

Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 10

Вариант 10-02

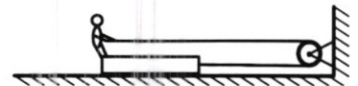
Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вло

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?

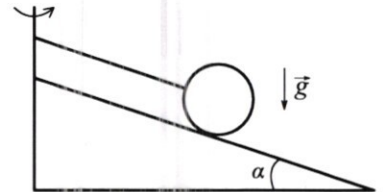
Ускорение свободного падения принять $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха не учитывать.

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.

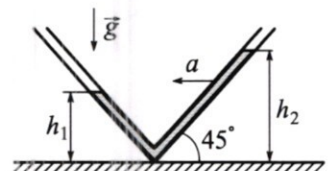


- 1) Найти силу давления шара на клин, если система покоится.
- 2) Найти силу давления шара на клин, если система вращается с угловой скоростью ω вокруг вертикальной оси, проходящей через вершину клина, а шар не отрывается от клина.

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

Дано:

$$v_0 = 20 \text{ м/с}$$

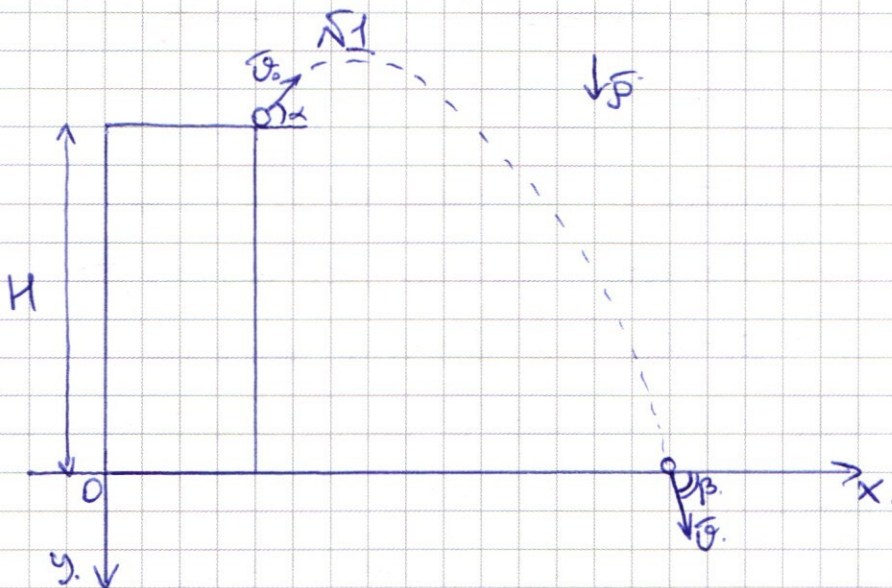
$$\alpha = 30^\circ$$

$$v = 2v_0$$

$$v_y - ?$$

$$t_n - ?$$

$$H - ?$$



1) по II закону Ньютона для точки

$$OX: v_0 \cos \alpha = v \cos \beta \quad (\text{т.к. по оси } OX' \text{ ускорения нет})$$

$$v_0 \cos \alpha = 2v_0 \cos \beta \Rightarrow \cos \alpha = 2 \cos \beta \Rightarrow \cos \beta = \frac{\cos \alpha}{2}$$

$$OY: H = -v_0 \sin \alpha t_n + \frac{gt_n^2}{2}$$

$$OY: 2v_0 \sin \beta = -v_0 \sin \alpha + gt_n \Rightarrow t_n = \frac{v_0}{g} (2 \sin \beta + \sin \alpha) =$$

$$= \frac{v_0}{g} (2\sqrt{1 - \cos^2 \beta} + \sin \alpha) = \frac{v_0}{g} (2\sqrt{1 - \frac{\cos^2 \alpha}{4}} + \sin \alpha) = \frac{v_0}{g} (\sqrt{4 - \cos^2 \alpha} + \sin \alpha) =$$

$$= \boxed{\frac{v_0}{g} (\sqrt{\sin^2 \alpha + 3} + \sin \alpha)} = \frac{v_0}{g} (\sqrt{3 + \frac{1}{4}} + \frac{1}{2}) = \frac{\sqrt{13}}{2} + \frac{1}{2} = \frac{\sqrt{13} + 1}{2} \approx 2,3 \text{ (сек.)}$$

$$2) v_y = v \sin \beta = 2v_0 \sin \beta = gt_n - v_0 \sin \alpha = v_0 (\sqrt{\sin^2 \alpha + 3} + \sin \alpha) - v_0 \sin \alpha =$$

$$= \boxed{v_0 \sqrt{\sin^2 \alpha + 3}} = 20 \sqrt{\frac{13}{4}} = 5\sqrt{13} \approx 18 \text{ (м/с)}$$

$$3) H = \frac{gt_n^2}{2} - v_0 \sin \alpha t_n = \frac{v_0^2}{2g} (\sqrt{\sin^2 \alpha + 3} + \sin \alpha)^2 - \frac{v_0^2 \sin \alpha}{g} (\sqrt{\sin^2 \alpha + 3} + \sin \alpha) =$$

$$= 5t_n^2 - 5t_n = 5t_n(t_n - 1) \approx 15 \text{ (м)}. \quad \text{Ответ: } v_y \approx 18 \text{ м/с}, t_n \approx 2,3 \text{ сек}, H \approx 15 \text{ м.}$$

Дано:

S

m

$M=2m$

μ

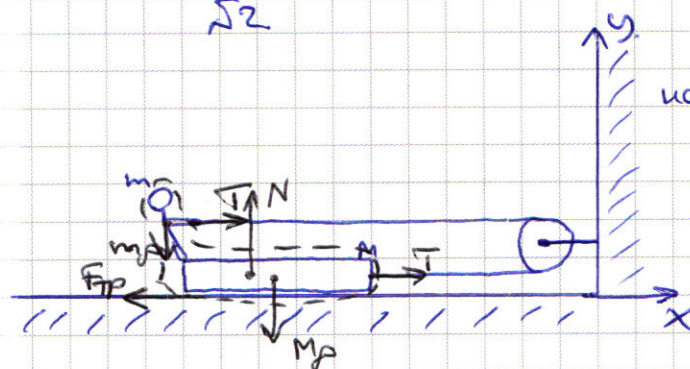
F

$F' - ?$

$F_0 - ?$

$t - ?$

№2



1) Рассмотрим систему "теленок-ящик".

