0 631885 980004

63-18-85-98
(107.4)

+1 лист

1755

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

Леоновича Степана Вадимовича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

+1 лист

Дата
«01» 04 2023 года

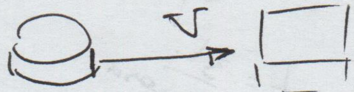
Подпись участника

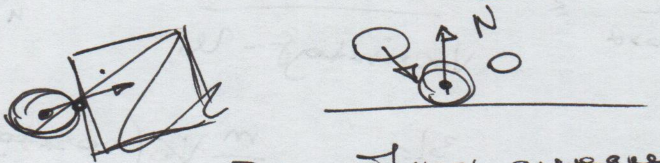
63-18-85-98 (107.4)

Черновик

1

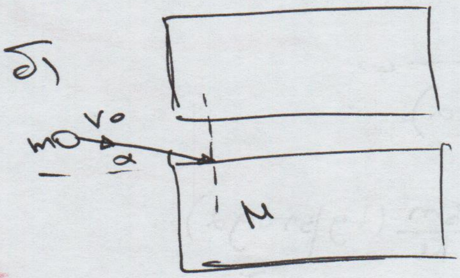
а)





Т.к. брусок гладкий $F_{тр} = 0$ => на шайбу действует только $\bar N$. Если записать з-н вращения твердого тела отн-но O: $J_O \beta = \sum M = 0$ => $\beta = 0$

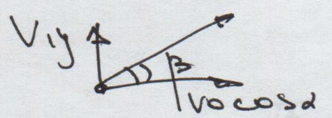
б)



~~$mV_0\sin\alpha$~~

~~$mV_0\sin\alpha$~~

$M \cdot u_1 = \int N(t) \cdot dt = m(V_{1y} + V_0 \sin\alpha)$ ✓



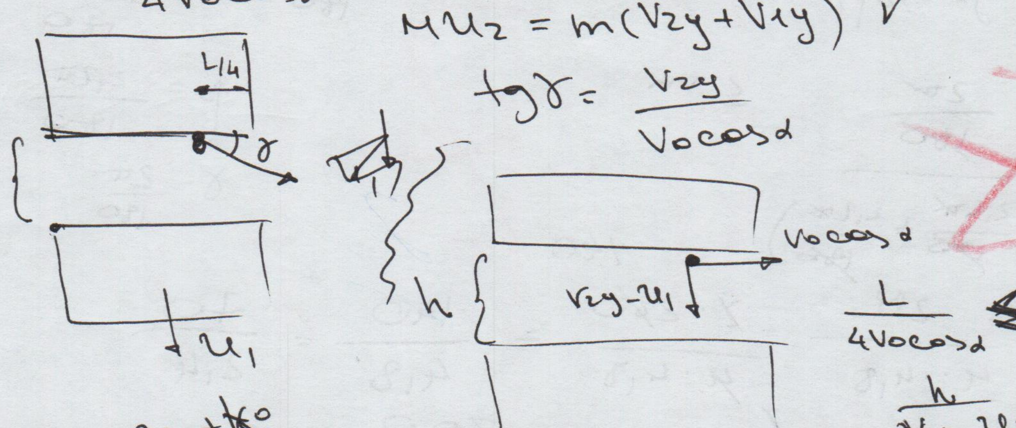
$tg\beta = \frac{V_{1y}}{V_0\cos\alpha}$

$V_{1y} = V_0\cos\alpha \cdot tg\beta$

$t = \frac{3L}{4V_0\cos\alpha}$

$Mu_2 = m(V_{2y} + V_{1y})$ ✓

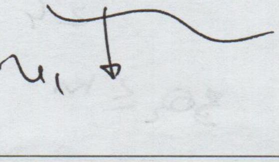
$tg\gamma = \frac{V_{2y}}{V_0\cos\alpha}$



$\frac{L}{4V_0\cos\alpha}$

$\frac{h}{V_{2y} - u_1}$

$h = t \cdot u_1 + \cancel{...}$



№	1	2	3	4
В	2	4	5	3
З	5	10	10	8

$\Sigma' = 57$

Степаньку К.В.

Черновик

$+1$ кер-во

Задача 1

$MU_1 = mV_0(\cos\alpha\, tg\beta + \sin\alpha)$

$MU_2 = mV_0(\cos\alpha\, tg\gamma + \cos\alpha\, tg\beta)$

$$\frac{L}{4V_0\cos\alpha} \le \frac{+U_1 + \cancel{U_0}^{\,0}}{V_0\cos\alpha\, tg\gamma - U_1} \qquad t = \frac{3L}{4V_0\cos\alpha}$$

$$\frac{\cancel{L}}{4\cancel{V_0}\cos\alpha} \le \frac{\frac{3\cancel{L}}{4V_0\cos\alpha}\cdot\frac{m}{M}V_0(\cos\alpha\, tg\beta + \sin\alpha)}{V_0\cos\alpha\, tg\gamma - \frac{m}{M}V_0(\cos\alpha\, tg\beta + \sin\alpha)}$$

$$\frac{1}{2\cos\alpha} \le \frac{\frac{3}{4}\frac{m}{M}(tg\beta + tg\alpha)}{\cos\alpha\, tg\gamma - \frac{m}{M}(\cos\alpha\, tg\beta + \sin\alpha)} \Leftarrow$$

$$1 \le \frac{3\frac{m}{M}(tg\beta + tg\alpha)}{tg\gamma - \frac{m}{M}(tg\beta + tg\alpha)} \Leftarrow$$

$$tg\gamma - \frac{m}{M}(tg\beta + tg\alpha) \le \frac{3m}{M}(tg\beta + tg\alpha)$$

$$tg\gamma \le \frac{4m}{M}(tg\alpha + tg\beta) \Leftarrow$$

$$\frac{M\, tg\gamma}{4(tg\alpha + tg\beta)} \le m \qquad \cancel{2}\ 180^\circ = \pi \Leftarrow$$

$$1^\circ = \frac{\pi}{180} \qquad \alpha = \frac{2{,}6\pi}{180}$$

$$\beta = \frac{2{,}2\pi}{180}$$

$$\gamma = \frac{2\pi}{180}$$

$$\frac{M\cdot\frac{2\cancel{\pi}}{\cancel{180}}}{4\left(\frac{2{,}6\cancel{\pi}}{\cancel{180}} + \frac{2{,}2\cancel{\pi}}{\cancel{180}}\right)} \le m$$

