Часть 1

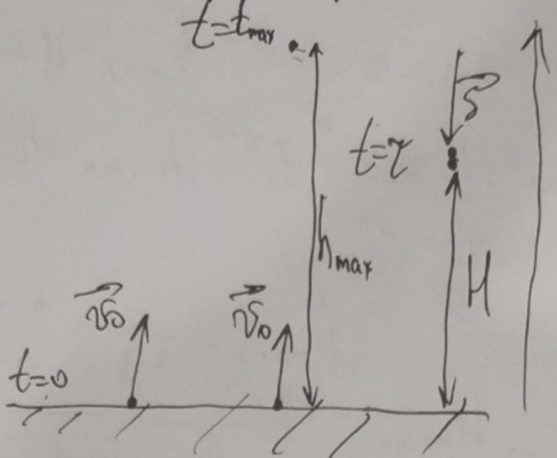
Олимпиада: **Физика, 10 класс (1 часть)**

Шифр: **21205604**

ID профиля: **377816**

Вариант 1

Черновик



$$h_{max}=\frac{v_0^2}{2g}$$

$$H=v_0\tau-g\frac{\tau^2}{2}$$

$$s_y=-s=-h_{max}+H=-g\frac{\tau^2}{2}$$

$$h_{max}-H=g\frac{\tau^2}{2}$$

$$\frac{v_0^2}{2g}=v_0\tau \qquad v_0=2g\tau \qquad h_{max}=v_0\tau$$

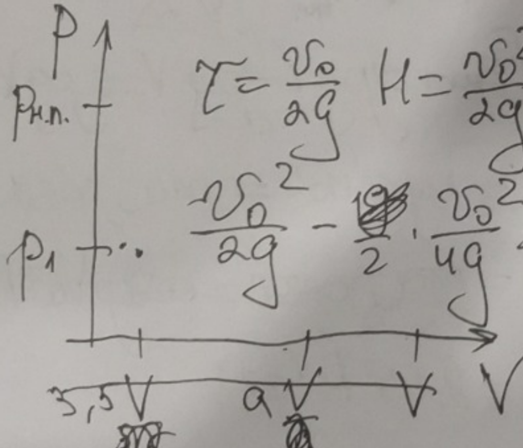
$$\tau=\frac{v_0}{2g}$$

$$H=2g\tau^2-\frac{g\tau^2}{2}=\frac{3}{2}g\tau^2 \qquad \tau=\sqrt{\frac{2H}{3g}}$$

$$v_0=2g\tau=2g\sqrt{\frac{2}{3}\frac{H}{g}}=\sqrt{\frac{8gH}{3}}$$

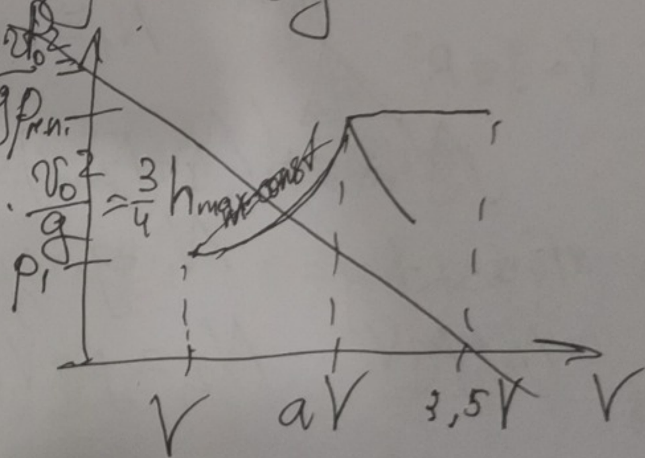
$$=\frac{2}{3}g\cdot\frac{v_0^2}{2g^2}=\frac{v_0^2}{6g}$$

$$h_{max}+H=\frac{3v_0^2}{6g}+\frac{v_0^2}{6g}=\frac{2v_0^2}{3g}=\frac{\frac{16}{3}gH}{3g}=\frac{16}{9}H$$



