

ФГОС
ИННОВАЦИОННАЯ ШКОЛА

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

к учебнику Э.Т. Изергина
«ФИЗИКА»
для 10 класса общеобразовательных организаций
Базовый уровень

Автор-составитель
О.А. Селютина

*Соответствует Федеральному государственному
образовательному стандарту*

Москва
«Русское слово»

УДК 372.016:53*10(073)
ББК 74.262.22я721
М 54

М 54 **Методическое** пособие к учебнику Э.Т. Изергина «Физика» для 10 класса общеобразовательных организаций. Базовый уровень / авт.-сост. О.А. Селютина. — М.: ООО «Русское слово — учебник», 2022. — 136 с. — (ФГОС. Инновационная школа).

Методическое пособие составлено на основе требований Федерального государственного образовательного стандарта, Примерной основной образовательной программы и предназначено для организации и проведения уроков по курсу «Физика» в 10 классе общеобразовательных организаций.

УДК 372.016:53*10(073)
ББК 74.262.22я721

ВВЕДЕНИЕ

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДИЧЕСКОГО ПОСОБИЯ

Предлагаемое вашему вниманию пособие предназначено для педагогов, преподающих физику на базовом уровне в 10 классе по УМК «Физика» автора Э.Т. Изергина. Пособие состоит из нескольких частей: введение, воспитательный потенциал предмета и методика его реализации на уроках физики в 10 классе, рабочая программа по курсу «Физика» (10 класс), методические рекомендации по организации и проведению отдельных уроков. При написании пособия автор-составитель уделил существенное внимание формированию методологических знаний и модельных представлений, расширяя представления обучающихся по важным вопросам курса физики средней школы.

Эффективное изучение учебного предмета предполагает преемственность, когда постоянно привлекаются полученные ранее знания, устанавливаются новые связи в изучаемом материале. Это особенно важно учитывать при изучении физики в старших классах, поскольку многие из изучаемых вопросов уже знакомы обучающимся по курсу физики основной школы. Однако следует учитывать, что среди старшеклассников, выбравших изучение физики на базовом уровне, есть и такие, у кого были трудности при изучении физики в основной школе. Поэтому в данном пособии предусмотрено повторение и углубление основных идей и понятий, которые изучались в курсе физики основной школы.

В пособии намеренно не даны сценарные решения уроков, так как творчески работающий педагог прекрасно понимает, что даже самый идеальный на бумаге урок на практике может не состояться из-за влияния множества факторов. Неоднократно было замечено, что переложение готового урока на свою «педагогическую почву» не всегда приводит к желаемому результату. На результативность урока влияют и время года, и время проведения урока, и психологическое состояние педагога и школьников, и первичная подготовка обучающихся.

В пособии даны основные ориентиры организационной деятельности педагога, которые основываются на программе курса физики, а также на тематическом содержании компонентов учебно-методического комплекта по физике.

Желаю творческих успехов!

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

Личностные результаты освоения основной образовательной программы

Личностные результаты в сфере отношения обучающихся к себе, к своему здоровью, к познанию себя:

- ориентация обучающихся на достижение личного счастья, реализацию позитивных жизненных перспектив, инициативность, креативность, готовность и способность к личностному самоопределению, способность ставить цели и строить жизненные планы;
- готовность и способность обеспечить себе и своим близким достойную жизнь в процессе самостоятельной, творческой и ответственной деятельности;
- готовность и способность обучающихся к отстаиванию личного достоинства, собственного мнения, готовность и способность вырабатывать собственную позицию по отношению к общественно-политическим событиям прошлого и настоящего на основе осознания и осмысления истории, духовных ценностей и достижений нашей страны;
- готовность и способность обучающихся к саморазвитию и самовоспитанию в соответствии с общечеловеческими ценностями и идеалами гражданского общества, потребность в физическом самосовершенствовании, занятиях спортивно-оздоровительной деятельностью;
- принятие и реализация ценностей здорового и безопасного образа жизни, бережное, ответственное и компетентное отношение к собственному физическому и психологическому здоровью;
- неприятие вредных привычек: курения, употребления алкоголя, наркотиков.

Личностные результаты в сфере отношений обучающихся к России как к Родине (Отечеству):

- российская идентичность, способность к осознанию российской идентичности в поликультурном социуме, чувство причастности к историко-культурной общности российского народа и судьбе России, патриотизм, готовность к служению Отечеству, его защите;

- уважение к своему народу, чувство ответственности перед Родиной, гордости за свой край, свою Родину, прошлое и настоящее многонационального народа России, уважение к государственным символам (герб, флаг, гимн);

- формирование уважения к русскому языку как государственному языку Российской Федерации, являющемуся основой российской идентичности и главным фактором национального самоопределения;

- воспитание уважения к культуре, языкам, традициям и обычаям народов, проживающих в Российской Федерации.

Личностные результаты в сфере отношения обучающихся к закону, государству и к гражданскому обществу:

- гражданственность, гражданская позиция активного и ответственного члена российского общества, осознающего свои конституционные права и обязанности, уважающего закон и правопорядок, осознанно принимающего традиционные национальные и общечеловеческие гуманистические и демократические ценности, готового к участию в общественной жизни;

- признание неотчуждаемости основных прав и свобод человека, которые принадлежат каждому от рождения, готовность к осуществлению собственных прав и свобод без нарушения прав и свобод других лиц, готовность отстаивать собственные права и свободы человека и гражданина согласно общепризнанным принципам и нормам международного права и в соответствии с Конституцией Российской Федерации, правовая и политическая грамотность;

- мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки и общественной практики, основанное на диалоге культур, а также различных форм общественного сознания, осознание своего места в поликультурном мире;

- интериоризация ценностей демократии и социальной солидарности, готовность к договорному регулированию отношений в группе или социальной организации;

- готовность обучающихся к конструктивному участию в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах общественной самоорганизации, самоуправления, общественно значимой деятельности;

- приверженность идеям интернационализма, дружбы, равенства, взаимопомощи народов; воспитание уважительного отношения к национальному достоинству людей, их чувствам, религиозным убеждениям;

- готовность обучающихся противостоять идеологии экстремизма, национализма, ксенофобии, коррупции; дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам и другим негативным социальным явлениям.

Личностные результаты в сфере отношения обучающихся к окружающим людям:

- нравственное сознание и поведение на основе усвоения общечеловеческих ценностей, толерантного общения в поликультурном мире, готовности и способности вести диалог с другими людьми, достигать в нём взаимопонимания, находить общие цели и сотрудничать для их достижения;

- принятие гуманистических ценностей, осознанное, уважительное и доброжелательное отношение к другому человеку, его мнению, мировоззрению;

- способность к сопереживанию и формирование позитивного отношения к людям, в том числе к лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам; бережное, ответственное и компетентное отношение к физическому и психологическому здоровью других людей, умение оказывать первую помощь;

- формирование выраженной в поведении нравственной позиции, в том числе способности к сознательному выбору добра, нравственного сознания и поведения на основе усвоения общечеловеческих ценностей и нравственных чувств (честь, долг, справедливость, милосердие, дружелюбие);

- развитие компетенций сотрудничества со сверстниками, детьми младшего возраста, взрослыми в образовательной, общественно полезной, учебно-исследовательской, проектной и других видах деятельности.

Личностные результаты в сфере отношения обучающихся к окружающему миру, живой природе, художественной культуре:

- мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки, значимости науки, готовность к научно-техническому творчеству, владение достоверной информацией о передовых достижениях

и открытиях мировой и отечественной науки, заинтересованность в научных знаниях об устройстве мира и общества;

- готовность и способность к образованию, в том числе самообразованию, на протяжении всей жизни; сознательное отношение к непрерывному образованию как условию успешной профессиональной и общественной деятельности;

- экологическая культура, бережное отношение к родной земле, природным богатствам России и мира; понимание влияния социально-экономических процессов на состояние природной и социальной среды, ответственность за состояние природных ресурсов; умения и навыки разумного природопользования, нетерпимое отношение к действиям, приносящим вред экологии; приобретение опыта эколого-направленной деятельности;

- эстетическое отношение к миру, готовность к эстетическому обустройству собственного быта.

Личностные результаты в сфере отношения обучающихся к семье и родителям, в том числе подготовка к семейной жизни:

- ответственное отношение к созданию семьи на основе осознанного принятия ценностей семейной жизни;

- положительный образ семьи, родительства (отцовства и материнства), интериоризация традиционных семейных ценностей.

Личностные результаты в сфере отношения обучающихся к труду, в сфере социально-экономических отношений:

- уважение ко всем формам собственности, готовность к защите своей собственности;

- осознанный выбор будущей профессии как путь и способ реализации собственных жизненных планов;

- готовность обучающихся к трудовой профессиональной деятельности как к возможности участия в решении личных, общественных, государственных, общенациональных проблем;

- потребность трудиться, уважение к труду и людям труда, трудовым достижениям, добросовестное, ответственное и творческое отношение к разным видам трудовой деятельности;

- готовность к самообслуживанию, включая обучение и выполнение домашних обязанностей.

Личностные результаты в сфере физического, психологического, социального и академического благополучия обучающихся:

- физическое, эмоционально-психологическое, социальное благополучие обучающихся в жизни образовательной организации, ощущение детьми безопасности и психологического комфорта, информационной безопасности.

Метапредметные результаты освоения основной образовательной программы

Метапредметные результаты освоения основной образовательной программы представлены тремя группами универсальных учебных действий.

Регулятивные универсальные учебные действия

Выпускник научится:

- самостоятельно формулировать цели, задавать параметры и критерии, по которым можно определить, что они достигнуты;

- оценивать возможные последствия достижения поставленной цели в деятельности, собственной жизни и жизни окружающих людей, основываясь на соображениях этики и морали;

- ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности и жизненных ситуациях;

- оценивать ресурсы, в том числе время и другие нематериальные ресурсы, необходимые для достижения поставленной цели;

- выбирать путь достижения цели, планировать решение поставленных задач, оптимизируя материальные и нематериальные затраты;

- организовывать эффективный поиск ресурсов, необходимых для достижения поставленной цели;

- сопоставлять полученный результат деятельности с поставленной заранее целью.

Познавательные универсальные учебные действия

Выпускник научится:

- искать и находить обобщённые способы решения задач, в том числе осуществлять развёрнутый информационный поиск и формулировать на его основе новые (учебные и познавательные) задачи;
- критически оценивать и интерпретировать информацию с разных позиций, распознавать и фиксировать противоречия в информационных источниках;
- использовать различные модельно-схематические средства для представления существенных связей и отношений, а также противоречий, выявленных в информационных источниках;
- находить и приводить критические аргументы в отношении действий и суждений другого; спокойно и разумно относиться к критическим замечаниям в отношении собственного суждения, рассматривать их как ресурс собственного развития;
- выходить за рамки учебного предмета и осуществлять целенаправленный поиск возможностей для широкого переноса средств и способов действия;
- выстраивать индивидуальную образовательную траекторию, учитывая ресурсные ограничения и ограничения со стороны других участников;
- менять и удерживать разные позиции в познавательной деятельности.

Коммуникативные универсальные учебные действия

Выпускник научится:

- осуществлять деловую коммуникацию как со сверстниками, так и со взрослыми (внутри образовательной организации и за её пределами), подбирать партнёров для деловой коммуникации, исходя из соображений результативности взаимодействия, а не личных симпатий;
- при осуществлении групповой работы быть как руководителем, так и членом команды в разных ролях (генератор идей, критик, исполнитель, выступающий, эксперт и т.д.);
- координировать и выполнять работу в условиях реального, виртуального и комбинированного взаимодействия;
- развёрнуто, логично и точно излагать свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств;
- распознавать конфликтогенные ситуации и предотвращать конфликты до наступления их активной фазы, выстраивать деловую и образовательную коммуникацию, избегая личностных оценочных суждений.

ТИПОЛОГИЯ УРОКОВ¹

Система занятий по любому предмету имеет циклический характер. Один цикл обычно связан с крупной дидактической единицей — темой, в рамках которой учитель использует все типы уроков. Данная классификация позволяет чётко определять цель, задачи и структуру каждого занятия и не препятствует выбору педагогом формы (вида) проведения урока (лекция, беседа, семинар, урок-путешествие и др.) и использованию различных педагогических технологий.

В дальнейшем будем использовать следующие типы уроков:

- урок освоения новых знаний и видов учебных действий;
- урок применения знаний и видов учебных действий;
- урок обобщения, систематизации и закрепления знаний и умений выполнять учебные действия;
- урок развивающего контроля;
- комбинированный урок.

Структура уроков

1. Урок освоения новых знаний и видов учебных действий

Данный тип урока используется:

- при освоении новых знаний и формировании новых видов учебных действий;
- при освоении новых знаний на основе уже сформированных видов учебных действий;
- при формировании новых видов учебных действий на основе имеющихся знаний.

¹ Составлено С.В. Банниковым и С.Н. Михайловской (Новиковой) на основе положений ФГОС.

Цели уроков данного типа: формирование у обучающихся новых знаний и(или) видов учебных действий в рамках учебной ситуации; формирование способности к рефлексии.

Деятельность учителя: создание социально-педагогических условий для освоения обучающимися новых знаний и(или) формирования умений выполнять учебные действия; формирование у обучающихся способностей к рефлексии.

Деятельность обучающихся: восприятие, осмысление, запоминание новых знаний и(или) освоение новых видов учебных действий; формирование способностей к рефлексии.

2. Урок применения знаний и видов учебных действий

Цели уроков данного типа: закрепление знаний и(или) учебных действий и формирование у обучающихся способностей применять их для решения практических задач; формирование способности к рефлексии, коррекции знаний и(или) умений выполнять учебные действия.

Деятельность учителя: создание социально-педагогических условий для практического применения обучающимися знаний и(или) видов учебных действий; формирование у обучающихся способностей к рефлексии, коррекции знаний и(или) умений выполнять учебные действия.

Деятельность обучающихся: закрепление знаний и(или) умений выполнять учебные действия; фиксация и преодоление затруднений практического применения знаний и(или) умений выполнять учебные действия.

3. Урок обобщения, систематизации и закрепления знаний и умений выполнять учебные действия

Цели уроков данного типа: обобщение, систематизация и закрепление знаний и умений выполнять учебные действия каждым обучающимся по итогам изучения раздела курса или крупного тематического блока; выявление индивидуальных достижений обучающихся при выполнении учебных действий на основе сформированных знаний; формирование способности к рефлексии, коррекции знаний и(или) умений выполнять учебные действия.

Деятельность учителя: создание социально-педагогических условий для организации обобщения, систематизации и закрепления знаний и(или) умений выполнять учебные действия; выявление индивидуальных достижений обучающихся и затруднений при выполнении учебных действий на основе сформированных знаний; формирование у обучающихся способностей к рефлексии, коррекции знаний и(или) умений выполнять учебные действия.

Деятельность обучающихся: обобщение, систематизация и закрепление знаний и(или) умений выполнять учебные действия; самоанализ и самооценка индивидуальных учебных достижений; развитие контрольно-коррекционных способностей.

4. Урок развивающего контроля

Цели уроков данного типа: осуществление контроля за способностями обучающихся применять новые знания и умения выполнять учебные действия при помощи диагностирующего материала разного вида, а также формирование способности обучающихся к самоконтролю, самоанализу и самооценке.

Урок развивающего контроля предполагает организацию учебного взаимодействия в течение двух учебных часов.

Деятельность учителя: создание социально-педагогических условий для мотивации обучающихся к осуществлению контроля уровня усвоения знаний и сформированности умений выполнять учебные действия; контроль уровня усвоения знаний и сформированности умений выполнять учебные действия; анализ правильности выполнения коррекционной работы обучающимися, уточнение алгоритмов исправления ошибок и устранения затруднений в учебной деятельности.

Деятельность обучающихся: выполнение диагностирующих заданий; само- и взаимопроверка результатов выполнения диагностирующих заданий; выявление причин затруднений в учебной деятельности, выработка и применение алгоритмов коррекции этих затруднений; рефлексия учебной деятельности.

5. Комбинированный урок

Цели уроков данного типа: создание ситуации, при которой учитель имеет возможность наряду с освоением обучающимися новых знаний и(или) видов учебных действий провести закрепление и коррекцию усвоенных ранее знаний и(или) видов учебных действий.

Деятельность учителя: создание социально-педагогических условий для организации повторения, закрепления и коррекции усвоенных знаний и(или) видов учебных действий; создание условий для освоения обучающимися новых знаний и(или) видов учебных действий; формирование у обучающихся способностей к коррекционной деятельности и рефлексии.

Деятельность обучающихся: закрепление знаний и(или) умений выполнять учебные действия; восприятие, осмысление, запоминание новых знаний и(или) освоение новых видов учебных действий; фиксирование и преодоление затруднений применения знаний и(или) умений выполнять учебные действия.

ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

Для более полного охвата разнообразных по своему назначению уроков, которые конструируются в практике обучения, их разделяют не только по типам, но и по видам. Деление уроков на виды наиболее целесообразно осуществлять по характеру деятельности учителя и обучающихся. При этом подразделение на виды происходит для каждого типа урока в рамках используемой типологии. Так, например, контрольные уроки, являющиеся одним из элементов типологии по основным этапам учебного процесса, подразделяются на следующие виды: уроки устного опроса; письменного опроса, зачёты, лабораторные и практические работы, самостоятельные и контрольные работы, сочетание разных видов. Подразделение уроков на типы и виды тем не менее не делает полными имеющиеся типологии. В качестве примеров подобных типологий, подразделяющих уроки по форме их проведения, можно привести следующие виды уроков:

1) уроки в форме соревнований и игр: конкурс, турнир, эстафета, дуэль, КВН, деловая игра, ролевая игра, кроссворд, викторина и т.д.;

2) уроки, основанные на формах, жанрах и методах работы, известных в общественной практике: исследование, изобретательство, анализ первоисточников, комментариев, мозговая атака, интервью, репортаж, рецензия и т.д.;

3) уроки, основанные на нетрадиционной организации учебного материала: урок мудрости, откровение, урок-блок, урок «дублёр начинает действовать» и т.д.;

4) уроки, напоминающие публичные формы общения: пресс-конференция, брифинг, аукцион, бенефис, регламентированная дискуссия, панорама, телемост, репортаж, диалог, «живая газета», устный журнал и т.д.;

5) уроки, основанные на имитации деятельности учреждений и организаций: следствие, патентное бюро, учёный совет и т.д.;

6) уроки, основанные на имитации деятельности при проведении общественно-культурных мероприятий: заочная экскурсия, экскурсия в прошлое, путешествие, прогулки и т.д.;

7) уроки, опирающиеся на фантазию: урок-сказка, урок-сюрприз и т.д.;

8) уроки с использованием традиционных форм внеклассной работы: «следствие ведут знатоки», спектакль, брейн-ринг, диспут и т.д.;

9) интегрированные уроки;

10) трансформация традиционных способов организации урока: лекция-парадокс, парный опрос, экспресс-опрос, урок — защита оценки, урок-консультация, урок-практикум, урок-семинар и т.д.

В качестве примеров другого подхода к типологии уроков по форме их проведения можно привести такие блоки однотипных уроков:

1) уроки творчества: урок изобретательства, урок-выставка, урок-сочинение, урок — творческий отчёт и т.д.;

2) уроки, созвучные с общественными тенденциями: урок — общественный смотр знаний, урок-диспут, урок-диалог и т.д.;

3) межпредметный и внутрикурсовой уроки: одновременно по двум предметам, одновременно для обучающихся разных возрастов и т.д.;

4) уроки с элементами историзма: урок об учёных, урок-бенефис, урок — исторический обзор, урок-портрет и т.д.;

5) театрализованные уроки: урок-спектакль, урок воспоминаний, урок-суд, урок-аукцион и т.д.;

6) игровые уроки: урок — деловая игра, урок — ролевая игра, урок с дидактической игрой, урок-соревнование, урок-путешествие и т.д.;

7) вспомогательные уроки: урок-тест, урок для родителей, урок-консультация и т.д.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В состав УМК для 10 класса входят:

- 1) программа курса «Физика» (базовый уровень). 10–11 классы;
- 2) учебник. 10 класс (базовый уровень);
- 3) электронная форма учебника. 10 класс;
- 4) методическое пособие к учебнику. 10 класс;
- 5) рабочая программа. 10 класс;
- 6) рабочая тетрадь. 10 класс;
- 7) тетрадь для лабораторных работ. 10 класс;
- 8) методические рекомендации по проведению лабораторных работ. 10 класс;
- 9) контрольно-измерительные материалы для текущего и итогового контроля. 10 класс.

Интернет-ресурсы:

www.krugosvet.ru — Энциклопедия «Кругосвет».

ru.wikipedia.org — Википедия.

www.astronet.ru — Астронет (сайт по астрономии).

www.elementy.ru — Элементы (все новости науки для детей).

www.stiz.ru — Проект «Вся физика».

www.kvant.mcsme.ru — полный архив журнала «Квант».

www.afizika.ru — сайт «Занимательная физика».

www.elkin52.narod.ru — Занимательная физика в вопросах и ответах.

www.physics03.narod.ru — Физика вокруг нас.

www.physics.ru — Открытая физика (онлайн-учебники).

www.school-collection.edu.ru — сайт цифровых образовательных ресурсов.

ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ПРЕДМЕТА И МЕТОДИКА ЕГО РЕАЛИЗАЦИИ НА УРОКАХ ФИЗИКИ В 10 КЛАССЕ

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОСПИТАНИЯ

Воспитание и социализация обучающихся на уровне основного общего образования строятся на основе базовых национальных ценностей российского общества, таких как патриотизм, социальная солидарность, гражданственность, семья, здоровье, труд и творчество, наука, традиционные религии России, искусство, природа, человечество, и направлены на развитие и воспитание компетентного гражданина России, принимающего судьбу Отечества как свою личную, осознающего ответственность за настоящее и будущее своей страны, укоренённого в духовных и культурных традициях многонационального народа России.

Воспитание направлено на:

- освоение обучающимися социального опыта, основных социальных ролей, соответствующих ведущей деятельности данного возраста, норм и правил общественного поведения;
- формирование готовности обучающихся к выбору направления своей профессиональной деятельности в соответствии с личными интересами, индивидуальными особенностями и способностями, с учётом потребностей рынка труда;
- формирование и развитие знаний, личностных ориентиров и норм здорового и безопасного образа жизни с целью сохранения и укрепления физического, психологического и социального здоровья обучающихся как одной из ценностных составляющих личности и ориентированной на достижение планируемых результатов освоения основной образовательной программы основного общего образования;
- формирование экологической культуры;
- формирование антикоррупционного сознания.

Воспитание обеспечивает:

- формирование уклада школьной жизни, обеспечивающего создание социальной среды развития обучающихся, включающего урочную, внеурочную и общественно значимую деятельность, систему воспитательных мероприятий, культурных и социальных практик, основанного на системе социокультурных и духовно-нравственных ценностей и принятых в обществе правилах и нормах поведения в интересах человека, семьи, общества и государства, российского общества, учитывающего историко-культурную и этническую специфику региона, потребности обучающихся и их родителей (законных представителей);
- усвоение обучающимися нравственных ценностей, приобретение начального опыта нравственной, общественно значимой деятельности, конструктивного социального поведения, мотивации и способности к духовно-нравственному развитию;
- приобщение обучающихся к культурным ценностям своего народа, своей этнической или социокультурной группы, базовым национальным ценностям российского общества, общечеловеческим ценностям в контексте формирования у них российской гражданской идентичности;
- социальную самоидентификацию обучающихся посредством лично значимой и общественно приемлемой деятельности;
- формирование у обучающихся личностных качеств, необходимых для конструктивного, успешного и ответственного поведения в обществе с учётом правовых норм, установленных российским законодательством;
- приобретение знаний о нормах и правилах поведения в обществе, социальных ролях человека;
- формирование позитивной самооценки, самоуважения, конструктивных способов самореализации;
- приобщение обучающихся к общественной деятельности и традициям организации, осуществляющей образовательную деятельность, участие в детско-юношеских организациях и движениях, спортивных секциях, творческих клубах и объединениях по интересам, сетевых сообществах, библиотечной сети,

краеведческой работе, ученическом самоуправлении, военно-патриотических объединениях, в проведении акций и праздников (региональных, государственных, международных);

- участие обучающихся в деятельности производственных, творческих объединений, благотворительных организаций;

- участие в экологическом просвещении сверстников, родителей, населения;

- участие в благоустройстве школы, класса, сельского поселения, города;

- формирование способности противостоять негативным воздействиям социальной среды, факторам микросоциальной среды;

- развитие педагогической компетентности родителей (законных представителей) в целях содействия социализации обучающихся в семье;

- учёт индивидуальных и возрастных особенностей обучающихся, культурных и социальных потребностей их семей;

- формирование у обучающихся мотивации к труду, потребности к приобретению профессии;

- овладение способами и приёмами поиска информации, связанной с профессиональным образованием и профессиональной деятельностью, поиском вакансий на рынке труда и работой служб занятости населения;

- развитие собственных представлений о перспективах своего профессионального образования и будущей профессиональной деятельности;

- приобретение практического опыта, соответствующего интересам и способностям обучающихся;

- создание условий для профессиональной ориентации обучающихся через систему работы педагогических работников, психологов, социальных педагогов;

- сотрудничество с базовыми предприятиями, профессиональными образовательными организациями, образовательными организациями высшего образования, центрами профориентационной работы;

- совместную деятельность с родителями (законными представителями);

- информирование обучающихся об особенностях различных сфер профессиональной деятельности, социальных и финансовых составляющих различных профессий, особенностях местного, регионального, российского и международного спроса на различные виды трудовой деятельности;

- использование средств психолого-педагогической поддержки обучающихся и развитие консультационной помощи в их профессиональной ориентации, включающей диагностику профессиональных склонностей и профессионального потенциала обучающихся, их способностей и компетенций, необходимых для продолжения образования и выбора профессии (в том числе компьютерного профессионального тестирования и тренинга в специализированных центрах);

- осознание обучающимися ценности экологически целесообразного, здорового и безопасного образа жизни;

- формирование установки на систематические занятия физической культурой и спортом, готовности к выбору индивидуальных режимов двигательной активности на основе осознания собственных возможностей;

- осознанное отношение обучающихся к выбору индивидуального рациона здорового питания;

- формирование знаний о современных угрозах для жизни и здоровья людей, в том числе экологических и транспортных, готовности активно им противостоять;

- овладение современными оздоровительными технологиями, в том числе на основе навыков личной гигиены;

- формирование готовности обучающихся к социальному взаимодействию по вопросам улучшения экологического качества окружающей среды, устойчивого развития территории, экологического здоровьесберегающего просвещения населения, профилактики употребления наркотиков и других психоактивных веществ, профилактики инфекционных заболеваний;

- убеждённость в выборе здорового образа жизни и вреде употребления алкоголя и табакокурения;

- осознание обучающимися взаимной связи здоровья человека и экологического состояния окружающей среды, роли экологической культуры в обеспечении личного и общественного здоровья и безопасности;

- необходимость следования принципу предосторожности при выборе варианта поведения.

В ходе планирования учебно-воспитательного процесса учитываются:

- цель и задачи духовно-нравственного развития, воспитания и социализации обучающихся, описание ценностных ориентиров, лежащих в её основе;
- направления деятельности по духовно-нравственному развитию, воспитанию и социализации, профессиональной ориентации обучающихся, здоровьесберегающей деятельности и формированию экологической культуры обучающихся, отражающие специфику образовательной организации, запросы участников образовательного процесса;
- содержание, виды деятельности и формы занятий с обучающимися по каждому из направлений духовно-нравственного развития, воспитания и социализации обучающихся;
- формы индивидуальной и групповой организации профессиональной ориентации обучающихся по каждому из направлений («ярмарки профессий», дни открытых дверей, экскурсии, предметные недели, олимпиады, конкурсы);
- этапы организации работы в системе социального воспитания в рамках образовательной организации, совместной деятельности образовательной организации с предприятиями, общественными организациями, в том числе с системой дополнительного образования;
- основные формы организации педагогической поддержки социализации обучающихся по каждому из направлений с учётом урочной и внеурочной деятельности, а также формы участия специалистов и социальных партнёров по направлениям социального воспитания;
- модели организации работы по формированию экологически целесообразного, здорового и безопасного образа жизни, включающие в том числе рациональную организацию учебно-воспитательного процесса и образовательной среды, физкультурно-спортивной и оздоровительной работы, профилактику употребления психоактивных веществ обучающимися, профилактику детского дорожно-транспортного травматизма, организацию системы просветительской и методической работы с участниками образовательного процесса;
- описание деятельности образовательной организации в области непрерывного экологического здоровьесберегающего образования обучающихся;
- система поощрения социальной успешности и проявлений активной жизненной позиции обучающихся (рейтинг, формирование портфолио, установление стипендий, спонсорство и т.п.);
- критерии, показатели эффективности деятельности образовательной организации в части духовно-нравственного развития, воспитания и социализации обучающихся, формирования здорового и безопасного образа жизни и экологической культуры обучающихся (поведение на дорогах, в чрезвычайных ситуациях);
- методика и инструментарий мониторинга духовно-нравственного развития, воспитания и социализации обучающихся;
- планируемые результаты духовно-нравственного развития, воспитания и социализации обучающихся, формирования экологической культуры, культуры здорового и безопасного образа жизни обучающихся.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ВОСПИТАНИЯ СРЕДСТВАМИ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА «ФИЗИКА» В 10 КЛАССЕ

1) Патриотическое воспитание

Воспитание осознания российской гражданской идентичности, необходимости познания родного языка, истории, культуры своего края, народов России; проявление ценностного отношения к достижениям своей Родины — России, к науке, искусству, боевым и трудовым подвигам народа; гордости за российскую науку и технику, глубокое уважение к тем, кто своим трудом преумножил славу нашей Родины, осуществляется на основе:

1) изучения биографий, научных открытий и достижений российских учёных-физиков, которые внесли большой вклад в развитие российской и мировой науки и техники:

— К.Э. Циолковский, С.П. Королёв, М.В. Келдыш, М.К. Тихонравов, Ю.А. Гагарин в теме «Импульс. Закон сохранения импульса»;

— Д. Бернулли в теме «Закон сохранения энергии в динамике жидкостей»;

- П. Н. Лебедев в теме «Механическая картина мира»;
- М. В. Ломоносов в теме «Основные положения молекулярно-кинетической теории и их опытное обоснование»;
- Д. И. Менделеев в темах «Основные положения молекулярно-кинетической теории и их опытное обоснование», «Уравнение состояния идеального газа и его частные случаи для изопроцессов»;
- Л. И. Мандельштам, Н. Д. Папалески в теме «Электрический ток в металлах»;
- В. В. Петров в теме «Электрический ток в газах»;

2) решения качественных и количественных задач с использованием технических характеристик российской военной техники и исторических фактов, связанных с подвигами российских военных в годы Великой Отечественной войны в темах главы «Кинематика», главы «Динамика», главы «Законы сохранения в механике»;

3) включения в учебный материал исторических сведений:

- труд бурлаков в теме «Механическая работа. Мощность»;
- первые технологические эксперименты по сварке металлов в условиях космоса на космическом корабле «Союз-6» в теме «Физика и научно-технический прогресс».

Воспитание готовности к активному участию в жизни семьи, образовательной организации, родного края, страны осуществляется на основе практического использования в повседневной жизни знаний о свойствах физических явлений и закономерностей.

2) Гражданское воспитание

Воспитание неприятия любых искажённых форм идеологии — экстремизма, национализма, дискриминации по расовым, национальным, религиозным признакам осуществляется через знакомство с научными открытиями и вкладом в мировую науку зарубежных учёных прошлого и современности:

- Аристотель в теме «Физика — фундаментальная наука о природе. Научный метод познания»;
- Г. Галилей в темах «Физика — фундаментальная наука о природе. Научный метод познания», «Перемещение и пройденный путь при равноускоренном движении», «Законы динамики Ньютона», «Механическая картина мира»;
- И. Ньютон в темах «Физика — фундаментальная наука о природе. Научный метод познания», «Законы динамики Ньютона», «Закон всемирного тяготения», «Импульс. Закон сохранения импульса», «Механическая картина мира»;
- А. Эйнштейн в темах «Физика — фундаментальная наука о природе. Научный метод познания», «Свободное падение тел», «Основные положения молекулярно-кинетической теории и их опытное обоснование»;
- Г. Герц в теме «Методы научного исследования физических явлений»;
- Архимед и Н. Отто в теме «Физика и научно-технический прогресс»;
- М. Фарадей в темах «Физика и научно-технический прогресс», «Электрический ток в электролитах»;
- Р. Гук в темах «Закон всемирного тяготения», «Механическая картина мира»;
- И. Кеплер и Г. Кавендиш в теме «Закон всемирного тяготения»;
- Х. Гюйгенс в темах «Период механических колебаний», «Механическая картина мира»;
- Р. Декарт в теме «Импульс. Закон сохранения импульса»;
- Г. Лейбниц в теме «Механическая картина мира»;
- Дж. Максвелл в темах «Методы научного исследования физических явлений», «Механическая картина мира», «Основные положения молекулярно-кинетической теории и их опытное обоснование»;
- Г. Герц в теме «Механическая картина мира»;
- Р. Бойль в темах «Основные положения молекулярно-кинетической теории и их опытное обоснование», «Уравнение состояния идеального газа и его частные случаи для изопроцессов»;
- Демокрит, Дж. Дальгон, Р. Броун, М. Смолуховский, Ж. Перрен, О. Штерн, А. Авогадро в теме «Основные положения молекулярно-кинетической теории и их опытное обоснование»;
- Л. Больцман в темах «Основные положения молекулярно-кинетической теории и их опытное обоснование», «Температура и её измерение»;
- У. Томсон в темах «Температура и её измерение», «Принцип действия тепловых двигателей»;
- Э. Клапейрон, Э. Мариотт, Ж. Л. Гей-Люссак, Ж. Шарль в теме «Уравнение состояния идеального газа и его частные случаи для изопроцессов»;

- С. Карно в теме «Принцип действия тепловых двигателей»;
- Н.-Ж. Кюньо, Г. Даймлер, К. Бенц, Г. Форд в теме «Экологические проблемы тепловых электростанций и автомобильного транспорта»;
- Ф. Милетский, У. Гильберт, Г. Гельмгольц, Дж. Томсон, Э. Резерфорд, Р. Милликен, Ш. Кулон в теме «Электрический заряд. Закон Кулона»;
- Г. Ом в теме «Сила тока. Напряжение. Сопротивление проводника»;
- Э. Рике, Р. Толмен, Т. Стюарт, Х. Камерлинг-Оннес в теме «Электрический ток в металлах».

Приобретение опыта успешного межличностного общения на основе равенства, гуманизма, стремления к взаимопониманию и взаимопомощи формируется на основе:

- использования исторических сведений о строительстве и использовании Большого адронного коллайдера в теме «Физика и научно-технический прогресс»;
- выполнения лабораторных работ и фронтальных физических экспериментов и опытов.

Воспитание готовности к разнообразной совместной деятельности, активное участие в коллективных учебно-исследовательских, проектных и других творческих работах, в решении конкретных проблем, связанных с организацией учебной работы и внеурочной деятельности, соблюдением прав и интересов обучающихся, правил учебной дисциплины, установленных в образовательной организации, осуществляется через выполнение физических исследований и проектов по различным темам курса физики 10 класса.

3) Духовно-нравственное воспитание

Воспитание неприятия любых нарушений социальных (в том числе моральных и правовых) норм, ориентации на моральные ценности и нормы в ситуациях нравственного выбора, а также оценочного отношения к своему поведению и поступкам, к поведению и поступкам других людей осуществляется через использование в учебном материале легенд, притч, народных пословиц и поговорок при изучении физических явлений и законов, решении качественных и количественных задач.

4) Эстетическое воспитание

Формирование художественно-эстетической картины мира, прекрасного и безобразного осуществляется в результате использования в учебном материале фотографий и репродукций картин известных художников с изображением природных явлений и физических процессов.

Воспитание осознания важности освоения художественного наследия мира, России и населяющих её народов, эстетического восприятия окружающей действительности; формирование понимания этнических культурных традиций и народного творчества происходит на основе использования на уроках физики фрагментов из произведений русских и зарубежных писателей и поэтов, а также строк из песен:

- стихотворение А.С. Пушкина «Движение» и песня М.А. Светлова, М.Г. Львовского «Глобус» в теме «Механическое движение. Материальная точка. Система отсчёта. Перемещение»;
- эпиграмма А. Поупа «Явьсь, Ньютон!» в теме «Закон всемирного тяготения»;
- стихотворение Л. Хмельницкой «Колеблются, как маятник, качели...» в теме «Механические колебания. Гармонические колебания»;
- песня В.Е. Малкова «Шумит волна, звенит струна» и афоризм К. Пруткина «Бросая в воду камешки, смотри на круги, ими образуемые, иначе такое бросание будет пустою забавою» в теме «Механические волны»;
- стихотворение М.И. Цветаевой «Сини подмосковные холмы...» и отрывок из поэмы Н.А. Некрасова «Крестьянские дети» в теме «Механическая работа. Мощность»;
- стихотворение В.В. Маяковского «Кем быть» и строки из романа А.С. Пушкина «Евгений Онегин» в теме «Первое начало термодинамики и его применение к изопроцессам».

5) Формирование представлений о научной картине мира

Формирование основ научного мировоззрения, соответствующего современному уровню наук о природе и обществе и общественной практике, осуществляется на каждом урочном и внеурочном занятии по физике.

Воспитанию готовности к саморазвитию и самообразованию, проявлению интереса к самостоятельной познавательной деятельности, расширению знаний о природе и обществе, совершенствованию языковой и читательской культуры как средства познания окружающего мира способствуют задания, связанные с поиском ответов на вопросы с использованием дополнительной литературы и интернет-ресурсов по темам:

- «Физика — фундаментальная наука о природе. Научный метод познания»;
- «Температура и её измерение»;
- «Свойства паров. Влажность воздуха»;
- «Виды равновесия»;
- «Принцип действия тепловых двигателей»;
- «Электрическое поле»;
- «Электрический ток в металлах»;
- «Электрический ток в полупроводниках».

Формирование способности к успешной адаптации в окружающем мире с учётом изменяющейся природной, социальной и информационной среды происходит при выполнении творческих заданий познавательного характера:

- 1) проектных исследований по различным темам;
- 2) самостоятельной разработке опытов и выборе приборов для демонстрации различных физических явлений;
- 3) подготовке сообщений, презентаций, подборок фотографий и видеоматериалов по темам:
 - «Интересные факты из жизни и деятельности К. Э. Циолковского»;
 - «Интересные факты из жизни и деятельности С. П. Королёва»;
 - «Первый искусственный спутник Земли»;
 - «Подготовка первого полёта человека в космос»;
 - «История создания и принцип действия многоступенчатой ракеты»;
 - «Монокристаллы, их свойства и применение»;
 - «Симметрия кристаллов»;
 - «Типы кристаллических решёток»;
 - «Полиморфизм»;
 - «Космическая металлургия»;
 - «Деформация твёрдых тел и её учёт в технике»;
 - «Жидкие кристаллы»;
 - «Аморфные тела»;
 - «Композиты»;
 - «Использование электролиза в технике»;
 - «Применение газовых разрядов»;
 - «Плазма»;
 - «Электрическая дуга».

