

Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 9

Вариант 09-04

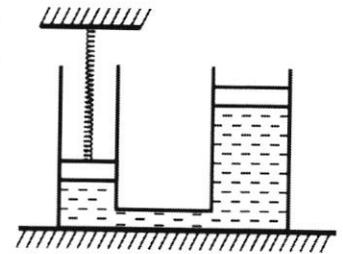
Шифр

(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/с². 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 .

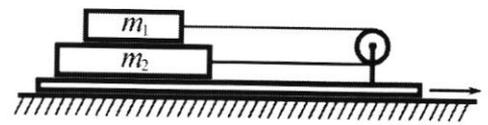


- 1) Найдите разность h уровней жидкости в сосудах.
- 2) На правый поршень положили груз массой m . Найдите массу M груза, который следует положить на левый поршень, чтобы пружина стала недеформированной.

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

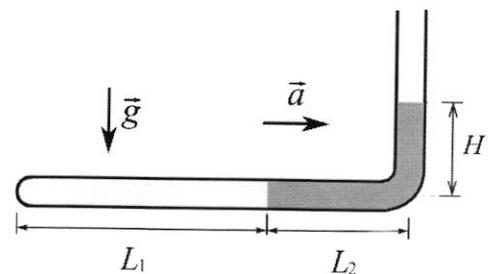
- 1) Найдите ускорение g свободного падения на расстоянии $5R$ от центра планеты Альфа-1.
- 2) Найдите отношение T_2/T_1 периодов обращения спутников, которые движутся по круговым орбитам вокруг данных планет. Высоты орбит спутников равны, соответственно $h_1 = R$ и $h_2 = 2R$.

4. На горизонтальном столе находится доска, на которой укреплен 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 $a > a_0$.

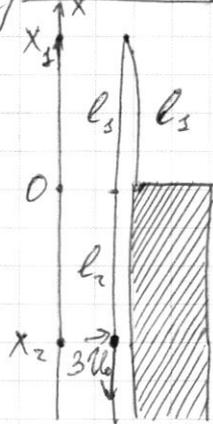
5. Тонкая изогнутая трубка состоит из горизонтального участка, запаянного с одного конца, и вертикального участка, открытого в атмосферу. Трубка заполнена двумя несмешивающимися жидкостями: плотности ρ_1 в горизонтальном участке, и плотности ρ_2 в горизонтальном и вертикальном участках (см. рис.). Трубка 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



$$1) \vec{v}(t) = \vec{v}_0 - g t$$

Скорость, по модулю равную $3v_0$, камень будет иметь при падении вниз, т.е. поэтому

$$|3v_0| = -3v_0$$

$$-3v_0 = v_0 - g t$$

$$4v_0 = g t$$

$$t = \frac{4v_0}{g} = \frac{4 \cdot 12}{10} = \boxed{4.8 \text{ c}}$$

$$2) S = 2l_1 + l_2 = 2|x_3| + |x_2|$$

x_3 - точка максимальной высоты ~~в~~ подъёма

x_2 - точка, в которой камень имеет скорость $3v_0$

l_1 - соответственно, расстояние от точки пуска до x_3

l_2 - от расстояние от точки пуска до x_2 .

$$v(t_{\text{пог}}) = v(t_{\text{пог}}) = 0$$

$$v_0 = g t_{\text{пог}}$$

$$t_{\text{пог}} = \frac{v_0}{g} = \frac{12}{10} = 1.2 \text{ c}$$

$$x(t) = v_0 t - \frac{g t^2}{2}$$

$$x_3 = v_0 t_{\text{пог}} - \frac{g t_{\text{пог}}^2}{2} = 12 \cdot 1.2 - \frac{10 \cdot 1.2^2}{2} =$$

$$S = 2 \cdot |7.2| + |-57.6| =$$

$$= 14.4 + 57.6 =$$

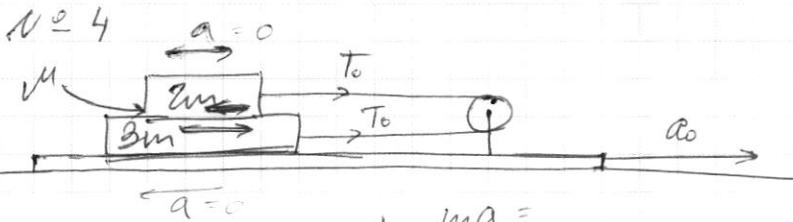
$$= \boxed{72 \text{ м}}$$

$$= 1.2 \left(12 - \frac{10 \cdot 1.2}{2} \right) = 1.2 \cdot 6 = 7.2 \text{ м}$$

