

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ**Пояснения к демонстрационному варианту контрольных
измерительных материалов 2020 года по ФИЗИКЕ**

При ознакомлении с демонстрационным вариантом контрольных измерительных материалов 2020 г. следует иметь в виду, что задания, включённые в демонстрационный вариант, не отражают всех вопросов содержания, которые будут проверяться с помощью вариантов КИМ в 2020 г. Полный перечень вопросов, которые могут контролироваться на едином государственном экзамене 2020 г., приведён в кодификаторе элементов содержания и требований к уровню подготовки выпускников образовательных организаций для проведения единого государственного экзамена 2020 г. по физике.

Назначение демонстрационного варианта заключается в том, чтобы дать возможность любому участнику ЕГЭ и широкой общественности составить представление о структуре будущих КИМ, количестве и форме заданий, об уровне их сложности. Приведённые критерии оценки выполнения заданий с развёрнутым ответом, включённые в этот вариант, дают представление о требованиях к полноте и правильности записи развёрнутого ответа.

Эти сведения позволят выпускникам выработать стратегию подготовки и сдачи ЕГЭ.

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор

ФГБНУ «Федеральный институт
педагогических измерений»

О.А. Решетникова

2019 г.

«СОГЛАСОВАНО»

Председатель

Научно-методического совета
ФГБНУ «ФИПИ» по физике

М.Н. Стриханов

«31» октября 2019 г.

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ**Демонстрационный вариант
контрольных измерительных материалов
единого государственного экзамена 2020 года
по физике**подготовлен Федеральным государственным бюджетным
научным учреждением**«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ»**

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

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

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

Удельная теплота	
парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$

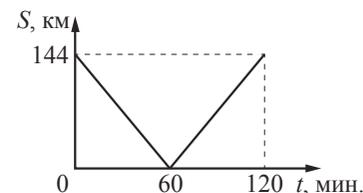
Нормальные условия: давление – 10^5 Па , температура – $0 \text{ }^\circ\text{C}$

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

Часть 1

Ответами на задания 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 пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1 Из двух городов навстречу друг другу с постоянной скоростью движутся два автомобиля. На графике показано изменение расстояния между автомобилями с течением времени. Каков модуль скорости первого автомобиля в системе отсчёта, связанной со вторым автомобилем?



Ответ: _____ м/с.

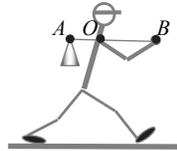
2 Два одинаковых маленьких шарика массой m каждый, расстояние между центрами которых равно r , притягиваются друг к другу с силами, равными по модулю $0,2 \text{ нН}$. Каков модуль сил гравитационного притяжения двух других шариков, если масса каждого из них равна $2m$, а расстояние между их центрами равно $2r$?

Ответ: _____ нН.

3 Максимальная высота, на которую шайба массой 40 г может подняться по гладкой наклонной плоскости относительно начального положения, равна $0,2 \text{ м}$. Определите кинетическую энергию шайбы в начальном положении. Сопротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: _____ Дж.

4 Человек несёт груз на лёгкой палке (см. рисунок). Чтобы удержать в равновесии груз весом 80 Н, он прикладывает к концу B палки вертикальную силу 30 Н. $OB = 80$ см. Чему равно OA ?



Ответ: _____ см.

5 В таблице представлены данные о положении шарика, прикрепленного к пружине и колеблющегося вдоль горизонтальной оси Ox , в различные моменты времени.

t, c	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2
$x, мм$	0	5	9	12	14	15	14	12	9	5	0	-5	-9	-12	-14	-15	-14

Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения относительно этих колебаний.

- 1) Потенциальная энергия пружины в момент времени 2,0 с максимальна.
- 2) Период колебаний шарика равен 4,0 с.
- 3) Кинетическая энергия шарика в момент времени 1,0 с минимальна.
- 4) Амплитуда колебаний шарика равна 30 мм.
- 5) Полная механическая энергия маятника, состоящего из шарика и пружины, в момент времени 2,0 с минимальна.

