



14-23-71-89  
(107.3)



# МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 11

Место проведения Москва  
город

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников "Блокеры вероубоевой торы"  
наименование олимпиады

по физике  
профиль олимпиады

Артмашкова Анастасия Евсеровна  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

+1 доп. лист  
+1 лист

Дата  
«01» апреля 2023 года

Подпись участника  
[Signature]

14-23-71-89  
(107.3)

Числовой заданности 4

(Вопрос) → Т.к. "на экране" ⇒ действительное

⇒ линза собирающая от линзы до тела  $f$  (+) расстоянием

$$|G| = \frac{b}{a} = 2 \Rightarrow b = 2a$$

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

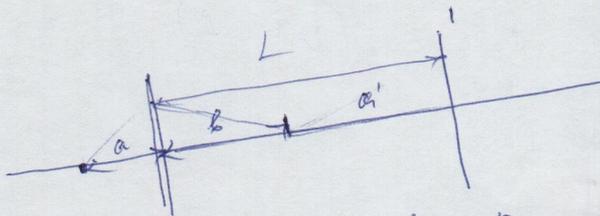
а по условию  $90 \text{ см}$

$$D = \frac{1}{180 \text{ см}} + \frac{1}{90 \text{ см}} = \frac{3}{180} = \frac{1}{60 \text{ см}} = \frac{1}{0,6 \text{ м}} = 1\frac{2}{3} \text{ дптр}$$

Задача

→ Г (как формула от L) можно записать в

везде  $\Rightarrow G(L) = G_1 \cdot G_2$  (+)



$$G_1 = -\frac{b}{a} \quad \frac{1}{a} + \frac{1}{b} = D \Rightarrow b = \frac{1}{D - \frac{1}{a}}$$

$$a' = L - b = L - \frac{a}{aD - 1}$$

$$G_2 = \frac{1}{1 - (a'D)} = \frac{1}{1 - [L - \frac{a}{aD - 1}]D}$$

$$G_1 \cdot G_2 = \frac{1}{(1 - aD)(1 - [L - \frac{a}{aD - 1}]D)} = G(L)$$

для удобства рассмотрим

$$\frac{1}{G(L)} = \frac{(1 - aD)(1 - LD + \frac{aD}{aD - 1})}{(1 - aD)(aD - 1 - (LaD^2 - LD) + aD)} = \frac{(-1)(aD - 1 - LaD^2 + LD + aD)}{aD - 1}$$

эта формула универсальна как к собер. и, так и рассе

для любой линзы и расстояния

$$(-1)(aD-1-(Lb^2a-Lb)-aD) = -aD+1+Lb^2a-Lb+aD$$

$$L(b^2a-D)+2aD$$

функция имеет вид  $f(x) = kx + b$

где  $k = b^2a - D$        $b = -(2aD + 1)$

$$\Gamma(u) = L(b^2a - D) - (2aD + 1)$$

$$\frac{1}{-0,4} = 20(b^2a - D) - (2aD + 1)$$

$$\frac{1}{-0,5} = 40(b^2a - D) - 2aD$$

$$k = +2,5 \text{ г/мб} \quad b = -3 \text{ г/мб}$$

$$-2,5 + 0,2 = -20(b^2a - D)$$

$$k = 0,5 = 20(b^2a - D) \quad \frac{0,5}{20} = b(Da - 1)$$

$$+ 0,5 = 200(Da - 1)$$

$$\Gamma(3) = kL_3 + b = -1 \oplus$$

$$(1 - aD)(1 - [L - \frac{a}{aD} - 1]D) =$$

$$\sqrt{1 - \frac{(Lb^2 - Lb - aD)}{aD-1}} = (-1)(aD - 1 - Lb^2 + Lb + aD)$$

$$Lb^2 - LD + 1 - 2aD \quad b = k = +2,5 \text{ г/мб} \oplus$$

$$L(aD^2 - D) + 1 + 2aD$$

$$L(aD^2 - D) - (2aD + 1)$$

14-23-71-89  
(107.3)

