Часть 1

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

Шифр: **21200561**

ID профиля: **816272**

Вариант 4

Чистовик

№2

Дано: ν; T_0; $C_\mu(T) = \frac{9}{5} R \frac{T}{T_0}$.

1) Q_1 – ?

По определению молярной теплоёмкости: $C_\mu = \frac{Q}{\nu dT}$.

Тогда: $Q_1 = \nu \cdot \int\limits_{\frac{3}{4}T_0}^{T_0} C_\mu dT = \frac{9}{5} \frac{\nu R}{T_0} \int\limits_{\frac{3}{4}T_0}^{T_0} T dT = \frac{9}{10} \frac{\nu R}{T_0} T^2 \Big|_{\frac{3}{4}T_0}^{T_0} =$

$= \frac{9}{10} \frac{\nu R}{T_0} \left(T_0^2 - \left(\frac{3}{4}T_0\right)^2\right) = \frac{9}{10} \nu R T_0 \left(1 - \frac{9}{16}\right) = \frac{63}{160} \nu R T_0.$

Ответ: $\frac{63}{160} \nu R T_0$.

2) T_2 – ? $A = A_{min}$.

Это точка, в которой график процесса касается изохоры, т.е. касательная к изохоре.

$C = C_V$; $\frac{9}{5} \nu R \frac{T}{T_0} = \frac{3}{2} \nu R$; $T = \frac{15}{18} T_0 = \frac{5}{6} T_0$.

Ответ: $\frac{5}{6} T_0$.

3) A_{min} – ?

$Q = \Delta U + A$;

$Q = \nu \int\limits_{T_0}^{\frac{5}{6}T_0} C dT = \frac{9}{5} \frac{\nu R}{T_0} \int\limits_{T_0}^{\frac{5}{6}T_0} T dT = -\frac{9}{10} \frac{\nu R}{T_0} \left(T_0^2 - \frac{25}{36} T_0^2\right) =$

$= -\frac{9}{10} \nu R T_0 \cdot \frac{11}{36} = -\frac{11}{40} \nu R T_0$;

$\Delta U = C_V \nu \left(\frac{5}{6} T_0 - T_0\right) = -\frac{3}{2} \nu R T_0 \cdot \frac{1}{6} = -\frac{1}{4} \nu R T_0$.

$A = Q - \Delta U = \left(-\frac{11}{4} \nu R T_0 - \left(-\frac{1}{4} \nu R T_0\right)\right) = -\nu R T_0 \cdot \frac{5}{2} = -2{,}5 \nu R T_0$.

$|A| = 2{,}5 \nu R T_0$.

Ответ: $-2{,}5 \nu R T_0$.

1

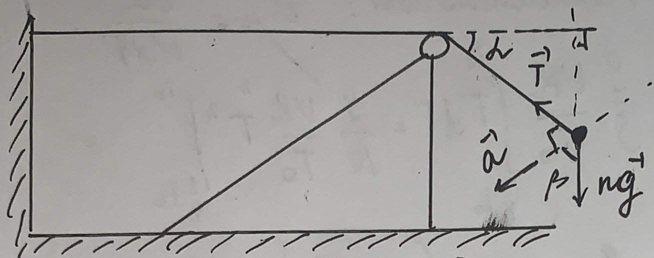
21200561 (U816272 M1268930)

Чистовик

№1

Дано: $\cos\alpha = \frac{8}{17}$; H;

1) β – ?

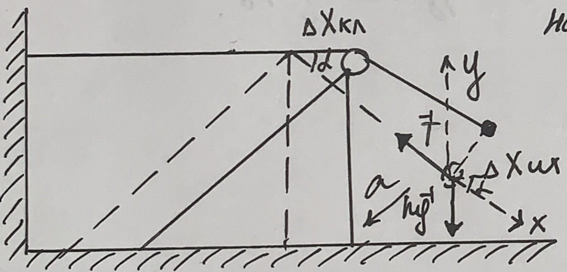


Т.к. $\cos\alpha = const$; $\vec{T} \perp \vec{a}$. Тогда из рисунка видим:

$\alpha = \beta$; $\cos\beta = \frac{8}{17}$.

Ответ: $\alpha = \beta$; $\cos\beta = \frac{8}{17}$.

2) $a_{кл}$ – ?



Немного переместив систему находим связь перемещений:

$\sin\alpha = \frac{\Delta X_ш}{\Delta X_{кл}}$ (1), где

$\Delta X_ш$ – перемещение шарика;

$\Delta X_{кл}$ – перемещение клина.

Из тригонометрии: $\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1$; $\sin\alpha = \frac{15}{17}$.

Продифференцировав (1) по времени два раза:

$$a_{кл} = \frac{a_ш}{\sin\alpha}.$$

Найдём $a_ш$:

Ox: $mg\sin\alpha = T$;

Oy: $mg - T\sin\alpha = ma_ш\cos\alpha$;

$mg - mg\sin^2\alpha = ma_ш\cos\alpha$;

$g(1-\sin^2\alpha) = a_ш\cos\alpha$;

③

$2T\sin\alpha = N; \quad N = P; \quad P\sin\alpha = Ma;$

$2T\sin^2\alpha = Ma;$

$T = mg\sin\alpha \qquad 2mg\sin^3\alpha = M\cdot\dfrac{g\cos\alpha}{\sin\alpha};$

$$\frac{m}{M} = \frac{\cancel{g}\cos\alpha}{2\cancel{g}\sin^3\alpha} = \frac{\frac{8}{17}\cdot 17^3}{2\cdot 3375} = \frac{8\cdot 289}{2\cdot 3375} \approx 0{,}34.$$

④

3) $2mg\cos\alpha\sin\alpha = M\frac{1\cancel{g}}{2g}$.

