

Тренировочная работа №1 по ФИЗИКЕ

11 класс

ЕГЭ 2026 года

Вариант 03

Выполнена: ФИО _____ класс _____

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения тренировочной работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из двух частей, включающих в себя 26 заданий.

В заданиях 1–4, 7, 8, 11–13 и 16 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

Ответом к заданиям 5, 6, 9, 10, 14, 15, 17, 18 и 20 является последовательность цифр. В заданиях 5, 9, 14 и 18 предполагается два или три верных ответа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы без пробелов, запятых и других дополнительных символов.

Ответом к заданию 19 являются два числа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы.

Ответ к заданиям 21–26 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. На чистом листе укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все записи выполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой или капиллярной 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!

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

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	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношения между различными единицами

температура	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$
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

воды	1000 кг/м^3	подсолнечного масла	900 кг/м^3
древесины (сосна)	400 кг/м^3	алюминия	2700 кг/м^3
керосина	800 кг/м^3	железа	7800 кг/м^3
		ртути	$13\,600 \text{ кг/м}^3$

Удельная теплоёмкость

воды	$4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	$2,1 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	460 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		

Удельная теплота

парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6$ Дж/кг
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4$ Дж/кг
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг

Нормальные условия: давление – 10^5 Па, температура – 0 °С

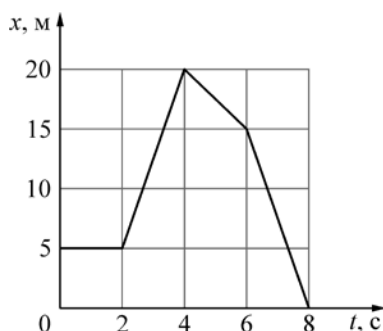
Молярная масса

азота	$28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	гелия	$4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
аргона	$40 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	кислорода	$32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
водорода	$2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	лития	$6 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воздуха	$29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	неона	$20 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воды	$18 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль

Часть 1

Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

- 1 На рисунке представлен график зависимости координаты x велосипедиста, движущегося вдоль оси OX , от времени t . Определите проекцию скорости V_x велосипедиста в течение промежутка времени от 4 с до 6 с. Ответ запишите с учётом знака проекции.



Ответ: _____ м/с.

- 2 Две пружины прикреплены концами к стене. Эти пружины сжимают, прикладывая к их свободным концам направленные вдоль осей пружин одинаковые силы F . Жёсткость первой пружины в 1,2 раза меньше жёсткости второй пружины. В равновесном состоянии вторая пружина сжата на 1,5 см. На сколько сжата первая пружина при её равновесии?

Ответ: _____ см.

- 3 Из неподвижной пушки массой 250 кг, стоящей на горизонтальной площадке, произведён выстрел. Снаряд массой 1,5 кг вылетел из ствола пушки горизонтально со скоростью 180 м/с относительно площадки. Какую скорость относительно площадки приобрела пушка?

Ответ: _____ м/с.

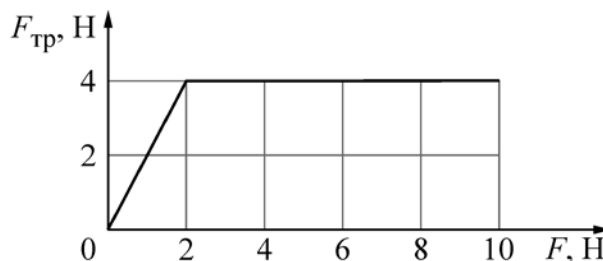
- 4 Частота свободных гармонических колебаний первого математического маятника равна 0,8 Гц. Чему равна частота свободных гармонических колебаний второго математического маятника, у которого длина нити в 4 раза меньше, а масса груза в 4 раза больше, чем у первого?

Ответ: _____ Гц.

5

При изучении свойств силы сухого трения был получен график зависимости модуля силы трения $F_{\text{тр}}$, действующей на находящееся на горизонтальном столе тело массой 0,5 кг, от модуля горизонтальной силы F , приложенной к этому телу (см. рисунок).

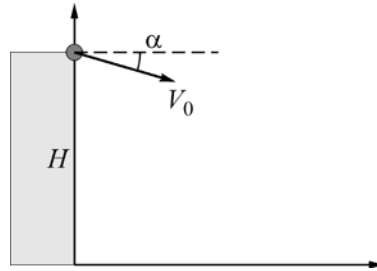
Выберите *все* утверждения, которые верно отражают результаты этого опыта. В ответе запишите их номера.



- 1) Модуль максимальной силы трения покоя, действующей на тело, равен 4 Н.
- 2) В течение первых двух секунд тело двигалось равномерно, а затем равноускоренно.
- 3) Если модуль силы F , действующей на тело, больше 4 Н, тело покоится.
- 4) Коэффициент трения тела о стол равен 0,8.
- 5) Когда модуль силы F , действующей на тело, равен 6 Н, тело движется с ускорением 8 м/с^2 .

Ответ: _____.

6 Мячик брошен с высоты H над горизонтальной поверхностью с начальной скоростью V_0 под углом α к горизонту так, как показано на рисунке (угол отсчитывается от горизонтали в направлении по часовой стрелке). Как изменятся время полёта и ускорение мячика в течение полёта, если увеличить угол α , а остальные параметры оставить без изменения? Сопротивлением воздуха пренебречь.



