

ПРИМЕРНАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Физика. 10–11 класс (базовый и углублённый уровни)¹⁾

Пояснительная записка

Программа учебного предмета «Физика» предназначена для учителей, работающих в 10–11-х классах общеобразовательных организаций.

Программа составлена на основе следующих документов.

1. Приказ Минобрнауки России от 6 октября 2009 г. № 413 «Об утверждении и введении в действие федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования».

2. Приказ Минобрнауки России от 29 декабря 2014 года № 1645 «О внесении изменений в приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 мая 2012 г. № 413 “Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования”».

3. Примерная основная образовательная программа среднего общего образования. Одобрена решением федерального учебно-методического объединения по общему образованию (протокол от 28 июня 2016 г. № 2/16-з).

Программа определяет содержание и структуру учебного материала, последовательность его изучения, пути формирования системы знаний, умений и способов деятельности, развития, воспитания и социализации учащихся.

В программе представлено планирование на 70/175 часов в год.

Цель изучения физики как учебного предмета:

- продолжить формирование у обучающихся представлений о научной картине мира — важного ресурса научно-технического прогресса, ознакомление обучающихся с физическими и астрономическими явлениями, основными принципами работы механизмов, высокотехнологичных устройств и приборов, развитие компетенций в

¹⁾ Примерная рабочая программа написана совместно с Н. Н. Лукиенко.

решении инженерно-технических и научно-исследовательских задач;

- достижение выпускниками планируемых результатов: знаний, умений, навыков, компетенций и компетентностей, определяемых личностными, семейными, общественными, государственными потребностями и возможностями обучающегося в 10—11-х классах, индивидуальной образовательной траектории его развития и состояния здоровья.

Задачи обучения физике:

- развитие у обучающихся представлений о строении, свойствах, законах существования и движения материи, освоение обучающимися общих законов и закономерностей природных явлений, создание условий для формирования интеллектуальных, творческих, гражданских, коммуникационных, информационных компетенций;
- овладение научными методами решения различных теоретических и практических задач, умениями формулировать гипотезы, конструировать, проводить эксперименты, оценивать и анализировать полученные результаты, сопоставлять их с объективными реалиями жизни;
- формирование у обучающихся умений безопасно использовать лабораторное оборудование, проводить естественнонаучные исследования и эксперименты, анализировать полученные результаты, представлять и научно аргументировать полученные выводы;
- формирование у обучающихся научного мировоззрения, освоение общенаучных методов (наблюдение, измерение, эксперимент, моделирование), освоение практического применения научных знаний физики в жизни, формирование межпредметных связей с такими предметами, как математика, информатика, химия, биология, география, экология, литература и др.

Характеристика учебного предмета и его место в учебном плане

Характеристика учебного предмета

Изучение физики в 10—11-м классах на базовом и углублённом уровнях знакомит учащихся с основами физики и её

применением, влияющим на развитие цивилизации. Понимание основных законов природы и влияния науки на развитие общества — важнейший элемент общей культуры. Изучение физики необходимо для формирования миропонимания, развития научного способа мышления.

Эффективное изучение учебного предмета предполагает преемственность, когда постоянно привлекаются полученные ранее знания, устанавливаются новые связи в изучаемом материале. Это особенно важно учитывать при изучении физики в старших классах, поскольку многие из изучаемых вопросов уже знакомы учащимся по курсу физики основной школы. Следует учитывать, однако, что среди старшеклассников, выбравших изучение физики на базовом уровне, есть и такие, у кого были трудности при изучении физики в основной школе. Поэтому в данной программе предусмотрено повторение и углубление основных идей и понятий, изучавшихся в курсе физики основной школы.

Главное отличие при изучении предмета «Физика» в старших классах от изучаемого в основной школе материала состоит в том, что в 7—9-м классах изучаются физические явления, а в 10—11-м классах — основы физических теорий и их применение.

Для решения задач формирования основ научного мировоззрения, развития интеллектуальных способностей и познавательных интересов школьников в процессе изучения физики основное внимание следует уделять знакомству с методами научного познания окружающего мира, постановке проблем, требующих от учащихся самостоятельной деятельности по их разрешению.

Методологической основой Программы и УМК для 10—11-го классов является системно-деятельностный подход. Авторский коллектив УМК рекомендует использовать метод ключевых ситуаций, который позволяет организовать учебно-исследовательскую деятельность учащихся, реализовать системно-деятельностный подход при изучении физики как учебного предмета.

Место учебного предмета в учебном плане

В средней школе физика изучается в 10-м и 11-м классах. Учебный план включает 140 учебных часов на базовом уровне, из расчёта 2 учебных часа в неделю и 350 часов на углублённом уровне, из расчёта 5 учебных часов в неделю.

Планируемые личностные и метапредметные результаты освоения учебного предмета «Физика»

Планируемые личностные результаты

Личностные результаты в сфере отношений обучающихся к себе, к своему здоровью, к познанию себя:

- ориентация обучающихся на реализацию позитивных жизненных перспектив, инициативность, креативность, готовность и способность к личностному самоопределению, способность ставить цели и строить жизненные планы;
- готовность и способность обучающихся к отстаиванию собственного мнения, выработке собственной позиции по отношению к общественно-политическим событиям прошлого и настоящего на основе осознания и осмысления истории, духовных ценностей и достижений нашей страны, в том числе в сфере науки и техники;
- готовность и способность обучающихся к саморазвитию и самовоспитанию в соответствии с общечеловеческими ценностями и идеалами гражданского общества;
- принятие и реализация ценностей здорового и безопасного образа жизни.

Личностные результаты 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;
- уважение к своему народу, чувство ответственности перед Родиной, гордости за свой край, свою Родину, прошлое и настоящее многонационального народа России.

Личностные результаты в сфере отношений обучающихся к закону, государству и к гражданскому обществу:

- 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;

- готовность обучающихся к конструктивному участию в принятии решений, затрагивающих права и интересы, в том числе в различных формах общественной самоорганизации, самоуправления, общественно значимой деятельности.

Личностные результаты 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 нём взаимопонимания, находить общие цели и сотрудничать для их достижения;
- принятие гуманистических ценностей, осознанное, уважительное и доброжелательное отношение к другому человеку, его мнению, мировоззрению;
- способность к сопереживанию и формирование позитивного отношения к людям, в том числе к лицам с ограниченными возможностями здоровья; бережное, ответственное и компетентное отношение к физическому и психологическому здоровью других людей;
- компетенции сотрудничества со сверстниками, детьми младшего возраста, взрослыми в образовательной, общественно-полезной, учебно-исследовательской, проектной и других видах деятельности.

Личностные результаты в сфере отношений обучающихся к окружающему миру, к живой природе:

- мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки, понимание значимости 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, бережные отношения к родной земле, природным богатствам России и мира, понимание влияния социально-экономических процессов на состояние природной и социальной среды, ответственность за состояние природных ресурсов, формирование умений и

навыков разумного природопользования, нетерпимого отношения к действиям, приносящим вред экологии; приобретение опыта эколого-направленной деятельности.

Личностные результаты в сфере отношений обучающихся к труду, в сфере социально-экономических отношений:

- осознанный выбор будущей профессии;
- готовность обучающихся к трудовой профессиональной деятельности как к возможности участия в решении личных, общественных, государственных, общенациональных проблем;
- потребность трудиться, уважение к труду и людям труда, трудовым достижениям, добросовестное, ответственное и творческое отношение к разным видам трудовой деятельности.

Личностные результаты в сфере отношений физического, психологического, социального и академического благополучия обучающихся:

- физическое, эмоционально-психологическое, социальное благополучие обучающихся в жизни образовательной организации, ощущение детьми безопасности и психологического комфорта, информационной безопасности.

Планируемые метапредметные результаты

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 и выбирать оптимальный путь достижения цели с учётом 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 деятельности, в собственной жизни и жизни окружающих людей.

Познавательные универсальные учебные действия

Выпускник научится:

- с разных позиций критически оценивать и интерпретировать информацию, распознавать и фиксировать противоречия в различных информационных источниках, использовать различные модельно-схематические средства для их представления;
- осуществлять развёрнутый информационный поиск и ставить на его основе новые (учебные и познавательные) задачи, искать и находить обобщённые способы их решения;
- приводить критические аргументы в отношении суждений, анализировать и преобразовывать проблемно-противоречивые ситуации;
- выходить за рамки учебного предмета и осуществлять целенаправленный поиск возможности широкого переноса средств и способов действия;
- менять и удерживать разные позиции в познавательной деятельности (ставить проблему и работать над её решением; управлять совместной познавательной деятельностью и подчиняться).

Коммуникативные универсальные учебные действия

Выпускник научится:

- выстраивать деловые взаимоотношения при работе, как в группе сверстников, так и со взрослыми;
- при выполнении групповой работы исполнять разные роли (руководителя и члена проектной команды, генератора идей, критика, исполнителя и т. д.);
- развёрнуто, логично и точно излагать свою точку зрения с использованием различных устных и письменных языковых средств;
- координировать и выполнять работу в условиях реального и виртуального взаимодействия, согласовывать позиции членов команды в процессе работы над общим продуктом/решением;
- публично представлять результаты индивидуальной и групповой деятельности;

- подбирать партнёров для работы над проектом, исходя из соображений результативности взаимодействия, а не личных симпатий;
- точно и ёмко формулировать замечания в адрес других людей в рамках деловой и образовательной коммуникации, избегая личностных оценочных суждений.

Содержание учебного предмета, планируемые предметные результаты освоения учебного предмета «Физика» и тематическое планирование (базовый уровень)

Содержание учебного предмета

Физика и естественнонаучный метод познания природы (1 ч)

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

Механика (43 ч)

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

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

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

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

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

Лабораторные работы:

- измерение жёсткости пружины;
- определение кинетической энергии и импульса тела по тормозному пути;
- нахождение изменения механической энергии с учётом действия силы трения скольжения;
- изучение колебаний пружинного маятника.

Молекулярная физика и термодинамика (15 ч)

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

Агрегатные состояния вещества. Модель строения жидкостей.

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

Лабораторные работы:

- опытная проверка закона Бойля — Мариотта;
- опытная проверка закона Гей-Люссака.

