Часть 1

Олимпиада: **Физика, 11 класс (1 часть)**

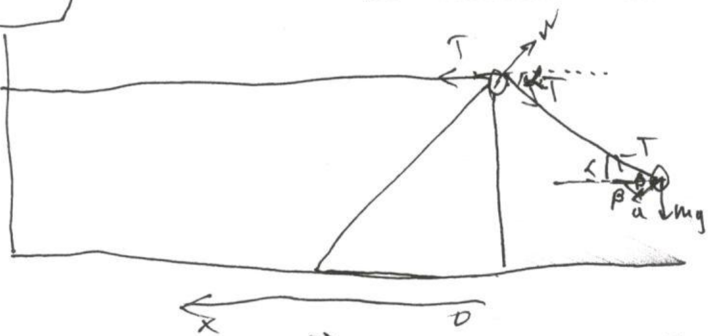
Шифр: **21203085**

ID профиля: **804507**

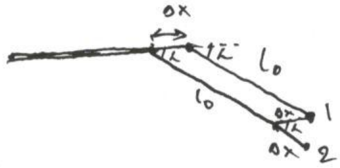
Вариант 3

№1.

Чистовик.



1) Рассмотрим, как меняется положение шарика, когда клин сместится ~~на~~ на Δx влево:



Очевидно, что перемещение сонаправлено с ускорением ~~ускорением~~ по т. косинусов:

~~$S_{12}^2 = 2\Delta x^2(1-\cos\alpha)$~~

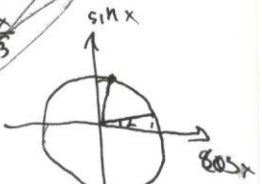
~~$S_{12}^2 = 2\Delta x^2 \cdot \frac{8}{13}$~~

~~$S_{12} = \frac{4\Delta x}{\sqrt{13}}$~~

~~$\sin\alpha$~~

$\angle\beta$ - искомый

$\angle\beta = \frac{180-\alpha}{2} = 90 - \frac{\alpha}{2}$



$2\angle\beta = 180 - \alpha$

$\cos 2\beta = \cos(180-\alpha) = -\cos\alpha$

$\cos^2\beta - \sin^2\beta = -\cos\alpha$

$2\cos^2\beta = 1 - \cos\alpha$

$$\boxed{\cos\beta = \sqrt{\frac{1-\cos\alpha}{2}} = \sqrt{\frac{1-\frac{5}{13}}{2}} = \frac{2}{\sqrt{13}} \quad \sin\beta = \frac{3}{\sqrt{13}}}$$

2) Т.к. между $\vec{a}$ и $\vec{T}$ $\angle(\beta+\alpha)$ а между $\vec{mg}$ и $\vec{T}$ угол $90-\alpha$, то нарисуем векторный Δ:

по т. синусов: $\frac{\sin(\beta+\alpha)}{mg} = \frac{\sin(90-\alpha)}{ma}$

$a(\sin\beta\cdot\cos\alpha + \sin\alpha\cdot\cos\beta) = g\cdot\cos\alpha$

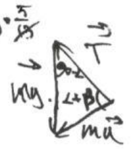
$\sin(90-\alpha) = \cos\alpha$

$\sin\alpha = \sqrt{1-\cos^2\alpha} = \frac{12}{13}$

$a\cdot\left(\frac{3}{\sqrt{13}}\cdot\frac{5}{13} + \frac{12}{13}\cdot\frac{2}{\sqrt{13}}\right) = g\cdot\frac{5}{13}$

$a\cdot\frac{39}{\sqrt{13}} = 5g$

$$\boxed{a = \frac{5g}{3\sqrt{13}}}$$



$\frac{a}{a_n} = \frac{S_{12}}{\Delta x} \Rightarrow a_n = \frac{a\,\Delta x}{S_{12}} = a\cdot\frac{\Delta x}{\frac{4\Delta x}{\sqrt{13}}} = \frac{\sqrt{13}\,a}{4} = \frac{\sqrt{13}\cdot 5g}{4\cdot 3\sqrt{13}}$

$$\boxed{a_n = \frac{5}{12}g}$$

по т. косинусов $S_{12}^2 = 2x^2(1-\cos\alpha)$

$S_{12}^2 = \frac{16}{13}\Delta x^2$

$S_{12} = \frac{4\Delta x}{\sqrt{13}}$

4) $H = \frac{a\cdot\sin\beta\,\tau^2}{2} \Rightarrow \tau = \sqrt{2Ha\cdot\sin\beta} = \sqrt{2H\cdot\frac{5g}{3\sqrt{13}}\cdot\frac{3}{\sqrt{13}}} = \sqrt{\frac{10gH}{13}} = \tau$

3) по 2. Закону Ньютона на ось Ox:

для клина: $Ma_n = T - T\cos\alpha$ для шара: $ma\cos\beta = T\cos\alpha$

$a\cdot\cos\beta = \frac{5g}{3\sqrt{13}}\cdot\frac{2}{\sqrt{13}} = \frac{10g}{39}$

$M = \frac{T\cdot(1-\cos\alpha)}{a_n}$

$m = \frac{T\cos\alpha}{a\cos\beta} = \frac{T\cdot 5\cdot 39}{10g\cdot 13} = 1{,}5\frac{T}{g}$

$M = T\cdot\frac{12\cdot(1-\frac{5}{13})}{5g}$

$m = 1{,}5\frac{T}{g} \Rightarrow \frac{T}{g} = \frac{2}{3}m$

$M = T\cdot\frac{12\cdot 8}{13\cdot 5\cdot g} = \frac{96}{65}\frac{T}{g}$

$M = \frac{96}{65}\cdot\frac{2}{3}m$

$$\boxed{M = \frac{64}{65}m}$$

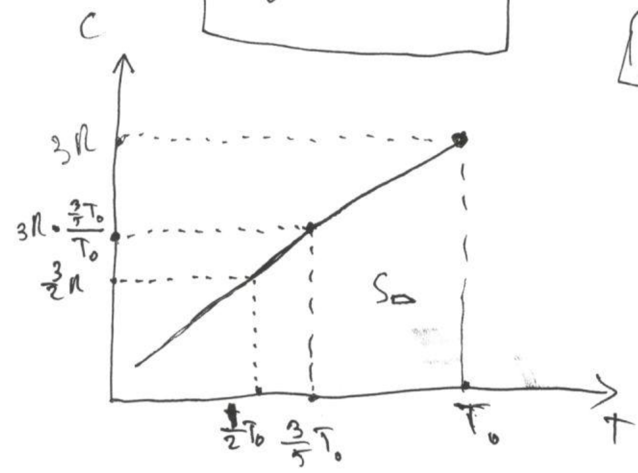
1 стр

Миитовия.

2 стр.

N2 $C(T) = 3R\cdot\frac{T}{T_0}$

Построим график зависимости: $C(T)$:



1) $Q_1 = \nu C\Delta T = \nu\cdot S$

$\boxed{Q_1 = \frac{24}{25}RT_0\nu}$

$S = \left(T_0 - \frac{3}{5}T_0\right)\cdot\frac{3R + 3R\cdot\frac{\frac{3}{5}T_0}{T_0}}{2}$

$S = \frac{2}{5}T_0\cdot\frac{3R}{2}\cdot\left(1+\frac{3}{5}\right)$

$S = \frac{3RT_0}{5}\cdot\frac{8}{5} = \frac{24RT_0}{25}$

2) В какой-то момент теплоемкость при остывании станет равной $C_v = \frac{i}{2}R = \frac{3}{2}R$. В этот момент процесс будет изохорный, а дальше работа газа поменяет знак. Суммарная работа будет минимальна, когда модуль работы после достижения C_v будет равен модулю работы до достижения C_v. Из графика понятно, что модуль работы до C_v будет всегда больше, чем после $\Rightarrow$ минимальная работа будет совершена при охлаждении до 0.

3) S до C_v: $C_v = 3R\cdot\frac{T_v}{T_0} = \frac{3R}{2} \Rightarrow T_v = \frac{1}{2}T_0$

$S_v = \left(T_0 - \frac{1}{2}T_0\right)\cdot\frac{3R + \frac{3R}{2}}{2} = \frac{1}{2}T_0\cdot\frac{9}{4}R = \frac{9}{8}RT_0$

$|Q_{T_0-T_v}| = |\nu\cdot C\cdot\Delta T| = |\nu\cdot S| = \frac{9}{8}RT_0\nu$

S после C_v: $C_k = 3R\cdot\frac{0}{T_0} = 0$

$S = \left(\frac{1}{2}T_0 - 0\right)\cdot\frac{\frac{3R}{2}+0}{2}$

$|Q_{после\,C_v}| = |\nu C\Delta T| = \nu S = \nu\frac{3}{8}RT_0 = \Delta U_k \Leftarrow S = \frac{1}{2}T_0\cdot\frac{3}{4}R = \frac{3}{8}RT_0$

Модуль минимальной работы:

$* \; A_{min} = |Q_{T_0-T_v}| - |Q_{после\,C_v}| = \left(\frac{9}{8}-\frac{3}{8}\right)RT_0\nu = \boxed{\frac{3}{4}RT_0\nu}$

* т.к. ΔU равны; $\Delta U = \frac{i}{2}\nu R\Delta T$, а ΔT равны.

