Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 9

Вариант 09-01

Шифр

(заполняется секретарём)

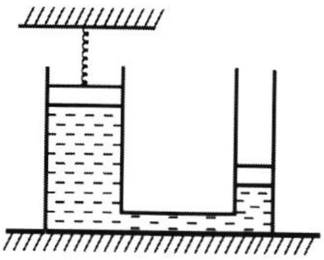
1. Школьник бросает камень вертикально вверх с начальной скоростью $V_0 = 12$ м/с.

1) Через какое время t после старта скорость камня будет равна по величине $V_0/3$?

2) На какой высоте h, отсчитанной от точки старта скорость камня будет равна по величине $V_0/3$?

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

2. На горизонтальной поверхности расположены два цилиндрических сообщающихся сосуда (см. рис.), в которых 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. Разность уровней жидкости в сосудах равна h. Площадь сечения левого поршня S, правого $S/2$. Трение поршней о стенки сосудов пренебрежимо мало. Ускорение свободного падения g.



1) Найдите деформацию x пружины.

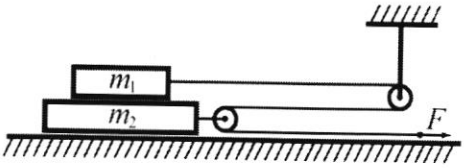
2) Найдите массу m груза, который следует положить на правый поршень, чтобы пружина стала недеформированной.

3. Спутник обращается по круговой орбите вокруг планеты. Высота орбиты $h = 0{,}5R$, здесь R – радиус планеты. Плотность планеты ρ. Гравитационная постоянная G. Объём шара $V = \frac{4}{3}\pi R^3$.

1) Найдите ускорение g свободного падения на расстоянии $2R$ от центра планеты.

2) Найдите период T обращения спутника.

4. На горизонтальном столе находятся бруски, соединённые нитью с системой блоков (см. рис.). Массы брусков $m_1 = 2m$, $m_2 = 3m$. Коэффициент трения скольжения нижнего бруска по столу и верхнего бруска по нижнему равен μ. Массы нити и блоков, а также трение в осях блоков пренебрежимо малы.

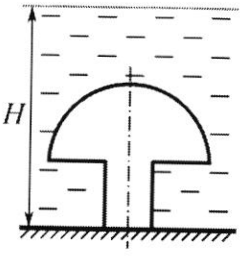


1) Найдите величину F_0 горизонтальной силы, которую следует приложить к свободному концу нити, чтобы нижний брусок скользил по столу, а сила трения, действующая на верхний брусок, была равна нулю.

2) Найдите величину F минимальной силы, при которой нижний брусок скользит по столу, а верхний брусок движется влево относительно нижнего бруска.

5. Ко дну бассейна глубиной H=2,5 м приклеена осесимметричная конструкция (см. рис.). Клей затвердел. Верхняя поверхность конструкции – полусфера. Объем конструкции $V = 8$ дм^3, площадь соприкосновения конструкции с дном через клей $S = 20$ см^2. Плотность воды $\rho = 1$ г/см^3, атмосферное давление $P_0 = 100$ кПа.

Ускорение свободного падения g =10 м/с^2.

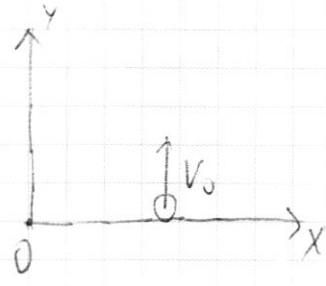


1) Найдите давление P_1 вблизи дна.

