0 047392 970009

04-73-92-97
(126.1)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант №05

Место проведения Санкт-Петербург
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников „Покори Воробьевы горы"
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Суменкова Семена Денисовича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

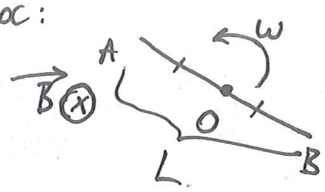
«05» апреля 2024 года

Подпись участника

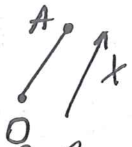
04-73-92-97 (126.1)

Беловик.

Задание 3. Вопрос:



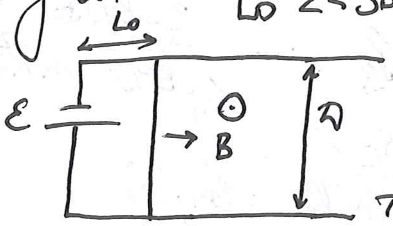
Расм. AO:



$\vartheta = \omega x$, где $x \in [0; \frac{L}{2}]$. Запишем равновесие зарядов во вращ. стержне: $\vec{F_Л} = q\cdot\vec{\vartheta}\times\vec{B}$ должна быть уравновешана $\vec{F} = q\vec{E}$, направленной вдоль стержня, т.е. $q\vartheta B = qE \Leftrightarrow$
$\Leftrightarrow E = \vartheta\cdot B$ $\quad \Delta\varphi_1 = \int_0^{\frac{L}{2}} E\,dx = \int_0^{\frac{L}{2}} \vartheta B\,dx =$
$= \int_0^{\frac{L}{2}} \omega x B\,dx = \frac{\omega L^2 B}{4}$. Аналогично с OB, но $\Delta\varphi_2 = -\frac{\omega L^2 B}{4}$,
ввиду положения точек во вращающейся системе ($\Delta\varphi_2 = \int_{\frac{L}{2}}^{0} \omega x B\,dx$)
$\Delta\varphi_1 = -\Delta\varphi_2$. Тогда $\Delta\varphi_{общ} = \Delta\varphi_1 - \Delta\varphi_2 = \cancel{\frac{\omega L^2 B}{4} - \left(-\frac{\omega L^2 B}{4}\right)} =$
$= \cancel{\frac{\omega L^2 B}{2}} = \frac{\omega L^2 B}{4} - \left(-\frac{\omega L^2 B}{4}\right) = \frac{\omega L^2 B}{2}$.

Ответ: $\frac{\omega L^2 B}{2}$

Задача: $L_0 << S_0$ по условию.



Расм. перемычку в начальный момент времени: $\vartheta = 0$ $\quad \sum_{i=1}^{n} \vec{F_i} = m\vec{a}$ - II з-н Ньютона)
т.е. $\vec{F_A} = m\vec{a}$, где $|\vec{F_A}| = I\cdot B\cdot \ell$, т.к.
$\sin(\vec{B}\wedge\vec{\ell}) = 0$ $(\vec{F_A} = I\vec{\ell}\times\vec{B})$. $U = IR$ $\quad I = \frac{\mathcal{E}}{R_0}$ (по условию в первом эксперименте), т.е. $\frac{\mathcal{E}}{R_0}D\cdot B = ma$ или $\frac{\mathcal{E}}{R_0}DB = m\frac{d\vartheta}{dt}$.
После начала движения перемычка начнет набирать скорость, поток через контур изменится, возникнет явление ЭМИ: $\mathcal{E}_2 = -\frac{d\Phi}{dt}$, т.е.
$\mathcal{E}_2 = \frac{d(B\cdot S\cdot\cos\alpha)}{dt} = B\cdot\cos\alpha\cdot\frac{d(D\cdot(L_0 + \frac{at^2}{2}))}{dt}$, где $\cos\alpha = 1$, т.к.
$\alpha = (\vec{B}, \vec{S}) = 0^\circ$, т.е. $\mathcal{E}_2 = DB\cdot\frac{da\cdot\frac{t^2}{2} + a\cdot t\,dt}{dt} =$
$= DB\left(\frac{da}{dt}\cdot\frac{t^2}{2} + at\right)$

Рассмотрим максимально возможную скорость: Беловик.

$\mathcal{E}_2 = v_m BD$. ($v = const.$) ($\mathcal{E}_2 = \frac{d(B \cdot (D(L_0 + v_m t)))}{dt} = v_m BD$).

$F_A = IBD = \frac{\mathcal{E} - \mathcal{E}_2}{R_0} BD$, где $\mathcal{E} = \mathcal{E}_2$, т.е. (т.к. $F_A = 0$)

$\mathcal{E} = v_m BD \Leftrightarrow v_m = \frac{\mathcal{E}}{BD}$, т.е. $v_k = 0{,}95 \frac{\mathcal{E}}{BD}$.

