0 816074 410009

81-60-74-41
(134.1)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант билет №7 (11 класс)

Место проведения Санкт-Петербург
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Покори Воробьёвы горы!
наменование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

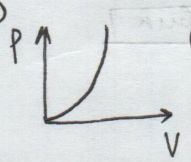
Ивановского Егора Геннадьевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«1» апреля 2023 года

Подпись участника

81-60-74-41 (134.1)

②



$(a \neq 0)$ $\quad p = aV^2 + bV + c\,;\; dp = 2aV\,dV + b\,dV$ $\quad$ $\boxed{\text{Черновик}}$

$$\delta Q = \delta A + dU = p\,dV + \frac{i}{2}p\,dV + \frac{i}{2}V\,dp = \frac{i+2}{2}p\,dV + \frac{i}{2}V\,dp \;=$$

$/\; p\,dV + V\,dp = \nu R\,dT \Rightarrow V\,dp = \nu R\,dT - p\,dV \;/\; = \frac{i+2}{2}p\,dV + \frac{i}{2}\nu R\,dT - \frac{i}{2}p\,dV = p\,dV + \frac{i}{2}\nu R\,dT$

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

$$\frac{p\,dV}{p\,dV + V\,dp}\nu R = \frac{\nu R}{1 + \frac{V}{p}\cdot\frac{dp}{dV}} \left[= \frac{\nu R}{1 + \frac{V}{aV^2+bV+c}(2aV+b)} = \frac{\nu R}{1 + \frac{2a^2V^3 + 2abV^2 + 2ac + abV^2 + b^2V + bc}{V}} = \right.$$

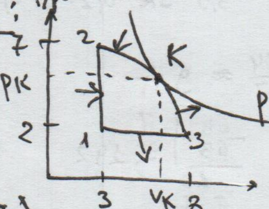
$$= \frac{\nu R}{1 + \frac{2a^2V^3 + 3abV^2 + b^2V + 2ac + bc}{V}} = \left. \frac{\nu R}{1 + 2a^2V^2 + 3abV + b^2 + \frac{2ac+bc}{V}} \right] =$$

$$= \nu R \frac{1}{1 + \frac{V(2aV+b)}{aV^2+bV+c}} = \frac{\nu R}{1 + \frac{2aV^2+bV}{aV^2+bV+c}}$$

$\Rightarrow C = \text{const}$, если $(2aV^2 + bV) \sim (aV^2 + bV + c)$

например, ~~....~~, $b = 0,\ c = 0$: $\quad C = \frac{i}{2}\nu R + \frac{\nu R}{3} \overset{i=5}{=} \frac{15+2}{6}\nu R = \frac{17}{6}\nu R$

Задача:



$$p = \frac{p_0}{6}\left[36 + 5\frac{V}{V_0} - \left(\frac{V}{V_0}\right)^2\right] = \underbrace{-\frac{p_0}{6V_0^2}}_{a}\cdot V^2 + \underbrace{\frac{5p_0}{6V_0}}_{b}V + \underbrace{6p_0}_{c}$$

$\left(\gamma = \frac{i+2}{i} = \frac{7}{5}\right)$

$$\begin{cases} \frac{dp}{dV} = \frac{5p_0}{6V_0} - \frac{2Vp_0}{6V_0^2} \\ \frac{dp}{dV} = c(-\gamma)\cdot V^{-\gamma-1} \\ 6p_0 + \frac{5p_0}{6V_0}V - \frac{p_0}{6V_0^2}\cdot V^2 = cV^{-\gamma} \end{cases}$$

$$\frac{5p_0}{6V_0} - \frac{p_0 V}{3V_0^2} = -\gamma c \cdot V^{-(\gamma+1)}$$

$C = 0 \Leftarrow$ момент „K": $\quad \frac{C}{\nu R} = \frac{i}{2} + \frac{1}{1 + \frac{2aV^2+bV}{aV^2+bV+c}} = 0$

$\boxed{Q_{31} = -\frac{5}{2}\cdot 10p_0V_0 + 10p_0V_0 = -15p_0V_0 \quad Q_{12} = \frac{15}{4}\cdot 15p_0V_0 + 0 = \frac{150}{4}p_0V_0}$

