

Под редакцией Л.М. Монастырского

ЕГЭ-2018

ФИЗИКА

30 ТРЕНИРОВОЧНЫХ ВАРИАНТОВ

- ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ
- ВАРИАНТ С ПОДРОБНЫМИ РЕШЕНИЯМИ
- ОТВЕТЫ КО ВСЕМ ЗАДАНИЯМ

ПО НОВОЙ
ДЕМОВЕРСИИ
2018



ЛЕГИОН

Под редакцией Л. М. Монастырского

ФИЗИКА

ПОДГОТОВКА К ЕГЭ–2018

**30 тренировочных вариантов
по демоверсии 2018 года**

Учебно–методическое пособие



ЛЕГИОН
Ростов-на-Дону
2017

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

Рецензенты:

А. Л. Цветянский, доктор физико-математических наук, профессор кафедры общей физики физического факультета ЮФУ;
В. А. Шевцов, преподаватель физики.

Авторский коллектив:

Монастырский Л.М., Богатин А.С., Атаманченко А.К.,
Безуглова Г.С., Игнатова Ю.А., Матюшкина Л.В.,
Россинская С.А., Якунина О.Б.

**Физика. Подготовка к ЕГЭ-2018. 30 тренировочных вариантов
Ф50 по демоверсии 2018 года** : учебно-методическое пособие / под ред.
Л.М. Монастырского. — Ростов-на-Дону: Легион, 2017. — 416 с.
— (ЕГЭ).

ISBN 978-5-9966-0977-2

Новое учебно-методическое пособие предназначено для подготовки к ЕГЭ по физике.

Книга содержит весь необходимый материал для подготовки к экзамену:

- 30 новых тренировочных вариантов, составленных в соответствии с проектами спецификации и демоверсии ЕГЭ 2018 года, опубликованными 21.08.2017 (включено новое задание №24 по астрофизике);

- развёрнутое решение с комментариями к одному варианту;
- краткий теоретический материал;
- ответы по всем заданиям.

Работая с этой книгой, выпускники приобретут осознанные навыки выполнения всех заданий ЕГЭ — от базовых до самых сложных. Учителя смогут использовать пособие как в процессе подготовки школьников к ЕГЭ, так и для организации повторения материала, текущего контроля.

Книга адресована учащимся 11-х классов, учителям, методистам.

Оглавление

От авторов	5
Требования к уровню подготовки по физике выпускников средних общеобразовательных учебных заведений, проверяемому на ЕГЭ	6
Тематика вопросов для проверки уровня знаний учащихся средних общеобразовательных учебных заведений	9
Глава I. Теоретический материал для подготовки к ЕГЭ	13
§ 1. Механика	13
1.1. Основные понятия и законы кинематики	13
1.2. Основные понятия и законы динамики	16
1.3. Основные понятия и законы статики и гидростатики	19
1.4. Законы сохранения	21
1.5. Механические колебания и волны	22
§ 2. Молекулярная физика. Термодинамика	24
2.1. Газовые законы	25
2.2. Элементы термодинамики	26
§ 3. Электродинамика	30
3.1. Основные понятия и законы электростатики	30
3.2. Электроёмкость. Конденсаторы. Энергия электрического поля	32
3.3. Основные понятия и законы постоянного тока	33
3.4. Основные понятия и законы магнитостатики	34
3.5. Основные понятия и законы электромагнитной индукции ..	36
3.6. Электромагнитные колебания и волны	36
§ 4. Оптика	38
4.1. Основные понятия и законы геометрической оптики	38
4.2. Основные понятия и законы волновой оптики	40
§ 5. Основы специальной теории относительности (СТО)	42
§ 6. Квантовая физика	43
6.1. Основные понятия и законы квантовой физики	43
6.2. Основные понятия и законы ядерной физики	44
§ 7. Основные понятия астрофизики	45
§ 8. Методы научного познания и физическая картина мира	49

Краткие справочные данные	52
Глава II. Тренировочные варианты	55
Вариант № 1	57
Решение варианта № 1	68
Вариант № 2	79
Вариант № 3	90
Вариант № 4	101
Вариант № 5	112
Вариант № 6	125
Вариант № 7	137
Вариант № 8	149
Вариант № 9	161
Вариант № 10	173
Вариант № 11	185
Вариант № 12	197
Вариант № 13	208
Вариант № 14	219
Вариант № 15	230
Вариант № 16	240
Вариант № 17	251
Вариант № 18	261
Вариант № 19	272
Вариант № 20	283
Вариант № 21	294
Вариант № 22	305
Вариант № 23	319
Вариант № 24	332
Вариант № 25	345
Вариант № 26	358
Вариант № 27	367
Вариант № 28	377
Вариант № 29	386
Вариант № 30	396
Ответы к тренировочным вариантам	405

Уважаемые выпускники!

Пособие издательства «Легион» предназначено для подготовки к ЕГЭ по физике — одному из самых сложных выпускных экзаменов ГИА. Все варианты составлены в полном соответствии с демоверсией по физике 2018 г. Предложенные задания охватывают все разделы программы по физике за курс средней школы и полностью аналогичны тем, которые встречаются на экзамене. В связи с тем, что в этом учебном году в программу средней школы включена астрономия, мы добавили в нашу книгу теорию к разделу «Основные понятия астрофизики».

В пособии под одной обложкой собран весь материал, необходимый и достаточный для качественной и фундаментальной подготовки к ЕГЭ:

- 30 новых авторских тренировочных вариантов, составленных в полном соответствии с проектами демоверсии и спецификации 2018 года, опубликованными на сайте ФИПИ (www.fipi.ru) 21.08.2017;
- краткий теоретический материал;
- авторский вариант одного варианта экзаменационной работы с подробными решениями и комментариями;
- ответы ко всем заданиям.

Первые шесть вариантов являются парными, что позволяет использовать их для входного тестового контроля в классе при определении начального уровня подготовки выпускников.

Все 30 тренировочных вариантов снабжены ответами, что даст возможность вам заниматься по книге не только с учителем или репетитором, но и самостоятельно.

Если вы добросовестно освоите весь материал пособия и прорешаете наши тренировочные варианты, то в дальнейшем успешно справитесь на ЕГЭ с реальной экзаменационной работой и обязательно получите высокий балл.

Успехов вам и удачи!

Замечания и предложения, касающиеся данной книги, можно присылать на электронный адрес: legionrus@legionrus.com .
--

Требования к уровню подготовки по физике выпускников средних общеобразовательных учебных заведений, проверяемому на ЕГЭ

ЗНАТЬ/ПОНИМАТЬ

смысл физических понятий:

физическое явление, физическая величина, модель, гипотеза, физический закон, теория, принцип, постулат, пространство, время, вещество, взаимодействие, инерциальная система отсчёта, 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 теплоёмкость, влажность воздуха, электрический заряд, сила электрического тока, электрическое напряжение, электрическое сопротивление, работа и мощность электрического тока, напряжённость электрического поля, разность потенциалов, электроёмкость, 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, основ-

ные 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 твёрдых 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 энергетики, 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 даёт возможность объяснять известные явления природы и научные факты, предсказывать ещё не известные 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 даёт возможность объяснять явления природы и научные факты; позволяет предсказывать ещё не известные 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 определённые 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 учётом их погрешностей;

использовать приобретённые 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 отсчёта. 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 отсчёта. 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 твёрдого 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. Напряжённость электрического поля. Потенциал электрического поля. Разность потенциалов. Связь между напряжённостью 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 решётка.

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 из области физики, связанными с жизнедеятельностью человека.

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 отсчёта называют тело отсчёта, связанную с ним систему координат и часы.

Телом отсчёта 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 своём 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 её конечным положением (см. рис. 1).

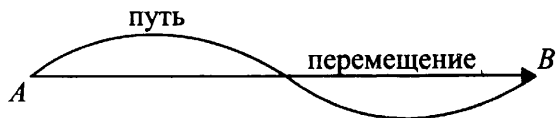


Рис. 1.

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 отсчёта.

Закон сложения скоростей: скорость тела $\vec{v}$ в неподвижной системе отсчёта равна сумме скорости этого тела $\vec{v}_1$ в подвижной системе отсчёта и скорости $\vec{v}_2$ подвижной системы отсчёта 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, проведённой к окружности в той точке, где находится тело (линейная скорость). Описывать положение тела на окружности можно с помощью радиуса, проведённого 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 произошёл, 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 отсчёта, 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 отсчёта* называют системы, в которых выполняется первый закон Ньютона.

Принцип относительности Галилея:

во всех инерциальных системах отсчёта 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 подчёркивает, 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 счёт взаимодействия с третьим телом — Землёй. Сила, с которой копыта упрутся в землю, должна быть

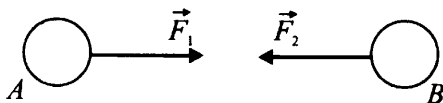


Рис. 2.

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 — жёсткость 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 в данном случае 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 её 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 ещё дальше из положения равновесия, это *неустойчивое положение*; если никаких сил не возникает — *безразличное* (см. рис. 3).

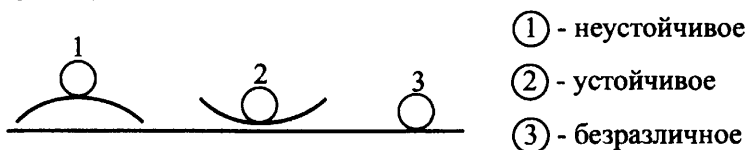


Рис. 3.

Когда речь идёт 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 растёт. 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 удаётся. 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, погружённое 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, погружённое 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; $V_{\text{погр}}$ — объём погружённой 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. $[p] = \text{кг} \cdot \text{м/с}$. Наряду с импульсом тела часто пользуются *импульсом силы*. Это произведение силы на время её 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, совершённая 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 счёт 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 счёт изменения своего положения относительно других тел или за счёт изменения положения частей тела,

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

$$W_{\Pi} = mgh,$$

где h — высота подъёма.

Энергия сжатой пружины:

$$W_{\Pi} = \frac{kx^2}{2},$$

где k — коэффициент жёсткости 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, совершённых 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 её 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 — жёсткость пружины, m — масса груза.

Распространение колебаний в упругих средах.

Среда называется *упругой*, если между её 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 решётки, 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 $M = M_r \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ — 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 объём есть величина постоянная:

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

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

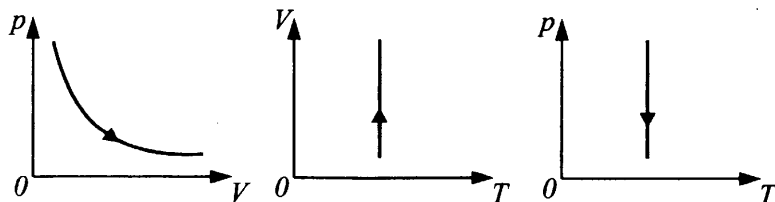


Рис. 4.

Изохорный процесс (закон Шарля):

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

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

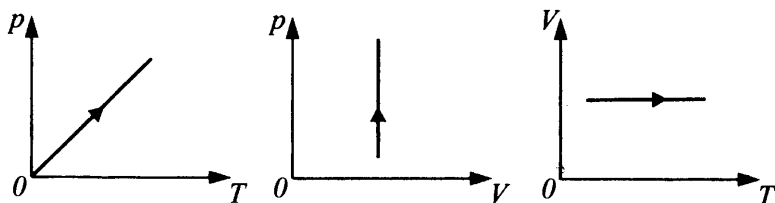


Рис. 5.

Изобарный процесс (закон Гей–Люссака):

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

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

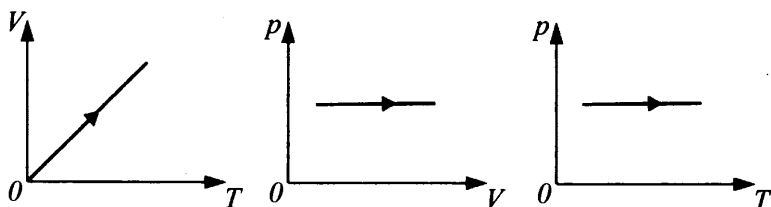


Рис. 6.

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

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

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

Удельная теплоёмкость — это количество теплоты, которое получает или отдаёт 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 объёма:

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

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

изменение внутренней энергии системы при переходе её 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

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

Следовательно, $Q = A$.

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

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

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 $p = \text{const} \Rightarrow \Delta p = 0$.

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 счёт 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 твёрдом или жидком состоянии в пределах одного агрегатного состояния, рассчитывается по формуле

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

где c — удельная теплоёмкость 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

$$Q = rm,$$

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

Для того чтобы превратить часть этой энергии в механическую, чаще всего пользуются тепловыми двигателями. *Кэффициентом 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

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

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 в этом законе

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

В СИ коэффициент k записывается в виде

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

где $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$ (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 «напряжённостью электрического поля» ($\vec{E}$). *Напряжённость электрического поля* равна отношению силы, действующей на пробный заряд, помещённый в некоторую точку поля, к величине этого заряда:

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

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

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

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

Если электрическое поле создаётся не одним, а несколькими зарядами, то для нахождения напряжённости результирующего поля используется принцип суперпозиции электрических полей: напряжённость результирующего поля равна векторной сумме напряжённостей 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: найдём 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 напряжённости электрического поля на какую-нибудь ось и потенциал связаны соотношением

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

3.2. Электроёмкость. Конденсаторы. Энергия электрического поля

Электроёмкостью 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 подсчёта ёмкости 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 ёмкость батареи C равна сумме ёмкостей конденсаторов:

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

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

При последовательном соединении величина, обратная ёмкости батареи, равна сумме обратных ёмкостей, 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 ёмкостям.

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 отно-

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

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

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

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

Это соотношение называют *законом Ома для полной цепи*.

Электрический ток, пробегаая по проводникам, нагревает их, совершая при этом работу

$$A = W = qU = UI t,$$

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

Закон Джоуля-Ленца:

$$W = I^2 R t.$$

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 назовём 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, помещённый в магнитное поле, действует *сила Ампера*.

Закон Ампера:

на отрезок проводника с током силой I и длиной l , помещённый 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 соединённых конденсатора с ёмкостью C и катушки с индуктивностью L (см. рис. 7).

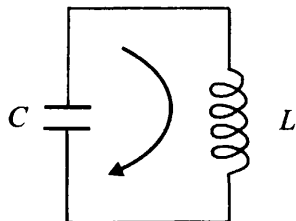


Рис. 7.

Если зарядить конденсатор колебательного контура некоторым зарядом q , то он приобретёт 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 отстаёт 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 отстаёт от напряжения на $\pi/2$ или на четверть периода. Напряжение опережает ток на такой же фазовый угол.

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

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 $K = \frac{N_1}{N_2}$ назовём *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 отражённый, 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.

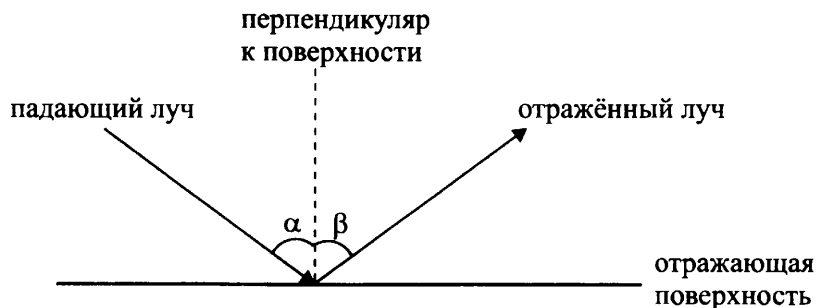


Рис. 8.

Законы преломления света. Показатель преломления.

Первый закон преломления:

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

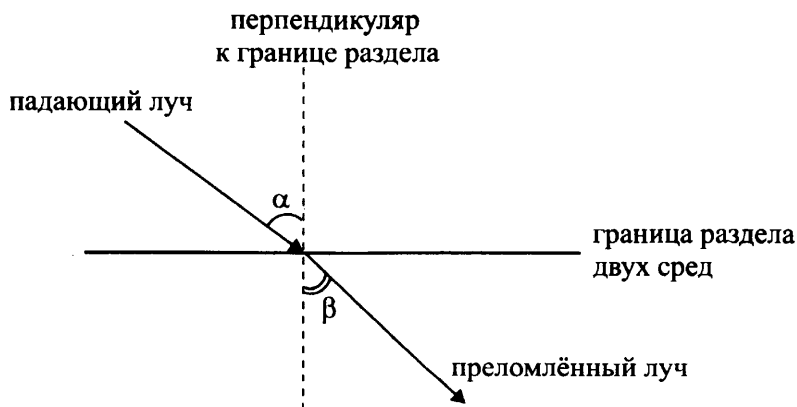


Рис. 9.

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 даёт 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 решётка*. Она представляет собой стеклянную пластинку, на которую на равном расстоянии друг от друга алмазом нанесены штрихи. Расстояние между штрихами — *постоянная решётки* 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).

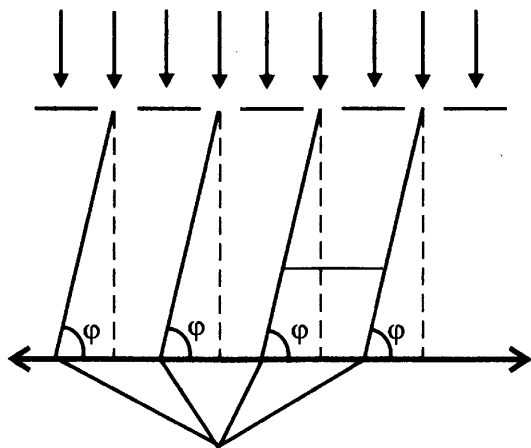


Рис. 10.

§ 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 отсчёта;

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

Из постулатов теории относительности вытекают два следствия:

относительность расстояний: расстояние не является абсолютной величиной, а зависит от скорости движения тела относительно данной системы отсчёта. Длина тела в системе отсчёта, относительно которой движется тело, определяется формулой

$$l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}},$$

здесь l_0 — длина тела в системе отсчёта, относительно которой тело покоится, l — длина тела в системе отсчёта, относительно которой тело движется, v — скорость движения системы отсчёта, c — скорость света;

относительность интервалов времени: в движущихся системах отсчёта течение времени замедляется по формуле

$$\tau = \frac{\tau_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}},$$

где τ_0 — промежуток времени между событиями в неподвижной системе отсчёта, τ — промежуток времени между событиями в движущейся системе отсчёта.

Релятивистский закон сложения скоростей:

$$v_2 = \frac{v_1 + v}{1 + \frac{vv_1}{c^2}}.$$

Здесь v — скорость подвижной системы отсчёта относительно неподвижной, v_1 — скорость тела относительно подвижной системы отсчёта, v_2 — скорость тела относительно неподвижной системы отсчёта.

Формула Эйнштейна для связи массы тела и его энергии:

$$E = mc^2.$$

Релятивистская энергия и релятивистский импульс

$$E = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}; \quad p = \frac{mv}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}.$$

Связь релятивистской энергии и релятивистского импульса

$$E^2 = m^2 c^4 + p^2 c^2.$$

§ 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 привлёк 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

$$E_{\text{св}} = \Delta M c^2.$$

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

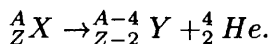
$$\Delta M = Zm_p + Nm_n - M_{\text{я}},$$

где m_p — масса протона, m_n — масса нейтрона.

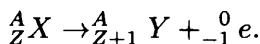
Самопроизвольное испускание неких частиц атомами получило название *радиоактивность*. Было установлено, что радиоактивные элементы испускают три вида излучения. Их назвали α -, β - и γ -лучами.

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 ${}_{-1}^0e$, 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. Основные понятия астрофизики

Солнечная система: планеты земной группы и планеты-гиганты, малые тела Солнечной системы

Солнечная система включает в себя центральную звезду (Солнце) и все естественные космические объекты, обращающиеся вокруг неё.

Крупнейшие (после Солнца) объекты нашей системы — восемь шарообразных **планет**, имеющих эллиптические орбиты и располагающиеся в пределах почти плоского диска — плоскости эклиптики.

Четыре ближайшие к Солнцу планеты — Меркурий, Венера, Земля и Марс — называются **планетами земной группы**. Четыре более удалённые от Солнца планеты — Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун — намного более массивны, чем планеты земной группы, и называются **газовыми гигантами**.

Между Марсом и Юпитером находится пояс астероидов, схожий по составу с планетами земной группы, поскольку состоит из силикатов и металлов. За орбитой Нептуна располагаются объекты, состоящие из замёрзшей воды, аммиака и метана, тоже являющиеся частью нашей Солнечной системы.

Шесть планет из восьми и четыре карликовые планеты имеют естественные **спутники**. Крупные спутники (например, Луна у Земли) имеют шарообразную форму, а мелкие — неправильную форму, свойственную астероидам.

Планета	Диаметр относи- тельно диаметра Земли	Масса относи- тельно массы Земли	Радиус орбиты, а. е.	Период обращения, земных лет	Спутники
Меркурий	0,382	0,055	0,38	0,241	0
Венера	0,949	0,815	0,72	0,615	0
Земля	1,0	1,0	1,0	1,0	1
Марс	0,53	0,107	1,52	1,88	2
Юпитер	11,2	318	5,20	11,86	69
Сатурн	9,41	95	9,54	29,46	62
Уран	3,98	14,6	19,22	84,01	27
Нептун	3,81	17,2	30,06	164,79	14

Многие **кометы** также являются частью Солнечной системы — под действием притяжения Солнца они вращаются вокруг него по вытянутым эллиптическим орбитам. При движении вблизи Солнца у кометы за счёт таяния и испарения льда, входящего в её состав, образуется протяжённый хвост.

Звёзды: разнообразие звёздных характеристик и их закономерности. Источники энергии звёзд

Звезда — массивный газовый шар, излучающий свет и удерживаемый в состоянии равновесия силами собственной гравитации и внутренним давлением.

Температура вещества в недрах звёзд измеряется миллионами кельвинов, а на их поверхности — тысячами кельвинов. Например, температура на поверхности Солнца — 6000 К.

Светимость звезды называется энергия, излучаемая звездой за 1 с со всей её поверхности. Для Солнца эта величина равна $L = 4 \cdot 10^{26}$ Вт.

По температуре, цвету и виду спектра все звёзды можно разделить на **спектральные классы**, которые обозначили буквами O, B, A, F, G, K, M (см. табл.).

Класс	Температура, К	Цвет	Примеры
O	30 000 – 60 000	голубой	Кси Персея
B	10 000 – 30 000	бело-голубой	Ригель
A	7 500 – 10 000	белый	Сириус
F	6 000 – 7 500	жёлто-белый	Процион
G	5 000 – 6 000	жёлтый	Солнце
K	3 500 – 5 000	оранжевый	Альдебаран
M	2 000 – 3 500	красный	Бетельгейзе

В зависимости от спектрального класса и светимости (диаграмма Герцшпрунга-Рассела) звёзды делятся на несколько основных групп.

Главная последовательность. К этой группе относится большинство звёзд, в том числе и Солнце. Плотности звёзд этой группы сравнимы с солнечной плотностью.

Красные гиганты. К этой группе в основном относятся звёзды красного цвета с радиусами, в десятки раз превышающими солнечный.

Сверхгиганты. Это звёзды со светимостями, в десятки и сотни тысяч раз превышающими солнечную. Радиусы этих звёзд превышают радиус Солнца в сотни раз.

Белые карлики. Эта группа звёзд в основном белого цвета со светимостями, в сотни и тысячи раз меньше солнечной. По размерам они сравнимы с размерами Земли, но их массы близки к массе Солнца.

Энергия подавляющего большинства звёзд выделяется в результате термоядерных реакций превращения водорода в гелий, происходящих при высоких температурах внутри звезды.

Современные представления о происхождении и эволюции Солнца и звёзд

Звезда начинает свою жизнь как холодное разреженное облако межзвёздного газа, сжимающееся под действием гравитационных сил и постепенно принимающее форму шара. При сжатии энергия гравитационного поля переходит в тепло и температура объекта возрастает. На этой стадии развития такое облако называется **протозвездой**. Когда температура в центре достигает 15–20 миллионов К, начинаются термоядерные реакции и сжатие прекращается. Объект становится полноценной **звездой**. Когда в центре звезды весь водород превратится в гелий, термоядерное горение водорода продолжается на периферии гелиевого ядра. В этот период структура звезды начинает заметно меняться. Светимость звезды растёт, внешние слои расширяются, а внутренние, наоборот, сжимаются. Температу-

ра поверхности снижается, звезда раздувается — она становится красным гигантом или сверхгигантом в зависимости от массы.

Если звезда имела небольшую массу, то её раздувшаяся оболочка образует планетарную туманность. После окончательного рассеяния оболочки от звезды остаётся только горячее ядро — белый карлик.

Если звезда имела большую массу, то в конце своей жизни она может взорваться **сверхновой звездой**, а её ядро резко сжаться и превратиться в **нейтронную звезду** или даже **чёрную дыру**. Сброшенная оболочка, обогащённая гелием и другими тяжёлыми элементами, образовавшимися в недрах звезды, рассеивается в пространстве и служит материалом для формирования новых звёзд.

Наша Галактика. Другие галактики. Пространственные масштабы наблюдаемой Вселенной

Солнечная система входит в состав **галактики Млечный Путь**. Она представляет собой плоскую систему, имеющую спиральную структуру и содержит в себе от 200 миллиардов до 400 миллиардов звёзд, среднее расстояние между которыми около 5 св. лет. Наша галактика вращается, совершая один оборот почти за 200 млн лет. В центре галактики Млечный Путь, в небольшой области, сравнимой по размерам с Солнечной системой, сосредоточена масса, превышающая массу Солнца в 2 млн раз. Это доказывает существование в центре нашей галактики чёрной дыры.

Большинство галактик можно объединить в несколько типов:

— **эллиптические** галактики имеют вид кругов или эллипсов и их яркость плавно уменьшается от центра к периферии. Они не вращаются, в них мало газа и пыли;

— **спиральные** галактики состоят из ядра и нескольких спиральных рукавов или ветвей. Эти галактики вращаются, в них много газа, пыли и молодых горячих звёзд спектральных классов О и В;

— **неправильные** галактики не имеют чётко выраженного ядра и вращательной симметрии.

Для изучения физических свойств галактик астрофизики используют методы спектрального анализа. Наблюдения показали, что линии в спектрах всех известных галактик смещены к красному спектру. Этот сдвиг вызван удалением исследуемой галактики со скоростью v от наблюдателя. При этом справедлив закон Хаббла:

Скорости удаления галактик возрастают прямо пропорционально расстоянию до них

$$v = Hr,$$

где $H = 75 \text{ км}/(\text{с Мпк})$ — постоянная Хаббла, v — скорость удаления галактики, r — расстояние до неё.

Наблюдаемое разбегание галактик объясняется расширением Вселенной. Радиус Вселенной можно оценить с помощью закона Хаббла. Так как максимальная скорость не может превышать скорость света c , то максимальное расстояние:

$$R = \frac{c}{H} = 4 \cdot 10^3 \text{ Мпк} = 1,3 \cdot 10^{10} \text{ св. лет} = 1,24 \cdot 10^{26} \text{ м.}$$

С помощью закона Хаббла можно оценить и примерный возраст Вселенной — $t = 13 \cdot 10^9$ лет.

Обнаружение реликтового излучения доказало, что на ранних этапах эволюции Вселенной температура её вещества была очень высокой.

§ 8. Методы научного познания и физическая картина мира

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

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

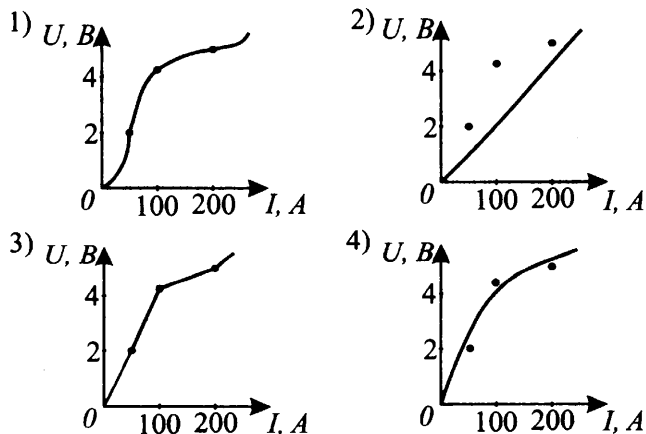


Рис. 11.

Точками указаны результаты измерения силы тока и напряжения и построено несколько графиков. Какой из графиков построен 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.

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?

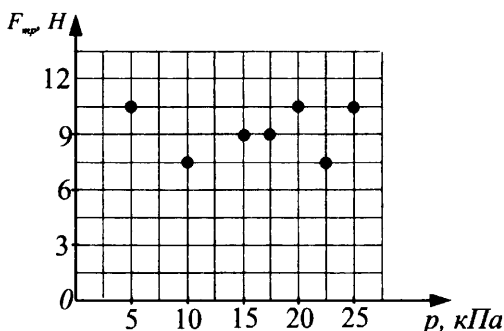


Рис. 12.

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. Этот приём 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. Приведём 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-го, 3-го и 4-го измерений.

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	$\varepsilon_0 = 8,8 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$
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	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а.е.м.}$
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 ($\text{Дж}/(\text{кг} \cdot \text{град})$)			
Вода	4200	Алюминий	900
Лёд	2100	Медь	380
Железо	460	Чугун	500
Свинец	130	Сталь	500

Удельная теплота (Дж/кг)	
Парообразование воды	$2,3 \cdot 10^6$
Плавление свинца	$2,5 \cdot 10^4$
Плавление льда	$3,3 \cdot 10^5$
Сгорание спирта	$29 \cdot 10^6$

Нормальные условия	
давление $P_0 = 10^5 \text{ Па}$,	температура $T_0 = 273 \text{ К} = 0^\circ\text{С}$

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	$44 \cdot 10^{-3}$

Психрометрическая таблица											
Показания сухого термо- метра, °С	Разность показаний сухого и влажного термометра, °С										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Относительная влажность, %										
0	100	81	63	45	28	11	—	—	—	—	—
2	100	84	68	51	35	20	—	—	—	—	—
4	100	85	70	56	42	28	14	—	—	—	—
6	100	86	73	60	47	35	23	10	—	—	—
8	100	87	75	63	51	40	28	18	7	—	—
10	100	88	76	65	54	44	34	24	14	5	—
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20	11	—
14	100	89	79	70	60	51	42	34	25	17	9
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30	22	15
18	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27	20
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31
26	100	92	85	78	71	64	58	51	46	40	34
28	100	93	85	78	72	65	59	53	48	42	37

Зависимость давления насыщенного пара от температуры			
$t, ^\circ\text{C}$	$p, \text{кПа}$	$t, ^\circ\text{C}$	$p, \text{кПа}$
-5	0,40	11	1,33
0	0,61	12	1,40
1	0,65	13	1,49
2	0,71	14	1,60
3	0,76	15	1,71
4	0,81	16	1,81
5	0,88	17	1,93
6	0,93	18	2,07
7	1,0	19	2,20
8	1,06	20	2,33
9	1,14	25	3,17
10	1,23	30	12,3

Глава II.

Тренировочные варианты

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из 2 частей, включающих в себя 32 задания.

В заданиях 1–4, 8–10, 14, 15, 20, 25–27 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Число запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу в бланк ответа № 1. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

Ответ: 7,5 см.

3	7	,	5						
---	---	---	---	--	--	--	--	--	--

Ответом к заданиям 5–7, 11, 12, 16–18, 21, 23 и 24 является последовательность двух цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу без пробелов, запятых и других дополнительных символов в бланк ответов № 1.

Ответ:

А	Б
4	1

7	4	1							
---	---	---	--	--	--	--	--	--	--

Ответом к заданию 13 является слово. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу в бланк ответов № 1.

Ответ: вправо

13	В	П	Р	А	В	О			
----	---	---	---	---	---	---	--	--	--

Ответом к заданиям 19 и 22 являются два числа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу, не разделяя числа пробелом, в бланк ответов № 1.

Ответ: (1,4 ± 0,2) Н.

22	1	,	4	0	,	2			
----	---	---	---	---	---	---	--	--	--

Ответ к заданиям 28–32 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. В бланке ответов № 2 укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

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

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. Записи в черновике не учитываются при оценивании работы.

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

Желаем успеха!

Вариант № 1

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке 1 приведён график зависимости проекции скорости v на некоторую ось от времени t . Найдите путь, пройденный телом в интервале времени от 4 до 6 с.

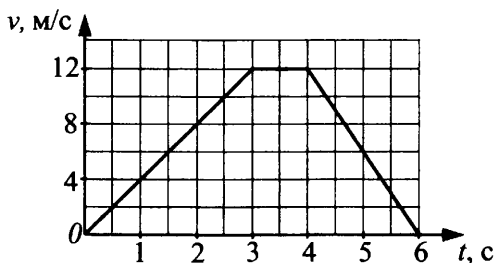


Рис. 1.

Ответ: _____ м.

2. Какова масса груза, если под действием его веса пружина жёсткостью 25 Н/м удлиняется на 6 см?

Ответ: _____ г.

3. Тело массой 200 г, двигаясь равномерно, обладает импульсом 4 кг·м/с. Какова его кинетическая энергия?

Ответ: _____ Дж.

4. Высота столба ртути ртутного барометра составляет 756 мм. Какова плотность жидкости жидкостного барометра, высота столба которого при данном атмосферном давлении равна 12 852 мм?

Ответ: _____ кг/м³.

5. На рисунке 2 представлены графики зависимости проекции скорости v на некоторую ось от времени t для пяти тел. Из приведённого ниже списка выберите два верных утверждения на основании анализа представленных графиков и укажите их номера.

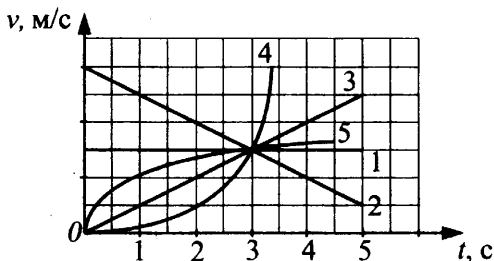


Рис. 2.

- 1) Наибольшей начальной скоростью обладало второе тело.
- 2) Первое тело покоится.
- 3) Наименьший путь за первые три секунды прошло второе тело.
- 4) Третье тело движется равноускоренно.
- 5) Пятое тело совершает равнопеременное движение.

Ответ:

6. Мячик бросают с некоторой высоты. Что произойдёт с конечной кинетической энергией мяча и действующей на него силой тяжести, если бросить его с той же высоты, но с большей начальной скоростью? Сопротивление воздуха не учитывать.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Конечная кинетическая энергия	Сила тяжести

7. Автомобиль массой m движется по выпуклому мосту радиусом R со скоростью v (см. рис. 3). Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

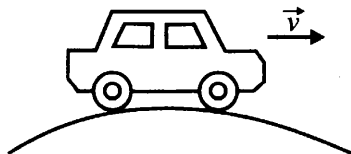


Рис. 3.

Физические величины	Формулы
А) вес автомобиля	1) g
Б) центростремительное ускорение	2) $\frac{v^2}{R}$
	3) $m\left(g - \frac{v^2}{R}\right)$
	4) $m\left(g + \frac{v^2}{R}\right)$

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

Ответ:

А	Б

8. На рисунке 4 изображено изменение состояния идеального газа массой 100 г, происходящего при температуре 385 К. Какова молярная масса газа? Ответ округлите до целых.

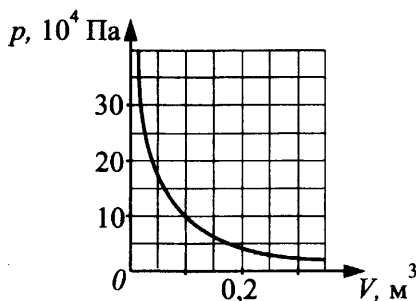


Рис. 4.

Ответ: _____ г/моль.

9. В некотором процессе внутренняя энергия системы увеличилась на 30 кДж. Какое количество теплоты получила система, если она совершила работу над внешними телами, равную 10 кДж?

Ответ: _____ кДж.

10. Влажность воздуха равна 60%. Если показания сухого термометра составляют 14°C , то каковы показания влажного?

Ответ: _____ $^{\circ}\text{C}$.

11. На рисунке 5 показана зависимость давления от температуры идеального газа в циклическом процессе. На основании анализа этого циклического процесса выберите два верных утверждения.

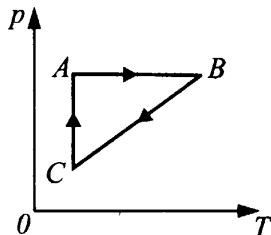


Рис. 5.

- 1) В процессе $B-C$ объём газа остаётся постоянным.
- 2) Наибольшую работу газ совершает в процессе $A-B$.
- 3) В процессе $C-A$ работа газа равна нулю.
- 4) В процессе $A-B$ объём газа уменьшается.
- 5) В процессе $B-C$ температура газа растёт.

Ответ:

12. В цилиндрическом сосуде под легкоподвижным поршнем, способным перемещаться без трения, находится воздух. Как будут меняться объём газа и его плотность, если сосуд с воздухом нагревать?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Объём	Плотность

13. На рисунке 6 изображена рамка с током, помещённая в магнитное поле. Как направлена относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) вызванная этим полем сила Ампера,

действующая на сторону 3—4 рамки? Ток в рамке течёт по часовой стрелке. Ответ запишите словом (словами).

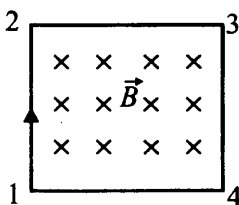


Рис. 6.

Ответ: _____.

14. Какова напряжённость поля, создаваемого электрическим зарядом 3 нКл, в точке, удалённой на расстояние 2 см от него?

Ответ: _____ кВ/м.

15. На рисунке 7 приведена зависимость силы тока в катушке от времени. Какова индуктивность катушки, если энергия магнитного поля, создаваемого током в катушке в момент времени 1,8 с, равна 14,7 мкДж?

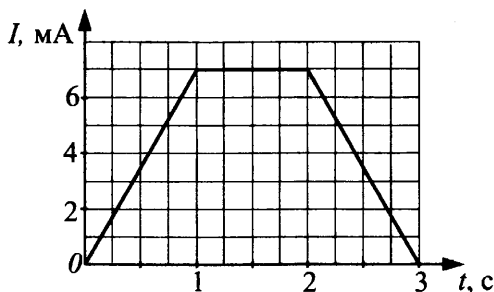


Рис. 7.

Ответ: _____ Гн.

16. На рисунке 8 приведён график зависимости силы тока, протекающего через реостат, от сопротивления реостата. На основании анализа этого графика выберите два верных утверждения.

- 1) Закон Ома в данном случае не выполняется.
- 2) Напряжение на реостате равно 4 В.
- 3) С ростом сопротивления реостата мощность тока растёт.
- 4) При силе тока 2 А мощность тока составляла 10 Вт.
- 5) При сопротивлении реостата 8 Ом сила тока будет равна 0,5 А.

Ответ: ☐ ☐

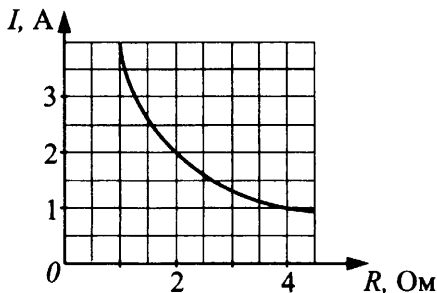


Рис. 8.

17. На участок цепи, изображённый на рисунке 9, приложено постоянное напряжение. Что произойдёт с полным сопротивлением участка и мощностью, выделяющейся на первом резисторе, если ключ замкнуть?

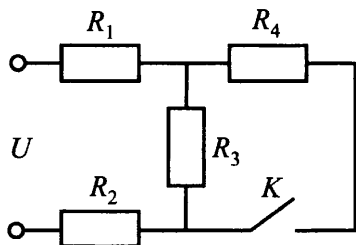


Рис. 9.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Сопротивление	Мощность

18. Положительно заряженная пылинка ($q > 0$) массой m влетела со скоростью v в однородное электрическое поле напряжённостью E вдоль его силовых линий. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

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

Физические величины	Формулы
А) ускорение пылинки	1) $\frac{qE}{m}$
Б) кинетическая энергия пылинки в момент времени t	2) $\frac{mE}{q}$
	3) $\frac{m\left(v + \frac{qE}{m}t\right)^2}{2}$
	4) $\frac{qEt^2}{2m}$

Ответ:

А	Б

19. Сколько нуклонов содержится в ядре атома никеля $^{59}_{28}\text{Ni}$? Сколько электронов содержит данный атом?

Число нуклонов	Число электронов

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

20. Какова энергия рентгеновского фотона с длиной волны 10^{-10} м? Ответ выразите в фемтоджоулях. Приставка фемто- означает 10^{-15} .

Ответ: _____ фДж.

21. Как изменятся величина кинетической энергии вырываемых электронов и сила фототока насыщения, если при наблюдении фотоэффекта уменьшить длину волны падающих на металлическую пластину фотонов?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Кинетическая энергия фотоэлектронов	Сила фототока насыщения

22. Каков объём воды в измерительном цилиндре, если погрешность прямого измерения равна половине цены деления прибора (см. рис. 10)?

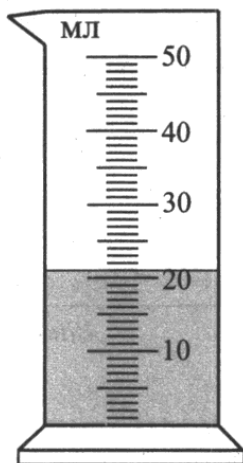


Рис. 10.

Ответ: (_____ $\pm$ _____) мл.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23. Ученик изучает зависимость скорости свободно падающего тела от его высоты (см. рис. 11). Какие два условия он должен создать для проведения данного исследования?

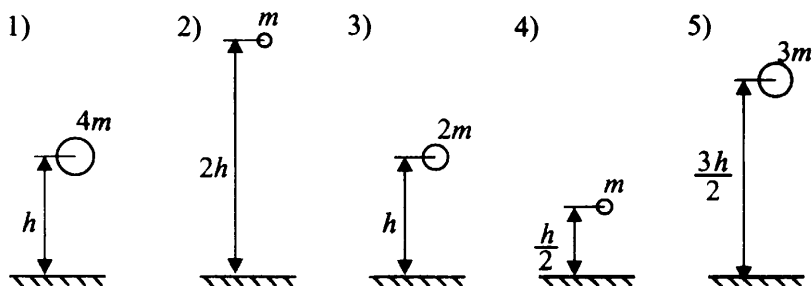


Рис. 11.

В ответ запишите номера выбранных условий.

Ответ:

24. Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о планетах земной группы Солнечной системы.

Параметры	Планеты			
	Меркурий	Венера	Земля	Марс
Среднее расстояние от Солнца, а. е.	0,4	0,7	1,0	1,5
Радиус, км	2439	6052	6378	3378
Масса относительно массы Земли	0,06	0,82	1	0,107
Период вращения	59 сут.	243 сут.	24 ч	24,6 ч
Период обращения вокруг Солнца, годы	0,24	0,62	1,00	1,88

Выберите два утверждения, которые соответствуют характеристикам планет, и укажите их номера.

- 1) Третья планета от Солнца — Земля.
- 2) Чем ближе планета располагается к Солнцу, тем большее её период обращения.
- 3) Наименьшей средней плотностью обладает Земля.
- 4) Период вращения Меркурия в 59 раз превышает период вращения Земли.
- 5) Самая крупная планета из планет земной группы — Марс.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Свободно падающее тело затрачивает на движение 3 с. С какой высоты упало тело?

Ответ: _____ м.

26. Какова температура газа в сосуде объёмом 7 л, если в нём при нормальном атмосферном давлении содержится $1,32 \cdot 10^{23}$ молекул? Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ °С.

27. Каков радиус орбиты электрона в атоме водорода, если он притягивается к ядру с силой 5,2 нН? Ответ округлите до сотых.

Ответ: _____ нм.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов №1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ №2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. Постоянная масса одноатомного идеального газа совершает процесс, график которого представлен в координатах $U-V$ (см. рис. 12), где U — внутренняя энергия газа, V — его объём. Определите, получает газ или отдаёт теплоту в процессах 1–2 и 2–3. Ответ поясните, опираясь на законы молекулярной физики и термодинамики.

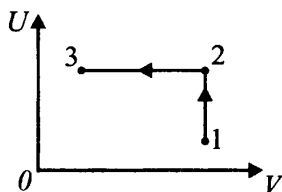


Рис. 12.

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Вертолёт, летящий на высоте 250 м, сбрасывает груз. Груз приземляется со скоростью 81 м/с. С какой скоростью летит вертолёт? Сопротивление воздуха не учитывать.

30. Для приготовления ванны объёмом 240 л при температуре 40°C используется водонагреватель, который даёт воду, нагретую до температуры 65°C. Сколько горячей и холодной воды надо взять, если температура воды в водопроводе составляет 15°C?

31. Плоский воздушный конденсатор до половины заполняют слюдой так, как это показано на рисунке 13. Как изменится ёмкость конденсатора? Диэлектрическая проницаемость слюды равна 6.

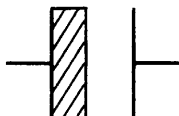


Рис. 13.

32. Каков период обращения электрона, находящегося на первой бортовой орбите в атоме водорода, радиус которой определяется по формуле

$r_1 = \frac{h^2}{4\pi^2 k m e^2}$, где $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$, m и e — масса и заряд электрона?

Решение варианта № 1

Часть 1

1. *Решение:* Найдём путь графически. Путь равен площади фигуры под графиком скорости в интервале времени от 4 с до 6 с — площади прямоугольного треугольника с катетами 2 и 12 м/с:

$$S = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 12 = 12 \text{ м.}$$

Ответ: 12 м.

2. *Решение:* Согласно I закону Ньютона

$$m\vec{g} + \vec{F}_{\text{упр}} = 0$$

или

$$mg = k\Delta l,$$

откуда

$$m = \frac{k\Delta l}{g}.$$

Считаем $m = \frac{25 \cdot 6 \cdot 10^{-2}}{10} = 150 \cdot 10^{-3} \text{ кг} = 150 \text{ г.}$

Ответ: 150 г.

3. *Решение:* Импульс материальной точки

$$p = m \cdot v,$$

откуда

$$v = \frac{p}{m}.$$

Тогда кинетическая энергия

$$E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{m \cdot \left(\frac{p}{m}\right)^2}{2} = \frac{p^2}{2m}.$$

Считаем:

$$E_k = \frac{4^2}{2 \cdot 0,2} = 40 \text{ Дж.}$$

Ответ: 40 Дж.

4. *Решение:* Гидростатические давления ртутного столба и столба жидкости равны:

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

откуда

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

Найдя в справочной таблице плотность ртути $\rho_1 = 13600 \text{ кг/м}^3$, сделаем численный расчёт:

$$\rho_2 = 13600 \frac{756}{12852} = 800 \text{ кг/м}^3.$$

Ответ: 800 кг/м^3 .

5. *Решение:* Анализируя представленные графики зависимости скорости от времени, видим, что начальная скорость 3–5-го тел равна нулю. Отличны от нуля начальные скорости первого и второго тела, причём начальная скорость второго тела в два раза больше начальной скорости первого тела.

График зависимости третьего тела от времени представляет собой прямую, проходящую через начало координат и образующую острый угол с осью абсцисс, следовательно, $v = at$, а значит, движение третьего тела равноускоренное.

Ответ: 14.

6. *Решение:* Согласно закону сохранения механической энергии

$$\frac{mv_0^2}{2} + mgh = \frac{mv^2}{2},$$

где v_0 — начальная скорость мячика, h — высота, с которой он был брошен, v — конечная скорость мячика.

Анализируя записанный закон, видим, что с ростом начальной скорости конечная скорость будет увеличиваться.

Сила тяжести, действующая на мячик,

$$F = mg,$$

не зависит от скорости его движения, а значит, она не изменится.

Ответ: 13.

7. *Решение:* Центробежное ускорение

$$a_{\text{ц.с.}} = \frac{v^2}{R},$$

тогда согласно II закону Ньютона:

$$m\vec{g} + \vec{N} = m\vec{a}_{\text{ц.с.}},$$

$$\text{Оу : } mg - N = m\frac{v^2}{R}.$$

Откуда

$$N = mg - m\frac{v^2}{R},$$

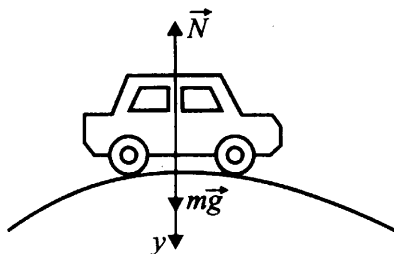


Рис. 14.

$$N = m \left(g - \frac{v^2}{R} \right).$$

По II закону Ньютона

$$\vec{p} = -\vec{N},$$

$$p = m \left(g - \frac{v^2}{R} \right).$$

Ответ: 32.

8. *Решение:* Используя график, найдём, что при объёме $V = 0,1 \text{ м}^3$, давление $p = 10 \cdot 10^4 \text{ Па}$. Воспользуемся уравнением Клапейрона–Менделеева

$$pV = \frac{m}{\mu} RT,$$

откуда

$$\mu = \frac{mRT}{pV}.$$

Считаем

$$\mu = \frac{100 \cdot 8,31 \cdot 385}{10 \cdot 10^4 \cdot 0,1} \approx 32 \text{ г/моль}.$$

Ответ: 32 г/моль.

9. *Решение:* Воспользуемся I законом термодинамики

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

тогда

$$Q = 30 + 10 = 40 \text{ кДж}.$$

Ответ: 40 кДж.

10. *Решение:* Используя психрометрическую таблицу, найдём разность показаний сухого и влажного термометров. Она составляет 4°С . Тогда температура равна 10°С .

Ответ: 10°С .

11. *Решение:* Участок графика цикла $B-C$ представляет собой отрезок прямой, проходящей через начало координат, следовательно, он соот-

ветствует изохорному процессу, а значит, в процессе $B-C$ объём не меняется.

Построим график цикла в координатах pV (см. рис. 15).

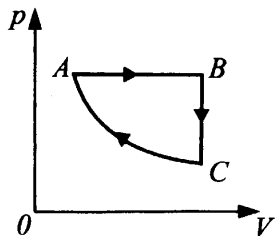


Рис. 15.

Работу газа можно найти графически как площадь фигуры под графиком процесса в координатах pV . Анализируя график, видим, что наибольшая работа совершается газом в процессе $A-B$.

Ответ: 12.

12. *Решение:* При нагревании газ будет расширяться, совершая изобарный процесс, значит, его объём будет увеличиваться. Плотность газа

$\rho = \frac{m}{V}$, наоборот, будет уменьшаться.

Ответ: 12.

13. *Решение:* Определим направление тока через проводник 3–4:

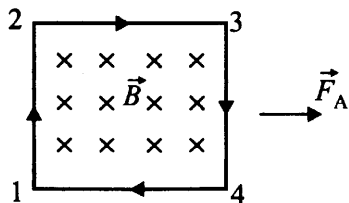


Рис. 16.

Для нахождения направления силы Ампера воспользуемся правилом левой руки. Сила Ампера будет лежать в плоскости рисунка и направлена вправо.

Ответ: вправо.

14. *Решение:* Напряжённость поля точечного заряда

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

Считаем

$$E = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{3 \cdot 10^{-9}}{(2 \cdot 10^{-2})^2} = 6,75 \cdot 10^4 \text{ В/м} = 67,5 \text{ кВ/м}.$$

Ответ: 67,5 кВ/м.

15. *Решение:* По графику зависимости силы тока от времени определим силу тока в катушке в момент времени 1,8 с: $I = 7 \text{ мА}$.

Энергия магнитного поля в катушке

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

откуда

$$L = \frac{2 \cdot W_M}{I^2}.$$

Считаем

$$L = \frac{2 \cdot 14,7 \cdot 10^6}{(7 \cdot 10^{-3})^2} = 0,6 \text{ Гн}.$$

Ответ: 0,6 Гн.

16. *Решение:* Согласно закону Ома для участка цепи без ЭДС

$$I = \frac{U}{R},$$

откуда

$$U = IR.$$

Например, для точки с координатами $R = 2 \text{ Ом}$, $I = 2 \text{ А}$ напряжение $U = 2 \cdot 2 = 4 \text{ В}$.

Для любой другой точки напряжение также составляет 4 В.

При сопротивлении реостата 8 Ом сила тока $I = \frac{4}{8} = 0,5 \text{ А}$.

Ответ: 25.

17. *Решение:* При замыкании ключа сопротивление участка уменьшится. Согласно закону Ома сила тока $I = \frac{U}{R}$ при этом увеличится.

Мощность тока на первом резисторе $P = I^2 R_1$ также увеличится.

Ответ: 21.

18. *Решение:* II закон Ньютона для пылинки

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

где $\vec{F} = q\vec{E}$.

Тогда $qE = ma$, откуда

$$a = \frac{qE}{m}.$$

Так как пылинка движется с постоянным ускорением, то $v = v_0 + at$
или $v = v_0 + \frac{qE}{m}t$.

Кинетическая энергия пылинки

$$E_k = \frac{mv^2}{2}.$$
$$E_k = \frac{m\left(v_0 + \frac{qE}{m}t\right)^2}{2}.$$

Ответ: 13.

19. Решение: Количество нуклонов в ядре равно массовому числу (59), а количество электронов равно зарядовому числу (28). В бланк ответов впишем только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

Ответ: 5928.

20. Решение: Энергия фотона

$$E = h\nu.$$

Длина волны фотона

$$\lambda = c \cdot T = \frac{c}{\nu},$$

откуда

$$\nu = \frac{c}{\lambda},$$

тогда

$$E = \frac{hc}{\lambda}.$$

Считаем

$$E = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{10^{-10}} = 19,8 \cdot 10^{-16} \text{ Дж} = 1,98 \text{ фДж}.$$

Ответ: 1,98 фДж.

21. Решение: Согласно уравнению Эйнштейна для фотоэффекта

$$\frac{hc}{\lambda} = A + E_k,$$

значит, при уменьшении длины волны падающего света будет возрастать энергия фотонов, и, следовательно, кинетическая энергия вырываемых электронов. Согласно I закону фотоэффекта сила фототока насыщения прямо пропорциональна световому потоку, и, значит, она не изменится.

Ответ: 13.

22. Решение: Цена деления измерительного цилиндра 1 мл/дел, тогда
 $V = (21 \pm 0,5) \text{ мл}$.

Ответ: $(21 \pm 0,5) \text{ мл}$.

23. Решение: Для проведения исследования зависимости скорости свободно падающего тела от высоты необходимо изменять высоту при прочих равных условиях.

Ответ: 24.

24. Решение: Анализируя табличные данные, видим, что ближе всего к Солнцу располагается Меркурий, потом идет Венера, Земля — третья, а дальше всего Марс. Сравнивая периоды вращения планет, делаем вывод, что период вращения Меркурия в 59 раз больше, чем период вращения Земли (учли, что 24 ч = 1 сут.)

Ответ: 14.

Часть 2

25. Дано: $t = 3 \text{ с}$.

Найти: h .

Решение:

$$h = v_0 t + \frac{gt^2}{2},$$

$$v_0 = 0 \Rightarrow h = \frac{gt^2}{2}.$$

$$h = \frac{10 \cdot 3^2}{2} = 45 \text{ м}.$$

Ответ: 45 м.

26. Дано: $V = 7 \text{ л} = 7 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$, $N = 1,32 \cdot 10^{23}$, $p = 10^5 \text{ Па}$.

Найти: t —?

Решение:

$$p = nkT,$$

$$n = \frac{N}{V},$$

$$p = \frac{NkT}{V},$$

$$T = \frac{pV}{Nk}.$$

$$T = \frac{10^5 \cdot 7 \cdot 10^{-3}}{1,32 \cdot 10^{23} \cdot 1,38 \cdot 10^{-23}} = 384 \text{ К}.$$

$$t = T - 273; \quad t = 384 - 273 = 111^\circ\text{C}.$$

Ответ: 111°C .

27. Дано: $F = 5,2 \text{ нН} = 5,2 \cdot 10^{-9} \text{ Н}$.

Найти: r —?

Решение:

$$F = k \frac{e^2}{r^2},$$
$$r = \sqrt{k \frac{e^2}{F}} = e \sqrt{\frac{k}{F}}.$$
$$r = 1,6 \cdot 10^{-19} \sqrt{\frac{9 \cdot 10^9}{5,2 \cdot 10^{-9}}} = 0,21 \text{ нм}.$$

Ответ: $0,21 \text{ нм}$.

28. Решение: Внутренняя энергия одноатомного идеального газа

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

В процессе 1–2 внутренняя энергия растёт при $v = \text{const}$, следовательно, газ не совершает работу, и согласно I началу термодинамики газ будет получать количество теплоты

$$Q = \Delta U.$$

В процессе 2–3 внутренняя энергия не меняется, следовательно, $T = \text{const}$. Т.к. объём газа не уменьшается, то согласно уравнению Клапейрона–Менделеева

$$pV = \frac{m}{\mu} RT,$$

давление газа будет расти.

Газ будет сжиматься, а, значит, внешние силы будут совершать над газом работу. Согласно I началу термодинамики $Q = -A'$, следовательно, газ будет отдавать теплоту во внешнюю среду.

29. Дано: $h = 250 \text{ м}$, $v = 81 \text{ м/с}$.

Найти: v_0 —?

Решение: В начальный момент времени (момент начала падения) груз будет иметь скорость вертолёта. Выберем систему координат, как показано на рисунке 17.

Проекция скорости на оси координат:

$$\begin{cases} v_x = v_0 \\ v_y = gt, \end{cases}$$

тогда $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$, $v = \sqrt{v_0^2 + (gt)^2}$.

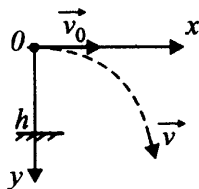


Рис. 17.

Зависимость координаты y от времени

$$y = \frac{gt^2}{2}.$$

В момент падения $y = h$, тогда

$$h = \frac{gt^2}{2},$$

тогда

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}.$$

Получаем

$$v = \sqrt{v_0^2 + \left(g \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}}\right)^2} = \sqrt{v_0^2 + 2gh},$$

$$v^2 = v_0^2 + 2gh,$$

$$v_0^2 = v^2 - 2gh,$$

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

Считаем

$$v_0 = \sqrt{81^2 - 2 \cdot 10 \cdot 250} \approx 40 \text{ м/с}.$$

Ответ: 40 м/с.

30. Дано: $V = 240$ л, $t = 40^\circ\text{C}$, $t_1 = 65^\circ\text{C}$, $t_2 = 15^\circ\text{C}$.

Найти: V_1 , V_2 .

Решение: Составим уравнение теплового баланса

$$cm_1(t_1 - t) = cm_2(t - t_2),$$

где $m_1 = \rho V_1$ и $m_2 = \rho V_2$,

тогда

$$V_1(t_1 - t) = V_2(t - t_2),$$

откуда

$$V_1 = V_2 \frac{t - t_2}{t_1 - t}.$$

Т.к. $V_1 + V_2 = V$, то $V_2 \frac{t - t_2}{t_1 - t} + V_2 = V$, откуда получаем $V_2 = V \frac{t_1 - t}{t_1 - t_2}$.

Считаем $V_2 = 240 \frac{65 - 40}{65 - 15} = 120$ л. $V_1 = 240 - 120 = 120$ л.

Ответ: 120 л.

31. Дано: $\varepsilon = 6$.

Найти: $\frac{C_2}{C_1}$.

Решение: Ёмкость воздушного конденсатора

$$C_1 = \frac{\varepsilon_0 S}{d}.$$

После заполнения конденсатора диэлектриком его можно представить как два последовательно соединённых конденсатора с расстоянием между обкладками $d/2$ — воздушного и с диэлектриком (см. рис. 18).



Рис. 18.

Ёмкости конденсаторов:

$$C = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{\frac{d}{2}} = \frac{2\varepsilon \varepsilon_0 S}{d},$$

$$C_0 = \frac{\varepsilon_0 S}{\frac{d}{2}} = \frac{2\varepsilon_0 S}{d}.$$

Эквивалентная ёмкость

$$C_2 = \frac{C \cdot C_0}{C + C_0}.$$

$$C_2 = \frac{\frac{2\varepsilon \varepsilon_0 S}{d} \cdot \frac{2\varepsilon_0 S}{d}}{\frac{2\varepsilon \varepsilon_0 S}{d} + \frac{2\varepsilon_0 S}{d}} = \frac{\frac{2\varepsilon \varepsilon_0 S}{d}}{\varepsilon + 1} = \frac{2\varepsilon \varepsilon_0 S}{(\varepsilon + 1)d}.$$

$$\text{Тогда } \frac{C_2}{C_1} = \frac{2\varepsilon \varepsilon_0 S}{(\varepsilon + 1)d} : \frac{\varepsilon_0 S}{d} = \frac{2\varepsilon}{\varepsilon + 1}.$$

$$\text{Считаем } \frac{C_2}{C_1} = \frac{2 \cdot 6}{6 + 1} \approx 1,7.$$

Ответ: 1,7.

32. Дано: $r_1 = \frac{h^2}{4\pi^2 k m e^2}$, $Z = 1$, $n = 1$.

Найти: T .

Решение: Период вращения электрона $T = \frac{2\pi r_1}{v_1}$. Согласно II закону

Ньютона

$$k \frac{e^2}{r_1^2} = m_e \frac{v_1^2}{r_1}.$$

Откуда $v_1 = \sqrt{k \frac{e^2}{m r_1}}$.

Так как $r_1 = \frac{h^2}{4\pi^2 k m e^2}$, то скорость электрона

$$v_1 = \sqrt{\frac{4\pi^2 k^2 e^4}{h^2}} = \frac{2\pi k e^2}{h}.$$

Получаем

$$T = \frac{2\pi \frac{h^2}{4\pi^2 m k e^2}}{\frac{2\pi k e^2}{h}} = \frac{h^3}{4\pi^2 m k^2 e^4}.$$

Считаем

$$T = \frac{(1 \cdot 6,6 \cdot 10^{-34})^3}{4 \cdot 3,14^2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 9^2 (10^9)^2 (1,6 \cdot 10^{-19})^4} \approx 1,5 \cdot 10^{-16} \text{ с.}$$

Ответ: $1,5 \cdot 10^{-16} \text{ с.}$

Вариант № 2

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке 19 приведён график зависимости проекции скорости v на некоторую ось от времени t . Найдите модуль ускорения тела в интервале времени от 4 до 6 с.

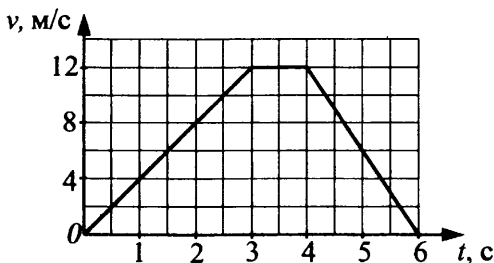


Рис. 19.

