# Часть 1

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

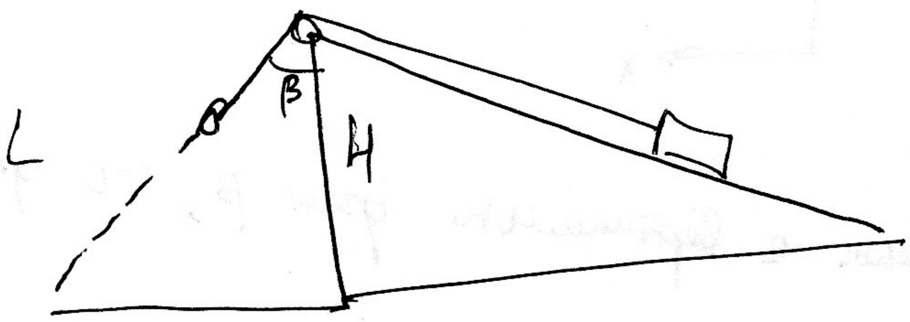
Шифр: **21203423**

ID профиля: **173730**

Вариант 6

мистовик

3) Шарик движется с ускорением a вдоль оси y =)




$L \cdot \cos\beta = H \Rightarrow L = \frac{H}{\frac{12}{13}} = \frac{13}{12} H \Rightarrow$

по зак. равноускоренного движения: $v_0 t + \frac{a t^2}{2} = x - x_0$

Пусть $x_0 = 0$ в момент отпуск. шарика и $t = 0 \Rightarrow v_н = 0 \Rightarrow$

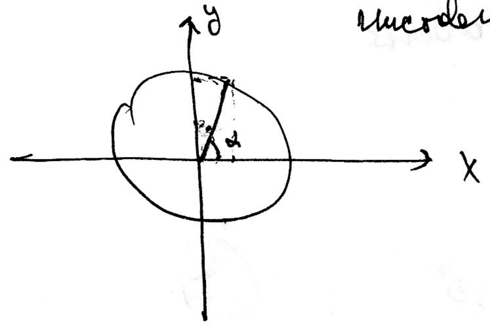
$L = \frac{a t^2}{2} \Rightarrow \quad t = \sqrt{\frac{2L}{a}} = \sqrt{\frac{\frac{13}{6} H}{\frac{247}{390} g}} = \sqrt{\frac{5070}{1482} \frac{H}{g}} \approx 1{,}85 \sqrt{\frac{H}{g}}$

Ответ $1{,}85 \sqrt{\frac{H}{g}}$.

21203423 (U173730 M1268050)

2

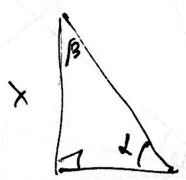
исходник



если $\operatorname{tg}\alpha = \beta$; то ~~$\operatorname{tg}(\frac{\pi}{2}-\alpha) = \operatorname{ctg}\alpha$~~

~~$\operatorname{tg}\alpha = \operatorname{ctg}(\frac{\pi}{2} -$~~

$\operatorname{tg}(\frac{\pi}{2} - \alpha) = \operatorname{ctg}\alpha$



$\operatorname{tg}\alpha = x \Rightarrow \operatorname{ctg}\beta = x \Rightarrow$

