Часть 1

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

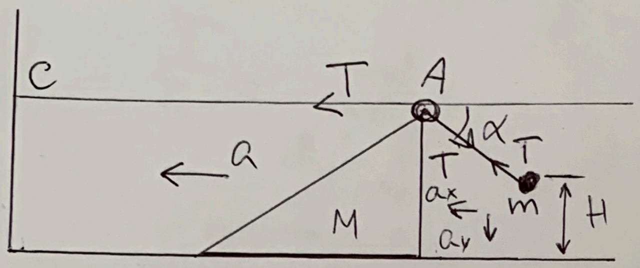
Шифр: **21201397**

ID профиля: **863816**

Вариант 4

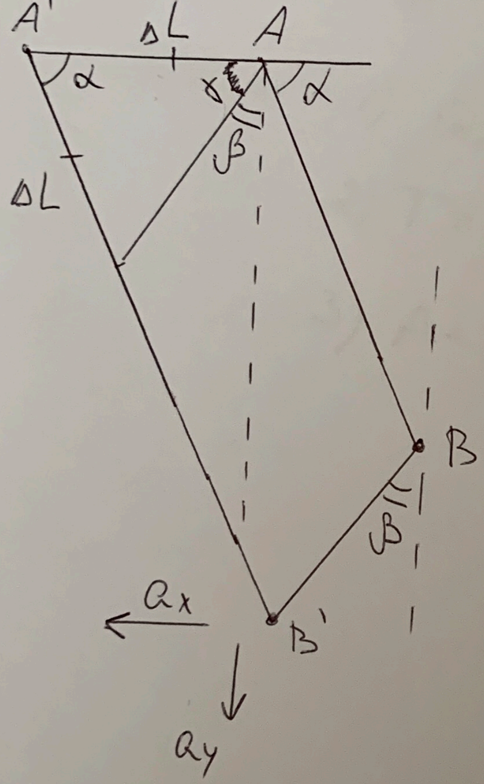
Чистовик ① Вариант 4

№1



На клин действует сила $T(1-\cos\alpha)=\frac{9}{17}T$, напр. горизонтально влево

Пусть клин проезжает ΔL:



Посмотрим на сколько и куда сместится шар

Т.к. $\alpha=const$, то $A'B' \parallel AB$, причем т.к. длина веревки $=const$, то $AA'+AB=A'B'$, тогда если $A'C=AC=\Delta L$, то $CB'=AB \Rightarrow CABB'$ - пар-мм и $BB' \parallel AC$. Тогда

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

$$\sin\frac{\alpha}{2}=\sqrt{\frac{1-\cos\alpha}{2}}=\frac{3}{\sqrt{34}}$$

При этом $BB'=AC=2\Delta L\sin\frac{\alpha}{2} \Rightarrow$ если a - ускорение клина, то ускорение шара равно $2a\sin\frac{\alpha}{2} \Rightarrow a_y=2a\sin\frac{\alpha}{2}\cos\frac{\alpha}{2}=a\sin\alpha$

$$a_x=2a\sin^2\frac{\alpha}{2}=a(1-\cos\alpha)$$

$$a=\frac{T(1-\cos\alpha)}{M},\quad a_x=\frac{T\cos\alpha}{m},\quad a_y=g-\frac{T\sin\alpha}{m}$$

21201397 (U863816 M1267166)

Чистовик ②

$$\begin{cases} a = \dfrac{T(1-\cos\alpha)}{M} & 1) \\ a(1-\cos\alpha) = \dfrac{T\cos\alpha}{m} & 2) \\ a\sin\alpha = g - \dfrac{T\sin\alpha}{m} & 3) \end{cases}$$

из 1) и 2) $\dfrac{M}{m} = \dfrac{(1-\cos\alpha)^2}{\cos\alpha} = \dfrac{81}{136}$

$$\frac{T}{M} = \frac{a}{1-\cos\alpha} \Rightarrow \frac{T}{m} = a\,\frac{1-\cos\alpha}{\cos\alpha}$$

