Часть 1

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

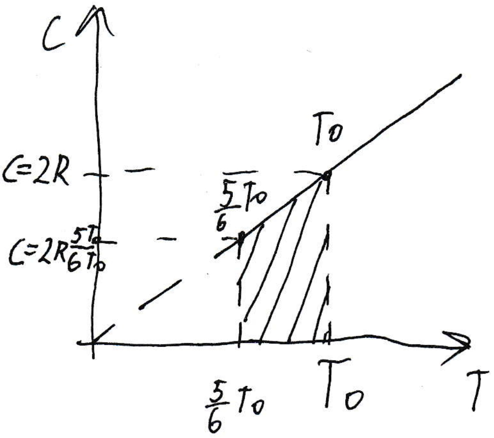
Шифр: **21201106**

ID профиля: **155493**

Вариант 1

№2 Чистовик

$Q_{отдан} = \nu \cdot C \Delta T$ по сути площадь под графиком умноженная на кол-во вещества и есть Q_1 =>



$$Q_1 = \left(T_0 - \frac{5}{6}T_0\right)\cdot\left(\frac{2R\frac{T_0}{T_0} + 2R\cdot\frac{\frac{5}{6}T_0}{T_0}}{2}\right)\cdot\nu =$$

$$= \frac{1}{6}T_0\cdot\left(\frac{2R+2R\cdot\frac{5}{6}}{2}\right)\cdot\nu = \frac{1}{6}T_0\cdot R\left(1+\frac{5}{6}\right)\nu =$$

$$= \frac{1}{6}T_0\cdot R\left(\frac{11}{6}\right)\nu = \frac{11}{36}T_0 R\cdot\nu$$

~~Заметим, что раз работа минимальна или другими словами = 0 при постоянном объеме => $C_V = \frac{3}{2}R$ => чтобы работа газа была минимальна необходимо чтобы~~

$$C = C_V \Rightarrow 2R\cdot\frac{T_x}{T_0} = \frac{3}{2}R \Rightarrow 2\cdot T_x\cdot 2 = 3T_0 \Rightarrow T_x = \frac{3}{4}T_0$$

~~=> тк у нас процесс с постоянной теплоемкостью C_V => V = const => $A_{газа} = 0$ (это в конце охлаждения)~~

[~~Ответ: $\frac{11}{36}T_0R\nu$, $T_x = \frac{3}{4}T_0$, $A_{газа}=0$~~]

~~Однако заметим, что C не всегда = C_V до C_V ей еще надо было дойти => $A_{газа} \neq 0$ (если мы продолжим охлаждать газ то работа газа будет увеличиваться) =>~~

$$Q = \Delta U + A \Rightarrow (T_0 - T_x)\left(\frac{2R\frac{T_0}{T_0} + 2R\frac{T_x}{T_0}}{2}\right)\cdot\nu = \frac{3}{2}\nu(-T_x+T_0)R + A$$

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

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

$$= \frac{R\nu}{2T_0}(T_0-T_x)(2T_x-T_0) = \frac{R\nu}{2T_0}\left(2T_0T_x - T_0^2 - 2T_x^2 + T_xT_0\right) =$$

$$= \frac{R\nu}{2T_0}\left(-2T_x^2 + 3T_xT_0 - T_0^2\right)$$

Заметим, что работа минимальна когда производная = 0 =>

$$\Rightarrow A' = \frac{R\nu}{2T_0}\left(-4T_x + 3T_0\right) = 0 \Rightarrow 4T_x = 3T_0$$

$$\Rightarrow T_x = \frac{3}{4}T_0$$

$$\Rightarrow A_{min} = \frac{R\nu}{2T_0}\left(-\frac{2\cdot 9}{16}T_0^2 + \frac{3\cdot 3}{4}T_0^2 - T_0^2\right) =$$

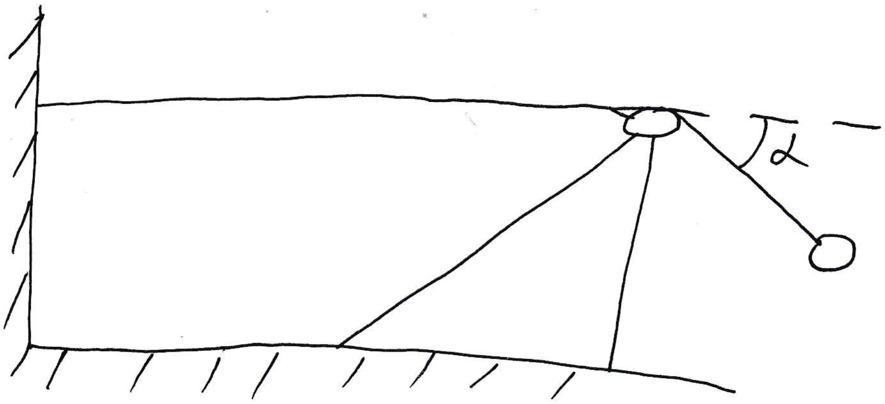
$$= \frac{R\nu}{2}T_0\left(-\frac{9}{8} + \frac{9}{4} - 1\right) = \frac{R\nu}{2}T_0\left(\frac{18-9-8}{8}\right) = \frac{R\nu T_0}{2}\left(\frac{1}{8}\right) =$$

$$= \frac{R\nu T_0}{16} \Rightarrow \text{Ответ: } Q_1 = \frac{11}{36}T_0\cdot R\cdot\nu;\ T_x = \frac{3}{4}T_0;$$

