Часть 1

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

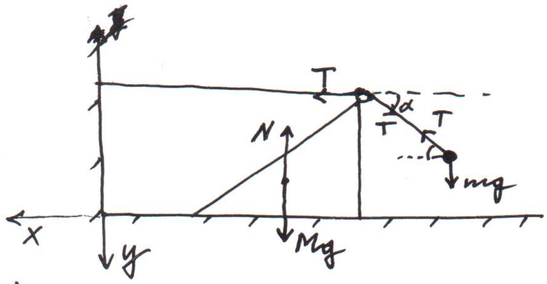
Шифр: **21202450**

ID профиля: **361497**

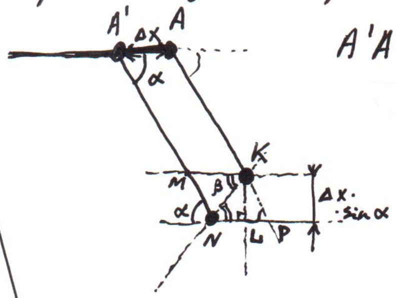
Вариант 3

Чистовик 2.

№1.



1) Пусть участок нити CA укоротился на Δx ~~за~~ ~~~~ промежуток времени Δt.



$$A'A + AK = A'M + MN$$

$$A'M = AK$$

$$\Rightarrow A'A = MN$$

$$KL = MN\sin\alpha = \Delta x \sin\alpha$$

$$NL = \Delta x(1-\cos\alpha),$$

т.к. $NL = NP - LP = AA' - MN\cos\alpha$

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{KL}{NL} = \frac{\Delta x\sin\alpha}{\Delta x(1-\cos\alpha)},$$

где β - искомый угол*

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{\sin\alpha}{1-\cos\alpha} = \frac{\sqrt{1-(5/13)^2}}{1-5/13} \Rightarrow$$

$(\sin\alpha = 12/13)$

$$\Rightarrow \operatorname{tg}\beta = \frac{3}{2}$$

* т.к. шарик движется по прямой $KN \Rightarrow$
$\Rightarrow$ ускорение направлено вдоль этой прямой.

2) 2 з-н Ньютона для шарика:

$$Ox:\ T\cos\alpha = ma_x \quad (1)$$

$$Oy:\ -T\sin\alpha + mg = ma_y \quad (2)$$

$$\frac{(2)}{(1)}:\quad \frac{a_y}{a_x} = \frac{mg - T\sin\alpha}{T\cos\alpha}$$

С др. стороны $\frac{a_y}{a_x} = \operatorname{tg}\beta = \frac{3}{2}$

$$\Rightarrow \frac{3}{2} = \frac{mg - T\cdot\frac{12}{13}}{T\cdot\frac{5}{13}}$$

$$\frac{39}{13}T = 2mg \Rightarrow T = \frac{2mg}{3}$$

$$a_x = \frac{T\cdot\cos\alpha}{m} = \frac{2mg}{3\cdot m}\cdot\frac{5}{13} = \frac{10}{39}g$$

$a_к$ - ускорение клина (направлено вдоль Ox) равно ускорению т. A (см. рис к пункту 1)

~~$\Rightarrow a_к = \frac{\Delta x}{(\Delta t)^2}$~~ Аналогично и для скорости $v_к$ клина

$v_к = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ если $\Delta t \to 0$.