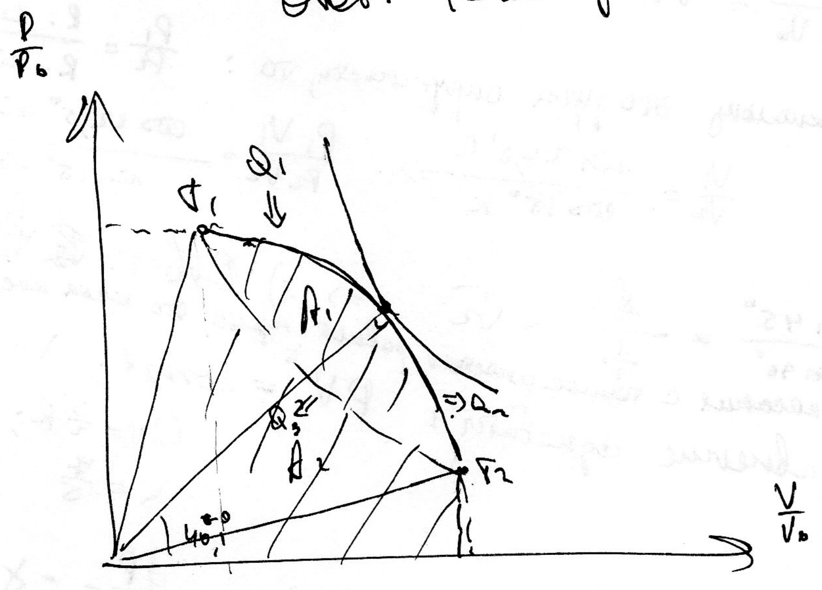
~~Ответ~~

$\operatorname{ctg}\varphi = \sqrt{\gamma} \Rightarrow$

$\varphi = \operatorname{arcctg}\sqrt{\frac{4}{5}} \approx 40{,}1^\circ \Rightarrow$ такая точка существует.

Ответ: $\varphi = \operatorname{arcctg}\sqrt{\frac{4}{5}}$.

3)



4

$A$ = площадь под графиком; $A_1$ = работа за цикл

$A_1 = Q_{пол} - Q_{отд}$; ~~если~~ работа при расшир = $A_2 + A_1$

$$\eta = \frac{A_1}{A_1 + A_2}$$

при переходе на более высокие адиабаты мы вводим тепло

при переходе на ~~на~~ более низкие отдаем. ⇒ при до касания

с адиабатой мы получаем тепло, а после только отдаем

при обратном цикле мы будем всегда отдавать тепло ⇒

$A = Q_1 - Q_2 - Q_3$. по I закону термодин:

$\delta Q = dU + \delta A$

$dU = \frac{5}{2}\nu R dT$; $\delta A = PdV$

$\delta Q = \frac{5}{2}\nu R dT + PdV$

$$\cancel{\eta = \frac{Q_1 - Q_2 - \frac{5}{2}\nu R(T_1 - T_2)\ Q_3}{Q_1 - Q_2 - \frac{5}{2}\nu R(T_1 - T_2)}}$$ Цикл Карно

~~если это~~ дуги одного радиуса, то

~~посчитаем~~

$$\eta = \frac{A_1}{A_1 + A_2} = , \quad \frac{1}{\eta} = 1 - \frac{A_2}{A_1}$$

$$Q_3 = \frac{5}{2}\nu R(T_1 - T_2) + A_2$$

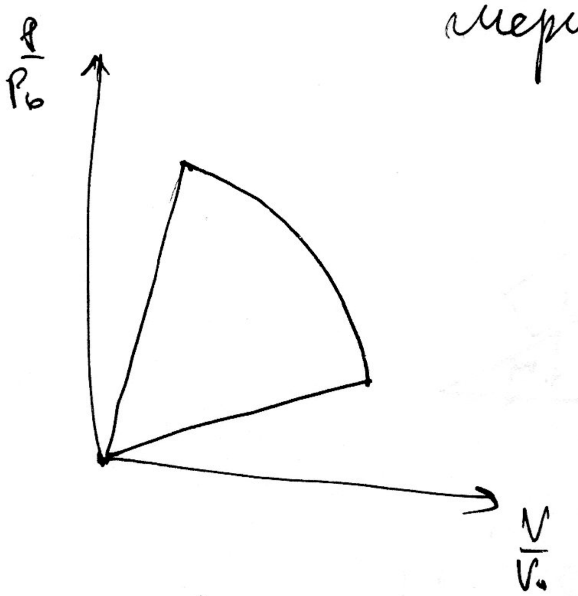
$$Q_1 - Q_2 = \frac{5}{2}(T_2 - T_1) + A_2 + A_1$$

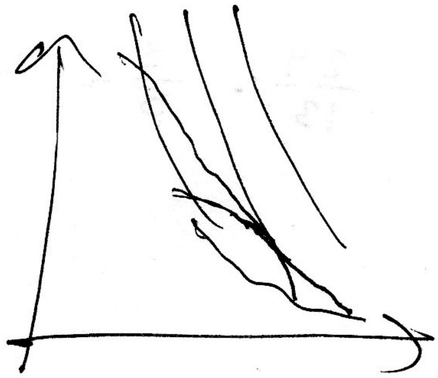
5

21203423 (U173730 M1268050)

мертовик

$\frac{5}{3}$ .



