

Часть 1

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

Шифр: **21205581**

ID профиля: **352837**

Вариант 1

Тестовик

Заг. 1

Дано:

M

1) $t_2 = ?$

2) $v_0 = ?$

3) $S_1 = ?$

Решение:

Время подъема шара:

1) $t_n = \frac{v_0}{g}$

2) $h_{max} = v_0 t_n - \frac{gt_n^2}{2} = \frac{v_0^2}{2} - \frac{gt^2}{2} = \frac{v_0^2}{2g}$

После сброса второго шара:

3) $h_{max} - \frac{gt_2^2}{2} = M = v_0 t_2 - \frac{gt_2^2}{2}$

$\frac{v_0^2}{2g} - \frac{gt_2^2}{2} = v_0 t_2 - \frac{gt_2^2}{2}$

$t_2 = \frac{v_0}{2g}$

Тогда: $M = v_0 \frac{v_0}{2g} - \frac{g \cdot \frac{v_0^2}{4g^2}}{2}$

4) $M = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{v_0^2}{8g} = \frac{3v_0^2}{8g} \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{8Mg}{3}}$

Тогда: $t_2 = \frac{\sqrt{\frac{8Mg}{3}}}{2g} = \sqrt{\frac{8gM}{3 \cdot 4g^2}} = \sqrt{\frac{2M}{3g}}$

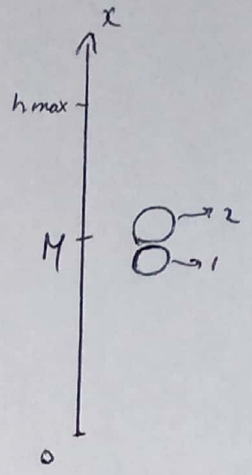
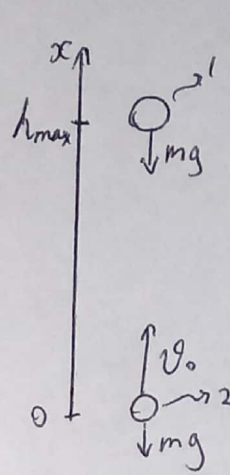
5) $S_1 = h_{max} + (h_{max} - M) = 2h_{max} - M$

$S_1 = 2 \cdot \frac{v_0^2}{2g} - M = 2 \cdot \frac{8Mg}{2 \cdot 3g} - M = \frac{8}{3}M - M = \frac{5}{3}M$

Ответ: 1) $\sqrt{\frac{2}{3} \frac{M}{g}}$

2) $\sqrt{\frac{8}{3} Mg}$

3) $\frac{5}{3}M$



Тестовик

Заг. 3 (какая)

Дано:

$$m_n = 32$$

$$t = 81^\circ\text{C} = 354\text{K}$$

$$3,5V_2 = V_{n1}$$

$$P_2 = 1,8P_1$$

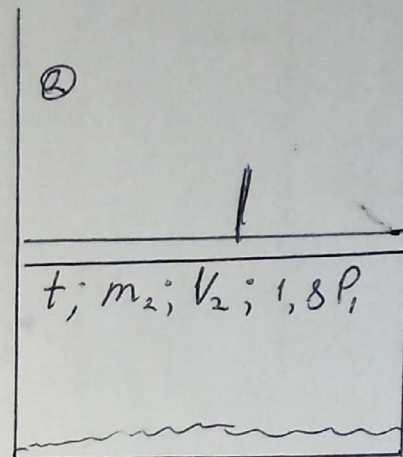
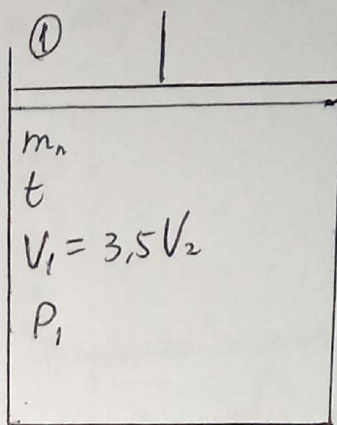
$$P_{н.п.} = 0,5 \cdot 10^5 \text{Па}$$

$$\mu_n = 18 \text{г/моль}$$

1) $P_1 = ?$

2) $V_k = ?$

Решение:



Выясним, произошла ли конденсация пара в процессе сжатия:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{m_n}{\mu} RT = P_1 \cdot 3,5V_2 \\ \frac{m_{n.2}}{\mu} RT = 1,8P_1 V_2 \end{array} \right. :$$

$$\frac{m_n}{m_{n.2}} = \frac{3,5}{1,8} \Rightarrow m_{n.2} = \frac{18}{35} m_n$$

$m_{n.2} < m_n$, \Rightarrow часть пара конденсировалась.

