



50-76-89-82
(107.2)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 11

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников «Покори Воробьёвы горы!»
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Щербановой Софьи Алексеевны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

+1 лист

Дата

«01» апреля 2023 года

Подпись участника

50-76-89-82
(107.2)

Числовик

Задача 2

Вопрос: процесс, в котором теплоёмкость газа $c = c_0 V^\alpha$ - это полигон. Уравнение полигона выгледит так:

$PV^\alpha = \text{const}$, где $\alpha = \frac{C - C_p}{C - C_v}$, где C_p, C_v - теплоёмкости изохоры и изохора соответственно.

⇒ чтобы график такого процесса имел вид параболы, где $P \sim V^2 \Rightarrow \alpha = -2 \Rightarrow \frac{C - C_p}{C - C_v} = -2 \Rightarrow$

$\Rightarrow C - C_p = 2C_v - 2C \Rightarrow C = \frac{2C_v + C_p}{3} = \frac{2 \cdot \frac{i}{2} R + \frac{i+2}{2} R}{3} = \frac{3i+2}{6} R$

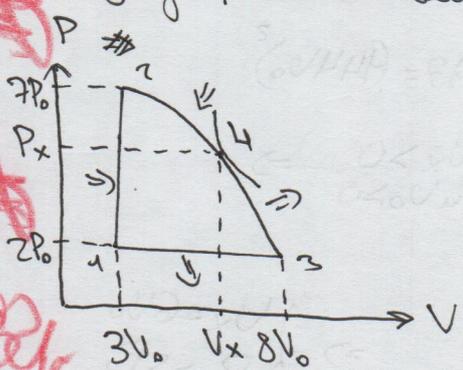
⇒ при $i=5$ газ двухатомный, то $i=5 \Rightarrow C = \frac{17}{6} R$

Ответ: теплоёмкость будет постоянной, если она равна $\frac{3i+2}{6} R$.

В двухатомном газе: если она равна $\frac{17}{6} R$.

Задача:

газ двухатомный $\Rightarrow i=5$.



исходим у нас в PV-координатах и найдем касание прямой 23 с адиабатой. (т.4) с коорд P_x, V_x .
 \Rightarrow т.к. на адиабате $Q=0$
 \Rightarrow до т. касания тепл будет получено тепло (т.к. получе в процессе $1 \rightarrow 2$), а после т. касания отдают тепло.

Ур-ние адиабаты таково: $PV^\gamma = P_x V_x^\gamma = \text{const}$, где $\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{i+2}{i} = \frac{7}{5} \Rightarrow$ т. касания характеризуется тем, что т.4 с коорд P_x, V_x касаются графика

Есть другой вариант.

$i=6$

17	41	414
5	7	
5	17	
3	17	
4	3	
3	3	

Чертовик

$$\text{уменьш. 2-3} \Rightarrow P_x = \frac{P_0}{6} \left(36 + 5 \frac{V_x}{V_0} - \left(\frac{V_x}{V_0} \right)^2 \right)$$

и тем, что касательные к 2^м графикам совпадают в этой точке.

$$\text{кажущаяся: } P(V) = P_x \frac{V_x}{V_0} = P_x V_x \cdot V_0^{-1} = P_x V_x^{1/5} V_0^{-7/5}$$

$$\Rightarrow P'_{\text{оп}}(V_x) = \cancel{P_x} V_x^{-2/5} - \frac{7}{5} P_x V_x^{2/5} V_0^{-7/5 - 1}$$

$$\Rightarrow P'_{\text{оп}}(V_x) = -\frac{7}{5} P_x \frac{1}{V_x}$$

$$\text{к уменьш. 2-3: } P'(V) = \frac{P_0}{6} \left(5 \frac{1}{V_0} - \frac{2V_x}{V_0^2} \right)$$

$$\Rightarrow P'(V_x) = \frac{5}{6} \frac{P_0}{V_0} - \frac{P_0}{3} \frac{V_x}{V_0^2} = \frac{5P_0 V_0 - 2P_0 V_x}{6V_0^2}$$

$$P'(V_x) = P'_{\text{оп}}(V_x)$$

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

\Rightarrow

$$\Rightarrow -\frac{7}{5} \frac{P_x}{V_x} = \frac{5P_0 V_0 - 2P_0 V_x}{6V_0^2} \Leftrightarrow 25P_0 V_0 V_x + 47P_x V_0^2 = 40P_0 V_x^2$$

$$\Leftrightarrow 25P_0 V_0 V_x + 47V_0^2 \left(6P_0 + \frac{5}{6} P_0 \frac{V_x}{V_0} - \frac{V_x^2 P_0}{V_0^2} \right) = 40P_0 V_x^2$$

$$\Leftrightarrow 17V_x^2 - 60V_0 V_x - 42 \cdot 6V_0^2 = 0$$

$$D = 3600V_0^2 + 4 \cdot 42 \cdot 6 \cdot V_0^2 \cdot 17 = (144V_0)^2$$

$$\Rightarrow V_x = \frac{60V_0 \pm 144V_0}{34} \quad \text{т.к. } V_x > 0 \text{ и } V_0 > 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_x = \frac{102}{17} V_0 = 6V_0$$

$$\Rightarrow P_x = 6P_0 + \frac{5}{6} P_0 \cdot 6 - \frac{P_0}{6} \cdot 36 = 5P_0$$

$$\Rightarrow \begin{cases} V_x = 6V_0 \\ P_x = 5P_0 \end{cases} \quad \checkmark$$

