

ЕГЭ



Под редакцией
Л.М. Монастырского



готовимся
к ЕГЭ

ФИЗИКА

ПОДГОТОВКА
К **ЕГЭ-2013**

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
«ФИЗИКА. ПОДГОТОВКА К ЕГЭ»



Учебно-методический комплекс «Физика. Подготовка к ЕГЭ»

Под редакцией Л.М. Монастырского

ФИЗИКА

ПОДГОТОВКА К ЕГЭ–2013

Учебно-методическое пособие



ЛЕГИОН
Ростов-на-Дону
2012

ББК 74.262.22

Ф 50

Авторский коллектив является лауреатом Всероссийской выставки
«Золотой фонд отечественной науки» Российской академии
естествознания

Рецензенты:

Норанович Д. А., кандидат физико-математических наук, доцент кафедры общей физики физического факультета ЮФУ

Матюшкина Л. В., кандидат физико-математических наук, учитель высшей категории, победитель конкурса в рамках приоритетного национального проекта «Образование», 2009 г.

Якунина О. Б., учитель высшей категории, победитель конкурса в рамках приоритетного национального проекта «Образование», 2008 г., 2010 г., почётный работник общего образования РФ.

Авторский коллектив:

Монастырский Л. М., Богатин А. С., Богатина В. Н., Горбачёв А. В., Дрёмов А. П., Игнатова Ю. А., Колесник Д. В., Крыштоп В. Г., Нечепуренко М. В., Цветянский А. Л.

Ф 50 Физика. Подготовка к ЕГЭ – 2013: учебно-методическое пособие. — Ростов-на-Дону: Легион, 2012. — 320 с. — (Готовимся к ЕГЭ)

ISBN 978-5-9966-0263-6

Учебно-методическое пособие предназначено для подготовки выпускников средних общеобразовательных учреждений к сдаче единого государственного экзамена по физике, который засчитывается в качестве вступительного испытания в вузы России.

Пособие содержит теоретические сведения, авторские учебно-тренировочные тесты, включающие задания различных уровней сложности с ответами, сборник задач трех уровней сложности, а также рекомендации по методике подготовки к ЕГЭ, составленные с учётом трудностей, возникающих во время сдачи экзамена.

В представленных тренировочных вариантах учтены все изменения, отраженные в новой спецификации.

Книга является частью **учебно-методического комплекса «Физика. Подготовка к ЕГЭ»**, включающего такие пособия, как «Физика. Решебник. Подготовка к ЕГЭ-2013», «Физика. Тематические тесты для подготовки к ЕГЭ. Базовый и повышенный уровни», «Физика. Тематические тесты для подготовки к ЕГЭ. Задания высокого уровня сложности (С1–С6)» и др.

ББК 74.262.22

ISBN 978-5-9966-0263-6

© ООО «Легион», 2012

Оглавление

Методические рекомендации для подготовки к ЕГЭ по физике .. 6

Глава I. Теоретический материал для подготовки к ЕГЭ 20

§ 1. Механика 20

1.1. Основные понятия и законы кинематики 20

1.2. Основные понятия и законы динамики 23

1.3. Основные понятия и законы статики и гидростатики 26

1.4. Законы сохранения 28

1.5. Механические колебания и волны 29

§ 2. Молекулярная физика. Термодинамика 31

2.1. Газовые законы 32

2.2. Элементы термодинамики 33

§ 3. Электродинамика 37

3.1. Основные понятия и законы электростатики 37

3.2. Емкость. Конденсаторы. Энергия электрического поля 39

3.3. Основные понятия и законы постоянного тока 40

3.4. Основные понятия и законы магнитостатики 41

3.5. Основные понятия и законы электромагнитной индукции .. 43

3.6. Электромагнитные колебания и волны 43

§ 4. Оптика 45

4.1. Основные понятия и законы геометрической оптики 45

4.2. Основные понятия и законы волновой оптики 47

§ 5. Основы специальной теории относительности (СТО) 49

§ 6. Квантовая физика 49

6.1. Основные понятия и законы квантовой физики 49

6.2. Основные понятия и законы ядерной физики 50

§ 7. Методы научного познания и физическая картина мира	51
Инструкция по выполнению работы	54
Краткие справочные данные	55
Глава II. Учебно-тренировочные тесты	57
Вариант №1	57
Вариант №2	65
Вариант №3	73
Вариант №4	80
Вариант №5	88
Вариант №6	96
Вариант №7	104
Вариант №8	111
Вариант №9	119
Вариант №10	128
Вариант №11	137
Вариант №12	146
Вариант №13	153
Вариант №14	159
Вариант №15	165
Вариант №16	177
Вариант №17	187
Вариант №18	194
Вариант №19	201
Вариант №20	212
Вариант №21	223
Вариант №22	234
Ответы к тестам	245
Глава III. Сборник задач	252
Часть А (Базовый уровень)	252
§ 1. Механика	252
§ 2. Молекулярная физика	265
§ 3. Основы электродинамики	273
§ 4. Оптика	283
§ 5. Элементы теории относительности	285
§ 6. Квантовая оптика	286
§ 7. Атом и атомное ядро	287

Часть В (Повышенный уровень)	289
§ 8. Механика	289
§ 9. Молекулярная физика	293
§ 10. Основы электродинамики	296
§ 11. Оптика	299
§ 12. Квантовая физика	301
§ 13. Атом и атомное ядро	302
Часть С (Высокий уровень)	302
§ 14. Механика	302
§ 15. Молекулярная физика	304
§ 16. Основы электродинамики	305
§ 17. Оптика	307
§ 18. Квантовая физика	308
§ 19. Атом и атомное ядро	309
Ответы к сборнику задач	311

Методические рекомендации для подготовки к ЕГЭ по физике

Структура экзаменационной работы

Выпускной экзамен в образовательных учреждениях среднего (полного) общего образования в форме ЕГЭ проводится в России уже достаточно давно. Начиная с 2009 г. такой экзамен стал обязательным элементом итоговой аттестации выпускников средней школы и отбора абитуриентов в вузы (как экзамен по выбору).

Ежегодно в структуру экзаменационных работ вносятся изменения и корректировки. Последние изменения, внесённые в 2012 году, касались структуры варианта, исходя из проверяемых видов деятельности. Часть 3 работы полностью составлена из заданий, проверяющих умение решать задачи по физике.

Каждый вариант экзаменационной работы состоит из трёх частей и включает в себя 35 заданий, различающихся формой и уровнем сложности.

Часть 1 содержит 21 задание с выбором ответа (A1, A2, ... A21). К каждому заданию приводится 4 варианта ответа, из которых верен только один.

Часть 2 содержит 4 задания (B1 – B4), к которым требуется дать краткий ответ в виде последовательности цифр.

Часть 3 содержит 10 заданий, объединённых общим видом деятельности — решение задач. Из них 4 задания (A22 – A25) с выбором одного ответа и 6 заданий (C1 – C6), для которых необходимо привести развёрнутый ответ.

Обращаем внимание выпускников, собирающихся сдавать экзамен по физике, что прежде всего им следует твердо заучить основные физиче-

ские понятия и законы, их связывающие. На следующем этапе подготовки необходимо уметь применять эти знания при выполнении различных типов заданий, представленных в экзаменационной работе.

Учебно-методический комплекс «Физика. Подготовка к ЕГЭ» включает следующие пособия:

Физика. Подготовка к ЕГЭ-2013.

Основная книга данного комплекса, предназначена для подготовки выпускников средних общеобразовательных учреждений к сдаче единого государственного экзамена по физике.

Физика. Решебник. Подготовка к ЕГЭ-2013.

Пособие содержит подробные решения большинства тестовых заданий всех вариантов упомянутой выше книге и методику выполнения типичных задач соответствующего раздела физики.

Физика. 10-11 классы. Тематические тесты для подготовки к ЕГЭ. Базовый и повышенный уровни.

Сборник тематических тестов заданий по физике для подготовки к единому государственному экзамену. Книга предназначена для систематической подготовки к ЕГЭ по физике и отработки всех тем и типов заданий экзамена.

Физика. Тематические тесты для подготовки к ЕГЭ. Задания высокого уровня сложности (С1–С6).

Издание посвящено самым сложным заданиям экзамена — С1–С6 и адресовано прежде всего тем выпускникам, которые планируют получить на ЕГЭ максимально высокий балл.

Физика. 7–11 классы. Карманный справочник.

Книга содержит справочный материал по физике, необходимый для подготовки к любым формам контроля и аттестации в 7-х–11-х классах (контрольные работы, промежуточная аттестация, ГИА-9, ЕГЭ).

Комплекс будет дополнен другими учебно-методическими пособиями, отражающими изменения в нормативных документах ЕГЭ.

Замечания и предложения, касающиеся данной книги, можно присылать по электронной почте: legionrus@legionrus.com или обычной почтой.

Обсудить пособие, оставить замечания и предложения, задать вопросы можно на официальном форуме издательства <http://legionr.rossite.org>.

Следите за бесплатными дополнениями и методическими рекомендациями на сайте издательства www.legionr.ru в связи с возможными изменениями спецификаций экзаменационных работ, разрабатываемых ФИПИ.

Требования к уровню подготовки выпускников, освоение которого проверяется на ЕГЭ по физике

ЗНАТЬ/ПОНИМАТЬ

смысл физических понятий:

физическое явление, физическая величина, модель, гипотеза, физический закон, теория, принцип, постулат, пространство, время, вещество, взаимодействие, инерциальная система отсчета, материальная точка, идеальный газ, электромагнитное поле, резонанс, электромагнитные колебания, электромагнитная волна, квант, волна, фотон, атом, атомное ядро, ионизирующие излучения; дефект массы, энергия связи, радиоактивность;

смысл физических величин:

путь, перемещение, скорость, ускорение, масса, плотность, сила, давление, импульс, работа, мощность, кинетическая энергия, потенциальная энергия, коэффициент полезного действия, момент силы, период, частота, амплитуда колебаний, длина волны, внутренняя энергия, удельная теплота парообразования, удельная теплота плавления, удельная теплота сгорания, температура, абсолютная температура, средняя кинетическая энергия частиц вещества, количество теплоты, удельная теплоемкость, влажность воздуха, электрический заряд, сила электрического тока, электрическое напряжение, электрическое сопротивление, работа и мощность электрического тока, напряженность электрического поля, разность потенциалов, электроемкость, энергия электрического поля, электродвижущая сила, магнитный поток, индукция магнитного поля, индуктивность, энергия магнитного поля, показатель преломления, фокусное расстояние линзы, оптическая сила линзы;

смысл физических законов, принципов, постулатов:

принципы суперпозиции и относительности, закон Паскаля, закон Архимеда, законы динамики Ньютона, всемирного тяготения, сохранения импульса и механической энергии, сохранения энергии в тепловых процессах, термодинамики, сохранения электрического заряда, Ома для участка электрической цепи, Джоуля–Ленца, электромагнитной индукции, прямолинейного распространения света, отражения света, фотоэффекта; закон Гука, основное уравнение кинетической теории газов, уравнение состояния идеального газа, закон Кулона, закон Ома для полной цепи, закон преломления света, постулаты специальной теории относительности, закон связи массы и энергии, постулаты Бора, закон радиоактивного распада; основные положения изучаемых физических теорий и их роль в формировании научного мировоззрения.

УМЕТЬ

описывать и объяснять

физические явления: равномерное прямолинейное движение, равноускоренное прямолинейное движение, передачу давления жидкостями и газами, плавание тел, механические колебания и волны, диффузию, теплопроводность, конвекцию, излучение, испарение, конденсацию, кипение, плавление, кристаллизацию, электризацию тел, взаимодействие электрических зарядов, взаимодействие магнитов, действие магнитного поля на проводник с током, тепловое действие тока, электромагнитную индукцию, отражение, преломление и дисперсию света;

физические явления и свойства тел: движение небесных тел и искусственных спутников Земли; свойства газов, жидкостей и твердых тел; электромагнитную индукцию, распространение электромагнитных волн; волновые свойства света; излучение и поглощение света атомом; фотоэффект;

результаты экспериментов: независимость ускорения свободного падения от массы падающего тела; нагревание газа при его быстром сжатии и охлаждение при быстром расширении; повышение давления газа при его нагревании в закрытом сосуде; броуновское движение; электризацию тел при их контакте; взаимодействие проводников с током; действие магнитного поля на проводник с током; зависимость сопротивления полупроводников от температуры и освещения; электромагнитную индукцию; распространение электромагнитных волн; дисперсию, интерференцию и дифракцию света; излучение и поглощение света атомами, линейчатые спектры; фотоэффект; радиоактивность; фундаментальные опыты, оказавшие существенное влияние на развитие физики;

ПРИВОДИТЬ ПРИМЕРЫ

практического применения физических знаний: законов механики, термодинамики и электродинамики в энергетике; различных видов электромагнитных излучений для развития радио- и телекоммуникаций, квантовой физики в создании ядерной энергетике, лазеров.

ОПРЕДЕЛЯТЬ

характер физического процесса по графику, таблице, формуле; продукты ядерных реакций на основе законов сохранения электрического заряда и массового числа.

ОТЛИЧАТЬ

гипотезы от научных теорий; делать выводы на основе экспериментальных данных; приводить примеры, показывающие, что наблюдения и эксперимент являются основой для выдвижения гипотез и теорий, позволяют проверить истинность теоретических выводов; что физическая теория да-

ет возможность объяснять известные явления природы и научные факты, предсказывать еще неизвестные явления.

ПРИВОДИТЬ ПРИМЕРЫ

опытов, иллюстрирующих, что наблюдения и эксперимент служат основой для выдвижения гипотез и построения научных теорий; эксперимент позволяет проверить истинность теоретических выводов; физическая теория дает возможность объяснять явления природы и научные факты; физическая теория позволяет предсказывать еще неизвестные явления и их особенности; при объяснении природных явлений используются физические модели; один и тот же природный объект или явление можно исследовать на основе использования разных моделей; законы физики и физические теории имеют свои определенные границы применимости.

ИЗМЕРЯТЬ

расстояние, промежутки времени, массу, силу, давление, температуру, влажность воздуха, силу тока, напряжение, электрическое сопротивление, работу и мощность электрического тока; скорость, ускорение свободного падения; плотность вещества, работу, мощность, энергию, коэффициент трения скольжения, удельную теплоёмкость вещества, удельную теплоту плавления льда, ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока, показатель преломления вещества, оптическую силу линзы, длину световой волны; представлять результаты измерений с учетом их погрешностей.

ИСПОЛЬЗОВАТЬ ПРИОБРЕТЕННЫЕ ЗНАНИЯ И УМЕНИЯ В ПРАКТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ПОВСЕДНЕВНОЙ ЖИЗНИ ДЛЯ

обеспечения безопасности жизнедеятельности в процессе использования транспортных средств, бытовых электроприборов, средств радио- и телекоммуникационной связи; оценки влияния на организм человека и другие организмы загрязнения окружающей среды; рационального природопользования и охраны окружающей среды, определения собственной позиции по отношению к экологическим проблемам, поведению в природной среде.

Тематика вопросов для проверки уровня знаний учащихся средних общеобразовательных учебных заведений

Тематика вопросов для составления тестовых заданий ЕГЭ по физике соответствует кодификатору вопросов для проверки знаний учащихся средних общеобразовательных учебных заведений и обязательному минимуму содержания полного общего образования.

1. Механика

Механическое движение и его относительность. Система отсчета. Материальная точка. Траектория. Путь и перемещение.

Скорость. Ускорение. Уравнение прямолинейного равноускоренного движения. Свободное падение. Криволинейное движение точки на примере движения по окружности с постоянной по модулю скоростью. Центростремительное ускорение.

Взаимодействие тел. Сила. Инерция. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Второй закон Ньютона. Масса. Плотность. Третий закон Ньютона.

Принцип суперпозиции сил. Принцип относительности Галилея. Момент силы. Условие равновесия тел. Сила тяжести. Закон всемирного тяготения. Искусственные спутники Земли. Невесомость. Сила трения. Закон трения скольжения. Сила упругости. Закон Гука.

Импульс. Закон сохранения импульса. Ракеты. Работа. Мощность. Простые механизмы. КПД механизмов.

Кинетическая энергия. Потенциальная энергия. Закон сохранения механической энергии.

Давление. Атмосферное давление. Закон Паскаля. Архимедова сила.

Механические колебания. Амплитуда, период, частота колебаний. Преобразование энергии при механических колебаниях. Уравнение гармонических колебаний, фаза колебаний. Свободные колебания. Вынужденные колебания. Резонанс. Автоколебания.

Механические волны. Длина волны. Поперечные и продольные волны. Уравнение гармонической волны. Звук. Скорость звука. Громкость и высота тона.

2. Молекулярная физика. Термодинамика

Дискретное строение вещества. Непрерывность и хаотичность движения частиц вещества. Модели газа, жидкости и твердого тела. Количество вещества. Моль. Постоянная Авогадро.

Тепловое равновесие. Теплопередача. Абсолютная температура. Связь температуры со средней кинетической энергией частиц вещества.

Количество теплоты. Удельная теплоёмкость. Работа в термодинамике. Внутренняя энергия. Первый закон термодинамики. Второй закон термодинамики и его статистическое обоснование.

Тепловые двигатели. Преобразование энергии в тепловых двигателях. Адиабатный процесс. КПД теплового двигателя.

Идеальный газ. Связь между давлением и средней кинетической энергией молекул идеального газа, а также температурой идеального газа.

Уравнение Менделеева-Клапейрона. Изопроцессы.

Испарение и конденсация. Кипение жидкости. Насыщенные и ненасыщенные пары. Влажность воздуха.

Кристаллические и аморфные тела. Плавление и кристаллизация. Преобразование энергии при изменениях агрегатного состояния вещества.

3. Электродинамика

Электризация. Электрическое взаимодействие, два вида электрического заряда. Закон сохранения электрического заряда. Элементарный электрический заряд.

Закон Кулона. Электрическое поле. Напряженность электрического поля. Потенциал электрического поля. Разность потенциалов. Связь между напряженностью электрического поля и разностью потенциалов. Принцип суперпозиции электрических полей.

Проводники в электрическом поле. Электрическая ёмкость. Конденсатор. Диэлектрики в электрическом поле. Энергия электрического поля конденсатора.

Постоянный электрический ток. Сила тока. Напряжение. Закон Ома для участка цепи. Сопротивление.

Носители свободных электрических зарядов в металлах, жидкостях, газах и полупроводниках. Закон электролиза.

Электродвижущая сила. Закон Ома для полной электрической цепи.

Последовательное и параллельное соединение проводников.

Работа электрического тока. Закон Джоуля-Ленца.

Полупроводники. Собственная и примесная проводимость полупроводников. p-n переход.

Магнитное поле. Источники и способы обнаружения электрических и магнитных полей. Индукция магнитного поля. Сила Ампера. Сила Лоренца.

Магнитный поток. Явление электромагнитной индукции. Закон электромагнитной индукции. Электродвигатели.

Энергия магнитного поля.

Электромагнитные колебания. Колебательный контур.

Переменный ток. Действующее значение силы тока и напряжения. Производство, передача и потребление электрической энергии. Трансформатор.

Идеи теории Максвелла. Электромагнитные волны. Свойства электромагнитных волн. Принципы радиосвязи.

4. Оптика

Прямолинейное распространение света. Отражение света. Закон отражения света. Преломление света. Закон преломления света. Полное отражение.

Плоское зеркало. Построение изображений в плоском зеркале.

Линза. Построение изображения в линзах. Формула тонкой линзы. Оптические приборы.

Свет как электромагнитная волна. Интерференция света. Когерентность. Дифракция света. Дифракционная решетка.

Поляризация света.

Призма. Дисперсия света. Скорость распространения электромагнитных волн.

5. Основы специальной теории относительности

Инвариантность скорости света. Принцип относительности Эйнштейна. Пространство и время в специальной теории относительности. Связь массы и энергии.

6. Квантовая физика

Тепловое излучение. Постоянная Планка.

Фотоэффект. Опыты Столетова. Фотоны. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта.

Корпускулярно-волновой дуализм. Гипотеза Луи де Бройля. Дифракция электронов.

Опыты по рассеянию альфа-частиц. Планетарная модель атома. Боровская модель атома водорода. Спектры. Спектральный анализ. Люминесценция. Лазеры.

Методы наблюдения и регистрации частиц в ядерной физике. Радиоактивность.

Альфа-, бета-, гамма- излучения. Заряд ядра. Массовое число ядра. Энергия связи частиц в ядре.

Ядерные реакции. Сохранение заряда и массового числа при ядерных реакциях. Деление ядер. Синтез ядер. Выделение энергии при делении и синтезе ядер. Ядерная энергетика. Дозиметрия. Элементарные частицы.

Фундаментальные взаимодействия.

7. Методы научного познания и физическая картина мира

Эксперимент и теория в процессе познания природы. Использование результатов эксперимента для построения теории. Моделирование явлений и объектов природы.

Роль математики в физике. Научные гипотезы. Физические законы и границы их применимости.

Принцип соответствия. Принцип причинности.

Измерение физических величин. Погрешности измерений. Построение графика по результатам эксперимента. Использование результатов эксперимента для предсказания значений величин, характеризующих изучаемое явление.

Физическая картина мира.

Владение понятиями и представлениями физики, связанными с жизнедеятельностью человека.

Рекомендации по методике подготовки к ЕГЭ

Приведем некоторые рекомендации преподавателям физики по совершенствованию методики подготовки к экзамену в форме ЕГЭ. Как следует из методического письма 2011 г. членов предметной комиссии по физике Федерального института педагогических измерений (ФИПИ), при подготовке учащихся к экзамену 2012 года следует обратить особое внимание на следующие особенности.

В модели ЕГЭ 2012 г. расширено число заданий, проверяющих как методологические умения, так и спектр проверяемых умений. Усилена роль заданий по фотографиям реальных экспериментов, для выполнения которых необходимо распознать используемое лабораторное оборудование и измерительные приборы, уметь правильно снимать показания различных приборов.

Ниже перечислены методологические умения, необходимые учащимся в ходе выполнения заданий ЕГЭ и примеры заданий для проверки указанных умений:

1) различать использование различных методов изучения физических объектов (наблюдение, эксперимент, измерение, описание, моделирование, гипотеза) (см. пример 1);

2) предлагать (выбирать) порядок проведения опыта или наблюдения, выбирать измерительные приборы и оборудование в зависимости от поставленной цели исследования;

3) определять цену деления, пределы измерения прибора, записывать показания приборов;

4) анализировать порядок проведения наблюдения или опыта, выделять ошибки в ходе постановки исследования (см. пример 2);

5) строить графики по результатам исследований (с учетом абсолютных погрешностей измерений), находить по результатам эксперимента значения физических величин (косвенные измерения), оценивать соответствие выводов имеющимся экспериментальным данным;

б) сопоставлять результаты исследований, приведенные в виде словесного описания, таблицы или графика (переводить имеющиеся данные из одной формы описания в другую), делать выводы, объяснять результаты опытов и наблюдений на основе известных физических явлений, законов, теорий (см. пример 3);

Пример 1.

Ученица опустила электроды в сосуд с химическим раствором и подсоединила их к источнику тока. В своем отчете она записала: «На одном из электродов выделились пузырьки». Это утверждение является

- 1) теоретическим выводом
- 2) экспериментальным фактом
- 3) гипотезой эксперимента
- 4) объяснением факта

Пример 2.

Ученик предположил, что электрическое сопротивление отрезка металлического провода прямо пропорционально его длине. Для проверки этой гипотезы он взял отрезки проводов из алюминия и меди. Результаты измерения длины отрезков и их сопротивления ученик отметил точками на графике зависимости сопротивления от длины проводника (см. рисунок 1). Погрешности измерения длины и сопротивления равны соответственно 5 см и 0,1 Ом. Какой вывод следует из результатов эксперимента?

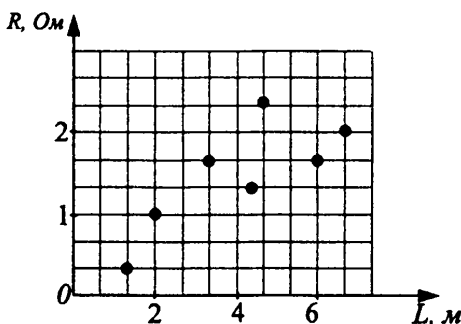


Рис. 1.

1) С учетом погрешности измерений эксперимент подтвердил правильность гипотезы.

2) Порядок постановки эксперимента не соответствовал выдвинутой гипотезе.

3) Погрешности измерений настолько велики, что не позволили проверить гипотезу.

4) Большинство результатов измерений подтверждает гипотезу, но при измерении сопротивления отрезка провода длиной 5 м допущена грубая ошибка.

Пример 3.

Экспериментально исследовалась зависимость времени закипания некоторого количества воды от мощности кипятильника. По результатам измерений построен график, приведенный на рисунке 2. Какой вывод можно сделать по результатам эксперимента?

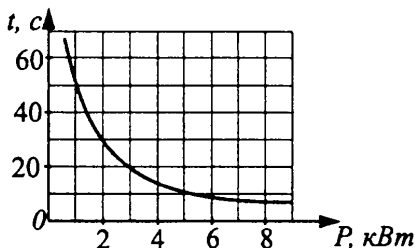


Рис. 2.

- 1) Время нагревания прямо пропорционально мощности нагревателя.
- 2) С ростом мощности нагревателя вода нагревается быстрее.
- 3) Мощность нагревателя с течением времени уменьшается.
- 4) Теплоемкость воды равна $4200 \frac{\text{Дж}}{(\text{кг} \cdot ^\circ \text{C})}$.

В контрольных измерительных материалах 2009 г. впервые были использованы задания с развернутым ответом, которые представляют собой качественные задачи. Введение таких заданий позволит более полно проверять умение анализировать физические явления, строить логически обоснованные рассуждения, применять имеющиеся теоретические знания для объяснения явлений из окружающей жизни.

В вариантах следующего года будут использоваться два типа качественных задач:

1. Объяснение физических явлений, наблюдаемых в окружающей жизни.
2. Объяснение опыта, иллюстрирующего протекание тех или иных физических явлений. Примеры двух таких заданий по электростатике и волновой оптике приведены ниже.

Пример 4.

К стержню электроскопа, стоящего на изолирующей подставке, поднесли, не касаясь его, положительно заряженную стеклянную палочку. Затем к стержню электроскопа прикоснулись пальцем другой руки, убрали сначала руку, а потом убрали заряженную палочку. Электроскоп показал наличие электрического заряда. Какой заряд приобрел электроскоп? Объясните наблюдаемое явление. По возможности поясните объяснение рисунками.

Пример 5.

Тонкостенную стеклянную пробирку с воздухом опускают закрытым концом в стакан с водой. Погруженная в воду часть пробирки кажется зеркальной. Какое явление наблюдается в этом случае? Объясните, почему в данном случае его можно наблюдать. По возможности сопроводите пояснение рисунком.

При обучении школьников решению качественных задач рекомендуется придерживаться следующей схемы:

1. Ознакомление с условием задачи, краткая запись условия или создание рисунка, поясняющего условие задачи. Как правило, в перечисленных выше типах заданий использование рисунков при анализе условия наиболее эффективно.

2. Анализ условия задачи. Вычленение в задаче цепочки вопросов, на основании которых в дальнейшем строится логическое объяснение.

3. Выделение физических явлений и характеризующих их физических величин и законов, которые необходимо использовать при ответе на составленную цепочку вопросов.

4. Запись цепочки рассуждений, представляющей собой последовательные ответы на поставленные вопросы и включающей указания на выделенные физические явления, величины и законы.

5. Формулировка вывода, представляющего собой ответ на вопрос задачи.

На основании аналитического отчета ФИПИ по результатам ЕГЭ можно сформулировать следующие методические рекомендации учителям физики по подготовке к ЕГЭ.

При планировании учебного процесса целесообразно обратить внимание на следующие моменты:

1. Крайне важно не пренебрегать проведением всех предусмотренных программой лабораторных работ или работ практикума. В первую очередь это необходимо для успешного выполнения заданий ЕГЭ по фотографиям

реальных экспериментов, которые будут содержаться в следующем году в каждом экзаменационном варианте.

В заданиях с выбором ответа фотографии могут использоваться, например, в вопросах на узнавание какого-либо физического явления; на определение тех или иных свойств этих явлений; применение формул или законов и т.д. В третьей части — это расчетные задачи на основе приведенной на фотографии экспериментальной установки и показаний измерительных приборов. При выполнении заданий по фотографиям учащиеся должны узнавать изображенные на фотографии измерительные приборы и оборудование, уметь снимать показания измерительных приборов (линейка, транспортир, динамометр, весы, мензурка, термометр, секундомер электронный, амперметр, вольтметр, манометр, барометр бытовой и др.), представлять себе протекание зафиксированных на фотографиях явлений и опытов.

При проведении лабораторных работ рекомендуется обратить внимание на формирование следующих умений: построение графиков и определение по ним значения физических величин, запись результатов измерений и вычислений с учетом погрешностей измерений и необходимых округлений, анализ результатов опыта и формулировка выводов по результатам, заданным в виде таблицы или графика.

2. Важным аспектом успешной подготовки является и проведение в классе демонстрационных экспериментов, на основании которых строится объяснение теоретического материала в учебнике. Как показывает анализ результатов экзамена, выпускники зачастую могут лишь соотнести рисунок или схему эксперимента с изученным физическим явлением или законом, но не в состоянии выстроить связное объяснение хода эксперимента или сформулировать правильные выводы.

3. Целесообразно уделять достаточное внимание устным ответам и решению качественных задач. При этом необходимо добиваться полного правильного ответа, включающего последовательное связное обоснование с указанием на изученные закономерности. Так, при решении качественной задачи в экзаменационном варианте полным и правильным ответом считается тот, в котором приведен правильный ответ, полное объяснение и сделаны ссылки на наблюдаемые явления и использованные законы.

4. Важной частью подготовки к продолжению образования в физико-технических вузах является обучение решению задач. Результаты экзамена показывают, что это умение осваивается лишь четвертью из участников экзамена. Понятно, что основная проблема — это нехватка времени и существующие в настоящее время у большинства учащихся проблемы с про-

ведением математических преобразований. Рекомендуется в учебном процессе перестроиться с системы «изучения основных типов задач по данному разделу» на обучение обобщенному умению решать задачи. В этом случае учащиеся будут приучаться не выбирать тот или иной известный алгоритм решения, а анализировать описанные в задаче явления и процессы и строить физическую модель, подходящую для данного случая. Такой подход несоизмеримо более ценен не только для обучения решению задач, но и в рамках развития интеллектуальных способностей учащихся.

Методическую помощь учителю и учащимся при подготовке к ЕГЭ могут оказать материалы с сайта ФИПИ (www.fipi.ru).

Глава I.

Теоретический материал для подготовки к ЕГЭ

§ 1. Механика

1.1. Основные понятия и законы кинематики

Часть механики, в которой изучают движение, не рассматривая причины, вызывающие тот или иной характер движения, называют *кинематикой*. *Механическим движением* называют изменение положения тела относительно других тел.

Системой отсчета называют тело отсчета, связанную с ним систему координат и часы.

Телом отсчета называют тело, относительно которого рассматривают положение других тел.

Материальной точкой называют тело, размерами которого в данной задаче можно пренебречь.

Траекторией называют мысленную линию, которую при своем движении описывает материальная точка.

По форме траектории движение делится на:

а) *прямолинейное* — траектория представляет собой отрезок прямой;

б) *криволинейное* — траектория представляет собой отрезок кривой.

Путь — это длина траектории, которую описывает материальная точка за данный промежуток времени. Это скалярная величина.

Перемещение — это вектор, соединяющий начальное положение материальной точки с ее конечным положением (см. рис. 1).

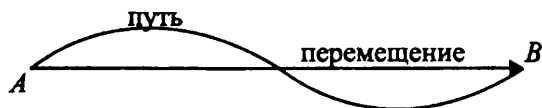


Рис. 1.

Равномерным прямолинейным движением называют движение, при котором материальная точка за любые равные промежутки времени совершает одинаковые перемещения.

Скоростью равномерного прямолинейного движения называют отношение перемещения ко времени, за которое это перемещение произошло:

$$\vec{V} = \frac{\Delta \vec{r}}{t}, \quad [V] = \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Относительностью механического движения называют зависимость пути, перемещения и скорости одной и той же материальной точки от выбора системы отсчета.

Закон сложения скоростей: скорость тела \vec{V} в неподвижной системе отсчета равна сумме скорости этого тела \vec{V}_1 в подвижной системе отсчета и скорости \vec{V}_2 подвижной системы отсчета относительно неподвижной:

$$\vec{V} = \vec{V}_1 + \vec{V}_2.$$

Для неравномерного движения пользуются понятием *средней скорости*. Часто вводят среднюю скорость как скалярную величину. Это скорость такого равномерного движения, при котором тело проходит тот же путь за то же время, что и при неравномерном движении: $V_{\text{ср}} = \frac{s}{t}$.

Мгновенной скоростью называют скорость тела в данной точке траектории или в данный момент времени.

Равноускоренное прямолинейное движение — это прямолинейное движение, при котором мгновенная скорость за любые равные промежутки времени изменяется на одну и ту же величину.

Ускорением называют отношение изменения мгновенной скорости тела ко времени, за которое это изменение произошло:

$$\vec{a} = \frac{\vec{V} - \vec{V}_0}{t} = \frac{\Delta \vec{V}}{t}, \quad [a] = \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

Зависимость координаты тела от времени в равномерном прямолинейном движении имеет вид: $x = x_0 + V_x t$, где x_0 — начальная координата тела, V_x — скорость движения.

Свободным падением называют равноускоренное движение с постоянным ускорением $g = 9,8 \text{ м/с}^2$, не зависящим от массы падающего тела. Оно происходит только под действием силы тяжести.

Скорость при свободном падении рассчитывается по формуле:

$$V = V_0 \pm gt.$$

Перемещение по вертикали рассчитывается по формуле:

$$h = V_0 t \pm \frac{gt^2}{2}.$$

Одним из видов движения материальной точки является движение по окружности. При таком движении скорость тела направлена по касательной, проведенной к окружности в той точке, где находится тело (линейная скорость). Описывать положение тела на окружности можно с помощью радиуса, проведенного из центра окружности к телу. Перемещение тела при движении по окружности описывается поворотом радиуса окружности, соединяющего центр окружности с телом. Отношение угла поворота радиуса к промежутку времени, в течение которого этот поворот произошел, характеризует быстроту перемещения тела по окружности и носит название *угловой скорости* ω :

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}.$$

Угловая скорость связана с линейной скоростью соотношением

$$V = \omega r,$$

где r — радиус окружности.

Время, за которое тело описывает полный оборот, называется *периодом обращения*. Величина, обратная периоду — частота обращения — ν .

$$\omega = 2\pi\nu = \frac{2\pi}{T}.$$

Поскольку при равномерном движении по окружности модуль скорости не меняется, но меняется направление скорости, при таком движении существует ускорение. Его называют *центростремительным ускорением*, оно направлено по радиусу к центру окружности:

$$a_{\text{ц}} = \frac{V^2}{r} = \omega^2 \cdot r = 4\pi^2\nu^2 r.$$

1.2. Основные понятия и законы динамики

Часть механики, изучающая причины, вызвавшие ускорение тел, называется *динамикой*.

Первый закон Ньютона:

существуют такие системы отсчета, относительно которых тело сохраняет свою скорость постоянной или покоится, если на него не действуют другие тела или действие других тел скомпенсировано.

Свойство тела сохранять состояние покоя или равномерного прямолинейного движения при уравновешенных внешних силах, действующих на него, называется *инертностью*. Явление сохранения скорости тела при уравновешенных внешних силах называют *инерцией*. *Инерциальными системами отсчета* называют системы, в которых выполняется первый закон Ньютона.

Принцип относительности Галилея:

во всех инерциальных системах отсчета при одинаковых начальных условиях все механические явления протекают одинаково, т.е. подчиняются одинаковым законам.

Масса — это мера инертности тела.

Сила — это количественная мера взаимодействия тел.

Второй закон Ньютона:

сила, действующая на тело, равна произведению массы тела на ускорение, сообщаемое этой силой:

$$\vec{F} = m\vec{a}.$$

Сложение сил заключается в нахождении равнодействующей нескольких сил, которая производит такое же действие, как и несколько одновременно действующих сил.

Третий закон Ньютона:

силы, с которыми два тела действуют друг на друга, расположены на одной прямой, равны по модулю и противоположны по направлению:

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2.$$

III закон Ньютона подчеркивает, что действие тел друг на друга носит характер взаимодействия. Если тело *A* действует на тело *B*, то и тело *B* действует на тело *A* (см. рис. 2).

Или короче, сила действия равна силе противодействия. Часто возникает вопрос: почему лошадь тянет сани, если эти тела взаимодействуют с равными силами? Это возможно только за счет взаимодействия с третьим телом — Землей. Сила, с которой копыта упираются в землю, должна быть

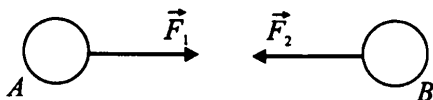


Рис. 2.

больше, чем сила трения саней о землю. Иначе копыта будут проскальзывать, и лошадь не сдвинется с места.

Если тело подвергнуть деформации, то возникают силы, препятствующие этой деформации. Такие силы называют *силами упругости*. Закон Гука записывают в виде

$$F = -kx, \quad [k] = \frac{\text{Н}}{\text{м}},$$

где k — жесткость пружины, x — деформация тела. Знак « $-$ » указывает, что сила и деформация направлены в разные стороны.

При движении тел друг относительно друга возникают силы, препятствующие движению. Эти силы называются *силами трения*. Различают *трение покоя* и *трение скольжения*. Сила трения скольжения подсчитывается по формуле:

$$F = \mu N,$$

где N — сила реакции опоры, μ — коэффициент трения.

Эта сила не зависит от площади трущихся тел. Коэффициент трения зависит от материала, из которого сделаны тела, и качества обработки их поверхности. *Трение покоя* возникает, если тела не перемещаются друг относительно друга. Сила трения покоя может меняться от нуля до некоторого максимального значения.

Гравитационными силами называют силы, с которыми любые два тела притягиваются друг к другу.

Закон всемирного тяготения:

любые два тела притягиваются друг к другу с силой, прямо пропорциональной произведению их масс и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними.

$$F = G \frac{m_1 m_2}{R^2}.$$

Здесь R — расстояние между телами. Закон всемирного тяготения в таком виде справедлив либо для материальных точек, либо для тел шарообразной формы.

Весом тела называют силу, с которой тело давит на горизонтальную опору или растягивает подвес.

Сила тяжести — это сила, с которой все тела притягиваются к Земле:

$$F_T = mg.$$

При неподвижной опоре вес тела равен по модулю силе тяжести:

$$P = F_T = mg.$$

Если тело движется по вертикали с ускорением, то его вес будет изменяться.

При движении тела с ускорением, направленным вверх, его вес

$$P = m(g + a).$$

Видно, что вес тела больше веса покоящегося тела.

При движении тела с ускорением, направленным вниз, его вес:

$$P = m(g - a).$$

В этом случае вес тела меньше веса покоящегося тела.

Невесомостью называется такое движение тела, при котором его ускорение равно ускорению свободного падения, т.е. $a = g$. Это возможно в том случае, если на тело действует только одна сила — сила тяжести.

Искусственный спутник Земли — это тело, имеющее скорость V_1 , достаточную для того, чтобы двигаться по окружности вокруг Земли.

На спутник Земли действует только одна сила — сила тяжести, направленная к центру Земли.

Первая космическая скорость — это скорость, которую надо сообщить телу, чтобы оно обращалось вокруг планеты по круговой орбите.

$$V_1 = \sqrt{gR},$$

где R — расстояние от центра планеты до спутника.

Для Земли, вблизи ее поверхности, первая космическая скорость равна

$$V_1 = 7,9 \text{ км/с.}$$

1.3. Основные понятия и законы статики и гидростатики

Тело (материальная точка) находится в состоянии равновесия, если векторная сумма сил, действующих на него, равна нулю. Различают 3 вида равновесия: *устойчивое*, *неустойчивое* и *безразличное*. Если при выведении тела из положения равновесия возникают силы, стремящиеся вернуть это тело обратно, это *устойчивое равновесие*. Если возникают силы, стремящиеся увести тело еще дальше из положения равновесия, это *неустойчивое положение*; если никаких сил не возникает — *безразличное* (см. рис. 3).

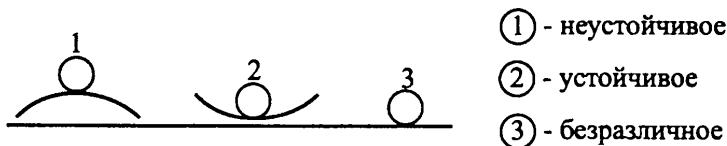


Рис. 3.

Когда речь идет не о материальной точке, а о теле, которое может иметь ось вращения, то для достижения положения равновесия помимо равенства нулю суммы сил, действующих на тело, необходимо, чтобы алгебраическая сумма моментов всех сил, действующих на тело, была равна нулю.

$$M = Fd.$$

Здесь d — плечо силы. *Плечом силы d* называют расстояние от оси вращения до линии действия силы.

Условие равновесия рычага:

алгебраическая сумма моментов всех вращающих тело сил равна нулю.

Давлением называют физическую величину, равную отношению силы, действующей на площадку, перпендикулярную этой силе, к площади площадки:

$$p = \frac{F}{S}.$$

Для жидкостей и газов справедлив *закон Паскаля*:

давление распространяется по всем направлениям без изменений.

Если жидкость или газ находятся в поле силы тяжести, то каждый вышерасположенный слой давит на нижерасположенные и по мере погружения внутрь жидкости или газа давление растет. Для жидкостей

$$p = \rho gh,$$

где ρ — плотность жидкости, h — глубина проникновения в жидкость.

Однородная жидкость в сообщающихся сосудах устанавливается на одном уровне. Если в колена сообщающихся сосудов залить жидкость с разными плотностями, то жидкость с большей плотностью устанавливается на меньшей высоте. В этом случае

$$\rho_1 g h_1 = \rho_2 g h_2.$$

Высоты столбов жидкости обратно пропорциональны плотностям:

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1}.$$

Гидравлический пресс представляет собой сосуд, заполненный маслом или иной жидкостью, в котором прорезаны два отверстия, закрытые поршнями. Поршни имеют разную площадь. Если к одному поршню приложить некоторую силу, то сила, приложенная ко второму поршню, оказывается другой.

Таким образом, гидравлический пресс служит для преобразования величины силы. Поскольку давление под поршнями должно быть одинаковым, то

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2} \Rightarrow F_2 = \frac{F_1 S_2}{S_1}.$$

Чем больше отношение $\frac{S_2}{S_1}$, тем больший выигрыш в силе можно получить. Однако выигрыша в работе получить не удастся. Поскольку жидкость несжимаема, то $h_1 S_1 = h_2 S_2$. Работа силы F_1 : $A_1 = F_1 h_1$; работа силы F_2 :

$$A_2 = F_2 h_2 = \frac{F_1 S_2 h_2}{S_1} = \frac{F_1 S_2}{S_1} \cdot \frac{h_1 S_1}{S_2} = F_1 h_1.$$

Тогда $A_1 = A_2$.

На тело, погруженное в жидкость или газ, со стороны этой жидкости или газа действует направленная вверх выталкивающая сила, которую называют *силой Архимеда*.

Величину выталкивающей силы устанавливает *закон Архимеда*: на тело, погруженное в жидкость или газ, действует выталкивающая сила, направленная вертикально вверх и равная весу жидкости или газа, вытесненного телом:

$$F_A = \rho_{\text{жидк}} g V_{\text{погр}},$$

где $\rho_{\text{жидк}}$ — плотность жидкости, в которую погружено тело; $V_{\text{погр}}$ — объем погруженной части тела.

Условие плавания тела — тело плавает в жидкости или газе, когда выталкивающая сила, действующая на тело, равна силе тяжести, действующей на тело.

1.4. Законы сохранения

Импульсом тела называют физическую величину, равную произведению массы тела на его скорость:

$$\vec{p} = m\vec{V}.$$

Импульс — векторная величина. $[p] = \text{кг}\cdot\text{м}/\text{с}$. Наряду с импульсом тела часто пользуются *импульсом силы*. Это произведение силы на время ее действия.

Изменение импульса тела равно импульсу действующей на это тело силы. Для изолированной системы тел (система, тела которой взаимодействуют только друг с другом) выполняется *закон сохранения импульса*: сумма импульсов тел изолированной системы до взаимодействия равна сумме импульсов этих же тел после взаимодействия.

Механической работой называют физическую величину, которая равна произведению силы, действующей на тело, на перемещение тела и на косинус угла между направлением силы и перемещения:

$$A = FS \cos \alpha.$$

Мощность — это работа, совершенная в единицу времени:

$$N = \frac{A}{t}.$$

Способность тела совершать работу характеризуют величиной, которую называют *энергией*. Механическую энергию делят на *кинетическую* и *потенциальную*. Если тело может совершать работу за счет своего движения, говорят, что оно обладает *кинетической энергией*. Кинетическая энергия поступательного движения материальной точки подсчитывается по формуле:

$$W_K = \frac{mV^2}{2}.$$

Если тело может совершать работу за счет изменения своего положения относительно других тел или за счет изменения положения частей тела,

оно обладает *потенциальной энергией*. Пример потенциальной энергии: тело, поднятое над землей, его энергия подсчитывается по формуле:

$$W_{\text{П}} = mgh,$$

где h — высота подъема.

Энергия сжатой пружины:

$$W_{\text{П}} = \frac{kx^2}{2},$$

где k — коэффициент жесткости пружины, x — абсолютная деформация пружины.

Сумма потенциальной и кинетической энергии составляет *механическую энергию*. Для изолированной системы тел в механике справедлив *закон сохранения механической энергии*: если между телами изолированной системы не действуют силы трения (или другие силы, приводящие к рассеянию энергии), то сумма механических энергий тел этой системы не изменяется (закон сохранения энергии в механике). Если же силы трения между телами изолированной системы есть, то при взаимодействии часть механической энергии тел переходит во внутреннюю энергию.

1.5. Механические колебания и волны

Колебаниями называются движения, обладающие той или иной степенью повторяемости во времени. Колебания называются *периодическими*, если значения физических величин, изменяющихся в процессе колебаний, повторяются через равные промежутки времени.

Гармоническими колебаниями называются такие колебания, в которых колеблющаяся физическая величина x изменяется по закону синуса или косинуса, т.е.:

$$x = A \sin(\omega t + \varphi).$$

Величина A , равная наибольшему абсолютному значению колеблющейся физической величины x , называется *амплитудой* колебаний. Выражение $\alpha = \omega t + \varphi$ определяет значение x в данный момент времени и называется *фазой* колебаний. *Периодом* T называется время, за которое колеблющееся тело совершает одно полное колебание. *Частотой периодических колебаний* называют число полных колебаний, совершенных за единицу времени:

$$\nu = \frac{1}{T}.$$

Частота измеряется в с^{-1} . Эта единица называется герц (Гц).

Математическим маятником называется материальная точка массой m , подвешенная на невесомой нерастяжимой нити и совершающая колебания в вертикальной плоскости.

Если один конец пружины закрепить неподвижно, а к другому ее концу прикрепить некоторое тело массой m , то при выведении тела из положения равновесия пружина растянется и возникнут колебания тела на пружине в горизонтальной или вертикальной плоскости. Такой маятник называется *пружинным*.

Период колебаний математического маятника определяется по формуле:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}},$$

где l — длина маятника.

Период колебаний груза на пружине определяется по формуле:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}},$$

где k — жесткость пружины, m — масса груза.

Распространение колебаний в упругих средах.

Среда называется *упругой*, если между ее частицами существуют силы взаимодействия. *Волнами* называется процесс распространения колебаний в упругих средах.

Волна называется *поперечной*, если частицы среды колеблются в направлениях, перпендикулярных к направлению распространения волны. Волна называется *продольной*, если колебания частиц среды происходят в направлении распространения волны.

Длиной волны называется расстояние между двумя ближайшими точками, колеблющимися в одинаковой фазе:

$$\lambda = vT,$$

где v — скорость распространения волны.

Звуковыми волнами называют волны, колебания в которых происходят с частотами от 20 до 20 000 Гц.

Скорость звука различна в различных средах. Скорость звука в воздухе равна 340 м/с.

Ультразвуковыми волнами называют волны, частота колебаний в которых превышает 20 000 Гц. Ультразвуковые волны не воспринимаются человеческим ухом.

§ 2. Молекулярная физика. Термодинамика

Основные положения молекулярно-кинетической теории (МКТ) заключаются в следующем.

1. Вещества состоят из атомов и молекул.
2. Атомы и молекулы находятся в непрерывном хаотическом движении.
3. Атомы и молекулы взаимодействуют между собой с силами притяжения и отталкивания.

Характер движения и взаимодействия молекул может быть разным, в связи с этим принято различать 3 агрегатных состояния вещества: *твёрдое, жидкое и газообразное*. Наиболее сильно взаимодействие между молекулами в твёрдых телах. В них молекулы расположены в так называемых узлах кристаллической решетки, т.е. в положениях, при которых равны силы притяжения и отталкивания между молекулами. Движение молекул в твёрдых телах сводится к колебательному около этих положений равновесия. В жидкостях ситуация отличается тем, что, поколебавшись около каких-то положений равновесия, молекулы часто их меняют. В газах молекулы далеки друг от друга, поэтому силы взаимодействия между ними очень малы и молекулы движутся поступательно, изредка сталкиваясь между собой и со стенками сосуда, в котором они находятся.

Относительной молекулярной массой M_r называют отношение массы m_o молекулы к $1/12$ массы атома углерода m_{oc} :

$$M_r = \frac{1}{12} \frac{m_o}{m_{oc}}.$$

Количество вещества в молекулярной физике принято измерять в молях.

Молем ν называется количество вещества, в котором содержится столько же атомов или молекул (структурных единиц), сколько их содержится в 12 г углерода. Это число атомов в 12 г углерода называется *числом Авогадро*:

$$N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}.$$

Молярная масса $M = M_r \cdot 10^{-3}$ кг/моль — это масса одного моля вещества. Количество молей в веществе можно рассчитать по формуле:

$$\nu = \frac{m}{M}.$$

Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа:

$$p = \frac{1}{3} n m_0 \bar{V}^2,$$

где m_0 — масса молекулы; n — концентрация молекул; \bar{V} — средняя квадратичная скорость движения молекул.

2.1. Газовые законы

Уравнение состояния идеального газа — уравнение Менделеева-Клапейрона:

$$pV = \frac{m}{M} RT.$$

Изотермический процесс (закон Бойля-Мариотта):

Для данной массы газа при неизменной температуре произведение давления на его объем есть величина постоянная:

$$pV = \text{const}.$$

В координатах $p - V$ изотерма — гипербола, а в координатах $V - T$ и $p - T$ — прямые (см. рис. 4).

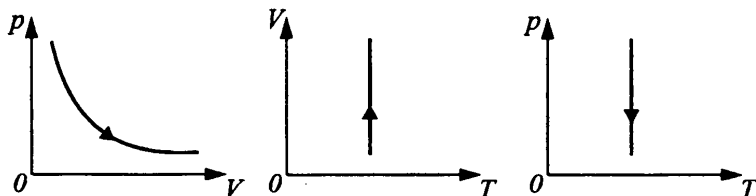


Рис. 4.

Изохорный процесс (закон Шарля):

Для данной массы газа при неизменном объеме отношение давления к температуре в градусах Кельвина есть величина постоянная (см. рис. 5).

$$\frac{p}{T} = \text{const.}$$

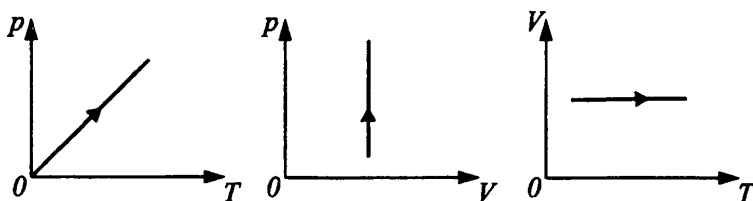


Рис. 5.

Изобарный процесс (закон Гей-Люссака):

Для данной массы газа при неизменном давлении отношение объема газа к температуре в градусах Кельвина есть величина постоянная (см. рис. 6).

$$\frac{V}{T} = \text{const.}$$

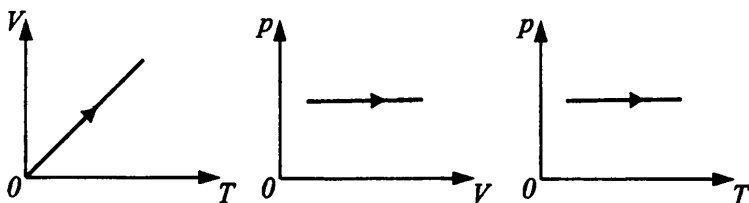


Рис. 6.

Закон Дальтона:

Если в сосуде находится смесь нескольких газов, то давление смеси равно сумме парциальных давлений, т.е. тех давлений, которые каждый газ создавал бы в отсутствии остальных.

2.2. Элементы термодинамики

Внутренняя энергия тела равна сумме кинетических энергий беспорядочного движения всех молекул относительно центра масс тела и потенциальных энергий взаимодействия всех молекул друг с другом.

Внутренняя энергия идеального газа представляет собой сумму кинетических энергий беспорядочного движения его молекул; так как молекулы идеального газа не взаимодействуют друг с другом, то их потенциальная энергия обращается в нуль.

Для идеального одноатомного газа внутренняя энергия равна

$$U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} RT.$$

Количеством теплоты Q называют количественную меру изменения внутренней энергии при теплообмене без совершения работы.

Удельная теплоемкость — это количество теплоты, которое получает или отдает 1 кг вещества при изменении его температуры на 1 К.

$$c = \frac{Q}{m\Delta T}, \quad [c] = \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}.$$

Работа в термодинамике:

работа при изобарном расширении газа равна произведению давления газа на изменение его объема:

$$A = p(V_2 - V_1) = p \cdot \Delta V.$$

Закон сохранения энергии в тепловых процессах (первый закон термодинамики):

изменение внутренней энергии системы при переходе ее из одного состояния в другое равно сумме работы внешних сил и количества теплоты, переданного системе:

$$\Delta U = A + Q.$$

Применение первого закона термодинамики к изопроцессам:

а) изотермический процесс $T = \text{const} \Rightarrow \Delta T = 0$.

В этом случае изменение внутренней энергии идеального газа равно

$$\Delta U = \frac{3}{2} R \Delta T = 0.$$

Следовательно: $Q = A$.

Всё переданное газу тепло расходуется на совершение им работы против внешних сил.

б) изохорный процесс $V = const \Rightarrow \Delta V = 0$.

В этом случае работа газа

$$A = p \cdot \Delta V = 0.$$

Следовательно: $\Delta U = Q$.

Всё переданное газу тепло расходуется на увеличение его внутренней энергии.

в) изобарный процесс $p = const \Rightarrow \Delta p = 0$.

В этом случае:

$$Q = \Delta U + A.$$

Адиабатным называется процесс, происходящий без теплообмена с окружающей средой:

$$Q = 0.$$

В этом случае $A = -\Delta U$, т.е. изменение внутренней энергии газа происходит за счет совершения работы газа над внешними телами.

При расширении газ совершает положительную работу. Работа A , совершаемая внешними телами над газом, отличается от работы газа только знаком:

$$A = -A' = -p\Delta V.$$

Количество теплоты, необходимое для нагревания тела в твердом или жидком состоянии в пределах одного агрегатного состояния, рассчитывается по формуле:

$$Q = cm(t_2 - t_1),$$

где c — удельная теплоемкость тела, m — масса тела, t_1 — начальная температура, t_2 — конечная температура.

Количество теплоты, необходимое для плавления тела при температуре плавления, рассчитывается по формуле:

$$Q = \lambda m,$$

где λ — удельная теплота плавления, m — масса тела.

Количество теплоты, необходимое для испарения, рассчитывается по формуле:

$$Q = r m,$$

где r — удельная теплота парообразования, m — масса тела.

Для того чтобы превратить часть этой энергии в механическую, чаще всего пользуются тепловыми двигателями. Коэффициентом полезного действия теплового двигателя называют отношение работы A , совершаемой двигателем, к количеству теплоты, полученному от нагревателя:

$$\eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} < 1.$$

Французский инженер С. Карно придумал идеальную тепловую машину с идеальным газом в качестве рабочего тела. КПД такой машины равен

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}.$$

В воздухе, представляющем из себя смесь газов, наряду с другими газами находятся водяные пары. Их содержание принято характеризовать термином «влажность». Различают абсолютную и относительную влажность.

Абсолютной влажностью называют плотность водяных паров в воздухе — ρ ($[\rho] = \text{г/м}^3$). Можно характеризовать абсолютную влажность парциальным давлением водяных паров — p ($[p] = \text{мм. рт. столба; Па}$).

Относительная влажность (φ) — отношение плотности водяного пара, имеющегося в воздухе, к плотности того водяного пара, который должен был бы содержаться в воздухе при этой температуре, чтобы пар был насыщенным. Можно измерять относительную влажность как отношение парциального давления водяного пара (p) к тому парциальному давлению (p_0), которое имеет насыщенный пар при этой температуре:

$$\varphi = \frac{p}{p_0} \cdot 100\%.$$

§ 3. Электродинамика

3.1. Основные понятия и законы электростатики

Закон Кулона:

сила взаимодействия двух точечных неподвижных зарядов в вакууме прямо пропорциональна произведению модулей зарядов и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними:

$$F = k \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2}.$$

Коэффициент пропорциональности k в этом законе равен:

$$k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}.$$

В СИ коэффициент k записывается в виде:

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0},$$

где $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м (электрическая постоянная).

Точечными зарядами называют такие заряды, расстояния между которыми гораздо больше их размеров.

Электрические заряды взаимодействуют между собой с помощью электрического поля. Для качественного описания электрического поля используется силовая характеристика, которая называется «напряженностью электрического поля» (\vec{E}). *Напряженность электрического поля* равна отношению силы, действующей на пробный заряд, помещенный в некоторую точку поля, к величине этого заряда:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}.$$

Направление вектора напряженности совпадает с направлением силы, действующей на положительный пробный заряд. $[E]=\text{В/м}$. Из закона Кулона и определения напряженности поля следует, что напряженность поля точечного заряда равна

$$E = k \frac{q}{r^2},$$

где q — заряд, создающий поле; r — расстояние от точки, где находится заряд, до точки, где создается поле.

Если электрическое поле создается не одним, а несколькими зарядами, то для нахождения напряженности результирующего поля используется принцип суперпозиции электрических полей: напряженность результирующего поля равна векторной сумме напряженностей полей, созданных каждым из зарядов — источников в отдельности:

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots + \vec{E}_n.$$

Работа электрического поля при перемещении заряда:

найдем работу перемещения положительного заряда силами Кулона в однородном электрическом поле. Пусть поле перемещает заряд q из точки 1 в точку 2:

$$A = qE(d_1 - d_2) = -(qEd_2 - qEd_1).$$

В электрическом поле работа не зависит от формы траектории, по которой перемещается заряд. Из механики известно, что если работа не зависит от формы траектории, то она равна изменению потенциальной энергии с противоположным знаком:

$$A = -(W_{p2} - W_{p1}).$$

Отсюда следует, что:

$$W_p = qEd.$$

Потенциалом электрического поля называют отношение потенциальной энергии заряда в поле к этому заряду:

$$\varphi = \frac{W_p}{q}.$$

Запишем работу поля в виде :

$$A = -(W_{p2} - W_{p1}) = -q(\varphi_2 - \varphi_1) = q(\varphi_1 - \varphi_2) = qU.$$

Здесь $U = \varphi_1 - \varphi_2$ — *разность потенциалов* в начальной и конечной точках траектории. Разность потенциалов называют также *напряжением*.

Часто наряду с понятием «разность потенциалов» вводят понятие «потенциал некоторой точки поля». Под потенциалом точки подразумевают разность потенциалов между данной точкой и некоторой заранее выбранной точкой поля. Эту точку можно выбирать в бесконечности, тогда говорят о потенциале относительной бесконечности.

Потенциал поля точечного заряда подсчитывается по формуле:

$$\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r}.$$

Проекция напряженности электрического поля на какую-нибудь ось и потенциал связаны соотношением:

$$E_x = -\frac{\Delta\varphi}{\Delta x}.$$

3.2. Электроемкость. Конденсаторы. Энергия электрического поля

Электроемкостью тела называют величину отношения:

$$C = \frac{q}{\varphi}; \quad [C] = \Phi; \quad 1 \Phi = 10^6 \text{ мк}\Phi = 10^{12} \text{ пк}\Phi.$$

Формула для подсчета емкости плоского конденсатора имеет вид:

$$C = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{d},$$

где S — площадь обкладок, d — расстояние между ними.

Конденсаторы можно соединять в батареи. При параллельном соединении емкость батареи C равна сумме емкостей конденсаторов:

$$C = C_1 + C_2 + C_3.$$

Разности потенциалов между обкладками одинаковы, а заряды прямо пропорциональны емкостям.

При последовательном соединении величина, обратная емкости батареи, равна сумме обратных емкостей, входящих в батарею:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}.$$

Заряды на конденсаторах одинаковы, а разности потенциалов обратно пропорциональны емкостям.

Заряженный конденсатор обладает энергией. Энергию заряженного конденсатора можно подсчитать по любой из следующих формул:

$$W = \frac{q^2}{2C} = \frac{CU^2}{2} = \frac{qU}{2}.$$

3.3. Основные понятия и законы постоянного тока

Электрический ток — направленное движение электрических зарядов. В разных веществах носителями заряда выступают элементарные частицы разного знака. За положительное направление тока принято направление движения положительных зарядов. Количественно электрический ток характеризуют его силой. Это заряд, прошедший за единицу времени через поперечное сечение проводника:

$$I = \frac{q}{t}.$$

Закон Ома для участка цепи имеет вид:

$$I = \frac{1}{R}U.$$

Коэффициент пропорциональности R , называемый *электрическим сопротивлением*, является характеристикой проводника $[R]=\text{Ом}$. *Сопротивление проводника* зависит от его геометрии и свойств материала:

$$R = \rho \frac{l}{S},$$

где l — длина проводника, ρ — удельное сопротивление, S — площадь поперечного сечения. ρ является характеристикой материала и его состояния. $[\rho] = \text{Ом}\cdot\text{м}$.

Проводники можно соединять последовательно. Сопротивление такого соединения находится как сумма сопротивлений:

$$R = R_1 + R_2 + R_3.$$

При параллельном соединении величина, обратная сопротивлению, равна сумме обратных сопротивлений:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}.$$

Для того, чтобы в цепи длительное время протекал электрический ток, в составе цепи должны содержаться источники тока. Количественно источники тока характеризуют их *электродвижущей силой* (ЭДС). Это от-

ношение работы, которую совершают сторонние силы при переносе электрических зарядов по замкнутой цепи, к величине перенесенного заряда:

$$\mathcal{E} = \frac{A}{q}.$$

Если к зажимам источника тока подключить нагрузочное сопротивление R , то в получившейся замкнутой цепи потечет ток, силу которого можно подсчитать по формуле:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}.$$

Это соотношение называют *законом Ома для полной цепи*.

Электрический ток, пробегая по проводникам, нагревает их, совершая при этом работу:

$$A = W = qU = UIt,$$

где t — время, I — сила тока, U — разность потенциалов, q — прошедший заряд.

Закон Джоуля-Ленца:

$$W = I^2 Rt.$$

3.4. Основные понятия и законы магнитостатики

Характеристикой магнитного поля является *магнитная индукция* \vec{B} . Поскольку это вектор, то следует определить и направление этого вектора, и его модуль. Направление вектора магнитной индукции связано с ориентирующим действием магнитного поля на магнитную стрелку. За направление вектора магнитной индукции принимается направление от южного полюса S к северному N магнитной стрелки, свободно устанавливающейся в магнитном поле.

Направление вектора магнитной индукции прямолинейного проводника с током можно определить с помощью *правила буравчика*: если направление поступательного движения буравчика совпадает с направлением тока в проводнике, то направление вращения рукоятки буравчика совпадает с направлением вектора магнитной индукции.

Модулем вектора магнитной индукции назовем отношение максимальной силы, действующей со стороны магнитного поля на участок проводника с током, к произведению силы тока на длину этого участка:

$$B = \frac{F_m}{I \Delta l}.$$

Единица магнитной индукции называется тесла (1 Тл).