Если произошла конденсация, значит после сжатия в сосуде находится насыщенное пар (его давление = $P_{н.п.} = 0,5 \cdot 10^5 \text{Па}$)

Тогда $P_1 = \frac{P_2}{1,8} = \frac{P_{н.п.}}{1,8}$

1) $P_1 \approx \frac{0,5 \cdot 10^5 \text{Па}}{1,8} \approx 2,8 \cdot 10^4 \text{Па}$

2) П.к. после конденсации объемом воды можно пренебречь;

$$\frac{m_{n.2}}{\mu} RT = P_{н.п.} V_{n.2}$$

$$V_2 = \frac{\frac{18}{35} m_n RT}{P_{н.п.} \mu} = \frac{\frac{18}{35} \cdot 32 \cdot 8,31 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К} \cdot 354 \text{ К}}{0,5 \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot 18 \text{ г/моль}} \approx 0,005 \text{ м}^3$$

(2)

Тестовик

Заг. 3 (окопание)

Ответ: 1) $2,8 \cdot 10^4 \text{ Па}$

2) $0,005 \text{ м}^3$

Условие

Заг. 2

Дано:

ω ;

ρ ; 3ρ

R ; $2R$

$\tan \alpha = 2$

1) N_1 (без вращения) = ?

2) N_2 (с вращ.) = ?

Решение:

1) Б.у. вращения на шар действует

3 силы: $F_{\text{тяж.}} = mg$;

$F_{\text{Арх.}} = \rho_0 V_{\text{ш}} g$ и N_1

П.к. шар покоится, то:

$$\vec{N}_1 + \vec{F}_{\text{Арх.}} = -\vec{F}_{\text{тяж.}}$$

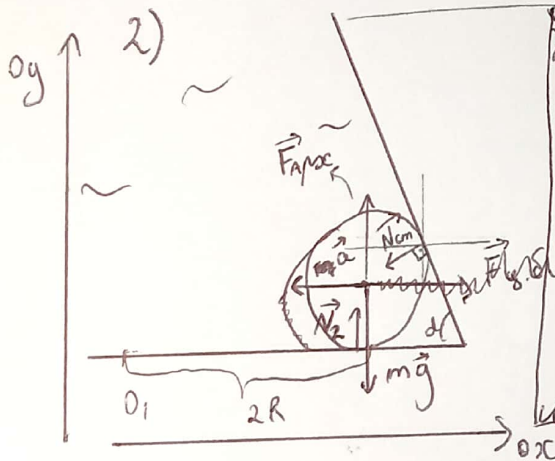
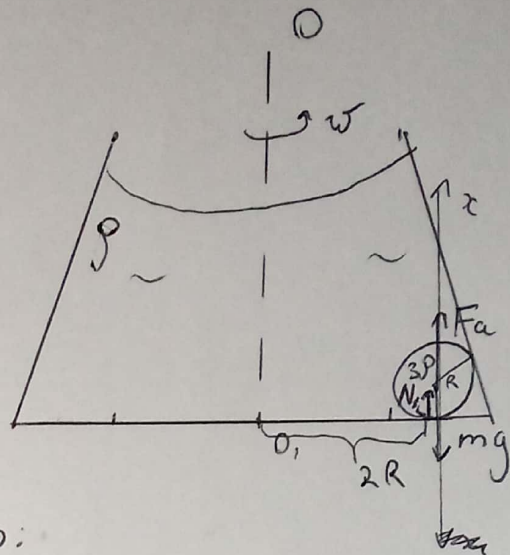
Отх:

$$N_1 = F_{\text{тяж.}} - F_{\text{Арх.}}$$

$$N_1 = mg - \rho V g = 3\rho V g - \rho V g = 2\rho V g$$

$$V_{\text{ш.}} = \frac{4}{3} \pi R^3 \Rightarrow N_1 = \frac{8}{3} \pi R^3 \rho g$$

(с такой же N_1 , которая действует на шар, шар действует на дно (3 Заг. Котом.)



Когда сосуд начинает вращаться, на шар действует еще и центробежная сила $F_{\text{ц.с.}} = m a_{\text{ц.с.}}$. Тогда на шар начинает действовать сила $N_{\text{см}}$, направленная перпендикулярно стене.