$\frac{m}{M} = \frac{\cancel{g}}{4g\cos\alpha\sin\alpha} = \frac{\frac{17}{16}2g}{4\cdot g\cdot\frac{8}{17}\cdot\frac{15}{17}} = \frac{17^3}{240\cdot 16} = \frac{4913}{3840}$

$= \frac{289}{480} \approx 0{,}6$.

4) Если угол наклона не меняется, то искомое время равно t полета шарика:

$H\cos\beta = \frac{at^2}{2}$; $t = \sqrt{\frac{2H\cos\beta}{a}} = \sqrt{\frac{2H\cos\beta\cdot 16}{17g}} = \sqrt{\frac{2H\cdot 15\cdot 16}{17^2 g}} = \sqrt{1{,}66\frac{H}{g}}$.

$\sin\alpha = \frac{\Delta x_m}{\Delta x_M}$; $\Delta x_M = \frac{\Delta x_m}{\sin\alpha} = \frac{\Delta x_m}{15}\cdot 17$;

$a = a_m\cdot\frac{17}{15} = \frac{17}{16}\cdot\frac{17}{15}g \approx 1{,}2g$.

---

① $\alpha = \beta$

② $A_1 = \frac{a}{\sin\alpha}$;

$mg\sin\alpha = T$;

$mg - T\sin\alpha = ma\cos\alpha$;

$\cancel{m}g - \cancel{m}g\sin^2\alpha = \cancel{m}a\cos\alpha$;

$g(1-\sin^2\alpha) = a\cos\alpha$;

$a = g\cos\alpha = \frac{8}{17}g$.

$A = \frac{a}{\sin\alpha}$; $\sin\alpha = \sqrt{1-\cos^2\alpha} = \sqrt{1-\frac{64}{289}} = \frac{15}{17}$.

$A = \frac{8g\cdot 17}{17\cdot 15} = \frac{8}{15}g$.

2) $P = 2T\cos\alpha$; $T = mg\cos\alpha$;

$P\sin\alpha = Ma$; $A = a\cos\alpha$

$A = a\cos\alpha$;

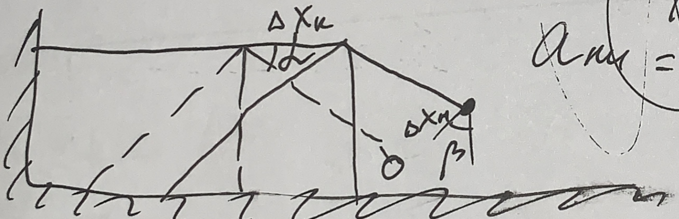
$mg\cos\beta + mg\cos\alpha\cos(\alpha-\beta) = ma$

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

3) $2mg\cos\alpha\sin\alpha = MA$;

2) Кинемат. связь:

$\Delta x_w \sin\beta = \Delta x_м \cos\alpha$;



$a_м = \frac{a_м \sin\beta}{\cos\alpha} =$

$= \frac{17}{16}g$; $\cos\alpha = \frac{1}{2}g$.

$a_м = g$ $\cos\beta = \sqrt{1-\sin^2\beta} = \sqrt{1-\frac{64}{289}} = \sqrt{\frac{225}{289}} = \frac{15}{17}$.

$g\left(\frac{15}{17} + \frac{8}{17}\left(\frac{8}{17}\cdot\frac{15}{17} + \frac{15}{17}\cdot\frac{8}{17}\right)\right) = g\left(\frac{15}{17} + \frac{240}{17^2}\right) = \frac{495}{289}g \approx 1{,}7g$.

$g - \mathrm{tg}\,\alpha\sin\beta\cdot a = a\cos\beta$;

$g = a(\cos\beta + \mathrm{tg}\,\alpha\sin\beta) = a(\cos\beta + \sin\alpha) = \frac{16}{17}$;

$a = \frac{17}{16}g$.

№2 черновик

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

1) $Q - ?$ T_0; $\frac{3}{4}T_0$;

$$Q = \int_{T_0}^{\frac{3}{4}T_0} C\nu dT = \frac{9}{5} R\nu \int_{T_0}^{\frac{3}{4}T_0} \frac{T}{T_0} dT = \frac{9}{5}\frac{R}{T_0}\nu\left(\frac{T^2}{2}\right)\Bigg|_{T_0}^{\frac{3}{4}T_0} =$$

$$= \frac{9}{10}\frac{R\nu}{T_0}\left(\left(\frac{9}{16}\right)T_0^2 - T_0^2\right) = \nu\frac{9}{10}RT_0\left(\frac{16-9}{16}\right) = \nu\frac{9}{10}RT_0 \cdot \frac{7}{16} = \frac{63}{160}\nu RT_0$$

2) $T - ?$ $A = A_{min}$;

$\cancel{Q = \Delta U + A}$; $\cancel{CdT = C_V dT + pdV}$;

$dT(C - C_V) = \min$;

Это происходит в точке касания с ~~прямой~~ изохорой:

$\cancel{Q = \left(\frac{dQ}{dT}\right)}$; $C = \frac{Q}{dT} \to \infty$;

$\cancel{C(T) = C_A}$

$C = C_V$; $\frac{9}{5}\frac{T}{T_0} = \frac{3}{2}$; $T = \frac{15}{18}\nu T_0$;

3) $A_{min} - ?$

$Q = \Delta U + A$; $\cancel{CdT}$ $\cancel{CdT = C_V dT + A}$

$$Q = \int_{T_0}^{\frac{15}{18}T_0} CdT = \frac{9}{5}\frac{R}{T_0}\int_{T_0}^{\frac{15}{18}T_0} TdT = \frac{9}{10}\frac{R}{T_0}\left(T_0^2 - \frac{225}{324}T_0\right) = -\frac{9}{10}RT_0 \cdot \frac{99}{324} =$$

$$= -\frac{9}{10}RT_0 \cdot \frac{11}{36} = -\frac{11}{40}RT_0.$$

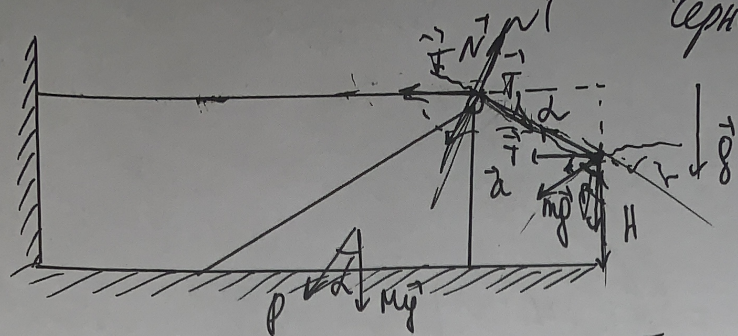
$\Delta U = C_V \cdot \left(T_0 - \frac{15}{18}T_0\right) = \frac{3}{2}\nu RT_0\left(\frac{3}{18}\right) = -\frac{3}{12}\nu RT_0$;

$A = (Q - \Delta U) = \left(-\frac{11}{4}\nu RT_0 + \frac{3}{12}\nu RT_0\right) = -\nu RT_0\frac{33-3}{12} = -\nu RT\frac{5}{2} = 2{,}5\nu RT.$

$$\frac{36-25}{36} = \frac{11}{36} = \frac{11}{40}$$

21200561 (U816272 M1268930)

черновик $\cos\alpha$; H.



1) β – ? y: $mg - T\sin\alpha = ma_y$

x: $T\cos\alpha = ma_x$

$\alpha = \beta$;

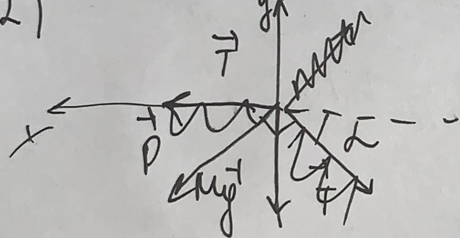
y: $a_y = a\cos\beta$; $mg - T\sin\alpha = ma\cos\beta$

$a_x = a\sin\beta$; $T\cos\alpha = ma\sin\beta$;

$T = \dfrac{ma\sin\beta}{\cos\alpha}$; $mg - tg\alpha \cdot ma\sin\beta = ma\cos\beta$;

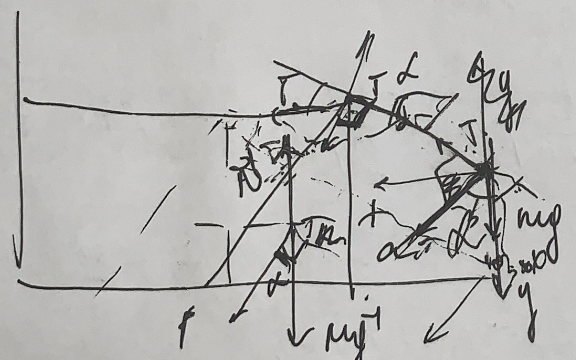
$\cancel{g = a(tg\alpha\sin\beta + \cos\beta)}$;

2)



$\cancel{y: T\sin\alpha +}$

$H = \dfrac{a}{\sin\alpha}$



$mg - T\sin\alpha = ma_y$

$T\cos\alpha = ma_x$

$a\cos\beta = a_y$;

$a\sin\beta = a_x$;

$$\begin{cases} mg - T\sin\alpha = ma\cos\beta; \\ T\cos\alpha = ma\sin\beta; \end{cases}$$

$T = ma\,tg\beta$;

$\cancel{mg - ma\,tg\beta = ma\cos\beta}$;

$mg\cos\beta \mp T\cos(\alpha + 90° - \beta) = ma$;

$T = mg\sin\alpha$ $\alpha + \beta = 90°$; $\cos\alpha = \sin\beta$;

