

Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 9

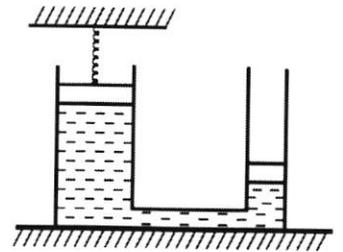
Вариант 09-01

Шифр

(заполняется секретарём)

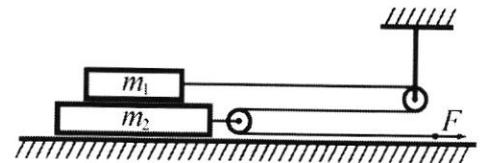
1. Школьник бросает камень вертикально вверх с начальной скоростью $V_0 = 12$ м/с.
- 1) Через какое время t после старта скорость камня будет равна по величине $V_0/3$?
 - 2) На какой высоте h , отсчитанной от точки старта скорость камня будет равна по величине $V_0/3$?
- Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². 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 .



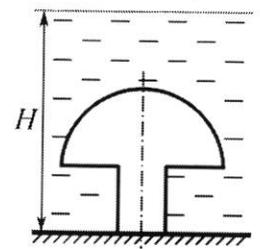
- 1) Найдите деформацию x пружины.
 - 2) Найдите массу m груза, который следует положить на правый поршень, чтобы пружина стала недеформированной.
3. Спутник обращается по круговой орбите вокруг планеты. Высота орбиты $h = 0,5R$, здесь R – радиус планеты. Плотность планеты ρ . Гравитационная постоянная 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 несимметричная конструкция (см. рис.). Клей затвердел. Верхняя поверхность конструкции – полусфера. Объём конструкции $V = 8$ дм³, площадь соприкосновения конструкции с дном через клей $S = 20$ см². Плотность воды $\rho = 1$ г/см³, атмосферное давление $P_0 = 100$ кПа. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².



- 1) Найдите давление P_1 вблизи дна.
- 2) Найдите величину F силы (с указанием направления), с которой вода действует на конструкцию.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1.

$$\begin{aligned} v_0 &= 12 \frac{\text{м}}{\text{с}} \\ |v| &= \frac{v_0}{3} \\ t - ? \quad h - ? \end{aligned}$$

$$v = v_0 - gt \Rightarrow |v_0 - gt| = \frac{v_0}{3}$$

$$1) \quad v_0 - gt = \frac{v_0}{3}$$

$$gt = \frac{2}{3} v_0$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow t &= \frac{2}{3} v_0 \cdot \frac{1}{g} = \\ &= \frac{2}{3} \cdot 12 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \frac{1}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = \underline{0,8 \text{ с}} \end{aligned}$$

$$2) \quad v_0 - gt = -\frac{v_0}{3}$$

$$gt = \frac{4}{3} v_0$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow t &= \frac{4}{3} v_0 \cdot \frac{1}{g} = \\ &= \frac{4}{3} \cdot 12 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \frac{1}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = \underline{1,6 \text{ с}} \end{aligned}$$

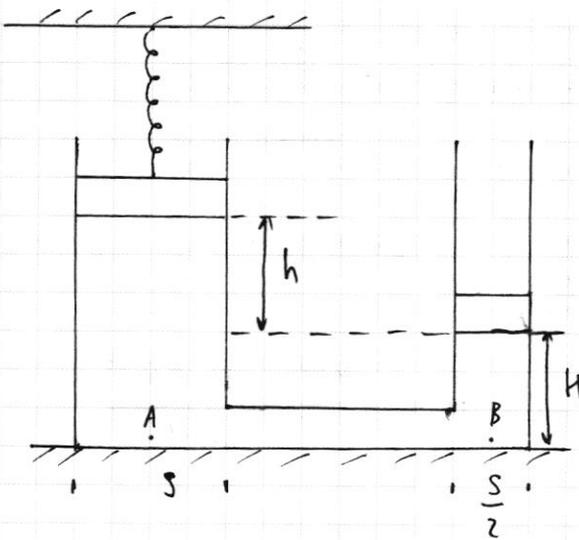
Высота:

$$h = v_0 t - \frac{gt^2}{2} = 12 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 0,8 \text{ с} - \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,64 \text{ с}^2}{2} = \underline{6,4 \text{ м}}$$

Для второго t высота такая же, т.к. полёт

вверх и падение симметричны. Ответ: 1) 0,8 с; 1,6 с
2) 6,4 м

№2.