$$x_2 = v_0 t - \frac{g t^2}{2} = 12 \cdot 4.8 - \frac{10 \cdot 4.8^2}{2} =$$

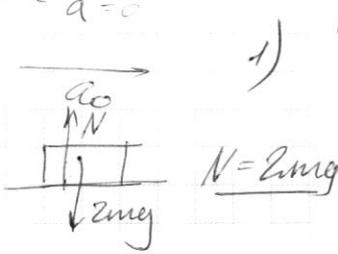
$$= 4.8 (12 - 24) = 4.8 \cdot (-12) = -57.6 \text{ м}$$

Ответ: 1) 4.8 с; 2) 72 м.



$$F_{fp} \leq \mu N$$

$$F_{fp} = 0$$



1) $ma =$

$$3ma_0 = T_0 - F_{fp} \quad 2ma_0 = T_0 + F_{fp}$$

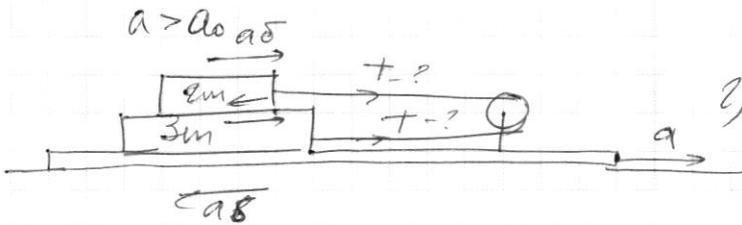
$$3ma_0 = T_0 + F_{fp} \quad 2ma_0 = T_0 + F_{fp}$$

$$T_0 = 3ma_0 + F_{fp} \quad T_0 = 2ma_0 + F_{fp}$$

$$3ma_0 + F_{fp} = 2ma_0 + F_{fp}$$

$$ma_0 = F_{fp}$$

$$a_0 = \frac{2F_{fp}}{m} = \frac{2\mu N}{m} = \frac{2\mu \cdot 2mg}{m} = \boxed{4\mu g}$$



2)

~~$$2ma_0 = T - F_{fp}$$

$$3ma_0 = T + F_{fp}$$~~

$$\begin{cases} 2ma_0 = T - F_{fp} \\ -3ma_0 = T + F_{fp} \end{cases}$$

$$\frac{T - F_{fp}}{2m} = -\frac{T + F_{fp}}{3m}$$

$$\frac{F_{fp} - T}{2} = \frac{T + F_{fp}}{3}$$

~~$$2T + 2F_{fp} = 3F_{fp} - 3T$$~~

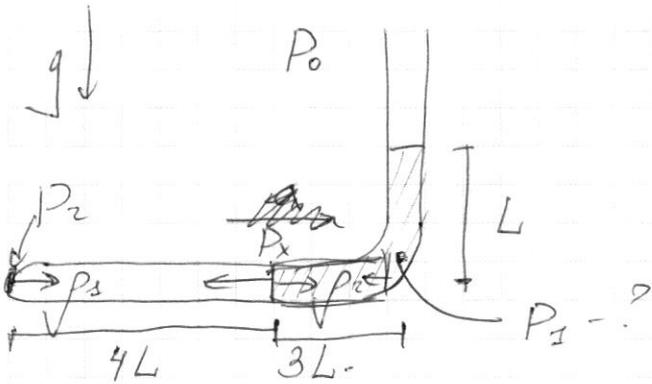
~~$$5T = F_{fp}$$~~

~~$$T = \frac{F_{fp}}{5} = \frac{\mu N}{5} = \frac{\mu \cdot 2mg}{5} = \boxed{0.4\mu mg}$$~~

$$a_0 = \frac{T - F_{fp}}{2m}$$

~~$$a_0 = \frac{T + F_{fp}}{-3m}$$~~

$$\frac{2}{5} = \frac{4}{10} = 0.4$$



$$P_1 = P_0 + \rho_2 g L$$

$$m_2 = \rho_2 \cdot 3L \cdot S = 3LS \cdot \rho_2$$

$$m_1 = \rho_1 \cdot 4L \cdot S = 4LS \cdot \rho_1$$

$$m_2 a = P_x S + P_1 S$$

$$m_1 a = P_2 S - P_x S$$

$$\frac{g}{6} \cdot 4LS \cdot \rho_1 = P_2 S - P_x S$$

$$P_2 S = (m_1 + m_2) a + P_x S$$

$$P_2 S = (4LS \cdot \rho_1 + 3LS \cdot \rho_2) \frac{g}{6} + P_0 S + \rho_2 g L S$$