$d x^2 \Rightarrow 2x\,dx$

$\left(\frac{x}{x_0} - x_0\right)^2 \to 2(x - x_0)$

$\frac{P}{P_0}$ .   $P$

$\frac{P}{P_0} = k \cdot \frac{V}{V_0} + b \Rightarrow$

$\frac{dP}{P_0} = k \frac{dV}{V_0} \Rightarrow$   $\frac{dP V_0}{P_0 dV} = k$

3,14   $\frac{\pi}{4}$   $\frac{\pi}{x} = 95 \Rightarrow x = 3,3$

$\frac{\pi}{4} = \frac{180}{4} =$

~~54,5~~

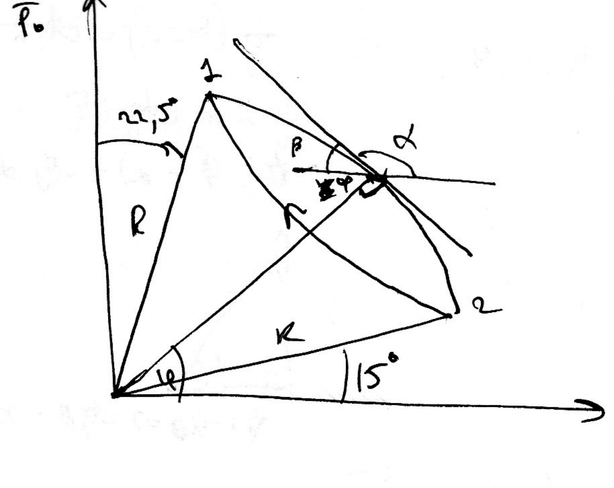
0,84

$\frac{4}{5}$ $\frac{5}{12}$ 8 $- \frac{3}{5}$   $20 - 36$

$\frac{-16}{60}$

21203423 (U173730 M1268050)

$\frac{24}{13} + \frac{2\cancel{10}}{13} \cdot \frac{5}{\cancel{12}_{6}} = \frac{154}{13 \cdot 6}$   $\frac{-16}{6 \cdot 10}$




$\psi+\beta=30°$

3

По закону Менделеева Клапейрона: $PV=\nu RT \Rightarrow$

$$\frac{P_1}{P_0}\frac{V_1}{V_0}=\nu R T_1, \quad \frac{P_2 V_2}{P_0 V_0}=\nu R T_2 \Rightarrow \frac{T_1}{T_2}=\frac{P_1V_1}{P_2V_2}$$

Поскольку это дуга окружности, то: $\frac{P_1}{P_2}=\frac{R\cdot\cos 22,5°}{R\cdot\sin 15°}$;

$$\frac{V_1}{V_2}=\frac{\sin 22,5° R}{\cos 15° R} \Rightarrow \frac{P_1V_1}{P_2V_2}=\frac{\cos 22,5°\sin 22,5°}{\sin 15°\cos 15°}=\frac{\sin 45°}{\sin 30°}=\frac{\frac{\sqrt2}{2}}{\frac12}=\sqrt2$$

$\Rightarrow$ 1) Ответ: $\frac{T_1}{T_2}=\frac{\sin 45°}{\sin 30°}=\sqrt2$

точка касания с теплоемкостью равной нулю, это точка кас. с адиабатой, т.к. $\delta Q=0$, а $C=\frac{\delta Q}{\delta T}=0$

2) уравнение адиабаты: $PV^\gamma=const$; $\gamma=\frac{C_p}{C_V}$

$C_V=\frac52 R$; $C_p=C_V+R=\frac72 R \Rightarrow$ $\gamma=\frac75$

$$dPV^\gamma+\gamma V^{\gamma-1}PdV=0 \Rightarrow \frac{dP}{dV}=-\gamma\frac{P}{V}$$

ур-е окружности: $(x-x_0)^2+(y-y_0)^2=R^2 \Rightarrow$

$x_0$ и $y_0=0 \Rightarrow \left(\frac{P}{P_0}\right)^2+\left(\frac{V}{V_0}\right)^2=R^2 \Rightarrow$

$$2\frac{P}{P_0}\left(\frac{P}{P_0}\right)'dP+2\frac{V}{V_0}\left(\frac{V}{V_0}\right)'dV=0 \Rightarrow$$

$$2\frac{P}{P_0^2}dP+2\frac{V}{V_0^2}dV=0 \Rightarrow \frac{dP}{dV}=-\frac{V}{P}\frac{P_0^2}{V_0^2} \Rightarrow$$

поскольку касательная к окружности совпадает с касательной адиабаты, то их угловые коэффициенты равны $\Rightarrow \frac{V}{P}\frac{P_0^2}{V_0^2}=\gamma\frac{P}{V} \Rightarrow$

