

Часть 1

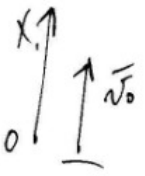
Олимпиада: **Физика, 10 класс (1 часть)**

Шифр: **21205637**

ID профиля: **350308**

Вариант 2

№1.



Рассмотрим движение I тела до высоты.
 равномерной скорости:

$$v_{01}(t) = v_0 - gt \quad t_1 - \text{вр. го. движения. } h_{\max},$$

$$x(t) = v_0 t - \frac{gt^2}{2} \quad v(t_1) = 0 \Rightarrow t_1 = \frac{v_0}{g}.$$

$$h_{\max} = x(t_1) = v_0 \cdot \frac{v_0}{g} - \frac{g \cdot v_0^2}{2g^2} = \frac{v_0^2}{2g}$$

Закон движения I тела вверх до высоты h_{\max} :

$$v_1(t) = -gt$$

$$x_1(t) = h_{\max} - \frac{gt^2}{2}$$

II тело:

$$v_2(t) = v_0 - gt$$

$$x_2(t) = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

Места столкновения, когда $x_1(t_c) = x_2(t_c)$, где t_c - время столкновения II тела до столкновения.

$$v_0 t_c - \frac{gt_c^2}{2} = h_{\max} - \frac{gt_c^2}{2} \Rightarrow v_0 t_c = \frac{v_0^2}{2g} \Rightarrow t_c = \frac{v_0}{2g}$$

Время падения I тела - сумма вр. подъема до h_{\max} и до столкновения:

$$T_1 = t_1 + t_c = \frac{v_0}{g} + \frac{v_0}{2g} = \frac{3v_0}{2g}$$

Время падения II тела до столкновения - t_c , тогда

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{\frac{3v_0}{2g}}{\frac{v_0}{2g}} = 3.$$

$$H = x_2(t_c) = v_0 t_c - \frac{gt_c^2}{2} = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{v_0^2}{4 \cdot 2g} = \frac{3v_0^2}{8g}$$

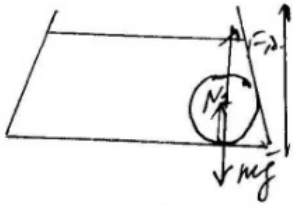
Ответ: $\frac{3v_0}{2g}$; 3; $\frac{3v_0^2}{8g}$.

①

2.

1)

В случае, когда ось не поворачивается, вектор эквивалентной гравитации $\vec{g}' = \vec{g}$, тогда шар не давит на боковую стенку сосуда:
 II ЗМ где шар на ось x:



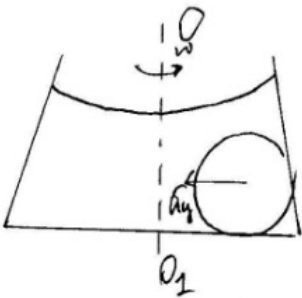
$$m\vec{a} = \vec{F}_A + \vec{F}_T + \vec{N}_2 \rightarrow 0 = F_A + N_2 - F_T \Rightarrow$$

$$\Rightarrow N_2 = F_T - F_A = mg - \rho \cdot Vg = Vg(6\rho - \rho) = 5\rho Vg =$$

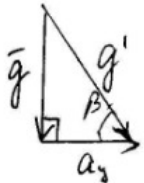
$$= \frac{4}{3}\pi R^3 \cdot 5\rho g = \frac{20}{3}\pi R^3 \rho g.$$

2)

Когда ось поворачивается, вектор эквивалентной гравитации меняется:
 $\vec{g}' = \vec{g} - \vec{a}_y$, где a_y - центробежное ускорение
 $a_y = \frac{v^2}{L} = \omega^2 l = \omega^2 \cdot 1,5R.$



По т. Пифагора: $g' = \sqrt{g^2 + \omega^2 \cdot 1,5R^2}$

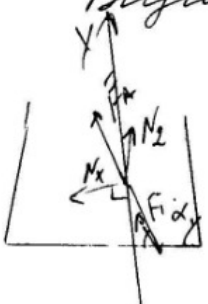
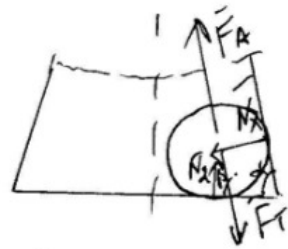


Линия тяжести в таком случае направлена по напр. \vec{g}' , а в нм. силе - противоположно ей.