$$P_2 = gL \left(\frac{4}{6} \rho_1 + \frac{3}{6} \rho_2 \right) + P_0 + \rho_2 g L$$

$$\frac{2 \cdot 2}{3 \cdot 2} \rho_1 + \frac{3 \cdot 3}{2 \cdot 3} \rho_2 =$$

$$= \frac{4}{6} \rho_1 + \frac{9}{6} \rho_2 =$$

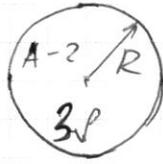
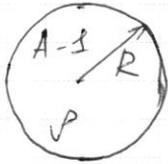
$$P_2 = gL \left(\frac{2}{3} \rho_1 + \frac{1}{2} \rho_2 \right) + P_0 + \rho_2 g L$$

$$= \frac{1}{6} (4\rho_1 + 9\rho_2)$$

$$P_2 = gL \left(\frac{2}{3} \rho_1 + \frac{3}{2} \rho_2 \right) + P_0$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задание №3



$$g = \frac{G \cdot M}{v^2}, \text{ где } M - \text{масса планеты, } v - \text{расстояние от ее центра до объекта.}$$

M_1 - масса Аюгра-1
 M_2 - масса Аюгра-2

$$1) M_1 = V \rho_1 = \frac{4}{3} \pi R^3 \rho$$

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

2) v_1 - первая космическая скорость.
Её можно получить, приняв g за нормальное ускорение при движении тела по окружности (сбросьте планету)

$a_n = \frac{v_1^2}{R}$, тогда Π закон Ньютона для тела на орбите:

$$a_n = \frac{v_1^2}{R}$$

$$m \frac{v_1^2}{R} = mg \quad m \frac{v_1^2}{v} = mg$$

$T = \frac{l}{v_1}$, l - длина орбиты

v_{11} - первая косм. скорость для Аюгра-1
 v_{12} - первая косм. скорость для Аюгра-2
 l_1 - длина орбиты спутника Аюгра-1
 l_2 - длина орбиты спутника Аюгра-2

$$v_{11} = \sqrt{g_1 v_1} = \sqrt{\frac{G M_1 v_1}{v_1^2}} = \sqrt{\frac{G M_1}{v_1}} = \sqrt{\frac{G \cdot 4 \pi R^3 \rho}{3 \cdot 4 R^2}} = \sqrt{\frac{G \pi R \rho}{3}}$$

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

$$M_2 = V \rho_2 = \frac{4}{3} \pi R^3 \cdot 3 \rho = 4 \pi R^3 \rho$$

$$v_{12} = \sqrt{g_2 v_2} = \sqrt{\frac{G M_2}{v_2}} = \sqrt{\frac{G \cdot 4 \pi R^3 \rho}{3R}} = 2R \sqrt{\frac{1}{3} G \pi \rho}$$

$$l_1 = 2\pi \cdot 2R = 4\pi R$$

$$l_2 = 2\pi \cdot 3R = 6\pi R$$

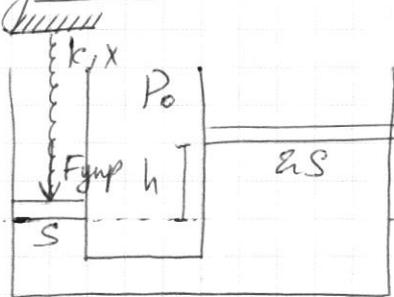
продолжение на ~~7~~ стр. 3.

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{e_2 v_{11}}{v_{12} e_1} = \frac{e_2}{e_1} \cdot \frac{v_{11}}{v_{12}} = \frac{GTR}{4TR} \cdot \frac{\sqrt{\frac{2}{3} GTR}}{\sqrt{\frac{1}{3} GTR}}$$

$$= \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{\frac{2}{3}}}{\sqrt{\frac{1}{3}}} \cdot \frac{\sqrt{GTR}}{\sqrt{GTR}} = \frac{3}{4} \sqrt{\frac{2}{3} \cdot \frac{3}{1}} = \boxed{\frac{3\sqrt{2}}{4}}$$

Ответ: 1) $\frac{4}{75} GTR$; 2) $\frac{3\sqrt{2}}{4}$.

