

Часть 1

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

Шифр: **21205607**

ID профиля: **354669**

Вариант 2

$$m\vec{g} + \vec{F}_u + \vec{N}_1 + \vec{N}_2 + \vec{F}_A = 0$$

Умовових

$N_1 = P$ - по 3 закони Ньютона

$$\left. \begin{aligned} x: 0 + \vec{F}_u + 0 - N_2 \sin \alpha - F_A \cos \beta &= 0 \\ y: -mg + 0 + N_1 - N_2 \cos \alpha + F_A \sin \beta &= 0 \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned} m\omega^2 1,5R - N_2 \sin \alpha - \rho \omega^2 1,5R V &= 0 \\ -mg + N_1 - N_2 \cos \alpha + \rho g V &= 0 \end{aligned} \right\} \begin{matrix} (-\cos \alpha) \\ + \\ \sin \alpha \end{matrix}$$

$$m = 6\rho V; V = \frac{4}{3}\pi R^3$$

$$-m\omega^2 1,5 \cos \alpha + \rho g \omega^2 1,5 R \cdot V \cos \alpha - mg \sin \alpha + N_1 \sin \alpha + \rho g V \sin \alpha = 0$$

$$\begin{aligned} N_1 \sin \alpha &= m\omega^2 1,5 R \cos \alpha - \rho g \omega^2 1,5 R V \cos \alpha + mg \sin \alpha - \rho g V \sin \alpha = \\ &= 6\rho V \omega^2 1,5 R \cos \alpha - \rho g \omega^2 1,5 R V \cos \alpha + 6\rho V g \sin \alpha - \rho g V \sin \alpha = \\ &= \rho V (6\omega^2 1,5 R \cos \alpha - \omega^2 1,5 R \cos \alpha + 6g \sin \alpha - g \sin \alpha) = \\ &= \rho \frac{4}{3}\pi R^3 (5\omega^2 1,5 R \cos \alpha + 5g \sin \alpha) \end{aligned}$$

$$N_2 = N_1 = \frac{4\rho\pi R^3}{\sin \alpha} (5\omega^2 1,5 R \cos \alpha + 5g \sin \alpha)$$

Отже: 1) $N_1 = 5\rho g \cdot \frac{4}{3}\pi R^3$

2) $N_2 = \frac{4\rho\pi R^3}{\sin \alpha} (5\omega^2 1,5 R \cos \alpha + 5g \sin \alpha)$

2

Чистовик

№3. ПЛ.к. об'єм зменшився в 7 раз, а тиск збільшився в 3,6 раз, пар став насиченим:

В началі:

$$p_0 V_0 = \nu_0 R T$$

В кінці:

$$p_k V_k = \nu_k R T$$

$$1) p_k = 3,6 p_0 \Rightarrow p_0 = \frac{p_k}{3,6} \Rightarrow p_0 = 13889 \text{ Па}$$

p_k - тиск насиченого пару при цій температурі

$$2) \frac{m_0}{\mu} = \nu_0 = \frac{p_0 V_0}{R T} = \left(\frac{p_k}{3,6}\right) \cdot \left(\frac{V_k \cdot 7}{R T}\right)$$

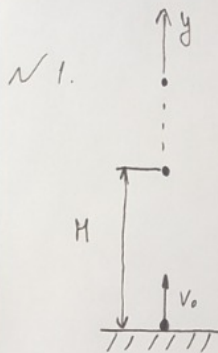
$$\Rightarrow m_0 = \frac{p_k \cdot \mu \cdot 7 \cdot V_k}{3,6 \cdot R \cdot T}$$

$$\Rightarrow m_0 = 1011 \text{ г}$$

Відповідь: 1) $p_0 = 13889 \text{ Па}$

2) $m_0 = 1011 \text{ г}$

3



Условие

Для 1-ого тела:

$$\begin{cases} y_1 = v_0 t - \frac{g t^2}{2} \\ v_{y1} = v_0 - g t \end{cases}$$

