

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

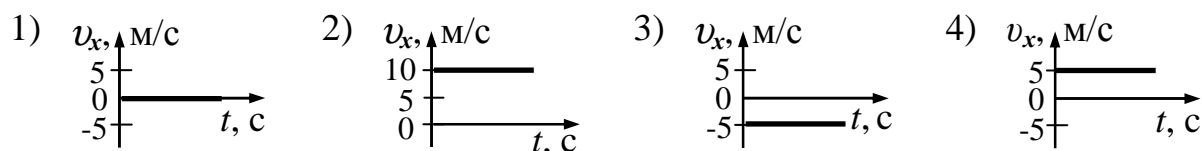
число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
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 К = -273 °С	
атомная единица массы		1 а.е.м. = $1,66 \cdot 10^{-27}$ кг	
1 атомная единица массы эквивалентна		931,5 МэВ	
1 электронвольт		1 эВ = $1,6 \cdot 10^{-19}$ Дж	
Масса частиц			
электрона	$9,1 \cdot 10^{-31}$ кг	$\approx 5,5 \cdot 10^{-4}$ а.е.м.	
протона	$1,673 \cdot 10^{-27}$ кг	$\approx 1,007$ а.е.м.	
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27}$ кг	$\approx 1,008$ а.е.м.	
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

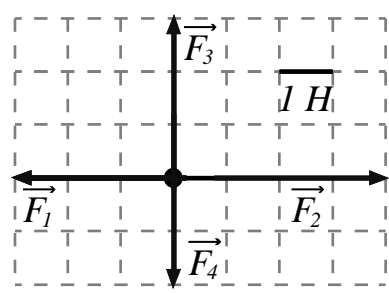
Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Цифры в последовательности записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1 Координата тела, движущегося вдоль оси Ox , изменяется по закону $x(t)=10-5t$, где все величины выражены в СИ. Какой из приведенных ниже графиков совпадает с графиком зависимости проекции скорости этого тела от времени?



Ответ:

2 На рисунке показаны силы (в заданном масштабе), действующие на материальную точку в инерциальной системе отсчета. Чему равен модуль равнодействующей этих сил в данной системе отсчета?



- 1) 1 Н 2) $\sqrt{2}$ Н 3) $2\sqrt{2}$ Н 4) $\sqrt{6}$ Н

Ответ:

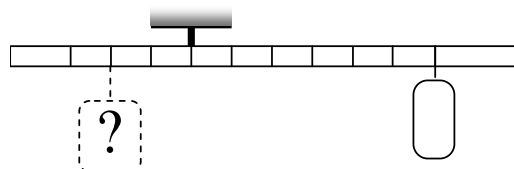
3 Расстояние от спутника до поверхности Земли равно радиусу Земли. Во сколько раз уменьшится сила притяжения спутника к Земле, если расстояние от него до поверхности Земли станет равным трем радиусам Земли?

Ответ: уменьшится в _____ раз(а).

4 Тело массой 2 кг, брошенное с уровня земли вертикально вверх со скоростью 10 м/с, упало обратно на землю. Какой потенциальной энергией обладало тело относительно поверхности земли в верхней точке траектории? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: _____ Дж.

5 Тело массой 0,3 кг подвешено к правому плечу невесомого рычага (см. рисунок). Груз какой массы надо подвесить ко второму делению левого плеча рычага для достижения равновесия?



Ответ: _____ кг.

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

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

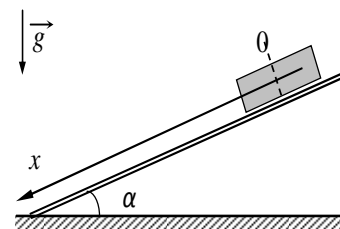
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Радиус орбиты	Период обращения вокруг Земли

7

Брусок массой m скатывается с наклонной плоскости, составляющей угол α с горизонтом, проходя путь s . Начальная скорость тела равна нулю, коэффициент трения между бруском и плоскостью равен μ .



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

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

- А) модуль ускорения тела
- Б) модуль работы силы трения при движении бруска по наклонной плоскости

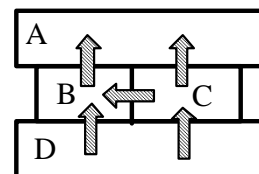
- 1) $g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)$
- 2) $g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$
- 3) $\mu smg\cos\alpha$
- 4) $smgs\sin\alpha$

Ответ:

А	Б

8

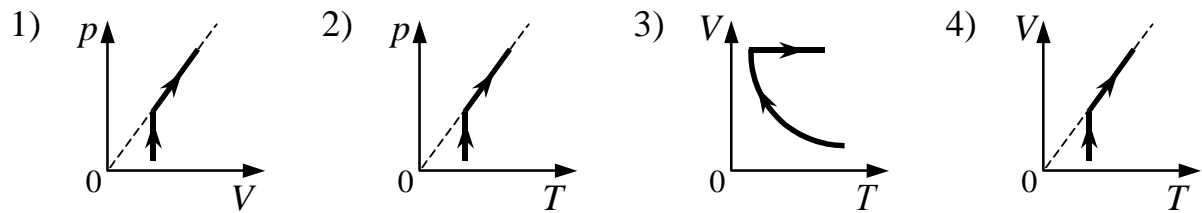
Четыре металлических бруска положили вплотную друг к другу, как показано на рисунке. Стрелки указывают направление теплопередачи от бруска к бруску. Выберите верное утверждение о температурах брусков.



