

Часть 1

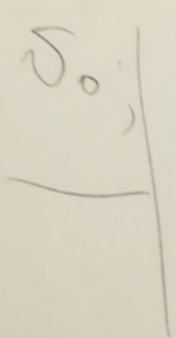
Олимпиада: **Физика, 10 класс (1 часть)**

Шифр: **21206177**

ID профиля: **335851**

Вариант 2

teproban



$$H_{max} = v_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2} \quad \text{with } v_0 + g t_1 = 0$$

$$v_0 = g t_1 \quad (\text{because } v = 0)$$

$$t_1 = \frac{v_0}{g}$$

$$H_{max} = \frac{v_0^2}{g} - \frac{v_0^2}{2g} = \frac{v_0^2}{2g}$$

t_{n1} ?
 t_{n2} ?
 h_c ?

$$t_{n1} = t_1 + t_{n2}$$

$$1: y_1 = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{g t_1^2}{2} \quad y_1 = y_2$$

$$2: y_2 = v_0 t_2 - \frac{g t_2^2}{2}$$

$$h = y = v_0 \cdot \frac{v_0}{2g} - \frac{g \cdot \frac{v_0^2}{4g^2}}{2}$$

$$y = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{1}{4} \frac{v_0^2}{g}$$

$$\frac{v_0^2}{2g} - \frac{g t_1^2}{2} = v_0 t_2 - \frac{g t_2^2}{2}$$

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

$$\frac{v_0^2}{2g} = v_0 t_{n2} \Rightarrow t_{n2} = \frac{v_0}{2g}$$

$$t_{n1} = \frac{3}{2} \frac{v_0}{g}, \quad t_{n2} = \frac{v_0}{2g}, \quad h_c = \frac{3}{8} \frac{v_0^2}{g}$$

$$\frac{v_0^2}{2g} - \frac{1}{4} \frac{v_0^2}{g} = \frac{3}{8} \frac{v_0^2}{g}$$

1

$$v = w \cdot R$$

$$w = \frac{v}{R}$$

$$P = \frac{w^2 R}{c}$$

$$6P = \frac{w^2 \cdot w}{c^2}$$

$$R = \frac{w^3}{c^2}$$

$$1,5R$$

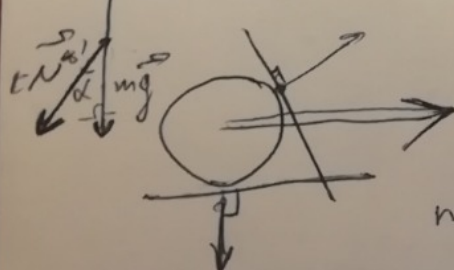
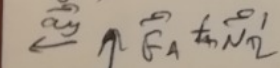
$$L \text{ (by } L = \frac{3}{2})$$

$$\mu = 0$$

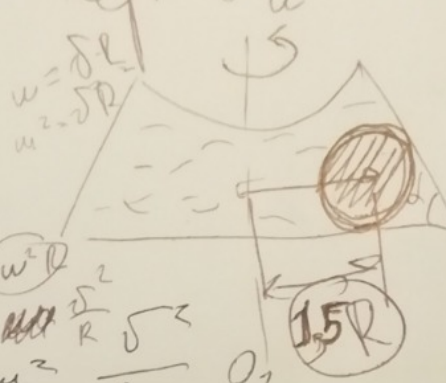
(трение нет)

$$1) N_1 = ?$$

$$2) N_2 = ?$$



Решение
Решение

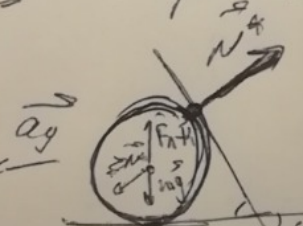


$$mg = F_A + N_1$$

$$6\rho Vg = \rho Vg + N_1 \Rightarrow N_1 = 5\rho Vg = 5\rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 g$$