В верхней точке:

$$v_{y1} = 0$$

$$\Rightarrow \text{ ~~} v_0 - g t_1 = 0 \text{ }~~$$

$$v_0 - g t_1 = 0$$

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

Для 2-ого тела:

$$y_2 = v_0(t - t_1) - \frac{g(t - t_1)^2}{2}$$

Момент столкновения:

$$y_1 = y_2$$

$$\Rightarrow v_0 t - \frac{g t^2}{2} = v_0(t - t_1) - \frac{g(t - t_1)^2}{2}$$

$$v_0 t_1 = \frac{g}{2} (t^2 - (t - t_1)^2)$$

$$v_0 t_1 = \frac{g}{2} (t - t + t_1)(t + t - t_1)$$

$$v_0 t_1 = \frac{g}{2} t_1 (2t - t_1)$$

$$\Rightarrow 2t - t_1 = \frac{2v_0}{g}$$

$$1) t = \frac{1}{2} \left(\frac{2v_0}{g} + t_1 \right) = \frac{1}{2} \left(\frac{2v_0}{g} + \frac{v_0}{g} \right) = \frac{3}{2} \frac{v_0}{g}$$

2) Время полета 2-ого тела: $t - t_1$

$$\Rightarrow n = \frac{t}{t - t_1} = \frac{\frac{3}{2} \frac{v_0}{g}}{\frac{3}{2} \frac{v_0}{g} - \frac{v_0}{g}} = \frac{\frac{3}{2} \frac{v_0}{g}}{\frac{1}{2} \frac{v_0}{g}} = 3$$

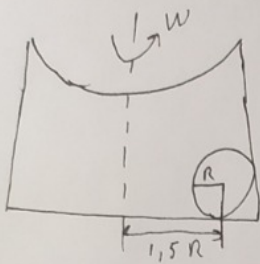
(1)

$$3) H = v_0 t - \frac{g t^2}{2} = v_0 \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{v_0}{g} - \frac{g}{2} \cdot \frac{9}{4} \cdot \frac{v_0^2}{g^2} = \frac{v_0^2}{g} \left(\frac{3}{2} - \frac{9}{8} \right) = \frac{3}{8} \cdot \frac{v_0^2}{g}$$

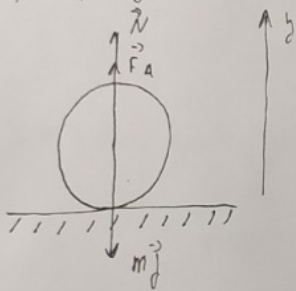
Ответ: 1) $t = \frac{3}{2} \frac{v_0}{g}$; 2) $n = \frac{t}{t - t_1} = 3$; 3) $H = \frac{3}{8} \cdot \frac{v_0^2}{g}$

Чистовик

N 2.



1) Небравается



$$\vec{N} + \vec{F}_A + \vec{m}_g = 0$$

$$y: N = mg - F_A = mg - \rho g V$$

$$m = 6\rho V$$

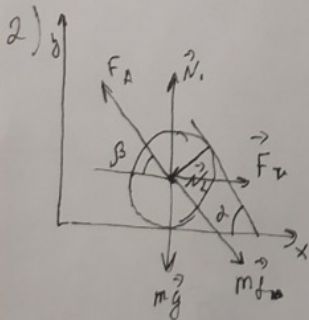
$$\Rightarrow N = (6\rho - \rho)gV = 5\rho g \cdot \frac{4}{3}\pi R^3$$

По 3 3.Н:

$$P = N$$

$$P = N_1$$

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



Переведе в с.о связанную с сосудом. Она не инерциальная \Rightarrow для использования 2-го закона Ньютона введем силу инерции:

$$\vec{F}_u = -m\vec{a}_u$$

$$F_u = m\omega^2(1.5R)$$

На шар действует:

$$m\vec{g} + \vec{F}_u = m\vec{g}_n$$

$$g_n = \frac{1}{m} \sqrt{(mg)^2 + F_u^2}$$

Сила Архимеда будет направлена против \vec{g}_n

$$F_A = \rho g_n V$$

(2)



Угол наклона

$$\arctan \alpha = 0,9823$$

ср.

ар.