П.к. шар вращается вместе с сосудом, то \Rightarrow он движется с центростр. ускорением. Тогда на него начинает действовать $\vec{N}_{\text{см}}$ (перпендикулярно пов. стенки)

$$\vec{N}_{\text{см}} + \vec{N}_2 + m\vec{g} + \vec{F}_A = m\vec{a}_{\text{ц.с.}}$$

Распишем в проекциях на Ox и Oy :

Задача

Заг. 2 (пропагандист)

$$\uparrow \text{Oy: } mg + N_{cm} \cdot \cos(90^\circ - \alpha)$$

$$1) \text{Oy: } mg + N_{cm} \cos \alpha = N_2 + F_{Арх}$$

$$2) \text{Ogx: } ma = N_{cm} \cos(90^\circ - \alpha)$$

$$N_{cm} = \frac{ma}{\sin \alpha} ; a_{ц.с.} = \omega^2 R \Rightarrow N_{cm} = \frac{2m\omega^2 R}{\sin \alpha}$$

→ м.к. центр шара
находится на расст.
 $2R$ от осн

Вернемся к (1):

$$mg + \frac{2m\omega^2 R}{\sin \alpha} \cos \alpha = N_2 + \rho V g$$

$$N_2 = mg + \frac{2m\omega^2 R}{\tan \alpha} - \rho V g$$

$$N_2 = 3\rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 g + \frac{2 \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 \rho \omega^2 R}{\tan \alpha} - \rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 g$$

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

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

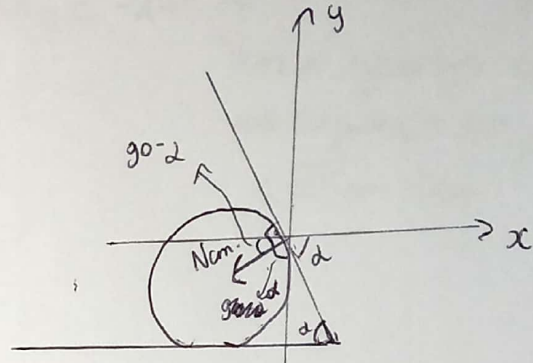
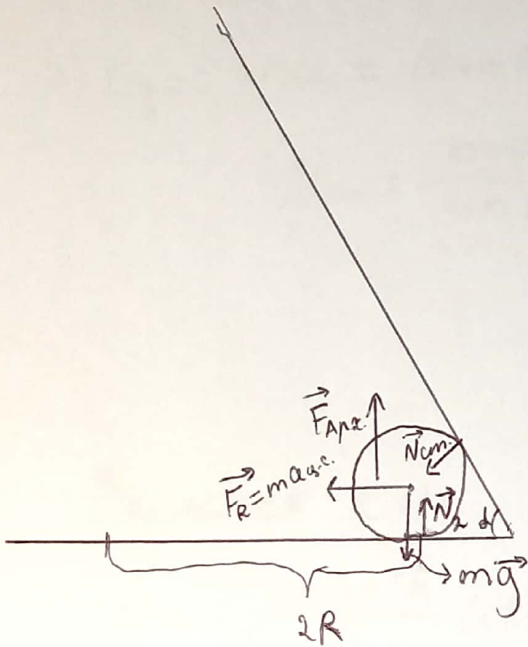
Ответ: 1) $\frac{8}{3}\pi R^3 \rho g$ (N_1)

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

Листовик

Заг. 2 (окончание)

Боле аккуратный рисунок ко второму пункту:



Задача | Упробук

Заг. 1.

Дано:

M

- 1) $t_2 = ?$
- 2) $v_0 = ?$
- 3) $S_1 = ?$

Решение:

Время подъема первого шара:

$$1) t_{\uparrow} = \frac{v_0}{g}$$

$$2) h_{\max} = v_0 t_{\uparrow} - \frac{gt^2}{2} = \frac{v_0^2}{g} - \frac{v_0^2}{2g} = \frac{v_0^2}{2g} M$$

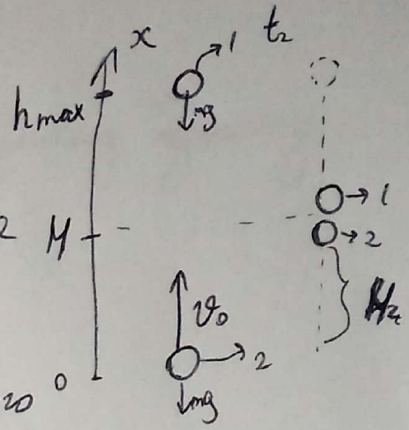
Путь за время спуска второго шара:

мера:

$$h_{\max} - \frac{gt_2^2}{2} = v_0 t_2 - \frac{gt_2^2}{2} \quad | \quad S_2 = v_0 t_2 - \frac{gt_2^2}{2} = M$$

$$\frac{v_0^2}{2g} - \frac{gt_2^2}{2} = v_0 t_2 - \frac{gt_2^2}{2}$$

$$t_2 = \frac{v_0}{2g}$$



$$\frac{1}{2} - \frac{1}{8} = \frac{4}{8}$$

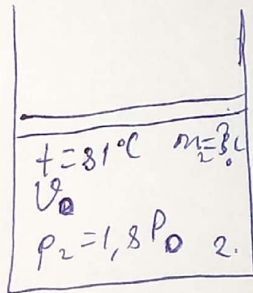
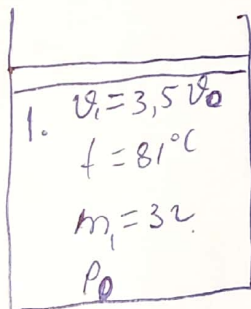
$$\frac{g}{2} t_2^2 - v_0 t_2 + M = 0$$

$$\frac{g}{2} \frac{v_0^2}{4g^2} - v_0 \frac{v_0}{2g} + M = 0$$

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

$$M = \frac{3}{8} \frac{v_0^2}{g} \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{8gM}{3}}$$

3)



$$\mu = 18 \text{ г/моль}$$

$$p_0 = 0.5 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$\frac{m_1}{\mu} R T_1 = p_1 V_1 \quad 2) \quad \frac{m_1}{m_2} = \frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = \frac{p_0 \cdot 3.5 v_0}{v_0 \cdot 1.8 p_0} = \frac{18}{35}$$

раз

$$3) m_2 = \frac{1.8}{3.5} m_1$$

$$\Delta m = \frac{17}{35} m - \text{конденсат}$$

$$\omega^2 R = \frac{v^2}{R} \quad v = \omega R$$

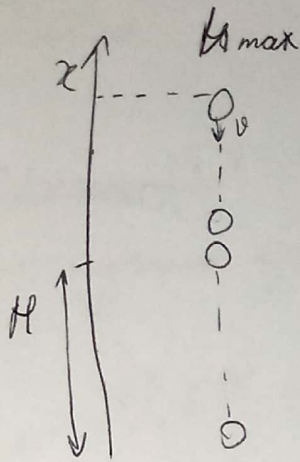
$$\omega = \frac{v}{R} \quad a = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$$

(1)

Задание Век

Дано: H

- 1) $t_2 = ?$
- 2) $v_0 = ?$
- 3) $S_i = ?$



~~h_{max}~~

1) $t_{ног.} = \frac{v_0}{g}$

2) $h_{max} = \frac{v_0^2}{2g}$

3) $h_{max} = \frac{v_0 t_2^2}{2} = v_0 t_2 - \frac{g t_2^2}{2}$

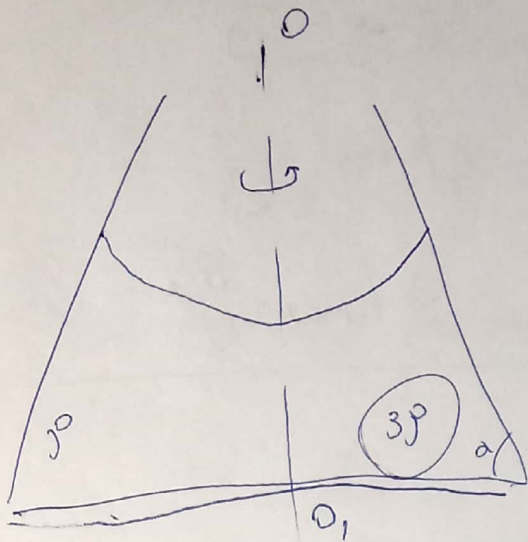
4) $\frac{P_0 \cdot 3,5 V_0}{P_H V_x} = 1$

$P_H V_{oc} = \frac{3,5 P_0 V_0}{P_H}$

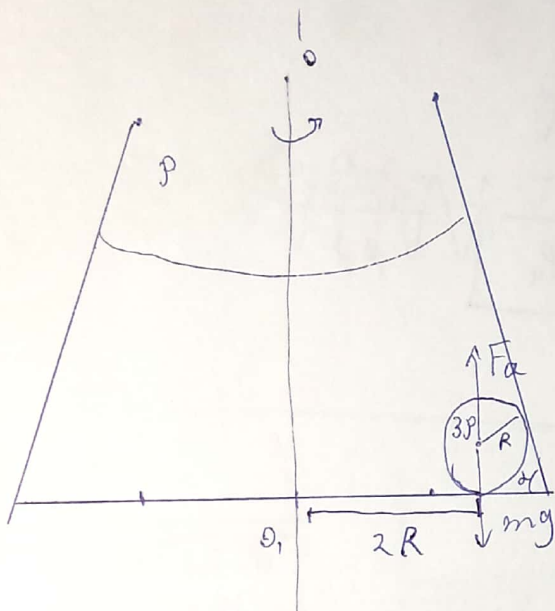
$\frac{m_1}{\mu} RT = P_H \cdot \frac{3,5 P_0 V_0}{P_H}$