$v_{ш_x} = \frac{NL}{\Delta t} = \frac{\Delta x(1-\cos\alpha)}{\Delta t}$ - проекция ск. шарика на Ox

Значит $v_{ш_x} = v_к\cdot(1-\cos\alpha)$

~~Далее~~ Продифференцируем по времени:

$$a_x = a_к(1-\cos\alpha) = \frac{8}{13}a_к$$

$$a_к = \frac{13}{8}a_x = \frac{13}{8}\cdot\frac{10}{39}g$$

$$a_к = \frac{5}{12}g$$

3) 2 з-н Ньютона для клина:

$$Ox:\ Ma_к = T - T\cos\alpha$$

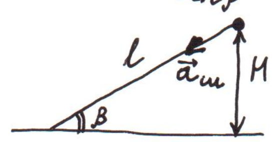
$$Ma_к = T(1-\cos\alpha)$$

$$M\cdot\frac{5}{12}g = \frac{2mg}{3}\cdot\frac{8}{13}$$

$$\frac{m}{M} = \frac{5\cdot 39}{12\cdot 16} = \frac{195}{192}$$

4)

$$l = \frac{H}{\sin\beta}$$



из тригонометрии

$$\operatorname{tg}^2\beta + 1 = \frac{1}{\cos^2\beta}$$

$$\frac{9}{4} + 1 = \frac{1}{1-\sin^2\beta}$$

$$1-\sin^2\beta = \frac{4}{13}$$

$$\sin^2\beta = \frac{9}{13}$$

$$\sin\beta = \frac{3}{\sqrt{13}} \Rightarrow$$

$\Rightarrow l = \frac{\sqrt{13}H}{3}$, где l - путь шарика до удара со столом.

$$a_ш = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = \sqrt{\left(\frac{10}{39}g\right)^2 + \left(\frac{3}{2}\cdot\frac{10}{39}g\right)^2} = \frac{10}{39}g\sqrt{1+\frac{9}{4}} = \frac{5\sqrt{13}}{39}g$$

$$\frac{a_ш t^2}{2} = l \Rightarrow t^2 = \frac{2l}{a_ш} = \frac{2H\sqrt{13}\cdot 39g}{3\cdot 5\sqrt{13}} = \frac{78}{15}gH \Rightarrow t = \sqrt{\frac{26}{5}gH}$$ - искомое время

Чистовик 3.

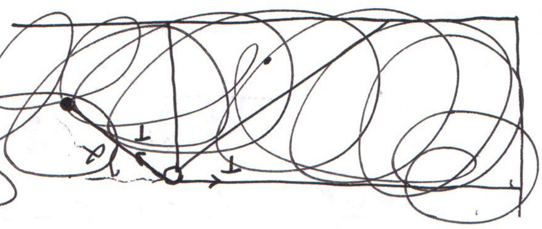
№1 (продолжение).

Ответ: 1) $tg\,\beta = \frac{3}{2}$;

2) $\frac{5}{12}g$;

3) $\frac{195}{192}$;

4) $\sqrt{\frac{26}{5}gH}$



Чистовик 1.

№2.

$$C(T)=\frac{-dQ_1}{\nu dT}$$

1) $-dQ_1 = C(T)\cdot\nu\cdot dT$ (минус, т.к. по условию $Q_1>0$, хотя газ отдаёт тепло)

Проинтегрируем

$$-\int_0^{Q_1} dQ_1 = \int_{T_0}^{3/5\cdot T_0} C(T)\,\nu\cdot dT$$

$$-Q_1 = \left(\int_{T_0}^{3/5 T_0} T\,dT\right)\cdot\frac{3\nu R}{T_0} = \left(\frac{\left(\frac{3}{5}T_0\right)^2}{2}-\frac{T_0^2}{2}\right)\cdot\frac{3\nu R}{T_0} = -\frac{48}{50}\cdot\nu R T_0 = -\frac{24}{25}\nu R T_0$$

$$\boxed{Q_1=\frac{24}{25}\nu R T_0}$$

2)

$\Delta Q = \Delta U + \Delta A$ где $\Delta Q, \Delta U, \Delta A$ - элементарные значения