2) Найдите величину F силы (с указанием направления), с которой вода действует на конструкцию.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1



В момент времени τ ~~начальная~~ скорость камня в проекции на ось OY равна $V_0 - g\tau$ (нулевым моментом времени считается начальный, то есть тот, когда камень пустили). Соответственно, величиной скорости камня в момент времени τ будет величина $|V_0 - g\tau|$, поскольку камень движется вертикально. Нам ~~нео~~ необходимо найти моменты времени, такие что $|V_0 - g\tau| = \frac{V_0}{3}$. Это уравнение раскладывается в совокупность

$$\left[\begin{array}{l} \begin{cases} V_0 - g\tau = \frac{V_0}{3} \\ V_0 - g\tau \geq 0 \end{cases} \\ \begin{cases} g\tau - V_0 = \frac{V_0}{3} \\ V_0 - g\tau \leq 0 \end{cases} \end{array}\right. \Leftrightarrow \left[\begin{array}{l} \begin{cases} \tau = \frac{2}{3}\frac{V_0}{g} \\ \tau \leq \frac{V_0}{g} \end{cases} \\ \begin{cases} \tau = \frac{4}{3}\frac{V_0}{g} \\ \tau \geq \frac{V_0}{g} \end{cases} \end{array}\right.,$$

откуда $\tau_1 = \frac{2}{3}\frac{V_0}{g}$; $\tau_2 = \frac{4}{3}\frac{V_0}{g} \Rightarrow \tau_2 = 2\tau_1$

$$\Downarrow$$

$$\begin{cases} \tau_1 = \frac{2}{3} \cdot \frac{12\,\frac{м}{с}}{10\,\frac{м}{с^2}} = 0{,}8с \\ \tau_2 = 2\tau_1 = 2 \cdot 0{,}8с = 1{,}6с \end{cases}$$

Высота h, требуемая в пункте 2, равна модулю перемещения камня (по оси OY), и, ~~соотв~~, рассчитывается по формуле $\Delta Y = \frac{V_Y^2 - V_{0Y}^2}{2a_Y}$

Откуда $h = |\Delta Y| = \frac{\left(\frac{1}{3}V_0\right)^2 - V_0^2}{2 \cdot (-g)} = \frac{-\frac{8}{9}V_0^2}{-2g} = \frac{4}{9}\frac{V_0^2}{g} \Rightarrow$

$\Rightarrow h = \frac{4}{9}\frac{\left(12\,\frac{м}{с}\right)^2}{10\,\frac{м}{с^2}} = \frac{4 \cdot 12^2}{9 \cdot 10}\,м = \frac{64}{10}\,м = 6{,}4\,м$

Нетрудно видеть, что в моменты времени τ_1 и τ_2 камень находился на одной и той же высоте

Ответ: 1) $\tau_1 = 0{,}8с$; $\tau_2 = 1{,}6с$
2) $h = 6{,}4\,м$

№2

1) Пусть атмосферное давление равно p_a, давления непосредственно под первым и вторым поршнями равны p_1 и p_2 соотв. Тогда из условия равновесия воды следует, что $p_1 S = p_2 \frac{S}{2}$ и $|p_1 - p_2| = \rho g h$.

Из первого равенства получаем, что $p_2 = 2p_1$. Отсюда, по второму равенству $|p_1 - 2p_1| = \rho g h \Rightarrow p_1 = \rho g h$.

Условие равновесия правого поршня:

$p_a = p_2$ (1)

Условие равновесия левого поршня:

$p_a S = ky + p_1 S$; где y по модулю равен модулю x, причём $y > 0$, если пружина растянута, и $y < 0$, если пружина сжата. (2)

Из равенства 2 получаем, что $y = \frac{(p_a - p_1)S}{k}$. Из равенства 1 следует, что

$y = \frac{(p_2 - p_1)S}{k}$, а т.к. $p_2 = 2p_1$, то $y = \frac{p_1 S}{k} = \frac{\rho g S h}{k}$

Отсюда $x = \frac{\rho g S h}{k}$ и пружина растянута

2) После того, как груз массой m был положен, пружина стала до недеформированного состояния, то есть уменьшила длину на x. Из кинематической связи пружины и левого поршня следует, что левый поршень поднялся на x.

Пусть тогда левый поршень опустился на z. Тогда из того, что объём жидкости в сосуде постоянен, следует, что $Sx = \frac{S}{2} z$ (поскольку изменения объёмов жидкости слева и справа в сумме равны нулю). Отсюда $z = 2x$

Тогда новая разность уровней воды равна

$h_1 = h + x + z = h + 3x$

Аналогично рассуждениям из предыдущего пункта, можно говорить о двух следствиях из условия равновесия воды, а именно о том, что $p_1 S = p_2 \frac{S}{2}$ и $|p_1 - p_2| = \rho g h_1$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2 (прод.)