- 1) Брусок А имеет самую высокую температуру.
- 2) Брусок С имеет самую низкую температуру.
- 3) Температура бруска В ниже, чем бруска С.
- 4) Температура бруска D ниже, чем бруска В.

Ответ:

9 Один моль разреженного газа сначала изотермически расширяли, а затем изобарно нагревали. На каком из рисунков изображена эта последовательность процессов?



Ответ:

10 Тепловая машина с КПД 40% за цикл работы получает от нагревателя количество теплоты, равное 300 Дж. Какую работу машина совершает за цикл?

Ответ: _____ Дж.

11 В сосуде под поршнем находится вода и водяной пар. Объем сосуда медленно изотермически увеличивают, при этом в сосуде еще остается вода. Как изменяются при этом масса пара и его давление?

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.

Масса пара	Давление пара

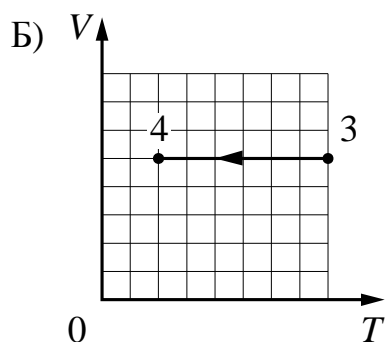
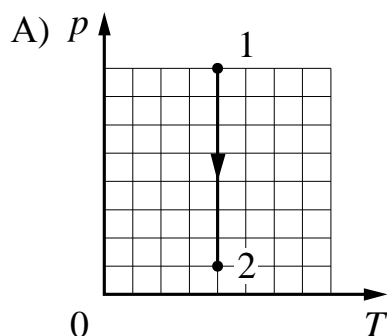
12

На рисунках приведены графики А и Б двух процессов: 1–2 и 3–4, происходящих с 1 моль гелия. Графики построены в координатах $p-T$ и $V-T$, 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 второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



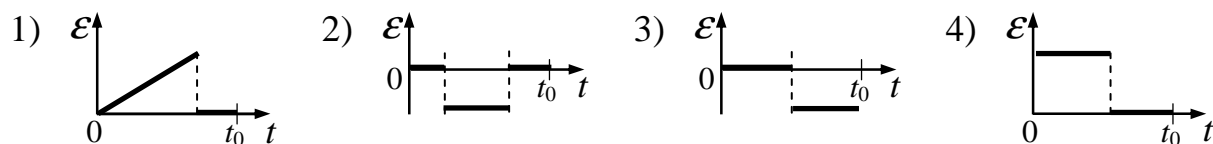
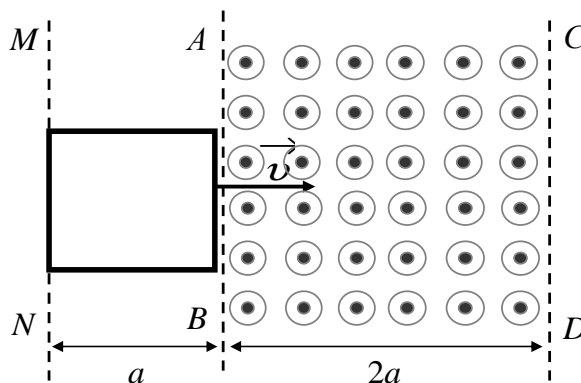
УТВЕРЖДЕНИЯ

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

Ответ:

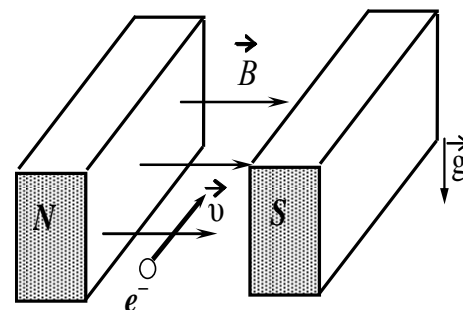
А	Б

- 13** В некоторой области пространства, ограниченной плоскостями AB и CD , создано однородное магнитное поле. Металлическая квадратная рамка, плоскость которой перпендикулярна линиям индукции магнитного поля, движется с постоянной скоростью \vec{v} , направленной в плоскости рамки перпендикулярно её стороне (см. рисунок). На каком из графиков правильно показана зависимость от времени ЭДС индукции в рамке, если в начальный момент времени рамка начинает пересекать линию AB , а в момент времени t_0 передней стороной пересекает линию CD ?