$\Delta Q = C(T)\cdot\nu\cdot\Delta T$

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

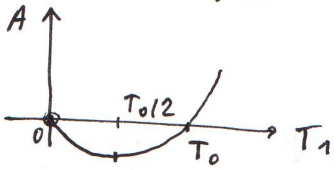
$$\Delta A = \Delta Q - \Delta U = C(T)\cdot\nu\cdot\Delta T - \frac{3}{2}\nu R\Delta T = \frac{3\nu R\,\Delta T\cdot T}{T_0} - \frac{3\nu R\Delta T}{2} =$$

$$\cancel{= 3\nu R\cdot\left(\frac{T}{T_0}-\frac{1}{2}\right)\cdot\Delta T}$$

Проинтегрируем

$$A = \frac{3\nu R}{T_0}\left(\frac{T_1^2}{2}-\frac{T_0^2}{2}\right) - \frac{3\nu R}{2}\cdot(T_1-T_0) = \frac{3\nu R(T_1-T_0)\cdot(T_1+T_0)}{2T_0} - \frac{3\nu R}{2}(T_1-T_0) =$$

$$= \frac{3\nu R}{2}(T_1-T_0)\left(\frac{T_1}{T_0}+1-1\right) = \frac{3\nu R}{2T_0}(T_1-T_0)\cdot T_1$$ - парабола пересекающая ось T_1 в точках T_0 и 0.



Из симметрии вершина имеет абсциссу $\boxed{\frac{T_0}{2}}$.

Именно при этой температуре A минимальна.

3) $A_{min} = A\left(\frac{T_0}{2}\right) = \frac{3\nu R}{2T_0}\left(\frac{T_0}{2}-T_0\right)\cdot\frac{T_0}{2} \Rightarrow \boxed{A_{min}=\frac{-3\nu R T_0}{8}}$

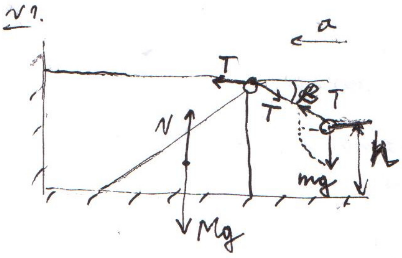
Ответ: 1) $\frac{24}{25}\nu R T_0$;

2) $T_0/2$;

3) $-\frac{3}{8}\nu R T_0$.

Черновик.

№1.



$ma = T\cos\alpha$

$\cancel{T\sin\alpha = mg}$

$ma = T\cos\beta$

$T\sin\beta = mg$

$tg\,\beta = \frac{g}{a}$

$T^2 = m^2(a+g)^2$

$\frac{5}{12}\,a = \frac{16}{39}\,\frac{m}{c}$

№2.

$i = \frac{3}{2}$

He, ν

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

$C = \frac{\Delta Q}{\Delta T\cdot\nu}$

$\Delta A = p\Delta V = \nu R\Delta T$

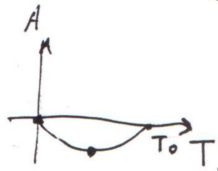
$Q_1 = A + \frac{3}{2}\nu R \cdot \frac{2}{5}T_0$

$\int \Delta Q_1 = \int C\,\Delta T$

$\int dQ_1 = \int C(T)\nu\,dt$

$Q_1 = \frac{3R}{T_0}\,\nu\,\frac{1}{2}\left(1 - \frac{9}{25}\right)T_0^2 = \frac{48\,RT_0}{25}\nu$

$\frac{3}{2}\nu R$



$tg^2\beta + 1 = \frac{1}{\cos^2\beta}$

$Q_1 = A + \Delta U$

$(T-T_0)(T+T_0)$

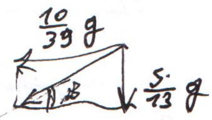
$A = Q_1 - \Delta U = \frac{\nu 3R\cdot(T^2 - T_0^2)}{2T_0} - \frac{3}{2}\nu R(T - T_0) =$

$= \frac{3}{2}\nu R(T - T_0)\left(\frac{T}{T_0} + 1 - 1\right) =$

$= \frac{3}{2}\nu R(T - T_0)\frac{T}{T_0} = \left(\frac{3}{2}\frac{\nu R}{T_0}\right)(T - T_0)T$