Электродинамика (50 ч)

Электрическое поле. Закон Кулона. Напряжённость и потенциал электростатического поля. Проводники, полупроводники и диэлектрики. Конденсатор.

Постоянный электрический ток. Электродвижущая сила. Закон Ома для полной цепи. Электрический ток в проводниках, электролитах, полупроводниках, газах и вакууме. Сверхпроводимость.

Индукция магнитного поля. Действие магнитного поля на проводник с током и движущуюся заряженную частицу. Сила Ампера и сила Лоренца. Магнитные свойства вещества.

Закон электромагнитной индукции. Электромагнитное поле. Переменный ток. Явление самоиндукции. Индуктивность. Энергия электромагнитного поля.

Электромагнитные колебания. Колебательный контур.

Электромагнитные волны. Диапазоны электромагнитных излучений и их практическое применение.

Геометрическая оптика. Волновые свойства света.

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

Лабораторные работы:

- мощность тока в проводниках при последовательном и параллельном соединении;
- определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока;
- действие магнитного поля на проводник с током;
- исследование явления электромагнитной индукции. Конструирование трансформатора;
- исследование вихревого электрического поля;
- исследование преломления света на границах раздела «воздух — стекло» и «стекло — воздух»;
- наблюдение интерференции и дифракции света;
- определение длины световой волны с помощью дифракционной решётки.

Квантовая физика. Физика атома и атомного ядра (16 ч)

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

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

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

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

Элементарные частицы. Фундаментальные взаимодействия.

Лабораторные работы:

- изучение спектра водорода по фотографии;
- изучение треков заряженных частиц по фотографии.

Строение Вселенной (8 ч)

Современные представления о происхождении и эволюции Солнца и звёзд. Классификация звёзд. Звёзды и источники их энергии.

Галактика. Представление о строении и эволюции Вселенной.

Резерв учебного времени (7 ч)

Планируемые предметные результаты изучения

Выпускник *научится*:

- демонстрировать на примерах роль и место физики в формировании современной научной картины мира, в развитии современной техники и технологий, в практической деятельности людей;
- использовать информацию физического содержания при решении учебных, практических, проектных и исследовательских задач, интегрируя информацию из различных источников и критически её оценивая;
- различать и уметь использовать в учебно-исследовательской деятельности методы научного познания (наблюдение, описание, измерение, эксперимент, выдвижение гипотезы, моделирование и т. д.) и формы научного познания (факты, законы, теории), демонстрируя на примерах их роль и место в процессе научного познания;
- проводить исследование зависимости между физическими величинами: проводить измерения и определять на основе исследования значение параметров, характеризующих данную зависимость между величинами и делать вывод с учётом 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 учётом 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 расчётные задачи с явно заданной физической моделью: на основе анализа условия задачи выделять физическую модель, находить физические величины и законы, необходимые и достаточные для её решения, проводить расчёты и проверять полученный результат;
- учитывать границы применения изученных физических моделей при решении физических и межпредметных задач;
- использовать информацию и применять знания о принципах работы и основных характеристиках изученных машин, приборов и других технических устройств для

решения практических, учебно-исследовательских и проектных задач;

- использовать знания о физических объектах и процессах в повседневной жизни для обеспечения безопасности при обращении с приборами и техническими устройствами, для сохранения здоровья и соблюдения норм экологического поведения в окружающей среде, для принятия решений в повседневной жизни.

Выпускник получит возможность научиться:

- понимать и объяснять целостность физической теории, различать границы её применимости и место в ряду других физических теорий;
- владеть приёмами 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 показывать роль физики в решении этих проблем;
- решать практико-ориентированные качественные и расчётные физические задачи с выбором физической модели, используя несколько физических законов или формул, связывающих известные физические величины, в контексте межпредметных связей;
- объяснять принципы работы и характеристики изученных машин, приборов и технических устройств;
- объяснять условия применения физических моделей при решении физических задач, находить адекватную предложенной задаче физическую модель, разрешать проблему как на основе имеющихся знаний, так и при помощи методов оценки.

Тематическое планирование 10 класс

(2 часа в неделю, всего 70 часов)

Содержание предмета	Тематическое планирование	Основные виды деятельности учащегося ¹⁾
<p>ФИЗИКА И ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫЙ МЕТОД ПОЗНАНИЯ ПРИРОДЫ (1 ч)</p> <p>Физика — фундаментальная наука о природе</p>	<p>Научный метод познания мира. Взаимосвязь между физикой и другими естественными науками. Методы научного исследования физических явлений. Моделирование явлений и процессов природы. Границы применимости физического закона. Физические теории и принципы соответствия. Роль и место физики в формировании современной научной картины мира, в практической деятельности людей</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Объясняет на примерах роль и место физики в формировании современной научной картины мира, в развитии современной техники и технологий, в практической деятельности людей; • демонстрирует на примерах взаимосвязь между физикой и другими естественными науками
МЕХАНИКА (38 ч)		
<p>Кинематика (15 ч)</p> <p>Предмет и задачи классической механики.</p>	<p>Система отсчёта, материальная точка, траектория, путь и перемещение.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Использует для описания характера протекания физических процессов физические величины (пере-

<p>Границы применимости классической механики. Система отсчёта, траектория, путь и перемещение.</p> <p>Прямолинейное равномерное движение. Сложение скоростей.</p> <p>Прямолинейное равноускоренное движение. Сложение скоростей.</p> <p>Прямолинейное равноускоренное движение. Сложение скоростей.</p> <p>Свободное падение.</p> <p>Равномерное движение по окружности</p>	<p>Прямолинейное равномерное движение: скорость, график зависимости координаты тела от времени, средняя скорость, сложение скоростей при движении вдоль одной прямой.</p> <p>Прямолинейное равноускоренное движение: зависимость скорости от времени при прямолинейном равноускоренном движении, график зависимости скорости от времени при прямолинейном равноускоренном движении, перемещение при прямолинейном равноускоренном движении, тормозной путь.</p> <p>Свободное падение тела, движение тела, брошенного вертикально вверх.</p> <p>Равномерное движение по окружности: направление скорости тела при движении по окружности, ускорение тела при равномерном движении по окружности, частота обращения и угловая скорость.</p> <p>Контрольная работа № 1 «Кинематика»</p>	<p>мещение, ускорение, скорость) и демонстрирует взаимосвязь между ними;</p> <ul style="list-style-type: none"> • решает качественные задачи (в том числе и межпредметного характера), используя модели (материальная точка), физические величины (перемещение, ускорение, скорость, угловая скорость, период и частота обращения), выстраивая логически верную цепочку объяснения (доказательства) предложенного в задаче процесса (явления); выдвигает гипотезы, проводит эксперимент, ставит опыты, наблюдает, делает анализ; • решает расчётные задачи с явно заданной физической моделью: на основе анализа условия задачи выделяет физическую модель, применяет физические величины и законы, необходимые и достаточные для её решения, проводит расчёты и проверяет полученные результаты
--	--	--

1) Универсальные учебные действия отражены в Планируемых результатах освоения учебного предмета «Физика».

Содержание предмета	Тематическое планирование	Основные виды деятельности учащегося
<p>Динамика (12 ч)</p> <p>Три закона Ньютона. Силы тяготения. Силы упругости. Силы трения</p>	<p>Три закона Ньютона: закон инерции — первый закон Ньютона, принцип относительности Галилея, второй закон Ньютона, масса тела, единица силы, силы в механике, третий закон Ньютона.</p> <p>Силы тяготения: закон всемирного тяготения, условия применимости формулы закона всемирного тяготения, движение планет вокруг Солнца, сила тяжести и закон всемирного тяготения, первая космическая скорость, как измерили гравитационную постоянную.</p> <p>Силы упругости: силы упругости и деформация тел, закон Гука, меры сил упругости, вес тела, движение с ускорением.</p> <p>Абсолютная и относительная погрешности.</p> <p>Лабораторная работа № 1 «Измерение жёсткости пружины».</p>	<ul style="list-style-type: none"> Использует для описания характера протекания физических процессов физические величины (сила, масса, ускорение, скорость) и демонстрирует взаимосвязь между ними; использует для описания характера протекания физических процессов физические законы с учётом границ их применимости; решает качественные задачи (в том числе и межпредметного характера), используя физические величины (сила, масса, ускорение, скорость), выстраивая логически верную цепочку объяснения (доказательства) предложенного в задаче процесса (явления); решает расчётные задачи с явно заданной физической моделью: на основе анализа условия задачи выделяет физические величины и законы, необходимые и достаточные для её

	<p>Силы трения: сила трения скольжения, сила трения покоя, другие виды сил трения.</p> <p>Тело на наклонной плоскости: тело на гладкой наклонной плоскости, условие покоя тела на шероховатой наклонной плоскости.</p> <p>Контрольная работа № 2 «Динамика»</p>	<p>решения, проводит расчёты и проверяет полученный результат;</p> <ul style="list-style-type: none"> проводит прямые и косвенные измерения физических величин, с учётом необходимой точности измерений, планирует ход измерений, получает значение измеряемой величины и оценивает относительную погрешность по заданным формулам
Законы сохранения в механике (9 ч)		
<p>Импульс. Закон сохранения импульса, условия применения закона сохранения импульса.</p> <p>Реактивное движение. Освоение космоса.</p> <p>Механическая работа. Мощность.</p> <p>Энергия и работа. Потенциальная и кинетическая энергия.</p> <p>Закон сохранения энергии в механике.</p> <p>Движение жидкостей и газов</p>	<p>Импульс. Закон сохранения импульса: импульс, импульс силы, закон сохранения импульса, условия применения закона сохранения импульса.</p> <p>Реактивное движение. Освоение космоса: реактивное движение, развитие ракетостроения, освоение космоса, современное состояние космических исследований.</p> <p>Механическая работа. Мощность: определение работы, работа силы тяжести, работа силы упругости, работа силы трения, мощность. Энергия и работа. Потенциальная и кинетическая энергия: связь энергии и работы, потенциальная энергия,</p>	<ul style="list-style-type: none"> Используется для описания характера протекания физических процессов физические величины (импульс, механическая работа, мощность, кинетическая и потенциальная энергия) и демонстрирует взаимосвязь между ними; использует для описания характера протекания физических процессов физические законы (закон сохранения импульса, закон сохранения энергии в механике) с учётом границ их применимости; решает качественные задачи (в том числе и межпредметного характера), используя физические величины (импульс, механическая работа,