\Rightarrow тепло, получившееся газом от нагревателя

$$Q_x = Q_{12} + Q_{21} = \Delta U_{12} + A_{21}$$

Черновик

$$A_{214} = \int_{3V_0}^{6V_0} \frac{P_0}{6} \left(36 + 5 \frac{V}{V_0} - \left(\frac{V}{V_0} \right)^2 \right) dV = \frac{P_0}{6} \left(36V_0 + \frac{5V^2}{2V_0} - \frac{V^3}{3V_0^2} \right) \Big|_{3V_0}^{6V_0} =$$

$$= \frac{P_0}{6} \left(36 \cdot 3V_0 + \frac{125}{2} V_0 - \frac{89}{3} V_0 \right) = P_0 V_0 \left(\frac{648 + 375 - 178}{36} \right) = \frac{845}{36} P_0 V_0$$

$$\Delta U_{14} = \frac{5}{2} \left(6V_0 \cdot 5P_0 - 2P_0 \cdot 3V_0 \right) = P_0 V_0 \cdot 60.$$

$$\Rightarrow Q_H = \Delta U_{14} + A_{214} = \left(60 + \frac{845}{36} \right) P_0 V_0 = P_0 V_0 \frac{3005}{36}$$

найдем $A_{гг}$ за цикл.

$$A_{гг} = A_{23} - A_{13}$$

$$A_{23} = \int_{3V_0}^{8V_0} \frac{P_0}{6} \left(36 + 5 \frac{V}{V_0} - \left(\frac{V}{V_0} \right)^2 \right) dV = \frac{P_0}{6} \left(36V_0 + \frac{5V^2}{2V_0} - \frac{V^3}{3V_0^2} \right) \Big|_{3V_0}^{8V_0} =$$

$$= \frac{P_0}{6} \left(36 \cdot 5V_0 + \frac{275}{2} V_0 - \frac{485}{3} V_0 \right) = P_0 V_0 \frac{1080 + 825 - 970}{36} =$$

$$= \frac{935}{36} P_0 V_0 \quad \checkmark$$

$$A_{13} = 2P_0 (8V_0 - 3V_0) = 10P_0 V_0$$

$$\Rightarrow A_{гг} = A_{23} - A_{13} = \left(\frac{935}{36} - 10 \right) P_0 V_0 = \frac{575}{36} P_0 V_0 \quad \checkmark$$

$$\Rightarrow \text{кпд цикла } \eta = \frac{A_{гг}}{Q_H} = \frac{\frac{575}{36} P_0 V_0}{\frac{3005}{36} P_0 V_0} = \frac{575}{3005} = \frac{115}{601}$$

Обрат: на участке от $\tau (2P_0; 3V_0)$ до $\tau (3V_0; 2P_0)$

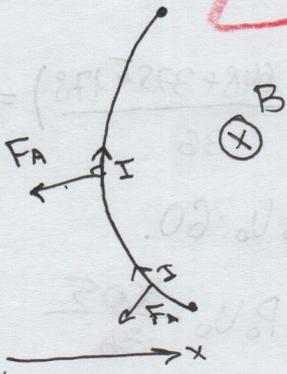
Обрат: газ получает тепло на участке от $\tau (3V_0; 2P_0)$

до $\tau (6V_0; 5P_0)$ и отдает на участке от $\tau (6V_0; 5P_0)$ до

$\tau (3V_0; 2P_0)$. КПД цикла $\eta = \frac{115}{601}$

Числовик.
Задача 3.

Вопрос:

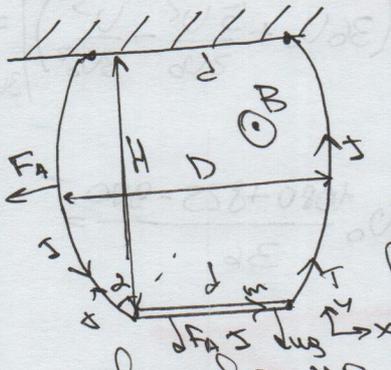


Z

т.к. на ток в магнитном поле действует сила Ампера, направленная по правилу левой руки перпендикулярно току и влево по оси $x \Rightarrow$

\Rightarrow эта сила всегда перпендикулярна касательной провода \Rightarrow растягивает провод по дуги **X**
касательной окружности
Ответ: формулу дуги окружн.

Задача:



Z

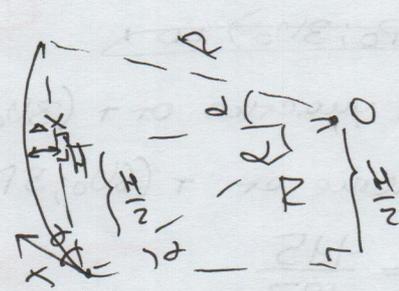
т.к. провод растянут вверх \Rightarrow сила Ампера, действо-
вавшая направлена вверх (картинка)
 \Rightarrow ток течет (по правилу левой руки)

вниз по левому проводу \Rightarrow
 \Rightarrow вправо по проводящей стержню и вверх по
левому ~~проводу~~ проводу \Rightarrow сила Ампера, действо-
вавшая направлена вверх
на стержень направлена вниз

\Rightarrow T - сила натяжения провода запишем II закон
Ньютона по оси y для стержня: т.к. стержень в равновесии:

$$2T \cos \alpha - F_A - mg = 0 \Rightarrow 2T \cos \alpha = I B d + mg$$

T - радиус окружн, дугой которой обл. провод, равен d
 $\Delta x = \frac{D-d}{2}$ - т.к. их 2 с обеих сторон



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

и т.д. из симметрии **X**
находится посередине

$$\Rightarrow \cos \alpha = \frac{H}{2R} = \frac{\sin \alpha}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}} = \frac{H}{\sqrt{4R^2 - H^2}}$$

