Часть 1

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

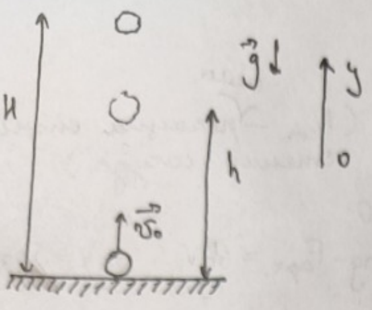
Шифр: **21205600**

ID профиля: **54435**

Вариант 2

Чистовик.

№1.



Пусть максимальная высота подъёма шарика — H, высота на которой шарики столкнулись — h, время подъёма первого шарика до высоты H — $t_п$., время от момента, когда мальчик бросает вверх второй мяч, до соударения — τ, полное время полёта до соударения первого шарика — t_1, второго шарика — t_2 ($t_2=\tau$).

1. Запишем уравнение $y_1(t)$ и $v_y(t)$ для первого шарика:

$$y_1(t)=v_0t-\frac{gt^2}{2}$$
$$v_y(t)=v_0-gt$$
$$y_1(t_п)=v_0t_п-\frac{gt_п^2}{2}=H$$
$$v_y(t_п)=v_0-gt_п=0 \to t_п=\frac{v_0}{g} \Rightarrow H=\frac{v_0^2}{g}-\frac{v_0^2}{2g}=\frac{v_0^2}{2g}$$

2. Запишем уравнение $y_2(t)$ для первого шарика и $y(t)$ для второго:

$$y_2(t)=H-\frac{gt^2}{2}$$
$$y(t)=v_0t-\frac{gt^2}{2}$$
$$y_2(\tau)=H-\frac{g\tau^2}{2}=h \to h=\frac{v_0^2}{2g}-\frac{g\tau^2}{2}$$
$$y(\tau)=v_0\tau-\frac{g\tau^2}{2}=h \Rightarrow v_0\tau-\frac{g\tau^2}{2}=\frac{v_0^2}{2g}-\frac{g\tau^2}{2} \Rightarrow \tau=\frac{v_0}{2g}$$

3. $t_1=t_п+\tau=\frac{v_0}{g}+\frac{v_0}{2g}=\frac{3v_0}{2g}$

$$t_2=\tau=\frac{v_0}{2g} \Rightarrow \frac{t_1}{t_2}=\frac{3}{1}$$

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

Ответ: 1) $\frac{3v_0}{2g}$

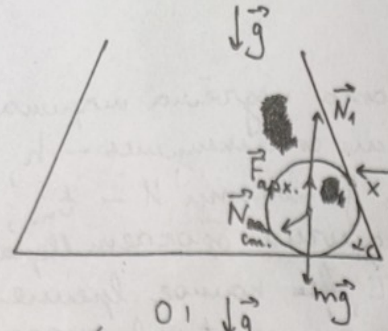
2) $3:1$

3) $\frac{3v_0^2}{8g}$

1

Чистовик.

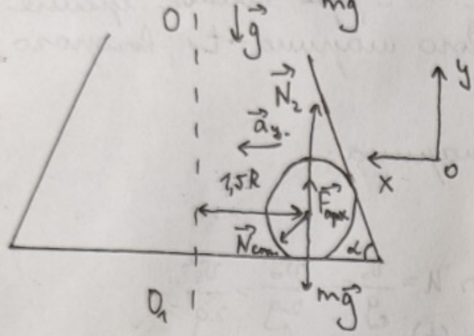
№2.



1. $\underline{Ox:}$ $N_{ст.} \sin\alpha = 0 \Rightarrow N_{ст.} = 0$ ($N_{ст.}$ — сила реакции опоры стенки сосуда)

$\underline{Oy:}$ $F_{арх.} + N_1 - mg - N_{ст} \cos\alpha = 0$

$F_{арх.} + N_1 - mg = 0 \rightarrow N_1 = mg - F_{арх.} = 6\rho V g - \rho g V = 5\rho g V =$
$= \frac{20}{3}\pi R^3 \rho g$



2. $\underline{Ox:}$ $N_{ст.} \sin\alpha = m a_{ц.}$

$a_{ц.} = \omega^2 \cdot 1{,}5R = \frac{3\omega^2 R}{2} \Rightarrow N_1 = \frac{3\omega^2 R m}{2\sin\alpha}$

$\underline{Oy:}$ $F_{арх.} + N_2 - mg - N_{ст.} \cos\alpha = 0$

$N_2 = mg - F_{арх.} + N_{ст.} \cos\alpha = 5\rho g V + \frac{3\omega^2 R m \,\mathrm{ctg}\,\alpha}{2} =$
$= 5\rho g V + \frac{3m\omega^2 R}{2\,\mathrm{tg}\,\alpha} = 5\rho g V + \frac{3 \cdot 6\rho V \omega^2 R}{2 \cdot \frac{3}{2}} = 5\rho g V + 6\rho V \omega^2 R =$
$= \rho V (5g + 6\omega^2 R) = \frac{4}{3}\pi R^3 \rho (5g + 6\omega^2 R)$

Ответ: 1) $N_1 = \frac{20}{3}\pi R^3 \rho g$

2) $N_2 = \frac{4}{3}\pi R^3 \rho (5g + 6\omega^2 R)$

2

Чистовик.

