Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 10

Вариант 10-02

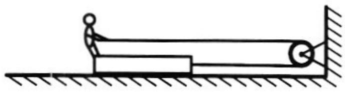
Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вло

1. Гайку бросают с вышки со скоростью $V_0 = 10$ м/с под углом $\alpha = 30^0$ 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?

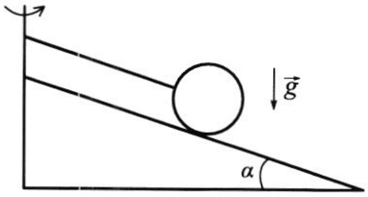
Ускорение свободного падения принять $g = 10$ м/с^2. Сопротивление воздуха не учитывать.

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 F_0 надо тянуть человеку канат, чтобы осуществить задуманное?
3) За какое время человек осуществит задуманное, приложив постоянную силу F ($F > F_0$) к канату?

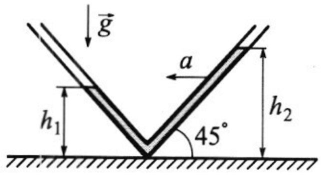
3. Однородный шар массой m и радиусом R находится на гладкой поверхности клина, наклоненной под углом α к горизонту (см. рис.). Шар удерживается нитью длиной L, привязанной к вертикальной оси, проходящей через вершину клина. Нить параллельна поверхности клина.



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 $\alpha = 45^0$. При равноускоренном движении трубки в горизонтальном направлении с ускорением $a = 4$ м/с^2 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/с^2. Действие сил трения пренебрежимо мало.

5. В цилиндрическом сосуде под поршнем находится насыщенный водяной пар при температуре 27 ^{0}С и давлении $P = 3,55 \cdot 10^3$ Па. В медленном изотермическом процессе уменьшения объема пар начинает конденсироваться, превращаясь в воду.

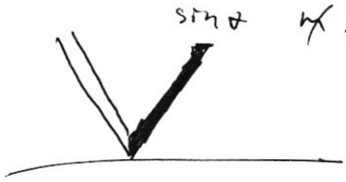
1) Найти отношение плотности пара к плотности воды в условиях опыта.
2) Найти отношение объема пара к объему воды к моменту, когда объем пара уменьшится в $\gamma = 5,6$ раза.

Плотность и молярная масса воды $\rho = 1$ г/см^3, $\mu = 18$ г/моль.

$\ell_2 - \ell_1 - \ell_1/2$

$\ell_2 - \frac{\ell_1}{2} - \frac{\ell_2}{2}$

$\frac{\ell_2}{2} - \frac{\ell_1}{2}$



$\sin\alpha \quad \cancel{m} g \frac{\ell_2}{\cancel{2}} = m\frac{V^2}{\cancel{2}} + \cancel{m} g \cdot \frac{\ell_2}{\cancel{4}\,2} \sin\alpha$

$\sin\alpha\, g\frac{\ell_2}{2} = V^2$

$\frac{\ell_2}{2}\sqrt{\frac{g\sin\alpha}{\ell_2}}$

$\frac{h_2 - h_1}{2\,\cancel{\sin}}\sqrt{\frac{g\,\cancel{\sin\alpha}}{h_1 + h_2}}$

$h_1^2 + h_2^2 + 2h_1h_2$

$\frac{2}{15}$

$\sqrt{\frac{(h_2-h_1)^2}{4\,(h_1+h_2)}}$

$\frac{4}{3} \quad \frac{16}{9}$

$\frac{2}{5}\cdot\frac{1}{3}$

$\sqrt{\frac{16}{12}}$

$\cancel{\frac{16}{9}}$

$\frac{\left(\frac{4}{3}\right)^2}{4\cdot\frac{10}{3}} = \frac{16\cdot 3}{4\cdot 9\cdot 10} =$

$\frac{16\cdot\cancel{3}}{\cancel{9}_3\cdot 2\cdot 10}$

$= \cancel{\frac{16}{30}}$ $\frac{16}{}$ $\frac{\cancel{16}^4\cdot\cancel{3}}{\cancel{4}\cdot\cancel{9}\cdot 10}$

$\frac{4}{3\cdot 5}$

$\frac{m_1+m_2}{2}\cdot g\cdot$

$\frac{\cancel{4}^2}{3\cdot\cancel{10}_5}$

$gh_2^2 + gh_1^2 = (h_1+h_2)V^2 + (h_1+h_2)^2 g$

$V^2(h_1+h_2) = 2h_1h_2g$

$\frac{20}{15}$

$\cdot 10^{-2}$

$\sqrt{\frac{4}{3}}$

$$\begin{array}{r} 1{,}1 \\ \times\ 1{,}1 \\ \hline 11 \\ 11 \\ \hline 1{,}21 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 1{,}21 \\ \times\ 3 \\ \hline 3{,}63 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 1{,}2 \\ 1{,}2 \\ \hline 24 \\ 12 \\ \hline 1{,}44 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 1{,}44 \\ \times\ 3 \\ \hline 4{,}32 \end{array}$$

$0{,}\smile 1{,}15$

$0{,}0115$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\boxed{N 1}$

Дано:

$V_0 = 10$ м/с

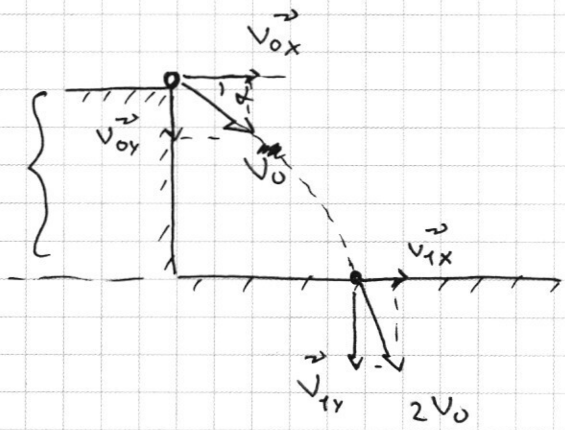
$\alpha = 30°$

$V_1 = 2V_0$

V_{1y} - ?

t - ?

h - ?



~~• $V_{1x} = V_{0x}$~~

~~• $V_{1y} = V_{0y} + gt$~~

→ Найдём V_{1y}.

$$4V_0^2 = V_{1y}^2 + V_{1x}^2 \Leftrightarrow$$

т.к. $V_{1x} = V_{0x}$

$$4V_0^2 = V_{1y}^2 + V_{0x}^2 \Leftrightarrow$$

$$4V_0^2 = V_{1y}^2 + (V_0 \cos\alpha)^2 \Leftrightarrow$$

$$V_{1y}^2 = V_0^2(4 - \cos^2\alpha) \Leftrightarrow$$

$$V_1 = V_0\sqrt{4 - \cos^2\alpha} = 10\text{ м/с}\cdot\sqrt{4 - \left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2} = 10\text{ м/с}\cdot\sqrt{4 - \frac{3}{4}} =$$

$$= 10\text{ м/с}\cdot\sqrt{\frac{13}{4}} = \frac{10\cdot\sqrt{13}}{2} = 5\sqrt{13}\text{ м/с}$$

→ Найдём t

$$V_{1y} = V_{0y} + gt \Leftrightarrow$$

$$V_{1y} = V_0 \sin\alpha + gt \Leftrightarrow$$

$$t = \frac{V_{1y} - V_0 \sin\alpha}{g} \Leftrightarrow$$

$$t = \frac{V_0\sqrt{4-\cos^2\alpha} - V_0\sin\alpha}{g} = \frac{V_0\left(\sqrt{4-\cos^2\alpha} - \sin\alpha\right)}{g} =$$

$$= \frac{10\ м/с\left(\sqrt{4-\frac{3}{4}} - \frac{1}{2}\right)}{10\ м/с^2} = \left(\sqrt{4-\frac{3}{4}} - \frac{1}{2}\right) с =$$

$$= \left(\frac{\sqrt{13}}{2} - \frac{1}{2}\right) с = \frac{\sqrt{13}-1}{2}\ с$$

$\cancel{4}$ → Найдём h

$$h = \frac{V_{1y}^2 - V_{0y}^2}{2g} = \frac{V_0^2(4-\cos^2\alpha) - V_0^2\sin^2\alpha}{2g} =$$

$$= \frac{V_0^2(4-\cos^2\alpha-\sin^2\alpha)}{2g} = \frac{100\ м^2/с^2\left(4-\frac{3}{4}-\frac{1}{4}\right)}{2\cdot 10\ м/с^2} =$$

$$= 5\cdot\left(4-\frac{3}{4}-\frac{1}{4}\right) м = 5\cdot 3\ м = 15\ м$$

Ответ: $V_1 = 5\sqrt{13}\ м/с \overset{?}{\approx} 18\ м/с$

$t = \frac{\sqrt{13}-1}{2}\ с \approx 1{,}3\ с$

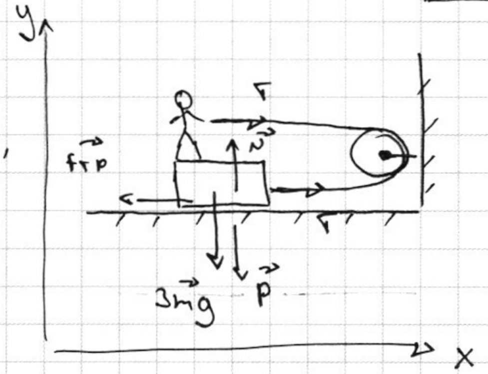
$h = 15\ м$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2

Дано:
m, $M = 2m$,
S, μ

p - ?
F_0 - ?
t - ?



• Сила натяжения нити по всей длине нити равна, т.к. нить невесома

→ Рассмотрим систему ящик + человек.

II закон Ньютона:

O_y: $N - 3mg = 0$ $\Leftrightarrow$

$N = 3mg$

Силы между человеком и ящиком компенсируются по III закону Ньютона.

