Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 9

Вариант 09-04

Шифр

(заполняется секретарём)

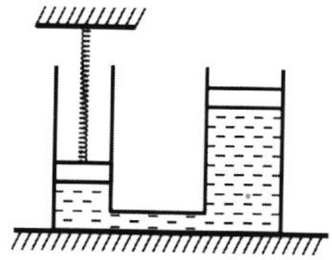
1. С высокой башни экспериментатор бросает камень вертикально вверх с начальной скоростью $V_0 = 12$ м/с. После достижения максимальной высоты камень пролетает рядом с экспериментатором и падает вниз на землю.

1) Через какое время t после броска величина скорости камня будет равна $3V_0$?

2) Найдите путь S, пройденный камнем от момента броска до момента достижения камнем скорости $3V_0$.

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

2. На горизонтальной поверхности расположены два цилиндрических сообщающихся сосуда (см. рис.), в которые налита жидкость плотности ρ. На свободных поверхностях жидкости находятся лёгкие поршни. Зазоров между стенками сосудов и поршнями нет. Левый поршень соединён пружиной жёсткости k с верхней опорой. Деформация пружины равна x. Площадь сечения левого поршня S, правого $2S$. Трение поршней о стенки сосудов пренебрежимо мало. Ускорение свободного падения g.



1) Найдите разность h уровней жидкости в сосудах.

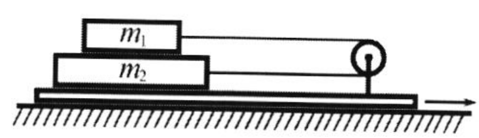
2) На правый поршень положили груз массой m. Найдите массу M груза, который следует положить на левый поршень, чтобы пружина стала недеформированной.

3. У двух планет Альфа-1 и Альфа-2 одинаковые радиусы R, а плотности планет равны, соответственно, $\rho_1 = \rho$ и $\rho_2 = 3\rho$. Гравитационная постоянная G. Объём шара $V = \frac{4}{3}\pi R^3$.

1) Найдите ускорение g свободного падения на расстоянии $5R$ от центра планеты Альфа-1.

2) Найдите отношение T_2/T_1 периодов обращения спутников, которые движутся по круговым орбитам вокруг данных планет. Высоты орбит спутников равны, соответственно $h_1 = R$ и $h_2 = 2R$.

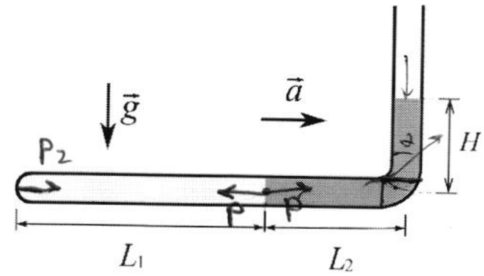
4. На горизонтальном столе находится доска, на которой укреплён неподвижный блок, а также бруски, соединённые нитью. Массы брусков $m_1 = 2m$, $m_2 = 3m$. Коэффициент трения скольжения верхнего бруска по нижнему равен μ, трение между доской и нижним бруском отсутствует. Доску приводят в движение с постоянным ускорением, направленным вправо. Массой нити и блока, а также трением в оси блока можно пренебречь.



1) Найдите максимальное ускорение a_0 доски, при котором бруски не будут проскальзывать относительно друг друга.

2) Найдите силу T натяжения нити, если доска движется с ускорением $a > a_0$.

5. Тонкая изогнутая трубка состоит из горизонтального участка, запаянного с одного конца, и вертикального участка, открытого в атмосферу. Трубка заполнена двумя несмешивающимися жидкостями: плотности ρ_1 в горизонтальном участке, и плотности ρ_2 в горизонтальном и вертикальном участках (см. рис.). Трубка движется с ускорением $a = g/6$, направленным горизонтально. Геометрические размеры указаны на рисунке, $H = L$, $L_1 = 4L$, $L_2 = 3L$. Атмосферное давление P_0.



1) Найдите давление P_1 в жидкости в месте изгиба трубки.

2) Найдите давление P_2 в жидкости у запаянного конца трубки.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 1.

Дано:

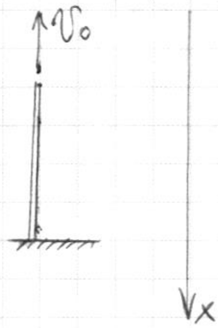
$V_0 = 12$ м/с

$g = 10$ м/с^2

1) t – ?

