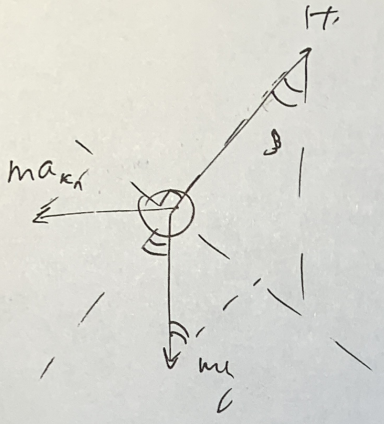
Часть 1

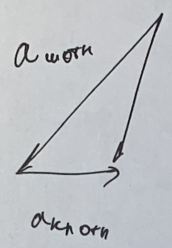
Олимпиада: **Физика, 11 класс (1 часть)**

Шифр: **21203317**

ID профиля: **353124**

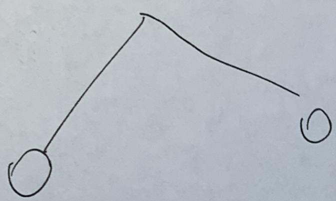
Вариант 5



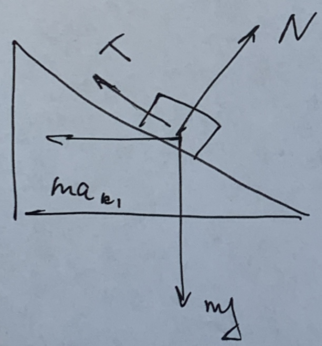


$mg\sin\beta$

$169 - 144 = 25$



$\frac{5}{13}$; $\frac{5}{12}$



ЧИСТОВИК

ВАРИАНТ 11-05 ЧАСТЬ 1

№1 $\cos\alpha = \frac{12}{13}$

H

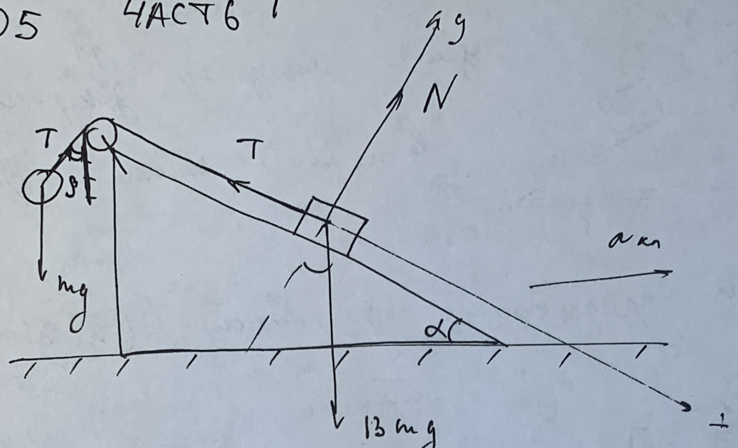
$m,\ 13m$

$\cos\beta = \frac{4}{5}$

1) $a_{кл}$ – ?

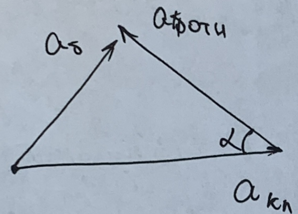
2) $a_{б}^{отн}$ – ?

3) t – ?