Z

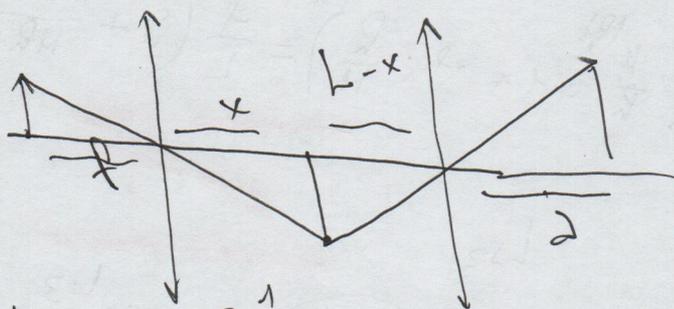
Черешки: $\Gamma = \frac{F}{2}$

$$\frac{1}{F} + \frac{1}{x} = \frac{1}{F} \Rightarrow x = \frac{L}{\frac{1}{F} - \frac{1}{F}} = \frac{F}{F-F}$$

$$\frac{1}{L-x} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F} \Rightarrow d = \frac{1}{\frac{1}{F} - \frac{1}{L-x}} = \frac{(L-x)F}{(L - \frac{F}{F-F})F}$$

$$\Rightarrow \Gamma = \frac{F}{d} = \frac{F \left(\left(L - \frac{F}{F-F} \right) - F \right)}{\left(L - \frac{F}{F-F} \right) F} \quad ???$$

~~$\Gamma = \frac{F}{x} \cdot \frac{L-x}{F} = ?$~~ ~~Аналогично~~ $\frac{360}{2160}$



$$\Gamma = F_1 \cdot F_2 = \frac{11}{2160} + \frac{845}{3005}$$

$$= \frac{d}{x} \cdot \frac{L-x}{F}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 36 \\ \times 30 \\ \hline 1080 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 275 \\ + 3 \\ \hline 825 \end{array}$$

$$\frac{5}{2} (64 - 9) = \frac{225}{2}$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ 64 \\ \times 8 \\ \hline 512 \end{array} - 27$$

$$\begin{array}{r} 1080 \\ - 970 \\ \hline 110 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 10 \\ 935 \\ - 360 \\ \hline 575 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 10 \\ 512 \\ - 27 \\ \hline 485 \end{array}$$

$$935 \times 2 = 1870$$

$$\begin{array}{r} 825 \\ + 110 \\ \hline 935 \end{array}$$

$$485 \div 5 = 97$$

Z

$$\begin{array}{r} 935 \overline{) 5} \\ 43 \overline{) 187} \\ \hline 35 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 575 \overline{) 5} \\ 75 \overline{) 115} \end{array}$$

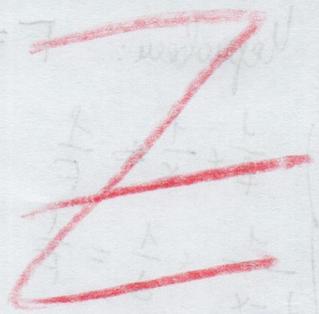
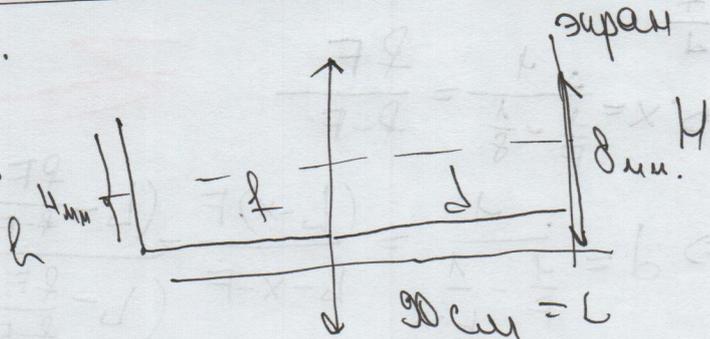
$$\begin{array}{r} 115 \overline{) 5} \\ 15 \overline{) 23} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 187 \overline{) 23} \end{array}$$

Черновик.

№ 4

Вопрос:

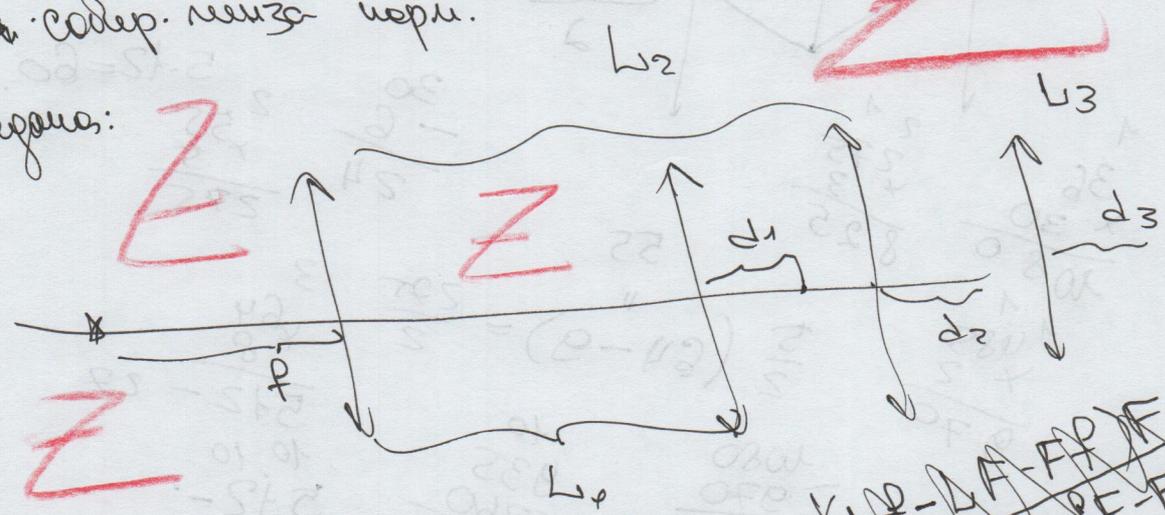


$$\begin{cases} f + d = L \\ \Gamma = \frac{H}{R} = \frac{f}{d} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} d \left(\frac{H}{R} + 1 \right) = L \\ f = d \frac{H}{R} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} d = L \frac{R}{H+R} \\ f = L \frac{H}{H+R} \end{cases}$$

$$D = \frac{1}{f} = \frac{1}{R} + \frac{1}{d} = \frac{1}{L} \left(\frac{H+R}{R} + \frac{H+R}{L} \right) = \frac{1}{L} \left(2 + \frac{H+R}{HR} \right)$$

содер. линза черн.

