ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ГАЗПРОМ

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 4 4 4 9 6

Класс 11 Вариант 8 Дата Олимпиады 03.02.2019

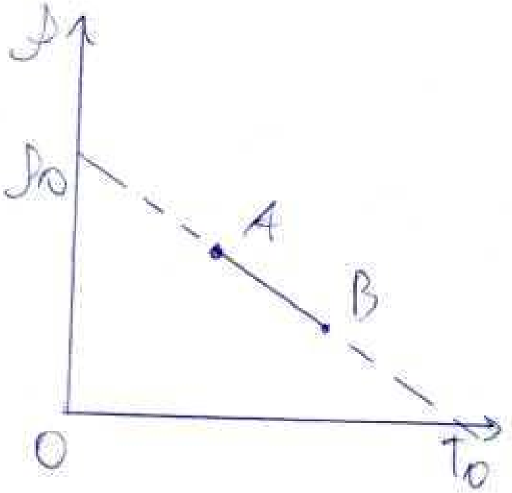
Площадка написания МАОУ „СОШ №10" г. Чайковский

Задача	1	2	3	4	5	6	Σ 30		Подпись
							Цифрой	Прописью	
Оценка	5	5	5	5	5	5	30	тридцать	

ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 4 4 4 9 6



№ 1

Пусть при $T = 0$ $\rho = \rho_0$

Составим уравнение прямой: $\rho = kT + b$

$T = 0$: $\rho = b = \rho_0$;

$\rho = 0$: $T = -\frac{b}{k} = T_0 \Rightarrow$

$\Rightarrow k = -\frac{\rho_0}{T_0}$

Получаем уравнение $\rho = \rho_0 - T\frac{\rho_0}{T_0} = \rho_0\left(\frac{T_0 - T}{T_0}\right)$

По определению плотность - отношение массы к объему, т.е. $\rho = \frac{m}{V}$

Если M - молярная масса газа, то $m = M\nu \Rightarrow$

$\Rightarrow \rho = \frac{M\nu}{V}$

По уравнению состояния идеального газа $PV = \nu RT$, где P - давление газа

Отсюда $\frac{\nu}{V} = \frac{P}{RT} \Rightarrow \rho = \frac{MP}{RT}$

Подставляем в уравнение $\rho(T)$: $\frac{MP}{RT} = \rho_0\left(\frac{T_0 - T}{T_0}\right)$

$\Rightarrow P = \frac{\rho_0 R}{M T_0}\left(T_0 T - T^2\right)$

Чтобы найти максимальное давление в данном процессе, возьмем производную функции $P(T)$ и приравняем ее к нулю:

$P'_T = \frac{\rho_0 R}{M T_0}\left(T_0 - 2T\right) = 0 \Rightarrow T = \frac{T_0}{2}$ – температура, при которой давление газа максимально в

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 44496

равно $P_{max} = \frac{\rho_0 R}{M T_0}\left(\frac{T_0^2}{2} - \frac{T_0^2}{4}\right) = \frac{\rho_0 R T_0}{4M}$

Тогда давление в точке B:

$P_B = \frac{P_{max}}{4} = \frac{\rho_0 R T_0}{16M}$,

С другой стороны $P_B = \frac{\rho_0 R}{M T_0}\left(T_0 T_B - T_B^2\right)$

Получаем $\frac{\rho_0 R T_0}{16M} = \frac{\rho_0 R}{M T_0}\left(T_0 T_B - T_B^2\right)$

$\frac{T_0^2}{16} + T_B^2 - T_0 T_B = 0$

Решаем квадратное уравнение относительно T_B:

$D = T_0^2 - \frac{4T_0^2}{16} = \frac{3}{4}T_0^2$

$T_B = \frac{T_0 \pm T_0\sqrt{\frac{3}{4}}}{2}$

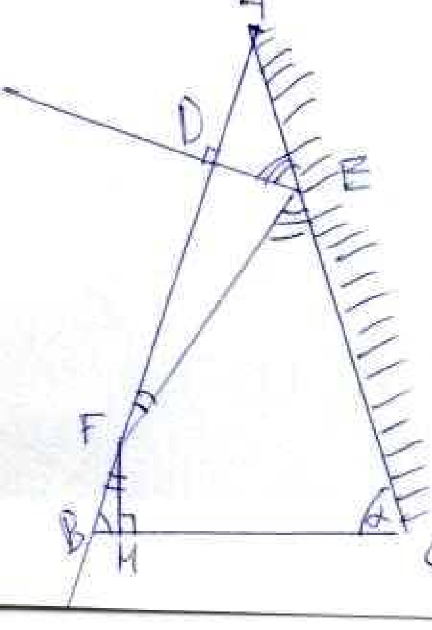
Исходя из графика, $T_B > \frac{T_0}{2} \Rightarrow$