(2)



$$h_1 = v_0 t_{\text{пол}} - \frac{g t_{\text{пол}}^2}{2}$$

Для 1-ого меча:

$$\begin{cases} y_1 = v_0 t - \frac{gt^2}{2} \\ v_{y1} = v_0 - gt \end{cases}$$

В верхней точке:

$$v_0 = 0$$

$$\Rightarrow v_0 - gt_1 = 0$$

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

В месте столкновения:

$$y_1 = y_2$$

$$\Rightarrow v_0 t - \frac{gt^2}{2} = v_0(t-t_1) - \frac{g(t-t_1)^2}{2}$$

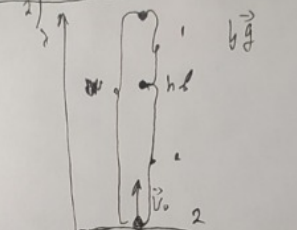
$$v_0 t_1 = \frac{g}{2} (t^2 - (t-t_1)^2)$$

$$v_0 t_1 = \frac{g}{2} ((t-t_1+t_1)(t+t_1))$$

$$v_0 t_1 = \frac{g}{2} t_1 (2t-t_1)$$

$$\Rightarrow 2t-t_1 = \frac{2v_0}{g}$$

Черновик



$$h_2 = v_0 t_{\text{пол}} - \frac{g t_{\text{пол}}^2}{2}$$

Для 2-го меча

$$y_2 = (t-t_1)v_0 - \frac{g(t-t_1)^2}{2}$$

$$1) t = \frac{1}{2} \left(\frac{2v_0}{g} + t_1 \right) =$$

$$= \frac{1}{2} \left(\frac{2v_0}{g} + \frac{v_0}{g} \right) = \boxed{\frac{3}{2} \frac{v_0}{g}}$$

2) время полета 2-ого меча: $t-t_1$

\Rightarrow

$$\eta = \frac{t}{t-t_1} = \frac{\frac{3}{2} \frac{v_0}{g}}{\frac{3}{2} \frac{v_0}{g} - \frac{v_0}{g}} = \frac{\frac{3}{2} \frac{v_0}{g}}{\frac{1}{2} \frac{v_0}{g}} = 3$$

$$= \boxed{3}$$

$$3) \mu = v_0 t - \frac{gt^2}{2} \quad \textcircled{1}$$

$$\begin{aligned} &= v_0 \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{v_0}{g} - \frac{g}{2} \cdot \frac{9}{4} \cdot \frac{v_0^2}{g^2} = \frac{v_0^2}{g} \left(\frac{3}{2} - \frac{9}{8} \right) \\ &= \boxed{\frac{3}{8} \frac{v_0^2}{g}} \end{aligned}$$

Черновик

№3. $\eta = 3,31$
 $M = 18 \text{ г/моль}$
 $t = 81^\circ\text{C}$
 $n = 7$
 $V = 1,7$
 $p_2 = 3,6 \text{ Па}$

$0,5 \cdot 10^{-5}$ 1) $P_2 = 1$
 2) m_0 ?

Обратная

Пл. к. ~~р~~ объем увеличился в 7 раз, а давление возросло в 3,6 раз, пар стал насыщенным.

В кавал:

$$p_0 V_0 = \nu_0 R T$$

$$p_k V_k = \nu_k R T - \text{в конце}$$

$$p_k = 3,6 p_0 \Rightarrow p_0 = \frac{p_k}{3,6} \quad (1)$$

$$\frac{m_0}{M} = \nu_0 = \frac{p_0 V_0}{R T} = \left(\frac{p_k}{3,6}\right) \cdot \left(\frac{V_k \cdot 7}{R T}\right)$$

$$\Rightarrow m_0 = \frac{p_k M \cdot 7 \cdot V_k}{3,6 \cdot R T} \quad (2)$$

p_k - давление насыщенного пара при этой температуре

13883

$$\frac{0,5 \cdot 10^{-5} \cdot 18 \cdot 7 \cdot 1,7}{8,31 \cdot 3,6 \cdot 354} = \frac{107,1 \cdot 10^{-5}}{10590,264} = \frac{10710000}{10590,264} =$$

$$T = 81 + 273 = 354$$

$$m_0 = 1011,2$$

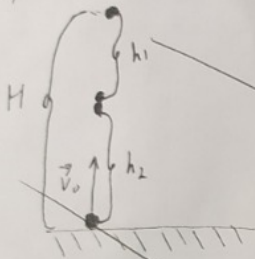
1011,2

3

Черновик

$t_n = t_{\text{ножблца}}$

№1



~~$$H = v_0 t_n - \frac{g t_n^2}{2} \Rightarrow$$~~

~~$$v_n = 0$$~~

~~$$h_1 = \frac{g t_1^2}{2} \Rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{2 h_1}{g}}$$~~