Задача:



$\Gamma_1 = -0,4$ - черенное $\rightarrow \frac{f}{d}$
 $\Gamma_2 = 0,5$

$$\begin{cases} \frac{f}{f} + \frac{f}{x} = \frac{f}{f} \\ \frac{f}{L-x} + \frac{f}{d} = \frac{f}{f} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = \frac{f \cdot f}{f - f} \\ d = \frac{(L-x) \cdot f}{L-x-f} = \frac{(L - \frac{f \cdot f}{f-f}) \cdot f}{L - \frac{f \cdot f}{f-f} - f} \end{cases}$$

Условие

~~$\Rightarrow 2R = \sqrt{4R^2 - H^2}$~~

$\Rightarrow \text{tg } \alpha = \frac{\frac{H}{2}}{R - dx} = \frac{H}{2R - (D-d)} = \frac{\sin \alpha}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}} = \frac{H}{\sqrt{4R^2 - H^2}}$

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

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

$\Rightarrow \sin \alpha = \frac{H}{2R} = \frac{2H(D-d)}{(D-d)^2 + H^2} = 1 - \frac{((D-d) - H)^2}{(D-d)^2 + H^2} = 1 - \cos^2 \alpha$

$\Rightarrow \cos \alpha = \frac{|(D-d) - H|}{\sqrt{(D-d)^2 + H^2}}$

$\Rightarrow T = \frac{mg + IBd}{2 \cos \alpha} = \frac{mg + IBd}{2|H - (D-d)|} \sqrt{(D-d)^2 + H^2} =$

* т.к. сила Ампера действует ~~по оси~~ на кривой провод

равна $F_{A2} = IB \cdot H$, H - расстояние между проводами

~~\Rightarrow~~ по оси x .

$\Rightarrow 2T \sin \alpha = F_{A2} = IBH$

$\Rightarrow \frac{mg + IBd}{|H - (D-d)|} \sqrt{(D-d)^2 + H^2} \cdot \frac{2H(D-d)}{(D-d)^2 + H^2} = IBH$

$I = \frac{2mg H(D-d)}{|H - (D-d)| \sqrt{(D-d)^2 + H^2}} \cdot \frac{1}{BH - \frac{2H(D-d)}{|H - (D-d)| \sqrt{(D-d)^2 + H^2}}} =$

$= \frac{2mg H(D-d)}{BH |H - (D-d)| \sqrt{(D-d)^2 + H^2} - 2H(D-d)}$

$= \frac{2mg (D-d)}{B |H - D + d| \sqrt{(D-d)^2 + H^2} - 2D + 2d} =$

Числовик

$$= \frac{2,0,8 \cdot 9,8 \cdot 0,2}{35 \cdot 0,8 \sqrt{1,04} - 20,2} = \frac{0,8 \cdot 9,8}{7 \sqrt{1,04} - 1} = \frac{7,84}{7 \sqrt{1,04} - 1} = \frac{7,84}{\frac{7}{5} \sqrt{26} - 1}$$

$$= \frac{7,84}{140 \sqrt{26} - 100} = \frac{196}{35 \sqrt{26} - 25} = \frac{6860 \sqrt{26} + 4900}{940 - 675}$$

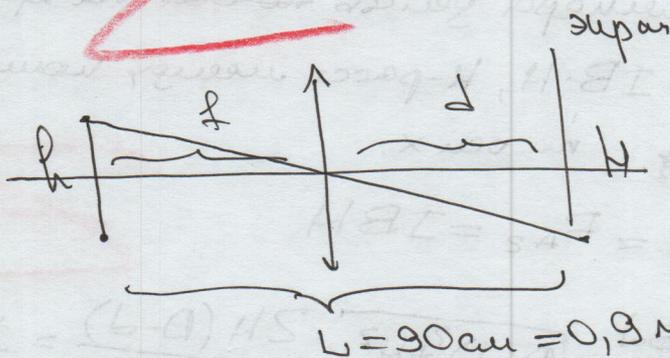
$$= \frac{1372 \sqrt{26} + 980}{57} \text{ A}$$

Ответ: $\frac{1372 \sqrt{26} + 980}{57} \text{ A}$

⊖ $I = \frac{2mg(D-d)}{B | H-d+d | \sqrt{(D-d)^2 + H^2} - 2(D-d)}$

Задача 4

Вопрос:



$H = 8 \text{ см}$
 $h = 4 \text{ см}$
 $L = 90 \text{ см}$
 $\mu = 0,5$

$L = 90 \text{ см} = 0,9 \text{ м}$

$$\left. \begin{aligned} \Gamma = \frac{H}{R} = \frac{h}{r} \frac{R}{r} \\ R+d=L \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left. \begin{aligned} d = \frac{h}{R} r = L \frac{H}{H+R} \\ r = L \frac{R}{H+R} \end{aligned} \right\}$$

т.к. $d > 0$ и $r > 0$ - масса сосредоточена $D > 0$.

$$D = \frac{r}{r} + \frac{r}{r} = \frac{1}{L} \left(\frac{H+R}{H} + \frac{H+R}{R} \right) = \frac{1}{L} \left(2 + \frac{H^2 + R^2}{HR} \right) =$$

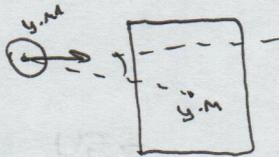
$$= \frac{1}{0,9} \left(2 + \frac{8^2 + 4^2}{8 \cdot 4} \right) = \frac{10}{9} \left(2 + \frac{5}{2} \right) = \frac{10}{9} \cdot \frac{9}{2} = 5 \text{ Дмтр}$$

Ответ: 5 дмтр.