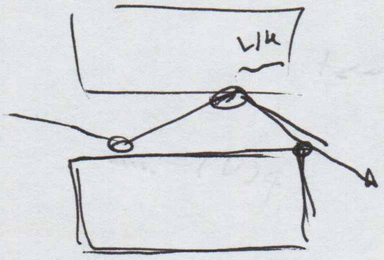
$$4\,\frac{2M}{4\cdot 4{,}8} = \frac{\overset{140}{\mathcal{Z}\cdot 2\cancel{80}}}{\cancel{4}\cdot 4{,}8} = \frac{140}{4{,}8} = \frac{70}{2{,}4}$$

$$= \frac{700}{24} \approx 30_2$$

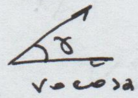
$30_2 \le m$

63-18-85-98 (107.4)

Черновик



$$mu_1 = mv_0(\sin\alpha + \cos\alpha\, tg\beta)$$

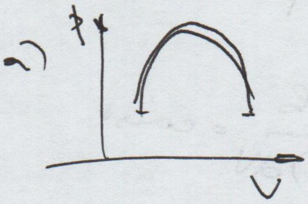


$$tg\gamma = \frac{v_y}{v_0\cos\alpha}$$

$$mu_2 = mv_0(\cos\alpha\, tg\gamma + \cos\alpha\, tg\beta)$$

$$\frac{L}{4v_0\cos\alpha} = \frac{h}{v_0\cos\alpha\, tg\gamma - u_1}$$

2

а) 

$p(V) = aV^2 + bV + c$

$C_V = const$

$$dQ = p \cdot dV + \frac{i}{2} \cancel{\nu} R\,dT = C_V \cdot \cancel{\nu} \cdot dT \quad \text{для 1 моля}$$

$$c_V = \frac{p \cdot dV}{dT} + \frac{i}{2}R$$

$$dp = 2aV + b$$

$$\Rightarrow \cancel{\nu}\ \frac{dV}{dT} \cdot p = const$$

$$p\,dV + V\,dp = \cancel{\nu} R\,dT \qquad \frac{dV}{V} + \frac{2aV+b}{p} = \frac{dT}{T}$$

$$\frac{dV}{V} + \frac{dp}{p} = \frac{dT}{T}$$

$$p(V) \cdot \frac{dV \cdot R}{p\,dV + V \cdot dp} = \frac{(aV^2+bV+c) \cdot dV \cdot R}{(aV^2+bV+c)\,dV + V \cdot (2aV+b)} =$$

$$= \frac{aV^2 \cdot dV + bV \cdot dV + c \cdot dV}{aV^2 \cdot dV + 2aV^2 + bV \cdot dV + bV + c \cdot dV}$$

$$p \cdot dV + \frac{i}{2} dT = c_V\,dT$$

$$c_V = \frac{p\,dV}{dT} = \cancel{p} \cdot \frac{R\,dT - V\,dp}{\cancel{p}\,dT} = R - V \cdot \frac{dp}{dT}$$

$$p\,dV + V\,dp = R \cdot dT$$

$$dV = \frac{R\,dT - V\,dp}{p}$$

$$\frac{dp}{dT} = \frac{2aV+b}{aV^2(2+dV) + b\cancel{V}(dV+1) + c\,dV} \cdot \cancel{V}$$

$$R\,dT = (aV^2+bV+c)\,dV + V \cdot (2aV+b) \cdot \frac{1}{R}$$

черновик

$$\frac{2aV+b}{2aV+dV\cdot aV+}$$

$$\frac{p\cdot dV}{dT} = const$$

$p(V) = $

$$p = aV^2 + bV$$

$$RdT = pdV + Vdp$$

$\cancel{pdV + Vdp}$

$\cancel{pdV}$

$$\frac{dT}{pdV} = \frac{pdV+Vdp}{RpdV} = \dots + \frac{V\cdot dp}{p\cdot dV\, R}$$

$$= \frac{V\cdot(2aV+b)}{(aV^2+bV)\cdot dV\cdot R} = \frac{2aV+b}{(aV+b)dV} = const$$

$$2aV+b = C\cdot(aV+b)\cdot dV$$

$$\cancel{aV(2-CdV)+b(1-CdV)=0}$$

$$2a(aV+b)dV - (2aV+b)\cdot(a\cdot dV + (aV+b)+\ddot{V}) = 0$$

$$\cancel{2a^2VdV} + 2abdV - \cancel{2a^2V\cdot dV} - ab\cdot V\cdot dV$$

$$-(2aV+b)(aV+b)\cdot\ddot{V} = 0$$

p(V)

$$p(V) = aV^2+bV$$

$$Q = C\cdot\Delta T = p\cdot\Delta V + \frac{i}{2}R\Delta T$$

$$C = \underbrace{p\cdot\frac{\Delta V}{\Delta T}}_{const} + \frac{i}{2}$$

$$p\,\frac{\Delta V}{\Delta t} = C_1$$

$$V\cdot\frac{\Delta p}{\Delta T} = C_2$$

$$p\Delta V + V\Delta p = R\Delta T$$

$$\frac{p\cdot\Delta V}{V\Delta p} = C_3$$

$$\Delta V = \frac{R\Delta T - V\Delta p}{p}$$

$$p\cdot\frac{R\Delta T - V\Delta p}{p\Delta T} = R - V\cdot\frac{\Delta p}{\Delta T}$$

