

97x167

## Предисловие

В 10 классах физико-математического профиля физика включает в себя изучение разделов: механика, молекулярная физика и термодинамика, электростатика, постоянный ток.

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. Необходимый учебный и справочный материал изложен в учебном пособии «Физическая лаборатория», составляющем

единый комплект с учебниками под редакцией Г. Я. Мякишева.

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 двоянные, 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 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. 9—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.

## **Тематическое планирование** (204 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 материальной точки (26 ч)

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

Законы сохранения (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.

Практикум (10 ч)

## **Электродинамика (52 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.
- Емкость. 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. сверхпроводимость.
- 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)

## **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 динамики 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 лек-

ция-демонстрация, две одночасовые лабораторные работы).

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

## **Кинематика**

### Уроки 1, 2

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

**Содержание.** Введение (содержание § 1 и 2).

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. 62 № 1 и 2, с. 67 № 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 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);

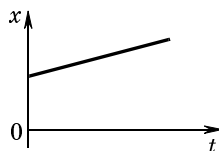


Рис. 1



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

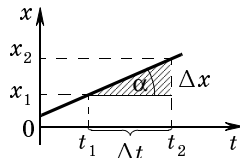


Рис. 2

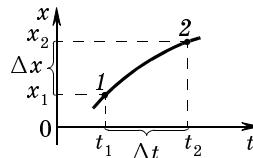


Рис. 3

## 2. Введение понятия производной:

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

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

- 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).*

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  $\alpha$  графика равномерного движения к оси  $t$ :

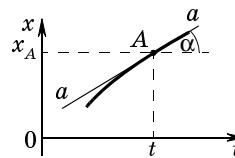


Рис. 4

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

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  $x_A$  (рис. 5).

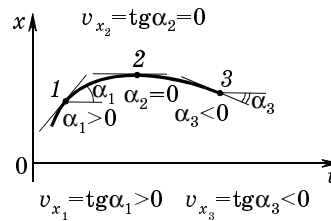


Рис. 5

4) Определение:

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt} = x' \text{ — мгновенная скорость}$$

или 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  $x$ .

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  $\frac{dx}{dt} = x'$ .

## Уроки 7, 8

**Тема.** Ускорение. Движение с постоянным ускорением.

**Содержание.** Прямолинейное движение с постоянным ускорением — математическое и графическое представление. Решение задач из § 1.22 № 1, 2, Г.<sup>1</sup> № 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.

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

## Уроки 8—11

**Тема.** Решение задач на равноускоренное движение.

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

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

<sup>1</sup> Буквой «Г» обозначена книга: Гольдфарб Н. И. Физика. 9—11 классы. Задачник. 4-е изд. М.: Дрофа, 2000.

### 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.

**Задание на дом.** § 1.23, упр. 4 (1—6).

### Уроки 15, 16

Контрольная работа 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 ускорения. 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. Задача № 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  $\alpha$  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 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) (например, Земля).
3. подвижная система отсчета (ПСО) (например, поезд).
4.  $v_a$  (абсолютная скорость) — скорость мотоциклиста относительно Земли.
5.  $v_o$  (относительная скорость) — скорость поезда относительно Земли (нарисовать вектор).
6.  $v_{\Pi}$  (переносная скорость) — скорость мотоциклиста относительно поезда (нарисовать вектор).
7. Закон сложения скоростей:  $v_a = v_o + v_{\Pi}$ .
8.  $v_{\Pi} = v_a - v_o$ , построить вектор  $v_{\Pi}$ .

### Уроки 27, 28

**Тема.** Относительность механического движения.

**Содержание.** Проверочная работа: задача № 2 из § 1.31 (в качестве движущегося тела рассмотреть автомобиль). 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 по теме «Относительность движения».

**Задание на дом.** § 2.1, 2.2.

## **Динамика**

### 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 Покровского, опыты 11—17).

**Задание на дом.** § 2.1—2.7.

### Уроки 35, 36

**Тема.** Основная и обратная задача 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 по теме «Динамика точки».

## **Силы в механике**

### 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.<sup>1</sup> № 185, 188, 190, 191, 198.

Движение тела под действием упругой силы: задача № 4 из § 3.17.

**Задание на дом.** Упр. 8 (6, 7).

#### 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. № 2.41, 2.42, 2.37.

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

#### Уроки 51, 52

Контрольная работа по теме «Движение тел под действием нескольких сил».

**Задание на дом.** Г. № 2.30.

### **Неинерциальные системы отсчета**

#### Уроки 53, 54

**Тема.** Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции.

**Содержание.** Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции. Системы отсчета, движущиеся пря-

<sup>1</sup> Буквой «Р» обозначена книга: Рымкевич А. П. Физика. 10—11 классы. Задачник. М.: Дрофа, 2002.

молинейно 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 задач № 2 из § 4.5, упр. 9 (3).

**Задание на дом.** § 4.4, упр. 9 (2, 4).

### Уроки 57, 58

**Тема.** Контрольная работа по теме «Неинерциальные системы отсчета».

**Задание на дом:** § 5.1 (самостоятельно).

## **Законы сохранения в механике**

### Уроки 59, 60

**Тема.** Закон сохранения импульса.

**Содержание.** Импульс материальной точки. Изменение импульса системы тел. Закон сохранения импульса. Решение задач № 1, 2, 3, 4 из § 5.7.

**Задание на дом.** § 5.1—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 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, 6.11, 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, 5, 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 (4, 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, 20, 21).

### Уроки 75, 76

Контрольная работа по теме «Механическая работа, мощность, энергия».

## **Статика**

### 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.

### Уроки 81, 82

Контрольная работа по теме «Статика».

## **Лабораторный практикум**

### Уроки 83, 84

**Тема.** Погрешности измерений.

**Содержание.** Измерения и погрешности измерений. Случайные и систематические, абсолютные и относительные погрешности. Погрешности средств измерений и погрешности отсчета.

**Задание на дом.** «Физическая лаборатория»<sup>1</sup>, гл.1, § 1.

### 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.** «Физическая лаборатория», гл. 1, § 2, 3, 4, 6.

### 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).

<sup>1</sup> Книга «Физическая лаборатория». М.: МИРОС, 1997.

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 наиболь-

шей вероятностью от «порядка» к «беспорядку», а также ввести качественно понятие «энтропии» как меры беспорядка.

## Основы молекулярно-кинетической теории

### 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, смоченной в растворе аммиака.

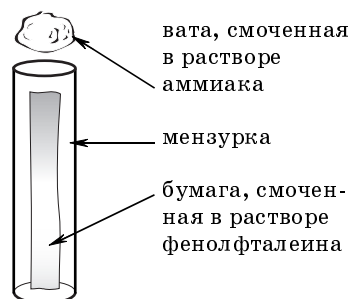


Рис. 6

ченный в растворе аммиака (не касаясь бумаги!), и наблюдается постепенное изменение цвета бумаги на малиновый. Мензурку можно располагать как вертикально, так и горизонтально.