Ответ:

- 14** Электрон e , влетевший в зазор между полюсами электромагнита, имеет горизонтальную скорость \vec{v} , которая перпендикулярна вектору индукции \vec{B} магнитного поля, направленному горизонтально (см. рисунок). Как направлена действующая на электрон сила Лоренца \vec{F} ?



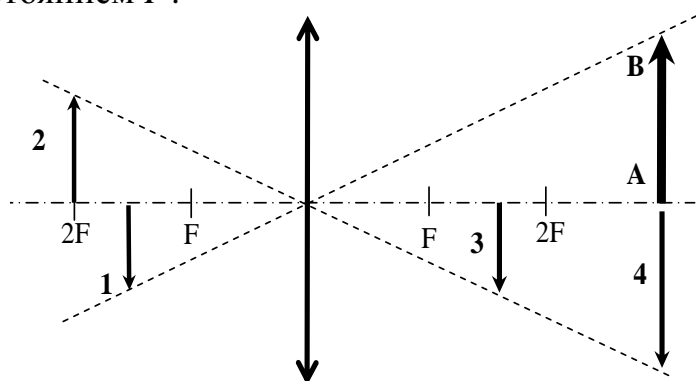
- 1) вертикально вниз \downarrow
- 2) вертикально вверх \uparrow
- 3) горизонтально влево \leftarrow
- 4) горизонтально вправо \rightarrow

Ответ:

15 Электрический чайник мощностью 2,2 кВт рассчитан на включение в электрическую сеть напряжением 220 В. Определите силу тока в нагревательном элементе чайника при его работе в такой сети.

Ответ: _____ А.

16 Какой из образов 1 – 4 служит изображением предмета АВ в тонкой линзе с фокусным расстоянием F ?



Ответ: _____.

17 Плоский воздушный конденсатор подключён к аккумулятору. Не отключая конденсатор от аккумулятора, уменьшили расстояние между пластинами конденсатора. Как изменятся при этом ёмкость конденсатора и величина заряда на его обкладках?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

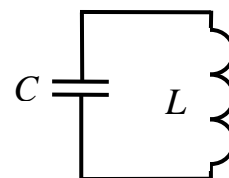
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

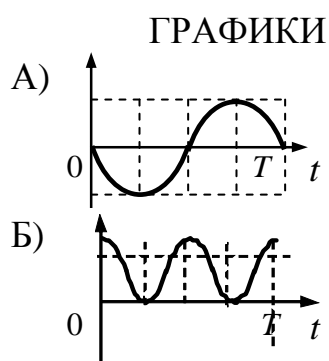
Ёмкость конденсатора	Величина заряда конденсатора

18

В идеальном колебательном контуре происходят электромагнитные колебания с периодом T . В момент $t = 0$ заряд конденсатора максимален, а сила тока равна нулю. Графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих электромагнитные колебания в контуре.



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) энергия заряженного конденсатора
- 2) энергия катушки с током
- 3) сила тока в контуре
- 4) заряд на нижней обкладке конденсатора

Ответ:

А	Б

19

На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Под названием элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов, нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространенность изотопа в природе. Число протонов и число нейтронов в ядре наименее распространенного изотопа кальция соответственно равно

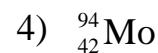
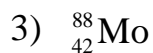
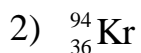
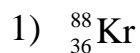
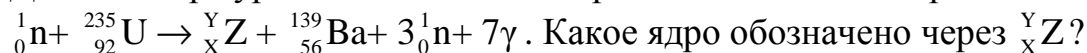
2	II	Li <small>ЛИТИЙ</small> 7 ₃ 6 _{7,4}	3	Be <small>БЕРИЛЛИЙ</small> 9 ₁₀₀	4	5	B <small>БОР</small> 11 ₈₀ 10 ₂₀
3	III	Na <small>НАТРИЙ</small> 23 ₁₀₀	11	Mg <small>МАГНИЙ</small> 24 ₇₉ 26 ₁₁ 25 ₁₀	12	13	Al <small>АЛЮМИНИЙ</small> 27 ₁₀₀
4	IV	K <small>КАЛИЙ</small> 39 ₉₃ 41 _{6,7}	19	Ca <small>КАЛЬЦИЙ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

- 1) 24 протона, 20 нейтронов
- 2) 20 протонов, 24 нейтрона
- 3) 20 протонов, 44 нейтрона
- 4) 44 протона, 22 нейтрона

Ответ:

20

Деление ядра урана тепловыми нейтронами описывается реакцией



Ответ:

21

Период полураспада изотопа ртути ${}_{80}^{190}\text{Hg}$ равен 20 минутам. Если изначально было 40 мг этого изотопа, то сколько примерно его будет через 1 час?

Ответ: _____ мг.

22

Для некоторых атомов характерной особенностью является возможность захвата атомным ядром одного из ближайших к нему электронов из электронной оболочки атома. Как изменяются масса ядра и число протонов в ядре при захвате ядром электрона?

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.

