

Н. С. Пурышева,
Е. Э. Ратбиль

Рабочая программа

к линии УМК Н. С. Пурышевой,
Н. Е. Важеевской и др.

ФИЗИКА

БАЗОВЫЙ
И УГЛУБЛЕННЫЙ УРОВЕНЬ

10–11 классы



ДРОФА

Н. С. Пурышева,
Е. Э. Ратбиль

Рабочая программа

к линии УМК Н. С. Пурышевой,
Н. Е. Важеевской и др.

ФИЗИКА

БАЗОВЫЙ
И УГЛУБЛЕННЫЙ УРОВЕНЬ

10–11 классы

МОСКВА



Д р о ф а

2017

УДК 373.5.016:53
ББК 74.262.22
П88

Пурышева, Н. С.

П88 **Физика. Базовый и углубленный уровни. 10—11 классы : рабочая программа к линии УМК Н. С. Пурышевой, Н. Е. Важеевской и др. : учебно-методическое пособие / Н. С. Пурышева, Е. Э. Ратбиль. — М. : Дрофа, 2017. — 133, [2] с.**

ISBN 978-5-358-19228-7

Рабочая программа разработана в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта и Примерной основной образовательной программой. Учебники данной линии прошли экспертизу, включены в Федеральный перечень и обеспечивают освоение образовательной программы среднего общего образования.

УДК 373.5.016:53

ББК 74.262.22

Пояснительная записка

Школьный курс физики является системообразующим для естественно-научных предметов, поскольку физические законы, лежащие в основе мироздания, являются основой содержания курсов химии, биологии, географии и астрономии. Физика вооружает школьников научным методом познания, позволяющим получать объективные знания об окружающем мире.

Цели изучения физики в средней школе следующие:

- формирование у обучающихся умения видеть и понимать ценность образования, значимость физического знания для каждого человека, независимо от его профессиональной деятельности; умений различать факты и оценки, сравнивать оценочные выводы, видеть их связь с критериями оценок, формулировать и обосновывать собственную позицию;

- формирование у обучающихся целостного представления о мире и роли физики в создании современной естественно-научной картины мира; умения объяснять поведение объектов и процессы окружающей действительности — природной, социальной, культурной, технической среды, используя для этого физические знания;

- приобретение обучающимися опыта разнообразной деятельности, опыта познания и самопознания; ключевых навыков (ключевых компетентностей), имеющих универсальное значение для различных видов деятельности, — навыков решения проблем, принятия решений, поиска, анализа и обработки информации, коммуникативных навыков, навыков измерений, сотрудничества, эффективного и безопасного использования различных технических устройств;

- овладение системой научных знаний о физических свойствах окружающего мира, об основных физических законах и о способах их использования в практической жизни.

Содержание и структура курса физики 10—11 классов, задания, включенные в учебники и рабочие тетради, направлены на достижение образовательных результатов (личностных, пред-

метных и метапредметных), определенных Федеральным государственным стандартом общего образования.

Курс представляет собой завершённую предметную линию. В учебнике осуществляются не только межпредметные, но и внутрипредметные связи: материал излагается с опорой на знания, полученные учащимися в основной школе.

В каждой главе учебника представлен материал, посвящённый истории становления и развития физической науки, что позволяет решать задачи общего развития учащихся и формирования их научного мировоззрения. Задачи политехнического образования и поддержания интереса учащихся к изучению физики решаются путем включения прикладного материала, основное внимание уделено применению физических законов в современной технике и технологиях (спутниковая связь, жидкие кристаллы, нанотехнологии и пр.).

Идеи, заложенные в содержании курса физики основной школы, в данном курсе получают свое развитие.

В соответствии с *идеями генерализации* учебного материала в качестве стержня выступают физические теории как фундаментальные, так и частные. Учебный материал объединен вокруг фундаментальных теорий, что отражено в общей структуре курса: классическая механика, молекулярная физика, электродинамика, квантовая физика и элементы астрофизики. Соответственно, на первых уроках учащиеся знакомятся со структурой физической теории, а затем материал рассматривается в соответствии с этой структурой (основание — ядро — следствия). Такой подход позволяет четко определить роль физического эксперимента, в том числе фундаментального, в становлении научного знания, статус физических законов, границы их применимости, сформировать у учащихся знания о методах познания, о роли теории в структуре как физического знания, так и методов познания.

В учебниках и в рабочих тетрадях реализована *идея вариативности*: учебный материал делится на два уровня — обязательный, соответствующий требованиям стандарта среднего (полного) общего образования, и повышенный (выделен в рубрику «За страницами учебника»), который изучается при соответствующей подготовке учащихся и наличии свободного времени.

Физический эксперимент представлен в курсе демонстрационными опытами и лабораторными работами. Лабораторные работы, в зависимости от существующей материальной базы, уровня подготовки учащихся и графика учебного процесса, могут выполняться как фронтально, так и в форме физического практикума.

Особое внимание в курсе уделяется вопросам методологии физики и гносеологии. Учащиеся знакомятся с циклом и методами научного познания; со структурой физического знания: структурой физической теории, физической картиной мира, с ролью и значением фундаментальных экспериментов в процессе познания и в структуре физической теории. У учащихся формируются представления о погрешностях измерения, их причинах и способах уменьшения, умения вычислять погрешности. Этому посвящено предисловие тетради для лабораторных работ для 10 класса. Большое внимание уделяется формированию модельных представлений учащихся и представлений о границах применимости физических законов и теорий. Усилена направленность содержания учебного материала и заданий на формирование умений учащихся работать с информацией, представленной в виде таблиц и графиков зависимостей физических величин, в том числе полученных экспериментально.

Большое внимание уделяется обобщению и систематизации знаний учащихся, что осуществляется в процессе текущей работы, а также после изучения разделов и составляющих их глав. Обобщение в конце глав представлено в виде структурно-логических схем и таблиц, в конце разделов в логике структуры физической теории.

Структура раздела «Классическая механика» соответствует структуре физической теории. В разделе «Молекулярная физика» сначала рассматриваются методы изучения систем, состоящих из большого числа частиц, а затем эти методы применяются к рассмотрению разных моделей макроскопических систем, что позволяет наглядно показать зависимость свойств веществ от их внутреннего строения и продемонстрировать связь молекулярно-кинетической теории и термодинамики как иллюстрацию принципа дополнительности. Раздел «Электродинамика» строится традиционно, однако при изучении электростатики в 10 классе внимание учащихся обращается на то, что электростатика представляет собой частную физическую теорию, структура которой аналогична структуре фундаментальной теории.

Тема «Постоянный электрический ток» излагается в соответствии со структурой частной физической теории, большое внимание в этой теме, как и в других, уделяется прикладным вопросам. Основная методическая идея следующей темы «Взаимосвязь электрического и магнитного полей» — начать формирование у учащихся представлений о едином электромагнитном поле, что подчеркивает название темы. Изучение взаимосвязи электрического и магнитного полей, а также введение понятия «электромагнитное поле» осуществляется в теме

«Электромагнитные колебания и волны». Оптика выделена в самостоятельный раздел, что обусловлено возможностью формирования у учащихся при такой последовательности более четких представлений о корпускулярно-волновом дуализме свойств материи.

При изучении раздела «Элементы квантовой физики» формируются знания о гипотезе Планка, фотоне, фотоэффекте, гипотезе де Бройля, соотношении неопределенностей. Тема «Строение атома» в структурном и содержательном отношениях достаточно традиционна.

Цель изучения темы «Элементы астрофизики» — сформировать у учащихся представления о строении и эволюции Вселенной, о физической природе небесных тел, о возможности объяснения природы небесных тел и Вселенной на основе известных законов физики.

Планируемые результаты освоения курса

Личностными результатами обучения физике в средней школе являются:

- *в сфере отношений обучающихся к себе, к своему здоровью, к познанию себя* — ориентация 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, к отстаиванию личного достоинства, собственного мнения, вырабатывать собственную позицию по отношению к общественно-политическим событиям прошлого и настоящего на основе осознания и осмысления истории, духовных ценностей и достижений нашей страны, к саморазвитию и самовоспитанию в соответствии с общечеловеческими ценностями и идеалами гражданского общества; принятие и реализация ценностей здорового и безопасного образа жизни, бережное, ответственное и компетентное отношение к собственному физическому и психологическому здоровью;

- *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 государственных символов (герб, флаг, гимн); формирование уважения к русскому языку как государственному языку Российской Федерации, являющемуся основой российской идентичности и главным фактором нацио-

нального самоопределения; воспитание уважения к культуре, языкам, традициям и обычаям народов, проживающих в Российской Федерации;

- *в сфере отношений 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 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;

- *в сфере отношений обучающихся с окружающими людьми* — нравственное сознание и поведение на основе усвоения общечеловеческих ценностей, толерантного сознания и поведения в поликультурном мире, готовности и способности вести диалог с другими людьми, достигать в нем взаимопонимания, находить общие цели и сотрудничать для их достижения; принятие гуманистических ценностей, осознанное, уважительное и доброжелательное отношение к другому человеку, его мнению, мировоззрению; способности к сопереживанию и форми-

рованию 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 (чести, долга, справедливости, милосердия и дружелюбия); формирование компетенций сотрудничества со сверстниками, детьми младшего возраста, взрослыми в образовательной, общественно полезной, учебно-исследовательской, проектной и других видах деятельности;

- *в сфере отношений обучающихся к окружающему миру, к живой природе, художественной культуре* — мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки, значимость 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, ответственности 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;

- *в сфере отношений обучающихся к труду, в сфере социально-экономических отношений* — уважение всех форм 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.

Метапредметные результаты обучения физике в средней школе представлены тремя группами универсальных учебных действий.

Регулятивные универсальные учебные действия

Выпускник научится:

- самостоятельно определять цели, 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 ранее цели;
- сопоставлять имеющиеся возможности и необходимые для достижения цели ресурсы;
- организовывать эффективный поиск ресурсов, необходимых для достижения поставленной цели;
- определять несколько путей достижения поставленной цели;
- выбирать оптимальный путь достижения цели с учетом эффективности расходования ресурсов и основываясь на соображениях этики и морали;
- задавать параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута;
- сопоставлять полученный результат деятельности с поставленной заранее целью;
- оценивать последствия достижения поставленной цели в учебной деятельности, собственной жизни и жизни окружающих людей.

Познавательные универсальные учебные действия

Выпускник научится:

- критически оценивать и интерпретировать информацию с разных позиций;
- распознавать и фиксировать противоречия в информационных источниках;
- использовать различные модельно-схематические средства для представления выявленных в информационных источниках противоречий;
- осуществлять развернутый информационный поиск и ставить на его основе новые (учебные и познавательные) задачи;
- искать и находить обобщенные способы решения задач;
- приводить критические аргументы как в отношении собственного суждения, так и в отношении действий и суждений другого;
- анализировать и преобразовывать проблемно-противоречивые ситуации;

- выходить за рамки учебного предмета и осуществлять целенаправленный поиск возможности широкого переноса средств и способов действия;

- выстраивать индивидуальную образовательную траекторию, учитывая ограничения со стороны других участников и ресурсные ограничения;

- менять и удерживать разные позиции в познавательной деятельности (быть учеником и учителем; формулировать образовательный запрос и выполнять консультативные функции самостоятельно; ставить проблему и работать над ее решением; управлять совместной познавательной деятельностью и подчиняться).

Коммуникативные универсальные учебные действия

Выпускник научится:

- осуществлять деловую коммуникацию как со сверстниками, так и со взрослыми (как внутри образовательной организации, так и за ее пределами);

- при осуществлении групповой работы быть как руководителем, так и членом проектной команды в разных ролях (генератором идей, критиком, исполнителем, презентующим и т. д.);

- развернуто, логично и точно излагать свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств;

- распознавать конфликтогенные ситуации и предотвращать конфликты до их активной фазы;

- координировать и выполнять работу в условиях виртуального взаимодействия (или сочетания реального и виртуального);

- согласовывать позиции членов команды в процессе работы над общим продуктом/решением;

- представлять публично результаты индивидуальной и групповой деятельности как перед знакомой, так и перед незнакомой аудиторией;

- подбирать партнеров для деловой коммуникации, исходя из соображений результативности взаимодействия, а не личных симпатий;

- воспринимать критические замечания как ресурс собственного развития;

- точно и емко формулировать как критические, так и одобрительные замечания в адрес других людей в рамках деловой и образовательной коммуникации, избегая при этом личностных оценочных суждений.

Предметные результаты обучения физике в средней школе ***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 ее оценивая;
- различать и уметь использовать в учебно-исследовательской деятельности методы научного познания (наблюдение, описание, измерение, эксперимент, выдвижение гипотезы, моделирование и т. д.) 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 учетом 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 учетом 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 учетом 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 расчетные задачи с явно заданной физической моделью: на основе анализа условия задачи выделять физическую

модель, находить физические величины и законы, необходимые и достаточные для ее решения, проводить расчеты 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.

Механика

На уровне запоминания

Называть:

- физические величины и их условные обозначения: путь (l), перемещение (s), скорость (v), ускорение (a), масса (m), сила (F), импульс (p), механическая энергия (E), механическая работа (A), момент силы (M), циклическая частота (ω), частота (ν), фаза (φ), длина волны (λ); единицы этих величин: м, м/с, м/с², кг, Н, кг · м/с, Дж, Н · м, рад/с, Гц, м;

- понятия: свободные колебания, гармонические колебания, колебательная система, вынужденные колебания, резонанс;

- методы изучения физических явлений: наблюдение, эксперимент, теория, выдвижение гипотез, моделирование.

Воспроизводить:

- исторические сведения о развитии представлений о механическом движении, системах мира;

- определения понятий: система отсчета, механическое движение, материальная точка, абсолютно упругое тело, абсолютно твердое тело, плечо силы, момент силы, замкнутая система тел, свободные колебания, гармонические колебания, колебательная система, вынужденные колебания, резонанс;

- формулы: для расчета кинематических и динамических характеристик движения; зависимости от времени координаты, скорости, ускорения при механических колебаниях; перио-

да колебаний математического и пружинного маятника; длины волны;

- законы: законы Ньютона, закон всемирного тяготения, закон сохранения импульса, закон Бернулли, закон сохранения механической энергии, законы Кеплера;

- принцип относительности Галилея.

Описывать:

- явление инерции;
- прямолинейное равномерное движение;
- прямолинейное равноускоренное движение и его частные случаи;

- натурные и мысленные опыты Галилея;
- движение планет и их естественных и искусственных спутников;

- графики зависимости кинематических характеристик равномерного и равноускоренного движений от времени;

- превращения энергии в колебательном контуре.

На уровне понимания

Приводить примеры:

- явлений и экспериментов, ставших эмпирической основой классической механики.

Объяснять:

- результаты опытов, лежащих в основе классической механики;

- сущность кинематического и динамического методов описания движения, их различие и дополнительность;

- отличие понятий: средней путевой скорости от средней скорости; силы тяжести и веса тела.

На уровне применения в типичных ситуациях

Уметь:

- обобщать на эмпирическом уровне результаты наблюдаемых экспериментов и строить индуктивные выводы;

- строить дедуктивные выводы, применяя полученные знания к решению качественных задач;

- применять изученные зависимости к решению вычислительных и графических задач;

- применять полученные знания к объяснению явлений, наблюдаемых в природе и в быту.

На уровне применения в нестандартных ситуациях

Обобщать:

- полученные при изучении классической механики знания, представлять их в структурированном виде.

Молекулярная физика и термодинамика

На уровне запоминания

Называть:

• физические величины и их условные обозначения: относительная молекулярная масса (M_r), молярная масса (M), количество вещества (ν), концентрация молекул (n), постоянная Люшмидта (L), постоянная Авогадро (N_A), давление (p), универсальная газовая постоянная (R), постоянная Больцмана (k), абсолютная влажность (p), относительная влажность (ϕ), механическое напряжение (σ), относительное удлинение (ϵ), модуль Юнга (E), поверхностное натяжение (σ), температура (t , T), внутренняя энергия (U), количество теплоты (Q), удельная теплоемкость (c), удельная теплота сгорания топлива (q), удельная теплота плавления (λ), удельная теплота парообразования (L), коэффициент полезного действия (КПД) теплового двигателя (η); единицы этих величин: кг/моль, моль, м⁻³, моль⁻¹, Па, Дж/(моль·К), Дж/К, Па, Н/м, °С, К, Дж, Дж/(кг·К), Дж/кг;

- порядок: размеров и массы молекул, числа молекул в единице объема;
- методы изучения физических явлений: наблюдение, эксперимент, теория, выдвижение гипотез, моделирование;
- физический прибор: термометр, гигрометр, психрометр.

Воспроизводить:

- исторические сведения о развитии взглядов на строение вещества;
- определения понятий: макроскопическая система, параметры состояния макроскопической системы, относительная молекулярная масса, молярная масса, количество вещества, концентрация молекул, постоянная Люшмидта, постоянная Авогадро, средний квадрат скорости молекул, диффузия, идеальный газ, изотермический, изохорный, изобарный и адиабатный процессы, критическая температура, насыщенный пар, точка росы, абсолютная влажность воздуха, относительная влажность воздуха, кристаллическая решетка, идеальный кристалл, полиморфизм, монокристалл, поликристалл, анизотропия свойств, деформация, упругая деформация, пластическая деформация, механическое напряжение, относительное удлинение, модуль Юнга, сила поверхностного натяжения, поверхностное натяжение, тепловое движение, тепловое равновесие, термодинамическая система, температура, абсолютный нуль температуры, внутренняя энергия, теплопередача, количество теплоты, удельная теплоемкость, удельная теплота сгорания топлива, удельная теплота плавления, удельная теплота паро-

образования, необратимый процесс, тепловой двигатель, КПД теплового двигателя;

- основные положения молекулярно-кинетической теории;
- формулировки закона Гука, первого и второго законов термодинамики;

- формулы: относительной молекулярной массы, количества вещества, концентрации молекул, давления идеального газа, внутренней энергии идеального газа, законов Бойля—Мариотта, Шарля, Гей-Люссака, относительной влажности, закона Гука, поверхностного натяжения, высоты подъема жидкости в капилляре, работы в термодинамике, первого закона термодинамики; количества теплоты, необходимого для нагревания или выделяющегося при охлаждении тела; количества теплоты, необходимого для плавления (кристаллизации); количества теплоты, необходимого для превращения жидкости в пар (конденсации); КПД теплового двигателя, КПД идеального теплового двигателя;

- уравнения: уравнение состояния идеального газа, уравнение Менделеева—Клапейрона, уравнение Клапейрона;

- графики изотермического, изохорного, изобарного и адиабатного процессов; зависимости температуры вещества от времени при его нагревании (охлаждении), плавлении (кристаллизации) и кипении (конденсации).

Описывать:

- броуновское движение;
- явление диффузии;
- опыт Штерна;
- график распределения молекул по скоростям;
- характер взаимодействия молекул вещества;
- график зависимости силы межмолекулярного взаимодействия от расстояния между молекулами (атомами);

- способы измерения массы и размеров молекул;
- модели: идеальный газ, реальный газ, идеальный кристалл, аморфное состояние твердого тела, жидкое состояние;

- условия осуществления изотермического, изохорного, изобарного, адиабатного процессов и соответствующие эксперименты;

- процессы парообразования и установления динамического равновесия между паром и жидкостью;

- различные виды кристаллических решеток;

- механические свойства твердых тел;

- опыты, иллюстрирующие различные виды деформации твердых тел, поверхностное натяжение жидкости, изменение внутренней энергии при совершении работы; явления теплопроводности, конвекции и излучения;

- устройство тепловых двигателей (двигателя внутреннего сгорания, паровой турбины, турбореактивного двигателя) и холодильной машины;

- негативное влияние работы тепловых двигателей на состояние окружающей среды и перспективы его уменьшения;

- наблюдаемые в природе и в быту явления поверхностного натяжения, смачивания, капиллярности; явления превращения вещества из одного агрегатного состояния в другое.

Различать:

- способы теплопередачи.

На уровне понимания

Приводить примеры:

- явлений, подтверждающих основные положения молекулярно-кинетической теории;

- проявления газовых законов;

- применения газов в технике; сжатого воздуха, сжиженных газов;

- полиморфизма;

- анизотропии свойств монокристаллов;

- различных видов деформации;

- веществ, находящихся в аморфном состоянии;

- превращения кристаллического состояния в аморфное и обратно;

- проявления поверхностного натяжения, смачивания и капиллярности в природе и в быту;

- изменения внутренней энергии путем совершения работы и путем теплопередачи;

- теплопроводности, конвекции, излучения в природе и в быту;

- агрегатных превращений вещества.

Объяснять:

- сущность термодинамического и статистического методов изучения макроскопических систем, их различие и дополненность;

- результаты опытов, доказывающих основные положения молекулярно-кинетической теории; опыта Штерна;

- отличие понятия средней скорости теплового движения молекул от понятия средней скорости движения материальной точки;

- природу межмолекулярного взаимодействия, давления газа;

- графики: зависимости силы межмолекулярного взаимодействия от расстояния между молекулами (атомами); зависи-

мости температуры вещества от времени при его нагревании, плавлении, кристаллизации, кипении и конденсации;

- характер зависимости давления идеального газа от концентрации молекул и их средней кинетической энергии;
- физический смысл постоянной Больцмана и универсальной газовой постоянной;
- условия и границы применимости: уравнения Менделеева—Клапейрона, уравнения Клапейрона, газовых законов;
- формулу внутренней энергии идеального газа;
- сущность критического состояния вещества и смысл критической температуры;
- на основе молекулярно-кинетической теории процесс парообразования, образование и свойства насыщенного пара, зависимость точки росы от давления;
- способы измерения влажности воздуха;
- получение сжиженных газов;
- особенность температуры как параметра состояния системы;
- механизм теплопроводности и конвекции на основе молекулярно-кинетической теории;
- физический смысл понятий: количество теплоты, удельная теплоемкость, удельная теплота сгорания топлива, удельная теплота плавления, удельная теплота парообразования;
- процессы: плавления и отвердевания кристаллических и аморфных тел; парообразования (испарения, кипения) и конденсации;
- графическое представление работы в термодинамике;
- эквивалентность теплоты и работы;
- статистический смысл необратимости;
- принцип работы тепловых двигателей;
- принцип действия и устройство: двигателя внутреннего сгорания, холодильной машины.

Доказывать:

- что тела обладают внутренней энергией;
- что внутренняя энергия зависит от температуры и массы тела, от его агрегатного состояния и не зависит от движения тела как целого и от его взаимодействия с другими телами;
- что плавление и кристаллизация, испарение и конденсация — противоположные процессы, происходящие одновременно;
- невозможность создания вечного двигателя;
- необратимость процессов в природе,
- анизотропию свойств кристаллов;
- механизм упругости твердых тел на основе молекулярно-кинетической теории;

- на основе молекулярно-кинетической теории свойства: твердых тел (прочность, хрупкость, твердость), аморфного состояния твердого тела, жидкости;

- существование поверхностного натяжения;
- смачивание и капиллярность;
- зависимость поверхностного натяжения от рода жидкости и ее температуры.

Выводить:

- формулу работы газа в термодинамике.

На уровне применения в типичных ситуациях

Уметь:

- выводить: уравнение Менделеева—Клапейрона, используя основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа и формулу взаимосвязи средней кинетической энергии теплового движения молекул газа и его абсолютной температуры; газовые законы, используя уравнение Клапейрона;

- строить индуктивные выводы на основе результатов выполненного экспериментального исследования зависимости между параметрами состояния идеального газа;

- использовать гигрометр и психрометр для измерения влажности воздуха;

- измерять экспериментально поверхностное натяжение жидкости;

- переводить значение температуры из градусов Цельсия в кельвины и обратно;

- пользоваться термометром;

- строить график зависимости температуры тела от времени при нагревании, плавлении, кипении, конденсации, кристаллизации, охлаждении;

- находить из графиков значения величин и выполнять необходимые расчеты;

- обобщать на эмпирическом уровне результаты наблюдаемых экспериментов и строить индуктивные выводы;

- строить дедуктивные выводы, применяя полученные знания к решению качественных задач.

Применять:

- закон Гука (формулу зависимости механического напряжения от относительного удлинения) к решению задач;

- формулу поверхностного натяжения к решению задач;

- знания молекулярно-кинетической теории к толкованию понятий температуры и внутренней энергии;

- уравнение теплового баланса к решению задач на теплообмен;

- формулы для расчета: количества теплоты, полученного телом при нагревании или отданного при охлаждении; количества теплоты, полученного телом при плавлении или отданного при кристаллизации; количества теплоты, полученного телом при кипении или отданного при конденсации;

- формулу работы в термодинамике к решению вычислительных и графических задач;

- первый закон термодинамики к решению задач;

- изученные зависимости к решению вычислительных задач и графических задач;

- полученные знания для объяснения явлений, наблюдаемых в природе и в быту.

На уровне применения в нестандартных ситуациях

Обобщать:

- знания: о строении и свойствах твердых тел и жидкостей, агрегатных превращениях вещества и механизме их протекания, удельных величинах, характеризующих агрегатные превращения (удельная теплота плавления, удельная теплота парообразования);

- полученные при изучении темы знания, представлять их в структурированном виде.

Сравнивать:

- строение и свойства кристаллических и аморфных тел; аморфных тел и жидкостей;

- удельную теплоту плавления (кристаллизации) и парообразования (конденсации) по графику зависимости температуры разных веществ от времени;

- процессы испарения и кипения.

Иллюстрировать:

- проявление принципа дополнительности при описании тепловых явлений и тепловых свойств газов.

Электродинамика

На уровне запоминания

Называть:

- понятия: электрический заряд, электризация, электрическое поле, проводники и диэлектрики;

- физические величины и их условные обозначения: электрический заряд (q), напряженность электростатического поля (E), диэлектрическая проницаемость (ϵ), потенциал электростатического поля (ϕ), разность потенциалов, или напряжение (U), электрическая емкость (C), электродвижущая сила (ЭДС) (\mathcal{E}), сила тока (I), напряжение (U), сопротивление проводника (R),

удельное сопротивление проводника (ρ), внутреннее сопротивление источника тока (r), температурный коэффициент сопротивления (α), электрохимический эквивалент вещества (k), магнитная индукция (B), магнитная проницаемость среды (μ), магнитный поток (Φ), ЭДС индукции (\mathcal{E}_i), ЭДС самоиндукции (\mathcal{E}_{si}), индуктивность (L), энергия магнитного поля (W_M), относительный и абсолютный показатели преломления (n), предельный угол полного внутреннего отражения (α_0), увеличение линзы (Γ), фокусное расстояние линзы (F), оптическая сила линзы (D); единицы этих величин: Кл, Н/Кл, В, Ф, В, А, Ом, Ом \cdot м, К $^{-1}$, кг/Кл, Тл, Вб, В, Гн, Дж, рад, м, дптр;

- понятия: сторонние силы, ЭДС, низкотемпературная и высокотемпературная плазма, магнитное поле, электромагнитная индукция, самоиндукция, электромагнитное поле, электромагнитные волны, полное внутреннее отражение, мнимое изображение, действительное изображение, главная оптическая ось линзы, побочная оптическая ось линзы, главный фокус линзы, когерентность;

- физические приборы и устройства: электроскоп, электрометр, крутильные весы, конденсатор;

- методы изучения физических явлений: наблюдение, эксперимент, теория, выдвижение гипотез, моделирование.