$$N_1 = \frac{20\rho^3 g R^3}{3}$$

$$II. w \neq 0$$



$$m \vec{a}_y = \vec{F}_A + \vec{N}_2 + \vec{N}^* + m\vec{g}$$

$$y: F_A + N_2 = N_y^* + mg; \quad \rho Vg + N_2 = N^* \cdot \cos \alpha + 6\rho Vg$$

$$(a_y = 0) \quad N_2 = 5\rho Vg + N^* \cos \alpha$$

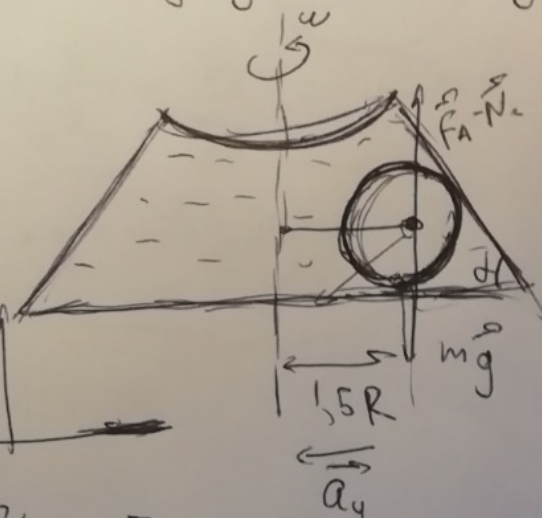
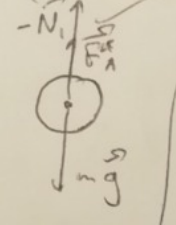
$$\alpha: m a_y = (N^*)_x \Rightarrow 6\rho V \cdot w (1,5R^2) = N^* \sin \alpha$$

$$\frac{N_2 - 5\rho Vg}{6\rho Vg \cdot w (1,5R^2)} = \frac{1}{\tan \alpha}$$

$$2\pi r^2 - S_{mapa}$$

$$\frac{4}{3}\pi r^3 - V_{mapa}$$

I. Spm $w=0$
поплавок
на высоте N_1



(2)

$$t = 81^\circ\text{C}$$

$P = \text{const}$

$$V_1 = 7V_2$$

$$V_2 = 1,7 \text{ л}$$

$$P_2 = 3,6 P_1$$

$$P_{\text{нп}} = 0,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$\mu = 18 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

$$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

$P_1 = ?$

$m_0 = ?$

$$P_{\text{нп}} V_2 = \nu_2 R T$$

$$10 \cdot 10^{-1} = 7$$

$P = \text{const}$
 $P_1 V_1 = P_2 V_2$
 $T = 354 \text{ K}$

$$1,7 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$18 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

Цепочка

$T = \text{const}$

$$P_1 V_1 = \nu_1 R T$$

$$P_2 V_2 = \nu_2 R T$$

$$P_1 = P_2 / 3,6$$

$$V_1 = 7V_2$$

$$\frac{P_1}{3,6} = \frac{\nu_1}{\nu_2}$$

ν_1 — число молекул, ν_2 — число молекул
раствора — масса — количество вещества

$P_2 = P_{\text{нп}}$
(большее количество вещества)

$$P_1 = \frac{P_2}{3,6} = \frac{P_{\text{нп}}}{3,6}$$

$$2) \frac{7}{3,6} = \frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{m_0}{m_0 - \Delta m}$$

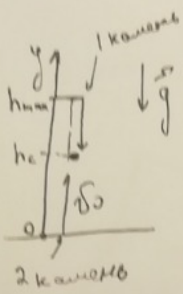
$$\Delta m = \frac{3,4 m_0}{7}$$

3

Условие

Физика, 10 кл.

1. v_0
- 1) t_{n1} ?
- 2) $\frac{t_{n1}}{t_{n2}}$?
- 3) h_c ?



$h_{max} = v_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$; t_1 - время полета до достижения высоты h_{max} .

В верхней точке траектории $v = 0$.