В КЕУСО шар не давит. \Rightarrow

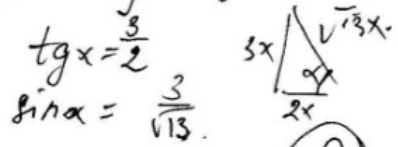
$$\Rightarrow \text{по II ЗМ } \vec{F}_{A2} + \vec{N}_1 + \vec{N}_2 + \vec{F}_{T2} = 0.$$

Вспомогательный п. такой, что $\cos \beta = \frac{a_y}{g'}$, $\sin \beta = \frac{g}{g'}$.
 На перпендикулярно скорости g' элемент g' может скомпенсировать II ЗМ на ось x, перпенд. стене,
 $N_{xy} = 0$; $0 = \cos(\alpha - \beta) \cdot F_{A2} - \cos(\alpha - \beta) \cdot F_{T2} + N_2 \sin \alpha.$



$$N_2 = \frac{\cos(\alpha - \beta)(F_{T2} - F_{A2})}{\sin \alpha} = \frac{\cos(\alpha - \beta)}{\sin \alpha} \left(\frac{4}{3}\pi R^3 \cdot 5\rho \cdot \sqrt{g^2 + 1,5\omega^2 R^2} \right)$$

$$= \frac{20}{3}\pi R^3 \sqrt{g^2 + 1,5\omega^2 R^2} \cdot \frac{\cos(\alpha - \beta)}{\sin \alpha}$$



21205637 (U350308 M1282764)

Ответ: $\frac{20}{3}\pi R^3 \rho g$; $\frac{20}{3}\pi R^3 \sqrt{g^2 + 1,5\omega^2 R^2} \cdot \frac{\cos(\alpha - \beta)}{\sin \alpha}$.

2

Умножник

Рыжков, 10 кл.

№3.

Дано:

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

$$V_1 = 7V_2$$

$$V_2 = 1,7\text{нм}$$

$$P_2 = 3,6P_1$$

$$P_H = 0,5 \cdot 10^5 \text{Па}$$

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

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

Решение:

Упр. Менделеева - Максвелла газ
I и II состояний:

$$\left. \begin{aligned} P_2 V_1 &= \nu_1 R T \\ P_2 V_2 &= \nu_2 R T \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{P_2 V_1}{P_2 V_2} = \frac{P_0 V_1}{3,6 P_0 \cdot \frac{1}{7} V_1} =$$

$$\approx \frac{35}{18} \Rightarrow \nu_1 = \frac{35}{18} \nu_2, \nu_1 > \nu_2 \Rightarrow \text{газ}$$

часть сжатым, при этом
насыщенным, $P_2 = P_H$.

$$P_1 = \frac{P_2}{3,6} = \frac{P_H}{3,6} = 0,5 \cdot \frac{10^5 \text{Па}}{3,6} = 1,39 \cdot 10^4 \text{Па}.$$

