Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 9

Вариант 09-02

Шифр

(заполняется секретарём)

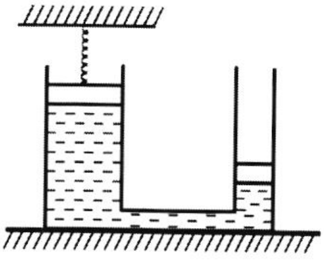
1. Школьник бросает камень вертикально вверх с начальной скоростью $V_0 = 10$ м/с.

1) Через какое время t после старта скорость камня будет равна по величине $V_0/2$?

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

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. Деформация пружины равна x. Площадь сечения левого поршня S, правого $S/3$. Трение поршней о стенки сосудов пренебрежимо мало. Ускорение свободного падения g.



1) Найдите разность h уровней жидкости в сосудах.

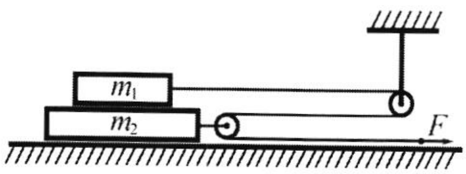
2) Найдите массу m груза, который следует положить на правый поршень, чтобы пружина стала недеформированной.

3. Спутник обращается по круговой орбите вокруг планеты. Высота орбиты $h = R$, 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 $3R$ от центра планеты.

2) Найдите период T обращения спутника.

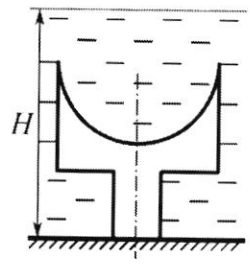
4. На горизонтальном столе находятся бруски, соединённые нитью с системой блоков (см. рис.). Массы брусков $m_1 = 3m$, $m_2 = 5m$. Коэффициент трения скольжения нижнего бруска по столу и верхнего бруска по нижнему равен μ. Массы нити и блоков, а также трение в осях блоков пренебрежимо малы.



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 минимальную силу F, при которой нижний брусок скользит по столу, а верхний брусок движется влево относительно нижнего бруска.

5. Ко дну бассейна глубиной H=3 м приклеена осесимметричная конструкция (см. рис.). Клей затвердел. Верхняя поверхность конструкции – полусфера. Объем конструкции V = 5 дм^3, площадь соприкосновения конструкции с дном через клей S = 10 см^2. Плотность воды ρ = 1 г/см^3, атмосферное давление P_0 = 100 кПа. Ускорение свободного падения g =10 м/с^2.



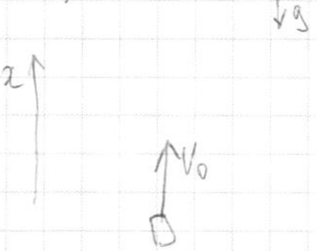
1) Найдите давление P_1 вблизи дна.

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 1.

1)



Заметим, что скорость тела, двигающегося в вертикальной плоскости, изменяется по закону: $V_x = v_0 - gt$.

При величине скорости, равной $\frac{v_0}{2}$, проекция скорости на ось x может быть как положительной, так и отрицательной. Если $V_x = \frac{v_0}{2}$, то: $\frac{v_0}{2} = v_0 - gt_1 \Rightarrow gt + \frac{v_0}{2} = v_0$

$gt = \frac{v_0}{2} \Rightarrow t_1 = \frac{v_0}{2g} = \frac{10\frac{м}{с}}{2 \cdot 10\frac{м}{с^2}} = 0,5с$. Если же проекция отрицательна (после прохождения телом максимальной точки), то:

$-\frac{v_0}{2} = v_0 - gt_2 \Rightarrow gt_2 = \frac{3}{2} \cdot v_0 \Rightarrow t_2 = \frac{3 \cdot v_0}{2 \cdot g} = \frac{3 \cdot 10\frac{м}{с}}{2 \cdot 10\frac{м}{с^2}} = 1,5с$.