т.о.: $-\frac{5}{2} = \frac{aV^2+bV+c}{3aV^2+2bV+c}$; $\quad 15aV^2 + 10bV + 5c = -2aV^2 - 2bV - 2c$

$17aV^2 + 12bV + 7c = 0$

$$V_K = \frac{-6b \pm \sqrt{36b^2 - 17\cdot 7ac}}{17a}$$

$17\cdot 7 = 119$; $\quad 12\cdot 18 = 96$; $\quad 216$

$$\frac{1}{4}D = 36\cdot\frac{25p_0^2}{36V_0^2} + 119\cdot\frac{p_0}{6V_0^2}\cdot 6p_0 = (25+119)\frac{p_0^2}{V_0^2} = 144\left(\frac{p_0}{V_0}\right)^2 = \left(12\frac{p_0}{V_0}\right)^2$$

~~$V_K = \ldots$~~ $\; V_K = \frac{-5\frac{p_0}{6V_0} \pm 12\frac{p_0}{V_0}}{17\cdot\left(-\frac{p_0}{6V_0^2}\right)} = V_0\frac{5 \pm 12}{\frac{17}{6}} = \boxed{6V_0}$

$$\eta = \frac{|Q^+| - |Q^-|}{Q^+} = 1 - \frac{|Q^-|}{Q^+} = 1 - \frac{385}{9}\cdot\frac{4}{315} = \frac{275}{567}$$

$\Rightarrow p_K = -6p_0 + 5p_0 + 6p_0 = \boxed{5p_0}$ $\quad$ $250 + 135 = 385$; $\quad 567 - 292 = 275$

$Q^- = Q_{K3} + Q_{31} = -\left(\frac{250}{9}p_0V_0 + 15p_0V_0\right)$; $\quad Q^+ = Q_{12} + Q_{2K} = \frac{150}{4} + \frac{165}{4}p_0V_0 = \frac{315}{4}p_0V_0$

$$A_{2K} = \int_{3V_0}^{6V_0} p\,dV = a\int_{3V_0} V^2dV + b\int V\,dV + c\int dV = \left.\frac{V^3}{3}a + \frac{V^2}{2}b + Vc\right|_{3V_0}^{6V_0} = \frac{(216V_0^3 - 27V_0^3)a}{3} + \frac{36V_0^2 - 9V_0^2}{2}b + 3V_0c =$$

$$= \frac{189\,aV_0^3}{3} + \frac{27V_0^2}{2}b + 3V_0c = -63\cdot\frac{p_0}{6V_0^2}\cdot V_0^3 + \frac{27}{2}V_0^2\cdot\frac{5p_0}{6V_0} + 18V_0p_0 = p_0V_0\left(18 - \frac{63\cdot 2}{6\cdot 2} + \frac{27\cdot 5}{2\cdot 6}\right) =$$

$$= p_0V_0\left(\frac{216 - 126 + 135}{12}\right) = p_0V_0\,\frac{90+135}{12} = p_0V_0\cdot\frac{225}{12} = p_0V_0\,\frac{75}{4}$$

$$A_{K3} = \frac{aV_0^3}{3}(512 - 216) + \frac{V_0^2 b}{2}(64 - 36) + 2V_0c = -\frac{296}{3\cdot 6}p_0V_0 + \frac{5\cdot 14\cdot 3}{6\cdot 3}p_0V_0 + 12p_0V_0 = p_0V_0\,\frac{216 - 296 + 210}{18} =$$

$= \frac{130}{18}p_0V_0 = \frac{65}{9}p_0V_0$; $\quad Q_{K3} = -\frac{5}{2}\cdot 35p_0V_0 + \frac{65}{9}p_0V_0 = \frac{65 - 35\cdot 9}{9}p_0V_0 = \frac{5(13 - 7\cdot 9)}{9}p_0V_0 = -\frac{250}{9}p_0V_0$

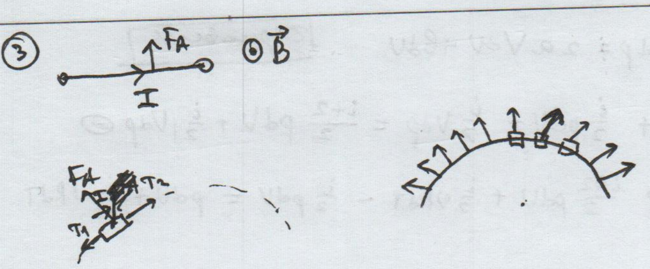
$Q_{2K} = \frac{15}{4}\cdot 3p_0V_0 + \frac{75}{4}p_0V_0 = \frac{75+90}{4}p_0V_0 = \frac{165}{4}p_0V_0$

