Часть 1

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

Шифр: **21201385**

ID профиля: **375186**

Вариант 1

Чистовик. стр 1.

2.

T_0

ν

$C(T) = 2R\frac{T}{T_0}$

$T_1 = T_0$

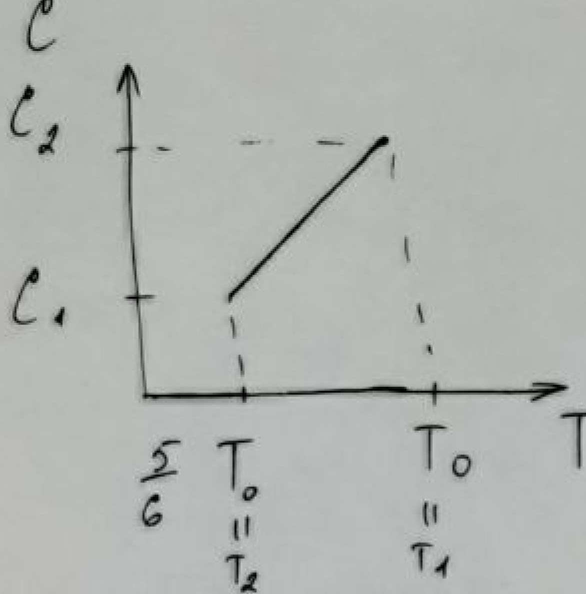
$T_2 = \frac{5}{6}T_0$

$$Q = \Delta U + A$$

$$\Delta U = \frac{3}{2}\nu R \Delta T$$

$$Q = C \cdot \nu \cdot T$$

$$Q = \int C\,dT$$



Т.к. зависимость $C(T)$ линейная, то площадь под графиком можно посчитать по формуле трапеции

$$Q = \nu\frac{C_1 + C_2}{2}(T_1 - T_2)$$

$$C_1 = 2R\frac{T_2}{T_0} = 2R \cdot \frac{5}{6} = R \cdot \frac{5}{3}$$

$$C_2 = 2R\frac{T_1}{T_0} = 2R$$

$\Rightarrow$

1) $$Q = \nu\frac{2R + R\frac{5}{3}}{2}\left(T_0 - \frac{5}{6}T_0\right) = \nu \cdot \frac{1}{12}T_0 \cdot \frac{11}{3}R = \nu T_0 R \cdot \frac{11}{36}$$

$$A = Q - \Delta U$$

$$Q = \nu(T_0 - T')\frac{2R + 2R\frac{T'}{T_0}}{2} \Rightarrow$$

$$\Delta U = \frac{3}{2}\nu R(T_0 - T')$$

$$A = (T_0 - T')\nu R\left(\frac{2 + 2\frac{T'}{T_0}}{2} - \frac{3}{2}\right) = (T_0 - T')\nu R\left(1 - 1{,}5 + \frac{T'}{T_0}\right) =$$

$$= (T_0 - T')\frac{\nu R}{T_0}(T' - 0{,}5T_0) = \frac{\nu R}{T_0}\left(T_0T' - T'^2 - 0{,}5T_0^2 + 0{,}5T_0T'\right) =$$

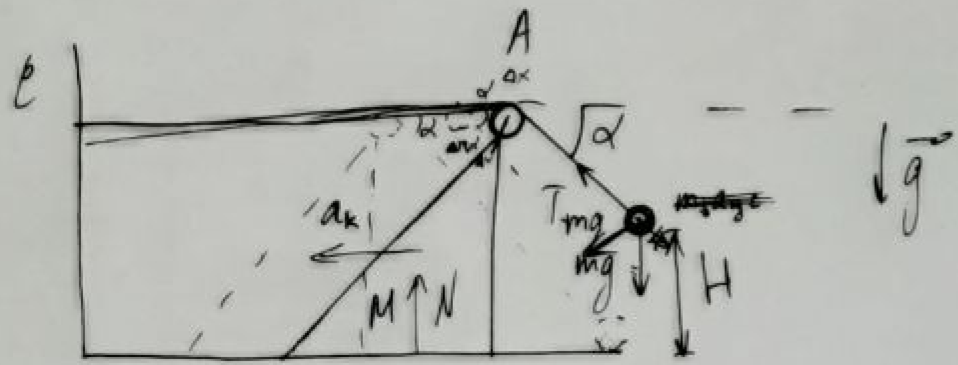
$$= \frac{\nu R}{T_0}\left(-T'^2 + 1{,}5T_0T' - 0{,}5T_0^2\right)$$ — минимум данной функции находится в $\frac{-1{,}5T_0}{-2} = 0{,}75T_0$

