

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

√3

из закона всемирного тяготения $F = G \cdot \frac{M \cdot m}{r^2}$ масса планеты → M, масса тела → m
т.к. из III закона Ньютона $F = ma$, $g_r = \frac{GM}{r^2}$
~~или~~ $M = \rho V$ по сфер. плотн-сти, а $V = \frac{4}{3} \pi R^3 \Rightarrow g_r = \frac{4G \rho \pi R^3}{3r^2}$

1) Ответ: $r = 2R$

$$g_{2R} = \frac{4G \rho \pi R^3}{3 \cdot (2R)^2} = \frac{4G \rho \pi R^3}{12R^2} = \frac{1}{3} \rho \pi R G$$

Ответ: $\frac{1}{3} \rho \pi R G$

2) для ~~шарика~~ $r = h + R = 1,5R$

$$g_c = \frac{4G \rho \pi R^3}{3 \cdot (1,5R)^2} = \frac{4G \rho \pi R^3}{\frac{27}{4} R^2} = \frac{16 \rho \pi R G}{27}$$

$$g_c = \underset{\substack{\text{д. центрострем.} \\ \text{усл. скорость (в рад./с)}}}{\omega^2 \cdot r}$$

$$\frac{16 \rho \pi R G}{27} = \omega^2 \cdot 1,5R$$

$$16 \rho \pi G = \omega^2 \cdot 40,5$$

$$\omega^2 = \frac{40,5}{16 \rho \pi G}$$

$$\omega^2 = \frac{32 \rho \pi G}{81}$$

$$= \frac{9}{2} \cdot \sqrt{\frac{\pi}{G}}$$

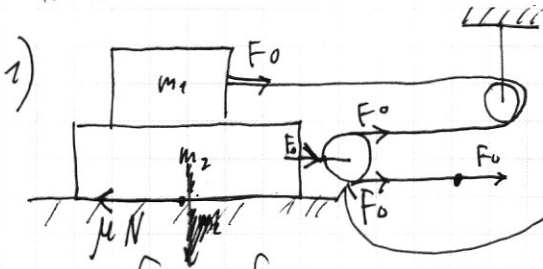
$$\omega = \sqrt{\frac{32 \rho \pi G}{81}}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{32 \rho \pi G}{81}}}$$

$$= \frac{18 \sqrt{\pi}}{\sqrt{32G}} = \frac{18}{4} \cdot \sqrt{\frac{\pi}{2\rho G}}$$

Ответ: $T = \frac{9}{2} \cdot \sqrt{\frac{\pi}{\rho G}}$

н ч



Отметим все гориз. силы:
 1. натяжение нити, тянущее m_2 , оно равно $2F_0$ из-за блока
 2. натяжение нити, тянущее m_1 , оно равно F_0
 3. сила трения m_2 с поверхностью, она равна μN , а $N = (m_1 + m_2)g$
 силы трения между m_1 и m_2 нет
 из усл.

чтобы не было сил трения
 блоки должны покоиться
 друг \rightarrow отн. друга
 \downarrow
 их ускорения равны
 из III закона Ньютона
 $\Sigma \vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{\Sigma \vec{F}}{m}$

значит

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

подставим $m_1 = 2m$ и $m_2 = 3m$
 и преобразуем:

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

$$3F_0 = 4F_0 - 10\mu mg$$

Ответ: $F_0 = 10\mu mg$

Ответ: $F \geq 20\mu mg$

Ответ: $10\mu mg$
 2) ~~бруска~~ m_1 движ. от влево отн. бруска m_2 тогда и только тогда, когда сила трения между брусками равна μN и направл. поправо ~~у бруска m_1~~ (и влево у m_2)
 добавляем это в уравн. крешки:

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

$$\frac{F_0 + \mu m_1 g}{m_1} \leq \frac{2F - \mu m_2 g - 2\mu m_1 g}{m_2}$$

$$\frac{F_0 + 2\mu mg}{2m} \leq \frac{2F - 3\mu m g - 4\mu mg}{3m}$$

$$3F_0 + 6\mu mg \leq 4F - 6\mu mg$$

$$F \geq 20\mu mg$$

\leq т.к. бруска может ~~она~~ ускорится ~~так~~ отн. m_2 только влево

Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 9

Вариант 09-01

Шифр

(заполняется секретарём)

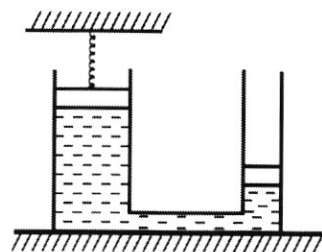
1. Школьник бросает камень вертикально вверх с начальной скоростью $V_0 = 12$ м/с.

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.

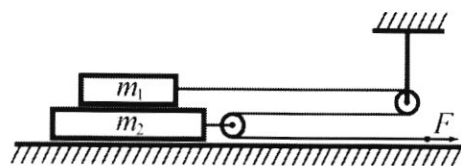
2) Найдите массу m груза, который следует положить на правый поршень, чтобы пружина стала недеформированной.