$$\tau=\frac{v_0}{2g} \qquad H=\frac{v_0^2}{2g}-\frac{v_0^2}{4g}$$

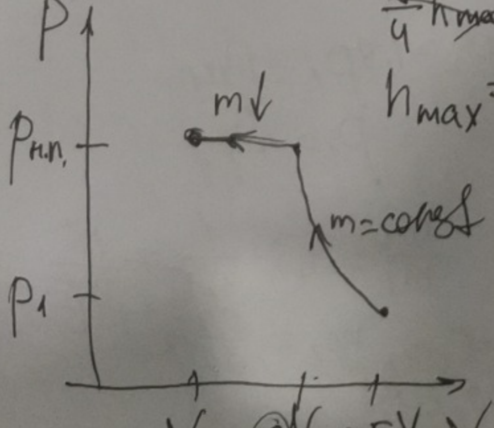
$$\frac{v_0^2}{2g}-\frac{1}{2}\cdot\frac{v_0^2}{4g}=\frac{3}{8}\cdot\frac{v_0^2}{g}=\frac{3}{4}h_{max}$$



$$\cancel{\frac{7}{4}h_{max}=}$$

$$h_{max}=\frac{4}{3}H=\frac{7}{3}H$$

$$\frac{8}{3}H-H=\frac{5}{3}H$$



$$3{,}5\,p_1V=\frac{m_0}{\mu}RT$$

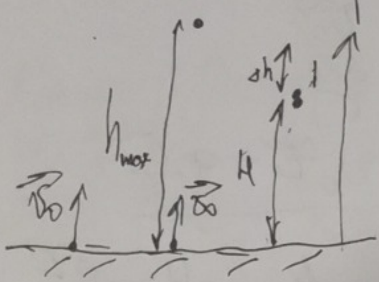
$$p_{н.п.}V=\frac{m}{\mu}RT$$

$$p_{н.п.}V=\frac{m-\Delta m}{\mu}RT$$

$$\frac{3{,}5}{a}\cdot\frac{p_1}{p_{н.п.}}=1 \qquad a=\boxed{\frac{35}{18}}$$

21205604 (U377816 M1279175)

Черновик



$2h_{max}+H-\Delta h=-\frac{gt^2}{2}$ $\quad h_{max}-H=\frac{gt^2}{2}$

$(h_{max}-H)=\frac{gt^2}{2}$ $\quad \boxed{h_{max}=v_0t}$

$H=v_0t-\frac{gt^2}{2}$

$h_{max}-H=\frac{gt^2}{2}$ $\quad h_{max}=\frac{v_0^2}{2g}=\frac{g^2t^2}{2g}=\frac{gt^2}{2}$

$t=\frac{v_0}{2g}$ $\quad v_0=gt$ $\quad h_{max}=gt^2$

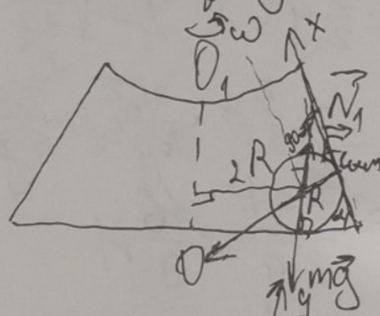
$t=\frac{v_0}{g}=\sqrt{\frac{2H}{g}}$ $\quad v_0=gt$ $\quad H=\frac{gt^2}{2}$ $\quad t=\sqrt{\frac{2H}{g}}$ $\quad \boxed{v_0=\sqrt{2gh_{max}}}$

