Часть 1

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

Шифр: **21205810**

ID профиля: **81639**

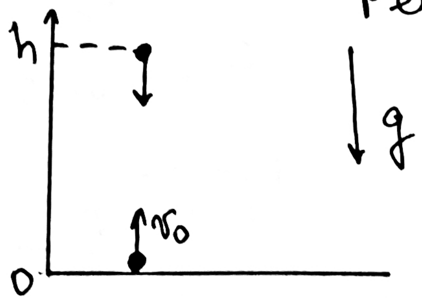
Вариант 1

Чистовик

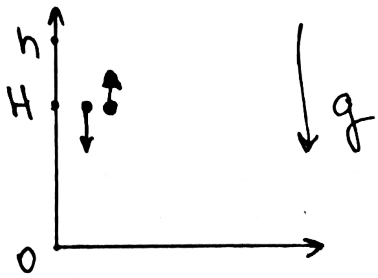
№1.

Дано: H

Найти: $t; v_0; H_2$ - ?



Решение:



Пусть v_0 - начальная скорость ~~мяча~~ второго мяча, h - высота, на которой скорость 1ого мяча $=0$, g - ускорение свободного падения. $\Rightarrow h=\frac{(v_0-v_k)^2}{2g}=\frac{v_0^2}{2g}$

В начальный момент времени скорость сближения мячей равна v_0. через dt скорость 1ого мяча равна gdt, а скорость 2ого v_0-gdt $\Rightarrow$ скорость сближения мячей до момента встречи всегда равна v_0. Пусть t - время от броска 2ого мяча до момента встречи мячей. В сумме мячи преодолели $H+h-H=h$. $\Rightarrow h=v_0 \cdot t \Rightarrow t=\frac{h}{v_0}$. За это время 2ой мяч преодолел расстояние H. $\Rightarrow$

$\Rightarrow H=v_0t-\frac{at^2}{2}=v_0t-\frac{gt^2}{2}$ $t=\frac{h}{v_0} \Rightarrow$

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

Чистовик

$$H = h - \frac{gh^2}{2v_0^2}, \text{ а } h = \frac{v_0^2}{2g} \Rightarrow$$

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

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

Время полёта 2ого мяча до столкновения равна t. $t = \frac{h}{v_0}$, $h = \frac{v_0^2}{2g}$

$$t = \frac{\frac{v_0^2}{2g}}{v_0} = \frac{v_0}{2g} = \frac{\sqrt{\frac{8}{3}gH}}{2g} = \sqrt{\frac{\frac{8}{3}gH}{4g^2}} =$$

$= \sqrt{\frac{2}{3}\frac{H}{g}}$. Пусть H_2 – путь, который прошёл 1ый мяч до столкновение.

$$\Rightarrow H_2 = h - H = \frac{v_0^2}{2g} - H = \frac{\frac{8}{3}gH}{2g} - H =$$

$$= \frac{4}{3}H - H = \frac{1}{3}H$$

Ответ: 1) $\sqrt{\frac{2}{3}\frac{H}{g}}$; 2) $v_0 = \sqrt{\frac{8}{3}gH}$

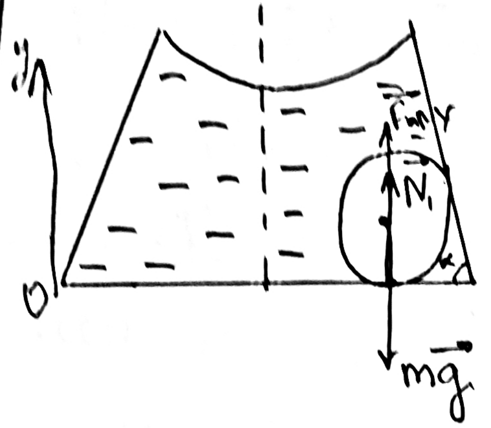
3) $H_2 = \frac{1}{3}H$

N2. Чистовик

Дано:
ω; ρ; 3ρ;
R; $2R$
$\operatorname{tg}\alpha = 2$

Найти:
1) N_1 - ?
2) N_2 - ?