$\frac{3}{2}\frac{\nu R}{T_0}\cdot\frac{T_0^2}{4}$

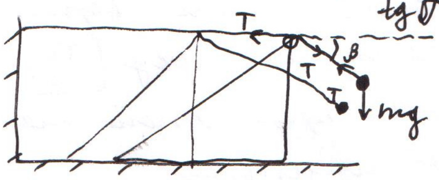
$\frac{12}{13}$



$tg\,\beta = \frac{3}{2}$

$tg\,\alpha = \frac{13}{5} > tg\,\beta$

$\frac{a_x}{a_y} = \frac{T\cdot\frac{12}{13}}{T(mg)}$



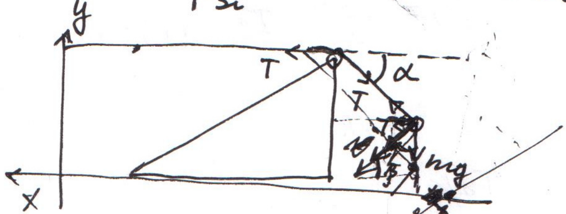
$\cancel{T\sin\beta = mg}$

$\cancel{T\cos\beta = m}$

$T\sin\alpha - mg = ma_y$

$T\cos\alpha = ma_x$

$\frac{2mg}{3}$

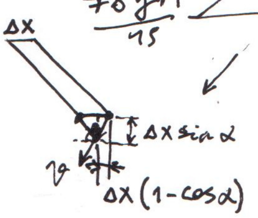


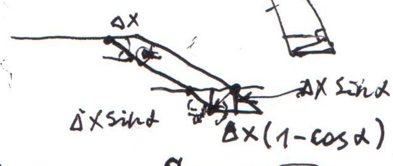
$\frac{\sqrt{13}}{2}$

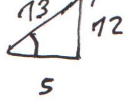
$\frac{15}{13}T = 2mg$

$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$

$\frac{78gH}{45}$







$tg\,\beta = \frac{\sin\alpha}{1 - \cos\alpha} = \frac{12/13}{1 - \frac{5}{13}} =$

$\frac{13\cdot3\cdot2}{\ } = \frac{12}{8} = \frac{3}{2}$

$\left(\frac{10}{39}\right)^2 + 5$

$\frac{13\cdot3\cdot2}{3\cdot5}$

Часть 2

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

Шифр: **21202450**

ID профиля: **361497**

Вариант 3

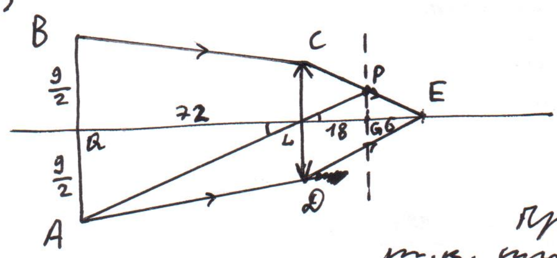
Чистовик 2.

№5.

1) $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{Fd}{d-F} = \frac{18 \cdot 72}{72-18}$ см $= 24$ см – от линзы до изображения AB.

$X = 24\text{ см} + f = 48\text{ см}$

2)



Чтобы наблюдатель мог увидеть всё изображение, необходимо, чтобы лучи BCE и ADE проходили через линзу (см. рис.)
$\Rightarrow CD = D_m$.

Проведём луч AL (он не преломляется, т.к. проходит через опт. центр)

P лежит в фокальной пл-ти. $GE = (24-18)$ см $= 6$ см

$\triangle AQL \sim \triangle PGL \Rightarrow \frac{\frac{9}{2}}{72} = \frac{PG}{18} \Rightarrow PG = \frac{9}{8}$

$\triangle PGE \sim \triangle CLE \Rightarrow \frac{CL}{\frac{9}{8}} = \frac{24}{6} \Rightarrow CL = \frac{27}{6} = \frac{9}{2} = 4{,}5$ см $\Rightarrow CD = 9$ см.