2) ~~Координата~~ Вертикальная координата тела в момент равна: $x = x_0 + v_0 \cdot t - \frac{gt^2}{2} = v_0 \cdot t - \frac{gt^2}{2}$. Подставим значения найденных времён в формулу: $x_1 = 10\frac{м}{с} \cdot 0,5с - \frac{10\frac{м}{с^2} (0,5с)^2}{2} =$

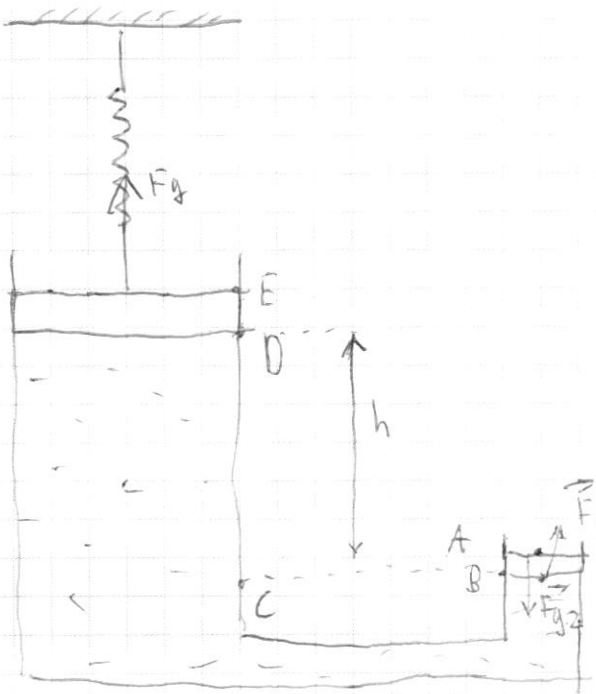
$= 5м - 5\frac{м}{с^2} \cdot 0,25с^2 = 5м - 1,25м = 3,75м$; $x_2 = 10\frac{м}{с} \cdot 1,5с - \frac{10\frac{м}{с^2} \cdot (1,5с)^2}{2} =$

$= 15м - 5\frac{м}{с^2} \cdot 2,25с^2 = 15м - 11,25м = 3,75м = x_1$. Заметим, что $x_1 = x_2$ из соображений о сохранении мех. энергии системы.

Ответ: 1) через $t_1 = 0,5с$ и $t_2 = 1,5с$ 2) $h = 3,75м$.

Задача 2.

1) Обозначим на рисунке точки, в которых будем считать давления:



p_a – атмосферное давление

$p_A = p_a$

$p_E = p_A$

$p_B = p_C$ – из ЗСС (закона сообщ. сосудов)

$p_D = p_C - \rho \cdot g \cdot h$

Запишем условие равновесия правого поршня:

$$\begin{cases} F_{g.1} = F_{g.2} \\ F_{g.1} = p_B \cdot \frac{S}{3} \\ F_{g.2} = p_A \cdot \frac{S}{3} \end{cases} \Rightarrow p_A \cdot \frac{S}{3} = p_B \cdot \frac{S}{3} \qquad p_B = p_A = p_a$$

Запишем условие равновесия для левого поршня:

$$\begin{cases} p_D \cdot S + F_g = p_E \cdot S \\ p_D = p_C - \rho g h = \cancel{p_B \cdot p_A \cdot p} \; p_B - \rho g h = p_A - \rho g h = p_a - \rho g h \end{cases}$$

$(p_a - \rho g h) \cdot S + k \cdot x = p_a \cdot S \Rightarrow k \cdot x = \rho \cdot g \cdot h \cdot S \Rightarrow h = \frac{k \cdot x}{\rho \cdot g \cdot S}$