Чертовик

Задача 1

Вопрос: т.к. шайба может улететь в любое место
орусия \Rightarrow будет ли вращаться орусия ^{и шайба} зависит
от того, будет ли направлена скорость шайбы по
линии, соединяющей центры масс (орусия и шайбы)



~~т.к. летит шайба \Rightarrow~~

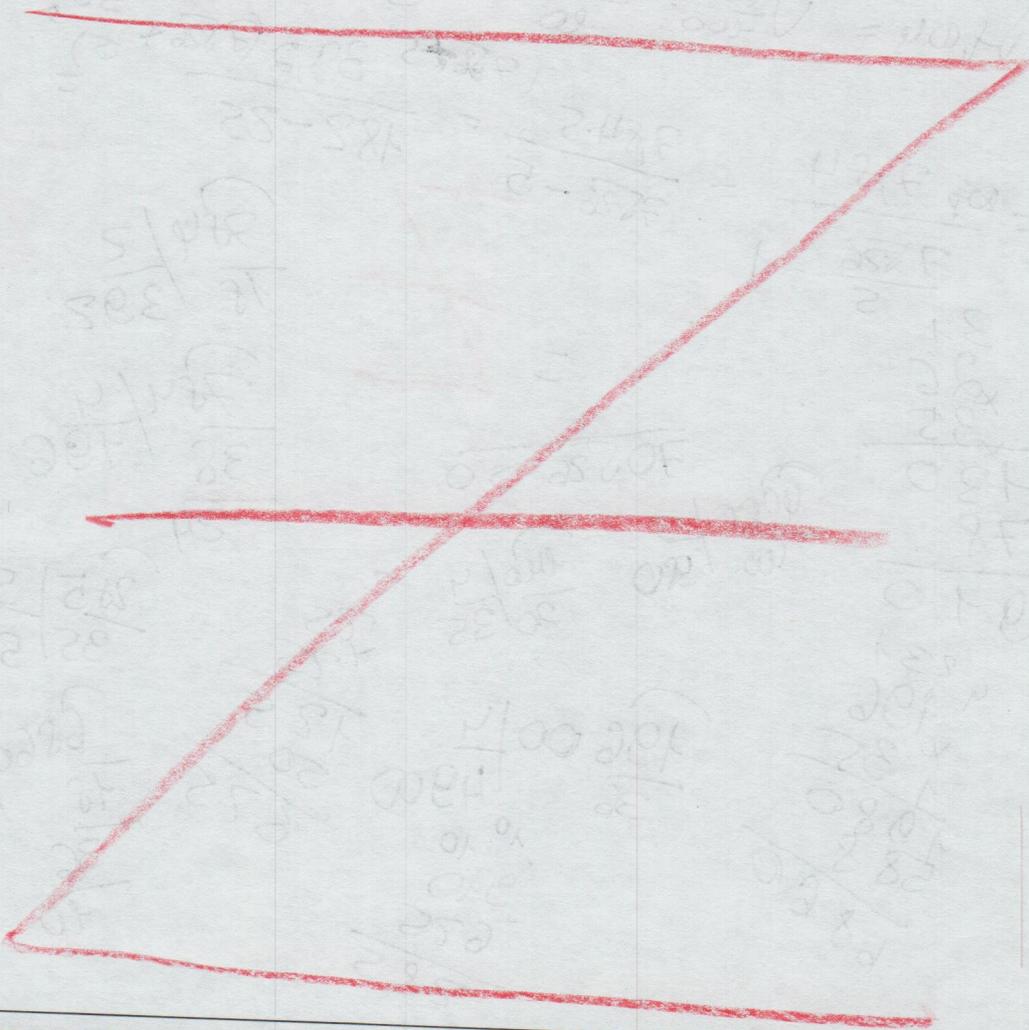
т.к. тогда возникнет момент сил \Rightarrow
 \Rightarrow возникнет вращение.

~~Вопрос: будут ли они вращаться~~

Ответ: если скорость шайбы направлена по оси,
соед. центров масс шайбы и орусия, то не будут.



если же она не направлена, то орусия и
шайба будут вращаться

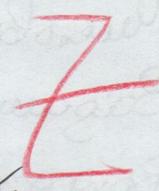


Черновик



$$\frac{2 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot \cancel{10} \cdot \cancel{10} \cdot 9,8}{35 \cdot 1 \cdot \cancel{10} \cdot \cancel{10} \cdot \sqrt{1,4} - 2 \cdot \cancel{10}}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 315 \\ \hline 141 \\ \hline 6918 \\ \hline 78,4 \end{array}$$



$$\frac{2 \cdot 0,8 \cdot 9,8 \cdot 0,2}{35 \cdot 0,8 \cdot \sqrt{1,4} - 2 \cdot 0,2} = \frac{2 \cdot 0,8 \cdot 9,8}{14 \cdot \sqrt{1,4} - 2} = \frac{784}{7\sqrt{1,4} - 1}$$

$$\frac{2 \cdot 0,8 \cdot 9,8 \cdot 0,2}{35 \cdot 0,8 \cdot \sqrt{1,04} - 2 \cdot 0,2} = \frac{0,8 \cdot 9,8}{7 \cdot 2\sqrt{2}} = \frac{7,84}{7\sqrt{104} - 1}$$

$$\sqrt{1,04} = \sqrt{\frac{104}{100}} = \frac{2\sqrt{26}}{10} = \frac{\sqrt{26}}{5}$$

$$= \frac{7,84}{\frac{7\sqrt{26}}{5} - 1} = \frac{7,84 \cdot 5}{7\sqrt{26} - 5} = \frac{39,2}{7\sqrt{26} - 5}$$

$$\begin{array}{r} 31 \\ \times 26 \\ \hline 130 \\ 78 \\ \hline 910 \\ \times 231 \\ \hline 196 \\ \times 35 \\ \hline 1980 \\ 5880 \\ \hline 6860 \end{array}$$