2) охладить нужно до $T' = 0{,}75T_0$

3) $$A = \frac{\nu R}{T_0}(T_0 - 0{,}75T_0)(0{,}75T_0 - 0{,}5T_0) = \frac{\nu R}{T_0} \cdot 0{,}25^2 T_0^2 =$$

$$= \nu R T_0 \cdot 0{,}0625$$

1.

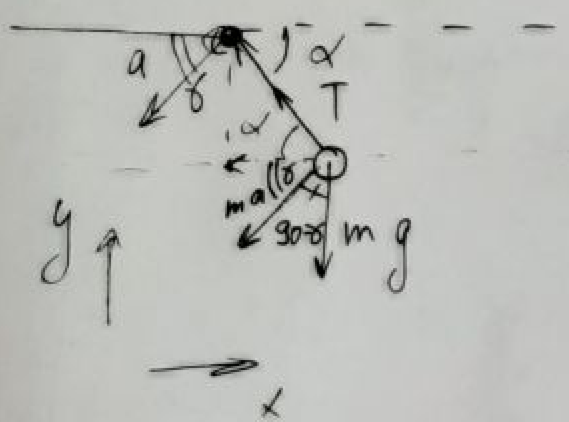


$\cos\alpha = 3/5$

g

H

Если угол наклона нити к горизонту не меняется, то центробежное ускорение отсутствует



$x: \cos\gamma \cdot m a = T \cdot \cos\alpha$

$y: \sin\gamma \cdot m a = T\cdot\sin\alpha - mg$

$a\cdot\cos\gamma = \frac{T}{m}\cdot\cos\alpha$

$a\cdot\sin\gamma = \frac{T}{m}\cdot\sin\alpha - g$

$T^2\cos^2\alpha + m^2g^2 = m^2a^2$

$\frac{T^2}{m^2}\cos^2\alpha + g^2 = a^2$

$\cancel{a\cdot\sin\gamma + g = \frac{T}{m}\cdot\sin\alpha}$

$\cancel{a\cdot\cos\gamma = \frac{T}{m}\cos\alpha} \Rightarrow \cancel{tg\gamma + 1}$

$a = \frac{T}{m}\cdot\frac{\cos\alpha}{\cos\gamma}$

$\cancel{\frac{T^2}{m^2}\cdot\cos^2\alpha + g^2 = \frac{T^2}{m^2}\cdot\frac{\cos^2\alpha}{\cos^2\gamma}}$

$$\begin{cases} a\cdot\cos\gamma = \frac{T}{m}\cdot\cos\alpha \\ a\cdot\sin\gamma = \frac{T}{m}\cdot\sin\alpha - g \\ \frac{T^2}{m^2}\cos^2\alpha + g^2 = a^2 \end{cases} \qquad \begin{cases} a^2\cos^2\gamma = \frac{T^2}{m^2}\cdot\cos^2\alpha \\ a^2\cdot\sin^2\gamma = \frac{T^2}{m^2}\cdot\sin^2\alpha + g^2 + 2g\frac{T^2}{m^2}\sin\alpha \\ \frac{T^2}{m^2}\cos^2\alpha + g^2 = a^2 \end{cases}$$