$$\frac{(aV^2+bV)\Delta V}{V(2aV+b)} = \frac{(aV+b)\cancel{\Delta V}}{(2aV+b)\cancel{\Delta V}} = C$$

$$a(2aV+b) - 2a\cdot(aV+b)$$
$$= ab - 2ab$$
$$= -ab = 0$$

63-18-85-98 (107.4)

$$\frac{\Delta T}{T} = \frac{\Delta p}{p} + \frac{\Delta V}{V}$$ Черновик

б) $p = \frac{p_0}{6}\left(36 + \frac{5V}{V_0} - \left(\frac{V}{V_0}\right)^2\right)$

$$Q = p \cdot dV + \frac{i}{2}\nu R \cdot \Delta T = p dV + \frac{i}{2}(p dV + V dp) = 0$$

$$\frac{i+2}{2} p dV + \frac{i}{2} V \cdot dp = 0$$

$$\frac{i+2}{2}\frac{p_0}{6}\left(36 + \frac{5V}{V_0} - \left(\frac{V}{V_0}\right)^2\right)\cancel{\cdot dV} + \frac{i}{2} V \cdot \cancel{dV} \cdot \left(\frac{p_0}{6}\left(\frac{5}{V_0} - \frac{2V}{V_0}\right)\right)$$

$$\frac{(i+2)p_0}{12}\left(36 + \frac{5V}{V_0} - \left(\frac{V}{V_0}\right)^2\right) + \frac{i}{2}\frac{p_0}{6} \cdot V\left(\frac{5}{V_0} - \frac{2V}{V_0}\right) = 0$$

$\cancel{(i+2)}$ $i = 5$

$$\frac{7p_0}{12}\left(36 + \frac{5V}{V_0} - \left(\frac{V}{V_0}\right)^2\right) + \frac{5}{12} p_0\left(\frac{5V}{V_0} - \frac{2V^2}{V_0}\right) = 0$$

$$21p_0 + \frac{35}{12}\frac{p_0 V}{V_0} - \frac{7}{12}p_0\frac{V^2}{V_0^2} + \frac{25}{12}\frac{p_0 V}{V_0} - \frac{10V^2 p_0}{12V_0} = 0$$

$$21\cancel{p_0} + \frac{60}{12}\frac{\cancel{p_0}V}{V_0} - \frac{17}{12}\frac{V^2}{V_0^2}\cancel{p_0} = 0$$

$$21 + 5\frac{V}{V_0} - \frac{17}{12}\frac{V^2}{V_0^2} = 0$$

$$0 = \frac{17}{12}x^2 - 5x - 21 = 0$$

$$D = 25 + \frac{\cancel{4} \cdot \cancel{21}^{7} \cdot 17}{\cancel{12}_{3}} = 25 + 70 + 49 = 25 + 119 = 144$$

$$x = \frac{5 \pm 12}{2 \cdot \frac{17}{12}} = \frac{17}{2 \cdot \frac{17}{12}} = 6$$ — касание а единственное

а) $p \cdot \frac{dV}{dT} = c$ $\qquad p(V) = aV^2 + bV + c$

$dp = dV\,(2aV + b)$

$R\,dT = p\,dV + V\,dp$

$$\frac{R \cdot p\,dV}{p\,dV + V\,dp} = \frac{R \cdot \cancel{dV}(aV^2+bV+c)}{\cancel{dV}(aV^2+bV+c) + \cancel{dV} \cdot V \cdot (2aV+b)}$$

$$\frac{aV^2+bV+c}{3aV^2+2bV+c} R = const$$

$(2aV+b)(3aV^2+2bV+c) - (aV^2+bV+c)(6aV+2b) = 0 \Leftrightarrow$

$\cancel{6a^2V^3} + 4abV^2 + 3abV^2 + \cancel{2b^2V} + bc$

$- \cancel{6a^2V^3} + 2abV^2 - 6abV^2 - \cancel{2b^2V} - c \cdot 6aV - 2bc = 0$

$-\cancel{4abV^2}$

$-abV^2$

$(2aV^2 + bV)$

$$V \cdot \frac{dp}{dT} = \frac{V(2aV+b) \cdot \cancel{dV}}{(aV^2+bV+c)\,\cancel{dV} \cdot R} = \frac{V(2aV+b)}{aV^2+bV+c} = const$$

$(4aV+b)(aV^2+bV+c) - (2aV+b)(2aV^2+bV)$

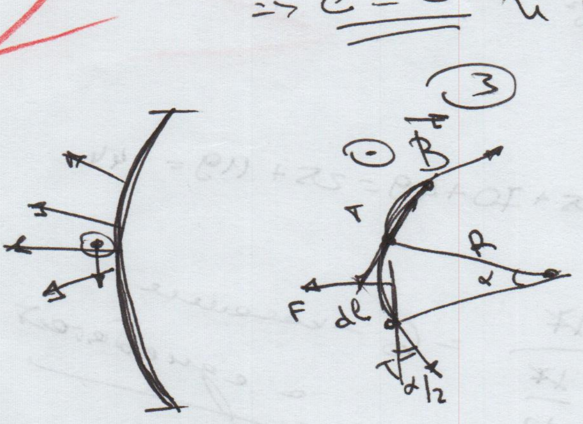
$= \cancel{4a^2V^3} + \cancel{4abV^2} + 4aVc + abV^2 + \cancel{b^2V} + bc - \cancel{4a^2V^3} - \cancel{2abV^2} - 2abV^2 - \cancel{b^2V}$

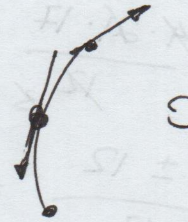
$abV^2 + 4ac \cdot V + bc = 0$

при $\forall V$

$\Rightarrow \underline{\underline{c = 0}}$ и $\underline{\underline{b = 0}}$

(3) $\quad F = i \cdot [\bar{B} \cdot \bar{\Delta l}]$





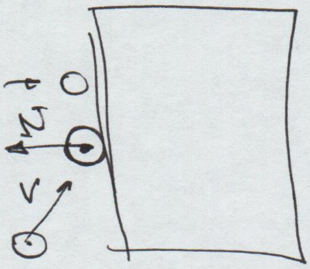
Опр-ть

Герисвель

Чистовик

1

Вопрос 1:



т.к. брусок гладкий $F_{тр} = 0$

=> ед. сила, действующая на шайбу это сила реакции опоры.

