Часть 1

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

Шифр: **21201307**

ID профиля: **819443**

Вариант 8

Чистовик

$$\left.\begin{aligned} F_{ин.1} &= 5ma_к \\ F_{ин.2} &= ma_к \end{aligned}\right\}$$

(3): $ma_к \cos\beta - mg \sin\beta = 0$

$$\boxed{a_к = g \tan\beta}$$

6

$$\sin^2\beta = 1 - \cos^2\beta = 1 - \frac{25}{169} = \frac{144}{169} = \left(\frac{12}{13}\right)^2$$

$\sin\beta = \frac{12}{13}$ $\cos\beta = \frac{5}{13}$ $\tan\beta = \frac{12}{5}$

$$\boxed{a_к = \frac{12}{5} g}$$

(4): $ma_к \sin\beta + mg\cos\beta - T = ma_{отн}$

(2): $5ma_к \cos\alpha - 5mg \sin\alpha + T = 5ma_{отн}$

$$\frac{(4)+(2)}{m}: \quad 6a_{отн} = a_к \sin\beta + 5a_к\cos\alpha + g\cos\beta - 5g\sin\alpha$$

$\sin\alpha = \frac{4}{5}$ $\cos\alpha = \frac{3}{5}$

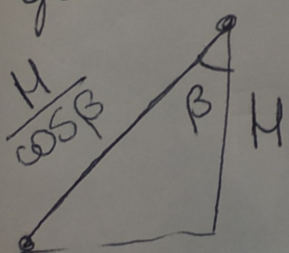
$$6a_{отн} = \frac{12}{5}g \cdot \frac{12}{13} + 5\,\frac{12}{5}g \cdot \frac{3}{5} + g \cdot \frac{5}{13} - 5g \cdot \frac{4}{5} =$$

$$= g\left(\frac{144}{65} + \frac{36}{5} + \frac{5}{13} - 4\right) = g\,\frac{144 + 36\cdot 13 + 5\cdot 5 - 4\cdot 65}{65}$$

$$= g\,\frac{637 - 260}{65} = g\,\frac{377}{65}$$

$$\boxed{a_{отн} = \frac{377}{390} g}$$

движ. m − равноуск.



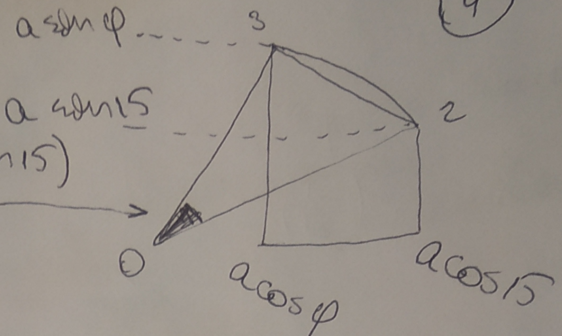
$$\frac{1}{2} a_{отн} t^2 = \frac{H}{\cos\beta} = \frac{13}{5} H$$

$$t = \sqrt{\frac{26}{5} H \cdot \frac{390}{377} \frac{1}{g}} = \sqrt{\frac{2028}{377} \frac{H}{g}} \approx \boxed{2{,}3\sqrt{\frac{H}{g}}}$$

Чистовик 4

$S_{трапеции} =$

$= \frac{1}{2} a^2 (\cos 15 - \cos\varphi)(\sin\varphi + \sin 15)$



$S_{\Delta} = \frac{1}{2} a^2 \sin(\varphi - 15)$

$S_{сектора} = \pi a^2 \frac{\varphi - 15}{360}$

$\Downarrow$

$$A_{32} = \frac{1}{2} a^2 p_0 V_0 \left((\cos 15 - \cos\varphi)(\sin\varphi + \sin 15) + \frac{\pi(\varphi - 15)}{180} - \sin(\varphi - 15) \right)$$

итого:

$$\eta = 1 - \frac{\frac{5}{4} p_0 V_0 a^2 (\sin 2\varphi - \sin 30) - \frac{1}{2} p_0 V_0 a^2 \left((\cos 15 - \cos\varphi)(\sin\varphi + \sin 15) + \frac{\pi(\varphi - 15)}{180} - \sin(\varphi - 15) \right)}{\frac{5}{4} p_0 V_0 a^2 (\sin 2\varphi - \sin 45) + \frac{1}{2} p_0 V_0 a^2 \left((\cos\varphi - \sin 22{,}5)(\sin\varphi + \sin 22{,}5) + \frac{\pi(67{,}5 - \varphi)}{180} - \sin(67{,}5 - \varphi) \right)}$$