Решение:



1) Рассмотрим силы, действ. на шар:

$$\sum \vec{F} = m\vec{a} = 0 \quad (\vec{a} = 0)$$

$$\vec{F}_{арх} + \vec{N}_1 + m\vec{g} = 0$$

Oy: $F_{арх} + N_1 - mg = 0 \Rightarrow N_1 = mg - F_{арх}$

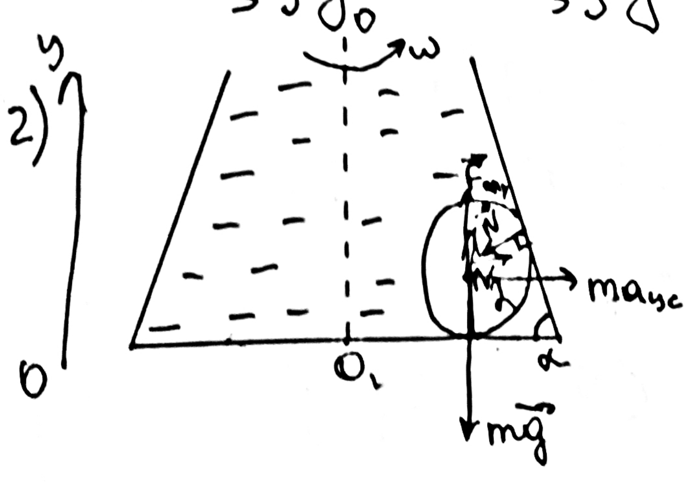
$$V_ш = \frac{4}{3}\pi R^3$$

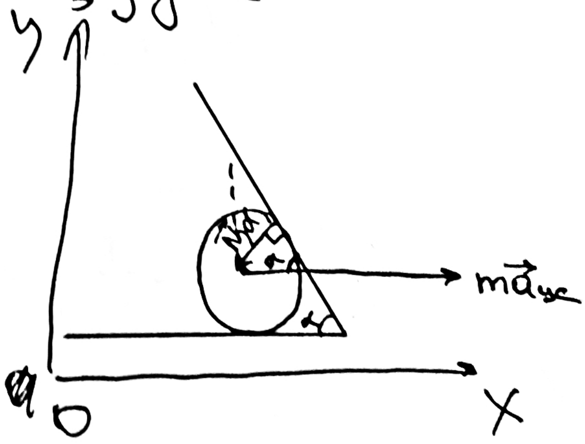
$$F_{арх} = \rho_ж \cdot g \cdot V_ш = \rho g \cdot \frac{4}{3}\pi R^3$$

$$m = \rho_ш V = 3\rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{12}{3}\rho\pi R^3$$

$$N_1 = \frac{12}{3}\rho g\pi R^3 - \frac{4}{3}\rho g\pi R^3 = \frac{8}{3}\rho g\pi R^3$$

2)





Рассмот. силы действ. на шар! (Чистовик)

$$\sum \vec{F} = m\vec{a} = 0 \quad (\vec{a} = 0)$$

$$\vec{F}_{арх} + \vec{N}_2 + m\vec{g} + m\vec{a}_{цс} + \vec{N} = 0$$

$$Ox: \; ma_{цс} - N\sin\alpha = 0$$

$a_{цс} = \omega^2 R = \omega^2 2R$, т.к. центр шара расположен на расстоянии $2R$ от оси вращения. $\Rightarrow N\sin\alpha = 2m\omega^2 R$

$$m = \rho V = 3\rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 = 4\rho\pi R^3$$

$$N\sin\alpha = 2 \cdot 4\rho\pi R^3 \cdot \omega^2 R = 8\rho\pi R^4 \omega^2$$

$$N = \frac{8\rho\pi R^4\omega^2}{\sin\alpha} \Rightarrow N\cos\alpha = \frac{8\rho\pi R^4\omega^2}{tg\alpha}$$

~~$oy: \vec{F}_{арх} + \vec{N}_2 + m\vec{g} + N\cos\alpha = 0$~~

$$oy: \; F_{арх} + N_2 - mg - N\cos\alpha = 0$$

$$N_2 = mg - F_{арх} + N\cos\alpha$$

$$N_1 = m\vec{g} - F_{арх} \Rightarrow N_2 = N_1 + N\cos\alpha$$

$$N_2 = \frac{8}{3}\rho g\pi R^3 + \frac{8\rho\pi R^4\omega^2}{tg\alpha} =$$

$$= 8\rho\pi R^3\left(\frac{g}{3} + \frac{\omega^2 R}{tg\alpha}\right) = 8\rho\pi R^3\left(\frac{g}{3} + \frac{\omega^2 R}{2}\right) =$$

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

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

4

N3. Чистовик

Дано:
$m = 3г$
$T = 81°C = 354K$
$1{,}8P_1 = P_2$
$\mu = 18$ г/моль
$R = 8{,}31 \frac{Дж}{моль \cdot K}$
$V_1 = 3{,}5V_2$
$P_{н(81°C)} = 0{,}5 \cdot 10^5 Па$

Найти:
1) P_1; 2) V_2 – ?

