

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
Санкт-Петербургский горный университет

Кафедра общей и технической физики

ФИЗИКА

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ СЛУШАТЕЛЕЙ ПОДГОТОВИТЕЛЬНОГО ОТДЕЛЕНИЯ

*Методические указания к самостоятельной работе для
иностраных студентов подготовительного отделения*

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2022

Физика. Материалы для слушателей подготовительного отделения:

Методические указания к изучению курса физики для иностранных слушателей подготовительного отделения / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: *А.С. Иванов*. СПб, 2022. 78 с.

Методические указания содержат структуру и содержание курса «Физика», объем дисциплины и виды учебной работы, средства для промежуточного контроля успеваемости абитуриентов, указания по организации самостоятельной работы, задания на контрольные работы и перечень рекомендованной литературы.

Методические указания предназначены для иностранных слушателей подготовительного отделения.

Табл. 21. Библиогр.: 11 назв.

Научный редактор проф. А.С. Мустафеев

Рецензент: Ю.В. Чуркин, доц., к. ф.-м. наук, вед. инженер НПО «Комета».

© Санкт-Петербургский горный
университет, 2022

ВВЕДЕНИЕ

Подготовка высококвалифицированных специалистов в высших учебных заведениях во многом зависит от довузовской подготовки абитуриентов. Роль подготовительного отделения (ПО) при этом чрезвычайно важна. Одним из наиболее важных для инженерной подготовки студентов является курс физики, читаемый на подготовительном отделении в следующем объеме: «Механика»; «Молекулярная физика и термодинамика»; «Электродинамика»; «Оптика и физика атома». Предложенные методические указания содержат структуру и содержание дисциплины «Физика», средства для промежуточного контроля успеваемости слушателей ПО, указания по организации самостоятельной работы и перечень рекомендованной литературы. Успешное изучение курса довузовской подготовки является и залогом будущего успешного обучения в техническом ВУЗе.

1. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины - углубить, систематизировать знания по физике, обеспечить подготовку иностранных граждан к освоению профессиональных образовательных программ на русском языке.

Основная задача дисциплины «Физика» - подготовка учащихся из зарубежных стран, не владеющих русским языком, к дальнейшему получению высшего и послевузовского профессионального образования в высших учебных заведениях Российской Федерации по инженерно-техническому направлению (профилю).

1.2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Физика» входит в состав базовой части дисциплин математического и естественнонаучного цикла подготовки.

Для изучения дисциплины «Физика» необходимы знания, умения и владения, полученные в результате освоения следующих дисциплин: «Русский язык», «Математика».

1.3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.3.1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс «Физика» изучается в течение двух семестров.

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 7 зачётных единиц (в объеме 252 часов).

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр	
		1	2
Аудиторные занятия (всего)	174	60	114
Практические занятия (ПЗ)	174	60	114
Самостоятельная работа (всего)	78	36	42
Подготовка к ПЗ	43	20	23
Работа в библиотеке	7	3	4
Подготовка к контрольной работе	14	7	7

Продолжение табл. 1

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр	
		1	2
Подготовка к сдаче зачёта, экзамена	14	6	8
Вид промежуточной аттестации (З - зачёт, Э - экзамен)		3	Э
Общая трудоёмкость:			
час.,	252	96	156
зач. ед.	7,0	2,7	4,3

1.3.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.3.2.1. Содержание разделов дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	Физические основы механики.	Кинематика поступательного и вращательного движения. Динамика поступательного движения (законы Ньютона). Работа и энергия. Законы сохранения в механике. Абсолютно упругий и неупругий удар.
2.	Молекулярная физика и термодинамика.	Основные положения молекулярно-кинетической теории (МКТ). Уравнение Клапейрона-Менделеева. Изопроцессы в газах. Внутренняя энергия одноатомного идеального газа. Первый и второй законы термодинамики. Условие работы тепловых машин. Количество теплоты и теплоёмкость. Уравнение теплового баланса.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
3.	Электростатика. Постоянный электрический ток. Магнитные поля постоянных токов. Электромагнитные явления.	Электрическое поле в вакууме. Закон Кулона. Закон сохранения электрического заряда. Характеристики электрического поля: напряжённость и потенциал. Ёмкость уединённого проводника, ёмкость конденсатора. Энергия электрического поля. Понятие электрического тока. Характеристики электрического тока: сила тока, плотность тока. Законы Ома для однородного и неоднородного участка цепи и для замкнутой цепи. Закон Джоуля- Ленца. Магнитное поле в вакууме. Характеристики магнитного поля: магнитная индукция и напряжённость. Понятия магнитного потока и магнитного момента. Сила Лоренца. Сила Ампера. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Самоиндукция. Взаимоиндукция, трансформаторы. Энергия магнитного поля.
4.	Оптика	Геометрическая оптика. Построение изображений в тонких линзах и зеркала. Волновая и квантовая оптика. Явления интерференции, дифракции и дисперсии. Понятие фотона. Внешний фотоэффект, уравнение Эйнштейна.

Продолжение табл. 2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
5.	Атомная и ядерная физика	Опыт Резерфорда. Строение атома. Постулаты Бора. Атомарные спектры. Строение атомного ядра. Дефект массы. Энергия связи. Ядерные реакции. Радиоактивный распад.

1.3.2.2. Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 3

№ п/ п	Наименование разделов	Общая трудоемкость (часов)		
		Аудитор- ные заня- тия (всего часов)	Практиче- ские занятия	Самостоятель- ная работа
1.	Физические основы механики.	106	70	36
2.	Молекулярная физика и термодинамика.	34	26	8
3.	Электростатика. Постоянный электрический ток. Магнитные поля постоянных токов. Электромагнитные явления.	76	54	22
4.	Оптика	22	14	8

Продолжение табл. 3

№ п/п	Наименование разделов	Общая трудоемкость (часов)		
		Аудиторные занятия (всего ча- сов)	Практические занятия	Самостоятельная работа
5.	Атомная и ядерная физика	14	10	4
Итого:		252	174	78

1.3.2.3. Практические занятия

Таблица 4

№ п/п	№ разде- ла	Тематика практических занятий	Трудоём- кость, час
1.	1	Механическое движение. Относительность движения. Система отсчета. Материальная точка. Траектория, путь и перемещение.	4
2.	1	Скорость. Ускорение.	2
3.	1	Прямолинейное равноускоренное движение.	2
4.	1	Графики зависимости кинематических величин от времени при равномерном и равноускоренном движении.	2
5.	1	Равномерное движение по окружности. Период и частота вращения. Линейная и угловая скорости. Ускорение при вращательном движении.	4

Продолжение табл. 4

№ п/п	№ раздела	Тематика практических занятий	Трудоёмкость, час
6.	1	Инерциальная и неинерциальная системы отсчета. Равноправие инерциальных систем отсчета. Принцип относительности Галилея. Первый закон Ньютона.	2
7.	1	Масса. Сила. Сложение сил. Равнодействующая сила. Второй закон Ньютона. Третий закон Ньютона.	2
8.	1	Гравитационные силы. Закон всемирного тяготения.	6
9.	1	Сила тяжести, центр тяжести. Объяснение зависимости силы тяжести от высоты над планетой. Свободное падение. Ускорение свободного падения. Первая и вторая космические скорости.	4
10.	1	Вес тела. Невесомость.	2
11.	1	Силы упругости. Закон Гука. Силы трения.	2
12.	1	Виды равновесия. Плечо силы. Момент силы. Условия равновесия тел.	4
13.	1	Импульс тела. Закон сохранения импульса. Центральный удар двух тел: упругий и неупругий.	4
14.	1	Механическая работа.	6
15.	1	Потенциальная и кинетическая энергии.	4
16.	1	Закон сохранения энергии в механике.	2

Продолжение табл. 4

№ п/п	№ раздела	Тематика практических занятий	Трудоёмкость, час
17.	1	Механические колебания. Свободные колебания. Амплитуда, период, частота, фаза колебаний, начальная фаза колебаний.	2
18.	1	Гармонические колебания. Уравнение гармонических колебаний. Сдвиг фаз. Математический маятник. Формула периода колебаний математического маятника (без вывода). Колебания груза на пружине. Формула периода колебаний груза на пружине (без вывода). Превращения энергии при колебательном движении. Распространение колебаний в упругих средах. Поперечные и продольные волны. Длина волны. Связь длины волны, скорости ее распространения и периода (частоты). Уравнение гармонической волны.	6
19.	2	Основные положения молекулярно-кинетической теории и их опытное обоснование. Свойства газов, жидкостей и твёрдых тел. Диффузия. Броуновское движение. Количество вещества. Моль. Постоянная Авогадро. Молярная масса. Масса и размеры молекул.	4

Продолжение табл. 4

№ п/п	№ раздела	Тематика практических занятий	Трудоёмкость, час
20.	2	Идеальный газ – упрощённая модель реального газа. Границы применимости модели идеального газа. Средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул. Давление газа. Связь между давлением идеального газа и средней кинетической энергией теплового движения его молекул.	2
21.	2	Температура и её измерение Абсолютная температура. Связь средней кинетической энергии поступательного движения частиц вещества и абсолютной температуры.	2
22.	2	Уравнение Менделеева – Клапейрона. Изопроцессы в газах. Графики изопроцессов в различных координатах.	4
23.	2	Основные понятия термодинамики. Внутренняя энергия идеального одноатомного газа. Количество теплоты. Работа газа. Графическая интерпретация работы газа.	4
24.		Первый закон термодинамики. Применение первого закона термодинамики к изопроцессам.	6
25.	2	Уравнение теплового баланса. Адиабатный процесс. Второй закон термодинамики.	4
26.	2	Принцип действия тепловых двигателей. КПД теплового двигателя.	2

Продолжение табл. 4

№ п/п	№ раздела	Тематика практических занятий	Трудоёмкость, час
27.	3	Элементарный электрический заряд. Дискретность электрического заряда. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона.	4
28.	3	Электрическое поле. Электростатическое поле. Напряжённость электрического поля. Напряжённость поля точечного заряда. Принцип суперпозиции полей. Силовые линии. Однородное электрическое поле.	4
29.	3	Потенциальность электростатического поля. Разность потенциалов. Напряжение. Связь между напряжением и напряжённостью однородного электрического поля.	4
30.	3	Работа электрического поля. Проводники в электрическом поле.	4
31.	3	Электрическая ёмкость. Конденсатор. Энергия электрического поля конденсатора.	4
32.	3	Электрический ток. Сила тока. Сопротивление проводника. Закон Ома для участка цепи. Применение закона Ома для участка цепи к последовательному и параллельному соединениям проводников.	4
33.	3	Работа и мощность электрического тока. Закон Джоуля – Ленца.сторонние силы. Электродвижущая сила. Закон Ома для полной цепи.	4

Продолжение табл. 4

№ п/п	№ разде- ла	Тематика практических занятий	Трудоём- кость, час
34.	3	Магнитное поле тока. Линии магнитной индукции. Вихревой характер магнитного поля. Однородное магнитное поле. Индукция магнитного поля. Направление магнитной индукции. Сила Ампера. Модуль вектора магнитной индукции. Сила Ампера. Взаимодействие токов.	4
35.	3	Сила Лоренца.	4
36.	3	Магнитный поток. Электромагнитная индукция. Правило Ленца. Закон электромагнитной индукции Фарадея.	4
37.	3	Электромагнитное поле. Самоиндукция. Индуктивность. Энергия магнитного поля.	4
38.	3	Электромагнитные колебания. Колебательный контур. Свободные электромагнитные колебания в колебательном контуре. Формула Томсона (без вывода). Собственная частота колебаний в контуре.	4
39.	3	Преобразования энергии в колебательном контуре. Вынужденные электромагнитные колебания. Электрический резонанс.	4
40.	3	Переменный ток. Конденсатор и катушка в цепи переменного тока. Активное сопротивление. Действующие значения переменного тока.	2

Продолжение табл. 4

№ п/п	№ разде- ла	Тематика практических занятий	Трудоём- кость, час
41.	4	Электромагнитные волны. Ско- рость электромагнитных волн. Свойства электромагнитных волн.	2
42.	4	Световые лучи. Свет как электро- магнитная волна. Скорость света. Закон преломления света.	2
43.	4	Призма. Дисперсия света. Поляри- зация света.	2
44.	4	Когерентность. Получение коге- рентных световых волн. Интерфе- ренция света.	2
45.	4	Дифракция света. Дифракционная решётка.	2
46.	4	Линзы. Ход лучей в линзах. Фор- мула тонкой линзы Получение изображений в линзах. Увеличе- ние линзы.	6
47.	5	Гипотеза Планка о квантах. По- стоянная Планка. Фотон. Фотоэф- фект. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта.	2
48.	5	Планетарная модель атома. Кван- товые постулаты Бора. Боровская модель атома водорода. Линейча- тые спектры.	2
49.	5	Состав ядра. Радиоактивность. α -, β -, γ -излучения	6
Итого:			174

1.4. ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СЛУШАТЕЛЕЙ ПОДГОТОВИТЕЛЬНОГО ОТДЕЛЕНИЯ (78 ЧАСОВ)

Самостоятельная работа (СР) – обязательная и неотъемлемая часть учебной работы абитуриента (слушателя ПО) по данной учебной дисциплине. Объёмы и виды трудозатрат по всем отдельным видам СР регламентируются приказом или распоряжением ректора.

Виды самостоятельной работы:

- работа в библиотеке: изучение основной и вспомогательной литературы;
- подготовка к практическим работам;
- подготовка к контрольной работе;
- подготовка к сдаче зачёта или экзамена.

1.5. СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

1.5.1. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ ПО ТЕМАМ (ПРИМЕРЫ)

1. Что такое механическое движение. Объясните, как вы понимаете относительность механического движения.
2. Что называется системой отсчёта? Почему при описании механического движения тела необходимо указать систему отсчёта?
3. Какое движение называется поступательным? Приведите примеры.
4. Что называется материальной точкой? Приведите примеры.
5. Что называется пройденным путём и перемещением? Чем отличаются эти физические величины друг от друга? Приведите примеры. Приведите примеры движений, при которых путь и модуль перемещения одинаковы.
6. Что такое равномерное прямолинейное движение? Напишите формулу пути для этого движения. Напишите формулу, выражающую зависимость координаты от времени для этого движения.