Ответ:

6 Деревянный шарик плавает в стакане с водой. Как изменятся сила тяжести, действующая на шарик, и глубина погружения шарика в жидкость, если он будет плавать в подсолнечном масле?

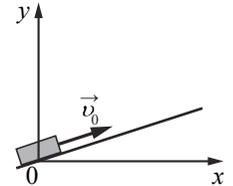
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

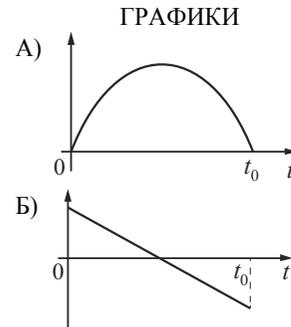
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тяжести, действующая на шарик	Глубина погружения шарика в жидкость

7 После удара в момент $t=0$ шайба начала скользить вверх по гладкой наклонной плоскости со скоростью \vec{v}_0 , как показано на рисунке. В момент t_0 шайба вернулась в исходное положение. Графики А и Б отображают изменение с течением времени физических величин, характеризующих движение шайбы.



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, изменение которых со временем эти графики могут отображать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



- ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ
- 1) полная механическая энергия $E_{мех}$
 - 2) проекция импульса p_y
 - 3) кинетическая энергия E_k
 - 4) координата y

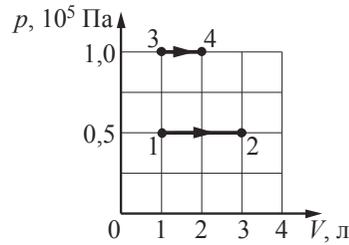
Ответ:

А	Б

8 В ходе эксперимента давление разреженного газа в сосуде снизилось в 5 раз, а средняя энергия теплового движения его молекул уменьшилась в 2 раза. Во сколько раз уменьшилась при этом концентрация молекул газа в сосуде?

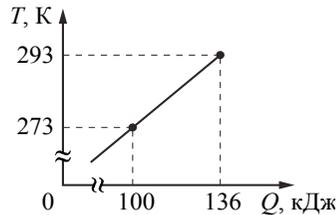
Ответ: в _____ раз(а).

9 На рисунке показано расширение газообразного гелия двумя способами: 1–2 и 3–4. Найдите отношение $\frac{A_{12}}{A_{34}}$ работ газа в процессах 1–2 и 3–4.



Ответ: _____.

10 На рисунке показана зависимость температуры металлической детали массой 2 кг от переданного ей количества теплоты. Чему равна удельная теплоёмкость металла?



Ответ: _____ Дж/(кг · К).

11 Сосуд разделён на две равные по объёму части пористой неподвижной перегородкой. В начальный момент времени в левой части сосуда содержится 4 моль гелия, в правой – 40 г аргона. Перегородка может пропускать молекулы гелия и является непроницаемой для молекул аргона. Температура газов одинаковая и остаётся постоянной. Выберите **два** верных утверждения, описывающих состояние газов после установления равновесия в системе.

- 1) Концентрация гелия в правой части сосуда в 2 раза меньше, чем аргона.
- 2) Отношение давления газов в правой части сосуда к давлению газа в левой части равно 1,5.
- 3) В правой части сосуда общее число молекул газов меньше, чем в левой части.
- 4) Внутренняя энергия гелия и аргона одинакова.
- 5) В результате установления равновесия давление в правой части сосуда увеличилось в 3 раза.

Ответ:

12 Температуру холодильника тепловой машины Карно понизили, оставив температуру нагревателя прежней. Количество теплоты, полученное газом от нагревателя за цикл, не изменилось. Как изменились при этом КПД тепловой машины и работа газа за цикл?