2) Заметим, что если после размещения груза пружина стала недеформированной, то левый поршень поднялся на x (т.к. сила упругости пружины была направлена вверх и пружина была растянута). Значит, объем жидкости в левом сосуде ~~уменьшился~~ увеличился на $V_1 = S \cdot x$, а в правом сосуде уменьшился на $V_2 = l_1 \cdot \frac{S}{3}$. $V_1 = V_2 \Rightarrow S \cdot x = l_1 \cdot \frac{S}{3}$

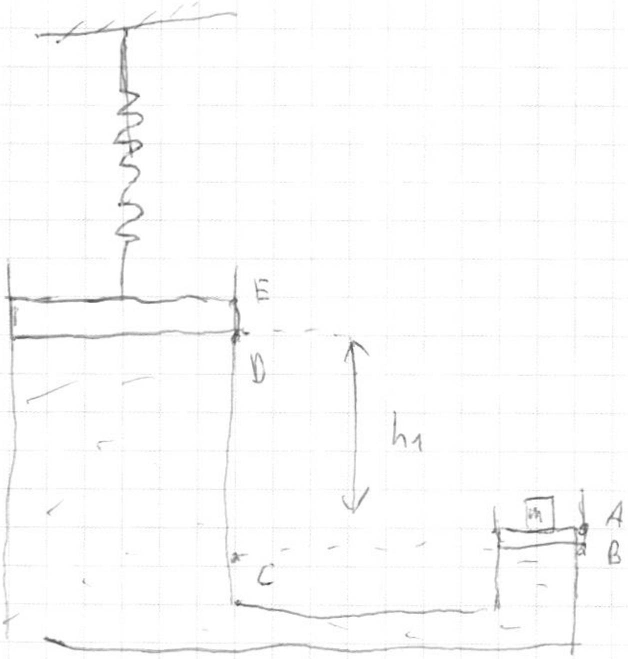
$l_1 = 3x$. Значит, правый поршень опустился на $3x$ и

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

новая разность высот между поршнями равна:

$h_1 = h + x + 3x = h + 4x = \frac{kx}{\rho \cdot g \cdot S} + 4x = x\left(\frac{k}{\rho \cdot g \cdot S} + 4\right).$

Вновь посчитаем давления в точках и запишем условия равновесия (т.к. $x=0$, то $F_y=0$).



$p_E = p_a$

$p_A = p_a$

$p_C = p_B$

$p_D = p_C - \rho g \cdot h_1$

Для правого поршня:

$p_A \cdot \frac{S}{3} + mg = p_B \cdot \frac{S}{3}$

$p_a + \frac{3mg}{S} = p_B = p_C$

$p_D = p_C - \rho g h_1 = p_a + \frac{3mg}{S} - \rho g \cdot h_1$

Для левого поршня:

$p_E \cdot S = p_D \cdot S \Rightarrow p_E = p_D \Rightarrow p_D = p_a.$

$p_a = p_a + \frac{3mg}{S} - \rho \cdot g \cdot h_1 \Rightarrow \frac{3mg}{S} = \rho \cdot g \cdot h_1$

$\frac{3mg}{S} = \rho \cdot g \cdot x \cdot \left(\frac{k}{\rho \cdot g \cdot S} + 4\right) \Rightarrow m = \frac{S}{3} \cdot \rho x \left(\frac{k}{\rho \cdot g \cdot S} + 4\right) =$

$= \frac{x}{3} \cdot \left(\frac{k}{g} + 4\rho S\right)$

Ответ: 1) $h = \frac{kx}{\rho \cdot g \cdot S}$ 2) $m = \frac{x}{3}\left(\frac{k}{g} + 4\rho S\right)$

Задача 3.