7. Начертите графики скорости, пути и координаты равномерного прямолинейного движения. Как, пользуясь графиком скорости, определить пройденный путь?

8. Чем определяется тангенс угла наклона зависимости координаты равномерного, прямолинейного движения от времени? Как, пользуясь этим графиком, определить скорость?

1.5.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1.5.2.1. Примерные вопросы для подготовки к зачёту

1. Какое движение называется равномерным движением по окружности? Дайте определение линейной и угловой скорости. Напишите расчётные формулы для этих величин. Напишите формулу связи линейной и угловой скоростей.

2. При каком условии тело движется ускоренно? В чем заключается инертность тела? Какая физическая величина называется массой тела? Какими единицами она измеряется?

3. Три четверти своего пути автомобиль прошёл со скоростью 60 км/ч, остальную часть пути – 80 км/ч. Какова средняя скорость движения автомобиля?

1.5.2.2. Критерии оценок промежуточной аттестации успеваемости по итогам освоения дисциплины

Оценки проставляются в соответствии со следующими критериями.

Таблица 5

Оценка			
«2»	«3»	«4»	«5»
(неудовл.)	(удовл.)	(хорошо)	(отлично)
- не владеет теоретическими знаниями по изучаемой дисциплине; - не выполнено задание для самостоятельной работы.	- слабая теоретическая подготовка; - задание для самостоятельной работы выполнено с существенными ошибками.	- хорошая теоретическая подготовка; - задание для самостоятельной работы выполнено с незначительными ошибками.	- отличная теоретическая подготовка; - задание для самостоятельной работы выполнено без ошибок.

1.6. РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

а) основная литература:

1. *Мякишев Г.Я.* Физика. 11 класс /Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, В.М. Чаругин.- М.:Просвещение, 2014. – 400с.
2. *Баканина Л.П.* Сборник задач по физике: 10 – 11 кл. с углубл. изуч. физики /Л.П. Баканина, В.Е. Белонучкин, С.М. Козел.– М.: Просвещение, 2001. – 262 с.
3. *Кабардин О.Ф.* Физика. Задачник: 9 – 11 кл. /О.Ф. Кабардин, В.А. Орлов, А.Р. Зильберман. – М.: Дрофа, 2003. – 186 с.
4. *Малинин А.Н.* Сборник вопросов и задач по физике: 10 – 11 кл. общеобразоват. учреждений. – М.: Просвещение, 2002. – 292 с.
5. *Степанова Г.Н.* Сборник вопросов и задач по физике: 10 – 11 кл. общеобразоват. учреждений. – М.: Просвещение, 2002. – 250 с.
6. *Стойнова Т.В.* Физика. Механика. Кинематика. Mechanics. Kinematics: Методические указания для слушателей подготовительного отделения - СПб.: Изд. Национального минерально-сырьевого университета «Горный», 2014. - 26 с.
7. *Мустафаев А.С.* Физика: Практические занятия: Учебное пособие /А.С. Мустафаев, Стоянова Т.В. - СПб.: Изд. Национального минерально-сырьевого университета «Горный», 2016. – 137 с.
8. *Левин К.Л.* Общая физика. Механика. Динамика: Методические указания для слушателей подготовительного отделения. - СПб.: Изд. Национального минерально-сырьевого университета «Горный», 2014. – 29 с.

б) дополнительная литература:

9. *Сауров Ю.А.* Физика в 10 классе: модели уроков: кн. для учителя. – М.: Просвещение, 2005. – 256 с.
10. *Сауров Ю.А.* Физика в 11 классе: модели уроков: кн. для учителя. - М.: Просвещение, 2005. – 271 с.
11. *Демидова М.Ю.* ЕГЭ. Физика: типовые экзаменационные варианты: 30 вариантов. — М. : Национальное образование, 2017. — 352 с.

2. МЕХАНИКА

2.1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ

В процессе обучения слушатели подготовительного отделения выполняют семь контрольных работ. Работы сдаются на проверку преподавателю, ведущему учебные занятия, и защищаются на собеседовании.

Слушатели, не имеющие зачеты по всем семи контрольным работам, к выпускному экзамену не допускаются.

Решение задач без предварительной проработки теоретического материала малоэффективно. Необходимо сначала проработать тему контрольной работы по учебнику, затем разобрать примеры решения задач по пособиям и только после этого приступить к выполнению работы. При этом важно четко уяснить себе, что дано и, что требуется найти. Решая задачи, следует обращать внимание на точность представления числовых данных в ответах. Точность записи числовых ответов должна соответствовать точности того параметра из условия задачи, который имеет наименьшее число знаков после десятичной запятой (это необходимо помнить при использовании микрокалькулятора и прочей вычислительной техники).

Задания на контрольные работы содержат десять вариантов по 5 задач в каждом (см. табл.). Номер варианта соответствует последней цифре шифра слушателя (номеру в списке группы). Для самоконтроля в конце методических указаний приведены ответы. Решение задач необходимо производить в такой последовательности:

1. Ввести буквенные обозначения физических величин, если это не сделано в условии задачи.
2. Сделать (если необходимо) чертеж, поясняющий содержание задачи и ход решения.
3. Сформулировать физические законы, описывающие явления, соответствующие задачи.
4. Составить уравнение (или систему уравнений), решая которые можно найти искомые величины.
5. Решить уравнение в общем виде и получить расчетную формулу, в левой части которой стоит искомая величина, а в правой – величины, данные в условии задачи.
6. Произвести вычисления. Для этого необходимо перевести все значения величин в одну систему единиц – СИ, а затем подставить их в расчетную формулу и выполнить вычисления.

2.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Выполненную контрольную работу следует представить в формате А4. На титульном листе надо указать фамилию, имя, отчество, номер контрольной работы и вариант.

Условия задач необходимо полностью переписывать. Решение задач следует сопровождать пояснениями, не ограничиваясь написанием одних формул и ответа. Обязательно оставлять для замечаний преподавателя поля и интервалы между задачами.

Контрольные работы следует выполнять аккуратно. Работы, выполненные небрежно, с большим количеством помарок, не рассматриваются и считаются не зачтенными.

В конце контрольной работы необходимо указать, каким учебником или учебным пособием вы пользовались (название учебника, автор, год издания).

2.3. ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ № 1

Таблица 6

Варианты заданий	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Номера задач	1	2	3	4	5	6	7	10	8	14
	16	17	18	15	9	13	12	11	19	20
	25	22	23	29	26	24	30	27	28	21
	40	38	37	39	33	31	32	34	35	36
	46	44	42	43	41	45	48	47	49	50

2.4 ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

1. Моторная лодка идет до некоторого пункта, расположенного вниз по течению, со средней скоростью 10 м/с, а обратно – со скоростью 8 м/с. Определить скорость лодки и скорость течения реки.

2. Из пунктов, находящихся друг от друга на расстоянии 90 км, одновременно выехали два автобуса со скоростями 60 км/ч и 30 км/ч, направленными вдоль прямого шоссе, соединяющего эти пункты. Через сколько времени автобусы встретятся? Рассмотрите все возможные случаи.

3. Эскалатор метро спускает идущего по нему вниз человека за 1 мин. Если человек будет идти вдвое быстрее, то он спустится за 45 с. Сколько времени будет спускаться человек, стоящий на эскалаторе?

4. Автомобиль движется со скоростью 72 км/с. Увидев на перекрестке желтый свет, шофер тормозит. Через 5 с автомобиль останавливается. Вычислить тормозной путь автомобиля и ускорение его движения.

5. Зависимость скорости материальной точки от времени задана уравнением $v = 6t$. Написать зависимость $x = f(t)$, если в начальный момент ($t = 0$) движущаяся точка находилась в начале координат ($x = 0$). Вычислить путь, пройденный материальной точкой за 10 с.

6. При посадочной скорости 270 км/ч длина пробега самолета равна 1 км. Определить ускорение и время пробега по посадочной полосе аэродрома, считая движение равнозамедленным.

7. Достигнув скорости 72 км/ч, автомобиль стал двигаться равнозамедленно с ускорением, модуль которого равен $0,5 \text{ м/с}^2$. Через сколько секунд его скорость уменьшится в 4 раза?

8. Камень свободно падает с высоты 44,1 м над поверхностью Земли. Какой путь он пролетит в последнюю секунду падения? Сопротивление воздуха не учитывать.

9. При свободном падении на поверхность Земли в последние две секунды тело прошло 98 м. Сколько времени продолжалось свободное падение тела и с какой высоты оно упало? Сопротивление воздуха не учитывать.

10. Сигнальная ракета вылетает из ракетницы вертикально вверх со скоростью 200 м/с. Считая, что ракета поднимается равнозамедленно с ускорением $g = -10 \text{ м/с}^2$, определить максимальную высоту ее подъема.

11. С высоты 80 м над поверхностью Луны тело свободно падает в течение 10 с. Определить ускорение свободного падения на Луне.

12. С какой скоростью оттолкнулся мяч от земли, если он подпрыгнул на 1,25 м? Ускорение свободного падения $g = -10 \text{ м/с}^2$. Сопротивление воздуха не учитывать.

13. Тело брошено вертикально вверх с начальной скоростью 10 м/с. Найдите время подъема тела до наивысшей точки, время вылета и время падения.

14. С балкона из точки 0 бросили мяч вертикально вверх со скоростью $v_0 = 9 \text{ м/с}$. Найдите положение мяча относительно точки 0 и его скорость спустя время $t_1 = 2 \text{ с}$ от момента бросания. Сопротивление воздуха не учитывать.

15. Стрела, выпущенная из лука вертикально вверх, упала на землю через 6 с. Какова начальная скорость стрелы и максимальная высота подъема?

16. Стрела, выпущенная из лука вертикально вверх, упала на землю через 4 с. Какова начальная скорость стрелы и максимальная высота подъема?

17. Мальчик бросил горизонтально мяч из окна, находящегося на высоте 20 м. Сколько времени летит мяч до земли и с какой скоростью был брошен, если он упал на расстоянии 6 м от основания дома?

18. С самолета, летящего горизонтально на высоте 500 м с постоянной скоростью 300 м/с, сбрасывается бомба на неподвижную цель. На каком расстоянии по горизонтали от цели должна быть отделена бомба от самолета, чтобы она попала в цель?

19. Сколько оборотов в секунду делают ведущие колеса паровоза диаметром 1,5 м при скорости движения 72 км/с?

20. Во сколько раз угловая скорость минутной стрелки часов больше угловой скорости вращения Земли вокруг своей оси?

21. На нити поднимается груз массой 2 кг с ускорением 4 м/с^2 , направленным вверх. Найдите силу, с которой нить действует на груз.

22. Груз массой 0,4 кг поднимают по вертикали с помощью нити. В течение 2 с модуль скорости груза изменился от 2 м/с до 10 м/с. Найдите силу, с которой нить действует на груз.

23. На полу лифта лежит груз массой 10 кг. Лифт движется с ускорением 6 м/с^2 , направленным вверх. Найдите силу давления груза на пол лифта.

24. Найти вес летчика-космонавта массой 80 кг при старте с поверхности Земли вертикально вверх (ускорение 15 м/с^2).

25. Тепловоз на горизонтальном участке пути длиной 604 м развивает постоянную силу тяги 147 кН. Скорость поезда возрастает при этом от 36 км/ч до 54 км/ч. Определить силу сопротивления движению, считая ее постоянной. Масса поезда 1000 т.

26. Два груза массами 2 и 4 кг, связанные нерастяжимой нитью, поднимаются по вертикали силой 84 Н, приложено к первому грузу. Найти ускорение, с которым движутся грузы, и силу натяжения нити.

27. Вертолет массой 30 т поднимает на тросах вертикально вверх груз массой 10 т с ускорением 1 м/с^2 . Найти силу тяги вертолета и силу, действующую со стороны груза на прицепной механизм вертолета.

28. Автомобиль массой 1500 кг едет с постоянной скоростью 30 км/ч по выпуклому мосту, радиус кривизны которого 80 м. Найти силу давления автомобиля на мост в его верхней точке.

29. Автомобиль массой 5000 кг движется по выпуклому мосту со скоростью $v = 36 \text{ км/ч}$. Найдите силу, с которой автомобиль действует на

середину моста. С какой минимальной скоростью должен двигаться автомобиль, чтобы он не действовал на мост в его верхней точке? Радиус кривизны моста $R = 50$ м.

30. Самолет, летящий со скоростью 720 км/ч, описывает “мертвую петлю” в вертикальной плоскости. Каков радиус петли, если сила, с которой летчик давит на сиденье в верхней точке, равна $6\,mg$?

31. Упряжка собак при движении саней по снегу может действовать с максимальной силой 0,5 кН. Какова масса саней с грузом, перемещаемых равномерно движущейся упряжкой, если коэффициент трения 0,1?

32. Деревянный брусок массой 2 кг тянут равномерно по деревянной доске, расположенной горизонтально, с помощью пружины с жесткостью 100 Н/м. Коэффициент трения равен 0,3. Найти удлинение пружины.

33. На горизонтальной равномерно вращающейся платформе на расстоянии $R = 0,5$ от оси вращения лежит копеечная монета. Коэффициент трения монеты о платформу 0,05. При каком числе оборотов в секунду монета начнет скользить?

34. Во сколько раз уменьшится сила притяжения тела к Земле при удалении его от ее поверхности на расстояние, равное радиусу Земли?

35. Радиус планеты Марс составляет 0,53 радиуса Земли, а масса 0,11 массы Земли. Найти ускорение свободного падения на Марсе.

36. Луна движется вокруг Земли со скоростью 1 км/с по орбите радиусом 384 000 км. Найти по этим данным массу Земли.

37. Радиус Луны приблизительно в 3,7 раза меньше, чем радиус Земли, а масса Луны в 81 раз меньше массы Земли. Каково ускорение свободного падения тел на поверхности Луны?

38. На какой высоте над Землей сила тяжести, действующая на тело, уменьшается в два раза? Радиус Земли равен 6400 км.

39. Каково ускорение свободного падения на высоте, равной половине радиуса Земли?