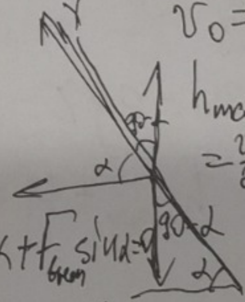
$v_0^2=2gv_0t=2g\sqrt{\frac{2H}{g}}$

$v_1=gt$

$v_2=v_0-gt$

$v_0=\sqrt{8gH}$





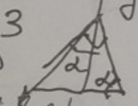
$\cancel{mg=N_1+}$

$h_{max}+H=\frac{v_0^2}{2g}+\frac{gt^2}{2}$

$-mg\sin\alpha+N_1\sin\alpha+F_{выт}\sin\alpha=0$

$N_1=mg-F_{выт}=3\rho gV-\rho gV=2\rho gV$

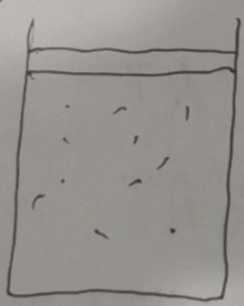
$V=\frac{4}{3}\pi R^3$



$(N_2+F_{выт})\sin\alpha-mg\sin\alpha=ma_{ц}\cos\alpha$

$F_g\cos\alpha+mg=N_1+\rho gV$ $\quad N_2-2\rho gV=\cancel{ma_{ц}\cos\alpha}=2\rho V\omega^2R\,tg\alpha$

$N_2=\rho V(2g+2\omega^2R\,tg\alpha)$



$\cancel{p_1V=\nu RT}$ $\quad p_2=1{,}8p_1=p_{н.п.}$

$p_1 3{,}5V=\frac{m_1}{\mu}RT$ $\quad p_1=\frac{p_{н.п.}}{1{,}8}$

$p_{н.п.}V=\frac{m_2}{\mu}RT$ $\quad \frac{m_2}{m_1}=1{,}8\cdot\frac{1}{3{,}5}=\frac{18}{35}$

$m_2=\frac{54}{35}$ г.

$\frac{17}{18}p_{н.п.}V=1{,}7p_1V=\frac{m_1-m_2}{\mu}RT=\frac{17}{35}\frac{m_1}{\mu}RT$

$V=\frac{18}{35}\frac{m_1RT}{p_{н.п.}\mu}$ $\quad \frac{18\cdot 3\cdot 10^{-3}\cdot 8{,}31\cdot 354}{0{,}5\cdot 10^5\cdot 18\cdot 10^{-3}}=0{,}1\ м^3$

Чистовик ①

№1

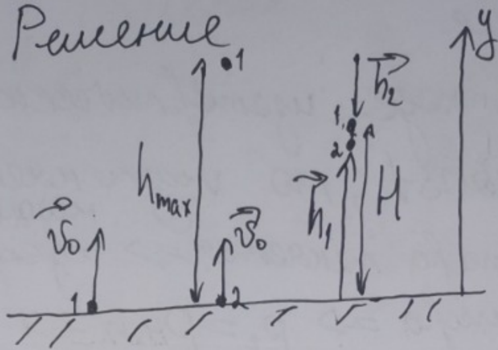
Дано: H, g

1) τ - ?

2) v_0 - ?

3) S - ?

Решение



1) ЗСЭ для первого мяча:

$$\frac{\cancel{m}v_0^2}{2} = \cancel{m}gh_{max}$$

$$h_{max} = \frac{v_0^2}{2g}$$

2) $\vec{h}_1 = \vec{v_0}\tau + \frac{\vec{g}\tau^2}{2}$ $\quad$ oy: $h_1 = H = v_0\tau - \frac{g\tau^2}{2}$ (1)

$\vec{h}_2 = \frac{\vec{g}\tau^2}{2}$ $\quad$ oy: $h_2 = -h_{max} + H = -\frac{g\tau^2}{2}$ (2)

(1)-(2): $h_{max} = v_0\tau \Rightarrow \frac{v_0^2}{2g} = v_0\tau \Rightarrow v_0 = 2g\tau \Rightarrow$

$\Rightarrow H = 2g\tau\cdot\tau - \frac{g\tau^2}{2} = \frac{3}{2}g\tau^2$

$$\tau = \sqrt{\frac{2H}{3g}}$$

3) $v_0 = 2g\tau = 2g\sqrt{\frac{2H}{3g}} = \sqrt{\frac{8}{3}gH}$

4) $S = 2h_{max} - H = 2v_0\tau - v_0\tau + \frac{g\tau^2}{2} = \sqrt{\frac{8}{3}gH}\cdot\sqrt{\frac{2H}{3g}} +$