Ответ: _____ м/с².

2. Насколько удлинится пружина жёсткостью 25 Н/м под действием груза массой 100 г?

Ответ: на _____ см.

3. Кинетическая энергия равномерно движущегося тела массой 200 г равна 10 Дж. С какой скоростью движется тело?

Ответ: _____ м/с.

4. Высота столба ртути ртутного барометра составляет 756 мм. Какова была бы высота столба подсолнечного масла масляного барометра при данном атмосферном давлении?

Ответ: _____ мм.

5. На рисунке 20 представлены графики зависимости проекции скорости v на некоторую ось от времени t для пяти тел. Из приведённого ниже списка выберите два верных утверждения на основании анализа представленных графиков и укажите их номера.

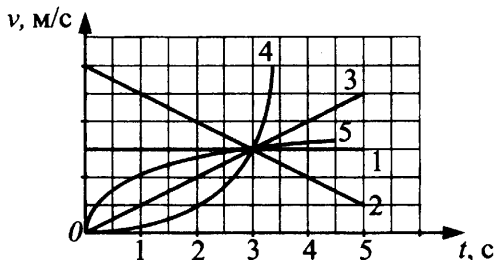


Рис. 20.

- 1) Начальная скорость всех тел одинакова.
- 2) Первое тело движется равномерно.
- 3) Наибольший путь за первые три секунды прошло второе тело.
- 4) Третье тело движется равномерно.
- 5) В момент времени 3 с все тела встретились.

Ответ:

6. Мячик бросают с балкона третьего этажа. Что произойдёт с конечной скоростью мяча и его ускорением, если, не меняя начальной скорости, бросить его с балкона пятого этажа? Сопротивление воздуха не учитывать.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Конечная скорость	Ускорение

7. Автомобиль массой m движется по выпуклому мосту радиусом R со скоростью v (см. рис. 21). Установите соответствие между величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

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

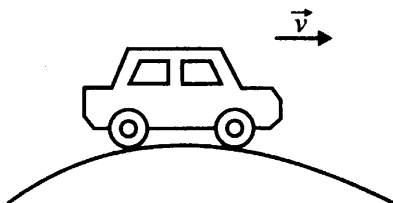


Рис. 21.

Физические величины	Формулы
А) сила упругости, действующая на автомобиль со стороны моста	1) mg
Б) равнодействующая сила	2) $\frac{mv^2}{R}$
	3) $m\left(g - \frac{v^2}{R}\right)$
	4) $m\left(g + \frac{v^2}{R}\right)$

Ответ:

А	Б

8. На рисунке 22 изображено изменение состояния 95 г азота. Какова его температура? Ответ округлите до целых.

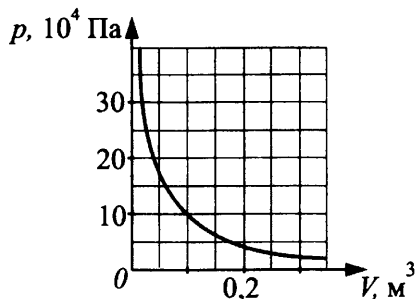


Рис. 22.

Ответ: _____ °С.

9. В некотором процессе внутренняя энергия системы уменьшилась на 30 кДж. Какое количество теплоты отдала система, если она совершила работу над внешними телами, равную 10 кДж?

Ответ: _____ кДж.

10. Показания сухого термометра составляют 22°C , влажного — на три градуса меньше. Какова относительная влажность воздуха?

Ответ: _____ %.

11. На рисунке 23 показана зависимость давления от температуры идеального газа в циклическом процессе. Из приведённого ниже списка на основании анализа этого циклического процесса выберите два верных утверждения и укажите их номера.

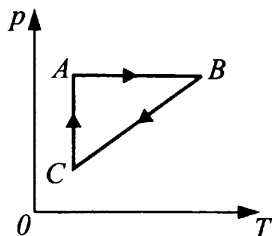


Рис. 23.

- 1) В процессе $B-C$ температура газа уменьшается.
- 2) Наименьшую работу газ совершает в процессе $A-B$.
- 3) В процессе $C-A$ внутренняя энергия газа не изменяется.
- 4) В процессе $A-B$ объём газа остаётся постоянным.
- 5) В процессе $A-C$ температура газа растёт.

Ответ:

12. В цилиндрическом сосуде под легкоподвижным поршнем, способным перемещаться без трения, находится воздух. Как будут меняться давление газа и его внутренняя энергия, если сосуд с воздухом нагревать?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Давление	Внутренняя энергия

13. На рисунке 24 изображена рамка с током, помещённая в магнитное поле. Как направлена относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) вызванная этим полем сила Ампера,

действующая на сторону 1–2 рамки? Ток в рамке течёт по часовой стрелке. Ответ запишите словом (словами).

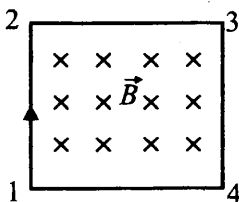


Рис. 24.

Ответ: _____.

14. Какова величина электрического заряда, создающего поле с напряжённостью 70 кВ/м в точке, удалённой на расстояние 1,5 см от него?

Ответ: _____ нКл.

15. На рисунке 25 приведена зависимость силы тока от времени в катушке с индуктивностью 0,4 Гн. Какова энергия магнитного поля, создаваемого током в катушке в момент времени 1,5 с?

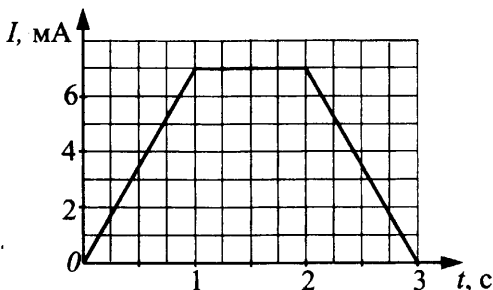


Рис. 25.

Ответ: _____ Дж.

16. На рисунке 26 приведён график зависимости силы тока, протекающего через реостат, от сопротивления реостата. На основании анализа этого графика выберите два верных утверждения.

- 1) Закон Ома в данном случае не выполняется.
- 2) Напряжение на реостате было постоянным.
- 3) С ростом сопротивления количество теплоты, выделявшееся на реостате, уменьшалось.
- 4) При силе тока 2 А напряжение на реостате равно 1 В.

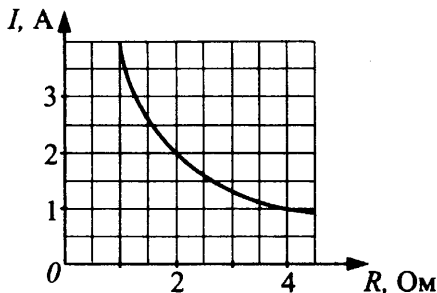


Рис. 26.

5) При сопротивлении реостата 8 Ом сила тока будет равна 1 А.

Ответ:

17. На участок цепи, изображённый на рисунке 27, приложено постоянное напряжение. Что произойдёт с силой тока, текущего через второй резистор, и напряжением на третьем резисторе, если ключ замкнуть?

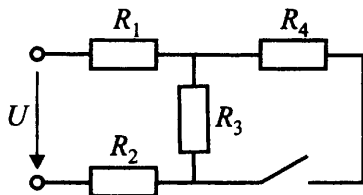


Рис. 27.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Сила тока	Напряжение

18. Положительно заряженная пылинка ($q > 0$) массой m влетела со скоростью v в однородное электрическое поле напряжённостью E вдоль его силовых линий. Установите соответствие между величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

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

Физические величины	Формулы
А) сила, действующая на пылинку со стороны поля	1) qE
Б) скорость пылинки в момент времени t	2) mE
	3) $v + \frac{qE}{m}t$
	4) $\frac{qE}{m}t$

Ответ:

А	Б

19. Сколько протонов и сколько нейтронов содержится в ядре никеля $^{59}_{28}\text{Ni}$?

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

20. Какова частота рентгеновского фотона с длиной волны 10^{-10} м? Ответ выразите в эксагерцах. Приставка экса- означает 10^{18} .

Ответ: _____ ЭГц.

21. Как изменятся величина запирающего напряжения и длины волны красной границы, если при наблюдении фотоэффекта уменьшить длину волн падающих на металлическую пластину фотонов?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Запирающее напряжение	Длина волны красной границы

22. Каковы показания секундомера (см. рис. 28), если погрешность прямого измерения равна половине цены деления прибора?



Рис. 28.

Ответ: (____ $\pm$ ____) с.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23. Ученик изучает зависимость ускорения свободно падающего тела от его массы (см. рис. 29). Какие условия он должен создать для проведения данного исследования?

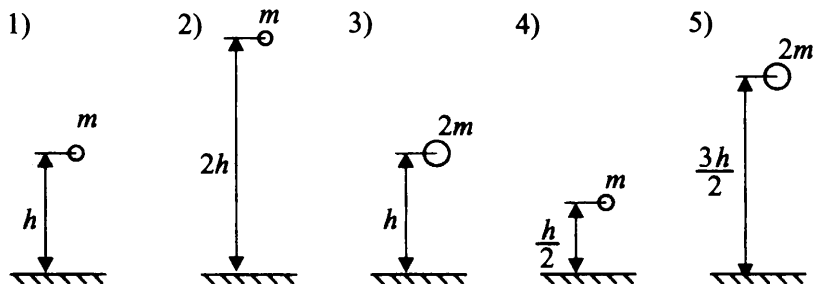


Рис. 29.

В ответ запишите номера выбранных условий.

Ответ:

--	--

24. Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о планетах земной группы Солнечной системы.

Параметры	Планеты			
	Меркурий	Венера	Земля	Марс
Среднее расстояние от Солнца, а. е.	0,4	0,7	1,0	1,5
Радиус, км	2439	6052	6378	3378
Масса относительно массы Земли	0,06	0,82	1	0,107
Период вращения	59 сут.	243 сут.	24 ч	24,6 ч
Период обращения вокруг Солнца, годы	0,24	0,62	1,00	1,88

Выберите два утверждения, которые соответствуют характеристикам планет, и укажите их номера.

- 1) Ближайшая к Солнцу планета — Марс.
- 2) Чем дальше планета располагается от Солнца, тем большее её период обращения.
- 3) Наибольшей средней плотностью обладает Меркурий.
- 4) Период вращения Венеры в 59 раз превышает период вращения Земли.
- 5) Наибольший период обращения вокруг Солнца имеет Земля.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Свободно падающее тело массой 100 г затрачивает на движение 3 с. Какова кинетическая энергия тела перед ударом о землю?

Ответ: _____ Дж.

26. Каков объём сосуда, если в нём при нормальных условиях содержится $1,32 \cdot 10^{23}$ молекул? Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ л.

27. С какой силой ядро атома водорода притягивает электрон, находящийся на первой боровской орбите радиусом 53 пм? Ответ выразите в наноньютонах и округлите до целых.

Ответ: _____ нН.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов №1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ №2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. Постоянная масса одноатомного идеального газа совершает процесс, график которого представлен в координатах U – V (см. рис. 30), где U — внутренняя энергия газа, V — его объём. Определите, получает газ или отдаёт теплоту в процессах 1–2 и 2–3. Ответ поясните, опираясь на законы молекулярной физики и термодинамики.

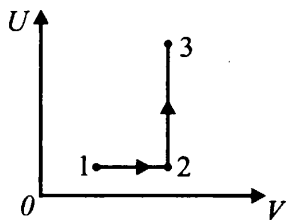


Рис. 30.

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Вертолёт, летящий на высоте 250 м со скоростью 30 м/с, сбрасывает груз. С какой скоростью груз упадёт на землю? Сопротивление воздуха не учитывать.

30. Для приготовления ванны при температуре 40°C используется водонагреватель, который даёт воду, нагретую до температуры 65°C . Темпера-

тура воды в водопроводе составляет 15°C . Каков объём ванны, если для её приготовления используется 135 л воды из водопровода?

31. Плоский воздушный конденсатор до половины заполняют слюдой так, как это показано на рисунке 31. Как изменится ёмкость конденсатора? Диэлектрическая проницаемость слюды равна 6.

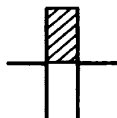


Рис. 31.

32. Какова частота обращения электрона, находящегося на первой боровской орбите в атоме водорода?

Вариант № 3

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Зависимость координаты x тела от времени t задаётся уравнением $x = 3 - 5t + t^2$. Какова проекция скорости тела на ось Ox в момент времени 2 с?

Ответ: _____ м/с.

2. Равнодействующая двух взаимно перпендикулярных сил, одна из которых составляет 12 Н, равна 13 Н. Каков модуль второй силы?

Ответ: _____ Н.

3. Шарик массой 100 г налетает со скоростью 2 м/с на покоящийся шар такой же массы. Какова скорость шаров после абсолютно неупругого удара?

Ответ: _____ м/с.

4. На рисунке 32 представлена зависимость смещения пружинного маятника массой 200 г от времени. Какова кинетическая энергия в момент времени 1,5 с? В расчётах принять $\pi^2 \approx 10$.

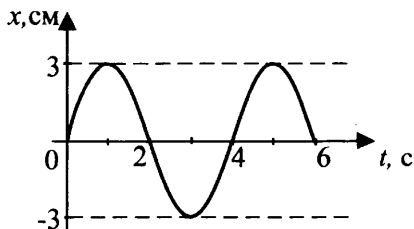


Рис. 32.

Ответ: _____ мкДж.

5. На рисунке 33 приведён график зависимости кинетической энергии тела от времени t . Из приведённого ниже списка выберите два верных утверждения на основании анализа представленного графика и укажите их номера.

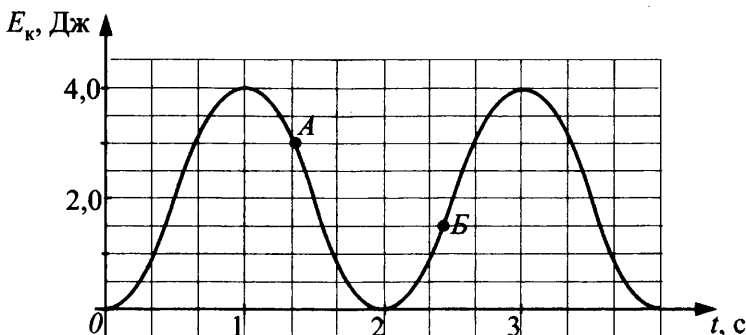


Рис. 33.

- 1) Тело совершает гармонические колебания.
- 2) Потенциальная энергия тела в точке А равна 1 Дж.
- 3) Период колебаний тела равен 2 с.
- 4) Максимальное значение потенциальной энергии равно потенциальной энергии в точке Б.
- 5) Частота колебаний тела равна 4 Гц.

Ответ:

6. Тело, подвешенное на пружине, опускают в керосин. Что при этом происходит с силой Архимеда, действующей на тело, и силой упругости пружины?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Сила Архимеда	Сила упругости

7. Небольшое тело массой m , находящееся на некоторой высоте h , отпускают. Установите соответствие между величинами, характеризующими движение тела, и формулами, по которым их можно рассчитать.

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

Физические величины	Формулы
А) время движения тела	1) $\sqrt{\frac{2h}{g}}$
Б) импульс тела	2) $\sqrt{2gh}$
	3) $m\sqrt{2gh}$
	4) $m\sqrt{\frac{2h}{g}}$

Ответ:

А	Б

8. Находящийся в закрытой бутылки газ нагревают на 273°C . При этом давление газа увеличивается в 2 раза. Какова конечная температура газа?

Ответ: _____ $^\circ\text{C}$.

9. Температура нагревателя идеальной тепловой машины в два раза больше температуры холодильника. Каков термический КПД цикла?

Ответ: _____ %.

10. Какое количество теплоты получает 4 моля одноатомного идеального газа в процессе, график которого изображён на рисунке 34?

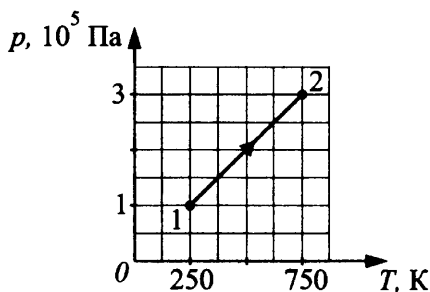


Рис. 34.

Ответ: _____ кДж.

11. На рисунке 35 показана зависимость объёма от температуры идеального газа в циклическом процессе. Из приведённого ниже списка на основании анализа этого циклического процесса выберите два верных утверждения.

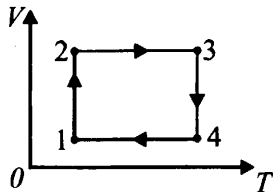


Рис. 35.

- 1) Наибольшее давление на стенки сосуда газ оказывает в состоянии 4.
- 2) Наибольшую работу газ совершает в процессе 1–2.
- 3) В процессе 1–2 работа газа равна нулю.
- 4) В процессе 2–3 объём газа уменьшается.
- 5) В процессе 4–1 температура газа растёт.

Ответ:

12. В вертикальном цилиндрическом сосуде под поршнем, способным перемещаться без трения, находится воздух. Как изменятся давление газа и его внутренняя энергия, если поршень быстро сместить вверх?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Давление	Внутренняя энергия

13. На рисунке 36 изображена система одинаковых по величине точечных электрических зарядов. Как направлена сила Кулона, действующая на отрицательный заряд со стороны остальных зарядов системы (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*)? Ответ запишите словом (словами).

Ответ: _____.

14. Во сколько раз сопротивление двух одинаковых последовательно соединённых резисторов больше сопротивления при их параллельном соединении?

Ответ: в _____ раз (-а).

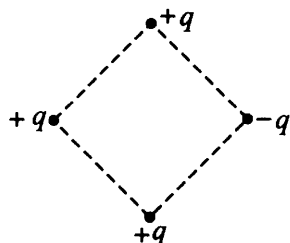


Рис. 36.

15. Каков абсолютный показатель преломления стекла, если скорость света в стекле 200 Мм/с ?

Ответ: _____.

16. На рисунке 37 показано поведение рамки с током, помещённой вблизи бесконечно длинного прямолинейного проводника с током. На основании анализа данного опыта выберите два верных утверждения.

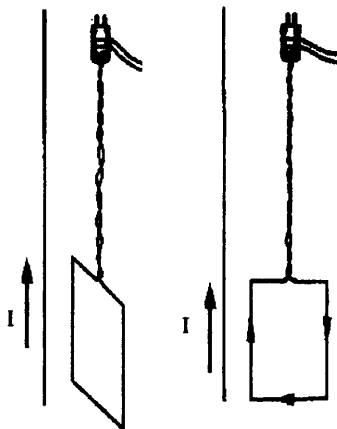


Рис. 37.

- 1) Токи, текущие в одинаковых направлениях, отталкиваются.
- 2) Рамка устанавливается таким образом, чтобы магнитная индукция поля тока была перпендикулярна её плоскости.
- 3) При расположении рамки в одной плоскости с проводником её энергия становится равной нулю.
- 4) Левая сторона рамки от проводника с током отталкивается, а правая — притягивается.
- 5) В магнитном поле тока на рамку действует вращающий момент.

Ответ: ☐ ☐

17. К источнику питания был подключён резистор. Что произойдёт с силой тока и мощностью, выделяющейся в нём, если к нему подключить последовательно второй такой же резистор?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Сила тока	Мощность

18. В идеальном колебательном контуре происходят гармонические колебания с циклической частотой ω . Максимальное напряжение между обкладками конденсатора ёмкостью C равно U_m . Каковы период колебаний в контуре и максимальное значение силы тока в катушке индуктивности? Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

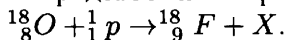
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) период колебаний	1) $\frac{1}{\omega}$
Б) амплитуда силы тока	2) $\frac{2\pi}{\omega}$
	3) $U_m \omega C$
	4) $\frac{U_m}{\omega C}$

Ответ:

А	Б

19. Определите массовое и зарядовое числа продукта реакции



Массовое число	Зарядовое число

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

20. На рисунке 38 представлена диаграмма энергетических состояний в атоме. Какой цифрой обозначен переход, соответствующий поглощению кванта с самой малой длиной волны?

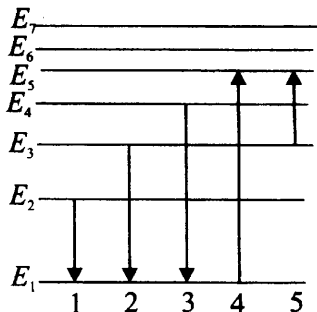


Рис. 38.

Ответ: _____.

21. Металлическую пластину с работой выхода A облучают светом с длиной волны λ и наблюдают фотоэффект. Чему равны частота падающих фотонов и кинетическая энергия фотоэлектронов? Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

Физические величины	Формулы
А) частота фотона	1) $\frac{1}{c\lambda}$
Б) кинетическая энергия фотоэлектрона	2) $\frac{c}{\lambda}$
	3) $\frac{h}{c\lambda} - A$
	4) $\frac{hc}{\lambda} - A$

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

Ответ:

А	Б

22. Каковы показания амперметра, если погрешность прямого измерения равна половине цены деления прибора (см. рис. 39)?

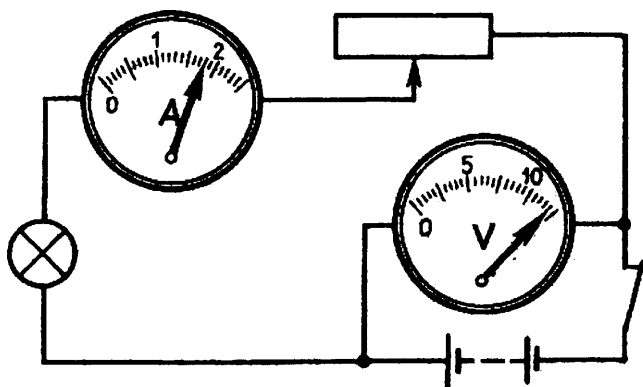


Рис. 39.

Ответ: (____ ± ____) А.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23. Ученик изучает зависимость периода свободных колебаний в колебательном контуре от ёмкости конденсатора (см. рис. 40). Какие две схемы он должен для этого использовать?

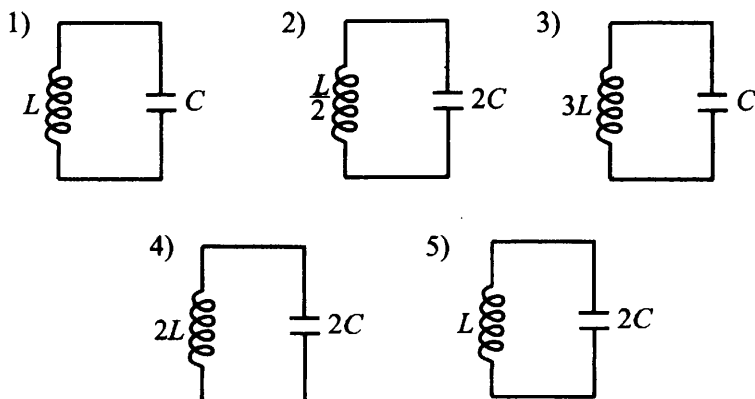


Рис. 40.

В ответ запишите номера выбранных схем.

Ответ:

24. Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о планетах земной группы Солнечной системы.

Планета	Состав атмосферы, %					Физические параметры у поверхности	
	CO_2	N_2	O_2	Ar	H_2O	Давление, атм	Температура, К
Земля	0,03	78	21	0,93	0,1–1,0	1	240–310
Венера	95	3–5	$2 \cdot 10^{-4}$	0,01	0,01–0,1	95	740
Марс	95	2–3	0,1–0,4	1–2	10^{-3} – 10^{-1}	$6 \cdot 10^{-3}$	200–270

Выберите два утверждения, которые соответствуют физическим характеристикам планет, и укажите их номера.

- 1) На Венере нет свободной воды.
- 2) Наибольшее количество кислорода содержится в атмосфере Марса.
- 3) Марс располагается ближе к Солнцу, чем Венера.
- 4) Наибольшее атмосферное давление на Венере.
- 5) Максимальная температура на Марсе составляет $3^\circ C$.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Какая сила трения действует на тело массой 300 г, покоящееся на наклонной плоскости с углом наклона, равным 30° ? Коэффициент трения тела о плоскость равен 0,2.

Ответ: _____ Н.

26. Какое количество теплоты получает 2 моль гелия, если в изобарном процессе его температура увеличивается на $200^\circ C$?

Ответ: _____ кДж.

27. Батарейка с ЭДС 12 В и внутренним сопротивлением 1 Ом замкнута на резистор сопротивлением 5 Ом. Каково напряжение на клеммах батарейки?

Ответ: _____ В.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов №1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ №2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. На рисунке 41 показаны траектории движения заряженных частиц, движущихся в магнитном поле с одинаковыми по модулю скоростями. Укажите знаки зарядов частиц и сравните их удельные заряды. Ответ поясните, опираясь на законы механики и электродинамики.

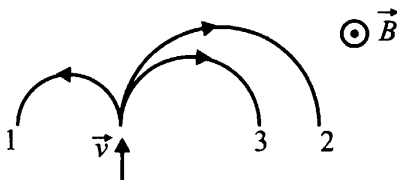


Рис. 41.

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Каков радиус окружности, описываемой коническим маятником, если он с вертикалью образует угол 15° ? Период обращения маятника составляет 2 с.

30. Найдите КПД цикла Карно, у которого такие же температура нагревателя и холодильника, как и максимальная и минимальная температуры цикла, изображённого на рисунке 42.

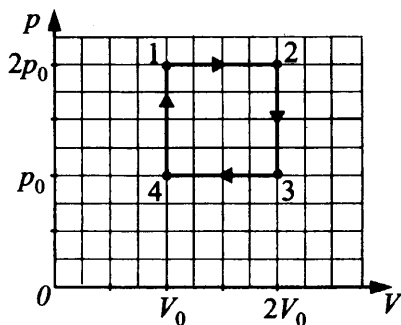


Рис. 42.

31. Металлический шарик радиусом 5 см, который несёт заряд 8 нКл, соединяют проводником с незаряженным металлическим шариком радиусом 15 см. Каким станет после соединения заряд первого шарика?
32. На экран с круглым отверстием радиусом 4 см вставлена собирающая линза с фокусным расстоянием 15 см. При этом крайние лучи, падающие на линзу, собираются в точке, отстоящей от экрана на 2,5 см. Какой угол эти лучи будут образовывать с осью симметрии системы, если линзу убрать?

Вариант № 4

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Зависимость координаты x тела от времени t задаётся уравнением $x = 3 - 5t + t^2$. Какова проекция ускорения тела на ось Ox в момент времени 2 с?

Ответ: _____ м/с².

2. На частицу массой 500 г действуют две взаимно перпендикулярные силы величиной 3 и 4 Н. Какое ускорение приобретает частица под действием этих сил?

Ответ: _____ м/с².

3. Шарик массой 100 г налетает со скоростью 2 м/с на покоящийся шар такой же массы. Каков импульс системы шаров после абсолютно неупругого удара?

Ответ: _____ кг·м/с.

4. На рисунке 43 представлена зависимость смещения пружинного маятника массой 200 г от времени. Какова потенциальная энергия в момент времени 1,5 с? В расчётах принять $\pi^2 \approx 10$.

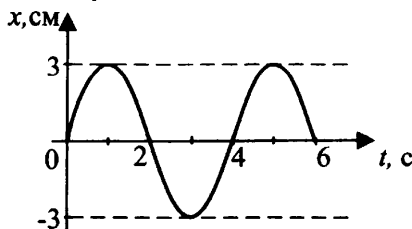


Рис. 43.

Ответ: _____ мкДж.

5. На рисунке 44 приведён график зависимости кинетической энергии тела от времени t . Выберите два верных утверждения на основании анализа представленного графика.

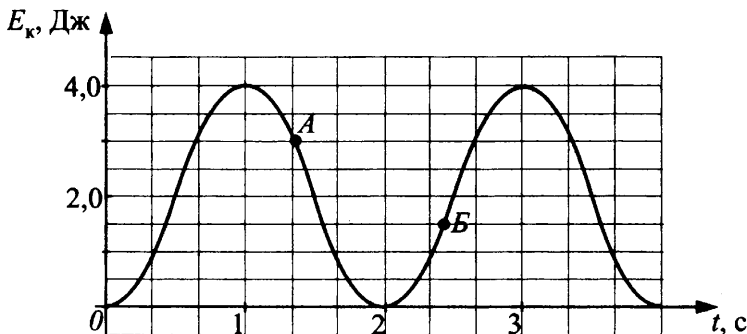


Рис. 44.

- 1) Тело движется под действием постоянной силы.
- 2) Потенциальная энергия тела в точке B равна 1,5 Дж.
- 3) Период колебаний тела равен 4 с.
- 4) Максимальное значение потенциальной энергии равно значению потенциальной энергии в точке A.
- 5) Полная механическая энергия тела равна 4 Дж.

Ответ:

--	--

6. Тело, подвешенное на пружине, опускают в керосин. Что при этом происходит с силой тяжести, действующей на тело, и его весом?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Сила тяжести	Вес

7. Небольшое тело массой m , находящееся на некоторой высоте h , отпускают. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими движение тела, и формулами, по которым их можно рассчитать.

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

Физические величины	Формулы
А) скорость тела	1) $\sqrt{\frac{2h}{g}}$
Б) импульс силы	2) $\sqrt{2gh}$
	3) $m\sqrt{2gh}$
	4) $m\sqrt{\frac{2h}{g}}$

Ответ:

А	Б

8. Находящийся в закрытой бутылки газ нагревают на 273°C . При этом давление газа увеличивается в 2 раза. Какова начальная температура газа?

Ответ: _____ $^\circ\text{C}$.

9. Температура нагревателя идеальной тепловой машины в пять раз больше температуры холодильника. Каков термический КПД цикла?

Ответ: _____ %.

10. Какое количество теплоты получает одноатомный идеальный газ в процессе, график которого изображён на рисунке 45?

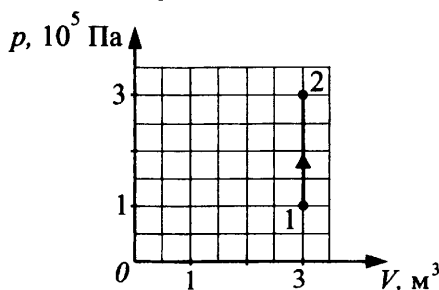


Рис. 45.

Ответ: _____ кДж.

11. На рисунке 46 показана зависимость объёма от температуры идеального газа в циклическом процессе. Из приведённого ниже списка на основании анализа этого циклического процесса выберите два верных утверждения.

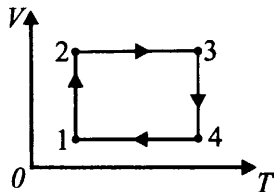


Рис. 46.

- 1) Наименьшее давление на стенки сосуда газ оказывает в состоянии 3.
- 2) Наибольшую работу газ совершает в процессе 3–4.
- 3) В процессе 2–3 работа газа равна нулю.
- 4) В процессе 1–2 давление газа уменьшается.
- 5) В процессе 3–4 температура газа растёт.

Ответ:

--	--

12. В вертикальном цилиндрическом сосуде под поршнем, способным перемещаться без трения, находится воздух. Как изменятся температура газа и его объём, если поршень быстро сместить вниз?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Температура	Объём

13. На рисунке 47 изображена система одинаковых по величине точечных электрических зарядов. Как направлена сила Кулона, действующая на отрицательный заряд со стороны остальных зарядов системы (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*)? Ответ запишите словом (словами).

Ответ: _____.

14. Каково сопротивление одного из трёх одинаковых резисторов, если при силе тока 0,5 А напряжение на концах участка, содержащего их последовательное соединение, равно 15 В?

Ответ: _____ Ом.

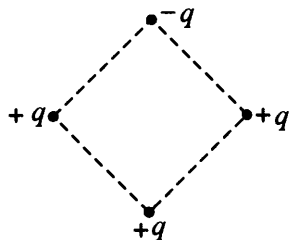


Рис. 47.

15. Какова скорость света в воде, если абсолютный показатель преломления воды равен $4/3$?

Ответ: _____ Мм/с.

16. На рисунке 48 показано поведение рамки с током, помещённой вблизи бесконечно длинного прямолинейного проводника с током. На основании анализа данного опыта выберите два верных утверждения.

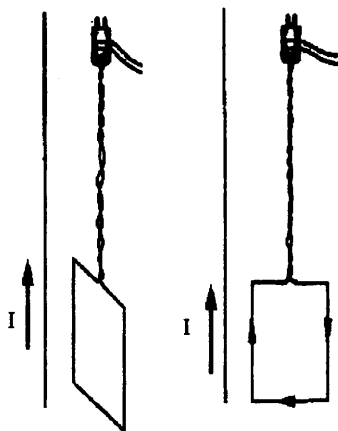


Рис. 48.

- 1) Магнитное поле тока оказывает на рамку ориентирующее действие.
- 2) Рамка устанавливается так, что её магнитный момент сонаправлен с магнитной индукцией поля тока.
- 3) Токи, текущие в противоположных направлениях, притягиваются.
- 4) На противоположные вертикальные стороны рамки действуют одинаковые силы Ампера.
- 5) При расположении рамки в одной плоскости с проводником её энергия становится максимальной.

Ответ: ☐ ☐

17. К источнику питания был подключён резистор. Что произойдёт с силой тока и мощностью, выделяющейся в нём, если к нему подключить параллельно второй такой же резистор?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Сила тока	Мощность

18. В идеальном колебательном контуре происходят гармонические колебания с циклической частотой ω . Максимальное напряжение между обкладками конденсатора ёмкостью C равно U_m . Каковы индуктивность катушки и максимальное значение заряда на обкладках конденсатора? Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

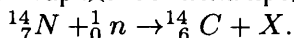
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) индуктивность катушки	1) $\frac{1}{\omega^2 C}$
Б) максимальное значение заряда	2) $\frac{C}{\omega}$
	3) $U_m C$
	4) $\frac{U_m}{C}$

Ответ:

А	Б

19. Определите массовое и зарядовое числа продукта реакции



Массовое число	Зарядовое число

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

20. На рисунке 49 представлена диаграмма энергетических состояний в атоме. Какой цифрой обозначен переход, соответствующий высвечиванию кванта с самой малой длиной волны?

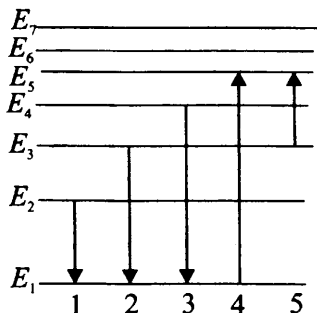


Рис. 49.

Ответ: _____.

21. Металлическую пластину с работой выхода A облучают светом с длиной волны λ и наблюдают фотоэффект. Чему равны энергия падающих фотонов и запирающее напряжение? Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

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

Физические величины	Формулы
А) энергия фотона	1) $\frac{h}{c\lambda}$
Б) запирающее напряжение	2) $\frac{hc}{\lambda}$
	3) $\left(\frac{h}{c\lambda} - A\right) \cdot \frac{1}{e}$
	4) $\left(\frac{hc}{\lambda} - A\right) \cdot \frac{1}{e}$

Ответ:

А	Б

22. Каковы показания вольтметра, если погрешность прямого измерения равна половине цены деления прибора (см. рис. 50)?

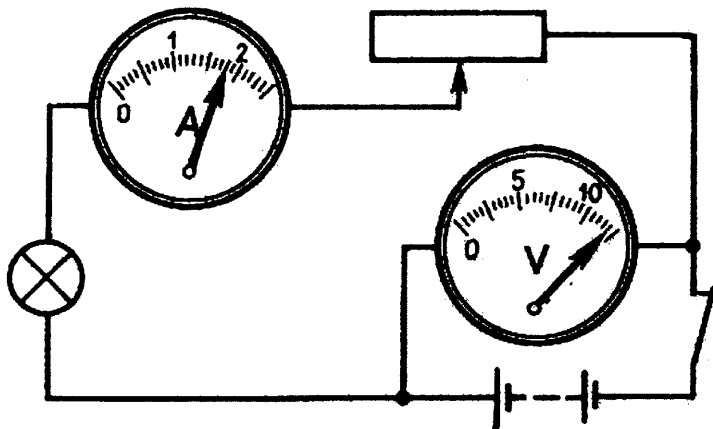


Рис. 50.

Ответ: (____ ± ____) А.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23. Ученик изучает зависимость периода свободных колебаний в колебательном контуре от индуктивности катушки (см. рис. 51). Какие две схемы он должен для этого использовать?

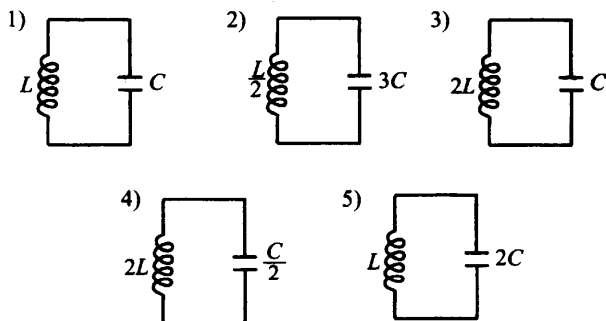


Рис. 51.

В ответ запишите номера выбранных схем.

Ответ:

24. Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о планетах земной группы Солнечной системы.

Планета	Состав атмосферы, %					Физические параметры у поверхности	
	CO_2	N_2	O_2	Ar	H_2O	Давление, атм	Температура, К
Земля	0,03	78	21	0,93	0,1–1,0	1	240–310
Венера	95	3–5	$2 \cdot 10^{-4}$	0,01	0,01–0,1	95	740
Марс	95	2–3	0,1–0,4	1–2	10^{-3} – 10^{-1}	$6 \cdot 10^{-3}$	200–270

Выберите два утверждения, которые соответствуют физическим характеристикам планет, и укажите их номера.

- 1) На Венере существует гидросфера.
- 2) Концентрация углекислого газа в атмосфере Венеры и Марса существенно больше, чем в атмосфере Земли.
- 3) Венера располагается дальше от Солнца, чем Земля.
- 4) Наибольшее атмосферное давление на Марсе.
- 5) На Марсе свободная вода существует в виде ледников и вечной мерзлоты.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Какая сила трения действует на тело массой 300 г, соскальзывающее с наклонной плоскости с углом наклона, равным 60° ? Коэффициент трения тела о плоскость равен 0,2.

Ответ: _____ Н.

26. Какое количество теплоты получает 2 моль гелия, если в изобарном процессе при давлении 200 кПа его объём увеличивается на 5 л?

Ответ: _____ кДж.

27. Батарейка с ЭДС 12 В и внутренним сопротивлением 1 Ом замкнута на резистор сопротивлением 5 Ом. Какая мощность выделяется во внешней цепи?

Ответ: _____ Вт.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов №1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ №2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. На рисунке 52 показаны траектории движения заряженных частиц, движущихся в магнитном поле с одинаковыми по модулю скоростями. Укажите знаки зарядов частиц и сравните их удельные заряды. Ответ поясните, опираясь на законы механики и электродинамики.

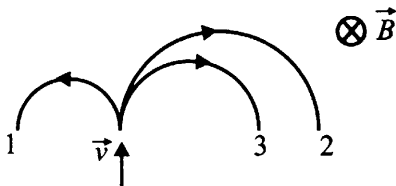


Рис. 52.

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Какой угол образует с вертикалью конический маятник, если за 2 с он совершает один полный оборот по окружности радиусом 10 см?

30. Какое количество теплоты рабочее вещество в цикле Карно отдаёт холодильнику, если количество теплоты, полученное от нагревателя, составляет 100 кДж? Температуры нагревателя и холодильника в рассматриваемом цикле Карно такие же, как максимальная и минимальная температуры цикла, изображённого на рисунке 53.

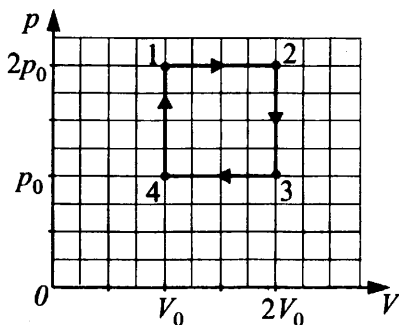


Рис. 53.

31. Металлический шарик радиусом 5 см, который несёт заряд 8 нКл, соединяют проводником с незаряженным металлическим шариком. Каков радиус второго шарика, если он после соединения приобрёл заряд 6 нКл?
32. Линза с оптической силой 10 дптр даёт уменьшенное в 2 раза действительное изображение предмета. Если линзу заменить другой, то получается в 3 раза увеличенное действительное изображение предмета. Чему равно фокусное расстояние второй линзы?

Вариант № 5

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Длина минутной стрелки равна 10 см. Какова скорость её конца? Ответ округлите до сотых.

Ответ: _____ мм/с.

2. Зависимость координаты x тела от времени t задаётся уравнением $x = 3 - 5t + t^2$. Какова проекция силы на ось Ox в момент времени 3 с, если масса тела равна 700 г?

Ответ: _____ Н.

3. Зависимость скорости от времени для материальной точки массой 200 г задана на рисунке 54. Каков её импульс в момент времени 2,5 с?

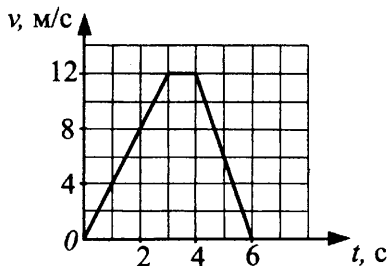


Рис. 54.

Ответ: _____ кг·м/с.

4. Какова частота звуковой волны длиной 34 см? Скорость звука в воздухе равна 340 м/с.

Ответ: _____ кГц.

5. На рисунке 55 приведена стробоскопическая фотография движущегося шарика по желобу, образующему некоторый угол с горизонтом. Положения шарика на фотографии показаны через равные промежутки времени. Из приведённого ниже списка выберите два верных утверждения на основании анализа стробоскопической фотографии и укажите их номера.

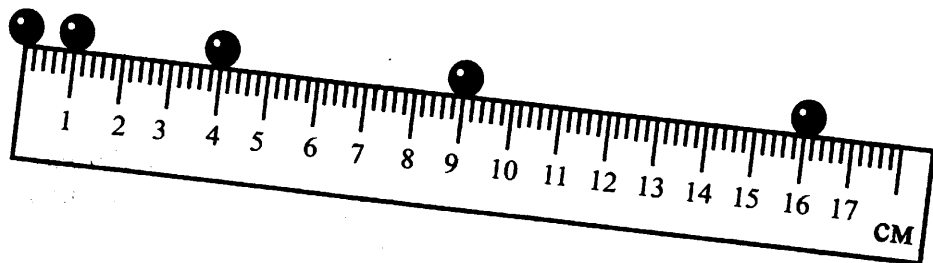


Рис. 55.

- 1) Шарик движется с переменным ускорением.
- 2) Скорость шарика уменьшается.
- 3) Шарик движется под действием постоянной силы.
- 4) Если промежуток времени между двумя последовательными положениями шарика равен 2 с и он начинал движение из состояния покоя, то его скорость в точке с координатой 9 см равна 3 м/с.
- 5) Импульс шарика в процессе движения уменьшается.

Ответ:

6. Небольшому телу сообщили некоторую начальную скорость, и оно начало двигаться вверх по наклонной плоскости без трения. Что при этом происходит с кинетической энергией и потенциальной энергией тела? Сопротивление воздуха не учитывать.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

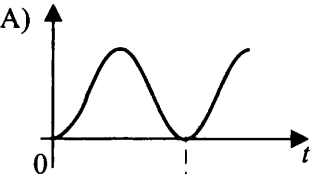
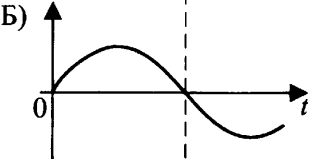
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Кинетическая энергия	Потенциальная энергия

7. Математический маятник отклонили от положения равновесия на небольшой угол и отпустили без толчка. Установите соответствие между физическими величинами и графиками, которые могут отражать зависимость этих величин от времени.

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

Графики	Физические величины
А)  Б) 	1) кинетическая энергия 2) потенциальная энергия 3) скорость 4) смещение от положения равновесия

Ответ:

А	Б

8. При какой температуре происходит процесс с газом, взятым в количестве 2,5 моль, график которого изображён на рисунке 56? Ответ округлите до целых.

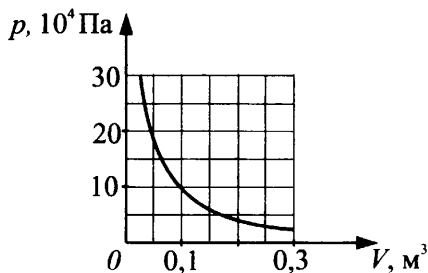


Рис. 56.

Ответ: _____ °C.

9. Рассчитайте работу газа при переходе из состояния 1 в состояние 2 (см. рис. 57), если давление $p_0 = 10^5$ Па, а объём $V_0 = 1$ м³.

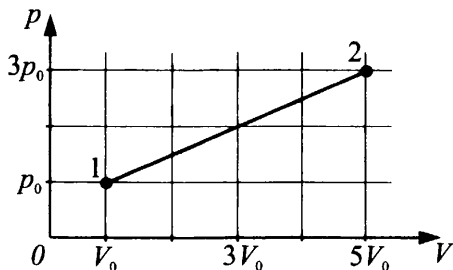


Рис. 57.

Ответ: _____ кДж.

10. Используя показания психрометра, изображённого на рисунке 58, определите влажность воздуха.

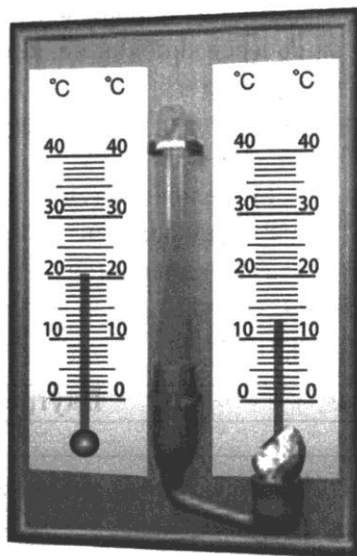


Рис. 58.

Ответ: _____ %.

11. На рисунке 59 показана зависимость давления от температуры идеального газа в циклическом процессе. Из приведённого ниже списка на основании анализа этого циклического процесса выберите два верных утверждения.

- 1) Объём газа наибольший в состоянии 4.
- 2) Процесс 3–4 изохорный.
- 3) В процессе 1–2 внутренняя энергия газа не изменяется.

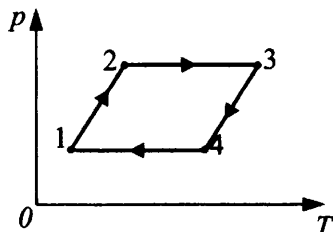


Рис. 59.

4) В процессе 4–1 объём газа уменьшается.

5) В процессе 2–3 газ отдаёт теплоту.

Ответ:

12. Ученик наблюдает за процессом кипения воды, нагреваемой в кастрюле на электроплите. Как в процессе кипения меняется температура и внутренняя энергия системы «вода–пар»?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается

2) уменьшается

3) не изменяется

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

Температура	Внутренняя энергия

13. На рисунке 60 изображён точечный электрический заряд. Как направлена относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) напряжённость поля заряда в точке *A*? Ответ запишите словом (словами).



Рис. 60.

Ответ: _____.

14. Каково сопротивление проводника, вольт-амперная характеристика которого изображена на рисунке 61?

Ответ: _____ Ом.

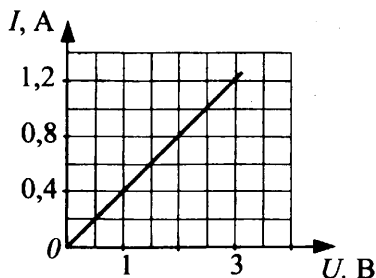


Рис. 61.

15. На рисунке 62 приведена зависимость силы тока в колебательном контуре от времени. Какова индуктивность катушки, если ёмкость конденсатора равна 1 пФ? Ответ округлите до десятых.

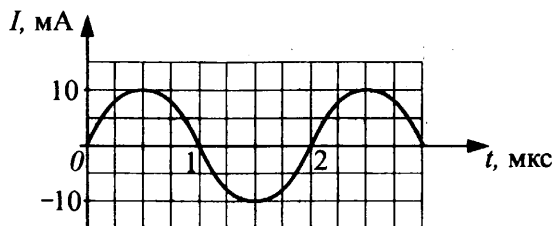


Рис. 62.

Ответ: _____ Гн.

16. На рисунке 63 показаны явления, происходящие в электрической цепи сразу после замыкания ключа. Используемые лампочки одинаковы. Ползунок реостата выставлен в положение, при котором его сопротивление равно сопротивлению катушки. На основании анализа этого опыта выберите два верных утверждения.

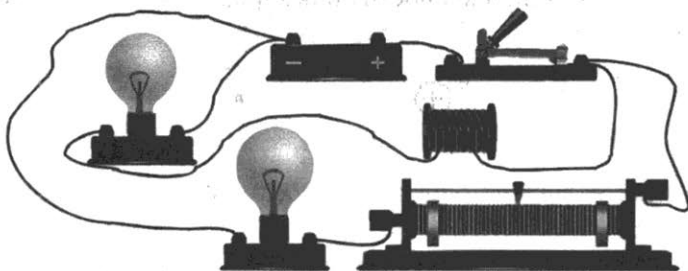


Рис. 63.

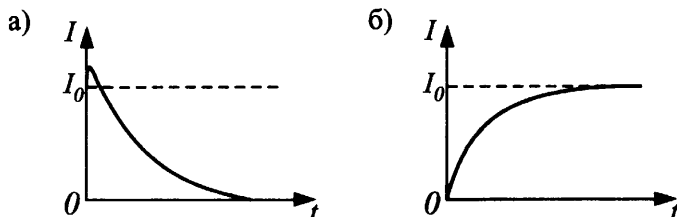


Рис. 64.

- 1) Нижняя лампочка горит ярче, т.к. сопротивление реостата мало.
- 2) Зависимость тока от времени в цепи будет описываться графиком на рисунке 64а.
- 3) Меньшая светимость нижней лампочки обусловлена явлением электростатической индукции.
- 4) Меньшая светимость верхней лампочки обусловлена явлением самоиндукции.
- 5) Через некоторое время после замыкания цепи лампочки станут светить одинаково.

Ответ:

17. В однородном магнитном поле рамка вращается так, как показано на рисунке 65. Что произойдёт с максимальным значением магнитного потока, пронизывающего плоскость рамки, и максимальным значением ЭДС, возникающей в рамке, если увеличить количество витков в рамке?

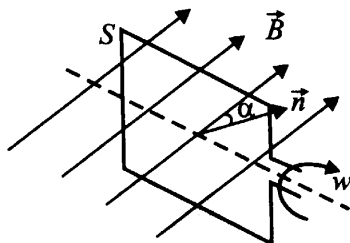


Рис. 65.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Магнитный поток	ЭДС

18. На рисунке 66 показанная электрическая цепь, в которой течёт ток. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым эти величины можно рассчитать.

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

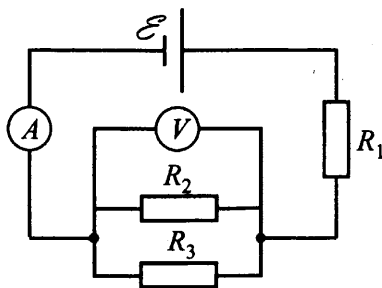


Рис. 66.

Физические величины	Формулы
А) показания амперметра	1) $\frac{\varepsilon(R_2 + R_3)}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_1 R_3}$
Б) показания вольтметра	2) $\frac{\varepsilon(R_1 + R_3)}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_1 R_3}$
	3) $\frac{\varepsilon}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_1 R_3}$
	4) $\frac{\varepsilon R_2 R_3}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_1 R_3}$

Ответ:

А	Б

19. Сколько нуклонов и сколько электронов содержится в ядре $^{226}_{88}\text{Ra}$?

Число нуклонов	Число электронов

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

20. Изначально некоторого радиоактивного изотопа было 400 г. Через 7,8 лет его стало 100 г. Каков приблизительно период полураспада данного элемента?

Ответ: _____ года (лет).

21. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (E — энергия фотона, h — постоянная Планка, c — скорость света в вакууме).

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

Физические величины	Формулы
А) импульс фотона	1) $\frac{E}{c}$
Б) частота фотона	2) Ec
	3) $\frac{E}{h}$
	4) Eh

Ответ:

А	Б

22. Какую температуру показывает термометр, если погрешность прямого измерения равна половине цены деления прибора (см. рис. 67)?

Ответ: (_____ $\pm$ _____) °C.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23. Ученик изучает зависимость сопротивления проводника от площади его поперечного сечения. Какие проводники (см. табл.) он должен взять для проведения данного исследования?

№	Материал проводника	Площадь поперечного сечения (мм ²)	Длина проводника (м)
1	Медь	0,8	5
2	Сталь	0,8	5
3	Медь	1,2	5
4	Медь	1,2	8
5	Сталь	1,2	8



Рис. 67.

В ответ запишите номера выбранных проводников.

Ответ:

24. Из приведённых утверждений выберите два верных, соответствующих законам движения планет. Укажите их номера.

- 1) Планеты движутся вокруг Солнца по эллиптическим орбитам.
- 2) Отношение площадей, описываемых радиусами-векторами планет, равно отношению квадратов соответствующих времён.
- 3) Быстрее всего планета движется в перигелии.
- 4) Скорость планеты тем больше, чем она дальше от Солнца.
- 5) Квадрат большой полуоси орбиты тела, делённый на куб периода его обращения и на сумму масс тел, есть величина постоянная.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Пуля массой 9 г, летящая со скоростью 500 м/с, пробивает доску толщиной 3 см и вылетает со скоростью 100 м/с. Чему равна средняя сила сопротивления доски?

Ответ: _____ кН.

26. Тепловая машина работает при температуре нагревателя 577°C и температуре холодильника 237°C . Каков максимально возможный её КПД?

Ответ: _____ %.

27. Катод фотоэлемента облучается светом с частотой 10^{15} Гц. Какая энергия передана фотоэлектронам, если в цепи фотоэлемента проток заряд 2 пКл? Ответ выразите в пикоджоулях и округлите до десятых.

Ответ: _____ пДж.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов №1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ №2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. Алюминиевое кольцо, надетое на катушку электромагнита, через которую пропускают переменный ток постоянной амплитуды, спокойно висит в воздухе (см. рис. 68). Однако если ток резко включить, то кольцо весьма эффектно подпрыгнет. Почему кольцо ведёт себя по-разному в этих двух случаях? Ответ объясните, указав, какие физические законы вы использовали.

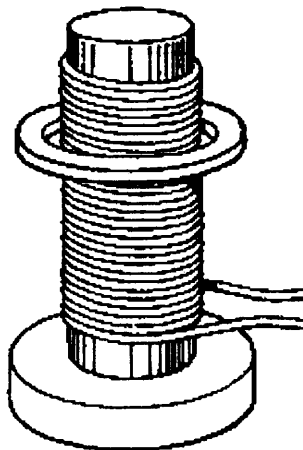


Рис. 68.

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Из пушки массой 50 кг, которая может скользить по горизонтальным рельсам, производится выстрел. Снаряд массой 5 кг вылетает под углом 60° к горизонту. В результате выстрела пушка приобретает горизонтальную скорость 2 м/с. Какова дальность полёта снаряда?

30. В цилиндрическом сосуде под поршнем массой 10 кг находится идеальный газ. Начальная термодинамическая температура газа равна 25°C . После того, как на поршень сверху поставили гирию и система пришла в равновесие, температура газа повысилась в 4 раза, а объём, занимаемый газом, уменьшился в 1,25 раза. Какова масса гири? Трение поршня о стенки цилиндра и атмосферное давление не учитывать.

31. На рисунке 69 приведена схема цепи с параметрами $\mathcal{E} = 12\text{ В}$, $C = 10\text{ мкФ}$, $R = 5\text{ Ом}$. Какое количество теплоты выделится на резисторе R после размыкания ключа K ? Внутренним сопротивлением источника пренебречь.

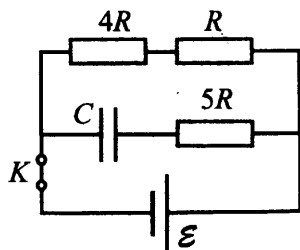


Рис. 69.

32. Фотоэффект происходит при облучении натрия фотонами с энергией 3,5 эВ. Рассчитайте максимальный импульс, передаваемый поверхности металла при вылете фотоэлектрона. Работа выхода для натрия равна 2,3 эВ.

Вариант № 6

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Длина минутной стрелки равна 10 см. Какой путь пройдёт конец стрелки, совершив полный оборот?

Ответ: _____ см.

2. Зависимость координаты x тела массой 700 г от времени t задаётся уравнением $x = 3 - 5t + t^2$. Какова проекция силы трения на ось Ox , если проекция силы тяги на ось Ox равна 2,4 Н?

Ответ: _____ Н.

3. Зависимость скорости от времени для материальной точки массой 200 г задана на рисунке 70. Какова её кинетическая энергия в момент времени 2,5 с?

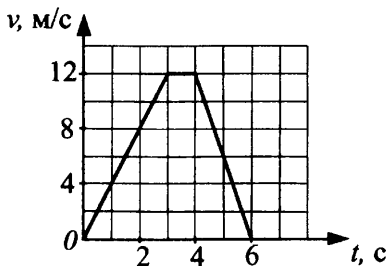


Рис. 70.

Ответ: _____ Дж.

4. Какова длина звуковой волны частотой 500 Гц? Скорость звука в воздухе равна 340 м/с.

Ответ: _____ см.

5. На рисунке 71 приведена стробоскопическая фотография движущегося шарика по желобу, образующему некоторый угол с горизонтом. Положения шарика на фотографии показаны через равные промежутки времени. Из приведённого ниже списка выберите два верных утверждения на основании анализа стробоскопической фотографии и укажите их номера.

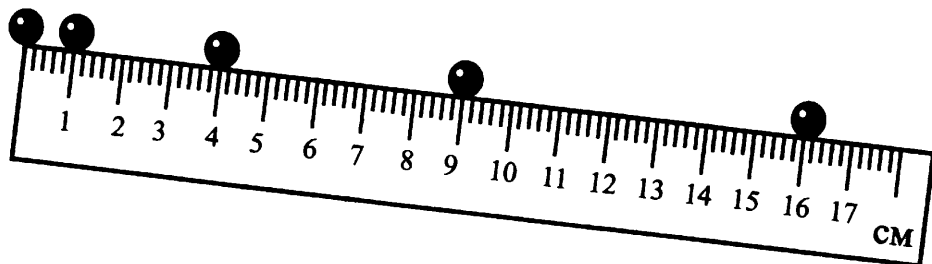


Рис. 71.

- 1) Движение шарика равномерное.
- 2) Скорость шарика увеличивается.
- 3) Шарик движется под действием переменной силы.
- 4) Если промежуток времени между двумя последовательными положениями шарика равен 2 с, то его ускорение равно $0,5 \text{ см/с}^2$.
- 5) Импульс шарика в процессе движения остаётся постоянным.

Ответ:

6. Небольшому телу сообщили некоторую начальную скорость, и оно начало двигаться вверх по наклонной плоскости без трения. Что при этом происходит с полной механической энергией тела и равнодействующей силой, приложенной к телу? Сопротивление воздуха не учитывать.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

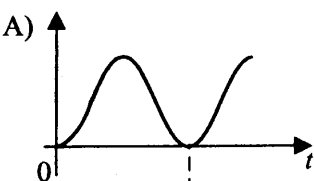
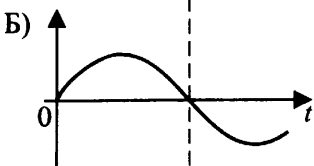
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Полная механическая энергия	Равнодействующая сила

7. Математическому маятнику, находящемуся в положении равновесия, сообщают горизонтальный импульс, в результате чего он начинает совер-

шать периодическое движение. Установите соответствие между физическими величинами и графиками, которые могут отражать зависимость этих величин от времени.

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

Графики	Физические величины
А)  Б) 	1) кинетическая энергия 2) потенциальная энергия 3) скорость 4) смещение от положения равновесия

Ответ:

А	Б

8. На рисунке 72 изображено изменение состояния идеального газа. Во сколько раз температура в состоянии 2 больше, чем температура в состоянии 1?

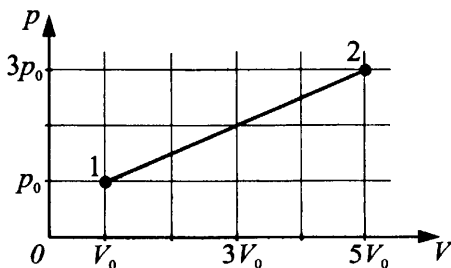


Рис. 72.

Ответ: в _____ раз (-а).

9. Работа газа в круговом процессе равна 900 кДж. Рассчитайте значение объёма V_0 , если давление $p_0 = 10^5$ Па (см. рис. 73).

Ответ: _____ м³.

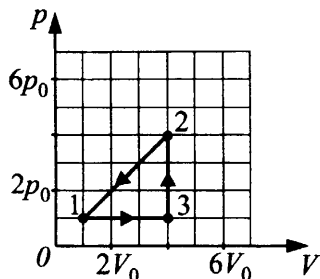


Рис. 73.

10. Используя показания психрометра, изображённого на рисунке 74, определите влажность воздуха.

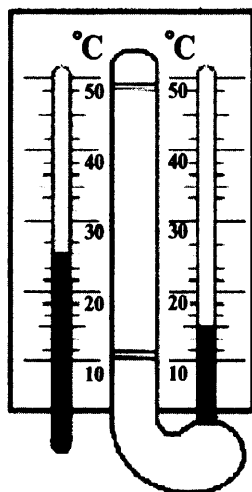


Рис. 74.

Ответ: _____%.

11. На рисунке 75 показана зависимость давления от объёма идеального газа в циклическом процессе. Из приведённого ниже списка на основании анализа этого циклического процесса выберите два верных утверждения.

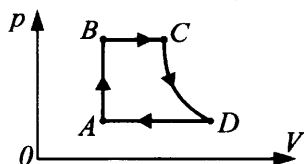


Рис. 75.

- 1) В процессе $B-C$ температура газа уменьшается.
- 2) Наибольшую работу газ совершает в процессе $A-B$.
- 3) В процессе $C-D$ внутренняя энергия газа не меняется.
- 4) В процессе $A-B$ температура газа растёт.
- 5) В процессе $A-D$ работа газа равна нулю.