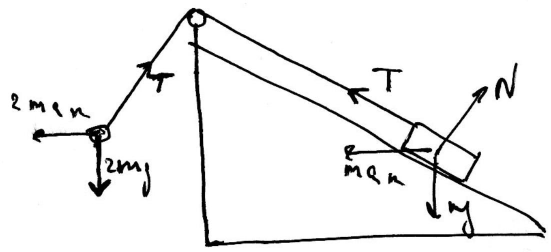
$$\frac{P}{V}=\frac{P_0}{V_0}\sqrt{\frac1\gamma} \Rightarrow \frac{P}{P_0}\frac{V_0}{V}=\sqrt{\frac1\gamma}$$

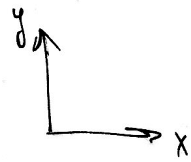
касательная к этому графику описывается уравнением:

$$\frac{P}{P_0}=k\frac{V}{V_0}+b \Rightarrow \frac{dP\,V_0}{P_0\,dV}=k \Rightarrow \frac{dP}{dV}\frac{V_0}{P_0}=-\frac{V}{P}\frac{P_0}{V_0}=-\frac{1}{\sqrt{\frac1\gamma}}=-\sqrt\gamma;$$

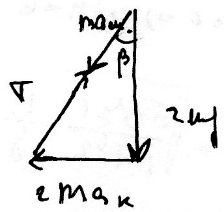
$\Rightarrow \operatorname{tg}\alpha=-\sqrt\gamma \Rightarrow \operatorname{tg}\beta=\sqrt\gamma \Rightarrow$

№1. Перейдем в Н.И.С.О клина:




1) Поскольку нить составляет с вертикалью угол β, то ускорение шарика направлено по нити =>




$\Rightarrow \operatorname{tg}\beta = \frac{2ma_к}{2mg} = \frac{a_к}{g}$

$\cos\beta = \frac{12}{13} \Rightarrow 1 - \frac{144}{169} = \frac{25}{169} \Rightarrow \sin\alpha = \frac{5}{13} \Rightarrow$

$\operatorname{tg}\beta = \frac{\frac{5}{13}}{\frac{12}{13}} = \frac{5}{12} \Rightarrow a_к = g\cdot\operatorname{tg}\beta = g\cdot\frac{5}{12} =$

$= \frac{5g}{12}$

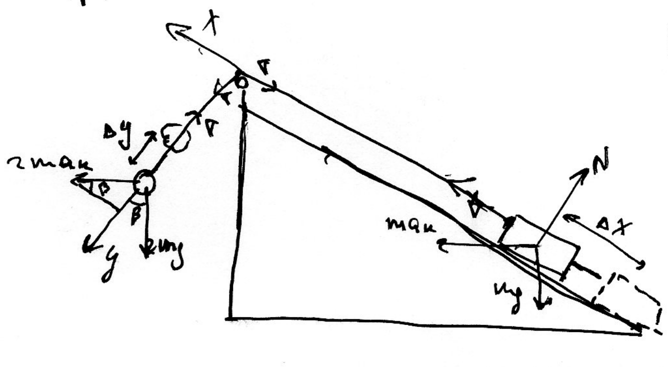
1) Ответ: $\frac{5}{12}g$

2) $\vec{a}_{т\,НСО} = \vec{a}_{т\,нсо} + \vec{a}_{нсо\,НСО} \Rightarrow \vec{a}_{т\,нсо} = \vec{a}_{т\,НСО} - \vec{a}_{нсо\,НСО} \Rightarrow$

a бруска относительно клина – это ускорение бруска в Н.И.С.О. клина.

На нить: $\Sigma\vec{F} = 0$
(невесомая)

$N \perp OX$




поскольку нить нерастяжима, то $\Delta x = \Delta y \Rightarrow$

$\frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{\Delta y}{\Delta t} \Rightarrow \frac{\Delta V_x}{\Delta t} = \frac{\Delta V_y}{\Delta t} \Rightarrow a_x = a_y \Rightarrow$

OX: ~~ma = T +~~ $\Sigma\vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow$