$v = v_0 - g t_1$; $v_0 = 0 \Rightarrow v_0 = g t_1$

$t_1 = \frac{v_0}{g}$

Тогда $h_{max} = v_0 \cdot \frac{v_0}{g} - \frac{g v_0^2}{2 g^2} = \frac{v_0^2}{g} - \frac{v_0^2}{2g} = \frac{v_0^2}{2g}$

После момента времени $t = t_1$ камни движутся второй раз. Пусть время его движения t_{n2} ; Тогда время полета первого $t_{n1} = t_1 + t_{n2}$ - до столкновения.

Для первого камня

$y_1(t) = y_{01} + v_{y1} t + \frac{g y t^2}{2} = h_{max} + 0 \cdot t - \frac{g t^2}{2}$
 в верхней точке $v = 0$

Для второго

$y_2(t) = y_{02} + v_{y2} t + \frac{g y t^2}{2} = v_0 t - \frac{g t^2}{2}$

В момент столкновения $y_1(t_{n2}) = y_2(t_{n2})$

$\frac{v_0^2}{2g} - \frac{g t_{n2}^2}{2} = v_0 t_{n2} - \frac{g t_{n2}^2}{2} \Rightarrow t_{n2} = \frac{v_0}{2g}$

Тогда $t_{n1} = t_1 + t_{n2} = \frac{v_0}{g} + \frac{v_0}{2g} = \frac{3 \cdot v_0}{2g}$

$\frac{t_{n1}}{t_{n2}} = \frac{\frac{3 \cdot v_0}{2g}}{\frac{1 \cdot v_0}{2g}} = 3$; Знаю t_{n2} , найдем $h_c = y_2(t_{n2}) = y_1(t_{n2})$

$y_2(t_{n2}) = v_0 \cdot \frac{v_0}{2g} - \frac{g \cdot v_0^2}{2 g^2 \cdot 2} = \frac{3}{8} \cdot \frac{v_0^2}{g} = h_c$

Ответ: 1) $t_{n1} = \frac{3}{2} \cdot \frac{v_0}{g}$; 2) $\frac{t_{n1}}{t_{n2}} = 3$; 3) $h_c = \frac{3}{8} \cdot \frac{v_0^2}{g}$

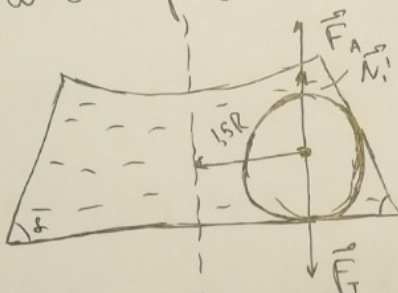
(1)

2. ось - OO_1

- ω
- $\rho; 6\rho$
- $R; 1,5R$
- $d; \text{tg} \alpha = \frac{3}{2}$
- $\mu = 0$
- поверхности гладкая
- трения нет

- 1) $N_1 = ?$
- 2) $N_2 = ?$

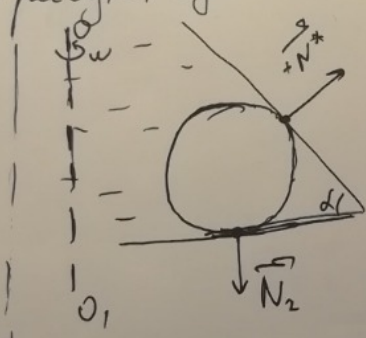
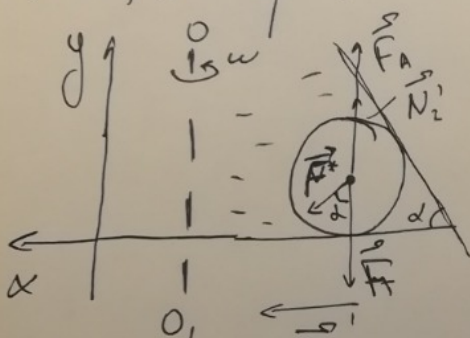
1) $\omega = 0$ - вращение отсутствует.