~~Если~~ Запишем ур-ие вращения отн-но оси, проходящей через центр шайбы вертикально.

$J \cdot \beta = \sum M = 0$ в $\forall$ момент времени

=> шайба вращаться не будет.

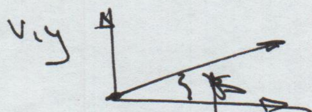
Аналогично для бруска.

б) т.к. соударения мгновенные и упругие работает ЗСИ. и ЗСЭ:

Для 1-го удара: на ось $y \perp x$

$mV_0 \sin\alpha = -mV_{1y} + MU_1$ U_1 - ск-ть шайбы бруска

$MU_1 = m(V_0 \sin\alpha + V_{1y})$



$tg\beta = \frac{V_{1y}}{V_0 \cos\alpha}$ <=

$V_{1y} = V_0 \, tg\beta \cdot \cos\alpha$

Аналогично для второго удара

$MU_2 = mV_0 \cos\alpha \, (tg\beta + tg\gamma)$

63-18-85-98
(107,4)

Чистовик (2)

Задача:

$$p(V) = \frac{p_0}{6}\left(36 + \frac{5V}{V_0} - \left(\frac{V}{V_0}\right)^2\right) \Big| \frac{d}{dV}$$

$$dp(V) = \frac{p_0}{6}\left(\frac{5}{V_0} - \frac{2V}{V_0}\right) dV$$

Найдём точки, в которой наша парабола пересекается с адиабатой. В них $\delta Q = dA + dU = 0$

$$\delta Q = p \cdot dV + \frac{i}{2}\nu R\, dT =$$

$$= pdV + \frac{i}{2}(pdV + Vdp) = \frac{i+2}{2}pdV + \frac{i}{2}Vdp = 0$$

$i = 5$, т.к. двухатомный

$$\frac{7}{2}\cdot\frac{\cancel{p_0}}{\cancel{6}}\left(36 + \frac{5V}{V_0} - \frac{V^2}{V_0^2}\right)\cdot \cancel{dV} + V\cdot\frac{\cancel{p_0}}{\cancel{6}}\cdot\cancel{dV}\left(\frac{5}{V_0} - \frac{2V}{V_0}\right)\cdot\frac{5}{2} = 0$$

$$\cancel{\frac{7}{12}\cdot 21 + \frac{35}{2}\frac{V}{V_0} - \frac{7V^2}{2V_0^2} + \frac{25V}{2V_0} - \frac{5V^2}{V_0^2} = 0}$$

$$\cancel{21 + \frac{45}{2}\frac{V}{V_0} - \frac{11V^2}{2V_0^2} = 0}$$

$$\cancel{4\cdot 21 + \frac{60}{2}\frac{V}{V_0} - \frac{17}{2}\frac{V}{V_0} = 0}$$

$$\frac{7}{12}\left(36 + \frac{5V}{V_0} - \frac{V^2}{V_0^2}\right) + \frac{5}{12}\left(\frac{5V}{V_0} - \frac{2V^2}{V_0^2}\right) = 0$$

$$7\cdot 36 + 35\frac{V}{V_0} - \frac{7V^2}{V_0^2} + 25\frac{V}{V_0} - \frac{10V^2}{V_0^2} = 0$$

$$7\cdot 36 + 60\frac{V}{V_0} - \frac{17V^2}{V_0^2} = 0$$

$$0 = \frac{17}{12}\frac{V^2}{V_0^2} - 5\frac{V}{V_0} - 21 \qquad \frac{V}{V_0} = x$$

Чистовик

$D = 25 + 4 \cdot 21 \cdot \frac{17}{12} = 25 + 17 \cdot 7 = 144 = 12^2$

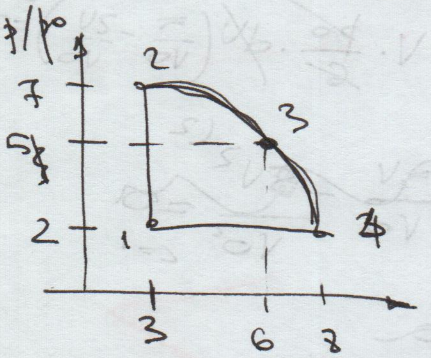
$x = \frac{5 \pm 12}{2 \cdot \frac{17}{\cancel{12}\, 6}} = \left[\begin{array}{l} \frac{-7}{17/6} < 0 \text{ не подход} \\ \frac{17}{17/6} = 6 \end{array} \right.$

$\Rightarrow V^* = 6V_0$ – касание с адиабатой

именно касание, т.к. точка пересечения только 1.

$\Rightarrow$ до $V^* = 6V_0$ тепло газ получает, после отдает.