Овладение умениями рефлексии на себя и окружающих осуществляется на каждом уроке физики. При подведении итогов организуется самооценка учениками деятельности на уроке, фиксируется степень ответственности поставленной цели и результатов деятельности, намечаются цели последующей деятельности.

6) *Физическое воспитание и формирование культуры здоровья*

Воспитание ответственного отношения к жизни и установки на здоровый образ жизни — выполнение санитарно-гигиенических правил, организация труда и отдыха осуществляется при выполнении техники безопасности:

- на уроках при использовании физических приборов и материалов во время выполнения лабораторных работ и фронтальных экспериментов и опытов;
- на внеурочных занятиях при выполнении проектных и исследовательских работ по физике.

Количественные и качественные задачи на различные виды спорта способствуют формированию готовности к физическому совершенствованию, соблюдению подвижного образа жизни, к занятиям физической культурой и спортом, развитию физических качеств.

Формирование навыков безопасного поведения, в том числе самозащиты от непроверенной информации в интернет-среде происходит при выполнении творческих заданий с использованием интернет-ресурсов.

7) *Трудовое воспитание*

Формирование уважения к людям любого труда и результатам своей трудовой деятельности осуществляется на каждом урочном и внеурочном занятии по физике через сознательное отношение к труду в це-

лом. Обучающиеся овладевают рядом умственных и практических действий, у них формируются познавательные интересы, рациональные приёмы умственной деятельности при решении физических задач и выполнении экспериментальных заданий и опытов, вырабатывается культура умственного труда.

Стремление к осознанному выбору и построению индивидуальной траектории образования с учётом предполагаемой будущей профессии и проявление интереса к профориентационной деятельности происходит в результате:

- изучения физических процессов и закономерностей, лежащих в основе технологических процессов;
- решения задач производственного содержания, исследовательских и конструкторских задач;
- составления задач производственного содержания;
- выполнения лабораторных, исследовательских и проектных работ производственно-технического содержания;
- организации и проведения учебных экскурсий на предприятия, производства, в том числе виртуальных;
- проведения учебных и научно-практических конференций, семинаров по проблемам, связанным с использованием физических процессов в производственной сфере, развитию научно-технической сферы экономики;
- организации встреч с представителями профессий научно-технической сферы.

При организации предметной профориентации средствами физики следует учитывать:

- усиление прикладной направленности в преподавании физики, т.е. рассмотрение тем, связанных с промышленной сферой, сельским хозяйством, медициной, культурой, бытом;
- влияние физики на развитие научно-технического производства;
- повышение значения межпредметных знаний и их роли в профессиональном самоопределении обучающихся, так как в современном мире наиболее востребованы знания, лежащие на стыке предметных областей «физика — химия», «физика — биология» и др.

8) Экологическое воспитание

Формирование основ экологической культуры, неприятие действий, приносящих вред экологии окружающего мира, осуществляется через изучение:

- особенностей развития научно-технического прогресса;
- экологических проблем, связанных с получением электроэнергии на тепловых электрических станциях;
- использования альтернативных (экологически чистых) источников энергии и их недостатков;
- экологических проблем, связанных с использованием автомобильного транспорта;
- информации о том, как в разных странах решают экологические проблемы, связанные с использованием тепловых двигателей.

Участие в практической деятельности экологической направленности, проведение рефлексивной оценки собственного экологического поведения и оценки последствий действий других людей для окружающей среды осуществляется на основе организации и проведения мероприятий социального характера, направленных на улучшение экологической ситуации в каждом конкретном регионе (городе, селе) на основе знаний:

- об источниках энергии;
- о существующих экологических проблемах, связанных с использованием тепловых двигателей.

ПРИМЕРЫ ФОРМУЛИРОВОК ЦЕЛЕЙ ВОСПИТАНИЯ

- Создать условия, обеспечивающие воспитание интереса к будущей профессии.
- Обеспечить условия по формированию сознательной дисциплины и норм поведения обучающихся.
- Способствовать развитию творческого отношения к учебной деятельности.
- Способствовать воспитанию бережливости и экономии.
- Обеспечить условия для воспитания положительного интереса к изучаемому предмету.
- Организовать ситуации, акцентирующие формирование сознательной дисциплины при работе.
- Создать на уроке условия, обеспечивающие воспитание аккуратности и внимательности при выполнении работ.

- Способствовать воспитанию бережного отношения к окружающей природе.
- Обеспечить высокую творческую активность при выполнении.
- Создать условия, обеспечивающие воспитание стремления соблюдать правила безопасного ведения работ.

- Обеспечить условия для воспитания творческого отношения к избранной профессии.
- Способствовать формированию научного мировоззрения.
- Создать условия, обеспечивающие формирование у обучающихся навыков самоконтроля.
- Способствовать овладению необходимыми навыками самостоятельной учебной деятельности.

Любой урок как звено системы обучения обладает определённым воспитательным потенциалом — совокупностью имеющихся возможностей для воспитания обучающихся.

Воспитательный потенциал урока включает следующие группы возможностей:

- 1) воспитательные возможности организации урока (возможности для воспитания школьников, имеющиеся на уроке независимо от учебного предмета и темы конкретного урока);
- 2) воспитательные возможности, обусловленные спецификой учебного предмета;
- 3) воспитательные возможности содержания образования на уроке, которые зависят от темы данного урока, его образовательных и развивающих целей и задач.

СХЕМА АНАЛИЗА ПРОЦЕССА ВОСПИТАНИЯ НА УРОКЕ

I. Использование воспитательных возможностей организации урока.

1. Воспитание интереса к учению, к процессу познания (способы создания и поддержания интереса, активизации познавательной деятельности обучающихся).
2. Воспитание сознательной дисциплины (умение учителя показать важность учебно-познавательной деятельности, учебной и трудовой дисциплины).
3. Формирование умений и навыков организации обучающимися своей деятельности (организация самостоятельной работы обучающихся, соблюдение техники безопасности и гигиенических правил, связанных с осанкой и организацией рабочего места).
4. Воспитание культуры общения (организация общения на уроке, формирование педагогом умений слушать, высказывать и аргументировать своё мнение).
5. Формирование и развитие оценочных умений (комментирование оценок педагогом, обсуждение оценок с обучающимися, коллективное оценивание, взаимопроверка и оценивание друг друга обучающимися).
6. Воспитание гуманности (характер отношений «учитель — ученик», регулирование педагогом отношений между обучающимися).

II. Использование воспитательных возможностей, обусловленных спецификой учебного предмета.

III. Использование воспитательных возможностей содержания образования (связывание педагогом учебного материала с жизнью, с потребностями обучающихся, с общественной с моралью, с актуальными нравственными проблемами).

IV. Выводы.

1. Достижение воспитательной цели урока (доминирующая воспитательная цель, её соответствие теме и форме урока, возрасту обучающихся, особенностям данного класса; способы поэтапного достижения цели в течение урока: формы, методы, приёмы воспитания).
2. Включение урока в воспитательную систему школы (соответствие решаемых на уроке воспитательных задач проблеме, над которой работает педагогический коллектив; связь с текущей воспитательной работой школы, с проходящими в данный период общешкольными воспитательными делами).
3. Общие выводы о воспитательной ценности урока (степень реализации воспитательного потенциала данного урока, возможные пути повышения педагогом эффективности воспитания обучающихся на уроке).

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПО КУРСУ «ФИЗИКА», 10 КЛАСС

ПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

На уровне среднего общего образования в соответствии с ФГОС СОО, помимо традиционных двух групп результатов «Выпускник научится» и «*Выпускник получит возможность научиться*», что ранее делалось в структуре ПООП начального и основного общего образования, появляются ещё две группы результатов: результаты базового и углублённого уровней.

Логика представления результатов четырёх видов: «Выпускник научится — базовый уровень», «*Выпускник получит возможность научиться — базовый уровень*», «Выпускник научится — углублённый уровень», «*Выпускник получит возможность научиться — углублённый уровень*» — определяется следующей методологией.

Как и в основном общем образовании, группа результатов «Выпускник научится» представляет собой результаты, достижение которых обеспечивается учителем в отношении всех обучающихся, выбравших данный уровень обучения. Группа результатов «*Выпускник получит возможность научиться*» обеспечивается учителем в отношении части наиболее мотивированных и способных обучающихся, выбравших данный уровень обучения. При контроле качества образования группа заданий, ориентированных на оценку достижения планируемых результатов из блока «*Выпускник получит возможность научиться*», может включаться в материалы блока «Выпускник научится». Это позволит предоставить возможность обучающимся продемонстрировать овладение качественно иным уровнем достижений и выявлять динамику роста численности наиболее подготовленных обучающихся.

Принципиальным отличием результатов базового уровня от результатов углублённого уровня является их целевая направленность. Результаты базового уровня ориентированы на общую функциональную грамотность, получение компетентностей для повседневной жизни и общего развития. Эта группа результатов предполагает:

- понимание предмета, ключевых вопросов и основных составляющих элементов изучаемой предметной области, что обеспечивается не за счёт заучивания определений и правил, а посредством моделирования и постановки проблемных вопросов культуры, характерных для данной предметной области;
- умение решать основные практические задачи, характерные для использования методов и инструментария данной предметной области;
- осознание рамок изучаемой предметной области, ограниченности методов и инструментов, типичных связей с некоторыми другими областями знания.

Результаты углублённого уровня ориентированы на получение компетентностей для последующей профессиональной деятельности как в рамках данной предметной области, так и в смежных с ней областях. Эта группа результатов предполагает:

- овладение ключевыми понятиями и закономерностями, на которых строится данная предметная область, распознавание соответствующих им признаков и взаимосвязей, способность демонстрировать различные подходы к изучению явлений, характерных для изучаемой предметной области;
- умение решать как некоторые практические, так и основные теоретические задачи, характерные для использования методов и инструментария данной предметной области;
- наличие представлений о данной предметной области как целостной теории (совокупности теорий), об основных связях с иными смежными областями знаний.

Примерные программы учебных предметов построены таким образом, что предметные результаты базового уровня, относящиеся к разделу «*Выпускник получит возможность научиться*», соответствуют предметным результатам раздела «Выпускник научится» на углублённом уровне. Предметные результаты раздела «*Выпускник получит возможность научиться*» не выносятся на итоговую аттестацию, но при этом возможность их достижения должна быть предоставлена каждому обучающемуся.

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

Выпускник на базовом уровне научится:

- демонстрировать на примерах роль и место физики в формировании современной научной картины мира, в развитии современной техники и технологий, в практической деятельности людей;

- демонстрировать на примерах взаимосвязь между физикой и другими естественными науками;
- устанавливать взаимосвязь естественно-научных явлений и применять основные физические модели для их описания и объяснения;
- использовать информацию физического содержания при решении учебных, практических, проектных и исследовательских задач, интегрируя информацию из различных источников и критически её оценивая;
- различать и уметь использовать в учебно-исследовательской деятельности методы научного познания (наблюдение, описание, измерение, эксперимент, выдвижение гипотезы, моделирование и др.) и формы научного познания (факты, законы, теории), демонстрируя на примерах их роль и место в научном познании;
- проводить прямые и косвенные измерения физических величин, выбирая измерительные приборы с учётом необходимой точности измерений, планировать ход измерений, получать значение измеряемой величины и оценивать относительную погрешность по заданным формулам;
- проводить исследования зависимостей между физическими величинами: проводить измерения и определять на основе исследования значение параметров, характеризующих данную зависимость между величинами, и делать вывод с учётом погрешности измерений;
- использовать для описания характера протекания физических процессов физические величины и демонстрировать взаимосвязь между ними;
- использовать для описания характера протекания физических процессов физические законы с учётом границ их применимости;
- решать качественные задачи (в том числе и межпредметного характера), используя модели, физические величины и законы, выстраивать логически верную цепочку объяснения (доказательства) предложенного в задаче процесса (явления);
- решать расчётные задачи с явно заданной физической моделью: на основе анализа условия задачи выделять физическую модель, находить физические величины и законы, необходимые и достаточные для её решения, проводить расчёты и проверять полученный результат;
- учитывать границы применения изученных физических моделей при решении физических и межпредметных задач;
- использовать информацию и применять знания о принципах работы и основных характеристиках изученных машин, приборов и других технических устройств для решения практических, учебно-исследовательских и проектных задач;
- использовать знания о физических объектах и процессах в повседневной жизни для обеспечения безопасности при обращении с приборами и техническими устройствами, для сохранения здоровья и соблюдения норм экологического поведения в окружающей среде, для принятия решений в повседневной жизни.

Выпускник на базовом уровне получит возможность научиться:

- *понимать и объяснять целостность физической теории, различать границы её применимости и место в ряду других физических теорий;*
- *владеть приёмами построения теоретических доказательств, а также прогнозирования особенностей протекания физических явлений и процессов на основе полученных теоретических выводов и доказательств;*
- *характеризовать системную связь между основополагающими научными понятиями: пространство, время, материя (вещество, поле), движение, сила, энергия;*
- *выдвигать гипотезы на основе знания основополагающих физических закономерностей и законов;*
- *самостоятельно планировать и проводить физические эксперименты;*
- *характеризовать глобальные проблемы, стоящие перед человечеством: энергетические, сырьевые, экологические, — и роль физики в решении этих проблем;*
- *решать практико-ориентированные качественные и расчётные физические задачи с выбором физической модели, используя несколько физических законов или формул, связывающих известные физические величины, в контексте межпредметных связей;*
- *объяснять принципы работы и характеристики изученных машин, приборов и технических устройств;*

- объяснять условия применения физических моделей при решении физических задач, находить адекватную предложенной задаче физическую модель, разрешать проблему как на основе имеющихся знаний, так и при помощи методов оценки.

СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

Глава I. Научный метод познания природы (3 часа)

Содержание главы

Физика — фундаментальная наука о природе. Научный метод познания и методы научного исследования физических явлений. Роль эксперимента в процессе познания природы. Научные гипотезы. Модели физических явлений. Физические законы и теории. Границы применимости физических законов. Измерение физических величин. Погрешности измерения физических величин. Физика и научно-технический прогресс.

Учебные понятия

Физика, элементарная частица, физическое тело, физическое поле, прибор, движение, метод исследования, наблюдение, гипотеза, эксперимент, теория, измерение, моделирование, физическая величина, физический закон, граница применимости, класс точности, нанотехнология, Большой адронный коллайдер.

Персоналии

Аристотель, Г. Галилей, И. Ньютон, А. Эйнштейн, Дж. Максвелл, Г. Герц, Архимед, Н. Отто, М. Фарадей.

Демонстрации

1. Опыт с трубкой Ньютона.
2. Исследование зависимости силы трения скольжения от силы давления.

Глава II. Кинематика (11 часов)

Содержание главы

Механическое движение. Материальная точка. Система отсчёта. Перемещение. Действия с векторными величинами. Уравнение зависимости координат от времени при прямолинейном движении. Равноускоренное движение. Ускорение. Мгновенная и средняя скорости при равноускоренном движении. Пройденный путь и перемещение при равноускоренном движении. Свободное падение тел. Равномерное движение по окружности. Движение тела, брошенного горизонтально. Движение тела, брошенного под углом к горизонту.

Учебные понятия

Механика, классическая механика, специальная теория относительности, квантовая механика, материя, пространство, время, материальная точка, прямоугольная система координат, система отсчёта, перемещение, скорость, векторная величина, равноускоренное движение, ускорение, акселерометр, средняя скорость, свободное падение, стробоскопическая фотография, стробоскоп, трубка Ньютона, криволинейное движение, равномерное движение по окружности, центростремительное ускорение, принцип независимости движений.

Персоналия

Г. Галилей.

Демонстрации

1. Равномерное движение.
2. Равноускоренное движение шарика при скатывании с наклонной плоскости.
3. Свободное падение тел.
4. Равномерное движение по окружности.

Лабораторная работа

Определение ускорения тела при равноускоренном движении.

Глава III. Динамика (9 часов)

Взаимодействие тел. Масса тела. Сила и её измерение. Законы динамики Ньютона. Инерциальные системы отсчёта. Закон всемирного тяготения.

Учебные понятия

Масса, инертность, сила, динамометр, крутильные весы, свободное тело, инерциальная система отсчёта, неинерциальная система отсчёта, принцип относительности Галилея, первый закон Ньютона, второй закон Ньютона, третий закон Ньютона, гравитация, И. Кеплер, закон всемирного тяготения, сила гравитационного взаимодействия, сила притяжения, первая космическая скорость, вторая космическая скорость.

Персоналии

Аристотель, Г. Галилей, И. Ньютон, Р. Гук, Г. Кавендиш.

Демонстрации

1. Взаимодействие тел.
2. Измерение сил.
3. Закон сохранения импульса при упругом взаимодействии шаров.
4. Зависимость ускорения тележки от приложенной силы при постоянной массе.
5. Зависимость ускорения тележки от её массы при постоянной действующей силе.
6. Проявление третьего закона Ньютона.

Лабораторная работа

Изучение движения тела по окружности под действием сил упругости и тяжести.

Глава IV. Элементы статики (4 часа)

Содержание главы

Равновесие тела, имеющего ось вращения. Сложение параллельных сил. Пара сил. *Центр тяжести и центр масс твёрдого тела*¹. *Виды равновесия.*

Учебные понятия

Деформация сжатия, деформация растяжения, момент силы, плечо силы, рычаг, пара сил, *центр тяжести твёрдого тела, центр масс тела, устойчивое равновесие, неустойчивое равновесие, безразличное равновесие.*

Демонстрации

1. Равновесие тела, имеющего ось вращения.
2. Виды равновесия.
3. Устойчивость тел.

Лабораторная работа

Изучение условий равновесия тела, имеющего ось вращения.

Глава V. Механические колебания и волны (4 часа)

Содержание главы

Механические колебания. Гармонические колебания. Уравнение колебательного движения. Фаза. Период механических колебаний. Механические волны. Интерференция и дифракция волн.

Учебные понятия

Уравнение колебательного движения, гармоническое колебание, фаза колебания, начальная фаза, угловая скорость движения, циклическая частота, период колебания, формула Гюйгенса, гравиметр, механическая волна, продольная волна, поперечная волна, длина волны, принцип суперпозиции, когерентная волна, интерференция волн, интерференционная картина, дифракция волн.

Персоналии

Х. Гюйгенс, Г. Галилей.

Демонстрации

1. Свободные колебания (маятники на нити и пружинный маятник Максвелла).
2. Зависимость периода колебания математического маятника от длины нити и независимость от массы груза и амплитуды.
3. Зависимость периода колебания груза на пружине от жёсткости пружины и от массы груза.

¹ Курсивом выделены темы для ознакомительного изучения.

4. Продольные и поперечные волны.
5. Интерференция и дифракция волн на поверхности воды.

Лабораторная работа

Определение ускорения свободного падения при помощи маятника.

Глава VI. Законы сохранения в механике (7 часов)

Содержание главы

Импульс тела. Закон сохранения импульса. Механическая работа. Работа силы тяжести. Мощность. Энергия. Кинетическая энергия и работа. Потенциальная энергия. Закон сохранения механической энергии. Закон сохранения энергии в динамике жидкостей. Механическая картина мира.

Учебные понятия

Количество движения, импульс тела, импульс силы, замкнутая система тел, закон сохранения импульса, реактивное движение, механическая работа, работа силы, работа силы тяжести, мощность, коробка передач, энергия, кинетическая энергия, потенциальная энергия, консервативная сила, работа силы упругости, полная механическая энергия, закон сохранения механической энергии, уравнение неразрывности струи, физическая картина мира, механическая картина мира, материальная точка, абсолютно твёрдое тело, однородность, непрерывность, изотропность, трёхмерность, дальное действие, молекулярно-кинетическая теория, эфир, электромагнитная картина мира, квантово-релятивистская картина мира.

Персоналии

Р. Декарт, И. Ньютон, К.Э. Циолковский, С.П. Королёв, М.В. Келдыш, М.К. Тихонравов, Ю.А. Гагарин, Д. Бернулли, Г. Галилей, Р. Гук, Г. Лейбниц, Х. Гюйгенс, Дж. Максвелл, Г. Герц, П.Н. Лебедев.

Демонстрации

1. Превращение энергии при движении тележки под действием опускающегося груза.
2. Превращение энергии при колебаниях маятника.

Лабораторная работа

Опытная проверка закона сохранения механической энергии.

Глава VII. Молекулярно-кинетическая теория (14 часов)

Содержание главы

Молекулярно-кинетическая теория строения вещества и её экспериментальные основания. Идеальный газ. Основное уравнение МКТ. Температура и её измерение. Абсолютная температура. Связь средней кинетической энергии теплового движения молекул с абсолютной температурой. Уравнение состояния идеального газа и его частные случаи для изопроцессов. Свойства паров. Насыщенный пар. Влажность воздуха. Строение и свойства твёрдых тел. Внутренняя энергия и способы её изменения. Первое начало термодинамики и его применение к изопроцессам. Принципы действия тепловых машин. Экологические проблемы тепловых электростанций и автомобильного транспорта.

Учебные понятия

Молекулярно-кинетическая теория, взаимодействие молекул, диффузия, броуновское движение, скорость молекулы, размер молекулы, масса молекулы, эффективный диаметр молекулы, модель идеального газа, давление идеального газа, концентрация молекул, квадрат средней квадратичной скорости движения молекул, средняя кинетическая энергии молекул газа, макроскопический параметр, тепловое равновесие, абсолютная шкала, температура, абсолютная температура, абсолютный нуль температуры, универсальная газовая постоянная, уравнение состояния идеального газа, изотермический процесс, закон Бойля — Мариотта, изобарный процесс, закон Гей-Люссака, изохорный процесс, закон Шарля, динамическое равновесие, насыщенный пар, давление насыщенного пара, абсолютная влажность воздуха, парциальное давление, относительная влажность воздуха, гигрометр, психрометр, точка росы, фазовый переход, кипение, текучесть, кристаллическая решётка, ионная решётка, атомная решётка, молекулярная решётка, металлическая решётка, анизотропия, монокристаллы, поликристаллы, полимер, внутренняя энергия, количество теплоты, теплопередача, адиабатный процесс, тепловой двигатель, второе начало

термодинамики, коэффициент полезного действия тепловой машины, цикл Карно, нейтрализатор, электрический двигатель, топливный элемент, гибридный автомобиль.

Персоналии

Демокрит, М.В. Ломоносов, Дж. Дальтон, Дж. Максвелл, Р. Броун, А. Эйнштейн, М. Смолуховский, Ж. Перрен, О. Штерн, А. Авогадро, Д.И. Менделеев, Л. Больцман, У. Томсон, Р. Бойль, Э. Мариотт, Ж.Л. Гей-Люссак, С. Карно, Н.-Ж. Кюньо, Г. Даймлер, К. Бенц, Г. Форд.

Демонстрации

1. Эксперименты, служащие обоснованием молекулярно-кинетической теории (диффузия в жидкостях и газах, модель броуновского движения, взаимодействие свинцовых цилиндров, смачивание и т.д.).

2. Термометры различных типов.

3. Зависимость давления газа от объёма.

4. Зависимость давления газа от температуры.

5. Зависимость объёма газа от температуры.

6. *Волосной гигрометр.*

7. *Психрометр.*

8. Кипение воды.

9. Изменение внутренней энергии тел при теплопередаче и при совершении работы.

10. Воздушное огниво.

11. Модели тепловых двигателей.

Лабораторная работа

Опытная проверка закона Бойля — Мариотта.

Глава VIII. Электростатика (7 часов)

Содержание главы

Элементарный электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона. Электрическое поле. Напряжённость электрического поля. Проводники и диэлектрики в электрическом поле. Потенциал и разность потенциалов. Электрическая ёмкость. Конденсатор. Соединение конденсаторов.

Учебные понятия

Электризация, закон сохранения электрического заряда, изолированная система, закон Кулона, точечный заряд, электростатическое взаимодействие, электрическая постоянная, относительная диэлектрическая проницаемость среды, электрическое поле, напряжённость электрического поля, линия напряжённости, однородное электрическое поле, принцип суперпозиции, проводник, электростатическая индукция, диэлектрик, диполь, поляризация диэлектрика, работа электрического поля, потенциал, разность потенциалов, эквипотенциальная поверхность, электрическая ёмкость проводника, конденсатор, ёмкость плоского конденсатора, соединение конденсаторов, энергия заряженного конденсатора.

Персоналии

Ф. Милетский, У. Гильберт, Г. Гельмгольц, Д.Д. Томсон, Э. Резерфорд, Р. Милликен, Ш. Кулон.

Демонстрации

1. Взаимодействие заряженных тел.

2. Зависимость ёмкости конденсатора от площади пластин, расстояния между пластинами и от рода диэлектрика.

Лабораторная работа

Определение электрической ёмкости конденсатора методом отброса стрелки вольтметра.

Глава IX. Постоянный электрический ток (11 часов)

Содержание главы

Сила тока. Напряжение. Сопротивление проводника. Электродвижущая сила источника тока. Закон Ома для полной электрической цепи. Электрический ток в металлах. Электрический ток в полупроводниках. Электрический ток в электролитах, газах и вакууме.

Учебные понятия

Тепловое действие электрического тока, закон Джоуля — Ленца, магнитное действие электрического тока, химическое действие электрического тока, сила тока, электрическое напряжение, закон Ома для участка цепи, работа электрического тока, мощность электрического тока, источник постоянного тока, динамомашинка, сторонняя сила, электродвижущая сила, сопротивление внешней части цепи, внутреннее сопротивление источника тока, электрический ток в металлах, сила тока, полупроводник, ковалентная связь, дырка, ток в полупроводнике, собственная электропроводность полупроводников, термистор, фоторезистор, донорная примесь, полупроводник n-типа, акцепторная примесь, полупроводник p-типа, электронно-дырочный переход, примесная электропроводность полупроводников, полупроводниковый диод, *транзистор*, анод, катод, электролитическая диссоциация, электрический ток в электролитах, электролиз, первый закон Фарадея, второй закон Фарадея, молярная масса, валентность вещества, гальваностегия, гальванопластика, ток в газе, положительный ион, отрицательный ион, газовый разряд, самостоятельный газовый разряд, несамостоятельный газовый разряд, вольт-амперная характеристика газового разряда, искровой разряд, дуговой разряд, термоэлектронная эмиссия, коронный разряд, тлеющий разряд, плазма, низкотемпературная плазма, ионосфера, вакуумом, термоэлектронная эмиссия, вакуумный диод, анодная характеристика диода, *вакуумный триод*, электронно-лучевая трубка, рентгеновское излучение.

Персоналии

Г. Ом, К.Э. Рике, Л.И. Мандельштам, Н.Д. Папалески, Р. Толмен, Т. Стюарт, Х. Камерлинг-Оннес, В.В. Петров.

Демонстрации

1. Изменение напряжения на полюсах гальванического элемента при изменении сопротивления внешней части цепи.
2. Сравнение электропроводности воды и водного раствора соли.
3. Явление электролиза.
4. Самостоятельный и несамостоятельный разряд в газах.
5. Разряды в газах: искровой, электрическая дуга, коронный, тлеющий.
6. Односторонняя проводимость вакуумного и полупроводникового диодов.
7. Электронно-лучевая трубка.
8. Принцип действия термистора и фоторезистора.
9. Усиление слабого сигнала с помощью транзистора.

Лабораторные работы

1. Исследование зависимости мощности электрического тока, выделяемой на резисторе, от силы тока.
2. Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока.

Перечень контрольных работ

Контрольная работа по темам «Кинематика» и «Динамика».

Контрольная работа по темам «Механические колебания и волны» и «Законы сохранения в механике».

Контрольная работа по теме «Молекулярно-кинетическая теория и термодинамика».

Контрольная работа по теме «Электродинамика».

УЧЕБНЫЙ ПЛАН

Учебный план реализует один из возможных подходов к распределению учебного времени на изучение содержания курса физики в 10 классе. Он носит рекомендательный характер и не исключает возможности иного распределения часов по усмотрению педагога.

В примерном учебном (тематическом) планировании содержание разбито на темы занятий. Распределение учебного времени представлено из расчёта два учебных часа в неделю в 10 классе в течение всего учебного года при изучении предмета на базовом уровне. Общее количество часов за год обучения — 70.

№ п/п	№ урока в главе	Главы, темы	Количество часов			
			Всего	Теоретические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы
Глава I. Научный метод познания природы			3	3		
1	1	Физика — фундаментальная наука о природе. Научный метод познания	1	1		
2	2	Методы научного исследования физических явлений. Измерение физических величин	1	1		
3	3	Физика и научно-технический прогресс	1	1		
Глава II. Кинематика			11	10	1	
4	1	Механическое движение. Материальная точка. Система отсчёта. Перемещение	1	1		
5	2	Действия с векторными величинами	1	1		
6	3	Уравнение зависимости координат от времени при прямолинейном равномерном движении	1	1		
7	4	Равноускоренное прямолинейное движение. Ускорение	1	1		
8	5	Мгновенная и средняя скорости при равноускоренном движении. Перемещение и пройденный путь при равноускоренном прямолинейном движении	1	1		
9	6	<i>Лабораторная работа 1.</i> Определение ускорения тела при равноускоренном движении	1		1	
10	7	Свободное падение тел	1	1		
11	8	Равномерное движение тела по окружности	1	1		
12	9	Движение тела, брошенного горизонтально	1	1		
13	10	Движение тела, брошенного под углом к горизонту	1	1		
14	11	Повторительно-обобщающий урок по теме «Кинематика»	1	1		
Глава III. Динамика			9	7	1	1
15	1	Взаимодействие тел	1	1		
16	2	Масса тела	1	1		
17	3	Сила	1	1		
18	4	Законы динамики Ньютона	1	1		

№ п/п	№ урока в главе	Главы, темы	Количество часов			
			Всего	Теоретические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы
19	5	Закон всемирного тяготения	1	1		
20	6	<i>Лабораторная работа 2.</i> Изучение движения тела по окружности под действием сил упругости и тяжести	1		1	
21	7	Повторительно-обобщающий урок по теме «Динамика»	1	1		
22	8	Решение задач	1	1		
23	9	<i>Контрольная работа</i> по темам «Кинематика» и «Динамика»	1			1
Глава IV. Элементы статики			4	3	1	
24	1	Равновесие тела, имеющего ось вращения. Сложение параллельных сил	1	1		
25	2	<i>Лабораторная работа 3.</i> Изучение условий равновесия тела, имеющего ось вращения	1		1	
26	3	Центр тяжести и центр массы твердого тела. Виды равновесия	1	1		
27	4	Решение задач	1	1		
Глава V. Механические колебания и волны			4	3	1	
28	1	Механические колебания. Гармонические колебания	1	1		
29	2	Период механических колебаний	1	1		
30	3	<i>Лабораторная работа 4.</i> Определение ускорения свободного падения при помощи маятника	1		1	
31	4	Механические волны	1	1		
Глава VI. Законы сохранения в механике			7	5	1	1
32	1	Импульс. Закон сохранения импульса	1	1		
33	2	Механическая работа. Мощность. Энергия. Кинетическая энергия. Потенциальная энергия	1	1		
34	3	Закон сохранения энергии в механике. Закон сохранения энергии в динамике жидкостей. Механическая картина мира	1	1		
35	4	<i>Лабораторная работа 5.</i> Опытная проверка закона сохранения механической энергии	1		1	
36	5	Решение задач	1	1		

№ п/п	№ урока в главе	Главы, темы	Количество часов			
			Всего	Теоретические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы
37	6	Повторительно-обобщающий урок по темам «Механические колебания и волны», «Законы сохранения в механике»	1	1		
38	7	<i>Контрольная работа</i> по темам «Механические колебания и волны», «Законы сохранения в механике»	1			1
Глава VII. Молекулярно-кинетическая теория и термодинамика			14	12	1	1
39	1	Основные положения молекулярно-кинетической теории и их опытные обоснования	1	1		
40	2	Идеальный газ. Основное уравнение МКТ	1	1		
41	3	Температура и её измерение	1	1		
42	4	Уравнение состояния идеального газа и его частные случаи для изопроцессов	1	1		
43	5	<i>Лабораторная работа 6.</i> Опытная проверка закона Бойля — Мариотта	1		1	
44	6	Насыщенные и ненасыщенные пары. Влажность воздуха	1	1		
45	7	Строение и свойства твёрдых тел	1	1		
46	8	Решение задач	1	1		
47	9	Первое начало термодинамики и его применение к изопроцессам	1	1		
48	10	Принцип действия тепловых двигателей	1	1		
49	11	Экологические проблемы тепловых электростанций и автомобильного транспорта	1	1		
50	12	Решение задач	1	1		
51	13	Повторительно-обобщающий урок по теме «Молекулярно-кинетическая теория и термодинамика»	1	1		
52	14	<i>Контрольная работа</i> по теме «Молекулярно-кинетическая теория и термодинамика»	1			1
Глава VIII. Электростатика			7	6	1	
53	1	Электрический заряд. Закон Кулона	1	1		
54	2	Электрическое поле	1	1		

№ п/п	№ урока в главе	Главы, темы	Количество часов			
			Всего	Теоретические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы
55	3	Потенциал электрического поля	1	1		
56	4	Электрическая ёмкость. Конденсатор	1	1		
57	5	<i>Лабораторная работа 7.</i> Определение электрической ёмкости конденсатора методом отброса стрелки вольтметра	1		1	
58	6	Решение задач	1	1		
59	7	Повторительно-обобщающий урок по теме «Электростатика»	1	1		
Глава IX. Постоянный электрический ток			11	8,5	1,5	1
60	1	Сила тока. Напряжение. Сопротивление проводника	1	1		
61	2	<i>Лабораторная работа 8.</i> Исследование зависимости мощности электрического тока, выделяемой на резисторе, от силы тока	1		1	
62	3	Электродвижущая сила источника тока. Закон Ома для полной цепи. <i>Лабораторная работа 9.</i> Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока	1	0,5	0,5	
63	4	Электрический ток в металлах	1	1		
64	5	Электрический ток в полупроводниках	1	1		
65	6	Электрический ток в электролитах	1	1		
66	7	Электрический ток в газах	1	1		
67	8	Электрический ток в вакууме	1	1		
68	9	Решение задач	1	1		
69	10	<i>Контрольная работа</i> по темам «Электростатика», «Постоянный электрический ток»	1			1
70	11	Повторительно-обобщающий урок по теме «Постоянный электрический ток»	1	1		
ИТОГО			70	57,5	8,5	4

ПОУРОЧНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

Глава I. Научный метод познания природы (3 часа)

№ урока/количество часов	1.1/1	
Дата проведения урока	План: Факт:	
Тема урока / № параграфа	Физика — фундаментальная наука о природе. Научный метод познания / § 1	
Тип урока	Урок освоения новых знаний и видов учебных действий	
Целевая установка	Формирование представлений о том, что физика является наукой, которая изучает наиболее общие и вместе с тем наиболее фундаментальные закономерности окружающего нас мира	
Понятия, термины	Элементарные частицы, физические поля, физические тела, методы исследования, наблюдения, эксперимент, теория, практика	
Виды учебной деятельности	Наблюдение и описание физических явлений	
(в соответствии с ФГОС) Планируемые результаты обучения	предметные	<i>Формулировать и объяснять</i> понятия и термины: элементарные частицы, физические поля, физические тела, методы исследования, наблюдения, эксперимент, теория, практика; <i>знать</i> этапы научного метода познания природы; <i>уметь доказывать</i> фундаментальность физической науки
	метапредметные	Критически <i>оценивать</i> и <i>интерпретировать</i> информацию с разных позиций, <i>распознавать</i> и <i>фиксировать</i> противоречия в информационных источниках. Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута. <i>Ставить</i> и <i>формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности. <i>Организовывать</i> эффективный поиск ресурсов, необходимых для достижения поставленной цели. Развёрнуто, логично и точно <i>излагать</i> свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств. <i>Выстраивать</i> деловую и образовательную коммуникацию, избегая личностных оценочных суждений
	личностные	<i>Иметь</i> мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки и техники, заинтересованность в научных знаниях об устройстве мира и общества. <i>Владеть</i> достоверной информацией о передовых достижениях и открытиях мировой и отечественной науки, заинтересованность в научных знаниях об устройстве мира и общества

№ урока/количество часов	2.2/2	
Дата проведения урока	План:	Факт:
Тема урока / № параграфа	Методы научного исследования физических явлений. Измерение физических величин / § 2–3	
Тип урока	Комбинированный урок	
Целевая установка	Формирование представлений о методах научного исследования физических явлений и особенностях измерения физических величин	
Понятия, термины	Гипотезы, наблюдение, измерение, погрешность, вывод, физический опыт, метод моделирования, абсолютная погрешность, относительная погрешность, класс точности прибора	
Виды учебной деятельности	Определение границ применимости физических законов. Измерение физических величин и оценка погрешностей измерений	
предметные метапредметные	<i>Формулировать и объяснять</i> понятия и термины: гипотеза, наблюдение, измерение, погрешность, вывод, физический опыт, метод моделирования; <i>знать</i> методы исследования и их отличия, границы применимости законов; <i>уметь определять</i> класс точности прибора, абсолютную и относительную погрешность измерений	
	<i>Искать и находить</i> обобщённые способы решения задач, в том числе <i>осуществлять</i> развёрнутый информационный поиск и <i>ставить</i> на его основе новые (учебные и познавательные) задачи. Критически оценивать и интерпретировать информацию с разных позиций, <i>распознавать</i> и <i>фиксировать</i> противоречия в информационных источниках. <i>Выходить</i> за рамки учебного предмета и <i>осуществлять</i> целенаправленный поиск возможностей для широкого переноса средств и способов действия. Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута. <i>Ставить</i> и <i>формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности. <i>Выбирать</i> путь достижения цели, <i>планировать</i> решение поставленных задач	
личностные	<i>Иметь</i> мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки и техники, заинтересованность в научных знаниях об устройстве мира и общества. <i>Готовность</i> и <i>способность</i> к образованию, в том числе самообразованию	
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)		

