Часть 1

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

Шифр: **21205941**

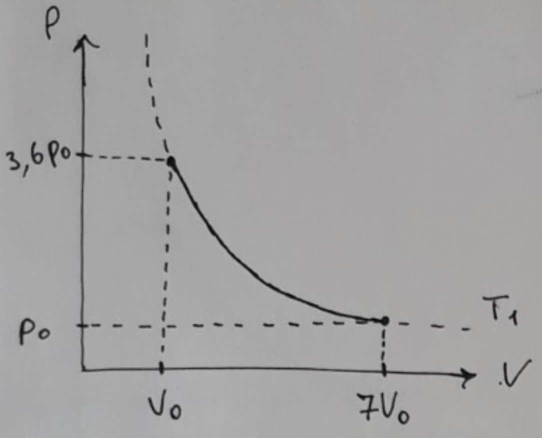
ID профиля: **376925**

Вариант 2

№ 3

$T_1 = 354$ K

Черновик



$p_{нас} = 0,5 \cdot 10^5$ Па

$V_0 = 1,7$ л

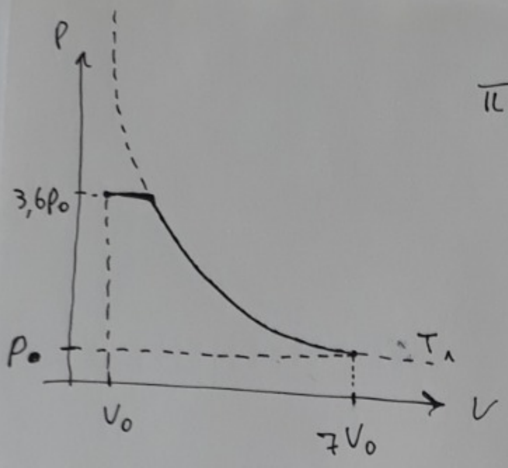
1) $\cancel{\dfrac{p_{нас}}{\rho_{нас}} = \dfrac{p}{\rho}}$

2) $\cancel{\rho_{нас} = \dfrac{p_{нас}\, \mu}{RT}}$

$1 \text{ см}^3 = 10^{-6} \text{ м}^3$

$1 \text{ л} = \cancel{1 \text{ дм}^3} = 10^3 \text{ мл} = 10^3 \text{ см}^3 = 10^{-3} \text{ м}^3$

21205941 (U376925 M1278728)



№3

Пар достигнет насыщ. состояния, т.к.

$\frac{p_0\, 7V_0}{T_1} \neq \frac{3{,}6 p_0 V_0}{T_1}$ (сконденсируется)

$\Rightarrow 3{,}6\, p_0 = 0{,}5 \cdot 10^5$ Па

(1) $p_0 = \frac{0{,}5}{3{,}6} \cdot 10^5 \approx 0{,}139 \cdot 10^5$ Па

$p_0 \cdot 7V_0 = \frac{m_0}{\mu} R T_1 \Rightarrow m_0 = \frac{\mu \cdot p_0 \cdot 7V_0}{R T_1}$

$m_0 = \frac{18 \cdot 10^{-3} \cdot 0{,}139 \cdot 10^5 \cdot 7 \cdot 1{,}7 \cdot 10^{-3}}{8{,}31 \cdot 354} = \frac{18 \cdot 0{,}139 \cdot 7 \cdot 1{,}7 \cdot 10^{-1}}{8{,}31 \cdot 354} =$

$= 0{,}01012 \cdot 10^{-1} = 1{,}012 \cdot 10^{-3}$ кг

Ответ: 1) $0{,}139 \cdot 10^5$ Па
2) $1{,}012$ г.