Чистовик

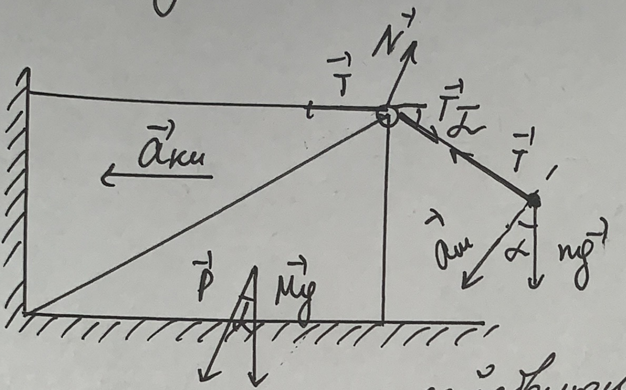
№1

2) $a_{ш} = g\cos\alpha = \frac{8}{17} g.$

$a_{кл} = \frac{a}{\sin\alpha} = \frac{8}{17}\cdot\frac{17}{15} g = \frac{8}{15} g.$

Ответ: $\frac{8}{15} g.$

3)



Рассмотрим силы, действующие на клин:

$2T\sin\alpha = N$; $N = P$; $P\sin\alpha = Ma_{кл}$;

$2T\sin^2\alpha = Ma_{кл}$; M – масса клина.

Для шарика:

$T = mg\sin\alpha$. Тогда

$2mg\sin^3\alpha = Ma_{кл}$; $\frac{m}{M} = \frac{g\cos\alpha}{2g\sin^3\alpha} \approx 0,34.$

Ответ: 0,34.

4) Т.к. $\cos\alpha = const$, время (искомое) равно τ полёта шарика: $\cos\alpha = \frac{H}{S}$; $S = \frac{H}{\cos\alpha}$;

$S = \frac{a_{ш}\tau^2}{2}$; $\tau = \sqrt{\frac{2S}{a_{ш}}} = \sqrt{\frac{2H\cdot 17}{\cos\alpha\cdot 8} g}$ $\cancel{\approx 2\sqrt{H}}$ $=$

$= \sqrt{\frac{2H\cdot 17^2 g}{8^2}}.$

Ответ: $\sqrt{}$

Часть 2

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

Шифр: **21200561**

ID профиля: **816272**

Вариант 4

Черновик:

$A = F_A \cdot x_1$;

$$\begin{cases} \frac{2mv_0^2}{2} - \frac{2m}{2} v^2 = \cancel{A}\,\frac{\cancel{B I_0 L x_1}}{2} \\ \frac{mv^2}{2 \cdot 2} = A_2 ; = \frac{B I_0 L x_2}{2} ; \end{cases}$$

$$\frac{2m}{2} \left(v_0^2 - \frac{4}{5} v_0^2 \right) = \frac{9 m v_0^2}{5} ; = \frac{B^2 L^2 v_0 x_1}{1\cancel{6}R \ \cancel{8}} ;$$

$$x_1 = \frac{12 m v_0^2 R}{B^2 L^2 5 v_0} .$$

$$\frac{mv^2}{4} = \frac{B^2 \cancel{I_0} L^2 x_2 v_0}{12 \cancel{\ }R} ; \qquad x_2 = \frac{3 m v^2 R}{B^2 L^2 v_0} ; = \frac{3 m \frac{16}{25} v_0^2}{B^2 L^2 \cancel{v_0}} = \frac{48}{25} \frac{m v_0}{B^2 L^2} .$$

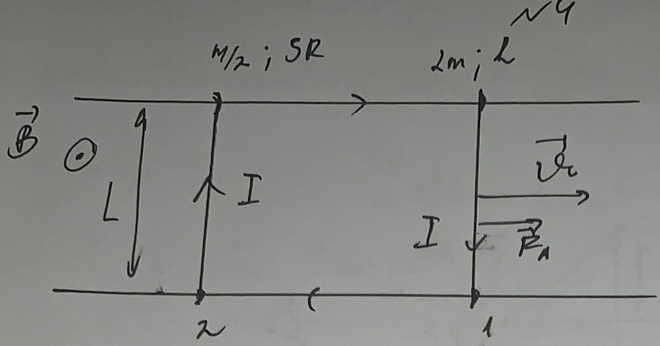
$$\Delta x = \left(\frac{12}{5} - \frac{48}{25} \right) \frac{m v_0 R}{B^2 L^2} = \frac{12}{25} \frac{m v_0 R}{B^2 L^2} ; \quad \Delta S = \frac{12}{25} \frac{m v_0 R}{B^2 L} .$$

$\mathcal{E} = U_{c1} + U_{c2}$;

~~Ота~~ $U_{c2} = I_0 R$;

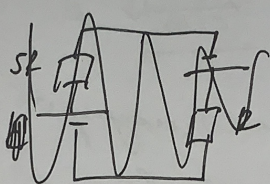
21200561 (U816272 M1268931)

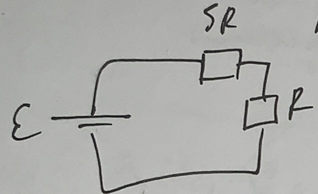
№4 Черновик



1) $F = 2ma$;

$F = BIL$;





$\mathcal{E} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{B\Delta S}{\Delta t} = BL\vartheta_0$;

$I = \frac{BL\vartheta_0}{5R+R} = \frac{BL\vartheta_0}{6R}$;

$\frac{B^2L^2\vartheta_0}{6R} = 2ma$; $a = \frac{B^2L^2\vartheta_0}{12mR}$

2) Через продолжительный промежуток времени перемычки будут двигаться с одинаковой скоростью, $S = const$; $\mathcal{E} = 0$; $I = 0$.