III Закон Ньютона

$P = N = 3mg$
сила давления на пол

→ Для нахождения F_0: (опять человек + ящик)

III закон Ньютона

$F_0 = T$ T - сила натяжения нити

II закон Ньютона:

$2T - F_{тр} = 0 \Leftrightarrow$ при равномерном движении F_0 минимально

$F_{тр} = 2T$ $\Leftrightarrow$

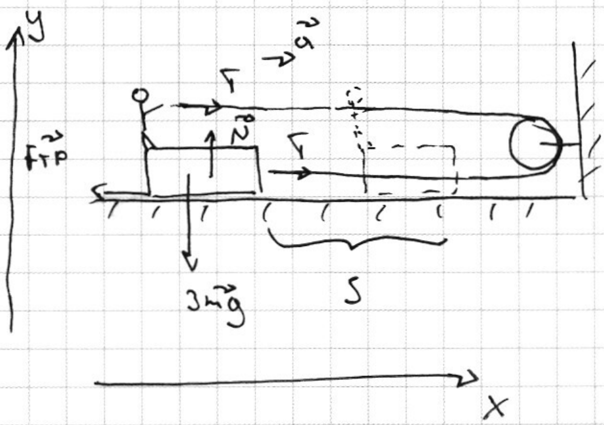
$\mu N = 2T$ $\Leftrightarrow$

т.к. трение скольжения

$$\mu \cdot 3mg = 2F_0 \quad (=)$$

$$F_0 = \frac{3}{2}\mu mg$$

→ Найдём время t



II закон Ньютона:

$$O_y: \quad N - 3mg = 0 \quad (=)$$

$$N = 3mg$$

$$O_x: \quad 2T - F_{тр} = 3ma \quad (=)$$

$$2F - \mu \cdot 3mg = 3ma \quad (=)$$

III закон Ньютона $T = F$

трение скольжения $F_{тр} = \mu N$

$$a = \frac{2F - 3\mu mg}{3m} = \frac{2}{3}\frac{F}{m} - \mu g$$

$$S = \frac{at^2}{2} \quad (=)$$

$$t = \sqrt{\frac{2S}{a}} \quad (=)$$

$$t = \sqrt{\frac{2S \cdot 3m}{2F - 3\mu mg}} \quad (=)$$

$$t = \sqrt{\frac{6mS}{2F - 3\mu mg}}$$

Ответ: $P = 3mg$

$F_0 = \frac{2}{3}\mu mg$

$t = \sqrt{\frac{6mS}{2F - 3\mu mg}}$

t определено, т.к.

$F > F_0 = \frac{3}{2}\mu mg$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

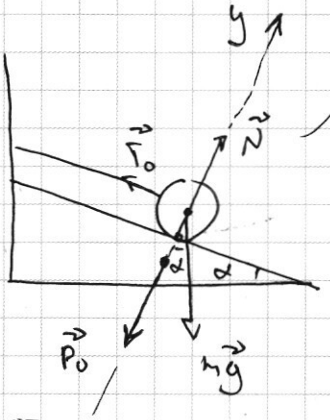
$\boxed{N3}$

Дано:

m, R, α, L, ω

P_0 - ?

P_1 - ?



трения нет

→ II закон Ньютона:

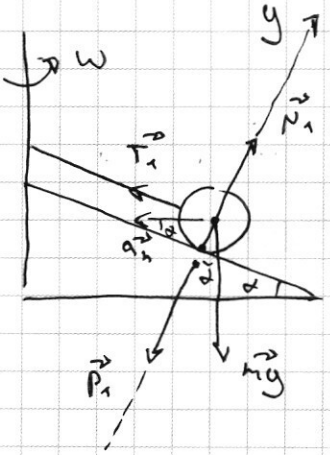
O_y: $N - mg\cos\alpha = 0$

$N = mg\cos\alpha$

III закон Ньютона:

$P_0 = N = mg\cos\alpha$

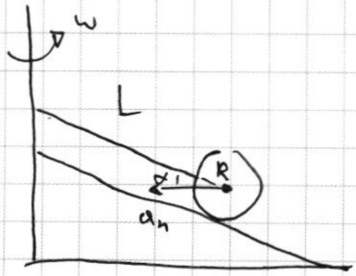
сила давления шара на клин в покое



→ II закон Ньютона:

O_y: $N_1 - mg\cos\alpha = -m \cdot a_n \sin\alpha \Leftrightarrow$

$N_1 = m(g\cos\alpha - a_n\sin\alpha)$



$a_n = \omega^2 \cdot (R+L)\cos\alpha$

III закон Ньютона:

$P_1 = N_1 = m(g\cos\alpha - a_n\sin\alpha) =$

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

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

Ответ: $P_0 = mg\cos\alpha$

$P_1 = m\cos\alpha\,(g - \omega^2(L+R)\sin\alpha)$

при $g < \omega^2(L+R)\sin\alpha$ произойдёт отрыв $\Rightarrow$ $P_1 = 0$

$\boxed{№5}$

Дано:

$T = 300\,K$

$p_0 = 3{,}55 \cdot 10^3$ Па

$\gamma = 5{,}6$

$\dfrac{\rho_{пара}}{\rho_{воды}}$ - ?

$\dfrac{V_{пара\,1}}{V_{воды}}$ - ?

