Часть 1

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

Шифр: **21201107**

ID профиля: **313339**

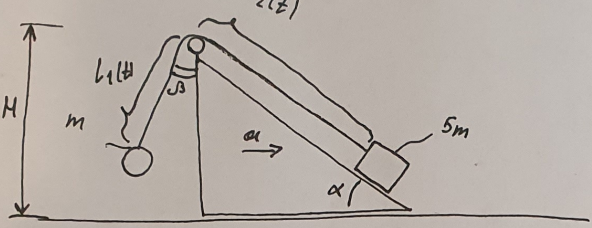
Вариант 8

Чистовик. Лист №1

Дано:
$v_0=0$
$\cos\alpha=\frac{3}{5}$
$\cos\beta=\frac{5}{13}$
m; $5m$;
H;

Найти:
1) $a=?$
2) $a^*_{2\,отн}=?$
3) $\tau=?$

СО Земли:



Решение:

В С.О. Клина:

m - тело 1
$5m$ - тело 2

1) $L_1(t)+L_2(t)=const$

$(L_1(t)+L_2(t))' = const'$

при $t\uparrow\uparrow$

$L_1'(t)+L_2'(t)=0$; $L_1\uparrow\uparrow \Rightarrow L_1'(t)=v_{1н}(t)$

$L_2\downarrow\downarrow \Rightarrow L_2'(t)=-v_{2н}(t)$

$v^*_{1н}(t) - v^*_{2н}(t)=0$

$v^*_{1н}$ - скорость тела 1

$v^*_{2н}$ - скорость тела 2

$(v^*_{1н}(t)-v^*_{2н}(t))'=0$

$v^{*\prime}_{1н}(t)=a^*_{1н}(t)$

$v^{*\prime}_{2н}(t)=a^*_{2н}(t)$

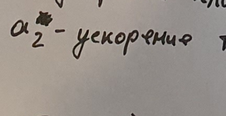
$\underline{a^*_{1н}(t)=a^*_{2н}(t)}$

$a^*_{1н}$ - ускорение тела 1 (вдоль нити направлено)

$a^*_{2н}$ - ускорение тела 2 (вдоль нити направлено)

2) a - ускорение клина

a_2^* - ускорение тела 2. ; $a^*_{2\,отн}$ - ускорение тела 2 в СО Клина.

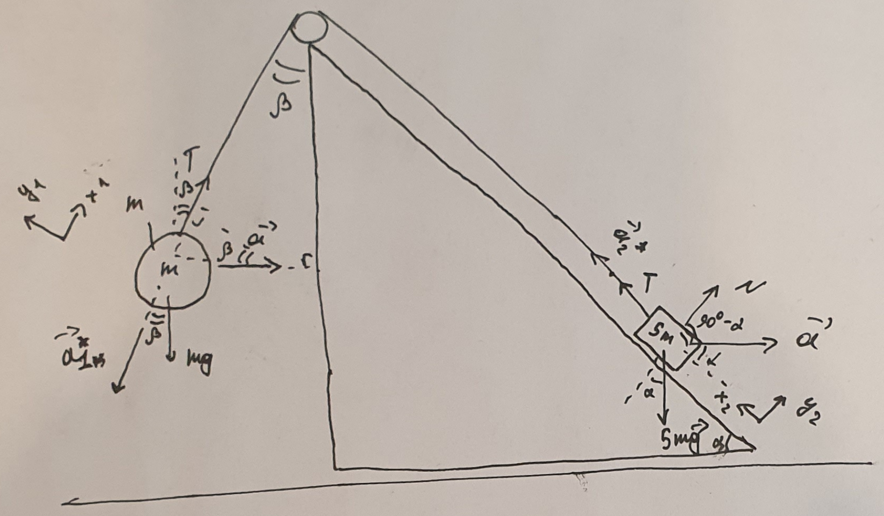


$\vec{a}=\vec{a}_{отн}+\vec{a}_{с.о.}$

$\boxed{* \text{ - в СО клина}}$

Чистовик лист №2

3)