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

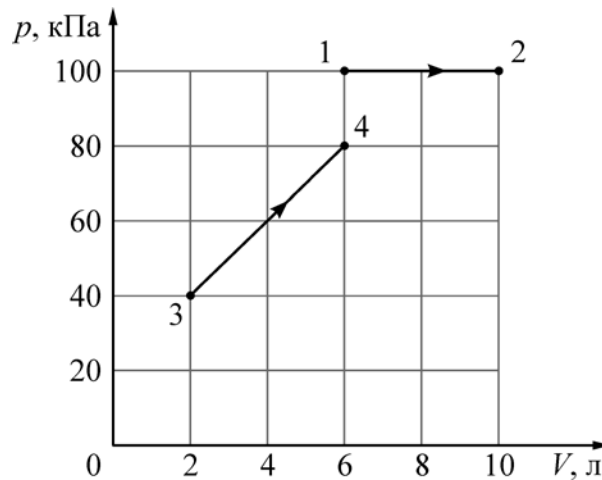
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Время полёта мячика	Ускорение мячика в течение полёта

7 Неизменное количество идеального газа находится в сосуде под тяжёлым поршнем. Нагрузив поршень, давление газа увеличили в 2,5 раза при постоянной температуре. Чему равно отношение концентраций газа в конечном и начальном состоянии n_2/n_1 ?

Ответ: _____.

8 На рисунке показаны зависимости давления p гелия от его объёма V для двух процессов: 1–2 и 3–4. Чему равно отношение A_{34}/A_{12} работы гелия в процессе 3–4 к работе гелия в процессе 1–2?



Ответ: _____.

9 Объём сосуда, содержащего 1 моль водорода, увеличили вдвое и добавили в сосуд 1,5 моля гелия. Температуру в сосуде поддерживали постоянной. Выберите из предложенного перечня *все* утверждения, которые верно отражают результаты этого опыта. В ответе запишите их номера.

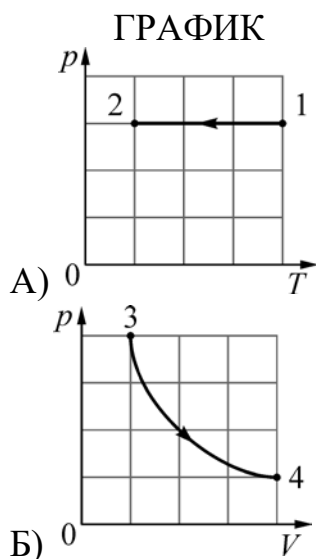
- 1) Концентрации водорода и гелия в сосуде в конце опыта одинаковы.
- 2) Внутренняя энергия водорода уменьшилась.
- 3) Плотность газа в сосуде увеличилась.
- 4) Давление в сосуде увеличилось.
- 5) Парциальное давление водорода уменьшилось.

Ответ: _____.

10

На рисунках приведены графики А) и Б) двух различных процессов: 1–2 и 3–4, происходящих с 1 молем гелия. Графики построены в координатах p – T и p – V , где p – давление, V – объём и T – абсолютная температура газа. Установите соответствие между графиками и утверждениями, характеризующими изображённые на графиках процессы.

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



УТВЕРЖДЕНИЕ

- 1) Над газом совершают работу, при этом его внутренняя энергия уменьшается.
- 2) Над газом совершают работу, при этом газ получает положительное количество теплоты.
- 3) Газ получает положительное количество теплоты и совершает работу.
- 4) Газ получает положительное количество теплоты, при этом его внутренняя энергия увеличивается.

Ответ: _____.

11

Модуль силы электростатического взаимодействия между двумя точечными заряженными телами был равен 8 мН. Расстояние между ними уменьшили в 3 раза, а заряд одного из тел уменьшили в 2 раза. Определите величину силы кулоновского взаимодействия тел в этом случае.

Ответ: _____ мН.

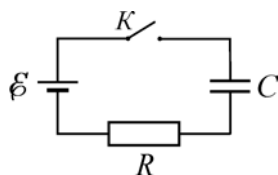
12 При поступательном движении прямолинейного проводника в постоянном однородном магнитном поле с индукцией B_1 между концами проводника возникает разность потенциалов U . При движении этого проводника в той же плоскости и в том же направлении с такой же скоростью в однородном магнитном поле с индукцией B_2 разность потенциалов между концами проводника уменьшилась в 2,5 раза. Чему равно отношение B_1/B_2 ?

Ответ: _____.

13 Луч света падает на плоское зеркало. Угол между падающим и отражённым лучами равен 45° . Чему равен угол между отражённым лучом и зеркалом?

Ответ: _____ $^\circ$.

14 Незаряженный конденсатор подключён к батарейке последовательно с резистором сопротивлением $R = 40$ Ом (см. рисунок). В момент времени $t = 0$ ключ K замыкают. Результаты измерений силы тока I в цепи в зависимости от времени t представлены в таблице.



$t, \text{с}$	0	1	2	3	4	5	6
$I, \text{мА}$	150	55	20	7,5	2,5	1	0,5

Внутренним сопротивлением батарейки, сопротивлением проводов и ключа можно пренебречь.

Выберите *все* верные утверждения о процессах, наблюдаемых в опыте. В ответе запишите их номера.

- 1) Напряжение на резисторе в процессе наблюдения уменьшается.
- 2) Через 5 с после замыкания ключа напряжение на конденсаторе было меньше, чем через 2 с после замыкания ключа.
- 3) ЭДС источника тока равна 15 В.
- 4) Заряд конденсатора в процессе наблюдения увеличивался.
- 5) В момент времени $t = 3$ с напряжение на конденсаторе равно 5,7 В.