№ урока/количество часов	3.3/3	
Дата проведения урока	План:	Факт:
Тема урока / № параграфа	Физика и научно-технический прогресс / § 4	
Тип урока	Комбинированный урок	
Целевая установка	Формирование представлений о роли физики в развитии научно-технического прогресса	
Понятия, термины	Техника, нанотехнологии, Большой адронный коллайдер	
Виды учебной деятельности	Описание влияния открытий в физике на прогресс в технике и технологии производства	
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	предметные	<p><i>Формулировать и объяснять</i> понятия: техника, нанотехнология, Большой адронный коллайдер</p> <p>Критически <i>оценивать</i> и <i>интерпретировать</i> информацию с разных позиций, <i>распознавать</i> и <i>фиксировать</i> противоречия в информационных источниках.</p> <p>Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута.</p> <p><i>Оценивать</i> возможные последствия достижения поставленной цели в деятельности.</p> <p><i>Ставить</i> и <i>формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности.</p> <p><i>Оценивать</i> ресурсы, необходимые для достижения поставленной цели.</p> <p><i>Выбирать</i> путь достижения цели, <i>планировать</i> решение поставленных задач.</p> <p><i>Организовывать</i> эффективный поиск ресурсов, необходимых для достижения поставленной цели.</p> <p><i>Сопоставлять</i> полученный результат деятельности с поставленной заранее целью.</p> <p><i>Осуществлять</i> деловую коммуникацию как со сверстниками, так и со взрослыми.</p> <p>Развёрнуто, логично и точно <i>излагать</i> свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств</p>
	личностные	<p><i>Иметь</i> мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки и техники, заинтересованность в научных знаниях об устройстве мира и общества.</p> <p><i>Готовность</i> к научно-техническому творчеству.</p> <p><i>Владеть</i> достоверной информацией о передовых достижениях и открытиях мировой и отечественной науки, заинтересованность в научных знаниях об устройстве мира и общества.</p> <p><i>Готовность</i> и <i>способность</i> к образованию, в том числе самообразованию</p>

Глава II. Кинематика (11 часов)

№ урока/количество часов	4.1/1	
Дата проведения урока	План:	
Тема урока / № параграфа	Факт: Механическое движение. Материальная точка. Система отсчёта. Перемещение / § 5	
Тип урока	Урок освоения новых знаний и видов учебных действий	
Целевая установка	Формирование представлений о механическом движении	
Понятия, термины	Материальная точка, система отсчёта, перемещение, скорость	
Виды учебной деятельности	Определение координат пройденного пути, скорости по уравнениям зависимости координат и проекций скорости от времени	
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	предметные	<i>Формулировать и объяснять</i> понятия и термины: материальная точка, система отсчёта, перемещение, скорость; <i>знать</i> , в каких случаях тела можно принимать за материальную точку, как определять положение тела в пространстве; <i>уметь находить</i> проекции вектора перемещения на выбранные оси и <i>определять</i> модуль перемещения тела
	метапредметные	<i>Менять и удерживать</i> разные позиции в познавательной деятельности. Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута. <i>Ставить и формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности. <i>Оценивать</i> ресурсы, необходимые для достижения поставленной цели. <i>Выбирать</i> путь достижения цели, <i>планировать</i> решение поставленных задач. <i>Сопоставлять</i> полученный результат деятельности с поставленной заранее целью. <i>Выстраивать</i> деловую и образовательную коммуникацию, избегая личностных оценочных суждений
	личностные	<i>Иметь</i> мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки и техники, заинтересованность в научных знаниях об устройстве мира и общества. <i>Владеть</i> достоверной информацией о передовых достижениях и открытиях мировой и отечественной науки, заинтересованность в научных знаниях об устройстве мира и общества. <i>Готовность и способность</i> к образованию, в том числе самообразованию

№ урока/количество часов	5.2/1
Дата проведения урока	План: Факт:
Тема урока / № параграфа	Действия с векторными величинами / § 6
Тип урока	Комбинированный урок
Целевая установка	Формирование умений и навыка работы с векторными величинами
Понятия, термины	Векторные величины, правила параллелограмма и треугольника
Виды учебной деятельности	Сложение векторов. Нахождение проекций векторов на оси координат
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	предметные <i>Формулировать и объяснять</i> понятия и термины: векторные величины; <i>знать</i> правила сложения векторных величин; <i>уметь определять</i> знаки проекции вектора на оси координат, <i>складывать</i> векторы графически <i>Искать и находить</i> обобщённые способы решения задач, в том числе <i>осуществлять</i> развёрнутый информационный поиск и <i>ставить</i> на его основе новые (учебные и познавательные) задачи. <i>Менять и удерживать</i> разные позиции в познавательной деятельности. <i>Использовать</i> различные модельно-схематические средства для представления существенных связей и отношений, а также противоречий, выявленных в информационных источниках. Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута. <i>Ставить и формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности. <i>Оценивать</i> ресурсы, необходимые для достижения поставленной цели. <i>Выбирать</i> путь достижения цели, <i>планировать</i> решение поставленных задач. Развёрнуто, логично и точно <i>излагать</i> свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств. <i>Выстраивать</i> деловую и образовательную коммуникацию, избегая личностных оценочных суждений
	метапредметные
	личностные

№ урока/количество часов	6.3/1	
Дата проведения урока	План:	
Тема урока / № параграфа	Факт: Уравнение зависимости координат от времени при прямолинейном равномерном движении / § 7	
Тип урока	Комбинированный урок	
Целевая установка	Формирование умений и навыков описывать прямолинейное равномерное движение различными способами	
Понятия, термины	Равномерное прямолинейное движение, уравнение движения, графики прямолинейного равномерного движения	
Виды учебной деятельности	Представление механического движения графиками и уравнениями зависимости координат и проекций скорости от времени	
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	предметные	<i>Формулировать и объяснять</i> понятия и термины: равномерное прямолинейное движение; <i>знать</i> аналитическую и графическую запись прямолинейного равномерного движения; <i>уметь записывать</i> уравнение равномерного прямолинейного движения, <i>строить</i> графики прямолинейного равномерного движения
	метапредметные	<i>Искать и находить</i> обобщённые способы решения задач, в том числе <i>осуществлять</i> развёрнутый информационный поиск и <i>ставить</i> на его основе новые (учебные и познавательные) задачи. <i>Использовать</i> различные модельно-схематические средства для представления существенных связей и отношений, а также противоречий, выявленных в информационных источниках. Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута. <i>Ставить</i> и <i>формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности. <i>Выбирать</i> путь достижения цели, <i>планировать</i> решение поставленных задач. <i>Осуществлять</i> деловую коммуникацию как со сверстниками, так и со взрослыми. Развёрнуто, логично и точно <i>излагать</i> свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств
	личностные	<i>Иметь</i> мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки и техники, заинтересованность в научных знаниях об устройстве мира и общества. <i>Готовность</i> и <i>способность</i> к образованию, в том числе самообразованию

№ урока/количество часов	7.4/1	
Дата проведения урока	План:	
Тема урока / № параграфа	Факт: Равноускоренное прямолинейное движение. Ускорение / § 8	
Тип урока	Комбинированный урок	
Целевая установка	Формирование умений и навыков описывать прямолинейное равноускоренное движение различными способами	
Понятия, термины	Равноускоренное движение, ускорение, график прямолинейного равноускоренного движения	
Виды учебной деятельности	Вычисление ускорения тела при равноускоренном движении. Графическое представление прямолинейного равноускоренного движения	
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	предметные	<p><i>Формулировать и объяснять</i> понятия и термины: равноускоренное движение, ускорение; <i>знать</i> направление скорости и ускорения при разгоне и торможении; <i>уметь описывать</i> физическую величину, <i>вычислять</i> величину ускорения по формуле, графически <i>описывать</i> прямолинейное равноускоренное движение</p>
	метапредметные	<p><i>Искать и находить</i> обобщённые способы решения задач, в том числе <i>осуществлять</i> развёрнутый информационный поиск и <i>ставить</i> на его основе новые (учебные и познавательные) задачи. <i>Использовать</i> различные модельно-схематические средства для представления существенных связей и отношений, а также противоречий, выявленных в информационных источниках. Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута. <i>Ставить</i> и <i>формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности. <i>Выбирать</i> путь достижения цели, <i>планировать</i> решение поставленных задач. <i>Выстраивать</i> деловую и образовательную коммуникацию, избегая личностных оценочных суждений</p>
	личностные	<p><i>Иметь</i> мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки и техники, заинтересованность в научных знаниях об устройстве мира и общества. <i>Готовность</i> к научно-техническому творчеству. <i>Готовность</i> и <i>способность</i> к образованию, в том числе самообразованию</p>

№ урока/количество часов	8.5/1	
Дата проведения урока	План:	
Тема урока / № параграфа	Факт: Мгновенная и средняя скорость при равноускоренном движении. Перемещение и пройденный путь при равноускоренном прямолинейном движении / § 9–10	
Тип урока	Комбинированный урок	
Целевая установка	Формирование представлений об основных характеристиках прямолинейного равноускоренного движения	
Понятия, термины	Средняя и мгновенная скорость движения, пройденный путь и перемещение прямолинейного равноускоренного движения	
Виды учебной деятельности	Описание равноускоренного движения. Определение кинематических характеристик	
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	предметные	<p><i>Формулировать и объяснять</i> понятия и термины: средняя и мгновенная скорость движения, пройденный путь и перемещение прямолинейного равноускоренного движения; <i>знать</i> аналитический и графический способы описания прямолинейного равноускоренного движения; <i>уметь</i> по формулам <i>вычислять</i> среднюю скорость, путь и перемещение при прямолинейном равноускоренном движении</p> <p><i>Искать</i> и <i>находить</i> обобщённые способы решения задач, в том числе <i>осуществлять</i> развёрнутый интуитивный поиск и <i>ставить</i> на его основе новые (учебные и познавательные) задачи.</p> <p>Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута.</p> <p><i>Ставить</i> и <i>формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности.</p> <p><i>Выбирать</i> путь достижения цели, <i>планировать</i> решение поставленных задач.</p> <p><i>Сопоставлять</i> полученный результат деятельности с поставленной заранее целью.</p> <p><i>Осуществлять</i> деловую коммуникацию как со сверстниками, так и со взрослыми</p>
	метапредметные	<p><i>Готовность</i> к научно-техническому творчеству.</p> <p><i>Готовность</i> и <i>способность</i> к образованию, в том числе самообразованию</p>
	личностные	

№ урока/количество часов	10.7/1
Дата проведения урока	План:
Тема урока / № параграфа	Факт: Свободное падение тел / § 11
Тип урока	Урок освоения новых знаний и видов учебных действий
Целевая установка	Формирование представлений о свободном падении тел
Понятия, термины	Свободное падение, стробоскопический метод, ускорение свободного падения
Виды учебной деятельности	Изучение и описание свободного падения тела
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	предметные <i>Формулировать и объяснять</i> понятия и термины: свободное падение, стробоскопический метод, ускорение свободного падения; <i>знать</i> , какое движение можно считать свободным падением, величину ускорения свободного падения; <i>уметь определять</i> кинематические характеристики при движении тела вертикально вверх и вниз <i>Выходить</i> за рамки учебного предмета и <i>осуществлять</i> целенаправленный поиск возможных путей для широкого переноса средств и способов действия. Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута. <i>Ставить</i> и <i>формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности. <i>Выбирать</i> путь достижения цели, <i>планировать</i> решение поставленных задач. <i>Сопоставлять</i> полученный результат деятельности с поставленной заранее целью. <i>Осуществлять</i> деловую коммуникацию как со сверстниками, так и со взрослыми
	метапредметные
	личностные
<i>Иметь</i> мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки и техники, заинтересованность в научных знаниях об устройстве мира и общества. <i>Владеть</i> достоверной информацией о передовых достижениях и открытиях мировой и отечественной науки. <i>Готовность</i> и <i>способность</i> к образованию, в том числе самообразованию	

№ урока/количество часов	11.8/1
Дата проведения урока	План:
Тема урока / № параграфа	Равномерное движение тела по окружности / § 12
Тип урока	Комбинированный урок
Целевая установка	Формирование представлений о равномерном движении тела по окружности и характеристиках данного движения
Понятия, термины	Криволинейное движение, равномерное движение тела по окружности, центростремительное ускорение
Виды учебной деятельности	Изучение и описание равномерного движения тела по окружности
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	предметные <i>Формулировать и объяснять</i> понятия и термины: криволинейное движение, равномерное движение тела по окружности, центростремительное ускорение; <i>знать</i> причину появления центростремительного ускорения; <i>уметь определять</i> направление линейной скорости и центростремительного ускорения при движении тела по окружности, <i>вычислять</i> по формулам кинематические характеристики равномерного движения тела по окружности
	метапредметные <i>Искать и находить</i> обобщённые способы решения задач, в том числе <i>осуществлять</i> развёрнутый ин-формационный поиск и <i>ставить</i> на его основе новые (учебные и познавательные) задачи. <i>Выходить</i> за рамки учебного предмета и <i>осуществлять</i> целенаправленный поиск возможностей для широкого переноса средств и способов действия. Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута. <i>Ставить</i> и <i>формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности. <i>Выбирать</i> путь достижения цели, <i>планировать</i> решение поставленных задач. <i>Сопоставлять</i> полученный результат деятельности с поставленной заранее целью. <i>Осуществлять</i> деловую коммуникацию как со сверстниками, так и со взрослыми
личностные	<i>Готовность</i> к научно-техническому творчеству. <i>Готовность</i> и <i>способность</i> к образованию, в том числе самообразованию

№ урока/количество часов	12.9/1
Дата проведения урока	План:
Тема урока / № параграфа	Факт: Движение тела, брошенного горизонтально / § 13
Тип урока	Комбинированный урок
Целевая установка	Формирование представлений о движении тела, брошенного горизонтально, и характеристиках данного движения
Понятия, термины	Принцип независимости движений, время полёта, дальность полёта
Виды учебной деятельности	Изучение и описание движения тела, брошенного горизонтально
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	предметные <i>Формулировать и объяснять</i> понятия и термины: принцип независимости движений, время полёта, дальность полёта; <i>знать</i> , как направлены вектор скорости и ускорения тела в разных точках баллистической траектории; <i>уметь вычислять</i> по формулам кинематические характеристики движения тела, брошенного горизонтально
	метапредметные <i>Искать и находить</i> обобщённые способы решения задач, в том числе <i>осуществлять</i> развёрнутый информационный поиск и <i>ставить</i> на его основе новые (учебные и познавательные) задачи. <i>Выходить</i> за рамки учебного предмета и <i>осуществлять</i> целенаправленный поиск возможностей для широкого переноса средств и способов действия. <i>Менять и удерживать</i> разные позиции в познавательной деятельности. <i>Использовать</i> различные модельно-схематические средства для представления существенных связей и отношений, а также противоречий, выявленных в информационных источниках. Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута. <i>Ставить</i> и <i>формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности. <i>Выбирать</i> путь достижения цели, <i>планировать</i> решение поставленных задач. <i>Сопоставлять</i> полученный результат деятельности с поставленной заранее целью. <i>Выстраивать</i> деловую и образовательную коммуникацию, избегая личностных оценочных суждений
	личностные <i>Готовность</i> к научно-техническому творчеству. <i>Готовность</i> и <i>способность</i> к образованию, в том числе самообразованию

№ урока/количество часов	13.10/1
Дата проведения урока	План:
Тема урока / № параграфа	Факт: Движение тела, брошенного под углом к горизонту / § 14
Тип урока	Комбинированный урок
Целевая установка	Формирование представлений о движении тела, брошенного под углом к горизонту, и характеристиках данного движения
Понятия, термины	Принцип независимости движений, время полёта, дальность полёта, максимальная высота подъёма
Виды учебной деятельности	Изучение и описание движения тела, брошенного под углом к горизонту
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	предметные
	метапредметные
личностные	<i>Искать и находить обобщённые способы решения задач, в том числе осуществлять развёрнутый информационный поиск и ставить на его основе новые (учебные и познавательные) задачи.</i> <i>Выходить за рамки учебного предмета и осуществлять целенаправленный поиск возможностей для широкого переноса средств и способов действия.</i> <i>Использовать различные модельно-схематические средства для представления существенных связей и отношений, а также противоречий, выявленных в информационных источниках.</i> Самостоятельно определять цели, задавать параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута. <i>Ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности.</i> <i>Выбирать путь достижения цели, планировать решение поставленных задач.</i> <i>Сопоставлять полученный результат деятельности с поставленной заранее целью.</i> <i>Выстраивать деловую и образовательную коммуникацию, избегая личностных оценочных суждений</i>
	<i>Готовность к научно-техническому творчеству.</i> <i>Готовность и способность к образованию, в том числе самообразованию</i>

№ урока/количество часов	14.11/1
Дата проведения урока	План: Факт:
Тема урока / № параграфа	Повторительно-обобщающий урок по теме «Кинематика»
Тип урока	Урок обобщения, систематизации и закрепления знаний и умений выполнять учебные действия
Целевая установка	Обобщить и систематизировать знания по теме «Кинематика»
Понятия, термины	Все понятия и термины темы «Кинематика»
Виды учебной деятельности	Повторение и обобщение по теме «Кинематика»
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	предметные <i>Использовать</i> полученные знания и умения по теме «Кинематика» для объяснения физических явлений и в повседневной жизни (быт, экология, охрана окружающей среды, техника безопасности и др.) Критически <i>оценивать</i> и <i>интерпретировать</i> информацию с разных позиций, <i>распознавать</i> и <i>фиксировать</i> противоречия в информационных источниках. <i>Выходить</i> за рамки учебного предмета и <i>осуществлять</i> целенаправленный поиск возможностей для широкого переноса средств и способов действия. <i>Менять</i> и <i>удерживать</i> разные позиции в познавательной деятельности. Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута. <i>Ставить</i> и <i>формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности. <i>Выбирать</i> путь достижения цели, <i>планировать</i> решение поставленных задач. <i>Сопоставлять</i> полученный результат деятельности с поставленной заранее целью. <i>Осуществлять</i> деловую коммуникацию как со сверстниками, так и со взрослыми. Развёрнуто, логично и точно <i>излагать</i> свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств
	метапредметные <i>Иметь</i> мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки и техники, заинтересованность в научных знаниях об устройстве мира и общества
личностные	

Глава III. Динамика (9 часов)

№ урока/количество часов	15.1/1	
Дата проведения урока	План:	
Тема урока / № параграфа	Факт: Взаимодействие тел / § 15	
Тип урока	Урок освоения новых знаний и видов учебных действий	
Целевая установка	Формирование представлений о взаимодействии тел	
Понятия, термины	Динамика, взаимодействие тел	
Виды учебной деятельности	Измерение и сравнение ускорений двух взаимодействующих тел	
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	предметные	<i>Формулировать и объяснять</i> понятия и термины: динамика, взаимодействие тел; <i>знать</i> , что происходит при взаимодействии тел, как ускорения взаимодействующих тел зависят от их массы; <i>уметь измерять и сравнивать</i> ускорения взаимодействующих тел
	метапредметные	Критически <i>оценивать</i> и <i>интерпретировать</i> информацию с разных позиций, <i>распознавать</i> и <i>фиксировать</i> противоречия в информационных источниках. <i>Находить и приводить</i> критические аргументы в отношении действий и суждений другого; спокойно и разумно <i>относиться</i> к критическим замечаниям в отношении собственного суждения, <i>рассматривать</i> их как ресурс собственного развития. <i>Менять</i> и <i>удерживать</i> разные позиции в познавательной деятельности. Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута. <i>Ставить</i> и <i>формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности. <i>Выбирать</i> путь достижения цели, <i>планировать</i> решение поставленных задач. <i>Сопоставлять</i> полученный результат деятельности с поставленной заранее целью. <i>Осуществлять</i> деловую коммуникацию как со сверстниками, так и со взрослыми
	личностные	<i>Иметь</i> мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки и техники, заинтересованность в научных знаниях об устройстве мира и общества. <i>Готовность</i> и <i>способность</i> к образованию, в том числе самообразованию

№ урока/количество часов	16.2/1
Дата проведения урока	План: Факт:
Тема урока / № параграфа	Масса тела / § 16
Тип урока	Комбинированный урок
Целевая установка	Формирование представлений об инертности и массе тел
Понятия, термины	Инертность, масса тела, рычажные и пружинные весы
Виды учебной деятельности	Измерение массы тела
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	предметные <i>Формулировать и объяснять понятия и термины: инертность, масса тела, рычажные и пружинные весы; знать способы измерения массы тела; уметь изелекат, анализировать и обобщать информацию сети Интернет</i>
	метапредметные <i>Менять и удерживать разные позиции в познавательной деятельности. Самостоятельно определять цели, задавать параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута. Оценивать возможные последствия поставленной цели в деятельности. Ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности. Оценивать ресурсы, необходимые для достижения поставленной цели. Выбирать путь достижения цели, планировать решение поставленных задач. Организовывать эффективный поиск ресурсов, необходимых для достижения поставленной цели. Сопоставлять полученный результат деятельности с поставленной заранее целью. Осуществлять деловую коммуникацию как со сверстниками, так и со взрослыми. Развёрнуто, логично и точно излагать свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств. Выстраивать деловую и образовательную коммуникацию, избегая личностных оценочных суждений</i>
	личностные <i>Иметь мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки и техники, заинтересованность в научных знаниях об устройстве мира и общества. Готовность и способность к образованию, в том числе самообразованию</i>

№ урока/количество часов	17.3/1
Дата проведения урока	План:
Тема урока / № параграфа	Сила / § 17
Тип урока	Комбинированный урок
Целевая установка	Формирование представлений о силе как векторной величине
Понятия, термины	Сила, динамометр, крутильные весы, виды сил
Виды учебной деятельности	Измерение силы взаимодействия двух тел
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	предметные <i>Формулировать и объяснять понятия и термины: сила, динамометр, крутильные весы, виды сил; знать, каким прибором измеряют силы и принцип его действия, природу различных сил; уметь измерять силы</i>
	метапредметные <i>Критически оценивать и интерпретировать информацию с разных позиций, распознавать и фиксировать противоречия в информационных источниках. Менять и удерживать разные позиции в познавательной деятельности. Самостоятельно определять цели, задавать параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута. Ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности. Выбирать путь достижения цели, планировать решение поставленных задач. Сопоставлять полученный результат деятельности с поставленной заранее целью. Выстраивать деловую и образовательную коммуникацию, избегая личностных оценочных суждений</i>
	личностные <i>Иметь мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки и техники, заинтересованность в научных знаниях об устройстве мира и общества. Готовность и способность к образованию, в том числе самообразованию</i>

№ урока/количество часов	18.4/1	
Дата проведения урока	План:	
Тема урока / № параграфа	Законы динамики Ньютона / § 18	
Тип урока	Комбинированный урок	
Целевая установка	Формирование представлений о законах динамики и принципе относительности Галилея	
Понятия, термины	Инерциальная и неинерциальная системы отсчета, принцип относительности Галилея, первый, второй и третий законы Ньютона	
Виды учебной деятельности	Исследование зависимости ускорения тела от массы и приложенной силы. Вычисление ускорений по известным значениям масс и действующих сил	
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	предметные	<p><i>Формулировать и объяснять</i> понятия и термины: инерциальная и неинерциальная системы отсчёта, принцип относительности Галилея, первый, второй и третий законы Ньютона; <i>знать</i>, чем отличаются инерциальная и неинерциальная системы отсчёта, границы применимости законов Ньютона; <i>уметь применять</i> законы Ньютона при решении задач</p> <p><i>Искать и находить</i> обобщённые способы решения задач, в том числе <i>осуществлять</i> развёрнутый инерционный поиск и <i>ставить</i> на его основе новые (учебные и познавательные) задачи.</p> <p><i>Менять и удерживать</i> разные позиции в познавательной деятельности.</p> <p><i>Выстраивать</i> индивидуальную образовательную траекторию, учитывая ограничения со стороны других участников и ресурсные ограничения.</p> <p>Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута.</p> <p><i>Оценивать</i> возможные последствия достижения поставленной цели в деятельности.</p> <p><i>Ставить и формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности.</p> <p><i>Выбирать</i> путь достижения цели, <i>планировать</i> решение поставленных задач.</p> <p><i>Выстраивать</i> деловую и образовательную коммуникацию, избегая личностных оценочных суждений</p>
	метапредметные	<p><i>Иметь</i> мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки и техники, заинтересованность в научных знаниях об устройстве мира и общества.</p> <p><i>Готовность и способность</i> к образованию, в том числе самообразованию</p>
	личностные	

№ урока/количество часов	19.5/1
Дата проведения урока	План: Факт:
Тема урока / № параграфа	Закон всемирного тяготения / § 19
Тип урока	Комбинированный урок
Целевая установка	Формирование представлений о проявлении закона всемирного тяготения в природе и применении человеком в космонавтике
Понятия, термины	Гравитация, закон всемирного тяготения, первая и вторая космическая скорость, искусственные спутники Земли
Виды учебной деятельности	Применение закона всемирного тяготения для расчётов радиусов орбит искусственных спутников Земли и первой космической скорости
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	предметные <i>Формулировать и объяснять</i> понятия и термины: гравитация, закон всемирного тяготения, первая и вторая космическая скорость, искусственные спутники Земли; <i>знать</i> границы применимости закона всемирного тяготения, отличия силы тяжести от силы всемирного тяготения; <i>уметь выводить</i> формулу для первой космической скорости, <i>решать</i> задачи на применение закона всемирного тяготения <i>Искать и находить</i> обобщённые способы решения задач, в том числе <i>осуществлять</i> развёрнутый информационный поиск и <i>ставить</i> на его основе новые (учебные и познавательные) задачи. Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута. метапредметные <i>Выбирать</i> путь достижения цели, <i>планировать</i> решение поставленных задач. <i>Сопоставлять</i> полученный результат деятельности с поставленной заранее целью. Развёрнуто, логично и точно <i>излагать</i> свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств. <i>Выстраивать</i> деловую и образовательную коммуникацию, избегая личностных оценочных суждений
	личностные <i>Иметь</i> мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки и техники, заинтересованность в научных знаниях об устройстве мира и общества. <i>Владеть</i> достоверной информацией о передовых достижениях и открытиях мировой и отечественной науки

№ урока/количество часов	20.6/1	
Дата проведения урока	План: Факт:	
Тема урока / № параграфа	<i>Лабораторная работа 2. Изучение движения тела по окружности под действием сил упругости и тя- жести</i>	
Тип урока	Урок применения знаний и видов учебных действий	
Целевая установка	Формирование умений и навыков проводить прямые и косвенные измерения физических величин при определении центростремительного ускорения тела при его движении по окружности	
Понятия, термины	Динамометр, центростремительное ускорение	
Виды учебной деятельности	Изучение движения тела по окружности под действием сил упругости и тяжести	
предметные метапредметные	<i>Формулировать и объяснять</i> понятия и термины: динамометр, центростремительное ускорение; <i>уметь проводить</i> прямые и косвенные измерения физических величин, <i>вычислять</i> центростреми- тельное ускорение <i>Выходить</i> за рамки учебного предмета и <i>осуществлять</i> целенаправленный поиск возможностей для широкого переноса средств и способов действия. <i>Менять и удерживать</i> разные позиции в познавательной деятельности. Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута. <i>Оценивать</i> возможные последствия поставленной цели в деятельности. <i>Ставить и формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности. <i>Оценивать</i> ресурсы, необходимые для достижения поставленной цели. <i>Выбирать</i> путь достижения цели, <i>планировать</i> решение поставленных задач. <i>Сопоставлять</i> полученный результат деятельности с поставленной заранее целью. При осуществлении групповой работы <i>быть</i> как руководителем, так и членом команды в разных ро- лях. <i>Выстраивать</i> деловую и образовательную коммуникацию, избегая личностных оценочных суждений	
	личностные	<i>Готовность</i> к научно-техническому творчеству. <i>Готовность</i> и <i>способность</i> к образованию, в том числе самообразованию
	личностные	
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)		

№ урока/количество часов	21.7/1
Дата проведения урока	План: Факт:
Тема урока / № параграфа	Повторительно-обобщающий урок по теме «Динамика»
Тип урока	Урок обобщения, систематизации и закрепления знаний и умений выполнять учебные действия
Целевая установка	Обобщение и систематизация знаний по теме «Динамика»
Понятия, термины	Все понятия и термины темы «Динамика»
Виды учебной деятельности	Повторение и обобщение по теме «Динамика»
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	предметные <i>Использовать</i> полученные знания и умения по теме «Динамика» для объяснения физических явлений и в повседневной жизни (быт, экология, охрана окружающей среды, техника безопасности и др.) Критически <i>оценивать</i> и <i>интерпретировать</i> информацию с разных позиций, <i>распознавать</i> и <i>фиксировать</i> противоречия в информационных источниках. <i>Выходить</i> за рамки учебного предмета и <i>осуществлять</i> целенаправленный поиск возможностей для широкого переноса средств и способов действия. <i>Менять</i> и <i>удерживать</i> разные позиции в познавательной деятельности. Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута. <i>Ставить</i> и <i>формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности. <i>Выбирать</i> путь достижения цели, <i>планировать</i> решение поставленных задач. <i>Сопоставлять</i> полученный результат деятельности с поставленной заранее целью. Развёрнуто, логично и точно <i>излагать</i> свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств. <i>Выстраивать</i> деловую и образовательную коммуникацию, избегая личностных оценочных суждений
	метапредметные личностные <i>Иметь</i> мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки и техники, заинтересованность в научных знаниях об устройстве мира и общества

№ урока/количество часов	22.8/1
Дата проведения урока	План: Факт:
Тема урока / № параграфа	Решение задач / § 20
Тип урока	Урок применения знаний и видов учебных действий
Целевая установка	Совершенствование знаний по кинематике и динамике. Формирование умения решать физические задачи по темам «Кинематика» и «Динамика»
Понятия, термины	Все понятия и термины тем «Кинематика» и «Динамика»
Виды учебной деятельности	Решение задач
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	предметные <i>Решать</i> физические задачи в соответствии с поставленными условиями на основе полученных знаний по темам «Кинематика» и «Динамика»
	метапредметные <i>Искать и находить</i> обобщённые способы решения задач, в том числе <i>осуществлять</i> развёрнутый информационный поиск и <i>ставить</i> на его основе новые (учебные и познавательные) задачи. <i>Менять и удерживать</i> разные позиции в познавательной деятельности. Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута. <i>Оценивать</i> возможные последствия поставленной цели в деятельности. <i>Ставить и формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности. <i>Оценивать</i> ресурсы, необходимые для достижения поставленной цели. <i>Выбирать</i> путь достижения цели, <i>планировать</i> решение поставленных задач. <i>Организовывать</i> эффективный поиск ресурсов, необходимых для достижения поставленной цели. <i>Сопоставлять</i> полученный результат деятельности с поставленной заранее целью. Развёрнуто, логично и точно <i>излагать</i> свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств. <i>Выстраивать</i> деловую и образовательную коммуникацию, избегая личностных оценочных суждений
	личностные <i>Готовность и способность</i> к образованию, в том числе самообразованию

№ урока/количество часов	23.9/1
Дата проведения урока	План:
Тема урока / № параграфа	Факт: Контрольная работа по темам «Кинематика» и «Динамика»
Тип урока	Урок развивающего контроля
Целевая установка	Диагностика уровня сформированности знаний и умений по темам «Кинематика» и «Динамика»
Понятия, термины	Все понятия и термины тем «Кинематика» и «Динамика»
Виды учебной деятельности	Решение задач
предметные метапредметные личностные	<i>Решать</i> физические задачи в соответствии с поставленными условиями на основе полученных знаний по темам «Кинематика» и «Динамика» <i>Искать</i> и <i>находить</i> обобщённые способы решения задач, в том числе <i>осуществлять</i> развёрнутый информационный поиск и <i>ставить</i> на его основе новые (учебные и познавательные) задачи. <i>Менять</i> и <i>удерживать</i> разные позиции в познавательной деятельности. <i>Выстраивать</i> индивидуальную образовательную траекторию, учитывая ограничения со стороны других участников и ресурсные ограничения. <i>Использовать</i> различные модельно-схематические средства для представления существенных связей и отношений, а также противоречий, выявленных в информационных источниках. Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута. <i>Оценивать</i> возможные последствия поставленной цели в деятельности. <i>Ставить</i> и <i>формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности. <i>Оценивать</i> ресурсы, необходимые для достижения поставленной цели. <i>Выбирать</i> путь достижения цели, <i>планировать</i> решение поставленной задачи. <i>Сопоставлять</i> полученный результат деятельности с поставленной заранее целью
	Готовность и способность к образованию, в том числе самообразованию

Планируемые результаты обучения
(в соответствии с ФГОС)

Глава IV. Элементы статики (4 часа)

№ урока/количество часов	24.1/1
Дата проведения урока	План:
Тема урока / № параграфа	Факт: Равновесие тела, имеющего ось вращения. Сложение параллельных сил. Пара сил / § 21–22
Тип урока	Урок освоения новых знаний и видов учебных действий
Целевая установка	Формирование представлений о твёрдом теле и условиях его равновесия
Понятия, термины	Статика, твёрдое тело, правило моментов, рычаг, условия равновесия твёрдого тела
Виды учебной деятельности	Применение правила моментов сил. Изучение условий равновесия тела, имеющего ось вращения
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	предметные <i>Формулировать и объяснять</i> понятия и термины: статика, твёрдое тело, правило моментов, рычаг; <i>знать</i> условия равновесия твёрдого тела; <i>уметь находить</i> точку равновесия, равнодействующую сил, действующих на твёрдое тело, суммарный вращающий момент, <i>складывать</i> силы, приложенные к твёрдому телу <i>Искать и находить</i> обобщённые способы решения задач, в том числе <i>осуществлять</i> развёрнутый информационный поиск и <i>ставить</i> на его основе новые (учебные и познавательные) задачи. <i>Выходить</i> за рамки учебного предмета и <i>осуществлять</i> целенаправленный поиск возможностей для широкого переноса средств и способов действия. <i>Менять и удерживать</i> разные позиции в познавательной деятельности. <i>Использовать</i> различные модельно-схематические средства для представления существенных связей и отношений, а также противоречий, выявленных в информационных источниках. Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута. <i>Ставить и формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности. <i>Выбирать</i> путь достижения цели, <i>планировать</i> решение поставленных задач. <i>Сопоставлять</i> полученный результат деятельности с поставленной заранее целью. <i>Выстраивать</i> деловую и образовательную коммуникацию, избегая личностных оценочных суждений
	личностные <i>Иметь</i> мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки и техники, заинтересованность в научных знаниях об устройстве мира и общества. <i>Готовность и способность</i> к образованию, в том числе самообразованию

№ урока/количество часов	26.3/1
Дата проведения урока	План:
Тема урока / № параграфа	Факт: Центр тяжести и центр массы твёрдого тела. Виды равновесия / § 23–24
Тип урока	Комбинированный урок
Целевая установка	Формирование представлений о центре тяжести твёрдого тела и видах равновесия
Понятия, термины	Центр тяжести твёрдого тела, устойчивое, неустойчивое, безразличное равновесие
Виды учебной деятельности	Определение вида равновесия тела. Применение координатного метода
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	предметные <i>Формулировать и объяснять</i> понятия и термины: центр тяжести твёрдого тела, устойчивое, неустойчивое, безразличное равновесие; <i>знать</i> условие равновесия, виды равновесия; <i>уметь</i> экспериментально <i>находить</i> центр тяжести твёрдого тела, <i>решать</i> задачи на нахождение центра тяжести твёрдого тела
	метапредметные <i>Выходить</i> за рамки учебного предмета и <i>осуществлять</i> целенаправленный поиск возможностей для широкого переноса средств и способов действия. <i>Менять</i> и <i>удерживать</i> разные позиции в познавательной деятельности. <i>Использовать</i> различные модельно-схематические средства для представления существенных связей и отношений, а также противоречий, выявленных в информационных источниках. Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута. <i>Ставить</i> и <i>формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности. <i>Выбирать</i> путь достижения цели, <i>планировать</i> решение поставленных задач. <i>Сопоставлять</i> полученный результат деятельности с поставленной заранее целью. Развёрнуто, логично и точно <i>излагать</i> свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств. <i>Выстраивать</i> деловую и образовательную коммуникацию, избегая личностных оценочных суждений
личностные	<i>Иметь</i> мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки и техники, заинтересованность в научных знаниях об устройстве мира и общества. <i>Готовность</i> и <i>способность</i> к образованию, в том числе самообразованию

№ урока/количество часов	27.4/1
Дата проведения урока	План: Факт:
Тема урока / № параграфа	Решение задач / § 25
Тип урока	Урок закрепления и применения знаний и видов учебных действий
Целевая установка	Формирование умения решать физические задачи по теме «Элементы статики»
Понятия, термины	Все понятия и термины темы «Элементы статики»
Виды учебной деятельности	Решение задач
планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	предметные <i>Решать</i> физические задачи в соответствии с поставленными условиями на основе полученных знаний по теме «Элементы статики»
	метапредметные <i>Искать и находить</i> обобщённые способы решения задач, в том числе <i>осуществлять</i> развёрнутый информационный поиск и <i>ставить</i> на его основе новые (учебные и познавательные) задачи. <i>Менять и удерживать</i> разные позиции в познавательной деятельности. Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута. <i>Оценивать</i> возможные последствия достижения поставленной цели в деятельности. <i>Ставить</i> и <i>формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности. <i>Оценивать</i> ресурсы, необходимые для достижения поставленной цели. <i>Выбирать</i> путь достижения цели, <i>планировать</i> решение поставленных задач. <i>Организовывать</i> эффективный поиск ресурсов, необходимых для достижения поставленной цели. <i>Сопоставлять</i> полученный результат деятельности с поставленной заранее целью. <i>Осуществлять</i> деловую коммуникацию как со сверстниками, так и со взрослыми. Развёрнуто, логично и точно <i>излагать</i> свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств.
	личностные <i>Готовность и способность</i> к образованию, в том числе самообразованию

№ урока/количество часов	29.2/1
Дата проведения урока	План:
Тема урока / № параграфа	Факт:
Тип урока	Период механических колебаний / § 27
Целевая установка	Комбинированный урок
Понятия, термины	Формирование представлений о периодах колебаний груза на пружине и математического маятника
Виды учебной деятельности	Периоды колебания груза на пружине и математического маятника, формула Пойгенса, гравиметры Решение задач с использованием формулы Пойгенса
предметные метапредметные	<i>Формулировать и объяснять</i> понятия и термины: периоды колебания груза на пружине и математического маятника, формула Пойгенса, гравиметры; <i>знать</i> , от чего зависят периоды колебания груза на пружине и математического маятника; <i>уметь вычислять</i> периоды механических колебаний <i>Искать и находить</i> обобщённые способы решения задач, в том числе <i>осуществлять</i> развёрнутый информационный поиск и <i>ставить</i> на его основе новые (учебные и познавательные) задачи. <i>Менять и удерживать</i> разные позиции в познавательной деятельности. <i>Использовать</i> различные модельно-схематические средства для представления существенных связей и отношений, а также противоречий, выявленных в информационных источниках. Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута. <i>Оценивать</i> возможные последствия поставленной цели в деятельности. <i>Ставить и формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности. <i>Выбирать</i> путь достижения цели, <i>планировать</i> решение поставленных задач. <i>Сопоставлять</i> деловой результат деятельности с поставленной заранее целью. <i>Осуществлять</i> деловую коммуникацию как со сверстниками, так и со взрослыми. Развёрнуто, логично и точно <i>излагать</i> свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств
	личностные

Планируемые результаты обучения
(в соответствии с ФГОС)