$\Rightarrow T_B = T_0\left(\frac{2+\sqrt{3}}{4}\right)$

+

Ответ $T_B = T_0\left(\frac{2+\sqrt{3}}{4}\right) = 0,933\,T_0$

№2



Пусть $\angle ABC = \angle ACB = \alpha$, тогда

$\angle BAC = 180^\circ - \angle ABC - \angle ACB = 180 - 2\alpha$

$\angle BFH = 90^\circ - \angle ABC = 90 - \alpha$

$\angle AFE = \angle BFH = 90 - \alpha$

$\angle EFH = 180^\circ - \angle EFA - \angle HFB = 2\alpha$

$\angle FEC = 360^\circ - \angle ECH - \angle EFH - \angle FHC =$
$= 270 - 3\alpha$

$\angle AED = \angle FEC = 270 - 3\alpha$

ШИФР 4 4 4 3 6

С другой стороны,

$\angle AED = 90^\circ - \angle BAC = 2\alpha - 90^\circ$

Получаем $270 - 3\alpha = 2\alpha - 90$

Отсюда $\alpha = \frac{360}{5} = 72^\circ$

$\angle BAC = 180 - 2\alpha = 36^\circ$

$\angle ABC = \angle ACB = \alpha = 72^\circ$

Ответ: $\angle ABC = \angle ACB = 72^\circ$

$\angle BAC = 36^\circ$

+

№ 3

1) Тепловая мощность $P = \frac{U^2}{R}$, где U - напряжение источника, R - сопротивление цепи

2) Пусть ρ - удельное сопротивление кольца

Тогда, ~~он~~ если кольцо имеет радиус r, то сопротивление половины кольца

$R_v = \frac{\rho \cdot \pi r}{S}$, где S - площадь провода.

Сопротивление перемычки $R_п = 2\rho \cdot \frac{2r}{S} = \frac{4\rho r}{S}$

3) Полное сопротивление цепи с перемычкой

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_п} + \frac{2}{R_v} \Rightarrow R = \frac{R_п\left(\frac{R_v}{2}\right)}{R_п + \frac{R_v}{2}} = \frac{\frac{4\rho r}{S} \cdot \frac{\pi \rho r}{2S}}{\frac{4\rho r}{S} + \frac{\pi \rho r}{2S}} =$$

+

$$= \frac{2\pi\rho r}{\left(4 + \frac{\pi}{2}\right)S}$$

Тепловая мощность в данном случае

$$P_1 = \frac{U^2\left(4 + \frac{\pi}{2}\right)S}{2\pi\rho r}$$

+

ГАЗПРОМ ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

$(ab)c=a(bc)$ $E=mc^2$

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 4 4 4 3 6

4) Полное сопротивление цепи из перемычек

$$R_2 = \frac{R_V}{2} = \frac{\pi \rho r}{2S}$$

Мощность $P_2 = \frac{U_0^2 2S}{\pi \rho r}$

Тогда тепловая мощность уменьшилась на

$$\eta = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \cdot 100\% = \frac{\frac{4+\frac{\pi}{2}}{2\pi} - \frac{2}{\pi}}{\frac{4+\frac{\pi}{2}}{2\pi}} \cdot 100\% = \left(1 - \frac{2 \cdot 2\pi}{\pi(4+\frac{\pi}{2})}\right) \cdot 100\%$$

$$= \left(1 - \frac{4}{4+\frac{\pi}{2}}\right) \cdot 100\% = \left(\frac{\frac{\pi}{2}}{4+\frac{\pi}{2}}\right) \cdot 100\% = 28{,}2\%$$ +

№4

Скорость бруска v_0 в конце наклонной плоскости из закона сохранения энергии

$$mgh = \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow v_0 = \sqrt{2gh}$$

Если скорость бруска уменьшилась в n раз, то она стала равной $v = \frac{v_0}{n}$

