Часть 1

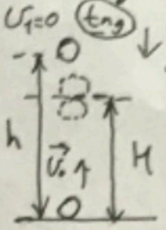
Олимпиада: **Физика, 10 класс (1 часть)**

Шифр: **21204315**

ID профиля: **372328**

Вариант 1

Чистовик Физика, 10 кл.



1) $v(t) = v_0 - gt$

$S(t) = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$ S - перемещение

При $t = t_{пд}$ $v_0 - g t_{пд} = 0 \Rightarrow t_{пд} = \frac{v_0}{g}$

$h = v_0 t_{пд} - \frac{g t_{пд}^2}{2} = \frac{v_0^2}{g} - \frac{v_0^2}{2g} = \frac{v_0^2}{2g}$

t_1 - время полёта второго мяча до столкновения. Оно равно времени полёта первого мяча из наивысшей точки до столкновения.

$h - H = \frac{g t_1^2}{2} \Rightarrow t_1^2 = \frac{2}{g}(h-H) \Rightarrow t_1 = \frac{\sqrt{v_0^2 - 2gH}}{g}$

$H = v_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$ (для второго мяча) $\Rightarrow H = \frac{v_0\sqrt{v_0^2-2gH}}{g} - \frac{v_0^2 - 2gH}{2g} =$

$= \frac{2v_0\sqrt{v_0^2-2gH} - v_0^2 + 2gH}{2g} \Rightarrow \cancel{2gH} = 2v_0\sqrt{v_0^2-2gH} - v_0^2 + \cancel{2gH} \Rightarrow$

$\Rightarrow v_0 = 2\sqrt{v_0^2 - 2gH} \Rightarrow v_0^2 = 4v_0^2 - 8gH \Rightarrow 3v_0^2 = 8gH \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{8}{3}gH} = 2\sqrt{\frac{2}{3}gH}$

Подставим значение v_0 в формулу t_1: $t_1 = \frac{\sqrt{\frac{8}{3}gH - 2gH}}{g} = \sqrt{\frac{2H}{3g}}$

Подставим значение v_0 в формулу h: $h = \frac{\frac{8}{3}gH}{2g} = \frac{4}{3}H$

Первый мяч до столкновения прошёл путь $L_1 = h + (h - H) = 2h - H = \frac{8}{3}H - H =$
$= \frac{5}{3}H$, т.е. $L_1 = \frac{5}{3}H$

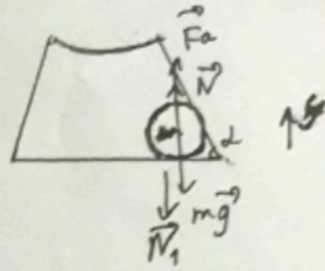
Ответ: $t_1 = \sqrt{\frac{2H}{3g}}$; ~~$v_0 = 2\sqrt{\frac{2H}{3g}}$~~; $L_1 = \frac{5}{3}H$; $v_0 = 2\sqrt{\frac{2}{3}gH}$

1

21204315 (U372328 M1279925)

Чистовик — Физика, 10 кл.

2) 1) $\vec{F_a} + m\vec{g} + \vec{N} = 0$ (шар покоится)



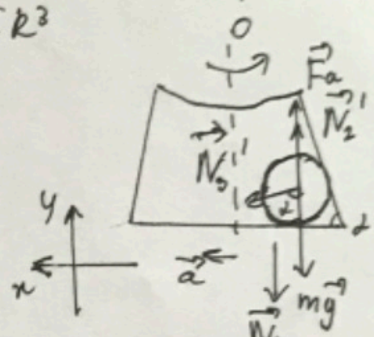
Oy: $F_a + N - mg = 0$

$F_a = \rho g V$; $m = 3\rho V \Rightarrow \rho g V + N - 3\rho V g = 0 \Rightarrow N = 2\rho g V$

$V = \frac{4}{3}\pi R^3 \Rightarrow N = \frac{8}{3}\rho g \pi R^3$

По 3 закону Ньютона: $N_y = -N_{1y} \Rightarrow N_1 = N = \frac{8}{3}\rho g \pi R^3$