$+ g\cdot\frac{1}{2}\cdot\frac{2H}{3g} = \cancel{2\cdot\frac{4}{3}H - \frac{H}{3} = \frac{7}{3}H} = \frac{4}{3}H + \frac{1}{3}H = \frac{5}{3}H$

Ответ: 1) $\sqrt{\frac{2H}{3g}}$ 2) $\sqrt{\frac{8}{3}gH}$ 3) $\frac{5}{3}H$

Чистовик ②

№3

Дано:

$m = 3г = 3 \cdot 10^{-3} кг$

$V = \frac{V_н.}{3,5}$

$p_2 = 1,8 p_1$

$p_{н.п.} = 0,5 \cdot 10^5 Па$

$M = 18 \frac{г}{моль} = 18 \cdot 10^{-3} \frac{кг}{моль}$

$T = 81°C = 354 K$

1) p_1 – ?

2) V – ?

Решение

1) Т.к. в ходе изотермического сжатия $pV \neq const$, то ν изменяется, т.е. масса пара меняется => начинается конденсация пара => $p_2 = p_{н.п.}$ =>

$$\Rightarrow p_{н.п.} = 1,8 p_1 \Rightarrow p_1 = \frac{p_{н.п.}}{1,8}$$

$$p_1 = \frac{0,5 \cdot 10^5}{1,8} \approx 0,28 \cdot 10^5 Па$$

2) Пусть сконденсировалось Δm пара. По ур-ию Менделеева-Клапейрона:

$$\begin{cases} p_1 V_н = \frac{m}{M} RT \\ p_{н.п.} V = \frac{m - \Delta m}{M} RT \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \frac{35}{18} p_{н.п.} V = \frac{m}{M} RT \quad (1) \\ p_{н.п.} V = \frac{m - \Delta m}{M} RT \quad (2) \end{cases}$$

$$(2):(1): \quad \frac{18}{35} = \frac{m - \Delta m}{m} \Rightarrow \Delta m = \frac{17}{35} m$$

$$(1)-(2): \quad \frac{17}{18} p_{н.п.} V = \frac{\Delta m}{M} RT = \frac{17}{35} \frac{m}{M} RT$$

$$V = \frac{18 \cdot m RT}{35 M p_{н.п.}}$$

$$V = \frac{\cancel{18} \cdot 3 \cdot \cancel{10^{-3}} \cdot 8,31 \cdot 354}{35 \cdot \cancel{18 \cdot 10^{-3}} \cdot 0,5 \cdot 10^5} \approx 504 \cdot 10^{-5} м^3$$

Ответ: 1) $\approx 0,28 \cdot 10^5 Па$ 2) $\approx 504 \cdot 10^{-5} м^3$

21205604 (U377816 M1279175)

Чистовик ③

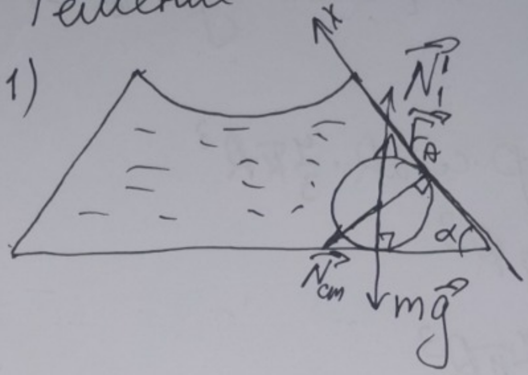
№ 2

Дано:
ρ, ~~3ρ~~, ω,
R, α
$\operatorname{tg}\alpha = 2$

1) N_1 - ?
2) N_2 - ?