№ урока/количество часов	30.3/1	
Дата проведения урока	План: Факт:	
Тема урока / № параграфа	<i>Лабораторная работа 4. Определение ускорения свободного падения при помощи маятника</i>	
Тип урока	Урок применения знаний и видов учебных действий	
Целевая установка	Формирование умений и навыков проводить прямые и косвенные измерения физических величин при определении ускорения свободного падения при помощи маятника	
Понятия, термины	Период колебаний, относительная и абсолютная погрешности измерения	
Виды учебной деятельности	Определение ускорения свободного падения тела с помощью маятника	
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	предметные	<p><i>Формулировать и объяснять</i> понятия и термины: период колебаний, относительная и абсолютная погрешности измерения; <i>знать</i> формулу для расчёта периода колебаний груза; <i>уметь рассчитывать</i> относительную и абсолютную погрешности измерения</p> <p><i>Выходить</i> за рамки учебного предмета и <i>осуществлять</i> целенаправленный поиск возможностей для широкого переноса средств и способов действия.</p> <p>Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута.</p> <p><i>Оценивать</i> возможные последствия достижения поставленной цели в деятельности.</p> <p><i>Ставить</i> и <i>формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности.</p> <p><i>Оценивать</i> ресурсы, необходимые для достижения поставленной цели.</p> <p><i>Выбирать</i> путь достижения цели, <i>планировать</i> решение поставленных задач.</p> <p><i>Сопоставлять</i> полученный результат деятельности с поставленной заранее целью.</p> <p>При осуществлении групповой работы <i>быть</i> как руководителем, так и членом команды в разных ролях.</p> <p><i>Выстраивать</i> деловую и образовательную коммуникацию, избегая личностных оценочных суждений</p>
	метапредметные	
	личностные	<p><i>Готовность</i> к научно-техническому творчеству.</p> <p><i>Готовность</i> и <i>способность</i> к образованию, в том числе самообразованию</p>

№ урока/количество часов	31.4/1	
Дата проведения урока	План:	
Тема урока / № параграфа	Механические волны / § 28	
Тип урока	Комбинированный урок	
Целевая установка	Формирование представлений о механической волне и её свойствах	
Понятия, термины	Продольные и поперечные волны, длина волны, принцип суперпозиции, когерентные волны, интерференция, дифракция волн	
Виды учебной деятельности	Сравнение поперечной и продольной волн	
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	предметные	<i>Формулировать и объяснять</i> понятия и термины: продольные и поперечные волны, длина волны, принцип суперпозиции, когерентные волны, интерференция, дифракция волн; <i>знать</i> , при каких условиях наблюдаются интерференция и дифракция волн; <i>уметь рассчитывать</i> характеристики механических волн
	метапредметные	Критически <i>оценивать</i> и <i>интерпретировать</i> информацию с разных позиций, <i>распознавать</i> и <i>фиксировать</i> противоречия в информационных источниках. <i>Выходить</i> за рамки учебного предмета и <i>осуществлять</i> целенаправленный поиск возможностей для широкого переноса средств и способов действия. Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута. <i>Ставить</i> и <i>формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности. <i>Выбирать</i> путь достижения цели, <i>планировать</i> решение поставленных задач. <i>Сопоставлять</i> полученный результат деятельности с поставленной заранее целью. Развёрнуто, логично и точно <i>излагать</i> свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств
	личностные	<i>Иметь</i> мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки и техники, заинтересованность в научных знаниях об устройстве мира и общества. <i>Владеть</i> достоверной информацией о передовых достижениях и открытиях мировой и отечественной науки. <i>Готовность</i> и <i>способность</i> к образованию, в том числе самообразованию

Глава 6. Законы сохранения в механике (7 часов)

№ урока/количество часов	32.1/1
Дата проведения урока	План:
Тема урока / № параграфа	Факт: Импульс. Закон сохранения импульса / § 29
Тип урока	Урок освоения новых знаний и видов учебных действий
Целевая установка	Формирование представлений об импульсе тела и законе сохранения импульса
Понятия, термины	Количество движения, импульс тела, замкнутая система тел, закон сохранения импульса, реактивное движение
Виды учебной деятельности	Изучение и применение закона сохранения импульса для вычисления скоростей взаимодействующих тел
Предметные метапредметные	<i>Формулировать и объяснять</i> понятия и термины: количество движения, импульс тела, замкнутая система тел, закон сохранения импульса, реактивное движение; <i>знать</i> , почему закон сохранения импульса относится к фундаментальным законам природы, как можно увеличить скорость ракеты; <i>уметь приводить</i> примеры замкнутых систем тел, абсолютно упругого и неупругого ударов тел, <i>выводить</i> формулу для вычисления скорости движения ракеты, <i>решать</i> задачи на вычисление импульса тела, импульса силы, закон сохранения импульса
	<i>Искать и находить</i> обобщённые способы решения задач, в том числе <i>осуществлять</i> развёрнутый информационный поиск и <i>ставить</i> на его основе новые (учебные и познавательные) задачи. <i>Менять и удерживать</i> разные позиции в познавательной деятельности. Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута. <i>Ставить и формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности. <i>Выбирать</i> путь достижения цели, <i>планировать</i> решение поставленных задач. <i>Сопоставлять</i> полученный результат деятельности с поставленной заранее целью. <i>Выстраивать</i> деловую и образовательную коммуникацию, избегая личностных оценочных суждений
личностные	<i>Готовность и способность</i> к образованию, в том числе самообразованию
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	

№ урока/количество часов	33.2/1	
Дата проведения урока	План:	
Тема урока / № параграфа	Механическая работа. Мощность. Энергия. Кинетическая энергия. Потенциальная энергия / § 30–31	
Тип урока	Комбинированный урок	
Целевая установка	Формирование представлений о работе различных сил, развиваемой телом мощности, энергии как единой мере различных форм движения материи и различных видов взаимодействий тел	
Понятия, термины	Работа силы, работа силы тяжести, работа силы упругости, мощность, энергия, кинетическая и потенциальная энергия	
Виды учебной деятельности	Вычисление работы силы тяжести, силы упругости и мощности, развиваемой телом при совершении работы и равномерном движении	
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	предметные	<i>Формулировать и объяснять</i> понятия и термины: работа силы, работа силы тяжести, работа силы упругости, мощность, энергия, кинетическая энергия, потенциальная энергия; <i>знать</i> , при каких условиях совершается механическая работа, в каком случае тело или система тел обладают энергией; <i>уметь рассчитывать</i> работу силы тяжести, силы упругости, развиваемую телом мощность, кинетическую и потенциальную энергию
	метапредметные	<i>Искать и находить</i> обобщённые способы решения задач, в том числе <i>осуществлять</i> развёрнутый информационный поиск и <i>ставить</i> на его основе новые (учебные и познавательные) задачи. <i>Менять и удерживать</i> разные позиции в познавательной деятельности. Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута. <i>Ставить и формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности. <i>Выбирать</i> путь достижения цели, <i>планировать</i> решение поставленных задач. <i>Сопоставлять</i> полученный результат деятельности с поставленной заранее целью. <i>Осуществлять</i> деловую коммуникацию как со сверстниками, так и со взрослыми. Развёрнуто, логично и точно <i>излагать</i> свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств
	личностные	<i>Готовность и способность</i> к образованию, в том числе самообразованию

№ урока/количество часов	34.3/1	
Дата проведения урока	План: Факт:	
Тема урока / № параграфа	Закон сохранения энергии в механике. Закон сохранения энергии в динамике жидкостей. Механическая картина мира / § 32–34	
Тип урока	Комбинированный урок	
Целевая установка	Формирование представлений о законах сохранения энергии в механике и в динамике жидкостей, о механической картине мира	
Понятия, термины	Консервативные силы, полная механическая энергия, закон сохранения полной механической энергии, механическая картина мира	
Виды учебной деятельности	Применение закона сохранения энергии для вычисления скоростей взаимодействующих тел	
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	предметные	<p><i>Формулировать и объяснять</i> понятия и термины: консервативные силы, полная механическая энергия, закон сохранения полной механической энергии, механическая картина мира; <i>знать</i> алгоритм решения задач с использованием закона сохранения механической энергии; <i>уметь доказывать</i>, что работа постоянной силы равна увеличению кинетической энергии тела, работы силы тяжести и силы упругости равны уменьшению потенциальной энергии тела</p> <p><i>Критически оценивать и интерпретировать</i> информацию с разных позиций, <i>распознавать и фиксировать</i> противоречия в информациональных источниках.</p> <p>Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута.</p> <p><i>Ставить и формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности.</p> <p><i>Выбирать</i> путь достижения цели, <i>планировать</i> решение поставленных задач.</p> <p><i>Сопоставлять</i> полученный результат деятельности с поставленной заранее целью.</p> <p><i>Осуществлять</i> деловую коммуникацию как со сверстниками, так и со взрослыми.</p> <p><i>Выстраивать</i> деловую и образовательную коммуникацию, избегая личностных оценочных суждений</p>
	метапредметные	<p><i>Иметь</i> мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки и техники, заинтересованность в научных знаниях об устройстве мира и общества</p>
	личностные	

№ урока/количество часов	35.4/1
Дата проведения урока	План:
Тема урока / № параграфа	<i>Лабораторная работа 5. Опытная проверка закона сохранения механической энергии</i>
Тип урока	Урок применения знаний и видов учебных действий
Целевая установка	Формирование умений и навыков проводить прямые и косвенные измерения физических величин при проверке закона сохранения механической энергии
Понятия, термины	Динамометр, рычажные весы, потенциальная энергия, кинетическая энергия
Виды учебной деятельности	Сравнение потенциальной энергии деформированной пружины с кинетической энергией шарика
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	предметные <i>Формулировать и объяснять понятия и термины: динамометр, рычажные весы, потенциальная энергия, кинетическая энергия; уметь измерять массу, кинетическую энергию, рассчитывать потенциальную энергию растянутой пружины динамометра, относительную погрешность измерения</i> <i>Выходить за рамки учебного предмета и осуществлять целенаправленный поиск возможностей для широкого переноса средств и способов действия.</i> <i>Самостоятельно определять цели, задавать параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута.</i> <i>Оценивать возможные последствия достижения поставленной цели в деятельности.</i> <i>Ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности.</i> <i>Оценивать ресурсы, необходимые для достижения поставленной цели.</i> <i>Выбирать путь достижения цели, планировать решение поставленных задач.</i> <i>Сопоставлять полученный результат деятельности с поставленной заранее целью.</i> <i>При осуществлении групповой работы быть как руководителем, так и членом команды в разных ролях.</i> <i>Выстраивать деловую и образовательную коммуникацию, избегая личностных оценочных суждений</i>
	метапредметные <i>Готовность к научно-техническому творчеству.</i> <i>Готовность и способность к образованию, в том числе самообразованию</i>
личностные	

№ урока/количество часов	36.5/1
Дата проведения урока	План: Факт:
Тема урока / № параграфа	Решение задач по физике
Тип урока	Урок применения знаний и видов учебных действий
Целевая установка	Формирование умения решать физические задачи по темам «Механические колебания и волны» и «Законы сохранения в механике»
Понятия, термины	Все понятия и термины тем «Механические колебания и волны» и «Законы сохранения в механике»
Виды учебной деятельности	Решение задач
планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	предметные <i>Решать</i> физические задачи в соответствии с поставленными условиями на основе полученных знаний по темам «Механические колебания и волны» и «Законы сохранения в механике»
	метапредметные <i>Искать и находить</i> обобщённые способы решения задач, в том числе <i>осуществлять</i> развёрнутый информационный поиск и <i>ставить</i> на его основе новые (учебные и познавательные) задачи. <i>Менять и удерживать</i> разные позиции в познавательной деятельности. Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута. <i>Оценивать</i> возможные последствия поставленной цели в деятельности. <i>Ставить</i> и <i>формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности. <i>Оценивать</i> ресурсы, необходимые для достижения поставленной цели. <i>Выбирать</i> путь достижения цели, <i>планировать</i> решение поставленных задач. <i>Организовывать</i> эффективный поиск ресурсов, необходимых для достижения поставленной цели. <i>Сопоставлять</i> полученный результат деятельности с поставленной заранее целью. <i>Осуществлять</i> деловую коммуникацию как со сверстниками, так и со взрослыми. Развёрнуто, логично и точно <i>излагать</i> свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств. <i>Выстраивать</i> деловую и образовательную коммуникацию, избегая личностных оценочных суждений
	личностные <i>Готовность и способность</i> к образованию, в том числе самообразованию

№ урока/количество часов	38.7/1	
Дата проведения урока	План: Факт:	
Тема урока / № параграфа	Контрольная работа по темам «Механические колебания и волны» и «Законы сохранения в механике»	
Тип урока	Урок развивающего контроля	
Целевая установка	Диагностика уровня сформированности знаний и умений по темам «Механические колебания и волны» и «Законы сохранения в механике»	
Понятия, термины	Все понятия и термины тем «Механические колебания и волны» и «Законы сохранения в механике»	
Виды учебной деятельности	Решение задач	
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	предметные	<p><i>Решать</i> физические задачи в соответствии с поставленными условиями на основе полученных знаний по темам «Механические колебания и волны» и «Законы сохранения в механике»</p> <p><i>Искать</i> и <i>находить</i> обобщённые способы решения задач, в том числе <i>осуществлять</i> развёрнутый информационный поиск и <i>ставить</i> на его основе новые (учебные и познавательные) задачи.</p> <p><i>Менять</i> и <i>удерживать</i> разные позиции в познавательной деятельности.</p> <p><i>Выстраивать</i> индивидуальную образовательную траекторию, учитывая ограничения со стороны других участников и ресурсные ограничения.</p> <p><i>Использовать</i> различные модельно-схематические средства для представления существенных связей и отношений, а также противоречий, выявленных в информационных источниках.</p> <p>Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута.</p> <p><i>Оценивать</i> возможные последствия поставленной цели в деятельности.</p> <p><i>Ставить</i> и <i>формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности.</p> <p><i>Оценивать</i> ресурсы, необходимые для достижения поставленной цели.</p> <p><i>Выбирать</i> путь достижения цели, <i>планировать</i> решение поставленных задач.</p> <p><i>Сопоставлять</i> полученный результат деятельности с поставленной заранее целью</p>
	метапредметные	
	личностные	<i>Готовность</i> и <i>способность</i> к образованию, в том числе самообразованию

Глава VII. Молекулярно-кинетическая теория и термодинамика (14 часов)

№ урока/количество часов	39.1/1	
Дата проведения урока	План:	
Тема урока / № параграфа	Факт: Основные положения молекулярно-кинетической теории и их опытные обоснования / § 35	
Тип урока	Урок освоения новых знаний и видов учебных действий	
Целевая установка	Формирование представлений об основных положениях молекулярно-кинетической теории и их опытных обоснованиях	
Понятия, термины	Молекулярно-кинетическая теория, взаимодействие молекул, диффузия, броуновское движение, размеры и масса молекул, один моль, число Авагадро	
Виды учебной деятельности	Наблюдение экспериментов, служащих обоснованием молекулярно-кинетической теории. Вычисление размеров и массы молекул	
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	предметные	<p><i>Формулировать и объяснять</i> понятия и термины: молекулярно-кинетическая теория, взаимодействие молекул, диффузия, броуновское движение, размеры и масса молекул, один моль, молярная масса, число Авагадро; <i>знать</i>, какие явления объясняют молекулярно-кинетическую теорию, от чего зависит скорость диффузии, причину броуновского движения, опыт Штерна; <i>уметь вычислять</i> массу вещества, скорость молекул, число молекул в веществе</p>
	метапредметные	<p>Критически <i>оценивать</i> и <i>интерпретировать</i> информацию с разных позиций, <i>распознавать</i> и <i>фиксировать</i> противоречия в информационных источниках. <i>Выходить</i> за рамки учебного предмета и <i>осуществлять</i> целенаправленный поиск возможностей для широкого переноса средств и способов действия. Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута. <i>Ставить</i> и <i>формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности. <i>Выбирать</i> путь достижения цели, <i>планировать</i> решение поставленных задач. <i>Сопоставлять</i> полученный результат деятельности с поставленной заранее целью</p>
	личностные	<p><i>Иметь</i> мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки и техники, заинтересованность в научных знаниях об устройстве мира и общества. <i>Готовность</i> и <i>способность</i> к образованию, в том числе самообразованию</p>

№ урока/количество часов	40.2/1
Дата проведения урока	План: Факт:
Тема урока / № параграфа	Идеальный газ. Основное уравнение МКТ / § 36
Тип урока	Комбинированный урок
Целевая установка	Формирование представлений об идеальном газе
Понятия, термины	Идеальный газ, давление идеального газа
Виды учебной деятельности	Обоснование допущений при построении модели идеального газа
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	предметные <i>Формулировать и объяснять</i> понятия и термины: идеальный газ, основное уравнение МКТ; <i>знать</i> допущения в модели идеального газа, от чего зависит / не зависит давление идеального газа; <i>уметь вычислять</i> давление, среднюю кинетическую энергию и скорость молекул идеального газа
	метапредметные <i>Искать и находить</i> обобщённые способы решения задач, в том числе <i>осуществлять</i> развёрнутый информационный поиск и <i>ставить</i> на его основе новые (учебные и познавательные) задачи. <i>Менять и удерживать</i> разные позиции в познавательной деятельности. <i>Выстраивать</i> индивидуальную образовательную траекторию, учитывая ограничения со стороны других участников и ресурсные ограничения. Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута. <i>Ставить и формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности. <i>Выбирать</i> путь достижения цели, <i>планировать</i> решение поставленных задач. <i>Сопоставлять</i> полученный результат деятельности с поставленной заранее целью. <i>Осуществлять</i> деловую коммуникацию как со сверстниками, так и со взрослыми. Развёрнуто, логично и точно <i>излагать</i> свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств. <i>Выстраивать</i> деловую и образовательную коммуникацию, избегая личностных оценочных суждений
	личностные <i>Иметь</i> мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки и техники, заинтересованность в научных знаниях об устройстве мира и общества. <i>Готовность и способность</i> к образованию, в том числе самообразованию

№ урока/количество часов	41.3/1
Дата проведения урока	План:
Тема урока / № параграфа	Температура и её измерение / § 37
Тип урока	Комбинированный урок
Целевая установка	Формирование представлений о тепловом равновесии, температуре и способах её измерения
Понятия, термины	Макроскопические параметры, тепловое равновесие, температура, абсолютный нуль температуры, универсальная газовая постоянная
Виды учебной деятельности	Вычисление средней кинетической энергии молекул по известной температуре вещества
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	предметные <i>Формулировать и объяснять</i> понятия и термины: макроскопические параметры, тепловое равновесие, температура, абсолютный нуль температуры, универсальная газовая постоянная; <i>знать</i> , какие физические величины характеризуют состояние макроскопических тел, признаки наступления теплового равновесия, устройство жидкостного термометра, принцип действия газового термометра, физический смысл температуры, связь между абсолютной температурой идеального газа и средней скоростью движения молекул
	метапредметные Критически <i>оценивать</i> и <i>интерпретировать</i> информацию с разных позиций, <i>распознавать</i> и <i>фиксировать</i> противоречия в информационных источниках. Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута. <i>Оценивать</i> возможные последствия поставленной цели в деятельности. <i>Ставить</i> и <i>формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности. <i>Выбирать</i> путь достижения цели, <i>планировать</i> решение поставленных задач. <i>Сопоставлять</i> полученный результат деятельности с поставленной заранее целью. Развёрнуто, логично и точно <i>излагать</i> свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств. <i>Выстраивать</i> деловую и образовательную коммуникацию, избегая личностных оценочных суждений
личностные	<i>Готовность</i> и <i>способность</i> к образованию, в том числе самообразованию

№ урока/количество часов	42.4/1
Дата проведения урока	План: Факт:
Тема урока / № параграфа	Уравнение состояния идеального газа и его частные случаи для изопроцессов / § 38
Тип урока	Комбинированный урок
Целевая установка	Формирование представлений об изопроцессах и условиях их протеканиях
Понятия, термины	Уравнение Менделеева — Клапейрона, изопроцесс, изотермический, изобарный, изохорный процессы
Виды учебной деятельности	Определение параметров газа на основании уравнения состояния газа. Графическое представление изопроцессов
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	предметные <i>Формулировать и объяснять</i> понятия и термины: уравнение Менделеева — Клапейрона, изопроцесс, изотермический, изобарный, изохорный процессы; <i>знать</i> законы изопроцессов; <i>уметь изображать</i> изопроцессы графически. <i>решать</i> задачи с использованием формул законов изопроцессов и уравнение состояния идеального газа
	метапредметные <i>Искать и находить</i> обобщённые способы решения задач, в том числе <i>осуществлять</i> развёрнутый информационный поиск и <i>ставить</i> на его основе новые (учебные и познавательные) задачи. <i>Менять и удерживать</i> разные позиции в познавательной деятельности. <i>Строить</i> траекторию, учитывая ограничения со стороны других участников и ресурсные ограничения. <i>Использовать</i> различные модельно-схематические средства для представления существенных связей и отношений, а также противоречий, выявленных в информационных источниках. Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута. <i>Ставить и формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности. <i>Оценивать</i> ресурсы, необходимые для достижения поставленной цели. <i>Выбирать</i> путь достижения цели, <i>планировать</i> решение поставленных задач. <i>Осуществлять</i> деловую коммуникацию как со сверстниками, так и со взрослыми. Развёрнуто, логично и точно <i>излагать</i> свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств
	личностные <i>Готовность и способность</i> к образованию, в том числе самообразованию

№ урока/количество часов	43.5/1
Дата проведения урока	План: Факт:
Тема урока / № параграфа	Лабораторная работа 6. Опытная проверка закона Бойля — Мариотта
Тип урока	Урок применения знаний и видов учебных действий
Целевая установка	Формирование умений и навыков проводить прямые и косвенные измерения физических величин при опытной проверке закона Бойля — Мариотта
Понятия, термины	Закон Бойля — Мариотта, динамометр
Виды учебной деятельности	Проверка закона Бойля — Мариотта
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	предметные <i>Формулировать и объяснять</i> понятия и термины: закон Бойля — Мариотта, динамометр; <i>уметь рассчитывать</i> давление воздуха в цилиндре, <i>сравнивать</i> произведение давления газа на его объем в различных состояниях <i>Выходить</i> за рамки учебного предмета и <i>осуществлять</i> целенаправленный поиск возможностей для широкого переноса средств и способов действия. <i>Менять и удерживать</i> разные позиции в познавательной деятельности. Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута. <i>Оценивать</i> возможные последствия достижения поставленной цели в деятельности. <i>Ставить</i> и <i>формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности. <i>Оценивать</i> ресурсы, необходимые для достижения поставленной цели. <i>Выбирать</i> путь достижения цели, <i>планировать</i> решение поставленных задач. <i>Сопоставлять</i> полученный результат деятельности с поставленной заранее целью. При осуществлении групповой работы <i>быть</i> как руководителем, так и членом команды в разных ролях. <i>Выстраивать</i> деловую и образовательную коммуникацию, избегая личностных оценочных суждений
	метапредметные <i>Готовность</i> к научно-техническому творчеству. <i>Готовность</i> и способность к образованию, в том числе самообразованию
личностные	

№ урока/количество часов	44.6/1
Дата проведения урока	План:
Тема урока / № параграфа	Факт: Насыщенный и ненасыщенный пар. Влажность воздуха / § 39
Тип урока	Урок освоения новых знаний и видов учебных действий
Целевая установка	Формирование представлений о насыщенном паре и влажности воздуха
Понятия, термины	Насыщенный и ненасыщенный пар, давление насыщенного пара, абсолютная и относительная влажность воздуха, парциальное давление, гигрометр, психрометр, диаграмма состояний, тройная точка
Виды учебной деятельности	Вычисление относительной влажности воздуха
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	предметные <i>Формулировать и объяснять</i> понятия и термины: насыщенный и ненасыщенный пар, давление насыщенного пара, абсолютная и относительная влажность воздуха, парциальное давление, гигрометр, психрометр, фазовые переходы, диаграмма состояний, тройная точка; <i>знать</i> , при каком условии молекула жидкости может покинуть поверхность жидкости, условие динамического равновесия, зависимость от объёма и температуры давления пара, устройство и принцип работы гигрометра и психрометра; <i>уметь описывать</i> этапы процесса нагревания и закипания жидкости, <i>вычислять</i> относительную и абсолютную влажность воздуха
	метапредметные <i>Искать и находить</i> обобщённые способы решения задач, в том числе <i>осуществлять</i> развёрнутый информационный поиск и <i>ставить</i> на его основе новые (учебные и познавательные) задачи. <i>Менять и удерживать</i> разные позиции в познавательной деятельности. Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута. <i>Ставить и формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности. <i>Выбирать</i> путь достижения цели, <i>планировать</i> решение поставленных задач. <i>Выстраивать</i> деловую и образовательную коммуникацию, избегая личностных оценочных суждений
	личностные <i>Готовность и способность</i> к образованию, в том числе самообразованию

№ урока/количество часов	45.7/1	
Дата проведения урока	План:	
Тема урока / № параграфа	Строение и свойства и твёрдых тел / § 40	
Тип урока	Комбинированный урок	
Целевая установка	Формирование представлений о строении твёрдых тел и их свойствах	
Понятия, термины	Текучесть, кристаллическая решётка, узлы решётки, ионная, атомная, молекулярная, металлическая решётки, анизотропия, монокристаллы, поликристаллы, аморфные вещества, полимеры	
Виды учебной деятельности	Изучение строения и свойств твёрдых тел	
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	предметные	<p><i>Формулировать и объяснять</i> понятия и термины: текучесть, кристаллическая решётка, узлы решётки, ионная, атомная, молекулярная, металлическая решётки, анизотропия, монокристаллы, поликристаллы, аморфные вещества, полимеры; <i>знать</i> виды деформации и причину деформации твёрдого тела; <i>уметь сравнивать</i> кристаллы и кристаллические решётки, <i>описывать</i> строение аморфных тел</p>
	метапредметные	<p>Критически <i>оценивать</i> и <i>интерпретировать</i> информацию с разных позиций, <i>распознавать</i> и <i>фиксировать</i> противоречия в информационном источнике.</p> <p><i>Выходить</i> за рамки учебного предмета и <i>осуществлять</i> целенаправленный поиск возможностей для широкого переноса средств и способов действия.</p> <p>Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута.</p> <p><i>Оценивать</i> возможные последствия поставленной цели в деятельности.</p> <p><i>Ставить</i> и <i>формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности.</p> <p><i>Оценивать</i> ресурсы, необходимые для достижения поставленной цели.</p> <p><i>Выбирать</i> путь достижения цели, <i>планировать</i> решение поставленных задач.</p> <p><i>Организовывать</i> эффективный поиск ресурсов, необходимых для достижения поставленной цели.</p> <p><i>Сопоставлять</i> полученный результат деятельности с поставленной заранее целью.</p> <p><i>Выстраивать</i> деловую и образовательную коммуникацию, избегая личностных оценочных суждений</p>
	личностные	<i>Готовность</i> к научно-техническому творчеству

№ урока/количество часов	46.8/1
Дата проведения урока	План: Факт:
Тема урока / № параграфа	Решение задач
Тип урока	Урок применения знаний и видов учебных действий
Целевая установка	Совершенствование знаний по молекулярно-кинетической теории. Формирование умения решать физические задачи по теме «Молекулярно-кинетическая теория»
Понятия, термины	Все понятия и термины темы «Молекулярно-кинетическая теория»
Виды учебной деятельности	Решение задач
Предметные метапредметные	<i>Решать</i> физические задачи в соответствии с поставленными условиями на основе полученных знаний по теме «Молекулярно-кинетическая теория» <i>Искать</i> и <i>находить</i> обобщённые способы решения задач, в том числе <i>осуществлять</i> развёрнутый информационный поиск и <i>ставить</i> на его основе новые (учебные и познавательные) задачи. <i>Менять</i> и <i>удерживать</i> разные позиции в познавательной деятельности. Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута. <i>Оценивать</i> возможные последствия поставленной цели в деятельности. <i>Ставить</i> и <i>формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности. <i>Оценивать</i> ресурсы, необходимые для достижения поставленной цели. <i>Выбирать</i> путь достижения цели, <i>планировать</i> решение поставленных задач. <i>Организовывать</i> эффективный поиск ресурсов, необходимых для достижения поставленной цели. <i>Сопоставлять</i> полученный результат деятельности с поставленной заранее целью. <i>Осуществлять</i> деловую коммуникацию как со сверстниками, так и со взрослыми. Развёрнуто, логично и точно <i>излагать</i> свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств.
	личностные
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	

№ урока/количество часов	47.9/1
Дата проведения урока	План:
Тема урока / № параграфа	Первое начало термодинамики и его применение к изопроцессам / § 41
Тип урока	Урок освоения новых знаний и видов учебных действий
Целевая установка	Формирование представлений об изменении внутренней энергии идеального газа при различных процессах
Понятия, термины	Внутренняя энергия, количество теплоты, первое начало термодинамики, адиабатный процесс
Виды учебной деятельности	Изучение закона сохранения и превращения энергии в механических и тепловых процессах. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	предметные <i>Формулировать и объяснять</i> понятия и термины: внутренняя энергия, количество теплоты, первое начало термодинамики, адиабатный процесс; <i>знать</i> , от чего зависит/не зависит внутренняя энергия идеального газа; <i>уметь приводить</i> примеры использования адиабатного сжатия в технике, <i>решать</i> задачи с использованием первого начала термодинамики
	метапредметные <i>Искать и находить</i> обобщённые способы решения задач, в том числе <i>осуществлять</i> развёрнутый информационный поиск и <i>ставить</i> на его основе новые (учебные и познавательные) задачи. <i>Менять и удерживать</i> разные позиции в познавательной деятельности. Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута. <i>Ставить и формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности. <i>Выбирать</i> путь достижения цели, <i>планировать</i> решение поставленных задач. <i>Сопоставлять</i> полученный результат деятельности с поставленной заранее целью. <i>Осуществлять</i> деловую коммуникацию как со сверстниками, так и со взрослыми. Развёрнуто, логично и точно <i>излагать</i> свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств
	личностные <i>Иметь</i> мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки и техники, заинтересованность в научных знаниях об устройстве мира и общества. <i>Готовность и способность</i> к образованию, в том числе самообразованию

№ урока/количество часов	48.10/1
Дата проведения урока	План:
Тема урока / № параграфа	Факт: Принцип действия тепловых двигателей / § 42
Тип урока	Комбинированный урок
Целевая установка	Формирование представлений о тепловых машинах
Понятия, термины	Тепловой двигатель, второе начало термодинамики, КПД тепловой машины
Виды учебной деятельности	Обоснование путей повышения КПД тепловых двигателей
предметные метапредметные	<p><i>Формулировать и объяснять</i> понятия и термины: тепловой двигатель, второе начало термодинамики, КПД тепловой машины; <i>знать</i>, какие процессы называются круговыми, превращения энергии в тепловых машинах, почему невозможно создание вечного двигателя; <i>уметь вычислять</i> КПД тепловой машины, <i>пользоваться</i> сетью Интернет при поиске ответов на поставленные вопросы</p> <p><i>Искать и находить</i> обобщённые способы решения задач, в том числе <i>осуществлять</i> развёрнутый информационный поиск и <i>ставить</i> на его основе новые (учебные и познавательные) задачи. Критически <i>оценивать</i> и <i>интерпретировать</i> информацию с разных позиций, <i>распознавать</i> и <i>фиксировать</i> противоречия в информационных источниках.</p> <p>Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута.</p> <p><i>Ставить</i> и <i>формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности.</p> <p><i>Выбирать</i> путь достижения цели, планировать решение поставленных задач.</p> <p><i>Сопоставлять</i> полученный результат деятельности с поставленной заранее целью.</p> <p>Развёрнуто, логично и точно <i>излагать</i> свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств.</p> <p><i>Выстраивать</i> деловую и образовательную коммуникацию, избегая личностных оценочных суждений</p>
	личностные
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	

№ урока/количество часов	49.11/1	
Дата проведения урока	План:	
Тема урока / № параграфа	Факт: Экологические проблемы тепловых электростанций и автомобильного транспорта / § 43	
Тип урока	Комбинированный урок	
Целевая установка	Формирование представлений об экологических проблемах тепловых электростанций и автомобильного транспорта	
Понятия, термины	Тепловые машины, ТЭС, электрический двигатель, синтетический бензин, биотопливо, топливные элементы, гибридные автомобили	
Виды учебной деятельности	Формулирование проблем охраны окружающей среды от вредного влияния продуктов сгорания топлива в ДВС и ТЭС	
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	предметные	<p><i>Формулировать и объяснять</i> понятия и термины: тепловые машины, ТЭС, электрический двигатель, синтетический бензин, биотопливо, топливные элементы, гибридные автомобили; <i>знать</i> признаки НТП, экологические проблемы получения электроэнергии на тепловых электрических станциях, альтернативные (экологически чистые) источники энергии, экологические проблемы использования автомобильного транспорта</p>
	метапредметные	<p>Критически <i>оценивать</i> и <i>интерпретировать</i> информацию с разных позиций, <i>распознавать</i> и <i>фиксировать</i> противоречия в информационных источниках.</p> <p><i>Выходить</i> за рамки учебного предмета и <i>осуществлять</i> целенаправленный поиск возможностей для широкого переноса средств и способов действия.</p> <p>Развёрнуто, логично и точно <i>излагать</i> свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств.</p> <p><i>Выстраивать</i> деловую и образовательную коммуникацию, избегая личностных оценочных суждений</p>
	личностные	<p><i>Иметь</i> мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки и техники, заинтересованность в научных знаниях об устройстве мира и общества.</p> <p><i>Готовность</i> к научно-техническому творчеству.</p> <p><i>Владеть</i> достоверной информацией о передовых достижениях и открытиях мировой и отечественной науки</p>

№ урока/количество часов	50.12/1
Дата проведения урока	План: Факт:
Тема урока / № параграфа	Решение задач
Тип урока	Урок применения знаний и видов учебных действий
Целевая установка	Формирование умения решать физические задачи по теме «Термодинамика»
Понятия, термины	Все понятия и термины темы «Термодинамика»
Виды учебной деятельности	Решение задач
предметные метапредметные	<i>Решать</i> физические задачи в соответствии с поставленными условиями на основе полученных знаний по теме «Термодинамика» <i>Искать и находить</i> обобщённые способы решения задач, в том числе <i>осуществлять</i> развёрнутый информационный поиск и <i>ставить</i> на его основе новые (учебные и познавательные) задачи. <i>Менять и удерживать</i> разные позиции в познавательной деятельности. Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута. <i>Оценивать</i> возможные последствия поставленной цели в деятельности. <i>Ставить и формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности. <i>Оценивать</i> ресурсы, необходимые для достижения поставленной цели. <i>Выбирать</i> путь достижения цели, <i>планировать</i> решение поставленных задач. <i>Организовывать</i> эффективный поиск ресурсов, необходимых для достижения поставленной цели. <i>Сопоставлять</i> полученный результат деятельности с поставленной заранее целью. <i>Осуществлять</i> деловую коммуникацию как со сверстниками, так и со взрослыми. Развёрнуто, логично и точно <i>излагать</i> свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств.
	личностные
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	

№ урока/количество часов	51.13/1	
Дата проведения урока	План:	
Тема урока / № параграфа	Факт:	
Тип урока	Повторительно-обобщающий урок по теме «Молекулярно-кинетическая теория и термодинамика»	
Целевая установка	Урок обобщения, систематизации и закрепления знаний и умений выполнять учебные действия	
Понятия, термины	Обобщение и систематизация знаний по теме «Молекулярно-кинетическая теория и термодинамика»	
Виды учебной деятельности	Все понятия и термины темы «Молекулярно-кинетическая теория и термодинамика»	
предметные метапредметные личностные	Повторение и обобщение по теме «Молекулярно-кинетическая теория и термодинамика» <i>Использовать</i> полученные знания и умения по теме «Молекулярно-кинетическая теория и термодинамика» для объяснения физических явлений и в повседневной жизни (быт, экология, охрана здоровья, охрана окружающей среды, техника безопасности и др.) Критически <i>оценивать</i> и <i>интерпретировать</i> информацию с разных позиций, <i>распознавать</i> и <i>фиксировать</i> противоречия в информационном источнике. <i>Выходить</i> за рамки учебного предмета и <i>осуществлять</i> целенаправленный поиск возможностей для широкого переноса средств и способов действия. <i>Менять</i> и <i>удерживать</i> разные позиции в познавательной деятельности. Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута. <i>Ставить</i> и <i>формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности. <i>Выбирать</i> путь достижения цели, <i>планировать</i> решение поставленных задач. <i>Сопоставлять</i> полученный результат деятельности с поставленной заранее целью. <i>Осуществлять</i> деловую коммуникацию как со сверстниками, так и со взрослыми. Развёрнуто, логично и точно <i>излагать</i> свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств. <i>Выстраивать</i> деловую и образовательную коммуникацию, избегая личностных оценочных суждений	
	личностные	<i>Иметь</i> мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки и техники, заинтересованность в научных знаниях об устройстве мира и общества

№ урока/количество часов	52.14/1
Дата проведения урока	План:
Тема урока / № параграфа	Факт: Контрольная работа по теме «Молекулярно-кинетическая теория и термодинамика»
Тип урока	Урок развивающего контроля
Целевая установка	Диагностика уровня сформированности знаний и умений по теме «Молекулярно-кинетическая теория и термодинамика»
Понятия, термины	Все понятия и термины темы «Молекулярно-кинетическая теория и термодинамика»
Виды учебной деятельности	Решение задач
предметные метапредметные личностные	<i>Решать</i> физические задачи в соответствии с поставленными условиями на основе полученных знаний по теме «Молекулярно-кинетическая теория и термодинамика» <i>Искать</i> и <i>находить</i> обобщённые способы решения задач, в том числе <i>осуществлять</i> развёрнутый информационный поиск и <i>ставить</i> на его основе новые (учебные и познавательные) задачи. <i>Менять</i> и <i>удерживать</i> разные позиции в познавательной деятельности. <i>Выстраивать</i> индивидуальную образовательную траекторию, учитывая ограничения со стороны других участников и ресурсные ограничения. <i>Использовать</i> различные модельно-схематические средства для представления существенных связей и отношений, а также противоречий, выявленных в информационных источниках. Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута. <i>Оценивать</i> возможные последствия поставленной цели в деятельности. <i>Ставить</i> и <i>формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности. <i>Оценивать</i> ресурсы, необходимые для достижения поставленной цели. <i>Выбирать</i> путь достижения цели, <i>планировать</i> решение поставленных задач. <i>Сопоставлять</i> полученный результат деятельности с поставленной заранее целью
	личностные <i>Готовность и способность</i> к образованию, в том числе самообразованию
	личностные <i>Готовность и способность</i> к образованию, в том числе самообразованию