Ответ:

--	--

12. Если налить воду в открытый сосуд, то она начнёт испаряться. Как будут меняться при этом её температура и внутренняя энергия?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Температура	Внутренняя энергия

13. На рисунке 76 изображён точечный электрический заряд. Как направлена относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) напряжённость поля заряда в точке A ? Ответ запишите словом (словами).



Рис. 76.

Ответ: _____.

14. Какова мощность, выделяющаяся в проводнике, вольт-амперная характеристика которого изображена на рисунке 77, при напряжении 1,5 В?

Ответ: _____ Вт.

15. На рисунке 78 приведена зависимость силы тока в колебательном контуре от времени. Какова амплитуда колебания заряда на обкладках конденсатора? Ответ выразите в нанокулонах и округлите до единиц.

Ответ: _____ нКл.

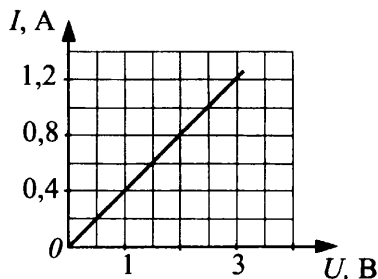


Рис. 77.

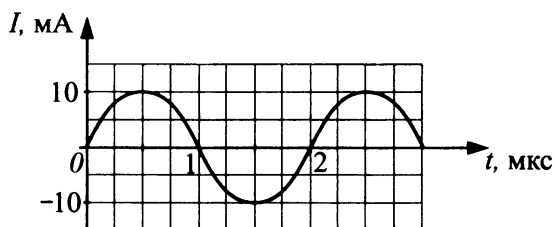


Рис. 78.

16. На рисунке 79 приведены опыты, демонстрируемые учителем на уроке физики. На основании анализа этих опытов выберите два верных утверждения.



Рис. 79.

- 1) Индукционный ток возникает при изменении магнитного потока, пронизывающего контур.
- 2) Возникновение индукционного тока происходит при различных способах изменения магнитного потока.
- 3) Сила индукционного тока зависит от скорости изменения магнитного потока.
- 4) Направление индукционного тока не зависит от способа изменения магнитного потока.

5) При деформации катушки, помещённой в магнитное поле, стрелка гальванометра отклоняется.

Ответ:

17. В однородном магнитном поле рамка вращается так, как показано на рисунке 80. Что произойдёт с максимальным значением магнитного потока, пронизывающего плоскость рамки, и максимальным значением ЭДС, возникающей в рамке, если угловую скорость её вращения увеличить?

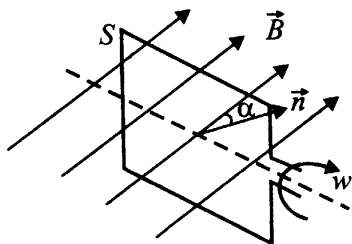


Рис. 80.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Магнитный поток	ЭДС

18. На рисунке 81 показана электрическая цепь, в которой течёт ток. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым эти величины можно рассчитать.

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

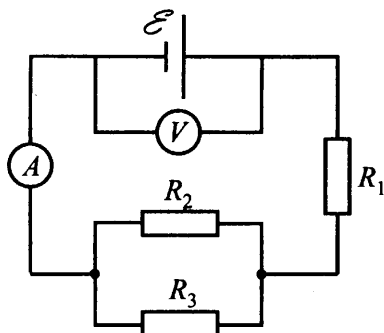


Рис. 81.

Физические величины	Формулы
А) сопротивление нагрузки	1) $\frac{\mathcal{E}(R_2 + R_3)}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_1 R_3}$
Б) показания вольтметра	2) $\frac{R_2 + R_3}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_1 R_3}$
	3) $\frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_1 R_3}{R_2 + R_3}$
	4) $\mathcal{E}$

Ответ:

А	Б

19. Сколько протонов и сколько нейтронов содержится в ядре ${}^{226}_{88}\text{Ra}$?

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

20. Период полураспада некоторого изотопа равен 50 часов. Если изначально его было 800 г, то сколько приблизительно останется через 12,5 суток?

Ответ: _____ г.

21. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, которые по которым их можно рассчитать (E — энергия фотона, h — постоянная Планка, c — скорость света в вакууме).

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

Физические величины	Формулы
А) длина волны фотона	1) $\frac{E}{c^2}$
Б) масса фотона	2) Ec
	3) $\frac{E}{h}$
	4) $\frac{hc}{E}$

Ответ:

А	Б

22. Какую температуру показывает термометр, если погрешность прямого измерения равна половине цены деления прибора (см. рис. 82)?



Рис. 82.

Ответ: (____ ± ____) °C.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23. Ученик изучает зависимость сопротивления проводника от материала, из которого он изготовлен. Какие два проводника (см. табл.) он должен взять для проведения данного исследования?

№	Материал проводника	Площадь поперечного сечения (мм^2)	Длина проводника (м)
1	Медь	0,8	5
2	Сталь	0,8	5
3	Медь	1,2	5
4	Медь	1,2	8
5	Сталь	1,2	8

В ответ запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

24. Из приведённых утверждений выберите два верных, соответствующих законам движения планет. Укажите их номера.

- 1) Планеты движутся вокруг Солнца по круговым орбитам.
- 2) Радиус-вектор планеты за равные промежутки времени описывает одинаковые площади.
- 3) Быстрее всего планета движется в афелии.
- 4) Скорость планеты тем больше, чем она ближе к Солнцу.
- 5) Квадрат большой полуоси орбиты тела, делённый на куб периода его обращения и на сумму масс тел, есть величина постоянная.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Пуля массой 9 г, летящая со скоростью 500 м/с, пробивает доску толщиной 3 см и вылетает со скоростью 100 м/с. Какая доля кинетической энергии пошла на преодоление силы сопротивления?

Ответ: _____%.

26. Тепловая машина работает при температуре нагревателя 577°C и температуре холодильника 237°C . Какое количество теплоты получает рабочее вещество от нагревателя, если за один цикл оно отдаёт холодильнику 240 кДж ?

Ответ: _____ кДж.

27. Катод фотоэлемента облучается светом с частотой 10^{15} Гц . Какой заряд протёк в цепи фотоэлемента, если фотоэлектроны получили энергию $16,6\text{ пДж}$? Ответ выразите в пикокулонах и округлите до целых.

Ответ: _____ пКл.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов №1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ №2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. Две порции одного и того же газа, который можно считать идеальным, находятся в одинаковых сосудах под подвижным поршнем. Начальный объём газов одинаков. Графики процессов, происходящих с газами, представлены на рисунке 83. Почему изотерма 1 лежит выше изотермы 2? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали.

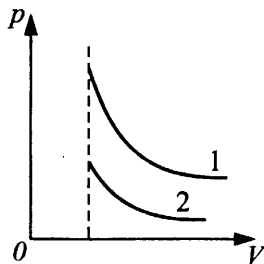


Рис. 83.

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Небольшой шарик, падая с высоты 1 м, отскакивает от земли со скоростью в 0,94 раза меньшей, чем до удара. Определите, сколько ударов совершит шарик за 1,3 с.

30. Автомобиль затрачивает 8 л бензина на 100 км. Температура газа в цилиндре двигателя 900°C , а отработанного газа 100°C . Какова развиваемая мощность двигателя, если автомобиль едет со скоростью 60 км/ч? Плотность бензина 700 кг/м^3 , удельная теплота сгорания бензина 44 МДж/кг .

31. При нагревании медного проводника его сопротивление увеличилось на 0,34 Ом. Каково увеличение внутренней энергии проводника, если площадь его поперечного сечения 1 мм^2 ? Плотность меди 8900 кг/м^3 , удельное сопротивление меди при 20°C $1,7 \cdot 10^{-2} \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$, удельная теплоёмкость

380 $\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{K}}$, а температурный коэффициент сопротивления $0,0043 \text{ K}^{-1}$.

32. Конденсатор ёмкостью 5 мкФ зарядили до напряжения 120 В и подключили к катушке индуктивностью 0,5 Гн. Какое количество теплоты выделится на катушке, когда сила тока в цепи станет равной 0,25 А, а напряжение на конденсаторе уменьшится в два раза?

Вариант № 7

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Скорость камня, брошенного вертикально вверх, изменяется, как показано на графике (см. рис. 84). Найдите координату камня y через 3 с движения, считая начальную координату равной нулю.

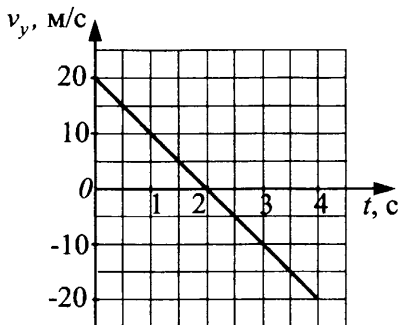


Рис. 84.

Ответ: _____ м.

2. На шероховатой горизонтальной поверхности доски лежит тело массой 1 кг. Коэффициент трения скольжения тела о поверхность доски равен 0,1. На тело действует горизонтальная сила, равная 0,5 Н. Чему равна сила трения между телом и поверхностью доски?

Ответ: _____ Н.

3. Ученик исследовал зависимость силы упругости F пружины от её растяжения x и получил следующие результаты:

$F, \text{ Н}$	0	0,5	1	1,5	2	2,5
$x, \text{ см}$	0	2	4	6	8	10

По данным опыта определите, какую работу нужно совершить, чтобы растянуть пружину от 4 см до 8 см.

Ответ: _____ Дж.

4. Для измерения массы однородного стержня ученик воспользовался динамометром так, как это представлено на рисунке 85. Чему равна масса стержня?

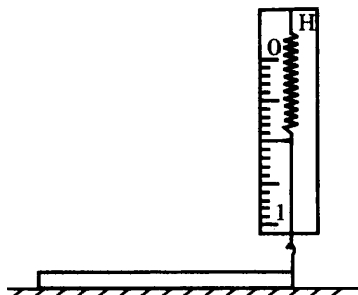


Рис. 85.

Ответ: _____ г.

5. На рисунке 86 приведена зависимость координаты движущегося тела от времени. Из приведённого ниже списка выберите два верных утверждения на основании анализа представленного графика.

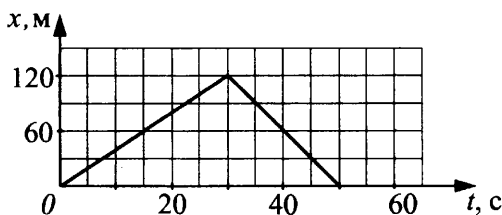


Рис. 86.

- 1) Скорость движения тела в интервале времени от 30 до 50 с на 2 м/с больше, чем скорость в интервале времени от 0 до 30 с.
- 2) Скорость тела возрастала в интервале времени от 0 до 30 с и убывала в интервале от 30 до 50 с.
- 3) Максимальная скорость движения на всём пути равна 2,4 м/с.
- 4) За всё время движения тело прошло путь 120 м.
- 5) За всё время движения тело прошло путь 240 м.

Ответ:

6. Груз массой m , подвешенный к длинной нерастяжимой нити, совершает колебания с периодом T . Угол максимального отклонения нити от положения равновесия равен α . Что произойдёт с периодом T колебаний и максимальной кинетической энергией нитяного маятника, если при неизменном максимальном угле α отклонения груза уменьшить длину нити?

Для каждой величины определите 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 колебаний	Максимальная кинетическая энергия

7. Тело массой m удерживается в покое на шероховатой наклонной опоре с углом α к горизонту с помощью силы F (см. рис. 87). Коэффициент трения тела о плоскость равен μ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

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

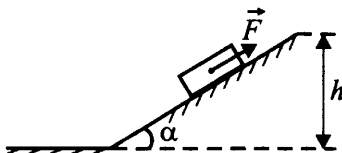


Рис. 87.

Физические величины	Формулы
А) модуль силы F	1) $mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$
Б) модуль силы трения	2) $mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha$
	3) $\mu mg \cos \alpha$
	4) $mg \sin \alpha$

Ответ:

А	Б

8. Концентрация молекул углекислого газа в сосуде составляет $3 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$. Чему равна плотность газа?

Ответ: _____ г/м³.

9. В сосуде с постоянным объёмом охлаждают идеальный одноатомный газ, причём количество отведённого тепла равно 300 Дж. Определите объём сосуда, если давление в нём понизилось на 100 кПа.

Ответ: _____ л.

10. При температуре 19°C влажность воздуха составляла 70 %. При какой температуре выпадет роса? Таблица плотности насыщенных паров воды приведена ниже.

$t, ^\circ\text{C}$	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
$\rho, \text{ г/м}^3$	9,4	10,0	10,7	11,4	12,1	12,8	13,6	14,5	15,4	16,6

Ответ: _____ °C.

11. Постоянную массу идеального газа переводят из состояния 1 в состояние 3, как показано на рисунке 88. В состоянии 1 температура газа была равна 327°C. Из приведённого ниже списка на основании анализа графика этого процесса выберите два верных утверждения.

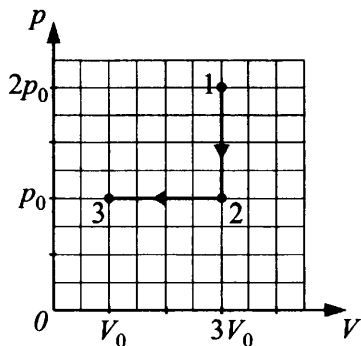


Рис. 88.

- 1) В процессе 1–2 температура газа повышается.
- 2) В процессе 1–2 газ совершает положительную работу.
- 3) Работа, совершённая над газом в процессе 2–3, положительна.
- 4) На участке 2–3 газ получает тепло.
- 5) В состоянии 3 температура газа равна 100 К.

Ответ:

--	--

12. На рисунке 89 показан процесс изменения состояния 1 моля одноатомного идеального газа (U — внутренняя энергия газа, p — его давление). Как изменяются в ходе этого процесса объём и теплоёмкость газа?

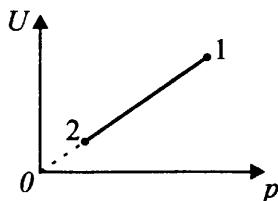


Рис. 89.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

Объём	Теплоёмкость

13. По двум параллельным проводникам текут токи так, как показано на рисунке 90. Какое направление (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) имеет вектор магнитной индукции в точке A ? Ответ запишите словом (словами).

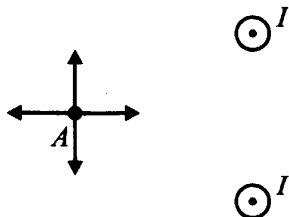


Рис. 90.

Ответ: _____.

14. Воздушный конденсатор, заряженный до разности потенциалов $U_0 = 800$ В, соединяется параллельно с одинаковым по размерам незаряжённым конденсатором, заполненным диэлектриком. При этом разность

потенциалов на обкладках стала $U_1 = 200$ В. Определите диэлектрическую проницаемость диэлектрика.

Ответ: _____.

15. Внутри проводочного витка радиусом 10 см магнитная индукция B меняется со временем так, как показано на графике зависимости индукции от времени (см. рис. 91). Определите ЭДС индукции в этом витке. Ответ округлите до десятых.

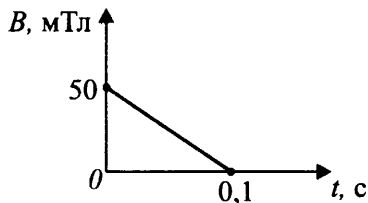


Рис. 91.

Ответ: _____ мВ.

16. Для экспериментального изучения зависимости мощности, выделяемой во внешней части цепи, от сопротивления этой цепи была собрана замкнутая электрическая цепь. R — сопротивление внешнего участка цепи, P — выделяемая во внешней цепи мощность. Результаты измерений представлены на рисунке 92. Выберите два верных утверждения на основании анализа представленного графика.

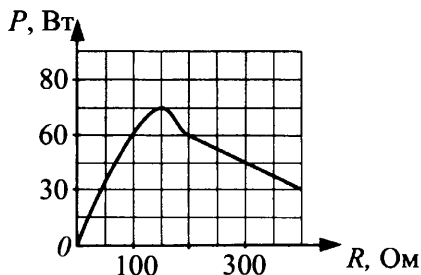


Рис. 92.

- 1) При $R = 150$ Ом мощность максимальная.
- 2) При $R = 150$ Ом в цепи течёт максимальный ток.
- 3) При $R < 100$ Ом сила тока не меняется.
- 4) При $R > 150$ Ом сопротивление внешней цепи больше внутреннего сопротивления источника тока.

- 5) При $R > 150 \text{ Ом}$ сопротивление внешней цепи меньше внутреннего сопротивления источника тока.

Ответ:

--	--

17. Колебательный контур радиоприёмника настроен на некоторую длину волны. Как изменятся частота колебаний в контуре и соответствующая длина волны, если уменьшить расстояние между пластинами конденсатора?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Частота колебаний в контуре	Длина волны

18. Собирающая линза даёт на экране увеличенное в Γ раз изображение предмета, находящегося на расстоянии d от линзы. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

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

Физические величины	Формулы
А) расстояние от изображения предмета до линзы	1) $\Gamma \cdot d$
Б) оптическая сила линзы	2) $\frac{\Gamma}{(\Gamma + 1) \cdot d}$
	3) $\frac{\Gamma + 1}{\Gamma \cdot d}$
	4) $\frac{d}{\Gamma}$

Ответ:

А	Б

19. Ядро урана ${}_{92}^{235}\text{U}$, захватив нейтрон, делится на два осколка ${}_{55}^{140}\text{Cs}$ и ${}_{37}^{94}\text{Rb}$. Сколько нейтронов выделяется в такой ядерной реакции деления?

Ответ: _____.

20. На рисунке 93 изображена схема возможных значений энергии атомов газа. Атомы находятся в состоянии с энергией $-3,4$ эВ. Фотоны какой энергии могут в этом случае испускать атомы газа?

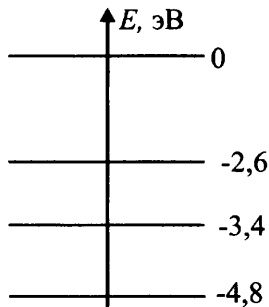


Рис. 93.

Ответ: _____ эВ.

21. Квант света выбивает электрон из металла. Как изменятся при увеличении энергии фотона в этом опыте работа выхода электрона из металла и максимальная возможная скорость фотоэлектрона?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

Работа выхода электрона из металла	Скорость фотоэлектрона

22. На фотографии (см. рис. 94) представлена электрическая схема для определения сопротивления резистора. По показаниям приборов определите показания вольтметра с учётом погрешности.

Ответ: (_____ $\pm$ _____) В.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

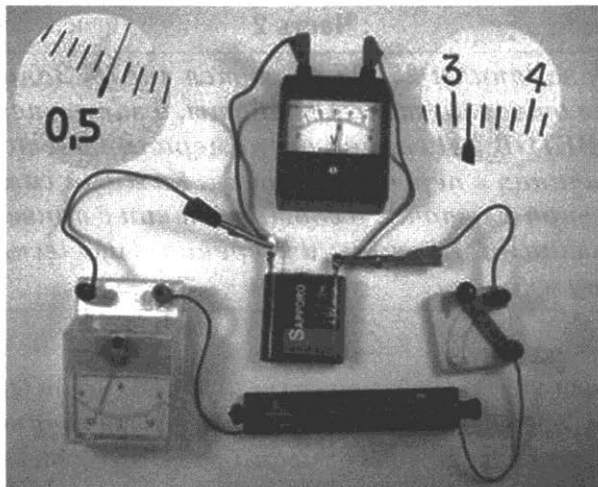


Рис. 94.

23. Необходимо экспериментально установить, зависит ли выталкивающая сила от объёма погружённого в жидкость тела. Какой набор металлических цилиндров из алюминия и меди можно использовать для этой цели (см. рис. 95)? В ответ внесите цифру, соответствующую выбранному вами набору цилиндров.

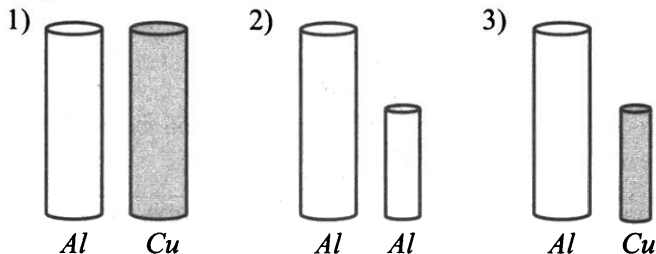


Рис. 95.

Ответ: _____.

24. Выберите два верных утверждения, которые соответствуют характеристикам планет Солнечной системы.

- 1) Марс — самая близкая к Солнцу планета.
- 2) Больше всего спутников у Юпитера.
- 3) Самая большая планета Солнечной системы — Юпитер.
- 4) Самая яркая планета из видимых с Земли — Меркурий.
- 5) Венера — самая маленькая планета Солнечной системы.

Ответ: ☐ ☐

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Мяч бросили с начальной скоростью 20 м/с под углом 60° к горизонту. Скорость мяча будет направлена под углом 45° к горизонту дважды за время полёта. На каком расстоянии от места броска это произойдёт в первый раз? Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____ м.

26. На Tp -диаграмме показан цикл тепловой машины, у которой рабочим телом является идеальный газ (см. рис. 96). Найдите модуль отношения работ газа A_{34}/A_{12} на участках 3–4 и 1–2.

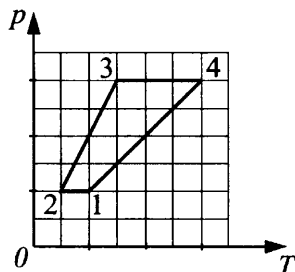


Рис. 96.

Ответ: _____.

27. Предположим, что в результате развития нанотехнологий удалось создать дифракционную решётку с периодом 10 нм . В вакуумной камере на эту решётку направили в перпендикулярном направлении узкий пучок электронов. Первый дифракционный максимум на экране, параллельном решётке и находящемся за ней на удалении 20 см , наблюдается на расстоянии около 15 мм от оси пучка. Какова скорость электронов? Ответ округлите до десятков.

Ответ: _____ км/с.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов №1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ №2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. Квадратная рамка со стороной a изготовлена из медной проволоки. Рамка находится на гладкой горизонтальной поверхности. Начальное положение рамки изображено на рисунке 97. Рамке сообщают начальную скорость V_0 вдоль оси Ox . За время движения рамка проходит между полюсами магнита и вновь оказывается в области, где магнитное поле отсутствует. Ширина полюсов магнита d . Опишите характер движения рамки между полюсами магнита. Считайте, что магнитное поле имеет резкую границу и однородно между полюсами.

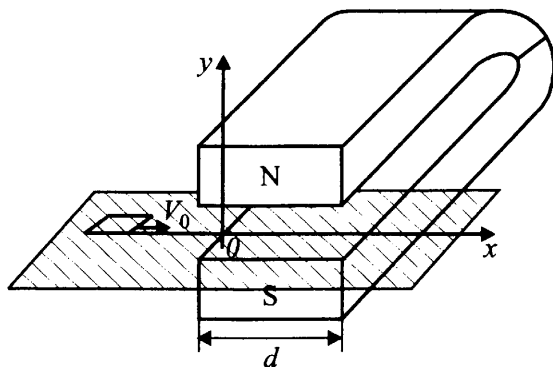


Рис. 97.

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Невесомый жёсткий стержень с маленькими шариками разной массы на концах может вращаться в вертикальной плоскости вокруг оси, проходящей через середину стержня перпендикулярно к нему. Стержень приводят в горизонтальное положение и отпускают без толчка. Определите, при

каком соотношении масс шариков растяжение сменяется сжатием той половины стержня, на конце которой прикреплён шарик с меньшей массой, когда стержень проходит положение равновесия.

30. Одноатомный газ участвует в циклическом процессе, представленном на pV -диаграмме (см. рис. 98). В состоянии 2 его температура в 4 раза выше, чем в состоянии 1. Определите КПД циклического процесса.

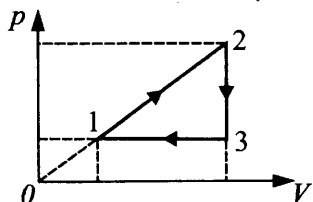


Рис. 98.

31. Если между контактами 1 и 2 схемы, изображённой на рис. 99, включить источник напряжения с ЭДС 12 В и малым внутренним сопротивлением, то идеальный вольтметр, подключённый к контактам 3 и 4, показывает напряжение 5 В, а идеальный амперметр — силу тока, равную 2 А. Если теперь поменять местами источник и вольтметр, то он показывает напряжение 9 В. Какую силу тока показывает теперь амперметр?

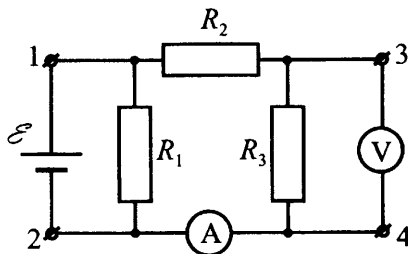


Рис. 99.

32. При реакции синтеза ${}^1_1\text{H} + {}^3_2\text{He} \rightarrow {}^4_2\text{He} + p$ образуется гелий и протон и выделяется 18,3 МэВ энергии. Какую кинетическую энергию уносит протон, если суммарный импульс исходных частиц равен нулю, а их кинетическая энергия пренебрежимо мала по сравнению с выделившейся?

Вариант № 8

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Поезд, двигаясь от остановки с постоянным ускорением, прошёл 180 м за 15 с. Какой путь он прошёл за первые 5 с от начала движения?

Ответ: _____ м.

2. Космонавт, стоя на Земле, притягивается к ней с силой 700 Н. С какой примерно силой он будет притягиваться к Марсу на его поверхности, если радиус Марса в 2 раза, а масса в 10 раз меньше, чем у Земли?

Ответ: _____ Н.

3. На экране монитора в Центре управления полётом отображены графики скоростей многоступенчатой ракеты массой 50 т и одной из ступеней массой 10 т (см. рис. 100). Чему равна скорость отделившейся второй ступени?

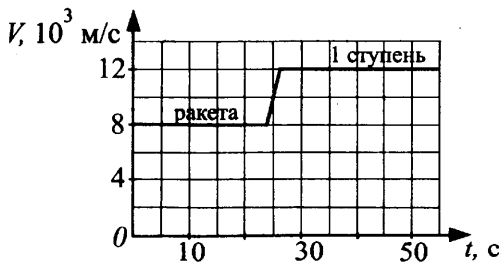


Рис. 100.

Ответ: _____ км/с.

4. Канал шириной $L = 4$ м перегорожен плотиной (см. рис. 101), причём глубина канала с одной стороны h_1 , а с другой стороны $h_2 = 2$ м ($h_1 > h_2$). Сила давления неподвижной воды на плотину равна 1200 кН. Чему равна глубина канала h_1 ?

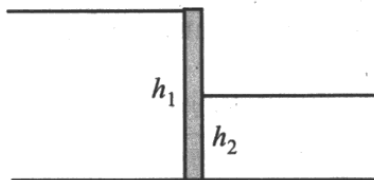


Рис. 101.

Ответ: _____ м.

5. При проведении эксперимента ученик исследовал зависимость модуля силы упругости пружины, которая выражается формулой $F(l) = k|l - l_0|$, где l_0 — длина пружины в недеформированном состоянии, от её длины. График полученной зависимости приведён на рисунке 102.

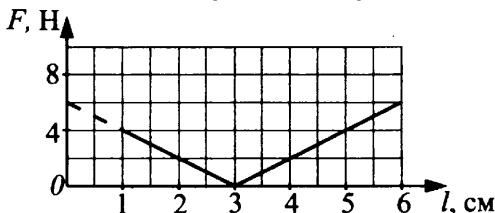


Рис. 102.

Из приведённого ниже списка выберите два верных утверждения на основании анализа графика и укажите их номера.

- 1) Длина пружины в недеформированном состоянии равна 6 см.
- 2) Длина пружины в недеформированном состоянии равна 3 см.
- 3) При действии силы 2 Н деформация пружины равна 2 см.
- 4) При действии силы 4 Н пружина сжимается или растягивается на 2 см.
- 5) Коэффициент жёсткости пружины равен 50 Н/м.

Ответ:

6. Груз массой m колеблется с периодом T и амплитудой A на гладком горизонтальном столе (см. рис. 103). Что произойдёт с максимальной потенциальной энергией пружины и частотой колебаний, если при неизменной амплитуде увеличить массу груза?

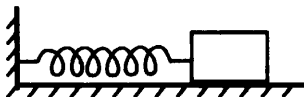


Рис. 103.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Максимальная потенциальная энергия	Частота колебаний

7. Телу массой m , находящемуся на вершине наклонной плоскости высотой h и длиной l (см. рис. 104), сообщают начальную скорость v_0 . В самом низу наклонной плоскости тело останавливается. Коэффициент трения тела о плоскость равен μ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

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

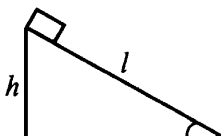


Рис. 104.

Физические величины	Формулы
А) работа силы трения	1) $mgh + \frac{mv_0^2}{2}$
Б) модуль силы трения	2) $-\mu mgl$
	3) $-mgh - \frac{mv_0^2}{2}$
	4) $\frac{\mu mg \sqrt{l^2 - h^2}}{l}$

Ответ:

А	Б

8. В сосуде вместимостью 4 м^3 находится $4,8 \text{ кг}$ идеального газа. Средне-квадратичная скорость движения его молекул равна 500 м/с . Определите давление газа в сосуде.

Ответ: _____ кПа.

9. Аргону сообщили 30 кДж теплоты, и он изобарно расширился. При этом объём газа увеличился на $0,6 \text{ м}^3$. Каково давление газа?

Ответ: _____ кПа.

10. Днём при 20°C относительная влажность воздуха была 60 %. Сколько воды в виде росы выделится из каждого кубического метра воздуха, если температура ночью понизилась до 8°C ? Ответ округлите до десятых. Таблица плотности насыщенных паров воды приведена ниже.

$t, ^\circ\text{C}$	8	10	12	14	16	18	20
$\rho, \text{г/м}^3$	8,3	9,4	10,7	12,1	13,6	15,4	17,3

Ответ: _____ г.

11. На pV -диаграмме изображены процессы перевода некоторой неизменной массы идеального газа из состояния 1 в состояние 3. Из приведённого ниже списка на основании анализа графика этого процесса выберите два верных утверждения.

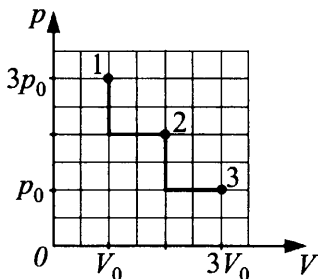


Рис. 105.

- 1) Начальная (T_1) и конечная (T_3) температуры связаны между собой соотношением $T_1 = T_3$.
- 2) Точки 1, 2 и 3 лежат на одной изотерме.
- 3) При переходе газа из состояния 1 в состояние 2 внешние силы совершили положительную работу.
- 4) Количество теплоты, полученное газом при переходе 1–2, равно количеству теплоты при переходе 2–3.
- 5) Температура газа в состоянии 2 выше, чем в состоянии 1.

Ответ:

12. Температуру нагревателя тепловой машины уменьшили, оставив температуру холодильника прежней. Количество теплоты, полученное газом от нагревателя за цикл, не изменилось. Как изменились при этом КПД

тепловой машины и количество теплоты, отданное газом за цикл холодильнику?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

КПД тепловой машины	Количество теплоты, отданное газом за цикл холодильнику

13. Проводник с током расположен между полюсами постоянного магнита так, как показано на рисунке 106. Определите направление (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) силы, действующей на проводник с током. Ответ запишите словом (словами).

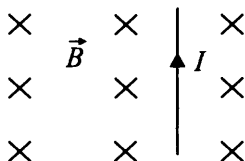


Рис. 106.

Ответ: _____.

14. Три точечных заряда q_1 , q_2 и q_3 расположены, как показано на рисунке 107, при этом $q_1 = q_0$, $q_2 = 3q_0$, $q_3 = 2q_0$. Сила взаимодействия между зарядами q_1 и q_3 равна $F_{13} = 4$ Н. Определите равнодействующую сил, действующих на заряд q_3 . Ответ округлите до десятых.

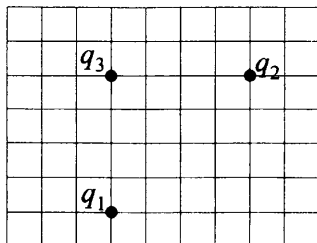


Рис. 107.

Ответ: _____.

15. На рисунке 108 изображён график зависимости заряда конденсатора от времени при свободных колебаниях в колебательном контуре. Чему станет равным период колебаний заряда конденсатора, если индуктивность катушки контура уменьшить в 4 раза?

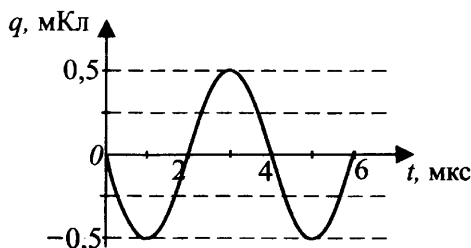


Рис. 108.

Ответ: _____ мкс.

16. Ученик измерял зависимость силы тока в электрической цепи от величины напряжения на концах цепи. Результаты его измерений занесены в таблицу.

$U, \text{В}$	-16	-9	-4	0	4	9	16
$I, \text{мА}$	0	0	0	0	8	27	64

выберите два верных утверждения на основании анализа приведённых данных.

- 1) При напряжении больше нуля сопротивление цепи резко уменьшается.
- 2) Цепь обладает свойством односторонней проводимости.
- 3) При напряжении больше нуля сопротивление цепи резко возрастает.
- 4) При силе тока 8 мА сопротивление цепи равно 2 Ом.
- 5) При напряжении 16 В сопротивление цепи равно 0,25 Ом.

Ответ: ☐ ☐

17. Электрическая цепь собрана в соответствии со схемой, представленной на рисунке 109. Ползунок реостата сместили влево. Как при этом изменились показания амперметра и показания вольтметра?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

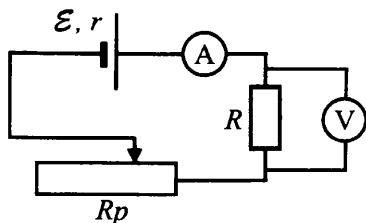


Рис. 109.

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

Показания амперметра	Показания вольтметра

18. Колебательный контур радиоприёмника, состоящий из катушки с индуктивностью L и конденсатора ёмкостью C , настроен на некоторую длину волны λ (c — скорость света). Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

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

Физические величины	Формулы
А) резонансная частота контура ν	1) $\frac{c}{2\pi\sqrt{LC}}$
Б) длина волны λ , на которую настроен контур	2) $2\pi c\sqrt{LC}$
	3) $\sqrt{LC}$
	4) $\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

Ответ:

А	Б

19. Масса ядра дейтерия ${}^2_1\text{H}$ на $3,9 \cdot 10^{-30}$ кг меньше суммы масс нейтрона и протона. Какая энергия выделяется в ядерной реакции ${}_1^1\text{p} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}^2_1\text{H}$? Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____ МэВ.

20. На рисунке 110 представлена диаграмма энергетических уровней атома. Переход с излучением фотона наибольшей частоты изображён стрелкой...

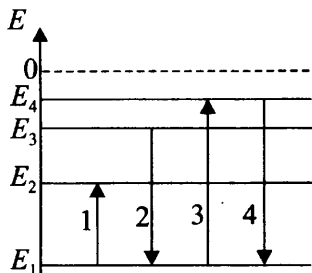


Рис. 110.

Ответ: _____.

21. Интенсивность монохроматического светового пучка плавно уменьшают, не меняя частоту света. Как изменяются при этом концентрация фотонов в световом пучке и скорость каждого фотона?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

Концентрация фотонов	Скорость фотона

22. На рисунке 111 показана шкала универсального прибора, измеряющего величину атмосферного давления, температуру и влажность. Какова относительная погрешность показания барометра? Ответ округлите до сотых.

Ответ: _____ %.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23. На рисунке 112 показаны результаты измерения давления постоянной массы разреженного газа при повышении его температуры. Погрешность измерения температуры $T = \pm 10$ К, давления $\Delta p = \pm 2 \cdot 10^4$ Па. Количество вещества газа равно 0,4 моль. Какой объём занимает газ? Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ л.

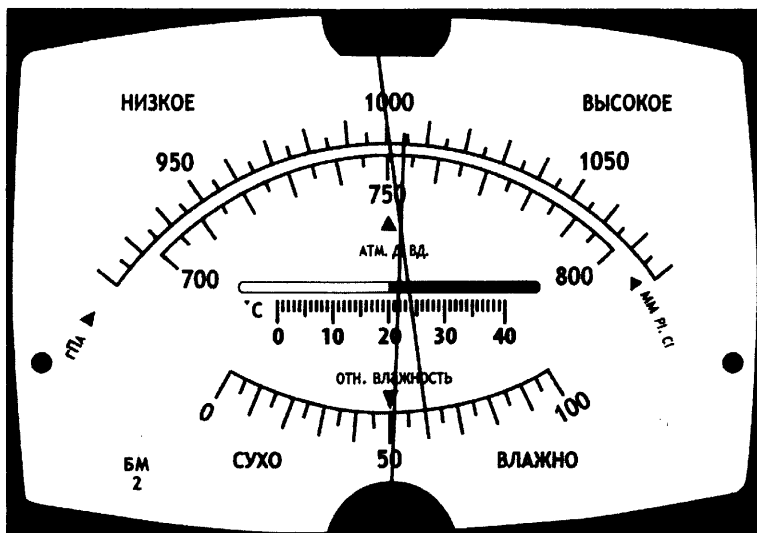


Рис. 111.

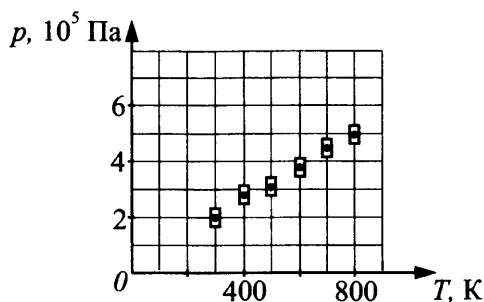


Рис. 112.

24. Выберите два верных утверждения. Для всех планет-гигантов характерны следующие свойства:

- 1) медленное вращение вокруг своей оси
- 2) наличие твёрдой поверхности
- 3) низкая средняя плотность
- 4) отсутствие атмосферы
- 5) большое количество спутников

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Шар массой 50 г, подвешенный на нити длиной 1 м к кронштейну (см.рис. 113), совершает колебания. Чему равна сила упругости, возникающая в стержне AC кронштейна, в момент прохождения шаром положения равновесия со скоростью 2 м/с? Считать, что стержень BC испытывает только деформацию сжатия, а стержень AC — деформацию растяжения. Угол ACB равен 30° .

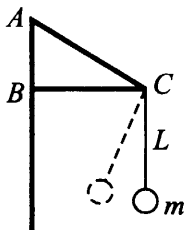


Рис. 113.

Ответ: _____ Н.

26. Горизонтально расположенный закрытый цилиндрический сосуд длиной 0,6 м с гладкими стенками, разделённый на две части тонким подвижным теплонепроницаемым поршнем, заполнен идеальным газом. В начальный момент объём левой части вдвое больше объёма правой, а температура в обеих частях одинакова. Температуру газа в правой части увеличили вдвое, а в левой поддерживают постоянной. Найдите перемещение поршня.

Ответ: _____ см.

27. Источник света мощностью 100 Вт испускает $5 \cdot 10^{20}$ фотонов в секунду. Какова средняя длина волны излучения?

Ответ: _____ мкм.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов №1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ №2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. На железный сердечник надеты две катушки, как показано на рисунке 114. Напряжение на клеммах правой катушки можно изменять. По какому закону нужно изменять напряжение на концах правой катушки, чтобы показания амперметра не зависели от времени? Ответ поясните, указав, какие физические законы и явления вы использовали.

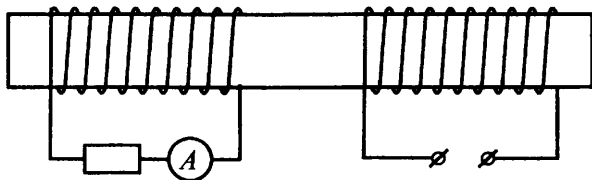


Рис. 114.

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Груз массой 400 г находится между двумя закреплёнными вертикальными пружинами с жёсткостью 80 Н/м (верхняя) и 120 Н/м (нижняя). В состоянии, когда обе пружины не деформированы, груз имеет скорость 50 см/с. Найдите максимальную скорость груза при дальнейшем его движении.

30. За один цикл идеальная тепловая машина совершает работу, составляющую 25 кДж. При изотермическом сжатии работа внешних сил равна 20 кДж. Определите отношение температур нагревателя и холодильника.

31. В электрической цепи, схема которой изображена на рисунке 115, конденсатор C изначально незаряжен. Ключ K переводят в положение 1. Затем, спустя длительное время, переключают его в положение 2 и снова ждут в течение достаточно большого промежутка времени. В результате перевода ключа в положение 2 энергия конденсатора увеличивается в $n = 16$ раз. Найдите сопротивление резистора R_2 , если $R_1 = 12$ Ом.

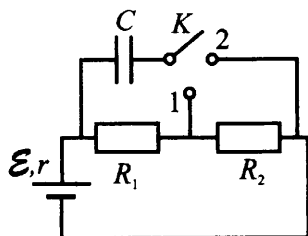


Рис. 115.

32. Ядро покоящегося нейтрального атома полония, находясь в однородном магнитном поле индукцией $B = 5$ Тл, испытывает α -распад. Реакция распада этого изотопа имеет вид: ${}_{84}^{210}\text{Po} \rightarrow {}_{82}^{206}\text{Pb} + \alpha$. Трек α -частицы находится в плоскости, перпендикулярной направлению магнитного поля. Начальная часть трека напоминает дугу окружности радиусом $r = 10$ см. Найдите выделившуюся при α -распаде энергию ΔE , считая, что она целиком переходит в кинетическую энергию продуктов реакции.

Вариант № 9

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Чему равна угловая скорость вращения сверла, совершающего 600 оборотов в минуту? Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ с⁻¹.

2. Результаты эксперимента по определению зависимости длины резинового жгута от модуля приложенной к нему растягивающей силы представлены в таблице. Какова жёсткость жгута на линейном участке по результатам эксперимента?

<i>l</i> , м	0,8	0,9	1,0	1,1	1,15
<i>F</i> , Н	0	1	2	3	4

Ответ: _____ Н/м.

3. Автомобиль массой 1 т двигался со скоростью 72 км/ч. Максимальное значение коэффициента трения шин о дорожное покрытие равно 0,7. Каков минимальный тормозной путь автомобиля? Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ м.

4. Тело массой 500 г колеблется так, что проекция его ускорения зависит от времени в соответствии с графиком, приведённом на рисунке 116. Чему равна проекция силы на ось *Ox* в момент времени 3 с?

Ответ: _____ Н.

5. На рисунке 117 приведена зависимость координаты движущегося тела от времени. Из приведённого ниже списка выберите два верных утверждения и укажите их номера.

- 1) Ускорение движущегося тела менялось в процессе движения.
- 2) Скорость тела в интервале времени от 2 до 6 с была в 3 раза больше, чем от 6 до 10 с.

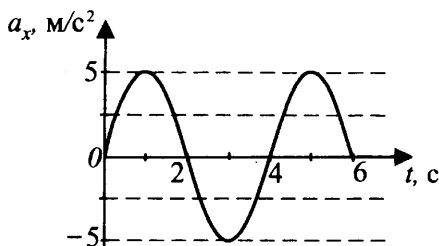


Рис. 116.

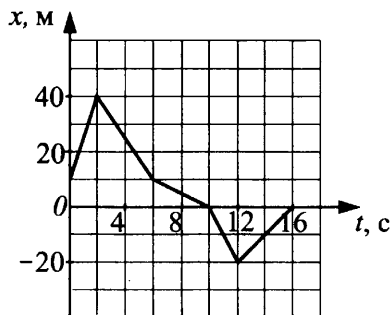


Рис. 117.

- 3) Максимальная скорость движения была равна 20 м/с.
- 4) В момент времени 12 с тело изменило направление движения.
- 5) Наименьшая скорость тела была в момент времени 12 с.

Ответ:

--	--

6. В результате перехода с одной круговой орбиты на другую скорость движения спутника Земли увеличивается. Как изменяются в результате этого перехода его центростремительное ускорение и период обращения вокруг Земли?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Центростремительное ускорение	Период обращения

7. Пуля массой m , движущаяся горизонтально со скоростью v , попадает в деревянный брусок массой M и застревает в нём. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

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

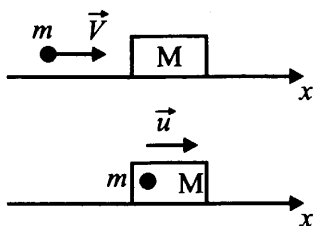


Рис. 118.

Физические величины	Формулы
А) импульс системы «пуля+брусок» после удара	1) $\frac{mv^2}{2}$
Б) количество энергии, перешедшей в тепло	2) mv
	3) $\frac{mMv^2}{2(M+m)}$
	4) $(M+m)v$

Ответ:

А	Б

8. При какой температуре молекулы гелия имеют такую же среднюю квадратичную скорость, как молекулы водорода при 27°C ?

Ответ: _____ $^\circ\text{C}$.

9. В цилиндре под поршнем находится гелий. Газ расширился при постоянном давлении, совершив работу 3 кДж. Какое количество теплоты сообщили газу?

Ответ: _____ кДж.

10. Парциальное давление водяного пара в 1,25 раза меньше, чем давление насыщенного пара при той же температуре. Чему равна относительная влажность воздуха?

Ответ: _____ %.

11. На диаграмме pV (см. рис. 119) показан процесс перехода одноатомного идеального газа из состояния 1 в состояние 3. Из приведённого ниже списка на основании анализа этого процесса выберите два верных утверждения.

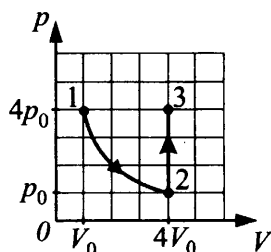


Рис. 119.

- 1) В процессе 2–3 температура газа повышается.
- 2) В процессе 2–3 газ совершает положительную работу.
- 3) В процессе 1–2 внутренняя энергия газа понижается.
- 4) В процессе 2–3 газ отдаёт тепло.
- 5) Количество теплоты, полученное газом в процессе 1–2, идёт только на совершение работы.

Ответ:

12. Установите соответствие между графиками процессов, в которых участвует 1 моль идеального газа, и значениями физических величин, характеризующих эти процессы (ΔU — изменение внутренней энергии; A — работа газа, Q — количество теплоты).

Графики	Значения физических величин
А) $p, 10^5 \text{ Па}$ Б) $p, 10^5 \text{ Па}$	1) $Q > 0$; $A > 0$; $\Delta U > 0$ 2) $Q > 0$; $A = 0$; $\Delta U > 0$ 3) $Q < 0$; $A < 0$; $\Delta U = 0$ 4) $Q > 0$; $A > 0$; $\Delta U = 0$

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

Ответ:

А	Б

13. Электрон e имеет горизонтальную скорость, перпендикулярную направлению электрического тока в проводнике (см.рис. 120). Куда направлена (вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя) действующая на электрон сила Лоренца $\vec{F}$? Ответ запишите словом (словами).

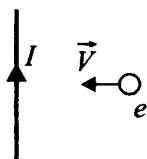


Рис. 120.

Ответ: _____.

14. Чему равно сопротивление участка цепи AB , изображённого на рисунке 121 при замкнутом ключе? Сопротивление каждого резистора 3 Ом.

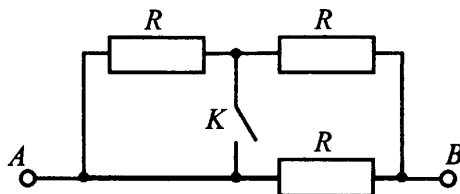


Рис. 121.

Ответ: _____ Ом.

15. В таблице показано, как изменялся заряд конденсатора в колебательном контуре с течением времени.

$t, 10^{-6}, \text{с}$	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
$q, 10^{-6}, \text{Кл}$	0	2,13	3	2,13	0	-2,13	-3	-2,13	0	2,13

Вычислите ёмкость конденсатора в контуре, если индуктивность катушки равна 65 мГн.

Ответ: _____ пФ.

16. Конденсатор подключён к источнику тока последовательно с резистором $R = 10 \text{ кОм}$ (см. рисунок 122). Результаты измерений напряжения между обкладками конденсатора представлены в таблице. Точность измерения напряжения $\Delta U = \pm 0,1 \text{ В}$.

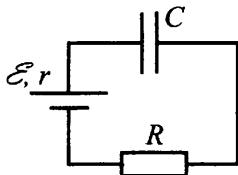


Рис. 122.

$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6	7
$U, \text{ В}$	0	3,8	5,2	5,7	5,9	6,0	6,0	6,0

выберите два верных утверждения на основании анализа приведённых данных.

- 1) В момент времени 2 с сила тока в цепи равна примерно 520 мкА.
- 2) При напряжении 6 В конденсатор пробивается.
- 3) Время зарядки конденсатора составляет примерно 5 с.
- 4) В момент времени 2 с сила тока в цепи равна примерно 80 мкА.
- 5) Напряжение на конденсаторе всегда равно напряжению на резисторе.

Ответ:

17. Частица массой m , несущая заряд q , ускоряется в электрическом поле, пройдя разность потенциалов U . После этого частица попадает в магнитное поле с индукцией B , в котором движется по окружности радиусом R со скоростью v . Как изменятся радиус траектории частицы и частота её обращения, если уменьшить величину ускоряющего поля?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Радиус траектории	Частота обращения

18. В катушке с индуктивностью L ток равномерно нарастает от нуля до величины I за время Δt . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

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

Физические величины	Формулы
А) модуль ЭДС самоиндукции в катушке	1) $LI\Delta t$
Б) энергия магнитного поля катушки в конце промежутка Δt	2) $\frac{LI}{\Delta t}$
	3) $\frac{LI^2}{2}$
	4) LI

Ответ:

А	Б

19. Ядро некоторого элемента состоит из 83 протонов и 131 нейтрона. Сколько нейтронов будет содержаться в ядре, образовавшемся из исходного после испускания одной α -частицы и трёх β -частиц?

Ответ: _____.

20. Период полураспада стронция $^{90}_{38}\text{Sr}$ равен 29 лет. Через сколько лет останется $1/8$ от первоначального числа радиоактивных ядер?

Ответ: _____ лет.

21. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (ν — частота фотона, h — постоянная Планка, c — скорость света в вакууме).

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

Физические величины	Формулы
А) импульс фотона	1) hc
Б) длина волны фотона	2) $c\nu$
	3) $\frac{c}{\nu}$
	4) $\frac{h\nu}{c}$

Ответ:

А	Б

22. Для определения диаметра тонкого провода его намотали на круглый карандаш в один слой так, чтобы соседние витки соприкасались. Оказалось, что $N = 50$ витков такой намотки занимают на карандаше отрезок длиной $L = (15 \pm 1)$ мм. Чему равен диаметр провода с учётом погрешности?

Ответ: (_____ $\pm$ _____) мм.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23. Необходимо экспериментально обнаружить зависимость периода колебаний пружинного маятника от жёсткости пружины (см. рис. 123). Жёсткость пружины обратно пропорциональна её длине. Какую пару маятников можно использовать для этой цели? В таблицу ответов внесите выбранные вами цифры.

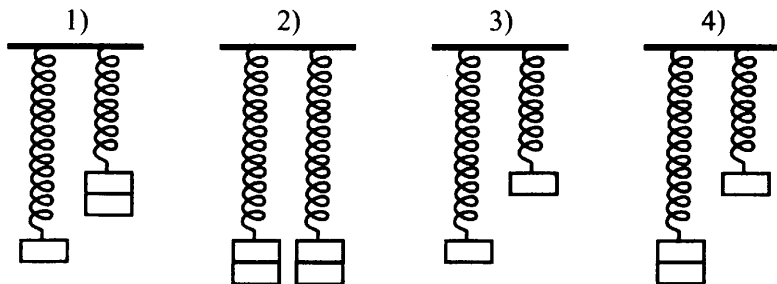


Рис. 123.

Ответ: _____.

24. На рис. 124 вам представлена карта звёздного неба. Выберите два созвездия, по которым не проходит полоса Млечного Пути.

- 1) Возничего
- 2) Кассиопеи
- 3) Стрельца
- 4) Скульптора
- 5) Южной Рыбы

Ответ:

--	--

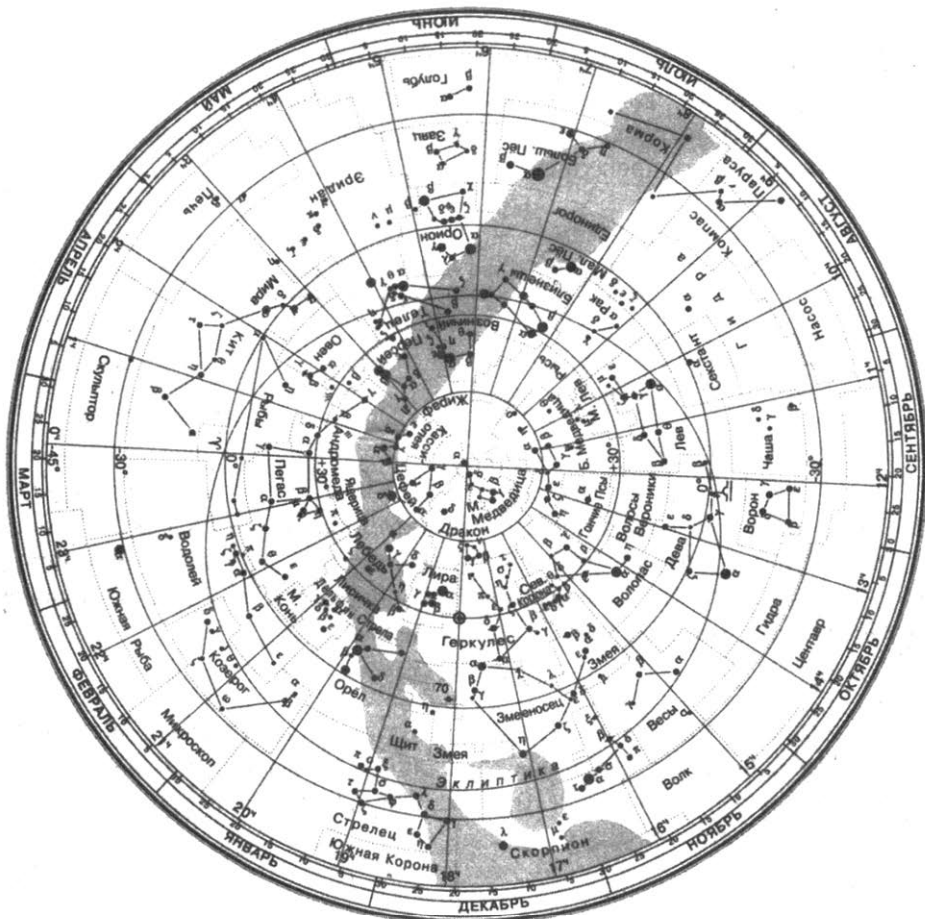


Рис. 124.

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

- 25.** Шарик массой m совершает гармонические колебания в горизонтальном направлении с амплитудой A на пружине жёсткостью k (см. рис. 125).

Период колебаний равен $T = 0,6$ с. На расстоянии $A/2$ от положения равновесия установили массивную стальную плиту, от которой шарик абсолютно упруго отскакивает. Определите период колебаний шарика в этой системе. Временем соударения шарика о плиту и силой трения о горизонтальную поверхность пренебречь.

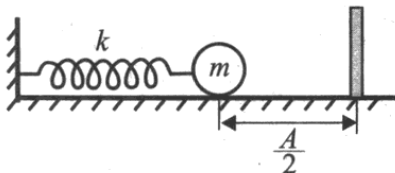


Рис. 125.

Ответ: _____ с.

26. В цилиндре дизельного двигателя автомобиля КАМАЗ-5320 температура воздуха в начале такта сжатия была 50°C . Найдите температуру воздуха в конце такта, если его объём уменьшается в 17 раз, а давление возрастает в 50 раз. Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ $^\circ\text{C}$.

27. Сетчатка тренированного глаза, длительно находящегося в темноте, начинает реагировать на жёлтый свет с длиной волны 600 нм при мощности падающего на неё излучения $2 \cdot 10^{-18}$ Вт. Сколько фотонов при этом падает на сетчатку каждую секунду?

Ответ: _____.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов №1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ №2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. На рисунке 126 приведена фотография электрической цепи. Нарисуйте принципиальную схему этой цепи. Опираясь на законы постоянного тока, объясните, как изменятся показания амперметра и вольтметра при замыкании ключа.

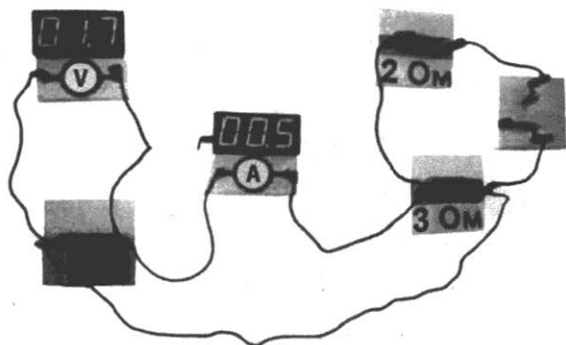


Рис. 126.

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. По горизонтальной поверхности (см.рис. 127) скользит без трения гладкая горка высотой $h = 20$ см и массой $M = 500$ г. При какой наименьшей скорости горки тело массой $m = 100$ г, неподвижно лежащее на её пути, перевалит через её вершину?

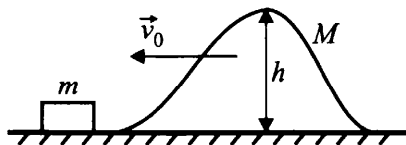


Рис. 127.

30. Определите суммарное количество теплоты, переданное одноатомному идеальному газу в процессе 1–2–3 (см. рис. 128), если известно, что $p_1 = 100$ кПа, $p_2 = 150$ кПа, $V_1 = 2$ л, $V_2 = 3$ л.

31. В цепи, схема которой изображена на рисунке 129, вначале замыкают ключ K на время, за которое ток в катушке индуктивности достигает максимально возможного значения, а затем размыкают его. Какое количество теплоты выделится после этого в резисторе R ? Параметры цепи: $\mathcal{E} = 5$ В, $r = 1$ Ом, $R = 10$ Ом, $L = 10$ мГн. Сопротивление катушки индуктивности очень мало.

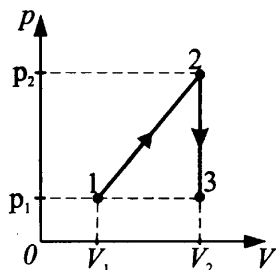


Рис. 128.

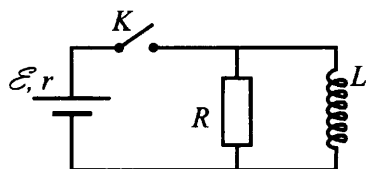


Рис. 129.

32. На оси Ox в точке $x_1 = 0$ находится оптический центр тонкой рассеивающей линзы с фокусным расстоянием $F_1 = -20$ см, а в точке $x_2 = 20$ см — тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием $F_2 = 20$ см. Главные оптические оси обеих линз лежат на оси Ox . На рассеивающую линзу по оси x падает параллельный пучок света из области $x < 0$. Найдите координату x точки (в см), в которой соберётся этот пучок, пройдя данную оптическую систему.

Вариант № 10

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Автобус везёт пассажиров по прямой дороге со скоростью 36 км/ч. Пассажир равномерно идёт по салону автобуса со скоростью 1 м/с относительно автобуса, двигаясь от кабины водителя к задней двери. Чему равен модуль скорости пассажира относительно дороги?

Ответ: _____ м/с.

2. На горизонтальном полу стоит ящик массой 5 кг. Коэффициент трения между полом и ящиком равен 0,2. К ящику в горизонтальном направлении прикладывают силу 7 Н. Какова сила трения между ящиком и полом?

Ответ: _____ Н.

3. Легковой автомобиль и грузовик движутся со скоростями 108 км/ч и 72 км/ч соответственно. Масса грузовика 4500 кг. Какова масса легкового автомобиля, если импульс грузовика больше импульса легкового автомобиля в 2 раза?

Ответ: _____ кг.

4. Груз подвешен на лёгкой вертикальной пружине и совершает на ней колебания с циклической частотой $\omega = 10$ рад/с, двигаясь по вертикали. На сколько растянется эта пружина, если аккуратно подвесить к ней тот же груз, не возбуждая колебаний?

Ответ: на _____ см.

5. На рисунке 130 приведены графики зависимости координаты от времени для двух тел А и В, движущихся по прямой, вдоль которой и направлена ось Ох. Из приведённого ниже списка выберите два верных утверждения о характере движения тел и укажите их номера.

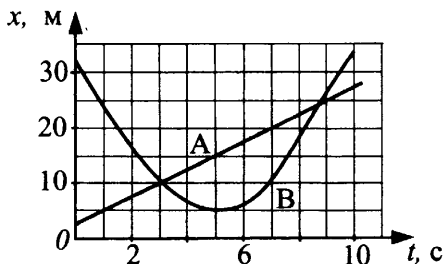


Рис. 130.

- 1) Тело A движется равномерно.
- 2) Тело A движется с постоянным ускорением, равным 5 м/с^2 .
- 3) Первый раз тела A и B встретились в момент времени, равный 3 с .
- 4) Вторично тела A и B встретились в момент времени, равный 7 с .
- 5) В момент времени $t = 5 \text{ с}$ тело B достигло максимальной скорости движения.

Ответ:

6. Массивный груз, подвешенный к потолку на пружине, совершает вертикальные свободные колебания. Пружина всё время растянута. Как ведёт себя кинетическая энергия груза и потенциальная энергия груза в поле силы тяжести, когда груз движется вверх от положения равновесия?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

Кинетическая энергия груза	Потенциальная энергия груза в поле силы тяжести

7. Тело начинает двигаться из состояния покоя. На рисунке 131 изображён график зависимости ускорения тела от времени движения.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

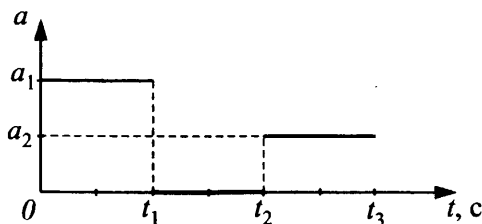


Рис. 131.