Воспроизводитъ:

- исторические сведения о развитии учения о постоянном токе, о магнитном поле, о свете;

- определения понятий: электрическое взаимодействие, электрические силы, элементарный электрический заряд, точечный заряд, электризация тел, проводники и диэлектрики, электростатическое поле, напряженность электростатического поля, линии напряженности электростатического поля, однородное электрическое поле, потенциал, разность потенциалов (напряжение), электрическая емкость, электрический ток, сторонние силы, ЭДС, сила тока, напряжение, сопротивление проводника, удельное сопротивление проводника, магнитное поле, вектор магнитной индукции, линии магнитной индукции, магнитная проницаемость среды, магнитный поток, электромагнитная индукция, ЭДС индукции, самоиндукция, ЭДС самоиндукции, индуктивность, вихревое электрическое поле, полное внутреннее отражение, мнимое изображение, главная оптическая ось линзы;

- законы и принципы: закон сохранения электрического заряда, закон Кулона; принцип суперпозиции сил, принцип суперпозиции полей;

- правила: правило буравчика, правило левой руки, правило Ленца;

• формулы: напряженности электростатического поля, потенциала, разности потенциалов, электрической емкости, взаимосвязи разности потенциалов и напряженности электростатического поля, электродвижущей силы, силы тока, закона Ома для участка цепи и для полной цепи, зависимости сопротивления проводника от температуры, законов последовательного и параллельного соединения резисторов, закона Джоуля—Ленца, работы и мощности электрического тока, закона электролиза, модуля вектора магнитной индукции, силы Ампера, силы Лоренца, магнитного потока, ЭДС индукции, ЭДС самоиндукции, индуктивности, энергии магнитного поля, зависимости заряда и силы тока от времени при электромагнитных колебаниях, периода электромагнитных колебаний, предельного угла полного внутреннего отражения, увеличения линзы, оптической силы линзы, тонкой линзы, условий интерференционных максимумов и минимумов;

• аналогию между электрическими и гравитационными силами;

• условия существования электрического тока.

Описывать:

• наблюдаемые электрические взаимодействия тел, электризацию тел, картины электростатических полей;

• опыты: Кулона с крутильными весами, Гальвани, Вольты, Ома, Эрстеда, Ампера, Фарадея, Герца по излучению и приему электромагнитных волн;

• опыты, доказывающие электронную природу проводимости металлов;

• применения электролиза;

• устройство: гальванического элемента и аккумулятора, электронно-лучевой трубки, масс-спектрографа, МГД-генератора, электроизмерительных приборов, проекционного аппарата, фотоаппарата, микроскопа, телескопа;

• устройство и принцип работы вакуумного диода, генератора переменного тока, трансформатора;

• опыты по получению газовых разрядов: искрового, дугового, тлеющего и коронного; по наблюдению явления электромагнитной индукции; по измерению скорости света; по наблюдению интерференции, дифракции, дисперсии, поляризации;

• условие возникновения электромагнитных волн;

• ход лучей в зеркале, призме, линзе, микроскопе и телескопе.

На уровне понимания

Приводить примеры:

• явлений, подтверждающих природу проводимости металлов, электролитов, вакуума, газов и полупроводников; магнит-

ного взаимодействия, действия магнитного поля на движущиеся заряды, электромагнитной индукции;

- электромагнитных колебательных процессов и характеристик, их описывающих;

- интерференции, дифракции, поляризации и дисперсии в природе и технике;

- применения: теплового действия электрического тока, электролиза, газовых разрядов, полупроводниковых приборов, вакуумного диода; технических устройств для получения, преобразования и передачи электрической энергии, использования переменного электрического тока, оптических приборов.

Объяснять:

- физические явления: взаимодействие наэлектризованных тел, электризация тел, электризация проводника через влияние (электростатическая индукция), поляризация диэлектрика, электростатическая защита;

- модели: точечный заряд, линии напряженности электростатического поля;

- природу электрического заряда и электрического поля;

- причину отсутствия электрического поля внутри металлического проводника;

- механизм поляризации полярных и неполярных диэлектриков;

- создание и существование в цепи электрического тока;

- результаты опытов Гальвани, Вольты, Ома, Манделштама—Папалекси, Толмена—Стюарта;

- вольт-амперные характеристики металлов, электролитов, вакуумного и полупроводникового диодов, газового разряда;

- зависимость от температуры сопротивления металлов, электролитов, вакуумного и полупроводникового диодов, газового разряда;

- явления: сверхпроводимости, интерференции и дифракции световых волн;

- принцип действия: термометра сопротивления, масс-спектрографа, МГД-генератора, электроизмерительных приборов, генератора переменного тока, трансформатора;

- принципы гальваностегии и гальванопластики;

- принцип работы: химических источников тока (гальванических элементов и аккумуляторов); электронно-лучевой трубки, газоразрядных ламп; терморезисторов, фоторезисторов и полупроводникового диода;

- вихревой характер магнитного поля, его отличие от электростатического поля;

- взаимосвязь электрического и магнитного полей;

- процесс электромагнитных колебаний в колебательном контуре;

- зависимость периода и частоты колебаний от параметров колебательного контура;
- физические основы амплитудной модуляции, радиопередающих устройств и радиоприемников, радиолокации;
- применение формулы тонкой линзы.

Понимать:

- факт существования в природе электрических зарядов противоположных знаков, элементарного электрического заряда;
- свойство дискретности электрического заряда;
- смысл закона сохранения электрического заряда, принципа суперпозиции полей и их фундаментальный характер;
- эмпирический характер закона Кулона;
- существование границ применимости закона Кулона;
- объективность существования электрического поля;
- возможность модельной интерпретации электрического поля в виде линий напряженности.

Выводить:

- формулы: силы Лоренца из закона Ампера, ЭДС самоиндукции.

На уровне применения в типичных ситуациях

Уметь:

- анализировать наблюдаемые явления и объяснять причины их возникновения;
- анализировать и объяснять наглядные картины электростатического поля;
- строить изображения линий напряженности электростатических полей; вольт-амперные характеристики металлов, электролитов, вакуумного и полупроводникового диодов, газового разряда;
- измерять ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока, сопротивление резистора с помощью омметра;
- определять направление: вектора магнитной индукции, силы Ампера, силы Лоренца, индукционного тока;
- получать уравнение колебаний силы тока и напряжения в колебательном контуре из уравнения колебаний заряда;
- обобщать на эмпирическом уровне результаты наблюдаемых экспериментов и строить индуктивные выводы;
- строить дедуктивные выводы, применяя полученные знания к решению качественных задач.

Применять:

- изученные зависимости к решению вычислительных, качественных и графических задач;
- метод эквивалентных схем к расчету характеристик электрических цепей;

- полученные знания к объяснению явлений, наблюдаемых в природе и в быту.

На уровне применения в нестандартных ситуациях

Уметь:

- проводить самостоятельные наблюдения и эксперименты, учитывая их структуру (объект наблюдения или экспериментирования, средства, возможные выводы);
- формулировать цель и гипотезу, составлять план экспериментальной работы;
- анализировать и оценивать результаты наблюдения и эксперимента;
- анализировать неизвестные ранее электрические явления и решать возникающие проблемы.

Использовать:

- методы познания: эмпирические (наблюдение и эксперимент), теоретические (анализ, обобщение, моделирование, аналогия, индукция).

Применять:

- полученные знания для объяснения неизвестных ранее явлений и процессов.

Обобщать:

- полученные при изучении темы знания, представлять их в структурированном виде, выделяя при этом эмпирический базис, основные понятия учения об электромагнитном поле, модели, основные законы и следствия.

Основы специальной теории относительности

На уровне запоминания

Называть:

- понятие: релятивистский импульс;
- границы применимости классической механики;
- методы изучения физических явлений: эксперимент, выдвижение гипотез, моделирование.

Воспроизводить:

- постулаты Эйнштейна;
- формулы релятивистского импульса, уравнения движения в СТО, взаимосвязи массы и энергии.

Описывать:

- опыт Майкельсона.

На уровне понимания

Приводить примеры:

- экспериментальных подтверждений выводов теории относительности.

Объяснять:

- зависимость релятивистского импульса от скорости движения тела;
- взаимосвязь массы и энергии;
- проявление принципа соответствия на примере классической и релятивистской механики.

Доказывать:

- скорость света — предельная скорость движения.

Выводить:

- формулу полной энергии движущегося тела.

Объяснять:

- относительность для двух событий понятий «раньше» и «позже»;
- парадокс близнецов.

На уровне применения в типичных ситуациях

Уметь:

- строить дедуктивные выводы, применяя полученные знания к решению качественных задач.

Применять:

- изученные зависимости к решению вычислительных и качественных задач.

На уровне применения в нестандартных ситуациях

Обобщать:

- полученные при изучении темы знания, представлять их в структурированном виде, выделяя основные структурные компоненты специальной теории относительности.

Квантовая физика.

Физика атома и атомного ядра

На уровне запоминания

Называть:

- понятия: фотоэффект, квант, фотон, корпускулярно-волновой дуализм; модель атома Томсона, планетарная модель Резерфорда, модель Резерфорда—Бора; спектры испускания и поглощения, спектральные закономерности, вынужденное (индуцированное) излучение; радиоактивность, естественная и искусственная радиоактивность, α -, β -, γ -излучение, протон, нейтрон, нуклон, зарядовое число, массовое число, изотоп, ядерные силы, энергия связи ядра, дефект массы, радиоактивный распад, период полураспада, ядерные реакции, цепная ядерная реакция, критическая масса урана, поглощенная доза

излучения, элементарные частицы, фундаментальные взаимодействия, античастицы;

- физические величины и их условные обозначения: ток насыщения (I_n), задерживающее напряжение (U_3), работа выхода ($A_{\text{вых}}$), постоянная Планка (h), красная граница фотоэффекта (ν_{min}), поглощенная доза излучения (D); единицы этих величин: А, В, Дж, Дж · с, Гц, Гр;

- модели: протонно-нейтронная модель ядра, капельная модель ядра;

- физические приборы и устройства: фотоэлемент, лазер, камера Вильсона, ускоритель, ядерный реактор, атомная электростанция;

- метод исследования: спектральный анализ.

Воспроизводить:

- определения понятий: фотоэффект, ток насыщения, задерживающее напряжение, работа выхода, красная граница фотоэффекта, фотон; радиоактивность, зарядовое и массовое числа, изотоп, ядерные силы, энергия связи ядра, дефект массы, радиоактивный распад, период полураспада, элементарные частицы;

- законы фотоэффекта; радиоактивного распада;

- уравнение Эйнштейна для фотоэффекта;

- формулы: энергии и импульса фотона, длины волны де Бройля, дефекта массы, энергии связи ядра;

- постулаты Бора;

- формулу для определения частоты электромагнитного излучения при переходе электрона из одного стационарного состояния в другое.

Описывать:

- опыты по вырыванию электронов из вещества под действием света;

- принцип действия установки, при помощи которой А. Г. Столетов изучал явление фотоэффекта;

- принцип действия вакуумного фотоэлемента;

- опыт Резерфорда по рассеянию α -частиц;

- опыт Франка и Герца;

- опыты: открытие радиоактивности, определение состава радиоактивного излучения Резерфордом, открытие протона, открытие нейтрона;

- процесс деления ядра урана;

- схему ядерного реактора.

На уровне понимания

Объяснять:

- явление фотоэффекта; радиоактивности, радиоактивного распада;

- причину возникновения тока насыщения и задерживающего напряжения при фотоэффекте; гипотезы Планка о квантовом характере излучения; Эйнштейна об испускании, распространении и поглощении света отдельными квантами;

- смысл: уравнения Эйнштейна как закона сохранения энергии для процессов, происходящих при фотоэффекте;

- законы фотоэффекта с позиций квантовой теории;

- реальность существования в природе фотонов;

- принципиальное отличие фотона от других материальных частиц;

- гипотезу де Бройля о волновых свойствах частиц;

- модели атома Томсона и Резерфорда;

- противоречия планетарной модели;

- смысл постулатов Бора и модели Резерфорда—Бора;

- механизм возникновения линейчатых спектров излучения и поглощения;

- схему установки опыта Франка и Герца и получаемую с ее помощью вольт-амперную зависимость;

- квантовый характер излучения при переходе электрона с одной орбиты на другую;

- механизм поглощения и излучения атомов;

- условия создания вынужденного излучения;

- природу α -, β - и γ -излучений;

- характер ядерных сил;

- короткодействующий характер ядерных сил по сравнению с электромагнитными и гравитационными силами;

- причину возникновения дефекта массы;

- различие между α - и β -распадом;

- статистический, вероятностный характер радиоактивного распада;

- цепную ядерную реакцию;

- устройство и принцип действия ядерного реактора;

- назначение и принцип действия Токамака;

- классы элементарных частиц;

- фундаментальные взаимодействия, их виды и особенности;

- причину аннигиляции элементарных частиц.

Обосновывать:

- невозможность объяснения второго и третьего законов фотоэффекта с позиций волновой теории света;

- эмпирический характер законов фотоэффекта и теоретический характер уравнения Эйнштейна для фотоэффекта;

- идею корпускулярно-волнового дуализма света и частиц вещества;

- роль опытов Лебедева и Вавилова как экспериментальное подтверждение теории фотоэффекта;

- фундаментальный характер опыта Резерфорда;
- роль опытов Франка и Герца как экспериментальное доказательство модели Резерфорда—Бора и подтверждение дискретного характера изменения внутренней энергии атома;
- эмпирический характер спектральных закономерностей;
- соответствие ядерных реакций законам сохранения электрического заряда и массового числа;
- зависимость удельной энергии связи нуклона в ядре от массового числа;
- причину поглощения или выделения энергии при ядерных реакциях;
- смысл принципа причинности в микромире;
- факт существования в микромире античастиц.

Приводить примеры:

- практического применения лазеров;
- возможности использования радиоактивного метода;
- достоинств и недостатков ядерной энергетике;
- биологического действия радиоактивных излучений;
- экологических проблем ядерной физики.

На уровне применения в типичных ситуациях

Уметь:

- анализировать наблюдаемые явления и объяснять причины их возникновения;
- определять неизвестные величины, используя: уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, формулу взаимосвязи энергии излученного или поглощенного кванта и разности энергий атома в различных стационарных состояниях, законы взаимосвязи массы и энергии, радиоактивного распада;
- анализировать описываемые опыты и явления ядерной физики и объяснять причины их возникновения или следствия;
- сравнивать и анализировать модели строения атома.

Применять:

- формулы для расчета энергии и импульса фотона; дефекта массы, энергии связи ядра;
- полученные знания к анализу и объяснению явлений, наблюдаемых в природе и технике.

На уровне применения в нестандартных ситуациях

Уметь:

- обобщать полученные знания на основе структуры физической теории;
- объяснять роль явления фотоэффекта как научного факта, явившегося основой для создания теории фотоэффекта;

- обосновывать роль гипотез Планка и Эйнштейна в создании квантовой физики;
- раскрывать теоретические следствия, доказывающие правомерность высказанных гипотез;
- показывать значение экспериментов Лебедева и Вавилова как подтверждение истинности предложенных гипотез.

Уметь оценивать результаты, полученные при решении задач и проблем:

- при расчете энергии излученного или поглощенного фотона;
- при расчете частоты электромагнитного излучения (длины волны) атома при переходе электрона из одного стационарного состояния в другое;
- в которых используется уравнение Эйнштейна и законы фотоэффекта.

Использовать:

- понятие вынужденного излучения для объяснения принципа работы лазера и его практического применения;
- эмпирические и теоретические методы познания: наблюдение, эксперимент, анализ и синтез, обобщение, моделирование, аналогия, индукция.

Применять:

- полученные знания для объяснения неизвестных ранее явлений и процессов.

Астрофизика

На уровне запоминания

Называть:

- физические величины и их условные обозначения: расстояние до небесных тел (r), солнечная постоянная (E_{\odot}), светимость (L);
- единицы измерения расстояний: астрономическая единица, парсек, метр, световой год;
- планеты Солнечной системы;
- состав солнечной атмосферы;
- группы звезд: главной последовательности, красные гиганты, белые карлики, нейтронные звезды, черная дыра;
- типы галактик;
- спектральные классы звезд;
- квазары, активные галактики;
- источник энергии Солнца и звезд.

Воспроизводить:

- порядок расположения планет в Солнечной системе;
- определение понятий: световой год, парсек, освещенность, солнечная постоянная;

- зависимость цвета звезды от ее температуры;
- явление разбегания галактик;
- закон Хаббла;
- масштабную структуру Вселенной.

Описывать:

- явления метеора и метеорита;
- грануляцию и пятна на поверхности Солнца;
- основные типы звезд;
- спектральные классы звезд;
- конечные этапы эволюции звезд;
- вид Млечного Пути;
- расширение Вселенной;
- модель «горячей Вселенной»;
- типы галактик.

На уровне понимания

Приводить примеры:

- небесных тел, входящих в состав Вселенной, Солнечной системы;
- явлений, наблюдаемых на поверхности Солнца;
- взаимосвязи основных характеристик звезд;
- различных типов галактик;
- роли фундаментальных взаимодействий в различных объектах Вселенной;
- роли фундаментальных постоянных в объяснении природы явлений в различных масштабах Вселенной.

Объяснять:

- происхождение метеоров;
- темный цвет солнечных пятен;
- высокую температуру в недрах Солнца.

Оценивать:

- температуру звезд по их цвету;
- светимость звезды по освещенности, которую она создает на Земле, и расстоянию до нее;
- массу Галактики по скорости движения Солнца вокруг ее центра.

На уровне применения в типичных ситуациях

Уметь:

- описывать: основные типы небесных тел и явлений во Вселенной, основные объекты Солнечной системы, Млечного Пути и Галактики, диаграмму «спектральный класс — светимость», основные этапы эволюции Солнца, основные отличия планет-гигантов от планет земной группы;
- обосновывать модель «горячей Вселенной».

Применять:

- уравнения термоядерных реакций для объяснения условий в центре Солнца и звезд;
- закон Хаббла для определения расстояний до галактик по их скорости удаления.

Оценивать:

- возраст звездного скопления по диаграмме «спектральный класс — светимость»;
- возраст и радиус Вселенной по закону Хаббла.

На уровне применения в нестандартных ситуациях

Обобщать:

- знания о физических различиях планет, звезд и галактик, о проявлении фундаментальных взаимодействий в различных масштабах Вселенной, о месте человека во Вселенной, о роли астрономии в современной естественно-научной картине мира.

Сравнивать:

- размеры небесных тел;
- температуры звезд разного цвета;
- этапы эволюции звезд разной массы.

Применять:

- полученные знания для объяснения неизвестных ранее небесных явлений и процессов.

Выпускник на базовом уровне получит возможность научиться:

- *понимать и объяснять целостность физической теории, различать границы ее применимости и место в ряду других физических теорий;*

- *владеть приемами построения теоретических доказательств, а также прогнозирования особенностей протекания физических явлений и процессов на основе полученных теоретических выводов и доказательств;*

- *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.*

Выпускник на углубленном уровне научится:

- *объяснять и анализировать роль и место физики в формировании современной научной картины мира, в развитии современной техники и технологий, в практической деятельности людей;*
- *характеризовать взаимосвязь между физикой и другими естественными науками;*
- *характеризовать системную связь между основополагающими научными понятиями: пространство, время, материя (вещество, поле), движение, сила, энергия;*
- *понимать и объяснять целостность физической теории, различать границы ее применимости и место в ряду других физических теорий;*
- *владеть приемами построения теоретических доказательств, а также прогнозирования особенностей протекания физических явлений и процессов на основе полученных теоретических выводов и доказательств;*
- *самостоятельно конструировать экспериментальные установки для проверки выдвинутых гипотез, рассчитывать абсолютную и относительную погрешности;*
- *самостоятельно планировать и проводить физические эксперименты;*
- *решать практико-ориентированные качественные и расчётные физические задачи как с опорой на известные физические законы, закономерности и модели, так и с опорой на тексты с избыточной информацией;*
- *объяснять границы применения изученных физических моделей при решении физических и межпредметных задач;*
- *выдвигать гипотезы на основе знания основополагающих физических закономерностей и законов;*
- *характеризовать глобальные проблемы, стоящие перед человечеством: энергетические, сырьевые, экологические и роль физики в решении этих проблем;*
- *объяснять принципы работы и характеристики изученных машин, приборов и технических устройств;*

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

Механика

На уровне запоминания

Называть:

• физические величины и их условные обозначения: путь (l), перемещение (s), скорость (v), ускорение (a), масса (m), сила (F), импульс (p), механическая энергия (E), механическая работа (A), момент силы (M), циклическая частота (ω), частота (ν), фаза (φ), длина волны (λ); единицы этих величин: м, м/с, м/с², кг, Н, кг · м/с, Дж, Н · м, рад/с, Гц, м;

• понятия: свободные колебания, гармонические колебания, колебательная система, вынужденные колебания, резонанс;

• методы изучения физических явлений: наблюдение, эксперимент, теория, выдвижение гипотез, моделирование.

Воспроизводить:

• исторические сведения о развитии представлений о механическом движении, системах мира;

• определения понятий: система отсчета, механическое движение, материальная точка, абсолютно упругое тело, абсолютно твердое тело, плечо силы, момент силы, замкнутая система тел, свободные колебания, гармонические колебания, колебательная система, вынужденные колебания, резонанс;

• формулы: для расчета кинематических и динамических характеристик движения; зависимости от времени координаты, скорости, ускорения при механических колебаниях; периода колебаний математического и пружинного маятника; длины волны;

• законы: законы Ньютона, закон всемирного тяготения, закон сохранения импульса, закон Бернулли, закон сохранения механической энергии, законы Кеплера;

• принцип относительности Галилея.

Описывать:

• явление инерции;

• прямолинейное равномерное движение;

• прямолинейное равноускоренное движение и его частные случаи;

• натурные и мысленные опыты Галилея;

• движение планет и их естественных и искусственных спутников;

- графики зависимости кинематических характеристик равномерного и равноускоренного движений от времени;
- превращения энергии в колебательном контуре.

На уровне понимания

Приводить примеры:

- явлений и экспериментов, ставших эмпирической основой классической механики.

Объяснять:

- результаты опытов, лежащих в основе классической механики;
- сущность кинематического и динамического методов описания движения, их различие и дополнительность;
- отличие понятий: средней путевой скорости от средней скорости; силы тяжести и веса тела.

На уровне применения в типичных ситуациях

Уметь:

- обобщать на эмпирическом уровне результаты наблюдаемых экспериментов и строить индуктивные выводы;
- строить дедуктивные выводы, применяя полученные знания к решению качественных задач;
- применять изученные зависимости к решению вычислительных и графических задач;
- применять полученные знания к объяснению явлений, наблюдаемых в природе и в быту.

На уровне применения в нестандартных ситуациях

Обобщать:

- полученные при изучении классической механики знания, представлять их в структурированном виде.

Молекулярная физика и термодинамика

На уровне запоминания

Называть:

- физические величины и их условные обозначения: относительная молекулярная масса (M_r), молярная масса (M), количество вещества (ν), концентрация молекул (n), постоянная Ломоносова (L), постоянная Авогадро (N_A), давление (p), универсальная газовая постоянная (R), постоянная Больцмана (k), абсолютная влажность (p), относительная влажность (φ), механическое напряжение (σ), относительное удлинение (ε), модуль Юнга (E), поверхностное натяжение (σ), температура (t , T), внутренняя энергия (U), количество теплоты (Q), удельная теплоемкость (c), удельная теплота сгорания топлива (q), удельная

теплота плавления (λ), удельная теплота парообразования (L), коэффициент полезного действия (КПД) теплового двигателя (η); единицы этих величин: кг/моль, моль, м^{-3} , моль^{-1} , Па, Дж/(моль \cdot К), Дж/К, Па, Н/м, $^{\circ}\text{C}$, К, Дж, Дж/(кг \cdot К), Дж/кг;

- порядок: размеров и массы молекул, числа молекул в единице объема;

- методы изучения физических явлений: наблюдение, эксперимент, теория, выдвижение гипотез, моделирование;

- физический прибор: термометр, гигрометр, психрометр.

Воспроизводить:

- исторические сведения о развитии взглядов на строение вещества;

- определения понятий: макроскопическая система, параметры состояния макроскопической системы, относительная молекулярная масса, молярная масса, количество вещества, концентрация молекул, постоянная Лошмидта, постоянная Авогадро, средний квадрат скорости молекул, диффузия, идеальный газ, изотермический, изохорный, изобарный и адиабатный процессы, критическая температура, насыщенный пар, точка росы, абсолютная влажность воздуха, относительная влажность воздуха, кристаллическая решетка, идеальный кристалл, полиморфизм, монокристалл, поликристалл, анизотропия свойств, деформация, упругая деформация, пластическая деформация, механическое напряжение, относительное удлинение, модуль Юнга, сила поверхностного натяжения, поверхностное натяжение, тепловое движение, тепловое равновесие, термодинамическая система, температура, абсолютный нуль температуры, внутренняя энергия, теплопередача, количество теплоты, удельная теплоемкость, удельная теплота сгорания топлива, удельная теплота плавления, удельная теплота парообразования, необратимый процесс, тепловой двигатель, КПД теплового двигателя;

- основные положения молекулярно-кинетической теории;

- формулировки закона Гука, первого и второго законов термодинамики;

- формулы: относительной молекулярной массы, количества вещества, концентрации молекул, давления идеального газа, внутренней энергии идеального газа, законов Бойля—Мариотта, Шарля, Гей-Люссака, относительной влажности, закона Гука, поверхностного натяжения, высоты подъема жидкости в капилляре, работы в термодинамике, первого закона термодинамики; количества теплоты, необходимого для нагревания или выделяющегося при охлаждении тела; количества теплоты, необходимого для плавления (кристаллизации); количества теплоты, необходимого для превращения жидкости в пар (кон-

денсации); КПД теплового двигателя, КПД идеального теплового двигателя;

- уравнения: уравнение состояния идеального газа, уравнение Менделеева—Клапейрона, уравнение Клапейрона;
- графики изотермического, изохорного, изобарного и адиабатного процессов; зависимости температуры вещества от времени при его нагревании (охлаждении), плавлении (кристаллизации) и кипении (конденсации).

Описывать:

- броуновское движение;
- явление диффузии;
- опыт Штерна;
- график распределения молекул по скоростям;
- характер взаимодействия молекул вещества;
- график зависимости силы межмолекулярного взаимодействия от расстояния между молекулами (атомами);
- способы измерения массы и размеров молекул;
- модели: идеальный газ, реальный газ, идеальный кристалл, аморфное состояние твердого тела, жидкое состояние;
- условия осуществления изотермического, изохорного, изобарного, адиабатного процессов и соответствующие эксперименты;
- процессы парообразования и установления динамического равновесия между паром и жидкостью;
- различные виды кристаллических решеток;
- механические свойства твердых тел;
- опыты, иллюстрирующие различные виды деформации твердых тел, поверхностное натяжение жидкости, изменение внутренней энергии при совершении работы; явления теплопроводности, конвекции и излучения;
- устройство тепловых двигателей (двигателя внутреннего сгорания, паровой турбины, турбореактивного двигателя) и холодильной машины;
- негативное влияние работы тепловых двигателей на состояние окружающей среды и перспективы его уменьшения;
- наблюдаемые в природе и в быту явления поверхностного натяжения, смачивания, капиллярности; явления превращения вещества из одного агрегатного состояния в другое.

Различать:

- способы теплопередачи.

На уровне понимания

Приводить примеры:

- явлений, подтверждающих основные положения молекулярно-кинетической теории;

- проявления газовых законов;
- применения газов в технике; сжатого воздуха, сжиженных газов;
- полиморфизма;
- анизотропии свойств монокристаллов;
- различных видов деформации;
- веществ, находящихся в аморфном состоянии;
- превращения кристаллического состояния в аморфное и обратно;
- проявления поверхностного натяжения, смачивания и капиллярности в природе и в быту;
- изменения внутренней энергии путем совершения работы и путем теплопередачи;
- теплопроводности, конвекции, излучения в природе и в быту;
- агрегатных превращений вещества.

