0 372273 950000

37-22-73-95
(106.1)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 11

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Покори Воробьёвы горы
наменование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Татауровой Юлии Романовны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«01» 04 2023 года

Подпись участника

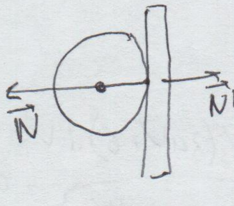
37-22-73-95 (106.1)

Черновик

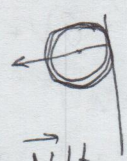
N1 $\vec{v} \perp \vec{l}$

(1)

$$ЗСИ\ Ox: m_1 v_0 = m_1 v_{1x} + m_2 v_{2x}$$



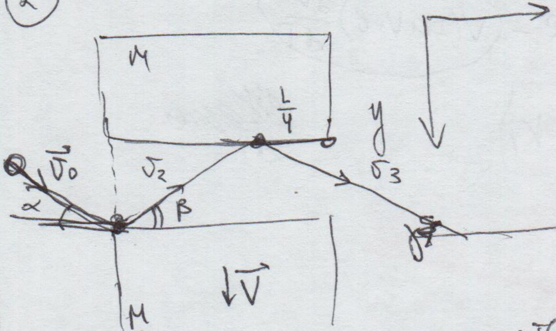
Во время удара на Ш. действ $\vec{N}$



$\vec{P_1} = \vec{N} dt$

трение.

(2)



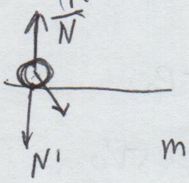
$P_{0x} = m v_0 \cos\alpha$

$P_{0y} = m v_0 \sin\alpha$

$$\boxed{m v_0 \cos\alpha = const\ !}$$

1y) ЗСИ OY : $m v_0 \sin\alpha = -m v_2 \sin\beta + M V_1$

2y) $-m v_2 \sin\beta = m v_3 \sin\gamma - M V_2$



т.е P_x сохраняется!

$m v_0 \cos\alpha = m v_2 \cos\beta$

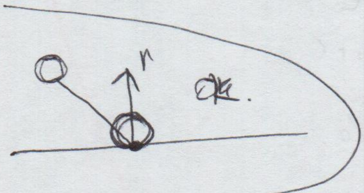
$v_2 = v_0 \frac{\cos\alpha}{\cos\beta}$

$v_3 = v_0 \frac{\cos\alpha}{\cos\gamma}$

$\frac{3}{180}$ 0,05 << 1

$$\begin{cases} m v_0 \left(\sin\alpha + \frac{\cos\alpha}{\cos\beta}\sin\beta\right) = M V_1 \\ m v_0 \left(\frac{\cos\alpha \sin\gamma}{\cos\gamma} + \frac{\sin\beta\cos\alpha}{\cos\beta}\right) = M V_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} M V_1 = m v_0 (\sin\alpha + \cos\alpha\, tg\beta) \\ M V_2 = m v_0 (\cos\alpha (tg\gamma + tg\beta)) \end{cases}$$



$$ЗСЭ: \frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_3^2}{2} + \frac{M V_1^2}{2} + \frac{M V_2^2}{2}$$

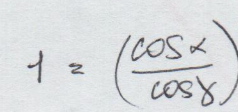
$$m v_0^2 = m \cdot v_0^2 \cdot \left(\frac{\cos\alpha}{\cos\gamma}\right)^2 + \left(\frac{m v_0 (\sin\alpha + \cos\alpha\, tg\beta)}{M}\right)^2 + \frac{(m v_0 \cos\alpha (tg\gamma + tg\beta))^2}{M}$$

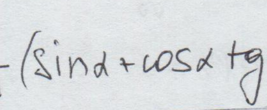
$$1 = \left(\frac{\cos\alpha}{\cos\gamma}\right)^2 + \frac{m}{M}(\sin\alpha + \cos\alpha\, tg\beta)^2 + \frac{m}{M}\cos^2\alpha (tg\gamma + tg\beta)^2$$

$$\boxed{1 = \left(\frac{\cos\alpha}{\cos\gamma}\right)^2 + \frac{m}{M}\left((\sin\alpha + \cos\alpha\, tg\beta)^2 + \cos^2\alpha (tg\gamma + tg\beta)^2\right)}$$

$\frac{1}{12} M L^2$

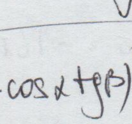
$\frac{I\omega^2}{2}$



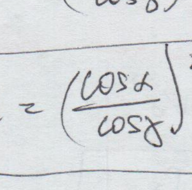


$\frac{1}{12} M L^2 \omega = M t \cdot \frac{L}{2}$ $N \frac{L}{4}$

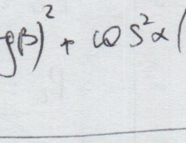
$\frac{\frac{1}{12} M L^2 \cdot \frac{36}{M^2 L^2}}{2}$