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

Графики	Физические величины
А) Б)	1) проекция силы, действующей на тело 2) импульс тела 3) путь, пройденный телом 4) кинетическая энергия тела

Ответ:

А	Б

8. В процессе, проводимом с неизменным количеством идеального газа, давление p газа изменяется прямо пропорционально квадратному корню из объёма V газа: $p \sim \sqrt{V}$. Во сколько раз увеличится абсолютная температура при возрастании давления в 4 раза?

Ответ: в _____ раз (-а).

9. Какова внутренняя энергия гелия, заполняющего аэростат объёмом 60 м^3 при давлении 100 кПа ?

Ответ: _____ МДж.

10. На рисунке 132 изображена зависимость давления p насыщенного водяного пара от температуры t . Точкой А на этом графике обозначено состояние пара, находящегося в закрытом сосуде. Чему равна относительная влажность воздуха в этом сосуде?

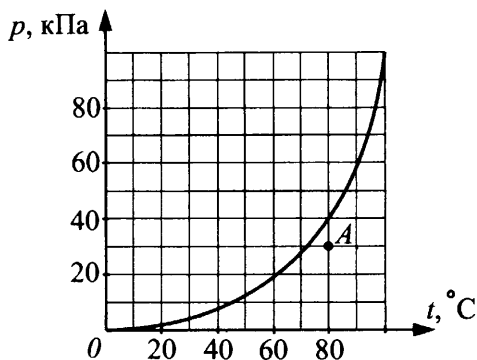


Рис. 132.

Ответ: _____%.

11. Графики зависимости температуры двух тел A и B равной массы от времени приведены на рисунке 133. Первоначально они находились в жидком состоянии. Из приведённого ниже списка на основании анализа графиков выберите два верных утверждения.

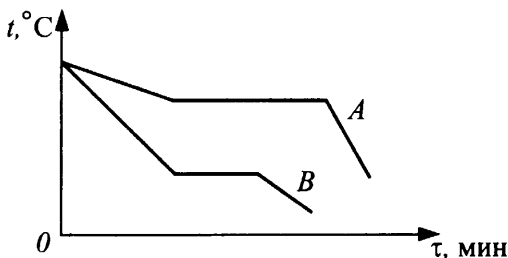


Рис. 133.

- 1) Удельная теплоёмкость тела A в жидком состоянии больше удельной теплоёмкости тела B в жидком состоянии.
- 2) Удельная теплоёмкость тела A в жидком состоянии меньше удельной теплоёмкости тела B в жидком состоянии.
- 3) При кристаллизации тела A выделится больше энергии, чем тела при кристаллизации B .
- 4) При кристаллизации тела A выделится меньше энергии, чем тела при кристаллизации B .
- 5) Температура кристаллизации тела A меньше, чем тела B .

Ответ:

--	--

12. В цилиндрическом сосуде под поршнем находится газ. Поршень может перемещаться в сосуде без трения. На дне сосуда лежит шарик (см. рис. 134). Из сосуда выпускается половина газа при неизменной температуре. Как изменились в результате этого объём газа и действующая на шарик архимедова сила?



Рис. 134.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

Объём газа	Архимедова сила

13. Между двумя точечными заряженными телами сила электрического взаимодействия равна 30 мН. Если заряд одного тела увеличить в 2 раза, а заряд другого тела уменьшить в 3 раза и расстояние между телами увеличить в 2 раза, то какова будет сила взаимодействия между телами?

Ответ: _____ мН.

14. Через участок цепи (см. рис. 135) течёт постоянный ток $I = 10$ А. Чему равна сила тока, которую показывает амперметр? Сопротивлением амперметра пренебречь.

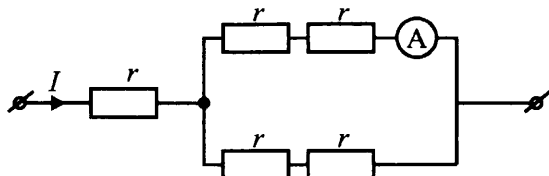


Рис. 135.

Ответ: _____ А.

15. Предмет находится на расстоянии 20 см от плоского зеркала. Каково будет расстояние между ним и его изображением, если предмет отодвинуть от зеркала ещё на 25 см?

Ответ: _____ см.

16. Конденсатор подключён к источнику тока последовательно с резистором $R = 10 \text{ кОм}$ (см. рис. 136). В момент времени $t = 0$ ключ замыкают. В этот момент конденсатор полностью разряжен. Результаты измерений силы тока в цепи, выполненных с точностью $\pm 1 \text{ мкА}$, представлены в таблице.

$t, \text{с}$	0	1	2	3	4	5	6
$I, \text{мкА}$	300	110	40	15	5	2	1

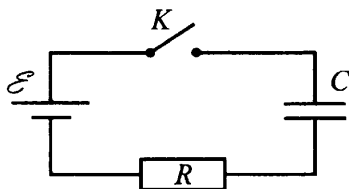


Рис. 136.

выберите два верных утверждения о процессах, наблюдаемых в опыте.

- 1) Ток через резистор в процессе наблюдения увеличивается.
- 2) Через 6 с после замыкания ключа конденсатор полностью зарядился.
- 3) ЭДС источника тока составляет 3 В.
- 4) В момент времени $t = 4 \text{ с}$ напряжение на резисторе равно 0,3 В.
- 5) В момент времени $t = 4 \text{ с}$ напряжение на конденсаторе равно 2,95 В.

Ответ:

17. По длинному тонкому соленоиду течёт ток I . Как изменятся следующие физические величины, если уменьшить радиус соленоида, оставая без изменений число его витков и длину: модуль вектора индукции магнитного поля на оси соленоида, поток вектора магнитной индукции через торец соленоида?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Модуль вектора индукции магнитного поля на оси соленоида	Поток вектора магнитной индукции через торец соленоида

18. Пучок света переходит из воздуха в стекло. Частота световой волны ν , скорость света в воздухе c , показатель преломления стекла относительно воздуха n . Чему равны длина волны и скорость света в стекле? Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

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

Физические величины	Формулы
А) скорость света в стекле	1) $c \cdot n$
Б) длина волны света в стекле	2) $c \cdot n \cdot \nu$
	3) $\frac{c}{n}$
	4) $\frac{c}{n \cdot \nu}$

Ответ:

А	Б

19. Сколько процентов ядер некоторого радиоактивного элемента распадётся через время, равное трём периодам полураспада этого элемента?

Ответ: _____%.

20. Модуль импульса фотона в первом пучке света в 4 раза больше модуля импульса фотона во втором пучке. Чему равно отношение длины волны в первом пучке света к длине волны во втором пучке?

Ответ: _____.

21. При бомбардировке ядра некоторого атома протонами в результате ядерной реакции получается ядро другого атома. Установите характер изменения массового числа и зарядового числа атома в результате такой реакции.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

Массовое число ядра	Зарядовое число ядра

22. Для проведения опыта ученик налил воду в мензурку. Шкала мензурки проградуирована в миллилитрах (мл). Погрешность измерений объёма равна цене деления шкалы мензурки (см. рис. 137). Чему равен объём налитой учеником воды?

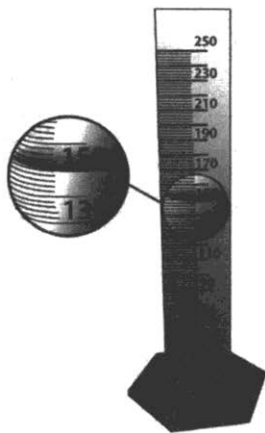


Рис. 137.

Ответ: (_____ $\pm$ _____) мл.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23. Исследовалась зависимость напряжения на участке цепи от сопротивления этого участка. Результаты измерений представлены в таблице.

R, Ом	0	1	2	3	4	5
U, В	0	1,8	4,2	5,8	8,4	11,6

Погрешности измерений величин U и R равнялись соответственно 0,2 В и 0,5 Ом. Чему равна сила тока на этом участке цепи? Ответ укажите в амперах с точностью до 0,5 А.

Ответ: _____ А.

24. На рис. 138 представлена карта звёздного неба. Выберите два созвездия, по которым проходит полоса Млечного Пути.

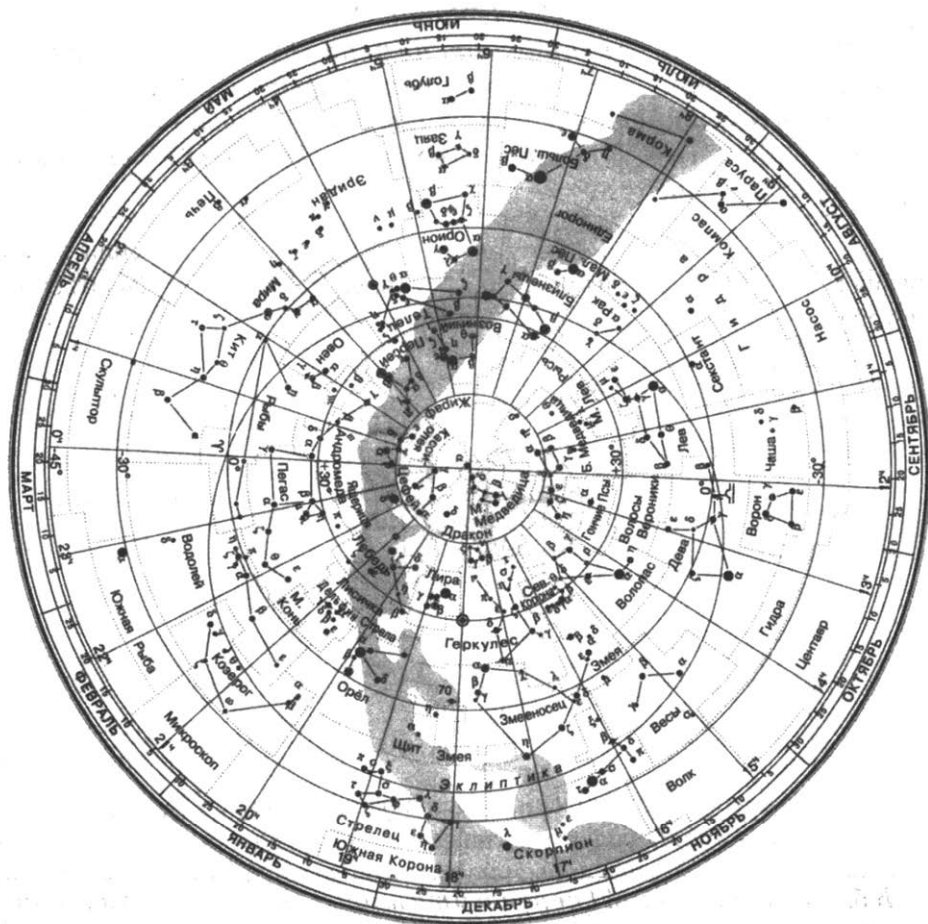


Рис. 138.

- 1) Кита
- 2) Большого Пса
- 3) Ящерицы
- 4) Гидры
- 5) Девы

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Идеальный газ в количестве 5 моль совершает циклический процесс, изображённый на pV -диаграмме (см. рис. 139). $p_0 = 10^5$ Па, $V_0 = 2$ л. Чему равна работа цикла?

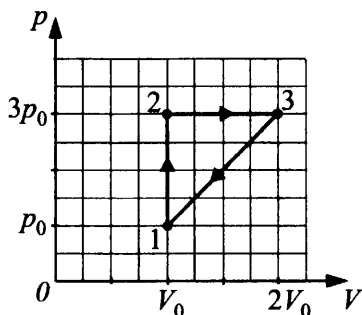


Рис. 139.

Ответ: _____ Дж.

26. Горизонтально расположенный проводник движется равноускоренно в вертикальном однородном магнитном поле, индукция которого равна 0,5 Тл и направлена перпендикулярно проводнику и скорости его движения (см. рис. 140). При начальной скорости проводника равной нулю и ускорении 8 м/с^2 проводник переместился на 1 м. ЭДС индукции на концах проводника в конце перемещения равна 2 В. Какова длина проводника?

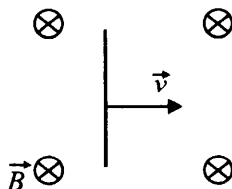


Рис. 140.

Ответ: _____ м.

27. На дифракционную решётку, имеющую период $5 \cdot 10^{-6}$ м, падает нормально параллельный пучок зелёного света с длиной волны $5,3 \cdot 10^{-7}$ м. Сколько дифракционных максимумов можно наблюдать при помощи этой дифракционной решётки?

Ответ: _____.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов №1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ №2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и её пар. Поршень начинают вдвигать в сосуд. При этом температура воды и пара остаётся неизменной. Как будет меняться при этом масса жидкости в сосуде? Ответ поясните.

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Плот массой 120 кг движется по реке со скоростью 5,3 м/с. С берега на плот бросают груз массой 85 кг, который летит со скоростью 12 м/с, направленной перпендикулярно скорости плота. Определите потери механической энергии при абсолютно неупругом ударе груза о плот.

30. Тепловая машина с максимально возможным КПД имеет в качестве нагревателя резервуар с кипящей водой при температуре 100°C , а в качестве холодильника — сосуд со льдом при температуре 0°C . Какая масса льда растает при совершении машиной работы 1,22 МДж?

31. Два конденсатора с ёмкостями $C_1 = 250$ пФ и $C_2 = 150$ пФ включены в электрическую цепь, как показано на рисунке 141. ЭДС источника тока равна 6,2 В. Определите напряжение на конденсаторе C_1 , если известно, что при коротком замыкании цепи ток через источник возрастает в 3,7 раза.

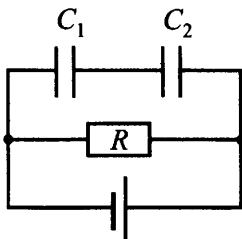


Рис. 141.

32. Монохроматический пучок света с длиной волны 490 нм , падая по нормали к поверхности, создаёт давление $4,9\text{ мкПа}$. Коэффициент отражения света $0,25$. Какое число фотонов падает в единицу времени на единицу площади этой поверхности?

Вариант № 11

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Тело разгоняется на прямолинейном участке пути, при этом зависимость пройденного телом пути S от времени t имеет вид: $S = 6t - t^2$. Чему равна скорость тела в момент времени $t = 2$ с при таком движении?

Ответ: _____ м/с.

2. Два искусственных спутника Земли массами 200 кг и 400 кг обращаются по круговым орбитам одинакового радиуса. Чему равно отношение скоростей этих спутников v_2/v_1 ?

Ответ: _____.

3. Мальчик толкнул санки с вершины горки. Сразу после толчка санки имели скорость 4 м/с, а у подножия горки она равнялась 8 м/с. Трение санок о снег пренебрежимо мало. Какова высота горки?

Ответ: _____ м.

4. Учитель продемонстрировал распространение волны по длинному шнуру. В один из моментов времени шнур имел вид, представленный на рисунке 142. Скорость распространения колебаний по шнуру равна 2 м/с. С каким периодом колеблются частицы шнура?

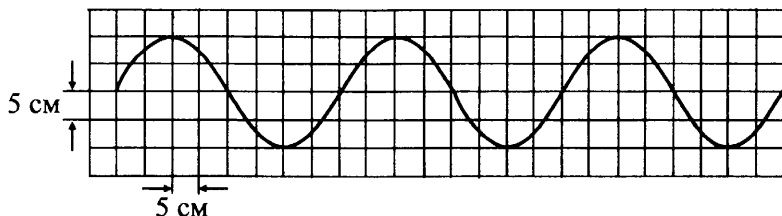


Рис. 142.

Ответ: _____ с.

5. На рисунке 143 представлен схематичный вид графика изменения кинетической энергии тела с течением времени. Выберите два верных утверждения, описывающих движение в соответствии с данным графиком.

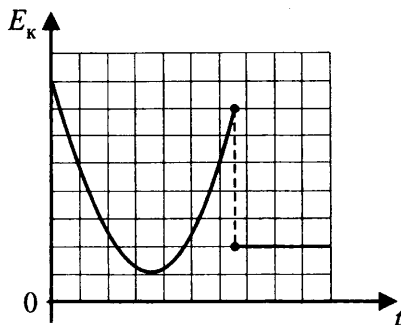


Рис. 143.

- 1) В конце наблюдения кинетическая энергия тела равна нулю.
- 2) Кинетическая энергия тела в течение всего времени наблюдения увеличивается.
- 3) Кинетическая энергия тела в начальный момент времени максимальна.
- 4) Тело брошено вертикально вверх с балкона и упало на Землю.
- 5) В конце наблюдения скорость тела не равна нулю.

Ответ:

6. В результате торможения в верхних слоях атмосферы высота полёта искусственного спутника над Землёй уменьшилась с 500 до 200 км. Как изменились в результате этого его кинетическая энергия и период обращения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

Кинетическая энергия	Период обращения

7. С помощью системы невесомых блоков на невесомых и нерастяжимых нитях уравновешены два груза (см. рис. 144). Модуль силы натяжения участка нити AB равен $T/2$. Установите соответствие между модулями сил натяжения и участками нитей.

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

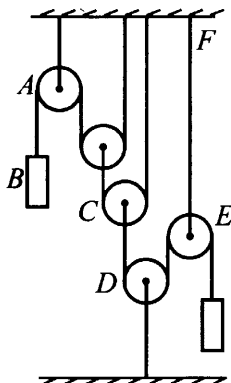


Рис. 144.

Участки нитей	Модули сил натяжения
А) DC	1) T
Б) EF	2) $2T$
	3) $4T$
	4) $8T$

Ответ:

А	Б

8. На диаграмме pV (см. рис. 145) изображены процессы перевода некоторой неизменной массы идеального газа из состояния 1 в состояние 3. Начальная (T_1) и конечная (T_3) температуры связаны между собой соотношением $T_3/T_1 \dots$

Ответ: _____.

9. Двигатель внутреннего сгорания совершил работу, равную 27,6 МДж, и израсходовал при этом 3 л бензина. Вычислите КПД двигателя. Удельная теплота сгорания бензина равна 44 МДж/кг. Плотность бензина равна 700 кг/м³. Ответ округлите до целого.

Ответ: _____%.

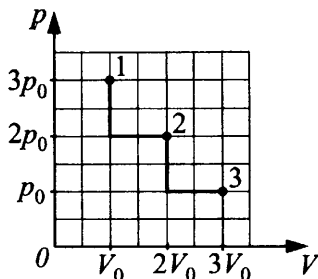


Рис. 145.

10. В кубическом метре воздуха в помещении при температуре 20°C находится $1,12 \cdot 10^{-2}$ кг водяных паров. Пользуясь таблицей плотности насыщенных паров воды, определите относительную влажность воздуха. Ответ округлите до целого.

$t, ^\circ\text{C}$	16	17	18	19	20	21	22	23	24
$\rho, \text{г/м}^3$	13,6	14,5	15,4	16,3	17,3	18,3	19,4	20,6	21,8

Ответ: _____%.

11. В результате эксперимента по изучению циклического процесса, проводившегося с некоторым постоянным количеством одноатомного газа, который в условиях опыта можно было считать идеальным, получилась зависимость давления p от температуры T , показанная на графике (см. рис. 146). Из приведённого ниже списка выберите два утверждения, соответствующих результатам этого эксперимента.

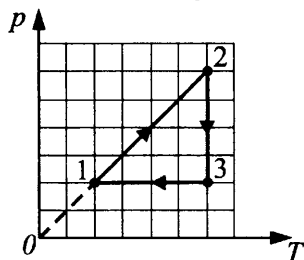


Рис. 146.

- 1) В процессе 2–3 газ совершал работу.
- 2) В процессе 1–2 газ совершал отрицательную работу.
- 3) В процессе 2–3 газ совершал отрицательную работу.
- 4) В процессе 3–1 газ совершал отрицательную работу.
- 5) В процессе 2–3 газ не совершал работу.

Ответ:

12. По мере понижения температуры воды от $+40^{\circ}\text{C}$ до -20°C она находилась сначала в жидком состоянии, затем происходил процесс её отвердевания и дальнейшее охлаждение твёрдой фазы воды—льда. Изменялась ли внутренняя энергия воды во время этих процессов и если изменялась, то как?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

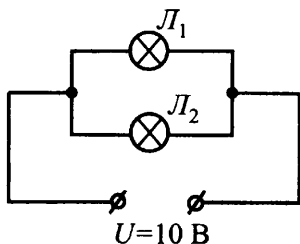
Отвердевание воды	Охлаждение льда

13. Точечный отрицательный заряд создаёт на расстоянии 10 см поле, напряжённость которого равна 1 В/м. Этот заряд внесли в однородное электрическое поле с напряжённостью 1 В/м. Чему будет равна напряжённость результирующего поля на расстоянии 10 см от заряда по направлению силовой линии однородного поля, проходящей через заряд.

Ответ: _____ В/м.

14. Лампочка L_1 имеет сопротивление R , а лампочка L_2 имеет сопротивление $2R$ (см. рис. 147). Эти лампочки подключают двумя разными способами, изображёнными на рисунках 1 и 2. Во сколько раз отличаются мощности, выделяющиеся в лампочке L_1 , в первом и во втором случае?

1)



2)

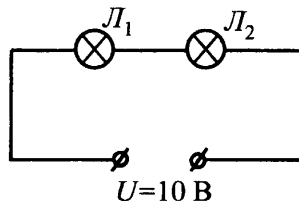


Рис. 147.

Ответ: _____.

15. На рисунке 148 приведён график гармонических колебаний тока в колебательном контуре. Если конденсатор в этом контуре заменить на другой конденсатор, ёмкость которого в 16 раз меньше, то каков будет период колебаний?

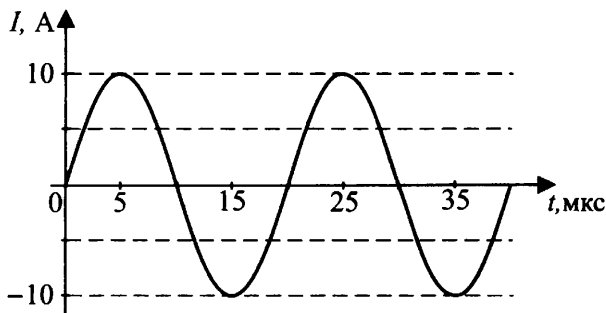


Рис. 148.

Ответ: _____ мкс.

16. В идеальном колебательном контуре происходят свободные электромагнитные колебания. В таблице показано, как изменялся заряд одной из обкладок конденсатора в колебательном контуре с течением времени.

$t, 10^{-6} \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$q, 10^{-9} \text{ мкА}$	2	1,42	0	-1,42	-2	-1,42	0	1,42	2	1,42

Выберите два верных утверждения о процессе, происходящем в контуре.

- 1) Период колебаний равен 8 мкс.
- 2) В момент времени 8 мкс энергия конденсатора минимальна.
- 3) В момент времени 6 мкс сила тока в контуре максимальна.
- 4) В момент 2 мкс сила тока в контуре равна 0.
- 5) Частота колебаний равна 25 кГц.

Ответ:

17. Протон в однородном магнитном поле движется по окружности. Чтобы в этом поле двигалась по окружности с той же скоростью α -частица, центростремительное ускорение и энергия α -частицы по сравнению с протоном должны ...

- 1) увеличиться
- 2) уменьшиться
- 3) не измениться

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

Центростремительное ускорение	Энергия α -частицы

18. На рисунке 149 представлен график зависимости силы тока I в катушке индуктивностью 100 мГн от времени t . Установите соответствие между участками графика и значениями модуля ЭДС самоиндукции.

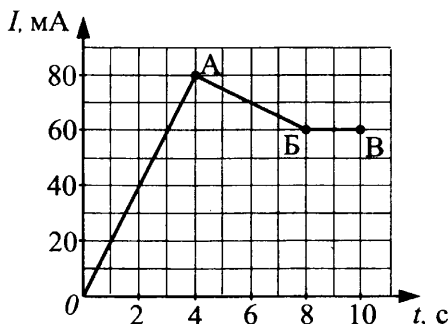


Рис. 149.

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

Участок графика	Модуль ЭДС самоиндукции
А) АБ	1) 0 В
Б) БВ	2) 0,075 В
	3) 0,5 мВ
	4) 0,025 В
	5) 2 мВ

Ответ:

А	Б

19. При β -распаде заряд радиоактивного ядра увеличивается на ...

Ответ: _____ 10^{-19} Кл .

20. Энергия фотона, падающего на поверхность металлической пластинки, в 4 раза больше работы выхода электрона с поверхности этого металла. Каково отношение максимальной кинетической энергии фотоэлектрона к работе выхода?

Ответ: _____.

21. Пластины плоского воздушного конденсатора площадью S несут заряды $+q$ и $-q$. Расстояние между пластинами d . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

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

Физические явления	Формулы
А) напряжённость поля между пластинами конденсатора	1) $\frac{q}{\varepsilon_0 S}$
Б) энергия, запасённая в конденсаторе	2) $\frac{\varepsilon_0 S}{q}$
	3) $\frac{q^2}{2\varepsilon_0 S}$
	4) $\frac{q^2 d}{2\varepsilon_0 S}$

Ответ:

А	Б

22. Запишите результат измерения электрического напряжения, учитывая, что погрешность равна половине цены деления. Укажите показание и погрешность.

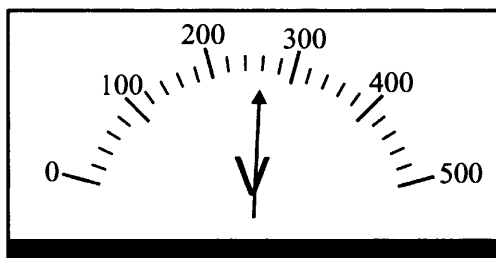


Рис. 150.

Ответ: (____ $\pm$ ____) В.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23. При исследовании зависимости давления газа от объёма были получены некоторые данные. Какой график (см. рис. 151) правильно проведён по экспериментальным точкам?

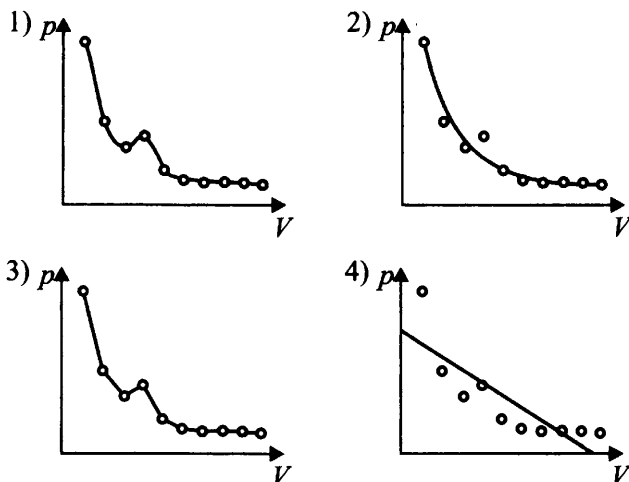


Рис. 151.

Ответ: _____.

24. Выберите два верных утверждения, которые соответствуют характеристикам планет Солнечной системы, и укажите их номера.

- 1) Самой крупной планетой Солнечной системы является Юпитер.
- 2) Марс расположен ближе к Солнцу, чем Земля.
- 3) Самый большой период обращения вокруг Солнца у планеты Сатурн.
- 4) Меркурий вращается вокруг Солнца по орбите с наименьшим радиусом.
- 5) Самой холодной планетой Солнечной системы является Венера.

Ответ:

--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Ядро, летевшее с некоторой скоростью, разрывается на две части. Первый осколок летит под углом 90° к первоначальному направлению со скоростью 20 м/с, а второй — под углом 30° со скоростью 80 м/с. Чему равно отношение массы первого осколка к массе второго осколка?

Ответ: _____.

26. Частица, имеющая заряд 0,2 нКл, переместилась в однородном горизонтальном электрическом поле на расстояние 0,45 м по горизонтали за время 3 с. Какова масса частицы, если её начальная скорость равна нулю, а напряжённость электрического поля 500 В/м?

Ответ: _____ мг.

27. В некоторых опытах по изучению фотоэффекта фотоэлектроны тормозятся электрическим полем. Напряжение, при котором поле останавливает и возвращает назад все фотоэлектроны, назвали задерживающим напряжением. В таблице представлены результаты одного из первых таких опытов при освещении одной и той же пластины, в ходе которого было получено значение $h = 5,3 \cdot 10^{-34}$ Дж·с.

Задерживающее напряжение U , В	?	0,6
Частота ν , 10^{14} Гц	5,5	6,1

Чему равно опущенное в таблице первое значение задерживающего потенциала?

Ответ: _____.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов №1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ №2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. На рисунке 152 изображены две изолированные друг от друга электрические цепи. Первая содержит последовательно соединённые источник тока, реостат, катушку индуктивности и амперметр, а вторая — проводочный моток, к концам которого присоединён гальванометр, изображённый на рисунке справа. Катушка и моток надеты на железный сердечник. Как будут изменяться показания приборов, если катушку, присоединённую к источнику тока, плавно перемещая вверх, снять с сердечника? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

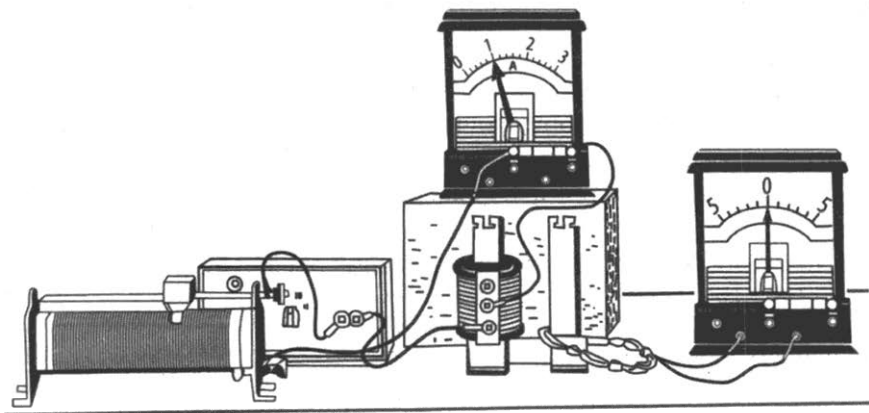


Рис. 152.

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Два бруска массой $3,0$ кг каждый, лежащие на горизонтальной поверхности, соединены невесомой недеформированной пружиной с жёсткостью, равной $1,0$ Н/м. Коэффициент трения между брусками и поверхностью равен $0,20$. Какую минимальную скорость нужно сообщить одному из

брусков вдоль пружины, чтобы он, растянув пружину, смог сдвинуть второй брусок?

30. Стеклянная трубка, запаянная с одного конца, расположена горизонтально. Находящийся в трубке воздух отделён от атмосферы столбиком ртути длиной 11 см. Трубку перемещают вдоль её горизонтальной оси с постоянным ускорением, равным $8,6 \text{ м/с}^2$, сначала запаянным концом вперёд, а затем открытым концом вперёд. В первом случае длина воздушного столбика в трубке оказалась в 1,3 раза больше, чем во втором. Определите атмосферное давление, считая температуру газа в трубке постоянной.

31. Шар массой 1,0 кг и зарядом 200 мкКл подвешен на изолирующей нити в однородном электрическом поле с напряжённостью 30 кВ/м, причём вектор E этого поля перпендикулярен силе тяжести и направлен влево. Шар отвели вправо так, что нить отклонилась на угол 30° от вертикали, и отпустили. Найдите натяжение нити при прохождении ею вертикального положения.

32. Светящаяся точка движется с постоянной скоростью 20 см/с вокруг главной оптической оси собирающей линзы. Плоскость окружности параллельна линзе и находится на расстоянии 60 см от неё. Определите скорость, с которой движется изображение точки, даваемое линзой. Учтите, что если расстояние между линзой и светящейся точкой увеличить на 40 см, то скорости движения точки и её изображения будут одинаковыми.

Вариант № 12

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке 153 представлен график зависимости координаты x велосипедиста от времени t . Чему равен наибольший модуль проекции скорости велосипедиста на ось Ox ?

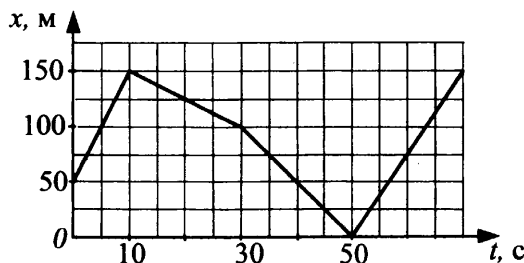


Рис. 153.

Ответ: _____ м/с.

2. На горизонтальной поверхности лежит металлический брусок массой 4 кг. Для того чтобы сдвинуть этот брусок с места, к нему нужно приложить горизонтально направленную силу 20 Н. Затем на эту же поверхность кладут пластиковый брусок массой 1 кг. Коэффициент трения для пластика о данную поверхность в 5 раз меньше, чем для металла. Какую горизонтально направленную силу нужно приложить к пластиковому бруску для того, чтобы сдвинуть его с места?

Ответ: _____ Н.

3. Тела 1 и 2 взаимодействуют только друг с другом. Изменение кинетической энергии тела 1 за некоторый промежуток времени равно 15 Дж. Работа, которую совершили за этот же промежуток времени силы взаимодей-

ствия тел 1 и 2, равна 45 Дж. Чему равно изменение кинетической энергии тела 2 за это время?

Ответ: _____ кДж.

4. Медный цилиндр массой 3,56 кг опущен в бензин. Определите действующую на него архимедову силу. Плотность меди равна 8900 кг/м^3 . Плотность бензина равна 700 кг/м^3 .

Ответ: _____ Н.

5. Бусинка скользит по неподвижной горизонтальной спице. На графике (см. рис. 154) изображена зависимость координаты бусинки от времени. Ось Ox параллельна спице. Из приведённого ниже списка на основании графика выберите два верных утверждения о движении бусинки и укажите их номера.

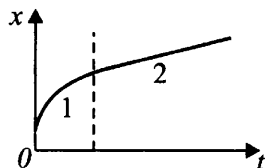


Рис. 154.

- 1) На участке 1 проекция ускорения a_x бусинки отрицательна.
- 2) На участке 1 модуль скорости остаётся неизменным, а на участке 2 — уменьшается.
- 3) На участке 1 модуль скорости увеличивается, а на участке 2 — уменьшается.
- 4) На участке 1 модуль скорости уменьшается, а на участке 2 — остаётся неизменным.
- 5) В процессе движения вектор скорости бусинки менял направление на противоположное.

Ответ:

6. Груз массой m колеблется с периодом T и амплитудой на гладком горизонтальном столе (см. рис. 155). Что произойдёт с периодом колебаний и максимальной потенциальной энергией пружины, если при неизменной амплитуде увеличить массу груза?

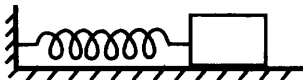


Рис. 155.

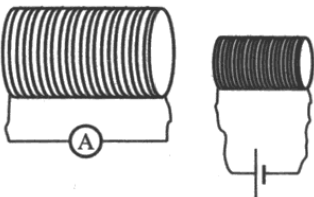
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Период колебаний	Максимальная потенциальная энергия пружины

7. На рисунках в таблице изображены схемы физических экспериментов. Установите соответствие между этими экспериментами и их целью. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Схема эксперимента	Его цель
А) 	1) наблюдение картины силовых линий постоянного магнита 2) измерение зависимости модуля индукции магнитного поля постоянного магнита от расстояния до его полюса 3) обнаружение явления электромагнитной индукции 4) проверка закона Ома
Б) 	

Ответ:

А	Б

8. Температура идеального газа понизилась от 700°C до 350°C . Во сколько раз при этом изменилась средняя кинетическая энергия движения молекул газа?

Ответ: в _____ раз (-а).

9. В некотором процессе газ отдал окружающей среде количество теплоты, равное 10 кДж. При этом внутренняя энергия газа увеличилась на 30 кДж. Определите работу, которую совершили внешние силы, сжав газ.

Ответ: _____ Дж.

10. Относительная влажность водяного пара в сосуде при температуре 100°C равна 62%. Какова плотность этого пара? Ответ округлите до сотых.

Ответ: _____ кг/м³.

11. На рисунке 156 представлены графики зависимости температуры t двух тел одинаковой массы от сообщённого количества теплоты Q . Первоначально тела находились в твёрдом агрегатном состоянии. Используя данные графиков, выберите из предложенного перечня два верных утверждения и укажите их номера.

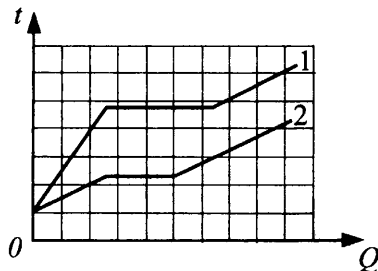


Рис. 156.

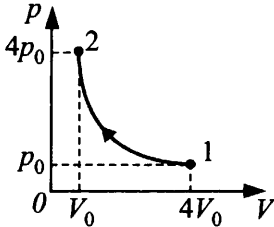
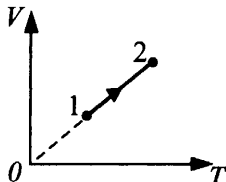
- 1) Температура плавления второго тела в 2 раза больше, чем у первого.
- 2) Удельная теплоёмкость второго тела в твёрдом агрегатном состоянии в 2 раза больше, чем первого.
- 3) Удельная теплоёмкость второго тела в твёрдом агрегатном состоянии в 3 раза больше, чем первого.
- 4) Удельная теплота плавления второго тела меньше удельной теплоты плавления первого.
- 5) Удельная теплоёмкость в жидком агрегатном состоянии первого тела меньше, чем второго.

Ответ:

--	--

12. Установите соответствие между графиками процессов, в которых участвует 1 моль идеального газа, и значениями физических величин, характеризующих эти процессы (ΔU — изменение внутренней энергии; A — работа газа).

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

Графики	Значения физических величин
А)  Б) 	1) $\Delta U = 0$; $A > 0$ 2) $\Delta U > 0$; $A > 0$ 3) $\Delta U > 0$; $A = 0$ 4) $\Delta U = 0$; $A < 0$

Ответ:

А	Б

13. Как направлена (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) сила Ампера, действующая на проводник №1 (см. рис. 157), если все три проводника тонкие, лежат в одной плоскости, параллельны друг другу и расстояния между соседними проводниками одинаково? (I — сила тока.) Ответ запишите словом (словами).

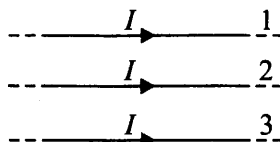


Рис. 157.

Ответ: _____.

14. К источнику тока с ЭДС 2 В подключён конденсатор ёмкостью 2 мкФ. Какую работу совершил источник при зарядке конденсатора?

Ответ: _____ мкДж.

15. На рисунке 158 приведён график зависимости силы тока от времени в электрической цепи, индуктивность которой 1 мГн. Определите модуль ЭДС самоиндукции в интервале времени от 10 до 15 с.

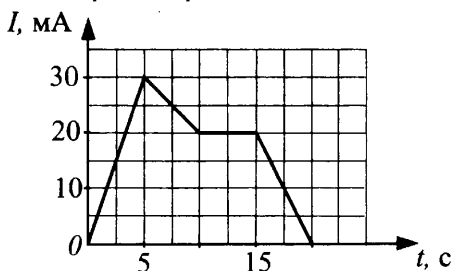


Рис. 158.

Ответ: _____ мкВ.

16. Имеются два лёгких диэлектрических шарика, подвешенных на нитях. При поднесении к ним по очереди положительно заряженного тела шарик Б притягивается к нему, а шарик А отталкивается.

Выберите два верных утверждения.

- 1) Шарик А заряжен положительно.
- 2) Шарик А заряжен отрицательно.
- 3) Шарик Б заряжен положительно.
- 4) Шарик Б нейтрален.
- 5) Шарик Б либо нейтрален, либо заряжен отрицательно.

Ответ:

--	--

17. Магнит выводят из кольца так, как изображено на рисунке 159. Южный полюс магнита расположен ближе к кольцу. Как изменяется поток вектора магнитной индукции внешнего магнитного поля, пронизывающего кольцо? Как изменяется величина индукционного тока в кольце при увеличении скорости выведения магнита?

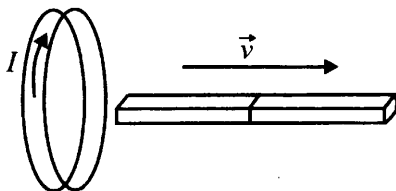


Рис. 159.

Для каждой физической величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

Поток магнитной индукции внешнего магнитного поля	Величина индукционного тока

18. В электрической цепи, схема которой показана на рисунке 160, через резистор B течёт ток силой I_0 . Чему равна сила тока, текущего через резистор A и через резистор C ? Установите соответствие между физическими величинами и их значениями.

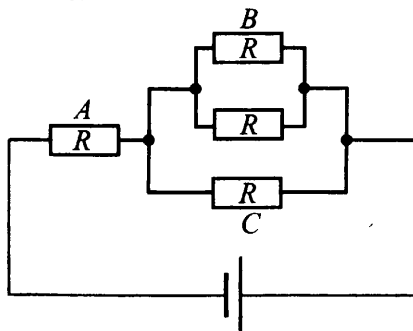


Рис. 160.

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

Физические величины	Их значение
А) сила тока, текущего через резистор A	1) I_0
Б) сила тока, текущего через резистор C	2) $2I_0$
	3) $3I_0$
	4) $2I_0/3$

Ответ:

А	Б

19. Период полураспада изотопа натрия Na равен 2,6 года. Если изначально было 104 г этого изотопа, то сколько примерно его будет через 5,2 года?

Ответ: _____ г.

20. На неподвижную пластину из никеля падает электромагнитное излучение, энергия фотонов которого равна 9 эВ. При этом в результате фотоэффекта из пластины вылетают электроны с максимальной кинетической энергией 4 эВ. Какова работа выхода электронов из никеля?

Ответ: _____ эВ.

21. Металлическую пластину освещали монохроматическим светом с длиной волны 500 нм. Что произойдёт с импульсом фотонов и кинетической энергией вылетающих электронов при освещении этой пластины монохроматическим светом с длиной волны 700 нм одинаковой интенсивности? Фотоэффект наблюдается в обоих случаях.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Импульс фотонов	Кинетическая энергия электронов

22. Запишите результат измерения электрического напряжения, учитывая, что погрешность равна половине цены деления (см. рис. 161). Укажите показание и погрешность.

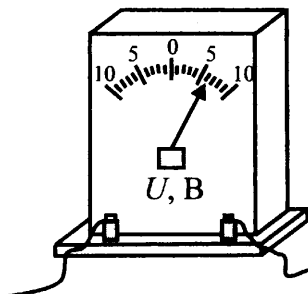


Рис. 161.

Ответ: (_____ ± _____) В.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23. В таблице зафиксированы значения силы притяжения заряженных тел при разных расстояниях между ними. Какой вывод о связи силы и расстояния можно сделать исходя из этой таблицы?

r , см	1	2	4	10
F , Н	10^{-8}	$2,3 \cdot 10^{-9}$	$0,6 \cdot 10^{-9}$	10^{-10}

- 1) сила уменьшается с расстоянием
- 2) сила очень мала и её можно не учитывать
- 3) зависимость не прослеживается
- 4) при r больше 10 см сила обращается в 0

Ответ: _____

24. Если вся масса галактики сосредоточена в её ядре, то движение периферийных звёзд галактического диска подчиняется вполне определённым закономерностям. Выберите два верных утверждения и укажите их номера.

- 1) Чем ближе периферийная звезда к ядру галактики, тем больше период её обращения.
- 2) Чем ближе периферийная звезда к ядру галактики, тем меньше период её обращения.
- 3) Зависимость скорости орбитального движения (V) от расстояния до центра галактики (R) имела бы вид $V \propto R^{1/2}$.
- 4) Зависимость скорости орбитального движения (V) от расстояния до центра галактики (R) имела бы вид $V \propto R^{-1/2}$.
- 5) Зависимость скорости орбитального движения (V) от расстояния до центра галактики (R) имела бы вид $V \propto R^{-1}$.

Ответ:

--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Груз массой m поднимается вертикально вверх под действием постоянной силы на высоту 10 м за время 2 с. Найдите массу груза, если работа этой силы по подъёму груза равна 7,5 кДж.

Ответ: _____ кг.

26. В однородное электрическое поле со скоростью 5000 км/с влетает электрон и движется по направлению линий напряжённости поля. Какое расстояние пролетит электрон до полной потери скорости, если модуль напряжённости поля равен 600 В/м? Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ см.

27. Катушка диаметром 40 см находится в переменном магнитном поле. При изменении индукции магнитного поля на 127 мТл в течение 2,0 мс в катушке возбуждается ЭДС 200 В. Сколько витков проволоки имеет катушка?

Ответ: _____.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов №1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ №2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. Постоянное количество одноатомного идеального газа участвует в процессе, график которого изображён на рисунке 162 в координатах $p-n$, где p — давление газа, n — его концентрация. Определите, получает газ теплоту или отдаёт в процессах 1–2 и 2–3. Ответ поясните, опираясь на законы молекулярной физики и термодинамики.

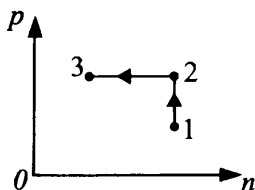


Рис. 162.

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Шарик массой 200 г, висящий на нити длиной 1,5 м, отводят в сторону так, чтобы нить заняла горизонтальное положение, и отпускают без толчка. Внизу на расстоянии 1,0 м под точкой подвеса вбит гвоздь. Какую силу натяжения будет иметь нить в момент, когда она вновь займёт горизонтальное положение, налетев на гвоздь?

30. Лазер излучает световые импульсы с энергией 200 мДж. Частота повторения импульсов 10 Гц. КПД лазера, определяемый отношением излучаемой энергии к потребляемой, составляет 4,0%. Какой объём воды нужно прокачать за один час через охлаждающую систему лазера, чтобы вода нагрелась не более чем на 5,0°С?

31. Два одинаковых конденсатора соединены последовательно и подключены к источнику ЭДС. Во сколько раз изменится энергия системы конденсаторов, если один из них погрузить в жидкость с диэлектрической проницаемостью, равной 3,0? Погружение осуществляется при подключённом источнике.

32. Первоначально покоившийся электрон проходит разность потенциалов 1,0 кВ и влетает в область магнитного поля шириной 1,0 см. Скорость электрона в момент влёта перпендикулярна как линиям индукции поля, так и границам области. Под каким углом к границе области поля вылетит электрон, если индукция магнитного поля имеет величину 5,0 мТл?

Вариант № 13

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке 163 представлен график движения тела. Определите значение его скорости.

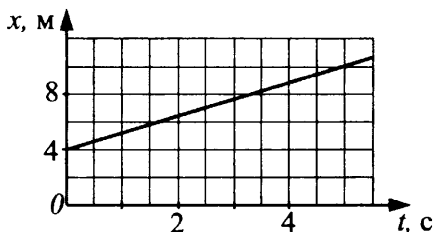


Рис. 163.

Ответ: _____ м/с.

2. Справедлив ли (да, нет) закон всемирного тяготения $F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{R^2}$ для расчёта силы гравитационного притяжения между следующими двумя телами (см. рис. 164)? Ответ запишите словом.

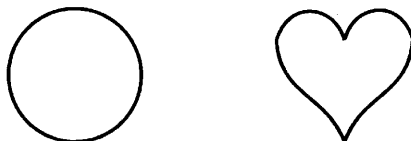


Рис. 164.

Ответ: _____.

3. Чему равна масса тела, если его кинетическая энергия 16 Дж, а его импульс 4 кг·м/с?

Ответ: _____ кг.

4. Тело массой 40 г взвешивают на весах с разными плечами. Когда оно находится на левой чашке весов, его можно уравновесить грузом массой 20 г. Грузом какой массы можно уравновесить тело, если его положить на правую чашку весов?

Ответ: _____ г.

5. На рисунке 165 представлен график зависимости скорости v от времени t для тела, движущегося прямолинейно. Используя данные графика, выберите из приведённого ниже списка два верных утверждения и укажите их номера.

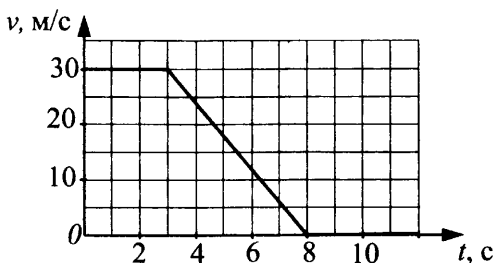


Рис. 165.

- 1) Первые три секунды тело не двигалось.
- 2) С 3-й по 7-ю секунду тело двигалось равноускоренно с ускорением $7,5 \text{ м/с}^2$.
- 3) Расстояние, пройденное телом с 3-й по 7-ю секунду, можно найти по формуле $S = 30t - 3,75t^2$.
- 4) За первые три секунды тело переместилось на 90 м.
- 5) С 7-й по 10-ю секунду тело двигалось с постоянной скоростью.

Ответ:

--	--

6. Тело лежит на краю горизонтально расположенного диска, вращающегося вокруг оси с увеличивающейся угловой скоростью. Как меняются сила трения, действующая на тело, и линейная скорость тела?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Сила трения	Линейная скорость тела

7. Груз, висящий на пружине, выводят из положения равновесия, растягивая пружину, и отпускают (см. рис. 166). Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут описывать.

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

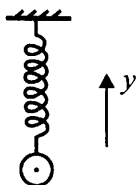


Рис. 166.

Графики	Физические величины
А) Б)	1) координата y 2) проекция скорости v_y 3) кинетическая энергия E_k 4) потенциальная энергия упругой деформации E_p

Ответ:

А	Б

8. Концентрация молекул идеального одноатомного газа равна $2 \cdot 10^{24} \text{ м}^{-3}$. Какое давление оказывает газ на стенки сосуда, если при этом средняя кинетическая энергия молекулы равна $1,5 \cdot 10^{-20} \text{ Дж}$?

Ответ: _____ кПа.

9. Вычислите работу идеального газа при совершении им кругового процесса, изображённого на рисунке 167.

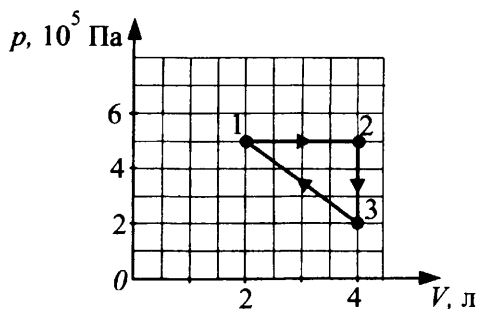


Рис. 167.

Ответ: _____ Дж.

10. Относительная влажность воздуха в цилиндре под поршнем равна 40%. Воздух изотермически сжали, уменьшив его объём в три раза. Какова стала относительная влажность воздуха?

Ответ: _____ %.

11. Ученик в три калориметра одинакового объёма с водой опускал бруски одинаковой массы, изготовленные из стали, меди и алюминия (см. рис. 168). Начальная температура всех брусков одинакова. Начальная температура воды во всех калориметрах одинакова. Выберите из предложенного ниже списка два утверждения, соответствующих результатам опыта.

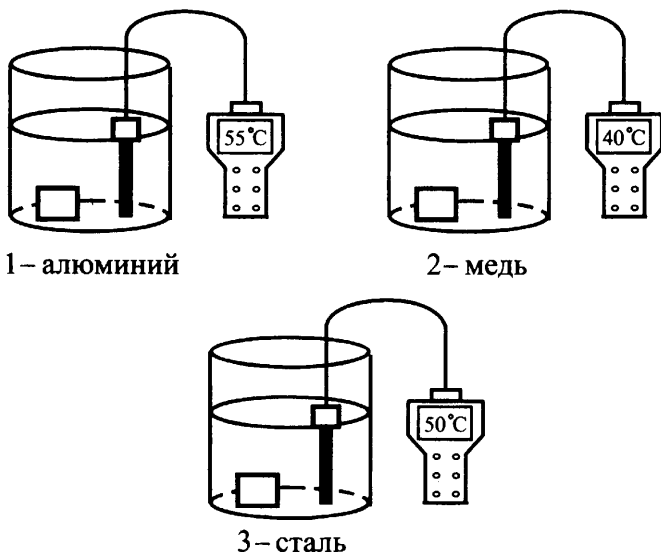


Рис. 168.

- 1) Наименьшей теплоёмкостью обладает алюминий.
- 2) Наибольшей теплоёмкостью обладает сталь.
- 3) Температура системы после установления равновесия определяется теплоёмкостью погружаемого тела.
- 4) Температура системы после установления равновесия зависит от начальной температуры воды.
- 5) Теплоёмкость воды больше теплоёмкости алюминия.

Ответ:

--	--

12. Идеальная тепловая машина получает от нагревателя, имеющего температуру T_1 , теплоту Q_1 и отдаёт холодильнику, имеющему температуру T_2 , теплоту Q_2 . A — работа машины. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

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

Физические величины	Формулы
А) коэффициент полезного действия идеальной тепловой машины	1) $\frac{Q_1}{Q_2}$
Б) работа, совершённая машиной за один цикл	2) $\frac{T_1 - T_2}{T_1}$
	3) $Q_1 - Q_2$
	4) $\frac{T_1 - T_2}{T_2}$

Ответ:

А	Б

13. Как направлен относительно рисунка 169 (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) вектор силы, действующей на электрон вблизи бесконечного прямого проводника с током? Ответ запишите словом (словами).

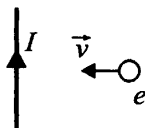


Рис. 169.

Ответ: _____.

14. Два одинаковых плоских конденсатора наполовину заполнены диэлектриком с $\epsilon = 6$, как показано на рис. 170. Чему равно отношение энергии в конденсаторе C_2 к энергии в конденсаторе C_1 ? Ответ округлите до сотых.

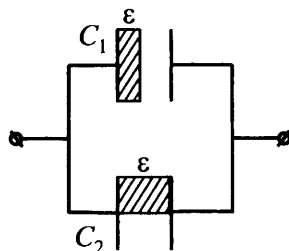


Рис. 170.

Ответ: _____.

15. На рисунке 171 приведён график зависимости силы тока в колебательном контуре при свободных колебаниях от времени. Чему будет равен период колебаний контура, если катушку индуктивности в этом контуре заменить на другую с индуктивностью в 9 раз меньшую?

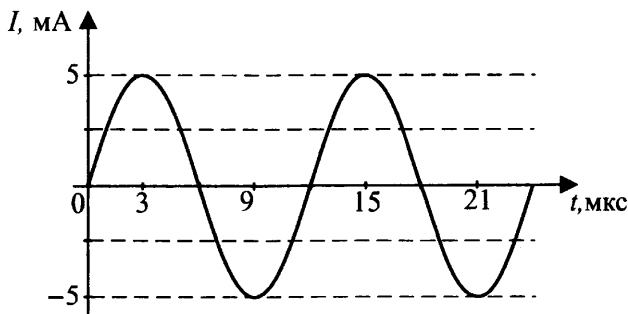


Рис. 171.

Ответ: _____ мкс.

16. С использованием закона Фарадея для электромагнитной индукции ($\mathcal{E}_{\text{инд}} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$) можно объяснить ...

Выберите из предложенного перечня два верных утверждения.

- 1) отклонение магнитной стрелки вблизи проводника с током
- 2) притяжение железной детали к электромагниту
- 3) появление тока в замкнутой катушке в процессе опускания в неё постоянного магнита

- 4) поворот рамки с током в магнитном поле
 5) работу трансформатора

Ответ:

17. При настройке радиоприёмника поворотом ручки изменяют площадь пластин конденсатора колебательного контура, перекрывающих друг друга. Как изменяются при этом частота волны, на которую настраивают радиоприёмник, и ёмкость конденсатора, если площадь пластин увеличивается? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
 2) уменьшается
 3) не изменяется

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

Частота волны	Ёмкость конденсатора

18. Конденсатор колебательного контура заряжен некоторым зарядом, после чего контур предоставлен сам себе (см. рис. 172). Графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих колебания в контуре после того, как ток в катушке индуктивности в очередной раз достиг максимальной силы. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

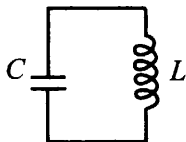
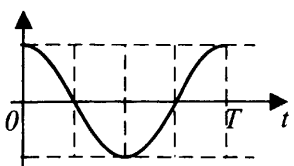
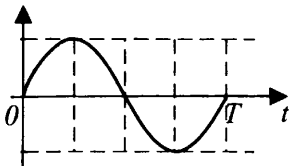


Рис. 172.

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

Графики	Физические величины
А)  Б) 	1) заряд конденсатора 2) напряжение на конденсаторе 3) энергия магнитного поля в катушке 4) энергия электрического поля в конденсаторе

Ответ:

А	Б

19. При бомбардировке америция ${}^{243}_{95}\text{Am}$ атомами изотопа кислорода был получен новый элемент лоуренсий. Найдите число x нейтронов, являющихся продуктом реакции ${}^{243}_{95}\text{Am} + {}^{18}_8\text{O} = {}^{256}_{103}\text{Lr} + x \cdot n$.

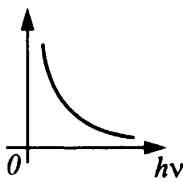
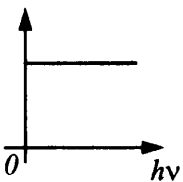
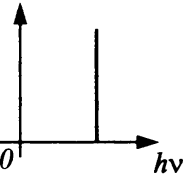
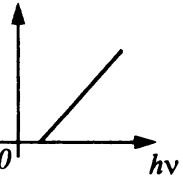
Ответ: _____.

20. Атом водорода, поглощая фотон с частотой $\nu = 2,94 \cdot 10^{15}$ Гц, переходит из основного состояния в возбуждённое. Найдите максимальную длину волны, которую может излучать атом. Энергию электрона на n -ом уровне атома водорода можно представить в виде $E_n = -\frac{hR}{n^2}$. Постоянная Ридберга $R = 3,29 \cdot 10^{15} \text{ с}^{-1}$.

Ответ: _____ нм.

21. Катод облучают светом и наблюдают внешний фотоэффект. А и Б представляют собой физические величины, характеризующие свойства материала катода и фотоэлектроны. Установите соответствие между физическими величинами и графиками, которые отражают зависимости этих величин от энергии светового кванта.

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

Физические величины	Графики
А) работа выхода Б) кинетическая энергия фото- электрона	1)  2)  3)  4) 

Ответ:

А	Б

22. Запишите величину объёма, которая измеряется в данном эксперименте (см. рис. 173).

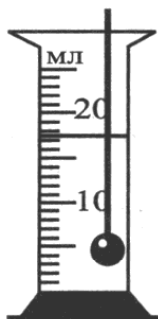


Рис. 173.

Ответ: (____ ± ____) мл.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23. В таблице приведены результаты измерений силы сопротивления движению тела в жидкости в зависимости от скорости тела. Как зависит сила сопротивления от скорости? Выберите два верных утверждения.

$V, \text{ м/с}$	3	5	7	10
$F, \text{ Н}$	500	1300	2720	5550

- 1) увеличивается пропорционально скорости
- 2) увеличивается пропорционально квадрату скорости
- 3) не зависит от скорости
- 4) с ростом скорости сила сопротивления растёт
- 5) с ростом скорости сила сопротивления уменьшается

В ответ запишите номера выбранных утверждений.

Ответ:

--	--

24. Выберите два утверждения, которые являются правильными.

- 1) Тёмные пятна на Солнце остаются неподвижными относительно видимого диска.
- 2) Тёмные пятна на Солнце перемещаются по видимому диску.
- 3) Тёмные пятна являются непостоянными образованиями.
- 4) Тёмные пятна являются постоянными образованиями.
- 5) Тёмные пятна появляются в солнечной короне.

Ответ:

--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Брусок массой 200 г равномерно перемещают с помощью динамометра по горизонтальной поверхности. Показание динамометра при этом равно 0,4 Н. Каков коэффициент трения скольжения?

Ответ: _____.

26. Во сколько раз плотность углекислого газа отличается от плотности азота при нормальных условиях?

Ответ: _____.

27. Чему равен потенциал, до которого может зарядиться металлическая пластина, работа выхода электронов из которой 1,6 эВ, при длительном освещении потоком фотонов с энергией 4 эВ?

Ответ: _____ В.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов №1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ №2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. В стеклянной, запаянной с обоих концов трубке, из которой выкачан воздух, заключён столбик воды. При встряхивании трубки столбик воды ударяется в концы трубки так, словно не испытывает никакого сопротивления. Однако известно, что слева и справа от столбика находятся насыщенные водяные пары, причём определённой температуре соответствует определённое давление этих паров. Объясните указанное явление.

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Чему равно ускорение силы тяжести на поверхности некоторой планеты, радиус которой равен радиусу Земли, но средняя плотность в n раз больше средней плотности Земли?

30. Идеальный одноатомный газ расширяется сначала адиабатически, а затем изобарно так, что начальная и конечная температуры одинаковы. Работа, совершённая газом за весь процесс, равна 10 кДж. Какую работу совершил газ при адиабатическом расширении?

31. На каком расстоянии L от дифракционной решётки нужно поставить экран, чтобы расстояние между нулевым и четвёртым максимумами было равно $x = 50$ мм для света с длиной волны $\lambda = 500$ нм? Постоянная дифракционной решётки $d = 0,02$ мм.

32. Радиоактивный натрий ${}^{25}_{11}\text{Na}$ распадается, испуская β -частицы. Период полураспада натрия $T = 14,8$ ч. Вычислите количество атомов ΔN , распавшихся в 1,0 мг данного радиоактивного препарата за время $t = 10$ ч.

Вариант № 14

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Два лыжника стартуют с интервалом 3 минуты. Скорость первого лыжника 2 м/с, скорость второго лыжника 2,5 м/с. Через какой интервал времени второй лыжник догонит первого?

Ответ: _____ с.

2. На рис. 174 приведены условные изображения Солнца и Земли, а также вектор силы притяжения Земли Солнцем. Известно, что масса Солнца примерно в 333 000 раз больше массы Земли. Вдоль какой стрелки, 1 или 2, направлена сила, действующая на Солнце со стороны Земли?

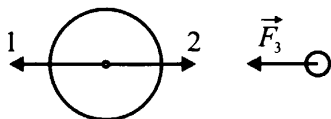


Рис. 174.

Ответ: _____.

3. Санки массой 50 кг из состояния покоя съезжают с гладкой наклонной плоскости высотой 5 м. После этого они продолжают двигаться по горизонтальной поверхности и спустя некоторое время останавливаются. Как при этом изменилась их механическая энергия?

Ответ: уменьшилась на _____ кДж.

4. Волна распространяется вдоль резинового шнура со скоростью 4 м/с при частоте 5 Гц. Каково минимальное расстояние между точками шнура, которые одновременно проходят через положение равновесия, двигаясь при этом в одном направлении?