### Уроки 3, 4

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

Решение задач на расчет параметров молекул различных веществ: массы, диаметра, а также молярной массы и количества вещества.

**Содержание.** Масса, размер молекулы, количество вещества, молярная масса, постоянная Авогадро. Решение задач. Р. № 454, 460, 461, 462, 464, 465, 466, Г. № 11.4, 11.5.

**Задание на дом.** § 2.2, упр. 1 (1, 3, 4, 5, 6, 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, 11, 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 про-



веден в 7 классе, или вспомнить результаты и подтвердить их демонстрационным экспериментом.

### Урок 7

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

**Задание на дом.** § 2.6.

## **Температура. Газовые законы**

### 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, 3.6, 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 иде-

ального 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, 544, 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)?

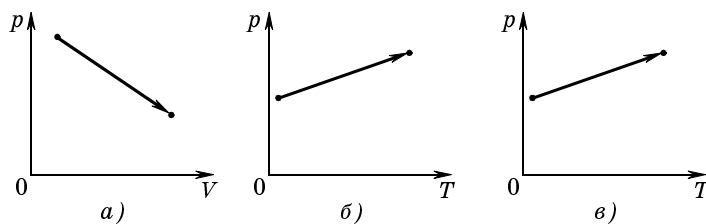


Рис. 7

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  $V, T$ .

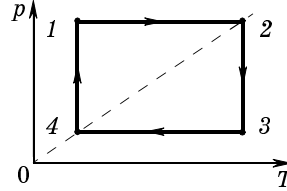


Рис. 8

### Вариант 2

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

Нагрелся 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)?

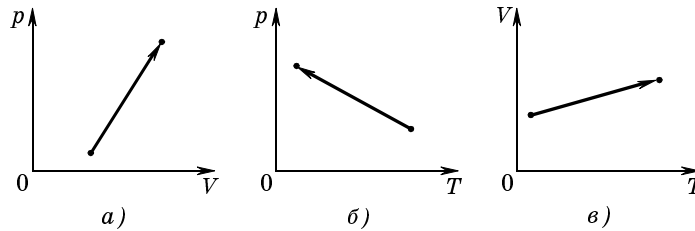


Рис. 9

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  $p, V$  и  $V, T$ . Линия 3—4 — гипербола.

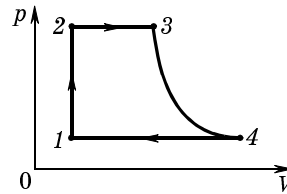


Рис. 10

**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, 4, 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.** Упр. 2 (11, 15, 17, 19).

## **Молекулярно-кинетическая теория идеального газа**

### 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, 2, 3, 5 из § 4.9, Р. № 469, 473, 474, 475, Г. № 11.7.

**Задание на дом.** § 4.1—4.4, Р. № 471, 472, 476, 477, упр. 3 (1, 3, 4, 5, 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, 12, 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 по теме «Газовые законы. Молекулярно-кинетическая теория идеального газа».

## Законы термодинамики

### 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.

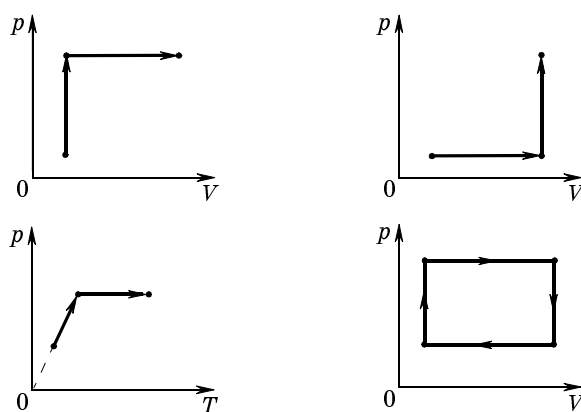


Рис. 11

### 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, 8, 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 (9, 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. 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 (4, 5, 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 по теме «Основы термодинамики».

## **Взаимные превращения жидкостей и газов**

### 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 рабо-



чую часть термометра ватой, смоченной в воде или в спирте комнатной температуры. Показания термометра при этом уменьшаются.) «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, 16, 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

#### 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 (4, 5, 7, 10, 12).

**Задание на дом.** Упр. 1 (4, 8, 12).

### 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, 2, 3, 4, 5, 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.** § 20, 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.** Электроемкость. Конденсаторы.

**Содержание.** Электроемкость уединенного проводника. Зависимость электроемкости 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.** Соединение конденсаторов. Энергия конденсатора.

**Содержание.** Соединение конденсаторов в батарею. Емкость плоского конденсатора. Энергия заряженных конденсаторов и проводников. Энергия электростатического поля. Решение задач № 1, 2, 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, 5, 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 по теме «Электростатика».

**Постоянный электрический ток**

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 соединение проводников. Решение задач на расчет последовательного 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. Практическая работа: «Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока». Решение задач на закон Ома для полной цепи. Задачи № 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, 2.16, 2.17.

### Уроки 39, 40

**Тема.** Решение задач на расчет электрических цепей.

**Содержание.** Решение задач № 4, 5, 6 из § 2.18, упр. 6 (9, 11).

**Задание на дом.** Упр. 6 (12, 13, 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 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.

2. Из города  $A$  в город  $B$  по прямой дороге отправляется грузовая машина со скоростью  $v_1 = 40$  км/ч. Спустя время  $\tau_0 = 1,5$  ч из города  $B$  в город  $A$  выходит легковая машина со скоростью  $v_2 = 80$  км/ч. Через какое время  $\tau$  после отправления легковой машины и на каком расстоянии  $d$  от пункта  $B$  встретятся машины, если в момент прибытия легковой машины в пункт  $A$  грузовая прошла путь  $s = 120$  км?

3. По уравнениям координат написать уравнения скорости и построить графики зависимости скорости, пути и модуля перемещения от времени.

$$x_1 = -3 + t, x_2 = 3 - t, x_3 = -3 - t.$$

4. Даны графики изменения координаты прямолинейного движения трех точек: координата точки возрастает со временем, уменьшается, не меняется (рис. 1). Написать уравнения зависимости координаты

нат этих точек от времени и построить графики зависимости скорости и пути от времени.

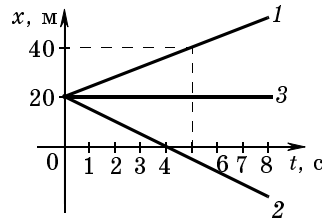


Рис. 1

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

### 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  $v_{\text{ср}}$  на всем пути.

2. Из города  $A$  в город  $B$  по прямой дороге отправляется грузовая машина со скоростью  $v_1 = 50$  км/ч. Спустя время  $\tau_0 = 1$  ч из города  $B$  в  $A$  выходит легковая машина со скоростью  $v_2 = 80$  км/ч. Через какое время  $\tau$  после отправления легковой машины и на каком расстоянии  $d$  от пункта  $B$  встретятся машины, если в момент прибытия легковой машины в пункт  $A$  грузовая прошла путь  $s = 130$  км?

