Часть 1

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

Шифр: **21206213**

ID профиля: **287944**

Вариант 1

Чистовик ② Объем шара V.

Чистовик ①

Пусть начальная скорость v_0. 1 мячик долетел до высоты $\frac{v_0^2}{2g}$. Далее он падал ~~летел~~ без нач. скорости, а 2 летел с нач. скоростью v_0 вверх. Пусть до удара прошло время t (с момента броска 2 мяча)

$$\Rightarrow v_0 t - \frac{gt^2}{2} = H; \quad \frac{gt^2}{2} + H = \frac{v_0^2}{2g}$$

$$\Rightarrow v_0 t = \frac{v_0^2}{2g} \Rightarrow t = \frac{v_0}{2g}$$

$$\Rightarrow v_0 \frac{v_0}{2g} - \frac{g}{2}\left(\frac{v_0}{2g}\right)^2 = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{v_0^2}{8g} = \frac{v_0^2}{g}\left(\frac{3}{8}\right) = H$$

$$\Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{8gH}{3}}, \quad t = \frac{\sqrt{\frac{8gH}{3}}}{2g} = \sqrt{\frac{2H}{3g}}.$$

Путь первого мяча: $S = 2\cdot\frac{v_0^2}{2g} - H = \frac{v_0^2}{g} - H = \frac{8}{3}H - H = \frac{5}{3}H$

Ответ: $\sqrt{\frac{2H}{3g}}$; $\sqrt{\frac{8gH}{3}}$; $\frac{5}{3}H$.

Чистовик ③

Если пар всё время остался ненасыщ., то $T = const \Rightarrow pV = const$ (π.к. $pV = \nu RT$), но $p_0 V_0 \neq p_1 V_1$ $\Rightarrow$ в процессе сжатия пар стал насыщенным, причем т.к. давление стало $1,8 p_0$, то

$$1,8 p_0 = p_{нп} \Rightarrow p_0 = \frac{p_{нп}}{1,8} \approx 27778 \text{ ПА}$$

По уравнению Менд.-Клап.:

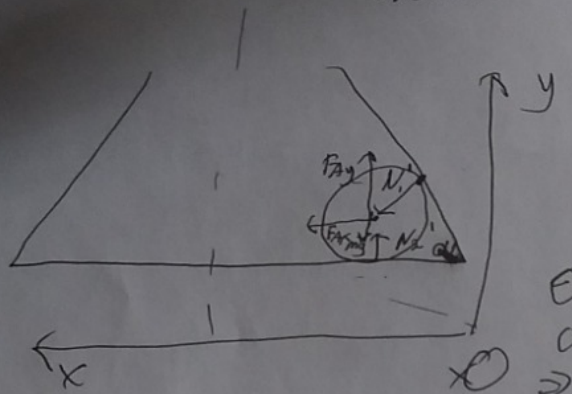
$$p_0 V_0 = \frac{m_п}{M} R T_0 \Rightarrow V_0 = \frac{m_п R T_0}{M p_0} = \frac{m_п R T_0 \cdot 1,8}{M \cdot p_{нп}}$$

$$\Rightarrow V_1 = \frac{V_0}{3,5} = \frac{m_п R T_0 \cdot 1,8}{3,5 M p_{нп}} \approx 5 л$$

Ответ: 28 КПА; 5 л.

21206213 (U287944 M1279071)

Чистовик ②



Объем шара V.

~~Сила o~~

F_{Ax} и F_{Ay} — проекции силы Архимеда на Ox и Oy соотв.

Сила Архимеда не зависит от материала шара ⇒ она такая же как если бы шар был из воды

Пусть шар из воды ⇒ он покоится относит. воды

⇒ по Oy: $F_{Ay} - \rho g V = 0$

Ox: $F_{Ax} = \rho V \cdot w^2 \cdot 2R$ ⇒ $F_{Ax} = \rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 \cdot w^2 \cdot 2R$

Когда шар из задачи:

Ox: $F_{Ax} + N_1' \sin\alpha = (3\rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3) w^2 \cdot 2R$

$\Rightarrow N_1' = \frac{w^2 \cdot 2R(4\rho\pi R^3 - \frac{4}{3}\pi R^3 \rho)}{\sin\alpha} = \frac{\rho w^2 \cdot 2R^4 (8)\pi}{3\sin\alpha}$

Oy: $N_2' + F_{Ay} - 3\rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 - N_1' \cos\alpha = 0$

$\Rightarrow N_2' = g \cdot 4\rho\pi R^3 + \frac{\rho w^2 \cdot 16R^4\pi}{3 \ tg\alpha} - \rho g \frac{4}{3}\pi R^3$