$\frac{\cancel{2}m\vartheta_0^2}{\cancel{2}} = \frac{2m\vartheta^2}{2} + \frac{m}{2}\frac{\vartheta^2}{2} = m\vartheta^2\left(1+\frac{1}{4}\right) = \frac{5}{4}m\vartheta^2$;

$\vartheta = \frac{2\vartheta_0}{\sqrt{5}}$

3) В любой момент движения:

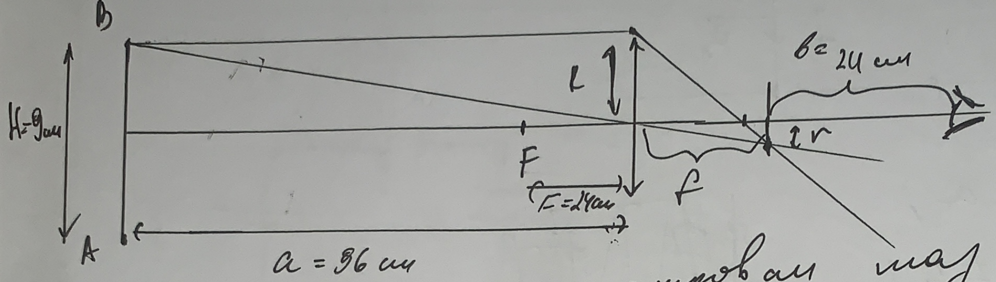
Относительное ускорение const;

ϑ_0; 0; $\vartheta_0^2 - \vartheta^2 = 2aS$;

a_1 $\frac{m}{2}a_2 = \frac{B^2L^2\vartheta_0}{6R}$; $a_2 = \frac{B^2L^2\vartheta_0}{3R} = 4a_1$;

№5 Черновик

$F = 24$ см ; $H = 9$ см ; $a = 96$ см ; b



1) Если человек аккомодировал глаз на $b = 24$ см, то он расположил на b от изображения.

По формуле тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{f} ; \quad \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{a} = \frac{1}{24} - \frac{1}{96} = \frac{4-1}{96} = \frac{3}{96} =$$

$f = 32$ см

$x = f + b = 32 + 24 = 56$ (см).

2) Минимальный диаметр линзы равен диаметру изображения часов:

$$\frac{D}{H} = \left(\frac{f}{d}\right)^2 = \left(\frac{32}{96}\right)^2 = \frac{1}{9} ; \quad D = \frac{H}{9} = 1 \text{ см}. \checkmark$$

3) $$\frac{R}{r} = \frac{\cancel{R_0}F}{f-F} ; \quad R = \frac{rF}{f-F} ;$$

$$D = \frac{2rF}{f-F} = \frac{1 \cdot 24}{32-24} = 3 \text{ (см)}$$

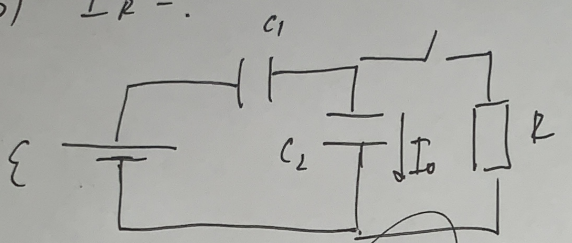
4)

черновик

$A = q_1 (q_1 + q_2)\mathcal{E} = \frac{30}{6} C\mathcal{E}^2 = 5C\mathcal{E}^2.$

$Q = A - \Delta W = 5C\mathcal{E}^2 - \frac{25}{9}C\mathcal{E}^2 = \frac{20C\mathcal{E}^2}{9}.$

3) $I_R - ?$



Расчитаем мощность:

$\mathcal{E} I_{ист} = U_{C_1} \cdot I_{ист} + U_{C_2} \cdot I_0;$

$I_{ист} = I_0 + I_R;$

$\mathcal{E}(I_0 + I_R) = U_{C_1} \cdot (I_0 + I_R) + U_{C_2} \cdot I_0;$

$U_{C_2} = I_R R; \quad U_{C_1} = \mathcal{E} - I_R R;$

$\mathcal{E}(I_0 + I_R) = (\mathcal{E} - I_R R)(I_0 + I_R) + I_R R \cdot I_0;$

$\cancel{\mathcal{E} I_0} + \cancel{\mathcal{E} I_R} = \cancel{\mathcal{E} I_0} + \cancel{\mathcal{E} I_R} - \cancel{I_R R \cdot I_0} - I_R^2 R + \cancel{I_R R \cdot I_0};$

$\frac{f}{D} + \frac{z}{D} = \frac{z}{D_7}, \quad \frac{F}{D_7} - \frac{z}{D_7} = \frac{F}{D_M};$

$D_7 = \frac{Dz}{f-z}; \quad \frac{(F-z)(f-z)}{D \cdot z} = \frac{F}{D_M};$

$(Ff - fz - Fz + z^2) D_M = F \cdot D \cdot z;$

$Ff - fz - Fz + z^2 = \frac{FD}{D_M} \cdot z;$

$z^2 - z\left(f + F + \frac{FD}{D_M}\right) + Ff = 0;$ (56 + 8)

