

Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 9

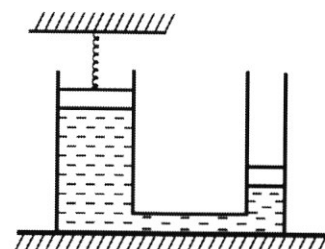
Вариант 09-01

Шифр

(заполняется секретарём)

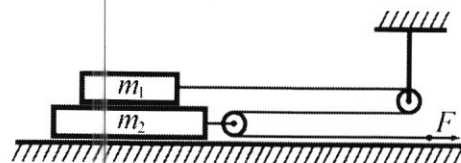
1. Школьник бросает камень вертикально вверх с начальной скоростью $V_0 = 12$ м/с.
- 1) Через какое время t после старта скорость камня будет равна по величине $V_0/3$?
 - 2) На какой высоте h , отсчитанной от точки старта скорость камня будет равна по величине $V_0/3$?
- Ускорение свободного падения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



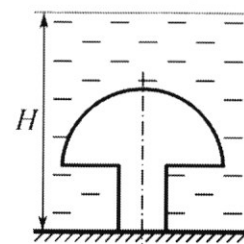
- 1) Найдите деформацию x пружины.
 - 2) Найдите массу m груза, который следует положить на правый поршень, чтобы пружина стала недеформированной.
3. Спутник обращается по круговой орбите вокруг планеты. Высота орбиты $h = 0,5R$, здесь R – радиус планеты. Плотность планеты ρ . Гравитационная постоянная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

$$V_0 = 12 \text{ м/с}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$t - ?$$

$h - ?$

$$1) V_0/3 = 4$$

$$V_0/3 = V_1$$

$$V_1 = V_0 - gt$$

$$10t = 8$$

$$t = 0,8 \text{ с}$$

t_{max} (когда дошёл до максимальной б.е.)

$$t_{\text{max}} = 1,2 \text{ с}$$

t_1 - когда будет скорость $V_0/3$

$$t_1 = t_{\text{max}} + \frac{4}{g}$$

$$t_1 = 1,6 \text{ с}$$

$$2) h = V_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

$$h = 9,6 - 3,2 = 6,4 \text{ м}$$

$$h = V_0 t_1 - \frac{gt_1^2}{2}$$

$$h = 19,2 - 12,8 = 6,4 \text{ м}$$

Ответ 1) $t = 0,8 \text{ с}$ $t = 1,6 \text{ с}$

2) $h = 6,4 \text{ м}$

2.

$$S_1 = S$$

$$T = Kx$$

$$1) S h_1 g S_1 = S h_2 g S_2 - T$$

$$S_2 = \frac{S}{2}$$

$$S g h_1 \frac{S}{2} + \frac{mgL}{S} = S g (h_1 + h) S$$

$$S = S$$

$$S g h = \frac{T}{S}$$

$$K = K$$

$$Kx = S g h S$$

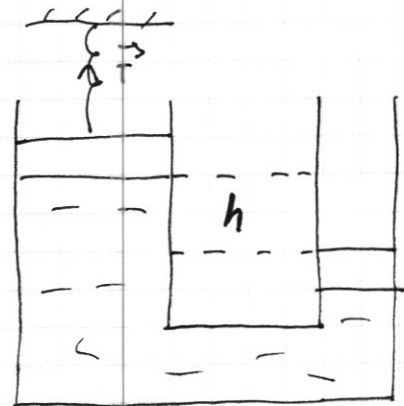
$$x - ?$$

$$x = \frac{S g h S}{K}$$

$$m - ?$$

$$2) \frac{T}{S} = \frac{mg}{2}$$

$$mg = \frac{S g h S}{2} = \frac{S h S}{2}$$



h_1 и h_2 это высоты труб

3.

$$h = 0,5R$$

R

S

G

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

$$g_1 = \frac{GM}{(h_1 + R)^2} = \frac{GSV}{4R^2} = \frac{GS\pi R^3}{4R^2} \cdot \frac{4}{3} = \frac{GS\pi R}{3}$$

$$g = \frac{GS\pi R}{3}$$

$$T = \frac{2\pi R_1}{V_1}$$

$$R_1 = h_1 + R = 1,5R$$

$$g_2 = \frac{V_1^2}{R_1}$$

~~g~~ - ?