$\Downarrow$

из 3) $a\sin\alpha = g - a\sin\alpha\left(\dfrac{1}{\cos\alpha} - 1\right)$

$$a\,\mathrm{tg}\,\alpha = g$$

$$a = g\,\mathrm{ctg}\,\alpha = \frac{8}{15}g = \underline{\underline{5{,}2\ м/с^2}}$$

$$a_y = a\sin\alpha = g\cos\alpha$$

$$t = \sqrt{\frac{2H}{a_y}} = \underline{\underline{\sqrt{\frac{2H}{g\cos\alpha}}}}$$

21201397 (U863816 M1267166)

2
+

Чистовик 3

N2

1) $Q_1 - ?$ от T_0 до $\frac{3}{4}T_0$

$\delta Q = c\nu dT$

$\int \delta Q = \int_{T_0}^{\frac{3}{4}T_0} c\nu dT$

$Q_1 = \frac{9}{5}R\nu\frac{1}{T_0}\cdot\left(\frac{1}{2}T^2\right)\Big|_{T_0}^{\frac{3}{4}T_0} = \frac{9}{10}R\nu T_0\cdot\left(1-\frac{9}{16}\right) = \frac{63}{160}R\nu T_0$

2) $\delta A = \delta Q - \frac{3}{2}\nu R dT = c\nu dT - \frac{3}{2}\nu R dT = \delta\left(c - \frac{3}{2}R\right)dT$

$\int \delta A = \int_{T_0}^{T} \nu\left(c - \frac{3}{2}R\right)dT = \int_{T_0}^{T}\nu\left(\frac{9}{5}R\frac{T}{T_0} - \frac{3}{2}R\right)dT =$

$\nu R\int_{T_0}^{T}\left(\frac{9}{5}\frac{T}{T_0} - \frac{3}{2}\right)dT = \nu R\left(\frac{9}{10}\frac{T^2}{T_0} - \frac{3}{2}T\right)\Big|_{T_0}^{T} =$

$= \nu R\left(\frac{9}{10}T_0 - \frac{3}{2}T_0 - \frac{9}{10}\frac{T^2}{T_0} + \frac{3}{2}T\right) \Rightarrow \max$

$\Rightarrow \nu R T_0\left(\frac{9}{10} - \frac{3}{2} - \frac{9}{10}\left(\frac{T}{T_0}\right)^2 + \frac{3}{2}\left(\frac{T}{T_0}\right)\right) \rightarrow$

$\frac{T}{T_0} = \frac{-\frac{3}{2}}{2\cdot\left(-\frac{9}{10}\right)} = \frac{10}{4\cdot 3} = \frac{5}{6}$

$\Rightarrow T = \frac{5}{6}T_0$

3) $A = \nu R T_0\left(\frac{9}{10} - \frac{3}{2} - \frac{9}{10}\left(\frac{5}{6}\right)^2 + \frac{3}{2}\cdot\frac{5}{6}\right) = \nu R T_0\left(\frac{1}{40}\right)$

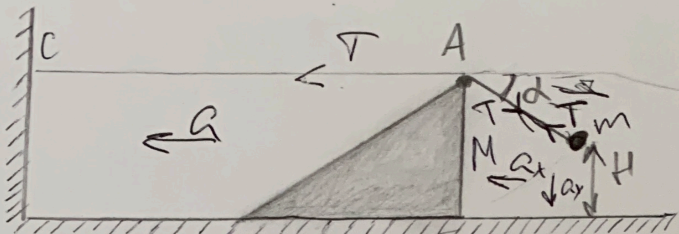
Ответ: 1) $Q_1 = \frac{63}{160}R\nu T_0$

2) $T = \frac{5}{6}T_0$

3) $A = \nu R T_0\left(\frac{1}{40}\right)$

Черновик

№1



$\cos\alpha = \frac{8}{17}$

$\frac{m}{M}$ - ?

t - ?