Рассмотрим давление в

т.А и т.В. Если бы

пружина никак не

вышла:

$$P_A' = \frac{\rho \cdot (H+h) \cdot g \cdot S}{S} = (H+h) \cdot \rho \cdot g$$

$$P_B' = \frac{\frac{\rho}{2} \cdot H \cdot g \cdot S}{\frac{S}{2}} = H \cdot \rho \cdot g$$

Тогда было бы $P_A > P_B$.

1) Но система в равновесии \Rightarrow должно быть $P_A = P_B$

\Rightarrow пусть пружина через поршень действует силой F

(а значит с такой же силой идёт действие на

пружину) \Rightarrow для равенства $P_A - \frac{F}{S} = P_B$.

$$\rho g H + \rho g h - \frac{F}{S} = \rho g H$$

$$F = \rho g h \cdot S \Rightarrow \Delta X = \frac{F}{k} = \frac{\rho g h S}{k}$$

2) Если пружина не деформирована, то $F=0 \Rightarrow$ равновесие достигается за счёт mg

$$P_A' = P_B' + \frac{mg}{\frac{S}{2}}$$

$$H \cdot \rho g + h \cdot \rho g = H \cdot \rho g + \frac{2mg}{S}$$

$$\frac{2mg}{S} = \rho g h \Rightarrow m = \frac{\rho h S}{2}$$

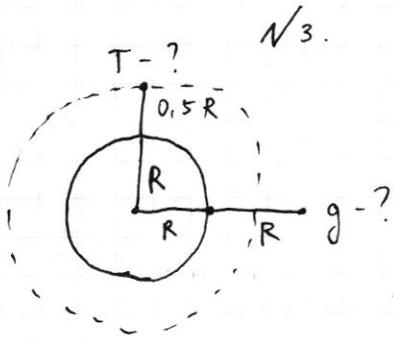
Ответ: 1) $\frac{\rho g h S}{k}$, 2) $\frac{\rho h S}{2}$

$$h = 0,5R$$

ρ, G

$g - ?$ (на $2R$)

$T - ?$



1) По 3-му всемирному закону тяготения:

$$mg = G \frac{mM}{(2R)^2}$$

$$g = G \frac{M}{(2R)^2}$$

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

2) Спутник движется по окружности под действием сил тяготения \Rightarrow запишем II з-н

Ньютона: $m \cdot a_y = G \frac{m \cdot M}{(1,5R)^2}$

$$a_y = \frac{v^2}{1,5R}, \quad v = \frac{2\pi \cdot 1,5R}{T} \Rightarrow a_y = \frac{4\pi^2 \cdot (1,5R)^2}{T^2 \cdot 1,5R}$$

$$\Rightarrow \frac{4\pi^2 \cdot 1,5R}{T^2} = \frac{GM}{(1,5R)^2}$$

$$\frac{T^2}{(1,5R)^3} = \frac{4\pi^2}{GM} \Rightarrow T^2 = \frac{(1,5R^3) \cdot 4\pi^2}{GM}$$

$$M = \frac{4}{3} \pi R^3 \rho \Rightarrow T^2 = \frac{(1,5)^3 \cdot R^3 \cdot 4\pi^2}{G \cdot \frac{4}{3} \pi R^3 \rho} = \frac{3 \cdot (1,5)^3 \cdot \pi}{G \cdot \rho} = \frac{3^4 \cdot 0,125 \pi}{G \cdot \rho}$$