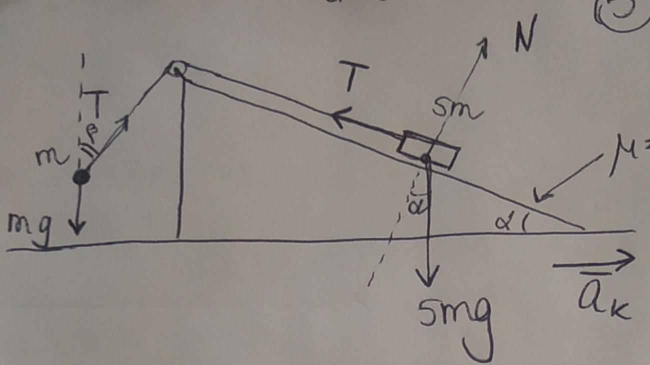
- сокращаем на $p_0 V_0 a^2$ и получаем числ. выраж.

заметим, что изотерма кас-ся графика на оси симметрии, т.е. при $\angle 45°$ после этого темп. уменьшается

Чистовик.

(5) сила T нити вдоль везде одинакова

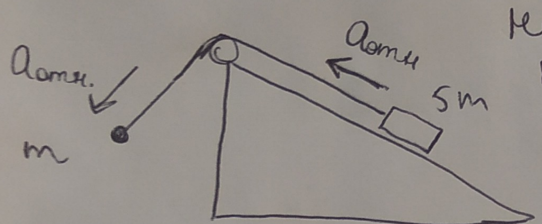
N1.



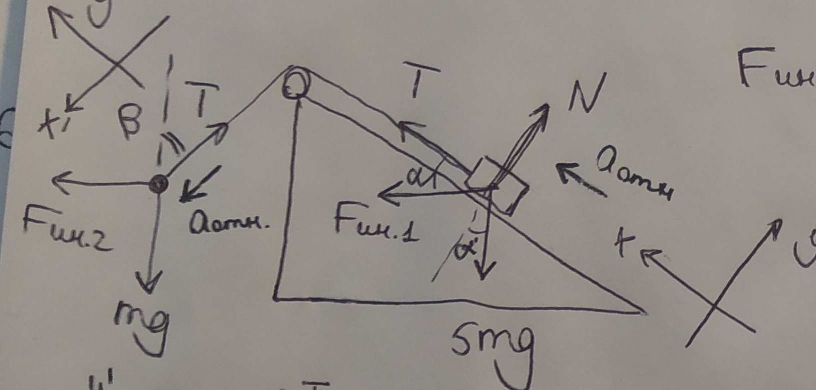
(уск. клина)

в с.о. клина: $\bar{a}_к$ (НИСО)

брусок движ. вдоль клина



нить все время натянута => $a_{отн}$ (относит. уск.) 5m и m равны вдоль нити.

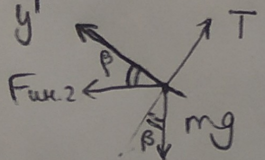


$F_{ин.}$ – сила инерции

2ЗН для 5m:

(1) Oy: $N - 5mg\cos\alpha - F_{ин.1}\sin\alpha = 0$

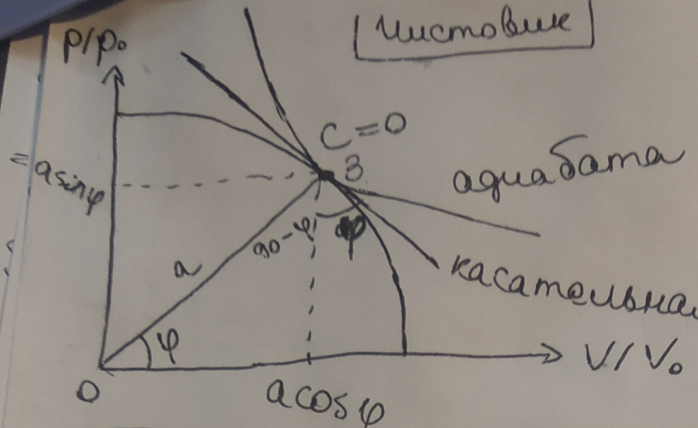
Ox: $T + F_{ин.1}\cos\alpha - 5mg\sin\alpha = 5ma_{отн}$ (2)