1) • Рассмотрим ускорение бруска

По 2 З.Н. в ИСО для бруска



$m a_{бy} = -13mg\cos\alpha + N$

$m a_{бx} = -T + 13mg\sin\alpha$

$a_{бy} = a_{отн\,y} + a_{кл\,y} = a_{кл\,y}$

$a_{бx} = a_{отн\,x} + a_{кл\,x}$

• Рассмотрим ускорение шарика

По 2 З.Н. для шарика в ИСО

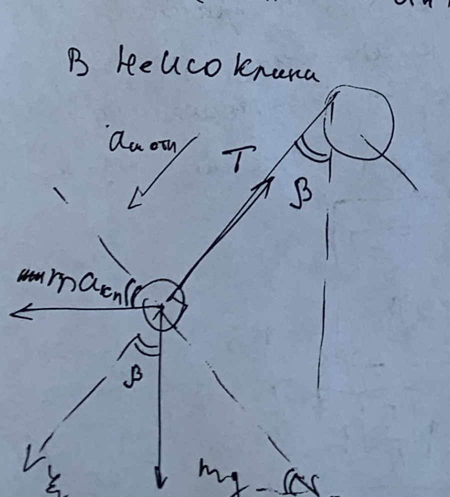
$m\vec{a}_ш = \vec{T} + m\vec{g}$

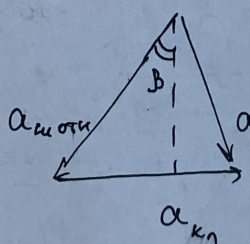
$\vec{a}_ш = \vec{a}_{кл} + \vec{a}_{ш\,отн}$

• Заметим, что в СО клина шарик движется вниз вдоль нити.

$m(\vec{a}_{кл} + \vec{a}_{ш\,отн}) = \vec{T} + m\vec{g} \Rightarrow m\vec{a}_{кл} = \vec{T} + m\vec{g} - m\vec{a}_{ш\,отн}$

В НеИСО клина





Запишем в проекции на ось ξ ($\perp\ \vec{a}_{ш\,отн}$)

$m a_{кл}\cos\beta = 0 + mg\sin\beta \cancel{+ m a_{кл}\cos\beta}$

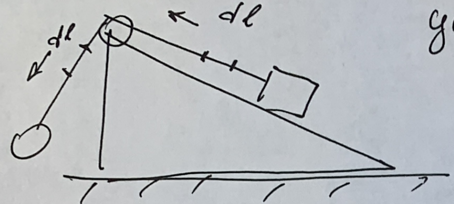
$\cancel{\boxed{a_{кл} = g\,tg\beta}}$ $\boxed{a_{кл} = g\,tg\,\beta}$

$\boxed{a_{кл} = g \cdot \frac{3}{4} = 7{,}5\ м/с^2}$

1

чистовик

Пусть за dt нить в неИСО клина прошла dl, тогда столько же нити ушло вниз $\Rightarrow$ ускорения тел в неИСО клина равны.

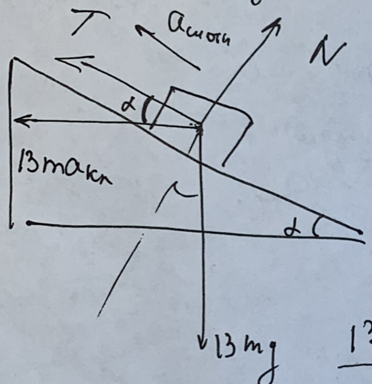


Тогда из предыдущих уравнений (2 ЗН на ось y)

$m\vec a_{ш\,отн} = \vec T + m\vec g - m\vec a_{кл}$

$ma_{ш\,отн} = -T + mg\cos\beta + ma_{кл}\sin\beta$ (1)

Также запишем 2 З.Н. для бруска в неИСО клина на ось x



$-13ma_{ш\,отн} = -T + 13mg\sin\alpha - 13ma_{кл}\cos\alpha$ (2)

из уравнений 1 и 2

$T = mg\cos\beta + ma_{кл}\sin\beta - ma_{ш\,отн}$

$13ma_{ш\,отн} = mg\cos\beta + ma_{кл}\sin\beta - ma_{ш\,отн} - 13mg\sin\alpha + 13ma_{кл}\cos\alpha$

$14ma_{ш\,отн} = mg\cos\beta - 13mg\sin\alpha + \cancel{14}\,13\,ma_{кл}\cos\alpha + ma_{кл}\sin\beta$

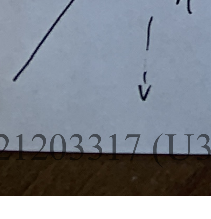
$$\boxed{a_{ш\,отн} = \frac{1}{14}g\cos\beta - \frac{13}{14}g\sin\alpha + \frac{13}{14}a_{кл}\cos\alpha + \frac{1}{14}a_{кл}\sin\beta}$$