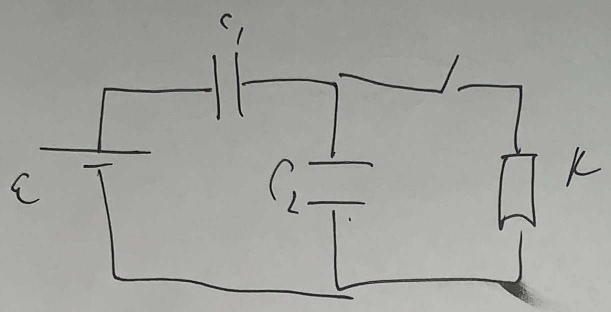
$z^2 - z \cdot 64 + 768 = 0.$

$D = \sqrt{64^2 - 4 \cdot 768} = \sqrt{4096 - 3072} = \sqrt{1024} = 32;$

$z = \frac{64 - 32}{2} = 16; \quad z_2 = 48$

№3

$C_2 = C$; $C_1 = 5C$; ε; ~~C_1~~ C; R Чернови



1) $U_{C2} = IR$;

$\varepsilon = U_{C1} + U_{C2}$; ~~$q_1 = q_2$~~;

$C_0 = \dfrac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \dfrac{5C^2}{6C} = \dfrac{5}{6}C$; $q = \dfrac{5}{6}C\varepsilon$;

$U_{C2} = \dfrac{q}{C_2} = \dfrac{5}{6}\varepsilon$; $I = \dfrac{5}{6}\dfrac{\varepsilon}{R}$

2) Q - ?

$A_{ист} = \Delta W_C + Q$;

В установившемся режиме: $U_{C2} = 0$; $U_{C1} = \varepsilon$;

~~$q_1 = 5C\left(\varepsilon - \frac{5}{6}\varepsilon\right) = \frac{5}{6}\varepsilon C$; $q_2 = \frac{5}{6}C\varepsilon$~~;

$q_1 = 5C\left(\varepsilon - \dfrac{1}{6}\varepsilon\right) = \dfrac{25}{6}C\varepsilon$;

$\left(U_{C1} = \dfrac{1}{6}\varepsilon\right)$ — вначале;

$q_2 = C\left(\dfrac{5}{6}\varepsilon - 0\right) = \dfrac{5}{6}C\varepsilon$;

$\Delta W_C = \left(\dfrac{C_1\varepsilon^2}{2} - \dfrac{C_1\left(\frac{\varepsilon}{6}\right)^2}{2}\right) + \left(\dfrac{C\cdot\left(\frac{5}{6}\varepsilon\right)^2}{2}\right) =$

$= \dfrac{5C\varepsilon^2}{2} - \dfrac{5C\varepsilon^2}{2\cdot 36} + \dfrac{C\cdot 25\varepsilon^2}{2\cdot 36} = \dfrac{C\varepsilon^2(5\cdot 36 - 5 + 25)}{2\cdot 36} = \dfrac{100}{36}C\varepsilon^2 =$

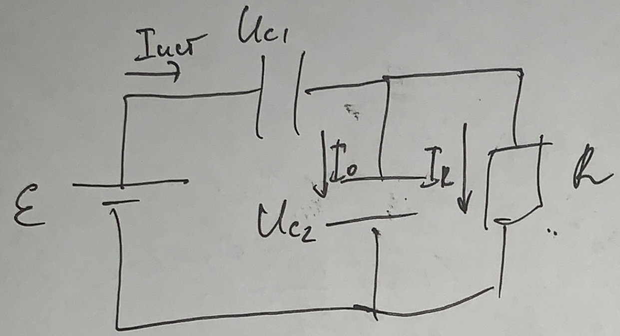
$= \dfrac{25}{9}C\varepsilon^2$;

Чистовик: №3

3) I_R – ?

Распишем мощности: $I_{ист} = I_0 + I_R$.

$$\mathcal{E} I_{ист} = U_{C_1}\cdot I_{ист} + U_{C_2}\cdot I_0 + (I_{ист} - I_0)^2 R$$



$U_{C_1} = \mathcal{E} - I_R R$; $U_{C_2} = I_R R$.

$$\mathcal{E}(I_0 + I_R) = (\mathcal{E} - I_R R)(I_0 + I_R) + I_R R\cdot I_0 + (I_R)^2 R;$$

$$\mathcal{E}I_0 + \mathcal{E}I_R = \mathcal{E}I_0 + \mathcal{E}I_R - I_R R I_0 - I_R^2 R + I_R R I_0 + I_R^2 R;$$

Чистовик №4

3) $A = F_A \cdot X$; Ток изменяется линейно от I_0 до 0. Тогда:

$$\begin{cases} -\left(\frac{2mv_0^2}{2} - \frac{2mv^2}{2}\right) = \frac{BL}{2} \cdot I_0 \cdot X; \quad (1) \\ \frac{mv^2}{4} = \frac{BI_0LX_2}{2}; \quad (2) \end{cases}$$

(1): $m\left(\frac{4}{5}v_0^2 - v_0^2\right) = -\frac{1}{5}mv_0^2$. $|A| = \frac{BL}{2} \cdot I_0 \cdot X_1$;

$$\frac{BL}{2} \cdot \frac{BLv_0}{6R} \cdot X_1 = \frac{mv_0^2}{5}; \qquad X_1 = \frac{12}{5}\frac{mv_0 \cdot R}{B^2L^2}.$$

