

ВАРИАНТ 4

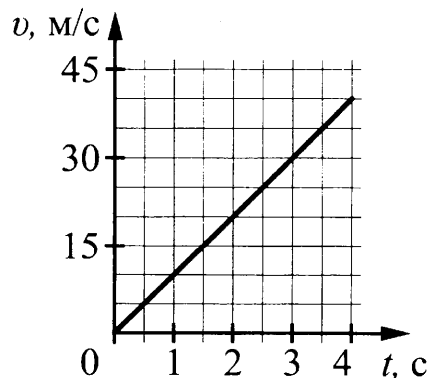
Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 рядом с номером выполняемого Вами задания (1–24) запишите номер выбранного ответа или ответ. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1

На графике приведена зависимость скорости тела от времени при прямолинейном движении. Определите по графику ускорение тела.

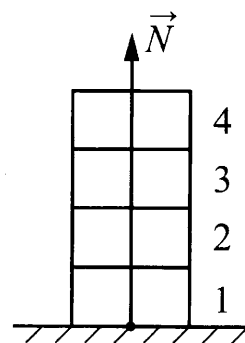
- 1) 15 м/с^2
- 2) 10 м/с^2
- 3) 20 м/с^2
- 4) 5 м/с^2



2

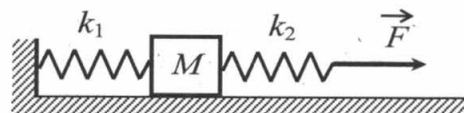
Четыре одинаковых кирпича массой m каждый сложены в стопку (см. рисунок). Если убрать два верхних кирпича, то модуль силы \vec{N} , действующей со стороны горизонтальной опоры на первый кирпич, уменьшится на

- 1) $\frac{mg}{4}$
- 2) $\frac{mg}{2}$
- 3) $\frac{4mg}{5}$
- 4) $2mg$



3

К системе из кубика массой 1 кг и двух пружин приложена постоянная горизонтальная сила величиной $F = 18 \text{ Н}$ (см. рисунок). Система покоится. Между кубиком и опорой трения нет. Левый край первой пружины прикреплен к стенке. Жёсткость первой пружины $k_1 = 300 \text{ Н/м}$. Жёсткость второй пружины $k_2 = 600 \text{ Н/м}$. Определите удлинение второй пружины. Ответ запишите в сантиметрах.



Ответ: _____ см.

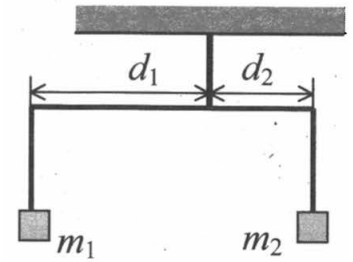
4

Тело, брошенное вертикально вверх от поверхности Земли, достигло максимальной высоты 20 м. С какой начальной скоростью тело было брошено вверх? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: _____ м/с.

5

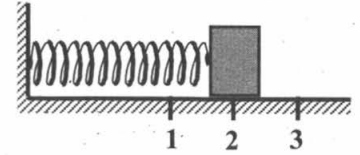
Коромысло весов, к которому подвешены на нитях два тела (см. рисунок), находится в равновесии. Длины плеч $d_1 = 30$ см и $d_2 = 10$ см соответственно, а масса первого груза $m_1 = 2$ кг. Чему равна масса второго груза m_2 ? (Коромысло и нити считать невесомыми.)



Ответ: _____ кг.

6

Груз изображённого на рисунке пружинного маятника совершает гармонические колебания между точками 1 и 3. Как меняется скорость груза и жёсткость пружины при движении груза маятника от точки 1 к точке 2? Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:



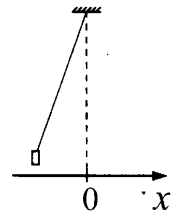
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

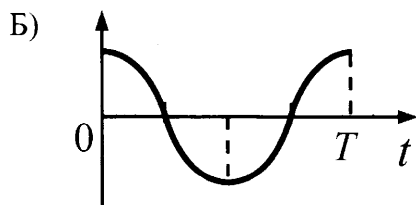
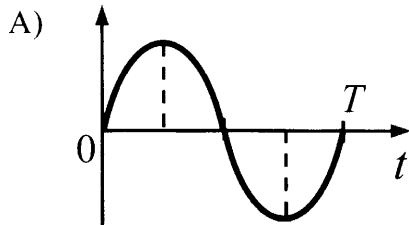
Скорость груза	Жёсткость пружины

7

Груз, привязанный к нити, отклонили от положения равновесия и отпустили из состояния покоя (см. рисунок). На графиках А и Б показано изменение физических величин, характеризующих движение груза после этого. 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.



ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) кинетическая энергия E_k
- 2) координата x
- 3) проекция импульса p_x
- 4) проекция ускорения a_x

Ответ:

А	Б

8

Диффузия в жидкости происходит быстрее при повышении температуры, потому что с повышением температуры

- 1) увеличиваются силы взаимодействия молекул
- 2) увеличивается скорость теплового движения молекул
- 3) жидкости расширяются
- 4) уменьшаются силы взаимодействия молекул

9

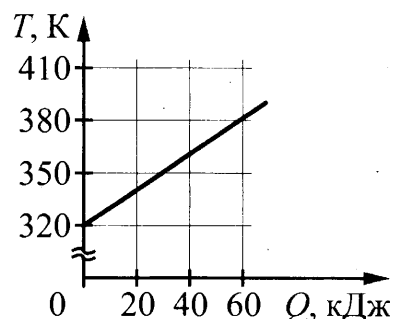
Паук-серебрянка медленно спускается на дно равномерно прогретого озера, неся между волосками брюшка пузырьки воздуха для своего подводного жилища. Какой процесс происходит с воздухом в пузырьках по мере погружения паука?

- 1) изохорное нагревание
- 2) изобарное сжатие
- 3) изотермическое сжатие
- 4) адиабатное сжатие

10

На рисунке изображён график зависимости температуры тела массой 500 г от подводимого к нему количества теплоты. Определите удельную теплоёмкость этого вещества.

Ответ: _____ Дж/(кг·К).



11

В процессе сжатия 1 моль разреженного аргона его внутренняя энергия всё время остаётся неизменной. Как изменяются при этом температура аргона и его объём? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

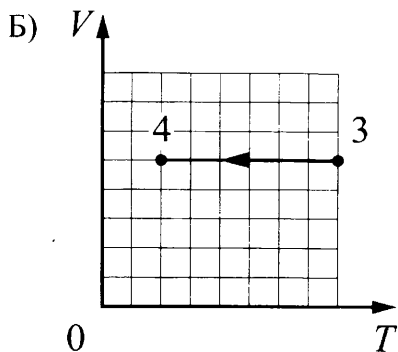
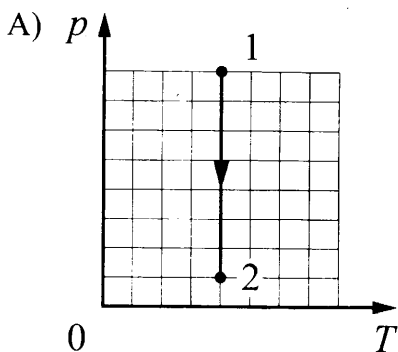
Температура аргона	Объём аргона

12

На рисунках приведены графики А и Б двух процессов: 1–2 и 3–4, происходящих с 1 моль неона. 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

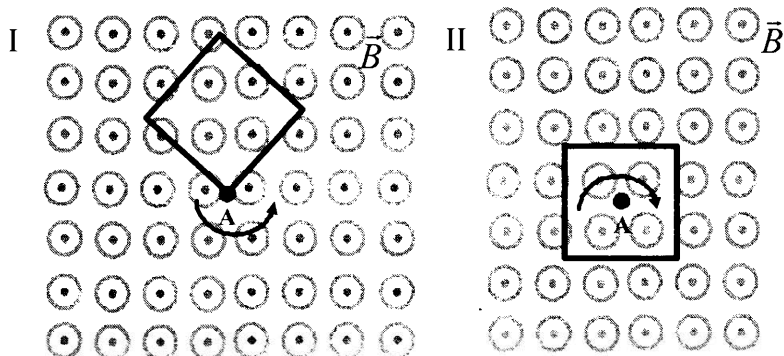


УТВЕРЖДЕНИЯ

- 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.