Задача № 2



1) P_0 - атмосферное давление

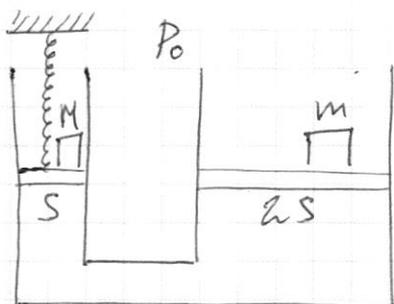
В сообщающихся сосудах давление на одном уровне одинаковое

Равенство давлений для уровня, на котором опущен левый поршень

$$P_0 + \frac{F_{\text{упр}}}{S} = P_0 + \rho g h$$

$$\rho g h = \frac{F_{\text{упр}}}{S}$$

$$h = \frac{F_{\text{упр}}}{\rho g S} = \boxed{\frac{kx}{\rho g S}}$$



2) $x = 0 \Rightarrow F_{\text{упр}} = 0$

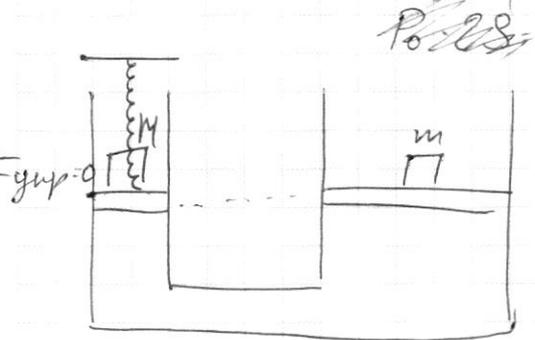
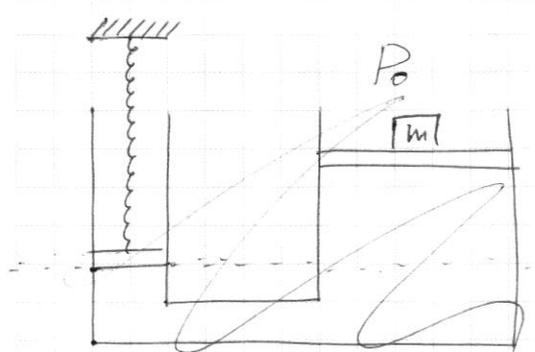
$$P_0 + \frac{M}{S} = P_0 + \frac{m}{2S}$$

$$\frac{M}{S} = \frac{m}{2S}$$

$$M = \boxed{\frac{m}{2}}$$

Ответ: 1) $\frac{kx}{\rho g S}$; 2) $\frac{m}{2}$.

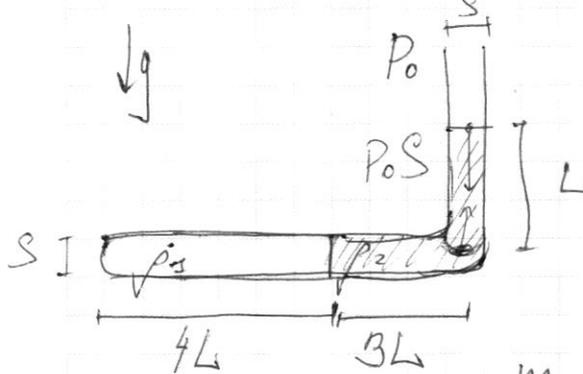
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



~~$P = \frac{F}{S}$~~
 ~~$P_0 + \frac{F_{\text{упр}}}{S} = P_0 + \rho g h = P_0 + \rho g h + \frac{mg}{2S}$~~
 ~~$F_{\text{упр}} = \rho g h S$~~
 ~~$kx = \rho g h S$~~
 ~~$h = \frac{kx}{\rho g S}$~~
 ~~$P_0 + \frac{F_{\text{упр}}}{S} = P_0 + \rho g h = P_0 + \rho g h + \frac{mg}{2S}$~~
 ~~$Mg = \rho g h S + mg$~~

1) $P_0 + \frac{F_{\text{упр}}}{S} = P_0 + \rho g h$
 $kx = \rho g h S$
 $h = \frac{kx}{\rho g S}$