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.

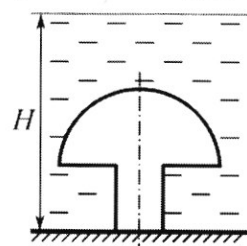
2) Найдите величину F минимальной силы, при которой нижний брусок скользит по столу, а верхний брусок движется влево относительно нижнего бруска.

5. Ко дну бассейна глубиной $H=2,5$ м приклеена осесимметричная 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

1/5

1) $p_1 = p_0 + \rho g h$ из закона Паскаля

$$p_1 \approx 100 \text{ кПа} + 12 / \text{см}^3 \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 2,5 \text{ м} = 100 \text{ кПа} + 25 \text{ кПа} = 125 \text{ кПа}$$

Ответ: 125 кПа

2) если бы ~~было~~ ~~прис.~~ ~~подтверждал~~, то F была бы равна F_A .
Заметим, что F_A склад. из сил давления и единств.
давления, отн. u^F их это давл. на дно констр., которая есть
в F_A , но которого нет в $F \Rightarrow F = F_A - F_{\text{дав.}}$

$$F = F_A - F_{\text{дав}}$$

↑
отс. давление

$$F = \rho g V - p_1 S$$

$$F = \rho g V - (p_0 + \rho g h) \cdot S = \rho g V - p_0 S - \rho g h S =$$

$$= \rho g (V - h S) - p_0 S$$

$$F \approx 1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot (0,008 \text{ м}^3 - 0,02 \text{ м}^2 \cdot 2,5 \text{ м}) - 100 \text{ кПа} \cdot$$

$$0,02 \text{ м}^2$$

$$F \approx 420 \text{ Н} - 2000 \text{ Н} = -1580 \text{ Н}$$

↓
Ответ: 1580 Н вниз



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1. $v_0 \rightarrow t = \frac{v_0 - \frac{1}{3}v_0}{g} = \frac{2v_0}{3g}$ $h = v_0 t - \frac{gt^2}{2} =$
 $= t \left(v_0 - \frac{gt}{2} \right) = t \left(v_0 - \frac{1}{3}v_0 \right) = t \cdot \frac{2}{3}v_0 = \frac{2}{3}v_0 t = \frac{4v_0^2}{9g}$

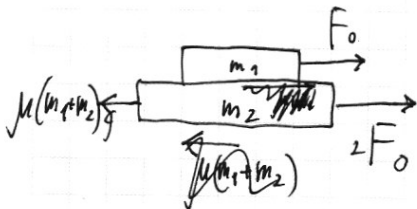
2. $p = p_0 - \rho gh$
 $F = p_0 \cdot S - p \cdot S = \rho gh S$
 $x = \frac{\rho gh S}{k}$

$\uparrow x \quad \downarrow 2x \quad h+3x$
 $(p_0 - \rho g(h+3x)) \cdot S = p_0 S$

3. $G \cdot \frac{Mm}{r^2} = F$ $\frac{2m}{S} = \frac{\rho g(h+3x)}{\rho g(h+3x)S}$
 $g_r = G \cdot \frac{M}{r_z^2} = \frac{4G\rho\pi R^3}{3r^2}$ $m = \frac{\rho g(h+3x)S}{2}$
 $g_r = d_y \quad d_y = \omega^2 R$ $\frac{4G\rho\pi R^3}{3r^2} = \omega^2 R$

4.

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



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

$$F_0 m_2 = 2F_0 m_1 - \mu(m_1+m_2) \cdot m_1 g \quad m_1 = 2m \quad m_2 = 3m$$

$$F_0 \cdot 3m = 2F_0 \cdot 2m - \mu \cdot 5m \cdot 2m \cdot g$$

$$3F_0 m = 4F_0 m - 10\mu m^2 g$$

$$10\mu m^2 g = F_0 m \quad F_0 = 10\mu mg$$

$$\frac{4 \cdot 12^2}{9 \cdot 10^4} = \frac{4 \cdot 144}{9 \cdot 100} = \frac{4 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 9}{9 \cdot 4 \cdot 25} = \frac{16}{25} = \frac{64}{100} = 0,64$$

$$\frac{4 \cdot 12^2}{9 \cdot 10} = \frac{4 \cdot 144}{90} = \frac{2 \cdot 144}{45} = \frac{2 \cdot 16}{5} = \frac{32}{5} = 6,4 \mu$$

$$27 \cdot 1,5 = 27 + \frac{27}{2} = 27 + 13,5 = 40,5$$

$$[\text{кг} \cdot \text{м} / \text{с}^2] = G \cdot [\text{м}^2 / \text{м}^2]$$

$$G = [\text{м}^3 / \text{с}^2 \cdot \text{кг}]$$

$$1000 \text{ кг} / \text{м}^3 \cdot 10 \text{ м} / \text{с}^2 \cdot 2,5 \text{ м} = \\ = 25000 \text{ Па}$$