

«Согласовано»  
Председатель МС

Протокол № 1 от

куп /Худоногова Н.А./

« 21 » 08 2022 г.

«Согласовано»  
Заместитель директора

МБОУ Тесинской СОШ №10 имени  
Героя Советского Союза  
П.И. Колмакова

куп /Худоногова Н.А./

« 21 » 08 2022 г.

«Утверждаю»  
Директор

МБОУ Тесинской СОШ №10  
имени Героя Советского Союза  
П.И. Колмакова

Е.А. Сорова /Сорова Е.А./

2020 г.



## Рабочая программа учебного предмета «ФИЗИКА» для 11 класса

Составитель: учитель физики  
МБОУ Тесинской СОШ №10  
имени Героя Советского Союза  
П.И. Колмакова  
Мишина Т.В.

Тесь, 2022

## Пояснительная записка.

Рабочая программа по учебному предмету «Физика.» для 10-11 классов с использованием оборудования центра «ТОЧКА РОСТА» составлена в соответствии с требованиями Федерального закона от 29.12.2012 № 273-ФЗ (ред. от 31.07.2020) «Об образовании в Российской Федерации» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2020), с учетом Примерной основной образовательной программы среднего общего образования и учебного плана МБОУ Тесинской СОШ № 10 имени Героя Советского Союза П.И.Колмакова.

В основу рабочей программы и тематического планирования положена рабочая программа к линии УМК «Физика. Базовый уровень. 10-11 классы» М.А. Петровой, И.Г. Куликова, к учебнику «Физика. 11 класс. Базовый уровень. Г.Я. Мякишева, М.А. Петрова. – М.: Дрофа, 2019.

На изучение учебного предмета отводится

класс - по 2 часа в неделю, 70 часов в год

класс - по два часа в неделю, 68 часов в год

Изучение физики в 10-11 классах направлено на достижение следующих **целей**:

- освоение знаний о фундаментальных физических законах и принципах, лежащих в основе современной физической картины мира; наиболее важных открытиях в области физики, оказавших определяющее влияние на развитие техники и технологии; методах научного познания природы;
- применение полученные знания по физике для объяснения разнообразных физических явлений и свойств веществ; практического использования физических знаний;
- развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей в процессе приобретения знаний и умений по физике с использованием различных источников информации, в том числе средств современных информационных технологий; формирование умений оценивать достоверность естественнонаучной информации;
- воспитание убежденности в возможности познания законов природы; использования достижений физики на благо развития человеческой цивилизации; необходимости сотрудничества в процессе совместного выполнения задач, уважительного отношения к мнению оппонента при обсуждении проблем естественнонаучного содержания; готовности к морально-этической оценке использования научных достижений, чувства ответственности за защиту окружающей среды;
- использование приобретенных знаний и умений для решения практических задач повседневной жизни, обеспечения безопасности собственной жизни.

Достижение этих **целей** обеспечивается решением следующих **задач**:

- формирования основ научного мировоззрения;
- развития интеллектуальных способностей учащихся;
- развитие познавательных интересов школьников в процессе изучения физики;
- знакомство с методами научного познания окружающего мира;
- постановка проблем, требующих от учащихся самостоятельной деятельности по их разрешению;
- вооружение школьника научным методом познания, позволяющим получать объективные знания об окружающем мире.

Школьный курс физики является системообразующим для естественно-научных предметов, поскольку физические законы, лежащие в основе мироздания, являются основой содержания курсов химии, биологии, географии и астрономии. Изучение физики способствует формированию у обучающихся научного метода познания, который позволяет получать объективные знания об окружающем мире.

Для решения задач формирования естественно-научной картины мира, умения объяснять явления и процессы окружающего мира, используя для этого физические знания, особое внимание в процессе изучения физики уделено использованию научного метода познания, постановке проблем, требующих от обучающихся самостоятельной деятельности по их разрешению.

**Особенностями** изложения содержания курса являются:

- ♦ соблюдение преемственности в отношении введенных в 7—9 классах определений физических величин, обозначений, формулировок физических законов, использование привычного для обучающихся дидактического аппарата;

- ♦ описание сведений и интересных фактов из истории развития физики, роли российских ученых в открытиях и технических изобретениях мирового уровня, достижений современной физики и техники;

- ♦ единая методическая схема изложения материала курса: от знакомства с физическими явлениями и процессами до формулировки основных законов и рассмотрения их технических применений;

- ♦ уровневая дифференциация учебного материала: в курсе представлен материал (в виде отдельных фрагментов или параграфов) для учащихся, которые интересуются предметом, стремятся расширить свои знания и подготовиться к ЕГЭ по физике;

- ♦ использование единой системы заданий, дифференцированных по уровню сложности: вопросов после параграфов, вопросов для обсуждения, примеров решения задач, расчетных задач, тем рефератов и проектов;

- ♦ широкая демонстрация проявлений физических закономерностей в быту и технике, обсуждение экологических проблем и путей их решения, связей физики с другими естественными науками;

- ♦ политехническая направленность курса: рассмотрение устройства и принципа действия различных технических объектов с использованием физических законов;

- ♦ изложение теоретического материала проводится с помощью необходимого минимума математических средств, но обязательно с приведением доказательной базы для физических теорий или законов;

- ♦ проведение экспериментальных исследований и проектной деятельности в целях освоения коммуникативных универсальных учебных действий.

**Целями изучения физики** в средней школе являются:

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

- ♦ формирование у обучающихся целостного представления о мире и роли физики в создании современной естественно-научной картины мира; умения объяснять поведение

объектов и процессы окружающей действительности — природной, социальной, культурной, технической среды, используя для этого физические знания;

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

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

## **ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ**

**Личностными результатами** обучения физике в средней школе являются:

*- в сфере отношений обучающихся к себе, к своему здоровью, к познанию себя — ориентация на достижение личного счастья, реализацию позитивных жизненных перспектив, инициативность, креативность, готовность и способность к личностному самоопределению, способность ставить цели и строить жизненные планы; готовность и способность обеспечить себе и своим близким достойную жизнь в процессе самостоятельной, творческой и ответственной деятельности, к отстаиванию личного достоинства, собственного мнения, выработать собственную позицию по отношению к общественно политическим событиям прошлого и настоящего на основе осознания и осмысления истории, духовных ценностей и достижений нашей страны, к саморазвитию и самовоспитанию в соответствии с общечеловеческими ценностями и идеалами гражданского общества; принятие и реализацию ценностей здорового и безопасного образа жизни, бережное, ответственное и компетентное отношение к собственному физическому и психологическому здоровью;*

*- в сфере отношений обучающихся к России как к Родине (Отечеству) — российская идентичность, способность к осознанию российской идентичности в поликультурном социуме, чувство причастности к историко-культурной общности русского народа и судьбе России, патриотизм, готовность к служению Отечеству, его защите; уважение к своему народу, чувство ответственности перед Родиной, гордость за свой край, свою Родину, за 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; способностей к сопереживанию и формирования 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 отношения 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 эколого-направленной деятельности; эстетическое отношения 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 для подготовки к решению личных, общественных, государственных, общенациональных проблем; потребность трудиться, уважение к труду и людям труда, трудовым достижениям, добросовестное, ответственное и творческое отношение к разным видам трудовой деятельности, готовность к самообслуживанию, включая обучение и выполнение домашних обязанностей.*

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

### **Регулятивные универсальные учебные действия**

#### ***Выпускник научится:***

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

### **Познавательные универсальные учебные действия**

#### ***Выпускник научится:***

- ♦ критически оценивать и интерпретировать информацию с разных позиций;
- ♦ распознавать и фиксировать противоречия в информационных источниках;

- ♦ использовать различные модельно-схематические средства для представления выявленных в информационных источниках противоречий;
- ♦ осуществлять развернутый информационный поиск и ставить на его основе новые (учебные и познавательные) задачи;
- ♦ искать и находить обобщенные способы решения задач;
- ♦ приводить критические аргументы как в отношении собственного суждения, так и в отношении действий и суждений другого;
- ♦ анализировать и преобразовывать проблемно-противоречивые ситуации;
- ♦ выходить за рамки учебного предмета и осуществлять целенаправленный поиск возможностей широкого переноса средств и способов действия;
- ♦ выстраивать индивидуальную образовательную траекторию, учитывая ограничения со стороны других участников и ресурсные ограничения;
- ♦ менять и удерживать разные позиции в познавательной деятельности (быть учеником и учителем; формулировать образовательный запрос и выполнять консультативные функции самостоятельно; ставить проблему и работать над ее решением; управлять совместной познавательной деятельностью и подчиняться).