$I \cdot \varepsilon = N \frac{L}{2}$ $\frac{3}{2}$



$$\boxed{I\omega = N dt \cdot \frac{L}{2}}$$



$\omega = \frac{6}{...}$

$\frac{I\omega}{t} = N \frac{L}{2}$

1	2	3	4	Σ
5	2	4	2	13
14	12	9	2	40

+3

Σ=53

Лукашев Е В

Чистякова Н.И

Черновик

№2

① $P(V) = aV^2 + bV + C$ $\qquad \frac{dP}{dV} = 2aV + b \qquad PdV + VdP = \nu R dT$

$\delta Q = \delta A + \Delta U \qquad dP = (2aV+b)dV$

$CdT = PdV + \frac{i}{2}\nu R dT$

$CdT = \nu R dT - VdP + \frac{i}{2}\nu R dT$

$CdT = \frac{i+2}{2}\nu R dT - V(2aV+b)dV$

$C = \frac{i+2}{2}\nu R - V(2aV+b)\frac{dV}{dT} = \text{const}$

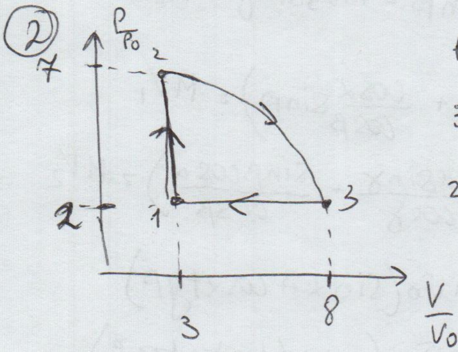
$(2aV+b)VdV = KdT$

$\boxed{V(T) = K\cdot T + V_1}$

~~$2aV^2dV + bVdV$~~

~~$\frac{2aV^3}{3} + \frac{bV^2}{2} = KT$~~

②



1-2: $V = \text{const} \Rightarrow A = 0 \Rightarrow Q_{12} = \frac{5}{2}3V_0\cdot 5P_0$

3-1: $P = \text{const}$ $\quad Q_{31} = -\frac{5}{2}\cdot 2P_0\cdot 5V_0 - 2P_0\cdot 5V_0$

2-3: $P(V) = aV^2 + bV + c$

$$\begin{cases} 7P_0 = a\cdot 9V_0^2 + 3bV_0 + C \\ 2P_0 = 64aV_0^2 + 8bV_0 + C \\ 6P_0 = 25aV_0^2 + 5bV_0 + C \end{cases}$$

$5P_0 = -55aV_0^2 - 5bV_0$

$P_0 = -11aV_0^2 - bV_0$

$-\frac{P_0 + 11aV_0^2}{V_0} = b$

$P_0 = -16aV_0^2 - 2bV_0$

$P_0 = -16aV_0^2 + 2P_0 + 22aV_0^2$

$-P_0 = 6aV_0^2 \Rightarrow \boxed{a = -\frac{P_0}{6V_0^2}}$

$\boxed{b = -\frac{P_0 + 11\cdot\frac{P_0}{6}}{V_0} = \frac{17}{6}\frac{P_0}{V_0}}$

$7P_0 + \frac{9^3}{\cancel{6}2}P_0 - \frac{3\cdot 17}{\cancel{6}2}P_0 = C$

$-\frac{14}{2}P_0$

$C = 0.$

$\boxed{P(V) = -\frac{P_0}{6V_0^2}\cdot V^2 + \frac{17}{6}\frac{P_0}{V_0}\cdot V}$

$PdV + \frac{5}{2}(PdV + dPV)$

$\frac{7}{2}PdV + \frac{5}{2}dPV$

Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

37-22-73-95 (106.1)

Черновик

$P(V) = \frac{P_0}{6}\left(36+5\frac{V}{V_0}-\left(\frac{V}{V_0}\right)^2\right)$

$\frac{7}{2}PdV + \frac{5}{2}dPV = \delta Q$

$\frac{dP}{dV} = \frac{P_0}{6}\left(\frac{5}{V_0}-\frac{2V}{V_0^2}\right)$

$\delta Q = \frac{7}{2}PdV + \frac{5}{2}\cdot V\cdot\frac{P_0}{6V_0}\left(5-\frac{2V}{V_0}\right)dV$

$dP = \frac{P_0}{6}\left(\frac{5}{V_0}-\frac{2V}{V_0}\right)dV$

$\delta Q = \frac{7}{2}\cdot\frac{P_0}{6}\left(36+5\frac{V}{V_0}-\left(\frac{V}{V_0}\right)^2\right)\cdot dV + \frac{5}{2}\frac{P_0}{6V_0}\left(5-\frac{2V}{V_0}\right)VdV =$

$= \frac{P_0dV}{12}\left(7\left(36+5\frac{V}{V_0}-\left(\frac{V}{V_0}\right)^2\right)+5\left(\frac{5}{V_0}-\frac{2V}{V_0^2}\right)V\right)$

