

А. В. Шаталина

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

к учебникам Г. Я. Мякишева, А. З. Синякова

ФИЗИКА

УГЛУБЛЁННЫЙ УРОВЕНЬ

10

К Л А С С



А. В. Шаталина

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

к учебникам Г. Я. Мякишева, А. З. Синякова

ФИЗИКА

УГЛУБЛЁННЫЙ УРОВЕНЬ

10

К Л А С С

2-е издание, стереотипное

Москва



2020

 | **Р**оссийский
учебник

УДК 372.853
ББК 74.262.22
Ш28

Шаталина, А. В.

Ш28 Физика. Углублённый уровень. 10 класс. Методическое пособие / А. В. Шаталина. — 2-е изд., стереотип. — М. : Дрофа, 2020. — 93, [3] с. : ил. — (Российский учебник).

ISBN 978-5-358-24311-8

Пособие адресовано учителям. В нем приведено тематическое и поурочное планирование к учебникам Г. Я. Мякишева, А. З. Синякова «Механика. 10 класс», «Молекулярная физика. Термодинамика. 10 класс», «Электродинамика. 10—11 классы», даны методические рекомендации к урокам, представлены варианты контрольных работ по данному курсу и результаты освоения курса.

**УДК 372.853
ББК 74.262.22**

ISBN 978-5-358-24311-8

© ООО «ДРОФА», 2015

Предисловие

Школьный курс физики является системообразующим для естественно-научных предметов, поскольку физические законы являются основой содержания курсов химии, биологии, географии и астрономии. Физика вооружает школьников научным методом познания, позволяющим получать объективные знания об окружающем мире. Освоение учащимися методов научного познания является основополагающим компонентом процессов формирования их научного мировоззрения, развития познавательных способностей, становления школьников субъектами учебной деятельности.

Цели изучения физики в средней школе следующие:

- формирование системы знаний об общих физических закономерностях, законах, теориях, представлениях о действии во Вселенной физических законов, открытых в земных условиях;

- формирование 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;

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

- овладение методами самостоятельного планирования и проведения физических экспериментов, описания и анализа полученной измерительной информации, определения достоверности полученного результата;

- формирование умений прогнозировать, анализировать и оценивать последствия бытовой и производственной деятельности человека, связанной с физическими процессами, с позиций экологической безопасности.

В основу курса физики положены как традиционные принципы построения учебного содержания (*принципы научности, доступности, системности*), так и идея, получившая свое развитие в связи с внедрением новых образовательных стандартов, — *принцип метапредметности*. Метапредметность как способ формирования системного мышления обеспечивает формирование целостной картины мира в сознании школьника. Метапредметность — принцип интеграции содержания образования, развивающий принципы *генерализации* и *гуманитаризации*. В соответствии с принципом генерализации выделяются такие стержневые понятия курса физики, как «энергия», «взаимодействие», «вещество», «поле», «структурные уровни материи». Реализация принципа гуманитаризации предполагает использование гуманитарного потенциала физической науки, осмысление связи развития физики с развитием общества, мировоззренческих, нравственных, экологических проблем. Принцип метапредметности позволяет (на уровне вопросов, заданий после параграфа) в содержании физики выделять физические понятия, явления, процессы в качестве объектов для дальнейшего исследования в межпредметных и надпредметных (социальной практике) областях (метапонятия, метаявления, метапроцессы). Проектирование исследования учащегося на метапредметном уровне опирается как на его личные интересы, склонности к изучению физики, так и на общекультурный потенциал физической науки.

Для достижения метапредметных образовательных результатов (одним из индикаторов может служить сформированность регулятивных, познавательных и коммуникативных универсальных учебных действий) возможно использование следующих средств и форм обучения: межпредметные и метапредметные задания, метапредметный урок (предметный урок и метапредметная тема), межпредметный и метапредметный проекты, элективные метакурсы, спроектированные на основании метапредметных заданий, системообразующим объектом в которых выступают физические понятия, явления, процессы и т. д.

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

В 10 классе изучаются следующие разделы: «Механика», «Молекулярная физика и термодинамика», «Электродинамика». Курс физики в 10 классе начинается с введения «Зарождение и развитие научного взгляда на мир», описывающего методологию физики как исследовательской науки, отражающую процессуальный компонент (механизм) как становления, формирования, развития физических знаний, так и достижения современных образовательных результатов при обучении школьников физике (личностных, предметных и метапредметных).

Программа курса предусматривает выполнение обязательного лабораторного практикума, выполняющего функцию источника получения новых знаний учащимися. При выполнении лабораторных работ школьники обучаются планированию и организации эксперимента, систематизации и методам обработки результатов измерений, сравнению результатов измерений, полученных при одинаковых и различных условиях эксперимента, и др. При подготовке к выполнению лабораторных работ учащиеся самостоятельно изучают различные вопросы, свя-

занные как с проведением физического эксперимента, так и с его содержанием.

Поурочное планирование по физике для среднего общего образования составлено из расчета 6 учебных часов в неделю (420 учебных часов за два года обучения) для изучения физики учащимися на углубленном уровне.

Планированию подвержен фактически весь материал учебников, но с разной степенью полноты или с различными способами включения (через теоретическое рассмотрение, практикум, задачи и пр.).

Материал, не включенный в планирование, но представленный в учебниках Г. Я. Мякишева, следует рассматривать как дополнительный.

Планирование предусматривает выполнение обязательного лабораторного практикума. На его выполнение отводится около 20% учебного времени, включая «допуски» и «зачеты», освещение отдельных теоретических вопросов, обобщающие семинары. При этом практикум выполняет функцию источника нового знания, выполняет двойку. Во-первых, обучая экспериментированию: планированию и организации эксперимента, систематизации и методам обработки результатов измерений, сравнению результатов измерений, полученных при одинаковых условиях эксперимента, и пр. Во-вторых, включая в учебный процесс целую гамму вопросов для самостоятельной проработки и изучения и осмысливания.

При изучении некоторых тем и вопросов в целях экономии времени, а также методической целесообразности используются лекции-демонстрации как введение в тему, вводные и обобщающие семинары. Эти методические технологии также отражены в пособии.

Поскольку в 10—11 классах, как правило, уроки физики сдвоенные, это учитывается в поурочном планировании материала. Нумерация уроков сделана по темам. Это связано прежде всего с тем, что во многих школах и классах с углубленным изучением физики уже в 9 классе начинается предпрофильная

подготовка. В этом случае раздел «Механика» частично или полностью изучается в 9 классе.

Перечень решаемых задач составлен с использованием «Примеров решения задач» и упражнений из учебников под редакцией Г. Я. Мякишева, «Задачника по физике» Н. И. Гольдфарба, иных задачников.

В пособии представлены варианты контрольных работ, в которых использованы тексты задач из учебников и задачников «Механика», «Молекулярная физика и термодинамика», «Электродинамика» под редакцией Г. Я. Мякишева; Б. Ю. Коган «Задачи по физике»; С. М. Козел «Сборник задач по физике»; Н. И. Гольдфарб «Физика. Задачник. 10—11 классы»; А. П. Рымкевич «Физика. Задачник. 10—11 классы»; Б. Б. Буховцев, Г. Я. Мякишев и др. «Сборник задач по элементарной физике» и пр.

Результаты освоения курса

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

Личностными результатами обучения физике в средней школе являются:

- положительное отношение к российской физической науке;
- готовность к осознанному выбору дальнейшей образовательной траектории;
- умение управлять своей познавательной деятельностью.

Метапредметными результатами обучения физике в средней школе являются:

- использование умений различных видов познавательной деятельности (наблюдение, эксперимент, работа с книгой, решение проблем, знаково-символическое оперирование информацией и др.);
- применение основных методов познания (системно-информационный анализ, моделирование,

экспериментирование и др.) для изучения различных сторон окружающей действительности;

- владение интеллектуальными операциями — формулирование гипотез, анализ, синтез, оценка, сравнение, обобщение, систематизация, классификация, выявление причинно-следственных связей, поиск аналогии — в межпредметном и метапредметном контекстах;

- умение генерировать идеи и определять средства, необходимые для их реализации (проявление инновационной активности);

- умение определять цели, задачи деятельности, находить и выбирать средства достижения цели, реализовывать их и проводить коррекцию деятельности по реализации цели;

- использование различных источников для получения физической информации;

- умение выстраивать эффективную коммуникацию.

Предметными результатами обучения физике в средней школе на профильном уровне являются умения:

- давать определения изученных понятий;

- объяснять основные положения изученных теорий;

- описывать и интерпретировать демонстрационные и самостоятельно проведенные эксперименты, используя естественный (родной) и символичный языки физики;

- самостоятельно планировать и проводить физический эксперимент, соблюдая правила безопасной работы с лабораторным оборудованием;

- исследовать физические объекты, явления, процессы;

- самостоятельно классифицировать изученные объекты, явления и процессы, выбирая основания классификации;

- обобщать знания и делать обоснованные выводы;

- структурировать учебную информацию, представляя результат в различных формах (таблица, схема и др.);

- критически оценивать физическую информацию, полученную из различных источников, оценивать ее достоверность;

- объяснять принципы действия машин, приборов и технических устройств, с которыми каждый человек постоянно встречается в повседневной жизни, владеть способами обеспечения безопасности при их использовании, оказания первой помощи при травмах, связанных с лабораторным оборудованием и бытовыми техническими устройствами;

- самостоятельно конструировать новое для себя физическое знание, опираясь на методологию физики как исследовательской науки и используя различные информационные источники;

- применять приобретенные знания и умения при изучении физики для решения практических задач, встречающихся как в учебной практике, так и в повседневной жизни;

- анализировать, оценивать и прогнозировать последствия для окружающей среды бытовой и производственной деятельности человека, связанной с использованием техники.

Личностные образовательные результаты (достижения) учащихся являются системообразующим фактором при формировании предметных и метапредметных результатов и определяют линию развития субъектной позиции школьника в учении (активность, самостоятельность и ответственность).

Достижение учащимися современных образовательных результатов посредством включения их в процедуры понимания, проектирования, коммуникации и рефлексии, которые становятся универсальными способами учебно-познавательной деятельности, приводит к изменению позиции школьника в системе учения.

Учебно-познавательная деятельность — это деятельность субъекта, осуществляющего целеполагание на основе согласования предметных и личностных задач; решение этих задач на основе универсальных способов деятельности; ориентация на систему значимых ценностных отношений «я — мир»

с целью присвоения содержания образования при содействии и поддержке педагога (О. Б. Даутова). Тогда процесс учебно-познавательной деятельности современного школьника будет характеризоваться следующими изменениями традиционных этапов:

— на I этапе — мотивационно-целевом — целеполагание осуществляется учеником на основе *согласования предметных и личностных задач*, способствующих пониманию школьником *личностного смысла конкретной образовательной ситуации* (поэтому все задания должны носить личностный оттенок);


— II этап — проектировочный — характеризуется выбором школьником учебных заданий, способов и темпов его выполнения (поэтому любое задание по своей сути является проектным, где учащемуся необходимо получить конкретный продукт: фотоальбом, принцип измерения геометрических размеров молекулы и др.);

— в содержании III этапа — операционально-деятельностного — основными способами познания становятся процедуры понимания и коммуникации как способы нахождения смыслов, значений и интерпретации себя, другого человека, образовательной ситуации, содержания предметной задачи;

— в традиционном IV этапе — оценочном — усиливается роль самооценивания и взаимооценивания результатов учебно-познавательной деятельности;

— V этап — рефлексивный — предполагает оценивание себя как субъекта учебно-познавательной деятельности.

Представим модель урока физики для учащихся 10 класса (см. таблицу) с использованием следующего задания: каким образом меняются состояние, ощущения человека при «переходе» из инерциальной системы отсчета в неинерциальную? Результат представьте в виде таблицы «Виды неинерциальных систем отсчета — Состояние/ощущения человека».

Представленные в учебниках творческие задания (даны после упражнений и обозначены значком ) можно решать (или продолжать решать) и при орга-

низации внеурочной деятельности учащихся по различным направлениям: учителю вместе со школьником и родителями проанализировать полученные результаты и разработать совместную программу совершенствования обозначенных школьником личностных качеств (например, при формулировке понятия «дружба» через термин «суперпозиция»); классному руководителю совместно с психологом, родителями организовать классные часы в различных формах (например, при подготовке доклада «Трение при движении, «трение» в отношениях людей — причины, механизмы возникновения, виды»). Также можно организовать в школе выставку достижений школьников (например, демонстрация фотоальбомов, презентаций и др.).

Модель урока (серии уроков) физики с использованием метапредметных заданий

Этапы учения	Содержание компонентов урока
Понимание	<i>Мотивационно-целевой этап:</i> целеполагание осуществляется учеником на основе <i>согласования предметных</i> (введение инерциальной и неинерциальной систем отсчета, движение тел в данных системах отсчета) <i>и личностных задач</i> (самочувствие человека в различных системах отсчета), способствующих пониманию школьником <i>личностного смысла конкретной образовательной ситуации</i>
Проектирование	<i>Проектировочный этап:</i> характеризуется выбором школьником способов и темпов выполнения задания (реализация данного этапа позволяет интегрировать урочную и внеурочную деятельность учащихся при решении конкретного метапредметного задания: например, для урока (или серии

Этапы учения	Содержание компонентов урока
	уроков) учитель формирует информационный материал, отражающий различные контексты описания инерциальных и неинерциальных систем отсчета и помогающий учащимся понять условие задания)
Коммуникация	<p><i>Операционально-деятельностный этап:</i> основными способами познания становятся процедуры понимания и коммуникации.</p> <p>Обсуждаются с учителем задания из учебника (или другой литературы), помогающие школьнику составить таблицу «Виды неинерциальных систем отсчета — Состояние/ощущения человека»</p>
Рефлексия	<p><i>Рефлексивный этап:</i> предполагает оценивание себя как субъекта учебно-познавательной деятельности. Актуализация учащимися предметной и личностной задач урока.</p> <p>Проведение письменного опроса учащихся: что я узнал, чему научился, что понял, что приобрел. Подведение итогов урока с озвучиванием выводов, полученных учащимися совместно с учителем относительно самочувствия человека в различных системах отсчета</p>

Тематическое планирование

(210 ч, 6 ч в неделю)

Механика (96 ч)

Кинематика точки (32 ч)

- Равномерное прямолинейное движение.
- Мгновенная скорость, производная.
- Равноускоренное движение.
- Движение по окружности и параболе.
- Относительность движения.

Динамика (26 ч)

- Основное утверждение механики и законы Ньютона.
- Силы в механике.
- Неинерциальные системы отсчета.

Законы сохранения в механике (18 ч)

- Закон сохранения импульса.
- Закон сохранения энергии.

Статика (6 ч)

Вращение твердого тела (4 ч) (изучается при выполнении практикума в 11 классе)

Лабораторный практикум (10 ч)

Молекулярная физика и термодинамика (52 ч)

Основы молекулярно-кинетической теории (7 ч)

- Основные положения молекулярно-кинетической теории.

- Масса и размеры молекул.
- Силы взаимодействия между молекулами.

Температура. Газовые законы (10 ч)

- Температура, тепловое равновесие.
- Газовые законы.
- Уравнение состояния идеального газа.

Молекулярно-кинетическая теория идеального газа (7 ч)

- Основное уравнение молекулярно-кинетической теории.
- Температура — мера средней кинетической энергии молекул.
- Распределение Максвелла.

Законы термодинамики (14 ч)

- Работа в термодинамике.
- Количество теплоты.
- Первый закон термодинамики.
- Второй закон термодинамики.
- Тепловые машины.

Взаимные превращения жидкостей и газов (4 ч)

- Испарение.
- Кипение.
- Влажность воздуха.

Лабораторный практикум (10 ч)

Электродинамика (56 ч)

Электростатика (28 ч)

- Заряженные тела. Закон сохранения заряда. Закон Кулона.
- Электростатическое поле. Напряженность электростатического поля. Теорема Гаусса.
- Проводники и диэлектрики в электростатическом поле.

- Потенциальность электростатического поля. Потенциал и разность потенциалов. Измерение разности потенциалов.
- Электроемкость. Конденсаторы.

Постоянный электрический ток (18 ч)

- Условия возникновения и существования постоянного тока. Сила тока. Плотность тока. Электрическое поле проводника с током.
- Вольт-амперная характеристика. Закон Ома для участка цепи. Сопротивление проводника. Зависимость сопротивления от температуры. Суперпроводимость.
- Работа и мощность тока. Закон Джоуля—Ленца.
- Электрические цепи. Последовательное и параллельное соединение проводников.
- Измерение силы тока, напряжения, сопротивления, работы и мощности тока.
- Электродвижущая сила. Закон Ома для полной цепи. Закон Ома для неоднородной цепи. Работа и мощность электрического тока в неоднородной цепи.
- Законы Кирхгофа.