2) $mg - 2S = MgS$
 $\frac{mg}{2S} = \frac{Mg}{S}$
 $M = \frac{m}{2}$



1) $P_0 + \rho_2 g L$
 2) $P_0 + \frac{Mg}{S} = P_0 + \rho g h + \frac{mg}{2S}$
 $\frac{Mg}{S} = \rho g h + \frac{mg}{2S}$

$m_1 = \rho_1 \cdot 4L \cdot S = 4LS \rho_1$

$m_1 a = P_2 S + P_1 S$

$4L \rho_1 \cdot \frac{g}{6} = P_2 S + P_1 S$

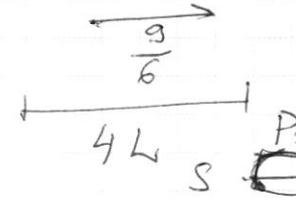
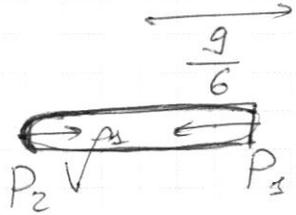
$\frac{2}{3} \rho_1 g L = P_2 + P_1$

$\frac{2}{3} \rho_1 g L = P_2 + P_0 + \rho_2 g L$

$P_2 = \frac{2}{3} \rho_1 g L - P_0 - \rho_2 g L$

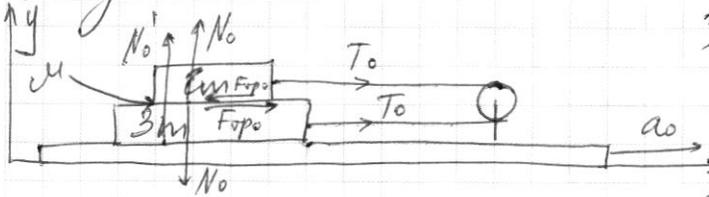
$P_2 = gL (\frac{2}{3} \rho_1 - \rho_2) - P_0$

~~$P_2 = \rho_2 \cdot 3L \cdot S = 3LS \rho_2$~~



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задание № 4



1) T_0 - сила натяжения нити при a_0

т.к. проскальзывание профилей нет, их ускорения равны a_0

т.к. проскальзывание блоков относительно друг друга нет, их ускорения относительно стола друг друга равны a_0

N_0 - сила реакции опоры при a_0 , N_0' - с. реакц. см. со стороны стола.
 $F_{тр0}$ - сила трения между блоками при a_0

$$F_{тр} \leq \mu N$$

II закон Ньютона для верхнего блока:

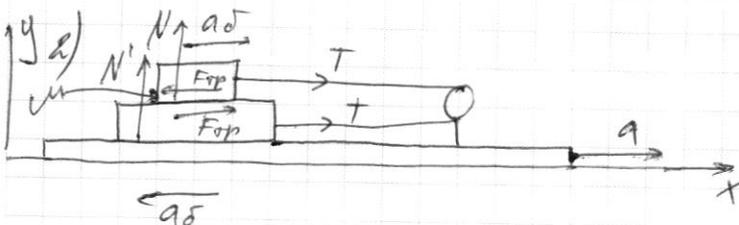
$$\begin{aligned} \vec{m}a_0 &= \vec{F}_{тр} + \vec{m}g + \vec{T}_0 + \vec{N}_0 \\ y: 0 &= 0 + \vec{m}g + 0 + N_0 \\ N_0 &= \vec{m}g \\ x: \vec{m}a_0 &= -F_{тр} + 0 + T_0 + 0 \\ \vec{m}a_0 &= T_0 - \vec{m}g \\ T_0 &= \vec{m}a_0 + \vec{m}g \end{aligned}$$

II закон Ньютона для нижнего блока:

$$3\vec{m}a_0 = \vec{F}_{тр0} + 3\vec{m}g + \vec{T}_0 + \vec{N}_0 + \vec{N}_0'$$

$$\begin{aligned} x: 3\vec{m}a_0 &= F_{тр0} + 0 + T_0 + 0 + 0 \\ 3\vec{m}a_0 &= \vec{m}g + T_0 \\ T_0 &= 3\vec{m}a_0 - \vec{m}g \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \vec{m}a_0 + \vec{m}g &= 3\vec{m}a_0 - \vec{m}g \\ \vec{m}a_0 &= 2\vec{m}g \\ a_0 &= 2g \end{aligned}$$