Магнитным потоком Φ через поверхность контура площадью S называют величину, равную произведению модуля вектора магнитной индукции на площадь этой поверхности и на косинус угла между вектором магнитной индукции \vec{B} и нормалью к поверхности \vec{n} :

$$\Phi = BS \cos \alpha.$$

Единицей магнитного потока является вебер (1 Вб).

На проводник с током, помещенный в магнитное поле, действует *сила Ампера*.

Закон Ампера:

на отрезок проводника с током силой I и длиной l , помещенный в однородное магнитное поле с индукцией \vec{B} , действует сила, модуль которой равен произведению модуля вектора магнитной индукции на силу тока, на длину участка проводника, находящегося в магнитном поле, и на синус угла между направлением вектора \vec{B} и проводником с током:

$$F = BIl \sin \alpha.$$

Направление силы Ампера определяется с помощью правила *левой руки*:

если левую руку расположить так, чтобы перпендикулярная проводнику составляющая вектора магнитной индукции входила в ладонь, а четыре вытянутых пальца указывали бы направление тока, то отогнутый на 90° большой палец укажет направление силы Ампера.

На электрический заряд, движущийся в магнитном поле, действует *сила Лоренца*. Модуль силы Лоренца, действующей на положительный заряд, равен произведению модуля заряда на модуль вектора магнитной индукции и на синус угла между вектором магнитной индукции и вектором скорости движущегося заряда:

$$F = qvB \sin \alpha.$$

Направление силы Лоренца определяется с помощью *правила левой руки*: если левую руку расположить так, чтобы составляющая магнитной индукции, перпендикулярная скорости заряда, входила в ладонь, а четыре пальца были направлены по движению положительного заряда, то отогнутый на 90° большой палец покажет направление силы Лоренца, действующей на заряд. Для отрицательно заряженной частицы сила Лоренца направлена против направления большого пальца.

3.5. Основные понятия и законы электромагнитной индукции

Если замкнутый проводящий контур пронизывается меняющимся магнитным потоком, то в этом контуре возникает ЭДС и электрический ток. Эту ЭДС называют *ЭДС электромагнитной индукции*, а ток — индукционным. Явление их возникновения называют электромагнитной индукцией. ЭДС индукции можно подсчитать по основному закону электромагнитной индукции или по *закону Фарадея*:

$$\mathcal{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -(\Phi)'$$

Знак « $-$ » связан с направлением индукционного тока. Оно определяется по правилу Ленца:

индукционный ток имеет такое направление, что его действие противодействует причине, вызвавшей появление этого тока.

Магнитный поток, пронизывающий контур, прямо пропорционален току, протекающему в этом контуре:

$$\Phi = LI.$$

Коэффициент пропорциональности L зависит от геометрии контура и называется индуктивностью, или коэффициентом самоиндукции этого контура. $[L] = 1 \text{ Гн}$.

Энергию магнитного поля тока можно подсчитать по формуле:

$$W = \frac{LI^2}{2},$$

где L — индуктивность проводника, создающего поле; I — ток, текущий по этому проводнику.

3.6. Электромагнитные колебания и волны

Колебательным контуром называется электрическая цепь, состоящая из последовательно соединенных конденсатора с емкостью C и катушки с индуктивностью L (см. рис. 7).

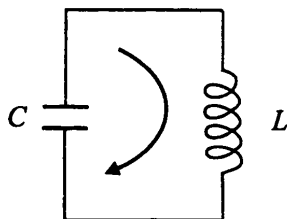


Рис. 7.

Если зарядить конденсатор колебательного контура некоторым зарядом q , то он приобретет энергию $W = \frac{q^2}{2C}$. В контуре возникают электромагнитные колебания, и энергия заряженного конденсатора переходит в энергию магнитного поля катушки $W = \frac{LI^2}{2}$ и наоборот.

Для свободных незатухающих колебаний в контуре циклическая частота определяется формулой:

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{LC}}.$$

Период свободных колебаний в контуре определяется *формулой Томсона*:

$$T = 2\pi\sqrt{LC}.$$

Если в LC -контур последовательно с L , C и R включить источник переменного напряжения, то в цепи возникнут вынужденные электрические колебания. Такие колебания принято называть *переменным электрическим током*.

В цепь переменного тока можно включать три вида нагрузки — конденсатор, резистор и катушку индуктивности.

$$I = I_0 \cos \omega t; \quad U_R = I_0 R \cos \omega t = U_{0R} \cos \omega t.$$

Конденсатор оказывает переменному току сопротивление, которое можно посчитать по формуле:

$$R_C = \frac{1}{\omega C}.$$

Ток, текущий через конденсатор, по фазе опережает напряжение на $\pi/2$ или на четверть периода, а напряжение отстает от тока на такой же фазовый угол.

$$I = I_0 \cos \omega t; \quad U_C = I_0 \frac{1}{\omega C} \cos \left(\omega t - \frac{\pi}{2} \right) = U_{0C} \cos \left(\omega t - \frac{\pi}{2} \right).$$

Катушка индуктивности оказывает переменному току сопротивление, которое можно посчитать по формуле:

$$R_L = \omega L.$$

Ток, текущий через катушку индуктивности, по фазе отстает от напряжения на $\pi/2$ или на четверть периода. Напряжение опережает ток на такой же фазовый угол.

$$I = I_0 \cos \omega t; \quad U_L = I_0 \omega L \cos \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right) = U_{0L} \cos \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right).$$

Трансформатором называется устройство, предназначенное для преобразования переменных токов. Трансформатор состоит из замкнутого стального сердечника, на который надеты две катушки. Катушка, которая подключается к источнику переменного напряжения, называется первичной обмоткой, а катушка, которая подключается к потребителю, называется вторичной обмоткой. Отношение напряжения на первичной обмотке и вторичной обмотке трансформатора равно отношению числа витков в этих обмотках:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}.$$

Величину $K = \frac{N_1}{N_2}$ назовем *коэффициентом трансформации*. Если $K > 1$, трансформатор понижающий, если $K < 1$, трансформатор повышающий.

§ 4. Оптика

4.1. Основные понятия и законы геометрической оптики

Законы отражения света.

Первый закон отражения:

лучи, падающий и отраженный, лежат в одной плоскости с перпендикуляром к отражающей поверхности, восстановленным в точке падения луча.

Второй закон отражения:

угол падения равен углу отражения (см. рис. 8).

α — угол падения, β — угол отражения.

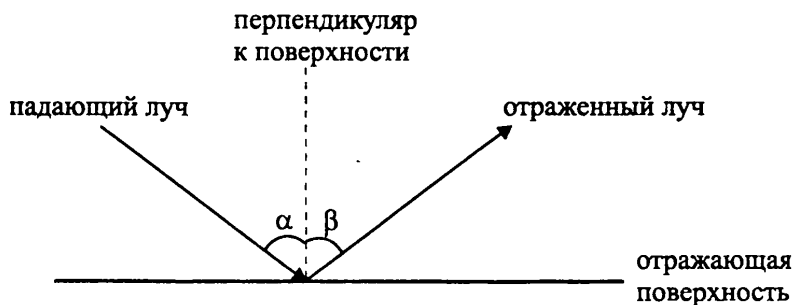


Рис. 8.

Законы преломления света. Показатель преломления.

Первый закон преломления:

падающий луч, преломленный луч и перпендикуляр, восстановленный в точке падения к границе раздела, лежат в одной плоскости (см. рис. 9).

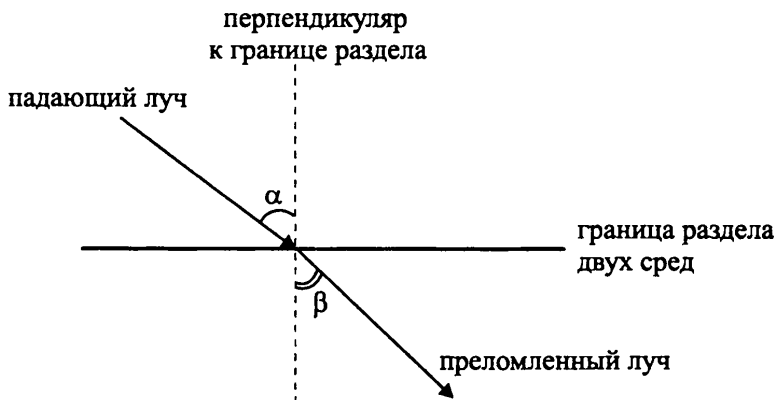


Рис. 9.

Второй закон преломления:

отношение синуса угла падения к синусу угла преломления есть величина постоянная для двух данных сред и называемая относительным показателем преломления второй среды относительно первой.

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n.$$

Относительный показатель преломления показывает, во сколько раз скорость света в первой среде отличается от скорости света во второй среде:

$$n = \frac{v_1}{v_2}.$$

Полное отражение.

Если свет переходит из оптически более плотной среды в оптически менее плотную, то при выполнении условия $\alpha > \alpha_0$, где α_0 — предельный угол полного отражения, свет вообще не выйдет во вторую среду. Он полностью отразится от границы раздела и останется в первой среде. При этом закон отражения света дает следующее соотношение:

$$\sin \alpha_0 = \frac{1}{n}.$$

4.2. Основные понятия и законы волновой оптики

Интерференцией называется процесс наложения волн от двух или нескольких источников друг на друга, в результате которого происходит перераспределение энергии волн в пространстве. Для перераспределения энергии волн в пространстве необходимо, чтобы источники волн были когерентны. Это означает, что они должны испускать волны одинаковой частоты и сдвиг по фазе между колебаниями этих источников с течением времени не должен изменяться.

В зависимости от разности хода (Δ) в точке наложения лучей наблюдается *максимум или минимум интерференции*. Если разность хода лучей от синфазных источников Δ равна целому числу длин волн $m\lambda$ (m — целое число), то это максимум интерференции:

$$\Delta = m\lambda,$$

если нечётному числу полуволн — минимум интерференции:

$$\Delta = (2m + 1) \cdot \frac{\lambda}{2}.$$

Дифракцией называют отклонение в распространении волны от прямолинейного направления или проникновение энергии волн в область геометрической тени. Дифракция хорошо наблюдается в тех случаях, когда размеры препятствий и отверстий, через которые проходит волна, соизмеримы с длиной волны.

Один из оптических приборов, на котором хорошо наблюдать дифракцию света — это *дифракционная решетка*. Она представляет собой стеклянную пластинку, на которую на равном расстоянии друг от друга алмазом нанесены штрихи. Расстояние между штрихами — *постоянная решетки* d . Лучи, прошедшие через решётку, дифрагируют под всевозможными углами. Линза собирает лучи, идущие под одинаковым углом дифракции, в одной из точек фокальной плоскости. Идущие под другим углом — в других точках. Накладываясь друг на друга, эти лучи дают максимум или минимум дифракционной картины. Условия наблюдения максимумов в дифракционной решётке имеют вид:

$$d \sin \varphi = m\lambda,$$

где m — целое число, λ — длина волны (см. рис. 10).

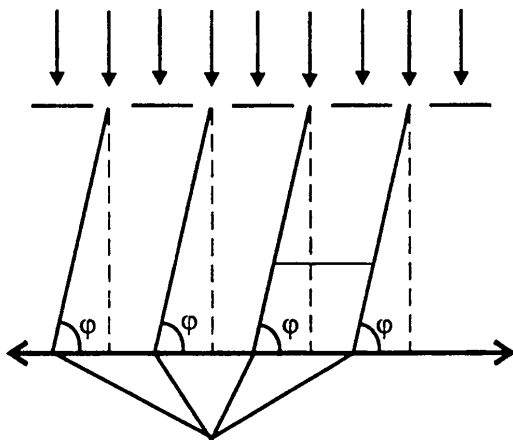


Рис. 10.

§ 5. Основы специальной теории относительности (СТО)

Специальная теория относительности Эйнштейна основывается на двух постулатах:

первый постулат (принцип относительности Эйнштейна) — все процессы природы протекают одинаково во всех инерциальных системах отсчета;

второй постулат — скорость света в вакууме одинакова во всех инерциальных системах отсчета. Она не зависит ни от скорости источника, ни от скорости приемника светового сигнала.

Связь между массой и энергией.

Выражение

$$E = mc^2$$

называется взаимосвязью между массой и энергией.

§ 6. Квантовая физика

6.1. Основные понятия и законы квантовой физики

Фотоэффектом называется потеря телами электронов под действием света. Существует критическая длина волны (своя для каждого металла), с превышением которой фотоэффект прекращается. Т.к. эта длина волны лежит в длинноволновой области спектра, то её принято называть *красной границей фотоэффекта*.

Для фотоэффекта Эйнштейн привлек представление о фотонах (квантах света), предложенное Планком для объяснения теплового излучения тел. *Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта* имеет вид:

$$h\nu = A_{\text{вых}} + \frac{mV^2}{2}.$$

Постулаты Бора:

1) электроны движутся в атоме по стационарным орбитам, на которых они обладают энергией, но энергии не излучают.

Таких стационарных орбит в атоме несколько. Нижняя орбита называется основным состоянием атома, остальные — возбуждённым состоянием атома;

2) переходя с одной стационарной орбиты на другую, электрон испускает или поглощает квант электромагнитной энергии, чья энергия пропорциональна частоте:

$$h\nu = E_2 - E_1.$$

6.2. Основные понятия и законы ядерной физики

В 1932 г. советский физик Иваненко и немецкий физик Гейзенберг предложили протонно-нейтронную модель ядра атома. По этой модели *ядро атома* состоит из двух видов элементарных частиц — *протонов* и *нейтронов*. Так как в целом атом электрически нейтрален, то число протонов в ядре равно числу электронов в атомной оболочке. Следовательно, число протонов равно атомному номеру элемента (Z) таблицы Менделеева. Сумму числа протонов Z и числа нейтронов N называют *массовым числом* и обозначают A .

$$A = Z + N.$$

Под *энергией связи* понимают ту энергию, которая необходима для полного расщепления ядра на отдельные нуклоны. Энергию связи атомных ядер можно рассчитать по формуле:

$$E_{св} = \Delta M c^2.$$

Величину ΔM называют *дефектом масс*, который определяется по формуле:

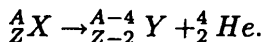
$$\Delta M = Zm_p + Nm_n - M_{я},$$

где m_p — масса протона, m_n — масса нейтрона.

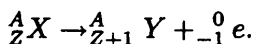
Самопроизвольное испускание неких частиц атомами получило название *радиоактивность*. Было установлено, что радиоактивные элементы испускают три вида излучения. Их назвали α -, β - и γ -лучами.

Природа α -, β - и γ -лучей различна. γ -лучи — это электромагнитные волны с очень маленькой длиной волны (от 10^{-8} до 10^{-11} см). β -лучи — это электроны, движущиеся со скоростями, близкими к скорости света. α -лучи — это поток ядер атомов гелия (дважды ионизированные атомы гелия). α -, β - и γ -лучи испускаются атомами радиоактивных элементов при их превращениях.

Для α - и β -распада действует *правило смещения*: при α -распаде ядро теряет положительный заряд $2e$, а масса его убывает на 4 атомных единицы. В результате элемент смещается на 2 клетки к началу периодической системы. Если α -распад претерпевает элемент X , то в результате получается элемент Y :



При β -распаде из ядра вылетает электрон. Он символически изображается ${}^0_{-1}e$, т. к. масса его очень мала. После β -распада элемент смещается на одну клетку к концу таблицы Менделеева:



При γ -распаде заряд не меняется, масса ядра меняется ничтожно мало. Число α -распадов:

$$N(\alpha) = \frac{A_1 - A_2}{4}.$$

Число β -распадов:

$$N(\beta) = 2N(\alpha) - (Z_1 - Z_2).$$

§ 7. Методы научного познания и физическая картина мира

Очень большое внимание в этом блоке уделяется эксперименту, причем его результаты представлены либо в виде таблицы, либо в виде графиков. Использование результатов эксперимента, представленных в таком виде, требует определенных навыков и умений.

Разберем принцип построения графиков по результатам эксперимента, представленных в виде отдельных значений на рисунке 11.

Точками указаны результаты измерения силы тока и напряжения и проведено несколько графиков. Какой из графиков проведен правильно?

1. Прежде всего, следует сказать, что все экспериментальные значения силы тока и напряжения получены с некоторой погрешностью.

2. Кроме того, как правило, все графики зависимости физических величин друг от друга представляют собой плавные линии без достаточно резких перегибов.

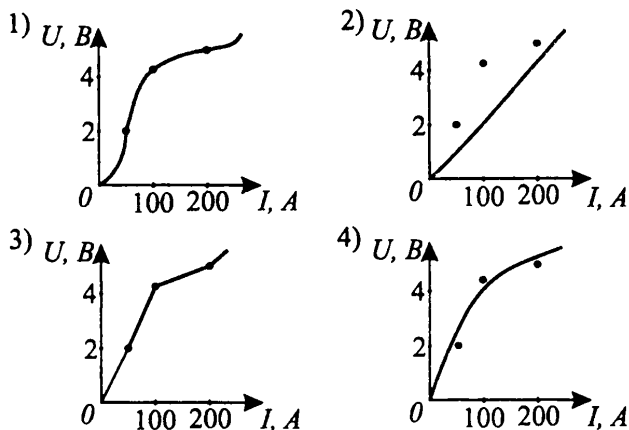


Рис. 11.

Сразу видно, что графики 1 и 3 не удовлетворяют второму условию, а график 2 не удовлетворяет первому условию, так как экспериментальные точки должны быть удалены от графика вверх и вниз в среднем на одинаковые расстояния. Правильным следует считать график 4.

Рассмотрим следующий пример.

Пример 1.

На рисунке 12 показаны результаты измерений зависимости силы трения от давления тела на горизонтальную поверхность в интервале от 0 до 25 кПа. Погрешность измерения силы трения — 2 Н. Какова будет сила трения при давлении 30 кПа, если продолжить эксперимент?

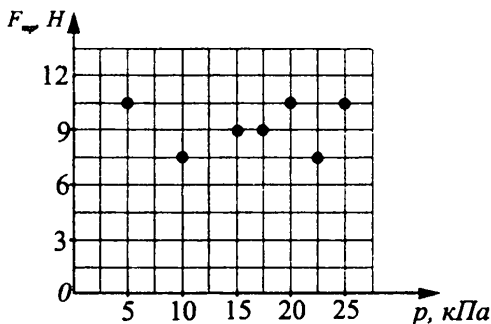


Рис. 12.

Исходя из сказанного выше, график зависимости силы трения от давления будет идти горизонтально через точку 9 Н. За пределами области 0 – 25 кПа можно предположить такой же вид этой зависимости. Такой

прием продолжения графика называется экстраполяцией. Следовательно, и при давлении 30 кПа следует ожидать, что сила давления будет равна 9 Н.

Достаточно часто экспериментальные данные приводятся в виде таблицы их значений. Приведем пример такого задания.

Пример 2.

Пятеро учеников измеряли ускорение свободного падения методом, при использовании которого отклонение от табличного значения не превышало 10% при тщательной организации работы. Какие из пяти результатов измерений можно считать достоверными?

№ измер.	1	2	3	4	5
$g, \text{ м/с}^2$	8,10	8,90	10,70	9,80	11,0

Табличным значением можно считать величину $g = 9,8 \text{ м/с}^2$. Тогда отклонение от этой величины в 10% равно $\Delta g = 0,98 \text{ м/с}^2$. Из таблицы видно, что в это отклонение укладываются результаты 2, 3 и 4 измерений.

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 4 часа (240 минут). Работа состоит из 3-х частей, включающих 35 заданий.

Часть 1 содержит 21 задание (А1–А21). К каждому заданию даётся 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 4 задания (В1–В4), в которых ответ необходимо записать в виде набора цифр.

Часть 3 содержит 10 задач: А22–А25 с выбором одного верного ответа и С1–С6, для которых требуется дать развёрнутые решения.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой, капиллярной или перьевой ручек.

При выполнении заданий Вы можете пользоваться черновиком. Обращаем Ваше внимание, что записи в черновике не будут учитываться при оценке работы.

Советуем выполнять задания в том порядке, в котором они даны. Для экономии времени пропускайте задание, которое не удаётся выполнить сразу, и переходите к следующему. Если после выполнения всей работы у Вас останется время, Вы сможете вернуться к пропущенным заданиям.

Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться Вам при выполнении работы.

Краткие справочные данные

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига-	Г	10^9	санти-	с	10^{-2}
мега-	М	10^6	милли-	м	10^{-3}
кило-	к	10^3	микро-	мк	10^{-6}
гекто-	г	10^2	нано-	н	10^{-9}
деци-	д	10^{-1}	пико-	п	10^{-12}

Константы

Число π	$\pi = 3,14$
Ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
Гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
Универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
Постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
Постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
Скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
Коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
Модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
Электрическая постоянная	$\epsilon_0 = 8,8 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$
Постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами

температура	$0 \text{ К} = -273^\circ\text{С}$
атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	$931,5 \text{ МэВ}$
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

Масса частиц

электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$
протона	$1,673 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а.е.м.}$
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$

Плотность тел (кг/м ³)			
вода	1000	подсолнечное масло	900
древесина (сосна)	400	алюминий	2700
керосин	800	железо	7800
лёд	900	ртуть	13600

Удельная теплоёмкость (Дж/(кг · град))			
вода	4200	алюминий	900
лёд	2100	медь	380
железо	460	чугун	500
свинец	130		

Удельная теплота (Дж/кг)	
парообразование воды	$2,3 \cdot 10^6$
плавление свинца	$2,5 \cdot 10^4$
плавление льда	$3,3 \cdot 10^5$

Нормальные условия	
давление $P_0 = 10^5$ Па,	температура $T_0 = 273$ К = 0°C

Молярная масса (кг/моль)			
азот	$28 \cdot 10^{-3}$	кислород	$32 \cdot 10^{-3}$
аргон	$40 \cdot 10^{-3}$	литий	$6 \cdot 10^{-3}$
водород	$2 \cdot 10^{-3}$	молибден	$96 \cdot 10^{-3}$
воздух	$29 \cdot 10^{-3}$	неон	$20 \cdot 10^{-3}$
гелий	$4 \cdot 10^{-3}$	углекислый газ	$44 \cdot 10^{-3}$

Глава II.

Учебно-тренировочные тесты

Вариант № 1

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов под номером выполняемого вами задания (A1-A21) поставите знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного ответа.

A1. Санки съезжают с ледяной горы с уклоном 30° к горизонту без начальной скорости. Какой из графиков (см. рис. 13) верно описывает характер изменения перемещения санок со временем?

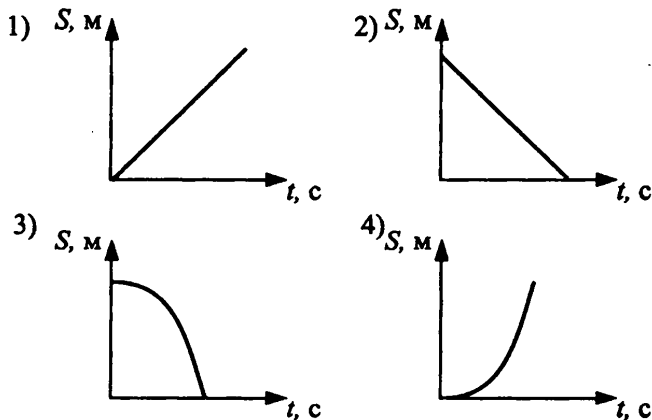


Рис. 13.

1) 1

2) 2

3) 3

4) 4

А2. С помощью динамометра по горизонтальной поверхности стола перемещают брусок с постоянным ускорением $0,5 \text{ м/с}^2$. Динамометр при этом показывает силу $3,5 \text{ Н}$. Определите модуль и направление силы, действующей на динамометр со стороны бруска.

- 1) $3,5 \text{ Н}$, направлена противоположно скорости бруска
- 2) $3,5 \text{ Н}$, направлена вдоль скорости бруска
- 3) менее $3,5 \text{ Н}$, направлена противоположно скорости бруска
- 4) более $3,5 \text{ Н}$, направлена вдоль скорости бруска

А3. Водитель автомобиля массой $1,2 \text{ т}$ выключает двигатель, и машина далее движется по горизонтальному шоссе под действием силы трения. Каково ее значение, если коэффициент трения резины об асфальт равен $0,6$?

- 1) $7,2 \text{ Н}$
- 2) $7,2 \text{ кН}$
- 3) 72 кН
- 4) 20 кН

А4. Скорость мяча массой 50 г , брошенного вертикально вверх, меняется по закону: $v = 12 - 10t$. Определите импульс мяча через 2 с после начала движения, направив координатную ось OX вверх.

- 1) $400 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$, направлен вверх
- 2) $400 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$, направлен вниз
- 3) $0,4 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$, направлен вверх
- 4) $0,4 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$, направлен вниз

А5. Снаряд пружинного пистолета вылетает под углом 60° к горизонту и, перемещаясь по параболе, падает вниз. На каком из графиков (см. рис. 14) верно показано изменение потенциальной энергии снаряда с изменением высоты?

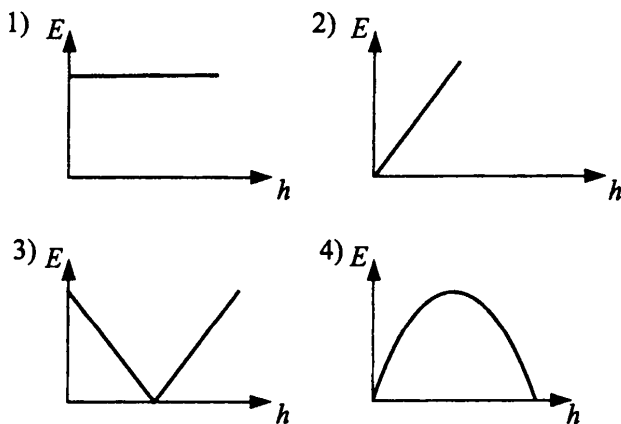


Рис. 14.

1) 1

2) 2

3) 3

4) 4

А6. Два груза массой по 100 г совершают свободные колебания на пружинах одинаковой жесткости. Сравните периоды колебаний грузов, если амплитуда колебаний 1-го груза 1,5 см, а 2-го груза 3 см.

- 1) у первого в 2 раза больше
- 2) у первого в 2 раза меньше
- 3) одинаковы
- 4) у первого в 4 раза меньше

А7. С увеличением температуры интенсивность броуновского движения возрастает. Какое из описанных ниже явлений объясняет эту закономерность?

- 1) с ростом температуры увеличивается частота ударов молекул жидкости о броуновскую частицу
- 2) с ростом температуры увеличивается скорость испарения жидкости
- 3) с ростом температуры возрастает скорость диффузии жидкостей
- 4) с ростом температуры давление газа увеличивается

А8. На рисунке 15 приведен график циклического процесса, происходящего с газом данной массы. На какой из точек графика его температура максимальна?

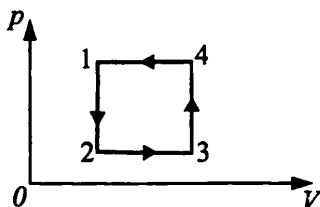


Рис. 15.

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

А9. Как будет меняться относительная влажность воздуха при понижении температуры в комнате с плотно закрытыми дверями и окнами?

- 1) уменьшаться
- 2) увеличиваться
- 3) не изменится
- 4) зависит от начальной температуры

А10. В изобарном процессе идеальный одноатомный газ совершил работу 4 кДж. Какое количество теплоты было получено газом в этом процессе?

- 1) 10 кДж
- 2) 4 кДж
- 3) 0 кДж
- 4) 20 кДж

А11. Сила взаимодействия между двумя неподвижными точечными зарядами увеличилась в 16 раз. Какое из описанных ниже явлений может объяснить это изменение?

- 1) величину каждого заряда увеличили в 8 раз
- 2) расстояние между зарядами увеличили в 4 раза
- 3) расстояние между зарядами уменьшили в 4 раза
- 4) величину каждого заряда уменьшили в 4 раза

A12. Два резистора с сопротивлениями R и $2R$ подключают к источнику постоянного напряжения так, как показано на электрических схемах (см. рис. 16). В каком случае в цепи выделится наибольшее количество теплоты?

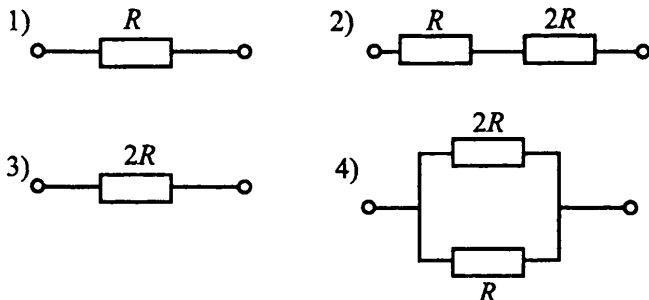


Рис. 16.

- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

A13. По проводам троллейбусной линии токи текут в противоположных направлениях. Как взаимодействуют между собой провода?

- 1) взаимодействие отсутствует
- 2) притягиваются друг к другу
- 3) отталкиваются друг от друга
- 4) зависит от вещества проводов

A14. Проводник длиной 20 см перемещают в магнитном поле индукцией 4 мТл со скоростью 0,5 м/с. Угол между направлением вектора скорости, перпендикулярного проводнику, и вектором магнитной индукции составляет 30° . Определите разность потенциалов, возникшую на концах проводника.

- 1) 0,2 мВ 2) 0,4 мВ 3) 0,8 мВ 4) 20 мВ

A15. При использовании лупы мы наблюдаем прямое увеличенное мнимое изображение предмета. На каком расстоянии от лупы должен находиться предмет?

- 1) за двойным фокусом
- 2) между фокусом и двойным фокусом
- 3) в двойном фокусе
- 4) между фокусом и линзой

A16. Разность хода волн от двух когерентных источников света в данной точке пространства составляет 1,5 длины волны. Каким будет результат интерференции света в этой точке?

- 1) максимум
- 2) минимум
- 3) интерференции в таких условиях не наблюдается
- 4) промежуточное значение между максимумом и минимумом

A17. Протон и α -частица движутся с одинаковыми скоростями. У какой из частиц длина волны де Бройля меньше?

- 1) у протона
- 2) у α -частицы
- 3) одинаковы
- 4) понятие длины волны неприменимо к частицам

A18. Какие элементарные частицы состоят из кварков?

- А) электроны
 Б) протоны
 В) нейтроны
- 1) только А 2) А и Б 3) Б и В 4) А и В

A19. Сколько электронов находится в ядре атома ${}^9_4\text{Be}$?

- 1) 4 2) 5 3) 9 4) 0

A20. Для определения постоянной Планка проводят опыты по торможению фотоэлектронов электрическим полем. Результаты опытов для различных частот падающего света представлены в таблице.

Запирающее напряжение, U , В	0,4	0,6
Частота света, $\nu \cdot 10^{14}$, Гц	5,5	6,1

Определите с помощью этих данных постоянную Планка.

- 1) $4,8 \cdot 10^{-34}$ Дж·с 2) $6,6 \cdot 10^{-34}$ Дж·с
 3) $5,3 \cdot 10^{-34}$ Дж·с 4) $6,2 \cdot 10^{-34}$ Дж·с

A21. Для наблюдения электромагнитных колебаний на экране осциллографа рекомендуется собрать колебательный контур с максимально возможным периодом колебаний. В предложенном наборе имеются конденсаторы ёмкостью 10 мкФ и 16 пФ и катушки индуктивностью 6 мГн и 8 мГн. Какой комплект приборов нужно выбрать для постановки опыта по наблюдению колебаний?

- 1) 10 мкФ и 8 мГн 2) 16 пФ и 8 мГн
 3) 16 пФ и 6 мГн 4) 10 мкФ и 6 мГн

Часть 2

Ответом к заданиям этой части (В1-В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

В1. При настройке радиоприемника поворотом ручки изменяют площадь пластин конденсатора, перекрывающих друг друга. Как изменяется при этом длина волны, на которую настраивают радиоприемник, частота и ёмкость конденсатора, если площадь пластин увеличивается?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Длина волны	Частота	Ёмкость конденсатора

В2. Луч лазера зеленого цвета переходит из воды в воздух. Как изменяется при этом скорость света, его частота и длина волны?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

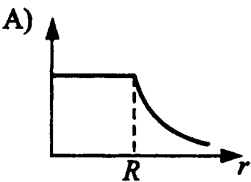
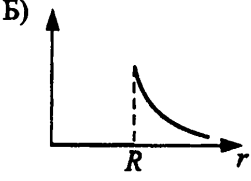
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Скорость света	Частота	Длина волны

В3. Полая металлическая сфера радиусом R имеет заряд q . Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от расстояния r эти графики могут представлять.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Графики	Физические величины
<p>А) </p> <p>Б) </p>	<p>1) потенциал электрического поля 2) поверхностная плотность заряда 3) напряженность электрического поля 4) энергия электрического поля</p>

Ответ:

А	Б

В4. Мяч бросают под углом α к горизонту с начальной скоростью v_0 . Установите соответствие между физическими величинами и формулами для их расчета.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) время полета мяча	1) $\frac{2v_0 \cos \alpha}{g}$
Б) максимальная дальность полета	2) $\frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$ 3) $\frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$ 4) $\frac{v_0^2 \cos 2\alpha}{g}$

Ответ:

А	Б

Часть 3

Задания третьей части представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий (A22–A25) в бланке ответов под номером выполняемого вами задания поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A22. Космический корабль движется от Земли к Луне. Сравните силы притяжения корабля к Земле и к Луне в момент времени, когда корабль находится на расстоянии в 3 раза ближе к Луне, чем к Земле. Масса Луны в 81 раз меньше массы Земли.

- 1) сила притяжения к Земле в 9 раз больше
- 2) сила притяжения к Земле в 9 раз меньше
- 3) сила притяжения к Земле в 27 раз больше
- 4) сила притяжения к Земле в 27 раз меньше

A23. В изобарном процессе газ получает количество теплоты 800 Дж. Какова работа, совершенная газом в этом процессе, и как изменилась его внутренняя энергия?

- 1) $A = 480$ Дж, $\Delta U = 320$ Дж
- 2) $A = 400$ Дж, $\Delta U = 400$ Дж
- 3) $A = 320$ Дж, $\Delta U = 480$ Дж
- 4) $A = 300$ Дж, $\Delta U = 500$ Дж

A24. При последовательном соединении двух конденсаторов их общая ёмкость оказалась равной 0,72 мкФ, при параллельном соединении — 3 мкФ. Определите ёмкости конденсаторов.

- 1) 1,4 мкФ, 1,6 мкФ
- 2) 1,2 мкФ, 1,8 мкФ
- 3) 1,5 мкФ, 1,8 мкФ
- 4) 1 мкФ, 2 мкФ

A25. Протон и нейтрон, движущиеся со скоростями v и $4v$, влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции. Сравните радиусы кривизны траекторий этих частиц.

- 1) $R_p/R_n = 4$
- 2) $R_p/R_n = 2$
- 3) $R_p/R_n = 16$
- 4) $R_p/R_n = 0$

Полное решение задач С1–С6 необходимо записать в бланке ответов. При оформлении решения в бланке ответов запишите сначала номер задания (С1, С2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

С1. По катушке с большим числом витков течет переменный ток. Внутри катушки вносят массивный стержень из алюминия и оставляют там. Какое явление будет наблюдаться спустя некоторое время? Ответ поясните, ссылаясь на физические закономерности.

Полное правильное решение каждой из задач С2 – С6 должно включать в себя законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

С2. Конический маятник, описывая окружность радиусом 15 см, делает 10 оборотов за 7,7 с. Каков угол отклонения маятника от вертикали?

С3. Двигатель автомобиля расходует 7 л бензина за 1 ч. Какую максимальную полезную мощность мог бы развить автомобиль, если температура газов в камере сгорания и при выхлопе достигала соответственно 1200 К и 360 К? Удельная теплота сгорания бензина 46 МДж/кг, его плотность 700 кг/м³.

С4. Источник тока с ЭДС, равной \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r , включают в цепь с переменным сопротивлением. При каком соотношении внешнего и внутреннего сопротивлений во внешней цепи выделяется максимальная мощность? Чему она равна?

С5. Колебательный контур настроен на частоту 20 МГц. В процессе колебаний максимальная сила тока на катушке достигает 12 мА, а амплитуда колебаний напряжения на конденсаторе равна 6,28 мВ. Определите индуктивность катушки, включенной в колебательный контур.

С6. Если поочередно освещать поверхность металла излучениями с длинами волн 350 нм и 540 нм, то максимальная скорость фотоэлектронов будет отличаться в 2 раза. Определите красную границу фотоэффекта для этого металла.

Вариант № 2

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов под номером выполняемого вами задания (A1–A21) поставите знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного ответа.

A1. Скорость автомобиля, едущего по горизонтальному шоссе, изменяется так, как показано на рис. 17. За какой интервал времени был пройден наибольший путь?

- 1) 0 – 2 с 2) 2 – 6 с 3) 6 – 10 с 4) не хватает данных

A2. Катер с постоянной скоростью плывет против течения реки. Какое из приведенных ниже утверждений правильно описывает это движение?

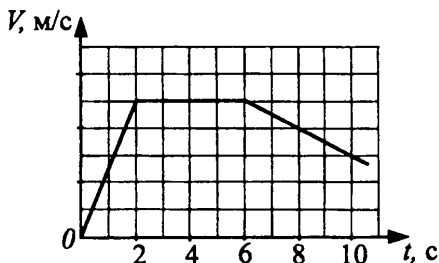


Рис. 17.

- 1) сила тяги мотора превышает скорость течения реки
- 2) сила тяги мотора превышает силу сопротивления воды
- 3) архимедова сила, действующая на катер, больше его веса
- 4) сумма всех сил, приложенных к катеру, равна нулю

A3. Как изменится сила тяжести, действующая на искусственный спутник Земли на старте, после выведения его на околоземную орбиту высотой, равной двум радиусам Земли?

- 1) уменьшится в 2 раза
- 2) уменьшится в 4 раза
- 3) уменьшится в 9 раз
- 4) не изменится

A4. Снаряд вылетает из орудия, установленного на возвышенности, с горизонтально направленной скоростью. Орудие при выстреле откатывается в сторону, противоположную выстрелу. Сравните импульсы снаряда и орудия сразу после выстрела. Трением пренебречь.

- 1) импульс снаряда больше, так как его скорость больше
- 2) импульс орудия больше, так как его масса больше
- 3) импульсы одинаковы по величине, но противоположны по направлению
- 4) импульсы различных тел не подлежат сравнению

A5. Пружину динамометра жесткостью 40 Н/м растягивают от середины шкалы, соответствующей 2 Н, до края, соответствующего 4 Н. Какая работа при этом совершается?

- 1) 150 мДж
- 2) 50 мДж
- 3) 36 Дж
- 4) 72 Дж

A6. Металлический шарик, подвешенный на длинной невесомой нити, совершает колебания, которые описываются уравнением $x = 0,05 \sin 0,8\pi t$. Определите период колебаний шарика.

- 1) 0,05 с
- 2) 2,5 с
- 3) 0,8 с
- 4) $0,8\pi$ с

A7. Концентрация молекул воздуха в закрытом помещении практически одинакова по всему объему. Какое из описанных ниже свойств молекул объясняет это явление?

- 1) все молекулы находятся в хаотическом тепловом движении
- 2) все молекулы взаимодействуют друг с другом
- 3) скорость движения молекул зависит от температуры
- 4) расстояние между молекулами газа примерно в 10 раз превышает диаметр молекулы

A8. Идеальный газ постоянной массы сжали так, что его давление увеличилось в 2 раза, а объем уменьшился вдвое. Как изменилась при этом температура газа?

- 1) увеличилась в 2 раза
- 2) уменьшилась в 2 раза
- 3) увеличилась в 4 раза
- 4) не изменилась

A9. Идеальному одноатомному газу передают некоторое количество теплоты, и его давление изменяется так, как показано на рис. 18. Какую работу совершает в ходе этого процесса газ?

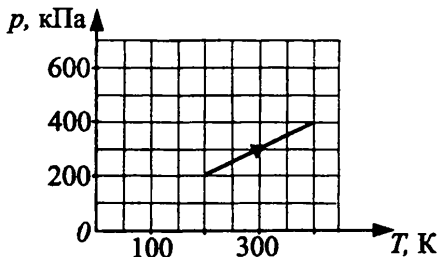


Рис. 18.

- 1) 200 кДж
- 2) 400 кДж
- 3) 800 кДж
- 4) 0 кДж

A10. Как называется процесс, в ходе которого уменьшение внутренней энергии газа позволяет ему совершить работу над внешними телами?

- 1) изобарный
- 2) адиабатный
- 3) изохорный
- 4) изотермический

A11. Как относятся напряженности поля, созданного неподвижным отрицательным зарядом в точках A и B (см. рис. 19)?



Рис. 19.

- 1) $E_A = 2E_B$
- 2) $E_B = 4E_A$
- 3) $E_A = 4E_B$
- 4) $E_B = 2E_A$

A12. Электрический чайник мощностью 1,2 кВт нагревает 1,5 л воды до кипения за 2 минуты. Какая работа тока совершается при этом?

- 1) 2,4 кДж
- 2) 144 кДж
- 3) 1,8 кДж
- 4) 216 кДж

A13. В каком из приборов не используется явление электромагнитной индукции?

- 1) гальванометр
- 2) генератор
- 3) микрофон
- 4) трансформатор

A14. Период колебаний напряжения на пластинах конденсатора в колебательном контуре равен 4 мкс. Какова частота колебаний энергии магнитного поля в катушке колебательного контура?

- 1) 250 кГц
- 2) 500 кГц
- 3) 25 кГц
- 4) 50 кГц

A15. Основной частью человеческого глаза как оптической системы является хрусталик — двояковыпуклая линза из органического вещества. Какое изображение получается на сетчатке глаза (сети нервных окончаний, передающих зрительный сигнал в мозг)?

- 1) действительное уменьшенное прямое
- 2) мнимое уменьшенное прямое
- 3) действительное уменьшенное перевернутое
- 4) мнимое уменьшенное перевернутое

A16. Опыты по наблюдению дифракционного спектра, полученного на узкой щели, сравнимой с длиной волны, проводят на Земле и на космическом корабле, движущемся с постоянной скоростью вдали от Земли. Наблюдаемые спектры

- 1) отличаются смещением дифракционных максимумов
- 2) отличаются шириной полос
- 3) различны в зависимости от скорости корабля
- 4) одинаковы

A17. Излучение лазера является

- А) когерентным
- Б) индуцированным
- В) монохроматическим

Какое из приведенных утверждений верно?

- 1) А и Б
- 2) Б и В
- 3) А и В
- 4) А, Б и В

A18. Из первоначального числа радиоактивных ядер распались $15/16$ имеющихся ядер. Сколько периодов полураспада произошло за это время?

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

A19. Дефект масс — это

- 1) погрешность в измерении масс атомных ядер
- 2) разность между суммарной массой нуклонов и массой ядра
- 3) разность между суммарной массой протонов и нейтронов в ядре
- 4) погрешность в измерении масс элементарных частиц

A20. В таблице приведены результаты опытов по изучению движения без начальной скорости металлического шарика по гладкой наклонной плоскости. Определите по этим данным угол наклона плоскости к горизонту.

Время движения шарика, t , с	0,4	0,5	0,6	0,8
Перемещение шарика, S , см	40	62,5	90	160

- 1) 20° 2) 30° 3) 45° 4) 60°

A21. Определите внутреннее сопротивление гальванического элемента, если в цепи течет ток силой 0,5 А, при замкнутом ключе вольтметр показывает 3,8 В, при разомкнутом ключе — 4,2 В.

- 1) 0,8 Ом 2) 1 Ом 3) 1,6 Ом 4) 2 Ом

Часть 2

Ответом к заданиям этой части (В1-В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

В1. Луч света падает на поверхность воды под углом. Угол падения луча постепенно увеличивают. Как изменяются при этом угол между отраженным лучом и поверхностью воды, угол преломления и показатель преломления воды?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Угол между отраженным лучом и поверхностью воды	Угол преломления	Показатель преломления воды

В2. При постановке опытов по фотоэффекту на пластине из цинка меняют зеленый светофильтр на синий. Как изменятся при этом красная граница фотоэффекта, ток насыщения и запирающее напряжение между фотокаатодом и анодом?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится

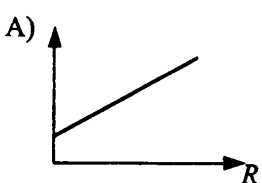

- 2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Красная граница фото-эффекта	Ток насыщения	Запирающее напряжение

В3. Электрическая цепь состоит из гальванического элемента с внутренним сопротивлением r , реостата и ключа. Ползунок реостата плавно перемещают, увеличивая его сопротивление. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от расстояния r эти графики могут представлять.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Графики	Физические величины
<p>А) </p> <p>Б) </p>	<p>1) сила тока 2) мощность тока, выделяемая на реостате 3) полное сопротивление цепи 4) электродвижущая сила</p>

Ответ:

А	Б

В4. Положительно заряженная частица с зарядом q и массой m влетает со скоростью v в однородное электрическое поле напряжённостью E противоположно силовым линиям. Установите соответствие между физическими величинами и формулами для их расчета.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) время движения частицы до остановки	1) $\frac{qE}{mv}$
Б) перемещение частицы до остановки	2) $\frac{2qE}{mv^2}$
	3) $\frac{mv^2}{2qE}$
	4) $\frac{mv}{qE}$

Ответ:

А	Б

Часть 3

Задания третьей части представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий (A22–A25) в бланке ответов под номером выполняемого вами задания поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A22. Пуля массой 2 г, летящая со скоростью 100 м/с, пробивает деревянный щит насквозь и движется дальше со скоростью вдвое меньшей, чем начальная. Чему равна сила сопротивления щита, если его толщина равна 3 см?

- 1) 5 кН 2) 500 Н 3) 2,5 кН 4) 250 Н

A23. Определите плотность гелия при нормальных условиях.

- 1) 1,8 кг/м³ 2) 0,18 кг/м³ 3) 1,3 кг/м³ 4) 0,13 кг/м³

A24. Два точечных заряда +4 нКл и –8 нКл находятся в воздухе на расстоянии 4 см друг от друга. С какой силой они будут действовать на заряд +5 нКл, находящийся посередине между ними?

- 1) 1,35 мН 2) 0,45 мН 3) 0,2 мкН 4) 0,4 мкН

A25. Магнитное поле, пронизывающее квадратную рамку стороной 10 см, убывает со скоростью 60 мТл/с. Какой ток течет в рамке, если ее сопротивление равно 2 Ом?

- 1) 12 мА 2) 3 мА 3) 0,3 мА 4) 1,2 мА

Полное решение задач С1–С6 необходимо записать в бланке ответов. При оформлении решения в бланке ответов запишите сначала номер задания (С1, С2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

С1. При укладке рельсов железной дороги между ними оставляют небольшой зазор в 2 – 3 см. Для чего это делают? Ответ поясните, ссылаясь на физические закономерности.

Полное правильное решение каждой из задач С2 – С6 должно включать в себя законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

С2. С вершины холма бросают камень так, что его скорость направлена горизонтально и равна 8 м/с. На каком расстоянии от бросавшего упадет камень, если склон холма составляет 60° к горизонту (см. рис. 20)?

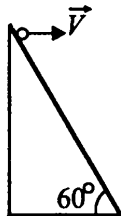


Рис. 20.

С3. Камеру футбольного мяча необходимо накачать до давления 280 кПа. Сколько качаний нужно сделать насосу, если при одном качании он набирает 150 мл воздуха при нормальном атмосферном давлении? Сначала камера пуста, ее вместимость составляет $2,5 \text{ дм}^3$. Процесс считать изотермическим.

С4. В вакууме на расстоянии 9 см друг от друга вдоль одной прямой расположены три одинаковых точечных положительных заряда 6 мкКл. Какую работу необходимо совершить, чтобы расположить их в вершинах равностороннего треугольника со стороной 3 см?

С5. Оптическая сила объектива цифрового фотоаппарата равна 8 дптр, размеры его экрана 12 см^2 . Чтобы изображение географической карты полностью поместилось на экране фотоаппарата, ее фотографируют с расстояния 1 м. Какова площадь самой карты?

С6. Металлическая пластина облучается монохроматическим светом от источника мощностью 80 Вт, который испускает $2 \cdot 10^{20}$ фотонов ежесекундно. Определите красную границу фотоэффекта для данного металла, если запирающее напряжение равно 1,2 В.

- 1) не изменится
2) увеличится в 25 раз
3) увеличится в 5 раз
4) уменьшится в 5 раз

A12. Через резистор, подключенный к батарее, течет постоянный ток. Если при неизменном напряжении батареи в цепь включить последовательно второй резистор такого же сопротивления, то сила тока через первый резистор...

- 1) уменьшится в 2 раза
2) увеличится в 2 раза
3) увеличится в 4 раза
4) уменьшится в 4 раза

A13. Проводящий контур так расположен в однородном магнитном поле, что магнитный поток, пронизывающий контур, максимален. Что произойдет с магнитным потоком, если повернуть контур на 180° ?

- 1) уменьшится в 3,14 раза
2) увеличится в 3,14 раза
3) станет равным нулю
4) поменяет знак на противоположный

A14. Колебания заряда на обкладках конденсатора в колебательном контуре происходят по закону $q = 10^{-2} \cos(2\pi t + \pi/2)$ мкКл. Чему равен период колебаний напряжения между обкладками конденсатора?

- 1) 1 с 2) 3,14 с 3) 4,71 с 4) 6,28 с

A15. В каком из приведенных случаев выполняется закон прямолинейного распространения света?

- 1) в неоднородной среде
2) в однородной среде
3) при освещении предметов, размеры которых сравнимы с длиной волны
4) при любых условиях

A16. Какое оптическое явление лежит в основе просветления оптики?

- 1) дисперсия
2) интерференция
3) дифракция
4) полное внутреннее отражение

A17. В каком явлении проявляется корпускулярная природа света?

- 1) фотоэффект 2) интерференция 3) дифракция 4) поляризация

A18. Согласно теории Бора радиус орбит в атоме водорода...

- 1) может быть любым
2) пропорционален главному квантовому числу
3) обратно пропорционален главному квантовому числу
4) пропорционален квадрату главного квантового числа

A19. Ядро, содержащее избыточное число нейтронов, уменьшает их количество, оставляя неизменной массу ядра, в результате...

В2. В идеальном колебательном контуре увеличили индуктивность катушки. Как при этом изменятся собственная частота колебаний в контуре, амплитуда колебаний силы тока и амплитуда колебаний напряжения?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

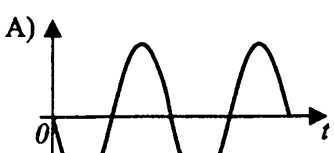
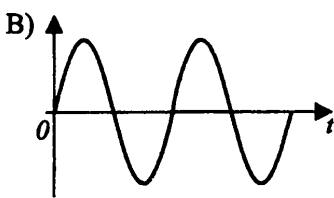
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Собственная частота колебаний	Амплитуда колебаний силы тока	Амплитуда колебаний напряжения

В3. Математическому маятнику сообщили начальный импульс в положительном направлении горизонтальной оси.

Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени t эти графики могут представлять..

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Графики	Физические величины
	<ol style="list-style-type: none"> 1) координата 2) потенциальная энергия 3) кинетическая энергия 4) ускорение
	

Ответ:

А	Б

В4. На неподвижном проводящем уединенном шарике находится некоторый заряд. Точка O — центр шарика, R — радиус шарика. $OA = 2R$,

A24. В сосуде находится газ плотностью $1,2 \text{ кг/м}^3$. Концентрация молекул газа равна $2,49 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$. Какой газ находится в сосуде?

- 1) воздух 2) водород 3) кислород 4) гелий

A25. Два одинаковых шарика заряжены одноименно зарядами по $0,1 \text{ нКл}$. Какова должна быть масса шариков, чтобы их электрическое взаимодействие уравнивалось гравитационным?

- 1) $0,86 \text{ кг}$ 2) $1,16 \text{ кг}$ 3) $7,74 \text{ кг}$ 4) $10,23 \text{ кг}$

Полное решение задач С1–С6 необходимо записать в бланке ответов. При оформлении решения в бланке ответов запишите сначала номер задания (С1, С2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

С1. По участку цепи течет постоянный ток с силой I . Сопротивление участка равно R . Может ли при этом разность потенциалов на концах участка равняться нулю?

Полное правильное решение каждой из задач С2 – С6 должно включать в себя законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

С2. На рисунке 24 изображена зависимость ускорения материальной точки от времени. Найдите значение скорости в момент времени 4 с , если начальная скорость тела равнялась нулю.

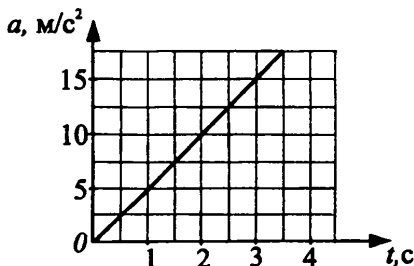


Рис. 24.

С3. Одноатомный идеальный газ расширяют один раз изотермически, затем — изобарно. Количество теплоты, подведенной в изобарном процессе, в $2,5$ раза больше, чем в изотермическом. В каком из процессов газ совершил большую работу?

С4. Общее сопротивление правильного шестиугольника между точками 1 и 2 равно 12 Ом (см. рис. 25). Чему равно сопротивление одной стороны шестиугольника?

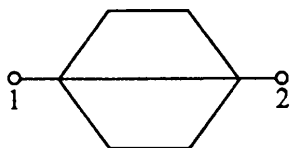


Рис. 25.

С5. В однородном магнитном поле индукцией 0,02 Тл помещена катушка так, что линии магнитной индукции параллельны оси катушки. Диаметр катушки равен 2 см. Найдите заряд, прошедший через катушку при ее повороте на 180° . Обмотка катушки состоит из медной проволоки площадью поперечного сечения 2 мм^2 .

С6. Определите частоту фотона, импульс которого в 1,5 раза меньше импульса электрона, движущегося со скоростью 150 км/с.

Вариант № 4

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов под номером выполняемого вами задания (A1-A21) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного ответа.

A1. Автомобиль, двигаясь по прямолинейному участку шоссе, уменьшает свою скорость. Какое направление имеет ускорение автомобиля?

- 1) сонаправлено со скоростью
- 2) направлено противоположно скорости
- 3) перпендикулярно скорости
- 4) может с вектором скорости образовывать любой угол

A2. На тело действуют четыре силы: направленная на север равна 6 Н, на восток равна 1 Н, на юг равна 3 Н, а на запад равна 4 Н. Куда направлена равнодействующая сила?

- 1) на север
- 2) на северо-запад
- 3) на юг
- 4) на юго-восток

A3. Груз подвешен на пружине. Если массу груза уменьшить в два раза, то сила упругости...

- 1) уменьшится в два раза
- 2) не изменится
- 3) увеличится в два раза
- 4) станет равной нулю

A4. Первый шар налетает на второй шар, который до столкновения покоился, и прилипает к нему. Импульс шаров после столкновения...

- 1) меньше импульса первого шара до столкновения
- 2) больше импульса первого шара до столкновения
- 3) равен импульсу первого шара до столкновения
- 4) однозначно сказать нельзя

A5. Автомобиль разгоняется на прямолинейном участке шоссе. Работа силы тяги затрачивается на...

- 1) увеличение потенциальной энергии автомобиля
- 2) увеличение кинетической энергии автомобиля
- 3) преодоление сил сопротивления
- 4) увеличение кинетической энергии автомобиля и преодоление сил сопротивления

A6. Если расстояние между двумя колеблющимися точками сплошной упругой среды в два раза больше, чем длина волны, то разность фаз колебаний этих точек равна...

- 1) 0
- 2) π
- 3) 2π
- 4) 4π

A7. Термодинамическая температура определяет...

- 1) направление теплообмена между телами
- 2) направление смещения механического равновесия тел
- 3) потенциальную энергию системы во внешних силовых полях
- 4) потенциальную энергию взаимодействия молекул идеального газа

A8. На рисунке 26 приведен график цикла. Какой процесс соответствует изотермическому сжатию?

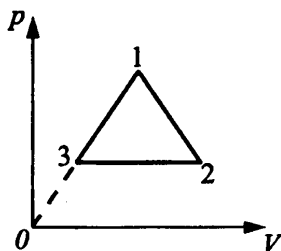


Рис. 26.

- 1) 1 – 2
- 2) 2 – 3
- 3) 3 – 1
- 4) такого процесса нет на графике

A9. Какая из перечисленных величин не меняется в процессе кристаллизации?

- 1) объем
- 2) силы взаимодействия между молекулами

- 3) температура
- 4) внутренняя энергия

A10. В каком процессе всё переданное газу количество теплоты идет на совершение газом работы?

- 1) изотермический
- 2) изобарный
- 3) изохорный
- 4) адиабатический

A11. Если два точечных заряда поместить в воду с диэлектрической проницаемостью, равной 81, не меняя расстояния между ними, то сила взаимодействия зарядов...

- 1) не изменится
- 2) зависит от значений зарядов
- 3) уменьшится в 9 раз
- 4) уменьшится в 81 раз

A12. На рисунке 27 изображена цепь постоянного тока. При каком нагрузочном сопротивлении R во внешней цепи будет выделяться максимальная мощность ($\mathcal{E} = 1,5 \text{ В}$, $r = 1 \text{ Ом}$)?

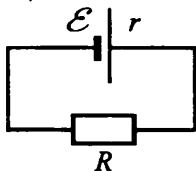


Рис. 27.

- 1) 0 Ом
- 2) 1 Ом
- 3) 1,5 Ом
- 4) 100 Ом

A13. Будет ли неподвижный заряд создавать магнитное поле?

- 1) не будет, т.к. он покоится
- 2) не будет, т.к. магнитное поле создается только токами
- 3) будет, т.к. магнитное поле создается любыми электрическими зарядами
- 4) будет, т.к. движение относительно, и в другой системе отсчета заряд уже не будет покоящимся

A14. Как можно объяснить возникновение индукционного тока в покоящемся недеформирующемся контуре, помещенном в переменное магнитное поле?

- 1) силой Лоренца, действующей на электроны
- 2) силами, связанными с тепловыми процессами
- 3) силами, связанными с химическими процессами
- 4) порождением переменным магнитным полем электрического поля

A15. Школьник с помощью тонкой собирающей линзы получает на экране изображение предмета, расположенного в фокусе. Каковы особенности изображения, полученного школьником?

- 1) изображения нет
- 2) мнимое, прямое, увеличенное
- 3) действительное, прямое, увеличенное
- 4) мнимое, прямое, уменьшенное

A16. Согласно постулатам СТО величина скорости распространения света в вакууме...

- 1) зависит от скорости инерциальной системы отсчета
- 2) подчиняется закону сложения скоростей Галилея
- 3) является инвариантом
- 4) может быть сколь угодно большой

A17. Протон и электрон движутся с одинаковыми скоростями. У какой частицы длина волны будет больше?

- 1) длины волн протона и электрона одинаковы
- 2) длина волны электрона больше
- 3) длина волны протона больше
- 4) зависит от скорости частиц

A18. Энергетический спектр связанных состояний...

- 1) непрерывный
- 2) дискретный
- 3) может быть и дискретным, и непрерывным в зависимости от заряда ядра
- 4) может быть и дискретным, и непрерывным в зависимости от внешних условий

A19. При α -распаде обязательным продуктом реакции является...

- 1) электрон
- 2) протон
- 3) нейтрон
- 4) ядро атома гелия

A20. Ученик с помощью амперметра и вольтметра снимает зависимость тока от напряжения на концах проводника (см. рис. 28). Какой вывод может сделать школьник, проанализировав вольт-амперную характеристику для проводника?

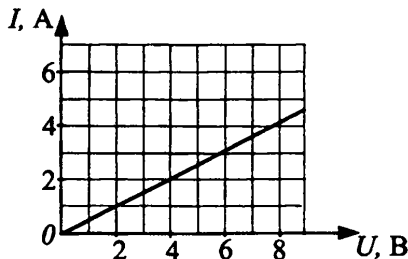


Рис. 28.

- 1) сопротивление проводника зависит от силы тока, протекающего по проводнику
- 2) сопротивление проводника зависит от напряжения на концах проводника
- 3) для проводника выполняется закон Ома
- 4) для проводника не выполняется закон Ома

А21. В результате нагревания идеального газа при постоянном давлении школьник измерял объем и температуру идеального газа. По измеренным величинам мальчик рассчитывал молярную газовую постоянную и получил следующие значения:

№ опыта	1	2	3	4	5
$R, \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}}$	8,00	8,04	8,11	8,03	8,07

Какова абсолютная погрешность измеренной величины?

- 1) $0,03 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}}$ 2) $0,05 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}}$ 3) $0,11 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}}$ 4) $0,26 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}}$

Часть 2

Ответом к заданиям этой части (В1–В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

В1. Тело соскальзывает с наклонной плоскости. На тело помещают дополнительный груз. Как при этом изменятся сила тяжести, сила трения и ускорение тела?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Сила тяжести	Сила трения	Ускорение

В2. В идеальном колебательном контуре увеличили индуктивность катушки. Как при этом изменятся период собственных колебаний в контуре, максимальная энергия магнитного поля и амплитуда колебаний заряда?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

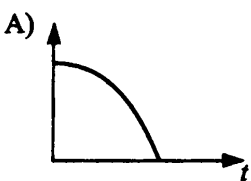
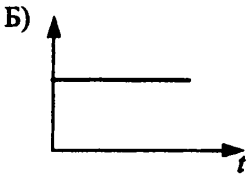
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Период собственных колебаний в контуре	Максимальная энергия магнитного поля	Амплитуда колебаний заряда

В3. Тело начинает движение из состояния покоя по наклонной плоскости без трения.

Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени t эти графики могут представлять.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Графики	Физические величины
<p>А) </p> <p>Б) </p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) импульс 2) потенциальная энергия 3) кинетическая энергия 4) ускорение

Ответ:

А	Б

В4. На неподвижном проводящем уединенном шарике находится некоторый заряд. Точка O — центр шарика, R — радиус шарика. $OA = R$,

A25. По проводнику длиной 50 м течет ток силой 2 А. Каков суммарный импульс электронов в проводнике?

- 1) $5,6 \cdot 10^{-10}$ кг·м/с 2) $25 \cdot 10^{-5}$ кг·м/с
 3) 100 кг·м/с 4) $25 \cdot 10^{-10}$ кг·м/с

Полное решение задач С1–С6 необходимо записать в бланке ответов. При оформлении решения в бланке ответов запишите сначала номер задания (С1, С2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

С1. На рисунке 30 изображен процесс, совершаемый с постоянной массой идеального газа. Получает или отдает газ теплоту в ходе данного процесса?

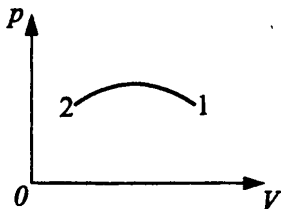


Рис. 30.

Полное правильное решение каждой из задач С2 – С6 должно включать в себя законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

С2. Аэростат начинает движение с поверхности Земли вертикально вверх без начальной скорости с постоянным ускорением $0,5 \text{ м/с}^2$. Спустя 10 с из аэростата выпадает камень массой 200 г. Найдите кинетическую энергию камня в момент его падения на Землю.

С3. В алюминиевую кастрюлю массой 500 г, в которой находится 0,5 л воды и 200 г снега при 0°C , впускают 150 г водяного пара при температуре 120°C . Принимая теплоемкость пара равной $2 \text{ кДж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$, найдите установившуюся в системе температуру.

С4. Расстояние между обкладками плоского конденсатора равно 5 мм, площадь обкладок 50 см^2 . В зазор между обкладками вносят пластинку парафина толщиной 2 мм и пластинку слюды толщиной 3 мм. Определите ёмкость конденсатора с двухслойным диэлектриком.

С5. Определите длину соленоида без сердечника диаметром 2,5 см, который содержит 300 витков, если при скорости изменения силы тока 30 А/с в ней индуцируется средняя ЭДС 15 мВ.

С6. Определите длину волны де Бройля протона, кинетическая энергия которого равна 500 эВ.

Вариант № 5

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов под номером выполняемого вами задания (А1-А21) поставьте знак «Х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного ответа.

А1. Тело бросают с некоторой высоты вертикально вниз. Если увеличить массу тела, то останется неизменной(-ым)...

- 1) сила тяжести, действующая на тело
- 2) ускорение тела
- 3) начальная кинетическая энергия тела
- 4) начальная потенциальная энергия тела

А2. Сила в 5 Н сообщает телу ускорение, равное 25 м/с^2 . Какая сила сообщит телу ускорение, равное 1 м/с^2 ?