Задание 3 - продолжение

Рассм. движение с погонным сопротивлением:

$dR = \rho \cdot dx \cdot 2$ - два участка (верх и низ) $v = \frac{dx}{dt}$

~~$\mathcal{E}_2 = \frac{dx}{dt} \cdot B \cdot D$, т.е. $dI = \frac{\mathcal{E} - \mathcal{E}_2}{R + dR} = \frac{\mathcal{E} - \frac{dx}{dt} BD}{R + 2\rho dx}$~~

~~$dF_A = dIBD = \frac{\mathcal{E} - \frac{dx}{dt} B^2 D^2}{R + 2\rho dx}$ $dF_A = m da$~~

~~$\frac{\mathcal{E} - \frac{dx}{dt} B^2 D^2}{R + 2\rho dx} = m \cdot \frac{dx}{dt^2}$~~ $\mathcal{E}_2 = \frac{dx}{dt} BD$ $dI = \frac{\mathcal{E} - \frac{dx}{dt} BD}{R + 2\rho dx} - \frac{\mathcal{E} - \frac{dx}{dt} BD}{R}$

$\simeq \left(\mathcal{E} - \frac{dx}{dt} BD\right) \frac{-2\rho dx}{R^2}$, т.е. $\left(\mathcal{E} - \frac{dx}{dt} BD\right) \cdot \frac{-2\rho dx}{R^2} BD = m da$

($F_A = ma$), тогда $\frac{-2\rho BD}{R^2}\left(\mathcal{E} - \frac{dx}{dt} BD\right) = m \cdot \frac{dx}{dt}$

$\Leftrightarrow \frac{dx}{dt}\left(\frac{2\rho B^2 D^2}{R(x)} - m\right) = \frac{2\rho BD\mathcal{E}}{R(x)} \Leftrightarrow x' = \frac{2\rho BD\mathcal{E}}{2\rho B^2 D^2 - mR(x)}$

$R(x) = R_0 + 2x\rho$: ~~$x' = \frac{2BD\mathcal{E}}{2B^2 D^2 - mR_0 - 2m\rho x}$~~

$\int (2\rho B^2 D^2 - m(R_0 + 2\rho x)) dx = \int 2\rho BD\mathcal{E} dt$

$2\rho B^2 D^2 x + \frac{m(R_0 + 2\rho x)^2}{2\rho} + C = 2\rho BD\mathcal{E} \cdot \tau$

~~В первом эксперименте $s \sim t^2$, тогда во втором эксперименте $s \sim t^{\frac{1}{3}}$ для набора той же скорости~~

$x'' = \frac{IBD}{m} = \frac{\mathcal{E} - \mathcal{E}_2}{R + 2\rho x} BD$

04-73-92-97 (126.1)

Беловик

Задание 1.

Вопрос: $U(x,y) = k(4x^2+y^2)\cdot\frac{1}{2}$.

$Ax+By+C=0$ – линия

$B=0$: $Ax+C=0$ $\quad A=0$: $C=0$ – не годится

$A\neq 0$: $U=\frac{k}{2}\left(4\cdot\frac{C^2}{A^2}+y^2\right)$ $\quad \frac{C}{A}=\delta$: $U=\frac{k}{2}(4\delta^2+y^2)$

Т.к. $v=\sqrt{v_x^2+v_y^2}$, где $v_x=\underset{(0)}{const}$, то $\dot{E}_k=\frac{my'^2}{2}= =my'y''$

$E_n+E_k=\underline{const}$. $\quad \dot{E}_n+\dot{E}_k=0 \Leftrightarrow \left(\frac{k}{2}(4\delta^2+y^2)\right)'+$

$+\left(\frac{my'^2}{2}\right)'=0 \Leftrightarrow \frac{kyy'}{2}+my'y''=0$, $y'\neq 0$, т.к. не колебания

$y\cdot\frac{k}{2m}+y''=0$ $\quad \omega=\sqrt{\frac{k}{2m}}$.

$B\neq 0$: $y=-\frac{A}{B}x-\frac{C}{B}$ $\quad -\frac{A}{B}=l$ $\quad -\frac{C}{B}=q$: $y=lx+q$.

$y'=lx'$, где $v^2=y'^2+x'^2$ $\quad E_k=\frac{mv^2}{2}=$

$=\frac{m(y'^2+x'^2)}{2}=\frac{m}{2}(l^2x'^2+x'^2)=\frac{ml^2}{2}x'^2$

$E_n=\frac{k}{2}(4x^2+y^2)=\frac{k}{2}(4x^2+l^2x^2+2qlx+q^2)$

$\dot{E}_n+\dot{E}_k=0$ (аналогично), т.е.

$x'\frac{k}{2}(8x+2l^2x+2ql)+ml^2x'x''=0$, где $x'\neq 0$ (не колебания).

$x(4k+l^2k)+x''\cdot ml^2+qlk=0 \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow$ ~~...~~ $l=0$: $A=0$ случай аналогичный с $b=0$: $\omega=\sqrt{\frac{k}{2m}}$.

