

Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 9

Вариант 09-04

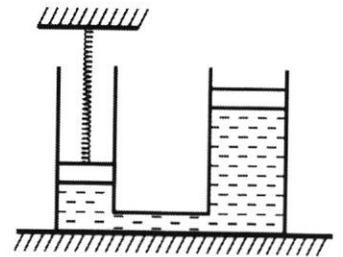
Шифр

(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.

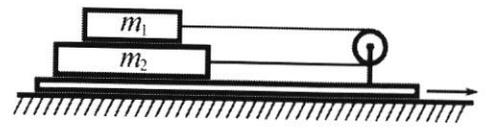
- 1) Через какое время t после броска величина скорости камня будет равна $3V_0$?
- 2) Найдите путь S , пройденный камнем от момента броска до момента достижения камнем скорости $3V_0$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха не учитывать.

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 .



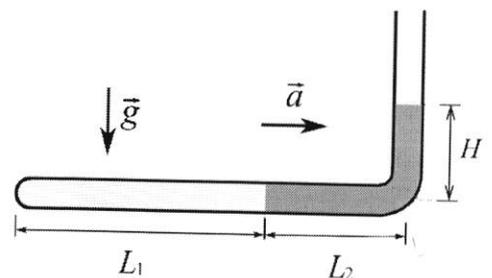
- 1) Найдите разность h уровней жидкости в сосудах.
 - 2) На правый поршень положили груз массой m . Найдите массу M груза, который следует положить на левый поршень, чтобы пружина стала недеформированной.
3. У двух планет Альфа-1 и Альфа-2 одинаковые радиусы R , а плотности планет равны, соответственно, $\rho_1 = \rho$ 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 блоком, 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

W1



Логично, что скорость камень будет набирать при падении вниз. Также напротив экспериментатора скорость камня V_0 (направление вниз)

Камень остановится через время $gt = V_0$

$$t = \frac{V_0}{g}$$

Дальше eV до $3V_0$ он разогрется за

$$gt_2 = 3V_0 \quad t_2 = \frac{3V_0}{g}$$

\Rightarrow за $t + t_2 = \frac{4V_0}{g}$ камень наберет скорость $3V_0$

$$\frac{4V_0}{g} = \frac{4 \cdot 12}{10} = 4,8 \text{ с}$$

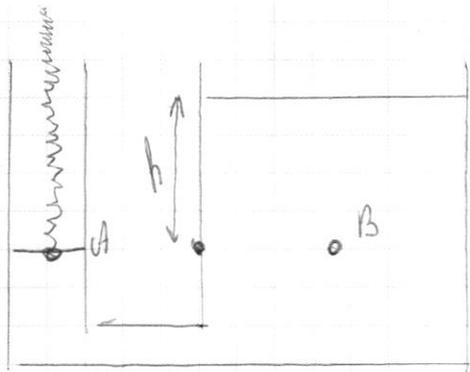
А путь он пройдет

$$\frac{V_0^2}{2g} + \frac{(3V_0)^2}{2g} = \frac{10V_0^2}{2g} =$$

$$= \frac{10 \cdot 12^2}{20} = \frac{12^2}{2} = 72 \text{ метра}$$

$$\begin{array}{r} 12 \\ +12 \\ \hline 24 \\ +12 \\ \hline 36 \end{array} \frac{12^2}{2}$$

Ответ: 4,8 с, 72 метра



Логично, что пружина стала
 жатой в правом колене уровень
 воды ~~меньше~~ больше
 Т.к атмосферное давление в
 обоих концах, то его не учитываем
 (сократится)

1) Оценим давления в т.А и т.В

$$P_A = P_B$$

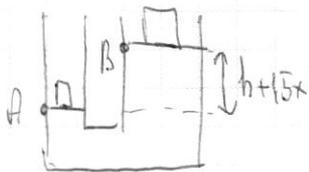
$$\frac{kx}{S} = \rho g h$$

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

2) Если пружина не деформирована, то уровень воды в левом колене
 опустился на $x \Rightarrow$ в правом поднялся на $\frac{x}{2}$ (из условия нежимаемости)

$$\Rightarrow \text{теперь разность уровней } h + 1,5x = x \left(\frac{k}{\rho g S} + 1,5 \right)$$

$$\Rightarrow \frac{Mg}{S} = \frac{mg}{2S} + \rho g x \left(\frac{k}{\rho g S} + 1,5 \right) \text{ (для т.А и т.В)}$$



$$M = \frac{\left(\frac{mg}{2S} + \rho g x \left(\frac{k}{\rho g S} + 1,5 \right) \right) S}{g} =$$

$$= \frac{mg}{2S} \left(\frac{m}{2S} + \rho x \left(\frac{k}{\rho g S} + 1,5 \right) \right) S =$$

$$\text{Ответ: } \frac{kx}{\rho g S}, \frac{m}{2} + \rho x S \left(\frac{k}{\rho g S} + 1,5 \right) = \frac{m}{2} + \rho x S \left(\frac{k}{\rho g S} + 1,5 \right)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3