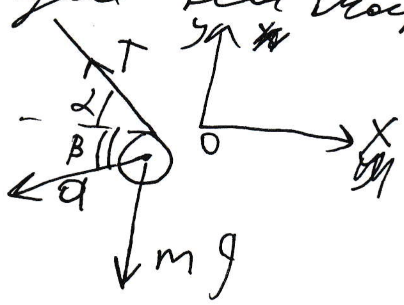
$$A_{min} = \frac{R\nu T_0}{16}.$$

Чистовик

№ 1



Δ силы действующие на шар



$OX: -a\cos\beta m = -T\cos\alpha$

$OY: -a\sin\beta m = -mg + T\sin\alpha$

$\Rightarrow \begin{cases} a\cos\beta m = T\cos\alpha \\ a\sin\beta m = mg - T\sin\alpha \end{cases} \Rightarrow tg\beta = \frac{mg - T\sin\alpha}{T\cos\alpha}$

$T = \frac{a\cos\beta \cdot m}{\cos\alpha} \Rightarrow a\sin\beta m = mg - \frac{\sin\alpha \cdot a \cdot m \cdot \cos\beta}{\cos\alpha}$

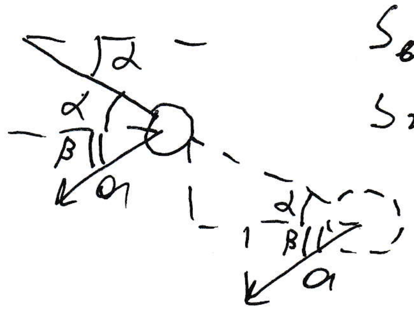
$\Rightarrow \frac{a\cancel{m}(\sin(\alpha+\beta))}{\cos\alpha} = \cancel{m}g \Rightarrow \frac{\sin(\alpha+\beta)}{\cos\alpha} = \frac{g}{a}$

$\Rightarrow tg\beta = \frac{mg - tg\alpha \cdot a \cdot \cos\beta \cdot m}{a\cos\beta \cdot m} = \frac{g - tg\alpha\, a\cos\beta}{a\cos\beta}$

$\cancel{\frac{g}{a} = \sin\alpha\sin\beta +}$ $\frac{g}{a} = \frac{\sin\beta\cos\alpha + \cos\beta\sin\alpha}{\cos\alpha} \Big| :\cos\beta$

$\frac{g}{a\cos\beta} = tg\beta + tg\alpha \Rightarrow \frac{g}{a\cos\beta} - tg\alpha = tg\beta$

Δ малое смещение груза



$S_{верт} = \frac{a \cdot \sin\beta \cdot \Delta t^2}{2}$

$S_{гор} = \frac{a\cos\beta \cdot \Delta t^2}{2}$

т.к. $\angle\alpha$ не меняется

$\Rightarrow tg\alpha = \frac{S_{верт}}{S_{гор}} = \frac{\frac{a\sin\beta \cdot \Delta t^2}{2}}{\frac{a\cos\beta \cdot \Delta t^2}{2}} = \frac{\sin\beta}{\cos\beta} = tg\beta$

$\Rightarrow tg\alpha = tg\beta \Rightarrow \beta = \alpha \Rightarrow$

$\Rightarrow \cos\beta = \frac{3}{5}$

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

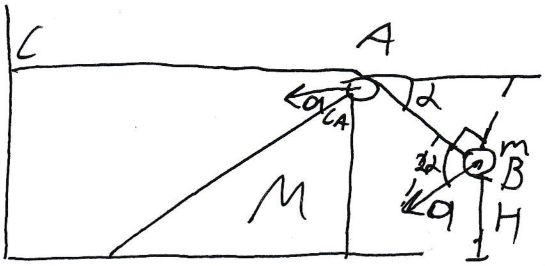
$= \sqrt{1 - \frac{2}{25}} = \frac{4}{5} \Rightarrow tg\alpha = tg\beta = \frac{4}{3}$

$\boxed{\cos\beta = \frac{3}{5}}$

чистовик

$\Rightarrow$ т.к. $\frac{g}{a\cos\beta} = 2\operatorname{tg}\alpha \Rightarrow a = \frac{g}{2\operatorname{tg}\alpha\cdot\cos\beta} \Rightarrow$

$\Rightarrow a = \frac{g}{2\cdot\frac{4}{3}\cdot\frac{3}{5}} = \frac{g}{\frac{8}{5}} = \frac{5}{8}g$



т.к. нить нерастяжима $\Rightarrow L = L_{CA} + L_{AB}$ (m B – шарик)

$\Rightarrow$ дважды продифференцировав по времени получим, что

$0 = a_{CA} + a_{CB} \Rightarrow -a_{CA} = a_{CB}$

a_{CA} – это ускорение клина $\Rightarrow$ и ускорение участка CA

ускорение бруска и ускорение ускорение участка $a_{CB} =$

$= a\cdot\cos(\alpha+\beta) = a\cdot\cos(2\alpha) = a\cdot(\cos^2\alpha - \sin^2\alpha) = -a_{CA}$

$\Rightarrow a_{CA} = a\cdot(\sin^2\alpha - \cos^2\alpha) = a\cdot\left(\frac{16}{25} - \frac{9}{25}\right) = \frac{7}{25}a$

$\Rightarrow a_{CA} = \frac{7}{25}\cdot\frac{5}{8}\cdot g = \frac{7}{40}g = a_{клина}$

$\boxed{a_{клина} = \frac{7}{40}g}$

ЗСЭ

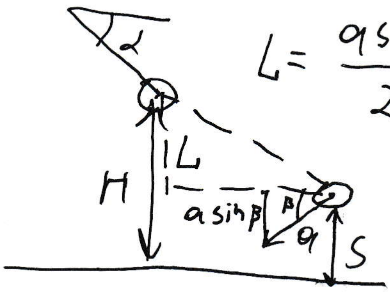
$v = a\cdot t$

$mgH = \frac{mv_m^2}{2} + \frac{Mv_M^2}{2} + mgS$ ← это для какого-то момента времени

$mgH = \frac{m(a\cdot t)^2}{2} + \frac{M\cdot(a_{клина}\cdot t)^2}{2} + mg(H-L)$

$L\cdot mg = \frac{m(at)^2}{2} + \frac{M(a_{клин}\cdot t)^2}{2}$

$L = \frac{a\sin\alpha\cdot t^2}{2}$



$\frac{a\sin\alpha\cdot t^2 mg}{2} = \frac{m(a^2\cdot t^2}{2} + \frac{Ma_{клин}^2\cdot t^2}{2}$