- 1) 20 мН
- 2) 1,25 Н
- 3) 20 Н
- 4) 125 Н

А3. Два шарика одинаковой массы находятся на поверхности земли. Один шарик сделан из алюминия, другой — из железа. На какой из шариков будет действовать бóльшая сила тяжести?

- 1) алюминиевый
- 2) железный
- 3) силы одинаковы
- 4) недостаточно данных

А4. Планета движется вокруг звезды по эллиптической орбите (см. рис. 31). В какой из точек орбиты сила притяжения звезды к планете будет наибольшей?

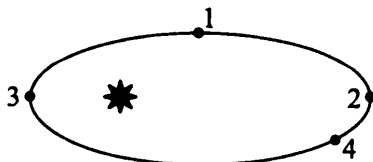


Рис. 31.

1) 1

2) 2

3) 3

4) 4

А5. Камень бросили вертикально вверх. На рисунке 32 изображен график зависимости кинетической энергии камня от времени. На каком из графиков (см. рис. 33) изображена правильная зависимость полной энергии камня от времени?

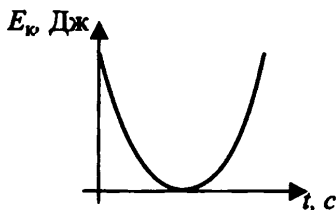


Рис. 32.

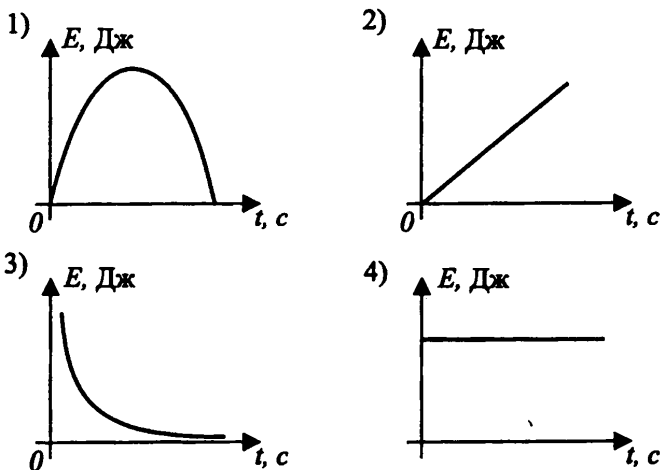


Рис. 33.

1) 1

2) 2

3) 3

4) 4

А6. При резонансе возрастает...

- 1) амплитуда свободных колебаний
- 2) амплитуда вынужденных колебаний
- 3) частота свободных колебаний
- 4) частота вынужденных колебаний

А7. Броуновское движение подтверждает существование...

- 1) в природе идеального газа
- 2) вязких жидкостей
- 3) хаотического теплового движения атомов и молекул
- 4) сверхвысокого вакуума

А8. На рисунке 34 приведен график некоторого цикла. Какой процесс соответствует изотермическому расширению?

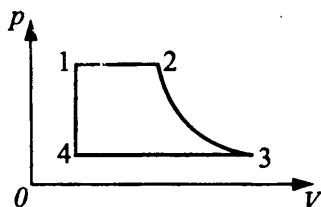


Рис. 34.

- 1) 1 – 2 2) 2 – 3 3) 3 – 4 4) 4 – 1

A9. Совпадают ли понятия «фаза» и «агрегатное состояние»?

- 1) понятия «фаза» и «агрегатное состояние» эквивалентны
- 2) в пределах одного агрегатного состояния может быть несколько фаз
- 3) в пределах одной фазы может быть несколько агрегатных состояний
- 4) фаза может быть только жидкой

A10. В каком процессе всё переданное газу количество теплоты идет на увеличение его внутренней энергии?

- 1) изотермическом 2) изобарном
- 3) изохорном 4) адиабатическом

A11. Чему равен потенциал электростатического поля системы двух одинаковых по величине и противоположных по знаку зарядов в точке A , лежащей на середине отрезка, соединяющего заряды (см. рис. 35)?

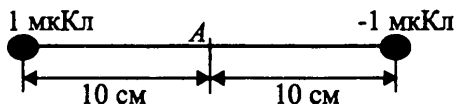


Рис. 35.

- 1) 0 2) 90 мВ 3) 180 мВ 4) 900 мВ

A12. Силы какой природы не могут быть сторонними?

- 1) электростатические 2) магнитные
- 3) механические 4) химические

A13. Если увеличить силу тока в проводнике в 2 раза, то магнитная индукция поля тока в окружающем пространстве...

- 1) увеличится в $\sqrt{2}$ раз 2) увеличится в 2 раза
- 3) уменьшится в $\sqrt{2}$ раз 4) уменьшится в 2 раза

A14. Колебания заряда на обкладках конденсатора в колебательном контуре происходят по закону $q = 10^{-2} \cos(2\pi t + \pi/2)$ мкКл. Чему равна частота колебаний тока в контуре?

- 1) 1 Гц 2) 3,14 Гц 3) 4,71 Гц 4) 6,28 Гц

A15. Школьник с помощью тонкой рассеивающей линзы получает на экране изображение предмета, расположенного в фокусе. Каковы особенности изображения, полученного школьником?

- 1) изображения нет
- 2) мнимое, прямое, увеличенное
- 3) действительное, прямое, увеличенное
- 4) мнимое, прямое, уменьшенное

A16. Разность хода световых волн в четыре раза больше длины волны. Что будет наблюдаться в данной точке?

- 1) максимум интенсивности и поэтому тёмная полоса
- 2) минимум интенсивности и поэтому тёмная полоса
- 3) максимум интенсивности и поэтому светлая полоса
- 4) минимум интенсивности и поэтому светлая полоса

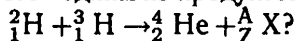
A17. При переходе из стационарного состояния с меньшей энергией в стационарное состояние с большей энергией атом...

- 1) излучает произвольную порцию энергии
- 2) поглощает произвольную порцию энергии
- 3) излучает определенную порцию энергии
- 4) поглощает определенную порцию энергии

A18. Электрон в атоме водорода находится в...

- 1) связанном состоянии
- 2) свободном состоянии
- 3) может находиться и в связанном, и в свободном состоянии в зависимости от внешних условий
- 4) может находиться и в связанном, и в свободном состоянии в зависимости от заряда ядра

A19. Какая частица является одним из продуктов реакции



- 1) электрон 2) протон 3) нейтрон 4) ${}_1^1\text{H}$

A20. Школьник исследует зависимость скорости тележки, движущейся по демонстрационной дорожке, от времени. Какой вывод может сделать школьник, проанализировав полученный график (см. рис. 36)?

- 1) тележка движется равномерно
- 2) ускорение тележки уменьшается со временем
- 3) в процессе движения тележка соударяется с тележкой такой же массы
- 4) тележка движется равноускоренно

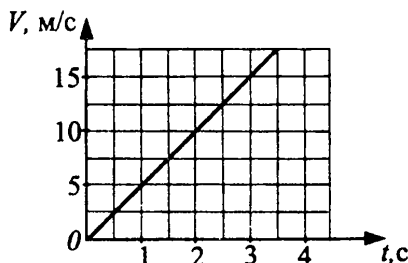


Рис. 36.

A21. В результате нагревания идеального газа при постоянном давлении школьник получил следующие значения молярной газовой постоянной:

№ опыта	1	2	3	4	5
R , Дж/(К · моль)	8,00	8,04	8,11	8,03	8,07

Какова относительная погрешность измеренной величины?

- 1) 0,37% 2) 0,96% 3) 1,36% 4) 3,22%

Часть 2

Ответом к заданиям этой части (В1-В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

В1. Движущийся шар налетает на покоящийся шар такой же массы. В результате упругого столкновения шары обмениваются импульсом. Как изменяются при этом импульс первого шара, импульс второго шара и кинетическая энергия системы шаров?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Импульс первого шара	Импульс второго шара	Кинетическая энергия системы шаров

В2. С помощью дифракционной решетки наблюдают дифракционную картину монохроматического источника. Если увеличить длину волны света,

то как при этом изменятся период дифракционной решетки, расстояние от центра картины до самого интенсивного максимума, угол дифракции первого порядка?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

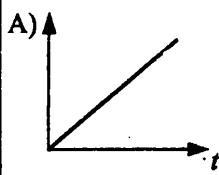
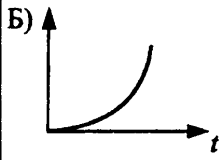
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период дифракционной решетки	Расстояние от центра картины до самого интенсивного максимума	Угол дифракции первого порядка

В3. Тело начинает движение из состояния покоя по наклонной плоскости без трения. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Графики	Физические величины
<p>А) </p> <p>Б) </p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) импульс 2) потенциальная энергия 3) кинетическая энергия 4) сила тяжести

Ответ:

А	Б

В4. Тело движется с постоянной по модулю скоростью по криволинейной траектории от точки А к точке В (см. рис. 37). Как направлены скорость и

ускорение в точке C траектории? Установите соответствие между физическими векторными величинами и их направлениями.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



Рис. 37.

Физические величины	Направление
А) направление скорости в точке C	1) \rightarrow
Б) направление ускорения в точке C	2) \downarrow
	3) \uparrow
	4) 0

Ответ:

А	Б

Часть 3

Задания третьей части представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий (А22–А25) в бланке ответов под номером выполняемого вами задания поставьте знак «Х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного ответа.

А22. Тормозной путь автомобиля массой 1,5 т равен 3 м. Если время торможения составляет 0,4 с, то какой кинетической энергией обладал автомобиль в момент начала торможения?

- 1) 11 Дж 2) 169 Дж 3) 169 кДж 4) 11 МДж

А23. Шарик массой 100 г, подвешенный на нити 50 см, равномерно вращается в вертикальной плоскости со скоростью 3 м/с. Каков вес шарика в верхней точке траектории?

- 1) 0,8 Н 2) 3,5 Н 3) 5,5 Н 4) 10 Н

А24. Воздух объемом 50 мл и температурой 20°C расширили при постоянном давлении до объема 60 мл. Какова конечная температура воздуха?

- 1) 17°C 2) 25°C 3) 79°C 4) 328°C

А25. Электрон ускоряется в электрическом поле до 600 км/с. Какова разность потенциалов, которую проходит электрон?

- 1) 1 В 2) 10 В 3) 100 В 4) 1000 В

Полное решение задач С1–С6 необходимо записать в бланке ответов. При оформлении решения в бланке ответов запишите сначала номер задания (С1, С2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

С1. На рисунке 38 изображены три процесса (кривая 1 — изотерма, 2 — адиабата), протекающих с идеальным газом. Как ведет себя внутренняя энергия в ходе третьего процесса?

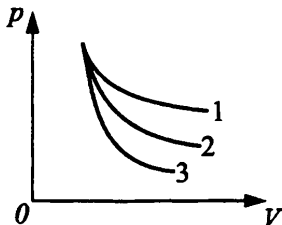


Рис. 38.

Полное правильное решение каждой из задач С2 – С6 должно включать в себя законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

С2. На рисунке 39 изображена зависимость ускорения материальной точки массой 300 г от времени. Найдите среднее значение силы, действующей на материальную точку в течение 3-х с, если начальная скорость тела равнялась нулю.

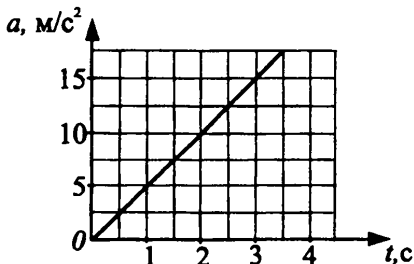


Рис. 39.

С3. Определите теплоёмкость смеси аргона и гелия, если масса гелия в 2 раза больше массы аргона. Удельная теплоёмкость гелия равна $5,19 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$, аргона $0,523 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$.

С4. Два точечных заряда находятся в вакууме на расстоянии 10 см. Как относится работа электрического поля по сближению зарядов до расстояния 5 см к работе по удалению зарядов до расстояния 15 см?

С5. Электрон влетает в однородное магнитное поле с индукцией 0,1 Тл под углом 30° по направлению к линиям магнитной индукции. Каков шаг спирали, если скорость электрона равна 100 км/с?

С6. В результате соединения дейтерия с ядром бериллия образовались новое ядро и нейтрон. Определите энергию, выделяющуюся в такой реакции.

Вариант № 6

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов под номером выполняемого вами задания (A1–A21) поставите знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного ответа.

A1. Координата движущегося тела меняется со временем по линейному закону. Какой вид движения совершает тело?

- 1) ускоренное прямолинейное 2) ускоренное криволинейное
3) равноускоренное 4) равномерное

A2. На тележку, способную двигаться по демонстрационной дорожке с пренебрежимо малым трением, действуют с постоянной силой. Если на тележку поместить дополнительные грузы, масса которых равна массе тележки, то ускорение тележки...

- 1) увеличится в два раза 2) увеличится в четыре раза
3) уменьшится в два раза 4) уменьшится в четыре раза

A3. Два шарика одинакового объема находятся на поверхности земли. Один шарик сделан из алюминия, другой — из железа. На какой из шариков будет действовать бóльшая сила тяжести?

- 1) алюминиевый 2) железный
3) силы одинаковы 4) недостаточно данных

A4. Земля представляет собой эллипсоид (шар с отклонениями от математически точной формы), экваториальный радиус которого равен 6378,2 км, а полярный радиус равен 6356,9 км. В каких точках Земли ускорение свободного падения будет минимально?

- 1) на экваторе
2) на Северном полюсе
3) на Южном полюсе
4) во всех точках земли одинаково

А5. Камень бросили вертикально вверх. На рисунке 40 изображен график зависимости кинетической энергии камня от времени. На каком из графиков (см. рис. 41) изображена правильная зависимость потенциальной энергии камня от времени?

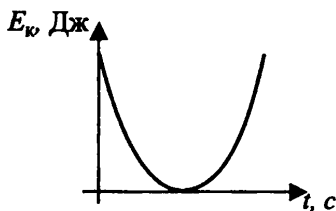


Рис. 40.

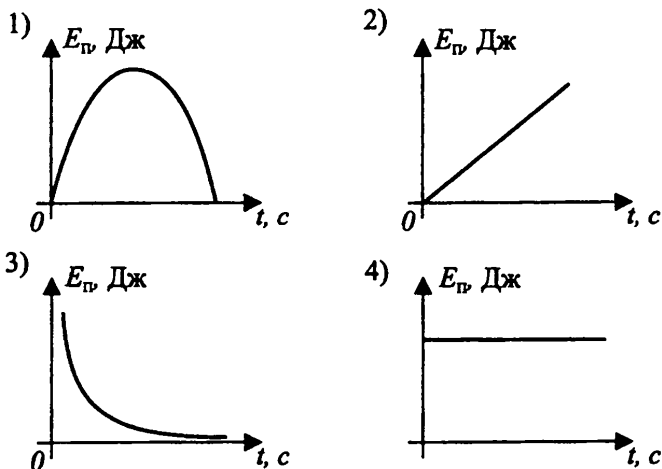


Рис. 41.

1) 1

2) 2

3) 3

4) 4

А6. К каким волнам относится звук?

1) упругие волны

2) волны на поверхности жидкости

3) электромагнитные волны

4) автоволны

А7. В процессе диффузии происходит перенос...

1) энергии

2) массы

3) импульса

4) электрического заряда

А8. На рисунке 42 приведен график некоторого цикла. Какой процесс соответствует изохорному нагреванию?

1) 1 – 2

2) 2 – 3

3) 3 – 4

4) 4 – 1

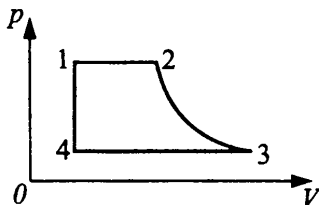


Рис. 42.

A9. Процесс, компенсирующий конденсацию, называется...

- | | |
|--------------------|---------------|
| 1) отвердеванием | 2) плавлением |
| 3) кристаллизацией | 4) испарением |

A10. В каком процессе газ совершает работу за счет убыли его внутренней энергии?

- | | |
|-------------------|-------------------|
| 1) изотермическом | 2) изобарном |
| 3) изохорном | 4) адиабатическом |

A11. Могут ли линии напряженности электрического поля пересекаться?

- 1) не могут, т.к. напряженность должна быть однозначной
- 2) зависит от выбора нулевой точки
- 3) могут, если заряд, создающий поле, не является точечным
- 4) не могут, т.к. они всегда замкнутые

A12. Одним из условий возникновения электрического тока является наличие...

- | | |
|--------------------|----------------------|
| 1) магнитного поля | 2) свободных зарядов |
| 3) магнитной среды | 4) диэлектрика |

A13. При помещении контура с током в однородное магнитное поле контур будет ориентироваться в магнитном поле так, что поток магнитной индукции, пронизывающий контур

- 1) будет равен нулю
- 2) будет максимален
- 3) будет минимален
- 4) может принимать произвольное значение

A14. Если в идеальный колебательный контур добавить резистор, то колебания...

- 1) станут вынужденными
- 2) станут затухающими
- 3) превратятся в автоколебания
- 4) останутся гармоническими

A15. При переходе луча из воздуха в воду угол преломления...

- 1) меньше угла падения 2) больше угла падения
3) равен углу падения 4) равен 90°

A16. Какое устройство позволяет из естественного света получить поляризованный?

- 1) интерферометр 2) дифракционная решетка
3) поляриод 4) ртутная лампа

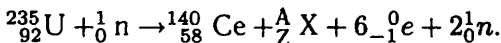
A17. Металлическую пластинку облучают ультрафиолетовым светом. Какие заряды будут покидать металл?

- 1) положительно заряженные ионы
2) протоны
3) дырки
4) электроны

A18. Если атом мышьяка ${}_{33}^{67}\text{As}$ превратить в отрицательно заряженный ион с минимальным зарядом, то его заряд ядра будет равен...

- 1) 0 2) 32 3) 33 4) 34

A19. Определите заряд ядра и массовое число одного из элементов, получающихся в результате ядерной реакции



- 1) $Z = 28$ $A = 94$ 2) $Z = 40$ $A = 94$
3) $Z = 35$ $A = 94$ 4) $Z = 41$ $A = 94$

A20. Школьник исследует зависимость температуры жидкости от переданного ей количества теплоты. Какой вывод может сделать школьник, проанализировав полученный график (см. рис. 43)?

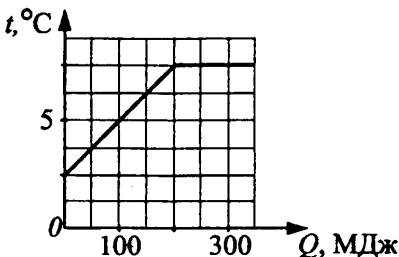


Рис. 43.

- 1) жидкость нагревалась
2) жидкость нагревалась и кипела
3) жидкость кипела
4) жидкость конденсировалась и охлаждалась

A21. Ученик исследует зависимость силы Кулона от расстояния между зарядами. Установка позволяет варьировать величины зарядов q_1 , q_2 и расстояние r между ними. Какие из величин в данном эксперименте нужно зафиксировать?

1) q_1, q_2 2) r 3) q_1, r 4) q_1, q_2, r

Часть 2

Ответом к заданиям этой части (В1-В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

В1. Движущийся шар налетает на покоящийся шар такой же массы. В результате неупругого столкновения шары начинают двигаться как единое целое. Как изменяются при этом импульс первого шара, импульс второго шара и кинетическая энергия системы шаров?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

1) увеличится

2) уменьшится

3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Импульс первого шара	Импульс второго шара	Кинетическая энергия системы шаров

В2. Плоский конденсатор зарядили и отключили от источника напряжения. Как изменятся заряд, напряжение и ёмкость конденсатора, если между его пластинами поместить диэлектрик?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

1) увеличится

2) уменьшится

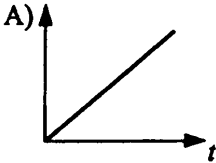

3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Заряд	Напряжение	Ёмкость

В3. Тело начинает движение из состояния покоя по наклонной плоскости без трения. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени t эти графики могут представлять.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Графики	Физические величины
<p>А) </p> <p>Б) </p>	<p>1) скорость 2) путь 3) сила тяжести 4) ускорение</p>

Ответ:

А	Б

В4. С идеальным газом совершают процесс AB , график которого изображен на рисунке 44 в координатах (p, T) . Давление в точке B $p_B = 4p_A$, а в точке C , принадлежащей графику, $p_C = 2p_A$. Если температура в точке A равна T_A , то чему равна температура в точках B и C ? Установите соответствие между физическими величинами и их значениями.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

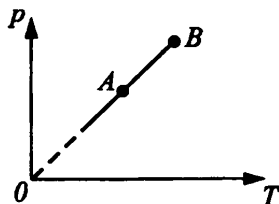


Рис. 44.

Физические величины	Значение
А) температура газа в точке C	1) $\frac{T_A}{4}$
Б) температура газа в точке B	2) $\frac{T_A}{2}$
	3) $2T_A$
	4) $4T_A$

Ответ:

А	Б

Часть 3

Задания третьей части представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий (А22–А25) в бланке ответов под номером выполняемого вами задания поставьте знак «Х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного ответа.

А22. Частица массой 200 г движется по окружности радиусом 40 см. При этом на частицу действует сила, равная 8 Н. С какой скоростью движется частица?

- 1) 2 м/с 2) 4 м/с 3) 8 м/с 4) 16 м/с

А23. Автомобиль первую половину пути проехал со скоростью 40 км/ч. На стоянке автомобиль провел столько же времени, сколько затратил на вторую половину пути, которую проехал со скоростью 60 км/ч. Какова средняя скорость автомобиля?

- 1) 34,3 км/ч 2) 48 км/ч 3) 50 км/ч 4) 54,3 км/ч

А24. Давление газа в баллоне составляет 1,5 МПа при температуре 7°C. Какой станет температура газа после нагревания баллона, если давление в баллоне повысится на 1 МПа?

- 1) 12°C 2) 78°C 3) 146°C 4) 194°C

А25. Электростатическое поле создается двумя точечными одинаковыми по модулю, но противоположными по знаку зарядами, величина которых составляет 3 нКл. Расстояние между зарядами равно 10 см. Какова напряженность электростатического поля в точке, расположенной посередине между зарядами?

- 1) 0 В/м 2) 2,7 кВ/м 3) 10,8 кВ/м 4) 21,6 кВ/м

Полное решение задач С1–С6 необходимо записать в бланке ответов. При оформлении решения в бланке ответов запишите сначала номер задания (С1, С2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

С1. На полях сражений солдаты предугадывают опасность летящего снаряда по издаваемому им звуку. Они прислушиваются не только к громкости, но и к частоте звука, а также к ее изменению. О чем в этом случае говорит им частота звука?

Полное правильное решение каждой из задач С2 – С6 должно включать в себя законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

С2. С вершины наклонной плоскости высотой 2 м, составляющей 30° с горизонтом, горизонтально со скоростью 5 м/с брошено тело массой 100 г. Определите потенциальную энергию камня в точке падения его на наклонную плоскость.

С3. Паровая машина совершает за один цикл работу 350 МДж. Какова масса каменного угля, сожженного в котле, если температура нагревателя 127°C , а холодильника 27°C ? Удельную теплоту сгорания каменного угля считать равной 30 МДж/кг.

С4. Напряженность поля двух точечных зарядов в точке, удаленной от первого заряда на расстояние 4 см, от второго — на 3 см, расположенных на расстоянии 5 см друг от друга, равна 20 кВ/м. Если величина первого заряда составляет $-1,5 \text{ нКл}$, то какова величина второго положительного заряда?

С5. Квадратная рамка, по которой течет ток 5 мА, со стороной 5 см помещена во внешнее магнитное поле с индукцией 0,1 Тл так, что угол между перпендикуляром к рамке и вектором магнитной индукции равен 90°C . Какой момент сил действует на рамку?

С6. Какова мощность электрической лампочки, если за 2 с она испускает $25 \cdot 10^{19}$ фотонов с длиной волны 600 нм? Считать, что на излучение идет $2/3$ потребляемой мощности.

Вариант № 7

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов под номером выполняемого вами задания (А1-А21) поставите знак «Х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного ответа.

А1. Может ли график зависимости пути от времени иметь следующий вид (см. рис. 45)?

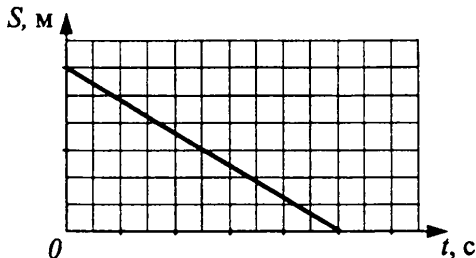


Рис. 45.

- 1) да
 - 2) нет
 - 3) может, если траектория прямолинейная
 - 4) может, если тело возвращается в исходную точку
- А2.** Какое уравнение представляет собой третий закон Ньютона?
- 1) $F_1 = -F_2$
 - 2) $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$
 - 3) $\vec{F}_1 = \vec{F}_2$
 - 4) $F_1 = F_2$
- А3.** Куда направлена сила трения, действующая на человека, бегущего по дороге?
- 1) сила трения вообще не действует
 - 2) в сторону, противоположную движению
 - 3) перпендикулярно поверхности дороги
 - 4) в сторону движения
- А4.** В книге Э. Распе «Приключения барона Мюнхгаузена» есть такое место: «Обе пушки грянули в один и тот же миг. Случилось то, чего я ожидал: в намеченной мною точке два ядра — наше и неприятельское — столкнулись с ужасающей силой и неприятельское ядро полетело назад к испанцам. Наше ядро также не доставило им удовольствия». Возможно ли описанное в книге явление?
- 1) невозможно, т.к. не выполняется закон сохранения импульса
 - 2) возможно, если масса неприятельского ядра больше
 - 3) возможно, если масса неприятельского ядра меньше
 - 4) возможно, если масса неприятельского ядра намного меньше

- A5.** В чем состоит механическая работа при копании ямы лопатой?
- 1) в нажатии ноги на лопату
 - 2) в поднятии земли на поверхность
 - 3) в мускульных усилиях человека
 - 4) в первых двух факторах
- A6.** Почему для подводной лодки опасно ложиться на илистый грунт?
- 1) может резко уменьшиться сила Архимеда
 - 2) вода сильно прижимает лодку ко дну
 - 3) невозможно опустошить балластные цистерны
 - 4) винт может завязнуть в иле
- A7.** Чем объясняется явление диффузии?
- 1) беспорядочным движением малых частиц вещества под действием ударов молекул окружающей среды
 - 2) взаимным проникновением атомов одного вещества в промежутки между атомами другого вещества
 - 3) наличием сил притяжения между молекулами
 - 4) наличием сил отталкивания между молекулами
- A8.** Концентрация молекул идеального газа увеличилась в 4 раза, а средняя скорость их движения уменьшилась в 4 раза. Как изменилось давление газа?
- 1) увеличилось в 2 раза
 - 2) уменьшилось в 2 раза
 - 3) увеличилось в 4 раза
 - 4) уменьшилось в 4 раза
- A9.** Если парциальное давление водяного пара, находящегося в воздухе, в 8 раз меньше давления насыщенного пара при той же температуре, то относительная влажность воздуха равна ...
- 1) 100%
 - 2) 50%
 - 3) 25%
 - 4) 12,5%
- A10.** Как изменяется внутренняя энергия идеального газа в цилиндре с поршнем, если газ совершает работу над поршнем в ходе адиабатного процесса?
- 1) увеличивается, т.к. увеличивается расстояние между молекулами
 - 2) увеличивается, т.к. увеличивается потенциальная энергия молекул
 - 3) уменьшается, т.к. увеличивается объем газа
 - 4) уменьшается, т.к. уменьшается кинетическая энергия молекул
- A11.** Напряженность электростатического поля, в котором находился заряд q , увеличилась в 2 раза. Во сколько раз изменилась сила, действующая на этот заряд?
- 1) не изменилась
 - 2) увеличилась в 4 раза
 - 3) уменьшилась в 4 раза
 - 4) увеличилась в 2 раза
- A12.** Какие частицы являются носителями заряда в полупроводниках?

A20. По графику зависимости силы тока в цепи от напряжения определите сопротивление цепи (см. рис. 47).

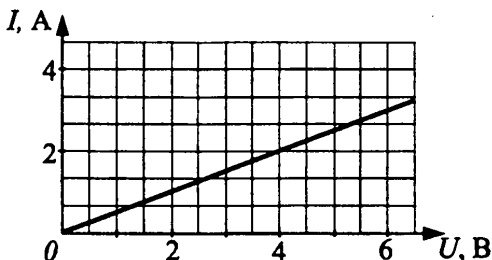


Рис. 47.

1) 5 Ом

2) 4 Ом

3) 3 Ом

4) 2 Ом

A21. На рисунке 48 приведен график зависимости давления 0,1 моля газа от его объема. Определите температуру газа.

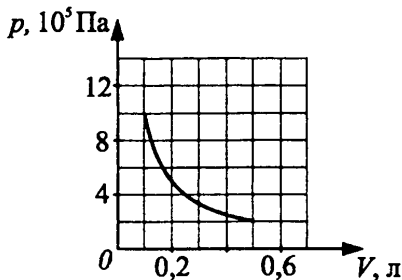


Рис. 48.

1) 120 К

2) 1200 К

3) 12 К

4) 1,2 К

Часть 2

Ответом к заданиям этой части (В1-В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

В1. Установите соответствие между техническими устройствами и физическими явлениями, лежащими в основе принципа их действия.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Технические устройства	Физические явления
А) трансформатор	1) действие магнитного поля на проводник с током
Б) амперметр	2) электромагнитная индукция
В) вольтметр	3) самоиндукция

А	Б	В

В2. В сосуде при неизменном давлении увеличили объем. Что произойдет при этом с концентрацией молекул, температурой идеального газа, энергией молекул?

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Их изменения
А) концентрация молекул	1) увеличится
Б) температура газа	2) уменьшится
В) энергия молекул	3) не изменится

А	Б	В

В3. Плоский конденсатор подключили к источнику тока, а затем пространство между его обкладками заполнили жидким диэлектриком. Что произойдет при этом с зарядом конденсатора и его ёмкостью?

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Их изменение
А) заряд конденсатора	1) увеличится
Б) ёмкость	2) уменьшится
	3) не изменится
	4) станет равным(-ой) нулю

Ответ:

А	Б

В4. Установите взаимосвязь между физическими явлениями и приборами, с помощью которых эти явления исследуются.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические явления	Приборы
А) фотоэффект	1) вакуумный фотоэлемент
Б) космическое излучение	2) дифракционная решётка
	3) призма
	4) счётчик Гейгера

Ответ:

А	Б

Часть 3

Задания третьей части представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий (A22–A25) в бланке ответов под номером выполняемого вами задания поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного ответа.

A22. Чему равен КПД крана, который равномерно поднимает груз массой 3 т на высоту 10 м за 30 с? Мощность двигателя крана 20 кВт.

- 1) 1 2) 0,75 3) 0,5 4) 0,25

A23. На сколько градусов надо увеличить температуру газа, чтобы его объем увеличился в 3 раза, если начальная температура газа 40°C, а давление постоянно?

- 1) на 626°C 2) на 727°C 3) на 525°C 4) на 323°C

A24. В цилиндре компрессора происходит сжатие 8 молей идеального одноатомного газа. При этом совершается работа, равная 1800 Дж. На сколько градусов повысилась при этом температура газа, если процесс сжатия можно считать адиабатическим?

- 1) на 18 К 2) на 27 К
3) на 6 К 4) температура не изменилась

A25. В сеть переменного тока напряжением 220 В и частотой 50 Гц включили конденсатор. Амплитудное значение силы тока в конденсаторе равно 0,2 А. Ёмкость этого конденсатора равна ...

- 1) 2 мкФ 2) $9,1 \cdot 10^{-4}$ мкФ 3) 2,9 мкФ 4) 7,8 мкФ

Полное решение задач С1–С6 необходимо записать в бланке ответов. При оформлении решения в бланке ответов запишите сначала номер задания (С1, С2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

С1. Две электрические лампочки, рассчитанные на одинаковое напряжение, включены в цепь последовательно. Мощность первой лампы 40 Вт, второй — 100 Вт. Каков будет их накал?

Полное правильное решение каждой из задач С2 – С6 должно включать в себя законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

С2. Чему равно ускорение силы тяжести на поверхности некоторой планеты, радиус которой равен радиусу Земли, но средняя плотность в n раз больше средней плотности Земли?

С3. Теплоизолированный сосуд объемом 2 м^3 разделен перегородкой на две равные части. В одной части сосуда находится гелий массой 1 кг, а в другой — аргон массой 1 кг. Средняя квадратичная скорость атомов аргона равна средней квадратичной скорости атомов гелия и составляет 500 м/с . Определите парциальное давление гелия после удаления перегородки.

С4. По гладкой закреплённой изолирующей наклонной плоскости, составляющей угол 30° с горизонтом, соскальзывает без начальной скорости с высоты $h = 1 \text{ м}$ небольшое тело массой $m = 423 \text{ г}$, обладающее зарядом $q = -1,49 \cdot 10^{-5} \text{ Кл}$. В точке пересечения вертикали, проведенной через начальное положение тела, с основанием плоскости находится такой же заряд q . Определите скорость у основания наклонной плоскости. Спротивлением воздуха и трением пренебречь.

С5. Катушка с поперечным сечением 20 см^2 находится в однородном магнитном поле, линии индукции которого параллельны оси катушки. Катушка содержит 1000 витков, замкнутых на конденсатор ёмкостью $0,5 \text{ мкф}$. Индукция магнитного поля изменяется со временем, как показано на графике (см. рис. 49). Определите заряд на конденсаторе в момент времени $t = 7 \text{ с}$.

С6. Фотокатод, покрытый кальцием (работа выхода $A = 4,42 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$), освещается светом с частотой $\nu = 2 \cdot 10^{15} \text{ Гц}$. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции и движутся по окружности максимального радиуса $R = 5 \text{ мм}$. Какова индукция магнитного поля?

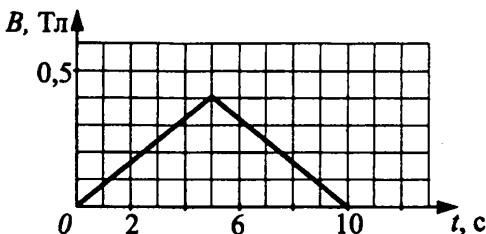


Рис. 49.

Вариант № 8

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов под номером выполняемого вами задания (A1-A21) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного ответа.

A1. Два тела, брошенные с поверхности Земли вертикально вверх, достигли высот 10 м и 20 м и упали на Землю. Пути, пройденные этими телами, отличаются на

- 1) 5 м 2) 20 м 3) 10 м 4) 30 м

A2. Система отсчёта связана с лифтом. Эту систему можно считать инерциальной в случае, когда лифт движется

- 1) равномерно вверх 2) ускоренно вверх
3) замедленно вверх 4) замедленно вниз

A3. По какой из приведенных формул можно рассчитать силу гравитационного притяжения между двумя телами одинаковой массы m (см. рис. 50)?

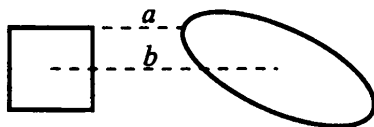


Рис. 50.

- 1) $F = Gm^2/a^2$ 2) $F = Gm^2/b^2$
3) $F = Gm^2/(b - a)^2$ 4) ни по одной из указанных формул

A4. На рисунке 51 приведены графики зависимости импульса p_x двух автомобилей от проекции их скоростей v_x относительно Земли. Каков импульс первого автомобиля в системе отсчета, связанной со вторым автомобилем, когда их скорости относительно Земли равны 20 м/с?

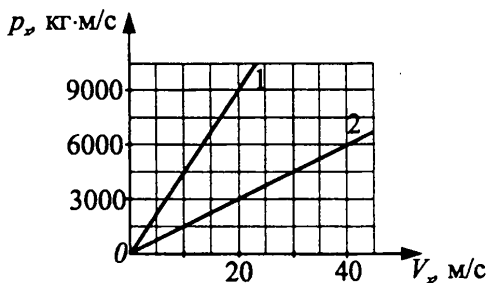


Рис. 51.

- 1) 0 кг·м/с 2) 2000 кг·м/с 3) 4000 кг·м/с 4) 6000 кг·м/с

А5. Закон сохранения механической энергии применим для

- 1) любой системы тел в любой системе отсчета
- 2) любой системы тел при взаимодействиях любыми силами в инерциальных системах отсчета
- 3) замкнутой системы тел, взаимодействующих только силами упругости и силами всемирного тяготения, в инерциальных системах отсчета
- 4) замкнутой системы тел, взаимодействующих любыми силами, в инерциальных системах отсчета

А6. Действует ли закон Паскаля в условиях невесомости?

- 1) да, действует
- 2) нет, не действует
- 3) не действует в космическом корабле, удаляющемся от Земли
- 4) действует только на Земле

А7. Какие из приведенных утверждений верны?

А) Идеальным газом будет являться реальный газ при низком давлении и высокой температуре.

Б) Идеальный газ — это газ, у которого кинетическая энергия молекул ничтожно мала.

В) Идеальный газ — это газ, у которого взаимодействие между молекулами ничтожно мало.

- 1) только А 2) только Б 3) только В 4) и А, и В

А8. Диффузия в веществе приводит

- 1) к увеличению концентрации частиц вещества
- 2) к уменьшению концентрации частиц вещества
- 3) к увеличению или уменьшению концентрации частиц данного вещества

4) возникновение явления диффузии не связано с концентрацией частиц данного вещества

A9. Давление водяных паров на улице при $t = 14^\circ\text{C}$ было равно 1 кПа, давление насыщенных водяных паров при той же температуре равно 1,6 кПа. Определите относительную влажность воздуха.

- 1) 100% 2) 84,5% 3) 62,5% 4) 56,8%

A10. С помощью графика (см. рис. 52) определите работу, совершенную газом.

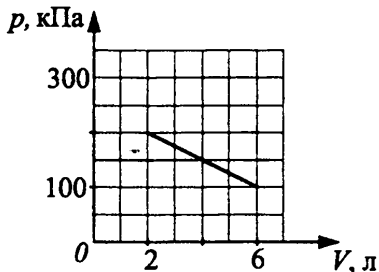


Рис. 52.

- 1) 800 Дж 2) 600 Дж 3) 400 Дж 4) 200 Дж

A11. Два электрических заряда в воздухе взаимодействуют с силой 50 Н. Какой станет сила взаимодействия зарядов, если погрузить их в масло? Диэлектрическая проницаемость масла равна 2,5.

- 1) 20 Н 2) 125 Н 3) 50 Н 4) 8 Н

A12. Может ли электрический заряд находиться в электрическом поле в покое?

- 1) может
2) не может ни при каких условиях
3) может, если он отрицательный
4) может, если он положительный

A13. Альфа-частица, влетевшая в пространство между полюсами электромагнита, имеет горизонтально направленную скорость v , перпендикулярную линиям магнитной индукции, как показано на рисунке 53. Куда направлена сила, действующая на частицу со стороны магнитного поля?

- 1) вертикально вниз 2) вертикально вверх
3) горизонтально вправо 4) горизонтально влево

A14. Высказываются следующие утверждения:

- А) Электромагнитные волны распространяются со скоростью света.
Б) Электромагнитные волны могут отражаться и преломляться на границе раздела сред.
В) Электромагнитные волны являются поперечными волнами.

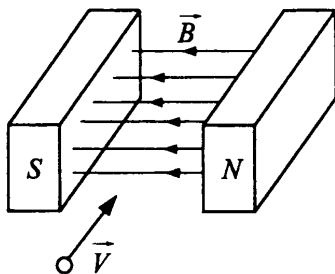


Рис. 53.

Какое(-ие) утверждение(-я) является(-ются) верным(-ми)?

- 1) только А и В 2) только В 3) только Б и В 4) и А, и Б, и В

A15. Если после преломления в линзе лучи, распространяющиеся параллельно главной оптической оси линзы, пересекаются в точке, находящейся на расстоянии 10 см от оптического центра линзы, то оптическая сила такой линзы равна

- 1) $-0,1$ дптр 2) -10 дптр 3) 10 дптр 4) 1 дптр

A16. Дисперсия света — это

- 1) сложный состав белого света
- 2) зависимость показателя преломления вещества от длины волны падающего света
- 3) зависимость показателя преломления вещества от частоты падающего света
- 4) факторы 2 и 3

A17. Корпускулярно-волновой дуализм — это

- 1) корпускулярная природа света
- 2) волновая природа света
- 3) прямолинейное распространение света в однородной среде
- 4) одновременно и корпускулярная и волновая природа света

A18. Изотоп ${}_{92}^{238}\text{U}$ испытал α -распад. Какое образовалось ядро?

- 1) ${}_{90}^{234}\text{Th}$ 2) ${}_{92}^{234}\text{U}$ 3) ${}_{94}^{238}\text{Pu}$ 4) ${}_{90}^{238}\text{Th}$

A19. Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер изотопа от времени (см. рис. 54). Период полураспада этого изотопа равен...

- 1) 10 с 2) 15 с 3) 20 с 4) 25 с

A20. Проводятся опыты по измерению ускорения свободного падения с помощью нитяного маятника: один на Земле, другой — на борту самолета, летящего на одной высоте с постоянной скоростью относительно Земли. Какое из приведенных высказываний, описывающих результаты опытов, верно?

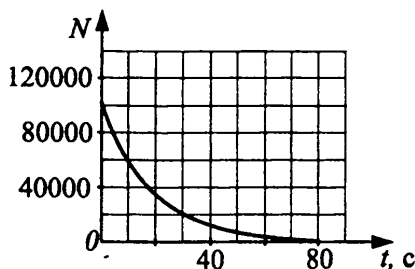


Рис. 54.

- 1) значения g одинаковы, так как самолет является инерциальной системой отсчета
- 2) значения g примерно одинаковы, так как самолет является инерциальной системой отсчета, отличия в измерениях лежат в пределах погрешности измерений
- 3) значение g на борту самолета меньше, так как с высотой значение g уменьшается
- 4) значение g на борту самолета больше, так как с высотой значение g увеличивается

A21. Точками на графиках (см. рис. 55) показаны результаты измерения силы тока и напряжения и проведено несколько линий. Какой из графиков построен правильно?

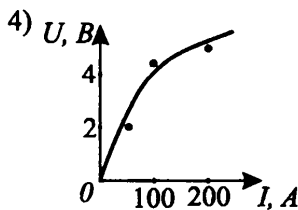
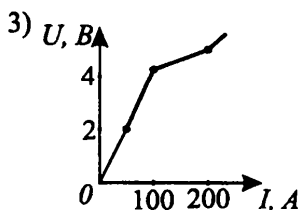
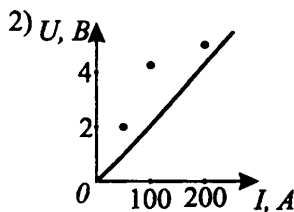
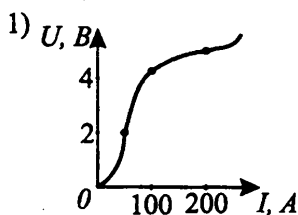


Рис. 55.

1) 1

2) 2

3) 3

4) 4

Часть 2

Ответом к заданиям этой части (В1-В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

В1. Установите соответствие между техническими устройствами и физическими явлениями, лежащими в основе принципа их действия.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Технические устройства	Физические явления
А) амперметр	1) электромагнитная индукция
Б) электродвигатель	2) действие силы на проводник с током в магнитном поле
В) вольтметр	3) самоиндукция

А	Б	В

В2. В сосуде неизменного объема повысили температуру. Что произойдет при этом с концентрацией молекул, давлением идеального газа, энергией взаимодействия молекул?

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Их изменения
А) концентрация молекул	1) останется равной 0
Б) давление газа	2) не изменится
В) энергия взаимодействия	3) увеличится

А	Б	В

В3. Газ совершает изобарный процесс. А и Б представляют собой физические величины, характеризующие состояние газа. Установите соответствие между физическими величинами и графиками, которые отражают зависимости этих величин от объема.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Графики
А) концентрация молекул	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>1)</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>2)</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;"> <p>3)</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>4)</p> </div> </div>
Б) термодинамическая температура	

Ответ:

А	Б

В4. При освещении катода вакуумного фотоэлемента потоком монохроматического света происходит освобождение фотоэлектронов. Как изменятся число вырванных электронов и красная граница фотоэффекта при уменьшении частоты падающего света?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась
- 4) такой связи нет.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Число вырванных электронов	Красная граница фотоэффекта

Часть 3

Задания третьей части представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий (A22–A25) в бланке ответов под номером выполняемого вами задания поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного ответа.

A22. Вертолет поднимает вертикально вверх на тросе груз массой 10 т с ускорением 1 м/с^2 . Какова (в кН) сила натяжения троса?

- 1) 110 2) 90 3) 10 4) 50

A23. При закалке стальную деталь массой 0,2 кг опустили в масло массой 2 кг при температуре 10°C . При этом температура масла поднялась до 35°C . Считая, что удельная теплоемкость масла в 3 раза больше удельной теплоемкости стали, определите начальную температуру детали.

- 1) 685°C 2) 785°C 3) 885°C 4) 985°C

A24. Сопротивления 400 Ом и 200 Ом включены последовательно в электрическую цепь. Какое количество теплоты выделится на втором сопротивлении, если на первом за то же время выделилось 6 кДж теплоты? Ответ запишите в кДж.

- 1) 3 2) 2 3) 1 4) 4

A25. Линейные размеры изображения, полученного на экране, в 3 раза больше линейных размеров предмета. Фокусное расстояние линзы равно 27 см. Определите, на каком расстоянии от линзы находится предмет. Ответ запишите в см.

- 1) 16 2) 26 3) 46 4) 36

Полное решение задач С1–С6 необходимо записать в бланке ответов. При оформлении решения в бланке ответов запишите сначала номер задания (С1, С2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

С1. Как с помощью телевизора определить полюса подковообразного немаркированного магнита?

Полное правильное решение каждой из задач С2 – С6 должно включать в себя законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

С2. В последнюю секунду свободного падения с высоты 45 м тело прошло путь в n раз больший, чем в предыдущую. Найдите n , если начальная скорость тела была равна нулю.

С3. На дне сосуда, заполненного воздухом, лежит полый стальной шарик радиусом $r = 2$ см. Масса шарика $m_{\text{ш}} = 5$ г. До какого давления p надо сжать воздух в сосуде, чтобы шарик поднялся вверх? Считать, что воздух при больших давлениях подчиняется уравнению состояния идеального газа. Температура воздуха неизменна и равна $t = 20^\circ\text{C}$. Молярная масса воздуха 29 г/моль.

С4. С какой скоростью пролетит электрон, втягиваемый в кольцо, заряженное положительно с линейной плотностью γ , через центр кольца? Электрон находится на бесконечности.

С5. Круговой контур радиусом $r = 5$ см помещен в однородное магнитное поле, индукция которого $B = 0,5$ Тл. Плоскость контура перпендикулярна направлению магнитного поля, сопротивление контура $R = 0,2$ Ом. Какой заряд пройдет по контуру при повороте его на угол 60° ?

С6. В вакууме находятся два покрытых кальцием электрода, к которым подключен конденсатор ёмкостью C . При длительном освещении катода светом с частотой $\nu = 10^{15}$ Гц фототок, возникающий вначале, прекращается, а на конденсаторе появляется заряд $q = 11 \cdot 10^{-9}$ Кл. Работа выхода электронов из кальция $A = 4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж. Определите ёмкость конденсатора C .

Вариант № 9

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов под номером выполняемого вами задания (A1-A21) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного ответа.

A1. На рис. 56 приведен график зависимости скорости движения тела от времени. Определите перемещение тела за первые 8 с движения.

1) 4 м

2) 8 м

3) 16 м

4) 0 м

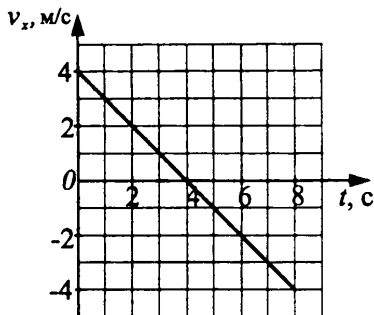


Рис. 56.

A2. Какая сила больше — сила, с которой тело притягивает Землю, или сила, с которой Земля притягивает тело?

- 1) тело не притягивает Землю
- 2) эти силы равны
- 3) сила, с которой тело притягивает Землю, меньше силы, с которой Земля притягивает тело
- 4) сила, с которой тело притягивает Землю, больше силы, с которой Земля притягивает тело

A3. Тело массой m неподвижно лежит на горизонтальном столе. Чему равна сила, с которой стол действует на тело?

- 1) 0, т.к. стол не давит на тело
- 2) mg , т.к. это сила тяжести
- 3) mg , т.к. это вес тела
- 4) mg , т.к. эта сила численно равна весу тела

A4. Женщина массой 70 кг и её сын массой 35 кг стоят на льду, как показано на рисунке 57. Затем они в течение 0,6 с отталкиваются друг от друга и начинают скользить в разные стороны. У кого импульс после взаимодействия больше — у матери или у сына?

- 1) одинаков
- 2) у матери больше
- 3) у сына больше
- 4) зависит от их скоростей движения

A5. Какова работа силы, под действием которой тело массой 2 кг в течение двух секунд движется горизонтально из состояния покоя с ускорением 2 м/с^2 ?

- 1) 8 Дж
- 2) 4 Дж
- 3) 16 Дж
- 4) 160 Дж

A6. Какова амплитуда ускорения тела, колеблющегося со скоростью $v = 8 \cos 4t$ (см/с)?

- 1) 16 см/с^2
- 2) 8 см/с^2
- 3) 32 см/с^2
- 4) 2 см/с^2



Рис. 57.

A7. Какие из приведенных утверждений верны?

А) Идеальным газом будет являться реальный газ при низком давлении и высокой температуре.

Б) Идеальный газ — это газ, у которого кинетическая энергия молекул ничтожно мала.

В) Идеальный газ — это газ, у которого взаимодействие между молекулами ничтожно мало.

- 1) только А 2) только Б 3) только В 4) и А, и В

A8. Как изменилась абсолютная температура газа, если в результате его нагревания средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул увеличилась в 4 раза?

- 1) увеличилась в 2 раза 2) уменьшилась в 2 раза
3) увеличилась в 4 раза 4) уменьшилась в 4 раза

A9. Каково давление насыщенного водяного пара при температуре 100°C ?

- 1) 1 кПа 2) 10 кПа 3) 100 кПа 4) 1 МПа

A10. Какова работа внешних сил при переводе идеального газа из состояния 1 в состояние 3 (см. рис. 58)?

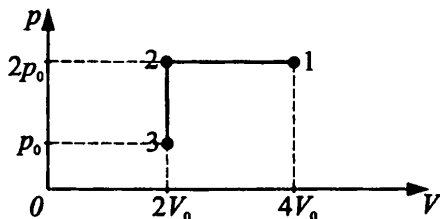


Рис. 58.

- 1) $\frac{1}{2} P_0 V_0$ 2) $P_0 V_0$ 3) $2 P_0 V_0$ 4) $4 P_0 V_0$

A11. Два электрических заряда в воздухе на расстоянии 10 см взаимодействуют с такой же силой, как в диэлектрике на расстоянии 5 см. Какова диэлектрическая проницаемость вещества?

- 1) 2 2) 4 3) 6 4) 8

A12. Как изменилась ёмкость плоского конденсатора при уменьшении напряжения на его пластинах в 4 раза?

- 1) уменьшилась в 4 раза 2) увеличилась в 4 раза
3) уменьшилась в 9 раз 4) не изменилась

A13. Нейтрон влетает в магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции (см. рис. 59). Определите направление силы Лоренца, действующей на него.

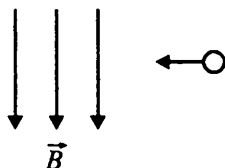


Рис. 59.

- 1) перпендикулярно плоскости рисунка вверх
2) перпендикулярно плоскости рисунка вниз
3) сила равна нулю
4) сила направлена по скорости нейтрона

A14. На рис. 60 изображен график зависимости силы тока в колебательном контуре от времени. Какой из графиков рисунка 61 правильно изображает процесс изменения напряжения на конденсаторе со временем?

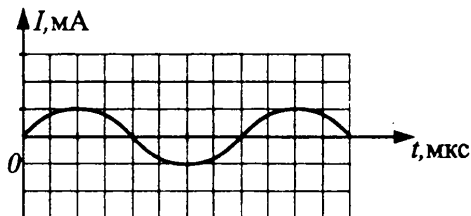


Рис. 60.

- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

A15. Показатели преломления относительно воздуха для воды, стекла и алмаза соответственно равны 1,33, 1,5 и 2,42. В каком из этих веществ предельный угол полного отражения имеет максимальное значение?

- 1) в воде 2) в стекле
3) в алмазе 4) одинаков для всех

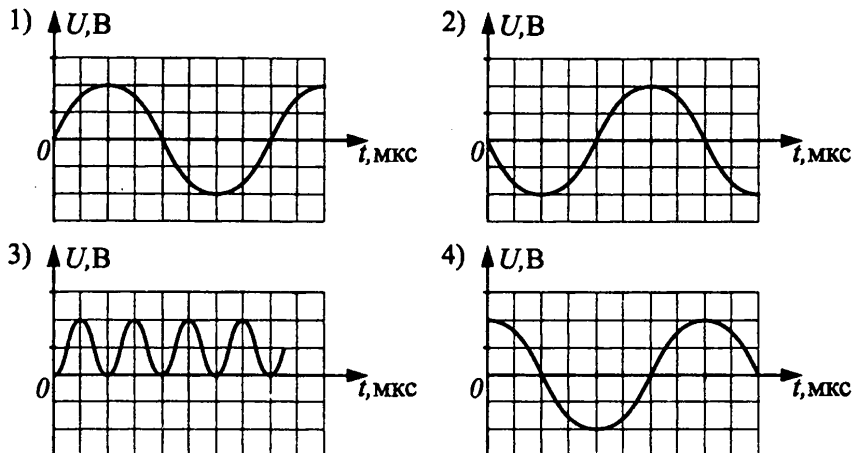


Рис. 61.

A16. Какова скорость света фар первого автомобиля относительно второго, если автомобили движутся со скоростями V_1 и V_2 относительно Земли?

- 1) $C - (V_1 - V_2)$ 2) $C + (V_1 + V_2)$ 3) C 4) $C - V_1 - V_2$

A17. На рисунке 62 приведены спектры поглощения атомов натрия, водорода и гелия. Из каких компонентов состоит газовая смесь, спектр которой показан на том же рисунке?

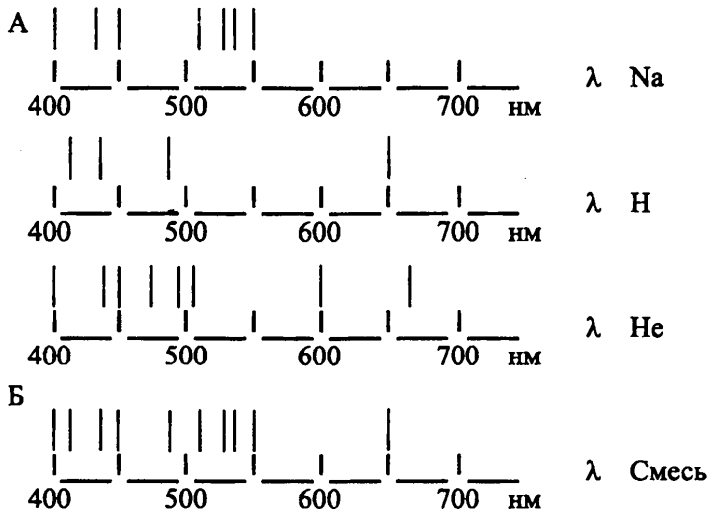


Рис. 62.

- 1) натрий и водород 2) натрий и гелий
 3) гелий и водород 4) все три элемента

A18. На какие частицы делится ядро урана 235, если его облучают нейтронами?

- 1) на нейтроны и протоны 2) на α -частицы и β -частицы
3) на нуклоны и электроны 4) на 2 осколка и нейтроны

A19. Сколько ядер из 1000 испытает радиоактивный распад за 2 мин, если период полураспада изотопа равен 2 мин?

- 1) 500 ядер 2) около 500 ядер 3) 250 ядер 4) около 250 ядер

A20. На рисунке 63 показаны шкалы измерительных приборов в соответствующей схеме. Определите мощность лампы накаливания.

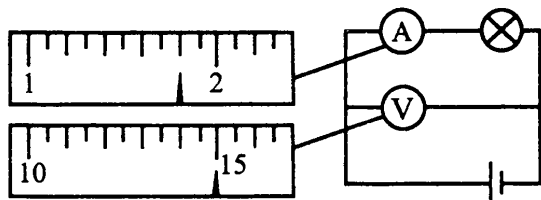


Рис. 63.

- 1) 25,5 Вт 2) 15,5 Вт 3) 10,5 Вт 4) 27,0 Вт

A21. В таблице представлены результаты измерений зависимости удельного сопротивления ρ металлического проводника от температуры T . Погрешности измерений равнялись соответственно $0,1 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}}{\text{м}}$ и 1 К.

ρ	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
T	273	293	313	333	353	373

Какой из графиков, представленных на рис. 64, соответствует результатам эксперимента?

- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

Часть 2

Ответом к заданиям этой части (B1-B4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

B1. Установите соответствие между техническими устройствами и физическими явлениями, лежащими в основе принципа их действия.

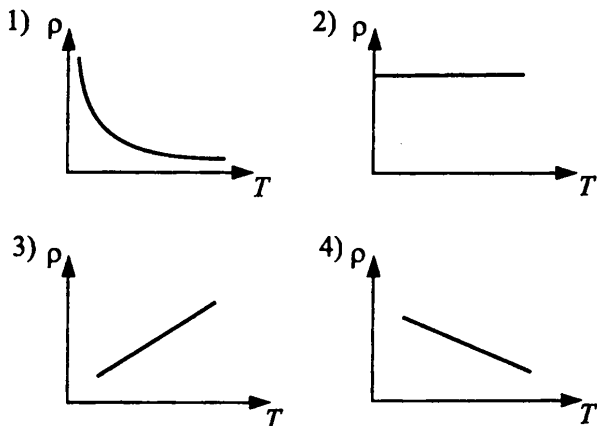


Рис. 64.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Технические устройства	Физические явления
А) трансформатор	1) тепловое действие тока
Б) электрическая лампочка	2) действие магнитного поля на проводник с током
В) электродвигатель	3) электромагнитная индукция

А	Б	В

В2. В сосуде неизменного объема повысили давление. Что произойдет при этом с концентрацией молекул, температурой идеального газа, энергией взаимодействия молекул?

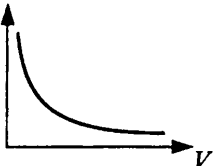
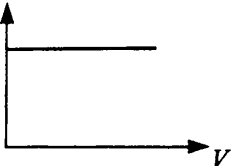

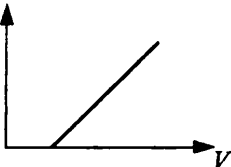
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Их изменения
А) концентрация молекул	1) останется равной 0
Б) температура	2) не изменится
В) энергия взаимодействия	3) увеличится

А	Б	В

В3. Газ совершает изотермический процесс. А и Б представляют собой физические величины, характеризующие состояние газа. Установите соответствие между величинами и графиками, которые отражают зависимости этих величин от объема.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Графики
А) концентрация молекул Б) термодинамическая температура	<div style="display: flex; flex-wrap: wrap; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center; margin: 10px;"> 1)  </div> <div style="text-align: center; margin: 10px;"> 2)  </div> <div style="text-align: center; margin: 10px;"> 3)  </div> <div style="text-align: center; margin: 10px;"> 4)  </div> </div>

Ответ:

А	Б

В4. При освещении катода вакуумного фотоэлемента потоком монохроматического света происходит освобождение фотоэлектронов. Как изменятся число вырванных электронов и красная граница фотоэффекта при уменьшении интенсивности падающего света?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась
- 4) такой связи нет

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Число вырванных электронов	Красная граница фотоэффекта

Часть 3

Задания третьей части представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий (A22–A25) в бланке ответов под номером выполняемого вами задания поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного ответа.

A22. Во сколько раз скорость пули в середине ствола ружья меньше, чем при вылете из него?

- 1) в 1,4 раза 2) в 3 раза 3) в 2 раза 4) в 1,7 раза

A23. Сколько молекул воды испарилось из открытого стакана за 1 с, если за 20 суток из него испарилось 200 г воды?

- 1) $3,9 \cdot 10^{16}$ 2) $3,9 \cdot 10^{17}$ 3) $3,9 \cdot 10^{18}$ 4) $3,9 \cdot 10^{19}$

A24. Два электрона, находящиеся в начальный момент времени далеко друг от друга, движутся навстречу друг другу вдоль одной прямой с одинаковыми по модулю скоростями 1000 км/с. На какое наименьшее расстояние они сблизятся?

- 1) 0,25 нм 2) 0,25 мм 3) 0,25 см 4) 0,25 м

A25. Найдите оптическую силу объектива проекционного аппарата, если он дает двадцатикратное увеличение, когда слайд находится на расстоянии 21 см от объектива.

- 1) 2 дптр 2) 3 дптр 3) 4 дптр 4) 5 дптр

Полное решение задач С1–С6 необходимо записать в бланке ответов. При оформлении решения в бланке ответов запишите сначала номер задания (С1, С2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

С1. Изменяется ли при полете центр тяжести самолета?

Полное правильное решение каждой из задач С2 – С6 должно включать в себя законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

С2. С одного уровня вылетают вертикально вверх два шарика с начальными скоростями 5 м/с через промежуток времени 0,31 с. Определите интервал времени между моментом броска первого шарика и моментом времени, в который шарик окажется на одной высоте.

С3. стакан, нагретый до температуры 100°C , приложили открытым концом к поверхности воды в сосуде при температуре 20°C . Длина стакана 10 см, площадь его поперечного сечения 40 см^2 . Найдите массу воды, втянутой в стакан, после установления теплового равновесия.

С4. Какое количество теплоты Q выделится во всей электрической цепи при переводе ключа из положения 1 в положение 2 (см. рис. 65)? Энергией электромагнитного излучения можно пренебречь.

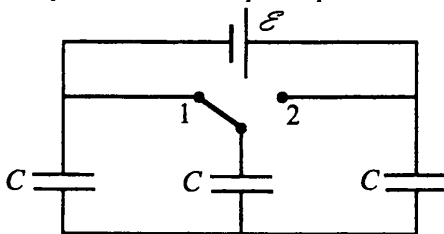


Рис. 65.

С5. В однородном магнитном поле индукцией $B = 6 \cdot 10^{-2}$ Тл находится соленоид диаметром $D = 8$ см, имеющий $n = 80$ витков медной проволоки сечением $S = 1\text{ мм}^2$. Соленоид поворачивается на угол $\alpha = 180^{\circ}$ за время $\Delta t = 0,2$ секунды так, что его ось остается направленной вдоль поля. Определите силу тока, возникающего в соленоиде. Удельное сопротивление меди $\rho = 0,017 \cdot 10^{-6}$ Ом \cdot м.

С6. Определите импульс, передаваемый лазерным пучком зеркалу за одну секунду при полном отражении. Энергия, излучаемая лазером за время t , равна E .

Вариант № 10

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов под номером выполняемого вами задания (А1-А21) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного ответа.

А1. Тело массой $m = 2$ кг движется вдоль оси OX . На графике приведена зависимость скорости от времени (см. рис. 66). Определите модуль наибольшего ускорения за промежуток времени от 5 с до 20 с.

- 1) 1 м/с^2 2) $0,6\text{ м/с}^2$ 3) $0,3\text{ м/с}^2$ 4) $1,4\text{ м/с}^2$

А2. На парашютиста массой $m = 80$ кг действуют сила тяжести и сила сопротивления воздуха. Опишите характер его движения, если эти силы равны.

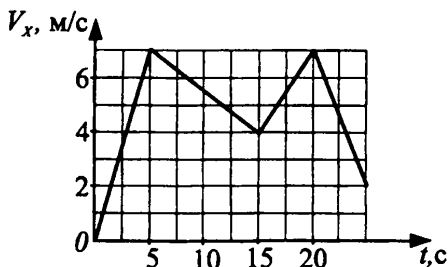


Рис. 66.