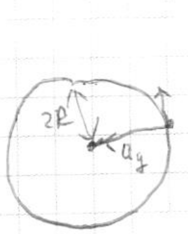
1) Разместим тело массой m_0 на расстоянии $3R$ от центра планеты. Заметим, что сила притяжения между телом и планетой равна $F=m_0\cdot g$. Также, по закону тяготения, она равна: $F = G\cdot\frac{m_1\cdot m_2}{r^2} = G\cdot\frac{m_0\cdot M}{(3R)^2}$. т.к. объём планеты равен $V=\frac{4}{3}\pi\cdot R^3$, а плотность – ρ, то масса планеты M равна: $M=\rho\cdot\frac{4}{3}\cdot\pi\cdot R^3$. Значит, $m_0\cdot g = \frac{G\cdot m_0\cdot\rho\cdot\frac{4}{3}\cdot\pi\cdot R^3}{9R^2} =$

$\Rightarrow g = \frac{\frac{4}{3}G\cdot\rho\cdot\pi\cdot R}{9} = \frac{4}{27}\cdot G\cdot R\cdot\rho\cdot\pi$

2) Аналогично вычислим g для спутника, в формуле меняется расстояние между телами r: $r = 2R$.

$m_0\cdot g = \frac{G\cdot m_0\cdot\frac{4}{3}\cdot\pi\cdot R^3\cdot\rho}{(2R)^2} \Rightarrow g = \frac{1}{3}\cdot G\cdot R\cdot\rho\cdot\pi$

Заметим также, что ~~Враща~~ спутник, вращаясь вокруг планеты с радиусом R на орбите равной R, движется по окружности с радиусом $2R$. Значит, его центростремительное ускорение a_y, направленное к центру окружности, равно: $a_y = g$. Также, $a_y = w^2(2R)$, w – угловая скорость.



А т.к. $w=\frac{2\pi}{T}$, то $T=\frac{2\pi}{w}$, T – период обращения спутника. Подставим w и найдём T: $w^2\cdot 2R = \frac{1}{3}\cdot G\cdot R\cdot\rho\cdot\pi \Rightarrow$

$w=\sqrt{\frac{1}{6}\cdot G\cdot\rho\cdot\pi} \Rightarrow T=\frac{2\pi}{w}=\frac{2\pi}{\sqrt{\frac{1}{6}\cdot G\cdot\rho\cdot\pi}}$

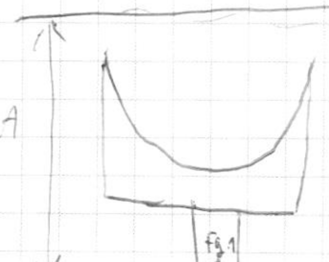
Ответ: 1) $g = \frac{4}{27}\cdot G\cdot R\cdot\rho\cdot\pi$ 2) $T=\frac{2\pi}{\sqrt{\frac{1}{6}G\rho\pi}}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 5.

1) т.к. атмосферное давление равно $P_0 = 100$ кПа, то на глубине H (т.е. вблизи дна) давление воды P_1 будет равно: $P_1 = P_0 + \rho \cdot g \cdot H = 100$ кПа $+ 1000 \frac{кг}{м^3} \cdot 10 \frac{Н}{кг} \cdot 3$ м $= 100$ кПа $+ 30$ кПа $= 130$ кПа.

2) Заметим, что сила действия воды на погружённое тело равно (векторной) сумме сил давлений воды на части тела. также, на свободно погружённое тело действует жидкость с силой Архимеда, равной: $F_{арх} = \rho \cdot V \cdot g$ (ρ - плотность жидкости, V- полный объём ~~жидкости~~ тела).



Заметим, что если бы основание конструкции не было склеено с поверхностью, то на конструкцию действовала бы сила со стороны воды, равная $F_1 = F_{арх} = V \cdot \rho \cdot g$.

Также $\vec{F_1} = \vec{F}_{g.1} + \vec{F}_{g.2}$, $\vec{F}_{g.1}$ - ~~давление~~ сила давления воды на основание конструкции, $\vec{F}_{g.2}$ - все остальные силы давления. ~~после склеивания~~ Значит, $F_{арх} = F_{g.1} + F_{g.2}$. После склеивания конструкции с поверхностью, вода перестала подтекать под конструкцию и $F_{g.1}$ исчезла. Значит, теперь сила, с которой вода действует на тело, равна $F_{g.2}$. А т.к. $F_{g.1} + F_{g.2} = V \cdot \rho \cdot g$, то $F_2 = F_{g.2} = V \cdot \rho g - F_{g.1}$.