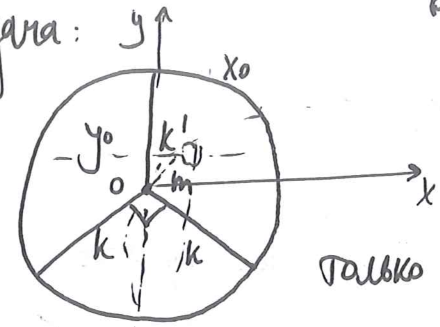
$l\neq 0$: $x''+\frac{4k+l^2k}{ml^2}x=-\frac{qk}{ml}$.

$\omega=\sqrt{\frac{k}{m}\left(\frac{4+l^2}{l^2}\right)}$ $\quad \lim\limits_{l\to 0}\omega=+\infty$ $\quad \lim\limits_{l\to\infty}\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}$,

тогда $\omega\in\left[\sqrt{\frac{k}{m}};+\infty\right)$ ~~...~~ $\cup\left\{\sqrt{\frac{k}{2m}}\right\}$

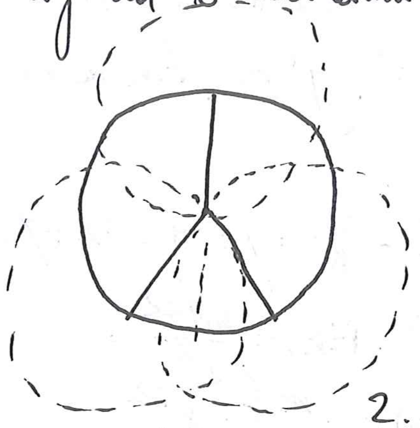
Ответ: $\omega\in\left[\sqrt{\frac{k}{m}};+\infty\right)\cup\left\{\sqrt{\frac{k}{2m}}\right\}$

Задача:

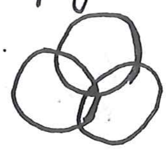


Беловик.

Пусть шайбу отвели в положение x_0, y_0. Т.к. она на резинках, то первоначально её будет тянуть только одна резинка из трех (остальные две всегда не будут натянуты, т.к. при сдвиге шайбы в любую из трех частей две резинки из трех перестанут находиться в натяжении, ввиду того, что расстояние от шайбы



Пунктиром обозначены границы ненатяжения резинок - три окружности радиуса R.



Все три резинки не могут быть натянуты одновременно, максимум 2. две из них. Но тогда при натяжении k и k' сразу линия движения - кривая, т.к. $F_{k'}$ и F_k разные, т.е. движение по прямой 1): тянут две по k равными силами 2): тянет 1 резинка k'.

1) Тянут две резинки по k

$\alpha \approx 45°$, т.к. $S \ll R$. $F_0 = 2F_{упр}\cdot\cos 45°$, где

$F_{упр} = k\cdot\Delta x$ $\quad \Delta x = S\cdot\cos 45°$;

$F_0 = 2k\cdot S\cdot\cos^2 45° = kS$. $\quad kS = ma \Leftrightarrow a = \frac{kS}{m}$

$S = \frac{at^2}{2} \Leftrightarrow t = \sqrt{\frac{2S}{\frac{kS}{m}}} = \sqrt{\frac{2m}{k}}$. $\quad v = at = \frac{kS}{m}\sqrt{\frac{2m}{k}}$

$t = \sqrt{\frac{2\cdot 250\cdot 10^{-3}}{1}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$ (с) $\quad v = \frac{1\cdot 1{,}2\cdot 10^{-2}}{250\cdot 10^{-3}}\cdot\frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{2{,}4\sqrt{2}}{100}$ (м/с)

2) тянет резинка k': $\quad F\uparrow \quad F = k'S \quad k'S = ma_2 \Leftrightarrow a_2 = \frac{k'S}{m}$

$S = \frac{a_2 t_2^2}{2} \Leftrightarrow t_2 = \sqrt{\frac{2m}{k'}}$ $\quad v_2 = a_2 t_2 = \frac{k'S}{m}\sqrt{\frac{2m}{k'}}$

$t_2 = \sqrt{\frac{2\cdot 250\cdot 10^{-3}}{8}} = \frac{1}{4}$ (с) $\quad v_2 = \frac{8\cdot 1{,}2\cdot 10^{-2}}{250\cdot 10^{-3}}\cdot\frac{1}{4} = 0{,}384$ (м/с).

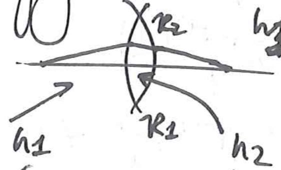
Ответ: $\frac{\sqrt{2}}{2}$ с; $0{,}024\sqrt{2}$ (м/с); 0,25 с; 0,384 м/с.

04-73-92-97
(126.1)

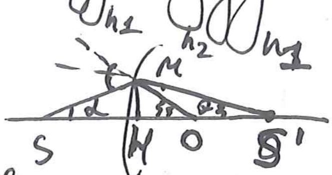
Беловик.