40. Как изменяется вес тела в ракете, удаляющейся от поверхности Земли вертикально вверх с постоянным ускорением $9,8\text{ м/с}^2$?

41. Стальной шар массой 0,1 кг движется со скоростью 5 м/с в направлении перпендикулярном к стене и сталкивается с ней. Найдите изменение импульса шара. Считать, что модуль скорости шара при столкновении не меняется, но направление движения шара меняется на противоположное.

42. Автомобиль массой 6 т, двигаясь прямолинейно, увеличил свою скорость от 36 км/ч до 72 км/ч. Найдите изменение импульса автомобиля.

43. Два шара с массами $m_1 = 0,5$ кг и $m_2 = 0,2$ кг движутся по гладкой горизонтальной поверхности навстречу друг другу со скоростями $v_1 = 1$ м/с и $v_2 = 4$ м/с. Найдите их скорость после центрального абсолютно неупругого удара.

44. Граната, летящая со скоростью 10 м/с, разорвалась на две части массами 0,6 кг и 0,4 кг. Большой осколок стал двигаться в том же направлении со скоростью 25 м/с. Определить величину и направление скорости меньшего осколка.

45. При горизонтальном полете со скоростью $v = 250$ м/с снаряд массой $m = 8$ кг разорвался на две части. Большая часть массой $m_1 = 6$ кг получила скорость $v_1 = 400$ м/с в направлении полета снаряда. Определить абсолютное значение и направление скорости v_2 меньшей части снаряда.

46. На платформу массой 500 кг, движущуюся по горизонтальному пути со скоростью 0,2 м/с, насыпали сверху 100 кг щебня. Чему стала равна скорость платформы?

47. Ракета массой 200 г содержит 300 г взрывчатого вещества. После взрыва горючего вещества газы вылетают со скоростью 300 м/с относительно Земли. Какую скорость приобретает ракета? Время сгорания топлива считать пренебрежимо малым.

48. Пуля вылетает из винтовки со скоростью 865 м/с. Какова скорость винтовки при отдаче, если ее масса в 470 раз больше массы пули?

49. Человек массой 70 кг, бегущий со скоростью 7 м/с, догоняет тележку массой 30 кг, движущуюся со скоростью 2 м/с, и вскакивает на нее. С какой скоростью станет двигаться тележка с человеком?

50. Из орудия вылетает снаряд со скоростью 500 м/с. Определить расстояние, на которое откатится орудие, если коэффициент трения при откате равен 0,3. Масса орудия 1 500 кг, масса снаряда 12 кг.

2.5. ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ № 2

Таблица 7

Варианты заданий	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Номера задач	51	52	53	54	55	56	57	59	60	58
	62	63	67	71	64	66	68	61	69	70
	65	73	72	75	74	77	76	78	79	80
	90	82	83	84	85	89	88	81	86	87
	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

2.6. ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

51. Тело упало с некоторой высоты над Землей. В момент падения на поверхность Земли его скорость была равна 30 м/с. Пользуясь законом сохранения энергии, определите, с какой высоты упала тело?

52. Тело массой 2 кг падает с высоты 30 м над Землей. Пользуясь законом сохранения энергии, вычислите кинетическую энергию тела в момент, когда оно находится на высоте 15 м. Чему будет равна его кинетическая энергия в момент падения на Землю?

53. Тело массой 250 г брошено вертикально вверх со скоростью 15 м/с. Найдите потенциальную энергию тела в высшей точке его траектории и наибольшую высоту подъема.

54. С какой высоты в безвоздушном пространстве должно упасть тело, чтобы приобрести скорость:

а) 72 км/с (скорость поезда);

б) 1 см/мин (скорость оседания мелкой пыли)?

Ускорение свободного падения – $9,80 \text{ м/с}^2$.

55. Автомобиль массой 1 500 кг движется со скоростью 32 м/с по ровному шоссе. Водитель сбрасывает газ и за 3 с автомобиль тормозится до скорости 28 м/с. Какова сила трения, действующая на автомобиль? Какую мощность должен развивать двигатель, чтобы автомобиль двигался со скоростью 30 м/с?

56. Вычислить работу, совершаемую при равноускоренном подъеме груза массой 100 кг на высоту 4 м за время 2 с.

57. Вычислите кинетическую энергию искусственного спутника Земли массой 1 300 кг, движущегося по круговой орбите на высоте 100 км над Землей. Радиус Земли равен 6 400 км.

58. Камень бросили под углом 60° к горизонту со скоростью 15 м/с . Найти кинетическую, потенциальную и полную энергию камня в наивысшей точке траектории. Масса камня $0,4 \text{ кг}$. Сопротивлением воздуха пренебречь.

59. Какой путь до остановки пройдет тело, скользящее по горизонтальной плоскости, если в начальный момент его скорость была равна 20 м/с ? Коэффициент трения $0,1$.

60. Вертолет, масса которого с грузом 6 т , за $2,5 \text{ мин}$ набрал высоту 2250 м . Определить работу двигателя за это время, считая подъем вертолета равноускоренным.

61. Мотор подъемного крана мощность $1,5 \text{ кВт}$ поднимает груз со скоростью 3 м/мин . Какова масса груза, если КПД крана равен 80% ?

62. Шофер автомобиля выключает двигатель и начинает тормозить в 20 м от светофора. Считая силу трения равной 4000 Н , найти, при какой наибольшей скорости автомобиль успеет остановиться перед светофором, если его масса равна $1,6 \text{ т}$?

63. Мяч массой $m = 400 \text{ г}$, брошенный вертикально вверх со скоростью $v_0 = 20 \text{ м/с}$, упал в ту же точку со скоростью $v_1 = 5 \text{ м/с}$. Найти работу сил сопротивления воздуха.

64. Тело брошено вертикально вверх со скоростью 16 м/с . На какой высоте его кинетическая энергия будет вдвое меньше начальной?

65. Снаряд, получивший при выстреле из орудия начальную скорость 280 м/с , летит вертикально вверх. На какой высоте над местом выстрела кинетическая энергия будет равна потенциальной?

66. Начальная скорость пули 600 м/с , ее масса 10 г . Под каким углом к горизонту пуля вылетает из дула ружья, если ее кинетическая энергия в высшей точке траектории равна 450 Дж ?

67. На тело массой 5 кг , движущееся со скоростью 6 м/с , действует сила 8 Н , направленная в сторону противоположную движению. В результате скорость тела уменьшается до 2 м/с . Какую работу по величине и по знаку совершила сила? Какое расстояние прошло тело?

68. Груз массой 3 т поднимается лебедкой с ускорением 2 м/с^2 . Определить работу, произведенную в первые $1,5 \text{ с}$ начала подъема.

69. Груз массой $2,5 \text{ кг}$ падает с высоты 10 м . Чему равна его потенциальная энергия через 1 с после начала падения (начальная скорость груза равна нулю)?

70. Какой кинетической энергией обладает тело массой 1 кг , падающее без начальной скорости, через 5 с после падения?

71. Груз массой 25 кг висит на шнуре длиной 2,5 м. На какую наибольшую высоту можно отвести в сторону груз, чтобы при дальнейших свободных качаниях шнур не оборвался? Прочность шнура на разрыв 550 Н.

72. Шарик массой 100 г, подвешенный на нити длиной 40 см, описывает в горизонтальной плоскости окружность. Какова кинетическая энергия шарика, если во время его движения нить образует с вертикалью постоянный угол 60° ?

73. Санки с седоком общей массой 100 кг съезжают с горы высотой 8 м и длиной 100 м. Какова средняя сила сопротивления движению санок, если в конце горы они достигли скорости 10 м/с (начальная скорость равна нулю)?

74. Какую работу надо совершить, чтобы по плоскости с углом наклона 30° втащить груз массой 400 кг на высоту 2 м при коэффициенте трения 0,3? Каков при этом КПД?

75. Железнодорожный вагон массой 20 т надвигается на упор со скоростью 0,2 м/с. Каждая из двух буферных пружин вагона сжимается на 4 см. Определить максимальное значение силы, действующей на каждую пружину.

76. Определить, каково соотношение при выстреле между кинетической энергией вылетающей дроби (вместе с пороховыми газами) и кинетической энергии ружья, если масса ружья в 100 раз больше, чем масса заряда?

77. Движущийся шар ударяет в неподвижный шар такой же массы, после чего шары движутся как одно целое. Какая часть механической энергии перешла во внутреннюю?

78. С какой начальной скоростью v_0 надо бросить вниз мяч с высоты h , чтобы он подпрыгнул на высоту $2h$? Считать удар о землю абсолютно упругим.

79. При действии постоянной силы 500 Н под углом 30° к направлению скорости, тело из состояния покоя прошло 80 м за 20 с. Определить среднюю мощность, развиваемую силой.

80. Самолет массой 2 т летит на высоте 0,5 км со скоростью $v_1 = 80$ м/с. Летчик выключает двигатель, и самолет в планирующем полете достигает поверхности Земли, касаясь ее со скоростью $v_2 = 40$ м/с. Определить работу сил сопротивления во время спуска самолета.

81. К точильному камню радиусом 20 см прижимают затачиваемую деталь с силой 20 Н. Определить, какая работа совершается двигате-

лем за 2 мин, если точильный камень делает 180 об/мин, а коэффициент трения детали о камень равен 0,3.

82. Какую работу надо произвести, чтобы заставить поезд массой 800 т:

а) увеличить скорость от 36 до 54 км/ч;

б) остановиться при начальной скорости 72 км/ч?

83. Шарик массой 100 г висит на резинке, жесткость которой равна 1 Н/см. Определить величину растяжения резинки.

84. Вычислить ускорение свободного падения на расстоянии от центра Земли, вдвое превышающем ее радиус.

85. Автомобиль массой 1 т равномерно поднимается по наклонной плоскости, которая составляет угол 30° с горизонтом. Сила тяги автомобиля 6 730 Н. Определить коэффициент трения автомобиля о плоскость.

86. На некоторой высоте планер имел скорость 10 м/с. Определить величину скорости планера при его снижении на 40 м. Соппротивлением воздуха пренебречь.

87. Пружина жесткостью 100 Н/м, предварительно сжатая на 1 см под действием внешней силы, сжимается еще на 1 см. Определить работу сил упругости.

88. Какую силу давления испытывает водолазный скафандр площадью 4 м^2 при погружении водолаза в море на глубину 300 м? Плотность морской воды $\rho = 1,03 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$. Атмосферное давление $P_{\text{атм}} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Па}$.

89. Железный брусок плавает в жидкости, погружаясь на 0,574 своего объема. Определить плотность жидкости. Плотность железа $\rho = 7,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

90. Алюминиевый цилиндр массой 270 г, подвешенный на нити к динамометру, полностью погружен в жидкость. Определить плотность жидкости, если динамометр показывает 1,66 Н. Плотность алюминия $\rho = 2,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

91. При погрузке на судно 430 т груза осадка его увеличилась на 35 см. Определить площадь горизонтального сечения “по ватерлинии”, принимая плотность морской воды равной $\rho = 1,03 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

92. Вес тела в воде в 1,147 раз меньше, чем в воздухе. Какова плотность вещества тела?

93. Бронзовая статуэтка весит в воздухе 21,5 Н, а в воде - 11,5 Н. Каков объем воздушной плотности внутри статуэтки? Плотность бронзы $\rho = 10^3 \text{ кг/м}^3$.

94. Определить наименьшую площадь плоской льдины толщиной 50 см, способной удержать на воде человека весом 750 Н. Плотность льда $\rho = 0,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, воды - $\rho = 10^3 \text{ кг/м}^3$.

95. Какая часть объема дубового полена находится под поверхностью воды, если плотность дуба $\rho = 0,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, воды - $\rho = 10^3 \text{ кг/м}^3$.

96. Воздушный шар диаметром 10 м наполнен горячим воздухом. Какой груз он сможет поднять, если плотность воздуха внутри шара составляет 75% плотности окружающего воздуха, равной $1,3 \text{ кг/м}^3$?

97. Под водой тело весит 200 Н. Его нормальный вес 300 Н. Каковы плотность и объем этого тела? Плотность воды 10^3 кг/м^3 .

98. Плотность льда $0,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$. Какая часть объема ледяного кубика находится под водой? Плотность воды 10^3 кг/м^3 .

99. Кусок дерева плотностью $0,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ плавает в жидкости, плотность которой равна $1,2 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$. Полный объем куска дерева 36 см^3 . Найти массу дерева и массу вытесненной жидкости.

100. Найти в предыдущей задаче объем дерева, находящегося над поверхностью жидкости.