$\int F$

№2

$T_0 \to \frac{3}{4} T_0$

$C(T) = \frac{9}{5} R \frac{T}{T_0}$

1) $\delta Q = c\nu\, dT$

$\int \delta Q = \int_{T_0}^{\frac{3}{4}T_0} c\nu\, dT$

$Q_1 = \frac{9}{5} R \nu \frac{1}{T_0} \cdot \left(\frac{1}{2} T^2\right) \Big|_{T_0}^{\frac{3}{4}T_0} = \frac{9}{10} R \nu T_0 \cdot \left(1 - \frac{9}{16}\right) = \frac{63}{160}$

$\frac{16}{16} - \frac{9}{16} = \frac{7}{16}$

2) $\delta A = \delta Q - \frac{3}{2} \nu R\, dT = c\nu\, dT - \frac{3}{2} \nu R\, dT = \int \left(c - \frac{3}{2} R\right)$

3) $A = \nu R T_0 \left(\frac{9}{10} - \frac{3}{2} - \frac{9}{10} \left(\frac{5}{6}\right)^2 + \frac{3}{2} \cdot \frac{5}{6}\right) = \nu R T_0 \left(\frac{1}{40}\right)$

21201397 (U863816 M1267166)

Часть 2

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

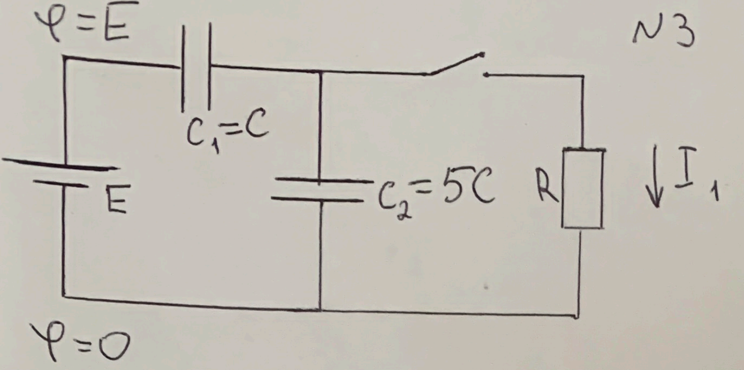
Шифр: **21201397**

ID профиля: **863816**

Вариант 4

Чистовик 1 Вариант 11-04

N3



1) Сразу после замыкания:

E_1 – напряжение на конденсаторе 1

E_2 – 2ой конденсатор

q_1; q_2 – заряды конденсаторов (ключ разомкнут)

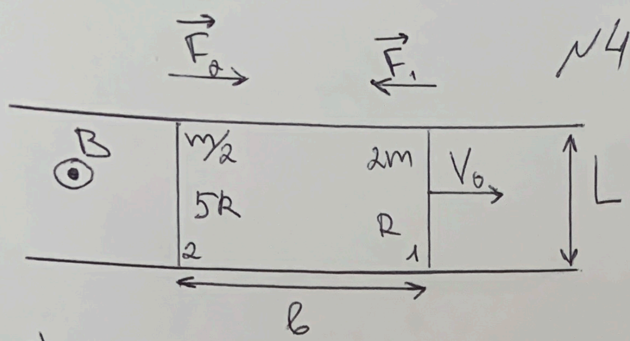
$$\begin{cases} E_1 + E_2 = E \\ q_1 = q_2 \end{cases} \qquad \begin{cases} \frac{q_1}{C} + \frac{q_2}{5C} = E \\ q_1 = q_2 \end{cases} \Rightarrow \quad E_1 = \frac{q_1}{C} = \frac{5}{6}E \qquad E_2 = \frac{q_2}{5C} = \frac{1}{6}E$$

ключ замкнули → напряжение не поменялось быстро $\Rightarrow I = \frac{E_2}{R} = \frac{1}{6}\,E/R$

2) Зададим I_1; I_2

Чистовик (2)

№4



1) ЭДС индукции

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{BL\,db}{dt}$$ Т.к. в начальный момент перемычка 2 стоит на месте

$$db = V_0\,dt \Rightarrow \mathcal{E} = -BLV_0$$

2) из силы Лоренца $F = BLI$

ток $I = (-BLV_1 + BLV_2)/6R$, где V_1, V_2 - скорости перемычек в лабораторной с.о.