Лабораторный практикум (10 ч)

Повторение (6 ч)

Поурочное планирование учебного материала

Механика

Изучение механики в школьном курсе физики начинается в основной школе. Поэтому планирование учебного материала в 10 классе, с одной стороны, вынужденно сочетает углубление теоретического материала и повышение уровня решаемых задач с интенсивным повторением курса механики основной школы, с другой — столь же вынужденное ограничение учебного времени на изучение некоторых вопросов:

- координатный и векторный способы описания положения и движения точки в пространстве. Равномерное прямолинейное движение точки (повторение);
- мгновенная скорость и производная;
- равноускоренное прямолинейное движение точки;
- движение тела, брошенного под углом к горизонту;
- относительность механического движения;
- основное утверждение механики и законы Ньютона;
- гравитация;
- неинерциальные системы отсчета;
- законы сохранения импульса и энергии;
- статика.

Раздел «Вращение твердого тела» предлагается рассмотреть в 11 классе при выполнении лабораторного практикума (два часа — вводная лекция-демонстрация, две одночасовые лабораторные работы).

В лицейских, гимназических или предпрофильных 9 классах возможно раздел «Механика» изучить частично или полностью.

Предметные результаты изучения данной темы:

— *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;

— *знать* определения физических понятий: средняя скорость, мгновенная скорость, среднее ускорение, мгновенное ускорение, радиус-вектор, тангенциальное, нормальное и полное ускорение, центростремительное ускорение, угловая скорость;

— *понимать* смысл основных физических законов, принципов, уравнений: кинематические уравнения движения в векторной и скалярной формах для различных видов движения, преобразования Галилея;

— *измерять*: мгновенную скорость и ускорение при равномерном прямолинейном движении, центростремительное ускорение при равномерном движении по окружности;

— *использовать* полученные знания в повседневной жизни (например, учет относительности движения).

Кинематика

Уроки 1, 2

Тема. Введение. Координатный и векторный способы описания движения точки.

Содержание. *Зарождение и развитие научного взгляда на мир. Необходимость познания природы. Наука для всех. Зарождение и развитие современного научного метода исследования.*

Основные особенности физического метода исследования. Физика — экспериментальная наука. Приближенный характер физических теорий. Особенности изучения физики. Познаваемость мира.

Классическая механика Ньютона и границы ее применимости.

Повторение: координатный и векторный способы описания положения и перемещения точки в пространстве, система отсчета; перемещение; векторы и их проекции, операции над ними (содержание § 1.1—1.3, 1.10, 1.11).

Проверочная работа: учебник, с. 63 в. 1 и 2, с. 68 в. 1—4.

Задание на дом. § 1.4—1.6.

Уроки 3, 4

Тема. Равномерное прямолинейное движение.

Содержание. Математическое описание и графическое представление движения (анализ рис. 1.9—1.13 учебника). Анализ и решение задач № 1—4 из § 1.9 учебника.

Проверочная работа: упр. № 1.

Задание на дом. § 1.13. Проанализировать решения задач № 1 и 2 из § 1.14, упр. 2 (1—3).

Урок 5

Контрольная работа № 1 по теме «Равномерное прямолинейное движение. Средний модуль скорости произвольного движения».

Урок 6

Тема. Мгновенная скорость. Производная.

Содержание. Средняя скорость прямолинейного движения. Мгновенная скорость. Производная.

Задание на дом. § 1.7, 1.12, записи в тетради. Найти мгновенные скорости в моменты времени $t_1 = 2$ с и $t_2 = 4$ с, когда $x = 10t$ и $x = 10t^2$.

Методические рекомендации. Изучение понятия производной по срокам и содержанию должно быть согласовано с преподавателем математики. При этом само понятие следует вводить на уроке физики при формировании представления о мгновенной скорости. На уроках математики понятие производной должно быть закреплено примерами и задачами.

Для лучшего усвоения механического и геометрического смысла производной можно рекомендовать следующую схему подачи материала.

1. Анализ и математическое описание равномерного прямолинейного движения точки:

- определение равномерного прямолинейного движения;
- введение понятия скорости равномерного прямолинейного движения:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t};$$

- вывод уравнения зависимости координаты от времени:

$$x = x_0 + v_x t;$$

- график зависимости $x(t)$ (рис. 1);
- определение скорости по графику координаты (рис. 2):
 $x = \operatorname{tg} \alpha$.



Рис. 1

2. Введение понятия производной:

- введение понятия средней скорости с использованием графика $x(t)$ (рис. 3):

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t};$$

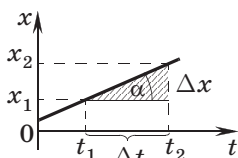


Рис. 2

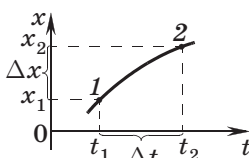


Рис. 3

- введение понятия мгновенной скорости с использованием графика $x(t)$ (рис. 4).

1) Определение: *мгновенная скорость тела в точке A* (в момент времени t) — это скорость, с которой двигалось бы тело, если, начиная с точки A, его движение стало бы прямолинейным равномерным (если бы, начиная с точки A, тело двигалось по инерции).

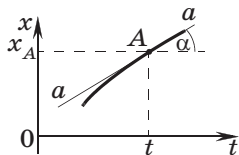


Рис. 4

2) Графическое представление (см. рис. 4): в точке A кривая переходит в прямую — движение из неравномерного становится равномерным. Поэтому мгновенная скорость тела в точке A численно равна тангенсу угла наклона α графика равномерного движения к оси t :

$$v = \operatorname{tg} \alpha.$$

3) Линия aa' , соответствующая графику равномерного движения, начинающегося из точки A, есть касательная к графику неравномерного движения к кривой в точке A (см. рис. 4).

Следовательно, *мгновенная скорость тела в любой точке A траектории (в любой момент времени) численно равна тангенсу угла наклона касательной, проведенной к линии графика $x = x(t)$ в точке с координатой x_A .*

4) Определение:

$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt} = x'$ — *мгновенная скорость* находится как производная от координаты по времени.

5) $\frac{dx}{dt} = v_x = \operatorname{tg} \alpha$ — производная от координаты x по времени t в каждой точке траектории (в каждый момент времени) есть мгновенная скорость в этой точке или тангенс угла наклона касательной к линии графика $x = x(t)$, проведенной через точку с координатой x (рис. 5).

6) Алгоритм нахождения производной $\frac{dx}{dt}$ функции $x = x(t)$:

- написать значение функции $x(t)$ для момента времени $t + \Delta t$: $x_{t + \Delta t}$;
- написать значение функции $x(t)$ для момента времени t : x_t ;
- написать разность (приращение функции): $\Delta x = x_{t + \Delta t} - x_t$;
- написать и вычислить предел $\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t}$;
- написать выражение для $\frac{dx}{dt} = x'$.

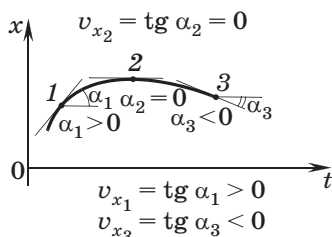


Рис. 5

Уроки 7, 8

Тема. Ускорение. Движение с постоянным ускорением.

Содержание. Прямолинейное движение с постоянным ускорением — математическое и графическое представление. Решение задач № 1, 2 из § 1.22; Г.¹ № 1.29.

Задание на дом. § 1.15—1.21.

Методические рекомендации. 1. Преимущество векторного подхода при изучении движения с постоянным ускорением заключается в общности подхода, но его недостатком является избыточная математичность.

2. Если материал § 1.15—1.18 (идеи, рисунки и формулы) — это новый материал, то материал § 1.20 и 1.21 — это одновременно и повторение материала курса физики основной школы, и закрепление текущего, и выход на решение задач повышенной сложности.

¹ Буквой «Г» обозначена книга: Гольдфарб Н. И. Физика. 10—11 классы. Задачник. М.: Дрофа, 2015.

3. При решении задачи Г. № 1.29 необходимо отработать методику определения характера изменения скорости (убывания или возрастания), используя геометрический смысл производной.

Уроки 9—10

Тема. Решение задач на равноускоренное движение.

Содержание. Самостоятельная работа: § 1.22 № 3, упр. 3 (1—9); Г. № 1.32.

Задание на дом. Г. № 1.26—1.28, 1.30—1.36.

Уроки 11—14

Тема. Свободное падение тел.

Содержание. Опыты Галилея. Опыт Ньютона. Ускорение свободного падения. Свободное падение без начальной скорости. Решение задач № 1, 2 из § 1.25; Г. № 1.38—1.43. Подготовка к контрольной работе.

Задание на дом. § 1.23, упр. 4 (1—6).

Уроки 15, 16

Контрольная работа № 2 по теме «Прямолинейное равноускоренное движение».

Задание на дом. Повторить § 1.15, 1.16.

Уроки 17, 18

Тема. Равномерное движение точки по окружности.

Содержание. Равномерное движение точки по окружности. Центробежное ускорение. Тангенциальное, нормальное и полное ускорение. Угловая скорость и угловое ускорение. Решение задач упр. 5 (1, 2, 5, 11).

Задание на дом. § 1.26—1.28, упр. 5 (9, 10, 12).

Уроки 19, 20

Тема. Движение тела, брошенного горизонтально.

Содержание. Движение тела, брошенного горизонтально. Решение задач № 3 из § 1.25, упр. 4 (7).

Демонстрации. Стрельба из пружинной пушки — в виде экспериментальной задачи (скорость вылета снаряда из пушки определяется при стрельбе вертикально вверх); движение водяной струи, вытекающей из бокового отверстия сосуда.

Задание на дом. Записи в тетради; Г. № 1.53.

Методические рекомендации. Этот материал изучается отдельно от следующей темы, во-первых, для смещения акцента с математического аспекта вопроса на физический; во-вторых, для простоты введения траектории в параметрической и явной формах; в-третьих, для подготовки к выполнению работ лабораторного практикума.

Уроки 21, 22

Тема. Движение тела, брошенного под углом к горизонту.

Содержание. Траектория движения. Время подъема тела и время полета. Дальность полета. Наибольшая высота подъема. Частные случаи движения тела, брошенного под углом к горизонту.

Демонстрация. Стрельба из пружинной пушки (в виде экспериментальной задачи).

Задание на дом. Упр. 4 (8, 9, 12, 13).

Методические рекомендации. Задачу о движении тела, брошенного под углом к горизонту, можно сформулировать и так: определить угол α бросания снаряда (возвышения ствола пушки) для попадания в цель с заданными координатами x и y . Координаты цели отсчитываются от конца ствола пушки, скорость вылета снаряда из пушки — по высоте подъема при вертикальной стрельбе. В этом случае формула (1.24.3) примет вид:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{gx} [v_0^2 \pm \sqrt{v_0^4 - g(gx^2 + 2v_0^2y)}].$$

Если составить компьютерную программу для нахождения угла возвышения ствола пушки для поражения цели с заданными координатами x и y , то вычислительный компьютерный эксперимент можно проверить на опыте.

Уроки 23, 24

Контрольная работа № 3 по теме «Движение тела, брошенного под углом к горизонту».

Уроки 25, 26

Тема. Относительность механического движения.

Содержание. Относительность движения. Преобразования Галилея и их следствия: преобразования координат, закон сложения скоростей; абсолютная, относительная и переносная скорости. Решение задач № 1, 2 из § 1.31.

Задание на дом. § 1.29, 1.30, № 2 и 3 из § 1.31 — поменять местами НСО и ПСО.

Методические рекомендации. Предлагается решение задачи на относительность движения. Решать по алгоритму.

1. Движущееся тело — например, мотоциклист.
2. Неподвижная система отсчета (НСО) — Земля.
3. Подвижная система отсчета (ПСО) — поезд.
4. v_a (абсолютная скорость) — скорость мотоциклиста относительно Земли.
5. v_o (относительная скорость) — скорость поезда относительно Земли (нарисовать вектор).
6. $v_{п}$ (переносная скорость) — скорость мотоциклиста относительно поезда (нарисовать вектор).
7. Закон сложения скоростей: $v_a = v_o + v_{п}$.
8. $v_{п} = v_a - v_o$, построить вектор $v_{п}$.

Уроки 27, 28

Тема. Относительность механического движения.

Содержание. Проверочная работа: задача № 2 из § 1.31 (в качестве движущегося тела рассмотреть ав-

томобиль). Преобразование ускорений. Независимость расстояний от выбора системы отсчета. Относительная скорость двух тел. Решение задач № 3—5 из § 1.31, упр. 6 (1, 2).

Задание на дом. Упр. 6 (1—5).

Уроки 29, 30

Тема. Решение задач на относительность движения.

Содержание. Упр. 6 (6—11).

Задание на дом. Упр. 6 (14—16).

Уроки 31, 32

Контрольная работа № 4 по теме «Относительность движения».

Задание на дом. § 2.1, 2.2.

Динамика

Предметные результаты изучения данной темы:

— *объяснять* явления: инерция, взаимодействие;

— *знать* определения физических понятий: материальная точка, модель в физике, инерциальная система отсчета, сила, масса, состояние системы тел;

— *понимать* смысл основных физических законов, принципов, уравнений: основное утверждение механики, законы Ньютона, принцип относительности в механике;

— *измерять*: массу, силу;

— *использовать* полученные знания в повседневной жизни (например, учет инерции).

Уроки 33, 34

Тема. Законы Ньютона.

Содержание. Основное утверждение механики. Материальная точка. Первый закон Ньютона. Сила.

Связь между ускорением и силой. Второй закон Ньютона. Третий закон Ньютона.

Методические рекомендации. Эти уроки носят характер повторения и обобщения. Строятся они на основном утверждении механики — *изменение скорости тела есть результат воздействия на него других тел*. Такой подход позволяет, в частности, показать границы применимости механики Ньютона, ввести понятия инерциальной и неинерциальной систем отсчета. Характер и содержание излагаемого материала — формулирование основных понятий и законов динамики — предполагает широкое использование демонстрационного эксперимента («Демонстрационный эксперимент» под редакцией А. А. Покровского, опыты 11—17).

Задание на дом. § 2.1—2.7.

Уроки 35, 36

Тема. Основная и обратная задачи динамики. Инерциальные и неинерциальные системы отсчета.

Содержание. Основные задачи механики. Состояния системы тел в механике. Инерциальные и неинерциальные системы отсчета. Принцип относительности в механике. Алгоритм решения задач динамики. Численные методы решения задач динамики. Решение задач № 1, 2 из § 2.14.

Задание на дом. § 2.9, 2.11—2.13, упр. 7 (1, 2).

Уроки 37, 38

Тема. Решение задач на законы Ньютона.

Содержание. Решение задач № 3—5 из § 2.14, упр. 7 (3—7).

Задание на дом. Упр. 7 (8—10).

Уроки 39, 40

Контрольная работа № 5 по теме «Динамика материальной точки».

Силы в механике

Предметные результаты изучения данной темы:

— *объяснять* явления: всемирного тяготения, упругости, трения, невесомости и перегрузки;

— *знать* определения физических понятий: сила всемирного тяготения, инертная и гравитационная массы, первая космическая скорость, сила упругости, вес тела, сила трения;

— *понимать* смысл основных физических законов: закон всемирного тяготения, закон Гука;

— *измерять*: силу всемирного тяготения, силу упругости, силу трения, вес тела;

— *использовать* полученные знания в повседневной жизни (например, учет трения при движении по различным поверхностям).

Уроки 41, 42

Тема. Гравитация.

Содержание. Гравитация. Законы Кеплера. Закон всемирного тяготения. Равенство гравитационной и инертной масс. Сила тяжести. Центр тяжести. Расчет первой космической скорости. Решение задач № 1, 3 из § 3.17, упр. 8 (2, 4).

Задание на дом. § 3.1—3.7, упр. 8 (3, 5).

Уроки 43, 44

Тема. Вес тела. Невесомость. Перегрузки.

Содержание. Вес тела. Невесомость. Перегрузки. Решение задач Р.¹ № 185, 188, 190, 191, 198. Движение тела под действием упругой силы: задача № 4 из § 3.17.

Задание на дом. Упр. 8 (6, 7).

¹ Буквой «Р» обозначена книга: *Рымкевич А. П.* Физика. 10—11 классы. Задачник. М.: Дрофа, 2015.

Уроки 45, 46

Тема. Движение тел под действием нескольких сил.

Содержание. Решение задач № 5, 7 из § 3.17, упр. 8 (8—11).

Задание на дом. Г. № 2.46, 2.48, 2.49.

Уроки 47—50

Тема. Движение тел под действием нескольких сил (продолжение).

Содержание. Решение задач. Р. № 300, 302; Г. № 2.37, 2.41, 2.42.

Задание на дом. Р. № 304, 311; Г. № 2.34.

Уроки 51, 52

Контрольная работа № 6 по теме «Движение тел под действием нескольких сил».