Б	1	2	3	4	5
	0	3	5	5	13
ЗЭ	0	16	9	15	40

Σ = 53

Поставил ИД
Выдал ПП

3



Вопрос

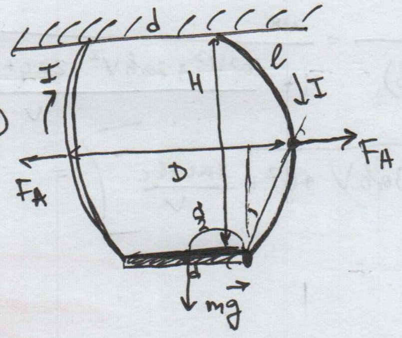
черновик

Форма окр-ти

обоснование ??

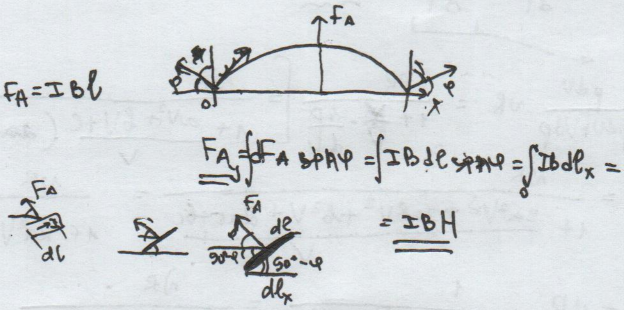
На каждый кусок dl действует сила F_A $\perp dl$.

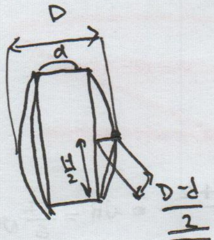
Задача:



$F_A = IBl$

$F_A = \int dF_A \sin\varphi = \int IBdl \sin\varphi = \int IBdl_x = \underline{\underline{IBH}}$





$$mg\cdot\frac{d}{2} = F_A\cdot\frac{D-d}{2} \Big| \cdot 2$$

$$mgd = IBH(D-d) \Rightarrow \boxed{I = \frac{mg\cdot d}{BH(D-d)}} = \frac{0,8\cdot 9,8\cdot 0,8}{3,5\cdot 1м\cdot 0,2} = \frac{0,64\cdot 9,8}{0,7} =$$

$$= \frac{64\cdot 9,8}{70} = \frac{8\cdot 8\cdot 9,8}{7\cdot 10} = \frac{32}{35}\cdot 9,8 \approx \frac{32}{35}\cdot 10 = \frac{64}{7} \approx 9\ A$$

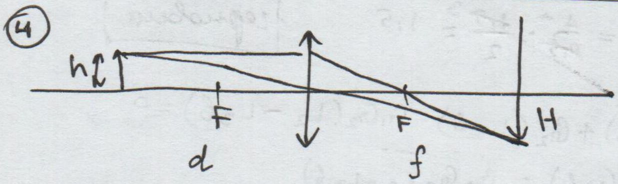
$32 \times 9,8$: 256, 288, 313,6

3136 | 350: 9

64 | 7: 63, 10, 7, 30, 28, 20, 14, 60 — 9,142

81-60-74-41
(134.1)

(4)



Вопрос
$d+f=L$

[Черновик]

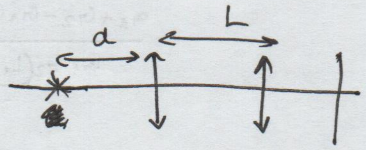
$$2=\Gamma\left(=\frac{H}{h}\right)=\frac{f}{d}$$

$$\begin{cases} f=\Gamma d \\ d+f=L \\ \frac{1}{f}+\frac{1}{d}=\frac{1}{F} \end{cases} \quad d(\Gamma+1)=L \Rightarrow d=\frac{L}{\Gamma+1};\ f=\Gamma d=\frac{\Gamma}{\Gamma+1}L$$

$$\Rightarrow G=\frac{1}{f}+\frac{1}{d}=\frac{\Gamma+1}{\Gamma}\frac{1}{L}+\frac{(\Gamma+1)\Gamma}{\Gamma L}=\frac{\Gamma+1+\Gamma^2+\Gamma}{\Gamma L}=\frac{\Gamma^2+2\Gamma+1}{\Gamma L}=\frac{(\Gamma+1)^2}{\Gamma}\cdot\frac{1}{L}$$

$$\underline{G}=\frac{(2+1)^2}{2}\cdot\frac{1}{0{,}9}=\frac{9}{2}\cdot\frac{10}{9}=\underline{5\ \text{дптр}}$$