Масса ядра	Число протонов в ядре

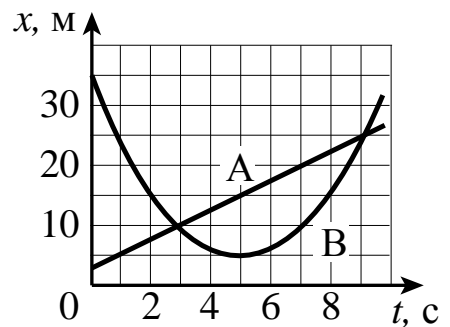
23 Ученик исследовал зависимость силы Архимеда, действующей на полностью погруженное в жидкость тело, от объема тела. У него имеется алюминиевый цилиндр высотой 5 см и площадью поперечного сечения 2 см^2 и сосуд с водой. Какой дополнительный из представленных в таблице цилиндров может использовать ученик для проведения данного исследования.

№	Высота	Площадь поперечного сечения	Материал цилиндра
1	5 см	4 см^2	медь
2	10 см	2 см^2	сталь
3	5 см	2 см^2	алюминий
4	8 см	2 см^2	алюминий

- 1) цилиндр №1
- 2) цилиндр №2
- 3) цилиндр №3
- 4) цилиндр №4

Ответ:

24 На рисунке приведены графики зависимости координаты от времени для двух тел: А и В, движущихся по прямой, вдоль которой и направлена ось Ox . Выберите **два** верных утверждения о движении тел.



- 1) Тело А движется равноускоренно.
- 2) Временной интервал между встречами тел А и В составляет 6 с.
- 3) В течение первых пяти секунд тела двигались в одном направлении.
- 4) За первые 5 с тело А прошло 15 м.
- 5) Тело В движется с постоянным ускорением.

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** Камень, брошенный с крыши дома почти вертикально вверх со скоростью 10 м/с, упал на землю через 3 с после броска. С какой высоты брошен камень? Сопротивление воздуха не учитывать.

Ответ: _____ м.

- 26** В области пространства, где находится частица массой 0,9 мг с зарядом $2 \cdot 10^{-11}$ Кл, создано однородное горизонтальное электрическое поле напряженностью 4000 В/м. На какое расстояние частица переместится по горизонтали за 3 с, если она начала двигаться из состояния покоя? Сопротивлением воздуха и действием силы тяжести пренебречь.

Ответ: _____ м.

- 27** На дифракционную решетку, имеющую период $5 \cdot 10^{-6}$ м, падает нормально параллельный пучок зелёного света с длиной волны $5,3 \cdot 10^{-7}$ м. Дифракционный максимум какого максимального порядка можно наблюдать при помощи этой дифракционной решетки?

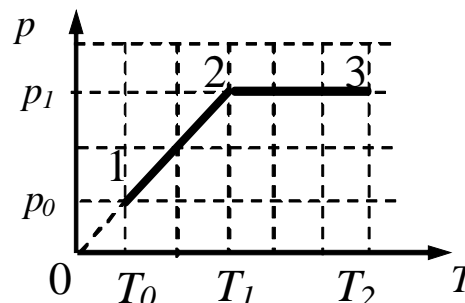
Ответ: _____.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

Для записи ответов на задания этой части (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

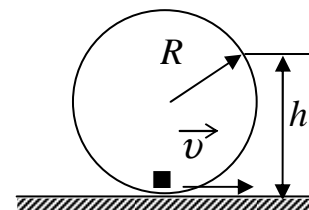
В горизонтальном сосуде, закрытом поршнем, находится разреженный газ. Максимальная сила трения между поршнем и стенками сосуда составляет $F_{\text{тр.макс}}$, а площадь поршня равна S . На pT -диаграмме показано, как изменялись давление и температура разреженного газа в процессе его нагревания. Как изменялся объём газа (увеличивался, уменьшался или же оставался неизменным) на участках 1-2 и 2-3? Объясните причины такого изменения объёма газа в процессе его нагревания, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения.



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.

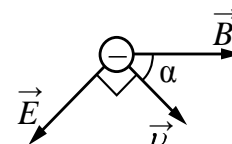
29

Небольшая шайба массой 10 г скатывается по внутренней поверхности гладкого закреплённого кольца радиусом $R = 0,16$ м и в нижней точке приобретает некоторую скорость v (см. рисунок). На высоте $h = 0,2$ м шайба отрывается от кольца и начинает свободно падать. Определите силу, с которой шайба давит на поверхность кольца в нижней точке траектории.



30 В калориметре находится лёд при температуре -10°C . В него добавляют 50 г воды, имеющей температуру 30°C . После установления теплового равновесия температура содержимого калориметра оказалась равной -2°C . Определите первоначальную массу льда в калориметре. Теплообменом с окружающей средой и теплоёмкостью калориметра пренебречь.