T - ?

$$g_2 = \frac{GM}{(R+h_1)^2} = \frac{4^2 GS\pi R}{3^2 \cdot 3}$$

$$V_1 = \sqrt{g_2 R_1} = \sqrt{\frac{4^2 GS\pi R}{3^2 \cdot 3} \cdot \frac{3R}{2}}$$

$$V_1 = \frac{2R}{3} \cdot \sqrt{2GS\pi}$$

$$T = \left(\frac{3\pi R}{V_1} \right) = \frac{9\sqrt{2GS\pi}}{4GS}$$

Ответ $g = \frac{GS\pi R}{3}$

$$T = \frac{9\sqrt{2GS\pi}}{4GS}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

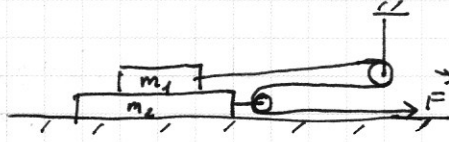
4.

$$m_1 = 2m$$

$$m_2 = 3m$$

$$\delta^M_1 = \delta^M_2 = \delta^M$$

g



$$\left. \begin{aligned} 1) T + m_1 g \delta^M &= m_1 a_1 \\ T + F_{\text{сое}} &= m_2 a_2 \end{aligned} \right\} F = T$$

$$2) 2T - (m_1 + m_2) g \delta^M - m_1 g \delta^M = m_2 a_2$$

по условию $F_{\text{сое}} = 0 \Rightarrow a_1 = a_2 = a$

$$\left\{ \begin{aligned} 1) T &= m_1 a \\ 2) 2T - (m_1 + m_2) g \delta^M &= m_2 a \end{aligned} \right. \left\{ \begin{aligned} a &= \frac{T}{m_1} \\ 2T - (m_1 + m_2) g \delta^M &= \frac{m_2}{m_1} \cdot T \end{aligned} \right.$$

$$T = \left(2 - \frac{m_2}{m_1} \right) (m_1 + m_2) g \delta^M$$

$$T = \frac{(m_1 + m_2) g \delta^M}{\left(\frac{2m_1 - m_2}{m_1} \right)} \quad T = \frac{m_2 g \delta^M (m_1 + m_2)}{(2m_1 - m_2)}$$

Верхний брусок движется влево относительно нижнего бруска значит

$$a_1 \neq a_2 \neq 0$$

$$a = \frac{T - m_1 g \delta^M}{m_1} = \frac{T}{m_1} - g \delta^M$$

$$\left\{ \begin{aligned} 1) T - m_1 g \delta^M &= m_1 a \\ 2) 2T - (m_1 + m_2) g \delta^M - m_1 g \delta^M &= m_2 a \end{aligned} \right.$$

$$2T - (2m_1 + m_2)g\delta^4 = \frac{m_2}{m_1}(T) \left(+ \frac{m_2}{m_1} (m_1 g \delta^4) \right) - m_2 g \delta^4 + m_1 g \delta^4$$

$$T \left(2 - \frac{m_2}{m_1} \right) = (m_2 g \delta^4 + (2m_1 + m_2)g\delta^4) - 2m_1 g \delta^4$$

$$\left(T = \frac{2g\delta^4(m_1 + m_2)}{\frac{2m_1 - m_2}{m_1}} \right) \quad T = \frac{2m_1 g \delta^4 (m_1 + m_2)}{2m_1 - m_2} = F$$

$$T = \frac{2m_1^2 g \delta^4}{2m_1 - m_2} = F_{\min}$$

$$F_{\min} = 8m g \delta^4$$

$$\left(\begin{array}{l} \text{Ombem} \quad F_0 = \frac{m_1 g \delta^4 (m_1 + m_2)}{(2m_1 - m_2)} \\ \\ F = \frac{2m_1 g \delta^4 (m_1 + m_2)}{2(m_1 - m_2)} \end{array} \right)$$

$$\text{Ombem} \quad F_0 = 10m g \delta^4$$

$$F_{\min} = 8m g \delta^4$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5.