Чистовик

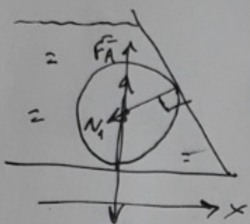
21205941 (U376925 M1278728)

№ 2. Чистовик

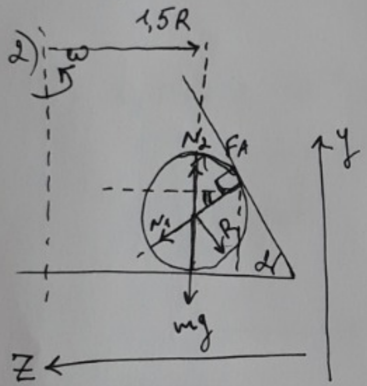
1) Если бы сосуд не вращался, то сила Архимеда, действующая на шар была бы ~~горизонт~~ направлена вертикально вверх. Сила тяжести всегда вниз. (на Земле в приближении). Шар бы покоился $\Rightarrow \sum F_x = 0$ - тоже. $\Rightarrow$

$\Rightarrow N_1 = 0$.

$$m a_x = 0 = N_{1x} \Rightarrow N_{1x} = 0. \quad (1)$$



2)



$$Oz: \ m(\omega^2 \cdot 1{,}5R) = N_1\Big|_z +$$

$$N_1\Big|_z = N_1 \cdot \sin\alpha$$

$$Oy: \ 0 = N_2 - mg - N_1 \cos\alpha + F_A$$

$$\begin{cases} N_2 = mg + N_1 \cos\alpha - F_A \\ N_1 = m(\omega^2 \cdot 1{,}5R) \cdot \dfrac{1}{\sin\alpha} \end{cases} \Rightarrow$$

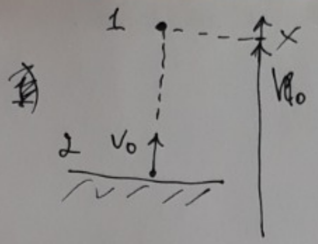
$$\Rightarrow N_2 = mg + m(\omega^2 \cdot 1{,}5R) \cdot \operatorname{ctg}\alpha - F_A$$

Учитывая, что $F_A = \frac{4}{3}\pi R^3 \cdot \rho g$, и $m = \frac{4}{3}\pi R^3 \cdot 6\rho$

$$N_2 = \frac{4}{3}\pi R^3 \cdot 6\rho \cdot g + \frac{4}{3}\pi R^3 \cdot 6\rho(\omega^2 \cdot 1{,}5R) \cdot \operatorname{ctg}\alpha - \frac{4}{3}\pi R^3 \rho g =$$

$$= \frac{4}{3}\pi R^3 \cdot \rho\left(6g + 6\omega^2 \cdot \frac{3}{2} R \operatorname{ctg}\alpha - g\right) = \frac{4}{3}\pi R^3 \cdot \rho\left(5g + 9\omega^2 R \operatorname{ctg}\alpha\right)$$

Ответ:
$$\boxed{N_2 = \frac{4}{3}\pi R^3 \cdot \rho\left(5g + \omega^2 \cdot R \cdot 6\right) \qquad N_1 = 0}$$



№ 1

$$x_1 = h_0 - \frac{gt^2}{2}$$

$$x_2 = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

$$mgh_0 = \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow h_0 = \frac{v_0^2}{\cancel{2g}} = \frac{v_0^2}{2g}$$

Перейдём в С.О. второго мяча. Время до столкновения:

$$\tau = \frac{h_0}{V_0} = \frac{V_0}{2g}$$ – время второго мяча до столкновения.

Время полёта первого до высоты h_0:

$$V_0 = g\tau_1 \Rightarrow \tau_1 = \frac{V_0}{g}$$

Время первого до столкновения: $t_1 = \tau_1 + \tau = \frac{3}{2}\frac{V_0}{g}$ (1)

$$\frac{t_1}{\tau} = \frac{\frac{3}{2}\frac{V_0}{g}}{\frac{V_0}{2g}} = \frac{3}{2}\cdot 2\cdot 1 = 3 \quad (2)$$

Высота столкновения $h_{ст}$:

$$h_{ст} = V_0\cdot\tau - \frac{g\tau^2}{2} = \frac{V_0^2}{2g} - \frac{g}{2}\cdot\frac{V_0^2}{4g^2} = \frac{V_0^2}{2g} - \frac{V_0^2}{8g} =$$

$$= \frac{V_0^2}{g}\left(\frac{1}{2} - \frac{1}{8}\right) = \frac{V_0^2}{g}\left(\frac{4-1}{8}\right) = \frac{3}{8}\frac{V_0^2}{g} \quad (3)$$