3. По уравнению координат написать уравнения и построить графики зависимости скорости, пути и перемещения от времени.

$$x_1 = -5 + t, \quad x_2 = 5 - t, \quad x_3 = -5 - t.$$

4. Даны графики изменения координаты прямолинейного движения трех точек: координата точки возрастает со временем, уменьшается, не меняется (рис. 1). Написать уравнения зависимости координаты

нат этих точек от времени и построить графики зависимости скорости и пути от времени.

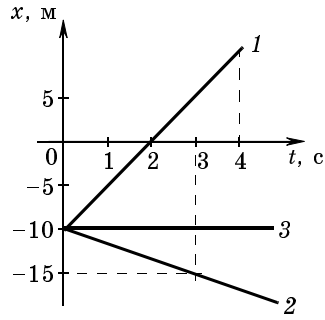


Рис. 1

5. Два тела движутся вдоль одной прямой в одну и ту же сторону со скоростями 6 м/с 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. 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).

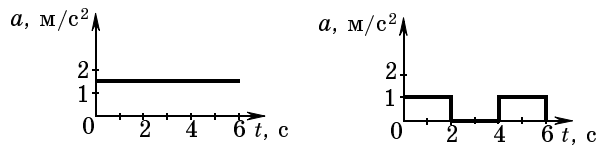


Рис. 1

2. По графику скорости  $v = v(t)$  (рис. 2) построить графики координаты  $x = x(t)$  и пути  $s = s(t)$ . Начальная координата равна  $x_0 = -3$  м. Масштаб выбирает-

ся самостоятельно. Определить изменение координаты и пройденный путь за время движения.

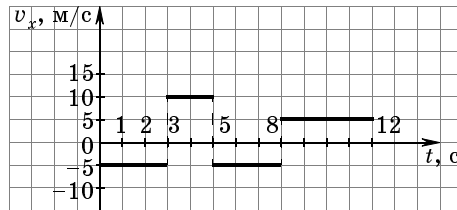


Рис. 2

3. За последнюю секунду свободно падающее без начальной скорости тело пролетело  $3/4$  всего пути. Сколько времени падало тело?

4. Координата точки, движущейся прямолинейно вдоль оси  $X$ , меняется со временем по закону  $x = 11 - 35t + 40t^2$ . Дать характеристику движения точки.

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

### Вариант 2

1. 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).

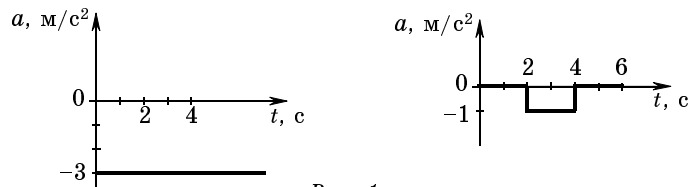


Рис. 1

2. По графику скорости  $v = v(t)$  (рис. 2) построить графики координаты  $x = x(t)$  и пути  $s = s(t)$ . Начальная координата равна  $x_0 = 2$  м. Масштаб выбирается самостоятельно. Определить изменение координаты и пройденный путь за время движения.

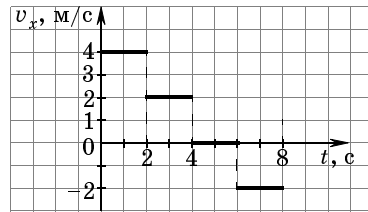


Рис. 2

3. Сколько секунд  $t$  свободно падало тело, если за последние две секунды оно прошло путь  $s = 60$  м?

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

5. Из точки  $A$  выходит тело, движущееся с начальной скоростью  $v_{01} = 2$  м/с и ускорением  $a_1 = 2$  м/с<sup>2</sup>. 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. Камень, брошенный с поверхности Земли со скоростью  $v_0$ , должен попасть в цель с известными координатами  $x$  и  $y$ . Чему должен быть равен угол бросания  $\alpha$ ? Какова траектория полета камня? Ка-

кова скорость  $v$  камня в точке расположения цели? Сопротивлением воздуха пренебречь.

2. Под каким углом  $\alpha$  к горизонту следует бросить камень с вершины горы с уклоном  $\beta = 45^\circ$ , чтобы он упал на склон на максимальном расстоянии? Сопротивление воздуха не учитывать.

3. Найти угол  $\alpha$ , под которым атлету следует выпустить ядро, чтобы дальность полета ядра была максимальной. Рост атлета не учитывать. Сопротивлением воздуха пренебречь.

#### Вариант 2

1. Снаряд, выпущенный из пружинной пушки со скоростью  $v_0$ , должен поразить цель с координатами  $x$  и  $y$ . Чему должен быть равен угол  $\alpha$  возвышения ствола пушки? По какой траектории полетит снаряд? Какую скорость  $v$  будет иметь снаряд в точке расположения цели? Сопротивлением воздуха пренебречь.

2. Минометная батарея расположена у подножия горы с наклоном к горизонту  $\beta = 45^\circ$ . Под каким углом  $\alpha$  к горизонту надо установить ствол орудия, чтобы мина достигла склона на максимальной высоте? Сопротивление воздуха не учитывать.

3. Найти угол  $\alpha$ , под которым атлету следует выпустить копьё, чтобы дальность полета была равна максимальной высоте подъема копьё. Рост атлета не учитывать. Сопротивлением воздуха пренебречь.

#### Контрольная работа № 4

по теме «Относительность движения»

#### Вариант 1

1. Вагон движется со скоростью  $v_0 = 36$  км/ч. Наблюдатель в вагоне измерил угол  $\alpha = 50^\circ$  между вертикалью и направлением движения капель дождя относительно вагона. Относительно земли капли

падают отвесно. Определить скорость капель  $v$  относительно земли и  $v'$  — относительно вагона.

2. Катер, двигаясь по течению, из пункта  $A$  прибыл в пункт  $B$  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?

3. Корабль выходит из пункта  $A$  со скоростью  $v$  и под углом  $\alpha$  к линии  $AB$ . Одновременно с выходом корабля из пункта  $B$  выпускается торпеда со скоростью  $u$ . Под каким углом  $\beta$  к линии  $AB$  должна была выйти торпеда, чтобы поразить корабль?

4. 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. 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.

2. Корабль идет курсом юго-восток со скоростью  $u$  узлов, при этом флюгер на мачте показывает восточный ветер. Корабль уменьшил ход до  $\frac{u}{2}$  узлов, флюгер показывает северо-восточный ветер. Определить направление и скорость ветра  $v$ .

Примечание: направление курса указывает, куда идет корабль, направление ветра — откуда он дует.

3. 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 величину  $u$  и направление скорости второго корабля, опре-

деляемую наблюдателем, находящимся на палубе первого корабля.

4. 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 точки»

#### Вариант 1

1. 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?

