»;
- комплексным планом мероприятий по повышению качества математического и естественно-научного образования на период до 2030 года;
- СП 2.4.2.4283-26 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи», утвержденных постановлением главного санитарного врача от 02.06.2026 № 19;
- СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания», утвержденных постановлением главного санитарного врача от 28.01.2021 № 2.

Программа по физике базового уровня на уровне среднего общего образования разработана на основе положений и требований к результатам освоения основной образовательной программы, представленных в ФГОС СОО, а также с учетом федеральной рабочей программы воспитания и концепции преподавания учебного предмета «Физика» в образовательных организациях Российской Федерации, реализующих основные образовательные программы.

Содержание программы по физике направлено на формирование естественно-научной картины мира обучающихся 10–11 классов при обучении их физике на базовом уровне на основе системно-деятельностного подхода. Программа по физике соответствует требованиям ФГОС СОО к планируемым личностным, предметным и метапредметным результатам обучения, а также учитывает необходимость реализации межпредметных связей физики с естественно-научными учебными предметами. В ней определяются основные цели изучения физики на уровне среднего общего образования, планируемые результаты освоения курса физики: личностные, метапредметные, предметные (на базовом уровне).

Программа по физике включает:

- планируемые результаты освоения курса физики на базовом уровне, в том числе предметные результаты по годам обучения;

- содержание учебного предмета «Физика» по годам обучения.

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 определяет характер и развитие разнообразных технологий в сфере энергетики, транспорта, освоения космоса, получения новых материалов с заданными свойствами и др. Изучение физики вносит основной вклад в формирование естественно-научной картины мира обучающихся, в формирование умений применять научный метод познания при выполнении ими учебных исследований.

В основу курса физики для уровня среднего общего образования положен ряд идей, которые можно рассматривать как принципы его построения.

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

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

Идея гуманитаризации. Ее 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.

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

Стержневыми элементами курса физики на уровне среднего общего образования являются физические теории (формирование представлений о структуре построения физической теории, роли фундаментальных законов и принципов в современных представлениях о природе, границах применимости теорий для описания естественно-научных явлений и процессов).

Системно-деятельностный подход в курсе физики реализуется прежде всего за счет организации экспериментальной деятельности обучающихся. Для базового уровня курса физики – это использование системы фронтальных кратковременных экспериментов и лабораторных работ, которые в программе по физике объединены в общий список ученических практических работ. Выделение в указанном перечне лабораторных работ, проводимых для контроля и оценки, осуществляется участниками

образовательного процесса исходя из особенностей планирования и оснащения кабинета физики. При этом обеспечивается овладение обучающимися умениями проводить косвенные измерения, исследования зависимостей физических величин и постановку опытов по проверке предложенных гипотез.

Большое внимание уделяется решению расчетных и качественных задач. При этом для расчетных задач приоритетом являются задачи с явно заданной физической моделью, позволяющие применять изученные законы и закономерности как из одного раздела курса, так и интегрируя знания из разных разделов. Для качественных задач приоритетом являются задания на объяснение 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 базовый уровень курса физики на уровне среднего общего образования должен изучаться в условиях предметного кабинета физики или в условиях интегрированного кабинета предметов естественно-научного цикла. В кабинете физики должно быть необходимое лабораторное оборудование для выполнения указанных в программе по физике ученических практических работ и демонстрационное оборудование.

Демонстрационное оборудование формируется в соответствии с принципом минимальной достаточности и обеспечивает постановку перечисленных в программе по физике ключевых демонстраций для исследования изучаемых явлений и процессов, эмпирических и фундаментальных законов, их технических применений.

Лабораторное оборудование для ученических практических работ формируется в виде тематических комплектов и обеспечивается в расчете одного комплекта на двух обучающихся. Тематические комплекты лабораторного оборудования должны быть построены на комплексном использовании аналоговых и цифровых приборов, а также компьютерных измерительных систем в виде цифровых лабораторий.

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.

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, соответствующей условиям задачи;
- 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.

На изучение физики (базовый уровень) на уровне среднего общего образования отводится 136 часов: в 10-м классе – 68 часов (2 часа в неделю), в 11-м классе – 68 часов (2 часа в неделю).

Рабочая программа ориентирована на целевые приоритеты, сформулированные в федеральной рабочей программе воспитания и в рабочей программе воспитания ГБОУ «Средняя школа № 1».

Предлагаемый в программе по физике перечень лабораторных и практических работ является рекомендованным, учитель делает выбор проведения лабораторных работ и опытов с учетом индивидуальных особенностей обучающихся.

Для реализации программы используются учебники, допущенные к использованию при реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ начального общего, основного общего, среднего общего образования организациями, осуществляющими образовательную деятельность, приказом Минпросвещения от 22.06.2026 № 436:

- Физика, 10 класс/ Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. под редакцией Парфентьевой Н.А., Акционерное общество «Издательство "Просвещение"»;
- Физика, 11 класс/ Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Чаругин В.М. под редакцией Парфентьевой Н.А., Акционерное общество «Издательство "Просвещение"»;

Электронные образовательные ресурсы, допущенные к использованию при реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ начального общего, основного общего, среднего общего образования приказом Минпросвещения от 23.07.2025 № 551:

- Тренажер «Облако знаний. Школа». Физика, 10 класс ООО «Физикон Лаб»;
- Адаптивный комплекс по физике 10 класса ООО «АЙ-СМАРТ»;
- Физика, 10 - 11 классы ГАОУ ВО МГПУ;

## Планируемые результаты освоения программы

Освоение учебного предмета «Физика» на уровне среднего общего образования (базовый уровень) должно обеспечить достижение следующих личностных, метапредметных и предметных образовательных результатов.

# Личностные результаты

Личностные результаты освоения учебного предмета «Физика» должны отражать готовность и способность обучающихся руководствоваться сформированной внутренней позицией личности, системой ценностных ориентаций, позитивных внутренних убеждений, соответствующих традиционным ценностям российского общества, расширение жизненного опыта и опыта деятельности в процессе реализации основных направлений воспитательной деятельности, в том числе в части:

**1) гражданского воспитания:**

- 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 образовательной организации;
- умение взаимодействовать с социальными институтами в соответствии с их функциями и назначением;
- готовность к гуманитарной и волонтерской деятельности;

**2) патриотического воспитания:**

- сформированность российской гражданской идентичности, патриотизма;
- ценностное отношение к государственным символам, достижениям российских ученых в области физики и техники;

**3) духовно-нравственного воспитания:**

- сформированность нравственного сознания, этического поведения;
- способность оценивать ситуацию и принимать осознанные решения, ориентируясь на морально-нравственные нормы и ценности, в том числе в деятельности ученого;
- осознание личного вклада в построение устойчивого будущего;

**4) эстетического воспитания:**

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

**5) трудового воспитания:**

- 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;

**6) экологического воспитания:**

- 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;

**7) 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 для уровня среднего общего образования у обучающихся совершенствуется эмоциональный интеллект, предполагающий сформированность:

- самосознания, включающего способность понимать свое эмоциональное состояние, видеть направления развития собственной эмоциональной сферы, быть уверенным в себе;
- саморегулирования, включающего самоконтроль, умение принимать ответственность за свое 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

**Познавательные универсальные учебные действия**

**Базовые логические действия:**

- самостоятельно формулировать и актуализировать проблему, рассматривать ее всесторонне;
- определять цели деятельности, задавать параметры и критерии их достижения;
- выявлять закономерности и противоречия в рассматриваемых физических явлениях;
- разрабатывать план решения проблемы с учетом 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 ее 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 приобретенный опыт;
- уметь переносить знания по физике в практическую область жизнедеятельности;
- уметь интегрировать знания из разных учебных предметов;
- 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 учетом назначения информации и целевой аудитории, выбирая оптимальную форму представления и визуализации.

**Коммуникативные универсальные учебные действия:**

- осуществлять общение на уроках физики и во внеурочной деятельности;
- распознавать предпосылки конфликтных ситуаций и смягчать конфликты;
- развернуто и логично излагать свою точку зрения с использованием языковых средств;
- понимать и использовать преимущества командной и индивидуальной работы;
- выбирать тематику и методы совместных действий с учетом общих интересов и возможностей каждого члена коллектива;
- принимать цели совместной деятельности, организовывать и координировать действия по ее достижению: составлять план действий, распределять роли с учетом 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.

**Регулятивные универсальные учебные действия**

**Самоорганизация:**

- самостоятельно осуществлять познавательную деятельность в области физики и астрономии, выявлять проблемы, ставить и формулировать собственные задачи;
- самостоятельно составлять план решения расчетных и качественных задач, план выполнения практической работы с учетом 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 приобретенный опыт;
- способствовать формированию и проявлению 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 приемы рефлексии для оценки ситуации, выбора верного решения;
- уметь оценивать риски и своевременно принимать решения по их снижению;
- принимать мотивы и аргументы других при анализе результатов деятельности.

**Принятие себя и других:**

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

## Предметные результаты

**10-й класс**

В процессе изучения курса физики базового уровня **в 10 классе** обучающийся научится:

- демонстрировать на примерах роль и место физики в формировании современной научной картины мира, в развитии современной техники и технологий, в практической деятельности людей;
- учитывать границы применения изученных физических моделей: материальная точка, инерциальная система отсчета, абсолютно твердое тело, идеальный газ, модели строения газов, жидкостей и твердых тел, точечный электрический заряд при решении физических задач;
- распознавать физические явления (процессы) и объяснять их на основе законов механики, молекулярно-кинетической теории строения вещества и электродинамики: равномерное и равноускоренное прямолинейное движение, свободное падение тел, движение по окружности, инерция, взаимодействие тел, диффузия, броуновское движение, строение жидкостей и твердых тел, изменение объема тел при нагревании (охлаждении), тепловое равновесие, испарение, конденсация, плавление, кристаллизация, кипение, влажность воздуха, повышение давления газа при его нагревании в закрытом сосуде, связь между параметрами состояния газа в изопроцессах, электризация тел, взаимодействие зарядов;
- описывать механическое движение, используя физические величины: координата, путь, перемещение, скорость, ускорение, масса тела, сила, импульс тела, кинетическая энергия, потенциальная энергия, механическая работа, механическая мощность; при описании правильно трактовать физический смысл используемых величин, их обозначения и единицы, находить формулы, связывающие данную физическую величину с другими величинами;
- описывать изученные тепловые свойства тел и тепловые явления, используя физические величины: давление газа, температура, средняя кинетическая энергия хаотического движения молекул, среднеквадратичная скорость молекул, количество теплоты, внутренняя энергия, работа газа, коэффициент полезного действия теплового двигателя; при описании правильно трактовать физический смысл используемых величин, их обозначения и единицы,

находить формулы, связывающие данную физическую величину с другими величинами;

- описывать изученные электрические свойства вещества и электрические явления (процессы), используя физические величины: электрический заряд, электрическое поле, напряженность поля, потенциал, разность потенциалов; при описании правильно трактовать физический смысл используемых величин, их обозначения и единицы; указывать формулы, связывающие данную физическую величину с другими величинами;
- анализировать физические процессы и явления, используя физические законы и принципы: закон всемирного тяготения, I, II и III законы Ньютона, закон сохранения механической энергии, закон сохранения импульса, принцип суперпозиции сил, принцип равноправия инерциальных систем отсчета, молекулярно-кинетическую теорию строения вещества, газовые законы, связь средней кинетической энергии теплового движения молекул с абсолютной температурой, первый закон термодинамики, закон сохранения электрического заряда, закон Кулона, при этом различать словесную формулировку закона, его математическое выражение и условия (границы, области) применимости;
- объяснять основные принципы действия машин, приборов и технических устройств; различать условия их безопасного использования в повседневной жизни;
- выполнять эксперименты по исследованию физических явлений и процессов с использованием прямых и косвенных измерений, при этом формулировать проблему/задачу и гипотезу учебного эксперимента, собирать установку из предложенного оборудования, проводить опыт и формулировать выводы;
- осуществлять прямые и косвенные измерения физических величин, при этом выбирать оптимальный способ измерения и использовать известные методы оценки погрешностей измерений;
- исследовать зависимости между физическими величинами с использованием прямых измерений, при этом конструировать установку, фиксировать результаты полученной зависимости физических величин в виде таблиц и графиков, делать выводы по результатам исследования;
- соблюдать правила безопасного труда при проведении исследований в рамках учебного эксперимента, учебно-исследовательской и проектной деятельности с использованием измерительных устройств и лабораторного оборудования;
- решать расчетные задачи с явно заданной физической моделью, используя физические законы и принципы, на основе анализа условия задачи выбирать физическую модель, выделять физические величины и формулы, необходимые для ее решения, проводить расчеты и оценивать реальность полученного значения физической величины;
- решать качественные задачи: выстраивать логически непротиворечивую цепочку рассуждений с опорой на изученные законы, закономерности и физические явления;
- использовать при решении учебных задач современные информационные технологии для поиска, структурирования, интерпретации и представления учебной и научно-популярной информации, полученной из различных источников, критически анализировать получаемую информацию;
- приводить примеры вклада российских и зарубежных ученых-физиков в развитие науки, объяснение процессов окружающего мира, в развитие техники и технологий;

- использовать теоретические знания по физике в повседневной жизни для обеспечения безопасности при обращении с приборами и техническими устройствами, для сохранения здоровья и соблюдения норм экологического поведения в окружающей среде;
- работать в группе с выполнением различных социальных ролей, планировать работу группы, рационально распределять обязанности и планировать деятельность в нестандартных ситуациях, адекватно оценивать вклад каждого из участников группы в решение рассматриваемой проблемы.

**11-й класс**

В процессе изучения курса физики базового уровня **в 11 классе** обучающийся научится:

- демонстрировать на примерах роль и место физики в формировании современной научной картины мира, в развитии современной техники и технологий, в практической деятельности людей, целостность и единство физической картины мира;
- учитывать границы применения изученных физических моделей: точечный электрический заряд, луч света, точечный источник света, ядерная модель атома, нуклонная модель атомного ядра при решении физических задач;
- распознавать физические явления (процессы) и объяснять их на основе законов электродинамики и квантовой физики: электрическая проводимость, тепловое, световое, химическое, магнитное действия тока, взаимодействие магнитов, электромагнитная индукция, действие магнитного поля на проводник с током и движущийся заряд, электромагнитные колебания и волны, прямолинейное распространение света, отражение, преломление, интерференция, дифракция и поляризация света, дисперсия света, фотоэлектрический эффект (фотоэффект), световое давление, возникновение линейчатого спектра атома водорода, естественная и искусственная радиоактивность;
- описывать изученные свойства вещества (электрические, магнитные, оптические, электрическую проводимость различных сред) и электромагнитные явления (процессы), используя физические величины: электрический заряд, сила тока, электрическое напряжение, электрическое сопротивление, разность потенциалов, электродвижущая сила, работа тока, индукция магнитного поля, сила Ампера, сила Лоренца, индуктивность катушки, энергия электрического и магнитного полей, период и частота колебаний в колебательном контуре, заряд и сила тока в процессе гармонических электромагнитных колебаний, фокусное расстояние и оптическая сила линзы, при описании правильно трактовать физический смысл используемых величин, их обозначения и единицы, указывать формулы, связывающие данную физическую величину с другими величинами;
- описывать изученные квантовые явления и процессы, используя физические величины: скорость электромагнитных волн, длина волны и частота света, энергия и импульс фотона, период полураспада, энергия связи атомных ядер, при описании правильно трактовать физический смысл используемых величин, их обозначения и единицы, указывать формулы, связывающие

данную физическую величину с другими величинами, вычислять значение физической величины;

- анализировать физические процессы и явления, используя физические законы и принципы: закон Ома, законы последовательного и параллельного соединения проводников, закон Джоуля–Ленца, закон электромагнитной индукции, закон прямолинейного распространения света, законы отражения света, законы преломления света, уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, закон сохранения энергии, закон сохранения импульса, закон сохранения электрического заряда, закон сохранения массового числа, постулаты Бора, закон радиоактивного распада, при этом различать словесную формулировку закона, его математическое выражение и условия (границы, области) применимости;
- определять направление вектора индукции магнитного поля проводника с током, силы Ампера и силы Лоренца;
- строить и описывать изображение, создаваемое плоским зеркалом, тонкой линзой;
- выполнять эксперименты по исследованию физических явлений и процессов с использованием прямых и косвенных измерений: при этом формулировать проблему/задачу и гипотезу учебного эксперимента, собирать установку из предложенного оборудования, проводить опыт и формулировать выводы;
- осуществлять прямые и косвенные измерения физических величин, при этом выбирать оптимальный способ измерения и использовать известные методы оценки погрешностей измерений;
- исследовать зависимости физических величин с использованием прямых измерений: при этом конструировать установку, фиксировать результаты полученной зависимости физических величин в виде таблиц и графиков, делать выводы по результатам исследования;
- соблюдать правила безопасного труда при проведении исследований в рамках учебного эксперимента, учебно-исследовательской и проектной деятельности с использованием измерительных устройств и лабораторного оборудования;
- решать расчетные задачи с явно заданной физической моделью, используя физические законы и принципы, на основе анализа условия задачи выбирать физическую модель, выделять физические величины и формулы, необходимые для ее решения, проводить расчеты и оценивать реальность полученного значения физической величины;
- решать качественные задачи: выстраивать логически непротиворечивую цепочку рассуждений с опорой на изученные законы, закономерности и физические явления;
- использовать при решении учебных задач современные информационные технологии для поиска, структурирования, интерпретации и представления учебной и научно-популярной информации, полученной из различных источников, критически анализировать получаемую информацию;
- объяснять принципы действия машин, приборов и технических устройств, различать условия их безопасного использования в повседневной жизни;
- приводить примеры вклада российских и зарубежных ученых-физиков в развитие науки, в объяснение процессов окружающего мира, в развитие техники и технологий;
- использовать теоретические знания по физике в повседневной жизни для обеспечения безопасности при обращении с приборами и техническими

устройствами, для сохранения здоровья и соблюдения норм экологического поведения в окружающей среде;

- работать в группе с выполнением различных социальных ролей, планировать работу группы, рационально распределять обязанности и планировать деятельность в нестандартных ситуациях, адекватно оценивать вклад каждого из участников группы в решение рассматриваемой проблемы.