$36\cdot7+35\frac{V}{V_0}-7\left(\frac{V}{V_0}\right)^2+25\frac{V}{V_0}-10\left(\frac{V}{V_0}\right)^2$

$17 \cdot 7 = 119$, $119 + 25 = 144$

$-17\left(\frac{V}{V_0}\right)^2+60\frac{V}{V_0}+36\cdot7$

$\frac{D}{4} = (30)^2 + 36\cdot7\cdot17 = 36\underbrace{(25+17\cdot7)}_{144} = (6\cdot12)^2 = (72)^2$

$25\cdot36$

42

102

$\frac{V}{V_0} = \frac{-30\pm6\cdot12}{-17}$

$\frac{V}{V_0} = \frac{102}{17} = 6$

$\frac{V}{V_0} = -\ldots$

$+ \quad -k \quad - \quad 6V_0 \quad +$

$\delta Q = \frac{P_0dV}{12}\left(-17\left(\frac{V}{V_0}\right)^2+60\frac{V}{V_0}+36\cdot7\right)$

$12 : 6 = 2$

$Q_{231} = \int_{6V_0}^{8V_0}\frac{P_0}{12}\left(-17\left(\frac{V}{V_0}\right)^2+60\frac{V}{V_0}+36\cdot7\right)dV =$

$36\cdot6 - 9\cdot3$

$3^3\cdot2^3 - 3^3$

$3^2\cdot(8-1)$

$7\cdot3^3$

27

8^3-6^3

$8(4^3-3^3)$

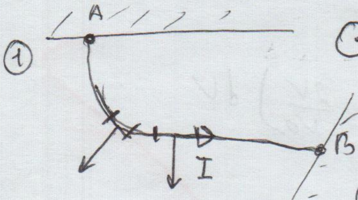
8

$16 \cdot 4 = 64$, $64 - 27 = 37$

$64 - 36 = 28$

Черновик

N 3



$\odot \vec{B}$

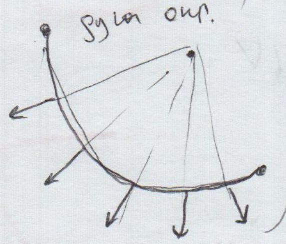
$F_a = BIdl$

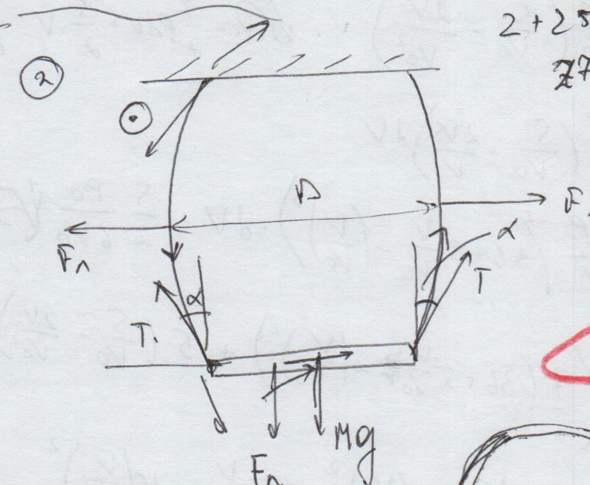
$\frac{1}{5} + \frac{5}{2} \cdot \underline{20 \cdot 5}$

$2 + 25$

27

$\frac{27}{10} \cdot 100$

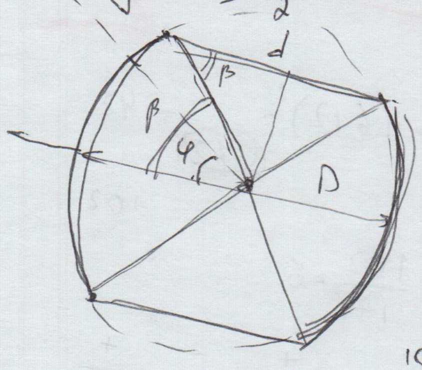




$2T\cos\alpha = IBd + Mg$

$(Mg + 2Bd) \cdot \frac{d}{2} = 2dT\cos\alpha$

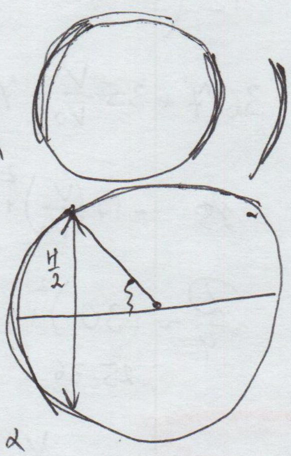
$2T\sin\alpha = F_\wedge$



$\int IB \cdot \frac{D}{2} \cdot d\varphi \cos\varphi$

$IB\frac{D}{2} \cdot \sin\varphi \Big|_0^\beta$

$2IB\frac{D}{2}\sin\beta = 2T\sin\alpha$



$\cos\beta = \frac{d \cdot 2}{2 \cdot D} = \frac{d}{D}$ $\frac{10 \cdot 20}{F}$

$36 \cdot 9$ $R\sin\beta = \frac{H}{2}$

27

$R^2 - (R\cos\beta)^2 = (R\sin\beta)^2$

$60 | 12$ 60 $\frac{10 \cdot 6}{12 \cdot 2}$

36 $3 \cdot 12$ $3 \cdot 3$

$127 \cdot 7 = 889$, $889 + 90 = 970$

$R(1 - \cos$

$-\frac{17}{36} \cdot 7 \cdot 27 + \frac{5}{2} \cdot 27 + 7 \cdot 27 \cdot 4$ $27\left(28 + \frac{5}{2} - \frac{17}{36} \cdot 7\right)$