Объяснять:

- сущность термодинамического и статистического методов изучения макроскопических систем, их различие и дополнительность;
- результаты опытов, доказывающих основные положения молекулярно-кинетической теории; опыта Штерна;
- отличие понятия средней скорости теплового движения молекул от понятия средней скорости движения материальной точки;
- природу межмолекулярного взаимодействия, давления газа;
- графики: зависимости силы межмолекулярного взаимодействия от расстояния между молекулами (атомами); зависимости температуры вещества от времени при его нагревании, плавлении, кристаллизации, кипении и конденсации;
- характер зависимости давления идеального газа от концентрации молекул и их средней кинетической энергии;
- физический смысл постоянной Больцмана и универсальной газовой постоянной;
- условия и границы применимости: уравнения Менделеева—Клапейрона, уравнения Клапейрона, газовых законов;
- формулу внутренней энергии идеального газа;
- сущность критического состояния вещества и смысл критической температуры;
- на основе молекулярно-кинетической теории процесс парообразования, образование и свойства насыщенного пара, зависимость точки росы от давления;
- способы измерения влажности воздуха;
- получение сжиженных газов;

- особенность температуры как параметра состояния системы;
- механизм теплопроводности и конвекции на основе молекулярно-кинетической теории;
- физический смысл понятий: количество теплоты, удельная теплоемкость, удельная теплота сгорания топлива, удельная теплота плавления, удельная теплота парообразования;
- процессы: плавления и отвердевания кристаллических и аморфных тел; парообразования (испарения, кипения) и конденсации;
- графическое представление работы в термодинамике;
- эквивалентность теплоты и работы;
- статистический смысл необратимости;
- принцип работы тепловых двигателей;
- принцип действия и устройство: двигателя внутреннего сгорания, холодильной машины.

Доказывать:

- что тела обладают внутренней энергией;
- что внутренняя энергия зависит от температуры и массы тела, от его агрегатного состояния и не зависит от движения тела как целого и от его взаимодействия с другими телами;
- что плавление и кристаллизация, испарение и конденсация — противоположные процессы, происходящие одновременно;
- невозможность создания вечного двигателя;
- необратимость процессов в природе;
- анизотропию свойств кристаллов;
- механизм упругости твердых тел на основе молекулярно-кинетической теории;
- на основе молекулярно-кинетической теории свойства: твердых тел (прочность, хрупкость, твердость), аморфного состояния твердого тела, жидкости;
- существование поверхностного натяжения;
- смачивание и капиллярность;
- зависимость поверхностного натяжения от рода жидкости и ее температуры.

Выводить:

- формулу работы газа в термодинамике.

На уровне применения в типичных ситуациях

Уметь:

- вывести: уравнение Менделеева—Клапейрона, используя основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа и формулу взаимосвязи средней кинетической энергии теплового движения молекул газа и его абсолютной

температуры; газовые законы, используя уравнение Клапейрона;

- строить индуктивные выводы на основе результатов выполненного экспериментального исследования зависимости между параметрами состояния идеального газа;

- использовать гигрометр и психрометр для измерения влажности воздуха;

- измерять экспериментально поверхностное натяжение жидкости;

- переводить значение температуры из градусов Цельсия в кельвины и обратно;

- пользоваться термометром;

- строить график зависимости температуры тела от времени при нагревании, плавлении, кипении, конденсации, кристаллизации, охлаждении;

- находить из графиков значения величин и выполнять необходимые расчеты;

- обобщать на эмпирическом уровне результаты наблюдаемых экспериментов и строить индуктивные выводы;

- строить дедуктивные выводы, применяя полученные знания к решению качественных задач.

Применять:

- закон Гука (формулу зависимости механического напряжения от относительного удлинения) к решению задач;

- формулу поверхностного натяжения к решению задач;

- знания молекулярно-кинетической теории к толкованию понятий температуры и внутренней энергии;

- уравнение теплового баланса к решению задач на теплообмен;

- формулы для расчета: количества теплоты, полученного телом при нагревании или отданного при охлаждении; количества теплоты, полученного телом при плавлении или отданного при кристаллизации; количества теплоты, полученного телом при кипении или отданного при конденсации;

- формулу работы в термодинамике к решению вычислительных и графических задач;

- первый закон термодинамики к решению задач;

- изученные зависимости к решению вычислительных задач и графических задач;

- полученные знания для объяснения явлений, наблюдаемых в природе и в быту.

На уровне применения в нестандартных ситуациях

Обобщать:

- знания о строении и свойствах твердых тел и жидкостей, агрегатных превращениях вещества и механизме их протекания

ния, удельных величинах, характеризующих агрегатные превращения (удельная теплота плавления, удельная теплота парообразования);

- полученные при изучении темы знания, представлять их в структурированном виде.

Сравнивать:

- строение и свойства кристаллических и аморфных тел; аморфных тел и жидкостей;

- удельную теплоту плавления (кристаллизации) и парообразования (конденсации) по графику зависимости температуры разных веществ от времени;

- процессы испарения и кипения.

Иллюстрировать:

- проявление принципа дополнительности при описании тепловых явлений и тепловых свойств газов.

Электродинамика

На уровне запоминания

Называть:

- понятия: электрический заряд, электризация, электрическое поле, проводники и диэлектрики;

- физические величины и их условные обозначения: электрический заряд (q), напряженность электростатического поля (E), диэлектрическая проницаемость (ϵ), потенциал электростатического поля (ϕ), разность потенциалов, или напряжение (U), электрическая емкость (C), электродвижущая сила (ЭДС) (\mathcal{E}), сила тока (I), напряжение (U), сопротивление проводника (R), удельное сопротивление проводника (ρ), внутреннее сопротивление источника тока (r), температурный коэффициент сопротивления (α), электрохимический эквивалент вещества (k), магнитная индукция (B), магнитная проницаемость среды (μ), магнитный поток (Φ), ЭДС индукции (\mathcal{E}_i), ЭДС самоиндукции (\mathcal{E}_{si}), индуктивность (L), энергия магнитного поля (W_m), относительный и абсолютный показатели преломления (n), предельный угол полного внутреннего отражения (α_0), увеличение линзы (Γ), фокусное расстояние линзы (F), оптическая сила линзы (D); единицы этих величин: Кл, Н/Кл, В, Ф, В, А, Ом, Ом · м, К⁻¹, кг/Кл, Тл, Вб, В, Гн, Дж, рад, м, дптр;

- понятия: сторонние силы, ЭДС, низкотемпературная и высокотемпературная плазма, магнитное поле, электромагнитная индукция, самоиндукция, электромагнитное поле, электромагнитные волны, полное внутреннее отражение, мнимое изображение, действительное изображение, главная оптиче-

ская ось линзы, побочная оптическая ось линзы, главный фокус линзы, когерентность;

- физические приборы и устройства: электроскоп, электрометр, крутильные весы, конденсатор;
- методы изучения физических явлений: наблюдение, эксперимент, теория, выдвижение гипотез, моделирование.

Воспроизводить:

- исторические сведения о развитии учения о постоянном токе, о магнитном поле, о свете;

- определения понятий: электрическое взаимодействие, электрические силы, элементарный электрический заряд, точечный заряд, электризация тел, проводники и диэлектрики, электростатическое поле, напряженность электростатического поля, линии напряженности электростатического поля, однородное электрическое поле, потенциал, разность потенциалов (напряжение), электрическая емкость, электрический ток, сторонние силы, ЭДС, сила тока, напряжение, сопротивление проводника, удельное сопротивление проводника, магнитное поле, вектор магнитной индукции, линии магнитной индукции, магнитная проницаемость среды, магнитный поток, электромагнитная индукция, ЭДС индукции, самоиндукция, ЭДС самоиндукции, индуктивность, вихревое электрическое поле, полное внутреннее отражение, мнимое изображение, главная оптическая ось линзы;

- законы и принципы: закон сохранения электрического заряда, закон Кулона; принцип суперпозиции сил, принцип суперпозиции полей;

- правила: правило буравчика, правило левой руки, правило Ленца;

- формулы: напряженности электростатического поля, потенциала, разности потенциалов, электрической емкости, взаимосвязи разности потенциалов и напряженности электростатического поля, электродвижущей силы, силы тока, закона Ома для участка цепи и для полной цепи, зависимости сопротивления проводника от температуры, законов последовательного и параллельного соединения резисторов, закона Джоуля—Ленца, работы и мощности электрического тока, закона электролиза, модуля вектора магнитной индукции, силы Ампера, силы Лоренца, магнитного потока, ЭДС индукции, ЭДС самоиндукции, индуктивности, энергии магнитного поля, для расчета заряда, силы тока, напряжения при электромагнитных колебаниях; периода электромагнитных колебаний, предельного угла полного внутреннего отражения, увеличения линзы, оптической силы линзы, тонкой линзы, условий интерференционных максимумов и минимумов;

- аналогию между электрическими и гравитационными силами;

- условия существования электрического тока.

Описывать:

- наблюдаемые электрические взаимодействия тел, электризацию тел, картины электростатических полей;

- опыты: Кулона с крутильными весами, Гальвани, Вольты, Ома, Эрстеда, Ампера, Фарадея, Герца по излучению и приему электромагнитных волн;

- опыты, доказывающие электронную природу проводимости металлов;

- применения электролиза;

- устройство: гальванического элемента и аккумулятора, электронно-лучевой трубки, масс-спектрографа, МГД-генератора, электроизмерительных приборов, проекционного аппарата, фотоаппарата, микроскопа, телескопа;

- устройство и принцип работы вакуумного диода, генератора переменного тока, трансформатора;

- опыты по получению газовых разрядов: искрового, дугового, тлеющего и коронного; по наблюдению явления электромагнитной индукции; по измерению скорости света; по наблюдению интерференции, дифракции, дисперсии, поляризации;

- условие возникновения электромагнитных волн;

- ход лучей в зеркале, призме, линзе, микроскопе и телескопе.

На уровне понимания

Приводить примеры:

- явлений, подтверждающих природу проводимости металлов, электролитов, вакуума, газов и полупроводников; магнитного взаимодействия, действия магнитного поля на движущиеся заряды, электромагнитной индукции;

- электромагнитных колебательных процессов и характеристик, их описывающих;

- интерференции, дифракции, поляризации и дисперсии в природе и технике;

- применения: теплового действия электрического тока, электролиза, газовых разрядов, полупроводниковых приборов, вакуумного диода; технических устройств для получения, преобразования и передачи электрической энергии, использования переменного электрического тока, оптических приборов.

Объяснять:

- физические явления: взаимодействие наэлектризованных тел, электризация тел, электризация проводника через влия-

ние (электростатическая индукция), поляризация диэлектрика, электростатическая защита;

- модели: точечный заряд, линии напряженности электростатического поля;
- природу электрического заряда и электрического поля;
- причину отсутствия электрического поля внутри металлического проводника;
- механизм поляризации полярных и неполярных диэлектриков;
- создание и существование в цепи электрического тока;
- результаты опытов Гальвани, Вольты, Ома, Манделъштама—Папалекси, Толмена—Стюарта;
- вольт-амперные характеристики металлов, электролитов, вакуумного и полупроводникового диодов, газового разряда;
- зависимость от температуры сопротивления металлов, электролитов, вакуумного и полупроводникового диодов, газового разряда;
- явления: сверхпроводимости, интерференции и дифракции световых волн;
- принцип действия: термометра сопротивления, масс-спектрографа, МГД-генератора, электроизмерительных приборов, генератора переменного тока, трансформатора;
- принципы гальваностегии и гальванопластики;
- принцип работы: химических источников тока (гальванических элементов и аккумуляторов); электронно-лучевой трубки, газоразрядных ламп; терморезисторов, фоторезисторов и полупроводникового диода;
- вихревой характер магнитного поля, его отличие от электростатического поля;
- взаимосвязь электрического и магнитного полей;
- процесс электромагнитных колебаний в колебательном контуре;
- зависимость периода и частоты колебаний от параметров колебательного контура;
- физические основы амплитудной модуляции, радиопередающих устройств и радиоприемников, радиолокации;
- применение формулы тонкой линзы.

Понимать:

- факт существования в природе электрических зарядов противоположных знаков, элементарного электрического заряда;
- свойство дискретности электрического заряда;
- смысл закона сохранения электрического заряда, принципа суперпозиции полей и их фундаментальный характер;
- эмпирический характер закона Кулона;

- существование границ применимости закона Кулона;
- объективность существования электрического поля;
- возможность модельной интерпретации электрического поля в виде линий напряженности.

Выводить:

- формулы: силы Лоренца из закона Ампера, ЭДС самоиндукции.

На уровне применения в типичных ситуациях

Уметь:

- анализировать наблюдаемые явления и объяснять причины их возникновения;
- анализировать и объяснять наглядные картины электростатического поля;
- строить изображения линий напряженности электростатических полей; вольт-амперные характеристики металлов, электролитов, вакуумного и полупроводникового диодов, газового разряда;
- измерять ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока, сопротивление резистора с помощью омметра;
- определять направление: вектора магнитной индукции, силы Ампера, силы Лоренца, индукционного тока;
- получать уравнение колебаний силы тока и напряжения в колебательном контуре из уравнения колебаний заряда;
- обобщать на эмпирическом уровне результаты наблюдаемых экспериментов и строить индуктивные выводы;
- строить дедуктивные выводы, применяя полученные знания к решению качественных задач.

Применять:

- изученные зависимости к решению вычислительных, качественных и графических задач;
- метод эквивалентных схем к расчету характеристик электрических цепей;
- полученные знания к объяснению явлений, наблюдаемых в природе и в быту.

На уровне применения в нестандартных ситуациях

Уметь:

- проводить самостоятельные наблюдения и эксперименты, учитывая их структуру (объект наблюдения или экспериментирование, средства, возможные выводы);
- формулировать цель и гипотезу, составлять план экспериментальной работы;
- анализировать и оценивать результаты наблюдения и эксперимента;

- анализировать неизвестные ранее электрические явления и решать возникающие проблемы.

Использовать:

- методы познания: эмпирические (наблюдение и эксперимент), теоретические (анализ, обобщение, моделирование, аналогия, индукция).

Применять:

- полученные знания для объяснения неизвестных ранее явлений и процессов.

Обобщать:

- полученные при изучении темы знания, представлять их в структурированном виде, выделяя при этом эмпирический базис, основные понятия учения об электромагнитном поле, модели, основные законы и следствия.

Основы специальной теории относительности

На уровне запоминания

Называть:

- понятие: релятивистский импульс;
- границы применимости классической механики;
- методы изучения физических явлений: эксперимент, выдвижение гипотез, моделирование.

Воспроизводить:

- постулаты Эйнштейна;
- формулы релятивистского импульса, уравнения движения в СТО, взаимосвязи массы и энергии.

Описывать:

- опыт Майкельсона.

На уровне понимания

Приводить примеры:

- экспериментальных подтверждений выводов теории относительности.

Объяснять:

- зависимость релятивистского импульса от скорости движения тела;
- взаимосвязь массы и энергии;
- проявление принципа соответствия на примере классической и релятивистской механики.

Доказывать:

- скорость света — предельная скорость движения.

Выводить:

- формулу полной энергии движущегося тела.

Объяснять:

- относительность для двух событий понятий «раньше» и «позже»;
- парадокс близнецов.

На уровне применения в типичных ситуациях

Уметь:

- строить дедуктивные выводы, применяя полученные знания к решению качественных задач.

Применять:

- изученные зависимости к решению вычислительных и качественных задач.

На уровне применения в нестандартных ситуациях

Обобщать:

- полученные при изучении темы знания, представлять их в структурированном виде, выделяя основные структурные компоненты специальной теории относительности.

Квантовая физика.

Физика атома и атомного ядра

На уровне запоминания

Называть:

• понятия: фотоэффект, квант, фотон, корпускулярно-волновой дуализм; модель атома Томсона, планетарная модель Резерфорда, модель Резерфорда—Бора; спектры испускания и поглощения, спектральные закономерности, вынужденное (индуцированное) излучение; радиоактивность, естественная и искусственная радиоактивность, α -, β -, γ -излучение, протон, нейтрон, нуклон, зарядовое число, массовое число, изотоп, ядерные силы, энергия связи ядра, дефект массы, радиоактивный распад, период полураспада, ядерные реакции, цепная ядерная реакция, критическая масса урана, поглощенная доза излучения, элементарные частицы, фундаментальные взаимодействия, античастицы;

• физические величины и их условные обозначения: ток насыщения (I_n), задерживающее напряжение (U_z), работа выхода ($A_{\text{вых}}$), постоянная Планка (h), красная граница фотоэффекта (ν_{min}), поглощенная доза излучения (D); единицы этих величин: А, В, Дж, Дж · с, Гц, Гр;

• модели: протонно-нейтронная модель ядра, капельная модель ядра;

• физические приборы и устройства: фотоэлемент, лазер, камера Вильсона, ускоритель, ядерный реактор, атомная электростанция;

- метод исследования: спектральный анализ.

Воспроизводить:

- определения понятий: фотоэффект, ток насыщения, задерживающее напряжение, работа выхода, красная граница фотоэффекта, фотон; радиоактивность, зарядовое и массовое числа, изотоп, ядерные силы, энергия связи ядра, дефект массы, радиоактивный распад, период полураспада, элементарные частицы;

- законы фотоэффекта; радиоактивного распада;
- уравнение Эйнштейна для фотоэффекта;
- формулы: энергии и импульса фотона, длины волны де Бройля, дефекта массы, энергии связи ядра;
- постулаты Бора;
- формулу для определения частоты электромагнитного излучения при переходе электрона из одного стационарного состояния в другое.

Описывать:

- опыты по вырыванию электронов из вещества под действием света;
- принцип действия установки, при помощи которой А. Г. Столетов изучал явление фотоэффекта;
- принцип действия вакуумного фотоэлемента;
- опыт Резерфорда по рассеянию α -частиц;
- опыт Франка и Герца;
- опыты: открытие радиоактивности, определение состава радиоактивного излучения Резерфордом, открытие протона, открытие нейтрона;
- процесс деления ядра урана;
- схему ядерного реактора.

На уровне понимания

Объяснять:

- явление фотоэффекта; радиоактивности, радиоактивного распада;
- причину возникновения тока насыщения и задерживающего напряжения при фотоэффекте; гипотезы Планка о квантовом характере излучения; Эйнштейна об испускании, распространении и поглощении света отдельными квантами;
- смысл: уравнения Эйнштейна как закона сохранения энергии для процессов, происходящих при фотоэффекте;
- законы фотоэффекта с позиций квантовой теории;
- реальность существования в природе фотонов;
- принципиальное отличие фотона от других материальных частиц;
- гипотезу де Бройля о волновых свойствах частиц;

- модели атома Томсона и Резерфорда;
- противоречия планетарной модели;
- смысл постулатов Бора и модели Резерфорда—Бора;
- механизм возникновения линейчатых спектров излучения и поглощения;
 - схему установки опыта Франка и Герца и получаемую с ее помощью вольт-амперную зависимость;
 - квантовый характер излучения при переходе электрона с одной орбиты на другую;
 - механизм поглощения и излучения атомов;
 - условия создания вынужденного излучения;
 - природу α -, β - и γ -излучений;
 - характер ядерных сил;
 - короткодействующий характер ядерных сил по сравнению с электромагнитными и гравитационными силами;
 - причину возникновения дефекта массы;
 - различие между α - и β -распадом;
 - статистический, вероятностный характер радиоактивного распада;
 - цепную ядерную реакцию;
 - устройство и принцип действия ядерного реактора;
 - назначение и принцип действия Токамака;
 - классы элементарных частиц;
 - фундаментальные взаимодействия, их виды и особенности;
 - причину аннигиляции элементарных частиц.

Обосновывать:

- невозможность объяснения второго и третьего законов фотоэффекта с позиций волновой теории света;
- эмпирический характер законов фотоэффекта и теоретический характер уравнения Эйнштейна для фотоэффекта;
- идею корпускулярно-волнового дуализма света и частиц вещества;
 - роль опытов Лебедева и Вавилова как экспериментальное подтверждение теории фотоэффекта;
 - фундаментальный характер опыта Резерфорда;
 - роль опытов Франка и Герца как экспериментальное доказательство модели Резерфорда—Бора и подтверждение дискретного характера изменения внутренней энергии атома;
 - эмпирический характер спектральных закономерностей;
 - соответствие ядерных реакций законам сохранения электрического заряда и массового числа;
 - зависимость удельной энергии связи нуклона в ядре от массового числа;

- причину поглощения или выделения энергии при ядерных реакциях;
- смысл принципа причинности в микромире;
- факт существования в микромире античастиц.

Приводить примеры:

- практического применения лазеров;
- возможности использования радиоактивного метода;
- достоинств и недостатков ядерной энергетики;
- биологического действия радиоактивных излучений;
- экологических проблем ядерной физики.

На уровне применения в типичных ситуациях

Уметь:

- анализировать наблюдаемые явления и объяснять причины их возникновения;
- определять неизвестные величины, используя: уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, формулу взаимосвязи энергии излученного или поглощенного кванта и разности энергий атома в различных стационарных состояниях, законы взаимосвязи массы и энергии, радиоактивного распада;

- анализировать описываемые опыты и явления ядерной физики и объяснять причины их возникновения или следствия;
- сравнивать и анализировать модели строения атома.

Применять:

- формулы для расчета энергии и импульса фотона; дефекта массы, энергии связи ядра;
- полученные знания к анализу и объяснению явлений, наблюдаемых в природе и технике.

На уровне применения в нестандартных ситуациях

Уметь:

- обобщать полученные знания на основе структуры физической теории;
- объяснять роль явления фотоэффекта как научного факта, явившегося основой для создания теории фотоэффекта;
- обосновывать роль гипотез Планка и Эйнштейна в создании квантовой физики;
- раскрывать теоретические следствия, доказывающие правомерность высказанных гипотез;
- показывать значение экспериментов Лебедева и Вавилова как подтверждение истинности предложенных гипотез.

Уметь оценивать результаты, полученные при решении задач и проблем:

- при расчете энергии излученного или поглощенного фотона;

- при расчете частоты электромагнитного излучения (длины волны) атома при переходе электрона из одного стационарного состояния в другое;
- в которых используется уравнение Эйнштейна и законы фотоэффекта.

Использовать:

- понятие вынужденного излучения для объяснения принципа работы лазера и его практического применения;
- эмпирические и теоретические методы познания: наблюдение, эксперимент, анализ и синтез, обобщение, моделирование, аналогия, индукция.

Применять:

- полученные знания для объяснения неизвестных ранее явлений и процессов.

Астрофизика

На уровне запоминания

Называть:

- физические величины и их условные обозначения: расстояние до небесных тел (r), солнечная постоянная (E_{\odot}), светимость (L);
- единицы измерения расстояний: астрономическая единица, парсек, метр, световой год;
- планеты Солнечной системы;
- состав солнечной атмосферы;
- группы звезд: главной последовательности, красные гиганты, белые карлики, нейтронные звезды, черная дыра;
- типы галактик;
- спектральные классы звезд;
- квазары, активные галактики;
- источник энергии Солнца и звезд.

Воспроизводить:

- порядок расположения планет в Солнечной системе;
- определение понятий: световой год, парсек, освещенность, солнечная постоянная;
- зависимость цвета звезды от ее температуры;
- явление разбегания галактик;
- закон Хаббла;
- масштабную структуру Вселенной.

Описывать:

- явления метеора и метеорита;
- грануляцию и пятна на поверхности Солнца;
- основные типы звезд;
- спектральные классы звезд;

- конечные этапы эволюции звезд;
- вид Млечного Пути;
- расширение Вселенной;
- модель «горячей Вселенной»;
- типы галактик.

На уровне понимания

Приводить примеры:

- небесных тел, входящих в состав Вселенной, Солнечной системы;
- явлений, наблюдаемых на поверхности Солнца;
- взаимосвязи основных характеристик звезд;
- различных типов галактик;
- роли фундаментальных взаимодействий в различных объектах Вселенной;
- роли фундаментальных постоянных в объяснении природы явлений в различных масштабах Вселенной.

Объяснять:

- происхождение метеоров;
- темный цвет солнечных пятен;
- высокую температуру в недрах Солнца.

Оценивать:

- температуру звезд по их цвету;
- светимость звезды по освещенности, которую она создает на Земле, и расстоянию до нее;
- массу Галактики по скорости движения Солнца вокруг ее центра.

На уровне применения в типичных ситуациях

Уметь:

- описывать: основные типы небесных тел и явлений во Вселенной, основные объекты Солнечной системы, Млечного Пути и Галактики, диаграмму «спектральный класс — светимость», основные этапы эволюции Солнца, основные отличия планет-гигантов от планет земной группы;
- обосновывать модель «горячей Вселенной».

Применять:

- уравнения термоядерных реакций для объяснения условий в центре Солнца и звезд;
- закон Хаббла для определения расстояний до галактик по их скорости удаления.

Оценивать:

- возраст звездного скопления по диаграмме «спектральный класс — светимость»;
- возраст и радиус Вселенной по закону Хаббла.

На уровне применения в нестандартных ситуациях

Обобщать:

- знания о физических различиях планет, звезд и галактик, о проявлении фундаментальных взаимодействий в различных масштабах Вселенной, о месте человека во Вселенной, о роли астрономии в современной естественно-научной картине мира.

Сравнивать:

- размеры небесных тел;
- температуры звезд разного цвета;
- этапы эволюции звезд разной массы.

Применять:

- полученные знания для объяснения неизвестных ранее небесных явлений и процессов.

Выпускник на углубленном уровне получит возможность научиться:

- проверять экспериментальными средствами выдвинутые гипотезы, формулируя цель исследования, на основе знания основополагающих физических закономерностей и законов;

- описывать и анализировать полученную в результате проведенных физических экспериментов информацию, определять ее достоверность;

- понимать и объяснять системную связь между основополагающими научными понятиями: пространство, время, материя (вещество, поле), движение, сила, энергия;

- решать экспериментальные, качественные и количественные задачи олимпиадного уровня сложности, используя физические законы, а также уравнения, связывающие физические величины;

- анализировать границы применимости физических законов, понимать всеобщий характер фундаментальных законов и ограниченность использования частных законов;

- формулировать и решать новые задачи, возникающие в ходе учебно-исследовательской и проектной деятельности;

- усовершенствовать приборы и методы исследования в соответствии с поставленной задачей;

- использовать методы математического моделирования, в том числе простейшие статистические методы для обработки результатов эксперимента.

Обеспечить достижение планируемых результатов освоения основной образовательной программы, создать основу для самостоятельного успешного усвоения обучающимися новых знаний, умений, видов и способов деятельности должен системно-

деятельностный подход. В соответствии с этим подходом именно активность обучающихся признается основой достижения развивающих целей образования: знания не передаются в готовом виде, а добываются учащимися в процессе познавательной деятельности.

Одним из путей повышения мотивации и эффективности учебной деятельности в основной школе является включение учащихся в *учебно-исследовательскую и проектную деятельность*, которая имеет следующие особенности:

1) цели и задачи этих видов деятельности учащихся определяются как их личностными мотивами, так и социальными. Это означает, что такая деятельность должна быть направлена не только на повышение компетентности подростков в предметной области определенных учебных дисциплин, не только на развитие их способностей, но и на создание продукта, имеющего значимость для других;

2) учебно-исследовательская и проектная деятельность должна быть организована таким образом, чтобы учащиеся смогли реализовать свои потребности в общении со значимыми, референтными группами одноклассников, учителей и т. д. Строя различного рода отношения в ходе целенаправленной, поисковой, творческой и продуктивной деятельности, подростки овладевают нормами взаимоотношений с разными людьми, умениями переходить от одного вида общения к другому, приобретают навыки индивидуальной самостоятельной работы и сотрудничества в коллективе;

3) организация учебно-исследовательских и проектных работ школьников обеспечивает сочетание различных видов познавательной деятельности. В этих видах деятельности могут быть востребованы практически любые способности подростков, реализованы личные пристрастия к тому или иному виду деятельности.

В результате учебно-исследовательской и проектной деятельности обучающиеся получают представление:

- о философских и методологических основаниях научной деятельности и научных методах, применяемых в исследовательской и проектной деятельности;
- о таких понятиях, как концепция, научная гипотеза, метод, эксперимент, надежность гипотезы, модель, метод сбора и метод анализа данных;
- о том, чем отличаются исследования в гуманитарных областях от исследований в естественных науках;
- об истории науки;
- о новейших разработках в области науки и технологий;

- о правилах и законах, регулирующих отношения в научной, изобретательской и исследовательских областях деятельности (патентное право, защита авторского права и т. п.);
- о деятельности организаций, сообществ и структур, заинтересованных в результатах исследований и предоставляющих ресурсы для проведения исследований и реализации проектов (фонды, государственные структуры, краудфандинговые структуры и т. п.).

