

1. Пояснительная записка

При реализации рабочей программы используются учебники: Касьянов В.А. Физика 10 кл. Базовый уровень.- М.Дрофа, 2017; Касьянов В.А. Физика 11 кл. Базовый уровень.- М.Дрофа, 2019, входящие в Федеральный перечень учебников, утвержденный Министерством образования и науки РФ.

Базисный учебный (образовательный) план МОБУ «Саракташская средняя общеобразовательная школа №1 имени 70-летия Победы в Великой Отечественной войне» на изучение физики отводит 2 учебных часа в неделю всего 68 часов в год. Предмет «Физика» входит в предметную область «Естественно – научные предметы».

Школьный курс физики — системообразующий 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.

Для решения задач формирования естественно-научной картины мира, умения объяснять объекты и процессы окружающей действительности, используя для этого физические знания, особое внимание в процессе изучения физики уделено знакомству с методом научного познания, постановке проблем, требующих от учащихся самостоятельной деятельности по их разрешению.

Особенностями изложения содержания курса являются:

- единство и взаимосвязь всех разделов как результат последовательной детализации при изучении структуры вещества (от макро- до микромасштабов);
- отсутствие деления физики на классическую и современную (10 класс: специальная теория относительности рассматривается вслед за механикой Ньютона как ее обобщение на случай движения тел со скоростями, сравнимыми со скоростью света; 11 класс: квантовая теория определяет спектры излучения и поглощения высоких частот, исследует микромир);
- доказательность изложения материала, базирующаяся на простых математических методах и качественных оценках (позволяющих получить, например, в 10 классе выражение для силы трения покоя и для амплитуды вынужденных колебаний маятника; в 11 классе оценить размер ядра, энергию связи электрона в атоме и нуклонов в ядре, критическую массу урана, величины зарядов кварков);
- максимальное использование корректных физических моделей и аналогий (модели: 10 класс — модели кристалла, электризации трением; 11 класс — сверхпроводимости, космологическая модель Фридмана. Аналогии: 10 класс — движения частиц в однородном гравитационном и электростатическом полях; 11 класс — распространения механических и электромагнитных волн);
- обсуждение границ применимости всех изучаемых закономерностей (10 класс: законы Ньютона, Гука, Кулона, сложения скоростей; 11 класс: закон Ома, классическая теория электромагнитного излучения) и используемых моделей (материальная точка, идеальный газ и т. д.);
- использование и возможная интерпретация современных научных данных (11 класс: анизотропия реликтового излучения связывается с образованием астрономических структур (подобные исследования Джона Мазера и Джорджа Смута были удостоены Нобелевской премии по физике за 2006 г.), на шести рисунках приведены в разных масштабах 3D-картинки Вселенной, полученные за последние годы с помощью космических телескопов);
- рассмотрение принципа действия современных технических устройств (10 класс: светокопировальной машины, электростатического фильтра для очистки воздуха от пыли, клавиатуры компьютера; 11 класс: детектора металлических предметов, поезда на магнитной подушке, световода), прикладное использование физических явлений (10 класс: явление электризации трением в дактилоскопии; 11 класс: электрического разряда в плазменном дисплее);
- общекультурный аспект физического знания, реализация идеи межпредметных связей (10 класс: симметрия в природе и живописи, упругие деформации в биологических тканях,

физиологическое воздействие перегрузок на организм, существование электрического поля у рыб; 11 класс: физические принципы зрения, объяснение причин возникновения радиационных поясов Земли, выяснение вклада различных источников ионизирующего излучения в естественный радиационный фон, использование явления радиоактивного распада в изотопной хронологии, формулировка необходимых условий возникновения органической жизни на планете).

Цели изучения физики в средней (полной) 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.

2. Планируемые результаты освоения учебного предмета физика

2.1. 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 реализацию 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 русского 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 национального 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; способность к сопереживанию и формированию 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); 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, умений и навыков разумного природопользования, нетерпимого отношения к действиям, приносящим вред экологии; приобретение опыта экологонаправленной 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.

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

2.2.1.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.

2.2.2.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).

2.2.3.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.

2.3. 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 др.) и формы научного познания (факты, законы, теории), демонстрируя на примерах их роль и место в научном познании;
- проводить прямые и косвенные измерения физических величин, выбирая измерительные приборы с 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.

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 расчетные 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.

10 класс

Физика в познании вещества, поля, пространства и времени

Предметные результаты освоения темы позволяют:

- давать определения понятий: базовые физические величины, физический закон, научная гипотеза, модель в физике и микромире, элементарная частица, фундаментальное взаимодействие;
- называть базовые физические величины, кратные и дольные единицы, основные виды фундаментальных взаимодействий, их характеристики, радиус действия;
- делать выводы о границах применимости физических теорий, их преемственности, существовании связей и зависимостей между физическими величинами;
- интерпретировать физическую информацию, полученную из других источников.

Механика

Предметные результаты освоения темы позволяют:

- давать определения понятий: механическое движение, материальная точка, тело отсчета, система отсчета, траектория, равномерное прямолинейное движение, равноускоренное и равнозамедленное прямолинейное движение, равнопеременное движение, периодическое (вращательное и колебательное) движение, гармонические колебания, инерциальная система отсчета, инертность, сила тяжести, сила упругости, сила нормальной реакции опоры, сила натяжения, вес тела, сила трения покоя, сила трения скольжения, сила трения качения; замкнутая система, реактивное движение; устойчивое, неустойчивое и безразличное равновесие, потенциальные силы, консервативная система, абсолютно упругий и абсолютно неупругий удар, абсолютно твердое тело, рычаг, блок, вынужденные, свободные (собственные) и затухающие колебания, резонанс*, волновой процесс, механическая волна, продольная механическая волна, поперечная механическая волна, гармоническая волна, поляризация*, линейно-поляризованная механическая волна*, плоскость поляризации*, звуковая волна, высота звука, эффект Доплера, тембр и громкость звука;
- давать определения физических величин: импульс тела, работа силы, потенциальная, кинетическая и полная механическая энергия, мощность, первая и вторая космические скорости, момент силы, плечо силы, амплитуда колебаний, статическое смещение, длина волны;

- использовать для описания механического движения кинематические величины: радиус-вектор, перемещение, путь, средняя путевая скорость, мгновенная и относительная скорости, мгновенное и центростремительное ускорения, период и частота вращения и колебаний;
- формулировать: законы Ньютона, принцип суперпозиции сил, закон всемирного тяготения, закон Гука, законы сохранения импульса и энергии с учетом границ их применимости, условия статического равновесия для поступательного и вращательного движения;
- называть: основные положения кинематики;
- описывать: демонстрационные опыты Бойля, эксперименты по измерению ускорения свободного падения, опыт Кавендиша по измерению гравитационной постоянной, опыт по сохранению состояния покоя (опыт, подтверждающий закон инерции), эксперимент по измерению коэффициента трения скольжения; эксперимент по измерению с помощью эффекта Доплера скорости движущихся объектов: машин, астрономических объектов;
- воспроизводить: опыты Галилея для изучения явления свободного падения тел;
- описывать и воспроизводить: демонстрационные опыты по распространению продольных механических волн в пружине и в газе, поперечных механических волн — в пружине и шнуре;
- делать выводы: об особенностях свободного падения тел в вакууме и в воздухе, о механизме возникновения силы упругости с помощью механической модели кристалла, о преимуществах использования энергетического подхода при решении ряда задач динамики;
- прогнозировать влияние невесомости на поведение космонавтов при длительных космических полетах, возможные варианты вынужденных колебаний одного и того же маятника в средах с разной плотностью*;
- применять полученные знания для решения практических задач.