- 1) равноускоренно, ускорение направлено вниз
- 2) равноускоренно, ускорение направлено вверх
- 3) равномерно
- 4) равнозамедленно

A3. Футбольный мяч массой $m = 0,4$ кг после удара игрока достиг высоты 20 м. Чему равна сила тяжести, действующая на мяч в верхней точке траектории?

- 1) 0 Н
- 2) 200 Н
- 3) 4 Н
- 4) 80 Н

A4. За время $t = 10$ с тело массой $m = 3$ кг, двигаясь прямолинейно в инерциальной системе отсчета, изменило свой импульс на 30 кг·м/с. Чему равна сила, действующая на тело?

- 1) 3 Н
- 2) 0,1 Н
- 3) 9 Н
- 4) 900 Н

A5. Ученик бросил камень массой $m = 0,1$ кг вертикально вверх со скоростью 6 м/с. На какой высоте потенциальная энергия камня равна его кинетической энергии?

- 1) 1,8 м
- 2) 3,6 м
- 3) 0,9 м
- 4) 0,18 м

A6. Пружинный маятник совершает гармонические колебания с периодом T . В момент начала наблюдения $t = 0$ отклонение груза от положения равновесия было равно 0. За какое время после этого потенциальная энергия маятника достигнет своего максимального значения 5 раз?

- 1) $5T$
- 2) $5,5T$
- 3) $2,5T$
- 4) $2,25T$

A7. Груз массой $m = 3$ кг и объемом $V = 2$ л, подвешенный на тонкой нити, целиком погружен в жидкость плотностью $\rho = 900$ кг/м³. Определите силу натяжения нити T .

- 1) 30 Н
- 2) 18 Н
- 3) 12 Н
- 4) 48 Н

A8. Продолжите фразу: «При температуре абсолютного нуля...»

- 1) замерзает вода
- 2) замерзает любое вещество
- 3) прекращается движение атомов и молекул в любом веществе
- 4) молекулы и атомы любого вещества начинают медленно двигаться

A9. Давление идеального одноатомного газа увеличилось в 4 раза. Что можно сказать об изменении средней скорости молекул газа?

- 1) увеличилась в 4 раза 2) увеличилась в 2 раза
3) уменьшилась в 2 раза 4) уменьшилась в 4 раза

A10. Объём идеального одноатомного газа неизменной массы увеличился в 3 раза, а его давление уменьшилось в 6 раз. Что можно сказать об изменении его внутренней энергии?

- 1) уменьшилась в 2 раза 2) увеличилась в 2 раза
3) уменьшилась в 18 раз 4) увеличилась в 18 раз

A11. Площадь плоского конденсатора увеличили в 3 раза, а расстояние между пластинами уменьшили в 2 раза. Как при этом изменится ёмкость конденсатора?

- 1) уменьшится в 1,5 раза 2) увеличится в 1,5 раза
3) уменьшится в 6 раз 4) увеличится в 6 раз

A12. На рисунке 67 изображена электрическая схема и показания измерительного прибора, включенного в цепь ($R = 2 \text{ Ом}$, $r = 0,25 \text{ Ом}$). Чему равна ЭДС источника тока?

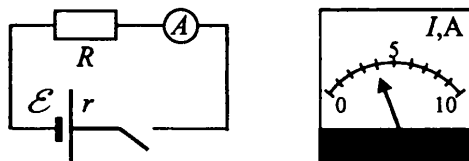


Рис. 67.

- 1) 10 В 2) 9 В 3) 2 В 4) 8 В

A13. Магнитное поле $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$ создано в точке A двумя параллельными проводниками тока $I_2 = 2I_1$ (см. рис. 68). Точка A находится на одинаковом расстоянии от первого и второго. Куда направлено магнитное поле \vec{B} в точке A ?

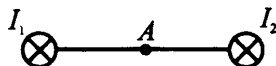


Рис. 68.

- 1) вверх 2) вниз 3) влево 4) вправо

A14. Две одинаковые электрические лампочки включены в электрические цепи, как показано на рисунке 69. Выберите правильный вариант развития событий при одновременном включении ключа K .

- 1) обе загорятся одновременно на полную яркость
2) первая загорится на полную яркость сразу, а вторая будет постепенно увеличивать свою яркость

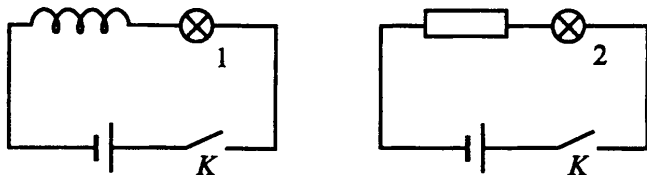


Рис. 69.

- 3) вторая загорится на полную яркость сразу, а первая будет постепенно увеличивать свою яркость
- 4) вторая загорится на полную яркость сразу, а первая вначале ярко вспыхнет, а потом постепенно уменьшит свою яркость

A15. На рисунке 70 представлен предмет AB и его изображение $A'B'$, полученное тонкой линзой с оптическим центром в точке O . Определите вид изображения и тип линзы.

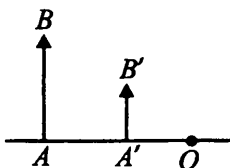


Рис. 70.

- 1) действительное изображение, собирающая линза
- 2) действительное изображение, рассеивающая линза
- 3) мнимое изображение, собирающая линза
- 4) мнимое изображение, рассеивающая линза

A16. При переходе света из воздуха в любое жидкое или твёрдое тело цвет света не меняется. Это происходит потому, что

- 1) скорость света меняется, а длина волны нет
- 2) длина волны меняется, а скорость света нет
- 3) скорость света и его длина волны не изменяются
- 4) изменяются скорость света и его длина волны

A17. При освещении цинковой пластины светом некоторой яркости и длины волны фотоэффект не наблюдается. Что надо сделать, чтобы появился фотоэффект?

- 1) увеличить яркость света
- 2) увеличить его длину волны
- 3) увеличить его частоту
- 4) заменить на меньшего размера пластину

A18. Сколько нуклонов содержится в нейтральном атоме $^{190}_{76}\text{Os}$?

- 1) 76 2) 190 3) 114 4) 266

A19. Ядро атома азота $^{14}_7\text{N}$ поглощает α -частицу и излучает протон. В какое ядро превращается азот в результате этой реакции?

- 1) $^{13}_6\text{C}$ 2) $^{17}_8\text{O}$ 3) $^{13}_7\text{N}$ 4) $^{18}_9\text{F}$

A20. Тело движется вдоль оси OX таким образом, что его координата меняется с течением времени, как указано на рисунке 71. Что можно сказать о характере движения тела?

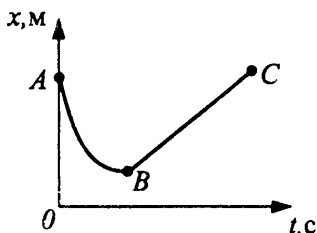


Рис. 71.

- 1) движение с ускорением: на участке — AB отрицательное, на участке BC — положительное
 - 2) на участках AB и BC движение равномерное с разными скоростями
 - 3) на участках AB и BC движение равноускоренное с разными ускорениями
 - 4) на участке AB — равнозамедленное, на участке BC — равномерное
- A21.** На графике (см. рис. 72) приведена зависимость температуры некоторого вещества от времени при постоянном его нагревании. На основании этого графика можно с уверенностью сказать, что вещество ...

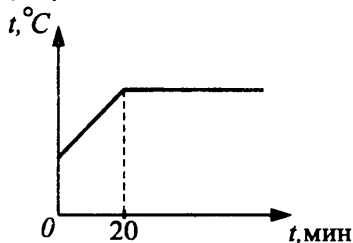


Рис. 72.

- 1) первые 20 мин нагревалось, а затем плавилось
- 2) первые 20 мин охлаждалось, а затем отвердевало
- 3) либо кристаллическое, либо после 20 мин кипело
- 4) либо аморфное, либо после 20 мин конденсировалось

Часть 2

Ответом к заданиям этой части (В1-В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

В1. При проведении эксперимента мячик бросают горизонтально с одной и той же скоростью. Как изменятся в момент приземления модуль ускорения, горизонтальная составляющая скорости и кинетическая энергия при увеличении высоты, с которой производится эксперимент?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Модуль ускорения	Горизонтальная составляющая скорости	Кинетическая энергия

В2. Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью L и плоского конденсатора ёмкостью C . Как изменятся период колебаний, максимальный заряд конденсатора и полная энергия колебательного контура при увеличении расстояния между обкладками конденсатора?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Период колебаний	Максимальный заряд конденсатора	Полная энергия колебательного контура

В3. Тело массой m равномерно движется по окружности со скоростью v и делает полный оборот за время T . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) ускорение тела	1) $\frac{Tv}{2\pi}$
Б) радиус орбиты	2) $2\pi T v$
	3) $\frac{v}{2\pi T}$
	4) $\frac{2\pi v}{T}$

Ответ:

А	Б

В4. Плоскую квадратную пластину со стороной a равномерно зарядили зарядом Q . Точка A — центр пластины, точки A, B, C лежат на одной прямой, перпендикулярной плоскости пластины, $AB = r$, $AC = 2r$, $AC \ll a$ (см. рис. 73). Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

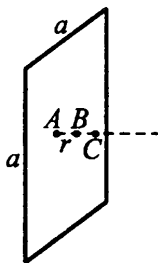


Рис. 73.

Физические величины	Формулы
А) модуль напряженности E электрического поля в точке B	1) 0
Б) работа при перемещении положительного заряда q из точки C в точку B	2) $\frac{Q}{2a^2\epsilon_0}$
	3) $\frac{Q}{2\epsilon_0}$
	4) $\frac{qQr}{2a^2\epsilon_0}$

Ответ:

А	Б

Часть 3

Задания третьей части представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий (А22–А25) в бланке ответов под номером выполняемого вами задания поставьте знак «Х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного ответа.

А22. Определите объем металлического тела, на которое при погружении в бензин ($\rho = 0,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$) действует выталкивающая сила, равная 35 Н.

- 1) $5 \cdot 10^3 \text{ м}^3$ 2) 5 л 3) 50 л 4) $5 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$

А23. Какая температура установится, если в медный калориметр массой 100 г с 200 г воды при температуре 15°C опустить свинцовую гирию массой 300 г, нагретую до 90°C ? (Теплообменом с окружающей средой пренебречь.)

- 1) $75,2^\circ\text{C}$ 2) $18,2^\circ\text{C}$ 3) $28,5^\circ\text{C}$ 4) $86,8^\circ\text{C}$

А24. Алюминиевый цилиндрический провод длиной 2 км имеет сопротивление 5,6 Ом. Определите массу провода. (Удельное сопротивление алюминия $\rho = 0,028 \text{ Ом}\cdot\text{мм}^2/\text{м}$.)

- 1) 5,4 кг 2) 10 кг 3) 108 кг 4) 54 кг

А25. Чему равна плотность ядра атома водорода, если его диаметр равен $1 \cdot 10^{-12} \text{ мм}$?

- 1) $3,2 \cdot 10^{18} \text{ кг/м}^3$ 2) $1,3 \cdot 10^{19} \text{ кг/м}^3$
 3) $3,2 \cdot 10^9 \text{ кг/м}^3$ 4) $1,3 \cdot 10^{10} \text{ кг/м}^3$

Полное решение задач С1–С6 необходимо записать в бланке ответов. При оформлении решения в бланке ответов запишите сначала номер задания (С1, С2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

С1. Электрические лампочки практически никогда не перегорают во время работы. Объясните, когда и почему в основном перегорают электрические лампочки. Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения.

Полное правильное решение каждой из задач С2 – С6 должно включать в себя законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

С2. Мальчик выливает воду из медицинского шприца. На какое максимальное расстояние улетит струя воды, если шприц расположен горизонтально на высоте 1,25 м, поршень имеет диаметр 1 см, внутренний диаметр иглы 0,25 мм, скорость движения поршня 6,25 мм/с?

С3. Резиновый легкорастяжимый шар наполнен 3 л гелия при температуре 20°C и атмосферном давлении 750 мм рт. ст. Какой объем будет иметь шар, если его опустить на дно реки глубиной 5 м и температурой воды 5°C?

С4. Поток электронов, пролетая между обкладками плоского конденсатора путь в $L = 10$ см, отклоняется на $h = 2$ мм. Определите скорость электронов, если заряд конденсатора равен $q = 20$ мкКл, его ёмкость $C = 1$ мФ, а расстояние между обкладками $d = 5$ мм (см. рис. 74).

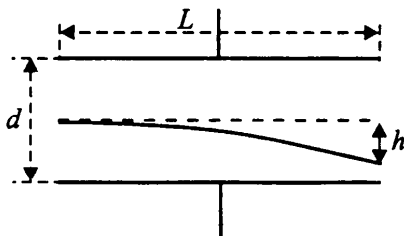


Рис. 74.

С5. На какое расстояние a сместится луч света при прохождении прямоугольной стеклянной пластины с показателем преломления $n = 1,5$ и толщиной $H = 5$ см, если угол падения равен $\alpha = 60^\circ$ (см. рис. 75)?

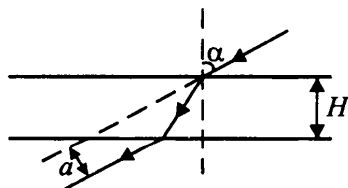


Рис. 75.

С6. Вычислите энергию связи ядра атома гелия ${}^4_2\text{He}$. (Массы атома $M_{{}_2^4\text{He}} = 4,0027$ а.е.м., $m_p = 1,0073$ а.е.м., $m_n = 1,0087$ а.е.м., $m_e = 0,00055$ а.е.м.)

Вариант № 11

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов под номером выполняемого вами задания (A1-A21) поставите знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного ответа.

A1. Тело массой $m = 2$ кг движется вдоль оси OX . На графике приведена зависимость скорости от времени (см. рис. 76). Определите промежуток времени, в течение которого модуль ускорения был наибольшим.

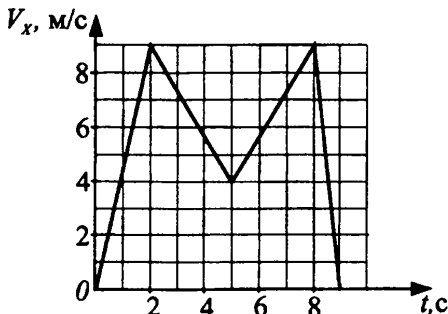


Рис. 76.

- 1) 0 – 2 2) 2 – 5 3) 5 – 8 4) 8 – 9

A2. На парашютиста массой $m = 75$ кг действуют сила тяжести и сила сопротивления воздуха. Опишите характер его движения, если сила тяжести больше силы сопротивления воздуха.

- 1) равноускоренно, ускорение направлено вниз
- 2) равноускоренно, ускорение направлено вверх
- 3) равномерно
- 4) равнозамедленно

A3. Футбольный мяч массой $m = 0,4$ кг после удара игрока достиг высоты 15 м. Чему равна равнодействующая всех сил, действующих на мяч в нижней точке траектории?

- 1) 0 Н 2) 4 Н 3) 60 Н 4) 30 Н

A4. Два тела разной массы движутся навстречу друг другу с одинаковыми скоростями, как указано на рисунке 77. Куда будет направлена их скорость после удара, если удар абсолютно неупругий?

- 1) вправо, если $m_1 > m_2$
- 2) вправо, если $m_1 < m_2$
- 3) тела остановятся, т.к. скорости равны
- 4) это зависит от соотношения их кинетических энергий

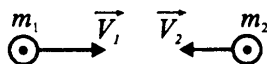


Рис. 77.

A5. Ученик бросил камень массой $m = 0,1$ кг вертикально вверх со скоростью 10 м/с. Определите высоту, на которой потенциальная энергия камня в 2 раза больше его кинетической энергии.

- 1) 5 м 2) 3,33 м 3) 0,5 м 4) 10 м

A6. Пружинный маятник совершает гармонические колебания с периодом T . В момент начала наблюдения $t = 0$ отклонение груза от положения равновесия было максимально. За какое время после этого кинетическая энергия маятника достигнет своего максимального значения 3 раза?

- 1) $3T$ 2) $1,5T$ 3) $1,25T$ 4) $2,5T$

A7. Груз массой $m = 5$ кг, подвешенный на тонкой нити, целиком погружен в жидкость плотностью $\rho = 800$ кг/м³. Сила натяжения нити $T = 26$ Н. Определите объем груза.

- 1) 3 м³ 2) 3 л 3) 3 см³ 4) $3,25 \cdot 10^{-3}$ м³

A8. Почему мелкие взвешенные частицы в жидкости совершают хаотическое движение и не оседают на дне, а крупные — быстро падают на дно?

- 1) на мелкие частицы действуют молекулы жидкости, а на крупные — нет
- 2) в воде на крупные частицы действует сила притяжения Земли, а на мелкие — нет
- 3) на мелкие частицы сильнее действует выталкивающая сила
- 4) мелкие частицы больше подвержены броуновскому движению, чем крупные

A9. Средняя скорость движения молекул идеального одноатомного газа увеличилась в 4 раза. Что можно сказать об изменении давления газа?

- 1) увеличилось в 4 раза 2) увеличилось в 16 раз
3) уменьшилось в 4 раза 4) уменьшилось в 16 раз

A10. Внутренняя энергия идеального одноатомного газа неизменной массы увеличилась в 2 раза, а его давление уменьшилось в 6 раз. Что можно сказать об изменении объема этого газа?

- 1) уменьшился в 3 раза 2) увеличился в 3 раза
3) уменьшился в 12 раз 4) увеличился в 12 раз

A11. Конденсатор ёмкостью C имеет заряд q . Как изменится энергия электрического поля конденсатора, если его заряд уменьшить в 2 раза?

- 1) уменьшится в 2 раза 2) увеличится в 2 раза
3) уменьшится в 4 раза 4) увеличится в 4 раза

A12. На рисунке 78 изображены электрическая схема и показания измерительного прибора, включенного в цепь ($\mathcal{E} = 4,5 \text{ В}$, $R = 2 \text{ Ом}$). Чему равно внутреннее сопротивление источника тока?

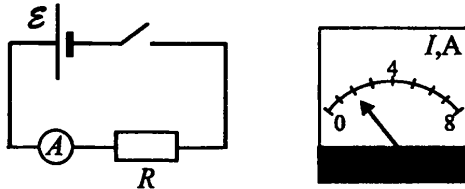


Рис. 78.

- 1) 0,25 Ом 2) 2,25 Ом 3) 4,5 Ом 4) 0,45 Ом

A13. Прямоугольная рамка с током помещена в однородное магнитное поле, силовые линии которого расположены в плоскости чертежа, как указано на рисунке 79. Куда направлен ток на участке CD , если сила, действующая на участок AB , перпендикулярна чертежу и направлена к нам?

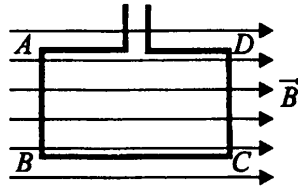


Рис. 79.

- 1) вверх 2) вниз 3) влево 4) вправо

A14. Как изменится период колебаний T в электрическом колебательном контуре, если пластины конденсатора сближать друг с другом (см. рис. 80)?

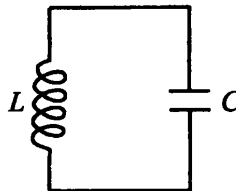


Рис. 80.

- 1) уменьшится
2) увеличится

3) не изменится

4) зависит от соотношения между ёмкостью C и индуктивностью L

A15. На рисунке 81 представлен предмет AB и его изображение $A'B'$, полученное тонкой линзой с оптическим центром в точке O . Определите вид изображения и тип линзы.

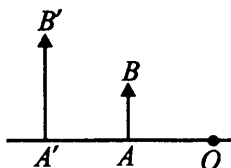


Рис. 81.

1) действительное изображение, собирающая линза

2) действительное изображение, рассеивающая линза

3) мнимое изображение, собирающая линза

4) мнимое изображение, рассеивающая линза

A16. В чём разница между спектрами белого света, получаемыми с помощью призмы и дифракционной решетки?

1) разницы нет

2) белый свет в этих случаях разлагается на разные цвета

3) в призме фиолетовый цвет отклоняется сильнее, чем красный, а в дифракционной решетке наоборот

4) в дифракционной решетке фиолетовый цвет отклоняется сильнее, чем красный, а в призме наоборот

A17. Что надо сделать, чтобы сила тока насыщения при проведении опыта по наблюдению фотоэффекта увеличилась в 4 раза?

1) увеличить в 4 раза длину световой волны

2) увеличить в 4 раза частоту световой волны

3) увеличить в 4 раза яркость света

4) увеличить в 4 раза запирающее напряжение

A18. Сколько всего элементарных частиц содержится в нейтральном атоме ${}^{127}_{53}\text{I}$?

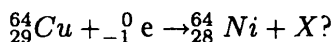
1) 53

2) 127

3) 180

4) 74

A19. Какая частица образуется в результате реакции



1) α -частица

2) β -частица

3) γ -частица

4) позитрон

A20. Тело движется вдоль оси OX таким образом, что его координата меняется с течением времени, как указано на рисунке 82. Что можно сказать о характере движения тела?

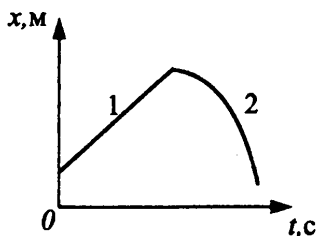


Рис. 82.

- 1) на участках 1 и 2 движение равноускоренное с разными ускорениями
 - 2) на участках 1 и 2 движение равномерное с разными скоростями
 - 3) с ускорением: на участке 1 — положительное, на участке 2 — отрицательное
 - 4) на участке 1 — равномерное, на участке 2 — равноускоренное
- A21.** При проведении эксперимента по изохорному нагреванию разреженного одноатомного газа была получена следующая зависимость давления p от температуры T (см. рис. 83). Какой вывод можно сделать на основании этого графика?

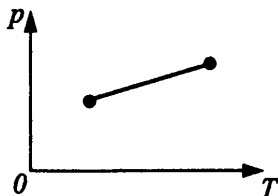


Рис. 83.

- 1) так как это прямая, то график подтверждает уравнение состояния идеального газа
- 2) уравнение Менделеева-Клапейрона для этого газа неприменимо
- 3) при проведении эксперимента масса газа уменьшилась
- 4) при проведении эксперимента масса газа увеличилась

Часть 2

Ответом к заданиям этой части (В1-В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

В1. 5 моль разреженного водорода изотермически расширяется. Как изменяются при этом температура, объем и давление водорода?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Температура	Объем	Давление

В2. Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью L и плоского конденсатора ёмкостью C . Как изменятся частота колебаний, максимальный ток и максимальная энергия магнитного поля при внесении в катушку металлического сердечника?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Частота колебаний	Максимальный ток	Максимальная энергия магнитного поля

В3. Тело массой m равномерно движется по окружности радиусом R с ускорением a . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) кинетическая энергия	1) $\sqrt{\frac{2\pi R}{a}}$
Б) время полного оборота	2) $\frac{\pi a R}{2}$
	3) $2\pi a R$
	4) $2\pi \sqrt{\frac{R}{a}}$

Ответ:

А	Б

В4. Металлический шар радиусом R заряжен зарядом Q . Точка O — центр шара, точки O, A, B, C, D лежат на одной прямой, $OA = R/2, OB = R, OC = 2R, OD = 3R$ (см. рис. 84). Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

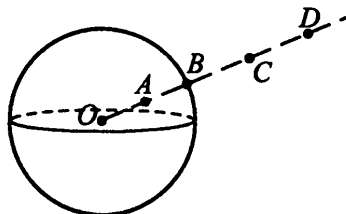


Рис. 84.

Физические величины	Их значения
А) потенциал φ электрического поля в точке C	1) $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R}$
Б) потенциал φ электрического поля в точке A	2) $\frac{Q}{8\pi\epsilon_0 R}$
	3) $\frac{Q}{2\pi\epsilon_0 R}$
	4) 0

Ответ:

А	Б

Часть 3

Задания третьей части представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий (А22–А25) в бланке ответов под номером выполняемого вами задания поставьте знак «Х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного ответа.

А22. Определите расстояние между двумя соседними точками, колеблющимися в одинаковой фазе, если волна распространяется со скоростью 325 м/с, а частота её колебаний равна 250 Гц.

- 1) 1,3 м 2) 81250 м 3) 0,65 м 4) 40625 м

А23. В медный калориметр массой 100 г с 200 г воды при температуре 20°C опустили болванку массой 313 г, нагретую до 90°C. При этом установившаяся температура равна 37°C. Определите вещество, из которого изготовлена болванка. (Теплообменом с окружающей средой пренебречь.)

- 1) медь 2) алюминий 3) чугун 4) железо

А24. Цепь состоит из последовательно соединенных конденсатора ёмкостью 10 мкФ и катушки индуктивностью 25 мГн. Какой должна быть циклическая частота переменного тока в цепи, чтобы возник резонанс?

- 1) 4 кГц 2) 2 кГц 3) 2 МГц 4) 4 МГц

А25. Предмет высотой 5 см расположен перпендикулярно главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием $F = 20$ см на расстоянии $L = 22$ см от центра линзы. Определите высоту изображения этого предмета, создаваемого линзой.

- 1) 55 см 2) 100 см 3) 110 см 4) 50 см

Полное решение задач С1–С6 необходимо записать в бланке ответов. При оформлении решения в бланке ответов запишите сначала номер задания (С1, С2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

С1. Небольшой тяжёлый шарик A движется по оси достаточно большого кольца, перпендикулярно его плоскости, как указано на рисунке 85. Опишите, как будет меняться сила притяжения, действующая на шарик, по мере приближения его к центру кольца — точке O .

Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения.

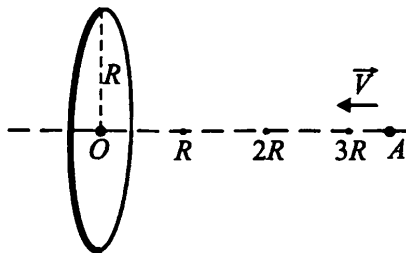


Рис. 85.

Полное правильное решение каждой из задач С2 – С6 должно включать в себя законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

С2. Определите максимальную скорость падения капли воды, считая её форму шарообразной с диаметром 4 мм. (Силу сопротивления воздуха, действующую на шар, можно вычислить по формуле $F = 0,0024 \frac{\pi D^2}{4} V^2$,

где D — диаметр шара в метрах, V — его скорость в м/с.)

С3. Цилиндрический сосуд с площадью основания 20 см² заполнен воздухом при температуре 17°С и атмосферном давлении 750 мм рт. ст. В сосуде имеется свободно перемещающийся невесомый поршень, расположенный в начальный момент на расстоянии 58 см от дна сосуда. После того, как на поршень поставили груз массой 80 кг, он опустился на 49 см, температура воздуха в сосуде при этом возросла на 10°С. Какая часть воздуха, находящегося под поршнем, просочилась наружу?

С4. Отрицательно заряженная пылинка массой $m = 5 \cdot 10^{-8}$ г покоится в электростатическом поле, созданном пластинами плоского горизонтально расположенного конденсатора с разностью потенциалов 5000 В и расстоянием между пластинами 2 см. Пылинка потеряла 3125 электронов. Как следует изменить заряд конденсатора, чтобы она осталась в равновесии?

С5. Каково минимально возможное расстояние между предметом, расположенным на главной оптической оси, и его действительным изображением в собирающей линзе с фокусным расстоянием F ?

С6. Определите, какое количество каменного угля с удельной теплотой сгорания $q = 27$ МДж/кг надо сжечь, чтобы получить такую же энергию, как при синтезе 10 г гелия в результате ядерной реакции

A7. В изотермическом процессе над некоторой массой идеального газа объём газа увеличили в 2 раза. Как изменилось произведение давления газа на его объём?

- 1) увеличилось в 2 раза 2) уменьшилось в 2 раза
3) увеличилось в 4 раза 4) не изменилось

A8. Насколько энергия молекулы водорода отличается от энергии молекулы кислорода при температуре 400 К, если считать газы идеальными?

- 1) больше в 16 раз 2) меньше в 16 раз
3) больше в 4 раза 4) одинаковы

A9. В сосуде под поршнем находятся вода и водяной пар при давлении p . Поршень опустили, и объём сосуда уменьшился в 2 раза. Чему стало равно давление пара?

- 1) $\frac{p}{2}$ 2) $2p$ 3) p 4) $1,5p$

A10. Сколько льда, находящегося при температуре 0°C , можно расплавить за счет конденсации 150 г пара, находящегося при $t = 100^\circ\text{C}$?

- 1) 1,17 кг 2) 0,71 кг 3) 1,43 кг 4) 0,91 кг

A11. Во сколько раз изменится сила взаимодействия точечных зарядов в воде по сравнению с вакуумом?

- 1) увеличится в 81 раз 2) уменьшится в 81 раз
3) увеличится в 9 раз 4) уменьшится в 9 раз

A12. Электрическая схема имеет вид (см. рис. 87). Все сопротивления равны. Во сколько раз изменится сопротивление цепи, если полярность источника изменить?

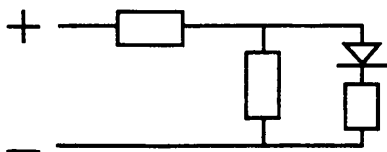


Рис. 87.

- 1) увеличится в 1,3 раза 2) уменьшится в 1,3 раза
3) уменьшится в 3 раза 4) не изменится

A13. Ток течёт по двум параллельным проводникам, расположенным в вакууме на расстоянии 1 м друг от друга. Во сколько раз изменится сила взаимодействия, если расстояние между проводами уменьшить в 2 раза?

- 1) увеличится в 2 раза 2) увеличится в 4 раза
3) уменьшится в 2 раза 4) уменьшится в 4 раза

A21. При протекании тока $0,1$ А через резистор напряжение на нём оказалось равным 102 В, а при протекании тока $0,3$ А — 296 В. С учётом погрешности измерения ($\Delta I = 0,05$ А, $\Delta U = 5$ В) найдите напряжение на резисторе при силе тока $0,2$ А.

- 1) 210 В 2) 190 В 3) 200 В 4) 180 В

Часть 2

Ответом к заданиям этой части (В1-В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

В1. С большой высоты падает на землю парашютист. Как изменится сила сопротивления движению парашютиста сразу после раскрытия парашюта, перед падением на землю, скорость парашютиста перед падением на землю?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Сила сопротивления после открытия парашюта	Сила сопротивления перед падением на землю	Скорость перед падением на землю

В2. В процессе плавления кристаллического тела к нему подводится с постоянной скоростью некоторое количество теплоты. Как меняются при этом температура тела, внутренняя энергия тела и масса жидкой фазы?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Температура тела	Внутренняя энергия тела	Масса жидкой фазы

В3. Как изменятся показания каждого из двух амперметров в электрической цепи, если изменить на противоположную полярность источника напряжения (см. рис. 89)?

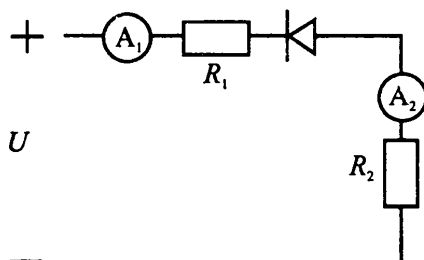


Рис. 89.

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Показания первого амперметра	Показания второго амперметра

В4. На главной оптической оси собирающей линзы между двойным фокусом и фокусом линзы находится светящаяся стрелка, параллельная линзе. Стрелку передвигают ближе к фокусу линзы. Как при этом изменяются размер изображения и расстояние от изображения до линзы?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Размер изображения	Расстояние от изображения до линзы

Часть 3

Задания третьей части представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий (А22–А25) в бланке ответов под номером выполняемого вами задания поставьте знак «Х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного ответа.

А22. Два тела равной массы движутся навстречу друг другу со скоростями V_1 и V_2 . После удара друг о друга они движутся как одно целое со скоростью

- 1) $\frac{V_1 + V_2}{2}$ 2) $\frac{V_1 - V_2}{2}$ 3) $V_1 + V_2$ 4) $V_1 - V_2$

А23. Гелий массой 2 кг находится в сосуде объёмом 1 м^3 при температуре 100° . Чему равно давление гелия?

- 1) 1,55 МПа 2) 0,415 МПа 3) 415 Па 4) 1550 Па

А24. Два точечных заряда 10^{-9} Кл и -10^{-9} Кл находятся на расстоянии 1 м друг от друга. Чему равен модуль напряжённости созданного ими поля в точке, лежащей в середине расстояния между зарядами?

- 1) 0 2) 18 Н/Кл 3) 72 Н/Кл 4) 9 Н/Кл

А25. Провод длиной 2 м, по которому течёт ток силой 10 А, подвешен на двух пружинах в магнитном поле с индукцией 0,1 Тл (см. рис. 90). Пружины оказались нерастянутыми. Чему равна масса провода?

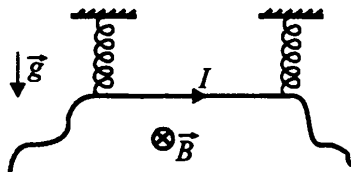


Рис. 90.

- 1) 0,2 кг 2) 2 кг 3) 1 кг 4) 0,1 кг

Полное решение задач С1–С6 необходимо записать в бланке ответов. При оформлении решения в бланке ответов запишите сначала номер задания (С1, С2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

С1. Нагревательные элементы электроприборов изготавливают из металла, а не из полупроводника. Почему? Что произойдёт, если эти элементы

изготовить из полупроводниковых материалов? Ответы поясните, опираясь на законы физики.

Полное правильное решение каждой из задач С2 – С6 должно включать в себя законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

С2. Тело массой m , подвешенное на нити длиной l , отклонили от вертикали на угол α и отпустили. Найдите силу натяжения нити в момент прохождения телом положения равновесия.

С3. В сосуде находится одноатомный идеальный газ при температуре 300 К и давлении 10^6 Па. Каково среднее расстояние между молекулами газа?

С4. По вертикально расположенным металлическим шипам, расстояние между которыми 1 м, падает без трения металлический брусок массой 0,2 кг, закорачивающий шины (см. рис. 91). Шины замкнуты сверху на резистор $R = 10$ Ом. Перпендикулярно к шинам созданы однородные магнитные поля $B = 1$ Тл. С какой установившейся скоростью падает брусок?

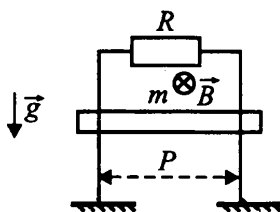


Рис. 91.

С5. Между двумя собирающими линзами с фокусными расстояниями по 1 м, находящимися на расстоянии 5 м друг от друга, расположена светящаяся точка. В каком месте она должна находиться, чтобы оба изображения точки совпали?

С6. Уединенный металлический шарик радиусом 0,5 см освещают светом с длиной волны 150 нм продолжительное время. Затем его долго освещают светом с длиной волны 200 нм. И в том и другом случае фотоэффект наблюдается. Какое количество электронов покинет шарик после начала дополнительного освещения?

Вариант № 13

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов под номером выполняемого вами задания (А1-А21) поставите знак «Х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного ответа.

А1. За первые две секунды движения без начальной скорости тело прошло 50 м. Ускорение тела равно ...

- 1) 25 м/с^2 2) $12,5 \text{ м/с}^2$ 3) 50 м/с^2 4) 10 м/с^2

А2. К телу массой 2 кг приложена сила 10 Н, вызывающая движение тела. Если сила трения равна 4 Н, то ускорение тела

- 1) 5 м/с^2 2) 7 м/с^2 3) 3 м/с^2 4) 6 м/с^2

А3. Пружину растянули силой 10 Н. Ее удлинение составило 5 см. Сжатие пружины под действием силы 5 Н составило

- 1) 5 см 2) 10 см 3) 2,5 см 4) 7,5 см

А4. Тело массой 2 кг двигалось со скоростью 5 м/с и абсолютно неупруго столкнулось с таким же неподвижным телом. Новая скорость тел

- 1) 5 м/с 2) 2,5 м/с 3) 2 м/с 4) 1,5 м/с

А5. Тело массой 2 кг упало с высоты 5 м, у земли оно стало иметь скорость 8 м/с. Какова работа силы трения о воздух?

- 1) 36 Дж 2) -36 Дж 3) 15 Дж 4) -15 Дж

А6. Материальная точка колеблется по закону $x = x_0 \sin \frac{2\pi}{T} t$. Смещение

точки из положения равновесия в момент времени $t = \frac{3}{4} T$ равно ...

- 1) x_0 2) $-x_0$ 3) 0 4) $\frac{x_0}{2}$

А7. В идеальном газе энергия взаимодействия молекул

- 1) много меньше энергии их движения
2) много больше энергии их движения
3) соизмерима с энергией их движения
4) равна нулю

А8. Температура 1 моля идеального газа, имеющего давление $2 \cdot 10^5$ Па и объем 30 дм^3 , равна

- 1) 723 К 2) 723°C 3) 361 К 4) 361°C

А9. На графике (см. рис. 92) приведены зависимости давления от температуры. Какой график описывает эту зависимость для насыщенного пара?

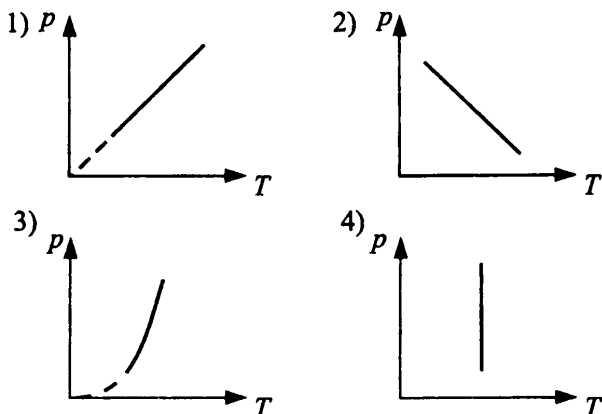


Рис. 92.

- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

A10. На сколько градусов увеличится температура 1 моля идеального одноатомного газа в изохорном процессе, если газу сообщено 10^2 Дж теплоты?

- 1) на 8 К 2) на 12 К 3) на 16 К 4) на 21 К

A11. Одноименные точечные заряды взаимодействуют с некоторой силой. Если заряд одного взаимодействующего тела увеличить в 2 раза, а другого — уменьшить в 4 раза, то сила их взаимодействия

- 1) увеличится в 2 раза 2) уменьшится в 2 раза
3) увеличится в 4 раза 4) не изменится

A12. Источник тока, имеющий внутреннее сопротивление r , замкнут на нагрузочное сопротивление $2r$. Если нагрузочное сопротивление уменьшить в 2 раза, во сколько раз изменится сила тока в цепи источника?

- 1) увеличится в 1,5 раза 2) уменьшится в 1,5 раза
3) увеличится в 2 раза 4) уменьшится в 2 раза

A13. По проводнику, расположенному в однородном магнитном поле, течет ток, направленный перпендикулярно к вектору магнитной индукции. Как изменится сила Ампера, если силу тока увеличат в 2 раза?

- 1) уменьшится в 2 раза 2) уменьшится в 4 раза
3) увеличится в 2 раза 4) увеличится в 4 раза

A14. Если ёмкость конденсатора колебательного контура увеличить в 4 раза, а катушку индуктивности оставить прежней, то частота собственных колебаний в контуре ...

Часть 2

Ответом к заданиям этой части (В1-В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

В1. При нахождении тела на краю круглой платформы, вращающейся вокруг вертикальной оси с угловой скоростью ω , эта угловая скорость увеличивается. Как изменяются при этом сила трения тела о платформу, кинетическая энергия тела и его линейная скорость?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Сила трения	Кинетическая энергия	Линейная скорость

В2. В запаянной колбе находятся вода и её пар. Как при нагревании колбы меняются масса воды, плотность пара и относительная влажность?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Масса воды	Плотность пара	Относительная влажность

В3. На приведённой электрической схеме (см. рис. 93) величина сопротивления R_2 немного увеличивается. Как будут меняться при этом показания каждого из двух амперметров? Сопротивления $R_1 = R_2$.

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

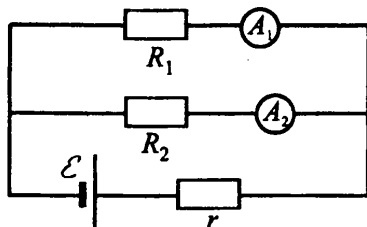


Рис. 93.

Показания первого амперметра	Показания второго амперметра

В4. На главной оптической оси собирающей линзы дальше двойного фокуса линзы находится светящаяся стрелка, параллельная линзе. Стрелку придвигают ближе к двойному фокусу. Как при этом изменяются размер изображения и расстояние от изображения до линзы?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Размер изображения	Расстояние от изображения до линзы

Часть 3

Задания третьей части представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий (A22–A25) в бланке ответов под номером выполняемого вами задания поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного ответа.

A22. Автомобиль массой 1 т, двигавшийся со скоростью 40 км/ч, после начала торможения уменьшил скорость в два раза. Чему равна работа сил трения?

- 1) 46,3 кДж 2) –46,3 кДж 3) 15,4 кДж 4) –15,4 кДж

A23. Смешали 2 кг воды при температуре 90°C и 3 кг воды при температуре 10°C. Если пренебречь потерями тепла, то температура смеси станет равна

- 1) 42 К 2) 42°C 3) 40°C 4) 50°C

A24. Частица с зарядом q влетела в однородное магнитное поле индукцией B так, что её скорость перпендикулярна вектору магнитной индукции. Чему равен импульс частицы, если R — радиус окружности, по которой движется частица?

- 1) qBR 2) $\frac{qB}{R}$ 3) $\frac{R}{qB}$ 4) $\frac{qR}{B}$

A25. Свет падает из вакуума на оптически прозрачное вещество под углом 60° . Преломленный луч перпендикулярен отраженному. Чему равен показатель преломления вещества?

- 1) 1,2 2) 1,4 3) 1,7 4) 1,9

Полное решение задач С1–С6 необходимо записать в бланке ответов. При оформлении решения в бланке ответов запишите сначала номер задания (С1, С2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

С1. Электрические лампы накаливания чаще всего перегорают в момент их включения в электрическую цепь. Объясните, почему это происходит.

Полное правильное решение каждой из задач С2 – С6 должно включать в себя законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

С2. Автомобиль равномерно двигался из пункта A в пункт B со скоростью 40 км/ч, а на обратном пути — со скоростью 60 км/ч. Какова средняя скорость автомобиля?

С3. В сосуде объёмом 3 м³ находится воздух с относительной влажностью 40% , а в сосуде объёмом 5 м³ находится воздух при той же температуре, но с влажностью 60% . Сосуды соединили тонкой трубкой. Какой будет в них относительная влажность после наступления равновесия?

С4. Найдите сопротивление электрической цепи между точками A и B (см. рис. 94). Каждое из сопротивлений равно 10 Ом.

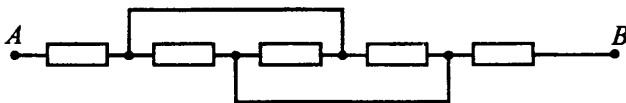


Рис. 94.

С5. Как надо расположить две светящиеся точки около собирающей линзы, чтобы оба изображения совпали? Фокусное расстояние линзы 10 см.

С6. Как известно, в соответствии с теорией Бора произведение импульса электрона на радиус стационарной орбиты (момент импульса) квантуется:

$$mVr = \frac{hn}{2\pi}, \quad \text{где } n = 1, 2, 3, \dots$$

Оцените радиус первой стационарной орбиты электрона в атоме водорода.

Вариант № 14

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов под номером выполняемого вами задания (A1-A21) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного ответа.

A1. Два тела начинают падать с высокой точки с интервалом в 2 с. Через 3 с полета первого тела расстояние между телами равно...

- 1) 45 м 2) 5 м 3) 40 м 4) 50 м

A2. Две пружины соединили последовательно и растянули, приложив некоторую силу (см. рис. 95). Силы упругости пружин соотносятся

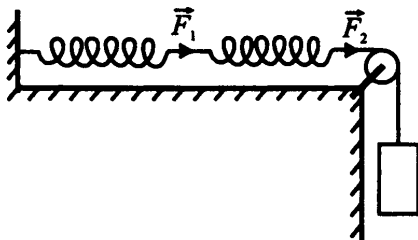


Рис. 95.

- 1) $F_1 = F_2$ 2) $F_1 > F_2$ 3) $F_1 < F_2$ 4) $F_1 \neq F_2$

A3. Для того чтобы пружину растянуть на 10 см, пришлось приложить силу 100 Н. Для сжатия на 10 см этой пружины нужна сила

- 1) 300 Н 2) 200 Н 3) 100 Н 4) 50 Н

A4. На корме лодки массой 200 кг вместе с пушкой стоит пушка, ствол которой наклонен под углом 30° к горизонту. Снаряд вылетел из пушки со скоростью 20 м/с. Масса снаряда 5 кг. Какой импульс приобретает лодка?

- 1) 86,6 кг·м/с 2) 50 кг·м/с 3) -86,6 кг·м/с 4) -50 кг·м/с

A5. Тело бросили с высоты 2 м, придав ему скорость 4 м/с. Какой будет скорость тела перед падением на землю? Сопротивлением воздуха пренебречь.

- 1) 6,3 м/с 2) 7,5 м/с 3) 4,9 м/с 4) 7 м/с

A6. Материальная точка массой 2 кг прикреплена к пружине жёсткостью 100 Н/м. Чему равен период колебаний этого упругого маятника?

- 1) 0,12 с 2) 0,9 с 3) 6,28 с 4) 0,45 с

A7. Давление газа на стенки сосуда зависит от

А) концентрации молекул

Б) температуры

- 1) только А 2) только Б 3) А и Б 4) ни А, ни Б

A8. Термодинамическая температура некоторой порции идеального газа увеличилась в 2 раза, а объём уменьшился в 4 раза. Как изменилось давление газа?

- 1) увеличилось в 2 раза 2) увеличилось в 4 раза
3) увеличилось в 6 раз 4) увеличилось в 8 раз

A9. В сосуде, заполненном наполовину водой, увеличили давление воздуха. Как изменилась температура кипения воды?

- 1) не изменилась
2) увеличилась
3) уменьшилась
4) без дополнительной информации ответить невозможно

A10. Средняя квадратичная скорость молекул водяного пара при температуре 200°C равна

- 1) 277 км/с 2) 277 м/с 3) 526 км/с 4) 526 м/с

A11. Диэлектрическая проницаемость воды 81. Как изменится сила взаимодействия между двумя точечными зарядами, если их перенести из вакуума в воду?

- 1) увеличится в 9 раз 2) увеличится в 81 раз
3) уменьшится в 9 раз 4) уменьшится в 81 раз

A12. Чему равен коэффициент полезного действия источника тока с $\mathcal{E} = 4$ В и внутренним сопротивлением 2 Ом, если он нагружен на сопротивление 10 Ом?

- 1) 83% 2) 93% 3) 50% 4) 8,3%

A13. Чему равна энергия магнитного поля соленоида индуктивностью 0,4 Гн, по обмотке которого течет ток 3 А?

- 1) 3,6 Дж 2) 1,8 Дж 3) 0,48 Дж 4) 0,24 Дж

A14. Период колебаний колебательного контура T . Амплитуда заряда на конденсаторе q_0 . Амплитуда тока в катушке индуктивности ...

- 1) $\frac{2\pi q_0}{T}$ 2) $\frac{q_0}{6\pi T}$ 3) $\frac{\pi q_0}{T}$ 4) $\frac{q_0}{\pi T}$

A15. Чему равен коэффициент поперечного увеличения собирающей линзы с фокусным расстоянием 40 см, если предмет находится перед линзой на расстоянии 80 см?

- 1) 2 2) 0,5 3) 1 4) 1,5

A16. Ньютон обнаружил, что белый свет можно разложить в спектр с помощью стеклянной призмы. Это объясняется

- 1) интерференцией света 2) дифракцией света
3) поляризацией света 4) дисперсией света

A17. Для явления фотоэффекта важную роль играет работа выхода электрона из металла. Как ее можно изменить?

- 1) изменить длину волны
2) изменить энергию волны
3) изменить угол падения света на металл
4) сменить освещаемый металл

A18. Длина волны света 750 нм. Чему равен импульс фотона?

- 1) $8,9 \cdot 10^{-28}$ кг·м/с 2) $8,9 \cdot 10^{-25}$ кг·м/с
3) $8,9 \cdot 10^{-19}$ кг·м/с 4) $8,9 \cdot 10^{-23}$ кг·м/с

A19. При α -распаде оставшееся ядро имеет зарядовое число, которое отличается от зарядового числа распавшегося ядра следующим образом:

- 1) больше на 2 2) больше на 1
3) меньше на 2 4) меньше на 1

A20. Зная заряды двух точечных тел и расстояние между ними, а также силы их электростатического взаимодействия, можно определить

- 1) электрическую постоянную
2) магнитную постоянную
3) величину элементарного заряда
4) гравитационную постоянную

A21. Для расчёта ёмкости конденсатора экспериментатор трижды измерил разности потенциалов между обкладками конденсаторов и заряды на них, результаты эксперимента свел в таблицу. С учетом 10%-ой погрешности каждого измерения ёмкость конденсатора равна ...

q , нКл	0,95	1,95	4,1
U , В	200	400	800

- 1) 5 пф 2) 5 мкф 3) 5 нф 4) 50 пф

Часть 2

Ответом к заданиям этой части (В1-В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

В1. На озере стоит лодка. В ней установлен бак с водой, из которого с помощью водомета откачивают воду, направляя ее за корму лодки. Как меняются импульс лодки, ее скорость относительно берегов озера, кинетическая энергия лодки в процессе откачки воды?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Импульс лодки	Скорость лодки	Кинетическая энергия лодки

В2. Колба, содержащая воду ($\frac{1}{2}$ объема колбы) и воздух, закрыта пробкой. Температуру колбы повысили. Как изменились относительная влажность воздуха, абсолютная влажность, температура росы в процессе нагрева?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Относительная влажность	Абсолютная влажность	Температура росы

В3. Конденсатор постоянной ёмкости присоединен к источнику напряжения. Напряжение источника увеличивают. Как при этом изменяются ёмкость конденсатора и его энергия?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Ёмкость конденсатора	Энергия конденсатора

В4. Предмет передвигают от двойного фокусного расстояния собирающей линзы до фокусного. Как при этом изменяются размер изображения предмета в линзе и коэффициент поперечного увеличения?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Размер изображения	Коэффициент поперечного увеличения

Часть 3

Задания третьей части представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий (A22–A25) в бланке ответов под номером выполняемого вами задания поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного ответа.

A22. Какая теплота выделится в процессе перелива воды из цилиндрического бака высотой 20 м, наполненного на 0,5 высоты и имеющего площадь основания 10 м^2 , в цилиндрический бак площадью основания 100 м^2 ? Оба бака расположены на одном горизонтальном основании.

- 1) 4,5 МДж 2) 2,25 МДж 3) 9 МДж 4) $5 \cdot 10^5$ Дж

A23. В двух сосудах ёмкостями 5 м^3 и 3 м^3 находится идеальный газ при одинаковой температуре. Давление газа в первом сосуде 10^5 Па, а во втором — $3 \cdot 10^5$ Па. Сосуды соединили тонким шлангом. Каким стало давление в сосудах?

- 1) $2 \cdot 10^5$ Па 2) $1 \cdot 10^5$ Па 3) $1,75 \cdot 10^5$ Па 4) $2,1 \cdot 10^5$ Па

A24. Два одноименных одинаковых точечных заряда взаимодействуют в вакууме. Во сколько раз изменилась сила взаимодействия, если 0,5 заряда с одного тела перенесли на другое?

- 1) уменьшилась в 2 раза 2) уменьшилась в 1,33 раза
3) уменьшилась в 2,5 раза 4) увеличилась в 1,5 раза

A25. На дне водоема глубиной 2 м горит электрическая лампа накаливания. Показатель преломления 1,33. Чему равен радиус светлого круга на поверхности воды?

- 1) 1,16 м 2) 1,83 м 3) 2,28 м 4) 2,78 м

Полное решение задач С1–С6 необходимо записать в бланке ответов. При оформлении решения в бланке ответов запишите сначала номер задания (С1, С2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

С1. С газом происходят два процесса 1–2 и 2–3 (см. рис. 96). Как меняется при этом объем газа?

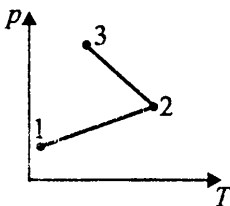


Рис. 96.

Полное правильное решение каждой из задач С2 – С6 должно включать в себя законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

С2. Пуля массой m , летящая горизонтально со скоростью v_0 , застревает в шаре массой M , который затем падает свободно с высоты h (см. рис. 97). На каком горизонтальном расстоянии S от места вылета падает шар?

С3. 3 моля идеального газа находятся в цилиндре под легким поршнем площадью 20 см^2 . Температура газа 300 К . На поршень положили гирию массой 30 кг . Объем сосуда уменьшился в 1,5 раза. Какой стала температура газа?

С4. Электрическая схема, состоящая из пяти одинаковых сопротивлений по 10 Ом каждое, изображена на рисунке. Каково сопротивление цепи между точками A и B (см. рис. 98)?

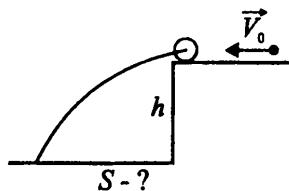


Рис. 97.

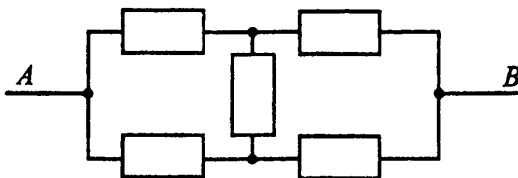


Рис. 98.

С5. Проводящий контур в виде квадрата, каждая из сторон которого имеет одинаковое сопротивление R , находится в магнитном поле, перпендикулярном плоскости контура и меняющемся во времени по закону $B = -k \cdot t$. Чему равна разность потенциалов между концами любой из сторон квадрата?

С6. Чему равен импульс каждого из фотонов, вызывающих фотоэффект в металле с работой выхода 3 эВ, если запирающее напряжение при освещении этими фотонами катода равно 2 В?

Вариант № 15

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов под номером выполняемого вами задания (A1-A21) поставите знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного ответа.

A1. Автомобиль движется по прямой улице. На графике (см. рис. 99) представлена зависимость скорости автомобиля от времени. Модуль ускорения минимален в интервале времени ...

- | | |
|--------------------|--------------------|
| 1) от 0 с до 10 с | 2) от 10 с до 20 с |
| 3) от 20 с до 30 с | 4) от 30 с до 40 с |

A2. К боковой поверхности цилиндра, вращающегося вокруг своей оси, прижимают второй цилиндр с осью, параллельной оси первого, и радиусом, вдвое превосходящим радиус первого. При совместном вращении двух цилиндров без проскальзывания у них совпадают

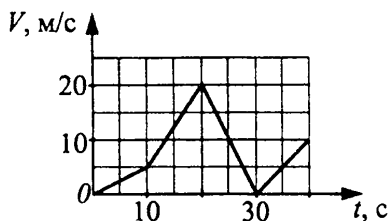


Рис. 99.

- 1) периоды вращения
- 2) частоты вращения
- 3) линейные скорости точек на поверхности
- 4) центростремительные ускорения точек на поверхности

А3. Тело движется под действием постоянной силы. На рисунке 100 представлен график зависимости скорости V от времени t . Масса тела 3 кг. Сила, действующая на тело, равна ...

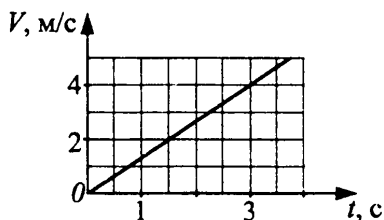


Рис. 100.

- 1) 2,25 Н 2) 4 Н 3) 27 Н 4) 36 Н

А4. Скорость тела массой 200 г изменяется в соответствии с уравнением $v = 25 \cdot \sin(5\pi t)$ м/с. Его импульс в момент времени 0,5 с по модулю приблизительно равен ...

- 1) 0 $\frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$ 2) 1,25 $\frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$ 3) 5 $\frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$ 4) 12,5 $\frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$

А5. На рисунке 101 представлена установка для изучения равномерного движения бруска (1) массой 0,1 кг, на котором находится груз (2) массой 0,2 кг. Брусок движется по горизонтальной поверхности со скоростью 25 см/с. Мощность силы тяги, действующей на брусок с грузом, равна ...

- 1) 750 мВт 2) 500 мВт 3) 250 мВт 4) 100 мВт

А6. На рисунке 102 изображена система, состоящая из рычага и блока. Масса груза 600 г. Какую силу нужно приложить к рычагу в точке, как показано на рисунке, чтобы система находилась в равновесии?

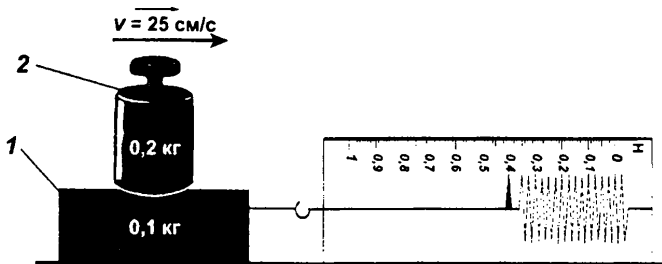


Рис. 101.

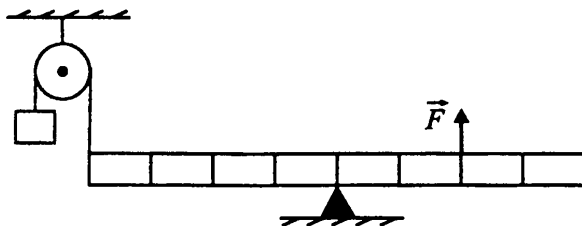


Рис. 102.

- 1) если сила приложена в точке, как показано на рисунке, никакая сила не уравновесит эту систему
- 2) 12 Н
- 3) 8 Н
- 4) 6 Н

A7. При увеличении температуры идеального газа в запаянном сосуде давление газа увеличивается. Это повышение давления объясняется тем, что

- 1) увеличивается объем сосуда за счет нагревания его стенок
- 2) увеличивается энергия теплового движения молекул газа
- 3) увеличиваются размеры молекул газа при его нагревании
- 4) увеличивается энергия взаимодействия молекул газа друг с другом

A8. Один моль разреженного газа сначала изотермически сжимали, а затем изобарно нагревали (см. рис. 103). На каком из рисунков изображен график этих процессов?

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

A9. Относительная влажность воздуха в цилиндре под поршнем равна 40%. Воздух изотермически сжали, уменьшив его объем в три раза. Относительная влажность воздуха стала

- 1) 120%
- 2) 100%
- 3) 40%
- 4) 13%

A10. Давление газа под поршнем цилиндра $8 \cdot 10^5$ Па, а температура 150°C . Газ, нагреваясь, изобарно расширился до объема в три раза больше первоначального. При этом 3 моля газа совершают работу, равную...

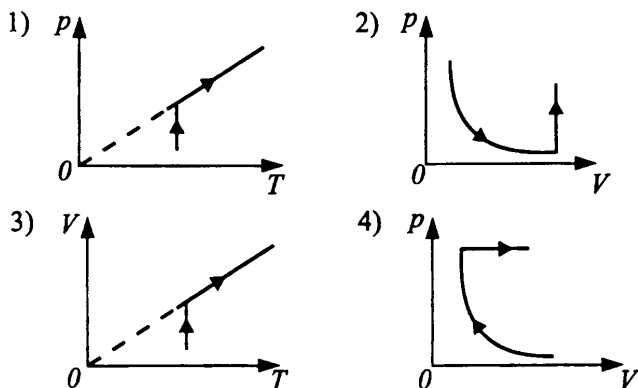


Рис. 103.

- 1) 2,1 кДж 2) 10,5 кДж 3) 21,1 кДж 4) 31,7 кДж

A11. На рисунке 104 изображен уединенный диэлектрический полый шар. *I* — область полости, *II* — область диэлектрика, *III* — область вне проводника. Область диэлектрика заряжена по объему отрицательным зарядом. В каких областях пространства напряженность электрического поля, создаваемая шаром, равна нулю?

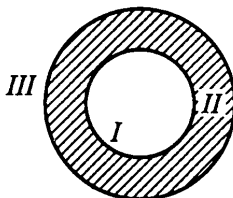


Рис. 104.

- 1) в *I* и *III* 2) только в *I* 3) только в *II* 4) только в *III*

A12. В схеме, изображенной на рисунке 105, $R_1 = R_2 = R_3$. При подключении вольтметра к сопротивлению R_1 он покажет напряжение, равное U . Каким будет показание вольтметра при подключении его к сопротивлению R_2 ?

- 1) $\frac{1}{2}U$ 2) U 3) $\frac{3}{2}U$ 4) $2U$

A13. Квадратная рамка расположена в однородном магнитном поле в плоскости линий магнитной индукции так, как показано на рисунке 106. Направление тока в рамке показано стрелками. Как направлена магнитная сила, действующая на сторону *ab* рамки?

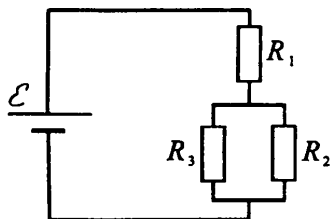


Рис. 105.

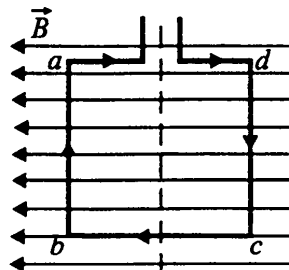


Рис. 106.

- 1) перпендикулярно плоскости чертежа, от нас \otimes
- 2) перпендикулярно плоскости чертежа, к нам \odot
- 3) вертикально вверх, в плоскости чертежа \uparrow
- 4) вертикально вниз, в плоскости чертежа \downarrow

A14. На рисунке 107 приведен график изменения силы тока в катушке индуктивности от времени. Модуль ЭДС самоиндукции принимает наибольшее значение в промежутке времени

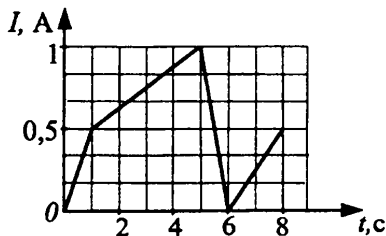


Рис. 107.

- 1) 0–1 с
- 2) 1–5 с
- 3) 5–6 с
- 4) 6–8 с

A15. На рисунке 108 изображены главная оптическая ось линзы, точка A и ее изображение точка A' . Какая линза использовалась и какое изображение при этом получилось?

- 1) линза рассеивающая, изображение мнимое, прямое, уменьшенное
- 2) линза рассеивающая, изображение мнимое, обратное, увеличенное

• A

главная оптическая ось

• A'

Рис. 108.

- 3) линза собирающая, изображение действительное, обратное, уменьшенное
 4) линза собирающая, изображение действительное, обратное, увеличенное

A16. Условие интерференционных максимумов двух когерентных волн выражается формулой:

A) $\Delta = \pm(2m + 1) \cdot \frac{1}{2}\lambda$

Б) $\Delta = \pm m\lambda$

В) $\Delta = \pm(m + \frac{1}{2})\lambda$

Г) $\Delta = 2m\lambda^2$

1) А и Б

2) только Б

3) только В

4) А и Г

A17. Какой график соответствует зависимости максимальной кинетической энергии фотоэлектронов E от частоты ν падающих на вещество фотонов при фотоэффекте (см. рис. 109)?

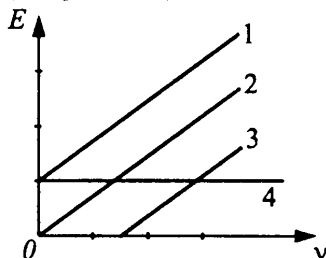


Рис. 109.

1) 1

2) 2

3) 3

4) 4

A18. На рисунке 110 изображены схемы четырех атомов. Черными точками обозначены электроны. Изотопу $^{10}_5B$ соответствует схема

1) 1

2) 2

3) 3

4) 4

A19. Какая доля радиоактивных атомов еще не распадется через интервал времени, равный двум периодам полураспада?

