

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящая книга состоит из следующих пяти частей.

- Примерная рабочая программа.
- Примерное поурочное планирование и содержание уроков.
- Обучение физике с использованием метода исследования ключевых ситуаций.
- Методические рекомендации.
- Указания к решению некоторых олимпиадных задач.

Примерная рабочая программа соответствует всему курсу физики для основной школы (7—9 классы).

В примерном поурочном планировании приведено распределение часов по всем разделам физики на 2 и 3 часа в неделю.

Представлено также примерное содержание уроков.

Методические рекомендации начинаются с раздела «Обучение физике с использованием метода исследования ключевых ситуаций», в котором излагается указанный метод как реализация системно-деятельностного подхода к обучению. Систематическое использование этого метода позволит организовать учебно-исследовательскую деятельность учащихся на большинстве уроков физики, благодаря чему учащиеся овладеют искусством не только решения, но и постановки задач. Далее приведены тематические методические рекомендации по главам.

В указаниях к решению олимпиадных задач приводятся краткие рекомендации, позволяющие записать уравнения, необходимые для решения данных задач.

Примерная рабочая программа написана совместно с Н. Н. Лукиенко.

Желаем плодотворной и дружной совместной работы с учениками!

ПРИМЕРНАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Пояснительная записка

Программа по физике предназначена для учителей общеобразовательных организаций, преподающих предмет «Физика» в 7—9 классах.

Программа составлена на основе следующих документов:

- Приказ Минобрнауки РФ от 17.12.2010 №1897 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования» (Зарегистрировано в Минюсте РФ 01.02.2011 №19644).
- Примерная основная образовательная программа основного общего образования. Одобрена решением федерального учебно-методического объединения по общему образованию (протокол от 8 апреля 2015 г. №1/15).

В учебно-методический комплекс (УМК) по физике издательства «БИНOM. Лаборатория знаний» входят:

- Физика. 7 класс. В 2 ч. учебник для общеобразовательных организаций. Генденштейн Л. Э., Булатова А. А., Корнильев И. Н., Кошкина А. В., под ред. Орлова В. А.
- Физика. Тетрадь для лабораторных работ. 7 класс. Генденштейн Л. Э., Булатова А. А., Корнильев И. Н., Кошкина А. В.
- Физика. Методическое пособие с указаниями по решению олимпиадных задач. 7 класс. Генденштейн Л. Э., Булатова А. А., Кошкина А. В., Корнильев И. Н.
- Физика. 8 класс. В 2 ч. учебник для общеобразовательных организаций. Генденштейн Л. Э., Булатова А. А., Корнильев И. Н., Кошкина А. В., под ред. Орлова В. А.
- Физика. Тетрадь для лабораторных работ. 8 класс. Генденштейн Л. Э., Булатова А. А., Корнильев И. Н., Кошкина А. В.
- Физика. Методическое пособие с указаниями по решению олимпиадных задач. 8 класс. Генденштейн Л. Э., Булатова А. А., Кошкина А. В., Корнильев И. Н.
- Физика. 9 класс. В 2 ч. учебник для общеобразовательных организаций. Генденштейн Л. Э., Булатова А. А., Корнильев И. Н., Кошкина А. В., под ред. Орлова В. А.
- Физика. Тетрадь для лабораторных работ. 9 класс. Генденштейн Л. Э., Булатова А. А., Корнильев И. Н., Кошкина А. В.
- Физика. Методическое пособие. 9 класс. Генденштейн Л. Э., Булатова А. А., Кошкина А. В., Корнильев И. Н.

Программа определяет содержание и структуру учебного материала, последовательность его изучения, пути формирования системы знаний, умений и способов деятельности, развития, воспитания и социализации учащихся.

В программе представлено планирование на 70/105 часов в неделю.

Цель изучения физики в 7–9 классах, как учебного предмета:

- продолжить формирование у обучающихся представлений о научной картине мира — важного ресурса научно-технического прогресса, ознакомление обучающихся с физическими и астрономическими явлениями, основными принципами работы механизмов, высокотехнологичных устройств и приборов, развитие компетенций в решении инженерно-технических и научно-исследовательских задач;
- достижение выпускниками планируемых результатов: знаний, умений, навыков, компетенций и компетентностей, определяемых личностными, семейными, общественными, государственными потребностями и возможностями обучающегося старшего школьного возраста, индивидуальной образовательной траектории его развития и состояния здоровья.

Задачи обучения физике:

- развитие у обучающихся представлений о строении, свойствах, законах существования и движения материи, освоение обучающимися общих законов и закономерностей природных явлений, создание условий для формирования интеллектуальных, творческих, гражданских, коммуникационных, информационных компетенций;
- овладение научными методами решения различных теоретических и практических задач, умениями формулировать гипотезы, конструировать, проводить эксперименты, оценивать и анализировать полученные результаты, сопоставлять их с объективными реалиями жизни;
- формирование у обучающихся умений безопасно использовать лабораторное оборудование, проводить естественнонаучные исследования и эксперименты, анализировать полученные результаты, представлять и научно аргументировать полученные выводы;

- формирование у обучающихся научного мировоззрения, освоение общенаучных методов (наблюдение, измерение, эксперимент, моделирование), освоение практического применения научных знаний физики в жизни, формирование межпредметных связей с такими предметами, как математика, информатика, химия, биология, география, экология, литература и др.

Характеристика учебного предмета

Учебный предмет «Физика» является системообразующим для естественнонаучных предметов, поскольку физические законы, лежащие в основе мироздания, являются основой содержания курсов химии, биологии, географии и астрономии. Изучение физики способствует овладению обучающимися научным методом познания, позволяющим получать объективные знания об окружающем мире.

В основной школе обучающиеся знакомятся с методом научного познания, физическими явлениями, основными физическими понятиями, приобретают умения измерять физические величины, проводить прямые и косвенные измерения физических величин, анализировать полученные результаты с учётом заданной погрешности измерений.

Учебный предмет «Физика» в основной общеобразовательной школе относится к числу обязательных и входит в Федеральный компонент учебного плана.

Роль физики в учебном плане определяется следующими основными положениями.

Во-первых, физическая наука является фундаментом естествознания, современной техники и современных производственных технологий, поэтому, изучая на уроках физики закономерности, законы и принципы,

- учащиеся получают представления о реальном физическом мире;
- приходят к пониманию и более глубокому усвоению знаний о природных и технологических процессах, изучаемых на уроках биологии, физической географии, химии, технологии;
- начинают разбираться в устройстве и принципе действия многочисленных технических устройств, в том числе широко используемых в быту, учатся безопасно и бережному использованию техники, соблюдению правил техники безопасности и охраны труда.

Во-вторых, основу изучения физики в школе составляет метод научного познания мира, поэтому учащиеся

- осваивают на практике эмпирические и теоретические методы научного познания, что способствует повышению качества методологических знаний;
- осознают значение математических знаний и учатся применять их при решении широкого круга проблем, в том числе разнообразных физических задач;
- применяют метод научного познания при выполнении самостоятельных учебных и внеучебных исследований и проектных работ.

В-третьих, при изучении физики учащиеся систематически работают с информацией в виде базы фактических данных, относящихся к изучаемой группе явлений и объектов. Эта информация, представленная во всех существующих в настоящее время знаковых системах, классифицируется, обобщается и систематизируется, то есть преобразуется учащимися в знание. Так они осваивают методы самостоятельно получения знания.

В-четвёртых, в процессе изучения физики учащиеся осваивают все основные мыслительные операции, лежащие в основе познавательной деятельности.

В-пятых, исторические аспекты физики позволяют учащимся осознать многогранность влияния физической науки и её идей на развитие цивилизации.

Таким образом, преподавание физики в основной школе позволяет реализовать требования к уровню подготовки учащихся не только в предметной области, но и в личностной и метапредметной областях, как это предусмотрено ФГОС основного общего образования.

Место предмета в учебном плане

В основной школе физика изучается с 7 по 9 класс. Учебный план составляет 245 учебных часов. В том числе в 7, 8 классах по 70 учебных часов из расчёта 2 учебных часа в неделю, в 9 классе — 105 учебных часов из расчёта 3 учебных часа¹⁾ в неделю.

В учебном плане школы возможно выделение дополнительного часа на изучение физики в 7 и 8 классах. Поэтому в приведённом ниже планировании представлен учебный план на 245/315 учебных часов (в 7, 8, 9 классах по 70/105 учебных часов из расчёта 2/3 учебных часа в неделю).

1) В учебном плане образовательной организации на изучение учебного предмета «Физика» может отводиться 2 учебных часа в неделю.

Личностные, метапредметные и предметные результаты освоения курса физики

Личностными результатами освоения программы по физике в основной школе является:

- российская гражданская идентичность (патриотизм, уважение к Отечеству, к прошлому и настоящему многонационального народа России, чувство ответственности и долга перед Родиной, идентификация себя в качестве гражданина России, субъективная значимость использования русского языка и языков народов России, осознание и ощущение личностной сопричастности судьбе российского народа).
- Осознанное, уважительное и доброжелательное отношение к истории, культуре, традициям, языкам, ценностям народов России и народов мира.
- Готовность и способность обучающихся к саморазвитию и самообразованию на основе мотивации к обучению и познанию; готовность и способность к осознанному выбору и построению дальнейшей индивидуальной траектории образования на базе ориентировки в мире профессий и профессиональных предпочтений, с учетом устойчивых познавательных интересов.
- Развитое моральное сознание и компетентность в решении моральных проблем на основе личностного выбора, формирование нравственных чувств и нравственного поведения, осознанного и ответственного отношения к собственным поступкам (способность к нравственному самосовершенствованию).
- Сформированность ответственного отношения к учению, уважительного отношения к труду, наличие опыта участия в социально значимом труде.
- Сформированность целостного мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки и общественной практики, учитывающего социальное, культурное, языковое, духовное многообразие современного мира.
- Осознанное, уважительное и доброжелательное отношение к другому человеку, его мнению, мировоззрению, культуре, языку, вере, гражданской позиции. Готовность и способность вести диалог с другими людьми и достигать в нём взаимопонимания (идентификация себя как полноправного субъекта общения, готовность к конструированию образа партнёра по диалогу, обра-

за допустимых способов диалога, процесса диалога как конвенционирования интересов и процедур, готовность и способность к ведению переговоров).

- Освоенность социальных норм, правил поведения, ролей и форм социальной жизни в группах и сообществах. Формирование готовности к участию в процессе упорядочения социальных связей и отношений, в которые включены и которые формируют сами учащиеся; идентификация себя в качестве субъекта социальных преобразований, освоение компетентностей в сфере организаторской деятельности; формирование ценности продуктивной организации совместной деятельности, самореализации в группе и организации, ценности «другого» как равноправного партнёра, формирование компетенций анализа, проектирования, организации деятельности, рефлексии изменений, способов взаимовыгодного сотрудничества, способов реализации собственного лидерского потенциала).
- Сформированность ценности здорового и безопасного образа жизни; интериоризация правил индивидуально и коллективного безопасного поведения в чрезвычайных ситуациях, угрожающих жизни и здоровью людей, правил поведения на транспорте и на дорогах.
- Сформированность основ экологической культуры, соответствующей современному уровню экологического мышления, наличие опыта экологически ориентированной рефлексивно-оценочной и практической деятельности в жизненных ситуациях (готовность к исследованию природы, к занятиям сельскохозяйственным трудом, к занятиям туризмом, в том числе экотуризмом, к осуществлению природоохранной деятельности).

Метапредметные результаты освоения программы включают освоенные обучающимися межпредметные понятия и универсальные учебные действия (регулятивные, познавательные, коммуникативные).

Условием формирования **межпредметных понятий**, таких как система, факт, закономерность, феномен, анализ, синтез является овладение обучающимися основами читательской компетенции, приобретение навыков работы с информацией, участие в проектной деятельности. В основной школе при изучении физики будет продолжена работа по формированию и развитию основ читательской компетенции.

При изучении физики обучающиеся совершенствуют приобретенные на первом уровне навыки работы с информа-

цией и пополняют их. Они смогут работать с текстами, преобразовывать и интерпретировать содержащуюся в них информацию, в том числе:

- систематизировать, сопоставлять, анализировать, обобщать и интерпретировать информацию, содержащуюся в готовых информационных объектах;
- выделять главную и избыточную информацию, выполнять смысловое свёртывание выделенных фактов, мыслей; представлять информацию в сжатой словесной форме (в виде плана или тезисов) и в наглядно-символической форме (в виде таблиц, графических схем и диаграмм, карт понятий — концептуальных диаграмм, опорных конспектов);
- заполнять и дополнять таблицы, схемы, диаграммы, тексты.

В ходе изучения физики обучающиеся приобретут опыт **проектной деятельности** как особой формы учебной работы, способствующей воспитанию самостоятельности, инициативности, ответственности, повышению мотивации и эффективности учебной деятельности; в ходе реализации исходного замысла на практическом уровне овладеют умением выбирать адекватные стоящей задаче средства, принимать решения, в том числе и в ситуациях неопределённости. Они получают возможность развить способность к разработке нескольких вариантов решений, к поиску нестандартных решений, поиску и осуществлению наиболее приемлемого решения.

В соответствии с ФГОС ООО выделяются три группы **универсальных учебных действий**: регулятивные, познавательные, коммуникативные.

Регулятивные УУД:

1) умение самостоятельно определять цели обучения, ставить и формулировать новые задачи в учебной и познавательной деятельности, развивать мотивы и интересы своей познавательной деятельности. Обучающийся сможет:

- анализировать существующие и планировать будущие образовательные результаты;
- идентифицировать собственные проблемы и определять главную проблему;
- выдвигать версии решения проблемы, формулировать гипотезы, предвосхищать конечный результат;
- ставить цель деятельности на основе определенной проблемы и существующих возможностей;
- формулировать учебные задачи как шаги достижения поставленной цели деятельности;

- обосновывать целевые ориентиры и приоритеты ссылками на ценности, указывая и обосновывая логическую последовательность шагов.

2) Умение самостоятельно планировать пути достижения целей, в том числе альтернативные, осознанно выбирать наиболее эффективные способы решения учебных и познавательных задач. Обучающийся сможет:

- определять необходимые действия в соответствии с учебной и познавательной задачей и составлять алгоритм их выполнения;
- обосновывать и осуществлять выбор наиболее эффективных способов решения учебных и познавательных задач;
- определять (находить), в том числе из предложенных вариантов, условия для выполнения учебной и познавательной задачи;
- выбирать из предложенных вариантов и самостоятельно искать средства (ресурсы) для решения задачи (достижения цели);
- составлять план решения проблемы (выполнения проекта, проведения исследования);
- определять потенциальные затруднения при решении учебной и познавательной задачи и находить средства для их устранения;
- описывать свой опыт, оформляя его для передачи другим людям в виде технологии решения практических задач определённого класса;
- планировать и корректировать свою индивидуальную образовательную траекторию.

3) Умение соотносить свои действия с планируемыми результатами, осуществлять контроль своей деятельности в процессе достижения результата, определять способы действий в рамках предложенных условий и требований, корректировать свои действия в соответствии с изменяющейся ситуацией. Обучающийся сможет:

- определять совместно с педагогом и сверстниками критерии планируемых результатов и критерии оценки своей учебной деятельности;
- систематизировать (в том числе выбирать приоритетные) критерии планируемых результатов и оценки своей деятельности;
- отбирать инструменты для оценивания своей деятельности, осуществлять самоконтроль своей деятельности в рамках предложенных условий и требований;

- оценивать свою деятельность, аргументируя причины достижения или отсутствия планируемого результата;
- находить достаточные средства для выполнения учебных действий в изменяющейся ситуации и (или) при отсутствии планируемого результата;
- работать по своему плану, вносить коррективы в текущую деятельность на основе анализа изменений ситуации для получения запланированных характеристик продукта (результата);
- устанавливать связь между полученными характеристиками продукта и характеристиками процесса деятельности и по завершении деятельности предлагать изменение характеристик процесса для получения улучшенных характеристик продукта;
- сверять свои действия с целью и, при необходимости, исправлять ошибки самостоятельно.

4) Умение оценивать правильность выполнения учебной задачи, собственные возможности её решения. Обучающийся сможет:

- определять критерии правильности (корректности) выполнения учебной задачи;
- анализировать и обосновывать применение соответствующего инструментария для выполнения учебной задачи;
- свободно пользоваться выработанными критериями оценки и самооценки, исходя из цели и имеющихся средств, различая результат и способы действий;
- оценивать продукт своей деятельности по заданным и (или) самостоятельно определённым критериям в соответствии с целью деятельности;
- обосновывать достижимость цели выбранным способом на основе оценки своих внутренних ресурсов и доступных внешних ресурсов;
- фиксировать и анализировать динамику собственных образовательных результатов.

5) Владение основами самоконтроля, самооценки, принятия решений и осознания осознанного выбора в учебной и познавательной деятельности. Обучающийся сможет:

- наблюдать и анализировать собственную учебную и познавательную деятельность и деятельность других обучающихся в процессе взаимопроверки;
- соотносить реальные и планируемые результаты индивидуальной образовательной деятельности и делать выводы;

- принимать решение в учебной ситуации и нести за него ответственность;
- самостоятельно определять причины своего успеха или неуспеха и находить способы выхода из ситуации неуспеха;
- ретроспективно определять, какие действия по решению учебной задачи или параметры этих действий привели к получению имеющегося продукта учебной деятельности.

Познавательные УУД:

1) Умение определять понятия, создавать обобщения, устанавливать аналогии, классифицировать, самостоятельно выбирать основания и критерии для классификации, устанавливать причинно-следственные связи, строить логическое рассуждение, умозаключение (индуктивное, дедуктивное, по аналогии) и делать выводы. Обучающийся сможет:

- выделять общий признак двух или нескольких предметов или явлений и объяснять их сходство;
- объединять предметы и явления в группы по определённым признакам, сравнивать, классифицировать и обобщать факты и явления;
- выделять явление из общего ряда других явлений;
- определять обстоятельства, которые предшествовали возникновению связи между явлениями, из этих обстоятельств выделять определяющие, способные быть причиной данного явления, выявлять причины и следствия явлений;
- строить рассуждение от общих закономерностей к частным явлениям и от частных явлений к общим закономерностям;
- строить рассуждение на основе сравнения предметов и явлений, выделяя при этом общие признаки;
- излагать полученную информацию, интерпретируя её в контексте решаемой задачи;
- самостоятельно указывать на информацию, нуждающуюся в проверке, предлагать и применять способ проверки достоверности информации;
- объяснять явления, процессы, связи и отношения, выявляемые в ходе познавательной и исследовательской деятельности (приводить объяснение с изменением формы представления; объяснять, детализируя или обобщая; объяснять с заданной точки зрения);
- выявлять и называть причины события, явления, в том числе возможные (наиболее вероятные) причины, воз-

можные последствия заданной причины, самостоятельно осуществляя причинно-следственный анализ;

- делать вывод на основе критического анализа разных точек зрения, подтверждать вывод собственной аргументацией или самостоятельно полученными данными.

2) Умение создавать, применять и преобразовывать знаки и символы, модели и схемы для решения учебных и познавательных задач. Обучающийся сможет:

- обозначать символом и знаком предмет и (или) явление;
- определять логические связи между предметами и (или) явлениями, обозначать данные логические связи с помощью знаков в схеме;
- создавать абстрактный или реальный образ предмета и (или) явления;
- строить модель (схему) на основе условий задачи и (или) способа её решения;
- создавать вербальные, вещественные и информационные модели с выделением существенных характеристик объекта для определения способа решения задачи в соответствии с ситуацией;
- преобразовывать модели с целью выявления общих законов, определяющих данную предметную область;
- переводить сложную по составу (многоаспектную) информацию из графического или формализованного (символьного) представления в текстовое и наоборот;
- строить схему, алгоритм действия, исправлять или восстанавливать неизвестный ранее алгоритм на основе имеющегося знания об объекте, к которому применяется алгоритм;
- строить доказательство: прямое, косвенное, от противного;
- анализировать (рефлексировать) опыт разработки и реализации учебного проекта, исследования (теоретического, эмпирического) на основе предложенной проблемной ситуации, поставленной цели и (или) заданных критериев оценки продукта/результата.

3) Смысловое чтение. Обучающийся сможет:

- находить в тексте требуемую информацию (в соответствии с целями своей деятельности);
- ориентироваться в содержании текста, понимать целостный смысл текста, структурировать текст;
- устанавливать взаимосвязь описанных в тексте событий, явлений, процессов;
- резюмировать главную идею текста;

- преобразовывать текст, «переводя» его в другую модель, интерпретировать текст;
- критически оценивать содержание и форму текста.

4) Формирование и развитие экологического мышления, умение применять его в познавательной, коммуникативной, социальной практике и профессиональной ориентации. Обучающийся сможет:

- определять своё отношение к природной среде;
- анализировать влияние экологических факторов на среду обитания живых организмов;
- проводить причинный и вероятностный анализ экологических ситуаций;
- прогнозировать изменения ситуации при смене действия одного фактора на действие другого фактора;
- распространять экологические знания и участвовать в практических делах по защите окружающей среды;
- выражать своё отношение к природе через рисунки, сочинения, модели, проектные работы.

5) Развитие мотивации к овладению культурой активного использования словарей и других поисковых систем. Обучающийся сможет:

- определять необходимые ключевые поисковые слова и запросы;
- осуществлять взаимодействие с электронными поисковыми системами, словарями;
- формировать множественную выборку из поисковых источников для объективизации результатов поиска;
- соотносить полученные результаты поиска со своей деятельностью.

Коммуникативные УДД:

1) Умение организовывать учебное сотрудничество и совместную деятельность с учителем и сверстниками; работать индивидуально и в группе: находить общее решение и разрешать конфликты на основе согласования позиций и учёта интересов; формулировать, аргументировать и отстаивать своё мнение. Обучающийся сможет:

- определять возможные роли в совместной деятельности;
- играть определённую роль в совместной деятельности;
- принимать позицию собеседника, понимая позицию другого, различать в его речи мнение (точку зрения), доказательство (аргументы), факты, гипотезы, аксиомы, теории;
- определять свои действия и действия партнёра, которые способствовали или препятствовали продуктивной коммуникации;

- строить позитивные отношения в процессе учебной и познавательной деятельности;
- корректно и аргументированно отстаивать свою точку зрения, в дискуссии уметь выдвигать контраргументы, перефразировать свою мысль (владение механизмом эквивалентных замен);
- критически относиться к собственному мнению, с достоинством признавать ошибочность своего мнения (если оно таково) и корректировать его;
- предлагать альтернативное решение в конфликтной ситуации;
- выделять общую точку зрения в дискуссии;
- договариваться о правилах и вопросах для обсуждения в соответствии с поставленной перед группой задачей;
- организовывать учебное взаимодействие в группе (определять общие цели, распределять роли, договариваться друг с другом и т. д.);
- устранять в рамках диалога разрывы в коммуникации, обусловленные непониманием (неприятием) со стороны собеседника задачи, формы или содержания диалога.

2) Умение осознанно использовать речевые средства в соответствии с задачей коммуникации для выражения своих чувств, мыслей и потребностей для планирования и регуляции своей деятельности; владение устной и письменной речью, монологической контекстной речью. Обучающийся сможет:

- определять задачу коммуникации и в соответствии с ней отбирать речевые средства;
- отбирать и использовать речевые средства в процессе коммуникации с другими людьми (диалог в паре, в малой группе и т. д.);
- представлять в устной или письменной форме развёрнутый план собственной деятельности;
- соблюдать нормы публичной речи, регламент в монологе и дискуссии в соответствии с коммуникативной задачей;
- высказывать и обосновывать мнение (суждение) и запрашивать мнение партнёра в рамках диалога;
- принимать решение в ходе диалога и согласовывать его с собеседником;
- создавать письменные «клишированные» и оригинальные тексты с использованием необходимых речевых средств;
- использовать вербальные средства (средства логической связи) для выделения смысловых блоков своего выступления;

- использовать невербальные средства или наглядные материалы, подготовленные (отобранные) под руководством учителя;
- делать оценочный вывод о достижении цели коммуникации непосредственно после завершения коммуникативного контакта и обосновывать его.

3) Формирование и развитие компетентности в области использования информационно-коммуникационных технологий (далее — ИКТ). Обучающийся сможет:

- целенаправленно искать и использовать информационные ресурсы, необходимые для решения учебных и практических задач с помощью средств ИКТ;
- выбирать, строить и использовать адекватную информационную модель для передачи своих мыслей средствами естественных и формальных языков в соответствии с условиями коммуникации;
- выделять информационный аспект задачи, оперировать данными, использовать модель решения задачи;
- использовать компьютерные технологии (включая выбор адекватных задаче инструментальных программно-аппаратных средств и сервисов) для решения информационных и коммуникационных учебных задач, в том числе: вычисление, написание писем, сочинений, докладов, рефератов, создание презентаций и др.;
- использовать информацию с учётом этических и правовых норм;
- создавать информационные ресурсы разного типа и для разных аудиторий, соблюдать информационную гигиену и правила информационной безопасности.

Содержание учебного предмета

Курсивом в программе выделены элементы содержания, относящиеся к результатам, которым учащиеся «получают возможность научиться».