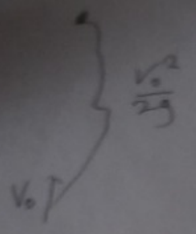
$= \rho\pi R^3 g(\frac{8}{3}) + \frac{\rho w^2 \cdot 16 R^4 \pi}{3 tg\alpha}$

$= \frac{8}{3}\pi R^3 \rho (g + R w^2)$

Если бы сосуд не вращался, то $3\rho \cdot g \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 = \rho g \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 + N_2$

$\Rightarrow N_2 = 2 \cdot \rho g \frac{4}{3}\pi R^3$ Ответ: $2\rho g \cdot \frac{4}{3}\pi R^3$; $\frac{8}{3}\pi R^3 \rho (g + R w^2)$

через $\frac{V_0}{3}$

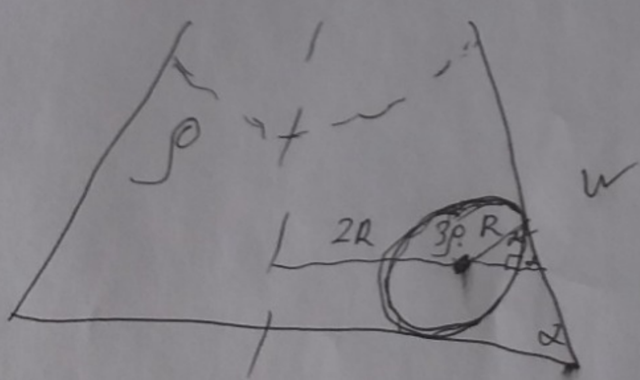


$$V_0 t - \frac{gt^2}{2} = H$$

$$H + \frac{gt^2}{2} = \frac{V_0^2}{2g} \qquad t = \frac{V_0}{2g}$$

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

$$2\frac{V_0^2}{2g} - H = \frac{8}{3}H - H = \frac{5}{3}H$$



F_{Ax} F_{Ay}

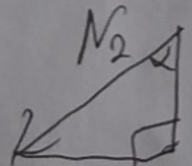
$$F_{Ax} + \frac{N_2' \sin\alpha}{\sin\alpha} = w^2 \cdot 2R \cdot 3\rho \frac{4}{3}\pi R^3$$

$$N_1' + F_{Ay} - mg - \frac{N_2' \cos\alpha}{\cos\alpha} = 0$$

если из воды:

$$F_{Ay} = \rho g V$$

$$F_{Ax} = \rho V w^2 \cdot 2R$$



$$\cancel{\rho V w^2} \quad \rho \frac{4}{3}\pi R^3 w^2 \cdot 2R + N_2' \sin\alpha = w^2 \cdot 2R \cdot m$$

$$N_2' = w^2 \cdot 2R\left(m - \rho \frac{4}{3}\pi R^3\right)$$

m_n T_0

$pV = \nu RT$

$p \uparrow 1,8$
$V \downarrow 1,8$

$\frac{3,5}{1,8} = \frac{35}{18} = 0$

$1,8\, p_0 = p^*_{\kappa n}$ $\frac{p_{\kappa n}}{1,8} \cdot V_0 = \frac{m_n}{M} R T_0$

$\cancel{3\rho g V - \rho g V} = 2\rho g V = \frac{2}{3}\left(3\rho g \cdot \frac{4}{3}\pi R^3\right)$

$$N_2' = \frac{w^2 2R\left(3\rho \frac{4}{3}\pi R^3 - \rho \frac{4}{3}\pi R^3\right)}{\sin\alpha}$$

$$N_1 = 3\rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 g + N_2' \cos\alpha - \rho g V$$

21206213 (U287944 M1279071)

Часть 2

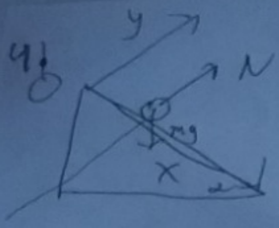
Олимпиада: **Физика, 10 класс (2 часть)**

Шифр: **21206213**

ID профиля: **287944**

Вариант 1

Чистовик ①



$\sin\alpha = \sqrt{1-\cos^2\alpha} = \frac{3}{5}$

1) Ускорение шайбы по Ox: $g\sin\alpha \Rightarrow \frac{g\sin\alpha\, t^2}{2} = \frac{H}{\sin\alpha}$

$$\Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{g\sin^2\alpha}} = \sqrt{\frac{2H\cdot 25}{9\cdot g}} = \sqrt{\frac{50H}{9\cdot g}}$$

2) На клин по горизонтали действует только F и проекция силы реакции опоры $\Rightarrow 2mg - N\sin\alpha = 3ma$, где a – уск. клина $\Rightarrow N = \frac{m(2g-3a)}{\sin\alpha}$ (*)

У шайбы ускорение по горизонтали $\frac{N\sin\alpha}{m}$

Она пройдет длину клина и то, сколько пройдет клин $\Rightarrow \frac{N\sin\alpha}{m}\frac{t^2}{2} = H\,ctg\alpha + \frac{at^2}{2}$, где

($ctg\alpha = \frac{4}{3}$) t – время от начала движения шайбы до достижения его стола.