# Содержание учебного предмета

## 10-й класс

### Раздел 1. Физика и методы научного познания

Физика – наука о природе. Научные методы познания окружающего мира. Роль эксперимента и теории в процессе познания природы. Эксперимент в физике.

Моделирование физических явлений и процессов. Научные гипотезы. Физические законы и теории. Границы применимости физических законов. Принцип соответствия.

Роль и место физики в формировании современной научной картины мира, в практической деятельности людей.

Демонстрации

Аналоговые и цифровые измерительные приборы, компьютерные датчики.

### Раздел 2. Механика

### Тема 1. Кинематика

Механическое движение. Относительность механического движения. Система отсчета. 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. Графики зависимости координат, скорости, ускорения, пути и перемещения материальной точки от времени.

Свободное падение. Ускорение свободного падения.

Криволинейное движение. Движение материальной точки по окружности с постоянной по модулю скоростью. Угловая скорость, линейная скорость. Период и частота обращения. Центростремительное ускорение.

Технические устройства и практическое применение: спидометр, движение снарядов, цепные и ременные передачи.

Демонстрации

- Модель системы отсчета, иллюстрация кинематических характеристик движения.
- Преобразование движений с использованием простых механизмов.
- Падение тел в воздухе и в разреженном пространстве.
- Наблюдение движения тела, брошенного под углом к горизонту и горизонтально.
- Измерение ускорения свободного падения.
- Направление скорости при движении по окружности.

Ученический эксперимент, лабораторные работы

- Изучение неравномерного движения с целью определения мгновенной скорости.
- Исследование соотношения между путями, пройденными телом за последовательные равные промежутки времени при равноускоренном движении с начальной скоростью, равной нулю.
- Изучение движения шарика в вязкой жидкости.
- Изучение движения тела, брошенного горизонтально.

**Тема 2. Динамика**

Принцип относительности Галилея. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчета.

Масса тела. Сила. Принцип суперпозиции сил. Второй закон Ньютона для материальной точки. Третий закон Ньютона для материальных точек.

Закон всемирного тяготения. Сила тяжести. Первая космическая скорость.

Сила упругости. Закон Гука. Вес тела.

Трение. Виды трения (покоя, скольжения, качения). Сила трения. Сухое трение. Сила трения скольжения и сила трения покоя. Коэффициент трения. Сила сопротивления при движении тела в жидкости или газе.

Поступательное и вращательное движение абсолютно твердого тела.

Момент силы относительно оси вращения. Плечо силы. Условия равновесия твердого тела.

Технические устройства и практическое применение: подшипники, движение искусственных спутников.

Демонстрации

- Явление инерции.
- Сравнение масс взаимодействующих тел.
- Второй закон Ньютона.

- Измерение сил.
- Сложение сил.
- Зависимость силы упругости от деформации.
- Невесомость. Вес тела при ускоренном подъеме и падении.
- Сравнение сил трения покоя, качения и скольжения.
- Условия равновесия твердого тела. Виды равновесия.

Ученический эксперимент, лабораторные работы
- Изучение движения бруска по наклонной плоскости.
- Исследование зависимости сил упругости, возникающих в пружине и резиновом образце, от их деформации.
- Исследование условий равновесия твердого тела, имеющего ось вращения.

**Тема 3. Законы сохранения в механике**

Импульс материальной точки (тела), системы материальных точек. Импульс силы и изменение импульса тела. Закон сохранения импульса. Реактивное движение.

Работа силы. Мощность силы.

Кинетическая энергия материальной точки. Теорема об изменении кинетической энергии.

Потенциальная энергия. Потенциальная энергия упруго деформированной пружины. Потенциальная энергия тела вблизи поверхности Земли.

Потенциальные и непотенциальные силы. Связь работы непотенциальных сил с изменением механической энергии системы тел. Закон сохранения механической энергии.

Упругие и неупругие столкновения.

Технические устройства и практическое применение: водомет, копер, пружинный пистолет, движение ракет.

Демонстрации
- Закон сохранения импульса.
- Реактивное движение.
- Переход потенциальной энергии в кинетическую и обратно.

Ученический эксперимент, лабораторные работы
- Изучение абсолютно неупругого удара с помощью двух одинаковых нитяных маятников.
- Исследование связи работы силы с изменением механической энергии тела на примере растяжения резинового жгута.

**Раздел 3. Молекулярная физика и термодинамика**

**Тема 1. Основы молекулярно-кинетической теории**

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

Тепловое равновесие. Температура и ее измерение. Шкала температур Цельсия.

Модель идеального газа. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа. Абсолютная температура как мера средней кинетической энергии теплового движения частиц газа. Шкала температур Кельвина. Газовые законы. Уравнение Менделеева–Клапейрона. Закон Дальтона. Изопроцессы в идеальном газе с постоянным количеством вещества. Графическое представление изопроцессов: изотерма, изохора, изобара.

Технические устройства и практическое применение: термометр, барометр.

Демонстрации

- Опыты, доказывающие дискретное строение вещества, фотографии молекул органических соединений.
- Опыты по диффузии жидкостей и газов.
- Модель броуновского движения.
- Модель опыта Штерна.
- Опыты, доказывающие существование межмолекулярного взаимодействия.
- Модель, иллюстрирующая природу давления газа на стенки сосуда.
- Опыты, иллюстрирующие уравнение состояния идеального газа, изопроцессы.

Ученический эксперимент, лабораторные работы

- Определение массы воздуха в классной комнате на основе измерений объема комнаты, давления и температуры воздуха в ней.
- Исследование зависимости между параметрами состояния разреженного газа.

**Тема 2. Основы термодинамики**

Термодинамическая система. Внутренняя энергия термодинамической системы и способы ее изменения. Количество теплоты и работа. Внутренняя энергия одноатомного идеального газа. Виды теплопередачи: теплопроводность, конвекция, излучение. Удельная теплоемкость вещества. Количество теплоты при теплопередаче.

Понятие об адиабатном процессе. Первый закон термодинамики. Применение первого закона термодинамики к изопроцессам. Графическая интерпретация работы газа.

Второй закон термодинамики. Необратимость процессов в природе.

Тепловые машины. Принципы действия тепловых машин. Преобразования энергии в тепловых машинах. Коэффициент полезного действия тепловой машины. Цикл Карно и его коэффициент полезного действия. Экологические проблемы теплоэнергетики.

Технические устройства и практическое применение: двигатель внутреннего сгорания, бытовой холодильник, кондиционер.

Демонстрации

- Изменение внутренней энергии тела при совершении работы: вылет пробки из бутылки под действием сжатого воздуха, нагревание эфира в латунной трубке путем трения (видеодемонстрация).
- Изменение внутренней энергии (температуры) тела при теплопередаче.
- Опыт по адиабатному расширению воздуха (опыт с воздушным огнивом).
- Модели паровой турбины, двигателя внутреннего сгорания, реактивного двигателя.

Ученический эксперимент, лабораторные работы

- Измерение удельной теплоемкости.

**Тема 3. Агрегатные состояния вещества. Фазовые переходы**

Парообразование и конденсация. Испарение и кипение. Абсолютная и относительная влажность воздуха. Насыщенный пар. Удельная теплота парообразования. Зависимость температуры кипения от давления.

Твердое тело. Кристаллические и аморфные тела. Анизотропия свойств кристаллов. Жидкие кристаллы. Современные материалы. Плавление и кристаллизация. Удельная теплота плавления. Сублимация.

Уравнение теплового баланса.

Технические устройства и практическое применение: гигрометр и психрометр, калориметр, технологии получения современных материалов, в том числе наноматериалов, и нанотехнологии.

Демонстрации

- Свойства насыщенных паров.
- Кипение при пониженном давлении.
- Способы измерения влажности.
- Наблюдение нагревания и плавления кристаллического вещества.
- Демонстрация кристаллов.

Ученический эксперимент, лабораторные работы

- Измерение относительной влажности воздуха.

**Раздел 4. Электродинамика**

**Тема 1. Электростатика**

Электризация тел. Электрический заряд. Два вида электрических зарядов. Проводники, диэлектрики и полупроводники. Закон сохранения электрического заряда.

Взаимодействие зарядов. Закон Кулона. Точечный электрический заряд. Электрическое поле. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции электрических полей. Линии напряженности электрического поля.

Работа сил электростатического поля. Потенциал. Разность потенциалов. Проводники и диэлектрики в электростатическом поле. Диэлектрическая проницаемость.

Электроемкость. Конденсатор. Электроемкость плоского конденсатора. Энергия заряженного конденсатора.

Технические устройства и практическое применение: электроскоп, электрометр, электростатическая защита, заземление электроприборов, конденсатор, копировальный аппарат, струйный принтер.

Демонстрации

- Устройство и принцип действия электрометра.
- Взаимодействие наэлектризованных тел.
- Электрическое поле заряженных тел.
- Проводники в электростатическом поле.
- Электростатическая защита.
- Диэлектрики в электростатическом поле.
- Зависимость электроемкости плоского конденсатора от площади пластин, расстояния между ними и диэлектрической проницаемости.
- Энергия заряженного конденсатора.

Ученический эксперимент, лабораторные работы

- Измерение электроемкости конденсатора.

**Тема 2. Постоянный электрический ток. Токи в различных средах**

Электрический ток. Условия существования электрического тока. Источники тока. Сила тока. Постоянный ток.

Напряжение. Закон Ома для участка цепи.

Электрическое сопротивление. Удельное сопротивление вещества. Последовательное, параллельное, смешанное соединение проводников.

Работа электрического тока. Закон Джоуля–Ленца. Мощность электрического тока.

Электродвижущая сила и внутреннее сопротивление источника тока. Закон Ома для полной (замкнутой) электрической цепи. Короткое замыкание.

Электронная проводимость твердых 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 растворах и расплавах электролитов. Электролитическая диссоциация. Электролиз.

Электрический ток в газах. Самостоятельный и несамостоятельный разряд. Молния. Плазма.

Технические устройства и практическое применение: амперметр, вольтметр, реостат, источники тока, электронагревательные приборы, электроосветительные приборы, термометр сопротивления, вакуумный диод, термисторы и фоторезисторы, полупроводниковый диод, гальваника.

Демонстрации

- Измерение силы тока и напряжения.
- Зависимость сопротивления цилиндрических проводников от длины, площади поперечного сечения и материала.
- Смешанное соединение проводников.
- Прямое измерение электродвижущей силы. Короткое замыкание гальванического элемента и оценка внутреннего сопротивления.
- Зависимость сопротивления металлов от температуры.
- Проводимость электролитов.
- Искровой разряд и проводимость воздуха.
- Односторонняя проводимость диода.

Ученический эксперимент, лабораторные работы

- Изучение смешанного соединения резисторов.
- Измерение электродвижущей силы источника тока и его внутреннего сопротивления.
- Наблюдение электролиза.

**Межпредметные связи**

Изучение курса физики базового уровня в 10-м классе осуществляется с учетом 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.

Математика: решение системы уравнений, линейная функция, парабола, гипербола, их графики и свойства, тригонометрические функции: синус, косинус, тангенс, котангенс, основное тригонометрическое тождество, векторы и их проекции на оси координат, сложение векторов.

Биология: механическое движение в живой природе, диффузия, осмос, теплообмен живых организмов (виды теплопередачи, тепловое равновесие), электрические явления в живой природе.

Химия: дискретное строение вещества, строение атомов и молекул, моль вещества, молярная масса, тепловые свойства твердых тел, жидкостей и газов, электрические свойства металлов, электролитическая диссоциация, гальваника.

География: влажность воздуха, ветры, барометр, термометр.

Технология: преобразование движений с использованием механизмов, учет трения в технике, подшипники, использование закона сохранения импульса в технике (ракета, водомет и др.), двигатель внутреннего сгорания, паровая турбина, бытовой холодильник, кондиционер, технологии получения современных материалов, в том числе наноматериалов, и нанотехнологии, электростатическая защита, заземление электроприборов, ксерокс, струйный принтер, электронагревательные приборы, электроосветительные приборы, гальваника.

## 11-й класс

**Раздел 4. Электродинамика**

**Тема 3. Магнитное поле. Электромагнитная индукция**

Постоянные магниты. Взаимодействие постоянных магнитов. Магнитное поле. Вектор магнитной индукции. Принцип суперпозиции магнитных полей. Линии магнитной индукции. Картина линий магнитной индукции поля постоянных магнитов.

Магнитное поле проводника с током. Картина линий индукции магнитного поля длинного прямого проводника и замкнутого кольцевого проводника, катушки с током. Опыт Эрстеда. Взаимодействие проводников с током.

Сила Ампера, ее модуль и направление.

Сила Лоренца, ее модуль и направление. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле. Работа силы Лоренца.

Явление электромагнитной индукции. Поток вектора магнитной индукции. Электродвижущая сила индукции. Закон электромагнитной индукции Фарадея.

Вихревое электрическое поле. Электродвижущая сила индукции в проводнике, движущемся поступательно в однородном магнитном поле.

Правило Ленца.

Индуктивность. Явление самоиндукции. Электродвижущая сила самоиндукции.

Энергия магнитного поля катушки с током.

Электромагнитное поле.

Технические устройства и практическое применение: постоянные магниты, электромагниты, электродвигатель, ускорители элементарных частиц, индукционная печь.

Демонстрации
- Опыт Эрстеда.
- Отклонение электронного пучка магнитным полем.
- Линии индукции магнитного поля.

- Взаимодействие двух проводников с током.
- Сила Ампера.
- Действие силы Лоренца на ионы электролита.
- Явление электромагнитной индукции.
- Правило Ленца.
- Зависимость электродвижущей силы индукции от скорости изменения магнитного потока.
- Явление самоиндукции.

Ученический эксперимент, лабораторные работы
- Изучение магнитного поля катушки с током.
- Исследование действия постоянного магнита на рамку с током.
- Исследование явления электромагнитной индукции.

**Раздел 5. Колебания и волны**

**Тема 1. Механические и электромагнитные колебания**

Колебательная система. Свободные механические колебания. Гармонические колебания. Период, частота, амплитуда и фаза колебаний. Пружинный маятник. Математический маятник. Уравнение гармонических колебаний. Превращение энергии при гармонических колебаниях.

Колебательный контур. Свободные электромагнитные колебания в идеальном колебательном контуре. Аналогия между механическими и электромагнитными колебаниями. Формула Томсона. Закон сохранения энергии в идеальном колебательном контуре.

Представление о затухающих колебаниях. Вынужденные механические колебания. Резонанс. Вынужденные электромагнитные колебания.

Переменный ток. Синусоидальный переменный ток. Мощность переменного тока. Амплитудное и действующее значение силы тока и напряжения.

Трансформатор. Производство, передача и потребление электрической энергии. Экологические риски при производстве электроэнергии. Культура использования электроэнергии в повседневной жизни.

Технические устройства и практическое применение: электрический звонок, генератор переменного тока, линии электропередач.

Демонстрации
- Исследование параметров колебательной системы (пружинный или математический маятник).
- Наблюдение затухающих колебаний.
- Исследование свойств вынужденных колебаний.
- Наблюдение резонанса.
- Свободные электромагнитные колебания.
- Осциллограммы (зависимости силы тока и напряжения от времени) для электромагнитных колебаний.

- Резонанс при последовательном соединении резистора, катушки индуктивности и конденсатора.
- Модель линии электропередачи.

Ученический эксперимент, лабораторные работы
- Исследование зависимости периода малых колебаний груза на нити от длины нити и массы груза.
- Исследование переменного тока в цепи из последовательно соединенных конденсатора, катушки и резистора.

**Тема 2. Механические и электромагнитные волны**

Механические волны, условия распространения. Период. Скорость распространения и длина волны. Поперечные и продольные волны. Интерференция и дифракция механических волн.

Звук. Скорость звука. Громкость звука. Высота тона. Тембр звука.

Электромагнитные волны. Условия излучения электромагнитных волн. Взаимная ориентация векторов E, B, V в электромагнитной волне. Свойства электромагнитных волн: отражение, преломление, поляризация, дифракция, интерференция. Скорость электромагнитных волн.

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, ультразвуковая диагностика в технике и медицине, радар, радиоприемник, телевизор, антенна, телефон, СВЧ-печь.

Демонстрации
- Образование и распространение поперечных и продольных волн.
- Колеблющееся тело как источник звука.
- Наблюдение отражения и преломления механических волн.
- Наблюдение интерференции и дифракции механических волн.
- Звуковой резонанс.
- Наблюдение связи громкости звука и высоты тона с амплитудой и частотой колебаний.
- Исследование свойств электромагнитных волн: отражение, преломление, поляризация, дифракция, интерференция.

**Тема 3. Оптика**

Геометрическая оптика. Прямолинейное распространение света в однородной среде. Луч света. Точечный источник света.

Отражение света. Законы отражения света. Построение изображений в плоском зеркале.

Преломление света. Законы преломления света. Абсолютный показатель преломления. Полное внутреннее отражение. Предельный угол полного внутреннего отражения.

Дисперсия света. Сложный состав белого света. Цвет.

Собирающие и рассеивающие линзы. Тонкая линза. Фокусное расстояние и оптическая сила тонкой линзы. Построение изображений в собирающих и рассеивающих линзах. Формула тонкой линзы. Увеличение, даваемое линзой.

Пределы применимости геометрической оптики.

Волновая оптика. Интерференция света. Когерентные источники. Условия наблюдения максимумов и минимумов в интерференционной картине от двух синфазных когерентных источников.

Дифракция света. Дифракционная решетка. Условие наблюдения главных максимумов при падении монохроматического света на дифракционную решетку.

Поляризация света.

Технические устройства и практическое применение: очки, лупа, фотоаппарат, проекционный аппарат, микроскоп, телескоп, волоконная оптика, дифракционная решетка, поляроид.

Демонстрации

- Прямолинейное распространение, отражение и преломление света. Оптические приборы.
- Полное внутреннее отражение. Модель световода.
- Исследование свойств изображений в линзах.
- Модели микроскопа, телескопа.
- Наблюдение интерференции света.
- Наблюдение дифракции света.
- Наблюдение дисперсии света.
- Получение спектра с помощью призмы.
- Получение спектра с помощью дифракционной решетки.
- Наблюдение поляризации света.

Ученический эксперимент, лабораторные работы

- Измерение показателя преломления стекла.
- Исследование свойств изображений в линзах.
- Наблюдение дисперсии света.