$V_{oc} = \frac{m_1 RT}{\mu P_H} \cdot \frac{3,5 P_0 V_0}{P_H}$

5) P_x



Дано: $v; \rho;$



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

$$\tan \alpha = 2$$

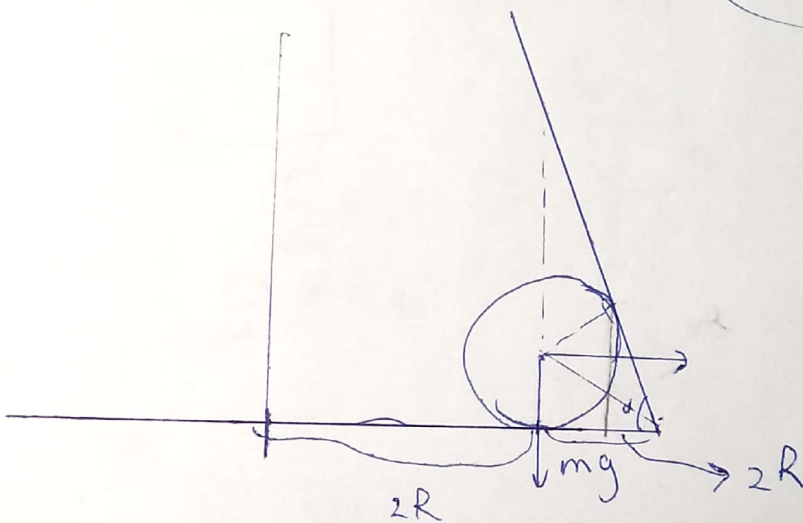
1) Если не груз:

$$N = mg - F_A =$$

$$= 3\rho Vg - \rho Vg = 2\rho Vg =$$

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

2)



$$x^2 + 4x^2 = 4R^2 \Rightarrow x = \frac{2R}{\sqrt{5}}$$

Часть 2

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

Шифр: **21205581**

ID профиля: **352837**

Вариант 1

Тестовик

Заг. 5

Дано:

$$P_2 > P_1 \text{ на } 2\%$$

$$V_2 < V_1 \text{ на } 1\%$$

1) Изменение $T = ?$

2) $\frac{Q_{\text{пол.}}}{A'} = ?$

Решение:

Из дано:

$$P_2 = 1,02 P_1$$

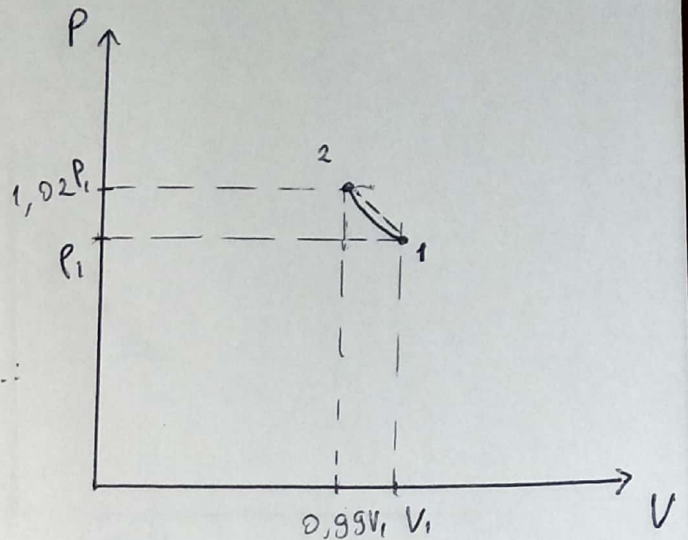
$$V_2 = 0,99 V_1$$

1) По ур. Менг.-Ки:

$$\begin{cases} P_1 V_1 = \nu R T_1 \\ P_2 V_2 = \nu R T_2 \end{cases}$$

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

$$T_2 = 1,0098 T_1 \Rightarrow \text{темп. } T \text{ увеличилась на } \underline{0,98\%}$$



2) П.к. Изменения P и V достаточно малы,

то участок графика 12 на PV диаграмме можно считать прямой. Тогда A' можно найти, как площадь трапеции (при этом, т.к. объем газа уменьшался, то работа была совершена отрицательная:

$$A' = -\frac{1}{2} (P_1 + 1,02 P_1) \cdot (V_1 - 0,99 V_1) = -\frac{1}{2} \cdot 2,02 P_1 \cdot 0,01 V_1 = -0,0101 P_1 V_1$$

$$Q_{\text{пол.}} = A' + \Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T + A' = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) + A' =$$

$$= \frac{3}{2} (1 - 0,99 \cdot 1,02) P_1 V_1 - 0,0101 P_1 V_1 = (0,0147 - 0,0101) P_1 V_1 = 0,0046 P_1 V_1$$