**Коммуникативные универсальные учебные действия *Выпускник научится:***

- ♦ осуществлять деловую коммуникацию, как со сверстниками, так и со взрослыми (как внутри образовательной организации, так и за ее пределами);
- ♦ при осуществлении групповой работы быть как руководителем, так и членом проектной команды в разных ролях (генератором идей, критиком, исполнителем, презентующим и т. д.);
- ♦ развернуто, логично и точно излагать свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств;
- ♦ распознавать конфликтогенные ситуации и предотвращать конфликты до их активной фазы;
- ♦ координировать и выполнять работу в условиях виртуального взаимодействия (или сочетания реального и виртуального);
- ♦ согласовывать позиции членов команды в процессе работы над общим продуктом/решением;
- ♦ представлять публично результаты индивидуальной и групповой деятельности как перед знакомой, так и перед незнакомой аудиторией;
- ♦ подбирать партнеров для деловой коммуникации исходя из соображений результативности взаимодействия, а не личных симпатий;
- ♦ воспринимать критические замечания как ресурс собственного развития;
- ♦ точно и емко формулировать как критические, так и одобрительные замечания в адрес других людей в рамках деловой и образовательной коммуникации, избегая при этом личностных оценочных суждений.

**Предметные результаты** обучения физике в средней школе представлены для базового (2 ч в неделю) и расширенного (3 ч в неделю) вариантов изучения курса физики.

***Выпускник на базовом уровне научится:***

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

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

***Выпускник на базовом уровне получит возможность научиться:***

- ♦ понимать и объяснять целостность физической теории, различать границы ее применимости и место в ряду других физических теорий;
- ♦ владеть приемами построения теоретических доказательств, а также прогнозирования особенностей протекания физических явлений и процессов на основе полученных теоретических выводов и доказательств;



- ♦ характеризовать системную связь между основополагающими научными понятиями: пространство, время, материя (вещество, поле), движение, сила, энергия;
- ♦ выдвигать гипотезы на основе знания основополагающих физических закономерностей и законов;
- ♦ самостоятельно планировать и проводить физические эксперименты;
- ♦ характеризовать глобальные проблемы, стоящие перед человечеством: энергетические, сырьевые, экологические и роль физики в решении этих проблем;
- ♦ решать практико-ориентированные качественные и расчетные физические задачи с выбором физической модели, используя несколько физических законов или формул, связывающих известные физические величины;
- ♦ 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.

### **Физика и естественно-научный метод познания природы**

Предметные результаты освоения темы позволяют:

- давать определения понятий: физическая величина, физический закон, научная гипотеза, модель в физике, элементарная частица, фундаментальное взаимодействие;
- приводить примеры объектов изучения физики;
- приводить базовые физические величины, кратные и дольные единицы, основные виды фундаментальных взаимодействий, их характеристики, радиус действия;
- описывать и применять методы научного исследования в физике;
- делать выводы о границах применимости физических теорий, их преемственности, существовании связей и зависимостей между физическими величинами;
- различать прямые и косвенные измерения физических величин; понимать смысл абсолютной и относительной погрешностей измерения;
- интерпретировать физическую информацию, полученную из разных источников.

### **Механика**

Предметные результаты освоения темы позволяют:

давать определения понятий: механическое движение, материальная точка, тело отсчета, система отсчета, траектория, поступательное движение, вращательное движение, равномерное прямолинейное движение, равноускоренное прямолинейное движение, свободное падение, относительность механического движения, инерциальная система отсчета, инертность, центр тяжести, невесомость, перегрузка, центр масс, замкнутая система, реактивное движение, устойчивое, неустойчивое и безразличное равновесия, [абсолютно упругий и абсолютно неупругий удары]<sup>1</sup>, абсолютно твердое тело, гидростатическое давление, колебательное движение, колебательная система, вынужденные колебания, механический резонанс, волна, волновая поверхность, луч, музыкальный тон;

- ♦ использовать табличный, графический и аналитический способы описания механического движения;

♦ анализировать графики равномерного и равноускоренного прямолинейного движений, условия возникновения свободных колебаний в колебательных системах, зависимости проекций скорости и ускорения гармонически колеблющейся точки от времени, процессы превращения энергии при гармонических колебаниях, потери энергии в реальных колебательных системах, особенности распространения поперечных и продольных волн в средах, звуковых волн, основные характеристики звука;

♦ приводить определения физических величин: перемещение, скорость, пройденный путь, средняя скорость, мгновенная скорость, средняя путевая скорость, среднее ускорение, мгновенное ускорение, ускорение свободного падения, период и частота обращения, угловая скорость, центростремительное ускорение, масса, сила, сила тяжести, первая космическая скорость, сила упругости, вес тела, сила трения покоя, сила трения скольжения, импульс материальной точки, работа силы, мощность, КПД механизма, механическая энергия, кинетическая энергия, потенциальная энергия, момент силы, плечо силы, сила давления, сила Архимеда, период, частота и фаза колебаний, длина волны и скорость ее распространения; записывать единицы измерения физических величин в СИ;

♦ формулировать: закон сложения скоростей, принцип (закон) инерции, законы Ньютона, принцип суперпозиции сил, принцип относительности Галилея, законы Кеплера, закон сохранения импульса, закон всемирного тяготения, закон Гука, теорему о кинетической энергии, закон сохранения механической энергии, первое и второе условия равно

<sup>1</sup> В квадратных скобках указаны дидактические единицы, рассматриваемые при расширенном изучении курса физики (3 ч в неделю).

весия твердого тела, принцип минимума потенциальной энергии, закон Паскаля, закон Архимеда, условие плавания тел, [уравнение Бернулли];

♦ выделять основные признаки физических моделей, используемых в механике: материальная точка, инерциальная система отсчета, свободное тело, замкнутая система, абсолютно твердое тело, идеальная жидкость, гармонические колебания, пружинный маятник, математический маятник;

♦ описывать эксперименты: по измерению коэффициента трения скольжения, по изучению основных положений статики и гидростатики, по наблюдению и изучению особенностей колебательного и волнового движений; фундаментальные опыты Галилея, Кавендиша и др.;

♦ [рассматривать движение тела, брошенного горизонтально и под углом к горизонту, возникновение силы сопротивления при движении тел в жидкостях и газах, динамику движения тела по окружности, устройство, принцип действия и применение реактивных двигателей, теорему о движении центра масс, ламинарное и турбулентное течение жидкости, использование уравнения Бернулли в технике, возникновение подъемной силы крыла самолета, автоколебания];

♦ определять положение тела на плоскости в любой момент времени, рассматривать свободное падение тел без начальной скорости, преобразования Галилея, движение тела по окружности с постоянной по модулю скоростью, основную (прямую) и обратную задачи механики, движение искусственных спутников Земли, основные свойства работы силы, кинетической энергии, отличия потенциальной энергии от кинетической энергии;

♦ [выводить закон Паскаля], получать уравнения движения груза на пружине и движения математического маятника;

- ♦ записывать кинематические уравнения равномерного и равноускоренного прямолинейного движения, равномерного движения по окружности, уравнение гармонических колебаний, уравнение движения для вынужденных колебаний, формулы для расчета периодов колебаний пружинного и математического маятников;
- ♦ различать геоцентрическую и гелиоцентрическую системы отсчета;
- ♦ приводить значения: ускорения свободного падения вблизи поверхности Земли, гравитационной постоянной, первой и второй космических скоростей для Земли;
- ♦ применять полученные знания при описании устройства и принципа действия приборов (например, динамометра), при объяснении явлений, наблюдаемых в природе и быту (например, роль сил трения в движении тел), при решении задач.