**Раздел 6. Основы специальной теории относительности**

Границы применимости классической механики. Постулаты специальной теории относительности: инвариантность модуля скорости света в вакууме, принцип относительности Эйнштейна.

Относительность одновременности. Замедление времени и сокращение длины.

Энергия и импульс релятивистской частицы.

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

**Раздел 7. Квантовая физика**

**Тема 1. Элементы квантовой оптики**

Фотоны. Формула Планка связи энергии фотона с его частотой. Энергия и импульс фотона.

Открытие и исследование фотоэффекта. Опыты А. Г. Столетова. Законы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. «Красная граница» фотоэффекта.

Давление света. Опыты П.Н. Лебедева.

Химическое действие света.

Технические устройства и практическое применение: фотоэлемент, фотодатчик, солнечная батарея, светодиод.

Демонстрации
- Фотоэффект на установке с цинковой пластиной.
- Исследование законов внешнего фотоэффекта.
- Светодиод.
- Солнечная батарея.

**Тема 2. Строение атома**

Модель атома Томсона. Опыты Резерфорда по рассеянию α -частиц. Планетарная модель атома. Постулаты Бора. Излучение и поглощение фотонов при переходе атома с одного уровня энергии на другой. Виды спектров. Спектр уровней энергии атома водорода.

Волновые свойства частиц. Волны де Бройля. Корпускулярно-волновой дуализм.

Спонтанное и вынужденное излучение.

Технические устройства и практическое применение: спектральный анализ (спектроскоп), лазер, квантовый компьютер.

Демонстрации
- Модель опыта Резерфорда.
- Определение длины волны лазера.
- Наблюдение линейчатых спектров излучения.
- Лазер.

Ученический эксперимент, лабораторные работы

- Наблюдение линейчатого спектра.

**Тема 3. Атомное ядро**

Эксперименты, доказывающие сложность строения ядра. Открытие радиоактивности. Опыты Резерфорда по определению состава радиоактивного излучения. Свойства альфа-, бета-, гамма-излучения. Влияние радиоактивности на живые организмы.

Открытие протона и нейтрона. Нуклонная модель ядра Гейзенберга–Иваненко. Заряд ядра. Массовое число ядра. Изотопы.

Альфа-распад. Электронный и позитронный бета-распад. Гамма-излучение. Закон радиоактивного распада.

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

Ядерные реакции. Деление и синтез ядер.

Ядерный реактор. Термоядерный синтез. Проблемы и перспективы ядерной энергетики. Экологические аспекты ядерной энергетики.

Элементарные частицы. Открытие позитрона.

Методы наблюдения и регистрации элементарных частиц.

Фундаментальные взаимодействия. Единство физической картины мира.

Технические устройства и практическое применение: дозиметр, камера Вильсона, ядерный реактор, атомная бомба.

Демонстрации

- Счетчик ионизирующих частиц.

Ученический эксперимент, лабораторные работы

- Исследование треков частиц (по готовым фотографиям).

**Раздел 8. Элементы астрономии и астрофизики**

Этапы развития астрономии. Прикладное и мировоззренческое значение астрономии.

Вид звездного неба. Созвездия, яркие звезды, планеты, их видимое движение.

Солнечная система.

Солнце. Солнечная активность. Источник энергии Солнца и звезд. Звезды, их основные характеристики. Диаграмма «спектральный класс – светимость». Звезды главной последовательности. Зависимость «масса – светимость» для звезд главной

последовательности. Внутреннее строение звезд. Современные представления о происхождении и эволюции Солнца и звезд. Этапы жизни звезд.

Млечный Путь – наша Галактика. Положение и движение Солнца в Галактике. Типы галактик. Радиогалактики и квазары. Черные дыры в ядрах галактик.

Вселенная. Расширение Вселенной. Закон Хаббла. Разбегание галактик. Теория Большого взрыва. Реликтовое излучение.

Масштабная структура Вселенной. Метагалактика.

Нерешенные проблемы астрономии.

Ученические наблюдения

Наблюдения невооруженным глазом с использованием компьютерных приложений для определения положения небесных объектов на конкретную дату: основные созвездия Северного полушария и яркие звезды.

Наблюдения в телескоп Луны, планет, Млечного Пути.

**Обобщающее повторение**

Роль физики и астрономии в экономической, технологической, социальной и этической сферах деятельности человека, роль и место физики и астрономии в современной научной картине мира, роль физической теории в формировании представлений о физической картине мира, место физической картины мира в общем ряду современных естественно-научных представлений о природе.

**Межпредметные связи**

Изучение курса физики базового уровня в 11-м классе осуществляется с учетом 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.

Математика: решение системы уравнений, 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 объема тел.

Биология: электрические явления в живой природе, колебательные движения в живой природе, оптические явления в живой природе, действие радиации на живые организмы.

Химия: строение атомов и молекул, кристаллическая структура твердых тел, механизмы образования кристаллической решетки, спектральный анализ.

География: магнитные полюса Земли, залежи магнитных руд, фотосъемка земной поверхности, предсказание землетрясений.

Технология: линии электропередачи, генератор переменного тока, электродвигатель, индукционная печь, радар, радиоприемник, телевизор, антенна, телефон, СВЧ-печь, проекционный аппарат, волоконная оптика, солнечная батарея.

## Тематическое планирование

Тематическое планирование по физике для 10–11-х классов составлено с учетом рабочей программы воспитания. Внесены темы, обеспечивающие реализацию целевых приоритетов воспитания обучающихся СОО через изучение физики.

В воспитании обучающихся юношеского возраста таким приоритетом является создание благоприятных условий для приобретения обучающимися опыта осуществления социально значимых дел. Выделение данного приоритета связано с потребностью обучающихся в жизненном самоопределении, в выборе дальнейшего жизненного пути, который открывается перед ними на пороге самостоятельной взрослой жизни.

На уроках физики обучающиеся могут приобрести:

- опыт самостоятельного приобретения новых знаний, проведения научных исследований, опыт проектной деятельности;
- опыт самопознания и самоанализа, опыт социально приемлемого самовыражения и самореализации;

# 10-й класс

| № п/п | Наименование разделов и тем программы | Количество часов | | | Электронные (цифровые) образовательные ресурсы |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Всего | Контрольные работы | Практические работы | |
| **Раздел 1. ФИЗИКА И МЕТОДЫ НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ** | | | | | |
| 1.1 | Физика и методы научного познания | 2 | | | https://m.edsoo.ru/PC1GBZ1VT |
| Итого по разделу | | 2 | | | |
| **Раздел 2. МЕХАНИКА** | | | | | |
| 2.1 | Кинематика | 5 | | | https://m.edsoo.ru/BKXFFBIA7 |
| 2.2 | Динамика | 7 | | | https://m.edsoo.ru/EMEIYTE5H |
| 2.3 | Законы сохранения в | 6 | 1 | 1 | https://m.edsoo.ru/LEOIUJW58 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | механике | | | | |
| Итого по разделу | | 18 | | | |
| **Раздел 3. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА** | | | | | |
| 3.1 | Основы молекулярно-кинетической теории | 9 | | 1 | https://m.edsoo.ru/GFRCER9LS |
| 3.2 | Основы термодинамики | 10 | 1 | | https://m.edsoo.ru/HD3D8OQ61 |
| 3.3 | Агрегатные состояния вещества. Фазовые переходы | 5 | | | https://m.edsoo.ru/1WB97NGVP |
| Итого по разделу | | 24 | | | |
| **Раздел 4. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА** | | | | | |
| 4.1 | Электростатика | 10 | 1 | 1 | https://m.edsoo.ru/LFUQR1RSA |
| 4.2 | Постоянный электрический ток. Токи в различных средах | 12 | 1 | 1 | https://m.edsoo.ru/WKWL98VW2 |
| Итого по разделу | | 22 | | | |
| Повторение | | 2 | | | https://m.edsoo.ru/VLX14U83A |
| ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ | | 68 | 4 | 4 | |

# 11-й класс

| **№ п/п** | **Наименование разделов и тем программы** | **Количество часов** | | | **Электронные (цифровые) образовательные ресурсы** |
|---|---|---|---|---|---|
| | | **Всего** | **Контрольные работы** | **Практические работы** | |
| **Раздел 1. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА** | | | | | |
| 1.1 | Магнитное | 11 | 1 | 3 | https://m.edsoo.ru/8PRH0WUI |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | поле. Электромагнитная индукция | | | | I<br><br>https://m.edsoo.ru/VQQ38UZXC |
| Итого по разделу | | 11 | | | |
| **Раздел 2. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ** | | | | | |
| 2.1 | Механические и электромагнитные колебания | 9 | | 1 | https://m.edsoo.ru/Y0UA69FNZ |
| 2.2 | Механические и электромагнитные волны | 5 | 1 | | https://m.edsoo.ru/ALLBYV2CT |
| 2.3 | Оптика | 10 | | 3 | https://m.edsoo.ru/RYEN0YIC5 |
| Итого по разделу | | 24 | | | |
| **Раздел 3. ОСНОВЫ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ** | | | | | |
| 3.1 | Основы специальной теории относительности | 4 | 1 | | https://m.edsoo.ru/HCX8YPUV4 |
| Итого по разделу | | 4 | | | |
| **Раздел 4. КВАНТОВАЯ ФИЗИКА** | | | | | |
| 4.1 | Элементы квантовой оптики | 6 | | | https://m.edsoo.ru/S400GCWUJ |
| 4.2 | Строение атома | 4 | | | https://m.edsoo.ru/ZLJ435GQC |
| 4.3 | Атомное ядро | 5 | | | https://m.edsoo.ru/Q4WLMHS9T |
| Итого по разделу | | 15 | | | |
| **Раздел 5. ЭЛЕМЕНТЫ АСТРОНОМИИ И АСТРОФИЗИКИ** | | | | | |
| 5.1 | Элементы астрономии и астрофизики | 7 | 1 | | https://m.edsoo.ru/RPXW8WN4N |
| Итого по разделу | | 7 | | | |
| **Раздел 6. ОБОБЩАЮЩЕЕ ПОВТОРЕНИЕ** | | | | | |
| 6.1 | Обобщающее повторение | 4 | | | https://m.edsoo.ru/EL9A1AJIF |
| Итого по разделу | | 4 | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Повторение | 3 | | | https://m.edsoo.ru/P5CGRX7IW |
| ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ | 68 | 4 | 7 | |

## Проверяемые требования к результатам освоения ООП и элементы содержания

В федеральных и региональных процедурах оценки качества образования используется перечень (кодификатор) распределенных по классам проверяемых требований к результатам освоения ООП СОО и элементов содержания по физике.

# 10-й класс

**Проверяемые требования к результатам освоения ООП**

| Код проверяемого результата | Проверяемые предметные результаты освоения основной образовательной программы среднего общего образования |
|---|---|
| 10.1 | Демонстрировать на примерах роль и место физики в формировании современной научной картины мира, в развитии современной техники и технологий, в практической деятельности людей |
| 10.2 | Учитывать границы применения изученных физических моделей: материальная точка, инерциальная система отсчета, абсолютно твердое тело, идеальный газ; модели строения газов, жидкостей и твердых тел, точечный электрический заряд - при решении физических задач |
| 10.3 | Распознавать физические явления (процессы) и объяснять их на основе законов механики, молекулярно-кинетической теории строения вещества и электродинамики: равномерное и равноускоренное прямолинейное движение, свободное падение тел, движение по окружности, инерция, взаимодействие тел; диффузия, броуновское движение, строение жидкостей и твердых тел, изменение объема тел при нагревании (охлаждении), тепловое равновесие, испарение, конденсация, плавление, кристаллизация, кипение, влажность воздуха, повышение давления газа при его нагревании в закрытом сосуде, связь между параметрами состояния газа в изопроцессах; электризация тел, взаимодействие зарядов |
| 10.4 | Описывать механическое движение, используя физические величины: координата, путь, перемещение, скорость, ускорение, масса тела, сила, импульс тела, кинетическая энергия, потенциальная энергия, механическая работа, механическая мощность; при описании правильно трактовать физический смысл используемых |

| | |
|---|---|
| | величин, их обозначения и единицы, находить формулы, связывающие данную физическую величину с другими величинами |
| 10.5 | Описывать изученные тепловые свойства тел и тепловые явления, используя физические величины: давление газа, температура, средняя кинетическая энергия хаотического движения молекул, среднеквадратичная скорость молекул, количество теплоты, внутренняя энергия, работа газа, коэффициент полезного действия теплового двигателя; при описании правильно трактовать физический смысл используемых величин, их обозначения и единицы, находить формулы, связывающие данную физическую величину с другими величинам |
| 10.6 | Описывать изученные электрические свойства вещества и электрические явления (процессы), используя физические величины: электрический заряд, электрическое поле, напряженность поля, потенциал, разность потенциалов; при описании правильно трактовать физический смысл используемых величин, их обозначения и единицы; указывать формулы, связывающие данную физическую величину с другими величинами |
| 10.7 | анализировать физические процессы и явления, используя физические законы и принципы: закон всемирного тяготения, I, II и III законы Ньютона, закон сохранения механической энергии, закон сохранения импульса, принцип суперпозиции сил, принцип равноправия инерциальных систем отсчета; молекулярно-кинетическую теорию строения вещества, газовые законы, связь средней кинетической энергии теплового движения молекул с абсолютной температурой, первый закон термодинамики; закон сохранения электрического заряда, закон Кулона; при этом различать словесную формулировку закона, его математическое выражение и условия (границы, области) применимости |
| 10.8 | Объяснять основные принципы действия машин, приборов и технических устройств; различать условия их безопасного использования в повседневной жизни |
| 10.9 | Выполнять эксперименты по исследованию физических явлений и процессов с использованием прямых и косвенных измерений; при этом формулировать проблему (задачу) и гипотезу учебного эксперимента, собирать установку из предложенного оборудования, проводить опыт и формулировать выводы |
| 10.10 | Осуществлять прямые и косвенные измерения физических величин; при этом выбирать оптимальный способ измерения и использовать известные методы оценки погрешностей измерений |
| 10.11 | Исследовать зависимости между физическими величинами с использованием прямых измерений; при этом конструировать установку, фиксировать результаты полученной зависимости физических величин в виде таблиц и графиков, делать выводы по результатам исследования |

| | |
|---|---|
| 10.12 | Соблюдать правила безопасного труда при проведении исследований в рамках учебного эксперимента, учебно-исследовательской и проектной деятельности с использованием измерительных устройств и лабораторного оборудования |
| 10.13 | Решать расчетные задачи с явно заданной физической моделью, используя физические законы и принципы; на основе анализа условия задачи выбирать физическую модель, выделять физические величины и формулы, необходимые для ее решения, проводить расчеты и оценивать реальность полученного значения физической величины |
| 10.14 | Решать качественные задачи: выстраивать логически непротиворечивую цепочку рассуждений с опорой на изученные законы, закономерности и физические явления |
| 10.15 | Использовать при решении учебных задач современные информационные технологии для поиска, структурирования, интерпретации и представления учебной и научно-популярной информации, полученной из различных источников; критически анализировать получаемую информацию |
| 10.16 | Приводить примеры вклада российских и зарубежных ученых-физиков в развитие науки, объяснение процессов окружающего мира, в развитие техники и технологий |
| 10.17 | Использовать теоретические знания по физике в повседневной жизни для обеспечения безопасности при обращении с приборами и техническими устройствами, для сохранения здоровья и соблюдения норм экологического поведения в окружающей среде |
| 10.18 | Работать в группе с выполнением различных социальных ролей, планировать работу группы, рационально распределять обязанности и планировать деятельность в нестандартных ситуациях, адекватно оценивать вклад каждого из участников группы в решение рассматриваемой проблемы |

