

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

После завершения работы проверьте, чтобы ответ на каждое задание в бланках ответов № 1 и № 2 был записан под правильным номером.

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	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение 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	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$
1 астрономическая единица	$1 \text{ а.е.} \approx 150\,000\,000 \text{ км}$
1 световой год	$1 \text{ св. год} \approx 9,46 \cdot 10^{15} \text{ м}$
1 парсек	$1 \text{ пк} \approx 3,26 \text{ св. года}$

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	$1,675 \cdot 10^{-27}$ кг \approx 1,008 а.е.м.
----------	--

Астрономические величины

средний радиус Земли	$R_{\oplus} = 6370$ км
радиус Солнца	$R_{\odot} = 6,96 \cdot 10^8$ м
температура поверхности Солнца	$T = 6000$ К

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13 600 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

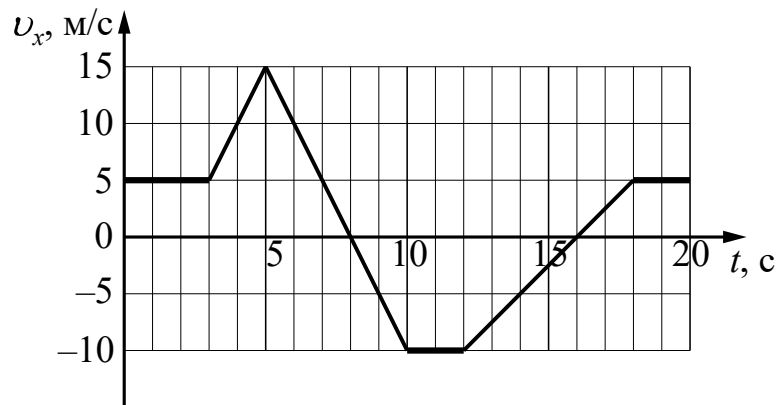
Молярная масса

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 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите 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 приведён график зависимости проекции v_x скорости тела от времени t .



Определите путь, пройденный телом в интервале времени от 12 до 18 с.

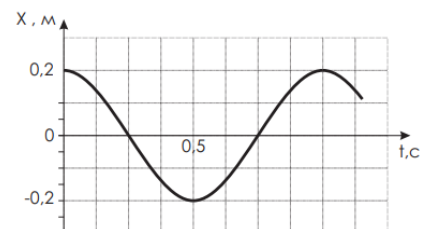
Ответ: _____ м.

- 2 Найти проекцию равнодействующей силы на координатную ось X , если координата тела меняется по закону $x(t) = 20 - 10t + t^2$, а масса тела 500 кг.

Ответ: _____ Н

- 3 Груз массой 2 кг подвешен на пружине и совершает гармонические колебания, график которых приведен на рисунке. Какова жесткость пружины? Ответ округлите до целых

Ответ: _____ Н/м.



4

Найти кинетическую энергию тела массой 3 кг, падающего свободно с высоты 5 м, на расстоянии 2 м от поверхности земли.

Ответ: _____ Дж

5

Искусственный спутник обращается вокруг Земли по вытянутой эллиптической орбите. В некоторый момент времени спутник проходит положение минимального удаления от Земли. Из приведённого ниже списка выберите все правильные утверждения.

- 1) Сила притяжения спутника к Земле в этом положении минимальна.
- 2) Потенциальная энергия спутника в этом положении максимальна.
- 3) Ускорение спутника при прохождении этого положения равно 0.
- 4) Скорость спутника при прохождении этого положения максимальна.
- 5) При движении спутника его полная механическая энергия остаётся неизменной.

Ответ: _____

6

Деревянный шарик плавает в керосине. Как изменятся масса вытесненной жидкости и глубина погружения шарика в жидкость, если он будет плавать в воде?

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.

масса вытесненной жидкости	глубина погружения шарика

7

При увеличении абсолютной температуры средняя кинетическая энергия хаотического теплового движения молекул разреженного одноатомного газа увеличилась в 3 раза. Конечная температура газа равна 450 К. Какова начальная температура газа?

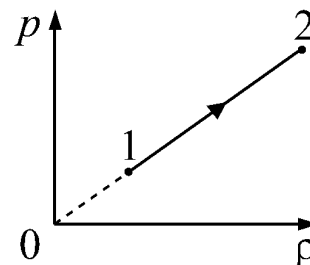
Ответ: _____ К.