Ответ: _____ м.

5. Проведено исследование, как меняется сила трения при движении санок в зависимости от их скорости. Результаты измерений нанесены на координатную плоскость, как показано на рисунке 175. Погрешность измерения силы 2 Н. Какова, скорее всего, будет сила трения санок при скорости, если продолжить эксперимент? Из приведённого ниже списка выберите два утверждения, соответствующих результатам эксперимента, и укажите их номера.

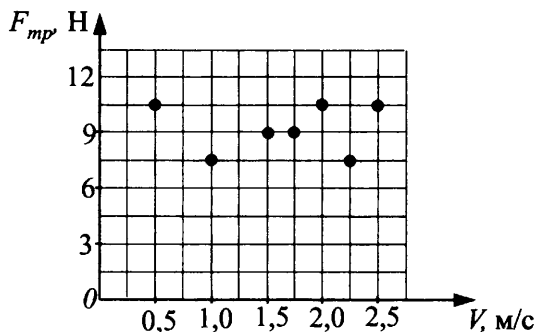


Рис. 175.

- 1) 10,5 Н
- 2) 7,5 Н
- 3) 9 Н
- 4) неизвестно
- 5) сила не зависит от скорости

Ответ:

6. Футбольный мяч погрузили глубоко под воду и отпустили. Как меняется в начале подъёма скорость мяча и выталкивающая сила?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Скорость мяча	Выталкивающая сила

7. Тело движется по окружности с постоянной по модулю скоростью из верхней точки (см. рис. 176). Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут описывать.

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

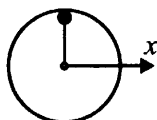


Рис. 176.

Графики	Физические величины
А) Б)	1) координата x 2) проекция скорости v_x 3) кинетическая энергия E_k 4) проекция ускорения a_x

Ответ:

А	Б

8. В процессе изобарного охлаждения некоторой массы идеального газа его температура уменьшилась на 100°C . При этом объем, занимаемый газом, изменился от 4 л до 3 л. Какова была первоначальная температура газа?

Ответ: _____ $^\circ\text{C}$.

9. При изобарном расширении идеальный одноатомный газ получил количество теплоты, равное 800 Дж. Насколько увеличилась внутренняя энергия газа при этом процессе?

Ответ: _____ Дж.

10. В сосуде с подвижным поршнем находятся вода и её насыщенный пар. Если одновременно увеличить в 2 раза температуру сосуда и его объём, то как увеличится его давление?

Ответ: примерно в _____ раз(а).

11. На рисунке 177 приведён экспериментально полученный график зависимости температуры от времени при нагревании некоторого вещества. Первоначально вещество находилось в жидком состоянии. Выберите из приведённого ниже списка два утверждения, соответствующих результатам опыта.

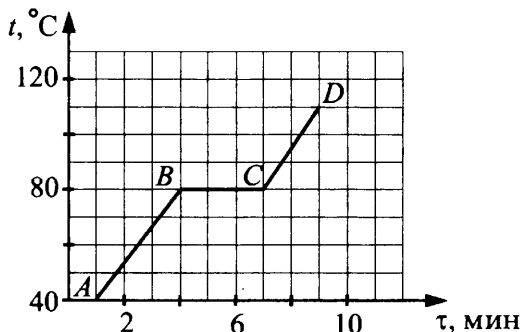


Рис. 177.

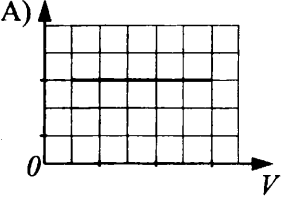
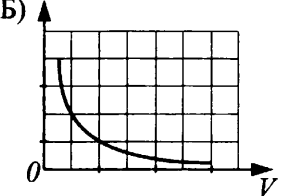
- 1) Температура кипения равна 100°C .
- 2) Теплоёмкости в жидком и газообразном состоянии одинаковы.
- 3) Наибольшей внутренней энергией вещество обладает в точке D .
- 4) Наименьшей внутренней энергией вещество обладает в точке D .
- 5) В точке D вещество находится в газообразном состоянии.

Ответ:

--	--

12. Над газом, находящимся под поршнем, проводят изотермический процесс. Графики А и Б представляют изменения физических величин во время изменения объёма газа под поршнем. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

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

Графики	Физические величины
А)  Б) 	1) работа газа 2) внутренняя энергия 3) количество теплоты 4) давление газа

Ответ:

А	Б

13. Как направлен относительно рисунка 178 (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) вектор силы, действующей на протон вблизи бесконечного прямого проводника с током? Ответ запишите словом (словами).

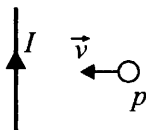


Рис. 178.

Ответ: _____.

14. Какая мощность выделится в проводнике за вторую секунду, если сила тока, протекающего в проводнике, сопротивление которого 15 Ом, меняется со временем так, как показано на рис. 179?

Ответ: _____ Вт.

15. Световой луч переходит из одной среды в другую, как показано на рис. 180. Можно ли, увеличивая угол падения, наблюдать явление полного внутреннего отражения?

Ответ: _____.

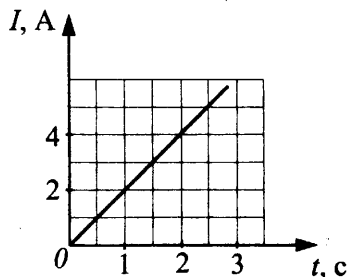


Рис. 179.

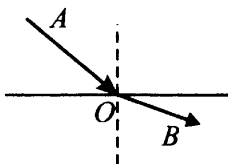


Рис. 180.

16. На рисунке 181 изображены главная оптическая ось линзы, точка A и её изображение точка A' . Какая линза использовалась и какое изображение при этом получилось? Выберите из предложенного списка два утверждения, соответствующих результатам опыта.

A' •

г.о.о.

• A

Рис. 181.

- 1) Линза рассеивающая, изображение мнимое, прямое, уменьшенное.
- 2) Линза рассеивающая, изображение мнимое, обратное, увеличенное.
- 3) Линза собирающая, изображение действительное, обратное, уменьшенное.
- 4) Линза собирающая, изображение действительное, обратное, увеличенное.
- 5) Линза собирающая, т.к. по условию изображение и источник расположены по разные стороны от главной оптической оси.

Ответ:

--	--

17. К источнику ЭДС подсоединяют нагрузочный резистор. При увеличении сопротивления этого резистора как меняются сила тока в цепи и ЭДС источника? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Сила тока	Величина ЭДС

18. Как определяется направление следующих физических величин?

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

Физическая величина	Правило определения направления
А) вектор магнитной индукции	1) правило левой руки
Б) индукционный ток	2) правило буравчика
	3) правило Ленца

Ответ:

А	Б

19. На рис. 182 изображены схемы четырёх атомов. Под каким номером находится схема, соответствующая атому ${}^{13}_5\text{B}$?

Ответ: _____.

20. Период полураспада нептуния 2,3 суток. Через какое время количество радиоактивных атомов уменьшится в 4 раза?

Ответ: через _____ суток.

21. Фотон с энергией E движется в вакууме. Пусть h — постоянная Планка, c — скорость света в вакууме. Чему равны частота и импульс фотона? Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

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

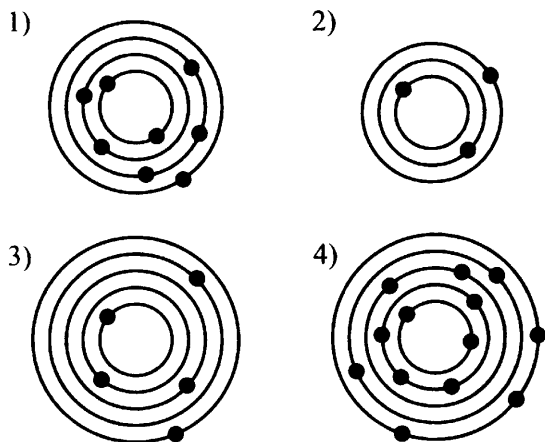


Рис. 182.

Физические величины	Формула
А) частота фотона	1) E/h
Б) импульс фотона	2) E/c^2
	3) $h\nu$
	4) E/c

Ответ:

А	Б

22. Запишите показания спидометра (см. рис. 183) с учётом его погрешности.

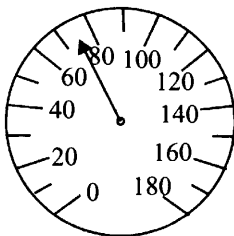


Рис. 183.

Ответ: (____ $\pm$ ____) км/ч.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23. Мальчик исследовал, как меняется сила трения при движении санок в зависимости от их скорости. Результаты измерений он нанёс на координатную плоскость, как показано на рисунке 184. Погрешность измерения силы 2 Н. Какова, скорее всего, будет сила трения санок при движении, если продолжить эксперимент?

Выберите два утверждения, соответствующих результатам эксперимента.

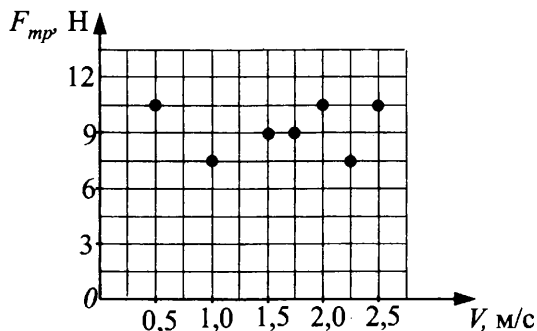


Рис. 184.

В ответ запишите номера выбранных утверждений.

- 1) 10,5 Н
- 2) 7,5 Н
- 3) 9 Н
- 4) неизвестно
- 5) сила не зависит от скорости

Ответ:

24. Выберите два утверждения, которые являются правильными.

- 1) Звёзды Млечного Пути являются небольшой частью нашей звёздной системы.
- 2) Наша Галактика — сильно сплюснутая звёздная система.
- 3) Наша Галактика — сферически симметрична в пространстве.
- 4) Млечным Путём называется видимое нами на небе светлое кольцо.
- 5) Млечный Путь — это вся Вселенная.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Тело массой 1 кг совершает гармонические колебания по закону $x = 0,5 \cos(4t - \pi/4)$. Определите максимальную кинетическую энергию тела.

Ответ: _____ Дж.

26. Во сколько раз плотность углекислого газа отличается от плотности азота при нормальных условиях?

Ответ: в _____ раз (-а).

27. Какое количество полураспадов должно пройти, чтобы от радиоактивного источника осталось $1/32$ первоначального числа радиоактивных ядер?

Ответ: _____.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов №1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ №2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. Как с помощью телевизора с электронно-лучевой трубкой определить полюса постоянного немаркированного дугообразного магнита?

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Тело брошено вертикально вверх с начальной скоростью $v_0 = 3,13$ м/с. Когда оно достигло верхней точки полёта, из того же места с такой же скоростью бросили второе тело. Определите, на каком расстоянии от точки бросания встретятся тела. Сопротивление воздуха не учитывать.

30. В комнате размером $V = 10 \times 5 \times 3$ м³ поддерживается температура $T_1 = 293$ К, а точка росы равна $T_2 = 283$ К. Определите относительную влажность воздуха и количество водяных паров, содержащихся в комнате.

31. Найдите заряд на конденсаторе в схеме, изображённой на рисунке 185.

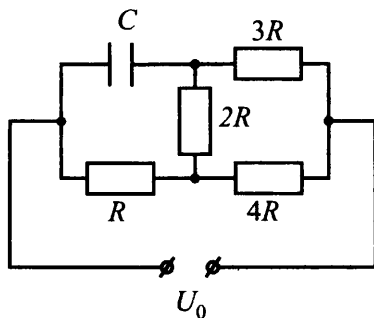


Рис. 185.

32. Источник монохроматического электромагнитного излучения мощностью $P = 100$ Вт испускает $N_\phi = 5,0 \cdot 10^{20}$ фотонов за время $\Delta t = 1$ с. Найдите длину волны λ этого излучения.

Вариант № 15

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке 186 приведён график зависимости проекции скорости тела от времени. На каком(-их) участке(-ах) времени тело двигалось равноускоренно?

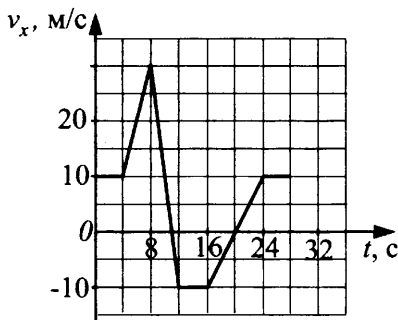


Рис. 186.

Ответ: _____ с.

2. К лежащему на горизонтальном столе телу массой 2 кг приложили горизонтальную силу, равную 5 Н. Коэффициент трения тела о поверхность стола 0,4. Чему равна сила трения, действующая на тело?

Ответ: _____ Н.

3. Материальная точка массой m движется равномерно по окружности со скоростью 2 м/с. Чему равен модуль изменения её импульса за шестую часть периода?

Ответ: _____ $\cdot m$.

4. Аквариум с высотой стенки 1 м полностью заполнен водой. Каково давление воды на стенку аквариума?

Ответ: _____ кПа.

5. На рисунке 187 приведён график зависимости длины пружины от величины нагрузки. Из приведённого ниже списка выберите два утверждения, соответствующих результатам этого эксперимента, и укажите их номера.

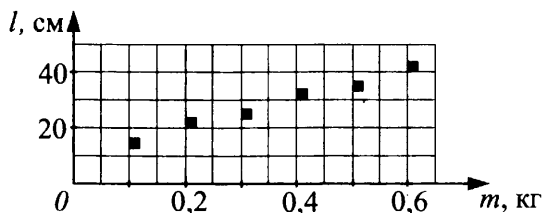


Рис. 187.

- 1) Коэффициент упругости пружины примерно равен 20 Н/м.
- 2) Коэффициент упругости пружины примерно равен 30 Н/м.
- 3) Коэффициент упругости пружины примерно равен 50 Н/м.
- 4) Коэффициент упругости пружины примерно равен 10 Н/м.
- 5) Для данного эксперимента выполняется закон Гука.

Ответ:

--	--

6. Ракета движется с постоянной скоростью. Сопло ракеты повернули так, что оно располагается перпендикулярно к скорости ракеты. Из сопла вылетают продукты сгорания топлива, в результате чего на ракету действует сила, направленная перпендикулярно скорости ракеты. Что произойдёт с модулем скорости ракеты и её кинетической энергией?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Модуль скорости ракеты	Кинетическая энергия

7. Каучуковый мяч, летящий горизонтально, ударяется о вертикальную стену. Установите соответствие между физическими величинами, описывающими удар, и формулами для их нахождения.

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

Физические величины	Формулы
А) изменение импульса	1) mv
Б) средняя сила удара	2) $2mv$
	3) $\frac{mv}{t}$
	4) $\frac{2mv}{t}$

Ответ:

А	Б

8. Идеальный газ в количестве 1,5 моль совершает процесс, изображённый на рисунке 188. Какова температура газа в состоянии b?

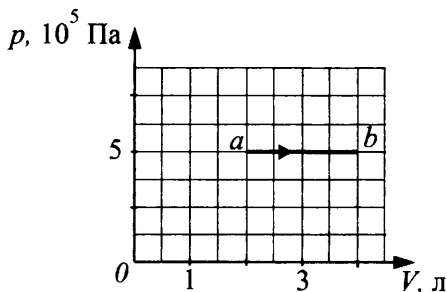


Рис. 188.

Ответ: _____ К.

9. Рабочее тело тепловой машины за один цикл получает от нагревателя теплоту 1000 Дж. Температура нагревателя 500 К, температура холодильника 200 К. Какую работу совершает рабочее тело за один цикл?

Ответ: _____ Дж.

10. Каково давление насыщенного водяного пара при температуре 100°C?

Ответ: _____ кПа.

11. При проведении эксперимента (см. рис. 189) по изобарному нагреванию разреженного газа была получена следующая зависимость объёма

газа V от его температуры T . Из приведённого ниже списка выберите два утверждения, соответствующих результатам этого эксперимента.

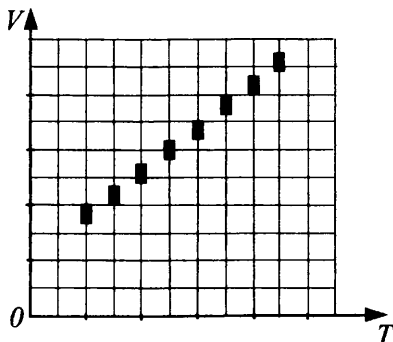


Рис. 189.

- 1) Данные прекрасно укладываются на прямую, следовательно, эксперимент подтверждает справедливость уравнения Менделеева–Клапейрона.
- 2) Уравнение Менделеева–Клапейрона для этого газа неприменимо.
- 3) При проведении эксперимента масса газа уменьшилась.
- 4) При проведении эксперимента масса газа увеличилась.
- 5) Газ совершил положительную работу.

Ответ:

12. В сосуде объёмом V при давлении p и температуре T находится идеальный газ массой m и молярной массой M . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

Физические величины	Формулы
А) давление газа	1) $\frac{MV}{mT}$
Б) температура газа	2) $\frac{mRT}{MV}$
	3) $\frac{pM}{mR}$
	4) $\frac{pMV}{mR}$

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

Ответ:

А	Б

13. Как направлен относительно рисунка (см. рис. 190) (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) вектор силы, действующей на позитрон вблизи бесконечного прямого проводника с током? Ответ запишите словом (словами).

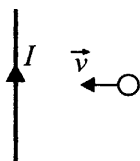


Рис. 190.

Ответ: _____.

14. Как нужно уменьшить расстояние между двумя точечными зарядами, чтобы сила их взаимодействия увеличилась в 16 раз?

Ответ: в _____ раз (-а).

15. Расстояние от карандаша до его изображения в плоском зеркале было равно 90 см. Карандаш приблизили к зеркалу на 10 см. Каково стало расстояние между карандашом и его изображением?

Ответ: _____ см.

16. Ученик проводил опыты с собирающими линзами, изготовленными из одинакового сорта стекла. Условия проведения опытов показаны на рисунке 191. AB — предмет, $A'B'$ — его изображение. Выберите из предложенного списка два утверждения, соответствующих результатам проведённых экспериментальных наблюдений.

- 1) Наибольшее фокусное расстояние имеет линза 2.
- 2) Наименьшее фокусное расстояние имеет линза 3.
- 3) По отношению к линзе 3 предмет располагается в двойном фокусе.
- 4) Собирающие линзы дают только действительные изображения.
- 5) Собирающие линзы дают только увеличенные изображения.

Ответ:

--	--

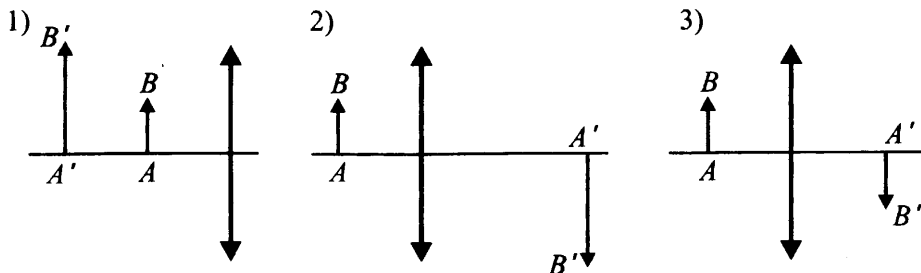


Рис. 191.

17. В магнитном поле, направленном перпендикулярно скорости электрона, он движется по окружности. Индукцию магнитного поля увеличили. Как изменились радиус окружности и центростремительное ускорение электрона?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

Радиус окружности	Центростремительное ускорение

18. В цепь переменного тока включена катушка индуктивностью L . Частоту тока равномерно увеличивают. Графики А и Б представляют зависимости физических величин от частоты переменного тока. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от частоты они могут представлять.

Графики	Физические величины
А) Б)	1) индуктивность катушки 2) индуктивное сопротивление 3) сила тока 4) напряжение на катушке

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

Ответ:

А	Б

19. В какой элемент превращается торий ${}_{90}^{232}\text{Th}$, испытав два β -распада и один α -распад?

Ответ: _____.

20. Какова длина волны излучения лазера мощностью 20 Вт, если он испускает $7 \cdot 10^{19}$ фотонов за 1 с?

Ответ: _____ нм.

21. В опыте по наблюдению фотоэффекта увеличивают интенсивность света, облучающего катод. Как при этом изменяются энергия фотонов и запирающее напряжение?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

Энергия фотонов	Запирающее напряжение

22. По рис. 192 определите объём жидкости с учётом погрешности измерения.

Ответ: (_____ $\pm$ _____) мл.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23. Выберите два верных ответа с учётом рис. 193, на котором изображено тело, перемещающееся с постоянной скоростью по горизонтали.

- 1) сила трения равна 3,5 Н
- 2) силу трения невозможно определить по рисунку
- 3) сила трения равна 3 Н

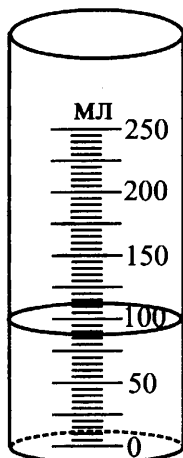


Рис. 192.

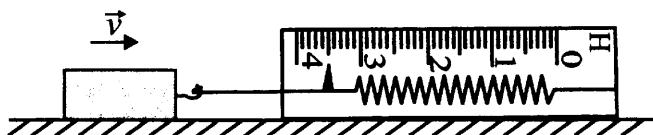


Рис. 193.

- 4) сила трения равна 4,5 Н
- 5) это сила трения скольжения

Ответ:

24. Выберите два утверждения, которые являются правильными, и запишите их номера.

- 1) Звёзды на небе неподвижны.
- 2) Солнечная система движется в направлении созвездий Лиры и Геркула.
- 3) Звёзды движутся с одинаковыми скоростями.
- 4) Звёзды движутся с различными скоростями.
- 5) Вид созвездий не меняется с течением времени.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Домохозяйка развешивала бельё на балконе 8-го этажа и уронила прищепку. Определите скорость прищепки, когда она пролетала 5-й этаж дома. Считать высоту этажа равной 2,5 м.

Ответ: _____ м/с.

26. На катушку электрического звонка намотана медная проволока длиной 14,4 м. Найдите площадь поперечного сечения проволоки, если сопротивление катушки равно 0,68 Ом.

Ответ: _____ мм².

27. 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: _____ кДж.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов №1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ №2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. Почему пустой бумажный мешок, надутый воздухом, с треском разрывается, если ударить его об руку или обо что-либо твёрдое?

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Маятник массой m отклонён на угол α от вертикали. Какова сила натяжения нити при прохождении маятником положения равновесия?

30. С $\nu = 3$ молями идеального газа совершён цикл, изображённый на рисунке 194. Температуры газа в различных состояниях равны: $T_1 = 400$ К, $T_2 = 800$ К, $T_3 = 2400$ К, $T_4 = 1200$ К. Найдите работу газа за цикл.

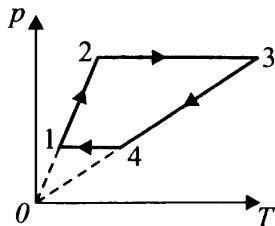


Рис. 194.

31. Два одинаковых проводящих шарика, масса которых равна $m_1 = m_2 = 0,01$ г, подвешены в одной точке на нитях длиной $l = 1$ м. Один из шариков отвели в сторону и сообщили ему заряд q , затем привели в соприкосновение с другим шариком, после чего шарики разошлись на расстояние $r = 14$ см. Определите модуль заряда q .

32. Шар радиусом 10 см с зарядом $1,11 \cdot 10^{-10}$ Кл облучается светом с длиной волны 331 нм. Определите, на какое расстояние удалится фотон, если работа выхода материала шара $2 \cdot 10^{-19}$ Дж.

Вариант № 16

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Материальная точка движется равномерно по окружности по часовой стрелке (см. рис. 195). В какой точке траектории ускорение направлено по стрелке?

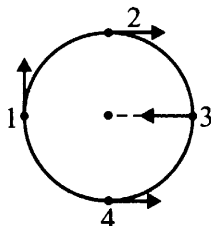


Рис. 195.

Ответ: _____.

2. Брусок массой 1 кг лежит на наклонной плоскости с углом наклона 30° к горизонту. Определите силу трения, действующую на брусок, если коэффициент трения равен 0,4.

Ответ: _____ Н.

3. При открывании двери пружину жёсткостью 50 кН/м растягивают на 10 см. Какую работу совершает пружина, закрывая дверь?

Ответ: _____ Дж.

4. Вес груза в воздухе равен 2 Н. При опускании груза в воду на него действует сила Архимеда, равная 0,5 Н. Каков вес груза в воде?

Ответ: _____ Н.

5. Координата колеблющегося тела меняется так, как показано на графике рис. 196. Из приведённого ниже списка выберите два верных утверждения на основании анализа представленного графика и укажите их номера.

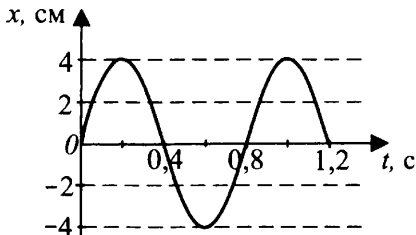


Рис. 196.

- 1) Период колебаний тела равен 1 с.
- 2) Амплитуда колебаний равна 8 см.
- 3) Частота колебаний равна 1,25 Гц.
- 4) Амплитуда колебаний равна 4 см.
- 5) Период колебаний тела равен 0,4 с.

Ответ:

--	--

6. Шарик массой m соскальзывает по наклонному жёлобу с высоты h и делает мёртвую петлю радиусом R . Если увеличить высоту, с которой соскальзывает шарик, то что будет происходить при этом со скоростью шарика и его давлением на жёлоб в верхней точке мёртвой петли?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Давление шарика на жёлоб	Скорость

7. Искусственный спутник с кинетической энергией E_k движется вокруг Земли по круговой орбите радиусом R с частотой обращения ν . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

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

Физические величины	Формулы
А) масса спутника	1) $\frac{\pi E_k}{R\nu}$
Б) импульс спутника	2) $\frac{E_k}{\pi R\nu}$
	3) $\frac{2\pi^2 E_k}{R^2 \nu^2}$
	4) $\frac{E_k}{2\pi^2 R^2 \nu^2}$

Ответ:

А	Б

8. При повышении температуры идеального газа на 100 К среднеквадратичная скорость движения молекул выросла с 200 м/с до 600 м/с. На сколько надо понизить температуру газа, чтобы среднеквадратичная скорость уменьшилась с 600 м/с до 400 м/с?

Ответ: на _____ К.

9. Идеальный газ совершил работу 100 Дж и отдал при этом количество теплоты 300 Дж. Как изменилась при этом внутренняя энергия?

Ответ: уменьшилась на _____ Дж.

10. Найдите относительную влажность воздуха в комнате при 18°C, если при 10°C образуется роса.

Ответ: _____ %.

11. В результате эксперимента по изучению циклического процесса, проводившегося с некоторым постоянным количеством одноатомного газа, который в условиях опыта можно было считать идеальным, получилась зависимость давления p от объёма V , показанная на графике (см. рис. 197). Из приведённого ниже списка выберите два утверждения, соответствующих результатам этого эксперимента.

- 1) В процессе 2–3 объём газа увеличивался, а температура уменьшалась.
- 2) В процессе 1–2 газ не совершал работу.
- 3) В процессе 3–1 объём газа уменьшался, а давление увеличивалось.
- 4) В процессах 1–2 и 2–3 газ получал тепло.
- 5) В процессах 2–3 и 3–1 газ отдавал тепло.

Ответ:

--	--

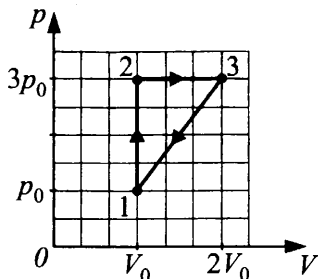


Рис. 197.

12. Установите соответствие между графиками процессов, в которых участвует 1 моль идеального газа, и значениями физических величин, характеризующих эти процессы (ΔU — изменение внутренней энергии; A — работа газа).

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

Графики	Физические величины
А) Б)	1) $\Delta U = 0$; $A > 0$ 2) $\Delta U > 0$; $A > 0$ 3) $\Delta U > 0$; $A = 0$ 4) $\Delta U = 0$; $A = 0$

Ответ:

А	Б

13. Электрон, влетевший в зазор между полюсами электромагнита, имеет горизонтально направленную скорость, перпендикулярную вектору индукции магнитного поля (см. рис. 198). Как направлен относительно рисунка (вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя) вектор силы Лоренца, действующей на электрон? Ответ запишите словом (словами).

Ответ: _____.

14. Два одинаковых плоских воздушных конденсатора соединены последовательно и подключены к источнику с постоянной ЭДС. Как увеличится

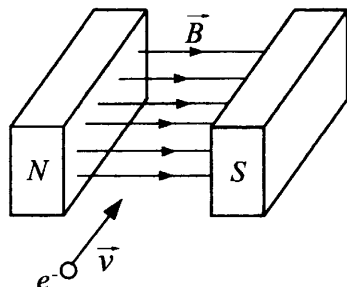


Рис. 198.

модуль напряжённости поля во втором конденсаторе при заполнении пространства между обкладками одного из конденсаторов диэлектриком с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 2$?

Ответ: в _____ раз(-а).

15. Как увеличится период собственных колебаний в контуре, если ключ K перевести из положения 1 в положение 2 (см. рис. 199)?

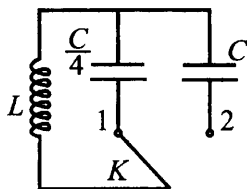


Рис. 199.

Ответ: в _____ раз(-а).

16. Ученик, изучая преломление света, пускает лазерный луч на границы раздела «воздух–алмаз», «воздух–стекло», «воздух–глицерин» (см. рис. 200). ($\sin 28^\circ = 0,47$; $\sin 22^\circ = 0,37$; $\sin 17^\circ = 0,29$). Выберите из предложенного ниже списка два утверждения, соответствующих результатам опыта.

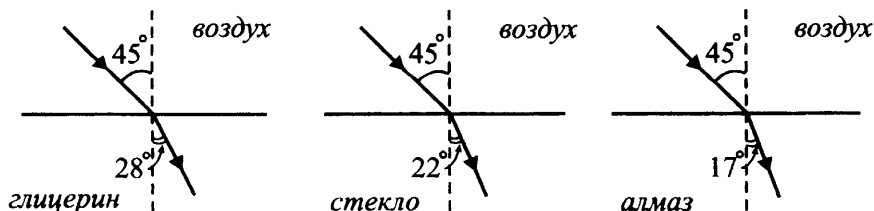


Рис. 200.

- 1) Угол преломления не зависит от свойств преломляющей среды.
- 2) Показатель преломления алмаза наибольший.
- 3) Показатель преломления стекла наименьший.
- 4) Показатель преломления глицерина равен 1,5.
- 5) Угол преломления не зависит от угла падения.

Ответ:

--	--

17. Два одинаковых резистора, включённых последовательно, подключены к источнику тока, дающего неизменное напряжение. Сопротивление одного из них немного увеличивают. Как меняются сила тока в цепи и мощность, выделяемая на переменном резисторе?

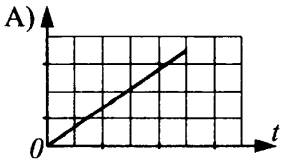
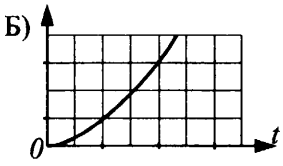
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Сила тока	Мощность на переменном резисторе

18. В катушке с индуктивностью L при равномерном увеличении силы тока на ΔI возникла ЭДС самоиндукции E . Графики А и Б представляют изменения физических величин во время изменения силы тока в катушке. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

Графики	Физические величины
А)  Б) 	1) сила тока 2) ЭДС самоиндукции 3) энергия магнитного поля в катушке 4) индуктивность катушки

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

Ответ:

А	Б

19. Какой ещё частицей сопровождается деление изотопа урана $^{236}_{92}\text{U}$, если одним из осколков является ядро цезия $^{232}_{90}\text{Cs}$?

Ответ: _____.

20. Работа выхода материала пластины равна 2 эВ. Чему равна энергия фотонов падающего света, если запирающее напряжение равно 1,5 В?

Ответ: _____ эВ.

21. В планетарной модели атома Бора–Резерфорда электроны движутся вокруг ядра только по разрешённым орбитам. Как изменяются при переходе электрона на более высокую орбиту его орбитальная скорость и потенциальная энергия?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Орбитальная скорость электрона	Потенциальная энергия электрона

22. Запишите величину угла с учётом погрешности (см. рис. 201).

Ответ: (____ ± ____) $^{\circ}$.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

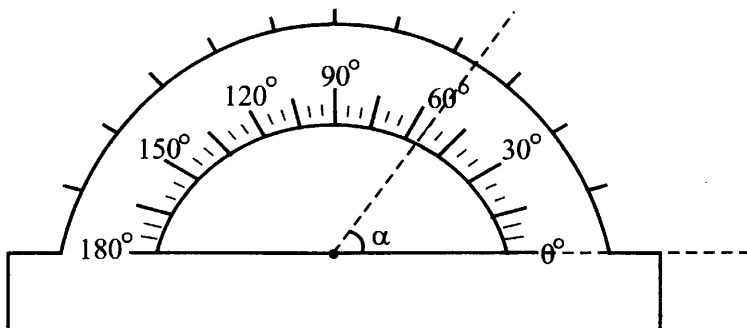


Рис. 201.

23. Массивный груз, покоящийся на горизонтальной опоре, привязан к лёгкой нерастяжимой верёвке, перекинутой через блок. К верёвке прикладывают силу под углом 45° к горизонту. Рядом на графике представлена зависимость ускорения груза от модуля силы (см. рис. 202).

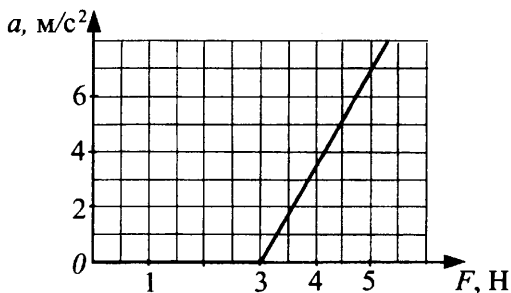
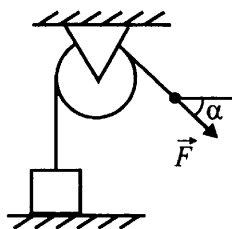


Рис. 202.

Выберите два верных утверждения.

- 1) масса груза 3 кг
- 2) Масса груза 0,3 кг
- 3) определить массу невозможно
- 4) сила натяжения нити в момент начала движения равна 3 Н
- 5) масса груза $\frac{0,3 \cdot \sqrt{2}}{2}$

В ответ запишите номера выбранных утверждений.

Ответ:

24. Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о Солнечной системе.

	Звёздный период обращения, годы	Синодический период обращения, сутки	Среднее расстояние от Солнца, млн км	Масса (в массах Земли)
Меркурий	0,241	116	58	0,06
Венера	0,615	584	108	0,82
Земля	1,000	—	150	1,00
Марс	1,881	780	228	0,11
Юпитер	11,86	399	778	318
Сатурн	29,46	378	1426	95,1
Уран	84,01	370	2869	14,5
Нептун	164,8	368	4496	17,3
Солнце	—	—	—	330 000

Выберите два утверждения, которые являются правильными и укажите их номера.

- 1) Земля ближе всего расположена к Солнцу.
- 2) Юпитер — самая большая планета.
- 3) Масса Солнца в 330 тысяч раз больше массы Земли.
- 4) Марс — самая маленькая планета.
- 5) Всего существует 9 планет.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Из некоторой точки одновременно бросают два тела с одинаковой скоростью 25 м/с: одно — вертикально вверх, другое — вертикально вниз. На каком расстоянии друг от друга будут эти тела через 2 с?

Ответ: _____ м.

26. Плоское зеркало движется со скоростью $V = 1,5$ см/с. С какой по модулю скоростью должен двигаться точечный источник света S , чтобы его отражение в плоском зеркале было неподвижным?

Ответ: _____ см/с.

27. Чему равен импульс фотона, если соответствующая длина волны равна 600 нм?

Ответ: _____ $\cdot 10^{-27}$ кг·м/с.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов №1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ №2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. Все знают из опыта, что идти в гору трудно. А почему?

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. В центр катка радиусом R приложена сила, равная его силе тяжести. Какой максимально должна быть высота порожка $h_{\max}$, чтобы каток можно было закатить на порожек?

30. КПД тепловой машины, работающей по циклу, состоящему из изотермы 1–2, изохоры 2–3, адиабаты 3–1 (см. рис. 203), равен η , а разность максимальной и минимальной температуры газа в цикле равна ΔT . Определите работу, совершаемую ν молями одноатомного идеального газа за один цикл в изотермическом процессе.

31. В магнитном поле с индукцией $B = 10^{-2}$ Тл вращается стержень длиной $l = 0,2$ м с постоянной угловой скоростью $\omega = 100$ с $^{-1}$. Найдите ЭДС индукции, возникающей в стержне, если ось вращения проходит через конец стержня параллельно силовым линиям магнитного поля.

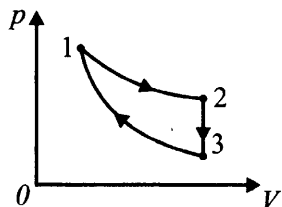


Рис. 203.

32. Горизонтальный проводник длиной $l = 0,20$ м и весом $P = 0,1$ Н, подвешенный на двух тонких невесомых нитях, находится в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией $B = 0,25$ Тл. На какой угол α от вертикали отклонятся нити, поддерживающие проводник, если по нему пропустить ток $I = 2,0$ А?

Вариант № 17

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Материальная точка равномерно движется по окружности. Найдите отношение пути к модулю перемещения за половину периода.

Ответ: _____.

2. На рисунке 204 представлен график зависимости модуля силы упругости, возникающей при растяжении пружины, от значения её деформации. Чему равна жёсткость этой пружины?

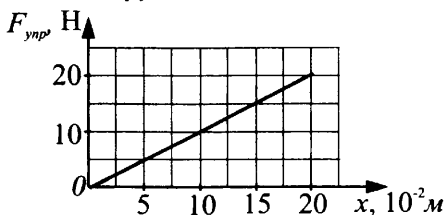


Рис. 204.

Ответ: _____ Н/м.

3. Лебёдка поднимает груз массой 500 кг на высоту 20 м за 50 с. Какова мощность двигателя лебёдки?

Ответ: _____ кВт.

4. Объём плавающего в океане айсберга равен $5,1 \text{ км}^3$. Какова плотность льда, если объём надводной части айсберга $0,4 \text{ км}^3$, а плотность воды в океане $1,02 \text{ г/см}^3$?

Ответ: _____ г/см³.

5. В таблице приведены результаты опытов по изучению движения без начальной скорости металлического шарика по гладкой наклонной плос-

кости. С помощью таблицы результатов измерений из приведённого ниже списка выберите два верных утверждения и укажите их номера.

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

- 1) Ускорение шарика равно 2 м/с^2 .
- 2) Ускорение шарика равно 5 м/с^2 .
- 3) Шарик движется равномерно.
- 4) Угол наклона плоскости равен 30° .
- 5) Угол наклона плоскости равен 60° .

Ответ:

--	--

6. Тело бросают под углом к горизонту с поверхности Земли с начальной скоростью v_0 . Что произойдёт с временем полёта и высотой подъёма, если угол наклона начальной скорости к горизонту увеличивать, а модуль начальной скорости не изменять? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Время полёта	Высота подъёма

7. Брусок покоится на наклонной плоскости с углом α к горизонту. Коэффициент трения бруска о плоскость равен k , масса бруска m , ускорение свободного падения g . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым им можно рассчитать.

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

Физические величины	Формулы
А) сила нормальной реакции опоры, N	1) $mg \sin \alpha$
Б) сила трения, $F_{\text{тр}}$	2) $mg \cos \alpha$
	3) $mg \tan \alpha$
	4) kN

Ответ:

А	Б

8. При температуре 80 К некоторое количество молекул газа азота N_2 создаёт давление 300 Па. Азот нагрели до 3000 К, в результате чего все молекулы азота распались на атомы. Чему равно установившееся давление при температуре 3000 К?

Ответ: _____ кПа.

9. Тепловая машина с КПД 60% за цикл работы отдаёт холодильнику 100 Дж теплоты. Какое количество теплоты за цикл получает машина от нагревателя?

Ответ: _____ Дж.

10. Относительная влажность воздуха при 20°C равна 69%. Каково давление насыщенных паров при 20°C, если при этом парциальное давление водяного пара в воздухе равно 1,61 кПа? Ответ округлите до сотых.

Ответ: _____ кПа.

11. В сосуды с одинаковым объёмом воды, керосина и подсолнечного масла опускаются три одинаковых груза (см. рис. 205), вес которых в жидкости измеряется динамометром. Выберите из предложенного ниже списка два утверждения, соответствующих результатам опыта.

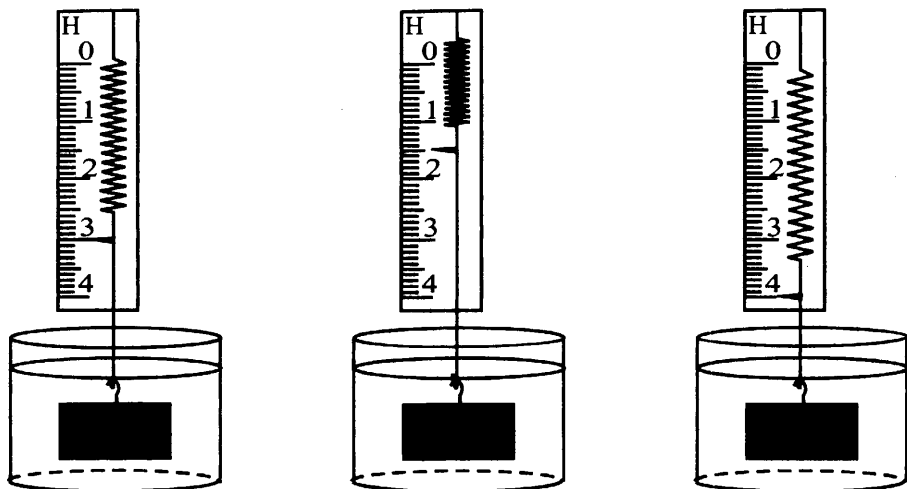


Рис. 205.

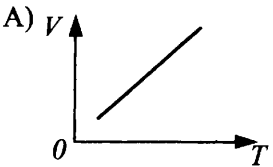
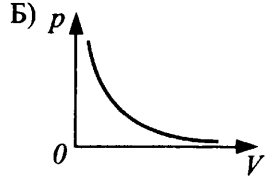
- 1) Во втором сосуде находится вода.
- 2) В первом сосуде находится керосин.
- 3) Сила Архимеда зависит от массы груза.
- 4) Наименьшей вес имеет груз, помещённый в третий сосуд.
- 5) Вес груза в жидкости зависит от её плотности.

Ответ:

--	--

12. Установите соответствие между изображёнными графиками различных процессов и названием изопроцесса.

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

Графики	Изопроцессы
А)  Б) 	1) изохорный 2) изобарный 3) изотермический 4) адиабатный

Ответ:

А	Б

13. Два длинных прямолинейных проводника с токами расположены параллельно, причём потенциалы точек *A* больше потенциалов точек *B* (см. рис. 206). Как направлен относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) вектор силы, действующей на проводник 2? Ответ запишите словом (словами).

Ответ: _____.

14. Как увеличится мощность, выделяющаяся в проводнике за вторую секунду, если сила тока, протекающего в этом проводнике с сопротивлением 15 Ом, меняется со временем так, как показано на рис. 207?

Ответ: в _____ раз (-а).

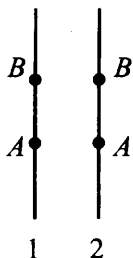


Рис. 206.

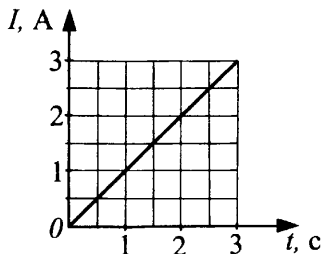


Рис. 207.

15. Какая точка является изображением в плоском зеркале M источника света S (см. рис. 208)?

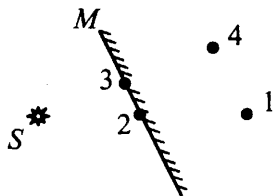


Рис. 208.

Ответ: _____.

16. При исследовании зависимости амплитуды колебания тока в колебательном контуре от частоты внешнего переменного напряжения были получены следующие экспериментальные точки (см. рис. 209). Выберите два утверждения, соответствующих результатам этого опыта. Индуктивность катушки равна $L = 25$ мГн.

- 1) В процессе опыта происходила диссипация механической энергии.
- 2) Собственная частота колебаний контура примерно равна $\omega_0 = 4$ кГц.
- 3) Емкость конденсатора примерно равна 2,5 мкФ.

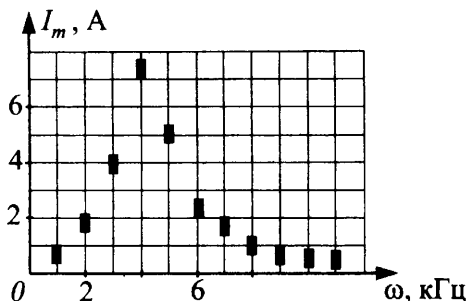


Рис. 209.

- 4) Активное сопротивление контура примерно равно 2,5 Ом.
 5) В контуре при частоте внешнего напряжения $\nu = 4 \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}$ происходит резонанс.

Ответ:

17. Конденсатор подключён к источнику постоянного напряжения. В пространство между пластинами конденсатора вводят стеклянную пластину. Как при этом будут изменяться заряд на пластинах конденсатора и разность потенциалов между ними?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
 2) уменьшится
 3) не изменится

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

Заряд на пластинках	Разность потенциалов

18. Источник тока, ЭДС которого E , а внутреннее сопротивление r , замкнут на реостат. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

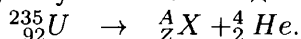
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) мощность, развиваемая во внешней цепи	1) $\frac{\mathcal{E}^2}{(R+r)^2} R$
Б) КПД при изменении сопротивления R реостата	2) $\frac{\mathcal{E}^2}{R+r}$
	3) $\frac{R}{R+r}$
	4) $\frac{\mathcal{E}R}{R+r}$

Ответ:

А	Б

19. Определите элемент, получившийся в ходе α -распада.



Ответ: _____.

20. Какая доля радиоактивных атомов ещё не распадётся через интервал времени, равный двум периодам полураспада?

Ответ: _____.

21. Радиоактивный изотоп испытал два α - и три β -распада. Как при этом изменились его массовое число и число протонов в ядре?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

Массовое число	Число протонов

Ответ:

А	Б

22. Запишите величину объёма с учётом погрешности (см. рис. 210).

Ответ: (_____ $\pm$ _____) мл.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

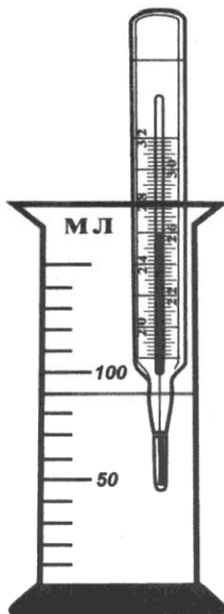


Рис. 210.

23. Имеются два железных стержня А и В. При поднесении последовательно каждого конца стержня А к какому-либо концу стержня В возникает сила притяжения. Выберите два правильных варианта ответа.

- 1) А — не магнит, В — магнит
- 2) оба стержня не магниты
- 3) оба стержня магниты
- 4) данных эксперимента не достаточно
- 5) А — магнит, В — не магнит

В ответ запишите номера выбранных утверждений.

Ответ:

24. Выберите два утверждения, которые являются правильными, и укажите их номера.

- 1) Солнечное вещество состоит из отдельных атомов.
- 2) Солнце — ближайшая к нам звезда.
- 3) В глубине Солнца самая низкая температура.
- 4) Солнечное вещество состоит из ионов.
- 5) Солнце не имеет своей атмосферы.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Чему равна средняя скорость движения автомобиля на всём пути, если первую половину пути он двигался со скоростью 70 км/ч, а вторую половину пути — со скоростью 30 км/ч?

Ответ: _____ км/ч.

26. Какая масса воздуха выйдет из комнаты, если температура воздуха возросла с 10°C до 20°C? Объём комнаты 60 м³, давление нормальное. Ответ округлите до сотых.

Ответ: _____ кг.

27. Какой частоты свет следует направлять на поверхность вольфрама, чтобы максимальная скорость фотоэлектронов была равна 10⁶ м/с? Работа выхода электрона из вольфрама 4,5 эВ. Ответ округлите до сотых.

Ответ: _____ · 10¹⁵ Гц.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов №1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ №2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. Почему растения не следует поливать в то время, когда на них падают солнечные лучи?

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Груз массой $m = 1$ кг падает с высоты $h = 240$ м и углубляется в песок на $S = 0,2$ м. Определите среднюю силу сопротивления грунта $\langle F_c \rangle$, если начальная скорость падения груза $v_0 = 14$ м/с. Сопротивление воздуха не учитывать.

30. 1 м^3 влажного воздуха при относительной влажности $B = 60\%$, температуре $T = 239$ К и нормальном атмосферном давлении имеет массу $M = 1,2004$ кг. Определите давление насыщающего водяного пара при температуре T .

31. Плоский конденсатор ёмкостью C заполнен проводящим диэлектриком с проницаемостью ϵ и удельным сопротивлением ρ . Расстояние между пластинами равно d . Через сопротивление R конденсатор подключён к источнику с ЭДС $\mathcal{E}$ и внутренним сопротивлением r . Определите напряжённость электрического поля E в диэлектрике.

32. На дне сосуда, наполненного водой до высоты h , находится точечный источник света. На поверхности воды плавает круглый диск так, что его центр находится над источником. При каком минимальном диаметре d диска лучи от источника не будут выходить из воды?

Вариант № 18

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке 211 приведён график зависимости проекции скорости v_x некоторого тела от времени t . Найдите среднюю скорость этого тела на всём пути, пройденном за первые 6 минут движения.

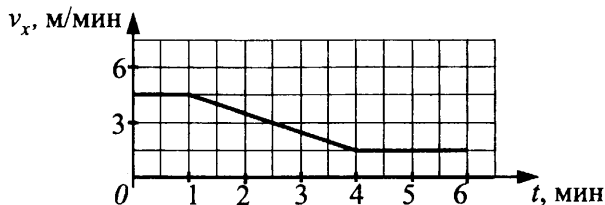


Рис. 211.

Ответ: _____ м/мин.

2. Найдите жёсткость пружины, если под действием силы 2 Н она растянулась на 4 см.

Ответ: _____ Н/м.

3. Найдите, чему равно отношение масс большего тела к меньшему, если до абсолютного неупругого столкновения они двигались навстречу друг другу со скоростями 10 м/с каждое, а после — со скоростью 5 м/с.

Ответ: _____.

4. Какую силу надо приложить, чтобы поднять под водой камень массой 1 кг, объём которого 240 см³?

Ответ: _____ Н.

5. Математический маятник совершает незатухающие колебания между точками А и Б (см. рис. 212). Точка О соответствует положению равновесия маятника.

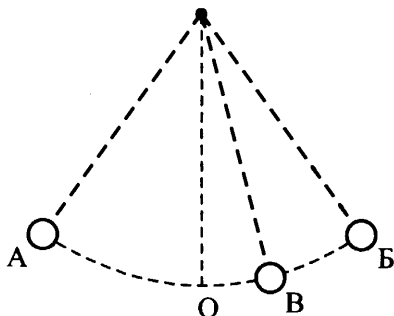


Рис. 212.

Используя текст и рисунок, выберите из предложенного ниже списка два верных утверждения. Укажите их номера.

- 1) За время, равное периоду колебаний, маятник проходит путь, равный длине дуги АБ.
- 2) При перемещении маятника из положения О в положение В потенциальная энергия уменьшается, а кинетическая энергия увеличивается.
- 3) В точке О кинетическая энергия маятника максимальна.
- 4) Расстояние АБ соответствует амплитуде колебаний.
- 5) В точках А и Б потенциальная энергия маятника принимает максимальное значение.

Ответ:

6. В первой серии опытов по исследованию малых колебаний разных грузиков на нерастяжимой нити одинаковой длины использовался железный грузик, во второй — деревянный такого же объёма. Как при переходе от первой серии опытов ко второй изменятся частота колебаний и максимальная кинетическая энергия грузика, если максимальный угол отклонения нити от вертикали в обоих исследованиях был одинаковый?

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.

Частота колебаний	Максимальная кинетическая энергия груза

7. Тело массой m скатывается по наклонной плоскости, расположенной под углом α к горизонту (см. рис. 213), μ — коэффициент трения. Установите соответствие между физическими величинами и формулами для их вычисления.

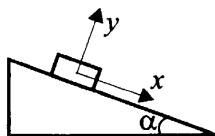


Рис. 213.

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

Физические величины	Формулы
А) проекция ускорения тела на ось Ox	1) $g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$
Б) проекция силы реакции опоры на ось Oy	2) $g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$
	3) $\mu mg \cos \alpha$
	4) $mg \cos \alpha$

Ответ:

А	Б

8. Определите температуру азота, имеющего массу 4 г, занимающего объем 831 см^3 при давлении $0,2 \text{ МПа}$.

Ответ: _____ К.

9. Какую работу совершил газ при переходе из состояния 1 в состояние 3 (см. рис. 214)?

Ответ: _____ $\cdot p_0 V_0$.

10. Какое количество теплоты необходимо для нагревания железного бруска массой 200 г от 285 К до 305 К ?

Ответ: _____ Дж.

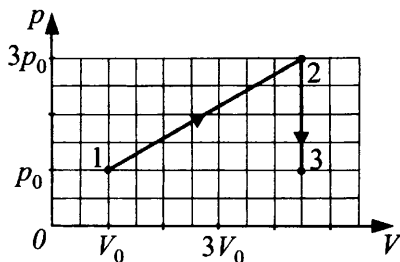


Рис. 214.

11. Смешали холодную и горячую воду. На рисунке 215 приведён график зависимости температуры t° воды от времени τ . Теплообмен с окружающей средой пренебрежимо мал.

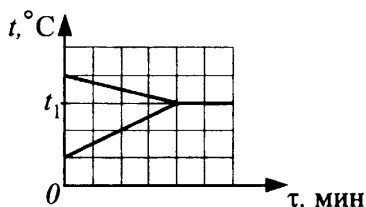


Рис. 215.

Используя данные графика, выберите из приведённого ниже списка два верных утверждения.

- 1) Количество теплоты, отданное горячей водой, больше количества теплоты, полученного холодной водой.
- 2) Масса горячей воды больше массы холодной воды.
- 3) Изменение температуры холодной воды меньше, чем изменение температуры горячей воды.
- 4) Удельная теплоёмкость горячей воды меньше, чем холодной.
- 5) Температура t_1 соответствует состоянию теплового равновесия.

Ответ:

--	--

12. При проведении экспериментов по исследованию процесса плавления твёрдого тела используемый медный образец заменили на свинцовый той же массы. Как при этом изменились количество теплоты, необходимое для полного плавления исследуемого образца, и время, затраченное на этот процесс? Удельная теплота плавления меди 213 кДж/кг .

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

Количество теплоты	Время

13. Определите направление (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) силы, действующей на заряд q , расположенный в центре квадрата, в вершинах которого находятся заряды величины q , $-q$, $2q$ и $-2q$ (см. рис. 216). Ответ запишите словом (словами).

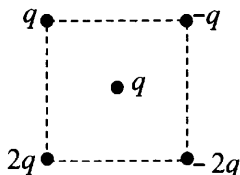


Рис. 216.

Ответ: _____.

14. На рисунке 217 изображён график зависимости силы тока от напряжения на некотором участке цепи. Чему равно сопротивление этого участка?

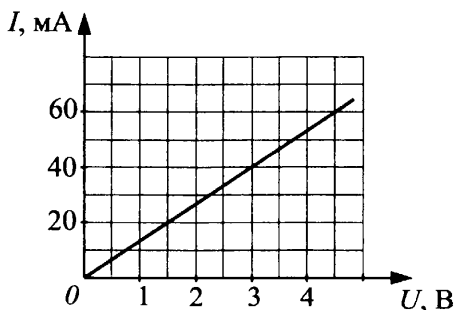


Рис. 217.

Ответ: _____ Ом.

15. С какой силой действует однородное магнитное поле с индукцией 4 Тл на проводник длиной 25 см, расположенный под углом 30° к вектору индукции, если сила тока в проводнике 2 А?

Ответ: _____ Н.

16. На рис. 218 представлены предмет AB и его изображение $A'B'$ в собирающей линзе.

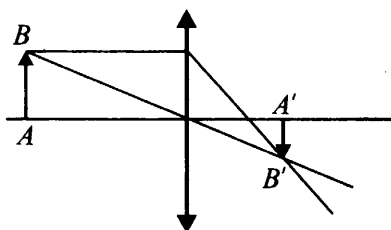


Рис. 218.

Используя рисунок, выберите два верных утверждения.

- 1) Предмет расположен за двойным фокусным расстоянием от линзы.
- 2) Предмет расположен на двойном фокусном расстоянии от линзы.
- 3) Изображение в линзе мнимое.
- 4) Предмет расположен между фокусом и двойным фокусным расстоянием от линзы.
- 5) Изображение в линзе действительное.

Ответ: ☐ ☐

17. На рисунке 219 изображена электрическая цепь, состоящая из источника тока, резисторов R_1 , R_2 и реостата. Как изменятся при передвижении ползунка реостата вправо сила тока в резисторе R_1 и в резисторе R_2 ?

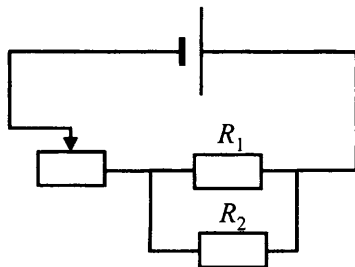


Рис. 219.

Для каждой физической величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Сила тока в резисторе R_1	Сила тока в резисторе R_2

18. Установите соответствие между физическими величинами и их размерностями в СИ. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Размерности
А) ёмкость конденсатора	1) $\frac{A \cdot c}{B}$
Б) индуктивность катушки	2) $\frac{B \cdot A}{c}$
	3) $\frac{A}{B \cdot c}$
	4) $\frac{B \cdot c}{A}$

Ответ:

А	Б

19. Определите, сколько протонов и нейтронов входит в состав ядра атома ${}^{98}_{42}\text{Mo}$.

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

20. Период полураспада ядер радиоактивного изотопа йода-134 равен 54 минутам. Через какое время распадётся 75% ядер в исследуемом образце?

Ответ: _____ мин.

21. Радиоактивное ядро претерпело три β -распада. Как при этом изменилось число нуклонов в ядре и заряд ядра?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

Число нуклонов в ядре	Заряд ядра

22. При проведении лабораторной работы ученик с помощью мерной мензурки измеряет уровень жидкости с помещённым в неё грузиком и без (см. рис. 220). Найдите объём используемого в лабораторной работе грузика, если погрешность прямого измерения составляет половину цены деления мензурки.

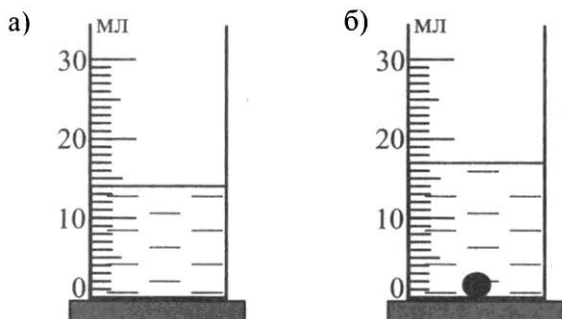


Рис. 220.

Ответ: (_____ $\pm$ _____) мл.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23. Ученик проводил опыты с двумя разными резисторами, измеряя значения силы тока, проходящего через них при разных напряжениях на резисторах, и результаты заносил в таблицу.

$U, \text{В}$	0	1	2	3
$I_1, \text{А}$	0	0,3	0,6	0,8
$I_2, \text{А}$	0	0,25	0,55	0,75

Прямая пропорциональная зависимость между силой тока в резисторе и напряжением на концах резистора ...

- 1) выполняется только для первого резистора
- 2) выполняется только для второго резистора
- 3) выполняется для обоих резисторов
- 4) не выполняется для обоих резисторов

Ответ: _____

24. Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звёздах.

Наименование звезды	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Расстояние до звезды (св. год)
Альтаир	8000	1,7	1,7	360
Антарес	4000	10	880	600
Арктур	4300	1,25	26	37
Беллатрикс	22000	8,4	6	240
Гакрукс	3400	3	113	88
Вега	10600	3	3	27
Полярная	7000	6	30	430
Ригель	11000	18	75	864
Спика	16800	15	7	160
Сириус	9900	2	1,7	8,6
Фомальгаут	8600	1,9	1,8	25

Выберите два утверждения, которые соответствуют характеристикам звёзд, и укажите их номера.

- 1) Температура на поверхности Полярной звезды в 2 раза выше, чем на поверхности Солнца.
- 2) Температура поверхности и радиус Гакрукса говорят о том, что эта звезда относится к красным гигантам.
- 3) Температура поверхности и радиус Сириуса говорят о том, что эта звезда относится к сверхгигантам.
- 4) Полярная звезда относится к звёздам спектрального класса F.
- 5) Так как массы звёзд Вега и Гакрукса одинаковы, то они относятся к одному и тому же спектральному классу.

Ответ:

--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Две гири с массами 3 кг и 1 кг соединены нитью и перекинута через невесомый блок. Найдите ускорение a , с которым движутся гири. Трением в блоке пренебречь.

Ответ: _____ м/с².

26. Идеальная тепловая машина, работающая по циклу Карно, за цикл получает от нагревателя количество теплоты 1,6 кДж. Температура нагревателя 400 К, температура холодильника 280 К. Найдите количество теплоты, отдаваемое холодильнику за один цикл.

Ответ: _____ кДж.

27. Поток фотонов выбивает фотоэлектроны из металла с работой выхода 4 эВ. Энергия фотонов в 1,25 раза больше максимальной кинетической энергии фотоэлектронов. Какова энергия фотонов?

Ответ: _____ эВ.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов №1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ №2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. Как повлияет движение магнита на положение кольца из диэлектрика в зависимости от полюса, который вдвигают в кольцо (см. рис. 221)?