**Проверяемые элементы содержания**

| **Код раздела** | **Код проверяемого элемента** | **Проверяемые элементы содержания** |
|---|---|---|
| 1 | ФИЗИКА И МЕТОДЫ НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ | |
| | 1.1 | Физика - наука о природе. Научные методы познания окружающего мира. Роль эксперимента и теории в процессе познания природы. Эксперимент в физике |
| | 1.2 | Моделирование физических явлений и процессов. Научные гипотезы. Физические законы и теории. Границы применимости физических законов. Принцип соответствия. Роль и место физики в формировании |

| | | |
|---|---|---|
| | | современной научной картины мира, в практической деятельности людей |
| 2 | МЕХАНИКА | |
| 2.1 | КИНЕМАТИКА | |
| | 2.1.1 | Механическое движение. Относительность механического движения. Система отсчета. Траектория |
| | 2.1.2 | Перемещение, скорость (средняя скорость, мгновенная скорость) и ускорение материальной точки, их проекции на оси системы координат. Сложение перемещений и сложение скоростей |
| | 2.1.3 | Равномерное и равноускоренное прямолинейное движение. Графики зависимости координат, скорости, ускорения, пути и перемещения материальной точки от времени |
| | 2.1.4 | Свободное падение. Ускорение свободного падения |
| | 2.1.5 | Криволинейное движение. Равномерное движение материальной точки по окружности. Угловая скорость, линейная скорость. Период и частота. Центростремительное ускорение |
| | 2.1.6 | Технические устройства: спидометр, движение снарядов, цепные и ременные передачи |
| | 2.1.7 | Практические работы. Измерение мгновенной скорости. Исследование соотношения между путями, пройденными телом за последовательные равные промежутки времени при равноускоренном движении с начальной скоростью, равной нулю. Изучение движения шарика в вязкой жидкости. Изучение движения тела, брошенного горизонтально |
| 2.2 | ДИНАМИКА | |
| | 2.2.1 | Принцип относительности Галилея. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчета |
| | 2.2.2 | Масса тела. Сила. Принцип суперпозиции сил |
| | 2.2.3 | Второй закон Ньютона для материальной точки в инерциальной системе отсчета (ИСО). Третий закон Ньютона для материальных точек |
| | 2.2.4 | Закон всемирного тяготения. Сила тяжести. Первая космическая скорость. Вес тела |
| | 2.2.5 | Сила упругости. Закон Гука |
| | 2.2.6 | Сила трения. Сухое трение. Сила трения скольжения и сила трения покоя. Коэффициент трения. Сила сопротивления при движении тела в жидкости или газе |

| | | |
|---|---|---|
| | 2.2.7 | Поступательное и вращательное движение абсолютно твердого тела |
| | 2.2.8 | Момент силы относительно оси вращения. Плечо силы. Условия равновесия твердого тела в ИСО |
| | 2.2.9 | Технические устройства: подшипники, движение искусственных спутников |
| | 2.2.10 | Практические работы. Изучение движения бруска по наклонной плоскости под действием нескольких сил. Исследование зависимости сил упругости, возникающих в деформируемой пружине и резиновом образце, от величины их деформации. Исследование условий равновесия твердого тела, имеющего ось вращения |
| 2.3 | ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ | |
| | 2.3.1 | Импульс материальной точки, системы материальных точек. Импульс силы и изменение импульса тела |
| | 2.3.2 | Закон сохранения импульса в ИСО. Реактивное движение |
| | 2.3.3 | Работа силы |
| | 2.3.4 | Мощность силы |
| | 2.3.5 | Кинетическая энергия материальной точки. Теорема о кинетической энергии |
| | 2.3.6 | Потенциальная энергия. Потенциальная энергия упруго деформированной пружины. Потенциальная энергия тела вблизи поверхности Земли |
| | 2.3.7 | Потенциальные и непотенциальные силы. Связь работы непотенциальных сил с изменением механической энергии системы тел. Закон сохранения механической энергии |
| | 2.3.8 | Упругие и неупругие столкновения |
| | 2.3.9 | Технические устройства: движение ракет, водомет, копер, пружинный пистолет |
| | 2.3.10 | Практические работы. Изучение связи скоростей тел при неупругом ударе. Исследование связи работы силы с изменением механической энергии тела |
| 3 | МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА | |
| 3.1 | ОСНОВЫ МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ | |
| | 3.1.1 | Основные положения молекулярно-кинетической теории. Броуновское движение. Диффузия. Характер движения и взаимодействия частиц вещества |
| | 3.1.2 | Модели строения газов, жидкостей и твердых тел и объяснение свойств вещества на основе этих моделей |

| | | |
|---|---|---|
| | 3.1.3 | Масса молекул. Количество вещества. Постоянная Авогадро |
| | 3.1.4 | Тепловое равновесие. Температура и ее измерение. Шкала температур Цельсия |
| | 3.1.5 | Модель идеального газа. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа |
| | 3.1.6 | Абсолютная температура как мера средней кинетической энергии теплового движения частиц газа. Шкала температур Кельвина |
| | 3.1.7 | Уравнение Клапейрона - Менделеева. Закон Дальтона |
| | 3.1.8 | Газовые законы. Изопроцессы в идеальном газе с постоянным количеством вещества: изотерма, изохора, изобара |
| | 3.1.9 | Технические устройства: термометр, барометр |
| | 3.1.10 | Практические работы. Измерение массы воздуха в классной комнате. Исследование зависимости между параметрами состояния разреженного газа |
| 3.2 | ОСНОВЫ ТЕРМОДИНАМИКИ | |
| | 3.2.1 | Термодинамическая система. Внутренняя энергия термодинамической системы и способы ее изменения |
| | 3.2.2 | Количество теплоты и работа. Внутренняя энергия одноатомного идеального газа |
| | 3.2.3 | Виды теплопередачи: теплопроводность, конвекция, излучение. Теплоемкость тела. Удельная теплоемкость вещества. Расчет количества теплоты при теплопередаче |
| | 3.2.4 | Первый закон термодинамики. Применение первого закона термодинамики к изопроцессам. Графическая интерпретация работы газа |
| | 3.2.5 | Тепловые машины. Принципы действия тепловых машин. Преобразования энергии в тепловых машинах. Коэффициент полезного действия (далее - КПД) тепловой машины. Цикл Карно и его КПД |
| | 3.2.6 | Второй закон термодинамики. Необратимость процессов в природе. Тепловые двигатели. Экологические проблемы теплоэнергетики |
| | 3.2.7 | Технические устройства: двигатель внутреннего сгорания, бытовой холодильник, кондиционер |
| | 3.2.8 | Практические работы. Измерение удельной теплоемкости |
| 3.3 | АГРЕГАТНЫЕ СОСТОЯНИЯ ВЕЩЕСВА. ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ | |
| | 3.3.1 | Парообразование и конденсация. Испарение и кипение. |

| | | |
|---|---|---|
| | | Удельная теплота парообразования. Зависимость температуры кипения от давления |
| | 3.3.2 | Абсолютная и относительная влажность воздуха. Насыщенный пар |
| | 3.3.3 | Твердое тело. Кристаллические и аморфные тела. Анизотропия свойств кристаллов. Жидкие кристаллы. Современные материалы |
| | 3.3.4 | Плавление и кристаллизация. Удельная теплота плавления. Сублимация |
| | 3.3.5 | Уравнение теплового баланса |
| | 3.3.6 | Технические устройства: гигрометр и психрометр, калориметр, технологии получения современных материалов, в том числе наноматериалов, и нанотехнологии |
| | 3.3.7 | Практические работы. Измерение влажности воздуха |
| 4 | ЭЛЕКТРОДИНАМИКА | |
| 4.1 | ЭЛЕКТРОСТАТИКА | |
| | 4.1.1 | Электризация тел. Электрический заряд. Два вида электрических зарядов |
| | 4.1.2 | Проводники, диэлектрики и полупроводники |
| | 4.1.3 | Закон сохранения электрического заряда |
| | 4.1.4 | Взаимодействие зарядов. Закон Кулона |
| | 4.1.5 | Электрическое поле. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции. Линии напряженности электрического поля |
| | 4.1.6 | Работа сил электростатического поля. Потенциал. Разность потенциалов |
| | 4.1.7 | Проводники и диэлектрики в постоянном электрическом поле. Диэлектрическая проницаемость |
| | 4.1.8 | Электроемкость. Конденсатор. Электроемкость плоского конденсатора. Энергия заряженного конденсатора |
| | 4.1.9 | Технические устройства: электроскоп, электрометр, электростатическая защита, заземление электроприборов, конденсатор, ксерокс, струйный принтер |
| | 4.1.10 | Практические работы. Измерение электроемкости конденсатора |
| 4.2 | ПОСТОЯННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК. ТОКИ В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ | |
| | 4.2.1 | Условия существования постоянного электрического тока. Источники тока. Сила тока. Постоянный ток |

| | | |
|---|---|---|
| | 4.2.2 | Напряжение. Закон Ома для участка цепи |
| | 4.2.3 | Электрическое сопротивление. Удельное сопротивление вещества |
| | 4.2.4 | Последовательное, параллельное, смешанное соединение проводников |
| | 4.2.5 | Работа электрического тока. Закон Джоуля - Ленца |
| | 4.2.6 | Мощность электрического тока |
| | 4.2.7 | электродвижущая сила (далее - ЭДС) и внутреннее сопротивление источника тока. Закон Ома для полной (замкнутой) электрической цепи. Короткое замыкание |
| | 4.2.8 | Электронная проводимость твердых металлов. Зависимость сопротивления металлов от температуры. Сверхпроводимость |
| | 4.2.9 | Электрический ток в вакууме. Свойства электронных пучков |
| | 4.2.10 | Полупроводники. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Свойства p-n перехода. Полупроводниковые приборы |
| | 4.2.11 | Электрический ток в электролитах. Электролитическая диссоциация. Электролиз |
| | 4.2.12 | Электрический ток в газах. Самостоятельный и несамостоятельный разряд. Различные типы самостоятельного разряда. Молния. Плазма |
| | 4.2.13 | Технические устройства: амперметр, вольтметр, реостат, источники тока, электронагревательные приборы, электроосветительные приборы, термометр сопротивления, вакуумный диод, термисторы и фоторезисторы, полупроводниковый диод, гальваника |
| | 4.2.14 | Практические работы. Изучение смешанного соединения резисторов.<br><br>Измерение ЭДС источника тока и его внутреннего сопротивления. Наблюдение электролиза |

# 11-й класс

**Проверяемые требования к результатам освоения ООП**

| **Код проверяемого результата** | **Проверяемые предметные результаты освоения основной образовательной программы среднего общего образования** |
|---|---|

| | |
|---|---|
| 11.1 | Демонстрировать на примерах роль и место физики в формировании современной научной картины мира, в развитии современной техники и технологий, в практической деятельности людей, целостность и единство физической картины мира |
| 11.2 | Учитывать границы применения изученных физических моделей: точечный электрический заряд, ядерная модель атома, нуклонная модель атомного ядра при решении физических задач |
| 11.3 | Распознавать физические явления (процессы) и объяснять их на основе законов электродинамики и квантовой физики: электрическая проводимость, тепловое, световое, химическое, магнитное действия тока, взаимодействие магнитов, электромагнитная индукция, действие магнитного поля на проводник с током и движущийся заряд, электромагнитные колебания и волны, прямолинейное распространение света, отражение, преломление, интерференция, дифракция и поляризация света, дисперсия света, фотоэлектрический эффект (фотоэффект), световое давление, возникновение линейчатого спектра атома водорода, естественная и искусственная радиоактивность |
| 11.4 | Описывать изученные свойства вещества (электрические, магнитные, оптические, электрическую проводимость различных сред) и электромагнитные явления (процессы), используя физические величины: электрический заряд, сила тока, электрическое напряжение, электрическое сопротивление, разность потенциалов, ЭДС, работа тока, индукция магнитного поля, сила Ампера, сила Лоренца, индуктивность катушки, энергия электрического и магнитного полей, период и частота колебаний в колебательном контуре, заряд и сила тока в процессе гармонических электромагнитных колебаний, фокусное расстояние и оптическая сила линзы; при описании правильно трактовать физический смысл используемых величин, их обозначения и единицы; указывать формулы, связывающие данную физическую величину с другими величинами |
| 11.5 | Описывать изученные квантовые явления и процессы, используя физические величины: скорость электромагнитных волн, длина волны и частота света, энергия и импульс фотона, период полураспада, энергия связи атомных ядер; при описании правильно трактовать физический смысл используемых величин, их обозначения и единицы; указывать формулы, связывающие данную физическую величину с другими величинами, вычислять значение физической величины |
| 11.6 | Анализировать физические процессы и явления, используя физические законы и принципы: закон Ома, законы последовательного и параллельного соединения проводников, закон Джоуля - Ленца, закон электромагнитной индукции, закон прямолинейного распространения света, законы отражения света, законы преломления света, уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, закон сохранения энергии, закон сохранения импульса, закон |

| | |
|---|---|
| | сохранения электрического заряда, закон сохранения массового числа, постулаты Бора, закон радиоактивного распада; при этом различать словесную формулировку закона, его математическое выражение и условия (границы, области) применимости |
| 11.7 | Определять направление вектора индукции магнитного поля проводника с током, силы Ампера и силы Лоренца |
| 11.8 | Строить и описывать изображение, создаваемое плоским зеркалом, тонкой линзой |
| 11.9 | Выполнять эксперименты по исследованию физических явлений и процессов с использованием прямых и косвенных измерений; при этом формулировать проблему (задачу) и гипотезу учебного эксперимента, собирать установку из предложенного оборудования, проводить опыт и формулировать выводы |
| 11.10 | Осуществлять прямые и косвенные измерения физических величин; при этом выбирать оптимальный способ измерения и использовать известные методы оценки погрешностей измерений |
| 11.11 | Исследовать зависимости физических величин с использованием прямых измерений; при этом конструировать установку, фиксировать результаты полученной зависимости физических величин в виде таблиц и графиков, делать выводы по результатам исследования |
| 11.12 | Соблюдать правила безопасного труда при проведении исследований в рамках учебного эксперимента, учебно-исследовательской и проектной деятельности с использованием измерительных устройств и лабораторного оборудования |
| 11.13 | Решать расчетные задачи с явно заданной физической моделью, используя физические законы и принципы; на основе анализа условия задачи выбирать физическую модель, выделять физические величины и формулы, необходимые для ее решения, проводить расчеты и оценивать реальность полученного значения физической величины |
| 11.14 | Решать качественные задачи: выстраивать логически непротиворечивую цепочку рассуждений с опорой на изученные законы, закономерности и физические явления |
| 11.15 | Использовать при решении учебных задач современные информационные технологии для поиска, структурирования, интерпретации и представления учебной и научно-популярной информации, полученной из различных источников; критически анализировать получаемую информацию |
| 11.16 | объяснять принципы действия машин, приборов и технических устройств; различать условия их безопасного использования в повседневной жизни |
| 11.17 | Приводить примеры вклада российских и зарубежных ученых-физиков в развитие науки, в объяснение процессов окружающего |

| | |
|---|---|
| | мира, в развитие техники и технологий |
| 11.18 | Использовать теоретические знания по физике в повседневной жизни для обеспечения безопасности при обращении с приборами и техническими устройствами, для сохранения здоровья и соблюдения норм экологического поведения в окружающей среде |
| 11.19 | Работать в группе с выполнением различных социальных ролей, планировать работу группы, рационально распределять обязанности и планировать деятельность в нестандартных ситуациях, адекватно оценивать вклад каждого из участников группы в решение рассматриваемой проблемы |

**Проверяемые элементы содержания**

| **Код раздела** | **Код проверяемого элемента** | **Проверяемые элементы содержания** |
|---|---|---|
| 4 | ЭЛЕКТРОДИНАМИКА | |
| 4.3 | МАГНИТНОЕ ПОЛЕ. ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ | |
| | 4.3.1 | Постоянные магниты. Взаимодействие постоянных магнитов |
| | 4.3.2 | Магнитное поле. Вектор магнитной индукции. Принцип суперпозиции. Линии магнитной индукции. Картина линий магнитной индукции поля постоянных магнитов |
| | 4.3.3 | Магнитное поле проводника с током. Картина линий поля длинного прямого проводника и замкнутого кольцевого проводника, катушки с током. Опыт Эрстеда. Взаимодействие проводников с током |
| | 4.3.4 | Сила Ампера, ее модуль и направление |
| | 4.3.5 | Сила Лоренца, ее модуль и направление. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле. Работа силы Лоренца |
| | 4.3.6 | Явление электромагнитной индукции |
| | 4.3.7 | Поток вектора магнитной индукции |
| | 4.3.8 | ЭДС индукции. Закон электромагнитной индукции Фарадея |
| | 4.3.9 | Вихревое электрическое поле. ЭДС индукции в проводнике, движущемся поступательно в однородном магнитном поле |
| | 4.3.10 | Правило Ленца |
| | 4.3.11 | Индуктивность. Явление самоиндукции. ЭДС самоиндукции |
| | 4.3.12 | Энергия магнитного поля катушки с током |

| | | |
|---|---|---|
| | 4.3.13 | Электромагнитное поле |
| | 4.3.14 | Технические устройства: постоянные магниты, электромагниты, электродвигатель, ускорители элементарных частиц, индукционная печь |
| | 4.3.15 | Практические работы. Изучение магнитного поля катушки с током. Исследование действия постоянного магнита на рамку с током. Исследование явления электромагнитной индукции |
| 5 | КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ | |
| 5.1 | МЕХАНИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ | |
| | 5.1.1 | Колебательная система. Свободные колебания. Гармонические колебания. Период, частота, амплитуда и фаза колебаний |
| | 5.1.2 | Пружинный маятник. Математический маятник |
| | 5.1.3 | Уравнение гармонических колебаний. Кинематическое и динамическое описание колебательного движения |
| | 5.1.4 | Превращение энергии при гармонических колебаниях. Связь амплитуды колебаний исходной величины с амплитудами колебаний ее скорости и ускорения |
| | 5.1.5 | Колебательный контур. Свободные электромагнитные колебания в идеальном колебательном контуре. Аналогия между механическими и электромагнитными колебаниями. Формула Томсона |
| | 5.1.6 | Закон сохранения энергии в идеальном колебательном контуре |
| | 5.1.7 | Вынужденные механические колебания. Резонанс. Резонансная кривая. Вынужденные электромагнитные колебания. |
| | 5.1.8 | Переменный ток. Синусоидальный переменный ток. |
| | 5.1.9 | Мощность переменного тока. Амплитудное и действующее значение силы тока и напряжения |
| | 5.1.10 | Трансформатор. Производство, передача и потребление электрической энергии. Экологические риски при производстве электрической энергии. Культура использования электроэнергии в повседневной жизни |
| | 5.1.11 | Технические устройства: сейсмограф, электрический звонок, линии электропередач |
| | 5.1.12 | Практические работы. Исследование зависимости периода малых колебаний груза на нити от длины нити и массы груза. Исследование переменного тока в цепи из последовательно соединенных конденсатора, катушки и |

| | | |
|---|---|---|
| | | резистора |
| 5.2 | МЕХАНИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ | |
| | 5.2.1 | Механические волны, условия распространения. Период. Скорость распространения и длина волны. Поперечные и продольные волны |
| | 5.2.2 | Интерференция и дифракция механических волн |
| | 5.2.3 | Звук. Скорость звука. Громкость звука. Высота тона. Тембр звука |
| | 5.2.4 | Электромагнитные волны. Условия излучения электромагнитных волн. Взаимная ориентация векторов E, B и $\upsilon$ в электромагнитной волне в вакууме |
| | 5.2.5 | Свойства электромагнитных волн: отражение, преломление, поляризация, дифракция, интерференция. Скорость электромагнитных волн |
| | 5.2.6 | Шкала электромагнитных волн. Применение электромагнитных волн в технике и быту |
| | 5.2.7 | Принципы радиосвязи и телевидения. Радиолокация. Электромагнитное загрязнение окружающей среды |
| | 5.2.8 | Технические устройства: музыкальные инструменты, ультразвуковая диагностика в технике и медицине, радар, радиоприемник, телевизор, антенна, телефон, СВЧ-печь |
| 5.3 | ОПТИКА | |
| | 5.3.1 | Прямолинейное распространение света в однородной среде. Луч света |
| | 5.3.2 | Отражение света. Законы отражения света. Построение изображений в плоском зеркале |
| | 5.3.3 | Преломление света. Законы преломления света. Абсолютный показатель преломления |
| | 5.3.4 | Полное внутреннее отражение. Предельный угол полного внутреннего отражения |
| | 5.3.5 | Дисперсия света. Сложный состав белого света. Цвет |
| | 5.3.6 | Собирающие и рассеивающие линзы. Тонкая линза. Фокусное расстояние и оптическая сила тонкой линзы. Построение изображений в собирающих и рассеивающих линзах. Формула тонкой линзы. Увеличение, даваемое линзой |
| | 5.3.7 | Пределы применимости геометрической оптики |
| | 5.3.8 | Интерференция света. Когерентные источники. Условия наблюдения максимумов и минимумов в интерференционной картине от двух синфазных |