Ответ: _____.

- 15** По цилиндрической проволоке течёт электрический ток. Как изменятся при уменьшении длины проволоки в 9 раз и увеличении силы тока в 3 раза следующие величины: тепловая мощность, выделяющаяся в проволоке, и её электрическое сопротивление?

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.

Тепловая мощность, выделяющаяся в проволоке	Электрическое сопротивление проволоки

- 16** Ядро бора может захватить альфа-частицу, в результате чего происходит ядерная реакция ${}^4_2\text{He} + {}^{11}_5\text{B} \rightarrow {}^A_Z\text{X} + {}^1_0\text{n}$ с образованием ядра химического элемента ${}^A_Z\text{X}$. Чему равно массовое число образовавшегося ядра?

Ответ: _____.

- 17** При исследовании зависимости максимальной кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света фотоэлемент освещали через светофильтры. В первой серии опытов использовали светофильтр, пропускающий только синий свет, а во второй – только зелёный. В каждом опыте наблюдали явление фотоэффекта и измеряли запирающее напряжение. Как изменятся частота световой волны и модуль запирающего напряжения при переходе от первой серии опытов ко второй?

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.

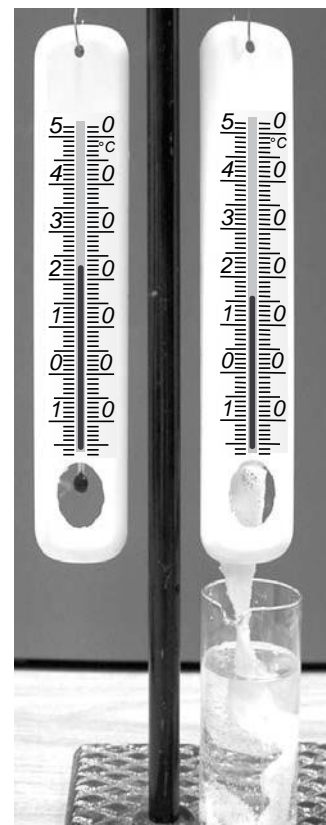
Частота волны света, падающего на фотоэлемент	Модуль запирающего напряжения

18 Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) При свободном падении камня на землю его потенциальная энергия в поле тяжести Земли уменьшается.
- 2) Температура кипения жидкости зависит только от самой жидкости.
- 3) При увеличении напряжения на проволочном резисторе его сопротивление уменьшается.
- 4) При переходе электромагнитной волны из воздуха в стекло частота волны увеличивается.
- 5) Нейтральный атом алюминия ${}_{13}^{27}\text{Al}$ содержит 13 электронов.

Ответ: _____.

19 Ученик измерял относительную влажность воздуха с помощью психрометра – этот прибор состоит из двух термометров, колбочка одного из которых обёрнута влажной тканью; см. фотографию. Абсолютная погрешность измерения температуры равна цене деления термометра. Запишите в ответ величину показаний «сухого» термометра с учётом погрешности измерений.



Ответ: (_____ \pm _____) °C.

20

Необходимо экспериментально изучить свойства дифракционного спектрометра. В распоряжении экспериментатора имеются спектрометры, состоящие из источника света (светодиода), дифракционной решётки и экрана. Параметры этих приборов приведены в таблице. Какие два спектрометра нужно использовать для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость расстояния между первыми дифракционными максимумами от периода решётки?

№ спектрометра	Светодиод	Количество штрихов на мм в решётке	Расстояние от дифракционной решётки до экрана
1	Красный	50	2 м
2	Зелёный	100	3 м
3	Синий	50	2 м
4	Красный	200	2 м
5	Жёлтый	100	1,5 м

В ответе запишите номера выбранных спектрометров.

Ответ:

<input type="text"/>	<input type="text"/>
----------------------	----------------------

Часть 2

Для записи ответов на задания 21–26 используйте чистый лист. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

21

Электрическая цепь состоит из последовательно соединённых лампы L , резистора сопротивлением $R = 10$ Ом и идеального амперметра, параллельно которым подключён идеальный вольтметр. Эта цепь питается от регулируемого источника напряжения, в состав которого входят батарея, ключ K и потенциометр (делитель напряжения) P . Лаборант замыкает ключ, после чего, передвигая ползунок реостата и проводя наблюдения, записывает в таблицу несколько показаний I амперметра. Показания вольтметра он записать забывает.

I, A	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45
U, B					

Используя вольт-амперную характеристику лампы, изображённую на рисунке 2, помогите лаборанту восстановить показания U вольтметра и запишите их в таблицу. Решение объясните, опираясь на законы электродинамики.