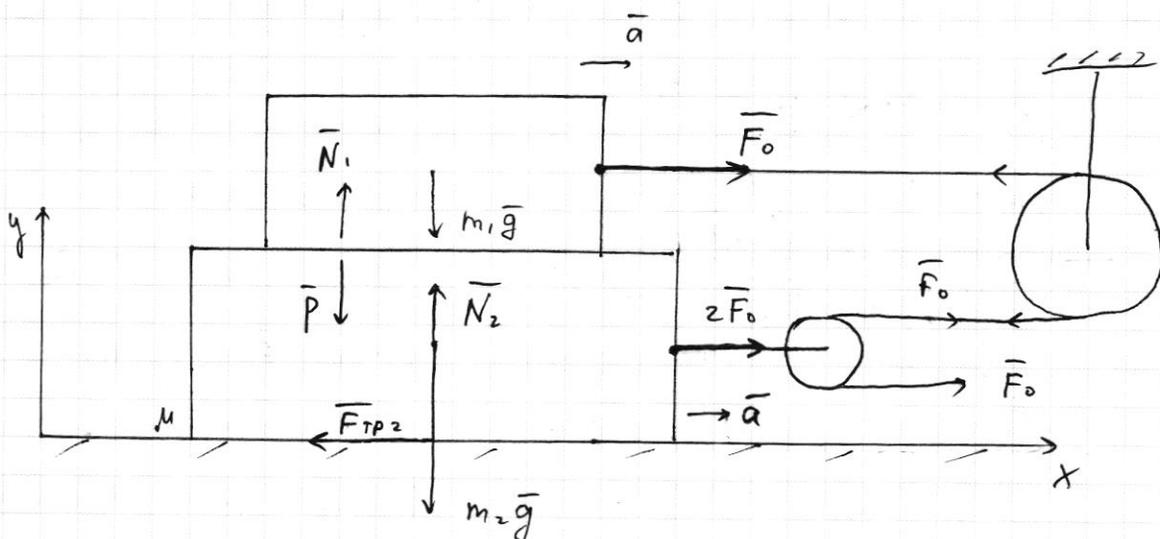
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\Rightarrow T = g \cdot \sqrt{\frac{0,125 \pi}{G \cdot g}}$$

Ответ: 1) $\frac{G \cdot \pi \cdot R \cdot g}{3}$; 2) $g \sqrt{\frac{0,125 \pi}{G \cdot g}}$
н/ч.

1) F_0 - ?

нижний брусок скользит \Rightarrow для него и ступицы $F_{тр2} = \mu \cdot N_2$, для верхнего $F_{тр1} = 0$, т.е. трение между брусками нет \Rightarrow под действием всех остальных сил бруски скользят с одинаковым ускорением \bar{a} .



* точки приложения сил расставляются не совсем правильно, чтобы не нагромождать рисунок.

Запишем II закон Ньютона для обоих брусков:

$$1) \bar{N}_1 + \bar{F}_0 + m_1 \bar{g} = m_1 \bar{a}$$

$$2) \bar{P} + \bar{N}_2 + m_2 \bar{g} + 2\bar{F}_0 + \bar{F}_{тр2} = m_2 \bar{a}$$

По III закону Ньютона $P = N_1$

$$x: F_0 = m_1 a$$

$$y: P - m_1 g = 0$$

$$2F_0 - F_{TP2} = m_2 a;$$

$$N_2 - P - m_2 g = 0$$

$$F_{TP2} = \mu \cdot N_2$$

Имеем:

$$\begin{cases} F_0 = m_1 a \\ 2F_0 - \mu N_2 = m_2 a \\ P - m_1 g = 0, \quad P = m_1 g \\ N_2 - P - m_2 g = 0, \quad N_2 = P + m_2 g = g(m_1 + m_2) \end{cases}$$

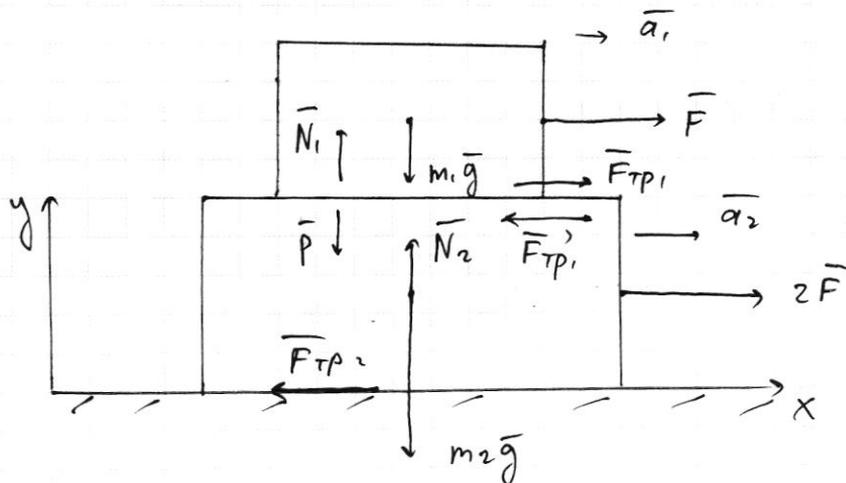
$$\left. \begin{array}{l} 2F_0 = 2m_1 a \\ 2F_0 = \mu g(m_1 + m_2) + m_2 a \end{array} \right\}$$