Решение:

$PV = \nu RT$

$P_1V_1 = \nu_1 RT$ (1)

$P_2V_2 = \nu_2 RT$

$1{,}8P_1 \cdot \frac{1}{3{,}5}V_2 = \nu_2 RT$ (2)

поделим (1) на (2):

$$\frac{P_1V_1}{1{,}8P_1 \cdot \frac{1}{3{,}5}V_2} = \frac{\nu_1 RT}{\nu_2 RT}$$

$$\frac{1}{\frac{1{,}8}{3{,}5}} = \frac{\nu_1}{\nu_2} \Rightarrow \nu_2 = \frac{1{,}8}{3{,}5}\nu_1 \Rightarrow$$

$\Rightarrow$ кол-во моль пара уменьшилось в $\frac{18}{35}$ раз $\Rightarrow$ образовалась жидкая вода в следствие сжимания. $\Rightarrow P_2 = P_{н(81°C)} = 0{,}5 \cdot 10^5 Па$, т.к. если есть жидкая вода, то пар насыщенный, и влажность равна 100%.

$$\nu_1 = \frac{m}{\mu} \Rightarrow \nu_2 = \frac{18}{35}\frac{m}{\mu}$$

$$P_1 = \frac{P_2}{1{,}8} = \frac{0{,}5 \cdot 10^5}{1{,}8} = 0{,}2777 \cdot 10^5 Па$$

$$V_2 = \frac{\nu_2 RT}{P_2} = \frac{\frac{18}{35}\frac{m}{\mu}RT}{P_{н(81)}} = \frac{18 \cdot 3 \cdot 8{,}31 \cdot 354}{35 \cdot 18 \cdot 0{,}5 \cdot 10^5} =$$

$$= \frac{158853{,}96}{31500000} = 0{,}005 (м^3)$$

Ответ: 1) $0{,}2777 \cdot 10^5 Па$; 2) $0{,}005 м^3$

5

№1. Черновик

Пусть v – скорость мяча (начальная)

$\cancel{\Delta t =}\ v - gt = 0 \Rightarrow t = \frac{v}{g}$

$h = \frac{v}{2} t = \frac{v}{2} \cdot \frac{v}{g} = \frac{v^2}{2g}$

$v_{\text{сближ.}}$ всегда равна v

$t = \frac{H}{v}$ $\qquad v_1 = \frac{H}{v} g$

$v_2 = v - \frac{H}{v} g$

$\cancel{H = \frac{at^2}{2} = \frac{g\left(\frac{H}{v}\right)^2}{2}}$

$\cancel{2H = g\frac{H^2}{v^2}} \quad \Big| : H$

$\cancel{2 = \frac{gH}{v^2}}$

$\cancel{2v^2 = gH}$

$\cancel{v = \sqrt{\frac{gH}{2}}}$

Черновик

$h = vt$

$t = \frac{h}{v}$

$H = vt - \frac{at^2}{2}$

$H = v\left(\frac{h}{v}\right) - \frac{g\left(\frac{h}{v}\right)^2}{2}$

$H = h - \frac{gh^2}{2v^2}$

$h = \frac{v^2}{2g}$

$H = \frac{v^2}{2g} - \frac{g\frac{v^4}{4g^2}}{2v^2}$

$H = \frac{v^2}{2g} - \frac{v^2}{8g}$

$H = \frac{3v^2}{8g} \Rightarrow \sqrt{\frac{8}{3}gH} = v$

t - время полёта

• 5м

1,25

10 м/с

$t = 1/2$ сек $\Rightarrow H = 10 \cdot \frac{1}{2} - \frac{10 \cdot \frac{1}{4}}{2} = 3,75$

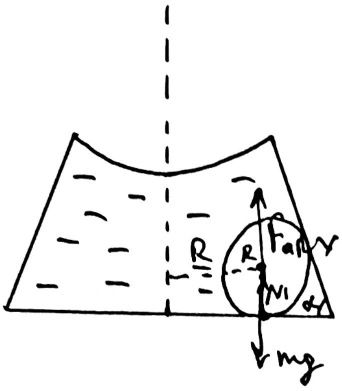
$h = \frac{v^2}{2g} = \frac{\frac{8}{3}gH}{2g} = \frac{4}{3}H$

$h - H = \frac{4}{3}H - H = \frac{1}{3}H$

$t = \frac{H}{v} = \frac{H}{\sqrt{\frac{8}{3}gH}}$

~~$h - H = \frac{v^2}{2g}$~~

Черновик



$\omega^2 R = a$

~~[illegible]~~

ω.