13

На рисунке показаны два способа вращения рамки в однородном магнитном поле, линии индукции которого идут из плоскости чертежа. Вращение происходит вокруг точки A в плоскости рисунка. ЭДС индукции в рамке

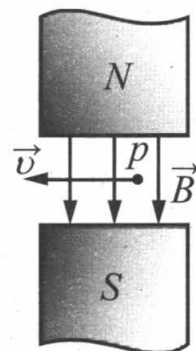


- 1) возникает в обоих случаях
- 2) не возникает ни в одном из случаев
- 3) возникает только в первом случае
- 4) возникает только во втором случае

14

Протон p , влетевший в зазор между полюсами электромагнита, имеет скорость \vec{v} , которая перпендикулярна вектору индукции \vec{B} магнитного поля, направленному вертикально (см. рисунок). Как направлена действующая на протон сила Лоренца \vec{F} ?

- 1) горизонтально влево \leftarrow
- 2) от наблюдателя \otimes
- 3) вертикально вверх \uparrow
- 4) к наблюдателю \odot



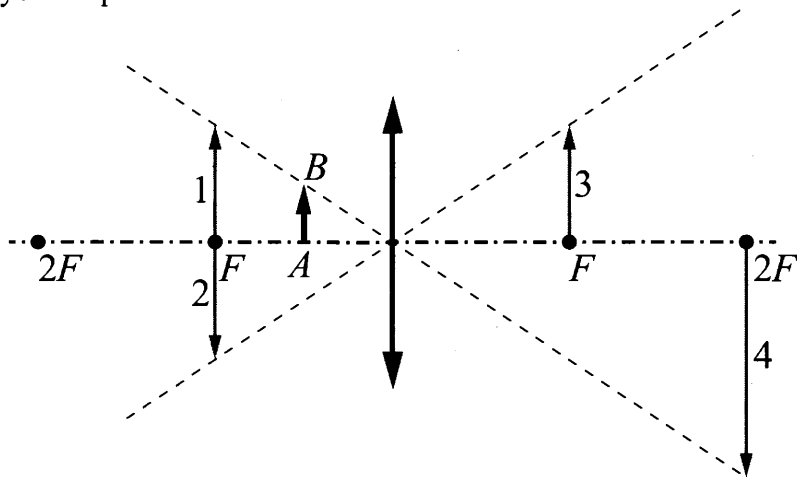
15

В цепи из двух одинаковых последовательно включённых резисторов за час выделяется количество теплоты равное 250 Дж. Какое количество теплоты будет выделяться в цепи из этих резисторов за час, если их включить параллельно, а подводимое к ним напряжение уменьшить в 2 раза?

Ответ: _____ Дж.

16

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



Ответ: _____.

17

Протон в однородном магнитном поле движется по окружности. Чтобы в этом поле двигалась с той же скоростью α -частица, центростремительное ускорение и период обращения α -частицы по сравнению с протоном должны:

- 1) увеличиться
- 2) уменьшиться
- 3) не измениться

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

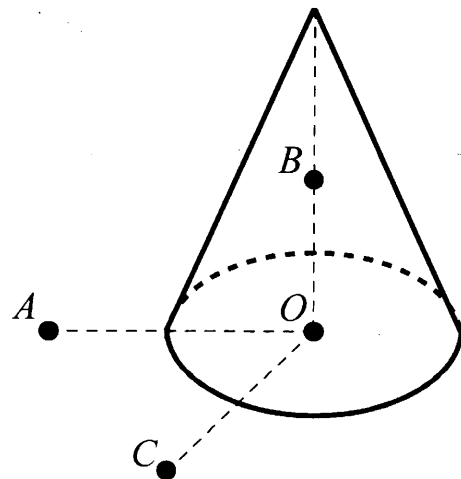
Центростремительное ускорение	Период обращения

18

На неподвижном проводящем уединённом конусе высотой H и радиусом основания $R = \frac{H}{2}$ находится заряд Q . Точка O – центр основания конуса, $OA = OC = 2R$, $OB = R$, угол AOC прямой, отрезки OA и OC лежат в плоскости основания конуса. Модуль напряжённости электростатического поля заряда Q в точке C равен E_C . Чему равен модуль напряжённости электростатического поля заряда Q в точке A и точке B ?