(1) $ma_x = T + ma_к\cdot\cos\alpha - mg\cdot\sin\alpha$

1

Oy: (2) $2ma_y = 2mg\cdot\cos\beta + 2ma_к\sin\beta - T \Rightarrow$

(1)+(2): ~~3ma = 2mg cosβ + 2ma_к(~~

$3ma = mg(2\cos\beta - \sin\alpha) + ma_к(2\sin\beta + \cos\alpha)$

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

$3a = g\left(2\cdot\frac{12}{13} - \frac{3}{5}\right) + g\frac{5}{12}\left(\frac{10}{13} + \frac{4}{5}\right) =$

$= \frac{81}{65}g + \frac{102}{65}\frac{5}{12}g = \frac{81g}{65} + \frac{42{,}5g}{65} = \frac{123{,}5}{65}g$

$= \frac{247}{130}g \Rightarrow a = \frac{247}{390}g \approx 0{,}63g$ Ответ: 0,63g.

# Часть 2

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

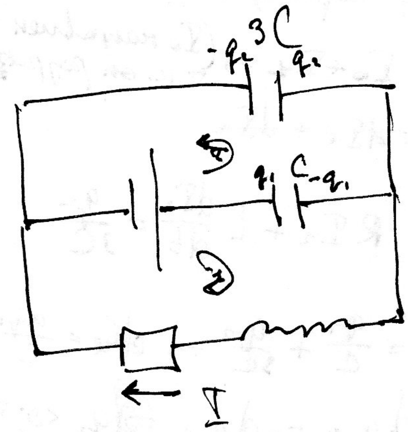
Шифр: **21203423**

ID профиля: **173730**

Вариант 6

№ Чистовик

№3.




по правилу Кирхгофа ($\Sigma \mathcal{E} = \Sigma RI$)

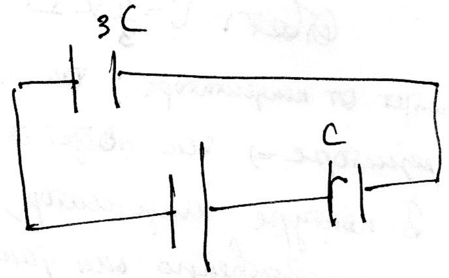
в катушке $\mathcal{E}_L = -L\frac{dI}{dt}$

(1) $\mathcal{E} - L\frac{dI}{dt} = RI + \frac{q_1}{C}$
для первого контура

(2) $\mathcal{E} = \frac{q_1}{C} + \frac{q_2}{3C}$
для второго контура

$$\frac{q_2}{3C} = RI + L\frac{dI}{dt}$$

Если режим установился при разомкнутом ключе:




то ток через конденсаторы не идет ⇒

$\mathcal{E} = \frac{q_1}{C} + \frac{q_2}{3C}$; изначально они разр. ⇒

~~$-q_1 + q_2 = 0$~~

$-q_1 + q_2 = 0 \Rightarrow q_1 = q_2 \Rightarrow$

1

$$\mathcal{E} = \frac{q}{C} + \frac{q}{3C} = \frac{4q}{3C} \Rightarrow \frac{q}{3C} = \frac{\mathcal{E}}{4}$$

После замыкания ключа ток мгновенно возрасти не может, так как производная не может равняться бесконечности ⇒ перераспределения зарядов еще не произошло ⇒

$I = 0 \Rightarrow$

$\frac{q_2}{3C} = \frac{q}{3C} = \frac{\mathcal{E}}{4} = L\frac{dI}{dt} \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{\mathcal{E}}{4L}$ 1) Ответ: $\frac{dI}{dt} = \frac{\mathcal{E}}{4L}$

2) Режим установится когда произойдет перераспределение зарядов и перестанет течь (т.к. конденсатор подсоединен последоват. с кат. и рез.) ток будет равен нулю, а значит $\frac{dI}{dt} = 0 \Rightarrow$

$$\frac{q_2}{3C} = R\overset{0}{I} + L\overset{0}{\frac{dI}{dt}} = 0 \Rightarrow q = 0 \Rightarrow \mathcal{E} = \frac{Q}{C} \Rightarrow Q = \mathcal{E}C \Rightarrow$$

по З.С.Э.: $\mathcal{E}(Q_к - q_н) = -\underbrace{\left(\frac{q_1^2}{2C} + \frac{q_2^2}{6C}\right)}_{W_к \text{ начальная}} + \underbrace{\frac{Q^2}{2C}}_{W_к \text{ конечная}} + Q_{тепло} \Rightarrow$