2ЗН для m:

Oy': $F_{ин.2}\cos\beta - mg\sin\beta = 0$ (3)

Ox': $F_{ин2}\sin\beta + mg\cos\beta - T = ma_{отн}$ (4)



[чистовик]

угл. коэфф. касат.:

$$\frac{dp}{dV} = -\gamma \frac{p}{V} = -\cot\varphi \cdot \frac{p_0}{V_0}$$

(2)

$$* \quad \tan\varphi = -\frac{dV}{dp}\cdot\frac{p_0}{V_0} \Rightarrow \frac{dp}{dV}\cdot\frac{V_0}{p_0} = -\cot\varphi$$

$$\Downarrow \quad \gamma \frac{p}{V} = \cot\varphi \cdot \frac{p_0}{V_0}$$

$$\gamma \frac{a p_0 \sin\varphi}{a V_0 \cos\varphi} = \frac{\cos\varphi}{\sin\varphi}\cdot\frac{p_0}{V_0} \Rightarrow \gamma \cdot [redacted] = \left(\frac{\cos\varphi}{\sin\varphi}\right)^2$$

$$\tan^2\varphi = \frac{1}{\gamma} = \frac{5}{7} \Rightarrow \boxed{\tan\varphi = \sqrt{\frac{5}{7}}} \approx 40{,}2^\circ$$

$$\eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{Q_+ - Q_-}{Q_+} = 1 - \frac{Q_-}{Q_+}$$

где Q_+ и Q_- - модули получ. и отдан. теплот.

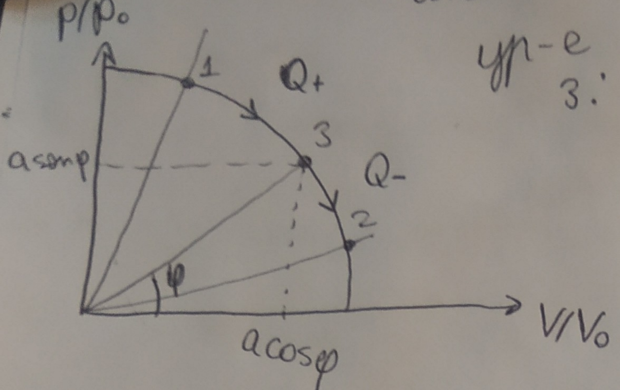
процесс 2-1 - НЕ адиабата, т.к. он не равновесный, зато $Q_{21} = 0$

тогда $Q_+ = Q_{13}$; $Q_- = |Q_{32}|$

(·) 3 - (·) касания адиабаты.

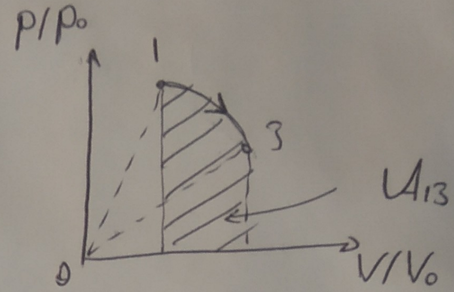
21201307 (U819443 M1264693)

чистовик. ③



ур-е сост.:

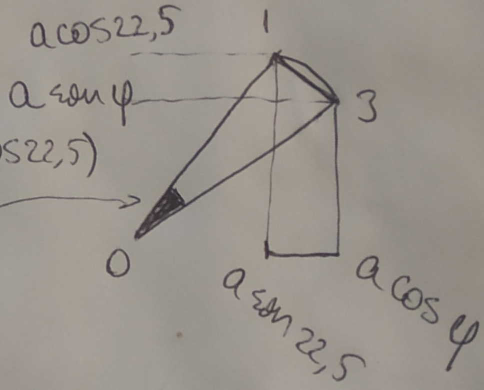
3: $\frac{1}{2} p_0 V_0 a^2 \sin 2\varphi = \nu R T_3$