по II закону Ньютона для системы "22"

$0x: 2T = F_{тр}$ (т.к. вначале ускорения по $0x$ нет,

т.к нас спрашивают о минимальной силе, которую нужно приложить).

$0y: N = m\gamma + M\gamma = (m+M)\gamma = 3m\gamma.$

2) По закону Кулона-Омариона:

$F_{тр} = \mu N = \mu(m+M)\gamma.$

3) $2T = F_{тр} = \mu(m+M)\gamma \Rightarrow T = \frac{(m+M)\mu\gamma}{2} = \frac{3}{2}\mu m\gamma.$

4) по III закону Ньютона: $T = F_0 \Rightarrow F_0 = \frac{3}{2}m\gamma.$

5) по IV закону Ньютона: $F' = N \Rightarrow F' = 3m\gamma$

6) по II закону Ньютона для "22" при ускорении:

$0x: (M+m)a = 2T - \mu(M+m)\gamma.$

$a = \frac{2T - \mu(M+m)\gamma}{M+m} = \frac{2F_0 - \mu(M+m)\gamma}{M+m} = \frac{3\mu m\gamma - \mu(3m)\gamma}{3m} = \frac{3\mu m\gamma - 3\mu m\gamma}{3m} = 0$

$= \frac{2F - 3\mu m\gamma}{3m}$

7) $0x: S = \frac{at^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2S}{a}} = \sqrt{\frac{6Sm}{2F - 3\mu m\gamma}}.$

Ответ: $F' = 3m\gamma, F_0 = \frac{3}{2}m\gamma, t = \sqrt{\frac{6Sm}{2F - 3\mu m\gamma}}.$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано:

m

R

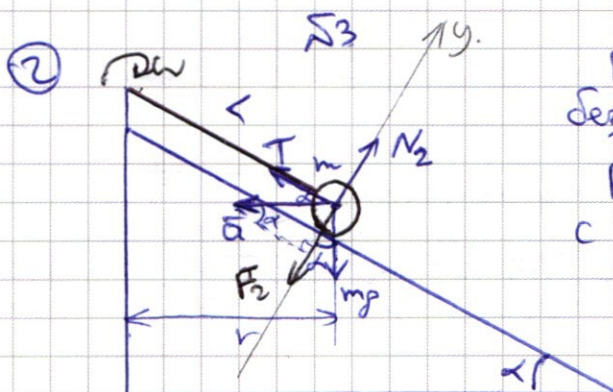
α

L

ω

$F_1 - ?$

$F_2 - ?$



F_1 - сила равнения шара без ускорения

F_2 - сила равнения шара с ускорением

1) По Σ закону Ньютона для шара вкратце

$$\text{ОУ: } N_1 = mg \cos \alpha$$

2) По Σ закону Ньютона: $F_1 = N_1 = \boxed{mg \cos \alpha}$

3) По Σ закону Ньютона для шара с вращением:

$$\text{ОУ: } mg \sin \alpha = mg \cos \alpha - N_2$$

$$N_2 = m(g \cos \alpha - a_{\text{ш}} \sin \alpha)$$

$$4) a_{\text{ш}} = \omega^2 r$$

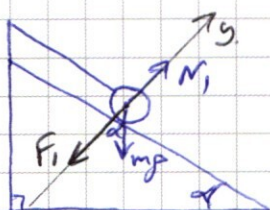
$$r = (R + L) \cos \alpha$$

$$a_{\text{ш}} = \omega^2 (R + L) \cos \alpha$$

$$5) N_2 = m(g \cos \alpha - \omega^2 (R + L) \cos \alpha \sin \alpha) = \boxed{m \cos \alpha (g - \omega^2 (R + L) \sin \alpha)}$$

6) По Σ закону Ньютона: $F_2 = N_2 = m \cos \alpha (g - \omega^2 (R + L) \sin \alpha)$

①



Ответ: $F_1 = mg \cos \alpha$, $F_2 = m \cos \alpha (g - \omega^2 (R + L) \sin \alpha)$

Дано:

$$t = 27^\circ\text{C}$$

$$p = 3,55 \cdot 10^3 \text{ Pa}$$

$$\gamma = 5,6$$

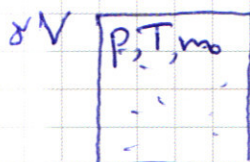
$$\rho_g = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$M_g = 18 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$$

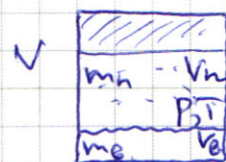
$$\frac{p_n}{p_g} = ?$$

$$\frac{V_n}{V_g} = ?$$

①



②



$$V = V_n + V_e$$

$$m_0 = m_n + m_e$$

1) По закону Менделеева-Клапейрона для ①:

$$p = \frac{p_n}{M} RT \text{ (пар насыщен)} \Rightarrow p_n = \frac{pM}{RT}$$

$$\frac{p_n}{p_g} = \frac{pM}{p_g RT} = \frac{3,55 \cdot 10^3 \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{1000 \cdot 8,31 \cdot 300} = \frac{3,55 \cdot 18}{831 \cdot 3} \cdot 10^{-5} = \frac{710}{2472} \cdot 10^{-5} \approx 2,8 \cdot 10^{-6}$$

2) По закону Менделеева-Клапейрона для

$$\text{①: } \gamma p V = \frac{m_0}{M} RT$$

$$\text{②: } p V_n = \frac{m_n}{M} RT \text{ (т.к. при сжатии (испарении) насыщ. пар его давление не изм.)}$$

$$3) \text{ ①} \div \text{②} \quad \gamma = \frac{m_0}{m_n} \cdot \frac{V_n}{V_0}$$

$$4) \gamma p V = \frac{m_0}{M} RT \Rightarrow m_0 = \frac{\gamma p V M}{RT} = \frac{\gamma p M}{RT} (V_n + V_e)$$

$$p V_n = \frac{m_n}{M} RT \Rightarrow m_n = \frac{p V_n M}{RT}$$

$$5) \begin{cases} m_0 = m_n + m_e \\ m_0 = \frac{\gamma p M}{RT} (V_n + V_e) \\ m_n = \frac{p V_n M}{RT} \end{cases}$$

$$\text{Итак, } m_e + \frac{p V_n M}{RT} = \frac{\gamma p M}{RT} (V_n + V_e)$$

$$6) m_e = \rho_g V_e$$

$$7) \rho_g V_e + \frac{p V_n M}{RT} = \frac{\gamma p M}{RT} (V_n + V_e) \quad | \cdot RT$$

$$\rho_g V_e RT - \gamma p M V_e = \gamma p M V_n - p V_n M$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