$$\frac{0,5}{20} = b^2 a - D$$

$$b^2 a - D = 0,025 \neq 0$$

$$\Phi = 4 \cdot 1 + 0,1 = 4,1$$

$$D = 1 - 1,1$$

методом  
Задача 2

Вопрос

$PV^n = \text{const}$  при  $e = \text{const}$

$j = 5$

в  $P, V$  координатах параболы при  $P \sim V^2$   
 $V \sim P^2$

$$n = -2 \quad \text{и} \quad n = -\frac{1}{2}$$

$$n = \frac{c - c_p}{c - c_v} = \frac{c - \frac{j+2}{2}R}{c - \frac{j}{2}R}$$

$$-2 = \frac{\frac{7}{2}R - c}{\frac{5}{2}R - c} \quad -5R + 2c = \frac{7}{2}R - c$$

$$-5R - \frac{7}{2}R = c$$

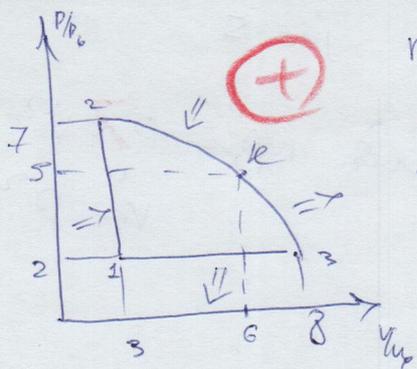
$$c = \frac{17}{6}R \quad (+)$$

$$\rightarrow \frac{1}{2} = \frac{\frac{7}{2}R - c}{\frac{5}{2}R - c} \quad -1 = \frac{\frac{14}{2}R - 2c}{\frac{5}{2}R - c}$$

$$-\frac{5}{2}R + c = \frac{14}{2}R - 2c$$

$$3c = \frac{14}{2}R + \frac{5}{2}R = \frac{19}{2}R \quad (+)$$

$$c = \frac{19}{6}R$$



$\eta = ?$   
 $j = 5$

$$P_{(y)} = \frac{P_0 V_0^j}{6} + 5 \frac{V}{V_0} - \left( \frac{V}{V_0} \right)^2$$

~~Handwritten scribble~~

$\int Q = \int A + dU = P dV + \frac{5}{2} d(PV) = P dV + \frac{5}{2} P dV + \frac{5}{2} V dP$   
 процесс 23 - не контролируемый  
 процесс (к) - процесс направленный

$$\int Q = \int A + dU = P dV + \frac{5}{2} d(PV) = P dV + \frac{5}{2} P dV + \frac{5}{2} V dP$$

$$\frac{7}{2} P dV + \frac{5}{2} V dP = \frac{1}{2} dV \left( 7P + 5V \frac{dP}{dV} \right)$$

в точке (к)  $7P + 5V \frac{dP}{dV} = 0$

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

сохраняется потенциальность,  
 т.к.  $P_0 = 1, V_0 = 1, P_0 V_0 = 1$   
 со значения от  $P_0$  и  $V_0$

$$P = 6 + \frac{5}{6} V - \frac{V^2}{6}$$

$$\frac{dP}{dV} = P'_{(y)} = \frac{5}{6} + \frac{2V}{6} = \frac{1}{6} (5 + 2V)$$

$$7 \cdot \frac{1}{6} [36 + 5V - V^2] + 5 \cdot \frac{1}{6} V (5 + 2V) = 0$$

$$\frac{7 \cdot 36}{6} + \frac{7 \cdot 5}{6} V - \frac{7 \cdot 1}{6} V^2 + 5 \cdot \frac{1}{6} V (5 + 2V)$$

$$7 \cdot 36 + 7 \cdot 5 V - 7 V^2 + 25 + 10 V = 0$$

$$+ 7 V^2 + V (35 + 10) + 7 \cdot 36 + 25$$

$$D = 25^2 - 4 \cdot 36 \cdot 25 \cdot 7 = 25(25 - \dots)$$

~~Large handwritten scribble~~

~~Handwritten scribble~~

$$7 \cdot 36 + 7 \cdot 5V - 7V^2 + 25V - 10V^2 = 0$$

$$+ 17V^2 - V(35 + 25) - 7 \cdot 36 = 0$$

$$\Phi = 60^2 - 7 \cdot 36 \cdot 4 = 6^2 (10^2 - 7 \cdot 4)$$

$$dQ = dA + dU = P dV + \frac{5}{2} d(PV) =$$

$$\frac{7}{2} P dV + \frac{5}{2} V dP = \frac{1}{2} dV (7P + 5V \frac{dP}{dV})$$

$$7P + 5V \frac{dP}{dV} = 0$$

$$36 \cdot 7 + 5 \cdot 7V - 7V^2 + 5V(5 - 2V) = 0$$

$$36 \cdot 7 + 5 \cdot 7V - 7V^2 + 25V - 10V^2 = 0$$

$$- 17V^2 + 60V + 36 \cdot 7 = 0 \quad 25+7 = V_{02} = 6V$$

$$\Phi = 60^2 + 7 \cdot 4 \cdot 36 \cdot 17 = 2 \cdot 6^2 (5^2 + 7 \cdot 4) = 144^2$$