2) S – ?

Решение:



1) Введем координатную ось x. Запишем на неё закон изменения проекции скорости:

$V_x(t) = V_{0x} + a_x t \Rightarrow$

$\Rightarrow V_x(t) = -V_0 + gt$. Из этого уравнения видно, что модуль скорости камня уменьшается до момента остановки тела в воздухе. Соответственно скорость $3V_0$ будет достигнута, когда камень будет двигаться вдоль оси Ox. Тогда: $3V_0 = -V_0 + gt \Rightarrow t = \frac{4V_0}{g} =$

$= \frac{4 \cdot 12 \text{ м/с}}{10 \text{ м/с}^2} = 4{,}8$ с.

2) Путь S складывается из путей S_1 – до момента остановки в воздухе и S_2 – после остановки камня в воздухе. Вычислим пути S_1 и S_2:

$S_1 = \frac{V_0^2}{2g}$; $S_2 = \frac{(3V_0)^2}{2g} = \frac{9V_0^2}{2g} \Rightarrow S = S_1 + S_2 = \frac{V_0^2}{2g} + \frac{9V_0^2}{2g} = \frac{10V_0^2}{2g} = \frac{5V_0^2}{g} =$

$= \frac{5 \cdot 12 \text{ м/с} \cdot 12 \text{ м/с}}{10 \text{ м/с}^2} = 72$ м.

Ответ: 1) $t = 4{,}8$ с; 2) $S = 72$ м.

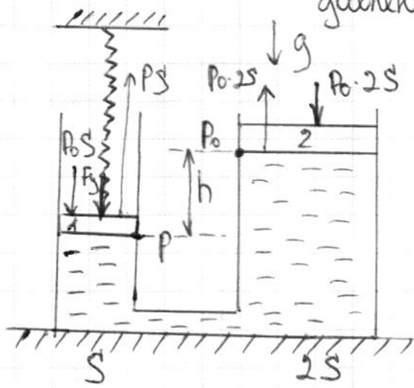
Задача 2.

Дано: $\rho, k, x, 2S, S, g, m.$

1) $h-?$

2) $M-?$

Решение: P_0 – атм. давление



1) Расставим силы, действующие на поршни в первой ситуации. Оба поршня находятся в равновесии ⇒ действие сил на каждый поршень скомпенсировано. Запишем уравнения:

$P_0 S + F_y - PS = 0$

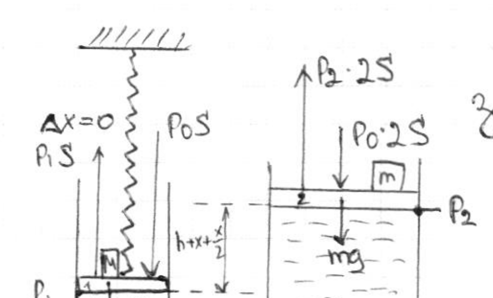
$P = P_0 + \rho g h$ – согласно правилу о распределении давления в сообщающихся сосудах. Тогда:

$P_0 S + F_y - (P_0 + \rho g h)S = 0 \Rightarrow F_y - \rho g h S = 0 \Rightarrow F_y = \rho g h S \Rightarrow$

$\Rightarrow k\Delta x = \rho g h S \Rightarrow \Delta x = \frac{\rho g h S}{k} = x.$ $\Delta x > 0$, а значит пружина в нашем случае сжата, и сила упругости направлена так, как показано на рисунке. Если бы мы получили $\Delta x < 0$, сила упругости была бы направлена вверх по отношению к поршню 1, а пружина была бы растянута. Следовательно:

$h = \frac{kx}{\rho g S}.$

2)



Рассмотрим вторую ситуацию задачи. Расставим силы, действующие на поршни, учитывая, что давление под правым поршнем P_2, а под левым P_1. Действие сил на поршни по прежнему

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 2 (продолжение)

скомпенсировано, а сила упругости равна 0, т.к. пружина не растянута и не сжата. Снова запишем уравнения:

(1) $Mg + P_0 S - P_1 S = 0$

(2) $mg + 2P_0 S - P_2 \cdot 2S = 0$.