$A = Q - \Delta U$

~~$Q = \frac{3R\nu}{2T_0}(T_0-T_k)(T_0+T_k)$~~

$A' = \frac{3}{2}\nu R\left(\frac{2T_0^2 - T_0T_k - T_k^2}{T_0}\right)$

$A' = -\frac{3}{2}\frac{\nu R}{T_0}(-T_0 - 2T_k)$

$Q_{C_v} = \frac{9}{8}RT_0\nu$

$Q_{C_v} = \Delta U + A$

$\Delta U = -\frac{3}{2}\nu R\frac{1}{2}T_0$

$\Delta U = -\frac{3}{4}RT_0\nu$

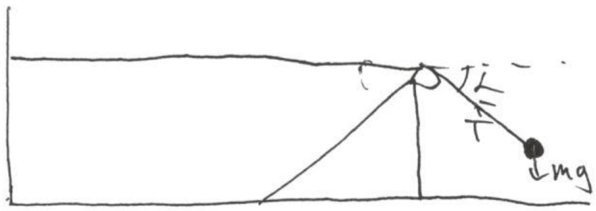
$(T_0+2T_k)(T_0-T_k) = \frac{3}{4}T_0^2$

$T_0^2 + T_kT_0 - 2T_k^2 = 0{,}75T_0^2$

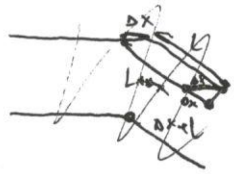
$2T_k^2 - T_kT_0 - 0{,}25T_0^2 = 0$

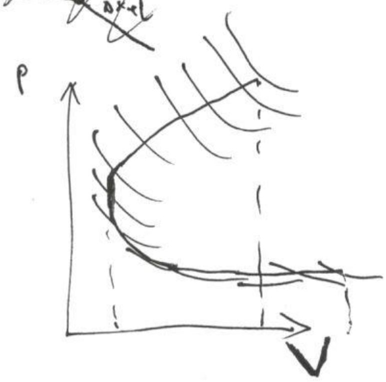
Черновик.

N1.



1)





Часть 2

Олимпиада: **Физика, 11 класс (2 часть)**

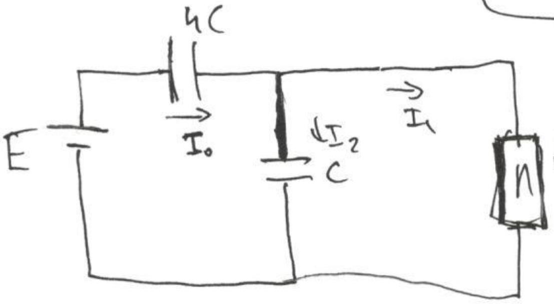
Шифр: **21203085**

ID профиля: **804507**

Вариант 3

№3. Чистовик

1стр



1) До замыкания ключа конденсаторы начинают заряжаться, причём из-за того, что они последовательны. Конденсатор C_2 зарядится полностью, а C_1 - на четверть.

Тогда через резистор пойдёт ток по закону Ома: $\frac{\overset{\text{ист.}}{E} - \overset{1\text{конд}}{\frac{E}{4}} + \overset{2\text{конд.}}{E}}{R} = I$

$$\boxed{I = \frac{\frac{7}{4}E}{R} = \frac{7E}{4R}}$$

2) Энергия, выделившаяся на резисторе уйдёт в тепло - это энергия второго конденсатора, причём за время пока заряжается первый конденсатор второй успеет разрядиться полностью 2 раза.

$$Q = \frac{CU^2}{2} = \frac{CI^2R^2}{2} = \frac{C\left(\frac{7}{4}E\right)^2}{2} = \boxed{\frac{49CE^2}{32}}$$

Значит ~~конденсат~~ резистор выделит $\boxed{2Q = \frac{49CE^2}{16}}$

3) $U_R = U_{C_2} = E - U_{C_1}$ (по з. Кирхгофа)