Ответ: 1) $\frac{3}{2}\cdot\frac{V_0}{g}$

2) 3

3) $\frac{3}{8}\cdot\frac{V_0^2}{g}$

Чистовик

$N_1 = \frac{4}{3}\pi R^3\cdot\rho\,(5g + \omega^2\cdot R\cdot 0)$

Часть 2

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

Шифр: **21205941**

ID профиля: **376925**

Вариант 2

Чистовик

(2)

$Oz: N_1 \sin\alpha = F\cos\alpha + 2mg\sin\alpha - 2m\, a_{кл}\cos\alpha$

$3m a_{клин} = \cancel{N_1\cos\alpha}\; F\,tg\alpha\cos\alpha + 2mg\cos\alpha - 2m a_{кл}\, tg\alpha\cos\alpha$

$3m a_{кл}\cdot\sin\alpha + 2m a_{кл}\, tg\alpha\cos\alpha = \ldots$

$a_{кл}\left(3m\sin\alpha + 2m\, tg\alpha\cos\alpha\right) = \overset{mg}{\cancel{F}}\, tg\alpha\cos\alpha + 2mg\cos\alpha$

В не ИСО клина:

$Oz: \cancel{m}\, a_{бр} = \cancel{m}g\sin\alpha - \cancel{m}\, a_{кл}\cdot\cos\alpha$

$\frac{H}{\sin\alpha} = a_{бр}\frac{t^2}{2}$; $t_{бр} = \sqrt{\frac{2H}{a_{бр}\sin\alpha}}$

Ответ: 1) $t = \sqrt{\frac{2H}{g}}\ \frac{1}{\sin\alpha}$

2) $a_{кл} = \frac{g\,tg\alpha\cos\alpha + 2g\cos\alpha}{3\sin\alpha + 2tg\alpha\cos\alpha}$

3) $t_{бр} = \sqrt{\frac{2H\left(3\sin\alpha + 2tg\alpha\cos\alpha\right)}{g\cdot tg\alpha\cos\alpha\sin\alpha + g\sin 2\alpha}}$

ОК - это ось

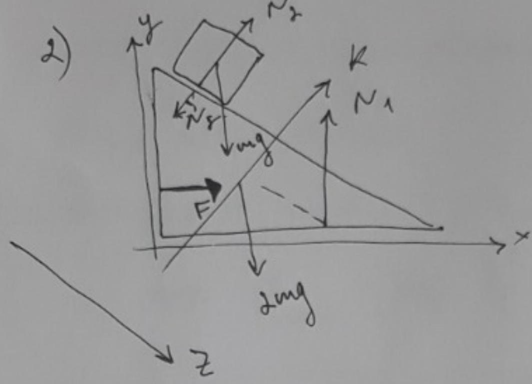
21205941 (U376925 M1278729)

~4 Чистовик

(2)

1) $\left.\begin{aligned} s &= g\sin\alpha\,\frac{t^2}{2} \\ s &= \frac{H}{\sin\alpha} \end{aligned}\right\}\quad t = \sqrt{\frac{2H}{g}}\cdot\frac{1}{\sin\alpha}$

2)



$Oz: m a_{бр\,z} = mg\sin\alpha$

$Ox: a_{кл}\cdot 2m = F - N_2\sin\alpha$

$Oy: N_1 = 2mg + N_2\cos\alpha$

$Oz: 2m\,a_{кл}\cdot\cos\alpha = F\cos\alpha + 2mg\sin\alpha - N_1\sin\alpha$

$\cancel{N_1\cdot\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} = 2mg\,tg\alpha + N_2\sin\alpha} \Rightarrow$

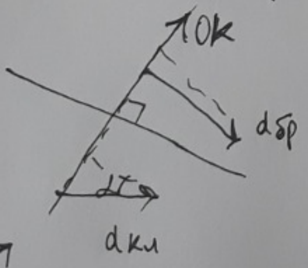
$\cancel{2m a_{кл} + N_1 tg\alpha = F + 2mg\,tg\alpha}$