Вспомним, что изначально пружина была сжата на x, а значит во 2 случае уровень воды в первом сосуде должен уменьшится на x, чтобы произошло растяжение пружины до $\Delta x = 0$. Тогда из сосуда 1 перетечет в правый одинаковая масса $m_B = \rho g x S$. Тогда уровень воды в правом сосуде поднимется на $l = \frac{\rho g x S}{\rho g 2S} = \frac{x}{2}$. В итоге разность уровней воды в обоих коленах станет $h + x + \frac{x}{2} = h + \frac{3x}{2}$. Значит $P_1 - P_2 = \rho g (h + \frac{3x}{2})$. Вернемся к уравнениям (1) и (2). Домножим первое на 2, вычтем из него второе:

$$2Mg - mg = 2S(P_1 - P_2) = 2S \cdot \rho g (h + \frac{3x}{2}) = 2S\rho g \left(\frac{kx}{\rho g S} + \frac{3x}{2}\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow M = \frac{mg + 2\rho g S\left(\frac{kx}{\rho g S} + \frac{3x}{2}\right)}{2g} = \frac{mg + 2kx + 3\rho g S x}{2g}$$

Ответ: 1) $h = \frac{kx}{\rho g S}$; 2) $M = \frac{mg + 2kx + 3\rho g S x}{2g}$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задание 3.

Дано:
$R_1 = R_2 = R$
$\rho_1 = \rho$
$\rho_2 = 3\rho$
G

1) $g - ?$, $5R$
2) $\frac{T_2}{T_1} - ?$

Решение:

1) На тела, находящиеся на расстоянии 5R от центра планеты Альфа-1, действует единственная сила — сила гравитации, которая и сообщает им ускорение свободного падения g. Соответственно по II з-ну Ньютона: $F_{тр} = mg$, где m - масса тела, а g - ускорение свободного падения.

$F_{тр} = G\frac{mM}{R_0^2} = mg \Rightarrow g = G\frac{M}{R_0^2}$, где R_0 — расстояние между центрами тела и планеты. Пусть масса Альфа-1 равна M_1, а Альфа-2 равна M_2. Найдем M_1:

$M_1 = \rho_1 V_1 = \rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{4\pi R^3 \rho}{3}$. Тогда выведем g:

$$g = \frac{G \cdot M_1}{(5R)^2} = G \cdot \frac{4\pi R^3 \rho}{3} \cdot \frac{1}{25R^2} = \frac{4\pi R^3 \rho G}{75R^2}.$$

2) $T = \frac{2\pi R_0}{v}$, где v - линейная скорость тела.

$g_0 = \frac{v^2}{R_0} \Rightarrow v^2 = g_0 R_0 \Rightarrow v = \sqrt{g_0 R_0}$, где g_0 - ускорение свободного падения (центростремительное ускорение).

Тогда $T = \frac{2\pi R_0}{\sqrt{g_0 R_0}} = \frac{2\pi\sqrt{R_0}}{\sqrt{g_0}} = 2\pi\sqrt{\frac{R_0}{g_0}} \Rightarrow$

$\Rightarrow T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{R_1 + h_1}{g_1}}$; $T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{R_2 + h_2}{g_2}}$. Найдем g_1 и g_2:

$$g_1 = G\frac{M_1}{(R_1 + h_1)^2} = G \cdot \frac{4\pi R^3 \rho}{3} \cdot \frac{1}{4R^2} = G\frac{\pi R \rho}{3}$$

Задача 3 (продолжение)

$$g_2 = G\frac{M_2}{(R_2+h_2)^2} = G\cdot\frac{4\pi R^3\cdot 3\rho}{3}\cdot\frac{1}{9R^2} = G\,\frac{4\pi R\rho}{9}.$$ Тогда:

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{2\pi\sqrt{\dfrac{R_2+h_2}{g_2}}}{2\pi\sqrt{\dfrac{R_1+h_1}{g_1}}} = \frac{\sqrt{R_2+h_2}\cdot\sqrt{g_1}}{\sqrt{R_1+h_1}\cdot\sqrt{g_2}} = \sqrt{\frac{3R\cdot\dfrac{G\pi R\rho}{3}}{2R\cdot\dfrac{G\pi R\rho\cdot 4}{9}}} =$$

$$=\sqrt{\frac{9}{8}} = \frac{3}{2\sqrt{2}} = \frac{3\sqrt{2}}{4} = 0{,}75\sqrt{2} \approx 1{,}06$$

Ответ: 1) $g = \frac{4\pi R^3\rho G}{75R^2}$; ~~2) $\frac{T_2}{T_1} = 1{,}06$~~ 2) $\frac{T_2}{T_1} = 1{,}06$.