Задание на дом. Г. № 2.30.

Неинерциальные системы отсчета

Предметные результаты изучения данной темы:

— *знать* определения физических понятий: неинерциальная система отсчета, силы инерции;

— *понимать* смысл основных физических законов: второй закон Ньютона для неинерциальной системы отсчета;

— *измерять*: центробежную силу;

— *использовать* полученные знания в повседневной жизни (например, учет невесомости и перегрузок при движении в неинерциальных системах отсчета (лифт, самолет, поезд)).

Уроки 53, 54

Тема. Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции.

Содержание. Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции. Системы отсчета, движущиеся прямолинейно с постоянным ускорением. Решение задач № 1, 3 из § 4.5, упр. 9 (5).

Задание на дом. § 4.1—4.3, упр. 9 (6).

Уроки 55, 56

Тема. Вращающиеся системы отсчета. Центробежная сила инерции.

Содержание. Вращающиеся системы отсчета. Центробежная сила инерции. Решение задачи № 2 из § 4.5, упр. 9 (3).

Задание на дом. § 4.4, упр. 9 (2, 4).

Уроки 57, 58

Тема. Контрольная работа № 7 по теме «Неинерциальные системы отсчета»¹.

Задание на дом. § 5.1 (самостоятельно).

Законы сохранения в механике

Предметные результаты изучения данной темы:

— *объяснять* явления: взаимодействие;

— *знать* определения физических понятий: импульс, работа силы, мощность, кинетическая энергия, потенциальная энергия, механическая (полная) энергия, консервативные и диссипативные силы, замкнутая (изолированная) система;

— *понимать* смысл основных физических законов, принципов, уравнений: закон сохранения импульса, уравнение Мещерского, закон сохранения механической энергии, теорема об изменении кинетической энергии, уравнение изменения механической энергии под действием сил трения;

¹ По усмотрению учителя эту контрольную работу можно не проводить. Освободившееся время отвести на решение задач по теме «Движение тела под действием нескольких сил».

— *использовать* полученные знания в повседневной жизни (например, оценивание работы различных сил (при подъеме, скольжении или качении грузов), сравнение мощности различных двигателей).

Уроки 59, 60

Тема. Закон сохранения импульса.

Содержание. Импульс материальной точки. Изменение импульса системы тел. Закон сохранения импульса. Решение задач № 1—4 из § 5.7.

Задание на дом. § 5.2, 5.3, упр. 10 (1—4).

Уроки 61, 62

Тема. Реактивное движение.

Содержание. Реактивное движение. Уравнение Мещерского. Реактивная сила. Решение задач № 5 из § 5.7, упр. 10 (5, 7, 12).

Задание на дом. § 5.4—5.6, упр. 10 (6, 8, 11).

Уроки 63, 64

Тема. Решение задач на закон сохранения импульса.

Содержание. Упр. 10 (13—17).

Задание на дом. Г. № 3.21, 3.24, 3.27.

Уроки 65, 66

Контрольная работа № 8 по теме «Закон сохранения импульса».

Задание на дом. § 6.1 (самостоятельно).

Уроки 67, 68

Тема. Работа, мощность, энергия.

Содержание. Работа силы, мощность, энергия. Кинетическая и потенциальная энергия. Закон сохранения полной механической энергии. Изменение энергии системы под действием внешних сил.

Задание на дом. § 6.2—6.9, упр. 11 (2, 3).

Методические рекомендации. Материал этой темы следует планировать как повторение материала курса физики основной школы.

Уроки 69, 70

Тема. Решение задач на расчет механической работы, мощности и энергии.

Содержание. Решение задач № 1—6 из § 6.12.

Задание на дом. Упр. 11 (4—6, 8).

Методические рекомендации. Задачу № 2 желательно решить как экспериментальную. Ее описание приведено в пособии «Физическая лаборатория» под редакцией А. Б. Долицкого, Е. Ю. Заславской.

Уроки 71, 72

Тема. Столкновение упругих шаров. Уменьшение механической энергии системы под действием сил трения.

Содержание. Столкновение упругих шаров. Уменьшение механической энергии системы под действием сил трения. Решение задач на расчет механической работы, мощности и энергии. Решение задач упр. 11 (9—13).

Задание на дом. § 6.10, 6.11, упр. 11 (14, 16).

Уроки 73, 74

Тема. Решение задач на расчет механической работы и энергии.

Содержание. Решение задач упр. 11 (23—26).

Задание на дом. Упр. 11 (19—21).

Уроки 75, 76

Контрольная работа № 9 по теме «Механическая работа, мощность, энергия».

Статика

Предметные результаты изучения данной темы:

- *объяснять* явления: равновесие твердого тела;
- *знать* определения физических понятий: момент силы, центр тяжести;
- *понимать* смысл основных физических законов, принципов: условия равновесия твердого тела;
- *использовать* полученные знания в повседневной жизни (например, при поиске устойчивого положения в различных обстоятельствах).

Уроки 77, 78

Тема. Статика. Равновесие.

Содержание. Условия равновесия твердого тела. Центр тяжести. Виды равновесия. Устойчивость. Решение задач № 1—6 из § 8.5.

Задание на дом. § 8.1—8.4, упр. 15 (1, 2).

Уроки 79, 80

Тема. Решение задач по статике.

Содержание. Решение задач упр. 15 (5, 6, 13, 16, 19).

Задание на дом. Г. № 8.7, 8.13, 8.16, 8.29.

Урок 81

Урок-консультация по решению задач.

Урок 82

Контрольная работа № 10 по теме «Статика».

Лабораторный практикум

Уроки 83, 84

Тема. Погрешности измерений.

Содержание. Измерения и погрешности измерений. Случайные и систематические, абсолютные и отно-

сительные погрешности. Погрешности средств измерений и погрешности отсчета.

Задание на дом. По лекции составить конспект.

Уроки 85, 86

Тема. Обработка результатов измерений.

Содержание. Сравнение результатов измерений физической величины. Графические методы обработки результатов. Оформление отчета о проделанной работе. Лабораторные работы для самостоятельного выполнения.

Задание на дом. По лекции составить конспект.

Уроки 87, 88

Допуск к практикуму.

Уроки 89—94

Выполнение работ:

1. Измерение ускорения свободного падения с помощью математического маятника.

2. Изучение второго закона Ньютона (на машине Атвуда или на установке с кареткой, скатывающейся по монорельсу).

3. Артиллерийский полигон (модель задачи о достижимости цели снарядом).

4. Изучение закона сохранения импульса при соударении стальных шаров.

5. Изучение закона сохранения механической энергии.

6. Измерение КПД электродвигателя при поднятии груза.

Уроки 95, 96

Зачет по практикуму.

Молекулярная физика и термодинамика

В данном разделе дополнительным материалом можно считать темы «Поверхностное натяжение в жидкостях», «Твердые тела и их превращения в жидкости», «Тепловое расширение тел». Некоторое время этим вопросам отведено в работах лабораторного практикума: «Измерение коэффициента поверхностного натяжения жидкости», «Измерение модуля упругости резины», «Определение процентного содержания влаги в мокром снеге», «Изучение закона Гей-Люссака».

Тему «Законы термодинамики» предлагается усилить включением в лабораторный практикум работы «Изучение теплового взаимодействия». Методом компьютерного моделирования она позволяет продемонстрировать процесс установления теплового равновесия в изолированной макроскопической системе, состоящей из двух взаимодействующих тепловым способом макроскопических тел. Для этого необходимо сформулировать второй закон термодинамики в статистическом толковании: все самопроизвольные процессы в изолированной макроскопической системе протекают с наибольшей вероятностью от «порядка» к «беспорядку», а также ввести качественно понятие «энтропии» как меры «беспорядка».

Основы молекулярно-кинетической теории

Предметные результаты изучения данной темы:

— *объяснять* явления: броуновское движение, взаимодействие молекул;

— *знать* специфику статистической физики и термодинамики; определения физических понятий: количество вещества, молярная масса;

— *понимать* смысл основных физических принципов: основные положения молекулярно-кинетической теории;

— *использовать* полученные знания в повседневной жизни (например, учет различных свойств газообразных, жидких и твердых тел).

Уроки 1, 2

Тема. Термодинамика и молекулярно-кинетическая теория. Основные положения МКТ.

Содержание. Тепловые явления. Развитие представлений о природе тепловых явлений. Два метода изучения вещества: термодинамический и молекулярно-кинетический. Основные положения молекулярно-кинетической теории, их экспериментальное подтверждение. Доказательства существования молекул.

Демонстрации. Диапозитивы с фотографиями молекул различных веществ.

Задание на дом. § 1.1—1.4, 2.1.

Методические рекомендации. На этом уроке в качестве повторения можно продемонстрировать эксперименты, показанные в 7 классе: растворение краски в воде, диффузия в жидкостях и газах.

Для демонстрации диффузии в газах нужно взять высокую мензурку, опустить в нее полоску белой бумаги, смоченную в растворе фенолфталеина (таблетки продаются в аптеке) (рис. 6). Удобнее сначала поместить бумагу в мензурку, а потом смочить ее, налив раствор сверху. Рядом закрепляется кусочек ваты, смоченный в растворе аммиака (не касаясь бумаги!), и наблюдается постепенное изменение цвета бумаги на малиновый. Мензурку можно располагать как вертикально, так и горизонтально.



Рис. 6

Уроки 3, 4

Тема. Масса и размеры молекул. Постоянная Авогадро. Молярная масса.

Содержание. Масса, размер молекулы, количество вещества, молярная масса, постоянная Авогадро. Решение задач на расчет параметров молекул различных веществ: массы, диаметра, а также молярной массы и количества вещества. Решение задач Р. № 454, 460—462, 464—466; Г. № 11.4, 11.5.

Задание на дом. § 2.2, упр. 1 (1, 3—7, 9).

Уроки 5, 6

Тема. Броуновское движение. Силы взаимодействия молекул.

Содержание. Броуновское движение, его причины. Наблюдение броуновского движения. Особенности взаимодействия между молекулами. Природа молекулярных сил. Потенциальная энергия взаимодействия молекул.

Демонстрации. Механическая модель броуновского движения. Слипание свинцовых цилиндров. Слипание смоченных различными жидкостями стеклянных пластин.

Задание на дом. § 2.3—2.5, упр. 1 (8, 10—12).

Методические рекомендации. Часть этого урока можно также посвятить решению задач на расчет параметров молекул.

Эксперимент по слипанию стеклянных пластин можно проводить фронтально, если он не был проведен в 7 классе, или вспомнить результаты и подтвердить их демонстрационным экспериментом.

Урок 7

Контрольная работа № 11 по теме «Основные положения молекулярно-кинетической теории. Масса и размеры молекул».

Задание на дом. § 2.6.

Температура. Газовые законы

Предметные результаты изучения данной темы:

— *объяснять* явления: тепловое равновесие;

— *знать* определения физических понятий: макроскопические и микроскопические тела, температура, равновесные и неравновесные процессы, идеальный газ, изотермический, изобарный и изохорный процессы, абсолютная температура;

— *понимать* смысл основных физических законов, уравнений: газовые законы, уравнение состояния идеального газа;

— *использовать* полученные знания в повседневной жизни (например, учет свойств газов).

Урок 8

Тема. Температура. Тепловое равновесие.

Содержание. Макроскопические параметры. Тепловое равновесие. Температура. Измерение температуры.

Демонстрации. Диафильм «Измерение температуры».

Задание на дом. § 3.1, 3.2.

Уроки 9, 10

Тема. Абсолютная температура. Газовые законы.

Содержание. Абсолютный нуль температуры. Шкала Кельвина. Понятие об уравнении состояния системы. Закон Бойля—Мариотта. Закон Гей-Люссака. Закон Шарля. Идеальный газ.

Демонстрации. Изотермический, изобарный и изохорный процессы.

Задание на дом. § 3.5—3.7, 3.10, упр. 2 (1, 2).

Методические рекомендации. Перед рассмотрением газовых законов целесообразно ввести понятие абсолютной температуры, тогда это понятие можно использовать при записи законов Гей-Люссака и

Шарля, а также уравнения состояния идеального газа. Целесообразно заполнить на уроке таблицу.

Название изопроцесса	Постоянный параметр	Связь между другими параметрами	График изопроцесса в координатах		
			p, V	p, T	V, T

Уроки 11, 12

Тема. Решение графических задач на газовые законы. Законы Авогадро и Дальтона.

Содержание. Решение задач Р. № 543—545; Г. № 12.29. Законы Авогадро и Дальтона. Проверочная работа по графическим задачам на газовые законы (15 мин).

Проверочная работа

Вариант 1

1. С некоторой массой идеального газа произведены независимые процессы. Дайте аргументированные ответы на вопросы относительно изменений состояния газа.

Нагрелся или охлаждался газ в процессе расширения (рис. 7, а)?

Нагреваясь, газ расширялся или сжимался (рис. 7, б)?

Как изменялось давление газа в процессе его нагревания (рис. 7, в)?

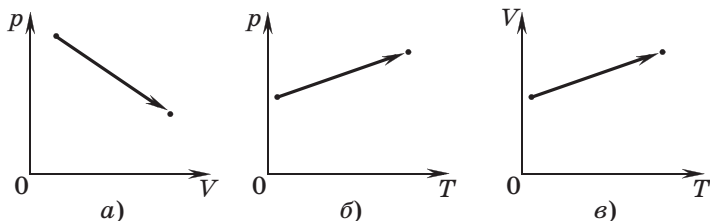


Рис. 7

2. С некоторой массой идеального газа произведен процесс, представленный на рисунке 8. Сравните параметры газа в состояниях 1, 2, 3 и 4. Изобразите процесс в координатах p, V и V, T .

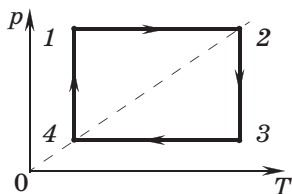


Рис. 8

Вариант 2

1. С некоторой массой идеального газа произведены независимые процессы. Дайте аргументированные ответы на вопросы относительно изменений состояния газа.

Нагревался или охлаждался газ в процессе расширения (рис. 9, а)?

Расширялся или сжимался газ в процессе охлаждения (рис. 9, б)?

Как изменялось давление газа в процессе его нагревания (рис. 9, в)?

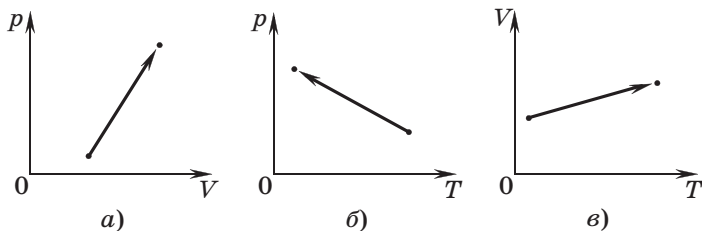


Рис. 9

2. С некоторой массой идеального газа произведен процесс, представленный на рисунке 10. Сравните параметры газа в состояниях 1, 2, 3 и 4. Изобразите процесс в координатах p, T и V, T . Линия 3—4 — гипербола.

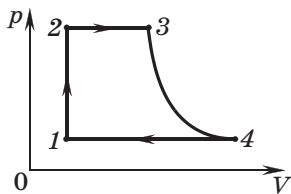


Рис. 10

Задание на дом. § 3.6, 3.8, 3.10; Г. № 12.30, 12.31.

Уроки 13, 14

Тема. Решение задач на газовые законы.

Содержание. Решение задач № 3—5, 7 из § 3.12, упр. 2 (3, 4, 6, 7, 9, 14).

Задание на дом. § 3.8, упр. 2 (5, 8, 10, 21); Г. № 9.13, 9.14.

Уроки 15, 16

Тема. Уравнение состояния идеального газа. Решение задач на применение уравнения состояния идеального газа.

Содержание. Уравнение Клапейрона. Уравнение Менделеева—Клапейрона. Универсальная газовая постоянная. Решение задач № 6, 8 из § 3.12; Р. № 493, 495, 500, 507.

Демонстрации. опыты по рисунку 3.12 учебника.

Задание на дом. § 3.9, упр. 2 (12, 13, 18); Р. № 494, 501, 504, 513.

Урок 17

Тема. Решение задач на применение уравнения состояния идеального газа.

Содержание. Решение задач № 9, 10 из § 3.12, упр. 2 (16, 20).

Задание на дом. § 3.11, упр. 2 (11, 15, 17, 19).

Молекулярно-кинетическая теория идеального газа

Предметные результаты изучения данной темы:

- *объяснять* явления: взаимодействие молекул;
- *знать* определения физических понятий: температура, средняя скорость движения молекул газа, средняя квадратичная скорость, средняя арифметическая скорость, число степеней свободы, внутренняя энергия идеального газа;

— *понимать* смысл основных физических принципов, уравнений: основное уравнение молекулярно-кинетической теории, распределение Максвелла;

— *использовать* полученные знания в повседневной жизни (например, при оперировании понятием «внутренняя энергия» в повседневной жизни).