### **Молекулярная физика и термодинамика**

Предметные результаты освоения темы позволяют:

- ♦ давать определения понятий: термодинамическая система, тепловое (термодинамическое) равновесие, абсолютный нуль температуры, изопроцесс, изотермический, изобарный, изохорный и адиабатический процессы, теплообмен, теплоизолированная система, тепловой двигатель, замкнутый цикл, необратимый процесс, насыщенный пар;
- ♦ приводить определения физических величин: относительная молекулярная (или атомная) масса, количество вещества, молярная масса, температура, внутренняя энергия идеального газа, среднеквадратичная скорость, наиболее вероятная скорость, количество теплоты, удельная теплоемкость вещества, теплоемкость тела, молярная теплоемкость вещества, КПД теплового двигателя, удельная теплота парообразования жидкости, абсолютная и относительная влажность воздуха, точка росы, [поверхностная энергия, давление насыщенного пара], удельная теплота плавления; записывать единицы измерения физических величин в СИ;
- ♦ формулировать и объяснять основные положения молекулярно-кинетической теории строения вещества;
- ♦ наблюдать и объяснять явления: броуновское движение, диффузия, испарение, конденсация, сублимация, кипение, плавление, кристаллизация, анизотропия монокристаллов;
- ♦ классифицировать агрегатные состояния вещества, характеризовать изменения структуры агрегатных состояний вещества при фазовых переходах;
- ♦ формулировать: нулевой закон термодинамики, закон Бойля—Мариотта, закон Гей-Люссака, закон Шарля, объединенный газовый закон, закон Дальтона, закон сохранения энергии, первый и второй законы термодинамики;
- ♦ понимать смысл: уравнения Клапейрона, уравнения состояния идеального газа (уравнения Менделеева—Клапейрона), основного уравнения МКТ, уравнения теплового баланса;
- ♦ выделять основные признаки физических моделей, используемых в молекулярной физике: термодинамическая система, равновесное состояние системы, равновесный процесс, теплоизолированная система, идеальный газ, идеальный тепловой двигатель, цикл Карно;
- ♦ использовать статистический подход для описания поведения совокупности большого числа частиц, включающий введение микроскопических и макроскопических

параметров; термодинамический метод при рассмотрении свойств макроскопических тел без представлений об их внутреннем строении; уравнение теплового баланса при решении задач;

- ♦ описывать эксперименты: по наблюдению и изучению изопроецессов, по измерению удельной теплоемкости вещества; опыты, иллюстрирующие изменение внутренней энергии тела при совершении работы; фундаментальные опыты Штерна, Джоуля и др.;

- ♦ объяснять газовые законы на основе молекулярно-кинетической теории строения вещества, зависимость давления газа от концентрации его молекул и температуры, связь температуры и средней кинетической энергии хаотического движения молекул, строение и свойства твердых и аморфных тел, графический смысл работы, невозможность создания вечного двигателя, необратимость тепловых явлений, цикл Карно, процессы, происходящие в идеальной холодильной машине, работающей по циклу Карно, зависимость температуры кипения жидкости от внешнего давления;

- ♦ [рассматривать зависимость внутренней энергии идеального газа от числа степеней свободы молекул, свойства жидкостей, поверхностное натяжение, капиллярные явления, смачивание и несмачивание, тепловое расширение жидкостей и твердых тел, теплоемкость газа в изопроецессах, изотерму реального газа];

- ♦ применять первый закон термодинамики к изопроецессам;

- ♦ [обсуждать увеличение объема воды при ее замерзании];

- ♦ обсуждать применение адиабатических процессов в технике (принцип действия дизельного двигателя), экологические проблемы использования тепловых машин, значение влажности воздуха в жизни человека;

- ♦ приводить значения: постоянной Авогадро, универсальной газовой постоянной, постоянной Больцмана;

- ♦ применять полученные знания при описании устройства и принципа действия приборов (например, термометра, калориметра, конденсационного гигрометра, волосного гигрометра, психрометра), тепловых машин, при объяснении явлений, наблюдаемых в природе и быту, при решении задач.

## Электродинамика

Предметные результаты освоения темы позволяют:

- ♦ давать определения понятий: электризация тел, электрически изолированная система тел, электрическое поле, линии напряженности электростатического поля, однородное электрическое поле, эквипотенциальная поверхность, свободные и связанные заряды, конденсатор, поляризация диэлектрика, электростатическая индукция, электрический ток, сторонние силы, электролитическая диссоциация, ионизация газа, магнитное взаимодействие, линии магнитной индукции, однородное магнитное поле, электромагнитная индукция, индукционный ток, самоиндукция, колебательный контур, вынужденные электромагнитные колебания, переменный ток, [резонанс в цепи переменного тока], электромагнитное поле, электромагнитная волна, модуляция, линза, главный фокус линзы, оптический центр линзы, фокальная плоскость линзы, аккомодация, дисперсия, интерференция, когерентные источники света, дифракция, [естественная световая волна];

приводить определения физических величин: электрический заряд, элементарный электрический заряд, напряженность электростатического поля, диэлектрическая

проницаемость среды, [поверхностная плотность заряда], потенциал электростатического поля, разность потенциалов, емкость уединенного проводника, емкость конденсатора, сила тока, сопротивление проводника, удельное сопротивление проводника, работа и мощность электрического тока, ЭДС источника тока, модуль магнитной индукции, сила Ампера, сила Лоренца, магнитная проницаемость среды, магнитный поток, индуктивность контура, действующие значения силы тока и напряжения, [емкостное сопротивление, индуктивное сопротивление, полное сопротивление цепи], коэффициент трансформации, длина и скорость распространения электромагнитной волны, интенсивность электромагнитной волны, абсолютный и относительный показатели преломления, [предельный угол полного отражения], фокусное расстояние и оптическая сила линзы, линейное увеличение тонкой линзы, угол зрения, [угловое увеличение]; записывать единицы измерения физических величин в СИ;

- ♦ записывать формулы определения энергии заряженного конденсатора и объемной плотности электрического поля, энергии магнитного поля тока, [закона Ома для цепи переменного тока]; получать формулу для расчета: работы сил однородного электростатического поля, [емкости плоского конденсатора, скорости упорядоченного движения электронов в проводнике];

- ♦ рассматривать основные свойства электрических зарядов, смысл теорий близкого действия и дальнего действия, основные свойства электрического поля, связь между работой сил однородного электростатического поля и потенциальной энергией точечного заряда, [энергию взаимодействия точечных зарядов], связь между напряженностью электрического поля и разностью потенциалов, [потенциал поля различной конфигурации зарядов], свойства проводников и диэлектриков в электростатическом поле, [последовательное и параллельное соединения конденсаторов], действия электрического тока, последовательное, параллельное и смешанное соединения проводников, магнитные свойства вещества, основные свойства вихревого электрического поля, [возникновение ЭДС индукции в движущемся проводнике], спектр электромагнитных волн, принципы радиосвязи и телевидения, закон независимости световых пучков, ход светового луча через плоскопараллельную пластинку и треугольную призму, [явление полного внутреннего отражения света], глаз как оптическую систему, методы измерения скорости света, [примеры использования интерференции света];

- ♦ объяснять: зависимость емкости плоского конденсатора от площади пластин и расстояния между ними, возникновение энергии электрического поля заряженного конденсатора, условия возникновения и существования электрического тока, зависимость сопротивления проводника от температуры, электронную проводимость металлов, электропроводность электролитов, электролиз, электрический разряд в газах, возникновение самостоятельного и несамоостоятельного разрядов, ионизацию электронным ударом, электрический ток в вакууме, возникновение собственной и примесной проводимости полупроводников, [электронно-дырочный переход], радиационные пояса Земли, возникновение энергии магнитного поля тока, свободных электромагнитных колебаний, связь физических величин в формуле Томсона, процессы при гармонических колебаниях в колебательном контуре, превращения энергии в колебательном контуре, возникновение электромагнитной волны, связь физических величин в формуле тонкой линзы, правило знаков при использовании формулы тонкой линзы, дефекты зрения и их коррекцию, образование

интерференционной картины в тонких пленках, дифракцию света на длинной узкой щели, образование пятна Пуассона, [возникновение дифракционной картины на решетке];

- ♦ [обсуждать явление сверхпроводимости, физический смысл критической температуры, области применения сверхпроводников, разрядку и зарядку аккумулятора, различные типы самостоятельного разряда, свойства плазмы, строение ферромагнетиков, кривую намагничивания ферромагнетика, КПД трансформатора, производство, передачу и использование электрической энергии, явление поляризации световых волн];