$Q_{13} = A_{13} + \Delta U_{13} = Q_+$

$S_{трапеции} =$

$= \frac{1}{2} a^2 (\cos\varphi - \sin 22{,}5)(\sin\varphi + \cos 22{,}5)$



$S_\Delta = \frac{1}{2} a^2 \sin(67{,}5 - \varphi)$

$S_{сектора} = \pi a^2 \frac{67{,}5 - \varphi}{360}$

⇓

$A_{13} = \frac{1}{2} a^2 p_0 V_0 \Big((\cos\varphi - \sin 22{,}5)(\sin\varphi + \cos 22{,}5) + \frac{\pi (67{,}5 - \varphi)}{180} - \sin(67{,}5 - \varphi) \Big)$

$\Delta U_{13} = \frac{5}{2} \nu R T_3 - \frac{5}{2} \nu R T_1 = \frac{5}{4} p_0 V_0 a^2 (\sin 2\varphi - \sin 45)$

$Q_{32} < 0 \quad Q_- = -Q_{32} = -A_{32} - \Delta U_{32}$

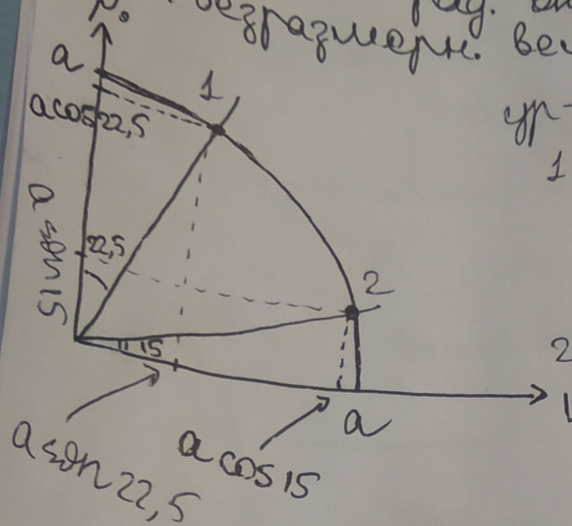
$-\Delta U_{32} = \frac{5}{2} \nu R T_3 - \frac{5}{2} \nu R T_2 = \frac{5}{4} p_0 V_0 a^2 (\sin 2\varphi - \sin 30)$

21201307 (U819443 M1264693)

№2. Чистовик. $i = 5$, $C_V = \frac{5}{2}R$, $C_p = \frac{7}{2}R$, $\gamma = \frac{C_p}{C_V} = \frac{7}{5}$

1

пусть a – рад. окр-ти (безразмерн. вел.)



ур-е сост:

1: $p_0 V_0 a^2 \cos 22{,}5 \cdot \sin 22{,}5 = \nu R T_1$

$\Downarrow$ $\frac{1}{2} p_0 V_0 a^2 \sin 45 = \nu R T_1$

2: $p_0 V_0 a^2 \sin 15 \cdot \cos 15 = \nu R T_2$

$\Downarrow$ $\frac{1}{2} p_0 V_0 a^2 \sin 30 = \nu R T_2$

$$\nu R (T_1 - T_2) = \frac{1}{2} p_0 V_0 a^2 (\sin 45 - \sin 30)$$

$$\nu R T_2 = \frac{1}{2} p_0 V_0 a^2 \sin 30$$

$$\Downarrow \quad \frac{T_1 - T_2}{T_2} = \boxed{\frac{\Delta T_{12}}{T_2} = \frac{\sin 45 - \sin 30}{\sin 30}} = \sqrt{2} - 1$$

в процессе 1-2 газ сначала получ. тепло, а потом отдает; смена происходит ~~[illegible]~~ в (·) касания адиабаты; как раз в этой (·) $C = 0$

ур-е адиабаты: $pV^\gamma = \text{const}$

дифф. по V: $\frac{dp}{dV} V^\gamma + p \cdot \gamma \frac{V^\gamma}{V} = 0$

$$\boxed{\frac{dp}{dV} = -\gamma \frac{p}{V}}$$

Часть 2

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

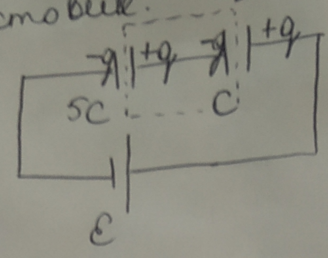
Шифр: **21201307**

ID профиля: **819443**

Вариант 8

N3. (1) Чистовик.

изолированный проводник, $\Sigma q = 0$.