(p_1 и p_2 имеют тот же смысл, что и в пункте 1, но могут принимать иные значения).

~~Из равенства~~

Из первого равенства следует, что $p_2 = 2p_1$. Подставляя $2p_1$ вместо p_2 во второе равенство, получаем, что $p_1 = \rho g h_1$

Условие равновесия ~~левого~~ правого поршня:

$mg + p_a\frac{S}{2} = p_2\frac{S}{2}$ (1)

Условие равновесия левого поршня:

$p_a = p_1$ (т.к. пружина не деформирована) (2)

Подставляя равенство 2 в уравнение 1, получаем, что $mg + p_1\frac{S}{2} = p_2\frac{S}{2} \Rightarrow$

$\Rightarrow mg = \frac{S}{2}(p_2 - p_1) = \frac{S}{2}\cdot p_1 = \frac{S}{2}\cdot\rho g h_1$,

откуда $m = \frac{1}{2}\rho S h_1 = \frac{1}{2}\rho S(h+3x) = \frac{1}{2}\rho S\left(h + \frac{3\rho g S h}{k}\right) = \frac{1}{2}\rho S h\left(1 + \frac{3\rho g S}{k}\right)$

Ответ: 1) $x = \frac{\rho g S h}{k}$ (пружина растянута)

2) $m = \frac{1}{2}\rho S h\left(1 + \frac{3\rho g S}{k}\right)$

№3

1) Для тела массой m верно условие $F_{пр} = mg$, где $F_{пр}$ - сила притяжения тела к Земле. Поскольку $F_{пр} = \frac{GMm}{r^2}$, где M - масса Земли, а r - расстояние от тела до центра Земли, то $mg = \frac{GMm}{r^2} \Leftrightarrow g = \frac{GM}{r^2}$. Поскольку $M = \frac{4}{3}\pi R^3\rho$ и $r = 2R$,

$M = \rho V$

$g = \frac{G\cdot\frac{4}{3}\pi R^3\rho}{(2R)^2} = \frac{4\pi}{3\cdot 4}\cdot\frac{GR^3\rho}{R^2} = \frac{1}{3}\pi G R\rho$

2) По закону Кеплера для системы двух тел, в которой масса одного из тел значительно меньше массы другого (масса спутника значительно меньше массы Земли)

~~$T=2\pi\sqrt{\frac{a^3}{GM}}$~~ $T = 2\pi\sqrt{\frac{a^3}{GM}}$, где M - масса более массивного тела, a - большая полуось орбиты малого тела, T - период обр. малого тела

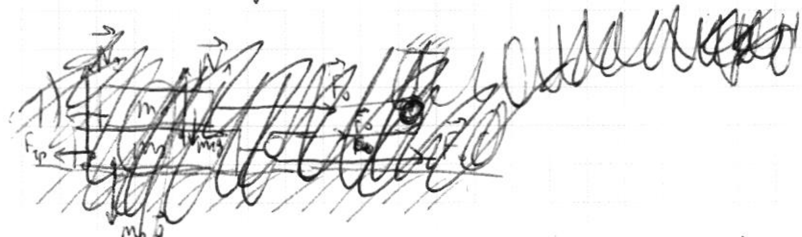
Поскольку орбита круговая, то $a = r = R+h = R+0,5R = \frac{3}{2}R$. Учитывая, что $m = \rho V = \frac{4}{3}\pi R^3\rho$, получим, что

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{(\frac{3}{2}R)^3}{G\cdot\frac{4}{3}\pi R^3\rho}} = 2\pi\sqrt{\frac{3^3\cdot 3\cdot R^3}{8\cdot 4\cdot G\cdot \pi R^3\rho}} = 2\pi\sqrt{\frac{\cancel{81}\, 9^2}{32\pi G\rho}} =$$

