

государственное бюджетное общеобразовательное учреждение Самарской области средняя  
общеобразовательная школа с. Чубовка

«Рассмотрено»

Руководитель МО

*Дорогойченкова Л.А.* /Дорогойченкова Л.А.

Протокол № 1 от

«16» августа 2022 г.

«Проверено»

Заместитель директора по УР

ГБОУ СОШ с. Чубовка

*Мироненко М.В.* /Мироненко М.В.

«16» августа 2022 г.

«Утверждаю»

*Приказ №121-ОД от 16.08.2022*

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

***по физике в 10-11 классах***

**на углубленном уровне**

***Надравецкой Анны Михайловны***

**учителя физики**

Рабочая программа по физике для 10-11 классов разработана в соответствии с требованиями ФГОС среднего общего образования, основной образовательной программой среднего общего образования ГБОУ СОШ с. Чубовка и на основе авторской программы по физике А.В. Шаталиной «Физика. Рабочие программы. Предметная линия учебников серии «Классический курс». 10-11 классы». Курс рассчитан на двухлетний срок реализации в соответствии с учебным планом. Программа на углубленном уровне рассчитана на 170 часов в 10 классе (5 часов в неделю), 170 часов в 11 классе (5 часов в неделю). Итого 340 часов.

### **Планируемые результаты освоения учебного предмета**

ФГОС среднего общего образования провозглашают в качестве целевых ориентиров общего образования достижение совокупности личностных, предметных и метапредметных образовательных результатов.

**Личностными результатами** среднего общего образования являются:

- 1) российская гражданская идентичность, патриотизм, уважение к своему народу, чувства ответственности перед Родиной, гордости за свой край, свою Родину, прошлое и настоящее многонационального народа России, уважение государственных символов (гербы, флаги, гимны);
- 2) гражданская позиция как активного и ответственного члена российского общества, осознающего свои конституционные права и обязанности, уважающего закон и правопорядок, обладающего чувством собственного достоинства, осознанно принимающего традиционные национальные и общечеловеческие гуманистические и демократические ценности;
- 3) готовность к служению Отечеству, его защите;
- 4) сформированность мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки и общественной практики, основанного на диалоге культур, а также различных форм общественного сознания, осознание своего места в поликультурном мире;
- 5) сформированность основ саморазвития и самовоспитания в соответствии с общечеловеческими ценностями и идеалами гражданского общества; готовность и способность к самостоятельной, творческой и ответственной деятельности;
- 6) толерантное сознание и поведение в поликультурном мире, готовность и способность вести диалог с другими людьми, достигать в нем взаимопонимания, находить общие цели и сотрудничать для их достижения, способность противостоять идеологии экстремизма, национализма, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам и другим негативным социальным явлениям;
- 7) навыки сотрудничества со сверстниками, детьми младшего возраста, взрослыми в образовательной, общественно полезной, учебно-исследовательской, проектной и других видах деятельности;
- 8) нравственное сознание и поведение на основе усвоения общечеловеческих ценностей;
- 9) 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;
- 10) эстетическое отношение к миру, включая эстетику быта, научного и технического творчества, спорта, общественных отношений;
- 11) принятие и реализацию ценностей здорового и безопасного образа жизни, потребности в физическом самосовершенствовании, занятиях спортивно-оздоровительной деятельностью, неприятие вредных привычек: курения, употребления алкоголя, наркотиков;

12) бережное, ответственное и компетентное отношение к физическому и психологическому здоровью, как собственному, так и других людей, умение оказывать первую помощь;

13) осознанный выбор будущей профессии и возможностей реализации собственных жизненных планов; отношение к профессиональной деятельности как возможности участия в решении личных, общественных, государственных, общенациональных проблем;

14) сформированность экологического мышления, понимания влияния социально - экономических процессов на состояние природной и социальной среды; приобретение опыта эколого-направленной деятельности;

15) ответственное отношение к созданию семьи на основе осознанного принятия ценностей семейной жизни.

**Метапредметные результаты** освоения средней образовательной программы должны отражать:

1) умение самостоятельно определять цели деятельности и составлять планы деятельности; самостоятельно осуществлять, контролировать и корректировать деятельность; использовать все возможные ресурсы для достижения поставленных целей и реализации планов деятельности; выбирать успешные стратегии в различных ситуациях;

2) умение продуктивно общаться и взаимодействовать в процессе совместной деятельности, учитывать позиции других участников деятельности, эффективно разрешать конфликты;

3) владение навыками познавательной, учебно-исследовательской и проектной деятельности, навыками разрешения проблем; способность и готовность к самостоятельному поиску методов решения практических задач, применению различных методов познания;

4) готовность и способность к самостоятельной информационно-познавательной деятельности, владение навыками получения необходимой информации из словарей разных типов, умение ориентироваться в различных источниках информации, критически оценивать и интерпретировать информацию, получаемую из различных источников;

5) умение использовать средства информационных и коммуникационных технологий (далее - ИКТ) в решении когнитивных, коммуникативных и организационных задач с соблюдением требований эргономики, техники безопасности, гигиены, ресурсосбережения, правовых и этических норм, норм информационной безопасности;

6) умение определять назначение и функции различных социальных институтов;

7) умение самостоятельно оценивать и принимать решения, определяющие стратегию поведения, с учетом гражданских и нравственных ценностей;

8) владение языковыми средствами - умение ясно, логично и точно излагать свою точку зрения, использовать адекватные языковые средства;

9) владение навыками познавательной рефлексии как осознания совершаемых действий и мыслительных процессов, их результатов и оснований, границ своего знания и незнания, новых познавательных задач и средств их достижения.

**Предметные результаты** освоения средней образовательной программы должны отражать:

1) сформированность системы знаний об общих физических закономерностях, законах, теориях, представлений о действии во Вселенной физических законов, открытых в земных условиях;

2) сформированность умения исследовать и анализировать разнообразные физические явления и свойства объектов, объяснять принципы работы и характеристики приборов и устройств, объяснять связь основных космических объектов с геофизическими явлениями;

3) владение умениями выдвигать гипотезы на основе знания основополагающих физических закономерностей и законов, проверять их экспериментальными средствами, формулируя цель исследования;

4) владение методами самостоятельного планирования и проведения физических экспериментов, описания и анализа полученной измерительной информации, определения достоверности полученного результата;

5) сформированность умений прогнозировать, анализировать и оценивать последствия бытовой и производственной деятельности человека, связанной с физическими процессами, с позиций экологической безопасности.

### **Регулятивные универсальные учебные действия**

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

### **Познавательные универсальные учебные действия**

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

*Выпускник научится:* • объяснять и анализировать роль и место физики в формировании современной научной картины мира, в развитии современной техники и технологий, в практической деятельности людей; • характеризовать взаимосвязь между физикой и другими

естественными науками; • характеризовать системную связь между основополагающими научными понятиями: пространство, время, материя (вещество, поле), движение, сила, энергия; • понимать и объяснять целостность физической теории, различать границы ее применимости и место в ряду других физических теорий; • владеть приемами построения теоретических доказательств, а также прогнозирования особенностей протекания физических явлений и процессов на основе полученных теоретических выводов и доказательств; • самостоятельно конструировать экспериментальные установки для проверки выдвинутых гипотез, рассчитывать абсолютную и относительную погрешности; • самостоятельно планировать и проводить физические эксперименты; • решать практико-ориентированные качественные и расчетные физические задачи как с опорой на известные физические законы, закономерности и модели, так и с опорой на тексты с избыточной информацией; • объяснять границы применения изученных физических моделей при решении физических и межпредметных задач; • выдвигать гипотезы на основе знания основополагающих физических закономерностей и законов; • характеризовать глобальные проблемы, стоящие перед человечеством: энергетические, сырьевые, экологические и роль физики в решении этих проблем; • объяснять принципы работы и характеристики изученных машин, приборов и технических устройств; • объяснять условия применения физических моделей при решении физических задач, находить адекватную предложенной задаче физическую модель, разрешать проблему как на основе имеющихся знаний, так и при помощи методов оценки. Применительно к темам курса ученик сможет: — знать: предмет и методы исследования физики, структуру физических теорий, метод научного познания, особенности изучения физики; — объяснять явления: поступательное движение; движение по окружности с постоянной по модулю скоростью; движение тела, брошенного под углом к горизонту; свободное падение тел; относительность движения; инерция; взаимодействие; всемирного тяготения, упругости, трения, невесомости и перегрузки; вращательное движение; равновесия твердого тела; деформации твердых тел, давление в жидкостях и газах, полет тел; колебательное движение, свободные, затухающие и вынужденные колебания, резонанс, автоколебания, превращение энергии при гармонических колебаниях; волновой процесс, излучение звука, интерференция и дифракция волн, отражение и преломление волн, акустический резонанс, образование стоячей волны, музыкальные звуки и шумы; броуновское движение, взаимодействие молекул; тепловое равновесие, необратимость процессов в природе; испарение, конденсация, равновесие между жидкостью и газом, критическое состояние, кипение, сжижение газов, влажность воздуха; поверхностное натяжение, смачивание, капиллярные явления; плавление и отвердевание, изменение объема тела при плавлении и отвердевании, дефекты в кристаллах; тепловое линейное и объемное расширение, расширение воды; электризация тел, взаимодействие неподвижных электрических зарядов внутри однородного диэлектрика, электростатическая защита, поляризация диэлектрика; сопротивление, сверхпроводимость; электронная проводимость металлов, электрический ток в растворах и расплавах электролитов, электрический ток в газах, электрический ток в вакууме, электрический ток в полупроводниках; возникновение магнитного поля, магнитные взаимодействия, действие магнитного поля на проводник с током, действие магнитного поля на движущийся заряд; электромагнитная индукция, самоиндукция; парамагнетизм, диамагнетизм, ферромагнетизм; свободные и вынужденные электрические колебания, процессы в колебательном контуре, резистор в цепи переменного тока, катушка индуктивности в цепи переменного тока, емкость в цепи переменного тока, резонанс в электрической цепи; генерирование электрической энергии, выпрямление переменного тока, соединение потребителей электрической энергии, передача и распределение электрической энергии; возникновение