7 класс (70/105¹⁾ ч)

Физика и физические методы изучения природы (6/10 ч)

Физика — наука о природе. Физические тела и явления. Наблюдение и описание физических явлений. Физический

1) Приведённое содержание курса 7 класса соответствует двум и трём часам в неделю.

эксперимент. Моделирование явлений и объектов природы. Материальная точка как модель физического тела.

Физические величины и их измерение. Точность и погрешность измерений. Международная система единиц.

Физические законы и закономерности. Физика и техника. Научный метод познания. Роль физики в формировании естественнонаучной грамотности.

Лабораторные работы:

№1. «Измерение времени протекания физического процесса».

№2. «Изучение измерительных приборов и инструментов. Проведение измерений. Конструирование измерительного прибора».

Кратковременные фронтальные практические работы при изучении нового материала:

№1. «Измерение длины и расстояния».

№2. «Измерение температуры».

Строение вещества (4/6 ч)

Строение вещества. Атомы и молекулы. Тепловое движение атомов и молекул. Диффузия в газах, жидкостях и твёрдых телах. Броуновское движение. Взаимодействие (притяжение и отталкивание) молекул. Агрегатные состояния вещества. Различия в строении твёрдых тел, жидкостей и газов.

Лабораторные работы:

№3. «Измерение размеров малых тел и длины кривой».

Механические явления (54/80 ч)

Движение и взаимодействие тел (22/33 ч)

Механическое движение. Относительность механического движения. Физические величины, необходимые для описания движения, и взаимосвязь между ними (путь, скорость, время движения). Равномерное и неравномерное прямолинейное движение. Инерция. Масса тела. Плотность вещества. Сила. Единицы силы. Сила тяжести. Связь между силой тяжести и массой тела. Сила упругости. Закон Гука. Вес тела. Невесомость. Динамометр. Равнодействующая сила. Сила трения. Трение скольжения. Трение покоя. Трение в природе и технике.

Лабораторные работы:

№ 4. «Исследование равномерного движения тела».

№ 5. «Измерение массы тела».

№ 6. «Измерение плотности твёрдых тел и жидкостей».

№ 7. «Конструирование динамометра и измерение сил».

№ 8. «Исследование трения скольжения».

Кратковременные фронтальные практические работы при изучении нового материала:

№ 3. «Определение зависимости средней скорости движения шарика по наклонной плоскости от угла наклона плоскости».

№ 4. «Исследование зависимости силы тяжести, действующей на тело, от его массы».

№ 5. «Определение зависимости силы трения покоя и силы трения скольжения от материалов поверхностей тел».

Давление. Закон Архимеда и плавание тел (19/26 ч)

Давление твёрдых тел. Единицы измерения давления. Способы изменения давления. Давление жидкостей и газов. Закон Паскаля. Давление жидкости на дно и стенки сосуда. Сообщающиеся сосуды. Вес воздуха. Атмосферное давление. Измерение атмосферного давления. Опыт Торричелли. Барометр-анероид. Атмосферное давление на различных высотах. Гидравлические механизмы (пресс, насос). Давление жидкости и газа на погружённое в них тело. Архимедова сила. Плавание тел и судов. Воздухоплавание.

Лабораторные работы:

№ 9. «Изучение выталкивающей силы (силы Архимеда)».

№ 10. «Условия плавания тел в жидкости».

Кратковременные фронтальные практические работы при изучении нового материала:

№ 6. «Изучение зависимости объёма воздуха в закрытом сосуде от давления».

№ 7. «Измерение выталкивающей силы, действующей на погружённое в жидкость тело».

№ 8. «Изготовление модели лодки и измерение её грузоподъёмности».

Работа и энергия (13/21 ч)

Механическая работа. Мощность. Энергия. Потенциальная и кинетическая энергия. Превращение одного вида механической энергии в другой. Закон сохранения полной меха-

нической энергии. Простые механизмы. Условия равновесия твёрдого тела, имеющего закреплённую ось вращения. Момент силы. *Центр тяжести тела*. Рычаг. Равновесие сил на рычаге. Рычаги в технике, быту и природе. Подвижные и неподвижные блоки. Равенство работ при использовании простых механизмов («Золотое правило механики»). Коэффициент полезного действия механизма.

Лабораторные работы:

№ 11. «Правило равновесия рычага. Нахождение и сравнение моментов сил».

Кратковременные фронтальные практические работы при изучении нового материала:

№ 9. «Измерение работы силы трения на заданном пути».

№ 10. «Нахождение центра тяжести плоской фигуры».

№ 11. «Конструирование систем блоков и исследование условия равновесия блока».

№ 12. «Измерение коэффициента полезного действия системы блоков».

Подведение итогов учебного года (2/2 ч)

Резерв учебного времени¹⁾ (4/7 ч)

8 класс (70/105²⁾ ч)

Тепловые явления (17/26 ч)

Тепловое равновесие. Температура. Связь температуры со скоростью хаотического движения частиц. Внутренняя энергия. Работа и теплопередача как способы изменения внутренней энергии тела. Теплопроводность. Конвекция. Излучение. Примеры теплопередачи в природе и технике. Количество теплоты. Удельная теплоёмкость. Удельная теплота сгорания топлива. Закон сохранения и превращения энергии в механических и тепловых процессах. Плавление и отвердевание кристаллических тел. Удельная теплота плавления. Испарение и конденсация. Поглощение энергии при испарении жидкости и выделение её при конденсации пара. Кипение. Зависимость температуры кипения от давления. Удельная теплота

1) Предусмотренный программой резерв учебного времени рекомендуется посвятить защите учебно-исследовательских проектов обучающихся в каждой учебной четверти.

2) Приведённое содержание курса 8 класса соответствует двум и трём часам в неделю.

парообразования и конденсации. Влажность воздуха. Работа газа при расширении. Преобразования энергии в тепловых машинах (паровая турбина, двигатель внутреннего сгорания, реактивный двигатель). КПД тепловой машины. *Экологические проблемы использования тепловых машин.*

Лабораторные работы:

№ 1. «Измерение количества теплоты и удельной теплоёмкости вещества».

№ 2. «Измерение относительной влажности воздуха».

Кратковременные фронтальные практические работы при изучении нового материала:

№ 1. «Установление зависимости давления воздуха от объёма и температуры».

№ 2. «Установление зависимости теплопроводности от вида материала».

№ 3. «Установление зависимости скорости испарения воды от площади поверхности жидкости».

№ 4. «Кипение тёплой воды при пониженном давлении».

Электромагнитные явления (30/46 ч)

Электризация физических тел. Взаимодействие заряженных тел. Два рода электрических зарядов. Делимость электрического заряда. Элементарный электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда. Проводники, полупроводники и изоляторы электричества. Электроскоп. Электрическое поле как особый вид материи. *Напряжённость электрического поля.* Действие электрического поля на электрические заряды. *Конденсатор. Энергия электрического поля конденсатора.*

Электрический ток. Источники электрического тока. Электрическая цепь и её составные части. Направление и действия электрического тока. Носители электрических зарядов в металлах. Сила тока. Электрическое напряжение. Электрическое сопротивление проводников. Единицы сопротивления.

Зависимость силы тока от напряжения. Закон Ома для участка цепи. Удельное сопротивление. Реостаты. Последовательное соединение проводников. Параллельное соединение проводников.

Работа электрического поля по перемещению электрических зарядов. Мощность электрического тока. Нагревание проводников электрическим током. Закон Джоуля — Ленца. Электрические нагревательные и осветительные приборы. Короткое замыкание.

Магнитное поле. Индукция магнитного поля. Магнитное поле тока. Опыт Эрстеда. Магнитное поле постоянных магнитов. Магнитное поле Земли. Электромагнит. Магнитное поле катушки с током. Применение электромагнитов. Действие магнитного поля на проводник с током и движущуюся заряженную частицу. *Сила Ампера и сила Лоренца*. Электродвигатель. Явление электромагнитной индукция. Опыты Фарадея.

Электромагнитные колебания. *Колебательный контур. Электрогенератор. Переменный ток. Трансформатор*. Передача электрической энергии на расстояние. Электромагнитные волны и их свойства. *Принципы радиосвязи и телевидения. Влияние электромагнитных излучений на живые организмы*.

Лабораторные работы:

№ 3. «Сборка электрической цепи. Измерение силы тока и напряжения».

№ 4. «Исследование зависимости силы тока в проводнике от напряжения на его концах. Измерение сопротивления».

№ 5. «Исследование зависимости сопротивления провода от его размеров и вещества, из которого он изготовлен».

№ 6. «Исследование вольтамперной характеристики лампы накаливания».

№ 7. «Изучение последовательного соединения проводников».

№ 8. «Изучение параллельного соединения проводников».

№ 9. «Измерение работы и мощности электрического тока. Изучение теплового действия тока и нахождение КПД электрического нагревателя».

№ 10. «Изучение магнитных явлений».

№ 11. «Наблюдение и изучение явления электромагнитной индукции. Принцип действия трансформатора».

Кратковременные фронтальные практические работы при изучении нового материала:

№ 5. «Наблюдение электризации тел и взаимодействия электрических зарядов».

№ 6. «Наблюдение (визуализация) картины магнитного поля постоянных магнитов».

№ 7. «Сборка электромагнита и изучение его свойств».

№ 8. «Сборка электрической цепи с электродвигателем и изучение его работы»

Оптические явления (17/27 ч)

Свет — электромагнитная волна. Скорость света. Источники света. Закон прямолинейного распространения света. Закон отражения света. Плоское зеркало. Закон преломления света. Линзы. Фокусное расстояние и оптическая сила линзы. Изображение предмета в зеркале и линзе. *Оптические приборы*. Глаз как оптическая система. Дисперсия света. *Интерференция и дифракция света*.

Лабораторные работы:

№ 12. «Исследование зеркального отражения света».

№ 13. «Исследование преломления света».

№ 14. «Измерение оптической силы линзы. Изучение влияния собирающей линзы».

№ 15. «Наблюдение явления дисперсии света».

Кратковременные фронтальные практические работы при изучении нового материала:

№ 9. «Наблюдение прямолинейного распространения света».

№ 10. «Получение тени и полутени».

№ 11. «Изучение свойств изображения в плоском зеркале».

Подведение итогов учебного года (2/2 ч)**Резерв учебного времени¹⁾ (4/4 ч)****9 класс (70/105 ч)****Механическое движение (Кинематика) (11/18 ч)**

Механическое движение. Материальная точка как модель физического тела. Относительность механического движения. Система отсчёта. Физические величины, необходимые для описания движения, и взаимосвязь между ними (путь, перемещение, скорость, ускорение, время движения). Равномерное и равноускоренное прямолинейное движение. Равномерное движение по окружности.

Лабораторные работы:

№ 1. «Исследование равноускоренного движения без начальной скорости».

¹⁾ Предусмотренный программой резерв учебного времени рекомендуется посвятить защите учебно-исследовательских проектов обучающихся в каждой учебной четверти.

№ 2. «Исследование зависимости скорости тела от пройденного пути при равноускоренном движении».

Законы движения и силы (Динамика) (16/25 ч)

Первый закон Ньютона и инерция. Масса тела. Сила. Единицы силы. Второй закон Ньютона. Третий закон Ньютона. Свободное падение тел. Сила тяжести. Закон всемирного тяготения. Сила упругости. Закон Гука. Вес тела. Невесомость. Связь между силой тяжести и массой тела. Динамометр. Равнодействующая сила. Сила трения. Трение скольжения. Трение покоя. Трение в природе и технике.

Лабораторные работы:

№ 3. «Сложение сил».

№ 4. «Применение второго закона Ньютона для нахождения равнодействующей».

№ 5. «Исследование силы трения скольжения».

Кратковременные фронтальные практические работы при изучении нового материала:

№ 1. «Измерение максимальной силы трения покоя».

№ 2. «Измерение жёсткости пружины».

Законы сохранения в механике (10/16 ч)

Импульс. Закон сохранения импульса. Реактивное движение. Механическая работа. Мощность. Энергия. Потенциальная и кинетическая энергия. Превращение одного вида механической энергии в другой. Закон сохранения полной механической энергии.

Кратковременные фронтальные практические работы при изучении нового материала:

№ 3. «Измерение механической работы и мощности».

Механические колебания и волны (9/13 ч)

Механические колебания. Период, частота, амплитуда колебаний. Резонанс. Механические волны в однородных средах. Длина волны. Звук как механическая волна. Громкость и высота тона звука.

Лабораторные работы:

№ 6. «Изучение колебаний нитяного маятника. Измерение ускорения свободного падения».

№ 7. «Изучение колебаний пружинного маятника».

Квантовые явления (8/12 ч)

Строение атомов. Планетарная модель атома. Квантовый характер поглощения и испускания света атомами. Линейчатые спектры.

Опыты Резерфорда.

Состав атомного ядра. Протон, нейтрон и электрон. Закон Эйнштейна о пропорциональности массы и энергии. *Дефект массы и энергия связи атомных ядер*. Радиоактивность. Период полураспада. Альфа-излучение. *Бета-излучение*. Гамма-излучение. Ядерные реакции. Источники энергии Солнца и звёзд. Ядерная энергетика. *Экологические проблемы работы атомных электростанций*. Дозиметрия. *Влияние радиоактивных излучений на живые организмы*.

Строение и эволюция вселенной (3/4 ч)

Геоцентрическая и гелиоцентрическая системы мира. Физическая природа небесных тел Солнечной системы. Происхождение Солнечной системы. Физическая природа Солнца и звёзд. Строение Вселенной. Эволюция Вселенной. Гипотеза Большого взрыва.

Подготовка к Государственной итоговой аттестации (7/11 ч)

Подведение итогов учебного года (2/2 ч)

Резерв учебного времени¹⁾ (4/4 ч)

Планируемые результаты изучения учебного предмета, курса

Выпускник научится:

- соблюдать правила безопасности и охраны труда при работе с учебным и лабораторным оборудованием;
- понимать смысл основных физических терминов: физическое тело, физическое явление, физическая величина, единицы измерения;
- распознавать проблемы, которые можно решить при помощи физических методов; анализировать отдельные этапы проведения исследований и интерпретировать результаты наблюдений и опытов;

¹⁾ Предусмотренный программой резерв учебного времени рекомендуется посвятить защите учебно-исследовательских проектов обучающихся в каждой учебной четверти.

- ставить опыты по исследованию физических явлений или физических свойств тел без использования прямых измерений; при этом формулировать проблему (задачу) учебного эксперимента; собирать установку из предложенного оборудования; проводить опыт и формулировать выводы;
 - понимать роль эксперимента в получении научной информации;
 - проводить прямые измерения следующих физических величин: время, расстояние, масса тела, объём, сила, температура, атмосферное давление, влажность воздуха, напряжение, сила тока, радиационный фон (с использованием дозиметра); при этом выбирать оптимальный способ измерения и использовать простейшие методы оценки погрешностей измерений;
 - проводить исследование зависимостей 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;
 - проводить косвенные измерения физических величин: при выполнении измерений собирать экспериментальную установку, следуя предложенной инструкции, вычислять значение величины и анализировать полученные результаты с учётом заданной точности измерений;
 - анализировать ситуации практико-ориентированного характера, узнавать в них проявление изученных физических явлений или закономерностей и применять имеющиеся знания для их объяснения;
 - понимать принципы действия машин, приборов и технических устройств, условия их безопасного использования в повседневной жизни;
 - использовать при выполнении учебных задач научно-популярную литературу о физических явлениях, справочные материалы, ресурсы Интернет.
- Выпускник получит возможность научиться:**

- осознавать ценность научных исследований, роль физики в расширении представлений об окружающем мире и её вклад в улучшение качества жизни;
- использовать приёмы построения физических моделей, поиска и формулировки доказательств выдвинутых гипотез и теоретических выводов на основе эмпирически установленных фактов;

- сравнивать точность измерения физических величин по величине их относительной погрешности при проведении прямых измерений;
- самостоятельно проводить косвенные измерения и исследования физических величин с использованием различных способов измерения физических величин, выбирать средства измерения с учётом необходимой точности измерений, обосновывать выбор способа измерения, адекватного поставленной задаче, проводить оценку достоверности полученных результатов;
- воспринимать информацию физического содержания в научно-популярной литературе и средствах массовой информации, критически оценивать полученную информацию, анализируя её содержание и данные об источнике информации;
- создавать собственные письменные и устные сообщения о физических явлениях на основе нескольких источников информации, сопровождать выступление презентацией, учитывая особенности аудитории сверстников.

Механические явления

Выпускник научится:

- распознавать механические явления и объяснять на основе имеющихся знаний основные свойства или условия протекания этих явлений: равномерное и неравномерное движение, равномерное и равноускоренное прямолинейное движение, относительность механического движения, свободное падение тел, равномерное движение по окружности, инерция, взаимодействие тел, реактивное движение, передача давления твёрдыми телами, жидкостями и газами, атмосферное давление, плавание тел, равновесие твёрдых тел, имеющих закреплённую ось вращения, колебательное движение, резонанс, волновое движение (звук);
- описывать изученные свойства тел и механические явления, используя физические величины: путь, перемещение, скорость, ускорение, период обращения, масса тела, плотность вещества, сила (сила тяжести, сила упругости, сила трения), давление, импульс тела, кинетическая энергия, потенциальная энергия, механическая работа, механическая мощность, КПД простого механизма, сила трения, амплитуда, период и частота колебаний, длина волны и скорость её распространения; при описании правильно трактовать физический смысл используемых величин, их обозначения и единицы из-

мерения, находить формулы, связывающие данную физическую величину с другими величинами, вычислять значение физической величины;

- анализировать свойства тел, механические явления и процессы, используя физические законы: закон сохранения энергии, закон всемирного тяготения, принцип суперпозиции сил (нахождение равнодействующей силы), I, II и III законы Ньютона, закон сохранения импульса, закон Гука, закон Паскаля, закон Архимеда; при этом различать словесную формулировку закона и его математическое выражение;
- различать основные признаки изученных физических моделей: материальная точка, инерциальная система отсчета;
- решать задачи, используя физические законы (закон сохранения энергии, закон всемирного тяготения, принцип суперпозиции сил, I, II и III законы Ньютона, закон сохранения импульса, закон Гука, закон Паскаля, закон Архимеда) и формулы, связывающие физические величины (путь, скорость, ускорение, масса тела, плотность вещества, сила, давление, импульс тела, кинетическая энергия, потенциальная энергия, механическая работа, механическая мощность, КПД простого механизма, сила трения скольжения, коэффициент трения, амплитуда, период и частота колебаний, длина волны и скорость её распространения): на основе анализа условия задачи записывать краткое условие, выделять физические величины, законы и формулы, необходимые для её решения, проводить расчеты и оценивать реальность полученного значения физической величины.

Выпускник получит возможность научиться:

- использовать знания о механических явлениях в повседневной жизни для обеспечения безопасности при обращении с приборами и техническими устройствами, для сохранения здоровья и соблюдения норм экологического поведения в окружающей среде; приводить примеры практического использования физических знаний о механических явлениях и физических законах, примеры использования возобновляемых источников энергии, экологических последствий исследования космического пространства;
- различать границы применимости физических законов, понимать всеобщий характер фундаментальных законов (закон сохранения механической энергии, закон

сохранения импульса, закон всемирного тяготения) и ограниченность использования частных законов (закон Гука, Архимеда и др.);

- находить адекватную предложенной задаче физическую модель, разрешать проблему как на основе имеющихся знаний по механике с использованием математического аппарата, так и при помощи методов оценки.

Тепловые явления

Выпускник научится:

- распознавать тепловые явления и объяснять на базе имеющихся знаний основные свойства или условия протекания этих явлений: диффузия, изменение объёма тел при нагревании (охлаждении), большая сжимаемость газов, малая сжимаемость жидкостей и твёрдых тел; тепловое равновесие, испарение, конденсация, плавление, кристаллизация, кипение, изменение влажности воздуха, различные способы теплопередачи (теплопроводность, конвекция, излучение), изменение агрегатных состояний вещества, поглощение энергии при испарении жидкости и выделение её при конденсации пара, зависимость температуры кипения от давления;
- описывать изученные свойства тел и тепловые явления, используя физические величины: количество теплоты, внутренняя энергия, температура, удельная теплоёмкость вещества, удельная теплота плавления, удельная теплота парообразования, удельная теплота сгорания топлива, коэффициент полезного действия теплового двигателя; при описании правильно трактовать физический смысл используемых величин, их обозначения и единицы измерения, находить формулы, связывающие данную физическую величину с другими величинами, вычислять значение физической величины;
- анализировать свойства тел, тепловые явления и процессы, используя основные положения атомно-молекулярного учения о строении вещества и закон сохранения энергии;
- различать основные признаки изученных физических моделей строения газов, жидкостей и твёрдых тел;
- приводить примеры практического использования физических знаний о тепловых явлениях;
- решать задачи, используя закон сохранения энергии в тепловых процессах и формулы, связывающие физические величины (количество теплоты, температу-

ра, удельная теплоёмкость вещества, удельная теплота плавления, удельная теплота парообразования, удельная теплота сгорания топлива, коэффициент полезного действия теплового двигателя): на основе анализа условия задачи записывать краткое условие, выделять физические величины, законы и формулы, необходимые для её решения, проводить расчёты и оценивать реальность полученного значения физической величины.

Выпускник получит возможность научиться:

- использовать знания о тепловых явлениях в повседневной жизни для обеспечения безопасности при обращении с приборами и техническими устройствами, для сохранения здоровья и соблюдения норм экологического поведения в окружающей среде; приводить примеры экологических последствий работы двигателей внутреннего сгорания, тепловых и гидроэлектростанций;
- различать границы применимости физических законов, понимать всеобщий характер фундаментальных физических законов (закон сохранения энергии в тепловых процессах) и ограниченность использования частных законов;
- находить адекватную предложенной задаче физическую модель, разрешать проблему как на основе имеющихся знаний о тепловых явлениях с использованием математического аппарата, так и при помощи методов оценки.

Электрические и магнитные явления

Выпускник научится:

- распознавать электромагнитные явления и объяснять на основе имеющихся знаний основные свойства или условия протекания этих явлений: электризация тел, взаимодействие зарядов, электрический ток и его действия (тепловое, химическое, магнитное), взаимодействие магнитов, электромагнитная индукция, действие магнитного поля на проводник с током и на движущуюся заряженную частицу, действие электрического поля на заряженную частицу, электромагнитные волны, прямолинейное распространение света, отражение и преломление света, дисперсия света;
- составлять схемы электрических цепей с последовательным и параллельным соединением элементов, различая условные обозначения элементов электрических цепей (источник тока, ключ, резистор, реостат, лампочка, амперметр, вольтметр);

- использовать оптические схемы для построения изображений в плоском зеркале и собирающей линзе;
- описывать изученные свойства тел и электромагнитные явления, используя физические величины: электрический заряд, сила тока, электрическое напряжение, электрическое сопротивление, удельное сопротивление вещества, работа электрического поля, мощность тока, фокусное расстояние и оптическая сила линзы, скорость электромагнитных волн, длина волны и частота света; при описании верно трактовать физический смысл используемых величин, их обозначения и единицы измерения; находить формулы, связывающие данную физическую величину с другими величинами;
- анализировать свойства тел, электромагнитные явления и процессы, используя физические законы: закон сохранения электрического заряда, закон Ома для участка цепи, закон Джоуля — Ленца, закон прямолинейного распространения света, закон отражения света, закон преломления света; при этом различать словесную формулировку закона и его математическое выражение;
- приводить примеры практического использования физических знаний об электромагнитных явлениях;
- решать задачи, используя физические законы (закон Ома для участка цепи, закон Джоуля — Ленца, закон прямолинейного распространения света, закон отражения света, закон преломления света) и формулы, связывающие физические величины (сила тока, электрическое напряжение, электрическое сопротивление, удельное сопротивление вещества, работа электрического поля, мощность тока, фокусное расстояние и оптическая сила линзы, скорость электромагнитных волн, длина волны и частота света, формулы расчёта электрического сопротивления при последовательном и параллельном соединении проводников): на основе анализа условия задачи записывать краткое условие, выделять физические величины, законы и формулы, необходимые для её решения, проводить расчёты и оценивать реальность полученного значения физической величины.

Выпускник получит возможность научиться:

- использовать знания об электромагнитных явлениях в повседневной жизни для обеспечения безопасности при обращении с приборами и техническими устройствами, для сохранения здоровья и соблюдения норм экологиче-

ского поведения в окружающей среде; приводить примеры влияния электромагнитных излучений на живые организмы;

- различать границы применимости физических законов, понимать всеобщий характер фундаментальных законов (закон сохранения электрического заряда) и ограниченность использования частных законов (закон Ома для участка цепи, закон Джоуля — Ленца и др.);
- использовать приёмы построения физических моделей, поиска и формулировки доказательств выдвинутых гипотез и теоретических выводов на основе эмпирически установленных фактов;
- находить адекватную предложенной задаче физическую модель, разрешать проблему как на основе имеющихся знаний об электромагнитных явлениях с использованием математического аппарата, так и при помощи методов оценки.