$$\frac{70\sqrt{26} - 50}{100/5} = \frac{70\sqrt{26} - 50}{20}$$

$$\frac{100/4}{20/35} = \frac{25}{20} = \frac{5}{4}$$

$$\frac{19600/4}{36} = \frac{4900}{36}$$

$$\frac{10 \cdot 10}{940} = \frac{100}{940} = \frac{10}{94}$$

$$\begin{array}{r} 784/2 \\ \hline 18 \overline{) 392} \\ \underline{36} \\ 32 \\ \underline{30} \\ 20 \\ \underline{18} \\ 20 \end{array}$$

$$\frac{784/4}{38} = \frac{196}{38} = \frac{98}{19}$$

$$\frac{285/5}{35/57} = \frac{57}{35}$$

$$\frac{6860/5}{18/36} = \frac{1372}{1/2} = 2744$$

Чертовски:

$$\frac{H}{2R-D+d} = \frac{H}{\sqrt{4R^2-H^2}}$$

$$= \frac{2 \cdot 1,0^2}{1,4} = \frac{0,4}{1,4} = \frac{2}{7}$$

$$4R^2 - H^2 = 4R^2 + D^2 + d^2 - 4RD + 4Rd - 2Dd$$

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

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

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

$$= \frac{((D-d)+H)^2}{(D-d)^2 + H^2} = - \left(\frac{((D-d)-H)^2}{(D-d)^2 + H^2} \right) + 1$$

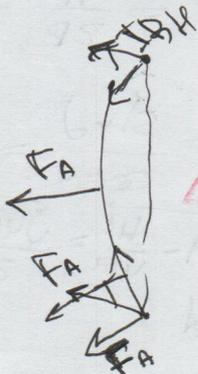
$$\Rightarrow \cos \alpha = \frac{H - (D-d)}{\sqrt{(D-d)^2 + H^2}} = \frac{H > (D-d)}{1 - 1 + 0,8} = \frac{0,8}{\sqrt{1,4}}$$

$$\Rightarrow T = \frac{mg + JBd}{2(H - (D-d))} \sqrt{(D-d)^2 + H^2} = JB \cdot R \cdot 2\alpha = JBH$$

мы там.
не знаем как.

длина растянутаго пружины = R · 2α

а сила $P_0 = \frac{mg}{2k} \Rightarrow (R \cdot 2\alpha - \frac{mg}{2k})k = T$



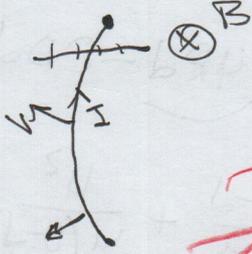
$$T = (R \cdot 2\alpha - \frac{mg}{2k})k = kR \cdot 2\alpha - \frac{mg}{2}$$

Сила центра, действо на пружину
пружина имеет равновесие $JBH = T$

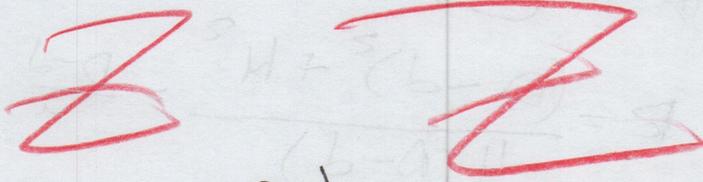
Чернышев

№ 3

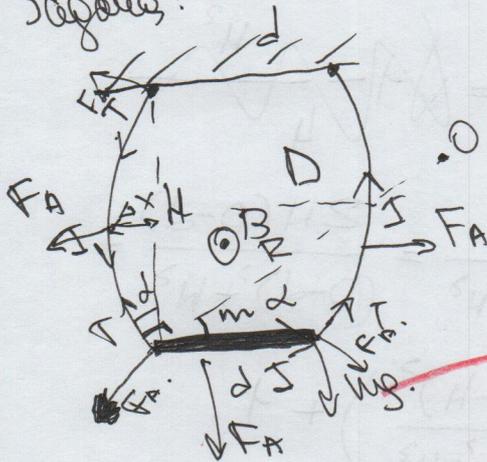
Вопрос:



форма дуги определяется
т.е. в магн. поле сила по радиусу
диаметра



Задача:



$$\Delta x = \frac{D-d}{2}$$

Углы в α

~~на концы~~
 $\Rightarrow F_A = IB\Delta l$ - на концы
 макс. удлинении

$$2T \cos \alpha = F_A + mg =$$

$$= mg + IBd$$

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

$$H = R \sqrt{2 - 2 \cos 2\alpha}$$

$$\cos 2\alpha = \frac{H^2 + R^2 - R^2}{2HR} = \frac{H}{R}$$

$$\cos 2\alpha = \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha =$$

$$= 1 - 2 \sin^2 \alpha$$

$$H = R \sqrt{2 - 2 \cos 2\alpha} =$$

$$= R \sqrt{2 \cdot 2 \sin^2 \alpha} = 2R \sin \alpha$$

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

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{H}{2(R - \Delta x)} = \frac{H}{2R - d} = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} =$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \frac{H^2}{4R^2}} = \frac{\sqrt{4R^2 - H^2}}{2R}$$

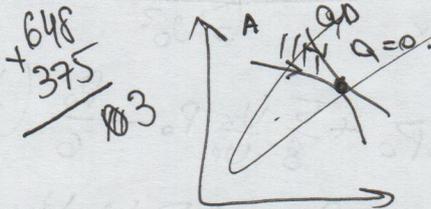
$$= \frac{H \cdot 2R}{2R \sqrt{4R^2 - H^2}} \quad (=) \quad \sqrt{4R^2 - H^2} = 2R - \frac{H^2}{2R}$$

Черевкин.

$$P_x = 6P_0 + \frac{5P_0}{6} \cdot 6 - \frac{P_0}{6} \cdot 36 =$$

$$= 5P_0$$

$$\begin{cases} P_x = 5P_0 \\ V_x = 6V_0 \end{cases}$$



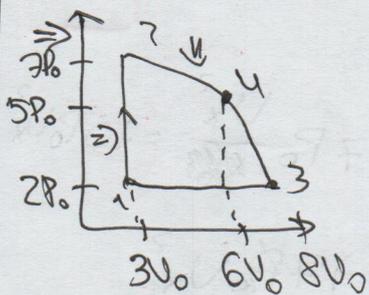
Handwritten calculations:

$$\begin{array}{r} 4 \\ \times 36 \\ 1488 \\ \hline 15888 \\ \hline 648 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 3 \\ 3751 \\ \hline 37512 \end{array}$$

⇒ во этой точке графика получено значение работы т.е. в этой точке тело = 0.