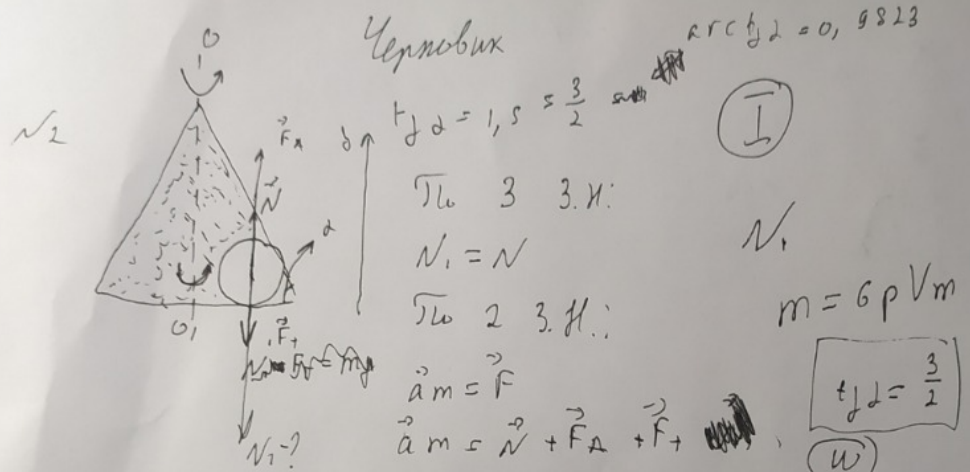
~~$$h_2 = v_0 t_2 - \frac{g t_2^2}{2}$$~~

~~$$t_{\text{ножблца}} = t_{\text{нож}} + t_1$$~~

~~$$H = v_0 t_{\text{нож}} - \frac{g t_{\text{нож}}^2}{2} \Rightarrow t_{\text{нож}}$$~~

~~$$h_1 = \frac{g t_1^2}{2} \Rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{2 h_1}{g}}$$~~

1



Упробук $\arctan 2 = 0,9823$

$\tan \alpha = 1,5 = \frac{3}{2}$ I

Тл 3 3.Н:

$N_1 = N$

Тл 2 3.Н:

$\vec{a}_m = \vec{F}$

$\vec{a}_m = \vec{N} + \vec{F}_A + \vec{F}_T$ u

$m = 6\rho V_m$

$\tan \alpha = \frac{3}{2}$

3: $0 = N + \rho g V_m + mg$ 1,5R u R

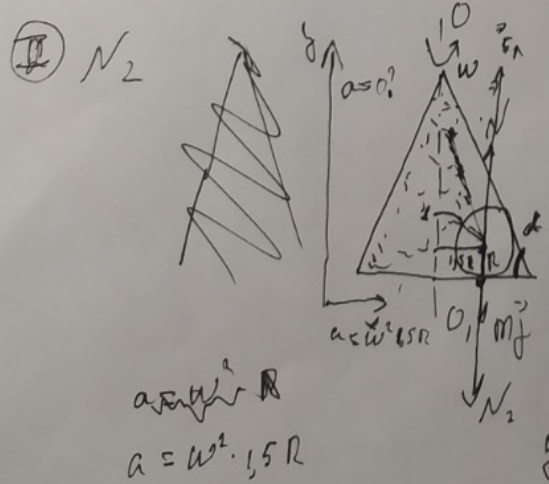
2: $N = mg - \rho m g V_m$

$N = g(m - \rho m V_m)$

$N_1 = N = g(m - \rho m V_m)$ =

= $g(m - \rho V_m) = g(6\rho V_m - \rho V_m) =$

= $g\rho V_m(6-1) = \boxed{5g\rho V_m}$



Тл 3 3.Н:

$N_2 = N$

Тл 2 3.Н: 2

$\vec{a}_m = \vec{F}$

$\vec{a}_m = \vec{F}_A + \vec{N} + \vec{m}g$

3:

Часть 2

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

Шифр: **21205607**

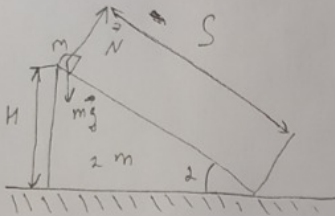
ID профиля: **354669**

Вариант 2

Чистовик

№4.