$\frac{a\cdot g\cdot\sin\alpha\, m}{2} = \frac{ma^2}{2} + \frac{Ma_{клин}^2}{2}$

$ag\cdot\sin\alpha\cdot m = ma^2 + Ma^2_{клин} \Rightarrow$

$\frac{5}{8}g^2\cdot\sin\alpha\cdot m = m\cdot\frac{25}{64}g^2 + M\cdot\frac{7^2}{40^2}g^2 \Rightarrow \frac{5}{8}m\sin\alpha = m\frac{25}{64} + M\frac{49}{1600} \Rightarrow$

Чистовик

$$\Rightarrow \frac{5}{8}\cdot\frac{4}{5}m = \frac{25}{64}m + M\frac{49}{1600}$$

$$\frac{1}{2}m = \frac{25}{64}m + M\frac{49}{1600} \Rightarrow \frac{32-25}{64}m = M\frac{49}{1600}$$

$$\frac{7}{64}m = M\frac{49}{1600} \Rightarrow \frac{1}{64}m = \frac{7}{1600}M \Rightarrow M = \frac{1600\cdot}{64\cdot 7}\cdot m = \frac{25}{7}m$$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{m}{M} = \frac{7}{25}}$$

$$H = \frac{a\sin\alpha\cdot t_2^2}{2} \Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{2H}{a\sin\alpha}} = \sqrt{\frac{2H}{\frac{5}{8}g\cdot\frac{4}{5}}} = \sqrt{\frac{2H}{\frac{7}{2}g}} = \sqrt{\frac{4H}{g}} =$$

$= 2\sqrt{\frac{H}{g}}$ $\Rightarrow$ t_2 = время через которое шарик достигнет стола

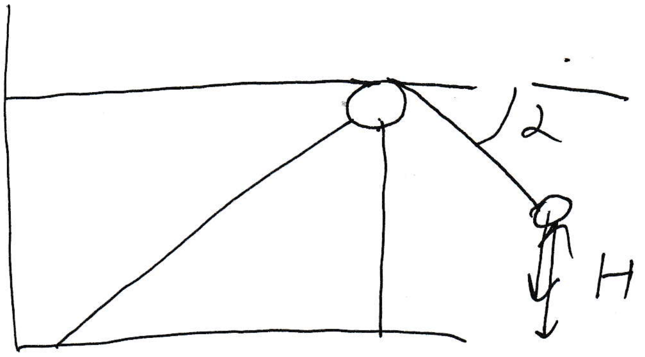
$$\boxed{t_2 = 2\sqrt{\frac{H}{g}}}$$

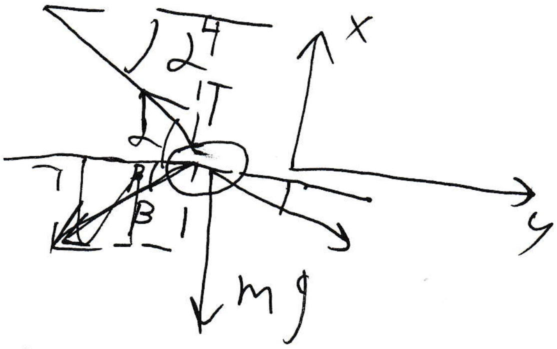
Ответы: 1) $\cos\beta = \frac{3}{5}$ β - угол к горизонту

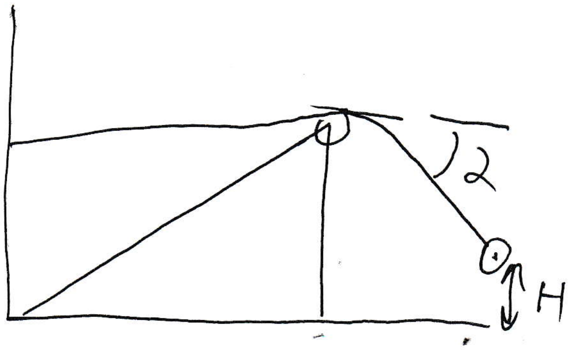
2) $a_{клина} = \frac{7}{40}g \approx \frac{7}{40}\cdot 9{,}8\ \frac{м}{с^2} = 1{,}715\ \frac{м}{с^2}$

3) $\frac{m}{M} = \frac{7}{25}$, где m - масса шара
M - масса клина

4) $t_2 = 2\sqrt{\frac{H}{g}} \approx 2\sqrt{\frac{H}{9{,}8}} =$







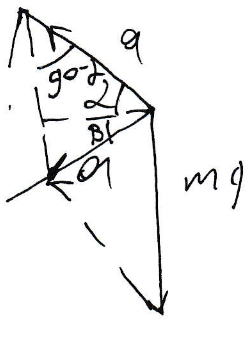
$$a m \sin\beta = T\cos\alpha$$

$$a m \cos\beta = mg - \sin\alpha\, T$$

$$a m \sin\beta = T\cos\alpha$$

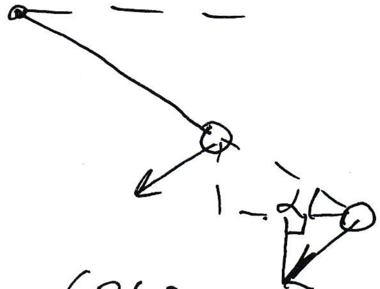
$$a\cancel{m}\cos\beta = \cancel{m}g - \frac{\sin\alpha\cdot\sin\beta}{\cos\alpha}\cdot a\cdot\cancel{m}$$