II З.Н. для „m" в проекции на x_1:

$$-a_1^* \cdot m + \cancel{\dots} \overset{am\cdot\sin\beta}{} = T - mg\cdot\cos\beta \quad |\cdot(-1)$$

$$a_1^* m - a\cdot m\cdot\sin\beta = -T + mg\cdot\cos\beta \quad (1)$$

II З.Н. для „5m" в проекции на x_2:

$$5m\,a_2^* - 5m\overset{a}{\vee}\cdot\cos\alpha = T - 5\,mg\cdot\sin\alpha \quad (2)$$

(1)+(2):

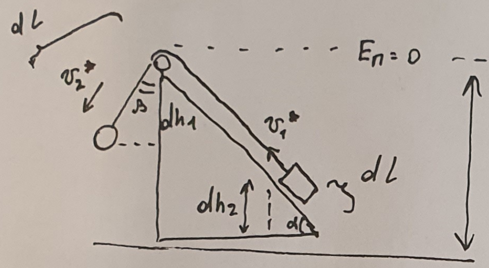
$$a_1^* m - am\cdot\sin\beta + 5\,ma_2^* - 5\,ma\cdot\cos\alpha = -T + mg\cos\beta + T - 5mg\cdot\sin\alpha\ ;\ a_1^* = a_2^*$$

$$6ma_1^* - am(\sin\beta + 5\cdot\cos\alpha) = mg(\cos\beta - 5\cdot\sin\alpha) \quad |:m$$

$$6\cdot a_1^* - a(\sin\beta + 5\cdot\cos\alpha) = g(\cos\beta - 5\cdot\sin\alpha)$$

Чистовик лист №3

4) С.О. Клина:



Допустим, что dL - небольшое расстояние, на которое сдвинулся брусок. Из п. 1 $v_1^* = v_2^* = v^*$

ЗСЭ:

$$-mg\cdot dh_1 - 5mg(H - dh_2) + \frac{6mv^{*2}}{2} = const$$

продифференцируем по времени:

$$-mg\, dh_1' - \underbrace{(5mgH)'}_{const} + (5mg\, dh_2)' + 6mv^* v^{*\prime} = 0$$

$$-mg(dL\cdot\cos\beta)' + 5mg(dL\cdot\sin\alpha) + 6mv^* v^{*\prime} = 0$$

$$-mg\cdot\cos\beta(dL)' + 5mg\cdot\sin\alpha\cdot(dL)' + 6mv^*\cdot v^{*\prime} = 0$$

$(dL)' = v^*$; $(v^*)' = a^*$

$$-mg\cdot\cos\beta + 5mg\cdot\sin\alpha + 6ma^* = 0$$

$$6\cancel{m}a^* = \cancel{m}g\cdot\cos\beta - 5\cancel{m}g\cdot\sin\alpha$$

$$a^* = g\,\frac{\cos\beta - 5\sin\alpha}{6}$$

Чистовик лист № 4

№2

Дано:

$i = 5$

$Q_{21} = 0$

Найти:

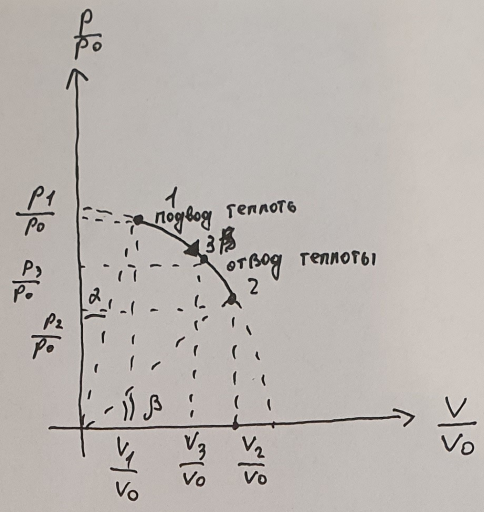
1) $\frac{T_1 - T_2}{T_2} = ?$

2) $\varphi = ?$

3) $\eta = ?$

Решение:

1)



т. 3 – точка с теплоёмкостью = 0.