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

Ответ: 1) увеличилась на 0,98%

2) $-\frac{46}{101} \approx -0,455$

Заг. 4 (начало)

Дано:

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

M

$$m; 3m$$

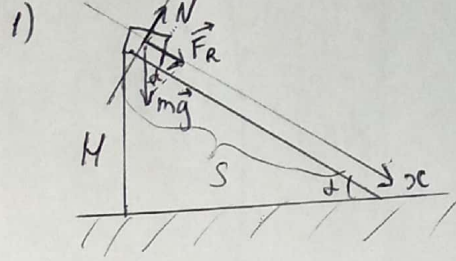
1) $t_{\text{спуск}} = ?$

2) $F = 2mg$

$a_{\text{кш}} = ?$

3) $t_{\text{спуск}} = ?$

Решение:



Если клин неподвижен, то:
На шайбу действует 2 силы:
(По оси силы трения и реакции отсутствуют, => по трению)
и $\vec{F}_{\text{тр.}}$ и \vec{N} .

~~Шайба движется~~ В проекции на Ox :

$$ma = mg \sin \alpha$$

$$a = g \sin \alpha$$

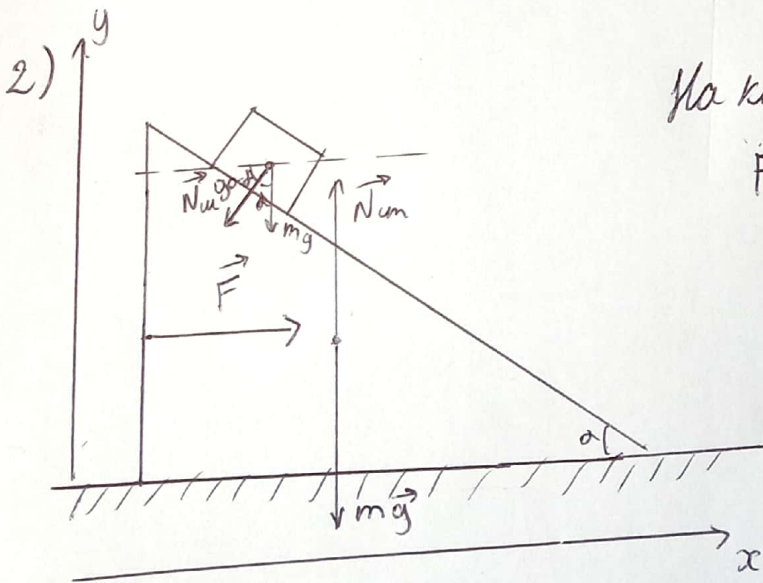
$$S = \frac{M}{g \sin \alpha}$$

$$v_0 t + \frac{at^2}{2} = S$$

$$t_{\text{кр.}} = \sqrt{\frac{2S}{a}} = \sqrt{\frac{2M}{g \sin \alpha \cdot \sin \alpha}} = \frac{1}{\sin \alpha} \sqrt{\frac{2M}{g}}$$

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \sqrt{1 - \frac{16}{25}} = \frac{3}{5}$$

$$t_{\text{кр.}} = \frac{5}{3} \sqrt{\frac{2M}{g}}$$



На клин действуют 4 силы:

F , mg , N со стороны стола и N со стороны шайбы.

Ускорение направлено по оси Ox , тогда запишем проекции:

$$F - N_{\text{ш}} \cos(90 - \alpha) = m a_{\text{кш}}$$

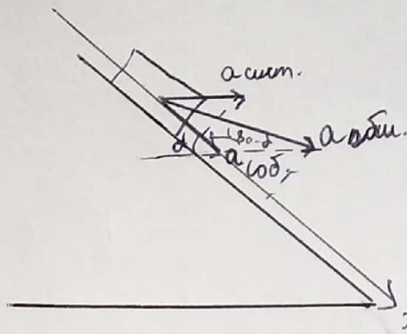
$$a_{\text{кш}} = \frac{F - N_{\text{ш}} \sin \alpha}{m_{\text{кш}}}$$

Тестовик

Заг. 4 (продолжение)

$$a_{\text{кш.}} = \frac{2mg - mg \cos \alpha \sin \alpha}{3m} = \frac{(2 - \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5})g}{3} = \frac{38}{25 \cdot 3} g = \frac{38}{75} g$$

3)



Заметим, что во втором случае у шайбы относительно клина $\frac{38}{75}$ ускорение будет таким же, что и в первом пункте (!). Но добавится также и ускорение клина. Но добавится также и ускорение клина. Но добавится также и ускорение клина.