Задание 4.

Вопрос: Рассмотрим линзу, состоящую из двух полусфер радиусов R_1 и R_2



Рассм. R_1:



Будем рассматривать параксиальное приближение ($\alpha = \angle MSS' \ll 1$, $\angle MS'S = \theta \ll 1$ $\angle MOS = \beta \ll 1$)

$tg\alpha = \frac{MH}{HS} \simeq \frac{h}{d}$ $tg\theta \simeq \frac{MH}{HS'} \simeq \frac{h}{f}$ $tg\beta = \frac{MH}{OH} \simeq \frac{h}{R_1}$

$tg\alpha \simeq \sin\alpha \simeq \alpha$, т.к. $\alpha \ll 1$. Аналогично с β и θ.

З-н Снеллиуса: $n_1 \sin\alpha = n_2 \sin\angle OMS'$, где

$\sin(\angle OMS') = \sin\left(\left(\frac{\pi}{2}-\theta\right)-\left(\frac{\pi}{2}-\beta\right)\right) = \sin(\beta-\theta) \simeq \beta-\theta$, тогда

$n_1\alpha \simeq n_2(\beta-\theta)$ или $n_1 \cdot \frac{h}{d} = n_2\left(\frac{h}{R_1}-\frac{h}{f}\right) \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow \frac{n_1}{d}+\frac{n_2}{f} = \frac{n_2}{R_1}$ Аналогично для линзы R_2:

$\frac{n_2}{d_2}+\frac{n_1}{f_2} = \frac{n_1}{R_2}$, где $d_2 = f$:

$\frac{n_1}{d}+\frac{n_1}{f_2} = \frac{n_2}{R_1} - \frac{n_1}{R_2}$.

Приближение тонкой линзы основывается на двух утверждениях: 1) Между двумя краями линзы (внутри неё) луч проходит столь малый путь, что его и смещение луча по высоте можно не учитывать

~~2) $R_1, R_2 \to \infty$, т.е. стенки принимаются почти полностью ровными, перпендикуляр к поверхности в любой точке параллелен остальным перпендикулярам.~~

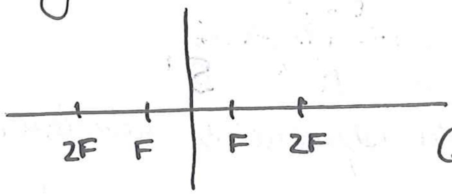
3) При выводе формулы рассматриваются лучи в параксиальном приближении.

Однородность материала линзы играет значительную роль.

Беловик.

Задание 4.

Задача:



$\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d}$?

$\left[\begin{array}{l}\Gamma' = \frac{f-70}{d} \quad (1)\\ \Gamma' = \frac{f+70}{d} \quad (2)\end{array}\right.$?

(1): $\Gamma' = \frac{f-70}{d} \Leftrightarrow d\Gamma' = f-70$

$\Gamma = \frac{f}{d}$, т.е. $\Gamma = \frac{d\Gamma'+70}{d} \Leftrightarrow \Gamma = \Gamma' + \frac{70}{d} \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow d = \frac{70}{\Gamma-\Gamma'}$ $\quad f = \Gamma'\frac{70}{\Gamma-\Gamma'}+70$

$d = \frac{70}{0{,}4-2{,}5} = -\frac{70}{2{,}1} = -\frac{10}{0{,}3} = -\frac{100}{3}$ (см) $\quad f = 2{,}5\frac{70}{0{,}4-2{,}5}+70 = -\frac{40}{3}$ (см)

(2): $\Gamma' = \frac{f+70}{d} \Leftrightarrow d\Gamma' = f+70 \Leftrightarrow f = d\Gamma' - 70$

$\Gamma = \frac{f}{d}$, т.е. $\Gamma = \frac{d\Gamma'-70}{d} \Leftrightarrow \Gamma = \Gamma' - \frac{70}{d} \Leftrightarrow d = \frac{70}{\Gamma'-\Gamma}$

$f = \Gamma'\frac{70}{\Gamma'-\Gamma} - 70$ $\quad d = \frac{70}{2{,}5-0{,}4} = \frac{100}{3}$ (см) $\quad f = \frac{70}{2{,}5-0{,}4}\cdot 2{,}5 - 70 =$

$= \frac{40}{3}$ (см) $\quad \frac{1}{d}+\frac{1}{f} = \frac{1}{F}$, где $\frac{1}{F} = D$ $\quad D = \frac{1}{\frac{100}{3}} + \frac{1}{\frac{40}{3}} =$

$= \frac{12}{400} + \frac{30}{400} = \frac{42}{400} = \frac{21}{200}$ ~~дптр~~ $\quad D = \frac{21}{200}\cdot 10^2 = \frac{21}{2}$ (дптр).

Линза не рассеивающая, так как $f>0$, т.е. изображение действительное (поэтому $\frac{1}{f}+\frac{1}{d}=\frac{1}{F}$).