2. При каком минимальном коэффициенте трения между обувью и дорожкой спортсмен сможет пробежать стометровку за время  $t = 10$  с, начиная движение с нулевой скоростью и ускоряясь только на первом участке  $s_1 = 20$  м?

3. 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. 1). Масса мяча  $m = 0,5$  кг.

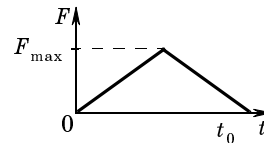


Рис. 1



4. 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. На каком максимальном расстоянии  $s$  от вершины полусферы радиусом  $R = 45$  см, отсчитанном вдоль ее поверхности, можно положить небольшое тело, чтобы оно не соскользнуло? Коэффициент трения тела о поверхность сферы  $\mu = 0,75$ .

2. С какой силой нужно тянуть тело массой  $60$  кг по горизонтальной поверхности, чтобы оно двигалось равномерно? Сила приложена под углом  $30^\circ$  к горизонту. Коэффициент трения тела о поверхность  $0,27$ .

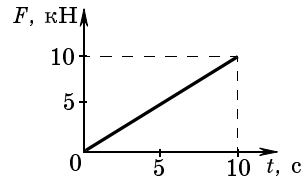


Рис. 1

3. 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. 1). Через какое время автомобиль остановится?

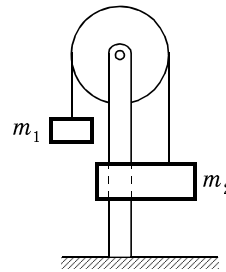


Рис. 2

4. 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. 2). Сила трения груза  $m_2$  о штангу постоянна и равна  $F_{\text{тр}} = 3$  Н. Найти ускорение  $a$  грузов и силу натяжения  $T$  нити.

**Контрольная работа № 6**

по теме «Движение тела под действием нескольких сил»

**Вариант 1**

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

2. Автомобиль массой  $m = 3 \cdot 10^3$  кг движется с постоянной скоростью  $v = 36$  км/ч по 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  $\alpha = 10^\circ$  с вертикалью, если мост вогнутый?

3. 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?

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

2. Автомобиль массой  $m = 3 \cdot 10^3$  кг движется с постоянной скоростью  $v = 36$  км/ч по 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, если мост выпуклый?

3. На какую высоту  $H$  надо запустить спутник в экваториальной плоскости, чтобы он все время

находился над одной и той же точкой земной поверхности?

4. Два одинаковых шарика связаны невесомой нитью, перекинутой через невесомый блок, причем один из шариков погружен в сосуд с жидкостью (рис. 1). С какой установившейся скоростью  $v$  будут двигаться шарики, 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  $\rho$ .

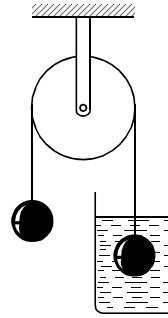


Рис. 1

### 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.

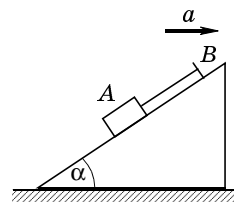


Рис. 1

**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 оборвется?

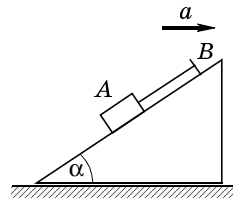


Рис. 1

**Контрольная работа № 8**

по теме «Закон сохранения импульса»

**Вариант 1**

1. 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?

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

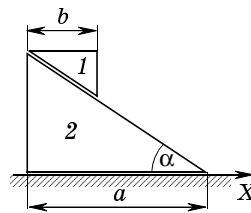


Рис. 1

3. 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  $v_{\text{отн}}$ . 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. Снаряд, находясь на высоте  $H = 100$  м и двигаясь в этот момент горизонтально со скоростью  $v = 400$  м/с, разорвался на два одинаковых осколка. Какова дальность полета осколков, если один из них получил начальную скорость, направленную горизонтально под углом  $\alpha = 45^\circ$  к скорости снаряда? Сопротивлением воздуха пренебречь.

2. Снаряд вылетает из орудия под углом  $\alpha$  к горизонту, имея начальную скорость  $v_0$ . В некоторой точке траектории он разрывается на два осколка одинаковой массы, один из которых падает по вертикали, а другой начинает двигаться под углом  $\beta$  к горизонту. Какова скорость  $u$  второго осколка после разрыва? Сопротивление воздуха не учитывать.

3. 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 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 меж-

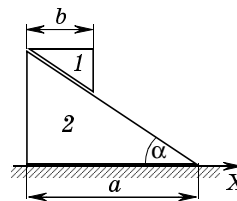


Рис. 1

ду 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. 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?

2. 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  $\mu = 0,02$ ?

3. Тело массой  $m$  проходит мертвую петлю радиусом  $R$ , соскальзывая с наименьшей необходимой для этого высоты  $H$  (рис. 1). Определить эту высоту, а также силу  $F$ , с которой тело давит на опору в точке петли  $A$ , радиус которой составляет угол  $\alpha$  с вертикалью. Трением пренебречь.

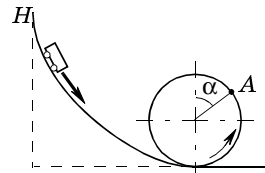


Рис. 1

4. 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  $P$  двигателя автомобиля, чтобы он мог преодолеть тот же уклон при подъеме с той же скоростью? Масса автомобиля  $m = 1,5$  т.

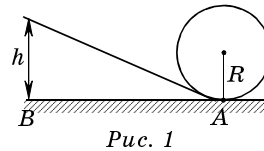
#### Вариант 2

1. Две пластины расположены горизонтально одна под другой и скреплены пружиной. Массы пластин

тин 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?

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

3. 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  $A$ ?



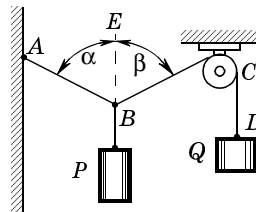
4. Разогнавшись, конькобежец некоторое время движется по горизонтальной ледяной дорожке равномерно. Затем, перестав отталкиваться, он, двигаясь равнозамедленно, проезжает до остановки путь  $s = 60$  м в течение  $t = 25$  с. Масса конькобежца  $m = 50$  кг. Определить коэффициент трения  $\mu$  и мощность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

### Контрольная работа № 10 по теме «Статика»

#### Вариант 1

1. Груз весом  $P$  удерживается на нитях  $AB$  и  $BC$  с помощью груза весом  $Q$  (рис. 1). Зная углы  $\alpha$  и  $\beta$ , найти силы натяжения нитей  $AB$  и  $BC$ .

2. 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.

3. Предохранительный клапан парового котла (рис. 2) должен открываться при давлении пара  $p$ . Площадь закрываемого паром отверстия  $S$ . На каком расстоянии  $x$  от оси вращения  $O$  надо поместить груз  $C$  массой  $M$ , чтобы удержать клапан в закрытом положении? Горизонтальный стержень имеет массу  $m$  и длину  $OB = l$ , а  $OA = 0,25l$ .