$4 - \frac{17}{36}$ $36 \cdot 4 = 144$, $144 - 17 = 127$ $7\left(4 - \frac{17}{36}\right)$

$\frac{127}{36} +$ $\frac{127 \cdot 7}{36} + \frac{5}{2}$ $18 \cdot 5 = 90$

$27(8-1)$ $\frac{5}{2} = \frac{3}{5}$ $\frac{25-6}{10}$ $\frac{127 \cdot 7 + 90}{36}$

$64 - 36 = 38$

$(2 \cdot 4)^3 - (2 \cdot 3)^3$

$\frac{10}{4} - \frac{6}{10}$ $\frac{50 - 12}{40}$ 19 $16 \cdot 4 = 64$ $64 - 27 = 37$

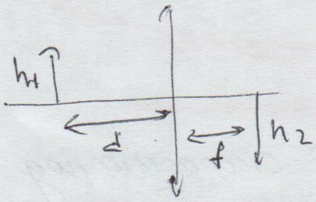
$22 \quad 25$

$8(16 \cdot 4 - 27)$

37-22-73-95 (106.1)

№4

Черновик.



$\frac{h_2}{h_1} = Г = \frac{b}{a}$

$\frac{1}{b} + \frac{1}{a} = \frac{1}{F}$

$\frac{F}{a-F} = \frac{b}{a}$

$\boxed{\frac{h_2}{h_1} = \frac{F}{a-F}}$

$574 \cdot 36$

$\left(5 \cdot 14 + 36 \cdot 24 - \frac{17 \cdot 37}{12 \cdot 3}\right)$

$41 \cdot 14 - \frac{17 \cdot 37}{36}$

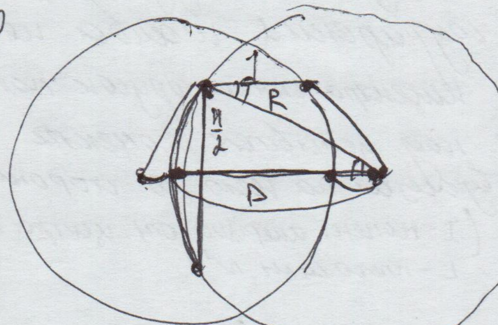
$\frac{41 \cdot 14 \cdot 37 - 41 \cdot 14 - 17 \cdot 37}{36}$

$17 \times 6 = 102$

$41 \times 14 = 164$, 41, 574

574

970



RSi

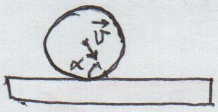
$D + x = R$

Чистовик

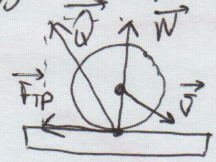
№1

Ответ на вопрос:

Пусть шайба налетает на брусок со скоростью под углом α к бруску. На шайбу со стороны бруска

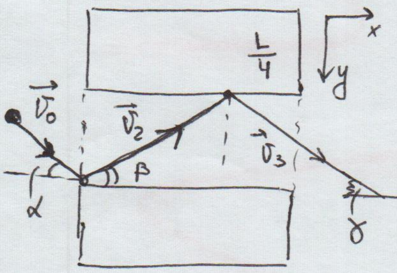


начинает действовать сила реакции $\vec{Q} = \vec{N} + \vec{F}_{тр}$. По условию брусок гладкий, следовательно, трения шайбы о брусок нет. Тогда на шайбу в плоскости движения действует лишь одна сила $\vec{N}$, направленная перпендикулярно поверхности бруска и ~~точке~~ ~~соприк~~ области соприкосновения бруска и шайбы. Т.е $\vec{N}$ проходит через центр шайбы и таким образом не создаёт момента отн. центра. Поэтому после соударения шайба не будет вращаться. Если удар нецентральный, брусок может +



начать вращаться под действием момента силы $\vec{N'} = -\vec{N}$, действующей на него со стороны шайбы. $I\frac{d\omega}{dt} = N' \cdot L$ (I - момент инерции отн. центра масс; L - плечо силы N'). +

Задача:

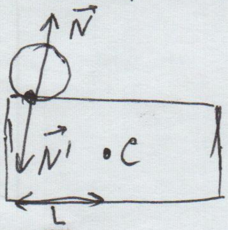


Опять же брусок гладкий $\Rightarrow$ вращения шайбы не будет. Со стороны брусков на шайбу действуют силы параллельные OY $\Rightarrow$ импульс по OX сохраняется.