Тематическое планирование 11 класс

(2 часа в неделю, всего 70 часов)

Содержание предмета	Темагическое планирование	Основные виды деятельности учащегося ¹⁾
<p>Магнитное поле (7 ч)</p> <p>Магнитные взаимодействия. Магнитное поле. Закон Ампера. Сила Лоренца</p>	<p>Магнитные взаимодействия. Магнитное поле: взаимодействие постоянных магнитов, взаимодействие проводников с током, магнитные свойства вещества, магнитное поле, вектор магнитной индукции, линии магнитной индукции, правило буравчика.</p> <p>Закон Ампера: модуль вектора магнитной индукции, закон Ампера, правило левой руки, рамка с током в магнитном поле, электроизмерительные приборы, электродвигатель.</p> <p>Абсолютная и относительная погрешности.</p> <p>Лабораторная работа № 1 «Действие магнитного поля на проводник с током».</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Использует для описания характера протекания физических процессов физические величины (магнитная индукция, сила, сила тока, электрический заряд) и демонстрирует взаимосвязь между ними; • решает качественные задачи (в том числе и межпредметного характера); использует модели, физические величины (магнитная индукция, сила, сила тока, электрический заряд), выстраивает логически верную цепочку объяснения (доказательства) предложенного в задаче процесса (явления); • решает расчётные задачи с явно заданной физической моделью: на основе анализа условия задачи выделяет физическую модель, находит физические величины и законы,

	Сила Лоренца: модуль и направление силы Лоренца, движение заряженной частицы в однородном магнитном поле	<p>необходимые и достаточные для её решения, проводят расчёты и проверяют полученный результат;</p> <ul style="list-style-type: none"> самостоятельно конструирует экспериментальные установки для проверки выдвинутых гипотез, планирует и проводит физические эксперименты; использует информацию и применяет знания о принципах работы и основных характеристиках изученных машин, приборов и других технических устройств для решения практических, учебно-исследовательских и проектных задач
Электромагнитная индукция (9 ч)		
<p>Явление электромагнитной индукции. Правило Ленца. Закон электромагнитной индукции. Энергия магнитного поля</p>	<p>Явление электромагнитной индукции. Правило Ленца: опыты Фарадея, магнитный поток, правило Ленца. Закон электромагнитной индукции: причины возникновения индукционного тока, сила Лоренца, вихревое электрическое поле, закон электромагнитной индукции, ЭДС индук-</p>	<ul style="list-style-type: none"> Использует для описания характера протекания физических процессов физические величины (магнитная индукция, магнитный поток, индуктивность, ЭДС индукции, сила тока, сопротивление) и демонстрирует взаимосвязь между ними; решает качественные задачи (в том числе и межпредметного характера

1) Универсальные учебные действия отражены в Планируемых результатах освоения учебного предмета «Физика».

Содержание предмета	Тематическое планирование	Основные виды деятельности учащегося
	<p>ции, ЭДС индукции в проводнике, движущемся с постоянной скоростью.</p> <p>Лабораторная работа № 2 «Исследование явления электромагнитной индукции. Конструирование трансформатора».</p> <p>Лабораторная работа № 3 «Исследование вихревого электрического поля».</p> <p>Самойндукция, энергия магнитного поля: явление самоиндукции, индуктивность, энергия магнитного поля контура с током.</p> <p>Контрольная работа № 1 «Магнитное поле. Электромагнитная индукция»</p>	<p>ра): использует модели, физические величины (магнитная индукция, магнитный поток, индуктивность, ЭДС индукции, сила тока, сопротивление), выстраивает логически верную цепочку объяснения (доказательства) предложения в задаче процесса (явления);</p> <ul style="list-style-type: none"> • решает расчётные задачи с явно заданной физической моделью: на основе анализа условия задачи выделяет физические величины и законы (закон электромагнитной индукции), необходимые и достаточные для её решения, проводит расчёты и проверяет полученный результат; • проводит прямые и косвенные измерения физических величин, с учётом необходимой точности измерений, планирует ход измерений, получает значение измеряемой величины и оценивает относительную погрешность по заданным формулам;

		<ul style="list-style-type: none"> использует информацию и применяет знания о принципах работы и основных характеристиках изученных машин, приборов и других технических устройств для решения практических, учебно-исследовательских и проектных задач
КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ (7 ч)		
Колебания (5 ч)	<p>Свободные механические колебания: условия существования свободных колебаний, основные характеристики колебаний, гармонические колебания, уравнение гармонических колебаний, гармонические колебания и равномерное движение по окружности.</p> <p>Динамика механических колебаний: пружинный маятник, математический маятник, соотношение между смещением, скоростью и ускорением тела при гармонических колебаниях.</p> <p>Лабораторная работа № 4 «Изучение колебаний пружинного маятника».</p>	
<p>Свободные механические колебания.</p> <p>Динамика механических колебаний.</p> <p>Энергия механических колебаний. Вынужденные колебания.</p> <p>Колебательный контур.</p> <p>Переменный электрический ток</p>	<ul style="list-style-type: none"> Использует для описания характера протекания физических процессов физические величины (амплитуда, период, частота, скорость, ускорение, сила, энергия, индуктивность, электроёмкость) и демонстрирует взаимосвязь между ними; решает качественные задачи (в том числе и межпредметного характера): использует модели, физические величины (амплитуда, период, частота, скорость, ускорение, сила, энергия), выстраивает логически верную цепочку объяснения (доказательства) явления; процесса (явления); 	

ОБУЧЕНИЕ ФИЗИКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ИССЛЕДОВАНИЯ КЛЮЧЕВЫХ СИТУАЦИЙ

Ты мне рассказал — и я забыл.
Ты мне показал — и я запомнил.
Ты меня вовлёл — и я научился.
Конфуций (6-й век до нашей эры)

В нашем УМК по физике для 7—11-го классов мы предлагаем конкретную реализацию *учебно-исследовательской деятельности* учащихся в рамках *системно-деятельностного подхода* к обучению в соответствии с новым ФГОС, а именно **метод исследования ключевых ситуаций**.

Самый распространённый вид деятельности при изучении физики — *решение задач*¹⁾. Поэтому на всех экзаменах учащимся предлагают *задачи* (количественные и качественные).

Таким образом, *обучение решению задач является самой актуальной проблемой методики обучения физике*. Учащийся, не умеющий решать задачи, не сможет успешно сдать экзамены.

Традиционная методика обучения решению задач и причины её неэффективности

Традиционная методика обучения решению задач по физике состоит в том, что учитель показывает ученикам решения типовых задач по данной теме, а затем задаёт им подобные задачи для самостоятельного решения. При этом начинают по каждой теме с самых простых задач — «на подстановку», в которых нужно только подставить численные значения в формулу, взятую из учебника.

Такая методика кажется очень естественной и поэтому очень распространена, однако жизнь доказала её *неэффективность*: результаты ОГЭ и ЕГЭ показывают, что более или

¹⁾ Поскольку слово «задача» имеет очень широкий спектр значений, уточним: мы имеем в виду «стандартные» задачи школьного курса физики, каждая из которых состоит из условия и вопроса, обычно с одним правильным ответом — формульным, численным или словесным (например, в качественных задачах).

менее трудные задачи по физике могут решить всего несколько процентов *всех* учащихся (а не только тех, кто решился сдавать экзамены по физике).

Почему же традиционная методика обучения решению задач неэффективна?

Поскольку обучение решению задач по каждой теме начинают обычно с задач на подстановку (чтобы ученики заучили основные формулы), у учеников формируется иллюзия, будто для решения *любой* задачи надо найти «нужную формулу в учебнике» и подставить в неё заданные в условии задачи величины, чтобы найти значение искомой величины.

Ученики привыкают рассматривать формулы как шаблоны для подстановки численных значений, а не как запись *функциональной зависимости* одной физической величины от других.

Однако для решения более сложной задачи надо составить систему уравнений и решить её относительно искомой величины. В результате получается выражение искомой величины через заданные, а это *новая* формула, её в учебнике *нет*.

Пассивное восприятие информации учениками

Ты мне *рассказал* — и я *забыл*.

И действительно, если учитель рассказывает решение задачи, не оставляя следов решения на доске, ученикам от этого совсем нет пользы.

Ты мне *показал* — и я *запомнил*.

Если учитель *показал* решение на доске, ученики его могут *запомнить*, но использовать те же соображения в изменившейся ситуации при решении похожей задачи они не смогут.

Ты меня *вовлёл* — и я *научился!*

Чтобы научить человека *действовать* (а решение задач — это *действие!*), необходимо *вовлечь* его в это действие.

Для вовлечения в действие учеников всего класса нужна разработанная методика. Одной из возможных методик является *метод исследования ключевых ситуаций*, о котором рассказано ниже.

Монологическая форма

При традиционной методике ученик часто «ёжится» от вопроса учителя — не только потому, что может получить плохую оценку за неправильный ответ, но и потому, что такой ответ роняет его авторитет в глазах одноклассников.

А при деятельностном подходе к обучению ученики *отвечают* на вопросы, *задают* их, участвуют в *беседе*, *аргументируя* свою точку зрения, причём делают это *охотно*, без принуждения и *без страха получить плохую отметку*.

Простейшее действие ученика на уроке заключается в том, что он должен *сделать выбор* или *ответить на вопрос*. В идеале учитель должен спрашивать только тех учеников, которые хотят отвечать, поднимая руку. Остальных спрашивать не нужно — просто потому, что они не знают ответа, раз сами не изъявили желания отвечать. Сделать вывод о том, что ученик не знает ответа на поставленный вопрос, можно было, наверное, уже по тому, что он не поднял руку.

Чтобы ученики не боялись вопросов, сами задавали их и охотно отвечали, нужна атмосфера доброжелательного *обсуждения*, а не монолога учителя. А создание и поддержание такой атмосферы требует *времени*, которого на уроках физики *очень мало*.