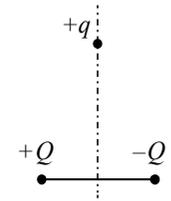
Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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

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

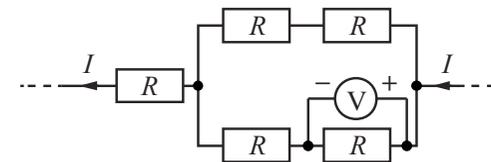
КПД тепловой машины	Работа газа за цикл

13 Положительный точечный заряд $+q$ находится в поле двух неподвижных точечных зарядов: положительного $+Q$ и отрицательного $-Q$ (см. рисунок). Куда направлено относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) ускорение заряда $+q$ в этот момент времени, если на него действуют только заряды $+Q$ и $-Q$? *Ответ запишите словом (словами).*



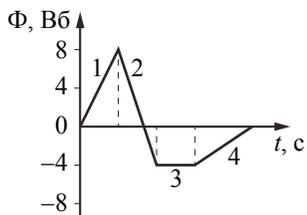
Ответ: _____.

14 Пять одинаковых резисторов с сопротивлением $R = 1$ Ом соединены в электрическую цепь, через которую течёт ток $I = 2$ А (см. рисунок). Какое напряжение показывает идеальный вольтметр?



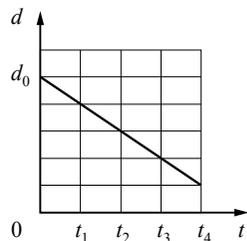
Ответ: _____ В.

- 15 На рисунке показан график зависимости магнитного потока, пронизывающего контур, от времени. На каком из участков графика (1, 2, 3 или 4) в контуре возникает максимальная по модулю ЭДС индукции?



Ответ: на участке _____.

- 16 Плоский воздушный конденсатор ёмкостью C_0 , подключённый к источнику постоянного напряжения, состоит из двух металлических пластин, находящихся на расстоянии d_0 друг от друга. Расстояние между пластинами меняется со временем так, как показано на графике. Выберите **два** верных утверждения, соответствующих описанию опыта.



- 1) В момент времени t_4 ёмкость конденсатора увеличилась в 5 раз по сравнению с первоначальной (при $t = 0$).
- 2) В интервале времени от t_1 до t_4 заряд конденсатора возрастает.
- 3) В интервале времени от t_1 до t_4 энергия конденсатора равномерно уменьшается.
- 4) В промежутке времени от t_1 до t_4 напряжённость электрического поля между пластинами конденсатора остаётся постоянной.
- 5) В промежутке времени от t_1 до t_4 напряжённость электрического поля между пластинами конденсатора убывает.

Ответ:

--	--

- 17 Альфа-частица движется по окружности в однородном магнитном поле. Как изменятся ускорение альфа-частицы и частота её обращения, если уменьшить её кинетическую энергию?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

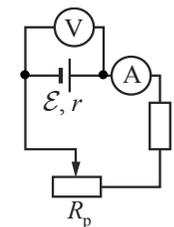
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Ускорение α -частицы	Частота обращения α -частицы

- 18 Исследуется электрическая цепь, собранная по схеме, представленной на рисунке.

Определите формулы, которые можно использовать для расчётов показаний амперметра и вольтметра. Измерительные приборы считайте идеальными. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



- ПОКАЗАНИЯ ПРИБОРОВ
 А) показания амперметра
 Б) показания вольтметра

- ФОРМУЛЫ
 1) $\mathcal{E}(R + R_p - r)$
 2) $\frac{\mathcal{E}r}{R + R_p + r}$
 3) $\frac{\mathcal{E}(R + R_p)}{R + R_p + r}$
 4) $\frac{\mathcal{E}}{R + R_p + r}$

Ответ:

А	Б

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

Укажите число протонов и число нейтронов в ядре самого распространённого стабильного изотопа лития.

Число протонов	Число нейтронов

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

20 Образец радиоактивного висмута находится в закрытом сосуде. Ядра висмута испытывают α -распад с периодом полураспада пять суток. Какая доля (в процентах) от исходно большого числа ядер этого изотопа висмута распадётся за 15 суток?

Ответ: _____ %.