Задание 4.

Дано:

$m_1 = 2m$

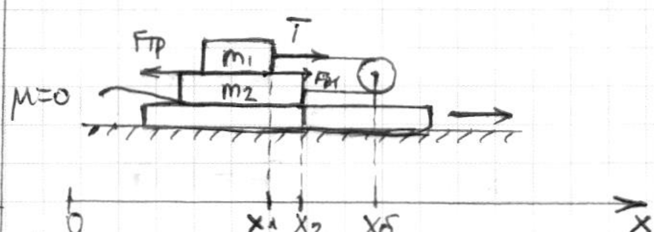
$m_2 = 3m$

μ

1) a_0 – ?

2) T – ? | $a > a_0$

Решение:



Введём координатную ось x, сонаправленную с движением доски. Обозначим на ней координаты правых граней брусков (x_1 и x_2), а также координату блока ($x_б$). Нить в задаче нерастяжимая, поэтому её длина $L = const$. Запишем длину L через координаты: (1) $L = (x_б - x_1) + (x_б - x_2) = 2x_б - x_1 - x_2$. Рассмотрим малый промежуток времени Δt, за который скорость тел ещё не успела сильно измениться. Тогда:

(2) $L = 2x_б' - x_1' - x_2'$, где $x_б', x_1', x_2'$ – новые координаты тел. Вычтем из (2)–(1). Получим, что $0 = 2(x_б' - x_б) - (x_1' - x_1) - (x_2' - x_2) = 2\Delta x_б - \Delta x_1 - \Delta x_2$, где $\Delta x_б$, Δx_1 и Δx_2 – изменение координат. Разделим полученное на Δt: $2v_{бx} - v_{1x} - v_{2x} = 0$. Данное равенство должно выполняться в любой момент времени, а значит

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задание 4 (продолжение).

мы можем перейти к проекциям ускорений:

$0 = 2a_{бx} - a_{1x} - a_{2x}$.

$0 = 2a_0 - a_{1x} - a_{2x} \Rightarrow a_0 = \frac{a_{1x} + a_{2x}}{2}$. Бруски не движутся относительно друг друга, а значит $a_{1x} = a_{2x} = a_x = a_0$

$a_0 = \frac{2a_x}{2} = a_x$. Теперь рассмотрим силы, действующие на бруски (см. рис.). Запишем II з-н Ньютона для брусков в предположении, что сила трения между ними для первого бруска направлена влево, а для правого вправо. Получим:

$$\begin{cases} T - \mu m_1 g = a_0 m_1 \\ T + \mu m_2 g = a_0 m_2 \end{cases} \Rightarrow \cancel{\mu m_2 g - m_1} \quad 2\mu m_1 g = a_0(m_2 - m_1) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a_0 = \frac{2\mu m_1 g}{m_2 - m_1} = \frac{4\mu m g}{m} =$$

$= 4\mu g$. (Действительно сила трения была направлена правильно)

2) Вспомним, что $2a_б = a_{1x} + a_{2x}$, и снова запишем II з-н Ньютона (силу трения направим как в пункте 1).

$$\begin{cases} T - \mu m_1 g = m_1 a_{1x} \\ T + \mu m_2 g = m_2 a_{2x} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} T - 2\mu m g = 2m a_{1x} & | \cdot 3 \\ T + 2\mu m g = 3m a_{2x} & | \cdot 2 \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow + \begin{cases} 3T - 6\mu m g = 6m a_{1x} \\ 2T + 4\mu m g = 6m a_{2x} \end{cases} \Rightarrow 5T - 2\mu m g = 6m(a_{1x} + a_{2x}) = 6m \cdot 2a_б = 12a_б$$

$a_б = \frac{5T - 2\mu m g}{12} > a_0$, тогда $5T > 12a_0 + 2\mu m g \Rightarrow$

$\Rightarrow T > \frac{12a_0 + 2\mu m g}{5} = \frac{12 \cdot 4\mu g + 2\mu m g}{5} = 10\mu m g$. Выходит, что $T > 10\mu m g$, при $a > a_0$.

Ответ: 1) $a_0 = 4\mu g$; 2) $T > 10\mu m g$.

Задача 5.