электромагнитного поля, передача электромагнитных взаимодействий, поглощение, отражение, преломление, интерференция электромагнитных волн, распространение радиоволн, радиолокация, образование видеосигнала; прямолинейное распространение света, отражение и преломление света, полное отражение света, рефракция света, мираж, абберрация; интерференция, дифракция, дисперсия и поляризация света; излучение света (тепловое излучение, электролюминесценция, катодолуминесценция, хемиллюминесценция, фотоллюминесценция); относительность одновременности, относительность расстояний, относительность промежутков времени; равновесное тепловое излучение, фотоэффект, эффект Комптона, давление света, химическое действие света, запись и воспроизведение звука; излучение света атомом, корпускулярно-волновой дуализм; естественная и искусственная радиоактивность; слабое взаимодействие, взаимодействие кварков; возникновение приливов на Земле, солнечные и лунные затмения, явление метеора, существование хвостов комет, «разбегание» галактик; — знать определения физических понятий: средняя скорость, мгновенная скорость, среднее ускорение, мгновенное ускорение, радиус-вектор, тангенциальное, нормальное и полное ускорения, центростремительное ускорение, угловая скорость; материальная точка, модель в физике, инерциальная система отсчета, сила, масса, состояние системы тел; сила всемирного тяготения, инертная и гравитационная массы, первая космическая скорость, сила упругости, вес тела, силы трения; неинерциальная система отсчета, силы инерции; импульс, работа силы, мощность, кинетическая энергия, потенциальная энергия, механическая (полная) энергия, консервативные и диссипативные силы, замкнутая (изолированная) система; абсолютно твердое тело, центр масс, момент инерции, момент силы, момент импульса, угловое ускорение, внешние и внутренние силы; момент силы, центр тяжести; механическое напряжение, относительное и абсолютное удлинения; гармонические колебания, пружинный и математический маятники, период, частота, циклическая (круговая) частота, амплитуда, фаза гармонических колебаний, скорость и ускорение при гармонических колебаниях, спектр колебаний, собственная частота; поперечные и продольные волны, плоская и сферическая волны, энергия волны, длина волны, скорость распространения волны, скорость звука, громкость и высота звука, тембр, волновая поверхность, луч, волновой фронт, инфразвук, ультразвук, когерентные волны, интерференционная картина; количество вещества, молярная масса; макроскопические и микроскопические тела, температура, равновесные и неравновесные процессы, идеальный газ, изотермический, изобарный и изохорный процессы, абсолютная температура; температура, средняя скорость движения молекул газа, средняя квадратичная скорость, средняя арифметическая скорость, число степеней свободы, внутренняя энергия идеального газа; работа в термодинамике, количество теплоты, теплоемкость, удельная теплоемкость, молярная теплоемкость, теплоемкости газов при постоянном объеме и постоянном давлении, необратимый процесс, адиабатный процесс, вероятность макроскопического состояния (термодинамическая вероятность), КПД двигателя, цикл Карно; насыщенный и ненасыщенный пар, изотермы реального газа, критическая температура, абсолютная и относительная влажность воздуха, точка росы, удельная теплота парообразования/конденсации, парциальное давление водяного пара; поверхностная энергия, сила поверхностного натяжения, мениск, давление под искривленной поверхностью жидкости, высота поднятия жидкости в капилляре; кристаллические и аморфные тела, кристаллическая решетка, жидкие кристаллы, удельная теплота плавления, полиморфизм, анизотропия, фазовые переходы первого и второго рода, тройная точка; температурные коэффициенты линейного и объемного расширения; электрическое поле, электростатическое поле, напряженность электрического поля, линии напряженности электрического поля, однородное

поле, поверхностная плотность электрического заряда, объемная плотность электрического заряда, поток напряженности электрического поля, потенциальная энергия заряда в однородном электрическом поле, энергия взаимодействия точечных зарядов, потенциал электростатического поля, эквипотенциальные поверхности, электрическая емкость, емкость плоского конденсатора, энергия электрического поля; электрический ток, плотность тока, сила тока, напряжение проводника, сопротивление проводника, работа тока, мощность тока, электродвижущая сила (ЭДС), шунт к амперметру, добавочное сопротивление; проводники, диэлектрики, носители электрического заряда, электролитическая диссоциация, самостоятельный и несамостоятельный разряды, электронная эмиссия, вольт-амперная характеристика, диод, триод, электронно-лучевая трубка, донорные и акцепторные примеси, p—n-переход; магнитная индукция, поток магнитной индукции, линии магнитной индукции, сила Ампера, сила Лоренца, векторное произведение, радиационные пояса Земли, масс-спектрограф, вихревое электрическое поле, ЭДС индукции в движущихся проводниках, индукционный ток, индуктивность, энергия магнитного поля, магнитная проницаемость, намагниченность, спин электрона, домены, магнитный гистерезис, переменный электрический ток, действующие значения силы тока и напряжения, мощность в цепи переменного тока, коэффициент мощности, обратная связь в генераторе на транзисторе, генератор переменного тока, трансформатор, коэффициент полезного действия трансформатора, трехфазный ток, асинхронный электродвигатель; ток смещения, электромагнитная волна, вибратор Герца, скорость распространения электромагнитных волн, энергия электромагнитной волны, плотность потока электромагнитного излучения, детектирование, амплитудная модуляция, поток излучения, относительная спектральная световая эффективность, сила света, точечный источник, освещенность, яркость; плоское зеркало, сферическое зеркало, фокус, мнимый фокус, фокальная плоскость, оптическая сила сферического зеркала, увеличение зеркала, главная оптическая ось, побочная оптическая ось, показатель преломления, предельный угол полного отражения, световод, тонкая линза, фокусное расстояние и оптическая сила линзы; скорость света, монохроматическая волна, интерференционная и дифракционная картины, когерентные волны, зоны Френеля, векторные диаграммы, разрешающая способность оптических приборов; спектр излучения, интенсивность электромагнитного излучения, спектральные приборы, непрерывные и линейчатые спектры, спектральный и рентгеноструктурный анализ, ультрафиолетовое и инфракрасное излучения, рентгеновские лучи; собственное время, релятивистский импульс, масса покоя, энергия покоя, релятивистская кинетическая энергия, абсолютно черное тело; квант, фотон, энергия и импульс фотона, модель Томсона, планетарная модель атома, модель атома водорода по Бору, энергия ионизации, волны вероятности, лазер, индуцированное излучение, нелинейная оптика; альфа-, бета- и гамма-излучение, период полураспада, изотопы, нейтрон, протон, ядерные силы, сильное взаимодействие, диаграммы Фейнмана, виртуальные частицы, мезоны, нуклоны, энергия связи атомных ядер, удельная энергия связи, энергетический выход ядерных реакций, ядерный реактор, критическая масса, термоядерные реакции, доза излучения; античастица, позитрон, нейтрино, промежуточные бозоны, лептоны, адроны, барионы, мезоны, кварки, глюоны; геоцентрическая и гелиоцентрическая система мира, астрономическая единица, световой год, светимость звезд, планеты Солнечной системы, галактика; — понимать смысл основных физических законов/принципов/уравнений: кинематические уравнения движения в векторной и скалярной формах для различных видов движения, преобразования Галилея; основное утверждение механики, законы Ньютона, принцип относительности в механике, закон всемирного тяготения, закон Гука, второй закон Ньютона для неинерциальной системы отсчета; закон сохранения импульса, уравнение Мещерского,