№3.

Запишем уравнение Менделеева-Клапейрона: $pV = \frac{m}{\mu}RT$. Т.к. процесс изотермический ($T=const$), то $pV = const$. Но т.к. V уменьшилось в 7 раз, а p увеличилось только в 3,6 раза $\Rightarrow$ p стало равным давлению насыщенного пара при данной температуре и больше не увеличивалось.

Пусть p_1, V_1 — начальное давление и объём пара; V_2 — его конечный объём.

$$3,6p_1 = 0,5\cdot 10^5 \to p_1 = \frac{0,5\cdot 10^5}{3,6} \approx 13\,889 \text{ (Па)}$$

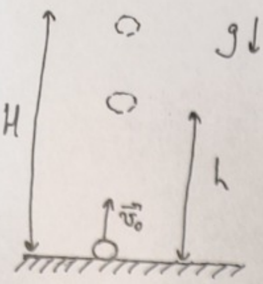
$$p_1V_1 = \frac{m}{\mu}RT$$

$$7p_1V_2 = \frac{m}{\mu}RT \to m = \frac{7p_1V_2\mu}{RT} = \frac{7\cdot 13\,889\cdot 0,0017\cdot 18}{8,31\cdot(81+273)} \approx 1 \text{ (г)}$$

Ответ: 1) 13 889 Па

2) 1 г

3



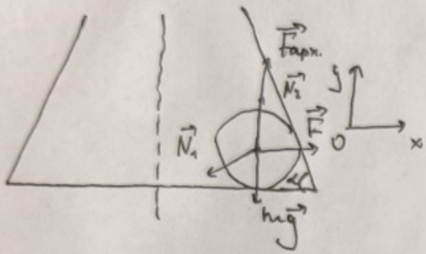
„1": $y(t) = v_0 t - \frac{gt^2}{2} \to \frac{v_0^2}{g} - \frac{v_0^2}{2g} = \frac{v_0^2}{2g} = H$ Черновик.

$v_y(t) = v_0 - gt = 0 \to t = \frac{v_0}{g}$

$y_1(\tau) = H - \frac{g\tau^2}{2} = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{g\tau^2}{2} = h \to h = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{g\tau^2}{2}$

$y_2(\tau) = v_0\tau - \frac{g\tau^2}{2} = h = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{g\tau^2}{2} \to \tau = \frac{v_0}{2g}$

$t_1 = \frac{v_0}{g} + \frac{v_0}{2g} = \frac{3v_0}{2g}$ $t_2 = \frac{v_0}{2g} \to \frac{t_1}{t_2} = \frac{3}{1}$ $h = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{v_0^2}{8g} = \frac{3v_0^2}{8g}$



Oy: $F_{apx} + N_2 - mg - N_1\cos\alpha = 0$ $N_2 = mg - F_{apx} = 6\rho gV g - \rho Vg - 5\rho Vg =$

Ox: $N_1\sin\alpha = 0$ $= \frac{20}{3}\pi R^3 \rho g$

Ox: $-N_1\sin\alpha = -ma_y$. $a_y = \frac{v^2}{R} = \frac{3}{2}\omega^2 R$

$N_1 = \frac{3m\omega^2 R}{2\sin\alpha}$ $v = \omega R$

$N_2 = mg - F_{apx} + N_1\cos\alpha = 5\rho gV + \frac{3m\omega^2 R}{2} ctg\alpha = 5\rho gV + \frac{3m\omega^2 R}{2\, tg\alpha} =$

$= 5\rho gV + m\omega^2 R = 5\rho gV + 6\rho V\omega^2 R = \rho V(5g + 6\omega^2 R) = \frac{4}{3}\pi R^3 \rho(5g + 6\omega^2 R)$