| | | |
|---|---|---|
| | | когерентных источников |
| | 5.3.9 | Дифракция света. Дифракционная решетка. Условие наблюдения главных максимумов при падении монохроматического света на дифракционную решетку |
| | 5.3.10 | Поляризация света |
| | 5.3.11 | Технические устройства: очки, лупа, фотоаппарат, проекционный аппарат, микроскоп, телескоп, волоконная оптика, дифракционная решетка, поляроид |
| | 5.3.12 | Практические работы. Измерение показателя преломления. Исследование свойств изображений в линзах. Наблюдение дисперсии света |
| 6 | ЭЛЕМЕНТЫ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ | |
| | 6.1 | Границы применимости классической механики. Постулаты теории относительности: инвариантность модуля скорости света в вакууме, принцип относительности Эйнштейна |
| | 6.2 | Относительность одновременности. Замедление времени и сокращение длины |
| | 6.3 | Энергия и импульс свободной частицы |
| | 6.4 | Связь массы с энергией и импульсом свободной частицы. Энергия покоя свободной частицы |
| 7 | КВАНТОВАЯ ФИЗИКА | |
| 7.1 | ЭЛЕМЕНТЫ КВАНТОВОЙ ОПТИКИ | |
| | 7.1.1 | Фотоны. Формула Планка связи энергии фотона с его частотой. Энергия и импульс фотона |
| | 7.1.2 | Открытие и исследование фотоэффекта. Опыты А.Г. Столетова. Законы фотоэффекта |
| | 7.1.3 | Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. «Красная граница» фотоэффекта |
| | 7.1.4 | Давление света. Опыты П.Н. Лебедева |
| | 7.1.5 | Химическое действие света |
| | 7.1.6 | Технические устройства: фотоэлемент, фотодатчик, солнечная батарея, светодиод |
| 7.2 | СТРОЕНИЕ АТОМА | |
| | 7.2.1 | Модель атома Томсона. Опыты Резерфорда по исследованию строения атома. Планетарная модель атома |
| | 7.2.2 | Постулаты Бора. Излучение и поглощение фотонов при переходе атома с одного уровня энергии на другой. Виды спектров. Спектр уровней энергии атома водорода |

| | | |
|---|---|---|
| | 7.2.3 | Волновые свойства частиц. Волны де Бройля. Корпускулярно-волновой дуализм. Дифракция электронов на кристаллах |
| | 7.2.4 | Спонтанное и вынужденное излучение. Устройство и принцип работы лазера |
| | 7.2.5 | Технические устройства: спектральный анализ (спектроскоп), лазер, квантовый компьютер |
| | 7.2.6 | Практические работы. Наблюдение линейчатого спектра |
| 7.3 | АТОМНОЕ ЯДРО | |
| | 7.3.1 | Методы наблюдения и регистрации элементарных частиц |
| | 7.3.2 | Открытие радиоактивности. Опыты Резерфорда по определению состава радиоактивного излучения. Свойства альфа-, бета-, гамма-излучения. Влияние радиоактивности на живые организмы |
| | 7.3.3 | Открытие протона и нейтрона. Нуклонная модель ядра Гейзенберга - Иваненко. Заряд ядра. Массовое число ядра. Изотопы |
| | 7.3.4 | Альфа-распад. Электронный и позитронный бета-распад. Гамма-излучение. Закон радиоактивного распада |
| | 7.3.5 | Энергия связи нуклонов в ядре. Ядерные силы. Дефект массы ядра |
| | 7.3.6 | Ядерные реакции. Деление и синтез ядер |
| | 7.3.7 | Ядерный реактор. Термоядерный синтез. Проблемы и перспективы ядерной энергетики. Экологические аспекты ядерной энергетики |
| | 7.3.8 | Элементарные частицы. Открытие позитрона. Фундаментальные взаимодействия |
| | 7.3.9 | Технические устройства: дозиметр, камера Вильсона, ядерный реактор, атомная бомба |
| | 7.3.10 | Практические работы. Исследование треков частиц (по готовым фотографиям) |
| 8 | ЭЛЕМЕНТЫ АСТРОФИЗИКИ | |
| | 8.1 | Вид звездного неба. Созвездия, яркие звезды, планеты, их видимое движение |
| | 8.2 | Солнечная система. Планеты земной группы. Планеты-гиганты и их спутники, карликовые планеты. Малые тела Солнечной системы |
| | 8.3 | Солнце, фотосфера и атмосфера. Солнечная активность |
| | 8.4 | Источник энергии Солнца и звезд |

| | | |
|---|---|---|
| | 8.5 | Звезды, их основные характеристики: масса, светимость, радиус, температура, их взаимосвязь. Диаграмма «спектральный класс - светимость». Звезды главной последовательности. Зависимость «масса - светимость» для звезд главной последовательности |
| | 8.6 | Внутреннее строение звезд. Современные представления о происхождении и эволюции Солнца и звезд. Этапы жизни звезд |
| | 8.7 | Млечный Путь - наша Галактика. Спиральная структура Галактики, распределение звезд, газа и пыли. Положение и движение Солнца в Галактике. Плоская и сферическая подсистемы Галактики |
| | 8.8 | Типы галактик. Радиогалактики и квазары. Черные дыры в ядрах галактик |
| | 8.9 | Вселенная. Расширение Вселенной. Закон Хаббла. Разбегание галактик. Возраст и радиус Вселенной, теория Большого взрыва. Модель «горячей Вселенной». Реликтовое излучение |
| | 8.10 | Масштабная структура Вселенной. Метагалактика. Нерешенные проблемы астрономии |

# Проверяемые на ЕГЭ по физике требования к результатам освоения ООП СОО

Для проведения ЕГЭ по физике используется перечень (кодификатор) проверяемых требований к результатам освоения ООП СОО и перечень элементов содержания.

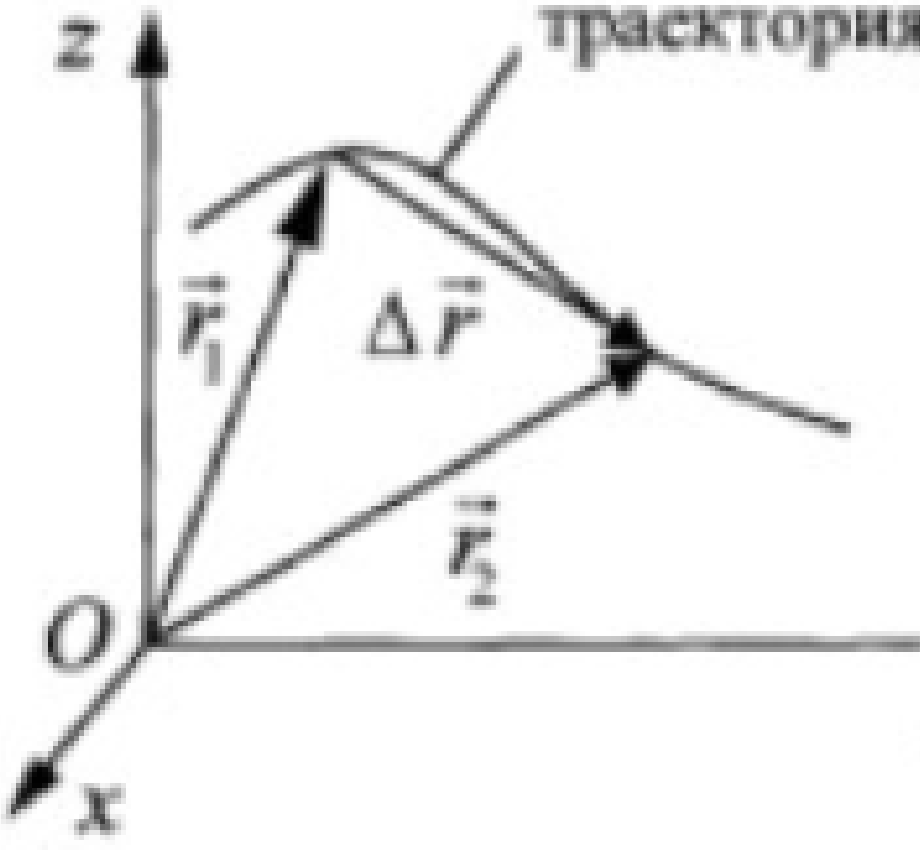
**Перечень (кодификатор) проверяемых требований к результатам освоения ООП СОО**

| Код проверяемого требования | Проверяемые требования к предметным результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования |
|---|---|
| 1 | Сформированность умений распознавать физические явления (процессы) и объяснять их на основе изученных законов |
| 2 | Владение основополагающими физическими понятиями и величинами, характеризующими физические процессы |
| 3 | Сформированность умений применять законы классической механики, молекулярной физики и термодинамики, электродинамики, квантовой физики для анализа и объяснения явлений микромира, макромира и |

| | |
|---|---|
| | мегамира, различать условия (границы, области) применимости физических законов, понимать всеобщий характер фундаментальных законов и ограниченность использования частных законов; анализировать физические процессы, используя основные положения, законы и закономерности |
| 4 | Сформированность умения различать условия применимости моделей физических тел и процессов (явлений) |
| 5 | Сформированность умения решать расчетные 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 расчеты на основании имеющихся данных, анализировать результаты и корректировать методы решения с учетом полученных результатов |
| 6 | Решать качественные задачи, требующие применения знаний из разных разделов школьного курса физики, а также интеграции знаний из других предметов естественнонаучного цикла: выстраивать логическую цепочку рассуждений с опорой на изученные законы, закономерности и физические явления |
| 7 | Владение основными методами научного познания, используемыми в физике: проводить прямые и косвенные измерения физических величин, выбирая оптимальный способ измерения и используя известные методы оценки погрешностей измерений, проводить исследование зависимостей физических величин с использованием прямых измерений, объяснять полученные результаты, используя физические теории, законы и понятия, и делать выводы; соблюдать правила безопасного труда при проведении исследований в рамках учебного эксперимента и учебно-исследовательской деятельности с использованием цифровых измерительных устройств и лабораторного оборудования |
| 8 | Сформированность умений 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 |
| 9 | Овладение различными способами работы с информацией физического содержания с использованием современных информационных технологий; развитие умений критического анализа и оценки достоверности получаемой информации |
| 10 | Сформированность умений применять основополагающие астрономические понятия, теории и законы для анализа и объяснения физических процессов, происходящих на звездах, в звездных системах, в межгалактической среде; движения небесных тел, эволюции звезд и |

| | |
|---|---|
| | Вселенной |

**Перечень элементов содержания, проверяемых на ЕГЭ по физике**

| Код раздела/ темы | Код элемента | Проверяемый элемент содержания |
|---|---|---|
| 1 | МЕХАНИКА | |
| 1.1 | КИНЕМАТИКА | |
| | 1.1.1 | Механическое движение. Относительность механического движения. Система отсчета |
| | 1.1.2 | <br>Материальная точка.<br>Ее радиус-вектор: |

| | | |
|---|---|---|
| | | $\vec{r}(t) = (x(t), e(t), z$<br><br>траектория, перемещение:<br><br>$\Delta\vec{r} = \vec{r}(t_2) - \vec{r}(t_1) = \vec{r}_2 - \vec{r}_1 = (\Delta x, \Delta$<br><br>путь.<br><br>Сложение перемещений:<br><br>$\Delta\vec{r}_1 = \Delta\vec{r}_2 + \Delta i$ |
| | 1.1.3 | Скорость материальной точки:<br><br>$\vec{\upsilon} = \left.\frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}\right\|_{\Delta t \to 0} = \vec{r}_t{}' = (\upsilon_x, \upsilon_y, \upsilon_z)$ ,<br><br>$\upsilon_x = \left.\frac{\Delta x}{\Delta t}\right\|_{\Delta t \to 0} = x_t{}'$, аналогично $\upsilon_y = y_t{}'$,<br><br>Сложение скоростей: |

| | | |
|---|---|---|
| | | $\vec{\upsilon}_1 = \vec{\upsilon}_2 + \vec{\upsilon}$<br>Вычисление перемещения и пути материальной точки при прямолинейном движении вдоль оси **X** по графику зависимости $\upsilon_x(t)$ |
| | 1.1.4 | Ускорение материальной точки:<br>$\vec{a} = \left.\frac{\overline{\Delta}\vec{\upsilon}}{\Delta t}\right\|_{\Delta t \to 0} = \vec{\upsilon}'_t = (a_x, a$<br>$a_x = \left.\frac{\Delta \upsilon_x}{\Delta t}\right\|_{\Delta t \to 0} = (\upsilon_x)'_t$, аналогично $a_y = (\upsilon_y)'_t$, |
| | 1.1.5 | Равномерное прямолинейное движение:<br>$x(t) = x_0 + \upsilon_{0x} t$<br>$\upsilon_x(t) = \upsilon_{0x} = co$ |
| | 1.1.6 | Равноускоренное прямолинейное движение: |

$$x(t) = x_0 + \upsilon_{0x}t + \frac{a_x$$

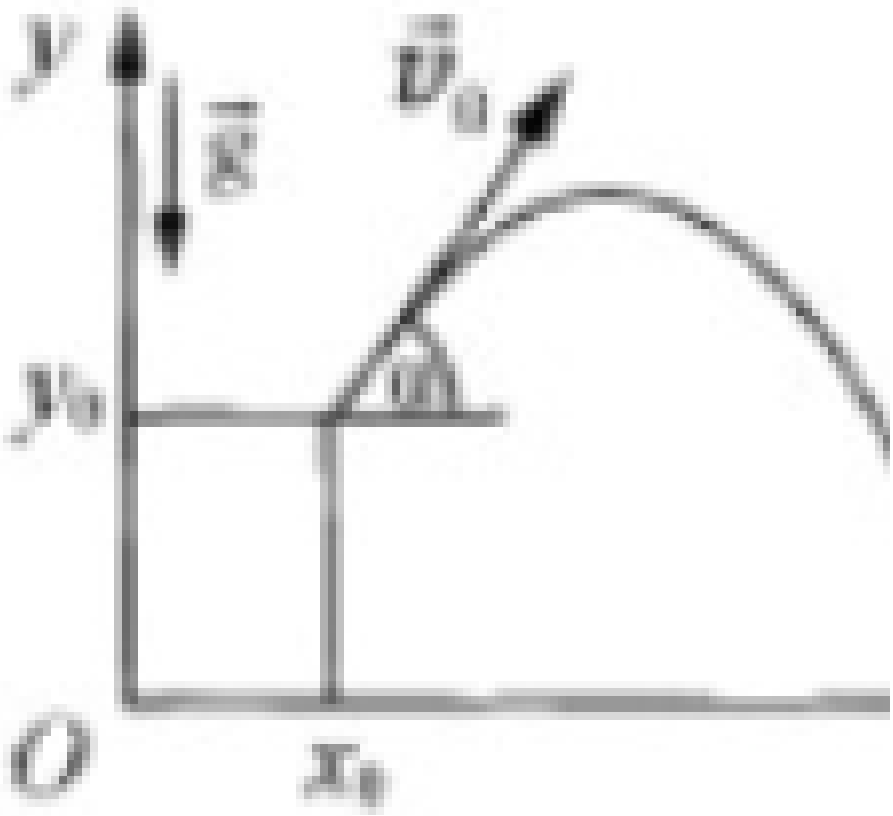
$$\upsilon_x(t) = \upsilon_{0x} + a_x t$$

$$a_x = \text{const}$$

$$\upsilon_{2x}^2 - \upsilon_{1x}^2 = 2a_x(x_2 -$$

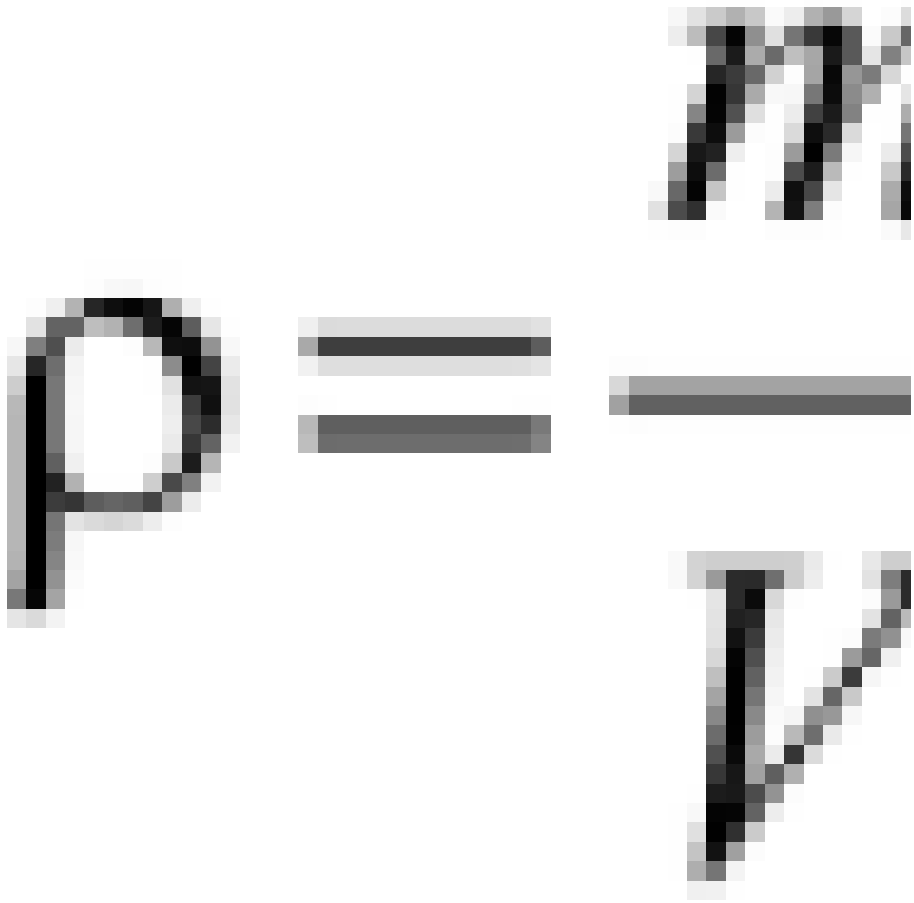
При движении в одном направлении путь

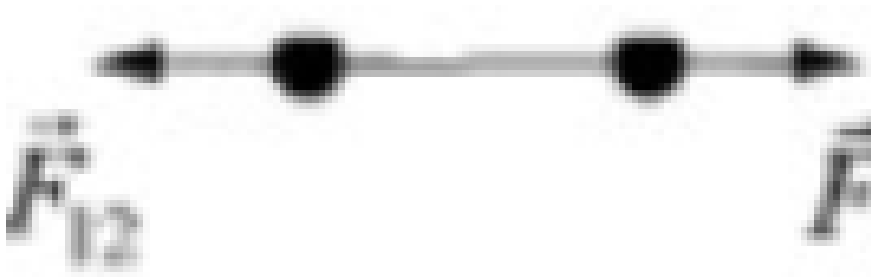
$$S = \frac{\upsilon_1 + \upsilon_2}{2}.$$