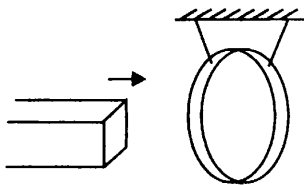


Рис. 221.

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Сплошной кубик плотностью 960 кг/м^3 плавает на границе раздела воды и керосина, погружаясь в воду на 5 см (см. рис. 222). Слой керосина располагается выше, чем верхняя поверхность кубика. Определите длину ребра кубика.



Рис. 222.

30. Два моля одноатомного газа, находящегося в цилиндре при температуре 400 К и давлении $4 \cdot 10^5 \text{ Па}$, расширяются и одновременно охлаждаются так, что его давление в этом процессе обратно пропорционально объёму в кубе (V^3). Какую работу совершил газ при расширении, если он отдал количество теплоты 1979 Дж , а его давление стало равным $0,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$?

31. В середину пространства между обкладками конденсатора вставлена тонкая прослойка стекла толщиной $d_1 = 2 \text{ см}$ и диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 7$. Расстояние между обкладками конденсатора $d = 10 \text{ см}$, напряжение между ними $U_1 = 290 \text{ В}$. Найдите, какое напряжение установится между обкладками, если стекло вытащить.

32. Красная граница фотоэффекта для вещества фотокатода 320 нм . Фотокатод облучают светом с длиной волны 220 нм . При каком напряжении (в В) между анодом и катодом фототок прекращается?

Вариант № 19**Часть 1**

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Велосипедист за 30 мин проехал 4 км, затем полчаса отдыхал, а затем проехал ещё 4 км за 15 мин. Какой была его средняя скорость на всём пути?

Ответ: _____ км/ч.

2. Висящий на пружинке груз массой 400 г растягивает её на 10 см. На сколько сантиметров растянется пружина, если груз заменить на другой, массой 300 г?

Ответ: на _____ см.

3. На покоящуюся тележку массой 0,2 т налетает со скоростью 8 км/ч тележка массой 0,3 т. Найдите скорость, с которой эти тележки начали двигаться совместно после удара.

Ответ: _____ км/ч.

4. Пустой стакан с вертикальными стенками плавает в кастрюле с водой. Найдите массу грузика, который нужно положить в стакан, чтобы он погрузился ещё на 3 см. Площадь сечения стакана на уровне воды равна 20 см^2 .

Ответ: _____ г.

5. Материальная точка движется вдоль оси Ox . На рисунке 223 представлен график зависимости координаты x этой точки от времени t . Из приведённого ниже списка утверждений выберите два правильных. Укажите их номера.

- 1) Через полчаса тело вернулось в первоначальную точку.
- 2) Первые пять минут тело двигалось равномерно.
- 3) С 10-й по 15-ю минуты тело прошло 10 м.

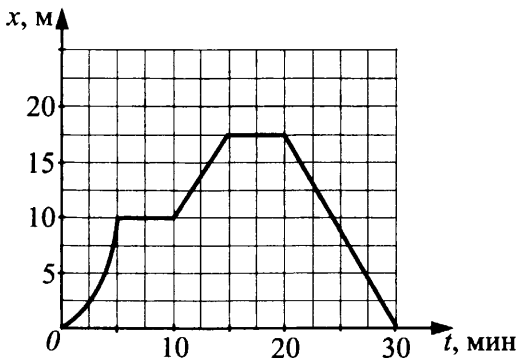


Рис. 223.

- 4) За первые полчаса движения было сделано 2 одинаковых по длительности остановки.
- 5) С 20-й по 30-ю минуты тело двигалось со скоростью 1,5 м/мин.

Ответ:

--	--

6. В результате перехода спутника Земли с одной круговой орбиты на другую он начинает двигаться дальше от поверхности планеты. Как изменяются в результате этого перехода его центростремительное ускорение и период обращения вокруг Земли?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

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

Центростремительное ускорение	Период обращения вокруг Земли

7. Тело массой m покоится на наклонной плоскости, расположенной под углом α к горизонту (см. рис. 224), μ — коэффициент трения. Установите соответствие между физическими величинами и формулами для их вычисления.

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



Рис. 224.

Физические величины	Формулы
А) сила трения покоя Б) сила реакции опоры	1) 0 2) $mg \sin \alpha$ 3) $\mu mg \sin \alpha$ 4) $mg \cos \alpha$

Ответ:

А	Б

8. Определите плотность азота при температуре 27°C и давлении 150 кПа .
 Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____ кг/м^3 .

9. На рисунке 225 показана зависимость давления идеального газа от его объёма при переходе из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояние 3.

Найдите, чему равно отношение работ газа $\frac{A_{12}}{A_{23}}$.

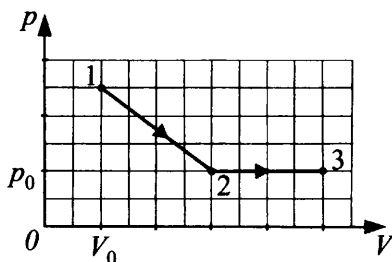


Рис. 225.

Ответ: _____.

10. Определите массу воды, взятой при температуре 40°C , которую нагревают до температуры кипения и полностью испаряют. Необходимая для этих процессов энергия составляет 638 кДж .

Ответ: _____ г.

11. На рис. 226 приведён график зависимости температуры воды t от времени процесса τ при нормальном атмосферном давлении.

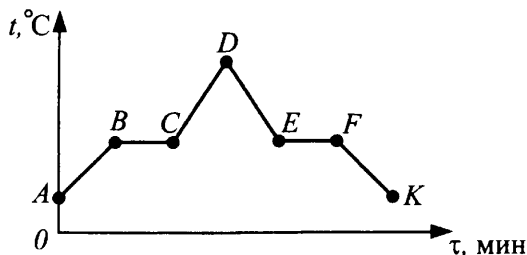


Рис. 226.

На основании анализа этого графика выберите два верных утверждения.

- 1) В процессе, соответствующем участку CD , внутренняя энергия пара уменьшается.
- 2) Участок AB соответствует процессу нагревания воды.
- 3) Точка D соответствует парообразному состоянию воды.
- 4) В процессе, соответствующем участку EF , внутренняя энергия системы «вода — пар» увеличивается.
- 5) В точке K вода находится в твёрдом состоянии (лёд).

Ответ:

12. В процессе кипения воды к ней подводится с постоянной скоростью некоторое количество теплоты. Как меняются при этом температура жидкости и её внутренняя энергия?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Температура жидкости	Внутренняя энергия жидкости

13. Определите направление (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) силы, действующей на заряд $-q$, расположенный в центре квадрата, в вершинах которого находятся заряды величиной q , $2q$, $3q$ и $4q$ (см. рис. 227). Ответ запишите словом (словами).

Ответ: _____.

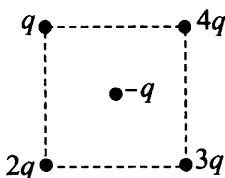


Рис. 227.

14. По проводнику из никелина сечением 4 мм^2 протекает ток 10 мА при напряжении на концах проводника 12 мВ . Найдите длину проводника. Удельное электрическое сопротивление никелина $0,4 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$.

Ответ: _____ м.

15. Участок проводника длиной 30 см находится в магнитном поле индукцией 200 мТл . Сила электрического тока, протекающего по проводнику, 5 А . Какую работу совершает сила Ампера при перемещении проводника на 10 см в направлении своего действия? Проводник расположен перпендикулярно линиям магнитной индукции.

Ответ: _____ мДж.

16. Колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью $C = 0,1 \text{ Ф}$ и катушки индуктивностью $L = 4 \text{ Гн}$ (см. рис. 228а). Сила тока в колебательном контуре меняется с течением времени согласно графику на рис. 228б.

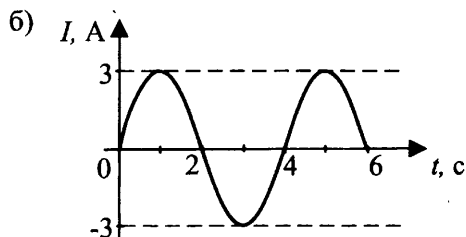
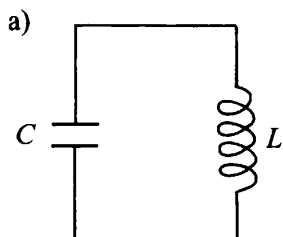


Рис. 228.

Используя рисунок, выберите два верных утверждения.

- 1) Максимальная энергия электрического поля конденсатора равна 18 Дж .
- 2) В момент времени $t = 1 \text{ с}$ заряд на обкладках конденсатора равен 0 .
- 3) Частота собственных колебаний этого контура равна 4 с^{-1} .
- 4) В момент времени $t = 2 \text{ с}$ заряд на обкладках конденсатора равен 0 .
- 5) Максимальная энергия магнитного поля катушки равна 9 Дж .

Ответ: ☐ ☐

17. На рисунке 229 изображена электрическая цепь, состоящая из источника тока, резисторов R_1 , R_2 и ключа K . Как изменятся сила тока в цепи и общее сопротивление цепи, если ключ K замкнуть?

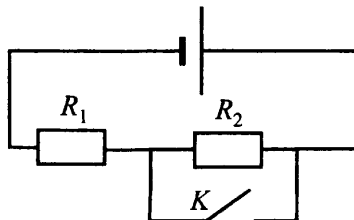


Рис. 229.

Для каждой физической величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Сила тока в цепи	Общее сопротивление цепи

18. Источник постоянной ЭДС $\mathcal{E}$ с внутренним сопротивлением r нагрузили на резистор сопротивлением R . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

Физические величины	Формулы
А) полезная мощность	1) $\frac{\mathcal{E}^2 R}{(R + r)^2}$
Б) коэффициент полезного действия	2) $\frac{R}{R + r}$
	3) $\frac{\mathcal{E}^2 r}{(R + r)^2}$
	4) $\frac{\mathcal{E} R}{R + r}$

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

Ответ:

А	Б

19. Определите, сколько протонов и нейтронов входит в состав ядра атома ${}^{226}_{88}\text{Ra}$.

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

20. На рисунке 230 представлен график зависимости числа нераспавшихся ядер некоторого изотопа от времени. Найдите период полураспада этого изотопа.

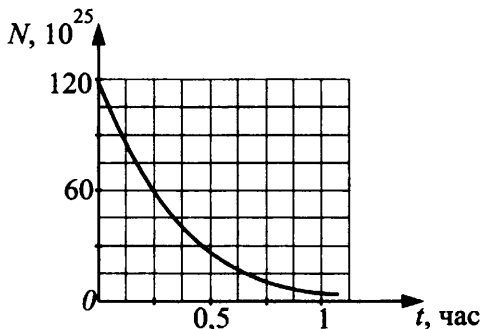


Рис. 230.

Ответ: _____ мин.

21. Радиоактивное ядро претерпело α -распад и два β -распада. Как при этом изменились число протонов и число нуклонов в ядре?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

Число протонов в ядре	Число нуклонов в ядре

22. Найдите длину проволоки, если погрешность прямого измерения составляет половину цены деления линейки, изображённой на рис. 231.

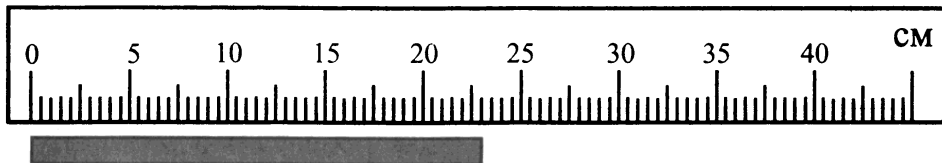


Рис. 231.

Ответ: (_____ $\pm$ _____) см.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23. Ученик налил в два одинаковых сосуда одно и то же количество разной жидкости, находящейся при комнатной температуре (см. рис. 232), и в результате эксперимента установил, что во втором сосуде жидкость испарится быстрее. Из этого ученик сделал вывод, что скорость испарения жидкости ...

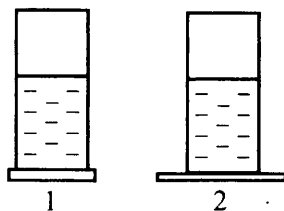


Рис. 232.

- 1) увеличивается с увеличением её температуры
- 2) зависит от площади её поверхности
- 3) зависит от её плотности
- 4) зависит от её количества

Ответ: _____

24. Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звёздах.

Наименование звезды	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Расстояние до звезды (св. лет)
Альтаир	8000	1,7	1,7	360
Антарес	4000	10	880	600
Арктур	4300	1,25	26	37
Беллатрикс	22000	8,4	6	240
Гакрукс	3400	3	113	88
Вега	10600	3	3	27
Полярная	7000	6	30	430
Ригель	11000	18	75	864
Спика	16800	15	7	160
Сириус	9900	2	1,7	8,6
Фомальгаут	8600	1,9	1,8	25

Выберите два утверждения, которые соответствуют характеристикам звёзд, и укажите их номера.

- 1) Средняя плотность Сириуса больше средней плотности Альтаира.
- 2) Температура поверхности и радиус Антареса говорят о том, что эта звезда относится к сверхгигантам.
- 3) Сириус относится к тому же спектральному классу, что и Солнце.
- 4) Звезда Фомальгаут относится к белым звёздам спектрального класса М.
- 5) Так как массы звёзд Веги и Гакрукса одинаковы, то они имеют одинаковый цвет.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. С некоторой высоты вертикально вниз бросают мяч со скоростью 4 м/с. Абсолютно упруго отразившись от горизонтальной поверхности, мяч

поднимается обратно вверх на высоту 3 м. Найдите, с какой высоты тело было сброшено первоначально. Сопротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: _____ м.

26. Идеальная тепловая машина работает по циклу Карно, при этом 85 % количества теплоты, получаемого от нагревателя, передаётся холодильнику. Машина получает от нагревателя количество теплоты 5,4 кДж. Найдите работу, совершаемую за один цикл.

Ответ: _____ Дж.

27. В идеальном колебательном контуре амплитуда колебаний силы тока в катушке индуктивности $I_m = 8$ мА, а амплитуда напряжения на конденсаторе $U_m = 2$ В. В момент времени t напряжение на конденсаторе равно 1,5 В. Найдите силу тока в катушке в этот момент. Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____ мА.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов №1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ №2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. Рамку с постоянным током удерживают неподвижно в поле полосового магнита. Полярность подключения источника тока к выводам рамки показана на рисунке 233. Как будет двигаться рамка на неподвижной оси АВ, если рамку не удерживать? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали. Считать, что рамка испытывает небольшое сопротивление движению со стороны воздуха.

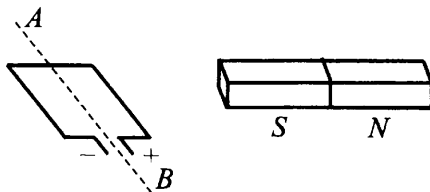


Рис. 233.

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Шарик массой 0,5 кг, падая с некоторой высоты, ударяется о наклонную плоскость и упруго отскакивает от неё без потери скорости. Угол наклона плоскости к горизонту 30° . За время удара плоскость получает импульс $2 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$. Определите, на какую высоту (относительно точки отскока) поднимется тело.

30. Два моля одноатомного газа, находящегося в цилиндре при температуре $T_1 = 200 \text{ К}$ и давлении $2 \cdot 10^5 \text{ Па}$, расширяется и одновременно охлаждается так, что его давление (p) в этом процессе обратно пропорционально объёму в кубе (V^3). Какое количество теплоты газ отдал при расширении, если при этом он совершил работу $A = 939,5 \text{ Дж}$, а его давление стало равным $0,25 \cdot 10^5 \text{ Па}$?

31. Протон влетает в плоский горизонтально расположенный конденсатор параллельно его пластинам со скоростью $2 \cdot 10^5 \text{ м/с}$. Напряжённость поля внутри конденсатора 3 кВ/м , длина его пластин 12 см . Найдите, во сколько раз скорость протона при вылете из конденсатора будет больше его начальной скорости. Ответ округлите до сотых.

32. На катод сначала действовали излучением с длиной волны $\lambda_1 = 500 \text{ нм}$, потом с длиной волны $\lambda_2 = 200 \text{ нм}$, и оказалось, что максимальная скорость фотоэлектронов во втором случае в 2 раза больше. Найдите, чему равна красная граница фотоэффекта для этого материала.

Вариант № 20

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке 234 изображён график изменения координаты велосипедиста с течением времени. Найдите, на какое расстояние от точки начала движения переместился велосипедист через 1 час своего движения.

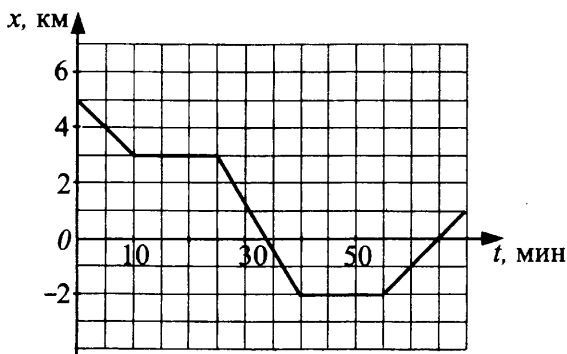


Рис. 234.

Ответ: _____ км.

2. Найдите значение ускорения свободного падения на некоторой планете, плотность которой в два раза меньше плотности Земли, если радиусы планет одинаковы.

Ответ: _____ м/с².

3. Тело подбросили вертикально вверх с начальной скоростью 6 м/с. На какой высоте кинетическая энергия тела будет в два раза больше его потенциальной энергии?

Ответ: _____ м.

4. Если к некоторому грузу, колеблющемуся на пружине, подвесить дополнительно грузик массой 150 г, то частота колебаний уменьшится в 2 раза. Какой массы груз был первоначально подвешен к пружине?

Ответ: _____ г.

5. На рисунке 235 представлен график зависимости скорости V от времени t для тела, движущегося прямолинейно. Используя данные графика, выберите из приведённого ниже списка два верных утверждения и укажите их номера.

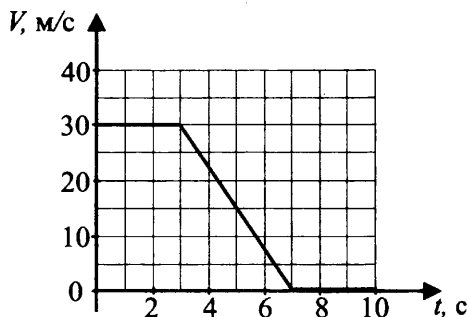


Рис. 235.

- 1) Первые три секунды тело не двигалось.
- 2) С 3-й по 7-ю секунду тело двигалось равноускоренно с ускорением $7,5 \text{ м/с}^2$.
- 3) Расстояние, пройденное телом с 3-й по 7-ю секунду, можно найти по формуле $S = 30t - 3,75t^2$.
- 4) За первые три секунды тело переместилось на 90 м.
- 5) С 7-й по 10-ю секунду тело двигалось с постоянной скоростью.

Ответ:

6. Груз изображённого на рис. 236 пружинного маятника совершает гармонические колебания между точками 1 и 3. Как меняется кинетическая энергия груза маятника и модуль его скорости при движении груза маятника от точки 2 к точке 1?

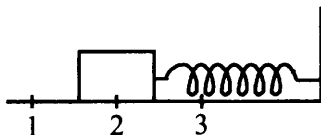


Рис. 236.

Для каждой физической величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Кинетическая энергия	Модуль скорости

7. Установите соответствие между физической величиной и её выражением через основные единицы СИ.

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

Физическая величина	Её выражение в СИ
А) сила	1) $\frac{M}{c^2}$
Б) работа	2) $\frac{KГ}{M \cdot c^2}$
	3) $\frac{KГ \cdot M}{c^2}$
	4) $\frac{KГ \cdot M^2}{c^2}$

Ответ:

А	Б

8. 1 моль идеального газа изохорно охлаждают на 200 К, при этом его давление уменьшается в 3 раза. Найдите первоначальную температуру газа.

Ответ: _____ К.

9. Температура нагревателя 177°С. Определите температуру холодильника, если известно, что коэффициент полезного действия этого двигателя равен 45%.

Ответ: _____ К.

10. Давление пара в помещении при некоторой температуре равно 600 Па. Найдите давление насыщенного пара при этой же температуре, если относительная влажность воздуха равна 75 %.

Ответ: _____ Па.

11. Два вещества одинаковой массы, первоначально находившиеся в твёрдом состоянии при температуре 20°C , равномерно нагревают на плитках одинаковой мощности в сосудах с пренебрежимо малой теплоёмкостью. На рис. 237 представлены полученные экспериментально графики зависимости температуры от времени нагревания.

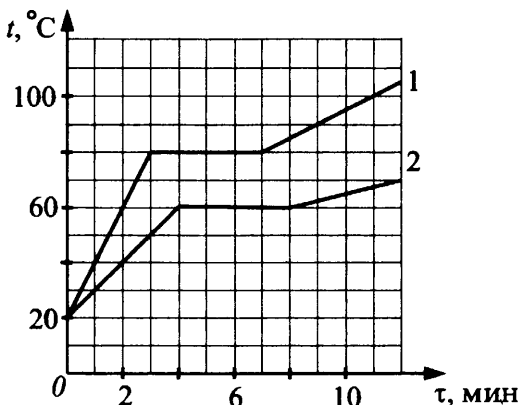


Рис. 237.

Используя данные графика, выберите из приведённого ниже списка два верных утверждения.

- 1) Температура плавления первого вещества 20°C .
- 2) Удельная теплота плавления второго вещества равна удельной теплоте плавления второго вещества.
- 3) На нагревание первого и второго веществ до температуры плавления потребовалось одинаковое количество теплоты.
- 4) Удельная теплоёмкость первого вещества в жидком состоянии больше удельной теплоёмкости второго вещества в жидком состоянии.
- 5) В момент времени $t = 9$ мин оба вещества находились в жидком состоянии.

Ответ:

--	--

12. Турист, поднимаясь в гору, с помощью одной и той же горелки кипятит одинаковое количество воды. Как при этом изменяются атмосферное давление и температура кипения воды?

Для каждой физической величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Атмосферное давление	Температура кипения воды

13. Магнитное поле создано в точке A двумя параллельными длинными проводниками с токами I_1 и I_2 , расположенными перпендикулярно плоскости чертежа на рис. 238 (ток I_1 течёт в направлении «к нам», I_2 — «от нас»). Куда направлены в плоскости чертежа (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) векторы магнитной индукции B_1 и B_2 в точке A ? Ответ запишите словом (словами).

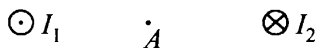


Рис. 238.

Ответ: _____.

14. Какой заряд нужно сообщить двум параллельно соединённым конденсаторам, чтобы зарядить их до разности потенциалов 12 кВ, если известно, что электроёмкости конденсаторов равны 2 нФ и 3 нФ?

Ответ: _____ мкКл.

15. Конденсатору ёмкостью 0,3 мкФ сообщают заряд 21 мкКл и замыкают его на катушку с индуктивностью 3 мГн. Чему будет равна максимальная сила тока в катушке?

Ответ: _____ А.

16. Ученик провёл эксперимент по изучению электрического сопротивления металлического проводника, причём в качестве проводника он использовал железные и алюминиевые проволоки разной длины и толщины. Результаты экспериментальных измерений площади поперечного сечения S и длины l проволоки, а также электрического сопротивления R представлены в таблице.

№ опыта	Материал	$S, \text{мм}^2$	$l, \text{м}$	$R, \text{Ом}$
1	алюминий	0,1	1,6	0,48
2	алюминий	0,2	6,4	0,96
3	алюминий	0,2	3,2	0,48
4	железо	0,1	1,6	2,1

Из предложенного списка выберите два утверждения, соответствующих экспериментальным наблюдениям.

- 1) При увеличении длины проводника его электрическое сопротивление увеличивается.
- 2) При увеличении площади поперечного сечения проводника его электрическое сопротивление увеличивается.
- 3) Электрическое сопротивление проводника не зависит от материала, из которого изготовлен проводник.
- 4) Электрическое сопротивление проводника уменьшается при увеличении площади поперечного сечения проводника.
- 5) Удельное электрическое сопротивление алюминия меньше, чем железа.

Ответ:

--	--

17. Между пластинами заряженного плоского конденсатора поместили диэлектрик с диэлектрической проницаемостью так, что он полностью заполнил объём между пластинами. Как изменились ёмкость конденсатора и заряд на его пластинах, если конденсатор отключён от источника?

Для каждой физической величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

Ёмкость конденсатора	Заряд на пластинах конденсатора

18. Частица массой m движется со скоростью $v = 0,9c$, где c — скорость света в вакууме. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

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

Физические величины	Формулы
А) энергия частицы (E)	1) mc^2
Б) импульс частицы (p)	2) $\frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
	3) $\frac{mv}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
	4) $\frac{mc}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

Ответ:

А	Б

19. Какой заряд Z будет иметь ядро элемента, получившееся из ядра изотопа ${}_{92}^{238}\text{U}$ после трёх α -распадов и одного β -распада?

Ответ: _____.

20. На сколько джоулей увеличится полная энергия электрона в атоме водорода при поглощении им излучения длиной волны 0,5 мкм?

Ответ: на _____ $\cdot 10^{-20}$ Дж.

21. На рис. 239 представлен фрагмент периодической системы химических элементов. Используя таблицу, из приведённого ниже списка выберите два верных утверждения. Укажите их номера.

Li литий 6,94	3	Be бериллий 9,013	4	B бор 10,82	5	C углерод 12,011	6	N азот 14,008	7	O кислород 16	8
---------------------	---	-------------------------	---	-------------------	---	------------------------	---	---------------------	---	---------------------	---

Рис. 239.

- 1) Ядро бора с массовым числом 11 содержит 6 нейтронов.
- 2) Ядро бериллия с массовым числом 10 содержит 4 нейтрона.
- 3) Ядро бора с массовым числом 11 содержит 5 нейтронов.
- 4) Нейтральный атом азота содержит 14 электронов.
- 5) Ядро углерода содержит 6 протонов.

Ответ:

--	--

22. Ученик собрал электрическую цепь, состоящую из батарейки, двух резисторов, амперметра и вольтметра (см. рис. 240). После этого он провёл измерения напряжения на одном из резисторов и силы тока в цепи. Погрешности измерения силы тока в цепи и напряжения на источнике равны половине цены деления шкал приборов. Чему равно по результатам этих измерений значение напряжения на резисторе R_1 ?

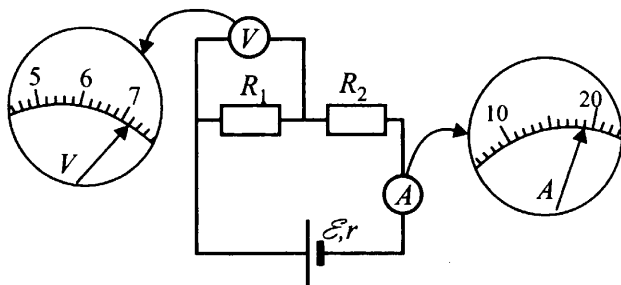


Рис. 240.

Ответ: (____ ± ____) В.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23. Ученик проводит опыты с двумя линзами, направляя на них параллельный пучок света. Ход лучей в этих опытах показан на рисунке 241.

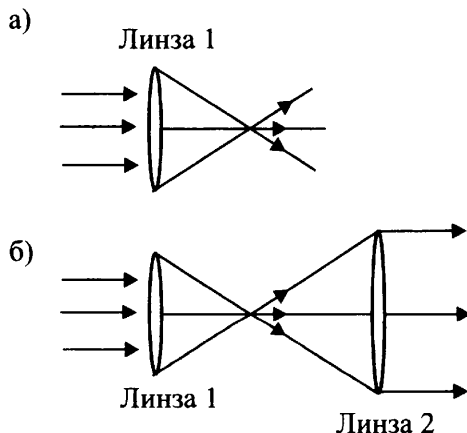


Рис. 241.

Согласно результатам этих опытов, оптическая сила второй линзы ...

- 1) больше оптической силы первой линзы
- 2) равна оптической силы первой линзы
- 3) меньше оптической силы первой линзы
- 4) не может быть определена из этого опыта

Ответ: _____

24. Из приведённых утверждений выберите два верных, соответствующих законам движения планет.

- 1) Земля совершает один оборот вокруг Солнца за 1 месяц.
- 2) Планеты вращаются вокруг Солнца в ту же сторону, что и само Солнце вращается вокруг своей оси.
- 3) Перигелий — ближайшая к Солнцу точка орбиты.
- 4) Каждая планета движется так, что радиус-вектор планеты за равные промежутки времени описывает разные площади.
- 5) Луна совершает один оборот вокруг Земли за 12 часов.

Ответ:

--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Брусок массой 800 г, движущийся по гладкой горизонтальной поверхности со скоростью 10 м/с, неупруго ударяется о такой же, но неподвижный брусок и теряет $\frac{3}{5}$ своей скорости. Найдите количество теплоты, выделившейся при соударении брусков.

Ответ: _____ Дж.

26. Определите КПД двигателя внутреннего сгорания мощностью 23 кВт, если известно, что за 1 ч его работы было израсходовано 4,8 кг бензина. Удельная теплота сгорания бензина $4,6 \cdot 10^7$ Дж/кг.

Ответ: _____ %.

27. Найдите падение потенциала на медном проводе длиной 314 м и диаметром 2 мм, если сила тока в нём 4 А. Удельное сопротивление меди $0,017 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$.

Ответ: _____ В.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов №1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ №2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. Почему изображение предмета, находящегося в воде, всегда выглядит менее ярко, чем сам предмет, находящийся в воздухе?

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Пуля, летящая горизонтально со скоростью 80 м/с, пробивает шар, висящий на невесомой нити, и вылетает со скоростью 60 м/с. Масса шара в 4 раза больше массы пули. Найдите, чему равна длина нити, если после удара шар отклонился на 60° от вертикали.

30. Кислород массой $m = 1$ кг находится под давлением $p_1 = 0,5$ МПа и занимает объём $V_1 = 2$ м³. Газ был нагрет сначала при постоянном давлении до объёма $V_2 = 4$ м³, а затем при постоянном объёме до давления $p_2 = 0,8$ МПа. Найдите количество теплоты, переданное газу (в кДж).

31. Электрический чайник, содержащий объём 0,5 дм³ воды при 12°C , забыли выключить. Сопротивление нагревателя чайника 16 Ом. Через какое время после включения вода в чайнике выкипит? Напряжение в сети 120 В, КПД нагревателя 64%. Ответ выразите в минутах и округлите до десятых.

32. Равнобедренный прямоугольный треугольник площадью 24,5 см² расположен перед тонкой собирающей линзой так, что его катет лежит на

главной оптической оси линзы (см. рис. 242). Фокусное расстояние линзы 40 см. Расстояние от центра линзы до ближайшего угла C равно удвоенному фокусному расстоянию линзы. Найдите (в см^2) площадь получившегося изображения. Ответ округлите до целых.

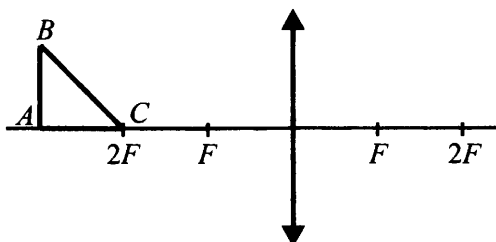


Рис. 242.

Вариант № 21

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Из одной точки одновременно выехали два велосипедиста. На рисунке 243 изображены графики изменения проекции их скоростей на ось Ox с течением времени. Найдите, через какой промежуток времени один велосипедист догонит другого.

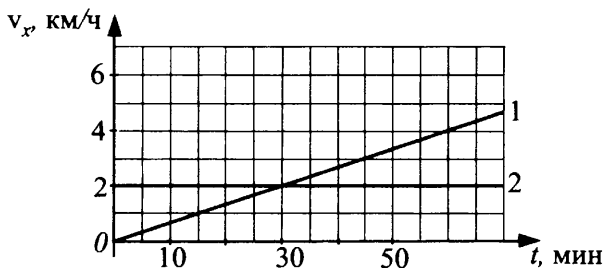


Рис. 243.

Ответ: _____ мин.

2. Мяч массой 800 г брошен под углом 90° к горизонту с начальной скоростью 5 м/с. Найдите модуль силы тяжести, действующей на мяч сразу после броска.

Ответ: _____ Н.

3. Падение тела массой 2 кг с некоторой высоты занимает 10 с. Найдите кинетическую энергию, которой будет обладать тело при падении на землю.

Ответ: _____ кДж.

4. Найдите, чему равно ускорение свободного падения на некоторой планете, если период колебаний секундного земного математического маятника на ней оказался равным 1,41 с.

Ответ: _____ м/с².

5. На рисунке 244 представлен график зависимости скорости V от времени t для тела, движущегося прямолинейно. Используя данные графика, выберите из приведённого ниже списка два верных утверждения и укажите их номера.

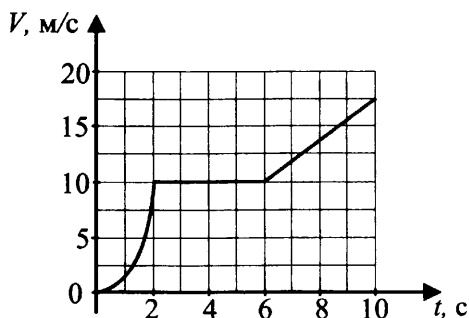


Рис. 244.

- 1) Первые две секунды тело двигалось равноускоренно.
- 2) Со 2-й по 6-ю секунду тело переместилось на 40 м.
- 3) Со 2-й по 6-ю секунду тело переместилось на меньшее расстояние, чем за первые две секунды.
- 4) Средняя скорость тела во время движения со 2-й по 10-ю секунду равна 12,5 м/с.
- 5) С 6-й по 10-ю секунду тело двигалось равноускоренно.

Ответ:

--	--

6. С вершины наклонной плоскости из состояния покоя скользит с ускорением тело. Как изменятся время движения и ускорение тела, если массу тела увеличить в два раза?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Время движения	Ускорение

7. Установите соответствие между физической величиной и её выражением через основные единицы СИ.

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

Физическая величина	Её выражение в СИ
А) импульс	1) $\text{кг} \cdot \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}$
Б) давление	2) $\frac{\text{кг}}{\text{м} \cdot \text{с}^2}$
	3) $\frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2}$
	4) $\frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$

Ответ:

А	Б

8. На рисунке 245 показан график изменения давления 10 моль газа при изохорном нагревании. Найдите объём этого газа. Ответ округлите до целых.

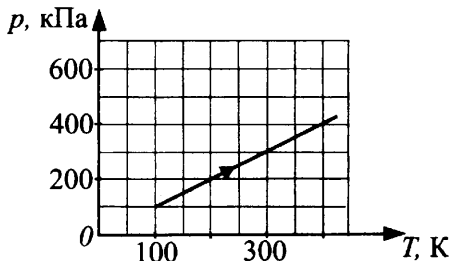


Рис. 245.

Ответ: _____ дм³.

9. У работающего по циклу Карно теплового двигателя температура нагревателя 400 К, а температура холодильника 150 К. Найдите коэффициент полезного действия этого двигателя.

Ответ: _____ %.

10. Воздух в цилиндре под поршнем изотермически сжали, уменьшив его объём в 2 раза. Какой стала относительная влажность воздуха, если первоначально она была равна 40%?

Ответ: _____%.

11. Два вещества одинаковой массы, первоначально находившиеся в твёрдом состоянии при температуре 25°C , равномерно нагревают на плитках одинаковой мощности в сосудах с пренебрежимо малой теплоёмкостью. На рис. 246 представлены полученные экспериментально графики зависимости температуры от времени нагревания.

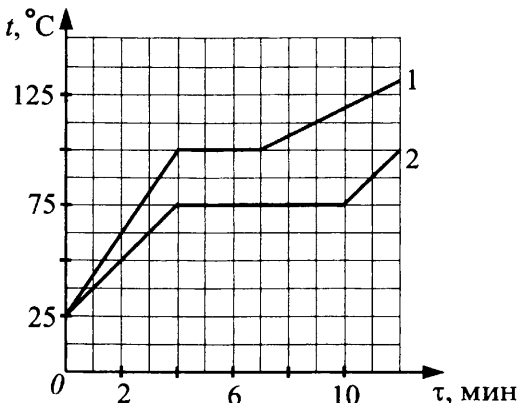


Рис. 246.

Используя данные графика, выберите из приведённого ниже списка два верных утверждения.

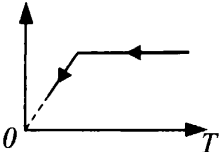
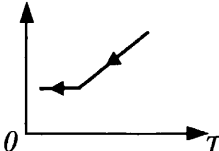
- 1) Температура плавления первого вещества 75°C .
- 2) Удельная теплота плавления второго вещества равна удельной теплоте плавления первого вещества.
- 3) На нагревание первого и второго веществ до температуры плавления потребовалось одинаковое количество теплоты.
- 4) Удельная теплоёмкость первого вещества в твёрдом состоянии меньше удельной теплоёмкости второго вещества в твёрдом состоянии.
- 5) В момент времени $t = 6$ мин оба вещества находились в жидком состоянии.

Ответ:

--	--

12. Идеальный газ сначала изобарно охлаждался, потом при постоянном объёме его давление уменьшалось. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от температуры эти графики могут представлять.

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

Графики	Физические величины
А)  Б) 	1) давление газа 2) внутренняя энергия газа 3) объём газа 4) работа газа

Ответ:

А	Б

13. На рис. 247 изображён проволочный виток, по которому течёт электрический ток в направлении, указанном стрелкой (виток расположен в плоскости рисунка). Определите, куда направлен (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) вектор индукции магнитного поля в центре витка. Ответ запишите словом (словами).

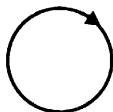


Рис. 247.

Ответ: _____.

14. Общее сопротивление участка цепи, изображённого на рисунке 248, 22 Ом. Найдите сопротивление R каждого отдельного резистора.

Ответ: _____ Ом.

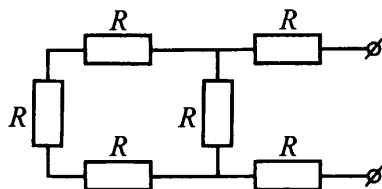


Рис. 248.

15. Колебательный контур состоит из катушки индуктивности и конденсатора. В нём наблюдаются гармонические электромагнитные колебания с периодом, равным 50 мкс. В начальный момент времени заряд конденсатора максимален и равен 2 мкКл. Каков будет модуль заряда конденсатора через $t = 75$ мкс?

Ответ: _____ мкКл.

16. Ученик провёл эксперимент по изучению электрического сопротивления металлического проводника, причём в качестве проводника он использовал железные и алюминиевые проволоки разной длины и толщины. Результаты экспериментальных измерений площади поперечного сечения S и длины l проволоки, а также электрического сопротивления R представлены в таблице.

№ опыта	Материал	S , мм ²	l , м	R , Ом
1	алюминий	0,1	1,6	0,48
2	алюминий	0,2	6,4	0,96
3	железо	0,1	1,6	2,1
4	железо	0,2	1,6	1,05

Из предложенного списка выберите два утверждения, соответствующих экспериментальным наблюдениям. Укажите их номера.

- 1) При увеличении длины проводника его электрическое сопротивление увеличивается.
- 2) При увеличении толщины проводника его электрическое сопротивление уменьшается.
- 3) Электрическое сопротивление проводника уменьшается при увеличении длины проводника.
- 4) Электрическое сопротивление проводника зависит от материала, из которого изготовлен проводник.
- 5) Удельное электрическое сопротивление алюминия больше, чем железа.

Ответ:

17. При настройке колебательного контура генератора, задающего частоту радиопередатчика, его индуктивность уменьшили. Как при этом изменятся период излучаемых волн и длина волны излучения?

Для каждой физической величины определите 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 излучаемых волн	Длина волны

18. Идеальный колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью 400 мкФ и катушки индуктивностью 50 мГн. Заряд на пластинах конденсатора изменяется во времени в соответствии с формулой $q(t) = 4 \cdot 10^{-4} \cos(2000 \cdot t)$ (все величины выражены в СИ). Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их зависимость от времени в условиях данной задачи.

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 колебательном контуре	1) $-0,8 \sin(2000 \cdot t + \pi/2)$
Б) напряжение на конденсаторе	2) $-0,8 \sin(2000 \cdot t)$
	3) $\cos(2000 \cdot t)$
	4) $100 \cos(2000 \cdot t)$

Ответ:

А	Б

19. Какое массовое A и зарядовое Z числа будет иметь ядро элемента, получившееся из ядра изотопа ${}_{92}^{238}\text{U}$ после четырёх α -распадов и двух β -распадов?

Массовое число A	Зарядовое число Z

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

20. В теории атома водорода Бора энергия его электрона вычисляется по формуле $E_n = -13,6 \cdot \frac{1}{n^2}$ эВ. Если в основном состоянии энергия электрона равна $-13,6$ эВ, определите энергию кванта, выделившегося при переходе электрона с 3-й орбиты на 2-ю. Ответ округлите до сотых.

Ответ: _____ эВ.

21. На рис. 249 представлен фрагмент периодической системы химических элементов. Используя таблицу, из приведённого ниже списка выберите два верных утверждения. Укажите их номера.

Au ⁷⁹ золото 197	Hg ⁸⁰ ртуть 200,61	Tl ⁸¹ таллий 204,37	Pb ⁸² свинец 207,19	Bi ⁸³ висмут 209	Po ⁸⁴ полоний 210
-----------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------

Рис. 249.

- 1) В результате β -распада ядра висмута образуется ядро свинца.
- 2) В результате β -распада ядра висмута образуется ядро полония.
- 3) В результате α -распада ядра свинца образуется ядро полония.
- 4) Ядро висмута-209 содержит 126 нейтронов.
- 5) Нейтральный атом полония содержит 210 электронов.

Ответ:

22. Ученик собрал электрическую цепь, состоящую из батарейки, двух резисторов, амперметра и вольтметра (см. рис. 250). После этого он провёл измерения напряжения на одном из резисторов и силы тока в цепи. Погрешности измерения силы тока в цепи и напряжения на источнике равны половине цены деления шкал приборов. Чему равна по результатам этих измерений сила тока в цепи?

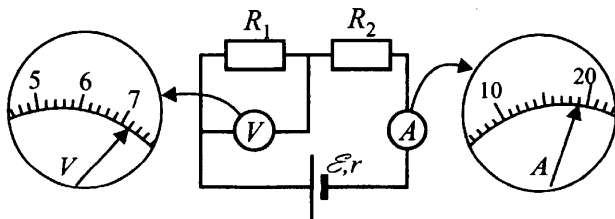


Рис. 250.

Ответ: (_____ $\pm$ _____) А.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23. Ученику необходимо экспериментально проверить, зависит ли выталкивающая сила от плотности ρ погружаемого в воду тела. Какие два из указанных тел можно использовать для такой проверки (см. рис. 251)?

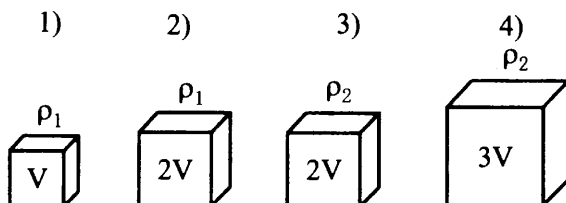


Рис. 251.

В ответ запишите номера выбранных тел.

Ответ:

24. Из приведённых утверждений выберите два верных, соответствующих характеристикам планет Солнечной системы. Укажите их номера.

- 1) Все планеты Солнечной системы имеют хотя бы один естественный спутник.
- 2) Самая большая планета Солнечной системы — Сатурн.
- 3) Быстрее всего один оборот вокруг Солнца совершит Меркурий.
- 4) Луна не крутится вокруг своей оси.
- 5) Уран делает один оборот вокруг Солнца за 84 земных года.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Однородный стержень длиной 1,2 м лежит на гладкой горизонтальной поверхности стола так, что его конец выступает за край стола на 25 см (см. рис. 252). К этому концу прикреплен груз массой 2 кг. Найдите минимальную массу стержня, при которой система сохраняет равновесие. Ответ округлите до сотых.

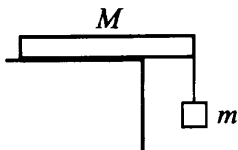


Рис. 252.

Ответ: _____ кг.

26. В калориметре смешали две жидкости, имеющие одинаковые удельные теплоёмкости, но разные температуры $T_1 = 200$ К и $T_2 = 100$ К соответственно. Найдите температуру смеси, если известно, что масса первой жидкости в 4 раза больше массы второй.

Ответ: _____ К.

27. Проволочный квадрат площадью 100 см^2 находится в плоскости, перпендикулярной вектору магнитной индукции поля $0,2$ Тл. Чему будет равна средняя ЭДС индукции, возникающая в проводниках квадрата при его повороте на 180° за $0,1$ с?

Ответ: _____ В.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов №1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ №2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. Почему предметы, находящиеся на дне водоёма, кажутся колеблющимися при порывах ветра?

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Конический маятник с длиной нити 80 см вращается вокруг вертикальной оси с угловой скоростью 5 рад/с. Найдите угол, который образует нить маятника с вертикалью (см. рис. 253).

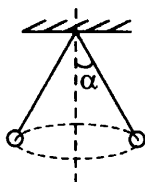


Рис. 253.

30. В баллоне вместимостью $V = 3$ л при температуре $t_1 = 27^\circ\text{C}$ находится гелий под давлением p_1 . После того, как из баллона был выпущен гелий массой $m = 20$ г, температура в баллоне понизилась до $t_2 = 15^\circ\text{C}$, а давление стало равным $p_2 = 1$ МПа. Определите, чему было равно первоначальное давление p_1 газа в баллоне (в МПа).

31. Электрическое поле образовано двумя параллельными пластинами, находящимися на расстоянии 2,5 см друг от друга. К пластинам приложена разность потенциалов 160 В. Какую скорость получит электрон под действием поля, пройдя по линии напряжённости расстояние 4 мм?

32. При съёмке с расстояния 3,6 м изображение предмета имеет высоту 6 мм; при съёмке с расстояния 2,2 м — высоту 1 см. Определите фокусное расстояние объектива. Ответ выразите в сантиметрах и округлите до целых.

Вариант № 22

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Материальная точка движется по окружности радиусом $\frac{1,5}{\pi}$ м. Найдите путь, пройденный точкой за три четверти оборота.

Ответ: _____ м.

2. Планета имеет массу в 4 раза меньшую массы Земли. Найдите радиус этой планеты, если известно, что ускорение свободного падения на поверхности этой планеты такое же, как на Земле, радиус Земли $6,4 \cdot 10^6$ м.

Ответ: _____ км.

3. Два шарика движутся по гладкой горизонтальной плоскости вдоль осей Ox и Oy (см. рис. 254) с импульсами, равными по модулю $p_1 = 0,8$ кг·м/с и $p_2 = 0,6$ кг·м/с. Найдите модуль импульса системы этих шариков после их абсолютно неупругого удара.

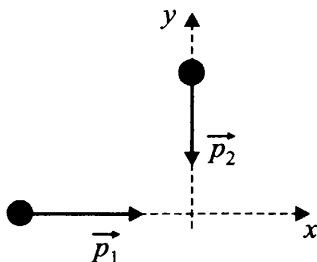


Рис. 254.

Ответ: _____ кг·м/с.

4. Тело взвешивают на весах с длинами плеч $l_1 = 6$ см и $l_2 = 54$ см. Когда тело находится на левой чаше, его уравнивают гирей массы m , когда на правой — гирей массы M (см. рис. 255). Чему равно отношение масс $\frac{M}{m}$?

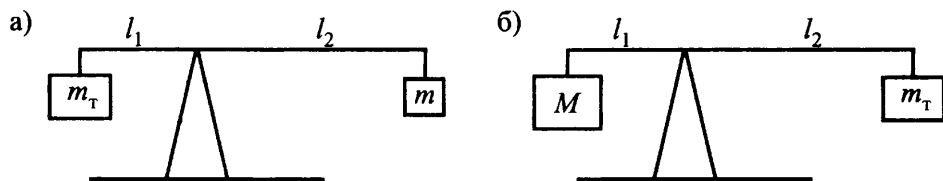


Рис. 255.

Ответ: _____.

5. Тело массой 30 кг движется вдоль оси Ox в инерциальной системе отсчёта. График зависимости проекции скорости v_x этого тела на ось Ox от времени представлен на рис. 256. Из приведённого ниже списка выберите два верных утверждения на основании анализа представленного графика:

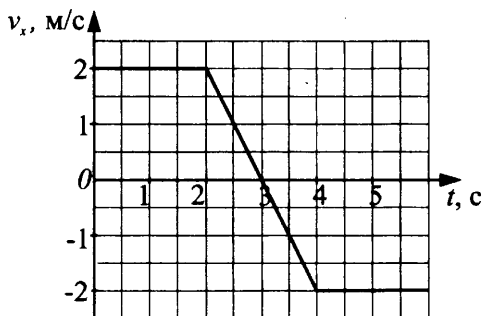


Рис. 256.

- 1) В течение первых двух секунд и последних двух секунд тело двигалось равномерно.
- 2) Ускорение тела в промежутке времени от 2-й до 3-й секунд больше ускорения тела в промежутке времени от 3-й до 4-й секунд.
- 3) В промежутке времени от 2,5 до 3,5 секунд перемещение тела равно 50 см.
- 4) В промежутке времени от 3,5 до 4-й секунд импульс тела уменьшился на 30 кг·м/с.

- 5) В промежутке времени от 2 до 2,5 секунд кинетическая энергия тела уменьшилась в 4 раза.

Ответ:

6. На поверхности воды плавает сплошной деревянный брусок. Как изменятся действующая на него сила Архимеда и глубина погружения, если воду заменить подсолнечным маслом?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Сила Архимеда	Глубина погружения бруска

7. В момент времени $t = 0$ шарик бросили вертикально вверх с начальной скоростью $\vec{v}$ (см. рисунок 257). На графиках А и Б представлены зависимости от времени t некоторых физических величин, характеризующих движение шарика. Установите соответствие между этими графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени изображены на этих графиках (t_0 — время полёта, сопротивлением воздуха пренебречь).

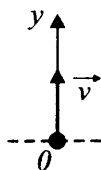
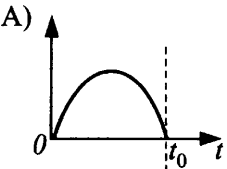
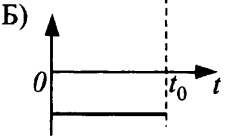


Рис. 257.

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

Графики	Физические величины
А) 	1) проекция скорости шарика на ось Oy 2) энергия взаимодействия шарика с Землёй 3) проекция ускорения шарика на ось Oy 4) кинетическая энергия шарика
Б) 	

Ответ:

А	Б
☐	☐

8. В сосуде содержится водород, манометр показывает 0,5 атмосферы. Какое установится давление, если концентрацию водорода увеличить в 6 раз, а среднюю кинетическую энергию теплового движения его молекул уменьшить в 4 раза?

Ответ: _____ кПа.

9. На pT -диаграмме (см. рис. 258) представлен процесс изменения состояния идеального одноатомного газа. Масса газа не меняется. Какую работу совершают внешние силы при переходе газа из состояния 1 в состояние 2, если газ отдаёт 35 кДж теплоты?

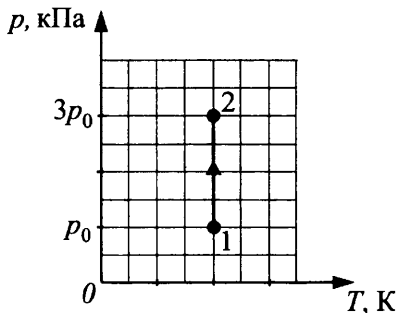


Рис. 258.

Ответ: _____ кДж.

10. Давление насыщенного водяного пара при 24°C равно 22,4 мм рт. ст., а при 13°C — 11,23 мм рт. ст. Определите относительную влажность воз-

духа при температуре 24°C , если точка росы равна 13°C . Ответ выразите в процентах и округлите до целых.

Ответ: ____%.

11. При переходе идеального газа из состояния 1 в состояние 2 получили линейную зависимость концентрации молекул n от давления p (см. рис. 259). Масса газа в процессе остаётся постоянной.

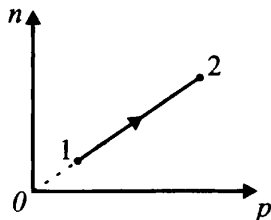


Рис. 259.

Из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения, характеризующих процесс 1—2.

- 1) Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул газа остаётся неизменной.
- 2) Плотность газа уменьшается.
- 3) Газ получает тепло.
- 4) Происходит изотермическое сжатие газа.
- 5) Среднеквадратичная скорость теплового движения молекул газа уменьшается.

Ответ:

--	--

12. Температуру нагревателя идеальной тепловой машины уменьшили при постоянной температуре холодильника. При этом количество теплоты, отданное газом холодильнику за цикл, не изменилось. Как изменились при этом КПД тепловой машины и количество теплоты, полученное газом за цикл от нагревателя?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

КПД тепловой машины	Количество теплоты, полученное газом за цикл от нагревателя

13. По двум тонким прямым параллельным проводникам текут одинаковые токи I (см. рис. 260). Куда направлено относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) создаваемое ими магнитное поле в точке A ? Ответ запишите словом (словами).

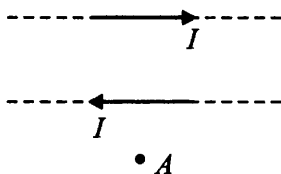


Рис. 260.

Ответ: _____.

14. Плоский воздушный конденсатор, площадь каждой пластины которого 50 см^2 , а расстояние между пластинами 5 см , подключён к источнику напряжения с ЭДС $\mathcal{E} = 2,5 \text{ кВ}$. Чему равна напряжённость электростатического поля в этом конденсаторе?

Ответ: _____ В/см.

15. Луч света падает на плоское зеркало, при этом угол падения равен 30° . Определите угол между отражённым лучом и зеркалом.

Ответ: _____ $^\circ$.

16. В катушке индуктивностью 3 мГн сила тока I зависит от времени t , как показано на графике, изображённом на рис. 261. Используя этот график, из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения о процессах, происходящих в катушке.

- 1) Модуль ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке, максимален в интервале времени от 0 с до 1 с .
- 2) В интервале времени от 0 с до $0,5 \text{ с}$ в катушке накапливается энергия магнитного поля, равная 6 мДж .
- 3) Модуль ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке, в интервале времени от 2 с до 3 с равен $4,5 \text{ мВ}$.

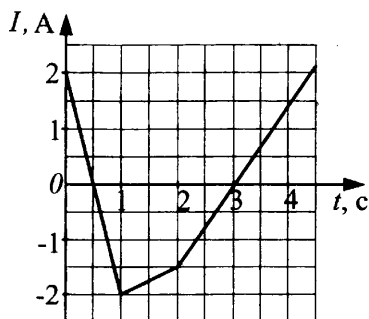


Рис. 261.

- 4) Модуль ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке, максимален в интервале времени от 1 с до 2 с.
- 5) Магнитное поле около катушки минимально в интервале времени от 0 с до 1 с.

Ответ:

17. Как изменятся сила тока, протекающего через амперметр, и напряжение на вольтметре при замыкании ключа (см. рис. 262), если напряжение на участке AB постоянно? Сопротивлением амперметра пренебречь, считать, что через вольтметр ток не течёт.

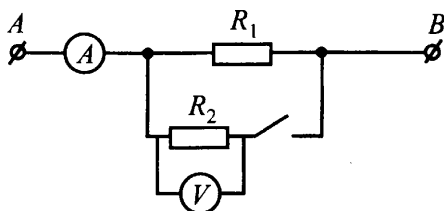


Рис. 262.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Сила тока	Напряжение

18. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

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

Физические величины	Формулы
А) коэффициент полезного действия источника тока	1) $\frac{U_2 I_2}{U_1 I_1} \cdot 100\%$
Б) мощность тока на внешней цепи	2) $\frac{U}{\mathcal{E}} \cdot 100\%$
	3) $\left(\frac{\mathcal{E}}{R+r}\right)^2 R$
	4) $\frac{\mathcal{E}^2}{R+r}$

Ответ:

А	Б

19. На рис. 263 изображён фрагмент периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Под названием каждого элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов, нижний индекс около массового числа указывает в процентах распространённость изотопа в природе.

2	II	Li литий 7 ₉₃ 6 _{7,4} ³	Be бериллий 9 ₁₀₀ ⁴	5 B бор 11 ₈₀ 10 ₂₀
3	III	Na натрий 23 ₁₀₀ ¹¹	Mg магний 24 ₇₉ 26 ₁₁ 25 ₁₀ ¹²	13 Al алюминий 27 ₁₀₀
4	IV	K калий 39 ₉₃ 41 _{6,7} ¹⁹	Ca кальций 40 ₉₇ 44 _{2,1} ²⁰	Sc скандий 45 ₁₀₀ ²¹
	V	29 Cu медь 63 ₈₉ 65 ₃₁	30 Zn цинк 64 ₄₀ 66 ₂₈ 68 ₁₉	31 Ga галлий 69 ₆₀ 71 ₄₀

Рис. 263.

Сколько протонов и сколько нейтронов содержится в ядре самого распространённого изотопа цинка?

Число протонов	Число нейтронов

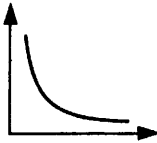
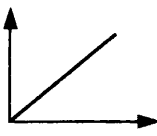
В бланк ответов перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

20. В герметичный контейнер поместили 40 мг изотопа стронция $^{90}_{52}\text{Sr}$, ядра которого испытывают α -распад с периодом полураспада 29 лет. Какая масса стронция останется в контейнере через 87 лет?

Ответ: _____ мг.

21. Установите соответствие между графиками, представленными на рисунках, и законами (зависимостями), которые они могут выражать.

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

График	Закон
А)  Б) 	1) закон радиоактивного распада 2) зависимость запирающего потенциала от частоты падающего света 3) зависимость максимальной кинетической энергии фотоэлектронов от частоты света 4) зависимость энергии фотона от частоты света

Ответ:

А	Б

22. При определении массы воды, налитой в мензурку, ученик при помощи мензурки измерил объём воды (см. рис. 264). Запишите в ответ массу воды в граммах с учётом погрешности измерений. Погрешность измерения объёма равна половине цены деления мензурки.

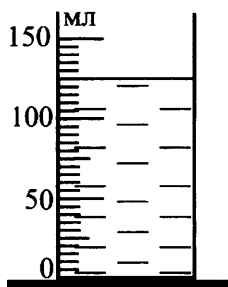


Рис. 264.

Ответ: (_____ $\pm$ _____) г.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23. Чтобы собрать экспериментальную установку для исследования зависимости силы электрического тока в резисторе от напряжения на его концах, школьник взял амперметр, ключ, соединительные провода, источник тока, резистор. Какие две позиции из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для составления комплектации для проведения этого эксперимента?

- 1) конденсатор
- 2) реостат
- 3) лампочка
- 4) диод
- 5) вольтметр

В ответ запишите номера выбранных предметов.

Ответ:

--	--

24. Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о планетах Солнечной системы.

Название	Меркурий	Венера	Земля	Марс
Среднее расстояние до Солнца, млн км (а.е.)	58 (0,39)	108,2 (0,72)	149,6 (1,0)	227,94 (1,52)
Радиус, км	2439,6	6051,6	6378,1	3397
Площадь поверхности, млн км ²	75	460	510	140
Объём (по отношению к Земле)	0,06	0,87	1	0,15
Масса (по отношению к Земле)	0,06	0,82	1	0,11
Период вращения, земных лет	0,24	0,62	1	1,88
Орбитальная скорость, км/с	48	35	30	24
Средняя температура поверхности, °С	+200	+450	+15	−63
Состав атмосферы	Водород, натрий, кислород	Углекислый газ, азот	Азот, кислород	Углекислый газ, азот, аргон
Спутники			Луна	Фобос, Деймос

Выберите два утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

- 1) По мере удаления от Солнца увеличивается радиус планет.
- 2) Средняя абсолютная температура на поверхности Меркурия в 2 раза выше, чем на поверхности Земли.
- 3) По мере удаления от Солнца увеличивается период обращения планет.
- 4) Плотность Марса больше плотности Меркурия.
- 5) На Венере продолжительность суток больше продолжительности года.

Ответ: ☐ ☐

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Брусok скользит по плоскости, которая наклонена под углом 45° к горизонту. Определите ускорение бруска, если коэффициент трения между бруском и плоскостью равен 0,2. Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____ м/с².

26. В закрытом сосуде находится 75 г газа при температуре -33°C . Определите, какую массу газа нужно выпустить из сосуда, чтобы при нагревании оставшегося газа до 87°C давление в сосуде не изменилось.

Ответ: _____ г.

27. На дифракционную решётку, имеющую 500 штрихов на 1 мм, нормально падает пучок света длиной волны 700 нм. Определите наибольший порядок дифракционного максимума в спектре, наблюдаемого на экране. Расстояние от экрана до дифракционной решётки значительно больше размера дифракционной решётки.

Ответ: _____.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов №1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ №2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. В стакане с чаем, стоящем на столе, на поверхности чая плавает ломтик лимона. Что произойдёт с глубиной погружения ломтика в чай, если стакан с чаем будет стоять на столе в лифте, движущемся с постоянным ускорением, направленным вертикально вверх? Ответ поясните, указав, какие явления и закономерности вы использовали.

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. На гладкой горизонтальной поверхности стола лежит книга массой $M = 600$ г, на ней — блокнот массой $m = 150$ г. Блокнот начинают тянуть в горизонтальном направлении с некоторой силой $F = 0,5$ Н (см. рис. 265). С каким ускорением начнёт двигаться при этом книга относительно поверхности стола, если коэффициент трения между блокнотом и книгой $0,4$? Ответ округлите до десятых.



Рис. 265.

30. Одноатомный идеальный газ совершает циклический процесс, показанный на рис. 266. Масса газа постоянна. Какую работу газ совершает на участке 2–3, если за цикл от нагревателя он получает количество теплоты $32,5$ кДж?

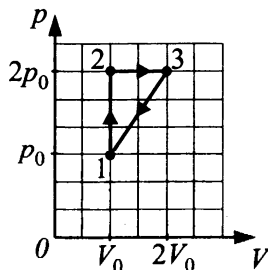


Рис. 266.

31. Определите напряжённость электрического поля внутри плоского конденсатора, подключённого по электрической схеме (см. рис. 267). Внутреннее сопротивление источника тока 5 Ом, ЭДС 15 В, сопротивления резисторов $R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 25$ Ом, расстояние между обкладками конденсатора 1 мм.

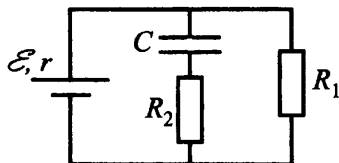


Рис. 267.

