

Частное общеобразовательное учреждение «Лицей ТГУ»  
(ЧОУ «Лицей ТГУ»)

**ПРИНЯТО:**

Педагогическим советом Лицея  
ТГУ  
(протокол от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_)

**УТВЕРЖДЕНО:**

Директор Лицея ТГУ  
\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
подпись      расшифровка подписи  
приказом \_\_\_\_\_  
от \_\_\_\_\_

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

Факультативного курса «Решение физических задач»  
для обучающихся 10-11 классов

г. Томск  
2024

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Физическая задача является одним из основных средств, на основе которых студенты усваивают физические законы, учатся использовать эти законы применительно к конкретным практическим ситуациям. Чаще всего именно при решении физических задач происходит акт понимания, качественный переход на новый уровень от репродуктивного воспроизведения физических формул к их осмысленному применению. Физические задачи – основа для организации самостоятельной учебной деятельности студентов по физике в аудиторное время. Задачи являются как средством обучения, так и средством контроля: по решению учеником некоторого комплекса задач судят о конечном результате изучения того или иного раздела физики. Как правило, на этом взаимодействие преподавателя и ученика заканчивается. Учебная деятельность по решению типовых задач, в основном алгоритмическая, чаще всего не перерастает в творческую. Исключение составляют учащиеся, которые выходят на уровень решения олимпиадных задач.

### ***Нормативные обоснования:***

- Федерального закона от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (в ред. Федерального закона от 07.03.2018 № 56-ФЗ);
- приказа Минобрнауки России «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования» от 17.05.2012 № 413 (с изм. от 12.08.2022 № 732);
- приказа Министерства просвещения РФ от 22.03.2021 № 115 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по основным общеобразовательным программам - программам начального общего, основного общего и среднего общего образования» (ред. приказа Минобрнауки России от 03.08.2023 № 581);
- постановления Главного государственного санитарного врача РФ от 29.12.2010 № 189 «Об утверждении СанПиН 2.4.2.2821-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях» (ред. Постановления Главного государственного санитарного врача РФ от 22.05.2019 № 8);
- приказа Министерства просвещения РФ от 21.09.2022 № 858 «Об утверждении федерального перечня учебников, допущенных к использованию при реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ начального общего, основного общего, среднего общего образования организациями, осуществляющими образовательную деятельность и установления предельного срока использования исключенных учебников» (ред. приказом Министерства просвещения РФ от 21.05.24 № 347);

- Концепции преподавания учебного предмета «Физика» в образовательных организациях Российской Федерации, реализующих основные образовательные программы (Утверждена Решением Коллегии Министерства просвещения Российской Федерации протокол от 3 декабря 2019 года № ПК-4 вн);

- примерной основной образовательной программе среднего общего образования;

- учебного плана ЧОУ «Лицей ТГУ».

– Концепции развития физико-математического и естественнонаучного образования Томской области на 2019-2025 годы (Утверждена Распоряжением Департамента общего образования Томской области от 28 сентября 2018 года № 832-р).

***Особенностями изложения*** содержания курса являются:

– единство и взаимосвязь всех разделов как результат последовательной детализации при изучении структуры вещества (от макро- до микромасштабов). В главе «Элементы астрофизики. Эволюция Вселенной» рассматривается обратная последовательность – от меньших масштабов к большим, что обеспечивает внутреннее единство курса;

– 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, оценить радиус черной дыры; в 11 классе оценить размер ядра, энергию связи электрона в атоме и нуклонов в ядре, критическую массу урана, величины зарядов кварков, число звезд в Галактике, примерный возраст Вселенной, параметры Вселенной в планковскую эпоху, критическую плотность Вселенной, относительный перевес вещества над антивеществом, массу Джинса, температуру и примерное время свечения Солнца, время возникновения реликтового излучения, плотность нейтронной звезды, число высокоразвитых цивилизаций во Вселенной);

– максимальное использование корректных физических моделей и аналогий (модели: 10 класс – модели кристалла, электризации трением; 11 класс – сверхпроводимости, космологическая модель Фридмана, модель пространства, искривленного гравитацией; аналогии: 10 класс – движения частиц в однородном гравитационном и электростатическом полях; 11 класс – распространения механических и электромагнитных волн, давления иде-

ального и фотонного газов);

– 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 год), 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).

Система заданий, приведенных в учебниках, направлена на формирование готовности и способности к самостоятельной информационно-познавательной деятельности, включая умение ориентироваться в различных источниках информации, критически оценивать и интерпретировать информацию, получаемую из различных источников, умение самостоятельно оценивать и принимать решения, определяющие стратегию поведения, с учетом гражданских и нравственных ценностей, умения применять знания для объяснения окружающих явлений, сохранения здоровья, обеспечения безопасности жизнедеятельности. Как в содержании учебного материала, так и в методическом аппарате учебников реализуется направленность на формирование у учащихся предметных, метапредметных и личностных результатов, универсальных

учебных действий и ключевых компетенций. В учебниках приведены темы проектов, исследовательские задания, задания, направленные на формирование информационных умений учащихся, в том числе при работе с электронными ресурсами и интернет-ресурсами. Существенное внимание в курсе уделяется вопросам методологии физики и гносеологии (овладению универсальными способами деятельности на примерах выдвижения гипотез для объяснения известных фактов и экспериментальной проверки выдвигаемых гипотез, разработке теоретических моделей процессов или явлений).

***Цели обучения решению задач*** в средней школе следующие:

- ознакомить учащихся с наиболее общими приемами и методами решения типовых задач по физике;
- задач повышенной сложности, нестандартных задач, которые формируют физическое мышление учащихся, дают им соответствующие практические умения и навыки, экономят время для получения правильного ответа при выполнении того или иного задания;
- овладение системой научных знаний о физических свойствах окружающего мира, об основных физических законах и о способах их использования в практической жизни.

***Задачи обучения:***

- углубить знания учащихся по физике, научить их методически правильно и практически эффективно решать задачи.
- дать учащимся возможность реализовать и развить свой интерес к физике.
- предоставить учащимся возможность уточнить собственную готовность и способность осваивать в дальнейшем программу физики на повышенном уровне.
- создать учащимся условия для подготовки к ЕГЭ по физике, для поступления в класс физико-математического профиля.
- сформировать умения применять полученные знания для объяснения условий протекания физических явлений в природе и для принятия практических решений в повседневной жизни;
- сформировать собственную позицию по отношению к физической информации, получаемой из разных источников.

***Период освоения дисциплины.***

Всего на изучение факультативного курса «Трудные задачи по физике» в 10 - 11 классе выделяется 136 ч.: из них в 10 классе 68 ч. (2 ч. в неделю, 34 учебные недели) и в 11 классе 68 ч. (2 ч. в неделю, 34 учебные недели).

***Учебно-методическое обеспечение***

- Физика. Углубленный уровень. 11 класс. Учебник (автор В. А. Касьянов).
- Физика. Углубленный уровень. 11 класс. Методическое пособие (автор В. А. Касьянов).

янов).

- Физика. 11 класс. Дидактические материалы (авторы: А. Е. Марон, Е. А. Марон).
- Физика. Задачник. 10—11 классы (автор А. П. Рымкевич).
- Электронная форма учебника.

В соответствии с целями обучения физике учащихся средней школы и сформулированными выше принципами, положенными в основу курса физики, он имеет следующее содержание и структуру.

В **10** классе осуществляется решение задач по следующим разделам: «Механика», «Молекулярная физика и термодинамика», «Электростатика», «Постоянный электрический ток».

В программу курса физики **11** класса включено решение задач из следующих разделов: «Электродинамика», «Колебания и волны», «Оптика» и «Квантовая физика», «Строение Вселенной».