Урок 18

Тема. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории.

Содержание. Статистические закономерности. Идеальный газ в молекулярно-кинетической теории. Вывод основного уравнения молекулярно-кинетической теории.

Демонстрации. Модель давления газа («Демонстрационный эксперимент», опыт 71).

Задание на дом. § 4.1—4.4.

Уроки 19, 20

Тема. Решение задач на основное уравнение молекулярно-кинетической теории.

Содержание. Решение задач № 1—3, 5 из § 4.9; Р. № 469, 473—475; Г. № 11.7.

Задание на дом. § 4.1—4.4; Р. № 471, 472, 476, 477; упр. 3 (1, 3—6).

Уроки 21, 22

Тема. Температура — мера средней кинетической энергии молекул. Внутренняя энергия идеального газа. Решение задач на расчет средней кинетической энергии молекул идеального газа.

Содержание. Связь между средней кинетической энергией молекул идеального газа и температурой газа. Постоянная Больцмана. Внутренняя энергия

идеального газа. Решение задач Р. № 479, 480, 484, 488, 489.

Задание на дом. § 4.5, 4.8; Р. № 478, 481, 482, 486; упр. 3 (7, 11—13).

Урок 23

Тема. Распределение Максвелла. Измерение скоростей молекул газа.

Содержание. Распределение молекул по скоростям. Наиболее вероятная скорость. Средняя скорость теплового движения молекул. Опыт Штерна.

Демонстрации. Статистическая закономерность распределения («Демонстрационный эксперимент», опыт 74).

Задание на дом. § 4.6, 4.7.

Урок 24

Контрольная работа № 12 по теме «Газовые законы. Молекулярно-кинетическая теория идеального газа».

Законы термодинамики

Предметные результаты изучения данной темы:

— *объяснять* явления: необратимость процессов в природе;

— *знать* определения физических понятий: 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;

— *понимать* смысл основных физических законов, принципов, уравнений: законы термодинамики, теорема Карно, принципы действия тепловой и холодильной машин;

— использовать полученные знания в повседневной жизни (например, учет необратимости процессов в природе при проведении различных экспериментов).

Уроки 25, 26

Тема. Работа в термодинамике. Решение задач на вычисление работы в термодинамике.

Содержание. Работа в механике и термодинамике. Вывод формулы для вычисления работы при изобарном процессе. Геометрическое истолкование работы. Решение задач № 1 из § 5.13, упр. 4 (5); Р. № 627; Г. № 13.19, 13.23 (1).

Задание на дом. § 5.1, упр. 4 (4); Р. № 628, 630.

Методические рекомендации. Целесообразно предложить учащимся задачи на определение работы по графикам изменения состояния идеального газа, а также на определение знака работы, на сравнение работы при различных процессах. Параметры газа можно задавать любые. Например, показанные на рисунке 11.

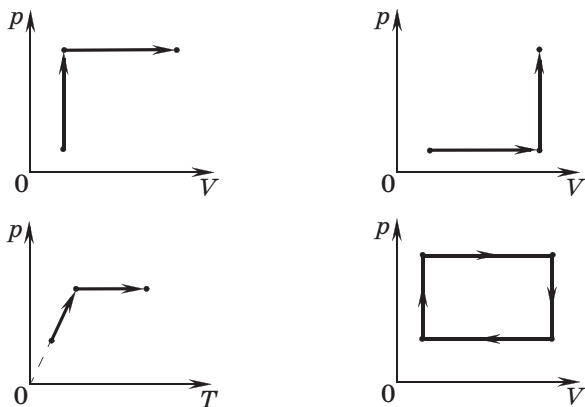


Рис. 11

Уроки 27, 28

Тема. Количество теплоты. Теплоемкость. Решение задач на уравнение теплового баланса.

Содержание. Количество теплоты. Теплоемкость. Уравнение теплового баланса. Решение задач № 3, 4 из § 5.13; Р. № 646, 647, 652.

Задание на дом. § 5.2, упр. 4 (7—9); Р. № 653.

Уроки 29, 30

Тема. Закон сохранения энергии. Решение задач на вычисление внутренней энергии идеального газа.

Содержание. Эквивалентность количества теплоты и работы. Закон сохранения энергии. Внутренняя энергия. Решение задач Р. № 620, 622, 624.

Задание на дом. § 5.3, 5.4, упр. 4 (10, 11); Р. № 621, 623, 625.

Методические рекомендации. Часть урока можно посвятить также решению задач на уравнение теплового баланса: Р. № 654, 658, 661.

Уроки 31, 32

Тема. Первый закон термодинамики. Адиабатный процесс. Решение задач на применение первого закона термодинамики.

Содержание. Первый закон термодинамики: формулировка и уравнение. Теплоемкости газа при постоянном объеме и постоянном давлении. Адиабатный процесс. Применение первого закона термодинамики к изопроцессам. Решение задач № 7, 8 из § 5.13, упр. 4 (15, 19).

Задание на дом. § 5.5—5.7, упр. 4 (6, 13).

Уроки 33, 34

Тема. Решение задач на применение первого закона термодинамики. Второй закон термодинамики.

Содержание. Решение задач Р. № 627, 632, 634. Необратимость процессов в природе. Второй закон термодинамики.

Задание на дом. § 5.8, 5.9, упр. 4 (1, 14, 16, 18).

Уроки 35, 36

Тема. Тепловые двигатели. Идеальная тепловая машина Карно.

Содержание. Принцип действия теплового двигателя. Роль рабочего тела, нагревателя, холодильника. КПД теплового двигателя. Решение задач Г. № 13.8, 13.9. Максимальный КПД тепловых двигателей. Идеальная тепловая машина Карно. Решение задач № 9 из § 5.13; Р. № 677.

Задание на дом. § 5.11, 5.12, упр. 4 (3, 21, 22).

Урок 37

Повторительно-обобщающий урок по термодинамике.

Урок 38

Контрольная работа № 13 по теме «Основы термодинамики».

Взаимные превращения жидкостей и газов

Предметные результаты изучения данной темы:

— *объяснять* явления: испарение, конденсация, равновесие между жидкостью и газом, критическое состояние, кипение, сжижение газов, влажность воздуха;

— *знать* определения физических понятий: насыщенный и ненасыщенный пар, изотермы реального газа, критическая температура, абсолютная и относительная влажность воздуха, точка росы, удельная теплота парообразования (конденсации), парциальное давление водяного пара;

— *понимать* смысл основных физических законов, уравнений: зависимость температуры кипения жидкости от давления, диаграмма равновесных состояний жидкости и газа, зависимость удельной теплоты парообразования от температуры;

— *использовать* полученные знания в повседневной жизни (например, уметь пользоваться приборами для измерения влажности, учет влажности при организации собственной жизнедеятельности).

Уроки 39, 40

Тема. Испарение. Изотермы реального газа.

Содержание. Испарение. Насыщенный и ненасыщенный пар. Свойства насыщенного пара. Изотермы реального газа. Критическая температура. Диаграмма равновесных состояний газа и жидкости.

Демонстрации. Испарение различных жидкостей («Демонстрационный эксперимент», опыт 75). Охлаждение жидкости при испарении. (Этот опыт можно легко продемонстрировать, обернув рабочую часть термометра ватой, смоченной в воде или в спирте комнатной температуры. Показания термометра при этом уменьшатся.) «Пьющий утенок» («Демонстрационный эксперимент», опыт 81).

Задание на дом. § 6.1—6.4, упр. 5 (6, 8, 11, 12).

Уроки 41, 42

Тема. Кипение. Влажность воздуха.

Содержание. Кипение. Объяснение кипения на основе МКТ. Зависимость температуры кипения жидкости от давления. Теплота парообразования. Парциальное давление водяного пара. Абсолютная и относительная влажность воздуха. Точка росы. Приборы для измерения влажности воздуха. Значение влажности.

Демонстрации. Различные стадии кипения. Кипение воды при пониженном давлении («Демонстрационный эксперимент», опыт 79). Устройство и принцип действия волосного гигрометра и психрометра («Демонстрационный эксперимент», опыт 82).

Задание на дом. § 6.5, 6.6, 6.8, упр. 5 (1, 2, 4, 9, 13, 15—17).

Лабораторный практикум

Урок 43

Допуск к практикуму.

Уроки 44—52

Выполнение работ:

1. Опытная проверка закона Гей-Люссака.
2. Определение процентного содержания влаги в мокром снеге.
3. Изучение распределения молекул идеального газа по скоростям (компьютерное моделирование).
4. Изучение идеальной тепловой машины Карно (компьютерное моделирование).
5. Изучение теплового взаимодействия (компьютерное моделирование).
6. Измерение модуля упругости (модуля Юнга) резины.
7. Измерение температурного коэффициента линейного расширения твердых тел.
8. Определение поверхностного натяжения жидкости.

Методические рекомендации. Данные работы можно проводить как фронтально, так и в форме практикума. При проведении практикума первый урок посвящается допуску к работам, а последний — обсуждению полученных результатов, которое можно провести в форме зачета по проделанным работам.

Электродинамика

В 10 классе изучается электростатика и постоянный электрический ток.

Электростатика

Предметные результаты изучения данной темы:

— *объяснять* явления: электризация тел, взаимодействие неподвижных электрических зарядов вну-

три однородного диэлектрика, электростатическая защита, поляризация диэлектрика;

— *знать* определения физических понятий: 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;

— *понимать* смысл основных физических законов, принципов, уравнений: 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;

— *использовать* полученные знания в повседневной жизни (например, учет в быту явления электризации тел).

Уроки 1, 2

Тема. Электростатическое взаимодействие.

Содержание. Электризация тел, закон сохранения заряда, закон Кулона, единицы электростатического заряда, разбор задач № 1—3 из § 1.6.

Задание на дом. § 1.1—1.4, упр. 1 (1, 2).

Уроки 3, 4

Тема. Решение задач на закон Кулона.

Содержание. Решение задач № 4, 5 из § 1.6, упр. 1 (5, 7, 10, 12).

Задание на дом. Упр. 1 (4, 8, 13).

Уроки 5, 6

Тема. Электрическое поле. Силовые характеристики электрического поля.

Содержание. Проверочная работа на закон Кулона. Напряженность электрического поля, линии напряженности, демонстрации силовых линий электростатического поля.

Задание на дом. § 1.7—1.10.

Уроки 7, 8

Тема. Электростатические поля заряженных тел различной конфигурации.

Содержание. Электростатические поля, созданные точечным зарядом, несколькими точечными зарядами, заряженными плоскостью, сферой и шаром. Решение задач № 1—6, 8 из § 1.16.

Задание на дом. § 1.11, 1.12, упр. 2 (11, 13).

Уроки 9, 10

Тема. Проводники и диэлектрики в электростатическом поле.

Содержание. Электрическая структура проводника, свободные электрические заряды. Проводник в электростатическом поле, разделение заряда, электростатическая индукция. Диэлектрик в электростатическом поле, влияние диэлектрика на электростатическое поле, электрические свойства нейтральных атомов и молекул, электрический диполь, два вида диэлектриков, поляризация диэлектриков, диэлектрическая проницаемость вещества.

Задание на дом. § 1.13—1.15.

Уроки 11, 12

Тема. Решение задач на расчет электрических полей.

Содержание. Решение задач № 7 из § 1.16, упр. 2 (15, 16, 19).

Задание на дом. Упр. 2 (18, 20).

Уроки 13, 14

Тема. Потенциальность электростатического поля.

Содержание. Сопоставление гравитационного и электростатического взаимодействий, потенциальность электростатического поля. Потенциальная энергия точечного заряда в однородном электростатическом поле, потенциальная энергия системы точечных зарядов. Потенциал электростатического поля и разность потенциалов, единицы разности потенциалов. Решение задач типа: «Два точечных тела, несущие на себе заряды q и Q , расположены на расстоянии l друг от друга. Какую работу A надо совершить, чтобы сблизить тела до расстояния $l/2$?»; Г. № 16.7, 16.8.

Задание на дом. § 1.17—1.19, упр. 3 (1, 2).

Уроки 15, 16

Тема. Связь между напряженностью электростатического поля и разностью потенциалов.

Содержание. Связь между разностью потенциалов и напряженностью, эквипотенциальные поверхности. Измерение разности потенциалов.

Задание на дом. § 1.20, 1.21.

Уроки 17, 18

Тема. Решение задач на расчет работы сил электростатического поля.

Содержание. Разбор задач № 1—7 из § 1.23.

Задание на дом. Упр. 3 (3, 5, 7).

Уроки 19, 20

Тема. Электрическая емкость. Конденсаторы.

Содержание. Электрическая емкость уединенного проводника. Зависимость емкости проводника от расположения других тел. Конденсаторы. Проверочная работа на расчет электрических полей и работы электростатических сил.

Задание на дом. § 1.24, 1.25.

Уроки 21, 22

Тема. Соединения конденсаторов. Энергия конденсатора.

Содержание. Соединения конденсаторов в батарею. Емкость плоского конденсатора. Энергия заряженных конденсаторов и проводников. Энергия электрического поля. Решение задач № 1—3 из § 1.28.

Задание на дом. § 1.26, 1.27, упр. 4 (1).

Уроки 23, 24

Тема. Решение задач по теме «Конденсаторы».

Содержание. Решение задач № 4—6 из § 1.28; Г. № 17.3, 17.12, 17.13, 17.18.

Задание на дом. Упр. 4 (2, 4, 8, 14).

Урок 25

Тема. Решение задач по теме «Конденсаторы».

Содержание. Решение задач Г. № 17.19, 17.22, 17.39.

Задание на дом. Упр. 4 (16).

Урок 26

Повторительно-обобщающий урок по теме «Электростатика».

Уроки 27, 28

Контрольная работа № 14 по теме «Электростатика».

Постоянный электрический ток

Предметные результаты изучения данной темы:

— *объяснять* явления: сопротивление, сверхпроводимость;

— *знать* определения физических понятий: электрический ток, плотность тока, сила тока, напряжение проводника, сопротивление проводника, работа тока, мощность тока, электродвижущая сила (ЭДС), шунт к амперметру, добавочное сопротивление;

— *понимать* смысл основных физических законов, принципов, уравнений: закон Ома для участка цепи, закон Ома в дифференциальной форме, зависимость электрического сопротивления от температуры, закон Джоуля—Ленца, закономерности последовательного и параллельного соединения проводников, закон Ома для полной цепи, закон Ома для участка цепи, содержащего ЭДС, правила Кирхгофа;

— *использовать* полученные знания в повседневной жизни (например, при соблюдении правил техники безопасности при работе с электрическими приборами, понимание принципа работы аккумулятора).

Уроки 29, 30

Тема. Электрический ток. Условия возникновения и протекания. Закон Ома для участка цепи.

Содержание. Электрический ток, сила тока, плотность тока. Электрическое поле проводника с током. Вольт-амперная характеристика, закон Ома для участка цепи, сопротивление, удельное сопротивление. Сверхпроводимость. Практические работы: 1) определение длины провода катушки (медной проволоки); 2) определение температуры нити накала лампы.

Задание на дом. § 2.1—2.6.

Уроки 31, 32

Тема. Расчет электрических цепей.

Содержание. Последовательное и параллельное соединения проводников. Решение задач на расчет по-

следовательного и параллельного соединения проводников.

Задание на дом. § 2.8.

Уроки 33, 34

Тема. Работа и мощность электрического тока.

Содержание. Работа и мощность электрического тока, закон Джоуля—Ленца. Практическая работа «Измерение мощности, потребляемой лампочкой». Решение задач на расчет работы и мощности электрического тока и закон Джоуля—Ленца.

Задание на дом. § 2.7, задачи № 4, 5 из § 2.10, упр. 5 (9).

Уроки 35, 36

Тема. ЭДС источника тока. Закон Ома для полной цепи.

Содержание. ЭДС источника тока, закон Ома для полной цепи. Решение задач на закон Ома для полной цепи. Решение задач № 1, 2 из § 2.18.

Задание на дом. § 2.11, 2.14.

Уроки 37, 38

Тема. Закон Ома для участка цепи, содержащей ЭДС. Законы Кирхгофа.

Содержание. Неоднородный участок электрической цепи. Закон Ома для неоднородного участка электрической цепи. Законы Кирхгофа. Решение задач на расчет электрических цепей.

Задание на дом. § 2.15—2.17.

Уроки 39, 40

Тема. Решение задач на расчет электрических цепей.

Содержание. Решение задач № 4—6 из § 2.18, упр. 6 (9, 11).

Задание на дом. Упр. 6 (12—14).

Уроки 41, 42

Тема. Решение задач на расчет электрических цепей.

Содержание. Решение задач упр. 6 (18, 19, 22, 24).

Задание на дом. Г. № 20.10, 20.14, 20.16.