$$g = \frac{\cos\beta\cos\alpha + \sin\alpha\cdot\sin\beta}{\cos\alpha}\cdot a$$



$$g = \frac{\cos(\beta \mp \alpha)}{\cos\alpha}\, a$$

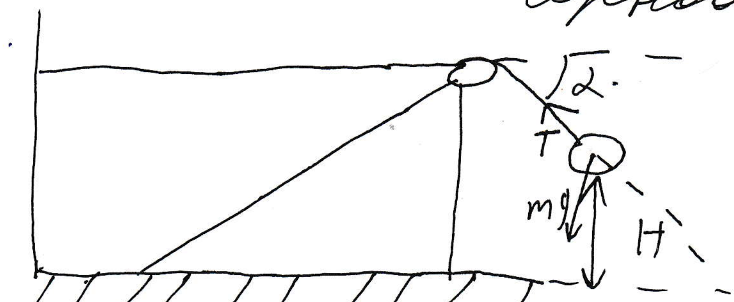
T=



a sin

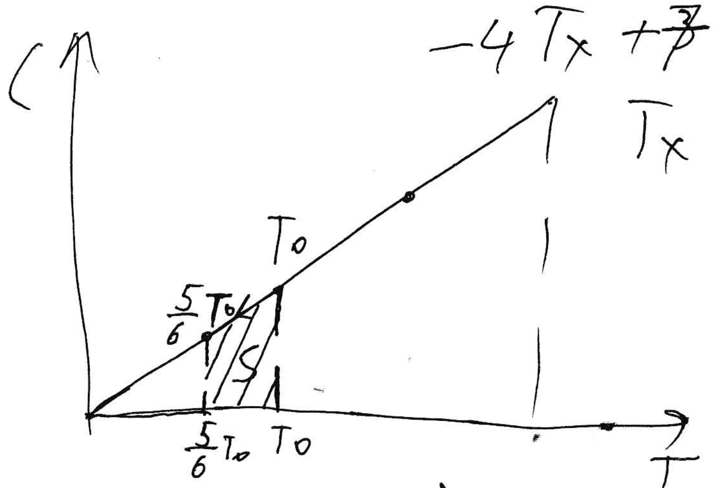
$$\frac{\frac{\cos\beta\, a\cdot\Delta t^2}{2}}{\frac{\sin\beta\, a\cdot\Delta t^2}{2}} = tg$$

черновик



$-4T_x + 7T_0 = 0$

$T_x = \frac{7}{4}T_0$



$Q_{отдан} = \nu C \Delta T$

$Q_1 = \nu \cdot C \Delta T =$

$= \nu \cdot$

$Q = S \cdot \nu = \nu\left(T_0 - \frac{5}{6}T_0\right)\left(\frac{2R\frac{T_0}{T_0} + 2R\cdot\frac{\frac{5}{6}T_0}{T_0}}{2}\right) =$

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

$A_{газа} = \Delta(PV) = \nu R \Delta T$

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

$Q = \Delta U + A$

$\nu\left(T_0 - \frac{5}{4}T_x\right)\cdot C = \frac{3}{2}\nu R \Delta T + \nu R \Delta T$

$C = \frac{3}{2}R + R = \frac{5}{2}R$ $\quad A = \nu R \Delta T$

$2T_0 \cdot T_x - T_0^2 - 2T_x^2 - T_0 T_x$ $\quad C_p = \frac{5}{2}R$ $\quad 2R\frac{T}{T_0} = \frac{5}{2}R$ $\quad 2 + \frac{6}{4}$ $\quad \frac{11}{4}$

может $C_V = \frac{3}{2}R$ $\quad T = 5T_0$ $\quad 2 + \frac{3}{4} = \frac{5}{2}$

$T_x = \frac{5}{4}T_0$

$C\Delta T \cdot \nu = \frac{3}{2}\nu R T_0$

$= \nu \Delta T\left(\frac{2R\frac{T_0}{T_0} + 2R\frac{T_x}{T_0}}{2}\right) = \frac{5}{2}\nu R \Delta T_{41}$

Часть 2

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

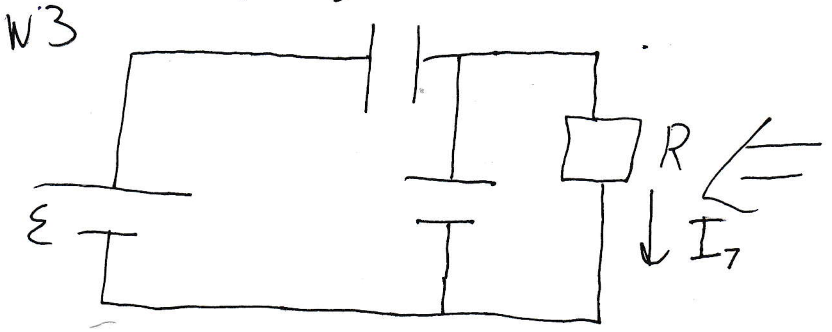
Шифр: **21201106**

ID профиля: **155493**

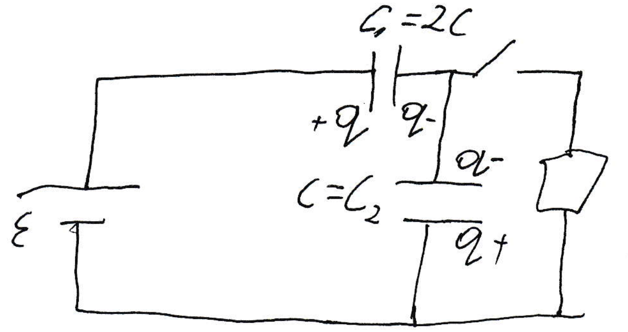
Вариант 1

№3

сразу после замыкания



до замыкания



В начале, до замыкания

$C_{общ} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} = \frac{2C^2}{3C} = \frac{2}{3}C$ => до замык.