$a_{ш\,отн} = \frac{1}{14}\cdot 10\cdot\frac{4}{5} - \frac{13}{14}\cdot 10\cdot\frac{3}{5} + \frac{13}{14}\cdot\frac{3}{4}\cdot 10\cdot\frac{5}{13} + \frac{1}{14}\cdot\frac{3}{4}\cdot 10\cdot\frac{3}{5} = -2$ м/с²

т.к. $a_{ш\,отн} < 0 \Rightarrow$ оно направлено вдоль клина вниз, а не вверх по предположению

!! Внимание $a_{ш\,отн} = a_{отн}$

3) Тогда в неИСО клина можно найти время спуска шарика



$$\frac{H}{\cos\beta} = \frac{a_{отн}t^2}{2} \Rightarrow \boxed{t = \sqrt{\frac{2H}{a_{отн}\cos\beta}}}$$

$$\boxed{t = \sqrt{\frac{2\cdot H}{2\cdot 4/5}} = \sqrt{\frac{5}{4}H}}$$

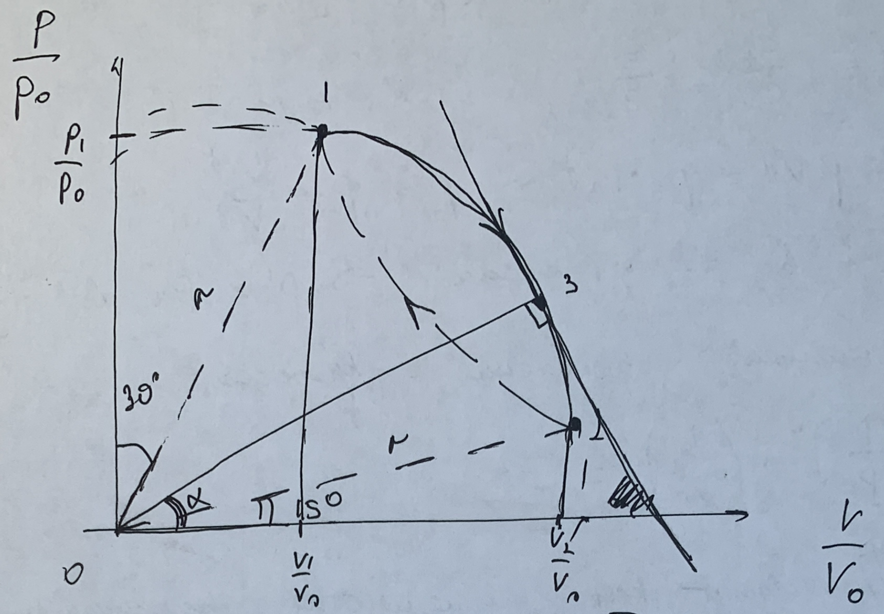
чистовик

№2

1) $\frac{T_1}{T_2}$ — ?

2) α — ?

3) $\frac{A'_{цикл}}{A'_{12}}$ — ?



1) Т.к. на ~~да~~ участке 2-~~1а~~ теплообмен с окружающ. средой мал, будем считать этот участок адиабатой

1) Для участка 1-2 справедливо соотношение

$$\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}; \quad \frac{p_1}{p_0} = r\cos 30°; \quad \frac{p_2}{p_0} = r\sin 15°$$

$$\frac{V_1}{V_0} = r\sin 30°, \quad \frac{V_2}{V_0} = r\cos 15°$$

т.о. $$\frac{r\cos 30°\cdot p_0\cdot r\sin 30°\cdot V_0}{T_1} = \frac{r\sin 15° p_0\cdot r\cos 15°\, V_0}{T_2}$$

$$\boxed{\frac{T_1}{T_2} = \frac{p_0V_0r^2\cdot\sin 30°\cdot\cos 30°}{p_0V_0r^2\sin 15°\cos 15°} = \frac{\cancel{\frac12\sin 60°}\sin 30°\cdot\cos 30°}{\frac12\sin 30°} = 2\cos 30° = 2\cdot\frac{\sqrt3}{2} = \sqrt3}$$