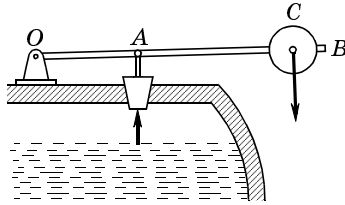


Рис. 2



Рис. 3

4. Определить положение центра масс однородной пластины (рис. 3). Размеры выбрать произвольно.

5. Однородный шар массой  $m = 20$  кг удерживается на гладкой наклонной плоскости веревкой, привязанной к пружинным весам, укрепленным над плоскостью (рис. 4). Показания пружинных весов  $F = 100$  Н. Угол наклона плоскости к горизонту  $\beta = 30^\circ$ . Определить угол  $\alpha$ , который составляет направление веревки с вертикалью, и силу давления  $Q$  шара на плоскость. Массой пружинных весов пренебречь.

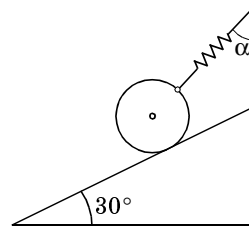


Рис. 4



**Вариант 2**

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

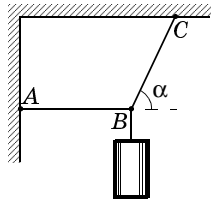


Рис. 1

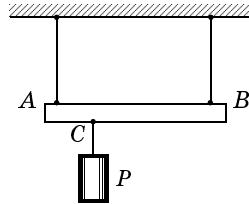


Рис. 2

2. 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.

3. 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  $B$ .

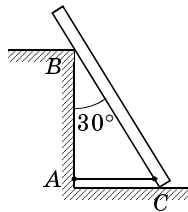


Рис. 3

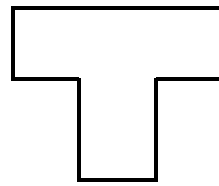


Рис. 4

4. Определить положение центра масс однородной пластины (рис. 4). Размеры выбрать произвольно.

5. К вертикальной гладкой стене  $AB$  подвешен однородный шар  $O$  на веревке  $AC$  (рис. 5). Веревка составляет со стеной угол  $\alpha$ , вес шара  $P$ . Определить силу натяжения  $T$  веревки и силу давления  $Q$  шара на стену.

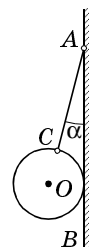


Рис. 5

### 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 ( $\text{CO}_2$ ) массой 1 г?
3. Определите массы молекул алюминия, газа метана  $\text{CH}_4$ , метилового спирта  $\text{CH}_3\text{OH}$  и их концентрацию. Плотности алюминия, метана и метилового спирта соответственно равны 2700; 0,756 и 792  $\text{кг/м}^3$ .

4. Оцените размер атома алюминия.

#### Вариант 2

1. Какие эксперименты подтверждают основные положения МКТ?
2. Какое количество вещества содержится в стакане воды объемом 250  $\text{см}^3$ ? Плотность воды 1000  $\text{кг/м}^3$ .
3. Определите массы молекул кремния, двуокиси углерода  $\text{CO}_2$ , 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  $\text{кг/м}^3$ .
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  $400 \text{ м/с}$ , а концентрация равна  $2,7 \cdot 10^{21} \text{ м}^{-3}$ ?

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

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

**Вариант 2**

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

2. В сосуде объемом  $1 \text{ л}$  заключено  $0,28 \text{ г}$  азота. Азот нагрет до температуры  $1500 \text{ }^\circ\text{C}$ . При этой температуре  $30\%$  молекул азота диссоциировало на атомы. Определить давление в сосуде.

3. Воздух в стакане высотой  $10 \text{ см}$  с площадью дна  $S = 25 \text{ см}^2$  нагрет до температуры  $t_1 = 87 \text{ }^\circ\text{C}$ . 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  $t_2 = 17 \text{ }^\circ\text{C}$ ?

### Контрольная работа №13

по теме «Основы термодинамики»

#### Вариант 1

1. Кислород нагревают при постоянном давлении от температуры  $0^\circ\text{C}$ . Какое количество теплоты необходимо сообщить газу, чтобы его объем удвоился? Количество вещества 1 моль.

2. В калориметр с теплоемкостью  $63\text{ Дж/К}$  было налито  $250\text{ г}$  масла при температуре  $12^\circ\text{C}$ . После опускания в масло медного тела массой  $500\text{ г}$  при температуре  $100^\circ\text{C}$  установилась общая температура  $33^\circ\text{C}$ . Какова удельная теплоемкость масла по данным опыта? Удельная теплоемкость меди  $380\text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$ .

3. Температура нагревателя идеальной тепловой машины  $117^\circ\text{C}$ , а холодильника  $27^\circ\text{C}$ . Машина получает от нагревателя за  $1\text{ с}$  количество теплоты, равное  $200\text{ Дж}$ . Определить КПД машины, количество теплоты, отдаваемое холодильнику в  $1\text{ с}$ , работу, совершаемую машиной за  $1\text{ с}$ .

4. При передаче газу количества теплоты  $17\text{ кДж}$  он совершает работу, равную  $50\text{ кДж}$ . Чему равно изменение внутренней энергии газа? Охладился газ или нагрелся?

#### Вариант 2

1. В сосуде находится одноатомный газ при температуре  $17^\circ\text{C}$  и давлении  $100\text{ кПа}$ . Объем сосуда  $3\text{ л}$ . Газ изохорно нагревают на  $100^\circ\text{C}$ . Определить изменение внутренней энергии газа. Какое количество теплоты было передано газу в этом процессе?

2. В идеальной тепловой машине за счет каждого килоджоуля энергии, получаемой от нагревателя, совершается работа  $300\text{ Дж}$ . Определить КПД ма-

шины 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).

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

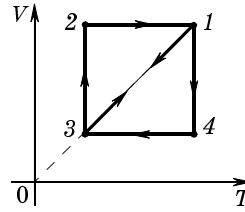


Рис. 1

### Контрольная работа № 14 по теме «Электростатика»

#### Вариант 1

1. Обкладки плоского конденсатора имеют заряды  $+q$  и  $+2q$  соответственно. Чему равна напряженность поля в конденсаторе, если площадь пластин  $S$ ? Каково напряжение между обкладками, если расстояние между ними  $d$ ? Определить заряды, скопившиеся на внутренних и внешних сторонах обкладок.

2. Три одинаковых конденсатора емкостью  $C$  каждый соединили в батарею, как показано на рисунке 1. Определить заряд батареи и каждого конденсатора; напряжение на каждом конденсаторе, если на батарею подано напряжение  $U$ .