31 Точечный отрицательный заряд $q = -1,5 \cdot 10^{-12}$ Кл движется в однородных электрическом и магнитном полях. Напряжённость электрического поля $E = 1200$ В/м; индукция магнитного поля $B = 0,03$ Тл. В некоторый момент времени скорость заряда равна по величине $v = 10^5$ м/с и лежит в плоскости векторов \vec{B} и \vec{E} , при этом вектор \vec{v} перпендикулярен вектору \vec{E} и составляет с вектором \vec{B} угол $\alpha = 45^{\circ}$. Найдите величину результирующей силы, действующей на заряд со стороны электромагнитного поля в этот момент времени.



32 В вакууме находятся два покрытых кальцием электрода, к которым подключен конденсатор емкостью 4000 пФ. При длительном освещении катода светом фототок, возникший вначале, прекращается, а на конденсаторе появляется заряд, равный $3,3 \cdot 10^{-10}$ Кл. Работа выхода электронов из кальция составляет $4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж. Определите длину волны света, освещающего катод. Электроёмкостью системы электродов по сравнению с электроёмкостью конденсатора пренебречь.

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 К = -273 °С	
атомная единица массы		1 а.е.м. = $1,66 \cdot 10^{-27}$ кг	
1 атомная единица массы эквивалентна		931,5 МэВ	
1 электронвольт		1 эВ = $1,6 \cdot 10^{-19}$ Дж	
Масса частиц			
электрона	$9,1 \cdot 10^{-31}$ кг	$\approx 5,5 \cdot 10^{-4}$ а.е.м.	
протона	$1,673 \cdot 10^{-27}$ кг	$\approx 1,007$ а.е.м.	
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27}$ кг	$\approx 1,008$ а.е.м.	
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 цифра, число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Цифры в последовательности записываются без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1 На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела от времени.

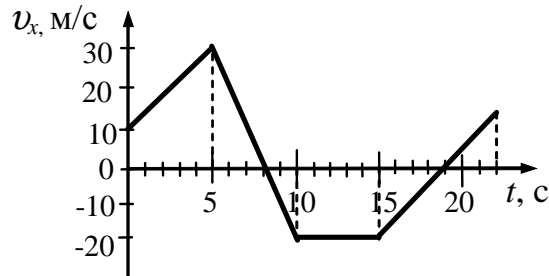
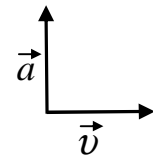


График зависимости проекции ускорения этого тела a_x в интервале времени от 5 до 10 с совпадает с графиком

- 1) 2) 3) 4)

Ответ:

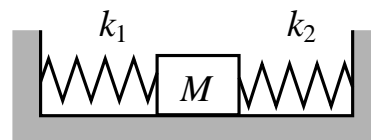
2 На рисунке представлены векторы скорости и ускорения материальной точки в инерциальной системе отсчёта. Определите направление вектора равнодействующей силы, действующей на материальную точку в этой системе отсчёта.



- 1) \rightarrow 2) \uparrow 3) \nearrow 4) \downarrow

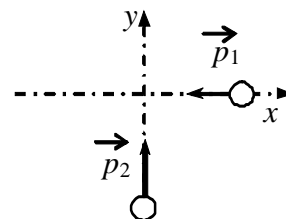
Ответ:

3 Кубик массой 2 кг покоится на гладком горизонтальном столе, сжатый с боков пружинами (см. рисунок). Левая пружина жёсткостью $k_1 = 500$ Н/м сжата на 3 см. С какой силой правая пружина действует на кубик?



Ответ: _____ Н.

4 По гладкой горизонтальной плоскости по осям x и y движутся две шайбы с импульсами, равными по модулю $p_1 = 1,5$ кг·м/с и $p_2 = 3,5$ кг·м/с, как показано на рисунке. После соударения вторая шайба продолжает двигаться по оси y в прежнем направлении с импульсом, равным по модулю $p_3 = 1,5$ кг·м/с. Определите модуль импульса первой шайбы после удара.



Ответ: _____ кг·м/с.

5 Частота собственных малых вертикальных колебаний пружинного маятника равна 6 Гц. Какой станет частота таких колебаний, если массу груза пружинного маятника увеличить в 4 раза?

Ответ: _____ Гц.

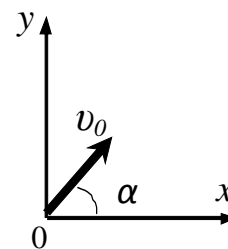
6 По наклонной плоскости, составляющей угол α с горизонтом, скользит тело. Угол, который составляет наклонная плоскость с горизонтом, увеличили. Как изменятся при этом сила трения и сила нормальной реакции опоры, действующие на тело? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

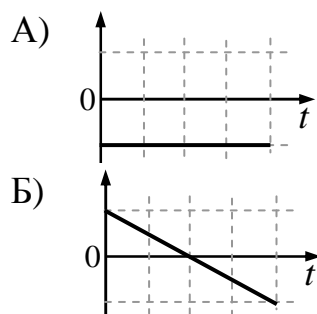
Сила трения	Сила нормальной реакции опоры

7 В момент $t = 0$ камень бросили с поверхности земли под углом к горизонту. Считая сопротивление воздуха малым, 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