~~II закон Ньютона для верхнего блока:~~

т.к. блоки связаны нерастяжимой нитью, их ускорения равны по модулю, но противоположно направлены.
продолжение на 4 стр. 6

~~II з. №6~~ II з. Ньютона для верхнего блока:

$$2m\vec{a}_0 = 2m\vec{g} + \vec{T} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}}$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N$$

$$y: 0 = N - 2mg$$
$$N = 2mg$$

$$x: 2ma_0 = T - F_{\text{тр}}$$

$$a_0 = \frac{T - 2\mu mg}{2m} = \frac{T}{2m} - \mu g$$

II з. Ньютона для нижнего блока:

$$3m\vec{a}_0 = 3m\vec{g} + \vec{T} + \vec{N} + \vec{N}' + \vec{F}_{\text{тр}}$$

$$x: -3ma_0 = T + F_{\text{тр}}$$

$$a_0 = -\frac{T + 2\mu mg}{3m}$$

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

$$\frac{3T - 6\mu mg}{2m} = \frac{-2T - 4\mu mg}{3m}$$
$$T = 10\mu mg$$

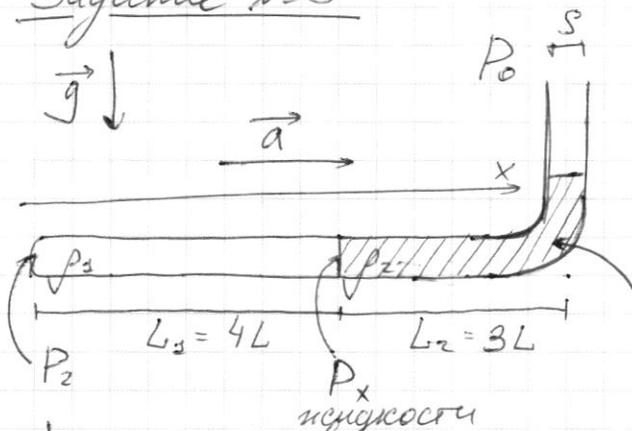
$$3T - 6\mu mg = -2T - 4\mu mg$$

$$5T = 2\mu mg \Rightarrow T = \boxed{0.4\mu mg}$$

Ответ: 1) $4\mu g$; 2) $0.4\mu g$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №5



~~$\vec{a} = \frac{g}{6}$~~ $a = \frac{g}{6}$

~~$P_x = \rho_2 g L$~~
 P_x - давление на стенке жидкости

$P_1 = P_0 + \rho_2 g H = \boxed{P_0 + \rho_2 g L}$

т.к. \vec{a} направлено горизонтально, оно не влияет на давление жидкости сверху.

- 2) m_1 - масса воды с плотностью ρ_1
 m_2 - масса части воды с плотностью ρ_2 , которая распластается на участке L_2
 S - площадь поперечного сечения трубки.

$m_1 = \rho_1 \cdot L_1 \cdot S = 4LS \cdot \rho_1$ $m_2 = \rho_2 \cdot L_2 \cdot S = 3LS \cdot \rho_2$

Запишем II закон Ньютона для жидкостей с массой m_1 и массой m_2 (проекции на ось Ox)

$$\begin{cases} m_1 a = P_2 S - P_x S \\ m_2 a = P_x S - P_1 S \end{cases} \quad \begin{cases} P_x S = P_2 S - m_1 a \\ P_x S = m_2 a + P_1 S \end{cases}$$

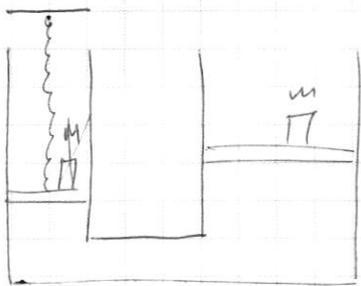
$P_2 S - m_1 a = m_2 a + P_1 S$
 $P_2 S = (m_1 + m_2) a + P_1 S$

$P_2 S = (4LS \cdot \rho_1 + 3LS \cdot \rho_2) \cdot \frac{g}{6} + (P_0 + \rho_2 g L) S$