2) Пусть в точке 3 теплоёмкость газа равна нулю и такая точка существует. Из первого начала:

для т.3 ⇒ $\delta Q = \delta A' + dU \Rightarrow \delta Q_3 = 0 \Rightarrow \delta A'_3 + dU_3 = 0$

$\delta A'_3 = p_3 dV$; $dU_3 = \nu R dT = pdV + Vdp$

Если теплоёмкость газа в т. 3 равна нулю, то значит произошло касание адиабаты

ЧИСТОВИК

т.к. идеальный $C_p = \frac{i+2}{2} = \frac{5}{2}$; $C_v = \frac{i}{2} = \frac{3}{2}$

$\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{5}{3}$; ур-е адиабаты $pV^\gamma = const$

$pV^\gamma = p_3 V_3^\gamma \Rightarrow p = p_3 \frac{V_3^\gamma}{V^\gamma}$

т.к. в т. 3 касание $\Rightarrow p' = p_3 \cdot V_3^{\frac{5}{3}} \cdot \left(-\frac{5}{3}\right) \cdot V^{-\frac{8}{3}}$

Запишем уравнение процесса

$$\left(\frac{p}{p_0}\right)^2 + \left(\frac{V}{V_0}\right)^2 = r^2$$

Проследим как изменяются параметры газа

~~т.к.~~ $\frac{p}{p_0}\downarrow$; $\frac{V}{V_0}\uparrow$, Температура из соотн. ~~...~~ 1 уменьшается

$$\Delta Q = A' + \Delta U$$

$$\left(\frac{p_3}{p_0}\right)^2 + \left(\frac{V_3}{V_0}\right)^2 = r^2$$

3) $\frac{A'_{цикл}}{A'_{12}}$; $A'_{цикл} = A'_{12} + A'_{21} = A'_{12} - A_{21}$

A'_{12} можно найти как часть окружности

$$A'_{12} = \left(\pi r^2 \cdot \frac{90° - 30° - 15°}{360°} + \frac{1}{2} r\sin 15° \cdot r\cos 15° - \frac{1}{2} \cdot r\sin 60° \cdot r\cos 60°\right) p_0 V_0$$

$$A_{21} = \frac{3}{2}\nu R(T_1 - T_2)$$

$p V^{\gamma} = \text{const} = p_3 V_3^{\gamma}$

γ $\quad -5 \; ; \; 2{,}678$

Часть 2

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

Шифр: **21203317**

ID профиля: **353124**

Вариант 5

чистовик ВАР 11-05

№3 $C_1 = C$

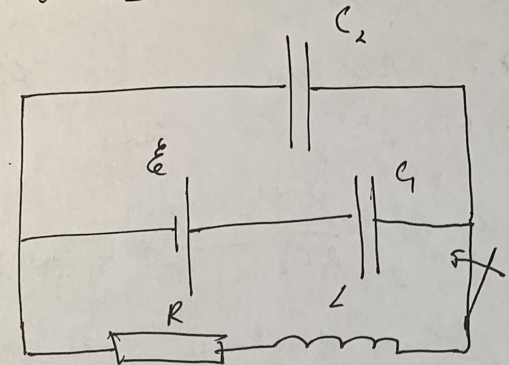
$C_2 = 2C$

1) $\dot{y}_L(0)$?

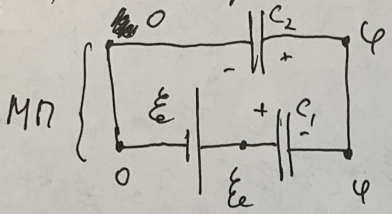
2) Q - ?

3) ~~y_0~~ ~~$y_L(\tau) = y_0$~~ y_0

$y_L(0)$ - ?