8 В сосуде, объём которого можно изменять при помощи поршня, находится воздух с относительной влажностью 50%. Во сколько раз при неизменной температуре уменьшится объём сосуда к моменту, когда водяной пар станет насыщенным?

Ответ: в _____ раз(а).

9 При переводе идеального газа из состояния 1 в состояние 2 давление p газа пропорционально его плотности ρ (см. рисунок). Масса газа в процессе остаётся постоянной.

Из приведённого ниже списка выберите все правильные утверждения, характеризующих процесс 1–2.



- 1) Абсолютная температура газа остаётся неизменной.
- 2) Концентрация молекул газа уменьшается.
- 3) Среднеквадратичная скорость теплового движения молекул газа увеличивается.
- 4) Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул газа уменьшается.
- 5) Происходит изотермическое сжатие газа.

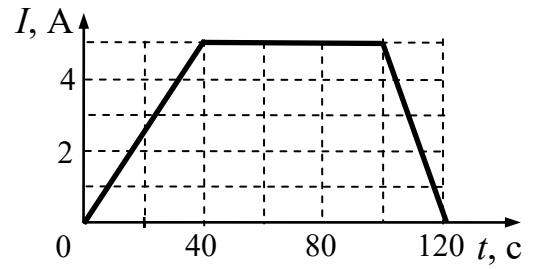
10 Температуру нагревателя тепловой машины Карно понизили, оставив температуру холодильника прежней. Количество теплоты, отданное газом холодильнику за цикл, не изменилось. Как изменились при этом КПД тепловой машины и работа газа за цикл? Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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

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

КПД тепловой машины	Работа газа за цикл

11 На графике показана зависимость силы тока I в проводнике от времени t . Определите заряд, прошедший по проводнику за $\Delta t = 120$ с с момента начала отсчёта времени.



Ответ: _____ Кл.

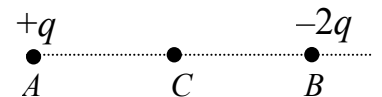
12 Две частицы с одинаковыми зарядами и отношением масс $m_2/m_1=4$ влетели в однородные магнитные поля, векторы магнитной индукции которых перпендикулярны скоростям частиц: первая — в поле с индукцией B_1 , вторая — в поле с индукцией B_2 . Найдите отношение времен T_2/T_1 , затраченных частицами на один оборот, если радиус их траекторий одинаков, а отношение модулей магнитных индукций $B_2/B_1=2$.

Ответ: _____

13 В идеальном колебательном контуре амплитуда напряжения на конденсаторе $U_m = 2,0$ В. В момент времени t напряжение на конденсаторе равно 1,2 В, а сила тока в катушке в этот момент равна 4,0 мА. Найдите амплитуду колебаний силы тока в катушке индуктивности I_m .

Ответ: _____ мА

14 Две маленькие закреплённые бусинки, расположенные в точках A и B , несут на себе заряды $+q > 0$ и $-2q < 0$ соответственно (см. рисунок).

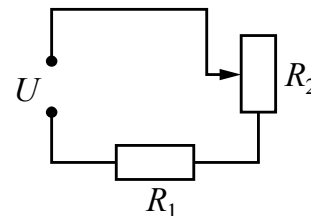


Из приведённого ниже списка выберите все правильные утверждения.

- 1) На бусинку A со стороны бусинки B действует сила Кулона, направленная горизонтально влево.
- 2) Напряжённость результирующего электростатического поля в точке C направлена горизонтально вправо.
- 3) Модуль силы Кулона, действующей на бусинку B , в 2 раза меньше, чем модуль силы Кулона, действующей на бусинку A .
- 4) Если бусинки соединить медной проволокой, они будут продолжать притягиваться друг к другу.
- 5) Если бусинки соединить незаряженной стеклянной палочкой, их заряды не изменятся.

15

Резистор R_1 и реостат R_2 подключены последовательно к источнику напряжения U (см. рисунок). Как изменятся сила тока в цепи и мощность, выделяющаяся на резисторе R_1 , если ползунок реостата переместить до конца вверх? Считать, что напряжение на выводах источника остаётся при этом прежним.



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 в цепи	Мощность, выделяющаяся на резисторе R_1

16

На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д. И. Менделеева. Под названием каждого элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов. При этом нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространённость изотопа в природе.