- ♦ изучать действие магнитного поля на проводник с током, рамку с током и движущуюся заряженную частицу, магнитное взаимодействие проводников с токами;

- ♦ формулировать: закон сохранения электрического заряда, закон Кулона, принцип суперпозиции электрических полей, [принцип суперпозиции для потенциала], первое правило Кирхгофа, закон Ома для участка цепи, закон Джоуля—Ленца, закон Ома для полной цепи, закон Ома для участка цепи, содержащего ЭДС, [закон электролиза Фарадея], принцип суперпозиции магнитных полей, правило буравчика, правило левой руки, закон Ампера, закон Фарадея (электромагнитной индукции), правило Ленца, закон прямолинейного распространения света, закон отражения света, закон преломления света, принцип Гюйгенса, условия интерференционных максимумов и минимумов, принцип Гюйгенса—Френеля, условие дифракционных минимумов;

- ♦ [использовать принцип суперпозиции электрических полей при определении напряженности поля, созданного различной конфигурацией зарядов];

- ♦ проводить измерения силы тока, напряжения и сопротивления в электрической цепи;

описывать эксперименты: по электризации тел и объяснять их результаты; по наблюдению силовых линий электрического поля, по измерению емкости конденсатора; по наблюдению теплового действия электрического тока; по наблюдению картин магнитного поля; по наблюдению электромагнитных колебаний; по наблюдению и исследованию прямолинейного распространения, отражения и преломления света, волновых свойств света; фундаментальные опыты Кулона, Эрстеда, Ампера, Фарадея, Герца, Юнга, Френеля, Ньютона и др.;

- ♦ получать и описывать изображения предмета, получаемого с помощью плоского зеркала, собирающих и рассеивающих линз;

- ♦ выделять основные признаки физических моделей, используемых в электродинамике и оптике: точечный заряд, пробный заряд, линии напряженности электростатического поля, однородное электростатическое поле, эквипотенциальные поверхности, электронный газ, однородное магнитное поле, линии индукции магнитного поля, идеальный колебательный контур, гармоническая электромагнитная волна, точечный источник света, световой луч, однородная и изотропная среда, плоская световая волна, тонкая линза;

- ♦ приводить значения: [постоянной Фарадея], скорости света в вакууме;

- ♦ описывать гармонические электромагнитные колебания в цепях, содержащих резистор, [конденсатор, катушку индуктивности; в RLC-контуре];

- ♦ рассматривать устройство, принцип действия и примеры использования: электроскопа, электрометра, конденсаторов, гальванического элемента, аккумулятора, реостата, потенциометра, вакуумного диода, электронно-лучевой трубки, электродвигателя постоянного тока, [стрелочного электроизмерительного прибора

магнитоэлектрической системы, масс-спектрографа, циклотрона], трансформатора, [оптических приборов, дифракционной решетки, поляризаторов]; принцип действия генератора переменного тока, плоского зеркала, [световода, отражательных призм];

♦ применять полученные знания при объяснении явлений, наблюдаемых в природе и быту, при решении задач.

### **Основы специальной теории относительности (СТО)**

Предметные результаты освоения темы позволяют:

- ♦ давать определения понятий: событие, собственное время, собственная длина;
- ♦ обсуждать трудности, возникающие при распространении принципа относительности на электромагнитные явления; связь между энергией и массой в СТО;
- ♦ описывать принципиальную схему опыта Майкельсона—Морли;
- ♦ формулировать постулаты СТО;
- ♦ рассматривать относительность: одновременности событий, промежутков времени и расстояний;
- ♦ записывать формулы определения релятивистского импульса, полной энергии и энергии покоя в СТО; основной закон динамики в СТО; релятивистское соотношение между энергией и импульсом.

### **Квантовая физика**

Предметные результаты освоения темы позволяют:

- ♦ давать определения понятий: тепловое излучение, фотоэффект, корпускулярно-волновой дуализм, изотопы, ядерная реакция, дефект массы, энергетический выход ядерных реакций, цепная ядерная реакция, критическая масса, ионизирующее излучение, [термоядерная реакция], элементарная частица, аннигиляция;
- ♦ описывать квантовые явления, используя физические величины и константы: энергия кванта, постоянная Планка, работа выхода электронов, энергия и импульс фотона, энергия ионизации атома, период полураспада, зарядовое и массовое числа, атомная единица массы, энергия связи атомного ядра, удельная энергия связи атомного ядра, коэффициент размножения нейтронов, поглощенная доза излучения, мощность поглощенной дозы, эквивалентная доза; при описании правильно трактовать физический смысл используемых величин, их обозначения и единицы измерения в СИ, находить формулы, связывающие данную физическую величину с другими величинами;
- ♦ объяснять корпускулярно-волновой дуализм света, явление давления света, гипотезу де Бройля, [соотношения неопределенностей Гейзенберга], возникновение серии Бальмера;
- ♦ понимать смысл квантовой гипотезы Планка, постоянной Планка; физических законов: внешнего фотоэффекта, радиоактивного распада, сохранения энергии, электрического заряда, массового и зарядового чисел; радиоактивного распада; уравнения Эйнштейна для фотоэффекта; постулатов Бора; правил квантования, смещения для альфа-распада и бета-распада; отличать словесную формулировку закона от его математической записи; объяснять их содержание на уровне взаимосвязи физических величин; изучать экспериментально возникновение непрерывного и линейчатого спектров, явление внешнего фотоэффекта, проводить измерения естественного радиационного фона, исследования треков заряженных частиц по фотографиям и др.;

- ♦ описывать фундаментальные опыты Столетова, Лебедева, Резерфорда, Беккереля и др.;
- ♦ выделять основные признаки физических моделей, используемых в квантовой физике: абсолютно черное тело, модель атома Томсона, планетарная модель атома, протонно-нейтронная модель атомного ядра;
- ♦ обсуждать причины «ультрафиолетовой» катастрофы, красную границу фотоэффекта, модель атома водорода по Бору, [свойства лазерного излучения], состав радиоактивного излучения, физическую природу альфа-, бета- и гамма-лучей, свойства ядерных сил, экологические проблемы, возникающие при использовании атомных электростанций (АЭС), пути решения этих проблем, перспективы использования атомной [и термоядерной энергетики], [проблему УТС], меры защиты от радиоактивных излучений, применение радиоактивных изотопов, классификацию элементарных частиц, фундаментальные взаимодействия;
- ♦ рассматривать устройство, принцип действия и примеры использования: [вакуумного фотоэлемента, лазера], газоразрядного счетчика Гейгера, камеры Вильсона, пузырьковой камеры, ядерного реактора, дозиметра;
- ♦ приводить значения: постоянной Планка, масс электрона, протона и нейтрона, атомной единицы массы;
- ♦ [применять основные положения и законы квантовой физики, физики атома и атомного ядра для объяснения явлений микромира; анализировать характер зависимостей между физическими величинами в этих законах];
- ♦ применять полученные знания при объяснении явлений, наблюдаемых в природе и быту, при решении задач.

### **Элементы астрофизики**

Предметные результаты освоения темы позволяют:

- ♦ познакомиться с объектами и методами исследования астрофизики;
- ♦ давать определения понятий: астрономическая единица, солнечная активность, годичный параллакс, световой год, парсек, галактика, [критическая плотность Вселенной];
- ♦ рассматривать физическую природу планет земной группы, планет-гигантов и малых тел Солнечной системы;
- ♦ приводить примеры астероидов, карликовых планет, комет, метеорных потоков, [типов галактик, активных галактик];
- ♦ обсуждать гипотезу происхождения Солнечной системы;
- ♦ оценивать расстояния до космических объектов, используя понятия: астрономическая единица, световой год, парсек;
- ♦ рассматривать строение солнечной атмосферы, примеры проявления солнечной активности и ее влияния на протекание процессов на нашей планете, строение нашей Галактики, эволюцию Вселенной, используя элементы теории Большого взрыва;
- ♦ описывать геоцентрическую и гелиоцентрическую системы мира, протон-протонный цикл, происходящий в недрах Солнца, эволюцию звезд, используя диаграмму Герцшпрунга—Рассела, крупномасштабную структуру Вселенной;
- ♦ записывать и анализировать: обобщенный третий закон Кеплера, закон Стефана — Больцмана, закон Хаббла;



- ♦ сравнивать звезды, используя следующие параметры: масса, размер, температура поверхности;
- ♦ указывать особенности: нейтронных звезд, пульсаров, черных дыр, переменных, новых и сверхновых звезд, экзопланет, рассеянных и шаровых звездных скоплений, [темной материи, темной энергии];
- ♦ приводить значения: солнечной постоянной, постоянной Хаббла;
- ♦ применять полученные знания при объяснении астрономических явлений, решении задач.