Также $F_{д.1} = S \cdot p_1$. Значит, ~~F~~ сила воздействия воды на конструкцию ~~равн~~ F_2 равна $F_2 = V \cdot \rho \cdot g - S \cdot p_1 =$

$= 5 \cdot 10^{-3} м^3 \cdot 1000 \frac{кг}{м^3} \cdot 10 \frac{Н}{кг} - 130 \cdot 10^3 Па \cdot 0{,}1 \cdot 10^{-3} м^2 = 50 Н - 130 Н = -80 Н.$

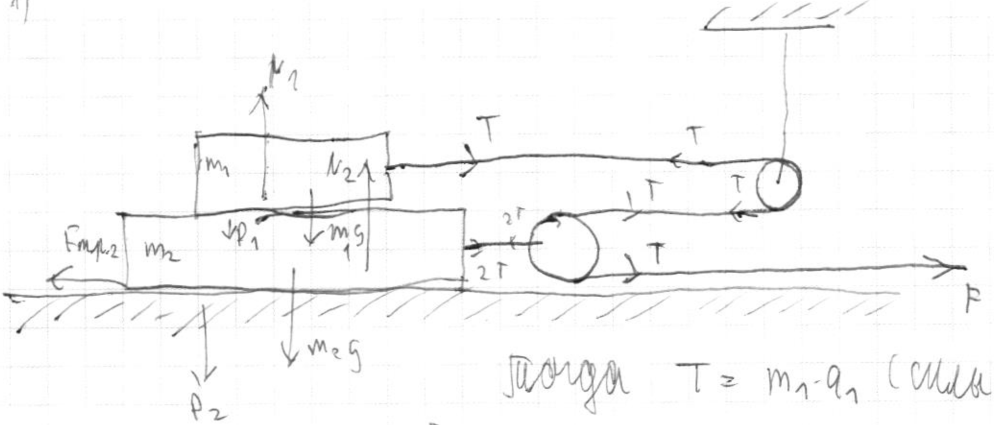
Т.к. сила Архимеда действует вверх, то сила давления воды действует на конструкцию вниз, и равна 80 Н.

Ответ: 1) $p_1 = 130$ кПа 2) $F = 80 Н$, направлена вниз.

Задача 4.

Расставим силы в системе:

1)



Заметим, что $T = F_0$

a_1 - ускорение верхнего бруска в СО земли.

Тогда $T = m_1 \cdot a_1$ (силы трения, по условию, нет)

$F = m_1 a_1 \Rightarrow a_1 = \frac{F_0}{m_1}$

Для нижнего бруска:

$$\begin{cases} P_1 + m_2 g = N_2 \\ P_1 = N_1 \\ N_1 = m_1 g \end{cases} \Rightarrow m_1 g + m_2 g = N_2. \text{ Также } F_{тр.2} = \mu \cdot N_2 = \mu g (m_1 + m_2)$$

И $2T - F_{тр.2} = m_2 \cdot a_2 \Rightarrow 2F - \mu \cdot g \cdot (m_1 + m_2) = m_2 \cdot a_2$

Заметим, что отсутствие силы трения между верхним и нижним брусками обусловлено их ~~вз~~ неподвижностью друг относительно друга. Т.к. их начальные скорости равны нулю, то расстояния, которые они проделали, равны $l_1 = \frac{a_1 t^2}{2}$ и $l_2 = \frac{a_2 t^2}{2}$;

$l_1 = l_2$ - условие отсутствия силы трения $\Rightarrow a_1 = a_2$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Отсюда,

$$\begin{cases} a_1 = \frac{F_0}{m_1} \\ 2F_0 - \mu \cdot g\,(m_1+m_2) = m_2 \cdot a_2 \\ a_1 = a_2 \end{cases} \Rightarrow \quad 2F - \mu \cdot g\,(m_1+m_2) = m_2 \cdot \frac{F_0}{m_1}$$