$$H = 2,5 \text{ м}$$

$$V = 8 \text{ дм}^3$$

$$S = 20 \text{ см}^2$$

$$S = 12 \text{ см}^3$$

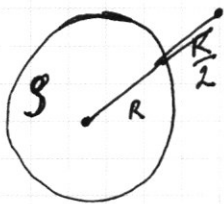
$$P_0 = 100 \text{ кПа}$$



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 6
(Нумеровать только чистовики)

3.



$$g_2 = \frac{GM}{(h_2 + R)^2} = \frac{G \rho V}{4R^2} = \frac{G \rho \pi R^3}{4R^2} \cdot \frac{4}{3} = \frac{G \rho \pi R}{3}$$

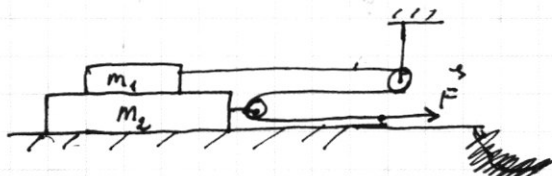
$$g_2 = \frac{G \rho \pi R}{3}$$

$$T = \frac{2\pi R_1}{V_1}$$

$$R_1 = h_1 + R = 1.5R$$

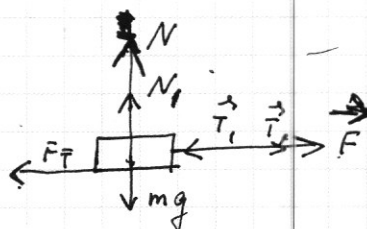
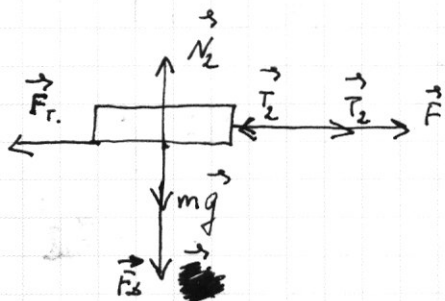
$$\frac{V_1^2}{R_1} = g_1$$

4.



$$m_1 = 2m$$

$$m_2 = 3m$$



$$g_1 = \frac{GM}{(R+h_1)^2} = \frac{4}{3^2} \frac{G \rho \pi R}{3}$$

$$V_1 = \sqrt{g R_1} = \sqrt{\frac{4}{3^2} \frac{G \rho \pi R}{3} \cdot 3}$$

$$V_1 = \frac{2R}{3} \cdot \sqrt{2G \rho \pi}$$

$$T = \frac{3\pi R}{V_1} = \frac{9\sqrt{2G \rho \pi}}{4G \rho}$$

$$\mu 2mg$$

$$\mu 3mg$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1. $V_0/3 = 4$

$$V_i = V_0 - gt$$

$$V_i = 12 - 10t$$

$$4 = 12 - 10t$$

$$10t = 8$$

$$t = 0,8 \text{ c}$$

$$t = 1,6 \text{ c}$$

$$h = \frac{V_0 t - gt^2}{2} = 6,4 \text{ м}$$

$$h = \frac{V_0 t - gt^2}{2} = 19,2 - 12,8 = 6,4 \text{ м}$$

$$h = V_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

$$h = 9,6 - 3,2 = 6,4 \text{ м}$$

~~X =~~

$$t_1 = 1,2$$

$$gt = 4$$

$$10t = 4$$

$$t = 0,4$$

$$h = \frac{gt^2}{2} = 0,8$$

$$V_i = 0$$

$$0 = 12 - 10t$$

$$10t = 12$$

$$t = 1,2$$

$$12 \cdot \frac{8}{10 \cdot 5} = \frac{64}{5}$$

$$12 - \frac{4}{5} = 9,6$$

$$h = \frac{gt^2}{2} = \frac{16}{2} = 8$$

$$h = \frac{V_0 t - gt^2}{2}$$

$$h = 14,4 - 7,2$$

$$h = 7,2$$

$$7,2 - 0,8 = 6,4$$

$$T = \frac{2\sqrt{K}R}{T}$$

2. $h = \frac{R}{2}$ S G $V = \frac{4}{3} \pi R^3$

$$F = Kx$$

$$F = \frac{2\sqrt{K}R}{T}$$

$$x = \frac{F}{K}$$

$$T = \frac{2\sqrt{K}R}{\frac{4}{3} \pi R^3}$$

$$T = \frac{6}{4\sqrt{K}R^2}$$

$$S_1 = S \quad T = Kx \quad K = K \quad m$$

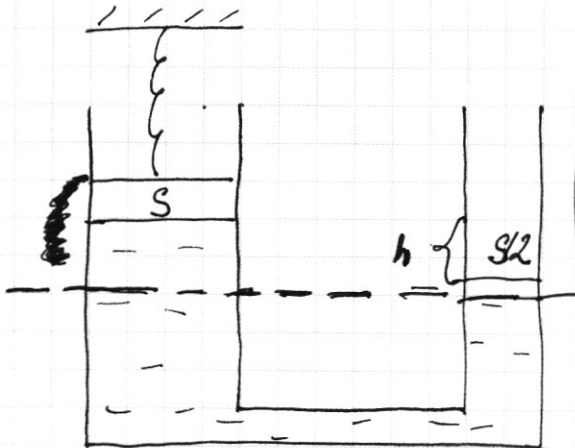
$$S_2 = \frac{S}{2}$$

$$\rho h_1 g S_1 = S h_2 g S_2 - T$$

$$m = \frac{SghS}{2g}$$

$$Sgh_1 \frac{S}{2} + mg \frac{S}{2} = Sg(h_1 + h) S$$

$$Sgh = \frac{T}{S} \quad Kx = SghS \quad \frac{T}{S} = \frac{mg}{S^2}$$



$$\left\{ \begin{array}{l} 1) T + m_1 g \delta^4 = m_1 g \\ 2) 2T - (m_1 + m_2) g \delta^4 = m_1 g \delta^4 = m_2 g \end{array} \right.$$

$$2T - (2m_1 + m_2) g \delta^4 = \frac{m_2}{m_1} (T) + \frac{m_2}{m_1} (m_1 g \delta^4)$$

$$T \left(2 - \frac{m_2}{m_1} \right) = m_2 g \delta^4 + (2m_1 + m_2) g \delta^4$$

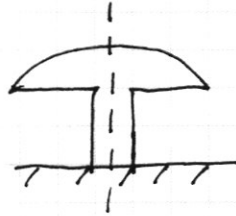
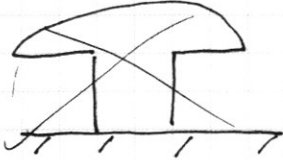
$$T = \frac{2 g \delta^4 (m_1 + m_2)}{\frac{2m_1 - m_2}{m_1}}$$

$$T = \frac{2m_1 g \delta^4 (m_1 + m_2)}{2m_1 - m_2} = F$$

$$F_0 = \frac{m_1 g \delta^4 (m_1 + m_2)}{(2m_1 - m_2)}$$

$$F = \frac{2m_1 g \delta^4 (m_1 + m_2)}{(2m_1 - m_2)}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$m_1 = 2m$$

$$m_2 = 3m$$

$$\delta y_1 = \delta y_2 = \delta y$$

g

$$\begin{aligned} 1) \quad T + \overbrace{m_1 g \delta y}^{F_{ck}} &= m_1 a_1 \\ T &= m_1 a_1 \end{aligned} \quad \left| \begin{array}{l} F = T \end{array} \right.$$

$$2) \quad 2T - (m_1 + m_2) g \delta y - m_1 g \delta y = m_2 a_2$$

по условию $F_{ck} = 0 \Rightarrow a_1 = a_2 = a$

$$1) \quad T = m_1 a$$

$$2) \quad 2T - (m_1 + m_2) g \delta y = m_2 a$$

$$\left\{ \begin{array}{l} a = \frac{T}{m_1} \end{array} \right.$$

$$2T - (m_1 + m_2) g \delta y = \frac{m_2}{m_1} \cdot T$$

$$T = \left(2 - \frac{m_2}{m_1} \right) (m_1 + m_2) g \delta y$$

$$T = \frac{(m_1 + m_2) g \delta y}{\left(\frac{2m_1 + m_2}{m_1} \right)}$$

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

Верхний брусок движется влево относительно нижнего бруска значит $a_1 \neq a_2 \neq 0$