

Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Вариант 10-02

Класс 10

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вл

1. Гайку бросают с вышки со скоростью $V_0 = 10$ м/с под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. В полете гайка все время приближалась к горизонтальной поверхности Земли и упала на нее со скоростью $2V_0$.

1) Найти вертикальную компоненту скорости гайки при падении на Землю.

2) Найти время полета гайки.

3) С какой высоты была брошена гайка?

Ускорение свободного падения принять $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха не учитывать.

2. Человеку, упирающемуся в ящик ногами, надо передвинуть ящик из состояния покоя по горизонтальному полу на расстояние S к стене (см. рис.). Массы человека и ящика равны соответственно m и $M = 2m$. Натянутые части каната, не соприкасающиеся с блоком, горизонтальны. Массами каната, блока и трением в оси блока можно пренебречь. Коэффициент трения между ящиком и полом μ .



1) С какой силой ящик с человеком давят на пол при движении ящика?

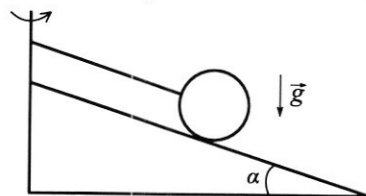
2) С какой минимальной постоянной силой надо тянуть человеку канат, чтобы осуществить задуманное?

3) За какое время человек осуществит задуманное, приложив постоянную силу F ($F > F_0$) к канату?

3. Однородный шар массой m и радиусом R находится на гладкой поверхности клина, наклоненной под углом α к горизонту (см. рис.). Шар удерживается нитью длиной L , привязанной к вертикальной оси, проходящей через вершину клина. Нить параллельна поверхности клина.

1) Найти силу давления шара на клин, если система покоится.

2) Найти силу давления шара на клин, если система вращается с угловой скоростью ω вокруг вертикальной оси, проходящей через вершину клина, а шар не отрывается от клина.

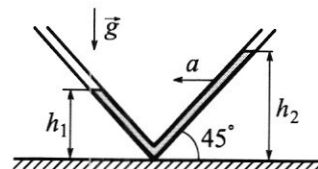


4. Трубка, изогнутая под прямым углом, расположена в вертикальной плоскости и заполнена маслом (см. рис.). Угол $\alpha = 45^\circ$. При равноускоренном движении трубки в горизонтальном направлении с ускорением $a = 4$ м/с² уровень масла в одном из колен трубки устанавливается на высоте $h_1 = 10$ см.

1) На какой высоте h_2 установится уровень масла в другом колене?

2) С какой скоростью V будет двигаться жидкость в трубке относительно трубки после того как трубка внезапно станет двигаться равномерно (ускорение «исчезнет») и когда уровни масла будут находиться на одинаковой высоте?

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Действие сил трения пренебрежимо мало.



5. В цилиндрическом сосуде под поршнем находится насыщенный водяной пар при температуре 27°C и давлении $P = 3,55 \cdot 10^3$ Па. В медленном изотермическом процессе уменьшения объема пар начинает конденсироваться, превращаясь в воду.

1) Найти отношение плотности пара к плотности воды в условиях опыта.

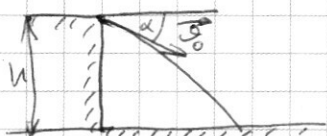
2) Найти отношение объема пара к объему воды к моменту, когда объем пара уменьшится в $\gamma = 5,6$ раза.

Плотность и молярная масса воды $\rho = 1$ г/см³, $\mu = 18$ г/моль.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 1

П.р. известно, что в полёте гайка всё время приближается к горизонтальной поверхности земли, но её траекторию можно изобразить так:



1) Горизонтальная составляющая скорости сохраняется: $v_x = \text{const} = v_0 \cos \alpha$.

Вертикальную же найдем, раскинув скорость по Т. Пифагора:

$$v^2 = v_x^2 + v_y^2$$

v в момент падения гайки на землю, по условию, $v = 2v_0$; $v_y = \sqrt{4v_0^2 - v_0^2 \cos^2 \alpha} = v_0 \sqrt{4 - \cos^2 \alpha}$.

$$\boxed{v_y = v_0 \sqrt{4 - \cos^2 \alpha}}; v_y = 5\sqrt{3} \text{ м/с} \approx 18,3 \text{ м/с}$$

2) Запишем закон ~~уменьшения скорости~~ ~~уменьшения~~ гайки в проекции на Oy :

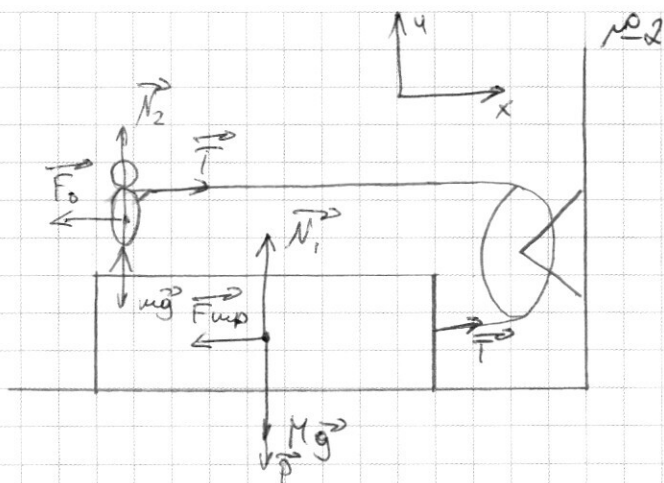
$v_0 \sin \alpha + gt_1 = v_y$, где v_y — y -овая составляющая скорости гайки в момент t , падения её на землю.