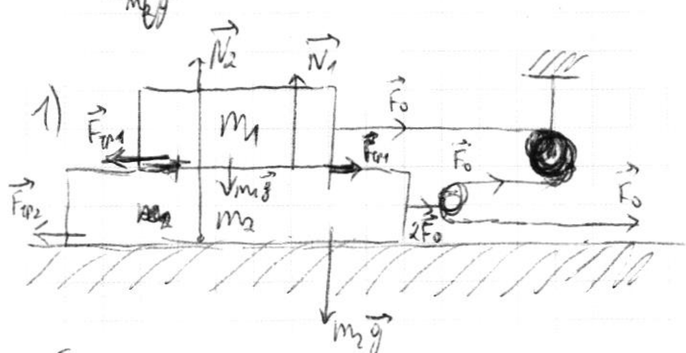
$$= 9\sqrt{\frac{4\pi^2}{32\pi G\rho}} = 9\sqrt{\frac{\pi}{8G\rho}} = \frac{9}{2}\sqrt{\frac{\pi}{2G\rho}}$$

Ответ: 1) $g = \frac{1}{3}\pi G R\rho$

2) $T = \frac{9}{2}\sqrt{\frac{\pi}{2G\rho}}$



N4



Чтобы сила трения $\vec F_{тр1}$ была равна нулю, необходимо, чтобы верхний брусок покоился относительно нижнего, то есть бруски должны иметь одинаковые скорости, и, соотв., ускорения.

Т.к. $F_{тр1} = \mu N_1$, то $N_1 = 0$. Запишем II закон Ньютона для ~~обеих систем~~ обоих блоков в проекции на вертикальную ось, напр-ую вверх:

$N_1 + N_2 - m_1 g - m_2 g = m_1 a_{y1} + m_2 a_{y2} \Leftrightarrow N_2 = (m_1+m_2)g$, т.к. $N_1 = 0$ и $a_{y1} = a_{y2} = 0$, где a_{y1} и a_{y2} - ~~ускор~~ проекции ускорений I и II брусков ~~соотв.~~ на верт ось соотв.

Откуда $F_{тр2} = \mu N_2 = \mu(m_1+m_2)g$

~~2) Ускорение верхнего бруска (в проекции на ox горизонтальную ось) по II закону Ньютона равно~~

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4 (прод.)

Ускорение нижнего бруска в проекции на горизонтальную ось, напр. вправо, равно $\frac{2F_0 + F_{тр1} - F_{тр2}}{m_2} = \frac{2F_0}{m_2} - \frac{\mu(m_1+m_2)g}{m_2}$

Аналогичная величина для верхнего бруска равна $\frac{F_0 - F_{тр}}{m_1} = \frac{F_0}{m_1}$

Эти величины, как было сказано выше, равны. То есть

$\frac{2F_0}{m_2} - \frac{\mu(m_1+m_2)g}{m_1} = \frac{F_0}{m_1} \Leftrightarrow \frac{2F_0}{3m} - \frac{5\mu mg}{3m} = \frac{F_0}{2m} \Leftrightarrow \left(\frac{2}{3} - \frac{1}{2}\right)F_0 = \frac{5}{3}\mu mg \Leftrightarrow \frac{1}{6}F_0 = \frac{5}{3}\mu mg \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow F_0 = 10\mu mg$

2) Чтобы верхний брусок двигался влево относительно нижнего, необходимо, чтобы скорость* верхнего бруска была меньше скорости* нижнего, и, соотв, ускорение* верхнего бруска было меньше ускорения* нижнего. (условие 1)

Для того чтобы система двигалась, необходимо сдвинуть нижний брусок (если будет сдвинут только верхний, то он будет двигаться вправо относительно нижнего). (условие 2)

Т.к. бруски двигаются с разными ускорениями, то $F_{тр1} \neq 0 \Rightarrow N_1 \neq 0$. Т.к. нижний брусок движется, $F_{тр2} \neq 0 \Rightarrow N_2 \neq 0$. Отсюда $N_1 = m_1 g$. N_2 находится из II закона Ньютона для обоих брусков в проекции на верт. ось, напр. вверх:

$N_1 + N_2 - m_1 g - m_2 g = m_1 a_{1y} + m_2 a_{2y} \Leftrightarrow m_1 g + N_2 - m_1 g - m_2 g = 0 \Leftrightarrow N_2 = m_2 g$

$F_1 = \mu N_1 = \mu m_1 g$

$F_2 = \mu m_2 g$

Чтобы выполнялось условие 1, необходимо выполнение неравенства

* Подразумеваются проекции на горизонтальную ось, напр. вправо

№4 (продол.)

$$\frac{F-F_{Tp1}}{m_1} \leq \frac{2F+F_{Tp1}-F_{Tp2}}{m_2} \Leftrightarrow \frac{F}{m_1} - \frac{\mu m_1 g}{m_1} \leq \frac{2F}{m_2} + \frac{F_{Tp1}}{m_2} - \frac{\mu m_2 g}{m_2} \Leftrightarrow \frac{F}{2m} \leq \frac{2F}{3m} + \frac{\mu m_1 g}{m_2} \Leftrightarrow$$

$\Leftrightarrow \frac{F}{2} \leq \frac{2}{3}F + \frac{2}{3}\mu m g \Leftrightarrow -\frac{2}{3}\mu m g \leq \frac{1}{6}F$, что верно при любом F

Для выполнения ~~второго условия~~ необходимо выполнение нер-ва условия 2

$$F \geq F_{Tp2} - F_{Tp1} = \mu m_2 g - \mu m_1 g = \mu g(3m-2m) = \mu m g$$

Получаем что $F = \mu m g$

Ответ: 1) $F_0 = 10\mu m g$

2) $F = \mu m g$

№5

1) Поскольку вода покоится, во всех точках на одном уровне давление одинаково ~~Вблизи~~ Вблизи дна давление на $\rho g H$ больше, чем у поверхности (это тоже следует из покоя воды), а у поверхности это равно $P_0 \Rightarrow P_1 = P_0 + \rho g H$

Отсюда $P_1 = 100\,кПа + 1\frac{г}{см^3} \cdot 10\frac{м}{с^2} \cdot 2{,}5\,м = 100\,кПа + 1000\frac{кг}{м^3} \cdot 10\frac{м}{с^2} \cdot 2{,}5\,м = (10^5 + 2{,}5 \cdot 10^4)\,Па =$
$= 125 \cdot 10^3\,Па = 125\,кПа$

2) Если бы клей не затвердел, то вода могла бы подтекать под конструкцию. Тогда ~~величина~~ в проекции на верт. ось, направленную вверх, сила действия воды на конструкцию была бы равна $\rho g V$. Но из неё мы должны вычесть ту составляющую, которая исчезла из-за затвердевания клея, то есть $P_1 S$ (именно такая сила действовала бы на основание, то есть дно конструкции, если бы она не была приклеена). Отсюда ~~эта~~ сила действия воды на конструкцию в проекции на ту же ось равна $\rho g V - P_1 S = 1000\frac{кг}{м^3} \cdot 10\frac{м}{с^2} \cdot 8\,дм^3 - 125\,кПа \cdot 20\,см^2 = 1000 \cdot 10 \cdot 8 \cdot 10^{-3}\,Н -$
$- 125 \cdot 10^3 \cdot 20 \cdot 10^{-4}\,Н = (80 - 125 \cdot 2)\,Н = -170\,Н$. Поскольку проекция ~~этой~~ отрицательна, сила направлена вниз. Её модуль равен модулю проекции, то есть $170\,Н$