Такая точка будет существовать, т.к. найдётся одна изотерма, касательная к т. 3.

$$r^2 = \left(\frac{p_1}{p_0}\right)^2 + \left(\frac{V_1}{V_0}\right)^2 = \left(\frac{p_2}{p_0}\right)^2 + \left(\frac{V_2}{V_0}\right)^2$$

$$p_1 V_1 = \nu R T_1 \qquad p_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$\frac{p_1^2}{p_0^2} + \frac{V_1^2}{V_0^2} = \frac{p_2^2}{p_0^2} + \frac{V_2^2}{V_0^2}$$

из графика:

$$\frac{\frac{p_1}{p_0}}{\frac{V_1}{V_0}} = tg\,\alpha \qquad \frac{\frac{p_2}{p_0}}{\frac{V_2}{V_0}} = tg\,\beta$$

$$p_1 V_0 = tg(\alpha) \cdot V_1 p_0 \qquad p_2 V_0 = V_2 p_0 tg\,\beta$$

Чистовик лист №5

$$\frac{p_1^2}{p_0^2} + \frac{V_1^2}{V_0^2} = \frac{p_2^2}{p_0^2} + \frac{V_2^2}{V_0^2} \;\Big|\cdot p_0^2 V_0^2$$

$$p_1^2 V_0^2 + V_1^2 p_0^2 = p_2^2 V_0^2 + V_2^2 p_0^2$$

$$p_0^2 \cdot V_1^2 \cdot tg^2\alpha + V_1^2 p_0^2 = p_0^2 \cdot V_2^2 \cdot tg^2\beta + V_2^2 p_0^2 \;\Big|: p_0^2$$

$$V_1^2 (tg^2\alpha + 1) = V_2^2 (tg^2\beta + 1)$$

$\beta = 15^\circ$
$\alpha = 22{,}5^\circ$

$$V_1 = V_2 \cdot k, \text{ где } k = \sqrt{\frac{tg^2\beta + 1}{tg^2\alpha + 1}} = \sqrt{\frac{1{,}0718}{1{,}1716}} \approx 0{,}9565$$

2) $V_1 p_0 = p_1 V_0 \cdot ctg(\alpha)$ $\qquad p_2 V_0 \cdot ctg(\beta) = V_2 p_0$

$$p_1^2 V_0^2 - p_2^2 V_0^2 = (V_2^2 - V_1^2) p_0^2 = V_2^2 (1-k^2) p_0^2$$

$$p_1^2 V_0^2 - p_2^2 V_0^2 = (1-k^2) \cdot p_2^2 \cdot V_0^2 \cdot ctg^2\beta \;\Big|: V_0^2$$

$$p_1^2 - p_2^2 = (1-k^2) p_2^2$$

$$p_1^2 = (2-k^2) p_2^2 \Rightarrow p_1 = p_2\sqrt{2-k^2}$$

$$\frac{T_1 - T_2}{T_2} = \frac{p_1 V_1 - p_2 V_2}{p_2 V_2} = \frac{p_2\sqrt{2-k^2} \cdot V_2 k - p_2 V_2}{p_2 V_2} = k \cdot \sqrt{2-k^2} - 1$$

$$\frac{T_1 - T_2}{T_2} = 0{,}9565 \cdot \sqrt{1{,}085185} - 1$$

Часть 2

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

Шифр: **21201107**

ID профиля: **313339**

Вариант 8

Чистовик

№3

Дано:
ℰ; $C_1 = C$

$C_2 = 5C$

L;

R;

Найти:

1) $I_L'(0) = ?$

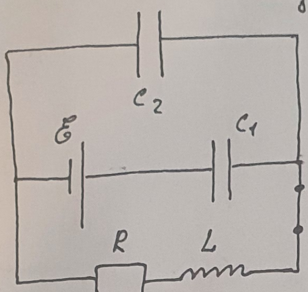
2) $Q = ?$

3) U_{C_2}, когда I_2 = ?