ЗСИ OX: $m v_0 \cos\alpha = m v_2 \cos\beta = m v_3 \cos\gamma$ +

$v_2 = v_0 \frac{\cos\alpha}{\cos\beta}$; $v_3 = v_0 \frac{\cos\alpha}{\cos\gamma}$

Рассмотрим момент соударения бруска и шайбы:



ЗСИ по OY:

$m v_0 \sin\alpha = -m v_2 \sin\beta + N' dt$

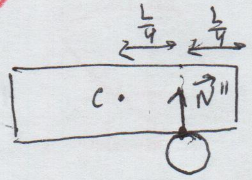
$m v_0 (\sin\alpha + \cos\alpha \cdot tg\beta) = N' dt$ (dt - время соудар-я)

$I \cdot \frac{d\omega_1}{dt} = N' \cdot \frac{L}{2}$

$\omega_1 = N' dt \cdot \frac{L}{2I}$ для бруска $I = mL^2 \cdot \frac{1}{12}$ -

$$\omega_1 = m v_0 (\sin\alpha + \cos\alpha \cdot tg\beta)\cdot \frac{L}{2}\frac{12}{ML^2}$$

ЗСИ по OY для второго удара:



$$-m v_2 \sin\beta = m v_3 \sin\gamma - N'' dt$$

$$N'' dt = m v_0 \cos\alpha (tg\beta + tg\gamma)$$

$$I \cdot \frac{d\omega_2}{dt} = N'' \cdot \frac{L}{4} \Rightarrow \omega_2 = m v_0 \cos\alpha (tg\beta + tg\gamma)\cdot\frac{L}{4}\frac{12}{ML^2}$$

ЗСЭ:

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_3^2}{2} + \frac{I\omega_1^2}{2} + \frac{I\omega_2^2}{2}$$

$$v_0^2 = v_0^2\cdot\left(\frac{\cos\alpha}{\cos\gamma}\right)^2 + \frac{\left(m v_0 (\sin\alpha + \cos\alpha\, tg\beta)\cdot\frac{L}{2}\cdot\frac{12}{ML^2}\right)^2\cdot\frac{ML^2}{12}}{m} +$$

$$+\frac{1}{m}\left(m v_0 \cos\alpha (tg\beta + tg\gamma)\frac{L}{4}\cdot\frac{12}{ML^2}\right)^2\cdot\frac{ML^2}{12}$$

$$1 = \left(\frac{\cos\alpha}{\cos\gamma}\right)^2 + \frac{m}{M}\cdot\frac{L^2}{4}\cdot\frac{12}{L^2}\cdot(\sin\alpha + \cos\alpha\, tg\beta)^2 + \frac{m}{M}\cdot\frac{L^2}{16}\cdot\frac{12}{L^2}\cos^2\alpha (tg\beta + tg\gamma)^2$$

$$1 = \left(\frac{\cos\alpha}{\cos\gamma}\right)^2 + \frac{m}{M}\left(3(\sin\alpha + \cos\alpha\cdot tg\beta)^2 + \frac{3}{4}\cos^2\alpha (tg\beta + tg\gamma)^2\right)$$

$$\frac{m}{M}\cdot 3\left((\sin\alpha + \cos\alpha\cdot tg\beta)^2 + \frac{1}{4}\cos^2\alpha (tg\beta + tg\gamma)^2\right) = 1 - \left(\frac{\cos\alpha}{\cos\gamma}\right)^2$$

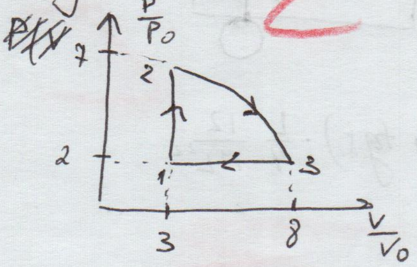
$$m = \frac{M}{3}\cdot\frac{\left(1 - \left(\frac{\cos\alpha}{\cos\gamma}\right)^2\right)}{(\sin\alpha + \cos\alpha\cdot tg\beta)^2 + \frac{1}{4}\cos^2\alpha (tg\beta + tg\gamma)^2}$$

$$\boxed{m = \frac{280}{3}\cdot\frac{\left(1 - \left(\frac{\cos 2{,}6^\circ}{\cos 2^\circ}\right)^2\right)}{(\sin 2{,}6^\circ + \cos 2{,}6^\circ\cdot tg 2{,}2^\circ)^2 + \frac{1}{4}\cos^2 2{,}6^\circ (tg 2{,}2^\circ + tg 2^\circ)^2} \text{ гр}}$$

Чистовик

№2

Задача:



1-2: $V = const \Rightarrow A = 0 \Rightarrow Q_{12} = \Delta U_{12}$

$$Q_{12} = \frac{5}{2} \cdot 3V_0 \cdot 5P_0 = \frac{75}{2} P_0 V_0$$

3-1: $Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31}$ $\quad A_{31} = -5V_0 \cdot 2P_0$

$\Delta U_{31} = -\frac{5}{2} P_0 V_0 \cdot 10$

$$Q_{31} = -10 P_0 V_0 - 25 P_0 V_0 = -35 P_0 V_0$$

2-3: $P(V) = \frac{P_0}{6}\left(36 + 5\frac{V}{V_0} - \left(\frac{V}{V_0}\right)^2\right)$ $\quad \delta Q = \delta A + dU$; $PdV + dPV = \nu R dT$

$\frac{dP}{dV} = \frac{P_0}{6}\left(\frac{5}{V_0} - \frac{2V}{V_0^2}\right)$ $\quad \delta Q = PdV + \frac{5}{2}PdV + \frac{5}{2} VdP$

$\delta Q = \frac{7}{2} PdV + \frac{5}{2} dP V$

$$\delta Q = \frac{7}{2} \cdot \frac{P_0}{6}\left(36 + 5\frac{V}{V_0} - \left(\frac{V}{V_0}\right)^2\right) dV + \frac{5}{2} \frac{P_0 V}{6}\left(\frac{5}{V_0} - \frac{2V}{V_0^2}\right) dV$$

$$\delta Q = \frac{P_0 dV}{12}\left(36 \cdot 7 + 35\frac{V}{V_0} - 7\left(\frac{V}{V_0}\right)^2 + 25\frac{V}{V_0} - 10\left(\frac{V}{V_0}\right)^2\right) =$$

$$= \frac{P_0 dV}{12}\left(-17\left(\frac{V}{V_0}\right)^2 + 60\frac{V}{V_0} + 36 \cdot 7\right); \quad f(V) = -17\left(\frac{V}{V_0}\right)^2 + 60\frac{V}{V_0} + 36 \cdot 7$$

$$\frac{D}{4} = 36(25 + 17 \cdot 7) = (72)^2$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{-30 \pm 72}{-17}$$

$-\ \ +\ \ -$; $-\frac{42}{17}V_0$, $6V_0$, V

т.е от $3V_0$ до $6V_0$ $Q > 0$;

от $6V_0$ до $8V_0$ $Q < 0$.

$$Q_+ = \int_{3V_0}^{6V_0} \frac{P_0}{12}\left(-17\left(\frac{V}{V_0}\right)^2 + 60\frac{V}{V_0} + 36 \cdot 7\right) dV = -\frac{17}{12}\frac{P_0}{V_0^2 \cdot 3} \cdot V^3 + \frac{60 P_0}{12 \cdot 2 \cdot V_0} \cdot V^2 + 36 \cdot 7 V \Big|_{3V_0}^{6V_0} =$$

$$= \cancel{-\frac{17 \cdot P_0 \cdot 36 V_0 \cdot 6}{12 \cdot 3} + \frac{60 \cdot 36 P_0 V_0}{12 \cdot 2} + 36 \cdot 7 \cdot 6V_0 + \frac{17}{17}}$$

$$= -\frac{17 \cdot P_0 V_0}{12 \cdot 3} \cdot 7 \cdot 27 + \frac{60}{12 \cdot 2} P_0 V_0 \cdot 27 + 36 \cdot 7 \cdot 3V_0 = \frac{127 \cdot 7 + 90}{36} \cdot 27 P_0 V_0$$

$$= \frac{970}{36} \cdot 27 P_0 V_0$$

Чистовик.

$$Q_- = -\frac{17}{12}\frac{P_0}{3V_0^2} + \frac{5}{2}\frac{P_0}{V_0}V^2 + 36\cdot 7 V \Big|_{6V}^{8V} =$$

$$= \left(-\frac{17}{12\cdot 3}8\cdot 37 + \frac{5}{2}\cdot 28 + 36\cdot 7\cdot 2\right)P_0V_0 = \frac{574\cdot 36 - 17\cdot 37\cdot 8}{36}P_0V_0$$

$$\eta = \frac{\Sigma Q_+ - |Q_{-\Sigma}|}{Q_+} \qquad Q_{+\Sigma} = Q_{12} + Q_+ = \left(\frac{75}{2} + \frac{970\cdot 27}{36}\right)P_0V_0$$

$$|Q_{-\Sigma}| = |Q_{31} + Q_-| = \left(35 + \frac{17\cdot 37\cdot 8 - 36\cdot 574}{36}\right)P_0V_0$$

$$Q_{+\Sigma} - |Q_{-\Sigma}| = \left(\frac{75}{2} - 35 + \frac{970\cdot 27 - 17\cdot 37\cdot 8 + 36\cdot 574}{36}\right)P_0V_0$$

$$\boxed{\eta = \frac{\frac{5}{2} + \frac{970\cdot 27 - 17\cdot 37\cdot 8 + 36\cdot 574}{36}}{\frac{75}{2} + \frac{970\cdot 27}{36}}}$$