$\cancel{U_{C_1} = \frac{q}{4C} = \frac{I_0 \Delta t}{4C}}$

$I_0 = I_1 + I_2$

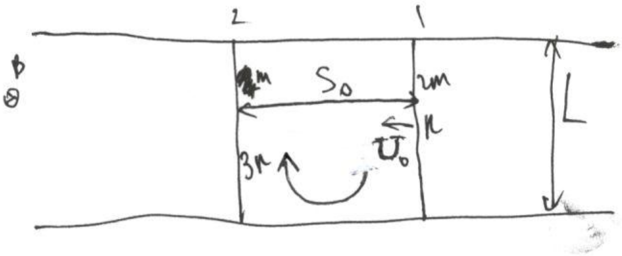
$U_{C_1} = \frac{I_0 \cdot \Delta t}{4C}$ $\qquad U_{C_2} = E - U_{C_1} = E - \frac{(I_0 - I_2)RI_0}{4I_2} = U_r$

$U_{C_2} = \frac{I_2 \cdot \Delta t}{C}$ $\Rightarrow$

$\cancel{\frac{CU_{C_2}}{I_2} = \Delta t} \Rightarrow$ $U_{C_2} = \frac{I_2 \cdot U_{C_1} \cdot 4C}{C \cdot I_0} = \frac{4U_{C_1}I_2}{I_0} = U_R = (I_0 - I_2)R$

$4U_{C_1}I_2 = (I_0 - I_2)R \cdot I_0$

№4. Чистовик 2 стр



1) $F_A = B \cdot I \cdot L$

по з. Кирхгофа: $IR + 3RI = B\frac{dS}{dt}$

$dS = v_0 \cdot L \cdot \Delta t$

$4IR = v_0 \cdot L \cdot B$

$I = \frac{v_0 \cdot L \cdot B}{4R}$

по 2 з.Н:

$2ma_1 = F_a = BIL$

$2ma_1 = BL \cdot \frac{v_0 \cdot L \cdot B}{4R}$

$$\boxed{a_1 = \frac{B^2 L^2 \cdot v_0}{8mR}}$$

~~$dt \cdot A \cdot I = F \cdot S$~~

~~$a = \frac{F \cdot S}{I} = BLdS = B \cdot dS$~~

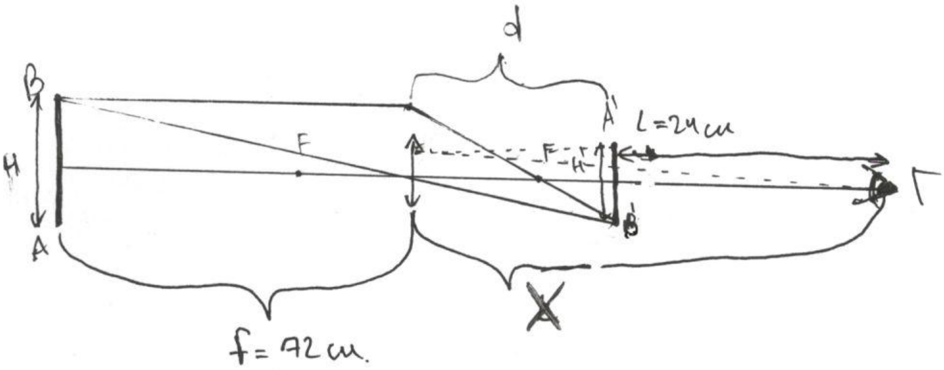
2) по 2. з.Н найдём:

$ma_2 = F_a = BIL$

$a_2 = 2a_1$

Шишовин | 3 стр

№5.



$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{d} = \frac{1}{F} - \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{d} = \frac{f-F}{Ff}$$

1) $X = d + L = 24 + 24\,см = 48\,см$

$$d = \frac{Ff}{f-F} = \frac{72\cdot 18}{72-18} = \frac{4\cdot 18^2}{3\cdot \cancel{18}} = 4\cdot 6 = 24\,см.$$

2) $H' = H\cdot\Gamma = H\frac{d}{f} = \frac{24\,см}{72\,см}\cdot 9\,см = 3\,см$

Значит чтобы увидеть всё изображение нужно, чтобы диаметр линз был хотя бы ~~...~~. $H'\cdot\frac{x}{d} = \frac{2}{3}\cdot H' = 2\,см$.

3)