$$36 \cdot 7 + 5 \cdot 7V - 7V^2 + 5 \cdot 5V - 5 \cdot 2$$

$$\eta = \frac{A_n}{Q_M} = \frac{A_n}{Q_{12} + Q_{2K}}$$

$$\frac{144}{34}$$

$$\frac{55^2}{225}$$

$$\begin{array}{r} 275 \\ + 485 \\ - 180 \\ \hline 940 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 485 \\ 512 - 27 \end{array}$$

$$A_n = \int_3^8 P_0 v dv - 10 = \frac{1}{6} (36(8^3 - 3^3) + 5(8^2 - 3^2) + (8^3 - 3^3)) - 10 =$$

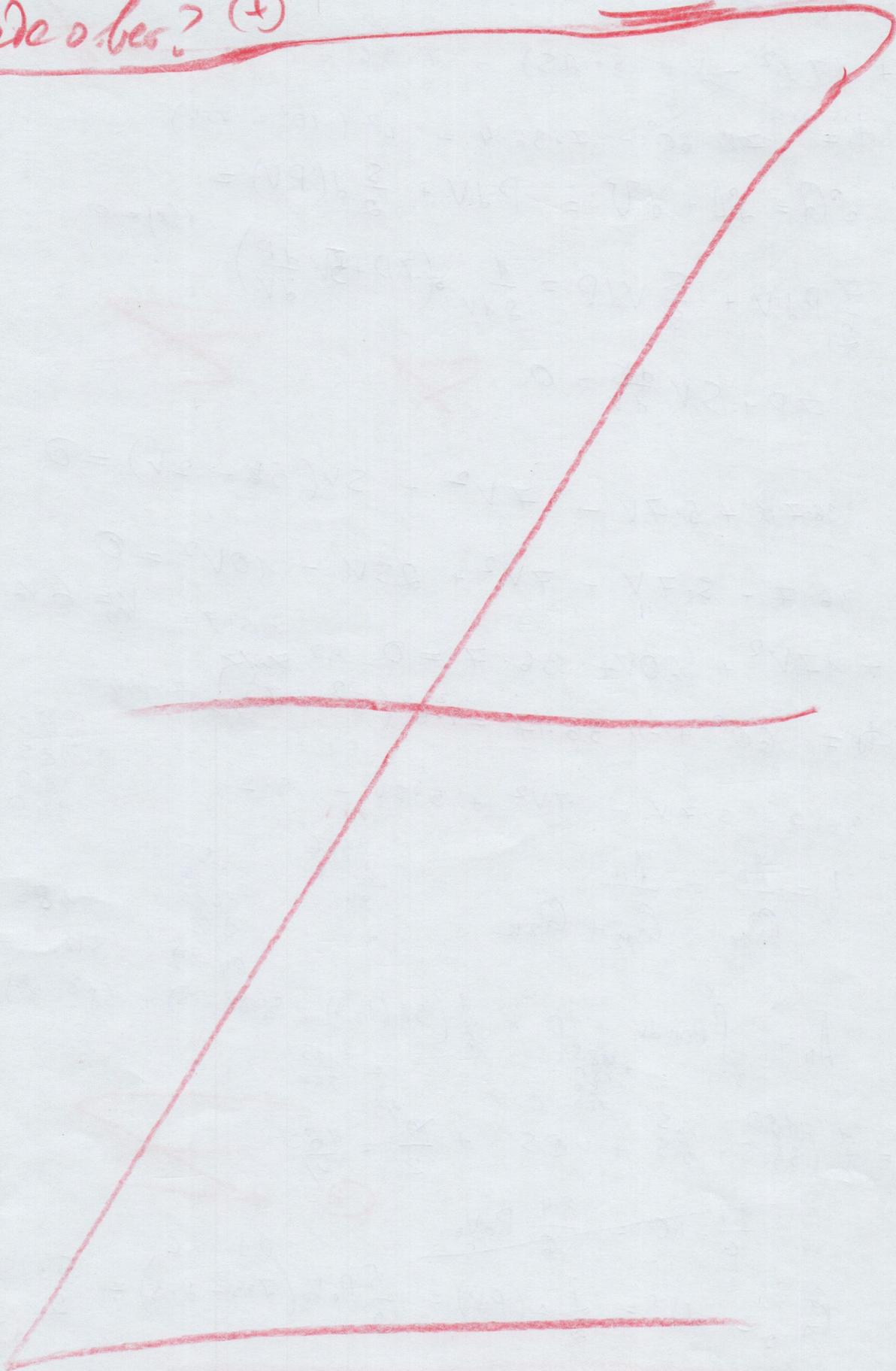
$$Q_{2K} = \frac{1}{6} (36 \cdot 5 + 5 \cdot 5 + 485) + \frac{45}{2} = \frac{165}{4}$$