К тому же, чтобы постоянно организовывать на уроке учебный диалог или обсуждение, нужны не только педагогический опыт и особенно тщательная подготовка к уроку, но и специально разработанная методика, представленная в учебниках и методических материалах.

Ученикам непонятно, почему учитель написал именно эти уравнения

Для решения более или менее трудной задачи по физике необходимо составить систему уравнений и решить её относительно искомой величины (величин).

Как известно, главная трудность состоит именно в *составлении системы уравнений*.

Если учитель, показывая решение задачи, «лихо» записывает на доске уравнения, то многим ученикам кажется, что он подобен фокуснику, ловко вынимающему кролика из пустой шляпы: ну почему учитель написал *именно эти* уравнения? Каким «чутьём» он выбрал их из сотен похожих формул в школьном учебнике?

Дефицит времени на уроке приводит к натаскиванию

Учитель может, конечно, объяснить подробно, почему для решения задачи он написал именно эти уравнения, а не какие-то другие. Для этого ему надо *проанализировать условие*

задачи: рассмотреть, какие явления происходят в ситуации, описанной в условии, какие законы и закономерности справедливы для этих явлений, как записать уравнения, выражающие эти законы и закономерности.

Однако в таком случае на «разбор» одной задачи (проходящий в виде *монолога*) потребуется не менее 15 минут, а если в разбор задачи «включаются» ученики и возникает дискуссия, то нужно примерно вдвое больше времени (причём чем активнее «включаются» ученики в этот разбор, тем больше времени он требует!).

Следовательно, на одном уроке можно подробно (с анализом условия) разобрать всего одну-две задачи. А ведь различных задач в школьном курсе — *тысячи!*

К тому же будущих учителей физики ещё и не всегда достаточно учат анализировать условие задачи — это вторая причина того, почему при показе решения задач нужные уравнения «волшебным» образом появляются на доске из-под руки учителя.

Итак, учитель оказывается перед выбором: провести «с чувством, с толком, с расстановкой» разбор одной-двух задач (лучше — *совместно* с учениками, но это потребует ещё большего времени) или «скороговоркой» сообщить ученикам готовые решения пяти-семи задач.

Жизнь заставляет учителя чаще сделать второй выбор. В результате ученики *запоминают* решения задач *вместе с условиями*, о чём говорит характерное выражение: «эту задачу я *знаю*», то есть *заучил* условие вместе с решением. Это, конечно, не обучение, а *натаскивание*.

Оно не гарантирует успешной сдачи экзамена. Предложенная на экзамене задача может быть по сути той, которую ученик заучил вместе с решением, но он не увидит этого сходства, потому что он пытается не *решить* задачу, а *вспомнить* заученное решение, которое слито с условием задачи «намертво».

Но у натаскивания есть недостаток и посерьёзнее неготовности к экзамену: из-за него физика как учебный предмет не учит мышлению, то есть лишается одной из главных своих целей.

Задача — инструмент контроля, а не обучения

Последняя (по списку, но не по важности) причина неэффективности традиционной методики обучения состоит в том, что «стандартная» задача — это инструмент, разработанный для *контроля*: проверка правильности решения задачи зани-

мает секунды, благодаря чему один учитель может проверять работы десятков учеников.

Что же проверяет задача как инструмент для контроля? Более или менее сложная задача (для решения которой надо составить систему уравнений) проверяет умение *исследовать*, потому что осознанное (а не заученное!) решение задачи требует исследования — того самого анализа условия, о котором было сказано выше. Поэтому «умение решать задачи» — это не самостоятельное умение, а побочный продукт более общего умения — умения *исследовать*. Невозможно научить школьников *решать* задачи (а не заучивать решения), не привив им навыки исследования!

Метод исследования ключевых ситуаций

«Золотое правило» решения задач

Первый шаг в формировании навыков исследования состоит в том, чтобы развеять ложное представление, что учитель находит решение задачи, руководствуясь непостижимым «чутьём».

Для этого надо *вовлечь* учеников в процесс решения задачи, построив его в форме *учебного диалога*, чтобы ученики *поняли* естественность и обоснованность каждого этапа решения, *участвуя* в нём.

Последовательность этих этапов мы назвали «золотым правилом» решения задач. Ниже предлагается его реализация в форме учебного диалога.

1. *Закройте поставленный в задаче вопрос* и предложите ученикам сосредоточиться на *ситуации*, описанной в условии задачи. Это — принципиально важный шаг: внимание учеников надо переключить с бесполезного поиска прямого ответа на вопрос задачи на плодотворное *исследование условия*.

2. Какие *явления* происходят в этой ситуации?

3. Какие *законы* и *закономерности* справедливы для этих явлений? (Например, выражение для силы трения, равенство ускорений тел, связанных нерастяжимой нитью и т. п.)

4. Как *записать* эти законы и закономерности в виде уравнений? Обратите внимание учеников на то, что в этих уравнениях можно использовать также величины, не упомянутые в условии задачи.

5. *Откройте вопрос задачи* и предложите ученикам решить полученную систему уравнений относительно *искомых величин*.

Ответы учеников *обсуждаются*, после чего правильные записываются на доске. Условие задачи должно оставаться всё время на доске или быть спроецированным на экран (интерактивную доску).

Если вы научите своих учеников самостоятельно следовать «золотому правилу» решения задач, это поможет им решить практически любую задачу школьного курса¹⁾. Систематическое применение этого правила естественно объясняет, с записи каких уравнений надо начинать решение задачи.

Однако применение только «золотого правила» решения задач не решает проблему обучения решению задач кардинально, потому что различных задач в школьном курсе физики тысячи, и просто невозможно тратить достаточное время на разбор каждой из них.

К счастью, действительно «различных» задач в школьном курсе физики не так уж много.

Ключевые ситуации

Если посмотреть на множество школьных задач по физике «с высоты птичьего полёта», то легко заметить, что сюжеты *тысяч* задач основаны всего на нескольких *десятках* ситуаций. Примеры таких ситуаций в механике: свободное падение тела, движение тела по наклонной плоскости, по окружности в горизонтальной или вертикальной плоскости.

Случайна ли такая «группировка» сюжетов задач вокруг небольшого числа ситуаций?

Нет, не случайна, потому что эти ситуации, которые мы называем *ключевыми*, — основной *источник* задач. Отличительная особенность ключевых ситуаций состоит в том, что в них *особенно хорошо проявляются основные законы физики*. Некоторые ключевые ситуации даже «помогли» открытию этих законов. Например, изучая свободное падение тел и движение тел по наклонной плоскости, Галилей установил основные закономерности равноускоренного движения, а изу-

¹⁾ Мы не рассматриваем здесь олимпиадные задачи, потому что некоторые из них требуют знания специальных, порой искусственных приёмов, о которых действительно трудно догадаться.

чая движение планет по орбитам, близким к круговым, Ньютон открыл закон всемирного тяготения.

Поскольку различных ключевых ситуаций во много раз меньше, чем различных задач, изучению каждой из этих ситуаций можно посвятить достаточное время даже при огорчительно малом числе уроков физики.

Именно исследование ключевых ситуаций и сформирует у учеников исследовательские навыки. А эффективность такого исследования очень высока: ведь при исследовании *одной* ключевой ситуации естественным образом ставятся и решаются *десятки* задач. Причём это не сопровождается стрессом, а происходит «само собой», как в увлекательной игре.

В нашем УМК тщательно подобраны ключевые ситуации ко всем разделам школьного курса физики. Многие параграфы учебников представляют собой канву сценариев уроков, посвящённых исследованию ключевых ситуаций.

Как исследовать ключевую ситуацию?

Исследование ключевой ситуации представляет собой развитие «золотого правила» решения задач. Главное отличие ситуации от задачи состоит в том, что в ситуации *нет уже поставленного вопроса*. Мы вместе с учениками *ставим* задачи по данной ситуации и *решаем* их (ставя при этом новые задачи!).

Исследование ключевой ситуации лучше всего проводить в форме учебного диалога.

1. Какие *явления* происходят в этой ситуации?
2. Какие *законы* и *закономерности* справедливы для этих явлений?
3. Как *записать* эти законы и закономерности в виде уравнений?
4. Какие *задачи* можно *поставить*, используя эту систему уравнений?
5. Как *решить* эти задачи?

Определяющими в методе ключевых ситуаций являются два последних этапа: *постановка* и *решение* задач. Именно они отличают *разбор задачи от исследования ситуации*. Поэтому остановимся на них подробнее.

Как и при использовании «золотого правила» решения задач, ответы учеников обсуждаются, после чего правильные записываются на доске. Сама ситуация должна быть тоже, конечно, всё время на виду у учеников.

Постановка задач с использованием записанной системы уравнений состоит в том, что среди величин, входящих в уравнения, выбираются «заданные» и «искомые». После такого выбора поставленную задачу обязательно надо сформулировать вместе с вопросом.

Решение задачи (в общем виде) представляет собой в таком случае вывод формул, выражающих искомые величины через заданные.

Можно, конечно, решать поставленные задачи и не в общем виде, а «по действиям». Иногда это оказывается проще и даже поучительнее (мы находим «промежуточные» значения физических величин, что учит ребятам относиться к этим значениям не как к абстрактным числам, а осознанно: например, подумать о том, реальны или нереальны полученные значения).

Особенно важно то, что в процессе постановки задач физические формулы превращаются из шаблонов для подстановки численных значений в запись функциональных зависимостей между физическими величинами, благодаря чему формулы становятся *источниками задач*, а не только инструментом их решения.

Использование метода исследования ключевых ситуаций позволяет на одном уроке разобрать не одну-две задачи, а поставить и решить *десятки задач*, причём в доброжелательной творческой атмосфере.

Исследование ключевой ситуации в форме *дискуссии* чрезвычайно полезно — не только потому, что это помогает глубже понять ситуацию и проявляющиеся в ней законы физики, но ещё и потому, что *диалог наиболее эффективно развивает мышление*.