Отсюда: $\boxed{t_1 = \frac{v_y - v_0 \sin \alpha}{g}}; t_1 \approx 1,33 \text{ с}$

3) ЗСЭ:

$$\frac{2m_2 g h}{2} + \frac{m_2 v_0^2}{2} = \frac{m_2 (2v_0)^2}{2}$$

Отсюда, $\boxed{h = \frac{3v_0^2}{2g}} = 15 \text{ м.}$ Ответ: 1) $v_y = 18,3 \text{ м/с}$; 2) $t_1 = 1,33 \text{ с}$; 3) 15 м.



1) $F_x = N_1$ (по 3-му закону Ньютона);

2-й закон Ньютона:

Ищем:

$$\vec{N}_1 + \vec{F}_{\text{уп}} + \vec{T} + M\vec{g} + \vec{P} = 0 \quad (1)$$

Проекции на Oy :

$$N_1 = Mg + P = F_x;$$

По 3-му закону Ньютона, $P = N_2$.

2-й закон Ньютона для человека:

$$\vec{N}_2 + \vec{T} + \vec{F}_0 + m\vec{g} = 0 \quad (2)$$

$$Oy: N_2 = mg$$

Собирая всё воедино, $F_x = Mg + mg = 3mg$.

$$\boxed{F_x = 3mg}$$

2) Проецируем уравнения (1) и (2) на оси x и y .

Ищем:

$$Ox: T = F_{\text{уп}}$$

$$Oy: N_1 = Mg + P$$

Человек:

$$Ox: T = F_0$$

$$Oy: N_2 = mg$$

Из полученных уравнений находим: $\boxed{F_0 = 3mg}$

3) Если $F > F_0$, то система приобретёт ускорение a .

Тогда образом 2-й закон Ньютона примет вид:

$$\text{Ищем: } \vec{P} + \vec{F}_{\text{уп}} + \vec{T} + \vec{N}_1 + M\vec{g} = \vec{a}M \quad (3)$$

$$\text{Человек: } \vec{F} + \vec{T} + \vec{N}_2 + m\vec{g} = \vec{a}m \quad (4)$$

Проецируем уравнения (3) и (4) на оси x и y :

$$\text{Ищем: } Ox: T - aM = F_{\text{уп}}$$

$$Oy: N_1 = Mg + P$$

$$\text{Человек: } Ox: F - am = T$$

$$Oy: N_2 = mg$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

По-прежнему, по 3-му закону Ньютона $P = N_2$.

Из законных уравнений получаем:

$$F = 3m(a + \mu g) \Rightarrow a = \frac{F - 3\mu mg}{3m}$$

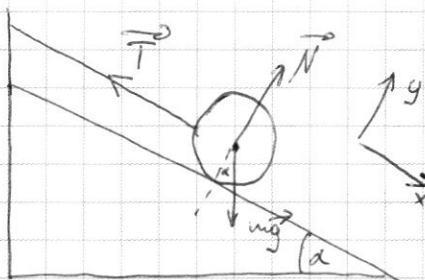
Брусок будет двигаться равноускоренно:

$$S = \frac{at^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2S}{a}} = \sqrt{\frac{6Sm}{F - 3\mu mg}}$$

Итак,

$$t = \sqrt{\frac{6Sm}{F - 3\mu mg}}$$

Ответ: 1) $F_x = 3\mu mg$; 2) $F_0 = 3\mu mg$; 3) $t = \sqrt{\frac{6Sm}{F - 3\mu mg}}$



1) Запишем 2-й закон Ньютона для шара: $\vec{T} + \vec{N} + m\vec{g} = 0$ (1)

Спроецируем (1) на оси x и y

$$O_x: mg \sin \alpha = T$$

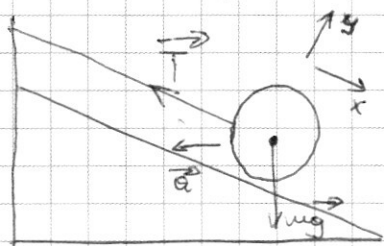
$$O_y: mg \cos \alpha = N$$

По 3-му з-му Ньютона, $F_{g1} = N$.

$$\text{Поэтому, } F_{g1} = mg \cos \alpha$$

2) Вообще, возможна два варианта развития событий: а) Иловая скорость v достаточно большая, чтобы ~~шар~~ шарик оторвался от поверхности клина.