Молекулярная физика и термодинамика

Предметные результаты освоения темы позволяют:

- давать определения понятий: молекула, атом, изотоп, относительная атомная масса, дефект массы, моль, постоянная Авогадро, микроскопические и макроскопические параметры, стационарное равновесное состояние газа, температура идеального газа, абсолютный нуль температуры, изопроцесс, изотермический, изобарный и изохорный процессы, теплообмен, теплоизолированная система, адиабатный процесс, тепловой двигатель, замкнутый цикл, необратимый процесс;
- давать определения физических величин: внутренняя энергия, количество теплоты, КПД теплового двигателя;
- называть основные положения и основную физическую модель молекулярно-кинетической теории строения вещества;
- классифицировать агрегатные состояния вещества;
- характеризовать изменения структуры агрегатных состояний вещества при фазовых переходах;
- воспроизводить основное уравнение молекулярно-кинетической теории, закон Дальтона, уравнение Клапейрона—Менделеева, закон Бойля—Мариотта, закон Гей-Люссака, закон Шарля;
- формулировать: условия идеальности газа, первый и второй законы термодинамики;
- использовать статистический подход для описания поведения совокупности большого числа частиц, включающий введение микроскопических и макроскопических параметров;
- описывать: демонстрационные эксперименты, позволяющие установить для газа взаимосвязь между его давлением, объемом, массой и температурой; эксперимент по измерению удельной теплоемкости вещества; опыты, иллюстрирующие изменение внутренней энергии тела при совершении работы;
- объяснять: газовые законы на основе молекулярно-кинетической теории строения вещества, особенность температуры как параметра состояния системы, принцип действия тепловых двигателей;
- делать вывод о том, что явление диффузии является необратимым процессом;
- применять полученные знания к объяснению явлений, наблюдаемых в природе и быту.

Электродинамика

Предметные результаты освоения темы позволяют:

- давать определения понятий: точечный электрический заряд, электризация тел, электрически изолированная система тел, электрическое поле, линии напряженности электростатического поля, свободные и связанные заряды, эквипотенциальная поверхность, конденсатор, проводники, диэлектрики, полупроводники, поляризация диэлектрика;
- давать определения физических величин: электрический заряд, напряженность электростатического поля, потенциал электростатического поля, разность потенциалов, относительная диэлектрическая проницаемость среды, поверхностная плотность среды, электроемкость уединенного проводника, электроемкость конденсатора;
- объяснять: зависимость электроемкости плоского конденсатора от площади пластин и расстояния между ними;
- формулировать: закон сохранения электрического заряда и закон Кулона, границы их применимости;
- описывать: демонстрационные эксперименты по электризации тел и объяснять их результаты; эксперимент по измерению электроемкости конденсатора;
- применять полученные знания для безопасного использования бытовых приборов и технических устройств — светокопировальной машины, объяснения неизвестных ранее электрических явлений, решения практических задач.

11 класс

Электродинамика

Предметные результаты освоения темы позволяют:

- давать определения понятий: электрический ток, источник тока, сторонние силы, сверхпроводимость, дырка, последовательное и параллельное соединения проводников, электролиты, электролитическая диссоциация, степень диссоциации, электролиз, ионизация, плазма, самостоятельный и несамостоятельный разряды, магнитное взаимодействие, линии магнитной индукции, однородное магнитное поле, собственная индукция, электромагнитная индукция, индукционный ток, самоиндукция, магнитоэлектрическая индукция, токи замыкания и размыкания, трансформатор; собственная и примесная проводимость, донорные и акцепторные примеси, p — n -переход, запирающий слой, выпрямление переменного тока, транзистор, колебательный контур, резонанс в колебательном контуре, электромагнитная волна, бегущая гармоническая электромагнитная волна, плоскополяризованная (или линейно-поляризованная) электромагнитная волна, плоскость поляризации электромагнитной волны, фронт волны, луч, радиосвязь, модуляция и демодуляция сигнала, вторичные электромагнитные волны, монохроматическая волна, когерентные волны и источники, время и длина когерентности, просветление оптики;
- давать определения физических величин: сила тока, ЭДС, сопротивление проводника, мощность электрического тока, энергия ионизации, вектор магнитной индукции, магнитный поток, сила Ампера, сила Лоренца, индуктивность контура, магнитная проницаемость среды, коэффициент трансформации, длина волны, поток энергии и плотность потока энергии электромагнитной волны, интенсивность электромагнитной волны;
- объяснять: условия существования электрического тока, принципы передачи электроэнергии на большие расстояния, зависимость интенсивности электромагнитной волны от расстояния до источника излучения и его частоты, качественно явления отражения и преломления световых волн, явление полного внутреннего отражения;
- формулировать: правило буравчика, принцип суперпозиции магнитных полей, правило левой руки, закон Ампера, закон Фарадея (электромагнитной индукции), правило Ленца, принцип Гюйгенса, закон отражения, закон преломления;
- описывать: явление электростатической индукции; демонстрационный опыт на последовательное и параллельное соединения проводников; тепловое действие электрического тока, передачу мощности от источника к потребителю; самостоятельно проведенный эксперимент по измерению силы тока и напряжения с помощью амперметра и вольтметра; фундаментальные физические опыты Эрстеда и Ампера, демонстрационные

опыты Фарадея с катушками и постоянным магнитом, явление электромагнитной индукции; механизм давления электромагнитной волны;

— приводить примеры использования явления электромагнитной индукции в современной технике: детекторе металла в аэропорту, в поезде на магнитной подушке, бытовых СВЧ-печах, записи и воспроизведении информации, в генераторах переменного тока;

— изучать движение заряженных частиц в магнитном поле;

— исследовать: электролиз с помощью законов Фарадея, механизм образования и структуру радиационных поясов Земли, прогнозировать и анализировать их влияние на жизнедеятельность в земных условиях;

— использовать законы Ома для однородного проводника и замкнутой цепи, закон Джоуля—Ленца для расчета электрических цепей;

— классифицировать диапазоны частот спектра электромагнитных волн;

— делать выводы о расположении дифракционных минимумов на экране за освещенной щелью;

— применять полученные знания для безопасного использования бытовых приборов и технических устройств — светокопировальной машины, объяснения неизвестных ранее электрических явлений, решения практических задач.

Основы специальной теории относительности

Предметные результаты освоения темы позволяют:

— давать определения понятий: радиус Шварцшильда, горизонт событий, энергия покоя тела;

— формулировать постулаты специальной теории относительности и следствия из них;

— описывать принципиальную схему опыта Майкельсона—Морли;

— делать вывод, что скорость света — максимально возможная скорость распространения любого взаимодействия;

— оценивать критический радиус черной дыры, энергию покоя частиц;

— объяснять условия, при которых происходит аннигиляция и рождение пары частиц.

Квантовая физика. Физика атома и атомного ядра

Предметные результаты освоения темы позволяют:

— давать определения понятий: фотоэффект, работа выхода, фотоэлектроны, фототок, корпускулярно-волновой дуализм, энергетический уровень, линейчатый спектр, спонтанное и индуцированное излучение, лазер, инверсная населенность энергетического уровня, метастабильное состояние, протонно-нейтронная модель ядра, изотопы, радиоактивность, альфа- и бета-распад, гамма-излучение, искусственная радиоактивность, термоядерный синтез, элементарные частицы, фундаментальные частицы, античастица, аннигиляция, лептонный заряд, переносчик взаимодействия, барионный заряд;

— давать определения физических величин: удельная энергия связи, период полураспада, активность радиоактивного вещества, энергетический выход ядерной реакции, коэффициент размножения нейтронов, критическая масса, доза поглощенного излучения;

— называть основные положения волновой теории света, квантовой гипотезы Планка, теории атома водорода;

— формулировать: законы фотоэффекта, постулаты Бора, закон сохранения барионного заряда;

— оценивать длину волны де Бройля, соответствующую движению электрона, кинетическую энергию электрона при фотоэффекте, длину волны света, испускаемого атомом водорода;

— описывать принципиальную схему опыта Резерфорда, предложившего планетарную модель атома;

— объяснять принцип действия лазера, ядерного реактора;

— сравнивать излучение лазера с излучением других источников света;

— объяснять способы обеспечения безопасности ядерных реакторов и АЭС;

— прогнозировать контролируемый естественный радиационный фон, а также рациональное природопользование при внедрении управляемого термоядерного синтеза (УТС);

— классифицировать элементарные частицы, подразделяя их на лептоны и адроны;

— описывать структуру адронов, цвет и аромат кварков;

— приводить примеры мезонов, гиперонов, глюонов.

3. Содержание курса.

10 класс.

Физика и естественно-научный метод познания природы

Физика – фундаментальная наука о природе. Методы научного исследования физических явлений. Моделирование физических явлений и процессов. Физический закон – границы применимости. Физические теории и принцип соответствия. Роль и место физики в формировании современной научной картины мира, в практической деятельности людей.

Физика и культура.

Механика

Границы применимости классической механики. Важнейшие кинематические характеристики – перемещение, скорость, ускорение. Основные модели тел и движений.

Взаимодействие тел. Законы Всемирного тяготения, Гука, сухого трения. Инерциальная система отсчета. Законы механики Ньютона.