Обеспечить достижение планируемых результатов освоения основной образовательной программы, создать основу для самостоятельного усвоения обучающимися новых знаний, умений, видов и способов деятельности должен системно-деятельностный подход. В соответствии с этим подходом именно активность обучающихся является основой достижения развивающих целей образования — знания не передаются в готовом виде, а добываются ими в процессе познавательной деятельности.

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

- ♦ цели и задачи этих видов деятельности определяются как личностными, так и социальными мотивами обучающихся. Это означает, что такая деятельность должна быть направлена не только на повышение их компетентности 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 обучающиеся 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 обучающихся обеспечивает сочетание различных видов познавательной деятельности. В этих видах деятельности могут быть востребованы практически любые способности старшеклассников, реализованы личные пристрастия к тому или иному виду деятельности.

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

- о философских и методологических основаниях научной деятельности и методах, применяемых в исследовательской и проектной деятельности;

- о таких понятиях, как концепция, научная гипотеза, метод, эксперимент, 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;

- об экологических проблемах и способах их решения;
- о применении физических законов в быту и технике.

**Выпускник сможет:**

— решать задачи, находящиеся на стыке нескольких учебных дисциплин (межпредметные задачи);

♦ использовать алгоритм исследования при решении своих учебно-познавательных задач;

♦ использовать основные принципы проектной деятельности при решении учебно-познавательных задач и задач, возникающих в культурной и социальной жизни;

♦ применять элементы математического моделирования при решении исследовательских задач; 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 сообразуясь с представлениями об общем благе;

♦ восстанавливать контексты и пути развития того или иного вида научной деятельности, определяя место своего исследования или проекта в общем культурном пространстве;

♦ отслеживать и принимать во внимание тренды и тенденции развития различных видов деятельности, в том числе научных, учитывать их при постановке собственных целей;

♦ оценивать ресурсы, в том числе и нематериальные, такие, как время, необходимые для достижения поставленной цели;

♦ находить различные источники материальных и нематериальных ресурсов, предоставляющих средства для проведения исследований и реализации проектов в различных областях деятельности человека;

♦ вступать в коммуникацию с держателями различных типов ресурсов, точно и объективно презентуя свой проект или возможные результаты исследования, с целью обеспечения продуктивного взаимовыгодного сотрудничества;

♦ самостоятельно или совместно с другими одноклассниками 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 и естественно-научный метод познания природы**

Физика — фундаментальная наука о природе. Объекты изучения физики. Научный метод познания мира. Взаимосвязь между физикой и другими естественными науками. Методы научного исследования физических явлений. Моделирование явлений и процессов природы. Физические законы. Границы применимости физических законов. Физические теории и принцип соответствия. Измерение физических величин. Погрешности измерений физических величин. Роль и место физики в формировании современной научной картины мира и в практической деятельности людей. [Физика и культура]<sup>1</sup>.

### **Механика**

Система отсчета. Важнейшие кинематические характеристики — перемещение, скорость, ускорение. Кинематические уравнения. Различные способы описания механического движения. Основная (прямая) и обратная задачи механики. Основные модели тел и движений. Поступательное и вращательное движения тела. Равномерное и равноускоренное прямолинейные движения. Свободное падение тел. [Движение тела, брошенного под углом к горизонту.] Относительность механического движения. Закон сложения скоростей. Кинематика движения по окружности.

Закон инерции. Первый закон Ньютона. Инерциальная система отсчета. Инертность. Масса. Сила. Принцип суперпозиции сил. Второй закон Ньютона. Третий закон Ньютона. Принцип относительности Галилея. Гравитационная сила. Закон всемирного тяготения. Опыт Кавендиша. Сила тяжести. Законы механики и движение небесных тел. Законы Кеплера. Сила упругости. Закон Гука. Вес тела. Невесомость. Перегрузки. Сила трения.

Импульс материальной точки и системы. Закон сохранения импульса. Реактивное движение. [Реактивные двигатели. Успехи в освоении космического пространства.] Центр масс. [Теорема о движении центра масс.] Работа силы. Мощность. КПД механизма. Механическая энергия. Кинетическая энергия. Теорема об изменении кинетической энергии. Потенциальная энергия. Механическая энергия системы. Закон сохранения механической энергии. [Абсолютно неупругое и абсолютно упругое соударения тел.]

Равновесие материальной точки. Условие равновесия твердых тел. Плечо и момент силы. Центр тяжести твердого тела. Виды равновесия твердого тела. Давление. Давление в жидкостях и газах. Закон Паскаля. Закон Архимеда. Условие плавания тел. [Движение жидкостей и газов. Уравнение Бернулли. Технические применения уравнения Бернулли. Подъемная сила крыла самолета.]

Механические колебания и волны. Характеристики колебательного движения. Свободные колебания. Колебательные системы. Кинематика колебательного движения.

Гармонические колебания. Динамика колебательного движения. Уравнение движения груза на пружине. Уравнение движения математического маятника. Периоды колебаний пружинного и математического маятников. Превращение энергии при гармонических колебаниях. Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Резонанс. [Автоколебания.]

Поперечные и продольные волны. Длина волны. Скорость распространения волны. Волны в среде. Звук. Характеристики звука.

### **Молекулярная физика и термодинамика**

Молекулярно-кинетическая теория (МКТ) и ее экспериментальные обоснования. Строение вещества. Масса и размеры молекул. Постоянная Авогадро. Тепловое движение частиц вещества. Броуновское движение. Диффузия. Взаимодействие частиц вещества. Модели строения газов, жидкостей и твердых тел.

Модель идеального газа. Статистическое описание идеального газа. Тепловое (термодинамическое) равновесие. Температура. Измерение температуры. Шкалы температур. Свойства газов. Изопроцессы. Газовые законы. Абсолютная температура как мера средней кинетической энергии теплового движения частиц вещества. Постоянная Больцмана. Давление газа. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории. Закон Дальтона. Уравнение состояния идеального газа (уравнение Менделеева—Клапейрона). Универсальная газовая постоянная. Внутренняя энергия идеального газа. Измерение скоростей молекул газа.

Свойства жидкостей. [Поверхностное натяжение. Смачивание и несмачивание. Капиллярные явления. Тепловое расширение жидкостей.] Кристаллические и аморфные тела. [Тепловое расширение твердых тел.]

Работа и теплообмен как способы изменения внутренней энергии. Количество теплоты. Удельная теплоемкость вещества. Уравнение теплового баланса. Закон сохранения энергии. Первый закон термодинамики. Применение первого закона термодинамики к изопроцессам. Адиабатический процесс. [Теплоемкость газа в изопроцессах.] Необратимость тепловых процессов. Второй закон термодинамики.

Тепловые машины. Принцип действия теплового двигателя. Цикл Карно. Идеальная холодильная машина. Экологические проблемы использования тепловых машин.

Агрегатные состояния вещества. Испарение и конденсация. Насыщенный пар. Кипение жидкости. Удельная теплота парообразования жидкости. Влажность воздуха. Точка росы. Измерение влажности воздуха. [Изотерма реального газа.] Плавление и кристаллизация вещества. Удельная теплота плавления вещества.

### **Электродинамика**

Электрический заряд. Элементарный электрический заряд. Электризация тел. Электроскоп. Электромметр. Закон сохранения электрического заряда. Точечные заряды. Закон Кулона. Электрическое поле. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции электрических полей. Линии напряженности электрического поля. [Напряженность поля различной конфигурации зарядов.] Проводники в электростатическом поле. Диэлектрики в электростатическом поле. Диэлектрическая проницаемость.