Установите соответствие между физическими величинами и их значениями.

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



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ИХ ЗНАЧЕНИЯ

- А) модуль напряжённости электростатического поля конуса в точке *A*
- Б) модуль напряжённости электростатического поля конуса в точке *B*

- 1) 0
2) E_C
3) $2 E_C$
4) $4 E_C$

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

Число протонов и число нейтронов в ядре самого распространённого изотопа галлия соответственно равно

- 1) 31 протон, 38 нейтронов
2) 69 протонов, 31 нейтрон
3) 38 протонов, 31 нейтрон
4) 38 протонов, 60 нейтронов

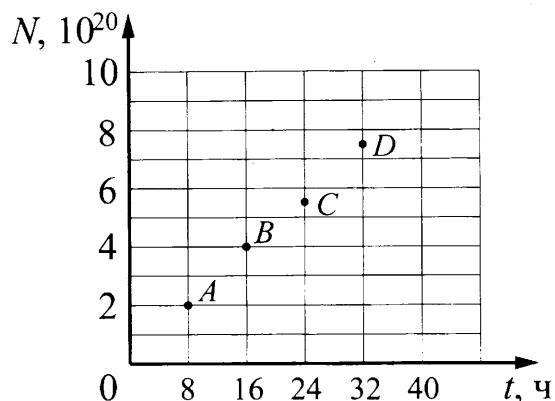
20

В результате столкновения ядра бора $^{11}_5\text{B}$ и α -частицы образуются нейтрон и ядро

- 1) $^{10}_5\text{B}$ 2) $^{15}_7\text{N}$ 3) $^{14}_7\text{N}$ 4) $^{12}_6\text{C}$

21

Из ядер эрбия ${}_{68}^{171}\text{Er}$ при β^- -распаде с периодом полураспада 8 ч образуются ядра тулия с периодом полураспада 2 года. В момент начала наблюдения в образце содержится $8 \cdot 10^{20}$ ядер эрбия. Через какую из точек, кроме начала координат, пройдёт график зависимости от времени числа ядер тулия (см. рисунок)?



Ответ: _____.

22

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (ν – частота фотона, c – скорость света в вакууме, h – постоянная Планка). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) длина волны фотона
Б) импульс фотона

ФОРМУЛЫ

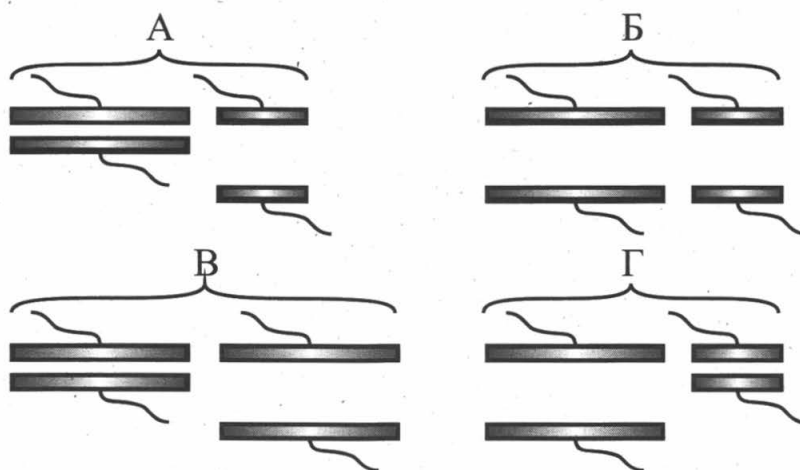
- 1) $\frac{h\nu}{c}$
2) hc
3) $\frac{c}{\nu}$
4) $c\nu$

Ответ:

А	Б

23

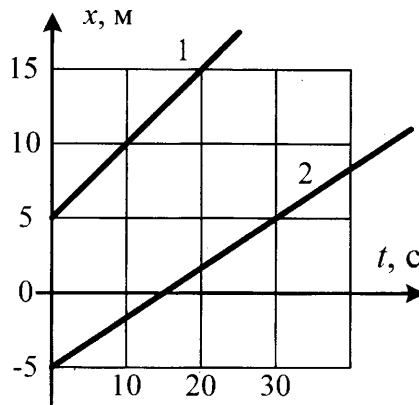
Конденсатор состоит из двух круглых пластин, разделённых воздушным промежутком. Необходимо экспериментально установить, зависит ли ёмкость конденсатора от расстояния между пластинами. Какую(-ие) пару(-ы) конденсаторов нужно использовать для этой цели?



- 1) А, Б или Г
2) только Б
3) только В
4) только Г

24

На рисунке приведены графики зависимости координат x двух прямолинейно движущихся тел от времени t . Их приведенного ниже списка выберите два правильных утверждения и укажите их номера.



- 1) Проекция ускорения тела 1 больше проекции ускорения тела 2.
- 2) Проекция ускорения тела 1 равна $0,5 \text{ м/с}^2$.
- 3) Проекция скорости тела 1 больше проекции скорости тела 2.
- 4) В момент времени 15 секунд тело 2 достигло начала отсчета.
- 5) Проекция скорости тела 2 равна 3 м/с .

Ответ:

Часть 2

При выполнении заданий 25–27 части 2 в бланке ответов № 1 рядом с номером выполняемого Вами задания запишите ответ. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

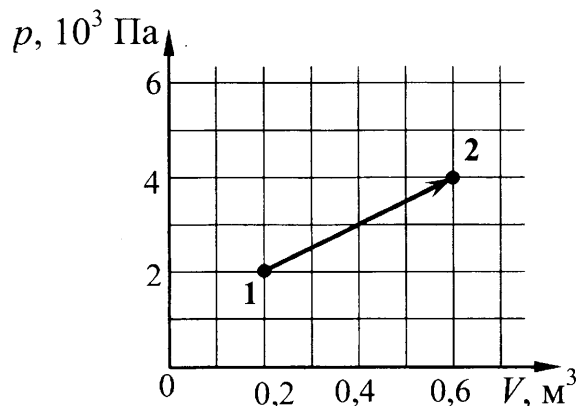
25

Мимо остановки по прямой улице проезжает грузовик со скоростью 10 м/с . Через 5 с от остановки вдогонку грузовику отъезжает мотоциклист, движущийся с постоянным ускорением, и догоняет грузовик на расстоянии 150 м от остановки. Чему равно ускорение мотоцикла?

Ответ: _____ м/с^2 .

26

Во время опыта абсолютная температура воздуха в сосуде под поршнем повысилась в 2 раза, и он перешёл из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок). Поршень прилегал к стенкам сосуда неплотно, и сквозь зазор между ним мог просачиваться воздух. Рассчитайте отношение $\frac{N_2}{N_1}$ числа молекул газа в сосуде в конце и начале опыта. Воздух считать идеальным газом.



Ответ: _____.

27

В области пространства, где находится частица с зарядом $2 \cdot 10^{-11}$ Кл, создано однородное горизонтальное электрическое поле напряженностью 5000 В/м. Какова масса частицы, если за 2 с она переместилась по горизонтали на расстояние 0,4 м от точки, из которой она начала двигаться из состояния покоя? Сопротивлением воздуха и действием силы тяжести пренебречь. Ответ запишите в миллиграммах.

Ответ: _____ мг.

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

К колебательному контуру подсоединили источник тока, на клеммах которого напряжение гармонически меняется с частотой ν .

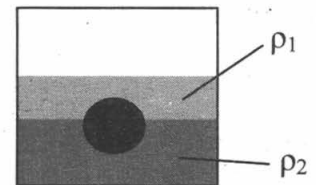
Ёмкость C конденсатора колебательного контура можно плавно менять от минимального значения C_{\min} до максимального C_{\max} , а индуктивность его катушки постоянна.

Ученик постепенно увеличивал ёмкость конденсатора от минимального значения до максимального и обнаружил, что амплитуда силы тока в контуре всё время возрастала. Опираясь на свои знания по электродинамике, объясните наблюдения ученика.