закон сохранения механической энергии, теорема об изменении кинетической энергии, уравнение изменения механической энергии под действием сил трения, теорема о движении центра масс, основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела, закон сохранения момента импульса, условия равновесия твердого тела; законы Гука, Паскаля и Архимеда, уравнение Бернулли; зависимость частоты и периода свободных колебаний от свойств системы, уравнения движения для груза, подвешенного на пружине, и математического маятника, уравнения движения для затухающих и вынужденных колебаний, метод векторных диаграмм, закон сохранения энергии для гармонических колебаний; уравнение бегущей волны, принцип Гюйгенса, условия максимума и минимума интерференции, закон преломления волн; основные положения молекулярно-кинетической теории, газовые законы, уравнение состояния идеального газа; основное уравнение молекулярно-кинетической теории, распределение Максвелла; законы термодинамики, теорема Карно, принципы действия тепловой и холодильной машин; зависимость температуры кипения жидкости от давления, диаграмма равновесных состояний жидкости и газа, зависимость удельной теплоты парообразования от температуры; зависимость высоты поднятия жидкости в капилляре от поверхностного натяжения, радиуса канала капилляра и плотности жидкости, влияние кривизны поверхности на давление внутри жидкости; зависимость температуры плавления от давления, зависимость типа кристалла от характера взаимодействия атомов и молекул, образующих кристалл; взаимосвязь между температурными коэффициентами линейного и объемного расширения; закон Кулона, принцип суперпозиции полей, теорема Гаусса, применение теоремы Гаусса к расчету различных электростатических полей, связь между напряженностью электростатического поля и разностью потенциалов, зависимость емкости системы конденсаторов от типа их соединения; закон Ома для участка цепи, закон Ома в дифференциальной форме, зависимость электрического сопротивления от температуры, закон Джоуля—Ленца, закономерности последовательного и параллельного соединений проводников, закон Ома для полной цепи, закон Ома для участка цепи, содержащего ЭДС, правила Кирхгофа, границы применимости закона Ома, закон электролиза; принцип суперпозиции, закон Био—Савара—Лапласа (в векторной и скалярной формах), закон Ампера (в векторной и скалярной формах), формула для расчета силы Лоренца (в векторной и скалярной формах), правила определения направления сил Ампера и Лоренца, связь между скоростью света и магнитной и электрической постоянными, теорема о циркуляции вектора магнитной индукции; правило Ленца, закон электромагнитной индукции, фундаментальное свойство электромагнитного поля (Дж. Максвелл); зависимость намагниченности ферромагнетика от величины магнитной индукции поля в отсутствие среды (кривая намагничивания); формула Томсона, закон Ома для цепи переменного тока, мощность в цепи переменного тока; связь между переменным электрическим и переменным магнитным полями, классическая теория излучения, принципы радиосвязи; закон освещенности, принцип Ферма, законы геометрической оптики, формула сферического зеркала и линзы, принципы построения изображений в сферическом зеркале и линзе, правило знаков при использовании формулы тонкой линзы; принцип Гюйгенса—Френеля, условия минимума и максимума интерференционной и дифракционной картин, электромагнитная теория света; механизм излучения света веществом; постулаты теории относительности, преобразования Лоренца, релятивистский закон сложения скоростей, зависимость массы от скорости, релятивистское уравнение движения, принцип соответствия, формула Эйнштейна, релятивистское соотношение между энергией и импульсом; гипотеза Планка, теория фотоэффекта; спектральные закономерности, постулаты Бора, гипотеза де Бройля, соотношение неопределенностей Гейзенберга, принцип Паули, Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева,



принцип действия лазеров; закон радиоактивного распада, правило смещения; гипотеза Паули, сущность распада элементарных частиц, единая теория слабых и электромагнитных взаимодействий; гипотезы происхождения и развития Солнечной системы, закон Хаббла; — измерять: мгновенную скорость и ускорение при равномерном прямолинейном движении, центростремительное ускорение при равномерном движении по окружности; массу, силу, силу всемирного тяготения, силу упругости, силу трения, вес тела; центробежную силу; — использовать полученные знания в повседневной жизни, например, учет относительности движения, инерции, трения при движении по различным поверхностям, невесомости и перегрузок при движении в неинерциальных системах отсчета (лифт, самолет, поезд), оценивание работы различных сил (при подъеме, скольжении или качении грузов), сравнение мощности различных двигателей, учет законов вращательного движения при обучении фигурному катанию, гимнастической подготовке, обучении прыжкам в воду с высокого трамплина; при поиске устойчивого положения в различных обстоятельствах; при обучении плаванию различными техниками; учет различных свойств газообразных, жидких и твердых тел, свойств газов; учет явления резонанса, понимание функционирования сердца человека как автоколебательной системы; уметь отличать музыкальные звуки от шума; при оперировании понятием «внутренняя энергия» в повседневной жизни; учет необратимости процессов в природе при проведении различных экспериментов; учет влажности при организации собственной жизнедеятельности; уметь пользоваться приборами для измерения влажности; учет капиллярных явлений в быту; при замораживании продуктов, при покупке мониторов, изготовленных на технологии жидких кристаллов; учет расширения тел при нагревании, особенностей воды при замораживании; учет в быту явления электризации тел; при соблюдении правил техники безопасности при работе с электрическими приборами, понимание принципа работы аккумулятора; использование знаний полупроводниковой физики при выборе различной цифровой техники; понимание информации об изменении магнитного поля Земли и его влиянии на самочувствие человека, использование знаний при работе с электроизмерительными приборами; понимать причину потерь энергии в электротехнических устройствах; учет явления намагничивания и размагничивания при работе с цифровыми носителями информации; понимание обратной связи; эффективное использование электроэнергии в быту, понимание включенности каждого потребителя электроэнергии в энергосистему города/региона/страны; понимать принципы функционирования мобильной (сотовой) связи, понимать тенденции развития телевидения (переход «на цифру»); коррекция зрения с помощью подбора очков, линз, выбор фотоаппарата, опираясь на знание его оптических характеристик; оценивать пределы разрешающей способности различных оптических приборов; знать положительное и отрицательное влияние ультрафиолетового излучения на человеческий организм; учет относительности при оценке расстояний, скорости; понимание принципов создания фотографии; оценивать «энергетический выход» лазерного излучения, используемого в медицинских целях; знать способы защиты от радиоактивных излучений; критически оценивать астрономическую информацию в различных источниках.

*Выпускник на углубленном уровне получит возможность научиться:*

- *проверять экспериментальными средствами выдвинутые гипотезы, формулируя цель исследования, на основе знания основополагающих физических закономерностей и законов;*
- *описывать и анализировать полученную в результате проведенных физических экспериментов информацию, определять ее достоверность;*
- *понимать и объяснять системную связь между основополагающими научными понятиями: пространство, время, материя (вещество, поле),*

*движение, сила, энергия; • решать экспериментальные, качественные и количественные задачи олимпиадного уровня сложности, используя физические законы, а также уравнения, связывающие физические величины; • анализировать границы применимости физических законов, понимать всеобщий характер фундаментальных законов и ограниченность использования частных законов; • формулировать и решать новые задачи, возникающие в ходе учебно-исследовательской и проектной деятельности; • усовершенствовать приборы и методы исследования в соответствии с поставленной задачей; • использовать методы математического моделирования, в том числе простейшие статистические методы для обработки результатов эксперимента.*

## **Содержание учебного предмета**

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

Физика — фундаментальная наука о природе. Научный метод познания мира. Взаимосвязь между физикой и другими естественными науками. Методы научного исследования физических явлений. Погрешности измерений физических величин. Моделирование явлений и процессов природы. Закономерность и случайность. 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 движения. Модели тел и движений. Движение точки и тела. Прямолинейное движение точки. Координаты. Система отсчета. Средняя скорость при неравномерном движении. Мгновенная скорость. Описание движения на плоскости. Ускорение. Скорость при движении с постоянным ускорением. Зависимость координат и радиуса-вектора от времени при движении с постоянным ускорением. Свободное падение. Движение тела, брошенного под углом к горизонту. Равномерное движение точки по окружности. Угловая скорость. Относительность движения. Преобразования Галилея. Основное утверждение механики. Взаимодействие тел. Принцип суперпозиции сил. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Сила. Связь между силой и ускорением. Второй закон Ньютона. Масса. Третий закон Ньютона. Основные задачи механики. Состояние системы тел в механике. Принцип относительности в механике. Сила всемирного тяготения. Закон всемирного тяготения. Равенство инертной и гравитационной масс. Движение небесных тел и их искусственных спутников. Первая космическая скорость. Деформация и сила упругости. Закон Гука. Вес тела. Невесомость и перегрузки. Сила трения. Природа и виды сил трения. Сила сопротивления при движении тел в вязкой среде. Неинерциальные системы отсчета, движущиеся прямолинейно с постоянным ускорением. Вращающиеся системы отсчета. Центробежная сила. Импульс материальной точки и системы тел. Закон изменения и сохранения импульса. Реактивная сила. Уравнение Мещерского. Реактивный двигатель. Успехи в освоении космического пространства. Работа силы. Мощность. Кинетическая энергия. Потенциальная энергия. Механическая энергия материальной точки и системы. Закон изменения и сохранения энергии в механике. Столкновение упругих шаров. Уменьшение механической энергии под действием сил трения. Абсолютно твердое тело и виды его движения. Центр масс твердого тела. Теорема о движении центра масс. Основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела. Закон сохранения момента импульса. Условия равновесия твердого тела. Момент силы. Центр тяжести. Виды равновесия. Виды деформаций твердых тел. Механические свойства твердых тел. Пластичность и хрупкость. Давление в жидкостях и газах. Закон Паскаля. Закон Архимеда. Гидродинамика. Ламинарное и турбулентное течения. Уравнение Бернулли. Подъемная сила крыла самолета. Классификация

колебаний. Уравнение движения груза, подвешенного на пружине. Уравнение движения математического маятника. Гармонические колебания. Период и частота гармонических колебаний. Фаза колебаний. Определение амплитуды и начальной фазы из начальных условий. Скорость и ускорение при гармонических колебаниях. Превращения энергии. Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Резонанс. Сложение гармонических колебаний. Спектр колебаний. Автоколебания. Волновые явления. Поперечные волны. Длина волны. Скорость распространения волны. Продольные волны. Уравнение бегущей волны. Стоячие волны как свободные колебания тел. Волны в среде. Звуковые волны. Скорость звука. Музыкальные звуки и шумы. Громкость и высота звука. Тембр. Диапазоны звуковых частот. Акустический резонанс. Излучение звука. Ультразвук и инфразвук. Интерференция волн. Принцип Гюйгенса. Закон отражения волн. Преломление волн. Дифракция волн.