$\eta = 1 - \frac{Q_x}{Q_н} = 1 - \frac{Q_{34} + Q_{41}}{Q_{12} + Q_{23}}$



$p(6V_0) = \frac{p_0}{6}\left(\cancel{36} + 30 - \cancel{36}\right)$

$= 5p_0$

$Q_{12} = \frac{5}{2}\left(21p_0V_0 - 6p_0V_0\right) = \frac{5}{2} \cdot 15p_0V_0 =$

$(A = 0)$

$Q_{23} = A_{23} + \frac{5}{2}U_{23}$

$A = \int p \cdot dV = \frac{p_0}{6}\left(36V + \frac{5V^2}{2V_0} - \frac{V^3}{3V_0^2}\right) = F(V)$

$A_{23} = F(V_3) - F(V_2)$

$=$

Чистовик

2

Пусть $p(V) = aV^2 + bV + c$

$Q = A + \Delta U = p \cdot dV + \frac{i}{2} \cdot \nu R dT = C\nu \cdot \nu \cdot dT$

$$C\nu = \frac{p\,dV}{\nu\,dT} + \underbrace{\frac{i}{2}R}_{const}$$

Пусть $\nu = 1$ моль

$\Rightarrow C\nu = const$, когда $p \cdot \frac{dV}{dT} = const$

Ур-ие Менделеева-Клапейрона:

$pV = \nu RT$ Возьмём производную ($\nu = 1$ моль)

$dp \cdot V + dV \cdot p = R \cdot dT \Leftrightarrow$

$dV = \frac{R \cdot dT - dp \cdot V}{p}$ $\quad dT = \frac{dpV + dV \cdot p}{R}$

$\frac{p\,dV}{dT} = \frac{R\,dT - dp \cdot V}{dT} = R - \frac{dp}{dT} \cdot V$

$$\frac{p\,dV}{dT} = \frac{p \cdot dV \cdot R}{V \cdot dp + dV \cdot p} = \frac{(aV^2+bV+c) \cdot R \cdot \cancel{dV}}{V \cdot \cancel{dV} \cdot (2aV+b) + \cancel{dV} \cdot (aV^2+bV+c)}$$

$$= \frac{aV^2+bV+c}{3aV^2 + 2bV + c} R = const = \frac{1}{3}$$

~~т.к. коэф. перед V и~~

$\Rightarrow b = c = 0$ можно взять ещё 1 производную и это увидеть наглядно (см. черновик)

Тогда

$C\nu = p \cdot \frac{dV}{dT} + \frac{i}{2}R = \frac{1}{3}R + \frac{i}{2}R =$

$\left(\frac{1}{3} + \frac{5}{2}\right)R = \frac{2+15}{6} R = \frac{17}{6}R$ – Ответ.

Чистовик

$$F_A = 2T\sin\alpha = \frac{2\sin\alpha \cdot mg}{2\cos\alpha} = mg\,tg\,\alpha$$

$$iBH = mg\,tg\,\alpha$$

$$i = \frac{mg\,tg\,\alpha}{BH}$$

$$tg\,\alpha = \frac{H}{2R+d-D} = \frac{H}{\cancel{2}\cdot\frac{H^2+(D-d)^2}{2\cancel{4}(D-d)}-(D-d)} =$$

$$= \frac{H}{\frac{H^2+(D-d)^2-2(D-d)}{2(D-d)}} = \frac{2H(D-d)}{H^2+(D-d)^2-2(D-d)}$$

$$= \frac{2\cdot 1\cdot 0{,}2}{1+(0{,}2)^2-2\cdot 0{,}2} = \frac{0{,}4}{0{,}6+0{,}04} = \frac{40}{60+4}$$

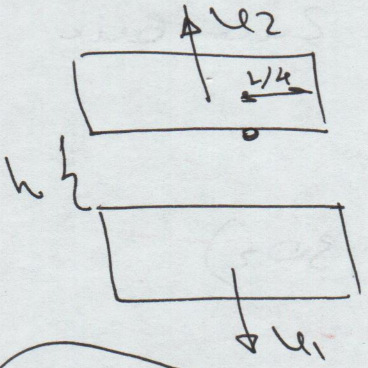
$$= \frac{\cancel{40}}{\cancel{64}} = \frac{10}{16} = \frac{5}{8}$$

$$i = \frac{mg\,tg\,\alpha}{BH} = \frac{0{,}8\cdot 9{,}8\cdot\frac{5}{8}}{3{,}5\cdot 1} =$$

$$\cancel{\frac{5}{3{,}5} = \frac{5}{0{,}7\cdot 5} = \frac{10}{7}\,A}$$

$$= \frac{\cancel{0{,}1}\cdot 5\cdot 9{,}8}{\cancel{0{,}5}\cdot 7} = 1{,}4\ A$$

Отв: 1,4 A



Чтобы шайба не стукнулась о нижний брусок

$$\begin{cases} \dfrac{L}{4V_0\cos\alpha} \le \dfrac{h}{V_0\cos\alpha\cdot tg\gamma - u_1} \\ h \approx u_1\cdot\dfrac{3L}{4V_0\cos\alpha} \end{cases}$$

ЗСЭ:

$$\frac{mV_0^2}{2} \le \frac{Mu_1^2}{2} + \frac{Mu_2^2}{2} + \frac{m}{2}\left((V_0\cos\alpha)^2 + (V_0\cos\alpha\, tg\gamma)^2\right)$$

Решим это нер-во углы малы $\approx \sin\alpha \approx tg\alpha \approx \alpha$ (в рад.)