- 1) проекция скорости камня на ось Oy
- 2) проекция скорости камня на ось Ox
- 3) проекция ускорения камня на ось Oy
- 4) кинетическая энергия камня

Ответ:

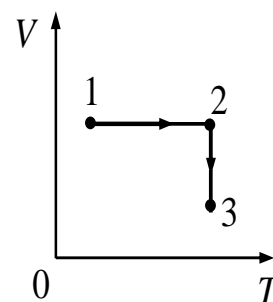
А	Б

8 Если толчёный мел размешать в воде, то частицы мела будут долго «висеть» в толще воды, не оседая на дно. Это явление объясняется тем, что

- 1) вода выталкивает их вверх согласно закону Архимеда
- 2) частицы мела совершают броуновское движение в воде
- 3) Земля не притягивает столь мелкие частицы
- 4) температура частиц мела выше температуры воды

Ответ:

9 1 моль идеального газа участвует в процессе, показанном на диаграмме VT . Где достигается наибольшее давление газа в указанном процессе?



- 1) в точке 1
- 2) в точке 3
- 3) на всем отрезке 1–2
- 4) на всем отрезке 2–3

Ответ:

10 Какое количество теплоты необходимо для нагревания свинцовой детали массой 30 г от 25°C до 125°C ?

Ответ: _____ Дж.

11 В сосуде под подвижным поршнем, который может скользить без трения, находится идеальный газ массой m при температуре T . Массу газа увеличили в 2 раза, а температуру уменьшили в 3 раза. Как изменяются при этом давление газа и внутренняя энергия газа под поршнем?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

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

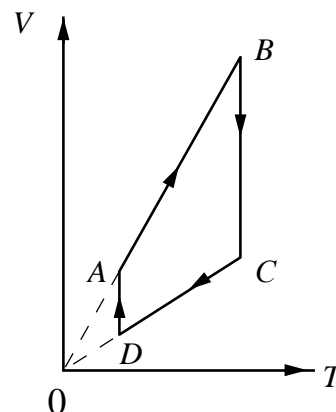
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление газа	Внутренняя энергия газа

12 На рисунке приведён график циклического процесса, проведённого с одним молем идеального газа.

Установите соответствие между участками цикла и изменениями физических величин на этих участках (ΔU – изменение внутренней энергии газа, A – работа газа).

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



УЧАСТОК ЦИКЛА

**ИЗМЕНЕНИЯ
ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН**

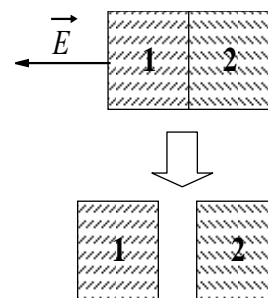
- А) BC
- Б) AB

- 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

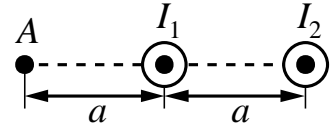
13 Два незаряженных стеклянных кубика 1 и 2 сблизили вплотную и поместили в электрическое поле, напряженность которого направлена горизонтально влево, как показано в верхней части рисунка. Затем кубики быстро раздвинули, и уже потом убрали электрическое поле (нижняя часть рисунка). Какое утверждение о знаках зарядов разделенных кубиков 1 и 2 правильно?



- 1) заряды первого и второго кубиков положительны
- 2) заряды первого и второго кубиков отрицательны
- 3) заряды первого и второго кубиков равны нулю
- 4) заряд первого кубика отрицателен, заряд второго – положителен

Ответ:

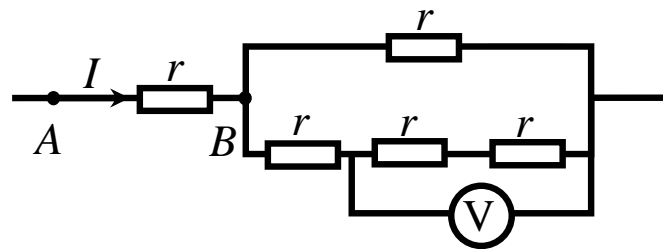
14 Два параллельных длинных проводника с токами I_1 и I_2 расположены перпендикулярно плоскости чертежа (см. рисунок). Векторы \vec{B}_1 и \vec{B}_2 индукции магнитных полей, создаваемых этими проводниками в точке A , направлены в плоскости чертежа следующим образом:



- 1) \vec{B}_1 – вверх, \vec{B}_2 - вверх
- 2) \vec{B}_1 – вниз, \vec{B}_2 – вниз
- 3) \vec{B}_1 – вверх, \vec{B}_2 - вниз
- 4) \vec{B}_1 – вниз, \vec{B}_2 - вверх

Ответ:

15 Пять одинаковых резисторов с сопротивлением $r = 4$ Ом соединены в электрическую цепь, схема которой представлена на рисунке. По участку AB идёт ток $I = 4$ А. Какое напряжение показывает идеальный вольтметр?