б) Шарик не соприкасается со поверхностью талана.
 Угол, мерный α):



2-й 3-й Ньютона:

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

Проекции:

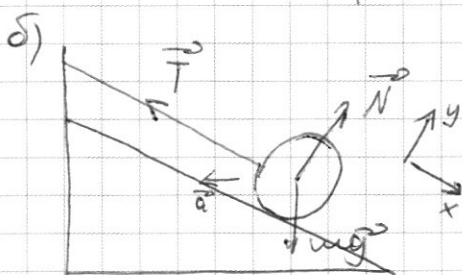
$$Ox: mg \sin \alpha - T = + am \cos \alpha$$

$$Oy: +mg \cos \alpha = + am \sin \alpha$$

Проекции, $a = \omega^2 r$; $r = (L+R) \cos \alpha$

$$a = \frac{g \cos \alpha}{\sin \alpha} = \omega^2 (L+R) \cos \alpha$$

Т.е. при $\omega \geq \sqrt{\frac{g}{\sin \alpha (L+R)}}$ $F_g = 0$, т.е. шар отрывается.



2-й 3-й Ньютона:

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

Проекции:

$$Ox: -T + mg \sin \alpha = - am \cos \alpha$$

$$Oy: N - mg \cos \alpha = - am \sin \alpha$$

Из уравнений найдем: $N = mg \cos \alpha - am \sin \alpha$;

по 3-му 3-му Ньютона, $F_g = N$, т.е. $F_g = m(g \cos \alpha - a \sin \alpha)$.

$$a = \omega^2 r; r = (L+R) \cos \alpha$$

$$F_g = m(g \cos \alpha - (L+R) \cos \alpha \sin \alpha \omega^2) = m \cos \alpha (g - (L+R) \sin \alpha \omega^2)$$

Ответ: 1) $F_g = mg \cos \alpha$; 2) $F_g = 0$ $\left[\omega \geq \sqrt{\frac{g}{\sin \alpha (L+R)}} \right]$;

$$F_g = m \cos \alpha (g - \sin \alpha \omega^2 (L+R)) \left[\omega < \sqrt{\frac{g}{\sin \alpha (L+R)}} \right]$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 5

1) Уравнение Менделеева-Клапейрона:

$$pV_0 = \frac{m_0}{\mu} RT_0$$

$$\text{Отсюда, } \rho_n = \frac{m_0}{V_0} = \frac{p\mu}{RT_0} = \frac{3,55 \cdot 10^3 \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 3 \cdot 10^2} = 2,6 \text{ кг/м}^3$$

$$\text{Ил.е. } \boxed{\frac{\rho_n}{\rho_{\text{в}}} = \frac{2,6}{1000}}$$

2) Уравнение Менделеева-Клапейрона:

$$pV_0 = \nu_0 RT_0$$

$$pV_1 = \nu_1 RT_0$$

$$\frac{V_0}{V_1} = \frac{\nu_0}{\nu_1} = \gamma; \nu_0 = \frac{m_0}{\mu}; \nu_1 = \frac{m_0 - m_{\text{в}}}{\mu}, \text{ где } m_0 - \text{масса пара в начале, } m_{\text{в}} - \text{масса воды}$$

$$\frac{m_0}{m_0 - m_{\text{в}}} = \gamma$$

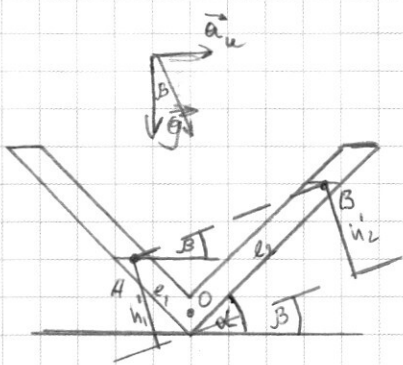
$$m_0 = \gamma m_0 - \gamma m_{\text{в}}$$

$$\gamma m_{\text{в}} = m_0 (\gamma - 1)$$

$$\frac{m_0}{m_{\text{в}}} = \frac{\gamma}{\gamma - 1}$$

$$\frac{V_n}{V_{\text{в}}} = \frac{\frac{m_0}{\rho_n}}{\frac{m_{\text{в}}}{\rho_{\text{в}}}} = \frac{m_0 \rho_{\text{в}}}{\rho_n m_{\text{в}}} = \frac{\gamma}{\gamma - 1} \cdot \frac{\rho_{\text{в}}}{\rho_n} = \frac{5,6 \cdot 1000}{4,6 \cdot 2,6} = \boxed{\frac{1400}{3}}$$

$$\text{Ответ: } 1) \frac{2,6}{10000}; 2) \frac{V_n}{V_{\text{в}}} = \frac{1400}{3}$$



Реш

- 1) a_u — ускорение, как приобретаем массу за счет силы инерции. Если ориентировать ось u так, что AB будет горизонтальной, то мы, что высоты точек A и B будут одинаковы: $h_1' = h_2'$

$$OA = l_1; OB = l_2 \text{ (см. рис.)}$$

$$\text{Тогда тогда } \tan \beta = \frac{a}{g}$$

$$\rho g h_1' = \rho g h_2'$$

$$h_1' = l_1 \sin(\alpha + \beta)$$

$$h_2' = l_2 \sin(\alpha - \beta)$$

$$\text{Тогда } l_1 = \frac{h_1}{\sin \alpha}; l_2 = \frac{h_2}{\sin \alpha} \text{ (см. рис. из условия)}$$

$$h_1 \sin(\alpha + \beta) = h_2 \sin(\alpha - \beta)$$

$$h_2 = h_1 \frac{\sin(\alpha + \beta)}{\sin(\alpha - \beta)} = h_1 \frac{\sin \alpha \cos \beta + \sin \beta \cos \alpha}{\sin \alpha \cos \beta - \sin \beta \cos \alpha}$$

$$\text{Разделим числитель и знаменатель на } \cos \beta$$

$$h_2 = h_1 \frac{\sin \alpha + \tan \beta \cos \alpha}{\sin \alpha - \tan \beta \cos \alpha} = h_1 \frac{\sin \alpha + \cos \alpha \frac{a}{g}}{\sin \alpha - \cos \alpha \frac{a}{g}}$$

$$h_2 = 0,1 \cdot \frac{1 + 0,4}{1 - 0,4} \approx 0,23 \text{ м}$$

2) ЗСЭ:

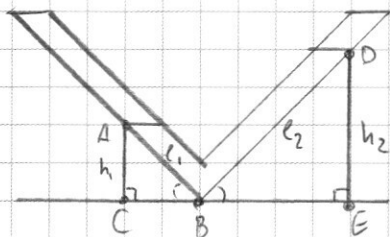
$$\frac{m_{\text{пр}} g h_2}{2} + \frac{m_{\text{л}} g h_1}{2} = \frac{m_0 g h_x}{2} + \frac{m_0 v_x^2}{2} \quad (1) \text{ где } m_{\text{пр}} - \text{масса}$$

воды в правом плече, $m_{\text{л}}$ — в левом, m_0 — масса всей воды, h_x — уровень воды, как установившийся в обоих плечах ~~масса~~ в состоянии равновесия.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{h_1 S}{\sin \alpha} + \frac{h_2 S}{\sin \alpha} = \frac{2 h_x S}{\sin \alpha} \quad (\text{объемы } \text{масла} \text{ не меняются})$$

$$h_x = \frac{h_1 + h_2}{2}$$



$$\triangle ABC \sim \triangle BOE \quad (2)$$

Из подобия:

$$\frac{\ell_1}{\ell_2} = \frac{h_1}{h_2}; \quad \frac{m_{up}}{m_0} = \frac{m_{up}}{m_{up} + m_l};$$

$$m_{up} = \rho S \ell_2; \quad m_l = \rho S \ell_1 \Rightarrow \frac{m_{up}}{m_l} = \frac{\ell_1}{\ell_2} = \frac{h_1}{h_2}$$

$$m_{up} = m_l \frac{h_1}{h_2} \quad (3)$$

$$m_0 = \frac{m_{up}}{\frac{h_1}{h_2}} = m_l \frac{h_1}{h_2} \cdot \frac{h_2}{h_1} = m_l$$

$$m_0 = m_l \left(1 + \frac{h_1}{h_2}\right) \quad (2)$$

Подставим (3) в (2) в (1)

$$\frac{m_l \frac{h_1}{h_2} g h_2}{2} + \frac{m_l g h_1}{2} = \frac{m_l \left(1 + \frac{h_1}{h_2}\right) g \frac{h_1 + h_2}{2}}{2} + \frac{m_l \left(1 + \frac{h_1}{h_2}\right) v_x^2}{2}$$

$$\frac{2 h_1 h_2 g}{2 h_2} = \frac{g (h_1 + h_2)^2}{2 h_2} + \frac{2 v_x^2 (h_1 + h_2)^2}{2 h_2}$$

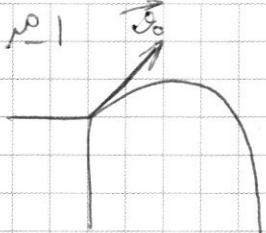
$$v_x = \sqrt{\frac{(h_1 h_2 g - g (h_1 + h_2)^2)}{2 (h_1 + h_2)}} = \sqrt{\frac{g (h_1 - h_2)^2}{2 (h_1 + h_2)}}$$

$$= \sqrt{\frac{10 \cdot (0.25 - 0.1)^2}{2 \cdot (0.1 + 0.25)}}$$

$$\approx 0.5 \text{ м/с}$$

Ответ: 1) $h_x \approx 0,23 \text{ м}$; 2) $V = 0,5 \text{ м/с}$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1. 

$$x = v_0 \cos \alpha t$$

$$y = h + v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

1.1. $v_x^2 + v_y^2 = (2v_0)^2$; $v_x = v_0 \cos \alpha$

$$v_y^2 = 4v_0^2 - v_0^2 \cos^2 \alpha$$

$$v_y = v_0 \sqrt{4 - \cos^2 \alpha} = 10 \sqrt{4 - \frac{1}{4}} = \frac{10\sqrt{13}}{2} = 5\sqrt{13}$$

1.2. $v_x = v_0 \cos \alpha$

$$v_y = \sqrt{(2v_0)^2 - v_x^2}$$

Рисунок в масштабе t, величина «применительно».

$$x = v_0 \cos \alpha t$$

$$0 = h - v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

3.3. 1.3.

$$\frac{2mgh + \frac{mv_0^2}{2}}{2} = \frac{m(2v_0)^2}{2}$$

$$2gh + v_0^2 = 4v_0^2$$

$$2gh = 3v_0^2$$

$$h = \frac{3v_0^2}{2g}$$

1.2.