Дано:

ρ_1, ρ_2,

$a = \frac{g}{6}$,

$H = L$, $L_1 = 4L$,

$L_2 = 3L$

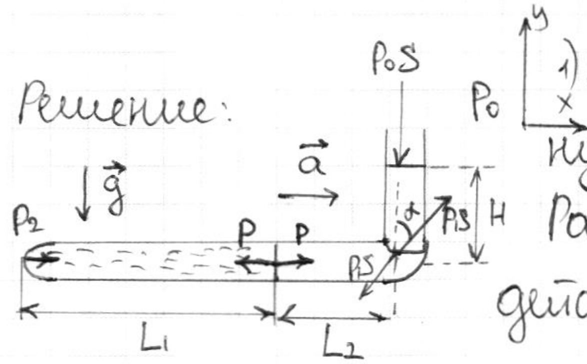
P_0

---

1) P_1 − ?

2) P_2 − ?

Решение:



1) Рассмотрим данную установку. Расставим силы, действующие на столб жидкости высотой H. Сверху на него давит атмосфера, а с нижней стороны воздействует сила P_1S, которая сообщает ему ускорение $a = \frac{g}{6}$. Пусть эта сила направлена под углом α к вертикали. Запишем II з-н Ньютона:

(*) $P_1 S\cos\alpha = P_0 S$ $(a_y = 0)$ $\Rightarrow$ $\cos\alpha = \frac{P_0}{P_1}$

$P_1 S\sin\alpha = \frac{\rho_2 g\cdot S\cdot H}{6} \Rightarrow P_1 = \frac{\rho_2 gSH}{6S\sin\alpha} = \frac{\rho_2 gH}{6\sin\alpha}$.

По основному тригонометрич. тождеству:

$\sin\alpha = \sqrt{1-\cos^2\alpha} = \sqrt{1-\frac{P_0^2}{P_1^2}} \Rightarrow P_1 = \frac{\rho_2 gH}{6\cdot\sqrt{1-\frac{P_0^2}{P_1^2}}} \Rightarrow$

$\Rightarrow 36P_1^2\cdot\left(1-\frac{P_0^2}{P_1^2}\right) = \rho_2^2 g^2 H^2$

$36P_1^2 - 36P_0^2 = \rho_2^2 g^2 H^2 \Rightarrow P_1 = \sqrt{\frac{36P_0^2+\rho_2^2 g^2 H^2}{36}} =$

$= \sqrt{P_0^2 + \frac{\rho_2^2 g^2 H^2}{36}}$.

2) Рассмотрим горизонтальный столб воды длиной L_1. Запишем II з-н Ньютона: $S(P_2 - P) = \frac{\rho_1 g\cdot SL_1}{6} \Rightarrow$

$\Rightarrow P_2 - P = \frac{\rho_1 gL_1}{6}$. Также запишем II з-н Ньютона для горизонтальной части трубки длиной $L_1 + L_2$:

$(P - \underbrace{P_1\cancel{S}\cos\alpha}_{P_0\cancel{S}\text{ из уравн. *}})S = \frac{(\rho_1 SL_1 + \rho_2 SL_2)\cdot g}{6} \Rightarrow P - P_0 = \frac{(\rho_1 L_1 + \rho_2 L_2)g}{6}$.

Сложив оба уравнения, получим:

$P_2 - P_0 = \frac{2\rho_1 gL_1 + \rho_2 L_2 g}{6} \Rightarrow P_2 = P_0 + \frac{2\rho_1 L_1 g + \rho_2 L_2 g}{6}$

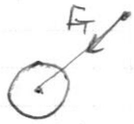
Ответ: 1) $P_1 = \sqrt{P_0^2 + \frac{\rho_2^2 g^2 H^2}{36}}$; 2) $P_2 = P_0 + \frac{2\rho_1 L_1 g + \rho_2 L_2 g}{6}$.