32. Поверхность некоторого металла поочерёдно облучают светом с длинами волн 350 нм и 450 нм. Найдите работу выхода электронов для этого металла, если установлено, что максимальные скорости фотоэлектронов при этом отличаются в 2 раза. Ответ округлите до десятых.

Вариант № 23

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Материальная точка движется по окружности радиусом $\frac{1,5}{\pi}$ м. Найдите перемещение точки за 2 полных оборота.

Ответ: _____ м.

2. Планета имеет радиус в 2 раза меньший радиуса Земли. Найдите массу этой планеты, если известно, что ускорение свободного падения на поверхности этой планеты такое же, как и на Земле. Масса Земли $6 \cdot 10^{24}$ кг.

Ответ: _____ $\cdot 10^{21}$ т.

3. Два шарика движутся по гладкой горизонтальной плоскости вдоль осей Ox и Oy (см. рис. 268). Найдите модуль импульса второго шарика, если модуль импульса первого $p_1 = 1,6$ кг·м/с, а импульс системы этих шариков после их абсолютно неупругого удара 2 кг·м/с.

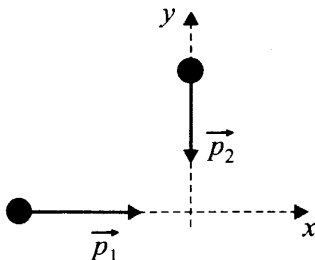


Рис. 268.

Ответ: _____ кг·м/с.

4. Тело массой 300 г взвешивают на весах с длинами плеч l_1 и l_2 соответственно (см. рис. 269), размещая его на левой чаше. Гирей какой массы можно его уравновесить, если длины плеч l_1 и l_2 относятся как 1 : 3?

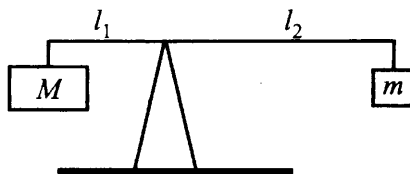


Рис. 269.

Ответ: _____ г.

5. Тело массой 15 кг движется вдоль оси Ox в инерциальной системе отсчёта. График зависимости проекции скорости v_x этого тела на ось Ox от времени представлен на рис. 270. Из приведённого ниже списка выберите два верных утверждения на основании анализа представленного графика и укажите их номера.

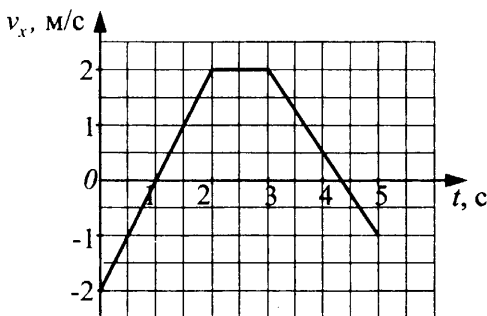


Рис. 270.

- 1) В течение первых двух секунд перемещение тела равно 2 м.
- 2) Модуль ускорения тела в промежутке времени от 1 с до 2 с на 25% больше модуля ускорения тела в промежутке времени от 3 с до 4 с.
- 3) В течение первой секунды кинетическая энергия тела увеличилась на 30 Дж.
- 4) В промежутке времени от 1 с до 2 с импульс тела увеличился в 2 раза.
- 5) В момент времени 4 с модуль равнодействующей сил, действующих на тело, равен 22,5 Н.

Ответ:

6. На поверхности воды плавает сплошной деревянный брусок. Как изменятся сила Архимеда, действующая на брусок, и глубина его погружения, если этот брусок заменить бруском той же плотности и массы, но большей высоты?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Сила Архимеда	Глубина погружения бруска

7. В момент времени $t = 0$ шарик бросили вертикально вверх с начальной скоростью $\vec{v}$ (см. рисунок 271). На графиках А и Б представлены зависимости от времени t некоторых физических величин, характеризующих движение шарика. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени представлены на этих графиках (t_0 — время полёта, сопротивлением воздуха пренебречь).

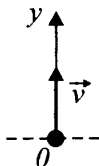


Рис. 271.

Графики	Физические величины
А) Б)	1) координата шарика y 2) энергия взаимодействия шарика с Землёй 3) проекция ускорения шарика на ось Oy 4) кинетическая энергия шарика

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

Ответ:

А	Б

8. В сосуде содержится аргон при температуре 327°C . Какая абсолютная температура установится, если концентрацию аргона увеличить в 2 раза, а давление уменьшить в 3 раза?

Ответ: _____ К.

9. На pV -диаграмме (см. рис. 272) представлен процесс изменения состояния идеального одноатомного газа. Масса газа не меняется. Какую работу совершает газ при переходе из состояния 1 в состояние 3?

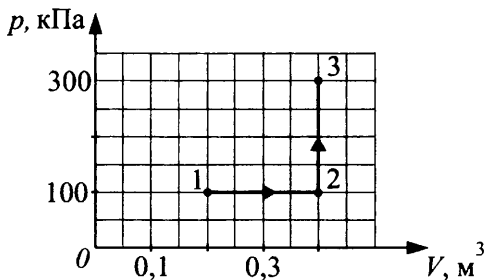


Рис. 272.

Ответ: _____ кДж.

10. Относительная влажность воздуха при температуре 100°C составляет 60%. Чему равно парциальное давление водяных паров, содержащихся в воздухе?

Ответ: _____ кПа.

11. При переходе идеального газа из состояния 1 в состояние 2 получили линейную зависимость давления газа от температуры (см. рис. 273). Масса газа в процессе остаётся постоянной. Из приведённого ниже списка два правильных утверждения, характеризующих процесс 1–2.

- 1) Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул газа осталась неизменной.
- 2) Среднеквадратичная скорость теплового движения молекул газа увеличилась в 3 раза.
- 3) Внутренняя энергия газа увеличилась в 3 раза.

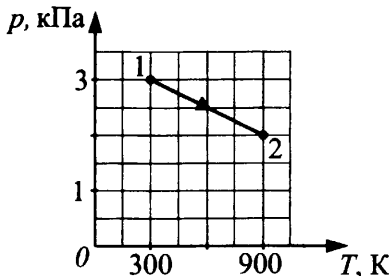


Рис. 273.

- 4) Концентрация молекул газа уменьшилась в 4,5 раза.
 5) Газ совершил отрицательную работу.

Ответ:

12. Температуру нагревателя идеальной тепловой машины увеличили при постоянной температуре холодильника. При этом количество теплоты, отданное газом холодильнику за цикл, не изменилось. Как изменились при этом КПД тепловой машины и количество теплоты, полученное газом за цикл от нагревателя?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
 2) уменьшилась
 3) не изменилась

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

КПД тепловой машины	Количество теплоты, полученное газом за цикл от нагревателя

13. По двум тонким прямым параллельным проводникам 1 и 2 текут одинаковые токи I (см. рис. 274). Куда направлено относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) создаваемое ими магнитное поле в точке A ? Ответ запишите словом (словами).



Рис. 274.

Ответ: _____.

14. Электрическая лампа мощностью 60 Вт зимой в среднем горит 8 часов в сутки. Сколько электроэнергии в течение одного зимнего месяца потребит эта лампа? Считать, что в одном зимнем месяце в среднем 30 дней.

Ответ: _____ МДж.

15. В какой точке будет находиться изображение пламени свечи (обозначено буквой S) в линзе, изображённой на рис. 275?

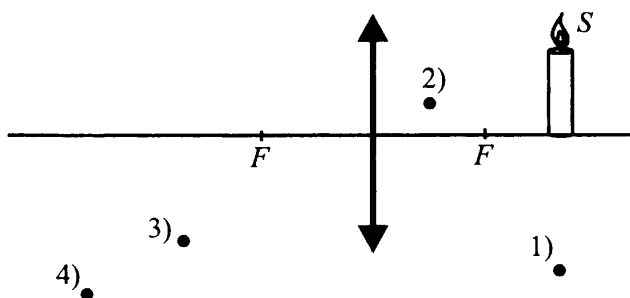


Рис. 275.

Ответ: в точке _____.

16. В катушке индуктивностью 3 мГн сила тока I зависит от времени t , как показано на графике, изображённом на рис. 276. Используя этот график, из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения о процессах, происходящих в катушке.

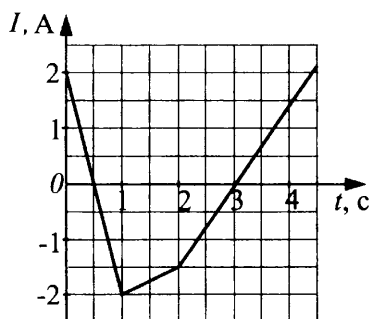


Рис. 276.

- 1) Модуль ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке, максимален в интервале времени от 2 с до 3 с.
- 2) В интервале времени от 0,5 с до 1 с в катушке накапливается энергия магнитного поля, равная 6 мДж.

- 3) Модуль ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке, в интервале времени от 1 с до 2 с равен 6,75 мВ.
- 4) Модуль ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке, максимален в интервале времени от 0 с до 1 с.
- 5) Магнитного поля вне катушки нет.

Ответ:

--	--

17. Как изменятся сила тока, протекающего через амперметр, и напряжение на вольтметре при замыкании ключа (см. рис. 277), если напряжение на участке AB постоянно? Сопротивлением амперметра пренебречь, считать, что через вольтметр ток не течёт.

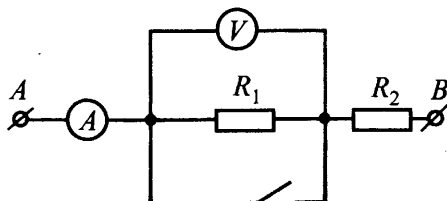


Рис. 277.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Сила тока	Напряжение

18. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

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

Физические величины	Формулы
А) напряжение на внешней цепи	1) $\mathcal{E} - Ir$
Б) мощность тока на внутренней цепи	2) $I(R + r)$
	3) $\frac{\mathcal{E}^2}{R + r}$
	4) $\left(\frac{\mathcal{E}}{R + r}\right)^2 r$

Ответ:

А	Б

19. Радиоактивный изотоп урана ${}^{238}_{92}\text{U}$ претерпевает 2α -распада и 2β -распада. Укажите массовое и зарядовое число образовавшегося ядра изотопа тория.

Массовое число	Зарядовое число

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

20. На рис. 278 дан график зависимости числа нераспавшихся ядер N радиоактивного изотопа некоторого элемента от времени t (см. рис. 278). Определите, во сколько раз количество распавшихся ядер этого изотопа превысит количество нераспавшихся через 45 минут.

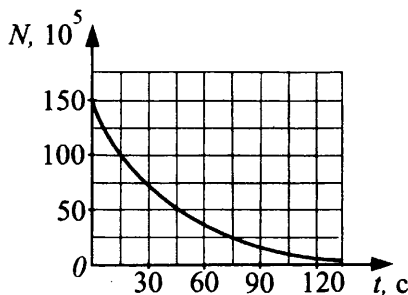
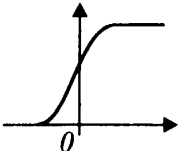
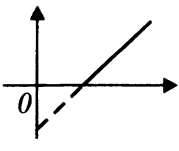


Рис. 278.

Ответ: в _____ раз(-а).

21. Установите соответствие между графиками, изображёнными на рисунках, и законами (зависимостями), которые они могут представлять.

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

Графики	Законы
А) 	1) закон Эйнштейна пропорциональности массы и энергии 2) зависимость силы фототока от приложенного напряжения 3) зависимость максимальной кинетической энергии фотоэлектронов от частоты света 4) зависимость энергии фотона от частоты света
Б) 	

Ответ:

А	Б

22. С помощью амперметра проводились измерения силы тока на участке электрической цепи (см. рис. 279). Чему равна сила тока с учётом погрешностей измерений, если погрешность прямого измерения составляет половину цены деления прибора, а его класс точности равен 0,5 (т.е. инструментальная погрешность составляет 0,5% от верхнего предела измерений данной шкалы амперметра)?

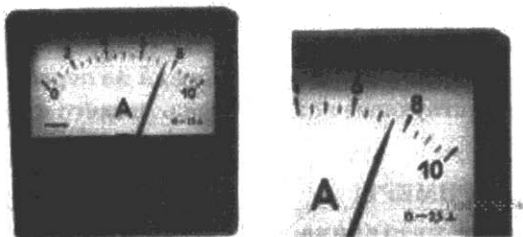


Рис. 279.

Ответ: (_____ $\pm$ _____) А.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23. Чтобы собрать экспериментальную установку для определения мощности, выделяемой на резисторе R при заданной силе тока, школьник взял источник тока, вольтметр, ключ, соединительные провода и резистор R . Какие две позиции из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать при составлении комплектации для проведения этого эксперимента?

- 1) конденсатор
- 2) лампочка
- 3) реостат
- 4) диод
- 5) амперметр

В ответ запишите номера выбранных предметов.

Ответ:

24. Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о планетах Солнечной системы.

Название	Меркурий	Венера	Земля	Марс
Среднее расстояние до Солнца, млн км (а.е.)	58 (0,39)	108,2 (0,72)	149,6 (1,0)	227,94 (1,52)
Радиус, км	2439,6	6051,6	6378,1	3397
Площадь поверхности, млн км ²	75	460	510	140
Объём (по отношению к Земле)	0,06	0,87	1	0,15
Масса (по отношению к Земле)	0,06	0,82	1	0,11
Период вращения, земных лет	0,24	0,62	1	1,88
Орбитальная скорость, км/с	48	35	30	24
Средняя температура поверхности, °С	+200	+450	+15	−63
Состав атмосферы	Водород, натрий, кислород	Углекислый газ, азот	Азот, кислород	Углекислый газ, азот, аргон
Спутники			Луна	Фобос, Деймос

Выберите два утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

- 1) По мере удаления от Солнца увеличивается орбитальная скорость планет.
- 2) На поверхности Марса ускорение свободного падения больше, чем на поверхности Меркурия.
- 3) По мере удаления от Солнца увеличивается частота обращения планет.
- 4) Плотность Венеры больше плотности Меркурия.
- 5) Продолжительность суток на Марсе приблизительно равна продолжительности суток на Земле.

Ответ:

--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. С плоскости, которая наклонена под углом 30° к горизонту, равномерно соскальзывает груз. Определите коэффициент трения между грузом и плоскостью. Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____.

26. В закрытом сосуде ёмкостью 10 л находится некоторое количество сжатого водорода при температуре 300 К и давлении 50 атм. Определите, какая масса газа была выпущена из сосуда вследствие неисправности вентиля, если к этому моменту температура газа в сосуде повысилась на 10 К, а манометр показал такое же давление. Молярная масса водорода $2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль. Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____г.

27. Предмет расположен перпендикулярно главной оптической оси тонкой собирающей линзы с оптической силой 4 дптр. На каком расстоянии

от предмета нужно поставить экран, чтобы получить на нём чёткое изображение предмета с пятикратным увеличением?

Ответ: _____ м.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов №1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ №2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. В стакане с чаем, стоящем на столе, на поверхности чая плавает ломтик лимона. Что произойдёт с глубиной погружения ломтика в чай, если стакан с чаем будет стоять на столе в лифте, движущемся с постоянным ускорением, направленным вертикально вниз? Ответ поясните, указав, какие явления и закономерности вы использовали.

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. На гладкой горизонтальной поверхности стола лежит книга массой $M = 600$ г, на ней — блокнот массой $m = 150$ г. Блокнот начинают тянуть в горизонтальном направлении с некоторой силой $F = 1$ Н (см. рис. 280). С каким ускорением начнёт двигаться при этом книга относительно поверхности стола, если коэффициент трения между блокнотом и книгой 0,4?



Рис. 280.

30. Одноатомный идеальный газ совершает циклический процесс, показанный на рис. 281. Масса газа постоянна. Чему равно изменение внутренней энергии газа на участке 2–3, если за цикл от нагревателя он получает количество теплоты 32,5 кДж?

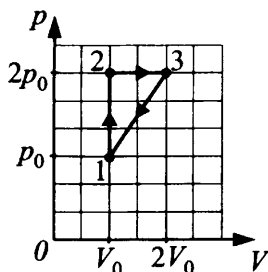


Рис. 281.

31. Найдите расстояние между пластинами плоского конденсатора, подключённого по электрической схеме, изображённой на рис. 282. Внутреннее сопротивление источника тока 5 Ом, ЭДС 15 В, сопротивления резисторов $R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 25$ Ом, напряжённость электрического поля внутри конденсатора 10 кВ/м.

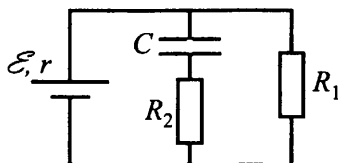


Рис. 282.

32. Поверхность некоторого металла поочерёдно облучают светом с длинами волн $\lambda_1 = 350$ нм и $\lambda_2 = 450$ нм. Каково отношение в этих опытах максимальных скоростей фотоэлектронов v_1/v_2 , если работа выхода с поверхности данного металла равна 2,5 эВ? Ответ округлите до целых.

Вариант № 24

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Тело движется вдоль оси Ox . Чему равно перемещение тела за 10 с, координата x которого меняется с течением времени по закону $x = 3 - 2t + t^2$, где все величины выражены в системе СИ?

Ответ: _____ м.

2. Какую горизонтальную силу нужно приложить к ящику массой 10 кг, стоящему на горизонтальной шероховатой поверхности ($\mu = 0,2$), чтобы он двигался вдоль этой поверхности равномерно и прямолинейно (см. рис. 283)?

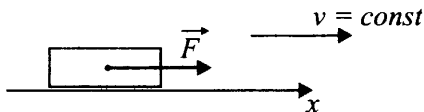


Рис. 283.

Ответ: _____ Н.

3. Материальная точка массой 4,6 кг равномерно движется по окружности. Чему равна её скорость, если изменение её импульса за два с половиной периода составило 18,4 кг·м/с?

Ответ: _____ м/с.

4. В широкую U -образную трубку с вертикальными прямыми коленами налиты подсолнечное масло и вода (см. рис. 284). На рисунке $b = 12$ см, $h = 30$ см, ρ_1 — плотность подсолнечного масла, ρ_2 — плотность воды. Найдите высоту столба жидкости H в левом колене.

Ответ: _____ см.

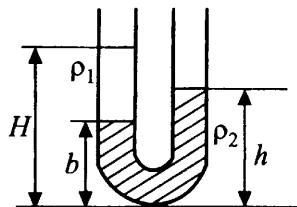


Рис. 284.

5. Грузик, подвешенный на нити, совершает гармонические колебания. В таблице представлены значения координаты грузика через одинаковые промежутки времени. Из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения и укажите их номера.

$t, \text{с}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
$x, \text{см}$	6	3	0	3	6	3	0	3

- 1) Максимальная скорость грузика равна 0,15 м/с.
- 2) Период колебаний шарика равен 0,8 с.
- 3) Кинетическая энергия шарика максимальна в момент времени 0,2 с.
- 4) Полная механическая энергия шарика остаётся неизменной.
- 5) Амплитуда колебаний шарика равна 60 мм.

Ответ:

6. Искусственный спутник Земли переходит с одной круговой орбиты на другую, в результате чего его центростремительное ускорение уменьшается. Как изменятся при этом кинетическая энергия спутника и радиус орбиты спутника?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Кинетическая энергия	Радиус орбиты

7. В момент времени $t = 0$ шарик бросили под углом α к горизонту с высоты h с начальной скоростью v_0 (см. рис. 285). На графиках А и Б представлены зависимости от времени t некоторых физических величин, харак-

теризующих движение шарика. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени представлены на этих графиках (t_0 — время полёта, сопротивлением воздуха пренебречь).

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

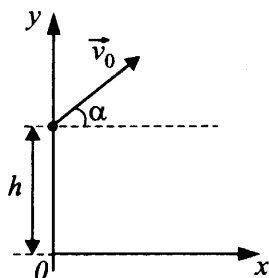


Рис. 285.

Графики	Физические величины
А) Б)	1) проекция скорости шарика на ось Ox 2) кинетическая энергия шарика 3) проекция ускорения шарика на ось Oy 4) энергия взаимодействия шарика с Землёй

Ответ:

А	Б

8. В сосуде содержится неон при температуре -3°C . Во сколько раз увеличится средняя кинетическая энергия теплового движения молекул неона, если его нагреть до 132°C ?

Ответ: в _____ раз(а).

9. КПД двигателя внутреннего сгорания равен 60%. Определите температуру в камере сгорания двигателя, если температура струи, выходящей из его сопла, составляет 727°C .

Ответ: _____ К.

10. Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде под поршнем составляет 65%. Какой станет относительная влажность воздуха в сосуде, если объём воздуха в нём изотермически уменьшить в 2 раза за счёт движения поршня?

Ответ: _____%.

11. В результате эксперимента по изучению циклического процесса, проводившегося с некоторым постоянным количеством одноатомного газа, который в условиях опыта можно было считать идеальным, получилась зависимость объёма V от температуры T (см. рис. 286).

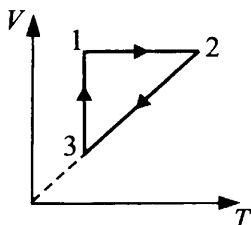


Рис. 286.

Из приведённого ниже списка выберите два утверждения, соответствующих результатам этого эксперимента:

- 1) На участке 1–2 газ отдавал тепло.
- 2) Давление газа в точке 2 равно давлению в точке 3.
- 3) На участке 3–1 газ совершал отрицательную работу.
- 4) Изменение внутренней энергии газа на участке 3–1 положительно.
- 5) Работа, совершённая газом за весь цикл, отрицательна.

Ответ:

--	--

12. В сосуде постоянного объёма при комнатной температуре находилась смесь двух идеальных газов, состоящая из 1 моль первого газа и 5 моль второго. Половину содержимого сосуда выпустили, после чего в сосуд добавили 3 моль второго газа. Как изменились в результате парциальное давление первого газа и суммарное давление газов, если в сосуде поддерживалась постоянная температура?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

Парциальное давление второго газа	Суммарное давление газов

13. Заряд $+q$ находится на равных расстояниях от неподвижных точечных зарядов $+2q$ и $+2q$, расположенных на концах тонкой стеклянной палочки (см. рис. 287). Определите направление относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) ускорения заряда $+q$ в данный момент времени, если на него действуют только данные заряды $+2q$ и $+2q$. Ответ запишите словом (словами).

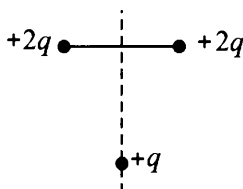


Рис. 287.

Ответ: _____.

14. Пять одинаковых резисторов сопротивлением $r = 2$ Ом соединены в участок электрической цепи, схема которого изображена на рис. 288. Определите показания идеального вольтметра в цепи, если показания идеального амперметра равны 4 А.

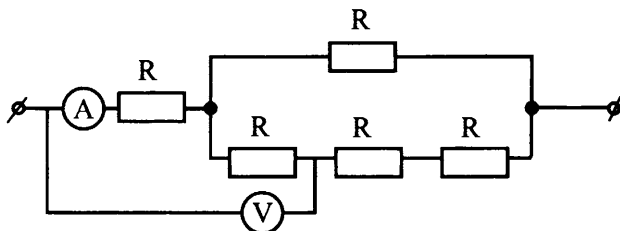


Рис. 288.

Ответ: _____ В.

15. В катушке, имеющей 1000 витков, в течение 0,5 с при равномерном исчезновении магнитного поля индуцируется ЭДС 10 В. Определите величину магнитного потока, пронизывающего каждый виток этой катушки.

Ответ: _____ мВб.

16. Конденсатор подключён к источнику постоянного напряжения через сопротивление $R = 10 \text{ кОм}$, как показано на рис. 289. В момент времени $t = 0$ ключ K замыкают. Результаты измерений напряжения между обкладками конденсатора представлены в таблице. На основании схемы и данных таблицы выберите два верных утверждения.

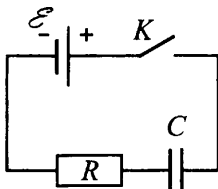


Рис. 289.

$t, \text{с}$	0	1	2	3	4	5	6	7
$U, \text{В}$	0	3,8	5,2	5,7	5,8	6,0	6,0	6,0

- 1) Ток через резистор в процессе наблюдения увеличился.
- 2) Через 5 с после замыкания ключа конденсатор полностью разрядился.
- 3) ЭДС источника тока составляет 6 В.
- 4) В момент времени $t = 3$ с напряжение на резисторе равно 5,7 В.
- 5) В момент времени $t = 2$ с сила тока в цепи равна 80 мкА.

Ответ:

17. Небольшой предмет расположен на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии больше двойного фокусного от неё. Как изменятся линейный размер изображения предмета и оптическая сила линзы, если предмет придвинуть к линзе на расстояние, равное двойному фокусному?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Линейный размер изображения предмета	Оптическая сила линзы

18. В колебательном контуре конденсатор подключён к источнику постоянного напряжения (см. рис. 290). В момент времени $t = 0$ переключатель K переводят из положения 1 в положение 2. Графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих колебания в контуре после этого. T — период колебаний. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени представлены на этих графиках.

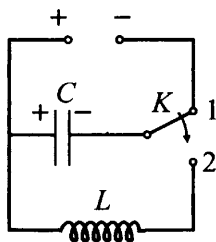


Рис. 290.

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

Графики	Физические величины
А) Б)	1) заряд левой обкладки конденсатора 2) сила тока в цепи 3) электрическая энергия контура 4) мощность тока на конденсаторе

Ответ:

А	Б

19. В результате ядерной реакции ${}_{13}^{27}\text{Al} + {}_0^1\text{n} \rightarrow ? + {}_2^4\text{He}$ был получен химический элемент X . Укажите число нуклонов и протонов в ядре образовавшегося химического элемента.

Число нуклонов	Число протонов

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

20. Два источника излучают пучки монохроматического света с длинами волн $\lambda_1 = 360$ нм и $\lambda_2 = 540$ нм. Чему равно отношение энергий фотонов E_1/E_2 в этих пучках?

Ответ: _____.

21. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (λ — длина волны фотона, h — постоянная Планка, c — скорость света в вакууме).

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

Физические величины	Формулы
А) импульс фотона	1) $h\lambda$
Б) энергия фотона	2) $\frac{\lambda}{hc}$
	3) $\frac{hc}{\lambda}$
	4) $\frac{h}{\lambda}$

Ответ:

А	Б

22. С помощью штангенциркуля повышенной точности марки «Mauser» измерили внутренний раствор гаечного ключа (см. рис. 291). Запишите результат измерения с учётом того, что погрешность прямого измерения штангенциркуля равна цене деления шкалы нониуса.

Для справки: при измерении штангенциркулем целое число миллиметров отсчитывают по основной миллиметровой шкале до нулевого штриха нониуса, а десятые доли миллиметра — по шкале нониуса, начиная от нулевой

отметки до той риски, которая совпадает с какой-либо риской миллиметровой шкалы.

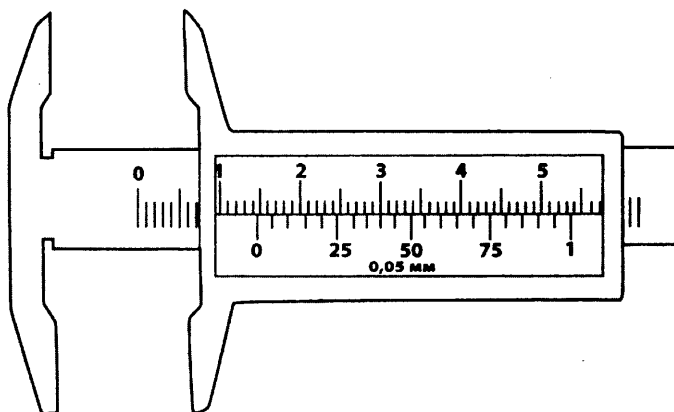


Рис. 291.

Ответ: (_____ $\pm$ _____) мм.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23. Брусok массой 250 г тянут по горизонтальной шероховатой поверхности, прикладывая к нему горизонтально направленную силу. На графике (см. рис. 292) приведена найденная экспериментально зависимость модуля работы A силы сухого трения, действующей на брусok, от пройденного пути l .

Используя этот график, из приведённого ниже списка выберите два верных утверждения.

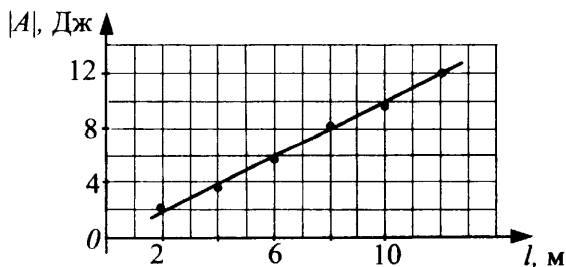


Рис. 292.

В ответ запишите номера выбранных утверждений.

- 1) Коэффициент трения бруска о поверхность равен 0,4.
- 2) Брусок движется равноускоренно.
- 3) Если уменьшить массу бруска в 2 раза, он станет двигаться вдвое быстрее.
- 4) Когда пройденный бруском путь станет равным 10 м, работа силы сухого трения, действующей на брусок, станет отрицательной и будет равна -20 Дж.
- 5) Модуль силы, приложенной к бруску, равен 1 Н.

Ответ:

24. Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о параметрах ближайших звёзд по сравнению с Солнцем.

Параметр	Солнце	α Сеп А	α Сеп В	Proxima
Возраст, млн лет	4650	4850	4850	4850
Масса, $M_{\odot}$	1,000	1,100	0,907	0,123
Радиус, $R_{\odot}$	1,000	1,227	0,865	0,145
Светимость, $L_{\odot}$	1,000	1,519	0,500	0,000138
Температура, К	5770	5790	5260	3040
Водород	73,7	71,5	69,4	69,5
Гелий	24,5	25,8	27,7	27,8
Тяжёлые элементы	1,81	2,74	2,89	2,90

Указание: массы элементов даны в процентах по отношению к массе звезды.

Выберите два утверждения, которые соответствуют характеристикам звезд.

- 1) Самую большую плотность среди ближайших звёзд к Солнцу имеет Proxima.
- 2) Звезда α Сеп А содержит меньше тяжёлых элементов, чем α Сеп В.
- 3) Светимость звезды прямо пропорциональна её массе.
- 4) Звезда Proxima относится к красным звёздам спектрального класса М.
- 5) Возраст звезды прямо пропорционален её массе.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Подъёмный кран поднимает груз вверх со скоростью 3 м/с . В некоторый момент времени трос обрывается и груз начинает падать вниз. Определите скорость груза в момент падения на землю, если время падения составляет 4 с .

Ответ: _____ м/с.

26. В калориметр с электронагревателем поместили кусок льда при температуре плавления. Определите, какая температура установилась в калориметре, если лёд получил от нагревателя количество теплоты 70 кДж , а чтобы превратить лёд в воду комнатной температуры, необходимо количество теплоты 100 кДж .

Ответ: _____ °С.

27. α -частица и протон влетели в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции с одной и той же скоростью. Определите отношение радиусов окружностей, по которым движутся α -частица и протон.

Ответ: _____.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов №1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ №2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. На pT -диаграмме (см. рис. 293) изображён процесс изменения состояния некоторого фиксированного количества идеального одноатомного газа (p — концентрация газа). Объясните, как изменяется давление газа при переходе из состояния 1 в состояние 2.

Ответ поясните, указав, какие явления и закономерности вы использовали.

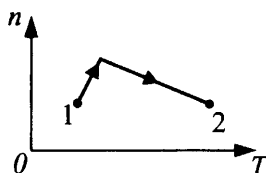


Рис. 293.

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. С высокой башни вертикально вниз брошено тело с начальной скоростью 20 м/с. Через одну секунду из той же точки, с той же по модулю скоростью горизонтально брошено второе тело. Чему будет равно расстояние между этими телами через секунду после бросания второго тела? Ответ округлите до десятых.

30. Одноатомный идеальный газ совершает циклический процесс, показанный на рис. 294. Масса газа постоянна. Какое количество теплоты газ получает за цикл от нагревателя, если на участке 2–3 он совершает работу $A_{23} = 10$ кДж?

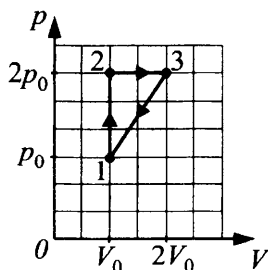


Рис. 294.

31. Электрон влетает в магнитное поле со скоростью 900 км/с, перпендикулярной вектору индукции. Какой путь он пройдёт к тому времени, когда

вектор его скорости повернётся на 2° , если модуль вектора индукции магнитного поля равен 0,015 Тл? Ответ округлите до десятых.

32. Фотокатод облучают светом, имеющим длину волны 220 нм. Определите, при каком напряжении между анодом и катодом прекращается фототок, если красная граница фотоэффекта для вещества катода составляет 290 нм. Ответ округлите до сотых.

Вариант № 25

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Тело движется вдоль оси Ox . Чему равна проекция скорости тела v_x , координата x которого меняется с течением времени по закону $x = 3 - 2t$, где все величины выражены в системе СИ?

Ответ: _____ м/с.

2. К ящику массой 10 кг, стоящему на горизонтальной шероховатой поверхности, приложили горизонтальную силу 30 Н, под действием которой он начал двигаться вдоль этой поверхности равномерно и прямолинейно (см. рис. 295). Определите коэффициент трения между ящиком и поверхностью.

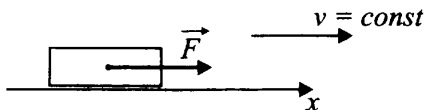


Рис. 295.

Ответ: _____.

3. Материальная точка равномерно движется по окружности со скоростью 2 м/с. Чему равна её масса, если изменение её импульса при повороте на 45° составило $9,2 \cdot \sqrt{2}$ кг·м/с?

Ответ: _____ кг.

4. В широкую U -образную трубку с вертикальными прямыми коленами налиты подсолнечное масло и вода (см. рис. 296). На рисунке $b = 12$ см, $H = 32$ см, ρ_1 — плотность подсолнечного масла, ρ_2 — плотность воды. Найдите высоту столба жидкости h в правом колене.

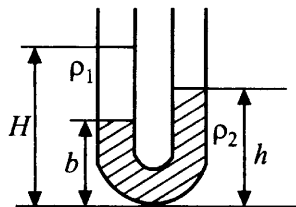


Рис. 296.

Ответ: _____ см.

5. Ученик исследовал зависимость модуля силы упругости F пружины от её растяжения x . Результаты эксперимента приведены в таблице. Из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения и укажите их номера.

$F, \text{ Н}$	0	0,5	1	1,5	2	2,5
$x, \text{ м}$	0	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10

- 1) Коэффициент упругости пружины равен 2,5 Н/м.
- 2) При увеличении массы груза растяжение пружины уменьшается.
- 3) Потенциальная энергия пружины пропорциональна растяжению пружины.
- 4) Потенциальная энергия пружины при её растяжении на 0,08 м равна 0,08 Дж.
- 5) При подвешенном к пружине грузе массой 100 г её удлинение составит 4 см.

Ответ:

6. Искусственный спутник Земли переходит с одной круговой орбиты на другую, в результате чего его центростремительное ускорение уменьшается. Как изменяются при этом потенциальная энергия спутника и период обращения вокруг Земли?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Потенциальная энергия	Период обращения вокруг Земли

7. В момент времени $t = 0$ шарик бросили под углом α к горизонту с высоты h с начальной скоростью v_0 (см. рис. 297). На графиках А и Б представлены зависимости от времени t некоторых физических величин, характеризующих движение шарика. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени представлены на этих графиках (t_0 — время полёта, сопротивлением воздуха пренебречь).

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

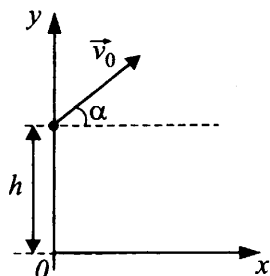
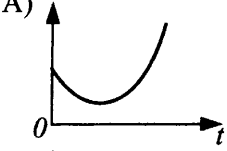
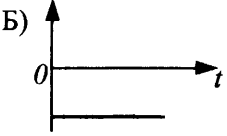


Рис. 297.

Графики	Физические величины
А)  Б) 	1) проекция скорости шарика на ось Ox 2) энергия взаимодействия шарика с Землёй 3) проекция ускорения шарика на ось Oy 4) кинетическая энергия шарика

Ответ:

А	Б

8. В закрытом сосуде находится 120 г газа при комнатной температуре. Какая масса газа вытечет из сосуда, если после открытия крана давление в сосуде понизится в 4 раза?

Ответ: _____ кг.

9. Тепловая машина имеет КПД 25%. Найдите среднюю мощность передачи теплоты холодильнику, если рабочее тело машины за 10 с получает от нагревателя 30 кДж теплоты.

Ответ: _____ кВт.

10. В закрытом сосуде под поршнем находится водяной пар при температуре 100°C под давлением 40 кПа. Каким станет давление пара в сосуде, если объём пара в нём изотермически уменьшить в 1,5 раза за счёт движения поршня?

Ответ: _____ кПа.

11. В результате эксперимента по изучению циклического процесса, проводившегося с некоторым постоянным количеством одноатомного газа, который в условиях опыта можно было считать идеальным, получилась зависимость объёма V от температуры T (см. рис. 298).

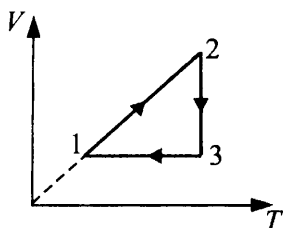


Рис. 298.

Выберите два утверждения, соответствующих результатам этого эксперимента.

- 1) На участке 1–2 газ отдавал тепло.
- 2) Давление газа в точке 1 равно давлению в точке 2.
- 3) Изменение внутренней энергии газа на участке 2–3 отрицательно.
- 4) Работа, совершённая газом за весь цикл, отрицательна.
- 5) На участке 3–1 газ совершал положительную работу.

Ответ:

--	--

12. В сосуде постоянного объёма при комнатной температуре находилась смесь двух идеальных газов, по 2 моль каждого. Половину содержимого сосуда выпустили, после чего в сосуд добавили 1 моль первого газа. Как изменились в результате парциальное давление первого газа и суммарное давление газов, если в сосуде поддерживалась постоянная температура?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

Парциальное давление первого газа	Суммарное давление газов

13. По трём тонким прямым параллельным проводникам 1, 2, 3, расположенным на одинаковом расстоянии друг от друга, текут одинаковые токи I (см. рис. 299). Куда направлена относительно рисунка сила Ампера, действующая на проводник 1 со стороны проводников 2 и 3 (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*)? Ответ запишите словом (словами).

$I \odot$ 1

$I \odot$ 2

$I \otimes$ 3

Рис. 299.

Ответ: _____.

14. Каждый из резисторов на участке цепи, схема которого изображена на рис. 300, имеет сопротивление 120 Ом. Каким будет сопротивление участка цепи, если ключ K замкнуть?

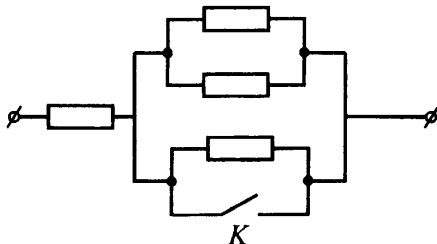


Рис. 300.

Ответ: _____ Ом.

15. В колебательном контуре, индуктивность катушки которого равна 0,4 Гн, происходят собственные электромагнитные колебания. Определите ёмкость катушки в этом контуре, если зависимость напряжения на конденсаторе от времени для этого колебательного контура имеет вид $U = U_0 \cos(500t)$. Все величины в формуле выражены в единицах СИ.

Ответ: _____ мкФ.

16. Конденсатор подключён к источнику постоянного напряжения через сопротивление $R = 10$ кОм, как показано на рис. 301. В момент времени $t = 0$ ключ замыкают. Результаты измерений напряжения между обкладками конденсатора представлены в таблице. На основании схемы и данных таблицы выберите два верных утверждения.

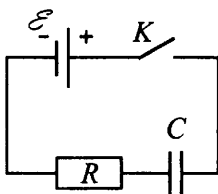


Рис. 301.

$t, \text{с}$	0	1	2	3	4	5	6	7
$U, \text{В}$	0	3,8	5,2	5,7	5,8	6,0	6,0	6,0

- 1) Сила тока через конденсатор в момент времени $t = 5$ с максимальна.
- 2) Через 5 с после замыкания ключа конденсатор полностью зарядился.
- 3) ЭДС источника тока составляет 2,2 В.
- 4) В момент времени $t = 3$ с напряжение на резисторе равно 0,3 В.
- 5) В момент времени $t = 2$ с сила тока в цепи равна 520 мкА.

Ответ:

17. Небольшой предмет расположен на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии от неё, равном двойному фокусному. Как изменятся расстояние от линзы до изображения и линейное увеличение линзы, если предмет придвинуть к линзе на расстояние ближе фокусного?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится

- 2) уменьшится
3) не изменится

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

Расстояние от линзы до изображения	Линейное увеличение линзы

18. В колебательном контуре конденсатор подключён к источнику постоянного напряжения (см. рис. 302). В момент $t = 0$ переключатель K переводят из положения 1 в положение 2. Графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих колебания в контуре после этого. T — период колебаний. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени изображены на этих графиках.

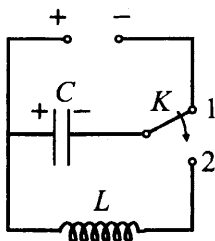


Рис. 302.

Графики	Физические величины
А) Б)	1) заряд левой обкладки конденсатора 2) сила тока в цепи 3) энергия магнитного поля катушки 4) мощность тока на конденсаторе

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

Ответ:

А	Б

19. Какое количество α -распадов и какое β -распадов претерпевает радиоактивный изотоп урана ${}^{238}_{92}\text{U}$, превращаясь в изотоп свинца ${}^{206}_{82}\text{Pb}$?

Число α -распадов	Число β -распадов

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

20. Определите длину волны излучения, фотоны которого обладают импульсом $2 \cdot 10^{-27}$ кг·м/с.

Ответ: _____ нм.

21. При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от длины волны падающего света фотоэлемент освещался через различные светофильтры. В первой серии опытов использовался зелёный светофильтр, а во второй — фиолетовый. В каждом опыте измеряли запирающее напряжение. Как изменялись кинетическая энергия фотоэлектронов и запирающее напряжение при переходе от первой серии опытов ко второй?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

Кинетическая энергия фотоэлектронов	Запирающее напряжение

22. С помощью штангенциркуля марки «Columbus» измерили внутренний раствор гаечного ключа (см. рис. 303). Запишите результат измерения с учётом того, что погрешность прямого измерения штангенциркуля равна цене деления шкалы нониуса.

Для справки: при измерении штангенциркулем целое число миллиметров отсчитывают по основной миллиметровой шкале до нулевого штриха нониуса, а десятые доли миллиметра — по шкале нониуса, начиная от нулевой отметки до той риски, которая совпадает с какой-либо риской миллиметровой шкалы.

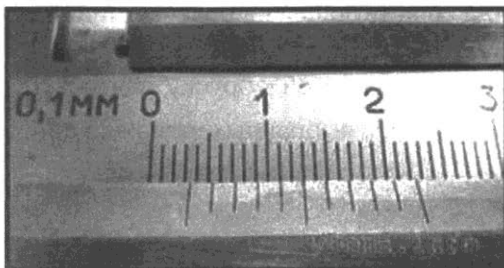


Рис. 303.

Ответ: (_____ $\pm$ _____) мм.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23. Брусок тянут по горизонтальной шероховатой поверхности, прикладывая к нему горизонтально направленную силу. Коэффициент трения бруска о поверхность равен 0,5. На графике (см. рис. 304) приведена найденная экспериментально зависимость модуля работы A силы сухого трения, действующей на брусок, от пройденного пути l .

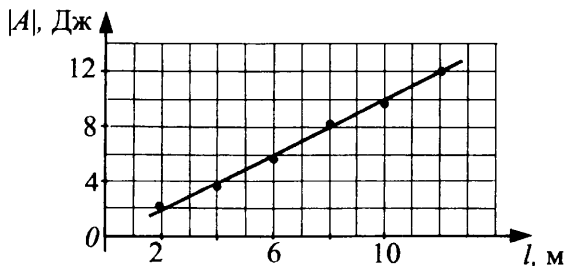


Рис. 304.

Используя этот график, из приведённого ниже списка выберите два верных утверждения.

- 1) Брусек движется равномерно.
- 2) Если увеличить массу бруска в 2 раза, он станет двигаться вдвое медленнее.
- 3) Масса бруска равна 0,2 кг.
- 4) Когда пройденный бруском путь станет равным 10 м, работа силы сухого трения, действующей на брусок, станет отрицательной и будет равна -10 Дж.
- 5) Модуль силы, приложенной к бруску, равен 2 Н.

В ответ запишите номера выбранных утверждений.

Ответ:

24. Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о параметрах ближайших звёзд по сравнению с Солнцем.

Параметр	Солнце	α Cen A	α Cen B	Proxima
Возраст, млн лет	4650	4850	4850	4850
Масса, $M_{\odot}$	1,000	1,100	0,907	0,123
Радиус, $R_{\odot}$	1,000	1,227	0,865	0,145
Светимость, $L_{\odot}$	1,000	1,519	0,500	0,000138
Температура, К	5770	5790	5260	3040
Водород	73,7	71,5	69,4	69,5
Гелий	24,5	25,8	27,7	27,8
Тяжёлые элементы	1,81	2,74	2,89	2,90

Указание: массы элементов даны в процентах по отношению к массе звезды.

Выберите два утверждения, которые соответствуют характеристикам звезд.

- 1) Звезда α Cen A содержит меньше гелия, чем α Cen B.
- 2) Наименьшую плотность среди ближайших звёзд к Солнцу имеет α Cen A.
- 3) Светимость звезды обратно пропорциональна её массе.
- 4) Температура на поверхности Солнца, α Cen A и α Cen B указывает на то, что они относятся к одному спектральному классу G.
- 5) Возраст звезды обратно пропорционален её массе.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Парашютист опускается вниз с постоянной скоростью. В некоторый момент времени у него из кармана выпадает брелок. Определите скорость парашютиста, если известно, что брелок упал на землю через 8 с, его скорость в момент падения на землю составила 88 м/с.

Ответ: _____ м/с.

26. В стакан с минеральной водой комнатной температуры (20°C) бросили кубики льда при температуре плавления (0°C). Во сколько раз масса воды в стакане должна быть больше массы кубиков льда, чтобы температура в стакане охладилась до 10°C ? Ответ округлите до целых. Тепловыми потерями пренебечь.

Ответ: в _____ раз(-а).

27. На алюминиевый проводник, расположенный между полюсами постоянного магнита перпендикулярно линиям индукции магнитного поля, действует сила Ампера, равная 7,2 Н. Определите площадь поперечного сечения проводника, если напряжение, приложенное к его концам, 8,4 В, модуль вектора индукции магнитного поля 12 мТл.

Ответ: _____ мм².

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов №1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ №2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. На pT -диаграмме (см. рис. 305) изображён процесс изменения состояния некоторого фиксированного количества идеального одноатомного

газа (ρ — плотность газа). Объясните, как изменяется давление газа при переходе из состояния 1 в состояние 2.

Ответ поясните, указав, какие явления и закономерности вы использовали.

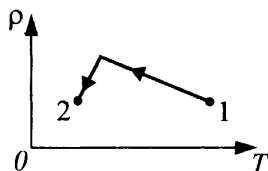


Рис. 305.

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Из двух точек, находящихся на горизонтальной поверхности на расстоянии 20 м друг от друга, одновременно брошены два тела: первое — вертикально вверх, второе — под углом 30° к горизонту (см. рис. 306). Чему будет равно расстояние между этими телами через секунду полёта, если их начальные скорости одинаковы по модулю и равны 10 м/с? Ответ округлите до десятых.

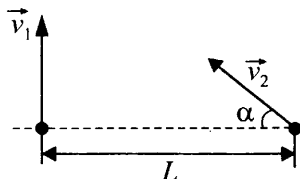


Рис. 306.

30. Одноатомный идеальный газ совершает замкнутый цикл, который изображён на pV -диаграмме (см. рис. 307). Масса газа постоянна. Определите КПД этого цикла. Ответ округлите до десятых.

31. Электрон влетает в магнитное поле со скоростью 900 км/с, перпендикулярной вектору индукции. На какой угол повернётся вектор скорости электрона к тому времени, когда он пройдёт путь 11,9 мкм, если модуль вектора индукции магнитного поля равен 0,015 Тл?

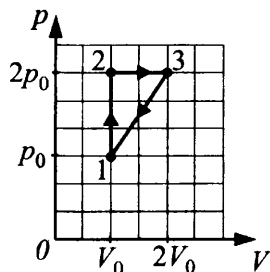


Рис. 307.

32. Фотокатод облучают светом, имеющим длину волны 220 нм. Определите красную границу фотоэффекта для вещества катода, если фототок между анодом и катодом прекращается при напряжении 1,36 В. Ответ округлите до целых.

Вариант № 26

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Тело движется по окружности равномерно. Радиус окружности 1 м. Найдите изменение вектора скорости при перемещении тела на угол 90° . Период обращения 3,14 с. Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____ м/с.

2. Автобус, масса которого 15 т, движется с ускорением $0,7 \text{ м/с}^2$. Чему равна сила тяги двигателя, если коэффициент сопротивления движению равен 0,03?

Ответ: _____ кН.

3. Тело массой 2 кг начинает свободно падать с высоты 5 м. Чему равна кинетическая энергия тела на высоте 2 м от земли?

Ответ: _____ Дж.

4. Матрос, стоящий на верхней палубе корабля, определил, что расстояние между следующими друг за другом гребнями волн равно 8 м. Кроме того, он подсчитал, что за 60 с мимо него прошло 23 волновых гребня. Какова скорость распространения волн? Корабль находился на стоянке. Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____ м/с.

5. Координата колеблющегося тела меняется так, как показано на графике рис. 308. Из приведённого ниже списка на основании анализа представленного графика выберите два верных утверждения и укажите их номера.

1) Период колебаний тела равен 1 с.

2) Координату тела в момент времени t можно найти по формуле

$$x = 0,1 \sin\left(\pi \cdot t + \frac{\pi}{4}\right).$$

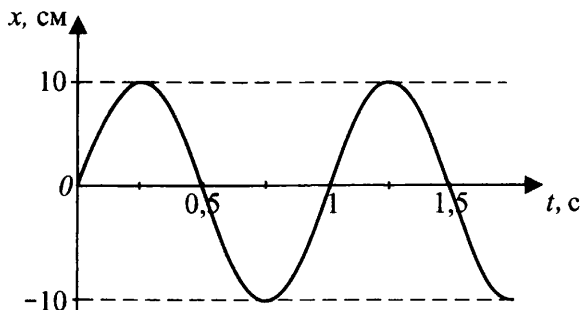


Рис. 308.

- 3) Тело совершает колебания с периодом 0,1 с.
 4) Координату тела в момент времени t можно найти по формуле $x = 10 \sin(2\pi \cdot t)$.
 5) Координату тела в момент времени t можно найти по формуле $x = 10 \cos\left(2\pi \cdot t + \frac{\pi}{4}\right)$.

Ответ:

--	--

6. К пружинным весам подвешено твёрдое тело массой m . Как изменятся показание весов и плотность тела, если весы с данным телом поднимать вертикально вверх с ускорением a ?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
 2) уменьшится
 3) не изменится

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

Показание весов	Плотность тела

7. Камень массой m бросают вертикально вверх с начальной скоростью v_0 . Какова потенциальная энергия камня на максимальной высоте и чему равна эта высота? Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

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

Физические величины	Формулы
А) потенциальная энергия $E_{\text{п}}$	1) $\frac{mv_0^2}{2} + \frac{mv^2}{2}$
Б) максимальная высота h	2) $\frac{v_0^2}{2g}$
	3) $\frac{v_0}{\sqrt{2}}$
	4) $\frac{mv_0^2}{2}$

Ответ:

А	Б

8. Найдите массу углекислого газа в баллоне вместимостью 40 л при температуре 288 К и давлении 4,9 МПа.

Ответ: _____ кг.

9. Какую работу совершит газ, расширяясь при постоянном давлении 304 кПа от объёма 3 л до объёма 18 л?

Ответ: _____ кДж.

10. Относительная влажность воздуха 65%, давление насыщенного пара в нём при некоторой температуре равно 3,4 кПа. Чему равно парциальное давление пара при этой же температуре?

Ответ: _____ кПа.

11. На рисунке 309 изображён циклический процесс, во время которого масса газа оставалась постоянной.

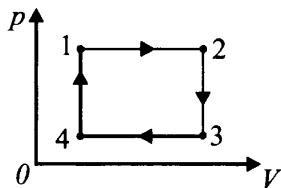


Рис. 309.

Выберите из приведённого ниже списка два утверждения, которые соответствуют рисунку.

- 1) В процессе $1 \rightarrow 2$ к газу тепло подводится.
- 2) В процессе $1 \rightarrow 2$ тепло выделяется.
- 3) В процессе $2 \rightarrow 3$ к газу тепло подводится.

- 4) В процессе $2 \rightarrow 3$ тепло выделяется.
 5) В процессе $3 \rightarrow 4$ к газу тепло подводится.

Ответ:

--	--

12. Легкоподвижный поршень вставили в цилиндр на максимальный объём. Воздух в цилиндре начинают сжимать. Как при этом меняются концентрация молекул и давление газа?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
 2) уменьшается
 3) не изменяется

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

Концентрация молекул	Давление газа

13. Электрон влетает в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции со скоростью v (см. рис. 310). Укажите, как направлена сила Лоренца (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*). Ответ запишите словом (словами).

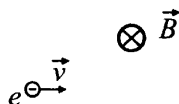


Рис. 310.

Ответ: _____.

14. Два одинаковых проводящих шарика малых размеров расположены в воздухе так, что расстояние между их центрами равно 60 см, а их заряды равны $4 \cdot 10^{-7}$ Кл и $0,8 \cdot 10^{-7}$ Кл. Шарики приводят в соприкосновение, а затем удаляют на прежнее расстояние. Определите силу их взаимодействия после соприкосновения. Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____ мН.

15. Заряд на пластинах конденсатора колебательного контура изменяется с течением времени по закону $q = 10^{-6} \cdot \cos(10^4 \pi \cdot t)$. Найдите период колебания заряда.

Ответ: _____ $\cdot 10^{-4}$ с.

16. На рисунке 311 показано, как менялось напряжение с течением времени.

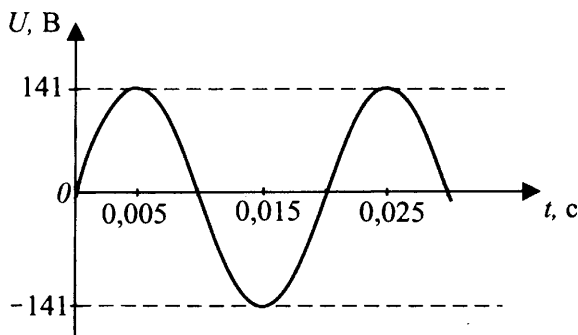


Рис. 311.

Из предложенного списка выберите два утверждения, соответствующих графику.

- 1) Частота переменного тока 100 Гц.
- 2) Частота переменного тока 50 Гц.
- 3) Действующее значение напряжения 100 В.
- 4) Действующее значение напряжения 141 В.
- 5) Действующее значение напряжения 198,8 В.

Ответ:

17. А) Как изменится сила взаимодействия между двумя точечными зарядами, если каждый заряд увеличится в четыре раза, а расстояние между зарядами уменьшить вдвое?
- Б) Как изменится сила взаимодействия между двумя точечными зарядами, если их поместить в керосин, не меняя расстояния между ними?

Для каждого случая определите соответствующий характер изменения:

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

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

Случай А	Случай Б

18. Установите соответствие между физическими величинами и приборами для их измерения.

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

Физические величины	Приборы
А) разность потенциалов	1) электроскоп
Б) работа электрического тока	2) электрометр
	3) ваттметр
	4) электрический счётчик

Ответ:

А	Б

19. Сколько протонов и сколько нуклонов содержится в ядре ${}_{11}^{23}\text{Na}$?

Число протонов	Число нуклонов

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

20. Длина волны, соответствующая красной границе фотоэффекта для натрия, составляет 530 нм. Определите работу выхода электронов из натрия.

Ответ: _____ эВ.

21. Установите соответствие между физическими открытиями и учёными, их совершившими.

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

Физические открытия	Учёные
А) открытие явления внешнего фотоэффекта	1) Столетов
Б) разработка теории фотоэффекта	2) Герц
	3) Эйнштейн
	4) Планк
	5) Лебедев

Ответ:

А	Б

22. Что показывает амперметр с учётом абсолютной погрешности (см. рис. 312)? Абсолютную погрешность принять равной половине цены деления прибора.

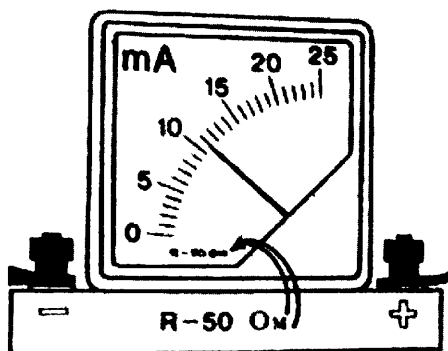


Рис. 312.

Ответ: (____ $\pm$ ____) мА.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23. Ученик построил изображение точки, лежащей на главной оптической оси собирающей линзы с фокусным расстоянием F (см. рис. 312). Точка находится на расстоянии $1,5F$ от линзы. Укажите номер правильного рисунка.

Ответ: _____.

24. Земля и Марс относятся к земной группе планет. Выберите два утверждения, которые соответствуют характеристикам этих планет.

- 1) Средняя температура поверхности Марса меньше, чем Земли.
- 2) Средняя температура поверхности Марса больше, чем Земли.
- 3) Период обращения Земли вокруг Солнца меньше, чем у Марса.
- 4) Земля и Марс имеют одинаковое число спутников.
- 5) Марс, в отличие от Земли, не имеет атмосферы.

Ответ:

--	--

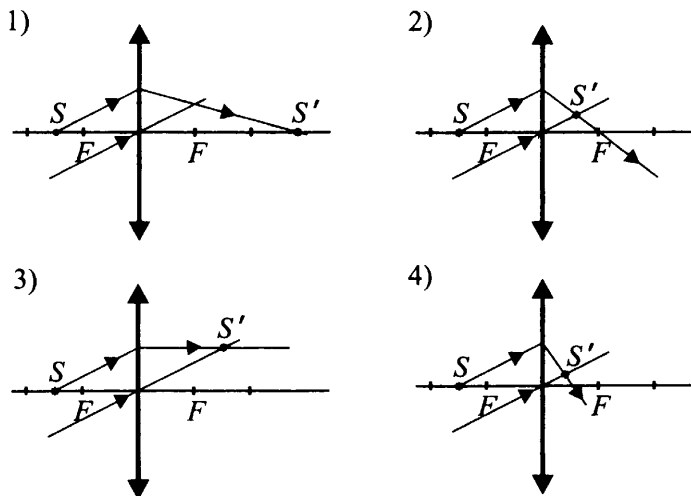


Рис. 313.

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Находившийся в закрытом баллоне газ нагрели от 300 К до 360 К, причём давление возросло на 0,81 кПа. Определите первоначальное давление. Расширением баллона пренебречь.

Ответ: _____ кПа.

26. Найдите среднюю квадратичную скорость молекул газа, имеющего плотность 1,8 кг/м³ при давлении 152 кПа.

Ответ: _____ м/с.

27. Прямой проводник с током 2 А находится в однородном магнитном поле с индукцией 10 Тл. Угол между направлением тока в проводнике и линиями индукции магнитного поля равен 30°. Определите активную длину проводника, если к нему приложена сила 2 Н.

Ответ: _____ м.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов №1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ №2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. Мальчика, едущего в поезде, по мобильному телефону спросили, с какой скоростью он едет. Через минуту он ответил. Как мальчик определил скорость?

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. С горки высотой 10 м, расположенной под углом 30° к горизонту, скатывается мальчик на санках. Какое расстояние проедут санки по горизонтальной поверхности после скатывания с горки, если коэффициент трения на всём пути 0,05?

30. Свинцовая пуля массой 10 г, летящая со скоростью 400 м/с, пробивает деревянный шар массой 1 кг, висящий на прочной нити, и вылетает из него со скоростью 300 м/с. Определите увеличение температуры пули после пробивания шара, если на её нагревание идёт 60% потери кинетической энергии системы «пуля—шар». Ответ выразите в кельвинах и округлите до десятых.

31. Электрон прошёл ускоряющую разность потенциалов 100 В и влетел в однородное электрическое поле напряжённостью $2 \cdot 10^3$ В/м в направлении силовых линий поля. Определите расстояние, которое электрон пролетел до остановки.

32. В колебательном контуре электроёмкость переменного конденсатора увеличили на 5 мкф. При этом частота электромагнитных колебаний в контуре изменилась в $\sqrt{2}$ раз. Определите первоначальную электроёмкость конденсатора.

Вариант № 27

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Из начала координат одновременно начинают движение две точки. Первая движется вдоль оси Ox со скоростью 3 м/с, а вторая — вдоль оси Oy со скоростью 4 м/с. С какой скоростью они будут удаляться друг от друга?

Ответ: _____ м/с.

2. Скорость тела изменяется по закону $V_x = 5 - 3t$ под действием силы 12 Н. Какова масса тела?

Ответ: _____ кг.

3. Точка финиша трассы горнолыжных соревнований находится на высоте 2 км над уровнем моря, а точка старта — на высоте 400 м над точкой финиша. Чему равна потенциальная энергия лыжника на старте относительно уровня моря? Масса лыжника 70 кг.

Ответ: _____ МДж.

4. Вес тела в воде в 3 раза меньше, чем в воздухе. Какова плотность тела?

Ответ: _____ $\cdot 10^3$ кг/м³.

5. Координата колеблющегося тела меняется так, как показано на графике (см. рис. 314). Из приведённого ниже списка выберите два верных утверждения на основании анализа представленного графика. Укажите их номера.

1) Тело совершает колебания с частотой 0,5 Гц.

2) Координату тела в момент времени t можно найти по формуле

$$x = 5 \sin\left(\pi \cdot t + \frac{\pi}{2}\right).$$

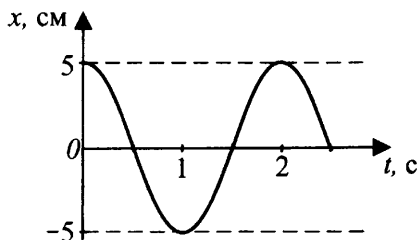


Рис. 314.