Квантовые явления

Выпускник научится:

- распознавать квантовые явления и объяснять на основе имеющихся знаний основные свойства или условия протекания этих явлений: естественная и искусственная радиоактивность, α -, β - и γ -излучения, возникновение линейчатого спектра излучения атома;
- описывать изученные квантовые явления, используя физические величины: массовое число, зарядовое число, период полураспада, энергия фотонов; при описании правильно трактовать физический смысл используемых величин, их обозначения и единицы измерения; находить формулы, связывающие данную физическую величину с другими величинами, вычислять значение физической величины;
- анализировать квантовые явления, используя физические законы и постулаты: закон сохранения энергии, закон сохранения электрического заряда, закон сохранения массового числа, закономерности излучения и поглощения света атомом, при этом различать словесную формулировку закона и его математическое выражение;
- различать основные признаки планетарной модели атома, нуклонной модели атомного ядра;
- приводить примеры проявления в природе и практического использования радиоактивности, ядерных и термоядерных реакций, спектрального анализа.

Выпускник получит возможность научиться:

- использовать полученные знания в повседневной жизни при обращении с приборами и техническими устройствами (счётчик ионизирующих частиц, дозиметр), для сохранения здоровья и соблюдения норм экологического поведения в окружающей среде;
- соотносить энергию связи атомных ядер с дефектом массы;
- приводить примеры влияния радиоактивных излучений на живые организмы; понимать принцип действия дозиметра и различать условия его использования;
- понимать экологические проблемы, возникающие при использовании атомных электростанций, и пути решения этих проблем, перспективы использования управляемого термоядерного синтеза.

Элементы астрономии**Выпускник научится:**

- указывать названия планет Солнечной системы; различать основные признаки суточного вращения звёздного неба, движения Луны, Солнца и планет относительно звёзд;
- понимать различия между гелиоцентрической и геоцентрической системами мира.

Выпускник получит возможность научиться:

- указывать общие свойства и отличия планет земной группы и планет-гигантов; малых тел Солнечной системы и больших планет;
- различать основные характеристики звёзд (размер, цвет, температура), соотносить цвет звезды с её температурой;
- различать гипотезы о происхождении Солнечной системы.

**Тематическое планирование
7 класс**

(2/3 часа в неделю, всего 70/105 часов)

Содержание предмета	Тематическое планирование	Основные виды деятельности учащегося ¹⁾
<p>ФИЗИКА И ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ПРИРОДЫ (6/10 ч)</p> <p>Физика — наука о природе. Наблюдения и опыты. Научный метод. Физические величины и их измерение.</p>	<p>Что изучает физика. Физические тела, физические явления, физика и окружающий мир. Наблюдения и опыты. Научный метод познания. Физические модели. <i>Лабораторная работа №1</i> «Изменение времени протекания физического процесса». Физические величины, измерительные приборы, погрешности измерений. <i>Лабораторная работа №2</i> «Изучение измерительных приборов и инструментов. Проведение измерений. Конструирование измерительного прибора».</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Объясняет смысл основных физических терминов: физическое тело, физическое явление, физическая величина, единицы измерения; • распознает проблемы, которые можно решить при помощи физических методов; анализирует отдельные этапы проведения исследований и интерпретирует результаты наблюдений и опытов; • объясняет роль эксперимента в получении научной информации; • проводит прямые измерения физических величин: времени, расстояния, массы тела, объема, температуры; использует простейшие методы оценки погрешностей измерений.

Строение вещества (4/6 ч)	
<p>Атомы и молекулы. Три состояния вещества.</p>	<p>Атомы, молекулы, размеры молекул и атомов, движение молекул, взаимодействие атомов и молекул. <i>Лабораторная работа №3</i> «Изменение размеров малых тел и длины кривой». Три состояния вещества: газы, жидкости, твёрдые тела. <i>Контрольная работа №1</i> «Первоначальные сведения о строении вещества».</p>
Движение и взаимодействие тел (22/33 ч)	
<p>Механическое движение. Прямолинейное равномерное движение. Неравномерное движение. Закон инерции. Масса тела. Плотность вещества.</p>	<p>Механическое движение: относительность движения и покоя, траектория, путь и перемещение, геоцентрическая и гелиоцентрическая системы мира. Прямолинейное равномерное движение: скорость прямолинейного равномерного движения; как физические формулы позволяют ставить и решать задачи.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Объясняет на базе имеющихся знаний основные свойства и условия протекания явлений: диффузия, изменение объёма тел при нагревании (охлаждении), большая сжимаемость газов, малая сжимаемость жидкостей и твёрдых тел; • проводит косвенные измерения физических величин: линейных размеров тел и площади поверхности. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Распознаёт и объясняет на основе имеющихся знаний основные свойства или условия протекания таких явлений, как: равномерное и неравномерное движение, относительность механического движения; • описывает изученные свойства тел и механические явления, используя физические величины: путь, скорость, масса тела, плотность вещества, сила (сила тяжести, сила упругости, сила трения); 	

1) Универсальные учебные действия отражены в Пояснительной записке и Планируемых результатах обучения.

Продолжение таблицы

Содержание предмета	Тематическое планирование	Основные виды деятельности учащегося
<p>Силы в механике. Закон Гука. Измерение сил. Свойства сил трения.</p>	<p>Графики прямолинейного равномерного движения: график зависимости пути от времени, график зависимости скорости от времени. <i>Лабораторная работа №4</i> «Исследование равномерного движения тела». Неравномерное движение, средняя скорость. Закон инерции, масса тела. <i>Лабораторная работа №5</i> «Изменение массы тела». Плотность вещества. Измерение, сравнение и вычисление плотностей твёрдых тел, жидкостей и газов. Плотность сплавов. Нахождение объёма полости. <i>Лабораторная работа №6</i> «Изменение плотности твёрдых тел и жидкостей». Виды сил в механике: сила тяжести, сила упругости, сила трения. Закон Гука, измерение сил, равнодействующая.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • анализирует свойства тел, механические явления и процессы, используя физические законы; принцип суперпозиции сил (нахождение равнодействующей силы), закон Гука; • решает задачи: на основе анализа условия задачи записывает краткое условие, выделяет физические величины, законы и формулы, подбираемые для её решения, проводит расчёты и оценивает реальность полученного значения физической величины; • проводит исследование зависимостей физических величин с использованием прямых и косвенных измерений; при этом конструирует установку, фиксирует результаты полученной зависимости физических величин в виде таблиц и графиков, делает выводы по результатам исследования.

	<p><i>Лабораторная работа № 7 «Конструирование динамометра и измерение сил».</i></p> <p>Силы трения; свойства сил трения скольжения, сила трения покоя, трение качения.</p> <p><i>Лабораторная работа № 8 «Исследование трения скольжения».</i></p> <p><i>Контрольная работа № 2 «Движение и взаимодействие тел».</i></p>	
<p>Давление твёрдых тел.</p> <p>Давление жидкостей и газов.</p> <p>Закон Паскаля.</p> <p>Зависимость давления жидкости от глубины.</p> <p>Закон сообщающихся сосудов.</p> <p>Атмосферное давление.</p> <p>Выталкивающая сила.</p> <p>Закон Архимеда.</p> <p>Плавание тел.</p>	<p>Давление. Закон Архимеда и плавание тел (19/26 ч)</p> <p>Давление. Давление, оказываемое различными телами, давление и плотность вещества.</p> <p>Давление жидкостей и газов, зависимость давления газа от объёма и температуры. Закон Паскаля. Гидравлический пресс, манометры, насосы.</p> <p>Зависимость давления жидкости от глубины. Закон сообщающихся сосудов. Жидкостный манометр, сообщающиеся сосуды с различными жидкостями.</p> <p>Атмосферное давление, опыт Торричелли, барометры, зависимость атмосферного давления от высоты.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Распознаёт и объясняет на основе имеющихся знаний основные свойства или условия протекания явлений: передача давления твёрдыми телами, жидкостями и газами, атмосферное давление, плавание тел; ● описывает изученные свойства тел и явления, используя физические величины; давление, плотность вещества, сила; ● анализирует свойства тел, механические явления и процессы, используя физические законы: закон Паскаля, закон Архимеда, решает задачи, используя эти законы;

Окончание таблицы

Содержание предмета	Тематическое планирование	Основные виды деятельности учащихся
	<p>Выталкивающая сила, закон Архимеда, чем обусловлена сила Архимеда.</p> <p><i>Лабораторная работа № 9</i> «Изучение выталкивающей силы (силы Архимеда)».</p> <p>Плавание тел: условие плавания тел, воздухоплавание, плавание судов.</p> <p><i>Лабораторная работа № 10</i> «Условие плавания тел в жидкости».</p> <p><i>Контрольная работа № 3</i> «Закон Архимеда и плавание тел».</p>	<ul style="list-style-type: none"> • объясняет принципы действия машин, приборов и технических устройств, условия их безопасного использования в повседневной жизни; • проводит косвенные измерения физических величин (силу Архимеда, плотность); при выполнении измерений собирает экспериментальную установку, следуя предложенной инструкции, вычисляет значение величины и анализирует полученные результаты с учётом заданной точности измерений.
<p>Механическая работа.</p> <p>Мощность.</p> <p>Блоки и наклонная плоскость.</p> <p>Рычаг.</p> <p>Механическая энергия.</p>	<p align="center">Работа и энергия (13/21 ч)</p> <p>Механическая работа, мощность, работа переменной силы, коэффициент полезного действия механизма.</p> <p>Блоки, наклонная плоскость, «Золотое правило» механики.</p> <p>Условие равновесия рычага, правило моментов, нахождение центра тяжести.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • На основе имеющихся знаний объясняет и применяет для решения задач условия равновесия твёрдых тел, имеющих закреплённую ось вращения; • решает задачи, используя формулы, связывающие физические величины (кинетическая энергия, потенциальная энергия, механическая работа,

	<p><i>Лабораторная работа № 11</i> «Привиле и равновесия рычага. Нахождение и сравнение моментов сил».</p> <p>Энергия: механическая энергия, кинетическая энергия, потенциальная энергия, закон сохранения энергии в механике.</p> <p><i>Контрольная работа № 4</i> «Работа и энергия».</p>	<p>механическая мощность, КПД простого механизма);</p> <ul style="list-style-type: none"> • анализирует ситуации практического ориентированного характера, узнаёт в них проявление изученных физических явлений или закономерностей и применяет имеющиеся знания для их объяснения; • проводит косвенные измерения физических величин: при выполнении измерений собирает экспериментальную установку, вычисляет значение величины и анализирует полученные результаты с учётом заданной точности измерений.
Подведение итогов учебного года¹⁾ (2/2 ч)		
Резерв учебного времени²⁾ (4/7 ч)		

¹⁾ 1 ч можно использовать для проведения итоговой контрольной работы.

²⁾ По усмотрению учителя часы резерва учебного времени можно использовать для проектно-исследовательской деятельности.

Тематическое планирование

8 класс

(2/3 часа в неделю, всего 70/105 часов)

Содержание предмета	Тематическое планирование	Основные виды деятельности учащегося ¹⁾
<p>Внутренняя энергия. Количество теплоты и виды теплопередачи. Удельная теплоёмкость вещества. Энергия топлива. Плавление и кристаллизация. Парообразование и конденсация. Тепловые двигатели.</p>	<p>ТЕПЛОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ (17/26 ч)</p> <p>Внутренняя энергия, способы изменения внутренней энергии, температура, виды теплопередачи. Удельная теплоёмкость, измерение удельной теплоёмкости вещества, уравнение теплового баланса. <i>Лабораторная работа №1</i> «Изменение количества теплоты и удельной теплоёмкости вещества». Удельная теплота сгорания, плавление, удельная теплота плавления, кристаллизация. <i>Кратковременная κ/р №1</i> «Количество теплоты». Парообразование и конденсация, парение, кипение, удельная теплота парообразования, насыщенный и ненасыщенный пар, влажность воздуха, кипение воды при комнатной температуре.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Распознаёт тепловые явления и объясняет на базе имеющихся знаний основные свойства или условия протекания этих явлений: тепловое равновесие, испарение, конденсация, плавление, кристаллизация, кипение, влажность воздуха, различные способы теплопередачи (телопроводность, конвекция, излучение), изменение агрегатных состояний вещества, поглощение энергии при испарении жидкости и выделение её при конденсации пара, зависимость температуры кипения от давления; описывает изученные свойства тел и тепловые явления и решает задачи, используя физические величины: количество теплоты, внутреннюю энергию, температуру, удельную теплоёмкость вещества, удельную

	<p><i>Лабораторная работа №2 «Измерение относительной влажности воздуха».</i></p> <p>Тепловые двигатели, паровая турбина, реактивный двигатель, двигатель внутреннего сгорания, КПД теплового двигателя, тепловые двигатели и защита окружающей среды.</p> <p><i>Контрольная работа №2 «Изменения агрегатного состояния. Тепловые двигатели».</i></p>	<p>теплоту плавления, удельную теплоту парообразования, удельную теплоту сгорания топлива, коэффициент полезного действия теплового двигателя и закон сохранения энергии;</p> <ul style="list-style-type: none"> • анализирует свойства тел, тепловые явления и процессы, используя основные положения атомно-молекулярного учения о строении вещества и закон сохранения энергии; • приводит примеры практического использования знаний о тепловых явлениях; • проводит косвенные измерения физических величин: при выполнении измерений собирает экспериментальную установку, следуя предложенной инструкции, вычисляет значение величины и анализирует полученные результаты с учётом заданной точности измерений.
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ (30/46 ч)		
<p>Электризация тел. Носители электрического заряда.</p>	<p>Электрические взаимодействия, два рода электрических зарядов, носители электрического заряда, проводники и диэлектрики.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Распознаёт электромагнитные явления и объясняет на основе имеющихся знаний основные свойства или условия протекания этих

1) Универсальные учебные действия отражены в Пояснительной записке и Планируемых результатах обучения.

Продолжение таблицы

Содержание предмета	Тематическое планирование	Основные виды деятельности учащегося
<p>Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона.</p> <p>Электрическое поле.</p> <p>Электрический ток. Действия электрического тока.</p> <p>Сила тока и напряжение.</p> <p>Закон Ома для участка цепи. Удельное сопротивление.</p> <p>Применение закона Ома к последовательному, параллельному и смешанному соединению проводников.</p> <p>Работа и мощность электрического тока.</p> <p>Полупроводники и полупроводниковые приборы.</p>	<p>Электрометр, закон сохранения электрического заряда, закон Кулона, элементарный электрический заряд.</p> <p>Электрическое поле, напряжённость электрического поля, напряжение, энергия электрического поля, конденсаторы.</p> <p>Электрический ток, условия существования электрического тока, источники тока, электрическая цепь, действия электрического тока.</p> <p>Сила тока, напряжение на участке цепи, напряжение и сила тока при последовательном и параллельном соединении проводников.</p> <p><i>Лабораторная работа №3 «Сборка электрической цепи. Измерение силы тока и напряжения».</i></p> <p>Закон Ома для участка цепи, удельное сопротивление вещества, зависимость удельного сопротивления проводников от температуры,</p>	<p>явлений: электризацию тел, взаимодействие зарядов, электрический ток и его действия (тепловое, химическое, магнитное), взаимодействие магнитов, электромагнитную индукцию, действие магнитного поля на проводник с током и на движущуюся заряженную частицу, действие электрического поля на заряженную частицу, электромагнитные волны;</p> <ul style="list-style-type: none"> • составляет схемы электрических цепей с последовательным и параллельным соединением элементов, различая условные обозначения элементов электрических цепей (источника тока, ключа, резистора, реостата, лампочки, амперметра, вольтметра); • описывает изученные свойства тел и электромагнитные явления, решает задачи, используя физические величины: электрический заряд, силу тока, электрическое напряжение, электрическое сопротивление,

<p>Магнитные взаимодействия. Магнитное поле. Сила Ампера. Сила Лоренца. Электромагнитная индукция. Производство и передача электроэнергии. Электромагнитные волны.</p>	<p>сопротивление участка цепи при последовательном, параллельном и смешанном соединении проводников. <i>Лабораторная работа № 4</i> «Исследование зависимости силы тока в проводнике от напряжения на его концах. Измерение сопротивления». <i>Лабораторная работа № 5</i> «Исследование зависимости сопротивления провода от его размеров и вещества, из которого он изготовлен». <i>Лабораторная работа № 6</i> «Исследование вольтамперной характеристики лампы накаливания». <i>Лабораторная работа № 7</i> «Изучение последовательного соединения проводников». <i>Лабораторная работа № 8</i> «Изучение параллельного соединения проводников». <i>Контрольная работа № 3</i> «Электрические взаимодействия. Электрический ток». Закон Джоуля — Ленца и работа тока, мощность тока, короткое замыкание и предохранитель, мощность тока в последовательно и параллельно соединённых</p>	<p>удельное сопротивление вещества, работу электрического поля, мощность тока, скорость электромагнитных волн, длину волны и частоту света;</p> <ul style="list-style-type: none"> • анализирует свойства тел, электромагнитные явления и процессы, используя физические законы: закон сохранения электрического заряда, закон Ома для участка цепи, закон Джоуля — Ленца; • приводит примеры практического использования знаний о электромагнитных явлениях; • проводит прямые (сила тока и напряжение) и косвенные (сопротивление проводника, работа и мощность тока) измерения физических величин; вычисляет значение величины и анализирует полученные результаты с учётом заданной точности измерений. • Собирает экспериментальные установки для проведения опыта, наблюдения.
---	--	--

Продолжение таблицы

Содержание предмета	Тематическое планирование	Основные виды деятельности учащегося
	<p>проводниках, мощность тока при смешанном соединении проводников.</p> <p><i>Лабораторная работа № 9</i> «Измерение работы и мощности электрического тока. Изучение теплового действия тока и нахождение КПД электрического нагревателя».</p> <p>Полупроводники и их использование, носители зарядов в полупроводниках, полупроводниковые приборы.</p> <p><i>Контрольная работа № 4</i> «Электрические цепи. Работа и мощность тока».</p> <p>Взаимодействие постоянных магнитов, магнитные свойства проводников с токами, электромагниты, магнитное поле.</p> <p><i>Лабораторная работа № 10</i> «Изучение магнитных явлений».</p> <p>Модуль силы Ампера, направление силы Ампера, действие магнитного поля на рамку с током, электро-</p>	

	<p>измерительные приборы, электродвигатель, сила Лоренца. Явление электромагнитной индукции, правило Ленца. Генератор переменного тока, типы электростанций и их воздействие на окружающую среду, почему электроэнергию передают под высоким напряжением, трансформаторы, альтернативные источники электроэнергии. <i>Лабораторная работа № 11</i> «Наблюдение и изучение явления электромагнитной индукции. Принцип действия трансформатора». <i>Контрольная работа № 5</i> «Магнитные взаимодействия. Электромагнитная индукция».</p>	
ОПТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ (17 /27 ч)		
<p>Действия света. Источники света. Распространение света. Отражение света. Преломление света. Линзы.</p>	<p>Действия света, источники света, закон прямолинейного распространения света, тень и полутень. Законы зеркального отражения света, изображение в зеркале, диффузное (рассеянное) отражение, область видения предмета в зеркале.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Распознаёт оптические явления и объясняет на основе имеющихся знаний основные свойства и условия протекания следующих явлений: прямолинейное распространение света, отражение и преломление света, дисперсия света;

Окончание таблицы

Содержание предмета	Тематическое планирование	Основные виды деятельности учащегося
<p>Построение изображений в линзах. Глаз и оптические приборы. Дисперсия, дифракция и интерференция света.</p>	<p><i>Лабораторная работа № 12</i> «Исследование зеркального отражения света». Законы преломления света, линзы, прохождение луча света через стеклянную плоскопараллельную пластинку и стеклянную призму. <i>Лабораторная работа № 13</i> «Исследование преломления света». Линзы. Построение изображений в собирающей и в рассеивающей линзах. Глаз, фотоаппарат и видеокамера, киноаппарат и проектор. <i>Лабораторная работа № 14</i> «Измерение оптической силы линзы. Изучение свойств собирающей линзы». Дисперсия света, окраска предметов, интерференция света, дифракция света, цвет. <i>Лабораторная работа № 15</i> «Наблюдение явления дисперсии света».</p>	<ul style="list-style-type: none"> • использует оптические схемы для построения изображений в плоском зеркале, собирающей и рассеивающей линзах; • описывает изученные свойства тел и оптические явления, решает задачи, используя физические величины; фокусное расстояние и оптическую силу линзы; • анализирует свойства тел, оптические явления, используя физические законы: закон прямолинейного распространения света, закон отражения света, закон преломления света; • приводит примеры практического использования физических знаний об оптических явлениях; • проводит прямые (фокусное расстояние линзы) и косвенные (оптическая сила линзы) измерения физических величин; при выполнении измерений собирает экспериментальную установку, следуя предложенной инструкции, вычисляет значение

	Контрольная работа № 6 «Оптические явления».	величины и анализирует полученные результаты с учётом заданной точности измерений.
Подведение итогов учебного года¹⁾ (2/2 ч)		
Резерв учебного времени²⁾ (4/4 ч)		

1) 1 ч можно использовать для проведения итоговой контрольной работы.

2) По усмотрению учителя часы резерва учебного времени можно использовать для проектно-исследовательской деятельности.

Тематическое планирование

9 класс

(2/3 часа в неделю, всего 70/105 часов)

Содержание предмета	Тематическое планирование	Основные виды деятельности учащегося ¹⁾
<p>Система отсчёта, траектория, путь и перемещение.</p> <p>Прямолинейное равномерное движение.</p> <p>Прямолинейное равноускоренное движение.</p> <p>Перемещение при прямолинейном равноускоренном движении.</p> <p>Равномерное движение по окружности.</p>	<p>Относительность движения и покоя, система отсчета, материальная точка, траектория, путь и перемещение, действия с векторными величинами.</p> <p>Прямолинейное равномерное движение, скорость, график зависимости координаты тела от времени, средняя скорость, относительная скорость.</p> <p>Прямолинейное равноускоренное движение, ускорение, зависимость и график зависимости проекции скорости от времени при прямолинейном равноускоренном движении.</p> <p>Перемещение при прямолинейном равноускоренном движении, нахождение проекции перемещения с помощью графика зависимости</p>	<p>● Распознаёт механические явления и объясняет на основе имеющихся знаний основные свойства и условия протекания этих явлений: равномерное и неравномерное движение, равномерное и равноускоренное прямолинейное движение, относительность механического движения, свободное падение тел, равномерное движение по окружности;</p> <p>● описывает изученные свойства тел и механические явления, используя физические величины: путь, перемещение, скорость, ускорение, период обращения;</p> <p>● решает задачи, используя формулы, связывающие физические величины (путь, скорость, ускорение);</p> <p>● проводит прямые и косвенные измерения физических величин: при</p>
МЕХАНИЧЕСКОЕ ДВИЖЕНИЕ (КИНЕМАТИКА) (11/18 ч)		

	<p>проекции скорости от времени, соотношение между путём и скоростью.</p> <p><i>Лабораторная работа № 1 «Исследование равноускоренного движения без начальной скорости».</i></p> <p><i>Лабораторная работа № 2 «Исследование зависимости скорости тела от пройденного пути при равноускоренном движении».</i></p> <p>Равномерное движение по окружности, скорость и ускорение тела при равномерном движении по окружности, период и частота обращения.</p> <p><i>Контрольная работа № 1 «Кинематика».</i></p>	<p>выполнении измерений собирает экспериментальную установку, следуя предложенной инструкции, вычисляет значение величины и анализирует полученные результаты с учётом заданной точности измерений.</p>
ЗАКОНЫ ДВИЖЕНИЯ И СИЛЫ (ДИНАМИКА) (16 /25 ч)		
<p>Законы Ньютона. Вес тела. Силы упругости. Силы тяготения. Силы трения.</p>	<p>Закон инерции, инерциальные системы отсчёта, первый закон Ньютона. Силы, равнодействующая, масса, второй закон Ньютона. Третий закон Ньютона.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Распознаёт механические явления и объясняет на основе имеющихся знаний основные свойства и условия протекания этих явлений: явление инерции, взаимодействие тел; • описывает изученные свойства тел и механические явления, используя физические величины: массу тела,

1) Универсальные учебные действия отражены в Пояснительной записке и Планируемых результатах обучения.

Продолжение таблицы

Содержание предмета	Тематическое планирование	Основные виды деятельности учащегося
	<p>Вес тела, движущегося с ускорением, невесомость.</p> <p>Силы упругости, закон Гука, последовательное и параллельное соединение пружин.</p> <p><i>Лабораторная работа № 3 «Сложение сил».</i></p> <p><i>Лабораторная работа № 4 «Применение второго закона Ньютона для нахождения равнодействующей».</i></p> <p>Закон всемирного тяготения, движение планет вокруг Солнца, сила тяжести и закон всемирного тяготения, первая космическая скорость.</p> <p>Силы трения, сила трения скольжения, сила трения покоя, другие виды сил трения.</p> <p><i>Лабораторная работа № 5 «Исследование силы трения скольжения».</i></p> <p>Тело на наклонной плоскости.</p> <p>Движение системы тел.</p> <p><i>Контрольная работа № 2 «Динамика».</i></p>	<p>силу (силу тяжести, силу упругости, силу трения);</p> <ul style="list-style-type: none"> • анализирует свойства тел, механические явления и процессы, используя физические законы: закон всемирного тяготения, принцип суперпозиции сил (нахождение равнодействующей силы), I, II и III законы Ньютона; • решает задачи, используя физические законы (закон всемирного тяготения, принцип суперпозиции сил, I, II и III законы Ньютона, закон Гука) и формулы, связывающие физические величины (путь, скорость, ускорение, масса тела, плотность вещества, сила); • проводит прямые и косвенные измерения физических величин: при выполнении измерений собирает экспериментальную установку, следуя предложенной инструкции, вычисляет значение величины и анализирует полученные результаты с учётом заданной точности измерений.

ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ (10/16 ч)		
<p>Импульс. Закон сохранения импульса. Реактивное движение. Освоение космоса.</p> <p>Механическая работа. Мощность.</p> <p>Потенциальная и кинетическая энергия.</p> <p>Закон сохранения энергии в механике.</p>	<p>Импульс, импульс силы, закон сохранения импульса, условия применения закона сохранения импульса. Реактивное движение и ракеты, развитие ракетостроения, освоение космоса.</p> <p>Определение работы, работа силы тяжести, работа силы упругости, работа силы трения.</p> <p>Мощность.</p> <p>Связь энергии и работы, потенциальная энергия, кинетическая энергия.</p> <p>Механическая энергия, закон сохранения энергии в механике, изменение механической энергии вследствие трения скольжения, общий закон сохранения энергии.</p> <p>Применение законов сохранения в механике к неравномерному движению по окружности и движению системы тел.</p> <p><i>Контрольная работа №3 «Законы сохранения в механике».</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Описывает изученные свойства тел и механические явления, используя физические величины: импульс тела, кинетическую энергию, потенциальную энергию, механическую работу, механическую мощность; • анализирует свойства тел, механические явления и процессы, используя физические законы: закон сохранения импульса, закон сохранения энергии; • решает задачи, используя физические законы (закон сохранения импульса, закон сохранения энергии) и формулы, связывающие физические величины (импульс тела, кинетическую энергию, потенциальную энергию, механическую работу, механическую мощность); • проводит прямые и косвенные измерения физических величин: при выполнении измерений собирает экспериментальную установку, следуя предложенной инструкции, вычисляет значение величины и анализирует полученные результаты с учётом заданной точности измерений.

Продолжение таблицы

Содержание предмета	Тематическое планирование	Основные виды деятельности учащегося
<p>Механические колебания. Механические волны. Звук.</p>	<p>МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ (9/13 ч)</p> <p>Условия существования свободных колебаний, основные характеристики колебаний, график зависимости смещения от времени, периоды колебаний маятников, превращения энергии при механических колебаниях. <i>Лабораторная работа № 6</i> «Изучение колебаний нитяного маятника. Измерение ускорения свободного падения». <i>Лабораторная работа № 7</i> «Изучение колебаний пружинного маятника». Механические волны, звук. <i>Контрольная работа № 4</i> «Механические колебания и волны».</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Распознаёт механические явления и объясняет на основе имеющихся знаний основные свойства и условия протекания этих явлений: резонанс, волновое движение (звук); • описывает изученные свойства тел и механические явления, используя физические величины: амплитуду, период и частоту колебаний, длину волны и скорость её распространения; • решает задачи, используя формулы, связывающие физические величины (амплитуду, период и частоту колебаний, длину волны и скорость её распространения); • проводит прямые и косвенные измерения физических величин: при выполнении измерений собирает экспериментальную установку, следуя предложенной инструкции, вычисляет значение величины и анализирует полученные результаты с учётом заданной точности измерений.

КВАНТОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ (8/12 ч)	
<p>Строение атома. Атомные спектры. Атомное ядро. Ядерные силы. Радиоактивность. Ядерные реакции. Ядерная энергетика.</p>	<p>Опыт Резерфорда, планетарная модель атома, теория атома Бора. Спектры излучения и поглощения. Строение атомного ядра, радиоактивность, период полураспада. Ядерные реакции, энергия связи атомных ядер, реакции синтеза и деления ядер, ядерный реактор, ядерная энергетика. <i>Контрольная работа №5 «Атом и атомное ядро».</i></p>
	<ul style="list-style-type: none"> • Распознаёт квантовые явления и объясняет на основе имеющихся знаний основные свойства или условия протекания этих явлений: естественная и искусственная радиоактивность, α-, β- и γ-излучения, возникновение линейчатого спектра излучения атома; • описывает изученные квантовые явления, используя физические величины: массовое число, зарядовое число, период полураспада, энергию фотонов; • анализирует квантовые явления, используя физические законы и постулаты: закон сохранения энергии, закон сохранения электрического заряда, закон сохранения массового числа, закономерности излучения и поглощения света атомом; • различает основные признаки планетарной модели атома, нуклонной модели атомного ядра; • приводит примеры проявления в природе и практического использования радиоактивности, ядерных и термоядерных реакций, спектрального анализа.

Окончание таблицы

Содержание предмета	Тематическое планирование	Основные виды деятельности учащегося
СТРОЕНИЕ И ЭВОЛЮЦИЯ ВСЕЛЕННОЙ (3/4 ч)		
<p>Геоцентрическая и гелиоцентрическая системы мира. Планеты, астероиды и кометы. Эволюция Солнечной системы. Звёзды и галактики.</p>	<p>Геоцентрическая система мира, гелиоцентрическая система мира. Планеты, астероиды и кометы, происхождение Солнечной системы. Эволюция звёзд, нейтронные звёзды, новые и сверхновые, чёрные дыры, происхождение химических элементов. Млечный Путь, другие галактики, расширение Вселенной и гипотеза Большого взрыва.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Указывает названия планет Солнечной системы; различает основные признаки суточного вращения звёздного неба, движения Луны, Солнца и планет относительно звёзд; объясняет различия между гелиоцентрической и геоцентрической системами мира.
Подготовка к Государственной итоговой аттестации (7/11 ч)		
Подведение итогов учебного года¹⁾ (2/2 ч)		
Резерв учебного времени²⁾ (4/4 ч)		

1) 1 ч можно использовать для проведения итоговой контрольной работы.

2) По усмотрению учителя часы резерва учебного времени можно использовать для проектно-исследовательской деятельности.

ПРИМЕРНОЕ ПОУРОЧНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

Тема	2 часа в неделю	3 часа в неделю	Дата проведения
Тепловые явления (17 ч/26 ч)			
Внутренняя энергия	1	1	
Виды теплопередачи	1	2	
Удельная теплоёмкость	1	1	
Постановка и решение более трудных задач по теме «Удельная теплоёмкость»	1	2	
Измерение удельной теплоёмкости вещества. Уравнение теплового баланса	1	2	
Решение задач по теме «Уравнение теплового баланса»	1	2	
<i>Лабораторная работа № 1</i> «Измерение количества теплоты и удельной теплоёмкости вещества»	1	1	
<i>Контрольная работа № 1</i> «Количество теплоты»	1	1	
Энергия топлива	1	1	
Плавление и кристаллизация	1	2	
Парообразование и конденсация	1	1	
Удельная теплота парообразования	1	2	
Решение задач по теме «Удельная теплота парообразования»	1	2	
Насыщенный и ненасыщенный пар. Влажность воздуха	1	2	
<i>Лабораторная работа № 2</i> «Измерение относительной влажности воздуха»	1	1	

Продолжение таблицы

Тема	2 часа в неделю	3 часа в неделю	Дата проведения
Тепловые двигатели	1	2	
<i>Контрольная работа № 2</i> «Изменение агрегатного состояния. Тепловые двигатели»	1	1	
Электрические явления (21 ч/33 ч)			
Электризация тел. Носители электрического заряда	1	2	
Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона	1	2	
Электрическое поле. Конденсаторы	1	2	
Электрический ток. Действия электрического тока	1	1	
Сила тока и напряжение	1	2	
<i>Лабораторная работа № 3</i> «Сборка электрической цепи. Измерение силы тока и напряжения»	1	1	
Закон Ома для участка цепи. Удельное сопротивление	1	2	
Постановка и решение более сложных задач по теме «Закон Ома для участка цепи. Удельное сопротивление»	1	2	
<i>Лабораторная работа № 4</i> «Исследование зависимости силы тока в проводнике от напряжения на его концах. Измерение сопротивления»	1	1	
<i>Лабораторная работа № 5</i> «Исследование зависимости сопротивления провода от его размеров и вещества, из которого он изготовлен»	1	1	

Продолжение таблицы

Тема	2 часа в неделю	3 часа в неделю	Дата проведения
<i>Лабораторная работа № 6</i> «Исследование вольтамперной характеристики лампы накаливания»	1	1	
Применение закона Ома к последовательному соединению проводников	1	2	
<i>Лабораторная работа № 7</i> «Изучение последовательного соединения проводников»	1	1	
Применение закона Ома к параллельному соединению проводников	1	2	
<i>Лабораторная работа № 8</i> «Изучение параллельного соединения проводников»	1	3	
Применение закона Ома к смешанному соединению проводников	1	1	
Работа и мощность электрического тока	1	2	
Мощность тока в последовательно и параллельно соединённых проводниках	1	2	
<i>Лабораторная работа № 9</i> «Измерение работы и мощности электрического тока. Изучение теплового действия тока и нахождение КПД электрического нагревателя»	1	1	
Полупроводники и полупроводниковые приборы	1	1	
<i>Контрольная работа № 3</i> «Электрические взаимодействия. Электрический ток»	1	1	

Продолжение таблицы

Тема	2 часа в неделю	3 часа в неделю	Дата проведения
Электромагнитные явления (9 ч/13 ч)			
Магнитные взаимодействия. Магнитное поле	1	2	
<i>Лабораторная работа № 10</i> «Изучение магнитных явлений»	1	1	
Сила Ампера. Сила Лоренца	1	3	
Электромагнитная индукция	1	2	
<i>Лабораторная работа № 11</i> «Наблюдение и изучение явления электромагнитной индукции. Принцип действия трансформатора»	1	1	
Производство и передача электроэнергии	1	1	
Электромагнитные волны	1	1	
Обобщающий урок «Электромагнитные явления»	1	1	
<i>Контрольная работа № 5</i> «Магнитные взаимодействия. Электромагнитная индукция»	1	1	
Оптические явления (17 ч/27 ч)			
Действия света. Источники света. Распространение света	1	2	
Отражение света	1	2	
<i>Лабораторная работа № 12</i> «Исследование зеркального отражения света»	1	1	
Преломление света	1	2	
<i>Лабораторная работа № 13</i> «Исследование преломления света»	1	1	

Окончание таблицы

Тема	2 часа в неделю	3 часа в неделю	Дата проведения
Решение задач по теме «Законы распространения света»	1	2	
Линзы	1	2	
Построение изображений в собирающей линзе	1	2	
Построение изображений в рассеивающей линзе	1	2	
<i>Лабораторная работа № 14</i> «Измерение оптической силы линзы. Изучение свойств собирающей линзы»	1	1	
Формула тонкой линзы	1	2	
Решение задач по теме «Линзы»	1	2	
Глаз и оптические приборы	1	2	
Дисперсия, дифракция и интерференция света	1	1	
<i>Лабораторная работа № 15</i> «Наблюдение явления дисперсии света»	1	1	
Обобщающий урок «Оптические явления»	1	1	
<i>Контрольная работа № 6</i> «Оптические явления»	1	1	
Подведение итогов учебного года (2 ч)			
Обобщающее повторение	1	1	
Итоговая контрольная работа	1	1	

Резерв учебного времени 4 ч

ПРИМЕРНОЕ СОДЕРЖАНИЕ УРОКОВ **(2 часа в неделю)**

Тепловые явления (17 ч)

Урок № 1/1. Внутренняя энергия

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Внутренняя энергия. § 1 (п. 1); № 1–4.

2. Способы изменения внутренней энергии. § 1 (п. 2).

3. Температура. § 1 (п. 3); № 5, 6.

Демонстрации:

Модель броуновского движения.

Виды термометров.

Нагревание спицы при трении.

Нагревание спицы в горячей воде.

Нагревание спицы ударом молотка.

Материалы для домашнего задания: § 1 (п. 1–3); № 27–37, 58.

Урок № 2/2. Виды теплопередачи

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Теплопроводность. § 1 (п. 4); № 7–13.

2. Проведение кратковременной фронтальной практической работы «Установление зависимости теплопроводности от вида материала».

3. Конвекция. § 1 (п. 4); № 14–17.

4. Излучение. § 1 (п. 4); № 18–22.

Демонстрации:

Прогревание спицы в пламени спиртовки.

Теплопроводность различных веществ.

Конвекция в жидкостях.

Конвекционные потоки теплого воздуха.

Сравнение поглощения излучения черной матовой и блестящей поверхностями.

Устройство и принцип действия термоса.

Материалы для домашнего задания: § 1 (п. 4); № 38–44, 46, 50, 52, 59.

Урок № 3/3. Удельная теплоёмкость

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Опыт Джоуля. § 2 (п. 1); № 1.

2. Удельная теплоёмкость. § 2 (п. 2); № 2–8.

Демонстрации:

Различие в теплоёмкости различных веществ.
Определение удельной теплоёмкости воды.

Материалы для домашнего задания: § 2; № 27, 29–33.

Урок № 4/4. Постановка и решение более трудных задач по теме «Удельная теплоёмкость»

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Ставим и решаем задачи по теме «Удельная теплоёмкость». § 2 (п. 2); № 9–18.

Материалы для домашнего задания: § 2; № 34, 40, 41.

Урок № 5/5. Измерение удельной теплоёмкости вещества. Уравнение теплового баланса

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Измерение удельной теплоёмкости вещества. § 3 (п. 1); № 1–3.

2. Уравнение теплового баланса. § 3 (п. 2); № 4, 5.

3. Постановка и решение более трудных задач. § 3 (п. 3); № 6, 7.

Демонстрации:
Устройство калориметра.

Материалы для домашнего задания: §3; №8–11.

Урок №6/6. Решение задач по теме «Уравнение теплового баланса»

Дата проведения _____

Содержание урока

4. Решение задач по теме «Уравнение теплового баланса». §3; №12, 19–21.

Демонстрации:
Определение количества теплоты при теплообмене.

Материалы для домашнего задания: §3; №16.

Урок №7/7. Лабораторная работа №1 «Измерение количества теплоты и удельной теплоёмкости вещества»

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Проведение лабораторной работы №1 «Измерение количества теплоты и удельной теплоёмкости вещества».

Материалы для домашнего задания: §3; №22.

Урок № 8/8. Контрольная работа № 1 «Количество теплоты»

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Проведение контрольной работы № 1 «Количество теплоты».

Материалы для домашнего задания: § 3; № 13, 14, 18.

Урок № 9/9. Энергия топлива

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Удельная теплота сгорания. § 4 (п. 1); № 1–4.

2. Ставим и решаем задачи. § 4 (п. 1); № 5, 6, 34, 42.

Материалы для домашнего задания: § 4 (п. 1); № 21–24, 33, 43.

Урок № 10/10. Плавление и кристаллизация

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Плавление. § 4 (п. 2); № 7–9.

2. Удельная теплота плавления. § 4 (п. 3); № 10–12.

3. Кристаллизация. § 4 (п. 4); № 13–17.

Демонстрации:

Модель кристаллической решётки.

Плавление и отвердевание на примере льда.

Образование кристаллов.

Материалы для домашнего задания: § 4; № 18, 28, 31, 35, 38, 47, 48.

Урок № 11/11. Парообразование и конденсация

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Парообразование и конденсация. § 5 (п. 1); № 1–3.

2. Испарение. § 5 (п. 2); № 4–8.

3. Проведение кратковременной фронтальной практической работы «Установление зависимости скорости испарения воды от площади поверхности жидкости».

4. Кипение. § 5 (п. 3); № 9–12.

5. Проведение кратковременной фронтальной практической работы «Кипение тёплой воды при пониженном давлении».

Демонстрации:

Испарение различных жидкостей.
Охлаждение жидкости при испарении.
Постоянство температуры кипения воды.
Наблюдение процессов кипения и конденсации.

Материалы для домашнего задания: § 5; № 25, 26, 29–33.

Урок № 12/12. Удельная теплота парообразования

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Удельная теплота парообразования. § 5 (п. 4); № 13—15.

2. Ставим и решаем задачи. § 5 (п. 8); № 27, 28.

Материалы для домашнего задания: § 5; № 23, 34.

Урок № 13/13. Решение задач по теме «Удельная теплота парообразования»

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Решение задач по теме «Удельная теплота парообразования». § 5; № 40, 41, 45–47.

Материалы для домашнего задания: § 5; № 35, 37, 42, 44.

Урок № 14/14. Насыщенный и ненасыщенный пар. Влажность воздуха

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Насыщенный и ненасыщенный пар. § 5 (п. 5); № 16, 17.

2. Влажность воздуха. § 5 (п. 6); № 18–24.

3. Проведение кратковременной фронтальной практической работы «Установление зависимости давления воздуха от объёма и температуры».

Демонстрации:

Волосной и конденсационный гигрометр.

Измерение влажности психрометром.

Материалы для домашнего задания: § 5; № 38, 43.

Урок № 15/15. Лабораторная работа № 2 «Измерение относительной влажности воздуха»

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Проведение лабораторной работы № 2 «Измерение относительной влажности воздуха».

Материалы для домашнего задания: § 5; № 34, 36, 39, 48.

Урок № 16/16. Тепловые двигатели

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Паровая турбина. § 6 (п. 1); № 1–5.

2. Реактивный двигатель. § 6 (п. 2); № 6–9.

3. Двигатель внутреннего сгорания. § 6 (п. 3); № 10.

4. КПД теплового двигателя. § 6 (п. 4); № 11–13.

5. Тепловые двигатели и защита окружающей среды. § 6 (п. 5).

Демонстрации:

Модель паровой турбины.

Модель двигателя внутреннего сгорания.

Материалы для домашнего задания: § 6; № 16, 19, 21, 26–28, 30, 32, 33.

Урок № 17/17. Контрольная работа № 2 «Изменение агрегатного состояния. Тепловые двигатели»

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Проведение контрольной работы № 2 «Изменение агрегатного состояния. Тепловые двигатели».

Материалы для домашнего задания: § 6; № 22, 24, 29, 31, 35, 37.

Электрические явления (21 ч)**Урок № 1/18. Электризация тел. Носители электрического заряда**

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Электрические взаимодействия. § 7 (п. 1).

2. Два рода электрических зарядов. § 7 (п. 2).

3. Проявления и применение электризации. § 7 (п. 3); № 1–5.

4. Проведение кратковременной фронтальной практической работы «Наблюдение электризации тел и взаимодействия электрических зарядов».

5. Носители электрического заряда. § 7 (п. 4); № 6–11.

6. Проводники и диэлектрики. § 7 (п. 5); № 12–14.

Демонстрации:

Электризация различных тел (палочки эбонитовая и стеклянная, бумага, шёлк).

Взаимодействие заряженных тел.

Проводники и диэлектрики.

Материалы для домашнего задания: § 7; № 22, 24, 29, 33, 37, 39–42.

**Урок № 2/19. Закон сохранения электрического заряда.
Закон Кулона**

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Электромметр. § 8 (п. 1); 1–5.

2. Закон сохранения электрического заряда. § 8 (п. 2); № 6–9.

3. Закон Кулона. § 8 (п. 3); № 10, 12–17, 19.

4. Элементарный электрический заряд. § 8 (п. 4); № 21, 22.

Демонстрации:

Опыт по делению заряда.

Устройство и действие электроскопа.

Материалы для домашнего задания: §8; №18, 20, 24, 28, 31, 36, 37, 44, 47.

Урок №3/20. Электрическое поле. Конденсаторы

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Электрическое поле. Напряжённость электрического поля. §9 (п. 1); №1–5.

2. Напряжение. §9 (п. 2); №6, 7.

3. Энергия электрического поля. §9 (п. 3).

4. Конденсаторы. §9 (п. 4); №8–10.

Демонстрации:

Электрическое поле наэлектризованных тел.

Взаимодействие заряженных тел в безвоздушном пространстве.

Материалы для домашнего задания: §9; №15, 16, 18, 20, 23, 26, 27, 30, 34, 35, 37.

Урок №4/21. Электрический ток. Действия электрического тока

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Электрический ток. Условия существования электрического тока. §10 (п. 1); №1.

2. Источники тока. §10 (п. 2); №2–4.

3. Электрическая цепь. §10 (п. 3); №5, 6.

4. Действия электрического тока. §10 (п. 4).

Демонстрации:

Различные виды источников тока.

Сборка электрической цепи.

Тепловое действие тока.

Химическое действие тока.

Магнитное действие тока.

Материалы для домашнего задания: §10; №10, 12, 13, 17, 19, 21.

Урок №5/22. Сила тока и напряжение

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Сила тока. §11 (п. 1); №1–5.

2. Напряжение на участке цепи. §11 (п. 2); №6–10.

3. Напряжение при последовательном соединении проводников. §11 (п. 3); №11, 12.

4. Сила тока при параллельном соединении проводников. §11 (п. 4); №13, 14.

Демонстрации:

Параллельное соединение проводников.

Последовательное соединение проводников.

Материалы для домашнего задания: §11; №21, 23, 26, 28, 32, 35, 36, 39, 41, 45, 47.

Урок №6/23. Лабораторная работа №3 «Сборка электрической цепи. Измерение силы тока и напряжения»

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Проведение лабораторной работы №3 «Сборка электрической цепи. Измерение силы тока и напряжения».

Материалы для домашнего задания: §11 (п. 5); №15, 17–19.

Урок №7/24. Закон Ома для участка цепи. Удельное сопротивление

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Закон Ома для участка цепи. § 12 (п. 1); № 1–7.

2. Удельное сопротивление. § 12 (п. 2); № 8–12.

3. Зависимость удельного сопротивления проводников от температуры. § 12 (п. 3).

Демонстрации:

Зависимость силы тока от напряжения и сопротивления.

Зависимость сопротивления проводника от его геометрических размеров и вида вещества из которого он изготовлен.

Материалы для домашнего задания: § 12; № 13–15, 21–23, 26, 27, 31.

Урок № 8/25. Постановка и решение более сложных задач по теме «Закон Ома для участка цепи. Удельное сопротивление»

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Постановка и решение более сложных задач по теме «Закон Ома для участка цепи. Удельное сопротивление». § 12 (п. 4); № 16–19.

Материалы для домашнего задания: § 12; № 24, 25, 28, 32, 38.

Урок №9/26. Лабораторная работа №4 «Исследование зависимости силы тока в проводнике от напряжения на его концах. Измерение сопротивления»

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Проведение лабораторной работы №4 «Исследование зависимости силы тока в проводнике от напряжения на его концах. Измерение сопротивления».

Материалы для домашнего задания: § 12; № 33, 39, 40, 44.

Урок №10/27. Лабораторная работа №5 «Исследование зависимости сопротивления провода от его размеров и вещества, из которого он изготовлен»

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Проведение лабораторной работы №5 «Исследование зависимости сопротивления провода от его размеров и вещества, из которого он изготовлен».

Материалы для домашнего задания: § 12; № 29, 30, 34, 41, 42.

Урок №11/28. Лабораторная работа №6 «Исследование вольтамперной характеристики лампы накаливания»

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Проведение лабораторной работы №6 «Исследование вольтамперной характеристики лампы накаливания».

Материалы для домашнего задания: § 12; № 35–37, 43.

Урок № 12/29. Применение закона Ома к последовательному соединению проводников

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Сопротивление двух последовательно соединённых проводников. § 13 (п. 1); № 1–7.

2. На каком из последовательно соединённых проводников напряжение больше? § 13 (п. 2); № 8.

3. Реостат. § 13 (п. 3); № 13, 14.

4. Важная особенность последовательного соединения проводников. § 13 (п. 4); № 15.

Демонстрации:

Последовательное соединение ламп.

Включение низковольтного электроприбора в высоковольтную цепь через добавочное сопротивление.

Добавочное сопротивление к вольтметру.

Материалы для домашнего задания: § 13; № 9–12, 20, 21, 24, 27, 29, 33, 36.

Урок № 13/30. Лабораторная работа № 7 «Изучение последовательного соединения проводников»

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Проведение лабораторной работы № 7 «Изучение последовательного соединения проводников».

Материалы для домашнего задания: § 13 (п. 5); № 16–19, 26, 30, 31, 34, 35.

Урок № 14/31. Применение закона Ома к параллельному соединению проводников

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Сопротивление двух параллельно соединённых проводников. § 14 (п. 1); № 1–10.

2. В каком из параллельно соединённых проводников сила тока больше? § 14 (п. 2); № 11, 12.

3. Важная особенность параллельного соединения проводников. § 14 (п. 3); № 15.

Демонстрации:

Параллельное соединение ламп.

Шунтирование амперметра.

Материалы для домашнего задания: § 14; № 13, 14, 18, 21, 27–29, 31.

Урок № 15/32. Лабораторная работа № 8 «Изучение параллельного соединения проводников»

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Проведение лабораторной работы № 8 «Изучение параллельного соединения проводников».

Материалы для домашнего задания: § 14; № 23, 24, 35, 36, 38.

Урок № 16/33. Применение закона Ома к смешанному соединению проводников

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Сопротивление участка цепи при смешанном соединении проводников. § 14 (п. 4); № 16, 17, 26, 32.

Демонстрации:

Смешанное соединение ламп.

Материалы для домашнего задания: § 14; № 25, 30, 33, 34.