2	II	Li 3 ЛИТИЙ 7 ₉₃ 6 _{7,4}	Be 4 БЕРЕЛЛИЙ 9 ₁₀₀	B 5 БОР 11 ₈₀ 10 ₂₀
3	III	Na 11 НАТРИЙ 23 ₁₀₀	Mg 12 МАГНИЙ 24 ₇₉ 26 ₁₁ 25 ₁₀	Al 13 АЛЮМИНИЙ 27 ₁₀₀
4	IV	K 19 КАЛИЙ 39 ₉₃ 41 _{6,7}	Ca 20 КАЛЬЦИЙ 40 ₉₇ 44 _{2,1}	Sc 21 СКАНДИЙ 45 ₁₀₀
	V	Cu 29 МЕДЬ 63 ₆₉ 65 ₃₁	Zn 30 ЦИНК 64 ₄₉ 66 ₂₈ 68 ₁₉	Ga 31 ГАЛЛИЙ 69 ₆₀ 71 ₄₀

Определите число протонов и число нейтронов в ядре самого распространённого изотопа калия.

Ответ: _____

17

В первой экспериментальной установке отрицательно заряженная частица влетает в однородное электрическое поле так, что вектор \vec{v}_0 перпендикулярен напряжённости электрического поля \vec{E} (рис. 1). Во второй экспериментальной установке вектор \vec{v}_0 той же частицы параллелен индукции магнитного поля \vec{B} (рис. 2).

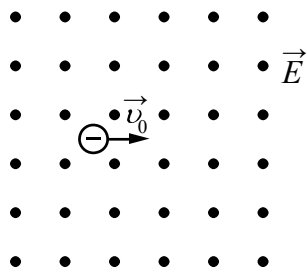


Рис. 1

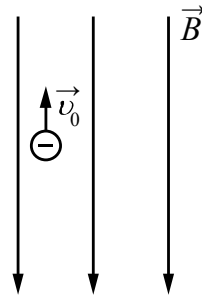


Рис. 2

Установите соответствие между экспериментальной установкой и траекторией движения частицы в ней. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ДВИЖЕНИЕ ЧАСТИЦЫ

- А) в первой установке
- Б) во второй установке

ТРАЕКТОРИЯ

- 1) прямая линия
- 2) окружность
- 3) спираль
- 4) парабола

Ответ:

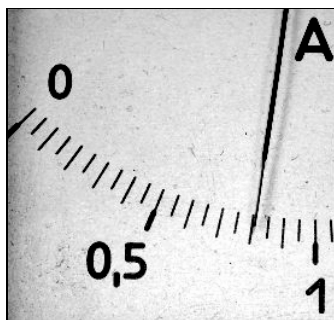
А	Б

18

Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите в ответе их номера.

- 1) Плавание тел вследствие действия силы Архимеда возможно только в жидкостях.
- 2) Если тела находятся в тепловом равновесии, то их температура одинакова.
- 3) Сила взаимодействия двух неподвижных точечных зарядов в вакууме обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними.
- 4) Сила — векторная величина, равная произведению массы тела на сообщаемое ему ускорение.
- 5) Тепловым движением называют самопроизвольное перемешивание газов или жидкостей.

- 19 Определите показания амперметра (см. рисунок), если погрешность прямого измерения силы тока равна цене деления амперметра.



Ответ: (_____ \pm _____) А.

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

- 20 Ученику необходимо на опыте обнаружить зависимость объёма газа, находящегося в сосуде под подвижным поршнем, от температуры газа. У него имеется пять различных сосудов с манометрами. Сосуды наполнены одним и тем же газом при различных температуре и давлении (см. таблицу). Какие **два** сосуда необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?

№ сосуда	Давление, кПа	Температура газа в сосуде, °С	Масса газа, г
1	150	50	10
2	200	50	15
3	150	20	15
4	200	20	10
5	200	20	15

Запишите в ответе номера выбранных сосудов.