По закону сохранения энергии, т.к. часть кинетической энергии бруска перешла в работу силы трения, то:

$$\frac{mv_0^2}{2} = F_{тр} \cdot L + \frac{mv_0^2}{2n^2} = \mu mgL + \frac{mv_0^2}{2n^2}$$

$$\mu = \frac{\frac{\cancel{m}v_0^2}{2}\left(1 - \frac{1}{n^2}\right)}{gL} = \frac{gh\left(1 - \frac{1}{n^2}\right)}{gL} = \frac{h(n^2-1)}{Ln^2}$$

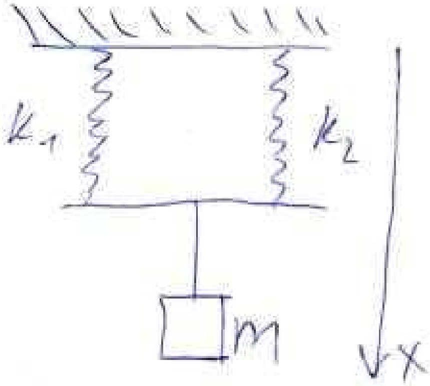
+

Ответ: $\mu = \frac{h(n^2-1)}{Ln^2}$

ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ГАЗПРОМ

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 4 4 4 9 6



№5

Общая жесткость пружин
$k = k_1 + k_2$

~~Если~~ Введем ось $\vec{x} \uparrow\uparrow \vec{g}$

~~Если сила, действующая со стороны пружин, направлена вверх, то сила натяжения $T = kx$~~

~~Если брусок движется вверх, то сила~~

По 2 закону Ньютона для бруска
$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{T}$, где $\vec{T}$ - сила натяжения веревки
Т.к. $\vec{T}$ не может действовать вниз на брусок (~~м~~ нить легкая и нерастяжимая), то $\vec{g} \uparrow\downarrow \vec{T}$, тогда $ma = mg - T$
Очевидно, что если ускорение бруска направлено вниз, то оно не ~~може~~ может быть больше чем g.
Т.к. сила натяжения T - внутренняя сила в системе, то по 2 закону Ньютона для полной системы ~~$ma = mg - kx$~~ $ma = -kx$, т.к. система изначально находится в равновесии
Получаем $-kx = mg - T$
$x = -\frac{mg - T}{k}$; В крайнем случае $T = 0$, т.е.
$x = -\frac{mg}{k} = -\frac{mg}{k_1 + k_2}$ f

~~Ответ понятно~~ Т.к. $x < 0 \Rightarrow x$ - отклонение

ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 4 4 4 9 6

пружина вверх.

~~Допустим, чтобы~~

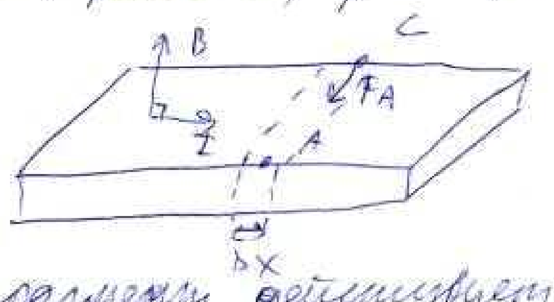
Тогда, т.к. колебания проходят симметрично ~~от-но~~ относительно точки равновесия, то и вниз пружину нужно отклонить на

$x_1 = -x = \frac{mg}{k_1+k_2}$

Т.к. это крайний случай, когда $T=0$, а по условию $T>0 \Rightarrow$ пружину можно отклонить на $x_0 < \frac{mg}{k_1+k_2}$ и вниз.

№ 6

По определению $\Delta\varphi = U = \frac{A}{q}$, где U – напряжение, A – работа, q – перемещенный заряд.



Выделим в окрестности точки A малый фрагмент ~~дл~~ длиной Δx, на этот фрагмент действует сила ампера F_A, сонаправленная с CA: $F_A = BI\Delta x$

Тогда работа, которую совершит сила ампера, по перемещению зарядов из точки C в точку A

$A = F_A \cdot d = BI\Delta x d$; если e – заряд электрона, то всего будет перемещен заряд $Q = \Delta x \cdot h \cdot d \cdot n \cdot e$

Тогда $\Delta\varphi = \frac{A}{q} = \frac{BI\Delta x d}{\Delta x h d n e} = \frac{BI}{hne}$