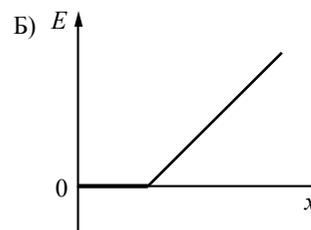
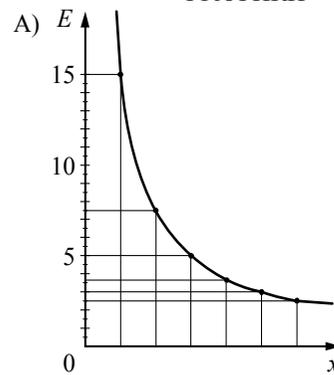
21 На металлическую пластинку падает пучок монохроматического света. При этом наблюдается явление фотоэффекта.

На графике А представлена зависимость энергии фотонов, падающих на катод, от физической величины x_1 , а на графике Б – зависимость максимальной кинетической энергии фотоэлектронов от физической величины x_2 .

Какая из физических величин отложена на горизонтальной оси на графике А и какая – на графике Б?

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

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА x

- 1) длина волны
- 2) массовое число
- 3) заряд ядра
- 4) частота

Ответ:

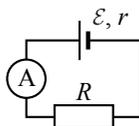
А	Б

22 Пакет, в котором находится 200 шайб, положили на весы. Весы показали 60 г. Чему равна масса одной шайбы по результатам этих измерений, если погрешность весов равна ± 10 г? Массу самого пакета не учитывать.

Ответ: (_____ \pm _____) г.

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

23 Ученик изучает законы постоянного тока. В его распоряжении имеется пять аналогичных электрических цепей (см. рисунок) с различными источниками и внешними сопротивлениями, характеристики которых указаны в таблице. Какие **две** цепи необходимо взять ученику для того, чтобы на опыте исследовать зависимость силы тока, протекающего в цепи, от внешнего сопротивления?



№ цепи	ЭДС источника \mathcal{E} , В	Внутреннее сопротивление источника r , Ом	Внешнее сопротивление R , Ом
1	9	1	5
2	6	2	10
3	12	2	15
4	6	1	10
5	9	1	15

Запишите в ответе номера выбранных цепей.

Ответ:

24 Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звёздах.

Наименование звезды	Температура поверхности, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Средняя плотность по отношению к плотности воды
Альдебаран	3600	5,0	45	$7,7 \cdot 10^{-5}$
ε Возничего В	11 000	10,2	3,5	0,33
Ригель	11 200	40	138	$2 \cdot 10^{-5}$
Сириус А	9250	2,1	2,0	0,36
Сириус В	8200	1,0	0,01	$1,75 \cdot 10^6$
Солнце	6000	1,0	1,0	1,4
α Центавра А	5730	1,02	1,2	0,80

Выберите **все** верные утверждения, которые соответствуют характеристикам звёзд.

- 1) Температура звезды α Центавра А соответствует температуре звёзд спектрального класса *O*.
- 2) Звезда Ригель является сверхгигантом.
- 3) Наше Солнце относится к гигантам спектрального класса *B*.
- 4) Средняя плотность звезды Сириус В больше, чем у Солнца.
- 5) Звезда ε Возничего В относится к звёздам главной последовательности на диаграмме Герцшпрунга – Рассела.

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

Ответом на каждое из заданий 25 и 26 является число. Это число 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.

- 25 Медный прямой проводник расположен в однородном магнитном поле, модуль вектора магнитной индукции которого равен 20 мТл. Силовые линии магнитного поля направлены перпендикулярно проводнику. К концам проводника приложено напряжение 3,4 В. Определите площадь поперечного сечения проводника, если сила Ампера, действующая на него, равна 6 Н. Удельное сопротивление меди равно $1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом · м.

Ответ: _____ мм².

- 26 В опыте по изучению фотоэффекта фотоэлектроны тормозятся электрическим полем. При этом измеряется запирающее напряжение. В таблице представлены результаты исследования зависимости запирающего напряжения U , от длины волны λ падающего света.