$q = \frac{3}{4}\mathcal{E}C$ $Q = \mathcal{E}C$

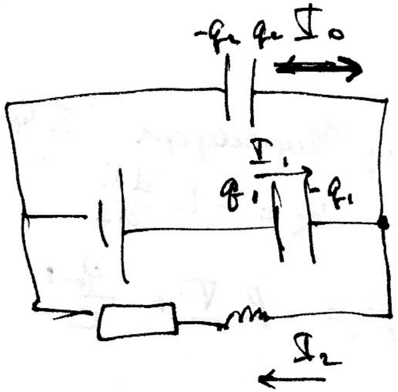
$$\frac{(\frac{3}{4})^2\mathcal{E}^2C}{2} + \frac{(\frac{3}{4})^2\mathcal{E}^2C}{6} - \frac{\mathcal{E}^2C}{2} + \mathcal{E}\left(\frac{1}{4}\mathcal{E}C\right) = Q_{тепло}$$

$$\frac{9}{32}\mathcal{E}^2C + \frac{3\mathcal{E}^2C}{32} - \frac{16}{32}\mathcal{E}^2C + \frac{8}{32}\mathcal{E}^2C = Q \Rightarrow Q = \frac{1}{8}\mathcal{E}^2C$$

Ответ: $\frac{1}{8}\mathcal{E}^2C$.

Чистовик

3)




по I правилу Кирхгофа: $(\sum I_{вх} = \sum I_{вых})$

$I_2 = I_0 + I_1 \Rightarrow$ ($I_0$ направлен от конденсатора, т. к. он разряжается)

$\cancel{dI_2 = dI_0 + dI_1}$

$$R I_2 + L\frac{dI_2}{dt} = \frac{q_2}{3C}$$

$$\varphi = \frac{q_1}{C} + \frac{q_2}{3C} \Rightarrow d\varphi = \frac{dq_1}{C} + \frac{dq_2}{3C}$$

$3\,dq_1 = -dq_2$ ($dq_2 < 0$; т. к. $C_2$ разряжается)

$\cancel{dq_1 = -dq_2 = \frac{dI}{dt}}$

$$I = \frac{dq}{dt} \Rightarrow 3\frac{dq_1}{dt} = -\frac{dq_2}{dt} \Rightarrow \quad 3I_1 = I_0 \Rightarrow I_2 = I_1 + I_0 = I_0 + \frac{I_0}{3} = \frac{4}{3}I_0;$$

$$U_R = R I_2; \quad I_2 = \frac{4}{3}I_0 \Rightarrow R I_2 = R\frac{4}{3}I_0 \Rightarrow U = \frac{4}{3}R I_0$$

Ответ: $U = \frac{4}{3}R I_0$

Пояснения для пункта 2: ток пойдет от конденсатора; так как через время ток возрастет и появится напряжение на резисторе $\Rightarrow$ ток пойдет от конденсатора, а $\frac{dI_2}{dt}$ будет уменьшаться. В итоге в контуре конденсатор, катушка и резистор будут происходить затухающие колебания, соответственно они закончатся, когда ~~вся его энергия уйдет в тепло~~. то ~~вся энергия~~ конд. разрядится

№4. Чистовик

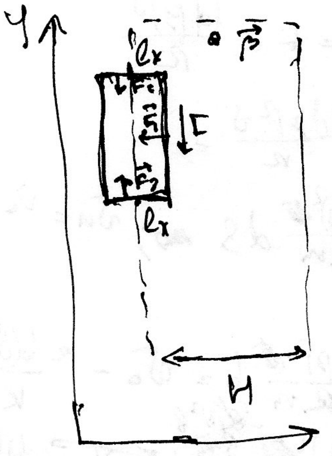
~~Когда рамка $\theta_x$~~ $F_л = q v B$ ; $F_л = I l B$

$$\mathcal{E}_i = -\frac{d\Phi}{dt} ; \quad d\Phi = d(BS) = dB\,S + dS\,B$$
$$dB = 0 \Rightarrow$$

$$\mathcal{E}_i = -\frac{B\,dS}{dt} ; \quad dS = d \cdot v\,dt \Rightarrow \mathcal{E}_i = -dBv$$

по II правилу Кирхгофа: $\mathcal{E}_i = RI \Rightarrow$

$$I = \frac{\mathcal{E}_i}{R} = \frac{dBv}{R}$$
$$\vec F_л = I[\vec l \times \vec B]$$