### **Молекулярная физика. Термодинамика.**

Физика и механика. Тепловые явления. Краткий очерк развития представлений о природе тепловых явлений. Термодинамика и молекулярно-кинетическая теория. Основные положения молекулярно-кинетической теории (МКТ). Экспериментальные доказательства МКТ. Масса молекул. Моль. Постоянная Авогадро. Броуновское движение. Силы взаимодействия молекул. Строение газообразных, жидких и твердых тел. Состояние макроскопических тел в термодинамике. Температура. Тепловое равновесие. Равновесные (обратимые) и неравновесные (необратимые) процессы. Газовые законы. Модель идеального газа. Абсолютная температура. Уравнение состояния идеального газа. Газовый термометр. Применение газов в технике. Системы с большим числом частиц и законы механики. Идеальный газ в молекулярно-кинетической теории. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории. Температура — мера средней кинетической энергии. Распределение Максвелла. Измерение скоростей молекул газа. Внутренняя энергия идеального газа. Равновесие между жидкостью и газом. Насыщенные пары. Изотермы реального газа. Критическая температура. Критическое состояние. Кипение. Сжижение газов. Влажность воздуха. Молекулярная картина поверхностного слоя. Поверхностная энергия. Сила поверхностного натяжения. Смачивание. Капиллярные явления. Кристаллические тела. Кристаллическая решетка. Аморфные тела. Жидкие кристаллы. Дефекты в кристаллах. Объяснение механических свойств твердых тел на основе молекулярно-кинетической теории. Плавление и отвердевание. Изменение объема тела при плавлении и отвердевании. Тройная точка. Тепловое расширение тел. Тепловое линейное расширение. Тепловое объемное расширение. Учет и использование теплового расширения тел в технике. Работа в термодинамике. Количество теплоты. Внутренняя энергия. Первый закон термодинамики. Теплоемкости газов при постоянном объеме и постоянном давлении. Адиабатный процесс. Необратимость процессов в природе. Второй закон термодинамики. Статистическое истолкование необратимости процессов в природе. Тепловые двигатели. Максимальный КПД тепловых двигателей.

### **Электродинамика.**

Роль электромагнитных сил в природе и технике. Электрический заряд и элементарные частицы. Электризация тел. Закон Кулона. Взаимодействие неподвижных электрических зарядов внутри однородного диэлектрика. Близкодействие и действие на расстоянии. Электрическое поле. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции полей. Линии напряженности электрического поля. Теорема Гаусса. Поле заряженной плоскости, сферы и шара. Проводники в электростатическом поле. Диэлектрики в электростатическом поле. Поляризация диэлектриков. Потенциальность электростатического поля. Потенциальная энергия заряда в однородном электрическом поле. Потенциал электростатического поля и разность потенциалов. Связь между напряженностью электростатического поля и разностью потенциалов. Эквипотенциальные поверхности. Измерение разности потенциалов. Экспериментальное определение элементарного электрического заряда. Электрическая емкость. Конденсаторы. Емкость плоского конденсатора. Различные типы конденсаторов.

Соединения конденсаторов. Энергия заряженных конденсаторов и проводников. Применения конденсаторов. Электрический ток. Плотность тока. Сила тока. Электрическое поле проводника с током. Закон Ома для участка цепи. Сопротивление проводника. Зависимость электрического сопротивления от температуры. Сверхпроводимость. Работа и мощность тока. Закон Джоуля—Ленца. Электрические цепи. Последовательное и параллельное соединения проводников. Измерение силы тока, напряжения и сопротивления. Электродвижущая сила. Гальванические элементы. Аккумуляторы. Закон Ома для полной цепи. Закон Ома для участка цепи, содержащего ЭДС. Работа и мощность тока на участке цепи, содержащем ЭДС. Расчет сложных электрических цепей. Электрическая проводимость различных веществ. Электронная проводимость металлов. Электрический ток в растворах и расплавах электролитов. Закон электролиза. Техническое применение электролиза. Электрический ток в газах. Несамостоятельный и самостоятельный разряды. Различные типы самостоятельного разряда и их техническое применение. Плазма. Электрический ток в вакууме. Электронные лампы: диод и триод. Электронные пучки. Электронно-лучевая трубка. Электрический ток в полупроводниках. Собственная и примесная электропроводимость полупроводников. Электронно-дырочный переход (р—n-переход). Полупроводниковый диод. Транзистор. Термисторы и фоторезисторы. Магнитные взаимодействия. Магнитное поле токов. Вектор магнитной индукции. Поток магнитной индукции. Линии магнитной индукции. Закон Био—Савара—Лапласа. Закон Ампера. Применения закона Ампера. Электроизмерительные приборы. Действие магнитного поля на движущийся заряд. Сила Лоренца. Применение силы Лоренца. Циклический ускоритель. Открытие электромагнитной индукции. Правило Ленца. Закон электромагнитной индукции. Вихревое электрическое поле. ЭДС индукции в движущихся проводниках. Индукционные токи в массивных проводниках. Самоиндукция. Индуктивность. Энергия магнитного поля тока. Магнитная проницаемость — характеристика магнитных свойств веществ. Три класса магнитных веществ. Объяснение пара- и диамагнетизма. Основные свойства ферромагнетиков. О природе ферромагнетизма. Применение ферромагнетиков. Свободные и вынужденные электрические колебания. Процессы в колебательном контуре. Формула Томсона. Переменный электрический ток. Действующие значения силы тока и напряжения. Резистор в цепи переменного тока. Конденсатор в цепи переменного тока. Катушка индуктивности в цепи переменного тока. Закон Ома для цепи переменного тока. Мощность в цепи переменного тока. Резонанс в электрической цепи. Ламповый генератор. Генератор на транзисторе. Генерирование электрической энергии. Генератор переменного тока. Трансформатор. Выпрямление переменного тока. Трехфазный ток. Соединение обмоток генератора трехфазного тока. Соединение потребителей электрической энергии. Асинхронный электродвигатель. Трехфазный трансформатор. Производство и использование электрической энергии. Передача и распределение электрической энергии. Эффективное использование электрической энергии. Электромагнитное поле. Электромагнитная волна. Излучение электромагнитных волн. Энергия электромагнитной волны. Свойства электромагнитных волн. Принципы радиосвязи. Амплитудная модуляция. Детектирование колебаний. Простейший радиоприемник. Распространение радиоволн. Радиолокация. Понятие о телевидении. Развитие средств связи.

### **Колебания и волны**

Классификация колебаний. Уравнение движения груза, подвешенного на пружине. Уравнение движения математического маятника. Гармонические колебания. Период и частота гармонических колебаний. Фаза колебаний. Определение амплитуды и начальной фазы из начальных условий. Скорость и ускорение при гармонических колебаниях. Превращения энергии. Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Резонанс. Сложение гармонических колебаний. Спектр колебаний. Автоколебания. Свободные и вынужденные электрические колебания. Процессы в колебательном контуре. Формула Томсона. Переменный электрический ток. Действующие значения силы тока и напряжения. Резистор в цепи переменного тока. Конденсатор в цепи переменного тока. Катушка индуктивности в цепи переменного тока. Закон Ома для цепи переменного тока. Мощность в цепи переменного тока. Резонанс в электрической цепи. Ламповый генератор. Генератор

на транзисторе. Генерирование электрической энергии. Генератор переменного тока. Трансформатор. Выпрямление переменного тока. Трехфазный ток. Соединение обмоток генератора трехфазного тока. Соединение потребителей электрической энергии. Асинхронный электродвигатель. Трехфазный трансформатор. Производство и использование электрической энергии. Передача и распределение электрической энергии. Эффективное использование электрической энергии. Волновые явления. Поперечные волны. Длина волны. Скорость распространения волны. Продольные волны. Уравнение бегущей волны. Стоячие волны как свободные колебания тел. Волны в среде. Звуковые волны. Скорость звука. Музыкальные звуки и шумы. Громкость и высота звука. Тембр. Диапазоны звуковых частот. Акустический резонанс. Излучение звука. Ультразвук и инфразвук. Интерференция волн. Принцип Гюйгенса. Закон отражения волн. Преломление волн. Дифракция волн.