$q = \varepsilon \cdot C_{общ} \Rightarrow q = \frac{\varepsilon \cdot 2}{3}C$

=> перед замыканием на C_2 напряжение $U_2 = \frac{q}{C_2} = \frac{\varepsilon \cdot 2 \cdot C}{3C} = \frac{2\varepsilon}{3}$

$\Rightarrow U_1 = \frac{1}{3}\varepsilon$

Заметим, что $U_2 = I_1 \cdot R \Rightarrow \boxed{I_1 = \frac{2\varepsilon}{3R}}$

[~~Заметим, что конденсатор 1 остался заряженным в самом начале.~~]

$U_{2t} = I_t R$ — всегда

$\varepsilon = U_{1t} + U_{2t} = U_{1t} + I_t R$ — всегда

Заметим, что ток в системе будет, пока U_{1t} не станет $= \varepsilon$, когда это произойдет все процессы в системе прекратятся.

$q_2 = \varepsilon \cdot C_1 = \varepsilon \cdot 2C$

$$\frac{q^2}{2 \cdot C_1} + \frac{q^2}{2 \cdot C_2} + A_{ист} = \frac{q_2^2}{2C_1} + Q$$

$$\frac{\left(\frac{\varepsilon \cdot 2}{3}C\right)^2}{2 \cdot 2C} + \frac{\left(\frac{\varepsilon \cdot 2}{3}C\right)^2}{2C} + \varepsilon(q_2 - q) = \frac{(\varepsilon \cdot 2C)^2}{2 \cdot C \cdot 2} + Q$$

$$\frac{\varepsilon^2 \cdot 4 \cdot C^2}{9 \cdot 4C} + \frac{\varepsilon^2 \cdot 4 \cdot C^2}{9 \cdot 2C} + \varepsilon\left(\varepsilon \cdot 2C - \frac{\varepsilon \cdot 2}{3}C\right) = \frac{\varepsilon^2 \cdot 2C}{2} + Q$$

1

Чистовик

$$\frac{\varepsilon^2\cdot C}{9}+\frac{2\varepsilon^2\cdot C}{9}+\varepsilon^2\cdot 2C\left(1\cancel{+\tfrac{2}{3}}\right)=\frac{\varepsilon^2\cdot 2C}{2}+Q$$

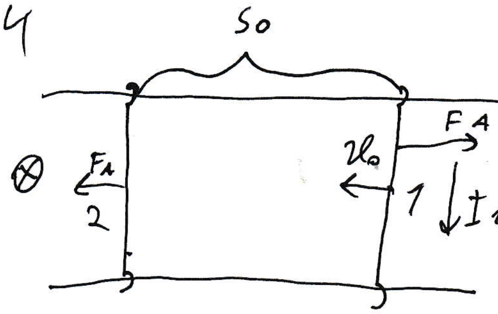
$$\cancel{\frac{3\varepsilon^2 C}{9}+\frac{\varepsilon^2\cdot 2C}{3}=\varepsilon^2\cdot C+Q}$$

$$\cancel{\frac{\varepsilon^2\cdot C}{3}+\frac{\varepsilon^2\cdot 2C}{3}=\varepsilon^2\cdot C+Q \Rightarrow Q=\varepsilon^2\cdot C}$$

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

Ответ: 1) $I_1=\frac{2}{3}\frac{\varepsilon}{R}$

N 4



Чистовик.

$\mathcal{E}_{инд1} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{B\cdot\Delta S}{\Delta t} = \frac{B\cdot L\cdot\Delta R}{\Delta t} = \frac{B\cdot L\cdot\Delta t\cdot v_0}{\Delta t} = BLv_0$

ΔR – изменение расстояния между 1 и 2 перемычкам

$\mathcal{E}_{инд1}$ – индукция в начальный момент,

$\mathcal{E}_{инд1} = B\cdot L\cdot v_0$ $\quad I_1 = \frac{\mathcal{E}_{инд1}}{R_{общ}} = \frac{\mathcal{E}_{инд1}}{R+2R} = \frac{\mathcal{E}_{инд1}}{3R}$

$F_A = BI_1L \quad 2ma_2 = F_A \Rightarrow a_2 = \frac{BI_1\cdot L}{2m} = \frac{B\cdot\mathcal{E}_{инд1}L}{3R\cdot 2m} = \frac{B\cdot B\cdot L\cdot v_0\cdot L}{3R\cdot 2m} = \frac{B^2\cdot L^2\cdot v_0}{6Rm} \Rightarrow \boxed{a_2 = \frac{B^2\cdot L^2\cdot v_0}{6Rm}}$

a_2 – ускорение в начальный момент времени 2 перемычки

a_1 – ускорение в начальный момент времени 1 перемычки

Заметим, что ускорения перемычек направлены в разные стороны => либо почти долго промежутка времени поток будет изменятся => они никогда не остановятся, (их скорости будут постоянно менятся) либо их скорости постепенно будут сводится к 0, второй случай нам и нужен => $v_1 = v_2 = 0$

до какого-то момента они будут сближаться, ($\Delta\Phi$ – ↓) но потом, когда

$\Delta t a_2' \geq v_0 - \Sigma a_1\Delta t$ – ($\Delta\Phi$ начнет ↑ => ток пойдет в обратном направлении

=> в этом момент 1 перемычка остановится, а вторая приобретет ускорение в обратную сторону (тк до этого момента она приобрела скорость) => их скорости через долгое время = 0

Заметим, что к моменту остановки 1 перемычки $\Delta\Phi$ начнет увеличиваться

=> 2 перемычка начнет тормозить тк появится F_A направленная к 1 перемычке.