рамку поле будет останавливать, т.к. ~~стороны~~ рамка прямоугольник, то сверху и снизу $l_x \Rightarrow \vec F_1 = \vec F_2$, а компенсации силы по оси X нет до тех пор, пока рамка не войдет в поле полностью, дальше т.к. $d\Phi = 0 \Rightarrow I = 0 \Rightarrow F = 0$ и на Oy и на Ox $\Sigma F = 0 \Rightarrow$ рамка будет двигаться равномерно до тех пор, пока не начнет сужаться поток через рамку (она начнет вых. из поля) $\Rightarrow$

1) Oy: $\Sigma F = 0$ ; Ox: $\Sigma F = F' \Rightarrow ma = I \cdot d \cdot B$ ;

$$I = \frac{dBv}{R} \Rightarrow \quad ma = \frac{dBv}{R} dB \Rightarrow a = \frac{v(dB)^2}{Rm}$$

~~$dv = a\,dt$~~ ~~$dS = v\,dt \Rightarrow$~~

$$a = \frac{dv}{dt} \Rightarrow \quad \frac{dv}{dt} = \frac{v(dB)^2}{Rm} \Rightarrow$$

$$\int_{v_к}^{v_н} dv = \int_0^b \frac{(dB)^2}{Rm} dS \Rightarrow v_н - \frac{(dB)^2}{Rm} b = v_к$$

(3)

1) Когда входит часть рамки на нее начинает действовать сила $F = I dB = \frac{(dB)^2 v}{R} \Rightarrow v$ еще не уменьшилось $\Rightarrow a_0 = \frac{(dB)^2 v_0}{Rm}$

Ответ: $a_0 = \frac{(dB)^2 v_0}{Rm}$

2) $a = \frac{v(dB)^2}{Rm}$ ; $a = \frac{dv}{dt}$ ; $v\,dt = dS \Rightarrow$ поскольку $dv < 0$; то т.к. Ox: $F_x < 0$ (поток не меняется)

$$\int_{v_0}^{v_к} dv = \int_0^b \frac{(dB)^2}{Rm} dS \Rightarrow v_к = v_0 - \frac{(dB)^2}{Rm} b$$

~~Ответ: $v$~~ → т.к. $d\Phi = 0 \Rightarrow I = 0$



после вхождения левой стороны Ox: $\Sigma F = 0 \Rightarrow$ рамка движется равномерно $\Rightarrow$ после выхода правой рамки скорость еще не успела измениться, т.к. поток еще

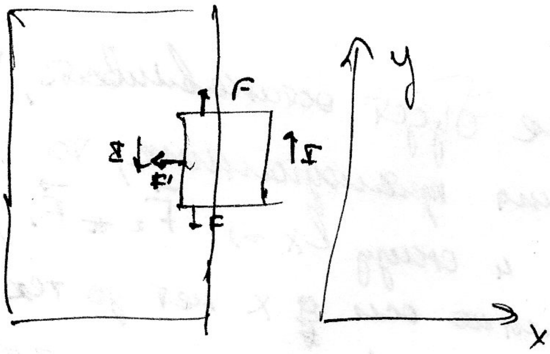
Чистовик

не успел измениться => ~~$v_p$ на выходе~~ $v_p$ на выходе правой стороны: $v = v_0 - \frac{(dB)^2}{Rm} b$; ($b < H$; т.к. $b = \frac{d}{4}$; $H = 2d = 8b$ =>

рамка полностью выйдет в поле и там будет двигаться равномерно, если $v_0 > \frac{(dB)^3}{Rm} b$

2) Ответ: $v = v_0 - \frac{(dB)^2}{Rm} b = v_0 - \frac{d^3 B^2}{4Rm}$, если $v_0 \le \frac{(dB)^2}{Rm} b$; то ~~при~~ рамка ~~остановится~~ не выйдет => $v = 0$

3) Когда рамка начнет выходить ~~ток~~ поток начнет также меняться; только ток потечет в другую сторону; т.к. $d\Phi < 0$ =>




$Oy: \Sigma F = 0$

$Ox: \Sigma F = F = \frac{(dB)^2 v}{R}$

$ma = \frac{(dB)^2 v}{R}$ =>

$\int_{v_н}^{v_к} dv = \int_0^b \frac{(dB)^2}{Rm} dS$; $v_н = v_0 - \frac{b(dB)^2}{Rm}$;

$v_к = v_н - \frac{(dB)^2}{Rm} b = v_0 - \frac{2b(dB)^2}{Rm}$;