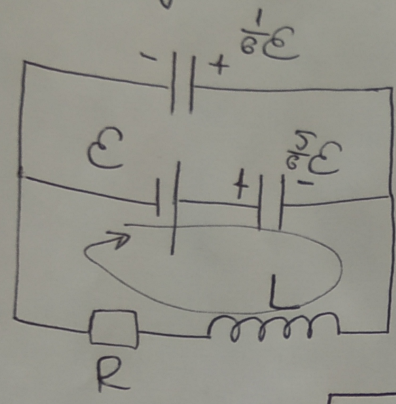


уст. реш.

вар. 11-08

$$\mathcal{E} = \frac{q}{C} + \frac{q}{5C} = \left(1 + \frac{1}{5}\right)\frac{q}{C} = \frac{6}{5}\frac{q}{C} \Rightarrow \frac{q}{C} = \frac{5}{6}\mathcal{E}$$

замкнули K:



ток в L не может появиться мгновенно

$$I_L(0) = 0 = I_R(0)$$

$$\mathcal{E} = \frac{5}{6}\mathcal{E} + U_L$$

$$U_L = \frac{1}{6}\mathcal{E} = L\frac{dI}{dt}$$

$$\boxed{\frac{dI}{dt} = \frac{\mathcal{E}}{6L}}$$

уст. реш.: заряды на конденсаторах не меняются, поэтому токи через них нулевые; $I_L(\infty) = I_R(\infty) = 0$

$$\dot{I}_L(\infty) = 0 \Rightarrow U_L(\infty) = 0$$

для ниж. контура: $\mathcal{E} = U_{C1} + 0 + 0$

$\Downarrow$ $U_{C1} = \mathcal{E}$

для верх. контура: $\mathcal{E} = U_{C1} + U_{C2}$

$\Downarrow$ $U_{C2} = 0$

$$\frac{\frac{25}{36}\cancel{C^2}\mathcal{E}^2}{2\cancel{C}} + \frac{\frac{25}{36}C^2\mathcal{E}^2}{10\cancel{C}} + \frac{1}{6}C\mathcal{E}^2 = \frac{1}{2}\frac{\cancel{C^2}\mathcal{E}^2}{\cancel{C}} + Q$$

$$\frac{1}{2}C\mathcal{E}^2\left(\frac{25}{36} + \frac{5}{36} + \left(\frac{1}{3} - 1\right)\right)$$

$$-\frac{2}{3} = -\frac{24}{36}$$

$$\begin{array}{r} 31 \\ -24 \\ \hline 7 \end{array}$$

$$42 - 36 = 6$$

$$72 / 6 = 12$$

$$\cancel{\frac{25}{72} + \frac{5}{72}} + \frac{12}{72} - \frac{36}{72} =$$

$$\vartheta_x = -\vartheta$$

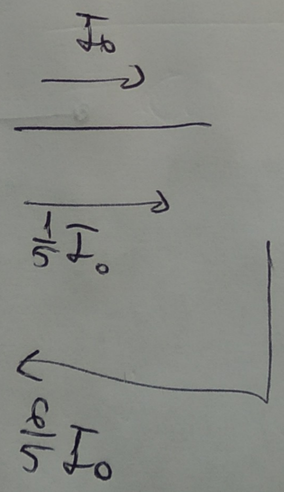
$$-\vartheta_x = \vartheta$$

$$\mathcal{E} = L\dot{I}_L + RI_L + \frac{q_1}{C}$$

$$\int dx = x_1 - x_0$$

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

$$\dot{q}_1 + \dot{q}_2 = 0$$



$\vartheta\downarrow$

$-\vartheta\uparrow \quad \vartheta_x\uparrow$

$$\frac{\cancel{kq}\cdot\cancel{dt}}{C^2}\cdot\frac{\cancel{C}}{\cancel{dt}}$$

$$\int d\vartheta_x = \vartheta_2 - \vartheta_1$$

⑥

$$\frac{1}{b} + \frac{1}{a} = \frac{1}{F_0} + D_{25}$$ [чистовик] $(D_{25} < 0)$

(т.к. близорукий человек ≡ рассеив линза

если без очков:

$$\frac{1}{b} + \frac{1}{x} = \frac{1}{F_0}$$

$$D_\infty = \frac{1}{b} - \frac{1}{F_0} = -\frac{1}{x}$$

$$D_{25} = \frac{1}{b} - \frac{1}{F_0} + \frac{1}{a} = -\frac{1}{x} + \frac{1}{a}$$

$$0 > D_{25} > D_\infty \Rightarrow D_\infty = 5 D_{25}$$

$$-\frac{1}{x} = -\frac{5}{x} + \frac{5}{a}$$

$$\frac{4}{x} = \frac{5}{a} \Rightarrow \boxed{x = \frac{4}{5}a = 20 \text{ см}}$$

$$D_\infty = -\frac{1}{x} = -\frac{1}{0,2} = \boxed{-5 \text{ дптр.}}$$

для компьютера: $d = 50$ см ; $\frac{1}{d} = \frac{1}{0,5} = 2$ дптр

$$\frac{1}{b} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F_0} + D_{50}$$