Дано:

$\rho : 3\rho$;

$R ; 2R$;

$tg\alpha = 2$

Найти:

$N_1 - ?$

Реш.

Рассм. силы действ. на шар:

$\Sigma \vec{F} = m\vec{a} = 0 \quad (\vec{a} = 0)$

$\vec{F}_{арх} + \vec{N}_1 - m\vec{g} = 0 \qquad V = \frac{4}{3}\pi R^3$

$F_{арх} = \rho g V = \rho g \cdot \frac{4}{3}\pi R^3$

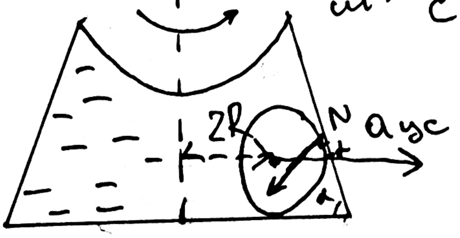
$$m = \rho \cdot V = 3\rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 = 4\rho\pi R^3$$

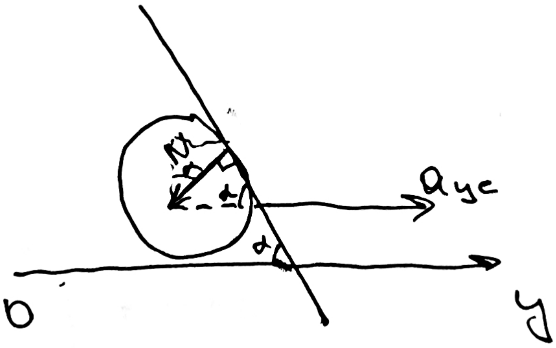
$$\frac{4}{3}\rho g \pi R^3 - 4g\rho\pi R^3 + N_1 = 0$$

$$N_1 = 4g\rho\pi R^3 - \frac{4}{3}\rho g \pi R^3 = \frac{8}{3}\rho g \pi R^3$$

$\frac{кг}{м^3} \cdot \frac{м^4}{с^2} = кг \cdot м/с^2$

$\omega^2 R = a_{цс}$

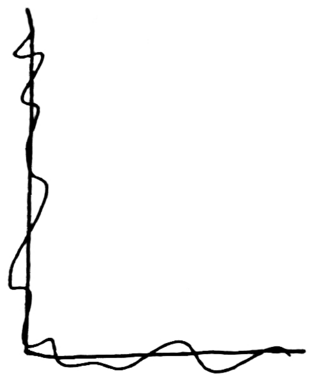




$N\sin\alpha = m\omega^2 R$

$N = \frac{m\omega^2 R}{\sin\alpha} \qquad N\cos\alpha = \frac{m\omega^2 R}{tg\alpha}. \qquad N_2 = N_1 + N\cos\alpha$

Черновик



N3.

$m = 3$ г

$T = 81°C = 354$ К

$V_1 = 3{,}5 V_2$

$1{,}8 P_1 = P_2$

$M = 18$ г/моль

$R = 8{,}31$

$P_{нп} = 0{,}5 \cdot 10^5$ Па

Найти:

$P_1 - ?$

$V_2 - ?$

Решение:

$$A = P \Delta V$$

$$Q = A + \Delta U$$

$$\Delta U = P_2 V_2 - P_1 V_1$$

$$P_1 V_1 = \nu R T$$

$$\nu_1 = \frac{m}{M}$$

$$P_1 V_1 = \frac{m R T}{M}$$

$$1{,}8 P_1 \cdot \cancel{8}\, \frac{1}{3{,}5} V_1 = \nu_2 R T$$

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

$$\nu_1 = \frac{1{,}8}{3{,}5} \nu = \cancel{\frac{18}{35}}\ \frac{18 \cdot 3}{35 \cdot 18} \text{ моль}$$

Часть 2

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

Шифр: **21205810**

ID профиля: **81639**

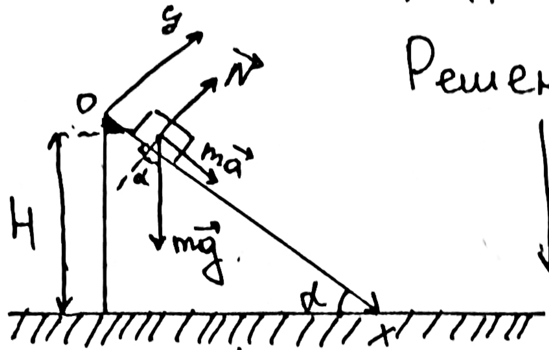
Вариант 1

Чистовик

N4.