Уроки 43, 44

Контрольная работа № 15 по теме «Постоянный электрический ток».

Лабораторный практикум

Уроки 45, 46

Допуск к практикуму.

Уроки 47—52

Выполнение работ:

1. Измерение емкости конденсатора баллистическим методом.

2. Измерение удельного сопротивления проводника.

3. Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока.

4. Изучение цепи постоянного тока, содержащей источник ЭДС.

5. Сборка и градуировка омметра.

6. Расширение предела измерения вольтметра.

Уроки 53, 54

Семинар «Анализ цепи постоянного тока, содержащей источник ЭДС».

Уроки 55, 56

Зачет по практикуму.

Контрольные работы

Контрольная работа № 1

по теме «Равномерное прямолинейное движение. Средний модуль скорости произвольного движения»

Вариант 1

1. Автомобиль проехал первую половину пути со скоростью $v_1 = 40$ км/ч, вторую — со скоростью $v_2 = 60$ км/ч. Найти среднюю скорость $v_{\text{ср}}$ на всем пути.

А. 25 км/ч Б. 48 км/ч В. 50 км/ч Г. 100 км/ч

2. Даны графики изменения координаты прямолинейного движения трех тел (рис. 1). Укажите правильное утверждение.

А. Скорость движения первого тела увеличивается.

Б. Скорость движения второго тела уменьшается.

В. Третье тело покоится.

Г. Второе тело движется со скоростью 4 м/с.

3. По уравнениям координаты построить графики зависимости скорости и пути от времени.

$$x_1 = -3 + t \text{ (м)}, x_2 = 3 - t \text{ (м)}, x_3 = -3 - t \text{ (м)}.$$

4. Два тела движутся по прямой в одну и ту же сторону со скоростями 5 и 7 м/с. Начало движения второго тела запаздывает по сравнению с первым на 10 с. Когда и где встретятся тела?

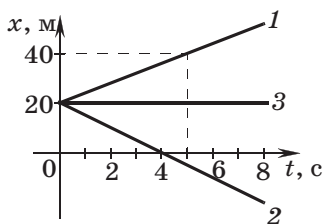


Рис. 1

Вариант 2

1. Автомобиль проехал первую половину пути со скоростью $v_1 = 60$ км/ч, вторую — со скоростью $v_2 = 90$ км/ч. Найти среднюю скорость v_{cp} на всем пути.

А. 100 км/ч Б. 75 км/ч В. 72 км/ч Г. 80 км/ч

2. Даны графики изменения координаты прямолинейного движения трех тел (рис. 1). Укажите правильное утверждение.

А. Скорость движения первого тела увеличивается.

Б. Скорость движения второго тела уменьшается.

В. Третье тело движется со скоростью 10 м/с.

Г. Второе тело движется со скоростью 5 м/с.

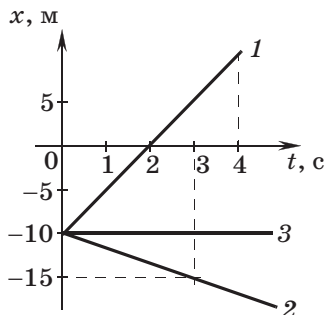


Рис. 1

3. По уравнениям координаты построить графики зависимости скорости и пути от времени.

$$x_1 = -5 + t \text{ (м)}, \quad x_2 = 5 - t \text{ (м)}, \quad x_3 = -5 - t \text{ (м)}.$$

4. Два тела движутся вдоль одной прямой в одну и ту же сторону со скоростями 6 и 10 м/с. Начало движения второго тела запаздывает по сравнению с первым на 15 с. Когда и где встретятся тела?

Контрольная работа № 2

по теме «Прямолинейное равноускоренное движение»

Вариант 1

1. Координата точки, движущейся прямолинейно вдоль оси X , меняется со временем по закону $x = 11 - 5t + 10t^2$ (м). Дать характеристику движения точки.

А. Точка движется равноускоренно, $x_0 = 11$ м, $v_0 = -5$ м/с, $a = 20$ м/с².

Б. Точка движется равноускоренно, $x_0 = -11$ м, $v_0 = -5$ м/с, $a = 10$ м/с².

В. Точка движется равноускоренно, $x_0 = 11$ м, $v_0 = 5$ м/с, $a = 5$ м/с².

Г. Точка движется равномерно, $x_0 = 11$ м, $v_0 = -5$ м/с.

2. На рисунке 1 изображен график зависимости проекции ускорения от времени. Считая начальную скорость тела равной нулю, определить перемещение через 4 с от начала движения.

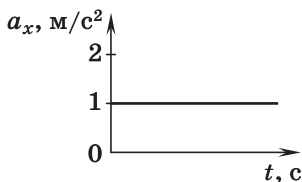


Рис. 1

- А. 1 м В. 4 м Г. 8 м Д. 16 м

3. Начертить графики зависимости скорости некоторых тел от времени, если графики зависимости ускорения этих тел от времени имеют вид, представленный на рисунке 2 (начальная скорость тел во всех случаях равна нулю).

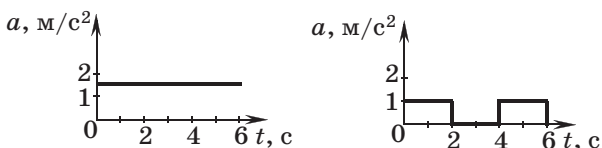


Рис. 2

4. За какую секунду от начала движения путь, пройденный телом при равноускоренном движении, втрое больше пути, пройденного в предыдущую секунду, если движение происходит без начальной скорости?

5. Из точки А выходит тело, движущееся с начальной скоростью $v_{01} = 3$ м/с и ускорением $a_1 = 2$ м/с². Спустя секунду из точки В ему навстречу выходит другое тело и движется с постоянной скоростью $v_2 = 5$ м/с. Расстояние АВ равно $l = 100$ м. Сколько времени будет двигаться первое тело до встречи со вторым? Где они встретятся?

Вариант 2

1. Координата точки, движущейся прямолинейно вдоль оси X , меняется со временем по закону $x = -3 - 3t + 4t^2$ (м). Дать характеристику движения точки.

А. Точка движется равноускоренно, $x_0 = 3$ м, $v_0 = -3$ м/с, $a = -8$ м/с².

Б. Точка движется равноускоренно, $x_0 = -3$ м, $v_0 = -3$ м/с, $a = 8$ м/с².

В. Точка движется равномерно, $x_0 = -3$ м, $v_0 = 3$ м/с.

Г. Точка движется равноускоренно, $x_0 = -3$ м, $v_0 = -3$ м/с, $a = 2$ м/с².

2. Зависимость координаты от времени для некоторого тела описывается уравнением $x = 4t - 0,5t^2$ (м). В какой момент времени проекция скорости тела на ось OX равна нулю?

А. 8 с

Б. 4 с

В. 2 с

Г. 0 с

3. Начертить графики зависимости скорости некоторых тел от времени, если графики зависимости ускорения этих тел от времени имеют вид, представленный на рисунке 1 (начальная скорость тел во всех случаях равна нулю).

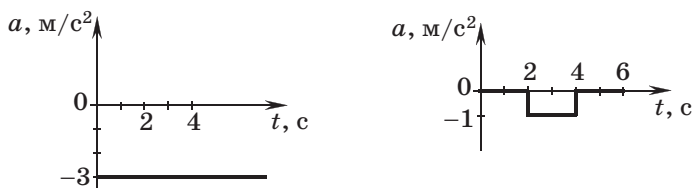


Рис. 1

4. Тело начинает двигаться из состояния покоя равноускоренно и за десятую секунду проходит путь $s_{10} = 38$ м. Найти путь, пройденный телом за двенадцатую секунду движения.

5. Из точки A выходит тело, движущееся с начальной скоростью $v_{01} = 2$ м/с и ускорением $a_1 = 2$ м/с². Спустя секунду из точки B ему навстречу выходит другое тело и движется с постоянной скоростью $v_2 = 10$ м/с. Расстояние AB равно $l = 150$ м.

Сколько времени будет двигаться первое тело до встречи со вторым? Где они встретятся?

Контрольная работа № 3

по теме «Движение тела, брошенного под углом к горизонту»

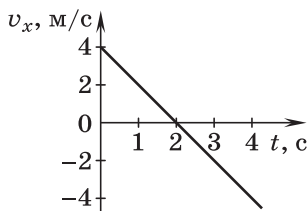
Вариант 1

1. С балкона высотного дома мальчик бросил без начальной скорости мячик. Какую скорость он будет иметь через 3 с от начала падения?

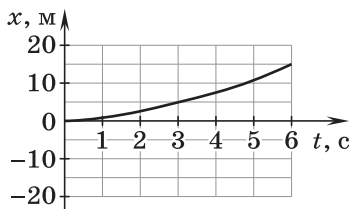
- А. 30 м/с Б. 10 м/с В. 3 м/с Г. 2 м/с

2. Установите соответствие между видами движения и графиками кинематических величин (см. рис.).

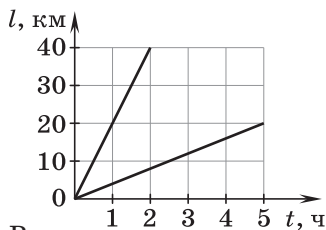
1. Равномерное движение
2. Равноускоренное движение ($a_x > 0$)
3. Равноускоренное движение ($a_x < 0$)
4. Свободное падение



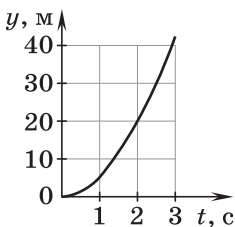
А.



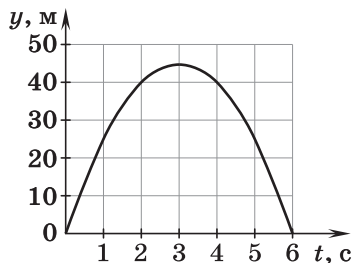
Б.



В.



Г.



Д.

3. Камень, брошенный горизонтально с крыши дома со скоростью 15 м/с, упал на землю под углом 60° к горизонту. Какова высота дома?

4. Пушка и цель находятся на одном уровне на расстоянии 5,1 км друг от друга. За какое время снаряд с начальной скоростью 240 м/с достигнет цели?

5. Струя воды направлена под углом 60° к горизонту. Начальная скорость струи равна 15 м/с. В каждый заданный момент времени в воздухе находится вода массой 25 г. Какова площадь поперечного сечения струи, если плотность воды равна 1000 кг/м^3 ?

Вариант 2

1. Стрела пущена вертикально вверх. Проекция ее скорости на вертикальное направление меняется со временем согласно графику на рисунке 1. В какой момент времени стрела достигла максимальной высоты?

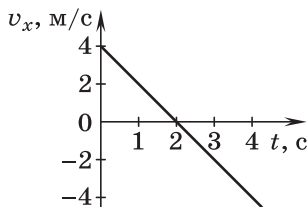


Рис. 1

- А. 0,5 с В. 2 с
Б. 1 с Г. 4 с

2. Установите соответствие между кинематическими величинами и формулами.

- | | |
|--|---|
| 1. Координата при прямолинейном равномерном движении | А. $s = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$ |
| 2. Координата при прямолинейном равноускоренном движении | Б. $s = v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}}$ |
| 3. Перемещение тела, брошенного горизонтально | В. $x = x_0 + v_x t$ |
| 4. Скорость при равномерном движении по окружности | Г. $x = x_0 + v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$ |
| | Д. $v = \frac{2\pi R}{T}$ |

3. С вертолета, летящего на высоте 125 м со скоростью 90 км/ч, сбросили груз. На какой высоте скорость груза будет направлена под углом 45° к горизонту?

4. Под каким углом к горизонту надо бросить мяч, чтобы высота его подъема была в 2 раза меньше дальности полета?

5. Из шланга, установленного на земле, бьет под углом 30° к горизонту струя воды с начальной скоростью 15 м/с. Площадь сечения отверстия шланга 1 см^2 . Определить массу воды в струе, находящейся в воздухе.

Контрольная работа № 4

по теме «Относительность движения»

Вариант 1

1. Плот равномерно плывет по реке со скоростью 6 км/ч. Человек движется поперек плота со скоростью 8 км/ч. Чему равна скорость человека в системе отсчета, связанной с берегом?

А. 2 км/ч

В. 10 км/ч

Б. 7 км/ч

Г. 14 км/ч

2. Лодка переплывает реку шириной 600 м, причем рулевой все время держит курс перпендикулярно берегу. Скорость лодки относительно воды равна 5 м/с, скорость течения реки — 3 м/с. Через какое время лодка достигнет противоположного берега?

А. 120 с

В. 200 с

Б. 150 с

Г. 90 с

3. Катер, двигаясь по течению, из пункта А прибыл в пункт В за время $t_1 = 5$ ч. Какое время t_2 затратит катер на обратный путь, если скорость катера относительно воды в $n = 5$ раз превосходит скорость течения?

4. Эскалатор метро спускает идущего по нему человека за время $t_1 = 1$ мин. Если человек будет двигаться относительно эскалатора вдвое быстрее, то он

спустится за $t_2 = 45$ с. Сколько времени будет спускаться человек, стоящий на эскалаторе?

5. Корабль выходит из пункта A со скоростью v под углом α к линии AB . Одновременно с выходом корабля из пункта B выпускается торпеда со скоростью u . Под каким углом β к линии AB должна была выйти торпеда, чтобы поразить корабль?

6. По взаимно перпендикулярным дорогам движутся равномерно два автомобиля со скоростями $v_1 = 54$ км/ч и $v_2 = 72$ км/ч соответственно. На каком расстоянии L друг от друга окажутся автомобили через время $t = 10$ мин после встречи у перекрестка?

Вариант 2

1. Скорость течения реки и скорость лодки относительно воды одинаковы и образуют угол 120° . Под каким углом к направлению течения направлена скорость лодки относительно берега?

А. 30°

В. 90°

Б. 60°

Г. 120°

2. Два автомобиля движутся по взаимно перпендикулярным дорогам от перекрестка с одинаковыми по модулю скоростями 20 м/с. За одну секунду расстояние между ними увеличивается

А. менее чем на 20 м

В. более чем на 20 м

Б. на 20 м

Г. на 40 м

3. Отвесно падающие капли дождя оставляют на боковых стеклах электрички, движущейся по горизонтальному пути со скоростью $v = 72$ км/ч, полосы под углом $\alpha = 40^\circ$ к вертикали. Определить скорость u падения капель дождя на землю.

4. Человек бежит по движущемуся эскалатору. В первый раз он насчитал 50 ступенек, во второй раз, двигаясь в ту же сторону со скоростью относительно эскалатора втрое большей, он насчитал 75 ступенек. Сколько ступенек он насчитал бы на неподвижном эскалаторе?

5. Корабль плывет на юг со скоростью $v_1 = 42$ км/ч. Второй корабль идет курсом на юго-восток со скоростью $v_2 = 30$ км/ч. Найти модуль u и направление скорости второго корабля, определяемое наблюдателем, находящимся на палубе первого корабля.

6. Берега реки параллельны. Лодка вышла из точки A и, держа курс перпендикулярно берегам, достигла противоположного берега через время $t_1 = 10$ мин после отправления. При этом она попала в точку C , лежащую на расстоянии $s = 120$ м ниже точки A по течению реки. Чтобы попасть из точки A в точку B , лежащую на прямой AB , перпендикулярной берегам, лодке надо держать курс под некоторым углом к прямой AB и против течения; в этом случае лодка достигнет противоположного берега через время $t_2 = 12,5$ мин. Определить ширину L реки, скорость лодки относительно воды v и скорость течения реки u .

Контрольная работа № 5

по теме «Динамика материальной точки»

Вариант 1

1. Автобус движется по прямой дороге с постоянной скоростью. Укажите правильное утверждение.

А. Ускорение автобуса постоянно и отлично от нуля.

Б. Равнодействующая всех приложенных к автобусу сил равна нулю.

В. На автобус действует только сила тяжести.

Г. На автобус действует только сила реакции опоры.

2. Тело движется прямолинейно вдоль оси X . Зависимость $v_x(t)$ приведена на графике (рис. 1). Равнодействующая всех сил, действующих на тело, равна нулю

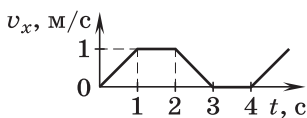


Рис. 1

А. в течение 2-й секунды

Б. в течение 4-й секунды

В. в течение 2-й и 4-й секунды

Г. в течение 1-й и 3-й секунды

3. Когда динамометр растягивают за крючки два человека, каждый действуя с силой 60 Н, его показания также 60 Н. Каковы показания динамометра, когда он одним крючком прикреплен к стене, а за другой его тянет человек с силой 60 Н?