(1): Изображение и объект мнимые ($d, f<0$) — только собирающая линза $\frac{1}{F} = -\frac{1}{f} - \frac{1}{d}$ $\quad D = \frac{21}{2}$ дптр аналогично.

$\frac{1}{F} = -\frac{1}{d}+\frac{1}{f}$, т.е. $D = \frac{3}{100} + \frac{-3}{40} = -\frac{18}{400} = -\frac{9}{200}$ (см$^{-1}$)

$D = -\frac{9}{2}$ (дптр) — случай собирающей линзы, $D<0$ — не подходит

$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}$, т.е. $D = \frac{-3}{100}+\frac{3}{40} = \frac{9}{2}$ (дптр)

Ответ: 10,5 дптр или 4,5 дптр.

Задание 2. Вопрос Беловик $pV = \nu RT$. $pV^{\gamma} = const$. – ур-е адиабаты,

где $\gamma = \frac{i+2}{i}$, $i = 5$ – двухатомный газ (O_2) $\gamma = \frac{7}{5}$.

$pV^{\gamma} = \cancel{pV \cdot V^{\gamma-1} = \nu RT \cdot V^{\gamma-1}} = (pV)^{\gamma} \cdot p^{1-\gamma} =$

$= (\nu RT)^{\gamma} \cdot p^{1-\gamma}$. Тогда $p^{1-\gamma} \cdot T^{\gamma} = const_2$.

$p^{1-\gamma} \cdot T^{\gamma} = p_0^{1-\gamma} \cdot T_0^{\gamma} \Leftrightarrow \left(\frac{p}{p_0}\right)^{1-\gamma} = \left(\frac{T_0}{T}\right)^{\gamma}$, где $p =$

$= (1 + 0{,}007)p_0$, т.е. $(1{,}007)^{1-\gamma} = \left(\frac{T_0}{T}\right)^{\gamma} \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow T = \sqrt[\gamma]{\frac{T_0^{\gamma}}{(1{,}007)^{1-\gamma}}} = \frac{T_0}{1{,}007^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}} = T_0 \cdot 1{,}007^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$.

$A = \int_{V_1}^{V_2} p\,dV$, где $pV_2^{\gamma} = p_0 \cdot V_1^{\gamma} \Leftrightarrow V_2 = \sqrt[\gamma]{V_1^{\gamma} \cdot \frac{1}{1{,}007}} =$

$= V_1 \cdot 1{,}007^{-\frac{1}{\gamma}}$ $p_0V_1 = \nu RT_0$ $pV^{\gamma} = C \Leftrightarrow p = \frac{C}{V^{\gamma}}$

$A = \int_{V_1}^{V_2} \frac{C}{V^{\gamma}}\,dV = C \cdot V^{-\gamma+1} \cdot \frac{1}{1-\gamma}\Big|_{V_1}^{V_2} = C \cdot \frac{1}{1-\gamma}\left(V_2^{1-\gamma} - V_1^{1-\gamma}\right)$

$= C \cdot \frac{1}{1-\gamma} \cdot V_1^{1-\gamma}\left(\left(1{,}007^{-\frac{1}{\gamma}}\right)^{1-\gamma} - 1\right) = \frac{C \cdot V_1^{1-\gamma}}{1-\gamma}\left(1{,}007^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} - 1\right)$

$(1{,}007)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} = (1 + 0{,}007)^{\frac{\frac{7}{5}-1}{\frac{7}{5}}} = (1 + 0{,}007)^{\frac{2}{7}} \simeq 1 + \frac{2}{7} \cdot \frac{7}{1000} +$

$+ \frac{\frac{2}{7}\left(\frac{2}{7} - 1\right)}{2} \cdot 0{,}007^2 \simeq 1{,}002 + -\frac{5}{1000^2}$ ~~≈1,0012~~ $=$

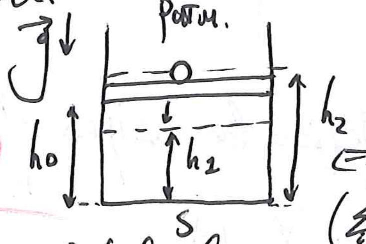
$= 1{,}001995$. $A \simeq \frac{C \cdot V_1^{-\frac{2}{5}}}{\frac{2}{5}}(1{,}001995 - 1)$

$C = p_0V_1^{\gamma}$ $C \cdot V_1^{1-\gamma} = p_0V_1 = \nu RT_0$: $A \simeq \frac{5}{2} \cdot \nu RT_0 \cdot 0{,}002$

$A = 1 \cdot 8{,}31 \cdot 301 \cdot 0{,}005 = \frac{1250655}{100000} \simeq 12{,}5$ (Дж)

Ответ: $A = 12{,}50655 \simeq 12{,}5$ Дж.