**Принципы и подходы:** методологической основой реализации программы является системно-деятельностный подход и ряд принципов:

- принцип вариативности;
- принцип паритетности;
- принцип результативности.

Такой подход предполагает:

- формирование готовности обучающихся к саморазвитию и непрерывному образованию;
- проектирование и конструирование развивающей образовательной среды организации, осуществляющей образовательную деятельность;
- активную учебно-познавательную деятельность обучающихся;
- построение образовательной деятельности с учетом индивидуальных, возрастных, психологических, физиологических особенностей и здоровья обучающихся.

***Формы контроля и образовательные технологии.***

В процессе реализации рабочей программы предполагается несколько видов контроля: начальный, текущий и итоговый.

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

*Личностные результаты* 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 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 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.

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

*Регулятивные универсальные учебные действия*

*Выпускник научится:*

- самостоятельно определять цели, ставить, формулировать и решать собственные задачи в образовательной деятельности и жизненных ситуациях;
- 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.

*Познавательные универсальные учебные действия*

*Выпускник научится:*

- критически оценивать учебную физическую задачу с целью выбора оптимального способа решения;
- использовать различные модельно-схематические средства для решения задач;

– осуществлять развернутый информационный поиск и ставить на его основе новые (учебные и познавательные) задачи;

– искать и находить обобщенные способы решения задач.

*Коммуникативные универсальные учебные действия*

*Выпускник научится:*

– 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);

– 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:*

– 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**

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, 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, само- индукция, 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: электрический заряд, напряженность электростатического поля, потенциал электростатического поля, разность потенциалов,

относительная диэлектрическая проницаемость среды, поверхностная плотность среды, емкость уединенного проводника, емкость конденсатора, 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: зависимость емкости плоского конденсатора от площади пластин и расстояния между ними, 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: закон сохранения электрического заряда и закон Кулона, границы их применимости; правило буравчика, принцип суперпозиции магнитных полей, правило левой руки, закон Ампера, закон Фарадея (электромагнитной индукции), правило Ленца, принцип Гюйгенса, закон отражения, закон преломления;

– описывать: демонстрационные эксперименты по электризации тел и объяснять их результаты; эксперимент по измерению емкости конденсатора; 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.

### **Эволюция Вселенной**

Предметные результаты освоения темы позволяют:

- давать определения понятий: астрономические структуры, планетная система, звезда, звездное скопление, галактики, скопление и сверхскопление галактик, Вселенная, белый карлик, нейтронная звезда, черная дыра, критическая плотность Вселенной;
- интерпретировать результаты наблюдений Хаббла о разбегании галактик;
- классифицировать основные периоды эволюции Вселенной после Большого взрыва;
- представлять последовательность образования первичного вещества во Вселенной;
- объяснять процесс эволюции звезд, образования и эволюции Солнечной системы;
- с помощью модели Фридмана представлять возможные сценарии эволюции Вселенной в будущем.

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.

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 средней школе является включение учащихся в учебно-исследовательскую и проектную деятельность, которая имеет следующие особенности:

- 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;
- 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;
- 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 лич-

ные пристрастия к тому или иному виду деятельности.

В результате учебно-исследовательской и проектной деятельности *выпускник получит 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 простран-

стве;

- 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**

### ***Физика в познании вещества, поля, пространства и времени***

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

### ***Механика***

Предмет и задачи классической механики. Кинематические характеристики механического движения. Модели тел и движений. Относительная скорость движения тел. Равномерное прямолинейное движение. Ускорение. Прямолинейное движение с постоянным ускорением. Равнопеременное прямолинейное движение. Свободное падение тел. Одномерное движение в поле тяжести при наличии начальной скорости.

Баллистическое движение. Кинематика периодического движения. Поступательное и вращательное движение твердого тела.

Принцип относительности Галилея. Принцип суперпозиции сил. Инерциальная система отсчета. Первый закон Ньютона. Второй закон Ньютона. Третий закон Ньютона. Гравитационная сила. Закон всемирного тяготения. Сила тяжести. Сила упругости. Закон Гука. Вес тела. Сила трения. Закон сухого трения. Применение законов Ньютона. Движение тел в гравитационном поле. Космические скорости. Движение небесных тел и их искусственных спутников. Явления, наблюдаемые в неинерциальных системах отсчета.

Импульс материальной точки и системы тел. Закон изменения и сохранения импульса. Работа силы. Потенциальная энергия. Потенциальная энергия тела при гравитационном и упругом взаимодействиях. Кинетическая энергия. Мощность. Закон изменения и сохранения механической энергии. Абсолютно неупругое и абсолютно упругое столкновения.

Условие равновесия для поступательного движения. Условие равновесия для вращательного движения. Плечо и момент силы. Центр тяжести (центр масс) системы материальных точек и твердого тела. Равновесие жидкости и газа. Давление. Движение жидкостей и газов.

Динамика свободных колебаний. Амплитуда, период, частота, фаза колебаний. Колебательная система под действием внешних сил, не зависящих от времени. Вынужденные колебания. Резонанс.

Распространение волн в упругой среде. Поперечные и продольные волны. Отражение волн. Периодические волны. Энергия волны. Стоячие волны. Звуковые волны. Высота звука. Эффект Доплера. Интерференция и дифракция волн. Тембр, громкость звука.

### ***Молекулярная физика и термодинамика***

Предмет и задачи молекулярно-кинетической теории (МКТ) и термодинамики. Экспериментальные доказательства МКТ. Строение атома. Масса атомов. Молярная масса. Количество вещества. Модель идеального газа. Распределение молекул идеального газа в пространстве. Распределение молекул идеального газа по скоростям. Абсолютная температура как мера средней кинетической энергии теплового движения частиц вещества. Шкалы температур. Давление газа. Связь между давлением и средней кинетической энергией поступательного движения молекул идеального газа. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории. Закон Дальтона. Уравнение Клапейрона–Менделеева. Изопроцессы. Изотермический процесс. Изобарный процесс. Изохорный процесс. Агрегатные состояния вещества. Фазовый переход пар – жидкость. Испарение.

Конденсация. Давление насыщенного пара. Влажность воздуха. Кипение жидкости. Модель строения жидкостей. Поверхностное натяжение. Смачивание. Капиллярность. Кристаллизация и плавление твердых тел. Структура твердых тел. Кристаллическая решетка. Механические свойства твердых тел. Внутренняя энергия. Работа и теплопередача как способы изменения внутренней энергии. Работа газа при расширении и сжатии. Работа газа при изопроцессах. Первый закон термодинамики. Применение первого закона термодинамики для изопроцессов. Адиабатный процесс. Тепловые двигатели. Второй закон термодинамики. Преобразования энергии в тепловых машинах. КПД тепловой машины. Цикл Карно. Экологические проблемы теплоэнергетики.

### *Электродинамика*

Предмет и задачи электродинамики. Электрическое взаимодействие. Электрический заряд. Квантование заряда. Электризация тел. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона. Равновесие статических зарядов. Напряженность электростатического поля. Линии напряженности электростатического поля. Принцип суперпозиции электростатических полей. Электростатическое поле заряженной сферы и заряженной плоскости.

Работа сил электростатического поля. Потенциал электростатического поля. Разность потенциалов. Измерение разности потенциалов. Электрическое поле в веществе. Диэлектрики в электростатическом поле. Проводники в электростатическом поле. Распределение зарядов по поверхности проводника. Емкость уединенного проводника и конденсатора. Соединение конденсаторов. Энергия электростатического поля. Объемная плотность энергии электростатического поля.