$R_1 = R_2 = R$

$\rho_1 = \rho$

$\rho_2 = 3\rho$

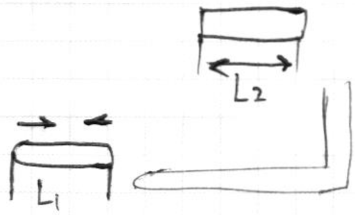
$G;\ V = \frac{4}{3}\pi R^3$

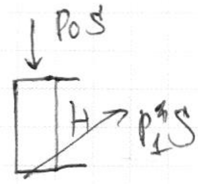


$F_T = G\frac{Mm}{R^2} = ma$

$\frac{GM}{R^2} = a$

$T_1 = \frac{2\pi R}{v}$

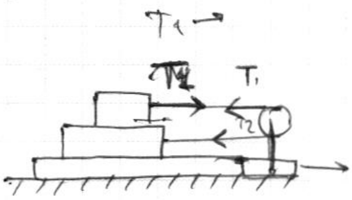




$T + F_{TP} = m_1 a_1$

$T - F_{TP} = m_2 a_2$

$(P_2 - P)\cancel{S} = \rho L_1 \cancel{S} \cdot a$



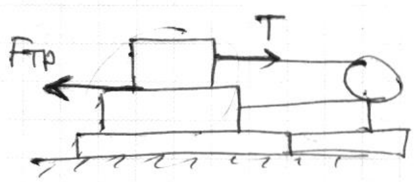
$2F_{TP} = m_1 a_1 - m_2 a_2 =$ $*P_2 - P = \rho L_1 a$

$= a(m_1 - m_2)$

$\cancel{p=}$

$T_1 \neq T_2$

$a = \frac{R}{m}$ $(P_{1x} - P)\cancel{S} = \rho_2 L_2 \cancel{S} \cdot a$



брусок + брусок

$*P_{1x} - P = \rho_2 L_2 a$

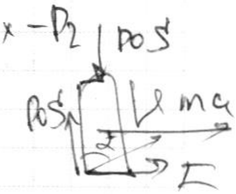
$5ma = 20\mu mg$

$\cancel{2T = 5ma}$

$a = \frac{2T}{5m}$ $\quad \frac{F}{S}$

$a = 4\mu g$

$* \ P_{1x} - P_2$



$\cancel{T - F_{TP} = 2ma_1}$

$T - \mu m_1 g = a_1 m_1$

$T - \mu \cdot 2mg = 2ma_1 \qquad a_1 = \frac{T - 2\mu mg}{2m}$

$T + \mu m_1 g = a_2 m_2$

$P\cos\alpha = P_0$

$\cancel{T + F_{TP} = 3ma_2} \qquad a_2 = \frac{T + 2\mu mg}{3m}$

$2a' = a_{1x} + a_{2x}$ $\quad \cos\alpha = \frac{P_0}{P}$

$\cancel{T + \mu \cdot 3mg = 3ma_2}$

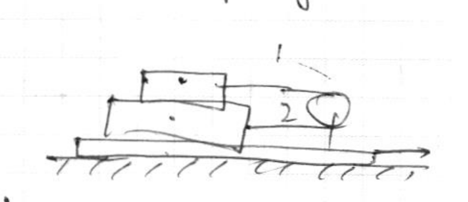
$T + 2\mu mg = 3ma_2$

$\frac{T + 2\mu mg}{3m} = \frac{T - 2\mu mg}{2m}$ $\quad T - \mu m_1 g =$

$T - 2m\mu g = 2a_1 m \mid \cdot 3$

$\frac{T}{2m} - \frac{T}{3m} = \frac{2}{3}\mu g + \mu g$

$T + 2\mu mg = 3ma_2 \mid \cdot 2$



$\frac{T}{6m} = \frac{5\mu g}{3}$

$3T - 6\mu mg = 6a_1 m$

$2T + 4\mu mg = 6ma_2$

$T = \frac{30\mu mg}{3} = 10\mu mg$

$(x_б - x_1) + (x_б - x_2) = L$ $\quad \boxed{P_2 S = ma}$

$(a_{1x} + a_{2x}) \cdot 6m =$

$2x_б - x_1 - x_2 = L \qquad 2a_{x_0} - a_{1x} - a_{2x} = 0$

$= 5T + 2\mu mg$

$2a_{x_0} - a_{1x} - a_{2x} \neq L \qquad 2a_{x_0} = a_{1x} + a_{2x}$

$12a'm = 5T + 4\mu m$

$\cancel{2a_{x_0} = a_x}$ $\qquad 2a_{x_0} = 2a_x \qquad a_{x_0} = a_x =$

$\frac{5T + 2\mu mg}{12m} \geq a_0$ $\qquad a_1$

$T = \frac{12a'm - 2\mu mg}{5}$

$5T + 2\mu mg \geq 12ma_0$

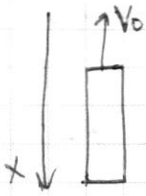
☒ черновик ☐ чистовик Страница №__

(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

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

ШИФР
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$v(t) = -V_0 + gt$

$3V_0 = -V_0 + gt$

$4V_0 = gt \Rightarrow t = \frac{4V_0}{g} = 4{,}8$ с

$S_1 = \frac{V_0^2}{2g} \Rightarrow$ $\quad S = S_1 + S_2 = \frac{10V_0^2}{2g} = \frac{5V_0^2}{g} = 72$ м