$\cancel{\frac{T}{m} = \frac{a/\cos\gamma}{\sin\alpha}}$ $\cancel{\frac{T}{m}}$ $\frac{T}{m} = \frac{a\cos\gamma}{\cos\alpha}$

$a\cdot\sin\gamma = \frac{a\cdot\cos\gamma}{\cos\alpha}\cdot\sin\alpha - g$

$\frac{a\cos^2\gamma}{\cos^2\alpha}\cdot\cos^2\alpha + g^2 = a^2$

$a\cdot\left(\sin\gamma - \frac{\cos\gamma\cdot\sin\alpha}{\cos\alpha}\right) = -g$

$$\begin{cases} a\left(\frac{\cos\gamma\cdot\sin\alpha}{\cos\alpha} - \sin\gamma\right) = g \\ a^2\cos^2\gamma + g^2 = a^2 \end{cases}$$

$$a = \frac{g}{\cos\gamma \cdot tg\alpha - \sin\gamma}$$

$$\frac{g^2 \cdot \cos^2\gamma}{\cos\gamma \cdot tg\alpha - \sin\gamma} + g^2 = \frac{g^2 \cancel{\cos^2\alpha}}{\cos\gamma \cdot tg\alpha - \sin\gamma}$$

$$\cancel{\frac{\cos\gamma}{tg\alpha} \cdot \frac{1}{\sin\gamma}} \frac{\cos^2\gamma}{\cos\gamma\, tg\alpha - \sin\gamma} + 1 = \frac{\cancel{\cos^2\alpha}\ 1}{\cos\gamma \cdot tg\alpha - \sin\gamma}$$

$$\cos^2\gamma + \cos\gamma\, tg\alpha - \sin\gamma - 1 = 0$$

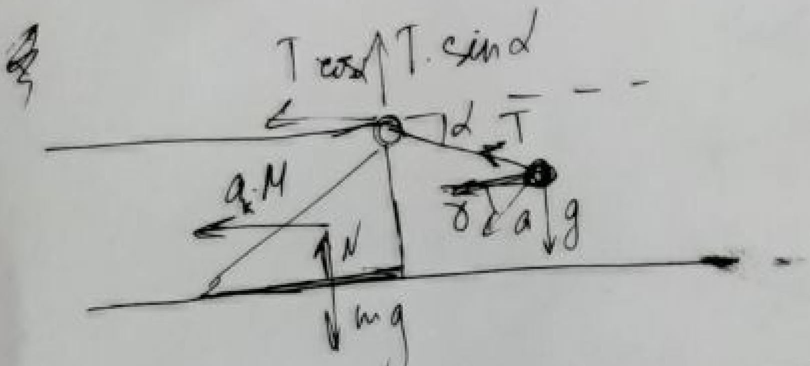
$\cancel{\sin\gamma} =$

$$-\sin^2\gamma + \cos\gamma\, tg\alpha - \sin\gamma = 0$$

$$\cos\gamma = \sqrt{1-\sin^2\gamma}$$

$$-\sin^2\gamma + tg\alpha\sqrt{1-\sin^2\gamma} - \sin\gamma = 0 \Rightarrow$$

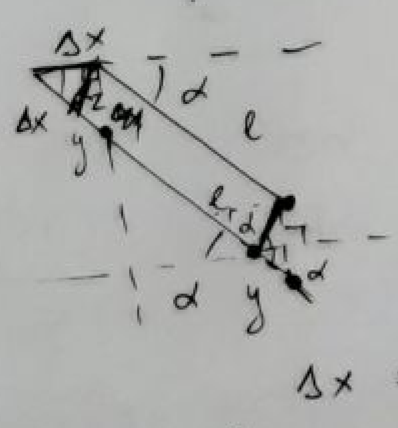
1) решив уравнение, получим значение $\sin\gamma$



$a_к \cdot M = T \cdot \cos\alpha$, т.к. больше сил, направленных горизонтально нет. $\Rightarrow$