$$\frac{94}{6} - 10 = \frac{34}{6} P_0 V_0$$

$$Q_{12} = dU = \frac{5}{2} P_0 V_0 (7 \cdot 3 - 2 \cdot 3) = \frac{5 \cdot 15}{2} P_0 V_0$$

$$Q_M = \frac{75}{2} + \frac{165}{4} = \frac{315}{4} \Rightarrow \eta = \frac{115/567}{315/4} \approx 0,25?$$

де о.вес? (+)



14-23-71-89  
(107.3)

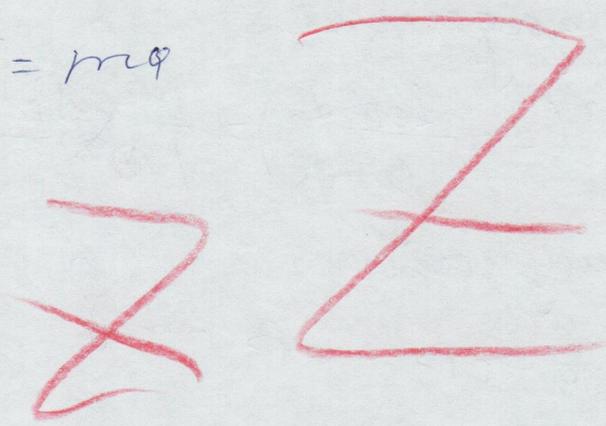
$\vec{I}$

$$2I \cos \alpha = mg + dB I$$

$$2BI R \cos \alpha - dB I = mg$$

$$I = \frac{mg}{2BR \cos \alpha - dB}$$

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

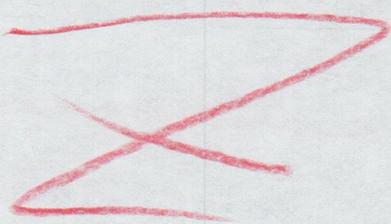


$$dQ = dA + dU = \mu PdV + \frac{5}{2} d(PV) =$$

$$PdV + \frac{5}{2} VdP + \frac{5}{2} PdV = \frac{7}{2} PdV + \frac{5}{2} VdP =$$

$$\frac{1}{2dV} \left( 7P + 5V \frac{dP}{dV} \right)$$

$$7P + 5V P' = 0$$



$$7 \cdot 36 + 7 \cdot 5V - 7V^2 + 5V(5 - V)$$

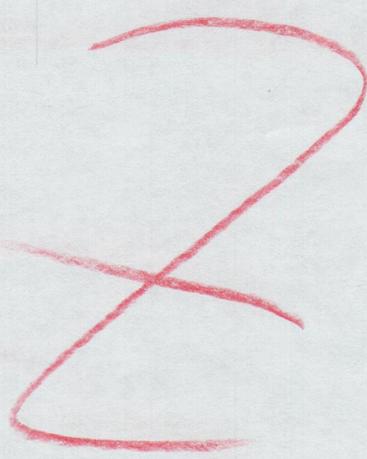
$$- 7V^2 - 5V^2 + 25V + 7 \cdot 5V + 7 \cdot 36$$