2.7. СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Некоторые физические постоянные (округленные значения)

Таблица 8

Физическая постоянная	Обозначение	Значение
Ускорение свободного падения	g	9,81 м/с ²
Гравитационная постоянная	G	$6,67 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3/(\text{кг} \cdot \text{с}^2)$

Некоторые астрономические величины

Таблица 9

Наименование	Значение
Радиус Земли	$6,37 \cdot 10^6 \text{ м}$
Масса Земли	$5,98 \cdot 10^{24} \text{ кг}$
Радиус Луны	$1,74 \cdot 10^6 \text{ м}$
Масса Луны	$7,33 \cdot 10^{22} \text{ кг}$
Расстояние от центра Земли до центра Луны	$3,84 \cdot 10^8 \text{ м}$
Расстояние от центра Земли до центра Венеры	$6,0 \cdot 10^{10} \text{ м}$

Множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц и их наименования

Таблица 10

Десятичный множитель	Приставка		Обозначение	
	русская	международная	русское	международное
10^{-1}	деци	deci	д	d
10^{-2}	санτι	centi	с	c
10^{-3}	милли	milli	м	m
10^{-6}	микро	micro	мк	μ
10^{-9}	нано	nano	н	n
10^{-12}	пико	pico	п	p
10^{-15}	фемто	femto	ф	f

Продолжение табл. 10

Десятичный множитель	Приставка		Обозначение	
	русская	международная	русское	международное
10^{-18}	атто	atto	а	a
10^{-21}	zepto	zepto	з	z
10^{-24}	иокто	yocto	и	y
10^1	дека	deca	да	da
10^2	гекто	hecto	г	h
10^3	кило	kilo	к	k
10^6	мега	mega	М	M
10^9	гига	giga	Г	G
10^{12}	тера	tera	Т	T
10^{15}	пета	peta	П	P
10^{18}	экса	exa	Э	E
10^{21}	зетта	zetta	З	Z
10^{24}	иотта	yotta	И	Y

Греческий алфавит

Таблица 11

Обозначения букв	Названия букв	Обозначения букв	Названия букв
A, α	альфа	N, ν	ню (ни)
B, β	бета (вита)	Ξ, ξ	кси
Γ, γ	гамма	Ο, ο	омикрон
Δ, δ	дельта	Π, π	пи
Ε, ε	эпсилон	Ρ, ρ	ро
Z, ζ	дзета (зита)	Σ, σ	сигма
Η, η	эта (ита)	Τ, τ	тау (тав)
Θ, θ	тета (фита)	Υ, υ	ипсилон

Продолжение табл. 11

Обозначения букв	Названия букв	Обозначения букв	Названия букв
I, i	йота	Φ, φ	фи
K, k	каппа	X, χ	хи
Λ, λ	лямбда (лямда)	Ψ, ψ	пси
M, μ	мю (ми)	Ω, ω	омега

2.8. ОТВЕТЫ К ЗАДАЧАМ

Таблица 12

Номер задачи	Ответ	Номер задачи	Ответ
1	9 м/с; 1 м/с.	51	≈ 45 м.
2	через 1 ч, если едут на- встречу друг другу; через 3 ч, если первый едет за вторым; не встретятся, если второй едет за первым.	52	≈ 294 Дж; ≈ 588 Дж.
3	1,5 мин.	53	$\approx 28,1$ Дж; $\approx 11,5$ м.
4	50 м; 4 м/с ² .	54	а) 20,4м; б) $1,4 \cdot 10^{-7}$ см.
5	300 м.	55	– 200 Н; $6 \cdot 10^4$ Вт.
6	2,8 м/с ² ; ≈ 27 с.	56	4,72 кДж.
7	30 с.	57	$4 \cdot 10^{10}$ Дж
8	24,5 м.	58	11,25 Дж; 33,75 Дж; 45 Дж.
9	6 с; 176 м.	59	≈ 200 м.
10	2 000 м.	60	$1,35 \cdot 10^6$ Дж.
11	1,6 м/с ² .	61	2 400 кг.
12	5 м/с.	62	10 м/с.
13	1 с,2 с, 1 с.	63	– 35 Дж.
14	– 1,6 м; – 10,6 м/с ² .	64	$\approx 6,5$ м.
15	30 м/с; 45 м.	65	2 000 м.
16	19,6 м/с; 19,6 м.	66	60°.
17	≈ 2 с; 3 м/с.	67	– 80 Дж; 10 м.

Продолжение табл. 12

Номер задачи	Ответ	Номер задачи	Ответ
18	$3 \cdot 10^3 \text{ м.}$	68	79 кДж.
19	$4,25 \text{ с}^{-1}.$	69	125 Дж.
20	В 24 раза.	70	1,25 кДж.
21	$\approx 28 \text{ Н.}$	71	1,5 м.
22	5,6 Н.	72	0,3 Дж.
23	160 Н.	73	28 Н.
24	2 кН.	74	12 кДж; КПД $\approx 67\%$.
25	43 кН.	75	10^4 Н.
26	$4 \text{ м/с}^2;$ 56 Н.	76	$W_{\text{д}} = 100 W_{\text{р}}.$
27	440 кН; 110 кН.	77	0,5.
28	13,4 кН.	78	$V_0 = \sqrt{2gh}.$
29	39 000 Н; 22,1 м/с.	79	1,73 кВ.
30	570 м.	80	$\approx -15 \text{ МДж.}$
31	500 кг.	81	2 700 Дж.
32	6 см.	82	а) $5 \cdot 10^7 \text{ Дж};$ б) $-16 \cdot 10^7 \text{ Дж.}$
33	$0,16 \text{ с}^{-1}.$	83	1 см.
34	В 4 раза.	84	$2,5 \text{ м/с}^2.$
35	$3,8 \text{ м/с}^2.$	85	0,2.
36	$6 \cdot 10^{24} \text{ кг.}$	86	30 м/с.
37	$0,175 \text{ м/с}^2.$	87	$-0,015 \text{ Дж.}$
38	$\approx 2 \text{ 600 км.}$	88	12,7 МН.
39	$4,4 \text{ м/с}^2.$	89	$13,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3.$
40	Уменьшится от 2 mg до mg.	90	$10^3 \text{ кг/м}^3.$
41	$-1 \text{ кг} \cdot \text{м/с.}$	91	$1 \text{ 200 м}^2.$
42	$6 \cdot 10^4 \text{ кг} \cdot \text{м/с.}$	92	$7,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3.$
43	0,4 м/с.	93	$750 \text{ см}^3.$
44	$-12,5 \text{ м/с.}$	94	$1,53 \text{ м}^2.$
45	-200 м/с.	95	0,8.
46	0,17 м/с.	96	170 кг.

Продолжение табл. 12

Номер задачи	Ответ	Номер задачи	Ответ
47	450 м/с.	97	0,01 м ³ ; 3 000 кг/м ³ .
48	– 1,84 м/с.	98	0,1.
49	5,5 м/с.	99	28,8 г; 28,8 г.
50	2,66 м.	100	12 см ³ .

3. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

3.1. ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ № 3

Таблица 13

Варианты заданий	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Номера задач	1	5	9	8	2	4	6	3	11	7
	15	13	10	16	12	14	17	18	19	20
	21	22	23	26	24	28	30	25	27	29
	31	35	39	36	47	32	41	44	45	48
	37	38	40	33	34	42	43	46	49	50

3.2. ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

1. Стальной резец массой 0,5 кг, нагретый до температуры 820°C , погружают для закалки в 4 кг воды, температура которой 10°C . Определить, до какой температуры охладится резец. Удельная теплоемкость стали $0,46 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$.

2. Железный осколок, падая с высоты 500 м, имел у поверхности земли скорость 50 м/с. На сколько градусов нагрелся осколок, если считать, что вся работа сопротивления воздуха пошла на нагревание осколка? Удельная теплоемкость железа $0,46 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$.

3. На электроплитке мощностью 600 Вт, имеющей КПД 45%, нагрелось до кипения 1,5 л воды, взятой при 10°C . Ее 5% обратилось в пар. Как долго длилось нагревание? Плотность воды $10^3 \text{ кг}/\text{м}^3$; удельная теплота парообразования воды $2,3 \cdot 10^3 \text{ Дж}/\text{кг}$; удельная теплоемкость воды $4,19 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$.

4. В медном сосуде массой 0,4 кг находится 0,5 кг воды при 40°C . В воду бросили кусок льда, имеющего температуру -12°C . Когда установилось тепловое равновесие, осталось 75 г нерасплавленного льда. Определить начальную массу льда. Удельная теплоемкость меди $0,38 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$; воды – $4,19 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$; льда – $2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$; удельная теплота плавления льда – $333 \cdot 10^3 \text{ Дж}/\text{кг}$.

5. В сосуд, содержащий 2,8 л воды при 20 °С, бросают кусок железа массой 3 кг, нагретый до 460 °С. Вода нагревается до 60 °С, а часть ее обращается в пар. Найти массу обратившейся в пар воды. Удельная теплоемкость железа $0,46 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К); удельная теплоемкость воды $4,19 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К); удельная теплота парообразования воды $2,3 \cdot 10^6$ Дж/кг.

6. С какой минимальной скоростью должен влетать железный метеор в атмосферу Земли, чтобы нагреться, расплавиться и обратиться в пар? Начальную температуру метеора считать близкой к абсолютному нулю. Удельная теплоемкость железа $0,46 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К); температура плавления 1 530 °С; температура кипения 3 050 °С; удельная теплота плавления $2,7 \cdot 10^5$ Дж/кг; удельная теплоемкость расплавленного железа $0,55 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К).

7. Трамвайный вагон массой 12,5 т, имеющий скорость 28,8 км/ч, тормозит и останавливается. На сколько градусов нагреваются его 8 чугунных тормозных колодок, если масса каждой 9 кг и на их нагревание затрачивается 60% кинетической энергии вагона? Удельная теплоемкость чугуна 550 Дж/(кг·К).

8. В стеклянный стакан массой $m_1 = 100$ г налито $m_2 = 200$ г воды. Температура воды и стакана $t_1 = 75$ °С. На сколько понизится температура воды при опускании в нее серебряной ложки массой $m_3 = 80$ г при $t_2 = 15$ °С? Удельная теплоемкость воды $4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К); удельная теплоемкость стекла $8,4 \cdot 10^2$ Дж/(кг·К); удельная теплоемкость серебра $2,5 \cdot 10^2$ Дж/(кг·К).

9. Смесь, состоящую из $m_1 = 5,0$ кг льда и $m_2 = 15$ кг воды при общей температуре $t = 0$ °С, нужно нагреть до $t_1 = 80$ °С с помощью водяного пара при $t_2 = 100$ °С. Определить необходимое количество пара.

10. В сосуд с водой с общей теплоемкостью $C = 1,7 \text{ кДж/К}$ при температуре $t_1 = 20^\circ\text{С}$ поместили $m_1 = 56 \text{ г}$ льда при температуре $t_2 = -8^\circ\text{С}$. Какая установится температура? Удельная теплоемкость льда $2,10 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$; удельная теплоемкость воды $4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$; удельная теплота плавления льда $3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$.

11. С какой скоростью должна лететь свинцовая пуля, чтобы при ударе о препятствие она расплавилась? Первоначальная температура ее равна 27°С . Считать, что вся выделяющаяся теплота сообщается пуле. Удельная теплоемкость свинца $1,2 \cdot 10^2 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$; удельная теплота плавления свинца $2,5 \cdot 10^4 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$; температура плавления свинца 600 К .

12. До какой температуры нагреется $0,80 \text{ л}$ воды, находящейся в медном калориметре массой $0,20 \text{ кг}$ и имеющей температуру 285 К , если ввести в калориметр $0,050 \text{ кг}$ пара при 373 К ? Удельная теплоемкость воды, $187 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$; меди $3,8 \cdot 10^2 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$; удельная теплота парообразования $4,26 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$.

13. Какое количество тепла нужно израсходовать, чтобы 200 г спирта, находящегося при температуре 293 К превратить в пар? Температура кипения спирта 351 К , удельная теплоемкость спирта, $42 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$; удельная теплота парообразования $8,57 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$.

14. В сосуд, содержащий 400 г воды при температуре 17°С , вводят 10 г пара при 100°С , который превращается в воду. Определить конечную температуру воды. Теплоемкостью сосуда и потерями тепла пренебречь. Удельная теплоемкость $2,43 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$; удельная теплота парообразования $2,26 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$.

15. Алюминиевый калориметр массой 50 г содержит 250 г воды при 289 К . Какое количество пара с температурой 373 К следует ввести в калориметр, чтобы температура воды в нем повысилась до 363 К ?

16. Подвесной лодочный мотор “Вихрь” имеет мощность 13 кВт и КПД 15%. На сколько километров пути хватит ему 20 л бензина при скорости лодки 30 км/ч? Удельная теплота сгорания бензина $4,6 \cdot 10^7$ Дж/кг; плотность бензина 700 кг/м^3 .

17. На сколько километров пути хватит 10 л бензина для двигателя мотоцикла, развивающего при скорости 54 км/ч мощность 8,5 кВт и имеющего КПД 21%? Теплота сгорания бензина $4,6 \cdot 10^7$ Дж/кг; плотность бензина 700 кг/м^3 .

18. С какой средней скоростью движется грузовик, двигатель которого при развиваемой мощности 76,5 кВт израсходовал на пути 120 км 64 л бензина? КПД двигателя 32%. Удельная теплота сгорания керосина $4,31 \cdot 10^7$ Дж/кг.

19. Двигатель реактивного самолета с КПД 20% при полете со скоростью 1 800 км/ч развивает силу тяги 88,2 кН. Определить расход керосина за 1 ч полета и развиваемую мощность. Удельная теплота сгорания керосина $4,31 \cdot 10^7$ Дж/кг.

20. Комната с печным отоплением теряет через стены и окна 40 кДж тепла в минуту. Какое количество дров нужно сжечь, чтобы поддерживать в комнате неизменную температуру в течение суток, если КПД печи равен 22%? Удельная теплота сгорания дров $8,3 \cdot 10^6$ Дж/кг.

21. Пуля массой 9,0 г вылетает из ствола винтовки со скоростью 850 м/с. Масса порохового заряда 4,0 г. Определить КПД выстрела. Удельная теплота сгорания пороха $3,0 \cdot 10^6$ Дж/кг.

22. Автомобиль совершил пробег в 128,1 км со средней скоростью 40 км/ч и израсходовал 14,3 кг бензина. КПД двигателя 25%. Какую среднюю мощность развивал двигатель во время пробега? Удельная теплота сгорания бензина $4,6 \cdot 10^7$ Дж/кг.

23. Сколько потребуется сжечь нефти в плавильной печи с КПД, равным 30%, чтобы расплавить 10 т меди? Начальная темпе-

ратура меди 25°C . Удельная теплоемкость меди $380\text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$; удельная теплота плавления $4,6\cdot 10^7\text{ Дж}/\text{кг}$.

24. Масса автомобиля 1 т. Коэффициент трения при движении автомобиля 01. КПД двигателя автомобиля 20%. Определить, какое количество бензина расходует двигатель за промежуток времени, чтобы на пути 0,5 км увеличить скорость движения автомобиля от 10 до 40 км/ч. Удельная теплота сгорания бензина $4,6\cdot 10^7\text{ Дж}/\text{кг}$.

25. При температуре 27°C кислород массой 10 г занимает объем 3 л. Изотермически он расширяется до объема 6 л, затем изохорически нагревается до температуры 127°C . Масса кислорода постоянна. Определить начальное и конечное давление кислорода.

26. Кислород, занимавший при температуре 27°C объем 3 л, изотермически расширяется до объема 5 л, затем изобарически нагревается до 120°C . Масса кислорода постоянна и равна 12 г. Определить начальное давление кислорода и конечный объем.