Задача:



$pV = \nu RT$ изначально: $p_0V_0 = \nu RT_0$,

где $V_0 = h_0S$: $p_0h_0S = \nu RT_0 \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow p_0 = \frac{\nu RT_0}{h_0S}$. Т.к. поршень находится

в равновесии: $\left(\sum_{i=1}^{n} F_i = 0\right)$ $\cancel{mg - p_0S = 0}$, т.е. $m = \frac{\nu RT_0}{h_0 g} - \frac{p_{атм}S}{g}$

$(mg + p_{атм}S) - p_0S = 0$

Беловик

Задание 2 (продолжение)

Т.к. поршень теплоизолирующий, то $Q = 0$ $\quad Q = \Delta U + A$, где

$U = \frac{i}{2}\nu RT$ $\quad \Delta U = \frac{i}{2}\nu R\Delta T$, т.к. $\nu = const$.

Т.к. процесс можно считать квазиравновесным, то

$pV = \nu RT$ – выполняется $\quad p_к V_к = \nu RT_к$, где $V_к = h_1 S$

$$\begin{cases} p_к h_1 S = \nu R T_к \\ p_0 h_0 S = \nu R T_0 \end{cases} \Rightarrow p_к = p_0 \cdot \frac{T_к}{T_0}$$

ЗСЭ: В положении 1 (высота h_1): $W_{полн.} = U + E_{потенц.}$,

$E_к = 0$, т.к. процессы квазистатические, $W_{полн.} =$ (наинизшее положение)

$= \frac{i}{2}\nu RT_к + mgh_1$.

$E_2 = \frac{i}{2}\nu RT_{к_2} + mgh_2$ $\quad v = 0$, т.к. крайнее положение.

$p_{к_2} h_2 S = \nu RT_{к_2}$ $\qquad \frac{i}{2}\nu RT_к + mgh_1 = \frac{i}{2}\nu RT_{к_2} + mgh_2$

$\Leftrightarrow \frac{i}{2}\nu R(T_к - T_{к_2}) = mg(h_2 - h_1)$, где $mg = \frac{\nu RT_0}{gh_0} - p_{атм}\cdot S$

$$h_2 = \frac{i\nu R(T_к - T_{к_2}) + 2mgh_1}{2mg} \quad (1)$$

В нижней точке: $p_к S = p_{атм} S + mg + Mg$, M – масса пробки.

$(m+M)gh_0 + \frac{i}{2}\nu RT_0 = \frac{i}{2}\nu RT_к + (m+M)gh_1$.

$M = \frac{(p_к - p_{атм})S - mg}{g}$

$\frac{i}{2}\nu RT_к = g(h_0 - h_1)\frac{(p_к - p_{атм})S}{g} + \frac{i}{2}\nu RT_0$

$p_к = \frac{\nu RT_к}{V_к} = \frac{\nu RT_к}{h_1 S}$

$i = 5$ (газ двухатомный) $\qquad \frac{5}{2}\nu RT_к = (h_0 - h_1)p_к S - (h_0 - h_1)p_{атм}S + \frac{i}{2}\nu RT_0$.

$\frac{5}{2}\nu RT_к = (h_0 - h_1)\frac{\nu RT_к}{h_1} + \frac{5}{2}\nu RT_0 - (h_0 - h_1)p_{атм}S$

Беловик.

Задание 2 (продолжение).

$\cancel{T_K \left(\frac{5}{2}\nu R - (h_0-h_1)\cdot\frac{1}{h_1}\nu R\right) = \frac{5}{2}\nu R T_0 - (h_0-h_1) p_{атм} S}$

$\cancel{T_K = \frac{5\nu R T_0 - 2(h_0-h_1)p_{атм}S}{\nu R\left(5-\frac{2(h_0-h_1)}{h_1}\right)}}$.

$\cancel{pV^\gamma = const. \quad \gamma = \frac{i+2}{i} = \frac{7}{5}}$ ~~(двухатомный газ)~~.

$$p_0\cdot(h_0S)^\gamma = p_K\cdot(h_1S)^\gamma \Leftrightarrow p_K = p_0\cdot\left(\frac{h_0}{h_1}\right)^\gamma.$$

$$\begin{cases} p_0\cdot\left(\frac{h_0}{h_1}\right)^\gamma\cdot h_1S = \nu R T_K \\ p_0\cdot h_0 S = \nu R T_0 \end{cases} \Rightarrow T_K = T_0\cdot\left(\frac{h_0}{h_1}\right)^{\gamma-1}.$$

$p_K V_K^\gamma = p_{K_2} V_{K_2}^\gamma$, т.е.

$$p_0\cdot\left(\frac{h_0}{h_1}\right)^\gamma\cdot(h_1S)^\gamma = p_{K_2}\cdot(h_2S)^\gamma \Leftrightarrow p_{K_2} = p_0\cdot\left(\frac{h_0}{h_1}\right)^\gamma\cdot\left(\frac{h_1}{h_2}\right)^\gamma =$$

$$= p_0\cdot\left(\frac{h_0}{h_2}\right)^\gamma. \quad \begin{cases} p_0\cdot\left(\frac{h_0}{h_2}\right)^\gamma\cdot h_2S = \nu R T_{K_2} \\ p_0h_0S = \nu R T_0 \end{cases} \Rightarrow T_{K_2} = T_0\left(\frac{h_0}{h_2}\right)^{\gamma-1}$$