$\vec{v}$   $\Delta t$

$$v = \frac{F \Delta t}{M}$$

$$\Delta \omega = \frac{k F \Delta t}{I M}$$

$$\frac{\Delta v}{\Delta \omega} = \frac{I}{k}$$



Продолжение теоретика  
1 задание

$$k = \frac{L}{2} \quad \times 4$$

$$M^2 \left(1 - \frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \beta}\right) = \frac{m^2 \sin^2(\alpha + \beta)}{M^2 \cos^2 \beta} \left(1 + \frac{k^2}{L^2}\right)$$

2 случаи

$$\alpha \rightarrow \beta \quad \beta \rightarrow \gamma$$

$$k = \frac{L}{4} \quad \times 4$$

$$\left(1 - \frac{\sin^2 \beta}{\cos^2 \gamma}\right) = \frac{m^2 \sin^2(\beta + \gamma)}{M^2 \cos^2 \gamma} \left(1 + \frac{k^2}{L^2}\right)$$

второе уравнение мая 4 и отсюда

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

т.к.

$$\alpha = 2,6$$

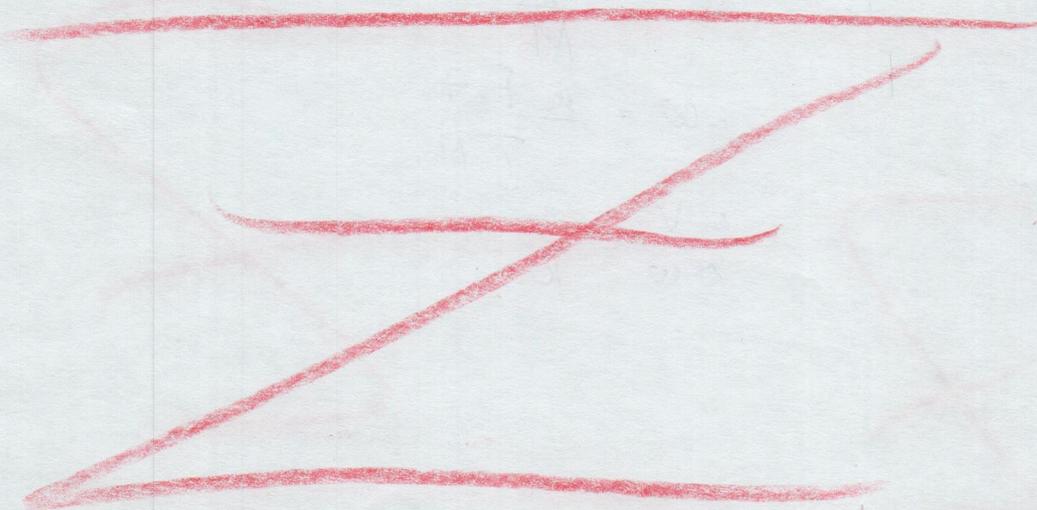
$$\beta = 2,2$$

$$\gamma = 2$$

лучи малые  $\Rightarrow$   $\sin \alpha = \alpha$  в рад.  
в рад. можно не пер. т.к.  
маленько отклонение