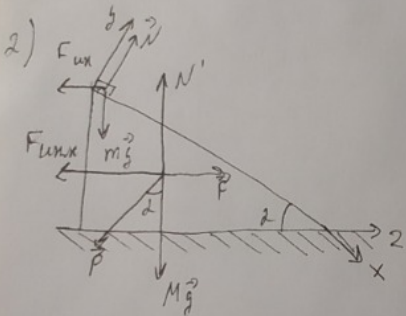
1)



если клин неподвижен, то $a_0 = mg \sin \alpha$
(трение нет)

$$S = \frac{H}{\sin \alpha} = \frac{a_0 t_0^2}{2}$$

$$\Rightarrow t_0 = \sqrt{\frac{2H}{\sin \alpha a}} = \sqrt{\frac{2H}{mg \sin^2 \alpha}} = \sqrt{\frac{2H}{mg}} \cdot \frac{1}{\sin \alpha}$$



Перейдем в с.о. связанную с клином. Она не инерциальная, вводим силу инерции

$$\vec{F}_{ин,x} = -M \vec{a}$$

$$\vec{F}_{ин} = -m \vec{a}$$

$$x: mg \sin \alpha - F_{уш} \cos \alpha = ma \quad (1)$$

$$y: N - mg \cos \alpha - F_{уш} \sin \alpha = 0 \quad (2)$$

$$\vec{F}_{уш,x} + \vec{F} + \vec{M}_g + \vec{P} + \vec{N} = 0 \quad (\text{в этой с.о. клин неподвижен})$$

$$z: -F_{уш,x} + F - P \sin \alpha = 0 \quad (3)$$

$$P = N - \text{из 3 закона Ньютона} \quad (4)$$

$$(2) N = mg \cos \alpha + m a \sin \alpha \Rightarrow (3) -M a \cos \alpha + F - (mg \cos \alpha + m a \sin \alpha) \sin \alpha = 0$$

$$\Rightarrow a_x = \frac{F - mg \cos \alpha \sin \alpha}{M + m \sin^2 \alpha} = \frac{mg - mg \cos \alpha \sin \alpha}{2m + m \sin^2 \alpha} = \frac{mg(1 - \cos \alpha \sin \alpha)}{m(2 + \sin^2 \alpha)} =$$

$$= \frac{g(1 - \cos \alpha \sin \alpha)}{(2 + \sin^2 \alpha)} = \frac{13}{66} g - \text{укрепили клин}$$

$$(1) mg \sin \alpha - m a \cos \alpha = m a$$

$$\Rightarrow a = g \sin \alpha - \frac{g(1 - \cos \alpha \sin \alpha)}{(2 + \sin^2 \alpha)} \cdot \cos \alpha = \frac{15}{22} g$$

①

Упробуе

$$\Rightarrow a_x = \frac{F - m_j \cos \alpha \sin \alpha}{M + m \sin \alpha} = - \text{горизонтальная компонента}$$

$$= \frac{mg - mg \cos \alpha \sin \alpha}{2m + m \sin \alpha} = \frac{mg(1 - \cos \alpha \sin \alpha)}{m(2 + \sin \alpha)} = \frac{g(1 - \cos \alpha \sin \alpha)}{2 + \sin \alpha}$$

$$(1) m_j \sin \alpha - m \cos \alpha \sin \alpha = m a$$

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

$$s = \frac{H}{\sin \alpha} = \frac{a t^2}{2}$$

$$\Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{a \sin \alpha}}$$

$$\frac{15}{22} \cdot \frac{4}{5} = 2,354$$

$$\frac{6}{11}$$

$$a = \frac{g \sin \alpha (2 + \sin^2 \alpha) - g(1 - \cos \alpha \sin \alpha) \cdot \cos \alpha}{2 + \sin^2 \alpha}$$