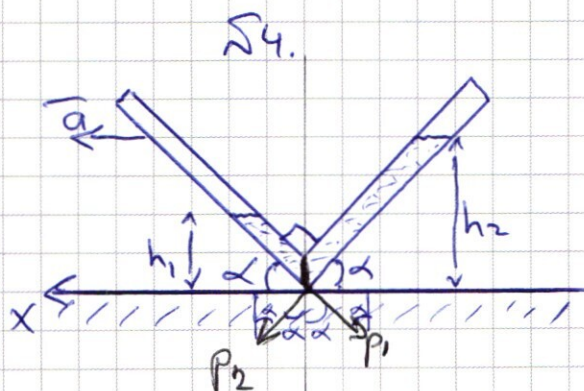
$$V_0(\rho_{\text{ж}} - \rho_{\text{м}}) = V_{\text{м}}(\rho_{\text{м}} - \rho_{\text{ж}})$$

$$\frac{V_{\text{м}}}{V_0} = \frac{\rho_{\text{ж}} - \rho_{\text{м}}}{\rho_{\text{м}}(\rho_{\text{ж}} - 1)} = \frac{1000 \cdot 831 \cdot 300 - 56 \cdot 3,55 \cdot 10^3 \cdot 18 \cdot 10^3}{3,55 \cdot 10^3 \cdot 18 \cdot 10^3 \cdot 4,6} =$$

$$= \frac{277}{3,55 \cdot 18 \cdot 4,6} - \frac{56}{46} = \frac{277}{355 \cdot 2,46} \cdot 10^6 - \frac{28}{23} = \frac{277}{71,46} \cdot 10^6 - \frac{28}{23} \approx 8,4 \cdot 10^3 = 84 \cdot 10^3$$

Ответ: $\frac{\rho_{\text{ж}}}{\rho_0} \approx 25 \cdot 10^{-6}$, $\frac{V_{\text{м}}}{V_0} \approx 84 \cdot 10^3$

Дано:
 $\alpha = 45^\circ$
 $a = 4 \text{ м/с}^2$
 $h_1 = 0,1 \text{ м}$
 $h_2 = ?$
 $a = ?$



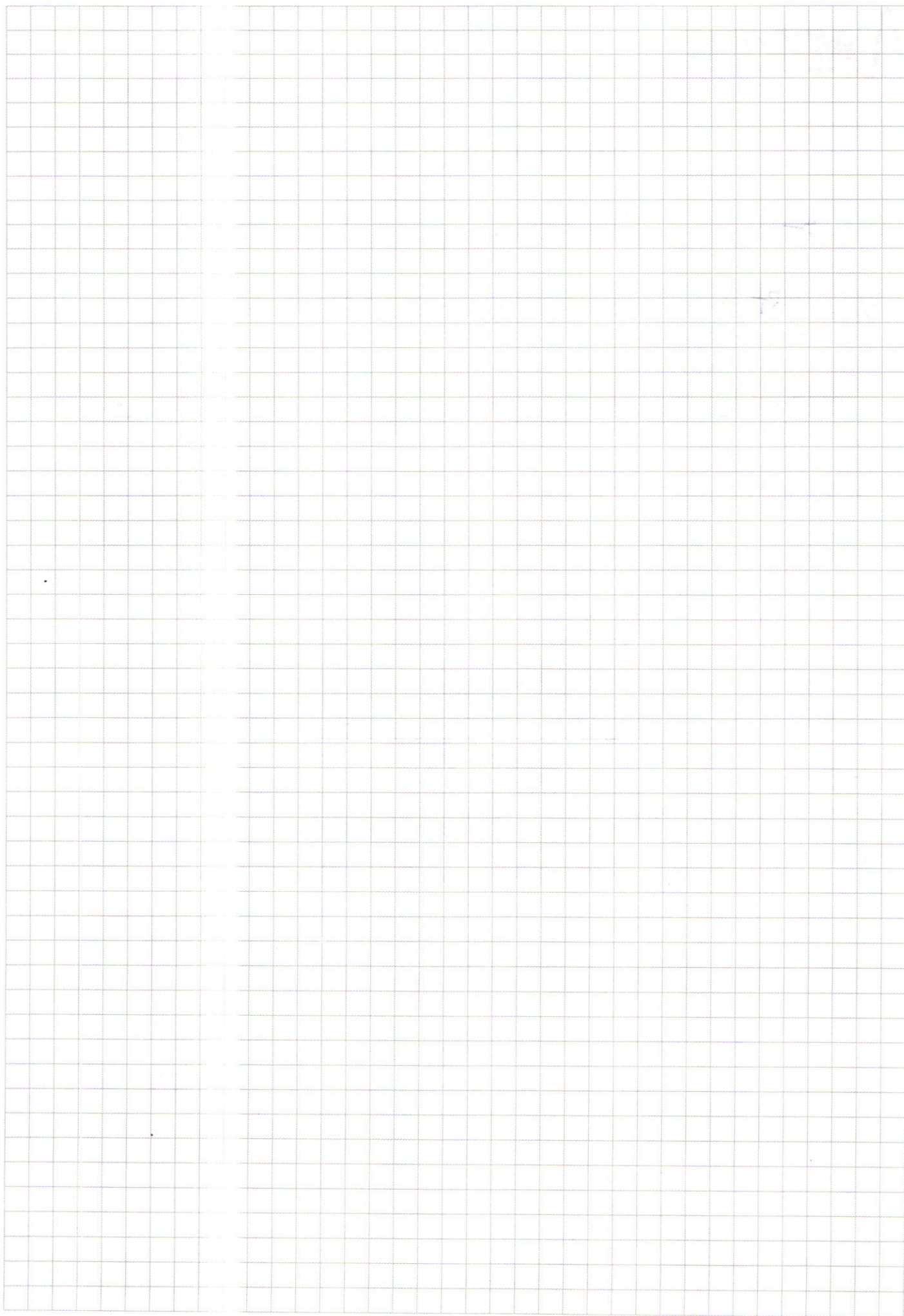
1) По Σ закону Ньютона для пересечения
ОХ: $p_2 \sin \alpha S - p_1 \sin \alpha S = \rho g S$ (где S — площадь, $V \rightarrow 1$)