Выпускник сможет:

- решать задачи, находящиеся на стыке нескольких учебных дисциплин (межпредметные задачи);
- использовать основной алгоритм исследования при решении своих учебно-познавательных задач;
- использовать основные принципы проектной деятельности при решении своих учебно-познавательных задач и задач, возникающих в культурной и социальной жизни;
- использовать элементы математического моделирования при решении исследовательских задач;
- использовать элементы математического анализа для интерпретации результатов, полученных в ходе учебно-исследовательской работы.

С точки зрения формирования универсальных учебных действий, в ходе освоения принципов учебно-исследовательской и проектной деятельности ***выпускник научится:***

- формулировать научную гипотезу, ставить цель в рамках исследования и проектирования, исходя из культурной нормы и соотносясь с представлениями об общем благе;
- восстанавливать контексты и пути развития того или иного вида научной деятельности, определяя место своего исследования или проекта в общем культурном пространстве;
- отслеживать и принимать во внимание тренды и тенденции развития различных видов деятельности, в том числе научных, учитывать их при постановке собственных целей;
- оценивать ресурсы, в том числе и нематериальные, такие, как время, необходимые для достижения поставленной цели;
- находить различные источники материальных и нематериальных ресурсов, предоставляющих средства для проведения исследований и реализации проектов в различных областях деятельности человека;
- вступать в коммуникацию с держателями различных типов ресурсов, точно и объективно презентуя свой проект или возможные результаты исследования, с целью обеспечения продуктивного взаимовыгодного сотрудничества;

- самостоятельно и совместно с другими авторами разрабатывать систему параметров и критериев оценки эффективности и продуктивности реализации проекта или исследования на каждом этапе реализации и по завершении работы;
- адекватно оценивать риски реализации проекта и проведения исследования и предусматривать пути минимизации этих рисков;
- адекватно оценивать последствия реализации своего проекта (изменения, которые он повлечет в жизни других людей, сообществ);
- адекватно оценивать дальнейшее развитие своего проекта или исследования, видеть возможные варианты применения результатов.

Содержание курса

БАЗОВЫЙ УРОВЕНЬ

Физика и естественно-научный метод познания природы

Физика — фундаментальная наука о природе. Научные методы познания окружающего мира и их отличия от других методов познания. Роль эксперимента и теории в процессе познания природы. Моделирование физических явлений и процессов. Научные гипотезы. Физические законы. Физические теории. Границы применимости физических законов и теорий. Роль и место физики в формировании современной научной картины мира, в практической деятельности людей. Основные элементы физической картины мира. *Принцип соответствия*¹. *Физика и культура*.

Механика

Классическая механика — фундаментальная физическая теория. Границы применимости классической механики. Механическое движение. Основные понятия классической механики: путь и перемещение, скорость, ускорение, масса, сила. Идеализированные объекты физики.

Инерциальная система отсчета. Законы Ньютона. Закон всемирного тяготения. Закон Гука, закон сухого трения. Принцип независимости действия сил. Принцип относительности Галилея. Импульс материальной точки и системы. Изменение и сохранение импульса. Закон сохранения импульса. Механическая энергия материальной точки и системы. Закон сохранения механической энергии. Работа силы.

Небесная механика. Баллистика. Освоение космоса.

Равновесие материальной точки и твердого тела. Условия равновесия. Момент силы. Равновесие жидкости и газа. Давление. Закон сохранения энергии в динамике жидкости.

¹ Курсивом выделен материал, который не выносится на итоговую аттестацию.

Свободные механические колебания. Характеристики колебаний. Гармонические колебания. Превращения энергии при колебаниях. Механические волны. Энергия волны.

Молекулярная физика и термодинамика

Молекулярно-кинетическая теория (МКТ) строения вещества и её экспериментальные доказательства. Тепловые явления. Макроскопическая система. Статистический и термодинамический методы изучения макроскопических систем. Основные положения молекулярно-кинетической теории строения вещества и их экспериментальное обоснование. Атомы и молекулы, их характеристики: размеры, масса. Молярная масса. Постоянная Авогадро. Количество вещества. Движение молекул. Броуновское движение. Диффузия. Скорость движения молекул. Скорость движения молекул и температура тела. Взаимодействие молекул и атомов. *Потенциальная энергия взаимодействия молекул.*

Модель идеального газа. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа. Абсолютная температура как мера средней кинетической энергии теплового движения частиц вещества. Уравнение состояния идеального газа. Изо-процессы. Газовые законы. Адиабатный процесс.

Модель реального газа. Критическая температура. Критическое состояние вещества. Насыщенный и ненасыщенный пар. Зависимость давления насыщенного пара от температуры. Абсолютная и относительная влажность воздуха. Точка росы. Измерение влажности воздуха с помощью гигрометра и психрометра.

Строение твердого кристаллического тела. Кристаллическая решетка. Типы кристаллических решеток. Поликристалл и монокристалл. Анизотропия свойств кристаллов.

Деформация твердого тела. Виды деформации. Механическое напряжение. Закон Гука. Предел прочности. Запас прочности. Учет прочности материалов в технике.

Механические свойства твердых тел: упругость, прочность, пластичность, хрупкость, твердость.

Реальный кристалл. Управление механическими свойствами твердых тел. Жидкие кристаллы и их применение.

Аморфное состояние твердого тела. Полимеры. Композиционные материалы и их применение. *Наноматериалы и нанотехнология.*

Модель жидкого состояния. Свойства поверхностного слоя жидкости. Поверхностное натяжение жидкостей. *Поверхностная энергия.* Смачивание. Капиллярность.

Тепловое движение. Термодинамическая система. Состояние термодинамической системы. Параметры состояния. Термодинамическое равновесие. Температура. Термодинамическая шкала температур. Абсолютный нуль температуры. Внутренняя энергия. Количество теплоты. Работа в термодинамике. Первый закон термодинамики. Применение первого закона термодинамики к изопроцессам. Необратимость тепловых процессов. Второй закон термодинамики, его статистический смысл.

Применение газов в технике. Тепловые двигатели. Принципы работы тепловых двигателей. КПД теплового двигателя. Идеальный тепловой двигатель. Принцип работы холодильной машины. Применение тепловых двигателей в народном хозяйстве и охрана окружающей среды.

Электродинамика

Электрический заряд. Два рода электрических зарядов. Дискретность электрического заряда. Электрические силы. Элементарный электрический заряд. Электризация тел. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона.

Электростатическое поле. Напряженность электростатического поля. Принцип суперпозиции полей. Линии напряженности электростатического поля. Электростатическое поле точечных зарядов. Однородное электростатическое поле.

Проводники и диэлектрики в электростатическом поле.

Работа и потенциальная энергия электростатического поля. Потенциал электростатического поля. Разность потенциалов. Связь между напряженностью электростатического поля и разностью потенциалов.

Электрическая емкость проводника и конденсатора. Емкость плоского конденсатора. Энергия электростатического поля заряженного конденсатора.

Исторические предпосылки учения о постоянном электрическом токе. Условия существования электрического тока. Электродвижущая сила. *Стационарное электрическое поле*. Электрический ток в металлах. Сверхпроводимость. *Связь силы тока с зарядом электрона*. Проводимость различных сред. Закон Ома для полной цепи. Электрические цепи с последовательным и параллельным соединением проводников. Применение законов постоянного тока. *Термопара*. Применение электропроводности жидкости. Применение вакуумных приборов. Применение газовых разрядов. Применение полупроводников.

Магнитное поле. Вектор магнитной индукции. Линии магнитной индукции. Магнитное поле тока. Действие магнитного

поля на проводник с током. Действие магнитного поля на движущиеся заряженные частицы. Сила Ампера и сила Лоренца. Принцип действия электроизмерительных приборов. Магнитные свойства вещества.

Явление электромагнитной индукции. Магнитный поток. ЭДС индукции. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца. Вихревое электрическое поле. *Индукционный ток в проводниках, движущихся в магнитном поле.* Самоиндукция. Индуктивность. *Энергия электромагнитного поля.*

Электромагнитные колебания. Колебательный контур. Свободные электромагнитные колебания. Превращение энергии в колебательном контуре. Период электромагнитных колебаний. Вынужденные электромагнитные колебания. Переменный электрический ток. *Резистор, катушка индуктивности и конденсатор в цепи переменного тока.* Генератор переменного тока. Трансформатор.

Электромагнитное поле. Гипотеза Максвелла. Излучение и прием электромагнитных волн. Открытый колебательный контур. Скорость электромагнитных волн. Развитие средств связи.

Электромагнитные волны. Электромагнитные волны разных диапазонов и их практическое применение.

История развития учения о световых явлениях. Корпускулярно-волновой дуализм свойств света. Электромагнитная природа света. Понятия и законы геометрической оптики. Законы распространения света. Ход лучей в зеркалах, призмах и линзах. Формула тонкой линзы. Оптические приборы. Волновые свойства света: интерференция, дифракция, дисперсия, поляризация. Скорость света и ее экспериментальное определение.

Основы специальной теории относительности

Представления классической физики о пространстве и времени. Электродинамика и принцип относительности. Постулаты специальной теории относительности. *Проблема одновременности. Относительность длины отрезков и промежутков времени.* Элементы релятивистской динамики. Взаимосвязь массы и энергии. Энергия покоя.

Квантовая физика.

Физика атома и атомного ядра

Гипотеза Планка о квантах. Фотоэлектрический эффект. Законы фотоэффекта. Фотон. Уравнение фотоэффекта. Фотоэлементы. Гипотеза де Бройля о волновых свойствах ча-

стиц. Корпускулярно-волновой дуализм. Давление света. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.

Опыты Резерфорда. Строение атома. Квантовые постулаты Бора. Спектры испускания и поглощения. Лазеры.

Радиоактивность. Состав и строение атомного ядра. Протонно-нейтронная модель ядра. Ядерные силы. Энергия связи ядер. Дефект массы.

Радиоактивные превращения. Период полураспада. Закон радиоактивного распада. Ядерные реакции. Энергетический выход ядерных реакций.

Деление ядер урана. Цепная реакция. Ядерный реактор. Ядерная энергетика. *Энергия синтеза атомных ядер*. Биологическое действие радиоактивных излучений. Доза излучения.

Элементарные частицы. Фундаментальные взаимодействия. *Классы элементарных частиц*.

Астрофизика

Строение и состав Солнечной системы. Звезды и источники их энергии. Внутреннее строение Солнца. Современные представления о происхождении и эволюции Солнца и звезд. Классификация звезд. Галактика. Типы галактик. Вселенная. *Космология*. Применимость законов физики для объяснения природы небесных объектов. Пространственные масштабы наблюдаемой Вселенной и применимость физических законов.

Фронтальные лабораторные работы

1. Исследование движения тела под действием постоянной силы.

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

3. Сравнение работы силы с изменением механической энергии тела.

4. Изучение закона сохранения механической энергии при действии на тело сил тяжести и упругости.

5. Измерение удельной теплоты плавления льда.

6. Изучение уравнения состояния идеального газа.

7. Измерение относительной влажности воздуха.

8. Наблюдение образования кристаллов.

9. Измерение поверхностного натяжения жидкости.

10. Измерение электрической емкости конденсатора.

11. Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока.

12. Определение элементарного заряда.
13. Изучение терморезистора.
14. Изучение явления электромагнитной индукции.
15. Измерение относительного показателя преломления вещества.
16. Изучение фотоэффекта.
17. Наблюдение линейчатых спектров.

УГЛУБЛЕННЫЙ УРОВЕНЬ

Физика и естественно-научный метод познания природы

Физика — фундаментальная наука о природе. Научные методы познания окружающего мира и их отличия от других методов познания. Взаимосвязь между физикой и другими естественными науками. Роль эксперимента и теории в процессе познания природы.

Погрешности измерений физических величин. Моделирование физических явлений и процессов. Закономерность и случайность. Научные гипотезы. Физические законы. Физические теории. Принцип соответствия. Границы применимости физических законов и теорий. Роль и место физики в формировании современной научной картины мира, в практической деятельности людей. Основные элементы физической картины мира. *Физика и культура.*

Механика

Классическая механика — фундаментальная физическая теория. Предмет и задачи классической механики. Границы применимости классической механики. Кинематические характеристики механического движения. Основные понятия классической механики: путь и перемещение, скорость, ускорение, масса, сила. Модели тел и движений. Идеализированные объекты физики.

Равноускоренное прямолинейное движение, свободное падение. Движение точки по окружности. *Поступательное и вращательное движение твердого тела.*

Взаимодействие тел. Принцип суперпозиции сил. Инерциальная система отсчета. Законы Ньютона. Закон всемирного тяготения. Закон Гука, закон сухого трения. Принцип независимости действия сил. Принцип относительности Галилея. Небесная механика. Баллистика. Движение небесных тел и их

искусственных спутников. Освоение космоса. *Явления, наблюдаемые в неинерциальных системах отсчета.*

Импульс материальной точки и системы. Закон изменения и сохранения импульса. Механическая энергия материальной точки и системы. Закон изменения и сохранения механической энергии. Работа силы. Равновесие материальной точки и твердого тела. Условия равновесия. Момент силы. Равновесие жидкости и газа. Давление. *Движение жидкостей и газов.*

Свободные механические колебания. Амплитуда, период, частота, фаза колебаний. Гармонические колебания. Превращения энергии при колебаниях. Вынужденные колебания, резонанс.

Механические волны. Поперечные и продольные волны. Энергия волны. Интерференция и дифракция волн. Звуковые волны.

Молекулярная физика и термодинамика

Предмет и задачи молекулярно-кинетической теории (МКТ) и термодинамики. Экспериментальные доказательства МКТ. Тепловые явления. Макроскопическая система. Статистический и термодинамический методы изучения макроскопических систем. Основные положения молекулярно-кинетической теории строения вещества и их экспериментальное обоснование. Атомы и молекулы, их характеристики: размеры, масса. Молярная масса. Постоянная Авогадро. Количество вещества. Движение молекул. Броуновское движение. Диффузия. Скорость движения молекул. Скорость движения молекул и температура тела. Распределение Больцмана. Взаимодействие молекул и атомов. Потенциальная энергия взаимодействия молекул.

Модель идеального газа. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа. Абсолютная температура как мера средней кинетической энергии теплового движения частиц вещества. Уравнение состояния идеального газа. Закон Дальтона. Изопроцессы. Газовые законы. Адиабатный процесс.

Модель реального газа. Критическая температура. Критическое состояние вещества. Агрегатные состояния вещества. Фазовые переходы. Преобразование энергии в фазовых переходах. Насыщенный и ненасыщенный пар. Зависимость давления насыщенного пара от температуры. Абсолютная и относительная влажность воздуха. Точка росы. Измерение влажности воздуха с помощью гигрометра и психрометра.

Строение твердого кристаллического тела. Кристаллическая решетка. Типы кристаллических решеток. Поликристалл и мо-

нокристалл. Анизотропия свойств кристаллов. Деформация твердого тела. Виды деформации. Механическое напряжение. Закон Гука. Предел прочности. Запас прочности. Учет прочности материалов в технике. Механические свойства твердых тел: упругость, прочность, пластичность, хрупкость, твердость.

Реальный кристалл. Управление механическими свойствами твердых тел. Жидкие кристаллы и их применение.

Аморфное состояние твердого тела. Полимеры. Композиционные материалы и их применение. Наноматериалы и нанотехнология.

Модель жидкого состояния. Свойства поверхностного слоя жидкости. Поверхностное натяжение жидкостей. Поверхностная энергия. Смачивание. Капиллярность.

Тепловое движение. Термодинамическая система. Состояние термодинамической системы. Параметры состояния. Термодинамическое равновесие. Температура. Термодинамическая шкала температур. Абсолютный нуль температуры. Внутренняя энергия. Количество теплоты. Работа в термодинамике. Первый закон термодинамики. Применение первого закона термодинамики к изопроцессам. Необратимость тепловых процессов. Второй закон термодинамики, его статистический смысл.

Применение газов в технике. Тепловые двигатели. Принципы работы тепловых двигателей. КПД теплового двигателя. Идеальный тепловой двигатель. Цикл Карно. Принцип работы холодильной машины. Применение тепловых двигателей в народном хозяйстве и охрана окружающей среды. Экологические проблемы теплоэнергетики.

Электродинамика

Предмет и задачи электродинамики. Электрическое взаимодействие. Электрический заряд. Два рода электрических зарядов. Дискретность электрического заряда. Электрические силы. Элементарный электрический заряд. Электризация тел. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона.

Электростатическое поле. Напряженность электростатического поля. Принцип суперпозиции полей. Линии напряженности электростатического поля. Электростатическое поле точечных зарядов. Однородное электростатическое поле.

Проводники и диэлектрики в электростатическом поле.

Работа и потенциальная энергия электростатического поля. Потенциал электростатического поля. Разность потенциалов. Связь между напряженностью электростатического поля и разностью потенциалов. Электрическая емкость проводника и кон-

денсатора. Емкость плоского конденсатора. Энергия электростатического поля заряженного конденсатора.

Исторические предпосылки учения о постоянном электрическом токе. Условия существования электрического тока. Электродвижущая сила. Стационарное электрическое поле. Электрический ток в металлах. Сверхпроводимость. Связь силы тока с зарядом электрона. Проводимость различных сред. Электрический ток в электролитах, полупроводниках, газах и вакууме. Плазма. Закон Ома для полной цепи. Электрические цепи с последовательным и параллельным соединением проводников. Применение законов постоянного тока. Термопара. Применение электропроводности жидкости. Электролиз. Применение вакуумных приборов. Применение газовых разрядов. Применение полупроводников. Полупроводниковые приборы.

Магнитное поле. Вектор магнитной индукции. Линии магнитной индукции. Магнитное поле тока. Действие магнитного поля на движущиеся заряженные частицы. Сила Ампера и сила Лоренца. Принцип действия электроизмерительных приборов. Магнитные свойства вещества.

Поток вектора магнитной индукции. Явление электромагнитной индукции. Магнитный поток. ЭДС индукции. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца. Вихревое электрическое поле. Индукционный ток в проводниках, движущихся в магнитном поле. Самоиндукция. Индуктивность. Энергия электромагнитного поля.

Электромагнитные колебания. Колебательный контур. Свободные электромагнитные колебания. Превращение энергии в колебательном контуре. Период электромагнитных колебаний. Вынужденные электромагнитные колебания. Резонанс. Переменный электрический ток. Резистор, конденсатор и катушка индуктивности в цепи переменного тока. Производство, передача и потребление электрической энергии. Генератор переменного тока. Трансформатор.

Электромагнитное поле. Вихревое электрическое поле. Гипотеза Максвелла. Излучение и прием электромагнитных волн. Открытый колебательный контур. Скорость электромагнитных волн. Принципы радиосвязи и телевидения. Развитие средств связи.

Электромагнитные волны. Свойства электромагнитных волн. Электромагнитные волны разных диапазонов и их практическое применение.

История развития учения о световых явлениях. Корпускулярно-волновой дуализм свойств света. Электромагнитная природа света. Понятия и законы геометрической оптики. Законы

распространения света. Прямолинейное распространение света в однородной среде. Законы отражения и преломления света. Полное внутреннее отражение. Ход лучей в зеркалах, призмах и линзах. Формула тонкой линзы. Оптические приборы. Волновые свойства света: интерференция, дифракция, дисперсия, поляризация. Когерентность. Скорость света и ее экспериментальное определение. Практическое применение электромагнитных излучений.

Основы специальной теории относительности

Представления классической физики о пространстве и времени. Электродинамика и принцип относительности. Постулаты специальной теории относительности. Проблема одновременности. Относительность длины отрезков и промежутков времени. Элементы релятивистской динамики. *Энергия и импульс свободной частицы*. Взаимосвязь массы и энергии. Энергия покоя.

Квантовая физика. Физика атома и атомного ядра

Предмет и задачи квантовой физики.

Тепловое излучение. Распределение энергии в спектре абсолютно черного тела.

Гипотеза Планка о квантах. Фотоэлектрический эффект. Законы фотоэффекта. Фотон. Уравнение А. Эйнштейна для фотоэффекта. Фотоэлементы. Гипотеза де Бройля о волновых свойствах частиц. Корпускулярно-волновой дуализм. *Опыты П. Н. Лебедева и С. И. Вавилова*. Давление света. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.

Опыты Резерфорда. Строение атома. Квантовые постулаты Бора. Спектры испускания и поглощения. Лазеры.

Радиоактивность. Состав и строение атомного ядра. Протонно-нейтронная модель ядра. Изотопы. Ядерные силы. Энергия связи ядер. Дефект массы.

Радиоактивные превращения. Период полураспада. Закон радиоактивного распада. Ядерные реакции. Энергетический выход ядерных реакций.

Деление ядер урана. Цепная реакция. Ядерный реактор. Ядерная энергетика. Энергия синтеза атомных ядер. Биологическое действие радиоактивных излучений. Доза излучения.

Элементарные частицы. Фундаментальные взаимодействия. Классы элементарных частиц. *Ускорители элементарных частиц*.

Астрофизика

Применимость законов физики для объяснения природы космических объектов. Строение и состав Солнечной системы. Звезды и источники их энергии. Внутреннее строение Солнца. Современные представления о происхождении и эволюции Солнца и звезд. Классификация звезд. Галактика. Типы галактик. Вселенная. Космология. Применимость законов физики для объяснения природы небесных объектов. Пространственные масштабы наблюдаемой Вселенной и применимость физических законов. *Темная материя и темная энергия.*

Фронтальные лабораторные работы

1. Исследование движения тела под действием постоянной силы.

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

3. Сравнение работы силы с изменением механической энергии тела.

4. Изучение закона сохранения механической энергии при действии на тело сил тяжести и упругости.

5. Измерение удельной теплоты плавления льда.

6. Изучение уравнения состояния идеального газа.

7. Измерение относительной влажности воздуха.

8. Наблюдение образования кристаллов.

9. Измерение поверхностного натяжения жидкости.

10. Измерение электрической емкости конденсатора.

11. Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока.

12. Определение элементарного заряда.

13. Изучение терморезистора.

14. Изучение явления электромагнитной индукции.

15. Измерение относительного показателя преломления вещества.

16. Изучение фотоэффекта.

17. Наблюдение линейчатых спектров.

Тематическое планирование

БАЗОВЫЙ УРОВЕНЬ

10 класс (70 ч, 2 ч в неделю)

Основное содержание	Основные виды учебной деятельности
Введение (1 ч)	
<p>Физика — наука о природе. Научные методы познания окружающего мира. Физика и культура. Естественно-научная и гуманитарная культура. Физические законы и теории. Структура и эволюция физической картины мира</p>	<p>— Различать научные методы познания окружающего мира;</p> <p>— применять различные научные методы: наблюдение, измерение, эксперимент, моделирование;</p> <p>— формулировать отличия гипотезы от научной теории;</p> <p>— объяснять различие частных и фундаментальных физических законов</p>
Классическая механика (22 ч)	
<p>Из истории становления классической механики. Основная задача механики. Кинематические характеристики движения. Законы движения. Динамические характеристики движения. Кинематика и динамика. Масса и основные свойства массы (аддитивность, инвариантность, закон сохранения, эквивалентность инертной и гравитационной массы). Сила. Виды сил (сила тяжести,</p>	<p>— Выделять наиболее важные открытия, оказавшие влияние на создание классической механики;</p> <p>— объяснять роль фундаментальных опытов в механике; результаты опытов, лежащих в основе классической механики; законы Кеплера, применяя законы классической механики;</p> <p>— анализировать научные методы Галилея и Ньютона;</p>

сила упругости, сила трения, сила Архимеда).

Импульс тела и импульс силы.

Идеализированные объекты. Модели, используемые в классической механике: материальная точка, абсолютно упругое тело, абсолютно твердое тело. Опыты Галилея. Принцип инерции. Астрономические наблюдения Браге, законы Кеплера. Применение научного метода Ньютоном. Законы динамики Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Гравитационные силы. Опыт Кавендиша. Гравитационная постоянная. Закон всемирного тяготения.

Принцип независимости действия сил (принцип суперпозиции). Равнодействующая сила. Принцип относительности Галилея. Изменение импульса. Замкнутая система. Закон сохранения импульса. Механическая работа и механическая энергия. Кинетическая и потенциальная энергия. Теорема об изменении кинетической энергии. Закон сохранения полной механической энергии. Условие равновесия твердого тела. Закон сохранения энергии в динамике жидкости. Давление. Закон Паскаля. Гидростатическое давление. Закон Бернулли.