2) $\vec{F_a} + \vec{N_2}' + \vec{N_3}' + m\vec{g} = m\vec{a}$



OX: $ma = N'_{3x}$

OY: $F_a + N_2' - N'_{3y} - mg = 0$

$\frac{N'_{3x}}{N'_{3y}} = tg\alpha = 2 \Rightarrow N'_{3y} = \frac{N'_{3x}}{2} = \frac{ma}{2}$

$a = \frac{v^2}{2R}$; $v = \omega \cdot 2R \Rightarrow a = \omega^2 \cdot 2R \Rightarrow N'_{3x} = 2\omega^2 R m \Rightarrow N'_{3y} = \omega^2 R m$

$N_2' = N_{3y} + mg - F_a = 3\rho V(\omega^2 R + g) - \rho g V = 3\rho V(\omega^2 R + \frac{2}{3} g) =$

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

По 3 закону Ньютона: $N_2 = N_2' = \rho 4\pi R^3 (\omega^2 R + \frac{2}{3} g)$

Ответ: 1) $N_1 = \frac{8}{3}\rho g \pi R^3$; 2) $N_2 = 4\pi R^3 \rho (\omega^2 R + \frac{2}{3} g)$

Чистовик

Физика, 10кл.

3) $p_0 V_0 = p_1 V_1$ при $\nu = const$, т.к. это не выполняется, то $\nu \neq const$

В данном процессе часть пара конденсируется, а сам пар становится насыщенным $\Rightarrow p_1 = 0,5 \cdot 10^5$ Па

$p_0 V_0 = \nu_0 RT$; $p_1 V_1 = \nu_1 RT \Rightarrow$ $\dfrac{\nu_1}{\nu_0} = \dfrac{p_1 V_1}{p_0 V_0} = \dfrac{1,8}{3,5} \Rightarrow \nu_1 = \dfrac{1,8}{3,5}\nu_0$

$\nu_0 = \dfrac{m}{\mu} = \dfrac{3}{18} = \dfrac{1}{6}$ моль $\Rightarrow \nu_1 = \dfrac{3}{35}$ моль. ; $T = 273 + 81 = 354$к

$p_1 = 1,8 p_0 \Rightarrow p_0 = \dfrac{p_1}{1,8} = \dfrac{0,5 \cdot 10^5}{1,8} \approx 28 \cdot 10^3$ Па

$p_1 V_1 = \nu_1 RT \Rightarrow V_1 = \dfrac{\nu_1 RT}{p_1} = \dfrac{3 \cdot 8,31 \cdot 354}{35 \cdot 0,5 \cdot 10^5} \approx 5 \cdot 10^{-3}$ м^3

Ответ: $p_0 = 28 \cdot 10^3$ Па; $V_1 = 5 \cdot 10^{-3}$ м^3

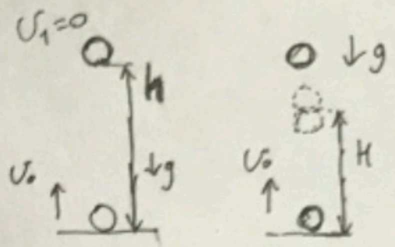
3

21204315 (U372328 M1279925)

Черновик

1) ~~tнр~~ при $t = t_{нg}$ $\upsilon_0 - g t_{нg} = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow t_{нg} = \frac{\upsilon_0}{g}$



$h = \upsilon_0 t_{нg} - \frac{g t_{нg}^2}{2} = \frac{\upsilon_0^2}{g} - \frac{\upsilon_0^2}{2g} = \frac{\upsilon_0^2}{2g}$

$h = \frac{g t_{нg}^2}{2} \Rightarrow t_{нg}^2 = \frac{\cancel{2}\upsilon_0^2}{\cancel{2}g^2} \Rightarrow t_{нg} = \frac{\upsilon_0}{g}$