2) $p_2 = \rho g h_2$
 $p_1 = \rho g h_1$

3) $(\rho g h_2 - \rho g h_1) S = \rho g S$
 $\rho(h_2 - h_1) = a \Rightarrow h_2 = \frac{a}{g} + h_1 = 0,4 + 0,1 = 0,5 \text{ (м)}$

4) $a = \frac{v}{t}$

$t = \frac{h_2 - h_1}{v \sin \alpha} \Rightarrow a = \frac{v^2}{h_2 - h_1} \sin \alpha \Rightarrow v = \sqrt{\frac{a(h_2 - h_1)}{\sin \alpha}}$
 $= \sqrt{\frac{4 \cdot 0,4}{\frac{1}{\sqrt{2}}}} = 2\sqrt{0,8} \approx 2\sqrt{\frac{1}{2}} \approx 1,414 \text{ м/с} = 2 \text{ см/с}$ Ответ: $h_2 = 0,5 \text{ м}$, $h_1 \approx 2 \text{ см/с}$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано:

U_0

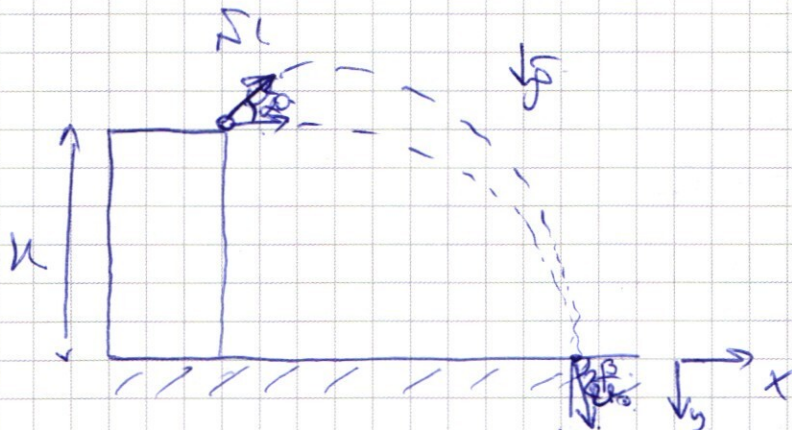
α

$v = 2U_0$

$U_y = ?$
 $2U_0 \sin \beta$

$T = ?$

$H = ?$



1) по 3 п.:

$$Ox: U_0 \cos \alpha = 2U_0 \cos \beta \Rightarrow \cos \alpha = 2 \cos \beta \quad \cos^2 \beta = \frac{\cos^2 \alpha}{4}$$

$$Oy: H = U_0 \sin \alpha t + \frac{gt^2}{2} \quad \begin{aligned} 1 - \sin^2 \alpha &= 2(1 - \sin^2 \beta) \\ 1 - \sin^2 \alpha &= 2 - 2 \sin^2 \beta \\ 2 \sin^2 \beta - \sin^2 \alpha &= 1 \end{aligned}$$

$$2U_0 \sin \beta = -U_0 \sin \alpha + gt$$

$$t = \frac{2U_0 \sin \beta + U_0 \sin \alpha}{g} = \frac{U_0 (2 \sin \beta + \sin \alpha)}{g} \quad \frac{2 \sin \beta + \sin \alpha}{2(1 - \cos^2 \beta)} = \frac{2 \sqrt{1 - \cos^2 \alpha}}{4} = \frac{\sqrt{1 - \cos^2 \alpha}}{2}$$

$$= \frac{U_0 \sqrt{4(1 - \cos^2 \alpha)}}{g} = \frac{U_0 \sqrt{4 \sin^2 \alpha}}{g} = \frac{2U_0 \sin \alpha}{g} = \frac{2 \cdot 10 \cdot \sin 60^\circ}{9.8} \approx 1.73 \text{ с}$$