3) ~~Ответ: $v = v_0 - \frac{2b(dB)^2}{Rm}$; если $v_0 \le \frac{2b(dB)^2}{Rm}$, то $v = 0$ рамка не выйдет полностью~~

Ответ: $v = v_0 - \frac{2b(dB)^2}{Rm} = v_0 - \frac{d^3 B^2}{2Rm}$

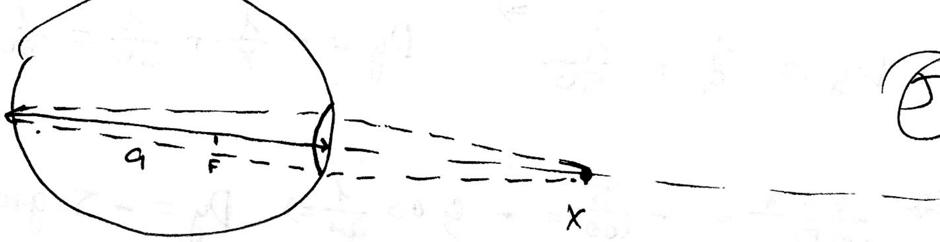
4

Чистовик

55.

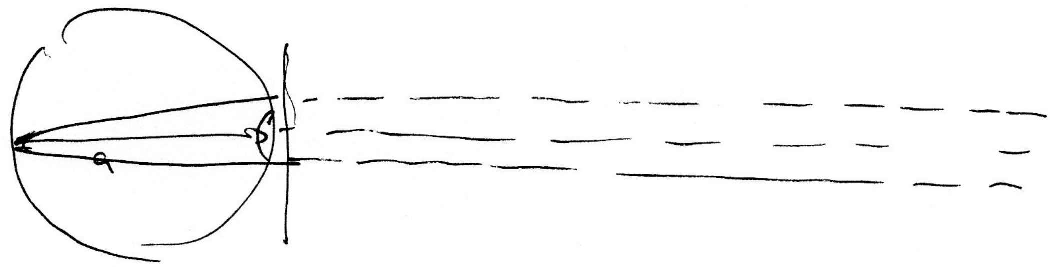
Б

без очков:




с очками 1:


с очками 2:




формула тонкой линзы: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$

Пусть у глаза оптическая сила: $D_2 = D_x$

Оптическая сила первых очков: $D_1$

вторых: $D_2$

~~то~~ когда человек надевает очки, то оптические силы складываются;

$D = \frac{1}{F} \Rightarrow \quad D_1 + D_x = \frac{1}{25} + \frac{1}{a}$

$D_2 + D_x = \frac{1}{\infty} + \frac{1}{a}$

$D_x = \frac{1}{x} + \frac{1}{a}$; a – это расстояние от зрачка, куда лучи должны приходить, чтобы человек видел четко, т.к. там расположены нервы $\Rightarrow$

$D_2 + D_x = \frac{1}{a} \Rightarrow \quad D_1 + D_x = \frac{1}{25} + D_2 + D_x \Rightarrow D_1 - D_2 = \frac{1}{25}$

$D_x = \frac{1}{x} + D_x + D_2 \Rightarrow \frac{1}{x} = -D_2$

$$\begin{cases} \frac{1}{x} = -D_2 \\ D_1 - D_2 = \frac{1}{25} \\ \frac{D_2}{D_1} = \frac{7}{3} \end{cases} \Rightarrow \frac{3}{7} D_2 - D_2 = \frac{1}{0{,}25} \Rightarrow -\frac{4}{7} D_2 = \frac{1}{0{,}25} \Rightarrow$$

$D_2 = -\frac{7}{1{,}00} =$ ~~$-0{,}07$ диоптрий~~ $-7$ диоптрий

$x = -\frac{1}{-7} = 14{,}3$ см. Ответ: $x = 14{,}3$ см; $D_2 = -7$ дптр (диоптрий)

Чистовик

2) $\begin{cases} D_x = \frac{1}{x} + \frac{1}{a} \\ D_x + D_y = \frac{1}{a} + \frac{1}{50} \end{cases} \Rightarrow D_y = -\frac{1}{x} + \frac{1}{50} = \frac{1}{50} - \frac{7}{100} =$

$= \frac{2-7}{100} = -\frac{5}{100} = -0{,}05\ \frac{1}{\text{см}} \Rightarrow D_y = -5$ дптр (диоптрий)

Ответ: $D_y = -5$ дптр (диоптрий)

6