1) Рассмотрим цепь до замыкания ключа



т.к. ~~реж~~ режим установлен, то тока в цепи нет

По 2-ому правилу Кирхгофа

$$\mathcal{E}_e = \frac{q_1}{C_1} + \frac{q_2}{C_2} = \frac{q_1}{C} + \frac{q_2}{2C}$$

т.к. кон-ры изначально не заряжены, то из ЗСЗ: $-q_1 + q_2 = 0 \Rightarrow q_1 = q_2$

т.о. $\mathcal{E}_e = \frac{q_1}{C} + \frac{q_1}{2C} \Rightarrow q_1 = \frac{2}{3} C \mathcal{E}_e = q_2$

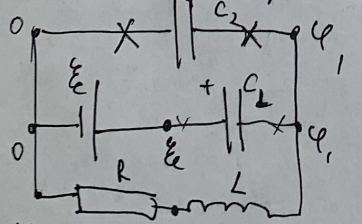
т.о. $\mathcal{E}_e - \varphi = \frac{q_1}{C_1} = \frac{2}{3}\mathcal{E}_e \Rightarrow \varphi = \frac{1}{3}\mathcal{E}_e$

После замыкания ключа напряжение на конденсаторах скачком не изменится, т.к. до замыкания ключа ток через катушку не тёк, значит сразу после замыкания ток через катушку так же не течёт. Из 2-го правила Кирхгофа

$$\mathcal{E}_e \cancel{+ I\mathcal{E}_e I r} = \frac{q_1}{C_1} + U_L \Rightarrow U_L = \mathcal{E}_e - \frac{q_1}{C_1} = \mathcal{E}_e - \frac{2}{3}\mathcal{E}_e = \frac{1}{3}\mathcal{E}_e$$

$$U_L = L\dot{y}_L(0) \Rightarrow \boxed{\dot{y}_L(0) = \frac{1}{3}\frac{\mathcal{E}_e}{L}}$$ — скорость роста тока в катушке

2) Рассм. уст. режим в цепи.



В уст. режиме ток через конденсаторы не течёт, ~~то~~ напряжение на катушке отсутствует. Из первого правила Кирхгофа можно сделать вывод о том, что и ток через катушку отсутствует.

1

чистовик

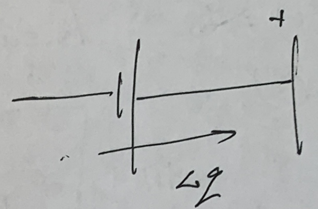
т.к. $\varphi_1 = 0$ $\Rightarrow$ конденсатор C_2 разряжен,

а напряжение на кон-ре C_1 $U_1(t_{уст}) = \mathcal{E}$

Из ЗСЭ для от 0 до $t_{уст}$

$$A_{ист} = \frac{q_1^{*2}}{2C_1} - \frac{q_1^2}{2C_1} + \frac{q_2^{*2}}{2C_2} - \frac{q_2^2}{2C_2} + \Delta W_L + Q$$

т.к. тока что вначале, что в конце в катушке нет, то $\Delta W_L = 0$



$q_1^* = C\mathcal{E}$; $q_2^* = 0$

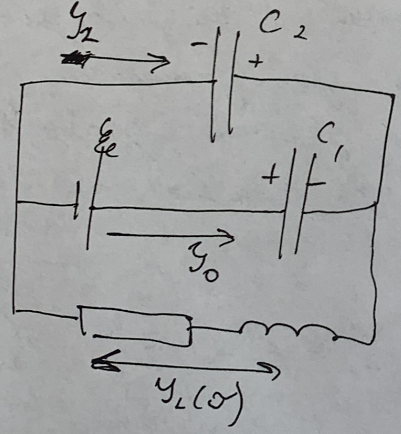
$$A_{ист} = \Delta q\, \mathcal{E}_1 = (q_1^* - q)C = \left(C\mathcal{E} - \frac{2}{3}C\mathcal{E}\right)C = \frac{1}{3}C\mathcal{E}^2$$