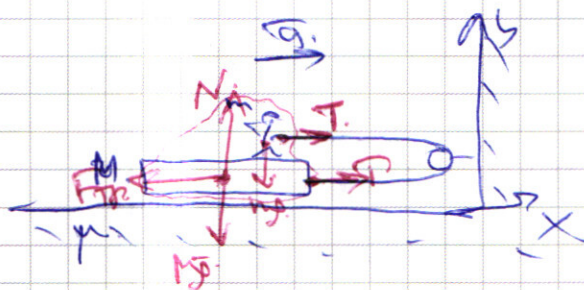
$$U_y = gt - U_0 \sin \alpha$$

$$H = \frac{gt^2}{2} - U_0 \sin \alpha t$$

$$\frac{mv_0^2}{2} + \frac{mgh}{2} = \frac{mv_0^2}{2}$$

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

$$\begin{aligned} & \frac{2992}{2} = 1496 \\ & \frac{1496}{2} = 748 \\ & \frac{748}{2} = 374 \\ & \frac{374}{2} = 187 \\ & \frac{187}{2} = 93.5 \\ & \frac{93.5}{2} = 46.75 \\ & \frac{46.75}{2} = 23.375 \\ & \frac{23.375}{2} = 11.6875 \\ & \frac{11.6875}{2} = 5.84375 \\ & \frac{5.84375}{2} = 2.921875 \\ & \frac{2.921875}{2} = 1.4609375 \\ & \frac{1.4609375}{2} = 0.73046875 \\ & \frac{0.73046875}{2} = 0.365234375 \\ & \frac{0.365234375}{2} = 0.1826171875 \\ & \frac{0.1826171875}{2} = 0.09130859375 \\ & \frac{0.09130859375}{2} = 0.045654296875 \\ & \frac{0.045654296875}{2} = 0.0228271484375 \\ & \frac{0.0228271484375}{2} = 0.01141357421875 \\ & \frac{0.01141357421875}{2} = 0.005706787109375 \\ & \frac{0.005706787109375}{2} = 0.0028533935546875 \\ & \frac{0.0028533935546875}{2} = 0.00142669677734375 \\ & \frac{0.00142669677734375}{2} = 0.000713348388671875 \\ & \frac{0.000713348388671875}{2} = 0.0003566741943359375 \\ & \frac{0.0003566741943359375}{2} = 0.00017833709716796875 \\ & \frac{0.00017833709716796875}{2} = 8.9168548583984375 \times 10^{-5} \\ & \frac{8.9168548583984375 \times 10^{-5}}{2} = 4.45842742919921875 \times 10^{-5} \\ & \frac{4.45842742919921875 \times 10^{-5}}{2} = 2.229213714599609375 \times 10^{-5} \\ & \frac{2.229213714599609375 \times 10^{-5}}{2} = 1.1146068572998046875 \times 10^{-5} \\ & \frac{1.1146068572998046875 \times 10^{-5}}{2} = 5.5730342864990234375 \times 10^{-6} \\ & \frac{5.5730342864990234375 \times 10^{-6}}{2} = 2.78651714324951171875 \times 10^{-6} \\ & \frac{2.78651714324951171875 \times 10^{-6}}{2} = 1.393258571624755859375 \times 10^{-6} \\ & \frac{1.393258571624755859375 \times 10^{-6}}{2} = 6.966292858123779296875 \times 10^{-7} \\ & \frac{6.966292858123779296875 \times 10^{-7}}{2} = 3.4831464290618896484375 \times 10^{-7} \\ & \frac{3.4831464290618896484375 \times 10^{-7}}{2} = 1.74157321453094482421875 \times 10^{-7} \\ & \frac{1.74157321453094482421875 \times 10^{-7}}{2} = 8.70786607265472412109375 \times 10^{-8} \\ & \frac{8.70786607265472412109375 \times 10^{-8}}{2} = 4.353933036327362060546875 \times 10^{-8} \\ & \frac{4.353933036327362060546875 \times 10^{-8}}{2} = 2.1769665181636810302734375 \times 10^{-8} \\ & \frac{2.1769665181636810302734375 \times 10^{-8}}{2} = 1.08848325908184051513671875 \times 10^{-8} \\ & \frac{1.08848325908184051513671875 \times 10^{-8}}{2} = 5.44241629540920257568359375 \times 10^{-9} \\ & \frac{5.44241629540920257568359375 \times 10^{-9}}{2} = 2.721208147704601287841796875 \times 10^{-9} \\ & \frac{2.721208147704601287841796875 \times 10^{-9}}{2} = 1.3606040738523006439208984375 \times 10^{-9} \\ & \frac{1.3606040738523006439208984375 \times 10^{-9}}{2} = 6.8030203692615032196044921875 \times 10^{-10} \\ & \frac{6.8030203692615032196044921875 \times 10^{-10}}{2} = 3.40151018463075160980224609375 \times 10^{-10} \\ & \frac{3.40151018463075160980224609375 \times 10^{-10}}{2} = 1.700755092315375804901123046875 \times 10^{-10} \\ & \frac{1.700755092315375804901123046875 \times 10^{-10}}{2} = 8.503775461576879024505615234375 \times 10^{-11} \\ & \frac{8.503775461576879024505615234375 \times 10^{-11}}{2} = 4.2518877307884395122528076171875 \times 10^{-11} \\ & \frac{4.2518877307884395122528076171875 \times 10^{-11}}{2} = 2.12594386539421975612640380859375 \times 10^{-11} \\ & \frac{2.12594386539421975612640380859375 \times 10^{-11}}{2} = 1.062971932697109878063201904296875 \times 10^{-11} \\ & \frac{1.062971932697109878063201904296875 \times 10^{-11}}{2} = 5.314859663485549390316009521484375 \times 10^{-12} \\ & \frac{5.314859663485549390316009521484375 \times 10^{-12}}{2} = 2.6574298317427746951580047607421875 \times 10^{-12} \\ & \frac{2.6574298317427746951580047607421875 \times 10^{-12}}{2} = 1.32871491587138734757900238037109375 \times 10^{-12} \\ & \frac{1.32871491587138734757900238037109375 \times 10^{-12}}{2} = 6.64357457935693673789501190185546875 \times 10^{-13} \\ & \frac{6.64357457935693673789501190185546875 \times 10^{-13}}{2} = 3.321787289678468368947505950927734375 \times 10^{-13} \\ & \frac{3.321787289678468368947505950927734375 \times 10^{-13}}{2} = 1.6608936448392341844737529754638671875 \times 10^{-13} \\ & \frac{1.6608936448392341844737529754638671875 \times 10^{-13}}{2} = 8.3044682241961709223687648773193359375 \times 10^{-14} \\ & \frac{8.3044682241961709223687648773193359375 \times 10^{-14}}{2} = 4.15223411209808546118438243865966796875 \times 10^{-14} \\ & \frac{4.15223411209808546118438243865966796875 \times 10^{-14}}{2} = 2.076117056049042730592191219329833984375 \times 10^{-14} \\ & \frac{2.076117056049042730592191219329833984375 \times 10^{-14}}{2} = 1.0380585280245213652960956096649169921875 \times 10^{-14} \\ & \frac{1.0380585280245213652960956096649169921875 \times 10^{-14}}{2} = 5.1902926401226068264804780483245849609375 \times 10^{-15} \\ & \frac{5.1902926401226068264804780483245849609375 \times 10^{-15}}{2} = 2.59514632006130341324023902416229248046875 \times 10^{-15} \\ & \frac{2.59514632006130341324023902416229248046875 \times 10^{-15}}{2} = 1.297573160030651706620119512081146240234375 \times 10^{-15} \\ & \frac{1.297573160030651706620119512081146240234375 \times 10^{-15}}{2} = 6.487865800153258533100597560405731201171875 \times 10^{-16} \\ & \frac{6.487865800153258533100597560405731201171875 \times 10^{-16}}{2} = 3.2439329000766292665502987802028656005859375 \times 10^{-16} \\ & \frac{3.2439329000766292665502987802028656005859375 \times 10^{-16}}{2} = 1.62196645003831463327514939010143280029296875 \times 10^{-16} \\ & \frac{1.62196645003831463327514939010143280029296875 \times 10^{-16}}{2} = 8.10983225019157316637574695050716400146484375 \times 10^{-17} \\ & \frac{8.10983225019157316637574695050716400146484375 \times 10^{-17}}{2} = 4.054916125095786583187873475253582000732421875 \times 10^{-17} \\ & \frac{4.054916125095786583187873475253582000732421875 \times 10^{-17}}{2} = 2.0274580625478932915939367376267910003662109375 \times 10^{-17} \\ & \frac{2.0274580625478932915939367376267910003662109375 \times 10^{-17}}{2} = 1.01372903127394664579696836881339550018310546875 \times 10^{-17} \\ & \frac{1.01372903127394664579696836881339550018310546875 \times 10^{-17}}{2} = 