Шар давит на дно с силой N_1 . По III закону Ньютона со стороны дна на шар действует $N_1', N_1 = N_1'; \vec{N}_1 = -\vec{N}_1'$

Шар покоится $\Rightarrow F_T = F_A + N_1'$
 $F_T = mg = 6\rho Vg; F_A = \rho \cdot Vg; V = \frac{4}{3} \pi R^3$
 $6\rho Vg = \rho Vg + N_1' \Rightarrow N_1' = 5\rho Vg = \frac{20}{3} \pi R^3 \rho g$
 $N_1 = N_1' = \frac{20}{3} \pi R^3 \rho g$

2) $\omega \neq 0$ - вращение присутствует.



действующие на шар силы

действующие на стенку со стороны шара

Аналогично первой точке шар давит на дно с силой N_2 , дно на шар - с силой $N_2', N_2 = N_2'; -\vec{N}_2' = \vec{N}_2$

Однако в следствие вращения, шар приобретает центростремительное ускорение, его "сносит" вправо, и он начинает давить на стенку со стороны шара с силой N^* , а сосуд на шар - с силой $F^* = -N^*$.

из II закона Ньютона, $m a_y = \vec{F}_A + \vec{F}_T + \vec{N}_2' + \vec{F}^*$
 $y: m a_y = F_A + N_2' - F_T - F^* \cos \alpha \Rightarrow F^* \cos \alpha = -F_T + F_A + N_2' = 6\rho Vg + \rho Vg + N_2'$
 $x: m a_x = N_2' - 5\rho Vg = F^* \cos \alpha \quad (1)$
 продолжение на странице ③

2. (προδολμεση)

$x: ma_y = F^* \sin \alpha \Rightarrow 6\rho V \cdot \omega^2 (1,5R)^2 = F^* \sin \alpha$ (2)
 ραγις βραχημα

Χοδεμα (2) κα (1): $\frac{6\rho V \cdot \omega^2 (1,5R)^2}{N_1' - 5\rho Vg} = \frac{F^* \sin \alpha}{F^* \cos \alpha} = \tan \alpha$

$6\rho V \omega^2 (1,5R)^2 = (N_1' - 5\rho Vg) \tan \alpha \Rightarrow N_1' = N_2 = \frac{6\rho V \cdot \omega^2 \cdot (1,5R)^2}{\tan \alpha} + 5\rho Vg$

$N_2 = \left(\frac{6 \omega^2 (1,5R)^2}{\tan \alpha} + 5g \right) \rho V = \left(\frac{6 \omega^2 \cdot \frac{27}{2} R^2}{\frac{2}{2}} + 5g \right) \cdot \rho \cdot \frac{4}{3} \pi R^3$

$N_2 = (6 \omega^2 R + 5g) \cdot \frac{4}{3} \pi R^3 \rho ; [N_2] = \left(1 \cdot \frac{1}{c^2} \cdot m + 1 \cdot \frac{1}{c^2} \right) \cdot 1 \cdot 1 \cdot m^3 \cdot \frac{kg}{m^3} =$

$= kg \cdot \frac{m}{c^2} = N$

Ομβειν: 1) $N_1 = \frac{20}{3} \pi R^3 \rho g ; 2) N_2 = (6 \omega^2 R + 5g) \frac{4}{3} \pi R^3 \rho$

Условие

Рыжко, 10 кл

3. $T = 81^\circ\text{C}; T = \text{const}$

$V_1 = 7V_2$

$V_2 = 1,7\text{л}$

$3,6p_1 = p_2$

$p_{\text{нп}} = 0,5 \cdot 10^5 \text{Па}$

$\mu = 18 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$

$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$

1) $p_1 = ?$

2) $m_2 = ?$

354 К

$1,7 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$

$18 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$

$T = \text{const} \Rightarrow T_1 = T_2 = T$

По уравнению Менделеева-Клапейрона

$p_1 V_1 = \nu_1 R T$; ν_1 и ν_2 - количества

$p_2 V_2 = \nu_2 R T$; пара в начальном и конечном состоянии.