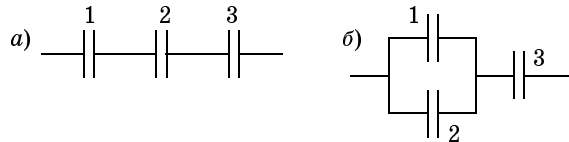


Рис. 1

3. Внутри полого металлического шара радиусом  $r$ , с зарядом  $q$ , поместили такой же точечный заряд. Найти напряженность и потенциал поля в точке  $A$ , лежащей вне сферы на расстоянии  $d$  от ее поверхности.

4. Два точечных заряда  $q$  и  $-3q$  расположили на расстоянии  $d$  друг от друга. Какой третий заряд  $Q$  и где надо расположить, чтобы первые два заряда находились в равновесии? Что произойдет, если третий заряд освободить?

5. Между двумя плоскими параллельными пластинами, расстояние между которыми  $d$  много меньше размеров пластин, находится во взвешенном состоянии пылинка массой  $m$ , несущая на себе заряд  $q$ . До какой разности потенциалов заряжены пластины?

#### Вариант 2

1. Рассчитать, с какой силой притягиваются друг к другу пластины плоского заряженного конденсатора, емкость которого  $C$ , а разность потенциалов между пластинами  $U$ . Расстояние между пластинами  $d$ .

2. Три одинаковых конденсатора емкостью  $C$  каждый соединили в батарею, как показано на рисунке 1. Определить заряд батареи и каждого конденсатора; напряжение на каждом конденсаторе, если на батарею подано напряжение  $U$ .

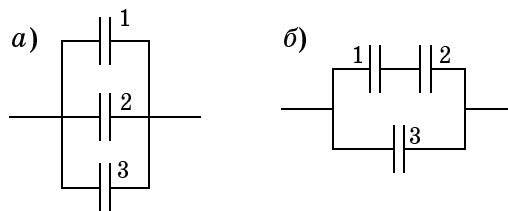


Рис. 1

3. Металлический шар радиусом 2 см имеет заряд  $1,33 \cdot 10^{-8}$  Кл. Шар окружен концентрической металлической оболочкой радиусом 5 см, заряд которой равен  $-2 \cdot 10^{-8}$  Кл. Определить напряженность и потенциал поля на расстояниях  $L_1 = 1$  см,  $L_2 = 4$  см,  $L_3 = 6$  см от центра шара.

4. Одинаковые по модулю, но разные по знаку заряды 18 нКл расположены в двух вершинах равностороннего треугольника. Сторона треугольника 2 м. Определить напряженность поля в третьей вершине треугольника.

5. Какой угол с вертикалью составляет нить, на которой висит заряженный шарик массой 0,25 г, помещенный в горизонтальное однородное электростатическое поле напряженностью  $10^6$  В/м? Заряд шарика равен 2,5 нКл.

### Контрольная работа № 15

по теме

«Постоянный электрический ток»

#### Вариант 1

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

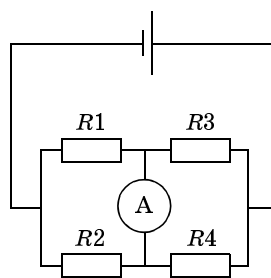


Рис. 1

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.

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.

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?

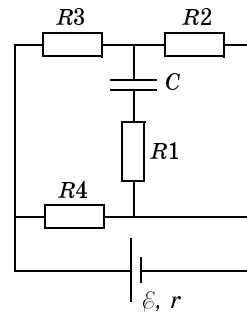


Рис. 2

### Вариант 2

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

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.

3. Вольтметр, соединенный последовательно с резистором сопротивлением 10 кОм, при включе-

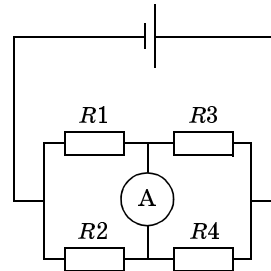


Рис. 1



нии 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?

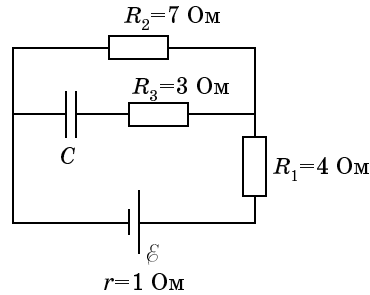


Рис. 2

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

## ОТВЕТЫ

### К.Р.1

**В.1.1.**  $v_{cp} = 48 \text{ км/ч}$ .

$$2. \tau = \frac{sv_2}{v_1(v_1 + v_2) - \tau_0} = 0,5 \text{ ч}; d = \frac{sv_2}{v_1 + v_2} = 80 \text{ км}.$$

3.  $v_1 = 1 \text{ м/с}; v_2 = -1 \text{ м/с}; v_3 = -1 \text{ м/с}; l_1 = 1 \cdot t;$   
 $l_2 = 1 \cdot t; l_3 = 1 \cdot t; \Delta x_1 = 1 \cdot t; \Delta x_2 = -1 \cdot t; \Delta x_3 =$   
 $= -1 \cdot t.$

4.  $x_1 = 20 + 4t; x_2 = 20 - 5t; x_3 = 20$ . См. рисунок 1.

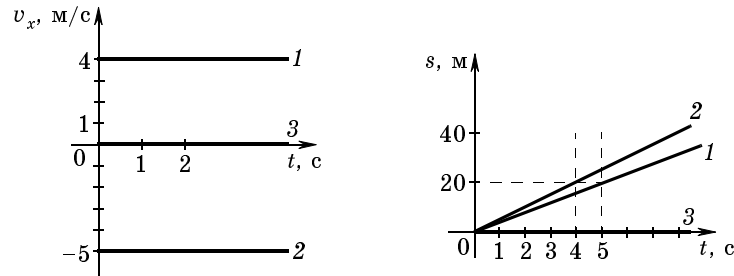


Рис. 1

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

**В.2.1.**  $v_{cp} = 72 \text{ км/ч}$ .

$$2. t = \frac{sv_2}{v_1(v_1 + v_2) - \tau_0} = 0,6 \text{ ч}; d = \frac{sv_2}{v_1 + v_2} = 80 \text{ км}.$$

3.  $v_1 = 1 \text{ м/с}; v_2 = -1 \text{ м/с}; v_3 = -1 \text{ м/с}; l_1 = 1 \cdot t; l_2 =$   
 $= 1 \cdot t; l_3 = 1 \cdot t; \Delta x_1 = 1 \cdot t; \Delta x_2 = -1 \cdot t; \Delta x_3 = -1 \cdot t.$

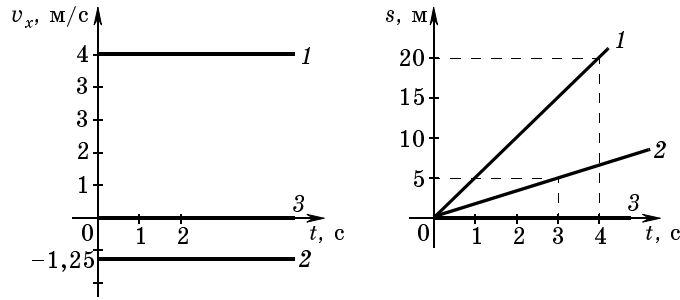


Рис. 2

4.  $x_1 = -10 + 5t$ ;  $x_2 = -10 - 1,25t$ ;  $x_3 = -10$ .  
 См. рисунок 2.  
 5.  $t = 37,5$  с (от начала движения первого тела);  
 $x = 225$  м.