Связь между переменным электрическим и переменным магнитным полями. Электромагнитное поле. Электромагнитная волна. Излучение электромагнитных волн. Классическая теория излучения. Энергия электромагнитной волны. Свойства электромагнитных волн. Изобретение радио А. С. Поповым. Принципы радиосвязи. Амплитудная модуляция. Детектирование колебаний. Простейший радиоприемник. Супергетеродинный приемник. Распространение радиоволн. Радиолокация. Понятие о телевидении. Развитие средств связи.

### **Оптика**

Световые лучи. Закон прямолинейного распространения света. Фотометрия. Сила света. Освещенность. Яркость. Фотометры. Принцип Ферма и законы геометрической оптики. Отражение света. Плоское зеркало. Сферическое зеркало. Построение изображений в сферическом зеркале. Увеличение зеркала. Преломление света. Полное отражение. Преломление света в плоскопараллельной пластинке и треугольной призме. Преломление на сферической поверхности. Линза. Фокусное расстояние и оптическая сила линзы. Формула линзы. Построение изображений в тонкой линзе. Увеличение линзы. Освещенность изображения, даваемого линзой. Недостатки линз. Фотоаппарат. Проекционный аппарат. Глаз. Очки. Лупа. Микроскоп. Зрительные трубы. Телескопы. Скорость света. Дисперсия света. Интерференция света. Длина световой волны. Интерференция в тонких пленках. Кольца Ньютона. Некоторые применения интерференции. Дифракция света. Теория дифракции. Дифракция Френеля на простых объектах. Дифракция Фраунгофера. Дифракционная решетка. Разрешающая способность микроскопа и телескопа. Поперечность световых волн. Поляризация света. Поперечность световых волн и электромагнитная теория света. Виды излучений. Источники света. Спектры и спектральные приборы. Виды спектров. Спектральный анализ. Инфракрасное и ультрафиолетовое излучения. Рентгеновские лучи. Шкала электромагнитных излучений.

### **Основы специальной теории относительности**

Законы электродинамики и принцип относительности. Опыт Майкельсона. Постулаты теории относительности. Относительность одновременности. Преобразования Лоренца. Относительность расстояний. Относительность промежутков времени. Релятивистский закон сложения скоростей. Релятивистская динамика. Зависимость массы от скорости. Синхрофазотрон. Связь между массой и энергией.

### **Квантовая физика**

Физика атома и атомного ядра Предмет и задачи квантовой физики. Зарождение квантовой теории. Тепловое излучение. Распределение энергии в спектре абсолютно черного тела. Гипотеза Планка о квантах. Фотоэффект. Теория фотоэффекта. Фотоны. Применение фотоэффекта. Опыты П. Н. Лебедева и С. И. Вавилова. Давление света. Химическое действие света. Фотография. Запись и воспроизведение звука в кино. Спектральные закономерности. Строение атома. Модель Томсона. Опыты Резерфорда. Планетарная модель

атома. Постулаты Бора. Модель атома водорода по Бору. Экспериментальное доказательство существования стационарных состояний. Трудности теории Бора. Квантовая механика. Гипотеза де Бройля о волновых свойствах частиц. Корпускулярно-волновой дуализм. Дифракция электронов. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Волны вероятности. Интерференция вероятностей. Многоэлектронные атомы. Квантовые источники света — лазеры. Методы наблюдения и регистрации элементарных частиц. Открытие естественной радиоактивности. Альфа-, бета- и гамма-излучение. Радиоактивные превращения. Закон радиоактивного распада. Период полураспада. Изотопы. Правило смещения. Искусственное превращение атомных ядер. Открытие нейтрона. Строение атомного ядра. Ядерные силы. Энергия связи атомных ядер. Искусственная радиоактивность. Ядерные реакции. Деление ядер урана. Цепные ядерные реакции. Ядерный реактор. Термоядерные реакции. Применение ядерной энергии. Получение радиоактивных изотопов и их применение. Биологическое действие радиоактивных излучений. Три этапа в развитии физики элементарных частиц. Открытие позитрона. Античастицы. Распад нейтрона. Открытие нейтрино. Промежуточные бозоны — переносчики слабых взаимодействий. Сколько существует элементарных частиц. Кварки. Взаимодействие кварков. Глюоны.

### **Строение Вселенной**

Применимость законов физики для объяснения природы космических объектов. Солнечная система как комплекс тел, имеющих общее происхождение. Общие характеристики планет. Планеты земной группы. Далекие планеты. Солнце и звезды. Классификация звезд. Эволюция Солнца и звезд. Строение и эволюция Вселенной. Темная материя и темная энергия. Единая физическая картина мира. Физика и научно-техническая революция.

### **Лабораторный практикум**

1. Измерение ускорения свободного падения с помощью математического маятника.
2. Изучение второго закона Ньютона.
3. Исследование модели движения тела, брошенного под углом к горизонту.
4. Изучение закона сохранения импульса при соударении стальных шаров.
5. Изучение закона сохранения механической энергии.
6. Измерение КПД электродвигателя при поднятии груза.
7. Изучение автоколебаний.
8. Изучение поперечных волн в струне с закрепленными концами.
9. Изучение свойств звуковых волн.
10. Опытная проверка закона Гей-Люссака.
11. Определение процентного содержания влаги в мокром снеге.
12. Изучение распределения молекул идеального газа по скоростям (компьютерное моделирование).
13. Изучение идеальной тепловой машины Карно (компьютерное моделирование).
14. Изучение теплового взаимодействия (компьютерное моделирование).
15. Измерение модуля Юнга резины.
16. Измерение температурного коэффициента линейного расширения твердых тел.
17. Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости.
18. Измерение емкости конденсатора.

19. Измерение удельного сопротивления проводника.
20. Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока.
21. Изучение цепи постоянного тока, содержащей ЭДС.
22. Сборка и градуировка омметра.
23. Расширение предела измерения вольтметра/амперметра.
24. Изучение температурной зависимости сопротивления металлов и полупроводников.
25. Изучение процесса прохождения электрического тока в растворах электролитов.
26. Изучение полупроводникового диода.
27. Изучение процессов выпрямления переменного тока.
28. Изучение процесса прохождения тока в биполярном транзисторе.
29. Изучение цепи переменного тока.
30. Изучение резонанса в цепи переменного тока.
31. Измерение коэффициента мощности цепи переменного тока.
32. Изучение однофазного трансформатора.
33. Измерение емкости конденсатора и индуктивности катушки.
34. Ознакомление с процессами модуляции и демодуляции (детектирования) электромагнитных колебаний.
35. Изучение закона преломления света.
36. Измерение показателя преломления стекла при помощи микроскопа.
37. Измерение фокусного расстояния рассеивающей линзы.
38. Сборка оптических систем.
39. Исследование интерференции света.
40. Исследование дифракции света.
41. Определение длины световой волны при помощи дифракционной решетки.
42. Изучение явлений фотоэффекта. Измерение работы выхода электрона.

**Тематическое планирование**  
**10 класс,**  
**на углубленном уровне 170 часов (5 часов в неделю)**

№ урока	Тема урока	Количество часов
1.	Зарождение и развитие научного взгляда на мир. Необходимость познания природы. Наука для всех.	1
2.	Зарождение и развитие современного научного метода исследования. Основные особенности физического метода исследования.	1
3.	Физика — экспериментальная наука. Приближенный характер физических теорий. Особенности изучения физики.	1

4.	Познаваемость мира. Классическая механика Ньютона и границы ее применимости	1
5.	Движение точки и тела. Прямолинейное движение точки. Координаты. Система отсчета.	1
6.	Средняя скорость при неравномерном движении. Мгновенная скорость. Описание движения на плоскости. Радиус-вектор.	1
7.	Ускорение. Скорость при движении с постоянным ускорением.	1
8.	Зависимость координат и радиуса-вектора от времени при движении с постоянным ускорением.	1
9.	Решение задач на тему «Равномерное и равноускоренное движение»	1
10.	Свободное падение.	1
11.	Л.р. № 1 «Измерение ускорения свободного падения с помощью математического маятника» с использованием оборудования образовательного центра «Точка роста»	1
12.	Решение задач на тему «Свободное падение»	1
13.	Движение тела, брошенного под углом к горизонту.	1
14.	Л.р. № 2 «Исследование модели движения тела, брошенного под углом к горизонту» с использованием оборудования образовательного центра «Точка роста»	1
15.	Решение задач на тему «Движение тела, брошенного под углом к горизонту»	1
16.	Равномерное движение точки по окружности. Центростремительное ускорение. Угловая скорость.	1
17.	Решение задач на тему «Движение по окружности»	1
18.	Относительность движения. Преобразования Галилея.	1
19.	Решение задач по теме «Относительность движения»	1
20.	Решение задач по теме «Кинематика точки»	1
21.	К.р. №1 по теме «Кинематика точки»	1
22.	Основное утверждение механики и основные задачи в механике. Материальная точка.	1
23.	Инерциальные системы отсчета. Первый закон Ньютона.	1
24.	Решение задач по теме «Первый закон Ньютона»	1
25.	Сила. Второй закон Ньютона.	1
26.	Л.р. №3 «Изучение второго закона Ньютона» с использованием оборудования образовательного центра «Точка роста»	1
27.	Решение задач на тему "Второй закон Ньютона»	1
28.	Масса. Третий закон Ньютона.	1
29.	Состояние системы тел в механике.	1
30.	Решение задач на тему «Законы Ньютона»	1
31.	Решение задач на тему «Законы Ньютона»	1
32.	К.р. №2 по теме «Динамика. Законы Ньютона»	1
33.	Сила всемирного тяготения. Закон всемирного тяготения.	1