Импульс материальной точки и системы. Изменение и сохранение импульса. *Использование законов механики для объяснения движения небесных тел и для развития космических исследований.* Механическая энергия системы тел. Закон сохранения механической энергии. Работа силы.

Равновесие материальной точки и твердого тела. Условия равновесия. Момент силы. Равновесие жидкости и газа. Движение жидкостей и газов.

Механические колебания и волны. Превращения энергии при колебаниях. Энергия волны.

Демонстрации

Зависимость траектории движения тела от выбора системы отсчета.

Падение тел в воздухе и в вакууме.

Явление инерции.

Инертность тел.

Сравнение масс взаимодействующих тел.

Второй закон Ньютона.

Измерение сил.

Сложение сил.

Взаимодействие тел.

Невесомость и перегрузка.

Зависимость силы упругости от деформации.

Силы трения.

Виды равновесия тел.

Условия равновесия тел.

Реактивное движение.

Изменение энергии тел при совершении работы.

Переход потенциальной энергии в кинетическую и обратно.

Свободные колебания груза на нити и на пружине.

Запись колебательного движения.

Вынужденные колебания.

Резонанс.

Автоколебания.

Поперечные и продольные волны.

Отражение и преломление волн.

Дифракция и интерференция волн.

Частота колебаний и высота тона звука.

Лабораторные работы и опыты:

измерение мгновенной скорости с использованием секундомера или компьютера с датчиками;

измерение сил в механике;

измерение ускорения свободного падения;
наблюдение вынужденных колебаний и резонанса;
исследование равноускоренного движения с использованием электронного секундомера;
при затухании колебаний амплитуда обратно пропорциональна времени;

Основы специальной теории относительности

Инвариантность модуля скорости света в вакууме. Принцип относительности Эйнштейна.
Связь массы и энергии свободной частицы. Энергия покоя.

Молекулярная физика и термодинамика

Молекулярно-кинетическая теория (МКТ) строения вещества и ее экспериментальные доказательства. Абсолютная температура как мера средней кинетической энергии теплового движения частиц вещества. Модель идеального газа. Давление газа. Уравнение состояния идеального газа. Уравнение Менделеева–Клапейрона.

Агрегатные состояния вещества. *Модель строения жидкостей.*

Внутренняя энергия. Работа и теплопередача как способы изменения внутренней энергии. Первый закон термодинамики. Необратимость тепловых процессов. Принципы действия тепловых машин.

Демонстрации

Механическая модель броуновского движения.

Модель опыта Штерна.

Изменение давления газа с изменением температуры при постоянном объеме.

Изменение объема газа с изменением температуры при постоянном давлении.

Изменение объема газа с изменением давления при постоянной температуре.

Кипение воды при пониженном давлении.

Психрометр и гигрометр.

Явление поверхностного натяжения жидкости.

Кристаллические и аморфные тела.

Объемные модели строения кристаллов.

Модели дефектов кристаллических решеток.

Изменение температуры воздуха при адиабатном сжатии и расширении.

Модели тепловых двигателей.

Лабораторные работы и опыты:

измерение температуры жидкостными и цифровыми термометрами;

оценка сил взаимодействия молекул (методом отрыва капель);

измерение удельной теплоты плавления льда;

наблюдение диффузии;

исследование изопроцессов;

исследование остывания воды;

скорость остывания воды линейно зависит от времени остывания;

Электродинамика

Электрическое поле. Закон Кулона. Напряженность и потенциал электростатического поля.

Проводники, полупроводники и диэлектрики. Конденсатор.

Демонстрации

Электромметр.

Проводники в электрическом поле.

Диэлектрики в электрическом поле.

Конденсаторы.

Энергия заряженного конденсатора.

11класс

Электродинамика

Постоянный электрический ток. Электродвижущая сила. Закон Ома для полной цепи.

Электрический ток в проводниках, электролитах, полупроводниках, газах и вакууме.

Сверхпроводимость.

Индукция магнитного поля. Действие магнитного поля на проводник с током и движущуюся заряженную частицу. Сила Ампера и сила Лоренца. Магнитные свойства вещества. Закон электромагнитной индукции. Электромагнитное поле. Переменный ток. Явление самоиндукции. Индуктивность. *Энергия электромагнитного поля.*

Электромагнитные колебания. Колебательный контур.

Электромагнитные волны. Диапазоны электромагнитных излучений и их практическое применение.

Геометрическая оптика. Волновые свойства света.

Демонстрации

Электроизмерительные приборы.

Зависимость удельного сопротивления металлов от температуры.

Зависимость удельного сопротивления полупроводников от температуры и освещения.

Собственная и примесная проводимость полупроводников.

Полупроводниковый диод.

Транзистор.

Термоэлектронная эмиссия.

Электронно-лучевая трубка.

Явление электролиза.

Электрический разряд в газе.

Люминесцентная лампа.

Магнитное взаимодействие токов.

Отклонение электронного пучка магнитным полем.

Магнитные свойства вещества.

Магнитная запись звука.

Зависимость ЭДС индукции от скорости изменения магнитного потока.

Зависимость ЭДС самоиндукции от скорости изменения силы тока и индуктивности проводника.

Свободные электромагнитные колебания.

Осциллограмма переменного тока.

Конденсатор в цепи переменного тока.

Катушка в цепи переменного тока.

Резонанс в последовательной цепи переменного тока.

Сложение гармонических колебаний.

Генератор переменного тока.

Трансформатор.

Излучение и прием электромагнитных волн.

Отражение и преломление электромагнитных волн.

Интерференция и дифракция электромагнитных волн.

Поляризация электромагнитных волн.

Модуляция и детектирование высокочастотных электромагнитных колебаний.

Детекторный радиоприемник.

Интерференция света.

Дифракция света.

Полное внутреннее отражение света.

Получение спектра с помощью призмы.

Получение спектра с помощью дифракционной решетки.

Поляризация света.

Спектроскоп.

Фотоаппарат.

Проекционный аппарат.

Микроскоп.

Лупа.

Телескоп

Лабораторные работы и опыты:

измерение ЭДС источника тока;
измерение внутреннего сопротивления источника тока;
наблюдение явления электромагнитной индукции;
наблюдение волновых свойств света: дифракция, интерференция, поляризация;
наблюдение спектров;
исследование зависимости силы тока через лампочку от напряжения на ней;
исследование явления электромагнитной индукции;
исследование зависимости угла преломления от угла падения;
исследование зависимости расстояния от линзы до изображения от расстояния от линзы до предмета;
напряжение при последовательном включении лампочки и резистора не равно сумме напряжений на лампочке и резисторе;
угол преломления прямо пропорционален углу падения;
при плотном сложении двух линз оптические силы складываются;

Квантовая физика. Физика атома и атомного ядра

Гипотеза М. Планка. Фотоэлектрический эффект. Фотон. Корпускулярно-волновой дуализм.
Соотношение неопределенностей Гейзенберга.

Планетарная модель атома. Объяснение линейчатого спектра водорода на основе квантовых постулатов Бора.

Состав и строение атомного ядра. Энергия связи атомных ядер. Виды радиоактивных превращений атомных ядер.

Закон радиоактивного распада. Ядерные реакции. Цепная реакция деления ядер.

Элементарные частицы. Фундаментальные взаимодействия.

Демонстрации

Фотоэффект.

Линейчатые спектры излучения.

Лазер.

Счетчик ионизирующих частиц.

Камера Вильсона.

Фотографии треков заряженных частиц.

Темы проектных и исследовательских работ.

1. Измерение ускорения свободного падения путем обработки видеofрагментов с регистрацией полета свободно падающих тел.
2. Изучение форм траекторий тел, движущихся под действием силы всемирного тяготения и сил сопротивления воздуха.
3. Проверка закона сохранения импульса при столкновениях конькобежцев на льду (на роликовых коньках) и при перебрасывании предметов между движущимися конькобежцами.
4. Изучение и моделирование движения протяженного твердого тела.
5. Изучение столкновения шаров различной упругости.
6. Измерение ускорения разгоняющегося транспортного средства с помощью жидкостей и альтернативные акселерометры.
7. Приборы для измерения температуры и влажности воздуха: история и современность.
8. Изучение закономерностей теплообмена между двумя жидкостями.
9. Сравнение закономерностей изотермического и адиабатного сжатия.
10. Приборы для измерения атмосферного давления: история и современность.
11. Альтернативы поршневым бензиновым двигателям внутреннего сгорания.
12. Натурное и компьютерное моделирование силовых линий электростатического поля различных источников.
13. Создание модели гальванического элемента, питающего источник света или электродвигатель.
14. Моделирование и изучение свойств конденсаторов.