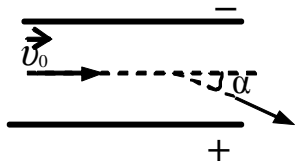


Ответ: _____ В.

16 Луч света падает на плоское зеркало. Угол между падающим и отраженным лучами равен 30° . Чему равен угол между отраженным лучом и зеркалом?

Ответ: _____ градусов.

17 Отрицательно заряженная частица влетает в однородное электрическое поле между пластинами плоского конденсатора (см. рисунок). Начальная скорость частицы параллельна пластинам, при вылете из конденсатора скорость частицы направлена под углом α к первоначальному направлению движения.



Как изменятся модуль ускорения частицы и время пролёта частицей конденсатора при увеличении напряжённости электрического поля в конденсаторе?

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 ускорения частицы	Время пролёта конденсатора

18 Установите соответствие между формулами для вычисления физических величин на участке цепи постоянного тока, содержащего резистор и названиями этих величин.

В формулах использованы обозначения: I – сила тока на участке цепи; U – напряжение на участке цепи, R – сопротивление резистора.

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

ФОРМУЛЫ

- А) $\frac{U^2}{R}$
- Б) IR

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) заряд, протекший через резистор
- 2) напряжение на резисторе
- 3) мощность тока, выделяющаяся на резисторе
- 4) сила тока через резистор

Ответ:

А	Б

19 Какое из перечисленных ниже ядер содержит 6 нейтронов?

- 1) ${}^7_3\text{Li}$
- 2) ${}^{11}_5\text{B}$
- 3) ${}^4_2\text{He}$
- 4) ${}^{24}_{11}\text{Na}$

Ответ:

20 В результате серии радиоактивных распадов ядро урана ${}^{238}_{92}\text{U}$ превращается в ядро свинца ${}^{206}_{82}\text{Pb}$. Какое количество α - и β -распадов оно испытывает при этом?

- 1) 8 α и 6 β
- 2) 6 α и 8 β
- 3) 10 α и 5 β
- 4) 5 α и 10 β

Ответ:

21 Один лазер излучает монохроматический свет с длиной волны $\lambda_1 = 700$ нм, другой – с длиной волны $\lambda_2 = 350$ нм. Чему равно отношение импульсов $\frac{P_1}{P_2}$ фотонов, излучаемых лазерами?

Ответ: _____.

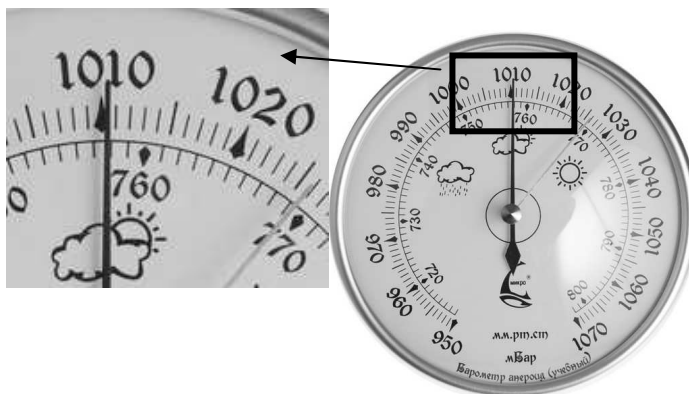
22 Монохроматический свет с длиной волны λ падает на поверхность металла, вызывая фотоэффект. Фотоэлектроны тормозятся электрическим полем. Как изменятся работа выхода электронов с поверхности металла и запирающее напряжение, если уменьшить длину волны падающего света? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Работа выхода	Запирающее напряжение

23 На рисунке показаны барометр и часть его шкалы. Абсолютная погрешность измерения давления в мм рт. ст. равна цене деления барометра. Укажите верную запись показаний прибора.

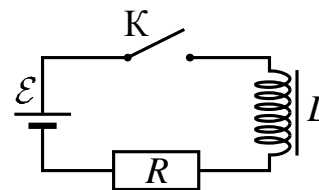


- 1) (758 ± 1) мм рт. ст.
- 2) $(758,0 \pm 0,5)$ мм рт. ст.
- 3) (1010 ± 1) мм рт. ст.
- 4) (762 ± 1) мм рт. ст.

Ответ:

24

Катушка индуктивности подключена к источнику тока с пренебрежимо малым внутренним сопротивлением через резистор $R = 60$ Ом (см. рисунок). В момент $t = 0$ ключ K замыкают. Значения силы тока в цепи, измеренные в последовательные моменты времени с точностью $\pm 0,01$ А, представлены в таблице.



$t, \text{с}$	0	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
$I, \text{А}$	0	0,12	0,19	0,23	0,26	0,28	0,29	0,30	0,30

Выберите **два** верных утверждения о процессах, наблюдаемых в опыте.

- 1) В опыте наблюдаются колебания силы тока в цепи.
- 2) ЭДС источника тока составляет 18 В.
- 3) В момент $t = 6,0$ с энергия магнитного поля катушки минимальна.
- 4) В момент времени $t = 3,0$ с напряжение на резисторе равно 15 В.
- 5) В момент времени $t = 2,0$ с ЭДС самоиндукции катушки равна 2,4 В.