Глава VIII. Электростатика (7 часов)

№ урока/количество часов	53.1/1	
Дата проведения урока	План:	
Тема урока / № параграфа	Электрический заряд. Закон Кулона / § 44	
Тип урока	Урок освоения новых знаний и видов учебных действий	
Целевая установка	Формирование представлений об элементарном электрическом заряде	
Понятия, термины	Элементарный электрический заряд, закон сохранения электрического заряда, закон Кулона, электрическая постоянная, диэлектрическая проницаемость среды	
Виды учебной деятельности	Сравнение закона Кулона и закона всемирного тяготения. Вычисление сил взаимодействия точечных электрических зарядов	
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	предметные	<i>Формулировать и объяснять</i> понятия и термины: элементарный электрический заряд, закон сохранения электрического заряда, закон Кулона, электрическая постоянная, диэлектрическая проницаемость среды; <i>знать</i> опыт Кулона; <i>уметь вычислять</i> силу взаимодействующих зарядов, <i>сравнивать</i> закон Кулона с законом всемирного тяготения
	метапредметные	<i>Искать и находить</i> обобщённые способы решения задач, в том числе <i>осуществлять</i> развёрнутый информационный поиск и <i>ставить</i> на его основе новые (учебные и познавательные) задачи. <i>Менять и удерживать</i> разные позиции в познавательной деятельности. <i>Использовать</i> различные модельно-схематические средства для представления существенных связей и отношений, а также противоречий, выявленных в информационных источниках. Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута. <i>Ставить и формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности. <i>Выбирать</i> путь достижения цели, <i>планировать</i> решение поставленных задач. <i>Осуществлять</i> деловую коммуникацию как со сверстниками, так и со взрослыми
	личностные	<i>Иметь</i> мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки и техники, заинтересованность в научных знаниях об устройстве мира и общества. <i>Готовность</i> к научно-техническому творчеству. <i>Готовность</i> и <i>способность</i> к образованию, в том числе самообразованию

№ урока/количество часов	54.2/1
Дата проведения урока	План:
Тема урока / № параграфа	Электрическое поле / § 45
Тип урока	Комбинированный урок
Целевая установка	Формирование представлений об электрическом поле и его характеристиках
Понятия, термины	Напряжённость электрического поля, линии напряжённости электрического поля, принцип суперпозиции электрических полей, электростатическая индукция, поляризация диэлектрика
Виды учебной деятельности	Вычисление напряжённости электрического поля одного или нескольких точечных зарядов
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	предметные <i>Формулировать и объяснять</i> понятия и термины: напряжённость электрического поля, линии напряжённости электрического поля, принцип суперпозиции электрических полей, электростатическая индукция, поляризация диэлектрика; <i>знать</i> условие возникновения явления электростатической индукции, что показывает поверхностная плотность заряда; <i>уметь описывать</i> физическую величину, <i>сравнивать</i> полярный и неполярный диэлектрики, <i>вычислять</i> напряжённость электрического поля <i>Выходить</i> за рамки учебного предмета и <i>осуществлять</i> целенаправленный поиск возможностей для широкого переноса средств и способов действия. <i>Менять</i> и <i>удерживать</i> разные позиции в познавательной деятельности. <i>Использовать</i> различные модельно-схематические средства для представления существенных связей и отношений, а также противоречий, выявленных в информационных источниках. Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута. <i>Ставить</i> и <i>формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности. <i>Оценивать</i> ресурсы, необходимые для достижения поставленной цели. <i>Выбирать</i> путь достижения цели, <i>планировать</i> решение поставленных задач. <i>Сопоставлять</i> полученный результат деятельности с поставленной заранее целью. <i>Выстраивать</i> деловую и образовательную коммуникацию, избегая личностных оценочных суждений
	метапредметные <i>Иметь</i> мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки и техники, заинтересованность в научных знаниях об устройстве мира и общества. <i>Готовность</i> и <i>способность</i> к образованию, в том числе самообразованию
личностные	

№ урока/количество часов	55.3/1	
Дата проведения урока	План:	
Тема урока / № параграфа	Потенциал электрического поля / § 46	
Тип урока	Комбинированный урок	
Целевая установка	Формирование представлений о потенциальных полях и их характеристиках	
Понятия, термины	Потенциальное поле, потенциал электрического поля, разность потенциалов, электрическое напряжение, эквипотенциальные поверхности	
Виды учебной деятельности	Вычисление потенциала электрического поля одного или нескольких точечных зарядов. Нахождение работы электрического поля и разности потенциалов	
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	предметные	<i>Формулировать и объяснять</i> понятия и термины: потенциальное поле, потенциал электрического поля, разность потенциалов, электрическое напряжение, эквипотенциальные поверхности; <i>знать</i> , от чего зависит потенциал поля, как связаны разность потенциалов и напряжённость однородного поля; <i>уметь описывать</i> физическую величину, <i>сравнивать</i> значения потенциалов электрического поля, создаваемого полым металлическим положительно заряженным шаром в разных точках шара, <i>вычислять</i> потенциал электрического поля
	метапредметные	<i>Искать и находить</i> обобщённые способы решения задач, в том числе <i>осуществлять</i> развёрнутый информационный поиск и <i>ставить</i> на его основе новые (учебные и познавательные) задачи. <i>Использовать</i> различные модельно-схематические средства для представления существенных связей и отношений, а также противоречий, выявленных в информационных источниках. Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута. <i>Ставить</i> и <i>формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности. <i>Выбирать</i> путь достижения цели, <i>планировать</i> решение поставленных задач. <i>Сопоставлять</i> полученный результат деятельности с поставленной заранее целью. <i>Осуществлять</i> деловую коммуникацию как со сверстниками, так и со взрослыми
	личностные	<i>Иметь</i> мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки и техники, заинтересованность в научных знаниях об устройстве мира и общества. <i>Готовность</i> и <i>способность</i> к образованию, в том числе самообразованию

№ урока/количество часов	56.4/1
Дата проведения урока	План:
Тема урока / № параграфа	Электрическая ёмкость. Конденсатор / § 47
Тип урока	Комбинированный урок
Целевая установка	Формирование представлений об электрической ёмкости и конденсаторе
Понятия, термины	Электрическая ёмкость, конденсатор, ёмкость плоского конденсатора, последовательное и параллельное соединение конденсаторов, энергия заряженного конденсатора
Виды учебной деятельности	Определение электрической ёмкости и энергии заряженного конденсатора
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	<p>предметные</p> <p><i>Формулировать и объяснять</i> понятия и термины: электрическая ёмкость, конденсатор, ёмкость плоского конденсатора, последовательное и параллельное соединение конденсаторов, энергия заряженного конденсатора; <i>знать</i>, как ёмкость конденсатора зависит от его геометрических размеров, где используют конденсаторы; <i>уметь рассчитывать</i> электрическую ёмкость уединённого проводника, <i>находить</i> энергию заряженного конденсатора</p>
	<p>метапредметные</p> <p><i>Искать и находить</i> обобщённые способы решения задач, в том числе <i>осуществлять</i> развёрнутый информационный поиск и <i>ставить</i> на его основе новые (учебные и познавательные) задачи. <i>Выходить</i> за рамки учебного предмета и <i>осуществлять</i> целенаправленный поиск возможностей для широкого переноса средств и способов действия. <i>Менять и удерживать</i> разные позиции в познавательной деятельности. Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута. <i>Ставить</i> и <i>формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности. <i>Выбирать</i> путь достижения цели, <i>планировать</i> решение поставленных задач. <i>Сопоставлять</i> полученный результат деятельности с поставленной заранее целью. <i>Выстраивать</i> деловую и образовательную коммуникацию, избегая личностных оценочных суждений</p>
личностные	<p><i>Готовность</i> к научно-техническому творчеству. <i>Владеть</i> достоверной информацией о передовых достижениях и открытиях мировой и отечественной науки. <i>Готовность</i> и <i>способность</i> к образованию, в том числе самообразованию</p>

№ урока/количество часов	57.5/1
Дата проведения урока	План: Факт:
Тема урока / № параграфа	<i>Лабораторная работа 7. Определение электрической ёмкости конденсатора методом отброса стрелки вольтметра</i>
Тип урока	Урок применения знаний и видов учебных действий
Целевая установка	Формирование умений и навыков проводить прямые и косвенные измерения физических величин при определении электрической ёмкости конденсатора методом отброса стрелки вольтметра
Понятия, термины	Электрическая ёмкость конденсатора, конденсатор, вольтметр
Виды учебной деятельности	Определение электрической ёмкости конденсатора методом отброса стрелки вольтметра
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	предметные <i>Формулировать и объяснять понятия и термины: электрическая ёмкость конденсатора, конденсатор, вольтметр; уметь собирать электрическую цепь по схеме, измерять напряжение, рассчитывать ёмкость конденсатора, относительную и абсолютную погрешности измерений</i> <i>Выходить за рамки учебного предмета и осуществлять целенаправленный поиск возможностей для широкого переноса средств и способов действия.</i> <i>Менять и удерживать разные позиции в познавательной деятельности.</i> <i>Самостоятельно определять цели, задавать параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута.</i> <i>Оценивать возможные последствия достижения поставленной цели в деятельности.</i> <i>Ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности.</i> <i>Оценивать ресурсы, необходимые для достижения поставленной цели.</i> <i>Выбирать путь достижения цели, планировать решение поставленных задач.</i> <i>Сопоставлять полученный результат деятельности с поставленной заранее целью.</i> При осуществлении групповой работы <i>быть</i> как руководителем, так и членом команды в разных ролях. <i>Выстраивать деловую и образовательную коммуникацию, избегая личностных оценочных суждений</i>
	метапредметные <i>Готовность к научно-техническому творчеству.</i> <i>Готовность и способность к образованию, в том числе самообразованию</i>
личностные	

№ урока/количество часов	58.6/1
Дата проведения урока	План:
Тема урока / № параграфа	Факт:
Тип урока	Решение задач
Целевая установка	Урок применения знаний и видов учебных действий
Понятия, термины	Совершенствование знаний по электростатике. Формирование умения решать физические задачи по теме «Электростатика»
Виды учебной деятельности	Все понятия и термины темы «Электростатика»
предметные метапредметные	Решение задач
	<i>Решать</i> физические задачи в соответствии с поставленными условиями на основе полученных знаний по теме «Электростатика» <i>Искать</i> и <i>находить</i> обобщённые способы решения задач, в том числе <i>осуществлять</i> развёрнутый информационный поиск и <i>ставить</i> на его основе новые (учебные и познавательные) задачи. <i>Менять</i> и <i>удерживать</i> разные позиции в познавательной деятельности. Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута. <i>Оценивать</i> возможные последствия поставленной цели в деятельности. <i>Ставить</i> и <i>формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности. <i>Оценивать</i> ресурсы, необходимые для достижения поставленной цели. <i>Выбирать</i> путь достижения цели, <i>планировать</i> решение поставленных задач. <i>Организовывать</i> эффективный поиск ресурсов, необходимых для достижения поставленной цели. <i>Сопоставлять</i> полученный результат деятельности с поставленной заранее целью. <i>Осуществлять</i> деловую коммуникацию как со сверстниками, так и со взрослыми. Развёрнуто, логично и точно <i>излагать</i> свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств. <i>Выстраивать</i> деловую и образовательную коммуникацию, избегая личностных оценочных суждений
	личностные <i>Готовность</i> и <i>способность</i> к образованию, в том числе самообразованию
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	

№ урока/количество часов	59.7/1
Дата проведения урока	План:
Тема урока / № параграфа	Факт: Повторительно-обобщающий урок по теме «Электростатика»
Тип урока	Урок обобщения, систематизации и закрепления знаний и умений выполнять учебные действия
Целевая установка	Обобщение и систематизация знаний по теме «Электростатика»
Понятия, термины	Все понятия и термины темы «Электростатика»
Виды учебной деятельности	Повторение и обобщение по теме «Электростатика»
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	предметные <i>Использовать</i> полученные знания и умения по теме «Электростатика» для объяснения физических явлений и в повседневной жизни (быт, экология, охрана здоровья, охрана окружающей среды, техника безопасности и др.) Критически <i>оценивать</i> и <i>интерпретировать</i> информацию с разных позиций, <i>распознавать</i> и <i>фиксировать</i> противоречия в информационных источниках. <i>Выходить</i> за рамки учебного предмета и <i>осуществлять</i> целенаправленный поиск возможностей для широкого переноса средств и способов действия. <i>Менять</i> и <i>удерживать</i> разные позиции в познавательной деятельности. Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута. <i>Ставить</i> и <i>формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности. <i>Выбирать</i> путь достижения цели, <i>планировать</i> решение поставленных задач. <i>Сопоставлять</i> полученный результат деятельности с поставленной заранее целью. <i>Осуществлять</i> деловую коммуникацию как со сверстниками, так и со взрослыми. Развёрнуто, логично и точно <i>излагать</i> свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств. <i>Выстраивать</i> деловую и образовательную коммуникацию, избегая личностных оценочных суждений
	метапредметные <i>Иметь</i> мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки и техники, заинтересованность в научных знаниях об устройстве мира и общества
личностные	

Глава IX. Постоянный электрический ток (11 часов)

№ урока/количество часов	60.1/1	
Дата проведения урока	План:	
Тема урока / № параграфа	Факт: Сила тока. Напряжение. Сопротивление проводника / § 48	
Тип урока	Урок освоения новых знаний и видов учебных действий	
Целевая установка	Формирование представлений о действиях электрического тока, правилах последовательного и параллельного соединения проводников	
Понятия, термины	Тепловое, химическое, магнитное действия тока, сила тока, электрическое напряжение, электрическое сопротивление, закон Джоуля — Ленца, закон Ома для участка цепи, последовательное и параллельное соединения проводников	
Виды учебной деятельности	Изучение действий электрического тока. Вычисление силы тока, напряжения и сопротивления в электрической цепи	
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	предметные	<p><i>Формулировать и объяснять</i> понятия и термины: действия электрического тока, тепловое, химическое, магнитное действия тока, закон Джоуля — Ленца, сила тока, электрическое напряжение, электрическое сопротивление, закон Ома для участка цепи, последовательное и параллельное соединения проводников; <i>знать</i> законы последовательного и параллельного соединения проводников; <i>уметь сравнивать</i> последовательное и параллельное соединения проводников, напряжение и сопротивление проводника</p>
	метапредметные	<p><i>Искать и находить</i> обобщённые способы решения задач, в том числе <i>осуществлять</i> развёрнутый ин-формационный поиск и <i>ставить</i> на его основе новые (учебные и познавательные) задачи. Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута. <i>Ставить и формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности. <i>Осуществлять</i> деловую коммуникацию как со сверстниками, так и со взрослыми</p>
	личностные	<p><i>Иметь</i> мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки и техники, заинтересо-ванность в научных знаниях об устройстве мира и общества. <i>Готовность и способность</i> к образованию, в том числе самообразованию</p>

№ урока/количество часов	61.2/1
Дата проведения урока	План:
Тема урока / № параграфа	Факт: <i>Лабораторная работа 8. Исследование зависимости мощности электрического тока, выделяемой на резисторе, от силы тока</i>
Тип урока	Урок применения знаний и видов учебных действий
Целевая установка	Формирование умений и навыков проводить прямые и косвенные измерения физических величин при исследовании зависимости мощности электрического тока, выделяемой на резисторе, от силы тока
Понятия, термины	Амперметр, вольтметр, резистор, сила тока, напряжение, мощность электрического тока
Виды учебной деятельности	Исследование зависимости мощности электрического тока, выделяемой на резисторе, от силы тока
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	предметные <i>Формулировать и объяснять понятия и термины: амперметр, вольтметр, резистор, сила тока, напряжение, мощность электрического тока; уметь собирать электрическую цепь по схеме, измерять напряжение на резисторе и силу тока в цепи, рассчитывать мощность тока на резисторе, строить график зависимости $P(I)$ с учётом погрешностей измерений</i>
	метапредметные <i>Выходить за рамки учебного предмета и осуществлять целенаправленный поиск возможностей для широкого переноса средств и способов действия. Менять и удерживать разные позиции в познавательной деятельности. Самостоятельно определять цели, задавать параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута. Оценивать возможные последствия достижения поставленной цели в деятельности. Ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности. Оценивать ресурсы, необходимые для достижения поставленной цели. Выбирать путь достижения цели, планировать решение поставленных задач. Сопоставлять полученный результат деятельности с поставленной заранее целью. При осуществлении групповой работы быть как руководителем, так и членом команды в разных ролях. Выстраивать деловую и образовательную коммуникацию, избегая личностных оценочных суждений</i>
	личностные <i>Готовность к научно-техническому творчеству. Готовность и способность к образованию, в том числе самообразованию</i>

№ урока/количество часов	62.3/1
Дата проведения урока	План:
Тема урока / № параграфа	Электродвижущая сила источника тока. Закон Ома для полной цепи / § 49 <i>Лабораторная работа 9. Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока</i>
Тип урока	Комбинированный урок
Целевая установка	Формирование представлений об устройстве и принципе действия источников электрического тока. Формирование умений и навыков проводить прямые и косвенные измерения физических величин при определении ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока
Понятия, термины	Источники постоянного тока, сторонние силы, ЭДС источника тока, закон Ома для полной (замкнутой) цепи, внутреннее сопротивление источника тока, КПД источника тока
Виды учебной деятельности	Изучение принципа действия источника тока. Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока. Вычисление силы тока в полной цепи и КПД источника тока
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	предметные <i>Формулировать и объяснять</i> понятия и термины: источники постоянного тока, сторонние силы, ЭДС источника тока, закон Ома для полной (замкнутой) цепи, КПД источника тока; <i>знать</i> следствия из закона Ома для полной (замкнутой) цепи; <i>уметь определять</i> ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока, силу тока в полной цепи, КПД источника тока
	метапредметные <i>Выходить</i> за рамки учебного предмета и <i>осуществлять</i> целенаправленный поиск возможностей для широкого переноса средств и способов действия. <i>Использовать</i> различные модельно-схематические средства для представления существенных связей и отношений, а также противоречий, выявленных в информационных источниках. Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута. <i>Ставить</i> и <i>формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности. <i>Выбирать</i> путь достижения цели, <i>планировать</i> решение поставленных задач. <i>Сопоставлять</i> полученный результат деятельности с поставленной заранее целью. <i>Оценивать</i> ресурсы, необходимые для достижения поставленной цели. При осуществлении групповой работы <i>быть</i> как руководителем, так и членом команды в разных ролях. <i>Выстраивать</i> деловую и образовательную коммуникацию, избегая личностных оценочных суждений
	личностные <i>Готовность</i> к научно-техническому творчеству. <i>Готовность</i> и <i>способность</i> к образованию, в том числе самообразованию

№ урока/количество часов	63.4/1
Дата проведения урока	План:
Тема урока / № параграфа	Факт: Электрический ток в металлах / § 50
Тип урока	Урок освоения новых знаний и видов учебных действий
Целевая установка	Формирование представлений о протекании тока в металлических проводниках
Понятия, термины	Ток в металлах, опыт Манделъштама и Папалески, сверхпроводимость
Виды учебной деятельности	Исследование зависимости сопротивления проводника от температуры. Вычисление силы тока в проводнике
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	предметные <i>Формулировать и объяснять понятия и термины: ток в металлах, опыт Манделъштама и Папалески, сверхпроводимость; знать природу тока в металлах, зависимость сопротивления проводника от температуры; уметь вычислять сопротивление металлического проводника при различных температурах</i>
	метапредметные <i>Критически оценивать и интерпретировать информацию с разных позиций, распознавать и фиксировать противоречия в информационных источниках. Выходить за рамки учебного предмета и осуществлять целенаправленный поиск возможностей для широкого переноса средств и способов действия. Менять и удерживать разные позиции в познавательной деятельности. Использовать различные модельно-схематические средства для представления существенных связей и отношений, а также противоречий, выявленных в информационных источниках. Самостоятельно определять цели, задавать параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута. Ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности. Выбирать путь достижения цели, планировать решение поставленных задач. Выстраивать деловую и образовательную коммуникацию, избегая личностных оценочных суждений</i>
личностные	<i>Иметь мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки и техники, заинтересованность в научных знаниях об устройстве мира и общества. Владеть достоверной информацией о передовых достижениях и открытиях мировой и отечественной науки. Готовность и способность к образованию, в том числе самообразованию</i>

№ урока/количество часов	64.5/1
Дата проведения урока	План:
Тема урока / № параграфа	Электрический ток в полупроводниках / § 51
Тип урока	Комбинированный урок
Целевая установка	Формирование представлений о протекании тока в полупроводниках
Понятия, термины	Электроны проводимости, дырки, собственная электропроводность полупроводников, термисторы и фоторезисторы, примесная электропроводность полупроводников, донорная примесь, акцепторная примесь, электронно-дырочный переход, полупроводниковый диод, транзистор
Виды учебной деятельности	Объяснение работы фоторезистора, полупроводникового диода и транзистора
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	предметные <i>Формулировать и объяснять</i> понятия и термины: электроны проводимости, дырки, собственная электропроводность полупроводников, термисторы и фоторезисторы, примесная электропроводность полупроводников, донорные и акцепторные примеси, электронно-дырочный переход, полупроводниковый диод; <i>знать</i> природу электрического тока в полупроводниках, способы включения диода в цепь, устройство фоторезистора, полупроводникового диода и транзистора; <i>уметь пользоваться</i> сетью Интернет при поиске ответов на поставленные вопросы
	метапредметные <i>Критически оценивать и интерпретировать</i> информацию с разных позиций, <i>распознавать и фиксировать</i> противоречия в информационных источниках. <i>Использовать</i> различные модельно-схематические средства для представления существенных связей и отношений, а также противоречий, выявленных в информационных источниках. Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута. <i>Ставить и формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности. <i>Выбирать</i> путь достижения цели, <i>планировать</i> решение поставленных задач. <i>Сопоставлять</i> полученный результат деятельности с поставленной заранее целью. <i>Осуществлять</i> деловую коммуникацию как со сверстниками, так и со взрослыми
личностные	<i>Иметь</i> мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки и техники, заинтересованность в научных знаниях об устройстве мира и общества. <i>Готовность и способность</i> к образованию, в том числе самообразованию

№ урока/количество часов	65.6/1
Дата проведения урока	План: Факт:
Тема урока / № параграфа	Электрический ток в электролитах / § 52
Тип урока	Комбинированный урок
Целевая установка	Формирование представлений о токе в растворах электролитов
Понятия, термины	Анод, катод, электролитическая диссоциация, ток в электролитах, электролиз, первый и второй законы Фарадея
Виды учебной деятельности	Объяснение природы тока в электролитах. Вычисление массы вещества, выделяющегося на электроде при электролизе
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	предметные <i>Формулировать и объяснять</i> понятия и термины: анод, катод, электролитическая диссоциация, ток в электролитах, электролиз, первый и второй законы Фарадея; <i>знать</i> , где используется электролиз; <i>уметь объяснить</i> механизм электролитической диссоциации, <i>сравнивать</i> электропроводность металлов и электролитов, <i>описывать</i> явления, происходящие при прохождении электрического тока через водный раствор хлорида меди
	метапредметные <i>Искать и находить</i> обобщённые способы решения задач, в том числе <i>осуществлять</i> развёрнутый информационный поиск и <i>ставить</i> на его основе новые (учебные и познавательные) задачи. <i>Менять и удерживать</i> разные позиции в познавательной деятельности. Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута. <i>Ставить и формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности. <i>Оценивать</i> ресурсы, необходимые для достижения поставленной цели. <i>Выбирать</i> путь достижения цели, <i>планировать</i> решение поставленных задач. <i>Сопоставлять</i> полученный результат деятельности с поставленной заранее целью. <i>Выстраивать</i> деловую и образовательную коммуникацию, избегая личностных оценочных суждений
личностные	<i>Иметь</i> мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки и техники, заинтересованность в научных знаниях об устройстве мира и общества. <i>Готовность и способность</i> к образованию, в том числе самообразованию

№ урока/количество часов	66.7/1
Дата проведения урока	План:
Тема урока / № параграфа	Электрический ток в газах / § 53
Тип урока	Комбинированный урок
Целевая установка	Формирование представлений о протекании электрического тока в газах
Понятия, термины	Ток в газах, самостоятельный и несамостоятельный разряды, ударная ионизация, вольт-амперная характеристика газового разряда, искровой, дуговой, коронный, тлеющий разряды, плазма
Виды учебной деятельности	Изучение механизма электропроводности газа
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	предметные <i>Формулировать и объяснять</i> понятия и термины: ток в газах, самостоятельный и несамостоятельный разряды, ударная ионизация, вольт-амперная характеристика газового разряда, искровой, дуговой, коронный, тлеющий разряды, плазма; <i>знать</i> природу электрического тока в газах, механизм ионизации электронным ударом, свойства плазмы; <i>уметь извлекать, анализировать, обобщать и представлять</i> различными способами информацию сети Интернет
	метапредметные <i>Критически оценивать и интерпретировать</i> информацию с разных позиций, <i>распознавать и фиксировать</i> противоречия в информационных источниках. <i>Использовать</i> различные модельно-схематические средства для представления существенных связей и отношений, а также противоречий, выявленных в информационных источниках. Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута. <i>Оценивать</i> возможные последствия поставленной цели в деятельности. <i>Ставить</i> и <i>формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности. <i>Выбирать</i> путь достижения цели, <i>планировать</i> решение поставленных задач. <i>Организовывать</i> эффективный поиск ресурсов, необходимых для достижения поставленной цели. <i>Сопоставлять</i> полученный результат деятельности с поставленной заранее целью. <i>Осуществлять</i> деловую коммуникацию как со сверстниками, так и со взрослыми
личностные	<i>Иметь</i> мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки и техники, заинтересованность в научных знаниях об устройстве мира и общества. <i>Готовность</i> и <i>способность</i> к образованию, в том числе самообразованию

№ урока/количество часов	68.9/1
Дата проведения урока	План:
Тема урока / № параграфа	Факт:
Тип урока	Решение задач
Целевая установка	Урок применения знаний и видов учебных действий
Понятия, термины	Формирование умения решать физические задачи по теме «Постоянный электрический ток»
Виды учебной деятельности	Все понятия и термины темы «Постоянный электрический ток»
предметные метапредметные личностные	Решение задач
	<p><i>Решать</i> физические задачи в соответствии с поставленными условиями на основе полученных знаний по теме «Постоянный электрический ток»</p> <p><i>Искать</i> и <i>находить</i> обобщённые способы решения задач, в том числе <i>осуществлять</i> развёрнутый информационный поиск и <i>ставить</i> на его основе новые (учебные и познавательные) задачи. <i>Менять</i> и <i>удерживать</i> разные позиции в познавательной деятельности. Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута. <i>Оценивать</i> возможные последствия поставленной цели в деятельности. <i>Ставить</i> и <i>формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности. <i>Оценивать</i> ресурсы, необходимые для достижения поставленной цели. <i>Выбирать</i> путь достижения цели, <i>планировать</i> решение поставленных задач. <i>Организовывать</i> эффективный поиск ресурсов, необходимых для достижения поставленной цели. <i>Сопоставлять</i> полученный результат деятельности с поставленной заранее целью. <i>Осуществлять</i> деловую коммуникацию как со сверстниками, так и со взрослыми. Развёрнуто, логично и точно <i>излагать</i> свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств. <i>Выстраивать</i> деловую и образовательную коммуникацию, избегая личностных оценочных суждений</p>
личностные	<p><i>Готовность</i> и <i>способность</i> к образованию, в том числе самообразованию</p>
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	

№ урока/количество часов	69.10/1	
Дата проведения урока	План:	
Тема урока / № параграфа	Факт: Контрольная работа по темам «Электростатика» и «Постоянный электрический ток»	
Тип урока	Урок развивающего контроля	
Целевая установка	Диагностика уровня сформированности знаний и умений по темам «Электростатика» и «Постоянный электрический ток»	
Понятия, термины	Все понятия и термины тем «Электростатика» и «Постоянный электрический ток»	
Виды учебной деятельности	Решение задач	
предметные метапредметные	<i>Решать</i> физические задачи в соответствии с поставленными условиями на основе полученных знаний по темам «Электростатика» и «Постоянный электрический ток» <i>Искать</i> и <i>находить</i> обобщённые способы решения задач, в том числе <i>осуществлять</i> развёрнутый информационный поиск и <i>ставить</i> на его основе новые (учебные и познавательные) задачи. <i>Менять</i> и <i>удерживать</i> разные позиции в познавательной деятельности. <i>Выстраивать</i> индивидуальную образовательную траекторию, учитывая ограничения со стороны других участников и ресурсные ограничения. <i>Использовать</i> различные модельно-схематические средства для представления существенных связей и отношений, а также противоречий, выявленных в информационных источниках. Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута. <i>Оценивать</i> возможные последствия поставленной цели в деятельности. <i>Ставить</i> и <i>формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности. <i>Оценивать</i> ресурсы, необходимые для достижения поставленной цели. <i>Выбирать</i> путь достижения цели, <i>планировать</i> решение поставленных задач. <i>Сопоставлять</i> полученный результат деятельности с поставленной заранее целью	
	личностные	<i>Готовность</i> и <i>способность</i> к образованию, в том числе самообразованию
	личностные	

Планируемые результаты обучения
(в соответствии с ФГОС)

№ урока/количество часов	70.11/1
Дата проведения урока	План:
Тема урока / № параграфа	Факт:
Тип урока	Повторительно-обобщающий урок по теме «Постоянный электрический ток»
Целевая установка	Урок обобщения, систематизации и закрепления знаний и умений выполнять учебные действия
Понятия, термины	Обобщение и систематизация знаний по теме «Постоянный электрический ток»
Виды учебной деятельности	Все понятия и термины темы «Постоянный электрический ток»
предметные метапредметные	Повторение и обобщение по теме «Постоянный электрический ток» <i>Использовать</i> полученные знания и умения по теме «Постоянный электрический ток» для объяснения физических явлений и в повседневной жизни (быт, экология, охрана здоровья, охрана окружающей среды, техника безопасности и др.) Критически <i>оценивать</i> и <i>интерпретировать</i> информацию с разных позиций, <i>распознавать</i> и <i>фиксировать</i> противоречия в информационных источниках. <i>Выходить</i> за рамки учебного предмета и <i>осуществлять</i> целенаправленный поиск возможностей для широкого переноса средств и способов действия. <i>Менять</i> и <i>удерживать</i> разные позиции в познавательной деятельности. Самостоятельно <i>определять</i> цели, <i>задавать</i> параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута. <i>Ставить</i> и <i>формулировать</i> собственные задачи в образовательной деятельности. <i>Выбирать</i> путь достижения цели, <i>планировать</i> решение поставленных задач. <i>Сопоставлять</i> полученный результат деятельности как со сверстниками, так и со взрослыми. <i>Осуществлять</i> деловую коммуникацию как со сверстниками, так и со взрослыми. Развёрнуто, логично и точно <i>излагать</i> свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств. <i>Выстраивать</i> деловую и образовательную коммуникацию, избегая личностных оценочных суждений
	личностные
Планируемые результаты обучения (в соответствии с ФГОС)	

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЮ ОТДЕЛЬНЫХ УРОКОВ

Рекомендации носят рецептурный характер. Они не должны ограничивать творчество педагога в организации учебного процесса и выборе типов, а также структуры уроков.

Исследуя процесс подготовки педагога к очередному уроку физики, В.Н. Мошанский в своём труде «Проблемы, решаемые при изобретении урока физики» составил модель, где показал следующие составные элементы деятельности педагога при подготовке к уроку.

1. Определение цели урока и выделение главного и второстепенного в учебном материале.
2. Определение ранее изученных вопросов, необходимых для усвоения нового материала, т.е. для повторения.
3. Оценка логики и способа обоснования главных идей, предложенных в учебнике.
4. Обдумывание способа пробуждения у обучающихся интереса к теме.
5. Определение плана логики, структуры изучения нового материала.
6. Определение методов и средств обеспечения максимальной активности и интереса всего класса к изучению нового материала.
7. Подбор упражнений, которые необходимо выполнить на уроке.
8. Обдумывание деятельности учителя на уроке для формирования культуры учеников и приобщения их к общечеловеческим ценностям.
9. Определение материала, который должен быть в тетрадях обучающихся.
10. Обдумывание того, что, как и кому задать для домашней работы.
11. Оценка соответствия запланированного объёма и уровня изучения нового материала времени урока и возможностям обучающихся.

Глава I. Научный метод познания природы

Урок 1.1. Физика — фундаментальная наука о природе. Научный метод познания. § 1

Физика изучает самые простые («элементарные») системы в природе и имеет дело только с воспроизводимыми ситуациями. Это позволяет учёному повторять или менять условия протекания процесса, изучая влияние этих условий на исследуемый объект. Поэтому результаты, полученные физиками, основываются на экспериментальных фактах и однозначных логических выводах.

В основе физики лежит научный метод познания. *Наблюдения* позволяют накопить фактический материал, но факты сами по себе не являются наукой. Они являются лишь необходимой составной частью, первой стадией научного познания и требуют глубокого осмысления, выявления взаимосвязей, систематизации. Важно понять, как одно событие влияет на другое. Для этого необходимо провести рассуждения, сформулировать вопросы, выдвинуть предположения (*гипотезы*) и проверить их на *опыте*.

Необходимость точного (математического) описания физических явлений привела к введению *физических величин*.

Одни физические величины позволяют установить для изучаемых объектов общие в качественном отношении свойства (протяженность тел, вместимость, инертность, прочность, прозрачность, электропроводность, теплопроводность и т.п.), но в количественном отношении индивидуальные для каждого из них. Они помогают сравнивать тела между собой по какому-либо признаку.

Такие физические величины, как скорость, ускорение, сила, угол падения, угол отражения, сила тока, напряжение и т.п., являются характеристиками процессов и явлений, происходящих с телами.

Установление количественных соотношений между физическими величинами приводит к установлению *законов*. Одни законы могут описывать сравнительно небольшой круг явлений (закон Ома для участ-

ка цепи, законы отражения и преломления света) — *частные законы*. Другие *законы* — *фундаментальные* — охватывают практически все группы явлений. К ним относятся известные вам *законы сохранения*.

Чтобы установить закон, физики выделяют те свойства объекта или явления, которые в данном случае играют главную, решающую роль, а второстепенные, несущественные «отбрасывают». Таким образом, изучается не сам объект в совокупности всех его свойств и не явление во всём его многообразии, а *модель* объекта или *модель (механизм)* явления. Так как модели отражают только главные черты реальных объектов или явлений, установленные законы имеют вполне конкретные *границы применимости*. Знание этих границ помогает правильно пользоваться законами.

Если исследователю удалось установить «настоящий» физический закон, то он сможет объяснить все известные опытные факты, относящиеся к данной группе явлений.

Совокупность эмпирических данных, физических величин и способов их измерения образует базис физической теории. Совокупность гипотез, моделей и законов образует ядро физической теории. Наконец выводы, следствия и научные предсказания завершают построение *физической теории*.

В школе традиционно изучаются основы классических физических теорий: механика, молекулярная физика и термодинамика, электродинамика, а из современных — основы квантовой физики. Можно перечислить главные качества этих физических теорий.

Все они исходят из небольшого числа фундаментальных положений, но могут объяснить огромное число опытных фактов.

Эти теории точные, они допускают возможность экспериментальной проверки любых выводов и предсказаний. При этом каждая теория позволяет вносить усовершенствования, уточнения и расширения.

Физические теории должны расширяться и развиваться по мере накопления новой информации. При этом новые представления не должны «отменять» старые, а должны включать их как частный случай.

Так, теория относительности, например, включила классическую механику Ньютона как частный (предельный) случай движения тел с малыми, по сравнению со скоростью света, скоростями.

В настоящее время учёные создают теории, относящиеся почти ко всем областям физики — к структуре ядра и поведению элементарных частиц, к эволюции звёзд и образованию химических элементов, к свойствам материи, пространства и времени.

Прогресс продолжается: не существует «законченных» и «совершенных» теорий. Всегда есть множество идей, которые формулируются и подвергаются экспериментальной проверке.

Живое взаимодействие теоретических идей и экспериментальных фактов, подтверждающих или опровергающих эти идеи, — вот наиболее привлекательная особенность физики.

Каждая новая идея, каждый новый эксперимент расширяют границы нашего познания и позволяют глубже заглянуть в тайны природы.

Важно и то, что эти открытия часто играют решающую роль в развитии других естественных наук и техники.

Связи физики с другими науками столь многочисленны и плодотворны, что можно с уверенностью утверждать: физика — фундамент естествознания и техники. Именно в этих связях наиболее ярко проявляется та важная роль, которую физика играет в жизни современного общества.

Глава II. Кинематика

Урок 4.1. Механическое движение. Материальная точка. Система отсчёта. Перемещение. § 5

Раздел механики, изучающий способы описания движений и связь между величинами, характеризующими эти движения, называется *кинематикой*. Механическим движением называется изменение положения тела в пространстве относительно других тел с течением времени.

Система отсчёта — совокупность тела отсчёта, системы координат и часов (прибора для измерения времени) (рис. 1, 2, 3).

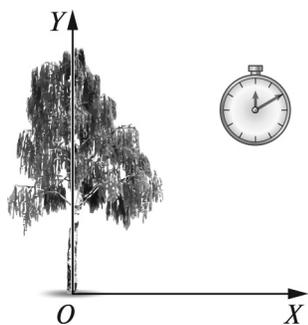


Рис. 1. Система отсчёта

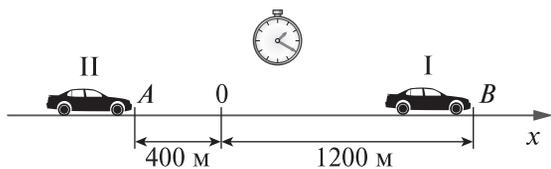


Рис. 2. Система отсчёта

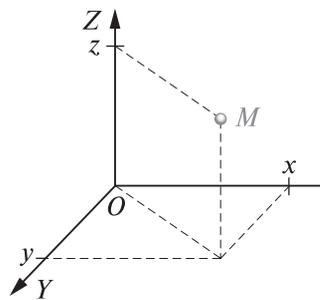


Рис. 3. Система отсчёта

Материальная точка (рис. 4) — одна из основных моделей в физике. Материальной точкой можно считать тело, размерами которого в данной задаче можно пренебречь.

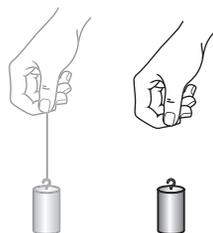


Рис. 4. Материальная точка

Траектория (рис. 5) — линия, которую материальная точка описывает при движении.