$\cancel{N_1 = \frac{mg + 2mg\,tg\alpha - 2m a_{кл}}{tg\alpha}}$

$2m a_{кл}\cos\alpha = mg\cos\alpha + 2mg\sin\alpha - \left(\frac{mg}{tg\alpha} + 2mg - \frac{2m a_{кл}}{tg\alpha}\right)\sin\alpha$

$= \cancel{2mg\cos\alpha}$

$\cancel{2a_{кл}\cos\alpha = g\cos\alpha + 2g\sin\alpha - g\cos\alpha - 2g\sin\alpha + 2a_{кл}\cos\alpha}$



$Ok: a_{бр\,k} = a_{кл\,k} = a_k$

$Ok: 2m a_{кл\,k} = N_1\cos\alpha - 2mg\cos\alpha + F\sin\alpha - N_2$

$m a_{кл\,k} = N_2 - mg\cos\alpha$

Условие твёрдости тела.

$3m a_{кл\,k} = N_1\cos\alpha - 3mg\cos\alpha + F\sin\alpha$

$i=3$ №5. Чистовик

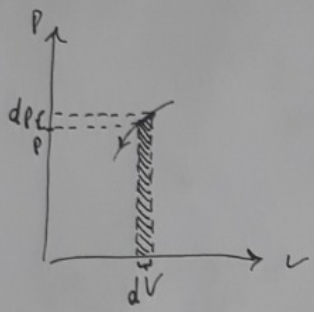
Относительные изменения $\ll 1 \Rightarrow$ справедливо:

$$\frac{dp}{p}+\frac{dV}{V}=\frac{dT}{T}, \text{ откуда } \frac{dT}{T}=0{,}01, \text{ т.е. } 1\%$$

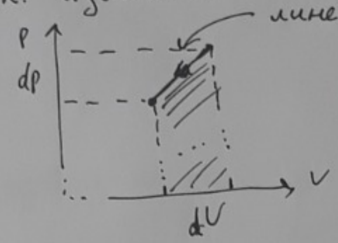
$$\frac{Q}{\Delta U}=\frac{\Delta U+A}{\Delta U}=1+\frac{A}{\Delta U}=k$$

A — можно найти как площадь под графиком:

$$A=\frac{1}{2}(2p+dp)(dV).$$



Т.к. изменения малые, можно считать, что линейный с хорошей точностью.



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

$$k=1+\frac{\left(p+\frac{dp}{2}\right)dV}{\frac{3}{2}(p\,dV+V\,dp)}=1+\frac{\left(1+\frac{dp}{2p}\right)\frac{dV}{V}}{\frac{3}{2}\left(\frac{dV}{V}+\frac{dp}{p}\right)}=$$

$$=1+\frac{2}{3}\left(\frac{(1+(-0{,}005))\cdot 0{,}02}{0{,}01}\right)=\cancel{1+\frac{2}{3}\left(\frac{1-10^{-4}}{10^{-2}}\right)}=$$

$$\cancel{=1+\frac{2}{3}\cdot 99{,}99=67{,}66}=2{,}327$$

Заметим, что $A>0$; действительно, $p\downarrow$, $V\uparrow$.

Ответ:
1) Увеличилась на 1 %
2) ~~67,66~~ 2,327

1

21205941 (U376925 M1278729)

№5

$i=3.$

$$\frac{dp}{p} + \frac{dV}{V} = \frac{dT}{T}$$

$$-0,01 + 0,02 = \frac{dT}{T} = 0,01 \quad - \quad 1\%$$

$$Q = \Delta U + A$$

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

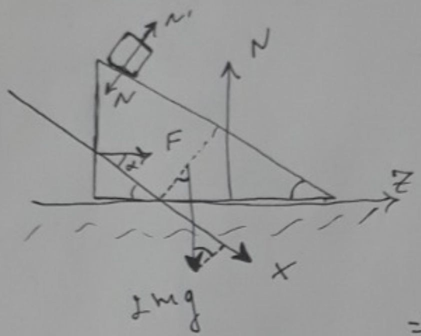
$$\frac{\frac{3}{2}\nu R dT + \int p dV}{\frac{3}{2}\nu R dT} = 1 + \frac{dp \cdot dV}{\frac{3}{2}\nu R dT} = 1 - \frac{2}{3} \cdot \frac{dp \cdot dV}{pdV + Vdp} =$$

$$= 1 - \frac{2}{3} \frac{\frac{dp}{p} \cdot \frac{dV}{V}}{\frac{dV}{V} + \frac{dp}{p}}$$