Мы ведь рассуждаем, тоже ведя внутренний *диалог*: «тихо сам с собою я веду беседу». Л. С. Выготский показал, что внутренний диалог-размышление формируется в дошкольном возрасте в результате *общения* ребёнка со взрослыми и сверстниками, происходящего в форме *диалога*.

Обсуждение чрезвычайно важно для развития мышления и подростка, и взрослого. Так, создатель логики Аристотель обучался философии, *беседуя* со своим учителем Платоном во время прогулок по саду «Академия» (названному по имени его владельца Академа). Это были не монологи, а *беседы*! А сам Платон был учеником самого известного любителя диалогов — Сократа. Платон записал знаменитые «*Диалоги Сократа*», которые были и остаются прекрасной школой мышления.

Как превратить в исследование задачи «на подстановку»?

Задачи на подстановку, направленные на запоминание основных формул, тоже необходимы: формирование исследовательских навыков невозможно, если ученики не знают основных формул.

Однако и этим простейшим задачам нужно придать характер исследования. Записав любую новую формулу, напри-

мер $v = \frac{l}{t}$ или $I = \frac{U}{R}$, предложите ученикам посмотреть на неё как на *источник задач*: какие различные задачи можно поставить, используя эту формулу?

Предложите ученикам поставить такие задачи с *реальными* численными данными (это позволит ученикам освоиться в порядках величин и приучить оценивать реальность полученные результатов). Постановку задач желательно проводить с использованием групповых форм работы, описанных далее.

При «обкатке» каждой новой формулы обращайтесь внимание учеников прежде всего на *качественный* характер изменения одной физической величины при изменении другой (увеличивается или уменьшается).

Это не только часто проверяется сегодня в экзаменационных заданиях, но и очень важно для развития *физической интуиции*. Настоящее обучение — это не заучивание правил, а именно развитие интуиции. Человек, «умеющий решать задачи», то есть обладающий развитыми *навыками исследования*, сразу «чувствует» характер зависимостей между параметрами, определяющими ситуацию, описанную в условии задачи.

Возможные формы организации учебно-исследовательской деятельности при использовании метода исследования ключевых ситуаций

Фронтальные формы работы

Учебный диалог вовлекает *весь класс* в исследование ключевой ситуации.

Например, можно предложить такие соревнования между рядами.

— Ученики какого ряда назовут больше законов или закономерностей, справедливых для данной ситуации?

— Ученик одного ряда предлагает записать одно из уравнений названных законов выбранному им ученику другого ряда (при этом допустима помощь других учеников из того же ряда).

— Ученики какого ряда поставят больше вопросов с помощью написанных уравнений?

— Ученики какого ряда быстрее найдут ответы на эти вопросы?

Групповые формы работы

Ученики объединяются в группы по три — пять человек.

1-й вариант: всем группам предлагается для исследования одна и та же ситуация и даётся около 20 минут на работу. По окончании работы один ученик из каждой группы кратко излагает результаты исследования. Выбор «докладчика» из членов группы можно произвести, например, по жребию: тогда ученики любой группы будут заинтересованы в том, чтобы каждый член их группы хорошо разобрался в ситуации, поэтому ученики будут помогать друг другу. Затем общим голосованием определяют группу, получившую наиболее полные результаты.

2-й вариант: каждой группе предлагается своя ситуация (по одной и той же теме). Дальнейшая работа происходит так же, как в первом варианте.

Самостоятельные работы с отметкой по желанию

Конечно, далеко не всё время урока должно уходить на обсуждения, даже очень полезные. Ученик должен подумать и *сам*, ставя и решая задачи. Удобнее всего организовывать такую деятельность в виде самостоятельных работ с *отметкой по желанию*.

Предложите ученикам исследовать некоторые ситуации самостоятельно. Важно, чтобы такая работа учащихся была *свободным исследованием*, а для этого необходимо, чтобы ученик не боялся делать ошибки. Учебно-исследовательская деятельность учащихся позволяет осуществить *дифференциацию обучения*: каждый ученик может «вспахивать» ситуацию на ту глубину, на которую он способен в данный момент (поэтому очень важно, что ситуация «открыта»: в ней нет уже поставленного вопроса).

В связи с этим отметим, что учебно-исследовательская деятельность учащихся (в том числе метод исследования ключевых ситуаций) требует изменения отношения учителя к *ошибкам* учеников. Ведь *человек учится только до тех пор, пока он ошибается*: когда он перестаёт ошибаться, он перестаёт и учиться, превратившись из ученика в *исполнителя*.

Предложите ученикам сдать результаты своих исследований, сказав, что отметку за работу вы будете переносить в журнал только при условии, что она устраивает ученика. Тогда эта самостоятельная работа будет именно *исследованием*, а значит, большим шагом вперёд для ученика. По результатам работ учеников вы сможете диагностировать, какие моменты усвоены ребятами лучше, а какие — хуже и требуют дополнительной работы.

Выставление в журнал отметок по желанию не мешает «насыщению» журнала отметками, а помогает ему. Поощрительных отметок будет в этом случае достаточно много, причём сразу станет видно, против фамилий каких учеников образовались пробелы из-за малого числа отметок.

Этих учеников надо не наказывать, а постараться *помочь* им. Например, хорошо, если во время самостоятельных работ с отметкой по желанию сильные ученики *помогают* другим ученикам, ходя по классу и вполголоса давая советы тем, у кого возникают проблемы. При этом важно объяснить «консультантам» или «помощникам» (предложите ребятам самим выбрать подходящее название), что они должны не *решать* задачу вместо того, кто нуждается в помощи, а *помочь ему найти решение*, «сдвинув с мёртвой точки».

Такая взаимопомощь учеников чрезвычайно полезна в нескольких отношениях.

Во-первых, она значительно улучшает атмосферу урока, наполняя его доброжелательной и заинтересованной работой *всех* учеников.

Во-вторых, она улучшает отношения между учениками: «любимчики» учителя *помогают* остальным, поэтому возможные зависть или неприязнь к ним сменяются благодарностью.

В-третьих, такая взаимопомощь решает в некоторой степени вопрос дифференциации обучения.

В-четвёртых, эта взаимопомощь помогает не только слабым, но и сильным ученикам: они учатся быстро входить в ситуацию, чётко и аргументированно излагать свои мысли, а самое главное — учатся *помогать*, то есть становятся лучше как *люди* (а воспитанию должно быть место на *всех* уроках).

И наконец, такая взаимопомощь резко повышает эффективность обучения и делает его комфортным.

Надеемся, что метод исследования ключевых ситуаций поможет вам в обучении ваших учеников физике, в частности — в обучении их решению задач.

ТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Учебник построен так, что каждый его параграф является канвой сценария урока в соответствии с системно-деятельностным подходом к обучению. Поэтому многие методические рекомендации сосредоточены непосредственно в параграфах учебника. По этой причине ниже кратко изложены только основные цели изучения каждой темы, её особенности, а также характерные затруднения учащихся и возможные способы их преодоления.

Глава I. Кинематика

Цель изучения кинематики — подготовить учащихся к изучению последующих разделов механики, прежде всего — динамики.

В отличие от других тем школьного курса физики, в кинематике не изучают *законы физики* (их начинают рассматривать только при изучении динамики, например законы Ньютона и закон всемирного тяготения). Поэтому формул, выражающих законы физики, в кинематике нет.

Однако в кинематике рассматриваются выражаемые формулами *закономерности*, главные из которых — зависимость скорости и координаты тела при равноускоренном движении от времени и основные соотношения между величинами, описывающими равномерное движение по окружности.

Из нескольких основных формул выводятся (в основном при решении задач) другие формулы. Не требуйте от учеников, чтобы они все их запоминали: на экзаменах многие из этих формул всё равно нельзя использовать как «готовые», их надо выводить. Для учеников будет намного полезнее, если при решении задач они «непроизвольно» научатся быстро выводить любую из этих формул, используя основные две-три формулы. Необходимое для запоминания небольшое число формул приведено в конце каждого параграфа в разделе «Что мы узнали».

Обилие формул в кинематике и постоянные действия с ними при решении задач могут сформировать у учеников представление, что кинематика — «это не физика, а математика».

Чтобы такое представление не оказало негативного воздействия на интерес учащихся к физике как фундаменталь-

ной науке о природе, разъясните им, что кинематика как раздел физики носит «служебный» характер, готовит «инструменты» для изучения дальнейших, более содержательных разделов физики (причём не только механики).

Желательно продемонстрировать связь кинематики с динамикой на примерах, сопровождая изучение кинематики *физическими демонстрациями*. Для этого полезно воспользоваться тем, что ученики уже изучали динамику в курсе физики основной школы и знакомы с понятием силы и с законами Ньютона.

Для актуализации материала, пройденного в основной школе, и для подготовки к изучению динамики предложите учащимся при изучении прямолинейного равномерного движения вспомнить, при каком условии тело движется прямолинейно и равномерно (когда действующие на тело силы уравновешивают друг друга). Подтвердите это *демонстрацией*: тележка, движущаяся по горизонтальному столу с малым трением, или ещё лучше — на воздушной подушке или скатывающаяся по наклонной плоскости со специально подобранным малым углом наклона.

Далее таким же образом при изучении прямолинейного равноускоренного движения свяжите его с прямолинейным движением тела под действием *постоянной* силы. Подходящая демонстрация в этом случае — скатывание тележки или соскальзывание бруска с наклонной плоскости.

У некоторых учеников может возникнуть вопрос (если он не возникает, наведите их на этот вопрос): почему в кинематике изучают произвольный на первый взгляд набор видов движений:

- прямолинейное равномерное движение,
- прямолинейное равноускоренное движение,
- на углублённом уровне движение по параболе (тело, брошенное под углом к горизонту),
- равномерное движение по окружности?

Объясните ученикам, что это как раз те виды движений, которые будут изучаться в дальнейшем в динамике:

- движение тела, когда действующие на него силы уравновешивают друг друга,
- движение тела под действием постоянной силы (равнодействующей),
- движение тела по окружности под действием постоянной силы, направленной к центру окружности. При-

ведите в пример движение планет или искусственных спутников Земли.