Небесная механика. Движение спутников. Круговая скорость. Параболическая и гиперболическая скорости. Объяснение и обобщение законов Кеплера с точки зрения классической механики. Открытие Нептуна и Плутона. Баллистика внутренняя и внешняя. Движение тела под действием силы тя-

— давать определения основным понятиям классической механики;

— вычислять основные кинематические характеристики движения; линейную скорость и центростремительное ускорение при движении по окружности; механическую работу различных сил;

— применять: модель материальной точки к реальным движущимся объектам; модели равномерного и равноускоренного движения к реальным движениям; закон всемирного тяготения для вычисления ускорения свободного падения; принцип независимости действия сил при решении задач;

модель замкнутой системы к реальным системам; модель замкнутой консервативной системы к реальным системам при обсуждении возможности

применения закона сохранения механической энергии; физические законы к решению технических задач; повышение обороноспособности государства, освоение космического пространства; законы сохранения для объяснения принципов реактивного движения; законы классической механики к движению небесных тел;

— определять координату, проекцию и модуль вектора перемещения для различных случаев прямолинейного движения;

— сравнивать различные виды движения по их характеристикам; изменение потенциальной энергии упругой деформации с потенциальной энергией груза, вызвавшего эту деформацию; значение

Основное содержание	Основные виды учебной деятельности
<p>жести. Космические скорости. Реактивное движение. Ракеты. Из истории космонавтики.</p> <p><i>Контрольные работы</i></p> <p>по теме «Кинематика»;</p> <p>по теме «Динамика»;</p> <p>по теме «Классическая механика».</p> <p><i>Лабораторные работы</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Исследование движения тела под действием постоянной силы. 2. Изучение движения тела по окружности под действием сил тяжести и упругости. 3. Сравнение работы силы с изменением механической энергии тела. 4. Изучение закона сохранения механической энергии при действии на тело сил тяжести и упругости. <p><i>Тема проекта</i></p> <p>Спроектируйте и изготовьте прибор, фиксирующий изменение скорости подвижной системы отсчета, в которой он находится относительно неподвижной системы отсчета, связанной с землей, в случае, когда визуально зафиксировать изменение скорости нельзя (например, нет окон). Проверьте</p>	<p>работы равнодействующей сил, действующих на тело, с изменением его кинетической энергии;</p> <p>— строить, читать и анализировать графики зависимости проекции скорости, перемещения и ускорения от времени;</p> <p>— формулировать основные задачи кинематики и динамики; законы Ньютона, принципы классической механики; принцип независимости действия сил и принцип относительности Галилея;</p> <p>— систематизировать знания о динамических характеристиках движения: масса, сила, импульс тела, импульс силы; знания о физических величинах: механическая работа, потенциальная и кинетическая энергия; информацию о роли научных открытий и развития техники;</p> <p>— описывать натурные и мысленные эксперименты Галилея, явление инерции, движение небесных тел; опыт Кавендиша по измерению гравитационной постоянной;</p> <p>— классифицировать системы отсчета по их основным признакам;</p> <p>— наблюдать изменение импульса тел и сохранение суммарного импульса замкнутой системы тел при упругом и неупругом взаимодействии;</p> <p>— устанавливать зависимость вида траектории (окружность, эллипс, парабола, гиперболы) от зна-</p>

<p>его работу во время поездки в автомобиле или на любом другом виде наземного транспорта.</p> <p><i>Исследовательское задание</i></p> <p>Предложите эксперименты, позволяющие с помощью подручных средств исследовать зависимость дальности полета тела от направления начальной скорости. Выполните их и подготовьте соответствующие сообщения</p>	<p>чения сообщенной телу скорости; общий характер законов, управляющих движением небесных тел и космических аппаратов;</p> <p>— рассматривать открытие Нептуна и Плутона как доказательство справедливости закона всемирного тяготения; движение тела под действием силы тяжести на примере баллистики;</p> <p>— оценивать успехи России в создании ракетной техники и покорения космического пространства;</p> <p>— применять полученные знания к решению задач;</p> <p>— систематизировать и обобщать знания по динамике;</p> <p>— исследовать движение тела под действием постоянной силы;</p> <p>— экспериментально доказывать, что под действием постоянной силы тело движется с постоянным ускорением; экспериментально доказывать существование связи между равнодействующей сил, действующих на тело, и ускорением, которое тело получает в результате их действия;</p> <p>— наблюдать, измерять и делать выводы в процессе экспериментальной деятельности</p>
<p>Основы молекулярно-кинетической теории строения вещества (3 ч)</p> <p>Макроскопическая система. Состояние макроскопической системы. Параметры состояния. Термодинамический и статистический методы изучения макроскопических систем. Взгляды древнегрече-</p>	<p>Молекулярная физика (34 ч)</p> <p>— Давать определения понятий: макроскопическая система, параметры состояния макроскопической системы, относительная молекулярная масса, молярная масса, количество вещества, постоянная Ломмонта, постоянная Авогадро, диффузия, средний квадрат скорости молекул;</p>

Основное содержание	Основные виды учебной деятельности
<p>ских мыслителей на строение вещества. Основные положения молекулярно-кинетической теории. Экспериментальные обоснования существования молекул и атомов. Размеры и масса молекул. Количество вещества. Молярная масса. Концентрация молекул. Постоянная Лошмидта. Постоянная Авогадро.</p> <p>Диффузия. Скорость диффузии. Броуновское движение. Теория броуновского движения. Опыт Штерна. Распределение молекул по скоростям. Средняя квадратичная скорость и средний квадрат скорости движения молекул. Распределение Больцмана*¹.</p> <p>Силы взаимодействия между молекулами и атомами. Природа межмолекулярного взаимодействия. График зависимости силы межмолекулярного взаимодействия от расстояния между центрами атомов. Потенциальная энергия взаимодействия молекул*. График зависимости потенциальной энергии взаимодействия атомов от расстояния между ними*.</p>	<p>— приводить примеры явлений, подтверждающих основные положения молекулярно-кинетической теории;</p> <p>— объяснять: результаты опытов, доказывающих основные положения молекулярно-кинетической теории; сущность термодинамического и статистического методов изучения макроскопических систем, их различие и дополняемость; результаты опыта Штерна; график зависимости силы межмолекулярного взаимодействия от расстояния между центрами атомов;</p> <p>— описывать броуновское движение, явление диффузии, опыт Штерна, график распределения молекул по скоростям; характер взаимодействия молекул вещества</p>
<p>Основные понятия и законы термодинамики (6 ч) История развития и становления термодинамики.</p>	<p>— Давать определения понятий: тепловое движение, тепловое равновесие, термодинамическая си-</p>

¹ Звездочкой отмечен материал, необязательный для изучения.

Термодинамическая система. Тепловое равновесие. Закон термодинамического равновесия. Температура как параметр состояния термодинамической системы. Нулевой закон термодинамики. Измерение температуры. Термодинамическая (абсолютная) шкала температур. Абсолютный нуль температур. Соотношение между значениями температуры по шкале Цельсия и по термодинамической шкале. Связь термодинамической температуры и средней кинетической энергии молекул.

Внутренняя энергия. Условное обозначение и единица внутренней энергии. Зависимость внутренней энергии от температуры, массы тела и от агрегатного состояния вещества. Способы изменения внутренней энергии. Теплопередача. Виды теплопередачи. Количество теплоты. Удельная теплоемкость вещества. Изменение агрегатных состояний вещества*. Вывод формулы работы газа при неизменном давлении. Графическое представление работы. Закон сохранения механической энергии. Изменение механической энергии. Первый закон термодинамики. Эквивалентность теплоты и работы. Невозможность создания вечного двигателя. Необратимые процессы. Второй закон термодинамики. Статистическое объяснение необратимости.

Кратковременная контрольная работа

по теме «Основные понятия и законы термодинамики».

стема, температура, абсолютный нуль температур; внутренняя энергия, теплопередача, количество теплоты, удельная теплоемкость, удельная теплота плавления, удельная теплота парообразования; — перевести значение температуры из градусов Цельсия в кельвины и обратно;

— применять знания молекулярно-кинетической теории к толкованию понятия температуры; — применять уравнение теплового баланса при решении задач на теплообмен с учетом агрегатных превращений; формулу для расчета работы в термодинамике при решении вычислительных и графических задач; — различать способы изменения внутренней энергии, виды теплопередачи;

— объяснить механизм теплопроводности и конвекции на основе молекулярно-кинетической теории; эквивалентность теплоты и работы;

— доказывать, что внутренняя энергия зависит от температуры и массы тела, его агрегатного состояния; необратимость процессов в природе;

— вывести формулу работы газа в термодинамике; — формулировать первый и второй законы термодинамики;

— обосновывать невозможность создания вечного двигателя первого и второго рода;

— применять полученные знания к решению задач;

Основное содержание	Основные виды учебной деятельности
<p><i>Лабораторная работа</i></p> <p>5. Измерение удельной теплоты плавления льда.</p> <p><i>Исследовательское задание</i></p> <p>Предложите эксперимент, позволяющий наблюдать броуновское движение. Опишите свои наблюдения. Докажите экспериментально, что скорость движения броуновской частицы зависит от температуры</p>	<p>— измерять удельную теплоту плавления льда;</p> <p>— наблюдать, измерять и делать выводы в процессе экспериментальной деятельности</p>
<p>Свойства газов (17 ч)</p> <p>Идеальный газ. Давление газа. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа. Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул и температура тела. Постоянная Больцмана. Уравнение состояния идеального газа. Уравнение Менделеева — Клапейрона. Уравнение Клапейрона. Внутренняя энергия идеального газа. Изопроцессы. Изотермический процесс, закон Бойля — Мариотта. Изобарный процесс, закон Гей-Люссака, температурный коэффициент объемного расширения газа. Изохорный процесс, закон Шарля, температурный коэффициент давления газа. Адиабатный процесс. Применение первого закона термодинамики к изопроцессам. Модель реального газа. Критическое состояние вещества. Критическая температура.</p>	<p>— Давать определения понятий: идеальный газ, критическая температура, тепловой двигатель, КПД теплового двигателя;</p> <p>— применять при решении задач формулу для расчета давления идеального газа, формулу для расчета внутренней энергии идеального газа, уравнение состояния идеального газа, уравнение Менделеева — Клапейрона, уравнение Клапейрона;</p> <p>— описывать модель идеального газа; условия осуществления изотермического, изобарного, изохорного и адиабатного процессов и соответствующие эксперименты; модель реального газа; процессы парообразования и установления динамического равновесия между паром и жидкостью;</p> <p>— описывать устройство тепловых двигателей: ДВС, паровая турбина, турбореактивный двигатель; устройство холодильной машины;</p>

Парообразование. Насыщенный пар. Свойства насыщенного пара. Точка росы. Абсолютная влажность. Относительная влажность воздуха. Измерение влажности. Влияние влажности воздуха на жизнь живых организмов. Применение сжатого воздуха: отбойный молоток, пневматический тормоз. Получение и применение сжиженных газов. Тепловой двигатель. Основные части теплового двигателя. Круговой процесс. Холодильник. Коэффициент полезного действия теплового двигателя. Идеальный тепловой двигатель. Цикл Карно. КПД идеального теплового двигателя. Паровые турбины. Двигатели внутреннего сгорания: карбюраторные и дизельные. Реактивные двигатели. Перспективы развития тепловых двигателей. Принцип работы холодильной машины. КПД холодильной машины. Компрессорная холодильная машина. Тепловые двигатели и охрана окружающей среды.

Контрольная работа

по теме «Свойства идеального газа».

Лабораторные работы

6. Изучение уравнения состояния идеального газа.
7. Измерение относительной влажности воздуха.

Темы проектов

1. Экологически чистые виды городского транспорта.

— описывать негативное влияние работы тепловых двигателей на состояние окружающей среды и перспективы его уменьшения;

— объяснять природу давления газа, характер зависимости давления газа от концентрации молекул и их средней кинетической энергии; условия и границы применимости уравнения Менделеева — Клапейрона, уравнения Клапейрона; сущность критического состояния вещества и смысл критической температуры; на основе МКТ процесс парообразования, свойства насыщенного пара, зависимость точки росы от давления, способы измерения влажности воздуха; получение сжиженных газов; принцип действия ДВС, паровой турбины и турбореактивного двигателя; принцип работы теплового двигателя; принцип действия холодильной машины;

— вывести уравнение Менделеева — Клапейрона, используя основное уравнение МКТ идеального газа и формулу взаимосвязи средней кинетической энергии теплового движения молекул газа и его абсолютной температуры; уравнения газовых законов из уравнения Менделеева — Клапейрона;

— формулировать законы Бойля — Мариотта, Гей-Люссака, Шарля;

— анализировать графики изотермического, изобарного, изохорного и адиабатного процессов;

— обозначать границы применимости газовых законов;

Основное содержание	Основные виды учебной деятельности
<p>2. Космический «мусор».</p> <p>3. Спроектируйте и изготовьте волосной гигрометр.</p> <p>4. Экологически чистые тепловые двигатели.</p> <p>5. Солнечные батареи: принцип работы и применение.</p> <p><i>Исследовательское задание</i></p> <p>Предложите эксперименты, позволяющие с помощью подручных средств исследовать зависимость давления газа данной массы от объема при постоянной температуре и зависимость объема газа данной массы от температуры при постоянном давлении. Выполните их и подготовьте соответствующие сообщения</p>	<p>— систематизировать знания о физических величинах: точка росы, абсолютная и относительная влажность;</p> <p>— приводить примеры применения газов в технике, сжатого воздуха, сжиженных газов;</p> <p>— вычислять КПД теплового двигателя, КПД идеального теплового двигателя;</p> <p>— применять полученные знания к решению задач;</p> <p>— исследовать зависимость между параметрами состояния идеального газа;</p> <p>— графически интерпретировать полученные результаты;</p> <p>— измерять влажность воздуха;</p> <p>— наблюдать, измерять и делать выводы в процессе экспериментальной деятельности</p>
<p>Свойства твердых тел и жидкостей (8 ч)</p> <p>Строение твердого кристаллического тела. Кристаллическая решетка. Идеальный кристалл. Полиморфизм. Моно- и поликристаллы. Анизотропия свойств монокристаллов. Причина анизотропии. Деформация. Упругие и пластические деформации. Виды деформации. Механическое напряжение. Относительное удлинение. Закон Гука. Модуль Юнга. Свойства твердых тел: хрупкость,</p>	<p>— Давать определения понятий: кристаллическая решетка, идеальный кристалл, полиморфизм, монокристалл, поликристалл, анизотропия; деформация, упругая и пластическая деформация, механическое напряжение, относительное удлинение, модуль Юнга; поверхностное натяжение, сила поверхностного натяжения;</p> <p>— описывать модель идеального кристалла, различных видов кристаллических решеток; опыты,</p>

<p>прочность, твердость. Предел прочности. Запас прочности. Вычисление механического напряжения, относительного и абсолютного удлинения, запаса прочности. Строение реального кристалла*. Дефекты кристаллов*. Управление свойствами твердых тел*. Строение и свойства жидких кристаллов*. Применение жидких кристаллов*. Жидкие кристаллы в организме человека*. Строение и свойства твердых тел в аморфном состоянии. Полимеры. Композиты. Наноструктуры*. Наноматериалы*. Нанотехнология*.</p> <p>Модель жидкого состояния. Текучесть жидкости. Энергия поверхностного слоя. Поверхностное натяжение. Поверхностная энергия*. Смачивание. Причина смачивания. Виды менисков. Капиллярные явления. Формула для расчета высоты подъема жидкости в капилляре.</p> <p><i>Контрольная работа</i> по теме «Свойства твердых тел и жидкостей».</p> <p><i>Лабораторная работа</i></p> <p>8. Наблюдение образования кристаллов. 9. Измерение поверхностного натяжения жидкости.</p> <p><i>Темы проектов</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Создание материалов с заданными свойствами. 2. Композиционные материалы и их использование. 	<p>иллюстрирующие различные виды деформации твердых тел; модель реального кристалла; строение и свойства жидких кристаллов, их роль в природе и быту*; свойства твердых тел в аморфном состоянии; опыты, иллюстрирующие поверхностное натяжение жидкости; наблюдаемые в природе и быту явления смачивания;</p> <p>— привести примеры анизотропии свойств монокристаллов; жидких кристаллов в организме человека*; примеры капиллярных явлений в природе и быту;</p> <p>— объяснить на основе молекулярно-кинетической теории анизотропию свойств кристаллов, механизм упругости твердых тел и их свойства (прочность, хрупкость, твердость); влияние дефектов кристаллической решетки на свойства твердых тел*; зависимость поверхностного натяжения от рода жидкости и ее температуры;</p> <p>— формулировать закон Гука;</p> <p>— исследовать особенности явления смачивания у разных жидкостей;</p> <p>— сравнивать строение и свойства кристаллических и аморфных тел, аморфных тел и жидкостей;</p> <p>— применять полученные знания к решению задач;</p> <p>— измерять поверхностное натяжение жидкости;</p> <p>— наблюдать, измерять и делать выводы в процессе экспериментальной деятельности</p>
---	---

Основное содержание	Основные виды учебной деятельности
<p>3. Наноматериалы и их применение в медицине.</p> <p>4. Нанотехнология и проблемы экологии.</p> <p>5. Нанотехнология и социально-этические проблемы.</p> <p>6. Жидкие кристаллы в природе и технике.</p> <p><i>Исследовательские задания</i></p> <p>1. Исследование зависимости поверхностного натяжения от примесей.</p> <p>2. Исследование зависимости поверхностного натяжения от температуры жидкости</p>	
Электродинамика (11 ч)	
<p>Электростатика (11 ч)</p> <p>Электрический заряд. Его свойства: два рода электрических зарядов, закон сохранения, дискретность электрического заряда, инвариантность. Единицы электрического заряда. Явление электризации. Электризация тел в быту и на производстве. Опыты Кулона с крутильными весами. Потенциальный заряд. Закон Кулона. Границы применимости закона Кулона. Принцип суперпозиции сил. Аналогия между электрическими и гравитационными силами.</p> <p>Электрическое поле и его свойства. Электростатическое поле. Вектор напряженности электростати-</p>	<p>— Сравнивать устройство и принцип работы электроскопа и электрометра;</p> <p>— давать определения понятий: электрический заряд, элементарный электрический заряд, электризация; понятия электрических сил; электростатическое поле, напряженность электростатического поля, линии напряженности, однородное электростатическое поле;</p> <p>— описывать опыт Кулона с крутильными весами; явление электризации; картины электростатических полей;</p> <p>— объяснять явление электризации, свойство дискретности электрического заряда, смысл закона</p>

ческого поля. Принцип суперпозиции полей. Напряженность поля точечного заряда. Линии напряженности электростатического поля. Однородное электрическое поле. Наглядные картины электростатических полей. Вычисление сил Кулона. Примеры расчета напряженности поля, созданного одним и двумя точечными зарядами. Проводники. Отсутствие поля внутри проводника. Электростатическая защита. Диэлектрики. Полярные диэлектрики. Электрический диполь. Поляризация полярного диэлектрика. Неполярные диэлектрики. Поляризация неполярных диэлектриков. Диэлектрическая проницаемость вещества. Работа по перемещению заряда в однородном электростатическом поле. Потенциальный характер электростатического поля. Доказательство потенциального характера на примере однородного поля. Потенциал. Разность потенциалов. Связь разности потенциалов и напряженности электростатического поля. Электрическая емкость проводника. Конденсаторы. Электрическая емкость конденсатора. Электрическая емкость плоского конденсатора. Работа, совершаемая при зарядке плоского конденсатора. Энергия электростатического поля.

Контрольная работа
по теме «Электростатика».

сохранения электрического заряда, возможность модельной интерпретации электростатического поля в виде линий напряженности, электризацию проводника через влияние (электростатическая индукция), причину отсутствия электрического поля внутри проводника, механизм поляризации полярных и неполярных диэлектриков;
— формулировать закон Кулона, принцип независимости действия сил, принцип суперпозиции полей;
— проводить аналогию между электрическими и гравитационными силами;
— определять границы применимости закона Кулона;
— применять при решении задач формулы для расчета напряженности поля, потенциала, разности потенциалов, работы электростатического однородного и неоднородного полей, формулу взаимосвязи разности потенциалов и напряженности электростатического поля; закон Кулона; принцип суперпозиции полей;
— строить изображения линий напряженности электростатических полей;
— систематизировать знания о физических величинах: потенциал, разность потенциалов, электрическая емкость, удельного проводника, электрическая емкость конденсатора;
— доказывать потенциальный характер электростатического поля;

Основное содержание	Основные виды учебной деятельности
<p><i>Лабораторная работа</i></p> <p>10. Измерение электрической емкости конденсатора.</p> <p><i>Темы проектов</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Применение электростатической защиты в быту. 2. Дактилоскопия как метод получения и анализа информации. 3. Электрическое поле Земли. 4. Шаровая молния. <p><i>Исследовательские задания</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Электризация различных тел. 2. Исследование зависимости угла наклона подвешенных на нитях тел, находящихся в электрическом поле, от массы тел. 3. Потрите газетой надутый воздухом воздушный шарик, поднесите к потолку и опустите. Зафиксируйте время, в течение которого шарик оставался висеть у потолка. Объясните причину подобного поведения шарика. 4. Проанализируйте предложенную физическую ситуацию и ответьте на поставленные вопросы. «В однородное электрическое поле вносят две соединенные и не заряженные пластинки, укреплен- 	<p>Основные виды учебной деятельности</p> <ul style="list-style-type: none"> — вычислять энергию электростатического поля заряженного конденсатора; — обосновывать объективность существования электростатического поля; — применять полученные знания к решению задач; — экспериментально определять электрическую емкость конденсатора; — анализировать и оценивать результаты эксперимента; — наблюдать, измерять и делать выводы в процессе экспериментальной деятельности

<p>ные на изолирующих ручках. В электрическом поле пластинки разъединяют и определяют наличие зарядов на них.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Появятся ли заряды на пластинках, и если вы считаете, что появятся, то откуда и почему? 2. Будут ли пластинки заряжены, если их разъединить после вынесения из поля? Почему? 3. Какой вывод можно сделать на основании такого опыта?» <p>Оцените правильность своих ответов в реальном эксперименте. Для создания однородного поля можно использовать разборный конденсатор, для определения заряда на пластинах — электрометр или электроскоп</p>	
<p>Повторение и обобщение (2 ч)</p>	

11 класс (70 ч, 2 ч в неделю)

Содержание урока	Вид деятельности ученика
<p>Электродинамика (39 ч)</p> <p>Постоянный электрический ток (12 ч)</p> <p>Исторические предпосылки учения о постоянном электрическом токе: опыты Гальвани, исследования Вольты, опыты Ома. Электрический ток. Условия существования электрического тока. Исходники тока. Сторонние силы. Электродвижущая сила. Стационарное электрическое поле*. Экспериментальное доказательство электронной природы проводимости металлов. Сила тока. Вольт-амперная характеристика металлического проводника. Зависимость сопротивления металлического проводника от температуры. Сверхпроводимость. Связь силы тока с зарядом электрона*. Электрический ток в растворах и расплавах электролита. Электролитическая диссоциация. Вольт-амперная характеристика электролита. Электрический ток в вакууме. Термоэлектронная эмиссия. Вольт-амперная характеристика электровакуумного диода. Электрический ток в газах. Несамостоятельный и самостоятельный газовые разряды. Вольт-амперная характеристика газового разряда. Проводимость полупроводников. Собственная и примесная проводимость. Зависимость силы тока от внутреннего сопротивления и электродвижущей силы источника тока.</p>	<p>Электродинамика (39 ч)</p> <p>— Описывать: опыты Гальвани, Вольты, Ома; опыты, доказывающие электронную природу проводимости металлов; явление сверхпроводимости; устройство гальванического элемента и аккумулятора; принцип работы химических источников тока; устройство и принцип работы вакуумного диода;</p> <p>— объяснять: результаты опытов Гальвани, Вольты, Ома, Мандельштама — Папалекси и Толмена — Стюарта; отличие стационарного электрического поля от электростатического; зависимость сопротивления металла от температуры; природу электролитической диссоциации, термоэлектронной эмиссии, собственной и примесной проводимости; зависимость от температуры сопротивления электролитов, вакуумного и полупроводникового диодов, газового разряда; принцип действия термоэлектронного диода; принцип гальваностегии и гальванопластики; возникновение термо-ЭДС; принцип работ электроно-лучевой трубки, газоразрядных ламп, терморезистора, фоторезистора и полупроводникового диода;</p> <p>— формулировать условия существования в цепи электрического тока; закон Ома для участка цепи и для полной цепи, законы последовательного</p>

Вывод закона Ома для полной цепи. Последовательное и параллельное соединение проводников. Электронагревательные приборы. Закон Джоуля—Ленца. Электроосветительные приборы. Термометр сопротивления. Термопара*. Электролиз. Закон электролиза. Применение электролиза: гальваностегия, гальванопластика, получение чистых металлов и тяжелой воды. Химические источники тока. Вакуумный диод. Электронно-лучевая трубка. Газовые разряды: искровой, дуговой, коронный, тлеющий. Плазма. Термисторы и фоторезисторы. Полупроводниковый диод.

Контрольная работа

по теме «Постоянный электрический ток».

Лабораторные работы

1. Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока.
2. Определение элементарного заряда.
3. Изучение терморезистора.

Темы проектов

1. Изучение мощности бытовых электроприборов и правил их включения в сеть.
2. Спроектируйте и изготовьте гальванический элемент.
3. Разработка схемы электропроводки в квартире и расчет ее параметров.

и параллельного соединения резисторов; закон электролиза;

— давать определение понятий: электрический ток, сторонние силы, ЭДС, сила тока, стационарное электрическое поле;

— применять при решении задач формулы для расчета: электродвижущей силы, силы тока, зависимости сопротивления проводника от температуры, работы и мощности электрического тока; метод эквивалентных схем к расчету характеристик электрических цепей; закон Джоуля—Ленца;

— приводить примеры явлений, подтверждающих электронную природу проводимости металлов, природу проводимости электролитов, вакуума, газов и полупроводников;

— приводить примеры теплового действия электрического тока; применения электролиза, газовых разрядов, вакуумного диода, полупроводниковых приборов;

— анализировать вольт-амперную характеристику металла, электролита, вакуумного и полупроводникового диодов, газового разряда;

— выводить закон Ома для полной цепи;

— строить вольт-амперную характеристику металлического проводника;

— дедуктивные выводы, применяя полученные знания к решению качественных задач;

— наблюдать газовые разряды;

— применять полученные знания к решению задач;

Содержание урока	Вид деятельности ученика
<p>4. Спроектируйте и сконструируйте электрический двигатель.</p> <p>5. Плазма и ее применение.</p> <p><i>Исследовательские задания</i></p> <p>1. Исследование зависимости электропроводности электролита от его температуры и концентрации.</p> <p>2. Исследование зависимости силы тока в цепи и напряжения на реостате от его сопротивления.</p> <p>3. Исследование зависимости времени нагревания жидкости от числа нагревательных элементов и их соединения.</p> <p>4. Исследование электропроводности полупроводникового диода</p>	<p>— измерять ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока;</p> <p>— определять значение заряда электрона, используя явление электролиза;</p> <p>— исследовать зависимость сопротивления полупроводника от температуры;</p> <p>— наблюдать, изменять и делать выводы в процессе экспериментальной деятельности</p>
<p>Взаимосвязь электрического и магнитного полей (8 ч)</p> <p>Исторические предпосылки учения о магнитном поле. Взаимодействие магнитов. Опыты Эрстеда, Ампера, Фарадея. Гипотеза Ампера. Силовая характеристика магнитного поля. Модуль вектора магнитной индукции. Линии магнитной индукции. Направление вектора магнитной индукции. Вихревой характер магнитного поля. Закон Ампера. Проницаемость среды. Сила Ампера. Закон Ампера. Направление силы Ампера (правило левой</p>	<p>— Давать определения понятий: магнитное поле, вектор магнитной индукции, линии магнитной индукции, магнитная проницаемость среды, ЭДС индукции, вихревое электрическое поле, самоиндукция, ЭДС самоиндукции, индуктивность;</p> <p>— формулировать правило буравчика; правило левой руки, закон Ампера; правило Ленца;</p> <p>— описывать фундаментальные опыты: Эрстеда, Ампера, Фарадея;</p> <p>— приводить примеры магнитного взаимодействия;</p>

руки). Сила Лоренца. Направление силы Лоренца. Использование силы Лоренца. Электроизмерительные приборы. Применение сил Ампера и Лоренца. Движение электрических зарядов в магнитном поле.

Открытие явления электромагнитной индукции. Опыт Фарадея. Магнитный поток. Правило Ленца. ЭДС индукции. Закон электромагнитной индукции. Индукционный ток в проводниках, движущихся в магнитном поле*. Опыт Генри. Явление самоиндукции. Индуктивность. ЭДС самоиндукции. Энергия магнитного поля.

Контрольная работа

по теме «Взаимосвязь электрического и магнитного полей».

Лабораторная работа

4. Изучение явления электромагнитной индукции.