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

$$= g \left(\frac{4}{5} - \frac{13}{66} g \cdot \frac{8}{5} \right) =$$

$$= \frac{4}{5} g - \frac{13}{110} g =$$

$$= \frac{48 - 13}{110} g = \frac{4}{5} g - \frac{13}{66} g \cdot \frac{3}{5} =$$

$$= \frac{25}{110} g = \frac{5}{22} g$$

$$= \frac{4}{5} g - \frac{13}{22} \cdot \frac{1}{5} g$$

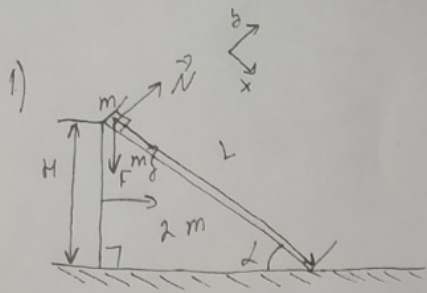
$$\frac{4}{5} g - \frac{13}{110} g$$

$$= \frac{13}{22} - \frac{13}{66}$$

$$\frac{15}{22} g$$

2

Черновик



$\vec{a}_m = \vec{N} + \vec{m}\vec{g}$ - второй закон Ньютона

x: $a = mg \sin \alpha$ - первое нпм

$$\Rightarrow a = g \sin \alpha$$

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

$$S = \frac{a_0 t_0^2}{2}$$

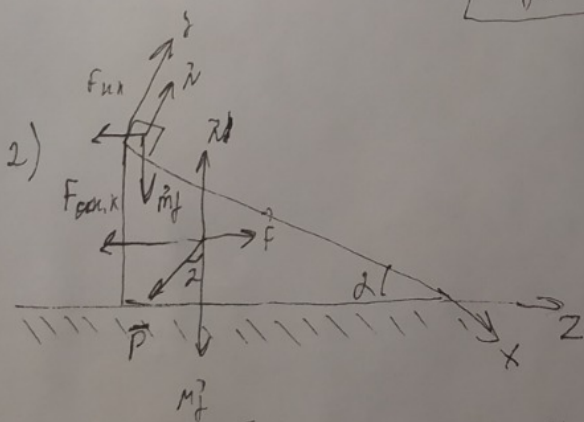
$$\Rightarrow t_0 = \sqrt{\frac{2L}{a}} = \sqrt{\frac{2H}{g \sin^2 \alpha}} = \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

$$\sin \alpha = \sqrt{\frac{2H}{g} \cdot \frac{4}{5}}$$

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \sqrt{\frac{16}{25}} = \frac{4}{5}$$

$$S = \frac{a_0 t_0^2}{2} \Rightarrow t_0 = \sqrt{\frac{2S}{a_0}} = \sqrt{\frac{2H}{\sin \alpha \cdot a_0}} = \sqrt{\frac{2H}{\sin \alpha \cdot m g \sin \alpha}}$$

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



Перейдем в с.о. связанную с куном. Она не инерциальная
следует силу инерции:

$$\vec{F}_{ин} = -M \vec{a}_k$$

$$\vec{F}_{ин} = -m \vec{a}_k$$

$$x: mg \sin \alpha - F_{fr} \cos \alpha = ma \quad (1)$$

$$y: N - mg \cos \alpha - F_{fr} \sin \alpha = 0 \quad (2)$$

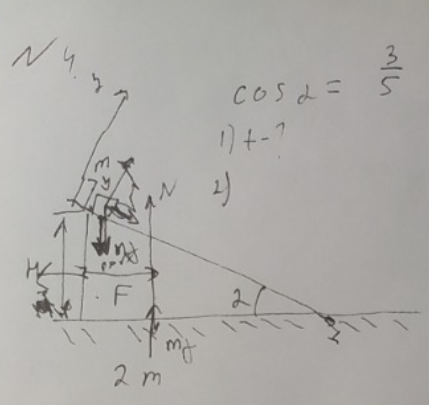
$$\vec{F}_{ин,x} + \vec{F} + \vec{M}_f + \vec{P} + \vec{N}' = 0 \quad (\text{в это с.о. кум не действует})$$

$$z: -F_{ин,x} + F - P \sin \alpha = 0 \quad (3)$$

$P = N$ - по 3-му закону Ньютона (4)

$$(2) N = mg \cos \alpha + m a \sin \alpha \Rightarrow (3) -M a \sin \alpha + F - m g \cos \alpha + m a \sin \alpha \sin \alpha = 0$$