черновик

1) $\left.\begin{aligned} s &= g\sin\alpha \cdot \frac{t^2}{2} \\ s &= \frac{H}{\sin\alpha} \end{aligned}\right\} \quad t = \sqrt{\frac{2H}{g}} \cdot \frac{1}{\sin\alpha}$

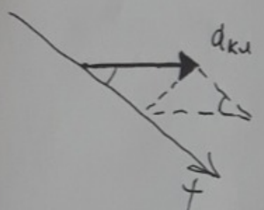
2)



Введём ось X, как показано на рисунке. Ось неподвжна.

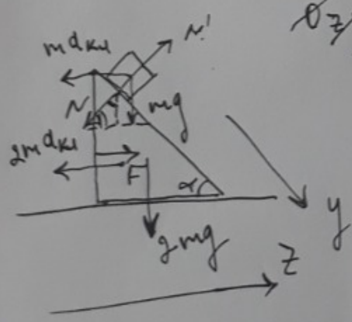
$$\begin{cases} O_x: 2m\, a_{кл\,x} = F\cos\alpha + 2mg \cdot \sin\alpha \\ a_{кл} \cdot \cos\alpha = a_{кл\,x} \end{cases}$$

$$\Rightarrow 2m \cdot a_{кл} \cdot \cos\alpha = mg\cos\alpha + 2mg\sin\alpha$$



$$a_{кл} = \left(g + 2g \cdot \operatorname{tg}\alpha\right)\frac{1}{2} = \frac{g}{2} + g\operatorname{tg}\alpha$$

3) ~~O_z~~: Перейдём в ~~не~~ И.С.О. клина:



$$\cancel{O_z: 0 = F - 2m a_{кл} - N\sin\alpha}$$

$$\cancel{N = \frac{mg}{\sin\alpha} - \frac{2m\left(\frac{g}{2} + g\operatorname{tg}\alpha\right)}{\sin\alpha}}$$

$$O_y: \quad m a'_{бр\,y} = mg \cdot \sin\alpha - m a_{кл} \cdot \cos\alpha$$

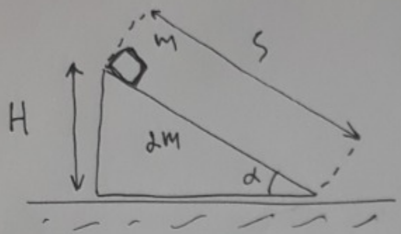
$$a'_{бр\,y} = g\sin\alpha - a_{кл} \cdot \cos\alpha =$$

$$\frac{H}{\sin\alpha} = a'_{бр\,y} \cdot \frac{t^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{a'_{бр\,y} \cdot \sin\alpha}} = \sqrt{\frac{2H}{g\sin^2\alpha - \frac{g}{2}\sin\alpha\cos\alpha - g\sin^2\alpha}}$$

№2.

1) $s = g\sin\alpha \cdot \frac{t^2}{2}$

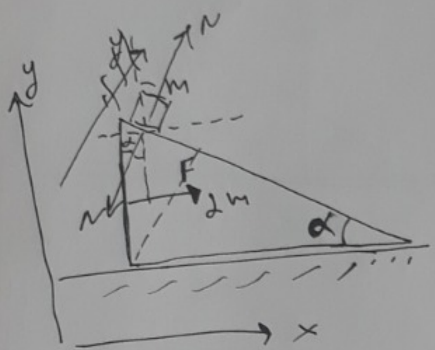
$s = H \cdot \cancel{\frac{1}{tg\alpha}} \cdot \frac{1}{\sin\alpha}$



$\frac{H \cdot 2}{\sin\alpha} = g\sin\alpha \cdot t^2$

$t = \sqrt{\frac{2H}{g}} \cdot \frac{1}{\sin\alpha}$

2)



$O_x: \quad 2m \cdot a_{кл\,x} = F - N\sin\alpha$

$O_y: \quad m\, a_{бр\,y} = N\cos\alpha - mg$