1) 75%

2) 50%

3) 25%

4) 12,5%

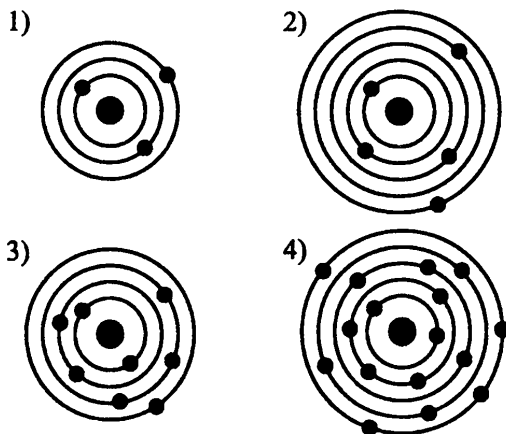


Рис. 110.

A20. На рисунке 111А приведены спектры поглощения атомов натрия, водорода и гелия. Определите, из каких компонентов состоит газовая смесь, спектр которой показан на рисунке 111Б.

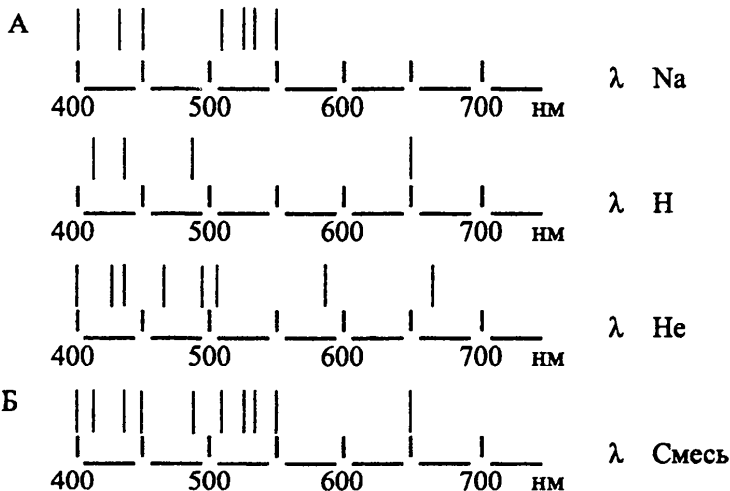


Рис. 111.

- 1) натрий и водород 2) натрий и гелий
 3) гелий и водород 4) натрий, водород и гелий

A21. Ученик предположил, что для сплошных тел из одного и того же вещества их масса прямо пропорциональна их объему. Для проверки этой гипотезы он взял бруски разных размеров из разных веществ. Результаты

измерения объема брусков и их массы ученик отметил точками на координатной плоскости (V , m), как показано на рисунке 112. Погрешности измерения объема и массы равны соответственно 1 см^3 и 1 г . Какой вывод можно сделать по результатам эксперимента?

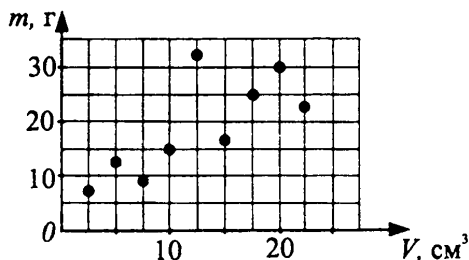


Рис. 112.

- 1) с учетом погрешности измерений эксперимент подтвердил правильность гипотезы
- 2) условия проведения эксперимента не соответствуют выдвинутой гипотезе
- 3) погрешности измерений столь велики, что не позволили проверить гипотезу
- 4) эксперимент не подтвердил гипотезу

Часть 2

Ответом к заданиям этой части (В1-В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

В1. Положительно заряженный шарик массой m равномерно движется по окружности в однородном магнитном поле с индукцией \vec{B} . Вектор скорости шарика перпендикулярен вектору магнитной индукции. Заряд шарика q . Если скачком увеличить значение вектора индукции магнитного поля, то что произойдет при этом с кинетической энергией, радиусом вращения и угловой скоростью?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Кинетическая энергия	Радиус вращения	Угловая скорость

В2. В ведре с водой плавает тело. Это ведро стали опускать с ускорением, направленным вниз. Как при этом изменятся глубина погружения тела, сила Архимеда, действующая на тело, масса этого тела?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Глубина погружения	Сила Архимеда	Масса тела

В3. На покоящейся на горизонтальной поверхности тележке массой M и длиной L находится человек массой m . Человек пошел по тележке со скоростью V . Трением тележки о поверхность пренебречь. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) скорость тележки относительно горизонтальной поверхности	1) $\frac{m}{M}V$
Б) полный путь, пройденный тележкой	2) $\frac{m}{m+M}V$
	3) $\frac{m}{m+M}L$
	4) $\frac{M}{m+M}L$

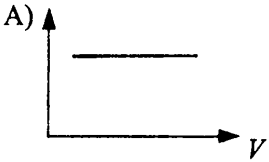
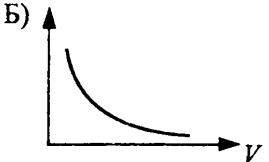
Ответ:

А	Б

В4. Над газом, находящимся под поршнем, проводят изотермический процесс. Графики А и Б представляют изменения физических величин во время

изменения объема газа под поршнем. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от объема эти графики могут представлять.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Графики	Физические величины
<p>А) </p> <p>Б) </p>	<p>1) работа газа 2) внутренняя энергия 3) количество теплоты 4) давление газа</p>

Ответ:

А	Б

Часть 3

Задания третьей части представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий (А22–А25) в бланке ответов под номером выполняемого вами задания поставьте знак «Х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного ответа.

А22. Небольшой камень, брошенный с ровной горизонтальной поверхности земли под углом к горизонту, упал обратно на землю через 2 с в 20 м от места броска. Чему равна минимальная скорость камня за время полёта?

- 1) правильного ответа нет, т.к. не указан угол, под которым брошено тело
- 2) 5 м/с
- 3) 14,2 м/с
- 4) 10 м/с

A23. Груз колеблется на пружине, подвешенной вертикально к потолку, при этом максимальное расстояние от потолка до центра груза равно H , минимальное — h . Положение равновесия груза находится от потолка на расстоянии

- 1) h 2) H 3) $\frac{H+h}{2}$ 4) $h + \frac{H-h}{2}$

A24. Холодильная машина, работающая по обратному циклу Карно, должна поддерживать в своей камере температуру 12°C ниже нуля при температуре окружающего воздуха $+24^\circ\text{C}$. Какую работу надо совершить, чтобы отвести от холодильной камеры 145 кДж теплоты?

- 1) 435 кДж 2) $217,5$ кДж 3) $96,7$ кДж 4) 20 кДж

A25. Четыре одинаковые проволоки длиной L каждая, связанные на концах шарнирами, образуют квадрат, помещенный в магнитное поле индукцией B , перпендикулярной плоскости квадрата. Сопротивление каждой проволоки равно R . Какой заряд протечет через гальванометр, соединенный последовательно с одной из проволок, если противоположные вершины квадрата растягивают до тех пор, пока он не превращается в прямой проводник?

- 1) $\frac{BL^2}{4R}$ 2) $\frac{4BL^2}{R}$ 3) $\frac{R}{BL^2}$ 4) $\frac{4R}{BL^2}$

Полное решение задач С1–С6 необходимо записать в бланке ответов. При оформлении решения в бланке ответов запишите сначала номер задания (С1, С2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

С1. В цилиндре, закрытом подвижным поршнем, находится идеальный газ. На рисунке 113 показана диаграмма, иллюстрирующая изменение внутренней энергии U газа и передаваемое ему количество теплоты Q .

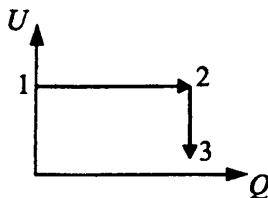


Рис. 113.

Опишите изменение объема газа при его переходе из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояние 3. Свой ответ обоснуйте, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

Полное правильное решение каждой из задач С2 – С6 должно включать в себя законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

С2. В тело массой 4,8 кг, лежащее на гладком участке горизонтальной поверхности, попадает снаряд массой 0,2 кг, летящий под углом 60° к горизонту со скоростью 40 м/с, и застревает в нем. Попав на шероховатую часть поверхности, тело проходит до остановки путь, равный 20 см. Определите коэффициент трения скольжения между телом и поверхностью.

С3. Один моль идеального одноатомного газа сначала изотермически расширился ($T_1 = 300$ К). Затем газ охладили, понизив давление в 3 раза (см. рис. 114). Какое количество теплоты отдал газ на участке 2–3?

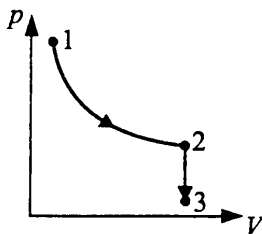


Рис. 114.

С4. Заряженный шарик висит в поле плоского конденсатора, заполненного маслом плотностью $\rho_m = 800$ кг/м³. Чему равен заряд шарика, если плотность материала шарика $\rho_{ш} = 2700$ кг/м³, а радиус $r = 2$ мкм? Расстояние между пластинами конденсатора $d = 1$ см. Напряжение, поданное на конденсатор, $U = 2,5$ кВ.

С5. Плоская монохроматическая волна падает на дифракционную решетку с периодом d . (Рассматриваются учебные дифракционные решетки с числом штрихов на 1 мм не более 200.) Ширина между дифракционными максимумами, наблюдаемыми на экране вблизи центрального, равна Δx . Какова длина волны, если экран расположен на расстоянии F , равном фокусному расстоянию линзы, стоящей после дифракционной решетки?

С6. Нейтральный π° -мезон, движущийся со скоростью $V = 2,85 \cdot 10^7$ м/с, распадается на два γ -кванта, причем γ_1 -квант, который движется в направлении распавшегося π° -мезона, имеет энергию $E_1 = 74,25$ МэВ. Найдите энергию покоя E_0 нейтрального π° -мезона.

Вариант № 16

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов под номером выполняемого вами задания (A1-A21) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного ответа.

A1. На рисунке 115 изображен график изменения координаты велосипедиста с течением времени. В какой промежуток времени велосипедист двигался с постоянной скоростью?

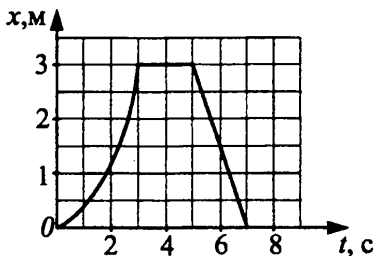


Рис. 115.

- | | |
|-------------------------|----------------------------------|
| 1) только от 0 с до 3 с | 2) только от 3 с до 5 с |
| 3) только от 5 с до 7 с | 4) от 3 с до 5 с и от 5 с до 7 с |

A2. Опустившись на поверхность планеты, космонавт-исследователь запустил вверх стальной шарик с начальной скоростью 12 м/с. Значения координаты шарика в разные моменты времени его полета приведены в таблице.

$t, \text{ с}$	0	0,5	1	1,5
$h, \text{ м}$	0	4	4	0

На основании этих данных можно утверждать, что

- 1) в момент $t = 0,5 \text{ с}$ шарик имел скорость 8 м/с
- 2) высота траектории шарика 4 м
- 3) высота траектории шарика 8 м
- 4) на этой планете $g = 16 \text{ м/с}^2$

A3. На рис. 116А представлен график зависимости координаты тела от времени при гармонических колебаниях. Какой из графиков на рис. 116Б выражает зависимость импульса колеблющегося тела от времени?

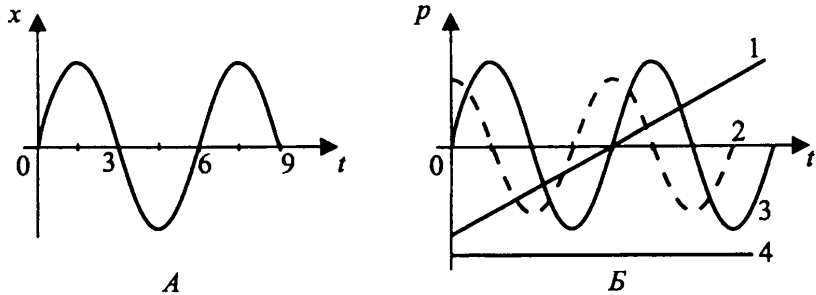


Рис. 116.

- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

A4. Санки после толчка движутся свободно по горизонтальной дорожке. Как изменится модуль импульса санок, если на них в течение 10 с действует сила трения о снег, равная 30 Н?

- 1) уменьшится на $3 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$
 2) уменьшится на $300 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$
 3) увеличится на $300 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$
 4) ответить невозможно, так как неизвестна масса санок

A5. Ученик исследовал зависимость модуля силы упругости F пружины от её растяжения x и получил следующие результаты:

$F, \text{Н}$	0	0,5	1	1,5	2	2,5
$x, \text{м}$	0	0,02	0,04	0,06	0,08	0,1

Потенциальная энергия пружины при растяжении на 0,08 м равна...

- 1) 0,04 Дж 2) 0,08 Дж 3) 0,16 Дж 4) 25 Дж

A6. Учитель продемонстрировал опыт по распространению волны по длинному шнуру. В один из моментов времени форма шнура оказалась такой, как показано на рисунке 117. Скорость распространения колебания по шнуру равна 2 м/с. Период колебаний равен...

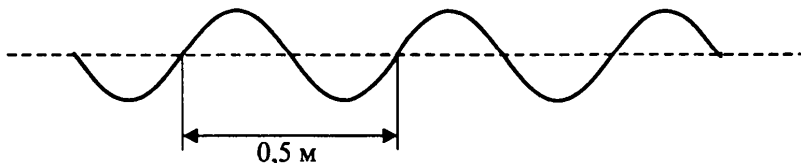


Рис. 117.

- 1) 0,25 с 2) 0,5 с 3) 1 с 4) 2 с

A7. В колбе с кислородом при нормальных условиях среднее расстояние между молекулами примерно (*справка*: диаметр молекулы кислорода равен 0,35 нм) ...

- 1) равно диаметру молекулы кислорода
- 2) в 1000 раз больше диаметра молекулы кислорода
- 3) в 100 раз больше диаметра молекулы кислорода
- 4) в 10 раз больше диаметра молекулы кислорода

A8. На TV -диаграмме приведены графики изменения состояния идеального газа (см. рис. 118). Изобарическому расширению соответствует линия графика

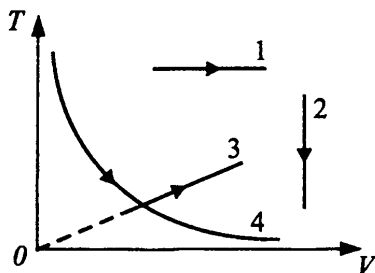


Рис. 118.

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

A9. Какая часть теплоты (в %), получаемой при изобарном нагревании идеального одноатомного газа, расходуется на изменение внутренней энергии этого газа?

- 1) 100%
- 2) 60%
- 3) 40%
- 4) 0%

A10. Теплоизолированный сосуд разделен теплоизолирующей перегородкой на две равные части. В одной части находится 40 г газа аргона при температуре 300 К, а в другой — столько же газа неона при температуре 600 К. Температура смеси газов после удаления перегородки равна...

- 1) 500 К
- 2) 450 К
- 3) 400 К
- 4) 300 К

A11. На рисунке 119 приведена картина силовых линий напряженности электрического поля. Металлический шарик, помещенный в это поле

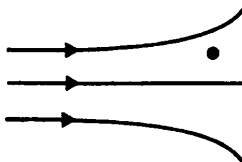


Рис. 119.

- 1) начнет двигаться вправо
- 2) начнет двигаться влево
- 3) останется на месте
- 4) начнет двигаться перпендикулярно силовым линиям

A12. Чему равно сопротивление проводника, если при приложении к концам проводника напряжения 120 В за 15 мин работы тока на нем выделилось 540 кДж тепла?

- 1) 0,4 Ом
- 2) 6,7 Ом
- 3) 24 Ом
- 4) 400 Ом

A13. На рисунке 120 (вид сверху) показана картина линий индукции магнитного поля прямого проводника с током. В какой из четырех точек индукция магнитного поля наименьшая?

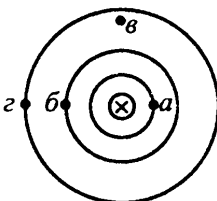


Рис. 120.

- 1) в точке *a*
- 2) в точке *б*
- 3) в точке *в*
- 4) в точке *г*

A14. Фарадей обнаружил

- 1) отклонение магнитной стрелки при протекании электрического тока по проводу
- 2) взаимодействие параллельных проводников с током
- 3) возникновение тока в замкнутой катушке при опускании в неё магнита
- 4) взаимодействие двух полосовых магнитов

A15. Предмет малых размеров расположен на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии $\frac{1}{4}F$ от ее оптического центра. F — фокусное расстояние этой тонкой собирающей линзы, равное 60 см. Изображение предмета будет

- 1) действительным, уменьшенным и находится на расстоянии 12 см от линзы
- 2) действительным, увеличенным и находится на расстоянии 20 см от линзы
- 3) мнимым, увеличенным и находится на расстоянии 20 см от линзы
- 4) мнимым, уменьшенным и находится на расстоянии 12 см от линзы

A16. Полная энергия частицы при движении ее со скоростью $0,95c$ (где c — скорость света) увеличивается по сравнению с энергией покоя

- 1) в 2,8 раза 2) в 3,2 раза 3) в 4,5 раза 4) в 5 раз

A17. Кинетическая энергия фотоэлектрона, вылетевшего с поверхности металла под действием фотона, равна E . Энергия этого фотона, поглощенного при фотоэффекте,

- 1) больше E
 2) меньше E
 3) равна E
 4) может быть больше или меньше E в зависимости от условий

A18. В спектре излучения газообразного вещества имеются две линии, соответствующие длинам волн λ_1 и λ_2 , причем $\lambda_1 < \lambda_2$. Фотон, покидающий светящийся газ, имеет максимальный импульс, равный

- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

A19. Полная энергия нескольких свободных покоящихся протонов и нейтронов в результате соединения их в одно атомное ядро

- 1) увеличивается, если образуется радиоактивное ядро; уменьшается, если образуется стабильное ядро
 2) не изменяется
 3) увеличивается при образовании любого ядра
 4) уменьшается при образовании любого ядра

A20. Для определения внутреннего сопротивления источника тока учащийся измерил его ЭДС высокоточным вольтметром, а ток короткого замыкания амперметром, имеющим погрешность 8%. Измерения показали, что $U = 4,5$ В, а $I = 3,5$ А. Далее, пользуясь калькулятором, ученик вычислил внутреннее сопротивление по формуле $R = \frac{U}{I}$ (см. рис. 121).

$U = 4,5$ В;	$I = 3,5$ А
$R = 1,285714286$	

Рис. 121.

Правильная запись результатов вычисления внутреннего сопротивления имеет вид:

- 1) $(1,3 \pm 0,1)$ Ом 2) $(1,28 \pm 0,1)$ Ом
 3) $(1,2857 \pm 0,1)$ Ом 4) $(1,285714286 \pm 0,1)$ Ом

А21. Легкий шарик погрузили на дно сосуда с водой и отпустили. График изменения координаты шарика с течением времени показан на рисунке 122. Начало координаты h выбрано на дне сосуда. Согласно графику ...

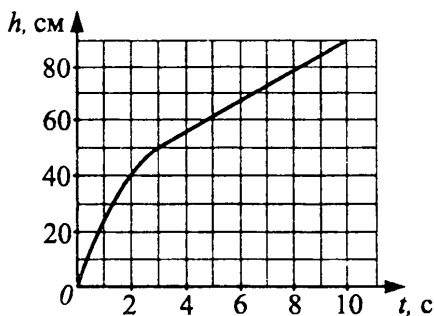


Рис. 122.

- 1) шарик всплывает с постоянным ускорением
- 2) ускорение шарика уменьшается в течение всего времени всплытия
- 3) шарик после 3 с движется с постоянной скоростью
- 4) первые 3 с — шарик движется равномерно, а после 3 с равноускоренно

Часть 2

Ответом к заданиям этой части (В1-В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

В1. ν молей идеального газа совершает в изотермическом процессе положительную работу, $A > 0$. Как меняются в этом процессе давление, объем и внутренняя энергия газа?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Давление	Объем	Внутренняя энергия

В2. В планетарной модели атома Бора-Резерфорда электроны движутся вокруг ядра только по разрешенным орбитам. Как изменяются при переходе электрона на более высокую орбиту орбитальная скорость электрона, потенциальная и полная энергия электрона?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Орбитальная скорость	Потенциальная энергия	Полная энергия

В3. На рисунке 123 представлены различные случаи взаимодействия магнитного поля и проводника с током. Сопоставьте рисунки и условия задач к этим рисункам.

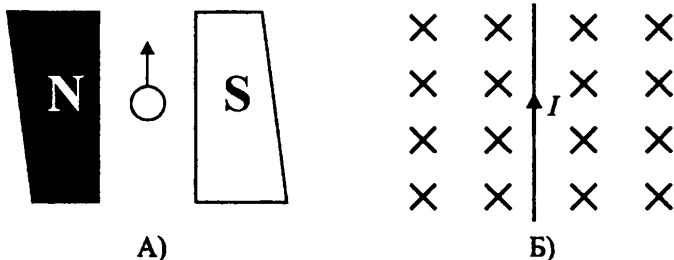


Рис. 123.

Условия задач:

- 1) По заданному рисунку найти направление силовых линий индукции магнитного поля.
- 2) По заданному рисунку найти направление силы, действующей на проводник с током в магнитном поле.
- 3) По заданному рисунку найти направление силы тока в проводнике.
- 4) По заданному рисунку найти направление момента сил Ампера.

К каждому рисунку подберите соответствующую ей задачу и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

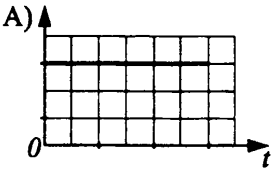
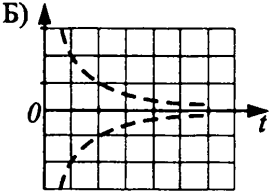
Ответ:

А	Б

В4. Пружинный маятник совершает колебания в среде с малой вязкостью, коэффициент сопротивления которой пропорционален скорости колеблю-

щегося тела. Графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих колебания в контуре. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу.

Графики	Физические величины
<p>А) </p> <p>Б) </p>	<p>1) деформация пружины 2) частота колебаний 3) полная энергия колеблющегося тела 4) амплитуда колебаний</p>

Ответ:

А	Б

Часть 3

Задания третьей части представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий (А22–А25) в бланке ответов под номером выполняемого вами задания поставьте знак «Х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного ответа.

А22. Одно тело свободно падает с высоты 5 м; одновременно с ним второе тело падает с высоты 10 м. Оба тела упали на землю одновременно. Следовательно, начальная скорость второго тела

- 1) 2,5 м/с 2) 5 м/с 3) 10 м/с 4) 15 м/с

А23. Брусок массой $m = 200$ г соединен с бруском массой $M = 0,3$ кг невесомой и нерастяжимой нитью, перекинутой через неподвижный невесомый блок (см. рисунок 124). При движении грузов сила давления на ось блока равна ...

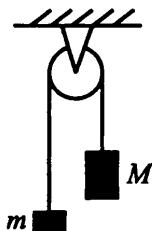


Рис. 124.

- 1) 1,6 Н 2) 2 Н 3) 2,4 Н 4) 4,8 Н

A24. Газ при температуре 320 К и давлении $1,66 \cdot 10^5$ Па имеет плотность 2 кг/м^3 . Что это за газ?

- 1) кислород O_2 2) неон Ne 3) азот N_2 4) водород H_2

A25. Ион, заряд которого равен $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, движется в однородном магнитном поле с индукцией $\vec{B} = 0,6$ Тл в плоскости, перпендикулярной \vec{B} . Радиус дуги, по которой движется ион, $R = 2,5 \cdot 10^{-4}$ м. Импульс иона равен ...

- 1) $24 \cdot 10^{-19} \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{С}}$ 2) $42 \cdot 10^{-24} \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{С}}$
 3) $42 \cdot 10^{-21} \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{С}}$ 4) $24 \cdot 10^{-24} \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{С}}$

Полное решение задач С1–С6 необходимо записать в бланке ответов. При оформлении решения в бланке ответов запишите сначала номер задания (С1, С2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

С1. Деревянный брусок плавает на поверхности воды в миске (см. рис. 125). Миска покоится на поверхности земли. Что произойдет с глубиной погружения бруска в воду, если миска будет стоять на полу лифта, который движется с ускорением, направленным вертикально вверх? Ответ поясните, используя физические закономерности.

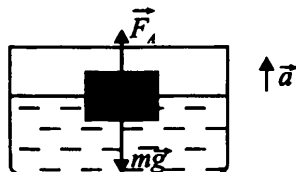


Рис. 125.

Полное правильное решение каждой из задач С2 – С6 должно включать в себя законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

С2. Под каким углом θ к горизонту следует бросить тело, чтобы дальность полета тела была в два раза больше его максимальной высоты подъема?

С3. Газ с температурой $T = 300$ К и давлением $p = 2 \cdot 10^5$ Па находится в цилиндрическом сосуде с сечением $S = 0,1$ м² под невесомым поршнем, который удерживается пружиной жесткостью $k = 1,5 \cdot 10^4$ Н/м на высоте $h = 2$ м от дна сосуда (см. рис. 126). Давление снаружи цилиндра атмосферное. Температуру газа увеличили на $\Delta T = 30$ К. Чему равно при этом смещение поршня Δh ?

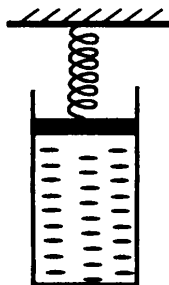


Рис. 126.

С4. Чему равен электрический заряд конденсатора ёмкостью $C = 100$ мкФ в приведенной на рисунке 127 электрической схеме, если внутреннее сопротивление источника тока $r = 8$ Ом; ЭДС, $\mathcal{E} = 24$ В, а сопротивления резисторов $R_1 = 40$ Ом и $R_2 = 20$ Ом?

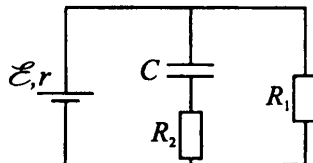


Рис. 127.

С5. В идеальном колебательном контуре амплитуда колебаний напряжения на конденсаторе $U_m = 15$ В, а амплитуда колебаний силы тока в ка-

тушке индуктивности $I_m = 10$ мА. В момент времени t сила тока в катушке $I = 6$ мА. Чему равен модуль напряжения на конденсаторе в этот момент?

С6. Образец, содержащий радий, за 1 с испускает $7,4 \cdot 10^{10}$ α -частиц. За 1 ч выделяется энергия 200 Дж. Каков средний импульс α -частиц? Масса α -частицы равна $6,7 \cdot 10^{-27}$ кг. Релятивистскими эффектами, энергией отдачи ядер и γ -излучением пренебречь.

Вариант № 17

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов под номером выполняемого вами задания (А1-А21) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного ответа.

А1. На рисунке 128 приведен график зависимости координаты от времени. Определите модуль ускорения тела, если известно, что тело движется прямолинейно с постоянным ускорением.

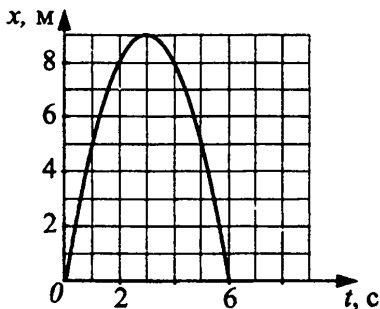


Рис. 128.

- 1) 1 м/с^2 2) 2 м/с^2 3) 3 м/с^2 4) 5 м/с^2

А2. Два тела равномерно и прямолинейно движутся в инерциальной системе отсчета. Первое тело движется со скоростью V_1 , второе — со скоростью V_2 . Что можно сказать о сумме сил, действующих на каждое из этих тел, если $|V_1| > |V_2|$?

- 1) $|F_1| > |F_2|$ 2) $|F_2| > |F_1|$
 3) $|F_1| = |F_2| = 0$ 4) $|F_1| = |F_2| > 0$

А3. Какую силу нужно приложить к концу вертикально закрепленной пружины длиной 0,15 м и жёсткостью 800 Н/м, чтобы растянуть ее на 2 см?

- 1) 120 Н 2) 1600 Н 3) 0,3 Н 4) 16 Н

А4. Проекция импульса первого тела на ось X перед столкновением была равна $-1 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$, а второго тела $4 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$. После столкновения проекция

импульса первого тела на ось X стала равна $1 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$. Чему равна проекция импульса второго тела на ось X после столкновения, если известно, что действием внешних сил можно пренебречь?

- 1) $1 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ 2) $2 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ 3) $3 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ 4) $5 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$

A5. Тело движется по горизонтальной плоскости с начальной скоростью 10 м/с . Определите, какой путь пройдет тело до остановки, если коэффициент трения равен $0,4$.

- 1) 4 м 2) $12,5 \text{ м}$ 3) 25 м 4) 50 м

A6. В плоской звуковой волне расстояние между ближайшими точками, колеблющимися в противофазе, равно 15 см . Определите частоту звуковой волны, если ее скорость равна 300 м/с .

- 1) 1000 Гц 2) 2000 Гц 3) 4500 Гц 4) 45 Гц

A7. Какие изменения параметров газа увеличивают скорость диффузии?

- А) увеличение температуры
Б) уменьшение температуры
В) увеличение концентрации молекул газа
Г) уменьшение концентрации молекул газа

- 1) А и В 2) А и Г 3) Б и В 4) Б и Г

A8. Как изменится давление газа, если концентрация молекул газа уменьшится в 3 раза, а абсолютная температура увеличится в 2 раза?

- 1) уменьшится в 6 раз 2) уменьшится в $1,5$ раза
3) увеличится в $1,5$ раза 4) увеличится в 6 раз

A9. Относительная влажность воздуха 8% . Найдите отношение массы водяных паров, содержащихся в этом воздухе, к массе насыщенного пара при той же температуре.

- 1) $0,08$ 2) $0,125$ 3) 8 4) $12,5$

A10. Идеальная тепловая машина забирает от нагревателя количество теплоты, равное 150 Дж , а отдает холодильнику 90 Дж . Определите КПД этой машины.

- 1) 40% 2) 60% 3) 90% 4) 150%

A11. Напряжённость электрического поля между обкладками плоского конденсатора 500 кВ/м , а расстояние между обкладками $0,2 \text{ см}$. Определите разность потенциалов между обкладками этого конденсатора.

- 1) 100 В 2) 1000 В 3) 2000 В 4) 100 кВ

A12. Как изменится сопротивление отрезка круглого провода, если его длину и диаметр увеличить в 2 раза?

- 1) уменьшится в 2 раза 2) не изменится
3) увеличится в 2 раза 4) увеличится в 4 раза

A13. Как изменится сила Лоренца, действующая на заряженную частицу, двигающуюся перпендикулярно направлению магнитного поля, если ее скорость увеличится в два раза, а модуль вектора магнитной индукции уменьшится в 3 раза?

- 1) уменьшится в 6 раз 2) уменьшится в 1,5 раза
3) увеличится в 1,5 раза 4) увеличится в 6 раз

A14. Чему равна энергия магнитного поля W , создаваемого катушкой индуктивностью L , при протекании через нее тока I ?

- 1) $W = LI^2$ 2) $W = \frac{LI^2}{2}$ 3) $W = \frac{L}{I^2}$ 4) $W = \frac{I^2}{L}$

A15. Фотоаппарат может получать резкие фотографии объектов, расположенных от него на расстоянии не менее 1 м. На каком расстоянии сможет получать резкие фотографии этот фотоаппарат, если непосредственно перед его объективом расположить собирающую линзу с фокусным расстоянием 1 м?

- 1) 0,5 м 2) 1 м 3) 2 м 4) только очень удаленные объекты

A16. Два когерентных плоских пучка света падают на плоский экран. Первый направлен перпендикулярно экрану, а второй — под углом 0,001 радиана к первому. Длина волны излучения равна 0,5 мкм. Определите период интерференционной картины, возникающей на экране.

- 1) 0,25 нм 2) 0,5 нм 3) 0,25 мм 4) 0,5 мм

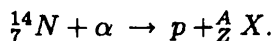
A17. Как изменится энергия фотона, если его импульс увеличить в 2 раза?

- 1) уменьшится в 4 раза 2) уменьшится в 2 раза
3) увеличится в 2 раза 4) увеличится в 4 раза

A18. Согласно модели атома Бора, длина волны электромагнитного излучения определяется

- 1) периодом обращения электрона вокруг ядра
2) энергией основного состояния атома
3) диаметром орбиты электрона
4) разностью энергий стационарных состояний атома

A19. Под действием облучения α -частицами азота происходит ядерная реакция



Найдите массовое число A и заряд Z ядра элемента X .

- 1) $A = 17$, $Z = 8$ 2) $A = 18$, $Z = 9$
3) $A = 16$, $Z = 11$ 4) $A = 15$, $Z = 10$

A20. В результате опыта было определено количество теплоты Q , переданное телу, и разность температур ΔT , на которое оно нагрелось. Какую из указанных величин можно определить по этим данным?

- 1) удельную теплоёмкость 2) теплоёмкость
3) плотность 4) массу

A21. Для измерения периода колебаний маятника используется следующая методика:

А) Груз закрепляют на нитке, а конец нитки закрепляют так, чтобы груз висел на высоте 1 – 2 см над полом.

Б) Отмечают равновесное положение груза.

В) Груз отклоняют в сторону на 20 – 25 см, отпускают и в момент прохождения отметки включают секундомер.

Г) Отсчитывают 10 периодов колебаний груза и останавливают секундомер, результат измерений заносят в таблицу.

Д) Опыт повторяют 5 раз.

№	1	2	3	4	5
t , с	28,46	28,40	28,42	28,35	28,37

Определите по данным таблицы период колебаний маятника.

- 1) 2,85 с 2) 2,84 с 3) 28,46 с 4) 28,40 с

Часть 2

Ответом к заданиям этой части (В1-В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

В1. В сосуде с водой плавает деревянный брусок, на котором лежит металлическая монета. Монету снимают с бруска и опускают на дно сосуда. Как изменятся сила Архимеда, действующая на этот деревянный брусок, давление у дна сосуда и уровень воды в сосуде?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Сила Архимеда	Давление у дна сосуда	Уровень воды в сосуде

В2. Сосуд с водой поставили в морозильную камеру с температурой -10°C . Начальная температура воды 0°C . Как будет изменяться температура воды, суммарный объем воды и льда, сумма внутренних энергий воды и льда?

Для каждой величины выберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Температура воды	Суммарный объем воды и льда	Суммарная внутренняя энергия воды и льда

В3. Шарик закреплен на пружине, положение равновесия которой совпадает с началом координат (см. рис. 129). Шарик сдвигают в положительном направлении оси y , сжимая пружину, и в момент времени, равный нулю, отпускают. Период колебаний равен T . Установите соответствие между графиками и физическими величинами, которые они изображают.

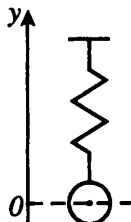


Рис. 129.

К каждой позиции первого столбца выберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Графики	Физические величины
<p>А) </p> <p>Б) </p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) кинетическая энергия шарика E_K 2) координата шарика y 3) проекция скорости шарика v_y на ось 4) проекция ускорения шарика a_y на ось

Ответ:

А	Б

В4. Шар катится по неподвижной горизонтальной плоскости без проскальзывания. Скорость движения его центра равна V . Точка A находится в нижней точке шара, точка B в верхней. Установите соответствие между физическими величинами и их значениями.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Их значения
А) скорость шара в точке A	1) 0
Б) скорость шара в точке B	2) $\frac{1}{2}V$
	3) V
	4) $2V$

Ответ:

А	Б

Часть 3

Задания третьей части представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий (А22–А25) в бланке ответов под номером выполняемого вами задания поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного ответа.

А22. Аэростат объемом 1000 м^3 наполнен гелием плотностью $0,2 \text{ кг/м}^3$. Плотность окружающего воздуха $1,2 \text{ кг/м}^3$. Какую полезную массу может поднять этот аэростат, если масса аэростата равна 300 кг ?

- 1) 200 кг 2) 700 кг 3) 900 кг 4) 1200 кг

А23. В теплоизолированном сосуде находится смесь воды со льдом. В момент времени $t = 0$ включили нагреватель мощностью 100 Вт . По графику зависимости температуры от времени (см. рис. 130) определите, какое количество льда было в сосуде в начальный момент времени.

- 1) $1,8 \text{ г}$ 2) $0,11 \text{ кг}$ 3) $0,6 \text{ кг}$ 4) $9,2 \text{ кг}$

А24. Какое количество теплоты необходимо затратить для нагревания до температуры кипения и испарения 100 г воды? Начальная температура воды 20° С . Потерями тепла пренебречь.

- 1) $3,4 \cdot 10^4 \text{ Дж}$ 2) $2,3 \cdot 10^5 \text{ Дж}$
 3) $2,64 \cdot 10^5 \text{ Дж}$ 4) $2,64 \cdot 10^6 \text{ Дж}$

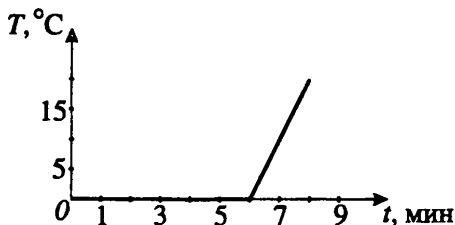


Рис. 130.

A25. В результате β -распада тритий (${}^3_1\text{H}$) превращается в гелий (${}^3_2\text{He}$). Какая энергия выделяется в этой реакции? Масса трития 3,016049 а.е.м., а масса гелия 3,016029 а.е.м.?

- 1) 0,00002 эВ 2) 18,6 кэВ 3) 298 кэВ 4) $1,8 \cdot 10^{12}$ эВ

Полное решение задач С1–С6 необходимо записать в бланке ответов. При оформлении решения в бланке ответов запишите сначала номер задания (С1, С2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

С1. На тонкой нити подвешен грузик. К нижней части грузика привязан еще один такой же кусок нити. Если достаточно быстро тянуть вниз за нижнюю нитку, то обрывается она, а не верхняя. Объясните, почему это происходит. Оцените, как влияет скорость движения свободного конца нижней нити на максимальное натяжение верхней нити.

Полное правильное решение каждой из задач С2 – С6 должно включать в себя законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

С2. На горизонтальной плоскости закреплена полусфера радиусом R . На вершину сферы помещен груз, который начинает соскальзывать с нулевой скоростью. На какой высоте над плоскостью произойдет отрыв груза от поверхности сферы?

С3. Чему будет равна плотность водяного пара с давлением 10^5 Па и температурой 200°C ?

С4. Найдите сопротивление между двумя вершинами проволочного каркаса правильного тетраэдра. Сопротивление ребра равно 1 Ом.

С5. В циклотроне создается однородное поле с индукцией 0,1 Тл. Радиус орбиты протона, движущегося в этом магнитном поле, равен 2 м. Считая,

что скорость протона значительно меньше, чем скорость света, определите энергию протона, выразив ее в электрон-вольтах.

С6. Определите силу тяги зеркального солнечного паруса площадью $S = 100 \text{ м}^2$, установленного перпендикулярно направлению на источник света. Мощность излучения, падающего на один квадратный метр поверхности паруса, $P = 1,5 \text{ кВт/м}^2$.

Вариант № 18

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов под номером выполняемого вами задания (А1-А21) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного ответа.

А1. На графике (см. рис. 131) приведена зависимость высоты ракеты от времени. Определите ускорение ракеты, если известно, что она движется вертикально вверх с постоянным ускорением.

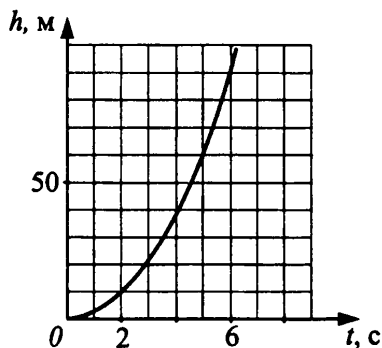


Рис. 131.

- 1) 5 м/с^2 2) 10 м/с^2 3) 15 м/с^2 4) 30 м/с^2
- А2.** Найдите равнодействующую двух сил $F_1(3; -4)$ и $F_2(-1; 2)$.
- 1) $(2; -2)$ 2) $(4; -6)$ 3) $(4; -2)$ 4) $(2; -6)$
- А3.** Какая максимальная сила трения может действовать между телом и наклонной плоскостью с углом наклона 30° , если сила нормальной реакции опоры 60 Н , а коэффициент трения $0,1$?
- 1) 3 Н 2) 6 Н 3) 30 Н 4) 600 Н
- А4.** Снаряд в верхней точке траектории разделяется на 3 части. Сразу после разделения проекции импульсов двух частей на вертикальную ось рав-

ны $3 \text{ кг}\cdot\text{м}/\text{с}$ и $-5 \text{ кг}\cdot\text{м}/\text{с}$. Определите проекцию импульса третьей части на вертикальную ось.

- 1) $-2 \text{ кг}\cdot\text{м}/\text{с}$ 2) $-8 \text{ кг}\cdot\text{м}/\text{с}$ 3) $2 \text{ кг}\cdot\text{м}/\text{с}$ 4) $8 \text{ кг}\cdot\text{м}/\text{с}$

А5. Велосипедист съезжает с горки высотой $1,6 \text{ м}$. Определите его конечную скорость, если его начальная скорость равна $2 \text{ м}/\text{с}$. Сопротивлением воздуха и трением в колесах пренебречь.

- 1) $3,6 \text{ м}/\text{с}$ 2) $4,47 \text{ м}/\text{с}$ 3) $6 \text{ м}/\text{с}$ 4) $18 \text{ м}/\text{с}$

А6. На рисунке 132 представлен профиль волны, бегущей в положительном направлении оси s , в момент времени $t = 0$. Укажите точку, в которой колебания имеют вид $x = x_0 \sin(\omega t)$. ($x_0, \omega > 0$)

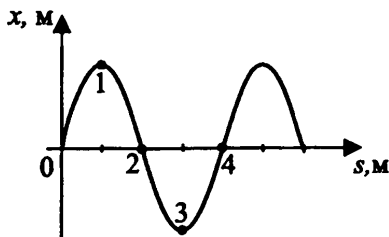


Рис. 132.

- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

А7. Как нужно изменить характеристики броуновских частиц и окружающей их жидкости, чтобы скорость движения броуновских частиц увеличилась?

- 1) увеличить температуру
 2) уменьшить температуру
 3) увеличить массу броуновских частиц
 4) уменьшить массу броуновских частиц

- 1) 1 и 3 2) 1 и 4 3) 2 и 3 4) 2 и 4

А8. Как изменилась температура газа, если его объем увеличился в 3 раза, а его давление увеличилось в 2 раза?

- 1) уменьшилась в 6 раз
 2) уменьшилась в 1,5 раза
 3) увеличилась в 1,5 раза
 4) увеличилась в 6 раз

А9. Сосуд объемом 4 л полностью заполнен водой. Найдите, какая масса воды испарится, если изотермически увеличить объем сосуда до 6 л . Плотность насыщенных паров при этой температуре равна $0,04 \text{ кг}/\text{м}^3$.

- 1) $0,08 \text{ г}$ 2) $0,16 \text{ г}$ 3) $0,24 \text{ г}$ 4) $0,4 \text{ г}$

A10. Один моль идеального одноатомного газа с начальной температурой 300 К нагревают при постоянном давлении. Какую работу совершит газ, если его объем увеличится в 2 раза?

- 1) 0 кДж 2) 2,5 кДж 3) 5 кДж 4) 6,2 кДж

A11. Расстояние между заряженными шариками изменили так, что сила взаимодействия между ними уменьшилась в 4 раза. Во сколько раз изменили расстояние между шариками?

- 1) уменьшили в 16 раз 2) уменьшили в 4 раза
3) уменьшили в 2 раза 4) увеличили в 2 раза

A12. Какой силы ток будет течь через проводник, если скорость упорядоченного движения электронов 0,1 мм/с, их концентрация 10^{28} м^{-3} , а сечение проводника 1 мм^2 ?

- 1) 0,16 А 2) 1,6 кА 3) 160 кА 4) 10^{18} А

A13. Два прямолинейных проводника расположены параллельно друг другу. Расстояние между ними много меньше их длины. Как изменится сила взаимодействия этих проводников, если силу тока в каждом из этих проводников и расстояние между ними уменьшить в 2 раза?

- 1) уменьшится в 8 раз 2) уменьшится в 4 раза
3) уменьшится в 2 раза 4) не изменится

A14. Ток, текущий через сопротивление 10 Ом, равен $I(t) = 2 \sin 100\pi t$, сила тока выражен в амперах, время — в секундах. Какая энергия выделится на этом сопротивлении за 1 секунду?

- 1) 1000 Дж 2) 500 Дж 3) 40 Дж 4) 20 Дж

A15. Для работы солнечной электростанции используются зеркала, которые направляют отраженные солнечные лучи в одну точку. На какой угол должны повернуться зеркала, если направление на Солнце изменилось на 30° ?

- 1) 15° 2) 30° 3) 60° 4) 75°

A16. Луч света с длиной волны 0,4 мкм проходит через дифракционную решетку со 100 штрихами на миллиметр. Найдите угол отклонения первого дифракционного максимума.

- 1) 0,02 рад 2) 0,04 рад 3) 0,2 рад 4) 0,4 рад

A17. Как изменится импульс фотона, если его длину волны увеличить в 2 раза?

- 1) уменьшится в 4 раза 2) уменьшится в 2 раза
3) увеличится в 2 раза 4) увеличится в 4 раза

A18. Какой максимальный угол отклонения α -частиц при облучении ими фольги в опыте Резерфорда?

- 1) 30° 2) 90° 3) 120° 4) 180°

В2. Два космонавта находятся в состоянии невесомости. Они соединены легкой веревкой и вращаются вокруг общего центра масс. Космонавты начинают вытягивать веревку и сближаться друг с другом. Как будут изменяться период вращения, кинетическая энергия космонавтов и сила натяжения веревки?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

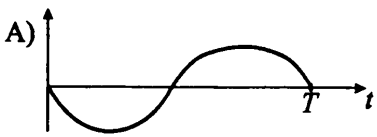
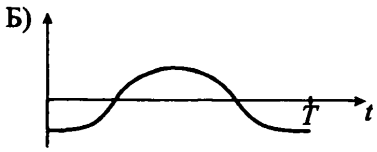
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Период вращения	Кинетическая энергия космонавтов	Сила натяжения веревки

В3. Шарик движется с постоянной скоростью по окружности с центром в начале координат. В начальный момент времени он пересекает ось x , и его скорость направлена в положительном направлении оси y .

Установите соответствие между графиками и физическими величинами, которые они изображают.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Графики	Физические величины
<p>А) </p> <p>Б) </p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) проекция скорости центра масс шарика V_x на ось x 2) проекция ускорения центра масс шарика a_x на ось x 3) проекция скорости центра масс шарика V_y на ось y 4) проекция ускорения центра масс шарика a_y на ось y

Ответ:

А	Б

В4. Грузик массой m прикреплен двумя пружинами жёсткости k . Точка B является положением равновесия. Грузик смещают из положения равновесия и отпускают (см. рис.133).

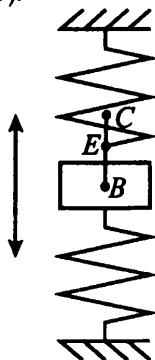


Рис. 133.

Ускорение грузика в точке C равно a . Точка E находится в середине отрезка BC . Установите соответствие между физическими величинами и их значениями.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Значение
А) ускорение в точке B	1) 0
Б) ускорение в точке E	2) $\frac{1}{2}a$
	3) a
	4) $2a$

Ответ:

А	Б

Часть 3

Задания третьей части представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий (А22–А25) в бланке ответов под номером выполняемого вами задания поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного ответа.

А22. Какую минимальную горизонтальную силу нужно приложить к верхней части прямоугольного столба толщиной 20 см, высотой 2 м и массой 150 кг, стоящего на горизонтальной плоскости, для его опрокидывания?

- 1) 75 Н 2) 150 Н 3) 300 Н 4) 1500 Н

A23. КПД цикла Карно 40%. Найдите отношение температуры холодильника к температуре нагревателя.

- 1) 0,3 2) 0,4 3) 0,5 4) 0,6

A24. Проводящая сфера радиусом 1 см заряжена до потенциала +5 В. На какое минимальное расстояние от поверхности этой сферы сможет приблизиться протон, имеющий энергию 1 эВ на большом удалении от сферы?

- 1) 4 см 2) 5 см 3) 24 см 4) 25 см

A25. Вещество освещается светом с длиной волны $\lambda = 500$ нм. Фототок прекращается при запирающем напряжении, равном 1,48 В. Определите красную границу фотоэффекта $\lambda_{\text{макс}}$.

- 1) 740 нм 2) 840 нм 3) 1240 нм 4) 1340 нм

C1. В воздухе содержится некоторое количество водяного пара, но воздух не теряет от этого прозрачность. Объясните, почему пар, выходящий из чайника, непрозрачен.

Полное правильное решение каждой из задач C2 – C6 должно включать в себя законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

C2. Вокруг неподвижной точки вращается легкая веревка длиной 2 м с угловой скоростью 2 с^{-1} . На ее конце закреплен груз массой 2 кг, а в середине этой веревки закреплен другой груз массой 2 кг. Найдите натяжение каждого из участков веревки. При решении задачи влияние поля тяжести Земли не учитывать.

C3. Определите среднеквадратичную скорость молекул водорода, если его плотность 50 г/м^3 , а давление 10^5 Па.

C4. Найдите сопротивление между серединами противоположных ребер проволочного каркаса правильного тетраэдра. Сопротивление ребра равно 1 Ом.

C5. Два параллельных рельса, лежащих в горизонтальной плоскости на расстоянии 0,3 м, находятся в однородном магнитном поле, индукция которого $B = 0,5$ Тл и направлена вертикально вниз. На рельсах перпендикулярно им находится проводник, который может двигаться по рельсам без трения. К рельсам подключен источник напряжения с $E = 300$ В. До какой максимальной скорости разгонится проводник?

С6. В теплоизолированный сосуд, содержащий 1 л воды при 20°C , добавили 1 г ${}_{84}^{210}\text{Po}$. Период полураспада ${}_{84}^{210}\text{Po}$ 138 суток, энергия, выделяющаяся при распаде одного атома ${}_{84}^{210}\text{Po}$, равна 5,3 МэВ. До какой температуры нагреется вода через 30 минут?

Вариант № 19

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов под номером выполняемого вами задания (A1–A21) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного ответа.

A1. Период равномерного движения материальной точки по окружности радиусом 2 м равен 10 с. Точка пройдет по окружности путь, равный 2π метров, за время

- 1) 5π с 2) 2 с 3) 5 с 4) π с

A2. Автомобиль движется по горизонтальному участку дороги прямолинейно. На графике (см. рис. 134) изображена зависимость модуля скорости автомобиля от времени движения в инерциальной системе отсчета. Модуль ускорения минимален в интервале времени ...

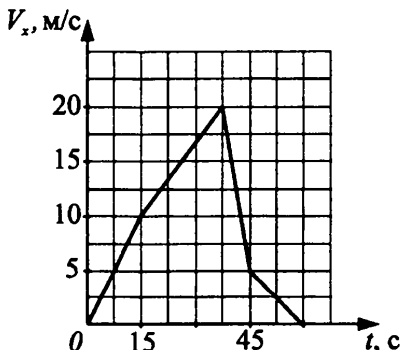


Рис. 134.

- 1) от 0 с до 15 с 2) от 15 с до 30 с
3) от 30 с до 45 с 4) от 45 с до 60 с

A3. На космонавта на поверхности Луны действует сила тяжести 175 Н. Чему будет равна сила притяжения космонавта к Луне, если он будет ле-

тать вокруг нее по круговой орбите на расстоянии двух лунных радиусов от поверхности Луны?

- 1) 87,5 Н 2) 0 Н 3) 43,75 Н 4) 19,44 Н

A4. Два тела движутся по взаимно перпендикулярным пересекающимся прямым, как показано на рисунке 135. Модуль импульса первого тела $p_1 = 9$ кг·м/с, а второго тела $p_2 = 12$ кг·м/с. Чему равно изменение модуля импульса системы этих тел после их абсолютно неупругого удара?

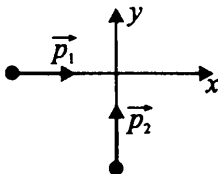


Рис. 135.

- 1) 18 кг·м/с 2) 0 3) 15 кг·м/с 4) 3 кг·м/с

A5. Санки массой m тянут в гору с постоянной скоростью v под углом α к горизонту. Когда санки поднимутся на высоту h от первоначального положения, их полная механическая энергия

- 1) не изменится
 2) будет неизвестна, т.к. не задан коэффициент трения
 3) увеличится на mgh
 4) увеличится на $\frac{mgh}{\sin \alpha}$

A6. Какова частота звуковых колебаний в среде, если скорость звука в этой среде $v = 5000$ м/с, а длина волны $\lambda = 20$ м?

- 1) 1000 Гц 2) 100 Гц 3) 250 Гц 4) 100 000 Гц

A7. Концентрацию молекул одноатомного идеального газа уменьшили в 5 раз. Среднюю энергию хаотического движения молекул газа при этом увеличили в 3 раза. В результате давление газа в сосуде

- 1) снизилось в $\frac{5}{3}$ раза 2) снизилось в $\frac{5}{9}$ раза
 3) возросло в 3 раза 4) снизилось в 5 раз

A8. На рисунке 136 показан график процесса, проведенного над 2 молями идеального газа. Найдите отношение температур $\frac{T_4}{T_1}$.

- 1) 36 2) 4,5 3) 9 4) 18

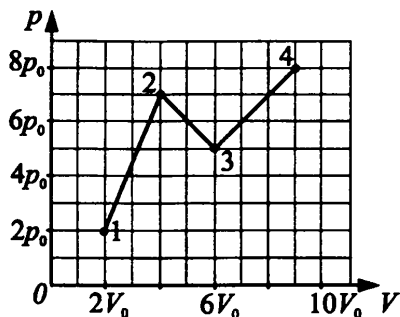


Рис. 136.

A9. Железный казан массой 12 кг нагрели от 20°C до 170°C . При этом казан получил количество теплоты, равное ...

- 1) 828 кДж 2) 75 кДж 3) 1800 Дж 4) 180 кДж

A10. Идеальный газ перешел из состояния 1 в состояние 2 в процессе, представленном на диаграмме p - V (см. рис. 137). Какая работа совершена в этом процессе?

- 1) внешние силы совершили работу над газом 100 Дж
 2) газ совершил работу 100 Дж
 3) внешние силы совершили работу над газом 700 Дж
 4) газ совершил работу 700 Дж

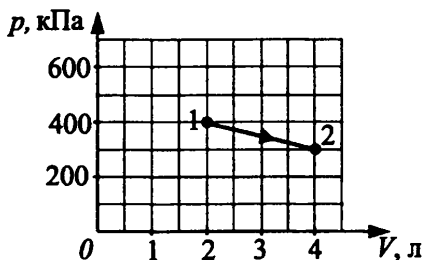


Рис. 137.

A11. Плоский воздушный конденсатор имеет ёмкость C . Как изменится его ёмкость, если площадь пластин и расстояние между пластинами увеличить в 3 раза?

- 1) увеличится в 3 раза 2) увеличится в 9 раз
 3) не изменится 4) уменьшится в 9 раз

A12. Электронагреватель, подключенный к постоянному напряжению, за время t выделяет количество теплоты Q . То же количество теплоты нагреватель выделил уже за время $2t$, после того, как его сопротивление и

напряжение изменили. Чему стало равно сопротивление, если напряжение уменьшили в 2 раза? Первоначально сопротивление было равно R .

- 1) $\frac{R}{4}$ 2) $\frac{R}{2}$ 3) R 4) $2R$

A13. На рисунках *I* и *II* (см. рис. 138) показаны два витка, причем в первом случае плоскости витков параллельны, во втором случае — лежат в одной плоскости. Если по одному витку будет течь переменный ток, в другом — ток ...

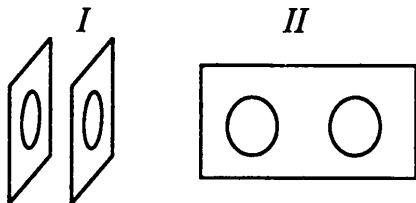


Рис. 138.

- 1) возникает в обоих случаях
2) не возникает ни в одном из случаев
3) возникает только в случае *I*
4) возникает только в случае *II*

A14. На рисунке 139 показаны две рамки внутри соленоида и направление тока в обмотке соленоида. Если рамки вращать в указанном направлении, то ток в рамке ...

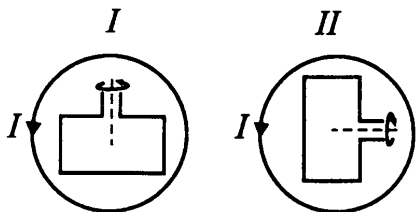


Рис. 139.

- 1) возникает в обоих случаях
2) не возникает ни в одном из случаев
3) возникает только в случае *I*
4) возникает только в случае *II*

A15. Луч света с длиной волны $\lambda = 600$ нм (жёлтый) падает на пластину из кварца, а потом переходит из неё в воду. Как при этом изменится скорость света?

- 1) увеличится на $3,08 \cdot 10^7$ м/с
- 2) уменьшится на $0,71 \cdot 10^8$ м/с
- 3) не изменится
- 4) увеличится в 1,82 раза

A16. В инерциальной системе отсчета свет от неподвижного источника распространяется со скоростью c . Если источник света и зеркало движутся так, как показано на рисунке 140, то скорость отраженного света в инерциальной системе отсчета, связанной с источником, равна ...

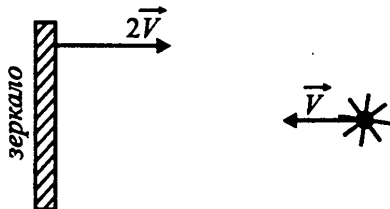


Рис. 140.

- 1) c
- 2) $c + 5v$
- 3) $c + 3v$
- 4) $c \cdot \sqrt{1 - \frac{9v^2}{c^2}}$

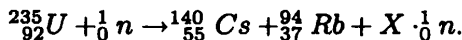
A17. В каком из указанных ниже диапазонов электромагнитного излучения энергия фотонов имеет наименьшее значение?

- 1) в видимом свете
- 2) в рентгеновском излучении
- 3) в инфракрасном излучении
- 4) в ультрафиолетовом излучении

A18. Период полураспада радиоактивного изотопа натрия ${}_{11}^{24}\text{Na}$ составляет $\frac{2}{3}$ суток. Если изначально было $3 \cdot 10^{10}$ атомов ${}_{11}^{24}\text{Na}$, то примерно сколько их будет через двое суток?

- 1) $1 \cdot 10^{10}$
- 2) $3,75 \cdot 10^9$
- 3) $7,5 \cdot 10^9$
- 4) $2,5 \cdot 10^9$

A19. В результате бомбардировки ядра урана нейтроном произошло деление ядра урана с образованием ядер цезия, рубидия и нескольких нейтронов. Сколько нейтронов образовалось в результате указанной ниже реакции?



- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) ни одного

A20. Какие предметы из списка необходимы для того, чтобы убедиться в справедливости закона $F = I \cdot B \cdot l$ для силы тока?

А — источник тока (постоянного)

Б — реостат

В — провода

Г — компас

Д — термометр

Е — амперметр

Ж — лупа

З — секундомер

1) А, В, Г, Д, Е

2) А, Б, В, Д, Е

3) А, Г, Е, Ж, З

4) А, Б, В, Г, Е

A21. Была выдвинута гипотеза, что размер мнимого изображения предмета, создаваемого рассеивающей линзой, зависит от оптической силы линзы (см. рис. 141). Необходимо экспериментально проверить эту гипотезу. Какие два опыта нужно провести для такого исследования?

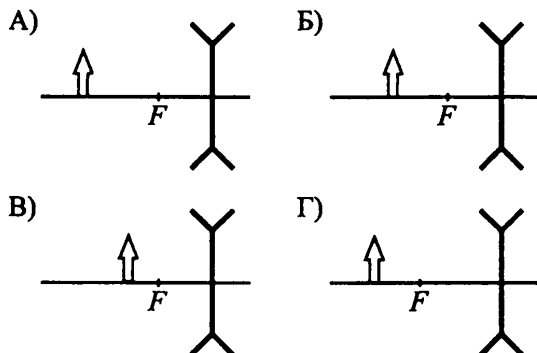


Рис. 141.

1) А и Б

2) Б и В

3) Б и Г

4) А и Г

Часть 2

Ответом к заданиям этой части (В1–В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

В1. В сосуде под поршнем находится идеальный газ. Сначала объём газа под поршнем увеличили, а затем газ нагрели выше первоначальной температуры. Как при этом изменятся давление газа, его плотность и внутренняя энергия?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится
- 4) не хватает данных для ответа

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Давление газа	Плотность газа	Внутренняя энергия газа

В2. Катапульта выстрелила камнем массой m под углом α_1 к горизонту со скоростью V_1 . Следующий выстрел был произведён камнем такой же массы со скоростью $V_2 > V_1$ и под углом $\alpha_2 > \alpha_1$. Как при этом изменятся величины максимальной потенциальной энергии камня относительно поверхности, время полёта и расстояние до точки падения?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится
- 4) недостаточно информации для ответа

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Максимальная потенциальная энергия	Время полёта	Расстояние до точки падения

В3. Проводящий квадратный контур со стороной a вводят с постоянной скоростью V в зазор электромагнита (см. рис. 142). Сопротивление контура — R . Индукция магнитного поля в зазоре равна B . Поле внутри зазора считать однородным, а вне — равным нулю. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

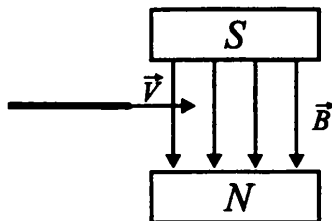


Рис. 142.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) ЭДС индукции в контуре во время введения в зазор	1) $\frac{B^3 \cdot a^2 \cdot V}{R}$
Б) количество тепла Q (всё), выделившееся после полного введения контура в зазор	2) $B \cdot a \cdot V$
	3) $\frac{B \cdot V}{R \cdot a}$
	4) $\frac{B^2 \cdot a^3 \cdot V}{R}$

Ответ:

А	Б

В4. На схеме изображён колебательный контур, подключенный к источнику ЭДС. Графики А и Б представляют собой зависимости от времени t физических величин, характеризующих колебания в контуре после переключения переключателя K из положения 1 в положение 2 в момент $t = 0$. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

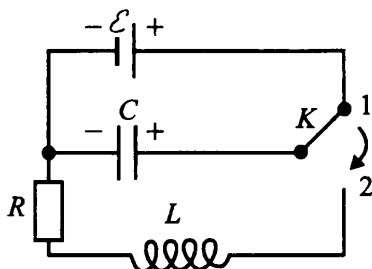
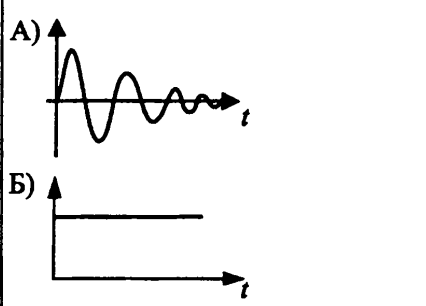


Рис. 143.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Графики	Физические величины
	1) заряд правой обкладки конденсатора 2) сила тока в катушке 3) энергия электрического поля конденсатора 4) электроёмкость конденсатора

Ответ:

А	Б

Часть 3

Задания третьей части представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий (A22–A25) в бланке ответов под номером выполняемого вами задания поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного ответа.

A22. Стрела, выпущенная с вершины башни в горизонтальном направлении, вонзилась на расстоянии 90 м от башни в землю под углом 45° к горизонту. Определите время, которое стрела находилась в полете.

- 1) 3 с 2) 4 с 3) 5 с 4) 6 с

A23. При расширении инертного газа количеством 2 моля совершена работа 600 Дж. После этого газ охладили, в результате чего он выделил количество теплоты 300 Дж. Определите, на сколько градусов уменьшилась температура газа. Ответ округлите до целых.