т.о. $\frac{1}{3}C\mathcal{E}^2 = \frac{1}{2}C\mathcal{E}^2 - \frac{1}{2}\cdot\frac{4}{9}C\mathcal{E}^2 - \frac{1}{4}\cdot\frac{4}{9}C\mathcal{E}^2 + Q$

$$\boxed{Q = \left(\frac{1}{3} - \frac{1}{2} + \frac{2}{9} + \frac{1}{9}\right)C\mathcal{E}^2 = \frac{1}{6}C\mathcal{E}^2}$$

$\cancel{\frac{2}{3} - \frac{1}{2} = \frac{4-3}{6} = \frac{1}{6}}$

3) Рассм. цепь в момент τ



Из первого правила Кирхгофа

$\cancel{I_2 = I_0 + I_L(\tau)}$ $I_2 = I_L(\tau) - I_0$

По 2-му правилу Кирхгофа

$$0 = -\frac{q_2^\tau}{C_2} + L\frac{dI_L}{dt} + I_L(\tau)R$$

$$I_0 = \frac{dq_1^\tau}{dt}$$

ЗСЭ: $A_{ист1} = \frac{q_2^{\tau 2}}{2C_2} - \frac{q_2^2}{2C_2} + \frac{q_1^{\tau 2}}{2C_1} - \frac{q_1^2}{2C_1} + Q_1 + \frac{LI_L^2(\tau)}{2}$

$$\mathcal{E} = \frac{q_1^\tau}{C_1} + L\dot{I}_L + I_L(\tau)R$$

чистовик

№4 $m,\ d,\ b=2d$

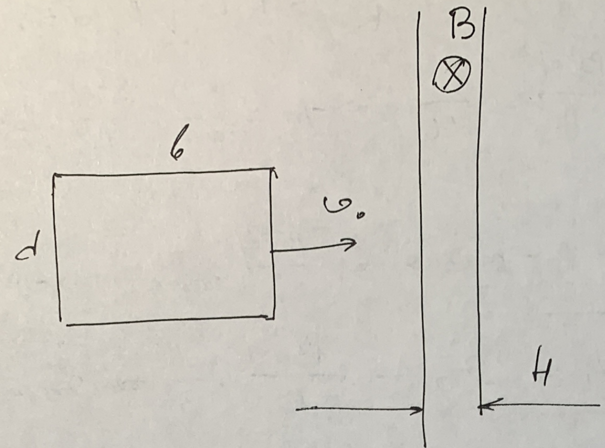
$\upsilon_0,\ R,\ B$

$H = \frac{d}{3}$

1) a_0 - ?

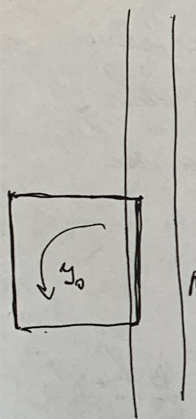
2) υ_1 - ?

3) υ_2 - ?



1) Рассм. рамку сразу после вхождения в поле

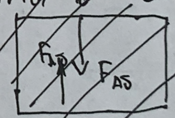
В рамке возникает ЭДС индукции, т.к. поток $\vec{B}$ через рамку возрастает $\Rightarrow \vec{B_i} \uparrow\downarrow \vec{B} \Rightarrow$ по правилу правой руки ток в рамке течёт против часовой стрелки.

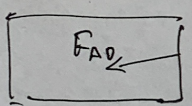


$$|\varepsilon_i| = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{B\,dS}{dt} = \frac{Bd\cdot db}{dt} = Bd\cdot\upsilon_0$$

По з-ну Ома: $I_0 = \frac{|\varepsilon_i|}{R} = \frac{B\upsilon_0 d}{R}$ | Рассм. силы, действующие на рамку. Т.к. ~~после~~

сразу после попадания одной стороны в область поля на неё действует сила Ампера, то