I состояние:

$$P_1 V_1 = \frac{m m_1}{M} R T \Rightarrow m m_1 = \frac{P_1 V_1 M}{R T} = \frac{P_1 \cdot 7 V_2 \cdot M}{R T} =$$

$$\approx \frac{1,39 \cdot 10^4 \text{Па} \cdot 7 \cdot 1,7 \cdot 10^{-3} \text{м}^3 \cdot 18 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}}{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 354 \text{К}} \approx 0,101 \cdot 10^{-2} \text{кг} \approx$$

$$\approx 1,01 \text{ г}.$$

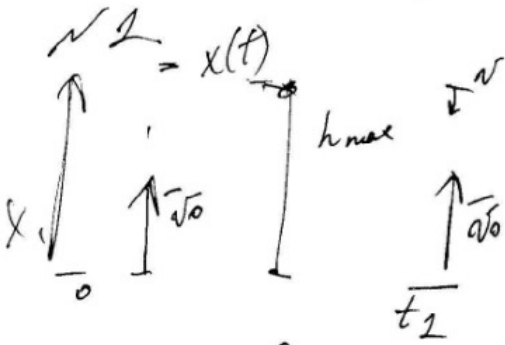
Ответ: $1,39 \cdot 10^4 \text{Па}$; $1,01 \text{ г}$.

③

Упрощение

10 м, (1)

(1)



mer 1:

$$v_x(t) = v_0 - gt$$

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

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

$$h_{max} = x(t_1) = v_0 t_1 - \frac{gt_1^2}{2}$$

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

норме t_2 :

$$v_x(t) = -gt$$

$$x_2(t) = h_{max} - \frac{gt^2}{2}$$

mer 2:

$$v_x(t) = v_0 - gt$$

$$x_2(t) = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

$$x_1(t_2) = x_2(t_2)$$

$$v_0 t - \frac{gt^2}{2} = h_{max} - \frac{gt^2}{2}$$

$$v_0 \left[\frac{gt^2}{2} \right] = \frac{v_0^2}{2g} - \left[\frac{gt^2}{2} \right]$$

$$v_0 t = \frac{v_0^2}{2g}$$

(1) $t_{\text{ст.}} = \frac{v_0}{2g}$

$$T_2 = t_2 + t_1 = \frac{v_0}{2g} + \frac{v_0}{g} = \frac{3v_0}{2g}$$

2).

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{\frac{3v_0}{2g}}{\frac{1v_0}{2g}} = 3$$

3).

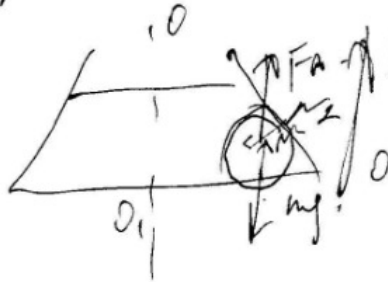
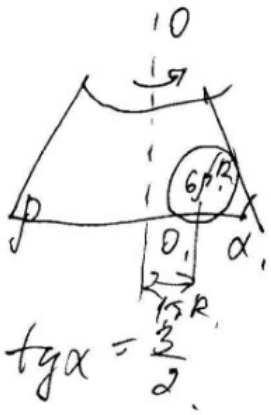
$$H = x_2(t_2) = v_0 t_2 - \frac{gt_2^2}{2} = \frac{v_0 \cdot v_0}{2g} - \frac{g \cdot v_0^2}{2 \cdot 4g^2}$$

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

$\sqrt{2}$

$\cos(\alpha - \beta) = \sin \alpha \sin \beta + \cos \alpha \cos \beta$ $\cos(90 - 30) = 1.0 =$
 20 u.s. $\sin \alpha \cos \beta + \cos \alpha \sin \beta$ 5 u.s.

Brauseum uem. $\Rightarrow N_2 = 0$

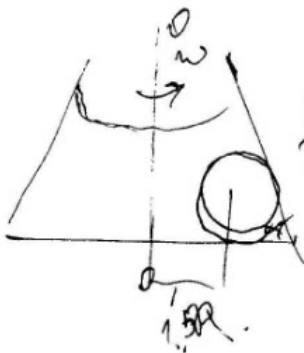


$N_2 = mg -$
 $FA + N = mg$
 $N = mg - FA$

$= \rho_{in} V_{in} g - \rho_{out} V_{out} g = V_{in} g (\rho_{in} - \rho_{out})$
 $= 6\rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 \cdot g - \rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 \cdot g =$
 $= \frac{4}{3}\pi R^3 \cdot g \cdot 5\rho = \frac{20}{3}\pi R^3 \rho g$