Ответ:

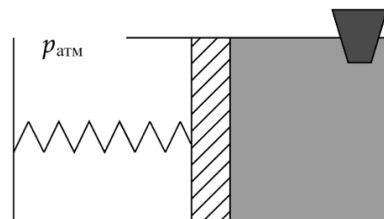


***Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.***

Часть 2

Полное правильное решение каждой из задач 25-30 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение

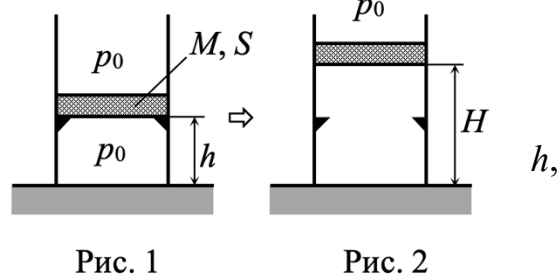
- 21** Горизонтальный сосуд разделён подвижным поршнем, который может свободно перемещаться без трения. Правая часть сосуда заполнена воздухом и герметично закрыта пробкой, левая часть сосуда открыта. Первоначально поршень находится в равновесии, а пружина сжата. Опираясь на законы механики и молекулярной физики, опишите, как будет двигаться поршень, если из правой части сосуда вынуть пробку. Температуру воздуха считать постоянной. Длина недеформированной пружины меньше длины сосуда.



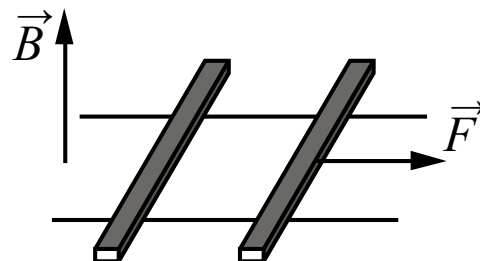
- 22** Определите время прохождения поездом последнего километра пути перед остановкой, если изменение его скорости на этом пути составило 10 м/с. Ускорение поезда считать постоянным.

- 23** В калориметре находятся в тепловом равновесии вода и лёд. После опускания в калориметр болта, имеющего массу 165 г и температуру -40°C , 20% воды превратилось в лёд. Удельная теплоёмкость материала болта равна $500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$. Какая масса воды первоначально находилась в калориметре? Теплоёмкостью калориметра пренебречь.

- 24** В вертикальном цилиндре с гладкими стенками, открытом сверху, под поршнем находится одноатомный идеальный газ. В начальном состоянии поршень массой M и площадью основания S покоится на высоте h , опираясь на выступы (см. рис. 1). Давление газа p_0 равно внешнему атмосферному. Какое количество теплоты Q нужно сообщить газу при медленном его нагревании, чтобы поршень оказался на высоте H (см. рис. 2)? Тепловыми потерями пренебречь.

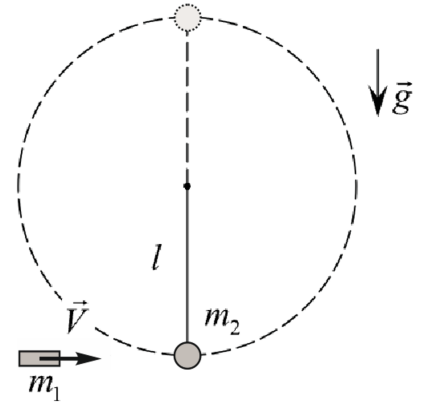


- 25** По горизонтально расположенным шероховатым рельсам с пренебрежимо малым сопротивлением могут скользить два одинаковых стержня массой $m=100 \text{ г}$ и сопротивлением $R=0,1 \text{ Ом}$ каждый. Расстояние между рельсами $l=10 \text{ см}$, а коэффициент



трения между стержнями и рельсами $\mu = 0,1$. Рельсы со стержнями находятся в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией $B = 1$ Тл (см. рисунок). Под действием горизонтальной силы, действующей на первый стержень вдоль рельс, оба стержня движутся поступательно равномерно с разными скоростями. Какова скорость движения первого стержня относительно второго? Самоиндукцией контура пренебречь.

26 Пуля массой $m_1 = 4$ г, летящая горизонтально со скоростью $V = 125$ м/с, попадает в небольшой шарик массой $m_2 = 100$ г, подвешенный на жёстком невесомом стержне длиной $l = 0,5$ м с шарниром наверху, и застревает в шарике (см. рис.). Найдите модуль ускорения шарика в верхней точке окружности, по которой он двигался после попадания пули. Трения шарика о воздух нет.



Какие законы Вы используете для описания взаимодействия и движения тел? Обоснуйте их применение к данному случаю