Задача:



$$G=G_1+G_2-G_1G_2\cdot L$$

$$\frac{1}{d}+\frac{1}{f}=G\Rightarrow\frac{1}{f}=G-\frac{1}{d}=\frac{Gd-1}{d}\Leftrightarrow f=\frac{d}{Gd-1}$$

$$\Gamma=\frac{f}{d}=\frac{1}{Gd-1};\ Gd-1=\frac{1}{\Gamma};\ Gd=1+\frac{1}{\Gamma}$$

1) $G=G_1+G_2-G_1G_2\cdot L_1$

$$\begin{cases} \Gamma_1=\dfrac{1}{d(G_1+G_2-G_1G_2\cdot L_1)-1} \\ \Gamma_2=\dfrac{1}{d(G_1+G_2-G_1G_2L_2)-1} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} G_1+G_2-G_1G_2L_1-1=\dfrac{1}{\Gamma_1 d} & (1) \\ G_1+G_2-G_1G_2L_2-1=\dfrac{1}{\Gamma_2 d} & (2) \end{cases}$$

$$G_1G_2(L_2-L_1)=\frac{1}{d}\left(\frac{1}{\Gamma_1}-\frac{1}{\Gamma_2}\right)\Rightarrow G_1=\overbrace{\frac{\Gamma_2-\Gamma_1}{\Gamma_1\Gamma_2(L_2-L_1)}\cdot\frac{1}{G_2 d}}^{\alpha}=\frac{1}{G_2}\cdot\alpha$$

$$[\alpha]=\frac{1}{м^2}$$

$$\Rightarrow(1)'\ G_2+\frac{1}{G_2}\underbrace{\frac{1}{d}\cdot\frac{\Gamma_2-\Gamma_1}{\Gamma_1\cdot\Gamma_2}\,\frac{1}{L_2-L_1}}_{\text{def}:\,\alpha}-\underbrace{\frac{1}{d}\,\frac{\Gamma_2-\Gamma_1}{\Gamma_1\Gamma_2}\,\frac{1}{L_2-L_1}}_{\alpha}L_1-1=\frac{1}{\Gamma_1 d}$$

$$\begin{cases} (1):\ G_2+\dfrac{\alpha}{G_2}-L_1\alpha-1=\dfrac{1}{\Gamma_1 d} \\ (2):\ G_2+\dfrac{\alpha}{G_2}-L_2\alpha-1=\dfrac{1}{\Gamma_2 d} \end{cases}\ominus\ \cancel{(L_2-L_1)\alpha=\frac{1}{d}\cdot\frac{\Gamma_2-\Gamma_1}{\Gamma_1\Gamma_2}}$$

$$a=\frac{\cancel{1{,}4}\ 0{,}7\cdot\cancel{0{,}5}}{\cancel{0{,}4}\ 0{,}2\cdot\cancel{1{,}5}\ 3}=\frac{7}{6}$$

$$\begin{cases} G'd=1+\frac{1}{\Gamma_1} \\ G''d=1+\frac{1}{\Gamma_2} \\ G'''d=1+\frac{1}{\Gamma_3} \end{cases}$$

$$\frac{G_1+G_2-G_1G_2L_1}{G_1+G_2-G_1G_2L_2}=\overbrace{\frac{(\Gamma_1+1)\cdot\Gamma_2}{\Gamma_1(\Gamma_2+1)}}^{a};\ G_1(1-a)+G_2(1-a)-G_1G_2(L_1-L_2a)=0$$

$$(G_1+G_2)(1-a)=G_1G_2(L_1-L_2a)$$

$$\frac{G_1+G_2-G_1G_2L_1}{G_1+G_2-G_1G_2L_3}\ \overset{L\div G_1G_2}{=}\ \overbrace{\frac{\Gamma_3}{\Gamma_1}\cdot\frac{\Gamma_1+1}{\Gamma_3+1}}^{c}$$