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

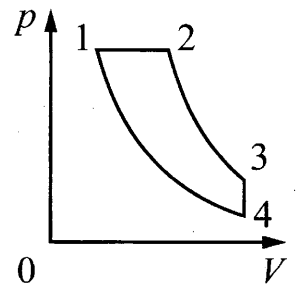
29

На границе раздела двух несмешивающихся жидкостей, имеющих плотности $\rho_1 = 900$ кг/м³ и $\rho_2 = 3\rho_1$, плавает шарик (см. рисунок). Какой должна быть плотность шарика ρ , чтобы выше границы раздела жидкостей была одна треть его объёма?



30

Тепловой двигатель использует в качестве рабочего вещества 1 моль идеального одноатомного газа. Цикл работы двигателя изображён на pV -диаграмме и состоит из двух адиабат, изохоры, изобары. Зная, что КПД цикла равен 50%, определите модуль отношения изменения температуры газа при изобарном процессе ΔT_{12} к изменению его температуры ΔT_{34} при изохорном процессе.



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 $\frac{1}{10}R$, сопротивление вольтметра $9R$. Каковы показания вольтметра в первой схеме, если во второй схеме они равны U_2 ? Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением проводов пренебречь.

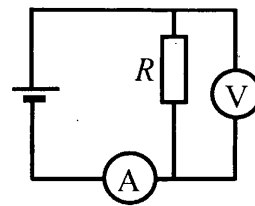


Схема 1

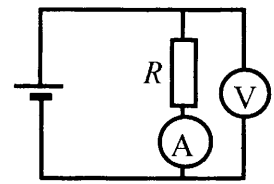
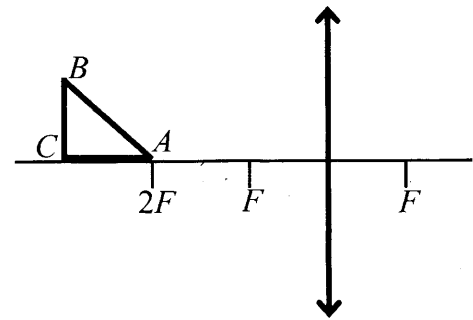


Схема 2

32

Равнобедренный прямоугольный треугольник ABC расположен перед тонкой собирающей линзой оптической силой $2,5$ дптр так, что его катет AC лежит на главной оптической оси линзы (см. рисунок). Вершина прямого угла C лежит дальше от центра линзы, чем вершина острого угла A , расстояние от центра линзы до точки A равно удвоенному фокусному расстоянию линзы, $AC = 4$ см. Постройте изображение треугольника и найдите площадь получившейся фигуры.



ОТВЕТЫ К РЕПЕТИЦИОННЫМ ВАРИАНТАМ

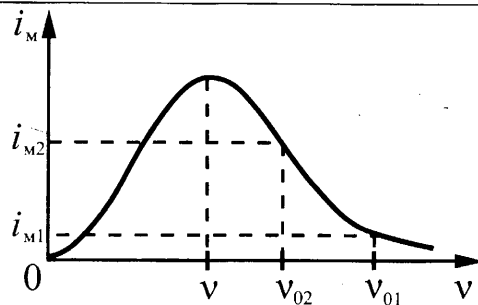
За правильный ответ на задания 1–5, 8–10, 13–16, 19–21, 22, 23 и 25–27 ставится по 1 баллу.

Задания 6, 7, 11, 12, 17, 18, 22 и 24 оцениваются в 2 балла, если верно указаны оба элемента ответа, в 1 балл, если допущена одна ошибка, в 0 баллов, если оба элемента указаны неверно. Если указано более двух элементов (в том числе, возможно, и правильные) или ответ отсутствует – 0 баллов.