| | | |
|---|---|---|
| | 1.1.7 | <br>Свободное падение. Ускорение свободного падения.<br>Движение тела, брошенного под углом **α** к горизонту: |

| | | |
|---|---|---|
| | | $$\begin{cases} x(t)=x_0+\upsilon_{0x}t=x_0+\upsilon_0\cos\alpha\cdot t \\ y(t)=y_0+\upsilon_{0y}t+\dfrac{g_y t^2}{2}=y_0+\upsilon_0\sin\alpha \end{cases}$$ $$\begin{cases} \upsilon_x(t)=\upsilon_{0x}=\upsilon_0\cos\alpha \\ \upsilon_y(t)=\upsilon_{0y}+g_y t=\upsilon_0\sin\alpha-gt \end{cases}$$ $$\begin{cases} g_x=0 \\ g_y=-g=\text{const} \end{cases}$$ |
| | 1.1.8 | Криволинейное движение. Движение материальной точки по окружности.<br><br>Угловая и линейная скорость точки: **υ = ωR**. При равномерном движении точки по окружности<br><br>$$\omega=\frac{2\pi}{T}=2\pi$$<br><br>Центростремительное ускорение точки: |

| | | |
|---|---|---|
| | | $a_{\text{цс}} = \frac{\upsilon^2}{R} = \omega^2$<br>Полное ускорение материальной точки |
| | 1.1.9 | Твердое тело. Поступательное и вращательное движение твердого тела |
| 1.2 | ДИНАМИКА | |
| | 1.2.1 | Инерциальные системы отсчета. Первый закон Ньютона. Принцип относительности Галилея |
| | 1.2.2 | Масса тела. Плотность вещества: |

| | | |
|---|---|---|
| | |  |
| | 1.2.3 | Сила. Принцип суперпозиции сил: $\vec{F}_{\text{равнодейств}} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ |
| | 1.2.4 | Второй закон Ньютона: для материальной точки в ИСО |

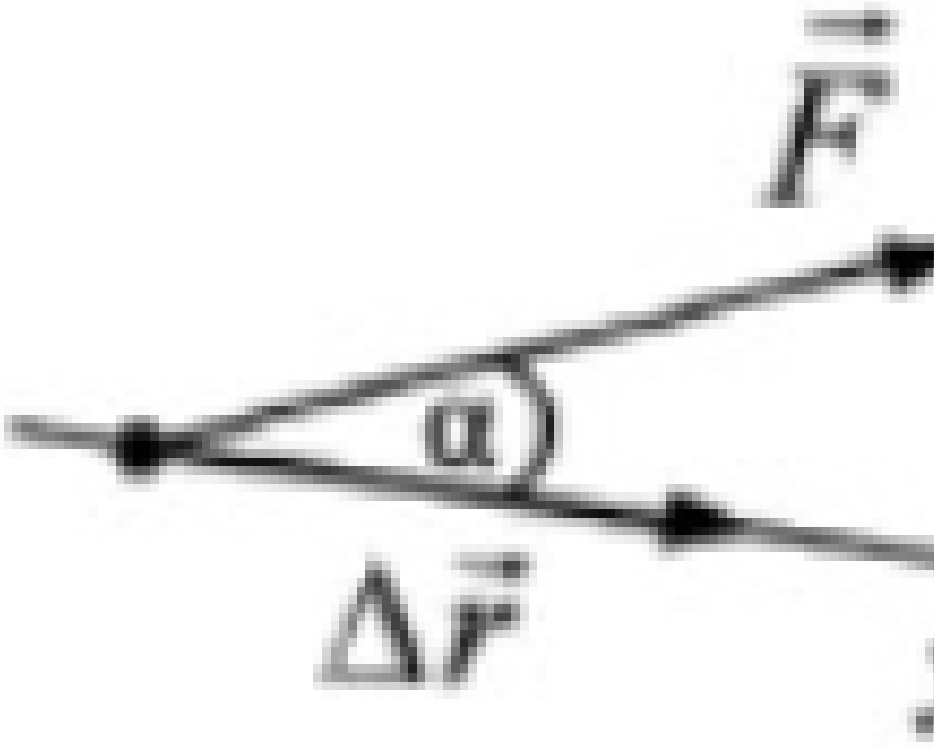
| | | |
|---|---|---|
| | | $\vec{F} = m\vec{a}$ ; $\Delta\vec{p} = \vec{F}\Delta t$ при $\vec{F}$ = |
| | 1.2.5 | Третий закон Ньютона для материальных точек:<br><br>$\vec{F}_{12}$<br>$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$ |
| | 1.2.6 | Закон всемирного тяготения: силы притяжения между точечными массами равны |

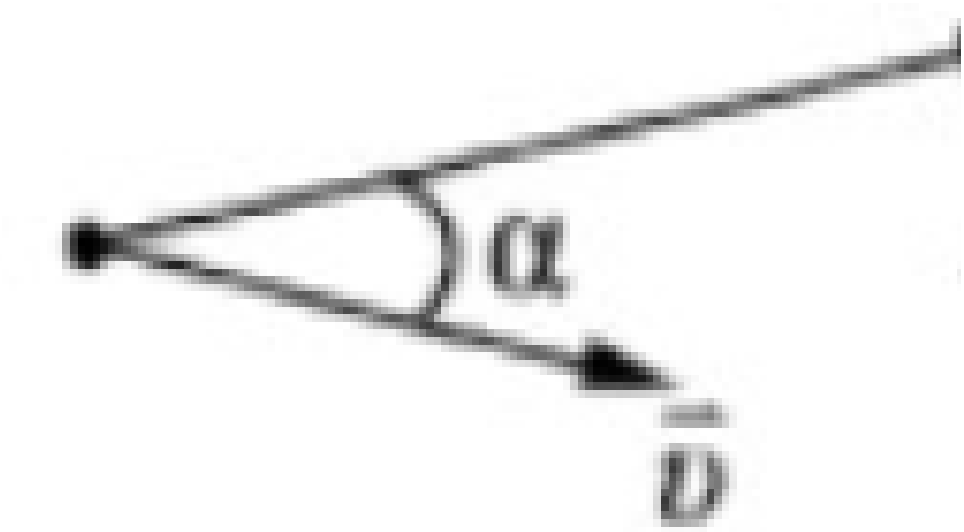
| | | |
|---|---|---|
| | | $$F = G\frac{m_1 m_2}{R^2}$$<br>Сила тяжести. Центр тяжести тела. Зависимость силы тяжести от высоты h над поверхностью планеты радиусом $\mathbf{R_0}$:<br>$$mg = \frac{GMm}{(R_0 + h)}$$ |
| | 1.2.7 | Сила упругости. Закон Гука: $\mathbf{F_x = -kx}$ |
| | 1.2.8 | Сила трения. Сухое трение.<br>Сила трения скольжения: $\mathbf{F_{тр} = \mu N}$.<br>Сила трения покоя: $\mathbf{F_{тр} \leq \mu N}$.<br>Коэффициент трения |

| | | |
|---|---|---|
| | 1.2.9 | Давление: $$p = \frac{F_{\perp}}{S}$$ |
| 1.3 | СТАТИКА | |
| | 1.3.1 |  |

| | | |
|---|---|---|
| | | Момент силы относительно оси вращения:<br>$\|M\| = Fl$, где l - плечо силы $\vec{F}$ относитель<br>проходящей через точку **O** перпендикулярно рисунку |
| | 1.3.2 | Центр масс тела. Центр масс системы материальных точек:<br>$\vec{r}_{\text{Ц.М.}} = \frac{m_1\vec{r}_1 + m_2\vec{r}_2 -}{m_1 + m_2 + .}$<br>В однородном поле тяжести<br>$(\vec{g} = \text{cons}$<br>центр масс тела совпадает с его центром тяжести |
| | 1.3.3 | Условия равновесия твердого тела в ИСО: |

| | | |
|---|---|---|
| | | $\begin{cases} M_1 + M_2 + \ldots = \\ \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \ldots = ( \end{cases}$ |
| | 1.3.4 | Закон Паскаля |
| | 1.3.5 | Давление в жидкости, покоящейся в ИСО: $\mathbf{p = p_0 + pgh}$ |
| | 1.3.6 | Закон Архимеда:<br>$\vec{F}_{\text{Арх}} = -\vec{P}_{\text{вытесн}}$, если тело и жидкость покоятся в ИСО, то $F_{\text{Арх}}$<br>Условие плавания тел |
| 1.4 | ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ | |
| | 1.4.1 | Импульс материальной точки:<br>$\vec{p} = m\vec{v}$ |

| | | |
|---|---|---|
| | 1.4.2 | Импульс системы тел: $\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 +$ |
| | 1.4.3 | Закон изменения и сохранения импульса:<br>В ИСО $\Delta\vec{p} = \Delta(\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \ldots) = \vec{F}_{1\text{внешн}}\Delta t + \vec{F}_{2\text{внешн}}\Delta t$<br>в ИСО $\Delta\vec{p} = \Delta(\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \ldots) = 0$ , если $\vec{F}_{1\text{внешн}} + \vec{F}_{2\text{вн}}$<br>Реактивное движение |
| | 1.4.4 | <br>Работа силы на малом перемещении: |

| | | |
|---|---|---|
| | | $A = \left\vert \vec{F} \right\vert \cdot \left\vert \Delta \vec{r} \right\vert \cdot cos\,\alpha = F_x$ |
| | 1.4.5 | <br>Мощность силы: если за время **Δt** работа силы изменяется на **ΔA**, то мощность силы<br>$P = \left. \frac{\Delta A}{\Delta t} \right\vert_{\Delta t \to 0} = F \cdot \upsilon \cdot c$ |
| | 1.4.6 | Кинетическая энергия материальной точки: |

| | | |
|---|---|---|
| | | $E_{кин} = \frac{mv^2}{2} = \frac{p}{2}$<br><br>Закон изменения кинетической энергии системы материальных точек: в ИСО $\Delta E_{кин} = A_1 + A_2 + ...$ |
| | 1.4.7 | Потенциальная энергия: для потенциальных сил $A_{12} = E_{1потенц} - E_{2потенц} = -\Delta E_{потенц}$.<br><br>Потенциальная энергия материальной точки в однородном поле тяжести: $E_{потенц} = mgh$<br><br>Потенциальная энергия упруго деформированного тела:<br><br>$E_{потенц} = \frac{kx}{2}$ |
| | 1.4.8 | Закон изменения и сохранения механической энергии:<br><br>$E_{мех} = E_{кин} + E_{потенц}$<br><br>в ИСО $\Delta E_{мех} = A_{всех\ непотенц.сил} = 0$<br><br>в ИСО , если $\Delta E_{мех} = 0$, если$A_{всех\ непотенц.сил} = 0$ |

| | | |
|---|---|---|
| 1.5 | МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ | |
| | 1.5.1 | Гармонические колебания материальной точки. Амплитуда и фаза колебаний. Кинематическое описание:<br>$x(t) = A\sin(\omega t + \varphi_0)$ ,<br>$\upsilon_x(t) = x_t'$ ,<br>$a_x(t) = (\upsilon_x)_t' = -\omega^2 x(t) \Rightarrow a_x + \omega$<br>где **x** - смещение из положения равновесия.<br>Динамическое описание: $\mathbf{ma_x = -kx}$, где $\mathbf{k = m\omega^2}$. Это значит, что $\mathbf{F_x = -kx}$.<br>Энергетическое описание (закон сохранения механической энергии):<br>$\frac{m\upsilon^2}{2} + \frac{kx^2}{2} = \frac{m\upsilon_{max}^2}{2} = \frac{kA^2}{2} =$<br>Связь амплитуды колебаний смещения материальной точки с амплитудами колебаний ее скорости и ускорения:<br>$\upsilon_{max} = \omega A$ , $a_{max} = \omega$ |
| | 1.5.2 | Период и частота колебаний: |

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = .$$

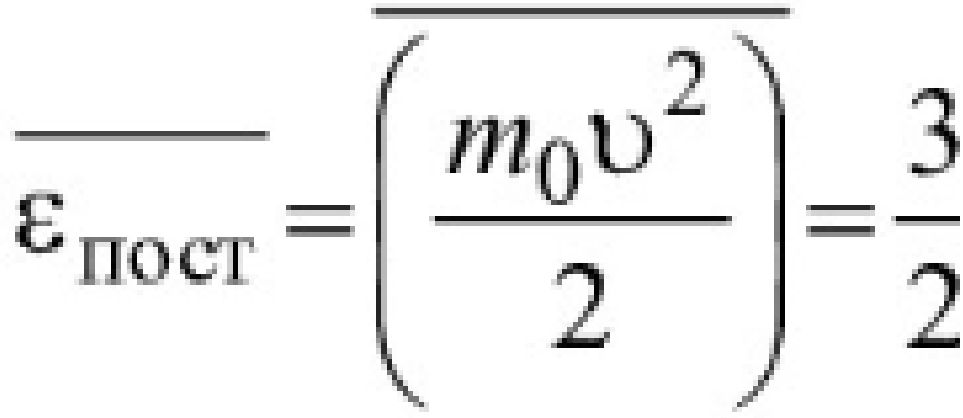
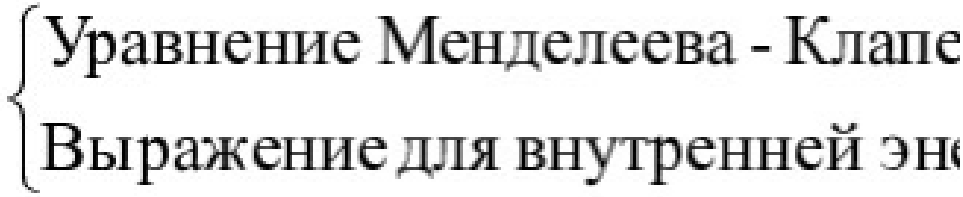
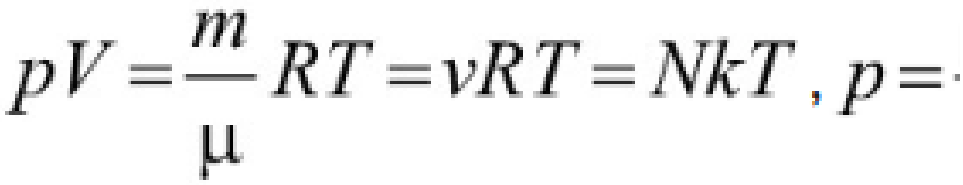
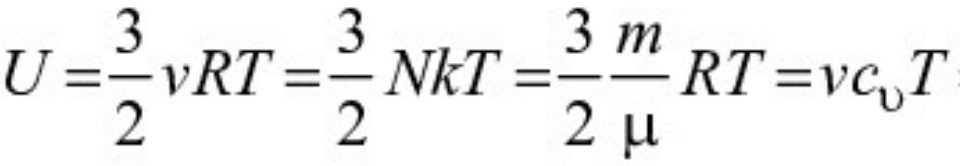
Период малых свободных колебаний математического маятника:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

Период свободных колебаний пружинного маятника:

| | | |
|---|---|---|
| | | $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ |
| | 1.5.3 | Вынужденные колебания. Резонанс. Резонансная кривая |
| | 1.5.4 | Поперечные и продольные волны. Скорость распространения и длина волны: $\lambda = vT = \frac{}{}$ Интерференция и дифракция волн |
| | 1.5.5 | Звук. Скорость звука |
| 2 | МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА. ТЕРМОДИНАМИКА | |

| | | |
|---|---|---|
| 2.1 | МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА | |
| | 2.1.1 | Модели строения газов, жидкостей и твердых тел. Пусть термодинамическая система (тело) состоит из **N°** одинаковых молекул. Тогда количество вещества $\nu = \frac{N}{N_A} = \frac{m}{\mu}$ где $\mathbf{N_A}$ – число Авогадро, **m** - масса системы (тела), **μ** – молярная масса вещества |
| | 2.1.2 | Тепловое движение атомов и молекул вещества |
| | 2.1.3 | Взаимодействие частиц вещества |
| | 2.1.4 | Диффузия. Броуновское движение |
| | 2.1.5 | Модель идеального газа в МКТ |
| | 2.1.6 | Связь между давлением и средней кинетической энергией поступательного теплового движения молекул идеального газа (основное уравнение МКТ): $p = \frac{1}{3} m_0 n \overline{\upsilon^2} = \frac{2}{3} n \cdot \overline{\left( \frac{m_0 \upsilon^2}{2} \right)} = \frac{2}{3} n \cdot \overline{\varepsilon_{\text{пост}}}$, где $m_0$ - масса одной молекулы, $n = \frac{N}{V}$ - концентрац |
| | 2.1.7 | Абсолютная температура: **T = t° + 273 K** |
| | 2.1.8 | Связь температуры газа со средней кинетической энергией |

| | | |
|---|---|---|
| | | поступательного теплового движения его молекул:<br> |
| | 2.1.9 | Уравнение **p = nkT** |
| | 2.1.10 | Модель идеального газа в термодинамике:<br><br>Уравнение Менделеева - Клапейрона (применимые формы записи):<br><br>Выражение для внутренней энергии одноатомного идеального газа (применимые формы записи):<br> |
| | 2.1.11 | Закон Дальтона для давления смеси разреженных газов: **p = p₁ + p₂ + ...** |
| | 2.1.12 | Изопроцессы в разреженном газе с постоянным числом молекул **N** (с |

постоянным количеством вещества **ν**):

изотерма (T = const): $pV = c$

изохора (V = const): $\frac{p}{T} = \text{cor}$

изобара (p = const): $\frac{V}{T} = \text{cor}$

Графическое представление изопроцессов на **pV**-, **pT**- и **VT**-диаграммах.