$$2m_1 a = \mu g(m_1 + m_2) + m_2 a$$

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

$$\Rightarrow F_0 = m_1 \cdot \frac{\mu g(m_1 + m_2)}{2m_1 - m_2} = 2m_1 \cdot \frac{\mu g \cdot 5m}{m} = \underline{10 \mu g m}$$

2) верхний движется влево отн. нижнему $\Rightarrow a_1 < a_2$



Запишем II закон

Ньютона:

$$1) \bar{N}_1 + m_1 \bar{g} + \bar{F} + \bar{F}_{TP1} = m_1 \bar{a}_1$$

$$2) \bar{F}_{TP1}' + \bar{F}_{TP2} + \bar{P} + \bar{N}_2 + 2\bar{F} + m_2 \bar{g} = m_2 \bar{a}_2$$

По III закону Ньютона

$$F_{TP1} = F_{TP1}', \quad N_1 = P$$

$$x: F + F_{TP1} = m_1 a_1, \quad F_{TP1} = \mu \cdot P$$

$$-F_{TP1} - F_{TP2} + 2F = m_2 a_2, \quad F_{TP2} = \mu \cdot N_2$$

$$y: P - m_1 g = 0$$

$$N_2 - m_2 g - P = 0$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Имеем:

$$\begin{cases} F + \mu \cdot P = m_1 a_1 \\ -\mu \cdot P - \mu \cdot N_2 + 2F = m_2 a_2 \\ P - m_1 g = 0, \quad P = m_1 g \\ N_2 - m_2 g - P = 0, \quad N_2 = g(m_1 + m_2) \end{cases}$$

$$m_1 a_1 = F + \mu m_1 g, \quad m_2 a_2 = 2F - (\mu m_1 g + \mu g(m_1 + m_2))$$

$$a_1 < a_2$$

$$\frac{F + m_1 g \cdot \mu}{m_1} < \frac{2F - \mu g (2m_1 + m_2)}{m_2}$$

$$\frac{F + 2mg\mu}{2m} < \frac{2F - \mu g \cdot 7m}{3m}$$

$$3F + 6\mu g m < 4F - 2 \cdot 7\mu g m$$

$$F > 20\mu g m \Rightarrow F_{\min} = \underline{20\mu g m}$$

Ответ: 1) $F_0 = 10\mu g m$, 2) $F = 20\mu g m$.

№5.

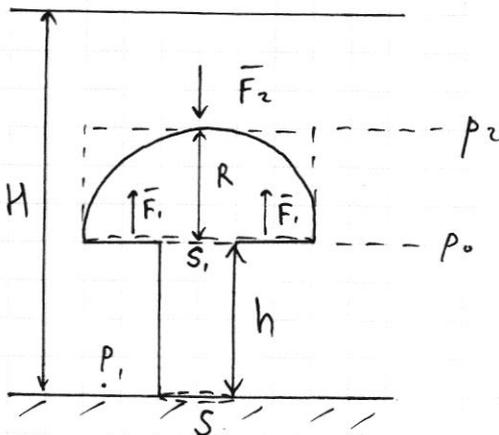
1) давление P_1 у дна складыва-
ется из атмосферного и
гидростатического \Rightarrow

$$P_1 = P_0 + \rho g H$$

$$P_1 = 10^5 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} + 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 2,5 \text{ м} =$$

$$= 100000 \text{ Па} + 25000 \text{ Па} =$$

$$= \underline{125000 \text{ Па}}$$



2) снизу вверх сила F_1 действует на площадь $S_1 - S$ на глубине $H - h$, где давление, создаваемое водой, $p_0 = \rho g (H - h) \Rightarrow F_1 = p_0 \cdot \frac{S_1 - S}{(S_1 - S)} = \rho g (H - h) (S_1 - S)$

Сверху на полушару давит сила F_2 . В качестве приближения развернем полушару в цилиндр высотой R и площадью S_1 . Тогда аналогично $F_2 = p_2 \cdot S_1$
 $\Rightarrow F_2 = \rho g (H - h - R) \cdot S_1$.