27. В баллоне емкостью 10 л находится газ при температуре 27°C . Вследствие утечки газа давление в баллоне снизилось на $4,2\cdot 10^3\text{ Па}$. Какое количество молекул вышло из баллона, если температура сохранилась неизменной?

28. В закрытом сосуде находится 14 г азота при температуре 27°C и давлении 750 мм рт. ст. После нагревания давление повысилось в 5 раз. Определить:

- а) до какой температуры нагрелся газ;
- б) каков объем сосудов.

29. В вертикально поставленном цилиндре под поршнем находится газ. Масса поршня 3 кг, площадь 20 см^2 . На поршень нажали с силой 490 Н, и он опустился до высоты 13 см, считая от дна цилиндра. Каков был первоначальный объем газа? Атмосферное давление нормальное, температура постоянна.

30. Два сосуда соединены трубкой с краном. Один сосуд, объемом 4 л, заполнен газом при давлении 800 мм рт. ст., давление в другом сосуде, объемом 12 л, пренебрежимо мало. Температура газа 27 °С. Определить давление, которое установится в сосуде, если открыть кран и повысить температуру до 57 °С.

31. Начальная температура 5 г азота 27 °С. Азот изохорически нагревают до температуры 100 °С. Определить изменение энергии поступательного движения молекул. Молярная масса азота $28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

32. При давлении 2 атм. 8 г кислорода занимают объем 3 л. Кислород изобарически нагревают на 80 °С, а затем изотермически сжимают до объема 2 л. Определить конечное давление кислорода. Молярная масса углекислого газа $32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

33. Найти число молекул, содержащихся в 1 кг углекислого газа, и массу одной молекулы. Молярная масса углекислого газа $44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

34. Сколько молекул газа находится в сосуде емкостью 750 см³ при давлении 1,5 атм., если температура газа 27 °С? Сколько это составляет молей?

35. Средняя квадратичная скорость молекул некоторого газа 450 м/с. Давление газа 0,7 атм. Найти плотность газа при этих условиях.

36. В азоте взвешены мельчайшие пылинки, которые движутся так, как если бы они были крупными молекулами. Масса каждой пылинки 10⁻⁶ г. Температура газа 27 °С. Определить средние квадратичные скорости, а также средние кинетические энергии поступательного движения азота и пылинок. Молярная масса азота $28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

37. Некоторый газ находится под давлением 126,7 кПа при температуре 305 К. Определить молярную массу газа, если плотность газа равна 0,1 кг/м³.

38. Во сколько раз средняя квадратичная скорость молекул кислорода меньше средней квадратичной скорости молекул водорода, если температура этих газов одинаковы? Молярная масса азота $28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

39. 10 г кислорода находится под давлением 3 атм. при температуре 30 °С. После расширения вследствие нагревания при постоянном давлении кислород занял объем 10 л. Определить:

а) объем газа до расширения;

б) кинетическую энергию поступательного движения молекул газа до и после расширения.

Молярная масса кислорода $32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

40. Определить среднюю квадратичную скорость молекул газа, плотность которого при давлении 750 мм рт. ст. равна $8,2 \cdot 10^{-2}$ кг/м³. Какой это газ, если значение плотности дано при температуре 17 °С?

41. Кинетическая энергия поступательного движения молекул азота, находящегося в баллоне объемом 0,02 м³, равна $5 \cdot 10^3$ Дж, а средняя квадратичная скорость его молекул $2 \cdot 10^{-3}$ м/с. Найти:

а) количество азота в баллоне;

б) давление, под которым находится азота.

Молярная масса азота $28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

42. Давление газа 10^{-6} мм рт. ст. Концентрация молекул 10^9 см⁻³. Найти:

а) среднюю кинетическую энергию поступательного движения одной молекулы;

б) температуру газа.

43. Найти среднюю квадратичную скорость и среднюю кинетическую энергию поступательного движения молекулы водорода при температуре 27 °С. Молярная масса водорода $2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

44. Один моль одноатомного газа нагревается при постоянном объеме до температуры 280 К. Какое количество теплоты необ-

ходимо сообщить газу, чтобы его давление увеличилось при этом в 3 раза?

45. Каково давление одноатомного газа, занимающего объем 2,0 л, если его внутренняя энергия 0,30 кДж?

46. Определить концентрацию молекул идеального газа при нормальном давлении и температуре $t = 23^\circ\text{C}$. Сколько таких молекул будет содержаться в колбе емкостью $V = 200$ мл?

47. В баллоне емкостью 4 л помещены 2 г водорода и 4 г азота. Определить давление на стенки баллона, если температура газа в баллоне 27°C . Молярная масса водорода $2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль, молярная масса азота $28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

48. Сколько молекул кислорода находится в сосуде объемом $V = 1,0$ л, если температура кислорода $t = 150^\circ\text{C}$, и давление равно $P = 0,13$ нПа?

49. Какая температура соответствует средней квадратичной скорости молекул углекислого газа $v = 720$ км/ч? Молярная масса углекислого газа $44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

50. Один моль одноатомного газа нагревается при постоянном объеме до температуры 280 К. Какое количество теплоты необходимо сообщить газу, чтобы его давление увеличилось при этом в 3 раза?

3.3. СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Некоторые физические постоянные (округленные значения)

Таблица 14

Физическая постоянная	Обозначение	Значение
Постоянная Авогадро	N_A	$6,02 \cdot 10^{23}$ моль ⁻¹
Универсальная газовая постоянная	R	8,3 Дж/(моль·К)
Постоянная Больцмана	K	$1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К

3.4. ОТВЕТЫ К ЗАДАЧАМ

Таблица 15

Номер задачи	Ответ	Номер задачи	Ответ
1	18,8° С.	26	$3,1 \cdot 10^5$ Па; $6,55 \cdot 10^{-3}$ м.
2	8° С.	27	10^{22} .
3	$3 \cdot 10^3$ с.	28	1 500 К; 12,5 л.
4	0,32 кг.	29	$8 \cdot 10^{-4}$ м ³ .
5	34 г.	30	$2,9 \cdot 10^4$ Па.
6	$2,84 \cdot 10^3$ м/с.	31	162 Дж.
7	6° С.	32	$3,85 \cdot 10^5$ Па.
8	1,2 К.	33	$1,37 \cdot 10^{25}$; $7,31 \cdot 10^{-26}$ кг.
9	3,5 кг.	34	$2,75 \cdot 10^{22}$; 0,045 моль.
10	279 К.	35	$1,05$ кг/м ³ .
11	360 м/с.	36	$6,2 \cdot 10^{-21}$ Дж; $5,1 \cdot 10^2$ м/с; $6,2 \cdot 10^{-21}$ Дж; $4 \cdot 10^{-4}$ м/с.
12	319 К.	37	$2,6 \cdot 10^3$ Дж.
13	$2 \cdot 10^5$ Дж.	38	в 4 раза.
14	305 К.	39	$2,5 \cdot 10^{-3}$ м ³ ; $1,25 \cdot 10^3$ Дж; $4,6 \cdot 10^3$ Дж.
15	35 г.	40	$1,91 \cdot 10^3$ м/с; $2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль; водород.
16	60,8 км	41	$2,5 \cdot 10^{-3}$ кг; $1,7 \cdot 10^5$ Па
17	120 км.	42	$2 \cdot 10^{-19}$ Дж; T = 104 К.
18	50 км/ч.	43	$1,9 \cdot 10^3$ м/с; $6,2 \cdot 10^{-21}$ Дж.
19	18,4 Т; 44 100 кВт.	44	2,3 МДж.
20	32 кг.	45	10^5 Па.
21	27%.	46	$2,9 \cdot 10^{25}$ м ⁻³ ; $5,8 \cdot 10^{21}$.
22	14,1 кВт.	47	71 К.

Продолжение табл. 15

Номер задачи	Ответ	Номер задачи	Ответ
23	420 кг.	48	$2 \cdot 10^7$.
24	0,06 кг.	49	71 К.
25	$2,6 \cdot 10^5$ Па; $1,74 \cdot 10^5$ Па.	50	2,3 кДж.

4. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

4.1 ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ № 4

Таблица 16

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Номера задач	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50

4.2. ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

1. Найти значение каждого из двух одинаковых зарядов, если в масле ($\epsilon = 2,5$) на расстоянии 6 см друг от друга они взаимодействуют с силой 0,4 мН.

2. Во сколько раз надо изменить расстояние между двумя зарядами, чтобы при погружении их в керосин ($\epsilon_{\text{керос}} = 2,5$) сила взаимодействия между ними была такая же, как в воздухе? ($\epsilon_{\text{возд}} = 2,5$).

3. Во сколько раз надо изменить расстояние между двумя зарядами, чтобы при погружении их в керосин ($\epsilon_{\text{керос}} = 2,5$) сила взаимодействия между ними была такая же, как в воздухе? ($\epsilon_{\text{возд}} = 2,5$).

4. Определить силу, которая действует на заряд $q = 5$ нКл, помещенный посередине между двумя точечными зарядами $q_1 = 10^{-6}$ Кл и $q_2 = -2 \cdot 10^{-6}$ Кл, если они находятся в вакууме и расстояние между ними - 0,2 м.

5. Два заряда взаимодействуют в воде ($\epsilon_e = 81$) с силой $3 \cdot 10^{-4}$ Н. С какой силой они будут взаимодействовать в плексигласе? ($\epsilon_{\text{пл}} = 3,3$).

6. Тонкая шелковая нить выдерживает максимальное натяжение $T = 9,8 \cdot 10^{-3}$ Н. Подвешенный на этой нити шарик массой 0,6 г имеет заряд $q_1 = 10$ нКл. Снизу в направлении подвеса к нему

подносят шарик, имеющий заряд $q_2 = - 20$ нКл. При каком расстоянии между шариками нить разорвется?

7. Два заряда q_1 и q_2 по 25 нКл каждый, расположенные на расстоянии 24 см друг от друга, образуют электростатическое поле. С какой силой это поле действует на заряд $q = 2$ нКл, помещенный в точку, удаленную на 15 см от каждого из зарядов, если заряды одноименны?

8. Решить предыдущую задачу для случая, когда заряды разноименные.

9. Два одинаковых шарика имеют массы по 10 г каждый и находятся на расстоянии 10 см друг от друга. Какой величины заряды q необходимо поместить на шариках, чтобы их взаимодействие уравнивало силы всемирного тяготения? Гравитационная постоянная $\gamma = 6,67 \cdot 10^{-11}$ Нм²/кг, диэлектрическая постоянная $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.

10. Определить расстояние между двумя одинаковыми электрическими зарядами, находящимися в масле с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 3$, если сила взаимодействия между ними такая же, как в пустоте на расстоянии $r = 30$ см.

11. Какова напряженность поля в точке, в которой на заряд $q = 5 \cdot 10^{-9}$ Кл действует сила $3 \cdot 10^{-4}$ Н? Определить величину точечного заряда, создающего поле, если рассматриваемая точка удалена от него на 100 мм.

12. Расстояние между зарядами $q_1 = 6,4 \cdot 10^{-6}$ Кл и $q_2 = - 6,4 \cdot 10^{-6}$ Кл равно 12 см. Найти напряженность поля в точке, удаленной на 8 см от каждого заряда.

13. Найти силу, действующую на заряд $q = 1$ нКл, если заряд помещен:

1) в поле заряженной плоскости с поверхностной плотностью зарядов $\sigma = 2 \cdot 10^{-9}$ Кл/см²;

2) на расстоянии 2 см от поверхности заряженного шара с радиусом 2 см и поверхностной плотностью заряда $\sigma = 2 \cdot 10^{-9}$ Кл/см².

Диэлектрическая проницаемость среды ε в обоих случаях равна 1.

14. В вертикально направленном однородном электрическом поле находится пылинка массой 10^{-9} г и зарядом $q_1 = 3,2 \cdot 10^{-17}$ Кл. Какова напряженность электрического поля, если сила тяжести пылинки уравновешивается силой электрического поля?

15. Два точечных заряда $q_1 = 6,6 \cdot 10^{-9}$ Кл и $q_2 = 1,32 \cdot 10^{-8}$ Кл находятся на расстоянии $r_1 = 40$ см. Какую надо совершить работу, чтобы сблизить их до расстояния $r_2 = 25$ см?

16. Шарик массой 1 г и зарядом $q = 10^{-8}$ Кл перемещается из точки M с потенциалом $\varphi_A = 600$ В в точку N с потенциалом $\varphi_B = 0$. Чему была равна скорость шарика в точке M , если в точке N она стала равной 20 см/с?

17. Заряды $q_1 = 10^{-8}$ Кл и $q_2 = 10^{-8}$ Кл находятся на расстоянии 30 см друг от друга. Найти потенциал точки, которая находится на линии, соединяющей заряды, в 10 см от первого и 20 см от второго зарядов.

18. Разность потенциалов между двумя параллельными металлическими пластинами с зарядами $+q$ и $-q$ равна 1 кВ, расстояние между пластинами 10 см. Какая сила будет действовать на заряд $q_1 = 10^{-4}$ Кл, помещенный между пластинами?

19. Пылинка массой 10^{-8} г находится между горизонтальными пластинами, к которым приложено напряжение 5 кВ. Расстояние между пластинами - 5 см. Каков заряд пылинки, если она висит в воздухе?

20. Какая совершается работа при перемещении точечного заряда $2 \cdot 10^{-8}$ Кл из бесконечности в точку, находящуюся на расстоянии 1 см от поверхности шара радиусом 1 см с поверхностной плотностью заряда $\sigma = 10^{-9}$ Кл/см²?

21. Заряды q_1 и q_2 по 0,1 мкКл расположены на расстоянии 6 см друг от друга. Найти напряженность и потенциал в точке, удаленной на 5 см от каждого заряда, если оба заряда положительные.

22. Найти скорость, которую приобретает электрон, пролетевший в электрическом поле от точки с потенциалом 100 В до точки с потенциалом 300 В, если начальная скорость электрона равна $5 \cdot 10^6$ м/с. Заряд электрона $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, его масса $m = 9,1$ кг.

23. Плоский конденсатор состоит из двух пластин площадью 200 см^2 каждая, расположенных на расстоянии 2 мм друг от друга, между которыми находится слой слюды ($\varepsilon = 6$). Какой наибольший заряд можно сообщить конденсатору, если допустимое напряжение равно 3 кВ?