Объединенный газовый закон:

$$\frac{pV}{T} = \text{con}$$

| | | |
|---|---|---|
| | | для постоянного количества вещества **ν** |
| | 2.1.13 | Насыщенные и ненасыщенные пары. Качественная зависимость плотности и давления насыщенного пара от температуры, их независимость от объема насыщенного пара |
| | 2.1.14 | Влажность воздуха.<br><br>Относительная влажность:<br><br>$\varphi = \frac{p_{\text{пара}}(T)}{p_{\text{насыщ.пара}}(T)} = \frac{\rho_{\text{пара}}($<br>$\rho_{\text{насыщ.па}}$ |
| | 2.1.15 | Изменение агрегатных состояний вещества: испарение и конденсация, кипение жидкости |
| | 2.1.16 | Изменение агрегатных состояний вещества: плавление и кристаллизация |
| | 2.1.17 | Преобразование энергии в фазовых переходах |
| 2.2 | ТЕРМОДИНАМИКА | |
| | 2.2.1 | Тепловое равновесие и температура |
| | 2.2.2 | Внутренняя энергия |
| | 2.2.3 | Теплопередача как способ изменения внутренней энергии без совершения работы. Конвекция, теплопроводность, излучение |
| | 2.2.4 | Количество теплоты.<br><br>Удельная теплоемкость вещества **c**: **Q = cmΔT** |
| | 2.2.5 | Удельная теплота парообразования **L**: **Q = Lm**.<br><br>Удельная теплота плавления **λ**: **Q = λm**.<br><br>Удельная теплота сгорания топлива **q**: **Q = qm**. |
| | 2.2.6 | Элементарная работа в термодинамике: **A = pΔV**. Вычисление работы по графику процесса на **pV**-диаграмме |
| | 2.2.7 | Первый закон термодинамики: |

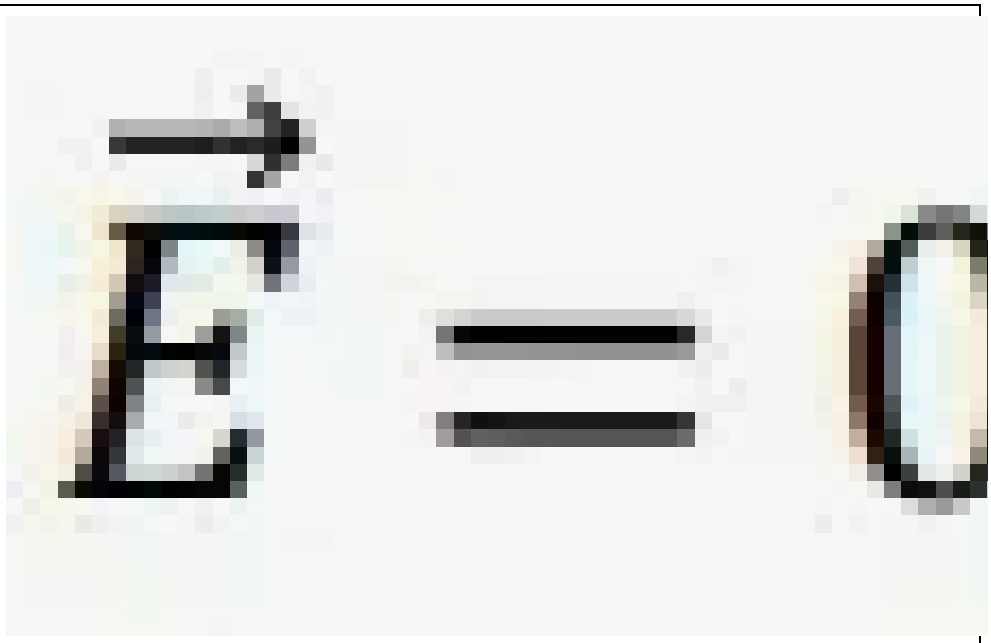
| | | |
|---|---|---|
| | | $Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = (U_2 - U_1)$<br>Адиабата:<br>$Q_{21} = 0 \Rightarrow A_{12} = U_1 - U_2 = -$ |
| | 2.2.8 | Второй закон термодинамики. Необратимые процессы |
| | 2.2.9 | Принципы действия тепловых машин. КПД:<br>$\eta = \frac{A_{\text{за цикл}}}{Q_{\text{нагр}}} = \frac{Q_{\text{нагр}} - \lvert Q_{\text{хол}} \rvert}{Q_{\text{нагр}}} = 1 -$ |
| | 2.2.10 | Максимальное значение КПД. Цикл Карно:<br>$max\,\eta = \eta_{\text{Карно}} = \frac{T_{\text{нагр}} - T_{\text{хол}}}{T_{\text{нагр}}} = 1 -$ |
| | 2.2.11 | Уравнение теплового баланса: $\mathbf{Q_1 + Q_2 + Q_3 + ... = 0}$ |
| 3 | ЭЛЕКТРОДИНАМИКА | |
| 3.1 | ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ | |
| | 3.1.1 | Электризация тел и ее проявления. Электрический заряд. Два вида заряда. Элементарный электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда |
| | 3.1.2 | Взаимодействие зарядов. Точечные заряды. Закон Кулона: в однородном веществе с диэлектрической проницаемостью **ε** |

| | | |
|---|---|---|
| | | $F = k\frac{\lvert q_1\rvert \cdot \lvert q_2\rvert}{\varepsilon r^2} = \frac{1}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0} \cdot \frac{\lvert q_1$ |
| | 3.1.3 | Электрическое поле. Его действие на электрические заряды |
| | 3.1.4 | Напряженность электрического поля:<br>$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_{\text{пробны}}}$<br>Поле точечного заряда: |

| | | |
|---|---|---|
| | | $E_r = k\frac{q}{r^2}$<br>однородное поле:<br>$\vec{E} = \text{cons}$<br>Картины линий напряженности этих полей |
| | 3.1.5 | Потенциальность электростатического поля.<br>Разность потенциалов и напряжение:<br>$A_{12} = q(\varphi_1 - \varphi_2) = -q\Delta\varphi =$<br>Потенциальная энергия заряда в электростатическом поле: |

| | | |
|---|---|---|
| | | $W = q\varphi$ .<br><br>$A = -\Delta W$<br><br>Потенциал электростатического поля: |

| | | |
|---|---|---|
| | | $\varphi = \frac{W}{q}$<br>Связь напряженности поля и разности потенциалов для однородного электростатического поля: **U = Ed** |
| | 3.1.6 | Принцип суперпозиции электрических полей:<br>$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \ldots, \varphi = \varphi_1 + \varphi_2$ |
| | 3.1.7 | Проводники в электростатическом поле. Условие равновесия зарядов: внутри проводника |

| | | |
|---|---|---|
| | | <br>внутри и на поверхности проводника **φ = const** |
| | 3.1.8 | Диэлектрики в электростатическом поле. Диэлектрическая проницаемость вещества **ε** |
| | 3.1.9 | Конденсатор. Электроемкость конденсатора: |

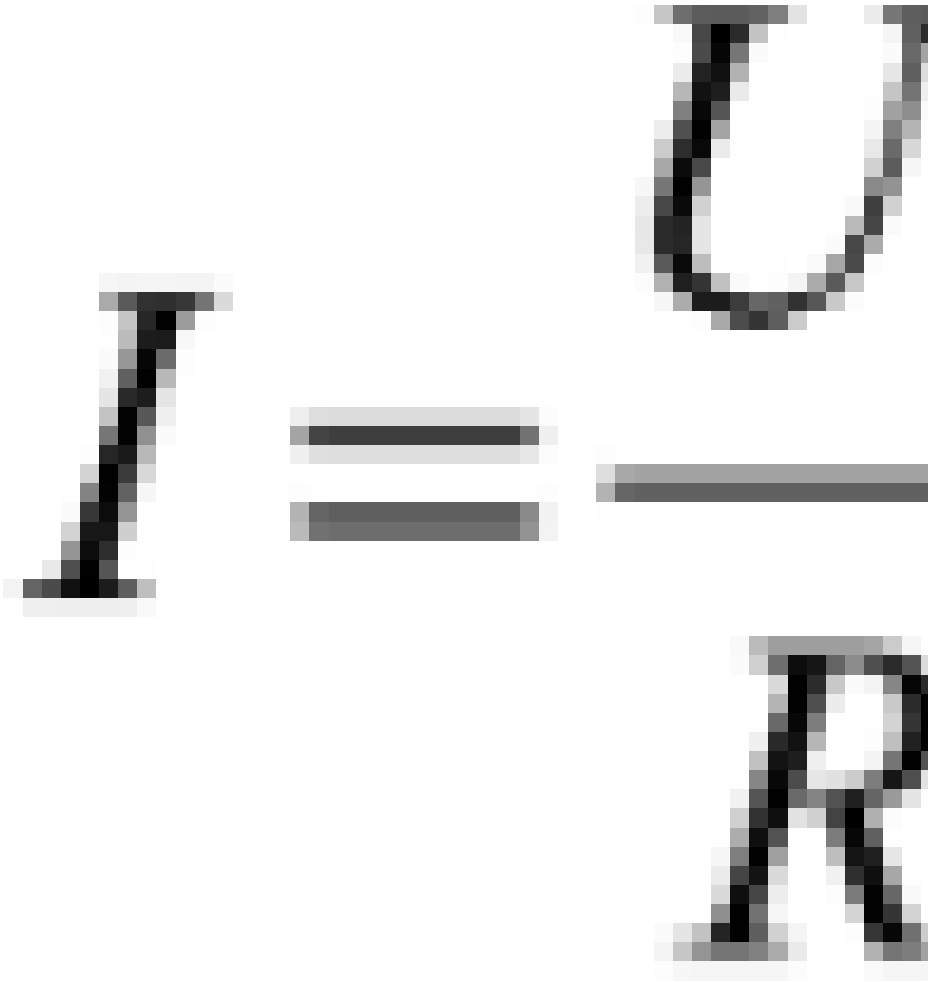
$$C = \frac{q}{U}$$

Электроемкость плоского конденсатора:

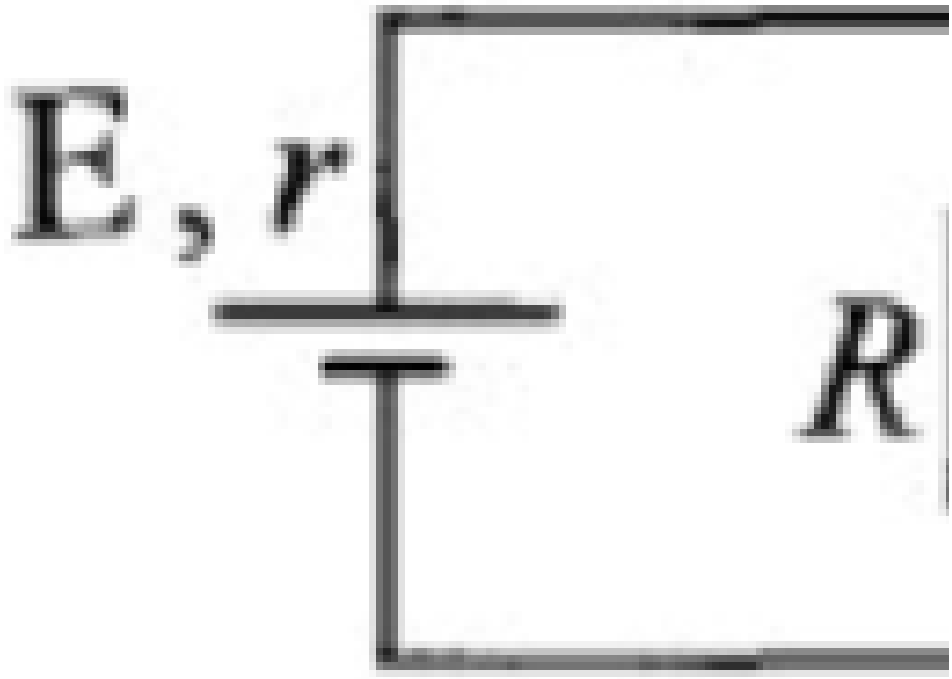
$$C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d} = \varepsilon($$

| | | |
|---|---|---|
| | 3.1.10 | Параллельное соединение конденсаторов:<br>$q = q_1 + q_2 + \ldots, \quad U_1 = U_2 = \ldots, \quad C_{\text{паралл}} = C_1 +$<br>Последовательное соединение конденсаторов:<br>$U = U_1 + U_2 + \ldots, \quad q_1 = q_2 = \ldots, \frac{1}{C_{\text{посл}}} = \frac{1}{C_1}$ |
| | 3.1.11 | Энергия заряженного конденсатора:<br>$W_C = \frac{qU}{2} = \frac{CU^2}{2} =$ |
| 3.2 | ЗАКОНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА | |
| | 3.2.1 | Сила тока: |

| | | |
|---|---|---|
| | | $I = \left.\frac{\Delta q}{\Delta t}\right\|_{\Delta t \to}$<br><br>Постоянный ток: **I = const**<br><br>Для постоянного тока **q = It** |
| | 3.2.2 | Условия существования электрического тока.<br><br>Напряжение **U** и ЭДС **E** |
| | 3.2.3 | Закон Ома для участка цепи: |

| | | |
|---|---|---|
| | |  |
| | 3.2.4 | Электрическое сопротивление. Зависимость сопротивления однородного проводника от его длины и сечения. Удельное сопротивление вещества. |

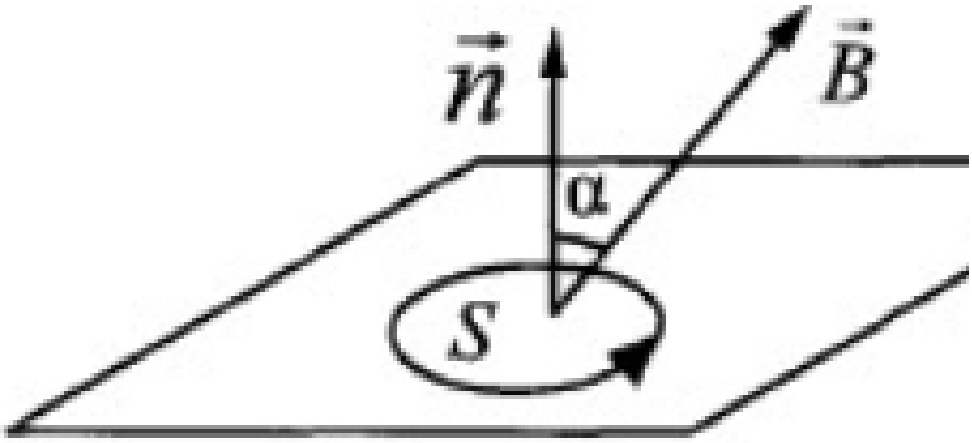
| | | |
|---|---|---|
| | | $R = \rho \frac{l}{S}$ |
| | 3.2.5 | Источники тока. ЭДС источника тока: $E = \frac{A_{\text{сторонних си}}}{q}$ Внутреннее сопротивление источника тока |

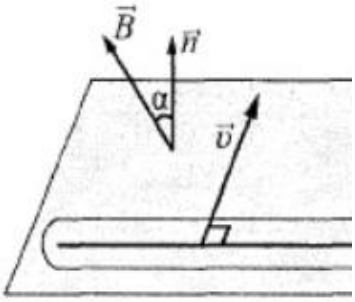
| | | |
|---|---|---|
| | 3.2.6 | <br>Закон Ома для полной (замкнутой) электрической цепи: **E = IR + Ir**, откуда |

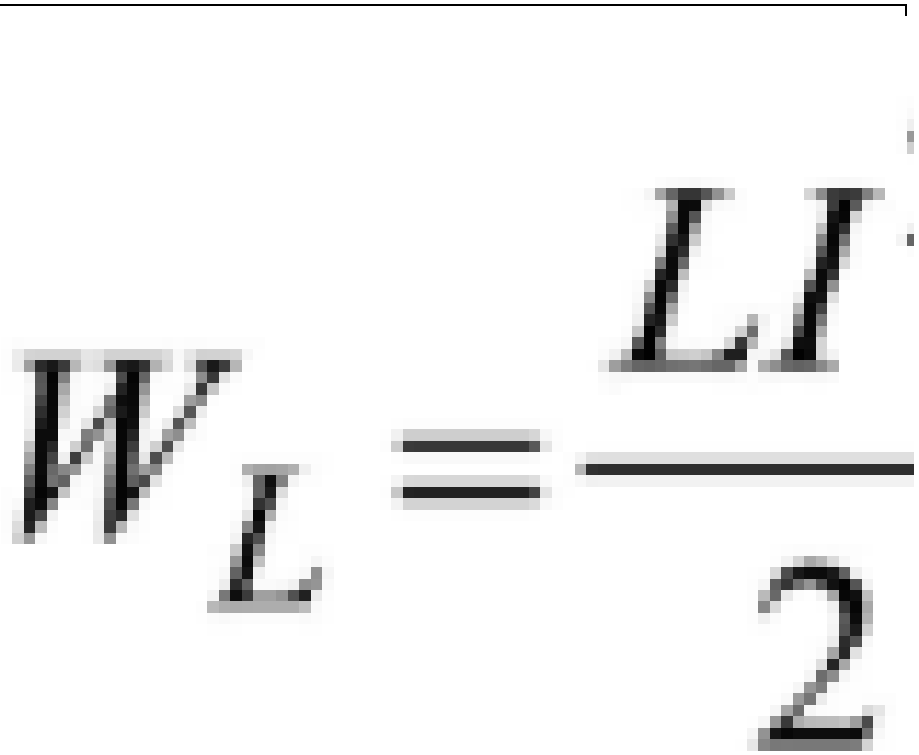
| | | |
|---|---|---|
| | | $$I = \frac{E}{R + }$$ |
| | 3.2.7 | Параллельное соединение проводников:<br>$I = I_1 + I_2 + \ldots,\ U_1 = U_2 = \ldots,\ \frac{1}{R_{\text{паралл}}} = \frac{1}{R_1} +$<br>Последовательное соединение проводников:<br>$U = U_1 + U_2 + \ldots,\ I_1 = I_2 = \ldots, R_{\text{посл}} = R_1$ |
| | 3.2.8 | Работа электрического тока: **A = IUt**.<br>Закон Джоуля - Ленца: **Q = $I^2$Rt**.<br>На резисторе **R**: |