34.	Решение задач на тему «Закон всемирного тяготения»	1
35.	Равенство инертной и гравитационной масс. Первая космическая скорость.	1
36.	Деформация и сила упругости. Закон Гука.	1
37.	Решение задач на тему «Закон Гука»	1
38.	Вес тела. Невесомость и перегрузки.	1
39.	Решение задач на тему «Вес тела»	1
40.	Сила трения. Природа и виды сил трения.	1
41.	Решение задач по теме «Силы в механике»	1
42.	Решение задач по теме «Силы в механике»	1
43.	Решение задач. Подготовка к к.р. №3	1
44.	К.р. №3 по теме «Движение тел под действием нескольких сил»	1
45.	Неинерциальные системы отсчета, движущиеся прямолинейно с постоянным ускорением.	1
46.	Вращающиеся системы отсчета. Центробежная сила.	1
47.	Решение задач на тему «Силы инерции»	1
48.	К. р. №4 по теме «Неинерциальные системы отсчета»	1
49.	Импульс. Закон сохранения импульса.	1
50.	Л.р.№4 «Изучение закона сохранения импульса при соударении стальных шаров» с использованием оборудования образовательного центра «Точка роста»	1
51.	Решение задач на тему «Закон сохранения импульса»	1
52.	Работа силы. Мощность. Л.р.№5 «Измерение КПД электродвигателя при поднятии груза»	1
53.	Реактивная сила. Уравнение Мещерского. Реактивный двигатель. Успехи в освоении космического пространства.	1
54.	Кинетическая энергия. Потенциальная энергия. Закон сохранения энергии в механике.	1
55.	Л.р. №6 «Изучение закона сохранения механической энергии» с использованием оборудования образовательного центра «Точка роста»	1
56.	Решение задач на тему «Закон сохранения энергии»	1
57.	Столкновение упругих шаров. Уменьшение механической энергии под действием сил трения.	1
58.	Решение задач на тему «Законы сохранения»	1
59.	Решение задач на тему «Законы сохранения»	1
60.	К.р. №5 «Законы сохранения в механике»	1
61.	Абсолютно твердое тело и виды его движения.	1
62.	Центр масс твердого тела. Теорема о движении центра масс.	1
63.	Основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела	1
64.	Закон сохранения момента импульса	1

65.	Условия равновесия твердого тела. Момент силы.	1
66.	Центр тяжести. Виды равновесия	1
67.	Решение задач по теме «Статика»	1
68.	К.р. №6 по теме «Статика»	1
69.	Виды деформаций твердых тел. Механические свойства твердых тел. Пластичность и хрупкость.	1
70.	Давление в жидкостях и газах. Закон Паскаля. Закон Архимеда.	1
71.	Гидродинамика. Ламинарное и турбулентное течения. Уравнение Бернулли. Подъемная сила крыла самолета.	1
72.	К.р. №7 по теме «Закон Паскаля. Закон Архимеда».	1
73.	<b>Решение заданий ЕГЭ по теме «Механика». Кинематика</b>	1
74.	<b>Решение заданий ЕГЭ по теме «Механика». Динамика</b>	1
75.	<b>Решение заданий ЕГЭ по теме «Механика». Статика</b>	1
76.	Физика и механика. Тепловые явления. Краткий очерк развития представлений о природе тепловых явлений.	1
77.	Термодинамика и молекулярно-кинетическая теория	1
78.	Основные положения молекулярно-кинетической теории	1
79.	Масса молекул. Моль. Постоянная Авогадро	1
80.	Броуновское движение. Силы взаимодействия молекул	1
81.	Строение газообразных, жидких и твердых тел	1
82.	К.р.№8 по теме «Основы МКТ»	1
83.	Состояние макроскопических тел в термодинамике. Температура. Тепловое равновесие. Равновесные (обратимые) и неравновесные (необратимые) процессы.	1
84.	Газовые законы	1
85.	Газовые законы	1
86.	Решение задач на тему «Газовые законы»	1
87.	Л.р. № 7 «Опытная проверка закона Гей—Люссака» с использованием оборудования образовательного центра «Точка роста»	1
88.	Идеальный газ. Абсолютная температура. Уравнение состояния идеального газа.	1
89.	Решение задач на тему «Уравнение состояния идеального газа»	1
90.	Газовый термометр. Применение газов.	1
91.	Системы с большим числом частиц и законы механики. Идеальный газ МКТ. Основное уравнение МКТ.	1
92.	Температура — мера средней кинетической энергии. Распределение Максвелла.	1
93.	Измерение скоростей молекул газа. Внутренняя энергия идеального газа.	1

94.	Л.р. №8 «Определение процентного содержания влаги в мокром снеге» с использованием оборудования образовательного центра «Точка роста»	1
95.	Л.р. №9 «Изучение распределения молекул идеального газа по скоростям (компьютерное моделирование)»	1
96.	Решение задач по теме «МКТ идеального газа»	1
97.	К.р. №9 по теме «Газовые законы. МКТ идеального газа»	1
98.	Работа в термодинамике. Количество теплоты. Внутренняя энергия. Первый закон термодинамики.	1
99.	Теплоемкости газов при постоянном объеме и постоянном давлении. Адиабатный процесс.	1
100.	Необратимость процессов в природе. Второй закон термодинамики.	1
101.	Тепловые двигатели. Максимальный КПД тепловых двигателей.	1
102.	Л.р. №10 «Изучение идеальной тепловой машины Карно (компьютерное моделирование)»	1
103.	Решений задач по теме «Первый и второй закон термодинамики»	1
104.	К.р. №10 по теме «Основы термодинамики»	1
105.	Равновесие между жидкостью и газом. Насыщенные пары.	1
106.	Изотермы реального газа. Критическая температура. Критическое состояние.	1
107.	Кипение. Сжижение газов. Влажность воздуха	1
108.	Молекулярная картина поверхностного слоя. Поверхностная энергия. Сила поверхностного натяжения. Смачивание. Капиллярные явления	1
109.	Л.р. №11 «Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости»	1
110.	Кристаллические тела. Кристаллическая решетка. Аморфные тела. Жидкие кристаллы. Дефекты в кристаллах.	1
111.	Объяснение механических свойств твердых тел на основе МКТ. Плавление и отвердевание. Тройная точка	1
112.	Л.р. №12 «Изучение теплового взаимодействия (компьютерное моделирование)»	1
113.	Тепловое линейное и объемное расширение. Учет и использование теплового расширения тел в технике	1
114.	Л.р. №13 «Измерение модуля упругости (модуля Юнга) резины» с использованием оборудования образовательного центра «Точка роста»	1
115.	Л.р. №14 «Измерение температурного коэффициента линейного расширения твердых тел» с использованием оборудования образовательного центра «Точка роста»	1
116.	<b>Решение заданий ЕГЭ по теме «Молекулярная физика»</b>	1
117.	<b>Решение заданий ЕГЭ по теме «Термодинамика»</b>	1
118.	Роль электромагнитных сил в природе и технике. Электрический заряд и элементарные частицы	1
119.	Электризация тел. Закон Кулона. Взаимодействие неподвижных электрических зарядов	1

120.	Решение задач по теме «Закон Кулона»	1
121.	Оценка предела прочности и модуля Юнга ионных кристаллов. Близкодействие и действие на расстоянии.	1
122.	Электрическое поле. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции полей. Линии напряженности электрического поля.	1
123.	Решение задач по теме «Электрическое поле»	1
124.	Теорема Гаусса. Поле заряженной плоскости, сферы и шара. Проводники и диэлектрики в электростатическом поле. Поляризация диэлектриков	1
125.	Потенциальность электростатического поля. Потенциальная энергия заряда в однородном электрическом поле. Энергия взаимодействия точечных зарядов.	1
126.	Решение задач по теме «Энергия зарядов»	1
127.	Потенциал электростатического поля и разность потенциалов. Связь между напряженностью электростатического поля и разностью потенциалов.	1
128.	Экспериментальное определение элементарного электрического заряда. Электрическая емкость. Конденсаторы. Емкость плоского конденсатора.	1
129.	Л.р. №15 «Измерение емкости конденсатора баллистическим методом» с использованием оборудования образовательного центра «Точка роста»	1
130.	Различные типы конденсаторов. Соединения конденсаторов.	1
131.	Энергия заряженных конденсаторов и проводников. Применения конденсаторов.	1
132.	Решение задач по теме «Напряженность и разность потенциалов»	1
133.	Решение задач по теме «Электрическая емкость»	1
134.	Решение задач по теме «Соединения конденсаторов»	1
135.	Решение задач по теме «Энергия конденсаторов»	1
136.	Решение задач по теме «Электростатика»	1
137.	К.р. №11 по теме «Электростатика»	1
138.	Электрический ток. Плотность тока. Сила тока. Электрическое поле проводника с током.	1
139.	Закон Ома для участка цепи. Решение задач	1
140.	Сопротивление проводника. Зависимость электрического сопротивления от температуры. Сверхпроводимость.	1
141.	Работа и мощность тока. Закон Джоуля—Ленца.	1
142.	Решение задач по теме «Закон Джоуля-Ленца»	1
143.	Электрические цепи. Последовательное и параллельное соединения проводников. Измерение силы тока, напряжения и сопротивления.	1
144.	Л.р. №16 «Сборка и градуировка омметра».Л.р. № 17 «Расширение предела измерения вольтметра/амперметра» с использованием оборудования образовательного центра «Точка роста»	1