Урок № 17/34. Работа и мощность электрического тока

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Закон Джоуля — Ленца и работа тока. § 15 (п. 1); № 1–4.

2. Мощность тока. § 15 (п. 2); № 5–10.

3. Короткое замыкание и предохранители. § 15 (п. 3).

Демонстрации:

Расчёт мощности лампы накаливания.

Материалы для домашнего задания: § 15; № 18–21, 24, 26, 27.

Урок № 18/35. Мощность тока в последовательно и параллельно соединённых проводниках

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Мощность тока в последовательно и параллельно соединённых проводниках. § 15 (п. 4); № 11–15.

2. Мощность тока при смешанном соединении проводников. § 15 (п. 5); № 16, 17.

Материалы для домашнего задания: § 15; № 22, 23, 28, 29, 33, 35, 37, 40, 42.

Урок № 19/36. Лабораторная работа № 9 «Измерение работы и мощности электрического тока. Изучение теплового действия тока и нахождение КПД электрического нагревателя»

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Проведение лабораторной работы № 9 «Измерение работы и мощности электрического тока. Изучение теплового действия тока и нахождение КПД электрического нагревателя».

Материалы для домашнего задания: § 15; № 25, 30, 31, 34, 36, 38, 39, 45.

Урок № 20/37. Полупроводники и полупроводниковые приборы

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Полупроводники и их использование. § 16 (п. 1).

2. Носители зарядов в полупроводниках. Транзисторы. § 16 (п. 2); № 1–5.

3. Полупроводниковые приборы. § 16 (п. 3).

Демонстрации:

Различные виды полупроводниковых приборов.

Материалы для домашнего задания: § 16; № 6–12, 15, 16, 20.

Урок № 21/38. Контрольная работа № 3 «Электрические взаимодействия. Электрический ток»

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Проведение контрольной работы № 3 «Электрические взаимодействия. Электрический ток».

Материалы для домашнего задания: § 14; № 37. § 15; № 44. § 16; № 19.

Электромагнитные явления (9 ч)**Урок № 1/39. Магнитные взаимодействия. Магнитное поле**

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Взаимодействие постоянных магнитов. § 17 (п. 1); № 1.

2. Проведение кратковременной фронтальной практической работы «Наблюдение (визуализация) картины магнитного поля постоянных магнитов».

3. Магнитные свойства проводников с током. § 17 (п. 2); № 2, 3.

4. Электромагниты. § 17 (п. 3); № 4.

5. Проведение кратковременной фронтальной работы «Сборка электромагнита и изучение его свойств».

6. Магнитное поле. § 17 (п. 4); № 5–8.

Демонстрации:

Опыт Эрстеда.

Магнитные линии линейного и кругового проводника с током.

Расположение железных опилок вокруг катушки с током.

Материалы для домашнего задания: § 17; № 13–17, 20, 21, 23, 25, 27, 29, 31.

Урок № 2/40. Лабораторная работа № 10 «Изучение магнитных явлений»

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Проведение лабораторной работы № 10 «Изучение магнитных явлений».

Материалы для домашнего задания: § 17 (п. 5, 6); № 9, 10, 18, 19, 24, 26, 28, 30.

Урок № 3/41. Сила Ампера. Сила Лоренца

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Модуль силы Ампера. § 18 (п. 1); № 1–3.

2. Направление силы Ампера. §18 (п. 2); №4.

3. Действие магнитного поля на рамку с током. §18 (п. 3); №5, 6, 10.

4. Электроизмерительные приборы. Электродвигатель. §18 (п. 4); №7, 8.

5. Проведение кратковременной фронтальной практической работы «Сборка электрической цепи с электродвигателем и изучение его работы».

6. Сила Лоренца. §18 (п. 5); №9.

Демонстрации:

Действие магнитного поля на проводник с током.

Действие магнитного поля на рамку с током.

Электроизмерительные приборы.

Модель электродвигателя.

Материалы для домашнего задания: §18; №11–13, 16–20, 24, 27, 29.

Урок №4/42. Электромагнитная индукция

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Явление электромагнитной индукции. §19 (п. 1); №1, 10, 15.

2. Правило Ленца. § 19 (п. 2); № 2.

3. Решение более трудных задач об электромагнитной индукции. § 19 (п. 3); № 3.

Демонстрации:
Опыты Фарадея.
Опыт Ленца.

Материалы для домашнего задания: § 19; № 4–8, 11, 13, 14, 17.

Урок № 5/43. Лабораторная работа № 11 «Наблюдение и изучение явления электромагнитной индукции. Принцип действия трансформатора»

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Проведение лабораторной работы № 11 «Наблюдение и изучение явления электромагнитной индукции. Принцип действия трансформатора».

Материалы для домашнего задания: § 19; № 9, 12, 16, 18.

Урок № 6/44. Производство и передача электроэнергии

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Индукционный генератор тока. § 20 (п. 1); № 1.

2. Типы электростанций и их воздействие на окружающую среду. §20 (п. 2).

3. Почему электроэнергию передают под высоким напряжением? §20 (п. 3); №1–2.

4. Трансформаторы. §20 (п. 4); №3.

5. Альтернативные источники электроэнергии. §20 (п. 5).

Демонстрации:

Принцип действия трансформатора.

Материалы для домашнего задания: §20; №4–9, 13, 15, 18, 21, 22.

Урок №7/45. Электромагнитные волны

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Теория Максвелла и электромагнитные волны. §21 (п. 1).

2. Принципы радиосвязи. §21 (п. 2).

3. Колебательный контур. §21 (п. 3); №1.

Демонстрации:
Колебательный контур.

Материалы для домашнего задания: §21; №2–14.

Урок №8/46. Обобщающий урок «Электромагнитные явления»

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Обобщение по теме «Электромагнитные явления».
-

Материалы для домашнего задания: повторить материал по параграфам 17–21.

Урок №9/47. Контрольная работа №5 «Магнитные взаимодействия. Электромагнитная индукция»

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Проведение контрольной работы №5 «Магнитные взаимодействия. Электромагнитная индукция».
-

Материалы для домашнего задания: §18; №28. §19; №19. §20; №16, 20.

Оптические явления (17 ч)**Урок № 1/48. Действия света. Источники света. Распространение света**

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Природа света и действие света. § 22 (п. 1).

2. Источники света. § 22 (п. 2); № 1, 2.

3. Закон прямолинейного распространения света. § 22 (п. 3); № 3.

4. Проведение кратковременной фронтальной практической работы «Наблюдение прямолинейного распространения света».

5. Тень и полутень. § 22 (п. 4); № 4, 5.

6. Проведение кратковременной фронтальной практической работы «Получение тени и полутени».

7. Солнечные затмения. § 22 (п. 5).

Демонстрации:

Источники света.

Прямолинейное распространение света.

Образование тени и полутени.

Материалы для домашнего задания: § 22; № 8, 10–12, 14, 21, 25, 27, 28.

Урок № 2/49. Отражение света

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Законы зеркального отражения света. § 23 (п. 1); № 1–8.

2. Изображение в зеркале. § 23 (п. 2); № 9–12.

3. Проведение кратковременной фронтальной практической работы «Изучение свойств изображения в плоском зеркале».

4. Диффузное отражение. § 23 (п. 3); № 14.

Демонстрации:

Наблюдение отражения света в плоском зеркале.

Изображения в плоском зеркале.

Материалы для домашнего задания: § 23; № 13, 16, 18–20, 24, 25, 29, 30, 32.

Урок № 3/50. Лабораторная работа № 12 «Исследование зеркального отражения света»

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Проведение лабораторной работы № 12 «Исследование зеркального отражения света».

Материалы для домашнего задания: § 23; № 17, 21–23, 27, 28, 31, 33, 36, 37.

Урок № 4/51. Преломление света

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Законы преломления света. § 24 (п. 1); № 1, 2.

2. Прохождение луча света через стеклянную плоскопараллельную пластинку и стеклянную призму. § 24 (п. 3); № 6.

Демонстрации:

Преломление света.

Преломление света в плоскопараллельной пластине.

Материалы для домашнего задания: § 24 (п. 1, 3); № 8–11.

Урок № 5/52. Лабораторная работа № 13 «Исследование преломления света»

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Проведение лабораторной работы № 13 «Исследование преломления света».

Материалы для домашнего задания: § 24; № 14—16.

Урок № 6/53. Решение задач по теме «Законы распространения света»

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Решение задач по теме «Законы распространения света». § 24, № 7, 17, 19.

Материалы для домашнего задания: § 24; № 22, 23.

Урок № 7/54. Линзы

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Линзы, типы линз. § 24 (п. 1).

2. Основные элементы линз. § 24 (п. 2).

3. Фокусы линзы, оптическая сила линзы. § 24 (п. 3); № 4, 5.

Демонстрации:

Виды линз.

Ход лучей в собирающей и рассеивающей линзах.

Материалы для домашнего задания: §24; №12, 13, 18, 20, 21.

Урок №8/55. Построение изображений в собирающей линзе

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Построение изображений в собирающей линзе. §25 (п. 1); №1–16.

Демонстрации:

Получения изображения с помощью собирающей линзы.
Зависимость свойств изображения от расположения предмета относительно собирающей линзы.

Материалы для домашнего задания: §25; №23–26.

Урок №9/56. Построение изображений в рассеивающей линзе

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Построение изображений в рассеивающей линзе. §25 (п. 2); №17–20.

Материалы для домашнего задания: §25; №27, 29.

Урок № 10/57. Лабораторная работа № 14 «Измерение оптической силы линзы. Изучение свойств собирающей линзы»

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Проведение лабораторной работы № 14 «Измерение оптической силы линзы. Изучение свойств собирающей линзы».

Материалы для домашнего задания: § 25; № 35.

Урок № 11/58. Формула тонкой линзы

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Формула тонкой линзы. § 25 (п. 3); № 21, 22.

Материалы для домашнего задания: § 25; № 30–33.

Урок № 12/59. Решение задач по теме «Линзы»

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Решение задач по теме «Линзы».

Материалы для домашнего задания: § 25; № 28, 34.

Урок № 13/60. Глаз и оптические приборы

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Глаз. § 26 (п. 1); № 1–3.

2. Фотоаппарат и видеокамера. § 26 (п. 2); № 4.

3. Киноаппарат и проектор. § 26 (п. 3); № 5, 6.

Демонстрации:

Камера-обскура.

Строение линзового фотоаппарата.

Материалы для домашнего задания: § 26; № 7–14, 19.

Урок № 14/61. Дисперсия, дифракция и интерференция света

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Дисперсия света, окраска предметов. § 27 (п. 1, 2); № 1, 2.

2. Интерференция света. § 27 (п. 3).

3. Дифракция света. § 27 (п. 4).

Демонстрации:

Явление дисперсии.

Явление интерференции.

Явление дифракции.

Материалы для домашнего задания: § 25 (п.5); № 3–11.

Урок № 15/62. Лабораторная работа № 15 «Наблюдение явления дисперсии света»

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Проведение лабораторной работы № 15 «Наблюдение явления дисперсии света».

Материалы для домашнего задания: § 27; № 12–16.

Урок № 16/63. Обобщающий урок «Оптические явления»

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Обобщение по теме «Оптические явления». § 23; № 35, § 26; № 15–18.

Материалы для домашнего задания: повторить материал параграфов 22–27.

Урок № 17/64. Контрольная работа № 6 «Оптические явления»

Дата проведения _____

Содержание урока

1. Проведение контрольной работы № 6 «Оптические явления».

Материалы для домашнего задания: § 27; № 17, 18.

Подведение итогов учебного года (2 ч)

Урок № 1/65. Обобщающее повторение

Дата проведения _____

Урок № 2/66. Итоговая контрольная работа

Дата проведения _____

Резерв учебного времени 4 ч

ОБУЧЕНИЕ ФИЗИКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ИССЛЕДОВАНИЯ КЛЮЧЕВЫХ СИТУАЦИЙ

Ты мне рассказал — и я забыл.

Ты мне показал — и я запомнил.

Ты меня **вовлёл** — и я **научился**.

Конфуций (6-й век до нашей эры)

В нашем УМК по физике для 7—11-го классов мы предлагаем конкретную реализацию *учебно-исследовательской деятельности* учащихся в рамках *системно-деятельностного подхода* к обучению в соответствии с новым ФГОС, а именно **метод исследования ключевых ситуаций**.

Самый распространённый вид деятельности при изучении физики — *решение задач*¹⁾. Чаще всего на экзаменах учащимся предлагают *задачи* (количественные и качественные).

Таким образом, *обучение решению задач является самой актуальной проблемой методики обучения физике*. Учащийся, не умеющий решать задачи, не сможет успешно сдать экзамены.

Традиционная методика обучения решению задач и причины её неэффективности

Традиционная методика обучения решению задач по физике состоит в том, что учитель показывает ученикам решения типовых задач по данной теме, а затем задаёт им подобные задачи для самостоятельного решения. При этом начинают по каждой теме с самых простых задач — «на подстановку», в которых нужно только подставить численные значения в формулу, взятую из учебника.

Такая методика кажется очень естественной и поэтому очень распространена, однако жизнь доказала её *неэффективность*: результаты ОГЭ и ЕГЭ показывают, что более или менее трудные задачи по физике могут решить всего несколь-

1) Поскольку слово «задача» имеет очень широкий спектр значений, уточним: мы имеем в виду «стандартные» задачи школьного курса физики, каждая из которых состоит из условия и вопроса, обычно с одним правильным ответом — формульным, численным или словесным (например, в качественных задачах).

ко процентов *всех* учащихся (а не только тех, кто решился сдавать экзамены по физике).

Почему же традиционная методика обучения решению задач неэффективна?

Поскольку обучение решению задач по каждой теме начинают обычно с задач на подстановку (чтобы ученики заучили основные формулы), у учеников формируется иллюзия, будто для решения *любой* задачи надо найти «нужную формулу в учебнике» и подставить в неё заданные в условии задачи величины, чтобы найти значение искомой величины.

Ученики привыкают рассматривать формулы как шаблоны для подстановки численных значений, а не как запись *функциональной зависимости* одной физической величины от других.

Однако для решения более сложной задачи надо составить систему уравнений и решить её относительно искомой величины. В результате получается выражение искомой величины через заданные, а это *новая* формула, её в учебнике *нет*.

Пассивное восприятие информации учениками

Ты мне *рассказал* — и я *забыл*.

И действительно, если учитель рассказывает решение задачи, не оставляя следов решения на доске, ученикам от этого совсем нет пользы.

Ты мне *показал* — и я *запомнил*.

Если учитель *показал* решение на доске, ученики его могут *запомнить*, но использовать те же соображения в изменившейся ситуации при решении похожей задачи они не смогут.

Ты меня *вовлёл* — и я *научился!*

Чтобы научить человека *действовать* (а решение задач — это *действие!*), необходимо *вовлечь* его в это действие.

Для вовлечения в действие учеников всего класса нужна разработанная методика. Одной из возможных методик является *метод исследования ключевых ситуаций*, о котором рассказано ниже.

Монологическая форма

При традиционной методике обучения ученик часто «ёжится» от вопроса учителя — не только потому, что может получить плохую оценку за неправильный ответ, но и потому, что такой ответ роняет его авторитет в глазах одноклассников.

А при деятельностном подходе к обучению ученики *отвечают* на вопросы, *задают* их, участвуют в *беседе*, *аргументируя* свою точку зрения, причём делают это *охотно*, без принуждения и *без страха получить плохую отметку*.

Простейшее действие ученика на уроке заключается в том, что он должен *сделать выбор* или *ответить на вопрос*. В идеале учитель должен спрашивать только тех учеников, которые хотят отвечать, поднимая руку. Остальных спрашивать не нужно — просто потому, что они не знают ответа, раз сами не изъявили желания отвечать. Сделать вывод о том, что ученик не знает ответа на поставленный вопрос, можно было, наверное, уже по тому, что он не поднял руку.

Чтобы ученики не боялись вопросов, сами задавали их и охотно отвечали, нужна атмосфера доброжелательного *обсуждения*, а не монолога учителя. А создание и поддержание такой атмосферы требует *времени*, которого на уроках физики *очень мало*.

К тому же, чтобы постоянно организовывать на уроке учебный диалог или обсуждение, нужны не только педагогический опыт и особенно тщательная подготовка к уроку, но и специально разработанная методика, представленная в учебниках и методических материалах.

Ученикам непонятно, почему учитель написал именно эти уравнения

Для решения более или менее трудной задачи по физике необходимо составить систему уравнений и решить её относительно искомой величины (величин).

Как известно, главная трудность состоит именно в *составлении системы уравнений*.

Если учитель, показывая решение задачи, «лихо» записывает на доске уравнения, то многим ученикам кажется, что он подобен фокуснику, ловко вынимающему кролика из пустой шляпы: ну почему учитель написал *именно эти* уравнения? Каким «чутьём» он выбрал их из сотен похожих формул в школьном учебнике?

Дефицит времени на уроке приводит к натаскиванию

Учитель может, конечно, объяснить подробно, почему для решения задачи он написал именно эти уравнения, а не какие-то другие. Для этого ему надо *проанализировать условие*

задачи: рассмотреть, какие явления происходят в ситуации, описанной в условии, какие законы и закономерности справедливы для этих явлений, как записать уравнения, выражающие эти законы и закономерности.

Однако в таком случае на «разбор» одной задачи (проходящий в виде *монолога*) потребуется не менее 15 минут, а если в разбор задачи «включаются» ученики и возникает дискуссия, то нужно примерно вдвое больше времени (причём чем активнее «включаются» ученики в этот разбор, тем больше времени он требует!).

Следовательно, на одном уроке можно подробно (с анализом условия) разобрать всего одну-две задачи. А ведь различных задач в школьном курсе — *тысячи!*

К тому же будущих учителей физики ещё и не всегда достаточно учат анализировать условие задачи — это вторая причина того, почему при показе решения задач нужные уравнения «волшебным» образом появляются на доске из-под руки учителя.

Итак, учитель оказывается перед выбором: провести «с чувством, с толком, с расстановкой» разбор одной-двух задач (лучше — *совместно* с учениками, но это потребует ещё большего времени) или «скороговоркой» сообщить ученикам готовые решения пяти-семи задач.

Жизнь заставляет учителя чаще сделать второй выбор. В результате ученики *запоминают* решения задач *вместе с условиями*, о чём говорит характерное выражение: «эту задачу я *знаю*», то есть *заучил* условие вместе с решением. Это, конечно, не обучение, а *натаскивание*.

Оно не гарантирует успешной сдачи экзамена. Предложенная на экзамене задача может быть по сути той, которую ученик заучил вместе с решением, но он не увидит этого сходства, потому что он пытается не *решить* задачу, а *вспомнить* заученное решение, которое слито с условием задачи «намертво».

Но у натаскивания есть недостаток и посерьёзнее неготовности к экзамену: из-за него физика как учебный предмет не учит мышлению, то есть лишается одной из главных своих целей.

Задача — инструмент контроля, а не обучения

Последняя (по списку, но не по важности) причина неэффективности традиционной методики обучения состоит в том, что «стандартная» задача — это инструмент, разработанный для *контроля*: проверка правильности решения задачи зани-

мает секунды, благодаря чему один учитель может проверять работы десятков учеников.

Что же проверяет задача как инструмент для контроля? Более или менее сложная задача (для решения которой надо составить систему уравнений) проверяет умение *исследовать*, потому что осознанное (а не заученное!) решение задачи требует исследования — того самого анализа условия, о котором было сказано выше. Поэтому «умение решать задачи» — это не самостоятельное умение, а побочный продукт более общего умения — умения *исследовать*. Невозможно научить школьников *решать* задачи (а не заучивать решения), не привив им навыки исследования!

Метод исследования ключевых ситуаций

«Золотое правило» решения задач

Первый шаг в формировании навыков исследования состоит в том, чтобы развеять ложное представление, что учитель находит решение задачи, руководствуясь непостижимым «чутьём».

Для этого надо *вовлечь* учеников в процесс решения задачи, построив его в форме *учебного диалога*, чтобы ученики *поняли* естественность и обоснованность каждого этапа решения, *участвуя* в нём.

Последовательность этих этапов мы назвали «золотым правилом» решения задач. Ниже предлагается его реализация в форме учебного диалога.

1. *Закройте поставленный в задаче вопрос* и предложите ученикам сосредоточиться на *ситуации*, описанной в условии задачи. Это — принципиально важный шаг: внимание учеников надо переключить с бесполезного поиска прямого ответа на вопрос задачи на плодотворное *исследование условия*.

2. *Какие явления* происходят в этой ситуации?

3. *Какие законы и закономерности* справедливы для этих явлений? (Например, выражение для силы трения, равенство ускорений тел, связанных нерастяжимой нитью, и т. п.)

4. *Как записать* эти законы и закономерности в виде уравнений? Обратите внимание учеников на то, что в этих уравнениях можно использовать также величины, не упомянутые в условии задачи.

5. *Откройте вопрос задачи* и предложите ученикам решить полученную систему уравнений относительно *искомых величин*.

Ответы учеников *обсуждаются*, после чего правильные записываются на доске. Условие задачи должно оставаться всё время на доске или быть спроецированным на экран (интерактивную доску).

Если вы научите своих учеников самостоятельно следовать «золотому правилу» решения задач, это поможет им решить практически любую задачу школьного курса¹⁾. Систематическое применение этого правила естественно объясняет, с записи каких уравнений надо начинать решение задачи.

Однако применение только «золотого правила» решения задач не решает проблему обучения решению задач кардинально, потому что различных задач в школьном курсе физики тысячи, и просто невозможно тратить достаточное время на разбор каждой из них.

К счастью, действительно «различных» задач в школьном курсе физики не так уж много.

Ключевые ситуации

Если посмотреть на множество школьных задач по физике «с высоты птичьего полёта», то легко заметить, что сюжеты *тысяч* задач основаны всего на нескольких *десятках* ситуаций. Примеры таких ситуаций в механике: свободное падение тела, движение тела по наклонной плоскости, по окружности в горизонтальной или вертикальной плоскости.

Случайна ли такая «группировка» сюжетов задач вокруг небольшого числа ситуаций?

Нет, не случайна, потому что эти ситуации, которые мы называем *ключевыми*, — основной *источник* задач. Отличительная особенность ключевых ситуаций состоит в том, что в них *особенно хорошо проявляются основные законы физики*. Некоторые ключевые ситуации даже «помогли» открытию этих законов. Например, изучая свободное падение тел и движение тел по наклонной плоскости, Галилей установил основные закономерности равноускоренного движения, а изу-

¹⁾ Мы не рассматриваем здесь олимпиадные задачи, потому что некоторые из них требуют знания специальных, порой искусственных приемов, о которых действительно трудно догадаться.

чая движение планет по орбитам, близким к круговым, Ньютон открыл закон всемирного тяготения.

Поскольку различных ключевых ситуаций во много раз меньше, чем различных задач, изучению каждой из этих ситуаций можно посвятить достаточное время даже при огорчительно малом числе уроков физики.

Именно исследование ключевых ситуаций и сформирует у учеников исследовательские навыки. А эффективность такого исследования очень высока: ведь при исследовании *одной* ключевой ситуации естественным образом ставятся и решаются *десятки* задач. Причём это не сопровождается стрессом, а происходит «само собой», как в увлекательной игре.

В нашем УМК тщательно подобраны ключевые ситуации ко всем разделам школьного курса физики. Многие параграфы учебников представляют собой канву сценариев уроков, посвящённых исследованию ключевых ситуаций.

Как исследовать ключевую ситуацию?

Исследование ключевой ситуации представляет собой развитие «золотого правила» решения задач. Главное отличие ситуации от задачи состоит в том, что в ситуации *нет уже поставленного вопроса*. Мы вместе с учениками *ставим* задачи по данной ситуации и *решаем* их (ставя при этом новые задачи!).

Исследование ключевой ситуации лучше всего проводить в форме учебного диалога.

1. Какие *явления* происходят в этой ситуации?
2. Какие *законы* и *закономерности* справедливы для этих явлений?
3. Как *записать* эти законы и закономерности в виде уравнений?
4. Какие *задачи* можно *поставить*, используя эту систему уравнений?
5. Как *решить* эти задачи?

Определяющими в методе ключевых ситуаций являются два последних этапа: *постановка* и *решение* задач. Именно они отличают *разбор задачи* от *исследования ситуации*. Поэтому остановимся на них подробнее.

Как и при использовании «золотого правила» решения задач, ответы учеников обсуждаются, после чего правильные записываются на доске. Сама ситуация должна быть тоже, конечно, всё время на виду у учеников.

Постановка задач с использованием записанной системы уравнений состоит в том, что среди величин, входящих в уравнения, выбираются «заданные» и «искомые». После такого выбора поставленную задачу обязательно надо сформулировать вместе с вопросом.

Решение задачи (в общем виде) представляет собой в таком случае вывод формул, выражающих искомые величины через заданные.

Можно, конечно, решать поставленные задачи и не в общем виде, а «по действиям». Иногда это оказывается проще и даже поучительнее (мы находим «промежуточные» значения физических величин, что учит ребят относиться к этим значениям не как к абстрактным числам, а осознанно: например, подумать о том, реальны или нереальны полученные значения).