$P_2 = \left(\frac{4}{6} \rho_1 + \frac{3}{6} \rho_2 + \rho_2 \right) g L + P_0$

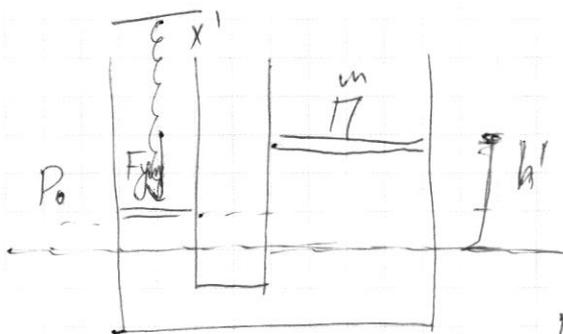
$P_2 = \boxed{\left(\frac{2}{3} \rho_1 + \frac{3}{2} \rho_2 \right) g L + P_0}$

Ответ: 1) $P_1 = P_0 + \rho_2 g L$; 2) $P_2 = P_0 + \left(\frac{2}{3} \rho_1 + \frac{3}{2} \rho_2 \right) g L$.



$$M = \rho$$

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



$$P_0 + \frac{kx'}{S} = \frac{mg}{2S} + \rho g h' + P_0$$

$$\rho g h_1 + \frac{kx'}{S} = \frac{mg}{2S} + \rho g h_2$$

$$h_2 = h - \Delta h \quad h_2 = h - \Delta h_2 = h - \Delta h_2$$

$$h_1 = \Delta h_1 = 2 \Delta h_2$$

$$\Delta h_1 = 2 \Delta h_2$$

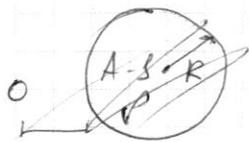
$$\Delta h_1 = 2 \Delta h_2$$

$$2 \rho g \Delta h_2 + \frac{kx'}{S} = \frac{mg}{2S} + \rho g (h - \Delta h_2)$$

$$\rho g \Delta h_2 + \frac{kx'}{S} = \frac{mg}{2S} + \rho g h$$



№ 3



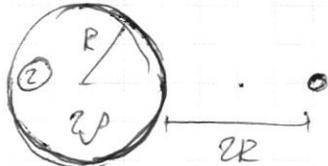
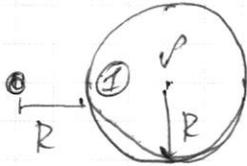
P_0 $F_{гип}$



$$F_{гип} = G \frac{4\pi R^3 \rho}{3 \cdot 25 R^2}$$

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

$F_T = G \frac{M M}{r^2}$ $M_i = V \cdot \rho = \frac{4}{3} \pi R^3 \rho$



$\frac{T_2}{T_1} = ?$

$T = \frac{e}{v_I}$



$m \frac{v_1^2}{R} = mg$

$v_1^2 = gR$

$v_s = \sqrt{gR}$

$T_1 = \frac{g \cdot l}{v_1}$

$\frac{T_2}{T_1} = ?$

$$v_{I1} = \sqrt{\frac{G \cdot \frac{4}{3} R^3 \rho T}{2R}} = \sqrt{\frac{4GR^2 \rho T}{6}} = 2R \sqrt{\frac{G \rho T}{6}}$$

$v_I = \sqrt{G \frac{M}{R^2}} = \sqrt{\frac{GM}{R}}$

$$v_{I2} = \sqrt{\frac{G \cdot \frac{4}{3} R^3 \cdot 2 \rho T}{3R}} = \sqrt{\frac{8GR^2 \rho T}{9}} = \frac{2R}{3} \sqrt{2G \rho T}$$

$l_1 = 2\pi \cdot 2R = 4\pi R$
 $l_2 = 2\pi \cdot 3R = 6\pi R$

$T_1 = \frac{2\pi R}{\sqrt{\frac{4GR^2 \rho T}{6}}} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{4G \rho T}{6}}}$

$T_2 = \frac{6\pi R}{\frac{2R}{3} \sqrt{2G \rho T}} = \frac{3 \cdot 6\pi}{2 \sqrt{2G \rho T}} = \frac{9\pi}{\sqrt{2G \rho T}}$

$\frac{T_2}{T_1} = \frac{9\pi}{\sqrt{2G \rho T}} \cdot \frac{\sqrt{\frac{4G \rho T}{6}}}{2\pi} = \frac{9}{2} \sqrt{\frac{4}{6}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{9}{2} \sqrt{\frac{1}{6} \cdot \frac{1}{2}} = \frac{9}{2} \sqrt{\frac{1}{12}} = \frac{9}{4} \sqrt{\frac{1}{3}}$