когда это произойдет? Чистовик

$v_0 - \sum a_t \Delta t = 0 \Rightarrow \sum \Delta t\, a_t = v_0$

$$\Rightarrow \cancel{\Delta\varphi}\ v_0 - \sum \frac{B\cdot \varepsilon_{инд\,t} L}{3Rm}\cdot \Delta t = v_0 - \sum \frac{B\cdot L\cdot \Delta\Phi}{\Delta t\cdot 3R\cdot m}\Delta t =$$

$$= v_0 - \frac{BL}{3Rm}\sum \Delta\Phi = v_0 - \frac{BL}{3Rm}\sum B\cdot L\Delta R = v_0 - \frac{B^2L^2}{3Rm}\sum \Delta R$$

$\sum \Delta R = \Delta S$ – то на сколько отодвинулись друг от друга по итогу перемычки

$$\Rightarrow v_0 - \frac{B^2L^2}{3Rm}\cdot \Delta S = 0 \Rightarrow \Delta S = \frac{v_0\cdot 3\cdot R\cdot m}{B^2\cdot L^2}$$

$$S_k = \Delta S + S_0 = \frac{v_0\cdot 3R\cdot m}{B^2L^2} + S_0 = \left(\frac{v_0 3R\cdot m + S_0\cdot B^2L^2}{B^2L^2}\right)$$

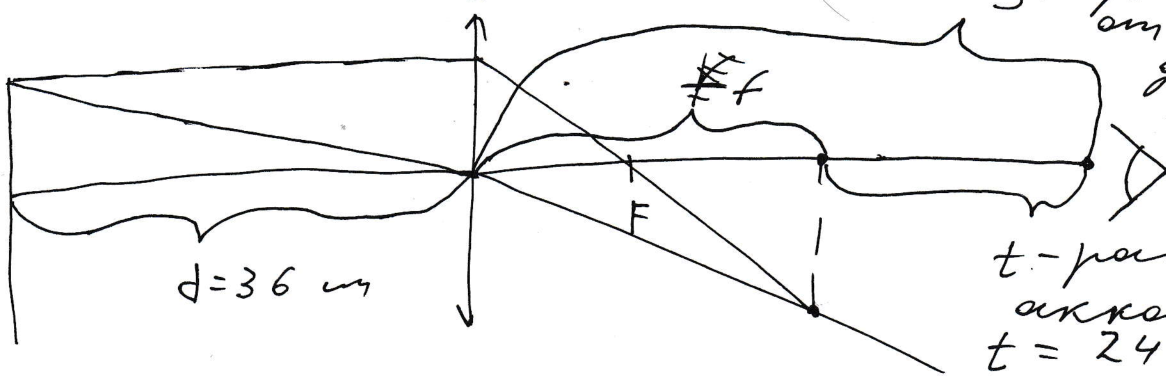
Ответ: 1) $a_2 = \frac{B^2\cdot L^2\cdot v_0}{6Rm}$

2) $v_1 = v_2 = 0$ – скорости в конце равны 0

3) $S_k = \left(\frac{v_0\cdot 3Rm + S_0 B^2L^2}{B^2L^2}\right)$

N5

Чистовик



S - расстояние от глаза до линзы

t - расстояние аккомодировки

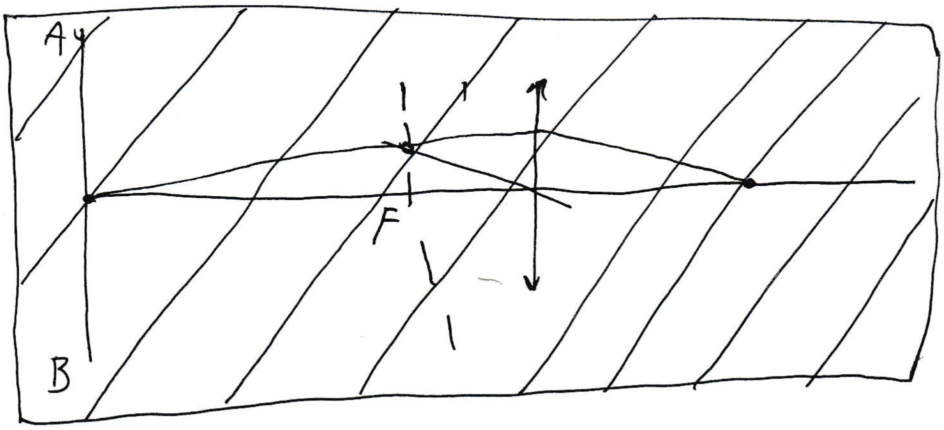
t = 24 см

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

$$\Rightarrow f = \frac{d \cdot F}{d-F} = \frac{36 \cdot 9}{36-9} = \frac{36 \cdot 9}{27} = \frac{36}{3} = 72 \text{ см}$$

$\Rightarrow$ глаз расположен на $S = f + t = 72 + 24 = 36$ см

$\boxed{S = 36 \text{ см}}$



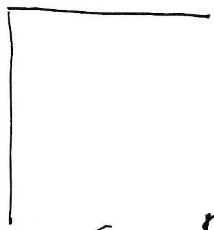
$\frac{q^2}{2C} = \frac{u^2 C}{2} \Rightarrow q = uC$