15. Изучение нелинейных вольтамперных характеристик современных электронных устройств.
16. Изучение структуры магнитных силовых линий современных магнитов.
17. Создание и исследование «левитирующих» устройств на основе магнитов и электромагнитов.
18. Создание генераторов незатухающих электромагнитных колебаний и изучение их свойств.
19. Радиосвязь как социальный заказ и как создание новых устройств для передачи и приема сигнала.
20. Исследование закономерностей преломления и отражения на криволинейных поверхностях.
21. Создание собирающих линз, использующих различную технологию формирования изображения.
22. Формирование цветного изображения в современных устройствах телекоммуникаций.
23. Компьютерное моделирование интерференции от нескольких когерентных источников.
24. Изучение закономерностей излучения разогретой вольфрамовой нити.
25. Теория и практика сверхпроводящих материалов.
26. Конструкции ускорителей заряженных частиц.
27. Моделирование формирования звезды.
28. Способы обнаружения черных дыр.

4. Тематическое планирование.

10 класс

№	Наименование разделов, тем	Количество часов	В том числе, час.		
			Теория	Практика	Контроль
1	Введение	2	2	-	-
2	Механика	32	24	6	2
3	Молекулярная физика и термодинамика	17	9	7	1
4	Электродинамика	15	14	-	1
	Резервное время	2	-	-	2

11 класс.

№	Наименование разделов, тем	Количество часов	В том числе, час.		
			Теория	Практика	Контроль
1	Электродинамика	24	19	2	3
2	Электромагнитное излучение	21	17	2	2
3	Физика высоких энергий	9	9	-	-
4	Обобщающее повторение	10	10	-	-
	Резервное время	3	-	-	3

5. Календарно-тематическое планирование

№	Наименование разделов, тем	Кол-во часов	Элементы содержания	Дата	Примечание
	Повторение(6ч)				

1-4	Обобщающее повторение «Силы электромагнитного взаимодействия неподвижных зарядов»	4	Электрическое взаимодействие. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона. Напряженность электростатического поля. Принцип суперпозиции электрических полей. Проводники и диэлектрики в электростатическом поле.		
5-6	Обобщающее повторение «Энергия электромагнитного взаимодействия неподвижных зарядов»	2	Потенциал электростатического поля. Разность потенциалов. Электрическая емкость. Конденсатор. Энергия электрического поля.		
Электродинамика (24ч)					
<i>Постоянный электрический ток (10ч).</i>					
7/1	Электрический ток. Сила тока.	1	Постоянный электрический ток.		
8/2	Источник тока в электрической цепи. ЭДС	1	Электродвижущая сила.		
9/3	Закон Ома для однородного проводника (участка цепи). <i>Лабораторный опыт №1</i> «Исследование зависимости силы тока через лампочку от напряжения на ней»	1	Постоянный электрический ток.		
10/4	Зависимость удельного сопротивления проводников и полупроводников от температуры	1	Электрический ток в проводниках, электролитах, полупроводниках, газах и вакууме. <i>Сверхпроводимость.</i>		
11/5	Соединения проводников. <i>Лабораторный опыт №2</i> «Проверка гипотезы: напряжение при последовательном включении лампочки и резистора не равно сумме напряжений на лампочке и резисторе»	1	Постоянный электрический ток.		
12/6	Закон Ома для замкнутой цепи.	1	Закон Ома для полной цепи.		

13/7	Лабораторная работа №1 «Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока»	1	Постоянный электрический ток. Электродвижущая сила. Закон Ома для полной цепи.		
14/8	Измерение силы тока и напряжения	1	Постоянный электрический ток.		
15/9	Тепловое действие электрического тока. Закон Джоуля-Ленца	1	Постоянный электрический ток.		
16/10	Контрольная работа №1 «Постоянный электрический ток»	1	Постоянный электрический ток. Электродвижущая сила. Закон Ома для полной цепи. Электрический ток в проводниках, электролитах, полупроводниках, газах и вакууме. <i>Сверхпроводимость.</i>		
Магнитное поле(7ч).					
17/1	Организация повторения темы «Постоянный электрический ток». Магнитное взаимодействие. Магнитное поле электрического тока	1	Индукция магнитного поля. Магнитные свойства вещества.		
18/2	Линии магнитной индукции	1	Индукция магнитного поля.		
19/3	Действие магнитного поля на проводник с током. Рамка с током в однородном магнитном поле	1	Действие магнитного поля на проводник с током. Сила Ампера.		
20/4	Действие магнитного поля на движущиеся заряженные частицы	1	Действие магнитного поля на движущуюся заряженную частицу. Сила Лоренца.		
21/5	Взаимодействие электрических токов. Магнитный поток	1	Действие магнитного поля на проводник с током.		
22/6	Энергия магнитного поля тока	1	Индуктивность.		
23/7	Контрольная работа №2 «Магнетизм»	1	Действие магнитного поля на проводник с током и движущуюся заряженную частицу. Сила Ампера и сила Лоренца. Магнитные свойства вещества. Индуктивность.		
Электромагнетизм (7ч).					

24/1	Организация повторения темы «Магнетизм». ЭДС в проводнике, движущемся в магнитном поле.	1	Действие магнитного поля на проводник с током и движущуюся заряженную частицу. Сила Ампера и сила Лоренца. Электродвижущая сила.		
25/2	Электромагнитная индукция. <i>Лабораторный опыт №3 «Наблюдение явления электромагнитной индукции»</i>	1	Закон электромагнитной индукции.		
26/3	Лабораторная работа №2 «Исследование явления электромагнитной индукции»	1	Закон электромагнитной индукции.		
27/4	Самоиндукция	1	Явление самоиндукции.		
28/5	Использование электромагнитной индукции. Генерирование и передача переменного электрического тока	1	Явление самоиндукции. Переменный ток.		
29/6	Магнитоэлектрическая индукция. Свободные гармонические электромагнитные колебания	1	Электромагнитные колебания. Колебательный контур. <i>Энергия электромагнитного поля.</i>		
30/7	Контрольная работа №3 «Электромагнитная индукция»	1	Закон электромагнитной индукции. Переменный ток. Явление самоиндукции. Индуктивность. <i>Энергия электромагнитного поля.</i> Электромагнитные колебания. Колебательный контур.		
			Электромагнитное излучение(21ч)		
			<i>Излучение и прием электромагнитных волн(5ч).</i>		
31/1	Организация повторения темы «Электромагнитная индукция». Электромагнитные волны	1	Электромагнитное поле. Электромагнитные волны.		
32/2	Распространение электромагнитных волн	1	Электромагнитные волны.		

33/3	Энергия, давление и импульс электромагнитных волн	1	Электромагнитные волны.		
34/4	Спектр электромагнитных волн	1	Диапазоны электромагнитных излучений.		
35/5	Радио- и СВЧ-волны в средствах связи.	1	Диапазоны электромагнитных излучений и их практическое применение.		
Геометрическая оптика. Волновые свойства света(9ч)					
36/1	Принцип Гюйгенса.	1	Геометрическая оптика. Волновые свойства света.		
37/2	Преломление волн. <i>Лабораторный опыт №4 «Проверка гипотезы: угол преломления прямо пропорционален углу падения»</i> <i>Лабораторный опыт №5 «Исследование зависимости угла преломления от угла падения»</i>	1	Волновые свойства света.		
38/3	Лабораторная работа №3 «Определение показателя преломления стекла»	1	Геометрическая оптика. Волновые свойства света.		
39/4	Дисперсия света	1	Волновые свойства света.		
40/5	Интерференция волн. Взаимное усиление и ослабление волн в пространстве	1	Волновые свойства света.		
41/6	Когерентные источники света	1	Волновые свойства света.		
42/7	Дифракция света <i>Лабораторный опыт №6 «Наблюдение волновых свойств света: дифракция, интерференция, поляризация»</i>	1	Волновые свойства света.		
43/8	Лабораторная работа №4 «Определение длины световой волны»	1	Волновые свойства света.		
44/9	Контрольная работа №4 «Волновые свойства света»	1	Геометрическая оптика. Волновые свойства света.		