$\frac{9}{4} = \frac{3 \cdot \sqrt{3} \cdot \sqrt{3} \cdot \sqrt{\frac{1}{3}}}{4} = \frac{3 \cdot \sqrt{3} \cdot \sqrt{\frac{3}{3}}}{4} = \frac{3 \cdot \sqrt{3} \cdot 1}{4} = \frac{3\sqrt{3}}{4}$

$g = 3 \cdot \sqrt{3} \cdot \sqrt{3}$

$\frac{9}{4} = \sqrt{3} \cdot \sqrt{3} \cdot \sqrt{\frac{1}{3}} = \frac{3 \cdot \sqrt{\frac{1}{3}}}{4} = \frac{3 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}}}{4} = \frac{3 \cdot \frac{\sqrt{3}}{3}}{4} = \frac{\sqrt{3}}{4}$

~~$v_{I1} = R \sqrt{\frac{2}{3} G \rho T}$~~

$v_{I1} = R \sqrt{\frac{2}{3} G \rho T}$

$v_{I2} = \frac{2R}{3} \sqrt{\frac{1}{3} G \rho T}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №1
1) $v = v_0 - gt$

$$3v_0 = v_0 - gt$$

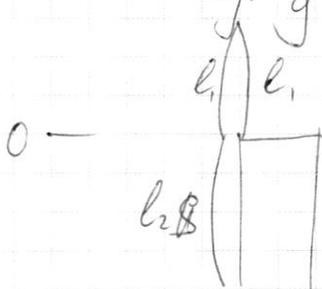
$$3v_0 = gt + v_0$$

$$4v_0 = gt$$

$$t = \frac{4v_0}{g} = 0.4 \frac{v_0}{g} = \frac{4 \cdot 12}{10} = \underline{4.8 \text{ с}}$$

$$\begin{array}{r} \times 4.8 \\ 12 \\ \hline 48 \\ \times 12 \\ 48 \\ \hline 196 \\ + 48 \\ \hline 57.6 \end{array}$$

2) $v_0 = gt_{\text{ног}}$
 $t_{\text{ног}} \cdot \frac{v_0}{g} = \frac{12}{10} = 1.2 \text{ с}$



$$S = 2l_1 + l_2$$

$$l_2 = |x_2| = 57.6$$

$$x_2 = v_0 t_{\text{ног}} - \frac{gt_{\text{ног}}^2}{2} =$$

$$= 12 \cdot \frac{12}{10} - \frac{10 \cdot 144}{2 \cdot 100} =$$

$$= \frac{144}{10} - \frac{144}{20} = \frac{144}{20} \left(1 - \frac{1}{2}\right) =$$

$$= \frac{144}{20} = \frac{72}{10} = 7.2$$

$$S = 2 \cdot 7.2 + 57.6 = \underline{72 \text{ м}}$$

$$= 14.4 + 57.6 = \underline{72 \text{ м}}$$

$$l_2 = |7.2| = 7.2 \text{ м}$$

$$x_2 = v_0 t - \frac{gt^2}{2} =$$

$$= 12 \cdot 4.8 - \frac{10 \cdot 4.8^2}{2} =$$

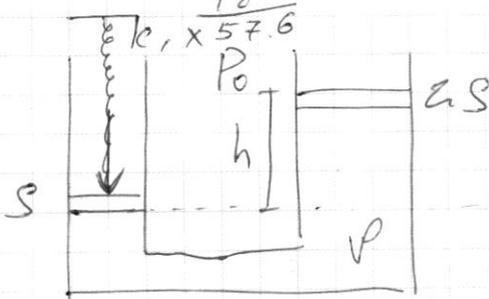
$$= 4.8 \left(12 - \frac{48}{2}\right) = 4.8 \cdot (-12) =$$

$$= -57.6$$

~~$$48 + 96 = 54.6$$~~

$$\begin{array}{r} + 14.4 \\ 57.6 \\ \hline 72.0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 4.8 \\ 12 \\ \hline + 196 \\ 48 \\ \hline 57.6 \end{array}$$



$$P_0 S + F_{\text{уп}} = (P_0 + \rho g h) 2S$$

$$P_0 S + kx = 2P_0 S - 2\rho g h S$$

$$kx = P_0 S - 2\rho g h S$$

$$2\rho g h S = P_0 S - kx$$

$$h = \frac{P_0}{2\rho g h} - \frac{kx}{2\rho g h S} = \frac{1}{2\rho g h} \left(P_0 - \frac{kx}{S}\right)$$