$P = uI = \frac{I^2}{R}$

N5

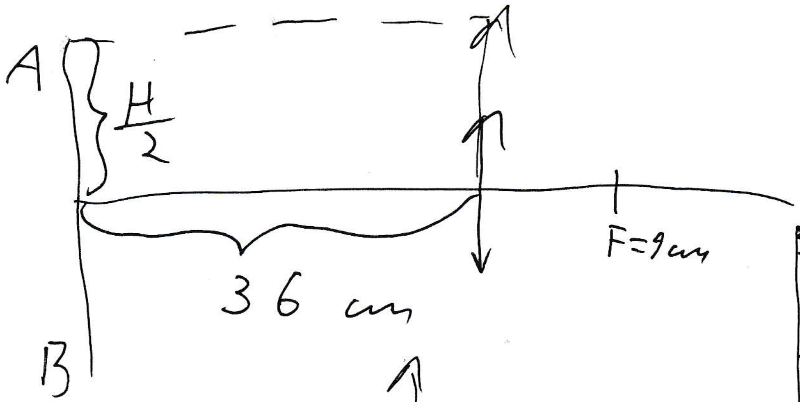
$I \cdot R$

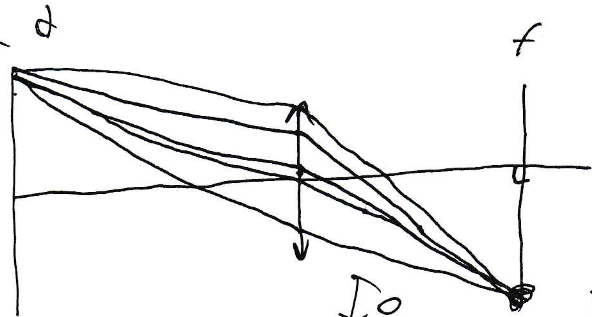
RA

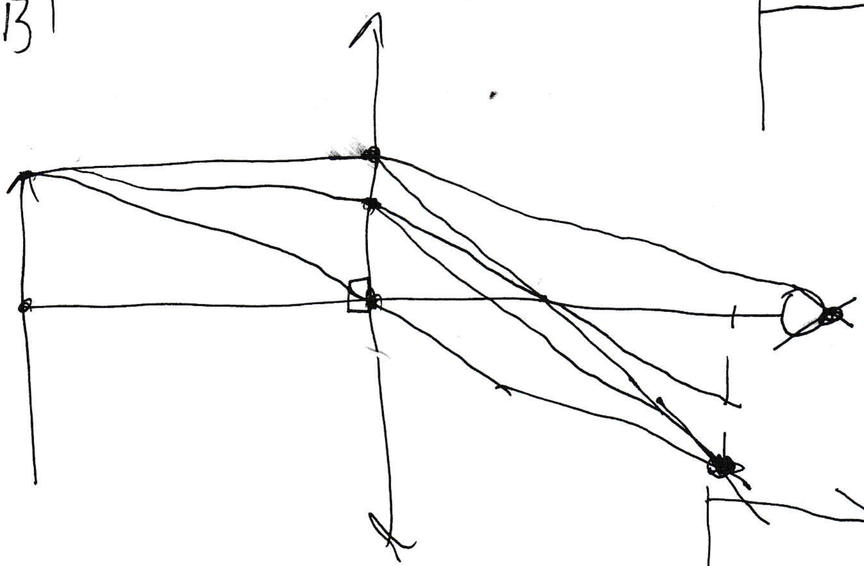


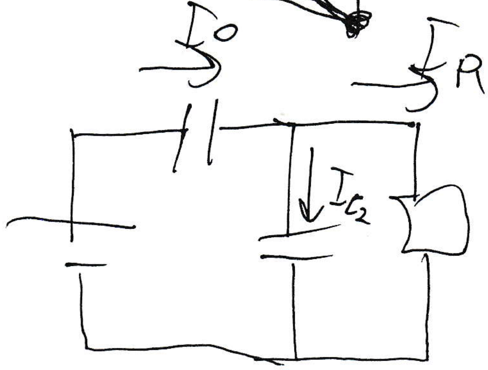
$A = \frac{I^2 t}{R} =$

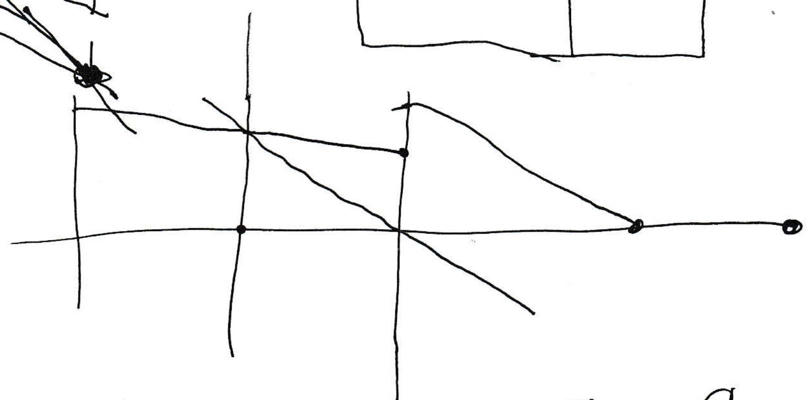
$\varepsilon = \frac{q}{C} + IR = \frac{q}{C} + \cancel{I}\frac{q_3}{C}$