а по этой он получил (из вершин.)



$$\Rightarrow Q_{12} = Q_{23} + Q_{34} =$$

$$= A_{23} + \Delta U_{23} =$$

Handwritten calculations:

$$\begin{array}{r} 10 \\ \times 36 \\ 360 \\ \hline 216 \\ \hline 89 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 10 \\ \times 36 \\ 360 \\ \hline 216 \\ \hline 89 \end{array}$$

$$A_{23} = \frac{P_0}{6} \int_{3V_0}^{6V_0} (36 + \frac{5V}{V_0} - (\frac{V}{V_0})^2) dV = \frac{P_0}{6} \left(36V + \frac{5V^2}{2V_0} - \frac{V^3}{3V_0^2} \right) \Big|_{3V_0}^{6V_0} =$$

$$= \frac{P_0}{6} \left(36 \cdot 3V_0 + \frac{5(36V_0^2 - 9V_0^2)}{2V_0} - \frac{(216V_0^3 - 27V_0^3)}{3V_0^2} \right) =$$

$$= \frac{P_0}{6} \left(36 \cdot 3V_0 + \frac{125}{2} V_0 - \frac{89}{3} V_0 \right) =$$

$$= P_0 V_0 \left(18 + \frac{125}{12} - \frac{89}{18} \right) = P_0 V_0 \left(\frac{648 + 375 - 178}{36} \right) =$$

Handwritten calculations:

$$\begin{array}{r} 10 \dots \\ 648 \\ - 178 \\ \hline 470 \end{array}$$

1 миллиметр цел.

$$\begin{array}{r} 470 \\ + 375 \\ \hline 845 \end{array}$$

Handwritten calculations:

$$\begin{array}{r} 4 \\ \times 36 \\ 1488 \\ \hline 15888 \\ \hline 648 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 3 \\ 3751 \\ \hline 37512 \end{array}$$

Черновик: ~~$P_x = 6P_0 + \frac{5}{6} \frac{U_x}{U_0} P_0 - \frac{P_0}{6} \left(\frac{U_x}{U_0}\right)^2$~~

$$P_x = 6P_0 + \frac{5}{6} \frac{U_x}{U_0} P_0 - \frac{P_0}{6} \left(\frac{U_x}{U_0}\right)^2$$

$$-\frac{7}{5} \frac{P_x}{U_x} = \frac{5P_0 U_0 - 2P_0 U_x}{6U_0^2}$$

$$\Rightarrow \left\{ \begin{aligned} P_x &= 6P_0 + \frac{5}{6} \frac{U_x}{U_0} P_0 - \frac{P_0}{6} \left(\frac{U_x}{U_0}\right)^2 \\ -\frac{7}{5} \frac{P_x}{U_x} &= \frac{5P_0 U_0 - 2P_0 U_x}{6U_0^2} \end{aligned} \right.$$

$$\begin{array}{r} 42 \\ +24 \\ \hline 168 \\ 84 \\ \hline 1008 \\ 177 \\ \hline 7056 \\ 1008 \\ \hline 17136 \end{array}$$

$$\Rightarrow 25P_0 U_0 U_x + 42P_x U_0^2 = 10P_0 U_x^2$$

$$25P_0 U_0 U_x + 42 \left(6P_0 + \frac{5}{6} \frac{U_x}{U_0} P_0 - \frac{P_0}{6} \left(\frac{U_x}{U_0}\right)^2 \right) U_0^2 =$$

$$= 10P_0 U_x^2$$

$$\Rightarrow 25P_0 U_0 U_x + 42 \cdot 6P_0 U_0^2 + 35 \frac{U_x}{U_0} P_0 U_0^2 - 7P_0 \frac{U_x^2}{U_0} = 10P_0 U_x^2$$

$$25U_0 U_x + 42 \cdot 6U_0^2 + 35U_x U_0 = 17P_0 U_x^2$$

$$= 17P_0 U_x^2 - 60U_0 U_x - 42 \cdot 6U_0^2 = 0$$

$$D = 3600 + 4 \cdot 42 \cdot 6 \cdot 17 = 20736 =$$

$$= 16 \cdot 1296 =$$

$$= 16 \cdot 16 \cdot 81$$

$$\sqrt{D} = 16 \cdot 9 = 144$$

$$\begin{array}{r} 102 \\ 102 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 20736 | 2 \\ 13 \\ \hline 46 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 40368 | 2 \\ 5184 | 4 \\ 11 \\ \hline 38 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1296 | 4 \\ 9 \\ \hline 16 \end{array} \quad \begin{array}{r} 324 | 4 \\ 181 \\ \hline 144 \end{array} \quad \begin{array}{r} 5 \\ 16 \\ \hline 144 \end{array}$$

$$U_x = \frac{60U_0 \pm 144U_0}{34} =$$

$$= \frac{204U_0}{34} = \frac{102}{17} U_0 = 6U_0$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 144 \\ +144 \\ \hline 1576 \\ 1576 \\ \hline 144 \\ \hline 20736 \end{array}$$

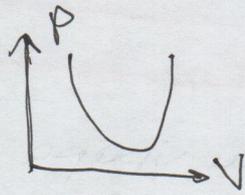
$$P_x = 6P_0 + \frac{5}{6} \cdot \frac{102}{17} P_0 - \frac{P_0}{6} \cdot \frac{102^2}{17^2}$$

$$= \frac{36 \cdot 17 + 5 \cdot 17 \cdot 102 - 6 \cdot 102^2}{6 \cdot 17^2} P_0 =$$

$$\begin{array}{r} 102 \\ 102 \\ \hline 0 \end{array}$$

Черновик

Вопрос:



$c = \text{const}$ при усл.