$a_к \cdot M = a \cdot \cos\gamma \cdot m$

Пусть клин проехал Δx, тогда нить удлинилась на Δx,



~~а правый конец~~

$$y = \frac{\Delta x}{\cos\alpha} - \Delta x$$

$$z^2 = \Delta x^2 + \Delta x^2 - 2 \cdot \cos\alpha \cdot \Delta x^2 = \Delta x^2(2 - 2\cos\alpha)$$

$$z = \Delta x\sqrt{2 - 2\cos\alpha}$$

$$\Delta x = \frac{z}{\sqrt{2-2\cos\alpha}}$$, где z — смещение шарика $\Rightarrow$

2) $$a_к = \frac{a}{\sqrt{2-2\cos\alpha}} = \frac{g}{\sqrt{2-2\cos\alpha}\,(\cos\gamma \cdot tg\alpha - \sin\gamma)}$$

3) $$\frac{m}{M} = \frac{a_к}{a} = \frac{1}{\sqrt{2-2\cos\alpha}}$$

4) $$H = \frac{t^2\, a \cdot \sin\gamma}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{a \cdot \sin\gamma}} = \sqrt{\frac{2H}{\frac{g \cdot \sin\gamma}{\cos\gamma\, tg\alpha - \sin\gamma}}}$$

Часть 2

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

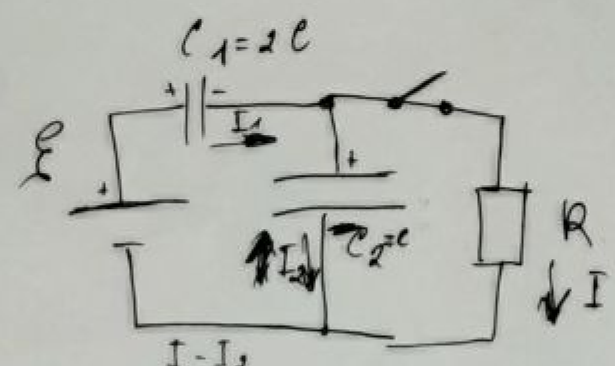
Шифр: **21201385**

ID профиля: **375186**

Вариант 1

Чистовик стр 1.

3. в уст. режиме:



$C_2 = C$

$C_1 = 2C$

$\mathcal{E} = U_1 + U_2$

$q_1 = q_2 = q$

$$\left.\begin{aligned} U_1 &= \frac{q_1}{C_1} = \frac{q_1}{2C} = \frac{q}{2C} \\ U_2 &= \frac{q_2}{C_2} = \frac{q_2}{C} = \frac{q}{C} \end{aligned}\right\} \Rightarrow$$

$\mathcal{E} = \frac{q}{2C} + \frac{q}{C} = \frac{3q}{2C} \Rightarrow$

$q = \frac{\mathcal{E} \cdot 2C}{3} \Rightarrow$

$U_2 = \frac{2}{3}\mathcal{E}$

$U_1 = \frac{1}{3}\mathcal{E}$

При замыкании ключа:

1) $I \cdot R = U_2 \Rightarrow \underline{I = \frac{2}{3} \cdot \frac{\mathcal{E}}{R}}$

$$\begin{cases} \mathcal{E} - U_1 = R \cdot I \\ U_2 = R \cdot I \end{cases} \Rightarrow \text{по Кирхгофу}$$

Ток перестанет течь, когда $U_2 = 0 \Rightarrow$

$\mathcal{E} = U_1' = \frac{q'}{C_1} \Rightarrow$

$q' = \mathcal{E} \cdot C_1 = \mathcal{E} \cdot 2C$

$\cancel{U_1' - \mathcal{E} = U_2'}$

$\cancel{\mathcal{E} = U_1' - U_2'}$

$\cancel{\mathcal{E} = \frac{q}{2C} - \frac{q}{C} = -\frac{q}{2C}} \Rightarrow$

$\cancel{q' = \mathcal{E} \cdot 2C}$

$\cancel{U_1' = 2\mathcal{E}}$

$\cancel{A_{ист} + \frac{q^2}{2C} + \frac{q^2}{4C} = Q + \frac{q'^2}{2C} + \frac{q'^2}{C}}$