Пусть искомая сила F направлена вверх. Тогда

$$\begin{aligned} F &= F_1 - F_2 = \rho g (HS_1 - HS - hS_1 + hS) - \rho g (HS_1 - hS_1 - RS_1) = \\ &= \rho g (HS_1 - HS - hS_1 + hS - HS_1 + hS_1 + RS_1) = \\ &= -\rho g HS + \rho g (h \cdot S + R \cdot S_1) \end{aligned}$$

Заметим, что $h \cdot S + R \cdot S_1$ в нашем приближении - это объем всей конструкции $V = 8 \text{ дм}^3 = 0,008 \text{ м}^3$

$$\begin{aligned} F &= \rho g V - \rho g HS = \rho g (V - HS) = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot (0,008 \text{ м}^3 - \\ &- 2,5 \text{ м} \cdot 0,002 \text{ м}^2) = 10000 \text{ Н} \cdot (0,008 - 0,005) = \underline{30 \text{ Н}}. \end{aligned}$$

Положительный ответ говорит о том, что F действительно направлена вверх.

Ответ: 1) 125 кПа, 2) 30 Н, вверх.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

$$v_0 = 12 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v = \frac{v_0}{3}$$

$$v = v_0 - gt$$

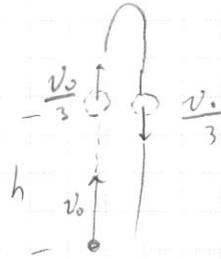
$$\Rightarrow v_0 - gt = \frac{v_0}{3}$$

$$gt = \frac{2}{3} v_0$$

$$t = \frac{2}{3} v_0 : g = \frac{2}{3} \cdot 12 \cdot \frac{1}{10} = \underline{0,8 \text{ с}}$$

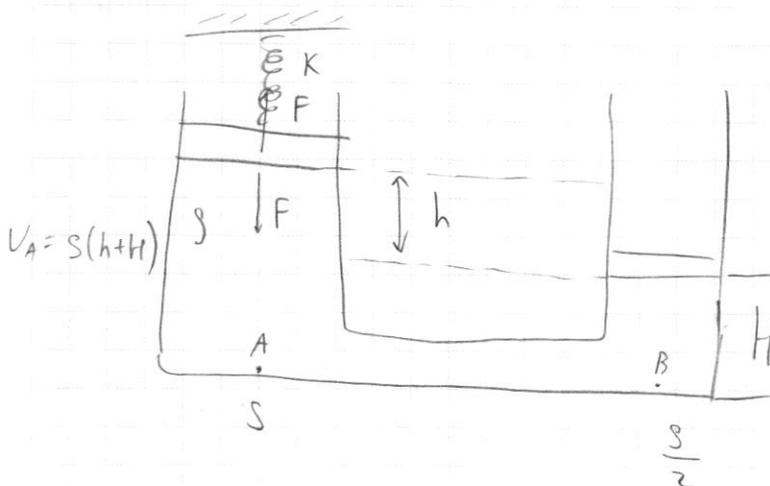
$$h = v_0 t - \frac{gt^2}{2} = 12 \cdot 0,8 - \frac{10 \cdot 0,64}{2} = 9,6 - 3,2 = \underline{6,4 \text{ м}}$$

для второго t на же высота т.к. ~~справа~~
полёт вверх симметричен падению



1

№2



dx пружинки - ?

надо найти силу

$$P_A = P_B \quad \text{т.к. равновесие}$$

$$P_A = (m_A \cdot g + F) / S =$$

$$= \frac{S(h+H) \cdot g + F}{S}$$

$$P_B = m_B \cdot g$$

сам бы не было прышпун:

$$P_A = \frac{\rho \cdot (H+h) \cdot g \cdot S}{S} = (H+h) \rho \cdot g$$

$$P_B = \frac{\rho \cdot H \cdot g \cdot S}{S} = H \rho \cdot g$$

2

Но все в равновесии $\Rightarrow P_A = P_B$. Так же прышпун $P_A > P_B$, но выклад от прышпун F :

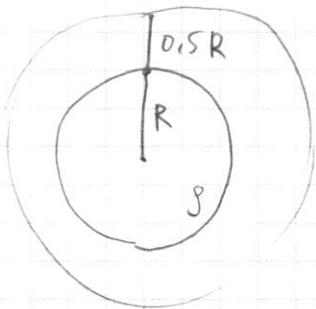
$$P_A - \frac{F}{S} = P_B$$

3.