Решение

1)



N_1' - сила, с которой ~~стенка~~ дно давит на шар

$\vec{N_1'} = -N_1$, $N_1 = N_1'$ (по 3 з-ну з-ну Ньютона)

По 2 з-ну Ньютона:

$$\vec{N_{cm}} + m\vec{g} + \vec{F_A} + \vec{N_1'} = 0$$

$$Ox: -mg\sin\alpha + F_A\sin\alpha + N_1\sin\alpha = 0$$

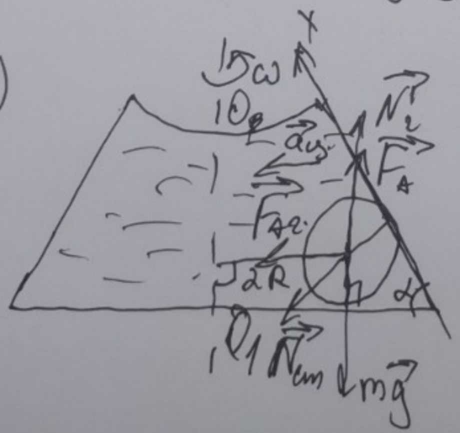
$$N_1' = mg - F_A$$

$$m = 3\rho V = 3\rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3$$

$$F_A = \rho g V = \rho g \cdot \frac{4}{3}\pi R^3$$

$$N_1 = N_1' = 2\rho g \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{8}{3}\pi \rho g R^3$$

2)



N_2' - сила, с которой дно давит на шар

$N_2' = N_2$, $\vec{N_2'} = -\vec{N_2}$ (по 3 з-ну Ньютона)

По 2 з-ну Ньютона:

$$\vec{N_{cm}} + \vec{F_{A2}} + \vec{F_A} + m\vec{g} + \vec{N_2'} = m\vec{a_ц}.$$

прод. на след. листе

21205604 (U377816 M1279175)

Чистовик ④

Ox: $F_{A2}\cos\alpha + F_A\sin\alpha + N_2'\sin\alpha - mg\sin\alpha = ma_{ц.}\cos\alpha$

$a_{ц.} = \omega^2\cdot 2R$

$F_{A2.} = \rho a_{ц.} V = \rho\cdot\omega^2 2R\cdot\frac{4}{3}\pi R^3$

$F_A = \rho g V = \frac{4}{3}\pi\rho g R^3$

$m = 3\rho V = 3\rho\cdot\frac{4}{3}\pi R^3$

$\frac{8}{3}\pi\rho\omega^2 R^4\,\mathrm{tg}\alpha + \frac{4}{3}\pi\rho g R^3 + N_2' - 3\rho g\cdot\frac{4}{3}\pi R^3 = 3\rho\omega^2 2R\cdot\frac{4}{3}\pi R^3\,\mathrm{tg}\alpha$

$N_2' = \frac{8}{3}\pi\rho g R^3 + \frac{16}{3}\pi\rho\omega^2 R^4\,\mathrm{tg}\alpha$

$N_2' = \frac{8}{3}\pi\rho R^3(g + 4\omega^2 R)$

Ответ: 1) $\frac{8}{3}\pi\rho g R^3$ 2) $\frac{8}{3}\pi\rho R^3(g+4\omega^2 R)$

Часть 2

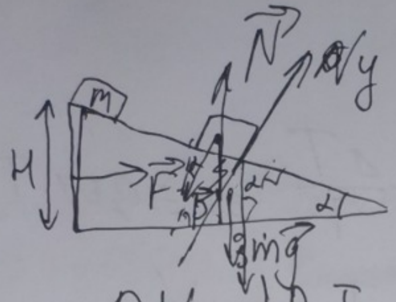
Олимпиада: **Физика, 10 класс (2 часть)**

Шифр: **21205604**

ID профиля: **377816**

Вариант 1

черновик



$H=\frac{gt^2}{2}$ $\quad t=\sqrt{\frac{2H}{g}}$

$PV=\nu RT$

$$\begin{array}{r} 102 \\ \times\ 99 \\ \hline 918 \\ 918 \\ \hline 1{,}0098 \end{array}$$