• Давление насыщенного пара постоянно при неизменной температуре

• Для пара выполняется уравнение Клайперона - Менделеева : $pV = \nu RT$

$$\Rightarrow \frac{V_{пара}}{\nu_{пара}} = const$$

→ Уравнение Клайперона - Менделеева

$$pV = \nu RT \quad (\Rightarrow)$$

$$p = \frac{m}{V\mu} RT \quad (\Rightarrow)$$

$$\mu p = \rho RT \quad (\Rightarrow)$$

$$\rho = \frac{p\mu}{RT}$$

опять считать :(

$$\frac{\rho_{пара}}{\rho_{воды}} = \frac{p\mu}{RT\,\rho_{воды}} = \frac{3{,}55 \cdot 10^3 \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{8{,}31 \cdot 300 \cdot 1000} =$$

$$= \frac{3{,}55 \cdot 18}{8{,}31 \cdot 3 \cdot 10^5} = \frac{3{,}55}{8{,}31} \cdot 6 \cdot 10^{-5} = \frac{21{,}3}{8{,}31} \cdot 10^{-5} \approx$$

$$\approx 2{,}5 \cdot 10^{-5}$$

$$\rightarrow \frac{V_{пара}}{\nu_{пара}} = const$$

$$\frac{V_{пара\,0}}{\dfrac{m_{пара\,0}}{\mu}} = \frac{\dfrac{V_{пара\,0}}{\gamma}}{\dfrac{m_{пара\,0} - m_{воды}}{\mu}} \quad (\Rightarrow)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{V_{пара_0}\cdot\mu}{m_{пара_0}} = \frac{V_{пара_0}\cdot\mu}{\gamma(m_{пара_0}-m_{воды})} \iff$$

$$m_{пара_0} = (m_{пара_0}-m_{воды})\gamma \iff$$

$$\gamma m_{воды} = m_{пара_0}(\gamma-1) \iff$$

$$m_{воды} = \frac{m_{пара_0}(\gamma-1)}{\gamma} \iff$$

$$V_{воды} = \frac{m_{воды}}{\rho_{воды}} = \frac{\gamma-1}{\gamma}\cdot\frac{m_{пара_0}}{\rho_{воды}}$$

Уравнение Клапейрона-Менделеева:

$$pV_{пара_0} = \frac{m_{пара_0}}{\mu}RT \iff$$

$$\frac{V_{пара_0}}{\gamma} = \frac{m_{пара_0}RT}{\gamma p\mu}$$

$$\frac{\frac{V_{пара_0}}{\gamma}}{V_{воды}} = \frac{\frac{\cancel{m_{пара_0}}RT}{\cancel{\gamma}p\mu}}{\frac{\gamma-1}{\cancel{\gamma}}\cdot\frac{\cancel{m_{пара_0}}}{\rho_{воды}}} = \frac{RT\cdot\rho_{воды}}{(\gamma-1)p\mu} =$$

$$= \frac{8{,}31\cdot300\cdot1000}{(5{,}6-1)\cdot3{,}55\cdot10^{\cancel{3}}\cdot18\cdot\cancel{10^{-3}}} = \frac{8{,}31\cdot3\cdot10^{5}}{4{,}6\cdot3{,}55\cdot18} =$$

$$= \frac{8,31}{4,6 \cdot 3,55 \cdot 6} \cdot 10^5 = \frac{8,31}{4,6 \cdot 21,3} \cdot 10^5 = \frac{8,31}{97,98} \cdot 10^5 \approx$$

$$\approx \frac{831}{97,98} \cdot 10^3 \approx 8,5 \cdot 10^3$$

Ответ: 1) $2,5 \cdot 10^{-5}$

2) $8,5 \cdot 10^3$

№ 4

Дано:

$\alpha = 45^\circ$

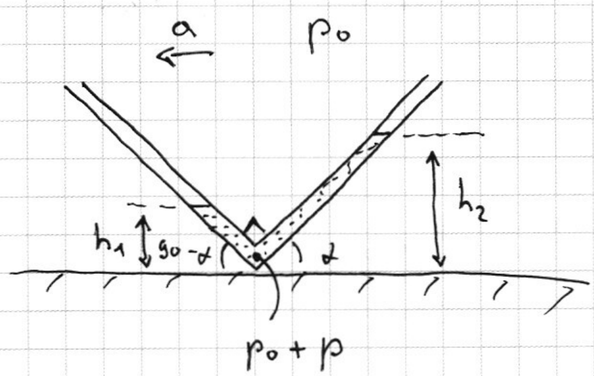
$a = 4$ м/с²

$h_1 = 10$ см

---

h_2 - ?

V - ?