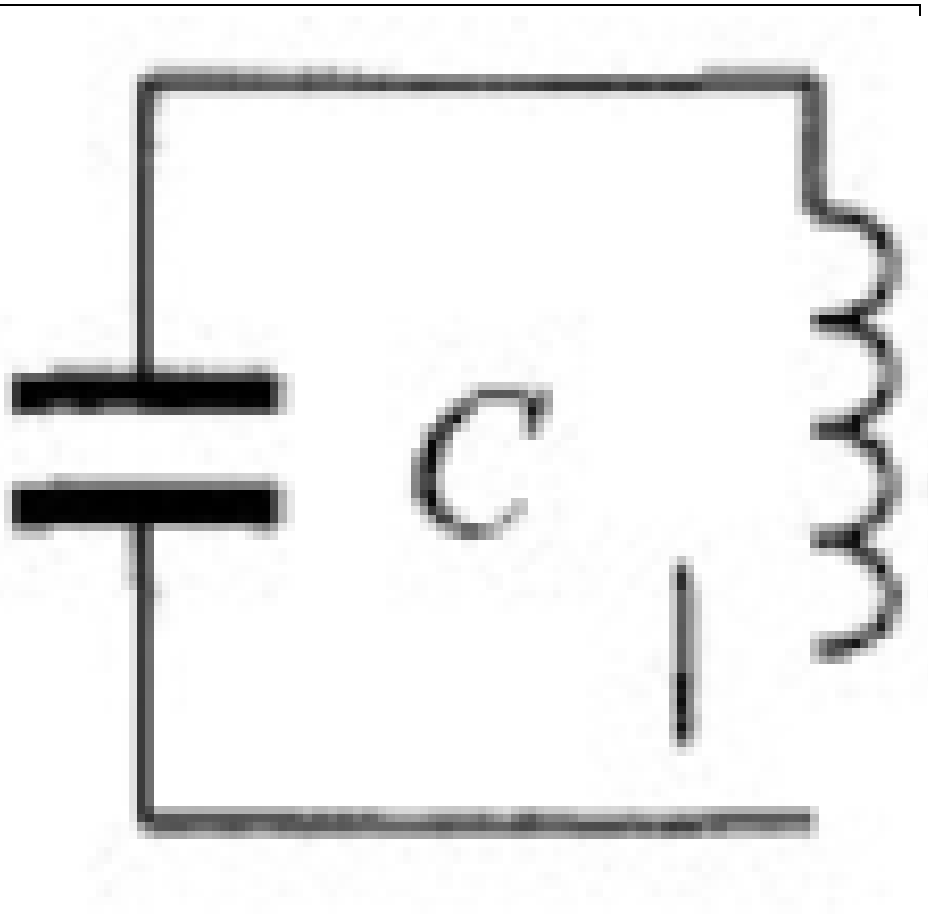
| | | |
|---|---|---|
| | | $$Q = A = I^2 Rt = IUt = \frac{U$$ |
| | 3.2.9 | Мощность электрического тока:<br>$$P = \left.\frac{\Delta A}{\Delta t}\right\|_{\Delta t \to 0} = I$$<br>Тепловая мощность, выделяемая на резисторе:<br>$$P = I^2 R = \frac{U^2}{R} = I$$<br>Мощность источника тока: |

| | | |
|---|---|---|
| | | $P_E = \left.\frac{\Delta A_{\text{ст.сил}}}{\Delta t}\right\|_{\Delta t \to 0} =$ |
| | 3.2.10 | Свободные носители электрических зарядов в проводниках. Механизмы проводимости твердых металлов, растворов и расплавов электролитов, газов. Полупроводники. Полупроводниковый диод |
| 3.3 | МАГНИТНОЕ ПОЛЕ | |
| | 3.3.1 | Механическое взаимодействие магнитов. Магнитное поле. Вектор магнитной индукции. Принцип суперпозиции магнитных полей: $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 +$ Линии индукции магнитного поля. Картина линий индукции магнитного поля полосового и подковообразного постоянных магнитов |
| | 3.3.2 | Опыт Эрстеда. Магнитное поле проводника с током. Картина линий индукции магнитного поля длинного прямого проводника и замкнутого кольцевого проводника, катушки с током |
| | 3.3.3 | Сила Ампера, ее направление и величина: $F_A = IBl \sin\alpha$, где $\alpha$ - угол между направлением пр вектором $\vec{B}$ |
| | 3.3.4 | Сила Лоренца, ее направление и величина: $\vec{F}_{\text{Лор}} = \lvert q \rvert \upsilon B \sin\alpha$, где $\alpha$ - угол между вектора Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле |

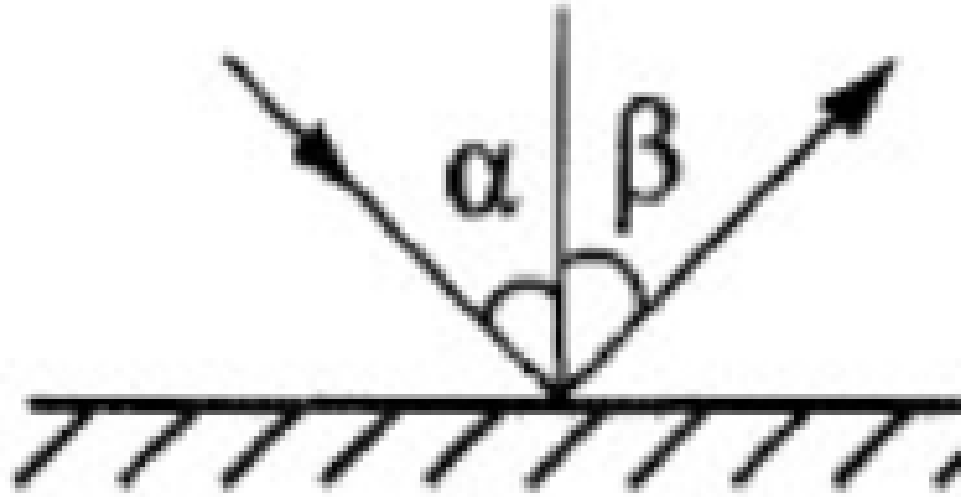
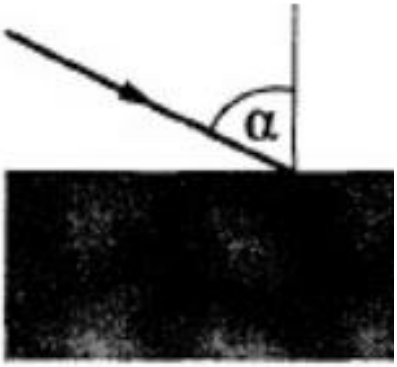
| | | |
|---|---|---|
| 3.4 | ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ | |
| | 3.4.1 | <br>Поток вектора магнитной индукции:<br>**Ф = $B_n$S = BS cos α** |
| | 3.4.2 | Явление электромагнитной индукции. ЭДС индукции |
| | 3.4.3 | Закон электромагнитной индукции Фарадея:<br>$E_i = -\left.\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right\|_{\Delta t \to 0} = -$ |

| | | |
|---|---|---|
| | 3.4.4 | ЭДС индукции в прямом проводнике длиной 1, движущемся со скоростью $\vec{\upsilon}$ $\left(\vec{\upsilon} \perp \vec{l}\right)$ в однородном магнитном поле B: $\left\|E_i\right\| = Bl\upsilon \cos\alpha$, где $\alpha$ - угол между вектором B и нормалью $\vec{n}$ к плоскости, в которой лежат векторы $\vec{l}$ и $\vec{\upsilon}$; если $\vec{l} \perp$ то $\left\|E_i\right\| = Bl\upsilon$   |
| | 3.4.5 | Правило Ленца |
| | 3.4.6 | Индуктивность: $L = \frac{\Phi}{I}$, или $\Phi =$ Самоиндукция. ЭДС самоиндукции: $E_{si} = -L\left.\frac{\Delta I}{\Delta t}\right\|_{\Delta t \to 0} = -$ |
| | 3.4.7 | Энергия магнитного поля катушки с током: |

| | | |
|---|---|---|
| | |  |
| 3.5 | ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ | |

| | | |
|---|---|---|
| | 3.5.1 | <br>Колебательный контур. Свободные электромагнитные колебания в идеальном колебательном контуре:<br>$\begin{cases} q(t) = q_{\max} \sin(\omega t + \varphi_0) \\ I(t) = q_t^{'} = \omega q_{\max} \cos(\omega t + \varphi_0) = I_{\max} cos( \end{cases}$<br>Формула Томсона:<br>$T = 2\pi\sqrt{LC}$ , откуда $\omega = \frac{2\pi}{T} = \cdot$<br>Связь амплитуды заряда конденсатора с амплитудой силы тока при свободных электромагнитных колебаниях в идеальном колебательном контуре: |

| | | |
|---|---|---|
| | | $q_{max} = \frac{I_{ma}}{\omega}$ |
| | 3.5.2 | Закон сохранения энергии в идеальном колебательном контуре: $\frac{CU^2}{2} + \frac{LI^2}{2} = \frac{CU^2_{max}}{2} = \frac{LI^2_{max}}{2} =$ |
| | 3.5.3 | Вынужденные электромагнитные колебания. Резонанс |
| | 3.5.4 | Переменный ток. Производство, передача и потребление электрической энергии |
| | 3.5.5 | Свойства электромагнитных волн. Взаимная ориентация векторов в электромагнитной волне в вакууме: $\vec{E} \perp \vec{B} \perp$ |
| | 3.5.6 | Шкала электромагнитных волн. Применение электромагнитных волн в технике и быту |

| | | |
|---|---|---|
| 3.6 | ОПТИКА | |
| | 3.6.1 | Прямолинейное распространение света в однородной среде. Точечный источник. Луч света |
| | 3.6.2 | Законы отражения света, **α = β**<br> |
| | 3.6.3 | Построение изображений в плоском зеркале |
| | 3.6.4 | Законы преломления света.<br>Преломление света:<br>$n_1 \sin\alpha = n_2 \sin\beta$.<br><br>Абсолютный показатель преломления: |

$$n_{абс} = \frac{c}{\upsilon}$$

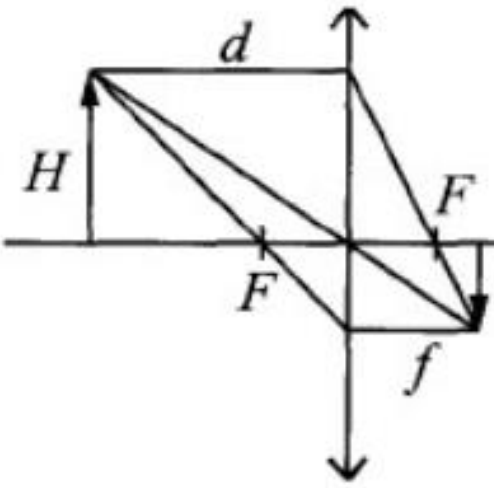
Относительный показатель преломления:

$$n_{отн} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\upsilon}{\upsilon_2}$$

Ход лучей в призме.

Соотношение частот и соотношение длин волн при переходе монохроматического света через границу раздела двух оптических сред:

| | | |
|---|---|---|
| | | $\nu_1 = \nu_2$ ; $n_1\lambda_1 = n_2$ |
| | 3.6.5 | Полное внутреннее отражение.<br><br>Предельный угол полного внутреннего отражения:<br><br>$\sin\alpha_{пр} = \frac{1}{n_{отн}} = \frac{n_2}{n_1}$<br><br>$n_2 < n_1$<br> |
| | 3.6.6 | Собирающие и рассеивающие линзы. Тонкая линза. Фокусное расстояние и оптическая сила тонкой линзы: |

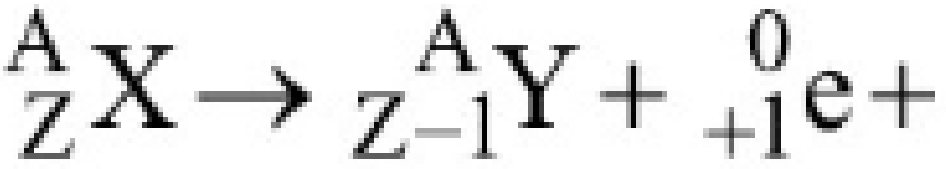
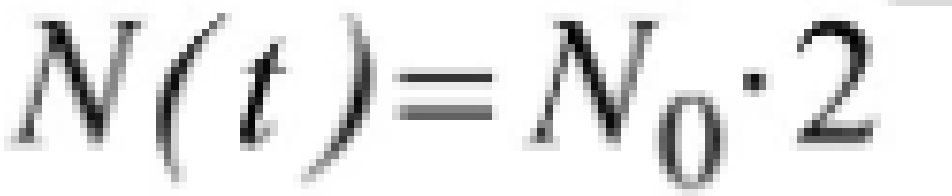
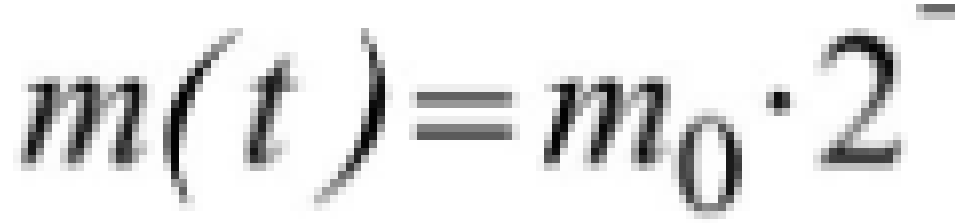
| | | |
|---|---|---|
| | | $$D = \frac{1}{F}$$ |
| | 3.6.7 | Формула тонкой линзы:<br>$$\frac{1}{d}+\frac{1}{f}=\frac{1}{F}$$<br><br><br>Увеличение, даваемое линзой: |

| | | |
|---|---|---|
| | | $$\Gamma = \frac{h}{H} = \frac{\lvert f \rvert}{d}$$<br>$$D < 0 \Rightarrow F = \frac{1}{D} <$$<br>В случае рассеивающей линзы:<br>$$\Gamma = \frac{h}{H} = \frac{\lvert f \rvert}{d} <$$ |
| | 3.6.8 | Ход луча, прошедшего линзу под произвольным углом к ее главной оптической оси. Построение изображений точки и отрезка прямой в собирающих и рассеивающих линзах и их системах |
| | 3.6.9 | Фотоаппарат как оптический прибор. Глаз как оптическая система |

| | | |
|---|---|---|
| | 3.6.10 | Интерференция света. Когерентные источники. Условия наблюдения максимумов и минимумов в интерференционной картине от двух синфазных когерентных источников:<br>максимумы - $\Delta = 2m\frac{\lambda}{2},\ m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm$<br>минимумы - $\Delta = (2m+1)\frac{\lambda}{2},\ m = 0, \pm 1, \pm$ |
| | 3.6.11 | Дифракция света. Дифракционная решетка. Условие наблюдения главных максимумов при нормальном падении монохроматического света с длиной волны **λ** на решетку с периодом **d**:<br>$d \sin \varphi_m = m\lambda,\ m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm$ |
| | 3.6.12 | Дисперсия света |
| 4 | КВАНТОВАЯ ФИЗИКА | |
| 4.1 | КОРПУСКУЛЯРНО-ВОЛНОВОЙ ДУАЛИЗМ | |
| | 4.1.1 | Гипотеза М. Планка о квантах. Формула Планка: **E = hν** |
| | 4.1.2 | Фотоны. Энергия фотона:<br>$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} =$<br>Импульс фотона: |

| | | |
|---|---|---|
| | | $p = \frac{E}{c} = \frac{h\nu}{c} = \frac{}{}$ |
| | 4.1.3 | Фотоэффект. Опыты А.Г. Столетова. Законы фотоэффекта |
| | 4.1.4 | Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:<br>$E_{\text{фотона}} = A_{\text{выхода}} + E_{\text{кинmax}}$,<br>где $E_{\text{фотона}} = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$, $A_{\text{выхода}} = h\nu_{\text{кр}}$<br>$E_{\text{кин max}} = \frac{m\upsilon_{\max}^2}{2} = eU_{\text{зап}}$ |
| | 4.1.5 | Давление света. Давление света на полностью отражающую поверхность и на полностью поглощающую поверхность |
| 4.2 | ФИЗИКА АТОМА | |
| | 4.2.1 | Планетарная модель атома |
| | 4.2.2 | Постулаты Бора. Излучение и поглощение фотонов при переходе атома с одного уровня энергии на другой: |

| | | |
|---|---|---|
| | | $h\nu_{mn} = \frac{hc}{\lambda_{mn}} = \lvert E_n -$ |
| | 4.2.3 | Линейчатые спектры.<br><br>Спектр уровней энергии атома водорода:<br><br>$E_n = \frac{-13{,}6\,эВ}{n^2}, n = 1, 2,$ |
| 4.3 | ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА | |
| | 4.3.1 | Нуклонная модель ядра Гейзенберга - Иваненко. Заряд ядра. Массовое число ядра. Изотопы |
| | 4.3.2 | Радиоактивность.<br><br>Альфа-распад:<br><br>$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-}Y + {}^{4}_{2}$<br><br>Бета-распад.<br><br>Электронный **β**-распад: |

| | | |
|---|---|---|
| | | <br>Позитронный **β**-распад:<br><br>Гамма-излучение |
| | 4.3.3 | Закон радиоактивного распада:<br><br>Пусть m - масса радиоактивного вещества. Тогда<br> |
| | 4.3.4 | Ядерные реакции. Деление и синтез ядер |