

Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 9

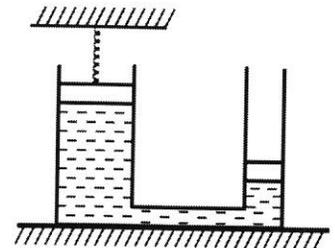
Вариант 09-02

Шифр

(заполняется секретарём)

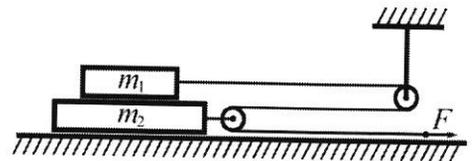
1. Школьник бросает камень вертикально вверх с начальной скоростью $V_0 = 10$ м/с.
- 1) Через какое время t после старта скорость камня будет равна по величине $V_0/2$?
 - 2) На какой высоте h , отсчитанной от точки старта скорость камня будет равна по величине $V_0/2$?
- Ускорение свободного падения $g = 10$ м/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. Деформация пружины равна x . Площадь сечения левого поршня S , правого $S/3$. Трение поршней о стенки сосудов пренебрежимо мало. Ускорение свободного падения g .

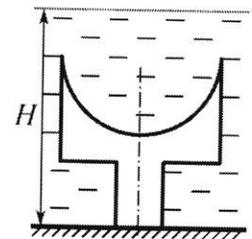


- 1) Найдите разность h уровней жидкости в сосудах.
 - 2) Найдите массу m груза, который следует положить на правый поршень, чтобы пружина стала недеформированной.
3. Спутник обращается по круговой орбите вокруг планеты. Высота орбиты $h = R$, здесь R – радиус планеты. Плотность планеты ρ . Гравитационная 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. Объём конструкции $V = 5$ дм³, площадь соприкосновения конструкции с дном через клей $S = 10$ 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

Дано:
 $v_0 = 10 \frac{м}{с}$
 $v_1 = \frac{v_0}{2}$
 $g = 10 \frac{м}{с^2}$

Решение:

Произойдёт два ~~момента~~ момента, когда $v_1 = \frac{v_0}{2}$
 v_1 направлен вверх и v_1 направлен вниз.

Когда: $v_y = v_{0y} + a_y t$, уточним
 для t_1 :
 $\frac{v_0}{2} = v_0 - g t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{v_0}{2g}$ (1)
 для t_2 :
 $-\frac{v_0}{2} = v_0 - g t_2 \Rightarrow t_2 = \frac{3}{2} \frac{v_0}{g}$ (2)

уточним для t_2 : ~~и так~~

$y = y_0 + v_{0y} t + \frac{a_y t^2}{2}$, уточним для t :

$h = v_0 t - \frac{g t^2}{2}$, (3)

Подставим (1) в (3): $h_1 = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{v_0^2}{8g} = \frac{3}{8} \frac{v_0^2}{g}$

Подставим (2) в (3): $h_2 = \frac{3 v_0^2}{2g} - \frac{9 v_0^2}{8g} = \frac{3}{8} \frac{v_0^2}{g}$

Значит, $h_1 = h_2 = h$ — скорости (на одной высоте).

$t_1 = \frac{10}{2 \cdot 10} = 0,5 \text{ с}; t_2 = \frac{3}{2} \cdot \frac{10}{10} = 1,5 \text{ с}.$

$h = \frac{3 \cdot 10^2}{8 \cdot 10} = \frac{30}{8} = \frac{15}{4} = 3,75 \text{ м}.$

Ответ: $t_1 = 0,5 \text{ с}; t_2 = 1,5 \text{ с};$
 $h = 3,75 \text{ м}.$

№2
Дано:

ρ

k

x

$S_1 = S$ - ребро

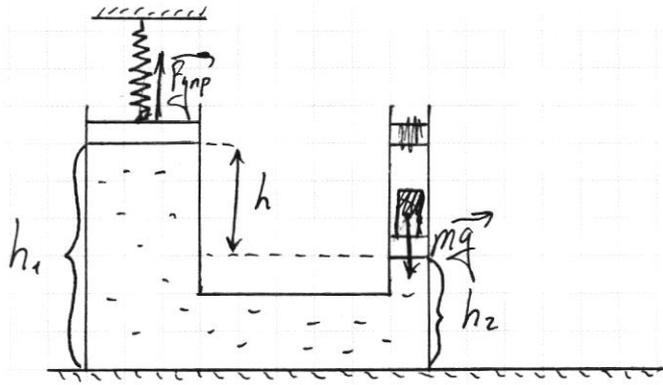
$$S_2 = \frac{S}{3}$$

g

1) h - ?

2) m - ?

Решение:



$$h = h_1 - h_2$$

1. По закону сообщающихся сосудов:

$$p_1 = p_2 \quad \leftarrow \text{нет, где}$$

p_1 - давление в левом стержне;

$$p_1 = \frac{F_{упр}}{S_1} + \rho g h_1; \quad S_1 = S$$

p_2 - давление в правом сосуде;

$$p_2 = \rho g h_2$$

По закону Гука: $F_{упр} = -kx$,

$$\frac{-kx}{S} + \rho g h_1 = \rho g h_2$$

$$\rho g (h_1 - h_2) = \frac{kx}{S}$$

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

2. $F_{упр} = 0 \text{ Н}$ (пружина не деформирована). ~~тогда~~, тогда

$$p_1 = \rho g h_1; \quad p_2 = \frac{mg}{S_2} + \rho g h_2 = \frac{3mg}{S} + \rho g h_2$$

$$\rho g h_1 = \frac{3mg}{S} + \rho g h_2$$

$$3\rho g h = 3mg$$

$$m = \frac{3\rho g h}{3g}; \quad h = \frac{kx}{\rho g S} \Rightarrow m = \frac{3\rho g kx}{3g} = \frac{kx}{g}$$

Ответ: $h = \frac{kx}{\rho g S}$;

$m = \frac{kx}{g}$.

~~Ответ: $h = \frac{kx}{\rho g S}$; $m = \frac{kx}{g}$~~

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3

Дано:

~~$h = R$~~

~~$R_{пл} = R_{пл}$~~

$h = R$

ρ

G

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

$g = ?$
 $\gamma = ?$

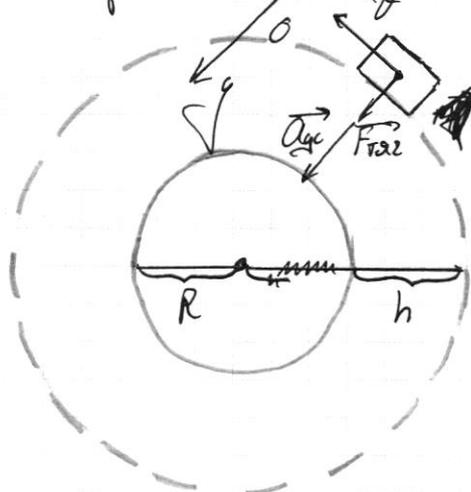
Решение:

$F_{тяж} = F_{грав}$

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

$g = G \frac{M}{H^2}$, где M - масса планеты,
 $M = \rho \cdot V = \frac{4}{3} \rho \pi R^3$;

$g = G \cdot \frac{\frac{4}{3} \rho \pi R^3}{R^2} = \frac{4}{27} G \rho \pi R$



По следствию из
II закона Ньютона:

$\vec{F}_{грав} = m \vec{a}$;

$G \frac{mM}{(R+h)^2} = m a$;

$G \frac{M}{(R+h)^2} = \frac{v^2}{R+h}$;

$v^2 = G \frac{M}{R+h} = G \frac{M}{2R}$;

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

$= G \frac{2}{3} \rho \pi R^2$;

Тогда: $v = R \sqrt{\frac{2}{3} G \rho \pi}$;

Продолжение на
листе 8.
(страница 8)

~~Ответ: $g = \frac{4}{27} G \rho \pi R$;~~

~~$v = R \sqrt{\frac{2}{3} G \rho \pi}$;~~

Дано:

$$m_1 = 3m$$

$$m_2 = 5m$$

μ

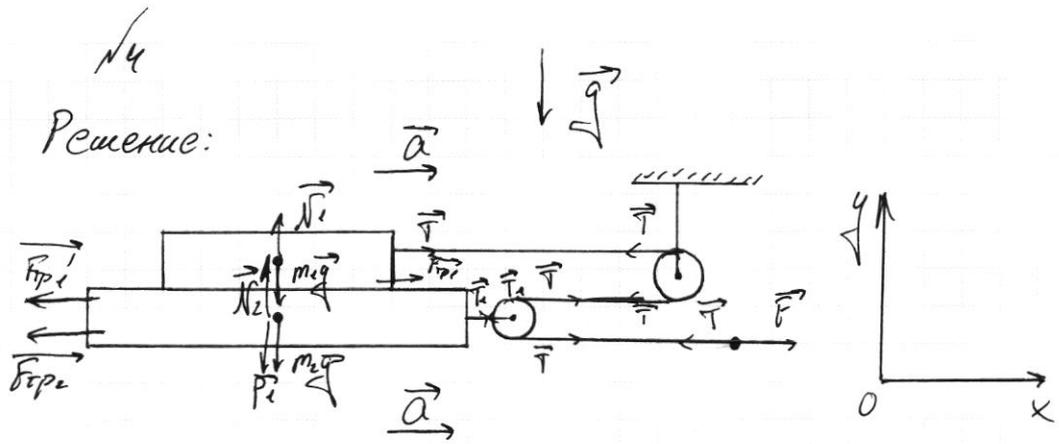


Найти:

1. F_0 - ?

2. F - ?

Решение:



Из усл. равновесия для нижнего блока:

$$T_1 = 2T$$

Из усл. равновесия в участке приложения сил:

$$T = F_0 \Rightarrow T_1 = 2F_0$$

1. По Френю между m_1 и m_2 нет \Rightarrow
 $\Rightarrow \vec{a}_1 = \vec{a}_2 = \vec{a}$, тогда
($F_{тр1} = 0$)

По следствию из II з-на Ньютона для m_1 :

$$O_y: N_1 - m_1 g = 0 \Rightarrow N_1 = m_1 g = 3mg$$

$$По O_x: T = m_1 a \Rightarrow a = \frac{T}{3m} \quad (1)$$

По III з-ну Ньютона: $N_1 = -P_1 \Rightarrow N_1 = P_1 = 3mg$

По II з-ну Ньютона для m_2 :

$$O_y: N_2 - P_1 - m_2 g = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow N_2 = 3mg + 5mg = 8mg \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_{тр2} = 8\mu mg$$

$$O_x: T_1 - F_{тр2} = m_2 a \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 2F_0 - 8\mu mg = 5ma$$

$$a = \frac{2F_0}{5m} - \frac{8\mu g}{5} \quad (2)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

(Продолжение №4)

Приравняем (1) и (2):

$$\frac{2F_0}{5m} - \frac{8\mu g}{5} = \frac{F_0}{3m}$$

$$\frac{2F_0 - 8\mu g m}{5m} = \frac{F_0}{3m}$$

$$6F_0 - 24\mu g m = 5F_0$$

$$F_0 = 24\mu g m$$

2. $F_{тр1} = \mu N_1 = 3\mu mg$; По III з-ку Ньютона:

$$\vec{F}_{тр1} = -\vec{F}_{тр1}' \Rightarrow \vec{F}_{тр1}' = \vec{F}_{тр1} = 3\mu mg;$$

~~Для~~ Рассмотрим ~~случай~~ $a_1 = a_2$, но $a_1 = a_2 = a$;

Тогда ~~из~~ из динамического уравнения движения ~~для~~ m_1 :

$$\text{Ох: } F_{тр1} + T = m_1 a \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 3\mu mg + F = 3ma$$

(Т.к. m_1 движется влево от m_2)

$$(\vec{T} = -\vec{F} \Rightarrow T = F \text{ по III з-ку Ньютона}).$$

$$\text{Отсюда: } a = \frac{3\mu mg + F}{3m} \quad (3)$$

Для m_2 на Ох: $T - F_{тр2} - F_{тр1}' = m_2 a \Rightarrow$

$$\Rightarrow 2F - 8\mu mg - 3\mu mg = 5ma$$

$$a = \frac{2F - 8\mu mg}{5m} \quad (4)$$

Приравняем (3) и (4):

$$\frac{3 \mu\text{тг} + F}{3 \text{тА}} = \frac{2F - 11 \mu\text{тг}}{5 \text{тА}}$$

$$15 \mu\text{тг} + 5F = 6F - 21 \mu\text{тг}$$

$$F = 48 \mu\text{тг}$$

Ответ: $F_0 = 24 \mu\text{тг}$;
 $F = 48 \mu\text{тг}$.

№5

Дано:

$$H = 3 \text{м}$$

$$V = 5 \text{дм}^3 = 0,005 \text{м}^3$$

$$S = 10 \text{см}^2 = 0,001 \text{м}^2$$

$$\rho = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

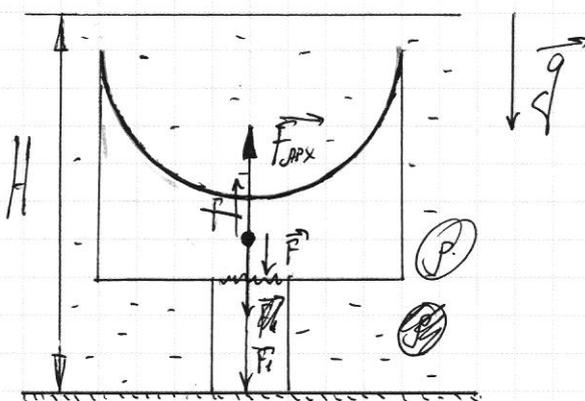
$$P_0 = 100000 \text{Па}$$

$$q = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

1) $P_1 = ?$

2) $\vec{F} = ?$

Решение:



1) $P_1 = P_0 + P_{\text{столб}} = P_0 + \rho g H$.

2) ~~Равнодействующая~~ $P_2 =$ общее давление на конструкцию, тогда:

Сила Архимеда - сила равная разнице сил давления воды на поверхности тела в воде \Rightarrow

$$\Rightarrow F = F_{\text{Арх}} - P_1 \cdot S \quad (\text{часть площадью } S \text{ прилегла})$$

$$F = F_{\text{Арх}} - P_0 \cdot S \quad \text{ко дну}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Допущения: $F_{\text{Арх}} = \rho g V_1 \Rightarrow$

$$\Rightarrow F = \rho g V - (P_0 + \rho g H) S$$

Расчёт: $P_1 = 100000 + 1000 \cdot 10 \cdot 3 = 100000 + 30000 =$
 $= 130000 \text{ Па} = 130 \text{ кПа}$

$$F_{\text{ж}} = 1000 \cdot 10 \cdot 0,005 - (100000 + 1000 \cdot 10 \cdot 3) \cdot 0,001 =$$
$$= 50 - 130 = -80 < 0$$

Значит, направление суммарной силы выбрано неверно (вверх) ($F_1 > F_{\text{Арх}}$) $\Rightarrow \vec{F}$ действует вертикально вниз.

$$F_{\text{ж}} = F_1 - F_{\text{Арх}}$$

$$F_{\text{ж}} = (130000 + 30 \cdot 10 \cdot 1000) \cdot 0,001 - 10 \cdot 1000 \cdot 0,005 =$$
$$= 80 \text{ Н.}$$

Ответ: $P_1 = 130 \text{ кПа}$

$F = 80 \text{ Н}$ (\vec{F} ^{направлен} вертикально вниз).

√3 (продолжение)

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

$$\cancel{v} \quad v = \omega R \Rightarrow \omega = \frac{v}{R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T = \frac{2\pi R}{v}$$

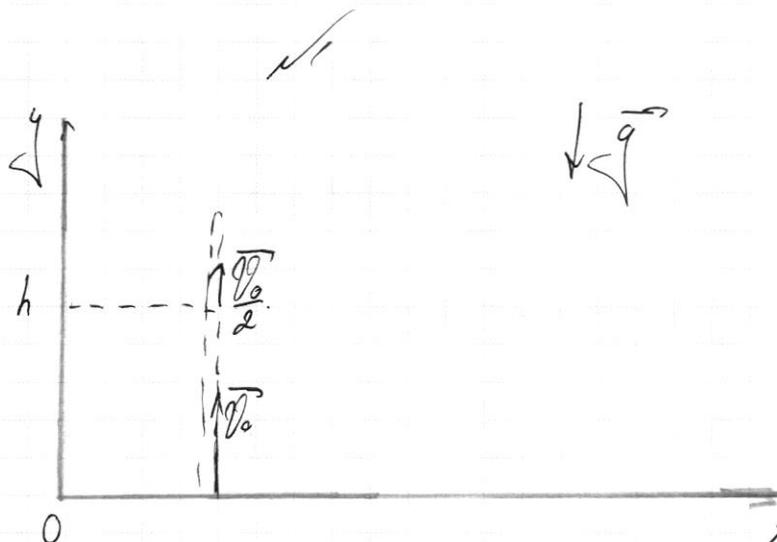
$$T = \frac{2\pi(R+h)}{R\sqrt{\frac{2}{3}GJ\rho}} = \frac{4\pi R \sqrt{\frac{2}{3}GJ\rho}}{R\sqrt{\frac{2}{3}GJ\rho}} =$$
$$= \frac{4\pi \sqrt{\frac{2}{3}GJ\rho}}{\frac{8}{3}GJ\rho} =$$

$$= \frac{6\sqrt{\frac{2}{3}GJ\rho}}{G\rho}$$

Ответ: $q = \frac{4}{27} GJ\rho R;$

$$T = \frac{6\sqrt{\frac{2}{3}GJ\rho}}{G\rho}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$v_y = v_{0y} + a_y t, \text{ для } t_{\text{max}} = t$$

$$0 = v_0 - g t$$

$$g t = \frac{v_0}{2}$$

$$t = \frac{v_0}{2g}$$

0.5 с

Аналогично: $-\frac{v_0}{2} = 0 - g t$

$$\frac{v_0}{2} = v_0 - g t$$

$$g t = \frac{v_0}{2}, \quad -\frac{v_0}{2} = v_0 - g t = \frac{3}{8} \frac{v_0^2}{g} = \frac{3}{8} \cdot \frac{100}{10} = \frac{30}{8} = 3.75$$

$$\frac{3}{2} v_0 = g t; \quad t = \frac{3 v_0}{2g} = \frac{3 \cdot 10}{2 \cdot 10} = 1.5 \text{ с}$$

$$h = v_0 t - \frac{g t^2}{2}$$

$$h = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{v_0^2}{8g} =$$

$$h = \frac{3 v_0^2}{8g} = \frac{3 \cdot 100}{8 \cdot 10} = \frac{30}{8} = 3.75 \text{ м}$$

Ответ: $h = 3.75 \text{ м}$;

$t = 0.5 \text{ с}$ или 1.5 с .

$$\frac{p_{\text{гип}} \cdot p_0 \cdot 2}{g} + p_0 h = \frac{p_0 + p_0 h}{\frac{g}{3}}$$

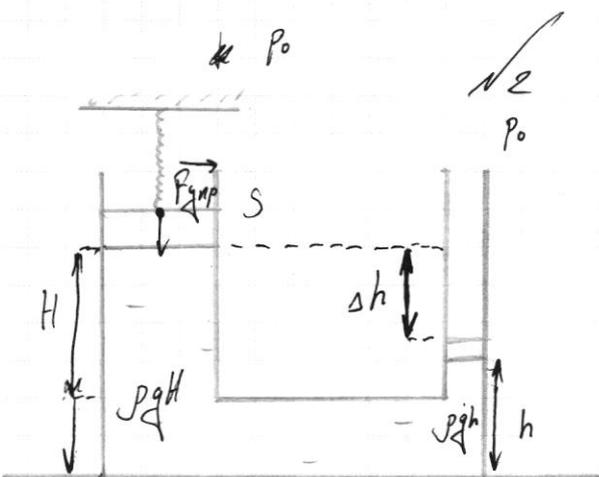
$$k \cdot p_0 + p_0 h = 3 p_0 + 3 p_0 h$$

$$p_0 h - 3 p_0 h = 2 p_0 - k x$$

$$p_0 (h - 3h) = 2 p_0 - k x$$

$$p_0 (h + sh - sh) = 2 p_0 - k x$$

$$s \Delta h - 2h = \frac{2 p_0 - k x}{p_0}$$



$$\frac{F_{\text{уп}} + P_0}{S} + \rho g H = \frac{3P_0}{S} + \rho g h$$

$$\frac{kx}{S} + \frac{P_0}{S} + \rho g H = \frac{3P_0}{S} + \rho g h$$

$$\rho g H - \rho g h = \frac{2P_0}{S} - \frac{kx}{S}$$

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

$$\Delta h = \frac{2P_0 - kx}{\rho g S}$$

$$\frac{P_0}{S} + \rho g H = \frac{3P_0 + 3mg}{S} + \rho g h$$

$$\rho g \Delta h S = 2P_0 + 3mg$$

$$2P_0 - kx = 2P_0 + 3mg$$

$$m = -\frac{kx}{3g}$$

$$\frac{P_0}{S} + \rho g H = \frac{3P_0 + 3mg}{S} + \rho g h$$

$$\frac{\rho g H - kx}{S} = \frac{3\rho g h}{S} \quad \rho g \Delta h = 2P_0 + 3mg$$

$$m = -\frac{kx}{3g}$$

$$\frac{-kx}{S} + \rho g H = \rho g h \quad \frac{P_0 - kx}{S} + \rho g H = \frac{3P_0}{S} + \rho g h$$

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

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

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

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

$$m = \frac{\rho g S \Delta h}{3g}$$

$$= \frac{kx}{3g}$$

Преобразование =>

$$\Rightarrow F_{\text{уп}} = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{P_0}{S} + \rho g H = \frac{P_0 + mg}{\frac{\rho S}{3}} + \rho g h$$

$$\rho g \Delta h = \frac{3P_0 + 3mg - P_0}{S}$$

$$3\rho g \Delta h = 2P_0 + 3mg$$

$$mg = \frac{3\rho g \Delta h - 2P_0}{3g}$$

$$m = \frac{2P_0 - kx - 2P_0}{3g} = -\frac{kx}{3g}$$

$$\frac{kx + P_0}{S} + \rho g H = \frac{3P_0}{S} + \rho g h$$

$$\rho g \Delta h S = 3P_0 - kx - P_0$$

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

$$\frac{kx + \rho g H}{S} = \frac{3\rho g h}{S}$$

$$\rho g (H - 3h) = kx \quad \begin{matrix} 3h \\ H = \frac{kx}{\rho g} \end{matrix}$$

$$3h - H = \frac{kx}{\rho g}$$

$$\Delta h = H - h = 3h - \frac{kx}{\rho g} - h = 2h - \frac{kx}{\rho g}$$

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

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

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

$$\Delta h = \frac{2P_0 + kx}{\rho g S} \Rightarrow m = \frac{kx}{3g}$$

$$\frac{P_0 - kx}{S} + \rho g H = \frac{3P_0}{S} + \rho g h$$

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

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

\sqrt{g}
 $h = R_{пл.} \Rightarrow h = 2R_{пл.}$
 ρ - пл. планеты
 G
 $V = \frac{4}{3}\pi R^3$
 $g = ?$
 $T = ?$

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

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

$$g = G \frac{M}{R^2} \quad R = 3R_n$$

$$g = G \frac{M}{9R_n^2} = G \frac{\frac{4}{3}\rho \pi R_n^3}{9R_n^2} = \frac{4}{27} G \rho \pi R_n$$



$$T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi R_n}{v}$$

$$T_n = \frac{4\pi R_n}{v}$$

$$v = \omega R$$

$$\omega = \frac{v}{R}$$

Найдём v из условия из II закона Ньютона:

$$G \frac{mM}{2R_{пл.}} = ma$$

$$\frac{GM}{2R_{пл.}} = \frac{v^2}{2R_{пл.}}$$

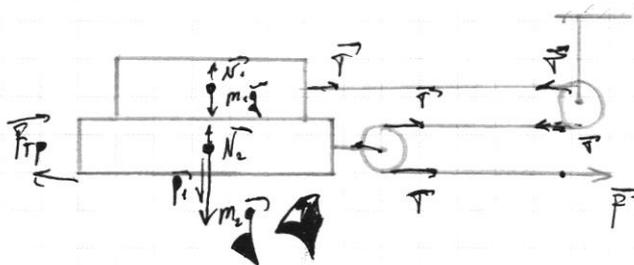
$$v^2 = G \frac{\frac{4}{3}\rho \pi R_n^3}{2R_{пл.}}$$

$$v = \sqrt{G \frac{2}{3} \rho \pi R_n^3} = R_{пл.} \sqrt{\frac{2}{3} G \rho \pi}$$

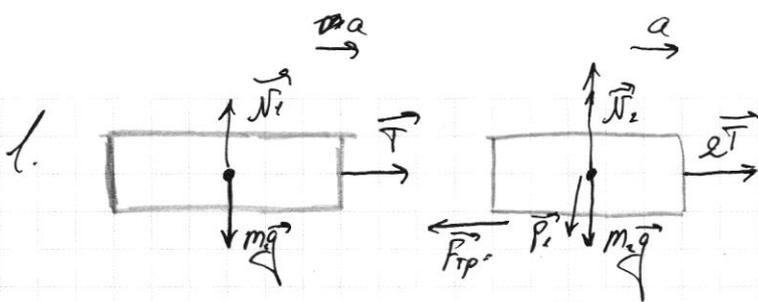
$m_1 = 3m$
 $m_2 = 5m$
 μ
 g

 $F_0 = ?$
 $F = ?$

Решение:
 (до 33%) $P_1 = N_1$



$$\vec{T} = \vec{F}$$



$$m_1 g = N_1$$

$$T = m_1 a$$

$$a = \frac{T}{m_1}$$

$$N_2 = g(m_1 + m_2)$$

$$F_{тр} = \mu g(m_1 + m_2)$$

$$2T - F_{тр} = m_2 a$$

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

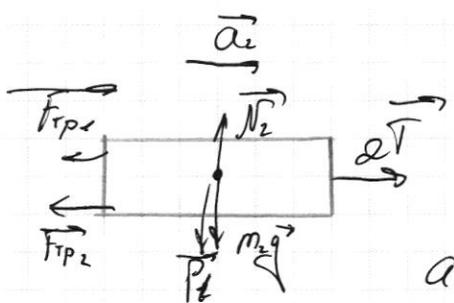
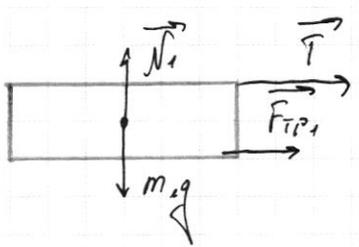
$$a = \frac{2T - \mu g(m_1 + m_2)}{m_2}$$

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

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

$$F_0 = \frac{\mu g 3m \cdot 8m}{8m - 5m} = 24 \mu g m$$

2)



$$a_1 = a_2$$

Для. $\mu m_2 g + T = m_1 a$

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

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

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

Исл: $2T - \mu g(2m_1 + m_2) = m_2 a$

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

$$T = \frac{\mu g 3m \cdot 13m}{m} = 39 \mu g m$$

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

это ложичнее!

$$\frac{2\mu 3m g \cdot 8m}{m} = 48 \mu g m$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано

$$H = 3 \text{ м}$$

$$V = 5 \text{ м}^3$$

$$= 0,005 \text{ м}^3$$

$$S = 10 \text{ см}^2$$

$$= 0,001 \text{ м}^2$$

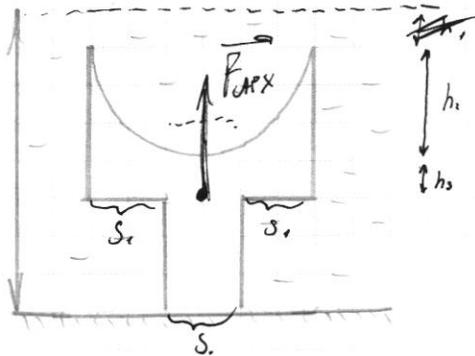
$$\rho = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$P_0 = 100000 \text{ Па}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Найти:
 P_1 (внизу груза) - ?
 F - ?

Решение



$$1) P_1 = P_0 + \rho g h_1$$

$$2) F = F_{\text{Arch}} + P_1 S = \rho g V + P_1 S$$

P_2 как-то связан с S .

$$1000 \cdot 10 \cdot 0,005 = 50 \text{ Н}$$

$$130000 \cdot 0,001 = 130 \text{ Н}$$

$$\frac{\frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2}}{\frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2} \cdot \text{м}^2} = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^4}{\text{кг} \cdot \text{м}^3} = \text{м}$$

$$\frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2} = x \cdot \frac{\text{кг} \cdot \text{с}^2}{\text{м}^2}$$

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

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

✓ 3

$$mg = G \frac{M}{R^2}$$

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

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

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

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

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

$$0,001(130000) - 0,50 = 80 \text{ Н}$$

$$\frac{\sqrt{\frac{R^2}{R^2} \cdot \frac{R^2}{R^2}}}{\frac{1}{c^2}} = \frac{1}{\frac{1}{c^2}} = \frac{c^2}{c} = \underline{\underline{c}}$$