• $m = \rho V = \rho \cdot S\ell = k\ell$

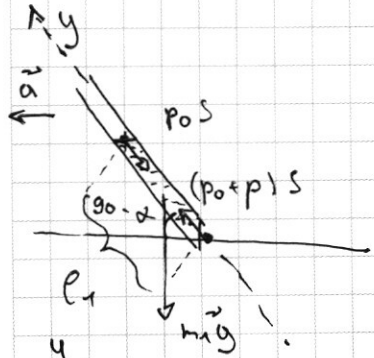
площадь поперечного сечения

const

длина части трубки

→ Рассмотрим два куска масла ~~куска воды~~:

• II закон Ньютона для

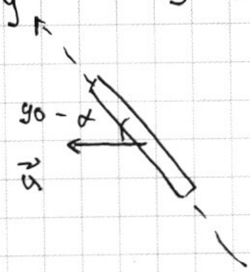


$$Oy: -p_0 S + (p_0+p)S - m_1 g\cos\alpha = m_1 a\cos(90-\alpha)$$

$$pS = m_1(a\sin\alpha + g\cos\alpha)$$

$$pS = k\ell_1(a\sin\alpha + g\cos\alpha)$$

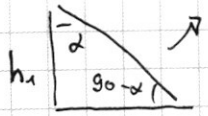
$$\cancel{p = \frac{k}{S}\ell_1 a\sin\alpha}$$



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

$$p = \frac{k}{S}\cdot\frac{h_1}{\cos\alpha}(a\sin\alpha + g\cos\alpha)$$

$$\cancel{p = \frac{k}{S}\cdot h_1 a\,tg\alpha}$$



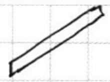
На рисунке указаны только те силы, которые имеют ненулевую проекцию на ось y

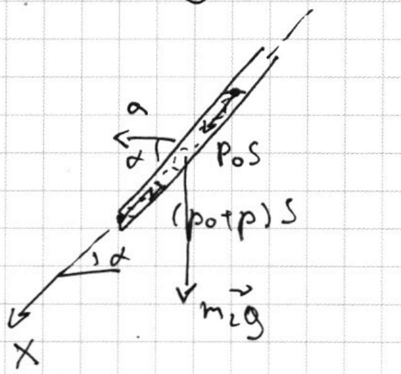
☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

• II закон Ньютона для 

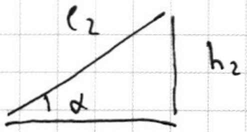


$Ox:\ m_2 g\sin\alpha + p_0S - (p_0+p)S = m_2 a\cos\alpha \Leftrightarrow$

$pS = m_2(g\sin\alpha - a\cos\alpha) \Leftrightarrow$

$pS = k\ell_2(g\sin\alpha - a\cos\alpha) \Leftrightarrow$

$$p = \frac{k}{S}\cdot\frac{h_2}{\sin\alpha}\cdot(g\sin\alpha - a\cos\alpha)$$



$$\ell_2 = \frac{h_2}{\sin\alpha}$$

• Приравняем p.

$$\frac{\cancel{k}}{\cancel{S}}\cdot\frac{h_1}{\cos\alpha}(a\sin\alpha + g\cos\alpha) = \frac{\cancel{k}}{\cancel{S}}\cdot\frac{h_2}{\sin\alpha}(g\sin\alpha - a\cos\alpha) \Leftrightarrow$$

$$h_2 = h_1\cdot\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}\cdot\frac{a\sin\alpha + g\cos\alpha}{g\sin\alpha - a\cos\alpha} \Leftrightarrow$$

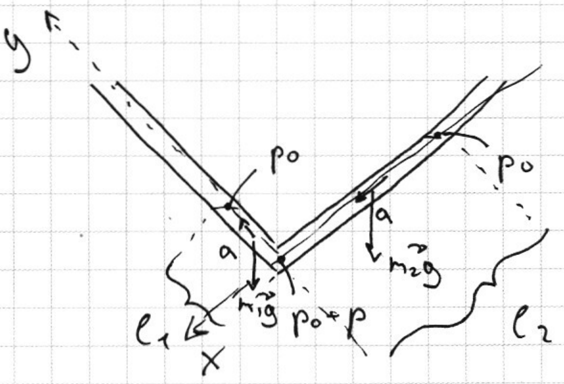
$$h_2 = h_1\cdot tg\alpha\cdot\frac{a\,tg\alpha + g}{g\,tg\alpha - a} \Leftrightarrow$$

$$h_2 = 10\,см\cdot\frac{4\,м/с^2 + 10\,м/с^2}{10\,м/с^2 - 4\,м/с^2} = 10\,см\cdot\frac{14}{6} = \frac{7}{3}\cdot 10\,см =$$

$$= \frac{70}{3}\,см \approx 23\,см$$

→ Найдём скорость V.

Перейдём в НСО трубки.



• ускорения равны, т.к. жидкость несжимаема и неразрывна

Аналогично запишем II закон Ньютона для двух кусков воды.