24. При изготовлении конденсатора емкостью 200 пФ на пропарафиненную бумагу ($\varepsilon = 2,2$) толщиной 0,2 мм наклеивают с обеих сторон по кружку алюминиевой фольги. Каким должен быть диаметр кружков?

25. Три одинаковых конденсатора соединены параллельно в батарею. Определить емкость батареи, если известно, что при подключении ее к полюсам аккумулятора ($U = 2$ В) заряд на обкладках каждого конденсатора $q = 10^{-6}$ Кл.

26. Разность потенциалов между пластинами плоского конденсатора равна 90 В. Площадь каждой пластины 60 см^2 и заряд 10^{-9} Кл. На каком расстоянии друг от друга находятся пластины?

27. Плоский воздушный конденсатор с расстоянием между пластинами 2 мм заряжен до разности потенциалов 100 В и отключен от источника. Какое получится напряжение на конденсаторе, если его пластины раздвинуть до расстояния 4 мм?

28. Плоский воздушный конденсатор с площадью пластин 100 см^2 и расстоянием между ними 1 мм заряжен до напряжения 100 В. Затем пластины раздвигаются до расстояния 25 мм. Найти энергию конденсатора до и после раздвижения пластин, если источник напряжения перед раздвижением не отключается.

29. Решить предыдущую задачу для случая, когда источник напряжения перед раздвижением пластин отключается.

30. Шар радиусом 1 м заряжается до потенциала 30 кВ. Найти энергию заряженного шара.

31. Цепь состоит из 3-х последовательно соединенных проводников, подключенных к источнику с напряжением 24 В. Сопротивление первого проводника 4 Ом, второго 6 Ом и напряжение на концах третьего проводника 4 В. Найти силу тока в цепи, сопротивление третьего проводника и напряжение на концах первого и второго проводников.

32. При замыкании источника электрического тока на сопротивление $R_1 = 5$ Ом в цепи идет ток $I_1 = 5$ А, а при замыкании на сопротивление $R_2 = 2$ Ом идет ток $I_2 = 8$ А. Найти внутреннее сопротивление источника и ЭДС источника.

33. При подключении внешней цепи напряжение на полюса источника равно 9 В, а сила тока в цепи 1,5 А. Каково внутреннее сопротивление источника и сопротивление внешней цепи? ЭДС источника 15 В.

34. Электрическую лампу сопротивлением 240 В, рассчитанную на напряжение 120 В, надо питать от сети с напряжением 220 В. Какой длины нихромовый проводник сечением $0,55 \text{ мм}^2$ надо включить последовательно с лампочкой? Удельное сопротивление нихрома $\rho = 110 \cdot 10^{-2} \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$.

35. Электрическая цепь состоит из источника ЭДС и трех сопротивлений $R_1 = 3$ Ом; $R_2 = 2$ Ом и $R_3 = 18,8$ Ом, включенных по схеме, изображенной на рис. 1. Найти токи, текущие через сопротивления R_1 и R_2 ЭДС источника $\varepsilon = 100$ В, его внутреннее сопротивление $r = 0,2$ Ом.

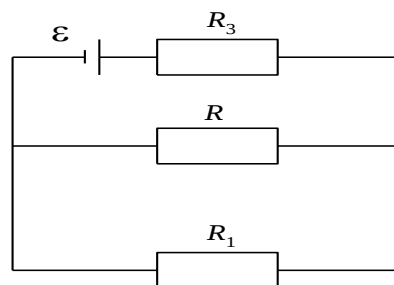


Рис. 1. Электрическая цепь (задача 35)

36. В схеме на рис. 2 ЭДС батареи 100 В, $R_1 = 100 \text{ Ом}$; $R_2 = 200 \text{ Ом}$ и $R_3 = 300 \text{ Ом}$. Какое напряжение показывает вольтметр, если его сопротивление равно 2000 Ом? Сопротивлением батареи амперметра пренебречь.

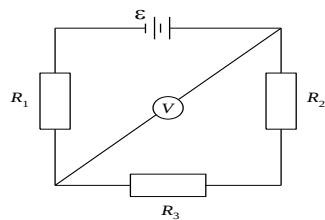


Рис. 2. Электрическая цепь (задача 36)

37. Определить напряжение, которое показывает вольтметр в схеме на рис. 3 ЭДС источника $\varepsilon = 12 \text{ В}$, $R_1 = 100 \text{ Ом}$; $R_2 = 200 \text{ Ом}$. Сопротивление вольтметра 200 Ом. Внутренним сопротивлением батареи пренебречь.

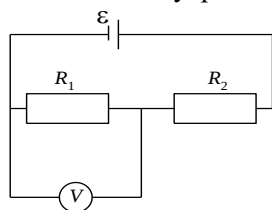


Рис. 3. Электрическая цепь (задача 37)

38. В схеме, изображенной на рис. 4, напряжение на зажимах элемента в замкнутой цепи равно 2,1 В, $R_1 = 5 \text{ Ом}$; $R_2 = 6 \text{ Ом}$ и $R_3 = 3 \text{ Ом}$. Определить силу тока, показываемую амперметром. Сопротивлением амперметра пренебречь.

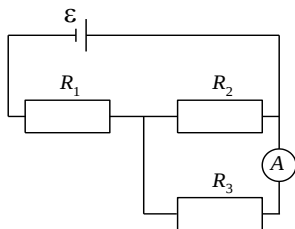


Рис. 4. Электрическая цепь (задача 38)

39. Четыре лампочки, рассчитанные на напряжение 3 В и силу тока 0,3 А, надо включить параллельно и питать от источника напряжением 5,4 В. Какое дополнительное сопротивление надо включить последовательно лампам?

40. Найти показания амперметра и вольтметра в схеме на рис. 5. Сопротивление вольтметра 1000 Ом, ЭДС батареи $\varepsilon = 110$ В, $R_1 = 400$ Ом и $R_2 = 600$ Ом. Сопротивлением батареи и амперметра пренебречь.

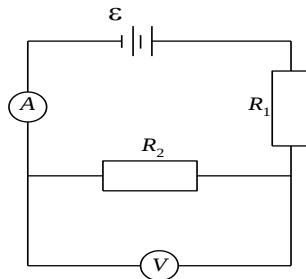


Рис. 5. Электрическая цепь (задача 40)

41. К цепи, показанной на рис. 6, подведено напряжение 90 В. Сопротивление лампы II равно сопротивлению лампы I, а сопротивление лампы III в 4 раза больше сопротивления лампы I. Сила тока, потребляемая от источника, равна 0,5 А. Найти сопротивление каждой лампы, напряжения на лампах II и III и силу тока в них.

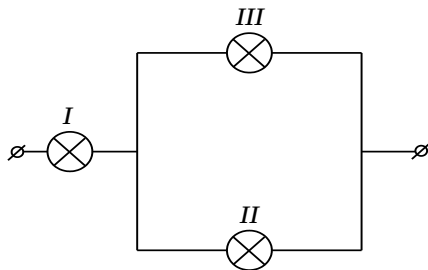


Рис. 6. Электрическая цепь (задача 41)

42. Амперметр имеет сопротивление $0,02\ \text{Ом}$, его шкала рассчитана на $1,2\ \text{А}$. Какой шунт надо подключить к амперметру, чтобы можно было измерять ток величиной до $6\ \text{А}$?

43. Гальванометр с внутренним сопротивлением $50\ \text{Ом}$ имеет предел измерения $0,25\ \text{В}$. Как из этого прибора сделать вольтметр для измерения напряжения до $200\ \text{В}$?

44. Гальванометр имеет сопротивление $200\ \text{Ом}$ и при силе тока $100\ \text{мкА}$ стрелка отклоняется на всю шкалу. Какое добавочное сопротивление надо подключить, чтобы прибор можно было использовать как вольтметр для измерения напряжения до $2\ \text{В}$?

45. Какой шунт надо подключить к гальванометру, чтобы его можно было использовать как миллиамперметр для измерения силы тока до $10\ \text{мА}$, если сопротивление гальванометра $200\ \text{Ом}$, и при силе тока $100\ \text{мкА}$ стрелка отклоняется на всю шкалу?

46. В электрической цепи, изображенной на рис. 7, амперметр показывает тока $0,04\ \text{А}$, а вольтметр – напряжение $20\ \text{В}$. Определить сопротивление вольтметра, если $R_1 = 1000\ \text{Ом}$.

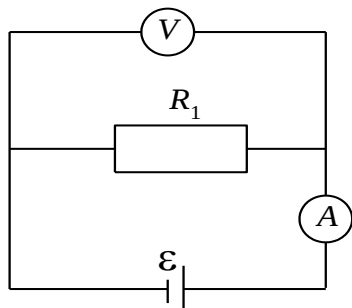


Рис. 7. Электрическая цепь (задача 46)

47. Найти силу тока в цепи аккумулятора, замкнутого на сопротивление $R = 1000\ \text{Ом}$, если при последовательном включении в эту цепи миллиамперметра с внутренним сопротивлением $R_1 = 100\ \text{Ом}$ он показал $25\ \text{мА}$. Внутренним сопротивлением источника пренебречь.

48. В схеме на рис. 8 $R_2 = 20 \text{ Ом}$, $R_3 = 15 \text{ Ом}$, сила тока, текущего через сопротивление R_2 , равна $0,3 \text{ А}$. Амперметр показывает $0,8 \text{ А}$. Найти сопротивление R_1 .

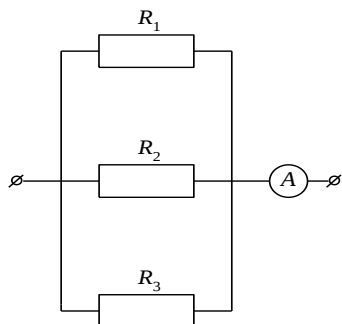


Рис. 8. Электрическая цепь (задача 48)

49. Электрическая схема составлена из двух параллельно соединенных сопротивлений $R_1 = 40 \text{ Ом}$ и $R_2 = 10 \text{ Ом}$, подключенных к зажимам аккумулятора, ЭДС которого 120 В . Ток в общей цепи - 1 А . Найти внутреннее сопротивление аккумулятора и ток короткого замыкания.

50. Определить сопротивление R_1 , если амперметр показывает (рис. 9) ток 5 А , а вольтметр напряжение 100 В . Внутреннее сопротивление вольтметра $R_2 = 2500 \text{ Ом}$.

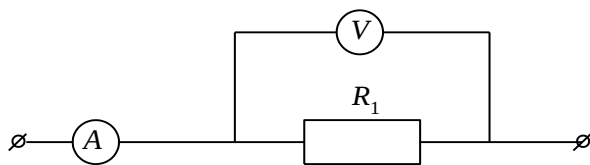


Рис. 9 Электрическая цепь (задача 50)

4.3. ОТВЕТЫ К ЗАДАЧАМ

Таблица 17

Номер задачи	Ответ	Номер задачи	Ответ
1	20 нКл.	26	4,8 мм.
2	Уменьшится в 1,45 раза.	27	200 В.
3	$1,59 \cdot 10^3$ кг.	28	$4,43 \cdot 10^{-7}$ Дж; $1,78 \cdot 10$ Дж.
4	$1,35 \cdot 10^{-2}$ Н.	29	$4,43 \cdot 10^{-7}$ Дж; $1,11 \cdot 10^{-5}$ Дж.
5	$7,4 \cdot 10^{-4}$ Н.	30	0,05 Дж.
6	2,1 см.	31	2 А; 2 Ом; 8 В; 12 В.
7	24 мкН.	32	3 Ом; 40 В.
8	32 мкН.	33	4 Ом; 6 Ом.
9	$8,6 \cdot 10^{-13}$ Кл.	34	100 м.
10	17,3 см.	35	1,98 А; 2,97 А.
11	$6,0 \cdot 10^4$ Н/Кл; $6,7 \cdot 10^{-8}$ Кл.	36	80 В.
12	$1,35 \cdot 10^7$ Н/Кл.	37	3 В.
13	$18,9 \cdot 10^{-5}$ Н; $9,42 \cdot 10^{-5}$ Н/Кл.	38	0,2 А.
14	$63 \cdot 10^5$ Н/Кл.	39	2 Ом.
15	$1,17 \cdot 10^{-6}$ Дж.	40	0,142 А; 53,2 В.
16	0,167 м/с.	41	100 Ом; 100 Ом; 400 Ом; 40 В; 0,4 А; 0,1 А.
17	0,45 кВ.	42	0,005 Ом.
18	1,0 Н.	43	40 кОм.
19	$9,8 \cdot 10^{-16}$ Кл.	44	19,8 кОм.
20	$1,13 \cdot 10^{-4}$ Дж.	45	2,02 Ом.
21	576 кВ/м; 36 кВ.	46	1 кОм.
22	$9,7 \cdot 10^6$ м/с.	47	27,5 мА.
23	1,6 мкКл.	48	60 Ом.
24	5 см.	49	2 Ом; 5 А.
25	1,5 мкФ.	50	20,16 А.

5. ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ

5.1. ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ № 5

Таблица 18

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Номера задач	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50

5.2. ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

1. Какое количество электричества пройдет по проводнику сопротивлением $R = 10$ Ом за время $t = 10$ с, если к его концам приложено напряжение $U = 12$ В? Какая при этом будет произведена работа?

2. Полная мощность источника $P = 1,6$ Вт, ЭДС $\varepsilon = 10$ В. Найти полный заряд и число электронов, пересекающих сечение проводников за 1 с.

3. Сколько времени надо нагревать на электрической плитке мощностью $N = 600$ Вт при КПД $\eta = 75\%$ лед массой $m = 0,2$ кг, имеющий температуру $t_1 = 16^\circ\text{C}$, чтобы обратить его в воду, а полученную воду нагреть до температуры $t_2 = 100^\circ\text{C}$? Удельная теплоемкость льда $c_1 = 4,19 \cdot 10^3$ Дж/(кг/К); удельная теплота плавления льда $\lambda = 3,3 \cdot 10^5$ (кг/К); удельная теплоемкость воды $c = 4,19 \cdot 10^3$ Дж/(кг/К).