145.	Электродвижущая сила. Гальванические элементы. Аккумуляторы.	1
146.	Закон Ома для полной цепи.	1
147.	Решение задач по теме «Закон Ома для полной цепи»	1
148.	Закон Ома для участка цепи, содержащего ЭДС.	1
149.	Л.р. №18 «Измерение удельного сопротивления проводника» с использованием оборудования образовательного центра «Точка роста»	1
150.	Л.р. №19 «Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока» с использованием оборудования образовательного центра «Точка роста»	1
151.	Л.р. №20 «Изучение цепи постоянного тока, содержащей ЭДС» с использованием оборудования образовательного центра «Точка роста»	1
152.	Работа и мощность тока на участке цепи, содержащем ЭДС.	1
153.	Решение задач на расчет сложных электрических цепей.	1
154.	Решение задач по теме «Постоянный ток»	1
155.	Решение задач по теме «Постоянный ток»	1
156.	К.р. №12 по теме «Постоянный электрический ток»	1
157.	<i>Решений заданий ЕГЭ по теме «Электродинамика». Работа электрического поля</i>	1
158.	<i>Решений заданий ЕГЭ по теме «Электродинамика». Расчет электрических цепей</i>	1
159.	<i>Решений заданий ЕГЭ по теме «Электродинамика». Конденсаторы</i>	1
160.	Итоговая контрольная работа за курс 10 класса	1
161-170	<b>Резерв</b>	10

**Тематическое планирование  
11 класс,  
на углубленном уровне 170 часов (5 часов в неделю)**

№ урока	Тема урока	Количество часов
<i>Глава 1. Магнитное поле ток (10 ч.)</i>		
1.	Инструктаж по технике безопасности. Магнитные взаимодействия. Индукция магнитного поля. Вектор магнитной индукции. Поток магнитной индукции.	1
2.	Линии магнитной индукции. Закон Био – Савара – Лапласа.	1
3.	Лабораторная работа №1: "Наблюдение действия магнитного поля на ток" с использованием оборудования образовательного центра «Точка роста»	1
4.	Сила Ампера. Электроизмерительные приборы.	1

5.	Практикум решения задач по теме «Сила Ампера».	1
6.	Действие магнитного поля на движущиеся заряды. Сила Лоренца. Циклический ускоритель.	1
7.	Практикум решения задач по теме «Сила Лоренца».	1
8.	Практикум решения задач «Магнитное поле тока»	1
9.	Контрольная работа №1 «Электрический ток в различных средах. Магнитное поле тока»	1
10.	Контрольная работа №1 «Электрический ток в различных средах. Магнитное поле тока»	1
<b>Глава 2. Электромагнитная индукция. Магнитные свойства вещества. 12 часов.</b>		
11.	Открытие электромагнитной индукции. Правило Ленца.	1
12.	Закон электромагнитной индукции Фарадея. Вихревое электрическое поле.	1
13.	Срезовая контрольная работа №2 (на входе)	1
14.	Лабораторная работа № 2 "Изучение электромагнитной индукции" с использованием оборудования образовательного центра «Точка роста»	1
15.	ЭДС индукции в движущихся проводниках.	1
16.	Самоиндукция. Индуктивность. Энергия магнитного поля.	1
17.	Практикум решения задач по теме «Электромагнитная индукция»	1
18.	Магнитная проницаемость. Три класса магнитных веществ. Объяснение диа- и парамагнетизма.	1
19.	Основные свойства ферромагнетиков. Применение ферромагнетиков.	1
20.	Практикум решения задач по теме «Электромагнитная индукция»	1
21.	Зачет по теме «Электродинамика»	1
22.	Контрольная работа №3 «Электромагнитная индукция»	1
<b>Лабораторный практикум 8 часов.</b>		
23.	Изучение температурной зависимости сопротивления металлов и полупроводников.	1
24.	Изучение процесса прохождения электрического тока в растворах электролитов.	1
25.	Изучение полупроводникового диода.	1
26.	Изучение полупроводникового диода.	1
27.	Изучение процессов выпрямления переменного тока.	1
28.	Изучение процессов выпрямления переменного тока.	1
29.	Изучение процесса прохождения тока в биполярном транзисторе.	1
30.	Изучение процесса прохождения тока в биполярном транзисторе.	1
<b>Вращение твердого тела. Механические колебания. 8 часов</b>		
31.	Законы вращения твердого тела.	1
32.	Свободные и вынужденные колебания. Уравнение движения груза на пружине.	1
33.	Уравнение движения математического маятника. Решение задач «Маятники».	1
34.	Лабораторная работа № 3 "Измерение ускорения свободного падения с помощью маятника" с	1

	использованием оборудования образовательного центра «Точка роста»	
35.	Гармонические колебания. Период, частота, амплитуда и фаза гармонических колебаний. Уравнение гармонических колебаний.	1
36.	Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Сложение гармонических колебаний. Резонанс.	1
37.	Практикум решения задач «Механические колебания»	1
38.	Контрольная работа №4 «Механические колебания»	1
<b><i>Электрические колебания. Производство, передача. Распределение и использование электрической энергии.</i></b>		<b>14 часов</b>
39.	Колебательный контур. Процессы в колебательном контуре. Формула Томсона. Свободные электромагнитные колебания.	1
40.	Вынужденные электрические колебания. Переменный электрический ток.	1
41.	Действующие значения силы тока и напряжения. Резистор в цепи переменного тока.	1
42.	Конденсатор и катушка индуктивности в цепи переменного тока.	1
43.	Закон Ома для цепи переменного тока.	1
44.	Мощность в цепи переменного тока.	1
45.	Резонанс в электрической цепи. Генератор на транзисторе. Автоколебания.	1
46.	Практикум решения задач «Электрические колебания».	1
47.	Генератор переменного тока. Трансформатор. Выпрямление переменного тока.	1
48.	Трехфазный ток. Соединение обмоток генератора и потребителей трехфазного тока.	1
49.	Асинхронный электродвигатель.	1
50.	Использование электрической энергии.	1
51.	Передача и распределение электрической энергии.	1
52.	Практикум решения задач «Трансформатор».	1
53.	Контрольная работа №5 «Электрические колебания».	1
<b><i>Механические волны. Звук. 6 часов</i></b>		
54.	Волновые явления. Поперечные и продольные волны. Длина волны. Скорость распространения волн.	1
55.	Уравнение бегущей волны. Стоячие волны как свободные колебания тел. Уравнение гармонической волны.	1
56.	Волны в среде. Звуковые волны. Скорость звука. Музыкальные звуки и шумы. Громкость, высота и тембр звука.	1
57.	Излучение звука. Ультразвук и инфразвук. Интерференция волн. Принцип Гюйгенса.	1
58.	Закон отражения волн. Преломление волн. Дифракция волн.	1
59.	Практикум решения задач «Механические волны».	1
<b><i>Электромагнитные волны. 7 часов</i></b>		
60.	Связь между переменным электрическим и переменным магнитным полями. Электромагнитное поле.	1

61.	Электромагнитная волна. Излучение электромагнитных волн. Скорость электромагнитных волн. Энергия электромагнитной волны. Свойства электромагнитных волн.	1
62.	Изобретение радио А.С.Поповым. Принципы радиосвязи. Амплитудная модуляция. Детектирование.	1
63.	Радиоприемник. Распространение радиоволн. Радиолокация. Телевидение.	1
64.	Практикум решения задач «Электромагнитные волны»	1
65.	Зачет по теме «Колебания и волны»	1
66.	Контрольная работа №6 «Механические и электромагнитные волны»	1
<b>Лабораторный практикум по теме «Электромагнитные колебания и волны» 12 часов</b>		
67.	Изучение цепи переменного тока.	1
68.	Изучение резонанса в цепи переменного тока.	1
69.	Измерение коэффициента мощности цепи переменного тока.	1
70.	Изучение однофазного трансформатора	1
71.	Изучение однофазного трансформатора	1
72.	Измерение емкости конденсатора и индуктивности катушки.	1
73.	Измерение емкости конденсатора и индуктивности катушки.	1
74.	Изучение автоколебаний.	1
75.	Ознакомление с процессами модуляции и демодуляции (детектирования) электромагнитных колебаний.	1
76.	Ознакомление с процессами модуляции и демодуляции (детектирования) электромагнитных колебаний.	1
77.	Изучение поперечных волн в струне с закрепленными концами.	1
78.	Изучение свойств звуковых волн.	1
<b>Геометрическая оптика. 10 часов</b>		
79.	Развитие взглядов на природу света. Световые лучи. Фотометрия. Сила света. Освещенность.	1
80.	Яркость. Фотометры. Решение задач на тему «Фотометрия».	1
81.	Принцип Ферма. Закон отражения света. Сферическое зеркало.	1
82.	Закон преломления света. Полное внутреннее отражение. Преломление света на сферической поверхности.	1
83.	Лабораторная работа № 4 "Измерение показателя преломления стекла" с использованием оборудования образовательного центра «Точка роста»	1
84.	Линза. Фокусное расстояние и оптическая сила линзы. Формула тонкой линзы.	1
85.	Построение изображения, даваемого линзой. Недостатки линз. Фотоаппарат. Глаз. Очки. Лупа. Микроскоп. Телескоп.	1
86.	Лабораторная работа №5 "Определение оптической силы и фокусного расстояния собирающей линзы"	1



