Часть 1

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

Шифр: **21204414**

ID профиля: **364304**

Вариант 2

Чистовик

Задача 1

1) Найдём время подъёма первого мяча до максимальной высоты: ~~...~~ $t_0 = \frac{v_0}{g}$

Далее из закона сохранения энергии найдём максимальную высоту h подъёма первого мяча: $\frac{mv_0^2}{2} = mgh_0 \Rightarrow h_0 = \frac{v_0^2}{2g}$

Через время t после броска второго мяча его скорость будет равна $v_2 = v_0 - gt$, а скорость падения первого мяча в это же время $v_1 = gt$.

Таким образом, скорость сближения мячей $v_1 + v_2 = v_0$ на протяжении всего времени их сближения. Поэтому, время, которое будет лететь второй мяч до столкновения $t_2 = \frac{h_0}{v_0} = \frac{v_0}{2g}$

Время полёта первого мяча $t_1 = t_0 + t_2 = \frac{3v_0}{2g}$

2) $\frac{t_1}{t_2} = 3$

3) Высоту, на которой столкнулись мячи, найдём из уравнения равноускоренного движения второго мяча: $h = v_0 t_2 - \frac{gt_2^2}{2} = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{v_0^2}{8g} = \frac{3v_0^2}{8g}$

Ответ: время полёта первого мяча $t_1 = \frac{3v_0}{2g}$, отношение времен 3, высота столкновения $\frac{3v_0^2}{8g}$

21204414 (U364304 M1282960)

Чистовик

Задача 2

1) Если сосуд не вращается, то шар покоится, и ~~равнодейст~~ сумма действующих на него сил равна 0. На шар действуют сила тяжести $F_{тяж} = mg = 6\rho V g$, где V - объём шара; сила Архимеда $F_a = g\rho V$, сила реакции дна сосуда N_1 и сила реакции боковой стенки N. Первые три силы направлены вертикально, а сила реакции N - нет. Поэтому $N = 0$ (иначе эта сила не будет уравновешена никакой другой и шар не будет покоиться). В проекции на вертикаль силы должны компенсировать друг друга: $N_1 + F_a = F_{тяж}$

$$N_1 = F_{тяж} - F_a = 6g\rho V - g\rho V = 5g\rho V = \frac{20\pi R^3 g\rho}{3}$$

2) В случае с вращением сосуда на шар действуют те же силы ~~ст~~ тяжести и Архимеда, но тут уже $N \neq 0$ и шар должен иметь центростремительное ускорение $a_ц = w^2 \cdot 1{,}5R$

Запишем второй закон Ньютона в проекции на вертикальную и горизонтальную оси:

OY: ~~$N_2 + F_a - F_{тяж}$~~ $N_2 + F_a - F_{тяж} - N\cos\varphi = 0$

OX: $N\sin\varphi = ma_ц$.

Из последнего равенства выразим N. $N = \frac{ma_ц}{\sin\varphi} = \frac{\frac{4}{3}\pi\rho R^3 \cdot 6 \cdot 1{,}5w^2R}{\sin\varphi} = \frac{12\pi\rho R^4 w^2}{\sin\varphi}$

Подставим это и $F_{тяж} - F_a$ из пункта 1 в первое уравнение:

$$N_2 = F_{тяж} + N\cos\varphi - F_a = \frac{20\pi R^3 g\rho}{3} + \frac{12\pi\rho R^4 w^2}{\operatorname{tg}\varphi} = \frac{20\pi R^3 g\rho}{3} + 8\pi\rho R^4 w^2 =$$

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

Ответ: $N_1 = \frac{20\pi R^3 g\rho}{3}$, $N_2 = 4\pi\rho R^3\left(\frac{5g}{3} + 2w^2R\right)$

21204414 (U364304 M1282960)

Чистовик.

Задача 3.

При изотермическом сжатии $pV = const$. Значит, если объём уменьшился в 7 раз, то давление должно было возрасти в 7 раз. Раз оно возросло всего в 3,6 раз, значит пар стал насыщенным и какая-то его часть сконденсировалась. Следовательно, конечное давление пара равно давлению насыщенного пара $0{,}5 \cdot 10^5$ Па, а начальное в 3,6 раз меньше $p_0 = \frac{0{,}5 \cdot 10^5 \text{ Па}}{3{,}6} = \frac{10^5 \text{ Па}}{7{,}2} = 1{,}39 \cdot 10^4$ Па

Начальный объём пара ~~газа~~ $V_0 = 1{,}7 \text{ л} \cdot 7 = 11{,}9 \text{ л} = 11{,}9 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$

Температура пара $T = 354$ K

Уравнение состояния идеального газа: $p_0 V_0 = \frac{m}{\mu} RT$, m – масса пара

$m = \frac{\mu p_0 V_0}{RT} \approx 1$ г

Ответ: $p_0 = 1{,}39 \cdot 10^4$ Па, $m = 1$ г

21204414 (U364304 M1282960)

Черновик

1.