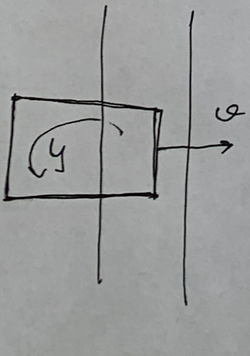


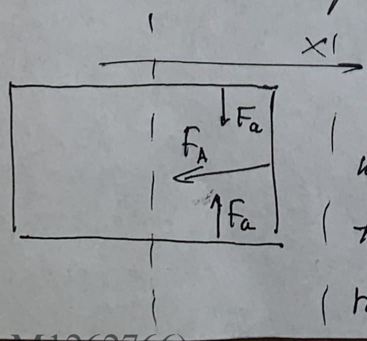
$$F_{A0} = B I_0 d = Bd\cdot\frac{B\upsilon_0 d}{R} = \frac{B^2\upsilon_0 d^2}{R}$$

По 2 з.Н. $m a_0 = F_{A0} \Rightarrow \boxed{a_0 = \frac{F_{A0}}{m} = \frac{B^2\upsilon_0 d^2}{mR}}$

2) Рассм. ~~силы~~ рамку, когда правая сторона ещё не достигла пр. края поля.

Поток через рамку увеличивается, значит $\vec{B_i} \uparrow\downarrow \vec{B}$, I течёт против часовой стрелки. Рассм. силы





Очевидно, что силы, действ. на боковые стороны рамки не вносят вклад. Тогда

По 2 з.Н.

$ma = F_A$

3

Чистовик

$$ma = BYd = Bd\cdot\frac{|\mathcal{E}_i|}{R} = Bd\cdot\left|\frac{Bd\cdot dB}{R\,dt}\right| = B^2d^2\cdot\frac{\vartheta}{R}$$

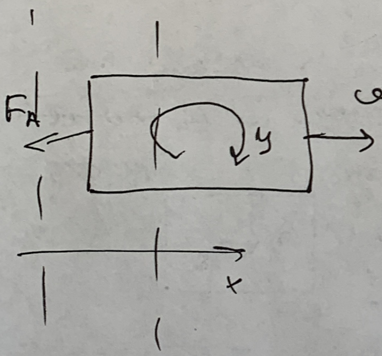
$$m\frac{d\vartheta_x}{dt} = -\frac{B^2d^2}{R}\cdot\frac{dx}{dt} \Rightarrow -m\,d\vartheta_x = \frac{B^2d^2}{R}\cdot dx$$

$$\Downarrow$$

$$-m\Delta\vartheta = \frac{B^2d^2}{R}\cdot\Delta x \Rightarrow -m(\vartheta_1-\vartheta_0) = \frac{B^2d^2}{R}H$$

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

3) Очевидно, что после ~~при~~ пересечения правой стороны правой границы поля поток $\vec{B}$ через рамку перестанет изменяться, значит $|\mathcal{E}_i| = 0 \Rightarrow$ ток по рамке не течёт. Значит силы Ампера нет и нет ускорения до тех пор, пока левая сторона рамки не заедет в поле. Проведём аналогичные рассуждения по 2 з.н.



$$ma = F_A$$

$$ma_x = -BYd = -Bd\frac{1}{R}\left|\frac{d\Phi}{dt}\right| = -Bd\,\frac{Bd\cdot dx}{R\,dt}$$

$$m\frac{d\vartheta_x}{dt} = -B^2d^2\frac{1}{R}\cdot\frac{dx}{dt}$$

$$m\,d\vartheta_x = -B^2d^2\cdot\frac{1}{R}\,dx$$

$$m(\vartheta_2-\vartheta_1) = -\frac{B^2d^2}{R}H$$

$$\vartheta_2 = \vartheta_1 - \frac{B^2d^2\cdot d}{3mR} = \vartheta_1 - \frac{B^2d^3}{3mR}$$

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

№5 чистовик

$d_1 = 25$ см

$d_0 = 25$ см

$\frac{D_1}{D_2} = 2$

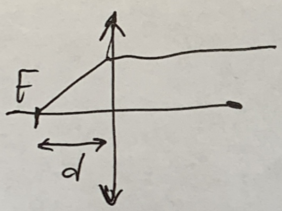
1) x − ? D_1 − ?