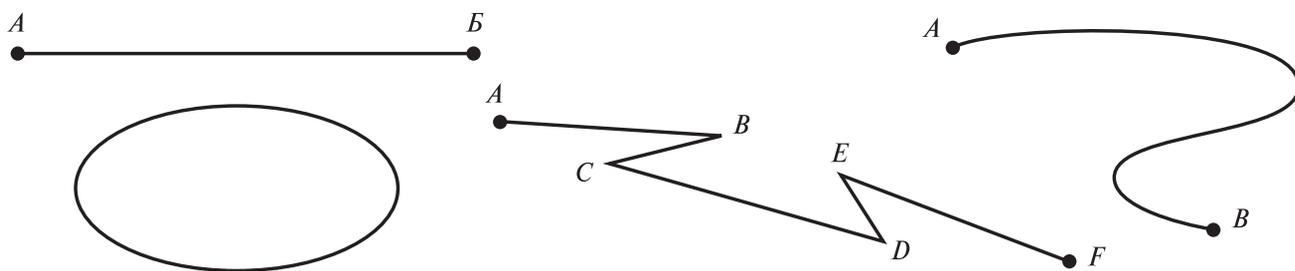


Рис. 5. Траектория движения

Путь, пройденный телом (рис. 6), — это длина траектории. **Перемещение за определённый промежуток времени** — вектор, соединяющий начальное положение материальной точки с конечным её положением.

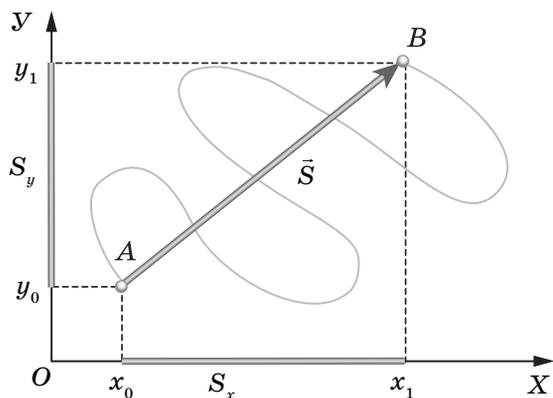


Рис. 6. Путь, пройденный телом

Равномерным прямолинейным движением (рис. 7) называется движение, при котором материальная точка за любые равные промежутки времени совершает равные перемещения.

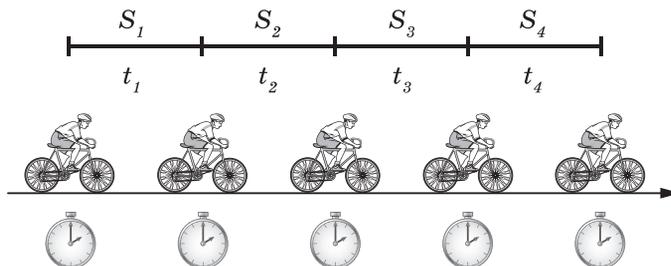


Рис. 7. Равномерное движение

Скоростью равномерного прямолинейного движения материальной точки называется векторная физическая величина, равная отношению перемещения к промежутку времени, за который это перемещение совершено.

$$\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t}, \quad \vec{v} \uparrow \uparrow \vec{s}$$

Урок 7.4. Равноускоренное движение. Ускорение. § 8

1. При неравномерном движении скорость тела с течением времени изменяется. Рассмотрим самый простой случай неравномерного движения.

Движение, при котором скорость тела за любые равные промежутки времени изменяется на одно и то же значение, называют **равноускоренным**.

Например, если за каждые 2 с скорость тела изменялась на 4 м/с, то движение тела является равноускоренным. Модуль скорости при таком движении может как увеличиваться, так и уменьшаться.

2. Пусть в начальный момент времени $t_0 = 0$ скорость тела равна v_0 . В некоторый момент времени t она стала равной v . Отношение изменения скорости $v - v_0$ за промежуток времени $t - t_0$ называется **ускорением**. Ускорение характеризует быстроту изменения скорости.

Ускорением тела при равноускоренном движении называют векторную физическую величину, равную отношению изменения скорости тела к промежутку времени, за который это изменение произошло.

$$a = \frac{(v_1 - v_0)}{2}$$

Единица ускорения в СИ — 1 метр на секунду в квадрате (м/с²).

За единицу ускорения принимают ускорение такого равноускоренного движения, при котором скорость тела за 1 с изменяется на 1 м/с.

3. Поскольку ускорение — величина векторная, необходимо выяснить, как оно направлено.

Пусть автомобиль движется прямолинейно, имея начальную скорость v_0 (скорость в момент времени $t = 0$) и скорость v в некоторый момент времени t . Модуль скорости автомобиля возрастает. Из определения ускорения следует, что вектор ускорения направлен в ту же сторону, что и разность векторов $v - v_0$. Следовательно, в данном случае направление вектора ускорения совпадает с направлением движения тела (с направлением вектора скорости).

Пусть теперь модуль скорости автомобиля уменьшается. В этом случае направление вектора ускорения противоположно направлению движения тела (направлению вектора скорости).

4. Преобразовав формулу ускорения при равноускоренном прямолинейном движении, можно получить формулу для нахождения скорости тела в любой момент времени:

$$v = v_0 + at.$$

Если начальная скорость тела равна нулю, т.е. в начальный момент времени оно покоилось, то эта формула приобретает вид:

$$v = at.$$

5. При вычислении скорости или ускорения пользуются формулами, в которые входят не векторы, а проекции этих величин на координатную ось. Поскольку проекция суммы векторов равна сумме их проекций, то формула для проекции скорости на ось OX имеет вид:

$$v_x = v_{0x} + a_x t,$$

где v_x — проекция скорости в момент времени t , v_{0x} — проекция начальной скорости, a_x — проекция ускорения.

При решении задач необходимо учитывать знаки проекций.

6. Пример решения задачи.

Скорость автомобиля при торможении уменьшилась с 23 до 15 м/с. Каково ускорение тела, если торможение длилось 5 с?

<p>Дано:</p> <p>$v_0 = 23$ м/с</p> <p>$v = 15$ м/с</p> <p>$t = 5$ с</p> <hr/> <p>$a = ?$</p>	<p>Решение:</p> <p>Автомобиль движется равноускоренно и прямолинейно; модуль его скорости уменьшается. Систему отсчёта свяжем с Землей, ось X направим в сторону движения автомобиля, за начало отсчёта времени примем начало торможения.</p>
--	--

Запишем формулу для нахождения скорости при равноускоренном прямолинейном движении:

$$v = v_0 + at.$$

В проекциях на ось X получим:

$$v_x = v_{0x} + a_x t.$$

Откуда:

$$a = 1,6 \text{ м/с}^2.$$

Ответ: $1,6 \text{ м/с}^2$.

Урок 12.9. Движение тела, брошенного горизонтально. § 13

В числе прочих проблем, которыми занимался Галилей, была и такая, которая по современной терминологии называется баллистикой. Галилей решил задачу движения пушечного ядра, вылетевшего из пушки в горизонтальном направлении. Его вывод о том, что это ядро и ядро, отпущенное без начальной скорости, находятся в полёте одно и то же время (конечно, при условии, что эти ядра первоначально находятся на одной высоте над Землей), у многих из вас вызовет такое же удивление, как и у современников Галилея. Тем не менее опыт это подтверждает.

Найдём время свободного падения тела с высоты $h \ll R_3$ (рис. 8)

Используя формулу $S = at^2/2$ с учётом, что ускорение $a = g$, а путь $S = h$, получим:

$$h = gt^2/2.$$

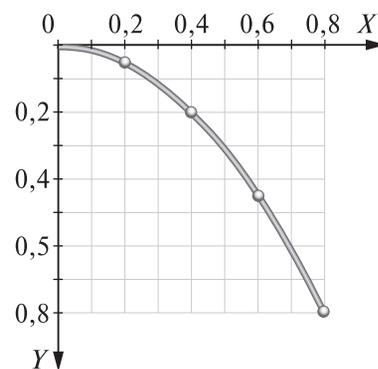


Рис. 8. Свободное падение

Отсюда время падения

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}.$$

Время движения тела, брошенного горизонтально, также определяется по этой формуле. Интересен и тот факт, что в горизонтальном направлении это тело будет двигаться с постоянной скоростью — той, с которой оно было брошено. Обозначим эту скорость v_0 . Тогда дальность полёта горизонтально брошенного тела

$$l = v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}}.$$

На опыте можно убедиться, что тело, брошенное горизонтально, будет двигаться по траектории, которая называется параболой. Учитель может продемонстрировать опыт с водяной струёй.

Аналогичный опыт с водяными струями позволяет убедиться в том, что не только горизонтально брошенное, но и тело, брошенное под углом к горизонту, будет двигаться по параболе. Можно наглядно продемонстрировать, что при заданном направлении начальной скорости и высоте, и горизонтальное расстояние тем больше, чем больше начальная скорость v_0 , т.е. чем больше напор воды.

При фиксированном значении начальной скорости расстояние, которое пролетает тело в горизонтальном направлении до возвращения на первоначальную высоту, зависит от направления начальной скорости, т.е. угла α между направлением вектора скорости и горизонтом. Наибольшая дальность полёта наблюдается при угле $\alpha = 45^\circ$.

Ученикам необходимо пояснить, что опыты со струёй воды проводились при небольших скоростях вытекающей из крана воды. В реальных же условиях при расчёте траекторий пуль и снарядов обязательно учитывают сопротивление воздуха. Их траектория уже не будет являться параболой.

Урок 13.10. Движение тела, брошенного под углом к горизонту. § 14

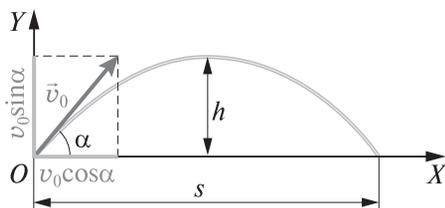


Рис. 9. Движение тела, брошенного под углом к горизонту

Если тело бросить под углом к горизонту, то в полёте на него действуют сила тяжести и сила сопротивления воздуха. Если силой сопротивления воздуха пренебречь, то остаётся единственная сила — сила тяжести. Поэтому вследствие второго закона Ньютона тело движется с ускорением, равным ускорению свободного падения. Проекции ускорения на координатные оси равны $a_x = 0$, $a_y = -g$.

Любое сложное движение материальной точки можно представить как наложение независимых движений вдоль координатных осей, причём в направлении разных осей вид движения может отличаться. В нашем случае движение летящего тела можно представить как наложение двух независи-

мых движений: равномерного движения вдоль горизонтальной оси (оси OX) и равноускоренного движения вдоль вертикальной оси (оси OY) (рис. 9).

Проекции скорости тела, следовательно, изменяются со временем следующим образом:

$$v_x = v_{x0} = v_0 \cos \alpha,$$

$$v_y = v_{y0} = v_0 \sin \alpha - gt,$$

где v_0 — начальная скорость, α — угол бросания.

Координаты тела, следовательно, изменяются так:

$$x = x_0 + v_0 t \cos \alpha,$$

$$y = y_0 + v_0 t \sin \alpha - \frac{1}{2} gt^2.$$

При нашем выборе начала координат начальные координаты $x_0 = y_0 = 0$ (см. рис. 9) Тогда

$$x = v_0 t \cos \alpha,$$

$$y = v_0 t \sin \alpha - \frac{1}{2} g t^2. \quad (1)$$

Проанализируем формулы (1). Определим время движения брошенного тела. Для этого положим координату y равной нулю, так как в момент приземления высота тела равна нулю. Отсюда получаем для времени полёта:

$$t_0 = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}. \quad (2)$$

Второе значение времени, при котором высота равна нулю, равно нулю, что соответствует моменту бросания, т.е. это значение также имеет физический смысл.

Дальность полёта получим из первой формулы (1). Дальность полёта — это значение координаты x в конце полета, т.е. в момент времени, равный t_0 . Подставляя значение (2) в первую формулу (1), получаем:

$$t_0 = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g}. \quad (3)$$

Из этой формулы видно, что наибольшая дальность полёта достигается при значении угла бросания, равном 45 градусам.

Наибольшую высоту подъёма брошенного тела можно получить из второй формулы (1). Для этого нужно подставить в эту формулу значение времени, равное половине времени полёта (2), так как именно в средней точке траектории высота полёта максимальна. Получаем

$$h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}. \quad (4)$$

Из уравнений (1) можно получить уравнение траектории тела, т.е. уравнение, связывающее координаты x и y тела во время движения. Для этого нужно из первого уравнения (1) выразить время:

$$t = \frac{x}{v_0 \cos \alpha}.$$

и подставить его во второе уравнение. Тогда получим:

$$y = x \tan \alpha - \frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} x^2.$$

Это уравнение является уравнением траектории движения. Видно, что это уравнение параболы, расположенной ветвями вниз, о чём говорит знак « $-$ » перед квадратичным слагаемым. Следует иметь в виду, что угол бросания α и его функции здесь просто константы, т.е. постоянные числа.

Глава III. Динамика

Урок 15.1. Взаимодействие тел. § 15

Взаимодействие — это действие, которое взаимно. Все тела способны между собой взаимодействовать при помощи механического движения, инерции, силы, плотности вещества и, собственно, взаимодействия тел. В физике действие двух тел или системы тел друг на друга называется *взаимодействием*. Известно, что при сближении тел меняется характер их поведения. Эти изменения носят взаимный характер. При разведении тел на значительные расстояния взаимодействия исчезают.

При взаимодействии тел его результат всегда ощущают на себе все тела (ведь при воздействии на что-то всегда следует отдача). Так, например, в бильярде (рис. 10) при ударе кием по шару последний отлетает намного сильнее, чем кий, что объясняется инертностью тел.

Взаимодействия тел определяются именно этой характеристикой. Одни тела менее инертны, другие более. Чем больше масса тела, тем больше его инертность. Тело, при взаимодействии изменяющее свою скорость медленнее, имеет большую массу и более инертно. Тело, быстрее изменяющее свою скорость, имеет меньшую массу и является менее инертным.



Рис. 10. Бильярд

Сила — это мера, измеряющая взаимодействие тел. Физика выделяет четыре вида взаимодействий, не сводящихся друг к другу: электромагнитное, гравитационное, сильное и слабое. Чаще всего взаимодействие тел совершается при их соприкосновении, которое ведёт к изменению скоростей данных тел в инерциальной системе отсчёта, что измеряется действующей между ними силой. Так, чтобы привести в движение заглохший автомобиль, подталкиваемый руками, необходимо приложить силу. Если его необходимо толкать в гору, то делать это гораздо тяжелее, поскольку для этого понадобится большая сила. Лучшим вариантом при этом будет прикладывание силы, направленной вдоль дороги. В данном случае указываются величина и направление силы (отметим, сила является векторной величиной).

Взаимодействие тел происходит также под действием механической силы, следствием которой является механическое перемещение тел или их частей. Сила не является предметом созерцания, она причина движения. Всякое действие одного тела по отношению к другому проявляет себя в движении. Примером действия механической силы, порождающей движение, служит так называемый эффект домино. Искусно расставленные костяшки домино падают одна за другой, передавая движение дальше по ряду, если толкнуть первую костяшку. Происходит передача движения от одной инертной фигурки к другой.

Взаимодействие тел при соприкосновении может приводить не только к замедлению или ускорению их скоростей, но и к их деформации — изменению объёма или формы. Ярким примером может служить лист бумаги, сжатый в руке. Действуя на него силой, мы приводим к ускоренному движению частей данного листа и его деформации.

Любое тело сопротивляется деформации, когда его пытаются растянуть, сжать, согнуть. Со стороны тела начинают действовать силы, препятствующие этому (упругость). Сила упругости проявляется со стороны пружины в момент её растяжения или сжатия. Груз, который тянут по земле за верёвку, ускоряется, потому что действует сила упругости растянутого шнура.

Взаимодействие тел во время скольжения вдоль разделяющей их поверхности не вызывает их деформации. В случае, например, скольжения карандаша по гладкой поверхности стола, лыж или санок по утрамбованному снегу, действует сила, препятствующая скольжению. Это сила трения, зависящая от свойств поверхностей взаимодействующих тел и от прижимающей их друг к другу силы.

Взаимодействие тел может происходить и на расстоянии. Действие сил притяжения, называемых также гравитационными, происходит между всеми телами вокруг, что может быть заметно лишь тогда, когда тела имеют размеры звёзд или планет. Сила тяжести формируется из гравитационного притяжения любого астрономического тела и центробежных сил, которые вызваны их вращением. Так, Земля притягивает к себе Луну, Солнце притягивает Землю, поэтому Луна совершает обороты вокруг Земли, а Земля, в свою очередь, вращается вокруг Солнца (*рис. 11*).

На расстоянии действуют также электромагнитные силы. Несмотря на отсутствие касания какого-либо тела, стрелка компаса всегда будет поворачиваться вдоль линии магнитного поля (*рис. 12*).

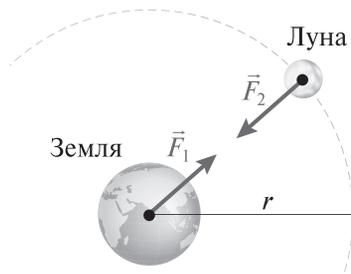


Рис. 11. Система «Земля — Луна»

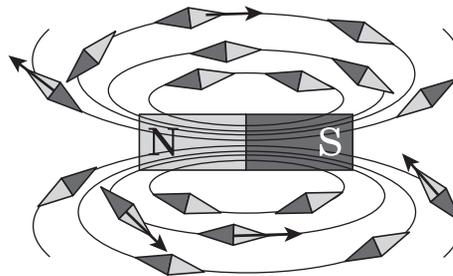


Рис. 12. Стрелка компаса

Примером действия электромагнитных сил является и статическое электричество, нередко возникающее на волосах при расчёсывании. Разделение зарядов происходит из-за силы трения. Волосы, заряжаясь положительно, начинают отталкиваться друг от друга. Подобная статика часто возникает при надевании свитера, ношении головных уборов.

Урок 17.3. Сила. § 17

Взаимное действие тел друг на друга полностью описывает процессы, связанные с изменением скорости или деформации тел.

Как физическая величина, сила имеет единицу измерения (в системе СИ — 1 Ньютон). За силу в 1 Ньютон принята сила, под действием которой тело массой 1 кг изменяет свою скорость на 1 м за 1 секунду. Прибор для измерения силы — динамометр.

Сила, как векторная величина, определяется:

- направлением действия;
- точкой приложения;
- модулем, абсолютной величиной.

Описывая взаимодействие, обязательно указывают эти параметры. Виды природных взаимодействий: гравитационные, электромагнитные, сильные, слабые. Гравитационные силы (сила всемирного тяготения с её разновидностью — силой тяжести) существуют благодаря влиянию гравитационных полей, окружающих любое тело, имеющее массу. Исследование полей гравитации не закончено до сих пор. Найти источник поля пока не представляется возможным.

Большинство сил возникает вследствие электромагнитного взаимодействия атомов, из которых состоит вещество.

Сила давления

При взаимодействии тела с Землей оно оказывает давление на поверхность. Сила давления, формула которой имеет вид: $P = mg$, определяется массой тела (m). Ускорение свободного падения (g) имеет различные значения на разных широтах Земли.

Сила вертикального давления равна по модулю и противоположна по направлению силе упругости, возникающей в опоре. Формула силы при этом меняется в зависимости от особенностей движения тела.

Изменение веса тела

Действие тела на опору вследствие взаимодействия с Землей чаще именуют весом тела. Интересно, что величина веса тела зависит от ускорения движения в вертикальном направлении. В том случае, когда направление ускорения противоположно ускорению свободного падения, наблюдается увеличение веса тела. Если ускорение тела совпадает с направлением свободного падения, то вес тела уменьшается. К примеру, находясь в поднимающемся лифте, в начале подъёма человек чувствует увеличение веса некоторое время. Утверждать, что его масса меняется, не приходится. При этом разделяем понятия «вес тела» и его «масса».

Сила упругости

При изменении формы тела (его деформации) появляется сила, которая стремится вернуть телу его первоначальную форму. Этой силе дали название «сила упругости». Возникает она вследствие электромагнитного взаимодействия частиц, из которых состоит тело.

Рассмотрим простейшую деформацию: растяжение и сжатие. Растяжение сопровождается увеличением линейных размеров тел, сжатие — их уменьшением. Величину, характеризующую эти процессы, называют удлинением тела. Обозначим её x . Формула силы упругости напрямую связана с удлинением. Каждое тело, подвергающееся деформации, имеет собственные геометрические и физические параметры. Зависимость упругого сопротивления деформации от свойств тела и материала, из которого оно изготовлено, определяется коэффициентом упругости, назовём его жёсткостью (k).

Математическая модель упругого взаимодействия описывается законом Гука. Сила, возникающая при деформации тела, направлена против направления смещения отдельных частей тела, прямо пропорциональна его удлинению: $F_{\text{уп}} = -kx$ (в векторной записи). Знак « $-$ » говорит о противоположности направления деформации и силы. В скалярной форме отрицательный знак отсутствует. Сила упругости, формула которой имеет следующий вид $F_{\text{уп}} = kx$, используется только при упругих деформациях.

Глава IV. Элементы статики

Урок 24.1. Равновесие тела, имеющего ось вращения.

Сложение параллельных сил. Пара сил. § 21–22

Равновесие тела, имеющего ось вращения

1. Первое условие равновесия

Согласно второму закону Ньютона, для того чтобы тело оставалось в покое (относительно инерциальной системы отсчёта), необходимо, чтобы векторная сумма всех приложенных к телу сил равна нулю:

$$F_1 + F_2 + F_3 + \dots = 0.$$

Если в задаче тело можно рассматривать как материальную точку, выполнение первого условия равновесия достаточно для того, чтобы тело оставалось в покое.

Используя первое условие равновесия, можно вычислить силы, действующие со стороны неподвижного тела на несколько опор или подвесов.

Вычислим силы натяжения нитей 1, 2 и 3 в системе, показанной на рисунках 13 и 14, если угол α и масса груза m известны, а массой нити можно пренебречь.

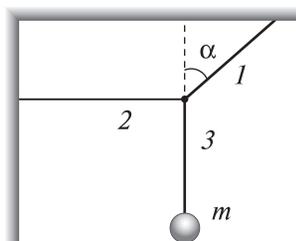


Рис. 13. Тело, подвешенное на нити

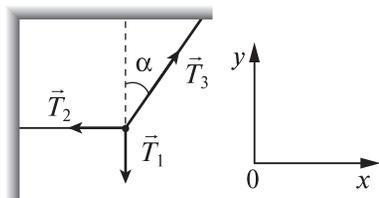


Рис. 14. Распределение сил, действующих на подвешенное на нити тело

$$Ox: -T_2 + T_3 \sin \alpha = 0,$$

$$Oy: T_3 \cos \alpha - mg = 0.$$

Из второго уравнения

$$T_3 = \frac{mg}{\cos \alpha}.$$

Подставляя это выражение в первое уравнение, получим

$$T_2 = mg \operatorname{tg} \alpha.$$

Если в задаче тело нельзя рассматривать как материальную точку, выполнение первого условия равновесия может оказаться недостаточно для

того, чтобы тело оставалось в покое. Если силы приложены не к одной точке, тело может начать вращаться.

Если приложить к неподвижному телу две одинаковые по модулю и противоположно направленные силы, то тело начнёт вращаться вокруг определённой точки, хоть векторная сумма сил равна нулю: $F_1 + F_2 = 0$.

Если к телу, закреплённому на оси, приложены две силы F_1 и F_2 , которые способны вращать тело в противоположные стороны, то, как показывает опыт, тело останется в равновесии, если $F_1 l_1 = F_2 l_2$, где l_1 и l_2 — расстояния от оси вращения до линий действия сил F_1 и F_2 (рис. 15).

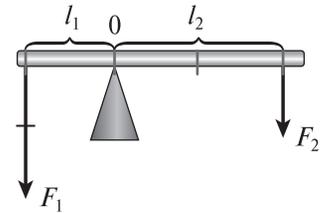


Рис. 15. Равновесие тела

2. Плечо силы. Момент силы

Длина перпендикуляра, опущенного из оси вращения на линию действия силы, называется плечом силы.

Вращательное действие силы определяется произведением модуля силы на расстояние от оси вращения до линии действия силы.

Моментом силы относительно оси вращения тела называют взятое со знаком «плюс» или «минус» произведение модуля силы на её плечо:

$$M = \pm Fl.$$

Будем считать момент положительным, если сила вызывает вращение тела против часовой стрелки, и отрицательным — если по часовой стрелке.

3. Второе условие равновесия (правило моментов)

Чтобы тело, закреплённое на неподвижной оси, находилось в равновесии, необходимо, чтобы алгебраическая сумма моментов приложенных к телу сил была равна нулю:

$$M_1 + M_2 + M_3 + \dots = 0.$$

Сложение параллельных сил. Пара сил

Изучая равновесие сил или определяя равнодействующую сил, мы не рассматривали пока случаи, когда силы, действующие на тело, параллельны. Теперь, найдя условия равновесия тела, закреплённого на оси, мы можем рассмотреть и этот случай.

Рассмотрим силы, действующие на рычаг, нагруженный гирями, уравновешивающими друг друга, и подвешенный к неподвижной стойке при помощи динамометра (рис. 16).

Можно считать, что ось вращения рычага проходит через точку его подвеса O. На рычаг действуют силы подвешенных к нему грузов F_1 и F_2 и сила натяжения пружины динамометра F_3 . Будем полагать, что вес самого рычага настолько мал сравнительно с весами грузов, что им можно пренебречь. Тогда можно считать, что рычаг находится в равновесии под действием сил F_1 , F_2 и F_3 . Сила F_3 является уравновешивающей силой для параллельных сил F_1 и F_2 . Так как при равновесии пружина динамометра располагается вертикально, то сила F_3 параллельна F_1 и F_2 . Сила F_3 равна весу подвешенного к верхнему динамометру тела. Поскольку мы пренебрегли весом рычага, то $F_3 = F_1 + F_2$. Расстояния от точки подвеса рычага (его оси вращения O) до точек приложения сил F_1 и F_2 найдём из условия равновесия рычага:

$$F_1 \cdot OA = F_2 \cdot OB, \text{ или } OB/OA = F_1/F_2. \quad (1)$$

Точка приложения уравновешивающей силы делит расстояние AB между силами в отношении, обратном отношению сил. Следовательно, незакреплённое тело находится в равновесии под действием трёх параллельных сил в том случае, когда третья сила, направленная в сторону, противоположную первым двум

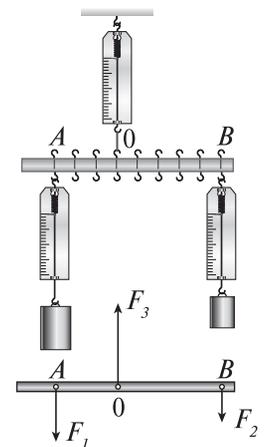


Рис. 16. Силы, действующие на рычаг

силам, по величине равна их сумме и приложена к точке, делящей расстояние между точками приложения этих сил в отношении, обратном отношению первых двух сил.

Значит, равнодействующая двух параллельных сил, направленных в одну и ту же сторону, равна сумме этих двух сил, параллельна им, направлена в ту же сторону и приложена к точке O , делящей расстояние между точками приложения этих сил в отношении, обратном отношению двух параллельных сил.

Теперь легко найти закон сложения и для двух параллельных сил, направленных в противоположные стороны. Любую из трёх сил F_1, F_2, F_3 , находящихся в равновесии, можно рассматривать как уравновешивающую две другие силы. Значит, сила F_2 является уравновешивающей для противоположно направленных параллельных сил F_1 и F_3 . Отсюда, как и раньше, заключаем, что сила, равная и противоположная силе F_2 , является равнодействующей сил F_1 и F_3 . Но $F_2 = F_3 - F_1$, кроме того, из пропорции (1) следует производная пропорция:

$$\frac{F_1}{F_1 + F_2} = \frac{OB}{OA + OB}, \text{ или } \frac{F_1}{F_2} = \frac{OB}{AB}.$$

Таким образом, равнодействующая двух параллельных противоположно направленных сил равна разности этих сил, направлена в сторону большей силы, а точка её приложения отстоит от точек приложения данных сил на расстояниях, отношение которых равно обратному отношению приложенных сил.

Если на тело действует несколько параллельных сил, то для нахождения общей равнодействующей надо сначала найти равнодействующую каких-либо двух из этих сил, затем полученную равнодействующую сложить с третьей силой и т.д.

В частности, силы тяжести действуют на каждую часть тела и все эти силы параллельны. Поэтому для нахождения равнодействующей этих сил, т.е. силы тяжести, действующей на всё тело, надо последовательно сложить целый ряд параллельных сил. Равнодействующая этих сил равна по величине их сумме, т.е. представляет полную силу притяжения, которую испытывает всё тело со стороны Земли, и приложена к определённой точке тела. Точку приложения этой равнодействующей сил тяжести называют центром тяжести тела (*рис. 17*).

Таким образом, действие силы притяжения на твёрдое тело таково, как если бы точка приложения силы тяжести лежала в центре тяжести тела. Мы будем пользоваться этим в дальнейшем, заменяя действие сил тяжести, приложенных к отдельным частям твёрдого тела, действием одной силы, приложенной в его центре тяжести и равной его силе тяжести.

Часто приходится решать задачу, обратную сложению параллельных сил: разложить заданную силу на параллельные ей составляющие силы. Такова, например, задача о распределении сил на опоры балки с грузом или на плечи людей, несущих на шесте груз (*рис. 18*).

Искомые силы F_1 и F_2 определяются из условия, что их равнодействующая по величине должна быть равна весу груза P и должна быть приложена там, где висит груз. Поэтому

$$F_1 + F_2 = P,$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{OB}{OA}.$$

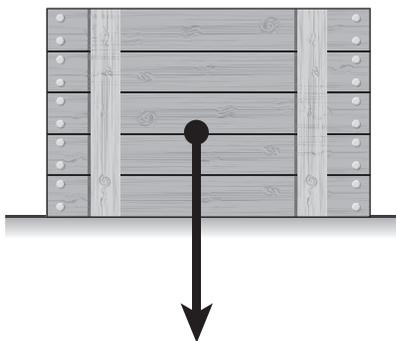


Рис. 17. Центр тяжести

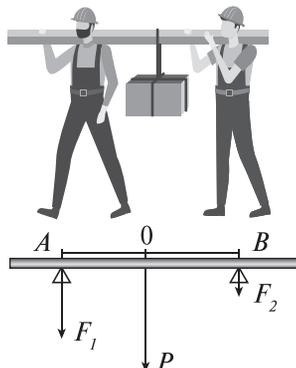


Рис. 18. Распределение сил на опоры балки

Глава V. Механические колебания и волны

Урок 28.1. Механические колебания. Гармонические колебания. § 26

В технике и в окружающем нас мире часто приходится сталкиваться с *периодическими (или почти периодическими)* процессами, которые повторяются через одинаковые промежутки времени. Такие процессы называют колебательными. Колебательные явления различной физической природы подчиняются общим закономерностям. Например, колебания тока в электрической цепи и колебания математического маятника могут описываться одинаковыми уравнениями. Общность колебательных закономерностей позволяет рассматривать колебательные процессы различной природы с единой точки зрения.

Механическими колебаниями называются периодические (или почти периодические) изменения физической величины, описывающей механическое движение (скорость, перемещение, кинетическая и потенциальная энергии и т.п.).

Если в какой-либо точке среды, в которой близко расположенные атомы или молекулы испытывают силовое воздействие, возбуждён процесс механических колебаний, то этот процесс будет распространяться от точки к точке и происходить с конечной скоростью, зависящей от свойств среды. Так возникают *механические волны*. Примерами такого процесса являются звуковые волны в воздухе.

Как и колебания, волновые процессы имеют и различную физическую природу (звук, электромагнитные волны, волны на поверхности жидкости и т.д.), и много общего. Распространение волн различной физической природы можно описывать с помощью одинаковых математических уравнений. В этом проявляется единство материального мира.

Гармонические колебания.

Колебательные движения в механике, наряду с поступательными и вращательными движениями тел, представляют значительный интерес. *Механическими колебаниями* называют движения тел, повторяющиеся точно (или приблизительно) через одинаковые промежутки времени. Закон движения тела, совершающего колебания, задаётся с помощью некоторой периодической функции времени $x = f(t)$. Графическое изображение этой функции даёт наглядное представление о протекании колебательного процесса во времени.

Примерами простых колебательных систем могут служить груз на пружине или математический маятник (рис. 19).

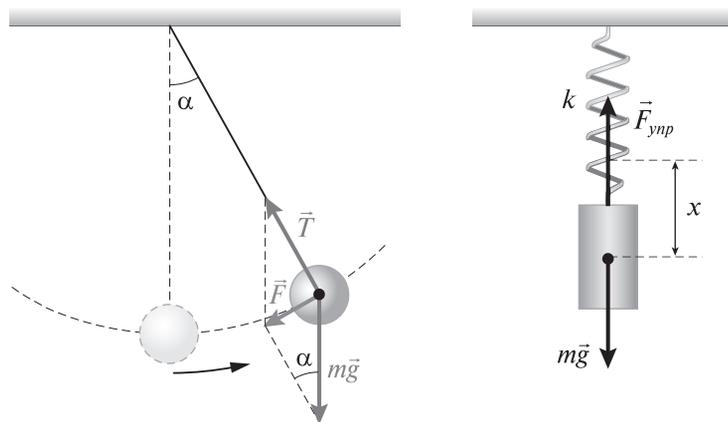


Рис. 19. Простая колебательная система

Механические колебания, как и колебательные процессы любой другой физической природы, могут быть *свободными* и *вынужденными*. *Свободные колебания* совершаются под действием *внутренних сил* системы, после того как система была выведена из состояния равновесия. Колебания груза на пружине или колебания маятника являются свободными колебаниями. Колебания, происходящие под действием *внешних* периодически изменяющихся сил, называются *вынужденными*.

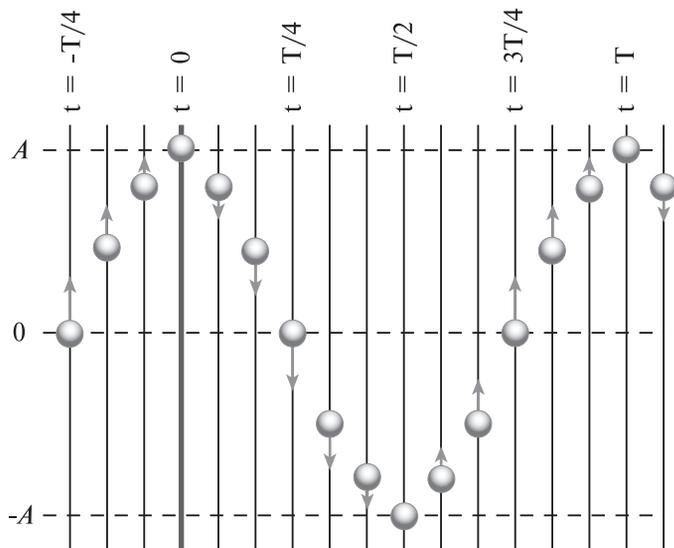


Рис. 20. Положение тела через равные промежутки времени при гармонических колебаниях

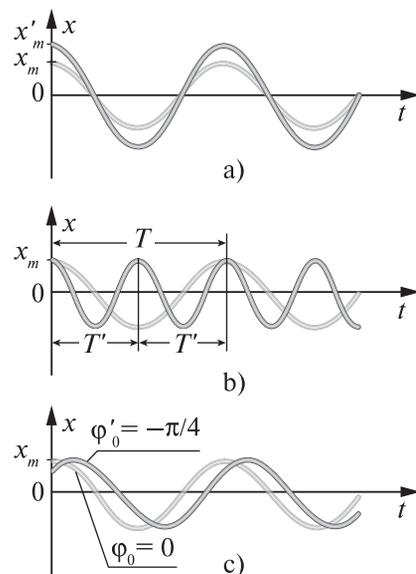


Рис. 21. Изменения на графике гармонического процесса

Простейшим видом колебательного процесса являются простые гармонические колебания, которые описываются уравнением

$$x = x_m \cos \alpha (\omega t + \varphi_0).$$

Здесь x — смещение тела от положения равновесия, x_m — амплитуда колебаний, т.е. максимальное смещение от положения равновесия, ω — **циклическая или круговая частота колебаний**, t — время. Величина, стоящая под знаком косинуса $\varphi = \omega t + \varphi_0$, называется **фазой** гармонического процесса. При $t = 0$ $\varphi = \varphi_0$, поэтому φ_0 называют **начальной фазой**. Минимальный интервал времени, через который происходит повторение движения тела, называется **периодом колебаний** T . Физическая величина, обратная периоду колебаний, называется **частотой колебаний**: $\nu = 1/T$.

Частота колебаний ν показывает, сколько колебаний совершается за 1 с. Единица частоты колебаний — 1 герц (1 Гц). Частота колебаний ν связана с циклической частотой ω и периодом колебаний T соотношениями:

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

На рисунке 20 изображены положения тела через одинаковые промежутки времени при гармонических колебаниях. Такую картину можно получить экспериментально при освещении колеблющегося тела короткими периодическими вспышками света (**стробоскопическое освещение**). Стрелки изображают векторы скорости тела в различные моменты времени.

Рисунок 21 иллюстрирует изменения, которые происходят на графике гармонического процесса, если изменяются либо амплитуда колебаний x_m , либо период T (или частота ν), либо начальная фаза φ_0 .

Урок 31.4. Механические волны. § 28

Если в каком-нибудь месте твёрдой, жидкой или газообразной среды возбуждены колебания частиц, то вследствие взаимодействия атомов и молекул среды колебания начинают передаваться от одной точки к другой с конечной скоростью. Процесс распространения колебаний в среде называется **волной**.

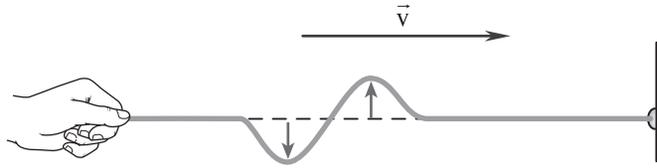


Рис. 22. Пример поперечной волны

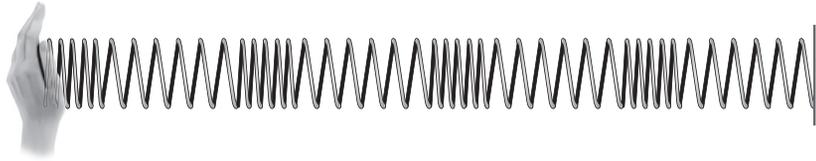


Рис. 23. Волны в упругом стержне

Механические волны бывают разных видов. Если в волне частицы среды испытывают смещение в направлении, перпендикулярном направлению распространения, то волна называется *поперечной*. Примером волны такого рода могут служить волны, бегущие по натянутому резиновому жгуту (рис. 22) или по струне.

Если смещение частиц среды происходит в направлении распространения волны, то волна называется *продольной*. Волны в упругом стержне (рис. 23) или звуковые волны в газе являются примерами таких волн.