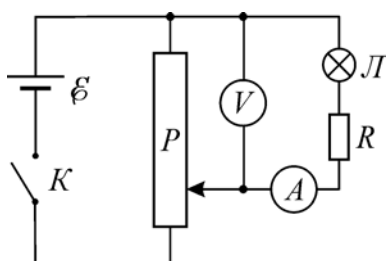


Рис. 1

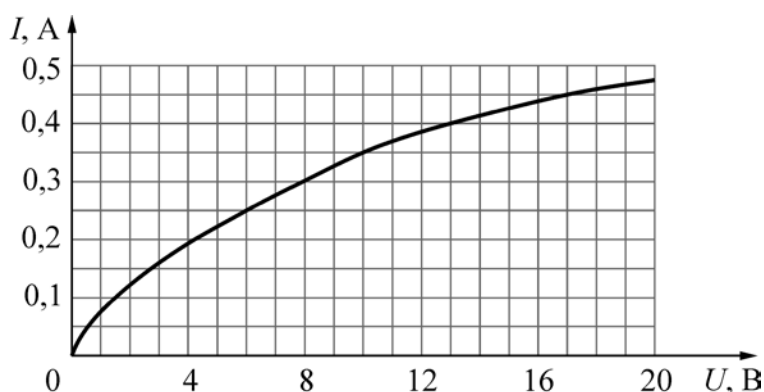


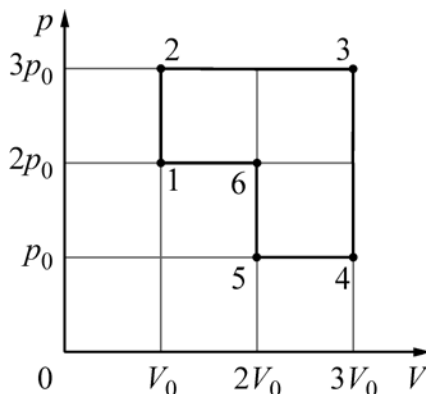
Рис. 2

Полное правильное решение каждой из задач 22–26 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.

22 Небольшие одинаковые почти абсолютно упругие шарики покоятся на прямом горизонтальном гладком жёлобе на одинаковых расстояниях друг от друга. В некоторый момент первому слева шариком толчком сообщают начальную скорость V_1 в направлении остальных шариков, после чего происходят их последовательные столкновения. После $n = 4$ их соударений оказалось, что пятый шарик приобрёл скорость $V_5 = 0,9V_1$. Сколько процентов кинетической энергии движущегося шарика терялось при каждом столкновении с покоящимся шариком?

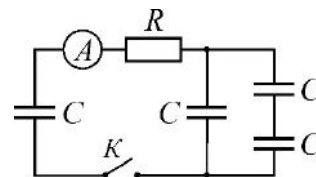
23 В жёстком теплоизолированном сосуде находится $\nu_1 = 1$ моль гелия со среднеквадратичной скоростью движения его атомов, равной $V_1 = 1400$ м/с. В сосуд добавили $\nu_2 = 0,8$ моля гелия с температурой $T_2 = 350$ К. Какая температура T гелия установится в сосуде при достижении состояния термодинамического равновесия?

24 Идеальный одноатомный газ, количество которого равно $\nu = 0,04$ моля, используется в качестве рабочего тела в тепловом двигателе. На pV -диаграмме (p – давление газа, V – его объём) показан процесс 1–2–3–4–5–6–1, совершаемый газом в течение одного цикла работы двигателя. В качестве топлива для данного двигателя используется каменный уголь с удельной теплотой сгорания $29,3$ МДж/кг, причём рабочее тело получает $\eta = 1/3$ количества теплоты, выделяющегося при сгорании. В течение $N = 10^5$ циклов работы двигателя сгорает $M = 4$ кг угля. Чему равна температура газа в состоянии 3?



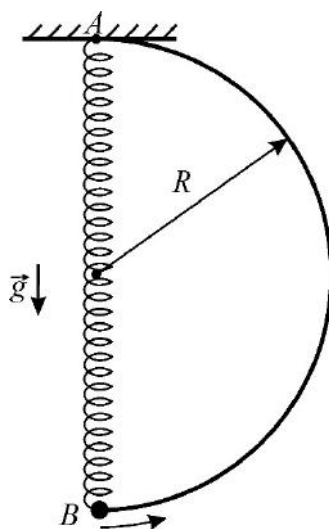
25

В электрической цепи, схема которой изображена на рисунке, все конденсаторы имеют одинаковую ёмкость $C = 1 \text{ мкФ}$, а резистор имеет сопротивление $R = 100 \text{ Ом}$. Вначале левый конденсатор заряжен до некоторого напряжения U , а все остальные конденсаторы не заряжены. Идеальный амперметр в первый момент после замыкания ключа K показал силу тока $I = 2 \text{ А}$. Какое количество теплоты выделится в данной цепи ко времени, когда показания амперметра уменьшатся до нуля?



26

Из жёсткой тонкой гладкой проволоки согнут каркас в виде половины окружности радиусом R и закреплён так, чтобы диаметр каркаса располагался вертикально (см. рисунок). В верхней точке A диаметра к каркасу прикреплён конец лёгкой пружины, длина которой в нерастянутом состоянии равна R . Ко второму концу пружины прикреплена маленькая бусинка B с просверлённым в ней отверстием. Если бусинка висит на пружине, находясь в состоянии равновесия, то удлинение пружины оказывается равным $R/3$.



Бусинку надевают на каркас так, что она покоится в нижней точке его диаметра. Затем, после очень малого начального воздействия, бусинка начинает скользить по каркасу. В тот момент, когда ось пружины составляет с вертикалью угол $\alpha = \arccos(5/6)$, модуль скорости бусинки равен $V = 2 \text{ м/с}$. Найдите радиус R каркаса. **Обоснуйте применимость законов, использованных для решения задачи.**

Тренировочная работа №1 по ФИЗИКЕ

11 класс

ЕГЭ 2026 года

Вариант 04

Выполнена: ФИО _____ класс _____

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения тренировочной работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из двух частей, включающих в себя 26 заданий.