Дано:
$\cos\alpha = 4/5$
$H; m; 3m;$
$F = 2mg$

Найти:
1) t_1; 2) a_k-?
3) t_2



Решение:

$\downarrow \vec{g}$

рассмотрим силы действ. на шайбу: $\Sigma\vec{F} = m\vec{a}$

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

$$Oy:\ N = mg\cos\alpha$$

$$Ox:\ mg\sin\alpha = ma \Rightarrow a = g\sin\alpha$$

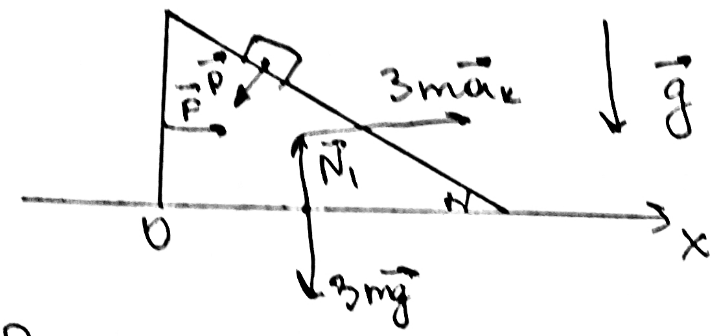
$$\cos\alpha = \frac{4}{5} \Rightarrow \sin\alpha = \sqrt{1-\cos^2\alpha} = \sqrt{1-\left(\frac{4}{5}\right)^2} = \sqrt{\frac{9}{25}} = \frac{3}{5}$$

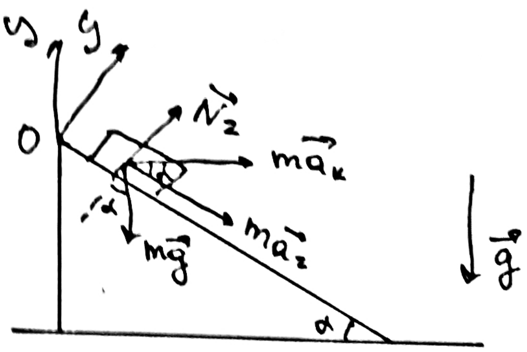
Пусть S- длина поверхности клина, по которой скользит шайба. $\Rightarrow \frac{H}{S} = \sin\alpha$

$$S = \frac{H}{\sin\alpha} \qquad S = v_0 t + \frac{at^2}{2},\ v_0 = 0$$

$$\Rightarrow S = \frac{at_1^2}{2} \Rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{2S}{a}} = \sqrt{\frac{2\frac{H}{\sin\alpha}}{g\sin\alpha}} =$$

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





Рассмот. силы действ. на клин:

$\sum \vec{F} = m\vec{a}$

$$\vec{P} + \vec{F} + \vec{N}_1 + 3m\vec{g} = 3m\vec{a}_к$$

ox: $F - P\sin\alpha = 3ma_к$

Теперь рассмотрим шайбу:

oy: $N_2 - mg\cos\alpha = ma_к\sin\alpha \Rightarrow$

$\Rightarrow N_2 = m(a_к\sin\alpha + g\cos\alpha)$

По 3ему закону Ньютона

$\vec{N}_2 = -\vec{P}_1 = |\vec{N}_2| = |\vec{P}_1|$

$F - m(a_к\sin\alpha + g\cos\alpha)\sin\alpha = 3ma_к$

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

$2g - g\cos\alpha\sin\alpha = a_к(3 + \sin^2\alpha)$

$a_к = \dfrac{g(2 - \cos\alpha\sin\alpha)}{3 + \sin^2\alpha}$ если взять $g = 10$ м/с²

То $a_к = \dfrac{10\left(2 - \frac{3}{5}\cdot\frac{4}{5}\right)}{3 + \frac{9}{25}} \approx 4{,}52$ м/с²