Т.к. $V_1 = 7V_2$ и $3,6p_1 = p_2 \Rightarrow p_1 = \frac{p_2}{3,6}$

$\frac{7 p_2 V_2}{3,6} = \nu_1 R T$ (1) Разделим

$p_2 V_2 = \nu_2 R T$ (2) (1) на (2).

$\frac{7 p_2 V_2}{3,6 p_2 V_2} = \frac{\nu_1 R T}{\nu_2 R T} \Rightarrow \frac{7}{3,6} = \frac{\nu_1}{\nu_2}$

$\nu_1 \neq \nu_2 \Rightarrow$ т.к. молярная масса газа в процессе стала постоянной, часть газа конденсировалась. ($\nu_1 = \frac{m_1}{\mu} \neq \frac{m_2}{\mu} = \nu_2$)

Такое возможно только при ~~равновесии~~ переходе в насыщенное состояние $\Rightarrow p_2 = p_{\text{нп}}$. Отсюда $p_1 = \frac{p_2}{3,6} = \frac{p_{\text{нп}}}{3,6}$

$p_1 = \frac{0,5 \cdot 10^5 \text{Па}}{3,6} \approx 0,14 \cdot 10^5 \text{Па}$

Пусть конденсировалось Δm газа. Тогда $m_2 = m_1 - \Delta m$.

$p_2 V_2 = \nu_2 R T \Rightarrow p_{\text{нп}} \cdot V_2 = \frac{m_1 - \Delta m}{\mu} \cdot R T \Rightarrow$

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{7}{3,6} \Rightarrow \frac{\frac{m_1}{\mu}}{\frac{m_1 - \Delta m}{\mu}} = \frac{7}{3,6} \Rightarrow \Delta m = \frac{3,6 m_1}{7} \Rightarrow m_1 - \Delta m = \frac{3,6 m_1}{7}$

Тогда $p_{\text{нп}} V_2 = \frac{3,6 m_1}{7 \mu} \cdot R T \Rightarrow m_1 = \frac{7 p_{\text{нп}} \cdot V_2 \cdot \mu}{3,6 \cdot R T}$, $[m_1] = \frac{1 \text{Па} \cdot \text{м}^3 \cdot \frac{\text{кг}}{\text{моль}}}{\frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}} \cdot \text{К}} = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^3}{\text{м}^2 \cdot \text{м}^3 \cdot \text{К}} = \frac{\text{кг}}{\text{м} \cdot \text{м}}$

$= \text{кг}; m_1 = \frac{7 \cdot 0,5 \cdot 10^5 \cdot 1,7 \cdot 10^{-3} \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{3,6 \cdot 8,31 \cdot 354} \approx \frac{1071 \cdot 10^{-3}}{10590,254} \approx 0,01 \text{кг} = 10 \text{г}$

Ответ: 1) $p_1 = 0,14 \cdot 10^5 \text{Па}$; 2) $m_1 = 10 \text{г}$

(4)