Решение:

сразу после замыкания ключа:

1)



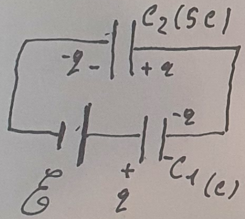
сразу после замыкания ключа заряд на конденсаторах не изменится и, т.к. $C = const$, напряжения до и сразу после замыкания ключа на ~~ключах~~ конденсаторах не изменится.

Ток через катушку сразу после замыкания равен току через катушку до замыкания (=0)

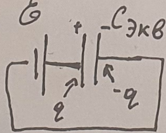
$I_L(0) = 0$

~~т.к. установившийся режим~~

до замыкания



$\equiv$



$$\frac{1}{C_{экв}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

$$C_{экв} = \frac{5}{6} C \quad ; \quad q = C_i U_{C_i}$$

$$q = C_{экв} \cdot U_{C_{экв}} = \frac{5}{6} C \cdot ℰ;$$

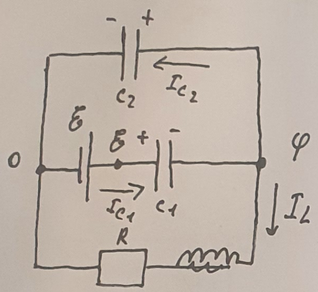
$$U_{C_1}(0) = \frac{q}{C_1} = \frac{5}{6} ℰ$$

$$U_{C_2}(0) = \frac{q}{C_2} = \frac{ℰ}{6}$$

чистовик

3) $U_L = L \cdot I'$

$U_L(0) = L \cdot I'(0) \Rightarrow I'(0) = \frac{U_L(0)}{L}$



$I_{C_1} = I_{C_2} + I_L$ (из ЗСЗ);

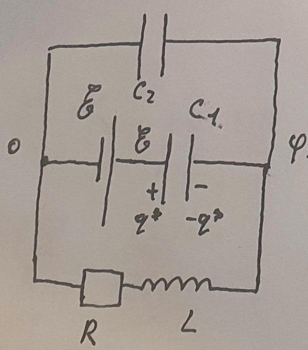
$I_L(0) = I_R(0) = 0 \Rightarrow U_R(0) = 0$
$\Downarrow$
$U_L(0) = \varphi$

$\varphi - 0 = \frac{\mathcal{E}}{6} \Rightarrow U_L(0) = \frac{\mathcal{E}}{6}$

метод
узловых
потенциалов

$$\boxed{I'(0) = \frac{\mathcal{E}}{6L}}$$

4) рассмотрим установившийся режим
после замыкания ключа:
(спустя время τ)



тока через R и L не будет $\Rightarrow \varphi_1 = 0$
$\Downarrow$
$U_{C_2}(\tau) = 0$
$U_{C_1}(\tau) = \mathcal{E}$

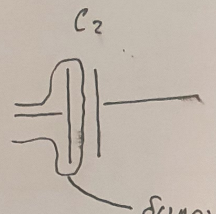
метод потенциалов

$q^* = C \cdot \mathcal{E}$

21201107 (U313339 M1267691)

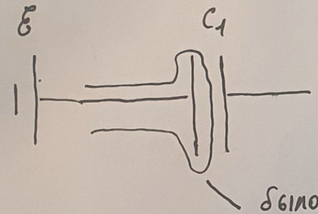
чистовик

5)