Глава II. Динамика

Цель изучения динамики — научить учащихся применять три закона Ньютона и свойства сил тяготения, упругости и трения при исследовании ключевых ситуаций (нахождения соотношений между величинами, характеризующими ситуацию), что используется в дальнейшем для постановки и решения задач.

Изучая первый и второй законы Ньютона, обратите внимание учащихся на то, что первый закон постулирует существование инерциальных систем отсчёта, в которых выполняется второй закон. Поэтому первый закон Ньютона не является (как иногда ошибочно считают) частным случаем второго.

Самое главное качественное следствие второго закона Ньютона состоит в том, что ускорение тела и равнодействующая приложенных к телу сил *всегда направлены одинаково* (сонаправлены). Направление же скорости тела может быть при этом любым.

Поскольку это далеко не очевидно, *продемонстрируйте* ученикам, что при одном и том же направлении равнодействующей направление скорости тела может быть различным.

То, что скорость тела может быть направлена противоположно равнодействующей, можно продемонстрировать на примере тела, брошенного вертикально вверх (удобно использовать для этого небольшой мешочек с песком: он не ударит никого и не закатится никуда после падения на пол). Затем покажите, что скорость может быть направлена перпендикулярно равнодействующей. Для этого бросьте предмет (мешочек с песком) под углом к горизонту и спросите, как направлены скорость тела и равнодействующая приложенных к нему сил в верхней точке траектории. Это позволит также напомнить ученикам, что скорость тела направлена по касательной, что пригодится при рассмотрении движения планеты вокруг Солнца. Предложите ученикам сравнить направление скорости планеты и направление действующей на неё силы тяготения со стороны Солнца. Это будет хорошей пропедевтикой для последующего изучения сил тяготения.

Изучая третий закон Ньютона, обратите внимание на то, что две силы, упоминаемые в этом законе, имеют всегда

УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ ПОВЫШЕННОЙ ТРУДНОСТИ

Глава I. Кинематика

§ 1. Система отсчёта, траектория, путь и перемещение

20. При движении от полюса до экватора вдоль меридиана самолёт пролетел четверть экватора, а затем ещё четверть экватора — летя вдоль экватора. Таким образом, проделанный самолётом путь равен половине длины экватора.

В результате описанного перелёта самолёт переместился с полюса в некоторую точку экватора. Следовательно, перемещение самолёта равно по модулю длине отрезка *прямой*, соединяющей полюс с любой точкой экватора: $s = R\sqrt{2}$, где R — радиус Земли. Заметим, что этот отрезок проходит *внутри* земного шара.

22. Обозначения:

h_0 — начальная высота, с которой падал мяч;

h_1 — высота, на которую мяч поднялся после отскока;

l — пройденный мячом путь;

s — модуль перемещения мяча.

Пройденный мячом путь

$$l = h_0 + h_1. \quad (1)$$

Модуль перемещения мяча

$$s = h_0 - h_1. \quad (2)$$

Согласно условию

$$l = 4s. \quad (3)$$

Используя уравнения (1—3), можно выразить $\frac{h_1}{h_0}$ через величины, заданные в условии.

31. Модуль перемещения самолёта равен длине *прямолинейного* отрезка, соединяющего точку на полюсе Земли с любой точкой экватора. Это — длина гипотенузы прямоугольного равнобедренного треугольника с катетом, равным радиусу Земли.

32. Можно считать, что в единицах СИ пути, проходимые шариком при движении *вниз*, составляют бесконечную геометрическую прогрессию: $1; \frac{1}{2}; \frac{1}{4}; \frac{1}{8}$ и т. д. Пути, проходимые шариком при движении *вверх*, также составляют геометрическую прогрессию: $\frac{1}{2}; \frac{1}{4}; \frac{1}{8}; \frac{1}{16}$ и т. д. Путь, пройденный шариком до остановки, равен сумме всех членов этих двух прогрессий. Напомним, что сумма всех членов убывающей бесконечной геометрической прогрессии выражается формулой $S = \frac{b_1}{1 - q}$, где b_1 — первый член прогрессии, q — знаменатель прогрессии, равный отношению любого члена прогрессии, начиная со второго, к предыдущему члену. В данном случае для обеих прогрессий $q = \frac{1}{2}$.

33. Рассмотрим треугольник, две стороны которого — отрезки пути туриста длиной 2 км и 4 км. По условию угол между этими сторонами равен 135° . Используя теорему косинусов, находим длину третьей стороны — она равна модулю перемещения туриста. Используя далее теорему синусов применительно к этой третьей стороне и стороне, равной 4 км, находим синус угла между вектором перемещения и направлением на юг. Зная синус угла, находим сам угол.

34. Пусть в искомый момент времени часы показывают x часов. Модуль перемещения конца минутной стрелки в системе отсчёта, связанной с часовой стрелкой, максимален в момент, когда концы этих стрелок максимально удалены друг от друга, то есть стрелки расположены вдоль одной прямой и направлены противоположно.

За один час часовая стрелка поворачивается на угол 30° , следовательно, к искомому моменту часовая стрелка сместилась из начального положения на угол

$$\alpha_{\text{ч}} = x \cdot 30^\circ. \quad (1)$$

Минутная же стрелка сместилась за тот же промежуток времени на угол

$$\alpha_{\text{м}} = x \cdot 360^\circ. \quad (2)$$

Согласно условию

$$\alpha_m - \alpha_{\text{ч}} = 180^\circ. \quad (3)$$

Используя уравнения (1—3), можно найти, чему равно значение x в часах.

§ 2. Прямолинейное равномерное движение. Сложение скоростей

18. Обозначения:

v_1 — скорость автобуса на участке АБ;

v_2 — скорость автобуса на участке БВ;

$v_{\text{ср}}$ — средняя скорость автобуса на всем пути от А до В;

t_1 — время движения от А до Б;

t_2 — время движения от Б до В;

l_1 — расстояние от А до Б;

l_2 — расстояние от Б до В.

а) Среднюю скорость автобуса можно выразить через времена движения и скорости на двух участках формулой

$$v_{\text{ср}} = \frac{v_1 t_1 + v_2 t_2}{t_1 + t_2}.$$

Используя эту формулу, можно выразить отношение $\frac{t_1}{t_2}$ через величины, заданные в условии.

б) Среднюю скорость автобуса можно выразить через пути, пройденные на двух участках, и скорости формулой

$$v_{\text{ср}} = \frac{l_1 + l_2}{\frac{l_1}{v_1} + \frac{l_2}{v_2}}.$$

Используя эту формулу, можно выразить отношение $\frac{l_1}{l_2}$ через величины, заданные в условии.

19. Обозначения:

$v_{\text{вер}}$ — скорость вертолётa относительно воздуха;

$v_{\text{вет}}$ — скорость ветра;

d — расстояние от А до В.

а) Время перелёта при попутном ветре выражается формулой

$$t_{\text{по}} = \frac{d}{v_{\text{вер}} + v_{\text{вет}}}. \quad (1)$$

Время перелёта при встречном ветре выражается формулой

$$t_{\text{прот}} = \frac{d}{v_{\text{вер}} - v_{\text{вет}}}. \quad (2)$$

б) Разделив уравнение (1) на уравнение (2), получим одно уравнение, с помощью которого можно выразить $\frac{v_{\text{вер}}}{v_{\text{вет}}}$ через величины, заданные в условии.

в) Время перелёта при отсутствии ветра выражается формулой

$$t_{\text{безветр}} = \frac{d}{v_{\text{вер}}}. \quad (3)$$

Чтобы выразить $t_{\text{безветр}}$ через $t_{\text{по}}$ и $t_{\text{прот}}$, удобно воспользоваться следующим приёмом.

Уравнения (1—3) можно переписать в виде

$$\frac{1}{t_{\text{по}}} = \frac{v_{\text{вер}} + v_{\text{вет}}}{d}, \quad (4)$$

$$\frac{1}{t_{\text{прот}}} = \frac{v_{\text{вер}} - v_{\text{вет}}}{d}, \quad (5)$$

$$\frac{1}{t_{\text{безветр}}} = \frac{v_{\text{вер}}}{d}. \quad (6)$$

Используя уравнения (4—6), составим одно уравнение, с помощью которого можно выразить $t_{\text{безветр}}$ через $t_{\text{по}}$ и $t_{\text{прот}}$.

20. Обозначения:

l — длина эскалатора;

$v_{\text{э}}$ — скорость движения эскалатора;

v — скорость Саши относительно эскалатора, когда он идёт по ступенькам.

Когда Саша стоит на одной и той же ступеньке движущегося эскалатора, время спуска выражается формулой

$$t_0 = \frac{l}{v_э}. \quad (1)$$

Когда Саша идёт по эскалатору со скоростью v относительно эскалатора, время спуска выражается формулой

$$t_1 = \frac{l}{v_э + v}. \quad (2)$$

Когда Саша идёт по остановившемуся эскалатору со скоростью v относительно эскалатора, время спуска выражается формулой

$$t_2 = \frac{l}{v}. \quad (3)$$

Используя уравнения (1—3), можно выразить t_2 через t_0 и t_1 . Для этого удобно «перевернуть» предварительно все три уравнения (см. указание к предыдущей задаче).

29. Обозначения:

v_1 — скорость каждого автомобиля на первом участке (50 км/ч);

v_2 — скорость каждого автомобиля на втором участке (70 км/ч);

l — путь, пройденный каждым автомобилем;

t — время движения синего автомобиля.

Средняя скорость красного автомобиля

$$v_k = \frac{l}{\frac{l}{2v_1} + \frac{l}{2v_2}} = \frac{2v_1v_2}{v_1 + v_2}. \quad (1)$$

Средняя скорость синего автомобиля

$$v_c = \frac{\frac{v_1t}{2} + \frac{v_2t}{2}}{t} = \frac{v_1 + v_2}{2}. \quad (2)$$

Используя уравнения (1, 2), можно выразить средние скорости автомобилей через величины, заданные в условии. Зная средние скорости автомобилей, можно выразить время движения каждого автомобиля через величины, заданные в условии.

31. Обозначения:

l — пройденный самолётом при перелёте путь;

$v_{\text{сам}}$ — скорость самолёта относительно воздуха;

$v_{\text{вет}}$ — скорость ветра.