$1{,}02\cdot 0{,}99\, PV=\nu R T_1$

$T_1 = T\cdot 1{,}02\cdot 0{,}99$

ув. на 0,98 %

~~$\Delta A = p\Delta V$~~

$F-P\sin\alpha=3ma_{кл}$ $\qquad \sin^2\alpha=\frac{9}{25}$

~~$N \neq P = mg\sin\alpha$~~

$\frac{3}{5}-\frac{4}{5}\cdot\frac{2}{3}=\frac{9-8}{15}$

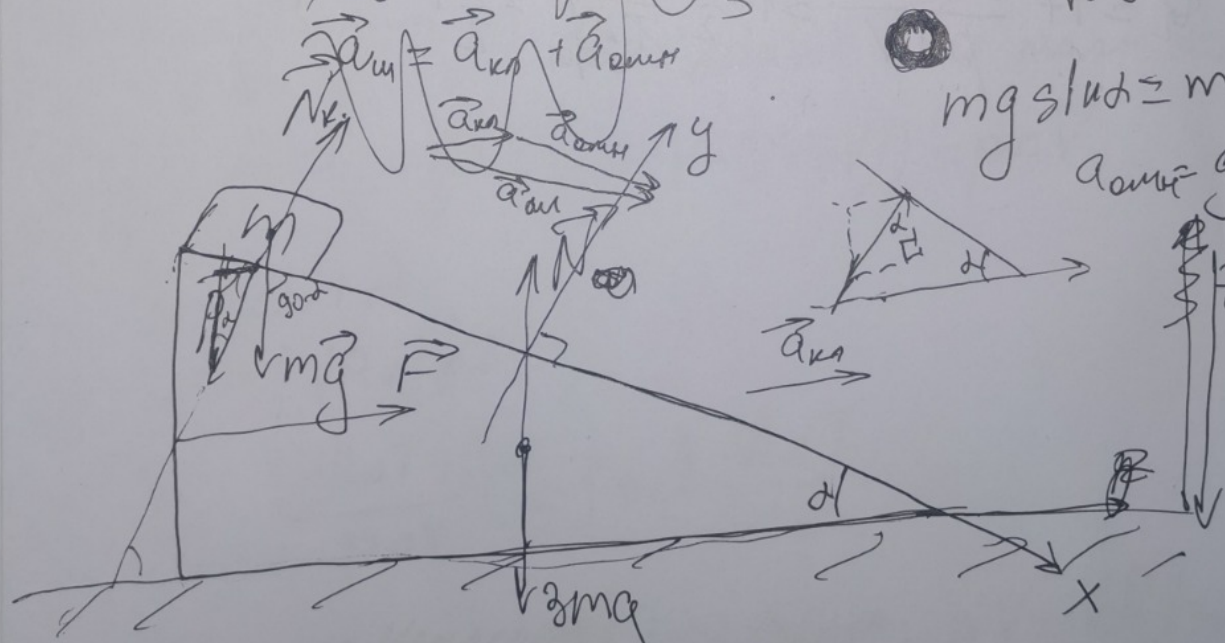
$F-mg\sin^2\alpha=3ma_{кл}$

$\frac{g(2-\sin^2\alpha)}{3}=a_{кл}=\frac{41}{75}g$

$\vec a_{ш}=\vec a_{кл}+\vec a_{отн}$

$mg\sin\alpha=ma_{отн}$

$a_{отн}=g\sin\alpha$

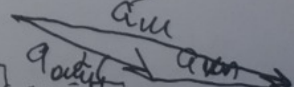


$\vec a_{кл}$

τ

Oz: ~~$F - P\sin\alpha = ma_к$~~

$F\cos\alpha=ma_{кл}\cos\alpha$ $\qquad \boxed{a_{кл}=2g}$



$H=\frac{a_{отн}\tau^2}{2}=\frac{a_{отн}\sin\alpha}{2}\tau^2=\frac{g\tau^2}{2}\sin^2\alpha$