Электрический ток. Сила тока. Источник тока. Источник тока в электрической цепи. Электродвижущая сила (ЭДС). Закон Ома для однородного проводника (участка цепи). Сопротивление проводника. Зависимость удельного сопротивления проводников и полупроводников от температуры. Соединения проводников. Расчет сопротивления электрических цепей. Закон Ома для замкнутой цепи. Расчет силы тока и напряжения в электрических цепях. Измерение силы тока и напряжения. Тепловое действие электрического тока. Закон Джоуля–Ленца. Передача электроэнергии от источника к потребителю. Электрический ток в металлах, растворах и расплавах электролитов, полупроводниках, газах и вакууме. Плазма. Электролиз. Примесный полупроводник – составная часть элементов схем. Полупроводниковый диод. Транзистор. Сверхпроводимость.

Магнитное взаимодействие. Магнитное поле электрического тока. Линии магнитной индукции. Действие магнитного поля на проводник с током. Сила Ампера.

Рамка с током в однородном магнитном поле. Действие магнитного поля на движущиеся заряженные частицы. Сила Лоренца. Масс-спектрограф и циклотрон. Пространственные траектории заряженных частиц в магнитном поле. Магнитные ловушки, радиационные пояса Земли. Взаимодействие электрических токов.

Магнитный поток. ЭДС в проводнике, движущемся в магнитном поле. Электромагнитная индукция. Способы получения индукционного тока. Опыты Генри. Правило Ленца. Самоиндукция. Индуктивность. Энергия магнитного поля тока. Магнитное поле в веществе. Ферромагнетизм.

Векторные диаграммы для описания переменных токов и напряжений. Резистор в цепи переменного тока. Конденсатор в цепи переменного тока. Катушка индуктивности в цепи переменного тока. Свободные гармонические электромагнитные колебания в колебательном контуре. Колебательный контур в цепи переменного тока. Использование электромагнитной индукции. Элементарная теория трансформатора. Генерирование переменного электрического тока. Передача электроэнергии на расстояние.

Электромагнитное поле. Вихревое электрическое поле. Электромагнитные волны. Распространение электромагнитных волн. Энергия, переносимая электромагнитными волнами. Давление и импульс электромагнитных волн. Спектр электромагнитных волн. Радио- и СВЧ-волны в средствах связи. Принципы радиосвязи и телевидения.

Геометрическая оптика. Принцип Гюйгенса. Прямолинейное распространение света в однородной среде. Законы отражения и преломления света. Полное внутреннее отражение. Построение изображений и хода лучей при преломлении света. Линзы. Собирающие линзы. Изображение предмета в собирающей линзе. Формула тонкой собирающей линзы. Рассеивающие линзы. Изображение предмета в рассеивающей линзе. Фокусное расстояние и оптическая сила системы из двух линз. Человеческий глаз как оптическая система. Оптические приборы.

Волновые свойства света. Скорость света. Интерференция волн. Взаимное усиление и ослабление волн в пространстве. Интерференция света. Дифракция света. Дифракционная решетка. Дисперсия света. Практическое применение электромагнитных излучений.

### ***Основы специальной теории относительности***

Инвариантность модуля скорости света в вакууме. Принцип относительности Эйнштейна. Постулаты специальной теории относительности. Относительность времени. Релятивистский закон сложения скоростей. 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 М. Планка о квантах. Фотоэффект. Опыты А. Г. Столетова, законы фотоэффекта. Уравнение А. Эйнштейна для фотоэффекта.

Фотон. Опыты П. Н. Лебедева и С. И. Вавилова. Гипотеза де Бройля о волновых свойствах частиц. Корпускулярно-волновой дуализм. Дифракция электронов. Давление света. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.

Модели строения атома. Теория атома водорода. Поглощение и излучение света атомом. Объяснение линейчатого спектра водорода на основе квантовых постулатов Бора. Спонтанное и вынужденное излучение света. Лазеры.

Состав и строение атомного ядра. Изотопы. Ядерные силы. Дефект массы. Энергия связи нуклонов в ядре. Естественная радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Искусственная радиоактивность. Ядерные реакции, реакции деления и синтеза. Цепная реакция деления урана. Использование энергии деления ядер. Ядерная энергетика. Термоядерный синтез. Ядерное оружие. Биологическое действие радиоактивных излучений.

Классификация элементарных частиц. Лептоны как фундаментальные частицы. Классификация и структура адронов. Взаимодействие кварков. Фундаментальные взаимодействия. Ускорители элементарных частиц.

### *Эволюция Вселенной*

Применимость законов физики для объяснения природы космических объектов.

Образование астрономических структур. Солнечная система. Звезды и источники их энергии. Классификация звезд. Эволюция звезд и эволюция Солнечной системы.

Галактика. Другие галактики. Структура Вселенной, ее расширение. Разбегание галактик. Закон Хаббла. Космологическая модель ранней Вселенной. Эра излучения. Нуклеосинтез в ранней Вселенной. Пространственно-временные масштабы наблюдаемой Вселенной. Органическая жизнь во Вселенной. Темная материя и темная энергия.

## ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

**10 класс** (68 часов, 2 часа в неделю)

| СОДЕРЖАНИЕ  | ВИДЫ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  |
|---|--|
| <b>МЕХАНИКА (24 ч)</b>  |  |
| <p><b>Кинематика материальной точки (4 ч)</b></p> <p>График скорости. Графический способ нахождения перемещения при равномерном прямолинейном движении.</p> <p>Графический способ нахождения перемещения при равноускоренном прямолинейном движении.</p> <p>Зависимость проекции скорости тела на ось X от времени при равнопеременном движении. Закон равнопеременного движения.</p> <p>Уравнение баллистической траектории.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– вычислять: среднюю скорость и среднюю скорость неравномерного движения аналитически и графически, ускорение тела; путь, перемещение и скорость при равнопеременном прямолинейном движении;</li> <li>– определять: перемещение по графику зависимости скорости движения от времени, ускорение тела по графику зависимости скорости равнопеременного движения от времени; координаты, пройденный путь, скорость и ускорение тела по уравнениям зависимости координат и проекций скорости и ускорения от времени;</li> <li>– решать графические задачи;</li> <li>– вычислять относительную и абсолютную погрешность измерения начальной скорости движения;</li> <li>– наблюдать, измерять и обобщать в процессе экспериментальной деятельности;</li> <li>– представлять результаты измерений в виде таблиц;</li> <li>– указывать границы применимости физических законов;</li> <li>– применять знания к решению задач</li> </ul> |
| <p><b>Динамика материальной точки (4 ч)</b></p> <p>Первый закон Ньютона. Принцип суперпозиции сил. Второй закон Ньютона. Третий закон Ньютона. Примеры действия и противодействия.</p> <p>Закон всемирного тяготения. Опыт Кавендиша. Гравитационная постоянная. Сила тяжести. Формула для расчета ускорения свободного падения. Алгоритм решения задач по динамике.</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– вычислять ускорение тела, действующую на него силу и массу тела на основе второго закона Ньютона;</li> <li>– исследовать зависимость силы трения скольжения от площади соприкосновения тел и силы нормального давления;</li> <li>– применять законы Ньютона при решении задач.</li> </ul>   |