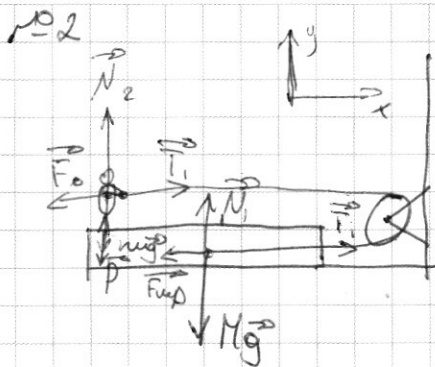
$$v_0 \sin \alpha + gt_1 = v_y$$

$$t_1 = \frac{v_y - v_0 \sin \alpha}{g} = \frac{18,3 - 10 \cdot \frac{1}{2}}{10} = 1,33 \text{ c}$$

$$h = \frac{3 \cdot 10^2}{2 \cdot 10} = 15 \text{ м}$$

$$h = v_0 \sin \alpha t_1 + \frac{gt_1^2}{2} = 10 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,3 + \frac{10 \cdot (1,3)^2}{2} = 6,65 + 8,5 = 15,15$$

$$- \frac{40}{4} + \frac{40}{4} = 15$$



$$N_2 = mg$$

$$2.1) F_x = (M+m)g = 3mg$$

Крайний случай: лезть движется с пост. скоростью
2-ой закон Ньютона:

$$\vec{P} + \vec{F}_{fr} + \vec{T}_1 + \vec{N}_1 + M\vec{g} = 0$$

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

$$O_y: Mg + P = N_1$$

$$O_x: F_{fr} = T_1$$

$$O_y: N_2 = mg$$

$$O_x: F_0 = T_1$$

Итак, $F_0 = T_1 = F_{fr} = \mu N_1 = \mu (Mg + P)$. По 3-ему закону Ньютона,

$$P = N_2$$

$$2.2) \text{ И.е. } F_0 = \mu (Mg + mg) = \mu \cdot 3mg$$

2.3) Если $F_0 < F$, то система будет двигаться с ускорением a . И.е. 2-ой закон Ньютона примет вид:

$$\vec{P} + \vec{F}_{fr} + \vec{T}_1 + \vec{N}_1 + M\vec{g} = \vec{a} \cdot M$$

$$\vec{F} + \vec{T}_1 + \vec{N}_2 + m\vec{g} = \vec{a} \cdot m$$

$$O_x: -F_{fr} + T_1 = a \cdot M$$

$$O_x: -F + T_1 = -a \cdot m$$

$$O_y: P + Mg = N_1$$

$$O_y: mg = N_2 = P \text{ (3-й з.к.)}$$

Из записанных уравнений:

$$F = T_1 + a \cdot m = a \cdot m + a \cdot M + F_{fr} = 3a \cdot m + \mu M_1 = 3a \cdot m + \mu (Mg + mg) = 3a \cdot m + 3\mu mg$$

$$\text{Отсюда } a = \frac{F - 3\mu mg}{3m}$$

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

$$= \sqrt{\frac{6Sm}{F - 3\mu mg}}$$

$$F = -a \cdot m + a \cdot M + \mu \cdot (Mg + mg)$$

$$F = 3\mu mg - a \cdot 3m$$

$$F = a \cdot m + a \cdot M + \mu (Mg + mg) = 3a \cdot m + 3\mu mg$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

реш
Из условия:

$$\frac{\ell_1}{\ell_2} = \frac{h_1}{h_2}; \quad \frac{m_{np}}{m_0} = \frac{m_{np}}{m_1 + m_{np}}; \quad m_{np} = \rho S \ell_1; m_1 = \rho S \ell_2 \Rightarrow \frac{m_{np}}{m_1} = \frac{\ell_1}{\ell_2} =$$

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{m_{np}}{m_1} \Rightarrow m_{np} = \frac{h_1}{h_2} m_1 \quad m_0 = m_1 \left(\frac{h_1}{h_2} + 1 \right); \quad h_1 = \frac{h_1 + h_2}{2}$$

$$\frac{m_1 \frac{h_1}{h_2} g h_1}{2} + \frac{m_1 g h_2}{2} = \frac{m_1 \left(\frac{h_1}{h_2} + 1 \right) g \frac{h_1 + h_2}{2}}{2} + \frac{m_1 \left(\frac{h_1}{h_2} + 1 \right) g^2}{2}$$

$$\frac{h_1^2 g}{h_2} + g h_2 = \left(\frac{h_1}{h_2} + 1 \right) g \frac{(h_1 + h_2)}{2} + \left(\frac{h_1}{h_2} + 1 \right) g^2$$

$$g^2 = \frac{\frac{h_1^2 g}{h_2} + g h_2 - \frac{g(h_1 + h_2)^2}{2}}{h_1 + h_2} = \frac{g \left(h_1^2 + h_2^2 - h_1^2 - 2h_1 h_2 - h_2^2 \right)}{h_1 + h_2}$$

$$\begin{array}{r} 68 \\ 3 \\ \hline 544 \\ 8 \\ \hline 699 \\ 9 \\ \hline 621 \end{array}$$

$$= \frac{g \left(\frac{h_1^2}{2} - h_1 h_2 + \frac{h_2^2}{2} \right)}{h_1 + h_2} = \frac{g (h_1 - h_2)^2}{2 (h_1 + h_2)}$$