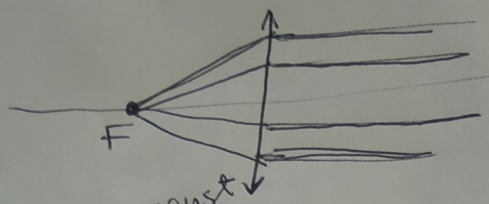
$$D_{50} = \frac{1}{b} - \frac{1}{F_0} + \frac{1}{d} = -\frac{1}{x} + \frac{1}{d} = D_\infty + \frac{1}{d} =$$

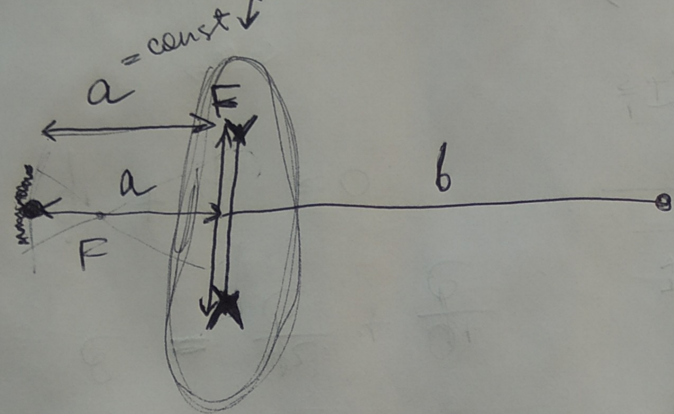
$$= -5 + 2 = \boxed{-3 \text{ дптр.}}$$

21201307 (U819443 M1264694)

$\frac{5}{6}+\frac{1}{3}=\frac{5}{6}+\frac{2}{6}=\frac{7}{6}$

$-1=\frac{1}{6}$





$=\frac{100}{20}+\frac{100}{50}=$

$\frac{5}{4\cdot a}$

$4\cdot 0.25=1$

$=-\frac{1}{10}\left(\frac{1}{2}-\frac{1}{5}\right)=$

$=-\frac{1}{10}\,\frac{5-2}{10}=-\frac{1}{10}\,\frac{3}{10}$

(4) Чистовик

в когда рамка целиком поле $\Phi = const = Bbd \Rightarrow$ $\mathcal{E}_i = 0$

$I = 0$

$F_a = 0$

$a = 0$

$\vartheta = const$

$\boxed{a = 0}$

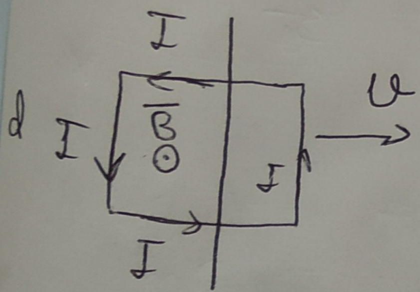
сразу после вхождения.

когда рамка движ со ск. $\vartheta_{нач.}$

$\Downarrow$

$$\boxed{\vartheta_1 = \vartheta_{нач.} = \vartheta_0 - \frac{2B^2d^3}{3mR}}$$

когда рамка начинает выходить:

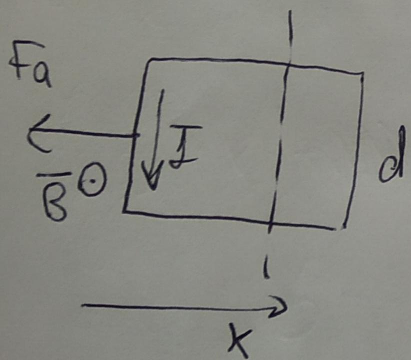


аналогично: $\mathcal{E}_i = Bd\cdot\vartheta$

$I = \frac{\mathcal{E}_i}{R}$

$$F_a = BId = B\frac{Bd\cdot\vartheta}{R}d = \frac{(Bd)^2\vartheta}{R}$$

(на левый край)