Особенно важно то, что в процессе постановки задач физические формулы превращаются из шаблонов для подстановки численных значений в запись функциональных зависимостей между физическими величинами, благодаря чему формулы становятся *источниками задач*, а не только инструментом их решения.

Использование метода исследования ключевых ситуаций позволяет на одном уроке разобрать не одну-две задачи, а поставить и решить *десятки задач*, причём в доброжелательной творческой атмосфере.

Исследование ключевой ситуации в форме *дискуссии* чрезвычайно полезно — не только потому, что это помогает глубже понять ситуацию и проявляющиеся в ней законы физики, но ещё и потому, что *диалог наиболее эффективно развивает мышление*.

Мы ведь рассуждаем, тоже ведя внутренний *диалог*: «тихо сам с собою я веду беседу». Л. С. Выготский показал, что внутренний диалог-размышление формируется в дошкольном возрасте в результате *общения* ребёнка со взрослыми и сверстниками, происходящего в форме *диалога*.

Обсуждение чрезвычайно важно для развития мышления и подростка, и взрослого. Так, создатель логики Аристотель обучался философии, *беседуя* со своим учителем Платоном во время прогулок по саду «Академия» (названному по имени его владельца Академа). Это были не монологи, а *беседы!* А сам Платон был учеником самого известного любителя диалогов — Сократа. Платон записал знаменитые «*Диалоги Сократа*», которые были и остаются прекрасной школой мышления.

Как превратить в исследование задачи «на подстановку»?

Задачи на подстановку, направленные на запоминание основных формул, тоже необходимы: формирование исследовательских навыков невозможно, если ученики не знают основных формул.

Однако и этим простейшим задачам нужно придать характер исследования. Записав любую новую формулу, например

$$v = \frac{l}{t} \text{ или } I = \frac{U}{R},$$

предложите ученикам посмотреть на неё как на *источник задач*: какие различные задачи можно поставить, используя эту формулу?

Предложите ученикам поставить такие задачи с *реальными* численными данными (это позволит ученикам освоиться в порядках величин и приучит оценивать реальность полученных результатов). Постановку задач желательно проводить с использованием групповых форм работы, описанных далее.

При «обкатке» каждой новой формулы обращайтесь внимание учеников прежде всего на *качественный* характер изменения одной физической величины при изменении другой (увеличивается или уменьшается).

Это не только часто проверяется сегодня в экзаменационных заданиях, но и очень важно для развития *физической интуиции*. Настоящее обучение — это не заучивание правил, а именно развитие интуиции. Человек, «умеющий решать задачи», то есть обладающий развитыми *навыками исследования*, сразу «чувствует» характер зависимостей между параметрами, определяющими ситуацию, описанную в условии задачи.

Возможные формы организации учебно-исследовательской деятельности при использовании метода исследования ключевых ситуаций

Фронтальные формы работы

Учебный диалог вовлекает *весь класс* в исследование ключевой ситуации.

Например, можно предложить такие соревнования между рядами.

— Ученики какого ряда назовут больше законов или закономерностей, справедливых для данной ситуации?

— Ученик одного ряда предлагает записать одно из уравнений названных законов выбранному им ученику другого ряда (при этом допустима помощь других учеников из того же ряда).

— Ученики какого ряда поставят больше вопросов с помощью написанных уравнений?

— Ученики какого ряда быстрее найдут ответы на эти вопросы?

Групповые формы работы

Ученики объединяются в группы по три — пять человек.

1-й вариант: всем группам предлагается для исследования одна и та же ситуация и даётся около 20 минут на работу. По окончании работы один ученик из каждой группы кратко излагает результаты исследования. Выбор «докладчика» из членов группы можно произвести, например, по жребью: тогда ученики любой группы будут заинтересованы в том, чтобы каждый член их группы хорошо разобрался в ситуации, поэтому ученики будут помогать друг другу. Затем общим голосованием определяют группу, получившую наиболее полные результаты.

2-й вариант: каждой группе предлагается своя ситуация (по одной и той же теме). Дальнейшая работа происходит так же, как в первом варианте.

Самостоятельные работы с отметкой по желанию

Конечно, далеко не всё время урока должно уходить на обсуждения, даже очень полезные. Ученик должен подумать и *сам*, ставя и решая задачи. Удобнее всего организовывать такую деятельность в виде самостоятельных работ с *отметкой по желанию*.

Предложите ученикам исследовать некоторые ситуации самостоятельно. Важно, чтобы такая работа учащихся была *свободным исследованием*, а для этого необходимо, чтобы ученик не боялся делать ошибки. Учебно-исследовательская деятельность учащихся позволяет осуществить *дифференциацию обучения*: каждый ученик может «вспахивать» ситуацию на ту глубину, на какую он способен в данный момент (поэтому очень важно, что ситуация «открыта»: в ней нет уже поставленного вопроса).

В связи с этим отметим, что учебно-исследовательская деятельность учащихся (в том числе метод исследования ключевых ситуаций) требует изменения отношения учителя к *ошибкам* учеников. Ведь *человек учится только до тех пор, пока он ошибается*: когда он перестаёт ошибаться, он перестаёт и учиться, превратившись из ученика в *исполнителя*.

Предложите ученикам сдать результаты своих исследований, сказав, что отметку за работу вы будете переносить в журнал только при условии, что она устраивает ученика. Тогда эта самостоятельная работа будет именно *исследованием*, а значит, большим шагом вперёд для ученика. По результатам работ учеников вы сможете диагностировать, какие моменты усвоены ребятами лучше, а какие — хуже и требуют дополнительной работы.

Выставление в журнал отметок по желанию не мешает «насыщению» журнала отметками, а помогает ему. Поощрительных отметок будет в этом случае достаточно много, причём сразу станет видно, против фамилий каких учеников образовались пробелы из-за малого числа отметок.

Этих учеников надо не наказывать, а постараться *помочь* им. Например, хорошо, если во время самостоятельных работ с отметкой по желанию сильные ученики *помогают* другим ученикам, ходя по классу и вполголоса давая советы тем, у кого возникают проблемы. При этом важно объяснить «консультантам» или «помощникам» (предложите ребятам самим выбрать подходящее название), что они должны не *решать* задачу вместо того, кто нуждается в помощи, а *помочь ему найти решение*, «сдвинув с мёртвой точки».

Такая взаимопомощь учеников чрезвычайно полезна в нескольких отношениях.

Во-первых, она значительно улучшает атмосферу урока, наполняя его доброжелательной и заинтересованной работой *всех* учеников.

Во-вторых, она улучшает отношения между учениками: «любимчики» учителя *помогают* остальным, поэтому возможные зависть или неприязнь к ним сменяются благодарностью.

В-третьих, такая взаимопомощь решает в некоторой степени вопрос дифференциации обучения.

В-четвёртых, эта взаимопомощь помогает не только слабым, но и сильным ученикам: они учатся быстро входить в ситуацию, чётко и аргументированно излагать свои мысли, а самое главное — учатся *помогать*, то есть становятся лучше как *люди* (а воспитанию должно быть место на *всех* уроках).

И наконец, такая взаимопомощь резко повышает эффективность обучения и делает его комфортным.

Надеемся, что метод исследования ключевых ситуаций поможет вам в обучении ваших учеников физике, в частности — в обучении их решению задач.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Основные особенности учебника

Учебник построен так, что каждый его параграф является канвой сценария урока в соответствии с системно-деятельностным подходом к обучению. По этой причине ниже кратко изложены только основные цели изучения каждой темы, её особенности, а также характерные затруднения учащихся и возможные способы их преодоления.

Как правило, один параграф содержит материал, предназначенный для изучения более чем на одном уроке.

В постоянной рубрике «Ставим и решаем задачи» мы показываем ученикам, как ставить вопросы по предложенному описанию ситуации.

Разбирая с учениками задания из этой рубрики, не формулируйте им сразу все вопросы по ситуации, описанной в условии (от «а» до ...). Предложите ученикам *самим* ставить вопросы по ней. Предложенная в учебнике последовательность вопросов предназначена для того, чтобы показать правильный ход мысли при исследовании данной ситуации.

После поэтапного разбора ситуации под рубрикой «Ставим и решаем задачи» приводятся одна или несколько «Похожих задач», которые можно предложить для самостоятельного решения (в классе или дома).

Для учеников, проявляющих интерес к изучению физики (доля таких учеников зависит также от вас) в учебниках для 7—9 классов имеется постоянная рубрика «ХОЧЕШЬ УЗНАТЬ БОЛЬШЕ?». Содержание материала под этой рубрикой не является обязательным для всех учащихся: именно в таком качестве оно может помочь в увеличении мотивации к изучению физики.

Новыми в нашем УМК являются также кратковременные фронтальные практические работы при изучении нового материала. Они являются одним из видов учебно-исследовательской деятельности учащихся при изучении физики.

При проведении этих практических работ учащиеся ищут закономерности в физических явлениях, строят гипотезы, конструируют простейшие технические устройства и изучают их свойства.

Главные особенности данных практических работ состоят в том, что они проводятся не после изучения соответствующего теоретического материала (как большинство лабораторных работ, рассчитанных на целый урок), а при изучении нового материала с целью развития у учащихся навыков исследова-

ния. При проведении этих работ учащиеся в значительной степени самостоятельно формулируют цель практической работы и строят её план, а не следуют пошаговым инструкциям.

Приведённые в конце учебника сведения о погрешностях измерений предназначены в основном для учителя, так же, как и большинство сносок в описаниях лабораторных работ.

Имеющаяся в учебнике подборка олимпиадных задач вполне достаточна для подготовки по крайней мере к школьному этапу Всероссийской олимпиады школьников.

В учебнике имеются также материалы для проектно-исследовательской деятельности, доступные большинству учащихся.

Тепловые явления

Внутренняя энергия.

Количество теплоты и виды теплопередачи

Важно, чтобы ученики не заучили определение внутренней энергии, выделенное в учебнике специальной плашкой, а *поняли бы*, чем внутренняя энергия отличается от уже знакомой им механической энергии.

А понимание может прийти только в процессе *деятельности*: в данном случае — при решении познавательных задач, например, задач 1—4 § 1.

Рассматривая два способа изменения внутренней энергии тела (совершением работы и теплопередачей), начните с опытов и демонстраций, доступных самим учащимся. Например, предложите им энергично потереть ладони — они нагреются. Это — пример увеличения внутренней энергии ладоней посредством совершения работы. Затем предложите подышать на ладони выдыхаемым тёплым воздухом. Ладони тоже нагреваются — но на этот раз вследствие теплопередачи от более нагретого воздуха.

Многим ребятам знакомо нагревание насоса при накачивании велосипедной камеры. Предложите определить, каков в данном случае способ изменения внутренней энергии: воздуха под поршнем; оболочки насоса (в первом случае — вследствие совершения работы, во втором — вследствие теплопередачи).

Важно, чтобы ребята на этих и других примерах осознали, что *количество теплоты* — это физическая величина, характеризующая процесс изменения внутренней энергии тела, в то время как сама *внутренняя энергия* характеризует состояние тела. Поэтому бессмысленно говорить, например,

о «содержащемся в теле количестве теплоты»: полезно даже намеренно спровоцировать такую ошибку, чтобы затем обсудить её (не упрекая, конечно, того ученика, который допустил такую ошибку).

Температура — одна из немногих изучаемых в школе физических величин, для которой в школьном курсе не даётся строгого определения (вряд ли таким можно считать упоминаемую иногда «меру нагретости»). Это не случайно: физики нашли строгое определение температуры, только хорошо продвинувшись в развитии термодинамики. Но это определение выходит за рамки школьного курса.

Поэтому при рассмотрении температуры в школьном курсе физики следует исходить из интуитивно понятного учащимся представления о «горячем» и «холодном», сделав упор на главной особенности температуры как физической величины — она указывает направление передачи внутренней энергии в процессе теплопередачи: при теплопередаче внутренняя энергия всегда переходит от тела с *большой* температурой к телу с *меньшей* температурой.

Переходя к измерению температуры, обратите внимание учащихся на то, что в этом случае, так же, как и при измерении любой физической величины, используется зависимость каких-то свойств тел от данной величины. В случае температуры одним из таких свойств является тепловое расширение тел. Наведите ребят на мысль о том, что использование жидкостных термометров для измерения температуры возможно только благодаря тому, что жидкости расширяются при нагревании сильнее, чем твёрдые тела (например, стекло).

Знакомство с видами теплопередачи желательно тоже начинать с опытов и демонстраций.

Для иллюстрации *теплопроводности* предложите ученикам, например, положить ладонь на более прохладную поверхность стола. Спросите: происходит ли при этом теплопередача, и если да, то от какого тела к какому? Предложите ученикам высказать гипотезы относительно механизма теплопроводности, наведите их на мысль, что при непосредственном контакте тел молекулы этих тел взаимодействуют непосредственно друг с другом в зоне контакта.

Обратите внимание учеников на то, что термин «теплопроводность» имеет два различных значения: во-первых, это — один из способов теплопередачи, во-вторых, это — название физической величины, характеризующей способность тел и веществ «проводить тепло». Это иллюстрируется опытом, описанным на стр. 9.

Предложите ученикам подумать над задачами 7—13 §1 (это всё — устные задачи).

Заметим, что не всегда полезно разбирать задачи всем классом, потому что при этом часто работают только наиболее «шустрые» ученики, хотя это не всегда указывает на то, что они лучше и глубже продумали вопрос (например, Эйнштейн и Бор в детстве слыли «тугодумами»). Не предлагайте поднимать руки тем, кто уже готов отвечать, дайте время подумать самостоятельно всем ребятам и обсудить вопрос с соседом по парте, и после нескольких минут предложите обсудить предлагаемые ответы.

Важная особенность теплопроводности как вида теплопередачи состоит в том, что при этом не происходит переноса вещества, однако обсуждать эту особенность лучше после знакомства с конвекцией, потому что, как известно, «всё познаётся в сравнении».

Для иллюстрации *конвекции* предложите ученикам подышать на свою ладонь тёплым выдыхаемым воздухом. Спросите: происходит ли при этом теплопередача, и если да, то от какого тела к какому (от более нагретых лёгких к ладони)? Предложите ученикам высказать гипотезы относительно механизма конвекции, наведите их на мысль, что при этом, в отличие от теплопроводности, происходит *перенос вещества* (в рассмотренном примере выдыхаемый воздух отбирает некоторое количество теплоты от лёгких и передаёт ладони).

Обсудите схему отопления комнаты, представленную на рисунке 1.4 (задача 15).

Для лучшего понимания явления конвекции предложите подумать над задачами 16, 17.

Излучение труднее проиллюстрировать наглядным «фронтальным» опытом, поэтому можно предложить ребятам вспомнить, как они сравнительно недавно грелись на летнем солнышке: они это с удовольствием сделают. Спросите: происходила ли при этом теплопередача, и если да, то от какого тела к какому (от Солнца — к телу человека, греющегося на солнышке)? В данном случае у учеников может быть ещё недостаточно знаний, чтобы высказать предположение о механизме этого вида теплопередачи, потому что электромагнитное излучение ранее если и упоминалось, то только вскользь. Скажите, что в дальнейшем ученики изучат его подробнее, но основные особенности этого вида теплопередачи можно рассмотреть уже сейчас. Обратите прежде всего внимание на то, что излучение — единственный вид теплопередачи в вакуу-

ме: потому-то нас и греет солнышко, хотя его отделяют от нас 150 миллионов километров космического вакуума.

Рассмотрение дневного и ночного бризов также желательно проводить в форме диалога, а не в виде монологического рассказа.

Удельная теплоёмкость

Удельную теплоёмкость различных веществ измеряют в калориметрических опытах, сравнивая её с удельной теплоёмкостью воды. В связи с этим возникает вопрос: а как измерить удельную теплоёмкость самой воды?

Ответом на этот вопрос и является знаменитый опыт Джоуля по нагреванию воды посредством внутреннего трения в жидкости, описанный в учебнике (§ 2). В данном случае изменение внутренней энергии осуществляется посредством совершения работы, что позволяет *измерить* изменение внутренней энергии воды.

Используя закон сохранения энергии (одним из открывателей которого был как раз Джоуль), мы приравниваем увеличение внутренней энергии воды работе силы тяжести, совершённой при опускании грузов известной массы.

Опыт Джоуля замечателен как раз тем, что в нём была измерена удельная теплоёмкость воды без использования калориметрических методов. Именно поэтому в последующих опытах по измерению удельной теплоёмкости стало возможным проводить сравнение удельной теплоёмкости исследуемого вещества с удельной теплоёмкостью воды.

Второй замечательной особенностью опыта Джоуля является установленное в нём довольно большое значение удельной теплоёмкости воды. Осознанию этого учениками помогут задачи 4, 5.

Выражение для переданного количества теплоты $Q = cm(t_k - t_n)$ лучше запомнится учениками, если вместо его заучивания они сразу же решат несколько задач, в которых *используется* это выражение (задачи 6—8).

Еще полезней будет, если учащиеся вместе с вами *составят* несколько задач с использованием упомянутого выражения (задачи 9—18). В некоторых из этих задач предлагается преобразовать упомянутое выражение так, чтобы с его помощью можно было найти любую из входящих в него величин, зная все остальные величины.

Раздел «Почему морской климат мягкий» позволяет связать изучаемое в курсе физики с окружающим миром, а также служит установлению межпредметных связей.

Измерение удельной теплоёмкости. Уравнение теплового баланса

Разберите вместе с учениками способ измерения удельной теплоёмкости вещества с помощью калориметра с водой. Предложите объяснить, чем обусловлено устройство калориметра.

В описанном способе измерения удельной теплоёмкости фактически используется уравнение теплового баланса, о котором намеренно рассказано ниже. Сделано это с целью навести учеников на вопрос о том, *почему* при измерении удельной теплоёмкости *приравняются* модули изменения внутренней энергии металлического цилиндра и воды — тогда потребность в обосновании уравнения теплового баланса *актуализируется*.

Решение задач внутри параграфа готовит учеников к выполнению лабораторной работы по измерению удельной теплоёмкости вещества.

Энергия топлива. Плавление и кристаллизация

Сгорание топлива и процессы плавления и кристаллизации сходны тем, что описываются практически одинаковыми уравнениями: количество теплоты, характеризующее эти процессы, прямо пропорционально массе вещества.

В теме «Энергия топлива» есть «точка удивления»: колоссальные невидимые энергетические запасы в веществе. Их осознанию учениками помогут, например, задачи 2, 3.

В задаче 5 исследуется ситуация; одним из результатов этого исследования является нахождение КПД нагревателя.

В теме «Плавление» есть новая точка удивления: оказывается, тело можно *нагреть* — в том смысле, что ему передают некоторое количество теплоты, однако тело при этом *не нагревается* — в том смысле, что его температура остаётся постоянной. Именно так происходит, например, при таянии льда.

Важнейшим свойством плавления является то, что оно происходит при *постоянной* температуре. Спросите учеников: как можно использовать это свойство? Один из наиболее ярких примеров — использование температуры плавления определённого вещества как реперной (опорной) точки температурной шкалы: так и сделано в шкале Цельсия, где одной из таких точек является температура таяния льда.

Чтобы удивительное свойство «нагрева без нагрева» при плавлении вещества стало понятным ученикам, по-

ясните, что температура определяется только *кинетической* энергией хаотического движения частиц вещества (атомов или молекул), а *внутренняя* энергия тела является суммой не только *кинетической* энергии хаотического движения входящих в него частиц, но и *потенциальной* энергии их взаимодействия между собой.

Наведите учеников на вывод: поскольку при плавлении тела его температура не изменяется, а внутренняя энергия увеличивается, значит, при плавлении увеличивается *потенциальная* энергия взаимодействия частиц вещества между собой. Желательно, чтобы ученики (пусть с вашей помощью) сделали это *открытие*, а не получили это как знание в готовом виде — в последнем случае оно не будет «присвоено».

Не забудьте обратить внимание учеников на то, что определённая температура плавления есть только у *кристаллических* твёрдых тел. Аморфные же тела при нагревании размягчаются постепенно. Это отличие можно использовать для экспериментальной проверки того, является ли данное твёрдое тело кристаллическим или аморфным.

В явлении кристаллизации есть новая «точка удивления»: ученикам часто трудно представить себе, как при кристаллизации может *выделяться* некоторое количество теплоты. Самый наглядный «контрпример»: как количество теплоты может *выделяться* при *замерзании* воды? Этот пример заслуживает обстоятельного обсуждения. Спросите учеников: при каком условии происходит замерзание воды? (Если температура окружающей среды ниже $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.) Передаёт ли вода при замерзании некоторое количество теплоты окружающей среде?

Для лучшего понимания этого вопроса в задаче 15 (§4) рассмотрена ситуация, в которой лёд нагревается, получая некоторое количество теплоты от замерзающей (превращающейся в лёд) воды.

Парообразование и конденсация.

Испарение и кипение

Рассматривая парообразование, обратите внимание на то, что пар — это газ и он так же невидим, как и воздух, хотя часто можно прочитать, например, об «облачках пара», вырывающихся из кипящего чайника.

Поэтому подробно рассмотрите все превращения жидкости, происходящие при появлении таких облачков (которые являются на самом деле облачками тумана, а не пара). Этому посвящена задача 1 §5.

Предложите ученикам рассказать о круговороте воды в природе — явлении, которое они уже изучали, например, в курсе физической географии. Это «привяжет» курс физики к окружающему миру и будет способствовать установлению межпредметных связей.

Рассматривая явления испарения и кипения, предложите ученикам найти общее и различное в этих явлениях: сравнительное рассмотрение явлений намного полезнее и интереснее, чем «по отдельности», поскольку, как мы уже упоминали, всё познаётся только в сравнении.

Рассмотрение насыщенного и ненасыщенного пара, а также влажности воздуха представляет часто трудности для учащихся — как из-за малой наглядности соответствующих явлений, так и вследствие недостатка времени, уделяемого их рассмотрению.

Значительно улучшить усвоение этих тем можно, используя деятельностный подход, то есть заменив монологический рассказ учителя демонстрациями и опытами с обсуждениями, вопросами и диалогом.

Предложите ответить на вопрос: почему из открытого стакана или чашки вода испаряется, а в плотно закрытой банке может сохраняться годами? Чем отличается ситуация в открытом и закрытом сосудах? Наведите учеников на то, что главное отличие состоит в скорости *конденсации* пара над жидкостью: в открытом сосуде скорость конденсации меньше, чем скорость испарения, а в закрытом сосуде процессы испарения и конденсации идут с одинаковой скоростью. Последнее и означает, что над жидкостью находится *насыщенный пар*.

Обсуждая этот вопрос, обратите внимание, что, используя в данном случае термин «испарение», вы имеете в виду конкретно вылетание молекул из воды.

Рассматривая влажность воздуха в 8-м классе, важно научить школьников измерять относительную влажность, используя психрометр и психрометрическую таблицу.

Интересной «точкой удивления» является возможность кипения воды при комнатной температуре. Если у вас нет возможности провести описанную в учебнике демонстрацию с разрежающим насосом, можно поставить фронтальный опыт с одноразовым шприцем без иглы: набрав в шприц немного воды, плотно закрыв отверстие для иглы и резко потянув поршень на себя, каждый ученик сможет наблюдать кратковременное кипение воды в шприце под поршнем (в этом опыте желательно использовать, по возможности, тёплую воду).

Тепловые двигатели

Тепловые двигатели изучаются в основной школе на качественном уровне. Это даёт возможность сосредоточиться на качественных вопросах и задачах, которые обычно труднее даются учащимся, поскольку требуют не заучивания формулировок и формул, а понимания физических явлений.

Такие задачи предлагаются в учебнике при рассмотрении паровой турбины и реактивного двигателя. Их рассмотрение также желательно проводить параллельно, в режиме сравнения (что общего у этих двигателей и чем они различаются?).

О двигателе внутреннего сгорания в учебнике рассказано достаточно подробно, поскольку автомобиль сегодня есть практически в каждой семье: он действительно перестал «быть роскошью и стал средством передвижения». В качестве примера взят распространённый карбюраторный четырёхтактный двигатель внутреннего сгорания. Все четыре такта проиллюстрированы рисунком 6.5. Предложите ученикам, используя этот рисунок, рассказать о каждом из тактов — это намного полезнее, чем заучивать их описания.

Обратите внимание на экологические проблемы, связанные с массовым использованием двигателей внутреннего сгорания, особенно в больших городах. Можно предложить желающим подготовить сообщения на эту тему, используя Интернет.

Завершая изучение темы «Тепловые явления», предложите ученикам просмотреть содержание «Главного в этой главе» и спросите — всё ли им знакомо и понятно?

Электрические явления

Электризация тел. Носители электрического заряда

Приступая к изучению электрических явлений, надо иметь в виду, что истолкование этих явлений намного менее наглядно, чем тепловых и тем более механических.

Поэтому особую роль при изучении этого раздела физики имеют опыты и демонстрации. К тому же они часто достаточно эффектны, что вызывает у учеников интерес и позволяет повысить мотивацию к изучению физики.

Чтобы учащиеся смогли представить себе, чем обусловлены электрические явления, полезно достаточно рано ввести понятие электрически заряженных частиц — носителей электрического заряда (электронов и ионов). В таком случае все явления, связанные с электризацией и взаимодействием

заряженных тел, можно объяснить перераспределением носителей заряда между телами и взаимодействием между зарядами. Если считать, что носители заряда не исчезают, а могут только переходить с одного тела на другое, становится понятным также сохранение суммарного электрического заряда.