$$\begin{array}{r} 500 \overline{) 33} \\ 33 \overline{) 15,1} \\ \hline 170 \\ 165 \\ \hline 50 \end{array}$$

$$g = (h_1 - h_2) \sqrt{\frac{g}{2(h_1 + h_2)}} = 0,13 \sqrt{\frac{10}{2 \cdot 0,33}} \approx 0,51 \text{ м/с}$$

$$\begin{array}{r} 60 \sqrt{15,15} = 3,8 \\ 79 \\ \hline 615 \\ 544 \\ \hline 71 \end{array}$$

$$\cos \frac{h_1}{\ell_1} = \sin(\alpha + \beta)$$

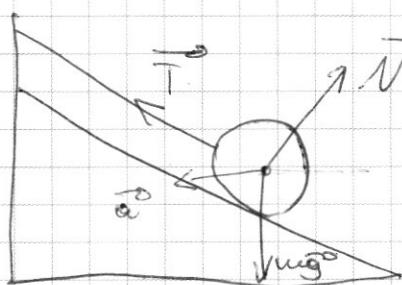
$$\frac{h_1}{\ell_1} = \sin \alpha$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 0,13 \\ \hline 3,9 \\ + 117 \\ \hline 39 \\ \hline 0,507 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 8 \\ \sqrt{3,8} \\ 3,8 \\ \hline 304 \\ 114 \\ \hline 14,44 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 3,9 \\ \hline 39 \\ + 351 \\ \hline 117 \\ \hline 15,21 \end{array}$$

№ 3.2 Теперь рассмотрим случай, когда шар не скатывается от клина.



$$F_g = N \text{ (по 3 з. К.)}$$

или з. К:

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

$$O_x: -a - T \cos \alpha + N \sin \alpha = -am$$

$$O_y: N \cos \alpha + T \sin \alpha = mg$$

из уравнений:

$$T = \frac{N \sin \alpha + am}{\cos \alpha} = \frac{mg - N \cos \alpha}{\sin \alpha}$$

$$N \sin^2 \alpha + am \sin \alpha = mg \cos \alpha - N \cos^2 \alpha$$

$$F_g = N = mg \cos \alpha + am \sin \alpha$$

$$F_g = mg \cos \alpha - am \sin \alpha$$

$$\frac{h_1}{l_1} \sin \alpha = \frac{h_1}{l_1}$$

$$l_1 = \frac{h_1}{\sin \alpha}$$

$$\frac{h_1 S}{\sin \alpha} + \frac{h_2 S}{\sin \alpha} = \frac{2 h_1 S}{\sin \alpha}$$

$$\frac{r}{L+R} = \cos \alpha$$

r

0,33

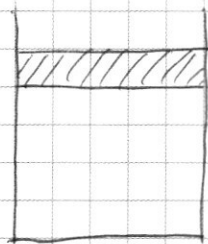
$$(0,3)^2 = 0,09$$

$$\begin{array}{r} 1090660 \\ 1320,25 \\ \hline 3700 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,169 \\ \hline 0,66 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5:



$$PV_0 = \nu R T_0; \nu_1 = \frac{m_1}{\mu}$$

$$PV_1 = \nu_2 R T_0; \nu_2 = \frac{m_2}{\mu}$$

$$\frac{V_0}{V_1} = \frac{\frac{m_1}{\mu}}{\frac{m_2}{\mu}} \Rightarrow \frac{m_1 V_0}{V_1 \mu} = \frac{V_0}{V_1}$$

$$\frac{V_0}{V_1} = \frac{\nu_1}{\nu_2} = 5,6$$

$$\nu_1 = \frac{m_n}{\mu}; \nu_2 = \frac{m_n - m_g}{\mu}$$

$$\frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{m_n}{m_n - m_g} = 5,6$$

$$m_n = 5,6 m_n - 5,6 m_g$$

$$5,6 m_g = 4,6 m_n$$

$$\frac{m_n}{m_g} = \frac{5,6}{4,6} = \frac{2,8}{2,3}$$

$$\nu_n = \frac{m_n}{\mu}; \nu_g = \frac{m_g}{\mu}$$

$$\frac{\nu_n}{\nu_g} = \frac{m_n \mu_g}{\mu_n m_g} = \frac{2,8}{2,3}$$

$$26 \quad | \quad 10000$$

$$\frac{2,8 \cdot 5000}{2,3 \cdot 1,3} = \frac{14}{3} \quad 2,8 \cdot 5 = 14$$

$$140 \overline{) 23} \quad \frac{14}{3}$$

$$\begin{array}{r} 64 \\ \times 3,55 \\ \hline 18 \\ 2840 \\ 355 \\ \hline 63,90 \end{array}$$

$$\frac{63,9}{3} \quad | \quad \frac{3}{21,3}$$

$$\begin{array}{r} 21,308,31 \\ 1662 \overline{) 2,56} \\ 4680 \\ \hline 4155 \\ 5250 \end{array}$$

$$P = \frac{m_1}{V_0} \cdot \frac{R T_0}{\mu}$$

$$\rho_n = \frac{P \mu}{R T_0} = \frac{3550 \cdot 0,018}{8,31 \cdot 300} = 0,026 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