|   |   |
|---|---|
| <p><b>Законы сохранения (4 ч)</b><br/> Закон сохранения импульса. Реактивное движение ракеты. Многоступенчатые ракеты. Работа силы. Условия, при которых работа положительна, отрицательна и равна нулю.<br/> Полная механическая энергия системы. Закон изменения механической энергии. Консервативная система. Закон сохранения механической энергии. Применение закона сохранения энергии.</p>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>– применять модель замкнутой системы к реальным системам;</li> <li>– формулировать закон сохранения импульса, закон сохранения энергии;</li> <li>– вычислять: по графику работу силы, работу сил тяжести и упругости, мощность;</li> <li>– измерять работу силы;</li> <li>– применять полученные знания к решению задач</li> </ul>   |
| <p><b>Динамика периодического движения (4 ч)</b><br/> Свободные колебания пружинного маятника. Характеристики свободных колебаний: период, амплитуда, циклическая частота. График свободных гармонических колебаний.<br/> Связь энергии и амплитуды свободных колебаний пружинного маятника. Затухающие колебания и их график. Аперидическое движение. Статическое смещение. Вынужденные колебания.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– вычислять максимальную скорость груза с помощью закона сохранения механической энергии;</li> <li>– прогнозировать возможные свободные колебания одного и того же маятника в средах с различной плотностью, возможные вынужденные колебания одного и того же маятника в средах с различной плотностью;</li> <li>– представлять графически резонансные кривые;</li> <li>– применять законы сохранения к решению задач</li> </ul> |
| <p><b>Статика (4 ч)</b><br/> Поступательное и вращательное движения абсолютно твердого тела. Условие статического равновесия для поступательного движения. Момент силы. Плечо силы.<br/> Условие статического равновесия вращательного движения. Центр тяжести (центр масс) системы материальных точек и твердого тела. Движение центра масс.</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– определять тип движения твердого тела;</li> <li>– формулировать условие статического равновесия для поступательного движения, для вращательного движения;</li> <li>– измерять положение центра тяжести тел;</li> <li>– вычислять координаты центра масс различных тел;</li> <li>– применять полученные знания к решению задач</li> </ul>   |
| <p><b>Релятивистская механика (4 ч)</b><br/> Время в разных системах отсчета. Порядок следования событий. Одновременность событий. Собственное время. Эффект замедления времени. Релятивистский закон сложения скоростей.<br/> <i>Контрольная работа</i><br/> Механика</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– определять время в разных системах отсчета;</li> <li>– связывать между собой промежутки времени в разных ИСО;</li> <li>– рассчитывать энергию покоя и энергию связи системы тел;</li> <li>– применять полученные знания к решению задач</li> </ul>   |
| <p><b>МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА (24 ч)</b></p>  |   |

|  |   |
|--|---|
| <p><b>Молекулярная структура вещества (4 ч)</b><br/> Зарядовое и массовое числа. Изотопы. Дефект массы. Атомная единица массы. Относительная атомная масса. Количество вещества. Молярная масса. Постоянная Авогадро.</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– рассчитывать дефект массы ядра атома, молярную массу и массу молекулы или атома;</li> <li>– формулировать условия идеальности газа;</li> <li>– применять полученные знания к решению задач.</li> </ul>   |
| <p><b>Молекулярно-кинетическая теория идеального газа (4 ч)</b><br/> Скорость теплового движения молекул. Давление. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории. Закон Дальтона. Постоянная Ломоносова. Среднее расстояние между частицами идеального газа. Уравнение Клапейрона–Менделеева. График каждого изопроцесса.</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– определять: среднее расстояние между частицами идеального газа при различных температурах и давлениях; параметры вещества в газообразном состоянии с помощью уравнения состояния идеального газа; параметры идеального газа и происходящего процесса по графику зависимости <math>p(V)</math>, <math>V(T)</math> или <math>p(T)</math>;</li> <li>– вычислять среднюю квадратичную скорость;</li> <li>– применять полученные знания к решению задач</li> </ul>  |
| <p><b>Термодинамика (4 ч)</b><br/> Внутренняя энергия идеального газа. Число степеней свободы. Способы изменения внутренней энергии системы. Количество теплоты. Работа газа при изобарном расширении. Работа газа при изохорном, изобарном и изотермическом процессах. Геометрический смысл работы (на <math>p</math>–<math>V</math>-диаграмме). КПД теплового двигателя. Цикл Карно. Воздействие тепловых двигателей на окружающую среду. Обратимый и необратимый процессы. Второй закон термодинамики. Статистическое истолкование второго закона термодинамики.<br/> <i>Контрольная работа</i><br/> Термодинамика.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– рассчитывать: внутреннюю энергию газа и ее изменение; работу, совершенную газом, по <math>p</math>–<math>V</math>-диаграмме; изменение внутренней энергии тел, работу и переданное количество теплоты с использованием первого закона термодинамики; изменение внутренней энергии и работу газа при адиабатном процессе; работу газа, совершенную при изменении его состояния по замкнутому циклу;</li> <li>– оценивать КПД при совершении газом работы в процессах изменения состояния по замкнутому циклу;</li> <li>– применять полученные знания к решению задач</li> </ul> |
| <p><b>Жидкость и пар (4 ч)</b><br/> Термодинамическое равновесие пара и жидкости. Насыщенный пар. Особенности процесса испарения. Удельная теплота парообразования. Конденсация. Давление насыщенного пара. Зависимость давления насыщенного пара от температуры. Относительная влажность воздуха и ее измерение. Кипение. Зависимость температуры кипения жидкости от внешнего давления. Перегретая жидкость.</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– определять по таблице значения температуры кипения и удельной теплоты парообразования жидкости; плотность насыщенного пара при разной температуре;</li> <li>– рассчитывать: количество теплоты, необходимого для парообразования вещества данной массы; силу поверхностного натяжения, высоту подъема жидкости в капилляре.</li> </ul>   |

|   |  |
|---|--|
| <p><b>Твердое тело (4 ч)</b><br/> Кристаллическая решетка. Монокристаллы и поликристаллы. Аморфные тела. Композиты. Зависимость свойств кристаллов от их внутреннего строения.<br/> Упругая и пластическая деформации. Характеристики упругих свойств тела. Модуль Юнга и его физический смысл. Закон Гука. Предел упругости. Предел прочности.</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– вычислять: количество теплоты, необходимое для плавления тела; количество теплоты в процессе теплообмена при нагревании и охлаждении;</li> <li>– применять полученные знания к решению задач</li> </ul>   |
| <p><b>Механические волны. Акустика (4 ч)</b><br/> Гармоническая волна. Длина волны. Поляризация. Линейно-поляризованная механическая волна. Стоячая волна. Сложение двух гармонических поперечных волн. Моды колебаний.<br/> Эффект Доплера. Тембр звука. Зависимость громкости звука от амплитуды колебаний. Уровень интенсивности звука.<br/> <i>Контрольная работа</i><br/> Механические волны. Акустика.</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– сравнивать поперечные и продольные волны;</li> <li>– классифицировать применение эффекта Доплера;</li> <li>– устанавливать зависимость скорости звука от свойств среды;</li> <li>– применять полученные знания к решению задач</li> </ul>   |
| <p><b>ЭЛЕКТРОСТАТИКА (20 ч)</b></p>   |  |
| <p><b>Силы электромагнитного взаимодействия неподвижных зарядов (10 ч)</b><br/> Электрический заряд. Два вида электрических зарядов. Квантование заряда. Кварки. Электризация. Закон сохранения электрического заряда. Измерение силы взаимодействия с помощью крутильных весов. Закон Кулона. Сравнение электростатических и гравитационных сил. Равновесие статических зарядов. Неустойчивость равновесия статических зарядов.<br/> Графическое изображение электростатического поля. Линии напряженности и их направление.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– строить изображения полей точечных зарядов с помощью линий напряженности;</li> <li>– использовать принцип суперпозиции для описания поля электрического диполя;</li> <li>– вычислять напряженность поля, созданного заряженной сферой и плоскостью;</li> <li>– применять полученные знания к решению задач</li> </ul> |
| <p><b>Энергия электромагнитного взаимодействия неподвижных зарядов (10 ч)</b><br/> Работа сил электростатического поля.<br/> Энергетическая характеристика поля – потенциал.</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– вычислять: потенциал электростатического поля одного и нескольких точечных зарядов, напряжение по известной напряженности электрического поля и наоборот, емкость конденсатора, емкость последовательного и параллельного соединения конденсаторов, энергию электро-</li> </ul>                                       |

Свободные и связанные заряды. Проводники, диэлектрики, полупроводники.