{Чистовик}

Рассмотрим силы действ. на шайбу:

$$oy: -mg + N_2\cos\alpha = -ma_2\sin\alpha$$

$$ma_2\sin\alpha = mg - N_2\cos\alpha$$

$$a_2 = \frac{mg - N_2\cos\alpha}{m\sin\alpha} =$$

$$= \frac{mg - m(a_k\sin\alpha + g\cos\alpha)}{m\sin\alpha} = \frac{g(1-\cos\alpha) + a_k\sin\alpha}{\sin\alpha} =$$

$$= \frac{g(1-\cos\alpha)}{\sin\alpha} - a_k$$

$$a_k = \frac{g(2-\cos\alpha\sin\alpha)}{3+\sin^2\alpha)}$$

$$\Rightarrow a_2 = \frac{g(1-\cos\alpha)}{\sin\alpha} - \frac{g(2-\cos\alpha\sin\alpha)}{3+\sin^2\alpha}$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{2S}{a_2}} = \sqrt{\frac{2\frac{H}{\sin\alpha}}{\frac{g(1-\cos\alpha)}{\sin\alpha} - \frac{g(2-\cos\alpha\sin\alpha)}{3+\sin^2\alpha}}}$$

Ответ: 1) $t_1 = \sqrt{\frac{2H}{g\sin^2\alpha}}$ 2) $a_k = \frac{g(2-\cos\alpha\sin\alpha)}{3+\sin^2\alpha}$

3) $t_2 = \sqrt{\frac{2\frac{H}{\sin\alpha}}{\frac{g(1-\cos\alpha)}{\sin\alpha} - \frac{g(2-\cos\alpha\sin\alpha)}{3+\sin^2\alpha}}}$

Чистовик

N5.

Дано:
$i = 3$
$P_2 = 1{,}02 P_1$
$V_2 = 0{,}99 V_1$

Найти:
1) ΔT - ?
2) $\frac{Q}{A}$ - ?

Решение:

$PV = \nu RT$

(1) $P_1 V_1 = \nu R T_1$

$P_2 V_2 = \nu R T_2$

(2) $1{,}02 P_1 \cdot 0{,}99 V_1 = \nu R T_2$

(1) : (2)

$$\frac{P_1 V_1}{1{,}02 P_1 \cdot 0{,}99 V_1} = \frac{\nu R T_1}{\nu R T_2}$$

$$T_2 = 1{,}02 \cdot 0{,}99 T_1 = 1{,}0098 T_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta T = T_2 - T_1 = 1{,}0098 T_1 - T_1 = 0{,}0098 T_1 \Rightarrow$$

$\Rightarrow$ температура увеличилась на 0,98 %.

По 1ому закону термодинамики:

$$Q = A + \Delta U, \quad \Delta U = \frac{i}{2}(P_2 V_2 - P_1 V_1) = \frac{3}{2}(1{,}02 \cdot 0{,}99 P_1 V_1 - P_1 V_1) =$$

$$= 0{,}0147 P_1 V_1$$

$$A = \left(\frac{P_1 + P_2}{2}\right)(V_2 - V_1) = \left(\frac{1{,}02 P_1 + P_1}{2}\right)(0{,}99 V_1 - V_1) = -0{,}0101 P_1 V_1$$

$$Q = A + \Delta U = -0{,}101 P_1 V_1 + 0{,}0147 P_1 V_1 = 0{,}0046 P_1 V_1$$

$$\frac{Q}{A} = \frac{0{,}0046 P_1 V_1}{-0{,}0101 P_1 V_1} = -\frac{46}{101} \approx -0{,}455$$

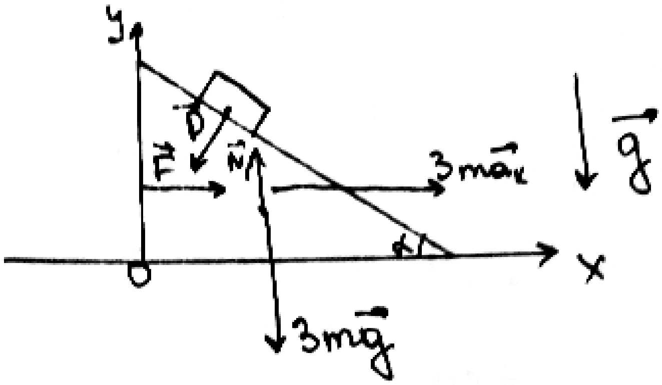
4

Ответ: 1) увелич. на 0,98 %. 2) $-\frac{46}{101} \approx -0{,}455$

(1

~~Черновик~~

~~Черновик~~



Рассмотрим силы, действующие на клин:

$\Sigma\vec{F} = m\vec{a}$

$$\vec{P} + \vec{F} + \vec{N} + 3m\vec{g} = 3m\vec{a}_k$$

$OX: F - P\sin\alpha = 3ma_k$

$OY: P\cos\alpha + 3mg = N_1$

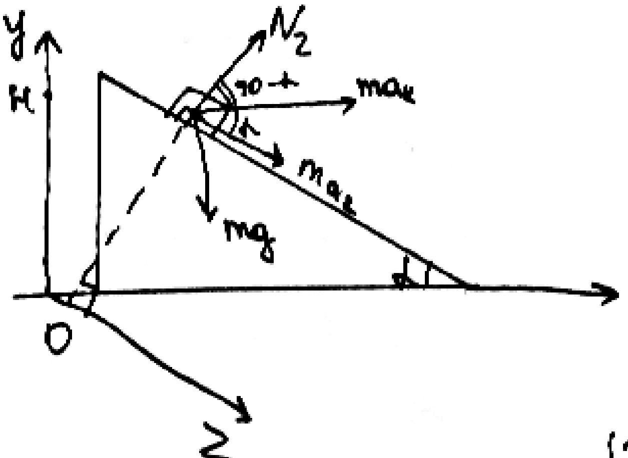
По 3 закону Ньютона:

$|P| = |N| = mg\cos\alpha$

$$2mg - mg\cos\alpha\sin\alpha = 3ma_k \quad |:3m$$

$a_k = \frac{g(2 - \sin\alpha\cos\alpha)}{3}$ если взять $g = 10 м/с^2$,

то $a_k = \frac{10(2 - \frac{3}{5}\cdot\frac{4}{5})}{3} = 5{,}0667\ м/с^2$



Рассмот. силы, действующ. на шайбу:

$\vec{N_2} + m\vec{g} = m\vec{a}_k + m\vec{a}_2$

(1) $OX: N_2\sin\alpha = ma_k + ma_2\cos\alpha$

(2) $OY: -mg + N_2\cos\alpha = -ma_2\sin\alpha$

(3) $OZ: mg\sin\alpha = ma_2 + ma_k\cos\alpha$

Черновик

1) $P_2 = 1{,}02 P_1$

$V_2 = 0{,}99 V_1$

Найти:

ΔT – ?

$\frac{Q}{A}$ – ?

Решение:

$P_1 V_1 = \nu R T_1$

$P_2 V_2 = \nu R T_2$

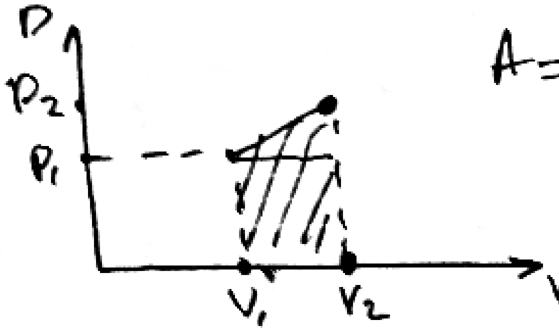
$1{,}02 P_1 \cdot 0{,}99 V_1 = \nu R T_2$

$$\frac{1}{1{,}02 \cdot 0{,}99} = \frac{T_1}{T_2}$$

$T_2 = 1{,}02 \cdot 0{,}99\, T_1 = 1{,}0098 T_1 \Rightarrow$

$\Rightarrow$ температура увеличилась на 0,98 %.

