

Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 9

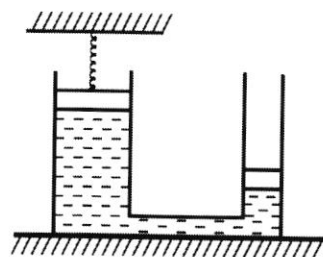
Вариант 09-01

Шифр

(заполняется секретарём)

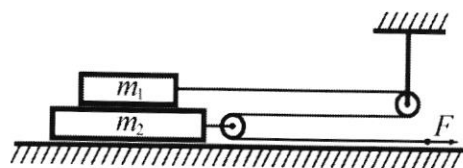
1. Школьник бросает камень вертикально вверх с начальной скоростью $V_0 = 12$ м/с.
- 1) Через какое время t после старта скорость камня будет равна по величине $V_0/3$?
 - 2) На какой высоте h , отсчитанной от точки старта скорость камня будет равна по величине $V_0/3$?
- Ускорение свободного падения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



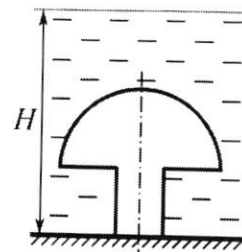
- 1) Найдите деформацию x пружины.
 - 2) Найдите массу m груза, который следует положить на правый поршень, чтобы пружина стала недеформированной.
3. Спутник обращается по круговой орбите вокруг планеты. Высота орбиты $h = 0,5R$, здесь R – радиус планеты. Плотность планеты ρ . Гравитационная постоянная 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.

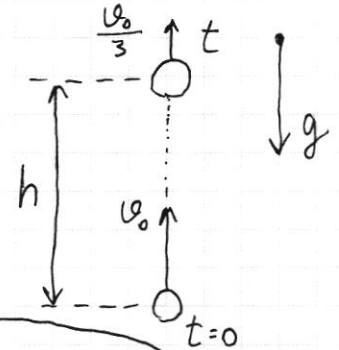


- 1) Найдите давление P_1 вблизи дна.
- 2) Найдите величину F силы (с указанием направления), с которой вода действует на конструкцию.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$1) t = \frac{v_0 - \frac{v_0}{3}}{g} = \frac{2v_0}{3g} = \frac{2 \cdot 12 \text{ м/с}}{3 \cdot 10 \text{ м/с}^2} = \frac{24}{30} \text{ с} = 0,8 \text{ с}$$

$$2) h = v_{\text{средн.}} \cdot t = \frac{v_0 + \frac{v_0}{3}}{2} \cdot \frac{v_0 - \frac{v_0}{3}}{g} = \frac{v_0^2 - \frac{v_0^2}{9}}{2g} = \frac{8v_0^2}{18g} = \frac{4v_0^2}{9g} = \frac{4 \cdot 144 \text{ м}^2/\text{с}^2}{9 \cdot 10 \text{ м/с}^2} = \frac{2 \cdot 16 \text{ м}}{5} = \frac{32}{5} \text{ м} = 6,4 \text{ м}$$



№2.

$$1) \rho g h - F_{\text{упр}} = 0$$

$$F_{\text{упр}} = \rho g h$$

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

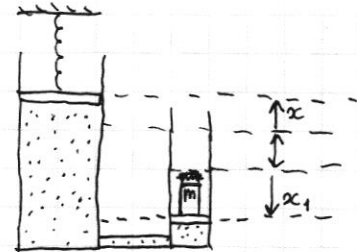
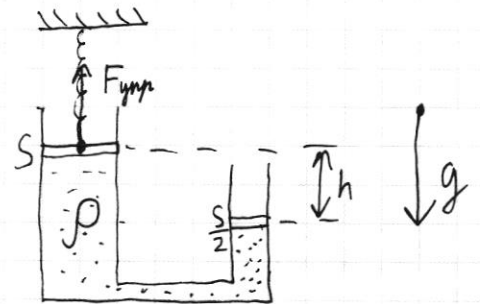
$$x = \frac{\rho g h S}{k}$$

$$2) x_1 \cdot \frac{S}{2} = x \cdot S$$

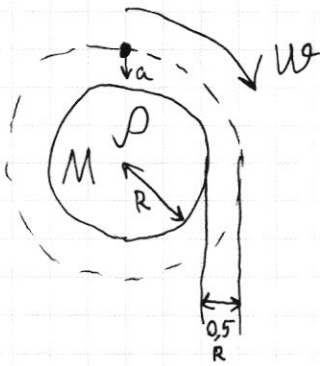
$$x_1 = 2x \Rightarrow$$

$$\rho g (h + 3x) = \frac{mg}{S/2}$$

$$m = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot S \cdot \left(h + 3 \left(\frac{\rho g h S}{k} \right) \right) = \frac{1}{2} \rho S h \left(1 + 3 \left(\frac{\rho g S}{k} \right) \right)$$



№3.