Время перелёта при попутном ветре выражается формулой

$$t_{\text{по}} = \frac{l}{v_{\text{сам}} + v_{\text{вет}}}. \quad (1)$$

Время перелёта при встречном ветре выражается формулой

$$t_{\text{прот}} = \frac{l}{v_{\text{сам}} - v_{\text{вет}}}. \quad (2)$$

Согласно условию

$$v_{\text{сам}} = 10v_{\text{вет}}. \quad (3)$$

Используя уравнения (1—3), можно найти отношение $\frac{t_{\text{прот}}}{t_{\text{по}}}$.

34. Обозначения:

v_1 — скорость мотоциклиста на первом участке пути (50 км/ч);

v_2 — скорость мотоциклиста на втором участке пути (60 км/ч).

Средняя скорость мотоциклиста согласно условию выражается формулой

$$v_{\text{ср}} = \frac{l}{\frac{l}{3 \cdot v_1} + \frac{2l}{3 \cdot v_2}}.$$

Используя эту формулу, можно найти среднюю скорость, а также пройденный за указанное время путь.

35. Обозначения: $v_{\text{тепл}}$ — скорость теплохода относительно воды; $v_{\text{теч}}$ — скорость течения; l — расстояние между городами М и Н.

Время движения теплохода по течению выражается формулой

$$t_{\text{по}} = \frac{l}{v_{\text{тепл}} + v_{\text{теч}}}. \quad (1)$$

Время движения теплохода против течения выражается формулой

$$t_{\text{прот}} = \frac{l}{v_{\text{тепл}} - v_{\text{теч}}}. \quad (2)$$

Время движения плота выражается формулой

$$t_{\text{плот}} = \frac{l}{v_{\text{теч}}}. \quad (3)$$

Используя уравнения (1—3), можно выразить $t_{\text{плот}}$ через $t_{\text{по}}$ и $t_{\text{прот}}$. Для этого удобно «перевернуть» предварительно все три уравнения.

36. Обозначения: l — расстояние между посёлками; $v_{\text{ав}}$ — модуль скорости аиста относительно воздуха; $v_{\text{аз}}$ — модуль скорости аиста относительно земли во время перелёта при боковом ветре; $v_{\text{в}}$ — модуль скорости бокового ветра.

Время перелёта в безветренную погоду выражается формулой

$$t_1 = \frac{l}{v_{\text{ав}}}. \quad (1)$$

Время перелёта при боковом ветре выражается формулой

$$t_2 = \frac{l}{v_{\text{аз}}}. \quad (2)$$

Скорость аиста относительно земли является векторной суммой скорости аиста относительно воздуха и скорости ветра.

По условию ветер направлен перпендикулярно отрезку АБ, вдоль которого летит аист. Поэтому векторы скорости аиста относительно воздуха, скорости ветра и скорости аиста относительно земли составляют прямоугольный треугольник, гипотенуза которого — скорость аиста относительно воздуха.

Следовательно, согласно теореме Пифагора

$$v_{\text{аз}} = \sqrt{v_{\text{ав}}^2 - v_{\text{в}}^2}. \quad (3)$$

Используя уравнения (1—3), можно выразить t_2 через t_1 и отношение $\frac{v_{\text{в}}}{v_{\text{ав}}}$, заданное в условии.

Синус угла между скоростью аиста относительно воздуха и отрезком АБ выражается формулой

$$\sin \alpha = \frac{v_{\text{в}}}{v_{\text{ав}}}.$$

§ 3. Прямолинейное равноускоренное движение

38. Записав выражения для путей, пройденных мотоциклистом за одну и две секунды, получим два уравнения с двумя неизвестными — начальной скоростью и ускорением. Найдя их, можно найти и расстояние, пройденное за три секунды.

39. Обозначения:

v_0 — модуль начальной скорости шарика;

a — модуль ускорения шарика;

t_1, t_2 — промежутки времени (1 с и 3 с), через которые шарик оказался на заданном в условии расстоянии от начальной точки (30 см).

Модуль перемещения шарика за указанные в условии промежутки времени выражается формулами

$$s = v_0 t_1 - \frac{at_1^2}{2}, \quad (1)$$

$$s = v_0 t_2 - \frac{at_2^2}{2}. \quad (2)$$

Используя уравнения (1, 2), можно выразить v_0 и a через величины, заданные в условии.

Путь, пройденный шариком до возвращения в начальную точку, в 2 раза больше пути, пройденного шариком вверх до остановки (тормозной путь). Следовательно,

$$l = 2 \frac{v_0^2}{2a}. \quad (3)$$

Подставив полученные выражения в формулу (3), получим выражение для пройденного шариком пути.

40. Обозначения:

l_1 — путь, пройденный телом за первую секунду;

l_2 — путь, пройденный телом за вторую секунду;

a — модуль ускорения тела;

v_0 — модуль начальной скорости тела;

τ — промежуток времени, равный 1 с.

Путь, пройденный телом за промежуток времени τ :

$$l_\tau = v_0 \tau + \frac{a\tau^2}{2}. \quad (1)$$

Путь, пройденный телом за промежуток времени 2τ :

$$l_{2\tau} = v_0 \cdot 2\tau + \frac{a(2\tau)^2}{2}. \quad (2)$$

Согласно условию $l_2 = 2l_1$, а поскольку $l_{2\tau} = l_1 + l_2$, получаем:

$$l_{2\tau} = 3l_1. \quad (3)$$

Используя уравнения (1—3), можно выразить v_0 через a .

41. Из формулы зависимости $x(t)$ следует, что направление ускорения тела *противоположно* его начальной скорости. Следовательно, в некоторый момент времени направление скорости тела изменится на противоположное, после чего скорость тела будет *увеличиваться* по модулю. Именно с этого момента времени пути, проходимые телом за последовательные равные промежутки времени, будут

составлять арифметическую прогрессию. В момент, когда скорость тела изменяет своё направление, модуль скорости равен нулю.

Из формулы для $x(t)$ можно определить проекцию начальной скорости тела на ось x и проекцию ускорения. Это позволяет найти момент времени, в который скорость тела равна нулю.

§ 4. Движение с ускорением свободного падения

53. Обозначения:

$l_{\text{п}}$ — путь, пройденный телом за последнюю секунду падения;

$l_{\text{пп}}$ — путь, пройденный телом за предпоследнюю секунду падения;

$l_{2\tau}$ — путь, пройденный телом за последние две секунды падения;

τ — промежуток времени, равный 1 с;

t — время падения тела.

Справедливо соотношение:

$$l_{2\tau} = l_{\text{п}} + l_{\text{пп}}. \quad (1)$$

Согласно условию

$$l_{\text{п}} = 2l_{\text{пп}}. \quad (2)$$

Из уравнений (1, 2) следует:

$$l_{2\tau} = \frac{3}{2}l_{\text{п}}. \quad (3)$$

Путь, пройденный телом за последнюю секунду падения, выражается формулой

$$l_{\text{п}} = \frac{gt^2}{2} - \frac{g(t - \tau)^2}{2}. \quad (4)$$

Путь, пройденный телом за последние две секунды падения, выражается формулой

$$l_{2\tau} = \frac{gt^2}{2} - \frac{g(t - 2\tau)^2}{2}. \quad (5)$$

Подставляя уравнения (4, 5) в соотношение (3), получаем одно уравнение для нахождения времени падения тела t . Для

нахождения скорости тела непосредственно перед падением на землю и высоты, с которой падало тело, удобно использовать численное значение времени падения.

66. Обозначения:

v_{0x} — проекция начальной скорости мяча на горизонтально направленную ось x ;

v_{0y} — проекция начальной скорости мяча на направленную вертикально вверх ось y ;

t — время полёта мяча от начального момента до верхней точки траектории.

В верхней точке траектории проекция скорости мяча на ось y равна нулю, следовательно,

$$v_{0y} - gt = 0. \quad (1)$$

Согласно условию, за время t мяч пролетел по горизонтали расстояние d , поэтому

$$v_{0x}t = d. \quad (2)$$

Используя уравнения (1, 2), можно выразить проекции начальной скорости мяча через g и величины, заданные в условии. Зная проекции начальной скорости мяча, можно, используя теорему Пифагора, найти модуль начальной скорости.

67. Обозначения:

t — искомый промежуток времени;

τ — время падения второй капли (2 с);

d — расстояние между каплями в указанный момент времени.

Согласно условию

$$\frac{g(t + \tau)^2}{2} - \frac{g\tau^2}{2} = d.$$

Искомый промежуток времени равен положительному корню этого квадратного уравнения относительно t .

68. Обозначения:

v_0 — начальная скорость камня;

h — высота, на которой дважды побывал камень с интервалом времени τ (4 с).

Высота, на которой находится камень через промежуток времени t после броска, выражается формулой

$$h = v_0 t - \frac{gt^2}{2}.$$

Это квадратное уравнение относительно t имеет два положительных корня, которые можно выразить через v_0 , h и g .

Согласно условию разность значений этих корней равна τ . Записав выражение для разности корней, получим уравнение, с помощью которого можно выразить v_0 через заданные в условии величины.

69. Обозначения:

v_{0x} — проекция начальной скорости мяча на горизонтально направленную ось x ;

v_{0y} — проекция начальной скорости мяча на направленную вертикально вверх ось y ;

t — время полёта мяча от начального момента до верхней точки траектории;

d — расстояние между мальчиками;

v_0 — модуль начальной скорости мяча.

В верхней точке траектории проекция скорости мяча на ось y равна нулю, следовательно,

$$v_{0y} - gt = 0. \quad (1)$$

Нетрудно доказать, что время полёта мяча от броска до верхней точки траектории равно времени полёта мяча от верхней точки траектории до конечной точки. Отсюда следует, что всё время полёта мяча в 2 раза больше, чем время полёта мяча от начального момента до верхней точки траектории. Поэтому дальность полёта мяча, то есть расстояние между мальчиками, выражается формулой

$$v_{0x} \cdot 2t = d. \quad (2)$$

Согласно теореме Пифагора

$$v_0^2 = v_{0x}^2 + v_{0y}^2. \quad (3)$$

Используя уравнения (1) и (3), можно выразить v_{0x} через величины, заданные в условии. Подставив это выражение в уравнение (2), находим искомое расстояние.