Обратите внимание учеников на то, что наиболее «распространённые» носители заряда — электроны, имеющие *отрицательный* заряд.

Обсудите, почему тело, в котором образовался *недостаток* электронов, становится заряженным *положительно*: это обусловлено тем, что ядра атомов заряжены положительно, и в данном случае их суммарный заряд не компенсируется полностью зарядом электронов.

Изучение электризации через влияние начните с постановки проблемы: спросите учеников, можно ли с помощью заряженного тела сообщить другому телу электрический заряд, не прикасаясь заряженным телом к незаряженному?

Затем поставьте опыт, описанный в учебнике (он показан на рис. 7.7), и предложите ученикам объяснить его. При постановке опыта прикрепите к заряжаемым гильзам нити, чтобы затем по взаимодействию гильз можно было установить, что они заряжены электрическими зарядами противоположных знаков.

Лучшему пониманию электризации через влияние помогут задачи 17, 18 (§ 7).

Изучение притяжения незаряженных тел к заряженным тоже лучше начать с постановки проблемы: может ли незаряженное тело взаимодействовать с заряженным? Если ребята забыли о притяжении малых незаряженных тел к заряженному телу, повторите этот опыт. Попросите объяснить этот опыт для случая, когда незаряженное тело изготовлено из металла. Наведите учеников на мысль, что свободные носители заряда в металле (электроны) взаимодействуют с находящимся поблизости заряженным телом. Спросите: в каком направлении при этом перемещаются электроны в незаряженном металлическом теле; возникнут ли заряды разного знака в разных частях тела; как будут взаимодействовать эти заряды с находящимся поблизости заряженным телом?

Закон сохранения электрического заряда.

Закон Кулона

Данную тему, как и многие другие, лучше начать с демонстраций, — в данном случае — позволяющих понять прин-

цип действия электрометра. Очень важно, чтобы этот простой прибор стал для учеников не «чёрным ящиком», непонятно как показывающим наличие заряда тела и даже позволяющим измерить этот заряд, а прибором с хорошо понятным принципом действия.

Понимание принципа действия электрометра и умение объяснять наглядные опыты с ним можно рассматривать как «пропуск в страну электричества»: ученики, овладевшие им, будут *представлять себе* перераспределение зарядов при электризации тел и обусловленные этим перераспределением силы взаимодействия между заряженными телами.

Используя демонстрации, помогите ученикам самим *открыть* принцип действия электрометра — сначала при касании его заряженным телом, задавая наводящие вопросы.

Для этого обратите сначала внимание школьников на то, что сфера электрометра, его стержень, стрелка и ось, на которой укреплена стрелка, являются *металлическими*. Какой вывод отсюда следует, если электрометр *заряжен*? Наведите учеников на то, что поскольку металл — *проводник*, заряд электрометра распределится между его металлическими деталями, контактирующими друг с другом, то есть между сферой, стержнем и стрелкой.

Затем наведите учеников на вопрос: как будут взаимодействовать стержень и стрелка? Если ребята будут затрудняться с ответом на этот вопрос, предложите вспомнить: как взаимодействуют одноимённо заряженные тела?

Для лучшего понимания принципа действия электрометра полезно сразу же после этого исследовать, что происходит, когда к сфере незаряженного электрометра подносят заряженное тело (наэлектризованную палочку), *не касаясь* заряженным телом сферы электрометра (задание 2 §8). Предложите ученикам *предсказать*, что при этом будет происходить, до проведения опыта: в таком случае сам опыт и его обсуждение будут проходить со значительно бóльшим интересом.

Знакомство с электроскопом (задания 4, 5 §8) позволит некоторым учащимся самим изготовить этот простой прибор, с помощью которого можно проводить довольно интересные опыты по электричеству.

Закон сохранения электрического заряда и закон Кулона — основные источники задач по этой теме, поэтому следует обращать внимание не столько на формальное заучивание формулировок этих законов, сколько на их применение и на постановку задач, основанных на этих законах.

Важно, чтобы ученики осознали на наглядных примерах силу электрических взаимодействий. В этом помогут задачи 10, 11 §8.

Задачи 12—18 посвящены усвоению *функциональной* зависимости силы взаимодействия точечных зарядов от их величин и расстояния между зарядами.

Именно *функциональные* зависимости, выражаемые физическими формулами, и есть их главное содержание. Поэтому при появлении каждой новой физической формулы надо «обыграть» с учениками эти зависимости на качественном уровне, прежде чем приступать к расчётным задачам — в противном случае физические формулы станут для учеников не концентрированным выражением законов природы, а всего лишь шаблонами для формальной подстановки численных значений для получения «правильного» ответа (то есть ответа, совпадающего с приведённым в конце учебника или задачника).

Обратите внимание на нахождение равнодействующей сил, действующих на точечный заряд со стороны двух других зарядов (задачи 19, 20 §8). В 8-м классе достаточно ограничиться случаями, когда все заряды расположены на одной прямой.

Знакомя учеников с понятием элементарного электрического заряда, обратите внимание учеников не только на его малое значение, но и на огромный суммарный заряд одноимённо заряженных частиц в окружающих нас телах (задача 22).

Электрическое поле

Понятие поля является одним из самых трудных для понимания в школьном курсе физики. И это не случайно: ведь концепция поля, то есть близкодействия, долго не находила сторонников и среди учёных. Может быть, потому одним из тех, кто придерживался представления о дальнедействии (непосредственном взаимодействии тел на расстоянии) был сам Ньютон.

Главная трудность в понимании концепции поля — в *отсутствии наглядности*, которая в той или иной степени сопровождала изучение механических и даже тепловых явлений.

К сожалению, демонстрации, непосредственно указывающие на близкодействие, то есть на существование электрического (электромагнитного) поля, невозможно осуществить в школе, потому что убедительным доказательством является только наличие запаздывания во взаимодействии, обуслов-

ленное конечной скоростью распространения поля. Учитывая скорость распространения электромагнитных волн, равную скорости света, такое запаздывание проявляется только на огромных расстояниях.

Однако следует учитывать осведомлённость современных учеников. Расскажите, например, о хорошо известном запаздывании радиосигналов, передаваемых, например, с удалённых космических кораблей.

Вводя понятие напряжённости электрического поля, обратите внимание на то, что хотя эта физическая величина определяется посредством силы, действующей на помещённый в поле электрический заряд, она характеризует именно само поле, а не этот заряд. Попросите кого-либо из учеников обосновать это: в процессе учебного диалога это важное свойство напряжённости поля будет понято намного лучше, чем при монологическом объяснении учителем.

Выражение для напряжённости поля, создаваемого точечным зарядом, предложите ученикам вывести самостоятельно (задача 4 §9). Задача 5 поможет ученикам понять принцип суперпозиции полей на конкретном примере (формулировать этот принцип в явном виде в 8-м классе не обязательно; он будет рассмотрен в курсе физики старшей школы).

Если у вас есть возможность провести описанную в учебнике демонстрацию по визуализации линий напряжённости электрического поля, это в значительной степени повысит интерес учеников к этой теме и увеличит наглядность представления об электрическом поле.

Понятие напряжения также вызывает трудности у учащихся. В частности, потому, что название этой физической величины очень похоже на «напряжённость». Поэтому желательно уделить хотя бы некоторое внимание рассмотрению различий между понятиями напряжённости и напряжения. Вот как это можно сделать.

Во-первых, предложите ученикам указать, какая из этих величин является векторной, а какая — скалярной (векторной величиной является напряжённость поля, а скалярной — напряжение).

Во-вторых, объясните, что напряжённость можно рассматривать как *силовую* характеристику поля, потому что она определяется с помощью силы, действующей на помещённый в поле заряд, тогда как напряжение следует рассматривать как *энергетическую* характеристику поля, поскольку она определяется через *работу* поля по перемещению заряда из одной точки в другую.

И, наконец, обратите внимание учеников на то, что *напряжённость* поля задаётся (или определяется) для *одной* точки пространства, в которой существует поле — мы говорим о *напряжённости в данной точке*. А *напряжение* относится всегда к *двум* точкам пространства — мы говорим о *напряжении между двумя точками*.

С целью обеспечения безопасности (не только на уроках физики, но и дома) укажите ученикам на значения напряжения, опасные для человека. Обратите их внимание на то, что напряжение в домашних электрических розетках в десятки раз превышает напряжение, безопасное для человека.

Представление об энергии электрического поля желательное вводить на одном уроке со знакомством с конденсаторами, обращая внимание на то, что эти устройства накапливают заряд и энергию электрического поля. Для наглядности продемонстрируйте искру, возникающую при мгновенной разрядке конденсатора (для этого опыта возьмите конденсатор достаточной ёмкости, например 1 мФ). Наличие искры при разрядке конденсатора явно указывает на то, что заряженный конденсатор обладает энергией¹⁾.

Интерес учащихся к электрическому полю можно увеличить, предложив им прочитать раздел «Чувствуем ли мы электрическое поле» и *обсудив прочитанное*. Такая форма усвоения (точнее — «присвоения») учебного материала — наиболее эффективнее пассивного слушания вашего рассказа — даже в том случае, если вы будете рассказывать увлечённо.

Электрический ток. Действия электрического тока

Одна из трудностей при изучении электрического тока состоит в том, что согласно определению направления тока он направлен *противоположно* движению носителей заряда в наиболее распространённых проводниках — металлах. Обратите на это внимание учеников, потому что во многих задачах спрашивается как о направлении тока, так и о направлении движения свободных электронов в металлах.

Обсудите с учениками оба условия существования электрического тока.

Наверное, есть смысл обратить внимание учеников на то, что при наличии тока в проводнике скорость направленно-

1) К сожалению, этот опыт нельзя рассматривать как убедительное экспериментальное доказательство существования электрического поля, потому что до появления теории электромагнитного поля энергия поля, созданного зарядами, трактовалась как потенциальная энергия зарядов при их взаимодействии друг с другом.

го движения электронов по проводнику (её иногда называют дрейфовой скоростью) очень мала (обычно — миллиметры в секунду). Не следует путать её со скоростью распространения электрических сигналов (называемой иногда «скоростью тока»), равной скорости света. Именно благодаря такой скорости распространения электрических сигналов при включении рубильника практически мгновенно загораются огни большого города, расположенные на расстоянии десятков километров друг от друга.

Подробно рассмотрите и обсудите простейшую электрическую цепь и её основные части (рис. 10.4). Как обычно, это лучше делать в режиме учебного диалога. Заметим, что иногда среди основных частей электрической цепи забывают упомянуть соединительные провода, а ведь их роль чрезвычайно важна, потому что широчайшее распространение электричество получило во многом потому, что сделало возможной передачу энергии на огромные расстояния.

Изучение действий электрического тока желательно, конечно, сопровождать соответствующими демонстрациями с их обсуждениями.

Сила тока и напряжение

Сразу же после определения силы тока желательно рассмотреть последовательное соединение проводников и измерение силы тока в проводнике при *последовательном* соединении его с амперметром: тогда новая физическая величина «обретает реальность».

Обсудите с учениками: *почему* для измерения силы тока в проводнике амперметр надо соединять последовательно с проводником? Уместность этого вопроса обусловлена тем, что равенство сил токов в последовательно соединённых проводниках — главное свойство такого соединения проводников.

Аналогично этому сразу же после напоминания о напряжении между *двумя* точками электрической цепи желательно рассмотреть параллельное соединение проводников и измерение напряжения на концах проводника при параллельном соединении его с вольтметром.

В этом случае обратите внимание на основное свойство параллельного соединения проводников — равенство напряжений на их концах.

Развивая тему, рассмотрите напряжения на последовательно соединённых проводниках, а также силы тока в параллельно соединённых проводниках. Обращаем ваше внимание на то, что это рассмотрение можно и даже желательно провести

до знакомства с законом Ома для участка цепи, что облегчит в дальнейшем описание опыта, демонстрирующего этот закон.

В разделе «Хочешь узнать больше?» впервые рассматриваются простейшие примеры смешанного соединения проводников.

Закон Ома для участка цепи. Удельное сопротивление

Приступая к изучению закона Ома для участка цепи, предложите ученикам вместе *сформулировать цель*: исследовать зависимость силы тока в проводнике от напряжения на его концах.

Желательно, конечно, эту зависимость установить непосредственно на уроке (лучше всего — во фронтальном эксперименте, а при его невозможности — в демонстрационном опыте).

При обсуждении экспериментальной установки для опыта обратите внимание учеников на регулируемое напряжение. Нецелесообразно собирать сразу цепь с реостатом для регулировки напряжения на концах проводника при наличии источника постоянного напряжения, потому что введение в рассмотрение реостата распылит внимание учеников, в результате чего они не смогут сосредоточиться на главном — прямо пропорциональной зависимости силы тока от напряжения.

Чтобы ученики лучше запомнили формулу закона Ома для участка цепи (которая является, по существу, определением сопротивления этого участка), лучше не решать задачи «на подстановку» с использованием этой формулы, а предложить ученикам составить несколько задач (задание 3 § 12).

Особенностью некоторых заданий в учебнике (к их числу относится, например, задание 5) является то, что существует неограниченное число правильных ответов, что увеличивает степень индивидуальности выполнения таких заданий.

При рассмотрении удельного сопротивления предложите ученикам определить: характеризует эта физическая величина данный провод (в данном случае точнее говорить о *проводе*, а не о проводнике) или вещество, из которого он изготовлен?

Формула, определяющая удельное сопротивление вещества, намного лучше запомнится учениками, и они лучше осознают её функциональное содержание, если они используют её для составления задач (задание 12 § 12), а не «тупо» заучат наизусть как шаблон для подстановки численных значений при решении расчётных задач.

Одна из ключевых ситуаций при изучении данной темы — прохождение тока по мотку проволоки, характеризующемуся размерами проволоки и удельным сопротивлением металла (или сплава), из которого изготовлена проволока. В задании 16 исследуется эта ситуация, а в задании 17 предложена «похожая задача».

Как и обычно при исследовании ситуаций, в рубрике «Ставим и решаем задачи» предложите ученикам *самим* ставить вопросы по описанной ситуации, при необходимости задавая ребятам наводящие вопросы.

Применение закона Ома к последовательному соединению проводников

Прохождение тока по последовательно соединённым проводникам — одна из основных ключевых ситуаций курса физики 8-го класса, поэтому *исследованию* этой ситуации, то есть выводу всех справедливых для неё соотношений и постановке задач с использованием этих соотношений, желательно уделить побольше внимания. Это окупит себя *особенно* при малом числе часов на изучение физики, потому что на основе исследования одной ситуации «прокручиваются» десятки задач, на подробный разбор каждой из которых ушло бы время, сравнимое со временем, необходимым для исследования ситуации.

Предложите ученикам самим вывести формулу для сопротивления двух последовательно соединённых проводников, используя для этого задание 1 §13. Это окажет им большую помощь при решении задач, потому что они не «заучат» эту формулу, а будут понимать её обоснование.

Рассмотрите, как распределяется напряжение на участке цепи, состоящем из двух последовательно соединённых проводников. Не давайте ученикам «в готовом виде» информацию о том, что напряжение будет больше на проводнике, сопротивление которого больше — в таком виде эта важная информация «в одно ухо влетит, а из другого — вылетит». Желательно, чтобы ребята сами открыли это свойство последовательного соединения проводников.

Реостат ученикам надо будет систематически использовать при проведении лабораторных работ, поэтому желательно, чтобы он был для них не очередным «чёрным ящиком», а стал прибором, действие и назначение которого хорошо понятно. Продемонстрируйте, как пользоваться реостатом, покажите, как при изменении сопротивления реостата из-

меняется распределение напряжения между ним и последовательно соединённой с ним лампочкой — удобнее использовать лампочку, потому что изменение напряжения на лампе будет наглядно проявляться в изменении её светимости (это будет понятно ученикам даже до изучения закона Джоуля — Ленца).

Применение закона Ома к параллельному и смешанному соединениям проводников

Прохождение тока по параллельно соединённым проводникам — ещё одна из основных ключевых ситуаций курса физики 8-го класса, поэтому *исследованию* этой ситуации, то есть выводу всех справедливых для неё соотношений и постановке задач с использованием этих соотношений также желательно уделить побольше внимания.

К исследованию этой ситуации применимо практически всё из того, что говорилось выше об исследовании прохождения тока по последовательно соединённым проводникам с очевидными изменениями, поэтому мы не будем тут повторяться.

Сравните последовательное и параллельное соединения проводников с точки зрения управления приборами и надёжности их работы. Обратите внимание на то, что при последовательном соединении приборов напряжения на них оказываются различными, если сопротивления этих приборов различны, а также на то, что перегорание одного из приборов размыкает всю цепь. После этого предложите ученикам самим сформулировать свойства параллельного соединения приборов, при необходимости подкорректируйте их ответы.

При исследовании смешанного соединения проводников используется по существу метод эквивалентных схем, состоящий в таком упрощении цепи, при котором её заменяют цепью с меньшим числом проводников, но с тем же сопротивлением. Название этого метода можно не давать ученикам.

В 8-м классе достаточно ограничиться простыми случаями смешанного соединения проводников.

Работа и мощность электрического тока

Для лучшего понимания содержания закона Джоуля — Ленца лучше начать его рассмотрение с формулировки, справедливость которой была подтверждена на опыте (исторически так и было). Лишь после этого целесообразно рассмотреть этот закон с точки зрения закона сохранения энергии.

Изучая вопрос о мощности тока в последовательно и параллельно соединённых проводниках, обратите внимание на кажущееся противоречие формул $P = I^2R$ и $P = \frac{U^2}{R}$. Записав обе эти формулы на доске, спросите учеников: так как же зависит выделяемая в проводнике мощность от сопротивления этого проводника — *прямо* пропорционально или *обратно* пропорционально?

Для понимания ответа на этот довольно непростой для школьников вопрос проведите демонстрацию, изображённую на рисунке 15.2: она доступна даже при скромном оборудовании школьного кабинета, но весьма эффектна.

Помогите ученикам самим сделать следующие выводы. Формула $P = I^2R$ применима к случаю *последовательного* соединения проводников, потому что в таком случае сила тока в проводниках одинакова. Следовательно, при последовательном соединении выделяемая мощность прямо пропорциональна

сопротивлению проводника. Формула же $P = \frac{U^2}{R}$ применима к *параллельному* соединению проводников, потому что в таком случае на проводниках одинаковое напряжение. Значит, при параллельном соединении выделяемая в проводнике мощность обратно пропорциональна сопротивлению проводника.

Сравнительному исследованию выделения мощности в двух по-разному соединённых проводниках посвящено задание 14 § 15.

Мощность тока при смешанном соединении проводников можно предложить изучить сильным ученикам самостоятельно по учебнику, после чего обсудить полученные результаты.

Полупроводники и полупроводниковые приборы

Эта тема в курсе физики 8-го класса рассматривается на качественном уровне.

Ключевая ситуация, которую необходимо исследовать, — прохождение тока по цепи, содержащей диод (задачи 4, 5 § 16). При всей кажущейся простоте этой ситуации многие ученики теряются, видя диод в условии предложенной им задачи. Чтобы диоды не «пугали» школьников, не начинайте с задачи с уже поставленным вопросом, предложите именно *исследовать ситуацию*, то есть предложите ребятам самим ставить вопросы по ситуациям, описанным в условиях указанных выше задач.

Раздел о полупроводниковых приборах в 8-м классе — описательный, поэтому можно предложить ученикам прочитать его самостоятельно, после чего обсудить прочитанное.

Электромагнитные явления

Магнитные взаимодействия. Магнитное поле

Изучение этой темы, как и многих других тем, желательно начать с демонстраций, описанных в учебнике. Обсудите с учениками, что общего во взаимодействии полюсов магнитов и заряженных тел, а также каковы различия.

Такое начало изучения темы обычно способствует повышению интереса к ней. Хорошо, если среди поставленных учителем демонстраций есть «загадки».

Например, продемонстрируйте ученикам действие разрезанного заранее пополам полосового магнита, половинки которого прочно соединены — в действиях этого магнита никак не будет проявляться то, что он разрезан. Затем разъедините половинки магнита и спросите: как они будут взаимодействовать друг с другом? То, что половинки полосового магнита ведут себя как «полноценные» полосовые магниты, для многих учеников может оказаться неожиданным и повысит интерес к изучению темы.

При обсуждении опыта Эрстеда (фамилия этого учёного произносится с ударением на первом слоге), предложите ученикам высказать свои соображения о том, с какой целью проводник в начале опыта располагают *вдоль* меридиана (только в таком случае будет заметен *поворот* стрелки, вызванный действием тока в проводнике).

При обсуждении опыта Ампера с взаимодействием параллельных проводников с токами обратите внимание на то, что в данном случае проводники, токи в которых текут в *одном* направлении, *притягиваются*, а проводники, токи в которых текут в *противоположных* направлениях, *отталкиваются*. Такое поведение проводников с токами непохоже на взаимодействие заряженных тел и магнитных полюсов (в последних случаях «одинаковые» отталкиваются, а «противоположные» притягиваются).

Переходя к обсуждению взаимодействия витков с токами, предложите ученикам *предсказать* на основе уже известного им результата опыта Ампера, как будут взаимодействовать проводники, токи в которых направлены: одинаково; противоположно?

Рассматривая взаимодействие катушек с токами, предложите ученикам самим объяснить это взаимодействие, опираясь на взаимодействие витков с токами. Наведите учеников на сходство во взаимодействии катушек с токами и полосовых магнитов — хорошо, если это будет их открытием, которое они сделают с вашей помощью.

Фрагмент в учебнике, посвящённый электромагнитам и их применению, ученики могут прочитать самостоятельно, после чего можно обсудить возникшие вопросы.

При рассмотрении магнитного поля надо иметь в виду, что понятие магнитного поля существенно сложнее для усвоения, чем понятие электрического поля.

Начнём с того, что выражение «напряжённость электрического поля» интуитивно понятно школьникам, оно отражает то, что эта величина является *силовой* характеристикой электрического поля.

Далее, направление напряжённости электрического поля определяется очень просто — как направление силы, действующей на точечный положительный заряд, помещённый в это поле. А выражение для модуля напряжённости поля так же просто выражается через *две* величины — модуль силы, действующей на заряд, помещённый в это поле, и величину заряда.

В то же время выражение «магнитная индукция» ничего не говорит интуиции школьника. Такое «ненаглядное» название для основной физической величины, характеризующей магнитное поле, обосновывалось в своё время тем, что согласно законам Максвелла изменение во времени именно этой физической величины *индуцирует* электрическое вихревое поле. Однако это обоснование термина — далеко за рамками понимания восьмиклассника, поэтому ему приходится просто заучивать этот термин, не понимая его происхождения. И уже одно это не способствует пониманию его физического смысла.

Далее, хотя направление вектора магнитной индукции можно довольно просто определить с помощью магнитной стрелки, помещённой в данную точку поля, для нахождения направления магнитной индукции поля, созданного круговым или линейным током, приходится использовать все *три* измерения пространства (правило буравчика), что намного труднее, чем «одномерное» нахождение направления напряжённости электрического поля, созданного точечным зарядом.

Заметим, что мы не предлагаем использовать для нахождения направления вектора магнитной индукции так называ-

емое «правило обхвата правой рукой» — главным образом во избежание путаницы в головах ребят правил «правой» и «левой» руки: названия этих правил провокационно похожи (и в том, и в другом речь идёт о «руке»). По этой причине нам кажется, что для нахождения направления вектора магнитной индукции лучше использовать «правило *правого буравчика*», а для нахождения направления силы Ампера — «правило *левой руки*».

И, наконец, модуль магнитной индукции (в отличие от модуля напряжённости электрического поля) выражается через *три* величины — силу, действующую на проводник с током, силу тока в проводнике и длину проводника.

В связи с изложенным целесообразно сначала сосредоточиться на направлении вектора магнитной индукции. Правило буравчика как для кругового тока, так и для линейного тока важно сразу же сопроводить задачами (задачи 5–7 §17).

Уделите достаточное внимание обозначению векторных величин (рис. 17.17), направленных перпендикулярно плоскости рисунка, потому что непонимание обозначений — верный путь в тупик при попытке решения даже самых простых задач.

Раздел об электромагнитном реле школьники могут изучить самостоятельно (с последующим обсуждением).

Сила Ампера. Сила Лоренца

Изучение силы Ампера также целесообразно разделить на две части: сначала сосредоточиться на определении модуля этой силы, а потом — на её направлении (правило левой руки).

Для лучшего усвоения учениками правила левой руки предложите им поставить задачи, используя это правило (задача 4 §18).

Изучение действия магнитного поля на рамку с током лучше, как обычно, начать с демонстрации и попросить учеников *объяснить*, чем обусловлен поворот рамки. Наведите их на мысль о том, что причиной поворота являются силы, действующие со стороны магнитного поля на стороны рамки с током. Предложите найти направления этих сил, используя правило левой руки (задачи 5, 6 §18).

Для лучшего понимания принципа действия электроизмерительных приборов и электродвигателя покажите соответствующие демонстрации с последующим обсуждением.