$D_m = 9\text{ см}$

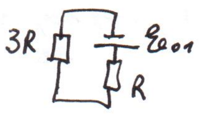
3)

Ответ: 1) 48 см; 2) 9 см; 3) :(

21202450 (U361497 M1263198)

№3.

1) $\mathcal{E}_{01} = v_0 B L$ – эдс индукции в нач. момент.



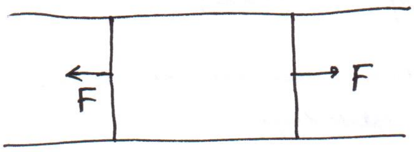
$I_{01} = \frac{\mathcal{E}_{01}}{4R} = \frac{v_0 B L}{4R}$ – ток через 1 перемычку.

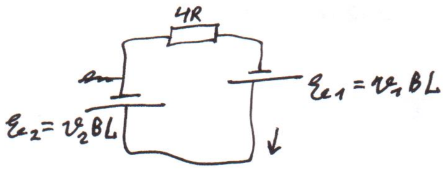
$F_{01} = B I_{01} L = \frac{(BL)^2 v_0}{4R}$ – сила Ампера.

$F_{01} = 2m a_{01}$ по 2 з-ну Ньютона

$\cancel{a_{01} = \frac{(BL)^2}{2}}$ $\quad a_{01} = \frac{B^2 L^2 v_0}{8Rm}$

2)





$I = \frac{\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2}{4R} = \frac{BL(v_1 - v_2)}{4R}$

$F = BIL \Rightarrow F = \frac{(BL)^2 (v_1 - v_2)}{4R}$

В установившемся состоянии (через большой промежуток времени)

$F = 0 \Rightarrow v_1 = v_2 \equiv v$

$\begin{cases} F = m a_{2x} \\ -F = 2m a_{1x} \end{cases}$ по 2 з-ну Ньютона $\Rightarrow a_{2x} = -2 a_{1x}$

$a_{1x} \equiv a$

$v_0 - at = v_1$

$2at = v_2$

3) $\Delta p_2 = F\Delta t = \frac{(BL)^2}{4R} \cdot (v_1 \Delta t - v_2 \Delta t) = \frac{(BL)^2}{4R} (\Delta x_1 - \Delta x_2)$

$\Delta p_2 = m \Delta v_2 \Rightarrow m \Delta v_2 = \frac{(BL)^2}{4R} (\Delta x_1 - \Delta x_2)$

проинтегрируем

$m v = \frac{(BL)^2}{4R} \cdot \underbrace{(x_1 - x_2)}_{S - S_0}$

$S - S_0 = \frac{m v \cdot 4R}{(BL)^2} \Rightarrow \boxed{S = S_0 + \frac{4 m v R}{(BL)^2}}$

$\cancel{a = \frac{(BL)^2 (v_2 - v_1)}{8mR}}$

2) $2v_0 - 2at = v_1$

$+ \quad 2at = 2v_2$

$\cancel{v_1 + v_2 = \ldots}$ $\quad \cancel{\Rightarrow v_2 = -v_1 \Rightarrow a = \frac{-2v_1 (BL)^2}{8mR}}$

$2v_0 = v_1 + 2v_2$

$v_2 = v_0 - \frac{v_1}{2}$

$v = v_0 - \frac{v}{2} \Rightarrow \frac{3v}{2} = v_0 \Rightarrow \boxed{v = \frac{2v_0}{3}}$

Чистовик 4.

№3.

3) $S = S_0 + \frac{4m \cdot v_0 \cdot 2R}{3(BL)^2} \Rightarrow S = S_0 + \frac{8}{3}\frac{m v_0 R}{(BL)^2}$

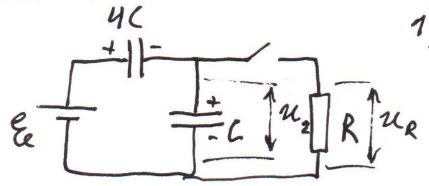
Ответ: 1) $\frac{B^2 L^2 v_0}{8mR}$;

2) $\frac{2v_0}{3}$; $\frac{2v_0}{3}$.