1



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

mg

1) ~~$y: 0 = N - mg \sin \alpha$~~

~~$x: am = -m_f \cos \alpha$~~

2) ~~$y: a_{xm} = m_f \sin \alpha$~~

~~$x: a_{xm} = m_f \cos \alpha$~~

u_y | :

$P = N$

$P = m_f \sin \alpha$

2) $\vec{a}_k = \frac{\vec{F}}{m}$

$\vec{a}_{xm} = \vec{F}$

$\vec{a}_{xm} = \vec{F} + m_f \vec{e}_x + N \vec{e}_y + P \vec{e}_y$

$y: 0 = F \sin \alpha + m_f \sin \alpha + N + m_f \sin \alpha$

$x: a_{xm} = F \cos \alpha + m_f \cos \alpha - m_f \sin \alpha$

Физ - нем Упробук

1) ~~1) 2) 3) H:~~

~~$\vec{a}_m = \vec{F}$~~

~~$\vec{a}_m = \vec{N} + m_f \vec{e}_x$~~

~~$y: 0 = N - m_f \sin \alpha$~~

~~$x: a_m = m_f \cos \alpha$~~

~~$a = g \cos \alpha$~~

~~$H = \frac{at^2}{2}$~~

~~$\Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{a}} = \sqrt{\frac{2H}{g \cos \alpha}}$~~

1) ~~1) 2) 3) H:~~

~~$\vec{a}_s = \frac{F}{m} \Rightarrow \vec{a}_{xm} = \vec{F}$~~

~~$\vec{a}_{xm} = \vec{N} + m_f \vec{e}_x$~~

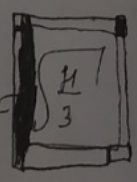
~~$y: 0 = N - m_f \sin \alpha$~~

~~$x: a_{xm} = m_f \cos \alpha$~~

~~$\Rightarrow a_s = g \cos \alpha$~~

~~$\Rightarrow H = \frac{at^2}{2}, \text{ m.r. } V_0 = 0$~~

~~$\Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{a}} = \sqrt{\frac{2H}{g \cos \alpha}} = \frac{2H}{10 \cdot \frac{3}{5}} = \frac{2H}{6} = \frac{H}{3}$~~



1

Учундук

$$S = \frac{H}{\sin \alpha} = \frac{at^2}{2}$$

$$\Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{a \sin \alpha}} = \sqrt{\frac{2H}{\frac{g \sin \alpha (2 + \sin^2 \alpha) - g(1 - \cos \alpha \sin \alpha) \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha}{2 + \sin^2 \alpha}}} =$$

$$= \sqrt{\frac{2H}{\frac{6}{11}g}} = \sqrt{\frac{11 \cdot H \cdot g}{3}}$$

Омбери: 1) $t_0 = \sqrt{\frac{2H}{mg}} \cdot \frac{1}{\sin \alpha}$

2) $a_x = \frac{13}{26}g$

3) $t = \sqrt{\frac{11 \cdot H \cdot g}{3}}$

①

Учетовик

№5.

$$1) P_H V_H = \frac{m}{M} R T_H$$

$$P_K V_K = 0,99 P_H \cdot 1,02 V_H = \frac{m}{M} R T_K$$

$$T_H = \frac{P_H V_H M}{m R}$$

$$T_K = \frac{0,99 \cdot 1,02 P_H V_H M}{m R}$$

$$\Delta T = T_K - T_H = 0,0098 T_H$$

Температура увеличилась на 0,98%.

$$2) U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} R T_H$$

$$U_K = \frac{3}{2} \frac{m}{M} R T_K = 1,5 \cdot 1,0098 \frac{m}{M} R T_H$$

$$\Delta U = U_K - U_H = 0,0147 \frac{m}{M} R T_H = 0,0147 P_H V_H$$

$$Q = \Delta U + A$$

$$A = P_{ср} \cdot \Delta V = 0,9995 P_H \cdot 0,02 V_H = 0,0199 P_H V_H$$

$$Q = 0,0147 P_H V_H + 0,0199 P_H V_H = 0,0346 P_H V_H$$

$$\frac{Q}{\Delta U} = \frac{0,0346 P_H V_H}{0,0147 P_H V_H} = 2,354$$

Ответ: 1) $\Delta T = 0,98\%$.

$$2) \frac{Q}{\Delta U} = 2,354$$

2