4. Лампочка накаливания, сопротивление нити которой в нагретом состоянии $2,85$ кОм, помещена в калориметр со смесью воды и льда. Сколько времени надо, чтобы масса воды увеличилась (за счет таяния льда) на $m = 0,015$ кг, если лампочку включить в сеть с напряжением $U = 220$ В?

5. Паяльник потребляет мощность 45 Вт и рассчитан на напряжение 110 В. При напряжении в сети 220 В последовательно с

паяльником включается лампочка на 110 В. Какой мощности должна быть лампочка, чтобы паяльник работал нормально?

6. Электрический чайник имеет две обмотки. При включении одной из них вода закипает через 15 мин, при включении другой – через 30 мин. Найти время закипания воды, если включить последовательно обе обмотки.

7. Решить задачу 6 при условии, что обмотки включены параллельно.

8. Две лампы имеют одинаковую мощность. Одна из ламп рассчитана на напряжение $U_1 = 127$ В, другая на напряжение $U_2 = 220$ В. Во сколько раз отличаются сопротивления ламп?

9. Цепь, состоящая из четырех сопротивлений R в 2 Ом каждое (рис. 1), подключена к источнику тока, ЭДС которого $\varepsilon = 3$ В, а внутреннее сопротивление $r = 1$ Ом. Найти мощность, выделяемую на одном из сопротивлений, и ток, текущий по нему.

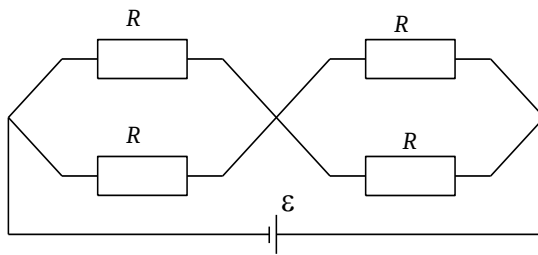


Рис. 10. Электрическая цепь (задача 9)

10. Цепь, показанная на рис. 2, подключена к источнику тока, ЭДС которого $\varepsilon = 4$ В, а внутреннее сопротивление $r = 1$ Ом. Найти ток и мощность на сопротивлении $R_0 = 1$ Ом, если все остальные сопротивления одинаковы и равны $R = 2$ Ом.

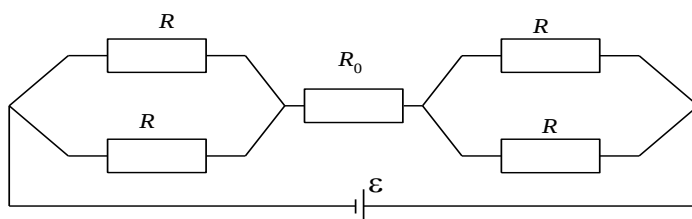


Рис. 11. Электрическая цепь (задача 10)

11. Батарея состоит из $n = 5$ последовательно соединенных элементов с ЭДС $\varepsilon = 1,4$ В, внутреннее сопротивление которых $r = 0,3$ Ом каждый. При каком токе полезная мощность $P = 8$ Вт?

12. ЭДС батареи равна 20 В, сопротивление внешней цепи равно 2 Ом, сила тока в цепи 4 А. Найти КПД батареи.

13. ЭДС батареи равна 20 В, при токе в цепи 1 А КПД равен 75%. Найти сопротивление внешней нагрузки и внутреннее сопротивление источника.

14. На нагрузке сопротивлением 10 Ом выделяется мощность $P = 2,5$ Вт, которая составляет половину всей мощности источника тока. Найти ЭДС источника и ток, текущий по цепи.

15. Мощность, выделяемая на нагрузке, составляет 25% от полной мощности источника тока. Найти отношение сопротивления нагрузки к внутреннему сопротивлению источника тока.

16. Определить КПД электрочайника, если он за 20 мин. нагревает 2 кг воды от 8°C до 110°C , потребляя мощность 710 Вт.

17. Определить силу тока в обмотке трамвайного двигателя, развивающего силу тяги 4900 Н, если напряжение в сети 550 В, и трамвай движется со скоростью 30 км/ч. Коэффициент полезного действия двигателя 80%.

18. Определить сопротивление раствора серной кислоты, если известно, что при прохождении тока за 2 часа выделилось

0,72 г водорода. Мощность, затрачиваемая на нагревание электролита равна 100 Вт, электрохимический эквивалент $k = 1,045 \cdot 10^{-8}$ кг/Кл.

19. Сколько железа и хлора выделится на электродах ванны, в которой находится раствор хлорного железа $FeCl_3$, при пропускании тока в 10 А в течение 2 часов? Атомная масса и валентность железа $55,85 \cdot 10^{-3}$ кг/моль и 3, хлора – $35,46 \cdot 10^{-3}$ кг/моль и 1, соответственно.

20. Никелирование металлического изделия с поверхностью 120 см^2 продолжалось 5 часов при силе тока 0,3 А. Валентность никеля - 2, атомная масса - $58,7 \cdot 10^{-3}$ кг/моль, плотность - $9 \cdot 10^3$ кг/м³. Определить толщину слоя никеля.

21. Электролиз воды ведется при токе 2,6 А, причем в течение часа получен объем $V = 0,5$ л кислорода под давлением $P = 1,3 \cdot 10^5$ Па. Найти температуру кислорода. Универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль · К).

22. Найти энергию, затраченную на производство 100 кг меди, если электролиз ведется при напряжении 9 В, а КПД установки - 90%. Электрохимический эквивалент меди - $0,333 \cdot 10^{-6}$ кг/Кл.

23. Найти индукцию магнитного поля Земли, если значения горизонтальной и вертикальной составляющих вектора магнитной индукции соответственно равны: $B_H = 1,5 \cdot 10^{-5}$ Тл, $B_V = 3 \cdot 10^{-5}$ Тл. Найти угол наклона вектора B по отношению к горизонтальной плоскости.

24. По двум параллельным проводникам в одном направлении текут одинаковые токи $I_1 = I_2 = 1$ А. Найти величину и направление вектора индукции суммарного магнитного поля в точке, равноудаленной от проводников на расстояние r , равное расстоянию между ними ($r = 10$ см).

25. Решить задачу 24 при условии, что токи в проводниках текут навстречу друг другу.

26. По двум взаимно перпендикулярным проводам, кратчайшее расстояние между которыми равно 20 см, текут одинаковые токи $I = 1$ А. Найти величину и направление вектора

индукции магнитного поля посередине кратчайшего расстояния между ними.

27. Определить силу взаимодействия, приходящуюся на единицу длины проводов воздушной линии электропередачи, если ток в линии $I = 1000$ А, а расстояние между проводами $r = 1$ м.

28. Квадратная рамка (со стороной $a = 1$ см), по которой течет ток $I = 1$ А, помещена в однородное магнитное поле с индукцией $B = 1$ Тл. Найти момент сил, действующий на рамку, если:

- а) ее плоскость перпендикулярна силовым линиям поля;
- б) ее плоскость параллельна им.

29. Сила взаимодействия между двумя параллельными проводами длиной 1 м каждый, расположенными на расстоянии 10 см один от другого, равна $8 \cdot 10^{-2}$ Н. Найти силу тока в проводах, если один из токов в четыре раза больше другого.

30. По проводнику, помещенному в магнитное поле, массой 101,8 г и длиной 10 см течет ток 100 А. Найти индукцию магнитного поля, способного уравновесить вес проводника.

31. Электрон движется по окружности в однородном магнитном поле с индукцией $B = 3,14 \cdot 10^{-2}$ Тл. Определить период обращения электрона T . Масса электрона $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг, заряд электрона $e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

32. Частица массой $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг, несущая один элементарный заряд, влетела в магнитное поле с индукцией $B = 0,05$ Тл. Определить скорость частицы при движении в магнитном поле, если траектория ее представляла собой дугу окружности радиусом $r = 0,2$ мм.

33. Частица массой $1,67 \cdot 10^{-27}$ кг влетела в магнитное поле с индукцией $B = 0,5$ Тл со скоростью $v = 2 \cdot 10^8$ м/с. Найти радиус кривизны ее траектории, если заряд частицы равен $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

34. Заряженная частица, ускоренная напряжением 285 В, влетела в скрещенные под прямым углом электрическое ($E = 1000$ В/см) и магнитное поля ($B = 0,01$ Тл). Определить отношение заряда частицы к ее массе, если, двигаясь перпендикулярно обоим полям, она не отклонилась от первоначальной траектории движения.

35. Поток электронов, получивших скорость, равную $41,93 \cdot 10^6$ м/с, влетает в середину между пластинами конденсатора. Какое минимальное напряжение надо приложить к этому конденсатору, чтобы электроны не вылетали из него (из-за попадания на пластину)? Размеры конденсатора таковы: длина $l = 5$ см, расстояние между пластинами $d = 1$ см. заряд электрона $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, масса - $9 \cdot 10^{-31}$ кг.

36. Протон влетел в магнитное поле перпендикулярно линиям индукции и описал дугу радиусом $r = 10$ см. Определить скорость протона, если индукция поля $B = 1$ Тл, заряд протона - $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, масса = $1,67 \cdot 10^{-27}$ кг.

37. Замкнутая катушка диаметром 5,64 см, имеющая 200 витков, находится в магнитном поле, индукция которого возрастает с 1 до 5 Тл за 0,1 с. Определить среднее значение ЭДС индукции в катушке, если плоскость витков катушки перпендикулярна силовым линиям поля.

38. Какой заряд пройдет через гальванометр, подключенный к квадратной рамке, содержащей 100 витков провода и помещенной в магнитное поле (силовые линии перпендикулярны плоскости рамки) с индукцией 0,1 Тл, если выключить поле? Сопротивление всей цепи $R = 1$ кОм, размер стороны рамки 1 см.

39. Какой магнитный поток пронизывает витки катушки общим числом витков $N = 1000$, если при равномерном убывании потока до нуля за $\Delta t = 0,1$ с в катушке индуцируется ЭДС $\varepsilon = 10$ В?

40. Пассажирский самолет летит горизонтально со скоростью 720 км/ч. Найти напряжение на концах крыльев самолета, индуцируемое при пересечении им линий индукции магнитного поля Земли, если размах крыльев 50 м, а индукция вертикальной составляющей магнитного поля $B = 3 \cdot 10^{-5}$ Тл.

41. В катушке индуктивности при равномерном убывании тока от 5 А до нуля за 0,1 с была зафиксирована ЭДС самоиндукции, равная 1 В. Чему равен коэффициент самоиндукции катушки индуктивности?

42. В катушке с индуктивностью $L = 0,4$ Гн возникает ЭДС самоиндукции $\varepsilon = 20$ В. Найти среднюю скорость изменения тока в катушке.

43. В соленоиде с однослойной обмоткой заменили провод на другой с диаметром вдвое больше прежнего. Изменится ли энергия магнитного поля соленоида, если ток оставить прежним, и если изменится, то как? (Число витков в соленоиде осталось прежним).

44. Найти отношение энергии магнитного поля катушки индуктивности ($L = 0,1$ Гн), по которой течет ток, к тепловой энергии, выделяющейся в катушке за 1 с, если сопротивление проводов $R = 10$ Ом.

45. Определить индуктивность катушки, если при изменении в ней тока от 5 до 10 А за 0,1 с в катушке возникает ЭДС самоиндукции, равная 10 В.

46. Соленоид содержит $N = 800$ витков. При силе тока $I = 1$ А магнитный поток $\Phi = 10^{-4}$ Вб. Определить энергию магнитного поля соленоида.

47. Соленоид длиной 10 см содержит 10000 витков провода. Какую мощность разовьет такой соленоид, если всю его энергию при выключении тока превратить в механическую, при условии, что по обмотке течет ток $I = 10$ А, а выключение длится не более 0,01 с? Сечение соленоида $S = 10^{-4}$ м².

48. Соленоид имеет длину $l = 1$ м и площадь сечения $S = 20$ см². При некоторой силе тока, протекающей по обмотке, в соленоиде создается магнитный поток $\Phi = 8 \cdot 10^{-5}$ Вб. Чему равна энергия магнитного поля соленоида?

49. На участке цепи переменного тока, изображенном на рис. 3, сопротивление $R = 0,2$ Ом. В некоторый момент времени $\varphi_A - \varphi_B = 0,5$ В; $I = 0,5$ А; $\Delta I / \Delta t = 8$ А/с. Найти индуктивность катушки.



Рис. 12. Электрическая цепь (задача 49)

50. На обкладках конденсатора сосредоточен заряд $q = 10^{-3}$ Кл. Конденсатор разрядился на катушку индуктивности $L = 1$ Гн. Считая, что заряд конденсатора убывал равномерно в течение промежутка времени $\Delta t = 10^{-3}$ с, найти емкость конденсатора.

5.3. ОТВЕТЫ К ЗАДАЧАМ

Таблица 19

Номер задачи	Ответ	Номер задачи	Ответ
1	24 Кл; 288 Дж.	26	$2,82 \cdot 10^{-6}$ Тл.
2	0,16 Кл; 10^{18} .	27	0,2 Н/м.
3	348 с.	28	а) 0; б) 10^{-4} Н·м
4	5 мин.	29	100 А; 400 А.
5	45 Вт.	30	0,1 Тл.
6	45 мин.	31	$1,14 \cdot 10^{-9}$ с.
7	10 мин.	32	$1,76 \cdot 10^6$ м/с.
8	1/3.	33	4,175 м.
9	0,5 Вт; 05 А.	34	$1,756 \cdot 10^{11}$ Кл/кг.
10	1 А; 1 Вт.	35	400 В.
11	267 В; 2 А.	36	$9,57 \cdot 10^6$ м/с.
12	0,4.	37	20 В.
13	15 Ом; 5 Ом.	38	10^{-6} Кл.
14	10 В; 0,5 А.	39	10^{-3} Вб.
15	1/3.	40	0,3
16	0,905.	41	0,02 Гн.
17	93 А.	42	50 А/с.
18	1,2 Ом.	43	Уменьшится в 2 раза.
19	$1,4 \cdot 10^{-2}$ кг; $2,62 \cdot 10^{-2}$ кг.	44	$0,5 \cdot 10^{-2}$.