5.06864515636973322898484184406697750091552734375 \times 10^{-18} \\ & \frac{5.06864515636973322898484184406697750091552734375 \times 10^{-18}}{2} = 2.534322578184866614492420922033488750457763671875 \times 10^{-18} \\ & \frac{2.534322578184866614492420922033488750457763671875 \times 10^{-18}}{2} = 1.2671612890924333072462104610167443752288818359375 \times 10^{-18} \\ & \frac{1.2671612890924333072462104610167443752288818359375 \times 10^{-18}}{2} = 6.3358064454621665362310523050837218761444091796875 \times 10^{-19} \\ & \frac{6.3358064454621665362310523050837218761444091796875 \times 10^{-19}}{2} = 3.16790322273108326811552615254186093807220458984375 \times 10^{-19} \\ & \frac{3.16790322273108326811552615254186093807220458984375 \times 10^{-19}}{2} = 1.583951611365541634057763076270930469036102294921875 \times 10^{-19} \\ & \frac{1.583951611365541634057763076270930469036102294921875 \times 10^{-19}}{2} = 7.919758056827708170288815381354652345180511474609375 \times 10^{-20} \\ & \frac{7.919758056827708170288815381354652345180511474609375 \times 10^{-20}}{2} = 3.9598790284138540851444076906773261725902557373046875 \times 10^{-20} \\ & \frac{3.9598790284138540851444076906773261725902557373046875 \times 10^{-20}}{2} = 1.97993951420692704257220384533866308629512786865234375 \times 10^{-20} \\ & \frac{1.97993951420692704257220384533866308629512786865234375 \times 10^{-20}}{2} = 9.89969757103463521286101922669331543147563934326171875 \times 10^{-21} \\ & \frac{9.89969757103463521286101922669331543147563934326171875 \times 10^{-21}}{2} = 4.949848785517317606430509613346657715737819671630859375 \times 10^{-21} \\ & \frac{4.949848785517317606430509613346657715737819671630859375 \times 10^{-21}}{2} = 2.4749243927586588032152548066733288578689098358154296875 \times 10^{-21} \\ & \frac{2.4749243927586588032152548066733288578689098358154296875 \times 10^{-21}}{2} = 1.23746219637932940160762740333666442893445491790771484375 \times 10^{-21} \\ & \frac{1.23746219637932940160762740333666442893445491790771484375 \times 10^{-21}}{2} = 6.18731098189664700803813701668332214467227458953857421875 \times 10^{-22} \\ & \frac{6.18731098189664700803813701668332214467227458953857421875 \times 10^{-22}}{2} = 3.093655490948323504019068508341661072336137294769287109375 \times 10^{-22} \\ & \frac{3.093655490948323504019068508341661072336137294769287109375 \times 10^{-22}}{2} = 1.5468277454741617520095342541708305361680686473846435546875 \times 10^{-22} \\ & \frac{1.5468277454741617520095342541708305361680686473846435546875 \times 10^{-22}}{2} = 7.7341387273708087600476712708541526808403432369232177734375 \times 10^{-23} \\ & \frac{7.7341387273708087600476712708541526808403432369232177734375 \times 10^{-23}}{2} = 3.86706936368540438002383563542707634042017161846160888671875 \times 10^{-23} \\ & \frac{3.86706936368540438002383563542707634042017161846160888671875 \times 10^{-23}}{2} = 1.933534681842702190011917817713538170210085809230804443359375 \times 10^{-23} \\ & \frac{1.933534681842702190011917817713538170210085809230804443359375 \times 10^{-23}}{2} = 9.667673409213510950059589088567690851050429046154022216796875 \times 10^{-24} \\ & \frac{9.667673409213510950059589088567690851050429046154022216796875 \times 10^{-24}}{2} = 4.8338367046067554750297945442838454255252145230770111083984375 \times 10^{-24} \\ & \frac{4.8338367046067554750297945442838454255252145230770111083984375 \times 10^{-24}}{2} = 2.41691835230337773751489727214192271276260726153850555419921875 \times 10^{-24} \\ & \frac{2.41691835230337773751489727214192271276260726153850555419921875 \times 10^{-24}}{2} = 1.208459176151688868757448636070961356381303630769252777099609375 \times 10^{-24} \\ & \frac{1.208459176151688868757448636070961356381303630769252777099609375 \times 10^{-24}}{2} = 6.042295880758444343787243180354806781906518153846263885498046875 \times 10^{-25} \\ & \frac{6.042295880758444343787243180354806781906518153846263885498046875 \times 10^{-25}}{2} = 3.0211479403792221718936215901774033909532590769231319427490234375 \times 10^{-25} \\ & \frac{3.0211479403792221718936215901774033909532590769231319427490234375 \times 10^{-25}}{2} = 1.51057397018961108594681079508870169547662953846156597137451171875 \times 10^{-25} \\ & \frac{1.51057397018961108594681079508870169547662953846156597137451171875 \times 10^{-25}}{2} = 7.55286985094805542973405397544350847738314769230782985687255859375 \times 10^{-26} \\ & \frac{7.55286985094805542973405397544350847738314769230782985687255859375 \times 10^{-26}}{2} = 3.776434925474027714867026987721754238691573846153914928436279296875 \times 10^{-26} \\ & \frac{3.776434925474027714867026987721754238691573846153914928436279296875 \times 10^{-26}}{2} = 1.8882174627370138574335134938608771193457869230769574642181396484375 \times 10^{-26} \\ & \frac{1.8882174627370138574335134938608771193457869230769574642181396484375 \times 10^{-26}}{2} = 9.4410873136850692871675674693043855967289346153847873210906982421875 \times 10^{-27} \\ & \frac{9.4410873136850692871675674693043855967289346153847873210906982421875 \times 10^{-27}}{2} = 4.72054365684253464358378373465219279836446730769239366054534912109375 \times 10^{-27} \\ & \frac{4.72054365684253464358378373465219279836446730769239366054534912109375 \times 10^{-27}}{2} = 2.360271828421267321791891867326096399182233653846196830272674560546875 \times 10^{-27} \\ & \frac{2.360271828421267321791891867326096399182233653846196830272674560546875 \times 10^{-27}}{2} = 1.1801359142106336608959459336630481995911168269230984151363372802734375 \times 10^{-27} \\ & \frac{1.1801359142106336608959459336630481995911168269230984151363372802734375 \times 10^{-27}}{2} = 5.9006795710531683044797296678152409979555841346154920756816864013671875 \times 10^{-28} \\ & \frac{5.9006795710531683044797296678152409979555841346154920756816864013671875 \times 10^{-28}}{2} = 2.95033978552658415223986483390762049897779206730774603784084320068359375 \times 10^{-28} \\ & \frac{2.95033978552658415223986483390762049897779206730774603784084320068359375 \times 10^{-28}}{2} = 1.475169892763292076119932416953810249488896033653873018920421600341796875 \times 10^{-28} \\ & \frac{1.475169892763292076119932416953810249488896033653873018920421600341796875 \times 10^{-28}}{2} = 7.375849463816460380599662084769051247444480168269365094602108001708984375 \times 10^{-29} \\ & \frac{7.375849463816460380599662084769051247444480168269365094602108001708984375 \times 10^{-29}}{2}$$