~~pS...~~

$Oy:\quad pS - m_1 g\cos\alpha = m_1 a$ $\Leftrightarrow$

$Ox:\quad -pS + m_2 g\sin\alpha = m_2 a$

$$m_1(a + g\cos\alpha) = m_2(g\sin\alpha - a) \Leftrightarrow$$

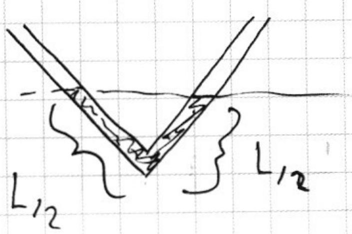
$$l_1(a + g\cos\alpha) = l_2(g\sin\alpha - a) \Leftrightarrow$$

$$a(l_1 + l_2) = l_2 g\sin\alpha - l_1 g\cos\alpha \Leftrightarrow$$

$$l_1 + l_2 = L = const$$

$$a\cdot L = l_2 g\sin\alpha - (L - l_2) g\cos\alpha \Leftrightarrow$$

Воспользуемся тем, что $\alpha = 45^\circ \Rightarrow \sin\alpha = \cos\alpha$



Пусть $l = l_2 - L/2 \Leftrightarrow$

$l_2 = l + L/2$

$$aL = (l + L/2)\, g\sin\alpha - (L - l - L/2)\, g\sin\alpha \Leftrightarrow$$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$aL = g\sin\alpha\left(\ell + \cancel{L/2} - \cancel{L/2} + \ell\right) \Leftrightarrow$

$aL = 2g\sin\alpha\,\ell \Leftrightarrow$

$\ddot{\ell}L = -2g\sin\alpha\,\ell \Leftrightarrow$ (положительное направление для a и $\ddot{\ell}$ различно)

$$\ddot{\ell} = -\frac{2g\sin\alpha}{L}\ell \qquad \omega = \sqrt{\frac{2g\sin\alpha}{L}}$$

Уравнение гармонических колебаний $\Rightarrow$

$\ell(t) = (\ell_2 - L/2)\sin(\omega t + \varphi) \to$ при $t = 0$ $\ell = \ell_2 - L/2$

$\dot{\ell}(t) = (\ell_2 - L/2)\omega\cos(\omega t + \varphi) \to$ при $t = 0$ $\dot{\ell} = 0$ $\Bigg\}$ $\varphi = \frac{\pi}{2}$

$\ell(t) = (\ell_2 - L/2)\cos(\omega t)$

$\dot{\ell}(t) = -(\ell_2 - L/2)\omega\sin(\omega t)$

Уровни сравняются в момент

$0 = (\ell_2 - L/2)\cos(\omega t) \Leftrightarrow$

$\cos(\omega t) = 0 \Leftrightarrow$

$\omega t = \frac{\pi}{2} \Leftrightarrow$

$t = \frac{\pi}{2\omega}$

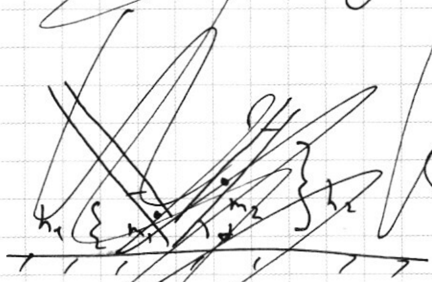
$\dot{\ell}\left(\frac{\pi}{2\omega}\right) = -(\ell_2 - L/2)\omega\sin\left(\omega\cdot\frac{\pi}{2\omega}\right) \Leftrightarrow$

$-V = -(l_2 - L)/2 \cdot \omega \sin\left(\frac{\pi}{2}\right)$ (2)

$V = (l_2 - L)/2 \cdot \omega$ (2)

$V = (l_2 - L)/2 \cdot \sqrt{\frac{2g\sin\alpha}{L}} = (l_2 - l_1)\sqrt{\frac{2g\sin\alpha}{l_1 + l_2}} = \frac{l_2 - l_1}{2}\sqrt{\frac{2g\sin\alpha}{l_1+l_2}}$

Также из-за ~~всех~~ отсутствия трения выполняется ЗСЭ. [redacted] Пожалуйста, проигнорируйте нахождение V с помощью колебаний и оцените этот метод.



скорости равны, т.к. вода несжимаема и неразрывна

ЗСЭ:

$m_2 g \frac{h_2}{2} + m_1 g \frac{h_1}{2} = \frac{(m_1+m_2)V^2}{2}$ (2)

$k \cdot \frac{h_2}{\sin\alpha} \cdot g \cdot h_2 + k \cdot \frac{h_1}{\cos\alpha} \cdot g \cdot h_1 =$ (2)

$= k\left(\frac{h_2}{\sin\alpha} + \frac{h_1}{\cos\alpha}\right) V^2$

$g\left(\frac{h_2^2}{\sin\alpha} + \frac{h_1^2}{\cos\alpha}\right) = V^2\left(\frac{h_2}{\sin\alpha} + \frac{h_1}{\cos\alpha}\right)$ (2)

$g(h_2^2 + h_1^2 \operatorname{tg}\alpha) = V^2(h_2 + h_1 \operatorname{tg}\alpha)$ (2)

Учтём, что $\alpha = 45^\circ$

$g(h_2^2 + h_1^2) = V^2(h_2 + h_1)$ (2)

$g\left(\left(\frac{7}{3}h_1\right)^2 + h_1^2\right) = V^2\left(\frac{7}{3}h_1 + h_1\right)$ (2)

$g \cdot \frac{58}{9} h_1^2 = \frac{10}{3} V^2 h_1$ (2)

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\frac{10}{3}V^2 = \frac{58}{9} h_1 g \Leftrightarrow$