Часть 2

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

Шифр: **21206177**

ID профиля: **335851**

Вариант 2

$g + a_k$

$d(\cos \alpha = 3/5)$

$H, m=0$
 $m, 2m$ *перемещение*

$F = mg$

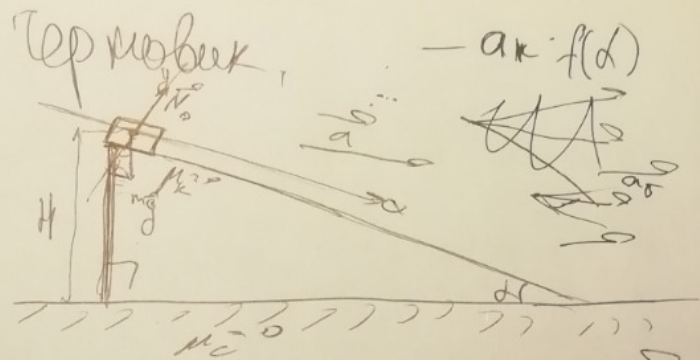
$b_0 = v_0 = ?$

$a = ?$

$t = ?$



~~перемещение~~



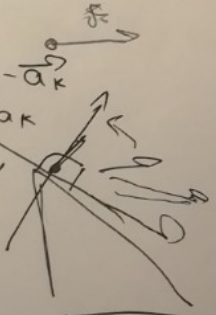
$y: v_0 = mg \cos \alpha$

$x: v_{a0} = mg \sin \alpha$

$a_0 = g \sin \alpha$

$S = \frac{H}{\sin \alpha}$

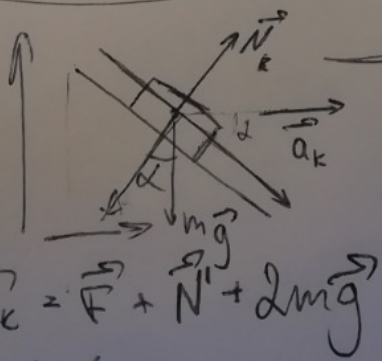
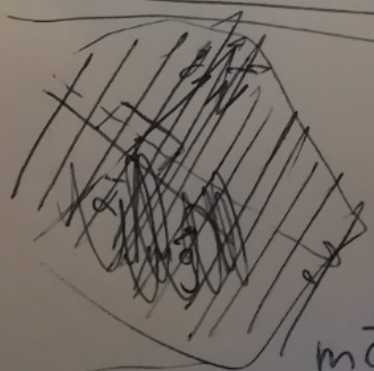
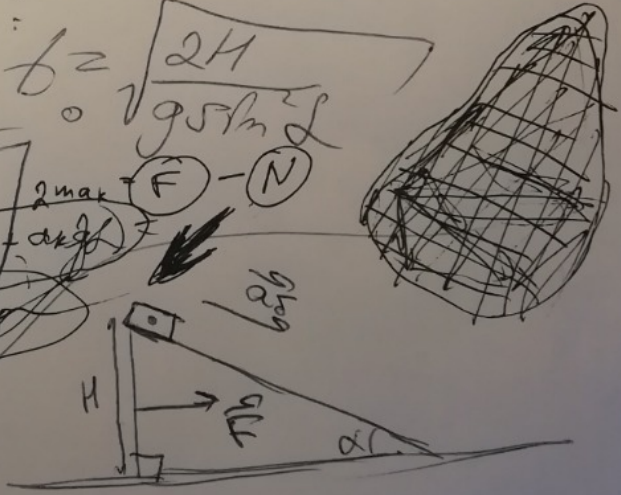
$S = \frac{ab}{2}$



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

$b_0 = \sqrt{\frac{2H}{g(1 - \cos^2 \alpha)}}$

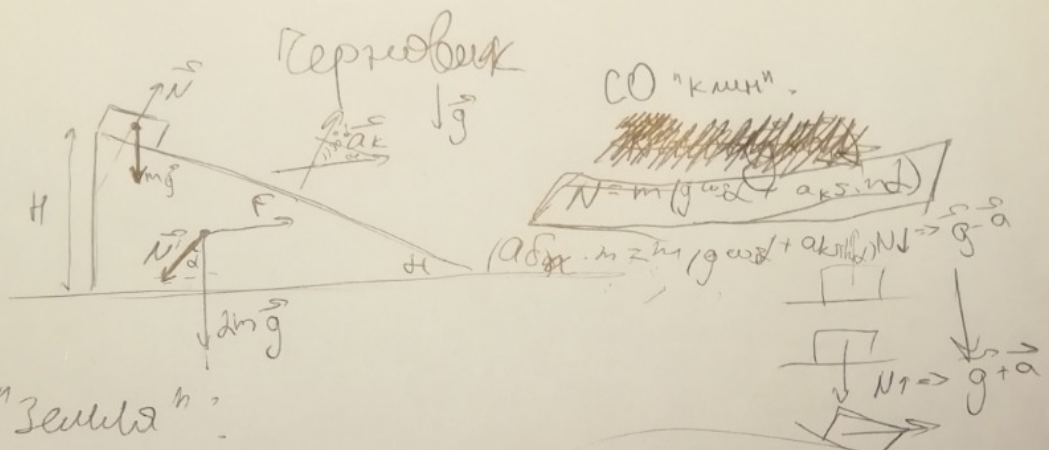
$m(g \sin \alpha) = m a_k$
 $= mg \sin \alpha$