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

$$F_0 = \mu \cdot g \, \frac{(m_1+m_2)}{2 - \frac{m_2}{m_1}} = \mu \cdot g \cdot \frac{(3m+5m)}{2 - \frac{5m}{3m}} = \mu \cdot g \cdot \frac{8m}{\frac{6m}{3m} - \frac{5m}{3m}} =$$

$$= \mu \cdot g \cdot \frac{8m}{\frac{1}{3}} = 24 \cdot \mu \cdot g \cdot m$$

2) Если верхний брусок движется относительно нижнего бруска, то на него действует сила трения $F_{тр.1}$, равная $F_{тр.1} = \mu \cdot m_1 g$. Значит, ускорение верхнего груза в СО земли будет равно: $\mu \cdot m_1 g + F = m_1 \cdot a_1 \Rightarrow a_1 = \mu \cdot g + \frac{F}{m_1}$

Для нижнего груза:

$2F - \mu \cdot m_1 g - \mu \cdot (m_1+m_2) \cdot g = a_2 \cdot m_2$. Заметим, что верхний брусок движется влево относительно нижнего, если $a_1 < a_2$

При $a_1 = a_2$ $\quad a_2 = 2F - \mu \cdot m_1 g - \mu \cdot m_1 \cdot g - \mu \cdot m_2 g = a_2 \cdot m_2$

$$2F - \mu \cdot g\,(2m_1+m_2) = m_2 \cdot a_2 \Rightarrow a_2 = \frac{2F}{m_2} - \frac{\mu g\,(2m_1+m_2)}{m_2}$$

$$a_1 < a_2 \Rightarrow \quad \mu \cdot g + \frac{F}{m_1} < \frac{2F}{m_2} - \frac{\mu g\,(2m_1+m_2)}{m_2}$$

Подставим m_1 и m_2:

$$\mu \cdot g + \frac{F}{3m} < \frac{2F}{5 \cdot m} - \mu \cdot g \left(\frac{2 \cdot 3m + 5m}{5m}\right)$$

$$\mu \cdot g + \frac{F}{3m} < \frac{2F}{5m} - \mu \cdot g \cdot \frac{11m}{5m}$$

$$\mu \cdot g \left(1 + \frac{11}{5}\right) < \frac{2F}{5m} - \frac{F}{3m}$$

$$\cancel{\mu \cdot g \left(\frac{16}{5}\right.} \quad \mu \cdot g \cdot \frac{16}{5} < \frac{F}{m}\left(\frac{2}{5} - \frac{1}{3}\right)$$

$$\cancel{\mu \cdot g} \quad \cancel{\frac{F}{m}} \quad F\left(\frac{6}{15} - \frac{5}{15}\right) > \mu \cdot m \cdot g \cdot \frac{16}{5}$$

$$F \cdot \frac{1}{5 \cdot 3} > \mu \cdot m \cdot g \cdot \frac{16}{5}$$

$$F > 48\, \mu \cdot m \cdot g$$

Ответ: 1) $F_0 = 24 \cdot \mu \cdot m \cdot g$ 2) $F = 48 \cdot \mu \cdot m \cdot g$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1. $mgh = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow$ v

$v = v_0 - gt$

$\frac{v_0}{2} = v_0 - gt$

$gt = 5 \Rightarrow$ $t = 0{,}5c$

$-\frac{v_0}{2} = v_0 - gt$

$1{,}5 v_0 = gt$

$t = 1{,}5c$

$W_{мех} = const = W_{k1} = \frac{m \cdot v_0^2}{2}$

$= \frac{3 \cdot 100}{8 \cdot 10} = \frac{15}{4} = 3{,}75\,м$ $\quad W_{мех.2} = W_{мех.1} = m \cdot g \cdot h + \frac{m\left(\frac{v_0}{2}\right)^2}{2} =$ ~~mgh~~