Ответ:

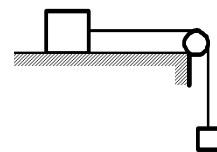
--	--

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

По горизонтальному столу из состояния покоя движется брусок массой 0,6 кг, соединенный с грузом массой 0,15 кг невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через гладкий невесомый блок (см. рисунок). Груз движется с ускорением $0,4 \text{ м/с}^2$. Определите коэффициент трения бруска о поверхность стола.



Ответ: _____.

26

В однородном горизонтальном магнитном поле с индукцией 0,02 Тл находится горизонтальный прямолинейный проводник длиной 1 м, расположенный перпендикулярно линиям индукции поля. Какой ток следует пропустить по проводнику, чтобы сила Ампера уравновесила силу тяжести? Масса проводника 20 г.

Ответ: _____ А.

27

Предмет расположен на горизонтальной главной оптической оси тонкой собирающей линзы. Фокусное расстояние линзы равно 30 см. Изображение предмета действительное, а увеличение составило $k = 3$. Найдите расстояние от предмета до линзы.

Ответ: _____ см.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

Для записи ответов на задания этой части (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.

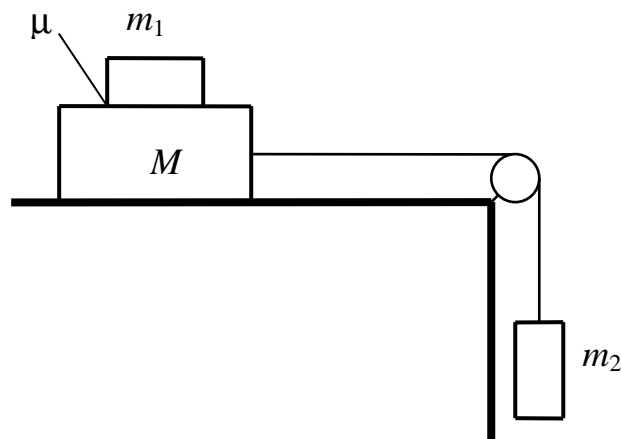
28

В вертикальном цилиндрическом сосуде под поршнем находится воздух, водяной пар и капли воды на стенках сосуда. Поршень начинают медленно поднимать, увеличивая объём сосуда. В середине процесса подъёма поршня капли воды в сосуде исчезают, температура пара остается неизменной в течение всего процесса подъёма поршня. Затем сосуд с паром нагревают при неизменном положении поршня. Как будет меняться при этих процессах влажность воздуха в сосуде? Ответ поясните, указав какие физические явления и закономерности Вы использовали для объяснения.

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.

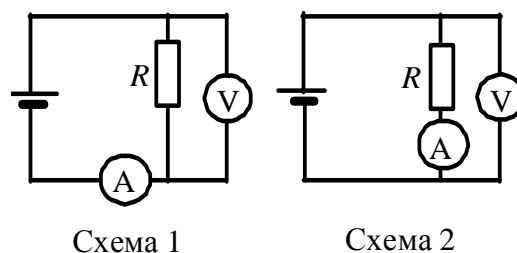
29

Система грузов M , m_1 и m_2 , показанная на рисунке, движется из состояния покоя. Поверхность стола – горизонтальная гладкая. Коэффициент трения между грузами M и m_1 равен $\mu = 0,3$. Грузы M и m_2 связаны легкой нерастяжимой нитью, которая скользит по блоку без трения. Пусть $M = 2,4$ кг, $m_1 = m_2 = m$. При каких значениях m грузы M и m_1 движутся как одно целое? Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на грузы.



30 Теплоизолированный сосуд объемом $V = 4 \text{ м}^3$ разделен пористой перегородкой на две равные части. В начальный момент в одной части сосуда находится 1 моль гелия, а в другой 1 моль неона. Атомы гелия могут свободно проникать через перегородку, а атомы неона – нет. Начальная температура гелия равна температуре неона: $T = 400 \text{ К}$. Определите внутреннюю энергию газа в той части сосуда, где первоначально находился неон, после установления равновесия в системе.

31 Одни и те же элементы соединены в электрическую цепь сначала по схеме 1, а затем по схеме 2 (см. рисунок). Сопротивление резистора равно R , сопротивление амперметра $\frac{1}{100}R$, сопротивление вольтметра $9R$. Найдите отношение мощностей $\frac{P_2}{P_1}$, выделяемых на резисторах в этих схемах.



Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением проводов пренебречь.

32 Фотокатод, покрытый кальцием, освещается светом с длиной волны $\lambda = 300 \text{ нм}$. Работа выхода электронов из кальция равна $A_{\text{вых}} = 4,42 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции этого поля и движутся по окружности с максимальным радиусом $R = 4 \text{ мм}$. Каков модуль индукции магнитного поля B ?