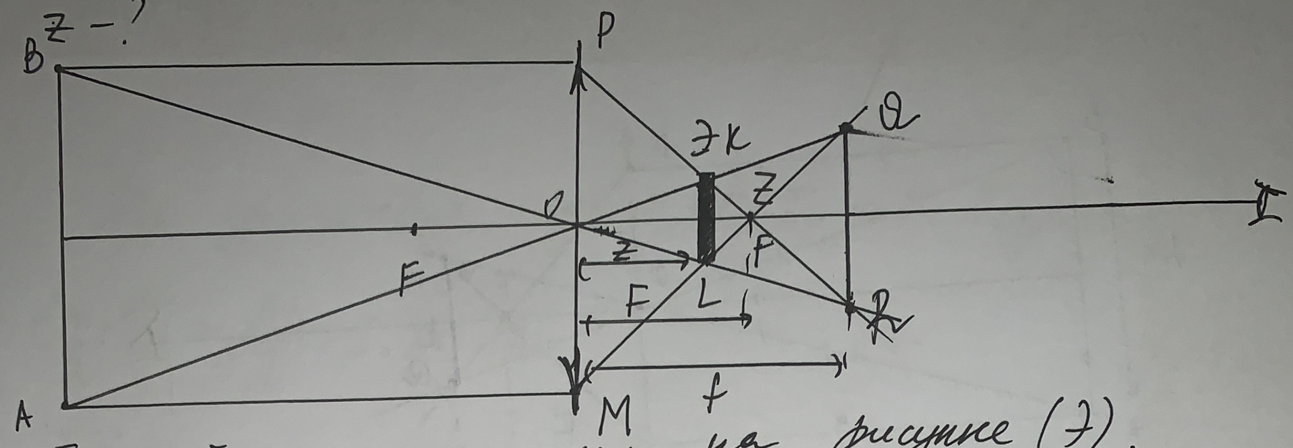
(2): $\frac{mv_0^2}{5} = \frac{BL}{2} \cdot \frac{BLv_0}{6R} \cdot X_2$; $X_2 = \frac{12}{5}\frac{mv_0R}{B^2L^2}$.

~~$\Delta S = (X_1 + X_2)R = \frac{24}{5}\frac{mv_0R}{B^2L^2}$~~. $\Delta X = X_1 + X_2 = \frac{24}{5}\frac{mv_0R}{B^2L^2}$.

Ответ: $\frac{24}{5}\frac{mv_0R}{B^2L^2}$.

Чистовик №5

3) z − ?



Небольшой экран показан на рисунке (7).

$\triangle MPZ \sim \triangle KLZ$:

$$\frac{F-z}{D_Э} = \frac{F}{D_М}; \quad (1);$$

$\triangle QOR \sim \triangle QKL$:

$$\frac{f-z}{D} = \frac{z}{D_Э}; \quad (2);$$

Решим систему уравнений (1); (2):

$$D_Э = \frac{D\cdot z}{f-z}; \qquad \frac{(F-z)(f-z)}{D\cdot z} = \frac{F}{D_М};$$

$$Ff - fz - Fz + z^2 = \frac{FD}{D_М}\cdot z;$$

$$z^2 - z\left(f+F+\frac{FD}{D_М}\right) + Ff = 0.$$

Подставим числа:

$z^2 - 64z + 768 = 0$; $\quad D = 32^2$; $\quad z_1 = 16$ см; $\quad z_2 = 48$ см.

Поскольку $z < F$: $\quad z = z_1 = 16$ см.

Ответ: 16 см.

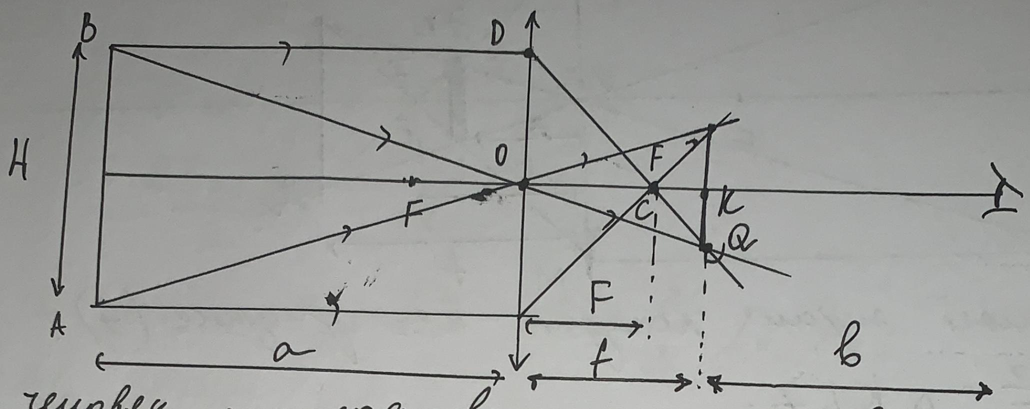
4

чистовик

№5

Дано: $F = 24$ см; $H = 9$ см; $a = 96$ см; $b = 24$ см.

1) x – ?



Если человек аккомодировал глаз на $b = 24$ см, то он расположен на b от изображения часов.

$x = f + b$ (см. рисунок)

По формуле тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{f}; \quad \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{a} = \frac{1}{24} - \frac{1}{96} = \frac{1}{32} \ (\text{см}^{-1})$$

$f = 32$ см.

$x = 32 + 24 = 56$ см.

Ответ: 56 см.