Brauseum:

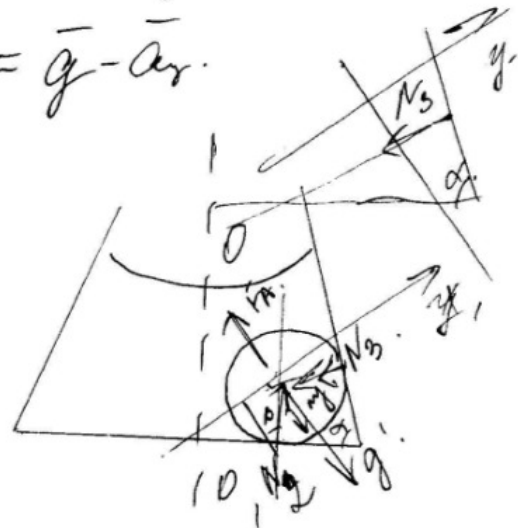
1. legem lemmop apperuntionu
 ualmayum g'



$\cos(90 - 45) = \sin 45$
 $\cos(45 - 30) = \sin 15$
 $\cos(45 - 30) = \sin 15$



$\vec{g}' = \vec{g} - \vec{a}_y$

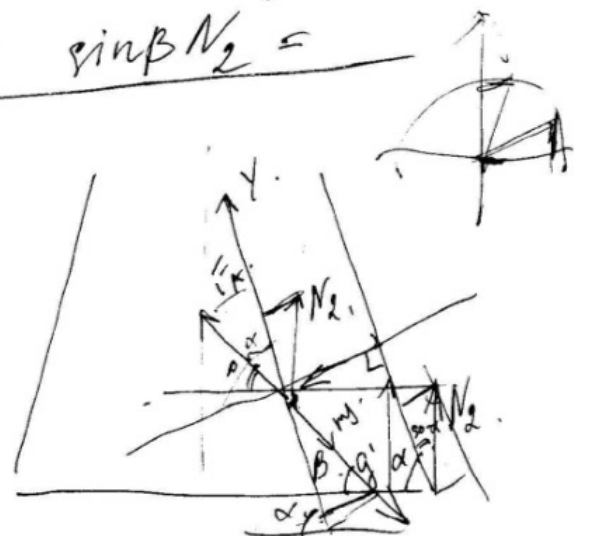
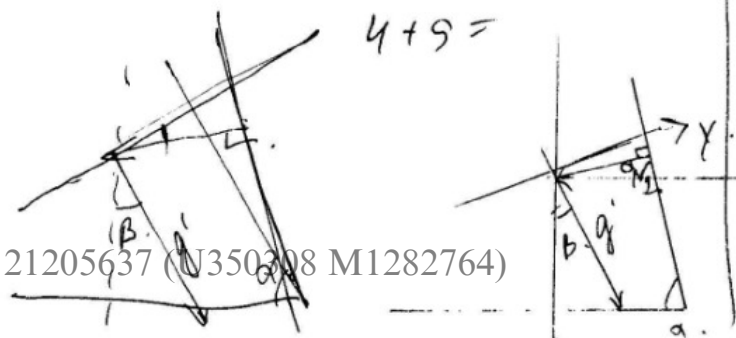


$a_y = \frac{v^2}{R} = \frac{w^2 l^2}{l} = w^2 l$

$v = wl$ $a_y = w^2 \cdot 1.5R$

$0 = \vec{F}_A + m\vec{g}' + \vec{N}_2 + \vec{N}_3$

$\sin \beta N_2 =$



№3.

Упрощение.