По вертикали она пройдет $H \Rightarrow$

$$\left(g - \frac{N\cos\alpha}{m}\right)\frac{t^2}{2} = H \Rightarrow \frac{4}{3}\left(g-\frac{N\cos\alpha}{m}\right)\frac{t^2}{2} = \frac{4}{3}H$$

$$\Rightarrow \frac{at^2}{2} = \frac{t^2}{2}\left(\frac{N\sin\alpha}{m} + \frac{4N\cos\alpha}{3m} - \frac{4}{3}g\right)$$

$$\overset{(*)}{\Rightarrow} a = \frac{m(2g-3a)}{m\sin\alpha}\left(\sin\alpha + \frac{4\cos\alpha}{3}\right) - \frac{4}{3}g$$

$$= (2g-3a)\left(1+\frac{4}{3tg\alpha}\right) - \frac{4}{3}g$$

$$\Rightarrow a\left(1+3+\frac{12}{3tg\alpha}\right) = 2g\left(1+\frac{4}{3tg\alpha}\right) - \frac{4}{3}g$$

$$\Rightarrow a = \frac{2g\left(1+\frac{4}{3tg\alpha}\right) - \frac{4}{3}g}{4+\frac{12}{3tg\alpha}} \approx 4{,}52 \text{ м/с}^2$$

Чистовик (2)

$$\frac{N\sin\alpha}{m}\frac{t^2}{2} = H\frac{4}{3} + \frac{at^2}{2}$$

$$\Rightarrow \frac{t^2}{2}\left(\frac{N\sin\alpha}{m} - a\right) = H\cdot\frac{4}{3}$$

$$\Rightarrow t = \sqrt{\frac{8H}{3\left(\frac{N\sin\alpha}{m} - a\right)}} \approx 1{,}18\sqrt{H}$$

(т.к. $N = \frac{m(2g-3a)}{\sin\alpha}$, то $\frac{N\sin\alpha}{m} = (2g-3a)$

Ответ: $\sqrt{\frac{50H}{9\cdot 9}}$ с, $1{,}18\sqrt{H}$ с

$4{,}52$ м/с^2

21206213 (U287944 M1279072)

Чистовик (3)

№5 5) 1. По уравнению Менд.-Клап.

$pV = \nu RT$ $p_1 = 1{,}02 p_0$

$V_1 = 0{,}99 V_0$

$\Rightarrow 1{,}02p \cdot 0{,}99V = \nu R \cdot T_1 \Rightarrow T_1 = 1{,}0098\, T_0$

$pV = \nu R T_0$

$\Rightarrow T$ изменилось на 0,98 % (увеличилось)

2. По 1 началу термодинамики

$Q = \Delta U + A_2 = \frac{3}{2}\nu R \Delta T + A_2$

$\Rightarrow \frac{Q}{A_2} = 1 + \frac{\frac{3}{2}\nu R \Delta T}{A_2} = 1 + \frac{\frac{3}{2}\Delta(pV)}{A_2}$

$\approx 1 + \frac{\frac{3}{2}(-1{,}02p \cdot 0{,}99V + pV)}{p \cdot (V - 0{,}99V)}$

$= 1 + \frac{\frac{3}{2}(-0{,}0098pV)}{p \cdot 0{,}01V}$

$= -0{,}47$

Ответ: 0,98, увеличилась; $-0{,}47$.