Работа кулоновских сил. Энергия взаимодействия точечных зарядов. Потенциал электростатического поля. Разность потенциалов. Эквипотенциальные поверхности. [Потенциал поля различной конфигурации зарядов.] Емкость уединенного проводника и конденсатора. [Соединение конденсаторов.] Энергия электрического поля. Постоянный электрический ток. Действия электрического тока. [Скорость упорядоченного движения электронов в металлическом проводнике.] Сила тока. Источники тока. Сторонние силы. Электродвижущая сила (ЭДС). Закон Ома для однородного проводника (участка цепи). Зависимость удельного сопротивления проводников и полупроводников от температуры. [Сверхпроводимость.] Соединения проводников. Работа и мощность электрического тока. Тепловое действие электрического тока. Закон Джоуля—Ленца. Закон Ома для полной цепи. Закон Ома для участка цепи, содержащего ЭДС. Реостат. Потенциометр. Измерение силы тока, напряжения [и сопротивления].

Электрический ток в металлах, растворах и расплавах электролитов. Электролиз. [Закон электролиза Фарадея.] Электрический ток в газах. Самостоятельный и несамостоятельный разряды. [Различные типы самостоятельного разряда. Плазма.] Электрический ток в вакууме. Вакуумный диод. Электронно-лучевая трубка. Электрический ток в полупроводниках. [Электронно-дырочный переход.]

Магнитное взаимодействие. Магнитное поле электрического тока. Индукция магнитного поля. Принцип суперпозиции магнитных полей. Линии магнитной индукции. Действие магнитного поля на проводник с током. Сила Ампера. Закон Ампера. Электродвигатель постоянного тока. [Электроизмерительный прибор магнитоэлектрической системы.] Рамка с током в однородном магнитном поле. Действие магнитного поля на движущиеся заряженные частицы. Сила Лоренца. [Масс-спектрограф. Циклотрон.] Магнитный щит Земли. Магнитные свойства вещества. [Строение ферромагнитных веществ.]

Опыты Фарадея. Явление электромагнитной индукции. Магнитный поток. Закон электромагнитной индукции. Вихревое электрическое поле. Правило Ленца. [ЭДС индукции в движущемся проводнике.] Самоиндукция. Индуктивность контура. Энергия магнитного поля тока.

Электромагнитные колебания и волны. Свободные электромагнитные колебания. Колебательный контур. Формула Томсона. Процессы при гармонических колебаниях в колебательном контуре. Вынужденные электромагнитные колебания. Переменный ток. Резистор в цепи переменного тока. Действующие значения силы тока и напряжения. [Конденсатор и катушка индуктивности в цепи переменного тока. Закон Ома для цепи переменного тока. Резонанс в цепи переменного тока.] Трансформатор. [КПД трансформатора. Производство, передача и использование энергии.]

Электромагнитное поле. Опыты Герца. Свойства электромагнитных волн. Интенсивность электромагнитной волны. Спектр электромагнитных волн. Принципы радиосвязи и телевидения.

Геометрическая оптика. Закон прямолинейного распространения света. Закон отражения света. Построение изображений в плоском зеркале. Закон преломления волн. [Полное внутреннее отражение света.] Линзы. Формула тонкой линзы. Оптическая сила линзы. Построение изображений в тонких линзах. Увеличение линзы. Глаз как оптическая система. Дефекты зрения. [Оптические приборы.]

Измерение скорости света. Дисперсия света. Опыты Ньютона. Принцип Гюйгенса. Интерференция волн. Интерференция света. Когерентные источники света. Опыт Юнга. Кольца Ньютона. Интерференция в тонких пленках. [Просветленная оптика.] Дифракция света. Принцип Гюйгенса— Френеля. [Дифракционная решетка. Поляризация световых волн.]

Законы электродинамики и принцип относительности. Опыт Майкельсона. Постулаты специальной теории относительности. Относительность одновременности событий, промежутков времени и расстояний. Масса, импульс и энергия в специальной теории относительности. Формула Эйнштейна.

### **Квантовая физика. Астрофизика**

Равновесное тепловое излучение. Квантовая гипотеза Планка. Постоянная Планка. Внешний фотоэффект. Законы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Фотоны. Давление света. Опыты Лебедева. Энергия и импульс фотона. Корпускулярно-волновой дуализм. Гипотеза де Бройля. [Соотношение неопределенностей Гейзенберга.]

Планетарная модель атома. Опыты Резерфорда. Поглощение и излучение света атомом. Постулаты Бора. Модель атома водорода по Бору. Линейчатые спектры. [Лазеры.] Методы регистрации заряженных частиц. Естественная радиоактивность. Виды радиоактивных превращений атомных ядер. Закон радиоактивного распада. Изотопы. Правила смещения для альфа-распада и бета-распада. Искусственная радиоактивность. Протонно-нейтронная модель атомного ядра. Ядерные реакции. Ядерные силы. Энергия связи атомных ядер. Деление ядер урана. Цепная ядерная реакция. Ядерная энергетика. Биологическое действие радиоактивных излучений. Экологические проблемы использования ядерной энергии. Применение радиоактивных изотопов. [Термоядерные реакции. Термоядерный синтез.]

Элементарные частицы. Классификация элементарных частиц. Кварки. Фундаментальные взаимодействия.

Солнечная система. Луна и спутники планет. Карликовые планеты и астероиды. Кометы и метеорные потоки. Солнце. Звезды. Диаграмма Герцшпрунга—Рассела и эволюция звезд. Переменные, новые и сверхновые звезды. Экзопланеты. Наша Галактика. Звездные скопления. [Другие галактики]. Пространственно-временные масштабы наблюдаемой Вселенной. Закон Хаббла. Крупномасштабная структура Вселенной. Представления об эволюции Вселенной. Элементы теории Большого взрыва. [Темная материя и темная энергия].

### **Лабораторные работы и опыты**

#### **Проведение прямых измерений физических величин**

- ♦ Измерение расстояний.
- ♦ Измерение промежутков времени.
- ♦ Измерение массы тела.
- ♦ Измерение силы.
- ♦ Измерение атмосферного давления.
- ♦ Измерение температуры тел.

- ♦ Измерение влажности воздуха.
- ♦ Измерение силы тока в различных участках электрической цепи.
- ♦ Измерение напряжения между двумя точками цепи.
- ♦ Измерение сопротивления резистора.
- ♦ Измерение ЭДС источника тока.
- ♦ Определение фокусного расстояния собирающей линзы.
- ♦ Измерение естественного радиационного фона дозиметром.

**Расчет по полученным результатам прямых измерений зависимого от них параметра (косвенные измерения)**

- ♦ Расчет абсолютной и относительной погрешностей измерения.
- ♦ Определение начальной скорости тела, брошенного горизонтально.
- ♦ Определение центростремительного ускорения тела.
- ♦ Измерение коэффициента трения скольжения.
- ♦ Измерение температуры кристаллизации и удельной теплоты плавления вещества.
- ♦ Измерение электрической емкости конденсатора.
- ♦ Определение внутреннего сопротивления источника тока.
- ♦ Измерение ускорения свободного падения.
- ♦ Определение скорости звука в воздухе.
- ♦ Определение скорости света в веществе.
- ♦ Определение показателя преломления воды.
- ♦ Оценка длины волны света разного цвета.

**Наблюдение явлений и постановка опытов (на качественном уровне) по обнаружению факторов, влияющих на протекание данных явлений**

- ♦ Исследование равномерного прямолинейного и равноускоренного прямолинейного движений.
  - ♦ Наблюдение свободного падения тел в трубке Ньютона.
  - ♦ Изучение движения тела, брошенного горизонтально и под углом к горизонту.
  - ♦ Изучение инертности тел.
  - ♦ Изучение взаимодействия тел.
  - ♦ Наблюдение возникновения силы упругости.
  - ♦ Исследование изменения веса тела при его движении с ускорением.
  - ♦ Изучение трения покоя и трения скольжения.
  - ♦ Определение положения центра масс тела.
  - ♦ Изучение видов равновесия твердых тел.
  - ♦ Изучение закона Паскаля.
  - ♦ Изучение закона Архимеда.
  - ♦ Наблюдение диффузии в жидкостях и газах.
  - ♦ Наблюдение сил притяжения и сил отталкивания между молекулами.
  - ♦ Изучение теплового равновесия.
  - ♦ Наблюдение теплового расширения жидкостей.
  - ♦ Наблюдение теплового расширения твердых тел.
  - ♦ Изучение адиабатического процесса.
  - ♦ Наблюдение испарения, конденсации, кипения, плавления и кристаллизации тел.
  - ♦ Наблюдение поверхностного натяжения жидкости, явлений смачивания и несмачивания, капиллярных явлений.