Распределение зарядов в металлическом проводнике. Электростатическая индукция. Условия равновесия зарядов. Распределение зарядов на проводящих сферах.

Электрическая емкость уединенного проводника. Емкость сферы и ее характеристика. Способ увеличения емкости проводника. Конденсатор. Электрическая емкость конденсатора. Емкость плоского конденсатора.

статического поля заряженного конденсатора, объемную плотность энергии электрического поля;

– применять полученные знания к решению задач

## УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

| <i>№<br/>темы</i> | <i>Название темы</i>   | <i>Количество часов</i> |             |             |
|-------------------|--|-------------------------|-------------|-------------|
|                   |  | <i>Всего</i>            | <i>Л.Р.</i> | <i>К.Р.</i> |
| <b>1.</b>         | <b>Механика</b>  | <b>24</b>               |             | <b>1</b>    |
|                   | Кинематика материальной точки                                | 4                       |             |             |
|                   | Динамика материальной точки                                  | 4                       |             |             |
|                   | Законы сохранения  | 4                       |             |             |
|                   | Динамика периодического движения                             | 4                       |             |             |
|                   | Статика  | 4                       |             |             |
|                   | Релятивистская механика                                      | 4                       |             |             |
| <b>2.</b>         | <b>Молекулярная физика</b>                                   | <b>24</b>               |             | <b>1</b>    |
|                   | Молекулярная структура вещества                              | 4                       |             |             |
|                   | Молекулярно-кинетическая теория идеального газа              | 2                       |             |             |
|                   | Термодинамика  | 4                       |             |             |
|                   | Жидкость и пар   | 4                       |             |             |
|                   | Твердое тело   | 4                       |             |             |
|                   | Механические волны. Акустика                                 | 4                       |             |             |
| <b>3.</b>         | <b>Электростатика</b>  | <b>20</b>               |             | <b>1</b>    |
| <b>4.</b>         | Силы электромагнитного взаимодействия неподвижных зарядов    | 10                      |             |             |
|                   | Энергия электромагнитного взаимодействия неподвижных зарядов | 10                      |             |             |
|                   | <b>Итого:</b>  | <b>68</b>               |             | <b>3</b>    |

## КАЛЕНДАРНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

| <i>№<br/>урока</i> | <i>№ урока<br/>в теме</i> | <i>Изучаемая тема и тема урока</i>  | <i>Часы</i> |
|--------------------|---------------------------|---|-------------|
|                    |                           | <b>Механика</b>   | <b>24</b>   |
|                    |                           | <i>Кинематика материальной точки</i>  | <i>4</i>    |
| 1                  | 1                         | График скорости. Графический способ нахождения перемещения при равномерном прямолинейном движении.                            | 1           |
| 2                  | 2                         | Графический способ нахождения перемещения при равноускоренном прямолинейном движении.   | 1           |
| 3                  | 3                         | Зависимость проекции скорости тела на ось X от времени при равнопеременном движении.  | 1           |
| 4                  | 4                         | Закон равнопеременного движения.<br>Уравнение баллистической траектории.  | 1           |
|                    |                           | <i>Динамика материальной точки</i>  | <i>4</i>    |
| 5                  | 1                         | Первый закон Ньютона. Принцип суперпозиции сил. Второй закон Ньютона.   | 1           |
| 6                  | 2                         | Третий закон Ньютона. Примеры действия и противодействия.   | 1           |
| 7                  | 3                         | Закон всемирного тяготения. Опыт Кавендиша. Гравитационная постоянная.  | 1           |
| 8                  | 4                         | Сила тяжести. Формула для расчета ускорения свободного падения. Алгоритм решения задач по динамике.                           | 1           |
|                    |                           | <i>Законы сохранения</i>  | <i>4</i>    |
| 9                  | 1                         | Закон сохранения импульса. Реактивное движение ракеты. Многоступенчатые ракеты.   | 1           |
| 10                 | 2                         | Работа силы. Условия, при которых работа положительна, отрицательна и равна нулю.   | 1           |
| 11                 | 3                         | Полная механическая энергия системы. Закон изменения механической энергии.  | 1           |
| 12                 | 4                         | Консервативная система. Закон сохранения механической энергии. Применение закона сохранения энергии                           | 1           |
|                    |                           | <i>Динамика периодического движения</i>   | <i>4</i>    |
| 13                 | 1                         | Свободные колебания пружинного маятника. Характеристики свободных колебаний: период, амплитуда, циклическая частота.          | 1           |
| 14                 | 2                         | График свободных гармонических колебаний.   | 1           |
| 15                 | 3                         | Связь энергии и амплитуды свободных колебаний пружинного маятника.  | 1           |
| 16                 | 4                         | Затухающие колебания и их график. Аперiodическое движение. Статическое смещение. Вынужденные колебания.                       | 1           |
|                    |                           | <i>Статика</i>  | <i>4</i>    |
| 17                 | 1                         | Поступательное и вращательное движения абсолютно твердого тела. Условие статического равновесия для поступательного движения. | 1           |

|    |   |  |           |
|----|---|--|-----------|
| 18 | 2 | Момент силы. Плечо силы.   | 1         |
| 19 | 3 | Условие статического равновесия вращательного движения.  | 1         |
| 20 | 4 | Центр тяжести (центр масс) системы материальных точек и твердого тела. Движение центра масс.         | 1         |
|    |   | <i>Релятивистская механика</i>   | 4         |
| 21 | 1 | Время в разных системах отсчета. Порядок следования событий. Одновременность событий.                | 1         |
| 22 | 2 | Собственное время. Эффект замедления времени.  | 1         |
| 23 | 3 | Релятивистский закон сложения скоростей.   | 1         |
| 24 | 4 | Релятивистская механика. <i>Контрольная работа.</i>  | 1         |
|    |   | <b>Молекулярная физика</b>   | <b>24</b> |
|    |   | <i>Молекулярная структура вещества</i>   | 4         |
| 25 | 1 | Зарядовое и массовое числа. Изотопы.   | 1         |
| 26 | 2 | Дефект массы. Атомная единица массы.   | 1         |
| 27 | 3 | Относительная атомная масса. Количество вещества.  | 1         |
| 28 | 4 | Молярная масса. Постоянная Авогадро.   | 1         |
|    |   | <i>Молекулярно-кинетическая теория идеального газа</i>   | 4         |
| 29 | 1 | Скорость теплового движения молекул. Давление.   | 1         |
| 30 | 2 | Основное уравнение молекулярно-кинетической теории. Закон Дальтона.                                  | 1         |
| 31 | 3 | Постоянная Лошмидта. Среднее расстояние между частицами идеального газа.                             | 1         |
| 32 | 4 | Уравнение Клапейрона–Менделеева. График каждого изопроцесса.   | 1         |
|    |   | <i>Термодинамика</i>   | 4         |
| 33 | 1 | Внутренняя энергия идеального газа. Число степеней свободы.  | 1         |
| 34 | 2 | Способы изменения внутренней энергии системы. Количество теплоты                                     | 1         |
| 35 | 3 | Второй закон термодинамики.  | 1         |
| 36 | 4 | Статистическое истолкование второго закона термодинамики.  | 1         |
|    |   | <i>Жидкость и пар</i>  | 4         |
| 37 | 1 | Термодинамическое равновесие пара и жидкости. Насыщенный пар. Особенности процесса испарения.        | 1         |
| 38 | 2 | Удельная теплота парообразования. Конденсация. Давление насыщенного пара.                            | 1         |
| 39 | 3 | Зависимость давления насыщенного пара от температуры. Относительная влажность воздуха и ее измерение | 1         |
| 40 | 4 | Кипение. Зависимость температуры кипения жидкости от внешнего давления. Перегретая жидкость.         | 1         |
|    |   | <i>Твердое тело</i>  | 4         |
| 41 | 1 | Кристаллическая решетка. Монокристаллы и поликристаллы. Аморфные тела.                               | 1         |