А. 0 Н

В. 60 Н

Б. 30 Н

Г. 120 Н

4. На первоначально покоящееся тело массой $m = 0,2$ кг действует в течение времени $t = 5$ с сила $F = 0,1$ Н. Какую скорость v приобретает тело и какой путь s пройдет оно за указанное время?

5. Какую скорость v может сообщить футболист мячу при ударе, если максимальная сила, с которой он может действовать на мяч, $F_{\max} = 3,5$ кН, время удара $t_0 = 8 \cdot 10^{-3}$ с? Считать, что сила во время удара нарастает и спадает по линейному закону (рис. 2). Масса мяча $m = 0,5$ кг.

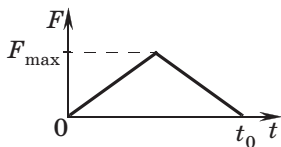


Рис. 2

6. Два грузика массами $m_1 = 300$ г и $m_2 = 200$ г соединены нитью, перекинутой через блок, подвешенный на пружинных весах. Определить ускорение грузов, показание пружинных весов и силу натяжения нити. Трением в оси блока и его массой пренебречь.

Вариант 2

1. По горизонтальному ровному шоссе движется автомобиль с выключенным двигателем. Укажите правильное утверждение.

А. Автомобиль движется равномерно, действие всех тел на него скомпенсировано.

Б. Автомобиль движется с ускорением, действие всех тел на него скомпенсировано.

В. Автомобиль движется равномерно, действие всех тел на него не скомпенсировано.

Г. Автомобиль движется с ускорением, действие всех тел на него не скомпенсировано.

2. На рисунке 1 представлен график зависимости равнодействующей всех сил, действующих на тело, движущееся прямолинейно, от времени. В каком интервале времени скорость тела возрастает?

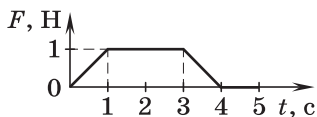


Рис. 1

- А. только в интервале 0—1 с
- Б. только в интервале 0—3 с
- В. только в интервале 0—4 с
- Г. только в интервале 0—5 с

3. Двое учащихся (первоклассник и девятиклассник) перетягивают канат, который выдерживает нагрузку в 150 Н. Укажите правильное утверждение.

А. Девятиклассник тянет канат с большей силой, чем первоклассник.

Б. Если каждый из мальчиков приложит силу, равную 100 Н, канат разорвется.

В. Если каждый из мальчиков приложит силу, равную 50 Н, равнодействующая сил, действующих на канат, будет равна нулю.

Г. Если один конец каната привязать к столбу, а второй конец будет тянуть один ученик с силой 200 Н, он не сможет разорвать канат.

4. Тело массой 400 г, двигаясь прямолинейно с некоторой начальной скоростью, за 5 с под действием силы 0,6 Н приобрело скорость 10 м/с. Найти начальную скорость тела.

5. Автомобиль массой $m = 2 \cdot 10^3$ кг движется со скоростью $v = 90$ км/ч. В момент времени $t = 0$ на него начинает действовать горизонтальная тормозящая сила F , которая нарастает во времени по линейному закону (рис. 2). Через какое время автомобиль остановится?

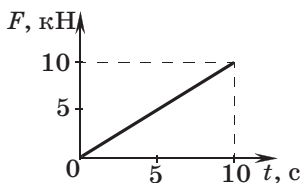


Рис. 2

6. На штанге укреплен невесомый неподвижный блок, через который перекинута нить с двумя грузами, массы которых $m_1 = 500$ г и $m_2 = 100$ г. В грузе m_2 имеется отверстие, через которое проходит штанга (рис. 3). Сила трения груза m_2 о штангу постоянна и равна $F_{\text{тр}} = 3$ Н. Найти ускорение a грузов и силу натяжения T нити.

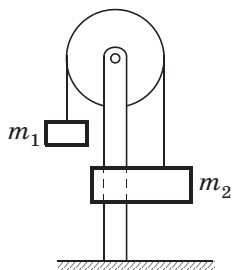


Рис. 3

Контрольная работа № 6

по теме «Движение тела под действием нескольких сил»

Вариант 1

1. Ученик провел опыты с двумя разными пружинами, измеряя силу упругости при разных деформациях пружин. Результаты экспериментов приведены в таблице.

Δl , см	0	1	2	3	4	5
$F_{1 \text{ упр}}$, Н	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
$F_{2 \text{ упр}}$, Н	0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0

Закон Гука в условиях проведенных опытов

- А. подтверждается только для первой пружины
- Б. подтверждается только для второй пружины
- В. подтверждается для обеих пружин
- Г. не подтверждается ни для одной из пружин

2. Тело пустили снизу вверх по наклонной плоскости с углом наклона $\alpha = 15^\circ$. Найти коэффициент трения μ , если время подъема тела оказалось в $n = 2$ раза больше времени спуска.

3. Автомобиль массой $m = 3 \cdot 10^3$ кг движется с постоянной скоростью $v = 36$ км/ч по вогнутому мосту радиусом $R = 60$ м. С какой силой F давит ав-

томобиль на мост в тот момент, когда линия, соединяющая центр кривизны моста с автомобилем, составляет угол $\alpha = 10^\circ$ с вертикалью?

4. Какова первая космическая скорость v_1 для планеты с такой же плотностью, как и у Земли, но радиус которой в $n = 2$ раза меньше, чем у Земли?

5. Парашютист массой $M = 80$ кг падает при открытом парашюте с установившейся скоростью $v_1 = 5$ м/с. Какой будет установившаяся скорость, если на том же парашюте спускается мальчик массой $m = 40$ кг? Сила сопротивления воздуха пропорциональна квадрату скорости.

Вариант 2

1. На рисунке 1 приведен график зависимости модуля силы упругости от удлинения пружины. Чему равна жесткость пружины?

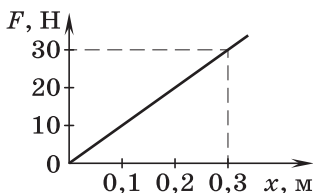


Рис. 1

- А. 1 Н/м В. 9 Н/м
Б. 4 Н/м Г. 100 Н/м

2. Тело пустили снизу вверх по наклонной плоскости с углом наклона $\alpha = 30^\circ$. Найти коэффициент трения μ , если время подъема тела оказалось в $n = 3$ раза больше времени спуска.

3. Автомобиль массой $m = 3 \cdot 10^3$ кг движется с постоянной скоростью $v = 36$ км/ч по выпуклому мосту радиусом $R = 60$ м. С какой силой F давит автомобиль на мост в тот момент, когда линия, соединяющая центр кривизны моста с автомобилем, составляет угол $\alpha = 30^\circ$ с вертикалью?

4. На какую высоту H надо запустить спутник в экваториальной плоскости, чтобы он все время находился над одной и той же точкой земной поверхности?

5. Два одинаковых шарика связаны невесомой нитью, перекинутой через невесомый блок, причем один из шариков погружен в сосуд с жидкостью (рис. 2). С какой установившейся скоростью v будут двигаться шарика, если известно, что установившаяся скорость падения одиночного шарика в той же жидкости равна v_0 ? Сила сопротивления жидкости пропорциональна скорости. Плотность жидкости равна $\rho_{\text{ж}}$, плотность материала шариков равна ρ .

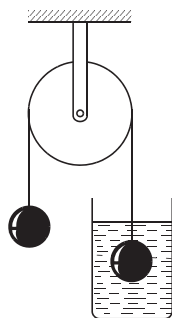


Рис. 2

Контрольная работа № 7

по теме «Неинерциальные системы отсчета»

Вариант 1

1. В лифте, поднимающемся с постоянным ускорением a , направленным вверх, колеблется математический маятник. Каков период его колебаний?

2. В вагоне неподвижного поезда висит математический маятник. В некоторый момент поезд трогается и движется прямолинейно с постоянным ускорением a , вследствие чего маятник начинает отклоняться назад. Каков максимальный угол его отклонения от вертикали при колебании?

3. Гладкая наклонная плоскость движется вправо с ускорением a . На плоскости лежит брусок массой m , удерживаемый нитью AB (рис. 1). Найти силу натяжения нити и силу давления бруска на плоскость.

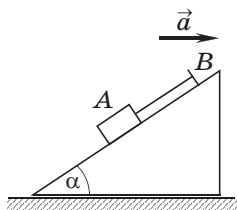


Рис. 1

Вариант 2

1. В лифте, опускающемся с постоянным ускорением a , направленным вертикально вниз ($a < g$), колеблется математический маятник. Каков период его колебаний?

2. В вагоне поезда, движущегося со скоростью 72 км/ч по закруглению радиусом 400 м, производится взвешивание тела на пружинных весах. Определите показания весов, если масса тела 100 кг.

3. Гладкая наклонная плоскость движется вправо с ускорением a . На плоскости лежит брусок массой m , удерживаемый нитью AB (рис. 1). При каком ускорении $a_{\text{отн}}$ относительно наклонной плоскости нить обрвется?

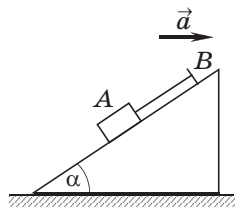


Рис. 1

Контрольная работа № 8

по теме «Закон сохранения импульса»

Вариант 1

1. На тележку массой 20 кг, движущуюся равномерно по горизонтальной поверхности со скоростью 0,1 м/с, с небольшой высоты осторожно опускают кирпич массой 5 кг. Какой становится скорость тележки?

А. 0,12 м/с

В. 0,08 м/с

Б. 0,15 м/с

Г. 0,05 м/с

2. Мальчик бросил мяч горизонтально. Укажите правильное утверждение.

А. Импульс мяча перед ударом о землю направлен вертикально.

Б. Импульс мяча перед ударом о землю направлен горизонтально.

В. Импульс мяча в полете изменяется.

Г. Импульс мяча в полете не изменяется.

3. Сколько потребуется времени для остановки тела массой 100 кг, движущегося со скоростью 2 м/с под действием силы 100 Н? Чему равно изменение импульса?

4. Граната, летевшая со скоростью 10 м/с, разорвалась на два осколка. Большой осколок, масса которого составляла 60% массы всей гранаты, продолжил двигаться в прежнем направлении со скоростью 25 м/с. Найти скорость меньшего осколка.

5. Снаряд, летящий горизонтально со скоростью $v = 200$ м/с, разрывается на две равные части, одна из которых после разрыва движется вертикально вниз со скоростью $v_1 = 150$ м/с. Какое расстояние по горизонтали пролетит второй осколок, если разрыв произошел на высоте $H = 500$ м?

6. Призма 1, имеющая массу $m_1 = m$, была положена на призму 2, имеющую массу $m_2 = 3m$ (рис. 1). Верхняя призма начала скользить по нижней и в некоторый момент времени двигалась по ней со скоростью $v_{\text{отн}}$.

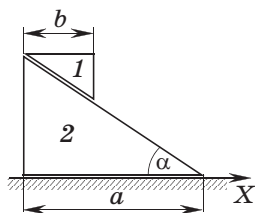


Рис. 1

Какую скорость u имела в этот момент нижняя призма? Призмы и горизонтальную плоскость считать гладкими. Какое расстояние s_2 пройдет нижняя призма к моменту, когда верхняя призма коснется горизонтальной плоскости? Пусть между призмами 1 и 2 будет небольшое трение, а между призмой 2 и горизонтальной плоскостью трения не будет. Как это повлияет на ответ задачи?

Вариант 2

1. При выстреле из пистолета вылетает пуля массой m со скоростью v . Какой по модулю импульс приобретает после выстрела пистолет, если его масса в 100 раз больше массы пули?

А. 0 Б. $mv/100$ В. mv Г. $100mv$

2. Шар налетает на стенку горизонтально и отскакивает от нее с такой же по модулю скоростью. Укажите правильное утверждение.

А. Импульс шара при соударении не изменяется.

Б. Импульс шара при соударении изменяется.

В. Импульс шара при соударении направлен в сторону первоначального движения.

Г. Импульс шара при соударении равен нулю.

3. Масса поезда 2200 т, скорость движения — 54 км/ч. Чему равно время торможения, если сила сопротивления движению состава 88 кН? Чему равно изменение импульса тела?

4. Человек и тележка движутся навстречу друг другу, причем масса человека в 2 раза больше массы тележки. Скорость человека 2 м/с, а тележки — 1 м/с. Человек вскакивает на тележку и остается на ней. Какова скорость человека вместе с тележкой?

5. Граната массой 1 кг, летевшая горизонтально со скоростью 10 м/с, разорвалась на высоте 8 м над землей на два осколка. Отношение масс осколков $m_1 : m_2 = 2 : 3$. Меньший осколок полетел вниз и упал под местом разрыва, при этом его конечная скорость была 25 м/с. Определить дальность полета большего осколка.

6. Призма 1, имеющая массу $m_1 = m$, была положена на призму 2, имеющую массу $m_2 = 4m$ (рис. 1). Верхняя призма начала скользить по нижней и в некоторый момент времени двигалась по ней со скоростью $v_{\text{отн}}$. Какую

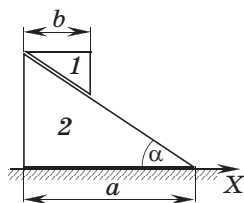


Рис. 1

скорость u имела в этот момент нижняя призма? Призмы и горизонтальную плоскость считать гладкими. Какое расстояние s_2 пройдет нижняя призма к моменту, когда верхняя призма коснется горизонтальной плоскости? Пусть между призмами 1 и 2 будет небольшое трение, а между призмой 2 и горизонтальной плоскостью трения не будет. Как это повлияет на ответ задачи?

Контрольная работа № 9

по теме «Механическая работа, мощность, энергия»

Вариант 1

1. Лыжник может спуститься с горы от точки M до точки N по одной из траекторий, представленных на рисунке 1. При движении по какой траектории

работа силы тяжести будет иметь максимальное значение?

- А. 1
- Б. 2
- В. 3

Г. по всем траекториям работа силы тяжести одинакова

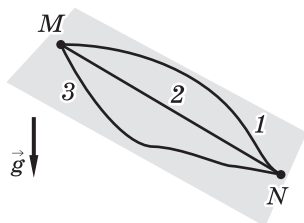
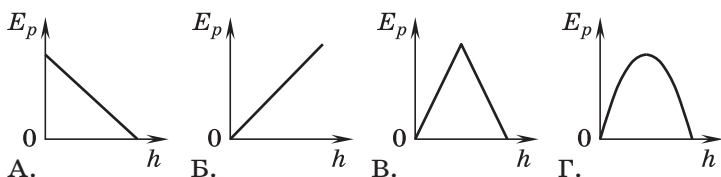


Рис. 1

2. Тело брошено под углом к горизонту. Изменение его потенциальной энергии E_p в зависимости от высоты h изображено на графике



3. Летящая горизонтально пуля пробивает насквозь деревянный брусок, лежащий на гладкой горизонтальной поверхности. Укажите правильное утверждение.

А. Кинетическая энергия пули уменьшилась на столько же, на сколько увеличилась кинетическая энергия бруска.

Б. При движении пули сквозь брусок работа силы, действующей на пулю со стороны бруска, положительна.

В. При движении пули сквозь брусок работа силы сопротивления, действующей на брусок со стороны пули, положительна.

Г. Когда пуля внутри бруска движется относительно бруска, механическая энергия системы «пуля—брусок» сохраняется.

4. Пружинное ружье выстреливает шарик вертикально вверх на высоту 30 см, если пружина сжата на 1 см. Какова начальная скорость полета шарика? На какую высоту поднимется шарик, если эту пружину сжать на 3 см?

5. Конькобежец, разогнавшись до скорости $v = 27$ км/ч, въезжает на ледяную гору. На какую высоту H от начального уровня въедет конькобежец, если подъем горы составляет $h = 0,5$ м на каждые $s = 10$ м по горизонтали и коэффициент трения коньков о лед $\mu = 0,02$?

6. Тело массой m проходит «мертвую петлю» радиусом R , соскальзывая с наименьшей необходимой для этого высоты H (рис. 2). Определить эту высоту, а также силу F , с которой тело давит на опору в точке петли A , радиус которой составляет угол α с вертикалью. Трением пренебречь.

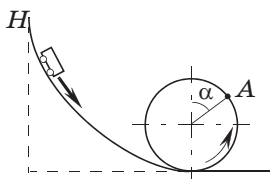


Рис. 2

7. Уклон участка шоссе $\alpha = 0,06$. Спускаясь под уклон при выключенном двигателе, автомобиль движется равномерно со скоростью $v = 60$ км/ч. Какова должна быть мощность N двигателя автомобиля, чтобы он мог преодолеть тот же уклон при подъеме с той же скоростью? Масса автомобиля $m = 1,5$ т.

Вариант 2

1. Работа каких ниже перечисленных сил зависит от формы пути:

- 1) силы тяготения;
- 2) силы упругости;
- 3) силы трения?