№ задачи	№ варианта											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2	3	4	2	1	3	3	1	2	2	3	1
2	3	1	3	4	4	2	1	3	4	1	4	2
3	2	16	12	3	0,32	0,12	0,5	0,3	36	9	319	40
4	500	16	200	20	4000	3	10	5	256	180	4	750
5	5	6	30	6	8	8	10	240	320	8000	4	15
6	22	12	21	13	12	11	31	12	22	12	32	13
7	14	43	41	34	43	24	41	13	41	13	42	43
8	4	3	4	2	3	1	4	3	2	3	3	4
9	1	2	3	3	2	4	4	2	2	4	2	4
10	90	80	2	2000	2	0,5	5	10	560	600	100	500
11	13	23	32	32	33	12	22	11	11	21	31	23
12	31	41	42	34	31	14	12	41	43	14	14	23
13	3	3	4	2	3	4	2	1	2	4	1	2
14	4	1	1	4	2	1	3	4	1	2	2	3
15	4	3	600	250	150	200	180	20	60	40	1	0,7
16	1,5	1,5	1	1	3	2	33	11	16	70	50	4
17	11	12	12	21	11	23	31	22	22	13	12	32
18	43	34	14	21	21	32	32	42	13	43	21	24
19	3	4	2	1	2	1	3	2	1	2	2	4
20	4	2	2	3	1	4	2	4	1	3	4	1
21	2	60	B	D	660	22	900	33	1	30	20	B
22	14	24	23	31	22	13	31	13	13	23	12	13
23	3	3	2	3	4	1	1	1	2	4	2	3
24	23	14	24	34	35	14	13	35	25	15	34	24
	или 32	или 41	или 42	или 43	или 53	или 41	или 31	или 53	или 52	или 51	или 43	или 42
25	81	20	30	3	60	1	1000	1	0,3	1	10	4
26	0	0	1	3	800	800	5	0,1	550	1100	56	0,4
27	1	1	2	0,5	20	27	20	60	15	10	1	3

Возможное решение

1. В описанном опыте колебания в контуре являются вынужденными они совершаются с частотой ν , задаваемой источником тока. Но колебательный контур имеет собственную частоту колебаний ν_0 , и амплитуда колебаний тока в нём зависит от разности значений этих частот: по мере уменьшения $|\nu - \nu_0|$ она увеличивается (резонансная кривая), достигая максимального значения при $|\nu - \nu_0| = 0$ (явление резонанса). Собственная частота колебаний контура зависит от ёмкости конденсатора и согласно формуле Томсона



$$\nu_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}.$$

2. Таким образом, ученик, увеличивая ёмкость конденсатора от C_{\min} до C_{\max} , уменьшал собственную частоту колебаний контура от ν_{01} до ν_{02} , что привело к возрастанию амплитуды тока от i_{m1} до i_{m2} в соответствии с резонансной кривой

Возможное решение

Шарик и жидкости неподвижны в ИСО, связанной с Землёй. В этом случае, как следует из второго закона Ньютона, сила Архимеда, действующая на шарик, уравнивает действующую на него силу тяжести: $\rho_1 V_1 g + \rho_2 V_2 g = \rho(V_1 + V_2)g$ (здесь V_1 и V_2 – соответственно объёмы шарика, находящиеся выше и ниже границы раздела). Отсюда:

$$p_0 \tag{1}$$

Доли объёма шарика, находящиеся выше и ниже границы раздела жидкостей, связаны соотношением

$$p_1, \tag{2}$$

Решая систему уравнений (1)–(2), получаем:

$$p = p_0 + p_1.$$

По условию задачи $p_1 V = \frac{m_1}{\mu_1} RT_0$, так что V , откуда

$$T_0 \text{ кг/м}^3.$$

Ответ: $m_1 \text{ кг/м}^3$

Возможное решение

При изобарном расширении на участке 1–2 газ получает от нагревателя количество теплоты Q_{12} , а на участке 3–4 отдаёт холодильнику в изохорном процессе количество теплоты Q_{34} . На других участках теплообмен отсутствует. В соответствии с первым началом термодинамики работа газа за цикл A равна разности количества теплоты, полученной от нагревателя и отданной холодильнику $A = Q_{12} - Q_{34}$, а КПД теплового двигателя

$$\eta = \frac{A}{Q_{12}} = 1 - \frac{Q_{34}}{Q_{12}}.$$

Количество теплоты Q_{12} , полученное при изобарном расширении на участке 1–2, равно сумме увеличения внутренней энергии газа при увеличении его температуры и работы газа этом участке: $Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$. Внутренняя энергия идеального газа пропорцио-