$$\frac{1}{G_1}+\frac{1}{G_2}=\frac{G_1+G_2}{G_1G_2}=\frac{L_1-L_2a}{1-a}$$

$$c=\frac{\left(\frac{1}{G_1}+\frac{1}{G_2}\right)-L_1}{\left(\frac{1}{G_1}+\frac{1}{G_2}\right)-L_3}=\frac{\dfrac{\cancel{L_1}-L_2a-\cancel{L_1}+L_1a}{1-a}}{\dfrac{L_1-L_2a-L_3+L_3a}{1-a}}=\frac{(L_1-L_2)a}{(L_3-L_2)a+L_1-L_3}\overset{\text{def}}{=}\varphi$$

$$\varphi=\frac{\frac{7}{6}(-20\,см)}{40\,см\ \frac{7}{6}-60\,см}=\frac{1{,}4\ м}{3{,}6\,м-2{,}8\,м}=\frac{1{,}4}{0{,}8}=\frac{7}{4}=1{,}75$$

$$\Gamma_3\Gamma_1+\Gamma_3=\Gamma_1\Gamma_3\varphi+\Gamma_1\varphi$$

$$\Gamma_3(\Gamma_1+1-\Gamma_1\varphi)=\Gamma_1\varphi\Rightarrow|\Gamma_3|=\frac{\Gamma_1\varphi}{\Gamma_1(1-\varphi)+1}=\frac{0{,}4\cdot\frac{7}{4}}{0{,}4\cdot\left(-\frac{3}{4}\right)+1}=\frac{0{,}7}{1-0{,}3}=\frac{0{,}7}{0{,}7}=\underline{\underline{1}}$$

Знак?

$\frac{1}{G_1}+\frac{1}{G_2}=\frac{L_1-L_2 a}{1-a} \Rightarrow \frac{1}{G_1}=\frac{1}{G_2}+\underbrace{\frac{L_1-L_2 a}{1-a}}_{b}$

$b=\frac{1}{0,5}\cdot\frac{1,5}{2}=1,5$ чорновик

$\frac{G_1+G_2-G_1G_2\cdot L_2}{G_1+G_2-G_1G_2 L_3}=\frac{\Gamma_3}{\Gamma_2}\cdot\frac{\Gamma_2+1}{\Gamma_3+1} \Rightarrow G_1(1-b)+G_2(1-b)-G_1G_2(L_2-L_3 b)=0$

$(G_1+G_2)(1-b)=G_1G_2(L_2-L_3 b)$

$\frac{1}{G_1}+\frac{1}{G_2}=\frac{L_2-L_3 b}{1-b}$

$\frac{1}{G_2}+\frac{1}{G_1}=\frac{L_1-L_2 a}{1-a}=\frac{0,2-0,4\cdot\frac{7}{6}}{1-\frac{7}{6}}=\frac{1,2-2,8}{6-7}=2,8-1,2=1,6$

$\frac{1}{G_2}+\frac{1}{G_1}=\frac{L_2-L_3 b}{1-b}=\frac{0,4-0,8\cdot\frac{3}{2}}{1-\frac{3}{2}}=\frac{0,8-2,4}{-1}=2,4-0,8=1,6$

$(G'-G'')d=1+\underbrace{\frac{10}{4}}_{2,5}-1-\frac{10}{\frac{5}{2}}=0,5$

$G'''d=1+\frac{1}{1}=2$

$G_1G_2(L_1-L_2)d=0,5$

$(G_1+G_2-G_1G_2L_3)d=2$

$\frac{G_1+G_2-G_1G_2\overset{0,8}{L_3}}{G_1G_2\underbrace{(L_1-L_2)}_{-0,2}}=\frac{2}{0,5}=4;\ \frac{1}{G_2}+\frac{1}{G_1}-0,8=-0,8$

$\overset{F_1}{\frac{1}{G_1}}+\overset{F_2}{\frac{1}{G_2}}(=1,6)=\frac{8}{5}$

$\frac{\overbrace{15+\frac{165}{4}}^{56,25}-\frac{250}{9}-35}{15+\frac{165}{4}}=\frac{21,25-\frac{250}{9}}{56,25}=\frac{60-\overbrace{140+165}^{+25}-\frac{1000}{9}}{60+165}=$