21206213 (U287944 M1279072)

$$\frac{N\sin\alpha}{m}\frac{t^2}{2}=\mu\frac{4}{3}+\frac{at^2}{2}$$

$N=10{,}73\,m$

$$\frac{4}{3}\left(g-\frac{N\cos\alpha}{m}\right)\frac{t^2}{\cancel{2}}=\mu\frac{4}{3}$$

$$\cancel{\left(\frac{N\sin\alpha}{m}\right)\frac{t^2}{2}}\ \left(\frac{N\sin\alpha}{m}+\frac{4}{3}\frac{N\cos\alpha}{m}-\frac{4}{3}g\right)=a$$

$$2mg-N\sin\alpha=3ma$$

$$N=\frac{m(2g-3a)}{\sin\alpha}$$

$$\frac{20\left(1+\frac{16}{9}\right)-\frac{40}{3}}{4+\frac{16}{3}}$$

$$\frac{\cancel{m}(2g-3a)}{\sin\alpha}\left(\frac{\sin\alpha}{\cancel{m}}+\frac{4\cos\alpha}{3\cancel{m}}\right)-\frac{4}{3}g=a$$

$$2g-\cancel{3a}+\frac{(2g-3a)4}{tg\,\alpha}-\frac{4}{3}g=4a$$

$$\frac{20\left(3+\frac{16}{3}\right)-40}{\cancel{12+16}\ 28}$$

$$\frac{2}{3}g+\frac{8g}{tg\,\alpha}=4a+\frac{12a}{tg\,\alpha}$$

$$\frac{20}{3}+\frac{80\cdot4}{3}=\frac{340}{3}=a\left(4+\frac{12\cdot4}{3}\right)=20a$$

$$a=\frac{17}{3}.$$

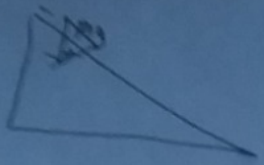
21206213 (U287944 M1279072)

$$pV = \nu RT$$

$$1{,}02p \cdot 0{,}99V = \nu RT_2$$

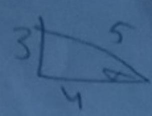
$$1{,}0098\,T = T_2$$

$$\frac{Q}{A_2} = \frac{\Delta U + A_2}{A_2} = \frac{\frac{3}{2}\nu R(T_2 - T)}{A_2} + \cancel{A_2}\,1$$

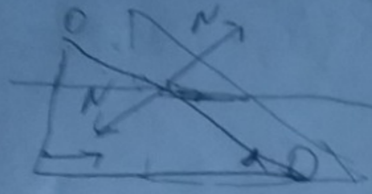


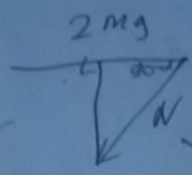
$$\sin\alpha = \frac{3}{5}$$

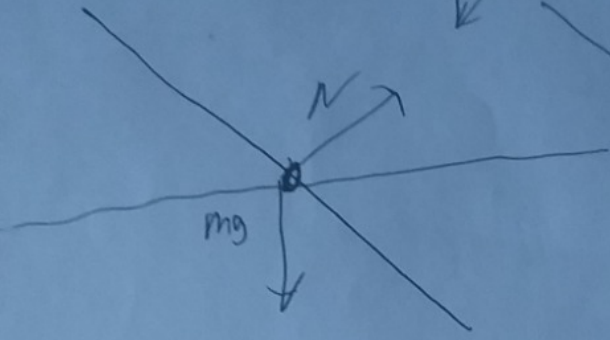
$$\frac{g\sin\alpha\, t^2}{2} = \frac{H}{\sin\alpha}$$

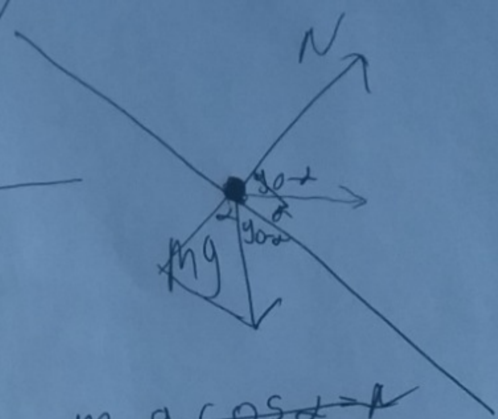


$$t = \sqrt{\frac{2H}{g\sin^2\alpha}}$$









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

$2\cancel{mg - mg\cos\alpha\sin\alpha = 3ma}$ $\cancel{N} =$

$$2mg - N\sin\alpha = 3ma$$

$?\left(\cancel{\frac{N\sin\alpha}{m}\frac{t^2}{2} = H\frac{4}{3}}\right)$

$\cancel{N(3\sin\alpha + 4\cos\alpha) = 4g}$

$\left(g - \cancel{\frac{N\cos\alpha}{m}}\right)\cancel{\frac{t^2}{2}} = H$

$$\frac{\cancel{N\sin\alpha}}{g - N\cos\alpha} = \frac{4}{3}$$

$\cancel{3N\sin\alpha = 4g - 4N\cos\alpha}$