нальна абсолютной температуре, и для 1 моль одноатомного газа $U = \frac{3}{2}RT$, а её изменение

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2}R(T_2 - T_1) = \frac{3}{2}R\Delta T_{12}.$$

Работа газа при изобарном расширении $A_{12} = p_1(V_2 - V_1)$. Выражая её через изменение температуры с помощью уравнения Клапейрона – Менделеева $pV = RT$, получим:

$$A_{12} = p_1(V_2 - V_1) = R\Delta T_{12}.$$

Отсюда:

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = \frac{5}{2}R\Delta T_{12}.$$

Количество теплоты Q_{34} , отданное при изохорном охлаждении на участке 3–4, равно уменьшению внутренней энергии газа этом участке: $Q_{34} = |\Delta U_{34}| = \frac{3}{2}R|\Delta T_{34}|$.

В итоге получим: $\eta = 1 - \frac{Q_{34}}{Q_{12}} = 1 - \frac{3|\Delta T_{34}|}{5\Delta T_{12}}$.

Отсюда находим: $\frac{\Delta T_{12}}{|\Delta T_{34}|} = 1,2$.

Ответ: $\frac{\Delta T_{12}}{|\Delta T_{34}|} = 1,2$

31

Возможное решение

Пусть R_A – сопротивление амперметра; R_V – сопротивление вольтметра; \mathcal{E} – ЭДС источника.

В схеме 1 сопротивление внешней цепи равно $R_A + \frac{R \cdot R_V}{R + R_V}$, внутреннее сопротивление источника равно нулю, поэтому показание амперметра $I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R_A + \frac{R \cdot R_V}{R + R_V}}$.

Показание вольтметра $U_1 = I_1 \cdot \frac{R \cdot R_V}{R + R_V} = \frac{\mathcal{E}}{R_A + \frac{R \cdot R_V}{R + R_V}} \cdot \frac{R \cdot R_V}{R + R_V}$.

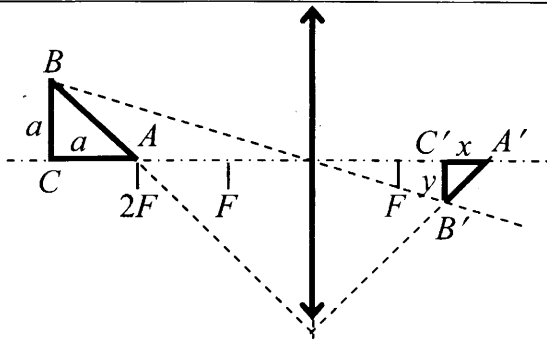
В схеме 2 напряжение на вольтметре равно \mathcal{E} , так как внутреннее сопротивление источника равно нулю. Поэтому $U_2 = \mathcal{E}$ и

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{\frac{R \cdot R_V}{R + R_V}}{R_A + \frac{R \cdot R_V}{R + R_V}}.$$

Отсюда: $U_1 = U_2 \cdot \frac{\frac{R \cdot R_V}{R + R_V}}{R_A + \frac{R \cdot R_V}{R + R_V}} = U_2 \cdot \frac{\frac{9}{10}}{\frac{1}{10} + \frac{9}{10}} = \frac{9}{10}U_2$.

Ответ: $U_1 = 0,9 \cdot U_2$

Возможное решение



Длину x горизонтального катета $A'C'$ изображения находим по формуле линзы:
 $\frac{1}{2F+a} + \frac{1}{2F-x} = \frac{1}{F}$, откуда $x = \frac{aF}{F+a} = \frac{a}{1+aD}$.
 Длину y вертикального катета $B'C'$

изображения находим из подобия: $y = a \cdot \frac{2F-x}{2F+a} = \frac{aF}{F+a} = \frac{a}{1+aD} = x$.

Площадь изображения $S_1 = \frac{1}{2} A'C' \cdot B'C' = \frac{a^2}{2(1+aD)^2} \approx 6,6 \text{ см}^2$.

Ответ: $S_1 \approx 6,6 \text{ см}^2$