$$I = -BL\left(\frac{V_1 - V_2}{6R}\right)$$

$$F_1 = -B^2L^2\left(\frac{V_1 - V_2}{6R}\right) = 2ma_1; \quad F_2 = B^2L^2\left(\frac{V_1 - V_2}{6R}\right) = ma_2/2$$

$$a_1 = -B^2L^2\left(\frac{V_1 - V_2}{12mR}\right) \qquad a_2 = B^2L^2\left(\frac{V_1 - V_2}{3mR}\right)$$

$$\begin{cases} \dot{V}_1 = -B^2L^2(V_1 - V_2)\cdot\frac{1}{12mR} \\ \dot{V}_2 = B^2L^2(V_1 - V_2)\,\frac{1}{3mR} \end{cases}$$ обозначим $B^2L^2\frac{1}{12mR} = A$

$$\begin{cases} \dot{V}_1 = -A(V_1 - V_2) \\ \dot{V}_2 = 4A(V_1 - V_2) \end{cases} \Rightarrow 4\dot{V}_1 = -\dot{V}_2 \quad (*)$$

Найдем ускорение $a_{ц.м.}$ центра масс

$$x_{ц.м.} = \frac{m_1x_1 + m_2x_2}{m_1 + m_2} \Rightarrow a_{ц.м.} = \ddot{x}_{ц.м.} = \frac{m_1a_1 + m_2a_2}{m_1 + m_2}$$

из $(*) \Rightarrow a_{ц.м.} = 0$ $\quad V_{ц.м.} = \frac{2mV_0}{\frac{5}{2}m} = \frac{4}{5}V_0$

Чистовик 3

3) Т.к. $a_{ц.м.} = 0 \Rightarrow$ можем определить И.С.О связанную с ц.м., тогда переопределяется след. образом

$$\begin{cases} \dot{V}_1 = -A(V_1 - \cancel{\frac{4}{5}V_0} - V_2 + \cancel{\frac{4}{5}V_0}) \\ \dot{V}_2 = 4A(V_1 - \cancel{\frac{4}{5}V_0} - V_2 + \cancel{\frac{5}{5}V_0}) \end{cases}$$

$\Rightarrow 4\dot{V}_1 = -\dot{V}_2 \Rightarrow 4V_1 = -V_2 + C$

т.к. через продолжительный промежуток времени $V_1 = V_2 = 0 \Rightarrow C = 0$

$\dot{V}_1 = -A(V_1 + 4V_1) = -A5V_1 \Rightarrow V_1 = V_c e^{-5At} + \cancel{C}^{0}$

т.к. $V_1 \to 0$

$$x_1 = \int_0^\infty v_1 dt = \int_0^\infty V_c e^{-5At} = \frac{V_2}{5A}$$

V_c - скорость перемычки 1 в $t=0$ в И.С.О. $\Rightarrow V_c = \frac{1}{5}V_0$

x_1-расстояние, на которое отодвинулась перемычка 1 относ. ц.м. $\Rightarrow$ перемычка 2 отодвинулась на расст. $4x_1 \Rightarrow \Delta b = 5x_1$