- 1) 20 К 2) 36 К 3) 42 К 4) 55 К

A24. Проводник длиной $l = 30$ см помещен в магнитное поле с индукцией $B = 4$ Тл. Концы проводника замкнуты гибким проводом, находящимся вне поля. Сопротивление всей цепи $R = 0,5$ Ом. Какую мощность P необходимо затратить, чтобы двигать проводник перпендикулярно линиям индукции со скоростью $v = 5$ м/с?

- 1) 9 Вт 2) 18 Вт 3) 36 Вт 4) 72 Вт

A25. Из двух одинаковых проводников изготовили два контура в виде квадрата и кольца. Оба контура помещены в одной плоскости в однородное,

равномерно изменяющееся со временем магнитное поле. Линии магнитной индукции поля находятся под углом α к плоскости контуров. В кольцевом контуре индуцируется ток $I_1 = 4$ А. Найдите силу тока в квадратном контуре.

- 1) 5,2 А 2) 3,14 А 3) 2,31 А 4) 4,5 А

С1. В космосе предложено использовать молоток, в котором пустотелый боёк заполнен свинцовой дробью. Обоснуйте это с физической точки зрения.

Полное правильное решение каждой из задач С2 – С6 должно включать в себя законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

С2. Брусек квадратного сечения $d \times d = 4 \times 4$ см² плавает в сосуде с водой так, как показано на рисунке 144. При этом в воде находится половина бруска. Какое минимальное количество теплоты выделится, если брусок повернется на 90° вокруг оси, проходящей через центр масс? Длина бруска $l = 20$ см.

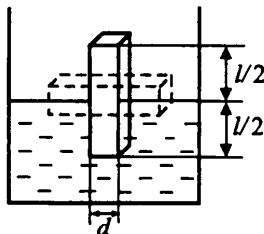


Рис. 144.

С3. Тонкостенный цилиндр, наполненный газом, лежит на гладкой поверхности. Внутри цилиндра находится перегородка, отделяющая такой же газ, но при давлении большем, чем в остальной части цилиндра (см. рис. 145).

Длина цилиндра $l = 1$ м. Перегородка находится на расстоянии $\frac{1}{4}l$ от правого торца. В результате повреждения перегородка лопнула. Определите, во сколько раз увеличилось давление в левой части цилиндра, если он сместился вправо на расстояние $b = 0,3$ м. Массой цилиндра и перегородки пренебречь. Температуру газа считать постоянной.

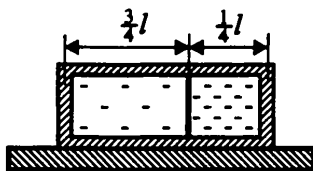


Рис. 145.

С4. По гладкому кольцу радиусом r , расположенному вертикально, могут скользить два одинаковых шарика массой m и зарядом q каждый. Какой заряд нужно сообщить неподвижно закрепленному в нижней точке кольца третьему шарiku, чтобы шарики расположились в вершинах равностороннего треугольника?

С5. Определите разность потенциалов между точками A и B в схеме, изображенной на рисунке 146, если ёмкость конденсаторов $C_1 = 5$ пФ, $C_2 = 7$ пФ, $C_3 = 10$ пФ, $C_4 = 30$ пФ, а ЭДС источника тока $\mathcal{E} = 24$ В.

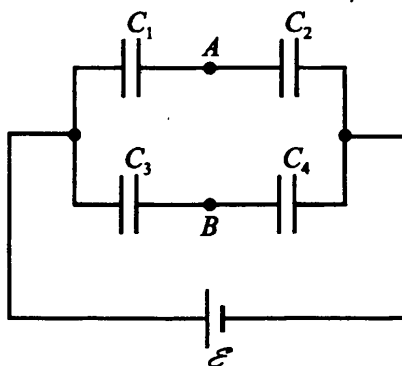


Рис. 146.

С6. В центре круглого стола диаметром $D = 1,8$ м стоит настольная лампа с одной лампочкой, расположенной на высоте $h_1 = 60$ см от поверхности стола. Над центром стола на высоте $h_2 = 3$ м от поверхности висит люстра с четырьмя такими же лампочками. В каком случае и во сколько раз получится бóльшая освещенность на краю стола: когда горит настольная лампа или когда горит люстра?

Вариант № 20

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов под номером выполняемого вами задания (A1–A21) поставите знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного ответа.

A1. Понятие «материальная точка» в механике применяется тогда, когда можно пренебречь

А) формой и размерами тела

Б) массой тела

Какое(-ие) из утверждений верно(-ы)?

1) только А

2) и А, и Б

3) только Б

4) ни А, ни Б

A2. Материальная точка движется по окружности радиусом R с линейной скоростью v и центростремительным ускорением $a_{ц}$. Каким станет центростремительное ускорение точки, если радиус окружности и линейную скорость увеличить в 4 раза?

1) $4a$

2) $\frac{a}{4}$

3) $16a$

4) a

A3. Два одинаковых свинцовых шара массой $1,5$ кг расположены на расстоянии 1 м. Силы тяготения между ними примерно равны по модулю

1) $1,5$ Н

2) $0,015$ Н

3) $1,5 \cdot 10^{-10}$ Н

4) $2,5 \cdot 10^{-11}$ Н

A4. Два тела движутся по взаимно перпендикулярным пересекающимся прямым, как показано на рисунке 147. Модуль импульса первого тела $p_1 = 9$ кг·м/с, а второго тела $p_2 = 12$ кг·м/с. Чему равен модуль импульса системы этих тел после их абсолютно неупругого удара?

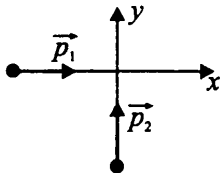


Рис. 147.

1) 18 кг·м/с

2) 15 кг·м/с

3) 21 кг·м/с

4) 3 кг·м/с

A5. В багажнике машины лежат чемодан и сумка. Масса чемодана 60 кг. Какова масса сумки, если отношение кинетической энергии чемодана к кинетической энергии сумки относительно земли равно 2 ?

1) 30 кг

2) 15 кг

3) 120 кг

4) нельзя сказать исходя из этих данных

A6. Четыре шара массами m , $2m$, $3m$ и $4m$ расположены так, как показано на рисунке 148. В каком квадранте расположен центр масс системы?

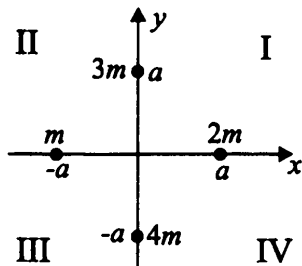


Рис. 148.

1) I

2) II

3) III

4) IV

A7. Концентрацию молекул одноатомного идеального газа увеличили в 3 раза. Одновременно в 2 раза уменьшили среднюю энергию хаотического движения молекул газа. В результате этого давление газа в сосуде

1) увеличилось в 3 раза

2) уменьшилось в 3 раза

3) увеличилось в $\frac{3}{2}$ раза

4) увеличилось в $\frac{3}{4}$ раза

A8. На рисунке 149 показан график процесса, проведенного над 12 молями идеального газа. Найдите отношение температур T_4/T_1 .

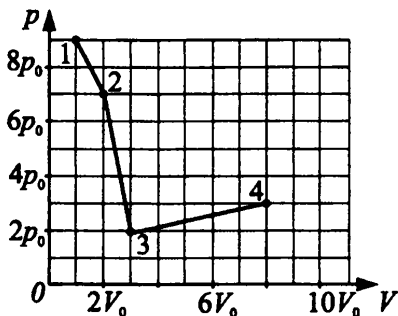


Рис. 149.

1) 32

2) 0,375

3) 2,67

4) 24

A9. Алюминиевая кастрюля объёмом 4,5 л имеет массу 0,6 кг. Какое количество теплоты нужно затратить, чтобы нагреть такую кастрюлю от 20° до 100°C , если она доверху наполнена водой?

1) 19,44 МДж

2) 1,555 МДж

3) 777,6 МДж

4) 43,2 МДж

A10. Идеальный газ перешел из состояния 1 в состояние 2 в процессе, представленном на диаграмме p – V (см. рис. 150). Какая работа совершена в этом процессе?

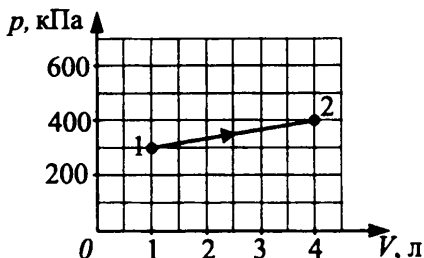


Рис. 150.

- 1) внешние силы совершили работу над газом, равную 1050 Дж
- 2) газ совершил работу, равную 1050 Дж
- 3) внешние силы совершили работу над газом, равную 150 Дж
- 4) газ совершил работу, равную 150 Дж

A11. В зазор между пластинами плоского конденсатора, подключенного к батарее ЭДС, ввели пластину диэлектрика. Что произошло с энергией конденсатора?

- 1) энергия увеличилась
- 2) энергия уменьшилась
- 3) энергия не изменилась
- 4) нельзя сказать, не зная ϵ введенной пластины

A12. Как изменится сопротивление участка цепи AB , изображенного на рисунке 151, если ключ K разомкнуть? Сопротивление каждого резистора $R = 6$ Ом.

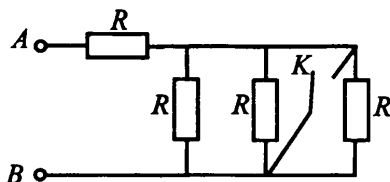


Рис. 151.

- 1) уменьшится на 6 Ом
- 2) увеличится на 6 Ом
- 3) увеличится на 4 Ом
- 4) увеличится на 2 Ом

A13. α -частица, влетевшая в зазор между полюсами магнита, имеет скорость \vec{V} , перпендикулярную вектору индукции \vec{B} магнитного поля, направ-

ленному вертикально (см. рис. 152). Куда направлена действующая на α -частицу сила Лоренца \vec{F} ?

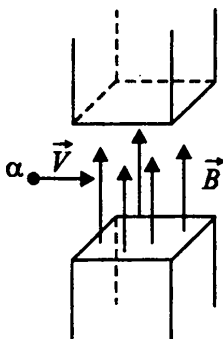


Рис. 152.

- | | |
|-----------------------|---------------------------|
| 1) вертикально вниз ↓ | 2) горизонтально вправо → |
| 3) от наблюдателя ⊗ | 4) к наблюдателю ⊙ |

A14. Для видимого света угол преломления лучей на границе «воздух–стекло» падает с увеличением частоты излучения. Ход лучей для трех основных цветов при переходе белого света из воздуха в стекло показан на рисунке 153. Цифрам соответствуют цвета:

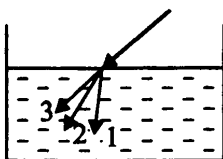


Рис. 153.

- 1) 1 – красный, 2 – синий, 3 – зеленый
- 2) 1 – синий, 2 – красный, 3 – зеленый
- 3) 1 – синий, 2 – зеленый, 3 – красный
- 4) 1 – красный, 2 – зеленый, 3 – синий

A15. Луч света с длиной $\lambda = 600$ нм (жёлтый) падает на пластину из алмаза, а потом переходит из неё в воду. Как при этом изменится скорость света?

- 1) увеличится на $1,02 \cdot 10^8$ м/с
- 2) уменьшится на $0,708 \cdot 10^8$ м/с
- 3) не изменится
- 4) увеличится в 0,549 раза

A16. В инерциальной системе отсчета свет от неподвижного источника распространяется со скоростью c . Если источник света и зеркало движутся так, как показано на рисунке 154, то скорость отраженного света в инерциальной системе отсчета, связанной с источником, равна ...

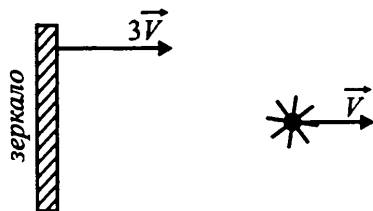


Рис. 154.

- 1) $c + 2v$ 2) $c + 4v$ 3) $c \cdot \sqrt{1 - \frac{4v^2}{c^2}}$ 4) c

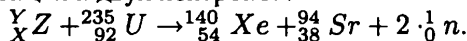
A17. Атом криптона ${}_{36}^{84}\text{Kr}$ содержит

- 1) 36 протонов, 48 нейтронов, 48 электронов
 2) 84 протона, 36 нейтронов, 48 электронов
 3) 48 протонов, 36 нейтронов, 84 электрона
 4) 36 протонов, 48 нейтронов, 36 электронов

A18. Период полураспада радиоактивного изотопа фосфора ${}_{15}^{32}\text{P}$ составляет примерно $14\frac{1}{3}$ суток. Если изначально было $7 \cdot 10^{11}$ атомов ${}_{15}^{32}\text{P}$, то сколько их примерно будет через 43 дня?

- 1) $8,75 \cdot 10^{10}$ 2) $3,75 \cdot 10^5$ 3) $3,5 \cdot 10^{10}$ 4) $3,5 \cdot 10^{11}$

A19. В результате столкновения ядра урана с некой частицей образовались ядра ксенона, стронция и двух нейтронов:



Ядро урана столкнулось с

- 1) α -частицей 2) нейтроном 3) электроном 4) протоном

A20. Тонкий провод намотали на карандаш в один слой так, чтобы соседние витки соприкасались. Число витков $N = 30$, отрезок на карандаше длиной $L = (20 \pm 1)$ мм. Чему равен диаметр провода?

- 1) $(0,66 \pm 0,33)$ мм 2) $(0,66 \pm 0,01)$ мм
 3) $(0,33 \pm 0,03)$ мм 4) $(0,66 \pm 0,03)$ мм

A21. Изучая раздел механики, связанный с силой трения, ученик предположил, что модуль силы трения скольжения F бруска о горизонтальную поверхность стола прямо пропорционален модулю силы тяжести F_T бруска. Эту гипотезу он решил проверить экспериментально. Положив на горизонтальную поверхность стола деревянный брусок с разными грузами, ученик равномерно тянул его, измеряя силу F динамометром. Результаты представлены на координатной плоскости (F_T , F) с учетом погрешности измерений (см. рис. 155). Какой вывод можно сделать из результатов эксперимента?

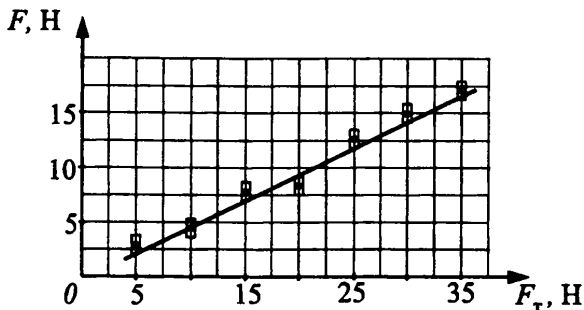


Рис. 155.

- 1) с учетом погрешности измерений эксперимент подтвердил правильность гипотезы
- 2) условия проведения эксперимента не соответствуют проверяемой гипотезе
- 3) погрешность измерений настолько велика, что не позволила проверить гипотезу
- 4) коэффициент трения скольжения менялся при изменении массы бруска с грузами

Часть 2

Ответом к заданиям этой части (В1-В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

В1. В закрытом сосуде находится идеальный газ. Его сначала сжали под поршнем, а затем охладил ниже первоначальной температуры. Как при этом изменятся давление газа, его плотность и внутренняя энергия?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится
- 4) недостаточно информации для ответа

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Давление газа	Плотность газа	Внутренняя энергия газа

В2. Идеальный одноатомный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 (см. рис. 156). Масса газа не меняется. Как меняются в ходе этого процесса давление газа, концентрация газа и его внутренняя энергия?

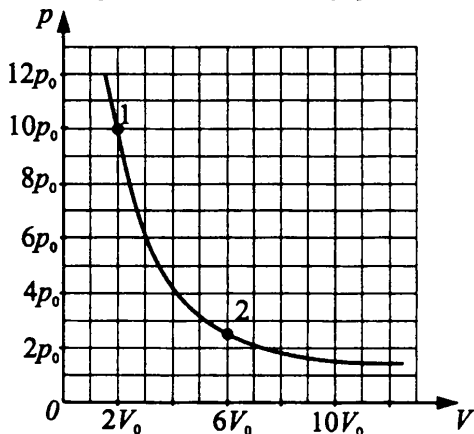


Рис. 156.

Для каждой величины выберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится
- 4) недостаточно информации для ответа

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Давление газа	Концентрация газа	Внутренняя энергия газа

В3. Индукция магнитного поля, перпендикулярного контуру площадью S , изменяется по закону $B = 3 \cdot t$. Контур состоит из трёх резисторов сопротивлениями R_1 , R_2 и R_3 (см. рис. 157). Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

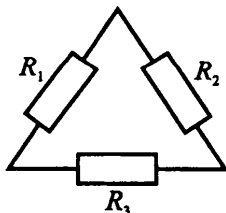


Рис. 157.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

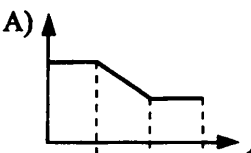
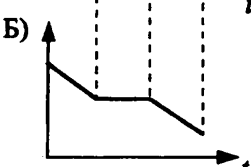
Физические величины	Формулы
А) сила тока в контуре	1) $\frac{3 \cdot S}{R_1 + R_2 + R_3}$
Б) магнитный поток через контур в момент времени t	2) $B \cdot S \cdot t$
	3) $\frac{3 \cdot S \cdot t}{R_1 + R_2 + R_3}$
	4) $3 \cdot S \cdot t$

Ответ:

А	Б

В4. Один моль одноатомного идеального газа сначала изобарно сжали, потом охладдили при постоянном объёме и затем ещё раз изобарно сжали. Установите соответствие для этого процесса между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Графики	Физические величины
<p>А) </p> <p>Б) </p>	<p>1) работа над газом</p> <p>2) объём газа</p> <p>3) внутренняя энергия газа</p> <p>4) давление газа</p>

Ответ:

А	Б

Часть 3

Задания третьей части представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий (А22–А25) в бланке ответов под номером выполняемого вами задания поставьте знак «Х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного ответа.

А22. Стрела, выпущенная под углом 45° к горизонтальной поверхности земли, упала обратно на землю через 4 с. На какой высоте находилась стрела через 2 с после выстрела?

- 1) 15 м 2) 20 м 3) 25 м 4) 40 м

А23. Идеальный газ совершает процесс, график которого показан на рисунке 158. Какую работу совершил газ в результате процесса 1–2–3–4? $p_0 = 10^5$ Па, $V_0 = 4$ л.

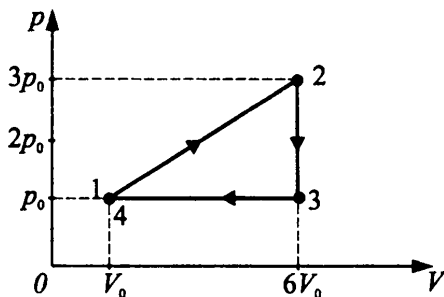


Рис. 158.

- 1) $-1,5$ кДж 2) $1,5$ кДж 3) 3 кДж 4) 2 кДж

А24. Найдите заряд на обкладках конденсатора, включенного между точками F и D в цепи (см. рис. 159). $\mathcal{E} = 10$ В, ёмкость каждого конденсатора $C = 1$ мкФ. Внутренним сопротивлением источника пренебречь.

- 1) 1 мкКл 2) 2 мкКл 3) 6 мкКл 4) $6,7$ мкКл

А25. Точка лежит на главной оптической оси рассеивающей линзы с фокусным расстоянием $F = 50$ см. Расстояние от линзы до изображения этой точки $f = 30$ см. На какое расстояние переместится изображение точки, если линзу передвинуть на расстояние $l = 3$ см в направлении, перпендикулярном главной оптической оси?

- 1) $0,56$ см 2) $2,3$ см 3) $4,5$ см 4) $4,8$ см

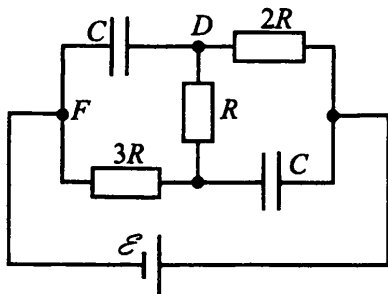


Рис. 159.

Полное решение задач С1–С6 необходимо записать в бланке ответов. При оформлении решения в бланке ответов запишите сначала номер задания (С1, С2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

С1. Проводя опыты с разряженным газом неизменной массы, исследователь забыл обозначить, какие величины соответствуют осям абсцисс и ординат (см. рис. 160). Это могли быть величины p , V или T .

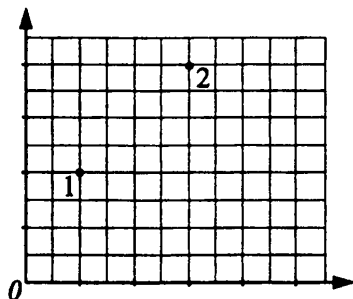


Рис. 160.

Известно лишь, что $p_1 < p_2$, $V_1 > V_2$, $T_1 < T_2$. Пользуясь этими данными, восстановите неуказанные величины для осей. Ответ обоснуйте.

Полное правильное решение каждой из задач С2 – С6 должно включать в себя законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

С2. Конический тонкостенный сосуд с углом при вершине $\alpha = 60^\circ$ и радиусом основания $R = 30$ см плавает вертикально в воде так, как показано на рисунке 161.

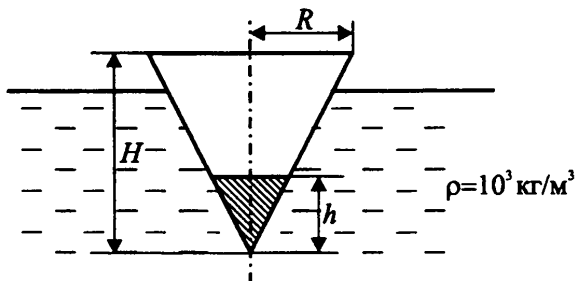


Рис. 161.

До какой высоты h можно доливать воду в сосуд, чтобы он не утонул, если масса сосуда $m = 8$ кг?

С3. Найдите отношение КПД циклов 1–2–3–4–1 и 1–5–6–7–1 по данным, представленным на pV -диаграмме для идеального одноатомного газа (см. рис. 162).

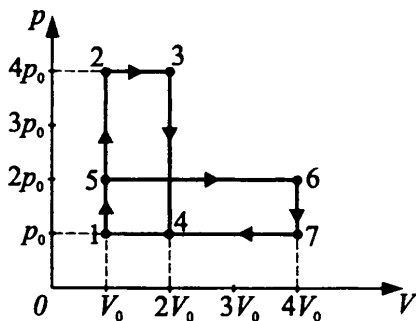


Рис. 162.

С4. Определите разность потенциалов между точками A и B в схеме, изображенной на рисунке 163. $C_1 = 3$ пФ, $C_2 = 15$ пФ, $\mathcal{E}_1 = 5$ В, $\mathcal{E}_2 = 7$ В.

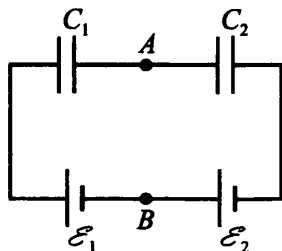


Рис. 163.

С5. Из проволоки сопротивлением $R = 30$ Ом и длиной $l = 0,4$ м сделали кольцо и поместили в магнитное поле, индукция которого изменяется по закону $B = \alpha \cdot t$, где $\alpha = 10^{-3}$ Тл/с. Определите, какая мощность выделяется в проволоке, если плоскость кольца перпендикулярна линиям индукции магнитного поля.

С6. Найдите скорость, при которой релятивистский импульс частицы в $n = 5$ раз превышает его импульс, определяемый в классической механике.

Вариант № 21

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов под номером выполняемого вами задания (А1-А21) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного ответа.

А1. Дан график зависимости скорости тела, движущегося прямолинейно, от времени (см. рис. 164). Определите путь, пройденный телом за 10 с.

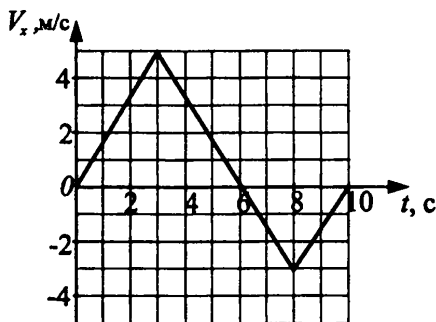


Рис. 164.

- 1) 21 м 2) 9 м 3) 15 м 4) 30 м

А2. Приведён график зависимости скорости прямолинейного движения тела массой 3 кг от времени (см. рис. 165). Найдите наименьшую из сил, действующую на тело на различных участках пути.

- 1) 1,75 Н 2) 1 Н 3) 0,5 Н 4) 1,5 Н

А3. Тело массой 100 г брошено под углом 30° к горизонту с начальной скоростью $v = 20$ м/с. Найдите модуль силы тяжести, действующей на тело в высшей точке траектории.

- 1) 0 Н 2) 1,33 Н 3) 1 Н 4) 2 Н

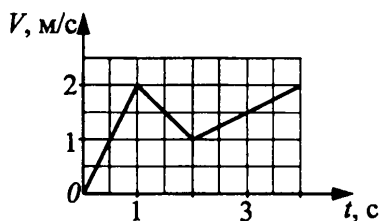


Рис. 165.

А4. Шары массами $m_1 = m_2$ движутся с одинаковыми скоростями, как показано на рисунке 166, сталкиваются и слипаются. Как будет направлен импульс (направление и угол к оси X) после столкновения шариков (см. рис. 167)?

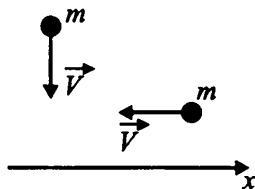


Рис. 166.

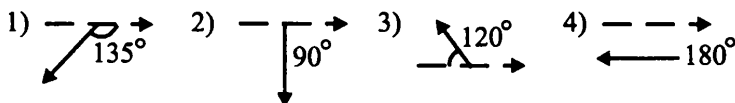


Рис. 167.

1) 1

2) 2

3) 3

4) 4

А5. Для забивания свай глубоко в грунт используется массивное тело, которое поднимается на большую высоту, а затем сбрасывается на сваю (см. рис. 168). Какие преобразования энергии происходят при перемещении тела из положения A в положение B ?

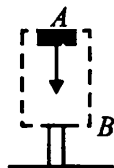


Рис. 168.

1) кинетическая энергия тела преобразуется в его потенциальную энергию

- 2) потенциальная энергия тела преобразуется в его кинетическую энергию
- 3) внутренняя энергия тела преобразуется в его кинетическую энергию
- 4) потенциальная энергия тела полностью преобразуется в его внутреннюю энергию

A6. По графику зависимости смещения тела от времени определите разность фаз колебаний (см. рис. 169).

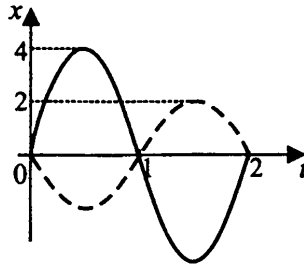


Рис. 169.

- 1) 0
- 2) 2π
- 3) $\frac{\pi}{2}$
- 4) π

A7. Температура идеального газа повышается с $t_1 = 500^\circ\text{C}$ до $t_2 = 1000^\circ\text{C}$. При этом средняя кинетическая энергия движения молекул газа

- 1) уменьшилась в 2 раза
- 2) уменьшилась в 1,65 раза
- 3) увеличилась в 1,65 раза
- 4) увеличилась в 2 раза

A8. На рисунке 170 приведен график циклического процесса над идеальным газом. Изобарическому сжатию соответствует участок

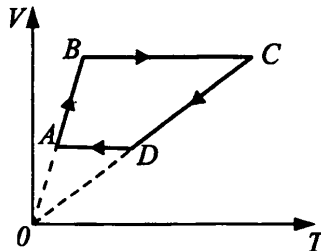


Рис. 170.

- 1) AB
- 2) CD
- 3) BC
- 4) DA

A9. Передача теплоты от идеального газа внешней среде таким образом, что в любой момент времени переданное количество теплоты равно работе, совершенной внешними силами над газом, осуществляется в процессе

- 1) адиабатическом 2) изотермическом
3) изобарическом 4) изохорическом

A10. В некотором процессе газ совершил работу, равную 5 МДж, а его внутренняя энергия уменьшилась на 2 МДж. Какое количество теплоты передано газу в этом процессе?

- 1) 5 МДж 2) 3 МДж 3) 2 МДж 4) 7 МДж

A11. На рисунке 171 представлено 4 неподвижных точечных равных по модулю заряда, расположенных в вершинах квадрата. Направлению вектора напряженности суммарного электрического поля соответствует стрелка

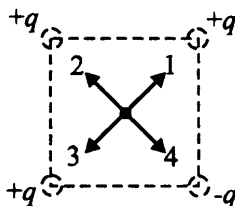


Рис. 171.

- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

A12. При ремонте электрической плиты спираль была укорочена на 0,1 от её первоначальной длины. Во сколько раз изменилась мощность плитки?

- 1) увеличилась в 1,1 раза 2) уменьшилась в 1,1 раза
3) увеличилась в 11 раз 4) уменьшилась в 11 раз

A13. По двум одинаковым металлическим обручам, расположенным один горизонтально, другой вертикально, идут одинаковые токи (см. рис. 172). Найдите направление вектора индукции магнитного поля в их общем центре.

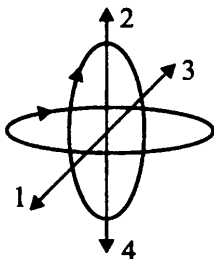


Рис. 172.

- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

A14. На рис. 173 приведен график зависимости магнитного поля от времени. На каком участке времени модуль ЭДС индукции будет максимален?

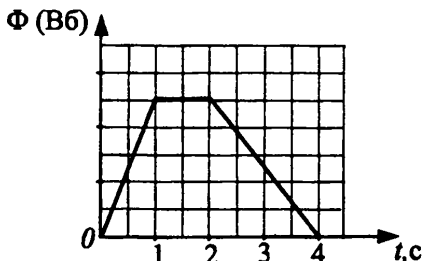


Рис. 173.

- 1) 0 – 1 2) 1 – 2 3) 2 – 3 4) одинаков везде

A15. Луч AB преломляется в точке B на границе раздела двух сред с показателем преломления $n_1 > n_2$ и идет по пути BC (см. рис. 174). Если показатель n_2 увеличить, сохранив условие $n_1 > n_2$, то луч AB после преломления пойдет по пути

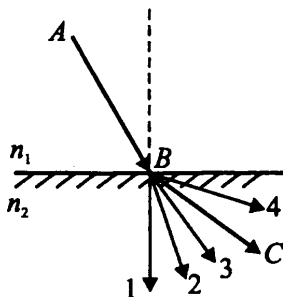


Рис. 174.

- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

A16. Разложение луча белого света при прохождении им призмы в спектр называется

- 1) дифракцией 2) интерференцией
3) дисперсией 4) поляризацией

A17. Энергия фотона, поглощенного при фотоэффекте, равна E . Кинетическая энергия электрона, вылетевшего с поверхности металла под действием фотона

- 1) больше E 2) меньше E
3) равна E 4) может быть больше или меньше E

A18. Ядро менделевия ${}_{101}^{257}Md$ состоит из

- 1) 101 протона и 156 нейтронов
2) 101 нейтрона и 156 протонов

3) 101 нейтрона и 257 протонов

4) 101 протона и 257 нейтронов

A19. Активность радиоактивного элемента уменьшилась в 4 раза за 8 дней. Каков период полураспада этого элемента?

1) 32 дня

2) 16 дней

3) 4 дня

4) 2 дня

A20. При освещении фотоэлементов светом с частотой ν_1 запирающее напряжение U_1 , а при освещении светом с частотой ν_2 запирающее напряжение U_2 . Какую константу можно определить по этим данным?

1) постоянную Больцмана

2) работу выхода элементов

3) постоянную Планка

4) заряд электрона

A21. На рисунке 175 представлены графики падений напряжения на трех последовательно соединенных проводниках одинаковой длины. Каково соотношение сопротивлений этих проводников?

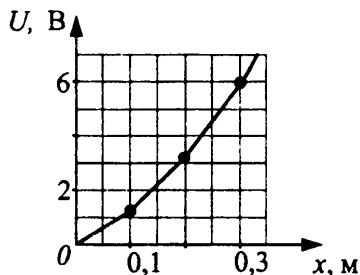


Рис. 175.

1) 1 : 2 : 3

2) 3 : 1 : 2

3) 3 : 2 : 1

4) 2 : 1 : 3

Часть 2

Ответом к заданиям этой части (В1-В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

В1. Пространство между пластинами заряженного, но отключенного от батареи конденсатора заполняют диэлектриком. Как изменятся при этом заряд, напряжение между пластинами, напряженность электрического поля?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Заряд	Напряжение	Напряженность поля

В2. Два точечных заряда $6q$ и $-2q$ находятся на расстоянии L друг от друга. После соприкосновения их развели на прежнее расстояние. Как изменились суммарный заряд, потенциал и напряженность электрического поля (по модулю) в точке, делящий отрезок, соединяющий эти заряды пополам? Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

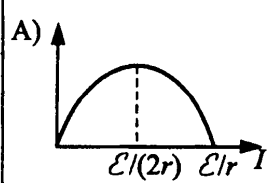
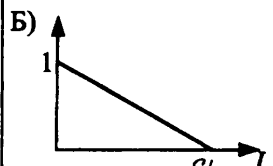
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Заряд	Потенциал	Напряженность поля

В3. Источник постоянного тока с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r подключили к реостату с полным сопротивлением R_0 ($R_0 > r$). Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от силы тока эти графики могут представлять.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Графики	Физические величины
<p>А) </p> <p>Б) </p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) мощность во внешней цепи 2) напряжение на внешней цепи 3) зависимость КПД 4) величина \mathcal{E} источника

Ответ:

А	Б

В4. Имеются два тонких кольца радиусом R каждое, оси которых совпадают. Заряд колец $+q$ и $-q$. Чему равен потенциал в точке A и точке B (см. рис. 176)? Установите соответствие между физическими величинами и их значениями.

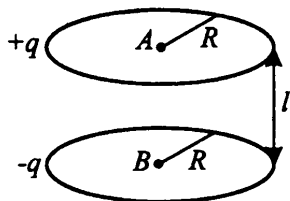


Рис. 176.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Их значения
А) потенциал электрического поля в точке A	1) $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{R}$
Б) потенциал электрического поля в точке B	2) $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{q}{R} - \frac{q}{\sqrt{R^2 + l^2}} \right)$
	3) $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{q}{\sqrt{R^2 + l^2}} - \frac{q}{R} \right)$
	4) $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{l}$

Ответ:

А	Б

Часть 3

Задания третьей части представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий (А22–А25) в бланке ответов под номером выполняемого вами задания поставьте знак «Х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного ответа.

А22. Пуля вылетает из ствола в горизонтальном направлении со скоростью 800 м/с. На сколько метров снизится пуля во время полета, если пуля с мишенью находится на расстоянии, равном 400 м?

- 1) 0,5 м 2) 0,75 м 3) 1,25 м 4) 2,00 м

А23. В идеальном двигателе из каждого килоджоуля теплоты, полученной от нагревателя, 700 Дж отдается холодильнику. Если при этом температура нагревателя равна 227°C, то температура холодильника будет равна ...

- 1) 27°C 2) 42°C 3) 57°C 4) 77°C

А24. При замыкании источника тока на внешнее сопротивление $R = 4$ Ом в цепи протекает ток 0,2 А, а при замыкании на сопротивление 7 Ом протекает ток 0,14 А. Определите ток короткого замыкания.

- 1) 0,27 А 2) 0,47 А 3) 0,25 А 4) 0,61 А

А25. Если два электрона, имеющих скорости v_1 и v_2 , движутся по окружности в однородном магнитном поле в плоскости, перпендикулярной линиям индукции, то отношение их периодов обращения $\frac{T_1}{T_2}$ равно

- 1) 1 2) $\frac{v_1}{v_2}$ 3) $\frac{v_2}{v_1}$ 4) $\sqrt{\frac{v_1}{v_2}}$

Полное решение задач С1–С6 необходимо записать в бланке ответов. При оформлении решения в бланке ответов запишите сначала номер задания (С1, С2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

С1. На рисунке 177 точками A и B изображено два состояния одного и того же газа. Какая из точек соответствует большему объему, а какая — большей плотности?

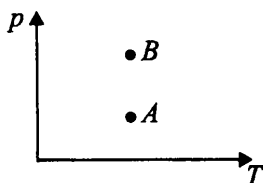


Рис. 177.

Полное правильное решение каждой из задач С2 – С6 должно включать в себя законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

С2. По наклонной ($\alpha = 30^\circ$) плоскости с изменяющимся коэффициентом трения съезжает тело массой $m = 1$ кг. На рисунке 178 приведен график изменения его скорости. Найдите максимальное значение коэффициента трения на наклонной плоскости.

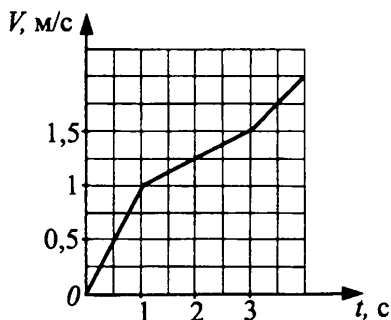


Рис. 178.

С3. Идеальный одноатомный газ сжимается сначала адиабатически, а затем изобарно (см. рис. 179). Конечная температура газа равна начальной. При адиабатическом сжатии газа внешние силы совершили работу, равную 3 кДж. Какова работа внешних сил за весь процесс 1–2–3?

С4. Точечный заряд $q = 10$ пКл создает на расстоянии R электрическое поле с потенциалом $\varphi_1 = 1$ В. Три концентрические сферы с радиусами R , $2R$ и $3R$ несут равномерно распределенные по их поверхностям заряды $q = +2q_1$, q_2 и $q_3 = -2q$ соответственно (см. рис. 180). Значение потенциала поля в точке A , отстоящей на расстоянии $R_A = 2,5R$ от центра сфер, $\varphi_2 = 2,6$ В. Чему равна величина заряда q_2 ?

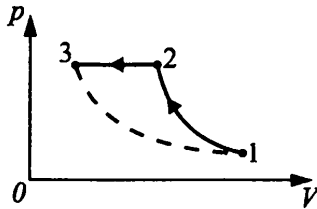


Рис. 179.

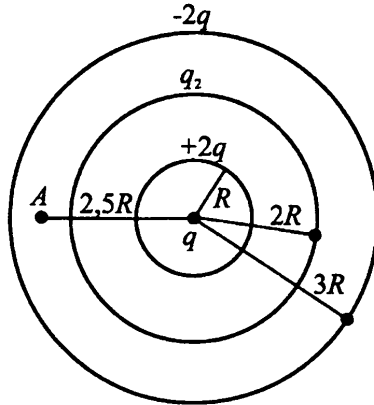


Рис. 180.

С5. Найдите отношение минимальной энергии фотона в серии Лаймана к максимальной энергии фотона в серии Бальмера.

С6. Фотокатод, покрытый кальцием (работа выхода $A = 4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж), освещается светом с длиной волны $\lambda = 300$ нм. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле с индукцией $B = 8,3 \cdot 10^{-4}$ Тл перпендикулярно линиям индукции этого поля. Каков максимальный радиус окружности R , по которой движется электроны?

Вариант № 22

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов под номером выполняемого вами задания (А1-А21) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного ответа.

А1. Дан график зависимости скорости тела от времени, движущегося прямолинейно (см. рис. 181). Определите перемещение тела за 10 с.

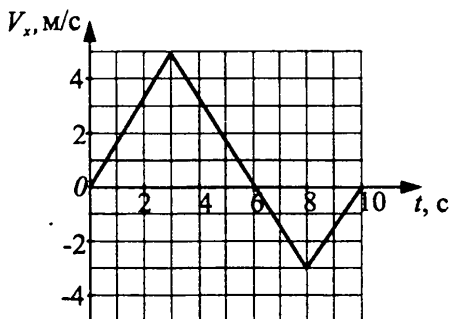


Рис. 181.

1) 19 м

2) 11 м

3) 15 м

4) 20 м

А2. Приведён график зависимости скорости прямолинейного движения тела массой 3 кг от времени (см. рис. 182). Найдите наибольшую из сил, действующую на тело на различных участках пути.

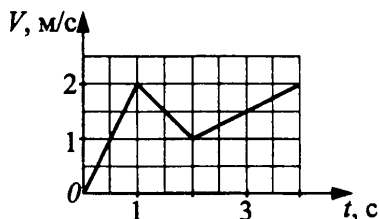


Рис. 182.

1) 6 Н

2) 3 Н

3) 0,75 Н

4) 1 Н

А3. Тело массой 100 г брошено под углом 30° к горизонту с начальной скоростью $v = 20$ м/с. Найдите модуль силы тяжести, действующей на тело в момент удара о землю.

1) 0 Н

2) 1,33 Н

3) 1 Н

4) 2 Н

А4. Шары массами $m_1 = m_2$ движутся с одинаковыми скоростями, как показано на рисунке 183, сталкиваются и слипаются. Как будет направлен импульс (направление и угол к оси Y) после столкновения (см. рис. 184)?

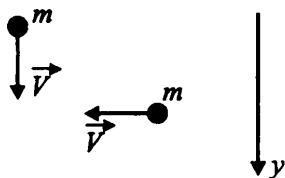


Рис. 183.

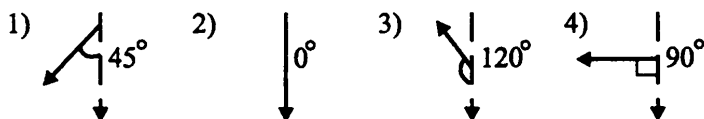


Рис. 184.

- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

А5. Сильно нагретое тело бросают вверх из точки A (см. рис. 185). Какие преобразования механической энергии происходят при перемещении тела из положения A в положение B ?

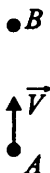


Рис. 185.

- 1) кинетическая энергия тела преобразуется в его потенциальную энергию
- 2) потенциальная энергия тела преобразуется в его кинетическую энергию
- 3) внутренняя энергия тела преобразуется в его кинетическую энергию
- 4) потенциальная энергия тела полностью преобразуется в его внутреннюю энергию

А6. По графику определите амплитуду и частоту колебаний (см. рис. 186).

- | | |
|----------------|-----------------|
| 1) 10 см, 5 Гц | 2) 5 см, 10 Гц |
| 3) 20 см, 5 Гц | 4) 20 см, 10 Гц |

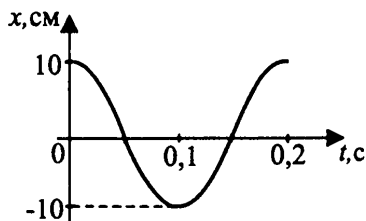


Рис. 186.

A7. Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул идеального газа уменьшилась в 4 раза. При этом средняя квадратичная скорость движения молекул газа ...

- 1) уменьшилась в 4 раза 2) увеличилась в 4 раза
3) уменьшилась в 2 раза 4) увеличилась в 2 раза

A8. На рисунке 187 приведен график циклического процесса над идеальным газом. Изотермическому расширению соответствует участок

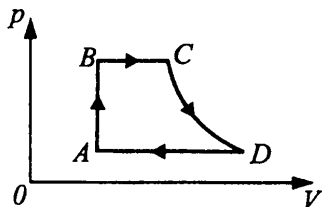


Рис. 187.

- 1) *AB* 2) *BC* 3) *CD* 4) *DA*

A9. Если над идеальным газом совершена работа внешними силами таким образом, что в любой момент времени совершенная работа равнялась изменению внутренней энергии, то осуществлялся процесс

- 1) адиабатический 2) изотермический
3) изобарический 4) изохорический

A10. Идеальному одноатомному газу передали количество теплоты $Q = 700$ Дж, и газ совершил работу $A = 600$ Дж. Внутренняя энергия газа при этом

- 1) увеличилась на 1300 Дж 2) уменьшилась на 100 Дж
3) увеличилась на 100 Дж 4) уменьшилась на 1300 Дж

A11. На рисунке 188 представлено 4 неподвижных равных по модулю электрических заряда, расположенных в вершинах квадрата. Направлению вектора напряженности суммарного электрического поля соответствует стрелка

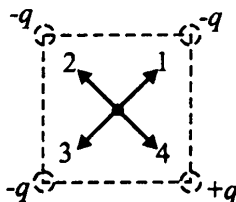


Рис. 188.

- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

A12. Две электрические лампочки включены в цепь параллельно. Сопротивление первой лампочки $R_1 = 360$ Ом, второй лампочки $R_2 = 240$ Ом. Какая из лампочек потребляет бóльшую мощность и во сколько раз?

- 1) 1-ая лампочка в 1,5 раза 2) 2-ая лампочка в 1,5 раза
3) 1-ая лампочка в 2,25 раза 4) 2-ая лампочка в 2,25 раза

A13. Магнитное поле $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$ создано двумя параллельными длинными проводниками, расположенными перпендикулярно плоскости чертежа (см. рис. 189). Как направлены векторы \vec{B}_1 , \vec{B}_2 и \vec{B} в точке A ?

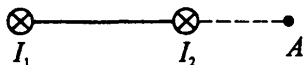


Рис. 189.

- 1) \vec{B}_1 — вниз; \vec{B}_2 — вниз; \vec{B} — вниз
2) \vec{B}_1 — вверх; \vec{B}_2 — вниз; \vec{B} — вниз
3) \vec{B}_1 — вверх; \vec{B}_2 — вверх; \vec{B} — вверх
4) \vec{B}_1 — вниз; \vec{B}_2 — вверх; \vec{B} — вверх

A14. По какому закону должен изменяться магнитный поток в зависимости от времени, чтобы ЭДС индукции, возникающая в контуре, оставалась постоянной?

- 1) квадратичному 2) линейному
3) не зависит от времени 4) экспоненциальному

A15. Луч AB преломляется в точке B на границе раздела двух сред с показателем преломления $n_1 > n_2$ и идет по пути BC (см. рис. 190). Если показатель n_1 увеличить, то луч AB после преломления пойдет по пути

- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

A16. Оптический прибор, разлагающий падающий свет непосредственно по длинам волн, называется

- 1) дифракционной решеткой 2) зеркалом
3) призмой 4) линзой

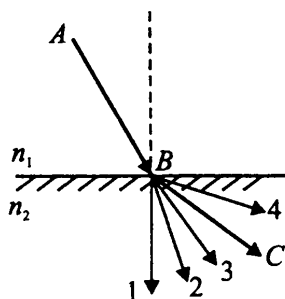


Рис. 190.

A17. При увеличении угла падения α на плоский фотокатод монохроматического излучения с длиной волны λ максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов ...

- 1) возрастает
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется
- 4) возрастает при $\lambda > 555$ нм и уменьшается при $\lambda < 555$ нм

A18. Ядро серебра ${}_{47}^{107}\text{Ag}$ состоит из

- 1) 47 протонов и 60 нейтронов
- 2) 47 протонов и 107 нейтронов
- 3) 47 нейтронов и 60 протонов
- 4) 47 нейтронов и 107 протонов

A19. Радиоактивный изотоп имеет период полураспада 2 минуты. Сколько ядер из 1000 ядер этого изотопа испытывает радиоактивный распад за 2 минуты.

- 1) точно 500
- 2) 500 или немножко меньше
- 3) 500 или немножко больше
- 4) около 500 ядер, может быть немножко больше или немножко меньше

A20. Для плавления M килограммов льда, находящегося при 0°C , потребовалось Q Дж энергии. Какую константу можно определить по этим данным?

- 1) теплоёмкость льда
- 2) удельную теплоту сгорания топлива
- 3) теплоту плавления льда
- 4) плотность льда

A21. На рисунке 191 в координатах p, V изображен круговой процесс некоторой массы идеального газа. Укажите, на каких стадиях процесса газ получал и на каких — отдавал теплоту.

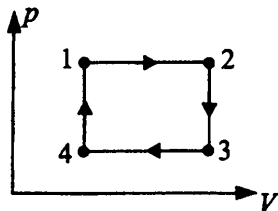


Рис. 191.

- 1) получал: 1–2, 4–1; отдавал: 2–3, 3–4
- 2) получал: 2–3, 3–4; отдавал: 1–2, 4–1
- 3) получал: 1–2, 2–3; отдавал: 3–4, 4–1
- 4) получал: 3–4, 4–1; отдавал: 1–2, 2–3

Часть 2

Ответом к заданиям этой части (В1–В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

В1. Конденсатор подключен к источнику постоянного напряжения. Как изменятся заряд, напряжение между пластинами, напряженность поля, если пространство между пластинами заполнить диэлектриком?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Заряд	Напряжение	Напряженность поля

В2. После прохождения монохроматического света через дифракционную решетку на экране наблюдается картина дифракционного спектра. Как изменятся ширина спектра, угол между двумя спектрами первого порядка и положение нулевого максимума, если увеличить период решетки?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Ширина спектра	Угол между двумя спектрами первого порядка	Положение нулевого максимума

В3. Шарик брошен вверх с начальной скоростью v_0 (см. рис. 192). Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять (t_0 — время полета).

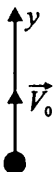
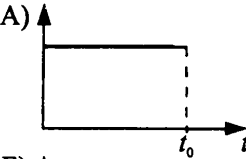
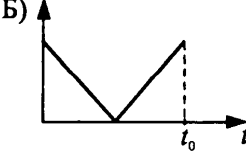


Рис. 192.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Графики	Физические величины
<p>А) </p> <p>Б) </p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) проекция модуля ускорения шарика на ось y 2) проекция модуля скорости шарика на ось y 3) координата шарика y 4) кинетическая энергия шарика

Ответ:

А	Б

В4. Имеются два тонких кольца радиусом R каждое, оси которых совпадают. Заряды колец q и Q . Чему равен модуль напряженности электрического поля в точке A и точке B (см. рис. 193)? Установите соответствие между физическими величинами и их значениями.

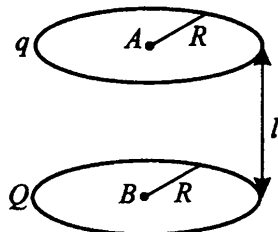


Рис. 193.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Их значения
А) модуль напряженности электрического поля в точке A	1) $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{R^2}$
Б) модуль напряженности электрического поля в точке B	2) $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{R^2}$
	3) $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{ql}{(R^2 + l^2)^{3/2}}$
	4) $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Ql}{(R^2 + l^2)^{3/2}}$

Ответ:

А	Б

Часть 3

Задания третьей части представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий (А22–А25) в бланке ответов под номером выполняемого вами задания поставьте знак «Х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного ответа.

А22. Камень брошен с башни в горизонтальном направлении. Через 3 с вектор скорости камня составил угол в 45° с горизонтом. Какова начальная скорость камня?

- 1) 15 м/с 2) 3 м/с 3) 20 м/с 4) 30 м/с

А23. Каково отношение абсолютных температур холодильника и нагревателя у идеального теплового двигателя мощностью 15 кВт, если он отдает холодильнику 35 кДж теплоты ежесекундно?

- 1) 0,3 2) 0,5 3) 0,6 4) 0,7

А24. К источнику тока с ЭДС $E = 20$ В и внутренним сопротивлением $r = 5$ Ом подсоединили лампочку сопротивлением $R = 45$ Ом. Количество теплоты, выделившееся в лампочке за 5 минут, равно ...

- 1) 216 Дж 2) 540 Дж 3) 1080 Дж 4) 2160 Дж

А25. Если два электрона с кинетическими энергиями K_1 и K_2 соответственно движутся по окружностям в однородном магнитном поле в плоскости, перпендикулярной линиям индукции поля, то отношение их периодов обращения $\frac{T_1}{T_2}$ равно ...

- 1) $\frac{K_1}{K_2}$ 2) $\frac{K_2}{K_1}$ 3) $\sqrt{\frac{K_2}{K_1}}$ 4) 1

Полное решение задач С1–С6 необходимо записать в бланке ответов. При оформлении решения в бланке ответов запишите сначала номер задания (С1, С2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

С1. На рисунке 194 точками A и B изображено два состояния одного и того же газа. Какая из точек соответствует большему объему, а какая — большей плотности?

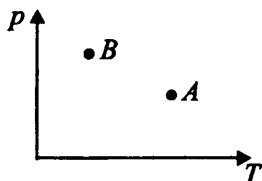


Рис. 194.

Полное правильное решение каждой из задач С2 – С6 должно включать в себя законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

С2. По наклонной ($\alpha = 30^\circ$) плоскости, с изменяющимся коэффициентом трения, съезжает тело массой $m = 1$ кг. На рисунке 195 приведен график изменения его скорости на разных участках. Найдите минимальное значение коэффициента трения на наклонной плоскости.

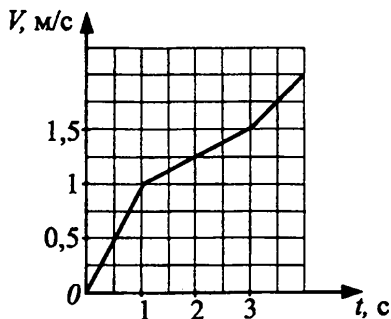


Рис. 195.

С3. Идеальный одноатомный газ сжимается сначала адиабатно, а затем изобарно. Конечная температура газа равна начальной (см. рис. 196). За весь процесс 1–2–3 внешние силы совершили работу, равную 5 кДж. Какова работа внешних сил при изобарном сжатии газа?

С4. Электрон влетает в область однородного магнитного поля индукцией $B = 0,01$ Тл со скоростью $v = 1000$ км/с перпендикулярно линиям магнитной индукции. Какой путь он пройдет к тому моменту, когда вектор его скорости повернется на 1° ?

С5. В схеме заданы R_1 и R_2 , а также \mathcal{E}_1 и \mathcal{E}_2 (см. рис. 197). Внутренним сопротивлением источников пренебрегаем. При каком сопротивлении R выделяемая на нем тепловая мощность будет максимальной?

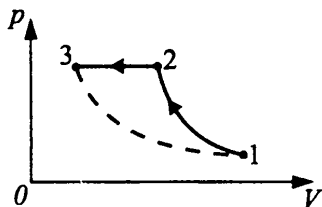


Рис. 196.

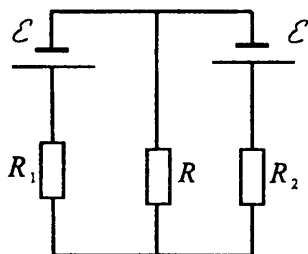


Рис. 197.

С6. Для разгона космических аппаратов и коррекции их орбит предложено использовать солнечный парус — скрепленный с аппаратом легкий экран большой площади из тонкой пленки, которая зеркально отражает солнечный свет. Найдите массу космического аппарата, снабженного парусом в форме квадрата размерами $100 \text{ м} \times 100 \text{ м}$, которому давление солнечных лучей сообщает ускорение $10^{-4}g$. Мощность W солнечного излучения, падающего на 1 м^2 поверхности, перпендикулярной солнечным лучам, составляет 1370 Вт/м^2 .

Ответы к заданиям части 1

№	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21
1	4	1	2	4	2	3	1	4	2	1	3	4	3	1	4	2	2	3	4	3	1
2	2	4	3	3	1	2	1	4	4	2	3	2	1	2	3	4	4	4	2	2	1
3	2	4	2	3	1	3	1	3	1	2	3	1	4	1	2	2	1	4	2	4	2
4	2	2	1	3	4	4	1	4	3	1	4	2	4	4	1	3	2	2	4	3	1
5	2	3	3	3	4	2	3	2	2	3	1	1	2	1	4	3	4	1	3	4	1
6	4	3	2	1	1	1	2	4	4	4	1	2	2	2	1	3	4	3	2	2	1
7	2	2	4	4	4	1	2	4	4	4	4	4	2	2	4	3	2	2	2	4	2
8	2	1	4	4	3	1	4	4	3	2	1	1	2	4	3	4	4	1	2	3	4
9	4	2	4	1	3	3	3	3	3	3	2	4	3	4	1	3	1	4	2	4	3
10	2	3	3	1	3	4	3	3	2	1	4	2	1	3	4	4	3	2	2	4	3
11	4	1	2	1	2	3	2	4	2	4	3	1	1	2	3	3	3	3	4	3	3
12	4	3	4	2	3	2	4	4	3	1	2	1	1	3	2	1	1	4	3	4	3
13	1	3	3	2	2	2	4	1	3	1	2	1	3	1	4	4	4	2	1	2	2
14	3	1	3	3	2	2	3	4	2	4	4	1	2	1	3	4	4	1	3	1	1
15	1	3	2	3	4	2	2	4	2	3	2	1	2	3	4	2	3	2	3	1	3
16	3	4	2	2	2	1	4	3	2	1	2	3	4	3	3	2	1	2	4	1	3
17	2	3	4	2	2	1	2	2	1	1	2	1	2	2	1	4	3	4	1	2	2
18	1	1	2	3	3	2	2	4	1	2	4	1	3	4	1	2	2	4	1	3	3
19	3	4	4	2	3	3	1	4	1	4	3	2	1	1	1	1	3	2	2	4	4
20	1	1	3	2	1	4	3	3	2	2	1	4	4	3	1	4	4	1	2	4	1
21	1	4	3	1	2	4	3	2	2	2	4	1	1	1	3	3	2	1	3	3	1
22	2	1	3	1	1	1	3	3	1	3	2	2	1	2	1	1	3	1	4	3	1

Ответы к заданиям части 2

№	В1	В2	В3	В4
1	121	131	13	23
2	213	331	31	43
3	321	223	14	12
4	113	133	24	23
5	213	331	13	12
6	212	321	12	34
7	211	211	11	14
8	222	231	14	33
9	312	231	12	23
10	331	231	41	24
11	312	223	24	21
12	133	311	11	11
13	111	211	12	12
14	111	311	31	11
15	321	223	23	24
16	132	213	32	24
17	222	312	14	14
18	123	211	12	12
19	421	114	24	24
20	412	222	14	42
21	322	332	31	23
22	133	223	12	43

Ответы к заданиям части 3 (A22 – A25)

№	A22	A23	A24	A25
1	1	3	2	4
2	4	2	1	3
3	3	4	1	2
4	2	3	2	1
5	3	1	3	1
6	2	1	4	4
7	3	1	1	1
8	1	2	1	4
9	1	3	1	4
10	2	2	4	1
11	1	2	2	4
12	2	1	3	1
13	2	2	1	3
14	1	3	2	3
15	4	3	4	1
16	2	4	1	4
17	2	2	3	2
18	1	4	1	3
19	1	2	4	2
20	2	4	4	4
21	3	4	2	1
22	4	4	4	4

Ответы к заданиям части 3 (С2 – С6)

Варианты 1 – 11

№	С2	С3	С4	С5	С6
1	45°	44 кВт	$R = r; P = \frac{E^2}{4r}$	0,42 мГн	660 нм
2	44,3 м	47	23 Дж	588 см ²	$3,2 \cdot 10^{14}$ Пц
3	40 м/с	работы одинаковы	14 Ом	23,5 мКл	$4,1 \cdot 10^{16}$ Пц
4	52,5 Дж	86°С	31 пФ.	11 см	1,28 нм
5	2,25 Н	3,63 кДж/(кг·°С)	-3	31 мкМ	$6,87 \cdot 10^{-13}$ Дж
6	0,32 Дж	47 кг	1,8 нКл.	$1,25 \cdot 10^{-6}$ Н·м	62 Вт
7	$g_n = n \cdot g_3$	916 Па	$\approx 4,9$ м/с	$0,36 \cdot 10^{-6}$ Кл	$1,6 \cdot 10^{-3}$ Тл
8	5/3	$1,25 \cdot 10^{10}$ Па	$\sqrt{\frac{\gamma \cdot e}{\epsilon_0 m}}$	0,01 Кл	8,1 нФ
9	0,66 с	0,084 кг	$\frac{C \cdot E^2}{3}$	0,7 А	$\frac{2E}{ct}$
10	5 м	1,9 л	$1,33 \cdot 10^6$ м/с	2,56 см	28,3 МэВ
11	105 м/с	0,25	увеличить в $\frac{4}{3}$ раза	4F	77,8 т

Варианты 12 – 22

№	C2	C3	C4	C5	C6
12	$mg(3 - 2 \cos \alpha)$	1,6 нм	20 м/с	на расстоянии 1,4 м от одной линзы в сторону второй	$4,3 \cdot 10^6$
13	48 км/ч	52,5 %	23,3 Ом	решений много $F = \frac{2d_1 d_2}{d_1 - d_2}$	$5,3 \cdot 10^{-11}$ м
14	$\frac{mv_0}{m + M} \sqrt{\frac{2h}{g}}$	500 К	10 Ом	0	$2,67 \cdot 10^{-27}$ кг · м/с
15	0,16	$\approx 2,5$ кДж	$25,5 \cdot 10^{-19}$ Кл	$\frac{d \cdot \Delta x}{F}$	135 МэВ
16	$\arctg 2 = 26^\circ 33'$	8 см	2 мКл	12 В	10^{-19} кг · м/с
17	$\frac{2}{3} R$	0,458 кг/м ³	0,5 Ом	1,91 МэВ	1 мН
18	16 Н, 24 Н	2450 м/с	0,75 Ом	2000 м/с	80°С
19	0,128 Дж	5 (раз)	$q + \frac{3\sqrt{3} \cdot mgr^2}{kq}$	-4 В	1,2
20	49 см	$\frac{29}{33}$	5 В	5 пВт	$2,989 \cdot 10^8$ м/с
21	0,5 Н	5 кДж	62 пКл	3	$4,7 \cdot 10^{-3}$ м
22	0,46 Н	2 кДж	0,01 мм	$\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$	91 кг

Ответы к заданиям С1

Вариант 1

Разогрев алюминиевого стержня.

Вариант 2

Может произойти деформация рельсов железной дороги.

Вариант 3

Может, если на участке действует ЭДС, равная IR .

Вариант 4

В данном процессе газ отдает тепло.

Вариант 5

Внутренняя энергия уменьшается.

Вариант 6

Можно судить о приближении или удалении самолета.

Вариант 7

Первая лампа ($P = 40$ Вт) будет гореть ярче второй ($P = 100$ Вт).

Вариант 8

Поднести к экрану работающего телевизора магнит и наблюдать за смещением изображения.

Вариант 9

Нет, т.к. это изменило бы аэродинамические характеристики самолета.

Вариант 10

Могут перегорать как при включении, так и при выключении.

Вариант 11

Вначале будет расти. Затем будет уменьшаться. В точке O сила тяжести будет равна нулю.

Вариант 12

У полупроводников при нагреве за счёт джоулева тепла сопротивление снижается, выделяемая мощность увеличивается. Нагревательный элемент перегорает.

Вариант 13

В холодном состоянии у нити меньшее сопротивление. Поэтому она легче перегорает.

Вариант 14

На участке 1 – 2 объём увеличивается, на участке 2 – 3 объём уменьшается.

Вариант 15

Объём газа увеличивается на всём процессе $1 \rightarrow 3$. Процесс $1 \rightarrow 2$ — изотермический, т.к. идёт теплопередача без изменения внутренней энергии. Следовательно, объём газа растёт. Процесс $2 \rightarrow 3$ — адиабатный, т.к. тепло не подводится, а внутренняя энергия уменьшается. Это уменьшение энергии происходит за счёт расширения газа.

Вариант 16

Глубина погружения бруска не изменится. Она не зависит от ускорения, с которым движется лифт.

Вариант 17

При увеличении скорости V деформации верхней нити уменьшается и оказывается меньше предельной.

Вариант 18

Прозрачные предметы характеризуются тем, что не рассеивают и не поглощают проходящий через них свет. Пары воды, выходящие из чайника, охлаждаются и частично конденсируются, образуя мелкие капли воды (туман). Свет, проходя через этот туман, рассеивается, преломляясь и отражаясь от поверхностей капель, коэффициент преломления которых больше, чем коэффициент преломления воздуха, что и приводит к непрозрачности.

Вариант 19

Дробинки ударяются не одновременно, а с некоторой задержкой и в результате уменьшается особо опасная в условиях невесомости «отдача».

Вариант 20

Подходит только вариант p — ось абсцисс, T — ось ординат.

Вариант 21

Сделаем дополнительное построение (см. рис. 198). Проведем прямые через точки B и O и A и O . Это графики изохорических процессов. Сравнивая состояния A и B , ясно, что объём $v_B < v_A$, т.к. температура этих состояний одинакова. Плотность газа можно найти из соотношения

$\rho = \frac{p}{T} \cdot \frac{\mu}{R}$. Следовательно плотность газа в состоянии B больше.