1) 2nd system unknowns - 2 eqs:

$$Ox: 2T = F_{тр}$$

$$Oy: N = (Mem)g$$

$$F_{тр} = \mu N$$

$$2T = \mu (Mem)g$$

$$\text{no } T_2 \text{, i.e. } T = F_{тр} \\ T = \frac{(Mem)g}{2} = \frac{(mem)g}{2} = \frac{3}{2} \mu mg$$

1) 2nd system unknowns - 2 eqs:

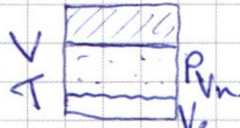
$$Ox: (Mem)g = 2T - \mu (Mem)g$$

$$T = \frac{(Mem)(g + \mu g)}{2}$$

$$a = \frac{2T - (Mem)(\mu g)}{Mem} = \frac{2F - (Mem)\mu g}{Mem}$$

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\frac{p_h}{p_b} = \frac{p_{atm}}{p_b} = \frac{pM}{p_b K} \quad V = V_h + V_b$$

$$p = \frac{p_{atm}}{M} K \Rightarrow A_{atm} = \frac{p_{atm} m_0}{K M}$$

$$1) \quad K p V = \frac{m_0}{M} K \quad m_0 = \frac{K p V M}{K} = K p M (V_h + V_b) = m_h + m_b$$

$$\frac{V_h}{V_b} = ? \quad p V_h = \frac{m_h}{M} K \quad m_h = \frac{p V_h M}{K}$$

$$K = \frac{m_0}{m_h} \cdot \frac{V_b}{V}$$

$$p V = \frac{m}{M} K$$

$$\frac{p V_h M}{K} + p V_b = \frac{K p M (V_h + V_b)}{K} \quad | \cdot K$$

$$p M V_h + p V_b K = K p M (V_h + V_b)$$

$$p M V_h - K p M V_h = K p M V_b - p V_b K$$

$$V_h (p M - K p M) = V_b (K p M - p V_b K)$$

$$\frac{V_h}{V_b} = \frac{p V_b K - K p M}{p M (K - 1)}$$

$$\frac{p \cdot \frac{m_0}{M} K - p M}{p M} = \frac{m_0 p V_b}{p M} - p M \quad \frac{p \cdot \frac{m_0}{M} K - p M}{p M} - 1 = \frac{p V_b}{p M} - 1$$

$$\begin{array}{r} 2100 \\ - 554 \\ \hline 1546 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1272 \\ 25 \overline{) 272} \\ \underline{25} \\ 22 \\ \underline{20} \\ 20 \\ \underline{20} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 831 \overline{) 272} \\ \underline{6} \\ 23 \\ \underline{21} \\ 2 \\ \underline{2} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 720 \\ 272 \overline{) 720} \\ \underline{272} \\ 448 \\ \underline{448} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 37 \\ 272 \overline{) 37} \\ \underline{272} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 272 \overline{) 1} \\ \underline{272} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 602 \\ 10 \overline{) 602} \\ \underline{60} \\ 2 \\ \underline{2} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 25600 \\ 2939 \overline{) 25600} \\ \underline{2939} \\ 2266 \\ \underline{2266} \\ 0 \end{array}$$

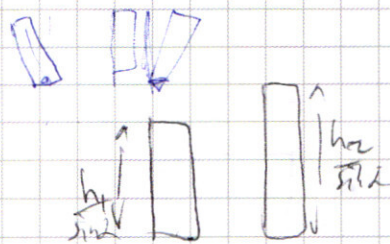
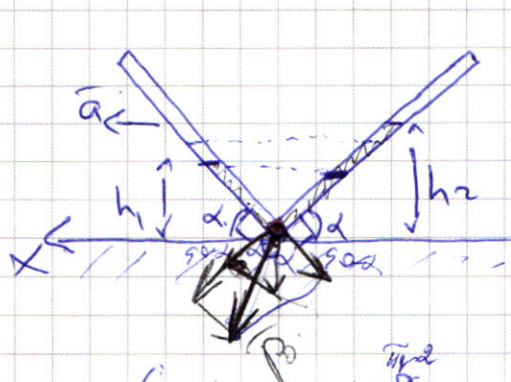
$$\begin{array}{r} 255 \\ 18 \overline{) 255} \\ \underline{36} \\ 119 \\ \underline{119} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 272000 \\ 20128 \overline{) 272000} \\ \underline{20128} \\ 70720 \\ \underline{70720} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 71 \\ 426 \overline{) 71} \\ \underline{426} \\ 284 \\ \underline{284} \\ 0 \end{array}$$

24.