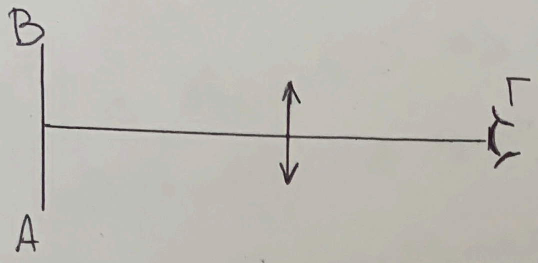
Ответ: 1) $a = \frac{B^2L^2V_0}{mR}$

2) $V = \frac{4}{5}V_0$

3) $\Delta b = \frac{1}{5}V_0 \cdot \frac{12mR}{B^2L^2}$

Чистовик 4

№5



1) Ф-ла тонкой линзы

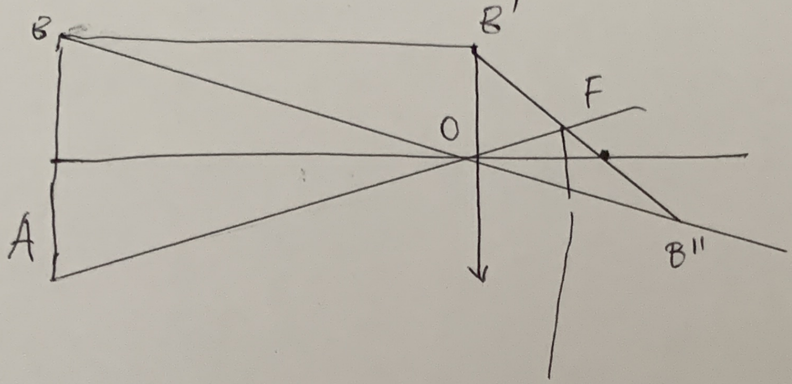
$$\begin{cases} \frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \\ d = 96 \end{cases} \Rightarrow f = \frac{Fd}{d-F} = 32$$

$$\Rightarrow x = f + 24 = 56$$

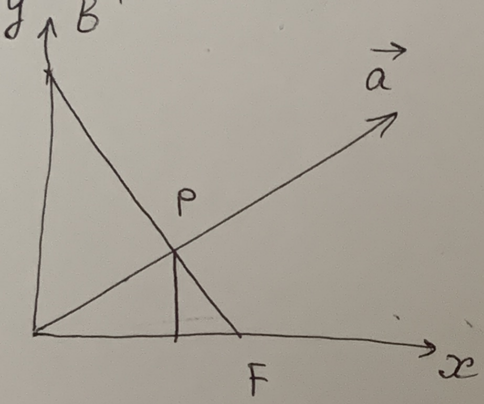
21201397 (U863816 M1267167)

Чистовик 5

№ 5



точка где нужно поставить экран лежит на пересечении AO и B'F



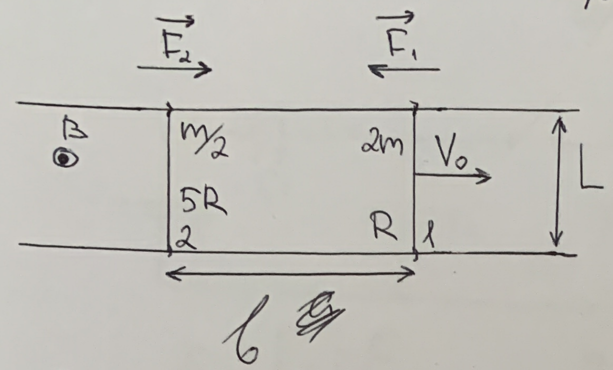
$\vec{a} = (4;1)$

$$P = (x:y) \Rightarrow \begin{cases} \dfrac{x}{y} = 4 \\ y = -\dfrac{3}{8}x + 9 \end{cases}$$

$$\Downarrow$$

$$x = \frac{72}{5}$$

№4



Свяжем систему координат с центром масс системы двух перемычек

ЭДС индукции $\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} = \frac{BL\,da}{dt}$

Т.к. в начальный момент перемычка 2 стоит на месте

$da = V_0 dt \Rightarrow \mathcal{E} = -BLV_0$

$$I = (-BLV_1 + BLV_2)/6R$$

$$I = -BL\left(\frac{V_1 - V_2}{6R}\right)$$

$$F_1 = -B^2L^2\left(\frac{V_1 - V_2}{6R}\right) \quad a_1 = -B^2L^2\left(\frac{V_1 - V_2}{12mR}\right)$$

$$F_2 = B^2L^2\left(\frac{V_1 - V_2}{3mR}\right) \quad a_2 = B^2L^2\left(\frac{V_1 - V_2}{3mR}\right)$$