Из (1): $\frac{i}{2}\nu R(T_K - T_{K_2}) = mgh_2 - mgh_1$

$$\frac{i}{2}\nu R T_0\left(\left(\frac{h_0}{h_1}\right)^{\gamma-1} - \left(\frac{h_0}{h_2}\right)^{\gamma-1}\right) = mgh_2 - mgh_1.$$

$$\left(\frac{h_0}{h_2}\right)^{\gamma-1} = \left(1 - \frac{h_2-h_0}{h_2}\right)^{\gamma-1}$$

$$\frac{i}{2}\nu R T_0 h_0^{\gamma-1}\left(\left(\frac{1}{h_1}\right)^{\gamma-1} - \left(\frac{1}{h_2}\right)^{\gamma-1}\right) = \nu R T_0 \frac{h_1}{h_0}, \text{ т.е.}$$

$$\frac{5}{2}\left(\left(\frac{1}{h_1}\right)^{\gamma-1} - \left(\frac{1}{h_2}\right)^{\gamma-1}\right) = h_1\cdot h_0^{-\gamma}$$

$$\left(\frac{1}{h_2}\right)^{\gamma-1} = \left(-\frac{2}{5}h_1\cdot h_0^{-\gamma} + \left(\frac{1}{h_1}\right)^{\gamma-1}\right)$$

$\cancel{h_2 = \sqrt[1-\gamma]{\left(\left(\frac{1}{h_1}\right)^{\gamma-1} - \frac{2}{5}h_1 h_0^{-\gamma}\right)^{-1}} = \left(h_1^{1-\gamma} - \frac{2}{5}h_1h_0^{-\gamma}\right)^{\frac{1}{1-\gamma}}}$

$$h_2 = \left(-\frac{2}{5}h_1h_0^{-\gamma} + h_1^{1-\gamma}\right)^{\frac{1}{1-\gamma}}.$$

Белявск.

Задание 2 (продолжение)

$$h_2 = \left(-\frac{2}{5} h_1 h_0^{-\gamma} + h_1^{1-\gamma}\right)^{\frac{1}{1-\gamma}}$$

$$h_2 = \left(-\frac{2}{5} \cdot 0{,}29 \cdot 0{,}3^{-\frac{7}{5}} + 0{,}29^{-\frac{2}{5}}\right)^{-\frac{5}{2}}.$$

~ ?

Задание 3 (продолжение):

$$x'' = \frac{IBD}{m} = \frac{(\mathcal{E}-\mathcal{E}_2)BD}{R+2\rho x} \quad (F = ma)$$

$$x''(R+2\rho x) = \mathcal{E}BD - x'BD \iff$$

$$\iff x'' + x'' \cdot \frac{2\rho}{R} \cdot x + x'\frac{BD}{R} = \frac{\mathcal{E}}{R}.$$

$$x' = 0{,}95\frac{\mathcal{E}}{BD} \,(= v_m).$$ ~~$x'' = 0$ (ускорение нул)~~

~~$0{,}95 \frac{\mathcal{E}BD}{R}$, $0{,}95 \frac{\mathcal{E}}{BD} \cdot \frac{BD}{R} = \frac{\mathcal{E}B}{R}$.~~

$$x'' = \frac{-0{,}95\frac{\mathcal{E}}{BD} \cdot BD + \mathcal{E}}{R_0 + 2\rho x} = \frac{0{,}05\mathcal{E}}{R}$$

$$\frac{0{,}05\mathcal{E}}{R} + \frac{0{,}05\mathcal{E} \cdot 2\rho}{R^2} x + 0{,}95\frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

~~$x = (1+0{,}95)s_0 = 1{,}95 s_0$.~~

~~$x = 80 \cdot \frac{R}{2\rho} \cdot 0{,}05$~~

~~$x = 80 \cdot \frac{80}{5 \cdot 10^{-3} \cdot 2} \cdot 5 \cdot 10^{-2} = 6400 \cdot 5$~~

~~$2\rho\,80$~~ $2\rho x + R_0 = R_k$, тогда $I_k = \dfrac{0{,}05\mathcal{E}}{2\rho x + R_0}$

Черновик.

$$\frac{dq}{dt} = \frac{d\left(\frac{IBl - \varepsilon_2}{m}\right)}{dt} = d$$

IBl. $B = \frac{H}{A \cdot M}$.