Ответ: 1) $125\,кПа$
2) $170\,Н$, направлена вниз

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{2F_0}{3m} - \cancel{\frac{5}{3}\mu g} = \cancel{\frac{F_0 - \mu m g}{m_1}}$$

$$\frac{F_0}{2m} - \cancel{\mu g} \quad \frac{2}{3}\mu g$$

$$\boxed{F_0 = 4\mu m g}$$

$$\frac{F_0 - \mu m g}{m}$$

$$\left(\frac{2}{3} - \frac{1}{2}\right) \quad \frac{1}{6} F_0 = \frac{2}{3}\mu m g$$

$$\frac{F_0}{m_1} = \frac{2F_0}{m_2} - \frac{\mu(m_1+m_2)g}{m_2}$$

$$\frac{8\mu m g - 5\mu m g}{3m} =$$

$$\frac{F_0}{2} = \frac{2F_0}{3} - \frac{5}{3}\mu g m$$

$$= \frac{4\mu m g - \cancel{3}2\mu m g}{2m}$$

$$\frac{5}{3}\mu m g = \frac{1}{6}F_0$$

$$F_0 = 10\mu m g$$

$$\cancel{2F_0}$$

$$\frac{2F_0}{m_2} - \frac{\mu(m_1+m_2)g}{m_2} = \frac{F_0}{m_1}$$

$$\frac{F_0 - \mu m g}{m_1} < \frac{2F_0}{m_2} - \frac{(m_1+m_2)\mu g - \mu m g}{m_2}$$

$$\frac{2F_0}{3m} - \cancel{\mu g}\frac{5}{3}\mu g = \frac{F_0}{2m}$$

$$\frac{F_0}{2} - \mu g m < \frac{2F_0}{3} - \cancel{\frac{5}{3}\mu g}\frac{2}{3}m$$

$$\frac{7}{3}\mu g m$$

$$\frac{1}{6}F_0 = \frac{5}{3}\mu m g$$

$$F_0 = 10\mu m g$$

$$\frac{1}{6}F_0 > \frac{4}{3}\mu m g$$

$$F_0 > 8\mu m g$$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

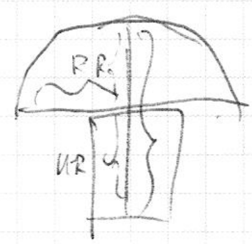
(Нумеровать только чистовики)

$$\frac{F_0}{m_1} - \cancel{\frac{\mu m_1 g}{m_1}} \le \frac{2F_0}{m_2} + \frac{\mu m_1 g}{m_2} - \cancel{\frac{\mu m_2 g}{m_2}}$$

$$\frac{F_0}{2} \le \frac{2F_0}{3} + \frac{2}{3}\mu g$$

$$F_0 = F_{тр1}$$

F



$$S(H-R) + \frac{2}{3}\pi R^3 = V$$

$$\frac{2}{3}\pi R^3 - SR + SH - V = 0$$

$$(\pi R^2 - S)(p_0 +$$

$$\cancel{\frac{2}{3}\pi}$$

$$\rho g V - (p_0 + \rho g H)S$$

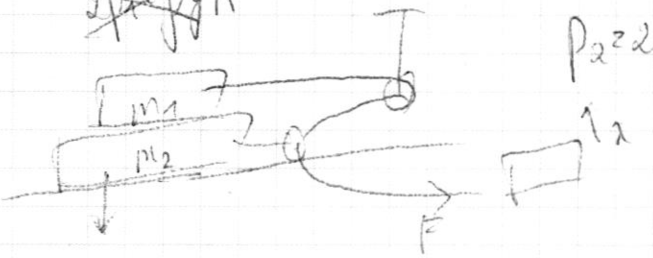
p_1 $p_2 = 2p_1$ $p_a = p_2 = \frac{p_1}{2} \cdot 2p_1$