$V^2 = \frac{58\cdot 3}{10\cdot 9} h_1 g \Leftrightarrow$

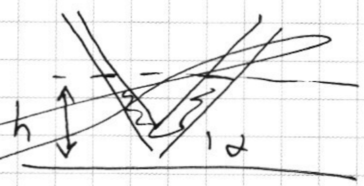
$V^2 = \frac{58}{30} h_1 g \Leftrightarrow$

$V^2 = \frac{29}{15} h_1 g \Leftrightarrow$

$V = \sqrt{\frac{29}{15} h_1 g} = \sqrt{\frac{29}{15}\cdot 0{,}1\cdot 10 \text{ м}^2/\text{с}^2} = \sqrt{\frac{29}{15}} \text{ м/с} \approx$

$\approx 1{,}4$ м/с

~~Ответ: $V = 1{,}4$ м/с~~



$h \parallel$

~~ЗСЭ:~~

$m_2 g\cdot\frac{h_2}{2} + m_1 g\cdot\frac{h_1}{2} = \frac{(m_1+m_2)V^2}{2} + 2\cdot\frac{(m_1+m_2)}{2} g\cdot \frac{\frac{h_1}{\cos\alpha}+\frac{h_2}{\sin\alpha}}{2}\cdot\sin\alpha \Leftrightarrow$

Учтём, что $\alpha = 45°$

$m_2 g\frac{h_2}{2} + m_1 g\frac{h_1}{2} = \frac{(m_1+m_2)V^2}{2} + (m_1+m_2) g\frac{h_1+h_2}{4} \Leftrightarrow \quad |\cdot 2$

$\cancel{m_2 g \frac{h_1}{2}} \quad k\cancel{\frac{h_2}{2}} g\frac{h_2}{2} h$

$k\frac{h_2}{\sin\alpha} g h_2 + k\frac{h_1}{\sin\alpha} g h_1 = k\left(\frac{h_1}{\sin\alpha}+\frac{h_2}{\sin\alpha}\right)V^2 + k\left(\frac{h_1}{\sin\alpha}+\frac{h_2}{\sin\alpha}\right) g \frac{(h_1+h_2)}{2} \Leftrightarrow$

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

$g(h_2^2+h_1^2-2h_1h_2) = 2V^2(h_1+h_2) \quad h_1^2+h_2^2+2h_1h_2 \quad g(h_1-h_2)^2 = 2V^2(h_1+h_2)$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

$$V = \frac{l_2 - l_1}{2}\sqrt{\frac{2g\sin\alpha}{l_1+l_2}} \Leftrightarrow$$

$$l_1 = \frac{h_1}{\cos\alpha} \quad \text{Учтём, что } \alpha = 45^\circ$$

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

$$V = \frac{h_2 - h_1}{2\sin\alpha}\sqrt{\frac{2g\sin^2\alpha}{h_1+h_2}} \Leftrightarrow$$

$$V = \sqrt{\frac{2g}{h_1+h_2}}\,\frac{h_2-h_1}{2} \Leftrightarrow$$

$$V = \sqrt{\frac{(h_2-h_1)^2 g}{2(h_1+h_2)}} = \sqrt{\frac{(\frac{7}{3}-1)^2 h_1^2 g}{2(\frac{7}{3}+1)h_1}} =$$

$$= \sqrt{\frac{\frac{16}{9}h_1^2 g}{2\cdot\frac{10}{3}h_1}} = \sqrt{\frac{4}{15}gh_1} = \sqrt{\frac{4}{15}}\ м/с \approx$$

$$\cancel{\approx 0{,}515\ м/с} \quad \cancel{0{,}5\ м/с} \quad \approx 0{,}52\ м/с$$

Ответ: $h_2 = 23$ см

$V = 0{,}52$ м/с

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Черновик

$$\sqrt{\frac{4}{15}} = \sqrt{\frac{400}{15}} \cdot 10^{-1} =$$

$$\frac{400}{15} = \frac{80}{3} \approx 17$$

$$\frac{2}{\sqrt{15}}$$

$5 \cdot 5 = 25$

$25 \cdot 15$: 125, 25, 375

$5{,}2 \cdot 5{,}2$: 104, 260, $27{,}04$

$4{,}1 \cdot 4{,}1$: 41, 164, $16{,}81$

$16{,}81 \cdot 15$: 8405, 1681, $252{,}15$

$27{,}04 \cdot 15$: 13520, 2704, $405{,}60$

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

$$\frac{h_2^2}{2} g =$$

$$\cancel{m}g\frac{h_2}{2} = \frac{\cancel{m}V^2}{2} + \cancel{m}g\frac{h_2}{4}$$

$$V = \sqrt{\frac{2g(h_2-h_1)^2}{4(h_1+h_2)}}$$

$$2gh_2 = 2V^2 + gh_2$$

$$gh_2 = 2V^2$$

$$V^2 = \sqrt{\frac{gh_2}{2}}$$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Черновик