|    |    |  |           |
|----|----|--|-----------|
| 42 | 2  | Композиты. Зависимость свойств кристаллов от их внутреннего строения.                    | 1         |
| 43 | 3  | Упругая и пластическая деформации. Характеристики упругих свойств тела.                  | 1         |
| 44 | 4  | Модуль Юнга и его физический смысл. Закон Гука. Предел упругости. Предел прочности.      | 1         |
|    |    | <i>Механические волны. Акустика</i>  | 4         |
| 45 | 1  | Распространение волн в упругой среде.  | 1         |
| 46 | 2  | Способы передачи энергии и импульса из одной точки пространства в другую.                | 1         |
| 47 | 3  | Волновой процесс.  | 1         |
| 48 | 4  | Молекулярная физика и термодинамика. <i>Контрольная работа.</i>                          | 1         |
|    |    | <b>Электростатика</b>  | <b>20</b> |
|    |    | <i>Силы электромагнитного взаимодействия неподвижных зарядов</i>                         | <i>10</i> |
| 49 | 1  | Электрический заряд. Два вида электрических зарядов.                                     | 1         |
| 50 | 2  | Квантование заряда.  | 1         |
| 51 | 3  | Кварки. Электризация   | 1         |
| 52 | 4  | Закон сохранения электрического заряда.  | 1         |
| 53 | 5  | Измерение силы взаимодействия с помощью крутильных весов.                                | 1         |
| 54 | 6  | Закон Кулона.  | 1         |
| 55 | 7  | Сравнение электростатических и гравитационных сил.                                       | 1         |
| 56 | 8  | Равновесие статических зарядов.  | 1         |
| 57 | 9  | Неустойчивость равновесия статических зарядов.   | 1         |
| 58 | 10 | Графическое изображение электростатического поля.  | 1         |
|    |    | <i>Энергия электромагнитного взаимодействия неподвижных зарядов</i>                      | <i>10</i> |
| 59 | 1  | Работа сил электростатического поля. Энергетическая характеристика поля – потенциал.     | 1         |
| 60 | 2  | Свободные и связанные заряды.  | 1         |
| 61 | 3  | Проводники, диэлектрики, полупроводники.   | 1         |
| 62 | 4  | Распределение зарядов в металлическом проводнике. Электростатическая индукция.           | 1         |
| 63 | 5  | Условия равновесия зарядов. Распределение зарядов на проводящих сферах.                  | 1         |
| 64 | 6  | Электрическая емкость уединенного проводника.  | 1         |
| 65 | 7  | Емкость сферы и ее характеристика.   | 1         |
| 66 | 8  | Способ увеличения емкости проводника. Конденсатор.                                       | 1         |
| 67 | 9  | Электрическая емкость конденсатора. Емкость плоского конденсатора.                       | 1         |
| 68 | 10 | Энергия электромагнитного взаимодействия неподвижных зарядов. <i>Контрольная работа.</i> | 1         |

## ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

**11 класс (68 ч, 2 ч в неделю)**

| СОДЕРЖАНИЕ   | ВИДЫ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  |
|--|--|
| <b>ЭЛЕКТРОДИНАМИКА (28 ч)</b>  |  |
| <p><b>Постоянный электрический ток (8 ч)</b><br/>                     Электрический ток. Источник тока. Гальванический элемент. Сторонние силы. ЭДС источника тока. Вольт-амперная характеристика проводника.<br/>                     Зависимость сопротивления от геометрических размеров и материала проводника. Зависимость удельного сопротивления проводников от температуры.<br/>                     Соединения проводников. Общее сопротивление при последовательном соединении проводников. Электрическая проводимость проводника. Проводимость цепи при параллельном соединении проводников. Гидродинамическая аналогия последовательного и параллельного соединений проводников. Смешанное соединение проводников. Электрические схемы с переключками. Мостик Уитстона.<br/>                     Замкнутая цепь с одним источником тока. Закон Ома для замкнутой цепи с одним источником.<br/>                     Сила тока короткого замыкания. Замкнутая цепь с несколькими источниками тока. Закон Ома для цепи с несколькими источниками тока.<br/>                     Работа электрического тока. Тепловое действие электрического тока. Закон Джоуля–Ленца. Мощность электрического тока. Передача электроэнергии от источника к потребителю. Максимальная мощность, передаваемая потребителю. Потери мощности в подводящих проводах.<br/>                     Электролиты. Электролитическая диссоциация. Электролиз.<br/> <i>Тема проекта</i><br/>                     Составьте памятку о технике безопасности в условиях работы человека с электроизмерительными приборами<br/>                     Изучение закона Ома для полной цепи.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– систематизировать знания о физической величине: сила тока, напряжение, работа и мощность электрического тока;</li> <li>– рассчитывать: сопротивление проводника; параметры участка цепи с использованием закона Ома; сопротивление смешанного соединения проводников; работу и мощность электрического тока;</li> <li>– анализировать: вольт-амперную характеристику проводника; зависимость сопротивления проводника от его удельного сопротивления, длины проводника и площади его поперечного сечения; зависимость сопротивления металлического проводника и полупроводника от температуры;</li> <li>– выяснять условие согласования нагрузки и источника;</li> <li>– рассчитывать значения шунта и добавочного сопротивления;</li> <li>– применять полученные знания к решению задач</li> </ul> |
| <p><b>Магнитное поле (8 ч)</b><br/>                     Опыт Эрстеда. Вектор магнитной индукции. Правила буравчика и правой руки для прямого тока. Принцип суперпозиции.<br/>                     Действие магнитного поля на проводник с током. Закон Ампера. Правило левой руки. Рамка с током в однородном магнитном поле. Сила Лоренца. Правило левой руки. Плоские траектории движения заряженных частиц в однородном магнитном поле.<br/>                     Магнитный поток. Работа силы Ампера при перемещении проводника с током в магнитном поле. Индуктивность контура с током. Энергия магнитного поля. Магнитное поле в веществе.</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– применять правило буравчика для контурных токов;</li> <li>– объяснять принцип действия: электроизмерительного прибора, электродвигателя постоянного тока, масс-спектрографа, циклотрона;</li> <li>– вычислять: силу, действующую на электрический заряд, движущийся в магнитном поле; магнитный поток; индуктивность катушки; энергию магнитного поля;</li> <li>– анализировать особенности магнитного поля в веществе;</li> <li>– применять полученные знания к решению задач</li> </ul>   |