$\tau=\sqrt{\frac{2H}{g}}(\sin\alpha)^{-1}=\frac{5}{3}\sqrt{\frac{2H}{g}}$

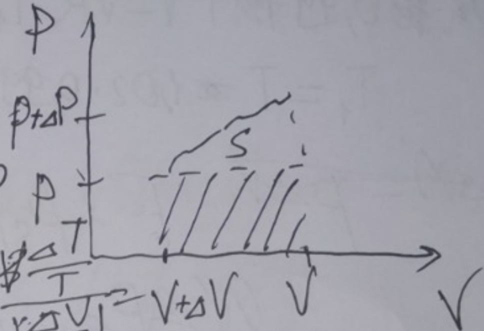
Черновик

$$\frac{\Delta P}{P}+\frac{\Delta V}{V}=\frac{\Delta T}{T} \qquad 0,02-0,01=\frac{\Delta T}{T} \qquad \underline{\Delta T=0,01\,T}$$

$$\Delta Q=\Delta U+\Delta A \qquad \Delta Q=\frac{3}{2}\nu R\Delta T+p\Delta V$$

$$Q=\frac{3}{2}\nu R\overset{\Delta T}{(\cancel{T_1-T})}+p\Delta V$$

ΔP и ΔV оч. малы, что $S\approx 0$



$$\frac{Q}{A}=\cancel{\frac{3}{2}}\,1-\frac{\frac{3}{2}\nu R\Delta T}{|p\Delta V|}=1-\frac{3}{2}\cdot\frac{\frac{\Delta T}{T}}{\left|\frac{\Delta V}{V}\right|}$$

$$=1-\frac{3}{2}\frac{0,01}{0,01}\cancel{=0,5}$$

$$pV=\nu RT \qquad \frac{\nu R}{P}=\frac{V}{T}$$

$$Q=1+\frac{\frac{3}{2}\nu R\Delta T}{p\Delta V}=1+\frac{3}{2}\frac{V\overset{0,01}{\Delta T}}{T\underset{0,01}{\Delta V}}=\frac{5}{2}$$

21205604 (U377816 M1279176)

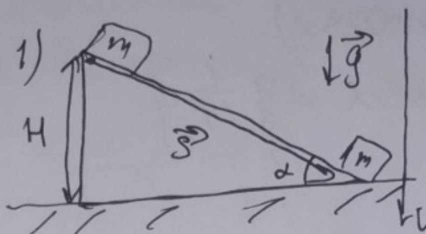
Чистовик ①

№4

Дано:
H, m, α
$\cos\alpha = \frac{4}{5}$

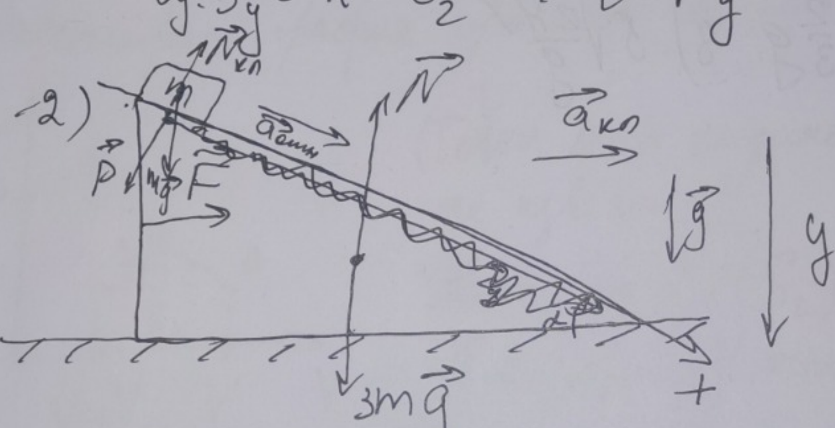
1) t - ?
2) $a_{кл}$ - ?
3) τ - ?