3) Тело совершает колебания с частотой 5 Гц.

4) Координату тела в момент времени t можно найти по формуле

$$x = 5 \sin\left(\frac{\pi}{2} \cdot t + \frac{\pi}{2}\right).$$

5) Координату тела в момент времени t можно найти по формуле

$$x = 5 \cos\left(2\pi \cdot t + \frac{\pi}{2}\right).$$

Ответ:

6. К пружинным весам подвешено твёрдое тело массой m . Как изменятся показания весов и плотность тела, если весы с данным телом опускать вертикально вниз с ускорением a ?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Показания весов	Плотность тела

7. Троллейбус массой $m = 20$ т трогается с места с ускорением $a = 1,2$ м/с². Найдите работу силы тяги на первых $S = 10$ м пути, если коэффициент сопротивления $\mu = 0,02$. Какую кинетическую энергию приобрёл троллейбус? Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

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

Физические величины	Формулы
А) работа силы тяги A_T	1) μmgS
Б) кинетическая энергия E_K	2) $m \cdot (a + \mu g)$
	3) $m \cdot (a + \mu g) \cdot S$
	4) $m \cdot a \cdot S$

Ответ:

А	Б

8. В баллоне, вместимость которого равна 25,6 л, находится 1,04 кг азота при давлении 3,55 МПа. Определите температуру газа. Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ К.

9. Какую работу совершат 6 кг воздуха, расширяясь при изобарическом нагреве от 5°C до 150°C? Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ кДж.

10. Определите относительную влажность воздуха при комнатной температуре, если парциальное давление пара при этой температуре равно 1167 Па, а давление насыщенного пара равно 2333 Па.

Ответ: _____ %.

11. Резиновый шарик заполнили гелием и отпустили. Из приведённого ниже списка на основании анализа этого процесса выберите два верных утверждения.

- 1) Концентрация молекул не изменится, так как масса газа остаётся постоянной.
- 2) Концентрация молекул при подъёме шара уменьшится, так как объём шара увеличится.
- 3) Давление газа на стенки шара по мере подъёма увеличивается.
- 4) Давление газа внутри шара по мере подъёма не изменяется.
- 5) Давление газа внутри шара по мере подъёма уменьшается.

Ответ:

--	--

12. Легкоподвижный поршень установлен в цилиндре, в котором находится некоторый газ. Цилиндр помещают в сосуд с горячей водой. Как при этом изменились концентрация молекул и давление газа?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

Концентрация молекул	Давление газа

13. Направление тока в соленоиде известно (см. рис. 315). Каким полюсом (*север, юг*) повернётся магнитная стрелка к соленоиду? Ответ запишите словом (словами).

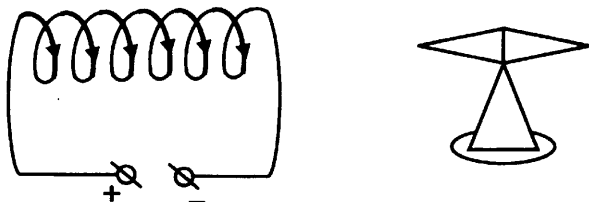


Рис. 315.

Ответ: _____.

14. Тонкая шёлковая нить выдерживает силу натяжения $9,8 \cdot 10^{-3}$ Н. Подвешенный на этой нити шарик массой 0,67 г имеет заряд $q_1 = 1,1 \cdot 10^{-9}$ Кл. Снизу в направлении линии подвеса на расстоянии 1,8 см к нему подносят шарик, имеющий заряд q_2 противоположного знака. При каком заряде q_2 нить может разорваться?

Ответ: _____ нКл.

15. В колебательном контуре с индуктивностью 0,4 Гн и ёмкостью 20 мкФ амплитудное значение силы тока равно 0,1 А. Каким будет напряжение на конденсаторе в момент, когда энергия электрического и магнитного полей будут равны? Колебания считать незатухающими.

Ответ: _____ В.

16. Магнитный поток, пронизывающий катушку, изменяется со временем, как показано на рисунке 316.

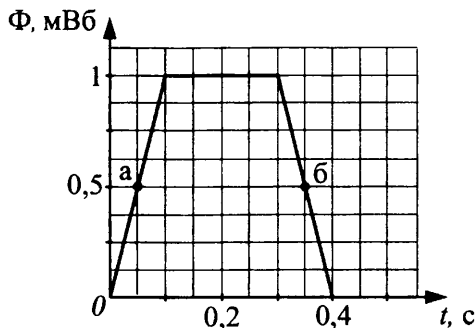


Рис. 316.

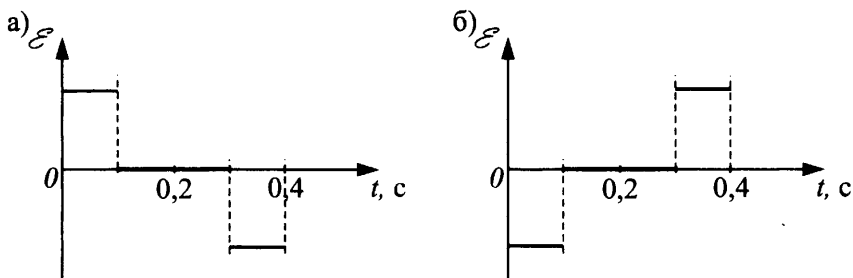


Рис. 317.

- 1) Изменение ЭДС индукции, наводимой в катушке, верно изображено на рисунке 317а.
- 2) ЭДС в точке а больше ЭДС в точке б.
- 3) ЭДС определить невозможно, так как всё время ЭДС меняется.
- 4) Изменение ЭДС индукции, проводимой в катушке, верно изображено на рисунке 317б.
- 5) ЭДС в точках а и б равны.

Ответ:

--	--

17. Плоский воздушный конденсатор после зарядки отключают от источника тока и погружают в керосин. Как изменятся энергия, накопленная в конденсаторе, и напряжение на его пластинах?

Для каждого случая определите соответствующий характер изменения:

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

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

Энергия	Напряжение

18. Установите соответствие между единицами измерения и физическими величинами.

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

Единицы измерения	Физические величины
А) $\frac{\text{В}}{\text{м}}$	1) электроёмкость
Б) $\frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}^3}$	2) напряжённость
	3) сила
	4) мощность

Ответ:

А	Б

19. Определите число нейтронов в изотопе ядра ${}_{92}^{235}\text{U}$.

Ответ: _____.

20. Определите максимальную кинетическую энергию электронов, вылетающих из калия, если на его поверхность падает излучение с длиной волны 345 нм. Работа выхода электронов из калия равна 2,26 эВ.

Ответ: _____ эВ.

21. Установите соответствие между физическими открытиями и учёными, их совершившими.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.

Открытия	Учёные
А) прототип вакуумного фотоэлемента	1) Эдисон
Б) опытные законы внешнего фотоэффекта	2) Столетов
	3) Лебедев
	4) Планк
	5) Эйнштейн

Ответ:

А	Б

22. Что показывает амперметр с учётом абсолютной погрешности (см. рис. 318)? Абсолютную погрешность принять равной половине цены деления прибора.

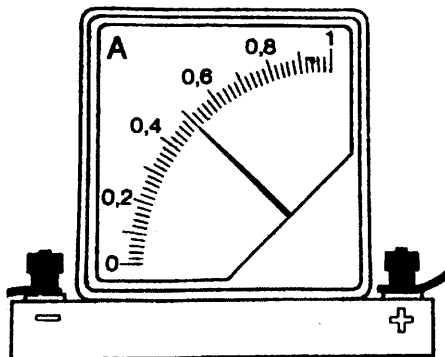


Рис. 318.

Ответ: (____ ± ____) А.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23. При изучении фотоэффекта увеличили интенсивность падающего монохроматического света. Что можно сказать об изменении максимальной скорости фотоэлектронов?

- 1) не изменится
- 2) возрастёт
- 3) уменьшится
- 4) фотоэлектроны не вылетят

Ответ: _____

24. Предположим, что диаметр Земли уменьшился в 2 раза. Установите соответствие между постановкой задачи и выводами.

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

Постановка задачи	Выводы
А) масса осталось прежней	1) сила, действующая на человека со стороны земли, станет в 4 раза больше
Б) масса уменьшилась в 2 раза	2) сила, действующая на человека со стороны земли, станет в 4 раза меньше
	3) сила, действующая на человека со стороны земли, станет в 2 раза больше
	4) сила, действующая на человека со стороны Земли, станет в 8 раз меньше

Ответ:

А	Б

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Газ, занимающий объём 12,32 л, охладил при постоянном давлении на 45 К, после чего его объём стал равен 10,52 л. Какова была первоначальная температура газа?

Ответ: _____ К.

26. В баллоне, вместимость которого равна 25,6 л, находится 1,04 кг азота (^{14}N) при давлении 3,55 МПа. Определите температуру газа. Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____ К.

27. Замкнутая электрическая цепь состоит из аккумулятора, внешней цепи сопротивлением R и амперметра. При сопротивлении $R_1 = 4,9$ Ом амперметр показывает силу тока 2 А, а при сопротивлении $R_2 = 9,9$ Ом — 1 А. Определите ЭДС аккумулятора.

Ответ: _____ В.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов №1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ №2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. Легкоподвижная тележка, на которой укреплён маятник, движется равномерно (см. рис. 319). Тележка наезжает на уклон. Куда отклонится маятник?

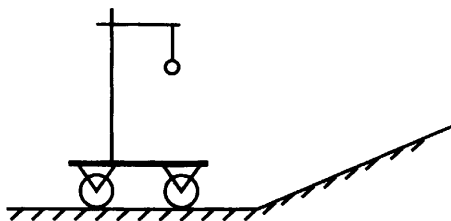


Рис. 319.

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Три одинаковых груза массами 2 кг каждый соединены нитью, перекинутой через блок так, как показано на рисунке 320. Масса груза 4 равна 5 кг. Определите ускорение системы грузов, если коэффициент трения грузов о плоскость 0,1, а плоскость составляет с горизонтом угол 30° . Нити невесомые, нерастяжимые.

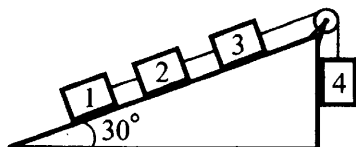


Рис. 320.

30. Газ в сосуде находится под давлением 300 кПа при температуре 227°С. Определите давление газа после того, как половина массы газа выпущена из сосуда, а температура понижена на 80°С.

31. Электрон прошёл ускоряющую разность потенциалов 100 В и влетел в однородное магнитное поле индукцией $5 \cdot 10^{-4}$ Тл перпендикулярно силовым линиям поля. Определите радиус траектории электрона в этом поле.

32. Катушка сопротивлением 2 кОм и вольтметр соединены так, как показано на рисунке 321. Вольтметр показывает 80 В. Когда катушку заменили на другую, вольтметр стал показывать 60 В. Найдите сопротивление второй катушки, если напряжение на клеммах равно 100 В.

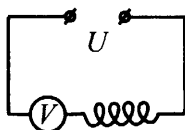


Рис. 321.

Вариант № 28

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Цирковая гимнастка массой 50 кг качается на качелях с длиной верёвок 5 м. С какой силой она давит на сиденье при прохождении положения равновесия со скоростью 6 м/с?

Ответ: _____ Н.

2. Из орудия вылетает снаряд со скоростью 700 м/с. Определите массу снаряда, если средняя сила давления пороховых газов равна $2,8 \cdot 10^6$ Н и снаряд двигался внутри ствола 0,003 с.

Ответ: _____ кг.

3. Пружину, жёсткость которой равна $1 \cdot 10^4$ Н/м, сжали с силой 400 Н. Вычислите потенциальную энергию, запасённую пружиной.

Ответ: _____ Дж.

4. Определите подъёмную силу аэростата, вмещающего 5000 м^3 гелия, если масса оболочки и gondoly со всеми приспособлениями равна 1000 кг. $\rho_{\text{гелий}} = 0,18 \text{ кг/м}^3$, $\rho_{\text{воздух}} = 1,29 \text{ кг/м}^3$.

Ответ: _____ кН.

5. Координата колеблющегося тела меняется так, как показано на графике (см. рис. 322). Из приведённого ниже списка выберите два верных утверждения на основании анализа представленного графика и укажите их номера.

1) Тело совершает колебания с угловой частотой 2π .

2) Координату тела в момент времени t можно найти по формуле $x = 4 \sin(4\pi \cdot t + \pi)$.

3) Тело совершает колебания с угловой частотой 4π .

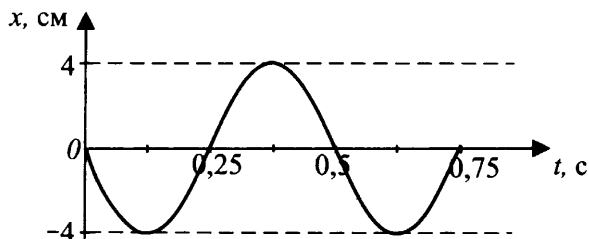


Рис. 322.

- 4) Координату тела в момент времени t можно найти по формуле $x = 4 \sin(2\pi \cdot t + \pi)$.
- 5) Координату тела в момент времени t можно найти по формуле $x = 4 \cos(\pi \cdot t + \pi)$.

Ответ:

6. К динамометру подцепили твёрдое тело. Как при этом изменились жёсткость пружины и её потенциальная энергия?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

Жёсткость пружины	Потенциальная энергия

7. Начальная скорость пули v_0 , её масса m , её кинетическая энергия высшей точки траектории E_k . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

Физические величины	Формулы
А) косинус угла вылета пули $\cos \alpha$	1) $\frac{\sqrt{2E_k}}{v_0 \cdot \sqrt{m}}$
Б) проекция скорости в высшей точке траектории v_x	2) $v_0 \cdot \sin \alpha$
	3) $v_0 \cdot \cos \alpha$
	4) $\sqrt{\frac{2E_k}{2}}$

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

Ответ:

А	Б

8. Находившийся в закрытом баллоне газ нагрели от 300 К до 360 К, причём давление возросло на 0,81 МПа. Определите первоначальное давление. Расширением баллона пренебечь.

Ответ: _____ МПа.

9. Температуры нагревателя и холодильника у идеального двигателя соответственно равны 427°C и 27°C. Какую работу совершает двигатель за один цикл, если он получает от нагревателя в течение цикла количество теплоты равное 7000 Дж?

Ответ: _____ кДж.

10. Определите КПД нагревателя, расходующего 80 г керосина на нагревание 3 л воды на 90 К. Удельная теплота сгорания керосина $4,3 \cdot 10^7$ Дж/кг.

Ответ: _____ %.

11. Легкоподвижный поршень вставлен в цилиндр на максимальный объём. Газ начинают медленно сжимать. Из приведённого ниже списка на основании опытных данных выберите два верных утверждения.

- 1) Масса газа увеличивается.
- 2) Масса газа не изменяется.
- 3) Внутренняя энергия газа увеличивается.
- 4) Внутренняя энергия газа уменьшается.
- 5) Внутренняя энергия газа остаётся неизменной.

Ответ:

--	--

12. В цилиндре находится воздух. Поршень располагается в средней части цилиндра. Делается попытка вынуть поршень из цилиндра. Как при этом меняются концентрация молекул и давление газа?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Концентрация молекул	Давление газа

13. Прямой проводник, по которому проходит ток, находится в однородном магнитном поле (см. рис. 323). Куда направлена относительно плоскости рисунка (*вверх, вниз, вправо, влево, от наблюдателя, к наблюдателю*) сила Ампера? Ответ дайте словом (словами).

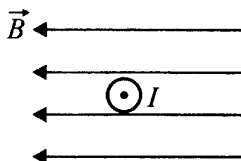


Рис. 323.

Ответ: _____.

14. Ёмкость батареи конденсаторов (см. рис. 324) равна $5,8 \text{ мкФ}$. Какова ёмкость первого конденсатора C_1 , если $C_2 = 1 \text{ мкФ}$, $C_3 = 4 \text{ мкФ}$?

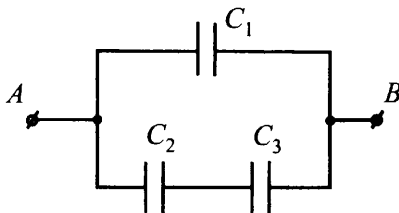


Рис. 324.

Ответ: _____ мкФ.

15. Пучок параллельных лучей падает под углом 50° к горизонтальной зеркальной поверхности. Под каким углом к плоскости следует расположить второе плоское зеркало, чтобы после отражения от него пучок шёл вертикально вверх?

Ответ: _____ $^\circ$.

16. Исследуя электрическую цепь переменного тока, состоящую из амперметра, конденсатора и других элементов цепи, соединённых последовательно, ученик на экране осциллографа увидел картину, изображённую

на рисунке 325. Известно, что осциллограмма переменного тока — синусоида. Установите соответствие между видами тока и утверждениями.

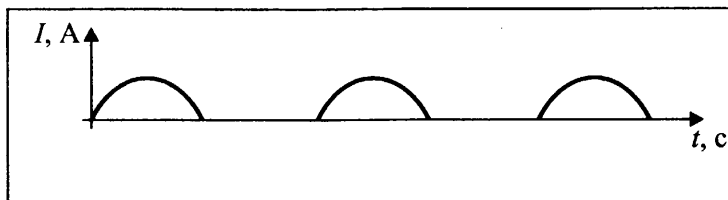


Рис. 325.

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

Вид тока	Утверждения
А) постоянный	1) Если эту же цепь подключить к источнику постоянного тока, то ученик увидит на экране прямую линию.
Б) переменный	2) Если эту же цепь подключить к источнику постоянного тока, то ученик увидит на экране светящуюся точку.
	3) Искажение осциллограммы произошло из-за плохих контактов, которые прерывали ток.
	4) Искажение осциллограммы произошло из-за того, что в цепи был включён резистор с очень большим сопротивлением.
	5) Искажение осциллограммы произошло из-за того, что в цепи был включён полупроводниковый диод.

Ответ:

А	Б

17. На рисунке 326 изображена электрическая схема. Какие изменения произойдут в показаниях измерительных приборов, если ключ K перевести из положения 1 в положение 2?

Для каждого случая определите соответствующий характер изменения:

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

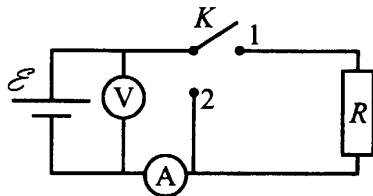


Рис. 326.

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

Напряжение	Сила тока

18. Установите соответствие между единицами измерения физических величин и формулами, по которым эти величины можно рассчитать.

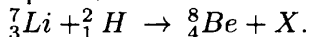
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Единицы измерения	Формулы
А) $\text{Вт} \cdot \text{с}$	1) $U = I \cdot R$
Б) $\frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}^3}$	2) $P = U \cdot I$
	3) $Q = I^2 \cdot R \cdot t$
	4) $F = B \cdot I \cdot l$

Ответ:

А	Б

19. Укажите недостающее обозначение (*нейтрон, протон, электрон, альфа-частица*) ядерной реакции:



Ответ запишите словом (словами).

Ответ: _____.

20. Какой должна быть длина волны излучения, падающего на стронций, чтобы при фотоэффекте максимальная кинетическая энергия электронов равнялась $1,8 \cdot 10^{-19}$ Дж? Красная граница фотоэффекта для стронция равна 550 нм.

Ответ: _____ нм.

21. Установите соответствие между физическими открытиями и учёными, их совершившими.

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

Физические открытия	Учёные
А) измерение давления света	1) Максвелл
Б) основные свойства электромагнитных волн	2) Столетов
	3) Лебедев
	4) Планк
	5) Тесла

Ответ:

А	Б

22. Что показывает амперметр с учётом абсолютной погрешности (см. рис. 327)? Абсолютную погрешность принять равной половине цены деления прибора.

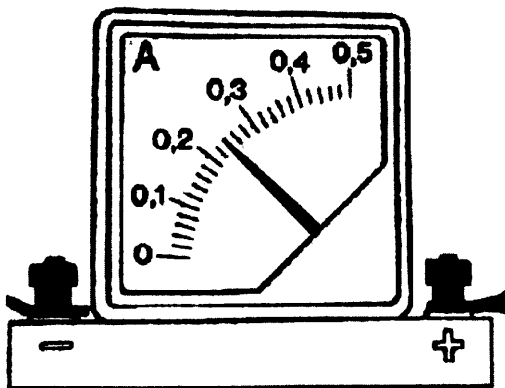


Рис. 327.

Ответ: (_____ $\pm$ _____) А.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23. Протон и α -частица влетели в камеру Вильсона с одинаковой скоростью перпендикулярно вектору магнитной индукции. По каким признакам исследователь может сказать, где трек протона, а где — α -частицы?

- 1) По радиусу трека. Радиус траектории движения протона больше радиуса траектории движения α -частицы.
- 2) Протон «свернёт» влево, а α -частица — вправо.
- 3) По толщине трека. У α -частицы толщина трека больше.
- 4) Трудно предсказать, так как не указано направление вектора магнитной индукции.

Ответ: _____

24. В астрофизике с помощью спектрального анализа у звёзд можно определить ...

Выберите два верных утверждения и укажите их номера.

- 1) химический состав
- 2) температуру
- 3) массу
- 4) плотность
- 5) плотность газовых облаков

Ответ:

--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Сосуд вместимостью 12 л, содержащий газ при давлении 0,4 МПа, соединяют с другим сосудом, из которого полностью откачан воздух. Найдите конечное значение давления. Процесс изотермический. Вместимость второго сосуда 3 л.

Ответ: _____ МПа.

26. Автомобиль потребляет 10 л бензина на 100 км пути при скорости 108 км/ч. Определите КПД двигателя, если его мощность равна 50 кВт. Удельная теплота сгорания бензина $4,6 \cdot 10^7$ Дж/кг, плотность бензина $\rho = 700$ кг/м³.

Ответ: _____ %.

27. Два параллельных бесконечно длинных провода с токами $I_1 = I_2 = 20$ А, текущими в одном направлении, находятся на расстоянии 1 м. Определите силу взаимодействия проводов на единицу их длины. Постоянная магнитной проницаемости $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м, $\mu = 1$.

Ответ: _____ мкН/м.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов №1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ №2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. Может ли человек принимать радиоволны?

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Два шара массами 0,3 кг и 0,2 кг находятся на двух нитях, подвешенных в одной точке. Большой шар отклонили на угол 60° и отпустили. На какой максимальный угол отклонятся от вертикали оба шара, если соударение шаров абсолютно неупругое?

30. Кусок свинца массой 2 кг нагрели, сообщив ему 110 кДж теплоты. Свинец расплавился на 50% своей массы. Какова была начальная температура свинца? Температура плавления свинца 600 К.

31. Электрический заряд $5 \cdot 10^{-8}$ Кл в некоторой точке создаёт потенциал электрического поля 500 В. В эту точку поместили второй заряд $10 \cdot 10^{-8}$ Кл. Какую работу нужно совершить, чтобы переместить второй заряд ближе к первому на 10 см?

32. На дифракционную решётку, имеющую 200 штрихов на 1 мм, падает нормально монохроматический свет с длиной волны $5,5 \cdot 10^{-7}$ м. Сколько всего дифракционных максимумов можно увидеть на экране?

Вариант № 29

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Первую четверть пути поезд прошёл со скоростью 60 км/ч. Средняя скорость на всём пути оказалась равной 40 км/ч. С какой скоростью поезд двигался на оставшейся части пути?

Ответ: _____ км/ч.

2. График скорости движения автомобиля массой 1,2 т на некотором участке пути показан на рисунке 328. Определите силу тяги автомобиля, если сила сопротивления движению равна 300 Н.

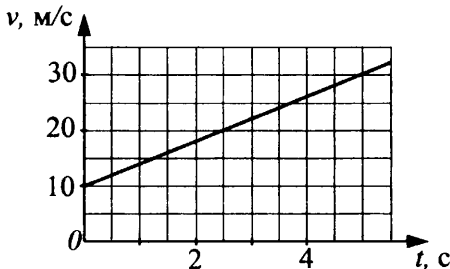


Рис. 328.

Ответ: _____ кН.

3. Автомобиль массой 4 т движется со скоростью 36 км/ч. Какой путь прошёл автомобиль до полной остановки, если коэффициент трения колёс о дорогу равен 0,3? Движение считать равнозамедленным.

Ответ: _____ м.

4. Какова глубина моря, если эхолот зафиксировал отражённый звук от дна моря через 1 с? Скорость звука в воде 1480 м/с.

Ответ: _____ м.

5. По экспериментальным данным построен график зависимости координаты колебания от времени на рис. 329. Из приведённого ниже списка на основании анализа представленного графика выберите два верных утверждения и укажите их номера.

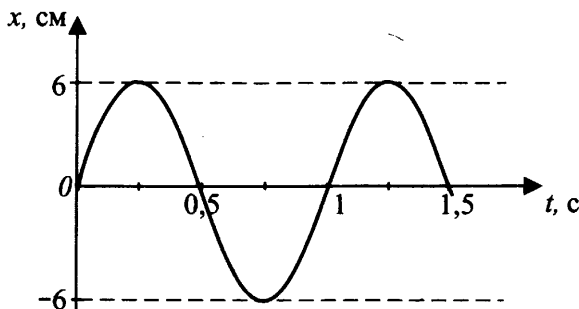


Рис. 329.

- 1) В момент времени, равный 10 периодам колебаний, тело находится в точке с координатой $x = 6$ см.
- 2) Координату тела в момент времени t можно найти по формуле $x = 6 \sin(\pi \cdot t)$.
- 3) В момент времени, равный 10 периодам колебаний, тело находится в точке с координатой $x = 0$ см.
- 4) Координату тела в момент времени t можно найти по формуле $x = 6 \cos(2\pi \cdot t)$.
- 5) Координату тела в момент времени t можно найти по формуле $x = 6 \sin(2\pi \cdot t)$.

Ответ:

6. Пружинный маятник совершает вертикальные колебания. Как изменятся частота колебаний и жёсткость пружины, если увеличить вес груза?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Частота колебаний	Жёсткость пружины

7. С какой начальной скоростью v_0 нужно бросить мяч с высоты h , чтобы он подпрыгнул на высоту H ($H > h$)? Считать удар о поверхность абсолютно упругим. Сколько секунд мяч будет падать обратно? Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

Физические величины	Формулы
А) начальная скорость v_0	1) $\sqrt{2g(H - h)}$
Б) время падения t	2) $\sqrt{2gH}$
	3) $\sqrt{\frac{2H}{g}}$
	4) $\sqrt{2g(H + h)}$

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

Ответ:

А	Б

8. Газ, занимающий объём 12,32 л, охладили при постоянном давлении на 45 К, после чего его объём стал равен 10,52 л. Какова была первоначальная температура газа?

Ответ: _____ К.

9. В цилиндре под поршнем находится 2 кг воздуха ($M = 0,029$ кг/моль) при 20°C под давлением 1 МПа. Чему равна работа при изобарном нагревании воздуха до 100°C?

Ответ: _____ кДж.

10. В подвальном помещении относительная влажность воздуха 70%, а парциальное давление водяных паров 2100 Па. Чему равно давление насыщенных паров при той же температуре?

Ответ: _____ кПа.

11. В цилиндре с некоторым газом находится легкоподвижный поршень. Цилиндр помещают в сосуд с горячей водой. Из приведённого ниже списка на основании анализа этого процесса выберите два верных утверждения.

- 1) В сосуде будет происходить изохорный процесс.
- 2) Концентрация молекул в этом процессе увеличивается.
- 3) Концентрация молекул в этом процессе уменьшается.

- 4) В сосуде будет происходить изобарный процесс.
 5) Концентрация молекул в этом процессе остаётся постоянной.

Ответ:

--	--

12. Легкоподвижный поршень установлен в средней части цилиндра. Объём газа в цилиндре увеличивается сначала медленно, а затем резким движением. Установите соответствие между характером изменения состояния газа в цилиндре и названием процесса изменения состояния газа.

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

Характер изменения состояния газа	Название процесса
А) медленное расширение газа Б) быстрое расширение газа	1) изотермический 2) адиабатный 3) изохорический 4) изобарный

Ответ:

А	Б

13. Электрон влетает в однородное магнитное поле. В камере Вильсона была получена кривая, изображённая на рисунке 330. Укажите направление линий магнитной индукции (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) в плоскости фотографии. Ответ запишите словом (словами).

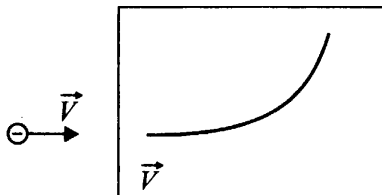


Рис. 330.

Ответ: _____.

14. На рис. 331 изображена электрическая схема. Номиналы сопротивления ламп указаны в омах. Что показывает амперметр?

Ответ: _____ А.

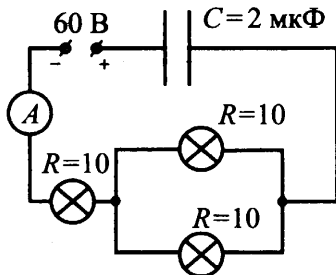


Рис. 331.

15. Предмет высотой 15 см помещён на расстоянии $1,5F$ от линзы. Определите, какой высоты получится на экране изображение предмета, если оно перпендикулярно к главной оптической оси.

Ответ: _____ м.

16. В каком из четырёх резисторов (см. рис. 332) при протекании тока выделится большее количество теплоты и по какому участку цепи протекает больший ток?

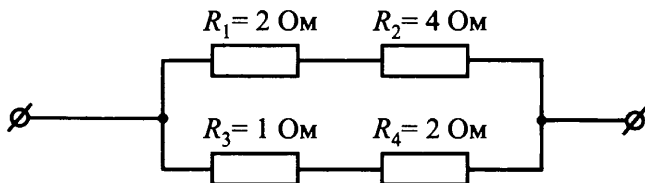


Рис. 332.

Из предложенного перечня выберите два утверждения, соответствующих экспериментальным наблюдениям.

- 1) Большее количество теплоты выделится в резисторах R_1 и R_4 .
- 2) Большее количество теплоты выделится в резисторе R_4 .
- 3) Большее количество теплоты выделится в резисторе R_2 .
- 4) Ток в верхнем и нижнем участках цепи протекает одинаковый.
- 5) Наибольший ток протекает через сопротивления R_3 , R_4 , то есть по нижнему участку цепи.

Ответ: ☐ ☐

17. На рисунке 333 изображена электрическая схема. Какие изменения произойдут при замкнутой цепи в показаниях измерительных приборов, если лампочка L_1 перегорит? Внутреннее сопротивление тока не учитывать. Лампы одинаковые.

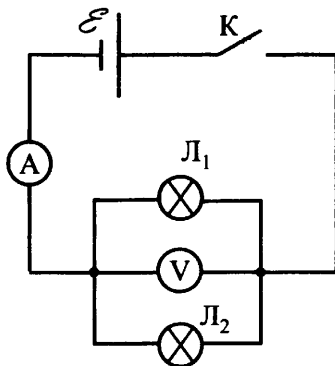


Рис. 333.

Для каждого случая определите соответствующий характер изменения:

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

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

Напряжение	Сила тока

18. Установите соответствие между единицами измерения и физическими величинами.

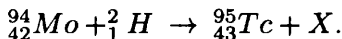
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Единицы измерения	Физические величины
А) $\frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{А} \cdot \text{с}^3}$	1) магнитная индукция
Б) $\frac{\text{кг}}{\text{А} \cdot \text{с}^2}$	2) плотность тока
	3) напряжённость
	4) ЭДС самоиндукции

Ответ:

А	Б

19. Радиоактивный изотоп технеция $^{95}_{43}\text{Tc}$, не обнаруженный в природе, был получен искусственно в результате реакции



Какая частица (*нейтрон, протон, электрон, альфа-частица*) выбирается? Ответ запишите словом (словами).

Ответ: _____.

20. Чему равна энергия фотона, имеющего в вакууме длину волны 0,72 мкм?

Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____ эВ.

21. Какие две из представленных ниже формул записаны неверно?

1) $E = A + \frac{mv^2}{2}$

2) $\frac{mv^2}{2} = e \cdot U_3$

3) $E = \frac{h}{\lambda}$

4) $E = \frac{h \cdot c}{\lambda}$

5) $m = \frac{h \cdot \nu}{c}$

Ответ:

--	--

22. Что показывает вольтметр с учётом абсолютной погрешности (см. рис. 334)? Принять абсолютную погрешность равной половине цены деления шкалы прибора.

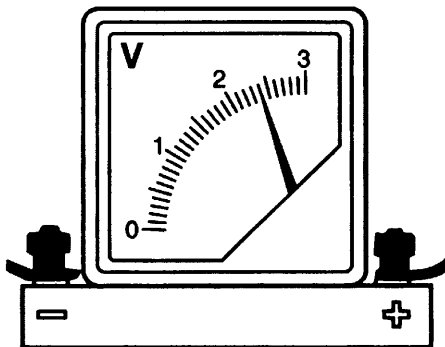


Рис. 334.

Ответ: (_____ ± _____) В.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23. Человек рассматривает два предмета. Первый находится вблизи глаза, второй — на значительном расстоянии. В каком случае оптическая сила хрусталика глаза больше?

- 1) одинаково в обоих случаях
- 2) в первом
- 3) во втором
- 4) оптическая сила зависит от освещённости

Ответ: _____

24. Выберите два верных утверждения и укажите их номера.

- 1) Южный магнитный полюс Земли находится в Антарктиде.
- 2) Химический элемент гелий сначала нашли на Земле, а потом на Солнце.
- 3) Закаты на Земле и на Луне имеют оранжево-красный оттенок.
- 4) Звёзды на Луне видны днём и ночью.
- 5) Ближайшую к Солнцу точку орбиты называют перигелием.

Ответ:

--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Найдите объём, который занимают 12 г азота при давлении 3,04 МПа и температуре 0°C.

Ответ: _____ см³.

26. На сколько градусов Цельсия нагреется при штамповке кусок стали массой 1,5 кг от удара молота массой 400 кг, если скорость молота в момент удара равна 7 м/с? Считать, что на нагревание стали затрачивается 60% энергии молота.

Ответ: _____ °.

27. Прямой проводник длиной 1 м движется в однородном магнитном поле со скоростью 20 м/с перпендикулярно линиям индукции. Определите

величину индукции магнитного поля, если ЭДС индукции, возникающая в проводнике, 2 В.

Ответ: _____ Тл.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов №1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ №2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. В телепередаче «Один день на МКС» космонавты, чтобы показать, что там невесомость, сами плавали и все предметы у них повисали в воздухе. Из этих наблюдений вам вопрос: «Можно ли "невесомым" молотком забить гвоздь в доску?». Дайте пояснения.

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Тело бросили вертикально вверх с начальной скоростью 20 м/с. Определите промежуток времени между последовательными положениями тела на высоте 5 м.

30. Автомобиль потребляет 10 л бензина на 100 км пути при скорости 108 км/ч. Определите КПД двигателя, если его мощность равна 50 кВт. Удельная теплота сгорания бензина $4,6 \cdot 10^7$ Дж/кг, плотность бензина $\rho = 700$ кг/м³.

31. Два одинаковых маленьких шарика, находясь на расстоянии 50 см, отталкиваются друг от друга с силой 80 мкН. Когда их привели в соприкосновение и отвели на прежнее расстояние, сила отталкивания возросла на 90 мкН. Определите заряд шариков до их соприкосновения. Ответ выразите в нКл и округлите до целых.

32. В лежащей на столе стеклянной пластинке толщиной 2 см просверлено вертикальное отверстие, в которое вставлен стержень длиной 2,4 см.

Пучок света отбрасывает от стержня на поверхность стекла тень длиной 0,3 см. Определите длину тени от стержня на поверхности стола. Показатель преломления стекла равен $n = 1,5$.

Вариант № 30

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Уравнение движения тела имеет вид $x = 2t + 0,5t^2$. Найдите, с каким ускорением двигалось тело.

Ответ: _____ м/с².

2. График скорости движения бруска массой 200 г по столу представлен на рисунке 335. Определите коэффициент трения бруска о стол, если динамометр показал силу тока 0,8 Н.

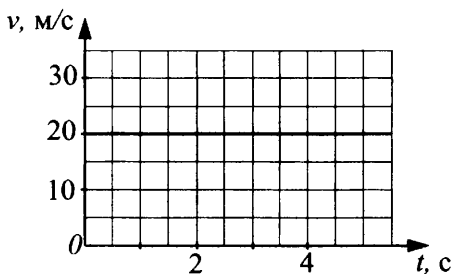


Рис. 335.

Ответ: _____.

3. В цистерне поливочной автомашины массой 4 т находится 5 м³ воды. Чему равен импульс машины, когда она движется со скоростью 18 км/ч?

Ответ: _____ кг·м/с.

4. Малый поршень гидропресса за один ход опускается на 0,2 м, а большой поршень при этом поднимается на 1 см. С какой силой действует пресс на зажатое в нём тело, если на малый поршень действует сила 500 Н?

Ответ: _____ кН.

5. На рис. 336 изображён график зависимости проекции скорости тела массой m от времени (t). На основании графика выберите два верных утверждения из приведённого ниже списка для момента времени t . Укажите их номера.

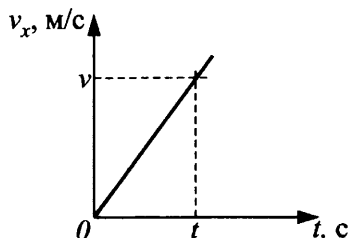


Рис. 336.

- 1) Движущаяся сила вычисляется по формуле $F = m \cdot v \cdot t$.
- 2) Работу силы можно найти по формуле $A = \frac{m \cdot v}{2t}$.
- 3) Движущаяся сила вычисляется по формуле $F = \frac{mv}{t}$.
- 4) Работу силы можно найти по формуле $A = \frac{m \cdot v^2}{2}$.
- 5) Работу силы можно найти по формуле $A = \frac{m \cdot v^2}{2t^2}$.

Ответ:

6. Теплоход из Чёрного моря перешёл в Азовское море. Как изменились при этом осадка теплохода и выталкивающая сила?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

Осадка теплохода	Выталкивающая сила

7. При вертикальном подъёме тела массой m на высоту h совершена работа A . С каким ускорением двигалось тело? Сколько по времени длился подъём тела? Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

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

Физические величины	Формулы
А) ускорение тела a	1) $\sqrt{\frac{2mh^2}{A - mgh}}$
Б) время подъёма t	2) $\frac{A}{h \cdot m} - g$
	3) $\sqrt{2gH}$
	4) $A \cdot h \cdot m - g$

Ответ:

А	Б

8. Сосуд вместимостью 12 л, содержащий газ при давлении 0,4 МПа, соединяют с другим сосудом, из которого откачан воздух. Найдите конечное значение давления. Процесс изотермический. Вместимость второго сосуда равна 3,0 л.

Ответ: _____ МПа.

9. Газ, находящийся в теплоизолированном цилиндре с подвижным поршнем, получает от нагревателя количество теплоты, равное 200 Дж. Поршень при этом, преодолевая сопротивление 800 Н, переместился на 10 см. Насколько изменилась внутренняя энергия газа?

Ответ: на _____ Дж.

10. Сколько керосина необходимо сжечь, чтобы 50 л воды нагреть от 20°C до кипения? КПД нагревателя равен 35%. Удельная теплота сгорания керосина $4,3 \cdot 10^7$ Дж/кг.

Ответ: _____ кг.

11. Поршень вставили в цилиндр на наибольший объём и закрепили. Цилиндр поместили в сосуд с горячей водой. Из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения, характеризующих этот процесс.

- 1) В сосуде будет происходить изохорный процесс.
- 2) Концентрация молекул в этом процессе увеличивается.
- 3) Концентрация молекул в этом процессе уменьшается.
- 4) В сосуде будет происходить изобарный процесс.
- 5) Концентрация молекул в этом процессе остаётся постоянной.

Ответ:

--	--

12. С некоторой массой идеального газа был проведён циклический процесс, изображённый на рисунке 337. Укажите, как менялся объём газа при переходе из $1 \rightarrow 2$ и $4 \rightarrow 1$.

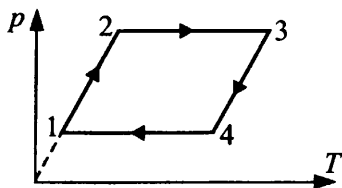


Рис. 337.

Для каждого случая определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого процесса. Цифры в ответе могут повторяться.

Процесс $1 \rightarrow 2$	Процесс $4 \rightarrow 1$

13. Прямой проводник с током находится в однородном магнитном поле (см. рис. 338). Как направлены линии магнитной индукции по отношению к проводнику (*влево, вправо, вверх, вниз, от наблюдателя, к наблюдателю*)? Ответ запишите словом (словами).

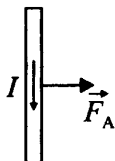


Рис. 338.

Ответ: _____.

14. Определите мощность кипятильника, который за 5 минут нагревает 210 г воды от 14°C до температуры кипения. Потерю энергии не учитывать.

Ответ: _____ Вт.

15. Человек приближается к зеркалу со скоростью 1 м/с. Насколько сокращается расстояние между ним и его изображением за 3 с?

Ответ: на _____ м.

16. В квартире горят три лампочки мощностью 45 Вт, 75 Вт и 110 Вт. Напряжение и время горения одинаковые. Выберите два верных утверждения.

- 1) Наибольшее количество теплоты выделяет лампочка мощностью 45 Вт.
- 2) Наибольшее количество теплоты выделяет лампочка мощностью 110 Вт.
- 3) Каждая лампочка выделяет одинаковое количество теплоты, так как время горения и напряжение одинаковое.
- 4) Электрическое сопротивление лампочки мощностью 110 Вт наибольшее.
- 5) Электрическое сопротивление лампочки мощностью 45 Вт больше, чем у других ламп.

Ответ:

17. На рисунке 339 дана электрическая схема. Какие изменения произойдут при замкнутой цепи в показаниях амперметров, если лампочка L_2 перегорит? Лампы одинаковые, внутреннее сопротивление источника тока не учитывать.

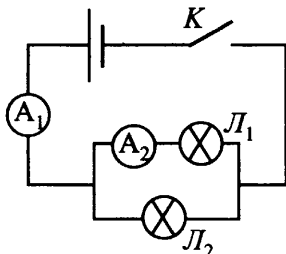


Рис. 339.

Для каждой физической величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Ток, текущий через амперметр A_1	Ток, текущий через амперметр A_2

18. Электрические разряды вызывают свечение среды. Установите соответствие между типами разряда и видами свечения.

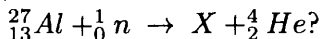
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Типы разряда	Виды свечения
А) самостоятельный разряд	1) разряд молнии
Б) несамостоятельный разряд	2) свечение ламп накаливания
	3) токи в газах
	4) свечение гнилушек

Ответ:

А	Б

19. Определите количество нуклонов в полученном ядре химического элемента в результате реакции



Ответ: _____.

20. Найдите массу фотона красных лучей света, длина волн которых 700 нм.

Ответ: _____ · 10⁻³⁶ кг.

21. Установите соответствие между размерностями в системе СИ и формулами, по которым их можно рассчитать (h — постоянная Планка, c — скорость света в вакууме, m — масса фотона, A — работа выхода, ν — частота фотона).

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

Размерности	Формулы
А) кг·м ² /с ²	1) $h \cdot \nu$
Б) кг·м/с	2) mc
	3) $A + \frac{mv}{2}$
	4) $\frac{mc^2}{2}$

Ответ:

А	Б

22. Что показывает амперметр (см. рис. 340) с учётом абсолютной погрешности? Абсолютную погрешность принять равной половине цены деления прибора.

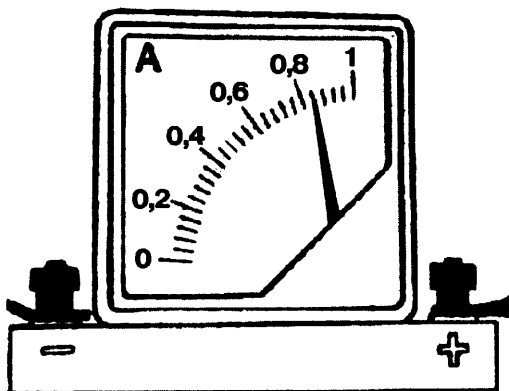


Рис. 340.

Ответ: (_____ $\pm$ _____) А.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23. 28 сентября 2015 года в Таганроге наблюдали полное лунное затмение. Что увидел бы космонавт, если бы он от Луны смотрел в сторону Земли?

- 1) Тёмное пятно на фоне Солнца
- 2) Тёмное пятно со световым ореолом
- 3) Не увидел бы ничего
- 4) Полностью тёмное пятно

Ответ: _____

24. Ниже приведён отчёт ученика на самостоятельную работу по теме «Система Земля–Луна». Выберите два верных утверждения и укажите их номера.

- 1) Химический и спектральный анализ лунного грунта показал, что химический состав этих небесных тел одинаков.
- 2) Закон Архимеда выполняется на Земле и не выполняется на Луне, т.к. там безвоздушное пространство.
- 3) Скорость распространения звука на Луне и Земле одинакова и равна 330 м/с.

- 4) Луна с Земли может быть рассмотрена со всех сторон.
5) В отличие от Земли, на Луне отсутствует магнитное поле.

Ответ:

--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Найдите массу углекислого газа (CO_2) в баллоне вместимостью 40 л при температуре 288 К и давлении 4,9 МПа.

Ответ: _____ кг.

26. С какой высоты должен упасть кусочек олова, чтобы при ударе о землю он нагрелся до 373 К? Считать, что на нагревание олова идёт 40% работы силы тяжести, а его начальная температура равна 273 К.

Ответ: _____ м.

27. Определите индуктивность соленоида, если при равномерном изменении силы тока в нём от 5 А до 10 А за 0,1 с в катушке возникает ЭДС самоиндукции 20 В.

Ответ: _____ Гн.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов №1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ №2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. Иногда дают такое определение веса тела: «Вес тела — это сила, с которой данное тело притягивается к Земле». Правильно ли такое определение? Объясните.

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Камень бросили в горизонтальном направлении. Через 3 с его скорость оказалась направленной под углом 30° к горизонту. Определите начальную скорость камня. Сопротивлением воздуха пренебречь.

30. Найдите плотность водорода при температуре 15°C и давлении 730 мм рт. ст.

31. Частица массой 2 мг, несущая заряд $2 \cdot 10^{-12}$ Кл, влетает со скоростью $5 \cdot 10^4$ м/с в плоский конденсатор площадью пластин 400 см^2 параллельно одной из его сторон. Определите скорость частицы при вылете из конденсатора. Ответ выразите в км/с и округлите до десятых.

32. В результате фотоэффекта фотон с длиной волны $4 \cdot 10^{-7}$ м выбивает из пластины цезия фотоэлектрон, который вылетает в направлении силовых линий однородного электрического поля напряжённостью $2 \cdot 10^3$ В/м. Определите расстояние, которое пролетит электрон до остановки, если работа выхода электрона равна 1,89 эВ.

Ответы к заданиям части 1

№ вар.	Номер задания												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	12	150	40	800	14	13	32	32	40	10	12	12	вправо
2	6	4	10	11424	23	13	32	82	20	76	13	31	влево
3	-1	5	1	112,5	12	12	13	273	50	24,93	12	22	влево
4	2	10	0,2	112,5	35	32	23	0	80	900	34	12	вниз
5	0,17	1,4	2	1	34	21	13	208	800	39	14	31	вправо
6	62,8	-1	10	68	24	33	24	15	2	33	43	22	влево
7	15	0,5	0,06	100	15	22	13	22	2	13	35	33	вниз
8	20	280	7	8	24	32	34	100	20	2,1	15	21	влево
9	63	10	29	-2,5	24	12	23	327	7,5	80	15	14	вверх
10	9	7	1500	10	13	21	23	64	9	75	13	23	5
11	2	1	2,4	0,2	35	12	23	1	30	65	14	22	0
12	10	1	30	2,8	14	13	31	1,56	40	0,36	34	42	вниз
13	1,2	нет	0,5	80	34	11	14	20	300	100	34	23	вверх
14	720	2	2,5	0,8	35	13	13	127	480	2	35	24	вниз
15	8-10, 20-24	5	2	5	45	33	24	160,45	600	100	35	24	вниз
16	3	5	250	1,5	34	11	42	62,5	400	59	24	12	вверх
17	1,57	100	2	0,94	24	11	21	22,5	250	2,33	15	23	влево
18	2,75	50	3	7,6	35	32	24	140	7	1840	25	22	вправо

№ вар.	Номер задания											
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1	67,5	0,6	25	21	13	5928	1,98	13	210,5	24	14	
2	1,75	9,8	23	12	13	2831	3	13	420,5	13	23	
3	4	1,5	25	22	23	10	4	24	1,80,05	15	14	
4	10	225	12	22	13	11	3	24	140,25	13	25	
5	2,5	0,1	45	31	14	2260	3,9	13	260,5	13	13	
6	0,9	3	12	31	34	88138	12,5	41	261	12	24	
7	3	15,7	14	21	13	2	1,4	31	3,20,1.	2	23	
8	12,6	2	12	22	42	2,2	4	23	0,25	5	35	
9	1,5	100	34	23	23	126	87	43	0,300,02	3	45	
10	5	90	35	32	34	87,5	0,25	11	1502	2,0	23	
11	9	5	13	21	31	1,6	3	14	26010	2	14	
12	8	0	15	21	31	26	5	22	60,5	1	24	
13	2,04	4	35	12	21	5	857	24	17,50,5	24	23	
14	135	да	35	23	23	3	4,6	14	755	35	24	
15	4	70	23	21	23	торий	693	33	87,52,5	15	24	
16	1,33	2	24	22	13	Альфа-частица	3,5	12	552,5	24	23	
17	4	4	23	13	13	Th	0,25	22	905	15	24	
18	75	1	15	11	14	4256	108	31	30,5	4	24	

№ вар.	Номер задания												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
19	6,4	7,5	4,8	60	14	21	24	1,7	1,75	250	23	31	вправо
20	6	5	0,6	50	34	22	34	300	247,5	800	25	22	вверх
21	60	8	10	5	25	33	42	83,1	62,5	80	34	13	от наблюдателя
22	2,25	3200	1	81	15	31	23	75	35	50	14	22	к наблюдателю
23	0	1,5	1,2	100	25	31	34	100	20	60	34	11	вверх
24	80	20	2	32	14	21	14	1,5	2500	100	25	13	вниз
25	-2	0,3	4,6	30	45	11	43	0,09	2,25	60	24	32	вниз
26	2,8	15	60	3,1	14	13	42	3,6	4,56	2,21	14	11	вниз
27	5	4	1,68	1,5	12	23	34	294	249	50	25	23	юг
28	860	12	8	45,5	23	31	13	4,05	4	33	25	22	вниз
29	36	5,1	16,7	740	35	23	13	308	45,8	3	34	12	к наблюдателю
30	1	0,4	45000	10	34	13	21	0,32	120	1,1	15	32	от наблюдателя

№ вар.	Номер задания											
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
19	12	30	12	12	12	88138	15	32	230,25	3	12	
20	60	0,7	15	13	23	87	39,6	15	7,20,1	3	23	
21	8	2	24	22	23	22286	1,89	24	190,5	23	35	
22	500	60	13	11	23	3034	5	14	1252,5	25	35	
23	51,84	4	24	12	14	23090	2	23	7,50,3	35	25	
24	10	5	35	13	23	2411	1,5	43	14,350,05	15	14	
25	120	10	24	11	13	86	330	11	3,50,1	34	24	
26	1,4	2	23	12	24	1123	2,33	23	110,5	1	13	
27	101	10	45	22	24	143	1,32	22	0,50,01	1	13	
28	5	110	15	21	32	нейтрон	367	31	0,240,01	3	12	
29	0	0,3	25	32	31	нейтрон	1,7	35	2,40,05	2	45	
30	250	6	25	23	13	24	3,14	12	0,850,025	2	15	

Ответы к заданиям части 2

№	25	26	27	29	30	31	32
1	45	111	0,21	40 м/с	120л холодной и 120л горячей	увеличилась в 1,7 раза	$1,5 \cdot 10^{-16}$ с
2	45	5	82	77 м/с	270 л	увеличилась в 3,5 раза	$6,7 \cdot 10^{15}$ Гц
3	1,5	8,31	10	27 см	75%	2 нКл	53°
4	0,3	2,5	20	6°	25 кДж	15 см	22,5 см
5	36	40	8,3	139 м	10 кг	72 мДж	$5,9 \cdot 10^{-25}$ кг·м/с
6	96	400	4	2 удара	28 кВг	16 кДж	11 мДж
7	7,3	3	970	3	8,3 %	0,86 А	14,6 МэВ
8	1,4	10	1	0,67 м/с	2,25	36 Ом	12 МэВ
9	0,4	677	6	2,2 м/с	275 Дж	125 мДж	60 см
10	200	1	19	4,3 кДж	10,1 кг	1,7 В	$2,9 \cdot 10^{21}$
11	2	1	0,4	6 м/с	98,6 кПа	18,7 Н	1 м/с
12	50	12	25	8 Н	8,2 л	1,5	62°
13	0,2	1,57	2,4	$n \cdot g_3$	6 кДж	0,5 м	$9,4 \cdot 10^{18}$
14	2	1,57	5	37,5 см	1,41 кг	$\frac{17}{29} u_0 \cdot C$	$0,99 \cdot 10^{-6}$ м
15	12,2	0,36	3	$mg(3 - 2 \cos \alpha)$	19944 Дж	7,8 нКл	3,3 см
16	100	0,75	1,1	0,293R	$\frac{3\nu R \Delta T}{2(1 - \eta)}$	20 мВ	45°
17	42	2,53	1,77	12370 Н	$1,37 \cdot 10^3$ Па	$\frac{\varepsilon \varepsilon_0 \rho \mathcal{E}}{[\varepsilon \varepsilon_0 \rho + rC]d}$	$\frac{2h}{\sqrt{n^2 - 1}}$
18	5	1,12	20	6,25 см	5,5 кДж	350 В	1,7 В

№	25	26	27	29	30	31	32
19	2,2	810	5,3	6,7 см	2,8 кДж	1,32	1 мкм
20	27,2	37,5	6,8	2,5 м	6500 кДж	38,6 мин	18 см ²
21	1,43	180	0,04	60°	5,2 МПа	$3 \cdot 10^6$ м/с	10 см
22	5,7	25	2	0,7 м/с ²	10 кДж	10 кВ/м	2,5 эВ
23	0,6	1,5	1,8	1 м/с ²	15 кДж	1 мм	2
24	37	0	2	58,5 м	32,5 кДж	11,9 мкм	1,36 В
25	8	9	2	12,4 м	7,7%	2°	290 нм
26	4,05	503	0,2	182,6 м	22,8 К	5 см	5 мкФ
27	308	294,4	10	1,35 м/с ²	126 кПа	6,7 см	5,3 кОм
28	0,32	51,8	80	34,9°	273 К	6,25 мкДж	19
29	320	8,52	0,1	3,5 с	51,8%	19 нКл, 120 нКл	1,1 см
30	3,6	5750	0,4	51,9 м/с	0,081 кг/м ³	34,6 км/с	0,6 мм

Ответы на задания 28

Вариант 1

1—2 получает, 2—3 отдаёт.

Вариант 2

1—2 получает, 2—3 получает.

Вариант 3

1 — положительный заряд, 2 и 3 — отрицательный заряд. Наибольший удельный заряд у первой частицы, наименьший — у второй.

Вариант 4

2 и 3 — положительный заряд, 1 — отрицательный заряд. Наибольший удельный заряд у первой частицы, наименьший — у второй.

Вариант 5

Переменный ток в катушке создаёт переменное магнитное поле. Это поле возбуждает в кольце электрический ток, магнитное поле которого направлено противоположно магнитному полю катушки. Кольцо отталкивается от катушки и парит на такой высоте, на которой его сила отталкивания уравнивает силу тяжести. Когда ток включают, резкий скачок тока в катушке возбуждает в кольце большой ток и соответственно большее магнитное поле. Из-за взаимодействия полей кольца подпрыгивает.

Вариант 6

Температура и масса первого газа больше температуры и массы второго, при одинаковых массах температура первого больше температуры второго или при одинаковых температурах масса первого газа больше массы второго.

Вариант 7

При пересечении рамкой границы области поля со скоростью V изменяющийся магнитный поток создаёт ЭДС индукции $E_{\text{инд}} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = VBb$. Сила тока

в это время $I = \frac{E_{\text{инд}}}{R} = \frac{VBb}{R}$. При этом возникает тормозящая сила Ампера

$F_A = IBb = V\frac{(Bb)^2}{R}$, поэтому рамка движется равнозамедленно. Ток течёт в рамке только во время изменения магнитного потока, т.е. при входе в пространство между полюсами и при выходе. Поэтому при движении рамки в области, где её контур находится полностью в магнитном поле, движение рамки равномерное.

Вариант 8

Линейно расти (или уменьшаться) со временем.

Вариант 9

При замыкании ключа сопротивление цепи уменьшится, сила тока (показания амперметра) увеличится. Напряжение (показания вольтметра) уменьшится.

Вариант 10

Вода и водяной пар находятся в закрытом сосуде длительное время, поэтому водяной пар является насыщенным. При вдвигании поршня происходит изотермическое сжатие пара, давление и плотность насыщенного пара в этом процессе не меняются. Следовательно, будет происходить конденсация жидкости. Значит, масса жидкости в сосуде будет увеличиваться.

Вариант 11

1. Во время перемещения катушки индуктивности вверх и снятия её с сердечника показания амперметра будут оставаться неизменными, а гальванометр будет регистрировать ток в цепи второй катушки.

2. При медленном перемещении катушки вверх её индуктивность будет уменьшаться, что вызовет уменьшение потока вектора магнитной индукции через железный сердечник и небольшую ЭДС индукции $\mathcal{E}_{\text{инд}}$ в цепи этой катушки, $\mathcal{E}_{\text{инд}} \ll \mathcal{E}$, которой можно пренебречь.

3. Сила тока через амперметр не изменится, поскольку в соответствии с законом Ома для замкнутой цепи она определяется выражением $I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$, где R — сопротивление подключённой части реостата. Уменьшение потока вектора магнитной индукции через поперечное сечение сердечника вызывает изменение потока вектора индукции магнитного поля в проволочном мотке, соединённом с гальванометром. В соответствии с законом индукции Фарадея $\mathcal{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$, что вызывает ток через гальванометр.

Вариант 12

Газ получает положительное количество теплоты в процессах 1–2 и 2–3.

Вариант 13

При встряхивании трубки водяной столбик движется от одного конца трубки к другому. Давление насыщенных паров слева и справа от столбика воды зависит от температуры, но не зависит от объёма. Поэтому давление пара слева и справа одинаково и уравнивает друг друга. Движение столбика воды, если не учитывать трение о стенки, становится свободным.

Вариант 14

Поднесём к центру экрана работающего телевизора магнит так, чтобы плоскость магнита была горизонтальна. Изображение при этом сместится вверх или вниз. Это связано с действием постоянного магнитного поля магнита на электронный луч, идущий на зрителя. Магнитное поле отклоняет движущиеся электроны, и поэтому изображение смещается. Направление действия магнитного поля на заряд определяется по правилу левой руки. Линии магнитной индукции идут от северного полюса к южному полюсу магнита. Пальцы левой руки должны быть направлены на экран, т.к. в кинескопе электроны летят на нас. По направлению смещения изображения определяем, какой полюс поднесён к экрану.

Вариант 15

При резком ударе давление в мешке резко возрастает, а по закону Паскаля оно распространяется по всем направлениям.

Вариант 16

Двигаясь по ровной дороге, мы затрачиваем мускульную силу в основном на преодоление трения и сопротивление воздуха. На подъёме же приходится преодолевать не только эти силы, но и часть собственного веса.

Вариант 17

Капли воды на листьях могут работать как собирающие линзы и обжечь растения.

Вариант 18

В этом случае раковина действует как резонатор. Шум, который мы слышим внутри раковины, представляет собой усиленные окружающие звуки.

Вариант 19

Голосовые связки в гортани упруго вибрируют в потоке воздуха. У гелия плотность меньше, чем у воздуха, следовательно, он меньше нагружает связки, и они колеблются с большей частотой, вследствие чего голос меняется.

Вариант 20

В результате отражения на границе сред и прохождения через толщу воды отражённые от предмета лучи всегда теряют часть энергии. Интенсивность лучей, попадающих в глаз наблюдателя, уменьшается. Следовательно, изображение предмета в воде получается менее ярким, чем сам предмет.

Вариант 21

В ветреную погоду поверхность воды колеблется, следовательно, угол падения лучей на её поверхность постоянно меняется. Изменяется и угол преломления, и угол отражения от предмета, находящегося в воде. Таким образом, изображение этого предмета для наблюдателя колеблется.

Вариант 22

Глубина погружения ломтика лимона в лифте останется прежней.

Вариант 23

Глубина погружения ломтика лимона в лифте останется прежней.

Вариант 24

Давление газа увеличивается.

Вариант 25

Давление газа уменьшается.

Вариант 26

С помощью секундомера по километровым столбикам.

Вариант 27

Маятник отклонится вперёд.

Вариант 28

Да. Может не только принимать, но и излучать. Человек излучает и принимает инфракрасные лучи. Инфракрасные лучи — это электромагнитные волны. Следовательно, они являются «родней» радиоволнам.

Вариант 29

Можно.

Вариант 30

Нет.

Монастырский Лев Михайлович, **Богатин** Александр Соломонович,
Атаманченко Анатолий Кузьмич, **Безуглова** Галина Сергеевна,
Игнатова Юлия Александровна, **Матюшкина** Любовь Васильевна,
Россинская Светлана Александровна, **Якунина** Ольга Борисовна

ФИЗИКА. ПОДГОТОВКА К ЕГЭ-2018.
30 тренировочных вариантов по демоверсии 2018 года

Под редакцией *Л. М. Монастырского*

Налоговая льгота: издание соответствует коду 95 3000 ОК 005-93 (ОКП)

Обложка *Н. Раевская*
Компьютерная верстка *Г. Безуглова*
Корректор *Н. Пимонова*

Подписано в печать с оригинал-макета 18.10.2017.
Формат 60х84¹/₁₆. Бумага типографская.
Гарнитура Таймс. Печать офсетная. Усл. печ. л. 24,18.
Тираж 10000 экз. Заказ № 40858.

ООО «ЛЕГИОН»
Для писем: 344000, г. Ростов-на-Дону, а/я 550.
Адрес редакции: 344082, г. Ростов-на-Дону, ул. Согласия, 7.
www.legionr.ru e-mail: legionrus@legionrus.com

Отпечатано в соответствии с качеством предоставленных издательством
электронных носителей в АО «Саратовский полиграфкомбинат».
410004, г. Саратов, ул. Чернышевского, 59. www.sarpk.ru