70. Обозначения: v_0 — модуль начальной скорости мяча; α — угол бросания мяча.

Зависимость проекций скорости от времени выражается формулами

$$v_y = v_0 \sin \alpha - gt, \quad (1)$$

$$v_x = v_0 \cos \alpha. \quad (2)$$

Первый из моментов времени, когда $|v_x| = |v_y|$, соответствует уравнению

$$v_x = v_y. \quad (3)$$

Второй из моментов времени, когда $|v_x| = |v_y|$, соответствует уравнению

$$v_x = -v_y. \quad (4)$$

Из уравнений (3) и (4) находим искомые моменты времени.

Когда проекции скорости мяча на оси координат равны по модулю, скорость мяча направлена под углом 45° к горизонту, поэтому модуль скорости мяча в эти моменты времени можно выразить через модуль начальной скорости.

71. Проследим мысленно за небольшой массой воды, вылетевшей из брандспойта. Она находится в воздухе в течение промежутка времени, равного времени полёта тела, брошенного под углом к горизонту, равным углу наклона брандспойта к горизонту, со скоростью, равной скорости бьющей из брандспойта струи.

Отсюда следует, что масса воды, находящейся в воздухе, равна массе воды, выходящей из брандспойта за время полёта t небольшой массы воды.

Время t можно найти, зная направление и модуль v_0 начальной скорости воды.

За время t из брандспойта выходит объём воды V , равный объёму цилиндра с площадью основания S и высотой $v_0 t$. Следовательно,

$$V = v_0 t S.$$

Массу m воды, выходящей из брандспойта за это время, можно выразить через объём V и плотность воды ρ :

$$m = \rho V.$$

§ 5. Равномерное движение по окружности

26. Обозначения:

r — радиус колеса;

v — скорость движения велосипеда.

Задачу удобнее решать в системе отсчёта, связанной с велосипедом. В этой системе отсчёта начальная скорость капли направлена вертикально вверх и равна по модулю скорости велосипеда в системе отсчёта, связанной с дорогой. Это следует из того, что если колесо катится без проскальзывания, то скорость нижней точки колеса велосипеда относительно дороги равна нулю.

Зная начальную скорость тела, брошенного вертикально вверх, можно найти время движения тела до падения в начальную точку.

Чтобы капля попала в ту же точку колеса, с которой она сорвалась, за время полёта капли колесо должно совершить целое число оборотов.

39. Обозначения:

d — расстояние между дисками;

v — скорость пули на участке между дисками;

ω — угловая скорость вращения дисков;

ν — частота обращения дисков.

Расстояние между дисками пуля пролетает за время

$$t = \frac{d}{v}. \quad (1)$$

За это же время диски поворачиваются на угол

$$\alpha = \omega t. \quad (2)$$

Угловая скорость дисков ω связана с частотой их вращения ν соотношением

$$\omega = 2\pi\nu. \quad (3)$$

Используя уравнения (1—3), можно выразить v через величины, заданные в условии. При этом значение частоты обращения дисков надо выразить в об/с, а угол поворота дисков — в радианах.

Глава II. Динамика

§ 6. Три закона Ньютона

13. Используя правило параллелограмма для сложения векторов, получаем, что модуль F равнодействующей двух сил, равных по модулю F_1 каждая, равен длине диагонали ромба со сторонами F_1 , проведённой из угла, равного углу между силами-слагаемыми, то есть углу α .

Сделав чертёж, получаем, что половина диагонали ромба равна катету прямоугольного треугольника, прилежащего к углу $\frac{\alpha}{2}$, причём гипотенуза данного треугольника равна F_1 . Отсюда следует, что

$$F = 2F_1 \cos \frac{\alpha}{2}.$$

Здесь α — угол между двумя равными по модулю силами.

26. Обозначения:

m_1, m_2 — массы тел 1 и 2;

F — модуль прикладываемой силы;

a_1, a_2 — модули ускорений тел под действием этой силы;

a — ускорение тела 3, составленного из соединённых тел 1 и 2.

Согласно второму закону Ньютона

$$a_1 = \frac{F}{m_1}, \quad (1)$$

$$a_2 = \frac{F}{m_2}, \quad (2)$$

$$a = \frac{F}{m_1 + m_2}. \quad (3)$$

Выразив m_1 и m_2 через F , a_1 и a_2 и подставив полученные выражения в уравнение (3), получим выражение a через a_1 и a_2 .

27. Обозначения:

l — длина каната;

d — расстояние от лодки до берега;

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
ПРИМЕРНАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА. ФИЗИКА. 10—11 КЛАСС (базовый и углублённый уровни)	
Пояснительная записка	4
Характеристика учебного предмета и его место в учебном плане.....	5
Характеристика учебного предмета	5
Место учебного предмета в учебном плане	6
Планируемые личностные и метапредметные результаты освоения учебного предмета «Физика»	7
Планируемые личностные результаты	7
Планируемые метапредметные результаты	9
Содержание учебного предмета, планируемые предметные результаты освоения учебного предмета «Физика» и тематическое планирование (базовый уровень).....	11
Содержание учебного предмета	11
Планируемые предметные результаты изучения	14
Тематическое планирование. 10 класс	16
Тематическое планирование. 11 класс	30
Содержание учебного предмета, планируемые предметные результаты освоения учебного предмета «Физика» и тематическое планирование (углублённый уровень)..	42
Содержание учебного предмета	42
Планируемые предметные результаты изучения	46
Тематическое планирование. 10 класс	48
Тематическое планирование. 11 класс	64
ПРИМЕРНОЕ ПОУРОЧНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ И СОДЕРЖАНИЕ УРОКОВ	
Примерное поурочное планирование	76
Физика и естественнонаучный метод познания природы	76
Механика	76
Молекулярная физика. Тепловые явления	83
Электростатика. Постоянный ток	86
Примерное содержание уроков (базовый уровень).....	90
Физика и естественнонаучный метод познания природы	90
Глава I. Кинематика	90
Глава II. Динамика.....	98
Глава III. Законы сохранения в механике	104

Глава IV. Статика и гидростатика	109
Глава V. Молекулярная физика	111
Глава VI. Термодинамика	116
Глава VII. Электростатика	120
Глава VIII. Постоянный электрический ток	124
Примерное содержание уроков (углублённый уровень)....	130
Физика и естественнонаучный метод познания природы	130
Глава I. Кинематика	131
Глава II. Динамика	143
Глава III. Законы сохранения в механике	158
Глава IV. Статика и гидростатика	170
Глава V. Молекулярная физика	173
Глава VI. Термодинамика	183
Глава VII. Электростатика	190
Глава VIII. Постоянный электрический ток	198
ОБУЧЕНИЕ ФИЗИКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ИССЛЕДОВАНИЯ КЛЮЧЕВЫХ СИТУАЦИЙ	
Традиционная методика обучения решению задач и причины её неэффективности	208
Метод исследования ключевых ситуаций	212
Возможные формы организации учебно-исследовательской деятельности при использовании метода исследования ключевых ситуаций	216
ТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	220
Глава I. Кинематика	220
Глава II. Динамика	222
Глава III. Законы сохранения в механике	224
Глава IV. Статика	226
Глава V. Молекулярная физика	227
Глава VI. Термодинамика	228
Глава VII. Электростатика	229
Глава VIII. Постоянный электрический ток	231
УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ ПОВЫШЕННОЙ ТРУДНОСТИ	
Глава I. Кинематика	233
§ 1. Система отсчёта, траектория, путь и перемещение	233
§ 2. Прямолинейное равномерное движение. Сложение скоростей	235

§ 3. Прямолинейное равноускоренное движение	240
§ 4. Движение с ускорением свободного падения ...	242
§ 5. Равномерное движение по окружности.....	246
Глава II. Динамика.....	247
§ 6. Три закона Ньютона.....	247
§ 7. Силы тяготения.....	249
§ 8. Силы упругости.....	251
§ 9. Силы трения.....	256
§10. Тело на наклонной плоскости.....	260
§11. Равномерное движение по окружности под действием нескольких сил.....	269
§12. Движение системы тел.....	275
Глава III. Законы сохранения в механике.....	286
§13. Импульс. Закон сохранения импульса.....	286
§14. Условия применения закона сохранения импульса.....	288
§15. Реактивное движение. Освоение космоса.....	290
§16. Механическая работа. Мощность.....	291
§17. Энергия и работа. Потенциальная и кинетическая энергия.....	297
§18. Закон сохранения энергии в механике.....	300
§19. Неравномерное движение по окружности в вертикальной плоскости.....	304
§20. Применение законов сохранения в механике к движению нескольких тел или системы тел.....	311
§21. Движение жидкостей и газов.....	318
Глава IV. Статика.....	319
§22. Условия равновесия тела.....	319
§23. Центр тяжести. Виды равновесия.....	321
§24. Равновесие жидкости и газа.....	325
Глава V. Молекулярная физика.....	329
§25. Строение вещества.....	329
§26. Изопроцессы.....	329
§27. Уравнение состояния идеального газа.....	330
§28. Абсолютная температура и средняя кинетическая энергия молекул.....	331
§29. Насыщенный пар. Влажность.....	332
Глава VI. Термодинамика.....	334
§31. Первый закон термодинамики.....	334
§32. Применение первого закона термодинамики к газовым процессам.....	334

§33. Тепловые двигатели. Второй закон термодинамики	340
§34. Фазовые переходы	345
Глава VII. Электростатика	350
§35. Электрические взаимодействия	350
§36. Напряжённость электрического поля. Линии напряжённости	351
§37. Проводники и диэлектрики в электрическом поле	352
§38. Работа электрического поля. Разность потенциалов (напряжение)	353
§39. Электроёмкость. Энергия электрического поля	354
Глава VIII. Постоянный электрический ток	356
§40. Закон Ома для участка цепи	356
§41. Работа и мощность тока	357
§42. Закон Ома для полной цепи	359
§43. Дополнительные примеры расчёта электрических цепей	361
§45. Электрический ток в полупроводниках	363