①. $p_1 V_1 = \nu R T_1$
 $p_1 V_1 = \frac{m \nu R T_1}{M}$

②. $p_2 V_2 = \frac{m \nu R T_2}{M}$

$3,6 p_1 \cdot \frac{1}{7} V_1 = \frac{m \nu R T_2}{M}$

$\frac{18}{35} p_1 V_1 = \frac{m \nu R T_2}{M}$

$V_1 = 7 V_2$

$V_2 = \frac{1}{7} V_1$

$p_2 = 3,6 p_1$

$p_H (81^\circ \text{C}) = 0,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

$M = 18 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$

$R = 8,31$

б-м.
 $pV = \text{const.}$

$p_1 V_1 = p_2 V_2$

$p_1 \cdot V_1 = 3,6 p_1 \cdot \frac{1}{7} V_1$

$1 = \frac{18}{35}$

$p_1 V_1 = \nu_1 R T_1$

$p_2 V_2 = \nu_2 R T_2$

$\Rightarrow \frac{p_1 V_1}{V_1} = \frac{p_2 V_2}{V_2} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} =$

$\Rightarrow \frac{p_1 V_1}{3,6 p_2 \cdot \frac{1}{7} V_2} = \frac{35}{18} \Rightarrow V_1 = \frac{35}{18} V_2, V_1 > V_2 \Rightarrow$

раствор расширяется, так как концентрация уменьшается.

$p_2 = p_H$

$\frac{p_2 V_2}{V_1} = \frac{p_2 V_2}{V_2} \Rightarrow p_2 = p_H \frac{V_2}{V_1} \cdot \frac{V_1}{V_2} = p_H \cdot \frac{1}{7} \cdot \frac{18}{35} = \frac{18}{7 \cdot 35} =$

$= \frac{0,5 \cdot 10^5 \cdot 18}{7 \cdot 35} = \frac{9 \cdot 10^5}{7 \cdot 35} = 3,67 \cdot 10^3 \text{ Pa}$

②,

81 + 273

$$p_2 V_2 = \frac{m n_2 R T}{M} \Rightarrow m n_2 = \frac{p_2 V_2 M}{R T} = p_2 \cdot \frac{7 \text{ km}^3}{R T} =$$

$$= \frac{3,67 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 7 \cdot 1,7 \cdot 10^9 \text{ m}^3 \cdot 18 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{mole}}}{8,31 \frac{\text{J}}{\text{mole} \cdot \text{K}} \cdot 354 \text{ K}} \approx 0,2672 \cdot 10^{-5} = 267,2 \text{ kg}$$

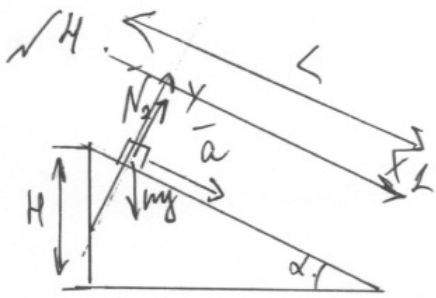
Часть 2

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

Шифр: **21205637**

ID профиля: **350308**

Вариант 2



1) Запишем II ЗМ для прыжка:

$$m\bar{a}_1 = m\bar{g} + \bar{N}_2$$

В направлении оси x_2 :

$$ma_1 = mg \cos(90 - \alpha)$$

$$ma_1 = mg \sin \alpha \Rightarrow a_1 = g \sin \alpha$$

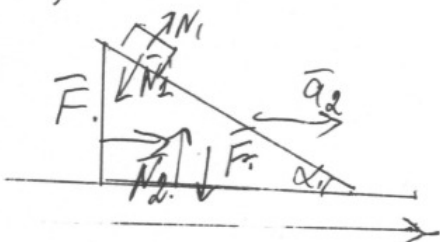
По условию прыж. движение:

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 \Rightarrow \sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha}, \sin \alpha = \frac{4}{5} \Rightarrow a_1 = \frac{4}{5}g$$