$\Delta U = \frac{3}{2}(1{,}0098 P_1 V_1 - P_1 V_1) = 0{,}0147 P_1 V_1$



$A = P_1 \cdot (V_2 - V_1) + \frac{(V_2 - V_1)(P_2 - P_1)}{2} =$

$= (V_2 - V_1)\left(P_1 + \frac{P_2 - P_1}{2}\right) =$

$= (V_2 - V_1)\left(\frac{P_1 + P_2}{2}\right)$

$A = (0{,}99 V_1 - V_1)\left(\frac{1{,}02 P_1 + P_1}{2}\right) =$

$= -0{,}01 V_1 (1{,}01 P_1) = -0{,}0101 P_1 V_1$

$Q = A + \Delta U = 0{,}0147 P_1 V_1 - 0{,}0101 P_1 V_1 = 0{,}0046 P_1 V_1$

$$\frac{Q}{A} = \frac{0{,}0046 P_1 V_1}{-0{,}0101 P_1 V_1} = -\frac{46}{101}$$

Черновик

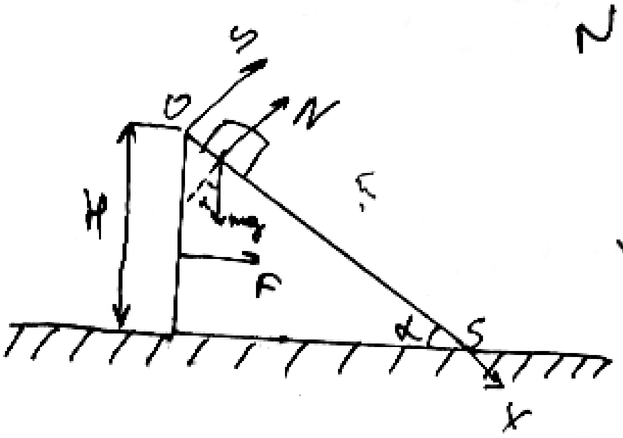
Черновик

(1 $i=3$

$$Q = A + \Delta U$$

$$A = P\Delta V$$

$$\Delta U = \frac{i}{2}(P_2V_2 - P_1V_1)$$



Nи.

$\downarrow g$

6м/с²

129

$\frac{80}{6}$

$\frac{6}{10} : \frac{9}{25} = \frac{\cancel{6}\cdot\cancel{25}}{\cancel{9}\cdot\cancel{10}} = \frac{10}{6}$

$$Oy:\ N = mg\cos\alpha$$

$$Ox:\ ma = mg\sin\alpha \Rightarrow a = g\sin\alpha$$

$$\cos\alpha = \frac{4}{5} \Rightarrow \sin\alpha = \sqrt{1-\frac{16}{25}} = \frac{3}{5}$$

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

$$S = \frac{at^2}{2} \Rightarrow t^2 = \frac{2S}{a} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2S}{a}} =$$

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

Черновик

$\vec{P} + 3m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F} = 3m\vec{a}$

$Ox: F - P\sin\alpha + \,= 3ma$

Упр:

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

$a = \dfrac{2g - g\sin\alpha\cos\alpha}{3} = 5{,}02$ м/с²

$a_1 = \dfrac{20 - 10 \cdot \frac{12}{25}}{3} = \dfrac{20 - 4.8}{3} = \dfrac{15{,}2}{3}$

(1) $N_2 = \frac{ma_к}{\sin\alpha} + \frac{ma_2 \cdot \cos\alpha}{\sin\alpha} \Rightarrow$

$\Rightarrow N_2 \cos\alpha = \frac{ma_к}{tg\alpha} + \frac{ma_2 \cos\alpha}{tg\alpha}$

(2) $N_2 \cos\alpha = mg - ma_2 \sin\alpha$

$\cancel{\frac{ma_к}{tg\alpha}}\ \frac{m(a_к + a_2\cos\alpha)}{tg\alpha} = m(g - a_2 \sin\alpha)$

$a_к + a_2\cos\alpha = \frac{(g - a_2\sin\alpha)\cdot\sin\alpha}{\cos\alpha}$

$\cancel{a_к = \frac{g\sin\alpha}{\cos\alpha} - \frac{a_2\sin\alpha}{tg\alpha} - a_2\cos\alpha}$

$\cancel{a_к = \frac{g}{tg\alpha} - \frac{a_2\sin\alpha}{tg\alpha} - a_2\cos\alpha}$

$\cancel{(3)\ g\sin\alpha = a_2 + a_к\cos\alpha}$

$\cancel{g\sin\alpha = a_2 + \left(\frac{g}{tg\alpha} - \frac{a_2\sin\alpha}{tg\alpha} - a_2\cos\alpha\right)\cos\alpha}$

$\cancel{g\sin\alpha = a_2 + g\sin\alpha -}$

$a_к = g\,tg\alpha - a_2\,tg\alpha\sin\alpha - a_2\cos\alpha$

$a_к\cos\alpha = g\sin\alpha - a_2\sin^2\alpha - a_2\cos^2\alpha$