$h = v_0 \cdot t - \frac{gt^2}{2}$ $\quad \frac{m \cdot v_0^2}{2} = mgh + \frac{m \cdot v_0^2}{8} \Rightarrow$ $v_0^2 = 2gh + \frac{v_0^2}{4}$

$\frac{3v_0^2}{4} = 2gh \Rightarrow h = \frac{3v_0^2}{8g} =$

$3{,}75\,м = 10 \cdot t - \frac{10 \cdot t^2}{2}$

$5t^2 - 10t + 3{,}75 = 0$

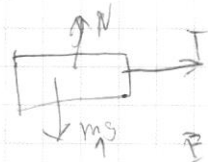
$t_{1,2} = \frac{10 \pm \sqrt{100 - 4 \cdot 5 \cdot 3{,}75}}{10} = \frac{10 \pm 5}{10} = 1{,}5;\ 0{,}5$

$10 \cdot 0{,}5 - \frac{10 \cdot 0{,}5^2}{2} = 5 - 1{,}25 = 3{,}75$

$v_a = v_0 - g \cdot t$ $\quad F_{тр} = (m_1 + m_2) \cdot g \cdot \mu$ $\quad h = v_0 \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2} =$

$10 \cdot 1{,}5 - \frac{10 \cdot 1{,}5^2}{2} = 15 - 2{,}25 \cdot 5 =$

$= 3{,}75.$



$2F - F_{тр} = m_2 \cdot a_2$

$a_1 = \frac{F}{m_1}$

Ур-ие м. $\quad p_A \cdot \frac{S}{3} + mg = p_B \cdot \frac{S}{3}$

$p_a + \frac{3mg}{S} = p_B = p_C = p_0 + \rho g h$

2.