Высота прыжка h проекция L , $H = L \sin \alpha \Rightarrow$

$$\Rightarrow L = \frac{H}{\sin \alpha}, \quad L = \frac{a_1 t_1^2}{2} \Rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{2L}{a_1}} = \sqrt{\frac{2 \cdot \frac{H}{\sin \alpha}}{\frac{4}{5}g}} = \frac{5}{4} \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

2)



Запишем I ЗМ для прыжка: $\bar{N}_2' (\bar{N}_1' = -\bar{N}_1)$
 по III ЗМ), $\bar{F}, \bar{F}_T = 2m\bar{g}, \bar{N}_2$ со стороны
 земли, $\bar{F}_T = -\bar{N}_2$

II ЗМ для катка:

$$\left(\begin{aligned} & \text{В направлении } x_2 \text{ на ось } x_2: \\ & 3m\bar{a}_2 = \bar{F} + \bar{N}_2' \quad (\bar{N}_2' = -\bar{F}_T) \\ & 3ma_2 = F - N_2' \sin \alpha \Rightarrow 3ma_2 = mg - mg \cos \alpha \cdot \sin \alpha \Rightarrow \\ & \Rightarrow a_2 = \frac{g(1 - \cos \alpha \cdot \sin \alpha)}{3} = \frac{g(1 - \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5})}{3} = \frac{g}{3} \end{aligned} \right)$$

Сила N_2' и N_1 , N_2 и F_T — взаимные, \Rightarrow
 условие равновесия \Rightarrow

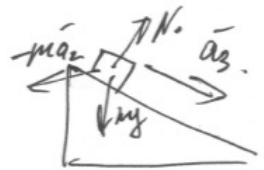
$$3ma_2 = F \Rightarrow 3ma_2 = mg \Rightarrow a_2 = \frac{g}{3}$$

3) Перейдем к координате, II ЗМ для прыжка:

$$m\bar{a}_3 = \bar{F}_T + \bar{N} - m\bar{a}_2 \quad \text{в направлении на ось } x_1;$$

$$ma_3 = mg \sin \alpha - ma_2 \cos \alpha$$

$$a_3 = g \sin \alpha - a_2 \cos \alpha = \frac{4}{5}g - \frac{g}{3} \cdot \frac{3}{5} = \frac{3}{5}g$$



1

$$t_2 = \sqrt{\frac{2H}{a_3}} = \sqrt{\frac{2 \cdot \frac{H}{\sin \alpha}}{\frac{3}{5}g}} = \sqrt{\frac{25 \cdot 2 \cdot H}{4 \cdot 3 \cdot g}} = 5 \sqrt{\frac{H}{6g}}$$

Ответ: $\frac{5}{4} \sqrt{\frac{2H}{g}}; \frac{g}{3}; 5 \sqrt{\frac{H}{6g}}$

√5.

$$p_2 = 0,99 p_1$$

$$V_2 = 1,02 V_1$$

по ур. Менделеева - Клапейрона:

$$\left. \begin{aligned} p_1 V_1 &= \nu R \cdot T_1 \\ p_2 V_2 &= \nu R \cdot T_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{p_2}{p_1} \cdot \frac{V_1}{V_2} =$$

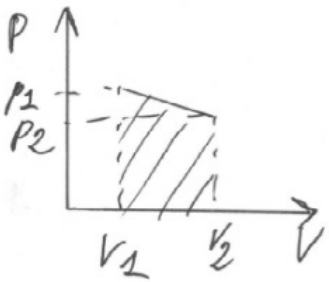
$$= \frac{0,99 p_1}{p_1} \cdot \frac{1,02 V_1}{V_1} = 1,0098 \Rightarrow T_2 = 1,0098 T_1 \Rightarrow$$

Температура увеличивается на 0,98%.

$Q = \Delta U + A' - I_{\text{жл}}$ Термодинамика.