|   |   |
|---|---|
| <p><i>Тема проекта</i><br/>Изобразите спектр магнитного поля человека</p>   |   |
| <p><b>Электромагнетизм (8 ч)</b><br/>Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца. Способы получения индукционного тока. Опыты Фарадея. Самоиндукция.<br/>Токи замыкания и размыкания. Время релаксации. Использование электромагнитной индукции. Трансформатор. Коэффициент трансформации.<br/>Повышающий и понижающий трансформаторы. Электромагнитная индукция в современной технике. ЭДС в рамке, вращающейся в однородном магнитном поле. Генератор переменного тока.</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– рассчитывать напряжение трансформатора на входе (выходе);</li> <li>– оценивать потери электроэнергии в линиях электропередачи;</li> <li>– исследовать зависимость ЭДС индукции от скорости движения проводника, его длины и модуля вектора магнитной индукции;</li> <li>– наблюдать и обобщать в процессе экспериментальной деятельности;</li> <li>– применять полученные знания к решению задач</li> </ul>  |
| <p><b>Цепи переменного тока (4 ч)</b><br/>Представление гармонического колебания на векторной диаграмме. Мгновенное значение напряжения.<br/>Среднее значение мощности переменного тока в катушке за период. Свободные гармонические электромагнитные колебания в колебательном контуре. Энергообмен между электрическим и магнитным полями. Колебательный контур. Формула Томсона.</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– вычислять: действующие значения силы тока и напряжения, емкостное сопротивление конденсатора, индуктивное сопротивление катушки, период собственных гармонических колебаний;</li> <li>– применять полученные знания к решению задач</li> </ul>   |
| <b>ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ (24 ч)</b>  |   |
| <p><b>Геометрическая оптика (8 ч)</b><br/>Отражение света. Изображение предмета в плоском зеркале. Преломление волн. Закон преломления. Абсолютный показатель преломления среды. Полное внутреннее отражение.<br/>Линзы. Типы линз. Собирающие и рассеивающие линзы. Тонкая линза. Формула тонкой собирающей линзы. Характеристики изображений в собирающих линзах.<br/>Характеристики изображения в рассеивающей линзе. Графики зависимости <math>f(d)</math> и <math>\Gamma(d)</math>.<br/>Главный фокус оптической системы. Фокусное расстояние системы из двух собирающих линз, из рассеивающей и собирающей линзы.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– систематизировать знания о физической величине: линейное увеличение оптической системы;</li> <li>– классифицировать типы линз;</li> <li>– вычислять: фокусное расстояние и оптическую силу линзы, расстояние от изображения предмета до линзы, фокусное расстояние и оптическую силу системы из двух линз; угловое увеличение линзы, микроскопа и телескопа;</li> <li>– находить графически: оптический центр, главный фокус и фокусное расстояние собирающей линзы; главный фокус оптической системы из двух линз;</li> <li>– определять величины, входящие в формулу тонкой линзы;</li> <li>– применять полученные знания к решению задач</li> </ul> |
| <p><b>Волновая оптика (8 ч)</b><br/>Интерференция. Когерентные волны. Время и длина когерентности. Условия минимумов и максимумов при интерференции волн. Геометрическая разность хода волн. Интерференция синхронно излучающих источников.<br/>Опыт Юнга. Способы получения когерентных источников. Интерференция света в тонких пленках. Просветление оптики. Принцип Гюйгенса–Френеля. Зона Френеля. Условия дифракционных минимумов и максимумов. Особенности дифракционной картины. Дифракционная решетка. Период решетки. Условия главных максимумов и побочных минимумов.</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– определять условия когерентности волн;</li> <li>– знакомиться с дифракционной решеткой как оптическим прибором и с ее помощью измерить длину световой волны;</li> <li>– применять полученные знания к решению задач</li> </ul>   |
| <p><b>Квантовая теория электромагнитного излучения и вещества (8 ч)</b></p>   |   |

|  |  |
|--|--|
| <p>Законы теплового излучения. Фотон. Основные физические характеристики фотона. Фотоэффект. Опыты Столетова. Законы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Зависимость кинетической энергии фотоэлектронов от частоты света.</p> <p>Корпускулярные и волновые свойства фотонов. Гипотеза де Бройля. Длина волны де Бройля. Планетарная модель атома. Опыт Резерфорда. Теория атома водорода. Первый постулат Бора. Правило квантования орбит Бора. Энергетический спектр атома водорода. Энергия ионизации. Второй постулат Бора. Серии излучения атома водорода. Виды излучений. Линейчатый спектр. Спектральный анализ и его применение.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– рассчитывать: максимальную кинетическую энергию электронов при фотоэффекте, длину волны де Бройля частицы с известным значением импульса, частоту и длину волны испускаемого света при переходе атома из одного стационарного состояния в другое;</li> <li>– анализировать опыт по дифракции отдельных фотонов;</li> <li>– обсуждать: результат опыта Резерфорда, физический смысл теории Бора;</li> <li>– применять полученные знания к решению задач</li> </ul> |
| <b>ФИЗИКА ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ (8 ч)</b>  |  |
| <p><b>Физика атомного ядра (8 ч)</b></p> <p>Протон и нейтрон. Протонно-нейтронная модель ядра. Изотопы. Сильное взаимодействие нуклонов. Комптоновская длина волны частицы. Состав и размер ядра. Удельная энергия связи. Зависимость удельной энергии связи нуклона в ядре от массового числа. Синтез и деление ядер. Радиоактивность. Виды радиоактивности: естественная и искусственная. Радиоактивный распад. Альфа- распад. Энергия распада. Бета-распад. Гамма- излучение. Период полураспада. Закон радиоактивного распада. Активность радиоактивного вещества. Радиоактивные серии.</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Определять: зарядовое и массовое число атомного ядра по таблице Д. И. Менделеева, период полураспада радиоактивного элемента, продукты ядерной реакции деления;</li> <li>– вычислять: энергию связи нуклонов в ядре и энергию, выделяющуюся при ядерных реакциях; энергию, выделяющуюся при радиоактивном распаде;</li> <li>– применять полученные знания к решению задач</li> </ul>  |
| <b>ЭЛЕМЕНТЫ АСТРОФИЗИКИ (8 ч)</b>  |  |
| <p><b>Эволюция Вселенной (8 ч)</b></p> <p>Космологическая модель Большого взрыва. План- ковская эпоха. Вещество в ранней Вселенной.</p> <p>Доминирование излучения. Эра нуклеосинтеза. Образование водородно-гелиевой плазмы. Эра атомов. Реликтовое излучение. Образование сверхскоплений галактик, эллиптических и спиральных галактик. Возникновение звезд. Протон-про- тонный цикл.</p> <p>Эволюция звезд различной массы. Коричневый и белый карлик. Красный гигант и сверхгигант.</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– применять фундаментальные законы физики к объяснению природы космических объектов и явлений;</li> <li>– оценивать возраст звезд по их массе;</li> <li>– связывать синтез тяжелых элементов в звездах с их расположением в таблице Менделеева;</li> <li>–</li> </ul>   |

## УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

| <i>№<br/>темы</i> | <i>Название темы</i>                                    | <i>Количество часов</i> |             |             |
|-------------------|---|-------------------------|-------------|-------------|
|                   |   | <i>Всего</i>            | <i>Л.Р.</i> | <i>К.Р.</i> |
| <b>1.</b>         | <b>Электродинамика</b>                                  | <b>28</b>               |             | <b>2</b>    |
|                   | Постоянный ток  | 8                       |             |             |
|                   | Магнитное поле  | 8                       |             |             |
|                   | Электромагнетизм  | 8                       |             |             |
|                   | Цепи переменного тока                                   | 4                       |             |             |
| <b>2.</b>         | <b>Электромагнитное излучение</b>                       | <b>24</b>               |             | <b>2</b>    |
|                   | Геометрическая оптика                                   | 8                       |             |             |
|                   | Волновая оптика   | 8                       |             |             |
|                   | Квантовая теория электромагнитного излучения и вещества | 8                       |             |             |
| <b>3.</b>         | <b>Физика высоких энергий</b>                           | <b>8</b>                |             | <b>2</b>    |
|                   | Физика атомного ядра                                    | 8                       |             |             |
| <b>4.</b>         | <b>Элементы астрофизики</b>                             | <b>8</b>                |             |             |
|                   | <b>Итого:</b>   | <b>68</b>               |             | <b>6</b>    |

## КАЛЕНДАРНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

| <i>Номер<br/>Урока</i> | <i>Номер<br/>Урока в<br/>теме</i> | <i>Изучаемая тема и тема урока</i>  | <i>Часы</i> |
|------------------------|-----------------------------------|---|-------------|
|                        |                                   | <b>ЭЛЕКТРОДИНАМИКА</b>  | <b>28</b>   |
|                        |                                   | <b>Постоянный ток</b>   | <b>8</b>    |
| 1                      | 1                                 | Сила тока. Связь силы тока с направленной скоростью.                                      | 1           |
| 2                      | 2                                 | ЭДС источника тока. Зависимость силы тока в проводнике от приложенного к нему напряжения. | 1           |
| 3                      | 3                                 | Сила тока короткого замыкания.  | 1           |
| 4                      | 4                                 | Закон Ома для цепи с несколькими источниками тока.  | 1           |
| 5                      | 5                                 | Работа электрического тока.   | 1           |
| 6                      | 6                                 | Тепловое действие электрического тока. Закон Джоуля–Ленца.                                | 1           |
| 7                      | 7                                 | Электролиз. Законы Фарадея.   | 1           |
| 8                      | 8                                 | Контрольная работа по теме «Постоянный ток»   | 1           |
|                        |                                   | <b>Магнитное поле</b>   | <b>8</b>    |
| 9                      | 1                                 | Правило буравчика и правой руки для прямого тока.   | 1           |
| 10                     | 2                                 | Принцип суперпозиции. Правило буравчика для витка с током (контурного тока).              | 1           |
| 11                     | 3                                 | Действие магнитного поля на движущиеся заряженные частицы.                                | 1           |
| 12                     | 4                                 | Плоские траектории движения заряженных частиц в однородном магнитном поле.                | 1           |
| 13                     | 5                                 | Движение заряженных частиц в однородном магнитном поле.                                   | 1           |
| 14                     | 6                                 | Магнитный поток. Работа силы Ампера при перемещении проводника с током в МП.              | 1           |
| 15                     | 7                                 | Энергия магнитного поля. Магнитное поле в веществе.                                       | 1           |
| 16                     | 8                                 | Контрольная работа по теме «Магнитное поле»   | 1           |
|                        |                                   | <b>Электромагнетизм</b>   | <b>8</b>    |
| 17                     | 1                                 | Разделение разноименных зарядов в проводнике, движущемся в магнитном поле.                | 1           |
| 18                     | 2                                 | Закон электромагнитной индукции.  | 1           |

|    |    |   |           |
|----|----|---|-----------|
| 19 | 3  | Правило Ленца.  | 1         |
| 20 | 4  | Самоиндукция.   | 1         |
| 21 | 5  | Опыт Генри. ЭДС самоиндукции.   | 1         |
| 22 | 6  | Токи замыкания и размыкания. Время релаксации.                                    | 1         |
| 23 | 7  | Трансформатор. Коэффициент трансформации  | 1         |
| 24 | 8  | ЭДС в рамке, вращающейся в однородном магнитном поле. Генератор переменного тока. | 1         |
|    |    | <b>Цепи переменного тока</b>  | <b>4</b>  |
| 25 | 1  | Представление гармонического колебания на векторной диаграмме.                    | 1         |
| 26 | 2  | Активное сопротивление. Время релаксации R–C-цепи.                                | 1         |
| 27 | 3  | Магнитоэлектрическая индукция. Емкостное сопротивление.                           | 1         |
| 28 | 4  | Индуктивное сопротивление.  | 1         |
|    |    | <b>ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ</b>   | <b>24</b> |
|    |    | <b>Геометрическая оптика</b>  | <b>8</b>  |
| 29 | 1  | Принцип Гюйгенса. Закон отражения волн.   | 1         |
| 30 | 7  | Закон преломления.  | 1         |
| 31 | 11 | Дисперсия света   | 1         |
| 32 | 14 | Построение изображений и хода лучей при преломлении света.                        | 1         |
| 33 | 15 | Прохождение света через плоскопараллельную пластинку и призму.                    | 1         |
| 34 | 16 | Призма полного внутреннего отражения.   | 1         |
| 35 | 19 | Тонкая линза. Главный фокус линзы.  | 1         |
| 36 | 24 | Контрольная работа по теме «Геометрическая оптика»                                | 1         |
|    |    | <b>Волновая оптика</b>  | <b>8</b>  |
| 37 | 1  | Интерференция. Когерентные волны.   | 1         |
| 38 | 2  | Условия минимумов и максимумов при интерференции волн.                            | 1         |
| 39 | 3  | Опыт Юнга.  | 1         |
| 40 | 4  | Способы получения когерентных источников.   | 1         |
| 41 | 5  | Интерференция света в тонких пленках.   | 1         |
| 42 | 6  | Дифракция.  | 1         |
| 43 | 7  | Дифракция света на щели.  | 1         |

|    |   |  |          |
|----|---|--|----------|
| 44 | 8 | Контрольная работа по теме «Волновая оптика»                                     | 1        |
|    |   | <b>Квантовая теория электромагнитного излучения и вещества</b>                   | <b>8</b> |
| 45 | 1 | Тепловое излучение. Абсолютно черное тело.                                       | 1        |
| 46 | 2 | Ультрафиолетовая катастрофа.   | 1        |
| 47 | 3 | Фотоэффект. Опыты Столетова  | 1        |
| 48 | 4 | Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта.   | 1        |
| 49 | 5 | Корпускулярно-волновой дуализм. Дифракция отдельных фотонов.                     | 1        |
| 50 | 6 | Гипотеза де Бройля. Длина волны де Бройля.                                       | 1        |
| 51 | 7 | Опыт Резерфорда.   | 1        |
| 52 | 8 | Теория атома водорода.   | 1        |
|    |   | <b>ФИЗИКА ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ</b>  | <b>8</b> |
|    |   | <b>Физика атомного ядра</b>  | <b>8</b> |
| 53 | 1 | Изотопы. Сильное взаимодействие нуклонов.  | 1        |
| 54 | 2 | Состав и размер ядра.  | 1        |
| 55 | 3 | Удельная энергия связи.  | 1        |
| 56 | 4 | Альфа- распад. Энергия распада.  | 1        |
| 57 | 5 | Бета-распад. Гамма- излучение.   | 1        |
| 58 | 6 | Период полураспада. Закон радиоактивного распада.                                | 1        |
| 59 | 7 | Активность радиоактивного вещества.  | 1        |
| 60 | 8 | Цепная реакция деления.  | 1        |
|    |   | <b>ЭЛЕМЕНТЫ АСТРОФИЗИКИ</b>  | <b>8</b> |
|    |   | Эволюция Вселенной   | 8        |
| 61 | 1 | Астрономические структуры, их средний размер. Примерное число звезд в Галактике. | 1        |
| 62 | 2 | Разбегание галактик. Закон Хаббла.   | 1        |
| 63 | 3 | Красное смещение спектральных линий. Возраст Вселенной.                          | 1        |
| 64 | 4 | Эволюция звезд различной массы.  | 1        |
| 65 | 5 | Коричневый и белый карлик.   | 1        |
| 66 | 6 | Красный гигант и сверхгигант.  | 1        |
| 67 | 7 | Планетарная туманность.  | 1        |

|    |   |                                 |          |
|----|---|---------------------------------|----------|
| 68 | 8 | Нейтронная и сверхновая звезда. | <i>1</i> |
|----|---|---------------------------------|----------|