1) $m \cdot g = G \cdot \frac{m \cdot M}{(2R)^2}$ по 3-му закону Ньютона

$$g = G \frac{M}{4R^2}, \quad M = \rho \cdot V = \rho \cdot \frac{4}{3} \pi R^3$$

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



2) период по 2-му закону Кеплера $T^2 = a^3 \frac{4\pi^2}{GM}$

$$m \cdot a_y = G \frac{mM}{(1,5R)^2}, \quad a_y = \frac{v^2}{1,5R}, \quad v = \frac{2\pi \cdot 1,5R}{T}$$

$$a_y = \frac{4\pi^2 \cdot (1,5R)^2}{1,5R \cdot T^2} = \frac{4\pi^2 \cdot (1,5R)}{T^2}$$

$$\frac{4\pi^2 \cdot (1,5R)}{T^2} = \frac{GM}{(1,5R)^2}$$

$$\frac{T^2}{(1,5R)^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$$

$$T^2 = \frac{(1,5R)^3 \cdot 4\pi^2}{GM}$$

$$3 \cdot 1,5 \cdot 1,5 \cdot 1,5 = 3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot (0,5)^3 = 3^4 \cdot 0,125$$

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

$$T^2 = \frac{4\pi^2 \cdot (1,5R)^3}{G \cdot \rho \cdot \frac{4}{3} \pi R^3} = \frac{\pi \cdot (1,5)^3 \cdot 3}{G \cdot \rho}$$

$$\begin{array}{r} 2,25 \\ \times 1,5 \\ \hline 11,25 \\ 225 \\ \hline 3375 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 2,25 \\ 3 \\ \hline 6,75 \end{array}$$

$$1,5 \cdot 1,5 = 2,25$$

$$\begin{array}{r} \times 6,75 \\ 1,5 \\ \hline 3375 \\ 675 \\ \hline 10,125 \end{array}$$

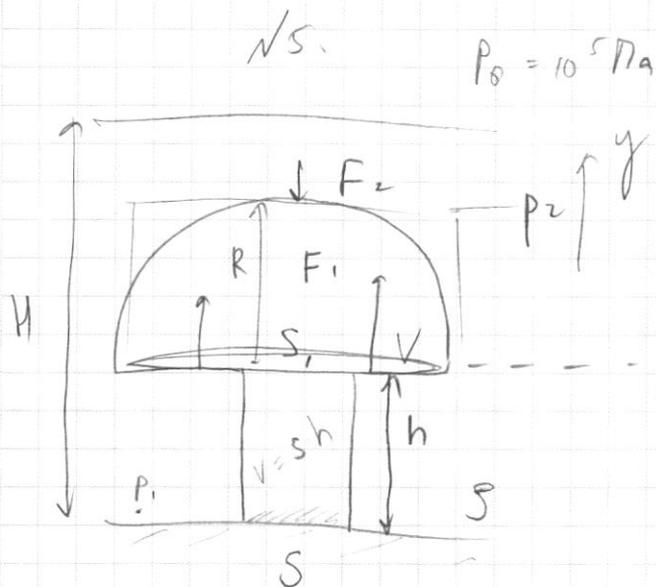
$$a_1 < a_2$$

$$\frac{F + m_1 g \mu}{m_1} < \frac{2F - \mu g (2m_1 + m_2)}{m_2}, \quad m_1 = 2m, \quad m_2 = 3m$$

$$\frac{F + 2mg\mu}{2m} < \frac{2F - \mu g \cdot 7m}{3m}$$

$$3F + 6mg\mu < 4F - 14mg\mu$$

$$\underline{F > 20mg\mu}$$



1) p_1 у дна складывается из атмосферного и гидростатического

$$p_1 = p_0 + \rho g H = 10 \frac{\text{H}}{\text{m}^2} + 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10 \frac{\text{H}}{\text{kg}} = 100000 \frac{\text{H}}{\text{m}^2} + 25000 \frac{\text{H}}{\text{m}^2} = \underline{125 \text{ kPa}}$$