Квантовая теория(8ч).					
45/1	Организация повторения темы «Волновые свойства света». Фотоэффект	1	Гипотеза М. Планка. Фотоэлектрический эффект. Фотон.		
46/2	Корпускулярно-волновой дуализм	1	Корпускулярно-волновой дуализм.		
47/3	Волновые свойства частиц	1	<i>Соотношение неопределенностей Гейзенберга.</i>		
48/4	Строение атома	1	Планетарная модель атома.		
49/5	Теория атома водорода	1	Первый постулат Бора.		
50/6	Поглощение и излучение света атомом	1	Второй постулат Бора. Объяснение линейчатого спектра водорода на основе квантовых постулатов Бора.		
51/7	Лазер	1	Поглощение и излучение света атомами.		
52/8	Контрольная работа №5 «Квантовая теория электромагнитного излучения»	1	Гипотеза М. Планка. Фотоэлектрический эффект. Фотон. Корпускулярно-волновой дуализм. <i>Соотношение неопределенностей Гейзенберга.</i> Планетарная модель атома. Объяснение линейчатого спектра водорода на основе квантовых постулатов Бора.		
Физика высоких энергий(9ч)					
Физика атомного ядра(6ч).					
53/1	Организация повторения темы «Квантовая теория электромагнитного излучения». Состав атомного ядра	1	Состав и строение атомного ядра.		
54/2	Энергия связи нуклонов в ядре	2	Энергия связи атомных ядер.		
55/3	Естественная радиоактивность. Закон радиоактивного распада	1	Виды радиоактивных превращений атомных ядер. Закон радиоактивного распада. Ядерные реакции.		
56/4	Искусственная радиоактивность. Использование энергии деления ядер. Ядерная энергетика.	1	Ядерные реакции. Цепная реакция деления ядер.		
57/5	Термоядерный синтез	1	Ядерные реакции.		
58/6	Биологическое действие радиоактивных излучений	1	Виды радиоактивных превращений атомных ядер.		

<i>Элементарные частицы (Зч).</i>					
59/1	Классификация элементарных частиц	1	Элементарные частицы.		
60/2	Лептоны и адроны	1	Элементарные частицы.		
61/3	Взаимодействие кварков	1	Фундаментальные взаимодействия.		
62-65	Итоговое повторение	4	<p>Постоянный электрический ток. Электродвижущая сила. Закон Ома для полной цепи.</p> <p>Индукция магнитного поля. Действие магнитного поля на проводник с током и движущуюся заряженную частицу. Сила Ампера и сила Лоренца.</p> <p>Закон электромагнитной индукции. Электромагнитное поле. Переменный ток. Явление самоиндукции. Индуктивность. <i>Энергия электромагнитного поля.</i></p> <p>Электромагнитные колебания. Колебательный контур.</p> <p>Электромагнитные волны. Диапазоны электромагнитных излучений и их практическое применение.</p> <p>Геометрическая оптика. Волновые свойства света.</p> <p>Гипотеза М. Планка. Фотоэлектрический эффект. Фотон. Корпускулярно-волновой дуализм.</p> <p>Планетарная модель атома. Объяснение линейчатого спектра водорода на основе квантовых постулатов Бора.</p> <p>Состав и строение атомного ядра. Энергия связи атомных ядер. Виды радиоактивных превращений атомных ядер.</p> <p>Закон радиоактивного распада. Ядерные реакции. Цепная реакция деления ядер.</p>		

66-67	ВПр	2	<p>Важнейшие кинематические характеристики – перемещение, скорость, ускорение. Основные модели тел и движений.</p> <p>Взаимодействие тел. Законы Всемирного тяготения, Гука, сухого трения. Инерциальная система отсчета. Законы механики Ньютона.</p> <p>Импульс материальной точки и системы. Изменение и сохранение импульса. Механическая энергия системы тел. Закон сохранения механической энергии. Работа силы.</p> <p>Механические колебания и волны. Превращения энергии при колебаниях. Энергия волны.</p> <p>Инвариантность модуля скорости света в вакууме. Принцип относительности Эйнштейна. Связь массы и энергии свободной частицы. Энергия покоя.</p> <p>Молекулярно-кинетическая теория (МКТ) строения вещества и ее экспериментальные доказательства. Абсолютная температура как мера средней кинетической энергии теплового движения частиц вещества. Модель идеального газа. Давление газа. Уравнение состояния идеального газа. Уравнение Менделеева–Клапейрона. Внутренняя энергия. Работа и теплопередача как способы изменения внутренней энергии. Первый закон термодинамики. Необратимость тепловых процессов. Принципы действия тепловых машин.</p> <p>Электрическое поле. Закон Кулона. Напряженность и потенциал электростатического поля. Конденсатор. Постоянный электрический ток. Электродвижущая сила. Закон Ома для полной цепи.</p> <p>Индукция магнитного поля. Действие магнитного поля на проводник с током и движущуюся заряженную частицу. Сила Ампера и сила Лоренца. Закон электромагнитной индукции. Электромагнитное поле. Переменный ток. Явление самоиндукции. <i>Энергия электромагнитного поля.</i></p> <p>Электромагнитные колебания. Колебательный контур.</p> <p>Электромагнитные волны. Диапазоны электромагнитных излучений и их практическое применение.</p> <p>Геометрическая оптика. Волновые свойства света.</p> <p>Гипотеза М. Планка.</p>		
-------	-----	---	--	--	--

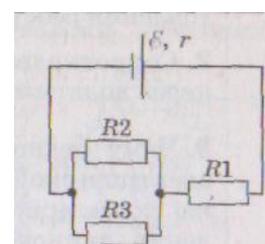
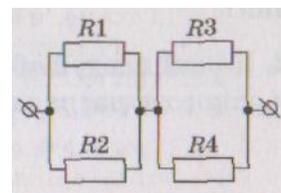
68	Промежуточная аттестация. Контрольная работа.	1	<p>Постоянный электрический ток. Электродвижущая сила. Закон Ома для полной цепи.</p> <p>Индукция магнитного поля. Действие магнитного поля на проводник с током и движущуюся заряженную частицу. Сила Ампера и сила Лоренца.</p> <p>Закон электромагнитной индукции. Электромагнитное поле. Переменный ток. Явление самоиндукции. Индуктивность. Энергия электромагнитного поля.</p> <p>Электромагнитные колебания. Колебательный контур.</p> <p>Электромагнитные волны. Диапазоны электромагнитных излучений и их практическое применение.</p> <p>Геометрическая оптика. Волновые свойства света.</p> <p>Гипотеза М. Планка. Фотоэлектрический эффект. Фотон. Корпускулярно-волновой дуализм.</p> <p>Планетарная модель атома. Объяснение линейчатого спектра водорода на основе квантовых постулатов Бора.</p> <p>Состав и строение атомного ядра. Энергия связи атомных ядер. Виды радиоактивных превращений атомных ядер.</p> <p>Закон радиоактивного распада. Ядерные реакции. Цепная реакция деления ядер.</p>		
----	--	---	---	--	--

6. Контрольно – измерительные материалы

Контрольная работа №1 « Постоянный электрический ток».

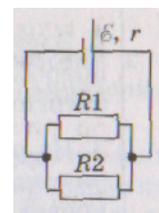
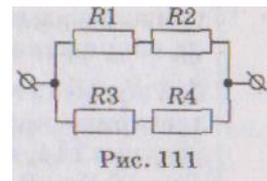
Вариант 1

1. Чему равно общее сопротивление электрической цепи (рис.), если $R_1 = R_2 = 15 \text{ Ом}$, $R_3 = R_4 = 25 \text{ Ом}$?
2. Какое напряжение нужно создать на концах проводника сопротивлением 20 Ом , чтобы в нем возникла сила тока $0,5 \text{ А}$?
3. Какова площадь поперечного сечения константановой проволоки сопротивлением 3 Ом , если ее длина $1,5 \text{ м}$?
4. Определите силу тока и падение напряжения на проводнике R_1 , электрической цепи, изображенной на рисунке, если $R_1 = 2 \text{ Ом}$, $R_2 = 4 \text{ Ом}$, $R_3 = 6 \text{ Ом}$, ЭДС аккумулятора $\varepsilon = 4 \text{ В}$, его внутреннее сопротивление $r = 0,6 \text{ Ом}$.
5. Какую работу совершит ток силой 2 А за 5 мин при напряжении в цепи 15 В ?
6. Определите мощность тока в электрической лампе, включенной в сеть напряжением 220 В , если известно, что сопротивление нити накала лампы 1936 Ом .