Решение

1) 

$$\vec{S} = \vec{v_0}t + \frac{\vec{g}t^2}{2} = \frac{\vec{g}t^2}{2} \quad (\text{т.к. } v_0 = 0)$$

$$Oy: S_y = H = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

2) 

По 2 з-ну Ньютона для клина:

$$3m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F} + \vec{P} = 3m\vec{a}_{кл}$$

$$Ox: F\cos\alpha = 3ma_{кл}\cos\alpha$$

$$2mg = 3ma_{кл}$$

$$a_{кл} = \frac{2g}{3}$$

3) $\vec{a}_ш = \vec{a}_{отн} + \vec{a}_{кл}$; пусть $\vec{S}$ - вектор перемещения шайбы.

$$\vec{S} = \frac{\vec{a}_ш \tau^2}{2} \quad (v_0 = 0)$$

$$Oy: S_y = H = \frac{a_{отн y}\tau^2}{2} = \frac{a_{отн}\tau^2}{2}\sin\alpha$$

4) По 2 з-ну Ньютона для шайбы:

прод. на след. листе

чистовик ②

$$\vec{N}_{кл} + m\vec{g} = m\vec{a}_{ш}$$

$$Ox: mg\sin\alpha = m(a_{отн} + a_{кл}\cos\alpha)$$

$$a_{отн} = g\sin\alpha - \frac{2}{3}g\cos\alpha = \frac{1}{15}g$$

$$H = \frac{1}{15}\frac{g\tau^2}{2}\cdot\frac{3}{5} = \frac{1}{25}\frac{g\tau^2}{2}$$

$$\tau = \sqrt{\frac{50H}{g}} = 5\sqrt{\frac{2H}{g}}$$

Ответ: 1) $\sqrt{\frac{2H}{g}}$ 2) $\frac{2}{3}g$ 3) $5\sqrt{\frac{2H}{g}}$

21205604 (U377816 M1279176)

Чистовик ~~2~~ 3

№5

Дано:

$\Delta p = 0{,}02p$

$\Delta V = -0{,}01V$

1) ΔT - ?

2) $\frac{Q}{A}$ - ?

Решение

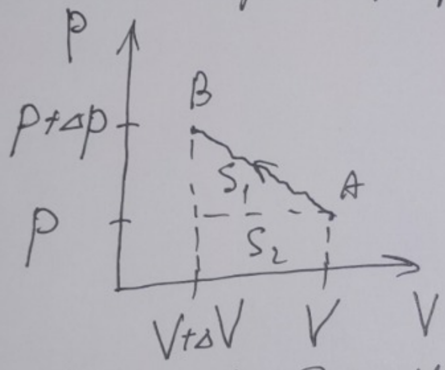
1)

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

$$0{,}02 - 0{,}01 = \frac{\Delta T}{T}$$

$\Delta T = 0{,}01T \Rightarrow$ темп-ра увеличилась на 1%

2) Рассмотрим график процесса в P-V координатах:



(Точки A и B соединены условно, т.к. процесс не известен)

$A = -(S_1 + S_2)$

Т.к. Δp и ΔV очень малы, то $S_1 \approx 0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow A = S_2 = p(V - (V + \Delta V)) = p\Delta V$$

$$Q = \Delta U + A$$

$$\Delta U = \frac{3}{2}\nu R\Delta T$$

$$\frac{Q}{A} = \frac{\frac{3}{2}\nu R\Delta T + p\Delta V}{p\Delta V} = 1 + \frac{\frac{3}{2}\nu R\Delta T}{p\Delta V}$$

По ур-ию Менделеева-Клапейрона: $pV = \nu RT \Rightarrow \frac{\nu R}{p} = \frac{V}{T} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{Q}{A} = 1 + \frac{\frac{3}{2}V\Delta T}{T\Delta V} = 1 + \frac{3}{2}\cdot\frac{\frac{\Delta T}{T}}{\frac{\Delta V}{V}} = 1 + \frac{3}{2}\cdot\frac{0{,}01}{-0{,}01} = -\frac{1}{2} \text{ (т.к. } A<0)$$

Ответ: 1) увеличилась на 1% 2) $-\frac{1}{2}$