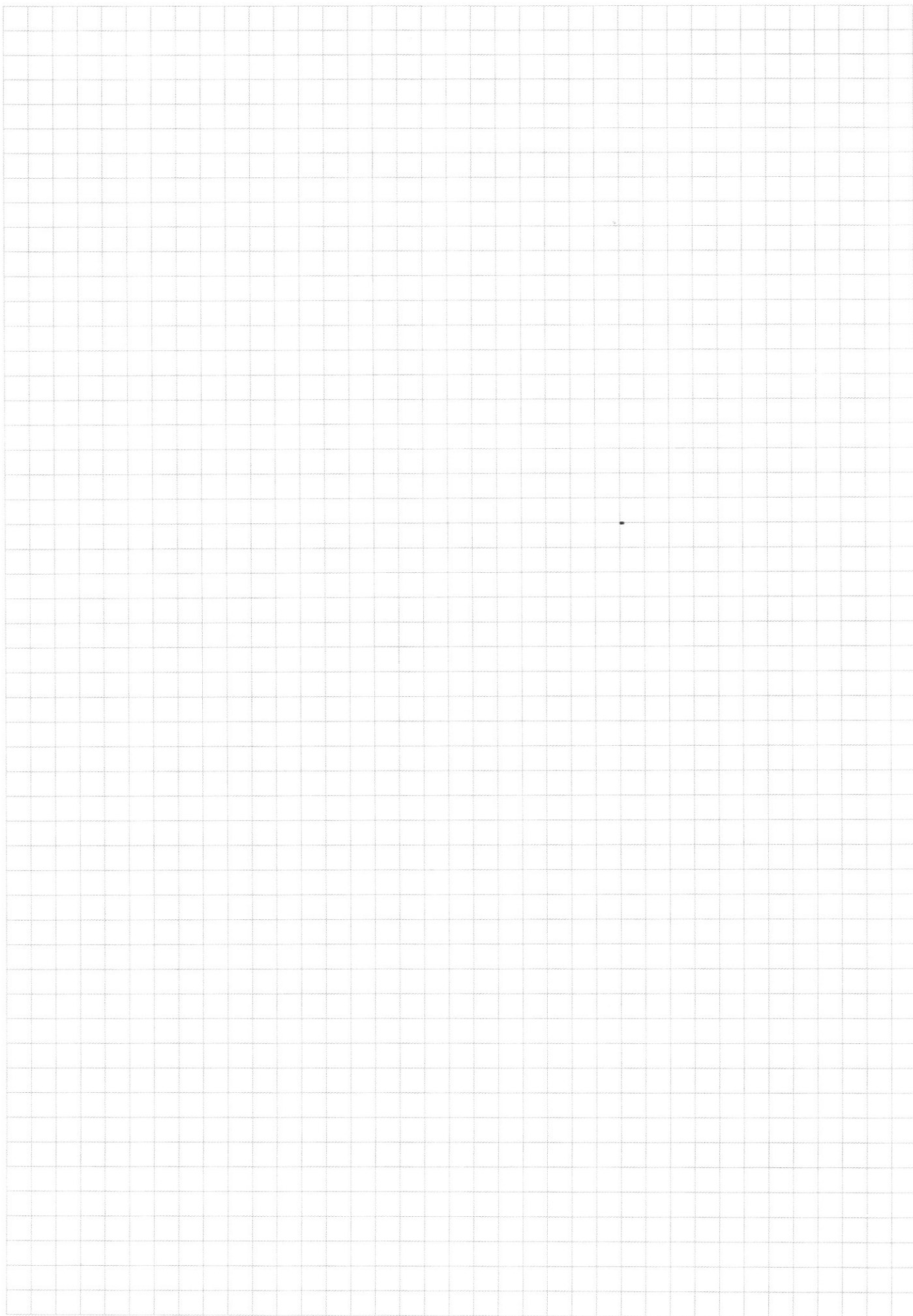
$$\frac{P_n}{P_g} = \frac{0,026}{1000} \quad \mu \cdot \mu = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2}$$

$$27 + 273 = 300$$

$$\begin{array}{r} 35500 \overline{) 831} \quad 5600 - 210,7 = 5389 \\ 3324 \quad 427,2 \\ \hline 2260 \\ 1662 \\ \hline 5980 \\ 5817 \\ \hline 1630 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 251 \\ \times 427,2 \\ \hline 00148 \\ 34176 \\ 4272 \\ \hline 76896 \end{array}$$

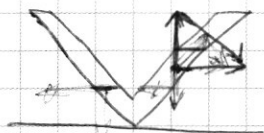
$$\begin{array}{r} 76896 \overline{) 13} \\ 6 \\ \hline 16 \\ 15 \\ \hline 18 \\ 18 \\ \hline 0 \\ 9 \\ 9 \end{array}$$



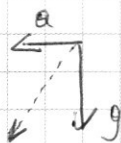
☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

104



$$\cos \alpha = a$$



$$l_1 = \frac{h_1}{\sin \alpha}$$

$$l_2 = \frac{h_2}{\sin \alpha}$$

$$\rho g a h = \dots$$

$$g' = \sqrt{84} = 2\sqrt{21} \text{ м/с}^2$$

$$\frac{\rho g a h S}{\sin \alpha} = \dots$$

$$\frac{g a h}{\sin \alpha} = l \sin \alpha$$

$$l \sin \alpha = \frac{a h}{\sin \alpha} \Rightarrow l = \frac{a h}{\sin^2 \alpha}$$