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) = \frac{3}{2} \cdot 0,058 p_1 V_1 = 0,147 p_1 V_1$$

Работа расширения:



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

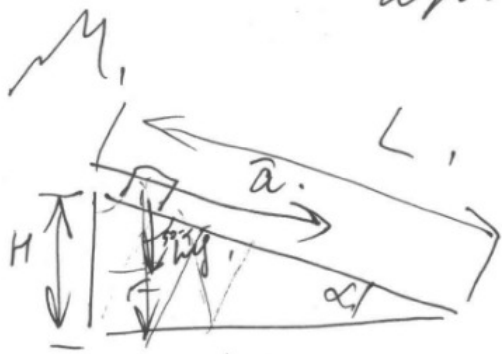
$$Q = (0,147 + 0,0199) p_1 V_1 = 0,1669 p_1 V_1$$

$$\frac{Q}{\Delta U} = \frac{0,1669 p_1 V_1}{0,147 p_1 V_1} = 1,135$$

Ответ: увеличивается на 0,98%; 1,135.

(2)

репулун



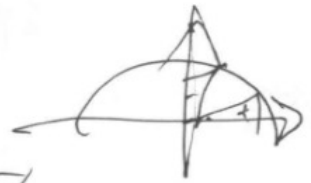
①

II ЗК.

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

$$m\bar{a} = mg \cos(\theta - \alpha)$$

$$a = g \sin \alpha$$



$$H = L \sin \alpha, \quad L = \frac{H}{\sin \alpha}$$

$$L = \frac{at^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2L}{a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot H}{\sin \alpha \cdot g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot H \cdot 25}{16 \cdot g}}$$

$$1 = \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha \Rightarrow \sin^2 \alpha = 1 - \cos^2 \alpha = 1 - \frac{9}{25} = \frac{16}{25}$$

$$\sin \alpha = \frac{4}{5}$$

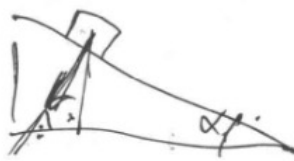
$$= \frac{5}{4} \sqrt{\frac{H}{g}}$$

②.



$$F = mg = 3me$$

$$a = \frac{g}{3}$$



со-клуч.

③.



$$ma_2 = \vec{F}_f + \vec{N} + m\vec{a}$$

$$m a_2 = mg \sin \alpha - m e \cos \alpha$$

$$a_2 = g \sin \alpha - a \cos \alpha =$$

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

$$t = \sqrt{\frac{2L}{a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot H}{\sin \alpha \cdot 3g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 5 \cdot H \cdot 5}{4 \cdot 3 \cdot g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 25 H}{6 \cdot g}} = 5 \sqrt{\frac{H}{6g}}$$

режим.

15.

$$p_2 = 0,95 p_1.$$

$$V_2 = 1,02 V_1.$$

$$p_1 V_1 = \nu R \cdot T_1$$

$$p_2 V_2 = \nu R T_2.$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{p_2}{p_1} \cdot \frac{V_2}{V_1} = \frac{p_2 \cdot 0,95}{p_1} \cdot \frac{1,02 V_1}{V_1} =$$

$$= 1,0058.$$

$T_2 = 1,0058 T_1$
 КПД $\eta = 0,58\%$.

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

$$U_1 = \frac{3}{2} p_1 V_1$$

$$U_2 =$$

②.

$$Q = \Delta U + A.$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) =$$

$$= \frac{3}{2} (0,95 p_1 \cdot 1,02 V_1 - p_1 V_1) =$$

$$= \frac{3}{2} \cdot 0,058 p_1 V_1$$

$$\Delta U =$$



$$Q = e.$$

$$A = \frac{p_1 + p_2}{2} \cdot (V_2 - V_1) =$$

$$= \frac{p_1 + 0,95 p_1}{2} \cdot (0,02 \cdot V_1) =$$

$$= 0,0195 p_1 V_1. \quad Q = (0,147 + 0,0195) p_1 V_1$$

$$= 0,1665 p_1 V_1.$$

21205637 (U350308 M1282765)

$$\frac{Q}{\Delta U} = \frac{0,1665 p_1 V_1}{0,147 p_1 V_1} = 1,135.$$