- ♦ Наблюдение электризации тел.
- ♦ Наблюдение электризации через влияние.
- ♦ Исследование картин электрических полей.
- ♦ Изучение электростатической индукции проводников и поляризации диэлектриков.
- ♦ Наблюдение различных действий электрического тока.
- ♦ Наблюдение возникновения электропроводности электролитов.
- ♦ Наблюдение возникновения электрического тока в газах.
- ♦ Наблюдение самостоятельного и несамостоятельного разрядов.
- ♦ Наблюдение возникновения электрического тока в вакууме.
- ♦ Наблюдение магнитного взаимодействия токов.
- ♦ Изучение действия магнитного поля на рамку с током.
- ♦ Исследование картин магнитных полей.
- ♦ Наблюдение явления электромагнитной индукции.
- ♦ Наблюдение явления самоиндукции.
- ♦ Наблюдение колебаний тел.
- ♦ Изучение затухающих колебаний, вынужденных колебаний и резонанса.
- ♦ Наблюдение механических волн.
- ♦ Изучение возникновения и распространения звуковых колебаний.
- ♦ Наблюдение свободных электромагнитных колебаний в контуре.
- ♦ Наблюдение прямолинейного распространения, отражения, преломления и дисперсии света.
- ♦ Наблюдение явления полного внутреннего отражения света.
- ♦ Исследование явлений интерференции, дифракции и поляризации света.
- ♦ Наблюдение внешнего фотоэффекта.
- ♦ Наблюдение сплошных и линейчатых спектров.

**Исследование зависимости одной физической величины от другой с представлением результатов в виде формулы, графика или таблицы**

- ♦ Исследование зависимости траектории, пути, перемещения, скорости движения тела от выбора системы отсчета.
- ♦ Исследование связи между ускорением тела от действующих на него сил.
- ♦ Изучение зависимости силы упругости от деформации пружины.
- ♦ Изучение зависимости максимальной силы трения покоя от силы реакции опоры.
- ♦ Изучение зависимости между давлением и объемом газа данной массы при постоянной температуре.
- ♦ Изучение зависимости между давлением и температурой газа данной массы при постоянном объеме.
- ♦ Изучение зависимости между объемом и температурой газа данной массы при постоянном давлении.
- ♦ Исследование связи между давлением, объемом и температурой идеального газа (объединенного газового закона).
- ♦ Исследование зависимости температуры кипения от давления.
- ♦ Изучение изменения температуры остывающего расплавленного вещества от времени.
- ♦ Исследование зависимости емкости проводника от его размеров.
- ♦ Исследование зависимости сопротивления полупроводника от температуры.



- ♦ Исследование зависимости периода свободных колебаний нитяного маятника от длины нити.

- ♦ Исследование зависимости периода свободных колебаний пружинного маятника от массы груза и жесткости пружины.

### **Знакомство с техническими устройствами и их конструирование**

- ♦ Изучение устройства и принципа действия динамометра.
- ♦ Изучение устройства и принципа действия водоструйного насоса и пульверизатора.
- ♦ Изучение устройства и принципа действия термометра.
- ♦ Изучение устройства и принципа действия калориметра.
- ♦ Изучение устройства и принципа действия тепловых двигателей и холодильных машин.

- ♦ Изучение устройства и принципа действия психрометра и гигрометра.
- ♦ Изучение устройства и принципа действия электроскопа и электрометра.
- ♦ Изучение устройства и принципа действия различных конденсаторов.
- ♦ Изучение устройства и принципа действия различных источников постоянного тока.
- ♦ Изготовление гальванического элемента и испытание его в действии.
- ♦ Изучение устройства и принципа действия реостата и потенциометра.
- ♦ Изучение устройства и принципа действия вакуумного диода, электронно-лучевой трубки.

- ♦ Изучение устройства и принципа действия электродвигателя постоянного тока.
- ♦ Изучение устройства и принципа действия генератора переменного тока.
- ♦ Изучение устройства и принципа действия трансформатора.
- ♦ Изучение устройства и принципа действия различных оптических приборов.
- ♦ Изучение устройства и принципа действия дифракционной решетки.
- ♦ Изучение устройства и принципа действия дозиметра.

## 11 класс

Электродинамика (продолжение) (24 ч)

Постоянный электрический ток (9 ч)

*Использование оборудования центра «Точка Роста» указано после темы урока.*

**Урок 1/1.** Условия существования электрического тока. Электрический ток в проводниках (§ 1).

**ТОЧКА РОСТА** Датчик тока, амперметр двухпредельный, датчик напряжения, вольтметр двухпредельный, источник питания, комплект проводов, резисторы, ключ.

**Урок 2/2.** Закон Ома для участка цепи. Зависимость сопротивления от температуры (§ 2).

**ТОЧКА РОСТА** Датчик тока, датчик напряжения, амперметр двухпредельный, вольтметр двухпредельный, резисторы, источник питания, комплект проводов, ключ, реостат.

**Урок 3/3.** Соединение проводников (§ 4).

**ТОЧКА РОСТА** Датчик тока, датчик напряжения, амперметр двухпредельный, вольтметр двухпредельный, резисторы, источник питания, комплект проводов, ключ.

**Урок 4/4.** Работа и мощность электрического тока. Закон Джоуля—Ленца (§ 5).

**ТОЧКА РОСТА** Датчик тока, датчик напряжения, амперметр двухпредельный, вольтметр двухпредельный, лампочка, источник питания, комплект проводов, ключ.

**Урок 5/5.** Измерение силы тока, напряжения и сопротивления в электрической цепи (§ 6).

**ТОЧКА РОСТА** Датчик тока, датчик напряжения, амперметр двухпредельный, вольтметр двухпредельный, резисторы, источник питания, комплект проводов, ключ, реостат.

**Урок 6/6.** Электродвижущая сила. Источники тока (§ 7).

**ТОЧКА РОСТА** Датчик тока, датчик напряжения, амперметр двухпредельный, вольтметр двухпредельный, резисторы, источник питания, комплект проводов, ключ, реостат.

**Урок 7/7.** Закон Ома для полной цепи (§ 8).

**ТОЧКА РОСТА** Датчик тока, датчик напряжения, амперметр двухпредельный, вольтметр двухпредельный, резисторы, источник питания, комплект проводов, ключ, реостат.

**Урок 8/8.** Лабораторная работа № 1 «Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока».

**ТОЧКА РОСТА** Датчик тока, датчик напряжения, амперметр двухпредельный, вольтметр двухпредельный, резисторы, источник питания, комплект проводов, ключ, реостат.

**Урок 9/9.** Контрольная работа по теме «Постоянный электрический ток».

Электрический ток в средах (5 ч)

**Урок 10/1.** Экспериментальные обоснования электронной проводимости металлов (§ 9).

**Урок 11/2.** Электрический ток в растворах и расплавах электролитов. Закон электролиза (§ 10). Лабораторная работа № 2 «Изготовление гальванического элемента и испытание его в действии».

**ТОЧКА РОСТА** Датчик тока, датчик напряжения, амперметр двухпредельный, вольтметр двухпредельный, резисторы, гальванические источники питания, комплект проводов, ключ, реостат.

**Урок 12/3.** Электрический ток в газах (§ 11).

**Урок 13/4.** Электрический ток в вакууме (§ 13).

**Урок 14/5.** Электрический ток в полупроводниках (§ 14). *Лабораторная работа № 3 «Исследование зависимости сопротивления полупроводника от температуры».*

### **Магнитное поле (6 ч)**

**Урок 15/1.** Магнитные взаимодействия. Магнитное поле токов (§ 15).

**ТОЧКА РОСТА** Датчик магнитного поля, постоянный магнит полосовой, линейка измерительная, два штатива, комплект проводов, источник тока, ключ.