Запирающее напряжение U , В	0,4	0,6
Длина волны света λ , нм	546	491

Чему равна постоянная Планка по результатам этого эксперимента? Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____ · 10⁻³⁴ Дж · с.

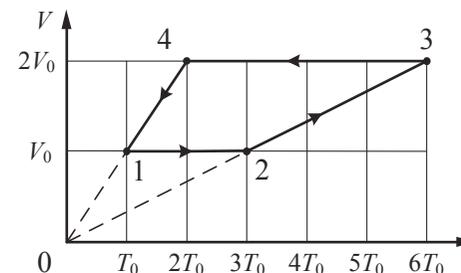


Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

27

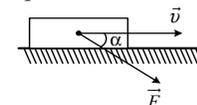
1 моль разреженного гелия участвует в циклическом процессе 1–2–3–4–1, график которого изображён на рисунке в координатах $V-T$, где V – объём газа, T – абсолютная температура. Постройте график цикла в координатах $p-V$, где p – давление газа, V – объём газа. Опираясь на законы молекулярной физики и термодинамики, объясните построение графика. Определите, во сколько раз работа газа в процессе 2–3 больше модуля работы внешних сил в процессе 4–1.



Полное правильное решение каждой из задач 28–32 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.

28

Брусок массой 2 кг движется по горизонтальному столу. На тело действует сила \vec{F} под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту (см. рисунок). Коэффициент трения между бруском и столом равен 0,3. Каков модуль силы \vec{F} , если модуль силы трения, действующей на тело, равен 7,5 Н?

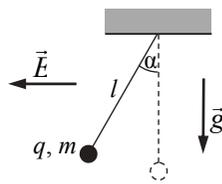


- 29** Два небольших шара массами $m_1 = 0,2$ кг и $m_2 = 0,3$ кг закреплены на концах невесомого стержня AB , расположенного горизонтально на опорах C и D (см. рисунок). Расстояние между опорами $l = 0,6$ м, а расстояние AC равно $0,2$ м. Чему равна длина стержня L , если сила давления стержня на опору D в 2 раза больше, чем на опору C ? Сделайте рисунок с указанием внешних сил, действующих на систему тел «стержень – шары».

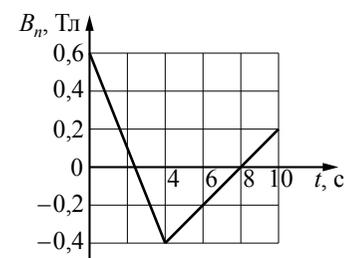


- 30** Гелий в количестве $\nu = 3$ моль изобарно сжимают, совершая работу $A_1 = 2,4$ кДж. При этом температура гелия уменьшается в 4 раза: $T_2 = \frac{T_1}{4}$. Затем газ адиабатически расширяется, при этом его температура изменяется до значения $T_3 = \frac{T_1}{8}$. Найдите работу газа A_2 при адиабатном расширении. Количество вещества в процессах остаётся неизменным.

- 31** Маленький шарик массой m с зарядом $q = 5$ нКл, подвешенный к потолку на лёгкой шёлковой нитке длиной $l = 0,8$ м, находится в горизонтальном однородном электростатическом поле \vec{E} с модулем напряжённости поля $E = 6 \cdot 10^5$ В/м (см. рисунок). Шарик отпускают с нулевой начальной скоростью из положения, в котором нить вертикальна. В момент, когда нить образует с вертикалью угол $\alpha = 30^\circ$, модуль скорости шарика $v = 0,9$ м/с. Чему равна масса шарика m ? Сопротивлением воздуха пренебречь.



- 32** Квадратная проволочная рамка со стороной $l = 10$ см находится в однородном магнитном поле с индукцией \vec{B} . На рисунке изображена зависимость проекции вектора \vec{B} на перпендикуляр к плоскости рамки от времени. Какое количество теплоты выделится в рамке за время $t = 10$ с, если сопротивление рамки $R = 0,2$ Ом?



! Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.