1) Найдём массу планеты Альфа-1 масса Альфа-2

$$M_{\alpha-1} = \frac{4}{3} \pi R^3 \rho \quad 4\pi R^3 \rho$$

⇒ ускорение на высоте $3R$

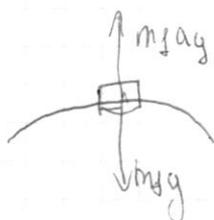
$$g = \frac{G M_{\alpha-1}}{(5R - R)^2} = \frac{G \cdot 4\pi R^3 \rho}{3 \pi R^2} = \frac{G \rho 3R}{3 \cdot 4} = \frac{G \rho 3R}{12}$$

2) Заметим, что $T_2/T_1 = \omega_2/\omega_1$, где ω_1 — угловая скорость 1

ω_2 — угловая скорость 2

для того, кто летит на R

$$\text{его } g_1 = \frac{G \cdot 4\pi R^3 \rho}{3 R^2} = \frac{G \cdot 4\pi R \rho}{3}$$



для того, кто летит на $2R$

$$g_2 = \frac{G \cdot 4\pi R^3 \rho}{4 R^2} = \frac{G \cdot \pi R \rho}{1}$$

$$g_2 m_2 = m_2 a_y$$

$$g_2 = a_y, \quad a_y = \omega_2^2 R$$

$$\omega_2 = \sqrt{\frac{G \cdot \pi \rho R}{R}} = \sqrt{G \cdot \pi \rho}$$

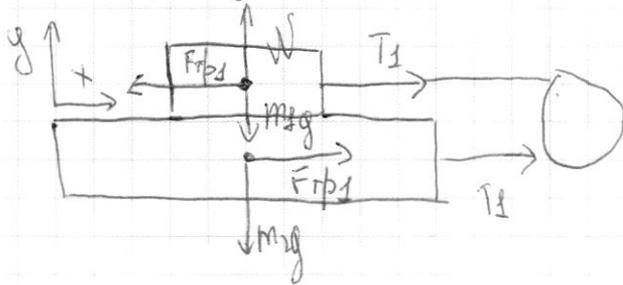
$$g_1 m_1 = m_1 a_y$$

$$g_1 = a_y, \quad a_y = \omega_1^2 R$$

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{G \cdot 4\pi \rho R}{3}}$$

$$\Rightarrow T_2/T_1 = \frac{\sqrt{\frac{G \cdot \pi \rho R}{R}}}{\sqrt{\frac{G \cdot 4\pi \rho R}{3}}} = \sqrt{\frac{4}{3}} = \text{Ответ}$$

1) Когда бруски не проскальзывают они оба движутся с ускорением a_0 и в одну сторону



$F_{тр2} \leq \mu N \leq \mu m_2 g$
 Т.к \Rightarrow максимальное для
 силы трения тогда
 это $\mu m_2 g$

На ось X

$$\mu m_2 g - T_1 = m_1 a$$

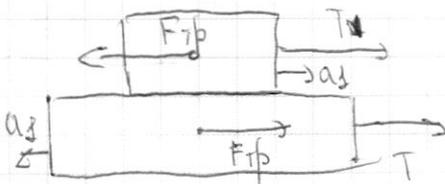
$$\left. \begin{aligned} \mu m_2 g + T_1 &= m_2 a_0 \\ T_1 - \mu m_2 g &= m_1 a_0 \end{aligned} \right\} -$$