Вопрос:

$$\delta Q = \delta A + dU \qquad PdV = \nu R dT - dPV$$

$$CdT = PdV + \frac{i}{2}\nu R dT \qquad P(V) = aV^2 + PV + C$$

$$CdT = \frac{i+2}{2}\nu R dT + PdV$$

$$CdT = \frac{i+2}{2}\nu R dT + (aV^2 + PV + C)dV$$

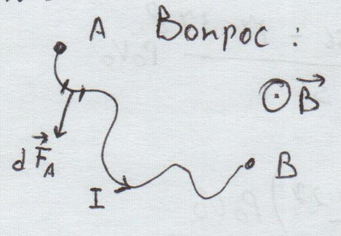
$$C = \frac{i+2}{2}\nu R dT + (aV^2 + BV + C)\frac{dV}{dT} = const$$

$C = const$, когда $\frac{dV}{dT} = 0 \Rightarrow$ ~~[illegible]~~

$$\frac{(aV^2 + BV + C)dV}{dt} = const$$

Чистовик

№3

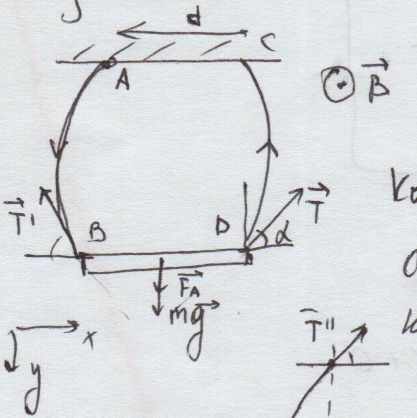


Вопрос: На проводник, по которому течет ток в магнитном поле начинает действовать сила Ампера $d\vec{F_A} = I[\vec{dL}\cdot\vec{B}]$

~~Т~~ Сила, действующая на малый отрезок провода длиной dL, перпендикулярна ему. =>

Провод примет форму дуги окружности. (все силы на маленьким кусочку будут пересекаться в центре окружности)

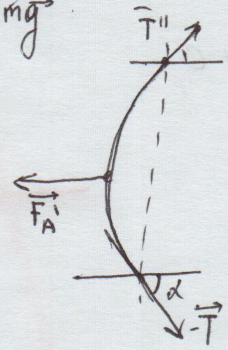
Задача:



$23H\ OX:\ T\cos\alpha = T'\cos\alpha \Rightarrow T = T'$

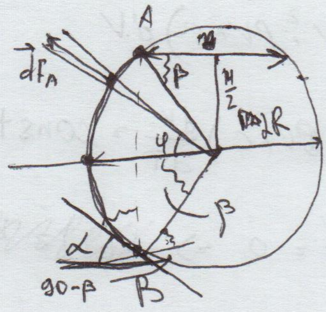
$23H\ OY:\ 2T\sin\alpha = F_A + mg;\ F_A = IBd.$ (2)

Как уже было доказано AB и CD - дуги окружностей. Рассмотрим силы, действ-ие на дугу AB:



$23H\ OY:\ T''\sin\alpha = T\sin\alpha \Rightarrow T'' = T$

$23H\ OX:\ F_A' = 2T\cos\alpha$ (1)



~~$\cos\beta = \frac{\beta}{...}$~~ ; $\alpha = 90-\beta$

~~$\sin\beta = \sqrt{1-\left(\frac{d}{D}\right)^2}$~~

$F_A' = 2T\cos(90-\beta) = 2T\sin\beta.$

$$F_A = 2\int_0^\beta IBRd\varphi\cos\varphi =$$

~~$= 2IBR\sin\beta$~~ ~~$= IBD\sqrt{1-\left(\frac{d}{D}\right)^2} = IB\sqrt{D^2-d^2}$~~

~~(1): $IB\sqrt{D^2-d^2} = 2T\cos\alpha$~~ ~~$2T = IB\sqrt{D^2-d^2}$~~

$= IB\sin\beta\cdot 2R$

(1): $IB\,2R\sin\beta = 2T\sin\beta \Rightarrow 2T = IB\,2R$

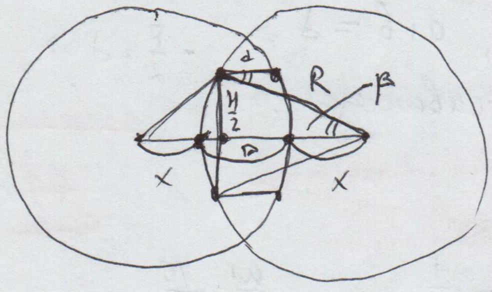
(2): $2T\cos\beta = F_A + mg = IBd + mg \Rightarrow IB\,2R\cos\beta = IBd + mg$

Чистовик

№3 (продолжение)