87.	Практикум решения задач по теме «Геометрическая оптика».	1
88.	Контрольная работа №7 «Геометрическая оптика».	1
<b><i>Световые волны. Излучение и спектры. 10 часов</i></b>		
89.	Скорость света. Дисперсия света. Интерференция света. Когерентность.	1
90.	Длина световой волны. Кольца Ньютона. Дифракция света. Дифракция Френеля на простых объектах.	1
91.	Дифракция Фраунгофера. Дифракционная решетка. Разрешающая способность микроскопа и телескопа.	1
92.	Лабораторная работа № 6 "Измерение длины световой волны".	1
93.	Лабораторная работа №7 «Наблюдение интерференции и дифракции света».	1
94.	Поперечность световых волн. Поляризация света. Поперечность световых волн и электромагнитная теория света.	1
95.	Источники света. Спектры и спектральные аппараты. Виды спектров. Спектральный анализ. Инфракрасное и ультрафиолетовое излучения.	1
96.	Рентгеновские лучи. Шкала электромагнитных излучений. Лабораторная работа №8 «Наблюдение сплошного и линейчатого спектров».	1
97.	Зачет по теме «Оптика».	1
98.	Контрольная работа №8 «Световые волны. Излучения и спектры».	1
<b><i>Основы теории относительности. 4 часа.</i></b>		
99.	Законы электродинамики и принцип относительности. Опыт Майкельсона. Постулаты теории относительности Эйнштейна.	1
100.	Пространство и время в СТО. Относительность одновременности. Преобразования Лоренца. Относительность расстояния и промежутков времени.	1
101.	Релятивистский закон сложения скоростей. Релятивистская динамика. Синхрофазотрон. Связь массы с энергией, импульсом. Дефект массы и энергия связи.	1
102.	Полная энергия, энергия покоя. Релятивистский импульс. Самостоятельная работа «Основы теории относительности».	1
<b><i>Световые кванты. Действия света. 9 часов</i></b>		
103.	Зарождение квантовой теории. Гипотеза М.Планка о квантах. Постоянная Планка. Фотоэффект. Теория фотоэффекта.	1
104.	Опыты А.Г. Столетова. Уравнение А.Эйнштейна для фотоэффекта. Фотоны. Применение фотоэффекта.	1
105.	Практикум решения задач по теме «Фотоэффект. Фотоны».	1
106.	Давление света. Химическое действие света. Фотография. Опыты П.Н.Лебедева и С.И.Вавилова.	1
107.	Запись и воспроизведение звука в кино. Решение задач по теме «Давление света».	1
108.	Практикум решения задач «Световые кванты. Действия света»	1

109.	Практикум решения задач «Световые кванты. Действия света»	1
110.	Контрольная работа №9 «Световые кванты. Действия света».	1
111.	Контрольная работа №9 «Световые кванты. Действия света».	1
<i><b>Атомная физика. Квантовая теория. 8 часов</b></i>		
112.	Спектральные закономерности. Планетарная модель атома. Опыты Резерфорда.	1
113.	Постулаты Бора. Модель атома водорода по Бору. Линейчатые спектры. Экспериментальное доказательство существования стационарных состояний.	1
114.	Трудности теории Бора. Корпускулярно-волновой дуализм. Формула де Бройля. Дифракция электронов.	1
115.	Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Статистический характер квантовой механики.	1
116.	Многочастичные атомы. Принцип Паули. Решение задач по теме «Атомная физика».	1
117.	Спонтанное и вынужденное излучение света. Квантовые источники света – лазеры. Понятие о нелинейной оптике.	1
118.	Практикум решения задач по теме «Атомная физика»	1
119.	Контрольная работа №10 «Атомная физика. Квантовая теория».	1
<i><b>Физика атомного ядра. Элементарные частицы. 19 часов</b></i>		
120.	Методы наблюдения и регистрации элементарных частиц.	1
121.	Естественная радиоактивность. Альфа-, бета- и гамма-излучения. Радиоактивные превращения.	1
122.	Лабораторные работы №9 "Изучение треков заряженных частиц по готовым фотографиям".	1
123.	Практикум решения задач по теме «Радиоактивные превращения».	1
124.	Закон радиоактивного распада. Период полураспада.	1
125.	Изотопы. Искусственное превращение атомных ядер. Открытие нейтрона.	1
126.	Строение атомного ядра. Нуклонная модель ядра. Ядерные силы. Пи-мезоны. Энергия связи атомных ядер.	1
127.	Практикум решения задач по теме «Энергия связи атомных ядер».	1
128.	Ядерные реакции. Ядерные спектры.	1
129.	Деление ядер урана. Цепные ядерные реакции. Ядерный реактор.	1
130.	Термоядерные реакции.	1
131.	Получение радиоактивных изотопов и их применение.	1
132.	Биологическое действие радиоактивных излучений. Дозиметрия.	1
133.	Практикум решения задач по теме «Физика атомного ядра». Ядерная энергетика.	1
134.	Статистический характер процессов в микромире. Три этапа в развитии физики элементарных частиц. Открытие позитрона. Античастицы. Открытие нейтрино.	1
135.	Промежуточные бозоны – переносчики слабых взаимодействий. Кварки. Взаимодействие кварков. Глюоны. Законы сохранения в микромире.	1

136.	Зачет по теме «Квантовая физика». Фундаментальные взаимодействия.	1
137.	Контрольная работа №11 «Физика атомного ядра. Элементарные частицы».	1
138.	Контрольная работа №11 «Физика атомного ядра. Элементарные частицы».	1
<b><i>Лабораторный практикум по оптике и квантовой физике. 8 часов</i></b>		
139.	Изучение закона преломления света.	1
140.	Измерение показателя преломления стекла при помощи микроскопа.	1
141.	Измерение фокусного расстояния рассеивающей линзы.	1
142.	Сборка оптических систем.	1
143.	Исследование интерференции света.	1
144.	Исследование дифракции света.	1
145.	Определение длины световой волны при помощи дифракционной решетки.	1
146.	Изучение явлений фотоэффекта. Измерение работы выхода электрона.	1
<b><i>Строение Вселенной. 7 часов</i></b>		
147.	Солнечная система как комплекс тел, имеющих общее происхождение.	1
148.	Общие характеристики планет.	1
149.	Планеты земной группы.	1
150.	Далекие планеты.	1
151.	Солнце и звезды. Галактики. «Красное смещение» в спектрах галактик.	1
152.	Строение и эволюция Вселенной. Масштабы Вселенной. Применимость законов физики для объяснения природы космических объектов.	1
153.	Зачет по теме «Строение Вселенной».	1
<b><i>Значение физики для объяснения мира и развития производительных сил общества. 2 часа</i></b>		
154.	Единая физическая картина мира.	1
155.	Физика и научно-техническая революция.	1
<b><i>Итоговое повторение. 15 часов</i></b>		
156.	Повторение. Силы в природе. Сила всемирного тяготения. Закон всемирного тяготения.	1
157.	Повторение. Деформация и силы упругости. Закон Гука. Силы трения между соприкасающимися поверхностями твердых тел	1
158.	Повторение. Решение задач.	1
159.	Повторение. Импульс материальной точки. Закон сохранения импульса. Работа силы. Мощность.	1
160.	Повторение. Энергия. Кинетическая энергия и её изменение. Потенциальная энергия. Закон сохранения энергии в механике.	1
161.	Повторение. Основные положения молекулярно-кинетической теории.	1
162.	Повторение. Масса молекул. Количество вещества.	1

163.	Повторение. Модель идеального газа. Связь между давлением идеального газа и средней кинетической энергией теплового движения его молекул.	1
164.	Повторение. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газа.	1
165.	Повторение. Уравнение состояния идеального газа. Изопрцессы в газах.	1
166.	Повторение. Внутренняя энергия. Работа в термодинамике. Количество теплоты.	1
167.	Повторение. Первый закон термодинамики	1
168.	Итоговая контрольная работа №12.	1
169.	Резерв времени: решение задач по теме: «Оптика»	1
170.	Резерв времени: решение задач по теме: «Световые кванты».	1