Тогда $a_{\text{общ. шайбы}}$ можно рассчитать по т. косинусов:

$$a = \sqrt{a_{\text{общ.}}^2 + a_{\text{кш.}}^2 + 2 a_{\text{общ.}} a_{\text{кш.}} \cos(180 - \alpha)}$$

$$a = \sqrt{g^2 \sin^2 \alpha + \left(\frac{38}{75}g\right)^2 + 2 \cdot g^2 \cdot \sin^2 \alpha \cdot \frac{38}{75} \cdot \cos \alpha} =$$

$$= \sqrt{g^2 \left(\frac{9}{25} + \frac{1444}{5625} + 2 \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5} \right)} = g \sqrt{\frac{9}{25} + \frac{1444}{5625} + \frac{24}{25}} =$$

$$= g \sqrt{\frac{33}{25} + \frac{1444}{5625}} = \left(g \sqrt{\frac{3465 + 1444}{5625}} = \frac{9}{75} \sqrt{4909} \right) =$$

$$= g \sqrt{\frac{7425 + 1444}{5625}} = \frac{9}{75} \sqrt{8869}$$

Проекция ускорения на Ox : $a_{\text{общ. шайбы}} \cos \alpha + a_{\text{кш.}} \cos \alpha = a_{\text{общ.}} \cos \alpha + a_{\text{кш.}} \cos \alpha$

$$a_x = g \sin \alpha + \frac{38}{75} g \cos \alpha = g \left(\frac{3}{5} + \frac{38}{75} \cdot \frac{4}{5} \right) = g \left(\frac{3}{5} + \frac{125}{375} \right) = \frac{350}{375} g =$$

$$= \frac{14}{15} g$$

Тогда: $L = \frac{at_{\text{н.}}^2}{2} \Rightarrow t_{\text{н.}} = \sqrt{\frac{2L}{a}} = \sqrt{\frac{2M}{\sin \alpha \cdot \frac{14}{15}g}} = \sqrt{\frac{30M}{8 \cdot 14g}} =$

$$= \sqrt{\frac{50M}{14g}}$$

Ответ: 1) $\frac{5}{3} \sqrt{\frac{2M}{g}}$
2) $\frac{38}{75} g$

3) $\sqrt{\frac{50M}{14g}}$

Термодинамика

55.