было: $-\frac{5}{6}C\mathcal{E}$

стало: 0



было: $\frac{5}{6}C\mathcal{E}$

стало: $C\mathcal{E}$

$$\Delta q_{ист} = +\frac{C\mathcal{E}}{6}$$

$$A_{ист} = \Delta q_{ист}\mathcal{E} = \frac{C\mathcal{E}^2}{6}$$

$$\underset{\text{и } W(0)}{W_1} = \frac{C_1 U_1(0)^2}{2} + \frac{C_2 \cdot U_2(0)^2}{2} + \underbrace{\frac{L \cdot I_L(0)^2}{2}}_{0} = \frac{C \cdot 25\mathcal{E}^2}{72} + \frac{5C\cdot\mathcal{E}^2}{72} + 0 = \frac{30C\mathcal{E}^2}{72} =$$

$$= \frac{15C\mathcal{E}^2}{36} = \frac{5C\mathcal{E}^2}{12}$$

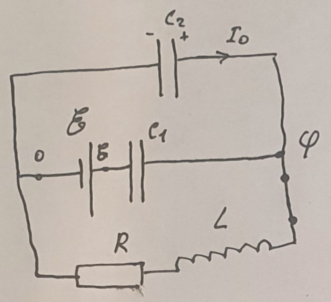
$$W(\tau) = \frac{C_1 \cdot U_{C_1}^2(\tau)}{2} + \underbrace{\frac{C_2 U_{C_2}^2(\tau)}{2}}_{=0} + \underbrace{\frac{L \cdot I_L(\tau)^2}{2}}_{=0} = \frac{C_1 U_{C_1}^2(\tau)}{2} = \frac{C\mathcal{E}^2}{2}$$

$$A_{ист} = \Delta W + Q \;;\; \Delta W = W(\tau) - W(0)$$

$$\frac{C\mathcal{E}^2}{6} = \underbrace{\frac{C\mathcal{E}^2}{2} - \frac{5C\mathcal{E}^2}{12}}_{\frac{C\mathcal{E}^2}{12}} + Q \Rightarrow \underline{Q = \frac{C\mathcal{E}^2}{12}}$$

чистовик

б) момент t:



$U_R = ?$

$$U_2(t) = \frac{q}{C_2}$$

$$U_2'(t) = \frac{I_0}{C_2} = \frac{I_0}{5C}$$

$$\varphi = U_2(t)$$

$$U_1(t) + \mathcal{E} = U_2(t)$$

$U_R(t) = I_R \cdot R$; $\varphi = U_R(t) + U_L(t)$; $\varphi = \mathcal{E} + U_1(t)$

$$(U_1(t) + \mathcal{E})' = (U_2(t))'$$

$U_1'(t) = U_2'(t) \Rightarrow$ ток через $C_1 = I_0$

№4

Дано:

$b = \frac{2d}{3}$;

v_0;

R;

B;

$H = 3d$;

Найти:

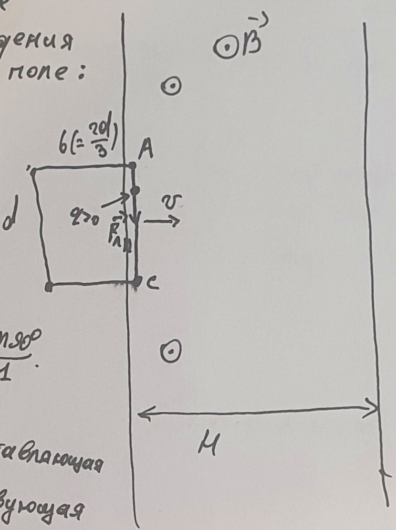
1) $a = ?$

2) $v_1 = ?$

3) $v_2 = ?$

Решение:

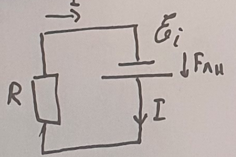
1) сразу после вхождения в поле:



сразу после вхождения проводника в МП м/у точками A и C возникает $\mathcal{E}_i = B \cdot v_0 \cdot d \cdot \underbrace{\sin 90^\circ}_{1}$.

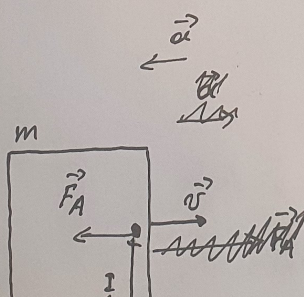
$F_{Л\parallel}$ – продольная составляющая силы Лоренца, действующая на заряд q, обусловленная движением проводника.