$\cancel{p_a S} =$

$\cancel{mg = p_1 S}$ ν

$\cancel{p_1 S}$ $\cancel{p_1 =}$

$\cancel{2p_1 = \rho g h}$



$mg + p_a S = p_1 S$ $p_a = 2p_1$

$p_2 = 2p_1$ $p_a = p_2$ $\cancel{p_a} S + \cancel{kx} = p_1 S + kx$

$2p_1$

$\Delta > 0 \Rightarrow$ раст

$p_2 = 2p_1$

$\downarrow 2x$

$p_2 - p_1 = \rho g h$

$\Leftrightarrow$

$p_1 = \rho g h$

$p_2 = 2\rho g h$

$kx = p_1 S$

$\Leftrightarrow$

$\rho g h S$

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

$(m_1 + m_2) g \mu = F_0$

$p_a 2p_1$

$p_2 = 2p_1$

p_a p

$mg + p_a \frac{S}{2} = p_1 S$

$\frac{\rho g S h (2\rho g S + k)}{2kg}$

$\cancel{mg = p_1 S}$

$p_a S = 2p_1 S$

$\cancel{m =}$ $m = \frac{p_a S}{2g} =$

$\cancel{p_a S = \rho g} kx + \cancel{p_a S}$

$2p_1 S$

$mg = \frac{p_a S}{2}$

$= \frac{p_1 S}{2g}$

$\cancel{Mg}$

h x

$h \to h + 2x =$

$= h + \frac{\rho g S h}{k}$

$\frac{\rho g S (kh + 2\rho g S h)}{2kg}$

$\frac{\frac{1}{2} \rho g \left(h + \frac{3\rho g S h}{k}\right) S}{g} =$

$10 \cdot 0{,}8 - \cancel{\frac{10 \cdot 0{,}01}{2}} =$

ν

$9{,}6$ $3{,}2$

$= \frac{(\rho g h k + 2\rho g S h) S}{2kg}$

$\cancel{p_2}$ $p_2 - p_1 =$

$= p_1 = \rho g \left(h + \frac{2\rho g S h}{k}\right)$

☑ 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

$|V_0 - g\tau| = \frac{V_0}{3}$

$V_0 - g\tau = \frac{V_0}{3} \Rightarrow \tau = \frac{2}{3}\frac{V_0}{g}$ $\tau \leq \frac{V_0}{g}$ $\frac{\left(\frac{V_0}{3}\right)^2 - V_0^2}{-2g} = \frac{\frac{8}{9}V_0^2}{2g} = \frac{4}{9}\frac{V_0^2}{g}$

$g\tau - V_0 = \frac{V_0}{3} = \tau = \frac{4}{3}\frac{V_0}{g}$ $\tau \geq \frac{V_0}{g}$

$p_a = \cancel{2}p_2 + \rho g h$

$p_a = 2p_1$

$2p_1 = \rho g h$ $p_1 = \frac{\rho g h}{2}$

$kx + p_aS = p_1S + k$ противоположно

$\cancel{kx + p_aS} = 2p_1$

$\cancel{p_a = \rho g h_r}$

$\cancel{\rho g h = p_a}$ $kx = p_aS$

p_1 p_2 $p_a = \rho g h$

$p_a = 2p_1$

$2p_1 = \rho g h$

$\cancel{kx + p_aS = p_a S}$ $\cancel{p_a}$

$p_1 S = p_2 \frac{S}{2}$

$p_aS + kx = p_aS$

$p_2 = 2p_1$ $p_aS = p_1S + kx$

$\cancel{x = \rho g h}$ $x = \frac{\rho g S h}{2k}$ (раст)

$kx = \frac{\rho g h}{2}S$

$(p_a - p_1)S$

$\cancel{\rho g h + p_a}$

$p_a = 2p_1 + \rho g h$

$p_1 S$

$\cancel{p_a = 2p_1 + \rho g h}$ ρg

$\cancel{2p_1 = \rho g h}$

$m_1 \to F$

$m_2 \to 2F$

$\frac{2F_0 - (m_1+m_2)\mu g}{m_2} =$

$\cancel{p_a S + kx} = p_1 S$

$x = \frac{\rho g S h}{2k}$

$mg = F_T = \frac{GMm}{r^2} = \cancel{\frac{GMm}{}} = \frac{F_0}{m_1}$

$\frac{2F_0 - 5\mu mg}{3m}$

$kx = p_1 S$

$2p_1 S + \rho g hS + kx = 0$

$g = \frac{GM}{r^2} = \frac{GM}{(2R)^2} = \frac{GM}{4R^2}$

$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{R}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{\cancel{8}\,27R^3}{36M}} = \pi\sqrt{\frac{27R^3}{2GM}} =$ $T = 3\pi\sqrt{\frac{3R^3}{2GM}}$

$m\omega^2 R = mg \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{g}{R}}$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)