В заданиях 1–4, 7, 8, 11–13 и 16 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

Ответом к заданиям 5, 6, 9, 10, 14, 15, 17, 18 и 20 является последовательность цифр. В заданиях 5, 9, 14 и 18 предполагается два или три верных ответа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы без пробелов, запятых и других дополнительных символов.

Ответом к заданию 19 являются два числа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы.

Ответ к заданиям 21–26 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. На чистом листе укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все записи выполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой или капиллярной 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!

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

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	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношения между различными единицами

температура	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$
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

воды	1000 кг/м^3	подсолнечного масла	900 кг/м^3
древесины (сосна)	400 кг/м^3	алюминия	2700 кг/м^3
керосина	800 кг/м^3	железа	7800 кг/м^3
		ртути	$13\,600 \text{ кг/м}^3$

Удельная теплоёмкость

воды	$4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	$2,1 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	460 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		

Удельная теплота

парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6$ Дж/кг
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4$ Дж/кг
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг

Нормальные условия: давление – 10^5 Па, температура – 0°C

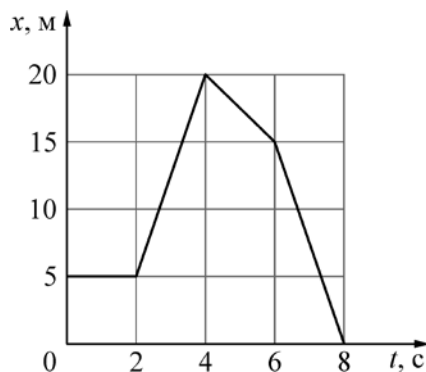
Молярная масса

азота	$28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	гелия	$4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
аргона	$40 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	кислорода	$32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
водорода	$2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	лития	$6 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воздуха	$29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	неона	$20 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воды	$18 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль

Часть 1

Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

- 1 На рисунке представлен график зависимости координаты x велосипедиста, движущегося вдоль оси OX , от времени t . Определите проекцию скорости V_x велосипедиста в течение промежутка времени от 6 с до 8 с. Ответ запишите с учётом знака проекции.



Ответ: _____ м/с.

- 2 Две лёгкие пружины подвешены за концы к потолку. Эти пружины растягивают, прикладывая к их свободным концам направленные вниз одинаковые силы F . Жёсткость первой пружины в 1,2 раза больше жёсткости второй пружины. В равновесном состоянии удлинение второй пружины равно 24 мм. Чему равно удлинение первой пружины при её равновесии?

Ответ: _____ мм.

- 3 Из неподвижной пушки, стоящей на горизонтальной площадке, произведён выстрел. Снаряд массой 2 кг вылетел из ствола пушки горизонтально со скоростью 160 м/с относительно площадки. Чему равна масса пушки, если скорость пушки относительно площадки после выстрела равна 0,8 м/с?

Ответ: _____ кг.

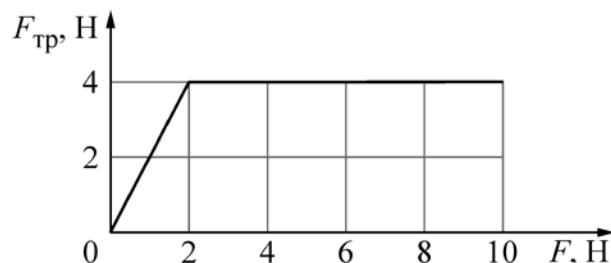
- 4 Период свободных гармонических колебаний первого математического маятника равен 1,2 с. Чему равен период свободных гармонических колебаний второго математического маятника, у которого длина нити в 4 раза больше, а масса груза в 4 раза меньше, чем у первого?

Ответ: _____ с.

5

При изучении свойств силы сухого трения был получен график зависимости модуля силы трения $F_{\text{тр}}$, действующей на находящееся на горизонтальном столе тело массой 0,5 кг, от модуля горизонтальной силы F , приложенной к этому телу (см. рисунок).

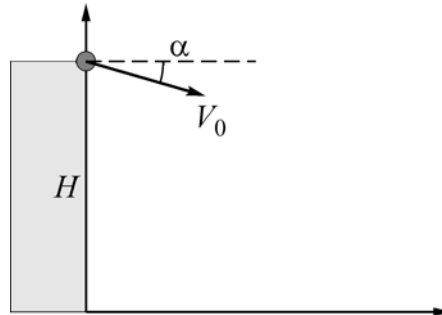
Выберите *все* утверждения, которые верно отражают результаты этого опыта. В ответе запишите их номера.



- 1) Сначала тело покоилось, а затем двигалось с постоянной скоростью.
- 2) Чтобы сдвинуть тело с места, нужно приложить силу F , модуль которой не менее 4 Н.
- 3) Кинетическая энергия тела в течение опыта постоянно возрастала.
- 4) Коэффициент трения тела о стол равен 0,4.
- 5) Когда модуль силы F , действующей на тело, равен 6 Н, тело движется с ускорением 4 м/с².

Ответ: _____.

- 6 Мячик брошен с высоты H над горизонтальной поверхностью с начальной скоростью V_0 под углом α к горизонту так, как показано на рисунке (угол отсчитывается от горизонтали в направлении по часовой стрелке). Как изменятся дальность полёта и модуль конечной скорости мячика, если увеличить угол α , а остальные параметры оставить без изменения? 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.