2ЗН: $F_a = -ma_x$

$$\frac{(Bd)^2}{R}\vartheta_x = -m\frac{d\vartheta_x}{dt}$$

$$\frac{(Bd)^2}{mR}dx = -d\vartheta_x$$

$$\frac{(Bd)^2}{mR}b = -\vartheta_2 + \vartheta_1$$

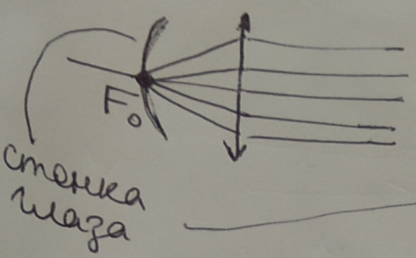
$$\vartheta_2 = \vartheta_0 - \frac{2}{3}\frac{B^2d^3}{mR} - \frac{2}{3}\frac{B^2d^3}{mR} = \boxed{\vartheta_0 - \frac{4B^2d^3}{3mR} = \vartheta_2}$$

⑤

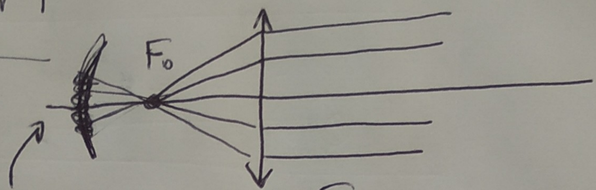
Чистовик.

№5. наш глаз – собирающ. линза с фок. расст. F_0

когда мы смотрим вдаль (свет идет почти с бесконечности)

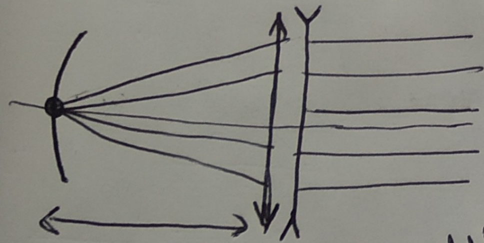


при близорукости меняется форма глаза (вытягивается)



размытое изображ., нужно, чтобы свет фокусировался на стенке глаза.

тогда нужно поставить рассеив. линзу (очки для дали)

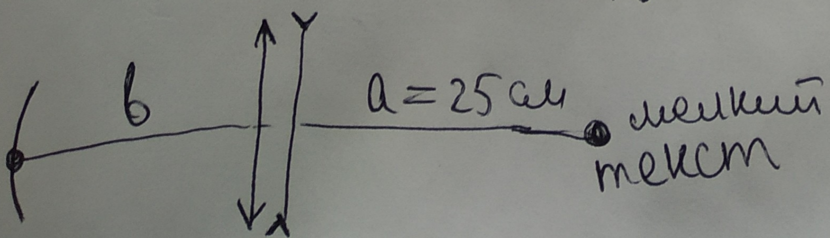


$b = const$ (мышцы глаза не способны изменить b)

$$\frac{1}{b} = \frac{1}{F_0} + D_\infty$$ (оптич. сила – адитивная вел.)

$\left(b > F_0 \Rightarrow \frac{1}{b} < \frac{1}{F_0} \Rightarrow D_\infty < 0\right)$

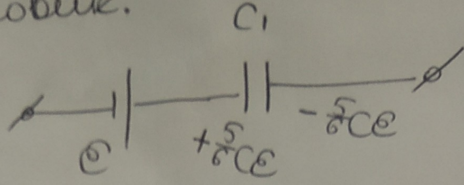
*рассеив.



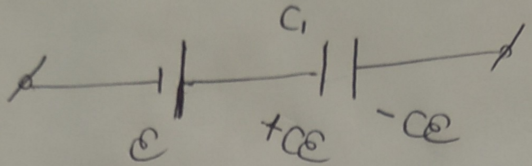
21201307 (U819443 M1264694)

Чистовик.