O O'

$v = \frac{dx}{dt}$

$\to dx \quad dR = \rho \frac{dx}{...}$

$\varepsilon - \varepsilon_2$

$\frac{ZO}{ZO} = \frac{H}{h} = \frac{v}{d}$

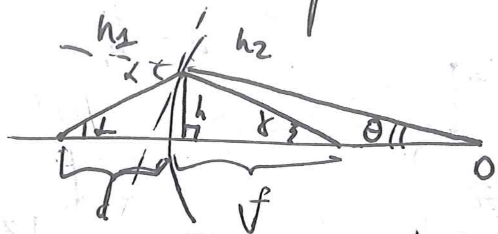
$\varepsilon_2 = \frac{dx}{dt} B \lambda$

$(1+\varepsilon)^{\alpha} \simeq 1 + \alpha\varepsilon + \frac{\alpha(\alpha-1)}{2}\varepsilon^2$

kS

$\varepsilon_2 \frac{\Delta m}{M} \cdot \frac{T\lambda \cdot M \cdot B}{k_2 \cdot O_y}$ $\quad \frac{T\lambda \cdot A}{k_2}$ $\quad \frac{\frac{H}{A \cdot M} \cdot A}{k_2}$ $\quad \frac{1}{c^2}$

Черновик.



$$\underbrace{\frac{h_1}{d} + \frac{h_2}{f} = \frac{h_2 - h_1}{R}}$$

$$\gamma \simeq \frac{h}{f} \qquad \theta \simeq \frac{h}{R}$$

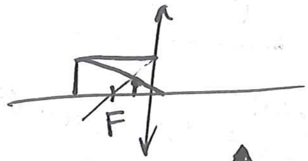
$$\gamma - \theta \qquad \alpha \simeq \frac{h}{d}$$

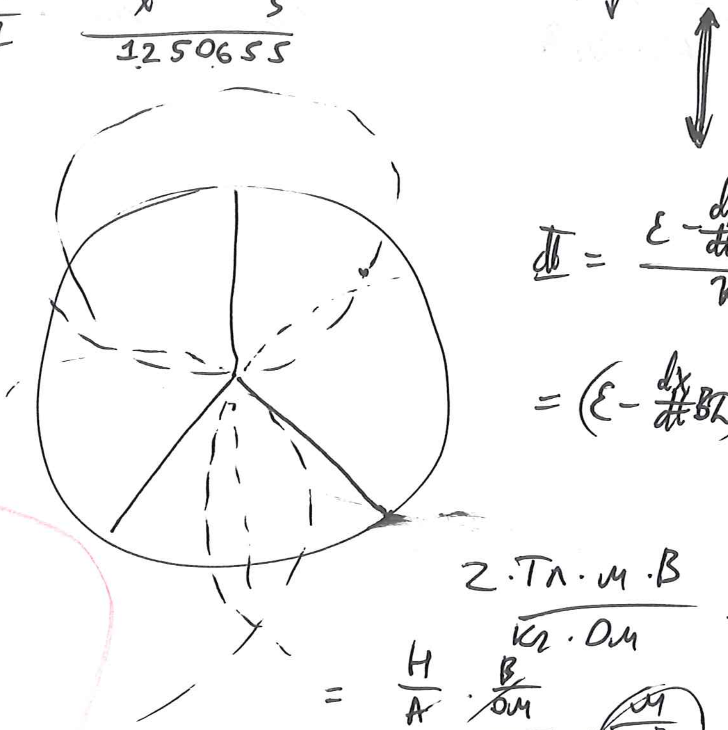
$$\alpha h_1 = \left(\left(\frac{\pi}{2} - \theta\right) - \left(\frac{\pi}{2} - \gamma\right)\right) h_2 \Leftrightarrow \alpha h_1 = h_2 \gamma - h_2 \theta.$$

$$h_1 \cdot \frac{h}{d} = h_2 \cdot \frac{h}{f} - h_2 \cdot \frac{h}{R} \Leftrightarrow \frac{h_2}{f} - \frac{h_1}{d} = \frac{h_2}{R}.$$

$$\frac{25}{10} \cdot \frac{100}{3} = \frac{250}{3}$$

$$\begin{array}{r} 831 \\ \times\, 301 \\ \hline 831 \\ +\,2493 \\ 250131 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 250131 \\ \times\, 5 \\ \hline 1250655 \end{array}$$





$$d\Phi = \frac{\mathcal{E} - \frac{dx}{dt}BD}{R + 2\rho dx} - \frac{\mathcal{E} - \frac{dx}{dt}BD}{R} =$$

$$= \left(\mathcal{E} - \frac{dx}{dt}BD\right) \boxed{\frac{-2\rho dx}{R^2}}$$

$$\frac{2 \cdot T\lambda \cdot m \cdot B}{K\lambda \cdot Dm} =$$

$$= \frac{\frac{H}{A} \cdot \frac{B}{Dm}}{K\lambda} = \frac{m}{c^2} \qquad S \cdot \cos 45^0$$

$$\begin{array}{r} 32 \\ \times\, 12 \\ \hline 64 \\ +\,32 \\ 384 \end{array} \qquad 384 \cdot 10^{-3} = 0{,}384 \qquad S \ll R$$