$$\frac{m^2}{M^2} \left( \sin^2 2,6 - \frac{4,6^2}{4-4} \right)$$

~~8~~



$$\delta Q = \delta A + P \delta V = P dV + \frac{1}{2} \delta R \delta T =$$

$$P dV + \frac{5}{2} d(PV) = \frac{7}{2} P dV + \frac{5}{2} V dP =$$

$$\frac{1}{2} \left( 7P + 5V \frac{dP}{dV} \right)$$

$$7 \cdot 36 + 5 \cdot 7V - 7V^2 + 5V(5 - 2V)$$

$$7 \cdot 36 + 5 \cdot 7V - 7V^2$$

$$Q = (35 + 25V^2)$$

$$(1 - ab)(1 - (L - \frac{a}{ab-1})D) =$$

$$(1 - ab) \left( 1 - \frac{Lap^2 + Lb - ab}{ab-1} \right) =$$

~~$$L - ab \quad L(a) \quad -D - 0$$~~

$$(1 - ab) \left( \frac{Lap^2 - Lb - ab}{ab-1} \right)$$

$$-1 + Lap^2 - Lb - ab =$$

$$L(ab^2$$

$$L(ab^2 - b) - (Lb + 1)ab + 1$$

$$ab - 1$$

$$1 + ab$$

$$-1 - ab + Lap^2 - Lb - ab$$

$$L(ab^2 - b) - (ab + 1)$$

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

$$1,04$$

$$R = \frac{1 + 0,04}{4} \quad \frac{10}{4} \quad 0,1 \quad \frac{1,3}{4}$$

$$\frac{0,13}{4} - \frac{1 - 0,18}{2}$$

$$\frac{1300 \quad 400}{100325}$$

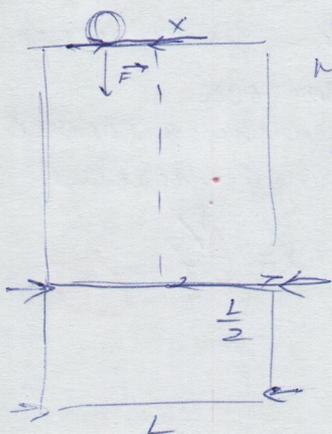
$$\begin{array}{r} 1300 \quad 400 \\ 1000 \\ \hline 1000 \\ 800 \\ \hline 2000 \end{array}$$

$$0,0325 - 0,1$$

$$\begin{array}{r} 0,13/4 \\ 12325 \\ \hline 10 \\ -8 \\ \hline 20 \end{array}$$

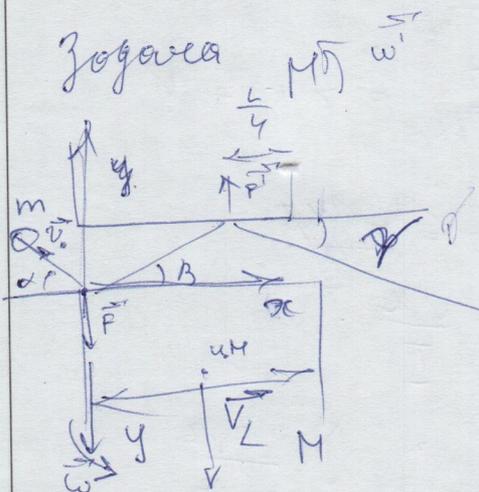
8

методом  
задачи 1  
вопрос 1  
3.0 4.7



шайба мет, т.к. трение мет и мет еще, способная ей закрутиться брусок будет вращаться при

$x \in (0; \frac{L}{2}]$  (+)



ЗСУ

x:  $m v_0 \cos \alpha = m v \cos \beta$  (+)  $\Rightarrow v = v_0 \frac{\cos \alpha}{\cos \beta}$

y:  $m v_0 \sin \alpha = M V + m v \sin \beta$

$m v_0 \sin \alpha = M V - m v_0 \frac{\sin \beta \cos \alpha}{\cos \beta}$

$m v_0 (\frac{\sin \alpha \cos \beta - \sin \beta \cos \alpha}{\cos \beta}) = M V$   $v^2 = \frac{m^2 v_0^2 \sin^2 (\alpha + \beta)}{M^2 \cos^2 \beta}$

$m v_0 \frac{\sin (\alpha + \beta)}{\cos \beta} = \frac{M V}{m}$   $\frac{v_0^2 \sin^2 (\alpha + \beta)}{\cos^2 \beta} = \frac{M^2 V^2}{m^2}$

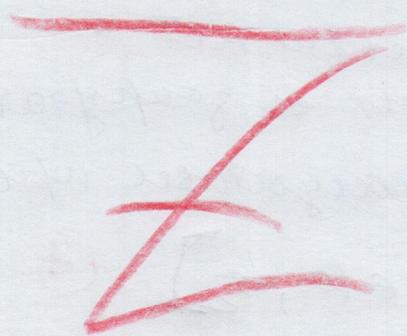
ЗЭЭ  $\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v^2}{2} + \frac{M V^2}{2} + E_{ef}$  (+)

$$E_{\text{вр}} = \frac{I \omega^2}{2}$$

Зем в одной формуле  
quasi at

$$M \Delta v = F \Delta t$$

$$z \Delta \omega = F \Delta t$$



$F \Delta t = z \Delta \omega$

$$\Delta v = \frac{F \Delta t}{m}$$

$$\Delta \omega = \frac{k F \Delta t}{m I}$$

$$\frac{\Delta v}{\Delta \omega} = \frac{1}{k} \Rightarrow v = \frac{v}{k} \quad (+)$$