$=\frac{85-\frac{1000}{9}}{225}=\frac{765-100}{225\cdot 9}<0\,?!$

$-65+\frac{35\cdot 9}{315}$

$315-65=250$

$85\times 9=765$

$dG_1G_2\left(\overbrace{\frac{1}{G_1}+\frac{1}{G_2}}^{1,6}-\overset{0,2}{L_1}\right)=3,5$

$dG_1G_2\left(\overbrace{\frac{1}{G_1}+\frac{1}{G_2}}^{1,6}-\overset{0,4}{L_2}\right)=3$

$dG_1G_2\left(\underbrace{\frac{1}{G_1}+\frac{1}{G_2}}_{1,6}-\overset{0,8}{L_3}\right)=2$

$dG_1G_2\cdot 1,4=3,5$

$dG_1G_2\cdot 1,2=3$

$dG_1G_2\cdot 0,8=2$

$dG_1G_2=$

$dG_1G_2=$

$dG_1G_2=$

$1+\frac{1}{0,4}=\frac{1,4}{0,4}=\frac{14}{4}=\frac{7}{2}$

$\frac{35}{14}=\frac{7\cdot 5}{7\cdot 2}\ \Big|\ \frac{30}{12}=\frac{6\cdot 5}{6\cdot 2}\ \Big|\ \frac{20}{8}=\frac{4\cdot 5}{4\cdot 2}$

$dG_1G_2=2,5$

$\frac{1}{G_1}+\frac{1}{G_2}=1,6$

$\frac{G_1G_2}{G_1+G_2}=1,6\cdot G_2G_1=\frac{1,6\cdot 2,5}{d}=\frac{4}{d}$ ($G_1G_2=2,5\frac{1}{d}$)

$4-0,4\cdot 5\cdot 0,5$

$\begin{cases} G_1G_2=\frac{5}{2d} \\ G_1+G_2=\frac{4}{d} \Rightarrow G_1=\frac{8}{2d}-G_2 \end{cases}$

$\frac{4G_2}{d}-G_2^2=\frac{5}{2d}\ \Big|\cdot 2d$

$-2dG_2^2+8G_2-5=0$

$2dG_2^2-8G_2+5=0$

$G_1=\frac{8}{2d}-\frac{4\pm\sqrt{16-10d}}{2d}=\frac{4\mp\sqrt{16-10d}}{2d}$

$G_2=\frac{4\pm\sqrt{16-10d}}{2d},\ G_1=\frac{5}{2d}\cdot\frac{1}{G_2}=$

81-60-74-41 (134.1)

Вопрос: Пусть $p = aV^2 + bV + c$ [Задача 1] [Чистовик. 1]

$\frac{dp}{dV} = 2aV + b$

$\gamma \sim p^2$ (другой вариант)

Закон Менделеева – Клапейрона в дифф. виде: $pdV + Vdp = \nu R dT$

I начало ТД в дифф. виде: $\delta Q = \delta A + dU = \frac{i+2}{2} p dV + \frac{i}{2} V dp$

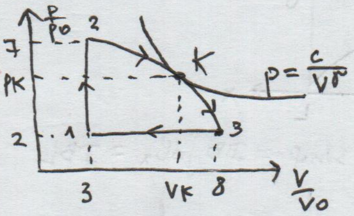
$\Rightarrow \delta Q = pdV + \frac{i}{2} \nu R dT$

$$c = \frac{\delta Q}{dT} = \frac{pdV}{dT} + \frac{i}{2}\nu R = \left(\frac{pdV}{pdV + Vdp} + \frac{i}{2}\right)\nu R = \nu R\left(\frac{i}{2} + \frac{1}{1 + \frac{2aV^2 + bV}{aV^2 + bV + c}}\right) = \nu R\left(\frac{i}{2} + \frac{aV^2 + bV + c}{3aV^2 + 2bV + c}\right)$$

таким образом, чтобы теплоемкость оставалась постоянной, $\frac{aV^2 + bV + c}{3aV^2 + 2bV + c} = Const$

например при $b = 0$, $c = 0$ теплоемкость равна: $C = \nu R\left(\frac{5}{2} + \frac{1}{3}\right) = \frac{17}{6}\nu R$