Продолжение табл. 19

20	$1,53 \cdot 10^{-3}$ см.	45	0,2 Гн.
21	30 К.	46	$4 \cdot 10^{-2}$ Дж.
22	3 ГДж.	47	$1,28 \cdot 10^{-2}$ Вт.
23	$3,35 \cdot 10^{-5}$ Тл; 63°.	48	1,28 Дж.
24	$3,46 \cdot 10^{-6}$ Тл.	49	0,05 Гн.
25	$2 \cdot 10^{-6}$ Тл.	50	1 мкф.

6. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

6.1. ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ № 6

Таблица 20

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Номера задач	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7
	14	15	16	17	18	19	20	11	12	13
	30	21	22	23	24	25	26	27	28	29
	34	35	36	37	38	39	40	31	32	33
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50

6.2. ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

1. Период колебания материальной точки 2,4 с, амплитуда 5 см, начальная фаза равна нулю. Каковы смещение, скорость и ускорение колеблющейся точки через 0,4 с после начала колебаний? Колебания происходят по закону косинуса.

2. Найти максимальную скорость и максимальное ускорение колеблющейся точки, если ее амплитуда 5 см, а период 4 с. Колебания происходят по закону косинуса.

3. Материальная точка совершает гармонические колебания с периодом 2 с, амплитудой 50 мм и начальной фазой, равной нулю. Найти скорость точки в момент времени, когда ее смещение из положения равновесия равно 25 мм. Уравнение колебаний имеет вид $x = A \sin \omega t$.

4. Колебательное движение точки описывается уравнением $x = 0,05 \cos 20 \pi t$. Найти смещение, скорость и ускорение спустя 1/60 с после момента $t = 0$.

5. Написать уравнение гармонических колебаний, если в 1 мин совершается 180 колебаний с амплитудой 7 см, начальная фаза колебаний равна 0.

6. Точка совершает гармонические колебания с амплитудой 12 см и периодом 0,25 с. Найти максимальное значение скорости и ускорения.

7. Написать уравнение гармонического колебательного движения с амплитудой 5 см, если в 1 мин совершается 150 колебаний и начальная фаза колебания равна 45° .

8. Написать уравнение гармонического колебательного движения с амплитудой 0,1 м и периодом 4 с.

9. Через сколько времени от начала движения точка, совершавшая гармоническое колебание, сместится от положения равновесия на половину амплитуды? Период колебания равен 24 с, начальная фаза равна 0. Уравнение колебаний имеет вид:

$$x = A \sin \omega t.$$

10. Уравнение движения имеет вид: $x = 0,006 \cdot \cos \pi t$. Каковы амплитуда, частота и период колебаний?

11. Длина маятника Фуко, установленного в Исаакиевском соборе в Ленинграде, равнялась 98 м. За какое время маятник совершит полное колебание?

12. Для определения ускорения свободного падения был взят маятник, состоящий из проволоки, длиной $l = 90,7$ см и металлического шарика диаметром $d = 40,0$ мм. Продолжительность 100 полных колебаний маятника оказалась равной $t = 193$ с. Вычислить по этим данным ускорение свободного падения.

13. За одинаковое время один математический маятник делает 50 колебаний, а второй 30. Найти их длины, если один из них на 32 см короче другого.

14. В неподвижном лифте висит маятник, период колебаний которого $T = 1,0$ с. С каким ускорением движется лифт, если период колебания этого маятника T стал равным 1,1 с? В каком направлении движется лифт?

15. Периоды колебаний двух математических маятников относятся как 3 : 2. Во сколько раз первый маятник длиннее второго?

16. Период колебаний маятника на Земле равен 1,0 с. Как изменится период колебаний этого маятника, если он будет находиться в ракете, опускающейся равно замедленно вниз на Землю с ускорением $3,0 \text{ м/с}^2$.

17. В покоящейся ракете маятник колеблется с периодом 1,0 с. При движении ракеты вертикально вверх период колебаний уменьшается вдвое. Определить ускорение ракеты.

18. Математический маятник длиной 1 м установлен в лифте. Найти периоды колебаний маятника, если лифт движется с ускорением $4,0 \text{ м/с}^2$ вертикально вверх и вертикально вниз.

19. К штативу подвешен шарик на нити. Как надо изменить длину маятника, чтобы его частота увеличилась вдвое?

20. Маятник длиной 150 см совершает за 5 мин 125 колебаний. Чему равно ускорение свободного падения?

21. Колебательный контур состоит из катушки с индуктивностью $0,003 \text{ Гн}$ и плоского конденсатора, состоящего из двух пластин в виде дисков радиусом 1,2 см, расположенных на расстоянии 0,3 мм друг от друга. Определить период свободных колебаний в контуре.

22. Найти период колебаний контура, излучающего электромагнитную волну, длина которой 3 км.

23. В колебательном контуре индуктивность катушки можно изменять от 50 Гн до 500 Гн, а емкость конденсатора – от 10 пФ до 1000 пФ. Какой диапазон частот можно получить при настройке такого контура?

24. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью 800 пФ и катушки, индуктивность которой равна $2 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}$. На какую длину волны настроен контур?

25. В каком диапазоне длин волн работает радиопередатчик, если емкость конденсатора может изменяться от 60 пФ до 240 пФ, а индуктивность катушки равна 50 мкГн?

26. Колебательный контур состоит из катушки индуктивности и двух одинаковых конденсаторов, включенных параллельно. Период собственных колебаний контура $T = 20 \text{ мкс}$. Чему будет равен период, если конденсаторы включить последовательно?

27. В приемнике емкость в колебательном контуре можно менять от 10^{-10} Ф до $5 \cdot 10^9$ Ф, а индуктивность – от 0,5 мГн до 1 мГн. Какой диапазон частот и длин волн можно охватить настройкой этого приемника?

28. Определить длину волны, на которой работает передатчик искусственного спутника, если частота колебаний равна 20 МГц.

29. Индуктивность катушки, входящей в колебательный контур, 500 мкГн. Требуется настроить этот контур на частоту 1,0 МГц. Какой должна быть электрическая емкость конденсатора?

30. Радиостанция работает на волне 4,44 м. На какую емкость должен быть настроен конденсатор приемника, чтобы принимать эту радиостанцию? Индуктивность катушки приемника равна $2 \cdot 10^{-8}$ Гн.

31. При вращении проволочной рамки в однородном магнитном поле пронизывающий рамку магнитный поток изменяется в зависимости от времени по закону $\Phi = 0,05 \cdot \cos 10 \pi t$. Вычислить производную от Φ , написать формулу зависимости ЭДС от времени: $\mathcal{E} = \mathcal{E}(t)$. В каком положении должна быть рамка в начале отсчета времени? Какова частота вращения рамки? Чему равны максимальные значения магнитного потока и ЭДС?

32. Сколько витков имеет рамка площадью 500 см^2 , если при вращении ее с частотой 20 с^{-1} в однородном поле с индукцией 0,1 Тл амплитудное значение ЭДС равно 63 В?

33. Изменение силы тока в зависимости от времени задано уравнением $i = 5 \cdot \cos 200 \pi t$. Найти частоту и период колебаний, амплитуду силы тока, и также значение силы тока при фазе $\pi/3$ рад.

34. Каково значение напряжения через 10 мс, 15 мс и 30 мс, если амплитуда напряжения 200 В, а период 60 мс? Напряжение изменяется по закону косинуса, начальная фаза равна нулю

35. Через $1/6$ периода мгновенное значение ЭДС равно 50 В. Каково значение ЭДС при фазе $\pi/4$ рад?

36. На какое напряжение надо рассчитывать изоляторы линии передачи, если действующее напряжение равно 430 кВ?

37. Написать уравнение $u = u(t)$ и $i = i(t)$ в цепи электроплитки сопротивлением 50 Ом, включенной в сеть переменного тока с частотой 50 Гц и напряжением 220 В.

38. Ротор генератора имеет 5 пар полюсов и вращается с частотой 2400 об/мин. Какова частота ЭДС?

39. В цепь включены конденсатор емкостью 2 мкФ и катушка с индуктивностью 0,05 Гн. При какой частоте тока в этой цепи будет резонанс?

40. Каково индуктивное сопротивление катушки с индуктивностью 0,2 Гн при частоте тока 50 Гц? 400 Гц?

41. По поверхности воды в озере волна распространяется со скоростью 6 м/с. Каковы период и частота колебаний банкета, если длина волны 3 м?

42. Рыболов заметил, что за 10 с поплавков совершил на волнах 20 колебаний, а расстояние между соседними гребнями волны 1,2 м. Какова скорость распространения волн?

43. На озере в безветренную погоду с лодки бросили тяжелый якорь. От места бросания якоря пошли волны. Человек, стоящий на берегу, заметил, что волна дошла до цели через 50 с, расстояние между соседними гребнями волны 0,5 м, а за 5 с было 20 всплесков о берег. Как далеко от берега находилась лодка?

44. На поверхности воды распространяется волна со скоростью 2,4 м/с при частоте колебаний 2 Гц. Какова разность фаз в точках, лежащих на одном луче и отстоящих друг от друга на 10 см, 60 см, 90 см, 120 см и 140 см?

45. Движение некоторой точки незатухающей волны описывается уравнением $x = 0,05 \cdot \cos(2\pi t)$. Написать уравнения движения точек, лежащих на луче, вдоль которого распространяются волны и отстоящих от заданной на 15 см и 30 см. Скорость распространения волны 0,6 м/с.

46. Частотный диапазон рояля от 90 Гц до 9000 Гц. Найти диапазон длин и звуковых волн в воздухе.

47. Когда наблюдатель воспринимает по звуку, что самолет находится в зените, он видит его под углом $\alpha = 73^\circ$ к горизонту. С какой скоростью летит самолет?

48. Длина звуковой волны в воздухе для самого низкого мужского голоса достигает 4,3 м, а для самого высокого женского голоса – 25 см. Найти частоту колебаний этих голосов. Скорость звука в воздухе – 340 м/с.

49. Во время грозы человек слышал гром через 15 с после вспышки молнии. Как далеко от него произошел разряд? Скорость звука в воздухе – 340 м/с.

50. При измерении глубины моря под кораблем при помощи эхолота оказалось, что моменты отправления и приема ультразвука разделены промежутком времени 0,6 с. Какова глубина моря под кораблем?

6.3. ОТВЕТЫ К ЗАДАЧАМ

Таблица 21

Номер задачи	Ответ	Номер задачи	Ответ
1	$x = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ м};$ $v = -0,11 \text{ м/с};$ $a = -0,136 \text{ м/с}^2$	26	$T_2 = T_1/2 = 10 \text{ мкс}$
2	$v_{\max} = 7,85 \cdot 10^{-2} \text{ м/с};$ $v = 12,3 \cdot 10^{-2} \text{ м/с}$	27	От 71 кГц до 0,71 МГц; от 0,42 км до 4,2 км
3	$v = 0,136 \text{ м/с}$	28	15 м
4	$v = \pi \sin 20\pi t \text{ м/с};$ $a = -\pi^2 \cos 20\pi t \text{ м/с}^2; 2,5 \text{ см},$ $-2,7 \text{ м/с}^2, -100 \text{ м/с}^2$	29	50 пФ
5	$x = 0,07 \sin 6\pi t$	30	2,77 пФ
6	$v = 3 \text{ м/с};$ $a = 76 \text{ м/с}^2$	31	$\varepsilon = 0,1\pi \sin 10\pi t$; нормаль к плоскости рамки параллельна линиям индукции; 5 с^{-1} ; 0,01 Вб; 0,314 В.
7	$x = 0,05 \sin(5\pi t + \pi/4)$	32	100
8	$x = 0,1 \sin 0,5\pi t$	33	100 Гц; 10 мс; 5 А; 2,5 А
9	$t = 2 \text{ с}$	34	100 В; 0; -200 В
10	0,006 м; $0,5 \text{ с}^{-1}$; 2 с.	35	71 В
11	$T = 20 \text{ с.}$	36	610 кВ.
12	$g = 4\pi^2 n^2 (l + d/2)$	37	$u = 310 \cos 100\pi t$; $t = 6,2 \cos 100\pi t$
13	18 см; 50 см	38	2 кГц
14	$a = g(1 + T_1/T_2) = 1,7 \text{ м/с}^2$	39	0,5 кГц
15	2,25 раза	40	63 Ом; 0,5 кОм
16	Возрастет в 1,2 раза	41	0,5 с; 2 Гц
17	30 м/с^2	42	2,4 м/с
18	1,7 с; 1,6 с	43	100 м
19	Уменьшиться в 4 раза	44	6π ; $3/2\pi$; $7\pi/3$; π
20	$10,2 \text{ м/с}^2$	45	$x = 0,05 \sin 2\pi t$; $x = -0,05 \cos 2\pi t$
21	$1,26 \cdot 10^{-6} \text{ с}$	46	3,8 м; -3,8 см
22	$T = 10^{-5} \text{ с}$	47	100 м/с
23	От 0,23 до 7,1 кГц.	48	79 Гц; 1360 Гц
24	250 Ом	49	5 км
25	100–210 м	50	420 м

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ	4
1.1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ	4
1.2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП	4
1.3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	4
1.4. ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СЛУШАТЕЛЕЙ ПОДГОТОВИТЕЛЬНОГО ОТДЕЛЕНИЯ (78 ЧАСОВ)	18
1.5. СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ	18
1.6. РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	21
2. МЕХАНИКА	22
2.1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ	22
2.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ	23
2.3. ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ № 1	23
2.4. ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ	23
2.5. ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ № 2	28
2.6. ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ	28
2.7. СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	33
2.8. ОТВЕТЫ К ЗАДАЧАМ	36
3. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА	39
3.1. ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ № 3	39
3.2. ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ	39
3.3. СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	47
3.4. ОТВЕТЫ К ЗАДАЧАМ	48
4. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО	50
4.1 ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ № 4	50
4.2. ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ	50
4.3. ОТВЕТЫ К ЗАДАЧАМ	60
5. ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ	61
5.1. ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ № 5	61

5.2. ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ	61
5.3. ОТВЕТЫ К ЗАДАЧАМ	68
6. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ.....	70
6.1. ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ № 6	70
6.2. ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ	70
6.3. ОТВЕТЫ К ЗАДАЧАМ	76