$V = \sqrt{g}$

$\frac{h_2}{\sin\alpha}\sqrt{\frac{g\sin^2\alpha}{h_1+h_2}}$

$\frac{кг \cdot м}{с^2}$

$h_2\sqrt{\frac{g}{h_1+h_2}}$ 2

$4V_0^2 = V_{1y}^2 + V_{1x}^2$

$4V_0^2 = V_{1y}^2 + V_{0x}^2$

$\frac{с^2}{\cancel{кг \cdot м}}\cancel{кг \cdot м}$

$\frac{49}{9} \cdot \frac{1}{1+\frac{7}{3}}$ 3·3

$\frac{49}{9} \cdot \frac{3}{10}$

$\frac{49}{30}$

3,2 · 3,2 = 6 4 + 9 6 = 10 2 4

3,5 · 3,5 = 17 5 + 10 5 = 1 2,2 5

3,6 · 3,6 = 21 6 + 10 8 = 12,9 6

3,6 · 5 = 18,0

273 + 27 = 60

$\frac{3,6-1}{2}$

$\frac{2,6}{2} = 1,3$

3,55 + 6 = 21,30

8,31 · 2 = 16,62

8,31 · 2,5 = 41 55 + 1662 = 20,775

8,31 · 2,6 = 4986 + 1662 = 21,606

3,55 · 6 = 21,3

21,3 · 4,6 = 1278 + 852 = 97,98

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

Черновик

97,98

$$\begin{array}{r} 98 \\ \times\ 8 \\ \hline 784 \end{array}$$

$98 \times 8{,}5$

$$\begin{array}{r} 98 \\ \times\ 8{,}5 \\ \hline 490 \\ 784\ \ \\ \hline 833{,}0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1{,}21 \\ \times\ 15 \\ \hline 605 \\ 121\ \ \\ \hline 18{,}15 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 97{,}98 \\ \times\ 8{,}5 \\ \hline 48990 \\ 78384\ \ \\ \hline 832{,}830 \end{array}$$

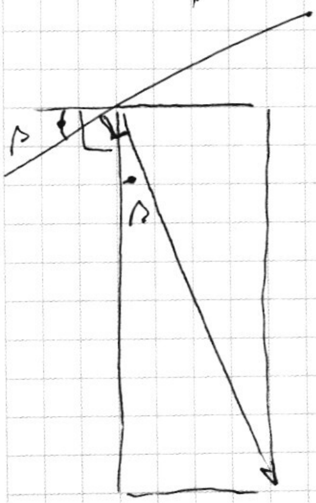
$$\begin{array}{r} 1{,}69 \\ \times\ 15 \\ \hline 845 \\ 169\ \ \\ \hline 25{,}35 \end{array}$$

58

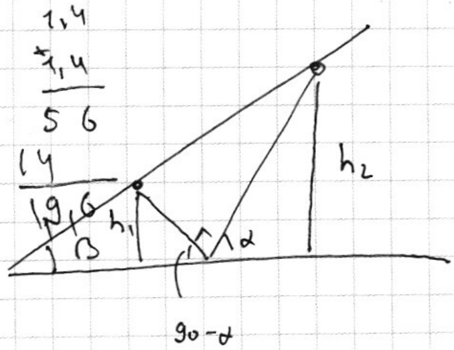
25 29

$$\begin{array}{r} 1{,}44 \\ \times\ 15 \\ \hline 720 \\ 144\ \ \\ \hline 21{,}60 \end{array}$$

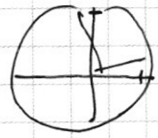
$$\begin{array}{r} 1{,}96 \\ \times\ 15 \\ \hline 980 \\ 196\ \ \\ \hline 29{,}40 \end{array}$$

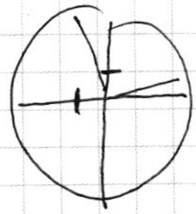


$$\begin{array}{r} 1{,}4 \\ \times\ 1{,}4 \\ \hline 56 \\ 14\ \ \\ \hline 1{,}96 \end{array}$$



$10 \cdot 0{,}1 = 1$



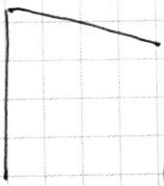


66

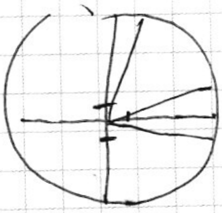
$$\begin{array}{r} 22 \\ \times\ 3 \\ \hline 66 \end{array}$$

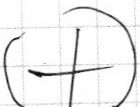
$$\begin{array}{r} 23 \\ \times\ 3 \\ \hline 69 \end{array}$$

23



0





2

$$\begin{array}{r} 1{,}13 \\ \times\ 1{,}13 \\ \hline \end{array}$$

1,44

$$\begin{array}{r} 1{,}1 \\ \times\ 1{,}1 \\ \hline 11 \\ 11\ \ \\ \hline 1{,}21 \end{array}$$

$\frac{м}{с^2}\ м^2 = \frac{м^2}{с^2} \cdot м$

$\frac{49}{9}$ $\frac{58}{9}$

$$\begin{array}{r} 1{,}3 \\ \times\ 1{,}3 \\ \hline 39 \\ 13\ \ \\ \hline 1{,}69 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1{,}2 \\ \times\ 1{,}2 \\ \hline 24 \\ 12\ \ \\ \hline 1{,}44 \end{array}$$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)