2)



$I = \frac{\mathcal{E}_i}{R} = \frac{B v_0 d}{R}$.

3)



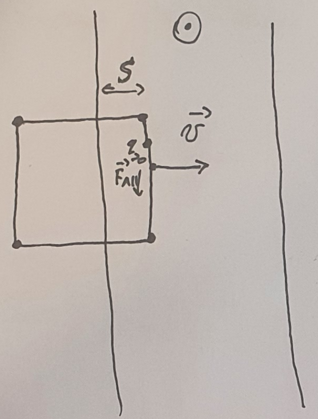
$\vec{F}_A = m\vec{a}$

$F_A = BId \cdot \sin 90^\circ$

$BId = ma \Rightarrow a = \frac{BId}{m} = \frac{B^2 v_0 d^2}{mR}$

4) рассмотрим процесс движения, когда рамка не полностью вошла в МП.

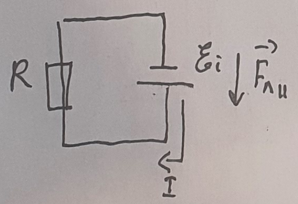
произвольный момент (вошла в М.П. на S)



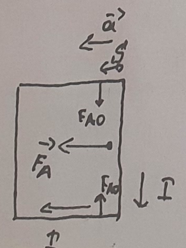
$F_{лц}$ – продольная составляющая силы Лоренца, действующая на заряд q, обусловленная движением проводника.

$$\mathcal{E}_i = B\cdot v\cdot d\cdot \sin 90^\circ$$

|||



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



$$m\vec a = \vec F_A + \underbrace{\vec F_{A0} - \vec F_{A0}}_{0}$$

$$ma = F_A = BI\cdot d\cdot \sin 90^\circ = \frac{B^2vd^2}{R}$$

$$F_{A0} = BI\cdot S\cdot \sin 90^\circ$$

$$a = \frac{B^2d^2}{mR}\cdot v; \quad v = \frac{dS}{dt}; \quad a = \frac{-dv}{dt}$$

т.к. $v \uparrow\downarrow$

$$-\frac{dv}{dt} = \frac{B^2d^2}{mR}\cdot\frac{dS}{dt} \Big| \cdot dt$$

$$-dv = \frac{B^2\cdot d^2\cdot dS}{mR}$$

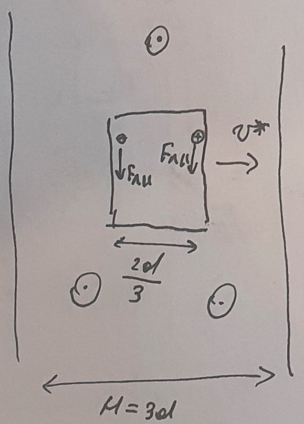
$$\int_{v_0}^{v^*} dv = \int_0^{\frac{2d}{3}} \frac{B^2 \cdot d^2 \cdot ds}{mR} \Rightarrow v^* - v_0 =$$

v^* - скорость сразу после входа в МП (полностью)

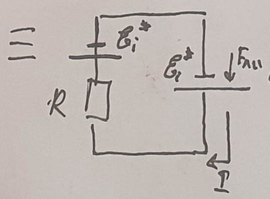
$$v^* - v_0 = -\frac{B^2 \cdot d^2 \cdot 2d}{3mR}$$

$$v^* = v_0 - \frac{2B^2 d^3}{3mR}$$

5) движение в М.П. :