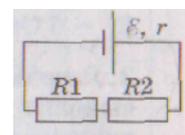
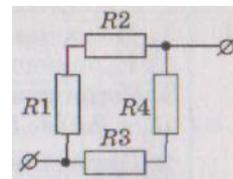
Вариант 2

1. По схеме, изображенной на рисунке 111, определите общее сопротивление электрической цепи, если $R_1 = 8 \text{ Ом}$, $R_2 = 2 \text{ Ом}$, $R_3 = 4 \text{ Ом}$, $R_4 = 6 \text{ Ом}$.
2. Определите силу тока в проводнике сопротивлением 25 Ом , на концах которого напряжение равно $7,5 \text{ В}$.
3. Сколько метров никелиновой проволоки сечением $0,1 \text{ мм}^2$ потребуется для изготовления реостата сопротивлением 180 Ом ?
4. Определите силу тока в проводнике R_2 и напряжение на проводнике R_1 , если ЭДС источника равна $\varepsilon = 2 \text{ В}$, а его внутреннее сопротивление равно $r = 0,4 \text{ Ом}$, $R_1 = 6 \text{ Ом}$, $R_2 = 9 \text{ Ом}$.
5. Рассчитайте количество теплоты, которое выделит за 5 мин проволочная спираль сопротивлением 50 Ом , если сила тока равна $1,5 \text{ А}$.
6. Определите сопротивление нити накала лампочки, имеющей номинальную мощность 100 Вт , включенной в сеть с напряжением 220 В .



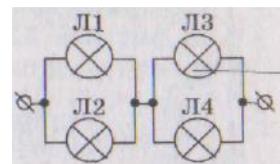
Вариант 3

1. Определите напряжение на электрической плитке, если сопротивление ее спирали 55 Ом , а сила тока 4 А .
2. Сколько метров нихромовой проволоки сечением $0,1 \text{ мм}^2$ потребуется для изготовления спирали электроплитки, рассчитанной на напряжение 220 В и силу тока $4,5 \text{ А}$?
3. Рассчитайте общее сопротивление электрической цепи, изображенной на рисунке, если $R_1 = 15 \text{ Ом}$, $R_2 = 5 \text{ Ом}$, $R_3 = 10 \text{ Ом}$, $R_4 = 10 \text{ Ом}$.
4. Определите сопротивление электрического паяльника, потребляющего ток мощностью 300 Вт от сети напряжением 220 В .
5. Электрическая печь, сопротивление которой 100 Ом , потребляет ток 2 А . Определите потребляемую электроэнергию за 2 ч непрерывной работы печи.
6. На рисунке изображена схема электрической цепи. Определите сопротивление проводника R_2 и падение напряжения на нем, если ЭДС источника $\varepsilon = 60 \text{ В}$, его внутреннее сопротивление $r = 2 \text{ Ом}$, сила тока в цепи $I = 2 \text{ А}$, $R_1 = 20 \text{ Ом}$.



Вариант 4

1. Рассчитайте, сколько метров никелинового провода площадью поперечного сечения $0,1 \text{ мм}^2$ потребуется для изготовления реостата с максимальным сопротивлением 90 Ом .
2. Сопротивление вольтметра 6000 Ом . Какова сила тока через вольтметр, если он показывает напряжение 90 В ?
3. Чему равно общее сопротивление электрической цепи, изображенной на схеме (рис.), если сопротивления лампочек равны $R_1 = 8 \text{ Ом}$, $R_2 = 8 \text{ Ом}$, $R_3 = 3 \text{ Ом}$, $R_4 = 3 \text{ Ом}$?
4. В лампочке карманного фонаря сила тока равна $0,2 \text{ А}$. Вычислите электрическую энергию, получаемую лампочкой за каждые 3 мин , если напряжение на лампочке составляет $3,6 \text{ В}$.
5. Электродвигатель, включенный в сеть, работал 2 ч . Расход энергии при этом составил 1600 кДж . Определите мощность электродвигателя.
6. Источник тока с ЭДС $4,5 \text{ В}$ и внутренним сопротивлением $1,5 \text{ Ом}$ включен в цепь, состоящую из двух проводников сопротивлением по 10 Ом каждый, соединенных между собой параллельно, и третьего проводника сопротивлением $2,5 \text{ Ом}$, подсоединенного последовательно к двум первым. Чему равна сила тока в неразветвленной части цепи?

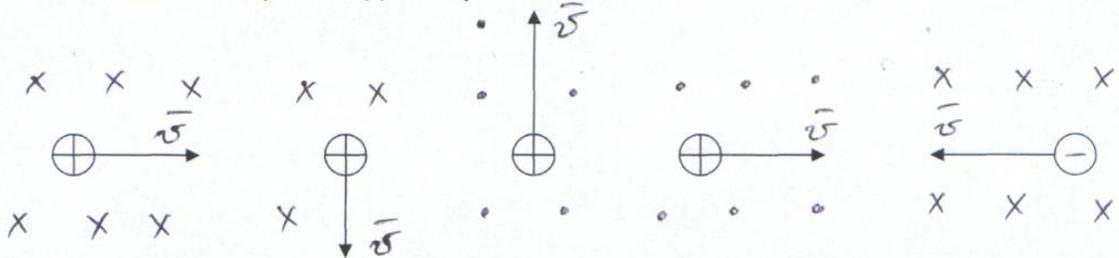


Контрольная работа №2 по теме «Магнетизм».

Часть 1.

ВАРИАНТ 1.

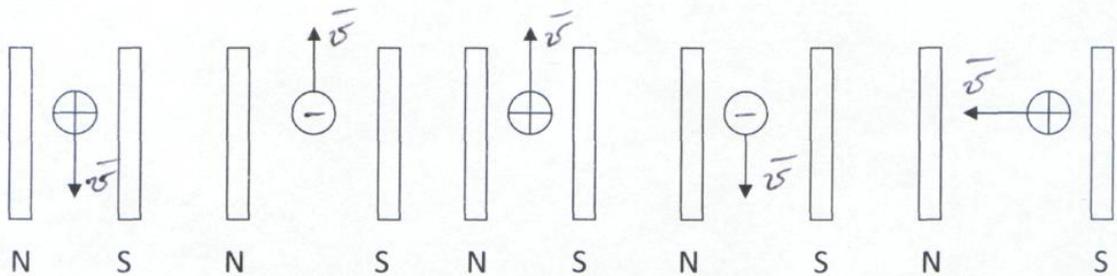
Заряженная частица движется в магнитном поле, направление которого указано точками, если линии магнитной индукции направлены к читателю, или крестиками, если они направлены за чертёж. В каком направлении отклонится частица в каждом случае?



- | | | | | |
|-----------|------------|-------------------|----|----|
| 1) | 2) | 3) | 4) | 5) |
| а. вниз. | в. вправо. | | | |
| б. влево. | г. вверх. | д. не отклонится. | | |

ВАРИАНТ 2.

Определите направление силы, действующей на заряженную частицу, пролетающую между полюсами магнита в направлении, указанном стрелкой.



- | | | | | |
|----|----|----|----|----|
| 1) | 2) | 3) | 4) | 5) |
|----|----|----|----|----|

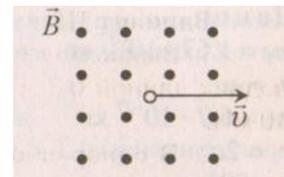
- | | |
|----------------|-------------------|
| а. к читателю. | г. вправо. |
| б. за чертёж. | д. не отклонится. |
| в. влево. | |

Часть 2.

Вариант 1.

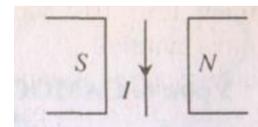
- Какая сила действует на проводник длиной 0,1 м в однородном магнитном поле с магнитной индукцией 2 Тл, если ток в проводнике 5 А, а угол между направлением тока и линиями индукции 30° ?
- Электрон влетает в однородное магнитное поле с индукцией $1,4 \cdot 10^{-3}$? Тл в вакууме со скоростью 500 км/с перпендикулярно линиям магнитной индукции. Определите силу, действующую на электрон, и радиус окружности, по которой он движется.

3. Определите величину и направление силы Лоренца, действующей на протон в изображенном на рисунке случае $B = 80$ мТл, $v = 200$ км/с.



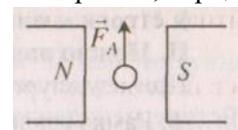
Вариант 2.