$k =$  расстояние от оси центрального соударения

$$\frac{I \omega^2}{2} = \frac{\sum V^2}{2 k^2 I^2}$$

$$\Delta v = \frac{F \Delta t}{M}$$

$$\Delta \omega = \frac{k F \Delta t}{I M}$$

$$\frac{\Delta v}{\Delta \omega} = \frac{I}{k M} \Rightarrow \omega = v'$$

Зем применима без

$$v_0^2 = v^2 +$$



$$v_0^2 = v^2 + \frac{M}{m} v^2 + \frac{\sum V^2 k^2}{I^2}$$

$$\Delta \omega = \frac{k F \Delta t}{I}$$

$$\omega = \frac{V k}{I}$$

$$v_0^2 = v^2 + v^2 \left( \frac{M}{m} + \frac{k^2}{I} \right)$$

$$v_0^2 = v^2 + \frac{M}{m} v^2 + \frac{v^2 k^2}{m I}$$

$$\frac{I \omega^2}{2} = \frac{\sum V^2 k^2}{2 I^2}$$

введем  $z = \frac{M L^2}{I}$

$$v_0^2 = v + \frac{M}{m} v^2 + v^2 z \frac{k^2 M}{L^2 m}$$

$$v_0^2 = v^2 + \frac{M}{m} v^2 \left( 1 + z \frac{k^2}{L^2} \right)$$



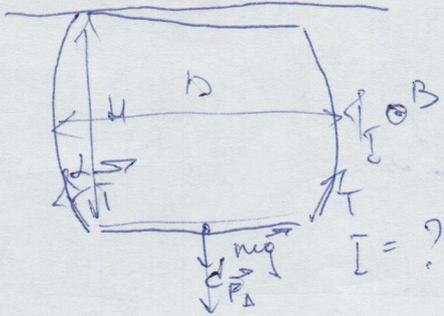
$$v^2 = v_0^2 \frac{\cos^2 \beta}{\cos^2 \beta}$$

$$v_0^2 \left( 1 - \frac{\cos^2 \beta}{\cos^2 \beta} \right) = \frac{M}{m} v^2 \left( 1 + z \frac{k^2}{L^2} \right) \quad (+)$$

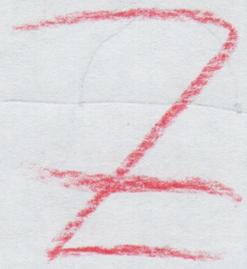
$$\frac{M}{m}$$



Квадратный термометр



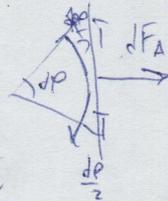
$d = 0,8$   
 $m = 0,8 \text{ кг}$   
 $\alpha = 3,5^\circ$   
 $M = 1 \text{ м}$   
 $D = 1 \text{ м}$



$2I \cos \alpha = mg + F_A$  (+)

Мить - гугла окр. (гор. уз. берется)

$2I \cos \alpha = mg + dBI$



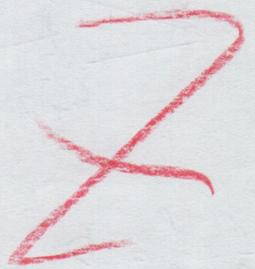
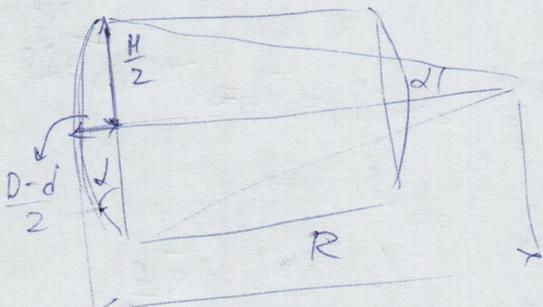
$dF_A = 2I \sin \frac{d\varphi}{2}$

$I = BIR$

$2I BIR \cos \alpha = mg + dBI$

$dIB = I d\varphi$

$\Rightarrow R = \frac{I}{BI}$



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

$R \sin \alpha = \frac{H}{2}$  (+)

$R^2 \sin^2 \alpha + R^2 \cos^2 \alpha = \frac{H^2}{4} + \left(R - \frac{D-d}{2}\right)^2$

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

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

$R = \frac{1 + 1 - 2 \cdot 1 \cdot 0,8 - 0,8^2}{4 - 0,2} = \frac{1 + 1 - 1,6 + 0,64}{3,8} = 0,13$