(см. черновик страница 2)

$$SO_2 \le m$$

ЗСЭ:

$$\frac{mV_0^2}{\cancel{2}}\left(1 - \cancel{V_0}\cos^2\alpha\left(1+tg^2\gamma\right)\right) \le \frac{M}{\cancel{2}}\left(u_1^2+u_2^2\right) \Leftarrow$$

$$mV_0^2 \le \frac{M(u_1^2+u_2^2)}{1-\cos^2\alpha(1+tg^2\gamma)}$$

$$u_1 = \frac{m}{M}V_0(\sin\alpha + \cos\alpha\, tg\gamma) \approx \frac{m}{M}V_0(\alpha+\gamma)$$

$$u_2 = \frac{m}{M}V_0\cos\alpha(tg\beta + tg\gamma) \approx \frac{m}{M}V_0(\beta+\gamma)$$

$$\cancel{mV_0^2} \le \frac{\cancel{M}\cdot\frac{m^2}{M^2}\cancel{V_0^2}\left((\alpha+\gamma)^2+(\beta+\gamma)^2\right)}{\sin^2\alpha - tg^2\gamma} \Leftarrow$$

$$\frac{\alpha^2-\gamma^2}{(\alpha+\gamma)^2+(\beta+\gamma)^2}M \le m \Leftarrow$$

$$\frac{(2,6-2)(2,6+2)\cdot 280}{(2,6+2)^2+(2,2+2,6)^2}\text{ г} \le m$$

$\Leftarrow$

Черновик

2—

$$\frac{0{,}6 \cdot 4{,}6 \cdot 280}{\underbrace{(4{,}6)^2 + (4{,}8)^2}_{X}} \le m$$

Черновик

~~Ответ:~~ ~~min~~ min (Xг; 30г)

(4)

Вопрос: $\Gamma = 2 = \frac{b}{a}$ =

$b = 2a$

1 Если линза собирающая

$D = \frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{3}{2a} = \frac{9}{2L} =$

$\left(a + b = 3a = L \Rightarrow a = L/3 \right)$

$= \frac{9}{2 \cdot 0{,}9} = +5$ дптр

2) Рассеивающая ???

$\Rightarrow D = \frac{1}{a} - \frac{1}{b}$

$b - a = L \Rightarrow a = L$

$D = \frac{1}{a} - \frac{1}{2a} = \frac{1}{2a}$ =

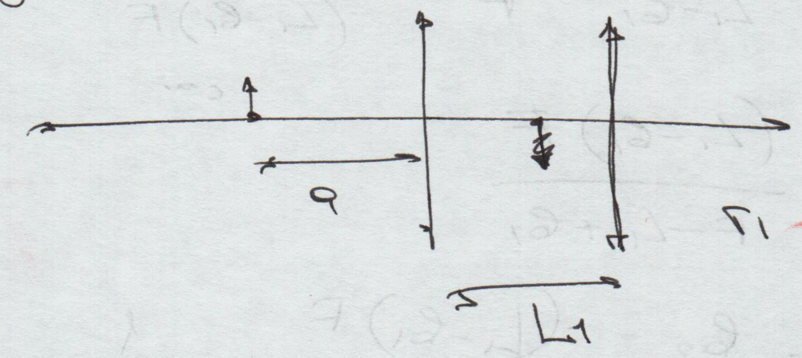
$D = \frac{-1}{2L} = \frac{-1}{2 \cdot 0{,}9} = \frac{-10}{18} = \frac{-5}{9}$ дптр

Не возможно!

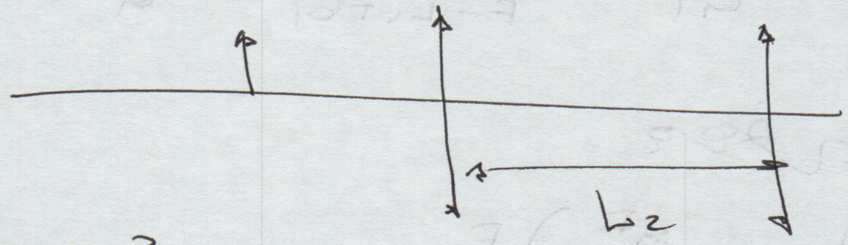
Чистовик

Задача:

1



2



$\Gamma(L_3) = ?$

Реш: 1

~~Линзы собирающие, т.к. рассеивающие не умеют давать перевернутое изображение.~~

Запишем ф-лу тонкой линзы

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b_1} = \frac{1}{F} \Leftrightarrow$$

$$\frac{1}{b_1} = \frac{1}{F} - \frac{1}{a} = \frac{a-F}{aF} \Leftrightarrow$$

$$b_1 = \frac{aF}{a-F}$$

Линзы собирающие, т.к. рассеивающие не создают перевернутых из-ий.

Причём $b_2 < F$, где b_2 – р-ие от из-ия в линзе 1 до линзы 2. $b_2 = L_1 - b_1$

$$\frac{1}{L_1 - b_1} - \frac{1}{b_2} = \frac{1}{F} \Leftrightarrow$$

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

Чистовик

$$\frac{1}{b_2} = \frac{1}{L_1 - b_1} - \frac{1}{F} = \frac{F - L_1 + b_1}{(L_1 - b_1)F}$$

$$b_2 = \frac{(L_1 - b_1)F}{F - L_1 + b_1}$$

$$\Gamma_1(L) = \frac{b_2}{a_1} = \frac{(L_1 - b_1)F}{F - L_1 + b_1} \cdot \frac{1}{a}$$