$pV = \frac{m}{\mu}RT$; $p_1V_1 = p_2V_2$

$p_1V_1 = 3,6p_1 \cdot \frac{V_1}{7}$ $\Rightarrow p_{нас.} = 3,6p_1$

$0,5\cdot10^5 = 3,6p_1 \to p_1 = \frac{0,5\cdot10^5}{3,6} \approx 13889$

$p_1V_1 = \frac{m}{\mu}RT$

$\frac{0,5\cdot10^5}{3,6}\cdot 7\cdot 1,7\cdot10^{-3} = \frac{m}{18\cdot10^{-3}}\cdot 8,31\cdot(81+273) \to m = \frac{0,5\cdot10^5\cdot10^{-6}\cdot 7\cdot1,7\cdot18}{3,6\cdot8,31\cdot354}$ $\frac{107,1}{105902} \approx 0,001$ (кг)

Часть 2

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

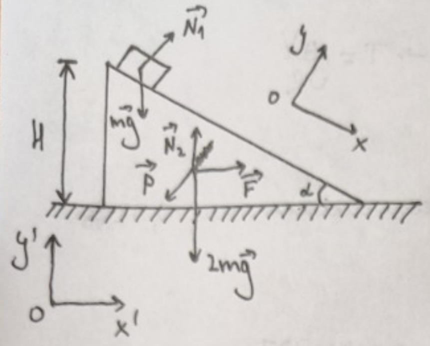
Шифр: **21205600**

ID профиля: **54435**

Вариант 2

Чистовик.

№4.



1. „m": $\underline{Ox:}$ $mg\sin\alpha = ma_б. \to a_б. = g\sin\alpha$

$$x(t) = \frac{g\sin\alpha\, t^2}{2}$$

Пусть брусок съедет с клина за время τ:

$$x(\tau) = \frac{g\sin\alpha\,\tau^2}{2} = \frac{H}{\sin\alpha} \to \tau^2 = \frac{2H}{g\sin^2\alpha} = \frac{2H}{g(1-\cos^2\alpha)} =$$

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

2. „2m": $\underline{Ox':}$ $F - P\sin\alpha = 2ma_к.$

По третьему закону Ньютона: $P = N_1$

~~„m": Oy: $N_1 - mg\cos\alpha = 0 \to N_1 = mg\cos\alpha$~~

~~$F - mg\cos\alpha\sin\alpha = 2ma_к$~~

~~$mg - mg\cos\alpha\sin\alpha = 2ma_к \to a_к = \frac{g(1-\cos\alpha\sin\alpha)}{2} = \frac{g(1-\frac{3}{5}\cdot\frac{4}{5})}{2} = \frac{13g}{50}$~~

„m": $\underline{Ox':}$ $N_1\sin\alpha = ma_к.$

$F - ma_к. = 2ma_к.$

$mg = 3ma_к. \to a_к. = \frac{g}{3}$

3. „m": $\underline{Ox:}$ $mg\sin\alpha = m(a_б.' + a_к\cdot\cos\alpha) \to a_б.' = g\sin\alpha - a_к.\cos\alpha = \frac{4}{5}g - \frac{g}{3}\cdot\frac{3}{5} = \frac{3}{5}g$

$$x(t) = \frac{3gt^2}{10}$$

Пусть брусок съедет с клина за время τ':

$$x(\tau') = \frac{3g\tau'^2}{10} = \frac{H}{\sin\alpha} \to \tau'^2 = \frac{10H}{3g\sin\alpha} = \frac{10H}{3g\cdot\frac{4}{5}} = \frac{25H}{6g} \to \tau' = 5\sqrt{\frac{H}{6g}}$$

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

2) $\frac{g}{3}$

3) $5\sqrt{\frac{H}{6g}}$

1

Чистовик.

№5.

1. Запишем уравнение Менделеева-Клапейрона: $pV = \nu RT \to T = \frac{pV}{\nu R}$

$T_1 = \frac{p_1 V_1}{\nu R}$

$T_2 = \frac{p_2 V_2}{\nu R} = \frac{0{,}99 p_1 \cdot 1{,}02 V_1}{\nu R} = 1{,}0098\, T_1 \Rightarrow$ температура увеличилась на 0,98 %

2. $\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \cdot 0{,}0098\, \nu R T_1 = 0{,}0147\, \nu R T_1$

$Q = \Delta U + A = \Delta U + \frac{(p_1 + p_2)}{2} \cdot (V_2 - V_1) = \Delta U + \frac{1{,}99 p_1}{2} \cdot 0{,}02 V_1 = 0{,}0199\, p_1 V_1 = 0{,}0199\, \nu R T_1$

$\frac{Q}{\Delta U} = \frac{\Delta U + 0{,}0199\, \nu R T_1}{\Delta U} = 1 + \frac{0{,}0199\, \nu R T_1}{0{,}0147\, \nu R T_1} \approx 2{,}35$

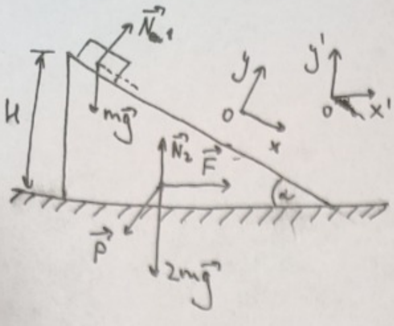
Ответ: 1) увеличилась на 0,98%

2) 2,35

2

21205600 (U54435 M1282585)

Черновик.