Рассматривая силу Лоренца, не забудьте отметить, что с помощью правила левой руки находят силу, действующую

на движущуюся *положительно* заряженную частицу. Предложите ученикам самим сформулировать, как найти направление силы Лоренца, действующей на движущуюся *отрицательно* заряженную частицу.

Одной из основных ключевых ситуаций по теме «сила Ампера» является движение проводника по параллельным металлическим направляющим, находящимся в магнитном поле. Исследованию этой ситуации посвящена задача 10 §18.

Электромагнитная индукция

Эта тема является, наверное, самой трудной в курсе физики 8-го класса. Явление электромагнитной индукции изучается здесь в основном на качественном уровне (закон электромагнитной индукции не входит в программу курса), поэтому важно сосредоточиться именно на качественной стороне явлений, делая упор на демонстрационных опытах и их обсуждении. Школьники должны воочию убедиться в том, что явление электромагнитной индукции — не выдумка, которую их заставляют заучивать, а реальное явление природы — причём явление, на использовании которого основана почти вся современная техника.

Важнейшей ключевой ситуацией является, безусловно, возникновение индукционного тока в опытах Фарадея, описанных в учебнике. Проводя демонстрации этих опытов, спросите у учеников: чем отличается *нахождение* магнита внутри катушки от *движения* магнита относительно катушки?

Главное открытие, которое ребята должны сделать с вашей помощью, состоит в том, что электрический ток возникает только при *изменении* числа магнитных линий, пронизывающих замкнутый проводящий контур.

Некоторые ученики могут предположить, что причиной появления индукционного тока является изменение магнитного поля во времени. Чтобы убедить их в том, что это — лишь одна из возможных причин возникновения индукционного тока, обратите их внимание на возникновение индукционного тока в катушке, которая движется относительно *неподвижного* магнита: ведь в этом случае магнитное поле, созданное магнитом, не изменяется во времени.

Описанный подход убедит учеников в необходимости введения новой физической величины — магнитного потока — для объяснения возникновения индукционного тока.

Рассмотрите и по возможности продемонстрируйте на опыте все возможные способы индуцирования тока в замкнутом проводящем контуре: а) изменение со временем магнитного

поля внутри неподвижного контура; б) изменение площади контура; в) изменение положения контура в поле (например, поворот вокруг оси, лежащей в плоскости контура).

Рассмотрению условий возникновения индукционного тока посвящена задача 1 §19.

Правило Ленца принадлежит к числу наиболее трудно усваиваемых в школьном курсе основной школы.

Одна из возможных причин этого состоит в том, что основное внимание уделяют рассмотрению магнитных потоков двух полей — внешнего поля и поля, создаваемого индукционным током. Это — довольно сложная цепь рассуждений, недоступная восьмиклассникам.

Мы предлагаем сразу общую формулировку правила Ленца, которая в фокус внимания ставит главное в этом правиле: индукционный ток всегда *противодействует* причине, его вызывающей, то есть в электромагнитных явлениях проявляется своеобразная *инерция*.

Именно поэтому при проведении аналогии между электромагнитными колебаниями и механическими колебаниями массы колеблющегося груза сопоставляется индуктивность катушки. Описанная выше инерция в электромагнитных явлениях является следствием закона сохранения энергии, поэтому правило Ленца является следствием этого закона (заметим, что «обычную» механическую инерцию также можно рассматривать как следствие закона сохранения энергии: для изменения скорости тела необходимо совершить работу).

Для лучшего понимания правила Ленца желательно продолжить исследование ключевой ситуации, состоящей в возникновении индукционного тока в проводнике, движущемся по металлическим направляющим, находящимся в магнитном поле. При этом обращается внимание на «тормозящее» действие индукционного тока, следующее из правила Ленца.

Производство и передача электроэнергии

Изучение этой темы хорошо начать с эффектной демонстрации, с помощью которой можно очень наглядно показать *передачу электроэнергии на расстояние*.

Установите на одном конце демонстрационного стола модель индукционного генератора тока, а на другом конце — электрическую лампочку и соедините проводами. После этого предложите одному из учеников покрутить ручку модели генератора. Ученики увидят, что при этом начнёт светиться лампочка на *другом конце* стола. А это как раз и есть *передача электроэнергии на расстояние*.

Обсудите с учениками, что происходит в упомянутом выше опыте. Разберите этот опыт достаточно подробно на качественном уровне: ведь в нём, как в капле воды, отражено практически всё, что до сих пор было изучено по теме «Электромагнитные явления».

Уделите внимание экологическим проблемам, связанным с работой электростанций различных типов. Это не только установление межпредметных связей, но и важный элемент формирования у учащихся государственного мышления, осознания самих себя неотъемлемой частью страны и человечества.

То, что электроэнергию передают на большие расстояния под высоким напряжением, общеизвестно: все ученики видели высоковольтные линии электропередач. Наведите учеников на вопрос: *почему* электроэнергию передают под высоким напряжением? Ведь это, казалось бы, требует дополнительных затрат и к тому же высокое напряжение опасно для жизни.

Постановка проблемы актуализирует интерес и внимание учеников. Подскажите, что выделяемая в проводах при заданном их сопротивлении мощность зависит от силы тока в проводах, предложите учащимся вспомнить формулу, выражающую эту зависимость.

Затем спросите: можно ли уменьшить силу тока в проводах, сохранив при этом передаваемую мощность? Если да, то как это сделать?

Рассмотрев этот вопрос, обратите внимание учеников на то, что перед подачей потребителю напряжение надо уменьшить, в том числе в целях безопасности.

Разделы о трансформаторах, а также об альтернативных источниках электроэнергии можно предложить ученикам прочитать самостоятельно с последующим обсуждением.

Электромагнитные волны

Эта тема в курсе физики основной школы рассматривается на ознакомительном уровне, практически без использования формул. Поэтому её можно предложить ученикам для самостоятельного изучения с последующим обсуждением, в котором надо подробнее остановиться на качественном рассмотрении явлений, происходящих в колебательном контуре.

Оптические явления

Действия света. Источники света.

Распространение света

При переходе от электромагнетизма к геометрической оптике как учителя, так и ученики обычно испытывают облегчение: изучаемые явления снова становятся *наглядными* — и не только наглядными, а часто даже *красивыми*.

Изучая геометрическую оптику, уделите как можно большее внимание демонстрационным опытам — они не только увеличат наглядность, но и повысят мотивацию учащихся к изучению физики. Как можно больше привлекайте учеников к обсуждению опытов, предоставьте им возможность делиться знаниями, выходящими за рамки обязательных.

После демонстрации тени и полутени с последующим обсуждением предложите учащимся самостоятельно прочитать раздел о солнечных и лунных затмениях. После этого можно предложить обсуждение между учениками, например, в следующей форме: кто-то из учеников первого ряда задаёт вопрос, обращённый к ученикам второго ряда. Правильность ответа на поставленный вопрос оценивают ученики третьего ряда, после чего ряды меняются ролями. Этот приём можно использовать, конечно, для обсуждения любых тем.

Отражение света

Изучая законы отражения света, не забудьте сразу во избежание недоразумений уточнить, что речь идёт о зеркальном отражении света.

Одна из трудностей при изучении этой темы состоит в том, что ученики не всегда правильно определяют для себя углы падения и отражения света (считая их углами между лучом и плоскостью зеркала).

Преодолению этой трудности помогут задачи 2, 3 §23.

Рассматривая обратимость хода лучей при отражении, спросите учеников: как связана она с тем, что угол отражения равен углу падения? Если ученики затруднятся с ответом на этот вопрос, предложите им подумать над вопросом: имела бы место обратимость хода лучей при отражении света, если бы угол отражения был больше (или меньше) угла падения?

Формированию изображения в зеркале отражёнными от него лучами (рис. 23.5 в учебнике) надо уделить достаточное внимание. Предложите ученикам *доказать*, используя зако-

ны зеркального отражения света, что точка и её изображение в зеркале находятся на одной прямой, перпендикулярной зеркалу, и на одинаковом расстоянии от зеркала.

Поставьте эффектный опыт, описанный в учебнике (рис. 23.6): он очень наглядно демонстрирует, где находится изображение предмета в зеркале.

Рассказывая о мнимом изображении, объясните происхождение этого названия для лучшего понимания его природы (это объяснение изложено в учебнике).

Переходя к рассмотрению диффузного отражения света, обратите внимание учеников на то, что именно благодаря такому отражению света мы видим подавляющее большинство окружающих нас предметов. Для убедительности покажите ребятам чистое зеркало и спросите, видят ли они *само* зеркало? Нет, самого зеркала мы не видим — мы видим только отражения в нём *других* предметов.

В разделе «Хочешь узнать больше?» рассматривается вопрос об области видения предметов в зеркале. Этот раздел можно предложить сильным учащимся для самостоятельного изучения с последующим обсуждением.

Преломление света. Линзы

Изучение преломления света на границе двух прозрачных сред осложняется в 8-м классе тем, что ученики сравнительно недавно познакомились с тригонометрическими функциями (на примере прямоугольного треугольника).

Поэтому желательно напомнить учащимся свойства синусов острого угла. В данном случае можно обратить внимание учеников на то, что при малых углах синус угла прямо пропорционален углу, однако при углах, больших 15–20°, отличие от прямой пропорциональности становится заметным. Лучше всего это делать, используя график зависимости синуса угла от значения угла, причём следует учесть, что эта *функциональная* зависимость может быть ещё неизвестна школьникам в 8-м классе.

Рассмотрите опыты с оптическим диском, в которых используется прозрачный полуцилиндр таким образом, чтобы ученикам стало понятно, почему луч света испытывает преломление только на плоской поверхности полуцилиндра. Желательно делать это в форме обсуждения. Например, поставьте перед учениками вопрос: почему в этом опыте луч света не преломляется на выпуклой поверхности? Хорошо, если ребята сами догадаются, что при падении луча света на эту поверхность угол падения равен 0°.

Ход лучей в линзах — центральная тема геометрической оптики в курсе физики 8-го класса. Однако чтобы обсуждение хода лучей было содержательным, учеников надо познакомить предварительно с основными элементами линз.

Изучение хода лучей в линзах желательно проводить, сопровождая каждое утверждение демонстрациями. Хорошо, если ученики при этом сами будут формулировать гипотезы, которые потом будут проверяться на опыте.

Предложите ученикам самим догадаться, как можно наиболее просто измерить фокусное расстояние собирающей линзы.

Изучение хода лучей в прозрачных плоскопараллельной пластинке и призме можно предложить сильным ученикам для самостоятельного изучения с последующим обсуждением. В данном случае демонстрации можно предпослать «теоретическому» изучению: в таком случае это изучение объяснит демонстрации, а можно показать демонстрации и после изучения: тогда ученики смогут *предсказать*, что будет происходить на опыте.

Построение изображений в линзах

Главная идея, используемая при построении изображений в собирающей линзе, состоит в том, что *все* лучи, исходящие из *одной* точки (не находящейся в фокальной плоскости линзы), после преломления в линзе либо пересекаются в *одной* точке, находящейся по *другую* сторону линзы (тогда изображение точки будет *действительным*), либо продолжения этих лучей пересекаются в *одной* точке, находящейся с *той же* стороны линзы (тогда изображение точки будет *мнимым*).

Желательно эту идею продемонстрировать учащимся, используя модель точечного источника света и модели линз.

После этого спросите учеников: ход *скольких* лучей, исходящих из данной точки, надо построить, чтобы найти положение изображения этой точки в линзе? Напомните, что положение точки однозначно определяется двумя прямыми, проходящими через эту точку. А отсюда следует, что для построения изображения точки в линзе достаточно построить ход двух различных лучей.

Затем спросите: *какие* два исходящих из точки луча выбрать, чтобы построение с их помощью изображения этой точки в линзе было как можно более простым? Напомните, что ход одного луча, идущего из любой точки, ученикам уже известен (луч, идущий параллельно главной оптической оси, после преломления в линзе проходит через фокус линзы).

О втором луче, который можно использовать для построения изображения точки, нужна дополнительная информация. Лучше дать её ученикам в форме демонстрации: покажите с помощью модели собирающей линзы, что луч, проходящий через оптический центр линзы, не изменяет своего направления.

Используя два упомянутых выше «замечательных» луча, предложите ученикам самим построить изображение произвольной точки, находящейся *дальше* фокуса (но не на главной оптической оси).

Восьмиклассникам будет ещё затруднительно провести геометрическое доказательство того, что в этом случае «замечательные» лучи *обязательно* пересекутся после преломления в линзе, то есть что изображение точки в этом случае *всегда* будет действительным.

Поэтому строгое доказательство этого факта целесообразно заменить «показательством», состоящем в том, что ученикам предлагается выполнить построение изображения произвольной точки, расположенной *дальше* фокусного расстояния линзы не на главной оптической оси (задача 2 §25).

Аналогично можно поступить и при построении изображения точки, находящейся ближе фокуса (и тоже не на главной оптической оси) — задачи 3, 5 §25.

Обратите внимание на то, что в этом случае лучи, исходящие из данной точки, после преломления в линзе *расходятся* (несмотря на то, что линза — собирающая!), поэтому изображение точки будет мнимым — оно совпадает с пересечением *продолжений* лучей, а не самих лучей. Предложите ученикам вспомнить, встречались ли они ранее с примером мнимого изображения (изображение в зеркале).

Особо следует обратить внимание на то, что хотя мнимое изображение невозможно получить на экране, его можно *увидеть*! Например, мы прекрасно видим мнимое собственное изображение в зеркале, а также увеличенное прямое изображение предмета при рассматривании его под лупой.

Доказать, что лучи, исходящие из точки, расположенной на фокусном расстоянии от собирающей линзы (не на главной оптической оси), после преломления в линзе становятся параллельными друг другу, восьмиклассникам по силам, поэтому можно предложить им провести такое доказательство (при доказательстве можно использовать, например, один из признаков параллелограмма: если две стороны четырёхугольника равны и параллельны, то это — параллелограмм; в данном случае одна сторона четырёхугольника, образующегося

при построении точки, лежит на главной оптической оси, а другая — параллельна ей).

Классификацию типов изображений точки в собирающей линзе (действительное — мнимое; прямое — перевёрнутое; увеличенное — уменьшенное) целесообразно провести так, чтобы она была не заучена, а *осознана*. Мы предлагаем провести её следующим образом (задачи 7—16).

- Если $d > F$, то изображение действительное; если $d < F$, то изображение мнимое; если $d = F$, то изображения нет.
- Действительное изображение всегда перевёрнутое, а мнимое изображение всегда прямое.
- Изображение уменьшенное, если $d > 2F$; в натуральную величину, если $d = 2F$; увеличенное, если $d < 2F$ (но не равно F).

Изображение точки в рассеивающей линзе можно предложить учащимся рассмотреть самостоятельно с последующим обсуждением (в том числе различий со случаем собирающей линзы).

Формулу тонкой линзы в 8-м классе можно привести без доказательства. Во избежание ошибок при применении этой формулы обратите внимание учащихся на то, что в самой формуле нет «минусов», но знаки входящих в эту формулу величин могут быть как положительными, так и отрицательными.

Глаз и оптические приборы

Эту тему можно предложить учащимся изучить по учебнику самостоятельно — она довольно простая и к тому же хорошо проиллюстрирована примерами и рисунками. Следует учитывать, что смысловое чтение — один из планируемых результатов обучения, и тут как раз предоставляется подходящая возможность.

Изучать этот материал ученики могут не только в качестве домашнего задания, но и непосредственно на уроке. После изучения необходимо, конечно, обсудить новый материал, представив возможности ученикам для задавания вопросов друг другу (например, в виде описанного выше «соревнования рядов»).

Дисперсия, дифракция и интерференция света

Эта заключительная тема курса физики 8-го класса изучается в обзорном порядке, «без математики».

Поэтому особенно важно уделить внимание демонстрациям, тем более, что данная тема является благодарной с этой точки зрения.

Продемонстрируйте ученикам разложение белого света в цветной спектр и предложите высказать свои соображения о том, что означает этот опыт. Вывод действительно нетривиальный: ведь долгое время учёные считали именно белый цвет «основным».

Рассматривая окраску предметов, не ограничивайтесь только рассказом и демонстрациями: предложите ученикам решить задачи (1—2 §27).

Явление интерференции — первое изучаемое в 8-м классе явление, свидетельствующее о волновой природе света. В этом учебном году достаточно ограничиться упоминанием об этом, пообещав, что в курсе физики старшей школы это явление будет рассмотрено подробнее.

То же самое, в общих чертах, относится и к явлению дифракции света.

Раздел «Хочешь узнать больше?» можно предложить ученикам для самостоятельного изучения с последующим обсуждением.

УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ НЕКОТОРЫХ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАЧ

§ 2. Удельная теплоёмкость

5. Предположим для определённости, что начальная температура молока равна $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, а начальная температура воды равна $80\text{ }^{\circ}\text{C}$. Примем, что масса каждой жидкости равна $0,5\text{ кг}$. Разделим каждую жидкость пополам, разлив в 2 сосуда, которые мы обозначим M_1, M_2, B_1, B_2 . Далее будем приводить сосуды в соприкосновения для осуществления теплопередачи от более нагретой жидкости к менее нагретой. Согласно условию, после установления теплового равновесия температуры жидкостей в сосудах станут равными среднему арифметическому их температур до установления контакта между ними. Вот возможная последовательность действий, при которых каждый раз приводятся в соприкосновение сосуды с водой и молоком попарно так, чтобы в каждом случае разность температур между содержимым сосудов была наименьшая из возможных.

Установление контакта между сосудами мы символически обозначаем знаком «+». В скобках после обозначения сосудов указываем температуру жидкости в этих сосудах.

$$M_1(0) + B_1(80) \Rightarrow M_1(40), B_1(40)$$

$$M_1(40) + B_2(80) \Rightarrow M_1(60), B_2(60)$$

$$M_2(0) + B_1(40) \Rightarrow M_2(20), B_1(20)$$

$$M_2(20) + B_2(60) \Rightarrow M_2(40), B_2(40)$$

$$M_1(60) + M_2(40) \Rightarrow M_1(50), M_2(50)$$

$$B_1(20) + B_2(40) \Rightarrow B_1(30), B_2(30)$$

Мы видим, что в результате температура молока стала равной $50\text{ }^{\circ}\text{C}$, а температура воды — равной $30\text{ }^{\circ}\text{C}$, то есть молоко действительно стало *теплее* воды.

§ 3. Измерение удельной теплоёмкости.

Уравнение теплового баланса

1. Обозначим

m_B — массу воды в калориметре,

$m_{ш}$ — массу шарика,

c_B — удельную теплоёмкость воды,

$c_{ш}$ — удельную теплоёмкость вещества, из которого изготовлен шарик,

t_K — температуру кипятка ($100\text{ }^{\circ}\text{C}$),

t_B — начальную температуру воды,

t_1 — температуру содержимого калориметра после погружения в него одного шарика,

t_2 — температуру содержимого калориметра после погружения в него двух шариков.

Заметим теперь, что из закона сохранения энергии следует, что температура содержимого калориметра будет одной и той же независимо от того, кладут ли второй шарик в калориметр тогда, когда в нём установилось тепловое равновесие после помещения в него первого шарика, или оба шарика кладут *одновременно*. Запишем поэтому уравнения теплового баланса для случая, когда в калориметр кладут *один* вынутый из кипятка шарик, и для случая, когда в него *сразу* кладут *два* таких же вынутых из кипятка шарика.

$$c_{\text{в}} m_{\text{в}}(t_1 - t_{\text{в}}) = c_{\text{ш}} m_{\text{ш}}(t_{\text{к}} - t_1);$$

$$c_{\text{в}} m_{\text{в}}(t_2 - t_{\text{в}}) = 2c_{\text{ш}} m_{\text{ш}}(t_{\text{к}} - t_2);$$

Разделив второе уравнение на первое, получим:

$$\frac{t_2 - t_{\text{в}}}{t_1 - t_{\text{в}}} = 2 \frac{t_{\text{к}} - t_2}{t_{\text{к}} - t_1}.$$

Мы получили одно уравнение с одним неизвестным t_2 .

2. Действуя подобно тому, как при решении предыдущей задачи, получим одно уравнение с одним неизвестным — числом шариков.

§ 4. Энергия топлива. Плавление и кристаллизация

1—2. При решении в 8-м классе задач, в которых рассматривается изменение агрегатного состояния и неизвестен вид конечного состояния (например, будет ли в конечном состоянии лёд и вода, только вода или только лёд), обычно действуют так. *Предполагают*, что реализуется *какое-либо* одно из возможных состояний, и записывают *в этом предположении* уравнение теплового баланса (например, если предполагают, что в конечном состоянии — только вода, то уравнение теплового баланса записывают, считая, что весь лёд, бывший в начальном состоянии, растаял, а образовавшаяся из него вода нагрелась до конечной температуры). Важно то, что *предположением о выборе вида конечного состояния определяется, какая величина является искомой в уравнении теплового баланса*. Например, если предполагается, что весь лёд растаял, то неизвестной величиной является конечная температура воды. А если предполагается, что в конечном состоянии —

лёд и вода, то неизвестной величиной является масса воды (или льда). Полученный при решении уравнения теплового баланса численный ответ необходимо проверить на непротиворечивость: например, если предположено, что в конечном состоянии — только вода, то искомая конечная температура должна быть не ниже $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, а если предположено, что в конечном состоянии — вода и лёд, то искомая масса воды не должна превышать сумму начальных масс воды и льда.

Если оказалось, что ответ противоречив, это означает, что сделанное предположение о виде конечного состояния неправильное, и надо записать уравнение теплового баланса в другом предположении.

§ 5. Парообразование и конденсация.

Испарение и кипение

2. См. указание к задачам 1—2 предыдущего параграфа.

§ 22. Действия света. Источники света.

Распространение света

3. В условии указано расстояние от источника света до *основания* стержня, а для построения тени стержня надо определить расстояние от основания стержня до основания перпендикуляра, проведённого из источника света к площадке. Это расстояние можно найти, применив теорему Пифагора к прямоугольному треугольнику, *гипотенузой* которого является отрезок, соединяющий источник света с основанием стержня.

§ 23. Отражение света

1. Искомая точка лежит на прямой, соединяющей точку D с изображением точки C в зеркале.

2. Надо учесть, что изображения точки A возникают не только вследствие однократного отражения от каждого из зеркал лучей, исходящих от этой точки, но и вследствие *двойного* отражения лучей — сначала от одного зеркала, а потом — от другого.

3. Точки отражения искомого луча от зеркал лежат на прямой, соединяющей изображения точки A в одном зеркале и точки B в другом зеркале.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
ПРИМЕРНАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА	4
Пояснительная записка	4
Характеристика учебного предмета	6
Место предмета в учебном плане	7
Личностные, метапредметные и предметные результаты освоения курса физики	8
Содержание учебного предмета	17
7 класс	17
8 класс	20
9 класс	23
Планируемые результаты изучения учебного предмета, курса	25
Тематическое планирование 7 класс	34
Тематическое планирование 8 класс	40
Тематическое планирование 9 класс	48
ПРИМЕРНОЕ ПОУРОЧНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ.....	55
ПРИМЕРНОЕ СОДЕРЖАНИЕ УРОКОВ	60
Тепловые явления	60
Электрические явления.....	69
Электромагнитные явления	81
Оптические явления	87
Подведение итогов учебного года.....	95
ОБУЧЕНИЕ ФИЗИКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ИССЛЕДОВАНИЯ КЛЮЧЕВЫХ СИТУАЦИЙ.....	96
Традиционная методика обучения решению задач и причины её неэффективности	96
Метод исследования ключевых ситуаций	100
Возможные формы организации учебно-исследовательской деятельности при использовании метода исследования ключевых ситуаций.....	104
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	108
Основные особенности учебника	108
Тепловые явления	109
Внутренняя энергия. Количество теплоты и виды теплопередачи.....	109
Удельная теплоёмкость	112

Измерение удельной теплоёмкости.	
Уравнение теплового баланса.....	113
Энергия топлива. Плавление и кристаллизация.....	113
Парообразование и конденсация.	
Испарение и кипение.....	114
Тепловые двигатели.....	116
Электрические явления.....	116
Электризация тел.	
Носители электрического заряда.....	116
Закон сохранения электрического заряда.	
Закон Кулона.....	117
Электрическое поле.....	119
Электрический ток. Действия электрического тока..	121
Сила тока и напряжение.....	122
Закон Ома для участка цепи.	
Удельное сопротивление.....	123
Применение закона Ома	
к последовательному соединению проводников.....	124
Применение закона Ома к параллельному	
и смешанному соединениям проводников.....	125
Работа и мощность электрического тока.....	125
Полупроводники и полупроводниковые приборы.....	126
Электромагнитные явления.....	127
Магнитные взаимодействия. Магнитное поле.....	127
Сила Ампера. Сила Лоренца.....	129
Электромагнитная индукция.....	130
Производство и передача электроэнергии.....	131
Электромагнитные волны.....	132
Оптические явления.....	133
Действия света. Источники света.	
Распространение света.....	133
Отражение света.....	133
Преломление света. Линзы.....	134
Построение изображений в линзах.....	135
Глаз и оптические приборы.....	137
Дисперсия, дифракция и интерференция света.....	137

УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ

НЕКОТОРЫХ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАЧ.....	139
---	------------