Волны на поверхности жидкости имеют как поперечную, так и продольную компоненты.

Как в поперечных, так и в продольных волнах переноса вещества в направлении распространения волны не происходит. В процессе распространения частицы среды лишь совершают колебания около положений равновесия. Однако волны переносят энергию колебаний от одной точки среды к другой.

Характерной особенностью механических волн является то, что они распространяются в материальных средах (твёрдых, жидких или газообразных). Существуют волны, которые способны распространяться и в пустоте (например, световые волны). Для механических волн обязательно нужна среда, обладающая способностью запасать кинетическую и потенциальную энергию. Следовательно, среда должна обладать *инертными и упругими свойствами*. В реальных средах эти свойства распределены по всему объёму. Так, например, любой малый элемент твёрдого тела обладает массой и упругостью. В простейшей *одномерной модели* твёрдое тело можно представить как совокупность шариков и пружинок (рис. 24).

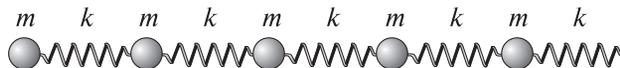


Рис. 24. Одномерная модель

В этой модели инертные и упругие свойства разделены. Шарик обладает массой m , а пружинки — жёсткостью k . С помощью такой простой модели можно описать распространение продольных и поперечных волн в твёрдом теле. В продольных волнах шарики испытывают смещения вдоль цепочки, а пружинки растягиваются или сжимаются. Такая деформация называется *деформацией растяжения или сжатия*. В жидкостях или газах деформация такого рода сопровождается *уплотнением или разрежением*.

Продольные механические волны могут распространяться в любых средах — твёрдых, жидких и газообразных.

Если в одномерной модели твёрдого тела один или несколько шариков сместить в направлении, перпендикулярном цепочке, то возникнет деформация сдвига. Деформированные при таком смещении пружины будут стремиться вернуть смещённые частицы в положение равновесия. При этом на ближайшие несмещённые частицы будут действовать упругие силы, стремящиеся отклонить их от положения равновесия. В результате вдоль цепочки побегит поперечная волна.

В жидкостях и газах упругая деформация сдвига не возникает. Если один слой жидкости или газа сместить на некоторое расстояние относительно соседнего слоя, то никаких касательных сил на границе между слоями не появится. Силы, действующие на границе жидкости и твёрдого тела, а также силы между соседними слоями жидкости всегда направлены по нормали к границе — это силы давления. То же относится к газообразной среде. Следовательно, **поперечные волны не могут существовать в жидкой или газообразной средах.**

На рисунке 25 изображены «моментальные фотографии» поперечной волны в два момента времени: t и $t + \Delta t$. За время Δt волна переместилась вдоль оси Ox на расстояние $v\Delta t$. Такие волны принято называть **бегущими**.

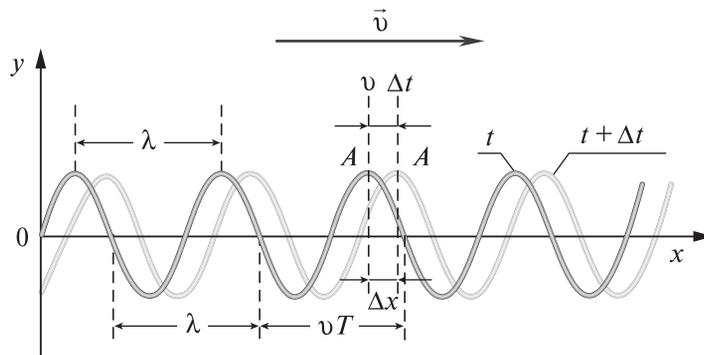


Рис. 25. «Моментальные фотографии» поперечной волны

Длиной волны λ называют расстояние между двумя соседними точками на оси Ox , колеблющимися в одинаковых фазах. Расстояние, равное длине волны λ , волна пробегает за период T , следовательно, $\lambda = vT$, где v — скорость распространения волны.

Если механическая волна, распространяющаяся в среде, встречает на своём пути какое-либо препятствие, то она может резко изменить характер своего поведения. Например, на границе раздела двух сред с разными механическими свойствами волна частично отражается, а частично проникает во вторую среду. Волна, бегущая по резиновому жгуту или струне, отражается от неподвижно закреплённого конца. При этом появляется волна, бегущая во встречном направлении. В струне, закреплённой на обоих концах, возникают сложные колебания, которые можно рассматривать как результат наложения (**суперпозиции**) двух волн, распространяющихся в противоположных направлениях и испытывающих отражения и переотражения на концах. Колебания струн, закреплённых на обоих концах, создают звуки всех струнных музыкальных инструментов. Очень похожее явление возникает при звучании духовых инструментов, в том числе органной трубы.

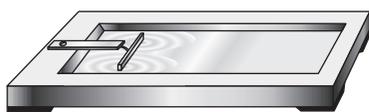


Рис. 26. Круговые волны

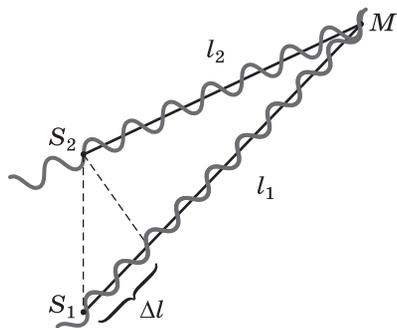


Рис. 27. Сложение колебаний волн

Сложение в пространстве волн, при котором образуется постоянное во времени распределение амплитуд результирующих колебаний, называется **интерференцией**.

Выясним, при каких условиях имеет место интерференция волн. Для этого рассмотрим более подробно сложение волн, образуемых на поверхности воды.

Можно одновременно возбудить две круговые волны в ванне с помощью двух шариков, укрепленных на стержне, который совершает гармонические колебания (рис. 26).

В любой точке M на поверхности воды (рис. 27) колебания, вызванные двумя волнами (от разных источников O_1 и O_2), складываются. Амплитуды колебаний волн в точке M будут, вообще говоря, отличаться, так как волны проходят различные пути d_1 и d_2 . Но

если расстояние l между источниками много меньше этих путей ($l \ll d_1$ и $l \ll d_2$), то обе амплитуды можно считать одинаковыми.

Нередко волна встречает на своём пути небольшие (по сравнению с длиной волны) препятствия, которые она способна огибать. Когда размеры препятствий малы, волны, огибая края препятствий, смыкаются за ними. Так, морские волны свободно огибают выступающий из воды камень, если его размеры меньше длины волны или сравнимы с ней. За камнем волны распространяются так, как если бы его не было совсем. Точно так же волна от брошенного в пруд камня огибает торчащий из воды прутик. Только за препятствием большого размера по сравнению с длиной волны (большой камень на рисунке 28) образуется «тень»: волны за него не проникают.

Способностью огибать препятствия обладают и звуковые волны. Вы можете слышать сигнал машины за углом дома, когда самой машины не видно. В лесу деревья заслоняют ваших товарищей. Чтобы их не потерять или не потеряться самому, вы начинаете кричать. Звуковые волны, в отличие от света, свободно огибают стволы деревьев и доносят ваш голос до товарищей. Огибание волнами препятствий называется *дифракцией*. Дифракция присуща любому волновому процессу, так же как и интерференция. При дифракции происходит искривление волновых поверхностей у краёв препятствий.

Дифракция волн проявляется особенно отчетливо в случаях, когда размеры препятствий меньше длины волны или сравнимы с ней.

Явление дифракции волн на поверхности воды можно наблюдать, если, например, поставить на пути волн экран с узкой щелью, размеры которой меньше длины волны (рис. 29).

В этом опыте хорошо бывает видно, что за экраном распространяется волна, как если бы в отверстии экрана находилось колеблющееся тело — источник волн. Вторичные источники в узкой щели располагаются столь близко друг к другу, что их можно рассматривать как один точечный источник.

Если же размеры щели велики по сравнению с длиной волны, то картина распространения волн за экраном совершенно иная (рис. 30).

Волна проходит сквозь щель, почти не меняя своей формы. По краям можно заметить искривления волновой поверхности, в результате чего волна частично проникает и в пространство за экраном.

Вторичные волны, испускаемые участками среды, проникают за края препятствия, расположенного на пути распространения волны.



Рис. 28. «Тень» от камня

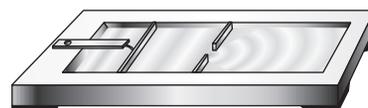


Рис. 29. Дифракция волн: экран с узкой щелью

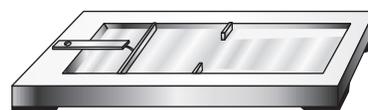


Рис. 30. Дифракция волн: экран с большой щелью

Глава VI. Законы сохранения в механике

Урок 32.1. Импульс. Закон сохранения импульса. § 29

Законы Ньютона позволяют решать различные практически важные задачи, касающиеся взаимодействия и движения тел. Большое число таких задач связано, например, с нахождением ускорения, скорости, перемещения и другого движущегося тела, если известны все действующие на это тело силы.

Но часто бывает очень сложно определить действующие на тело силы. Поэтому для решения многих задач используют ещё одну важнейшую физическую величину — *импульс тела*.

Импульсом тела p называется векторная физическая величина, равная произведению массы тела на его скорость

$$p = mv.$$

Импульс — векторная величина. Направление вектора импульса тела всегда совпадает с направлением вектора скорости движения.

За единицу импульса в СИ принимают импульс тела массой 1 кг, движущегося со скоростью 1 м/с. Значит, единицей импульса тела в СИ является 1 кг · м/с.

При расчётах пользуются уравнением для проекций векторов: $p_x = mv_x$.

В зависимости от направления вектора скорости по отношению к выбранной оси Ox проекция вектора импульса может быть как положительной, так и отрицательной.

Слово «импульс» (impulsus) в переводе с латинского означает «толчок». В некоторых книгах вместо термина «импульс» используется термин «количество движения».

Эта величина была введена в науку примерно в тот же период времени, когда Ньютоном были открыты законы, названные впоследствии его именем (т.е. в конце XVII в.).

При взаимодействии тел их импульсы могут изменяться. В этом можно убедиться на простом опыте.

Два шарика одинаковой массы подвешивают на нитяных петлях к укрепленной на кольце штатива деревянной линейке, как показано на рисунке 31, а.

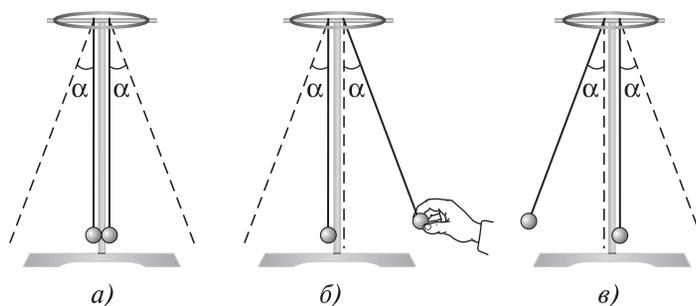


Рис. 31. Шарики на нитяных петлях

Шарик 2 отклоняют от вертикали на угол α (рис. 31, б) и отпускают. Вернувшись в прежнее положение, он ударяет по шарик 1 и останавливается. При этом шарик 1 приходит в движение и отклоняется на тот же угол α (рис. 31, в).

В данном случае очевидно, что в результате взаимодействия шаров импульс каждого из них изменился: на сколько уменьшился импульс шара 2, на столько же увеличился импульс шара 1.

Если два или несколько тел взаимодействуют только между собой (т.е. не подвергаются воздействию внешних сил), то эти тела образуют замкнутую систему.

Импульс каждого из тел, входящих в замкнутую систему, может меняться в результате их взаимодействия друг с другом. Но **векторная сумма импульсов тел, составляющих замкнутую систему, не меняется с течением времени при любых движениях и взаимодействиях этих тел.** В этом заключается закон сохранения импульса.

Закон сохранения импульса выполняется и в том случае, если на тела системы действуют внешние силы, векторная сумма которых равна нулю. Покажем это, воспользовавшись для вывода закона сохранения импульса вторым и третьим законами Ньютона. Для простоты рассмотрим систему, состоящую только из двух тел — шаров массами m_1 и m_2 , которые движутся прямолинейно навстречу друг другу со скоростями v_1 и v_2 (рис. 32).

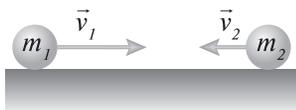


Рис. 32. Взаимодействие шаров

Силы тяжести, действующие на каждый из шаров, уравновешиваются силами упругости поверхности, по которой они катятся. Значит, действие этих сил можно не учитывать. Силы сопротивления движению в данном случае малы, поэтому их влияние мы тоже не будем учитывать. Таким образом, можно считать, что шары взаимодействуют только друг с другом.

На рисунке 32 видно, что через некоторое время шары столкнутся. Во время столкновения, длящегося в течение очень короткого промежутка времени t , возникнут силы взаимодействия F_1 и F_2 , приложенные соответственно к первому и ко второму шару. В результате действия сил скорости шаров изменятся. Обозначим скорости шаров после соударения буквами v'_1 и v'_2 .

В соответствии с третьим законом Ньютона силы взаимодействия шаров равны по модулю и направлены в противоположные стороны.

По второму закону Ньютона каждую из этих сил можно заменить произведением массы и ускорения, полученного каждым из шаров при взаимодействии:

$$m_1 a_1 = -m_2 a_2.$$

Ускорения, как вы знаете, определяются из равенств:

$$\bar{a}_1 = \frac{\bar{v}'_1 - \bar{v}_1}{t},$$

$$\bar{a}_2 = \frac{\bar{v}'_2 - \bar{v}_2}{t}.$$

Заменив в уравнении для сил ускорения соответствующими выражениями, получим:

$$m_1 \frac{\bar{v}'_1 - \bar{v}_1}{t} = -m_2 \frac{\bar{v}'_2 - \bar{v}_2}{t}.$$

В результате сокращения обеих частей равенства на t получим:

$$m_1(v'_1 - v_1) = -m_2(v'_2 - v_2).$$

Сгруппируем члены этого уравнения следующим образом:

$$m_1 v'_1 + m_2 v'_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2. \quad (1)$$

Учитывая, что $mv = p$, запишем уравнение (1) в таком виде:

$$p'_1 + p'_2 = p_1 + p_2. \quad (2)$$

Левые части уравнений (1) и (2) представляют собой суммарный импульс шаров после их взаимодействия, а правые — суммарный импульс до взаимодействия.

Значит, несмотря на то, что импульс каждого из шаров при взаимодействии изменился, векторная сумма их импульсов после взаимодействия осталась такой же, как и до взаимодействия.

Уравнения (1) и (2) являются математической записью закона сохранения импульса.

Поскольку в данном курсе рассматриваются только взаимодействия тел, движущихся вдоль одной прямой, то для записи закона сохранения импульса в скалярной форме достаточно одного уравнения, в которое входят проекции векторных величин на ось OX :

$$m_1 v'_{1x} + m_2 v'_{2x} = m_1 v_{1x} + m_2 v_{2x}.$$

Урок 34.3. Закон сохранения энергии в механике. Закон сохранения энергии в динамике жидкостей. Механическая картина мира. § 32–34

Обратимся к простой системе тел, состоящей из земного шара и поднятого над поверхностью Земли тела, например камня.

Камень падает под действием силы тяжести. Силу сопротивления воздуха учитывать не будем. Изменение кинетической энергии камня равно работе сил тяжести:

$$\Delta E_k = A_{\text{т}}. \quad (1)$$

Изменение потенциальной энергии равно работе силы тяжести, взятой с обратным знаком:

$$\Delta E_{\text{п}} = -A_{\text{т}}. \quad (2)$$

Работа силы тяжести, действующей со стороны камня на земной шар, практически равна нулю. Из-за большой массы земного шара его перемещением и изменением скорости можно пренебречь. Из формул (1) и (2) следует, что

$$\Delta E_{\text{к}} = -\Delta E_{\text{п}}. \quad (3)$$

Равенство (3) означает, что увеличение кинетической энергии системы равно убыли её потенциальной энергии (или наоборот). Отсюда следует, что

$$\Delta E_{\text{к}} + \Delta E_{\text{п}} = 0,$$

или

$$\Delta(E_{\text{к}} + E_{\text{п}}) = 0. \quad (4)$$

Изменение суммы кинетической и потенциальной энергий системы равно нулю.

Полная механическая энергия E равна сумме кинетической и потенциальной энергий тел, входящих в систему:

$$E = E_{\text{к}} + E_{\text{п}}. \quad (5)$$

Так как изменение полной энергии системы в рассматриваемом случае согласно уравнению (4), равно нулю, то энергия остаётся постоянной:

$$E = E_{\text{к}} + E_{\text{п}} = \text{const}. \quad (6)$$

Закон сохранения механической энергии

В изолированной системе, в которой действуют консервативные силы, механическая энергия сохраняется.

Закон сохранения механической энергии является частным случаем *общего закона сохранения энергии*.

Общий закон сохранения энергии

Энергия не создаётся и не уничтожается, а только превращается из одной формы в другую.

Учитывая, что в рассматриваемом конкретном случае $E_{\text{п}} = mgh$ и

$$E_{\text{к}} = \frac{mv^2}{2},$$

закон сохранения механической энергии можно записать так:

$$\frac{mv^2}{2} + mgh = \text{const}, \quad (7)$$

или

$$\frac{mv_1^2}{2} + mgh_1 = \frac{mv_2^2}{2} + mgh_2.$$

Это уравнение позволяет очень просто найти скорость v_2 камня на любой высоте h_2 над землёй, если известна начальная скорость камня на исходной высоте h_1 .

Чем мы пренебрегаем, когда говорим, что механическая энергия падающего камня сохраняется? Какие превращения энергии реально происходят при падении камня в воздухе?

Закон сохранения механической энергии (7) легко обобщается на случай любого числа тел и любых консервативных сил взаимодействия между телами. Под $E_{\text{к}}$ нужно понимать сумму кинетических энергий всех тел, а под $E_{\text{п}}$ — полную потенциальную энергию системы.

Уменьшение механической энергии системы под действием сил трения

Рассмотрим влияние сил трения на изменение механической энергии системы. Если в изолированной системе силы трения совершают работу при движении тел относительно друг друга, то её механическая энергия не сохраняется. В этом легко убедиться, толкнув книгу, лежащую на столе. Из-за действия силы трения книга почти сразу останавливается. Сообщённая ей механическая энергия исчезает.

Сила трения совершает отрицательную работу и уменьшает кинетическую энергию. Но потенциальная энергия при этом не увеличивается.

Поэтому полная механическая энергия убывает. Кинетическая энергия не превращается в потенциальную энергию.

При действии сил трения легко обнаружить нагревание поверхности трущегося тела. Для этого, например, достаточно энергично потереть монету о стол. С повышением температуры, как известно из курса физики основной школы, повышается кинетическая энергия теплового движения молекул

или атомов. Следовательно, при действии сил трения кинетическая энергия тела превращается в кинетическую энергию хаотично движущихся молекул.

Силы трения (сопротивления) неконсервативны. Отличие сил трения от консервативных сил становится особенно наглядным, если рассмотреть работу тех и других на замкнутом пути. Работа силы тяжести, например, на замкнутом пути всегда равна нулю. Она положительна при падении тела с высоты h и отрицательна при подъёме на ту же высоту. Работа же силы сопротивления воздуха отрицательна как при подъёме тела вверх, так и при движении его вниз. Поэтому на замкнутом пути она обязательно меньше нуля.

В любой системе, состоящей из больших макроскопических тел, действуют силы трения. Следовательно, даже в изолированной системе движущихся тел механическая энергия обязательно убывает. Постепенно затухают колебания маятника, останавливается машина с выключенным двигателем и т.д.

Но убывание механической энергии не означает, что эта энергия исчезает бесследно. В действительности происходит переход энергии из механической формы в другие. Обычно при работе сил трения происходит нагревание тел, или, как говорят, увеличение их внутренней энергии.

Во всех процессах, происходящих в природе, как и в создаваемых приборах, устройствах, всегда выполняется закон сохранения и превращения энергии: энергия не исчезает и не появляется вновь, она может только перейти из одного вида в другой.

В двигателях внутреннего сгорания, паровых турбинах, электродвигателях и т.д. механическая энергия появляется за счёт убыли энергии других форм: химической, электрической и т.д.

Механическая картина мира

Понятие научной картины мира

Научную картину мира можно определить как компонент в структуре научного познания мира. Данный термин ввел Генрих Герц применительно к физике. Он понимал под картиной мира некий внутренний его образ, который складывается у учёного при исследовании объективного внешнего мира. Образ должен адекватно отображать закономерности и реальные связи внешнего мира, тогда и логические связи, возникающие между понятиями и суждениями о научной картине, будут соответствовать всем объективным закономерностям мира внешнего.

Механическая картина мира по Ньютону

Механическая научная картина мира складывалась постепенно, в ходе научной революции XVII—XVIII вв. Развитие её строилось на основании работ Г. Галилея и П. Гассенди. Ученые восстановили атомизм, отражённый в трудах древних философов, на основании исследований Ньютона и Декарта. Последние сформулировали основные принципы, идеи и понятия, которые легли в основы механической картины мира, завершив при этом построение новой картины мира.

Основой механической картины мира явился атомизм. Он превратил понимание мира и самого человека в совокупность огромного числа неделимых частиц, называемых атомами, которые перемещаются в пространстве и времени.

Основным понятием механической картины мира Ньютона стало понятие движения. Законы движения Ньютон утвердил как фундаментальные законы всего мироздания. По его теории все тела имеют внутреннее врождённое свойство равномерного и прямолинейного движения. Любые отклонения от этого движения имеют причиной действие на тело инерции — внешней силы. Масса является мерой инертности — это другое очень важное понятие классической механики.

Ньютон предложил принцип дальнего действия, который возник в результате решения проблемы взаимодействия тел. В основе этого принципа лежит взаимодействие между телами, которое происходит мгновенно при разном расстоянии и при отсутствии материальных посредников.

Концепция дальнего действия тесно связана с пониманием пространства и времени как особых сред, вмещающих взаимодействующие тела. В рамках механической картины мира Ньютон предложил концепцию абсолютного времени и пространства. Пространство при этом представлялось неким чёрным ящиком, который вмещает тела всего мира. Исчезни все тела, пространство всё равно продол-

жало бы существовать. Аналогично в образе текущей реки представлялось и время, также существующее абсолютно независимо от материи.

Механическая научная картина мира породила законы механики, которые жёстко предопределяли любые события. Из них совершенно исключалась случайность. Присутствие человека в действующем мире ничего не меняло. Согласно теории механической картины мира Ньютона, исчезновение человека с лица земли никак не повлияло бы на существование мира: он продолжил бы своё существование, как прежде. Такая теория стала приниматься как универсальная.

В физике тем не менее уже накапливались эмпирические данные, которые серьёзно противоречили существующей механической картине мира. Параллельно системе материальных точек существовало понятие сплошной среды, которое было связано уже не с корпускулярными представлениями о материи, а с континуальными.

Зарождение новых представлений о мире. Появление квантовой теории

Механический подход к некоторым явлениям был неприемлем, и факты, получаемые опытным путём, искусственно подгоняли под механическую картину мира. Так продолжалось до начала XX в., когда результаты опытов перестали укладываться в положения механической картины мира. Они свидетельствовали о противоречиях между системой взглядов и результатами научных экспериментов. Физика к этому моменту уже нуждалась в серьёзном изменении представлений о материи. Необходимо было менять физическую картину мира. Требовалось другое решение проблемы взаимодействия.

Механическая картина мира Ньютона, принцип дальнего действия, замещалась принципом ближнего действия Фарадея, который утверждал, что все взаимодействия передаются полем непрерывно, от точки к точке, с конечной скоростью.

В начале XX в. параллельно существовали два совершенно несовместимых представления о материи. Одно гласило, что материя абсолютно непрерывна, другое представление о материи утверждало, что она состоит из дискретных частиц. Физики активно предпринимали попытки совместить такие разные точки зрения. Эти попытки оставались безрезультатными.

В 1913 г. Бор предложил свою модель атома, предположив, что электрон не излучает энергии, вращаясь, вопреки законам электродинамики, вокруг ядра. В 1924 г. уже Луи де Бройль предложил гипотезу о соответствии определённой волны каждой частице. Работы Э. Шрёдингера и В. Гейзенберга, а далее М. Борна подтвердили эти представления. Волновая механика Шрёдингера и квантовая механика Гейзенберга восторжествовали.

Так началось становление новой теории. Это была уже *квантовая*, а далее и *квантово-механическая картина мира*, в которой утвердились квантово-полевые представления о материи. Наличие у каждого элемента материи свойств волны и частицы дало возможность объяснить корпускулярно-волновой дуализм. Представления о неизменности материи оказались несостоятельными. Основной особенностью элементарных частиц явилась их универсальная взаимозависимость. Квантовое поле стало основным материальным объектом современной физики. Изменилось и представление о движении. Окончательно были утверждены представления об относительности пространства и времени. Была доказана их зависимость от материи. Пространство и время также оказались зависимы друг от друга.

Полная квантово-механическая картина мира является картиной познания объекта, а не только картиной самого объекта. Сегодня появились основания полагать, что контуры квантового мира, нарисованные исследователями, удовлетворяют той системе важных методологических и мировоззренческих требований, которые так активно и остро обсуждались в учёном мире. Философские дискуссии на эту тему идут уже на протяжении десятилетий. В квантово-механической картине мира многое ещё нуждается в дальнейшем развитии и серьёзном уточнении.

Глава VII. Молекулярно-кинетическая теория

Урок 40.2. Идеальный газ. Основное уравнение МКТ. § 36

Идеальный газ — это физическая модель газа, взаимодействие между молекулами которого пренебрежительно мало. Вводится для математического описания поведения газов.

Реальные разреженные газы ведут себя как идеальный газ.

Свойства идеального газа:

- взаимодействие между молекулами пренебрежительно мало;
- расстояние между молекулами много больше размеров молекул;
- молекулы — это упругие шары;
- отталкивание молекул возможно только при соударении;
- движение молекул — по законам Ньютона;
- давление газа на стенки сосуда — за счёт ударов молекул газа.

Скорость молекул газа

В теории газов скорость молекул принято определять через среднее значение квадрата скорости молекул.

Хотя скорости различных молекул сильно отличаются друг от друга, но среднее значение квадрата скорости молекул есть величина постоянная.

Формула для расчёта среднего значения **квадрата скорости молекул газа:**

$$\overline{v^2} = \frac{v_1^2 + v_2^2 + \dots + v_n^2}{n},$$

где n — число молекул в газе, v — модули скоростей отдельных молекул в газе.

В теории газов часто используется понятие кинетической энергии молекул.

Используя среднее значение квадрата скорости молекул, получаем формулу для определения **средней кинетической энергии молекул:**

$$\overline{E_k} = \frac{m_0 \cdot \overline{v^2}}{2}.$$

Основное уравнение МКТ газа

Основное уравнение МКТ связывает микропараметры частиц (массу молекулы, среднюю кинетическую энергию молекул, средний квадрат скорости молекул) с макропараметрами газа (p — давление, V — объём, T — температура).

Ниже приведены различные выражения для основного уравнения МКТ:

$$p = \frac{F}{S} = \frac{1}{3} n \cdot m_0 \cdot \overline{v^2} = \frac{1}{3} \rho \cdot \overline{v^2} = \frac{2}{3} n \cdot \overline{E_k},$$

где p — давление газа на стенки сосуда (Па), n — концентрация молекул, т.е. число молекул в единице объёма ($1/\text{м}^3$), m_0 — масса молекулы (кг), $\overline{v^2}$ — средний квадрат скорости молекул ($\text{м}^2/\text{с}^2$), ρ — плотность газа ($\text{кг}/\text{м}^3$), $\overline{E_k}$ — средняя кинетическая энергия молекул (Дж).

Давление идеального газа на стенки сосуда зависит от концентрации молекул и пропорционально средней кинетической энергии молекул.

Дополнительные расчётные формулы по теме

Формула для расчёта **концентрации молекул:**

$$n = \frac{N}{V},$$

где N — число молекул газа, V — объём газа (м^3).

Формула для расчёта **плотности газа:**

$$\rho = m_0 \cdot n,$$

где m_0 — масса молекулы (кг), n — концентрация молекул ($1/\text{м}^3$).

Урок 44.6. Насыщенные и ненасыщенные пары. Влажность воздуха. § 39

В природе все реальные газы (кислород, азот, водород и т.д.) при определённых условиях способны превращаться в жидкость. Однако превращение газа в жидкость может происходить только при температурах ниже определённой, так называемой критической температуры. При комнатной температуре (20–25 °С) вода может находиться и в жидком, и в газообразном состояниях, а азот и кислород существуют только в виде газов.

Парообразование — процесс превращения жидкости в пар.

Испарение — процесс парообразования с поверхности жидкости или твёрдого тела. Заключается он в вылете с поверхности жидкости частиц (молекул, атомов), кинетическая энергия которых превышает потенциальную энергию их связи с остальными частицами вещества. Испарение происходит при любой температуре и не требует постоянного притока тепла. Скорость испарения зависит от:

- площади поверхности жидкости;
- температуры;
- движения молекул над поверхностью жидкости или газа;
- рода вещества.

Может случиться, что через некоторое время молекула пара вернётся обратно в жидкость. Процесс перехода вещества из газообразного состояния в жидкое состояние называется **конденсацией**. Конденсация пара — процесс, обратный испарению жидкости.

Над свободной поверхностью жидкости всегда имеются пары этой жидкости. Если сосуд с жидкостью не закрыт, то всегда найдутся молекулы пара, которые удаляются от поверхности жидкости и не могут вернуться назад в жидкость. В закрытом сосуде жидкость и её пар могут находиться в состоянии динамического равновесия, когда число молекул, вылетающих из жидкости, равно числу молекул, возвращающихся в жидкость из пара, т.е. когда скорости процессов испарения и конденсации одинаковы. Пар, находящийся в равновесии со своей жидкостью, называют **насыщенным**.

Пар, находящийся при давлении ниже насыщенного, называют **ненасыщенным** (рис. 33).

Вследствие постоянного испарения воды с поверхностей водоёмов, почвы и растительного покрова, а также дыхания человека и животных в атмосфере всегда содержится водяной пар. Поэтому атмосферное давление представляет собой сумму давления сухого воздуха и находящегося в нём водяного пара. Давление водяного пара будет максимальным при насыщении воздуха паром. Насыщенный пар, в отличие от ненасыщенного, не подчиняется законам идеального газа. Так, давление насыщенного пара не зависит от объёма, но зависит от температуры.

Под **влажностью воздуха** понимается содержание водяных паров в воздухе (за год на Земле испаряется $4,25 \cdot 10^{14}$ т H_2O).

Абсолютную влажность (ρ) измеряют как плотность водяного пара, выраженную в килограммах на метр кубический.

Большинство явлений, наблюдаемых в природе, например быстрота испарения, высыхание различных веществ, увядание растений, зависит не от количества водяного пара в воздухе, а от того, насколько это количество близко к насыщению, т.е. от относительной влажности, которая характеризует степень насыщения воздуха водяным паром.

Относительная влажность воздуха — отношение абсолютной влажности воздуха к плотности насыщенного пара к плотности насыщенного пара, выраженное в процентах.

Температура, при которой воздух в процессе своего охлаждения становится насыщенным водяными парами, называется **точкой росы**. При достижении точки росы в воздухе или на предметах, с которыми он соприкасается, начинается конденсация водяного пара. Для определения влажности воздуха используются приборы, которые называются **гигрометрами** и **психрометрами** (рис. 34 и 35).

Психрометр состоит из двух термометров — сухого и влажного. Влажный термометр показывает температуру ниже, чем сухой, так как его резервуар об-

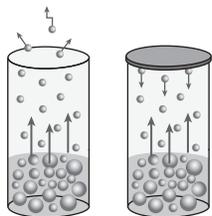


Рис. 33. Насыщенный пар



Рис. 34. Гигрометр — от греч. *Hygros* — влажный

мотан тканью, смоченной в воде, которая, испаряясь, охлаждает его. Интенсивность испарения зависит от относительной влажности воздуха. По показаниям сухого и влажного термометров находят относительную влажность воздуха по психрометрическим таблицам.

Относительная влажность воздуха — важный экологический показатель среды. При слишком низкой или слишком высокой влажности наблюдается быстрая утомляемость человека, ухудшение восприятия и памяти. Оптимальная влажность в квартире по ГОСТу должна быть равной 30–45%, не превышая отметки в 60%.

Влажность учитывается в метеорологии, при хранении продуктов и материалов, в хранении произведений искусств и т.д.

Урок 49.11. Экологические проблемы тепловых электростанций и автомобильного транспорта. § 43

Увеличение количества серьёзных заболеваний, потеря почвенного плодородия, озёра и реки, лишённые рыбы, гибнущие леса — вот лишь немногие печальные последствия теплоэнергетики. В настоящее время наиболее эффективным стимулом сокращения объёма отходов является регламентация их выбросов в водный и воздушный бассейны Земли.

Современные тепловые электростанции представляют собой комплекс сооружений с блочной структурой. Основных блоков три:

- топливный блок, обеспечивающий подготовку топлива к его сжиганию для получения тепловой энергии;
- тепловой блок, включающий парокотельный агрегат со всеми устройствами по его питанию горячим топливом, воздухом, водой и системами парообразования, конденсации, удаления топочных газов и шлаков (золы), а также паровую или газовую турбину;
- электрический блок, в состав которого входят трансформатор, распределительные устройства и другое вспомогательное электрическое оборудование (воздушные и масляные выключатели и т.д.), линии электропередачи.

Блочная конструкция обеспечивает рациональное размещение оборудования, пароводяных и электрических связей и других коммуникаций.

Турбина и генератор располагаются в конце второго и начале третьего блоков и образуют единый комплекс, так называемый турбогенератор. Именно в нём механическая энергия вращения превращается в электрическую энергию.

Тепловые электростанции оказывают отрицательное воздействие на природную среду. ТЭС в ходе своей работы, независимо от вида используемого топлива, сжигают кислород атмосферы, содержание которого в связи с загрязнением мирового океана нефтью и уничтожением влажных тропических лесов медленно, но неуклонно уменьшается.

Тепловые электростанции ежегодно выбрасывают в отвалы 50–70 млн т золы. Под эти отвалы на каждой станции отводится, а значит, изымается из полезного пользования от 500 до 1000 га земли. Кроме того, многочисленные золоотвалы становятся источниками загрязнения почвенных вод. Использование зольных шлаков в производстве строительных материалов могло бы не только дать ощутимый экономический эффект, но и улучшить экологическую обстановку.

Как уже упоминалось, предприятия теплоэнергетики потребляют огромное количество пресной воды. На многих ГРЭС нет оборотного водоснабжения. Большая часть воды расходуется на охлаждение. Сбрасываемая обратно в водоёмы, она приводит к их тепловому загрязнению, что оказывает неблагоприятное влияние на флору и фауну: содержание кислорода в воде уменьшается. Хотя сама вода на 89% состоит из кислорода, для дыхания водных организмов пригоден только растворённый в воде кислород, а его растворимость понижается с ростом температуры (при температуре 10 °С вода может растворить только 11 мг O₂ на литр). Снижение содержания растворённого в воде кислорода создаёт условия для эвтрофикации водоёмов. Большое количество воды идёт в системы гидрозолоудаления ТЭС и ТЭЦ, использующих твёрдое топливо (уголь, торф, сланцы), после которых загрязнённые воды опять сбрасываются в водоёмы. К такому же результату приводят периодические промывки и регенерация фильтров систем золоудаления.

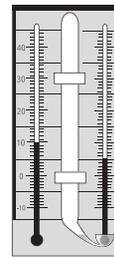


Рис. 35. Психрометр — от греч. Psychros — холодный + Metro — измеряю

Сточные воды теплоэлектростанций загрязнены легко окисляющимися (т.е. расходуемыми кислородом), а также токсичными веществами, в том числе солями тяжёлых металлов, которые накапливаются в иле, попадают в организмы рыб и через цепи питания — в организмы птиц, других животных и человека, становясь причиной тяжёлых заболеваний.

Но, пожалуй, наибольшему загрязнению при работе тепловых электростанций подвергается воздушный бассейн Земли, причём некоторые загрязнения приводят к глобальным отрицательным экологическим последствиям.

Большое количество летучих твёрдых выбросов (поллютантов) дают установки обогащения и брикетирования угля и углеразмольные агрегаты. Возникающие при этом твёрдые частицы находятся в воздухе во взвешенном состоянии, как и твёрдые частицы золы и сажи, уносимые в атмосферу топочными газами. Количество таких диспергированных в воздухе твёрдых частиц огромно — десятки миллионов тонн.

Запыление воздуха повышает отражательную способность атмосферы и становится причиной заметного изменения погоды (похолодания) в зоне действия указанных выбросов, более частых дождей и туманов.

Даже будучи инертными, твёрдые частицы загрязняют листовую поверхность растений, нарушая их нормальное функционирование, запыляют различные сооружения и механизмы, на очистку которых требуются значительные средства. Насыщенный пылью воздух вызывает болезни дыхательных путей.

Основными техногенными поллютантами являются диоксид углерода, диоксид серы и оксиды азота.

Рассмотрим в первую очередь экологические последствия выбросов в атмосферу диоксида углерода (углекислого газа).

Как известно, углерод является молекулярным остовом живой материи на Земле и поступает в живые системы продуцентов в процессе фотосинтеза, в результате которого происходит превращение углекислого газа в различные органические соединения. Возникший в ходе длительной эволюции биогеохимический круговорот углерода или углекислого газа (левая часть рисунка 36), а также других важных биогенных элементов и веществ, обеспечивает устойчивое функционирование биосферы.

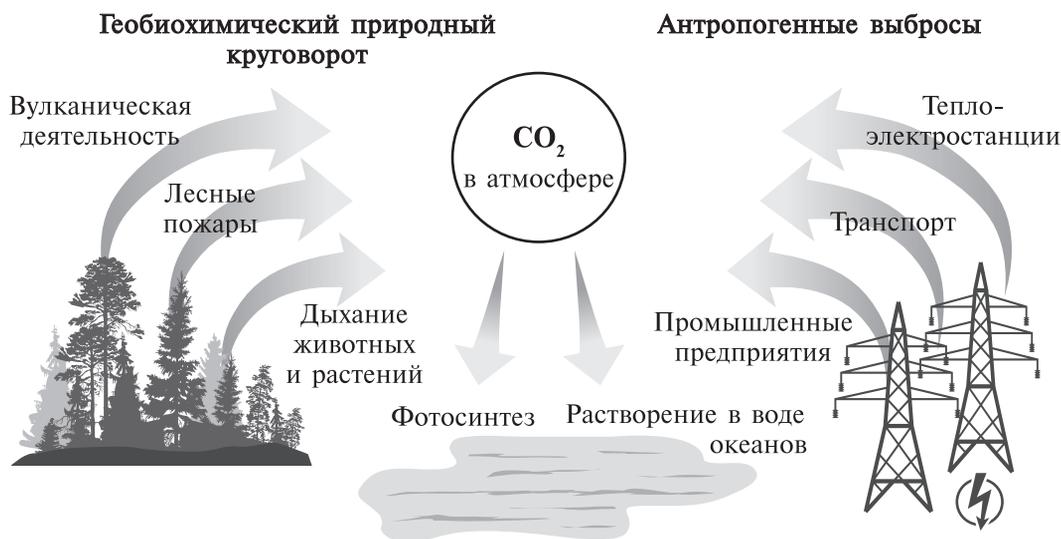


Рис. 36. Превращения CO₂

Основным природным источником углекислого газа в атмосфере являются извержения вулканов. В течение сотен миллионов лет биота Земли приспособилась к этим природным выбросам, выводя их излишки из атмосферы за счёт биохимических процессов.