$h - H = \frac{g t_1^2}{2} \Rightarrow t_1^2 = \frac{2}{g}(h-H) \Rightarrow t_1 = \sqrt{\left(\frac{\upsilon_0}{g}\right)^2 - \frac{2H}{g}}$

$(t_{нg} + t_1)\cdot\upsilon_0 - \frac{g(t_{нg}+t_1)^2}{2} = H$

$\frac{g}{2} t_2^2 - t_2 \upsilon_0 + H = 0$

$D = \upsilon_0^2 - 2gH$

$t_2 = \frac{\upsilon_0 \pm \sqrt{\upsilon_0^2 - 2gH}}{g}$

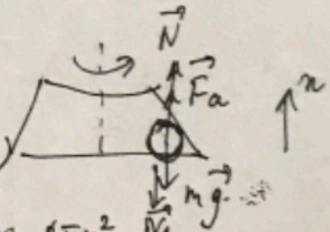
$t_1 = t_2 - t_{нg} = \frac{\upsilon_0 \pm \sqrt{\upsilon_0^2 - 2gH} - \upsilon_0}{g} = \frac{\sqrt{\upsilon_0^2 - 2gH}}{g}$

$H = \upsilon_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2} = \frac{\upsilon_0\sqrt{\upsilon_0^2 - 2gH}}{g} - \frac{\upsilon_0^2 - 2gH}{2g} = \frac{2\upsilon_0\sqrt{\upsilon_0^2-2gH} - \upsilon_0^2 + 2gH}{2g}$

$2gH = 2\upsilon_0\sqrt{\upsilon_0^2 - 2gH} - \upsilon_0^2 + 2gH \Rightarrow \upsilon_0 = 2\sqrt{\upsilon_0^2 - 2gH} \Rightarrow \upsilon_0^2 = 4\upsilon_0^2 - 8gH \Rightarrow$

$\Rightarrow 3\upsilon_0^2 = 8gH \Rightarrow \upsilon_0 = \sqrt{\frac{8}{3}gH} = 2\sqrt{\frac{2}{3}gH}$

2) $\vec{F_a} + \vec{N} + m\vec{g} = 0$ (шар покоится)



1) $F_a = \rho V g$; $m = 3\rho V$

$Ox: F_a + N_1 - mg = 0$

$\rho g V + N_1 - 3\rho g V = 0 \Rightarrow N_1 = 2\rho g V$

$V = \frac{4}{3}\pi R^3$ $N = 2\rho g \frac{8}{3}\pi R^3 = \frac{8}{3}\rho g \pi R^3$

$\frac{4}{3}\pi r^3$

$\frac{2\pi r^2}{2}$

$\frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{\pi r^2}{2} \cdot \frac{8}{3} r$

$d^2 = \frac{r^2}{4}$

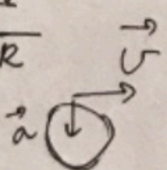
$2\pi r$

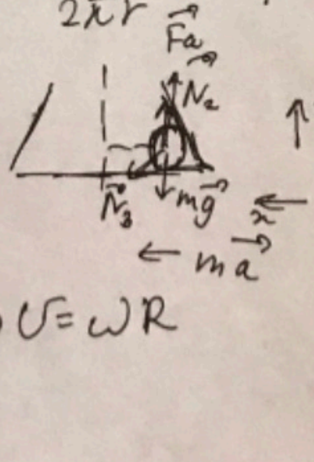
2) $\vec{F_a} + \vec{N_2} + \vec{N_3} + m\vec{g} = m\vec{a}$

$Ox: ma = N_{3x}$

$Oy: 0 = N_2 + F_a - mg - N_{3y}$

$a = \frac{\upsilon^2}{R}$





$\upsilon = \frac{2\pi R}{T}$ $\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow \upsilon = \omega R$

21204315 (U372328 M1279925)

Черновик.