1) $t_1 = \frac{v_0}{g} + \frac{h_0}{v_0} = \frac{v_0}{g} + \frac{v_0}{2g} = \frac{3v_0}{2g}$

$h_0 = \frac{v_0^2}{2g}$

$t_2 = \frac{v_0}{2g}$

2) $\frac{t_1}{t_2} = 3$

3) $h = h_0 - \frac{gt_2^2}{2} = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{v_0^2}{8g} = \frac{3v_0^2}{8g}$

$r^2 = R^2 - (R-x)^2 = 2Rx - x^2$

$dV = Sdx = \pi r^2 dx =$

$= \pi(2Rx - x^2)dx$

$dm = \rho dV$

$dF = a\,dm = w^2(0{,}5R + x)\pi\rho(2Rx - x^2)dx =$

$= \pi w^2 \rho (R^2 x + \frac{3Rx^2}{2} - x^3)dx$

$F = \pi w^2 \rho (2R^4 + 4R^4 - 4R^4) = 2\pi w^2 \rho R^4$

2. $N_1 = mg - \rho g V = 5\rho g V = \frac{20\pi R^3 \rho g}{3}$

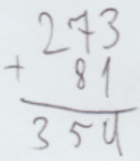
$1{,}5 m w^2 R = N \sin\alpha$

$N_2 = 5\rho g V + N\cos\alpha = 5\rho g V + \frac{9\rho w^2 R V}{\operatorname{tg}\alpha} = \rho V(5g + 6w^2 R)$

3. $p_0 = \frac{0{,}5 \cdot 10^5}{3{,}6} = \frac{10^5}{7{,}2}$ Па $V_0 = 11{,}9$ л

$p_0 V_0 = \nu RT$

$\nu = \frac{p_0 V_0}{RT} = \frac{10^5 \cdot 0{,}0119}{7{,}2 \cdot 8{,}31 \cdot 354}$



$m = 1$ г

21204414 (U364304 M1282960)

Часть 2

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

Шифр: **21204414**

ID профиля: **364304**

Вариант 2

Черновик

$p_0V_0 = \nu R T_0$

$pV = \nu R T$

$$\frac{T}{T_0} = \frac{pV}{p_0V_0} = \frac{p}{p_0} \cdot \frac{V_1}{V_0} = \frac{99}{100} \cdot \frac{102}{100} = 1{,}0098$$

$$\frac{\Delta T}{T} = 0{,}98\%$$

$Q = A + \Delta U$

$dQ = dA + dU = pdV + dU = pdV + \cancel{\frac{3}{2}k\Delta}T$

$$\frac{dQ}{dU} = p\frac{dV}{dU} + 1$$

$dV = \frac{\nu R}{p} dT \qquad dU = \frac{3}{2}\nu R dT$

$\frac{dQ}{dU}$ [redacted] $\frac{5}{3}$

$dA = pdV = p\frac{dV}{dp}dp$

$A = \frac{p^2}{2}\frac{dV}{dp} = p^2$

$$\frac{dQ}{dU} = \frac{pdV}{dU} + 1 = 1 + \frac{2}{3}\frac{pdV}{d(pV)} =$$

$$= 1 + \frac{2}{3} = \frac{5}{3}$$

$a = g\sin\alpha = 0{,}8g$

$l = \frac{H}{\sin\alpha} = 1{,}25H$

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

$a_к = \frac{mg - N\sin\alpha}{2m}$

$N = mg\sin\alpha + a_к \sin\alpha\, m$

$N = \frac{mg - 2ma_к}{\sin\alpha}$

$mg\sin^2\alpha + a_к m\sin^2\alpha = mg - 2ma_к$

$a_к = \frac{mg\cos^2\alpha}{\sin^2\alpha + 2}$

$\Delta Q = p\Delta V + \Delta U$

$$\frac{\Delta Q}{\Delta U} = \frac{p\Delta V}{\Delta U} + 1 = 1 + \frac{2p\Delta V}{3(p\Delta V + V\Delta p)} = 1 + \frac{4}{9}$$

21204414 (U364304 M1282961)

Чистовик

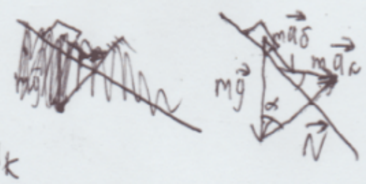
Задача 1.