Углекислый газ, нормальное содержание которого в воздухе составляет 0,03% (по объёму), является главным “утеплителем” планеты, обеспечивающим теплоизоляцию Земли, т.е. среднегодовую температуру у её поверхности около 15 °С и благоприятные условия для функционирования всех живых организмов.

Антропогенные выбросы углерода и диоксида углерода в атмосферу, обусловленные на 90% сжиганием ископаемого топлива (правая часть рисунка 36), за короткий срок на два порядка превысили по объёму природные, что оказалось на пределе адаптационных и буферных способностей биосферы.

Увеличение концентрации CO_2 в атмосфере оказывает большое влияние на климат, изменяя тепловой баланс планеты и усиливая так называемый парниковый эффект: происходит повышение среднегодовых температур на земном шаре (согласно некоторым прогнозам, возможно увеличение температуры воздуха у поверхности на 5°C к 2025 г.), что чревато нарушением биологических ритмов развития растений, наступлением длительных периодов неурожая сельскохозяйственных культур, расширения зон пустынь, повышением уровня мирового океана и затоплением значительных площадей земли. По мнению многих учёных, антропогенный парниковый эффект — одна из главных экологических проблем ближайшего времени.

Хотя существуют и другие причины усиления парникового эффекта, необходимость сокращения техногенных выбросов CO_2 в атмосферу безусловна, в частности, за счёт сокращения удельного веса горючих ископаемых и развития альтернативных источников электрической энергии.

Выбросы сернистого газа и оксидов азота тепловыми электростанциями в значительной степени являются причиной образования кислотных осадков — другой глобальной, наряду с парниковым эффектом, экологической проблемы в настоящее время.

Техногенные выбросы сернистого газа в атмосферу в последние годы составили 100 млн т в год, 60% этих выбросов даёт сжигание угля, 30% — сжигание нефтепродуктов, в частности мазута. В России выбросы сернистого газа составляют около 40% всех вредных техногенных выбросов.

При сгорании угля или нефтепродуктов, содержащих серу, в атмосферу с топочными газами через трубы котельных установок поступает сернистый газ. Этот газ, взаимодействуя с водяными парами, образует сернистую кислоту, которая во влажном воздухе окисляется до серной кислоты. Другой путь образования серной кислоты из сернистого газа — его фотохимическое окисление до серного ангидрида с последующим растворением во влаге воздуха. Аэрозоли сернистой и серной кислот насыщают облака и приводят к кислотным дождям. Кроме того, при сжигании угля образуются частицы сульфатов металлов, некоторые из них легко растворяются в воде и являются причиной возникновения кислотных туманов. Техногенные выбросы оксидов азота в атмосферу достигают 70 млн т в год. Из этого количества 30% дают тепловые электростанции, причём наибольшее количество выбросов даёт сжигание нефтепродуктов (около 50%). Оксиды азота, присутствующие в топочных газах, взаимодействуя с водяным паром атмосферы, образуют азотистую или азотную кислоты.

Таким образом, в районе расположения тепловых электростанций образуются кислотосодержащие облака, которые воздушными течениями переносятся на большие расстояния и становятся источниками кислотных осадков. В настоящее время кислотные дожди и снег выпадают в Европе и Северной Америке на площади порядка 10 млн км^2 .

Выбросы углеводородов при сжигании нефтепродуктов в ходе сложных реакций при специфических условиях состояния атмосферы приводят к образованию фотохимического смога.

Кислотные осадки оказывают значительное отрицательное воздействие на живую природу, в том числе и на человека.

Наиболее очевидно такое влияние на пресные водоёмы. Повышение кислотности воды, выщелачивание тяжёлых металлов из природных пород и, как следствие, интоксикация воды нарушают репродуктивные процессы водной биоты, приводя к гибели рыб, а через цепи питания — птиц и животных суши. Кислотные дожди уже привели к резкому снижению продуктивности 2500 озёр Швеции. По этой причине в одной трети из 5000 озёр Норвегии полностью исчезла рыба.

Кислотные осадки вызывают закисление почвы, приводят к потерям урожаев сельскохозяйственных культур, гибели лесов. Так, например, ущерб от кислотных дождей в Европе оценивается в 118 млн м^3 древесины в год (из них 35 млн м^3 приходится на европейскую территорию России).

Присутствие кислотных аэрозолей и сульфатов тяжёлых металлов в воздухе увеличивает число аллергических заболеваний дыхательных органов, становится причиной роста онкологических болезней.

Вдыхание влажного воздуха, содержащего диоксид серы, особенно опасно для людей, страдающих сердечно-сосудистыми заболеваниями. Возникающая температурная инверсия при определённых условиях состояния атмосферы (холодные слои воздуха располагаются ниже тёплых) способствует увеличению концентрации вредных выбросов до критических уровней, что приводит к трагическим последствиям. Так, более 4000 смертей во время лондонского тумана 1952 г. было отнесено за счёт повышенного содержания во влажном воздухе окислов серы и сульфатных частиц. Аналогичная трагедия произошла в феврале 1979 г. в Японии, во время которой было зарегистрировано более 70 000 респираторных и астматических заболеваний, причём многие с летальным исходом.

Международными соглашениями установлены критические нормы выбросов оксидов серы и азота, ниже которых эффект воздействия на наиболее чувствительные компоненты экосистем не обнаруживается, а также ряд рекомендаций по снижению этих выбросов. Они включают изменение структуры энергетики, более широкое использование альтернативных источников энергии, переход на топливо с низким содержанием серы и совершенствование технологии очистки топлива.

Применяемые в настоящее время физические и химические методы очистки угля от серы либо мало-рентабельны, либо технически сложны.

Следует заметить, что природный газ — наиболее чистое ископаемое топливо, при его сжигании образуются лишь оксиды азота, которые достаточно легко исключить из выбросов соответствующей технологией сжигания газа.

Для смягчения экологической обстановки, создаваемой выбросами электростанций, необходимо повысить степень очистки дымовых газов, используя, в частности, различного рода фильтры — электрические, уменьшающие выбросы твёрдых частиц почти на 99%, воздушно-вакуумные, жидкие (скрубберы).

Вредное воздействие на экосистемы и на человека кислотных осадков, образующихся в результате выбросов сернистого газа, показано на рисунке 37.

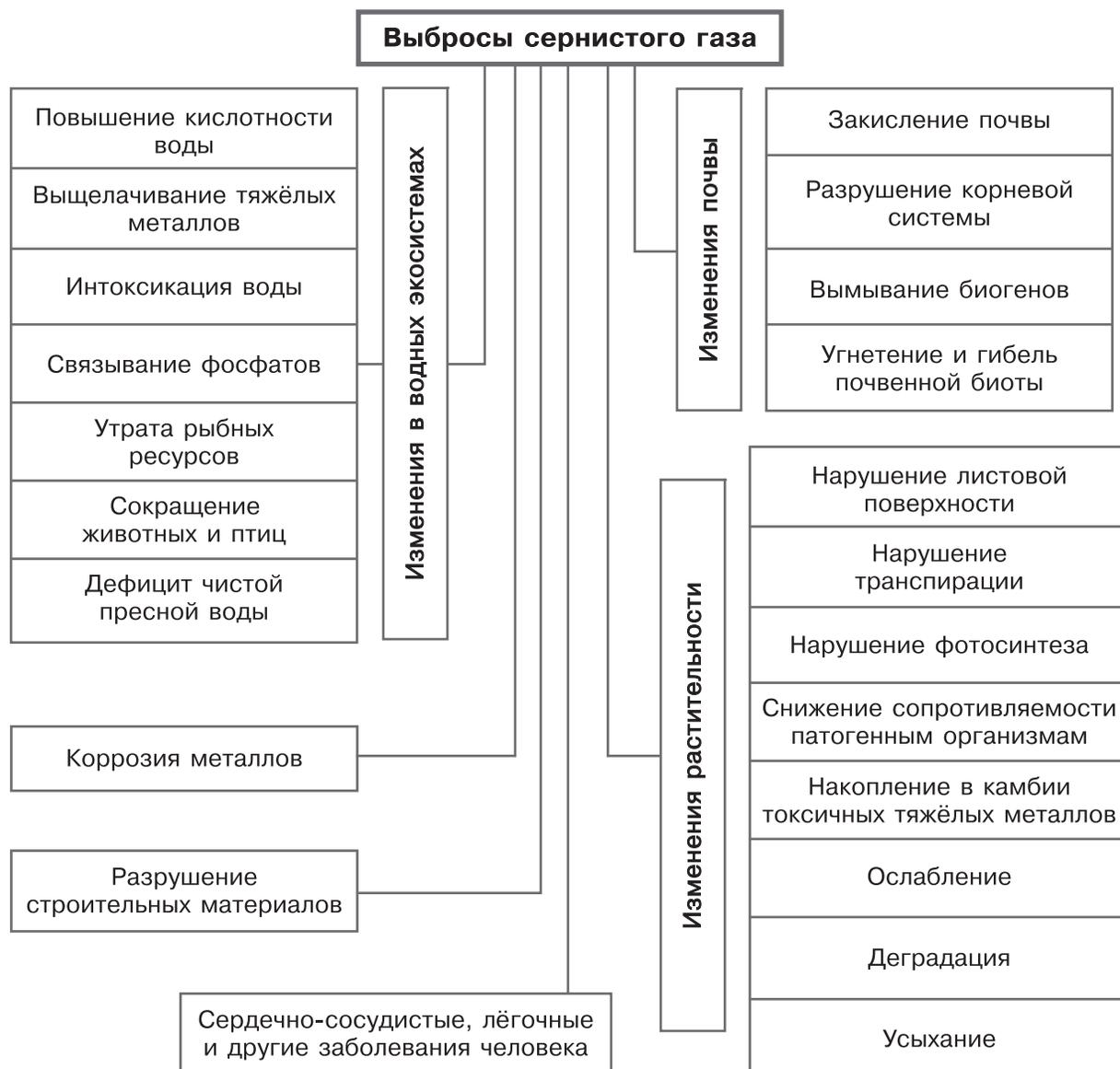


Рис. 37. Воздействие кислотных осадков

Глава VIII. Электростатика

Урок 55.3. Потенциал электрического поля. § 46

Измерение разности потенциалов в воздухе

Для измерения разности потенциалов между каким-нибудь изолированным металлическим проводником и Землёй достаточно присоединить стержень электрометра металлической проволокой к проводнику, а корпус — к Земле. После такого присоединения листки электрометра принимают тот же потенциал, что и проводник, так как в металлах имеются свободные электроны, которые будут перемещаться, пока разность потенциалов между стержнем электрометра и проводником не станет равной нулю. Таким образом, электрометр, показывающий разность потенциалов между стержнем и корпусом, одновременно будет показывать разность потенциалов между изучаемым проводником и Землей.

Труднее обстоит дело, если нам надо измерить разность потенциалов между какой-либо точкой в воздухе и Землей. Подводя от стержня электрометра проволоку к этой точке, мы ещё не обеспечим уравнивания потенциала между этим участком воздуха и стержнем, так как в воздухе, в обычных условиях, нет свободных зарядов, которые перемещались бы под действием поля до тех пор, пока разность потенциалов между исследуемым участком воздуха и проволокой, ведущей к электрометру, не станет равной нулю. Для того чтобы обеспечить такое выравнивание, надо снабдить соответствующий участок воздуха свободными зарядами, т.е. превратить его в проводник. Этого можно достигнуть различными способами, например при помощи пламени.

Внутри пламени всегда имеется значительное число положительных и отрицательных ионов, которые и сообщают воздуху, соприкасающемуся с пламенем, необходимые свойства проводника. Если пламя невелико, то с его помощью мы снабдим ионами небольшой участок воздуха в том месте, где помещено пламя.

Вводя конец проволоки, идущей от стержня электрометра, в маленькое пламя, мы получаем возможность уравнивать разность потенциалов между стержнем электрометра и тем участком воздуха, куда мы помещаем пламя. Таким образом, мы можем измерить разность потенциалов между соответствующим участком воздуха и Землей. Помещая пламя в разные точки, мы можем «прощупать» расположение эквипотенциальных поверхностей в воздухе и вообще обследовать всё распределение потенциала в электрическом поле в воздухе. Поэтому такое устройство получило название электрического щупа или зонда (рис. 38).

Оно широко применяется при обследовании электрического поля в воздухе, над поверхностью Земли.

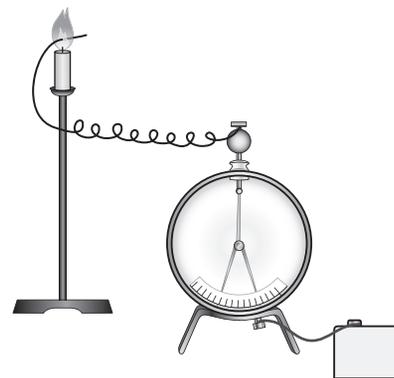


Рис. 38. Пламенный зонд

Урок 56.4. Электрическая ёмкость. Конденсатор. § 47

Соединение конденсаторов

В электрических цепях применяются различные способы соединения конденсаторов. Соединение конденсаторов может производиться последовательно, параллельно и последовательно-параллельно (последнее иногда называют смешанное соединение конденсаторов). Существующие виды соединения конденсаторов показаны на рисунке 39.

Параллельное соединение конденсаторов

Если группа конденсаторов включена в цепь таким образом, что к точкам включения непосредственно присоединены пластины всех конденсаторов, то такое соединение называется параллельным соединением конденсаторов (рис. 40).

При заряде группы конденсаторов, соединённых параллельно, между пластинами всех конденсаторов будет одна и та же разность потенциалов, так как все они заряжаются от одного и того же источника тока. Общее же количество электричества на всех конденсаторах будет равно сумме количеств электричества, помещающихся на каждом из конденсаторов, так как заряд каждого их конденсаторов происходит незави-

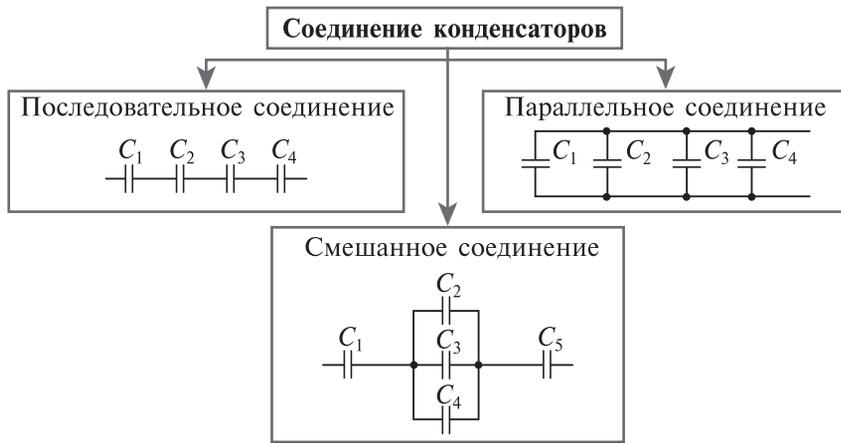


Рис. 39. Соединения конденсаторов

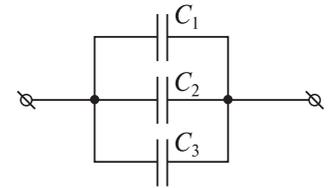


Рис. 40. Параллельное соединение конденсаторов

симо от заряда других конденсаторов данной группы. Исходя из этого, всю систему параллельно соединённых конденсаторов можно рассматривать как один эквивалентный (равноценный) конденсатор. Тогда общая ёмкость конденсаторов при параллельном соединении равна сумме ёмкостей всех соединённых конденсаторов.

Обозначим суммарную ёмкость соединённых в батарею конденсаторов буквой $C_{\text{общ}}$, ёмкость первого конденсатора C_1 , ёмкость второго C_2 и ёмкость третьего C_3 . Тогда для параллельного соединения конденсаторов будет справедлива следующая формула:

$$C_{\text{общ}} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$$

Последний знак + и многоточие указывают на то, что этой формулой можно пользоваться при любом числе конденсаторов, соединённых параллельно.

Последовательное соединение конденсаторов

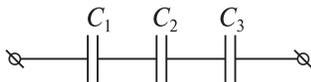


Рис. 41. Последовательное соединение конденсаторов

Если же соединение конденсаторов в батарею производится в виде цепочки и к точкам включения в цепь непосредственно присоединены пластины только первого и последнего конденсаторов, то такое соединение конденсаторов называется последовательным (*рис. 41*).

При последовательном соединении все конденсаторы заряжаются одинаковым количеством электричества, так как непосредственно от источника тока заряжаются только крайние пластины (1 и 6), а остальные пластины (2, 3, 4 и 5) заряжаются через влияние. При этом заряд пластины 2 будет равен по величине и противоположен по знаку заряду пластины 1, заряд пластины 3 будет равен по величине и противоположен по знаку заряду пластины 2 и т.д.

Напряжения на различных конденсаторах будут, вообще говоря, различными, так как для заряда одним и тем же количеством электричества конденсаторов различной ёмкости всегда требуются различные напряжения. Чем меньше ёмкость конденсатора, тем большее напряжение необходимо для того, чтобы зарядить этот конденсатор требуемым количеством электричества, и наоборот.

Таким образом, при заряде группы конденсаторов, соединённых последовательно, на конденсаторах малой ёмкости напряжения будут больше, а на конденсаторах большой ёмкости — меньше.

Аналогично предыдущему случаю можно рассматривать всю группу конденсаторов, соединённых последовательно, как один эквивалентный конденсатор, между пластинами которого существует напряжение, равное сумме напряжений на всех конденсаторах группы, а заряд которого равен заряду любого из конденсаторов группы.

Возьмём самый маленький конденсатор в группе. На нём должно быть самое большое напряжение. Но напряжение на этом конденсаторе составляет только часть общего напряжения, существующего на всей группе конденсаторов. Напряжение на всей группе больше напряжения на конденсаторе, имеющем самую малую ёмкость. А отсюда непосредственно следует, что общая ёмкость группы конденсаторов, соединённых последовательно, меньше ёмкости самого малого конденсатора в группе.

Для вычисления общей ёмкости при последовательном соединении конденсаторов удобнее всего пользоваться следующей формулой:

$$\frac{1}{C_{\text{общ}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots$$

Для частного случая двух последовательно соединённых конденсаторов формула для вычисления их общей ёмкости будет иметь вид:

$$C_{\text{общ}} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}.$$

Последовательно-параллельное (смешанное) соединение конденсаторов

Последовательно-параллельным соединением конденсаторов называется цепь, имеющая в своём составе участки как с параллельным, так и с последовательным соединением конденсаторов.

На рис. 42 приведён пример участка цепи со смешанным соединением конденсаторов.

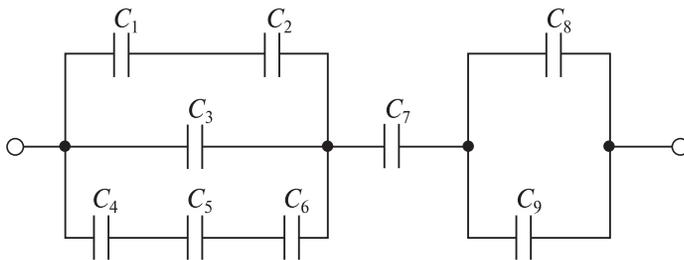


Рис. 42. Смешанное соединение конденсаторов

При расчёте общей ёмкости такого участка цепи с последовательно-параллельным соединением конденсаторов этот участок разбивают на простейшие участки, состоящие только из групп с последовательным или параллельным соединением конденсаторов. Далее алгоритм расчёта имеет такой вид.

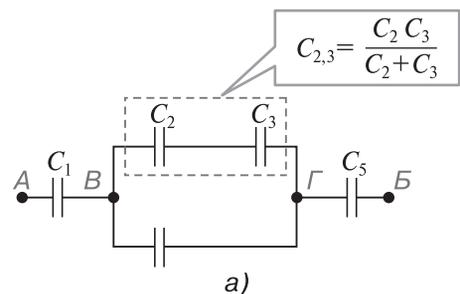
1. Определяют эквивалентную ёмкость участков с последовательным соединением конденсаторов.

2. Если эти участки содержат последовательно соединённые конденсаторы, то сначала вычисляют их ёмкость.

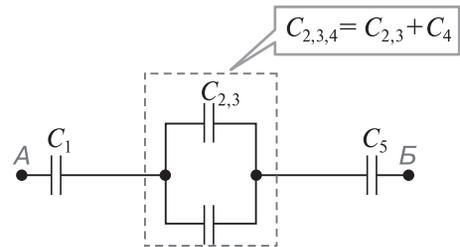
3. После расчёта эквивалентных ёмкостей конденсаторов перерисовывают схему. Обычно получается цепь из последовательно соединённых эквивалентных конденсаторов.

4. Рассчитывают ёмкость полученной схемы.

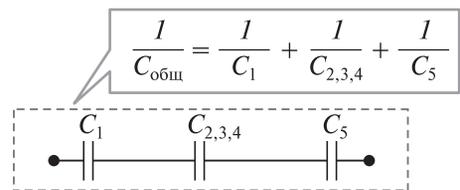
Один из примеров расчёта ёмкости при смешанном соединении конденсаторов приведён на рисунке 43.



а)



б)



в)

Рис. 43. Расчёт ёмкости при смешанном соединении конденсаторов

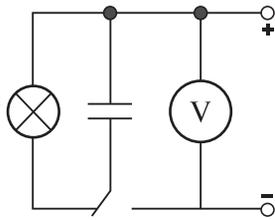


Рис. 44. Цепь, содержащая лампу накаливания

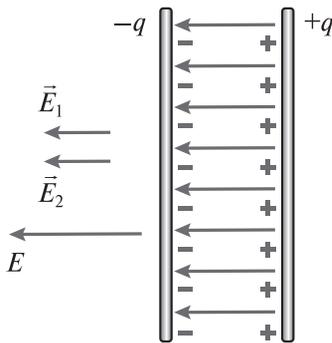


Рис. 45. Плоский конденсатор

Энергия заряженного конденсатора

Для того чтобы зарядить конденсатор, нужно совершить работу по разделению положительных и отрицательных зарядов. Согласно закону сохранения энергии эта работа равна энергии конденсатора. В том, что заряженный конденсатор обладает энергией, можно убедиться, если разрядить его через цепь, содержащую лампу накаливания, рассчитанную на напряжение в несколько вольт (рис. 44).

При разрядке конденсатора лампа вспыхивает. Энергия конденсатора превращается в тепло и энергию света.

Выведем формулу для энергии плоского конденсатора

Напряжённость поля, созданного зарядом одной из пластин, равна $E/2$, где E — напряжённость поля в конденсаторе. В однородном поле одной пластины находится заряд q , распределённый по поверхности другой пластины (рис. 45).

Энергия конденсатора равна:

$$W_p = qd \frac{E}{2}, \quad (1)$$

где q — заряд конденсатора, а d — расстояние между пластинами.

Так как $Ed = U$, где U — разность потенциалов между обкладками конденсатора, то его энергия равна:

$$W_p = \frac{qU}{2}. \quad (2)$$

Эта энергия равна работе, которую совершит электрическое поле при сближении пластин вплотную.

Заменив в формуле (2) разность потенциалов или заряд с помощью выражения для электроёмкости конденсатора, получим:

$$W = \frac{qU}{2} = \frac{CU^2}{2} = \frac{q^2}{2C}. \quad (3)$$

Можно доказать, что эти формулы справедливы для любого конденсатора, а не только для плоского.

Энергия электрического поля

Согласно теории близкодействия, вся энергия взаимодействия заряженных тел сконцентрирована в электрическом поле этих тел. Значит, энергия может быть выражена через основную характеристику поля — напряжённость.

Так как напряжённость электрического поля прямо пропорциональна разности потенциалов $U = Ed$, то согласно формулам (3) энергия конденсатора прямо пропорциональна квадрату напряжённости электрического поля внутри него:

$$W_n \sim E^2. \quad (4)$$

Применение конденсаторов

Зависимость электроёмкости конденсатора от расстояния между его пластинами используется при создании одного из типов клавиатур компьютера. На тыльной стороне каждой клавиши располагается одна пластина конденсатора, а на плате, расположенной под клавишами, — другая. Нажатие клавиши изменяет ёмкость конденсатора. Электронная схема, подключённая к этому конденсатору, преобразует сигнал в соответствующий код, передаваемый в компьютер.

Энергия конденсатора обычно не очень велика — не более сотен джоулей. К тому же она не сохраняется долго из-за неизбежной утечки заряда. Поэтому заряженные конденсаторы не могут заменить, например, аккумуляторы в качестве источников электрической энергии.

Но это совсем не означает, что конденсаторы как накопители энергии не получили практического применения. Они имеют одно важное свойство: конденсаторы могут накапливать энергию более или

менее длительное время, а при разрядке через цепь с малым сопротивлением они отдают энергию почти мгновенно. Именно это свойство широко используют на практике.

Лампа-вспышка, применяемая в фотографии, питается электрическим током разряда конденсатора, заряжаемого предварительно специальной батареей. Возбуждение квантовых источников света — лазеров осуществляется с помощью газоразрядной трубки, вспышка которой происходит при разрядке батареи конденсаторов большой ёмкости.

Однако основное применение конденсаторы находят в радиотехнике.

Глава IX. Постоянный электрический ток

Урок 60.1. Сила тока. Напряжение. Сопротивление проводника. § 48

Напряжение

По определению *напряжение* — это энергия (или работа), которая затрачивается на перемещение единичного положительного заряда из точки с низким потенциалом в точку с высоким потенциалом (т.е. первая точка имеет более отрицательный потенциал по сравнению со второй). Из курса физики известно, что потенциал электростатического поля — это скалярная величина, равная отношению потенциальной энергии заряда в поле к этому заряду. Давайте рассмотрим небольшой пример (рис. 46):

В пространстве действует постоянное электрическое поле, напряжённость которого равна E . Рассмотрим две точки, расположенные на расстоянии d друг от друга. Напряжение между этими точками представляет из себя не что иное, как разность потенциалов в этих точках:

$$U = \varphi_1 - \varphi_2.$$

В то же время не забываем про связь напряжённости электростатического поля и разности потенциалов между двумя точками:

$$\varphi_1 - \varphi_2 = Ed.$$

И в итоге получаем формулу, связывающую напряжение и напряжённость:

$$U = Ed.$$

В электронике при рассмотрении различных схем напряжение всё-таки принято считать как разность потенциалов между точками. Соответственно становится понятно, что напряжение в цепи — это понятие, связанное с двумя точками цепи. То есть говорить, к примеру, «напряжение в резисторе» не совсем корректно. А если говорят о напряжении в какой-то точке, то подразумевают разность потенциалов между этой точкой и «землей». Вот так плавно мы вышли к ещё одному важнейшему понятию при изучении электроники, а именно к понятию «земля». Так вот «землей» в электрических цепях чаще всего принято считать точку нулевого потенциала (т.е. потенциал этой точки равен 0).

Единицей измерения напряжения является 1 Вольт (В). Глядя на определение понятия напряжения, мы можем легко понять, что для перемещения заряда величиной 1 Кулон между точками, имеющими разность потенциалов 1 Вольт, необходимо совершить работу, равную 1 Джоулю.

Ток, сила тока в цепи

Что будет происходить, если под действие электрического поля попадут заряженные частицы, например электроны? Рассмотрим проводник, к которому приложено определённое напряжение (рис. 47).

Из направления напряжённости электрического поля (E) мы можем сделать вывод о том, что $\varphi_1 > \varphi_2$ (вектор напряжённости всегда направлен в сторону уменьшения потенциала). На каждый электрон начинает действовать сила:

$$F = Ee, \text{ где } e \text{ — это заряд электрона.}$$

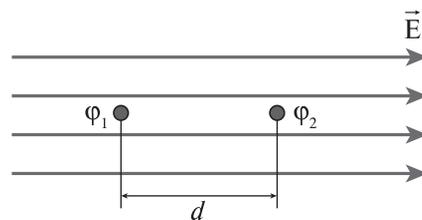


Рис. 46. Определение напряжения

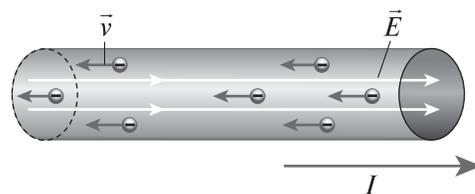


Рис. 47. Направленное движение частиц

Поскольку электрон является отрицательно заряженной частицей, то вектор силы будет направлен в сторону, противоположную направлению вектора напряжённости поля. Таким образом, под действием силы частицы, наряду с хаотическим движением, приобретают и направленное движение (вектор скорости v на рисунке 47). В результате и возникает **электрический ток** — *упорядоченное движение заряженных частиц под воздействием электрического поля*.

По общему соглашению было принято решение считать направление движения частиц с положительными зарядами за направление электрического тока. В этом случае возникает некоторое противоречие, затрагивающее металлические проводники, в которых перенос зарядов осуществляется свободными электронами. Однако носителями заряда могут выступать не только электроны. Например, в электролитах и ионизированных газах протекание тока в первую очередь связано с перемещением ионов, которые являются положительно заряженными частицами. Соответственно направление вектора силы, действующей на них (а заодно и вектора скорости), будет совпадать с направлением вектора E . И в этом случае противоречия не возникнет, ведь ток будет протекать именно в том направлении, в котором движутся частицы.

Для того чтобы оценить ток в цепи, ввели такую величину, как **сила тока**. Сила тока (I) — это величина, которая характеризует скорость перемещения электрического заряда в точке. Единицей измерения силы тока является 1 Ампер. Сила тока в проводнике равна 1 Амперу, если за 1 с через поперечное сечение проводника проходит заряд 1 Кулон.

Сопротивление проводника

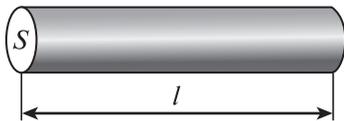


Рис. 48. Медный проводник

Сопротивление — это физическая величина, характеризующая свойства проводника препятствовать (сопротивляться) прохождению электрического тока.

Рассмотрим медный проводник длиной l с площадью поперечного сечения, равной S (рис. 48).

Сопротивление проводника зависит от нескольких факторов:

- удельного сопротивления проводника;
- длины проводника l ;
- площади поперечного сечения проводника S .

Удельное сопротивление проводника — это величина табличная.

Формула, с помощью которой можно вычислить сопротивление проводника, выглядит следующим образом:

$$R = \rho \frac{l}{S}.$$

Единицей измерения сопротивления является 1 Ом.

Закон Ома для участка цепи

Сила тока в цепи прямо пропорциональна напряжению и обратно пропорциональна сопротивлению рассматриваемого участка цепи.

Рассмотрим простейшую электрическую цепь (рис. 49).

Из закона Ома следует, что напряжение и сила тока в цепи связаны следующим образом:

$$I = U/R.$$

Пусть напряжение составляет 10 В, а сопротивление цепи равно 200 Ом. Тогда сила тока в цепи вычисляется следующим образом:

$$I = \frac{10}{200} = 0,05 = 50 \text{ мА}.$$

Урок 62.3. Электродвижущая сила источника тока. Закон Ома для полной цепи. § 49

Если свободные заряды перемещаются в электрической цепи по замкнутой траектории, то такую цепь называют полной или замкнутой. При этом на каждом из участков такой цепи работа электростатичес-

ких сил переходит в тепловую энергию, механическую энергию или энергию химических связей. Так как работа электростатических сил, перемещающих заряд по замкнутой траектории, всегда равна нулю, то только силы электростатического поля не могут обеспечить постоянное движение зарядов по замкнутой траектории.

Чтобы электрический ток в замкнутой цепи не прекращался, необходимо включить в неё источник тока (рис. 50, а), внутри которого перемещение свободных зарядов происходило бы не под действием электростатических сил, а при участии любых других сил, называемых *сторонними*. Например, в цепи на рисунке 50, а свободные заряды, перемещаются от тела А к телу В под действием электростатических сил, а сторонние силы источника питания заставляют их возвращаться обратно — от В к А.

Природа сторонних сил может быть разной. В гальванических элементах (батарейках и аккумуляторах), которые служат источниками постоянного тока, сторонние силы возникают в результате химических реакций между электродами и жидким электролитом. В генераторах переменного тока различных электростанций (гидроэлектростанций, тепловых и атомных) сторонние силы — это силы, действующие на свободные заряды, перемещающиеся в магнитном поле. В фотоэлементах сторонние силы возникают при действии света на электроны атомов, входящих в состав некоторых веществ.

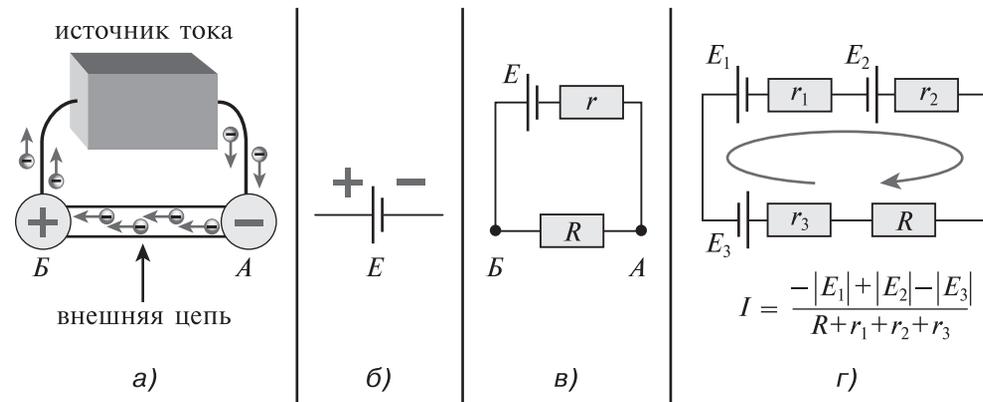


Рис. 50. Источники тока в электрических цепях

Сторонние силы в источнике тока разделяют разноимённые электрические заряды друг от друга, совершая работу против электростатических (кулоновских сил). Контакт (полюс) источника тока, где в результате действия сторонних сил накапливается положительный заряд, называют *положительным*, а противоположно заряженный полюс — *отрицательным*. Обозначают их так, как показано на рисунке 50, б. Очевидно, что чем больший заряд накопится на полюсе источника тока, тем больше работы совершили сторонние силы по разделению зарядов, так как работа против кулоновских сил прямо пропорциональна величине заряда. Поэтому отношение работы сторонних сил ($A_{ст}$), перемещающих заряд q внутри источника тока от отрицательного полюса к положительному, не зависит от величины заряда и служит характеристикой источника тока, называемой *электродвижущей силой (ЭДС)* источника E :

$$E = \frac{A_{ст}}{q}. \quad (1)$$

Как и разность потенциалов, ЭДС в СИ измеряют в Вольтах.

Сопротивление источника тока, или *внутреннее сопротивление*, тоже является его важной характеристикой. Внутренним сопротивлением гальванического элемента, например, является сопротивление электродов и электролита, находящегося между ними.

Внешним участком замкнутой цепи называют участок, подсоединённый снаружи к источнику тока (см. рис. 50, а).

Чтобы определить, как зависит сила тока от ЭДС источника в цепи, изображённой на рисунке 50, а, нарисует эквивалентную схему (рис. 50, в), где R соответствует сопротивлению проводника между точка-

ми A и B (внешняя цепь), а r — внутреннему сопротивлению источника тока. Согласно закону Джоуля — Ленца полная работа тока $A_{\text{полн}}$, протекающего по замкнутой цепи, за интервал времени t равна:

$$A_{\text{полн}} = I^2 R t + I^2 r t. \quad (2)$$

Из закона сохранения энергии следует, что работа тока должна быть равна работе сторонних сил $A_{\text{ст}} = Eq = EIt$. Приравняв $A_{\text{полн}}$ из (2) и $A_{\text{ст}}$, получаем следующее выражение для силы тока I , которое называют законом Ома для полной цепи.

$$I = \frac{E}{R + r}. \quad (3)$$

Легко показать, что если полная цепь содержит несколько последовательно соединённых источников тока, то для вычисления силы тока по формуле (3) следует вместо E взять алгебраическую сумму ЭДС всех этих источников, выбрав какое-нибудь направление обхода цепи, например, по часовой стрелке (рис. 50, z). Если при таком обходе мы идём от положительного полюса источника тока к отрицательному полюсу, то ЭДС данного источника следует суммировать со знаком минус.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Общая характеристика методического пособия	3
Планируемые результаты освоения учебного предмета	3
Типология уроков	6
Структура уроков	6
Формы организации учебных занятий	8
Учебно-методическое обеспечение образовательной деятельности	9
ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ПРЕДМЕТА И МЕТОДИКА ЕГО РЕАЛИЗАЦИИ НА УРОКАХ ФИЗИКИ В 10 КЛАССЕ	10
Общая характеристика воспитания	10
Основные направления воспитания средствами учебного предмета «Физика» в 10 классе	12
Примеры формулировок целей воспитания	16
Схема анализа процесса воспитания на уроке	17
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПО КУРСУ «ФИЗИКА», 10 КЛАСС	18
Предметные результаты освоения основной образовательной программы	18
Содержание курса	20
Учебный план	24
Поурочно-тематическое планирование	29
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЮ ОТДЕЛЬНЫХ УРОКОВ	99

Учебно-методическое издание

ФГОС

Инновационная школа

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

к учебнику Э.Т. Изергина
«Физика» для 10 класса
общеобразовательных организаций

Базовый уровень

Автор-составитель
Селютина Ольга Анатольевна

Руководитель Центра естественно-научных дисциплин *С.В. Банников*

Редакторы *И.А. Мещерякова, Е.С. Кузьмина*

Художественный редактор *Н.В. Канурина*

Вёрстка *Е.А. Бреславского*

Корректор *Л.И. Базылевич*

Подписано в печать 04.10.21. Формат 84×108/16.

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 14,28. Изд. № 24140_20.

ООО «Русское слово — учебник»

115035, Москва, Овчинниковская наб., д. 20, стр. 2.

Тел.: (495) 969-24-54, (499) 689-02-65

(отдел реализации и интернет-магазин).

Вы можете приобрести книги в интернет-магазине:

www.russkoe-slovo.ru

e-mail: zakaz@russlo.ru