Часть 1

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

Шифр: **21206162**

ID профиля: **129140**

Вариант 2

Чистовик

№1

Первый мяч поднялся на свою максимальную высоту за время $t_0 = \frac{V_0}{g}$, тогда эта высота составила $t_0 \cdot \frac{V_0}{2} = \frac{V_0^2}{2g}$. Рассмотрим момент броска второго мяча. В этот момент у расстояние между ними H, скорость одного мяча 0, второго V_0. Заметим, что т.к. до момента столкновения один мяч движется равноускоренно, а другой равнозамедленно, с равным по модулю ускорением g, то скорость сближения этих мячей постоянна и равна V_0, т.к. ~~за~~ через любой промежуток Δt скорость сближения будет равна $(0 + g\Delta t) + (V_0 - g\Delta t) = V_0$. Тогда мячи столкнутся через ~~время~~ время $t_2 = \frac{H}{V_0} = \frac{V_0}{2g}$ после броска ~~их~~ второго мяча. Тогда ~~верхний мяч про~~ время полёта первого мяча $t_1 = t_0 + t_2 = \frac{V_0}{g} + \frac{V_0}{2g} = \frac{3V_0}{2g}$, отношение времён полёта мячей до столкновения $\frac{t_1}{t_2} = \frac{1{,}5\frac{V_0}{g}}{0{,}5\frac{V_0}{g}} = 3$. При этом, после броска второго мяча первый, до столкновения, прошёл путь $h_1 = \frac{gt_2^2}{2} = \frac{g \cdot \frac{V_0^2}{4g^2}}{2} = \frac{V_0^2}{8g}$,

а значит высота ~~столкнов~~ точки столкновения равна

$$h = H - h_1 = \frac{V_0^2}{2g} - \frac{V_0^2}{8g} = \frac{3V_0^2}{8g}$$

Ответ: 1) $\frac{3V_0}{2g}$ с

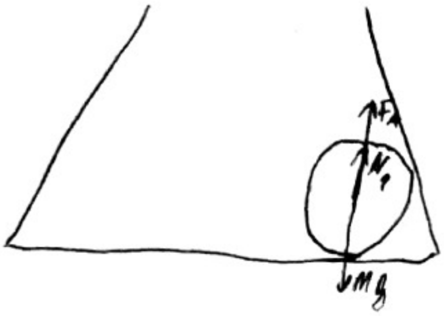
2) 3

3) $\frac{3V_0^2}{8g}$ м

21206162 (U129140 M1283522)

Чистовик

№ 2



~~[illegible]~~ неподвижная.

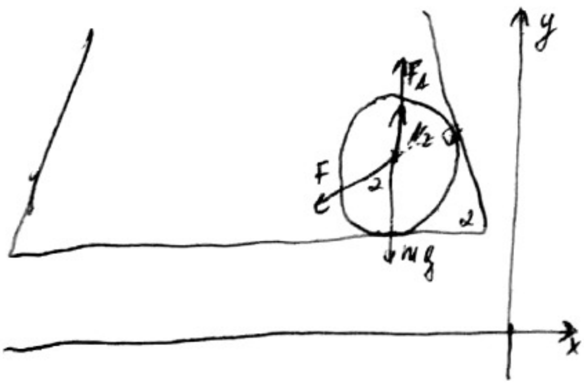
Если сосуд не вращается, то на шар действует сила реакции дна N_1, сила тяжести mg и сила Архимеда F_A. Тогда:

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

$$N_1 + F_A - mg = 0$$

$$N_1 = mg - F_A = \rho_ш V_ш g - \rho_в \cdot V_ш g = 6\rho\cdot\frac{4}{3}\pi R^3\cdot g -$$

$$- \rho\cdot\frac{4}{3}\pi R^3 g = 5\rho\frac{4}{3}\pi R^3 g = \frac{20}{3}\rho\pi R^3 g$$