3) $S_0 + \frac{8}{3}\frac{m v_0 R}{B^2 L^2}$.

Чистовик 1.

№3.



1) Пусть до замыкания ключа заряд на C_1 равен q => по з-ну сохр. заряда на C_2 будет тоже заряд q, т.к. изначально конденсаторы были не заряжены (из усл.).

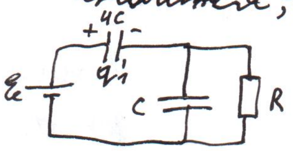
2 пр-по Кирхгофа:

$$\mathcal{E} = \frac{q}{4C} + \frac{q}{C} \Rightarrow q = \frac{4C\mathcal{E}}{5}$$

$$U_2 = \frac{q}{C} = \frac{4\mathcal{E}}{5}$$

$$I = \frac{U_R}{R} = \frac{U_2}{R} = \frac{4\mathcal{E}}{5R}$$ – искомый ток.

2) Когда состояние после замыкания ключа установится, заряд на C_2 будет $= 0$:



$$q_1' = 4C\mathcal{E}$$

$$\cancel{A_{ист} = W_2 - W_1}$$

$$A_{ист} = W_2 - W_1 + Q$$

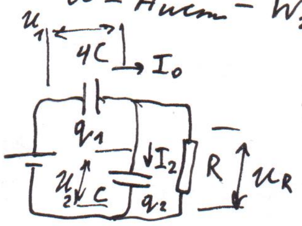
$$A_{ист} = \mathcal{E}\cdot(q_1' - q) = \mathcal{E}\left(4C\mathcal{E} - \frac{4C\mathcal{E}}{5}\right) = \frac{16}{5}C\mathcal{E}^2$$

$$W_2 = \frac{4C\mathcal{E}^2}{2}$$, т.к. $U_1' = \mathcal{E}$

$$W_1 = \frac{q^2}{2\cdot 4C} + \frac{q^2}{2C} = \frac{5\cdot 16C^2\mathcal{E}^2}{8C\cdot 25} = \frac{2}{5}C\mathcal{E}^2$$

$$Q = A_{ист} - W_2 + W_1 = \frac{16}{5}C\mathcal{E}^2 - 2C\mathcal{E}^2 + \frac{2}{5}C\mathcal{E}^2 \Rightarrow \boxed{Q = \frac{8}{5}C\mathcal{E}^2}$$

3)



$$\cancel{\frac{q_1}{U_1}} = q_1 = 4CU_1$$

продифференцируем по времени

$$I_0 = 4C\dot{U}_1$$

2 пр-по Кирхгофа:

$$U_1 + U_R = \mathcal{E}$$

продиф. по времени

$$\dot{U}_1 + \dot{U}_2 = 0 \Rightarrow \dot{U}_2 = -\frac{I_0}{4C}$$

~~з-н Ома для R.~~

$$\cancel{I_R = \frac{U_R}{R}}$$ ~~продиф. по t~~

$$\cancel{R\cdot\dot{I}_R = \dot{U}_R = -\frac{I_0}{4C}}$$

$$q_2 = CU_2$$

$$I_2 = C\dot{U}_2 = -\frac{I_0\cdot C}{4C} = -\frac{I_0}{4}$$

$$I_R = I_0 - I_2 = \frac{5I_0}{4} \Rightarrow \boxed{U_R = I_R\cdot R = \frac{5I_0R}{4}}$$

Ответ: 1) $\frac{4\mathcal{E}}{5R}$;

2) $\frac{8}{5}C\mathcal{E}^2$;

3) $\frac{5I_0R}{4}$