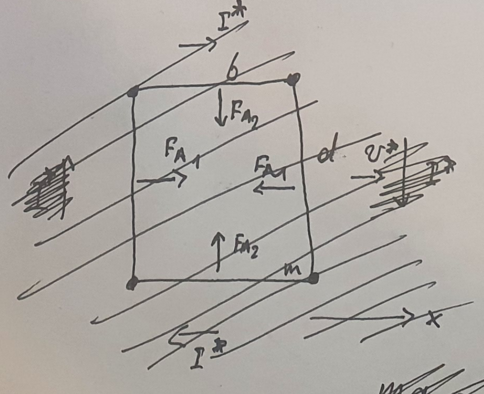


$\equiv$



$\mathcal{E}^*_{i_2} = B v^* \cdot d$

$I^* = 0$



$F_{A_1} = BI^* \cdot d \cdot \sin 90° = 0$

$F_{A_2} = BI^* b \cdot \sin 90° = 0$

$\sum_i \vec{F}_i = 0 \Rightarrow \vec{a} = 0$

$\Downarrow$

движ-ие равномерное

~~$ma_x = F_{A_1} - F_{A_1} = 0$~~

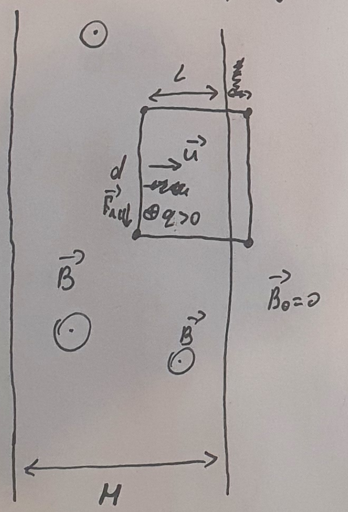
~~$\Rightarrow a_x = 0 \Rightarrow$ дви-жение равномерное~~

6) рассмотрим момент выхода правой стороны из рамки. На правую сторону сразу перестанет действовать сила Ампера, но скорость не успеет поменяться => скорость сразу после выхода рамки из М.П. равна скорости, которую имела рамка в М.П.

$$\underline{v_2 = v_0 - \frac{2B^2d^3}{3mR}}$$

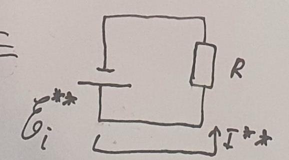
7) Выход рамки из поля:

произвольный момент:



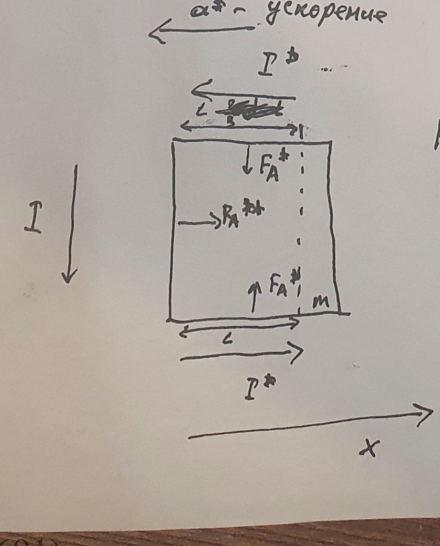
$F_{\text{Лц}}$ – продольная составляющая силы Лоренца, действующая на заряд q, обусловленная движением проводника.

$\equiv$



$$\underline{\mathcal{E}_i^{**} = Bu \cdot d \cdot \sin 90^\circ}$$

$$I^{**} = \frac{\mathcal{E}_i^{**}}{R} = \frac{Bud}{R}$$



$$\vec{F}_A^{**} + \vec{F}_A^* - \vec{F}_A^* = m a^*$$

$$F_A^{**} = ma^*;$$

т.к. $u \downarrow\downarrow \Rightarrow a^* = \frac{-du}{dt}$

$$F_A^{**} = BId = \frac{B^2d^2}{R}u = \frac{B^2d^2}{R}\frac{dl}{dt}$$

$$\frac{B^2 d^2}{R} \cdot \frac{dL}{dt} = -m \frac{du}{dt} \quad \Big| \cdot \frac{dt}{m}$$

$$\int_{v_1}^{v_2} -du = \int_0^{\frac{2d}{3}} \frac{B^2 d^2}{Rm} \cdot dt$$

$$v_2 - v_1 = -\frac{2B^2 d^3}{3Rm}$$

$$v_2 = v_1 - \frac{2B^2 d^3}{3Rm} = v_0 - \frac{4B^2 d^3}{3mR}$$

Ответ:

1) $a = \frac{B^2 v_0 d^2}{mR}$

2) $v_1 = v_0 - \frac{2B^2 d^3}{3mR}$

3) $v_2 = v_0 - \frac{4B^2 d^3}{3mR}$

Чистовик

№5

Дано:

$\frac{D_1}{D_2} = 5$

$d = 25$ см;

Найти:

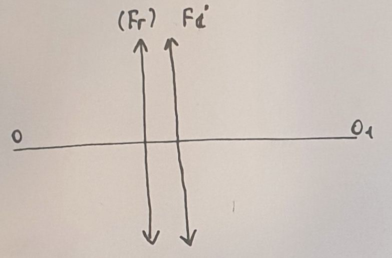
1) $x = ?$

2) $D_3 = ?$

$d_2 = 50$ см

Решение:

1) $D = \frac{1}{F}$; глаз человека можно представить в виде линзы; $F_Г = \frac{1}{x}$



т.к. по условию глаз вплотную прижат к линзе, то $D_{экв_i} = D_Г + D_i$;

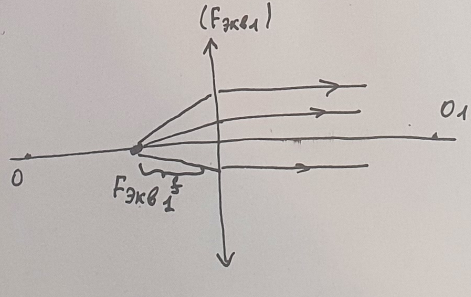
оптическая система:

- глаз + линза 1 – для смотра вдаль
- глаз + линза 2 – для смотра на расстоянии ~~…~~ $d = 25$ см

2) рассмотрим опт. систему для смотра вдаль:

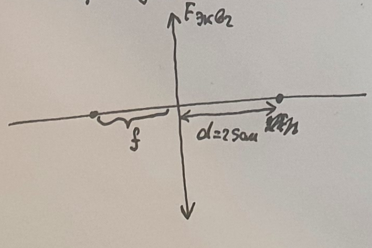
$D_Г$ (опт. сила глаза)

~~…~~ $D_{экв_1} = D_Г + D_1$; $F_{экв_1} = \frac{F_Г \cdot F_1}{F_Г + F_1}$



$Г_1 = \infty \Rightarrow F_{экв_1} = f$

3) система для смотра на d:



$Г_2 = \frac{f}{d} = \frac{F_{экв_2} \cdot d}{d - F_{экв_2}}$

Чистовик

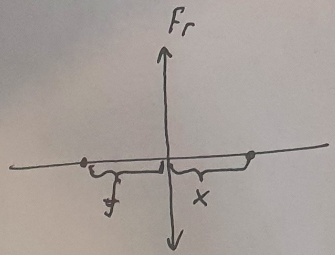
$$F_{экв_2} = \frac{F_г \cdot F_2}{F_г + F_2}$$

3) $\frac{F_{экв_1}}{d} = \frac{F_{экв_2} \cdot d}{d - F_{экв_2}}$; $\frac{D_1}{D_2} = 5 \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = 5$

$$\frac{\cancel{F_г} \cdot F_1}{d\,(F_г + F_1)} = \frac{\cancel{F_г} \cdot F_2 \cdot d}{\left(d - \frac{F_г + F_2}{F_г + F_2}\right)(F_г + F_2)}$$

$$\frac{F_1}{F_г + F_1} = \frac{F_2 \cdot d^2}{d(F_г + F_2) - F_г - F_2} \Rightarrow \frac{(d-1)F_г - F_1(d-1)}{F_г + F_1} = 5d^2$$

3) система „глаз"



$$Г = \frac{F_г}{x - F_г} = \frac{f}{x}$$