CO "клин": $m(a_k - a_s) = N + mg$

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

$x: m a_k = F + N \sin \alpha$
 $y: N \cos \alpha + 2mg = N$



CO "земля":

$$2m a_k = F + N \sin \alpha \Rightarrow a_k = \frac{F + m(g \cos \alpha + (a_k \sin \alpha) \sin \alpha)}{2m}$$

~Ceprobek

$$i=2$$
$$h_p = 0,01$$

$$h_v = 0,02$$

$$\frac{T_2}{T_1} = ?$$

$$\frac{Q}{\Delta U} = ?$$

$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$p_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$p_1 (1-h_p) V (1+h_v) = \nu R T_2$$

$$\frac{1}{(1-h_p)(1+h_v)} = \frac{T_1}{T_2} \rightarrow \left(\frac{T_2}{T_1} \right)$$

$$Q = \Delta U + A$$

$$\Delta U = \frac{i}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{i}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) =$$

$$= \frac{i}{2} [(1-h_p)(1+h_v) - 1] p_1 V_1$$

~~Handwritten scribbles~~

$$A = p(V_2 - V_1)$$

3

Туровник

Пушка, 10 кл.

$\delta_0 = 0$

4. $\mu_c = 0$

$\mu_k = 0$

трени
в шесте
мет

$l; \cos \alpha = \frac{3}{5}$

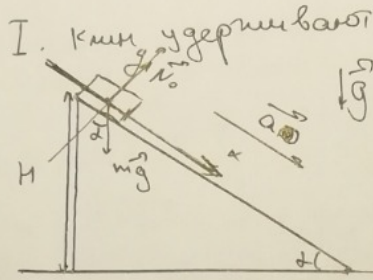
H
m, 2m

$F = mg$

1) $t_0 = 0$

2) $a_k = ?$

3) $t = ?$



CO "земля":

У второго закона Ньютона

y: $m \cdot 0 = N - mg \cos \alpha$

$N = mg \cos \alpha$

x: $m a_0 = mg \sin \alpha$

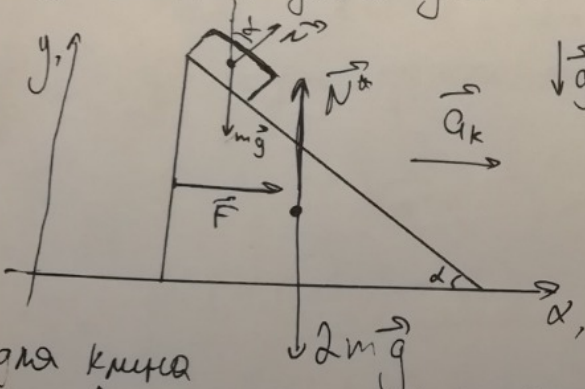
$a_0 = g \sin \alpha$

$s = \frac{H}{\sin \alpha}$ - путь, который пройдет спуском по куче.

$s = \delta_0 t + \frac{a_0 t^2}{2} \Rightarrow t_0 = \sqrt{\frac{2s}{a_0}} = \sqrt{\frac{2H}{g \sin^2 \alpha}}$

$t_0 = \sqrt{\frac{2H}{g(1 - \cos^2 \alpha)}} = \sqrt{\frac{2H}{g \cdot (1 - \frac{9}{25})}} = \frac{5}{4} \sqrt{\frac{2H}{g}}$

II. На кучу действует сила $F = mg$.



CO "земля":