$$2\mu m_2 g = m_2 a_0 - m_1 a_0$$

$$a_0 = \frac{2\mu m_2 g}{m_2 - m_1} =$$

$$= \frac{2\mu \cdot 2m/g}{4} = 4\mu g$$

2) Когда $a > a_0$, то



$$T - F_{тр} = m_1 a$$

$$T_1 - \mu m_2 g = m_1 a$$

$$\mu m_2 g + T_1 = m_2 a$$

$$T_1 = a \frac{(m_1 + m_2)}{2} - \text{Ответ}$$

~~$$T_1 - \mu m_2 g = m_1 a$$~~

~~$$T_1 - \mu m_2 g = m_1 a$$~~

~~$$\mu m_2 g + T_1 = m_2 a$$~~

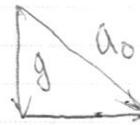
~~$$2T_1 = a(m_1 + m_2)$$~~

~~$$T_1 = a \frac{(m_1 + m_2)}{2} - \text{Ответ}$$~~

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

У5

Найдите ~~равен~~ общее ускорение



$$\begin{aligned}
 a_0 &= \sqrt{g^2 + a^2} = \\
 &= \sqrt{g^2 + \frac{g^2}{36}} = \\
 &= \sqrt{\frac{37g^2}{36}} = \\
 &= \frac{g}{6} \sqrt{37}
 \end{aligned}$$

\Rightarrow на эту величину $\frac{S_2 g \sqrt{37}}{6} \cdot L$ - Ответ

на z заданного конуса $\frac{S_1 L g}{6} + \frac{S_2 L g}{6} + \frac{S_2 g \sqrt{37} L}{6} =$

$$= \frac{4S_1 L g + 3S_2 L g + S_2 g \sqrt{37} L}{6}$$

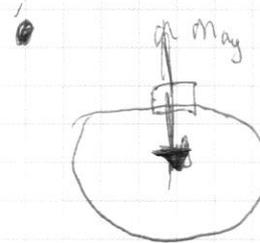
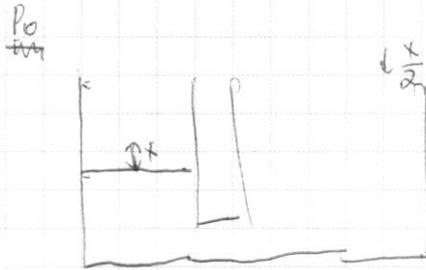
Ответ



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

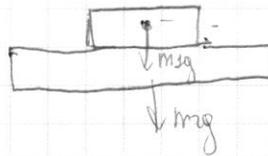
Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



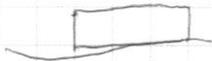
G

$$\frac{G m^2}{R^2}$$



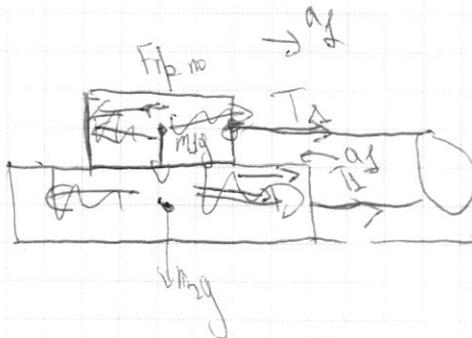
$$\frac{G m_1 m_2}{R^2} \text{ — сцепка}$$

$$\frac{G m_1}{R^2} \text{ — сцепка}$$



$$F_{\text{тр}} \leq \mu m_1 g$$

$m_1 g$



$$\mu m_1 g - T_1 = m_1 a$$

$$\mu m_2 g - T_1 = m_2 a$$

$$\mu m_1 g + T_2 = m_2 a$$

$$\mu m_1 g - T_2 = m_1 a$$

$$T_1 - \mu m_2 g = m_1 a$$

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

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

$$2 \text{ шт } F_{\text{тр}}$$

$$T_1 = m_1 a$$

$$T_1 - \mu m_2 g = m_1 a$$

$$T_1 + \mu m_1 g = m_2 a$$

m_2

$$M_1 = \frac{3}{4} n R^3$$

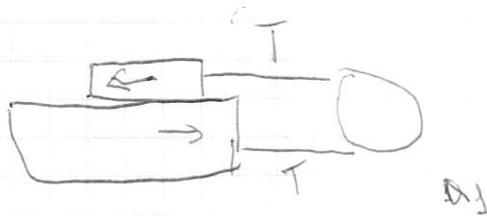
$$M_2 = \frac{3}{4} n R^3$$

$$g_1 = \frac{6 \cdot \frac{3}{4} n R^3}{3 \cdot 5R} = \frac{6 \cdot \frac{3}{4} n R^3}{15R}$$

$$T_1 = \omega$$



$$g = \omega$$





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)



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)