**Урок 16/2.** Индукция магнитного поля (§ 16).

**ТОЧКА РОСТА** Датчик магнитного поля, постоянный магнит полосовой, линейка измерительная, два штатива, комплект проводов, источник тока, ключ.

**Урок 17/3.** Линии магнитной индукции (§ 17).

**ТОЧКА РОСТА** Датчик магнитного поля, постоянный магнит полосовой, линейка измерительная, два штатива, комплект проводов, источник тока, ключ.

**Урок 18/4.** Действие магнитного поля на проводник с током. Закон Ампера (§ 18).

**ТОЧКА РОСТА** Датчик магнитного поля, постоянный магнит полосовой, линейка измерительная, два штатива, комплект проводов, источник тока, ключ.

**Урок 19/5.** Движение заряженных частиц в магнитном поле. Сила Лоренца (§ 19).

**Урок 20/6.** Магнитные свойства вещества (§ 20).

### **Электромагнитная индукция (4 ч)**

**Урок 21/1.** Опыты Фарадея. Магнитный поток (§ 21).

**Урок 22/2.** Закон электромагнитной индукции. Вихревое электрическое поле (§ 22).

**Урок 23/3.** Самоиндукция. Индуктивность. Энергия магнитного поля тока (§ 23).

**Урок 24/4.** *Контрольная работа по темам «Магнитное поле», «Электромагнитная индукция».*

### **Колебания и волны (26 ч)**

#### **Механические колебания и волны (7 ч)**

**Урок 25/1.** Условия возникновения механических колебаний. Две модели колебательных систем (§ 24).

**ТОЧКА РОСТА** Компьютер, датчик ускорения, штатив с крепежом, набор пружин разной жёсткости, набор грузов по 100 г, груз с крючком, лёгкая и нерастяжимая нить, рулетка.

**Урок 26/2.** Кинематика колебательного движения. Гармонические колебания (§ 25).

**Урок 27/3.** Динамика колебательного движения (§ 26). *Лабораторная работа № 4 «Исследование колебаний пружинного маятника».*

**Урок 28/4.** Превращение энергии при гармонических колебаниях. Затухающие колебания (§ 27). *Лабораторная работа № 5 «Исследование колебаний нитяного маятника».*

**ТОЧКА РОСТА** Оборудование *Лабораторная работа «Изучение колебаний нитяного маятника»:* компьютер, датчик ускорения, груз с крючком, лёгкая и нерастяжимая нить, рулетка.

**Урок 29/5.** Вынужденные колебания. Резонанс (§ 28).

**Урок 30/6.** Механические волны (§ 29).

**Урок 31/7.** Волны в среде. Звук (§ 30). *Лабораторная работа № 6 «Определение скорости звука в воздухе».*

### **Электромагнитные колебания и волны (8 ч)**

**Урок 32/1.** Свободные электромагнитные колебания. Колебательный контур (§ 31).

**ТОЧКА РОСТА** *Демонстрация «Явление электромагнитной индукции»:* датчик напряжения, соленоид, постоянный полосовой магнит, трубка ПВХ, комплект проводов.

**Урок 33/2.** Процессы при гармонических колебаниях в колебательном контуре (§ 32).

**ТОЧКА РОСТА** *Датчик напряжения, соленоид, постоянный полосовой магнит, трубка ПВХ, комплект проводов.*

**Урок 34/3.** Вынужденные электромагнитные колебания. Переменный ток (§ 33).

**ТОЧКА РОСТА** *Демонстрация «Измерение характеристик переменного тока»:* двухканальная приставка-осциллограф, звуковой генератор, набор проводов.

**Урок 35/4.** Резистор в цепи переменного тока. Действующие значения силы тока и напряжения (§ 34).

**Урок 36/5.** Трансформатор (§ 37).

**ТОЧКА РОСТА** *Датчик напряжения, соленоид, постоянный полосовой магнит, трубка ПВХ, комплект проводов.*

**Урок 37/6.** Электромагнитные волны (§ 39).

**Урок 38/7.** Принципы радиосвязи и телевидения (§ 40).

**Урок 39/8.** *Контрольная работа* по темам «Механические колебания и волны», «Электромагнитные колебания и волны».

### **Законы геометрической оптики (5 ч)**

**Урок 40/1.** Закон прямолинейного распространения света. Закон отражения света (§ 41).

**ТОЧКА РОСТА** *Осветитель с источником света на 3,5 В, источник питания, комплект проводов, щелевая диафрагма.*

**Урок 41/2.** Закон преломления света (§ 42).

**ТОЧКА РОСТА** *Осветитель с источником света на 3,5 В, источник питания, комплект проводов, щелевая диафрагма, полуцилиндр, планшет на плотном листе с круговым транспортиром* *Осветитель с источником света на 3,5 В, источник питания, комплект проводов, щелевая диафрагма, полуцилиндр, планшет на плотном листе с круговым транспортиром.*

**Урок 42/3.** Линзы. Формула тонкой линзы (§ 44).

**ТОЧКА РОСТА** *Осветитель с источником света на 3,5 В, источник питания, комплект проводов, щелевая диафрагма, экран стальной, направляющая с измерительной шкалой, собирающие линзы, рассеивающая линза, слайд «Модель предмета» в рейтере.*

**Урок 43/4.** Построение изображений в тонких линзах (§ 45).

**ТОЧКА РОСТА** *Осветитель с источником света на 3,5 В, источник питания, комплект проводов, щелевая диафрагма, экран стальной, направляющая с измерительной шкалой, собирающие линзы, рассеивающая линза, слайд «Модель предмета» в рейтере.*

**Урок 44/5.** Глаз как оптическая система (§ 46).

### **Волновая оптика (4 ч)**

**Урок 45/1.** Измерение скорости света. Дисперсия света (§ 48).

**Урок 46/2.** Принцип Гюйгенса (§ 49). Интерференция волн (§ 50).

**Урок 47/3.** Интерференция света (§ 51). Дифракция света (§ 52). *Лабораторная работа № 8 «Исследование явлений интерференции и дифракции света».*

**Урок 48/4.** *Контрольная работа* по темам «Законы геометрической оптики», «Волновая оптика».

#### **Элементы теории относительности (2 ч)**

**Урок 49/1.** Законы электродинамики и принцип относительности (§ 55). Постулаты специальной теории относительности (§ 56).

**Урок 50/2.** Масса, импульс и энергия в специальной теории относительности (§ 57).

#### **Квантовая физика. Астрофизика (18 ч)**

##### **Квантовая физика.**

##### **Строение атома (5 ч)**

**Урок 51/1.** Равновесное тепловое излучение (§ 58).

**Урок 52/2.** Законы фотоэффекта (§ 59).

**Урок 53/3.** Давление света. Корпускулярно-волновой дуализм (§ 60).

**Урок 54/4.** Планетарная модель атома (§ 61).

**Урок 55/5.** Постулаты Бора. Модель атома водорода по Бору (§ 62).

##### **Физика атомного ядра.**

##### **Элементарные частицы (9 ч)**

**Урок 56/1.** Методы регистрации заряженных частиц (§ 64).

**Урок 57/2.** Естественная радиоактивность (§ 65).

**Урок 58/3.** Радиоактивные превращения. Закон радиоактивного распада. Изотопы (§ 66).

**Урок 59/4.** Искусственное превращение атомных ядер. Протонно-нейтронная модель атомного ядра (§ 67).

**Урок 60/5.** Ядерные силы. Энергия связи атомных ядер (§ 68).

**Урок 61/6.** Цепные ядерные реакции. Ядерный реактор (§ 69).

**Урок 62/7.** Биологическое действие радиоактивных излучений (§ 70). *Лабораторная работа № 10 «Измерение естественного радиационного фона».*

**Урок 63/8.** Элементарные частицы. Фундаментальные взаимодействия (§ 72).

**Урок 64/9.** *Контрольная работа* по теме «Квантовая физика».

##### **Элементы астрофизики (4 ч)**

**Урок 65/1.** Солнечная система (§ 73).

**Урок 66/2.** Солнце (§ 74). Звезды (§ 75).

**Урок 67/3.** Наша Галактика (§ 76).

**Урок 68/4.** Пространственно-временные масштабы наблюдаемой Вселенной (§ 78). Представления об эволюции Вселенной (§ 79).

##### **Резервное время (2 ч)**