Если сосуд вращается, то стенка сосуда действует на него с силой F, ~~[illegible]~~ проекция которой на ось x создаёт центростремительное ускорение. Тогда

$$\vec{F_A} + \vec{N_2} + m\vec{g} + \vec{F} = m\vec{a}$$

По Ox: $F\cdot\sin\alpha = ma$

$$F\cdot\sin\alpha = \rho_ш V_ш g\cdot\omega^2(R\cdot 1{,}5)$$

$$F = \frac{6\rho\cdot\frac{4}{3}\pi R^3 g\cdot\omega^2 R\cdot 1{,}5}{\sin\alpha} = \frac{8\rho\pi R^4 g\omega^2\cdot\frac{3}{2}}{\sin\alpha}$$

По Oy: $F_A + N_2 - mg - F\cdot\cos\alpha = 0$

$$N_2 = mg - F_A + F\cdot\cos\alpha = N_1 + F\cdot\cos\alpha =$$

$$= \frac{20}{3}\rho\pi R^3 g + \frac{8\rho\pi R^4 g\omega^2\frac{3}{2}}{\operatorname{tg}\alpha} = \frac{20}{3}\rho\pi R^3 g + 8\rho\pi R^4 g\omega^2 =$$

$$= \left(\frac{20}{3}g + 8\omega^2 R\right)\cdot\rho\pi R^3 = \left(\frac{5}{3}g + 2\omega^2 R\right)\cdot 4\rho\pi R^3$$

Ответ: 1) $\frac{20}{3}\rho\pi R^3 g$

2) $4\rho\pi R^3\left(\frac{5}{3}g + 2\omega^2 R\right)$

21206162 (U129140 M1283522)

Чистовик

№3

Заметим, что ~~...~~ количество пара ν_1 в начале, больше чем количество пара в конце, т. к. $\nu_1 = \frac{p_1 V_1}{RT}$; $\nu_2 = \frac{p_2 V_2}{RT} = \frac{3,6 p_1 \cdot \frac{1}{7} V_1}{RT} = \cancel{\frac{3,6\, p_1 V_1}{7\, RT}}\ \frac{3,6}{7} \cdot \frac{p_1 V_1}{RT} < \frac{p_1 V_1}{RT}$. Значит, ~~...~~ ~~...~~ когда в ходе сжатия пар начал конденсироваться, значит он стал насыщенным. Значит давление в конце процесса p_2 равно давлению насыщенного пара $p_н = \frac{1}{2} \cdot 10^5$ Па. Тогда давление в начале $p_1 = \frac{p_2}{3,6} = \frac{1}{7,2} \cdot 10^5 = 13,89 \cdot 10^3$ Па. Также, можно найти начальный объём пара $V_1 = 7V_2$. Тогда, из уравнения Менделеева-Клапейрона:

$$p_1 V_1 = \nu_1 RT.$$

$$p_1 V_1 = \frac{m_1}{\mu} RT$$

$$m_1 = \frac{\mu \cdot p_1 \cdot V_1}{RT} = \frac{18 \cdot 10^{-3} \frac{кг}{моль} \cdot \frac{1}{7,2} \cdot 10^5 Па \cdot 7 \cdot 1,7 \cdot 10^{-3} м^3}{8,31 \frac{Дж}{моль \cdot К} \cdot 354 К} = 1,01 \cdot 10^{-3} кг$$

Ответ: 1) $13,89 \cdot 10^3$ Па

2) $1,01 \cdot 10^{-3}$ кг

Черновик

$\uparrow V_0$

$\Delta t \quad +\Delta t g \quad -\Delta t g$

$$\frac{\frac{V_0^2}{g}\text{ м}}{V_0} = \frac{V_0}{g} \qquad \frac{2V_0}{g}$$

$$a = \frac{V^2}{R} = \omega^2 R$$

$$\frac{\frac{V_0}{g} \cdot g}{2} = \frac{V_0}{2} \qquad \frac{V_0}{4} \qquad V = \omega R$$