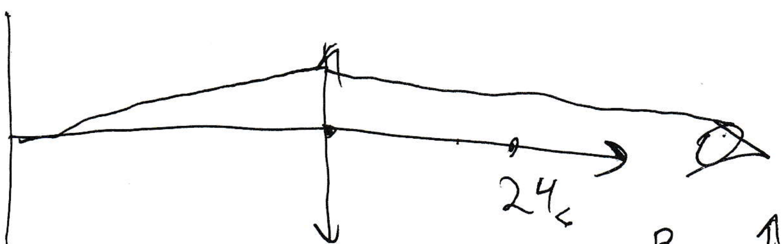






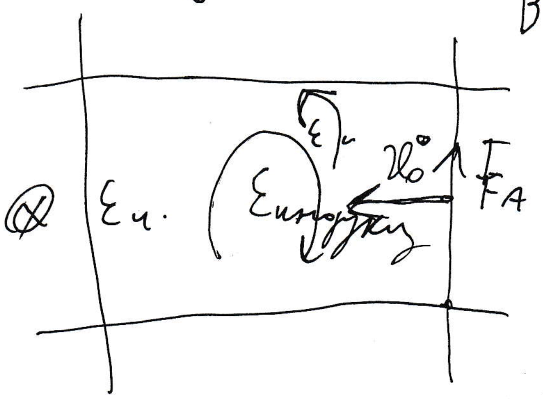






$\varepsilon = \frac{q_1}{C_1} + \frac{q_2}{C_2} = \frac{q_1}{C_1} + I_R R$

B u



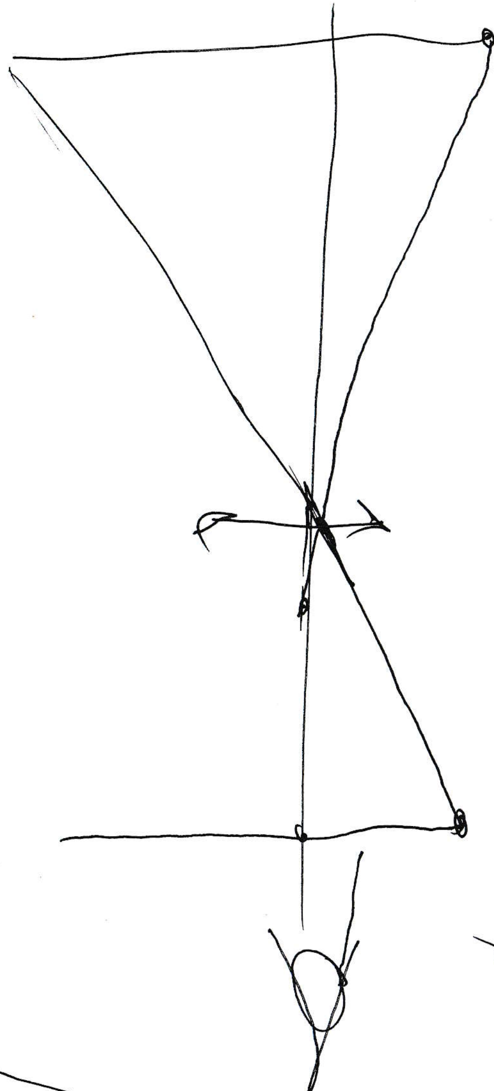
$F_A = BIL$

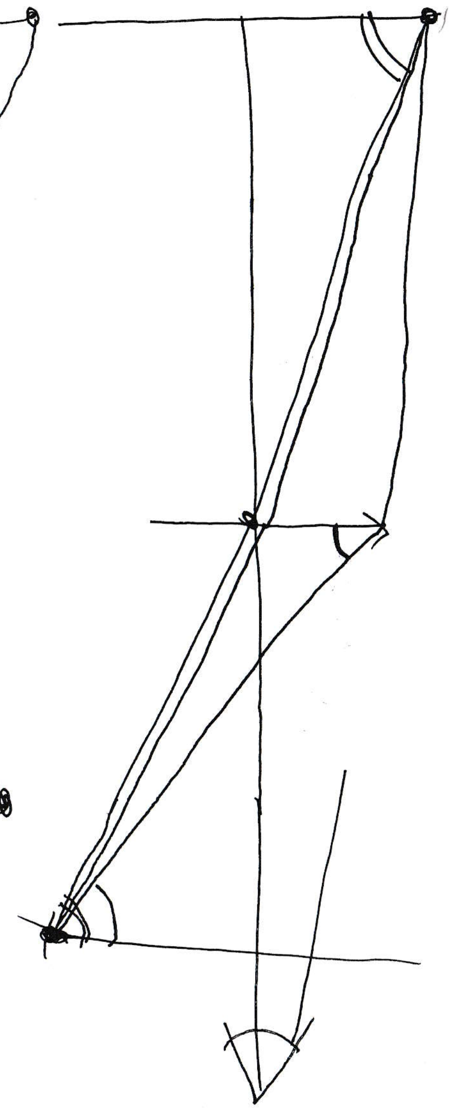
D

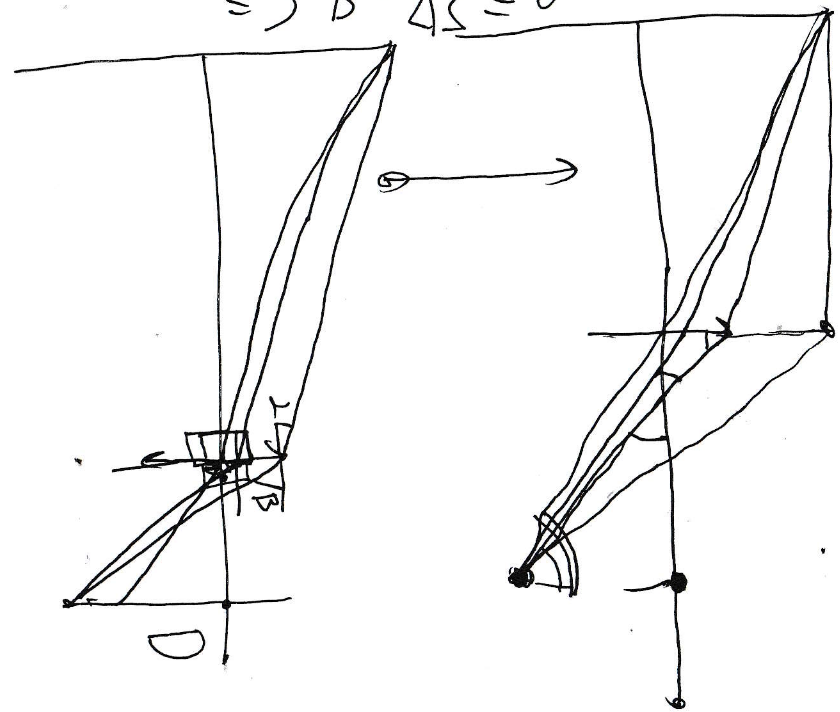
$\frac{q_2}{C_2} \cdot I_0 =$

$a = 0 \Rightarrow F_A = 0 \quad I_1 = 0 = \varepsilon_{инд} = 0$

$\Rightarrow B \cdot \Delta S = 0$







$$\frac{U_1^2 \cdot L_1}{2} = \frac{LC \cdot \varepsilon^2}{9 \cdot 2}$$

$$\frac{U_2^2 \cdot L_2}{2} = \frac{4\varepsilon^2 C}{9 \cdot 2} =$$

$$\varepsilon_{инд} = \frac{BL(\Delta t(v + a_1' t - a_2' t))}{\Delta t} = B \cdot L(v + a_1' t - a_2' t)$$