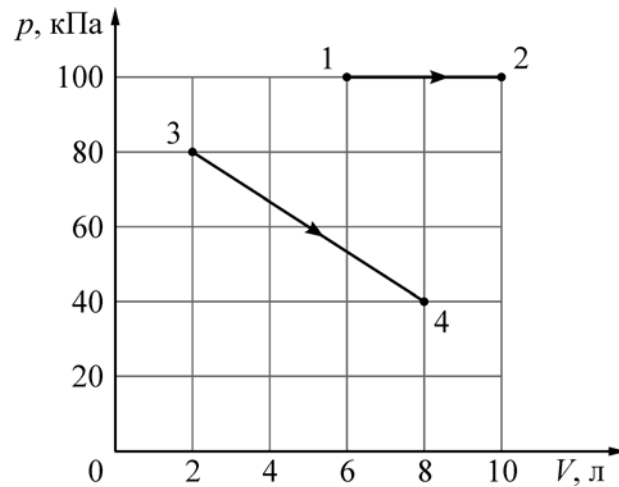
Дальность полёта мячика	Модуль конечной скорости мячика

- 7 Неизменное количество идеального газа находится в сосуде с жёсткими стенками. При нагревании давление газа увеличилось в 2 раза. Чему равно отношение абсолютных температур газа в конечном и начальном состоянии T_2/T_1 ?

Ответ: _____.

8

На рисунке показаны зависимости давления p гелия от его объёма V для двух процессов: 1–2 и 3–4. Чему равно отношение A_{34}/A_{12} работы гелия в процессе 3–4 к работе гелия в процессе 1–2?



Ответ: _____.

9

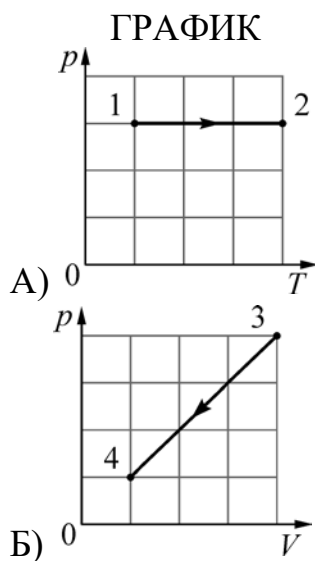
Объём сосуда, содержащего 2 моля водорода, увеличили вдвое, и добавили в сосуд 1,5 моля азота. Температуру в сосуде поддерживали постоянной. Выберите из предложенного перечня **все** утверждения, которые верно отражают результаты этого опыта. В ответе запишите их номера.

- 1) Концентрации водорода и азота в сосуде в конце опыта одинаковы.
- 2) Внутренняя энергия водорода не изменилась.
- 3) Плотность газа в сосуде увеличилась.
- 4) Давление в сосуде уменьшилось.
- 5) В конце опыта парциальное давление водорода больше, чем парциальное давление азота.

Ответ: _____.

10 На рисунках приведены графики А) и Б) двух различных процессов: 1–2 и 3–4, происходящих с 1 молем гелия. Графики построены в координатах p – T и p – V , где p – давление, V – объём и T – абсолютная температура газа. Установите соответствие между графиками и утверждениями, характеризующими изображённые на графиках процессы.

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



УТВЕРЖДЕНИЕ

- 1) Над газом совершают работу, при этом его внутренняя энергия увеличивается.
- 2) Над газом совершают работу, при этом газ отдаёт положительное количество теплоты.
- 3) Газ получает положительное количество теплоты и совершает работу.
- 4) Газ отдаёт положительное количество теплоты, при этом его внутренняя энергия увеличивается.

Ответ: _____.

11 Сила взаимодействия между двумя точечными заряженными телами была равна 27 мН. Расстояние между ними увеличили в 3 раза, а заряд одного из тел увеличили в 4 раза. Определите величину силы кулоновского взаимодействия тел в этом случае.

Ответ: _____ мН.

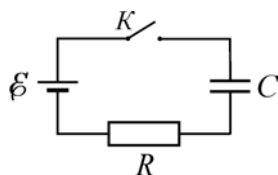
12 При скорости V_1 поступательного движения прямолинейного проводника в постоянном однородном магнитном поле между концами проводника возникает разность потенциалов U . При движении этого проводника в этом же магнитном поле, в той же плоскости и в том же направлении со скоростью V_2 разность потенциалов между концами проводника уменьшилась в 1,6 раза. Чему равно отношение скоростей V_1/V_2 ?

Ответ: _____.

13 Луч света падает на плоское зеркало. Угол между падающим и отражённым лучами равен 35° . Чему равен угол между падающим лучом и зеркалом?

Ответ: _____ $^\circ$.

14 Незаряженный конденсатор подключён к батарейке последовательно с резистором сопротивлением $R = 40$ Ом (см. рисунок). В момент времени $t = 0$ ключ K замыкают. Результаты измерений силы тока I в цепи в зависимости от времени t представлены в таблице.



$t, \text{с}$	0	1	2	3	4	5	6
$I, \text{мА}$	150	55	20	7,5	2,5	1	0,5

Внутренним сопротивлением батарейки, сопротивлением проводов и ключа можно пренебречь.

Выберите *все* верные утверждения о процессах, наблюдаемых в опыте. В ответе запишите их номера.

- 1) Сила тока в резисторе в процессе наблюдения увеличивается.
- 2) Через 6 с после замыкания ключа конденсатор полностью зарядился.
- 3) ЭДС источника тока равна 6 В.
- 4) Энергия конденсатора в процессе наблюдения увеличивалась.
- 5) В момент времени $t = 3$ с напряжение на конденсаторе равно 5 В.