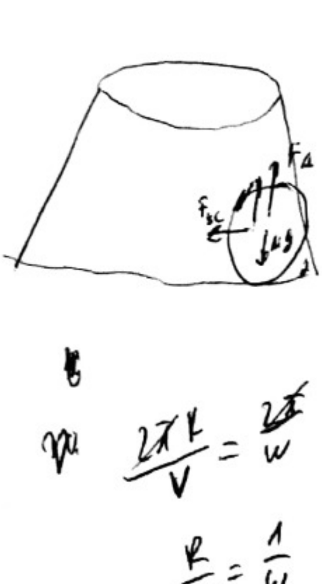
$$\frac{V_0}{g}\text{ с}, \ \frac{V_0^2}{2g}\text{ м}$$

$$t_2 = \frac{V_0}{2g}$$

$$\frac{V_0}{2g} \cdot \frac{\left(V_0 + V_0 - \frac{V_0}{2g} \cdot g\right)}{2} =$$

$$t_1 = \frac{3V_0}{2g}\text{ с}$$

$$= \frac{V_0}{2g} \cdot \frac{1{,}5 V_0}{2} \qquad \frac{3V_0^2}{4g}$$



$$N_1 = mg - F_A = \rho_ш V g - \rho_в V g =$$

$$= 5\rho V g = \boxed{5\rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 g}$$

$$\frac{2\pi R}{V} = \frac{2\pi}{\omega}$$

$$\frac{R}{V} = \frac{1}{\omega}$$

$$\omega \cdot R = V$$

21206162 (U129140 M1283522)

Черновик

$T = 354\,к$

$V_2/V_1 = 1/7$

$V_2 = 3{,}7 \cdot 10^{-3}\,м^3$

$p_2/p_1 = 3{,}6$

$V_1 = 11{,}9 \cdot 10^{-3}\,м^3$

$pV = \nu RT$

$p_1 = \frac{\nu RT}{V_1} =$

$\cancel{p_{н} = 0{,}5 \cdot 10^5\,Па}$

$\frac{p_1V_1}{T_1} > \frac{p_2V_2}{T_2}$

$\frac{1}{3{,}6} \cdot 7 > 1$

$\nu_1 R T > \nu_2 R T$

$\nu_1 > \nu_2$

$p_2 = 0{,}5 \cdot 10^5\,Па$

$p_1 = \frac{p_2}{3{,}6} = \frac{1}{7{,}2} \cdot 10^5 = 13{,}9\,кПа$

$V = wR$

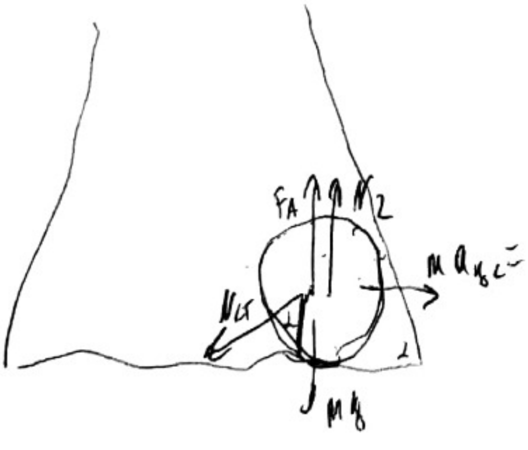
$\frac{1}{7{,}2} \cdot 10^5 \cdot 11{,}9 \cdot 10^{-3} = \frac{m}{M} RT$

$p_1V_1 = \frac{m_1}{M} RT$

$m_1 = \frac{Mp_1V_1}{RT} = \frac{18 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{1}{7{,}2} \cdot 10^5 \cdot 11{,}9 \cdot 10^{-3}}{8{,}31 \cdot 354} =$

$= 0{,}01011 \cdot 10^{-1} = 0{,}001011\,кг = 1{,}011\,г$

$a = \frac{V^2}{R} = \frac{w^2R^2}{R} = w^2 R = w^2 \cdot 3{,}5R$



$N_{CT}' = N_{CT} \cdot \cos\alpha = N_{CT} \cdot \sin\alpha \cdot ctg\alpha =$

$= \frac{ma_{цс}}{tg\alpha} = \frac{\rho_ш V \cdot w^2\, 1{,}5R}{tg\alpha} = \frac{\rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 \cdot \frac{3}{2} w^2 R}{\frac{1}{4}}$