\Rightarrow ~~идеальный~~ газ, иде.

уравнение

$PV^\alpha = \text{const}$, $\Rightarrow P = \text{const} \cdot V^{-\alpha}$

где

$\alpha = \frac{C - C_p}{C - C_v}$

$C_p \Delta T = \frac{i}{2} \nu R \Delta T + \nu R \Delta T = \frac{i+2}{2} \nu R \Delta T$

уравнение парабола идее: ~~$P \sim V^2$~~ $P \sim V^2 \Rightarrow$

$\Rightarrow -\alpha = 2 \Leftrightarrow \frac{C - C_p}{C - C_v} = -2$

$C_v = \frac{i}{2} R$

$C_p = \frac{i+2}{2} R$

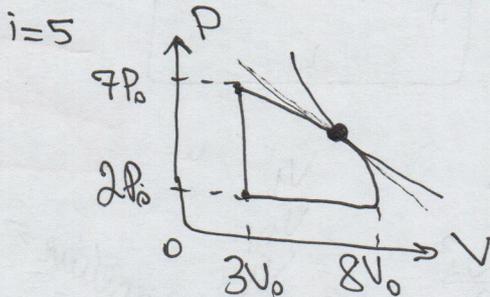
$C_p = C_v + R$?

$\Leftrightarrow C - C_p = 2C_v - 2C \Leftrightarrow C = \frac{2C_v + C_p}{3} =$

$= \frac{2 \cdot \frac{i}{2} R + \frac{i+2}{2} R}{3} = R \frac{\frac{3}{2}i + 1}{3} = R \cdot \frac{3i+2}{6}$

при $i=5 \Rightarrow C = \frac{3 \cdot 5 + 2}{6} R = \frac{17}{6} R$

Задача:



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

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

каждый переделываю с адiabатой:

~~$PV^{\frac{7}{5}} = \text{const}$~~ $PV^{\frac{7}{5}} = \text{const}$

$P_x V_x$:

$P_x V_x^{\frac{7}{5}} = P_0 V_0^{\frac{7}{5}} \rightarrow P(V) = P_x V_x^{\frac{7}{5}} V^{-\frac{7}{5}}$

$P_x = 6P_0 + \frac{5}{6} \frac{V_x}{V_0} P_0 - \frac{P_0}{6} \left(\frac{V_x}{V_0}\right)^2$

$P'(V) = P_x V_x^{\frac{7}{5}} \left(-\frac{7}{5}\right) V^{-\frac{12}{5}} \Rightarrow$

$P'(V_x) = \frac{7}{5} P_x V_x^{-1} = -\frac{7}{5} \frac{P_x}{V_x}$

$(V): P'(V) = \frac{5 \cdot P_0}{6} \frac{1}{V_0} - \frac{P_0 \cdot 2V}{6 V_0^2}$

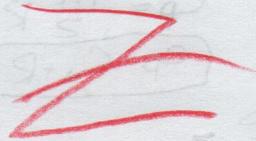
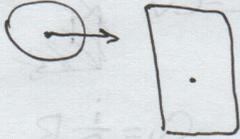
$\Rightarrow P'(V_x) = \frac{5 P_0 V_0}{6 V_0} - \frac{P_0 V_x^2}{3 V_0^2} = \frac{5 P_0 V_0 - 2 P_0 V_x}{6 V_0^2}$

Черновик.

1.

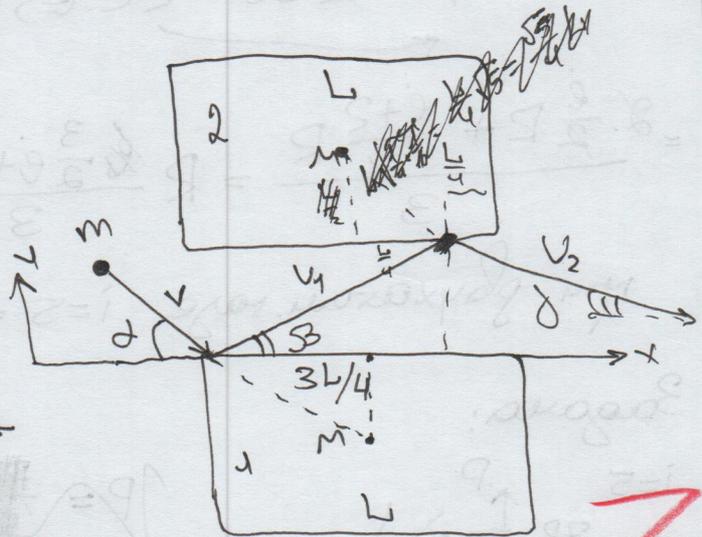
Вопрос: В зависимости от точки удара

если шайба ударит, не в центр масс
 стержня шайба ударит
 центр масс, то брусок будет
 вращаться. если нет - то
 не будет.



шайба не будет вращаться. ?

Задача:



~~$mV \cos \alpha = P_{ix} + MV_{ix} \cos \beta$~~

$mV \cos \alpha = MV_{ix} + mV_1 \cos \beta$
 $+ mV \sin \alpha = MV_{iy} - mV_1 \sin \beta$

$\frac{mV^2}{2} = \frac{M(V_{ix}^2 + V_{iy}^2)}{2} + \frac{mV_1^2}{2}$

~~$mV^2 (\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha)$~~

$mV_1 \cos \beta$

V_1
 V_{iy}
 V_{ix}
 чирное сокращение \Rightarrow
 работает ЗСМ
 и ЗСЭ.