1. Вычислите силу Лоренца, действующую на протон, движущийся со скоростью 10^6 м/с в однородном магнитном поле с индукцией 0,3 Тл перпендикулярно линиям индукции.
2. В однородном магнитном поле с индукцией 0,8 Тл на проводник с током 30 А, длина активной части которого 10 см, действует сила 1,5 Н. Под каким углом к вектору магнитной индукции размещен проводник?
3. Определите величину и поправление силы Ампера, действующей в изображенном на рисунке случае $B = 0,1$ Тл, $I = 20$ А, $L = 10$ см.



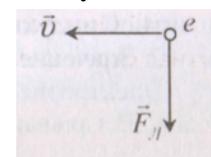
Вариант 3.

1. Вычислите индукцию магнитного поля, в котором на проводник длиной 0,3 м при токе 0,5 А действует максимальная сила 10 мН.
2. В однородном магнитном поле с индукцией 1 Тл протон движется со скоростью 10^8 м/с перпендикулярно к линиям индукции. Определите силу, действующую на протон, и радиус окружности, по которой он движется.
3. Определите силу и направление тока в изображенном на рисунке случае $B = 50$ мТл, $F_A = 40$ мН, $L = 15$ см.



Вариант 4.

1. Определите радиус окружности, по которой движется электрон в однородном магнитном поле с магнитной индукцией $2 \cdot 10^{-2}$ Тл при скорости 5 Мм/с перпендикулярно линиям индукции.
2. Какую работу выполняет однородное магнитное поле с индукцией $1,5 \cdot 10^{-2}$ Тл при перемещении на расстояние 20 см проводника длиной 2 м, по которому течет ток 10 А? Перемещение осуществляется в направлении действия сил. Проводник размещен под углом 30° к направлению линий магнитной индукции.
3. Определите величину и направление вектора магнитной индукции в изображенном на рисунке случае $v = 10$ Мм/с, $F_A = 0,5$ пН.



Контрольная работа №3 по теме «Электромагнитная индукция».

Вариант 1.

1. Определите индуктивность катушки, которую при силе тока 8,6 А пронизывает магнитный поток 0,12 Вб.
2. Рассчитайте разность потенциалов на концах крыльев самолета, имеющих длину 10 м, если скорость самолета при горизонтальном полете 720 км/ч, а вертикальная составляющая индукции магнитного поля Земли $0,5 \cdot 10^{-4}$ Тл.
3. Определите индуктивность катушки, если при ослаблении в ней тока на 2,8 А за 62 мс в катушке появляется средняя ЭДС самоиндукции 14 В.
4. В катушке, состоящей из 75 витков, магнитный поток равен $4,8 \cdot 10^{-3}$ Вб. За какое время должен исчезнуть этот поток, чтобы в катушке возникла средняя ЭДС индукции 0,74 В?
5. Магнитный поток, пронизывающий замкнутый контур проводника сопротивлением 2,4 Ом, равномерно изменился на 6 Вб за 0,5 с. Какова сила индукционного тока в этот момент?

Вариант 2.

1. В катушке с индуктивностью 0,6 Гн сила тока 20 А. Какова энергия магнитного поля катушки?
2. В проводнике длиной 30 см, движущемся со скоростью 5 м/с перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля, возникает ЭДС, равная 2,4 В. Определите индукцию магнитного поля.
3. Какая ЭДС самоиндукции возникает в катушке с индуктивностью 90 мГн, если при размыкании цепи сила тока в 10 А уменьшается до нуля за 0,015 с?
4. Проводник длиной 40 см находится в однородном магнитном поле с индукцией 0,8 Тл. Проводник пришел в движение перпендикулярно силовым линиям, когда по нему пропустили ток 5 А. Определите работу магнитного поля, если проводник переместился на 20 см.

5. Поток магнитной индукции через площадь поперечного сечения катушки с 1000 витков изменился на 0,002 Вб в результате изменения силы тока с 4 А до 20 А. Найдите индуктивность катушки.

Вариант 3.

1. Магнитный поток, пронизывающий виток катушки, равен 0,015 Вб. Сила тока в катушке 5 А. Сколько витков содержит катушка, если ее индуктивность 60 мГн?

2. Магнитный поток внутри катушки с числом витков, равным 400, за 0,2 с изменился от 0,1 Вб до 0,9 Вб. Определите ЭДС на зажимах катушки.

3. С какой скоростью надо перемещать проводник длиной 50 см в однородном магнитном поле с индукцией 0,4 Тл под углом 60° к силовым линиям, чтобы в проводнике возникла ЭДС, равная 1 В?

4. Магнитный поток, пронизывающий контур проводника, равномерно уменьшился на 1,6 Вб. За какое время изменился магнитный поток, если при этом ЭДС индукции оказалась равной 3,2 В?

5. Катушка диаметром 4 см находится в переменном магнитном поле, силовые линии которого параллельны оси катушки. При изменении индукции поля на 1 Тл в течение 6,28 с в катушке возникла ЭДС 2 В. Сколько витков имеет катушка?

Вариант 4.

1. Магнитное поле катушки с индуктивностью 95 мГн обладает энергией 0,19 Дж. Чему равна сила тока в катушке?

2. Определите индуктивность катушки, если при изменении силы тока в ней со скоростью 50 А/с возникает ЭДС самоиндукции в 20 В.

3. Автомобиль «Волга» едет со скоростью 120 км/ч. Определите разность потенциалов на концах передней оси машины, если длина оси 180 см, а вертикальная составляющая индукции магнитного поля Земли $5 \cdot 10^5$ Тл.

4. Какая ЭДС самоиндукции возникает в катушке индуктивностью 68 мГн, если сила тока в 3,8 А убывает до нуля в ней за 0,012 с?

5. Какую работу надо совершить при перемещении на 0,25 м проводника длиной 0,4 м с током 21 А в однородном магнитном поле с индукцией 1,2 Тл?

Контрольная работа №4 по теме «Волновые свойства света».

Вариант 1.

1. Две когерентные световые волны приходят в некоторую точку пространства с разностью хода 2,25 мкм. Каков результат интерференции в этой точке, если свет красный ($\lambda = 750$ нм)?

2. Разность хода между волнами от двух когерентных источников в воздухе 2 мкм. Найдите разность хода между этими же волнами в воде.

3. Найдите длину волны монохроматического света, если при нормальном падении на дифракционную решетку разность хода волн, образующих максимум третьего порядка, равна 1,35 мкм.

4. Для определения периода дифракционной решетки на нее направили световые лучи с длиной волны 760 нм. Каков период решетки, если на экране, отстоящем от решетки на 1 м, расстояние между максимумами первого порядка равно 15,2 см?

Вариант 2.

1. Две когерентные световые волны приходят в некоторую точку пространства с разностью хода 2,25 мкм. Каков результат интерференции в этой точке, если свет зеленый ($\lambda = 500$ нм)?

2. Дифракционная решетка, постоянная которой равна 0,004 мм, освещается светом с длиной волны 687 нм, падающим перпендикулярно решетке. Под каким углом к решетке нужно производить наблюдение, чтобы видеть изображение спектра второго порядка?

3. Найдите наибольший порядок спектра для желтой линии натрия с длиной волны 589 нм, если период дифракционной решетки 2 мкм.

4. Дифракционная решетка имеет 100 штрихов на каждый миллиметр длины. Рассчитайте длину волны монохроматического света, падающего перпендикулярно на дифракционную решетку, если угол между двумя максимумами первого порядка равен 8° .

Вариант 3.

1. В некоторую точку пространства приходят когерентные волны с разностью хода 3,5 мкм, длина волны которых в вакууме 700 нм. Определите, усиление или ослабление света будет наблюдаться в этой точке.

2. Разность хода между световыми волнами от двух когерентных источников в воздухе 10 мкм. Найдите разность хода между этими же световыми волнами в стекле.

3. Период дифракционной решетки 1,5 мкм. Чему равен наибольший порядок максимума в

дифракционном спектре при нормальном падении на решетку монохроматического излучения длиной 0,4 мкм?

4. Монохроматический свет с длиной волны 546 нм падает перпендикулярно к плоскости дифракционной решетки. Под каким углом будет наблюдаться первый максимум, который дает эта решетка, если ее период равен 1 мкм?

Вариант 4.

1. Период дифракционной решетки 3 мкм. Найдите наибольший порядок спектра для желтого света ($\lambda = 580$ нм).