$$a = \omega^2 R \cdot 1.5$$

$$a = \frac{GM}{(1.5R)^2}$$

$$\omega^2 \cdot 1.5R = \frac{GM}{(1.5R)^2}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{GM}{(1.5R)^3}}$$

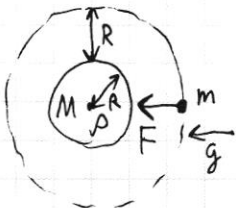
2)

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{(1.5R)^3}{GM}} = 2\pi \sqrt{\frac{(1.5R)^3}{G \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 \rho}} =$$

$$= 2\sqrt{\frac{1.5^3 \cdot \pi}{G \cdot \frac{4}{3} \rho}} = 2\sqrt{\frac{2.4}{8} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \frac{\pi}{G \cdot \rho}} =$$

$$= 2\sqrt{\frac{81 \pi}{32 G \rho}} = 2 \cdot \frac{9}{4} \sqrt{\frac{\pi}{2 G \rho}} = \boxed{\frac{9}{2} \sqrt{\frac{\pi}{2 G \rho}}}$$

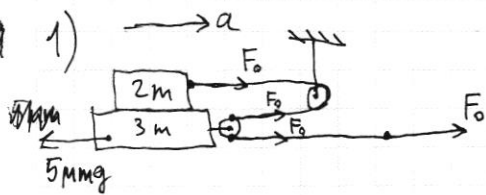
$$M = \rho V = \frac{4}{3} \pi R^3 \rho$$



$$1) \quad mg = \frac{GMm}{(2R)^2};$$

$$g = \frac{GM}{4R^2} = \frac{\frac{4}{3} G \pi R^3 \rho}{4R^2} = \boxed{\frac{1}{3} G \pi R \rho}$$

№4



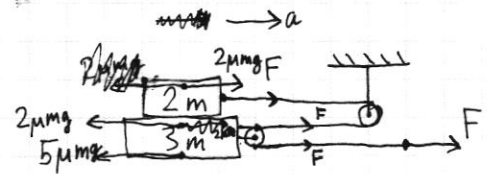
$$\begin{cases} 2F_0 - 5\mu mg = 3ma \\ F_0 = 2ma \end{cases}$$

$$a = \frac{F_0}{2m}$$

$$2F_0 - 5\mu mg = 1.5F_0$$

$$0.5F_0 = 5\mu mg$$

$$F_0 = \boxed{10\mu mg}$$



$$\begin{cases} 2F - 4\mu mg = 3ma \\ F + 2\mu mg = 2ma \end{cases} \quad a = \frac{F}{2m} + \mu g$$

$$2F - 4\mu mg = 1.5F + 3mg \cdot \mu$$

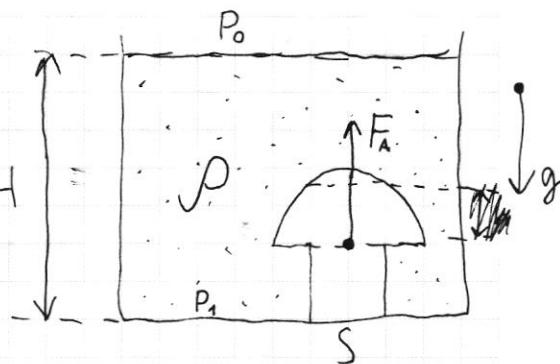
$$0.5F = 10\mu mg$$

$$F = \boxed{20\mu mg}$$

√5.

$$1) P_1 = P_0 + \rho g H = 100000 \text{ Па} + 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 2,5 \text{ м} =$$

$$= 100000 + 25000 \text{ Па} = 125000 \text{ Па}$$



2) F_A направлена всегда ^{вертикально} ~~вверх~~

(если CO сосуда с водой перпендикулярна)

~~$F_A = \rho g V$~~

$$F_A = V \rho g - P_1 S = V \rho g - P_0 S - \rho g H S = \rho g (V - H S) - P_0 S =$$

$$= 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot (0,008 \text{ м}^3 - 2,5 \text{ м} \cdot 0,002 \text{ м}^2) - 100000 \text{ Па} \cdot 0,002 \text{ м}^2 =$$

$$= 10000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2 \cdot \text{с}^2} (0,008 \text{ м}^3 - 0,005 \text{ м}^3) - 200 \text{ Н} =$$

$$= 30 \text{ Н} - 200 \text{ Н} = -170 \text{ Н} \Rightarrow$$

Сила направлена вниз, равна 170 Н



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\begin{array}{r} 1 \quad 2 \\ 2,25 \\ \times 1,5 \\ \hline 1125 \\ 225 \\ \hline 3,375 \end{array}$$

$$\begin{aligned} V \rho_{\text{ж}} - \rho, S &= 0,008 \text{ м}^3 \cdot 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} - 125000 \text{ Па} \cdot 0,002 \text{ м}^2 = \\ &= 80 \text{ н} - 250 \text{ н} = -170 \text{ н} \end{aligned}$$



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Blank grid area for writing the answer.

черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



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

Grid area for writing the answer.

черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