2) силу F_1 действует на площадь

$$S_1 - S \quad F_1 = p_1 \cdot (S_1 - S) = \rho g (H - h) (S_1 - S)$$

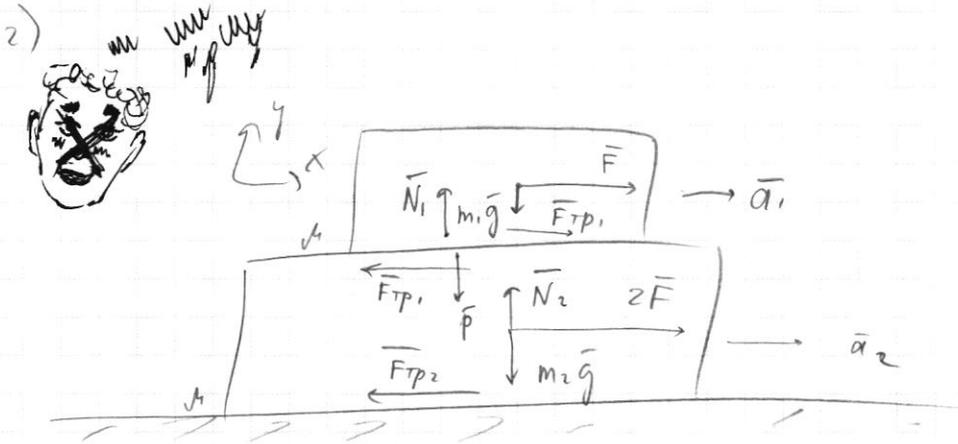
сверху на полушару действует сила F_2 . ~~действует на площадь S_1 на высоте $H-h$~~ ~~разберём полушару в цилиндр высотой R площадью S_1~~

$$F_2 = p_2 \cdot S_1 = \rho g (H - h - R) \cdot S_1$$

кстати по направлению оси $y \Rightarrow$

$$\underline{F = F_1 - F_2 = \rho g (H - h) S_1 - \rho g (H - h) S =}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



Верхний движется влево от нижнего $\rightarrow a_1 < a_2$
(Предельный случай $a_1 = 0$? x3)

II закон Ньютона

$$1) \quad \bar{N}_1 + m_1 \bar{g} + \bar{F} + \bar{F}_{тр1} = m_1 \bar{a}_1$$

$$2) \quad -\bar{F}_{тр1} + \bar{F}_{тр2} - \bar{P} + \bar{N}_2 + 2\bar{F} + m_2 \bar{g} = m_2 \bar{a}_2$$

$$x \quad F + F_{тр1} = m_1 a_1, \quad F_{тр1} = \mu \cdot P$$

$$-F_{тр1} - F_{тр2} + 2F = m_2 a_2, \quad F_{тр2} = \mu \cdot N_2$$

$$y \quad P - m_1 g = 0$$

$$N_2 - m_2 g - P = 0$$

$$\left\{ \begin{array}{l} F + \mu \cdot P = m_1 a_1 \\ -\mu \cdot P - \mu \cdot N_2 + 2F = m_2 a_2 \\ P - m_1 g = 0, \quad P = m_1 g \\ N_2 - m_2 g - P = 0, \quad N_2 = g(m_1 + m_2) \end{array} \right.$$

$$m_1 a_1 = F + \mu m_1 g, \quad m_2 a_2 = -(\mu m_1 g + \mu g(m_1 + m_2)) + 2F$$

II 3-й закон Ньютона:

4

$$1) \bar{N}_1 + \bar{F}_0 + m_1 \bar{g} = m_1 \bar{a}$$

$$2) \bar{P} + \bar{N}_2 + m_2 \bar{g} + 2\bar{F}_0 + \bar{F}_{тр2} = m_2 \bar{a}$$

$$x: F_0 = m_1 a$$

$$2F_0 - F_{тр2} = m_2 a, \quad F_{тр2} = \mu \cdot N_2$$

$$y: P - m_1 g = 0$$

$$N_2 - P - m_2 g = 0, \quad \text{~~... ..~~}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} F_0 = m_1 a \\ 2F_0 - \mu \cdot N_2 = m_2 a \\ P - m_1 g = 0, \quad P = m_1 g \\ N_2 - P - m_2 g = 0, \quad N_2 = P + m_2 g \Rightarrow N_2 = g(m_1 + m_2) \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 2F_0 = 2m_1 a \\ 2F_0 = \mu g(m_1 + m_2) + m_2 a \end{array} \right.$$

$$2m_1 a = \mu g(m_1 + m_2) + m_2 a$$

$$a(2m_1 - m_2) = \mu g(m_1 + m_2)$$

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

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

$$m_1 = 2m$$

$$m_2 = 3m$$

$$F_0 = 2m \cdot \frac{\mu g \cdot 5m}{m} = 10 \mu mg$$

x $\sqrt{5}$.

$$F = F_1 - F_2 = \rho g (H S_1 - H S_2 - h S_1 + h S) - (\rho g S_1 H - \rho g S_2 h - \rho g S_1 R) =$$

$$= \rho g S_1 H - \rho g S_2 H - \rho g S_1 h + \rho g S h - \rho g S_1 H + \rho g S_2 h + \rho g S_1 R =$$

$$= \rho g S h + \rho g S_1 R - \rho g S_2 H. \quad \text{Заметим, что}$$

$$\rho g (S h + S_1 R) = \rho g \cdot V \Rightarrow F = \rho g (V - S_2 H) = 1000 \cdot 10 \cdot (0,008 -$$

$$- 0,002 \cdot 2,5) =$$

$$= 10000 \cdot$$

$$\cdot 0,003 =$$

$$= 30 \text{ Н}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

~~Н·g·S + h·g·S - \frac{F}{S} = Н·g·S~~ 3

$$F = \rho g h \cdot S$$

$$\Rightarrow \Delta X = \frac{F}{k} = \frac{\rho g h S}{k}$$

2) пружина не деформировалась $\rightarrow F=0$

\Rightarrow вклад от m_2 :

$$P_A = P_B + \frac{m_2 g}{S}$$

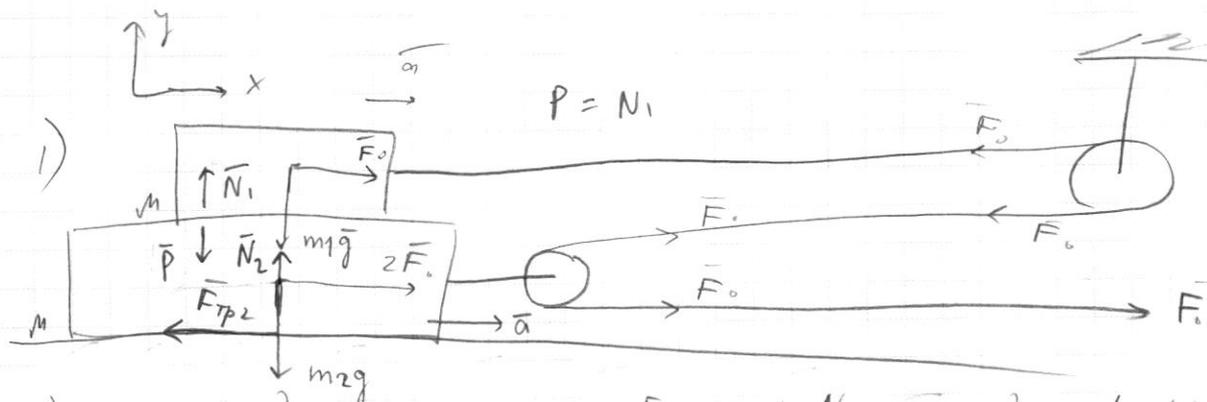
$$H \cdot \rho g + h \cdot \rho g = H \cdot \rho g + \frac{2m_2 g}{S}$$

$$\frac{2m_2 g}{S} = \rho g h$$

$$m = \frac{\rho h S}{2}$$

✓ч.

$$m_1 = 2m, \quad m_2 = 3m$$



1) F_0 , для нижней $F_{тр2} = \mu \cdot N_2$, для верхней $F_{тр1} = 0$
 или вращение между брусками или
 то под действием момента или
 брусок едет с одинаковой скоростью или (иногда $F_{тр}$ между м.)