$\cancel{b_1 k = \frac{aF}{a}}$

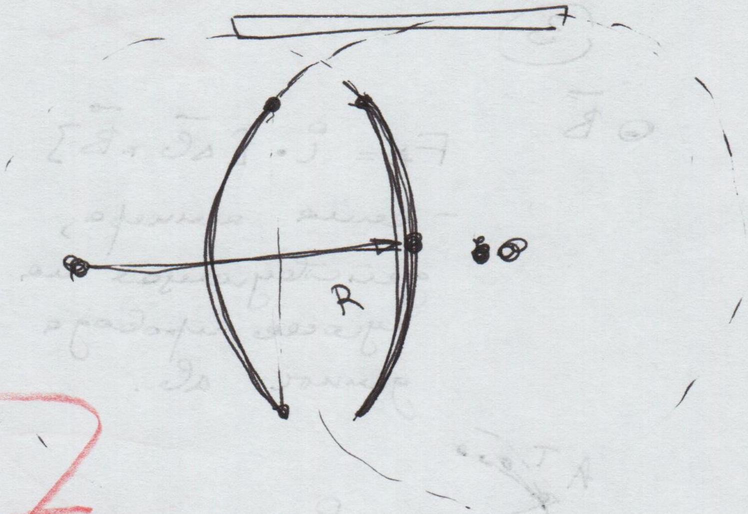
$$= \frac{\left(L_1 - \frac{aF}{a-F}\right)F}{F - L + \frac{aF}{a-F}} \cdot \frac{1}{a} =$$

$$= \frac{L(a-F) - aF}{a-F} \quad \ldots\ldots$$

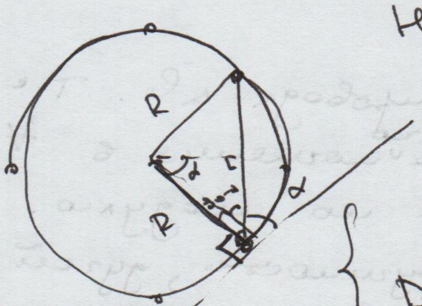
достигается

3

Черновик



$H = 2R\sin\alpha$



$$D = d + 2R(1-\cos\alpha)$$

$$\begin{cases} H = 2R\sin\alpha \\ D-d = 2R(1-\cos\alpha) \end{cases}$$

$$\frac{D-d}{H} = \frac{1-\cos\alpha}{\sin\alpha} = \cancel{\ldots}$$

$$\cancel{\left(\frac{D-d}{H}\right)\sin\alpha = 1-\cos\alpha}$$

$$\cancel{\left(\frac{D-d}{H}\right)^2\sin\alpha =}$$

$$\sin\alpha = \frac{H}{2R}$$

$$\frac{D-d}{2R} = 1-\cos\alpha$$

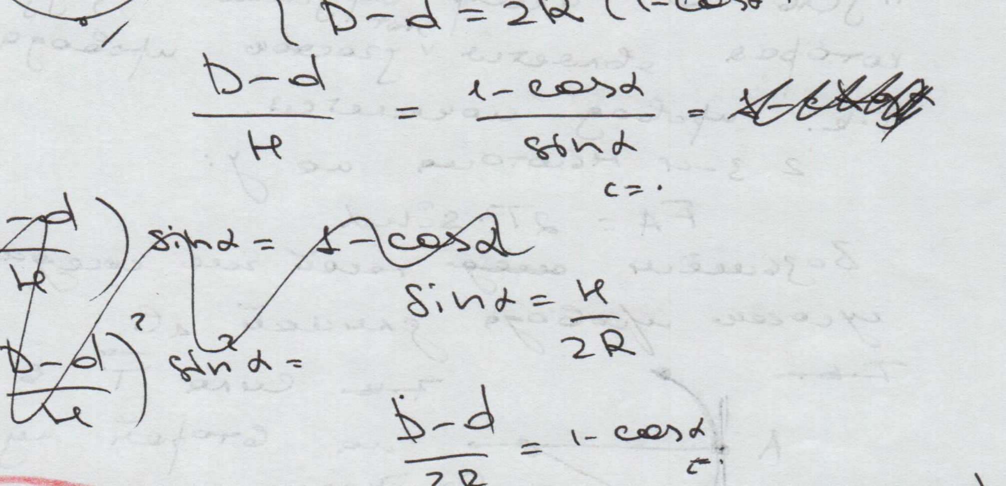
$$\cos\alpha = 1 - \frac{D-d}{2R} = \frac{2R-D+d}{2R}$$

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{H}{2R-D+d}$$

Черн.

$D = \frac{3}{2a} = \frac{3}{\frac{2L}{3}} = \frac{9}{2L}$

4



$\frac{b}{a} = 2$

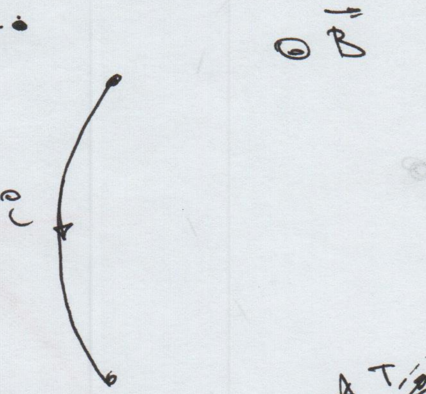
$b = 2a$

$$\begin{cases} \frac{1}{a} + \frac{1}{2a} = D \\ a + 2a = L = 3a \end{cases} \quad a = \frac{L}{3}$$

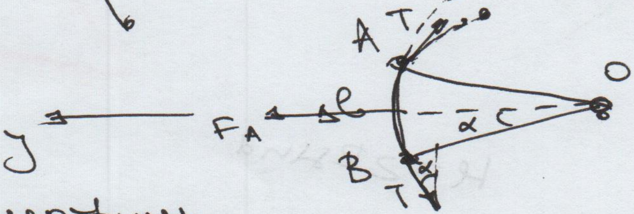
Чистовик

3

а) Вопрос:



$F_A = i \cdot [\vec{\Delta l} \times \vec{B}]$ – сила ампера, действующая на кусочек провода длиной Δl.



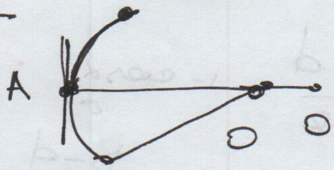
Рассмотрим маленький кусочек провода Δl. Т.к. провод лёгкий сила его натяжения в $\forall$ 2 точках одинаковая по модулю. Пусть O – центр окружности, дугой которая является этот участок провода. Т.к. провод покоится.