Задача:



Очевидно, что теплота будет подводиться до момента „критического", обозначим его на графике точкой K. В этот момент теплоемкость газа равна 0. Используем вычисления из вопроса, чтобы найти $(p_K; V_K)$:

$$p = \underbrace{-\frac{p_0}{6V_0^2}}_{a}V^2 + \underbrace{\frac{5p_0}{6V_0}}_{b}V + \underbrace{6p_0}_{c}$$

$$c = 0 \Leftrightarrow \frac{aV^2 + bV + c}{3aV^2 + 2bV + c} = -\frac{i}{2} = -\frac{5}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \begin{cases} V_K = 6V_0 \\ p_K = 5p_0 \end{cases}$$

+ 8

Для того, чтобы найти КПД воспользуемся формулой вида:

$$\eta = \frac{|Q^+| - |Q^-|}{|Q^+|} = 1 - \frac{|Q^-|}{|Q^+|}, \text{ где } Q^+ = Q_{12} + Q_{2K}$$

$$Q^- = Q_{K3} + Q_{31}$$

1,5 → 9,5

$$Q_{12} = \frac{5}{2}(21 - 6)p_0V_0 = \frac{30}{2}p_0V_0 = 15p_0V_0$$

$$Q_{31} = -\frac{5}{2}(16 - 6)p_0V_0 - 5 \cdot 2p_0V_0 = -\frac{50 + 20}{2}p_0V_0 = -35p_0V_0$$

$$A_{2K} = \int_{3V_0}^{6V_0} p\,dV = a\frac{V^3}{3} + b\frac{V^2}{2} + cV\Big|_{3V_0}^{6V_0} = \ldots = \frac{75}{4}p_0V_0$$

$$A_{K3} = (\text{аналогично } A_{2K}) = a\frac{V^3}{3} + b\frac{V^2}{2} + cV\Big|_{6V_0}^{8V_0} = \ldots = \frac{65}{9}p_0V_0$$

$$Q_{2K} = \frac{5}{2}(30 - 21)p_0V_0 + \frac{75}{4}p_0V_0 = \left(\frac{45}{2} + \frac{75}{4}\right)p_0V_0 = \frac{165}{4}p_0V_0$$

$$Q_{K3} = -\frac{5}{2}(30 - 16)p_0V_0 + \frac{65}{9}p_0V_0 = -35p_0V_0 + \frac{65}{9}p_0V_0 = -\frac{250}{9}p_0V_0$$

т.о. $\eta = 1 - \dfrac{\frac{250}{9} + 35}{15 + \frac{165}{4}} = \ldots$

> 1 ?!

Ответ: тепло подводится на участках $1 \to 2$, $2 \to K$

–//– отводится на участках $K \to 3$, $3 \to 1$

$$\eta = 1 - \frac{\frac{250}{9} + 35}{15 + \frac{165}{4}}$$

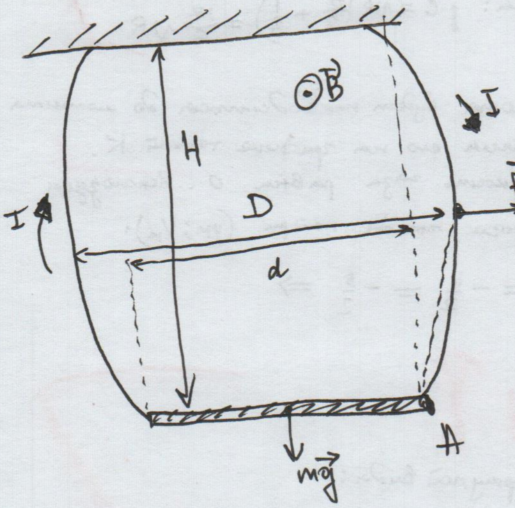
Задача 3

Чистовик 2

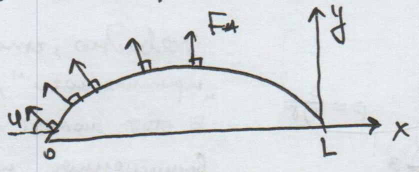
Вопрос

Достаточно очевидно, что провод примет форму полуокр дуги окружности, т.к. на каждый малый участок dl действует сила $d\vec{F}_A \perp d\vec{l}$, из-за чего провод и принимает такую форму.