$\cancel{A_{ист} = (q' - q)\mathcal{E} = (2\mathcal{E} \cdot C - \frac{2}{3}\mathcal{E}C)\mathcal{E} = \frac{4\mathcal{E}^2 C}{3}}$

$\cancel{\text{и } \frac{\mathcal{E}^2 C}{3} + \frac{3 \cdot 2^2 \mathcal{E}^2 C^2}{4C \cdot 3^2} = \frac{3 \cdot 2^2 \mathcal{E}^2 C^2}{2C} + Q \Rightarrow}$

$Q = -\frac{4}{3}\mathcal{E}^2 C - \frac{1}{3}\mathcal{E}^2 C + 6\mathcal{E}^2 C =$

Чистовик стр 2.

По закону сохранения энергии:

$$A_{ист} + \frac{q^2}{2C} + \frac{q^2}{4C} = \frac{q'^2}{2C} + Q$$

$$A_{ист} = \mathcal{E}(q' - q) = \mathcal{E}\left(\mathcal{E} \cdot 2C - \frac{\mathcal{E} 2C}{3}\right) = \frac{4}{3}\mathcal{E}^2 \cdot C \Rightarrow$$

$$\frac{4}{3}\mathcal{E}^2 C + \frac{3 \cdot \mathcal{E}^2 \cdot C^2 \cdot 2^2}{4C \cdot 3^2} = \frac{\mathcal{E}^2 \cdot 4C^2}{2C} + Q \Rightarrow$$

2) $Q = \frac{4}{3}\mathcal{E}^2 C + \frac{1}{3}\mathcal{E}^2 C - 2\mathcal{E}^2 C = \underline{\frac{1}{3}\mathcal{E}^2 C}$

~~Если система еще не перешла в установив~~

$$\begin{cases} I_0 = I_R + I_2 \\ \mathcal{E} = U_1 + I_R R \\ U_2 = I_R R \end{cases} \Rightarrow \cancel{\Delta q_1 = \Delta q_2 + \Delta q_R}$$

$I_R = I_0 - I_2$ $\quad$ $\Delta q_1 = \Delta q_2 + \Delta q_R$

$U_1 = \frac{q_1}{2C}$ $\quad$ $U_2 = \frac{q_2}{C}$ $\quad$ $I_R = q_1' - q_2'$

$\mathcal{E} = U_1 + R(I_0 - I_2)$

$\mathcal{E} = U_1 + U_2$

$$\frac{q_1}{2C} + \frac{q_2}{C} = \mathcal{E}$$

$$\frac{q_1 + 2q_2}{2C} = \mathcal{E}$$

$$q_1 + 2q_2 = 2C \cdot \mathcal{E}$$

~~$q_2 C = I_R R$~~

$$q_1' + 2q_2' = 0 \Rightarrow$$

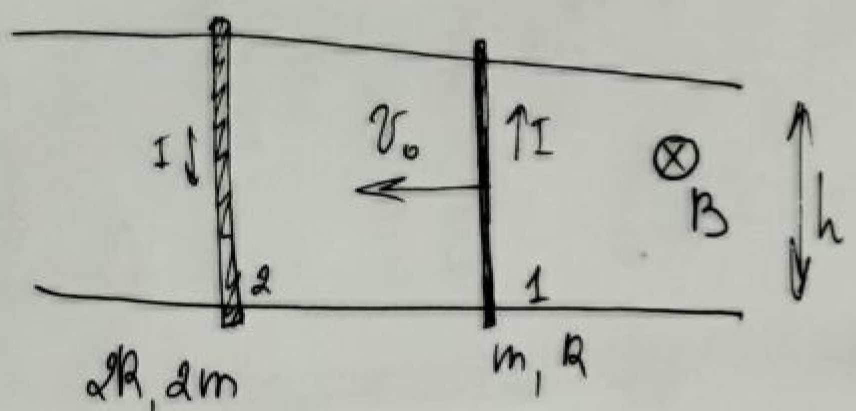
$$I_0 = -2I_2 \Rightarrow$$

$I_R =$

~~$q_1' = -2q_2' \Rightarrow \Delta q_1 = -\Delta q_2$~~

~~$I_R = -3q_2' =$~~

4.