$= 2\rho \cdot 4\pi R^3 \cdot w^2 R = 8\rho\pi R^3 \cdot w^2 R$

$N_2 = mg + N_{CT}' - F_A = N_1 + N_{CT}' = \frac{20}{3}\rho\pi R^3 g + 8\rho\pi R^3 w^2 R = 4\rho\pi R^3(\frac{5}{3}g + 2w^2R)$

2120162 (U129140 M1283522)

Часть 2

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

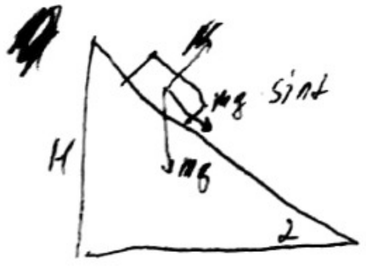
Шифр: **21206162**

ID профиля: **129140**

Вариант 2

Чистовик

№ 4

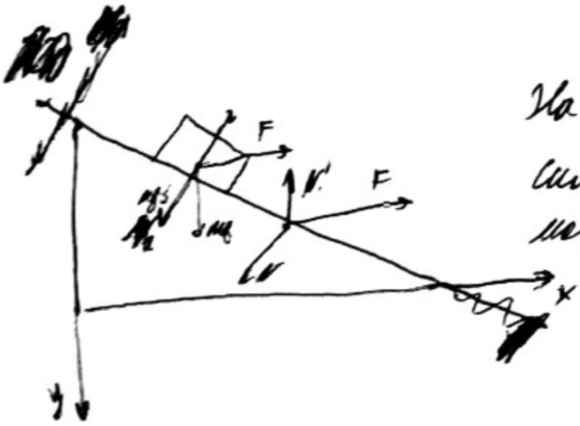


Вдоль поверхности клина, на брусок действует сила $mg \cdot \sin\alpha$. Тогда он проедет поверхность клина $L = \frac{H}{\sin\alpha}$, за такое время t, что:

$$L = \frac{at^2}{2}$$

$$t = \sqrt{\frac{2L}{a}} = \sqrt{\frac{2L}{F/m}} = \sqrt{\frac{2Lm}{F}} = \sqrt{\frac{2H \cdot m}{m\sin^2\alpha \cdot g}} = \sqrt{\frac{2H}{g \cdot \sin^2\alpha}} =$$

$$= \sqrt{\frac{2H}{g(1-\cos^2\alpha)}} = \sqrt{\frac{2H}{g(1-\frac{9}{25})}} = \sqrt{\frac{2H \cdot 25}{g \cdot 16}} = \sqrt{\frac{H \cdot 25}{8g}} = \frac{5}{2}\sqrt{\frac{H}{2g}}$$



На брусок, в таком случае, также действует сила F, параллельно столу. Тогда сила взаимодействия бруска и клина N такова, что

$$N + mg \cdot \cos\alpha - F \cdot \sin\alpha = 0$$

$$N = F \cdot \sin\alpha - mg \cdot \cos\alpha = \frac{4F - 3mg}{5}.$$

На клин действуют сила F, параллельно столу, сила N перпендикулярно поверхности клина, и сила реакции стола N'. Тогда:

$$\vec{N}' + \vec{N} + \vec{F} = 2m\vec{a}$$

$$Ox: -N \cdot \sin\alpha + F = 2ma$$

$$a = \frac{F - N \cdot \sin\alpha}{2m} = \frac{F - \frac{4F}{5} \cdot \frac{4}{5} + \frac{3}{5} \cdot mg \cdot \frac{4}{5}}{2m} =$$

$$= \frac{\frac{9}{25}F + \frac{12}{25}mg}{2m} = \frac{3(3F + 4mg)}{50m}$$

При этом, на брусок действует сила $mg \cdot \sin\alpha$ и $F \cdot \cos\alpha$ вдоль поверхности стола. Тогда поверхност

Чистовик

сначала он достигнет за такое время t_1, что

$$L = \frac{a t^2}{2}$$

$$t = \sqrt{\frac{2L}{a}} = \sqrt{\frac{2mL}{F_R}} = \sqrt{\frac{2mH}{\sin\alpha\,(mg\cdot\sin\alpha + F\cos\alpha)}} = \sqrt{\frac{2mH}{mg\sin^2\alpha + F\cdot\cos\alpha}} =$$

$$= \sqrt{\frac{2mH}{mg\cdot\frac{16}{25} + F\cdot\frac{3}{5}}} = \sqrt{\frac{50mH}{16mg+15F}} = 5\sqrt{\frac{2mH}{16mg+15F}}$$

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

2) $\frac{3(F\cdot 3 + 4mg)}{50m}$ м/с²

3) $5\sqrt{\frac{2mH}{16mg+15F}}$

21206162 (U129140 M1283523)

Чистовик

№ 5

Выразим давление и объём в конце за через начальные значения: $V_2 = 1,02V_1$, ~~Т~~ $p_2 = 0,99p_1$, тогда $\frac{T_2}{T_1} = \frac{p_2V_2}{p_1V_1} = 1,0098 \Rightarrow$
$\Rightarrow T_2 = 1,0098T_1$. Значит температура в ходе процесса увеличилась на 0,98%.

В силу малости изменений, будем считать, что ~~поведение~~ газа в осях pV график процесса был линейным, $\Rightarrow$ следовательно $A_г = \frac{(p_1+p_2)(V_2-V_1)}{2} = \frac{1,99p_1 \cdot 0,02V_1}{2} = 0,0199 \cdot$
$\cdot p_1V_1 = 0,0199\nu RT_1 = 0,0199 \cdot \nu R\Delta T \cdot \frac{T_1}{\Delta T} = 0,0199 \cdot \nu R\Delta T \cdot \frac{T_1}{T_2-T_1} =$
$= 0,0199\nu R\Delta T \cdot \frac{T_1}{0,0098T_1} = \frac{0,0199}{0,0098}\nu R\Delta T$, тогда, т.к. газ одноатомный, $U = \frac{3}{2}\nu R\Delta T$, а и по 1 з.т. $Q = U + A = \left(\frac{199}{98}+\frac{3}{2}\right)\nu R\Delta T$.

Тогда $\frac{Q}{U} = \frac{\left(\frac{199}{98}+\frac{3}{2}\right)\nu R\Delta T}{\frac{3}{2}\nu R\Delta T} = \frac{199}{98}\cdot\frac{2}{3}+1 = \frac{199}{147}+1 \approx 2,35$

Ответ: 1) увеличилась на 0,98%

2) 2,35

черновик

$\cancel{p_2V_2} - p_2V_1 = p_1V_2$

$p(V_2 - V_2)$

$\cancel{p_1 p_1 (V_2 - V_1)}$

$V_2 = 1{,}02 V_1$

$p_2 = 0{,}99 p_1$

$\frac{pV}{T} = const$

$\frac{T_1}{T_2} = \frac{p_1V_1}{p_2V_2}$

$T_2 = T_1 \cdot \frac{p_2V_2}{p_1V_1} = 1{,}02 \cdot 0{,}99 T_1 = 1{,}0098\, T_1$

T выросла на 0,98%

$A = \frac{(V_2 - V_1)(p_2 + p_1)}{2} =$

$= 0{,}01 V_1 \cdot 1{,}99 p_1 =$

$= 0{,}0199\, p_1V_1 =$

$= 0{,}0199\, \nu R T_1 =$

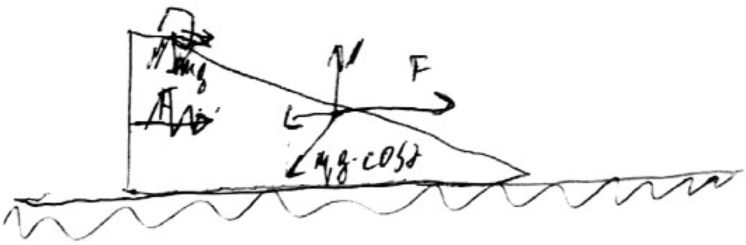
$= 0{,}0199 \cdot \nu R \Delta T \cdot \frac{T_1}{\Delta T} =$

$= 0{,}0199 \cdot \nu R \Delta T \cdot \frac{T_1}{0{,}0098 T_1} = 2{,}03 \nu R$

$Q = U + A = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + (p_2V_2 - p_1V_1) = \frac{5}{2}\nu R \Delta T$

$Q = 1{,}5\nu R\Delta T + 2{,}03\nu R \Delta T = 3{,}53 \nu R$ $\frac{Q}{U} =$

$\frac{Q}{U} = \frac{3{,}53}{1{,}5} = 2{,}354$



$\frac{F - mg \cdot \cos\alpha \cdot \sin\alpha}{2m} =$

$= \frac{\frac{F}{2m} - g \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5}}{2} =$

$L = (H / \sin\alpha)$ $a = g \cdot \sin\alpha$

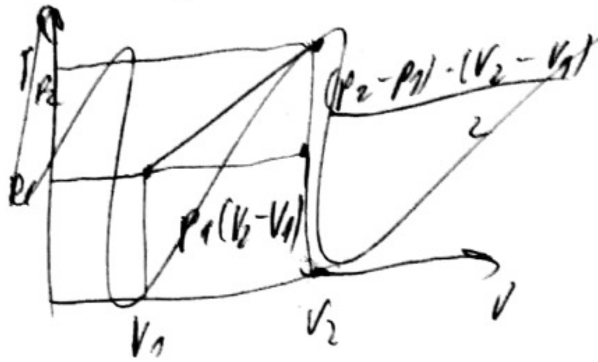
$\frac{H}{\sin\alpha} = \frac{(g \cdot \sin\alpha)^2 \cdot t^2}{2}$

$= \boxed{\frac{F}{2m} - \frac{6g}{25}}$

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

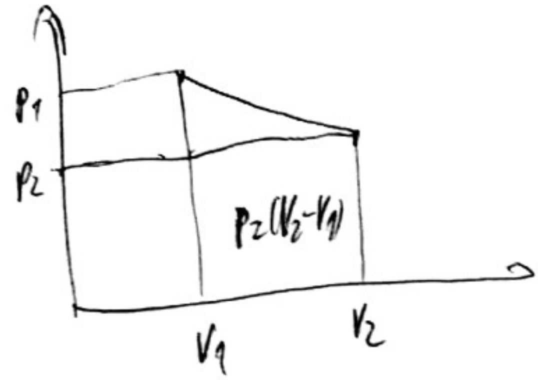
$t = \frac{\sqrt{\frac{2H}{g}}}{4/5} = \frac{5}{4}\sqrt{\frac{2H}{g}} = \boxed{5\sqrt{\frac{H}{8g}}}$

Черновик



$$p_1(V_2-V_1)+\frac{(p_2-p_1)(V_2-V_1)}{2}=$$

$$=p_1V_2-p_1V_1+p_2V_2$$

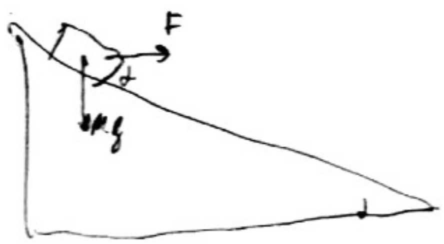


$$\frac{(p_1-p_2)(V_2-V_1)}{2}+p_2(V_2-V_1)=$$

$$=\frac{p_1V_2-p_1V_1-p_2V_2+p_2V_1+2p_2V_2-2p_2V_1}{2}=$$

$$=\frac{p_1V_2+p_2V_2-p_1V_1-p_2V_1}{2}=\frac{V_2(p_1+p_2)-V_1(p_1+p_2)}{2}=$$

$$=\frac{(V_2-V_1)(p_1+p_2)}{2}=\frac{0{,}02V_1\cdot 3{,}99p_1}{2}=$$



$$a_б=\frac{F\cdot\cos\alpha+mg\cdot\sin\alpha}{m}$$

$$\frac{H}{\sin\alpha}=\frac{\frac{F\cdot\frac{3}{5}+mg\cdot\frac{4}{5}}{m}\cdot t^2}{2}$$

~~24~~

$$\cancel{\frac{10H}{6}}\quad\frac{5H}{3}=\frac{3F+4mg}{10m}\cdot t^2$$

$$\frac{25Hm}{3F+4mg}=t^2$$

$$t=5\sqrt{\frac{mH}{3F+4mg}}$$