А. только 1

В. только 3

Б. только 2

Г. 1, 2 и 3

2. Сумма потенциальной и кинетической энергии движущегося тела

А. всегда больше 0

Б. всегда равно 0

В. всегда меньше 0

Г. может принять любое значение

3. Вагонетка массой v_1 , движущаяся со скоростью v , налетает на покоящуюся вагонетку массой m_2 .

Считая, что сопротивлением движению можно пренебречь, укажите правильное утверждение.

А. Если столкновение упругое и $m_1 = m_2$, первая вагонетка после столкновения остановится.

Б. При упругом столкновении выполняется только закон сохранения энергии.

В. Если столкновение неупругое и $m_1 < m_2$, конечная скорость обеих вагонеток будет больше $v/2$.

Г. Если столкновение неупругое и $m_1 = m_2 = m$, механическая энергия вагонеток уменьшится на $mv^2/2$.

4. Две пластины расположены горизонтально одна под другой и скреплены пружиной. Массы пластин равны m_1 и m_2 . С какой силой нужно надавить на верхнюю пластину, чтобы, двигаясь вверх после прекращения действия силы, верхняя пластина приподняла нижнюю?

5. Санки съезжают с горы высотой H и углом наклона α и движутся далее по горизонтальному участку. Коэффициент трения на всем пути саней одинаков и равен μ . Определить расстояние s , которое пройдут санки, двигаясь по горизонтальному участку до полной остановки.

6. С высоты $2R$ соскальзывает небольшое тело по желобу, который образует «мертвую петлю» радиусом R (рис. 1). На какой высоте h относительно уровня AB тело оторвется от желоба? На какой высоте H оно пройдет над точкой A ?

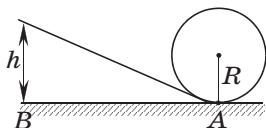


Рис. 1

7. Разогнавшись, конькобежец некоторое время движется по горизонтальной ледяной дорожке равномерно. Затем, перестав отталкиваться, он, двигаясь равнозамедленно, проезжает до остановки путь $s = 60$ м в течение $t = 25$ с. Масса конькобежца $m = 50$ кг. Определить коэффициент трения μ и мощность N , затрачиваемую при равномерном движении.

Контрольная работа № 10

по теме «Статика»

Вариант 1

1. Выберите правильное утверждение. При использовании подвижного блока

- А. получают выигрыш в работе в 2 раза
- Б. получают выигрыш в силе в 2 раза
- В. получают выигрыш в перемещении в 2 раза
- Г. изменяют направление действия силы

2. Груз весом P удерживается на нитях AB и BC с помощью груза весом Q (рис. 1). Зная углы α и β , найти силы натяжения нитей AB и BC .

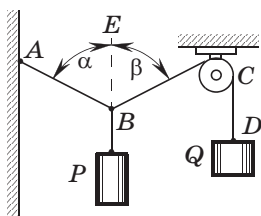


Рис. 1

3. Рельс длиной $L = 10$ м и массой $m = 100$ кг поднимают на двух параллельных тросах. Найти силы натяжения T_1 и T_2

тросов, если один из них закреплен на конце рельса, а другой — на расстоянии $l = 1$ м от другого конца.

4. К вертикальной гладкой стене AB подвешен однородный шар O на веревке AC (рис. 2). Веревка составляет со стеной угол α , вес шара P . Определить силу натяжения T веревки и силу давления Q шара на стену.

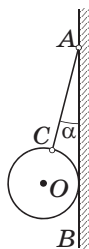


Рис. 2

Вариант 2

1. Выберите правильное утверждение. При использовании неподвижного блока

- А. получают выигрыш в работе в 2 раза
- Б. получают выигрыш в силе в 2 раза
- В. получают выигрыш в перемещении в 2 раза
- Г. изменяют направление действия силы

2. Груз весом P удерживается с помощью нитей AB и BC (рис. 1). Зная угол α , найти натяжения этих нитей.

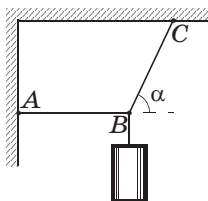


Рис. 1

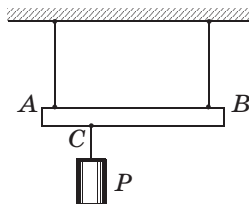


Рис. 2

3. Невесомый стержень AB длиной $L = 1$ м подвешен на двух нитях (рис. 2). В точке C на расстоянии $AC = 0,25$ м к стержню подвешен груз весом $P = 120$ Н. Вычислить силу натяжения нитей.

4. Однородная балка весом $P = 600$ Н и длиной $L = 4$ м опирается на гладкий пол и о выступ B , находящийся на высоте $h = 3$ м над полом (рис. 3). Балка образует угол $\alpha = 30^\circ$ с вертикалью и удерживается веревкой AC , натянутой у самого пола. Вычислить силу натяжения T веревки, силу реакции пола N и силу реакции N_1 выступа B .

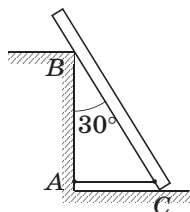


Рис. 3

Контрольная работа № 11

по теме «Основные положения молекулярно-кинетической теории. Масса и размеры молекул»

Вариант 1

1. Сформулируйте основные положения МКТ.

2. Сколько молекул содержится в углекислом газе (CO_2) массой 1 г?

А. $6 \cdot 10^{23}$

В. $6 \cdot 10^{26}$

Б. $1,4 \cdot 10^{22}$

Г. $1,4 \cdot 10^{25}$

3. Определите массы молекул алюминия, газа метана CH_4 , метилового спирта CH_3OH и их концентрацию. Плотности алюминия, метана и метилового спирта соответственно равны 2700; 0,756 и 792 кг/м^3 .

4. Оцените размер атома алюминия.

Вариант 2

1. Какие эксперименты подтверждают основные положения МКТ?

2. Какое количество вещества содержится в стакане воды объемом 250 см^3 ? Плотность воды 1000 кг/м^3 .

А. 14 моль

В. 70 моль

Б. 7 моль

Г. 14 кмоль

3. Определите массы молекул кремния, двуокиси углерода CO_2 , анилина $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ и их концентрацию. Плотности кремния, двуокиси углерода и анилина соответственно равны 2300; 1,977 и 1020 кг/м^3 .

4. Оцените размер атома кремния.

Контрольная работа № 12

по теме «Газовые законы.

Молекулярно-кинетическая теория идеального газа»

Вариант 1

1. Какое давление на стенки сосуда производит кислород, если средняя квадратичная скорость его молекул 400 м/с , а концентрация $2,7 \cdot 10^{21} \text{ м}^{-3}$?

А. 7,7 Па

В. 7,7 кПа

Б. 3,9 Па

Г. 19,3 Па

2. Какова разница в массе воздуха, заполняющего помещение объемом 50 м^3 , зимой и летом, если температура помещения летом достигает 40 $^\circ\text{C}$, а зимой падает до 0 $^\circ\text{C}$? Атмосферное давление нормальное. Молярная масса воздуха 0,029 г/моль .

3. Открытую стеклянную трубку длиной 1 м наполовину погружают в ртуть. Затем трубку закрывают сверху и вынимают из ртути. Какой длины столбик ртути останется в трубке? Атмосферное давление равно 750 мм рт. ст.

Вариант 2

1. Какое давление на стенки сосуда производят молекулы газа, если масса газа 3 г, объем 0,0005 м³, а средняя квадратичная скорость молекул 500 м/с?

А. 1 кПа

В. 1,5 МПа

Б. 500 МПа

Г. 0,5 МПа

2. В сосуде объемом 1 л заключено 0,28 г азота. Азот нагрет до температуры 1500 °С. При этой температуре 30% молекул азота диссоциировало на атомы. Определить давление в сосуде.

3. Воздух в стакане высотой $H = 10$ см с площадью дна $S = 25$ см² нагрет до температуры $t_1 = 87$ °С. Стакан погружен вверх дном в воду так, что его дно находится на уровне поверхности воды. Какой объем воды войдет в стакан, когда воздух в стакане примет температуру воды $t_2 = 17$ °С?

Контрольная работа № 13

по теме «Основы термодинамики»

Вариант 1

1. Кислород нагревают при постоянном давлении от температуры 0 °С. Какое количество теплоты необходимо сообщить газу, чтобы его объем удвоился? Количество вещества 1 моль.

А. 2269 Дж

В. 5672 Дж

Б. 4537 Дж

Г. 7940 Дж

2. При передаче газу количества теплоты 17 кДж он совершает работу, равную 50 кДж. Чему равно изменение внутренней энергии газа? Охладился газ или нагрелся?

А. 33 кДж, нагрелся

В. -33 кДж, охладился

Б. 17 кДж, нагрелся

Г. -50 кДж, охладился

3. В калориметр с теплоемкостью 63 Дж/К было налито 250 г масла при температуре 12 °С. После опускания в масло медного тела массой 500 г при температуре 100 °С установилась общая температура 33 °С. Какова удельная теплоемкость масла по данным опыта? Удельная теплоемкость меди 380 Дж/(кг · К).

4. Температура нагревателя идеальной тепловой машины 117 °С, а холодильника — 27 °С. Машина получает от нагревателя за 1 с количество теплоты, равное 200 Дж. Определить КПД машины, количество теплоты, отдаваемое холодильнику за 1 с, работу, совершаемую машиной за 1 с.

Вариант 2

1. В сосуде находится одноатомный газ при температуре 17 °С и давлении 100 кПа. Объем сосуда 3 л. Газ изохорно нагревают на 100 °С. Определить изменение внутренней энергии газа. Какое количество теплоты было передано газу в этом процессе?

- А. 155 Дж, 258 Дж В. 578 Дж, 964 Дж
 Б. 155 Дж, 155 Дж Г. 2644 Дж, 2644 Дж

2. В идеальной тепловой машине за счет каждого килоджоуля энергии, получаемой от нагревателя, совершается работа 300 Дж. Определить КПД машины и температуру нагревателя, если температура холодильника 280 К.

3. Свинцовая пуля, летящая со скоростью 200 м/с, попадает в земляной вал. На сколько повысилась температура пули, если 78% кинетической энергии пули превратилось во внутреннюю энергию? Удельная теплоемкость свинца 130 Дж/(кг · К).

- А. 12 000 °С В. 154 °С
 Б. 240 °С Г. 120 °С

4. В каком из процессов газ совершает бóльшую работу: 1—3—2—1 или 1—4—3—1 (рис. 1)?

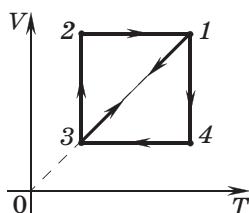


Рис. 1

Контрольная работа № 14

по теме «Электростатика»

Вариант 1

1. От водяной капли с электрическим зарядом $+q$ отделилась капля с электрическим зарядом $-q$. Укажите правильное утверждение.

А. Суммарный заряд капель увеличился.

Б. Электрический заряд оставшейся части капли равен $+2q$.

В. Электрический заряд оставшейся части капли может быть равен $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

Г. После отделения капли отталкиваются.

2. Одинаковые по модулю, но разные по знаку заряды 18 нКл расположены в двух вершинах равностороннего треугольника (рис. 1). Сторона треугольника 2 м. Что можно сказать о напряженности электрического поля в точке C , находящейся в третьей вершине треугольника?

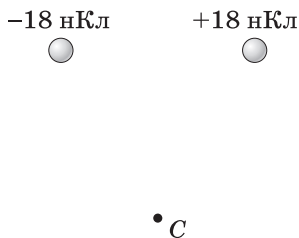


Рис. 1

А. В точке C вектор напряженности электрического поля, созданного двумя зарядами, равен нулю.

Б. В точке C вектор напряженности электрического поля, созданного двумя зарядами, направлен вправо.

В. В точке C вектор напряженности электрического поля, созданного двумя зарядами, направлен влево.

Г. В точке C вектор напряженности электрического поля, созданного двумя зарядами, направлен вверх.

3. Медная монетка массой 3 г обладает положительным зарядом $0,55$ нКл. Какую долю своих электронов она потеряла?

А. $4 \cdot 10^{-15}$ Б. $4 \cdot 10^{-12}$ В. $4 \cdot 10^{-18}$ Г. $4 \cdot 10^{-6}$

4. На вертикальной плоскости распределен заряд с поверхностной плотностью $0,00004 \text{ Кл/м}^2$. К плоскости прикреплена нить, на конце которой находится заряженный шарик массой 1 г . При равновесии системы нить образует с плоскостью угол 30° . Определить заряд шарика.

5. Электрическое поле в вакууме образовано точечным зарядом $1,5 \text{ нКл}$. На каком расстоянии друг от друга расположены две эквипотенциальные поверхности с потенциалами 45 и 30 В ? Как изменится энергия электрона при переходе с одной эквипотенциальной поверхности на другую?

6. Чему равна сила притяжения между пластинами плоского воздушного конденсатора, площадь каждой из которых S , а напряженность электрического поля между ними E ?

7. Пространство между обкладками плоского конденсатора частично заполнено диэлектриком с диэлектрической проницаемостью ϵ (рис. 2). Площадь пластин конденсатора равна S . Определить емкость конденсатора.

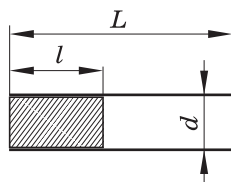


Рис. 2

Вариант 2

1. На тонкой шелковой нити висит маленький серебряный шарик (рис. 1). К нему поднесли заряженную палочку. Укажите правильное утверждение.

А. Шарик и палочка заряжены одноименно.

Б. Шарик будет притягиваться к палочке даже в том случае, если он не будет заряжен.

В. Если коснуться палочкой шарика, заряд шарика не изменится.

Г. На шарик и палочку действуют различные по модулю силы электрического взаимодействия.

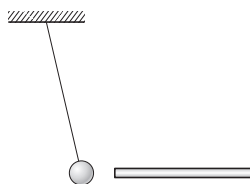


Рис. 1

2. В электрическое поле, силовые линии которого показаны на рисунке 2, влетает электрон. Укажите правильное утверждение.

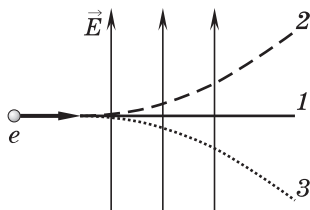


Рис. 2

А. Частица будет двигаться по траектории 1 с ускорением.

Б. Частица будет двигаться по траектории 1 равномерно.

В. Частица будет двигаться по траектории 2 с ускорением.

Г. Частица будет двигаться по траектории 3 с ускорением.

3. Какой заряд приобрел бы 1 см³ железа, если бы удалось убрать 1% содержащихся в нем электронов? Плотность железа равна 7,8 г/см³.

А. 3,5 Кл Б. 3500 Кл В. 3,5 МК Г. 3,5 · 10⁵ Кл

4. Электрон вылетает из точки с потенциалом 615 В со скоростью 12 Мм/с. Определить потенциал точки, в которой: а) электрон остановится; б) скорость электрона увеличится в 2 раза.

5. Медный шарик подвешен на шелковой нити в воздухе и находится в однородном электрическом поле. Во сколько раз надо изменить напряженность внешнего поля, чтобы при помещении этой системы в масло угол нити с вертикалью был таким же? Диэлектрическая проницаемость масла 2,2, плотность меди 8,9 г/см³, а масла — 0,8 г/см³.

6. С какой силой действует большая плоская пластина из проводника на точечный заряд q , расположенный на расстоянии h от пластины?

7. Пространство между обкладками плоского конденсатора частично заполнено диэлектриком с диэлектрической проницаемостью ϵ (рис. 3). Площадь пластин конденсатора равна S . Определить емкость конденсатора.

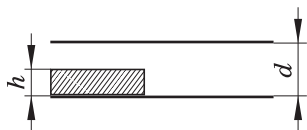


Рис. 3

Контрольная работа № 15

по теме «Постоянный электрический ток»

Вариант 1

1. Определить силу тока, проходящего через амперметр (рис. 1). ЭДС источника равна \mathcal{E} . Внутренними сопротивлениями амперметра и источника тока пренебречь. $R_1 = R_2 = R_3 = r$, $R_4 = 2r$.

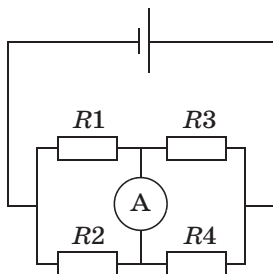


Рис. 1

А. 0 Б. $\frac{\mathcal{E}}{3r}$ В. $\frac{\mathcal{E}}{5r}$ Г. $\frac{\mathcal{E}}{7r}$

2. Электромотор включен в цепь постоянного тока напряжением $U = 220$ В. Сопротивление обмотки мотора $R = 2$ Ом, потребляемая сила тока $I = 10$ А. Найти потребляемую мощность и КПД мотора.