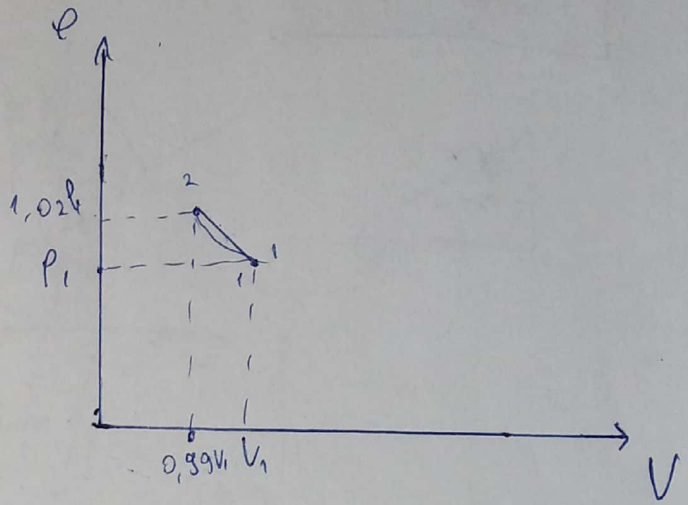
Дано: $i = 3$

~~$P_2 = 2P_1$~~ $P_2 = 1,02P_1$

$\Delta V = 1\%$ ~~$V_2 = 0,99V_1$~~

$\Delta T = ?$

$\frac{\Delta Q}{A}$



$$P_1 V_1 = \nu R T_1$$

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

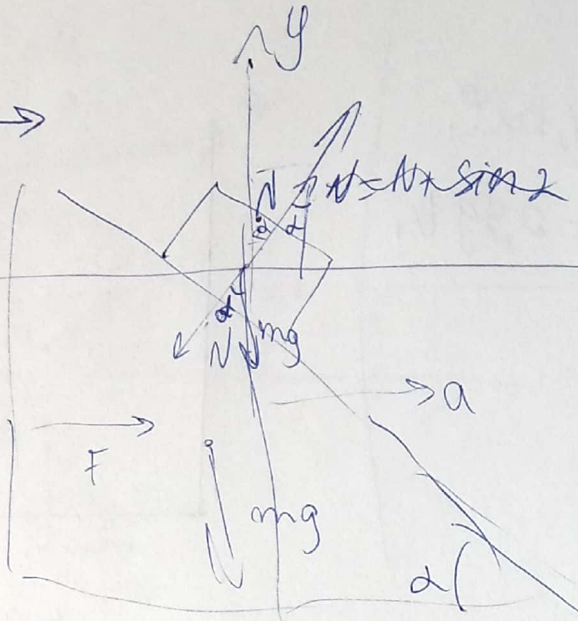
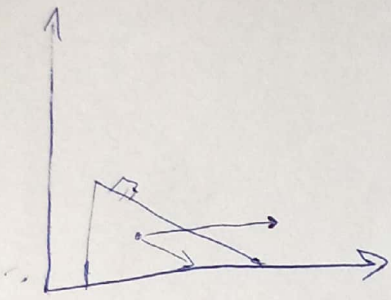
$$\frac{T_1}{T_2} =$$

$$-A' = Q_T \Delta U$$

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

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

$$\eta = \frac{Q_{\text{out}}}{Q_{\text{in}}} = \frac{Q - \Delta U}{Q} = 1 - \frac{\Delta U}{Q}$$

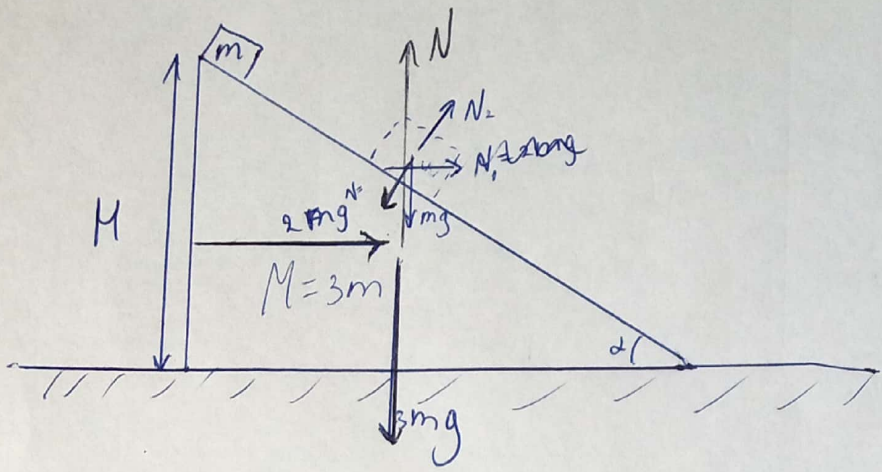


$$N \sin \alpha = mg \cos \alpha$$

$$a_{rel} = a_{acc} + \frac{N \sin \alpha}{m}$$

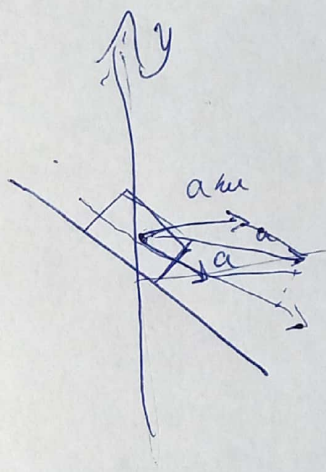
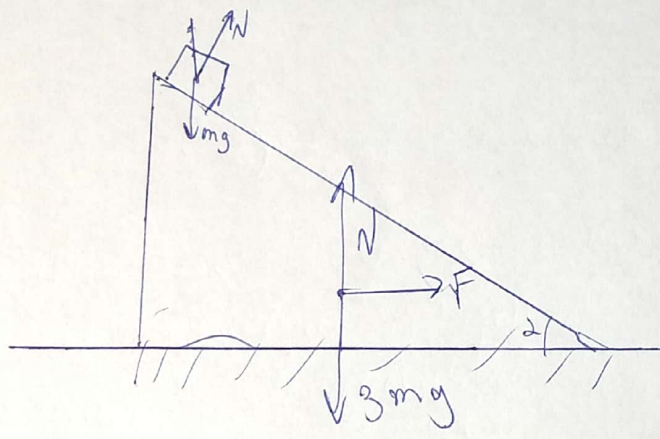
$$r = a_{acc} + \frac{mg \cos \alpha \sin \alpha}{m}$$

$$mg - N \sin \alpha$$



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

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



$$2 - \frac{12}{25} = \frac{38}{25}$$

$$\begin{array}{r} 350 \quad 70 \quad 14 \\ \hline 3 \quad 75 \quad 75 \quad 15 \end{array}$$

$$90 - \frac{1}{2} \alpha + 90 - \alpha = 180 - \alpha$$