2) $d^* = 50$ см

D^* − ?

Оптическую систему глаза можно представить в виде собирающей линзы. Когда человек одевает очки, оптические силы складываются

~~Если человек не различает предметы с расстояния $d = 25$ см, значит $d = 25$ см — фокусное расстояние~~ его ~~глаз. Тогда мы знаем, что $F_0 = d$.~~



При просмотре удалённых объектов

$$\frac{1}{F_0} + \frac{1}{F_1} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{F_0} + \frac{1}{F_2} = \frac{1}{d_0} + \frac{1}{f}$$ ← чтение текста

$$\frac{1}{F_0} + \frac{1}{F_2} = \frac{1}{d_0} + \frac{1}{F_0} + \frac{1}{F_1} \Rightarrow \frac{1}{F_2} = \frac{1}{d_0} + \frac{1}{F_1}$$

т.к. $D_1 = \frac{1}{F_1}$; $D_2 = \frac{1}{F_2} \Rightarrow \frac{1}{F_1} = \frac{2}{F_2} \Rightarrow \cancel{F_1 = \frac{F_2}{2}}$

$$\frac{2}{F_1} = \frac{1}{d_0} + \frac{1}{F_1} \Rightarrow F_1 = -\frac{d_0}{2} = 12{,}5 \text{ см} \quad \cancel{\frac{F_2}{2} = \frac{F_1}{2}} \quad F_1 = \frac{F_2}{2}$$

$\cancel{F_1 = d_0 = 25 \text{ см}}$ $$\frac{1}{f} = \frac{1}{F_0} + \frac{1}{F_1}$$

1) $$\frac{1}{F_0} = \frac{1}{x} + \frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{F_0} + \frac{1}{F_1}$$

$$\frac{1}{x} = -\frac{1}{F_1} \Rightarrow \boxed{x = -F_1 = 12{,}5 \text{ см}}$$

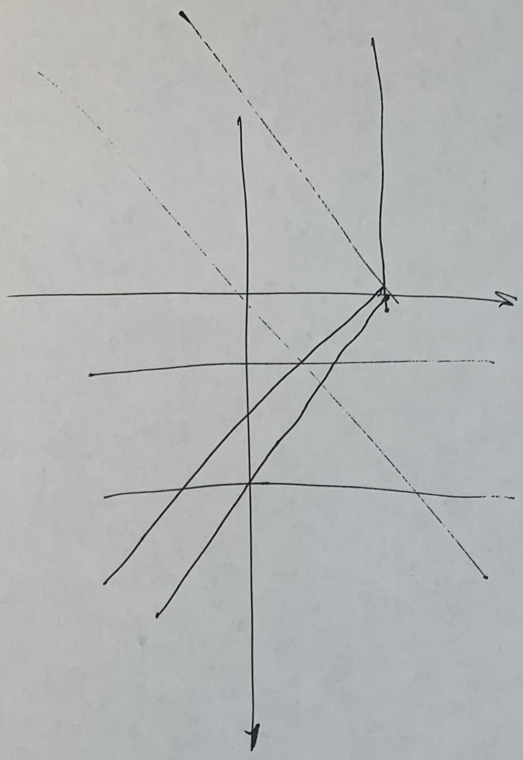
$$\boxed{D_1 = \frac{1}{F_1} = -0{,}08 \text{ дптр}}$$ — удалён. объекты

2) $$\frac{1}{F_0} + D^* = \frac{1}{d^*} + \frac{1}{f} = \frac{1}{d^*} + \frac{1}{F_0} + \frac{1}{F_1}$$

$$\boxed{D^* = \frac{1}{d^*} + \frac{1}{F_1} = -0{,}06 \text{ дптр}}$$

5

$-\frac{1}{2}$



$\frac{1}{F_0} + \frac{1}{\ }$

$\cancel{\frac{1}{F} + \frac{1}{\ }}$