Исследовательское задание

Исследование магнитных свойств вещества

- обобщать на эмпирическом уровне результаты наблюдаемых экспериментов;
- объяснять вихревой характер магнитного поля, его отличие от электростатического поля; принцип действия электроизмерительных приборов; явления, наблюдаемые в природе и в быту;
- определять направление силы Ампера, индукционного тока, силы Лоренца;
- выводить формулу силы Лоренца из закона Ампера;
- описывать и объяснять: устройство и принцип действия масс-спектрографа, МГД-генератора; опыты по наблюдению явления электромагнитной индукции, явления самоиндукции;
- систематизировать знания о физических величинах: магнитный поток, ЭДС индукции;
- объяснять и выводить формулу для расчета ЭДС индукции, возникающей в проводнике, движущемся в магнитном поле*;
- представлять полученные знания в структурированном виде, выделяя при этом эмпирический базис, основные понятия учения об электромагнитном поле, модели, основные законы и следствия;
- применять полученные знания к решению задач;
- исследовать зависимость силы индукционного тока от параметров катушки и магнитного поля;
- наблюдать, измерять и делать выводы в процессе экспериментальной деятельности

Содержание урока	Вид деятельности ученика
<p>Электромагнитные колебания и волны (7 ч)</p> <p>Условия существования свободных колебаний. Характеристики колебаний. Пружинный и математический маятники. Гармонические колебания. Уравнение гармонических колебаний. Скорость и ускорение при гармонических колебаниях. Собственная частота и период колебательной системы.</p> <p>Колебательный контур. Превращение энергии в колебательном контуре. Аналогия между механическими и электромагнитными колебаниями. Частота и период колебаний в контуре. Вынужденные колебания. Резонанс. Вынужденные электромагнитные колебания. Принцип получения переменного ЭДС. Характеристики переменного тока. Генератор переменного тока. Устройство и принцип действия трансформатора. Коэффициент трансформации.</p> <p>Электромагнитное поле и системы отсчета. Гипотеза Максвелла о существовании электромагнитных волн. Теория дальнего действия и ближнего действия. Резистор, катушка индуктивности и конденсатор в цепи переменного тока*. Механические волны. Опыт Герца. Излучение и распространение электромагнитных волн. Открытый колебательный контур. Основы радиосвязи. Модуляция</p>	<p>— Давать определения понятий: свободные колебания, гармонические колебания, колебательная система; вынужденные колебания, резонанс, действующее и амплитудное значения силы тока и напряжения;</p> <p>— анализировать зависимости от времени координаты, скорости, ускорения при механических колебаниях, периода колебаний математического и пружинного маятников; зависимости от времени заряда, силы тока, напряжения при электромагнитных колебаниях; зависимость периода и частоты колебаний от параметров колебательного контура;</p> <p>— формулировать условия распространения механических волн; условие возникновения электромагнитных волн;</p> <p>— описывать превращение энергии в колебательном контуре; опыты Герца по излучению и приему электромагнитных волн; работу современных средств связи;</p> <p>— объяснять процесс электромагнитных колебаний в колебательном контуре; принцип получения переменного тока; физические основы радиопередающих устройств и радиоприемников, амплитудной модуляции и детектирования, радиолокации;</p>

<p>и детектирование. Радиовещание, спутниковая связь, телевидение, радиолокация и радиоастрономия. Сотовая связь.</p> <p><i>Кратковременная контрольная работа</i> по теме «Электромагнитные колебания и волны».</p> <p><i>Исследовательское задание</i> Исследование работы трансформатора</p>	<ul style="list-style-type: none"> — записывать уравнение колебаний силы тока и напряжения в колебательном контуре по заданному уравнению колебаний заряда; — проводить аналогии между механическими и электромагнитными колебаниями; — описывать и объяснять устройство и принцип действия генератора переменного тока и трансформатора; — приводить примеры: технических устройств для получения, преобразования и передачи электрической энергии, использования переменного электрического тока; применения колебательных контуров с переменными характеристиками в радиотехнике; — систематизировать знания о физической величине на примере длины волны; — применять полученные знания к решению задач
<p>Оптика (7 ч) Эволюция представлений о природе световых явлений: геометрическая оптика, волновая теория света. Корпускулярные представления о свете. Корпускулярно-волновой дуализм свойств света. Идея Галилея по определению скорости света. Опыты Ремера, Физо, Фуко и Майкельсона. Современные методы измерения скорости света.</p> <p>Понятия и законы геометрической оптики. Основные понятия: точечный источник света, световой пучок, световой луч. Законы геометрической оптики: закон прямолинейного распространения</p>	<ul style="list-style-type: none"> — Описывать опыты по измерению скорости света; по наблюдению интерференции, дифракции, дисперсии, поляризации; свойства отдельных частей спектра; — обобщать на эмпирическом уровне результаты наблюдаемых экспериментов и строить индуктивные выводы; — построить ход лучей в зеркале, в призме, в линзе, в оптических приборах; — давать определения понятий: полное внутреннее отражение, мнимое изображение, главная оптическая ось линзы;

Содержание урока	Вид деятельности ученика
<p>света, отражения света, преломления света. Полное внутреннее отражение. Изображение предмета в плоском зеркале. Ход лучей в призме и линзах. Формула линзы. Оптические приборы: проекционный аппарат, фотоаппарат, микроскоп, телескоп. Волновые свойства света. Интерференция волн. Когерентность. Условия максимумов и минимумов. Интерференция света. Кольца Ньютона. Промениение интерференции света в технике. Дифракция волн. Дифракция света. Принцип Гюйгенса — Френеля. Дифракционная решетка. Дисперсия света. Поляриды. Поляризация.</p> <p>Шкала электромагнитных волн. Свойства отдельных частей спектра. Применение электромагнитных волн различных частот в технике.</p> <p><i>Контрольная работа</i> по теме «Оптика».</p> <p><i>Лабораторная работа</i> 5. Измерение относительного показателя преломления вещества.</p> <p><i>Темы проектов</i> 1. Разработка системы виртуальных исследовательских лабораторных работ по оптике. Сравне-</p>	<p>— формулировать законы отражения и преломления света; условия интерференционных максимумов и минимумов;</p> <p>— приводить примеры: интерференции, дифракции, поляризации и дисперсии в природе и технике; применения электромагнитных волн различных частот в технике; применения оптических приборов;</p> <p>— объяснять явления интерференции и дифракции; явления, наблюдаемые в природе и в быту;</p> <p>— применять полученные знания к решению качественных и вычислительных задач;</p> <p>— строить ход лучей в плоскопараллельной пластине;</p> <p>— измерять показатель преломления стекла;</p> <p>— наблюдать, измерять и делать выводы в процессе экспериментальной деятельности</p>

<p>ние возможностей реального и компьютерного экспериментов.</p> <p>2. Электронная техника в вашем доме.</p> <p><i>Исследовательское задание</i></p> <p>Изучение конструкции и исследование работы оптических приборов</p>	
<p>Основы специальной теории относительности (5 ч)</p> <p>Представление классической физики о пространстве и времени: свойства пространства и времени, относительность механического движения, инвариантные величины в механике. Синхронизация часов в классической механике, инерциальные системы отсчета, преобразования Галилея. Световые явления и принцип относительности Галилея. Представления об эфире. Постулаты Эйнштейна. Относительность одновременности*. Относительность для двух событий понятий «раньше» или «позже»*. Относительность длины отрезков*. Релятивистский закон сложения скоростей*. Относительность промежутков времени*. Экспериментальное подтверждение эффекта замедления времени*.</p> <p>Второй закон Ньютона в классической механике. Релятивистский импульс. Релятивистский закон движения.</p> <p>Полная энергия свободно движущегося тела. Энергия покоя. Кинетическая энергия.</p>	<p>— Называть методы изучения физических явлений: эксперимент, выдвижение гипотез, моделирование;</p> <p>— обозначать границы применимости классической механики;</p> <p>— объяснить оптические явления на основе теории эфира; относительность одновременности, длин отрезков и промежутков времени, релятивистский закон сложения скоростей*; проявление принципа соответствия на примере релятивистского закона сложения скоростей*, на примере классической и релятивистской механики; взаимосвязь массы и энергии, инвариантность массы как в классической, так и в релятивистской механике;</p> <p>— формулировать постулаты Эйнштейна;</p> <p>— описывать опыт Майкельсона; экспериментальное подтверждение эффекта замедления времени*;</p> <p>— записывать формулы, выражающие относительность длины, относительность времени*;</p> <p>формулу релятивистского импульса; уравнение движения в СТО;</p>

Содержание урока	Вид деятельности ученика
<p><i>Темы проектов</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Проявление релятивистских эффектов. 2. Парадоксы теории относительности. 3. Развитие представлений о пространстве и времени 	<ul style="list-style-type: none"> — доказывать, что скорость света — предельная скорость движения; — анализировать зависимость релятивистского импульса от скорости движения тела; — применять формулу взаимосвязи массы и энергии, полной энергии движущегося тела при решении задач
<p>Элементы квантовой физики (20 ч)</p> <p>Фотоэффект (5 ч) Явление внешнего фотоэффекта. Законы фотоэффекта. Противоречие между электромагнитной теорией и результатами эксперимента. Гипотеза Планка о квантовом характере излучения. Энергия кванта. Гипотеза Эйнштейна о квантовом характере процесса испускания, поглощения и распространения света. Фотон — квант электромагнитного излучения. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Объяснение законов фотоэффекта с точки зрения фотонной теории света. Практическое использование фотоэффекта. Вакуумный фотоэлемент. Корпускулярно-волновой дуализм. Гипотеза де Бройля о волновых свойствах частиц. Опыты по дифракции электронов. Давление света. Соотно-</p>	<ul style="list-style-type: none"> — Формулировать законы фотоэффекта; принцип дополнителности и соотношения неопределенностей; — описывать: опыты по вырыванию электронов из вещества под действием света и принцип действия установки, при помощи которой А. Г. Столетов изучал явление фотоэффекта; явление фотоэффекта; устройство и принцип действия вакуумного фотоэлемента; — объяснить причину возникновения тока насыщения и задерживающего напряжения при фотоэффекте; принципиальное отличие фотона от других частиц; гипотезы Планка о квантовом характере излучения, Эйнштейна об испускании, распространении и поглощении света отдельными квантами; роль опытов Лебедева и Вавилова как

шение неопределенностей. Принцип дополнителъности.

Лабораторная работа

6. Изучение фотоэффекта.

Темы проектов

1. Возникновение учения о квантах.
2. Сравнительный анализ механизма фотоэффекта у проводников, полупроводников и диэлектриков.
3. Опыты П. Н. Лебедева и их роль в физике.

Исследовательские задания

1. Предложите способ экспериментальной проверки уравнения Эйнштейна для фотоэффекта.

Указания.

Проанализируйте уравнение по следующей схеме:

- а) выразите из уравнения E_k ;
- б) установите зависимость между кинетической энергией электрона E_k и частотой света ν ;
- в) какой вид имеет график зависимости $E_k(\nu)$;
- г) что показывает тангенс угла наклона к оси абсцисс.

2. Найдите в Интернете или в других источниках информации опыт Милликена по проверке уравнения фотоэффекта. Проанализируйте, каким образом ученый решил измерить кинетические энергии фотоэлектронов. Спланируйте опыт по проверке линейного характера зависимости $E_k(\nu)$.

экспериментального подтверждения теории фотоэффекта; гипотезу де Бройля о волновых свойствах частиц;

— обосновывать невозможность объяснения второго и третьего законов фотоэффекта с позиций волновой теории света; эмпирический характер уравнения фотоэффекта и теоретический характер уравнения Эйнштейна для фотоэффекта; идею корпускулярно-волнового дуализма света и частиц вещества;

— применять уравнение Эйнштейна для фотоэффекта при решении задач;

— анализировать законы фотоэффекта с позиций квантовой теории;

— определять неизвестные величины в уравнении Эйнштейна для фотоэффекта;

— вычислять энергию и импульс фотона, длину волны де Бройля;

— решать комбинированные задачи по фотоэффекту, на уравнение Эйнштейна и законы фотоэффекта;

— исследовать зависимость силы тока в цепи фотоэлемента от его освещенности;

— наблюдать, измерять и делать выводы в процессе экспериментальной деятельности

Содержание урока	Вид деятельности ученика
<p>3. Опыты Ленарда, экспериментально исследованное явление фотоэффекта, показали, что и слабый, и яркий свет равной частоты выбивают электроны с одинаковой кинетической энергией. Докажите, что из волновой теории света следует противоположный вывод</p> <p>Строение атома (5 ч) Модель атома Томсона и ее недостатки. Опыты Резерфорда по рассеянию α-частиц. Планетарная модель атома. Несовместимость планетарной модели с положениями классической электродинамики. Противоречия планетарной модели атома. Постулаты Бора. Опыты Франка и Герца. Границы применимости модели атома Резерфорда — Бора.</p> <p>Теоретическое следствие теории Бора. Спектры испускания и поглощения. Виды спектров испускания. Спектральные закономерности. Спектральный анализ. Спонтанное и вынужденное излучение. Инверсия электронных уровней. Устройство и принцип работы лазера. Применение лазеров.</p> <p><i>Кратковременная контрольная работа</i> по теме «Строение атома».</p>	<p>— Описывать опыт Резерфорда по рассеянию α-частиц; опыты Франка и Герца; модели атома Томсона и Резерфорда, механизм поглощения и излучения атомов;</p> <p>— обосновывать: фундаментальный характер опыта Резерфорда; роль опытов Франка и Герца как экспериментальное доказательство модели Резерфорда — Бора и подтверждение дискретного характера изменения внутренней энергии атома; эмпирический характер спектральных закономерностей;</p> <p>— объяснять: несовместимость планетарной модели с положениями классической электродинамики; противоречия планетарной модели; механизм возникновения линейчатых спектров излучения и поглощения; принцип работы лазера;</p> <p>— сравнивать модели строения атомов;</p> <p>— формулировать постулаты Бора; условия создания вынужденного излучения;</p>

<p><i>Лабораторная работа</i></p> <p>7. Наблюдение линейчатых спектров.</p> <p><i>Темы проектов</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Спектральный анализ как один из современных методов исследования в науке и практической деятельности. 2. Практическое использование лазеров. <p><i>Исследовательские задания</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Предложите способы увеличения в опыте Резерфорда по рассеянию α-частиц числа частиц, рассеянных под одним и тем же углом при постоянном их потоке. 2. Согласно современной квантовой теории, фиксированные орбиты Бора не следует представлять буквально — в действительности электрон в атоме может быть обнаружен в любом месте, а не только вблизи орбиты. Обоснуйте или опровергните данное утверждение 	<ul style="list-style-type: none"> — вычислять частоту электромагнитного излучения при переходе электрона из одного стационарного состояния в другое; — приводить примеры практического применения спектрального анализа, лазеров; — применять полученные знания к решению задач; — измерять длину волны отдельных спектральных линий с помощью дифракционной решетки; — наблюдать, измерять и делать выводы в процессе экспериментальной деятельности
<p>Атомное ядро (10 ч)</p> <p>Радиоактивность. Эксперименты, доказывающие сложность строения ядра. Опыт Резерфорда по определению состава радиоактивного излучения. Свойства α-, β-, γ-излучения. Открытие протона и нейтрона. Протонно-нейтронная модель ядра. Характеристики ядра. Изотопы. Ядерные силы и их основные свойства. Энергия связи. Удельная энергия связи. Зависимость удельной энергии связи от</p>	<ul style="list-style-type: none"> — Описывать опыты: открытие радиоактивности, протона и нейтрона; определение состава радиоактивного излучения; — описывать устройство и принцип действия камеры Вильсона и ускорителей; — описывать капельную модель ядра; цепную ядерную реакцию; фундаментальные взаимодействия, их виды и особенности; — объяснять протонно-нейтронную модель ядра;

Содержание урока	Вид деятельности ученика
<p>массового числа. Дефект массы. Расчет энергии связи. Радиоактивный распад. Виды радиоактивного распада. Период полураспада. Закон радиоактивного распада. Радиоактивный метод.</p> <p>Ядерные реакции. Типы ядерных реакций: реакция деления ядер урана, реакция синтеза легких ядер (термоядерная). Выполнение законов сохранения зарядового и массового числа в ядерных реакциях. Ускорители. Реакции на нейтронах. Трансурановые элементы. Реакции деления на медленных нейтронах. Капельная модель ядра. Реакция синтеза легких ядер.</p> <p>Цепная реакция деления ядер урана. Критическая масса. Коэффициент размножения нейтронов. Управляемая и неуправляемая ядерная реакция деления. Ядерный реактор. Ядерная энергетика. Проблема создания управляемой реакции термоядерного синтеза*. Биологическое действие радиоактивных излучений. Доза излучения. Коэффициент относительной биологической активности. Элементарные частицы. Фундаментальные взаимодействия. Антинейтрино. Аннигиляция элементарных частиц. Классы элементарных частиц*.</p> <p><i>Контрольная работа</i></p> <p>по теме «Элементы квантовой физики»</p>	<p>явление радиоактивности; характер ядерных сил и их свойства (отличие от гравитационных и электромагнитных сил); различие между α- и β-распадом; статистический характер радиоактивного распада; причину поглощения или выделения энергии при ядерных реакциях; процесс деления ядра урана на медленных нейтронах; особенности реакции синтеза легких ядер и условия осуществления УТС; биологическое действие радиоактивного излучения; причину аннигиляции элементарных частиц;</p> <p>— объяснить устройство и принцип действия ядерного реактора; назначение и принцип действия Токамака;</p> <p>— анализировать свойства α-, β-, γ-излучения; зависимость удельной энергии связи нуклона в ядре от массового числа; проблемы создания УТС; достоинства и недостатки ядерной энергетики;</p> <p>— систематизировать знания о физических величинах: зарядовое и массовое число, поглощенная доза излучения, коэффициент относительной биологической активности;</p> <p>— давать определения понятиям: ядерные силы, дефект массы, энергия связи ядра, критическая масса, коэффициент размножения нейтронов, элементар-</p>

	<p>тарные частицы, фундаментальные взаимодействия;</p> <ul style="list-style-type: none"> — формулировать закон радиоактивного распада; — обосновывать смысл принципа причинности в микромире; соответствие ядерных реакций законам сохранения электрического заряда и массового числа; факт существования античастиц; — классифицировать ядерные реакции, элементарные частицы; — приводить примеры биологического действия радиоактивных излучений; — применять полученные знания к решению задач
<p>Элементы астрофизики (8 ч)</p> <p>Строение Солнечной системы и ее состав: планеты, астероиды, кометы, метеоры и метеориты. Солнце. Строение солнечной атмосферы. Солнечная активность. Источники энергии Солнца и звезд. Внутреннее строение Солнца. Условие равновесия в Солнце. Температура в центре Солнца. Перенос энергии из центра Солнца наружу. Солнечные нейтрино. Внутреннее строение Солнца. Превращения при реакции синтеза гелия из водорода на Солнце. Основные характеристики звезд. Диаграмма «спектральный класс — светимость». Звезды главной последовательности. Зависимость «масса — светимость» для звезд главной последовательно-</p>	<p>Астрофизика (8 ч)</p> <ul style="list-style-type: none"> — Называть порядок расположения планет в Солнечной системе; — описывать состав солнечной атмосферы; явление метеора и метеорита; вид солнечной поверхности; грануляцию и пятна на поверхности Солнца; источник энергии Солнца; основные типы и спектральные классы звезд; внутреннее строение звезд; современные представления о происхождении Солнца и звезд; основные объекты Млечного Пути; структуру и строение Галактики; основные типы галактик; расширение Вселенной; — объяснять происхождение метеоров, темный цвет солнечных пятен; механизм передачи энергии в недрах Солнца; явление разбегания галак-

Содержание урока	Вид деятельности ученика
<p>сти. Внутреннее строение звезд. Современные представления о происхождении и эволюции Солнца и звезд. Этапы жизни звезд. Возраст звездных скоплений. Наблюдения Млечного Пути. Спиральная структура Галактики, распределение звезд, газа и пыли. Положение и движение Солнца в Галактике. Плоская и сферическая подсистемы Галактики. Типы галактик. Радиогалактики и квазары. Черные дыры в ядрах галактик. Массивные черные дыры в ядрах галактик как источники активности галактик и квазаров.</p> <p>Расширение Вселенной. Закон Хаббла. Разбегание галактик. Возраст и радиус Вселенной, теория Большого взрыва. Модель «горячей Вселенной». Реликтовое излучение. Ньютон и проблемы классической космологии*. Релятивистская космология — теория расширяющейся Вселенной*.</p> <p>Роль астрономии в познании природы. Применимые законы физики для объяснения природы небесных тел. Естественно-научная картина мира. Масштабная структура Вселенной. Мегагалактика. Релятивистская теория тяготения.</p>	<p>тик; различные астрономические исследований от физических; роль астрономии в познании природы; — привести примеры: явлений, наблюдаемых на поверхности Солнца; различных типов галактик; физических законов, на основе которых объясняют природу небесных тел; наблюдений, подтверждающих теоретические представления о протекании термоядерных реакций в ядре Солнца; — анализировать зависимость цвета звезды от ее температуры;</p> <p>— сравнивать группы звезд: звезды главной последовательности, красные гиганты, белые карлики, нейтронные звезды;</p> <p>— классифицировать основные этапы эволюции звезд;</p> <p>— оценивать температуру звезд по их цвету; светимость звезд по освещенности, которую она создает на Земле, и расстояние до нее; массу Галактики по скорости движения Солнца вокруг ее центра; возраст и радиус Вселенной по закону Хаббла;</p> <p>— формулировать закон Хаббла;</p> <p>— обосновывать модель «горячей Вселенной»;</p> <p>— применять закон Хаббла для определения расстояний до галактик по их скорости удаления;</p> <p>— обобщать знания о физических различиях планет, звезд и галактик, о проявлении фундамен-</p>
<p><i>Контрольная работа</i> по теме «Элементы астрофизики».</p>	

<p><i>Темы проектов</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Солнечная активность и ее связь с биологическими процессами на Земле. 2. Построение модели внутреннего строения Солнца. 3. Черные дыры во Вселенной. 4. Физическая природа квазаров. 5. Космические исследования Венеры. 6. Крупнейшие телескопы в мире. 7. Спроектируйте и изготовьте телескоп-рефрактор. 8. Нейтринный телескоп и наблюдения солнечных нейтрино. 9. Поиски внеземных цивилизаций и возможности связи с ними. <p><i>Исследовательские задания</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Телескопические наблюдения за изменением солнечной активности. 2. Исследование влияния солнечной активности на рост деревьев (по годовым кольцам деревьев). 3. Определенные сжатия и периоды вращения Юпитера по наблюдениям Большого красного пятна на его поверхности (зарисовки Юпитера в телескоп, фотографию из Интернета). 4. Определенные высоты гор на Луне методом Галилея. 5. Измерение угловых и линейных размеров Солнца с помощью камеры-обскуры 	<p>тальных взаимодействий в различных масштабах Вселенной; — применять полученные знания к решению задач</p>
<p>Повторение и обобщение (3 ч)</p>	

УГЛУБЛЕННЫЙ УРОВЕНЬ

10 класс (175 ч, 5 ч в неделю)

Основное содержание	Основные виды учебной деятельности
<p>Введение (3 ч)</p> <p>Физика — наука о природе. Физика и культура. Естественно-научная и гуманитарная культура. Научные методы познания окружающего мира. Физические законы и теории. Структура и эволюция физической картины мира</p>	<p>— Различать научные методы познания окружающего мира;</p> <p>— применять различные научные методы: наблюдение, измерение, эксперимент, моделирование;</p> <p>— формулировать отличия гипотезы от научной теории;</p> <p>— объяснять различие частных и фундаментальных физических законов</p>
<p>Классическая механика (56 ч)</p> <p>Из истории становления классической механики. Основная задача механики. Кинематические характеристики движения. Законы движения. Динамические характеристики движения. Кинематика и динамика. Масса и основные свойства массы (аддитивность, инвариантность, закон сохранения, эквивалентность инертной и гравитационной массы). Сила. Виды сил (сила тяжести, сила упругости, сила трения, сила Архимеда). Импульс тела и импульс силы. Идеализированные объекты. Модели, используемые в классической механике: материальная точ-</p>	<p>— Выделять наиболее важные открытия, оказавшие влияние на создание классической механики;</p> <p>— объяснять роль фундаментальных опытов в механике; результаты опытов, лежащих в основе классической механики; законы Кеплера, применяя законы классической механики;</p> <p>— анализировать научные методы Галилея и Ньютона;</p> <p>— давать определения основных понятий классической механики;</p> <p>— вычислять основные кинематические характеристики движения; линейную скорость и центр-</p>

ка, абсолютно упругое тело, абсолютно твердое тело. Опыты Галилея. Принцип инерции. Астрономические наблюдения Браге, законы Кеплера. Применение научного метода Ньютоном. Законы динамики Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Гравитационные силы. Опыт Кавендиша. Гравитационная постоянная. Закон всемирного тяготения.

Принцип независимости действия сил (принцип суперпозиции). Равнодействующая сила. Принцип относительности Галилея. Изменение импульса. Замкнутая система. Закон сохранения импульса. Механическая работа и механическая энергия. Кинетическая и потенциальная энергия. Теорема об изменении кинетической энергии. Закон сохранения полной механической энергии. Условия равновесия твердого тела. Закон сохранения энергии в динамике жидкости. Давление. Закон Паскаля. Гидростатическое давление. Закон Бернулли.

Небесная механика. Движение спутников. Круговая скорость. Параболическая и гиперболическая скорости. Объяснение и обобщение законов Кеплера с точки зрения классической механики. Открытие Нептуна и Плутона. Баллистика внутренняя и внешняя. Движение тела под действием силы тяжести. Космические скорости. Реактивное движение. Ракеты. Из истории космонавтики.

Контрольные работы
по теме «Кинематика»;

стремительное ускорение при движении по окружности; механическую работу различных сил;

— применять: модель материальной точки к реальным движущимся объектам; модели равномерного и равноускоренного движения к реальным движениям; закон всемирного тяготения для вычисления ускорения свободного падения; принцип независимости действия сил при решении задач; модель замкнутой системы к реальным системам; модель замкнутой консервативной системы к реальным системам при обсуждении возможности применения закона сохранения механической энергии; физические законы к решению технических задач; повышение обороноспособности государства, освоение космического пространства; законы сохранения для объяснения принципов реактивного движения; законы классической механики к движению небесных тел;

— определять координату, проекцию и модуль вектора перемещения для различных случаев прямолинейного движения;

— сравнивать различные виды движения по их характеристикам; изменение потенциальной энергии упругой деформации с потенциальной энергией груза, вызвавшего эту деформацию; значение работы равнодействующей сил, действующих на тело, с изменением его кинетической энергии;

— строить, читать и анализировать графики зависимости проекции скорости, перемещения и ускорения от времени;

Основное содержание	Основные виды учебной деятельности
<p>по теме «Динамика»; по теме «Классическая механика».</p> <p><i>Лабораторные работы</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Исследование движения тела под действием постоянной силы. 2. Изучение движения тела по окружности под действием сил тяжести и упругости. 3. Сравнение работы силы с изменением механической энергии тела. 4. Изучение закона сохранения механической энергии при действии на тело сил тяжести и упругости. <p><i>Тема проекта</i></p> <p>Спроектируйте и изготовьте прибор, фиксирующий изменение скорости подвижной системы отсчета, в которой он находится относительно неподвижной системы отсчета, связанной с землей, в случае, когда визуально зафиксировать изменение скорости нельзя (например, нет окон). Проверьте его работу во время поездки в автомобиле или на любом другом виде наземного транспорта.</p> <p><i>Исследовательское задание</i></p> <p>Предложите эксперименты, позволяющие с помощью подручных средств исследовать зависимость</p>	<p>Основные виды учебной деятельности</p> <ul style="list-style-type: none"> — формулировать основные задачи кинематики и динамики; законы Ньютона, принципы классической механики; принцип независимости действия сил и принцип относительности Галилея; — систематизировать знания о динамических характеристиках движения: масса, сила, импульс тела, импульс силы; знания о физических величинах: механическая работа, потенциальная и кинетическая энергия; информацию о роли научных открытий и развития техники; — описывать натурные и мысленные эксперименты Галилея, явление инерции, движение небесных тел; опыт Кавендиша по измерению гравитационной постоянной; — классифицировать системы отсчета по их основным признакам; — наблюдать изменение импульса тел и сохранение суммарного импульса замкнутой системы тел при упругом и неупругом взаимодействии; — устанавливать зависимость вида траектории (окружность, эллипс, парабола, гиперболы) от значения скорости тела; скорости; общий характер законов, управляющих движением небесных тел и космических аппаратов; — рассматривать открытия Нептуна и Плутона как доказательство справедливости закона все-

<p>дальности полета тела от направления начальной скорости. Выполните их и подготовьте соответствующие сообщения</p>	<p>мирного тяготения; движение тела под действием силы тяжести на примере баллистики; — оценивать успехи России в создании ракетной техники и покорения космического пространства; — применять полученные знания к решению задач; — систематизировать и обобщать знания по динамике; — исследовать движение тела под действием постоянной силы; — экспериментально доказывать, что под действием постоянной силы тело движется с постоянным ускорением; экспериментально доказывать существование связи между равнодействующей сил, действующих на тело, и ускорением, которое тело получает в результате их действия; — наблюдать, измерять и делать выводы в процессе экспериментальной деятельности</p>
<p>Молекулярная физика (77 ч)</p>	
<p>Основы молекулярно-кинетической теории строения вещества (6 ч) Макроскопическая система. Состояние макроскопической системы. Параметры состояния. Термодинамический и статистический методы изучения макроскопических систем. Взгляды древнегреческих мыслителей на строение вещества. Основные положения молекулярно-кинетической теории. Экспериментальные обоснования существования</p>	<p>— Давать определения понятий: макроскопическая система, параметры состояния макроскопической системы, относительная молекулярная масса, молярная масса, количество вещества, постоянная Лшмидта, постоянная Авогадро, диффузия, средний квадрат скорости молекул; — приводить примеры явлений, подтверждающих основные положения молекулярно-кинетической теории;</p>

Основное содержание	Основные виды учебной деятельности
<p>молекул и атомов. Размеры и масса молекул. Количество вещества. Молярная масса. Концентрация молекул. Постоянная Ломмидта. Постоянная Авогадро.</p> <p>Диффузия. Скорость диффузии. Броуновское движение. Теория броуновского движения. Опыт Штерна. Распределение молекул по скоростям. Средняя квадратичная скорость и средний квадрат скорости движения молекул. Распределение Больцмана.</p> <p>Силы взаимодействия между молекулами и атомами. Природа межмолекулярного взаимодействия. График зависимости силы межмолекулярного взаимодействия от расстояния между центрами атомов. Потенциальная энергия взаимодействия молекул. График зависимости потенциальной энергии взаимодействия атомов от расстояния между ними</p>	<p>— объяснять: результаты опытов, доказывающих основные положения молекулярно-кинетической теории; сущность термодинамического и статистического методов изучения макроскопических систем, их различие и дополнительность; результаты опыта Штерна; график зависимости силы межмолекулярного взаимодействия от расстояния между центрами атомов;</p> <p>— описывать броуновское движение, явление диффузии, опыт Штерна, график распределения молекул по скоростям; характер взаимодействия молекул вещества</p>
<p>Основные понятия и законы термодинамики (19 ч)</p> <p>История развития и становления термодинамики. Термодинамическая система. Тепловое равновесие. Закон термодинамического равновесия. Температура как параметр состояния термодинамической системы. Нулевой закон термодинамики. Из-</p>	<p>— Давать определения понятий: тепловое движение, тепловое равновесие, термодинамическая система, температура, абсолютный нуль температур; внутренняя энергия, теплопередача, количество теплоты, удельная теплоемкость, удельная теплота плавления, удельная теплота парообразования;</p>

мерение температуры. Термодинамическая (абсолютная) шкала температур. Абсолютный нуль температур. Соотношение между значениями температуры по шкале Цельсия и по термодинамической шкале. Связь термодинамической температуры и средней кинетической энергии молекул. Внутренняя энергия. Условное обозначение и единица внутренней энергии. Зависимость внутренней энергии от температуры, массы тела и от агрегатного состояния вещества. Способы изменения внутренней энергии. Теплопередача. Виды теплопередачи. Количество теплоты. Удельная теплоемкость вещества. Изменение агрегатных состояний вещества. Вывод формулы работы газа при неизменном давлении. Графическое представление работы. Закон сохранения механической энергии. Изменение механической энергии. Первый закон термодинамики. Эквивалентность теплоты и работы. Невозможность создания вечного двигателя. Необратимые процессы. Второй закон термодинамики. Статистическое объяснение необратимости.