2. Разность хода лучей двух когерентных источников света с длиной волны 600 нм, сходящихся в некоторой точке, равна 1,5 мкм. Усиление или ослабление света будет наблюдаться в этой точке?

3. Определите период дифракционной решетки, если при ее освещении светом с длиной волны 656 нм второй спектр виден под углом 15° .

4. Монохроматический свет с длиной волны 500 нм падает перпендикулярно к плоскости дифракционной решетки, имеющей 500 штрихов на миллиметр. Найдите наибольший порядок максимума, который дает эта решетка.

Контрольная работа №5 по теме «Квантовая теория электромагнитного излучения».

Вариант 1.

1. Найдите длину волны света, энергия кванта которого равна $3,6 \times 10^{-19}$ Дж.

2. Красная граница фотоэффекта для вольфрама равна $2,76 \times 10^{-7}$ м. Рассчитайте работу выхода электрона из вольфрама.

3. Найдите запирающее напряжение для электронов при освещении металла светом с длиной волны 330 нм, если красная граница фотоэффекта для металла 620 нм.

4. Какой длины волны следует направить лучи на поверхность цинка, чтобы максимальная скорость фотоэлектронов была 2000 км/с? Красная граница фотоэффекта для цинка равна 0,35 мкм.

5. Сколько фотонов видимого света испускает за 1с электрическая лампочка мощностью 100 Вт, если средняя длина волны излучения 600 нм, а световая отдача лампы 3,3%?

6. При облучении ультрафиолетовыми лучами пластинки из никеля запирающее напряжение оказалось равным 3,7 В. При замене пластинки из никеля пластинкой из другого металла запирающее напряжение потребовалось увеличить до 6 В. Определите работу выхода электрона с поверхности этой пластинки. Работа выхода электронов из никеля равна 5 эВ.

Вариант 2.

1. Какова наибольшая длина волны света, при которой еще наблюдается фотоэффект, если работа выхода из металла $3,3 \cdot 10^{-19}$ Дж?

2. Энергия фотона равна $6,4 \cdot 10^{-19}$ Дж. Определите частоту колебаний для этого излучения и массу фотона.

3. Какова максимальная скорость электронов, вырванных с поверхности платины при облучении ее светом с длиной волны 100 нм? Работа выхода электронов из платины равна 5,3 эВ.

4. Фотоэффект у данного металла начинается при частоте света $6 \cdot 10^{14}$ Гц. Найдите частоту излучения, падающего на поверхность металла, если вылетающие с поверхности электроны полностью задерживаются разностью потенциалов 3 В.

5. До какого максимального потенциала зарядится металлический шарик, удаленный от других тел, если он облучается монохроматическим излучением, длина волны которого 200 нм? Работа выхода электрона с поверхности шарика равна 4,5 эВ.

6. Источник света мощностью 40 Вт испускает $5,6 \cdot 10^{17}$ фотонов в 1 с. Какова длина волны излучения, если световая отдача источника составляет 5%?

Вариант 3.

1. Какова красная граница фотоэффекта для золота, если работа выхода электрона равна 4,59 эВ?

2. Определите энергию, массу и импульс фотона для инфракрасных лучей ($\nu = 10^{12}$ Гц).

3. Рассчитайте длину световой волны, которую следует направить на поверхность цезия, чтобы максимальная скорость фотоэлектронов была $2 \cdot 10^6$ м/с. Красная граница фотоэффекта для цезия равна 690 нм.

4. Красная граница фотоэффекта для вольфрама равна 275 нм. Найдите значение запирающего напряжения, если вольфрам освещается светом с длиной волны 175 нм.

- При освещении металлической пластинки монохроматическим светом запирающее напряжение равно 1,6 В. Если увеличить частоту падающего света в 2 раза, запирающее напряжение станет равным 5,1 В. Определите работу выхода электрона из этого металла.
- Найдите КПД рентгеновской трубки, работающей под напряжением 50 кВ и потребляющей ток 2 мА. Трубка излучает $5 \cdot 10^{13}$ фотонов в секунду. Длина волны излучения равна 0,1 нм.

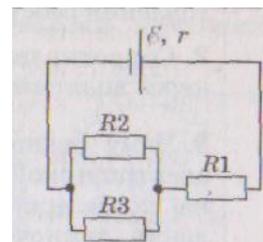
Вариант 4.

- Найдите энергию и импульс фотона, соответствующего рентгеновскому излучению с длиной волны $1,5 \cdot 10^{10}$ м.
- Длина волны, соответствующая красной границе фотоэффекта, для натрия составляет 530 нм. Определите работу выхода электронов из натрия.
- Для полной задержки фотоэлектронов, выбитых из некоторого металла излучением с длиной волны 210 нм, требуется напряжение 2,7 В. Определите работу выхода электронов для этого вещества,
- Работа выхода электрона из цезия равна 3×10^{-19} Дж. Найдите длину волны падающего на поверхность цезия света, если скорость фотоэлектронов равна $0,6 \cdot 10^6$ м/с.
- Для измерения постоянной Планка катод вакуумного фотоэлемента освещается монохроматическим светом с длиной волны 620 нм. При увеличении длины волны на 25% значение запирающего напряжения необходимо уменьшить на 0,4 В. Определите по этим данным постоянную Планка.
- При увеличении в 2 раза частоты падающего на металл света запирающее напряжение увеличилось в 4 раза. Определите красную границу фотоэффекта, если первоначальная длина волны падающего на металл света равна 400 нм.

Промежуточная аттестация. Контрольная работа.

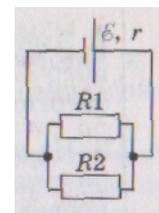
Вариант 1.

- Определите силу тока и падение напряжения на проводнике R_1 , электрической цепи, изображенной на рисунке, если $R_1 = 2$ Ом, $R_2 = 4$ Ом, $R_3 = 6$ Ом, ЭДС аккумулятора $\varepsilon = 4$ В, его внутреннее сопротивление $r = 0,6$ Ом.
- Какая сила действует на проводник длиной 0,1 м в однородном магнитном поле с магнитной индукцией 2 Тл, если ток в проводнике 5 А, а угол между направлением тока и линиями индукции 30° ?
- Магнитный поток внутри катушки с числом витков, равным 400, за 0,2 с изменился от 0,1 Вб до 0,9 Вб. Определите ЭДС на зажимах катушки.
- Найдите длину волны монохроматического света, если при нормальном падении на дифракционную решетку разность хода волн, образующих максимум третьего порядка, равна 1,35 мкм.
- Найдите запирающее напряжение для электронов при освещении металла светом с длиной волны 330 нм, если красная граница фотоэффекта для металла 620 нм.



Вариант 2.

- Определите силу тока в проводнике R_2 и напряжение на проводнике R_1 , если ЭДС источника равна $\varepsilon = 2$ В, а его внутреннее сопротивление равно $r = 0,4$ Ом, $R_1 = 6$ Ом, $R_2 = 9$ Ом.
- Вычислите силу Лоренца, действующую на протон, движущийся со скоростью 10^6 м/с в однородном магнитном поле с индукцией 0,3 Тл перпендикулярно линиям индукции.
- В катушке, состоящей из 75 витков, магнитный поток равен $4,8 \cdot 10^{-3}$ Вб. За какое время должен исчезнуть этот поток, чтобы в катушке возникла средняя ЭДС индукции 0,74 В?
- Найдите наибольший порядок спектра для желтой линии натрия с длиной волны 589 нм, если период дифракционной решетки 2 мкм.
- Рассчитайте длину световой волны, которую следует направить на поверхность цезия, чтобы максимальная скорость фотоэлектронов была $2 \cdot 10^6$ м/с. Красная граница фотоэффекта для цезия равна 690 нм



7. Учебно - методическое обеспечение

- Касьянов В.А. физика 10кл базовый уровень.- М.Дрофа, 2017;

2. Касьянов В.А. физика 11кл базовый уровень.- М.Дрофа, 2019,
3. Сборник задач по физике.10-11 классы: пособие для учащихся общеобразоват. учреждений: базовый и профил. уровни /Н.А.Парфентьева.-3-е изд.-М.:Просвещение,2010.
- 4.Физика.10 класс: дидактические материалы/А.Е.Марон,Е.А.Марон.-6-е изд.,стереотип.- М.:Дрофа,2009.
- 5.Физика.11 класс: дидактические материалы/А.Е.Марон,Е.А.Марон.-5-е изд.,стереотип.- М.:Дрофа,2008.