**К.Р.2**

**В. 1. 1.** См. рисунок 3.

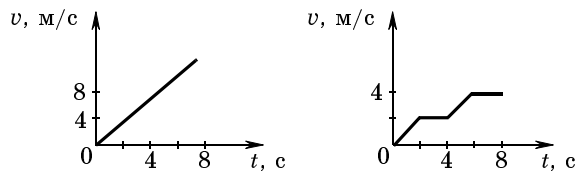


Рис. 2

2.  $\Delta x = 8$  м;  $s = 16$  м. См. рисунок 4.

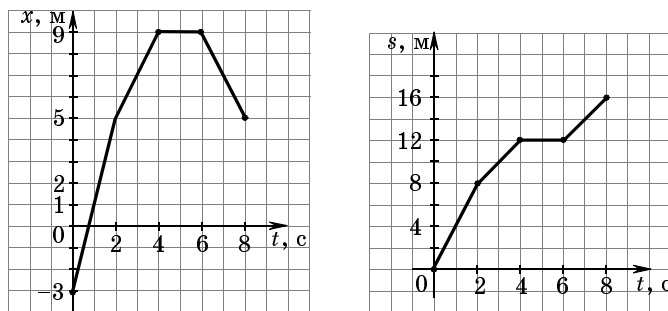


Рис. 4

3.  $t = 2$  с.

4. Точка движется равноускоренно,  $x_0 = 11$  м;  $v_0 = -5$  м/с;  $a = 20$  м/с<sup>2</sup>.

5.  $t = 7$  с;  $x = 70$  м.

**В.2.**

1. См. рисунок 5.

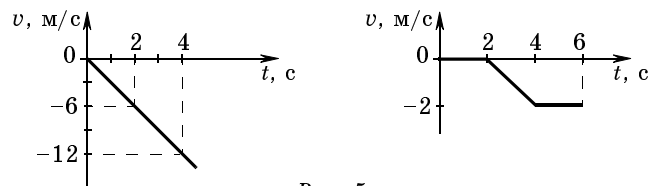


Рис. 5

2.  $\Delta x = -5$  м;  $s = 85$  м. См. рисунок 6.

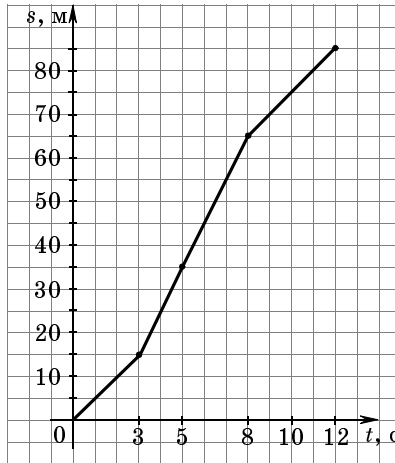
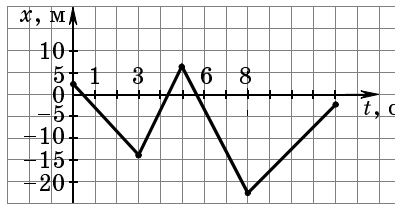


Рис. 6

3.  $t = \frac{\tau}{2} + \frac{s}{g\tau} = 4 \text{ с.}$   
 4. Точка движется равноускоренно,  $x_0 = -3 \text{ м;}$   
 $v_0 = -3 \text{ м/с; } a = 2 \text{ м/с}^2.$   
 5.  $t = 8 \text{ с; } x = 80 \text{ м.}$

**К.Р.3**

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

$v = \sqrt{v_0^2 - 2gy}.$

2.  $\alpha = \pi/8.$

3.  $\alpha = \pi/4.$

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

$v = \sqrt{v_0^2 - 2gy}.$

2.  $\alpha = \frac{3\pi}{8}.$

3.  $\text{tg} \alpha = 4; \alpha = 76^\circ.$

**К.Р.4**

**В. 1. 1.**  $v' = \frac{v_0}{\sin \alpha} = 47 \text{ км/ч; } v = v_0 \text{ ctg} \alpha = 30 \text{ км/ч.}$

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

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

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

**В. 2. 1.**  $u = 23,8 \text{ м/с.}$

2. С севера,  $v = 0,7 \text{ м.}$

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

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

**K.P.5**

$$\mathbf{B.1.1.} \quad v = \frac{Ft}{m} = 2,5 \text{ м/с}; \quad s = \frac{Ft^2}{2m} = 6,25 \text{ м.}$$

$$2. \quad \mu = \frac{(s_1 + s_2)^2}{2s_1gt^2} = 0,36.$$

3.  $v = \frac{F_{\max}t_0}{2m} = 28 \text{ м/с}$ . Примечание: импульс силы численно равен площади под графиком  $F = F(t)$ .

$$4. \quad a = \frac{(m_1 - m_2)g}{m_1 + m_2} = 1,96 \text{ м/с}^2; \quad T = \frac{4m_1m_2g}{m_1 + m_2} = 4,7 \text{ Н};$$

$$F = 2T = 9,4 \text{ Н.}$$

$$\mathbf{B.2.1.} \quad s = R \arctg \mu = 29 \text{ см.}$$

$$2. \quad F = 162 \text{ Н.}$$

3.  $t = \sqrt{\frac{2mv}{k}} = 10 \text{ с}$ , где  $k$  — тангенс угла наклона графика, заданного рисунком.

$$4. \quad a = \frac{(m_1 - m_2)g - F_{\text{тр}}}{m_1 + m_2} = 1,7 \text{ м/с}^2;$$

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

**K.P.6**

$$\mathbf{B.1.1.} \quad \mu = \text{tg} \alpha \cdot \frac{n^2 - 1}{n^2 + 1} = 0,16.$$

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

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

$$4. \quad v_2 = v_1 \sqrt{\frac{m_2}{m_1}} = 3,5 \text{ м/с.}$$

$$\mathbf{B.2.1.} \quad \mu = \frac{\text{tg} \alpha \cdot (n^2 - 1)}{n^2 + 1} = 0,46.$$

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

$$3. H = 3,6 \cdot 10^7 \text{ м.}$$

$$4. v = v_0 \rho_{\text{ж}} (\rho - \rho_{\text{ж}}).$$

### **К.Р.7**

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

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

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

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

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

$$2. F = 1000 \text{ Н.}$$

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

### **К.Р.8**

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

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

$$3. u = \frac{v_{\text{отн}} \cos \alpha}{4}; s_{2x} = \frac{a-b}{4}. \text{ Ответ не изменится,}$$

поскольку силы трения между призмами являются внутренними.

$$\text{В.2. 1. } L = v \sqrt{\frac{H}{g}} \approx 1265 \text{ м.}$$

$$2. u = 2v_0 \frac{\sin \alpha}{\cos \beta}.$$

$$3. u = \frac{v_{\text{отн}} \cos \alpha}{5}; s_{2x} = \frac{a-b}{5}. \text{ Ответ не изменится,}$$

поскольку силы трения между призмами являются внутренними.