$S_2 = \frac{(3V_0)^2}{2g} = \frac{9V_0^2}{2g} \Rightarrow$

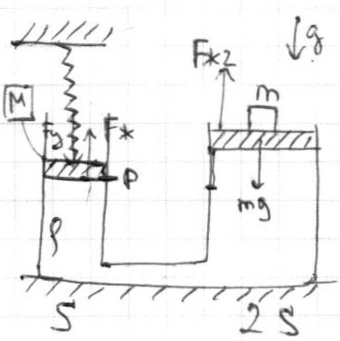
$\rho^2 g^2 h^2 = P_1^2 \cdot 6^2 \cdot \left(1 - \frac{P_0^2}{P_1^2}\right)$

$\sqrt{8} = 2\sqrt{2}$

$2Mg = mg +$

$P\cos\alpha = P_0$

$\cos\alpha = \frac{P_0}{P}$



$m_п = 0$ $\quad PS = k\Delta x$

$F_{тр} = 0$ $\quad P = \frac{k\Delta x}{S}$

x, k

$\Delta h = \frac{P}{\rho g} = \frac{k\Delta x}{\rho g S}$

$\cancel{mg = P \cdot 2S}$

$S = \frac{\pi R^2}{4}$ $\quad P_0\cos(90 - \alpha) =$

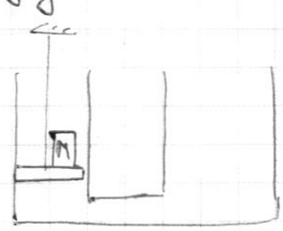
$R = \sqrt{\frac{4S}{\pi}}$ $\quad d = \sqrt{\frac{8S}{\pi}}$

$= P_0 \sin\alpha$

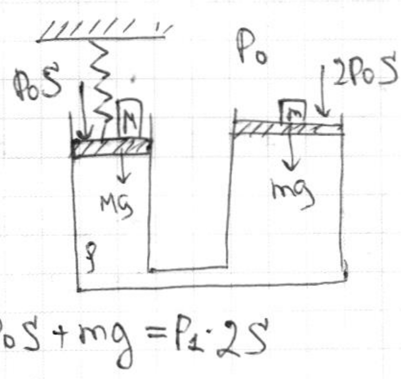
$\frac{G\pi R^2 \rho \cdot 9}{8G\pi R^2 \rho} = \infty/9$

$mg = P' \cdot 2S$

$Mg = P'' \cdot S$



$\sin\alpha = P_0 \sqrt{1 - \frac{P_0^2}{P^2}}$



$P_0 S - PS + k\Delta x = 0$

$P_0 S - (P_0 + \rho g h) S + k\Delta x = 0$

$P_0 S - P_0 S + \rho g h S = -k\Delta x$

$\rho g h S = -k\Delta x \Rightarrow \Delta x = \frac{\rho g h S}{-k}$

$x = \frac{\rho g h S}{k} \Rightarrow \boxed{h = \frac{kx}{\rho g S}}$

$P_1 \cdot \sqrt{1 - \frac{P_0^2}{P^2}} - P = ma$

$2P_0 S + mg = P_1 \cdot 2S$

$P_0 S + Mg = P_2 \cdot S$

$2P_0 S + mg = 2P_1 S$ $\quad V = xS = l \cdot 2S \Rightarrow l = \frac{x}{2}$ $\quad \frac{2\pi R^2}{V_0}$

$2P_0 S + 2Mg = 2P_2 S\left(h + x + \frac{x}{2}\right) = \Delta$

$\rho g x S = \rho g l \cdot 2S$

$\rho g\left(h + \frac{3x}{2}\right) \cdot 2S = \cdot$

$l =$ $\quad a_{цс} = \frac{V_0^2}{R} =$ $\quad a_{цс} = \frac{V^2}{R}$

☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)