3) $Vp = \nu RT = const$

$pV = \frac{1,8}{3,5} p_1 V_1$

$\nu R\cancel{T} = \frac{1,8}{3,5} \nu_1 R\cancel{T}$

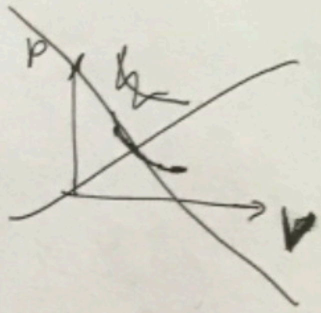
$\nu_1 = \frac{3,5}{1,8} \nu$

$p_1 V_1 = 1,8\, p_0 \cdot \frac{V_0}{3,5} = \frac{1,8}{3,5} p_0 V_0$

$\nu_1 RT = \frac{1,8}{3,5} \nu RT$

$\nu = \frac{m}{\mu} = \frac{3}{18} = \frac{1}{6}$ моль

$\nu_1 = \frac{3}{35}$ моль



$p_1 = 0,5 \cdot 10^5$ Па

$\cancel{p_0 = p_1 \frac{V_1}{V_0} = \frac{R \nu_1 RT \cdot p_0}{p_1 \cdot \nu RT}}$

$p_0 = \frac{p_1}{1,8} = \frac{5}{18} \cdot 10^5$ Па

$p_0 V_0 = p_1 V_1$ при $\nu = const$

т.к. это не выполняется $\Rightarrow \nu \neq const$.

$T = const = 273 + 81 = 354$ K. $\nu_0 = \frac{1}{6}$ моль.

$p_0 V_0 = \frac{1}{6} \cdot 8,31 \cdot 354 \approx 490$

$p_1 V_1 = \frac{3}{35} \cdot 8,31 \cdot 354 \approx 252$

$p_1 = 0,5 \cdot 10^5 \Rightarrow V_1 = \frac{252}{0,5 \cdot 10^5} \approx 5 \cdot 10^{-3}$ м^3

$p_0 = \frac{0,5 \cdot 10^5}{1,8}$

Часть 2

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

Шифр: **21204315**

ID профиля: **372328**

Вариант 1

Чистовик. Физика, 10 кл.

5) $p_0 V_0 = \nu R T_0$; $p_1 V_1 = \nu R T_1 \Rightarrow \frac{T_1}{T_0} = \frac{p_1 V_1}{p_0 V_0} = 1{,}02 \cdot 0{,}99 \approx 1{,}01 \Rightarrow$

$\Rightarrow$ температура увеличится на 1%

$Q = A + \Delta U$

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

Так как относительные изменения давления, объёма и температуры намного меньше единицы, то будем считать, что график данного процесса — прямая.

Тогда $A = \frac{1}{2}(p_1 + p_0)(V_1 - V_0) = \frac{1}{2} \cdot 2{,}02 \cdot (-0{,}01) \cdot p_0 V_0 = 1{,}01 \cdot 10^{-2} p_0 V_0$

$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_0) = \frac{3}{2} \cdot 0{,}01 \cdot \nu R T_0 = 0{,}015\, p_0 V_0$

$$\frac{Q}{A} = 1 - \frac{1{,}5 \cdot 10^{-2} p_0 V_0}{1{,}01 \cdot 10^{-2} p_0 V_0} \approx -0{,}51$$

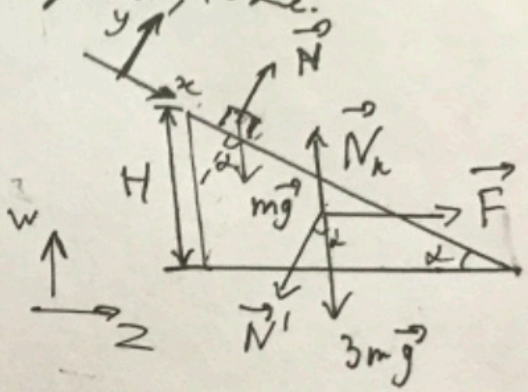
Ответ: 1) температура увеличится на 1% ($T_1 = 1{,}01 T_0$); 2) $\frac{Q}{A} \approx -0{,}51$

21204315 (U372328 M1279926)

1

Чистовик

Физика, 10кл.