~~y: $m \cdot 0 = N \cos \alpha - 2mg$~~

$2mg = N \cos \alpha$

$N = \frac{2mg}{\cos \alpha}$

для кучи

x: $2m a_k = F + N \sin \alpha \Rightarrow a_k = \frac{F + N \sin \alpha}{2m} = \frac{mg + N \sin \alpha}{2m}$

CO "куча": для спуска $m(\vec{a}_s - \vec{a}_k) = \vec{R} + \vec{F}_i$

↑ инерционная; F_i - сила инерции.

a_k ~~вертикально~~ ^{горизонтально} ~~вертикально~~ ^{горизонтально} \Rightarrow все уменьшено

~~горизонтально~~ ^{вертикально} ~~вертикально~~ ^{горизонтально} \Rightarrow время спуска $\Rightarrow t = t_0 = \frac{5}{4} \sqrt{\frac{2H}{g}}$

Ответ: 1) $t_0 = \frac{5}{4} \sqrt{\frac{2H}{g}}$; 3) $t = \frac{5}{4} \sqrt{\frac{2H}{g}}$

(1)

Устойчив

Физика, 10 кл.

5. $i=3$

$\eta_p = 0,01$

$\eta_v = 0,02$

$\frac{T_2}{T_1} = ?$

$\frac{Q}{\Delta U} = ?$

Уравнение Менделеева-Клапейрона для начального и конечного состояний:

$p_1 V_1 = \nu R T_1^{(1)}$; $p_2 = p_1 - p_1 \eta_p = p_1 (1 - \eta_p)$

$p_2 V_2 = \nu R T_2$; $V_2 = V_1 + V_1 \eta_v = V_1 (1 + \eta_v)$

$p_2 V_2 = \nu R T_2 \Rightarrow p_1 V_1 (1 - \eta_p)(1 + \eta_v) = \nu R T_2^{(2)}$

Поделим (2) на (1):

$\frac{p_1 V_1 (1 - \eta_p)(1 + \eta_v)}{p_1 V_1} = \frac{\nu R T_2}{\nu R T_1} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = (1 - \eta_p)(1 + \eta_v)$

$\frac{T_2}{T_1} = (1 - 0,01)(1 + 0,02) = 1,0098$, т.е. температура газа

увеличилась. ~~увеличилась~~ $\eta_T = \frac{T_2}{T_1} - 1 = 0,0098 = 0,98\% \approx 1\%$

$Q = \Delta U + A$; $\Delta U = \frac{1}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{1}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1)$

~~...~~ $\frac{\Delta p}{p} \ll 1 \Rightarrow p \approx const \Rightarrow A \approx p_1 (V_2 - V_1)$

$Q = \Delta U + A \Rightarrow \frac{Q}{\Delta U} = \frac{\Delta U + A}{\Delta U} = 1 + \frac{A}{\Delta U} = 1 + \frac{p_1 (V_2 - V_1)}{\frac{1}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1)}$

$= 1 + \frac{p_1 (V_1 (1 + \eta_v) - V_1)}{\frac{1}{2} (p_1 V_1 (1 - \eta_p)(1 + \eta_v) - p_1 V_1)} = 1 + \frac{p_1 V_1 \cdot \eta_v}{\frac{1}{2} p_1 V_1 ((1 - \eta_p)(1 + \eta_v) - 1)}$

$= 1 + \frac{\eta_v}{\frac{1}{2} (1 + \eta_v - \eta_p - \eta_p \eta_v - 1)} = 1 + \frac{\eta_v}{\frac{1}{2} (\eta_v - \eta_p)}$

$\frac{Q}{\Delta U} = 1 + \frac{\eta_v}{\frac{1}{2} (\eta_v - \eta_p)} = 1 + \frac{2}{1} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{0,02}{0,02 - 0,01} = 1 + \frac{2}{3} \cdot 2 = \frac{7}{3} \approx 2,33$ (2)

Ответ: Температура возросла на $0,98\% = \eta_T$

2) $\frac{Q}{\Delta U} = \frac{7}{3} \approx 2,33$