Кратковременная контрольная работа
по теме «Основные понятия и законы термодинамики».

Лабораторная работа
5. Измерение удельной теплоты плавления льда.

— перевести значение температуры из градусов Цельсия в кельвины и обратно;
— применять знания молекулярно-кинетической теории к толкованию понятия температуры;
— применять уравнение теплового баланса при решении задач на теплообмен с учетом агрегатных превращений; формулу для расчета работы в термодинамике при решении вычислительных и графических задач;
— различать способы изменения внутренней энергии, виды теплопередачи;
— объяснять механизм теплопроводности и конвекции на основе молекулярно-кинетической теории; эквивалентность теплоты и работы;
— доказывать, что внутренняя энергия зависит от температуры и массы тела, его агрегатного состояния; необратимость процессов в природе;
— вывести формулу работы газа в термодинамике;
— формулировать первый и второй законы термодинамики;
— обосновывать невозможность создания вечного двигателя первого и второго рода;
— применять полученные знания к решению задач;
— измерять удельную теплоту плавления льда;
— наблюдать, измерять и делать выводы в процессе экспериментальной деятельности

Основное содержание	Основные виды учебной деятельности
<p><i>Исследовательское задание</i></p> <p>Предложите эксперимент, позволяющий наблюдать броуновское движение. Опишите свои наблюдения. Докажите экспериментально, что скорость движения броуновской частицы зависит от температуры</p> <p>Свойства газов (34 ч)</p> <p>Идеальный газ. Давление газа. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа. Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул и температура тела. Постоянная Больцмана. Уравнение состояния идеального газа. Уравнение Менделеева—Клапейрона. Уравнение Клапейрона. Внутренняя энергия идеального газа. Изопрощессы. Изотермический процесс, закон Бойля—Мариотта. Изобарный процесс, закон Гей-Люссака, температурный коэффициент объемного расширения газа. Изохорный процесс, закон Шарля, температурный коэффициент давления газа. Адиабатный процесс. Применение первого закона термодинамики к изопроцессам. Модель реального газа. Критическое состояние вещества. Критическая температура. Парообразование. Насыщенный пар. Свойства насыщенного пара. Точка росы. Абсолютная влаж-</p>	<p>— Давать определения понятий: идеальный газ, критическая температура, тепловой двигатель, КПД теплового двигателя;</p> <p>— применять формулы для расчета давления идеального газа, внутренней энергии идеального газа; уравнение состояния идеального газа, уравнение Менделеева—Клапейрона, уравнение Клапейрона;</p> <p>— описывать модель идеального газа; условия осуществления изотермического, изобарного, изохорного и адиабатного процессов и соответствующие эксперименты; модель реального газа; процессы парообразования и установления динамического равновесия между паром и жидкостью;</p> <p>— описывать устройство тепловых двигателей: ДВС, паровая турбина, турбореактивный двигатель; устройство холодильной машины;</p> <p>— описывать негативное влияние работы тепловых двигателей на состояние окружающей среды и перспективы его уменьшения;</p>

ность. Относительная влажность воздуха. Измерение влажности. Влияние влажности воздуха на жизнь живых организмов. Применение сжатого воздуха: отбойный молоток, пневматический тормоз. Получение и применение сжиженных газов. Тепловой двигатель. Основные части теплового двигателя. Круговой процесс. Холодильник. Коэффициент полезного действия теплового двигателя. Идеальный тепловой двигатель. Цикл Карно. КПД идеального теплового двигателя. Паровые турбины. Двигатели внутреннего сгорания: карбюраторные и дизельные. Реактивные двигатели. Перспективы развития тепловых двигателей. Принцип работы холодильной машины. КПД холодильной машины. Компрессорная холодильная машина. Тепловые двигатели и охрана окружающей среды.

Контрольная работа

по теме «Свойства идеального газа».

Лабораторные работы

6. Изучение уравнения состояния идеального газа.
7. Измерение относительной влажности воздуха.

Темы проектов

1. Экологически чистые виды городского транспорта.
2. Космический «мусор».

— объяснять природу давления газа, характер зависимости давления газа от концентрации молекул и их средней кинетической энергии; условия и границы применимости уравнения Менделеева—Клапейрона, уравнения Клапейрона; сущность критического состояния вещества и смысл критической температуры; на основе МКТ процесс парообразования, свойства насыщенного пара, зависимость точки росы от давления, способы измерения влажности воздуха; получение сжиженных газов; принцип действия ДВС, паровой турбины и турбореактивного двигателя; принцип работы теплового двигателя; принцип действия холодильной машины;

— выводить уравнение Менделеева—Клапейрона, используя основное уравнение МКТ идеального газа и формулу взаимосвязи средней кинетической энергии теплового движения молекул газа и его абсолютной температуры; уравнения газовых законов из уравнения Менделеева—Клапейрона; — формулировать законы Бойля—Мариотта, Гей-Люссака, Шарля;

— анализировать графики изотермического, изобарного, изохорного и адиабатного процессов; — обозначать границы применимости газовых законов;

— систематизировать знания о физических величинах: точка росы, абсолютная и относительная влажность;

Основное содержание	Основные виды учебной деятельности
<p>3. Спроектируйте и изготовьте волосяной гигрометр.</p> <p>4. Экологически чистые тепловые двигатели.</p> <p>5. Солнечные батареи: принцип работы и применение.</p> <p><i>Исследовательское задание</i></p> <p>Предложите эксперименты, позволяющие с помощью подручных средств исследовать зависимость давления газа данной массы от объема при постоянной температуре и зависимость объема газа данной массы от температуры при постоянном давлении. Выполните их и подготовьте соответствующие сообщения</p> <p>Свойства твердых тел и жидкостей (20 ч)</p> <p>Строение твердого кристаллического тела. Кристаллическая решетка. Идеальный кристалл. Полиморфизм. Моно- и поликристаллы. Анизотропия свойств монокристаллов. Причина анизотропии. Деформация. Упругие и пластические деформации. Виды деформации. Механическое напряжение. Относительное удлинение. Закон Гука. Модуль Юнга. Свойства твердых тел: хрупкость, прочность, твердость. Предел прочности. Запас прочности. Вычисление механического напряжения</p>	<p>— приводить примеры применения газов в технике, сжатого воздуха, сжиженных газов;</p> <p>— вычислять КПД теплового двигателя, КПД идеального теплового двигателя;</p> <p>— применять полученные знания к решению задач;</p> <p>— исследовать зависимость между параметрами состояния идеального газа;</p> <p>— графически интерпретировать полученный результат;</p> <p>— измерять влажность воздуха;</p> <p>— наблюдать, измерять и делать выводы в процессе экспериментальной деятельности</p> <p>— Давать определения понятий: кристаллическая решетка, идеальный кристалл, полиморфизм, монокристалл, поликристалл, анизотропия; деформация, упругая и пластическая деформация, механическое напряжение, относительное удлинение, модуль Юнга; поверхностное натяжение, сила поверхностного натяжения;</p> <p>— описывать модель идеального кристалла, различных видов кристаллических решеток; опыты, иллюстрирующие различные виды деформации твердых тел; модель реального кристалла; строе-</p>

ния, относительного и абсолютного удлинения, запаса прочности. Строение реального кристалла. Дефекты кристаллов. Управление свойствами твердых тел. Строение и свойства жидких кристаллов. Применение жидких кристаллов. Жидкие кристаллы в организме человека. Строение и свойства твердых тел в аморфном состоянии. Полимеры. Композиты. Наноструктуры. Наноматериалы. Нанотехнология. Модель жидкого состояния. Текучесть жидкости. Энергия поверхностного слоя. Поверхностное натяжение. Поверхностная энергия. Смачивание. Причина смачивания. Виды менисков. Капиллярные явления. Формула для расчета высоты подъема жидкости в капилляре.

Контрольная работа

по теме «Свойства твердых тел и жидкостей».

Лабораторная работа

8. Наблюдение образования кристаллов.
9. Измерение поверхностного натяжения жидкости.

Темы проектов

1. Создание материалов с заданными свойствами.
2. Композиционные материалы и их использование.
3. Наноматериалы и их применение в медицине.
4. Нанотехнология и проблемы экологии.

ние и свойства жидких кристаллов, их роль в природе и быту; свойства твердых тел в аморфном состоянии; опыты, иллюстрирующие поверхностное натяжение жидкости; наблюдаемые в природе и быту явления смачивания;

— приводить примеры анизотропии свойств монокристаллов; жидких кристаллов в организме человека; примеры капиллярных явлений в природе и быту;

— объяснить на основе молекулярно-кинетической теории анизотропию свойств кристаллов, механизм упругости твердых тел и их свойства (прочность, хрупкость, твердость); влияние дефектов кристаллической решетки на свойства твердых тел; зависимость поверхностного натяжения от рода жидкости и ее температуры;

— формулировать закон Гука;

— исследовать особенности явления смачивания у разных жидкостей;

— сравнивать строение и свойства кристаллических и аморфных тел, аморфных тел и жидкостей;

— применять полученные знания к решению задач;

— измерять поверхностное натяжение жидкости; — наблюдать, измерять и делать выводы в процессе экспериментальной деятельности

Основное содержание	Основные виды учебной деятельности
<p>5. Нанотехнология и социально-этические проблемы.</p> <p>6. Жидкие кристаллы в природе и технике.</p> <p><i>Исследовательские задания</i></p> <p>1. Исследование зависимости поверхностного натяжения от примесей.</p> <p>2. Исследование зависимости поверхностного натяжения от температуры жидкости</p>	
<p>Электродинамика (24 ч)</p> <p>Электростатика (24 ч)</p> <p>Электрический заряд. Его свойства: два рода электрических зарядов, закон сохранения, дискретность электрического заряда, инвариантность. Единицы электрического заряда. Явление электризации. Электризация тел в быту и на производстве. Опыты Кулона с крутильными весами. Точечный заряд. Закон Кулона. Границы применимости закона Кулона. Принцип суперпозиции сил. Аналогия между электрическими и гравитационными силами.</p> <p>Электрическое поле и его свойства. Электростатическое поле. Вектор напряженности электростатического поля. Принцип суперпозиции полей. На-</p>	<p>— Сравнивать устройство и принцип работы электроскопа и электрометра;</p> <p>— давать определения понятий: электрический заряд, элементарный электрический заряд, электризация; понятия электрических сил; электростатическое поле, напряженность электростатического поля, линии напряженности, однородное электростатическое поле;</p> <p>— описывать опыт Кулона с крутильными весами; явление электризации; картины электростатических полей;</p> <p>— объяснять явление электризации, свойство дискретности электрического заряда, смысл закона сохранения электрического заряда, возможность</p>

пряженность поля точечного заряда. Линии напряженности электростатического поля. Однородное электрическое поле. Наглядные картины электростатических полей. Вычисление сил Кулона. Примеры расчета напряженности поля, созданного одним и двумя точечными зарядами.

Проводники. Отсутствие поля внутри проводника. Электростатическая защита. Диэлектрики. Полярные диэлектрики. Электрический диполь. Поляризация полярного диэлектрика. Неполарные диэлектрики. Поляризация неполярных диэлектриков. Диэлектрическая проницаемость вещества.

Работа по перемещению заряда в однородном электростатическом поле. Потенциальный характер электростатического поля. Доказательство потенциального характера на примере однородного поля. Потенциал. Разность потенциалов. Связь разности потенциалов и напряженности электростатического поля.

Электрическая емкость проводника. Конденсаторы. Электрическая емкость конденсатора. Электрическая емкость плоского конденсатора. Работа, совершаемая при зарядке плоского конденсатора. Энергия электростатического поля.

Контрольная работа
по теме «Электростатика».

модельной интерпретации электростатического поля в виде линий напряженности, электризация проводника через влияние (электростатическая индукция), причину отсутствия электрического поля внутри проводника, механизм поляризации полярных и неполярных диэлектриков;

— формулировать закон Кулона, принцип независимости действия сил, принцип суперпозиции полей;

— проводить аналогию между электрическими и гравитационными силами;

— определять границы применимости закона Кулона;

— применять при решении задач формулы для расчета напряженности поля, потенциала, разности потенциалов, работы электростатического однородного и неоднородного полей, формулу взаимосвязи разности потенциалов и напряженности электростатического поля; закон Кулона, принцип суперпозиции полей;

— строить изображения линий напряженности электростатических полей;

— систематизировать знания о физических величинах: потенциал, разность потенциалов, электрическая емкость, удельного проводника, электрическая емкость конденсатора;

— доказывать потенциальный характер электростатического поля;

Основное содержание	Основные виды учебной деятельности
<p><i>Лабораторная работа</i></p> <p>10. Измерение электрической емкости конденсатора.</p> <p><i>Темы проектов</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Применение электростатической защиты в быту. 2. Дактилоскопия как метод получения и анализа информации. 3. Электрическое поле Земли. 4. Шаровая молния. <p><i>Исследовательские задания</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Электризация различных тел. 2. Исследование зависимости угла наклона подвешенных на нитях тел, находящихся в электрическом поле, от массы тел. 3. Потрите газетой надутый воздухом воздушный шарик, поднесите к потолку и опустите. Зафиксируйте время, в течение которого шарик оставался висеть у потолка. Объясните причину подобного поведения шарика. 4. Проанализируйте предложенную физическую ситуацию и ответьте на поставленные вопросы. «В однородное электрическое поле вносят две соединенные и не заряженные пластинки, укреплен- 	<p>Основные виды учебной деятельности</p> <ul style="list-style-type: none"> — вычислять энергию электростатического поля заряженного конденсатора; — обосновывать объективность существования электростатического поля; — применять полученные знания к решению задач; — экспериментально определять электрическую емкость конденсатора; — анализировать и оценивать результаты эксперимента; — наблюдать, измерять и делать выводы в процессе экспериментальной деятельности

<p>ные на изолирующих ручках. В электрическом поле пластинки разъединяют и определяют наличие зарядов на них.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Появятся ли заряды на пластинках, и если вы считаете, что появятся, то откуда и почему? Одинакового ли они знака? 2. Будут ли пластинки заряжены, если их разъединить после вынесения из поля? Почему? 3. Какой вывод можно сделать на основании такого опыта?» <p>Оцените правильность своих ответов в реальном эксперименте. Для создания однородного поля можно использовать разборный конденсатор, для определения заряда на пластинах — электрометр или электроскоп</p>	
<p align="center">Повторение и обобщение (5 ч) Резерв времени (8 ч)</p>	

11 класс (175 ч, 5 ч в неделю)

Содержание урока	Вид деятельности ученика
<p>Электродинамика (103 ч)</p> <p>Постоянный электрический ток (30 ч)</p> <p>Исторические предпосылки учения о постоянном электрическом токе: опыты Гальвани, исследования Вольты, опыты Ома. Электрический ток. Условия существования электрического тока. Источники тока. Сторонние силы. Электродвижущая сила. Стационарное электрическое поле. Экспериментальное доказательство электронной природы проводимости металлов. Сила тока. Вольт-амперная характеристика металлического проводника. Зависимость сопротивления металлического проводника от температуры. Сверхпроводимость. Связь силы тока с зарядом электрона.</p> <p>Электрический ток в растворах и расплавах электролита. Электролитическая диссоциация. Вольт-амперная характеристика электролита. Электрический ток в вакууме. Термоэлектронная эмиссия. Вольт-амперная характеристика электровакуумного диода. Электрический ток в газах. Несамостоятельный и самостоятельный газовые разряды. Вольт-амперная характеристика газового разряда. Проводимость полупроводников. Собственная и примесная проводимость.</p>	<p>Вид деятельности ученика</p> <p>— Описывать: опыты Гальвани, Вольты, Ома; опыты, доказывающие электронную природу проводимости металлов; явление сверхпроводимости; устройство гальванического элемента и аккумулятора; принцип работы химических источников тока; устройство и принцип работы вакуумного диода;</p> <p>— объяснять: результаты опытов Гальвани, Вольты, Ома, Мандельштама—Папалекси и Толмена—Стюарга; отличие стационарного электрического поля от электростатического; зависимость сопротивления металла от температуры; природу электролитической диссоциации, термоэлектронной эмиссии, собственной и примесной проводимости; зависимость от температуры сопротивления электролитов, вакуумного и полупроводникового диодов, газового разряда; принцип действия термометра сопротивления; принципы гальваностегии и гальванопластики; возникновение термо-ЭДС; принцип работы электронно-лучевой трубки, газоразрядных ламп, терморезистора, фоторезистора и полупроводникового диода;</p> <p>— формулировать условия существования в цепи электрического тока; закон Ома для участка цепи</p>

Зависимость силы тока от внутреннего сопротивления и электродвижущей силы источника тока. Вывод закона Ома для полной цепи. Последовательное и параллельное соединение проводников. Электронагревательные приборы. Закон Джоуля—Ленца. Электроосветительные приборы. Термометр сопротивления. Термопара. Электродиз. Закон электролиза. Применение электролиза: гальваностегия, гальванопластика, получение чистых металлов и тяжелой воды. Химические источники тока. Вакуумный диод. Электронно-лучевая трубка. Газовые разряды: искровой, дуговой, коронный, тлеющий. Плазма. Термисторы и фоторезисторы. Полупроводниковый диод.

Контрольная работа

по теме «Постоянный электрический ток».

Лабораторные работы

1. Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока.
2. Определение элементарного заряда.
3. Изучение терморезистора.

Темы проектов

1. Изучение мощности бытовых электроприборов и правил их включения в сеть.
2. Проектируйте и изготовьте гальванический элемент.

и для полной цепи, законы последовательного и параллельного соединения резисторов; закон электролиза;
— давать определения понятий: электрический ток, сторонние силы, ЭДС, сила тока, стационарное электрическое поле;
— применять при решении задач формулы для расчета: электродвижущей силы, силы тока, зависимости сопротивления проводника от температуры, работы и мощности электрического тока; метод эквивалентных схем к расчету характеристик электрических цепей; закон Джоуля—Ленца;
— приводить примеры явлений, подтверждающих электронную природу проводимости металлов, природу проводимости электролитов, вакуума, газов и полупроводников;
— приводить примеры теплового действия электрического тока; применения электролиза, газовых разрядов, вакуумного диода, полупроводниковых приборов;
— анализировать вольт-амперную характеристику металла, электролита, вакуумного и полупроводникового диодов, газового разряда;
— выводить закон Ома для полной цепи;
— строить вольт-амперную характеристику металлического проводника;
— дедуктивные выводы, применяя полученные знания к решению качественных задач;
— наблюдать газовые разряды;

Содержание урока	Вид деятельности ученика
<p>3. Разработка схемы электропроводки в квартире и расчет ее параметров.</p> <p>4. Спроектируйте и сконструируйте электрический двигатель.</p> <p>5. Плазма и ее применение.</p> <p><i>Исследовательские задания</i></p> <p>1. Исследование зависимости электропроводности электролита от его температуры и концентрации.</p> <p>2. Исследование зависимости силы тока в цепи и напряжения на реостате от его сопротивления.</p> <p>3. Исследование зависимости времени нагревания жидкости от числа нагревательных элементов и их соединения.</p> <p>4. Исследование электропроводности полупроводникового диода</p> <p>Взаимосвязь электрического и магнитного полей (20 ч)</p> <p>Исторические предпосылки учения о магнитном поле. Взаимодействие магнитов. Опыты Эрстеда, Ампера, Фарадея. Гипотеза Ампера. Силовая характеристика магнитного поля. Модуль вектора магнитной индукции. Линии магнитной индукции. Направление вектора магнитной индукции. Вихревой характер магнитного поля. Магнитная проницаемость среды. Сила Ампера. Закон Ампера.</p>	<p>— применять полученные знания к решению задач;</p> <p>— измерять ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока;</p> <p>— определять значение заряда электрона, используя явление электролиза;</p> <p>— исследовать зависимость сопротивления проводника от температуры;</p> <p>— наблюдать, измерять и делать выводы в процессе экспериментальной деятельности</p> <p>— Давать определения понятий: магнитное поле, вектор магнитной индукции, линии магнитной индукции, магнитная проницаемость среды, ЭДС индукции, вихревое электрическое поле, самоиндукция, ЭДС самоиндукции, индуктивность;</p> <p>— формулировать правило буравчика; правило левой руки, закон Ампера; правило Ленца;</p> <p>— описывать фундаментальные опыты: Эрстеда, Ампера, Фарадея;</p>

ра. Направление силы Ампера (правило левой руки). Сила Лоренца. Направление силы Лоренца. Использование силы Лоренца. Электроизмерительные приборы. Применение сил Ампера и Лоренца. Движение электрических зарядов в магнитном поле.

Открытие явления электромагнитной индукции. Опыт Фарадея. Магнитный поток. Правило Ленца. ЭДС индукции. Закон электромагнитной индукции. Индукционный ток в движущемся в магнитном поле проводнике. Опыт Генри. Явление самоиндукции. Индуктивность. ЭДС самоиндукции. Энергия магнитного поля.

Контрольная работа

по теме «Взаимосвязь электрического и магнитного полей».

Лабораторная работа

4. Изучение явления электромагнитной индукции.