Вариант 22

Проведем изохоры через точку B и точку A (см. рис. 199), соответствующим состояниям газа с различными объемами V_B и V_A . Ясно, что при одинаковых температурах давление больше, если объём меньше, т.е. $V_B < V_A$. Плотности газа в состояниях A и B сравниваем из соотношения

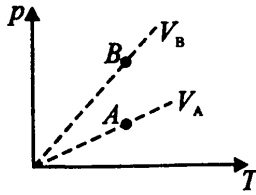


Рис. 198.

$$\rho = \frac{p}{T} \cdot \frac{\mu}{R}.$$

Ясно, что $\rho_B > \rho_A$.

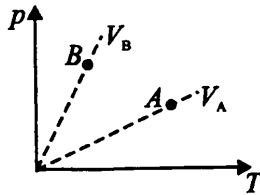


Рис. 199.

Глава III.

Сборник задач

Часть А (Базовый уровень)

§ 1. Механика

1. Движение двух тел задано уравнениями

$$x_1 = 3t, \quad x_2 = 130 - 10t.$$

Когда и где они встретятся?

2. Может ли график зависимости пути от времени иметь следующий вид (см.рис. 196)?

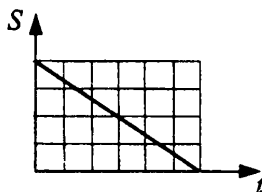


Рис. 196.

3. При помощи графика зависимости скорости тела от времени, представленного на рисунке 197, определите путь, пройденный телом за первые 8 с.

4. На рисунке 198 приведен график зависимости скорости движения тела от времени. Определите путь, пройденный телом за первые 4 с движения.

5. Координата тела меняется с течением времени согласно формуле

$$x = 10 - 4t.$$

Чему равна координата этого тела через 5 с после начала движения?

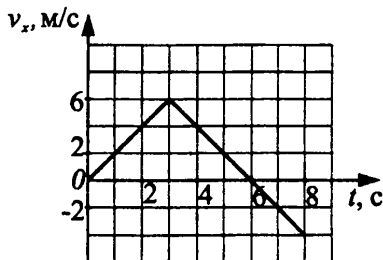


Рис. 197.

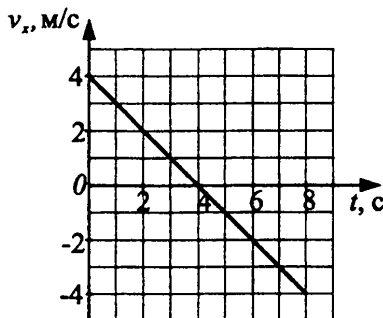


Рис. 198.

6. Тело брошено под некоторым углом к горизонту (см. рис. 199). Как направлено ускорение тела в точках A , B , C ?

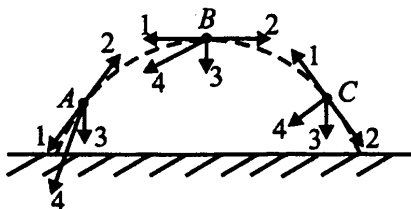


Рис. 199.

7. При равноускоренном прямолинейном движении скорость катера увеличилась за 10 с от 2 м/с до 8 м/с. Чему равен путь, пройденный катером за это время?

8. Вертолет и самолет летят навстречу друг другу: первый — со скоростью v , второй — со скоростью $3v$. Какова скорость вертолета относительно самолета?

9. Может ли человек на эскалаторе находиться в покое относительно Земли, если эскалатор поднимается со скоростью 1 м/с?

10. Ускорение шайбы, соскальзывающей с гладкой наклонной плоскости, равно $1,2 \text{ м/с}^2$. На этом спуске её скорость увеличилась на 9 м/с . Определите полное время спуска шайбы с наклонной плоскости.
11. Камень брошен с некоторой высоты вертикально вниз с начальной скоростью 1 м/с . Какова скорость камня через $0,6 \text{ с}$ после бросания?
12. Мотоциклист, двигаясь по хорошей дороге с постоянной скоростью 108 км/ч , проехал $4/7$ всего пути. Оставшуюся часть пути по плохой дороге он проехал со скоростью 15 м/с . Какова средняя скорость мотоциклиста на протяжении всего пути?
13. Автомобиль двигался по окружности. Половину длины окружности он проехал со скоростью 60 км/ч , а вторую — ехал со скоростью 40 км/ч . Чему равна средняя скорость автомобиля?
14. Лодка должна попасть на противоположный берег реки по кратчайшему пути в системе отсчета, связанной с берегом. Скорость течения реки u , а скорость лодки относительно воды v (причем $v > u$). Чему равен модуль скорости лодки относительно берега?
15. Шар, двигаясь из состояния покоя равноускоренно, за первую секунду прошел путь 10 см . Какой путь (в сантиметрах) он пройдет за 3 секунды от начала движения?
16. Как при свободном падении тела из состояния покоя увеличивается скорость за третью секунду?
17. Пассажир поезда, идущего со скоростью 15 м/с , видит в окне встречный поезд длиной 150 м в течение 6 с . Какова скорость встречного поезда относительно пассажира?
18. С балкона дома на высоте 5 м вверх подбросили мяч со скоростью 4 м/с . Какой будет скорость мяча через $0,4 \text{ с}$?
19. Автомобиль, трогаясь с места, движется с ускорением 3 м/с^2 . Какова будет скорость автомобиля через 5 с ?
20. Камень, брошенный вертикально вверх со скоростью 10 м/с , упал на землю. Сколько времени камень находился в полете, если сопротивление воздуха пренебрежимо мало?
21. Колесо равномерно вращается с угловой скоростью $4\pi \text{ рад/с}$. За какое время колесо сделает 100 оборотов?
22. Расстояние между городами автомобиль проехал со скоростью 60 км/ч , а обратный путь — со скоростью 40 км/ч . Найдите среднюю скорость движения автомобиля на всем пути.
23. Автомобиль подъезжает к перекрестку со скоростью 23 м/с . К тому же перекрестку по перпендикулярной дороге приближается мотоцикл со

скоростью 41 м/с относительно автомобиля. Какова скорость мотоцикла относительно Земли?

24. Тело брошено под углом к горизонту. Как направлена скорость тела в высшей точке траектории?

25. Как направлен вектор ускорения тела на рисунке 200, если тело равномерно движется по окружности в горизонтальной плоскости?

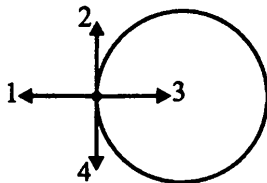


Рис. 200.

26. После удара теннисной ракеткой мячик массой 5 г получил ускорение 12 м/с^2 . Какова сила удара?

27. Брусок массой 5 кг равномерно скользит по поверхности стола под действием силы 15 Н. Определите коэффициент трения между бруском и столом.

28. Две силы по 200 Н каждая направлены под углом 120° друг к другу. Найдите равнодействующую силу.

29. С каким ускорением будет двигаться тело массой 1 кг под действием двух взаимно перпендикулярных сил 3 Н и 4 Н?

30. С каким ускорением будет двигаться тело массой 20 кг, на которое действуют три равные силы по 40 Н каждая, лежащие в одной плоскости и направленные под углом 120° друг к другу?

31. Под действием некоторой силы первое тело приобретает ускорение a . Под действием вдвое большей силы второе тело приобретает ускорение в 2 раза меньше, чем первое. Как относится масса первого тела к массе второго?

32. На рисунке 201 дан график зависимости скорости тела массой 2 кг от времени. Какая результирующая сила действует на тело?

33. На одной чашке весов находится алюминиевая гиря, а на другой — свинцовая дробь. Если весы находятся в равновесии, то одинаковы ли объемы гири и свинца?

34. Если пружина изменила свою длину на 6 см под действием груза массой 4 кг, то как бы она растянулась под действием груза массой 6 кг?

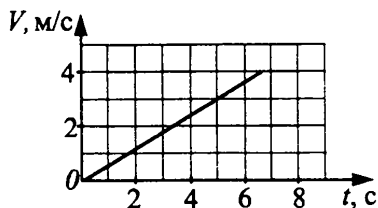


Рис. 201.

35. Сила 10 Н сообщает телу ускорение $0,4 \text{ м/с}^2$. Какая сила сообщает этому же телу ускорение 2 м/с^2 ?
36. Мальчик массой 50 кг, скатившись на санках с горы, проехал по горизонтальной дороге до остановки 20 м за 10 с. Найдите силу трения.
37. Как будут отличаться силы трения скольжения, действующие на тело,двигающееся по горизонтальной плоскости и по наклонной, составляющей 30° с горизонтом?
38. После удара клюшкой шайба массой 150 г скользит по ледяной площадке. Ее скорость при этом меняется в соответствии с уравнением $v = 10 - 1,5t$. Чему равен коэффициент трения шайбы о лед?
39. Автомобиль резко тормозит, блокируя колеса. Если коэффициент трения между шинами и дорогой 0,5, а путь, пройденный автомобилем до остановки, 40 м, то какую скорость имел автомобиль до начала торможения?
40. На рисунке 202 изображен брусок массой 500 г, который перемещается по горизонтальной поверхности с постоянной скоростью. Определите коэффициент трения между бруском и поверхностью.



Рис. 202.

41. Как будет двигаться тело массой 5 кг под действием равнодействующей силы, равной 10 Н?
42. Чему равен вес автомобиля массой 1 т на середине вогнутого моста с радиусом кривизны 10 м, если его скорость при этом равна 10 м/с?
43. Сравните архимедовы силы, действующие на катер, плывущий по морю, и на тот же катер, плывущий по озеру.
44. Оцените силу давления воды на человека при погружении в море на глубину 10 м. Известно, что площадь поверхности человеческого тела приблизительно равна $0,72 \text{ м}^2$.

45. Чему равно гидростатическое давление жидкости в аквариуме на его стенку шириной 10 см и высотой 50 см, если плотность воды 1000 кг/м^3 ?
46. С каким ускорением a скользит брусок по наклонной плоскости с углом наклона 45° ? Силой трения можно пренебречь.
47. С сортировочной горки скатываются два вагона — один нагруженный, другой порожний. Сравните расстояния, которые пройдут вагоны по горизонтальному участку до остановки, если коэффициенты сопротивления для обоих вагонов одинаковы.
48. Коэффициент жёсткости невесомой пружины равен 50 н/м . На какую величину растягивает пружину груз массой 3 кг ?
49. На рисунке 203 представлен график зависимости модуля силы упругости, возникающей при растяжении пружины, от значения ее деформации. Чему равна жесткость этой пружины?

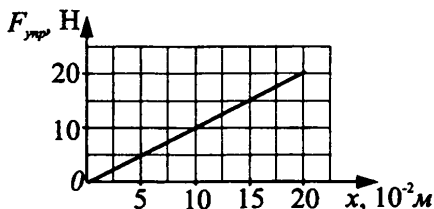


Рис. 203.

50. С какой скоростью двигался поезд массой 150 т , если под действием силы сопротивления 150 кН он прошел с момента начала торможения до остановки 50 м ?
51. Парашютист спускается, двигаясь равномерно и прямолинейно. Объясните, действие каких сил компенсируется.
52. В инерциальной системе отсчета сила F сообщает телу массой m ускорение a . Как изменится ускорение тела, если массу тела в 2 раза увеличить, а действующую на него силу вдвое уменьшить?
53. Конькобежец, разогнавшись, въезжает на ледяную горку, наклоненную под углом 30° к горизонту, и проезжает до полной остановки 10 м . Какова была скорость конькобежца перед началом подъема?
54. Тело движется под действием постоянной силы. На рисунке 204 представлен график зависимости скорости v от времени t . Масса тела 3 кг . Чему равна сила, действующая на тело?
55. Чему равен модуль равнодействующей сил, приложенных к телу массой 2 кг , если зависимость его координат от времени имеет вид $x(t) = 4t^2 + 5t - 2$ и $y(t) = 3t^2 + 4t + 14$?

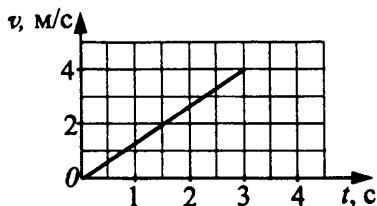


Рис. 204.

56. Брусок массой m лежит на наклонной плоскости с углом наклона α к горизонту. Определите силу трения, действующую на брусок, если коэффициент трения равен k .
57. Тело массой 5,6 кг лежит на наклонной плоскости, составляющей угол 30° с горизонтом. Коэффициент трения скольжения 0,7. Чему равна сила трения, действующая на тело?
58. Две силы $F_1 = 6$ Н и $F_2 = 8$ Н приложены к телу. Угол между векторами этих сил равен 90° . Определите модуль равнодействующей этих сил.
59. Тело массой 10 кг находится на гладкой наклонной плоскости с углом наклона 30° . Какую силу, направленную вдоль поверхности, надо приложить к телу, чтобы оно находилось в равновесии?
60. Тело массой 6 кг начинает двигаться из состояния покоя под действием постоянной силы. За первую секунду тело перемещается на 5 м. Определите величину этой силы.
61. Масса легкового автомобиля 2 т, а грузового — 8 т. Сравните ускорение автомобилей, если сила тяги грузового автомобиля в 2 раза больше, чем легкового.
62. Два небесных тела притягиваются друг к другу с некоторой силой. Масса первого из них относится к массе второго как 1 : 1000. Во сколько раз сила взаимодействия, действующая на второе тело, отличается от силы, действующей на первое?
63. Если массы тел, которые можно считать материальными точками, уменьшить в 2 раза, а расстояние между ними увеличить в 2 раза, то как изменится сила взаимодействия между ними?
64. Два шара массой $2M$ каждый притягиваются друг к другу с силой F . Если с первого шара перенести половину массы на второй шар, не меняя расстояния между ними, то чему станет равна сила взаимодействия шаров?
65. Первый автомобиль имеет массу 1000 кг, второй — 500 кг. Скорости их движения изменяются в соответствии с графиками, представленными на рисунке 205. Чему равно отношение $E_{к2}$ и $E_{к1}$ кинетических энергий автомобилей в момент t_1 ?

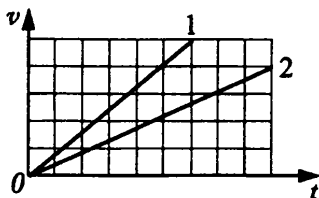


Рис. 205.

66. Два шара массой m каждый движутся перпендикулярно друг другу с одинаковыми скоростями v . Чему равен их суммарный импульс после неупругого удара?
67. Груз массой 2 кг под действием силы 60 Н, направленной вертикально вверх, поднимается на высоту 3 м. Чему при этом равно изменение кинетической энергии?
68. Камень брошен вертикально вверх с начальной скоростью $v_0 = 10$ м/с. На какой высоте h кинетическая энергия камня равна его потенциальной энергии?
69. Движение материальной точки описывается уравнением $x = 5 - 8t + 4t^2$. Приняв массу точки равной 2 кг, найдите импульс точки за 2 с.
70. Какую работу надо совершить, чтобы лежащий на земле однородный стержень длиной 2 м и массой 10 кг поставить вертикально?
71. Определите полезную мощность двигателя, если его КПД составляет 40%, а мощность по техническому паспорту равна 100 кВт.
72. Закрепленный пружинный пистолет стреляет вертикально вверх. Какова жесткость пружины k , если пуля массой m в результате выстрела поднялась на высоту h , а первоначальная деформация пружины x ? Трением пренебречь.
73. На покоящееся тело массой 2 кг начала действовать постоянная сила. Каким должен быть импульс этой силы, чтобы скорость тела возросла до 5 м/с?
74. Игрок в керлинг скользит с битой по льду со скоростью 4 м/с. В некоторый момент он аккуратно толкает биту в направлении движения. Скорость биты при этом возрастает до 6 м/с. Масса биты 20 кг, а игрока — 80 кг. Какова скорость игрока после толчка? Трение коньков о лёд не учитывать.
75. Два шара с одинаковыми массами m двигались навстречу друг другу с одинаковыми скоростями v . После неупругого соударения оба шара остановились. Чему равно изменение суммы импульсов двух шаров в результате столкновения?

76. Два шара с одинаковыми массами m двигались навстречу друг другу с одинаковыми скоростями v . После неупругого соударения оба шара остановились. Чему равно изменение механической энергии системы из двух шаров в результате столкновения?

77. Два шара одинаковой массой m движутся перпендикулярно друг другу с одинаковыми скоростями v . Каков их суммарный импульс после неупругого удара, когда они начали двигаться как единое целое?

78. Два одинаковых шара массами 3 кг движутся во взаимно перпендикулярных направлениях со скоростями 3 м/с и 4 м/с. Чему равна величина полного импульса этой системы?

79. На тело массой 2 кг, движущееся со скоростью 1 м/с, начала действовать постоянная сила. Каким должен быть импульс этой силы, чтобы скорость тела возросла до 6 м/с?

80. Мальчик везет санки с постоянной скоростью. Сила трения санок о снег равна 30 Н. Мальчик совершил работу, равную 30 Дж. Определите пройденный путь.

81. На рисунке 206 показаны положения тела, брошенного вертикально вверх, через интервалы времени, равные $1/30$ с. Масса шарика 0,1 кг. Определите, пользуясь законом сохранения энергии, высоту, на которую поднимется тело.

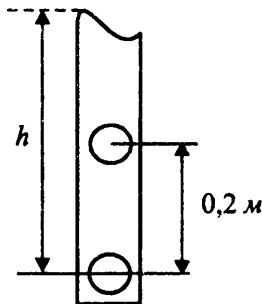


Рис. 206.

82. При открывании двери пружину жёсткостью 50 кН/м растягивают на 10 см. Какую работу совершает пружина, закрывая дверь?

83. Вагон массой 20 т, движущийся со скоростью 0,3 м/с, догоняет вагон массой 30 т, движущийся со скоростью 0,2 м/с. Найдите скорость вагонов после их взаимодействия, если удар неупругий.

84. Пуля массой 10 г попадает в деревянный брусок, лежащий на гладкой поверхности, и застревает в нем. Скорость бруска после этого становится

ся равной 8 м/с. Масса бруска в 49 раз больше массы пули. Определите скорость пули до попадания в брусок.

85. Спортсмен поднимает гирию массой 16 кг на высоту 2 м, затрачивая на это 0,8 с. Какую мощность при этом развивает спортсмен?

86. Тело массой 100 г движется по окружности со скоростью 0,4 м/с. Определите модуль изменения импульса за половину периода.

87. Как изменится потенциальная энергия пружины, если уменьшить ее растяжение в 3 раза?

88. Как изменится импульс тела при увеличении его кинетической энергии в два раза?

89. На рисунке 207 приведен график волнового процесса. Волна распространяется вдоль оси OX со скоростью 8 м/с. Чему равен период колебаний волны?

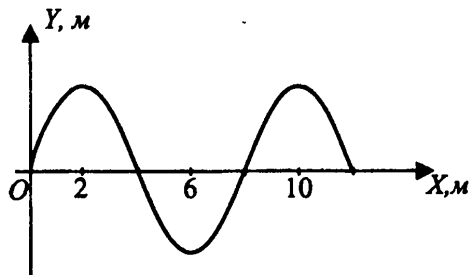


Рис. 207.

90. Найдите массу груза, который на пружине жёсткостью 250 Н/м делает 20 колебаний за 16 с.

91. Груз, подвешенный на пружине жёсткостью 600 Н/м, совершает гармонические колебания. Какой должна быть жёсткость пружины, чтобы частота колебаний уменьшилась в 2 раза?

92. Пружинный маятник массой 0,16 кг совершает гармонические колебания. Какой должна стать масса этого маятника, чтобы период колебаний увеличился в два раза?

93. Как изменится период колебаний математического маятника, если длину нити увеличить в 4 раза, а массу груза уменьшить в 4 раза?

94. Девушка-горянка несёт на коромысле вёдра с водой, период собственных колебаний которых 1,6 с. При какой скорости движения девушки вода начнет особенно сильно выплёскиваться из вёдер, если длина её шага 60 см?

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

96. По поверхности жидкости распространяется волна со скоростью 2,4 м/с при частоте колебаний 2 Гц. Какова разность фаз для точек, лежащих на одном луче и отстоящих друг от друга на 90 см?

97. На рисунке 208 показан график колебаний одной из точек струны. Какова частота этих колебаний?

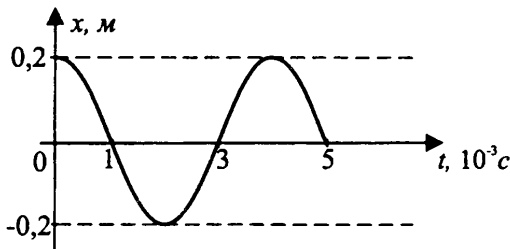


Рис. 208.

98. Используя график зависимости координаты колеблющейся точки от времени, приведенный на рисунке 209, определите частоту её колебаний.

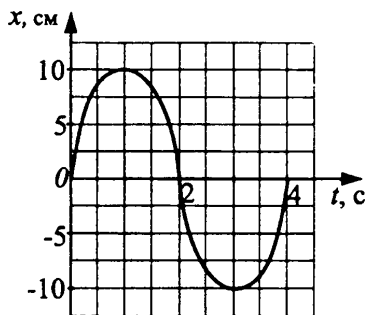


Рис. 209.

99. Амплитуда колебаний математического маятника $A = 10$ см. Наибольшая скорость маятника $v = 0,5$ м/с. Определите длину такого маятника, если ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

100. Если длину математического маятника уменьшить в 4 раза, то как изменится частота его малых колебаний?

101. Маятник при свободных колебаниях отклонился в крайнее положение 15 раз в минуту. Какова частота колебаний?

102. При свободных колебаниях пружинного маятника максимальное значение его потенциальной энергии 10 Дж, максимальное значение кинетической энергии 10 Дж. Какова полная механическая энергия груза и пружины?

103. Период колебаний математического маятника равен 24 с, начальная фаза колебаний равна 0. Через какое время после начала колебаний смещение тела от положения равновесия будет равно половине амплитуды?

104. Как изменится частота колебаний пружинного маятника, если к подвешенному грузу массой 100 г добавить еще три таких же груза?

105. Маятник длиной 1 м совершил 60 колебаний за 2 мин. Найдите ускорение свободного падения для данной местности.

106. Груз, подвешенный на длинной тонкой нити, совершает свободные колебания. На каком из графиков верно показана зависимость координаты груза от времени (см. рис. 210)?

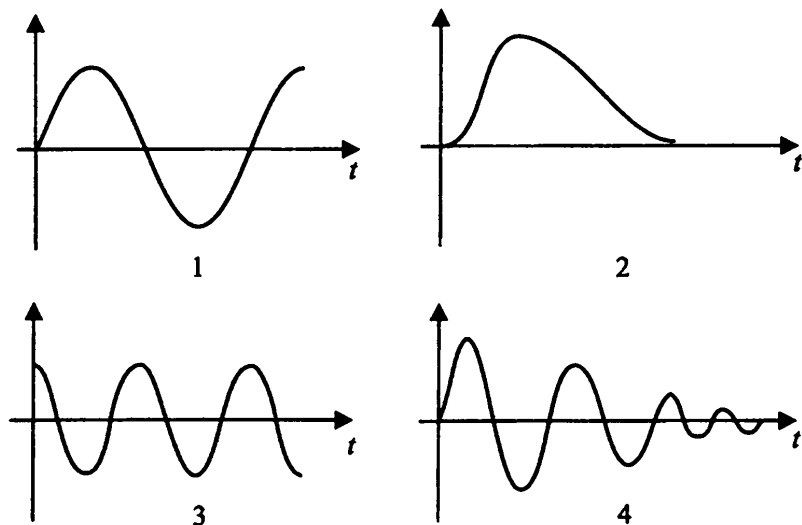


Рис. 210.

107. Тело совершает гармонические колебания по закону

$$x = 6 \cos(4t - \pi/4).$$

На каком из графиков (см. рис. 211) верно показана зависимость полной энергии тела от времени?

108. Тело массой 1 кг совершает гармонические колебания по закону

$$x = 6 \cos(4t - \pi/4).$$

Определите полную энергию тела в процессе колебаний.

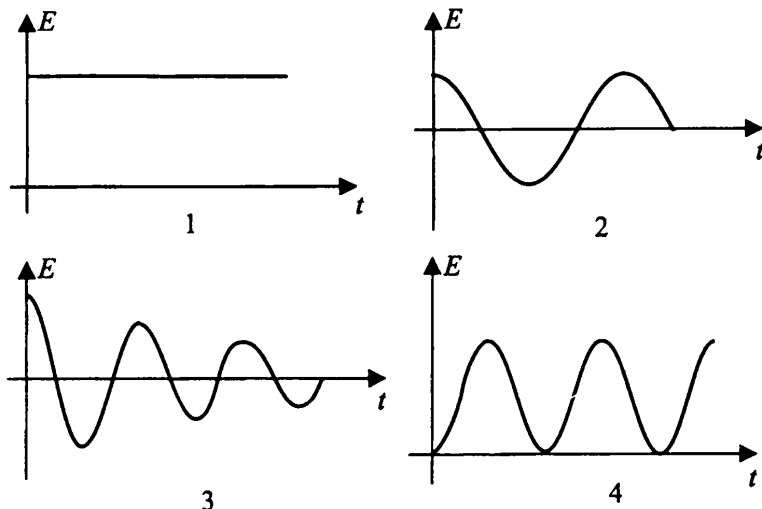


Рис. 211.

109. Как движется вторая капля воды относительно первой в момент их совместного падения с сосульки?

110. В каком случае сила давления человека на пол больше: когда он стоит на полу или когда он лежит на полу?

111. Мяч брошен вертикально вверх. Куда направлено ускорение мяча?

112. Человек равномерно и прямолинейно несет тяжелый чемодан. Какую механическую работу он совершает?

113. Определите путь, пройденный телом от начала движения при свободном падении, если в конце пути оно имело скорость 20 м/с.

114. Какой путь прошло тело за 2 с, если график зависимости его скорости от времени представлен на рисунке 212?

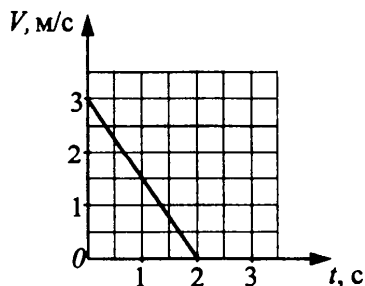


Рис. 212.

115. Чему равна сила трения, действующая на тело, которое покоится на наклонной плоскости с углом при основании α , если коэффициент трения μ ?

116. Чему равно отношение силы гравитационного взаимодействия, действующей со стороны Земли на Солнце, к силе гравитационного взаимодействия, действующей со стороны Солнца на Землю, если масса Солнца в 330 000 раз больше массы Земли?

117. Мотоциклист движется по окружности радиусом 20 м. Какова максимальная скорость движения без проскальзывания, если коэффициент между колесом и дорогой равен 0,5?

§ 2. Молекулярная физика

118. В каком состоянии находится вещество, в котором расстояние между молекулами много больше размеров самих молекул и они быстро распределяются по всему сосуду?

119. На рисунке 213 изображены траектории движения частиц вещества. В каком агрегатном состоянии находится это вещество?

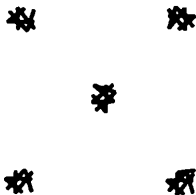


Рис. 213.

120. Зная постоянную Авогадро N_A , плотность ρ данного вещества и его молярную массу M , выведите формулу числа молекул в единице объема.

121. Если положить овощи в соленую воду, то через некоторое время они становятся солеными. Какое явление объясняет этот факт?

122. В сосуде А находится 14 г молекулярного азота, в сосуде Б — 4 г гелия. В каком сосуде находится большее количество вещества?

123. Если атомы расположены вплотную друг к другу упорядоченно и образуют периодически повторяющуюся структуру, то в каком состоянии находится вещество?

124. Определите массу молекулы воды.

125. В баллоне находится 600 г водорода. Какое количество вещества это составляет?

126. Какой вывод относительно молекул жидкости можно сделать на основе явления диффузии?

127. Средняя кинетическая энергия молекул идеального газа увеличилась в 4 раза. Как при этом изменилось давление газа на стенки сосуда?

128. Благодаря какому явлению мы чувствуем запахи еды на расстоянии?

129. Расстояния между молекулами в десятки раз превосходят их размеры, траектории молекул напоминают плавные кривые линии. Какому состоянию вещества соответствует это утверждение?

130. Как отличаются при одинаковой температуре среднеквадратичная скорость молекул кислорода и среднеквадратичная скорость молекул водорода?

131. Сравните массы аргона и азота, находящиеся в сосудах, если сосуды содержат равные количества веществ.

132. Молекулы вещества находятся на расстояниях, сравнимых с диаметром молекулы, и образуют ближний порядок в расположении, но не имеют дальнего, колеблются и совершают скачки в направлении внешней силы. Какое состояние вещества соответствует данному описанию?

133. В каком из состояний вещества диффузия протекает быстрее всего?

134. На графике зависимости давления от объема газа изображены две кривые, являющиеся гиперболами (см. рис. 214). Массы и молярные массы на этих кривых одинаковы. Какими параметрами отличаются газы на этих кривых?

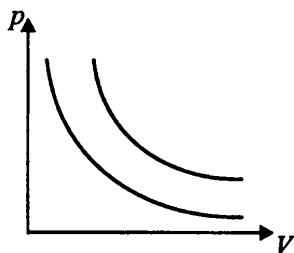


Рис. 214.

135. С газом произошел процесс, описываемый окружностью в координатах $p - V$ (см. рис. 215). В какой точке окружности температура газа максимальна?

136. С газом произошел процесс, описываемый окружностью в координатах $V - T$ (см. рис. 216). В какой точке окружности давление газа максимально?

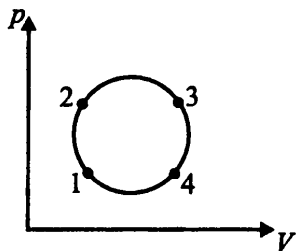


Рис. 215.

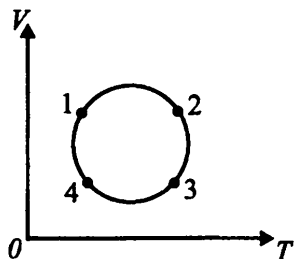


Рис. 216.

137. С газом произведен процесс, описываемый окружностью в координатах $p - T$ (см. рис. 217). В какой из обозначенных точек окружности объем газа минимален?

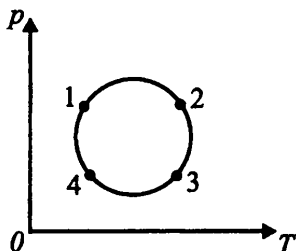


Рис. 217.

138. Как изменился объем идеального газа постоянной массы при переходе из состояния 1 в состояние 2 (см. рис. 218)?

139. В вертикальном цилиндрическом сосуде под поршнем находится жидкость и её насыщенный пар. Поршень перемещают вниз так, что объём пара уменьшается в 2 раза, а температура остаётся постоянной. Что при этом происходит с давлением пара?

140. Средняя кинетическая энергия идеального газа увеличилась в 2 раза. Как при этом изменилось давление газа?

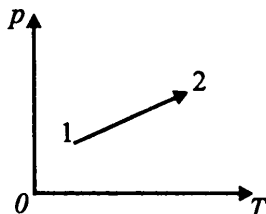


Рис. 218.

141. Внутренняя энергия одноатомного идеального газа в закрытом сосуде увеличилась в 4 раза. Как меняется при этом температура газа?

142. Объем 12 моль азота в сосуде при температуре 300 К и давлении 10^5 Па равен V_1 . Чему равен объем 1 моля азота при таком же давлении и вдвое большей температуре?

143. Идеальный газ переводят из одного состояния в другое тремя способами, как показано на рисунке 219. В каких состояниях давление газа одинаково?

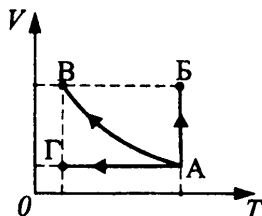


Рис. 219.

144. Какой из приведенных графиков (см. рис. 220) соответствует процессу изотермического сжатия?

145. Определите массу воздуха в классной комнате размерами $5 \times 12 \times 3$ м при температуре 25°C . Принять плотность воздуха равной $1,29 \text{ кг/м}^3$.

146. В сосуде, закрытом поршнем, находится идеальный газ. С помощью графика изменения давления газа в зависимости от его температуры (см. рис. 221) определите, какому состоянию соответствует наименьший объем.

147. По какой формуле можно рассчитать удельную теплоёмкость вещества?

148. Чему равна работа, совершенная идеальным газом за один цикл, изображенный на pV -диаграмме (см. рис. 222)?

149. На рисунке 223 приведены графики изменения со временем температуры для трех веществ при нормальном давлении. В начале нагревания эти вещества находились в твердом состоянии. Какое вещество имеет наибольшую температуру плавления?

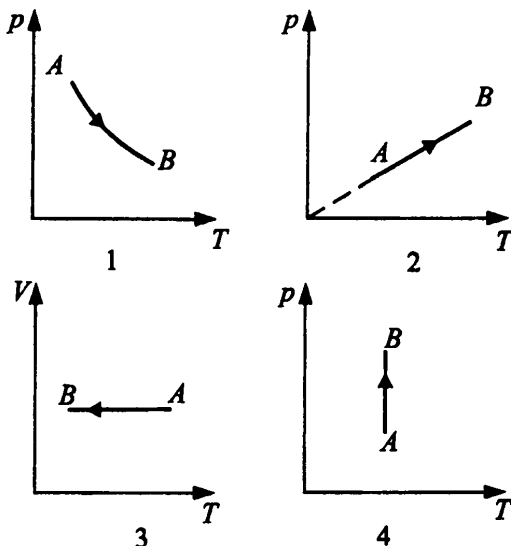


Рис. 220.

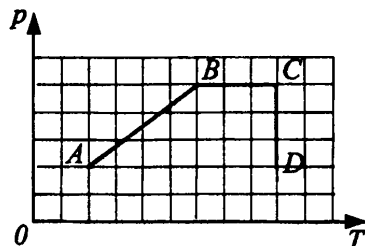


Рис. 221.

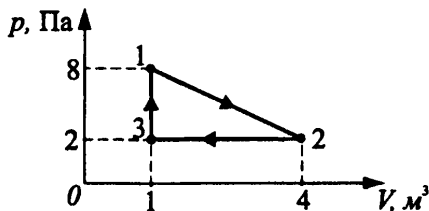


Рис. 222.

150. Насколько изменилась внутренняя энергия гелия массой 200 г при увеличении температуры на 20°C ? Молярная масса гелия $4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.
151. На графике (см. рис. 224) показана зависимость объема идеального одноатомного газа от давления. Газ совершает работу, равную 3 кДж. Какое количество теплоты получено газом?

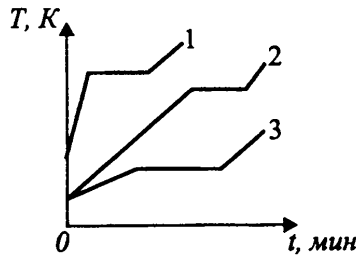


Рис. 223.

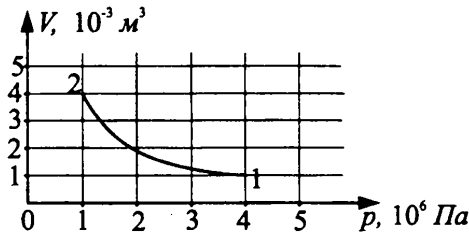


Рис. 224.

152. Газ из состояния 1 переводят в состояние 3 так, как показано на графике зависимости давления газа от его объема (см. рис. 225). Чему равна работа внешних сил?

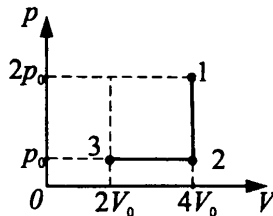


Рис. 225.

153. Над идеальным газом внешние силы совершили работу 300 Дж, а его внутренняя энергия уменьшилась на 200 Дж. Что происходит в этом процессе с газом?

154. Давление 2-х молей кислорода в сосуде при температуре 300 К равно p_1 . Каково давление 1 моля кислорода в этом сосуде при втрое большей температуре?

155. Четыре кусочка разных веществ в кристаллическом состоянии, имеющих одинаковую массу, стали нагревать. Каждый из кусочков получает одинаковое количество теплоты в единицу времени. На рисунке 226 по-

казаны графики зависимости температуры T этих веществ от времени t . У каких веществ происходит одинаковое изменение энергии взаимодействия частиц при плавлении?

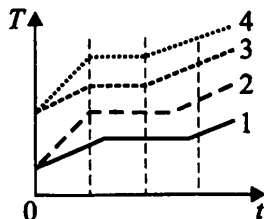


Рис. 226.

156. Над телом совершена работа A внешними силами, и телу передано количество теплоты Q . Чему равно изменение внутренней энергии ΔU тела?

157. При отвердевании 100 кг стали при температуре плавления выделилось 8,2 МДж теплоты. Чему равна удельная теплота плавления стали?

158. При передаче твердому телу количества теплоты Q при постоянной температуре T происходит превращение вещества массой m из твердого состояния в жидкое. Какое выражение определяет удельную теплоту плавления этого вещества?

159. На TV -диаграмме показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа (см. рис. 227). Газ получает 100 кДж теплоты. Чему равна работа, совершенная газом?

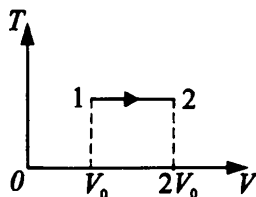


Рис. 227.

160. Медь плавится при постоянной температуре 1085°C . Поглощается или выделяется энергия в этом процессе?

161. В каком тепловом процессе внутренняя энергия идеального газа постоянной массы не изменится при переходе из одного состояния в другое?

162. Одноатомный идеальный газ, находящийся в сосуде объемом 8 л, нагревают так, что его давление возрастает с 100 кПа до 200 кПа. Какое количество теплоты передано газу?

163. Если в некотором процессе вся подведенная к газу теплота равна изменению его внутренней энергии, то такой процесс является...
164. В теплую комнату внесли тающий лед. Как изменится его внутренняя энергия к тому моменту времени, когда он полностью растает?
165. При передаче газу количества теплоты 300 Дж его внутренняя энергия уменьшилась на 100 Дж. Какую работу при этом совершил газ?
166. Идеальная тепловая машина имеет КПД 30%. Температура холодильника 280 К. Чему равна температура нагревателя?
167. Температура холодильника идеального теплового двигателя равна 27°C, а температура нагревателя на 90°C больше. Чему равен КПД такого двигателя?
168. Тепловая машина за цикл работы получает от нагревателя 200 Дж теплоты и отдает холодильнику 40 Дж. Чему равен КПД данной тепловой машины?
169. В идеальной тепловой машине за счет каждого килоджоуля энергии, получаемой от нагревателя, совершается работа, равная 300 Дж. Определите температуру нагревателя, если температура холодильника 280 К.
170. Каково максимально возможное КПД тепловой машины, использующей нагреватель с температурой 427°C и холодильник с температурой 27°C?
171. Температура воздуха равна 20°C, относительная влажность воздуха составляет 50%, а парциальное давление водяного пара в воздухе при этом равно 1,16 кПа. Давление насыщенных паров при 20°C равно...
172. Почему запах духов быстро распространяется по комнате?
173. Почему в природе не существует кристаллов шарообразной формы?
174. Какова среднеквадратичная скорость молекул массой $3 \cdot 10^{26}$ кг каждая, если они создают давление 10^5 Па и их концентрация равна 10^{25} м^{-3} ?
175. Каково давление водяных паров при температуре 20°C, если при влажности воздуха 60% давление насыщенного пара 2,33 кПа?
176. Внутренняя энергия тела зависит от...
177. Чему равно изменение внутренней энергии газа, если ему было передано 12 МДж теплоты, при этом над газом совершили работу 5 МДж?
178. В каком случае может изменяться внутренняя энергия тела?
179. Чему равна работа идеального газа за цикл Карно, в котором газ получает от нагревателя 75 кДж теплоты при абсолютной температуре нагревателя вдвое большей абсолютной температуры холодильника?
180. В сосуде при температуре T находятся 3 моля водорода. Какова температура 3 моля кислорода в сосуде того же объема и при том же давлении?

нии? (Водород и кислород считать идеальными газами.)

181. Найдите среднюю кинетическую энергию поступательного движения молекул идеального газа при нормальных условиях.

§ 3. Основы электродинамики

182. На каком расстоянии следует расположить в воде с диэлектрической проницаемостью ϵ два точечных заряда, чтобы сила их взаимодействия в вакууме на расстоянии r не изменилась?

183. На какую минимальную величину может измениться заряд пылинки?

184. Заряд на пластинах плоского конденсатора увеличился в 4 раза. Как изменилась при этом ёмкость плоского конденсатора?

185. Электрическое поле в точке A создается положительными и отрицательными зарядами, как показано на рисунке 228. Определите направление вектора напряжённости поля в точке A .

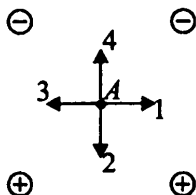


Рис. 228.

186. Определите потенциал электростатического поля в точке, находящейся на расстоянии 10 см от отрицательного заряда 4 нКл.

187. Как изменится сила тока в проводнике, если его сопротивление уменьшить в 4 раза, а напряжение увеличить в 8 раз?

188. На рисунке 229 приведен график зависимости силы электрического тока в колебательном контуре от времени. Определите период колебаний напряжения на пластинах конденсатора.

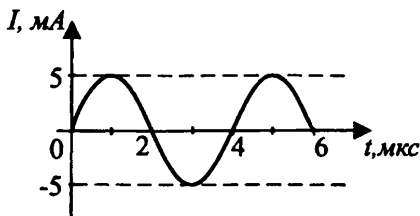


Рис. 229.

189. К бесконечной горизонтальной отрицательно заряженной плоскости привязана невесомая нить с шариком, имеющим положительный заряд (см. рис. 230). Каково условие равновесия шарика, если mg — модуль силы тяжести, $F_э$ — модуль силы электростатического взаимодействия шарика с пластиной, T — модуль силы натяжения нити?



Рис. 230.

190. Нейтральная капля разделилась на четыре. При этом первые три капли получили заряды $+2q$, $-3q$ и $+5q$. Каким зарядом обладает четвертая капля?

191. Во сколько раз сила электрического отталкивания между двумя электронами больше их силы гравитационного притяжения друг к другу?

192. Во сколько раз надо изменить расстояние между зарядами при увеличении одного из них в 4 раза, чтобы сила их взаимодействия осталась прежней?

193. На рисунке 231 изображены три пары легких одинаковых шариков, заряды которых равны по модулю. Шарик подвешены на шелковых нитях. Заряд одного из каждой пары шариков указан на рисунке. В каком случае заряд второго шарика отрицателен?

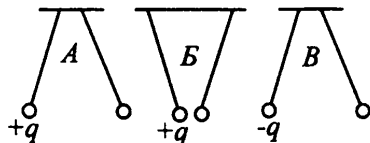


Рис. 231.

194. Сила взаимодействия двух отрицательно заряженных частиц, находящихся на расстоянии R друг от друга, равна F . Заряд одной из частиц увеличили по модулю в 2 раза. Как необходимо изменить расстояние между этими двумя точечными электрическими зарядами, чтобы сила их взаимодействия не изменилась?

195. В однородном электрическом поле конденсатора напряжённостью 105 В/м неподвижно «висит» пылинка массой 10^{-8} г . Найдите заряд пылинки.

196. В однородном электрическом поле подвешенный на нити положительно заряженный шарик отклонился влево от вертикали (см. рис. 232). Как направлен вектор напряжённости поля?

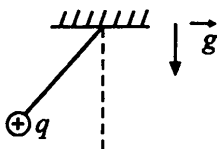


Рис. 232.

197. Два одинаковых шарика подвешены на шёлковых нитях (см. рис. 233). Заряд одного из шариков положительный. Какой из рисунков правильно отображает его взаимодействие с отрицательно заряженным шариком?

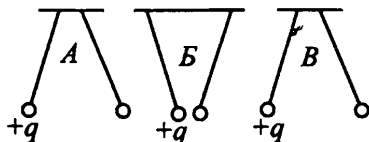


Рис. 233.

198. Два заряда взаимодействуют с силой 30 Н. Какой станет сила взаимодействия, если величину каждого заряда увеличить в 2 раза?

199. Сила, действующая на заряд 2 мкКл, равна 4 Н. Определите напряжённость поля в этой точке.

200. Пластины плоского воздушного конденсатора раздвинули, увеличив расстояние между ними в 3 раза, и внесли в пространство между пластинами слюду с диэлектрической проницаемостью 6. Как изменится при этом ёмкость плоского конденсатора?

201. Отсоединенный от источника тока плоский воздушный конденсатор заряжен до разности потенциалов U . Если такой конденсатор заполнить диэлектриком с диэлектрической проницаемостью ϵ , то разность потенциалов между обкладками конденсатора станет равной...

202. Алюминиевую палочку внесли в поле положительного заряда, а потом разрезали на две части А и Б, как показано на рисунке 234. Какими зарядами будут обладать части палочки А и Б?



Рис. 234.

203. Две электрические лампочки включены в сеть параллельно. Сопротивление первой лампочки $R_1 = 360$ Ом, второй — $R_2 = 240$ Ом. Какая лампочка потребляет бóльшую мощность и во сколько раз?

204. При напряжении 220 В сила тока в электрической лампе равна 5 А. Чему равно электрическое сопротивление лампы?

205. Чему равно общее сопротивление участка цепи, изображенного на рисунке 235?

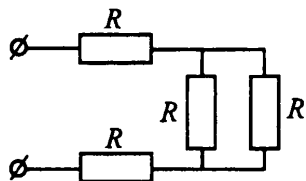


Рис. 235.

206. В проводнике сопротивлением 2 Ома, подключенном к элементу с ЭДС 2,2 В, идет ток силой 1 А. Чему равен ток короткого замыкания элемента?

207. Определите сопротивление лампы в цепи, показанной на рисунке 236, если показания приборов 0,5 А и 30 В.

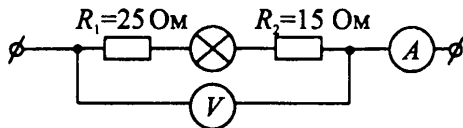


Рис. 236.

208. Найдите силу тока, потребляемую электромотором, на корпусе которого имеется надпись: «220 В, 1000 Вт».

209. При прохождении тока по проводнику в течение 4 мин совершена работа 26 400 Дж. Определите силу тока в проводнике, если напряжение на его концах равно 22 В.

210. Как изменится сила тока, протекающего по проводнику, если напряжение между его концами и площадь поперечного сечения проводника уменьшить в 2 раза?

211. Три резистора сопротивлениями $R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 20$ Ом и $R_3 = 30$ Ом соединены последовательно. Чему равно отношение напряжений U_1/U_3 на этих резисторах?

212. Чему равно сопротивление между точками А и Б участка электрической цепи, представленного на рисунке 237?

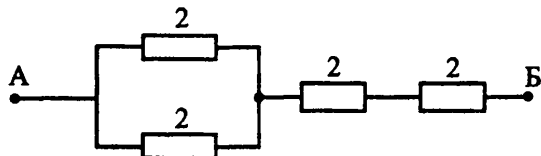


Рис. 237.

213. К источнику тока с внутренним сопротивлением 1 Ом подключен резистор сопротивлением 9 Ом. За какое время в источнике тока выделится 4 Дж теплоты, если напряжение на выходе источника 18 В?

214. Электрическая цепь состоит из источника тока с ЭДС, равной 10 В, и резистора сопротивлением 2,5 Ома. Сила тока в цепи равна 2,5 А. Чему равно внутреннее сопротивление источника тока?

215. Определите силу тока в цепи, изображённой на рисунке 238, если вольтметр показывает напряжение $U = 10$ В.

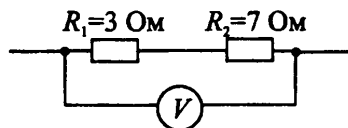


Рис. 238.

216. Длину металлического провода, подключенного к источнику тока, увеличили в 2 раза. Что нужно, чтобы сила тока в проводе не изменилась?

217. На рисунке 239 показаны шкалы измерительных приборов в соответствующей схеме. Определите мощность лампы накаливания.

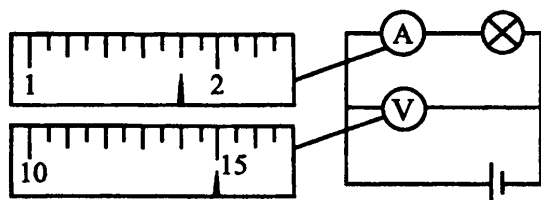


Рис. 239.

218. По проводнику проходит ток силой 5 А, в течение 2-х мин совершается в проводнике работа в 6 кДж. Каково при этом напряжение на концах проводника?

219. Чему равно отношение количеств теплоты, выделяющейся на двух последовательно соединенных резисторах, если их сопротивления равны 3 Ом и 6 Ом?

220. Чему равно отношение мощностей электрического тока при прохождении его через последовательно соединенные резисторы сопротивлениями 3 Ом, 6 Ом и 9 Ом?

221. Чему равно напряжение на втором резисторе, если электрическая цепь состоит из трех последовательно соединенных резисторов, подключенных к источнику постоянного напряжения 24 В, при этом $R_1 = 3$ Ом, $R_2 = 6$ Ом, напряжение на третьем резисторе равно 6 В?

222. На катушку электрического звонка намотана медная проволока длиной 14,4 м. Найдите площадь поперечного сечения проволоки, если сопротивление катушки равно 0,68 Ом.

223. Какие частицы являются носителями электрического тока в газах?

224. Внутреннее сопротивление источника тока в 2 раза меньше нагрузочного. Во сколько раз изменится сила тока, если нагрузочное сопротивление снизить в 2 раза?

225. В цепи постоянного тока при напряжении 20 В и силе тока 10 А в резисторе выделилось 1000 Дж теплоты. Какой заряд прошел через резистор?

226. Какая сила действует на протон, движущийся со скоростью 10 Мм/с в магнитном поле с индукцией 0,2 Тл перпендикулярно линиям индукции?

227. Протон в магнитном поле с индукцией 0,01 Тл описал окружность радиусом 10 см. Найдите скорость протона.

228. Электрон e^- , влетевший в зазор между полюсами магнита, имеет горизонтальную скорость v , перпендикулярную вектору индукции B магнитного поля (см. рис. 240). Куда направлена действующая на него сила Лоренца F ?

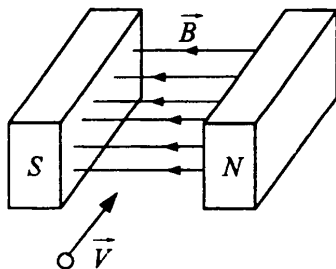


Рис. 240.

229. Ион K^+ массой m влетает в магнитное поле со скоростью v перпендикулярно линиям индукции магнитного поля B и движется по дуге окружности радиусом R . Радиус окружности можно рассчитать, пользуясь выражением...

230. Электрон e и протон p влетают в однородное магнитное поле с одинаковыми по модулю скоростями. Однако вектор скорости электрона перпендикулярен вектору магнитной индукции B , а протона — параллелен.

Отношение сил $\frac{F_e}{F_p}$, действующих на частицы со стороны поля, в этот момент времени равно...

231. Квадратная проволочная рамка расположена в однородном магнитном поле перпендикулярно вектору магнитной индукции B . Направление тока в рамке показано стрелками (см. рис. 241). Как направлена сила действия магнитного поля на сторону рамки cd ?

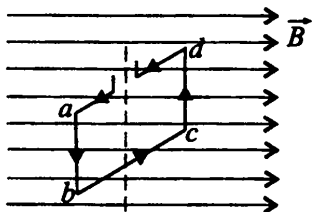


Рис. 241.

232. Электрон и α -частица влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору магнитной индукции со скоростями v и $2v$ соответственно. Отношение модулей сил, действующих на частицы со стороны магнитного поля, в этот момент, равно...

233. В однородном магнитном поле, линии индукции которого направлены перпендикулярно плоскости листа от нас, находится проводник с током, как показано на рисунке 242. Определите направление силы Ампера.

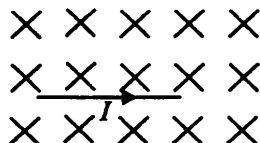


Рис. 242.

234. Прямолинейный проводник длиной 20 см и массой 100 г перемещают в однородном магнитном поле индукцией 10 мТл со скоростью 3 м/с пер-

пендикулярно линиям магнитной индукции. Определите разность потенциалов, возникающую на его концах.

235. С какой скоростью надо перемещать проводник перпендикулярно к линиям индукции магнитного поля, чтобы в нем возбуждалась ЭДС индукции 1 В? Индуктивность магнитного поля равна 0,2 Тл. Длина активной части проводника 1 м.

236. Виток провода находится в магнитном поле, перпендикулярном плоскости витка. Концы витка замкнуты на амперметр. Магнитный поток меняется с течением времени согласно графику, представленному на рисунке 243. В какой промежуток времени амперметр покажет наличие электрического тока в витке?

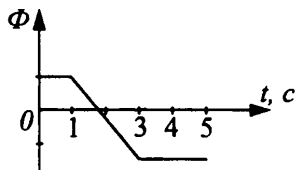


Рис. 243.

237. На длинной тонкой невесомой нити подвешено золотое кольцо. Что произойдет, если быстро поднести к нему постоянный магнит?

238. На рисунке 244 показаны два параллельных проводника, ток по которым течет перпендикулярно плоскости листа от нас. Определите направление вектора магнитной индукции в точке А.

А



Рис. 244.

239. По проводнику длиной 2 м течет ток 2 А. Направление протекающего тока перпендикулярно индукции магнитного поля, которая равна 5 Тл. С какой силой действует магнитное поле на ток?

240. В длинном соленоиде на каждый метр его длины приходится 10 000 витков. По обмотке течет ток 4 А. Чему равна индукция магнитного поля в соленоиде?

241. За 1 с магнитный поток, пронизывающий площадку, ограниченную проводящим контуром, уменьшается на 0,05 Вб. Чему равна ЭДС электромагнитной индукции, возникающая в контуре?

242. Чему равна индуктивность катушки, если при изменении тока на 2 А в секунду в ней возникает ЭДС самоиндукции 0,01 В?

243. Вектор магнитной индукции перпендикулярен плоскости контура площадью $0,5 \text{ м}^2$, его величина изменяется, как показано на рисунке 245. ЭДС индукции в контуре по модулю равна...

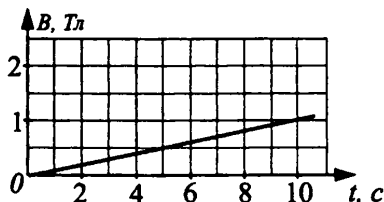


Рис. 245.

244. Протон влетает в однородное магнитное поле индукцией 4 мТл со скоростью $5 \cdot 10^5 \text{ м/с}$ перпендикулярно вектору B . Какую работу совершает поле над протоном за один оборот по окружности?

245. Определите разность потенциалов на концах прямого проводника, движущегося в магнитном поле перпендикулярно силовым линиям. Длина проводника 1,2 м, индукция поля 0,8 Тл, скорость — 12,5 м/с.

246. Колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью 1 мкФ и катушки индуктивностью 4 Гн. Чему равен период колебаний контура?

247. В колебательном контуре в начальный момент времени напряжение на конденсаторе максимально. Через какую долю периода T электромагнитных колебаний магнитная энергия будет максимальной?

248. Заряд q на пластинах конденсатора колебательного контура изменяется с течением времени в соответствии с уравнением

$$q = 10^{-6} \cos(104\pi t).$$

Запишите уравнение зависимости силы тока от времени.

249. Колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью C и катушки индуктивности L . Как изменится частота свободных электромагнитных колебаний в этом контуре, если ёмкость конденсатора и индуктивность катушки увеличить в 2 раза?

250. Как изменится период собственных колебаний колебательного контура, если ёмкость конденсатора уменьшить в 10 раз, а индуктивность катушки увеличить в 2,5 раза?

251. Напряженность электростатического поля, в котором находился заряд q , увеличилась в 2 раза. Во сколько раз изменилась сила, действующая на этот заряд?

252. Как относятся между собой величины сопротивлений, включенных последовательно, если мощности тока, выделяемые на них, относятся как 3 : 4?

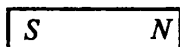
253. По проводнику сопротивлением 5 Ом течет ток 12 А. Каково напряжение между концами проводника?

254. За 2 с через поперечное сечение проводника прошло $3,2 \cdot 10^{20}$ электронов. Чему равна сила тока в проводнике?

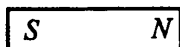
255. Источник тока имеет ЭДС $\varepsilon = 6$ В, внутреннее сопротивление $r = 1$ Ом, $R_1 = 1$ Ом, $R_2 = R_3 = 2$ Ом. Какой силы ток течет через источник?

256. На рисунке 246 представлены 2 постоянных магнита, взаимодействующих между собой. В каком из представленных вариантов сила взаимодействия равна нулю?

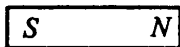
А)



Б)



В)



Г)



Рис. 246.

257. В контуре индуктивностью $L = 0,5$ Гн ток равномерно увеличился от 1 А до 5 А за 0,1 с. Чему равна ЭДС самоиндукции, возникшая в контуре?

258. Проводник с током $I = 10$ А длиной 2 м находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,5$ Тл. Причем направление магнитного поля составляет угол 30° с направлением тока. Чему равна сила со стороны магнитного поля, действующая на проводник?

259. В контуре индуктивностью $L = 0,5$ Гн ток равномерно увеличивался от 1 А до 5 А за 0,1 с. Сопротивление контура 2 Ом. Какой силы индукционный ток протекал в контуре?

260. Индуктивность и ёмкость колебательного контура, содержащего в своем составе источник переменной ЭДС, увеличили в 2 раза каждую. Как изменился период вынужденных колебаний в контуре?

§ 4. Оптика

261. При распространении света из воды в воздух синус предельного угла равен 0,75. В воде свет распространяется со скоростью...

262. Если при переходе света из жидкости в воздух угол падения равен α , а угол преломления равен β , то скорость света в этой жидкости равна...

263. Луч света переходит из воды (показатель преломления 1,33) в стекло (показатель преломления 1,6). Как при этом меняется скорость света?

264. Если угол между отраженным и преломленным лучами при падении света на стеклянную пластину с показателем преломления 1,5 оказался равен 90° , то угол падения луча был равен...

265. Какое из явлений является доказательством закона прямолинейного распространения света?

266. Красное и зелёное стекло сложены вместе. Какой свет проходит через эту систему?

267. Под каким углом должен падать луч света на плоское зеркало, чтобы угол между отраженным и падающим лучами был равен 80° ?

268. Световой луч α падает на границу раздела двух сред (см. рис. 247). Укажите правильное построение отраженного луча.

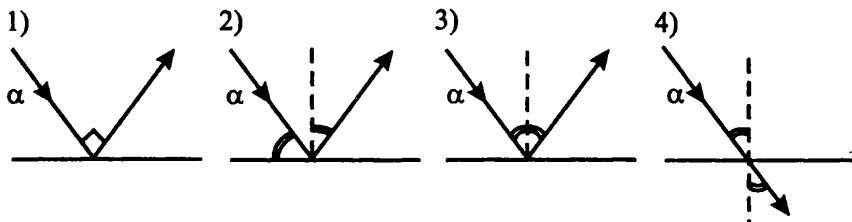


Рис. 247.

269. Какой из лучей, изображенных на рисунке 248, продолжает световой луч S после преломления его в линзе? OO' — главная оптическая ось линзы.

270. Линза с фокусным расстоянием $F = 30$ см создает на экране изображение предмета, увеличенное в 3 раза. Найдите расстояние от предмета до линзы. Ответ выразите в сантиметрах.

271. На экране, находящемся от линзы на расстоянии 20 см, получено четкое изображение осветительного столба за окном. Определите фокусное расстояние линзы.

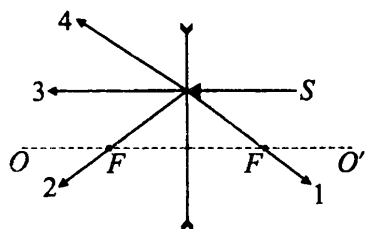


Рис. 248.

272. Показатели преломления относительно воздуха для воды, стекла и алмаза соответственно равны 1,33; 1,5; 2,42. В каком из этих веществ предельный угол полного отражения имеет максимальное значение?

273. На каком расстоянии должен находиться от рассеивающей линзы предмет, чтобы мы могли получить уменьшенное, прямое, действительное изображение?

274. На каком расстоянии должен находиться от собирающей линзы предмет, чтобы мы могли получить уменьшенное, перевёрнутое, действительное изображение?

275. Луч света падает на границу раздела двух сред так, как показано на рисунке 249. Если показатель преломления второй среды увеличить, то луч света пойдет по пути...

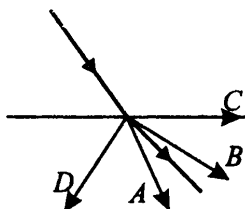


Рис. 249.

276. Разность хода двух интерферирующих лучей равна $\lambda/4$. Чему равна разность фаз колебаний ($\Delta\varphi$)?

277. Дифракционная решетка, период которой 10 мкм, расположена параллельно экрану на расстоянии 2 м от него. Дифракционную решетку освещают перпендикулярно падающим светом длиной волны 600 нм. Определите (в см) расстояние на экране от центра дифракционной картины до максимума второго порядка. Ответ округлите до целых. Считать, что $\sin \varphi \approx \operatorname{tg} \varphi$.

278. На белую хлопчатобумажную ткань попала капля воды. Почему мокрое пятно нам кажется более тёмным, чем остальная скатерть?

279. Чтобы свет от фар встречных автомобилей не ослепил водителя, фары закрывают специальными стеклами, пропускающими световые волны, в которых колебания происходят в одной плоскости. На каком свойстве света основано это явление?

280. Лазерный луч падает перпендикулярно на дифракционную решетку, и на экране наблюдается дифракционный спектр, состоящий из отдельных пятен. Какие изменения произойдут, если решетку заменить на другую решетку с большим количеством штрихов на 1 мм?

281. Свободная электромагнитная волна является...

282. На дифракционную решетку с периодом 1 мкм нормально падает свет длиной волны 500 нм. Под каким углом наблюдается дифракционный максимум первого порядка?

283. Дифракция света — это...

284. С ростом длины электромагнитной волны показатель преломления стекла в оптическом диапазоне...

285. Когерентные источники волн — это источники...

§ 5. Элементы теории относительности

286. Космический корабль инопланетян поддерживает связь со своей планетой, передавая информацию с помощью радиоволн. Сравните время приема сигнала, отправленного кораблем, в случае удаления от планеты и в случае приближения к ней.

287. Два автомобиля движутся в одном и том же направлении со скоростями v_1 и v_2 относительно поверхности Земли. Чему равна скорость света от фар первого автомобиля в системе отсчета, связанной с другим автомобилем?

288. Полная энергия свободно движущейся частицы превосходит ее энергию покоя на 2066 МэВ. Частица движется со скоростью 0,95 с. Энергия покоя частицы равна...

289. С космического корабля, движущегося к Земле со скоростью 0,4с, посылают два сигнала: световой и пучок быстрых частиц, имеющих скорость относительно корабля 0,8с. В момент пуска сигналов корабль находился на расстоянии 12 Гм от Земли. Какой из сигналов и насколько раньше будет принят на Земле?

290. Полная энергия свободного электрона равна 0,8 МэВ. Скорость электрона приблизительно равна...

291. Какой из объектов может двигаться со скоростью, превышающей скорость света в вакууме?

292. Какое из утверждений является постулатом специальной теории относительности?

А. Механические явления во всех инерциальных системах отсчета протекают одинаково.

Б. Все явления во всех инерциальных системах отсчета протекают одинаково.

293. На Земле ракета имеет длину 100 м. Какой размер эта ракета будет иметь для космонавта, находящегося внутри неё, если ракета начнёт двигаться относительно Земли со скоростью 0,9 с?

§ 6. Квантовая оптика

294. Какие свойства присущи фотону?

295. Какие явления можно качественно описать с помощью фотонной теории света?