Ответ: _____.

- 15** Цилиндрическая проволока подключена к источнику постоянного напряжения, величину которого можно регулировать. Как изменятся при уменьшении длины проволоки в 4 раза и увеличении напряжения в 2 раза следующие величины: тепловая мощность, выделяющаяся в проволоке, и её электрическое сопротивление?

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.

Тепловая мощность, выделяющаяся в проволоке	Электрическое сопротивление проволоки

- 16** Ядро бора может захватить альфа-частицу, в результате чего происходит ядерная реакция ${}^4_2\text{He} + {}^{11}_5\text{B} \rightarrow {}^A_Z\text{X} + {}^1_0\text{n}$ с образованием ядра химического элемента ${}^A_Z\text{X}$. Чему равен заряд образовавшегося ядра?

Ответ: _____.

- 17** При исследовании зависимости максимальной кинетической энергии фотоэлектронов от длины волны падающего света фотоэлемент освещали через светофильтры. В первой серии опытов использовали светофильтр, пропускающий только синий свет, а во второй – только зелёный. В каждом опыте наблюдали явление фотоэффекта. Как изменятся длина световой волны и работа выхода фотоэлектронов при переходе от первой серии опытов ко второй?

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.

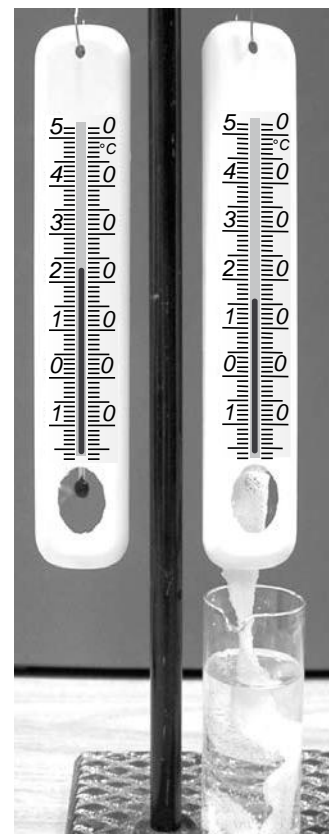
Длина волны света, падающего на фотоэлемент	Работа выхода фотоэлектронов

18 Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) При свободном падении камня на землю его кинетическая энергия уменьшается.
- 2) Испарение жидкости происходит при любых температурах, соответствующих жидкому состоянию данного вещества.
- 3) При увеличении напряжения на резисторе сила тока в нём увеличивается.
- 4) Если неподвижный магнит находится в катушке, то в ней возникает ЭДС индукции.
- 5) Нейтральный атом алюминия ${}_{13}^{27}\text{Al}$ содержит 27 электронов.

Ответ: _____.

19 Ученик измерял относительную влажность воздуха с помощью психрометра – этот прибор состоит из двух термометров, колбочка одного из которых обёрнута влажной тканью (см. фотографию). Абсолютная погрешность измерения температуры равна цене деления термометра. Запишите в ответ величину показаний «влажного» термометра с учётом погрешности измерений.



Ответ: (_____ \pm _____) °C.

20 Необходимо экспериментально изучить свойства дифракционного спектрометра. В распоряжении экспериментатора имеются спектрометры, состоящие из источника света (светодиода), дифракционной решётки и экрана. Параметры этих приборов приведены в таблице. Какие два спектрометра нужно использовать для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость расстояния между первыми дифракционными максимумами от длины волны света?

№ спектрометра	Светодиод	Количество штрихов на мм в решётке	Расстояние от дифракционной решётки до экрана
1	Красный	50	2 м
2	Зелёный	100	3 м
3	Синий	50	2 м
4	Красный	200	3 м
5	Жёлтый	100	1,5 м

В ответе запишите номера выбранных спектрометров.

Ответ:

--	--

Часть 2

Для записи ответов на задания 21–26 используйте чистый лист. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

21 Электрическая цепь состоит из последовательно соединённых лампы L и резистора сопротивлением $R = 20$ Ом, параллельно которым подключён идеальный вольтметр V_2 . Эта цепь питается от регулируемого источника напряжения, в состав которого входят батарея, ключ K и потенциометр (делитель напряжения) P . Лаборант замыкает ключ, после чего, передвигая ползунок реостата и проводя наблюдения, записывает в таблицу несколько показаний V_1 другого идеального вольтметра, подключенного к резистору. Показания вольтметра V_2 он записать забывает.

$V_1, \text{В}$	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0
$V_2, \text{В}$					

Используя вольт-амперную характеристику лампы, изображённую на рисунке 2, помогите лаборанту восстановить показания вольтметра V_2 и запишите их в таблицу. Решение объясните, опираясь на законы электродинамики.