Исследовательское задание

Исследование магнитных свойств вещества

— приводить примеры магнитного взаимодействия;

— обобщать на эмпирическом уровне результаты наблюдаемых экспериментов;

— объяснять вихревой характер магнитного поля, его отличие от электростатического поля; принцип действия электроизмерительных приборов; явления, наблюдаемые в природе и в быту;

— определять направление силы Ампера, индукционного тока, силы Лоренца;

— выводить формулу силы Лоренца из закона Ампера;

— описывать и объяснять: устройство и принцип действия масс-спектрографа, МГД-генератора; опыты по наблюдению явления электромагнитной индукции, явления самоиндукции;

— систематизировать знания о физических величинах: магнитный поток, ЭДС индукции;

— объяснять и выводить формулу для расчета ЭДС индукции, возникающей в проводнике, движущемся в магнитном поле*;

— представлять полученные знания в структурированном виде, выделяя при этом эмпирический базис, основные понятия учения об электромагнитном поле, модели, основные законы и следствия;

— применять полученные знания к решению задач;

— исследовать зависимость силы индукционного тока от параметров катушки и магнитного поля;

Содержание урока	Вид деятельности ученика
<p>Электромагнитные колебания и волны (22 ч)</p> <p>Условия существования свободных колебаний. Характеристики колебаний. Пружинный и математический маятники. Гармонические колебания. Сравнение гармонических колебаний. Скорость и ускорение при гармонических колебаниях. Собственная частота и период колебательной системы.</p> <p>Колебательный контур. Превращение энергии в колебательном контуре. Аналогия между механическими и электромагнитными колебаниями. Частота и период колебаний в контуре. Вынужденные колебания. Резонанс. Вынужденные электромагнитные колебания. Принцип получения переменного ЭДС. Характеристики переменного тока. Генератор переменного тока. Устройство и принцип действия трансформатора. Коэффициент трансформации.</p> <p>Электромагнитное поле и системы отсчета. Гипотеза Максвелла о существовании электромагнитных волн. Теория дальнего действия и ближнего действия. Резистор, катушка индуктивности и конденсатор в цепи переменного тока. Механические волны. Опыт Герца. Излучение и распространение</p>	<p>— наблюдать, измерять и делать выводы в процессе экспериментальной деятельности</p> <p>— Давать определения понятий: свободные колебания, гармонические колебания, колебательная система; вынужденные колебания, резонанс, действующее и амплитудное значения силы тока и напряжения;</p> <p>— анализировать зависимости от времени координаты, скорости, ускорения при механических колебаниях, периода колебаний математического и пружинного маятников; зависимости от времени заряда, силы тока, напряжения при электромагнитных колебаниях; зависимость периода и частоты колебаний от параметров колебательного контура;</p> <p>— формулировать условия распространения механических волн; условие возникновения электромагнитных волн;</p> <p>— описывать превращение энергии в колебательном контуре; опыты Герца по излучению и приему электромагнитных волн; работу современных средств связи;</p> <p>— объяснять процесс электромагнитных колебаний в колебательном контуре; принцип получения переменного тока; физические основы радиопередающих устройств и радиоприемников, ам-</p>

<p>ние электромагнитных волн. Открытый колебательный контур. Основы радиосвязи. Модуляция и детектирование. Радиовещание, спутниковая связь, телевидение, радиолокация и радиоастрономия. Сотовая связь.</p> <p><i>Кратковременная контрольная работа</i></p> <p>по теме «Электромагнитные колебания и волны».</p> <p><i>Исследовательское задание</i></p> <p>Исследование работы трансформатора</p>	<p>плитудной модуляции и детектирования, радио-локации;</p> <p>— записывать уравнение колебаний силы тока и напряжения в колебательном контуре по заданному уравнению колебаний заряда;</p> <p>— проводить аналогии между механическими и электромагнитными колебаниями;</p> <p>— описывать и объяснять устройство и принцип действия генератора переменного тока и трансформатора;</p> <p>— приводить примеры: технических устройств для получения, преобразования и передачи электрической энергии, использования переменного электрического тока; применения колебательных контуров с переменными характеристиками в радиотехнике;</p> <p>— систематизировать знания о физической величине на примере длины волны;</p> <p>— применять полученные знания к решению задач</p>
<p>Оптика (23 ч)</p> <p>Эволюция представлений о природе световых явлений: геометрическая оптика, волновая теория света. Корпускулярные представления о свете. Корпускулярно-волновой дуализм свойств света. Идея Галилея по определению скорости света. Опыты Ремера, Физо, Фуко и Майкельсона. Современные методы измерения скорости света.</p>	<p>— Описывать опыты по измерению скорости света; по наблюдению интерференции, дифракции, дисперсии, поляризации; свойства отдельных частей спектра;</p> <p>— обобщать на эмпирическом уровне результаты наблюдаемых экспериментов и строить индуктивные выводы;</p> <p>— строить ход лучей в зеркалах, в призме, в линзе, в оптических приборах;</p>

Содержание урока	Вид деятельности ученика
<p>Понятия и законы геометрической оптики. Основные понятия: точечный источник света, световой пучок, световой луч. Законы геометрической оптики: закон прямолинейного распространения света, отражения света, преломления света. Полное внутреннее отражение. Изображение предмета в плоском зеркале. Ход лучей в призме и линзах. Формула линзы. Оптические приборы: проекционный аппарат, фотоаппарат, микроскоп, телескоп. Волновые свойства света. Интерференция волн. Когерентность. Условия максимумов и минимумов. Интерференция света. Кольца Ньютона. Променивание интерференции света в технике. Дифракция волн. Дифракция света. Принцип Гюйгенса — Френеля. Дифракционная решетка. Дисперсия света. Поляриды. Поляризация.</p> <p>Шкала электромагнитных волн. Свойства отдельных частей спектра. Применение электромагнитных волн различных частот в технике.</p> <p><i>Контрольная работа</i> по теме «Оптика».</p> <p><i>Лабораторная работа</i> 5. Измерение относительного показателя преломления вещества.</p>	<p>— давать определения понятий: полное внутреннее отражение, мнимое изображение, главная оптическая ось линзы;</p> <p>— формулировать законы отражения и преломления света; условия интерференционных максимумов и минимумов;</p> <p>— приводить примеры: интерференции, дифракции, поляризации и дисперсии в природе и технике; применения электромагнитных волн различных частот в технике; применения оптических приборов;</p> <p>— объяснять явления интерференции и дифракции;</p> <p>— применять полученные знания к решению качественных и вычислительных задач;</p> <p>— строить ход лучей в плоскопараллельной пластине;</p> <p>— измерять показатель преломления стекла;</p> <p>— наблюдать, измерять и делать выводы в процессе экспериментальной деятельности</p>

<p><i>Темы проектов</i></p> <p>1. Разработка системы виртуальных исследовательских лабораторных работ по оптике. Сравнение возможностей реального и компьютерного экспериментов.</p> <p>2. Электронная техника в вашем доме.</p> <p><i>Исследовательское задание</i></p> <p>Изучение конструкции и исследование работы оптических приборов</p>	
<p>Основы специальной теории относительности (8 ч)</p> <p>Представление классической физики о пространстве и времени: свойства пространства и времени, относительность механического движения, инвариантные величины в механике. Синхронизация часов в классической механике, инерциальные системы отсчета, преобразования Галилея. Световые явления и принцип относительности Галилея. Представления об эфире. Постулаты Эйнштейна. Относительность одновременности. Относительность для двух событий понятий «раньше» или «позже». Относительность длины отрезков. Релятивистский закон сложения скоростей. Относительность промежутков времени. Экспериментальное подтверждение эффекта замедления времени.</p> <p>Второй закон Ньютона в классической механике. Релятивистский импульс. Релятивистский закон движения.</p>	<p>— Называть методы изучения физических явлений: эксперимент, выдвижение гипотез, моделирование;</p> <p>— обозначать границы применимости классической механики;</p> <p>— объяснять оптические явления на основе теории эфира; относительность одновременности, длин отрезков и промежутков времени, релятивистский закон сложения скоростей; проявление принципа соответствия на примере релятивистского закона сложения скоростей, на примере классической и релятивистской механики; взаимосвязь массы и энергии, инвариантность массы как в классической, так и в релятивистской механике;</p> <p>— формулировать постулаты Эйнштейна;</p> <p>— описывать опыт Майкельсона; экспериментальное подтверждение эффекта замедления времени;</p> <p>— записывать формулы, выражающие относительность длины, относительность времени; фор-</p>

Содержание урока	Вид деятельности ученика
<p>Полная энергия свободно движущегося тела. Энергия покоя. Кинетическая энергия.</p> <p><i>Темы проектов</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Проявление релятивистских эффектов. 2. Парадоксы теории относительности. 3. Развитие представлений о пространстве и времени 	<p>муду релятивистского импульса; уравнение движения в СТО;</p> <ul style="list-style-type: none"> — доказывать, что скорость света — предельная скорость движения; — анализировать зависимость релятивистского импульса от скорости движения тела; — применять формулу взаимосвязи массы и энергии, полной энергии движущегося тела при решении задач
Элементы квантовой физики (37 ч)	
<p>Фотоэффект (10 ч)</p> <p>Явление внешнего фотоэффекта. Законы фотоэффекта. Противоречие между электромагнитной теорией и результатами эксперимента. Гипотеза Планка о квантовом характере излучения. Энергия кванта. Гипотеза Эйнштейна о квантовом характере процесса испускания, поглощения и распространения света. Фотон — квант электромагнитного излучения. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Объяснение законов фотоэффекта с точки зрения фотонной теории света. Практическое использование фотоэффекта. Вакуумный фотоэлемент. Корпускулярно-волновой дуализм. Гипотеза де Бройля о волновых свойствах частиц. Опыты по</p>	<ul style="list-style-type: none"> — Формулировать законы фотоэффекта; принцип дополнителности и соотношения неопределенностей; — описывать: опыты по вырыванию электронов из вещества под действием света и принцип действия установки, при помощи которой А. Г. Столетов изучал явление фотоэффекта; явление фотоэффекта; устройство и принцип действия вакуумного фотоэлемента; — объяснять причину возникновения тока насыщения и задерживающего напряжения при фотоэффекте; принципиальное отличие фотона от других частиц; гипотезы Планка о квантовом характере излучения, Эйнштейна об испускании, распространении и поглощении света отдельными

дифракции электронов. Давление света. Соотношение неопределенностей. Принцип дополнительности.

Кратковременная контрольная работа
по теме «Фотоэффект».

Лабораторная работа
6. Изучение фотоэффекта.

Темы проектов

1. Возникновение учения о квантах.
2. Сравнительный анализ механизма фотоэффекта у проводников, полупроводников и диэлектриков.
3. Опыты П. Н. Лебедева и их роль в физике.

Исследовательские задания

1. Предложите способ экспериментальной проверки уравнения Эйнштейна для фотоэффекта. *Указание.*

Проанализируйте уравнение по следующей схеме:

- а) выразите из уравнения E_k ;
- б) укажите зависимость между кинетической энергией электрона E_k и частотой света ν ;
- в) какой вид имеет график зависимости $E_k(\nu)$;
- г) что показывает тангенс угла наклона к оси абсцисс.

2. Найдите в Интернете или в других источниках информации опыт Милликена по проверке уравне-

квантами; роль опытов Лебедева и Вавилова как экспериментального подтверждения теории фотоэффекта; гипотезу де Бройля о волновых свойствах частиц;

— обосновывать невозможность объяснения второго и третьего законов фотоэффекта с позиций волновой теории света; эмпирический характер законов фотоэффекта и теоретический характер уравнения Эйнштейна для фотоэффекта; идею корпускулярно-волнового дуализма света и частиц вещества;

— применять уравнение Эйнштейна для фотоэффекта;

— анализировать законы фотоэффекта с позиций квантовой теории;

— определять неизвестные величины в уравнении Эйнштейна для фотоэффекта;

— вычислять энергию и импульс фотона, длину волны де Бройля;

— решать комбинированные задачи по фотоэффекту, на уравнение Эйнштейна и законы фотоэффекта;

— применять полученные знания к решению задач;

— исследовать зависимость силы тока в цепи фотоэлемента от его освещенности;

— наблюдать, измерять и делать выводы в процессе экспериментальной деятельности

Содержание урока	Вид деятельности ученика
<p>ния фотоэффекта. Проанализируйте, каким образом ученый решил измерить кинетические энергии фотоэлектронов. Спланируйте опыт по проверке линейного характера зависимости $E_k(v)$.</p> <p>3. Опыт Ленарда, экспериментально исследованного явление фотоэффекта, показали, что и слабый, и яркий свет равной частоты выбивают электроны с одинаковой кинетической энергией. Докажите, что из волновой теории света следует противоположный вывод</p>	
<p>Строение атома (7 ч)</p> <p>Модель атома Томсона и ее недостатки. Опыт Резерфорда по рассеянию α-частиц. Планетарная модель атома. Несовместимость планетарной модели с положениями классической электродинамики. Противоречия планетарной модели атома. Постулаты Бора. Опыт Франка и Герца. Границы применимости модели атома Резерфорда — Бора.</p> <p>Теоретическое следствие теории Бора. Спектры испускания и поглощения. Виды спектров испускания. Спектральные закономерности. Спектральный анализ. Спонтанное и вынужденное излучение. Инверсия электронных уровней. Устройство и принцип работы лазера. Применение лазеров.</p>	<p>— Описывать опыт Резерфорда по рассеянию α-частиц; опыты Франка и Герца; модели атома Томсона и Резерфорда; механизм поглощения и излучения атомов;</p> <p>— обосновывать: фундаментальный характер опыта Резерфорда; роль опытов Франка и Герца как экспериментальное доказательство модели Резерфорда — Бора и подтверждение дискретного характера изменения внутренней энергии атома; эмпирический характер спектральных закономерностей;</p> <p>— объяснять: несовместимость планетарной модели с положениями классической электродинамики; противоречия планетарной модели; механизм возникновения линейчатых спектров излучения и поглощения; принцип работы лазера;</p>

<p><i>Контрольная работа</i> по теме «Строение атома».</p> <p><i>Лабораторная работа</i></p> <p>7. Наблюдение линейчатых спектров.</p> <p><i>Темы проектов</i></p> <p>1. Спектральный анализ как один из современных методов исследования в науке и практической деятельности.</p> <p>2. Практическое использование лазеров.</p> <p><i>Исследовательские задания</i></p> <p>1. Предложите способы увеличения в опыте Резерфорда по рассеянию α-частиц числа частиц, рассеянных под одним и тем же углом при постоянном их потоке.</p> <p>2. Согласно современной квантовой теории, фиксированные орбиты Бора не следует представлять буквально — в действительности электрон в атоме может быть обнаружен в любом месте, а не только вблизи орбиты. Обоснуйте или опровергните данное утверждение</p>	<p>— сравнивать модели строения атомов; — формулировать постулаты Бора; условия создания вынужденного излучения; — вычислять частоту электромагнитного излучения при переходе электрона из одного стационарного состояния в другое; — приводить примеры практического применения спектрального анализа, лазеров; — применять полученные знания к решению задач; — измерять длину волны отдельных спектральных линий с помощью дифракционной решетки; — наблюдать, измерять и делать выводы в процессе экспериментальной деятельности</p>
<p>Атомное ядро (20 ч) Радиоактивность. Эксперименты, доказывающие сложность строения ядра. Опыты Резерфорда по определению состава радиоактивного излучения. Свойства α-, β-, γ-излучения. Открытие протона</p>	<p>— Описывать опыт: открытие радиоактивности, протона и нейтрона; определение состава радиоактивного излучения; — описывать устройство и принцип действия камеры Вильсона и ускорителей;</p>

Содержание урока	Вид деятельности ученика
<p>и нейтрона. Протонно-нейтронная модель ядра. Характеристики ядра. Изотопы. Ядерные силы и их основные свойства. Энергия связи. Удельная энергия связи. Зависимость удельной энергии связи от массового числа. Дефект массы. Расчет энергии связи. Радиоактивный распад. Виды радиоактивного распада. Период полураспада. Закон радиоактивного распада. Радиоактивный метод.</p> <p>Ядерные реакции. Типы ядерных реакций; реакция деления ядер урана, реакция синтеза легких ядер (термоядерная). Выполнение законов сохранения заряда и массового числа в ядерных реакциях. Ускорители. Реакции на нейтронах. Трансурановые элементы. Реакции деления на медленных нейтронах. Капельная модель ядра. Реакция синтеза легких ядер.</p> <p>Цепная реакция деления ядер урана. Критическая масса. Коэффициент размножения нейтронов. Управляемая и неуправляемая ядерная реакция деления. Ядерный реактор. Ядерная энергетика. Проблема создания управляемой реакции термоядерного синтеза. Биологическое действие радиоактивных излучений. Доза излучения. Коэффициент относительной биологической активности. Элементарные частицы. Фундаментальные взаимодействия. Антинейтрино. Аннигиляция эле-</p>	<p>— описывать капельную модель ядра; цепную ядерную реакцию; фундаментальные взаимодействия, их виды и особенности;</p> <p>— объяснять протонно-нейтронную модель ядра; явление радиоактивности; характер ядерных сил и их свойства (отличие от гравитационных и электромагнитных сил); различие между α- и β-распадом; статистический характер радиоактивного распада; причину поглощения или выделения энергии при ядерных реакциях; процесс деления ядра урана на медленных нейтронах; особенности реакции синтеза легких ядер и условия осуществления УТС; биологическое действие радиоактивного излучения; причину аннигиляции элементарных частиц;</p> <p>— объяснять устройство и принцип действия ядерного реактора; назначение и принцип действия Токамака;</p> <p>— анализировать свойства α-, β-, γ-излучения; зависимость удельной энергии связи нуклона в ядре от массового числа; проблемы создания УТС; достоинства и недостатки ядерной энергетики;</p> <p>— систематизировать знания о физических величинах: зарядовое и массовое число, поглощенная доза излучения, коэффициент относительной биологической активности;</p>

<p>ментарных частиц. Классы элементарных частиц.</p> <p><i>Контрольная работа</i> по теме «Элементы квантовой физики»</p>	<ul style="list-style-type: none"> — давать определения понятий: ядерные силы, дефект массы, энергия связи ядра, критическая масса, коэффициент размножения нейтронов, элементарные частицы, фундаментальные взаимодействия; — формулировать закон радиоактивного распада; — обосновывать смысл принципа причинности в микромире; соответствие ядерных реакций законам сохранения электрического заряда и массового числа; факт существования античастиц; — классифицировать ядерные реакции, элементарные частицы; — приводить примеры биологического действия радиоактивных излучений; — применять полученные знания к решению задач
<p>Астрофизика (18 ч)</p>	
<p>Элементы астрофизики (18 ч)</p> <p>Строение Солнечной системы и ее состав: планеты, астероиды, кометы, метеоры и метеориты. Солнце. Строение солнечной атмосферы. Солнечная активность. Источник энергии Солнца и звезд. Внутреннее строение Солнца. Условие равновесия в Солнце. Температура в центре Солнца. Перенос энергии из центра Солнца наружу. Солнечные нейтрино. Внутреннее строение Солнца. Превращения при реакции синтеза гелия из водорода на Солнце.</p>	<ul style="list-style-type: none"> — Называть порядок расположения планет в Солнечной системе; — описывать состав солнечной атмосферы; явление метеора и метеорита; вид солнечной поверхности; транзитную и пятна на поверхности Солнца; источник энергии Солнца; основные типы и спектральные классы звезд; внутреннее строение звезд; современные представления о происхождении Солнца и звезд; основные объекты Млечного Пути; структуру и строение Галактики; основные типы галактик; расширение Вселенной;

Содержание урока	Вид деятельности ученика
<p>Основные характеристики звезд. Диаграмма «спектральный класс — светимость». Звезды главной последовательности. Зависимость «масса — светимость» для звезд главной последовательности. Внутреннее строение звезд. Современные представления о происхождении и эволюции Солнца и звезд. Этапы жизни звезд. Возраст звездных скоплений. Наблюдения Млечного Пути. Спиральная структура Галактики, распределение звезд, газа и пыли. Положение и движение Солнца в Галактике. Плоская и сферическая подсистемы Галактики. Типы галактик. Радиогалактики и квазары. Черные дыры в ядрах галактик. Массивные черные дыры в ядрах галактик как источники активности галактик и квазаров. Расширение Вселенной. Закон Хаббла. Разбегание галактик. Возраст и радиус Вселенной, теория Большого взрыва. Модель «горячей Вселенной». Реликтовое излучение. Ньютон и проблемы классической космологии. Релятивистская космология — теория расширяющейся Вселенной.</p> <p>Роль астрономии в познании природы. Применение законов физики для объяснения природы небесных тел. Естественно-научная картина мира. Масштабная структура Вселенной. Метагалакти-</p>	<p>— объяснять происхождение метеоров, темный цвет солнечных пятен; механизм передачи энергии в недрах Солнца; явление разбегания галактик; различие астрономических исследований от физических; роль астрономии в познании природы;</p> <p>— приводить примеры: явлений, наблюдаемых на поверхности Солнца; различных типов галактик; физических законов, на основе которых объясняют природу небесных тел; наблюдений, подтверждающих теоретические представления о протекании термоядерных реакций в ядре Солнца;</p> <p>— анализировать зависимость цвета звезды от ее температуры;</p> <p>— сравнивать группы звезд: звезды главной последовательности, красные гиганты, белые карлики, нейтронные звезды;</p> <p>— классифицировать основные этапы эволюции звезд;</p> <p>— оценивать температуру звезд по их цвету; светимость звезд по освещенности, которую она создает на Земле, и расстоянию до нее; массу Галактики по скорости движения Солнца вокруг ее центра; возраст и радиус Вселенной по закону Хаббла;</p> <p>— формулировать закон Хаббла;</p> <p>— обосновывать модель «горячей Вселенной»;</p>

<p>ка. Релятивистская теория тяготения. Темная материя и темная энергия.</p> <p><i>Контрольная работа</i> по теме «Элементы астрофизики».</p> <p><i>Темы проектов</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Солнечная активность и ее связь с биологическими процессами на Земле. 2. Построение модели внутреннего строения Солнца. 3. Черные дыры во Вселенной. 4. Физическая природа квазаров. 5. Космические исследования Венеры. 6. Крупнейшие телескопы в мире. 7. Спроектируйте и изготовьте телескоп-рефрактор. 8. Нейтринный телескоп и наблюдения солнечных нейтрино. 9. Поиски внеземных цивилизаций и возможности связи с ними. <p><i>Исследовательские задания</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Телескопические наблюдения за изменением солнечной активности. 2. Исследование влияния солнечной активности на рост деревьев (по годовым кольцам деревьев). 3. Определение сжатия и периода вращения Юпитера по наблюдениям Большого красного пятна 	<p>— применять закон Хаббла для определения расстояний до галактик по их скорости удаления;</p> <p>— обобщать знания о физических различиях планет, звезд и галактик, о проявлении фундаментальных взаимодействий в различных масштабах Вселенной;</p> <p>— применять полученные знания к решению задач</p>
--	---

Содержание урока	Вид деятельности ученика
на его поверхности (зарисовки Юпитера в телескоп, фотографии из Интернета). 4. Определение высоты гор на Луне методом Галилея. 5. Измерение угловых и линейных размеров Солнца с помощью камеры-обскуры	
Повторение и обобщение (5 ч) Резерв времени (12 ч)	

Учебно-методическое обеспечение

Программа курса физики для 10—11 классов.
Базовый уровень (авторы Н. С. Пурышева, Е. Э. Ратбиль)

УМК «Физика. 10 класс. Базовый уровень»

1. Физика. Базовый уровень. 10 класс. Учебник (авторы Н. С. Пурышева, Н. Е. Важеевская, Д. А. Исаев).
2. Физика. Базовый уровень. 10 класс. Рабочая тетрадь (авторы Н. С. Пурышева, Н. Е. Важеевская, Д. А. Исаев).
3. Физика. Базовый уровень. 10 класс. Тетрадь для лабораторных работ (авторы Н. С. Пурышева, С. В. Степанов).
4. Физика. Базовый уровень. 10 класс. Методическое пособие (авторы Н. С. Пурышева, Н. Е. Важеевская, Д. А. Исаев).
5. Электронная форма учебника.

УМК «Физика. 11 класс. Базовый уровень»

1. Физика. Базовый уровень. 11 класс. Учебник (авторы Н. С. Пурышева, Н. Е. Важеевская, Д. А. Исаев, В. М. Чаругин).
2. Физика. Базовый уровень. 11 класс. Рабочая тетрадь (авторы Н. С. Пурышева, Н. Е. Важеевская, Д. А. Исаев, В. М. Чаругин).
3. Физика. Базовый уровень. 11 класс. Тетрадь для лабораторных работ (авторы Н. С. Пурышева, С. В. Степанов).
4. Физика. Базовый уровень. 11 класс. Методическое пособие (авторы Н. С. Пурышева, Н. Е. Важеевская, Д. А. Исаев, В. М. Чаругин).
5. Электронная форма учебника.

Комплект наглядных пособий.

СПИСОК НАГЛЯДНЫХ ПОСОБИЙ

Таблицы общего назначения

1. Международная система единиц (СИ).
2. Приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц.
3. Физические постоянные.
4. Шкала электромагнитных волн.
5. Правила по технике безопасности при работе в кабинете физики.
6. Меры безопасности при постановке и проведении лабораторных работ по электричеству.
7. Порядок решения количественных задач.

Тематические таблицы

1. Траектория движения.
2. Относительность движения.
3. Второй закон Ньютона.
4. Реактивное движение.
5. Космический корабль «Восток».
6. Работа силы.
7. Механические волны.
8. Взаимосвязь вращательного и колебательного движений.
9. Динамика свободных колебаний.
10. Виды деформаций I.
11. Виды деформаций II.
12. Броуновское движение. Диффузия.
13. Поверхностное натяжение, капиллярность.
14. Строение атмосферы Земли.
15. Измерение температуры.
16. Внутренняя энергия.
17. Двигатель внутреннего сгорания.
18. Плавление, испарение, кипение.
19. Двигатель постоянного тока.

20. Кристаллические вещества.
21. Агрегатные состояния вещества.
22. Сжижение газа при его изотермическом сжатии.
23. Первое начало термодинамики.
24. Второе начало термодинамики.
25. Работа газа в термодинамике.
26. Адиабатный процесс.
27. Закон Гей-Люссака.
28. Закон Бойля—Мариотта.
29. Закон Шарля.
30. Цикл Карно.
31. Давление идеального газа.
32. Определение скоростей молекул.
33. Эквивалентность количества теплоты и работы.
34. КПД тепловой машины.
35. Закон Кулона.
36. Линии напряженности электростатического поля.
37. Диэлектрики и проводники в электрическом поле.
38. Электронно-лучевая трубка.
39. Полупроводники.
40. Полупроводниковый диод.
41. Транзистор.
42. Энергетическая система.
43. Термо- и фоторезистор.
44. Простейший радиоприемник.
45. Прибор магнитоэлектрической системы.
46. Схема гидроэлектростанции.
47. Трансформатор.
48. Передача и распределение электроэнергии.
49. Динамик. Микрофон.
50. Радиолокация.
51. Рентгеновская трубка.
52. Опыт Майкельсона.
53. Модели строения атома.
54. Определение заряда электрона.
55. Лампа накаливания.
56. Давление света.
57. Схема опыта Резерфорда.
58. Цепная ядерная реакция.
59. Ядерный реактор.
60. Лазер.
61. Звезды.
62. Солнечная система.
63. Затмения.
64. Земля — планета Солнечной системы.

65. Луна.
66. Планеты земной группы.
67. Планеты-гиганты.
68. Малые тела Солнечной системы.
69. Солнце.
70. Строение Солнца.
71. Наша Галактика.
72. Другие галактики.
73. Глаз как оптическая система.
74. Оптические приборы.

Комплект портретов для кабинета физики (папка с двадцатью портретами).

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАБОТЕ С ЭЛЕКТРОННОЙ ФОРМОЙ УЧЕБНИКА И ФОРМИРОВАНИЮ ИКТ-КОМПЕТЕНТНОСТИ УЧЕНИКОВ

При работе с электронной формой учебника следует придерживаться общих методических принципов в сочетании с методиками использования информационных ресурсов. Учебная деятельность строится на основе системно-деятельностного подхода и должна способствовать формированию универсальных учебных действий, при этом виды деятельности должны соответствовать ступени образования. Ведущим видом деятельности учащихся основной школы является групповое взаимодействие, при этом большое внимание уделяется работе с информационно-поисковыми заданиями, дальнейшее развитие получают навыки сбора, хранения, обработки информации, усиливается интеграция знаний. Особое внимание уделяется применению полученных знаний в проектно-учебной, исследовательской деятельности на уровне предпрофильной подготовки.

При работе с электронной формой учебника появляются дополнительные возможности для развития мыслительных и контролирующих действий, а также коммуникативных компетенций. Такая возможность обеспечивается интерактивными модулями как обучающего, так и проверочного и контролирующего характера. Работа с различными информационными ресурсами должна чередоваться беседой с учителем, обсуждением в группах, записями в тетрадях, игровыми элементами. Однако не следует увлекаться наглядностью, надо помнить о необходимости формирования и развития и других навыков: чтения, обработки текста, развития монологической речи, в

том числе и с помощью информационных мультимедийных ресурсов.

Можно предложить следующий алгоритм работы: восприятие информации, анализ полученной информации, проверка понимания, самооценка (рефлексия), определение дальнейшего маршрута продвижения в учебном материале.

Учитель должен показать, как работать с информацией, сформулировать цели обучения, научить работать с информационными объектами, строить образовательные маршруты для достижения поставленных целей. Обращаем внимание, что последовательность работы с учебным материалом определяет учитель с учетом индивидуальных особенностей каждого учащегося или группы учащихся.

Работа учащихся с разными источниками информации: текстом учебника, информацией иллюстративного ряда, мультимедийными объектами — позволяет активно использовать поисковые, исследовательские виды учебных действий.

Деятельность учащихся обязательно должна соответствовать поставленной учебной цели, которую ученикам сначала сообщает учитель, а впоследствии они сами научатся ее ставить. Это может быть знакомство с информацией, обработка информации, запоминание, использование информации при решении различных учебных задач и т. д. При работе с информационными объектами могут встретиться термины, которые сложны для понимания. В этом случае работу с информационными источниками следует совмещать с записями в тетради и другими видами деятельности, способствующими лучшему освоению материала.

После обсуждения с учителем полученных сведений ученики приступают к выполнению тренировочных заданий, определенных учителем. Учитель дает четкие инструкции по выполнению интерактивных заданий и при необходимости формулирует требования к оформлению результатов. Если учащиеся достаточно подготовлены, они работают с заданием самостоятельно. Итогом самостоятельной работы является коллективное обсуждение результатов. Если выполнение заданий вызывает затруднения, следует совместно разобрать способы решения, а затем предложить учимся самостоятельно поработать с интерактивным модулем. Возможна коллективная работа с тренировочными заданиями. Если учитель считает, что изучаемый материал хорошо усвоен, можно организовать соревнование между учащимися или их группами, а также применить другие игровые формы. В случае если ученик работает самостоятельно с учебным материалом и при выполнении проверочных заданий испытывает трудности, можно порекомендовать ему выполнить

дополнительные тренировочные задания. В противном случае следует еще раз обратиться к информационным объектам, справочным материалам, образцам решений и т. д.

Учитель выбирает необходимую образовательную траекторию, способную обеспечить визуализацию прохождения траектории обучения с контрольными точками заданий различных видов: информационных, практических, контрольных. Формы организации учебной деятельности определяются видами учебной работы, спецификой учебной группы, изучаемым материалом.

Содержание

Пояснительная записка	3
Планируемые результаты освоения курса	7
Содержание курса	57
Базовый уровень	57
Углубленный уровень	62
Тематическое планирование	68
Базовый уровень	68
Углубленный уровень	98
Учебно-методическое обеспечение	129
Приложения	
Список наглядных пособий	130
Рекомендации по работе с электронной формой учебника и формированию ИКТ-компетентности учеников	132