$\cos\alpha = \frac{4}{5}$; $\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1 \Rightarrow \sin^2\alpha = 1 - \cos^2\alpha$

$\sin^2\alpha = 1 - \frac{16}{25} = \frac{9}{25} \Rightarrow \sin\alpha = \frac{3}{5} = 0{,}6.$

$\vec N + m\vec g = m\vec a$

OY: $N - mg\cos\alpha = 0 \Rightarrow N = mg\cos\alpha$

OX: $mg\sin\alpha = ma_1 \Rightarrow a_1 = g\sin\alpha = 6$ м/с²

Пусть L – длина наклонной поверхности клина, тогда $L = \frac{H}{\sin\alpha}$

$L = v_0 t_1 + \frac{a_1 t_1^2}{2} = \frac{a_1 t_1^2}{2} \Rightarrow t_1^2 = \frac{2L}{a_1} = \frac{2H}{g\sin^2\alpha} \Rightarrow t_1 = \frac{1}{\sin\alpha}\cdot\sqrt{\frac{2H}{g}} = \frac{5}{3}\sqrt{\frac{2H}{g}}$

$\vec N_к + \vec F + \vec N' + \vec F + 3m\vec g = 3m\vec a_к$

OZ: $F - N'\sin\alpha = 3ma_к.$

~~Ро~~ По 3 закону Ньютона $N' = N = mg\cos\alpha$

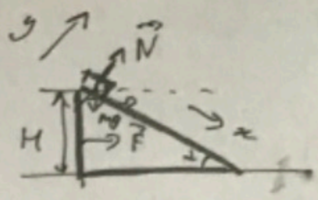
$2mg - mg\frac{4\cdot 3}{25} = 3ma_к \Rightarrow \cancel{a_к = 1{,}2g}$ $3a_к = g\left(2 - \frac{12}{25}\right) = \frac{38}{25}g \Rightarrow$

$\Rightarrow a_к = \frac{38}{75}g$;

Ответ: $t_1 = \frac{5}{3}\sqrt{\frac{2H}{g}}$; $a_к = \frac{38}{75}g$

Черновик.

4) $\vec{N} + m\vec{g} = m\vec{a}$ $\cos\alpha = \frac{4}{5}$



$Oy: N - mg\cos\alpha = 0$ $\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1 \Rightarrow \sin^2\alpha = 1 - \cos^2\alpha$

$mg\sin\alpha = ma$ $\sin^2\alpha = 1 - \frac{16}{25} = \frac{9}{25} \Rightarrow \sin\alpha = \frac{3}{5}$

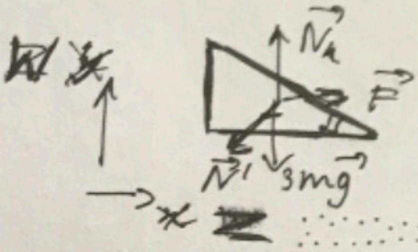
Пусть L - длина наклонной поверхности клина, тогда $L = \frac{H}{\sin\alpha}$

$N = mg\cos\alpha$; $a = g\sin\alpha$; $\cancel{L = \frac{at^2}{2}}$ $L = v_0 t_1 + \frac{at_1^2}{2} = \frac{at_1^2}{2} =$

$= \frac{g\sin\alpha\, t_1^2}{2} \Rightarrow t_1^2 = \frac{2L}{g\sin\alpha} = \frac{2H}{g\sin^2\alpha} = \frac{50H}{9g} \Rightarrow$ $t_1 = \frac{3}{5}\sqrt{\frac{2H}{g}}$

По 3 закону Ньютона $N' = N = mg\cos\alpha$

$m\vec{g} + \vec{N_1} + \vec{N'} + \vec{F} = 3m\vec{a_к}$



$Ox: F - N'\sin\alpha = 3ma_к$

$2mg - mg\cos\alpha \cdot \sin\alpha = 3ma_к$

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

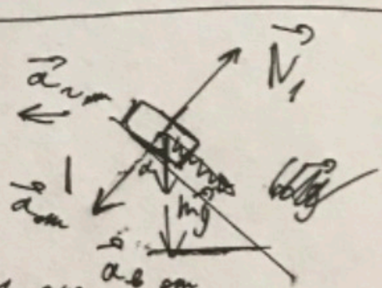
$g\left(2 - \frac{12}{25}\right) = 3a_к \Rightarrow 3a_к = \frac{38}{25}g \Rightarrow a_к = \frac{38}{75}g$