„m": $\underline{Ox:}$ $mg\sin\alpha = ma \to a = g\sin\alpha$

$x(t) = \frac{g\sin\alpha t^2}{2} = H\sin\alpha \to t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$

„2m": $\underline{Oy':}$ $N_2 - 2mg - P\cos\alpha = 0$

$\underline{Ox':}$ $F - P\sin\alpha = 2ma \to P\sin\alpha = mg - 2ma$

„m": $\underline{Oy':}$ $N_1 - mg\cos\alpha = 0 \to P = N_1 = mg\cos\alpha$

$a = \frac{mg - mg\cos\alpha\sin\alpha}{2m} = \frac{g\left(1 - \frac{3}{5}\cdot\sqrt{1 - \frac{9}{25}}\right)}{2} = \frac{g\left(1 - \frac{12}{25}\right)}{2} = \frac{13g}{50}$

$x(t) = \frac{\left(g\sin\alpha + \frac{13}{50}g\cos\alpha\right)t^2}{2} = H\sin\alpha \to t^2 = \frac{2H\sin\alpha}{g\left(\frac{4}{5} + \frac{39}{250}\right)} = \frac{8H}{5g\cdot\frac{239}{250}} = \frac{400H}{239g} = \frac{80H}{239g} \Rightarrow t = 20\sqrt{\frac{5H}{239g}}$

„m": $\underline{Oy':}$ $N_1\cos\alpha - mg = -ma_б\sin\alpha$

$\underline{Ox':}$ $N_1\sin\alpha = m(a_б\cos\alpha + a)$

$N_1 - mg\cos\alpha = ma\sin\alpha$

$a = mg - mg\cos\alpha\sin\alpha - ma\sin^2\alpha$

$a_б\cos\alpha + a = \cancel{mg - 2ma}$

$-a_б\cos\alpha + g = 3a \to a_б = \frac{(g - 3a)\cdot 5}{3} = \frac{\left(g - \frac{39}{50}g\right)\cdot 5}{3} = \frac{\frac{11}{50}g\cdot 5}{3} = \frac{55}{150}$

$mgH = \frac{mv^2}{2} \to v = \sqrt{2gH}$

$v_x(t) = (g\sin\alpha - g\cos\alpha)t$

$\underline{Ox:}$ mg

$\cancel{\ldots\cos\alpha = ma_к}$

$N_1\sin\alpha = ma_к$. $mg - ma_к = 2ma_к \to a_к = \frac{g}{3}$

$\frac{\left(g\cdot\frac{4}{5} + \frac{g}{5}\right)t^2}{2} = \frac{gt^2}{2} = \frac{H}{\sin\alpha} \to t^2 = \frac{2H}{g\sin\alpha} = \sqrt{\frac{5H}{2g}}$

$\frac{3gt^2}{10} = \frac{5H}{4} \to t^2 = \frac{50H}{12g} = \frac{25H}{6g}$

$p_1V_1 = \nu RT_1 \to T_1 = \frac{p_1V_1}{\nu R}$

$0{,}99p_1\cdot 1{,}02V_1 = \nu RT_2 \to T_2 = 0{,}99\cdot 1{,}02\,\frac{p_1V_1}{\nu R} = 1{,}0098\,T_1 \Rightarrow T_1$ увеличилась на $0{,}98\%$

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

$Q = \Delta U + A = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + \int p\,dV = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + \int_{V_1}\nu R\cdot\frac{T}{V}\,dV = \nu R\left(\frac{3}{2}\Delta T + \frac{T_2}{V_2} - \frac{T_1}{V_1}\right)$

$\frac{Q}{U} = 1 + \frac{0{,}0199}{\frac{3}{2}\cdot 0{,}0098} \approx 2{,}35$

$\frac{(p_1+p_2)}{2}\cdot(V_2 - V_1) = \frac{1{,}99p_1}{2}\cdot 0{,}02V_1 = 0{,}0199p_1V_1 = 0{,}0199\,\nu RT_1$

$\Delta T = 0{,}0058\,T_1$

$\frac{T_2}{V_2} - \frac{T_1}{V_1} = \frac{1{,}0098T_1}{1{,}02V_1} - \frac{T_1}{V_1} = -\frac{0{,}0102T_1}{1{,}02V_1} = -\frac{T_1}{100V_1}$

21205600 (U54435 M1282585)