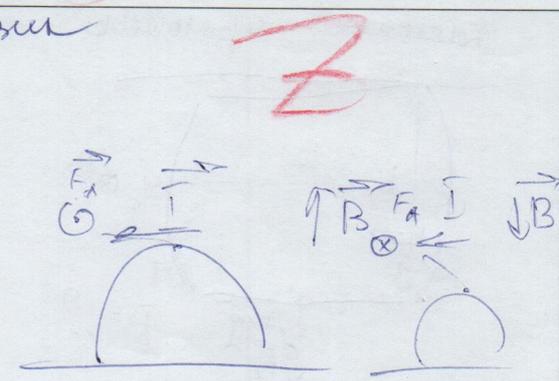
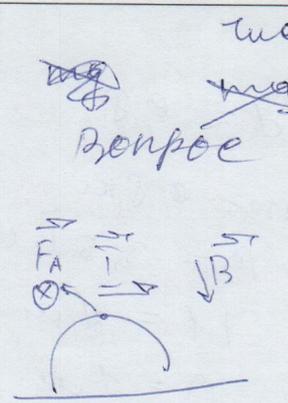
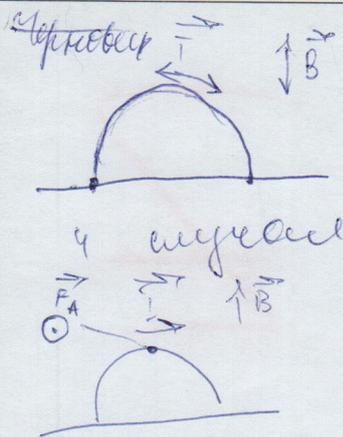
$R = \frac{1}{4}$

$R \cos \alpha = \frac{0,13}{4} - \frac{1 - 0,8}{2} = 0,0225$

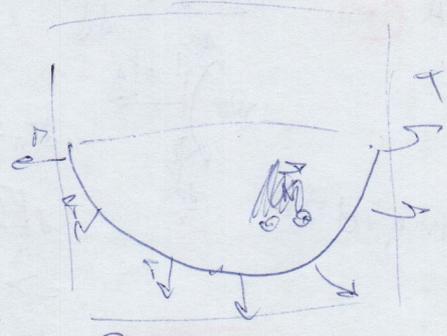
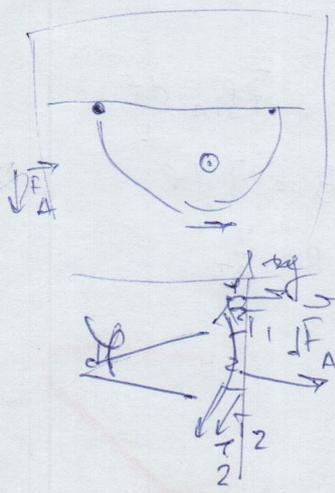
$\frac{1 + 1 - 1,6 + 0,64}{3,8} = 0,13$

$2 \cdot 3,5 \cdot I \cdot 0,03 = 0,8 \cdot 9,8 + 0,8 \cdot 3,5 I$

$I = \frac{0,8 \cdot 9,8}{(2 \cdot 3,5 \cdot 0,03 - 0,8 \cdot 3,5)} = \frac{7,84}{(0,21 - 2,8)} = -2,8$  (-)



В горизонтальной плоскости



0,98  
9,8  
0,8  
-----  
7,84      72

0,8  
x 0,35      24 24  
0,08  
-----  
2,80      x 0,35  
0,8

$$T_1 \cos \frac{d\varphi}{2} = T_2 \cos \frac{d\varphi}{2} \Rightarrow T_1 = T_2 = T$$

$$2T \sin \frac{d\varphi}{2} = dF_A$$

$$\sin d\varphi = d\varphi \approx \tan d\varphi$$

$$T d\varphi = B I dL$$

$$\frac{dL}{d\varphi} = \frac{T}{B I} = R = \text{const} \quad (+)$$

$$\frac{10}{6} = 1 \frac{4}{6} = \frac{16}{6}$$

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

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

$$b = \frac{aD - 1}{D - 1}$$

$R = \frac{L}{\varphi}$

$\Rightarrow R$  - постоянная величина

Юности где  $R = \frac{T}{BI}$

$$r = -\frac{b}{a} \quad \frac{1}{a} + \frac{1}{b} = D$$

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

$$b = \frac{a}{aD - 1}$$