2) D_M – ? Из подобия $\triangle ODF$ и $\triangle CKQ$:

$$\frac{OD}{OF} = \frac{KQ}{CK}; \quad OD = R \text{ – радиус линзы; } KQ = r \text{ – радиус изображения.}$$

$$\frac{R}{r} = \frac{F}{f-F}; \quad R = \frac{rF}{f-F}; \quad D_M = \frac{2rF}{f-F} = \frac{DF}{f-F}, \text{ где}$$

D – диаметр изображения.

$$\frac{D}{H} = \left(\frac{f}{a}\right)^2 = \frac{1}{9}; \quad D = \frac{H}{9} = 1 \text{ см}; \quad D_M = 3 \text{ см}.$$

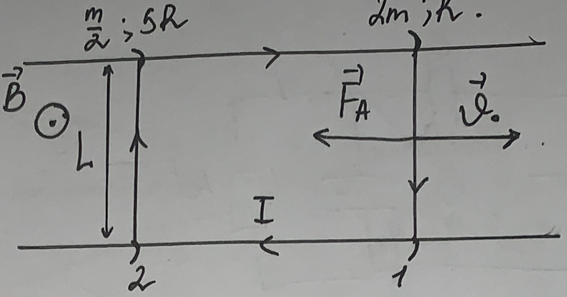
Ответ: 3 см.

3

Чистовик №4

Дано: m; L; R; ϑ_0.

1) a_1 – ?

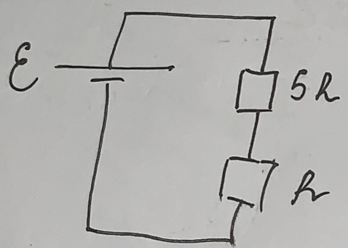


$F = 2ma_1$;

$F = BIL$;

По з-ну Фарадея: $\mathcal{E} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{B \Delta S}{\Delta t} = \frac{BL\Delta x}{\Delta t} = BL\vartheta_0$.

Нарисуем эквивалентную схему:



Отсюда $I_0 = \frac{\mathcal{E}}{R \cdot 6}$.

$I_0 = \frac{BL\vartheta_0}{6R}$.

$BI_0L = ma_1$; $\frac{B^2L^2\vartheta_0}{6R} = 2ma_1$; $a_1 = \frac{B^2L^2\vartheta_0}{12Rm}$.

Ответ: $\frac{B^2L^2\vartheta_0}{12mR}$.

2) Через продолжительный промежуток времени перемычки будут двигаться с одинаковой скоростью;

$S = const$; $\mathcal{E} = 0$; $I = 0$.

По ЗСЭ: $\frac{2m\vartheta_0^2}{2} = \frac{2m\vartheta^2}{2} + \frac{m}{2} \cdot \frac{\vartheta^2}{2}$; $(W_м = 0)$.

$\vartheta = \frac{2\vartheta_0}{\sqrt{5}}$

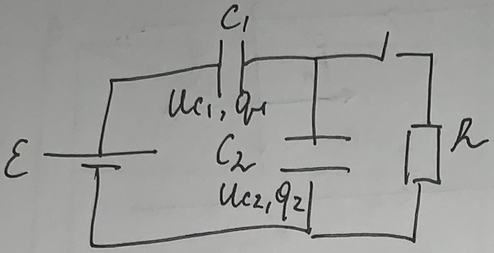
Ответ: $\frac{2\vartheta_0}{\sqrt{5}}$.

Продолжение см. С.5!

Чистовик №3

Дано: $C_2 = C$; $C_1 = 5C$; ε; R.

1) I - ?



Напряжение на конденсаторах не может изменяться скачком. Поэтому: $U_{C2} = IR$.

$$C_0 = \frac{C_1C_2}{C_1+C_2} = \frac{5C^2}{6C} = \frac{5}{6}C. \quad q_0 = \frac{5}{6}C\varepsilon.$$

$$U_{C2} = \frac{q_2}{C_2} = \frac{5}{6}\varepsilon. \quad I = \frac{U_{C2}}{R} = \frac{5}{6}\frac{\varepsilon}{R}.$$

Ответ: $\frac{5}{6}\frac{\varepsilon}{R}$.

2) Q - ?

По ЗСЭ: $A_{ист} = \Delta W_c + Q$.

В установившемся режиме $U_{C2} = 0$; $I = 0$; $\varepsilon = U_{C1}$.

$$A_{ист} = (\Delta q_1 + \Delta q_2)\varepsilon. \quad U_{C1} = \varepsilon - \frac{5}{6}\varepsilon = \frac{\varepsilon}{6}.$$

$$\Delta q_1 = 5C\left(\varepsilon - \frac{1}{6}\varepsilon\right) = \frac{25}{6}\varepsilon. \quad \Delta q_2 = C\left(\frac{5}{6}\varepsilon - 0\right) = \frac{5}{6}C\varepsilon.$$

$$A_{ист} = \left(\frac{25}{6} + \frac{5}{6}\right)C\varepsilon^2 = 5C\varepsilon^2.$$

$$\Delta W_c = \left(\frac{C_1\varepsilon^2}{2} - \frac{C_1\left(\frac{\varepsilon}{6}\right)^2}{2}\right) + \left(\frac{C\cdot\left(\frac{5}{6}\varepsilon\right)^2}{2}\right) = \frac{25}{9}C\varepsilon^2.$$

$$Q = A_{ист} - \Delta W_c = \frac{20}{9}C\varepsilon^2.$$

Ответ: $\frac{20}{9}C\varepsilon^2$.

См. продолжение с. 6!