$$\mathcal{E}_{инд} = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{B \cdot dS}{dt} = BLv$$

$$F_2 = F_{ам} = BIL$$

$$I = \frac{\mathcal{E}_{инд}}{3R} = \frac{BLv_0}{3R}$$

по II закону Ньютона: $F = ma \Rightarrow$

$$2ma_2 = \frac{B^2L^2v_0}{3R}$$

1) $$a_2 = \frac{B^2L^2v_0}{6mR}$$

~~$v_1 = a_1$~~ Пусть в момент времени t скорости перемычек были v_1 и v_2, тогда

$$\mathcal{E}_{инд} = \frac{d\Phi}{dt} = BL(v_1 + v_2)$$

$$F = \frac{\mathcal{E}_{инд} BL}{3R} = \frac{B^2L^2(v_1+v_2)}{3R}$$

$$ma_1 = \frac{B^2L^2(v_1+v_2)}{3R}$$

$$2ma_2 = \frac{B^2L^2(v_1+v_2)}{3R}$$

Чистовик стр 4.

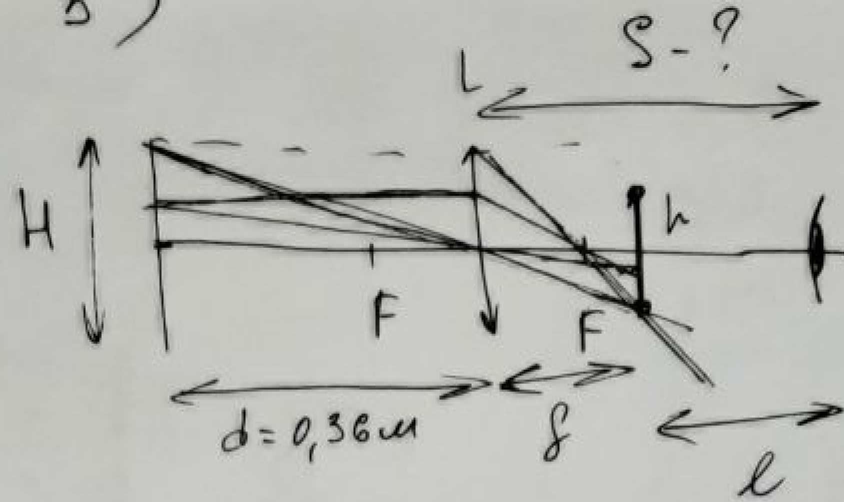
$F = 0{,}09$ м

$H = 0{,}09$ м

$d = 0{,}36$ м

$l = 0{,}24$ м

Б)



Чтобы глаз мог рассмотреть картину, ее мнимое изображение должно находиться на расстоянии 24 см от глаза =>

$S = f + l$

f найдем по формуле тонкой линзы:

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

$$f = \frac{d \cdot F}{d - F} = \frac{0{,}36 \cdot 0{,}09}{0{,}27} = 0{,}12 \text{ м} \Rightarrow$$

1) $S = 0{,}36$ м

Чтобы наблюдатель мог увидеть картину полностью достаточно того, чтобы диаметр ее изображения был меньше диаметра линзы =>

$D_л \geq h$, где h - диаметр изображения

$$\frac{h}{H} = \frac{f}{d} \Rightarrow h = \frac{1}{3} H = 0{,}03 \text{ м} \Rightarrow$$

2) $D_л \geq 0{,}03$ м

Если поместить этот экран на фокусном расстоянии, то лучи не будут сходиться и мы не увидим четкого изображения =>

3) на расстоянии $F = 0{,}09$ м от линзы.