Задача:



1) Рассмотрим выгнутый провод:



$$F_{Ay} = \int dF_{Ay} = \int IBdl\sin\varphi = IB\int dl_x = IBL$$

2) Используем правило моментов на правый провод отн-но (·) A:

$$mg\frac{d}{2} = F_{Ay}\cdot\frac{D-d}{2}$$

$$mg\frac{d}{2} = IBH\cdot\frac{D-d}{2} \quad \Big|\cdot 2$$

$$mgd = IBH(D-d)$$

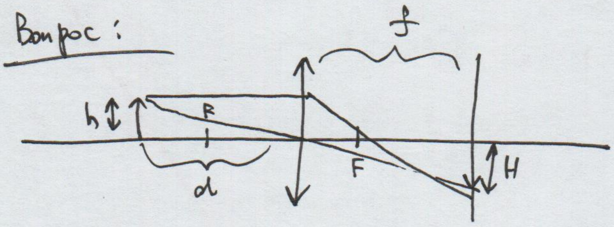
?

$$\Rightarrow I = \frac{mgd}{BH(D-d)} = \frac{0{,}8\,кг\cdot 9{,}8\,\frac{м}{с^2}\cdot 0{,}8\,м}{3{,}5\,Тл\cdot 1\,м\cdot(1\,м-0{,}8\,м)} \approx 9\,A$$

Ответ: $I \approx 9A$

Задача 4 | **Чистовик 3**

Вопрос:



$L = d + f$

$\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{8мм}{4мм} = 2$

$$\begin{cases} f = \Gamma d \\ d + f = L \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} f = \frac{\Gamma}{\Gamma+1} \cdot L \\ d = \frac{1}{\Gamma+1} L \end{cases} \Rightarrow D = \frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \left(\frac{\Gamma+1}{\Gamma} + \Gamma+1\right)\frac{1}{L} = \frac{\Gamma+1+\Gamma^2+\Gamma}{\Gamma} \cdot \frac{1}{L} =$$

$$= \frac{\Gamma^2+2\Gamma+1}{\Gamma} \cdot \frac{1}{L} = \frac{(\Gamma+1)^2}{\Gamma L}; \quad \underline{\underline{D}} = \frac{(2+1)^2}{2} \cdot \frac{1}{0{,}9м} = \frac{9}{2} \cdot \frac{10}{9} = \underline{5 \text{ дптр}}$$

Задача:

Пусть опт. сила 1й линзы D_1, 2й соответственно D_2, расстояние между ними L. Тогда справедливо то, что опт сила системы будет равна:

$D = D_1 + D_2 - D_1 \cdot D_2 \cdot L$

НО! $\left.\begin{array}{l} \frac{1}{f} + \frac{1}{d} = D \\ \Gamma = \frac{f}{d} \end{array}\right| \Rightarrow Dd = 1 + \frac{1}{\Gamma}$

$$\begin{cases} (D_1 + D_2 - D_1 D_2 L_1)\, d = 1 + \frac{1}{|\Gamma_1|} \\ (D_1 + D_2 - D_1 D_2 L_2)\, d = 1 + \frac{1}{|\Gamma_2|} \\ (D_1 + D_2 - D_1 D_2 L_3)\, d = 1 + \frac{1}{|\Gamma_3|} \end{cases} \Rightarrow \frac{1}{D_1} + \frac{1}{D_2} = \frac{8}{5}$$

1) тогда $|\Gamma_3| = 1$, при этом изображение все ещё будет перевернутым, поэтому $\Gamma_3 = -1$.

2) Можно посчитать, поделив ур-я системы друг на друга, что $D_1 D_2 = \frac{5}{2d}$

Тогда $D_1 + D_2 = \frac{4}{d}$; т.е. $\begin{cases} D_2 = \frac{4 \pm \sqrt{16 - 10d}}{2d} \\ D_1 = \frac{8}{2d} - \frac{4 \pm \sqrt{16-10d}}{2d} = \frac{4 \mp \sqrt{16-10d}}{2d} \end{cases}$

Ответ: $\Gamma_3 = -1$

$D_1 = \frac{4 \pm \sqrt{16-10d}}{2d}$

$D_2 = \frac{4 \mp \sqrt{16-10d}}{2d}$