296. В каком диапазоне частот масса фотона имеет наименьшее значение?

297. Чему равен импульс фотона, если соответствующая длина волны равна 600 нм?

298. Электрон разогнали в электрическом поле разностью потенциалов 30 В. Какова длина волны де Бройля этого электрона?

299. Частота красного света примерно в 2 раза меньше частоты фиолетового света. Сравните энергии фотонов красного и фиолетового света.

300. Общий вид графика зависимости максимальной энергии W_k электронов, вылетевших из пластины в результате фотоэффекта, от интенсивности падающего света имеет вид: см. рис. 250. Какой из приведенных рисунков выполнен правильно?

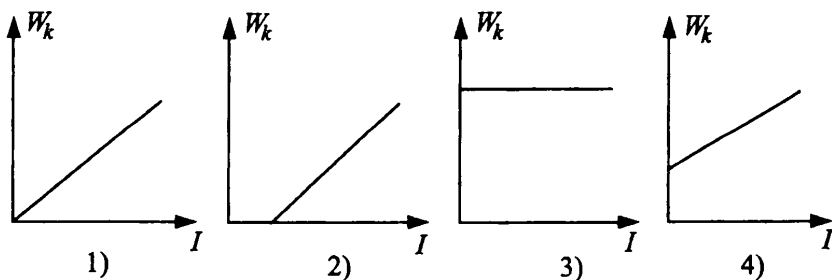


Рис. 250.

301. Длина волны инфракрасного излучения в 2 раза больше длины волны зелёного света. Энергия движущегося фотона в инфракрасном излучении по отношению к энергии фотона из пучка зелёного света...

302. Если освещать поверхность металла светом (но не сверхмощными лазерами), длина волны которого больше длины волны λ_k , соответствующей красной границе фотоэффекта для данного вещества, то при увеличении интенсивности света...

303. На некоторую поверхность падает свет и полностью поглощается ею.

Каждый фотон передает поверхности импульс $1 \cdot 10^{-7} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$. Длина волны падающего света равна...

304. Найдите потенциал, до которого может зарядиться металлическая пластина при длительном освещении её потоком фотонов с энергией 4 эВ. Работа выхода электронов из металла 1,6 эВ.

305. Красная граница фотоэффекта для лития $\lambda_{\text{кр}} = 540$ нм. Максимальная скорость вылета электронов равна 10^6 м/с. Какова частота света, которым освещается катод?

306. Металлическую пластинку освещают поочередно лазерным лучом зелёного, а потом красного цвета. Фотоэффект наблюдается в обоих случаях. В каком случае максимальная скорость фотоэлектронов больше?

307. Цинковую пластинку освещают жёлтым светом с длиной волны 450 нм. Возникнет ли фотоэффект, если работа выхода электрона из цинка равна 4,2 эВ?

§ 7. Атом и атомное ядро

308. В начальный момент времени было 1000 атомных ядер изотопа с периодом полураспада 5 мин. Число ядер этого изотопа, которые останутся не распавшимися через 10 минут, равно...

309. Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер изотопа от времени (см. рис. 251). Период полураспада этого изотопа равен...

310. На рисунке 252 представлена диаграмма энергетических уровней атома. Какой из отмеченных стрелками переходов между энергетическими уровнями сопровождается поглощением кванта максимальной длины волны?

311. Во сколько раз изменится энергия атома водорода при переходе из первого энергетического состояния в третье?

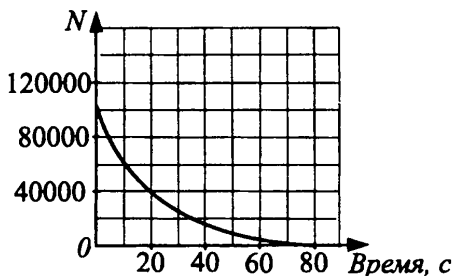


Рис. 251.

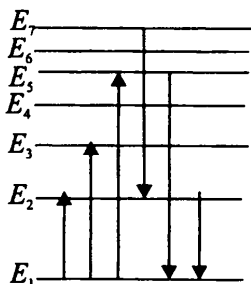


Рис. 252.

312. Предположим, что схема энергетических уровней атомов разреженного газа имеет вид, изображенный на рисунке 253. В начальный момент времени атомы находятся в состоянии с энергией $E^{(3)}$. Согласно постулатам Бора, данный газ может поглощать фотоны с энергией...

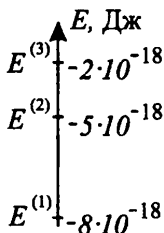


Рис. 253.

313. Какие заряд Z и массовое число A будет иметь ядро элемента, получившееся из ядра изотопа ${}_{92}^{238}\text{U}$ после одного α -распада и двух β -распадов?

314. Имеется 10^9 атомов радиоактивного изотопа йода ${}_{53}^{128}\text{I}$, период его полураспада 25 мин. Какое примерно количество ядер изотопа испытает радиоактивный распад за 50 мин?

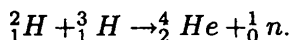
315. В результате реакции изотопа ${}_{13}^{27}\text{Al}$ и углерода ${}_{6}^{12}\text{C}$ образуются α -частица, нейтрон и ядро изотопа некоторого элемента. Определите количество нейтронов в ядре этого изотопа.

316. Длинноволновая (красная) граница фотоэффекта для меди 282 нм. Найдите работу выхода электронов из меди.

317. Какое из перечисленных излучений обладает наибольшей проникающей способностью?

318. Между источником излучения и детектором помещен толстый (толщиной 1 мм) лист бумаги. Какое излучение может пройти через него?

319. Определите энергию, которая выделяется в результате термоядерной реакции



Дефект масс реакции $\Delta m = 0,01851$ а.е.м. (1 а.е.м. = $1,6 \cdot 10^{-27}$ кг).

320. Известно, что при бомбардировке изотопа азота ${}_{7}^{14}\text{N}$ нейтронами образуется изотоп ${}_{5}^{11}\text{B}$ бора. Какие еще частицы образуются в ходе этой реакции?

321. Период полураспада радиоактивного изотопа равен 1 месяцу. За какое время число ядер этого изотопа уменьшится в 16 раз?

322. В каких агрегатных состояниях и при каких условиях вещество излучает свет с линейчатым спектром?

Часть В (Повышенный уровень)

§ 8. Механика

323. Космический корабль начал разгон, в межпланетном пространстве включив ракетный двигатель. Из сопла двигателя каждую секунду выбрасывается 3 кг горючего газа со скоростью $v = 600$ м/с. Определите кинетическую энергию, которую приобретет корабль, пройдя 30 м после включения двигателя. Изменением массы корабля за время разгона пренебречь. Принять, что поля тяготения в пространстве, в котором движется корабль, пренебрежимо малы.

324. Брусок массой $m = 200$ г соединен с бруском массой $M = 0,3$ кг невесомой и нерастяжимой нитью, перекинутой через неподвижный невесомый блок (см. рис. 254). При движении грузов сила давления на ось блока равна...

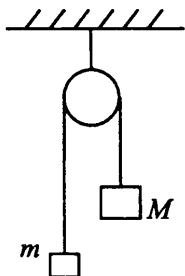


Рис. 254.

325. На веревке висит тело массой m . Чему равен его вес, если веревку поднимать вертикально вверх с ускорением a ?

326. Тело массой 1 кг совершает гармонические колебания по закону

$$x = 0,5 \cos(4t - \pi/4).$$

Определите максимальную кинетическую энергию тела.

327. Расстояние между точками, колеблющимися в одинаковых фазах, равно 0,4 м; период колебаний точки равен 0,5 с. Определите скорость волны и частоту колебаний точки.

328. Брусок массой 0,5 кг прижат к вертикальной стене силой 10 Н, направленной горизонтально. Коэффициент трения скольжения между бруском и стеной равен 0,4. Какую минимальную силу надо приложить к бруску по вертикали, чтобы равномерно поднимать его вертикально вверх?

329. Палочку длиной 60 см прислонили к стене, и она начала соскальзывать. В тот момент, когда расстояние между нижним концом палочки и стеной было равно 48 см, его скорость была равна 18 см/с. Чему была равна скорость (в см/с) верхнего конца?

330. Стрела пущена с ровной горизонтальной поверхности Земли под углом 45° к горизонту. Какова максимальная дальность полета стрелы, если через 1,5 с после выстрела ее скорость была направлена горизонтально?

331. Точка движется вдоль оси X по закону $x = 5 + 4t - 2t^2$. Чему равна координата, в которой скорость точки обращается в нуль?

332. Тело массой 0,1 кг упало с высоты 5 м. Время падения 1,2 с. Каково было среднее значение силы сопротивления воздуха, действующей на тело во время падения?

333. На шнуре, перекинутом через неподвижный блок, подвешены грузы 0,3 кг и 0,34 кг. За 2 с от начала движения каждый груз прошел 1,2 м. По данным опыта найдите ускорение свободного падения.

334. Из некоторой высоко расположенной точки одновременно бросают два тела с одинаковой скоростью 25 м/с: одно — вертикально вверх, дру-

гое — вертикально вниз. На каком расстоянии друг от друга будут эти тела через 2 с?

335. К нижнему концу легкой пружины подвешены связанные невесомой нитью грузы: верхний массой $m_1 = 0,4$ кг и нижний массой $m_2 = 0,6$ кг (см. рис. 255). Нить, соединяющую грузы, пережигают. С каким ускорением начнет двигаться верхний груз?

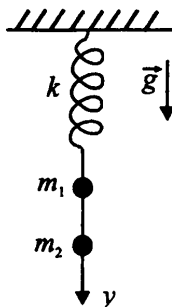


Рис. 255.

336. На нити, выдерживающей натяжение 10 Н, поднимают груз массой 0,5 кг из состояния покоя вертикально вверх. Считая движение равноускоренным, найдите предельную высоту (в см), на которую можно поднять груз за время 0,1 с так, чтобы нить не оборвалась.

337. На экваторе некоторой планеты тела весят вдвое меньше, чем на полюсе. Плотность вещества планеты $\rho = 3 \cdot 10^3$ кг/м³. Определите период обращения планеты вокруг своей оси.

338. Однородное тело плавает на границе раздела двух жидкостей. 3/4 его объема находится в жидкости с плотностью 800 кг/м³, а 1/4 — в жидкости с плотностью 1000 кг/м³. Чему равна плотность тела? Ответ дайте в кг/м³ и округлите до целых.

339. По показаниям приборов на рисунке 256 рассчитайте вес стального шара в воздухе.

340. Два груза массами 2 кг и 4 кг, лежащие на гладкой горизонтальной поверхности, связаны невесомой и нерастяжимой нитью (см. рис. 257). Брусок M_1 тянут с силой F . Когда увеличивающаяся сила F достигает значения 12 Н, нить обрывается. Чему равно в этот момент значение силы натяжения нити?

341. Автомобиль, двигаясь равнозамедленно, проходит за пятую секунду 5 см и останавливается. Какой путь автомобиль проходит за третью секунду этого движения? Ответ запишите в см.

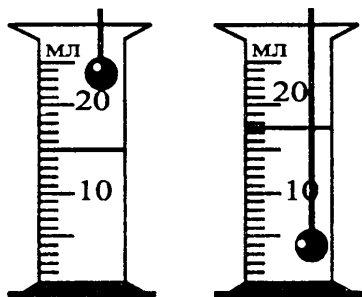


Рис. 256.



Рис. 257.

342. Груз начинают поднимать вертикально вверх с постоянным ускорением. Чему равна работа, совершаемая за вторую секунду, если работа, совершаемая за первую секунду, равна A ?

343. Под каким наибольшим углом (в градусах) к вертикали может стоять лестница, прислоненная к гладкой вертикальной стене, если коэффициент трения лестницы о пол $0,5$? Центр тяжести лестницы находится в ее середине.

344. Во сколько раз изменилась энергия упругой деформации пружины, если тело, подвешенное на этой пружине, погрузили в жидкость, плотность которой в 6 раз меньше плотности тела?

345. Кусок пластилина сталкивается со скользящим навстречу по горизонтальной поверхности стола бруском и прилипает к нему. Скорости пластилина и бруска перед ударом направлены противоположно и равны $v_{\text{пл}} = 23$ м/с и $v_{\text{бр}} = 5$ м/с. Масса бруска $M_{\text{бр}} = 3m_{\text{пл}}$. Коэффициент трения скольжения между бруском и столом $\mu = 0,25$. На какое расстояние переместятся слипшиеся брусок с пластилином к моменту, когда их скорость уменьшится на 50% ? Принять, что столкновение тел происходит мгновенно.

346. В деревянный брусок, лежащий на гладкой горизонтальной поверхности, попадает пуля массой 10 г и застревает в нем. В результате брусок приходит в движение со скоростью 10 м/с. До попадания в брусок пуля двигалась под углом 60° к горизонту со скоростью 420 м/с. Определите массу бруска.

347. Тележке массой 2,5 кг, стоящей на полу и соединенной со стеной недеформированной пружиной с жесткостью $k = 60$ Н/м, сообщается скорость 2 м/с перпендикулярно стене. Найдите кинетическую энергию тележки, когда она пройдет расстояние 0,25 м. Ответ округлить до десятых долей.

348. Начальная скорость снаряда, выпущенного из пушки вертикально вверх, $v_0 = 200$ м/с. В точке максимального подъема снаряд разорвался на два одинаковых осколка, которые разлетелись в вертикальных направлениях. Осколок, полетевший вниз, достиг земли, имея скорость $5/3v_0$. Через какое время после взрыва упадет на землю второй осколок? Сопротивлением воздуха пренебречь.

349. С вертолета, находящегося на высоте 30 м, сбрасывают груз. Вертолет при этом равномерно опускается вниз со скоростью 5 м/с. За какое время груз упадет на землю?

350. На горизонтальной поверхности лежит тело. На тело действуют с силой 20 Н, направленной вверх под углом 30° к горизонту. Под действием этой силы тело равномерно переместилось на 5 м. Какую потенциальную энергию приобрело тело относительно горизонтальной поверхности?

351. Шарик, прикрепленный к пружине, совершает гармонические колебания на гладкой горизонтальной плоскости с амплитудой 10 см. На сколько см сместится шарик от положения равновесия за время, в течение которого его кинетическая энергия уменьшается вдвое?

352. В таблице приведены результаты исследования зависимости квадрата времени падения шарика для настольного тенниса от высоты:

$t^2, \text{с}$	0	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25
$h \cdot 10^{-2}, \text{м}$	0	20	40	60	80	100

Оцените, насколько сопротивление воздуха «уменьшает» ускорение падения шарика по сравнению с ускорением свободного падения $9,8$ м/с².

§ 9. Молекулярная физика

353. Два моля идеального одноатомного газа сначала охладили, а затем нагрели до первоначальной температуры 400 К, увеличив объем газа в три раза (см. рис. 258). Какое количество теплоты отдал газ на участке 1 — 2?

354. На высоте 200 км давление воздуха составляет примерно 10^{-9} от нормального атмосферного давления, а температура воздуха равна примерно

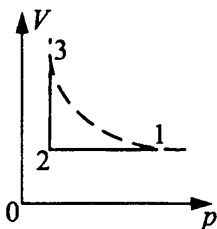


Рис. 258.

1200 К. Оцените, во сколько раз плотность воздуха на этой высоте меньше плотности воздуха у поверхности Земли, где температура 27°C .

355. После того, как в комнате включили электрокамин, температура воздуха повысилась от 18°C до 27°C при неизменном атмосферном давлении. На сколько процентов уменьшилось число молекул воздуха в комнате?

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

357. Сосуд с азотом при нормальных условиях движется со скоростью 100 м/с . Какой будет максимальная температура азота при внезапной остановке сосуда? Удельная теплоёмкость азота при постоянном объеме равна

$745 \frac{\text{Дж} \cdot \text{кг}}{\text{град}}$. Ответ записать в кельвинах.

358. Какое количество теплоты было получено или отдано одноатомным идеальным газом при переходе из состояния 1 в состояние 3, если на рисунке 259 представлен график зависимости давления от объема?

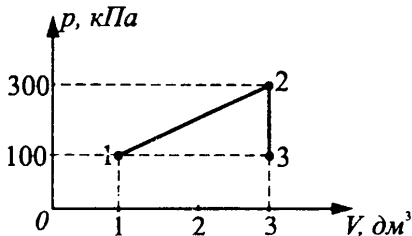


Рис. 259.

359. Рассчитайте количество теплоты, сообщенное одноатомному идеальному газу в процессе $A - B - C$, представленном на PV -диаграмме (см. рис. 260).

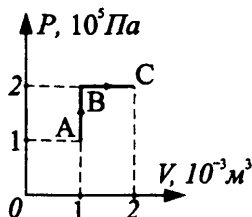


Рис. 260.

360. Масса m идеального газа, находящегося при температуре T , охлаждается изохорически так, что давление уменьшается в n раз. Затем газ расширяется при постоянном давлении. В конечном состоянии его температура равна первоначальной. Определите совершенную газом работу. Молярная масса газа M .

361. В цилиндр заключено 1,6 кг кислорода при температуре 17°C и давлении $4 \cdot 10^5$ Па. До какой температуры нужно изобарно нагреть кислород, чтобы работа по расширению была равна $4 \cdot 10^4$ Дж?

362. Двум молям одноатомного идеального газа при изобарном расширении сообщили 310 Дж теплоты. Определите изменение температуры газа.

363. В сосуд с водой бросают кусочки тающего льда при непрерывном помешивании, вначале кусочки льда тают, но в некоторый момент лёд перестаёт таять. Первоначальная масса воды в сосуде 660 г. В конце процесса масса воды увеличилась. На сколько граммов увеличилась масса воды к моменту прекращения таяния льда, если первоначальная температура воды $12,5^\circ\text{C}$? Потерями теплоты пренебречь.

364. Для определения удельной теплоёмкости вещества тело массой 200 г, нагретое до температуры 100°C , опустили в калориметр, содержащий 200 г воды. Начальная температура воды 23°C . После установления теплового равновесия температура тела и воды оказалась равной 30°C . Определите удельную теплоёмкость исследуемого вещества, выразив её в $\frac{\text{Дж} \cdot \text{кг}}{\text{град}}$.

Теплоёмкостью калориметра пренебречь.

365. Какое количество теплоты потребуется, чтобы расплавить наполовину кусок свинца массой 1 кг, находящийся при температуре 300 К? Ответ записать в кДж.

366. Какое количество теплоты потребуется, чтобы получить пар массой 200 г из 2 кг воды, взятой при температуре 0°C ? Ответ записать в кДж.

367. В колбе находится вода при температуре 0°C . Выкачивая из колбы воздух и пары воды, воду замораживают посредством ее испарения. Какой процент воды составит масса пара? Ответ округлить до целых.

368. В кастрюлю налили холодной воды при температуре 9°C и поставили на плиту, не закрывая крышкой. Через 10 мин вода закипела. Через какое время после начала кипения она полностью испарится? Ответ округлить до целых и записать в мин.

369. Железный метеорит влетает в атмосферу Земли со скоростью $1,5 \cdot 10^3$ м/с, имея температуру 300 К. 80% кинетической энергии метеорита при движении в атмосфере переходит во внутреннюю. Какая часть метеорита расплавится? Ответ записать в % и округлить до целых.

§ 10. Основы электродинамики

370. На рисунке 261 изображён вектор напряжённости E электрического поля в точке C , которое создано двумя точечными зарядами q_A и q_B . Каков примерно заряд q_B , если заряд q_A равен $+1,5$ мкКл? Ответ выразите в микрокулонах (мкКл).

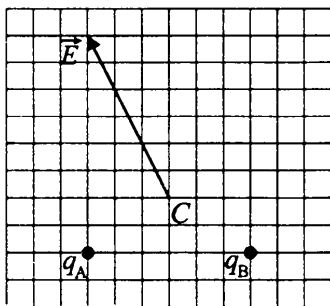


Рис. 261.

371. В вершинах острых углов ромба со стороной 1 м помещены положительные заряды по 1 нКл, а в вершине одного из тупых углов — положительный заряд 5 нКл. Определите напряжённость электрического поля в четвертой вершине ромба, если меньшая диагональ ромба равна его стороне.

372. Два одинаковых маленьких шарика, массой 80 г каждый, подвешены к одной точке на нитях длиной 30 см. Какой заряд (в кулонах) надо сообщить каждому шарика, чтобы нити разошлись под прямым углом друг к другу?

373. Заряженная частица создает в некоторой точке вакуума напряжённость 60 В/м. Какая сила (в нН) будет действовать на заряд 5 нКл, помещенный в эту точку, если всю эту систему поместить в керосин, диэлектрическая проницаемость которого равна 2?

374. В горизонтально направленное однородное электрическое поле напряжённостью 2 кВ/м внесли маленький заряженный шарик массой $2,8 \text{ г}$, подвешенный на нити. При этом нить отклонилась от вертикали на угол 45° . Чему равен заряд шарика? Ответ округлить до целых и записать в мкКл.

375. Электрон, разогнанный разностью потенциалов 50 кВ , влетел в однородное магнитное поле с индукцией $0,1 \text{ Тл}$ со скоростью, перпендикулярной вектору магнитной индукции. По окружности какого радиуса он будет двигаться? Ответ выразите в мм и округлите до десятых.

376. Два пластилиновых шарика, массы которых 200 г и 300 г , подвешены на одинаковых нитях длиной 50 см . Шарик соприкасаются. Первый шарик отклонили от положения равновесия на угол 90° и отпустили. На какую высоту поднимутся шарик после абсолютно неупругого соударения?

377. В вершине прямого угла наклонной плоскости (см. рис. 262) находится положительный заряд Q . На вершину плоскости высотой h ставят тело, имеющее одинаковый заряд и массу m , которое без трения соскальзывает к основанию наклонной плоскости. Тело имеет у основания плоскости скорость...

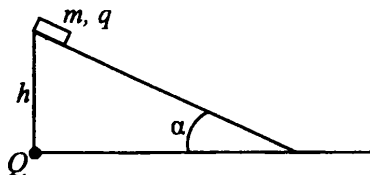


Рис. 262.

378. Батарея состоит из нескольких элементов, соединенных последовательно. ЭДС каждого элемента 2 В , внутреннее сопротивление каждого $0,1 \text{ Ом}$. Если подключить к батарее нагрузку сопротивлением 9 Ом , то сила тока будет равна 2 А . Определите количество элементов в батарее.

379. Сколько элементов нужно соединить параллельно в батарею, чтобы при подключении к ней сопротивления 49 Ом получить силу тока в цепи 2 А ? ЭДС каждого элемента 100 В , внутреннее сопротивление 2 Ом .

380. Сопротивления 300 Ом и 100 Ом включены последовательно в электрическую цепь. Какое количество теплоты выделится на втором сопротивлении, если на первом за то же время выделился 21 кДж теплоты? Ответ записать в кДж.

381. Проводники сопротивлениями 6 Ом и 4 Ом соединены параллельно. Какова мощность тока в проводнике сопротивлением 4 Ом , если сила тока в первом проводнике равна 1 А ?

382. Воздушный конденсатор ёмкостью 3 мкФ заполняют диэлектриком с диэлектрической проницаемостью, равной 4. Конденсатор какой ёмкости надо включить последовательно с данным, чтобы получившаяся батарея имела такую же ёмкость? Ответ записать в мкФ .

383. Три одинаковых конденсатора ёмкостью 40 мкФ каждый соединены так, как показано на схеме (см. рис. 263). После зарядки батарея конденсаторов имеет энергию $0,3 \text{ Дж}$. Определите разность потенциалов между точками А и Б.

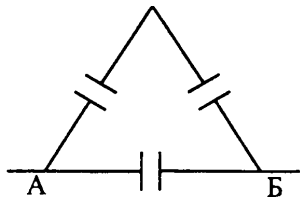


Рис. 263.

384. Как изменится период колебаний в колебательном контуре, если ёмкость конденсатора контура уменьшится в 2 раза, а индуктивность катушки возрастет в 8 раз.

385. Период колебаний в идеальном колебательном контуре, состоящем из конденсатора и катушки индуктивности, $6,3 \text{ мкс}$. Амплитуда колебаний силы тока $I_m = 5 \text{ мА}$. В момент времени t сила тока в катушке равна 3 мА . Найдите заряд конденсатора в этот момент.

386. Колебания силы тока в цепи переменного тока описываются уравнением $I = 0,2 \cos(12,5t)$. Ёмкость конденсатора, включенного в эту цепь, равна 16 мкФ . Определите амплитуду напряжения (в вольтах) на конденсаторе.

387. Чему равна максимальная сила тока в схеме на рис. 264 после замыкания ключа, если в начальный момент времени конденсатор не заряжен, $E = 12 \text{ В}$, $L = 8 \text{ мГн}$, $C = 5 \text{ мкФ}$? Сопротивлением катушки и источника тока пренебречь.

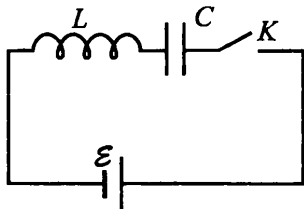


Рис. 264.

388. Ток в катушке колебательного контура при свободных колебаниях меняется по закону $I = 0,2 \sin(102t)$, где все величины выражены в СИ. Ёмкость конденсатора 1 мкФ. Определите максимальную энергию электрического поля конденсатора.

§ 11. Оптика

389. Какая часть изображения стрелки видна глазу (см. рис. 265)?

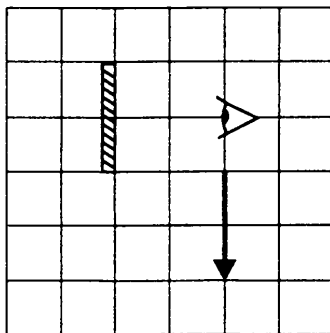


Рис. 265.

390. На каком расстоянии от рассеивающей линзы с фокусным расстоянием 12 см окажется предмет, если его мнимое изображение оказалось слева от линзы на расстоянии 9 см?

391. На рисунке 266 показан ход лучей от точечного источника света через тонкую линзу. Найдите оптическую силу линзы.

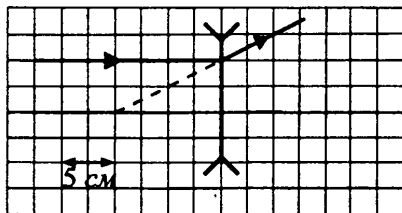


Рис. 266.

392. Параллельный световой пучок падает нормально на тонкую собирающую линзу диаметром 8 см и оптической силой 4 дптр (см. рис. 267). Экран расположен на расстоянии 10 см за линзой. Рассчитайте (в см) диаметр светлого пятна, созданного линзой на экране.

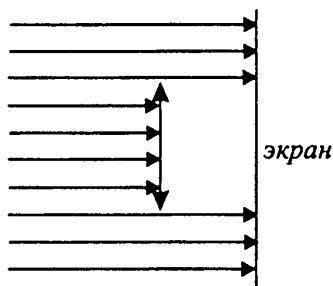


Рис. 267.

393. Какой должна быть минимальная высота зеркала, чтобы человек ростом 160 см увидел себя в полный рост?

394. Плоское зеркало движется со скоростью $v = 1,5$ см/с. С какой по модулю и направлению скоростью должен двигаться точечный источник света S , чтобы его отражение в плоском зеркале было неподвижным?

395. На рисунке 268 показан ход лучей красного цвета в линзе. В какой точке будет фокус для лучей фиолетового цвета?

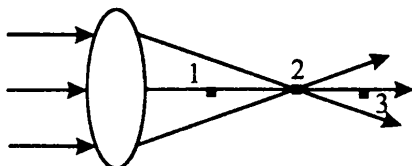


Рис. 268.

396. Изображение предмета, полученное в рассеивающей линзе, находится в два раза ближе к линзе, чем сам предмет. Зная, что оптическая сила линзы — 5 дптр, найдите расстояние от линзы до предмета. Ответ записать в см.

397. Для определения периода решетки на нее направили световой пучок через красный светофильтр, пропускающий лучи с длиной волны 0,76 мкм. Каков период решетки, если на экране, отстоящем от решетки на 1 м, расстояние между спектрами первого порядка равно 15,2 см?

398. Дифракционная картина поочередно наблюдается с помощью двух дифракционных решеток. Если поставить решетку с периодом 20 мкм, то на некотором расстоянии от центрального максимума наблюдается красная линия второго порядка с длиной волны 730 нм. Если использовать вторую решетку, то в том же месте наблюдается фиолетовая линия пятого порядка с длиной волны 440 нм. Определите период второй решетки. Ответ записать в мкм.

399. Каков наибольший порядок спектра, наблюдаемый для света с $\lambda_2 = 0,550$ мкм, падающего нормально на дифракционную решетку, если при нормальном падении света с $\lambda_1 = 0,630$ мкм максимум второго порядка наблюдается под углом 30° к нормали?

400. Расстояние между соседними тёмными интерференционными полосами на экране 1,6 мм. Когерентные источники света лежат в плоскости, параллельной экрану, на расстоянии 8 м от него. Длина световой волны равна 600 нм. Определите расстояние между источниками света. При расчетах принять $\sin \alpha = \text{tg } \alpha$. Ответ записать в мм.

401. Дифракционная решетка, имеющая 500 штрихов на 1 мм, расположена на расстоянии 1 м от экрана параллельно ему. Какой должна быть минимальная ширина экрана, чтобы можно было наблюдать дифракционные максимумы второго порядка? Длина волны падающего света равна 500 нм. Ответ записать в см.

§ 12. Квантовая физика

402. Чему равна энергия фотона, если длина световой волны 700 нм?

403. В электронном микроскопе электроны ускоряются разностью потенциалов 15 кВ. Длина волны электрона, которую необходимо использовать при расчете дифракционной картины, равна...

404. На основании рисунка 269, на котором изображен график зависимости максимальной кинетической энергии фотоэлектронов от энергии падающих фотонов, определите, в каком случае материал катода имеет меньшую работу выхода.

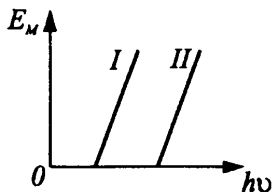


Рис. 269.

405. Определите длину волны лучей, кванты которых имеют такую же энергию, что и электрон, пролетевший разность потенциалов 4,1 В.

406. Если на зеркальную поверхность перпендикулярно к ней падает свет с частотой 10^{15} Гц и полностью отражается от нее, то чему равен импульс, переданный поверхности при отражении одного фотона?

§ 13. Атом и атомное ядро

407. На рисунке 270 представлена схема энергетических уровней атома водорода. Какой цифрой обозначен переход с излучением фотона, имеющего максимальный импульс?

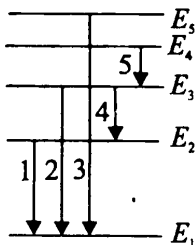


Рис. 270.

408. Сколько возможных квантов с различной энергией может испустить атом водорода, если его электрон находится на третьей орбите?

409. В теории Бора у атома водорода радиус n -й круговой орбиты электрона выражается через радиус первой орбиты формулой $r_n = r_1 \cdot n^2$. Определите, как изменится кинетическая энергия электрона при переходе со второй орбиты на первую.

410. Какую минимальную скорость должны иметь электроны, чтобы ударом перевести атом водорода из первого состояния в пятое?

411. Определите частоту двух одинаковых γ -квантов, родившихся при аннигиляции протона и антипротона (массы протона и антипротона равны).

412. Ядро тория ${}_{90}^{230}\text{Th}$ превратилось в ядро радия ${}_{88}^{226}\text{Ra}$. Какую частицу испустило при этом ядро тория?

413. При аннигиляции электрона и позитрона образовалось 2 одинаковых γ -кванта. Определите длину волны γ -излучения, пренебрегая кинетической энергией частиц до реакции.

Часть С (Высокий уровень)

§ 14. Механика

414. С какой скоростью движутся частицы наиболее плотного кольца Сатурна, если известно, что их период совпадает с периодом вращения Сатурна вокруг своей оси — 10 часов 40 минут? Масса Сатурна $5,7 \cdot 10^{26}$ кг.

415. Падающее без начальной скорости тело проходит за последние 2 секунды своего падения $1/5$ своего пути. Найдите полную высоту падения.

416. Маятник с грузом $0,1$ кг отводят в горизонтальное положение и отпускают. Определите максимальное натяжение нити после того, как маятник зацепится за гвоздь, вбитый на середине длины маятника в точке, направление на которую из точки подвеса составляет угол 45° с вертикалью.

417. В последнюю секунду свободного падения с высоты 45 м тело прошло путь в n раз больший, чем в предыдущую. Найдите n , если начальная скорость тела была равна нулю.

418. Электровоз массой $m = 300$ т движется вниз по горе со скоростью $v = 36$ км/ч. Уклон горы $0,01$, сила сопротивления движению составляет 3% от его веса. Какой величины ток протекает через мотор электровоза, если напряжение в сети $U = 3000$ В и КПД электровоза $\eta = 80\%$?

419. На одном конце тележки длиной 3 м стоит человек массой 50 кг. Масса тележки 50 кг. На какое расстояние относительно пола передвинется тележка, если человек перейдет с постоянной скоростью на другой ее конец (массой колёс и трением пренебречь)?

420. Два бруска массой $m = 3$ кг каждый, лежащие на горизонтальной поверхности, соединены недеформированной пружиной с жёсткостью $k = 10^{-4}$ Н/см. Коэффициент трения между брусками и поверхностью $0,2$. Какую минимальную начальную скорость v_0 нужно сообщить одному из брусков вдоль пружины, чтобы он, растянув пружину, смог сдвинуть второй брусок?

421. Небольшое тело скользит по наклонной плоскости, угол наклона которой равен 30° , с высоты 1 м и продолжает движение по горизонтальной плоскости. Коэффициент трения между телом и плоскостями (наклонной и горизонтальной) равен $0,2$. Какое расстояние S пройдет тело по горизонтальной плоскости?

422. Два абсолютно одинаковых шарика массой m нагреваются в неодинаковых условиях: один подвешен на непроводящей тепло нити, другой лежит на непроводящей тепло подставке (см. рис. 271).

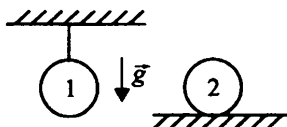


Рис. 271.

Сначала оба шарика имели одинаковую температуру t_0 . Затем им сообщили одинаковое количество теплоты Q . При этом первый шарик нагрелся на Δt_1 , а второй — на Δt_2 . Определите удельную теплоёмкость материала, из которого изготовлены шарики, считая изменения температуры Δt малыми.

423. Вертикально установленная U-образная трубка частично заполнена ртутью. Найдите период малых колебаний столба ртути в трубке, если площадь ее поперечного сечения $S = 0,3 \text{ см}^2$, а масса ртути $m = 484 \text{ г}$. Плотность ртути $\rho = 13,6 \text{ г/см}^3$. Возможными потерями энергии колебаний пренебречь.

§ 15. Молекулярная физика

424. Шар наполнен гелием при атмосферном давлении 10^5 Па . Определите массу одного квадратного метра его оболочки, если шар поднимает сам себя при радиусе $2,7 \text{ м}$. Температура гелия и окружающего воздуха одинакова и равна 0°C .

425. В горизонтально расположенном сосуде, разделенном подвижной перегородкой на две части, содержится некоторое количество идеального газа. Каждая из частей сосуда поддерживается при постоянной температуре, причем абсолютная температура в правой части в 3 раза больше. При этом первоначальный объем правой части в два раза больше объема левой части. Во сколько раз увеличится объем правой части, если газ из правой части сосуда переместить в левую часть, а из левой — в правую часть?

426. Теплоизолированный сосуд объемом 2 м^3 разделен перегородкой на две равные части. В одной части сосуда находится гелий массой 1 кг , а в другой — аргон массой 1 кг . Средняя квадратичная скорость атомов аргона равна средней квадратичной скорости атомов гелия и составляет 500 м/с . Определите парциальное давление гелия после удаления перегородки.

427. В медный калориметр теплоёмкостью 78 Дж/К , содержащий 200 г воды, опустили кусок льда, имевший температуру 0°C . Начальная температура калориметра с водой 35°C . В момент теплового равновесия температура воды и калориметра 5°C . Рассчитайте массу льда. Потерями энергии калориметром можно пренебречь.

428. Нагреватель электрического чайника состоит из двух нагревательных элементов. При включении одного из них вода закипит через 10 минут , другого — через 15 мин . Через сколько времени закипит вода при включении элементов параллельно друг другу? Считать, что потерь энергии в окружающее пространство нет. Масса воды и её температура в начале нагрева во всех случаях одинаковы.

429. С какой скоростью влетает метеорит в атмосферу Земли, если при этом он нагревается, плавится и превращается в пар? Метеоритное вещество состоит из железа. Начальная температура метеорита $T_1 = 273$ К. Температура плавления железа $t_{пл} = 1535^\circ\text{C}$, температура кипения $t_k = 3050^\circ\text{C}$, парообразование происходит при температуре кипения.

430. В сосуде находится одноатомный идеальный газ, молярная масса которого $0,004$ кг/моль. Вначале давление в сосуде было равно $4 \cdot 10^5$ Па при температуре 400 К. После охлаждения газа давление понизилось до $2 \cdot 10^5$ Па. Какова масса газа, если отданное им количество теплоты $7,5$ Дж?

431. Гелий в количестве 1 моль совершает цикл, изображенный на pV -диаграмме (см. рис. 272). Участок $1 - 2$ — адиабата, $2 - 3$ — изотерма, $3 - 1$ — изобара. Работа, совершенная газом за цикл, равна A . На участке $2 - 3$ газ отдает количество теплоты Q . Какова разность температур гелия в состояниях 1 и 2 ?

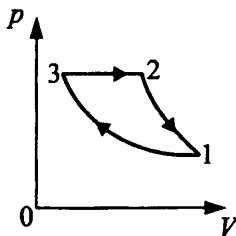


Рис. 272.

§ 16. Основы электродинамики

432. По гладкой закрепленной изолирующей наклонной плоскости, составляющей угол 30° с горизонтом, соскальзывает без начальной скорости с высоты $h = 1$ м небольшое тело массой $m = 423$ г с зарядом $q = -1,49 \cdot 10^{-5}$ Кл. В точке пересечения вертикали, проведенной через начальное положение тела, с основанием плоскости находится заряд q . Определите скорость тела у основания наклонной плоскости. Сопротивлением воздуха и трением пренебречь.

433. Полный металлический шарик массой 2 г имеет положительный заряд 108 Кл. Он подвешен на шёлковой нити в однородном электрическом поле напряжённостью 10^6 В/м, направленном вертикально вниз. Шарик совершает малые колебания, проходя 13 полных колебаний за 15 с. Какова длина нити?

434. Какую работу необходимо совершить, чтобы три одинаковых точечных положительных заряда q , находящихся в вакууме на расстоянии r друг от друга вдоль одной прямой, расположить в вершинах равностороннего треугольника со стороной $r/2$?

435. Тонкое закрепленное кольцо радиусом R равномерно заряжено так, что на единицу длины кольца приходится заряд $+q$. В вакууме на оси кольца на расстоянии l от центра кольца помещен маленький шарик с зарядом $+Q$. Какую максимальную кинетическую энергию приобретет шарик, если его освободить?

436. В однородном электрическом поле, образованном параллельными вертикальными разноименно заряженными пластинами, находится шарик массой 1 г и зарядом 2 мкКл посередине между ними. Пластины находятся на расстоянии 9 см друг от друга, напряжённость созданного ими поля 10 кВ/м . Шарик освобождают, и он приходит в движение. Какую скорость будет иметь шарик в момент касания одной из пластин?

437. К полюсам батареи, состоящей из двух источников с ЭДС 75 В и внутренним сопротивлением 4 Ом , подведены две параллельные медные шины сопротивлением 10 Ом каждая. К концам шин и к их серединам подключены две лампочки сопротивлением по 20 Ом каждая, как показано на рисунке 273. Определите силу тока, протекающего через вторую лампочку.

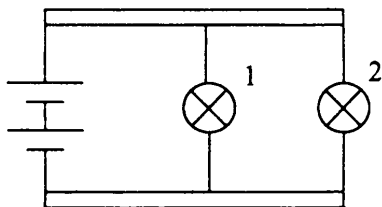


Рис. 273.

438. Электрический чайник имеет две обмотки. При включении одной из них вода в чайнике закипает через $t_1 = 15\text{ мин}$, при включении другой — через $t_2 = 30\text{ мин}$. Через сколько времени закипает вода в чайнике при включении обеих обмоток последовательно (теплоотдачей в окружающую среду пренебречь)?

439. К источнику постоянного тока с внутренним сопротивлением 2 Ом подключен резистор сопротивлением 6 Ом . Напряжение на полюсах источника равно 12 В . Какое количество теплоты выделяется во всей цепи в единицу времени?

440. Неоновая лампочка включена на 10 мин в сеть переменного синусоидального напряжения с эффективным значением напряжения 120 В и частотой 50 Гц. Найдите время горения лампочки, если она зажигается и гаснет при напряжении 120 В.

§ 17. Оптика

441. Расстояние между предметом и экраном $L = 0,75$ м. Линза, помещенная между ними, дает четкое изображение при двух ее положениях: один раз — уменьшенное, другой раз — увеличенное. Увеличенное изображение предмета больше самого предмета в $\Gamma = 2$ раза. Чему равна оптическая сила линзы?

442. Плоское зеркало, расположенное в вертикальной плоскости, может вращаться вокруг горизонтальной оси. На расстоянии R от оси находится светящаяся точка A . Какое расстояние будет между изображением точки и изображением, которое образуется после поворота зеркала на угол α ?

443. На поверхности воды плавает надувной плот шириной 4 м и длиной 6 м. Небо затянуто сплошным облачным покровом, полностью рассеивающим солнечный свет. На какой максимальной глубине под плотом должна находиться маленькая рыбка, чтобы её не могли увидеть плавающие вокруг плота хищники? Глубиной погружения плота, рассеиванием света водой и его отражением от дна водоема пренебречь. Показатель преломления воды относительно воздуха принять равным $4/3$.

444. Фокусное расстояние собирающей линзы $F = 5$ см. Точечный источник света находится на оси линзы на расстоянии $d = 6$ см от нее. Линзу разрезали по диаметру на две равные части, которые раздвинули на расстояние $h = 1$ см симметрично относительно оптической оси. Найдите расстояние H между двумя изображениями точки.

445. Линза, фокусное расстояние которой 20 см, дает на экране изображение предмета с четырехкратным увеличением. Экран подвинули к линзе вдоль ее главной оптической оси на расстояние l . Затем, чтобы изображение снова стало резким, передвинули предмет на расстояние 5 см. На сколько см передвинули экран относительно его первоначального положения?

446. Предмет в виде отрезка длиной 6 см расположен вдоль главной оптической оси собирающей линзы с фокусным расстоянием 10 см. Середина отрезка расположена на расстоянии 15 см от линзы. Определите продольное увеличение предмета.

447. На каком расстоянии друг от друга следует расположить две линзы: рассеивающую с фокусным расстоянием -4 см и собирающую с фокусным расстоянием 9 см, чтобы пучок лучей, параллельных оптической оси линзы, пройдя через обе линзы, остался бы параллельным?

448. Круглый бассейн радиусом 5 м залит до краев водой. Над центром бассейна на высоте 3 м от поверхности воды висит лампа. На какое расстояние от края бассейна может отойти человек ростом $1,8$ м, чтобы всё ещё видеть отражение лампы в воде?

449. На дне водоема глубиной 2 м лежит зеркало. Луч света, пройдя через воду, отражается от зеркала и выходит из воды. Показатель преломления воды равен $1,33$. Найдите расстояние между точкой входа луча в воду и точкой выхода луча из воды, если угол падения луча равен 30° .

450. Между краями двух хорошо отшлифованных тонких плоских стеклянных пластинок помещена тонкая проволочка, противоположные концы пластинок плотно прижаты друг к другу (см. рис. 274). Расстояние от проволочки до линии соприкосновения пластинок равно 20 см. На верхнюю пластинку нормально к ее поверхности падает монохроматический пучок света длиной волны 600 нм. Определите диаметр проволочки, если на 1 см длины клина уместается 10 интерференционных полос.

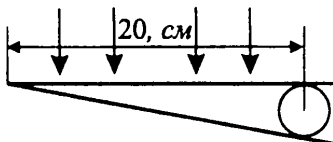


Рис. 274.

§ 18. Квантовая физика

451. Электромагнитное излучение с длиной волны $3,3 \cdot 10^{-7}$ м используется для нагревания воды массой 1 кг. Сколько фотонов излучает источник за одну секунду, если за время 700 с вода нагревается на 10°C ? Считаем, что излучение полностью поглощается водой.

452. Фотокатод, работа выхода из которого $A = 4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж, освещается светом с частотой ν . Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле с индукцией $B = 4 \cdot 10^{-4}$ Тл перпендикулярно линиям магнитной индукции этого поля и движутся по окружности радиусом $R = 10$ мм. Чему равна частота ν падающего света?

453. В вакууме находятся два покрытых кальцием электрода, к которым подключен конденсатор ёмкостью $C = 8000$ пФ. При длительном освещении катода светом с частотой $\nu = 1015$ Гц фототок, возникающий вначале, прекращается. Работа выхода электронов из кальция $A = 4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж. Какой заряд q при этом оказывается на обкладках конденсатора?

454. Для определения постоянной Планка был проведен эксперимент. Потенциометром можно было регулировать запирающее напряжение. При освещении фотоэлемента красным светом с частотой $\nu_1 = 390$ ТГц запирающее напряжение $U_{31} = 0,5$ В, а при освещении фиолетовым светом с частотой $\nu_2 = 750$ ТГц запирающее напряжение $U_{32} = 2$ В. Какое значение постоянной Планка было получено?

455. Для увеличения яркости изображения слабых источников света используется вакуумный прибор — электронно-оптический преобразователь. В этом приборе фотоны, падающие на катод, выбивают из него фотоэлектроны, которые ускоряются разностью потенциалов ΔU и бомбардируют флуоресцирующий экран, рождающий вспышку света при попадании каждого электрона. Длина волны падающего на катод света $\lambda_1 = 820$ нм, а для света, излучаемого экраном, $\lambda_2 = 410$ нм. Каково значение ΔU , если число фотонов на выходе прибора в $N = 500$ раз больше числа фотонов, падающих на катод? Считать, что один фотоэлектрон рождается при падении на катод в среднем 10 фотонов. Работу выхода электронов A принять равной 1 эВ. Считать, что энергия электронов переходит в энергию света без потерь.

456. Источник монохроматического света испускает каждую секунду $2 \cdot 10^{20}$ фотонов, вызывающих фотоэффект на металлической пластине с работой выхода электронов $1,6 \cdot 10^{-19}$ Дж. При длительном освещении пластина заряжается до потенциала 0,9 В. Найдите мощность источника света.

§ 19. Атом и атомное ядро

457. Препарат массой 1 г, содержащий радий, за 1 с испускает $3,7 \cdot 10^{10}$ альфа-частиц, обладающих скоростью 15 Мм/с. Чему равна масса образца с такой же концентрацией радия, в котором за полчаса выделяется энергия 500 Дж? Энергией отдачи ядер и релятивистскими эффектами пренебречь.

458. В соответствии с теорией Бора произведение импульса электрона на радиус стационарной орбиты (момент импульса) квантуется

$mvr = (h/2)\pi n$, где $n = 1, 2, 3, \dots$. Оцените энергию электрона в атоме водорода на первой стационарной орбите.

459. В боровской теории атома водорода частота излучения при переходе электрона с одной стационарной орбиты на другую описывается соотношением

$$\nu = \frac{k^2 m e^4 16 \pi^2}{h^3} \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{n'^2} \right).$$

Здесь k — коэффициент пропорциональности в законе Кулона, m — масса электрона, e — его заряд, h — постоянная Планка, n и n' — номера стационарных орбит. Какая минимальная длина волны наблюдается при излучении серии Бальмера?

460. Препарат активностью $N = 3,4 \cdot 10^{11}$ частиц в секунду помещен в калориметр, заполненный водой при $T_0 = 293$ К. Какую массу воды можно довести до кипения за время $t = 3$ ч, если известно, что данный препарат испускает α -частицы энергией $\epsilon = 5,3$ МэВ, причем энергия всех α -частиц полностью поглощается водой? Теплоёмкостью препарата, калориметра и теплообменом с окружающей средой пренебречь. Изменением активности препарата также пренебречь.

461. Радиоактивный изотоп калия ${}_{19}^{40}\text{K}$ в результате β -распада превращается в изотоп кальция ${}_{20}^{40}\text{Ca}$. Период полураспада изотопа калия ${}_{19}^{40}\text{K}$ равен 1,24 млрд лет. Какое относительное количество ядер калия (в процентах) превратилось в ядра кальция за время существования Земли (равном примерно 6,5 млрд лет)?

462. Предполагая, что нуклоны плотно упакованы в ядре с массовым числом A , можно оценить радиус ядра R :

$$R = r_0 A^{1/3},$$

где $r_0 = 1,2$ фм (1 фм = 10^{-15} м). Оцените радиус атома серебра ${}_{47}^{108}\text{Ag}$.

463. π^0 -мезон распадается на два γ -кванта. Частота одного из образовавшихся γ -квантов в системе отсчета, где первичный π^0 -мезон покоится, $\nu = 1,64 \cdot 10^{22}$ Гц. Найдите массу π^0 -мезона.

Ответы к сборнику задач

1. $t = 10$ с, $s = 30$ м. 2. нет. 3. 22 м. 4. 8 м. 5. $x = -10$ м. 6. по направлению з. 7. 50 м. 8. $4v$. 9. может, если он движется вниз по эскалатору со скоростью 1 м/с. 10. 7,5 с. 11. 7 м/с. 12. 21 м/с. 13. 48 км/час. 14. $v_1 = \sqrt{v^2 - u^2}$. 15. 90 см. 16. на 10 м/с. 17. 25 м/с. 18. $v = 0$. 19. 15 м/с. 20. 2 с. 21. 50 с. 22. 48 км/ч. 23. 33,9 м/с. 24. горизонтально. 25. по направлению з. 26. 60 мН. 27. 0,3. 28. 200 Н. 29. 0,2 м/с².
30. 0 м/с². 31. $\frac{m_1}{m_2} = 0,25$. 32. 1,2 Н. 33. гири больше. 34. на 9 см.
35. 50 Н. 36. 20 Н. 37. по горизонтали больше в 1,15. 38. 0,15. 39. 20 м/с. 40. 0,77. 41. равноускоренно с ускорением 2 м/с². 42. 20 кН. 43. одинаковы. 44. 74160 Н. 45. 2500 Па. 46. 7 м/с². 47. $S_n = S_p$. 48. 60 см. 49. 100 Н/м. 50. 10 м/с. 51. сила тяжести компенсирует силу сопротивления воздуха и силу Архимеда. 52. уменьшится в 4 раза. 53. 10 м/с. 54. 4 Н. 55. 20 Н. 56. $mg \sin \alpha$. 57. 28 Н. 58. 10 Н. 59. 50 Н. 60. 60 Н. 61. $a_n = a_{гр} = 2$. 62. они равны. 63. уменьшится в 16 раз. 64. $3/4F$.
65. 2. 66. $mv\sqrt{2}$. 67. 120 Дж. 68. 2,5 Дж. 69. $16 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$. 70. 100 Дж.
71. 40 кВт. 72. $k = \frac{2mgh}{x^2}$. 73. $10 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$. 74. 3,5 м/с. 75. $0 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$. 76. mv^2 .
77. $mv\sqrt{2}$. 78. $15 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$. 79. $10 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$. 80. 1 м. 81. 1,9 м. 82. 250 Дж.
83. 0,24 м/с. 84. 400 м/с. 85. 400 Вт. 86. $0,08 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$. 87. уменьшится в 9 раз. 88. увеличится в $\sqrt{2}$ раз. 89. 1 с. 90. 4 кг. 91. 150 Н/м. 92. 0,64 кг. 93. увеличится в 2 раза. 94. 0,375 м/с. 95. 2,4 м/с. 96. $\frac{3}{2}\pi$. 97. 250 Гц. 98. 0,25 Гц. 99. 0,4 м. 100. увеличится в 2 раза. 101. 0,25 Гц. 102. 10 Дж. 103. 2 с. 104. уменьшится в 2 раза. 105. 9,87 м/с². 106. 3. 107. 1. 108. 288 Дж. 109. равномерно вверх. 110. сила одинакова. 111. всё время вертикально вниз. 112. работа равна нулю. 113. 20 м. 114. 8 м. 115. $\mu mg \cos \alpha$. 1. 117. 10 м/с. 118. в газообразном. 119. в твердом. 120. $n = \frac{\rho N_A}{M}$. 121. диффузия. 122. в сосуде с гелием. 123. в кристаллическом. 124. $m_0 = 3 \cdot 10^{-26}$ кг. 125. 300 моль. 126. непрерывно движутся. 127. возросло в 4 раза. 128. конвекция и диффузия.

129. газообразному. 130. $v_{H_2} = 16v_{O_2}$. 131. $\frac{m_{Ar}}{m_{N_2}} = 1,4$ 132. жидкое.
133. в газообразном. 134. температурой. 135. в точке 3. 136. в точке 3. 137. в точке 1. 138. увеличился. 139. не изменяется. 140. увеличится в 2 раза. 141. увеличилась в 4 раза. 142. $V_2 = V_1/6$. 143. Г и Б. 144. 4.
145. 232,2 кг. 146. А. 147. $c = \frac{Q}{m \cdot \Delta t}$. 148. 9 Дж. 149. 1. 150. 12450 Дж.
151. 3 кДж. 152. $2p_0V_0$. 153. газ охлаждается. 154. $1,5p_1$. 155. 3 и 4. 156. $\Delta U = Q + A$. 157. 82 кДж/кг. 158. Q/m . 159. 100 кДж. 160. поглощается. 161. в изотермическом. 162. 1,2 кДж. 163. изохорным. 164. увеличивается. 165. 400 Дж. 166. 400 К. 167. 23%. 168. 80%. 169. 400 К. 170. 57%. 171. 2,32 Па. 172. вследствие конвекции. 173. не существует шарообразных элементарных ячеек. 174. 10^3 м/с. 175. 1,4 кПа. 176. кинетической и потенциальной энергии его молекул. 177. 17 МДж. 178. при передаче ему некоторого количества теплоты и совершении над ним работы. 179. 37,5 Дж. 180. 16Т. 181. $5,65 \cdot 10^{-21}$ Дж. 182. $\frac{r}{\sqrt{\epsilon}}$.
183. на заряд электрона. 184. не изменилась. 185. 4. 186. -3,6 кВ. 187. увеличится в 32 раза. 188. 4 мкс. 189. $mg = F_3 + T$. 190. $-4q$. 191. $4 \cdot 10^{42}$. 192. увеличить в 2 раза. 193. В. 194. увеличится в $\sqrt{2}$ раз. 195. 10^{-15} Кл. 196. влево. 197. Б. 198. 120 Н. 199. 2 МВ/м. 200. увеличится в 2 раза. 201. U/ϵ . 202. Б — положительный, А — отрицательный. 203. вторая лампочка больше в 1,5 раза. 204. 44 Ом. 205. 2,5R. 206. 11 А. 207. 20 Ом. 208. 4,5 А. 209. 5 А. 210. уменьшится в 4 раза. 211. 1 : 3. 212. 5 Ом. 213. 1 с. 214. 1,5 Ом. 215. 1 А. 216. увеличить в 2 раза напряжение. 217. 27 Вт. 218. 10 кВ. 219. 1 : 2. 220. 1 : 2 : 3. 221. 12 В. 222. $0,36 \text{ мм}^2$. 223. ионы и электроны. 224. увеличится в 1,5 раза. 225. 50 Кл. 226. 320 нН. 227. 10^5 м/с. 228. вертикально вниз.
229. $R = \frac{mV}{qB}$. 230. $\frac{F_p}{F_t} = \infty$. 231. от наблюдателя. 232. 1/4. 233. вверх.
234. 6 мВ. 235. 5 м/с. 236. 1 – 3 с. 237. кольцо оттолкнется. 238. вправо. 239. 2 Н. 240. 50,2 мТл. 241. 0,05 В. 242. 5 мГн. 243. 0,05 мВ. 244. 0 Дж. 245. 12 В. 246. 12,56 мс. 247. $T/4$. 248. $I = -\pi \cdot 10^{-2} \sin 10^4 \pi t$. 249. уменьшится в 2 раза. 250. уменьшится в 2 раза. 251. увеличилась в 2 раза. 252. также 3 : 4. 253. 60 В. 254. 25,6 А. 255. 2 А. 256. В и Г. 257. 20 В. 258. 5 Н. 259. 20 А. 260. увеличился в 2 раза. 261. $2,25 \cdot 10^8$ м/с.
262. $v = c \cdot \frac{\sin \beta}{\sin \alpha}$. 263. уменьшается в 1,2 раза. 264. $56,3^\circ$. 265. солнечное затмение. 266. никакой. 267. 40° . 268. 3. 269. 4. 270. 40 см. 271. 20 см.

272. в воде. 273. в рассеивающей линзе действительного изображения нет. 274. за двойным фокусом. 275. А. 276. $\pi/2$. 277. 24 см. 278. свет меньше отражается. 279. поляризация. 280. расстояние между пятнами увеличится. 281. поперечной. 282. 30° . 283. отклонение от прямолинейности в распространении световых волн. 284. увеличивается. 285. имеющие одинаковую длину волны, сдвиг по фазе которых со временем не изменяется. 286. одинаково. 287. скорости света. 288. 938 МэВ. 289. пучок быстрых частиц на 6,7 с раньше. 290. 0,78 с. 291. солнечный зайчик на отдаленной стене относительно нее. 292. утверждение Б. 293. 100 м. 294. не имеет массы покоя; движется со скоростью света в вакууме. 295. фотоэффект; давление света. 296. в красном диапазоне. 297. $1,1 \cdot 10^{-27} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$.
298. $2,23 \cdot 10^{-10}$ м. 299. у красного в 2 раза больше. 300. 3. 301. в 2 раза меньше. 302. фотоэффект не происходит. 303. 660 нм. 304. 2,4 В. 305. $1,25 \cdot 10^{15}$ Гц. 306. в первом случае. 307. нет. 308. 250. 309. 15 с. 310. с уровня E_1 на уровень E_2 . 311. увеличится в 9 раз. 312. любой большей или равной $2 \cdot 10^{-18}$ Дж. 313. $Z = 92$; $A = 234$. 314. $7,5 \cdot 10^8$. 315. 17. 316. 4,4 эВ. 317. γ -излучение. 318. γ -излучение. 319. $2,8 \cdot 10^{-12}$ Дж. 320. α -частицы. 321. 4 месяца. 322. в газообразном при высокой температуре. 323. 54 кДж. 324. 4,8 Н. 325. $P = m(g + a)$. 326. 2 Дж. 327. 0,8 м/с; 2 Гц. 328. 9 Н. 329. 24 см/с. 330. 45 м. 331. 7. 332. 0,31 Н. 333. $9,6 \text{ м/с}^2$. 334. 100 м. 335. 15 м/с^2 . 336. 5 см. 337. $9,7 \cdot 10^3$. 338. 850 кг/м³. 339. 0,2 Н. 340. 8 Н. 341. 25 м. 342. 3 А. 343. 45° . 344. уменьшилась в 1,44 раза. 345. 0,6 м. 346. 0,2 кг. 347. 3,1 Дж. 348. 60 с. 349. 2 с. 350. 86,6 Дж. 351. 7 см. 352. на $1,8 \text{ м/с}^2$. 353. 6623 Дж. 354. в $2,5 \cdot 10^{-10}$ раз. 355. 3%. 356. 8,2 кг. 357. 280 К. 358. 700 Дж.
359. 650 Дж. 360. $A = \frac{n-1}{n} \nu RT$. 361. 386 К. 362. 7,5 К. 363. 105 г.
364. $420 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{град}}$. 365. 51 кДж. 366. 1300 кДж. 367. 12%. 368. 60 мин.
369. 70%. 370. 3 мкКл. 371. 54 В/м. 372. 4 мкКл. 373. 60 нН. 374. 14 мКл.
375. 7,5 мм. 376. 0,08 м. 377. $\sqrt{2 \left(gh + \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 hm} \left(1 - \frac{1}{\text{ctg } \alpha} \right) \right)}$. 378. 10.
379. 2. 380. 7 кДж. 381. 9 Вт. 382. 4 мкФ. 383. 100 В. 384. увеличится в 2 раза. 385. 4 мкКл. 386. 1000 В. 387. 9,5 А. 388. $2 \cdot 10^{-12}$ Дж. 389. 1/2. 390. 36 см. 391. -10 дптр. 392. 4,8 см. 393. 80 см. 394. 3 см/с. 395. 1. 396. 20 см. 397. 10^{-7} м. 398. 30 мкм. 399. 4. 400. 3 мм. 401. 25 см.

402. 1,75 эВ. 403. 10^{-8} м. 404. I. 405. $3 \cdot 10^{-7}$. 406. $4,4 \cdot 10^{-14} \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{С}}$.
407. 3. 408. 3. 409. увеличится в 4 раза. 410. $2,15 \cdot 10^6$ м/с. 411. $2,2 \cdot 10^{23}$.
412. α -частицу. 413. 2,4 пм. 414. 36 830 м/с. 415. 5,85 м. 416. 1,29 Н.
417. 1,67. 418. 250 А. 419. 1,5 м. 420. 60 м/с. 421. 3,3 м.
422. $C = \frac{Q}{2m} \left(\frac{1}{\Delta t_1} + \frac{1}{\Delta t_2} \right)$. 423. 1,53 с. 424. 1 кг/м². 425. в 27/22 раза.
426. $7,6 \cdot 10^4$ Па. 427. 76 г. 428. 6 мин. 429. 2,2 км/с. 430. $\approx 0,012$ кг.
431. $\frac{2A+Q}{5 \nu R}$. 432. 4 м/с. 433. 0,5 м. 434. $\frac{7q^2k}{2r}$. 435. $\frac{2\pi kqQR}{(R^2+l^2)^{1/2}}$.
436. 1,5 м/с. 437. 2 А. 438. 45 мин. 439. 32 Вт. 440. 300 с. 441. 6 дптр.
442. $2R \sin \alpha$. 443. $\approx 1,76$ м. 444. 6 см. 445. на 40 см. 446. 6,25.
447. 5 см. 448. 3 м. 449. 1,62 м. 450. 0,06 мм. 451. 10^{20} . 452. $4 \cdot 10^{12}$ Гц.
453. $1,1 \cdot 10^{-8}$ Кл. 454. $6,7 \cdot 10^{-34}$ Дж · с. 455. 15 Кв. 456. 60,8 Вт.
457. 10,3 г. 458. -13,6 эВ. 459. 367 нм. 460. 9,3 г. 461. 29%. 462. 5,71 фм.
463. $2,4 \cdot 10^{-28}$ кг.

Готовимся к ЕГЭ

Учебное издание

**Монастырский Лев Михайлович, Богатин Александр Соломонович,
Богатина Валентина Николаевна, Горбачев Александр Викторович,
Дремов Александр Петрович, Игнатова Юлия Александровна,
Колесник Дмитрий Васильевич, Крыштоп Виктор Геннадьевич,
Нечепуренко Марина Викторовна, Цветянский Александр Леонидович**

**ФИЗИКА
ПОДГОТОВКА К ЕГЭ-2013**

Под редакцией *Л. М. Монастырского*

Налоговая льгота: издание соответствует коду 95 3000 ОК 005-93 (ОКП)

Обложка *В. Кириченко*

Компьютерная верстка *Г. Безуглова*

Корректор *Н. Пимонова*

Подписано в печать с оригинал-макета 18.07.2012.

Формат 60x84¹/₁₆. Бумага типографская.

Гарнитура Таймс. Печать офсетная. Усл. печ. л. 18,6.

Доп. тираж 10 000. Заказ № 260

Издательство ООО «Легион» включено в перечень организаций, осуществляющих издание учебных пособий, которые допускаются к использованию в образовательном процессе в имеющих государственную аккредитацию и реализующих образовательные программы общего образования образовательных учреждениях. Приказ Минобрнауки России № 729 от 14.12.2009, зарегистрирован в Минюст России 15.01.2010 № 15987.

ООО «ЛЕГИОН»

Для писем: 344000, г. Ростов-на-Дону, а/я 550.

Адрес редакции: 344011, г. Ростов-на-Дону, пер. Доломановский, 55.

www.legionr.ru e-mail: legionrus@legionrus.com

Отпечатано в соответствии с качеством предоставленных диапозитивов
в ЗАО «Полиграфобъединение», 347900, г. Таганрог, ул. Лесная биржа, 6 В.