Dano:
 $\alpha = 45^\circ$
 a
 h_1
 h_2
 ρ



$Ox: \text{ в } \tau, 0: (\rho g h_2 - \rho g h_1) \frac{1}{\cos \alpha} = m a \sin \alpha$
 $\rho g (h_2 - h_1) = a$

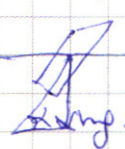
$\int (\rho g h_2 - \rho g h_1) \sin \alpha dx = \rho g$

$Q_1 = \frac{h_1}{\sin \alpha}$

$Q_2 = \frac{h_2}{\sin \alpha}$

$F = P \cdot S$

$P = \frac{F}{S}$

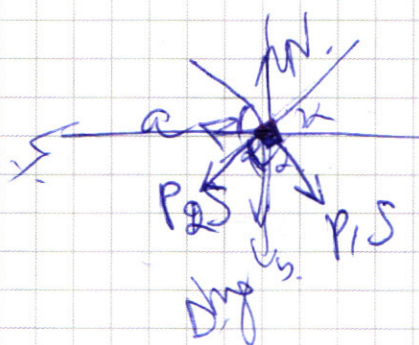


$m = \frac{\rho}{\sin \alpha}$

$m_1 = \rho_1 k$

$m_2 = \rho_2 k$

$m_1 a =$

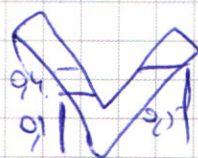


$a = P \sin \alpha = P \cos \alpha$

$Ox: \sin a = P_2 \sin \alpha - P_1 \sin \alpha =$

$\Delta m a = (P_2 - P_1) \sin \alpha$

$Oy: \sin \gamma + P_2 \cos \alpha + P_1 \cos \alpha = N$



$\sin \gamma =$

$\frac{100}{30} = \frac{1}{0,104} a = \frac{1}{2}$

$\frac{2}{14} = \frac{1}{2}$

$0,104$

$0,61$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$V = \frac{4}{3}\pi R^3$
 Дано: m
 R
 α
 L
 ω

 $P = ?$
 $R = ?$
 $\omega = ?$

1) $\sum M_z = 0$ $P = N$
 $\sum F_x = 0$
 ОО: $N = mg \cos \alpha$
 $P = N = mg \cos \alpha$

2) $\sum F_x = 0$


 ОО: $ma = T - mg \sin \alpha$
 $a = \omega^2 R = \omega^2 (R/2)$
 $r = R/2 + L$

$\frac{a}{r} = \frac{1}{L} \quad \frac{1}{L} \cdot \frac{R}{2}$

3) $ma \sin \alpha = mg \cos \alpha - N$
 $N = m(g \cos \alpha - a \sin \alpha)$
 $a = \omega^2 r = \omega^2 (L + R/2)$

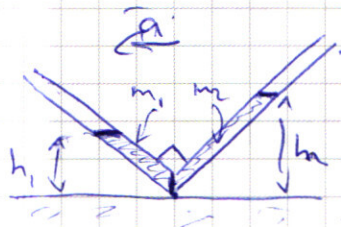
$P = N = (m(g \cos \alpha - \omega^2 (L + R/2) \sin \alpha))$
 $= m(g \cos \alpha - \omega^2 (L + R/2) \sin \alpha)$

Задано:

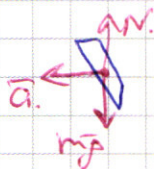
h_1

α

$\frac{q}{h_2}$



$$\begin{cases} m_{\text{гидр}} = \rho V_h + \rho V_g \\ m_n = \rho V_h \\ \rho V_h = m_n \\ V_g = \frac{m_{\text{гидр}} - \rho V_h}{\rho} \end{cases}$$



$$\frac{V_g}{V_h} = \frac{m_n - \rho V_h}{m_{\text{гидр}} - \rho V_h}$$

$$m_{\text{гидр}} = \rho g h_2 S \cos \alpha - \rho g h_2 S \cos \alpha$$

$$m_{\text{гидр}} + F = N$$

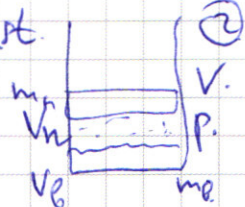
$$m_g = \frac{K p h V}{g} - m_n$$

$$\frac{p_h}{p_g} = 1$$

$$\frac{V_h}{V_g} = ?$$



$T = \text{const}$



$$V_h + V_g = V$$

$$m_0 = m_n + m_g$$



1) По закону сохранения энергии:

$$\textcircled{1} K p V = \frac{m_0}{\rho} \rho g h_2 = \frac{K p V}{g} = \frac{K p V}{g} (V_h + V_g)$$

$$\textcircled{2} p V_h = \frac{m_n}{\rho} \rho g h_2 \quad m_n = \frac{p V_h}{g} = \frac{p V_h}{g} V_h$$

$$K \frac{V}{V_h} = \frac{m_0}{m_n}$$

$$K \frac{V_h + V_g}{V_h} = \frac{m_0}{m_n}$$

$$\begin{aligned} V_g &= \frac{m_g}{\rho} \\ V_h &= \frac{m_n}{\rho} \end{aligned} \Rightarrow \frac{V_g}{V_h} = \frac{m_g}{m_n}$$

$$K \left(1 + \frac{V_g}{V_h} \right) = \frac{m_0}{m_n} = \frac{m_n + m_g}{m_n}$$

$$K + \frac{V_g}{V_h} K = 1 + \frac{m_g}{m_n}$$

$$\frac{m_g}{m_n} = K \left(\frac{V_g}{V_h} - 1 \right) = K \left(\frac{m_g}{m_n} - 1 \right)$$

$$\frac{m_g}{m_n} = K \frac{m_g}{m_n} + K - 1$$

$$\frac{m_g}{m_n} (1 - K) = K - 1$$