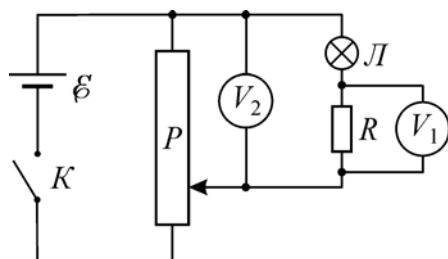


Рис. 1

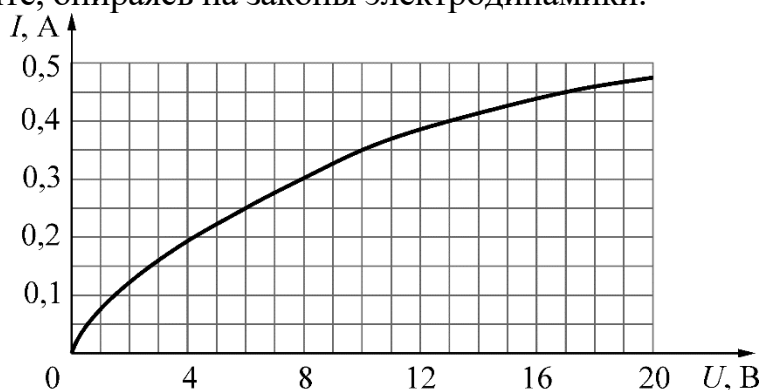


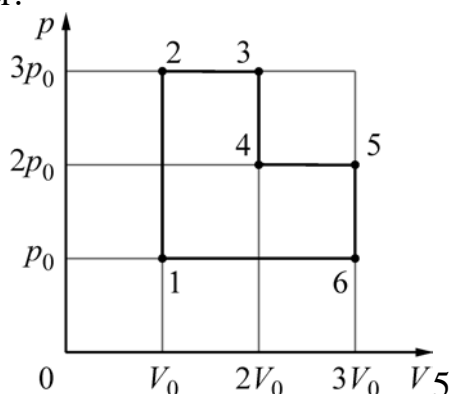
Рис. 2

Полное правильное решение каждой из задач 22–26 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.

22 Небольшие одинаковые почти абсолютно упругие шарики покоятся на прямом горизонтальном гладком жёлобе на одинаковых расстояниях друг от друга. В некоторый момент первому слева шариком толчком сообщают начальную скорость V_1 в направлении остальных шариков, после чего происходят их последовательные столкновения. После $n = 9$ соударений оказалось, что десятый шарик приобрёл скорость $V_{10} = 0,8V_1$. Сколько процентов от кинетической энергии движущегося шарика передавалось следующему покоящемуся шариком при каждом столкновении?

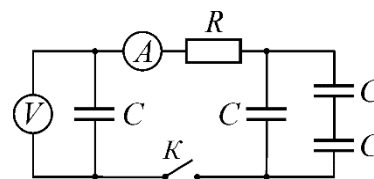
23 В жёстком теплоизолированном сосуде объёмом $V = 50$ л находится $\nu_1 = 1$ моль гелия со среднеквадратичной скоростью движения его атомов, равной $V_1 = 1400$ м/с. В сосуд добавили $\nu_2 = 0,8$ моля гелия с температурой $T_2 = 330$ К. Какое давление p гелия установится в сосуде при достижении состояния термодинамического равновесия?

24 Идеальный одноатомный газ, количество которого равно $\nu = 0,05$ моля, используется в качестве рабочего тела в тепловом двигателе. На pV -диаграмме (p – давление газа, V – его объём) показан процесс 1–2–3–4–5–6–1, совершаемый газом в течение одного цикла работы двигателя. В качестве топлива для данного двигателя используется каменный уголь с удельной теплотой сгорания $29,3$ МДж/кг, причём рабочее тело получает $\eta = 50\%$ количества теплоты, выделяющегося при сгорании. Температура газа в состоянии 4 равна $T_4 = 500$ К. Какая масса угля сгорает в течение $N = 10^4$ циклов работы двигателя?



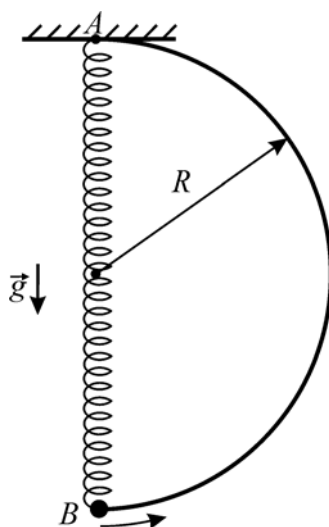
25

В электрической цепи, схема которой изображена на рисунке, все конденсаторы имеют одинаковую ёмкость $C = 5 \text{ мкФ}$, а резистор имеет сопротивление $R = 200 \text{ Ом}$. Вначале левый конденсатор заряжен до некоторого напряжения U , а все остальные конденсаторы не заряжены. Идеальный амперметр в первый момент после замыкания ключа K показал силу тока $I = 1 \text{ А}$. Какая энергия W_k окажется запасённой в левом конденсаторе после того, как показания вольтметра перестанут изменяться?



26

Из жёсткой тонкой гладкой проволоки согнут каркас в виде половины окружности радиусом $R = 60 \text{ см}$ и закреплён так, чтобы диаметр каркаса располагался вертикально (см. рисунок). В верхней точке A диаметра к каркасу прикреплён конец лёгкой пружины, длина которой в нерастянутом состоянии равна R . Ко второму концу пружины прикреплена маленькая бусинка B с просверлённым в ней отверстием. Если бусинка висит на пружине, находясь в состоянии равновесия, то удлинение пружины оказывается равным $R/3$.



Бусинку надевают на каркас так, что она покоится в нижней точке его диаметра. Затем, после очень малого начального воздействия, бусинка начинает скользить по каркасу. Найдите модуль скорости бусинки в тот момент, когда ось пружины будет составлять с вертикалью угол $\alpha = \arccos(7/8)$.

Обоснуйте применимость законов, использованных для решения задачи.