$p_a + \frac{3mg}{S} - \rho g h = p_D$

$p_E = p_a$

$p_E \cdot S = p_0 \cdot S$

$p_a = p_a + \frac{3mg}{S}$ $\quad p_A = p_a$ ~~$\rho g h$~~

$\frac{3mg}{S} = \rho g h$

$p_A = p_a = p_B = p_C$

$p_B \quad \frac{S}{3} \cdot p_B = \frac{S}{3} \cdot p_A \Rightarrow$

$p_A = p_B = p_A$

$p_D = p_a - \rho g \cdot h$

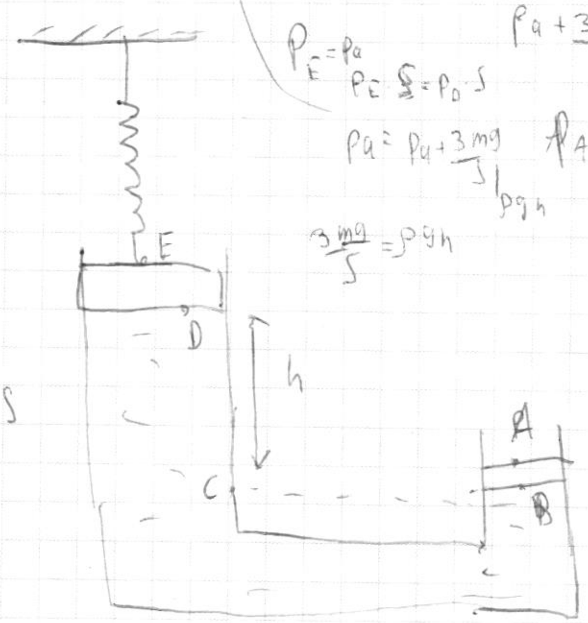
$p_C = p_B$

$(p_a - \rho g h) \cdot S + F_y = p_a \cdot S$

$p_D = p_C - \rho \cdot g \cdot h = p_a - \rho g h$

$k \cdot x = \rho \cdot g \cdot h$

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



$p_D \cdot S + F_y = p_E \cdot S = p_a S$

$(p_a - \rho g h) \cdot S + F_y = p_a \cdot S + \ldots$

☑ черновик ☐ чистовик

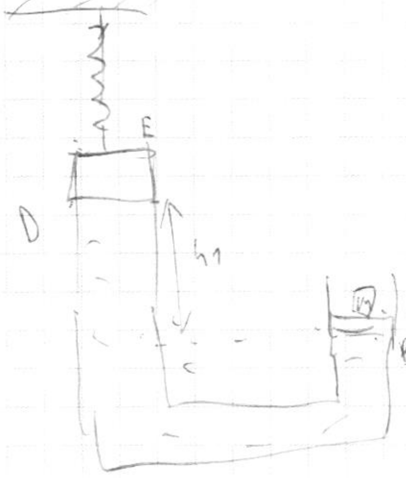
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

левый поднимется на $x=S$ правый опустится на $3x$

$h_1 = h + 4x = \frac{k \cdot x}{\rho \cdot g} + 4x = x\left(\frac{k}{\rho g} + 4\right)$



$P_E = P_a$

$\frac{3mg}{S} + P_A = P_B = P_C$

$P_E \cdot S = P_D \cdot S \Rightarrow P_D = P_E$

$P_D = P_C - \rho g h_1$

$\frac{3mg}{S} + P_A - \rho g h_1 = P_A$

$\frac{3mg}{S} = \rho \cdot g \cdot h_1$

$m \cdot \frac{3g}{S} = \rho \cdot g \cdot h_1$

$m = \frac{S}{3} \cdot \rho \cdot \left(\frac{K}{\rho g} + 4\right) =$

$= x \cdot \frac{S}{3} \cdot \left(\frac{K}{g} + 4\rho\right)$

$= x \cdot \frac{S}{3} \left(\frac{K}{g} + 4\rho\right)$

$\frac{H}{\text{м}} = \frac{\text{м}}{c^2}$

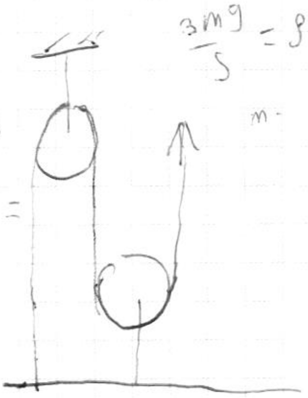
$H = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{c^2}$

$\frac{\text{кг}}{c^2} \cdot \frac{\text{м}}{\text{м}^3}$

$\frac{4}{3}$ $\frac{4}{27}$

$m \cdot g = F = G \cdot \frac{m \cdot M}{(3R)^2}$

$g = G \cdot \frac{\rho \cdot \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R^3}{9R^2} =$



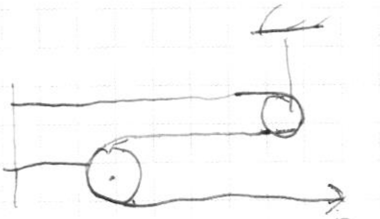
$= \frac{4}{27} G \cdot \rho \cdot R \cdot \pi$

На расст $2R$:

$g \cdot \frac{4}{3} \cdot G \cdot \rho \cdot R \cdot \pi = \frac{v^2}{R}$ $w^2 \cdot R$

$w^2 = \frac{1}{3} G \cdot \rho \cdot \pi \cdot$

$\frac{2\pi}{w} = T$



$2F$ $a_2 \cdot m_2$

$\rho \cdot V \cdot g - F_{арх}$

50

$\rho \cdot V \cdot g - (P_0 + \rho g H) S = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 0{,}005\ \text{м}^3 -$ $(100 \cdot 10^3 \text{Па} + 1000 \cdot 10 \cdot 3)$

$= \cancel{130 \cdot 10^3 \text{Па}}$ $50 - 130 \cdot 10^3 \text{Па} \cdot 10^{-3} = 50 - 130 = -80$