2 3-и ньютона на y:

$F_A = 2T \cdot \sin\alpha$

Возьмём ~~след~~ такой же соседний кусочек провода длиной Δl.

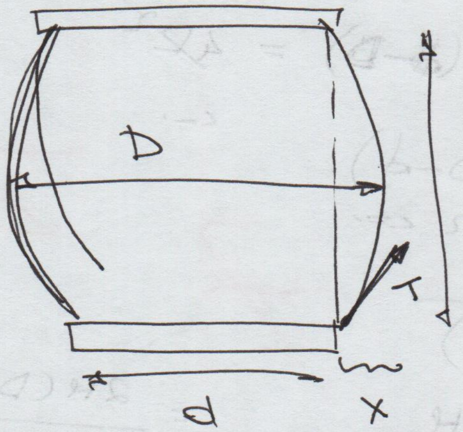
~~Т.к.~~



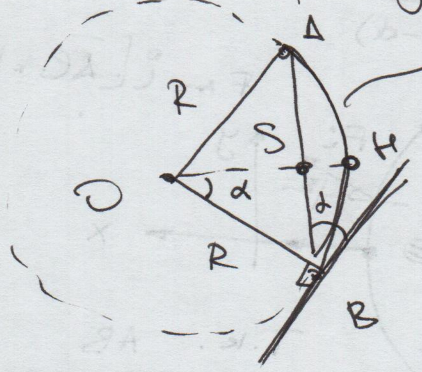
~~Т.к.~~ сила $\vec{T}$ в т. A на второй кусочек O_2 будет лежать на той же прямой (касательной к проводу) => угол α будет тот же (α – угол T и хордой, самой, которая стягивает кусочек провода)

=> но ~~Т.к.~~ ~~$\alpha = \frac{1}{2}$ угл~~ $\alpha = \frac{1}{2}$ центрального угла и длина второго кусочка такая же, как у первого => второй кусочек лежит на той же самой окр-ти => форма провода – окружность.

б) Чистовик



Форма провода – окружность



из △ OAB:

$|AB| = H = 2R\sin\alpha$

$S = AB \cap OH$

$OH \perp AB$

$SH = x = R(1-\cos\alpha)$

$D = d + 2x$

$D = d + 2R(1-\cos\alpha)$

$\cancel{D-d = 2R - 2R\cos\alpha}$ $\cancel{\cos\alpha = 2R+d-D}$

$2R(1-\cos\alpha) = D-d$

$1-\cos\alpha = \dfrac{D-d}{2R}$

$$\begin{cases} \cos\alpha = 1 - \dfrac{D-d}{2R} = \dfrac{2R+d-D}{2R} \\ \sin\alpha = \dfrac{H}{2R} \end{cases}$$

$\cancel{\operatorname{tg}\alpha = \dfrac{H}{2R+d-D}}$

$\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1 \Leftrightarrow$

$$\frac{H^2}{4R^2} + \frac{(2R+d-D)^2}{4R^2} = 1 \Leftrightarrow$$

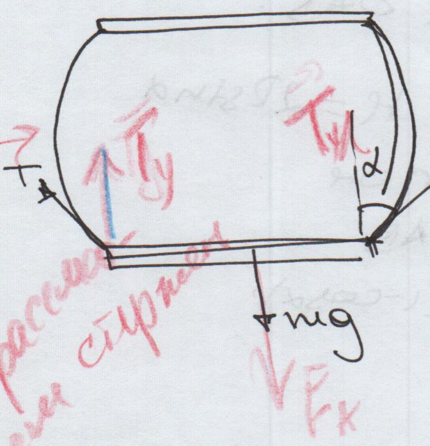
Черновик

$$h^2+\cancel{4R^2}+(D-d)^2+4R(\cancel{d-D})=\cancel{4R^2}$$

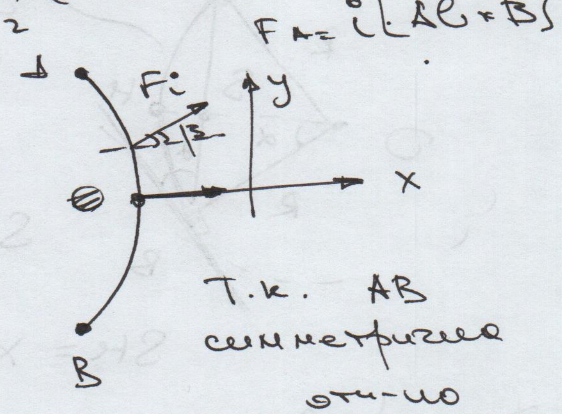
$$h^2+(D-d)^2=4R(D-d)$$

$$R=\frac{h^2+(D-d)^2}{4(D-d)}$$

$$\sin\alpha=\frac{H}{2R}=\frac{H}{2\,\frac{H^2+(D-d)^2}{4(D-d)}}=\frac{2H(D-d)}{H^2+(D-d)^2}$$ ✓



$F_A = i[\Delta\vec l\times\vec B]$

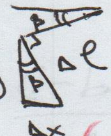


Т.к. AB симметрична отн-но оси x, проходящей через центр.

верт. компоненты F_{Ay} сократятся.

$$F_x = F_i\cdot\cos\beta = i\cdot\Delta l\cdot B\cdot\cos\beta \quad (\Delta l\perp B)$$

$$= i\cdot B\cdot\Delta l\cos\beta = i\cdot B\cdot\Delta y_i$$



$$F_A=\sum F_x = i\cdot B\cdot\sum\Delta y_i$$

$$= i\cdot B\cdot H$$ ✓

Запишем II з-н для провода по оси x и стержня по оси y.

$$\begin{cases} y:\ 2T\cos\alpha - mg = 0 \\ x:\ 2T\cdot\sin\alpha - F_A = 0 \end{cases}$$

$$T=\frac{mg}{2\cos\alpha}$$