$a_{1в} = a_1\sin\alpha = g\sin^2\alpha = g \cdot \frac{9}{25}$

$a_{1г} = a_1\cos\alpha = g\sin\alpha\cos\alpha = g \cdot \frac{12}{25}$

$F - N'\sin\alpha = 3ma_к \Rightarrow N'\sin\alpha = 2mg - 3ma_к$

$N_1\sin\alpha = 2mg - 3ma_к$ $N+mg$



$Oy: N_1 - mg\cos\alpha = 0$

$2mg - 3ma_к = mg\cos\alpha\sin\alpha$

9 27 81 243 729

$a_{г\,от} = a_к - a_{1г} = g\left(\frac{38}{75} - \frac{36}{75}\right) = \frac{2}{75}g$

$a_{в\,от} = a_{1в} = \frac{33}{75}g$

a_2

$a_{от} =$

~~$a_{от} = \sqrt{a_{г\,от}^2 + a_{в\,от}^2} = \frac{9}{75}\sqrt{3^6 + 2^2} = \frac{9}{75}\sqrt{733}$~~

$N_1 - mg\cos\alpha = ma_{от}$

$N_1 = m\left(\frac{4}{5}g + \frac{9}{75}\sqrt{729}\right)$ $F - N'\sin\alpha = 3ma_к$

$N = mg\cos\alpha$ $a_{1в} = mg - mg\cos^2\alpha = mg\left(1 - \frac{16}{25}\right) = \frac{9}{25}mg$

$a_к = \frac{a_к}{\cos\alpha}$

21204315 (U372328 M1279926)

Черновик.

5)

$p_0V_0 = \nu RT_0$

$1{,}02 \cdot 0{,}99 \cdot p_0V_0 = \nu RT_1 \Rightarrow \frac{T_1}{T_0} = 1{,}02 \cdot 0{,}99 \approx 1{,}01$

увеличилась на 1 процент.

$Q = A + \Delta U$

~~$p_1V_1 = p_0V_0$~~

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

$\frac{1}{2}(p_0 + p_1)(V_1 - V_0) = \frac{1}{2} \cdot 2{,}02\, p_0 \cdot (-0{,}01) V_0 =$

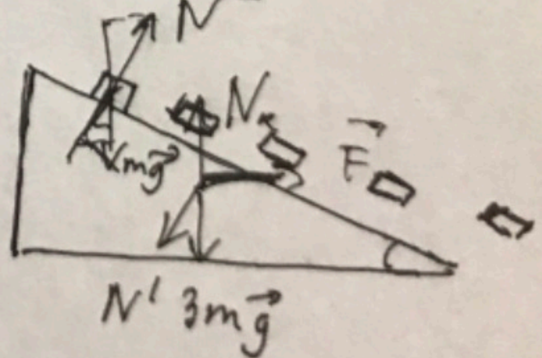
$\Delta U = \frac{3}{2}\nu R(T_1 - T_0) = \frac{3}{2} \cdot 0{,}01\, T_0 \nu R = 0{,}015\, p_0V_0 \quad = -p_0V_0 \cdot 1{,}01 \cdot 10^{-2}$

$\frac{Q}{A} = 1 - \frac{1{,}5}{1{,}01} \approx 0{,}5$

4) $-N\sin\alpha + F = 3ma_x$

~~$N = mg\cos\alpha + F\sin\alpha = 0$~~

~~$N = 2mg\sin mg\cos\alpha - 2mg\sin\alpha = mg\left(\frac{4}{5} - \frac{6}{5}\right)$~~



21204315 (U372328 M1279926)