$\Rightarrow \cancel{I(2R\cos\beta - d) = mg} \Rightarrow \cancel{I = \frac{mg}{B}(2R\cos\beta - d)}$

$$\boxed{I = \frac{mg}{B}\left(2R\cos\beta - d\right)}$$



$x + D = R$ $\quad R\sin\beta = \frac{H}{2}$

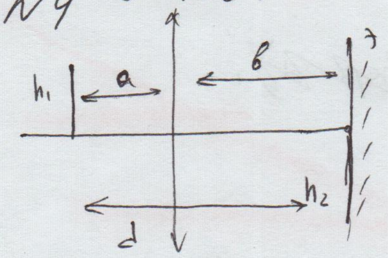
$\cancel{R\cos\beta = \sqrt{R^2}}$

$\cos\beta = \sqrt{\left(1 - \frac{H}{2R}\right)^2}$

$R\cos\beta = \sqrt{R^2 - \left(\frac{H}{2}\right)^2}$

Чистовик

№4 Вопрос:



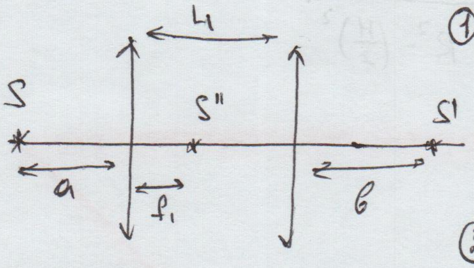
$\cancel{\frac{h_2}{h_1} = b}\ \frac{1}{\Gamma} = \frac{a}{b} = \frac{h_1}{h_2}$; $\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b} \Rightarrow \frac{a}{b} = \frac{a-F}{a}$

$\frac{a-F}{a} = \frac{h_1}{h_2} \Rightarrow 1 - \frac{F}{a} = \frac{1}{2} \Rightarrow F = 2a \Downarrow a = \frac{F}{2}$

$\frac{1}{F} = \frac{2}{F} + \frac{1}{b} \Rightarrow \frac{1}{b} = -\frac{1}{F} \Rightarrow b = -F$; $a + b = d \Rightarrow -\frac{F}{2} = d \Rightarrow$

$\Rightarrow F = -2d = -180$ см. Линза рассеивающая.

Задача:



① $\begin{cases} \frac{1}{a_1} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F_1} \\ \frac{1}{L_1 - f_1} + \frac{1}{b_1} = \frac{1}{F_2} \end{cases}$ $\quad \frac{a_1}{b_1} = \frac{10}{4}$ $\quad \frac{a_1}{b_2} = 2$

② $\begin{cases} \frac{1}{a_1} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F} \\ \frac{1}{L_2 - f_1} + \frac{1}{b_2} = \frac{1}{F} \end{cases}$ $\quad \frac{a_1}{b_3} = ?$

③ $\begin{cases} \frac{1}{a_1} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F} \\ \frac{1}{b_3} + \frac{1}{L_3 - f_1} = \frac{1}{F} \end{cases}$

$\frac{1}{a_1} = \frac{f_1 - F}{F f_1}$

$\frac{1}{b_1} = \frac{L_1 - f_1 - F}{F f_1}$

$\frac{1}{b_2} = \frac{L_2 - f_1 - F}{F f_1}$

$\frac{1}{b_3} = \frac{L_3 - f_1 - F}{F f_1}$

$\begin{cases} \frac{L_1}{f_1 - F} - \frac{f_1 + F}{f_1 - F} = \frac{10}{4} \\ \frac{L_2}{f_1 - F} - \frac{f_1 + F}{f_1 - F} = 2 \end{cases} \Leftarrow \begin{cases} \frac{L_1 - f_1 - F}{f_1 - F} = \frac{10}{4} \\ \frac{L_2 - f_1 - F}{f_1 - F} = 2 \end{cases} \Leftarrow$

$\begin{cases} \frac{L_2 - L_1}{f_1 - F} = -\frac{2}{10} \Rightarrow \frac{1}{f_1 - F} = -\frac{2}{10(L_2 - L_1)} \\ -\frac{L_1 2}{10(L_2 - L_1)} - \frac{10}{4} = \frac{f_1 + F}{f_1 - F} \Rightarrow -\frac{2}{10} - \frac{10}{4} = (f_1 + F)\left(-\frac{2}{10 \cdot 20}\right) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} f_1 + F = 270\text{см} \\ f_1 - F = -100\text{см} \end{cases}$

$\Downarrow$

$2F = 370$

$\boxed{F = 185\text{см}}$

$\frac{1}{\Gamma_3} = \frac{L_3}{f_1 - F} - \frac{f_1 + F}{f_1 - F} = -\frac{L_3 \cdot 2}{10(L_2 - L_1)} + \frac{2L_1}{10(L_2 - L_1)} + \frac{10}{4}$

$\frac{1}{\Gamma_3} = \frac{2}{10} - \frac{4 \cdot 2}{10} + \frac{10}{4} = \frac{10}{4} - \frac{6}{10} = \frac{19}{10} \Rightarrow \boxed{\Gamma_3 = \frac{10}{19}}$