1) 

Из треугольника сил видно, что на брусок действует результирующая сила $mg\sin\alpha$. Ускорение бруска по второму закону Ньютона $a = \frac{mg\sin\alpha}{m} = g\sin\alpha$. Путь, который должен пройти брусок $l = \frac{H}{\sin\alpha}$.
~~1~~ Брусок движется равноускоренно, поэтому $l = \frac{g\sin\alpha\, t_1^2}{2}$, $t_1 = \sqrt{\frac{2l}{g\sin\alpha}} = \sqrt{\frac{2H}{g\sin^2\alpha}}$

2) ~~Сначала~~ Пусть силы, с которыми брусок и клин давят друг на друга, равны N. Запишем для клина второй закон Ньютона в проекции на горизонталь:
$mg - N\sin\alpha = 2ma_к$, где $a_к$ — ускорение клина

Теперь рассмотрим брусок. Если перейти в систему отсчёта, связанную с клином, то в ней брусок будет иметь ускорение $\vec{a}_б$, направленное вдоль плоскости клина, т.к. брусок не должен отрываться от клина. В неподвижной системе отсчёта ускорение бруска будет складываться из $\vec{a}_б$ и $\vec{a}_к$:



По рисунку видно, что $N = mg\cos\alpha + ma_к\sin\alpha$
Подставляя это в уравнение, полученное в начале пункта, имеем: $mg - mg\sin\alpha\cos\alpha - ma_к\sin^2\alpha = 2ma_к$
$g(1-\sin\alpha\cos\alpha) = a_к(\sin^2\alpha+2)$
$a_к = g\,\frac{1-\sin\alpha\cos\alpha}{2+\sin^2\alpha} = \frac{3}{16}g$

3) По рисунку $ma_б = mg\sin\alpha - a_к\cos\alpha\, m$ $\quad a_б = g\left(\sin\alpha - \frac{3\cos\alpha}{16}\right) = \frac{55g}{80} = \frac{11g}{16}$
$t_2 = \sqrt{\frac{2l}{a_б}} = \sqrt{\frac{2H}{a_б\sin\alpha}} = \sqrt{\frac{40H}{11g}}$

Ответ: $t_1 = \sqrt{\frac{2H}{g\sin^2\alpha}} = 5\sqrt{\frac{H}{8g}}$, $a_к = \frac{3}{16}g$; $t_2 = \sqrt{\frac{40H}{11g}}$

Чистовик...

Задача 2

1) Пусть p_0, V_0 и T_0 – начальные давление, объём и температура газа соответственно, а p_1, V_1 и T_1 – конечные. Уравнение состояния идеального газа до и после совершения процесса: $p_0V_0 = \nu RT_0$, $p_1V_1 = \nu RT_1$. Поделив первое ур-е на второе, получим:
$\frac{T_0}{T_1} = \frac{p_0}{p_1} \cdot \frac{V_0}{V_1}$. По условию $V_0 = 1{,}02V_1$ и $p_0 = 0{,}99\,p_1$. ~~$\frac{T_0}{T_1} = 1{,}0098$~~.

~~$\frac{\Delta T}{T} = 0{,}98\%$~~ $\frac{T_1}{T_0} = \frac{p_1}{0{,}99p_1} \cdot \frac{V_1}{1{,}02V_1} = 0{,}99$ $\quad \frac{\Delta T}{T_0} = 1\%$. То есть, температура уменьшилась на 1%.

2) Второй закон термодинамики: $\Delta Q = \Delta A + \Delta U$ $\quad \Delta Q = p\Delta V + \Delta U$

$$\frac{\Delta Q}{\Delta U} = \frac{p\Delta V}{\Delta U} + 1 = \frac{p\Delta V}{\Delta(\frac{3}{2}pV)} + 1 = \frac{2p\Delta V}{3(p\Delta V + V\Delta p)} + 1 = \frac{2\,\frac{p\Delta V}{pV}}{3\,\frac{p\Delta V + V\Delta p}{pV}} + 1 = \frac{2\,\frac{\Delta V}{V}}{3\left(\frac{\Delta V}{V} + \frac{\Delta p}{p}\right)} + 1 =$$

$$= 1 + \frac{2 \cdot 2\%}{3 \cdot 3\%} = 1 + \frac{4}{9} = \frac{13}{9}$$

Ответ: температура снизилась на 1%, $\frac{\Delta Q}{\Delta U} = \frac{13}{9}$

21204414 (U364304 M1282961)