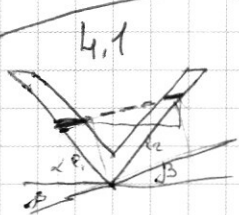
$$\frac{g a h}{\sin \alpha} = \frac{a h \sin \alpha}{\sin^2 \alpha}$$

$$\frac{g}{\sin \alpha} = \frac{a}{\sin^2 \alpha}$$

$$\begin{array}{r} 14 \overline{) 6} \\ 12 \\ \hline 20 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 60 \overline{) 14} \\ 36 \\ \hline 40 \\ 28 \\ \hline 120 \\ 112 \\ \hline 80 \\ 70 \\ \hline 100 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 14 \overline{) 96} \\ 12 \\ \hline 2,333 \end{array}$$



$$\tan \beta = \frac{a}{g}$$

$$\dots$$

$$\sin(\alpha + \beta) l_1 = \sin(\alpha + \beta) l_2$$

$$l_1 \sin \alpha \cos \beta = l_2 \sin \beta \cos \alpha$$

$$l_1 = \frac{h_1}{\sin \alpha}; l_2 = \frac{h_2}{\sin \alpha}$$

$$\frac{h_1 \sin(\alpha + \beta)}{\sin \alpha} = \frac{h_2 \sin(\alpha + \beta)}{\sin \alpha}$$

$$h_2 = \frac{h_1 (\sin \alpha \cos \beta + \sin \beta \cos \alpha)}{\sin \alpha \cos \beta + \sin \beta \cos \alpha} \quad | : \cos \beta$$

$$h_2 = h_1 \frac{\sin \alpha + \cos \alpha \tan \beta}{\sin \alpha + \cos \alpha \tan \beta}; \tan \beta = \frac{a}{g}$$

$$h_2 = h_1 \frac{\sin \alpha + \cos \alpha \cdot \frac{a}{g}}{\sin \alpha + \cos \alpha \cdot \frac{a}{g}} = 0,1 \frac{1 + \frac{2}{5}}{1 - \frac{2}{5}} = \dots$$

$$= 0,1 \cdot \frac{1,4}{0,6} \approx 0,23 \text{ м}$$

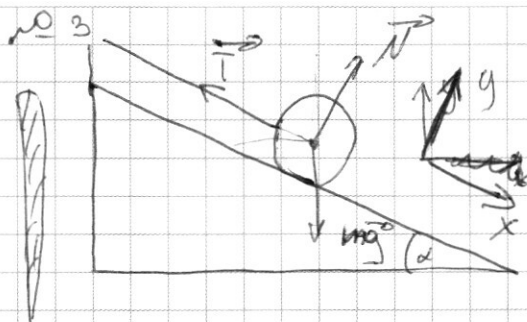
~~Важно:~~

4.2 ~~важно~~ когда происходит увеличение, то уровень в правый и левый каналы выравнивается.

ЗСЭ:

$$\frac{m_p g h_1}{2} + \frac{m_u g h_2}{2} = \dots$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



2-й закон Ньютона:
 $\vec{T} + \vec{N} + m\vec{g} = 0$
 $O_x: T \cos \alpha = N \sin \alpha$

(1) $-T + mg \sin \alpha = 0$

$O_y: T \sin \alpha + N \cos \alpha = mg$ (2) $N = mg \cos \alpha$

По 3-ему закону Ньютона,

① $F_x = N$; (3)

Из уравнений (1), (2) и (3) получаем:

$T = \frac{N \sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{mg \cos \alpha \sin \alpha}{\sin \alpha} = mg \cos \alpha$

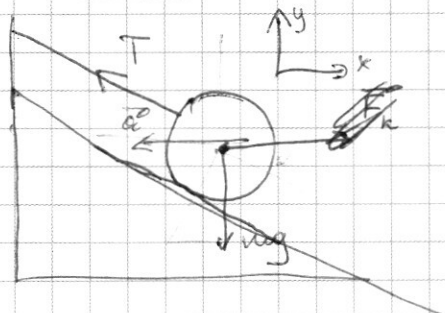
$am \cos \alpha = T - mg \sin \alpha$

$a = \frac{g \cos \alpha}{\sin \alpha}$

① $\frac{T \sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{mg - T \cos \alpha}{\sin \alpha}$

$T \sin \alpha \sin \alpha = mg \cos \alpha - T \cos \alpha \sin \alpha$

3.1) $(F_x = mg \cos \alpha)$



Рассмотрим шарик, при котором ω достаточно велика, чтобы шар сдвинулся от нуля.

$\vec{T} + \vec{N} + m\vec{g} = m\vec{a}$
 $O_x: T \cos \alpha + mg \sin \alpha = am [a = \omega^2 R]$

$O_y: T \sin \alpha = mg$

$\frac{mg \cos \alpha}{\sin \alpha} = \omega^2 R$

3.2 $T \text{ при } \omega \geq \sqrt{\frac{g \cos \alpha}{\sin \alpha R}}$

$F_g = 0$, т.е. шарик сдвигается.