было:



стало:



т.е. на левую обкладку C_1 за все время натек Σ заряд $\frac{1}{6}C\mathcal{E}$, он же протек через батарейку $\Rightarrow q_\mathcal{E} = \frac{1}{6}C\mathcal{E}$

ЗСЭ:

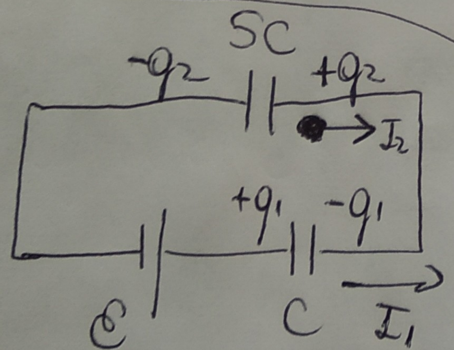
$$W_0 + A_\mathcal{E} = W_k + Q$$

$$\frac{1}{2}C\left(\frac{5}{6}\mathcal{E}\right)^2 + \frac{1}{2}\cdot 5C\left(\frac{1}{6}\mathcal{E}\right)^2 + \frac{1}{6}C\mathcal{E}^2 = \frac{1}{2}C\mathcal{E}^2 + Q$$

$$\frac{1}{2}C\mathcal{E}^2\left(\frac{25}{36} + \frac{5}{36} + \frac{1}{3}\right) = \frac{1}{2}C\mathcal{E}^2 + Q$$

$$Q = \frac{1}{2}C\mathcal{E}^2\left(\frac{30}{36} + \frac{12}{36} - \frac{36}{36}\right) = \boxed{\frac{6}{72}C\mathcal{E}^2 = Q}$$

$$\frac{1}{12}C\mathcal{E}^2 = Q$$



$$\mathcal{E} = \frac{q_1}{C} + \frac{q_2}{5C}$$

$$q_1 + \frac{1}{5}q_2 = C\mathcal{E}$$

$$\dot{q}_1 + \frac{1}{5}\dot{q}_2 = 0$$

$$\dot{q}_1 = I_1 \; ; \; \dot{q}_2 = -I_2$$

$$\Downarrow$$

$$I_1 - \frac{1}{5}I_2 = 0$$

$$I_1 = \frac{1}{5}I_2$$

$$I_R = I_1 + I_2 = \frac{6}{5}I_2$$

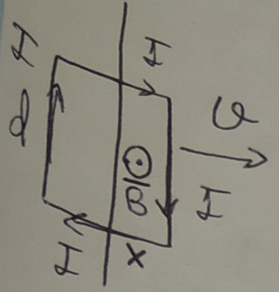
$$U_R = I_R R = \boxed{\frac{6}{5}I_0 R}$$

21201307 (U819443 M1264694)

№4. ③

Чистовик.

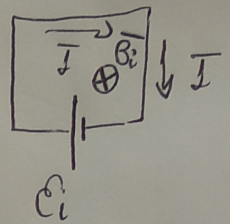
пока рамка входит в поле:



$$\left|\frac{d\varphi}{dt}\right| = \mathcal{E}_i = \frac{B\,dx\cdot d}{dt} = Bd\cdot\vartheta$$

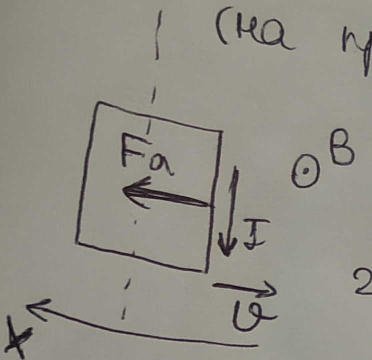
(ЭМИ)

$$I = \frac{\mathcal{E}_i}{R}$$



$$F_a = BId$$

(на правый край)



$$F_a = B\frac{Bd\cdot\vartheta}{R}d = \frac{(Bd)^2\vartheta}{R}$$

2ЗН: $F_a = ma_x$

$$\frac{(Bd)^2}{R}(-\vartheta_x) = m\frac{d\vartheta_x}{dt}$$

$$\frac{(Bd)^2}{mR}(-\vartheta_x dt) = \frac{(Bd)^2}{mR}(-dx) = d\vartheta_x$$

-как при движении с вязким трением.

$$\frac{(Bd)^2}{mR}(x_0 - x_1) = -\vartheta_{нач.} - (-\vartheta_0)$$

$$\frac{(Bd)^2}{mR}\cdot b = \vartheta_0 - \vartheta_{нач.}$$

$$\vartheta_{нач.} = \vartheta_0 - \frac{2B^2d^3}{3mR}$$

полном ✓

где $\vartheta_{нач.}$ – скор. рамки при входе в поле: