Часть 1

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

Шифр: **21205363**

ID профиля: **352307**

Вариант 2

Чистовик

2

Черновик

1. H h $\uparrow v_0$ 5) $h = \frac{H}{2}$

1) $v_0 \cancel{t_1} = g t_1$ ~~$t = 1,5 t_1 =$~~

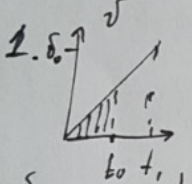
$H = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{g t^2}{2}$ $t = \frac{v_0}{g}$

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

$T = \frac{v_0}{g}\left(\frac{2+\sqrt{2}}{2}\right)$

2) $t_1 = t_x = \frac{\sqrt{2}}{2}\frac{v_0}{g}$ $\frac{T}{t_1} = \frac{2+\sqrt{2}}{2}\cdot\frac{2}{\sqrt{2}} = \frac{2+\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = \frac{2\sqrt{2}+2}{2} = \sqrt{2}+1$

1.



1) $\cancel{\frac{g t_0^2}{2} = v_0 t_0 - \frac{g t_0^2}{2}}$ $g t_0^2 = v_0 t_0$ $t_0 = \frac{v_0}{g}$ $H = \frac{v_0^2}{2g}$ $h = v_0 t_0 - \frac{g t_0^2}{2}$ $H - h = \frac{g t_0^2}{2}$

$v_0 t_0 - \frac{g t_0^2}{2} = H - \frac{g t_0^2}{2} = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{g t_0^2}{2}$

$v_0 t_0 = \frac{v_0^2}{2g}$ $t_0 = \frac{v_0}{2g}$

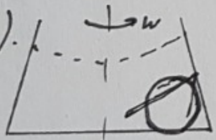
2) $\eta = \frac{t_1 + t_0}{t_0}$ $\frac{g t_1^2}{2} = \frac{v_0^2}{2g}$ $t_1 = \frac{v_0}{g}$

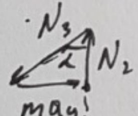
$\eta = \cancel{\frac{v_0}{g}}\left(\frac{0,5+1}{0,5}\right) = \cancel{\frac{3}{2}}\ 3$

3) $h = v_0 t_0 - \frac{g t_0^2}{2} = v_0\cdot\frac{v_0}{2g} - \frac{g\cdot v_0^2}{2\cdot 4g^2} = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{v_0^2}{8g} = \frac{3v_0^2}{8g}$

2. 1) $N_1 = mg - F_A = 5\rho\cdot\frac{4}{3}\pi R^3 g$

2).

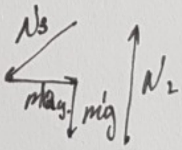




$a_ц = \omega^2\cdot 1,5R$

$tg\alpha = \frac{ma_ц}{N_2} = \frac{3}{2}$

$\frac{1,5 m'\omega^2 R}{N_2'} = 1,5 \to N_2' = m'\omega^2 R$



$N_2 = N_2' + N_1 = m'\omega^2 R + (mg - F_A) = 5\rho\cdot\frac{4}{3}\pi R^3\cdot(g+\omega^2 R) = \frac{20}{3}\pi\rho R^3(g+\omega^2 R)$

3) $T = 81+273 = 354$ $V_0 = 1,7$ л $n = 7$ $\mu = 18$ $p_0 - ?$ $p_н = 0,5\cdot10^5 = 0,5\cdot100000 = 50000$

~~$pV = const$~~ Т.к. $pV = const$, то ν пара изменилось $\to p_2 = p_н$.

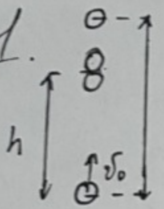
$p_н\cdot V_0 = \nu_x\cdot R\cdot T$ $\frac{p_н}{3,6}\cdot 7V_0 = \nu_0 RT$ 1 $1,7 л = \frac{1,7}{1000}$ м^3

$p_1 = \frac{p_н}{3,6}$ $m_0 = \nu_0\cdot\mu = \frac{7p_н V_0}{3,6RT}\mu$

$\frac{10,71}{10590}$

Чистовик

1.



1) $t_x = t_0 + t_1$, где t_x – искомое время, t_0 – время подъёма 1ого H мяча до наивысшей точки, t_1 – время от запуска 2ого мяча до столкновения.

$t_0 = \frac{v_0}{g}$, т.к. за время движения мяча до наивысш. точки его скорость обращается в ноль.

Чтобы найти t_1, рассм. движение мячей:

Первый мяч пройдёт расстояние $H - h = \frac{g_0 t_1^2}{2}$; второй $h = v_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$.

$H = \frac{v_0^2}{2g}$. Тогда выразим и приравняем h:

$\frac{v_0^2}{2g} - \frac{g_0 t_1^2}{2} = v_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$. Отсюда $\frac{v_0^2}{2g} = v_0 t_1 \to t_1 = \frac{v_0}{2g}$

Тогда, $t_x = \frac{v_0}{g} + \frac{v_0}{2g} = \frac{3}{2}\frac{v_0}{g}$

2) Обозначим искомое соотношение как η:

$\eta = \frac{t_x}{t_1} = \frac{3v_0}{2g} : \frac{v_0}{2g} = 3$

3) Подставляя ранее найденное t_1 в формулу для h найдём:

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

Ответ: $t_x = \frac{3v_0}{2g}$; $\eta = 3$; $h = \frac{3v_0^2}{8g}$.

Чистовик.

3. $T = 273 + 81 = 354$ K.; p_1 – давление пара до сжатия, p_2 – после.

1) Т.к. процесс изотермический, то при постоянном кол-ве пара $pV = const$. Однако, это соотношение непостоянно. Отсюда можно сделать вывод, что ~~газ~~ пар конденсируется. В таком случае, $p_2 = p_н$.

Отсюда $p_1 = \frac{p_н}{3,6}$ (т.к. давление изменилось в 3,6 раз).

$p_1 = \frac{p_н}{3,6} \approx 14 (кПа)$

2) Т.к. мы знаем начальное давление, запишем ур-ние Клапейрона-Менделеева:

$p_1 V_1 = \nu_0 R T$, $p_1 = \frac{p_н}{3,6}$, $V_1 = V_0 \cdot 7$; $V_0 = 1,7$ л.

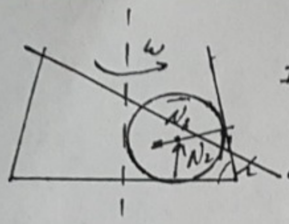
Отсюда $\nu_0 = \frac{7 p_н V_0}{3,6RT}$

$$m_0 = \nu_0 \cdot \mu = \frac{7 p_н V_0 \mu}{3,6RT} \approx \frac{7 \cdot \cancel{10}\, 0,5 \cdot 10^5 Па \cdot 1,7 л \cdot 18 \frac{г}{моль}}{3,6 \cdot 8,31 \frac{Дж}{моль \cdot K} \cdot 354 K} = \frac{7 \cdot 0,5 \cdot 10^5 Па \cdot 0,0017 м^3 \cdot 0,018 \frac{кг}{моль}}{3,6 \cdot 8,31 \frac{Дж}{моль \cdot K} \cdot 354 K} \approx$$

$\approx 1 (г)$

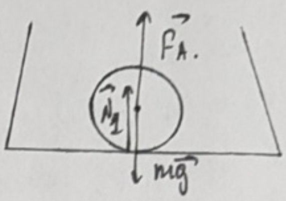
Ответ: $p_1 \approx 14$ кПа; $m_0 \approx 1$ г.

2.



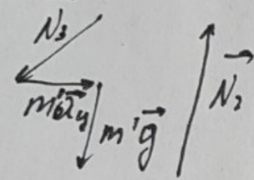
1) Если бы сосуд не вращался, на него шар действовали бы всего три силы: N_1, сила тяжести и сила Архимеда со стороны жидкости:

$$N_1 = mg - F_A = 6\rho Vg - \rho Vg = 5\rho Vg.$$



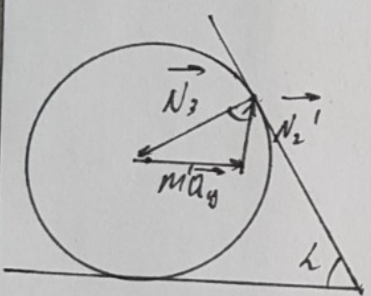
Объём шара: $\frac{4}{3}\pi R^3$. Тогда $N_1 = \frac{20}{3}\pi\rho R^3 g$.

2) При вращении сосуда образуются ещё две силы, действующие на шар: сила со стороны боковой стенки и центробежная сила.



Для удобства будем использовать m' ($m' = \frac{N_1}{g}$), т.к. вес шара в воде уже изменён.

Можем разделить N_2 на $m'g$ и N_2': $N_2 = m'g + N_2' = N_1 + N_2'$



Т.к. $N_3 \perp$ стенке, $N_2' \perp$ дну, то угол между ними равен α.

Тогда $\operatorname{tg}\alpha = \frac{m'a_ц}{N_2'} = \frac{3}{2}$

$a_ц = \omega^2 \cdot 1{,}5R \longrightarrow N_2' = m'\omega^2 R$

В таком случае, $N_2 = N_2' + N_1 =$

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

Ответ: $N_1 = \frac{20}{3}\pi\rho g R^3$;

$N_2 = \frac{20}{3}\pi\rho R^3 (g + \omega^2 R)$.

2

Часть 2

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

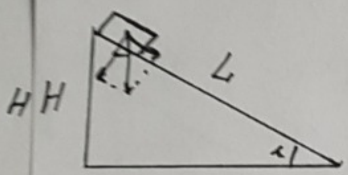
Шифр: **21205363**

ID профиля: **352307**

Вариант 2

Чистовик

1. 1) $\sin\alpha = \sqrt{1-\cos^2\alpha} = \frac{4}{5}$

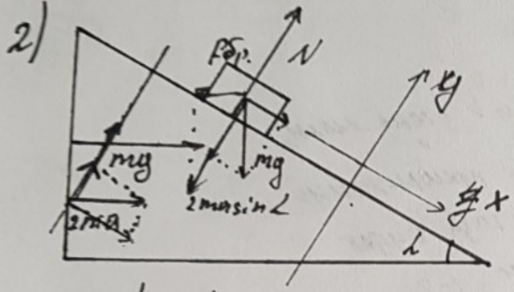


Если клин удерживать, то у бруска появится ускорение $a_б = g\sin\alpha$

Он должен проехать расстояние $L = \frac{H}{\sin\alpha}$

$L = \frac{a t_x^2}{2} \longrightarrow t_x = \sqrt{\frac{2L}{a_б}} = \sqrt{\frac{2H}{g\sin^2\alpha}} = \sqrt{2}\cdot\frac{5H}{4g}$

2)



Если клин начнёт двигаться, то он станет действовать на брусок с большей силой.

В то же время, брусок также начнёт действовать на клин с большей силой, замедляя его.

Запишем уравнения равенства сил.

$mg\cos\alpha = N - 2ma\sin\alpha \longrightarrow N = m(g\cos\alpha + 2a\sin\alpha)$

$2ma = F - F_{бр.}$ $\quad F_{бр.} = N\sin\alpha = m\sin\alpha(g\cos\alpha + 2a\sin\alpha)$.

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

$2a\left(1+\frac{16}{25}\right) = g\left(1-\frac{12}{25}\right) \longrightarrow a = \frac{13}{82}g \approx 0{,}16g.$

3) Т.к. ~~бр~~ клин теперь движется в одну сторону с бруском, необходимо учитывать, что время увеличится.

Проекция ускорения клина на Ox: $a\cdot\sin\alpha$

$a' = \Delta a = \frac{4}{5}g - \frac{13g}{82}\cdot\frac{4}{5} = \frac{4}{5}g - \frac{52g}{410} \approx 0{,}67g.$

$t = \sqrt{\frac{2L}{a'}} = \sqrt{\frac{2\cdot 5H}{4\cdot 0{,}67g}} \approx 1{,}9\sqrt{\frac{H}{g}}$

Ответ: $\sqrt{2}\frac{5H}{4g}$; $0{,}16g$; $1{,}9\sqrt{\frac{H}{g}}$.

Черновик

Чистовик

2. 1) Запишем ур-ние Клапейрона-Менделеева:

$pV = \nu RT$

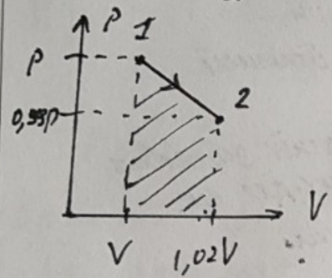
$0{,}99p \cdot 1{,}02V = \nu R T_x$ $\quad \frac{T}{T_x} = \frac{pV}{0{,}99p \cdot 1{,}02V} = \frac{1}{0{,}99 \cdot 1{,}02}$

$T_x = 1{,}098\,T$ $\quad \Delta T = T_x - T = 0{,}098\,T$ $\quad \frac{\Delta T}{T} = 9{,}8\%$

~~Тем~~ Температура газа поднялась на $9{,}8\%$.

2) $Q = \Delta U + A$

$\eta = \frac{Q}{\Delta U} = \frac{A}{\Delta U} + 1$. Т.к. относительные изменения p и V очень малы, то график процесса 1-2 можно приближенно считать прямой. Тогда работой газа будет являться площадь под графиком 1-2.



$A \approx (1{,}02V - V) \cdot \frac{p + 0{,}99p}{2} \approx 0{,}0199\,pV$

$\Delta U = \frac{3}{2}\nu R \Delta T = \frac{3}{2}\nu R \cdot 0{,}098\,T = \frac{3}{2} \cdot 0{,}098 \cdot pV \approx 0{,}147\,pV$

Тогда $\eta = \frac{0{,}0199\,pV}{0{,}147\,pV} + 1 \approx 1{,}14$.

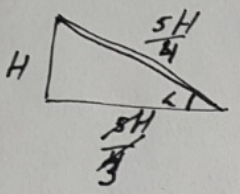
Ответ: увеличилась на $9{,}8\%$; $\eta \approx 1{,}14$.

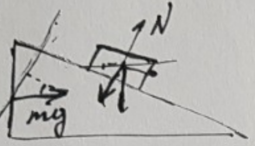
Черновик

1\. 1) $\sin\angle = \sqrt{1-\frac{9}{25}} = \frac{4}{5}$ $L = \frac{at^2}{2}$

$a_s = g\sin\angle = \frac{4}{5}g$ $L = \frac{5H}{4}$ $\frac{H}{L} = \sin\angle = \frac{4}{5}$

$t = \sqrt{\frac{2L}{a_s}} = \sqrt{\frac{10H\cdot5}{4\cdot4g}} = \sqrt{\frac{50H}{16g}} = \sqrt{2}\cdot\frac{5}{4}\frac{H}{g}$



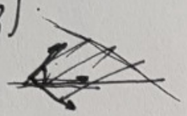
2) 

2) $2ma = F - F_{бр.}$ $\frac{g}{2}$ $g\cos\angle\sin\angle$

$F_{бр.} = mg\cos\angle\cdot\sin\angle$

$2ma = mg - mg\cos\angle\sin\angle$

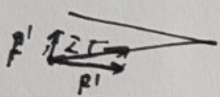
$a = \frac{g}{2}\left(1-\frac{12}{25}\right) = \frac{13g}{50}$

3) 

3) $F' = \frac{\cancel{F}\ 2ma}{\sin\angle}$

$\cancel{ma = mg + \frac{2ma}{\sin\angle} = \frac{2m\cdot13g\cdot5}{50\cdot4} + mg}$

$a' = \frac{26}{40}g + 1 = \frac{66g}{40}$



$t = \sqrt{\frac{2L}{a'}} = \sqrt{\frac{2\cdot5H\cdot40}{4\cdot66g}} = \sqrt{\frac{50H}{33g}}$ $1{,}098 = 1{,}02\cdot0{,}99$

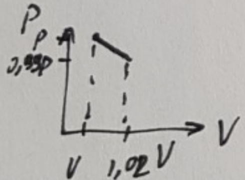
2\. 1) $pV = \nu RT$ $0{,}99p\cdot1{,}02V = \nu RT_x$

$\frac{T_x}{T} = \frac{0{,}99p\cdot1{,}02V}{pV}$ $\Delta T = T_x - T = 0{,}99\cdot1{,}02T - T = 0{,}098T$ $\cancel{\Delta T = 9{,}8\%}$

2) $\Delta U = \frac{3}{2}\nu R\Delta T$ $\eta = \frac{Q}{\Delta U} = \frac{A}{\Delta U} + 1$.

$\cancel{Q = A + \Delta U}$ =

$A = 0{,}02V\cdot\frac{p+0{,}99p}{2}$ – приближенно.



$A \approx 0{,}0199\,pV$

$\eta \approx 8{,}4$

$mg\cos\angle = N + 2ma\sin\angle$ $N = m(g\cos\angle + 2a\sin\angle)$

1.! $\cancel{mg\cos\angle = N + mg\sin\angle}$ $\cancel{N = mg(\cos\angle + \sin\angle)}$

$\cancel{N\sin\angle = F_{бр.} = mg\left(\frac{4}{5}+\frac{3}{5}\right)\cdot\frac{4}{5} = mg\frac{28}{25}}$

$\cancel{2ma = mg - mg\cdot\frac{28}{25}}$

$F_{бр.} = N\sin\angle$

$2ma = mg - mg\cos\angle\sin\angle + 2ma\sin^2\angle$

$2a\left(1+\frac{16}{25}\right) = g\left(1-\frac{12}{25}\right)$ $2a\cdot\frac{41}{25} = \frac{13}{25}$

$a = \frac{13}{82}g$.?

3) $a' = \Delta a = \frac{4}{5}g - \frac{2a}{\sin\angle} = \frac{4}{5}g - \frac{13\cdot2g\cdot5}{50\cdot4} = \frac{4}{5}g - \frac{\overset{130}{26\cdot5}g}{50\cdot4} = \frac{160g}{50\cdot4} - \frac{130g}{50\cdot4} = \frac{30g}{50\cdot4} = \frac{3g}{20}$

$t = \sqrt{\frac{2L\cdot20}{3g}} = \sqrt{\frac{2\cdot5H\cdot20}{4\cdot3g}} = \sqrt{\frac{400H}{12g}} = 20\sqrt{\frac{H}{12g}} = 10\sqrt{\frac{H}{3g}}$ 130

$a' = \Delta a = \frac{4}{5}g - \frac{2\cdot13\cdot5}{82\cdot4}g \approx 0{,}4g$

$t = \sqrt{\frac{2L}{a'}} = \sqrt{\frac{2\cdot5H}{4\cdot0{,}4}} = \sqrt{\frac{10H}{4\cdot0{,}4g}} \approx 2{,}5\sqrt{\frac{H}{g}}$ 3,28

21205363 (U352307 M1280990)