А. 200 Вт, 91%

В. 4,4 кВт, 50%

Б. 2,2 кВт, 91%

Г. 24,2 кВт, 50%

3. Имеется прибор с ценой деления 10 мкА. Шкала прибора содержит 100 делений. Внутреннее сопротивление прибора 50 Ом. Как из этого прибора сделать вольтметр для измерения напряжения до 200 В или миллиамперметр для измерения силы тока до 800 мА?

4. Определить заряд на конденсаторе (рис. 2), если $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 20$ Ом, $\mathcal{E} = 500$ В, $r = 10$ Ом и $C = 10$ мкФ.

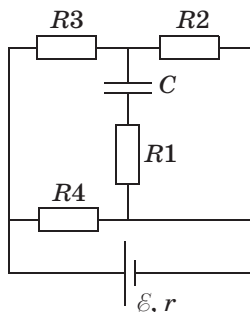


Рис. 2

5. Электрический чайник имеет два нагревательных элемента. При включении одного из них вода в чайнике закипает за 15 мин, при включении другого — за 30 мин. Через какое время закипит вода в чайнике, если включить оба элемента последовательно; параллельно?

Вариант 2

1. Определить силу тока, проходящего через амперметр (рис. 1). ЭДС источника равна \mathcal{E} . Внутренними сопротивлениями амперметра и источника тока пренебречь. $R_1 = R_4 = r$, $R_2 = R_3 = 2r$.

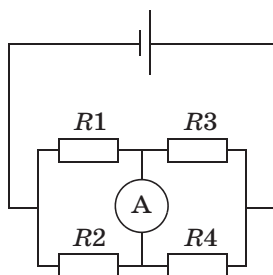


Рис. 1

- А. 0 Б. $\frac{\mathcal{E}}{r}$ В. $\frac{\mathcal{E}}{4r}$ Г. $\frac{\mathcal{E}}{6r}$

2. Электромотор включен в цепь постоянного тока напряжением $U = 120$ В. Сопротивление обмотки мотора $R = 2$ Ом, потребляемая сила тока $I = 5$ А. Найти потребляемую мощность и КПД мотора.

- А. 50 Вт, 92%
 Б. 60 Вт, 42%
 В. 600 Вт, 92%
 Г. 1200 Вт, 50%

3. Вольтметр, соединенный последовательно с резистором сопротивлением 10 кОм, при включении в сеть напряжением 220 В показывает 70 В, а соединенный последовательно с другим резистором показывает 20 В. Найти сопротивление этого резистора.

4. До какого потенциала зарядится конденсатор C , присоединенный к источнику тока, ЭДС которого $\mathcal{E} = 3,6$ В, по схеме, изображенной на рисунке 2? Какой заряд будет при этом на обкладках конденсатора, если его емкость равна 2 мкФ?

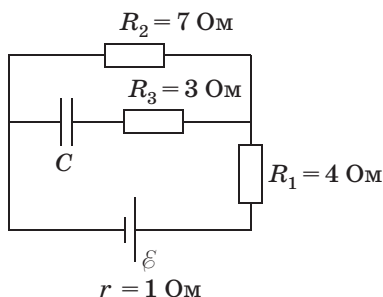


Рис. 2

5. Какой длины надо взять никелиновую проволоку с площадью поперечного сечения $0,84$ мм², чтобы изготовить нагреватель с КПД 80% , при помощи которого можно было бы нагреть воду объемом 2 л от 20 °С до кипения за 10 мин при напряжении 200 В?

Ответы

К.Р.1

В.1. 1. Б.

2. В.

3. $v_1 = 1 \text{ м/с}$; $v_2 = -1 \text{ м/с}$; $v_3 = -1 \text{ м/с}$; $s_1 = 1 \cdot t \text{ (м)}$;
 $s_2 = 1 \cdot t \text{ (м)}$; $s_3 = 1 \cdot t \text{ (м)}$.

См. рисунок 1.

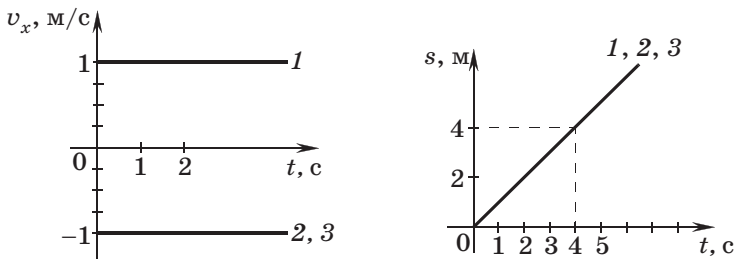


Рис. 1

4. $t = 35 \text{ с}$ (от начала движения первого тела),
 $x = 175 \text{ м}$.

В.2. 1. В.

2. Г.

3. $v_1 = 1 \text{ м/с}$; $v_2 = -1 \text{ м/с}$; $v_3 = -1 \text{ м/с}$; $s_1 = 1 \cdot t \text{ (м)}$;
 $s_2 = 1 \cdot t \text{ (м)}$; $s_3 = 1 \cdot t \text{ (м)}$.

См. рисунок 1.

4. $t = 37,5 \text{ с}$ (от начала движения первого тела),
 $x = 225 \text{ м}$.

К.Р.2

В.1. 1. А.

2. В.

3. См. рисунок 2.

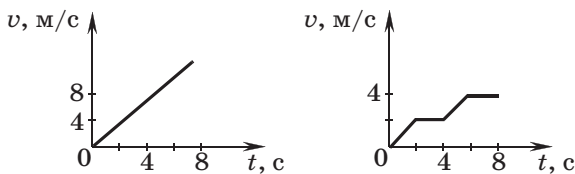


Рис. 2

4. За вторую секунду.

5. $t = 7$ с; $x = 70$ м.

В.2.

1. Б.

2. Б.

3. См. рисунок 3.

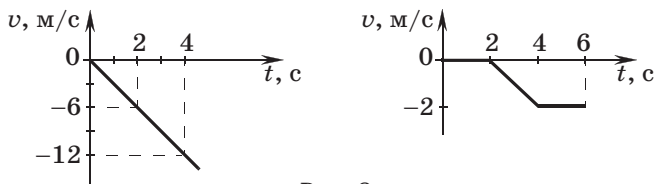


Рис. 3

4. $s_{12} = \frac{23}{19}s_{10} = 46$ м.

5. $t = 8$ с; $x = 80$ м.

К.Р.3

В.1. 1. А.

2. 1—В, 2—Б, 3—А, 4—Г.

3. 34,4 м.

4. Через $t_1 = 0,41$ мин или $t_2 = 0,72$ мин (зависит от начального угла).

5. $S = 6,28 \cdot 10^{-4}$ м².

В.2. 1. В.

2. 1—В, 2—Г, 3—Б, 4—Д.

3. 93 м.

4. $\operatorname{tg} \alpha = 2, \alpha = 63^\circ$.

5. $m = \frac{2v_0^2 g s \sin \alpha}{g} = 2,3 \text{ кг.}$

К.Р.4

В.1.1. В.

2. Б.

3. $t_2 = t_1 \frac{n+1}{n-1} = 7,5 \text{ ч.}$

4. $t = \frac{t_1 t_2}{2t_2 - t_1} = 90 \text{ с.}$

5. $\beta = \arcsin \left\{ \frac{v}{u} \sin \alpha \right\}$.

6. $L = (\sqrt{v_1^2 + v_2^2})t = 15 \text{ км.}$

В.2.1. В.

2. В.

3. $u = 23,8 \text{ м/с.}$

4. $n = \frac{2n_1 n_2}{3n_1 - n_2} = 100$.

5. $u = 30 \text{ км/ч;}$ направлена на северо-восток.

6. $L = 200 \text{ м; } v = 20 \text{ м/мин; } u = 12 \text{ м/мин.}$

К.Р.5

В.1.1. В.

2. В.

3. В.

4. $v = \frac{Ft}{m} = 2,5 \text{ м/с; } s = \frac{Ft^2}{2m} = 6,25 \text{ м.}$

5. $v = \frac{F_{\max} t_0}{2m} = 28 \text{ м/с.}$ Примечание: импульс силы

численно равен площади под графиком $F = F(t)$.

6. $a = \frac{(m_1 - m_2)g}{m_1 + m_2} = 1,96 \text{ м/с}^2; T = \frac{4m_1 m_2 g}{m_1 + m_2} = 4,7 \text{ Н;}$

$F = 2T = 9,4 \text{ Н.}$

В.2. 1. Г.

2. В.

3. В.

4. 2,5 м/с.

5. $t = \sqrt{\frac{2mv}{k}} = 10$ с, где k — тангенс угла наклона

графика, заданного рисунком.

$$6. a = \frac{(m_1 - m_2)g - F_{\text{тр}}}{m_1 + m_2} = 1,7 \text{ м/с}^2;$$

$$T = \frac{m_1(2m_2g + F_{\text{тр}})}{m_1 + m_2} = 4,2 \text{ Н.}$$

К.Р.6

В.1. 1. В.

$$2. \mu = \operatorname{tg} \alpha \cdot \frac{n^2 - 1}{n^2 + 1} = 0,16.$$

$$3. F = mg \left(\cos \alpha + \frac{v^2}{gR} \right) \approx 34 \text{ кН.}$$

$$4. v_1 = \frac{v_{13}}{n} = 4 \cdot 10^3 \text{ м/с.}$$

$$5. v_2 = v_1 \sqrt{\frac{m}{M}} = 3,5 \text{ м/с.}$$

В.2. 1. Г.

$$2. \mu = \frac{\operatorname{tg} \alpha (n^2 - 1)}{n^2 + 1} = 0,46.$$

$$3. F = mg \left(\cos \alpha - \frac{v^2}{gR} \right) \approx 21 \text{ кН.}$$

$$4. H = 3,6 \cdot 10^7 \text{ м.}$$

$$5. v = v_0 \rho_{\text{ж}} (\rho - \rho_{\text{ж}}).$$

К.Р.7

$$В.1. 1. T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g + a}}.$$

2. $\varphi = 2\alpha = 2\operatorname{arctg} \frac{a}{g}$.

3. $T = mg\sin \alpha + ma\cos \alpha$;

$N = mg\cos \alpha - ma\sin \alpha$.

В.2. 1. $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g-a}}$.

2. $F = 1000 \text{ Н}$.

3. $a_{\text{отн}} = a\cos \alpha - g\sin \alpha$.

К.Р.8

В.1. 1. В.

2. В.

3. $t = 2 \text{ с}$; $\Delta p = 200 \text{ Н} \cdot \text{с}$.

4. $v = 12,5 \text{ м/с}$; движется в направлении, противоположном первоначальному.

5. $L = \frac{2vv_1}{g} \cdot \left(1 + \sqrt{1 + \frac{2gH}{v_1^2}}\right) = 1,3 \cdot 10^4 \text{ м}$.

6. $u = \frac{v_{\text{отн}} \cos \alpha}{4}$; $s_{2x} = \frac{a-b}{4}$. Ответ не изменится,

поскольку силы трения между призмами являются внутренними.

В.2. 1. В.

2. Б.

3. $t = 6,25 \text{ мин}$; $\Delta p = 3,3 \cdot 10^7 \text{ Н} \cdot \text{с}$.

4. 1 м/с .

5. 52 м .

6. $u = \frac{v_{\text{отн}} \cos \alpha}{5}$; $s_{2x} = \frac{a-b}{5}$. Ответ не изменится,

поскольку силы трения между призмами являются внутренними.

К.Р.9

В.1. 1. Г.

2. В.

3. В.

4. $v_0 = 2,4 \text{ м/с}; h = 2,7 \text{ м.}$

5. $H = \frac{v^2}{2g\left(1 + \frac{\mu s}{h}\right)} = 2 \text{ м.}$

6. $H = \frac{5R}{2}; F = 3mg(1 - \cos \alpha).$

7. $N = 2mgv\alpha = 25 \text{ кВт.}$

В.2. 1. Б.

2. Г.

3. А.

4. $F > m_1g + m_2g.$

5. $s = \frac{H(1 - \mu \text{ctg } \alpha)}{\mu}.$

6. $h = \frac{5R}{3}; H = \frac{25R}{16}.$

7. $\mu = \frac{2s}{gt^2} = 0,02; N = \frac{4ms^2}{t^3} = 46 \text{ кВт.}$

К.Р.10

В.1. 1. Б.

2. $T_1 = \frac{P - Q \cos \beta}{\cos \alpha}; T_2 = Q.$

3. $T_1 = 4 \text{ кН}; T_2 = 5 \text{ кН.}$

4. $T = \frac{P}{\cos \alpha}; Q = P \text{tg } \alpha.$

В.2. 1. Г.

2. $T_1 = P \text{ctg } \alpha; T_2 = \frac{P}{\sin \alpha}.$

3. $T_1 = 90 \text{ Н}; T_2 = 30 \text{ Н.}$

4. $T = 150 \text{ Н}; N = 173 \text{ Н}; N_1 = 513 \text{ Н.}$

К.Р.11

В.1.2.Б.

3. $m_{01} = 4,5 \cdot 10^{-26}$ кг; $m_{02} = 2,6 \cdot 10^{-26}$ кг; $m_{03} = 5,3 \cdot 10^{-26}$ кг; $n_1 = 6 \cdot 10^{28}$ м⁻³; $n_2 = 2,9 \cdot 10^{25}$ м⁻³; $n_3 = 1,5 \cdot 10^{28}$ м⁻³.

4. $r = 42,5 \cdot 10^{-10}$ м.

В.2.2.Г.

3. $m_{01} = 4,7 \cdot 10^{-26}$ кг; $m_{02} = 7,3 \cdot 10^{-26}$ кг; $m_{03} = 1,5 \cdot 10^{-25}$ кг; $n_1 = 5,2 \cdot 10^{28}$ м⁻³; $n_2 = 2,8 \cdot 10^{25}$ м⁻³; $n_3 = 6,5 \cdot 10^{27}$ м⁻³.

4. $r = 2,1 \cdot 10^{-10}$ м.

К.Р.12

В.1.1.А.

2. $\Delta m = 8,2$ кг.

3. $h = 25$ см.

В.2.1.Г.

2. $p = 1,8 \cdot 10^5$ Па.

3. $V = (H - h)S = \frac{HS(T_1 - T_2)}{T_1} = 49$ см³, если считать $p = \text{const}$.

К.Р.13

В.1.1.Г.

2. В.

3. $c = 2173$ Дж/(кг · К).

4. $\eta = 0,23$; $Q = 154$ Дж; $A' = 46$ Дж.

В.2.1.Б.

2. $\eta = 0,3$; $T_1 = 400$ К.

3. Г.

4. В процессе 1—3—2—1, так как площадь, ограниченная графиком этого процесса в координатах (p, V), больше.

К.Р.14

В.1.1. Б.

2. В.

3. А.

4. 2,5 нКл.

5. Энергия изменится на $2,4 \cdot 10^{-18}$ Дж; при переходе с 1 на 2 уменьшится, а с 2 на 1 — увеличится.

$$6. F = \frac{\varepsilon_0 S E^2}{2}.$$

$$7. C = \frac{\varepsilon_0 S(L + l(\varepsilon - 1))}{Ld}.$$

В.2.1. Б.

2. Г.

3. Б.

4. а) -204 В; б) 1842 В.

$$5. \frac{E_2}{E_1} = \varepsilon \left(1 - \frac{\rho_{\text{масля}}}{\rho_{\text{меди}}} \right) \approx 2.$$

$$6. F = \frac{kq^2}{4h^2}.$$

$$7. C = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{\varepsilon d + h(1 - \varepsilon)}.$$

К.Р.15

В.1.1. Г.

2. Б.

3. $R_{\text{доб}} = 200$ кОм; $R_{\text{ш}} = 0,0625$ Ом.

4. $q = 1,43$ мКл.

5. $t_{\text{посл}} = 45$ мин; $t_{\text{парал}} = 10$ мин.

В.2.1. В.

2. Б.

3. $R = 46,7$ кОм.

4. $\varphi = 2,1$ В; $q = 4,2$ мкКл.

5. $l = 69$ м.

Содержание

Предисловие	3
Тематическое планирование	13
Поурочное планирование учебного материала	16

Механика

Кинематика	17
Динамика	25
Силы в механике	27
Неинерциальные системы отсчета	28
Законы сохранения в механике	29
Статика	32
Лабораторный практикум	32

Молекулярная физика и термодинамика

Основы молекулярно-кинетической теории	34
Температура. Газовые законы	37
Молекулярно-кинетическая теория идеального газа	40
Законы термодинамики	42
Взаимные превращения жидкостей и газов	45
Лабораторный практикум	47

Электродинамика

Электростатика	47
Постоянный электрический ток	52
Лабораторный практикум	54
Контрольные работы	55
Ответы	86