**K.P.9**

**B.1. 1.**  $v_0 = 2,4 \text{ м/с}; h = 2,7 \text{ м.}$

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

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

**4.**  $P = 2mgv\alpha = 25 \text{ кВт.}$

**B.2. 1.**  $F > m_1g + m_2g.$

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

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

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

**K.P.10**

**B.1. 1.**  $T_1 = \frac{P - Q \cos \beta}{\cos \alpha}; T_2 = Q.$

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

**3.**  $x = \frac{(pS - 2mg)L}{4Mg}.$

**5.**  $\alpha = 60^\circ; Q = 173 \text{ Н.}$

**B.2. 1.**  $T_1 = P \text{ctg} \alpha; T_2 = \frac{P}{\sin \alpha}.$

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

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

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

**K.P.11**

**B.1. 2.**  $N = 1,4 \cdot 10^{22};$



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;  $\rho_1 = 6 \cdot 10^{28}$  м<sup>-3</sup>;  $\rho_2 = 2,9 \cdot 10^{25}$  м<sup>-3</sup>;  $\rho_3 = 1,5 \cdot 10^{28}$  м<sup>-3</sup>;

4.  $r = 42,5 \cdot 10^{-10}$  м.

**В.2.2.**  $v = 1,4 \cdot 10^4$  моль;

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;  $\rho_1 = 5,2 \cdot 10^{28}$  м<sup>-3</sup>;  $\rho_2 = 2,8 \cdot 10^{25}$  м<sup>-3</sup>;  $\rho_3 = 6,5 \cdot 10^{27}$  м<sup>-3</sup>;

4.  $r = 2,1 \cdot 10^{-10}$  м.

### **К.Р.12**

1.  $p = 7,68$  Па.

2.  $\Delta m = 8,2$  кг. 3.  $h = 25$  см.

**В.2.1.** 1.  $p = 0,5$  Па. 2.  $p = 1,8 \cdot 10^5$  Па.

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

### **К.Р.13**

**В.1.1.** 1.  $Q = 7940$  Дж.

2.  $c = 2173$  Дж/(кг · К).

3.  $\eta = 0,23$ ;  $Q = 154$  Дж;  $Q_1 = 46$  Дж.

4.  $\Delta U = -33$  кДж, газ охладился.

**В.2.1.** 1.  $\Delta U = 129$  Дж;  $Q = 129$  Дж.

2.  $\eta = 0,3$ ;  $T = 400$  К.

3. На  $120$  °С.

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.**  $E = \frac{q_1 - q_2}{2\epsilon_0 S} = \frac{-q}{2\epsilon_0 S}$  — напряженность поля считается положительной, если она направлена слева направо;  $U = Ed$ ; на внутренних:  $q_1_{\text{внутр}} = \frac{q}{2}$ ,  $q_2_{\text{внутр}} = -\frac{q}{2}$ ; на внешних:  $q_1_{\text{внешн}} = \frac{q}{2}$ ,  $q_2_{\text{внешн}} = 2,5q$ .

2. а)  $q_{\text{общ}} = q_1 = q_2 = q_3 = \frac{CU}{3}$ ;  $U_1 = U_2 = U_3 = \frac{U}{3}$ ;

б)  $q_{\text{общ}} = q_3 = \frac{2CU}{3}$ ;  $q_1 = q_2 = \frac{CU}{3}$ ;  $U_1 = U_2 = \frac{U}{3}$ ;  
 $U_3 = \frac{2U}{3}$ .

3.  $E = \frac{2qk}{(r+d)^2}$ ;  $\varphi = \frac{2qk}{r+d}$ .

4. По одну сторону от обоих зарядов вдоль линии, их соединяющей, на расстоянии  $x \approx 1,36d$  от заряда  $q$ ;  $Q \approx 5,5q$ .

5.  $U = \frac{mgd}{q}$ .

**В.2. 1.**  $F = \frac{CU^2}{2d}$ .

2. а)  $q_{\text{общ}} = 3CU$ ;  $q_1 = q_2 = q_3 = CU$ ;  $U_1 = U_2 = U_3 = U$ ;

б)  $q_{\text{общ}} = \frac{3CU}{2}$ ;  $q_1 = q_2 = \frac{CU}{2}$ ;  $q_3 = CU$ ;  $U_1 = U_2 = \frac{U}{2}$ ;

$U_3 = U$ .

3.  $E_1 = 0$ ;  $\varphi_1 = 2400$  В;  $E_2 = 75$  кВ/м;  $\varphi_2 = -600$  В;  
 $E_3 = -6,7$  кВ/м;  $\varphi_3 = -1000$  В.

4.  $E_3 = 40,5$  В/м; вектор напряженности направлен параллельно линии, на которой расположены заряды в сторону отрицательного заряда.

5.  $\text{tg}\alpha = \frac{qE}{mg} = 45^\circ$ .

**K.P.15**

**В.1. 1.**  $I = \frac{\mathcal{E}}{7r}$ .

**2.**  $P = 2,2$  кВт;  $\eta \approx 91\%$ .

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

**4.**  $q = 1,43$  мкКл.

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

**В.2. 1.**  $q = \frac{\mathcal{E}}{4r}$ .

**2.**  $P = 600$  Вт;  $\eta \approx 92\%$ .

**3.**  $R = 46,7$  кОм.

**4.**  $\varphi = 2,1$  В;  $q = 4,2$  мкКл.

**5.**  $l = 69$  м.

## Содержание

---

Предисловие . . . . .	3
Тематическое планирование учебного материала . . . . .	5
Поурочное планирование. . . . .	8

### Раздел «Механика»

Кинематика . . . . .	9
Динамика . . . . .	17
Силы в механике . . . . .	18
Неинерциальные системы отсчета . . . . .	19
Законы сохранения в механике . . . . .	20
Статика. . . . .	22
Лабораторный практикум . . . . .	23

### Раздел «Молекулярная физика и термодинамика»

Основы молекулярно-кинетической теории . . . .	25
Температура. Газовые законы . . . . .	27
Молекулярно-кинетическая теория идеального газа . . . . .	30
Законы термодинамики . . . . .	32
Взаимные превращения жидкостей и газов . . . .	34
Лабораторный практикум . . . . .	35

### Раздел «Электродинамика»

Электростатика . . . . .	36
Постоянный электрический ток. . . . .	40
Лабораторный практикум . . . . .	42
Контрольные работы . . . . .	43
Ответы . . . . .	68

**Для заметок**

---